

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΦΑΓΕΙΩΝ**

ΠΡΩΙΜΑΚΗ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ



**ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΥ Ε.
ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Δ.
ΖΙΩΜΑΣ Γ.**

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΦΑΓΕΙΩΝ**

ΠΡΩΙΜΑΚΗ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ

**ΕΠΙΤΡΟΠΗ:
ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΥ Ε.
ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Δ.
ΖΙΩΜΑΣ Γ.**

ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007

Αφιερώνεται
στον Αντώνη,
που ήταν πάντα κατά
του μεταπτυχιακού,
αλλά βοήθησε πάρα πολύ...

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα μελέτη αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους εκείνους που συνέβαλλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην πραγματοποίησή της.

Ευχαριστώ την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Ε. Γρηγοροπούλου που είχε την επιμέλεια αυτής της εργασίας, για την πολύτιμη βοήθεια της κατά τη συγγραφή της εργασίας και την αμέριστη συμπαράσταση της κατά τη συλλογή στοιχείων από τα σφαγεία, καθώς και τις αποτελεσματικές υποδείξεις της.

Ευχαριστίες επίσης ανήκουν στον κ. Δ. Ασημακόπουλο για τις ευκαιρίες ενασχόλησης και εμπάθυνσης με διάφορα περιβαλλοντικά θέματα και ερεθίσματα που μας έδωσε, στρέφοντας το ενδιαφέρον μας στις επιστήμες του περιβάλλοντος. Καθώς επίσης και στον κ. Γ. Ζιώμα γιατί κέντρισε το ενδιαφέρον μας για θέματα αέριας ρύπανσης. Είναι αλήθεια ότι σε αυτή την μεταπτυχιακή εργασία υπάρχει εμφανής επίδραση στον τρόπο σκέψης για τη διαχείριση του περιβάλλοντος από τα μέλη της επιτροπής.

Φυσικά θα ήθελα να ευχαριστήσω και ένα παλιό μου καθηγητή από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τον κ. Δ. Γεωργακάκη που βοήθησε στη βιβλιογραφία ακόμα και με βιβλία από την προσωπική του βιβλιοθήκη.

Τέλος ευχαριστώ πολύ τον κ. Α. Φραγκουδάκη για τις πολύτιμες υποδείξεις και την ανεκτίμητη βοήθεια που προσέφερε σε αυτή την μεταπτυχιακή εργασία, καθώς και για την ηθική υποστήριξη του όταν η κούραση και το άγχος περιόριζαν τις αντοχές μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	1
Εισαγωγή.....	3
Κεφάλαιο 1: Σφαγεία και κατάσταση στην Ελλάδα	5
Σύνοψη.....	5
1.1 Σφαγείο.....	6
1.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	7
1.3 Ζωικό κεφάλαιο στην Ελλάδα.....	9
1.4 Σφαγεία και ζωικό κεφάλαιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	12
1.5 Παραγωγή και επεξεργασία κρέατος παγκόσμια.....	16
1.6 Προϋποθέσεις ίδρυσης και λειτουργίας σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων.....	17
1.7 Περιγραφή βασικών χώρων σφαγείου μεγάλων ζώων.....	20
1.8 Περιγραφή βασικών χώρων σφαγείου πουλερικών.....	33
1.9 Υπολογισμός δυναμικότητας σφαγείου.....	39
1.10 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σε χοιροσφαγείο στην Ελλάδα.....	40
Βιβλιογραφία.....	48
Κεφάλαιο 2: Εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία	51
Σύνοψη.....	51
2.1 Ελληνική νομοθεσία.....	52
2.1.1 Ελληνική νομοθεσία για τα σφαγεία.....	52
2.1.1.1 Γενικά στοιχεία.....	52
2.1.1.2 Καθεστώς αδειοδοτήσεων.....	53
2.1.1.3 Απαιτήσεις σε προσωπικό.....	56
2.1.1.4 Απαιτήσεις υγειονομικής φύσεως.....	57
2.1.2 Ελληνική νομοθεσία για το περιβάλλον και τη διαχείριση των αποβλήτων σφαγείων.....	76
2.1.2.1 Γενικά στοιχεία.....	76
2.1.2.2 Ιστορική αναδρομή.....	76
2.1.2.3 Περιβάλλον και μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.....	78
2.1.2.4 Βιομηχανία και διαχείριση υδατικών πόρων.....	84
2.1.2.5 Βιομηχανία και διαχείριση αποβλήτων.....	85
2.1.2.6 Βιομηχανία και αέρια ρύπανση.....	86
2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία.....	89
2.2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα σφαγεία.....	89
2.2.1.1 Ζωικά υποπροϊόντα / παραπροϊόντα.....	89
2.2.1.1.1 Υλικά της κατηγορίας 1.....	89
2.2.1.1.2 Υλικά της κατηγορίας 2.....	90
2.2.1.1.3 Υλικά της κατηγορίας 3.....	91
2.2.1.1.4 Αίμα.....	92
2.2.1.1.5 Αποτέφρωση ή συναποτέφρωση.....	94
2.2.1.1.6 Λιπασματοποίηση / κομποστοποίηση.....	97
2.2.1.1.7 Παραγωγή βιοαερίου.....	99
2.2.1.2 Υγειονομικά μέτρα για την παραγωγή νωπού κρέατος.....	102
2.2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το περιβάλλον σε σχέση με μια συγκεκριμένη βιομηχανία.....	109
2.2.2.1 Γενικά στοιχεία.....	109
2.2.2.2 Περιβαλλοντική ευθύνη μιας βιομηχανίας.....	110
2.2.2.3 Βιομηχανική οικολογία.....	112
2.2.2.4 Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.....	113
2.2.2.5 Πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης.....	114
2.2.2.6 Υδατικά συστήματα.....	118
2.2.2.7 Αποτελεσματικότητα των Κανονισμών.....	119
2.3 Νομοθεσία των ΗΠΑ.....	122
2.4 Πολιτικές μείωσης της ρύπανσης.....	128
2.4.1 Το έγγραφο / έκθεση της IPPC για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές.....	132
2.4.2 Βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (Best available techniques – BAT).....	133
2.4.3 Οικονομία και παραπροϊόντα.....	136
2.4.4 Το οικονομικό κόστος της κατανάλωσης και των εκπομπών.....	137
2.4.5 Επιδράσεις από την νομοθεσία για τα τρόφιμα και την κτηνιατρική νομοθεσία.....	138

2.4.6 Χειρισμός των αποβλήτων ή ζωικών παραπροϊόντων	139
2.4.7 Εργαλεία περιβαλλοντικής διαχείρισης	139
2.4.7.1 Προτυποποιημένα και μη συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management Systems - EMSs).....	145
2.4.7.2 Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται.....	146
2.4.7.3 Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)	146
2.4.7.4 Οικονομικά στοιχεία.....	146
2.4.7.5 Κίνητρα για την εφαρμογή.....	148
2.4.8 Εφαρμογή βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (best available techniques).....	148
2.4.8.1 Γενικές διεργασίες και διαδικασίες για όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων.....	148
2.4.8.2 Ολοκληρωμένη διαχείριση όλων των δραστηριοτήτων στην ίδια περιοχή: για σφαγεία ή/και εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων, που αναπτύσσουν δραστηριότητες στην ίδια περιοχή.....	149
2.4.8.3 Συνεργασία με τις ανάντη (πριν) και κατόντη (μετά) δραστηριότητες.....	150
2.4.8.4 Καθαρισμός εγκατάστασης και εξοπλισμού	150
2.4.8.5 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων	150
2.4.9 Πρόσθετες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) για σφαγεία.....	152
2.4.9.1 Πρόσθετες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) για σφαγεία μεγάλων ζώων.....	153
2.4.9.2 Πρόσθετες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) για σφαγεία πτηνών.....	154
2.5 Εφαρμογή της Οδηγίας IPPC στην Κύπρο σε σφαγεία.....	154
Βιβλιογραφία	157
Κεφάλαιο 3: Χαρακτηριστικά των αποβλήτων των σφαγείων	161
Σύνοψη	161
3.1 Γενικά	162
3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά σφαγείων.....	163
3.3 Εγκαταστάσεις παραπροϊόντων κρέατος ζώων	164
3.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα σφαγεία.....	165
3.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εγκαταστάσεις ζωικών παραπροϊόντων	166
3.6 Εφαρμοζόμενες διεργασίες και τεχνικές	168
3.7 Τρέχοντα επίπεδα κατανάλωσης και εκπομπών	168
3.8 Κατόντη διεργασίες σφαγείου	171
3.8.1 Η βιομηχανία επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων στην ΕΕ	174
3.8.2 Επεξεργασία αίματος.....	176
3.8.3 Παραγωγή ζελατίνης	177
3.8.4 Ειδική αποτέφρωση σφαγίων, τμημάτων σφαγίων και ζωικών αλεύρων	177
3.8.5 Καύση ζωικού λίπους.....	178
3.8.6 Διασκορπισμός / έγχυση στο έδαφος.....	178
3.8.7 Παραγωγή βιοαερίου.....	178
3.8.8 Κομποστοποίηση.....	178
3.9 Περιβαλλοντικά θέματα.....	179
3.9.1 Σφαγεία.....	179
3.9.1.1 Αέρας.....	180
3.9.1.2 Νερό	182
3.9.1.3 Ενέργεια.....	184
3.9.1.4 Οσμές.....	185
3.9.1.5 Θόρυβος.....	185
3.9.1.6 Αποκατάσταση περιοχών.....	186
3.9.2 Ειδική αποτέφρωση σφαγίων	186
3.9.2.1 Αέρας.....	186
3.9.2.2 Έδαφος.....	187
3.9.2.3 Μολυσματικότητα	188
3.9.2.4 Οσμές.....	188
3.10 Απόβλητα ή παραπροϊόντα σφαγείων μεγάλων ζώων	188
3.10.1 Αίμα.....	190
3.10.2 Δέρματα και τομάρια.....	191
3.10.3 Κεφάλια και άκρα.....	193
3.10.4 Τρίχες χοίρων.....	193
3.10.5 Σπλάγχνα	194

3.10.6 Αφαίρεση νωτιαίου μυελού.....	195
3.11 Απόβλητα ή παραπροϊόντα σφαγείων πτηνών.....	195
3.11.1 Αίμα.....	195
3.11.2 Φτερά.....	196
3.11.3 Άκρα.....	197
3.11.4 Εντόσθια.....	197
3.12 Απόβλητα από τον καθαρισμό του σφαγείου.....	197
3.13 Ζωικά παραπροϊόντα και ο χειρισμός τους.....	199
3.13.1 Αποθήκευση παραπροϊόντων σφαγείου και προβλήματα έκλυσης οσμών.....	199
3.13.2 Επεξεργασία ζωικών παραπροϊόντων.....	200
3.13.2.1 Τήξη λιπών (fat melting).....	200
3.13.2.2 Επεξεργασία μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering).....	201
3.13.2.2.1 Προεπεξεργασία σφάγιων και αποβλήτων ως μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος.....	204
3.13.2.2.2 Επεξεργασία φτερών και τριχών χοίρων ως ζωικά παραπροϊόντα.....	205
3.13.2.3 Επεξεργασία αίματος – παραγωγή πλάσματος και αποξηραμένων ερυθροκυττάρων.....	205
3.13.2.4 Παραγωγή ζελατίνης.....	207
3.13.2.5 Ειδική αποτέφρωση σφάγιων και τμημάτων σφάγιων και κρεατάλευρων και οστεάλευρων.....	207
3.13.2.5.1 Ειδική αποτέφρωση σφάγιων και τμημάτων σφάγιων.....	209
3.13.2.5.1.1 Περιγραφή σφάγιων και τμημάτων σφάγιων.....	209
3.13.2.5.1.2 Είδη αποτεφρωτήρων.....	210
3.13.2.5.1.2.1 Σταθεροί αποτεφρωτήρες δαπέδου τύπου τζακιού (fixed hearth incinerators).....	210
3.13.2.5.1.2.2 Ημι- πυρολυτικοί αποτεφρωτήρες.....	211
3.13.2.5.1.2.3 Σταδιακοί αποτεφρωτήρες δαπέδων τύπου τζακιού (stepped hearth).....	211
3.13.2.5.1.2.4 Αποτεφρωτήρας παλλόμενου δαπέδου τύπου τζακιού (pulsed hearth incinerator).....	211
3.13.2.5.1.2.5 Αποτεφρωτήρας περιστρεφόμενου κλιβάνου (rotary kiln incinerator).....	212
3.13.2.5.1.3 Έγκριση λειτουργίας.....	213
3.13.2.5.1.4 Παράδοση, αποθήκευση και χειρισμός.....	213
3.13.2.5.1.5 Γέμισμα του αποτεφρωτήρα.....	213
3.13.2.5.1.6 Διαδικασία αποτέφρωσης.....	214
3.13.2.5.1.7 Χειρισμός και αποθήκευση τέφρας.....	214
3.13.2.5.1.8 Καθαρισμός.....	214
3.13.2.5.2 Ειδικό αποτεφρωτήρες για ζωικά άλευρα.....	215
3.13.2.5.2.1 Γενικά περί ζωικών άλευρων.....	215
3.13.2.5.2.2 Είδη αποτεφρωτήρων.....	215
3.13.2.5.2.2.1 Αποτεφρωτήρας ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerator).....	215
3.13.2.5.2.3 Περιγραφή των ζωικών αλεύρων.....	216
3.13.2.5.2.4 Διανομή, αποθήκευση και χειρισμός.....	217
3.13.2.5.2.5 Τροφοδοσία του αποτεφρωτήρα.....	218
3.13.2.5.2.6 Η διαδικασία αποτέφρωσης.....	218
3.13.2.5.2.7 Χειρισμός και αποθήκευση τέφρας.....	218
3.13.2.5.3 Αεριοποίηση (gasification) των κρεατάλευρων και οστεάλευρων.....	219
3.13.2.6 Καύση ζωικών λιπών.....	220
3.13.2.7 Υγειονομική ταφή και διασκορπισμός ή έγχυση στο έδαφος.....	221
3.13.2.8 Παραγωγή βιοαερίου.....	222
3.13.2.8.1 Πρώτες ύλες.....	223
3.13.2.8.2 Φόρτωση και εκφόρτωση.....	223
3.13.2.8.3 Παραγωγή.....	223
3.13.2.8.4 Προβλήματα.....	225
3.13.2.8.5 Περιορισμοί.....	225
3.13.2.8.6 Παθογόνα βακτήρια στα βιοαπόβλητα.....	225
3.13.2.8.6.1 Τα είδη των παθογόνων βακτηρίων.....	225

3.13.2.8.6.2	Παράμετροι που επηρεάζουν τη μείωση των παθογόνων στις μονάδες βιοαερίου (BGPs).....	228
3.13.2.8.6.3	Παστερίωση.....	229
3.13.2.8.6.4	Πτητικά λιπαρά οξέα και pH.....	230
3.13.2.8.6.5	Απόκλιση στην επιβίωση μεταξύ των ειδών βακτηριών.....	230
3.13.2.8.6.6	Βακτήρια δείκτες.....	231
3.13.2.9	Κομποστοποίηση (composting).....	232
3.13.2.9.1	Γενικά περί κομποστοποίησης.....	232
3.13.2.9.2	Πρώτες ύλες.....	232
3.13.2.9.3	Παραλαβή και αποθήκευση.....	233
3.13.2.9.4	Διαδικασία.....	233
3.13.2.9.5	Μέθοδοι κομποστοποίησης.....	234
3.13.2.9.5.1	Σωροί κομποστοποίησης (windrows).....	234
3.13.2.9.5.2	Κομποστοποίηση σε δοχεία (in-vessel composting).....	236
3.13.2.9.6	Ωρίμανση.....	238
3.13.2.9.7	Προϊόν.....	238
3.14	Είδη αποβλήτων.....	238
3.14.1	Υγρά απόβλητα και κατανάλωση νερού.....	238
3.14.2	Στερεά απόβλητα.....	240
3.15	Απόβλητα ανά στάδιο της γραμμής σφαγής μεγάλων ζώων.....	241
3.15.1	Χώρος υποδοχής και αναμονής των ζώων.....	245
3.15.2	Αφαίμαξη.....	247
3.15.3	Αφαίρεση δορών και δερμάτων.....	248
3.15.4	Αφαίρεση κεφαλιών και οπλών για βοοειδή και πρόβατα.....	248
3.15.5	Ζεμάτισμα χοίρων.....	249
3.15.6	Αφαίρεση τριχών και νυχιών χοίρων.....	249
3.15.7	Καψάλισμα χοίρων.....	249
3.15.8	Επεξεργασία πέτσας.....	250
3.15.9	Αφαίρεση εντοσθίων.....	250
3.15.10	Τεμαχισμός στα δύο.....	251
3.15.11	Ψύξη.....	252
3.15.12	Δραστηριότητες μετά τη σφαγή (επεξεργασία εντέρων και επεξεργασίες δορών και δερμάτων).....	252
3.15.12.1	Επεξεργασία εντέρων.....	252
3.15.12.2	Επεξεργασία δορών / δερμάτων.....	254
3.16	Απόβλητα ανά στάδιο της γραμμής σφαγής πτηνών.....	254
3.16.1	Παραλαβή πτηνών.....	258
3.16.2	Αναισθητοποίηση και αφαίμαξη.....	258
3.16.3	Ζεμάτισμα.....	259
3.16.4	Μάδημα.....	259
3.16.5	Εκσπλαχνισμός.....	260
3.16.6	Ψύξη.....	260
3.17	Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων.....	261
3.18	Γενικές τεχνικές για μείωση κατανάλωσης νερού και όγκου ή / και φορτίου αποβλήτων.....	262
3.18.1	Σε επίπεδο εγκαταστάσεων σφαγείου.....	262
3.18.2	Σε επίπεδο γραμμής σφαγής μεγάλων ζώων.....	265
3.18.2.1	Ξεφόρτωμα των ζώων και χώρος ανάπαυσης / αναμονής.....	265
3.18.2.2	Αφαίμαξη (bleeding).....	267
3.18.2.3	Ζεμάτισμα χοίρων.....	268
3.18.2.4	Αποτρίχωση και αφαίρεση νυχιών των χοίρων.....	269
3.18.2.5	Καψάλισμα (singeing) χοίρων.....	270
3.18.2.6	Επεξεργασία πέτσας (rind treatment) χοίρων.....	271
3.18.2.7	Αφαίρεση των εντοσθίων.....	271
3.18.2.8	Ψύξη.....	271
3.18.2.9	Κατάλλητη δραστηριότητες που συνδέονται με την επεξεργασία των εντοσθίων και των δερμάτων.....	272
3.18.3	Σε επίπεδο γραμμής σφαγής πτηνών.....	275
3.18.3.1	Παραλαβή πτηνών.....	275
3.18.3.2	Ζεμάτισμα.....	275
3.18.3.3	Αφαίρεση των φτερών ή μάδημα.....	275

3.18.3.4 Αφαίρεση εντοσθίων	276
3.18.3.5 Ψύξη	276
3.19 Επεξεργασία αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων	277
3.19.1 Στερεά άχρηστα υλικά	277
3.19.2 Απόβλητα που μεταφέρονται με τον αέρα	277
3.19.3 Απόβλητα που μεταφέρονται με το νερό	277
3.19.4 Ελαχιστοποίηση των αποβλήτων.....	278
3.19.5 Επεξεργασία και διάθεση.....	279
3.19.5.1 Στερεά απόβλητα.....	280
3.19.5.2 Απόβλητα που μεταφέρονται με τον αέρα	280
3.19.5.3 Απόβλητα που μεταφέρονται με το νερό	282
3.20 Χαρακτηρισμός των υγρών αποβλήτων.....	284
3.21 Παράδειγμα λήψης μέτρων σε σφαγείο μικρής κλίμακας της Βοσνίας - Ερζεγοβίνης	287
Βιβλιογραφία	291
Κεφάλαιο 4: Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγίων	295
Σύνοψη	295
4.1 Βιομηχανικά απόβλητα.....	296
4.2 Γενικά περί επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων	302
4.2.1 Πρωτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων	308
4.2.2 Δευτεροβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων.....	314
4.2.2.1 Αερόβια χώνευση – ενεργός ιλύς	318
4.2.2.2 Αναερόβια χώνευση	327
4.2.2.2.1 Καλυμμένες αναερόβιες δεξαμενές.....	332
4.2.2.2.2 Αναερόβια τεχνολογία υψηλού ρυθμού	333
4.2.2.2.3 Αναερόβια συστήματα αντιδραστήρων επαφής (AC).....	335
4.2.2.2.4 Αναερόβιος αντιδραστήρας ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος (UASB)	336
4.2.2.2.5 Αναερόβια φίλτρα (AF).....	342
4.2.2.3 Απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου	344
4.2.2.3.1 Φυσικοχημική απομάκρυνση θρεπτικών.....	348
4.2.2.3.2 Συστήματα βιολογικής απομάκρυνσης των θρεπτικών – ενεργού ιλύος (AS-BNR)	349
4.2.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων.....	350
4.3 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων εγκαταστάσεων ζωικών παραπροϊόντων	351
4.3.1 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων από τις μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων	351
4.3.1.1 Μηχανική επεξεργασία υγρών αποβλήτων	352
4.3.1.2 Φυσικοχημική επεξεργασία.....	353
4.3.1.3 Βιολογική επεξεργασία.....	354
4.3.1.4 Εξάλειψη υδρόθειου κατά τη επεξεργασία των φτερών	355
4.3.2 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία του αίματος.....	355
4.3.3 Επεξεργασία αποβλήτων από την παραγωγή ζελατίνης (gelatine)	356
4.4 Προτεινόμενος εξοπλισμός και τεχνικές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	361
4.4.1 Εξασφάλιση επιπλέον χώρου συγκράτησης υγρών αποβλήτων (waste water holding capacity) από τις συνηθισμένες απαιτήσεις.....	361
4.4.2 Τακτική διεξαγωγή εργαστηριακών αναλύσεων των συστατικών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και διατήρηση αρχείων	362
4.4.3 Αποτροπή της στασιμότητας των υγρών αποβλήτων	363
4.4.4 Εσχάρωση των στερεών.....	363
4.4.4.1 Στατική σφηνοειδούς μορφής / καμπυλωτή εσχάρα (static wedge/curved screen)....	365
4.4.4.2 Κεκλιμένη κοχλιοειδής εσχάρα πίεσης (inclined screw press).....	366
4.4.4.3 Κυλινδρική εσχάρα (cylindrical screen)	368
4.4.4.4 Εσχάρα με περιστρεφόμενο τύμπανο (rotary drum screen)	369
4.4.5 Απομάκρυνση των λιπών από τα υγρά απόβλητα, με τη χρήση λιποπαγίδας (fat trap)	372
4.4.6 Εγκαταστάσεις επίπλευσης (flotation plants).....	375
4.4.7 Δεξαμενές εξισορρόπησης (equalisation tanks) υγρών αποβλήτων.....	380
4.4.8 Ελαχιστοποίηση μικροδιαρροών (liquid seepage) σε συνδυασμό με κάλυψη δεξαμενών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.....	381

4.4.9	Ελαχιστοποίηση μικροδιαρροών (liquid seepage) σε συνδυασμό με μηχανικό αερισμό στις δεξαμενές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	382
4.4.10	Αναερόβια προεπεξεργασία που χρησιμοποιεί αντιδραστήρες καθοδικής (down-flow) ή ανοδικής ροής (up-flow reactors).....	383
4.4.11	Αερόβια χώνευση που συνδυάζεται είτε με διαλείπουσα (intermittent) είτε με εναλλασσόμενη (alternating) διάσπαση των νιτρικών υπό ανοξικές συνθήκες	386
4.5	Εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων.....	391
4.5.1	Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων σε δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).....	391
4.5.2	Χρήση συστήματος αντιδραστήρων SBR για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων	393
4.5.3	Φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter) - για την επεξεργασία του αέρα, του νερού και μιγμάτων αερίων / υγρών.....	403
4.5.4	Μικροβιολογική επεξεργασία αποβλήτων σφαγείου	405
4.6	Άλλες μέθοδοι επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν πειραματικά.....	409
4.6.1	Φίλτρα λεπτής ροής ή φίλτρα με στάγδην ροή (Trickling filter – TF).....	409
4.6.2	Σύστημα αναερόβιας χώνευσης δύο σταδίων (two stage anaerobic digester)	411
4.6.3	Περιοδικός αναερόβιος αντιδραστήρας με διάφραγμα (periodic anaerobic baffled reactor - PABR)	412
4.6.4	Συστήματα Μεμβρανών.....	414
4.7	Αξιοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων	417
4.7.1	Μελέτη περίπτωσης αξιοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα.....	419
4.7.2	Μελέτη περίπτωσης επαναχρησιμοποίησης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στην Κύπρο	429
4.7.3	Εφαρμογές για πότισμα από τη διεθνή βιβλιογραφία	432
4.7.3.1	Πότισμα δέντρων και φυτών που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.....	435
4.7.3.2	Πότισμα αμπελιού	439
4.7.4	Τεχνητοί υγρότοποι (υδροβιότοποι)	440
4.7.4.1	Ικανότητα απομάκρυνσης του φωσφόρου	448
4.7.4.2	Μικροβιολογικοί κίνδυνοι από την εμπορική χρήση των μακρόφυτων.....	450
4.7.5	Συστήματα επεξεργασίας με φύκια	451
4.8	Σύγκριση μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στον Καναδά και χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων σφαγείων χοίρων.....	451
4.9	Μελέτη περίπτωσης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων βιομηχανίας κρέατος με συνδυασμό μεθόδων επεξεργασίας.....	454
	Βιβλιογραφία	456
Κεφάλαιο 5: Αναζήτηση στοιχείων από τα σφαγεία		461
	Σύνοψη	461
5.1	Εισαγωγή.....	462
5.2	Μεθοδολογία συγκέντρωσης πληροφοριών	462
5.2.1	Επιλογή στοιχείων προς διερεύνηση	462
5.2.2	Υπόδειγμα.....	462
5.2.3	Συγκέντρωση πληροφοριών από Ελληνικά σφαγεία	463
5.2.4	Συγκέντρωση δεδομένων από βιβλιογραφία	469
5.2.4.1	Χρήση συντελεστών εκπομπής (Emission Factors).....	470
5.2.5	Προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν	475
5.3	Επεξεργασία πληροφοριών	477
5.3.1	Υγρά απόβλητα πριν την επεξεργασία.....	477
5.3.1.1	Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του WHO	477
5.3.1.1.1	Δυναμικότητα πτηνοσφαγείων	477
5.3.1.1.2	Δυναμικότητα σφαγείων	478
5.3.1.1.2.1	Υπολογισμοί με βάση τη δυναμικότητα από τις αδειοδοτήσεις....	478
5.3.1.1.2.2	Υπολογισμοί με βάση τη μέση τιμή βάρους ζώντων ζώων που σφάχθηκαν το 2006 σε μονάδες (τόνοι ΖΒ / ημέρα).....	480
5.3.1.2	Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του FAO.....	480
5.3.1.3	Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του Λέκκα	482
5.3.1.4	Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές των Caravan et al.....	483
5.3.1.5	Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του Azad	484
5.3.1.6	Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του Μαρκαντωνάτου.....	485
5.3.1.7	Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του IPPC	486

5.3.1.8 Σύγκριση με τιμές από τη βιβλιογραφία και συμπεράσματα.....	487
5.3.2 Υγρά απόβλητα μετά την επεξεργασία.....	530
5.3.3 Στερεά απόβλητα.....	546
5.3.4 Αέριοι ρύποι.....	549
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα.....	567
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	573
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Στατιστικά στοιχεία για την ζωική παραγωγή στην Ελλάδα.....	573
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Στοιχεία για τα σφαγεία & τις λοιπές βιομηχανίες κρέατος στην Ελλάδα.....	613
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Στοιχεία για τις βιομηχανίες κρέατος στην Ελλάδα.....	641
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Δείκτες ζωικής παραγωγής ανά περιφέρεια στην Ελλάδα.....	659
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: Ελληνική νομοθεσία για σφαγεία.....	681
Π.Δ. 599 (ΦΕΚ 213/1985): «Υγειονομικοί όροι που πρέπει να πληρούν τα νωπά κρέατα τα οποία αποστέλλονται από Κράτη – μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Ε.Κ.) ή εισάγονται από τρίτες χώρες στην Ελλάδα».....	682
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (B-16).....	690
ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (B-26).....	690
ΒΑΣΙΛΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ της 15 – 4 - 1938 (Φ.Ε.Κ. 180 / Α / 2 – 5 - 1938): «Περί κανονισμού υγιεινής σφαγείων».....	691
Π.Δ. 410 (ΦΕΚ 231/1994): «Υγειονομικοί όροι παραγωγής και διάθεσης στην αγορά νωπού κρέατος σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 91/497/ΕΟΚ, 91/498/ΕΟΚ (άρθρα 1, 4 και 7) και 92/120/ΕΟΚ (άρθρα 2, 3 και 4) του Συμβουλίου».....	695
Π.Δ. 327 (ΦΕΚ 221/10-9-96): «Προστασία των ζώων κατά τη σφαγή και / ή τη θανάτωση τους, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 93/119/ΕΚ του Συμβουλίου».....	738
Π.Δ. 291 (ΦΕΚ 201 / Α / 27 – 8 – 1996): «Υγειονομικοί όροι για την παραγωγή και εμπορία νωπού κρέατος πουλερικών, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 92 / 116 / ΕΟΚ του Συμβουλίου».....	749
Π.Δ. 11 (ΦΕΚ 5 / 24 – 1 – 1995): «Υγειονομικοί όροι σχετικά με την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος των κουνελιών και του κρέατος των εκτρεφόμενων θηραμάτων, τη θανάτωση των αγρίων θηραμάτων και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος αυτών, σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 91 / 495 / ΕΟΚ και 92 / 45 / ΕΟΚ του Συμβουλίου».....	758
Π.Δ. 203 (ΦΕΚ 162 / 15-7-1998): «Τροποποίηση και συμπλήρωση του προεδρικού διατάγματος 410 / 1994 «Υγειονομικοί όροι παραγωγής και διάθεσης στην αγορά νωπού κρέατος» (Α΄ 231), σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 95/23/ΕΚ του Συμβουλίου και τροποποίηση των προεδρικών διαταγμάτων 204 / 1996 (Α΄ 162), 291 / 1996 (Α΄ 201), και 11 / 1995 (Α΄ 5)».....	761
Π.Δ. 34 (ΦΕΚ 27 / 16 – 2 – 2000): «Τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ./τος 204 / 1996 (Α΄ 162) και 599 / 1985 (Α΄ 213) όσον αφορά τους υγειονομικούς κανόνες που πρέπει να πληρούν τα κρέατα, τα προϊόντα με βάση το κρέας και ορισμένα άλλα προϊόντα ζωικής προέλευσης, σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 96 / 91 ΕΚ και 97 / 76 / ΕΚ του Συμβουλίου».....	761
Π.Δ. 306/1980 (ΦΕΚ 86/Α/16-04-1980): «Περί όρων τεμαχισμού νωπού κρέατος και ελέγχου των εργαστηρίων τεμαχισμού, αποστεώσεως και παρασκευής μιττωτού».....	762
Π.Δ. 1145/81 (ΦΕΚ 282/Α/25-9-81): «Περί των υγειονομικών όρων τους οποίους πρέπει να πληρούν κρεατοσκευάσματα παρασκευαζόμενα και κυκλοφορούντα εις την Ελλάδα ή εξαγόμενα εις τας χώρας	

της ΕΟΚ, εις συμμόρφωσιν προς την υπ' αρ. οδηγίαν ΕΟΚ 77 / 99 της 21 – 12 - 76» [ΙΣΧΥΕΙ από 25 – 9 - 81].	771
Π.Δ. 460 (ΦΕΚ 95/1978): «Περί όρων και προϋποθέσεων χορηγήσεως άδειας σκοπιμότητας ιδρύσεως και λειτουργίας Σφαγείων».	776
Νόμος 3325 (ΦΕΚ 68 / Α / 11 –3– 2005): «Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών – βιοτεχνικών εγκαταστάσεων στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και άλλες διατάξεις»	783
Ν. 1360/83 (ΦΕΚ 65/Α/24-5-83): «Χορήγηση Άδειας Εγκαταστάσεως – Επεκτάσεως Εκσυγχρονισμού Βιομηχανιών – Βιοτεχνιών και Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων»	786
Απόφαση 8577 / 83 (ΦΕΚ-528/Β/8-9-83): «Υγειονομικός έλεγχος των αδειών ιδρύσεως και λειτουργίας των εγκαταστάσεων επιχειρήσεων υγειονομικού ενδιαφέροντος καθώς και των γενικών και ειδικών όρων ιδρύσεως και λειτουργίας των εργαστηρίων και καταστημάτων τροφίμων ή / και ποτών» [ΙΣΧΥΕΙ από 8-9-83].	791
Π.Δ. 126 (ΦΕΚ 111 / 6 – 4 – 2000): «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων»	801
Π.Δ. 121/2006 (ΦΕΚ 122 / 16 – 6 – 2006): Συμπλήρωση και τροποποίηση διατάξεων του π.δ 126/00 «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων» (Α 111)	804
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: Ελληνική νομοθεσία γενικά για κρέας	809
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ: Ελληνική νομοθεσία για απόβλητα	819
Π.Δ. 1180/81 (Κ-5) (ΦΕΚ 293 / 6 – 10 – 1981): «Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει».	820
ΥΔ.Ε1β/221/1965 (Εβ-37) (ΦΕΚ 138 / Β / 24 – 2 – 1965): Υγειονομική Διάταξις περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.	826
ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β/22-12-03): «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»	827
Λοιπή σχετική Ελληνική νομοθεσία.	845
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η: Ευρωπαϊκή νομοθεσία για σφαγεία	851
Παράρτημα Η.Ι: Ευρωπαϊκή νομοθεσία για ζωικά υποπροϊόντα	852
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002: «για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο»	852
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 808/2003 της Επιτροπής, της 12ης Μαΐου 2003: «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο».	916
Απόφαση 2003/322/ΕΚ της Επιτροπής, της 12ης Μαΐου 2003: «για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, όσον αφορά τη σίτιση ορισμένων νεκροφάγων πτηνών με ορισμένα υλικά της κατηγορίας 1»	925
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 878/2004 της Επιτροπής, της 29ης Απριλίου 2004: «σχετικά με τον ορισμό μεταβατικών μέτρων σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 όσον αφορά ορισμένα ζωικά υποπροϊόντα που ταξινομούνται ως υλικά των κατηγοριών 1 και 2 τα οποία προορίζονται για τεχνική χρήση»	928
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1877/2006 της Επιτροπής, της 18ης Δεκεμβρίου 2006: «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 878/2004 σχετικά με τον ορισμό μεταβατικών μέτρων σύμφωνα με τον	

κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 όσον αφορά ορισμένα ζωικά υποπροϊόντα που ταξινομούνται ως υλικά των κατηγοριών 1 και 2 και προορίζονται για τεχνική χρήση»	932
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 92/2005 της Επιτροπής, της 19ης Ιανουαρίου 2005: «για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τους τρόπους διάθεσης και χρησιμοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων, καθώς και για την τροποποίηση του παραρτήματος VI του εν λόγω κανονισμού όσον αφορά τη μεταποίηση σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου και την επεξεργασία των τετηγμένων λιπών»	936
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 197/2006 της Επιτροπής, της 3ης Φεβρουαρίου 2006: «για μεταβατικά μέτρα σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 όσον αφορά τη συλλογή, τη μεταφορά, την επεξεργασία, τη χρήση και την τελική διάθεση πρώην τροφίμων»	942
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 208/2006 της Επιτροπής, της 7ης Φεβρουαρίου 2006: «για την τροποποίηση των παραρτημάτων VI και VIII του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τα πρότυπα επεξεργασίας για τις εγκαταστάσεις βιοαερίου και λιπασματοποίησης και τις απαιτήσεις για την κόπρο»	945
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1192/2006 της Επιτροπής, της 4ης Αυγούστου 2006: «για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά καταλόγους εγκεκριμένων μονάδων στα κράτη μέλη»	950
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1877/2006 της Επιτροπής, της 18ης Δεκεμβρίου 2006: «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 878/2004 σχετικά με τον ορισμό μεταβατικών μέτρων σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 όσον αφορά ορισμένα ζωικά υποπροϊόντα που ταξινομούνται ως υλικά των κατηγοριών 1 και 2 και προορίζονται για τεχνική χρήση»	952
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2007/2006 της Επιτροπής, της 22ας Δεκεμβρίου 2006: «για την εφαρμογή και την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά την εισαγωγή και τη διαμετακόμιση ορισμένων ενδιάμεσων προϊόντων που προέρχονται από υλικό της κατηγορίας 3 το οποίο προορίζεται για τεχνική χρήση στις ιατρικές συσκευές, τα προϊόντα διάγνωσης in vitro και τα αντιδραστήρια εργαστηρίου»	956
Παράρτημα Η.ΙΙ: Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το κρέας	962
Οδηγία 64/433/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 1964: «περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων»	962
Οδηγία 91/497/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 29ης Ιουλίου 1991: «για την τροποποίηση και την κωδικοποίηση της οδηγίας 64/433/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων ώστε να καλύπτεται η παραγωγή και η διάθεση νωπού κρέατος στην αγορά»	976
Οδηγία 91/498/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 29ης Ιουλίου 1991: «για τους όρους χορήγησης προσωρινών και περιορισμένων παρεκκλίσεων από τους ειδικούς κοινοτικούς υγειονομικούς κανόνες για την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά νωπών κρεάτων»	1011
Οδηγία 92/120/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 1992: «για τους όρους χορήγησης προσωρινών και περιορισμένων παρεκκλίσεων από τους ειδικούς κοινοτικούς υγειονομικούς κανόνες για την παραγωγή και την εμπορία ορισμένων προϊόντων ζωικής προέλευσης»	1014
Οδηγία 93/119/ΕΚ του Συμβουλίου της 22ας Δεκεμβρίου 1993: «για την προστασία των ζώων κατά τη σφαγή ή/και τη θανάτωσή τους»	1016
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1/2005 του Συμβουλίου, της 22 Δεκεμβρίου 2004: «για την προστασία των ζώων κατά τη μεταφορά και συναφείς δραστηριότητες και για την τροποποίηση των οδηγιών 64/432/ΕΟΚ και 93/119/ΕΚ και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1255/97»	1028
Οδηγία 92/116/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 1992: «για την τροποποίηση και την ενημέρωση της οδηγίας 71/118/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των συναλλαγών νωπού κρέατος πουλερικών»	1062
Οδηγία 91/495/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 27ης Νοεμβρίου 1990: «για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος κουνελιών και του κρέατος εκτρεφόμενων θηραμάτων»	1124

Οδηγία 92/45/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 16ης Ιουνίου 1992: «για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με τη θανάτωση άγριων θηραμάτων και την εμπορία κρέατός των».....	1137
Οδηγία 95/23/ΕΚ του Συμβουλίου της 22ας Ιουνίου 1995: «για την τροποποίηση της οδηγίας 64/433/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί καθορισμού των όρων παραγωγής και εμπορίας νωπού κρέατος»	1157
Οδηγία 96/91/ΕΚ του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 1996: «για την τροποποίηση της οδηγίας 72/462/ΕΟΚ για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου κατά την εισαγωγή βοοειδών, προβατοειδών, αιγοειδών και χοιροειδών, των νωπών κρεάτων και των προϊόντων με βάση το κρέας προέλευσης τρίτων χωρών»	1164
Οδηγία 97/76/ΕΚ του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 1997: «για την τροποποίηση των οδηγιών 77/99/ΕΟΚ και 72/462/ΕΟΚ όσον αφορά τους κανόνες που εφαρμόζονται στον κιμά, στα παρασκευάσματα κρέατος και σε ορισμένα άλλα προϊόντα ζωικής προέλευσης»	1166
Οδηγία 77/99/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Δεκεμβρίου 1976: «περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών προϊόντων με βάση το κρέας».....	1169
Οδηγία 85/327/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 12ης Ιουνίου 1985: «για την τροποποίηση της οδηγίας 77/99/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών των προϊόντων με βάση το κρέας».....	1183
Οδηγία 85/328/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 20ής Ιουνίου 1985 που τροποποιεί την οδηγία 77/99/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών προϊόντων με βάση το κρέας	1186
Οδηγία 88/658/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 14ης Δεκεμβρίου 1988 που τροποποιεί την οδηγία 77/99/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών προϊόντων με βάση το κρέας.....	1186
Οδηγία 89/227/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαρτίου 1989 για την τροποποίηση των οδηγιών 72/462/ΕΟΚ και 77/99/ΕΟΚ προκειμένου να ληφθεί υπόψη η θέσπιση υγειονομικών κανόνων και κανόνων υγειονομικού ελέγχου που πρέπει να διέπουν τις εισαγωγές προϊόντων με βάση το κρέας προέλευσης τρίτων χωρών.....	1205
Οδηγία 92/5/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 10ης Φεβρουαρίου 1992 για την τροποποίηση και την ενημέρωση της οδηγίας 77/99/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών προϊόντων με βάση το κρέας και για την τροποποίηση της οδηγίας 64/433/ΕΟΚ.....	1216
Οδηγία 95/68/ΕΚ του Συμβουλίου της 22ης Δεκεμβρίου 1995 για τροποποίηση της οδηγίας 77/99/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα της παραγωγής και της εμπορίας προϊόντων με βάση το κρέας και ορισμένων άλλων προϊόντων ζωικής προέλευσης	1241
Απόφαση 2006/330/ΕΚ: της Επιτροπής, της 5ης Απριλίου 2006: «για τροποποίηση της απόφασης 2005/432/ΕΚ για τον καθορισμό όρων υγείας των ζώων, όρων δημόσιας υγείας και υποδειγμάτων πιστοποιητικών όσον αφορά προϊόντα με βάση το κρέας για ανθρώπινη κατανάλωση που εισάγονται από τρίτες χώρες και για την κατάργηση των αποφάσεων 97/41/ΕΚ, 97/221/ΕΚ και 97/222/ΕΚ»..	1259
Οδηγία 1999/89/ΕΚ του Συμβουλίου, της 15ης Νοεμβρίου 1999: «για την τροποποίηση της οδηγίας 91/494/ΕΟΚ σχετικά με τους όρους υγειονομικού ελέγχου που διέπουν τις ενδοκοινοτικές συναλλαγές και τις εισαγωγές νωπών κρεάτων πουλερικών από τρίτες χώρες».....	1263
Άλλη σχετική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης	1266
Παράρτημα Η.ΙΙΙ: Εφαρμογή της Οδηγίας IPPC στην Κύπρο σε σφαγεία.....	1267
Η.ΙΙΙ.1 Γενικά.....	1267
Η.ΙΙΙ.2 Τεχνικές για ελαχιστοποίηση των φορτίων	1268
Η.ΙΙΙ.3 Τεχνικές για την αποτροπή εκπομπών.....	1268
Η.ΙΙΙ.4 Τεχνικές για την επεξεργασία ρύπων σε υγρή μορφή	1268
Η.ΙΙΙ.4.1 Πρωτοβάθμια επεξεργασία.....	1268
Η.ΙΙΙ.4.2 Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	1268

H.III.4.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	1268
H.III.5 Τεχνικές για την επεξεργασία και την διάθεση των αποβλήτων	1269
H.III.5.1 Επεξεργασία υλός	1269
H.III.5.2 Διάθεση	1269
H.III.6 Τεχνικές για την ανάκτηση και ανακύκλωση	1269
H.III.7 Τεχνικές για την επεξεργασία των εκπομπών στον αέρα	1269
H.III.8 Οριακές τιμές εκπομπής	1269
H.III.9 Πηγές και εκπομπές	1270
H.III.9.1 Πηγές εκπομπών στον αέρα.....	1270
H.III.9.2 Πηγές εκπομπών στο νερό.....	1271
H.III.9.3 Εκπομπές διεργασιών.....	1271
H.III.9.4 Πηγές στερεών αποβλήτων.....	1271
H.III.10 Έλεγχος συμμόρφωσης.....	1271
H.III.10.1 Έλεγχος αέριων εκπομπών	1271
H.III.10.2 Έλεγχος υγρών αποβλήτων.....	1271
H.III.10.3 Έλεγχος στερεών αποβλήτων	1272
H.III.11 Τα σφαγεία στην Κύπρο	1272
H.III.11.1 Κατανάλωση νερού και ποσότητες υγρών αποβλήτων εκροής.....	1273
H.III.11.2 Στερεά απόβλητα.....	1273
H.III.11.3 Ενέργεια.....	1273
H.III.11.4 Χημικά.....	1274
H.III.12 Συμπεράσματα από την μελέτη περίπτωσης της Κύπρου	1278
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ: Ευρωπαϊκή νομοθεσία για απόβλητα	1279
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 761/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαρτίου 2001: «για την εκούσια συμμετοχή οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS)»	1298
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 196/2006 της Επιτροπής, της 3ης Φεβρουαρίου 2006: «σχετικά με την τροποποίηση του παραρτήματος I του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 761/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ώστε να ληφθεί υπόψη το ευρωπαϊκό πρότυπο EN ISO 14001:2004, καθώς και για την κατάργηση της απόφασης 97/265/ΕΚ»	1322
Οδηγία 85/337/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 1985: «για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον»	1329
Οδηγία 97/11/ΕΚ του Συμβουλίου της 3ης Μαρτίου 1997: «περί τροποποίησης της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον»	1337
Οδηγία 2003/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Μαΐου 2003: «σχετικά με τη συμμετοχή του κοινού στην κατάρτιση ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων που αφορούν το περιβάλλον και με την τροποποίηση όσον αφορά τη συμμετοχή του κοινού και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη, των οδηγιών 85/337/ΕΟΚ και 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου» - ΔΗΛΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ	1348
Οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996: «σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης».....	1357

Οδηγία 2003/87/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13ης Οκτωβρίου 2003: «σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/EK του Συμβουλίου».....	1371
Οδηγία 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976: «περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας» [Καταργήθηκε από 32006L0011: Οδηγία 2006/11/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 15ης Φεβρουαρίου 2006, για τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας].....	1387
Οδηγία 2006/11/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 15 ^{ης} Φεβρουαρίου 2006: «για τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας» [έναρξης ισχύος: 24/03/2006].....	1393
Οδηγία 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000: «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» [Κατάργηση της Οδηγία 80 / 68 / ΕΟΚ / 17 – 12 – 1979].....	1400
Οδηγία 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991 για τα επικίνδυνα απόβλητα.....	1444
Απόφαση 2000/532/EK: της Επιτροπής, της 3ης Μαΐου 2000: «για αντικατάσταση της απόφασης 94/3/EK για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 1 στοιχείο α) της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου και της απόφασης 94/904/EK του Συμβουλίου για την κατάρτιση καταλόγου επικίνδυνων αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 1 παράγραφος 4 της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου για τα επικίνδυνα απόβλητα».....	1450
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 166/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18 ^{ης} Ιανουαρίου 2006: «για τη σύσταση ευρωπαϊκού μητρώου έκλυσης και μεταφοράς ρύπων και για την τροποποίηση των οδηγιών 91/689/ΕΟΚ και 96/61/EK του Συμβουλίου».....	1469
Οδηγία 94/67/EK του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 1994: «για την αποτέφρωση των επικίνδυνων αποβλήτων».....	1484
Οδηγία 2000/76/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Δεκεμβρίου 2000: «για την αποτέφρωση των αποβλήτων».....	1496
Οδηγία 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 13ης Σεπτεμβρίου 1993: «για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE)» [Καταργήθηκε από Οδηγία 2006/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006, για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου].....	1519
Οδηγία 2006/32/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006: «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου».....	1522
Οδηγία 96/62/EK του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 1996: «για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος».....	1542
Οδηγία 1999/30/EK του Συμβουλίου της 22ας Απριλίου 1999: «σχετικά με τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου, στον αέρα του περιβάλλοντος».....	1551
Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2037/2000 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29ης Ιουνίου 2000: «για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος».....	1568
Οδηγία 2001/81/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Οκτωβρίου 2001: «σχετικά με εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους».....	1592
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Δεδομένα για εκπομπές ρύπων σε σφαγεία.....	1603
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Κ: Μελέτη επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων σφαγείου στην Ελλάδα.....	1621

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Λ: Πειραματικά δεδομένα από μεθόδους επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων	1649
Παράρτημα Λ.Ι: Αναερόβιος αντιδραστήρας ανοδικής ροής στρώματος ύλους (UASB)	1650
Παράρτημα Λ.ΙΙ: Επεξεργασία αποβλήτων από την παραγωγή ζελατίνης (gelatine).....	1659
Παράρτημα Λ.ΙV: Σύστημα αναερόβιας χώνευσης δύο σταδίων (two stage anaerobic digester)	1679
Παράρτημα Λ. V: Περιοδικός αναερόβιος αντιδραστήρας με διάφραγμα (periodic anaerobic baffled reactor - PABR).....	1690
Παράρτημα Λ. VI: Πότισμα ευκαλύπτων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σφαγείων.....	1698
Παράρτημα Λ. VII: Ικανότητα απομάκρυνσης του φωσφόρου	1710
Παράρτημα Λ. VIII: Μετάδοση παθογόνων από μακρόφυτα (τεχνητοί υγρότοποι) που αναπτύσσονται σε υγρά απόβλητα	1715
Παράρτημα Λ. IX: Σύγκριση μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στον Καναδά και χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων σφαγείων χοίρων	1722
Παράρτημα Λ. X: Μελέτη περίπτωσης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων βιομηχανίας κρέατος με συνδυασμό μεθόδων επεξεργασίας	1729
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ. Απογραφή αερίων ρύπων, υγρών και στερεών αποβλήτων από τη βιομηχανία κρέατος	1737
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ.Ι: «Απογραφή αερίων ρύπων, στερεών και υγρών αποβλήτων από τη βιομηχανία και εκπομπών από την κεντρική θέρμανση».....	1738
Μ.Ι.1 Εισαγωγή.....	1738
Μ.Ι.2 Απογραφή βιομηχανικών μονάδων – επεξεργασία αποτελεσμάτων – υπολογισμός συντελεστών εκπομπής (Υπόεργο 2 & 4 – Βιομηχανία)	1741
Μ.Ι.2.1 Επεξεργασία αποτελεσμάτων - Αέριες εκπομπές	1743
Μ.Ι.2.2 Επεξεργασία αποτελεσμάτων - Υγρά / στερεά απόβλητα.....	1745
Μ.Ι.2.3 Υπολογιστικά εργαλεία.....	1746
Μ.Ι.3 Υπολογισμός των συντελεστών εκπομπής για βιομηχανίες κρέατος	1747
Μ.Ι.3.1 Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε.....	1747
Μ.Ι.3.2 Ανάλυση ένταξης ή όχι του υπό ανάλυση κλάδου στις κατηγορίες πηγών κλειδιά (μεγάλες πηγές).....	1749
Μ.Ι.3.3 Κατηγοριοποίηση του υπό ανάλυση κλάδου.....	1750
Μ.Ι.4 Ανάλυση εκτιμώμενου ρυπαντικού φορτίου, εκτίμηση αποτελεσματικότητας περιβαλλοντικών εργαλείων, βαθμός αβεβαιότητας αποτελεσμάτων και γενική αξιολόγηση του απογραφικού έργου 1756	
Μ.Ι.4.1 Διαφοροποίηση του απογραφικού έργου στον υπό ανάλυση κλάδο σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό του	1756
Μ.Ι.5 Αποτελέσματα του απογραφικού έργου και υπολογισμοί εκπομπών ρυπαντικών φορτίων	1757
Μ.Ι.5.1 Ανάλυση Δεδομένων του Απογραφικού Έργου	1757
Μ.Ι.5.2 Πληρότητα των Στοιχείων.....	1757
Μ.Ι.5.3 Αβεβαιότητα των Στοιχείων.....	1767
Μ.Ι.5.3.1 Αβεβαιότητα των Στοιχείων από ερωτηματολόγιο	1767
Μ.Ι.5.3.1.1 Ενδογενής Αβεβαιότητα των Στοιχείων από ερωτηματολόγιο... 1767	
Μ.Ι.5.3.1.2 Αβεβαιότητα και Λάθη σε συμπληρώσεις του Ερωτηματολογίου	1767
Μ.Ι.5.3.2 Αβεβαιότητα των Στοιχείων από διενεργηθείσες μετρήσεις.....	1768

M.I.5.3.2.1 Αβεβαιότητες από παράληψη/ αδυναμία μέτρησης συγκεκριμένων πηγών.....	1768
M.I.5.3.2.2 Αβεβαιότητες από τις μετρήσεις εντός εργαστηρίου	1768
M.I.5.3.2.3 Αβεβαιότητες λόγω αστοχιών σε δειγματοληψία.....	1769
M.I.5.3.3 Αβεβαιότητα των Στοιχείων από Αυτομετρήσεις Επιχειρήσεων	1769
M.I.5.3.3.1 Αβεβαιότητες από παράληψη / αδυναμία μέτρησης συγκεκριμένων πηγών.....	1769
M.I.5.3.3.2 Αβεβαιότητες από τις μετρήσεις εντός εργαστηρίου	1770
M.I.5.3.3.3 Αβεβαιότητες λόγω αστοχιών σε δειγματοληψία.....	1770
M.I.5.3.4 Αβεβαιότητα των Στοιχείων από ΜΠΕ	1771
M.I.5.3.4.1 Ενδογενής Αβεβαιότητα των Στοιχείων από ΜΠΕ.....	1771
M.I.5.3.4.2 Αβεβαιότητα και Ελλειψη Στοιχείων από ΜΠΕ.....	1771
M.I.5.4 Αποτελέσματα του Απογραφικού Έργου.....	1771
M.I.5.4.1 Αποτελέσματα του Απογραφικού Έργου - Ανάλυση Τάσεων.....	1771
M.I.5.4.1.1 Εισαγωγή	1771
M.I.5.4.1.2 Αποτελέσματα του Απογραφικού Έργου. Ανάλυση Τάσεων Δεδομένων Στοιχείων Ερωτηματολογίου, Διενεργηθείσων Μετρήσεων Έργου, Αυτομετρήσεων Επιχειρήσεων, ΜΠΕ/ IPPC. ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.	1771
M.I.5.5 Αποτελέσματα του Απογραφικού Έργου. Ανάλυση Τάσεων Δεδομένων Στοιχείων Ερωτηματολογίου, Διενεργηθέντων Μετρήσεων Έργου, Αυτομετρήσεων Επιχειρήσεων, ΜΠΕ/ IPPC. ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.	1816
M.I.5.6 Αποτελέσματα του Απογραφικού Έργου. Εκτίμηση Συντελεστού Εκπομπής Κλάδων με βάση δεδομένα ερωτηματολογίου και σύγκριση με τον βιβλιογραφικό συντελεστή ΟΤΑΝ ΔΕΝ χρησιμοποιούνται υπολογιστικές μέθοδοι.	1826
M.I.5.7 Αποτελέσματα του Απογραφικού Έργου. Εκτίμηση Συντελεστού Εκπομπής Κλάδων με βάση δεδομένα ερωτηματολογίου και σύγκριση με τον βιβλιογραφικό συντελεστή ΟΤΑΝ χρησιμοποιούνται υπολογιστικές μέθοδοι.....	1826
M.I.5.7.1 Γενικά.....	1826
M.I.5.7.2 Η χρησιμοποιηθείσα μεθοδολογία	1826
M.I.5.7.3 Σύγκριση υποψήφιου συντελεστού κλάδου από προηγούμενη μέθοδο και αποτελεσμάτων υπολογιστικής μεθόδου	1827
M.I.5.7.4 Συμπεράσματα.....	1827
M.I.5.8 Ανάλυση Αποκλίσεων	1827
M.I.5.8.1 Το ερώτημα προς απάντηση.....	1827
M.I.5.8.2 Συμπεράσματα.....	1827
M.I.5.9 Σύγκριση αποτελεσμάτων απογραφής με τα αντίστοιχα νομοθετικά όρια.....	1828
M.I.5.9.1 Το ερώτημα προς απάντηση.....	1828
M.I.5.9.2 Συμπεράσματα.....	1828
M.I.5.10 Διαφοροποίηση των υπολογισμών με την εφαρμογή της Οδηγίας για την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης – Εισαγωγή ΒΔΤ.....	1828
M.I.5.10.1 Το ερώτημα προς απάντηση	1828
M.I.5.10.2 Συμπεράσματα.....	1830
M.I.5.11 Σύγκριση των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στο παρόν έργο με τις αυτομετρήσεις εγκαταστάσεων που πραγματοποιήθηκαν εκτός των πλαισίων του παρόντος έργου.....	1830

M.I.5.11.1 Το ερώτημα προς απάντηση	1830
M.I.5.11.2 Εκτιμήσεις του Βαθμού Πληρότητας των Μετρήσεων και των Αυτομετρήσεων	1830
M.I.5.11.2.1 Εκτίμηση του Βαθμού Πληρότητας των Μετρήσεων των Μονάδων.....	1830
M.I.5.11.2.2 Εκτίμηση του Βαθμού Πληρότητας των Αυτομετρήσεων των Μονάδων.....	1830
M.I.5.11.2.3 Συμπεράσματα	1831
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Μ.ΙΙ: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	1842
M.ΙΙ.1 Μεθοδολογίες υπολογισμού εκπομπών.....	1842
M.ΙΙ.1.1 Εισαγωγή - Γενικά Τεχνικά Στοιχεία.....	1842
M.ΙΙ.1.2 Αμεση Δειγματοληψία - Αμεση Μέτρηση.....	1843
M.ΙΙ.1.3 Αμεση Δειγματοληψία - Αμεση Μέτρηση (ΠΙΜΕ - Παραμετρικές Μετρήσεις Εκπομπών, PEM - Parametric Emissions Monitoring)	1843
M.ΙΙ.1.4 Αμεση Δειγματοληψία – Άμεση ή όχι Μέτρηση (ΑΣΕ- Ασυνεχείς Μετρήσεις Εκπομπών , SST - Single Source Tests).....	1844
M.ΙΙ.1.5 Ισοζύγια Μάζας.....	1844
M.ΙΙ.1.5.1 Ανάλυση Καυσίμων.....	1845
M.ΙΙ.1.6 Μεθοδολογία Υπολογισμών λαμβάνοντας Υπόψη Ιδιαιτερότητες των Διεργασιών, Φυσικο-χημικές σχέσεις, εμπειρικές σχέσεις (Engineering Calculations).....	1845
M.ΙΙ.1.7 Μεθοδολογία Υπολογισμών με Χρήση Συντελεστών Εκπομπής (Emission Factors)	1846
M.ΙΙ.1.8 Μεθοδολογία Υπολογισμών με Χρήση Ειδικού Λογισμικού (Emission Models)	1846
M.ΙΙ.1.9 Μεθοδολογία Υπολογισμών με βάση Έμπειρη Κρίση (Engineering Judgement)	1847
M.ΙΙ.1.10 Επιχειρησιακή Εμπειρία από Απογραφές σε Υγρά Βιομηχανικά Απόβλητα	1847
M.ΙΙ.1.11 Επιχειρησιακή Εμπειρία από Απογραφές σε Στερεά Βιομηχανικά Απόβλητα ...	1847
M.ΙΙ.2 Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστών εκπομπής.....	1848
M.ΙΙ.2.1 Εισαγωγή - Τοποθέτηση του Προβλήματος - Αδυναμίες Υπολογισμών με Συντελεστές Εκπομπής	1848
M.ΙΙ.2.2 Ανάγκες ανάπτυξης μιας μεθοδολογίας υπολογισμού συντελεστών εκπομπής, η οποία θα λαμβάνει υπόψη της τις ιδιαιτερότητες του Ελληνικού χώρου καθώς και τα αποτελέσματα του Απογραφικού Έργου	1849
M.ΙΙ.2.3 Υπολογισμός συντελεστών εκπομπής	1849
M.ΙΙ.2.3.1 Στοιχεία Βάσης – Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου και άλλα στοιχεία	1849
M.ΙΙ.2.3.2 Τεχνικές Λεπτομέρειες Επεξεργασίας Δεδομένων και Μεθοδολογίας Υπολογισμού Εκπομπών	1849
M.ΙΙ.2.3.2.1 Η αλληλεπίδραση των δράσεων του Υποέργου 4	1851
M.ΙΙ.2.3.2.2 Λεπτομέρειες Επεξεργασίας Δεδομένων και Υπολογισμού Εκπομπών	1852
M.ΙΙ.3 Ανάλυση σημαντικών αποκλίσεων.....	1858
Παράρτημα Μ.ΙΙΙ: Αέρια βιομηχανικά απόβλητα	1860
M.ΙΙΙ.1 Κλάδος 151: Παραγωγή, επεξεργασία και συντήρηση κρέατος και προϊόντων κρέατος	1860
Παράρτημα Μ.ΙV: Συντελεστές εκπομπής	1862
Παράρτημα Μ. V: Συντελεστές εκπομπής από ΕΡΑ.....	1866

Μ.Υ.1 Συντελεστής εκπομπής.....	1866
Μ.Υ.2 Βιομηχανία καπνιστού κρέατος.....	1866
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν: Ερωτηματολόγια	1871
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν.Ι: Επικοινωνία.....	1871
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ν.ΙΙ: Ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν.....	1881

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

Περίληψη

Στην μεταπτυχιακή εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια κατανόησης τόσο των χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων σφαγείων, όσο και των διαθέσιμων μεθόδων επεξεργασίας τους.

Ο μίτος της αναζήτησης μας αρχίζει να ξετυλίγεται με εικόνες και δεδομένα από την Ελληνική πραγματικότητα, μαζί με κάποιες κλεφτές ματιές στο παρελθόν. Απαριθμείτε το ζωικό κεφάλαιο σήμερα στην Ελλάδα για να μαντέψουμε αν έχει νόημα να μιλάμε για βιομηχανίες κρέατος. Γίνεται μια αναζήτηση της γραφειοκρατίας που απαιτείται για να κάνει κάποιος μια καινούργια μονάδα ή για να συνεχίσει να λειτουργεί ένα σφαγείο που είχε κατασκευάσει κάποτε. Επίσης γίνεται μια ξενάγηση στους χώρους και τον εξοπλισμό ενός σύγχρονου σφαγείου και ενός πτηνοσφαγείου και τέλος κάνουμε μια εισαγωγή στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των σφαγείων στην Ελλάδα για να εξοικειωθούμε με το θέμα που θα συζητήσουμε στη συνέχεια.

Ο μίτος μας αρχίζει να μπερδεύεται στο δεύτερο κεφάλαιο αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας περνώντας από τους χώρους της νομοθεσίας. Σκέτος λαβύρινθος είναι οι απαιτήσεις του νομοθέτη και δεν έφτανε η έμπνευση του νομοθέτη είχαμε και τη μούσα του, την κυρία Κοινοτική Νομοθεσία. Όμως ας προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε τι συμβαίνει. Σήμερα η Ελληνική νομοθεσία προσαρμόζεται στην κοινή πολιτική και τα νομοθετικά μέτρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης όπως και τα άλλα κράτη μέλη της. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα λαμβάνει τριών ειδών νομοθετικά μέτρα για την παραγωγή και εμπορία κρέατος για ανθρώπινη κατανάλωση και την προστασία του περιβάλλοντος: Κανονισμούς, Οδηγίες και Αποφάσεις. Από αυτά οι Κανονισμοί μόλις θεσμοθετηθούν και δημοσιευθούν στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, έχουν άμεση ισχύ στην Ελλάδα και δεν απαιτείται λήψη νομοθετικών μέτρων για την εναρμόνισή τους. Ενώ οι Οδηγίες απευθύνονται στα κράτη μέλη, και τα υποχρεώνουν να εναρμονίσουν τη νομοθεσία τους με αυτές. Τέλος οι Αποφάσεις δεσμεύουν την Ελλάδα και τα άλλα κράτη μέλη, αλλά συνήθως αναφέρονται στην κύρωση Διεθνών Συμβάσεων, την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και των κρατών μελών ή τη σύσταση επιτροπών για την αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων του περιβάλλοντος.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η τήρηση των Υγειονομικών Μέτρων και πρακτικών κατά την ίδρυση και λειτουργία ενός σφαγείου, καθώς και η προστασία του Περιβάλλοντος καθορίζεται σαφώς από τη νομοθεσία. Αυτό όμως που μας αποζημίωσε για το μπέρδεμα του κουβαριού ήταν οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές. Αυτή η φιλοσοφία αντιμετώπισης φαίνεται πολλά υποσχόμενη δεδομένου ότι δίνει κίνητρα στη βιομηχανία για να την εφαρμόσει και κάνει ξεκάθαρο ότι έχει κέρδος η βιομηχανία από την εφαρμογή της.

Φεύγοντας από το κεφάλαιο της νομοθεσίας, πήραμε μαζί μας μια καλή δόση του μαγικού ζωμού «Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές» για το δρόμο και ομολογουμένως τον χρησιμοποιήσαμε αρκετά μέχρι να φτάσουμε στο πολυπόθητο τέλος του λαβύρινθου.

Στο χώρο του τρίτου κεφαλαίου είχαμε πολλές εκπλήξεις, ενώ περιμέναμε να τελειώσουμε με κάποια γενικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων σφαγείων, βρεθήκαμε να προσπαθούμε να καταλάβουμε τι περιέχουν αυτά τα απόβλητα και που παράγεται κάθε συστατικό της σούπας που λέγεται απόβλητα σφαγείων. Είχαμε πάρει και τη δόση που λέγαμε πιο πάνω των «Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών» και

αρχίσαμε να ψάχνουμε τι παράγεται σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και τι μπορούμε να κάνουμε για να το μειώσουμε ή να το διαχειριστούμε καλύτερα. Τελικά βγήκε το συμπέρασμα ότι η σούπα ανάλογα με το τι της βάζεις μέσα και πόσο το έχεις καθαρίσει και το έχεις ψιλοκόψει έχει και άλλη γεύση.

Ο επόμενος χώρος του λαβύρινθου (Κεφάλαιο 4) που φέρει και το όνομα αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας «Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων» ήταν ο πιο δύσκολος. Όπου καταβάλαμε μεγάλη προσπάθεια να μη μας μπερδέψει ο μίτος γιατί θα μας έτρωγε ο Μινώταυρος. Με βάση τις απαιτήσεις της νομοθεσίας σήμερα κάθε σφαγείο που δεν έχει την τύχη να βρίσκεται σε δίκτυο βιολογικού καθαρισμού αστικών λυμάτων ή δεν έχει έγκριση για κάτι τέτοιο, πρέπει να έχει ένα αυτόνομο σύστημα βιολογικού καθαρισμού στις εγκαταστάσεις του. Αυτός ο βιολογικός πρέπει να αποτελείται από αποτελεσματικά συστήματα πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας επεξεργασίας και ανάλογα με την προβλεπόμενη διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και από τριτοβάθμια επεξεργασία. Πάντως η περιήγηση στις τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ήταν εντυπωσιακή.

Στον τελευταίο χώρο του λαβύρινθου μπήκαμε με ανακούφιση που περάσαμε τα δύσκολα και πλησιάζαμε προς την έξοδο, αλλά δυστυχώς ο Μινώταυρος ήταν κρυμμένος εκεί. Τελικά η εμπιστοσύνη και η διάθεση της βιομηχανίας να βοηθήσει ένα ταλαιπώρο εξερευνητή σε περιβαλλοντικά θέματα δεν είναι δεδομένη. Φυσικά όταν είσαι χαμένος σε αδιέξοδους διαδρόμους και δεν βρίσκεις σημάδια για να προχωρήσεις μπορεί να καταλήξεις στο στόμα του Μινώταυρου. Με άλλα λόγια όταν δεν έχεις αρκετά δεδομένα μπορεί να καταλήξεις σε συμπεράσματα με μεγάλες αβεβαιότητες. Πάντως έγινε μια σοβαρή προσπάθεια να μην βγουν βιαστικά συμπεράσματα και προχωρήσαμε προς την έξοδο με συνεχείς συγκρίσεις με τη βιβλιογραφία. Στον κόσμο του μύθου μας έσωσε το αγνό φως των «Συντελεστών Εκπομπής της βιβλιογραφίας» από το σκότος του λαβύρινθου.

Τελειώνοντας πρέπει να αναφερθούμε και στο ηθικό δίδαγμα του μύθου. Η Ελληνική πραγματικότητα που προκύπτει με βάση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τα ερωτηματολόγια, δεν διαφέρει από τα δεδομένα που παρέχονται από τη βιβλιογραφία. Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα κάποιες αποκλίσεις προς τα ανώτατα όρια της βιβλιογραφίας οφείλονται στην μη εφαρμογή ακόμα των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών σε ευρεία κλίμακα στα Ελληνικά σφαγεία. Ενώ στα πτηνοσφαγεία που εφαρμόζονται και τα οποία κατασκευάζονται με βάση ευρωπαϊκές προδιαγραφές από μεγάλες κατασκευαστικές εταιρίες η απεικόνιση της Ελληνικής πραγματικότητας τείνει στο κατώτατο όριο των τιμών της βιβλιογραφίας. Τα Ελληνικά δεδομένα μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων δίνουν την εντύπωση ότι χρειάζονται κάποιες βελτιώσεις στα συστήματα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων σφαγείων για να γίνουν αποτελεσματικότερα πάντα σε σχέση με τον τελικό αποδέκτη των επεξεργασμένων αποβλήτων. Για τα στερεά απόβλητα τα δεδομένα τόσο της βιβλιογραφίας, όσο και της Ελληνικής πραγματικότητας δεν είναι ικανοποιητικά και δεν προσφέρονται για τη εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Τέλος στους αέριους ρύπους χρειάζεται πολύ έρευνα ακόμα για να μπορέσουμε να μετρήσουμε και να συγκρίνουμε τα ρυπαντικά φορτία από τις διαφορετικές πηγές εκπομπών που συνυπάρχουν σε ένα σφαγείο.

Εισαγωγή

Η νομοθεσία για τα σφαγεία συμπληρώνεται συνέχεια με όλο και πιο αυστηρά μέτρα για υγειονομικά και περιβαλλοντικά θέματα. Όταν πριν από χρόνια δούλευα σε μελετητικό γραφείο είχα συναντήσει την απόγνωση των επιχειρήσεων κρέατος και είχα συμμετάσχει στον άθλο τους να προσαρμοστούν στις νέες απαιτήσεις της νομοθεσίας. Είναι αλήθεια ότι σήμερα τα περισσότερα σφαγεία της χώρας μας λειτουργούν με προσωρινή άδεια και αυτό μέχρι να καταφέρουν να ανταποκριθούν στα νέα νομοθετικά μέτρα και κάποιες παλιές εγκαταστάσεις είναι βέβαιο ότι δεν έχουν άλλη επιλογή από το να κλείσουν.

Από την πλευρά του καταναλωτή συμφωνώ ότι απαιτείται ένα ασφαλές προϊόν που παράγεται σύμφωνα με τους υγειονομικούς κανονισμούς της Ε.Ε. και θεωρώ απαραίτητο και το σύστημα διασφάλισης ποιότητας HACCP. Φυσικά και σαν πολίτης αυτής της χώρας θέλω να προστατεύεται το περιβάλλον και να μπορώ να χαίρομαι τους φυσικούς πόρους και τη φύση χωρίς επιβαρύνσεις από τη βιομηχανία.

Θα μπορούσε ακόμα να τεθεί και το ουτοπικό συμπέρασμα ότι εμείς θέλουμε την Ελλάδα μας καθαρή και θα μπορούσαμε να εισάγουμε κρέας από την Ολλανδία που το παράγει με υψηλά υγειονομικά κριτήρια και είναι εξασφαλισμένη η ποιότητα και η ασφάλεια του. Για αντιπρόταση δεν θα αναφερθώ στις χαμένες θέσεις εργασίας, ούτε στα κεφάλαια που θα χάνονται από την χώρα μας, απλά θα θυμίσω στον καθένα μας ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος που παράγεται από αιγοπρόβατα που βόσκουν στα βουνά της Ελλάδας με θυμάρι, σκίνους και ρίγανη, δεν μπορεί να παράγει καμία άλλη χώρα.

Σίγουρα πρέπει τα Ελληνικά σφαγεία να εναρμονιστούν με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία και σε υγειονομικά και σε περιβαλλοντικά θέματα, δεν υπάρχει αμφισβήτηση επί του θέματος, αλλά πρέπει να υποβοηθηθούν οικονομικά από το κράτος και η γραφειοκρατία να ελέγχει επί της ουσίας την τήρηση του νόμου και όχι να φροντίζει για την ταλαιπωρία και την καθυστέρηση στην υλοποίηση αναγκαίων υποδομών.

Σε αυτή την μεταπτυχιακή εργασία έγινε προσπάθεια να καταγραφούν όλες οι πτυχές του παζλ, διαχείριση υγρών αποβλήτων σφαγείων. Πιο συγκεκριμένα έγινε καταγραφή της σημερινής κατάστασης στην Ελλάδα, αναζητήθηκε η σχετική νομοθεσία, συλλέχθηκαν δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων και

καταγράφηκαν όσες τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων έχουν εφαρμοστεί πειραματικά ή σε βιομηχανική κλίμακα στα σφαγεία και στα πτηνοσφαγεία.

Το ρίσκο αυτής της εργασίας ήταν η προσπάθεια συγκέντρωσης δεδομένων για την παραγωγή και επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των σφαγείων από τις ίδιες τις επιχειρήσεις μέσω ερωτηματολογίων. Το όλο εγχείρημα είχε αρκετές δυσκολίες τόσο στην προσέγγιση των υπευθύνων των σφαγείων για να απαντήσουν, όσο και στην επεξεργασία των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν, τα οποία δεν ήταν συγκρίσιμα, ούτε ικανοποιητικά σε αριθμό. Για να καταλάβουμε τι σημαίνει δεν ήταν συγκρίσιμα τα δεδομένα ως αναφέρουμε συγκεκριμένο παράδειγμα, κάποιος που είχε απαντήσει σε τιμές οργανικών φορτίων πριν και μετά την επεξεργασία, δεν είχε απαντήσει στην ερώτηση για τη δυναμικότητα της μονάδας. Τελικά όμως η χρήση Συντελεστών Εκπομπής και η σύγκριση με τη βιβλιογραφία μας έδωσε διέξοδο σε αρκετά προβλήματα και αβεβαιότητες που παρουσιάστηκαν κατά την επεξεργασία των δεδομένων.

Τελειώνοντας είναι σκόπιμο να αναφέρουμε ότι η χρήση των Συντελεστών Εκπομπής που έχουν προκύψει μετά από εκτεταμένη έρευνα για τις Ελληνικές συνθήκες, εκτός των άλλων πλεονεκτημάτων που έχουν, θα μπορούσε να βοηθήσει τόσο στην απλοποίηση ακόμα και του καθεστώτος αδειοδοτήσεων όσο και των ελέγχων κατά την ίδρυση και λειτουργία των σφαγείων.

Περίληψη.....	1
Εισαγωγή.....	3

Κεφάλαιο 1

Σφαγεία και κατάσταση στην Ελλάδα

Σύνοψη

Οι υγειονομικές απαιτήσεις κατά την παραγωγή κρέατος για ανθρώπινη κατανάλωση αυξάνονται με το πέρασμα του χρόνου. Όπως επίσης και η νομοθεσία για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία μιας βιομηχανίας, όπως είναι τα σφαγεία και πτηνοσφαγεία, γίνεται πολύ πιο αυστηρή. Όλες οι παλιές τεχνικές σφαγής, καθώς και τα παλιά σφαγεία, θέτονται εκτός προδιαγραφών και απαιτείται ο εκσυγχρονισμός τους με την εφαρμογή ενός αυστηρότερου κάθε φορά νομοθετικού πλαισίου.

Όσον αφορά την παραγωγή κρέατος στην Ελλάδα παρατηρείται μία μικρή αλλά σταθερή μείωση, που οφείλεται τόσο σε διαθρωτικά προβλήματα του κλάδου της κτηνοτροφίας, όπως το γεγονός ότι όλο και λιγότεροι νέοι ασχολούνται με την κτηνοτροφία, ή ακόμα και στον ανταγωνισμό με άλλα πιο οργανωμένα συστήματα παραγωγής και εμπορίας κρέατος. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι άνθρωποι φαίνεται σήμερα να αυξάνουν την κατανάλωση πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης καθώς αυξάνει το βιοτικό τους επίπεδο. Οπότε είναι αναμενόμενο καθώς οι αναπτυσσόμενες χώρες βελτιώνουν το βιοτικό τους επίπεδο, να αυξηθεί το ποσοστό εκτροφής, σφαγής, επεξεργασίας και κατανάλωσης του κρέατος ζώων.

Για να λειτουργήσει σήμερα μια σφαγειοτεχνική εγκατάσταση στα πλαίσια της Ενιαίας Εσωτερικής Αγοράς πρέπει προηγουμένως να έχει πάρει έγκριση από την αρμόδια Κτηνιατρική Αρχή, η οποία την χορηγεί μόνο όταν η εγκατάσταση πληρεί τις απαιτούμενες Κοινοτικές υγειονομικές – τεχνολογικές προδιαγραφές.

Τα βασικά στάδια μιας γραμμής παραγωγής ενός σφαγείου, όπως για παράδειγμα ενός σφαγείου βοοειδών, είναι: η παραλαβή των ζώων, η παραμονή τους στο χώρο αναμονής εάν και όταν αυτό είναι αναγκαίο, η αναισθητοποίηση τους, η αφαιμάξη, η απομάκρυνση των άκρων και του δέρματος, το πλύσιμο, η απομάκρυνση των εντέρων και των σπλάχνων, ο τεμαχισμός στα δύο του σφάγιου, το στέγνωμα και η ψύξη του κρέατος και τέλος η έξοδος του από το σφαγείο προς διανομή και εμπορία. Στα σφαγεία χοιρινών αντίθετα δεν αφαιρείται το δέρμα αλλά γίνεται το ζεμάτισμα και το καψάλισμα με στόχο την απομάκρυνση των τριχών, ενώ στα πτηνοσφαγεία γίνεται το ζεμάτισμα και η αφαίρεση των φτερών.

Η παραγωγή του κρέατος των ζώων για ανθρώπινη κατανάλωση έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία πολύ μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων που πρέπει με τη σειρά τους να υποστούν μια κατάλληλη επεξεργασία. Παραδοσιακά στα Ελληνικά σφαγεία τα συστήματα διαχείρισης υγρών αποβλήτων που εφαρμόζονται είναι η αερόβια και η αναερόβια βιολογική επεξεργασία. Θα μπορούσαμε να πούμε ακόμα ότι το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας που θα επεξεργαστεί πραγματικά τα απόβλητα μιας συγκεκριμένης επιχείρησης, καθορίζεται τελικά μόνο από τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων της επιχείρησης αυτής.

1.1 Σφαγείο

Παραδοσιακά σφαγείο θεωρείται ένας χώρος κατάλληλα εξοπλισμένος, όπου ο ζωντανός ιστός μετατρέπεται σε κρέας, κάτω από καθορισμένες συνθήκες υγιεινής [Κόχυλας, 1996]. Όμως οι σύγχρονες κοινωνικο – οικονομικές μεταβολές απαιτούν περισσότερα από αυτή την έννοια. Μια σύγχρονη σφαγειοτεχνική εγκατάσταση έχει τη δυνατότητα να μετατρέπει κάτω από όσο το δυνατόν καλύτερες συνθήκες υγιεινής και με τον οικονομικότερο τρόπο, τα ζωντανά ζώα σε προϊόντα κρέατος, υψηλής εμπορικής αξίας. Αυτό σημαίνει ότι η υγιεινή της παραγωγής, η λειτουργικότητα και η βιωσιμότητα της μονάδας είναι το πλαίσιο οριοθέτησης ενός σύγχρονου σφαγείου.

Το σφαγείο, ανεξάρτητα από το φορέα στον οποίο ανήκει, αποτελεί μια βιομηχανία, [Γεωργάκης 1986]. Μέσα από τη βιομηχανία αυτή αναγκαστικά θα περάσει το ζωντανό ζώο κι αφού προετοιμαστεί κατάλληλα, θα μετατραπεί στο τροφίμο κρέας. Το κρέας με τη σειρά του μέσα στο σφαγείο θα ελεγχθεί αν και κατά πόσο μπορεί ακίνδυνα να χρησιμοποιηθεί ως τροφή του ανθρώπου, θα κριθεί ποιοτικά και θα ταξινομηθεί ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο προορίζεται (άμεση κατανάλωση, ψύξη, αλαντοποιία, κλπ.).

Επίσης πρέπει να διασαφηνιστεί ο όρος σφάγιο, το οποίο σημαίνει το σώμα του ζώου που έχει θανατωθεί, εκδαρεί και εκσπλαχνιστεί και μπορεί να καταναλωθεί από τον άνθρωπο. Τα είδη των σφαγίων καθορίζονται από τις τοπικές συνήθειες, τα έθιμα και τα ήθη των διαφόρων περιοχών του πλανήτη.



Εικόνα 1.1: Δοκάρι παλιού υπαίθριου σφαγείου στην Αμοργό.

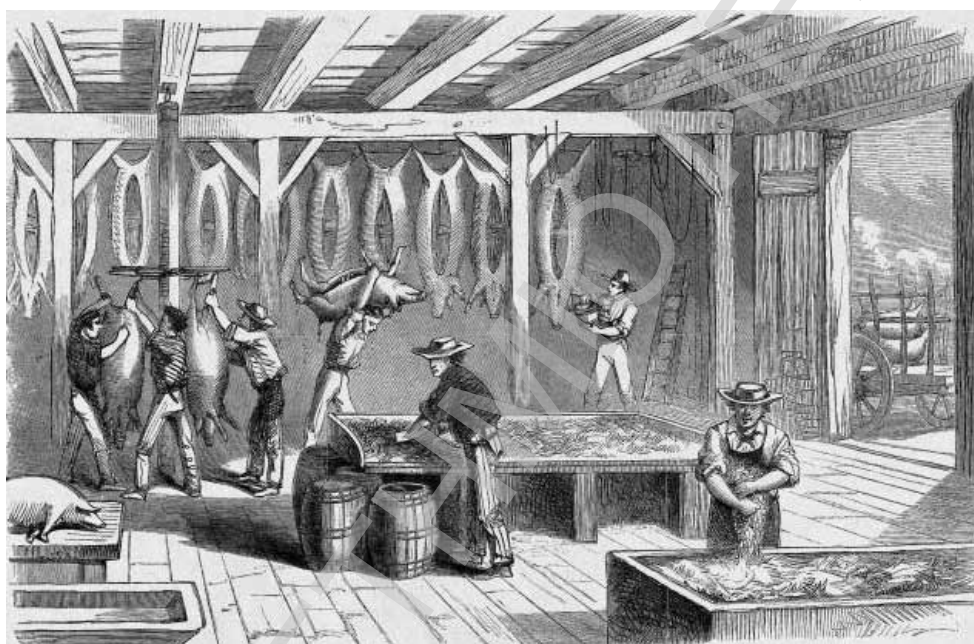
Πηγή: Προβόπουλος Η, «Στράτα με θέα τα πελάγη», ΓΕΩτρόπιο, τ. 263, 29-04-2005.

1.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Παλιά τα ζώα σφάζονταν στην Ελλάδα σε μουριές, πλατάνια και άλλα δέντρα με όσα αρνητικά συνεπάγεται αυτό για τη Δημόσια Υγεία [Ηλίας, 1996]. Ακόμα και τα κοινοτικά σφαγεία ήταν σε πρωτόγονη κατάσταση, βλέπε Εικόνα 1.1. Το 1996 τα υπάρχοντα σφαγεία και στέγαστρα σφαγής, μικρής, μέτριας αλλά και μεγάλης δυναμικότητας, κάλυπταν μόνο το 35 % περίπου των αναγκών σφαγής ζώων στην Ελλάδα και στο μεγαλύτερο τους ποσοστό ήταν αναχρονιστικές κατασκευές στις παρυφές κατοικημένων περιοχών, χωρίς σύστημα αποχέτευσης και διάθεσης λυμάτων, τα οποία δεν παρείχαν τις απαραίτητες εγγυήσεις για την υγιεινή και την καλή ποιότητα του κρέατος [Παπαβασιλείου, 1996]. Πιο συγκεκριμένα τα λύματα αποχετεύονταν ως επί το πλείστον σε ακάλυπτα χαντάκια και λαγούμια ή σε πλημμυρισμένους βόθρους ή σε παρακείμενα ρυάκια και ποτάμια, ενώ τα στερεά απόβλητα πετάγονταν πλημμελώς σε χωματερές κοντά στα σφαγεία ή μεταφέρονταν σε σκουπιδότοπο τη περιοχής. Έτσι αποτελούσαν μόνιμες εστίες ρύπανσης όπου αναπτύσσονταν έντομα και τρωκτικά που απειλούσαν τη δημόσια υγεία. Τελικά λειτουργούσαν περί τα 450 σφαγεία και στέγαστρα σφαγής από τα οποία μόνο οκτώ (8) είχαν κοινοτική έγκριση [Σκούρας 1995]. Σήμερα η κατάσταση των ελληνικών σφαγείων περιλαμβάνει υπερμοντέρνες εγκαταστάσεις αλλά και απαράδεκτους ανθυγιεινούς χώρους [Γενηγιώργης, 1995]. Δυστυχώς η υπερμοντέρνα τεχνολογία σφαγής των πουλερικών, σε μικρότερο βαθμό των χοίρων και σε ακόμα μικρότερο βαθμό των βοοειδών, απέτυχε να μειώσει τη σημαντική παρουσία των παθογόνων μικροβίων στα κρέατα. Το πρόβλημα δεν είναι η τεχνολογία, αλλά η εφαρμογή προδιαγραφών στην Ελλάδα και η έλλειψη εξειδικευμένων κρατικών λειτουργιών για την παροχή βοήθειας και συμβουλών στην εφαρμογή του εθνικού ή κοινοτικού νομοθετικού πλαισίου, δηλαδή εφαρμογές HACCP και ISO [Μεταξόπουλος, 1995]. Η Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια της ενιαίας αγοράς είχε θεσπίσει ήδη οδηγίες σύμφωνα με τις οποίες τα σφαγεία κάθε δυναμικότητας (μεγάλης, μέτριας και μικρής) που λειτουργούσαν μετά την 1 / 1 / 1993 θα έπρεπε να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές, δίνοντας όμως τη δυνατότητα στα σφαγεία μεγάλης δυναμικότητας να συνεχίσουν κατά παρέκκλιση τη λειτουργία τους μέχρι τις 32 / 12 / 1995 μόνον εφόσον προχωρήσουν σε εκσυγχρονισμό. Οπότε τα παλαιά σφαγεία ήταν υποχρεωμένα να κλείσουν, ενώ ταυτόχρονα άλλα σύγχρονα για την αντικατάσταση των παλαιών στο σύνολο τους δεν υπήρχαν. Αν και είχαν γίνει αρκετές προσπάθειες από διάφορους φορείς, οι περισσότεροι από τους οποίους ήταν Δήμοι, ήταν δύσκολος ο εκσυγχρονισμός τους, δεδομένου ότι τέτοιες επενδύσεις ήταν αναγκαίες αλλά δεν είναι οικονομικά συμφέρουσες [Γκόλφης, 1996; Σκούρας 1995].

Αρχικά με την αποδοχή της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας παρατηρήθηκε η οικονομική αντινομία, στην τόσο ελλειμματική αγορά της Ελλάδας, να μην μπορεί να διατεθεί το λίγο εγχώριο κρέας. Η αιτία δεν ήταν η έλλειψη σύγχρονης σφαγιοτεχνικής υποδομής, διότι οι απαιτήσεις των καταναλωτών δεν αλλάζουν από τη μία μέρα στην άλλη, αλλά η μη σωστή οργάνωση της εμπορίας κρέατος. Πριν την εισδοχή της Ελλάδας στην Ε.Ε. μόλις παρουσιάζονταν μείωση της απορρόφησης της εγχώριας παραγωγής κρέατος, μειώνονταν ή απαγορεύονταν οι εισαγωγές, οπότε οι έμποροι στρέφονταν στην εγχώρια παραγωγή αναγκαστικά. Με την εισδοχή της Ελλάδας στην Ε.Ε. η καλά οργανωμένη εμπορική δομή της Ευρώπης δημιούργησε σταθερά δίκτυα διακίνησης κρέατος στην Ελλάδα, ελέγχοντας την ντόπια αγορά. Σήμερα κανένα σφαγείο δεν μπορεί να επιβιώσει οικονομικά αν δεν ασχοληθεί με την εμπορία του κρέατος. Τα συστήματα σφαγής για λογαριασμό τρίτων παραμένουν μόνο στα Δημοτικά σφαγεία ορεινών περιοχών, όπου η οργάνωση της εμπορίας είναι

δύσκολη λόγω οδικού δικτύου, των μεγάλων αποστάσεων και της μικρής παραγωγής, η οποία διατίθεται στην τοπική κατανάλωση. Τα τελευταία όμως χρόνια έχουν δημιουργηθεί πολλές ολοκληρωμένες μονάδες, κυρίως συμπληρωματικές χοιροσφαγείων και πτηνοσφαγείων, για τον τεμαχισμό και τη συσκευασία του κρέατος όπως και μερικές αλλαντοποιίες [Γκόλφης, 1996]. Ο κλάδος της βιομηχανίας κρέατος αποτελείται λοιπόν τόσο από αμιγείς μονάδες παραγωγής διαφόρων τύπων αλλαντικών και κονσερβών, όσο και σύνθετες μονάδες που ασχολούνται με εισαγωγή και χονδρεμπόριο νωπού ή κατεψυγμένου κρέατος, παραγωγή ζωοτροφών, εκτροφή και σφαγή ζώων, καθώς και εμπόριο τυριών και άλλων προϊόντων διατροφής [Μεταξόπουλος, 1995]. Ταυτόχρονα τα παλιά σφαγεία δεν επιτρέπεται να διαθέσουν το παραγόμενο κρέας σε μονάδες τυποποίησης και μεταποίησης κρέατος με κοινοτική έγκριση, οπότε οι μονάδες αυτές χρησιμοποιούν υποχρεωτικά εισαγόμενο κρέας [Σκούρας 1995].



Εικόνα 1.2: Slaughter House -- Cooling and Drying, Πηγή: lincoln.lib.niu.edu/

Η σφαγή των ζώων σε μικρά κοινοτικά και ακατάλληλα σφαγεία και οι μέθοδοι τεμαχισμού οδηγούν σε σπατάλη, και σε αντικοινωνική εκμετάλλευση των σφαγίων των ζώων με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση τιμών κρέατος σημαντικά υψηλότερων εκείνων των εταίρων μας στη Ε.Ε. [Μεταξόπουλος, 1995]. Είναι γεγονός ότι ενώ έγιναν κάποιες μεμονωμένες προσπάθειες ανάπτυξης με επιχορηγήσεις μέσω των περιφερειακών ταμείων της Ε.Ε. (FEOGA) τη δεκαετία του 1990 για τη δημιουργία σύγχρονων σφαγείων και τυποποιητηρίων κρέατος, οι επιχορηγήσεις δόθηκαν σε μεμονωμένους επενδυτές που ήταν κάτοχοι κάποιας κτηνοτροφικής επιχείρησης με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν μικρής δυναμικότητας σφαγεία και μικρής δυναμικότητας τεμαχιστήρια – τυποποιητήρια κρέατος, που αδυνατούν να τροφοδοτήσουν τόσο την αγορά νωπού κρέατος όσο και τη μεταποιητική βιομηχανία κρέατος με τις απαιτούμενες πρώτες ύλες. Επιπρόσθετα το σχέδιο ανάπτυξης Δημοτικών – Συνεταιριστικών μεγάλων βιομηχανικών σφαγείων προσέκρουσε στην αδυναμία αυτών των φορέων να λειτουργήσουν αυτές τις βιομηχανικές μονάδες με ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια [Μεταξόπουλος, 1995; Σκούρας 1995].

Σήμερα τα παλιά σφαγεία που δεν έχουν υποστεί καμιά συντήρηση και βελτίωση χωρίς εγκαταστάσεις κλιβάνων για την καύση των εντοσθίων και χωρίς

σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων αποτελούν μόνο πρόβλημα για τις περιοχές που τα φιλοξενούν και τους περιοίκους ενώ αποτελούν μόνιμη απειλή για τον υδροφόρο ορίζοντα και τη θάλασσα. [Βασιλειάδης και Ποδιά, 1980]. Οπότε αυτού του είδους τα σφαγεία όχι μόνο καταστρέφουν το περιβάλλον αλλά παράγουν επικίνδυνα τελικά προϊόντα, άρα ακόμα και χωρίς τις τους περιορισμούς της ευρωπαϊκής νομοθεσίας θα έπρεπε να καταργηθούν άμεσα με κρατική πρωτοβουλία. Ακόμα επειδή στις αρχές της δεκαετίας του '80 η ελληνική τεχνολογία και τεχνογνωσία κατασκευής και εξοπλισμού σύγχρονων σφαγείων δεν ήταν ικανοποιητική κρίθηκε αναγκαίο από το ελληνικό κράτος η λήψη παροχής συμβουλών από ξένους εμπειρογνώμονες και η χρήση τεχνολογίας αιχμής από το εξωτερικό με σεβασμό στις ειδικές συνθήκες και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού χώρου [Τζανίκος 1984].

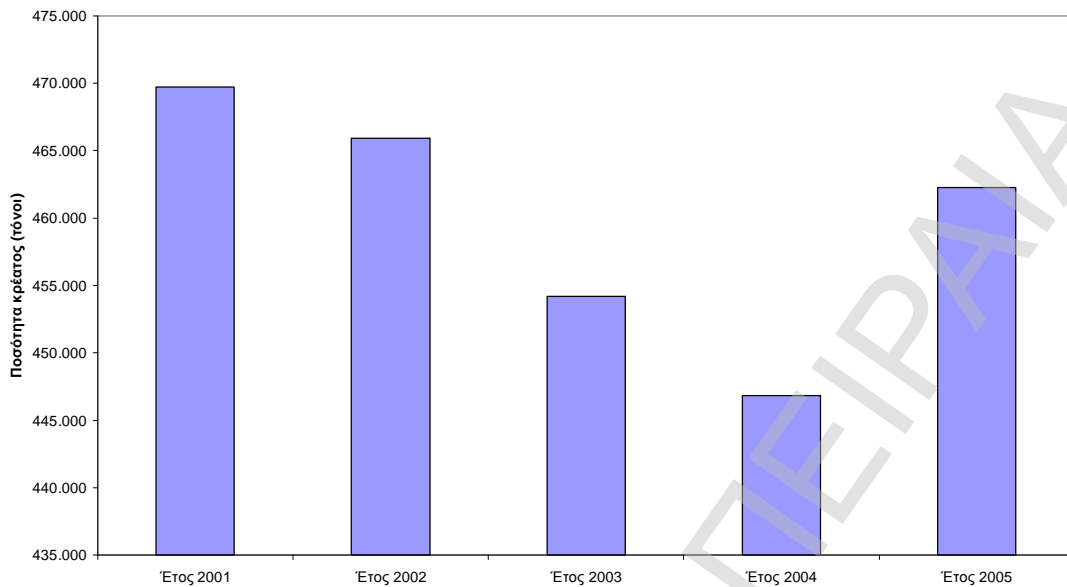
Στο Παράρτημα Γ και στους Πίνακες Γ.3 – Γ.5 παρουσιάζεται η κατάσταση των σφαγείων το 1984 και στον Πίνακα Γ.6 φαίνεται πόσες από αυτές τις μονάδες είχαν εγκαταστάσεις επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων τους. Οι Πίνακες Γ.1 και Γ.2 δίνουν μια εικόνα των επενδυτικών σχεδίων για τα σφαγεία την περίοδο 1994 – 1999.

Στο Παράρτημα Β φαίνονται τα 89 σφαγεία μεγάλων ζώων που λειτουργούν στην Ελλάδα σήμερα σύμφωνα με την Οδηγία 64 / 433 / EEC και τα 34 πτηνοσφαγεία που λειτουργούν σύμφωνα με την Οδηγία 71 / 118 / EEC. Επίσης δίνονται στοιχεία και για άλλες βιομηχανίες κρέατος που λειτουργούν σήμερα στην Ελλάδα. Ενδιαφέρον είναι ότι λειτουργούν ακόμα σήμερα στην Ελλάδα δύο μονάδες επεξεργασίας εντοσθίων. Οι Πίνακες Γ.7 – Γ.25 δίνουν διάφορα οικονομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των βιομηχανιών παραγωγής, επεξεργασίας και συντήρησης κρέατος.

1.3 Ζωικό κεφάλαιο στην Ελλάδα

Η παραγωγή κρέατος στην Ελλάδα (σύμφωνα με την ΕΣΥΕ) τα τελευταία χρόνια έχει φτάσει σε μια στάσιμη κατάσταση με μια μικρή πτωτική τάση, βλέπε Σχήμα 1.1, που οφείλεται στα δομικά προβλήματα της κτηνοτροφίας, π.χ. η εγκατάλειψη της του επαγγέλματος του κτηνοτρόφου από τους νέους, οι περιορισμοί που απορρέουν από την εναρμόνιση της Ελληνικής με τη ευρωπαϊκή νομοθεσία, οι εισαγωγές από τρίτες χώρες φτηνών κρεάτων και έλλειψη οργάνωσης της εγχώριας αγοράς. Όμως αυτή η πτωτική τάση φαίνεται να σταματάει το έτος 2005. Στο Παράρτημα Α δίνεται μια εικόνα του ζωικού κεφαλαίου στην Ελλάδα με βάση τα επίσημα στοιχεία του ελληνικού κράτους.

Παραγωγή κρέατος (ζώων και πτηνών) στην Ελλάδα



Σχήμα 1.1: Παραγωγή κρέατος ζώων και πτηνών στην Ελλάδα (σε τόνους) για τα έτη 2001, 2002, 2003, 2004 και 2005.

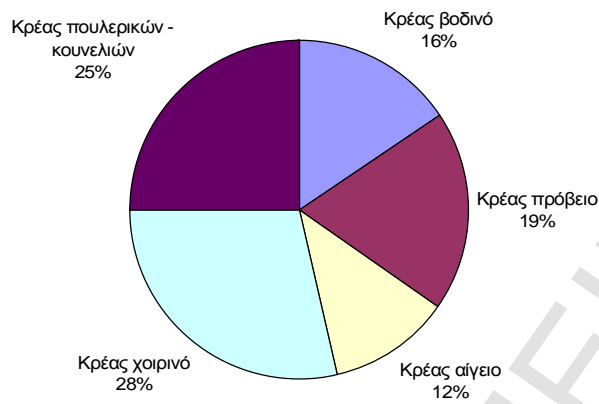
Στα Σχήματα 1.2 και 1.3 δίνεται η κατανομή της παραγωγής κρέατος στην Ελλάδα ως ποσοστό %. Από την κατανομή αυτή προκύπτει μια μικρή μείωση της παραγωγής λόγω της μείωσης της κατανάλωσης βοδινού κρέατος με ταυτόχρονη αύξηση του χοιρινού κρέατος που οφείλεται στην επίπτωση της νόσου των τρελλών αγελάδων στην Μ. Βρετανία. Η νόσος των τρελλών αγελάδων προκάλεσε ένα κύμα πανικού στους ευρωπαϊούς καταναλωτές κι αυτό σε όλες τις χώρες της κοινότητας συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας παρά το γεγονός ότι δεν υπήρξαν εμφανή κρούσματα της νόσου.

Ακόμα στα παρακάτω Σχήματα 1.2 και 1.3 φαίνεται καθαρά ότι η παραγωγή χοιρινού κρέατος κατέχει την πρώτη θέση στην Ελλάδα ακολουθούμενη από το κρέας των πουλερικών που προτιμάται από τους καταναλωτές λόγω της χαμηλότερης τιμής του.

Στα Σχήματα 1.4 και 1.5 που ακολουθούν, βλέπουμε ότι, κυριαρχεί ο αριθμός των πτηνών λόγω μικρού μεγέθους και μεγάλου αριθμού ανά μονάδα εκτροφής, όπως και σε ποσότητα κρέατος (τόνους) τα πουλερικά βρίσκονται σε πρώτη θέση. Ακόμα οι πληθυσμοί από χήνες, πάπιες, και γαλοπούλες είναι αμελητέοι ως παραγωγή κρέατος στην Ελλάδα.

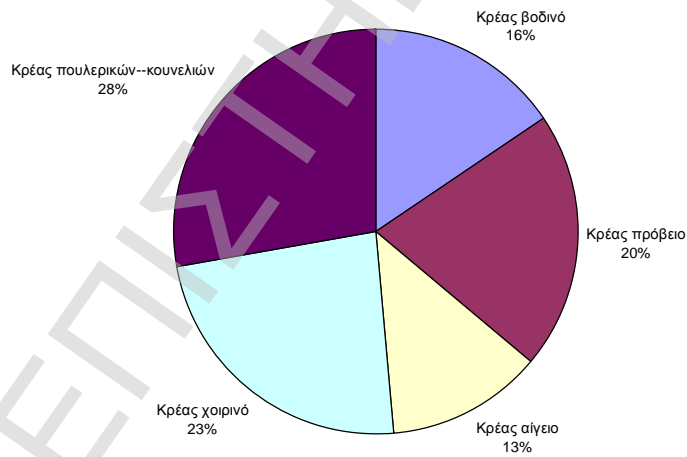
Αξιοσημείωτο είναι ότι σε αντίθεση με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες η εκτροφή κουνελιών είναι σημαντική.

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, 1998



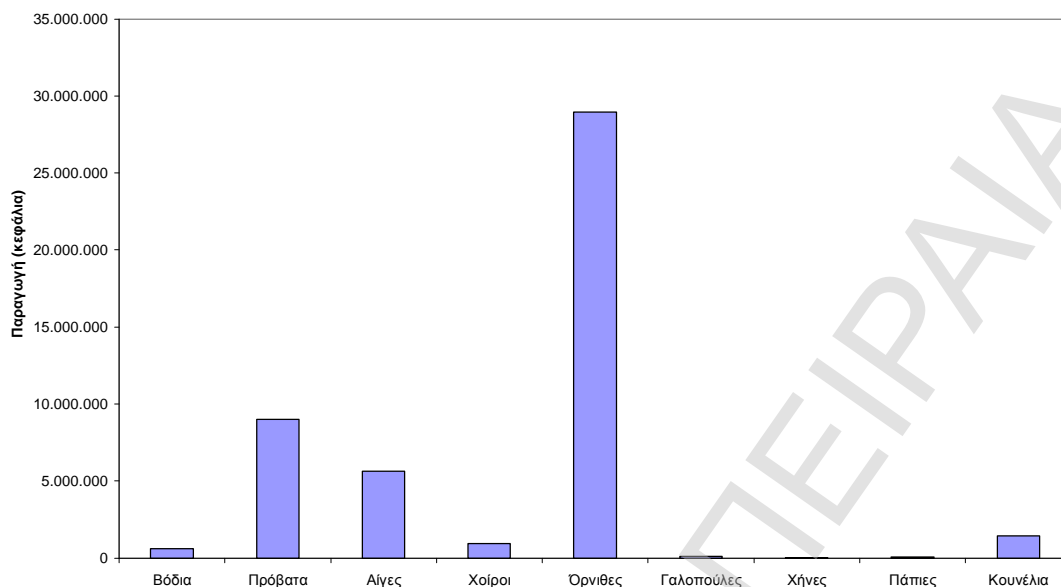
Σχήμα 1.2: Κατανομή παραγωγής κρέατος στη Ελλάδα το 1998 (%)

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, 2003



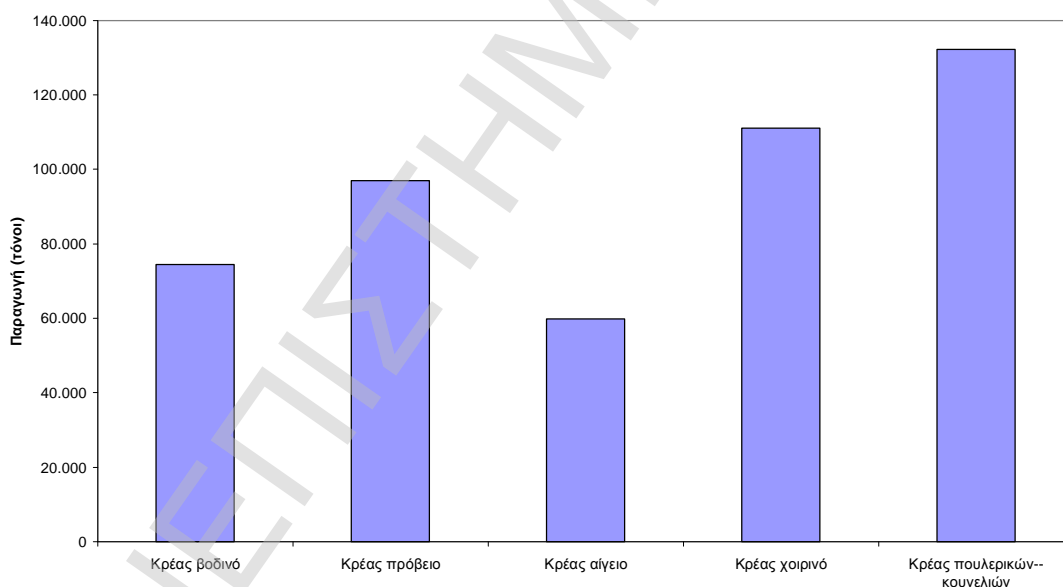
Σχήμα 1.3: Κατανομή παραγωγής κρέατος στη Ελλάδα το 2003 (%)

ΖΩΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, 2003



Σχήμα 1.4: Εκτροφή κρεατοπαραγωγών ζώων στη Ελλάδα το 2003 σε αριθμό κεφαλών

ΖΩΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, 2003



Σχήμα 1.5: Παραγωγή κρέατος ανά είδος ζώου στη Ελλάδα το 2003 σε τόνους

1.4 Σφαγεία και ζωικό κεφάλαιο στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η βιομηχανία των σφαγείων είναι διαφορετική στις διάφορες χώρες της ΕΕ με πολλά διαφορετικά εθνικά χαρακτηριστικά [European Commission – IPPC, 2003]. Ο Πίνακας 1.1 παρουσιάζει τον αριθμό βοοειδών, χοίρων, και προβάτων (συμπεριλαμβανομένων των αιγών) που σφάζονται, σε όλα τα Κράτη Μέλη της ΕΕ

για το έτος 1998. Για να είναι εφικτή η σύγκριση, έχει υπολογιστεί ο συνολικός αριθμός των ζώων που σφάζονται βάσει των μονάδων GB βοοειδών, ως εξής:

1 μονάδα GB βοοειδών = 1 αγελάδα ή 3 μοσχάρια ή 5 πρόβατα ή 2 χοίροι

Πίνακας 1.1: Αριθμός βοοειδών, προβάτων και χοίρων που σφάχθηκαν στην ΕΕ το 1998.

	Ενήλικα βοοειδή	Μοσχάρια	Πρόβατα ⁽¹⁾	Χοίροι	Σύνολο εκφρασμένο σε μονάδες GB βοοειδών	% μεταβολή 1998 / 87 ⁽²⁾
Βέλγιο	612.000	311.000	203.000	11.531.000	6.523.000	+22
Λουξεμβούργο	21.000	3.000	-	129.000	87.000	-5
Δανία	615.000	50.000	66.000	20.960.000	11.125.000	+24
Γερμανία	4.126.000	485.000	2.151.000	41.352.000	25.394.000	-
Ελλάδα	225.000	82.000	11.993.000	2.241.000	3.772.000	-4
Ισπανία	2.331.000	133.000	21.963.000	33.428.000	23.482.000	+64
Γαλλία	3.858.000	1.984.000	8.639.000	26.567.000	19.531.000	+9
Ιρλανδία	1.899.000	7.000	4.067.000	3.339.000	4.384.000	+40
Ιταλία	3.317.000	1.099.000	7.806.000	12.571.000	11.530.000	+3
Ολλανδία	1.039.000	1.373.000	650.000	19.277.000	11.266.000	+1
Αυστρία	550.000	135.000	366.000	5.359.000	3.348.000	-
Πορτογαλία	264.000	118.000	1.271.000	4.954.000	3.034.000	+52
Φιλανδία	372.000	14.000	61.000	2.195.000	1.487.000	-
Σουηδία	480.000	46.000	159.000	3.962.000	2.508.000	-
Ηνωμένο Βασίλειο	2.297.000	32.000	18.698.000	16.286.000	14.191.000	-6
ΕΕ – 15	22.005.000	5.872.000	78.092.000	204.151.000	141.656.000	+12

⁽¹⁾: Συμπεριλαμβάνει τις αίγες

⁽²⁾: Η σύγκριση γίνεται με βάση τις μονάδες GB βοοειδών (1 βοοειδής ή 3 μοσχάρια ή 5 πρόβατα ή 2 χοίροι)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003.

Αυτό διαφέρει από τον καθορισμό που δίνεται στην οδηγία του Συμβουλίου 91/497/ΕΟΚ, η οποία αναφέρεται σε μονάδες ζωικού κεφαλαίου ως εξής: βοοειδή και ιπποειδή (solipeds) = 1,0 μονάδα ζωικού κεφαλαίου, χοίροι = 0,33 μονάδες ζωικού κεφαλαίου και πρόβατα = 0,15 μονάδες ζωικού κεφαλαίου. Όμως, αυτός ο ορισμός χρησιμοποιείται ακόμα κι αν το μέσο βάρος των σφαγίων των διάφορων ειδών ζώων ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των Κρατών Μελών, μερικές φορές ακόμα και με ένα συντελεστή πολύ υψηλό όπως 100 %.

Ο Πίνακας 1.1 δείχνει ότι η Γερμανία είχε το μεγαλύτερο μερίδιο σφαγής ζώων στην ΕΕ, δηλαδή το 18% του συνόλου, ακολούθησε η Ισπανία με το 17% και έπειτα η Γαλλία με το 14 %.

Μεταξύ 1987 και 1998 ο αριθμός των ζώων που σφάχθηκαν στην ΕΕ, με βάση τις μονάδες GB βοοειδών, αυξήθηκε κατά περίπου 12 %. Η μεγαλύτερη αύξηση πραγματοποιήθηκε στο χοιρινό κρέας και σε μικρότερη έκταση στο πρόβειο κρέας. Συνολικά, η σφαγή βοοειδών και μόνων έπεσε. Η Ισπανία και η Πορτογαλία ήταν υπεύθυνες κατά ένα μεγάλο μέρος για την συνολική αύξηση. Και οι δύο χώρες ήταν νέα μέλη της ΕΕ το 1987, και από τότε τα σφαγεία τους έχουν επεκταθεί με γρήγορους ρυθμούς. Η Ισπανία έχει αυξηθεί σε όλα τα είδη σφαγίων. Στην Πορτογαλία η αύξηση είναι μεγάλη για τους χοίρους, με τη σφαγή των βοοειδών να πέφτει πολύ εκείνη την περίοδο.

Πίνακας 1.2: Αριθμός ζώων και σφαγείων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Χώρα	Είδος ζώων	Αριθμός σφαγείων	Αριθμός ζώων που σφάζονται ανά έτος	Μέσο βάρος ζώντος ζώου (kg)	Μέσος βάρος σφαγίου (kg)
Βέλγιο	Βοοειδή	48	923.000	670	410
	Πρόβατα		203.000	42	21
	Χοίροι	62	11.531.000	120	93
	Πουλερικά	42	276.520.055	2,15	1,4
Δανία	Βοοειδή	13	650.000	450	250
	Πρόβατα	1	74.000		33
	Αμνοί				21
	Χοίροι	24	21.000.000	100	77
	Κοτόπουλα	6	136.600.000	1,8	1,4
	Γαλοπούλες	1	1.000.000		9,9
	Πάπιες		1.750.000		
Γερμανία	Βοοειδή		4.611.000		321
	Πρόβατα		2.151.000		20
	Χοίροι		41.352.000		92
Ελλάδα	Βοοειδή		307.000		
	Πρόβατα		11.993.000		
	Χοίροι		2.241.000		
Ισπανία	Βοοειδή	128 (παραγωγική ικανότητα > 50 τόνους)	2.464.000		
	Πρόβατα	Περιλαμβάνονται στα σφαγεία βοοειδών	21.963.000		
	Χοίροι	Περιλαμβάνονται στα σφαγεία βοοειδών	33.428.000		85
Γαλλία	Βοοειδή		5.842.000		
	Πρόβατα		8.639.000		
	Χοίροι		26.567.000		
Λουξεμβούργο	Βοοειδή		24.000		
	Χοίροι		129.000		
Ολλανδία	Βοοειδή		2.412.000		
	Πρόβατα		650.000		
	Χοίροι		19.277.000		
Αυστρία	Βοοειδή		598.445	638	339
	Πρόβατα		83.808	49	23
	Χοίροι		5.274.285	118	95
Πορτογαλία	Βοοειδή		382.000		
	Πρόβατα		1.271.000		
	Χοίροι		4.954.000		
Ιρλανδία	Βοοειδή		1.906.000	330	
	Πρόβατα		4.067.000		
	Χοίροι		3.339.000		
Ιταλία	Βοοειδή		4.416.000		270
	Πρόβατα		7.806.000		
	Χοίροι		12.920.465	143	130
Φιλανδία	Βοοειδή	5	103.000	470	260
	Αιγοπρόβατα		61.000		16
	Χοίροι	3	756.000	100	82
	Διάφορα είδη	10	Βοοειδή: 270.000 Χοίροι: 1.390.000		255
	Κοτόπουλα	4	43.800.000	1,9	1,4

Πίνακας 1.2 (συνέχεια): Αριθμός ζώων και σφαγείων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Χώρα	Είδος ζώων	Αριθμός σφαγείων	Αριθμός ζώων που σφάζονται ανά έτος	Μέσο βάρος ζώντος ζώου (kg)	Μέσος βάρος σφαγίου (kg)
Σουηδία	Βοοειδή	15	518.000	530	290
	Πρόβατα	10	187.000		25
	Αμνοί				19
	Χοίροι	16	3.900.000	110	84
	Κοτόπουλα	6	69.300.000	1,8	1,3
	Γαλοπούλες		200.000	15	
	Πάπιες		57.000		
	Χήνες		30.000		
Ηνωμένο Βασίλειο	Βοοειδή	376	2.329.000		263
	Πρόβατα	Περιλαμβάνονται στα βοοειδή	18.698.000		18
	Χοίροι	Περιλαμβάνονται στα βοοειδή	16.282.000		51
	Διάφορα είδη	Περιλαμβάνονται στα βοοειδή			
	Κοτόπουλα	130	780.000.000		4
	Γαλοπούλες	Περιλαμβάνονται στα κοτόπουλα	24.000.000		5
Νορβηγία	Βοοειδή	55	353.725		Βοοειδή: 263 Μοσχάρια: 81
	Πρόβατα	Περιλαμβάνονται στα βοοειδή	1.156.065		18
	Χοίροι	Περιλαμβάνονται στα βοοειδή	1.324.571		80
	Διάφορα είδη	Περιλαμβάνονται στα βοοειδή			
Σλοβενία	Βοοειδή	5	127.128	484	261
	Πρόβατα				
	Χοίροι				
	Διάφορα είδη	5	500.000	104	82
	Κοτόπουλα	2	21.000.000	2	1,5
	Γαλοπούλες	1	90.000		
Λετονία	Βοοειδή		46.248	300	140
	Πρόβατα / αίγες		953	50	25
	Χοίροι		211.211	100	60
	Άλογα		144		
	Κουνέλια		399		
	Πουλερικά		3.101.222	2	1,2

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003.

Αν και η Γερμανία έσφαζε περισσότερα ζώα από τις άλλες χώρες της ΕΕ, ο συνολικός αριθμός του 1998 ήταν λίγο πολύ αμετάβλητος έναντι του αριθμού του 1987. Οι Κάτω Χώρες παρουσίασαν επίσης μικρή μεταβολή, σφάζοντας τελευταία λιγότερους χοίρους, μετά την εμφάνιση κρουσμάτων πανώλης. Η μείωση στους αριθμούς των βοοειδών που σφάχτηκαν στο Ηνωμένο Βασίλειο οφείλονταν βασικά στην σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια των βοοειδών (bovine spongiform encephalopathy – BSE).

Το 1999 οι μεγάλες μονάδες σφαγείων βοοειδών στην ΕΕ, περιελάμβαναν 4 επιχειρήσεις στη Γαλλία και τη Γερμανία, οι οποίες κάλυπταν το 11 % της σφαγής

ζώων στην ΕΕ. Η σφαγή χοίρων ήταν περισσότερο συγκεντρωμένη και κυριαρχούσαν δύο μεγάλες μονάδες στη Δανία, που κάλυπταν το 8 % του συνόλου στην ΕΕ. Σήμερα υπάρχουν σφαγεία για βοοειδή και χοίρους ενοποιημένα. Η Γαλλία κυριαρχεί στη βιομηχανία σφαγής πουλερικών, καλύπτοντας το 14 % της σφαγής στην ΕΕ.

Μερικά σφαγεία έχουν εντός της μονάδας, εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/ΕΚ καθορίζει μέτρα για την πρόληψη της μόλυνση του κρέατος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω του διαχωρισμού, της τήρησης κανόνων υγιεινής και της τήρησης αρχείων.

Ο αριθμός των σφαγείων, ο αριθμός των ζώων που σφάχθηκαν, τα μέσα βάρη ζώντος ζώου και τα μέσα βάρη σφαγίων για τα Κράτη Μέλη της ΕΕ και τις υπό ένταξη χώρες (PACs) συνοψίζονται στον Πίνακα 1.2.

1.5 Παραγωγή και επεξεργασία κρέατος παγκόσμια

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, πάνω από το 90 % των πρωτεϊνών που καταναλώνονται προέρχονταν από τα ζώα το έτος 2000 [Woodard, 2001]. Ενώ στην Δυτική Ευρώπη το 55 %, στην Ανατολική Ευρώπη το 40 %, στην Ιαπωνία το 40 % και στην Αφρική το 20 %. Γενικά, οι άνθρωποι φαίνεται να αυξάνουν την κατανάλωση πρωτεϊνών ζωικής προέλευσης καθώς αυξάνει το βιοτικό τους επίπεδο. Οπότε είναι αναμενόμενο καθώς οι αναπτυσσόμενες χώρες βελτιώνουν το βιοτικό τους επίπεδο, να αυξάνει το ποσοστό εκτροφής, σφαγής, επεξεργασίας και κατανάλωσης του κρέατος ζώων. Στον Πίνακα 1.3 βλέπουμε τους σημαντικότερους παραγωγούς βόειου κρέατος στον κόσμο.

Η επεξεργασία του κρέατος των ζώων για χρήση ως τροφή έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή πολύ μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων που πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία.

Πίνακας 1.3: Σημαντικοί παραγωγοί βοοειδών και κατανάλωση βοδινού κρέατος κατά κεφαλή το 1998.

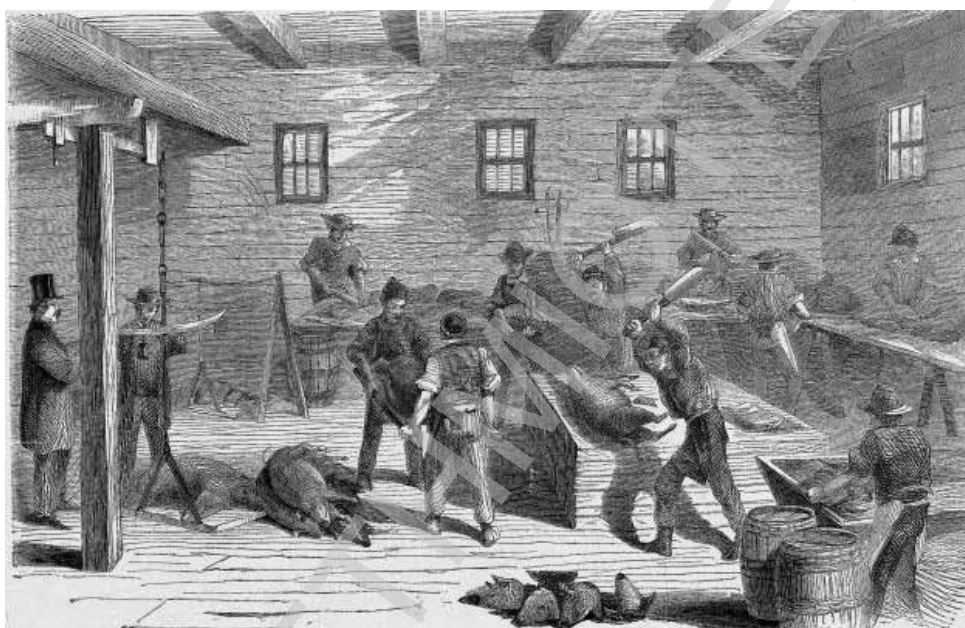
Περιοχές παραγωγής βοδινού κρέατος	Παραγόμενη ποσότητα
Βόρεια Αμερική	35,5 % της παγκόσμιας παραγωγής, δηλαδή 14,7 εκατομμύρια τόνοι. Ηνωμένες Πολιτείες: 11,7 εκατομμύρια τόνοι, Μεξικό: 1,8 και Καναδάς: 1,0.
Νότια Αμερική	19,1 % της παγκόσμιας παραγωγής, δηλαδή 7,88 εκατομμύρια τόνοι. Βραζιλία: 4,96 εκατομμύρια τόνοι, Αργεντινή: 2,55 και Ουρουγουάη: 0,37.
Δυτική Ευρώπη	18,0 % της παγκόσμιας παραγωγής, δηλαδή 7,46 εκατομμύρια τόνοι. Γαλλία: 1,64 εκατομμύρια τόνοι, Γερμανία: 1,438, Ιταλία: 1,00, Μεγάλη Βρετανία: 0,74, Ιρλανδία: 0,50, Ολλανδία: 0,49, Ισπανία: 0,485, Βέλγιο – Λουξεμβούργο: 0,325 και τουλάχιστον 0,20 οι: Αυστρία, Δανία, Σουηδία, Πορτογαλία και Ελλάδα.
Ασία	12,6 % της παγκόσμιας παραγωγής, δηλαδή 5,22 εκατομμύρια τόνοι. Κίνα: 4,40 εκατομμύρια τόνοι, Ιαπωνία: 0,485 και Κορέα: 0,233.
Ρωσία	2,633 εκατομμύρια τόνοι
Αυστραλία	1,775 εκατομμύρια τόνοι
Νέα Ζηλανδία	0,616 εκατομμύρια τόνοι

Πηγή: Woodard Fr., “Industrial waste treatment handbook”, ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

1.6 Προϋποθέσεις ίδρυσης και λειτουργίας σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων

Για να λειτουργήσει μια σφαγιοτεχνική εγκατάσταση στα πλαίσια της Ενιαίας Εσωτερικής Αγοράς πρέπει προηγουμένως να έχει τύχει έγκρισης από την αρμόδια Κτηνιατρική Αρχή και η έγκριση αυτή χορηγείται εφόσον η εγκατάσταση πληρεί τις απαιτούμενες Κοινοτικές υγειονομικές – τεχνολογικές προδιαγραφές.

Ειδικότερα για την ίδρυση σφαγείων και πτηνοσφαγείων απαιτείται άδεια σκοπιμότητας που χορηγείται με απόφαση του οικείου Νομάρχη ή του Υπουργού Γεωργίας κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση αρμοδίων Επιτροπών σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν. 111 / 75 (ΦΕΚ 174 / τ. Α' / 22.8.75) «Για άδεια σκοπιμότητας» και των Προεδρικών Διαταγμάτων 460 / 78 (ΦΕΚ 95 / τ. Α' / 14.6.78) «Προϋποθέσεις για άδεια σκοπιμότητας», 330 / 85 (ΦΕΚ 115 / τ. Α' / 31.5.85), 490 / 76 (ΦΕΚ 177 / τ. Α' / 14.7.76) και 410 / 94 (ΦΕΚ 231 / τ. Α' / 23.12.94).



Εικόνα 1.3: Slaughter House -- Cutting and Packing. Πηγή: lincoln.lib.niu.edu/

Για το σκοπό αυτό οι ενδιαφερόμενοι φορείς υποβάλλουν στην αρμόδια Κτηνιατρική Υπηρεσία την αίτηση τους μαζί με τοπογραφικό διάγραμμα του χώρου που πρόκειται να ιδρυθεί το σφαγείο καθώς και οικονομοτεχνική έκθεση στην οποία συμπεριλαμβάνονται στοιχεία που καλύπτουν ορισμένα κριτήρια της υπό ίδρυση μονάδας όσον αφορά την οικονομική βιωσιμότητα, τη δυναμικότητα και το ζωικό κεφάλαιο της περιοχής, τα εχέγγυα του φορέα για την από οικονομικής και τεχνικής άποψης υλοποίηση του έργου, τις υγειονομικές και τεχνολογικές προδιαγραφές και τέλος την επίδραση του έργου στο περιβάλλον [Αντωνόπουλος, 1996; Ρουμπελάκης, 2001].

Όσον αφορά τη δυναμικότητα τα σφαγεία και πτηνοσφαγεία διακρίνονται σε μεγάλου και μικρού δυναμικού.

Στα μικρού δυναμικού σφαγεία της Οδηγίας 64 / 433 / ΕΕ επιτρέπεται να σφάζονται μέχρι 20 μονάδες μεγάλων ζώων την εβδομάδα και μέχρι 1000 μονάδες μεγάλων ζώων ετησίως.

Στα μικρού δυναμικού πτηνοσφαγεία της Οδηγίας 71 / 118 / ΕΕ επιτρέπεται να σφάζονται μέχρι 150.000 πουλερικά ετησίως.

Πάντως σε όλες τις περιπτώσεις των σφαγείων απαιτείται η τήρηση των κανόνων υγιεινής χωρίς αποκλίσεις. Ειδικότερα εξετάζονται:

- Η τοποθεσία ανέγερσης του σφαγείου, οι διαστάσεις του οικοπέδου, η χωροθέτηση έξω από οικισμούς και τουριστικούς χώρους και η μ δυσμενής επίδραση επί του φυσικού περιβάλλοντος και της σχεδιαζόμενης χρήσης της γης της περιοχής. Για τη συμμόρφωση με το κριτήριο αυτό απαιτούνται προέγκριση χωροθέτησης και έγκριση περιβαλλοντικών όρων που χορηγούνται από τις αρμόδιες υπηρεσίες περιβάλλοντος.
- Το σύστημα υγιεινούς διάθεσης των υγρών και στερών αποβλήτων από τη λειτουργία του σφαγείου, σύμφωνα με τις ισχύουσες υγειονομικές διατάξεις.
- Η ύπαρξη περίφραξης.
- Η κτιριακή υποδομή και κατασκευή και ο σαφής διαχωρισμός μεταξύ καθαρής και ακάθαρτης περιοχής καθώς και η σωστή ροή παραγωγής χωρίς διασταυρώσεις.
- Ο μηχανολογικός εξοπλισμός και οι βοηθητικές εγκαταστάσεις (ζεστό και κρύο πόσιμο νερό, ηλεκτροδότηση κτλ).
- Η δυνατότητα εξασφάλισης των κανόνων υγιεινής κατά τη σφαγή, την προετοιμασία του σφαγίου και τη συντήρηση υπό ψύξη του κρέατος καθώς και η εξασφάλιση της κτηνιατρικής επιθεώρησης.

Ορισμένα μικροβιολογικά κρίσιμα σημεία των οποίων ο έλεγχος συμβάλει στη βελτίωση της υγιεινής κατά τη σφαγή των ζώων είναι:

- Η χωρίς φραγμό επικοινωνία των αιθουσών του σφαγείου με το εξωτερικό περιβάλλον.
- Ο βαθμός εξωτερικής ρύπανσης του ζώου και η ρύπανση από το δέρμα, τα κόπρανα, τα ούρα κτλ.
- Η κατάσταση υγείας και καθαριότητας του προσωπικού.
- Η κατάσταση των στάβλων και των μέσων μεταφοράς ζώντων ζώων (στρεσογόνοι παράγοντες).
- Η αφαίμαξη.
- Η εκδορά.
- Το ζεμάτισμα και η αποτρίχωση των χοίρων.
- Ο εκσπλαγισμός.
- Ο τεμαχισμός σε ημιμόρια.
- Η ψύξη του κρέατος.
- Η κατάσταση καθαριότητας εργαλείων και εξοπλισμού.
- Η αποχέτευση του δαπέδου, η κατασκευή των τοίχων, οροφών, οματισμός εργασίας, οι συμπυκνωτές στα ψυκτικά μηχανήματα, η κατάσταση των σιδηροτροχιών, τα ακονιστήρια μαχαιριών, τα μέσα μεταφοράς κρέατος.
- Η κατάσταση του δικτύου παροχής πόσιμου νερού και οι βρύσες.
- Η ψυκτική ικανότητα και διατήρηση των ενδεδειγμένων θερμοκρασιών στα οχήματα μεταφοράς, η κατάσταση καθαριότητας τους και η υπερφόρτωση.

Σήμερα υπάρχει η τάση ότι οι φορείς των εγκαταστάσεων των σφαγείων θα πρέπει να αναλάβουν το μεγαλύτερο μέρος της ευθύνης για την παραγωγή ασφαλών τροφίμων για τον καταναλωτή [Αντωνόπουλος, 1996]. Επίσης η Κτηνιατρική Κοινοτική Νομοθεσία έχει επιβάλει τρία επίπεδα ελέγχου:

- Από το φορέα της εγκατάστασης στα πλαίσια των αυτοελέγχων που είναι υποχρεωμένος να πραγματοποιεί.
- Από την Κτηνιατρική Αρχή που επιθεωρεί την εγκατάσταση στο σύνολο της.
- Από την Commission που ελέγχει την ενιαία εφαρμογή των κανόνων από τις Κτηνιατρικές Αρχές των κρατών μελών.

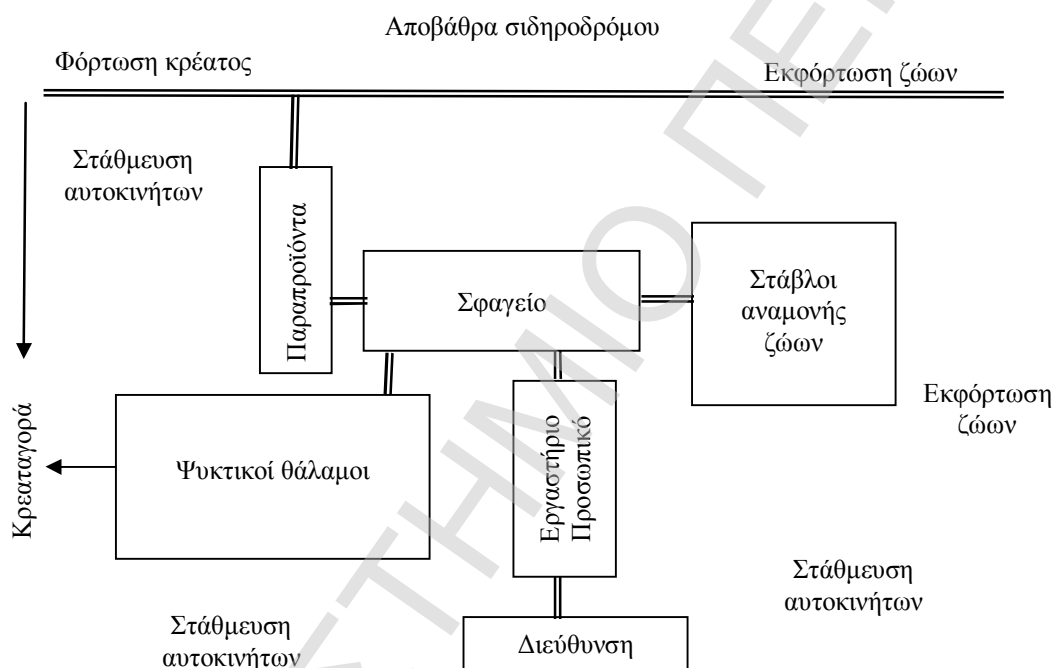
Ένα σφαγείο θα πρέπει, τόσο στο στάδιο υλοποίησης όσο και στο στάδιο λειτουργίας να πληρεί τις εξής προδιαγραφές [Κόχυλας, 1996; Καρβούνης, 2000]:

- Χωροταξικά ιδανική περίπτωση θα ήταν το σφαγείο να είναι κοντά και στην παραγωγή και στην κατανάλωση. Αλλά επειδή δεν συμβαίνει συχνά αυτό, επιλέγεται πάντοτε η περιοχή της παραγωγής της πρώτης ύλης και σε μία ακτίνα όχι μεγαλύτερη από 60 km. Αυτό έχει επίδραση στην ποιότητα του προϊόντος λόγω της μείωσης του στρες μεταφοράς, στο κόστος μεταφοράς δεδομένου ότι η μεταφορά του κρέατος είναι πιο φτηνή από τη μεταφορά των ζώων, στο κόστος των εργατικών και στο κόστος αγοράς του οικοπέδου.
- Η επιλογή του οικοπέδου γίνεται κατά προτίμηση σε βιομηχανική ζώνη και ειδικά αν υπάρχει κεντρικός βιολογικός καθαρισμός για να αποφευχθεί το κόστος κατασκευής του που είναι υψηλό. Επιλέγονται περιοχές κοντά σε συγκοινωνιακό κόμβο με ηλεκτρικό δίκτυο και νερό, και μακριά από κατοικημένες περιοχές. Επίσης επιλέγεται ο προσανατολισμός των κτιρίων να είναι ΒΑ ή ΝΔ σε συνάρτηση και με τους επικρατέστερους ανέμους της περιοχής, που θα πρέπει να πνέουν από την καθαρή προς την ακάθαρτη ζώνη.
- Ο προκαταρκτικός σχεδιασμός μελετά τη διαστασιολόγηση των κτιρίων σε σχέση με το οικόπεδο, με τις παραγωγικές δυνατότητες της περιοχής και με τις ανάγκες της αγοράς, τον καθορισμό καθαρών και ακάθαρτων διαδρομών και ζωνών, την τοποθέτηση των κτιρίων ανάλογα με τις λειτουργίες τους στην καθαρή ή ακάθαρτη ζώνη και τη διάταξη των κτιρίων που απαρτίζουν το συγκρότημα του σφαγείου, δηλαδή στάβλοι αναμονής, αίθουσες σφαγής, ψυκτικοί χώροι, χώροι επεξεργασίας και αποστολής. Επίσης μελετά την ανάπτυξη των κτιρίων, οριζόντια ή κάθετα, σε σχέση με την επεξεργασία των παραπροϊόντων και υποπροϊόντων. Ο λεπτομερής σχεδιασμός μελετά και καθορίζει τα υλικά της κατασκευής των χώρων και το σφαγιοτεχνικό εξοπλισμό.
- Τέλος η αξιοποίηση ή / και η διαχείριση όλων των παραπροϊόντων και υποπροϊόντων είναι μέλημα κάθε σύγχρονης σφαγιοτεχνικής εγκατάστασης.

Επίσης πρέπει να ληφθούν υπόψη ο Νόμος 3325 (ΦΕΚ 68 / Α / 11 –3– 2005): «Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών – βιοτεχνικών εγκαταστάσεων στο πλαίσιο της αιφόρου ανάπτυξης και άλλες διατάξεις», ο Νόμος 111 / 1975 «Περί ίδρύσεως Σφαγείων και Πτηνοσφαγείων» και το Π.Δ. 460 (ΦΕΚ 95 / 1978) «Περί όρων και προϋποθέσεων χορήγησης άδειας σκοπιμότητας ιδρύσεως και λειτουργίας Σφαγείων» (βλέπε νομοθεσία).

1.7 Περιγραφή βασικών χώρων σφαγείου μεγάλων ζώων

Αρχικά να κάνουμε σαφή τη χρήση του όρου διαδρομές, που είναι οι μετακινήσεις που κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σφαγείου θα πρέπει να κάνουν τα μεταφορικά μέσα, τα ζώα, το κρέας, το προσωπικό και τα παραπροϊόντα. Γενικά γίνεται προσπάθεια να μην διασταυρώνονται οι διαδρομές και να είναι όσο το δυνατόν ευθύγραμμες [Κόχυλας, 1996]. Επίσης όταν λέμε ζώνες εννοούμε τον τρόπο διαχωρισμού των χώρων ανάλογα με την υγιεινή κατάσταση των προϊόντων που υφίστανται επεξεργασία. Στην ακάθαρτη ζώνη μετακινούνται τα μέσα μεταφοράς των ζώντων ζώων, τα ίδια τα ζώα, τα υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη χρήση και τα απόβλητα. Στην καθαρή ζώνη διακινείται το κρέας, τα παραπροϊόντα του και τα μέσα που τα μεταφέρουν.



Σχήμα 1.6: Γενική διάταξη βιομηχανικού σφαγείου.

Πηγή: Γεωργάκης Σπ., «Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης», ed. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1986.

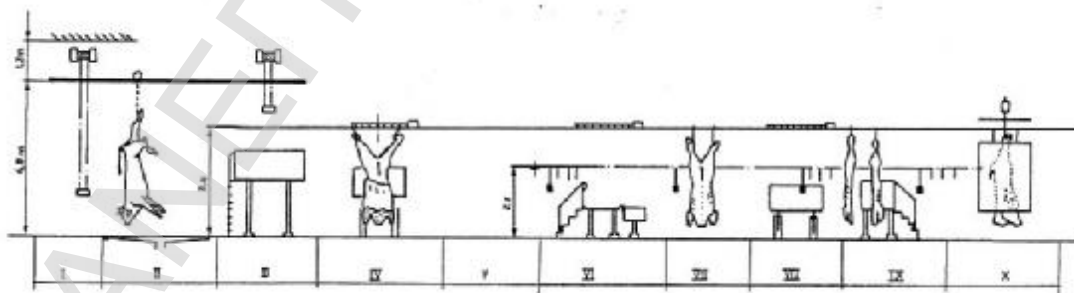
Η είσοδος των ζώων στο σφαγείο γίνεται στους στάβλους αναμονής, οι οποίοι βρίσκονται στην ακάθαρτη ζώνη. Προβλέπονται χωριστοί χώροι για κάθε είδος ζώου και η χωρητικότητά τους είναι ίση με το μέγιστο της ημερήσιας δυναμικότητας των γραμμών παραγωγής.

Οι στάβλοι συνήθως διαθέτουν ράμπα για να διευκολύνεται η εκφόρτωση των ζώων. Τα ζώα εισέρχονται μέσα σε boxes (κελιά) από στρογγυλούς γαλβανισμένους σωλήνες διαφόρων διαμέτρων ανάλογα με το είδος του ζώου. Καλό είναι τα boxes να αυξομειώνονται ανάλογα με τις ανάγκες της σφαγής. Σε κάθε περίπτωση για τα μοσχάρια και τα χοιρινά υπολογίζεται 1 m^2 ανά κεφαλή, ενώ για τα μικρά ζώα είναι αρκετό 1 m^2 για 2 κεφαλές. Στα boxes υπάρχει ποτίστρα και ταΐστρα. Η διάταξη των boxes πρέπει να είναι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει την εύκολη προώθηση του ζώου προς το σημείο σφαγής. Είναι σημαντικό οι διαδρομές να είναι όσο το δυνατόν ευθύγραμμες και σύντομες. Για τα μεγαλόσωμα ζώα υπάρχουν σημεία πρόσδεσης.



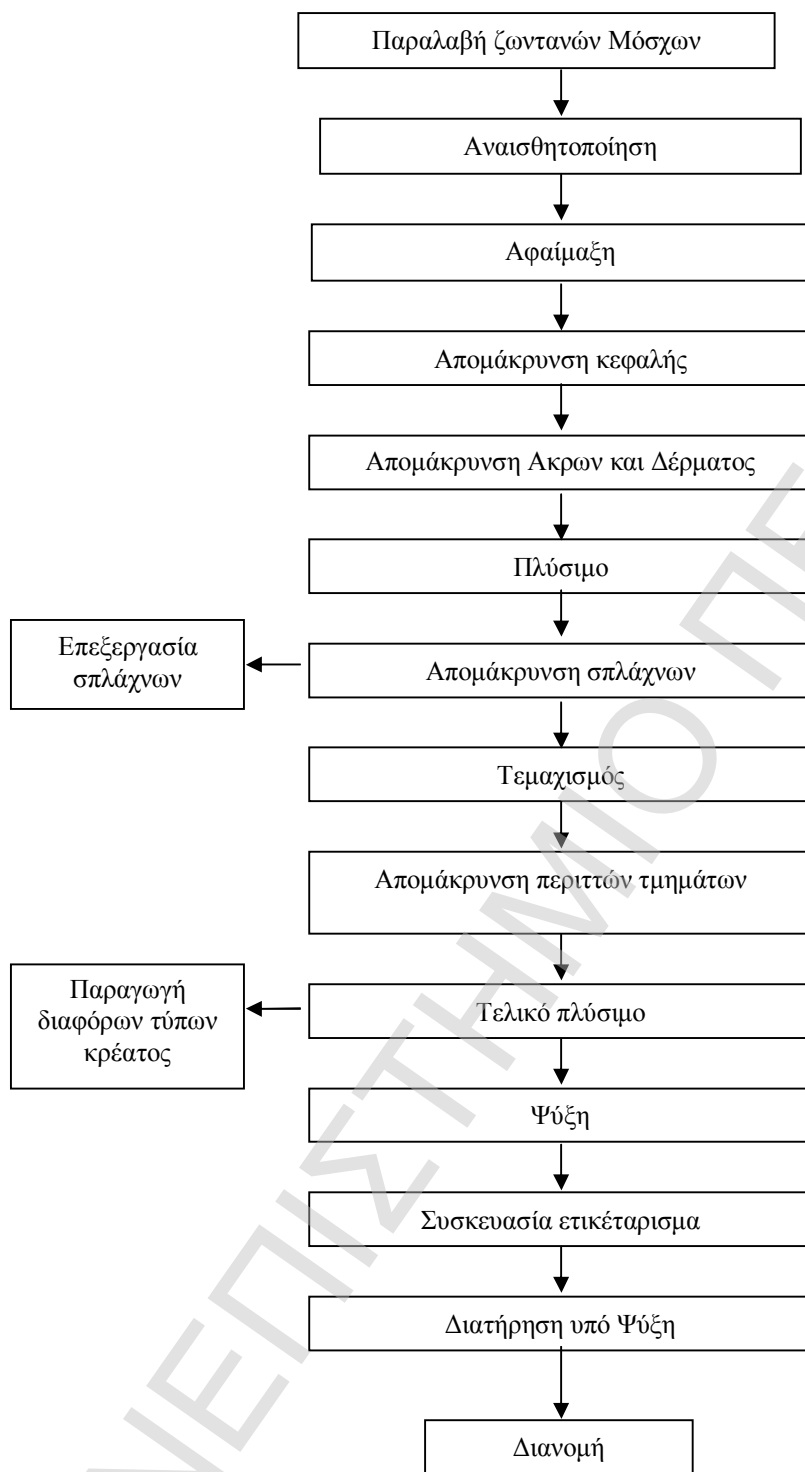
Εικόνα 1.4: Εισαγωγή μοσχαριού με το κελί (box) στο χώρο σφαγής.
 Πηγή: Αρχείο συγγραφέως.

Η ύπαρξη των στάβλων αναμονής είχε το νόημα της ανάπαυσης των ζώων πριν τη σφαγή. Σήμερα αμφισβητείται από πολλούς ερευνητές αυτή η ανάπαυση, έτσι η σκοπιμότητα των στάβλων αναμονής έχει περισσότερο λειτουργική σημασία με την έννοια ότι υπάρχει σε αναμονή ένας ικανός αριθμός ζώων για να ξεκινήσει η σφαγή [Κόχυλας, 1996]. Αλλά ο Cassens (1994) υποστηρίζει ότι οι στάβλοι αναμονής είναι απαραίτητοι για να επανέλθουν τα ζώα στη φυσιολογική τους κατάσταση και δίνουν το περιθώριο για τον έλεγχο επικινδύνων ασθενειών στον κτηνίατρο του σφαγείου. Πιο συγκεκριμένα υποστηρίζει ότι θα πρέπει να ελέγχονται τα κόπρανα των ζώων για ενδεχόμενες ανθρωπονόσους. Αν ο οργανισμός του ζώου δεν επανέλθει σε φυσιολογική κατάσταση μετά το στρες της μεταφοράς, το παραγόμενο κρέας είναι υποβαθμισμένης ποιότητας με μειωμένες οργανοληπτικές ιδιότητες και δύσκολα συντηρήσιμο. Αν το ζώο είναι σε κατάσταση στρες το pH του κρέατος διαφέρει από ο κανονικό και επομένως υπάρχει κίνδυνος επιτάχυνσης των μικροβιακών αλλοιώσεων. [Cassens, 1994].



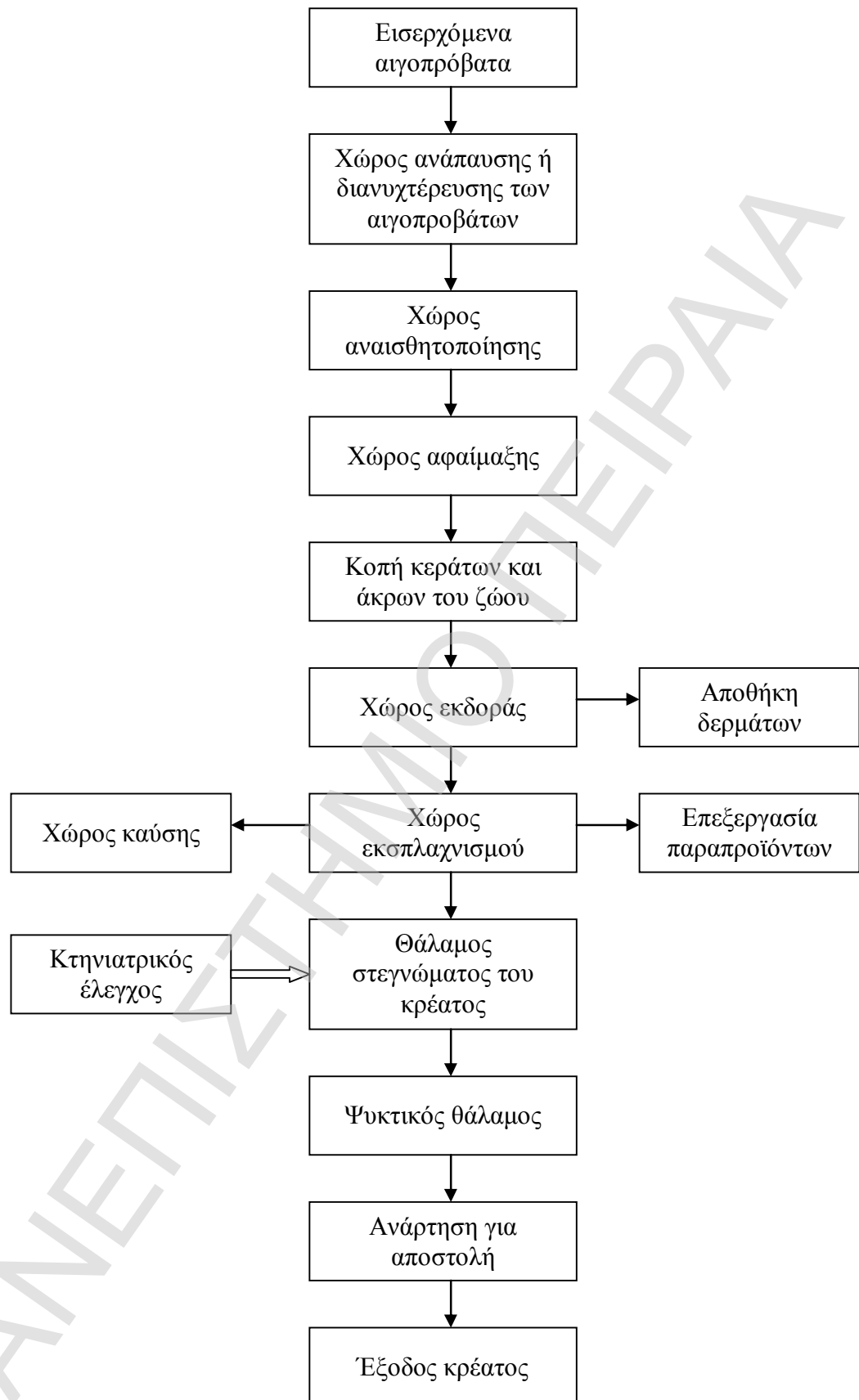
Εικόνα 1.5: Γραμμή σφαγής βοοειδών.

Πηγή: Γεωργάκης Σπ., «Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης», ed. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1986.



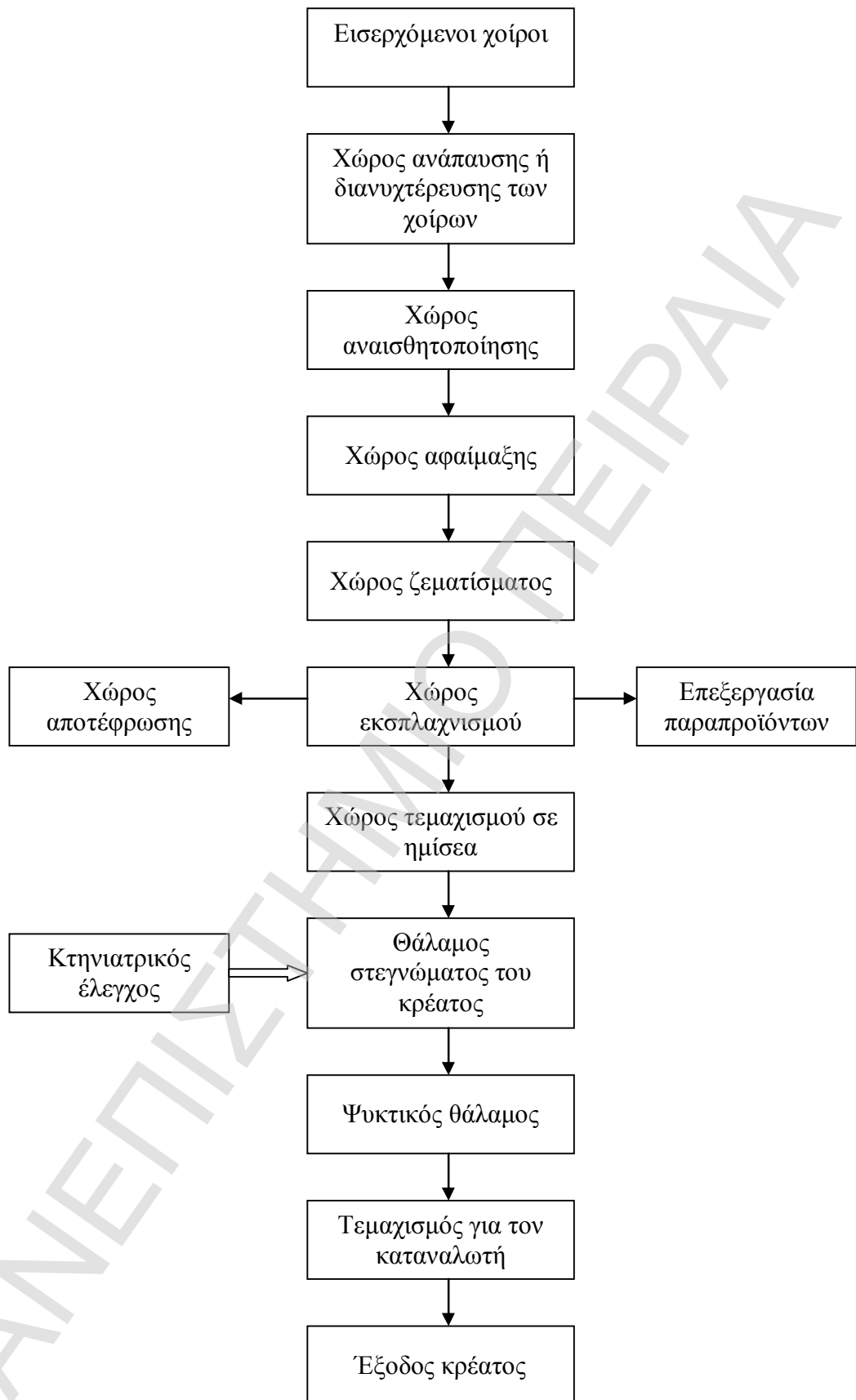
Σχήμα 1.7: Διάγραμμα ροής για την επεξεργασία σφαγίων βοοειδών.

Πηγές: [Αρβανιτογιάννης Ι., Σάνδρου Δ. και Κούρτης Λ., «Ασφάλεια τροφίμων, εφαρμογή της ανάλυσης επικινδυνότητας και κρίσιμων σημείων ελέγχου (HACCP) στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών», εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2001; Pearson A. and Dutson T., “HACCP in meat, poultry and fish processing”, ed. Blackie Academic & Professional, London 1996].



Σχήμα 1.8: Γραμμή σφαγής αιγοπροβάτων

Πηγή: Ρουμπελάκης Ι., «Γεωργική μελέτη για την ίδρυση και λειτουργία του δημοτικού σφαγείου Οροπεδίου Λασιθίου», Επενδυτής: Δήμος Οροπεδίου Λασιθίου, Ηράκλειο, Δεκέμβριος 2001.



Σχήμα 1.9: Γραμμή σφαγής χοιρινών

Πηγή: Ρουμπελάκης Ι., «Γεωργική μελέτη για την ίδρυση και λειτουργία του δημοτικού σφαγείου Οροπεδίου Λασιθίου», Επενδυτής: Δήμος Οροπεδίου Λασιθίου, Ηράκλειο, Δεκέμβριος 2001.



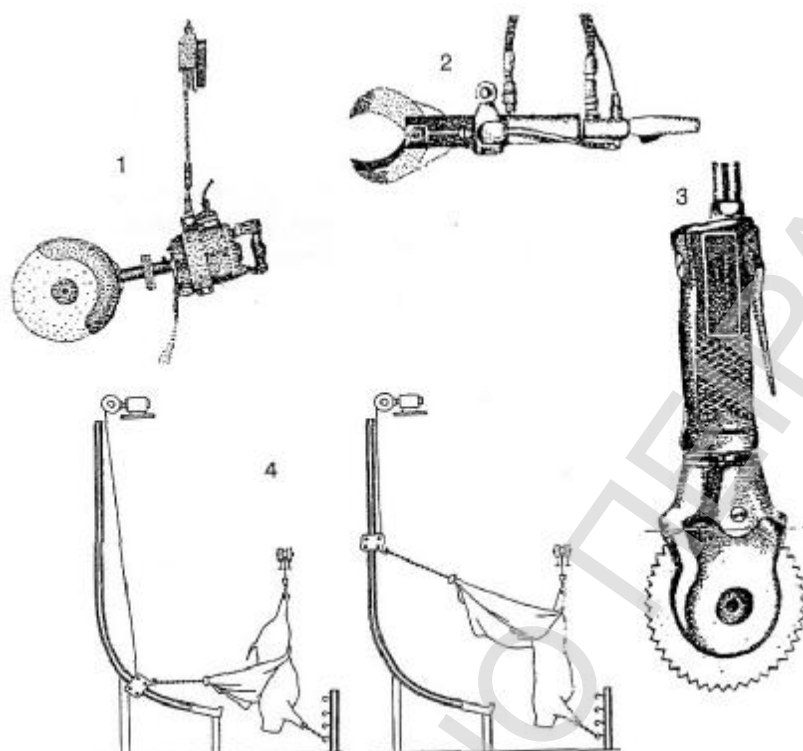
Εικόνα 1.6: Στάβλοι αναμονής στο Δημοτικό Σφαγείο Αγίας Βαρβάρας, Ηρακλείου.
Πηγή: Αρχείο συγγραφέως.

Αίθουσες σφαγής είναι οι χώροι όπου γίνονται όλες οι εργασίες από την αναισθητοποίηση του ζώου μέχρι το πλύσιμο. Βρίσκονται απέναντι από τους αντίστοιχους στάβλους και συνήθως μέσα σε ένα ενιαίο κτίριο, με τη διαφορά ότι η αίθουσα σφαγής των χοιρινών πρέπει να διαχωρίζεται από όλες τις άλλες με διαχωριστικό ύψους περίπου 3 μέτρων. Το ύψος των αιθουσών δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 5 - 6 m. Το σημείο σφαγής (αναισθητοποίησης) και η αφαιμάξη πραγματοποιούνται σε ένα χώρο με σαφή όρια από τους χώρους όπου γίνονται οι άλλες εργασίες. Μετά την αναισθητοποίηση το ζώο αναρτάται επί των τροχειών (αυτόματες ή ημιαυτόματες γραμμές) και παραμένει μέχρι τον τεμαχισμό του ή την αποστολή του [Κόχυλας, 1996; Πέρδιος, 2000]. Με το σύστημα της ανάρτησης των σφαγίων σε μια γραμμή, οι τεχνίτες εργάζονται πιο άνετα και παραγωγικά, τα σφάγια είναι λιγότερο μολυσμένα επιφανειακά γιατί δεν έρχονται σε επαφή με το δάπεδο, ενώ τέλος βελτιώνεται και η ποιότητα των σφαγίων. Στην Ελλάδα η αναισθητοποίηση των ζώων γίνεται με δυο τρόπους, δηλαδή με πιστόλι ή με ηλεκτροσόκ, δηλαδή τα μυρικαστικά αναισθητοποιούνται με τη βοήθεια ειδικού πιστολιού ενώ οι χοίροι και τα πτηνά με ηλεκτροπληξία, [Γαρδέλη et al, 1999]. Σε άλλες χώρες εφαρμόζεται και ένας τρίτος τρόπος με εισαγωγή του ζώου σε τούνελ διοξειδίου του άνθρακα [Potter and Hotchkiss 1995].

Οι αίθουσες σφαγής είναι εφοδιασμένες με τον ανάλογο εξοπλισμό που απαιτείται για την εκτέλεση όλων των εργασιών με ορθολογιστικό τρόπο και σύμφωνα με τους κανόνες υγιεινής, [Κόχυλας, 1996]. Ο βασικός εξοπλισμός στις αίθουσες σφαγής είναι:

- Η παγίδα συγκράτησης των ζώων στην αναισθητοποίηση
- Το πιστόλι ή οι λαβίδες του ηλεκτροσόκ
- Το βαρούλκο ανύψωσης
- Η λεκάνη αφαιμάξης
- Η συσκευή τεχνικής ωρίμανσης για τα βοδινά
- Η μηχανή τεμαχισμού, αποτρίχωσης και καυαλίσματος για τα χοιρινά
- Οι εξέδρες εκδοράς, εκσπλαχνισμού, τεμαχισμού και κρεωσκοπίας για βοδινά και αιγοπρόβατα
- Πνευματικά ή ηλεκτρικά μαχαίρια και πριόνια

- Ανοξείδωτη γραμμή για τα παραπροϊόντα



Εικόνα 1.7: Εξοπλισμός για την προετοιμασία των σφαγίων, 1: Δισκοπρίονο για την διχοτόμηση των σφαγίων κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης, 2: Εργαλείο για το κόψιμο άκρων και κεράτων, 3: Οδοντωτός τροχός για την εκδορά, 4: Μηχανή για την εκδορά των βοοειδών.

Πηγή: Πέρδιος Στ., «Τεχνολογίες αγροτικής οικονομίας», Ινστιτούτο Εκπαίδευσης & Επιμόρφωσης Μελών Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, ΤΕΕ, Βιβλίο 2, Τόμος Α, Αθήνα 2000.

Η ποσότητα αίματος που εξέρχεται από το σώμα των διαφόρων ζώων κατά την αφαίμαξη με πλήξη και των δύο κοινών καρωτίδων αρτηριών και με σύντομο χρονικό διάστημα μεταξύ αναισθητοποίησης και αφαίμαξης, δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα:

Πίνακας 1.4: Ποσότητα αίματος κατά την αφαίμαξη.

Είδος Ζώου	Βάρος Ζώου σε kg	Ποσότητα αίματος σε kg
Ενήλικα βοοειδή	545	24
Νεαρά μοσχάρια	35	1,3
Χοίροι	88	3,5
Ενήλικα αιγοπρόβατα	40 / 36	1,5 / 1,4
Νεαρά αιγοπρόβατα	26	1,0

Πηγή: Πέρδιος Στ., «Τεχνολογίες αγροτικής οικονομίας», Ινστιτούτο Εκπαίδευσης & Επιμόρφωσης Μελών Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, ΤΕΕ, Βιβλίο 2, Τόμος Α, Αθήνα 2000

Η αφαίμαξη, η εκδορά (αφαίρεση του δέρματος) και ο εκσπλαχνισμός (αφαίρεση των σπλάχνων) των σφαγίων βοοειδών γίνεται αφού προηγουμένως τα σφάγια αναρτηθούν [Πέρδιος, 2000]. Χρησιμοποιούνται οδοντωτοί τροχοί, κοινά μαχαίρια, μηχανές που τραβάνε και ξεκολλούν το δέρμα καθώς και μηχανικά πρίονια για τη διχοτόμηση του στέρνου και της σπονδυλικής στήλης (βλέπε Εικόνα 1.7).



Εικόνα 1.8: Αφαίρεση σπλάγχων (εκσπλαχνισμός) αμνοεριφίων.
Πηγή: Αρχείο συγγραφέως.

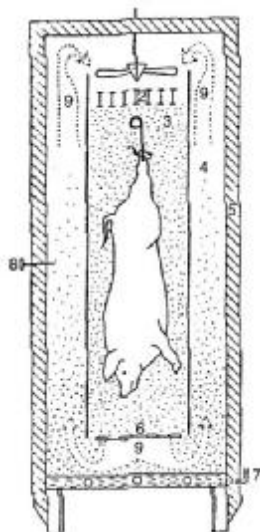
Η προετοιμασία των σφαγίων προβάτων και αιγών γίνεται όπως στα βοοειδή. Σε ορισμένες χώρες για να διευκολυνθεί η εκδορά των νεαρών μοσχαριών, των προβάτων και των αιγών προηγείται η εμφύσηση τους (το φούσκωμα τους), η οποία απαγορεύεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Οδηγία 72 / 462 / ΕΟΚ). Στη χώρα μας επιτρέπεται η εμφύσηση (φούσκωμα) σε σφάγια προβάτου και αίγας, υπό τον όρο ότι αυτή πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα. Γίνεται λοιπόν μια μικρή τομή στο δέρμα στο ύψος του ταρσού και διοχετεύεται αέρας με πίεση. Η αφαίρεση του δέρματος γίνεται με έλξη και αναστροφή χωρίς να γίνει τομή κατά μήκος της μέσης γραμμής. Με τον τρόπο αυτό το χρώμα του σφαγίου είναι πιο ανοικτό γιατί μπήκε αέρας στον υποδόριο συνδετικό ιστό.



Εικόνα 1.9: Δεξαμενή ζεματίσματος χοίρων.
Πηγή: Αρχείο συγγραφέως.

Η προετοιμασία στα σφάγια των χοίρων γίνεται με δύο τρόπους, τον γδαρτό και τον μαδυτό. Στην πρώτη περίπτωση τα σφάγια εκδέρονται και εκσπλαχνίζονται

όπως ακριβώς γίνεται στα σφάγια των βοοειδών, ενώ στην δεύτερη περίπτωση δεν γίνεται εκδορά αλλά αφαίρεση των τριχών του δέρματος σε δύο διαφορετικά στάδια:



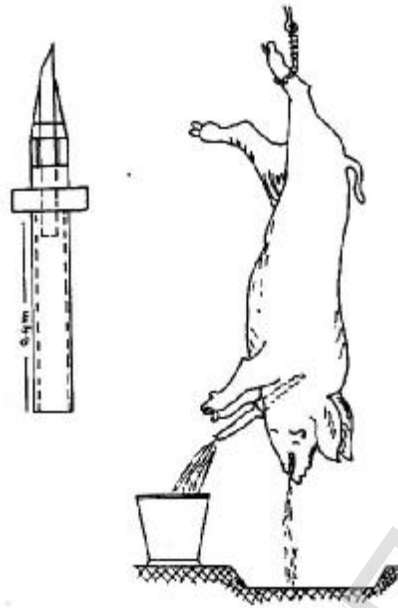
Εικόνα 1.10: Θάλαμος ζεματίσματος χοίρων.

Πηγή: Πέρδιος Στ., «Τεχνολογίες αγροτικής οικονομίας», Ινστιτούτο Εκπαίδευσης & Επιμόρφωσης Μελών Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, ΤΕΕ, Βιβλίο 2, Τόμος Α, Αθήνα 2000

- Ζεμάτισμα του σφάγιου:

Μετά την αφαίμαξη τα σφάγια πλένονται και τοποθετούνται στην δεξαμενή ζεματίσματος, το νερό της οποίας έχει θερμοκρασία $54 - 60^{\circ}\text{C}$, όπου παραμένουν για 6 – 9 min ενώ ταυτόχρονα περιστρέφονται και αναταράσσονται. Κατά την παραμονή τους στην δεξαμενή μολύνουν το νερό με τις ακαθαρσίες που υπάρχουν στο δέρμα και στις οπλές, με τα ούρα και το αίμα τους, με το απέκκριμα των ρινικών κοιλοτήτων και με το περιεχόμενο του εντέρου τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι μεταξύ αφαίμαξης και τοποθέτησης του σφαγίου στην δεξαμενή, πρέπει να έχει μεσολαβήσει χρονικό διάστημα τουλάχιστον 5 min, για να έχει σταματήσει η λειτουργία της καρδιάς του ζώου και έτσι να αποτραπεί η είσοδος ακάθαρτου νερού από το τραύμα της αφαίμαξης, στα μείζονα αγγεία του κύτους του θώρακα μολύνοντας τα διάφορα μέρη του σφαγίου. Σε πολλά σφαγεία δεν υπάρχει δυνατότητα αντικατάστασης του νερού της δεξαμενής κατά την λειτουργία της γραμμής, οπότε γίνεται μόνο κατά τα διαλείμματα της λειτουργίας. Για τον περιορισμό της μόλυνσης, σε αρκετά σφαγεία οι δεξαμενές είναι εφοδιασμένες με σύστημα διήθησης και χλωρίωσης του νερού ή προσθέτουν στο νερό ανθρακικό νάτριο ή υδροχλωρικό οξύ, έτσι ώστε το pH του νερού να είναι έντονα αλκαλικό ή όξινο. Η συγκέντρωση του χλωρίου στο νερό πρέπει να είναι 250 ppm και να ανανεώνεται μετά το ζεμάτισμα 20 χοίρων.

Ένας άλλος τρόπος ζεματίσματος, ο οποίος όμως παρουσιάζει σοβαρά πλεονεκτήματα ως προς την μόλυνση του σφαγίου σε σχέση με τη δεξαμενή ζεματίσματος, απεικονίζεται στην Εικόνα 1.10. Τα σφάγια των χοίρων αναρτώνται από τα πίσω πόδια, προωθούνται σε θάλαμο με διπλά τοιχώματα και περιβάλλονται με ατμό επί 6 min. Ο θάλαμος έχει σταθερή θερμοκρασία $62 - 64^{\circ}\text{C}$ και το νερό που προέρχεται από την συμπύκνωση των υδρατμών, χρησιμοποιείται για τον καταιονισμό των σφαγίων στην επόμενη φάση που είναι η αφαίρεση των τριχών.



Εικόνα 1.11: Αφαίμαξη χοίρου.

Πηγή: Γεωργάκης Σπ., «Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης», ed. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1986.

- Αφαίρεση των τριχών:

Μόλις τελειώσει το ζεμάτισμα τα σφάγια οδηγούνται στην μηχανή όπου γίνεται η αφαίρεση των τριχών. Στην μηχανή αυτή που έχει ελάσματα και φλόγιστρα που λειτουργούν με υγραέριο, το σφάγιο περιστρέφεται και περιοδικά φλογώνεται η επιφάνεια του. Παράλληλα τα ελάσματα της μηχανής περιστρέφονται με φορά αντίθετη από αυτή του σφάγιου και αφαιρούν τις τρίχες, ενώ στο τέλος γίνεται ο καταιονισμός του σφαγίου με νερό. Για να απομακρυνθούν όσες τρίχες παρέμειναν, το σφάγιο προωθείται σε άλλη μηχανή όπου η αφαίρεση των υπόλοιπων τριχών γίνεται με κινούμενα πλαστικά ελάσματα. Ο τακτικός και αποτελεσματικός καθαρισμός των μηχανών αυτών είναι απαραίτητος για να αποφευχθεί η επιφανειακή μόλυνση των σφαγίων.

Τέλος, μετά την αφαίρεση των τριχών κόβεται το κεφάλι του ζώου και ανοίγουμε το κύτος του θώρακα (με μηχανικό πριόνι) και της κοιλιάς για τον εκσπλαχνισμό του σφάγιου. Ακολουθεί η διχοτόμηση του σφάγιου κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης με μηχανικό πριόνι [Πέρδιος, 2000; Davies and Board, 1998].

Ο στατικός εξοπλισμός είναι ουσιαστικά οι διάφορες επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το κρέας. Οι επιφάνειες αυτές πρέπει να είναι λείες, χωρίς πόρους, βίδες ή ακάλυπτα σπειρώματα (όπου μπορεί να παγιδευτούν μικροοργανισμοί και τρόφιμα) και να μπορούν να καθαριστούν επί τόπου. Το καλύτερο υλικό που χρησιμοποιείται είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας, ο οποίος αντέχει στην διάβρωση, δεδομένου ότι στην επιφάνεια του σχηματίζεται ένα λεπτό στρώμα οξειδίου του χρωμίου που ανανεώνεται κάθε φορά που απομακρύνεται κατά το πλύσιμο. Το ξύλο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται επειδή έχει πόρους και δύσκολα διατηρείται σε καλή κατάσταση, για αυτό έχει αντικατασταθεί από την πολυαμίδη κτλ. Η εγκατάσταση του στατικού εξοπλισμού πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει αρκετή απόσταση μεταξύ του εξοπλισμού και των τοίχων ή των οροφών, για να γίνεται εύκολα ο καθαρισμός, η εξυγίανση και η επιθεώρηση τους.

Οι τοίχοι πρέπει να είναι λείοι τουλάχιστον μέχρι το ύψος των τριών μέτρων με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα το οποίο να αντέχει στο πλύσιμο και στα διάφορα υλικά

εξυγίανσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν κεραμικά πλακίδια, αλλά επειδή δύσκολα αποκτούν την θερμοκρασία του περιβάλλοντος υπάρχει πρόβλημα συμπίκνωσης υδρατμών. Τα δάπεδα πρέπει να κατασκευάζονται από αδιάβροχα και αντιολισθηρά υλικά, που αντέχουν στην επίδραση του λίπους και των αλκαλικών ουσιών που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό [Κόχυλας, 1996; Πέρδιος, 2000]. Το καλύτερο υλικό για την κάλυψη των δαπέδων είναι τα κεραμικά πλακίδια. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και εποξυρητίνες, οι οποίες καλύπτουν ενιαία μεγάλες επιφάνειες, καθαρίζονται εύκολα, δεν είναι ολισθηρές, αντέχουν στο αίμα και στις αλκαλικές ουσίες, αλλά έχουν σοβαρό μειονέκτημα να μην αντέχουν σε θερμοκρασίες άνω των 70 – 80 °C, οπότε λόγω της μακροχρόνιας επίδρασης του βραστού νερού ξεκολλάνε από το σκυρόδεμα. Τα δάπεδα πρέπει να έχουν κλίση 1 : 40 – 1 : 60 και αποχετεύσεις με εσχάρες και σιφόνια τουλάχιστον κάθε 5 m για να αποφεύγεται η δυσοσμία.



Εικόνα 1.12: Γραμμή χοιρινών.

Πηγή: <http://www.stork-mps.com/MPS-EN/projects/beijing.html>

Το ιδεώδες θα ήταν οι οροφές να είναι λείες για να καθαρίζονται με εκτοξευτήρες [Πέρδιος, 2000]. Συνήθως όμως κατασκευάζονται από τσιμέντο οπότε απορροφούν υγρασία και αναπτύσσονται μύκητες, αλλά ο κανονικός αερισμός, οι συχνές βαφές και η χρήση μυκητοστατικών ουσιών που προστίθενται στα υλικά της βαφής, μειώνουν τα προβλήματα. Η χρήση ψευδοροφής δεν επιτρέπεται.

Οι πόρτες και τα παράθυρα κατασκευάζονται από ανθεκτικό υλικό (αλουμίνιο) που να αντέχει στην διάβρωση. Αν οι πόρτες είναι κατασκευασμένες από ξύλο, πρέπει να επενδυθούν με λείο αδιάβροχο υλικό και από τις δύο πλευρές.

Ο καλός αερισμός των αιθουσών είναι απαραίτητος για την απομάκρυνση των οσμών και των υδρατμών και γίνεται με φυσικά ή τεχνητά μέσα.

Το σημείο του κρεωσκοπικού ελέγχου πρέπει να είναι φωτεινό. Στο σημείο αυτό φθάνουν τα σφάγια συγχρόνως με τα σπλάχνα τους και την κεφαλή [Κόχυλας, 1996].

Οι ψυκτικοί χώροι χωρίζονται σε:

- Χώρους (τούνελς) πρόψυξης

- Θαλάμους συντήρησης με θερμοκρασία από + 2 °C έως - 2 °C και υγρασία γύρω στο 80 – 90 %
- Θαλάμους βασικής σημασίας για την εμπορικότητα της μονάδας με θερμοκρασία - 50 °C και με ταχύτητα κατάψυξης 1 cm / h
- Θαλάμους συντήρησης κατεψυγμένων με θερμοκρασία - 20 °C / - 15 °C.

Οι χώροι πρόψυξης βρίσκονται και αυτοί ακριβώς απέναντι από τις αίθουσες σφαγής. Οι γραμμές εδώ κινούνται συνεχώς σε σχήμα βεντάλιας μέχρι που να επιτευχθεί η πρόψυξη. Η κίνηση του αέρα είναι αντίθετη με την κίνηση του σφαγίου. Η ταχύτητα του αέρα είναι 1 – 2 m / sec για τα βοδινά και αιγοπρόβατα τα οποία πρέπει να παραμείνουν γύρω στις 18 ώρες, ενώ για τα χοιρινά είναι 3 – 5 m / sec και πρέπει να παραμείνουν 1,2 – 2 ώρες. Η θερμοκρασία του χώρου φθάνει για τα βοδινά από 0 °C έως - 8 °C και από 0 °C έως - 15 °C για τα χοιρινά. Η υγρασία είναι γύρω στο 90 %. Με την πρόψυξη επιτυγχάνεται αφ' ενός να μειωθεί η βακτηριακή χλωρίδα στην επιφάνεια του κρέατος προκαλώντας βακτηριοστατική δράση, αφ' ετέρου η επιφανειακή ψύξη εμποδίζει την εφύδρωση του κρέατος και μειώνει το ποσοστό φίρας από 3 % στο 1,5 % με σοβαρό οικονομικό όφελος για το σφαγείο.



Εικόνα 1.13: Ψυκτικός θάλαμος σφαγείου αιγοπροβάτων.
Πηγή: Αρχείο συγγραφέα.

Οι αίθουσες τυποποίησης βρίσκονται αμέσως μετά τους ψυκτικούς θαλάμους και είναι κατάλληλα εφοδιασμένες με εξοπλισμό για τον τεμαχισμό την αποστέωση και τη συσκευασία. Τέτοιος εξοπλισμός είναι τα τραπέζια αποστέωσης, οι μηχανές κενού αέρος, οι μηχανές θερμοσυρρίκνωσης, οι ξελαρδιάστρες για τα χοιρινά και οι μηχανές συσκευασίας [Κόχυλας, 1996]. Οι αίθουσες αποστέωσης και κοπής του κρέατος πρέπει να είναι κλιματιζόμενες, η θερμοκρασία να μην ξεπερνά τους 10 – 12 °C, ο αέρας να ανανεώνεται τακτικά για να αποφεύγεται η συμπύκνωση των υδρατμών στην επιφάνεια του κρέατος και η σχετική υγρασία να είναι 45 – 60 % [Πέρδιος, 2000].

Οι αίθουσες αποστολής μπορούν να επικοινωνούν είτε κατευθείαν με τους ψυκτικούς χώρους ή με την αίθουσα τυποποίησης [Κόχυλας, 1996]. Διαθέτουν ράμπες και ζυγιστικές μηχανές για τη φόρτωση των προϊόντων.

Οι αίθουσες παραπροϊόντων βρίσκονται δίπλα στις αίθουσες σφαγής από όπου επικοινωνούν διαμέσου ανοξείδωτων εκφορτωτικών ταινιών και είναι εξοπλισμένες με όλα τα αναγκαία μηχανήματα επεξεργασίας παραπροϊόντων.

Η άφθονη χρήση ζεστού και κρύου νερού καθώς και η δυσσομία απαιτεί τέλει εξοπλισμό.

Στο υγειονομικό σφαγείο σφάζονται τα ζώα που θεωρούνται ύποπτα κατά την εξέταση προ της σφαγής ή τα πολύ βαριά βοδινά άνω του ενός τόνου ζώντος βάρους. Οι αναρτήσεις των γραμμών έχουν σχεδιασθεί να αντέχουν μέχρι ένα τόνο ανά μέτρο τροχειάς. Το υγειονομικό σφαγείο διαθέτει:

- Στάβλο απομόνωσης
- Αίθουσα σφαγής
- Κλίβανο
- Ψυγείο

Επίσης υπάρχουν χώροι για τη συλλογή των βιομηχανικών υποπροϊόντων (δέρμα, αίμα κτλ) και πλυντήριο των μεταφορικών μέσων.

Φυσικά υπάρχουν και χώροι για τις διοικητικές, υγειονομικές και τεχνικές υπηρεσίες και χώροι προσωπικού.



Εικόνα 1.14: Διανομή κρέατος από το σφαγείο χοίρων του ΑΓΓΕΛΟΥ, Εύβοια.
Πηγή: Αρχείο συγγραφέως.

Η τεχνική υποστήριξη του σφαγείου περιλαμβάνει [Κόχυλας, 1996]:

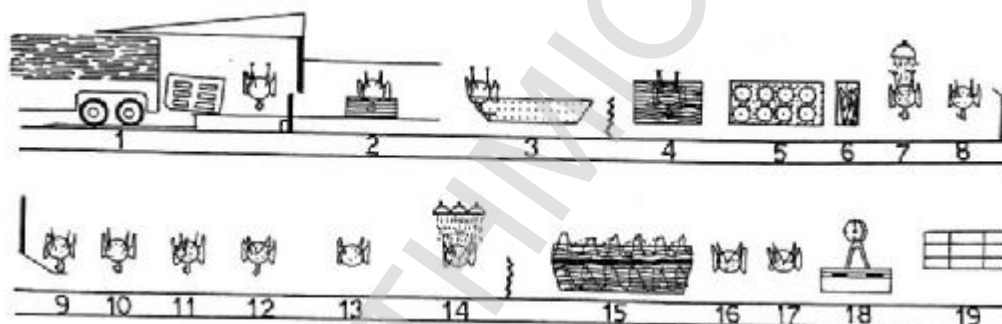
- Εγκατάσταση νερού
- Εγκατάσταση ζεστού νερού και ατμού
- Ψυκτικές εγκαταστάσεις
- Εγκαταστάσεις εξαερισμού
- Εγκατάσταση για την κίνηση των τροχειών
- Εγκατάσταση πεπιεσμένου αέρα

Για την προετοιμασία των σφαγίων, τον καθαρισμό και την εξυγίανση των αιθουσών καθώς και του εξοπλισμού, απαιτούνται μεγάλες ποσότητες νερού. Υπολογίζεται ότι οι ποσότητες υγρών αποβλήτων που προέρχονται από την προετοιμασία των σφαγίων βοοειδών ή χοίρων είναι 1 – 2,4 m³ και 1,8 – 2,6 m³ ανά τόνο έτοιμου σφαγίου αντίστοιχα [Πέρδιος, 2000]. Επίσης ο Γεωργάκης (1986) αναφέρει ότι οι ποσότητες νερού που χρειάζονται στα σφαγεία, υπολογίζονται σε 1,2 m³ για κάθε ενήλικο βοοειδές.

1.8 Περιγραφή βασικών χώρων σφαγείου πουλερικών

Σήμερα σφάζονται καθημερινά πτηνά σε πολύ μεγάλο αριθμό λόγω της χαμηλότερης τιμής του κρέατος των πουλερικών έναντι αυτής των άλλων ζώων [Parkhurst and Mountney 1988]. Φυσικά δεν συζητάμε τη μέθοδο του ξύλινου κούτσουρου και του κοφτερού τσεκουριού που εφαρμόζε η γιαγιά μας. Τα πουλερικά εκτρέφονται, σφάζονται και υφίστανται επεξεργασία μαζικά. Έτσι η γραμμή παραγωγής, σε μια μόνο μέρα, υποδέχεται χιλιάδες πουλερικών. Τα στάδια της επεξεργασίας είναι τα ακόλουθα [Γαρδέλη et al, 1999]:

- Αναισθητοποίηση (συνήθως με ηλεκτροπληξία)
- Θανάτωση με αφαίμαξη (bleeding) – σφαγή
- Μηχανική απομάκρυνση φτερών – αποπτίλωση (scalding and defeathering)
- Εκσπλαχνισμός (eviscerating)
- Πλύσιμο
- Ψύξη (chilling) των σφάγιων με κυκλοφορία αέρα σε θερμοκρασία ψύξης ώστε να διατεθούν στην αγορά ως φρέσκα
- Συσκευασία (packaging)
- Αποθήκευση (storage) και διάθεση



Εικόνα 1.15: Γραμμή σφαγής πτηνών, 1: εκφόρτωση πτηνών, 2: αναισθητοποίηση, 3: αφαίμαξη, 4: ζεμάτισμα, 5: αποπτίλωση, 6: φλόγωση, 7: έκπλυση, 8: αποκοπή άκρων, 9: αναστροφή, 10: διάνοιξη κοιλιακής κοιλότητας, 11: απεντέρωση, 12: αφαίρεση ήπατος και καρδιάς, 13: αφαίρεση τραχείας, κεφαλής και πνευμόνων (νεφρών), 14: έκπλυση, 15: πρόψυξη, 16: ανάρτηση - αποστράγγιση, 17: επανατοποθέτηση οργάνων, 18: ζύγιση, 19: συσκευασία.

Πηγή: Γεωργάκης Σπ., «Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης», ed. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1986.

Τα πουλερικά γενικά δεν ταΐζονται για δώδεκα ώρες πριν τη σφαγή ώστε τα εντόσθια τους να έχουν αδειάσει και να χρειάζονται λιγότερο καθάρισμα [Potter and Hotchkiss, 1995]. Ο Γεωργάκης (1986) αναφέρει ότι τα πτηνά δεν πρέπει να έχουν ταϊστεί ένα 12ωρο πριν, γιατί αν ο μυώδης στόμαχος είναι γεμάτος δυσκολεύει πολύ την εξαγωγή του από το σφάγιο. Επίσης πολλές φορές καταστρέφεται με αποτέλεσμα να μολύνει το σφάγιο. Ταυτόχρονα και το έντερο των πτηνών πρέπει να είναι σχεδόν κενό, δεδομένου ότι μπορεί να τραυματιστεί κατά την έλξη και να μολύνει ολόκληρο το σφάγιο.

Η τεχνολογία σφαγής των πτηνών, η οποία διαφέρει από την τεχνολογία σφαγής των άλλων σφαγίων, περιλαμβάνει:

Ανάρτηση των πτηνών από τα πόδια τους, σε ειδικά άγκιστρα της μεταφορικής ταινίας. Ακολουθεί η αναισθητοποίηση που γίνεται με ηλεκτρικό ρεύμα. Σε άλλες χώρες τα πτηνά αναισθητοποιούνται με τη χρήση CO₂ [Γεωργάκης, 1986].



Εικόνα 1.16: Γραμμή πουλερικών με κώνους. Πηγή: <http://www.vendeeusa.com/>

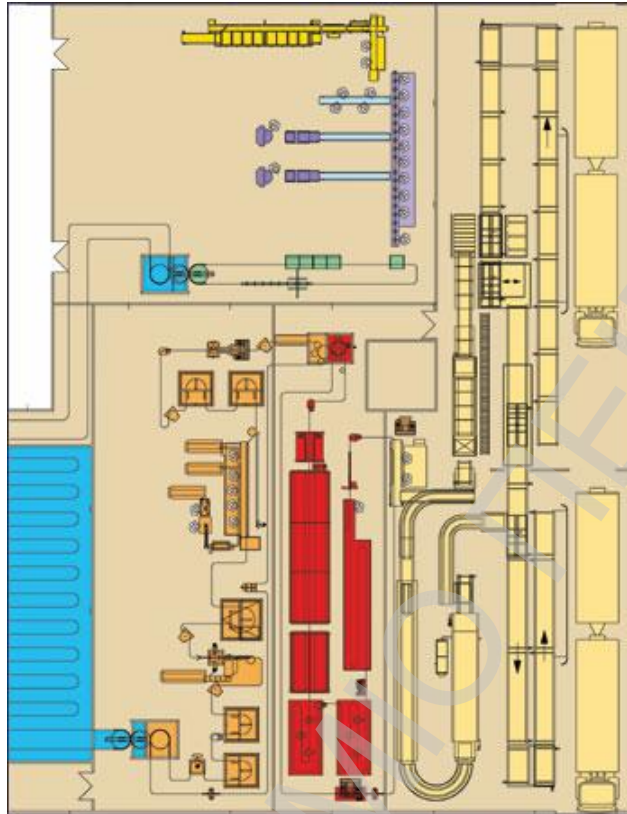
Ο χρόνος αφαιμάξης κυμαίνεται από 1 μέχρι 3 λεπτά ανάλογα με το είδος του πτηνού, τον τρόπο αφαιμάξης και αν έχει προηγηθεί αναισθητοποίηση με ηλεκτροσόκ ή όχι. Αλλά η αφαιμάξη πρέπει να είναι πλήρης για να προκύψει το επιθυμητό άσπρο ή κίτρινο χρώμα δέρματος στο τελικό προϊόν [Potter and Hotchkiss, 1995].



Εικόνα 1.17: Αναισθητοποίηση σε πάπιες. Πηγή: <http://www.lincofood.com/>

Μετά την αφαιμάξη, ο μεταφορικός μάντας με τα πτηνά μπαίνει σε άλλο χώρο του σφαγείου (διαχωριζόμενο από τον πρώτο με μεσοτοιχία) στον οποίο γίνεται το ζεμάτισμα και η αποπίλωση με το χέρι (ανήκει στο παρελθόν) ή μηχανικά [Γεωργάκης, 1986]. Στις σύγχρονες βιομηχανικές μονάδες, τα πτηνά εμβαπτίζονται σε θερμό νερό. Πολλές φορές χρησιμοποιείται σύστημα καταιονισμού με θερμό νερό. Στη συνέχεια, τα πτηνά υποβάλλονται σε φλόγωση, ώστε να καταστραφούν τα υπολείμματα των φτερών και το χνούδι. Ακολουθεί έκπλυση με νερό με καταιονιστήρα. Ακολούθως κόπτονται τα άκρα από τον ταρσό και το σφάγιο οδηγείται σε άλλο χώρο όπου αφαιρούνται τα εσωτερικά όργανα, επιθεωρείται και

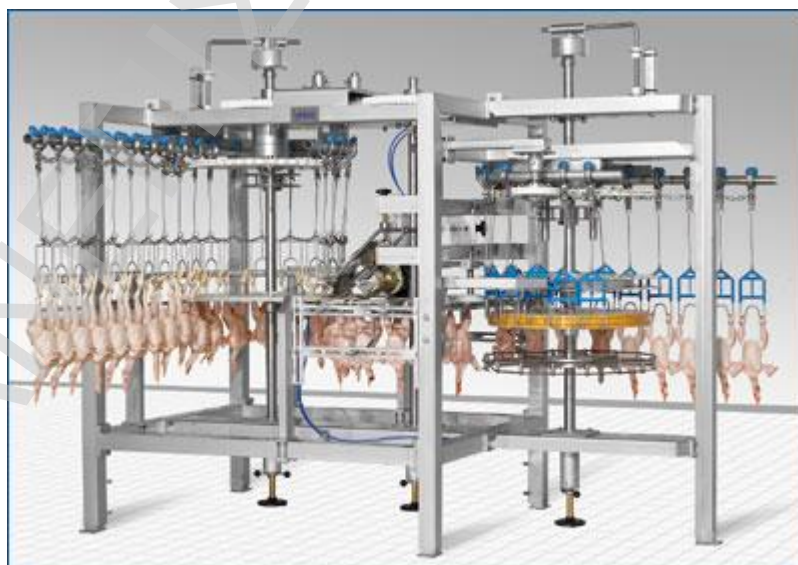
πλένεται. Ακολουθεί νέα έκπλυση του σφαγίου (εσωτερικά και εξωτερικά) και προψύχεται [Γεωργάκης, 1986; Davies and Board, 1998].



Εικόνα 1.18: Κάτοψη βιομηχανικού σφαγείου για γαλοπούλες.

Πηγή: <http://www.lincofood.com/>

Τα σφάγια των πουλερικών διατίθενται ολόκληρα στην κατανάλωση με ή χωρίς τον τράχηλο τους που κόβεται στη βάση του και ακόμα με ή χωρίς τα εδώδιμα παραπροϊόντα τους (στομάχι, συκώτι, καρδιά) [Γαρδέλη et al, 1999].



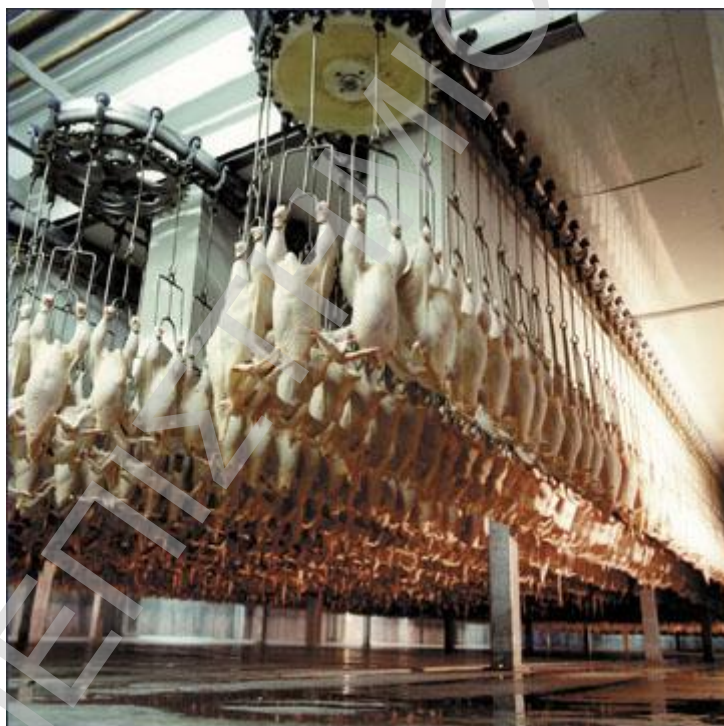
Εικόνα 1.19: Μεταφορικός μάντας με αναρτημένα τα πτηνά.

Πηγή: <http://www.lincofood.com/>

Πίνακας 1.5: Παραπροϊόντα και υποπροϊόντα σφαγής πουλερικών επί τοις εκατό (%) του ζώντος βάρους.

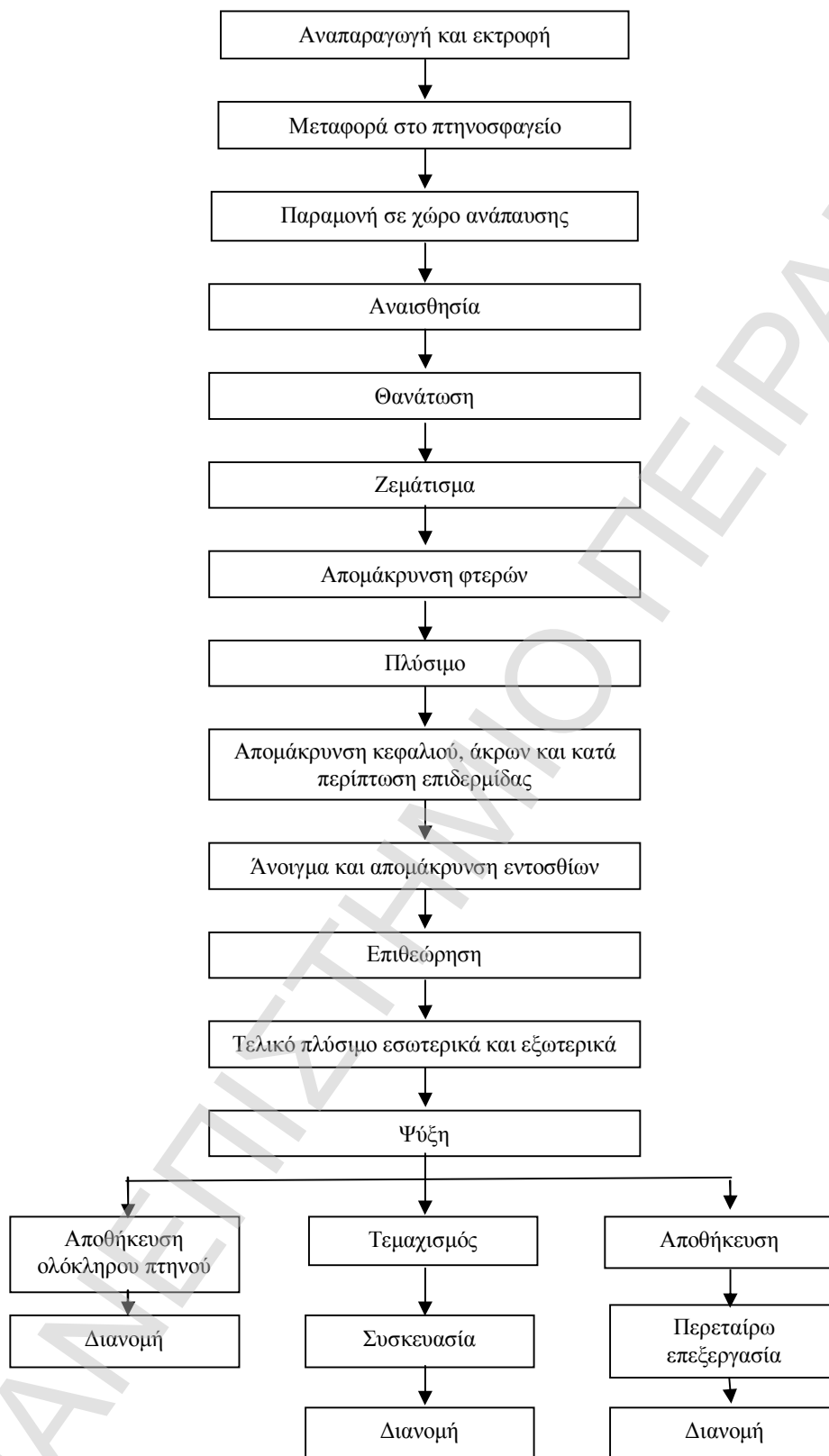
	Εσωτερικά όργανα	Αίμα	Φτερά	Παραπροϊόντα σφαγής υνολικά
Broilers				
Παραπροϊόντα	17,5	3,5	7,0	28,0
Συγκρατούμενη ποσότητα νερού	1,0	-	15,0	16,0
Αποξηραϊνόμενα προϊόντα	5,8	0,78	5,5	12,1
Λίπος	0,64	-	-	0,64
Ενήλικα πτηνά				
Παραπροϊόντα	17,0	3,0	7,0	27,0
Συγκρατούμενη ποσότητα νερού	1,0	-	13,0	14,0
Αποξηραϊνόμενα προϊόντα	7,4	0,67	5,5	13,57
Λίπος	3,17	-	-	3,17

Πηγή: Γεωργάκης Σπ., «Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης», ed. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1986.



Εικόνα 1.20: Ταχεία ψύξη με αέρα των πτηνών.

Πηγή: <http://www.lincofood.com/>



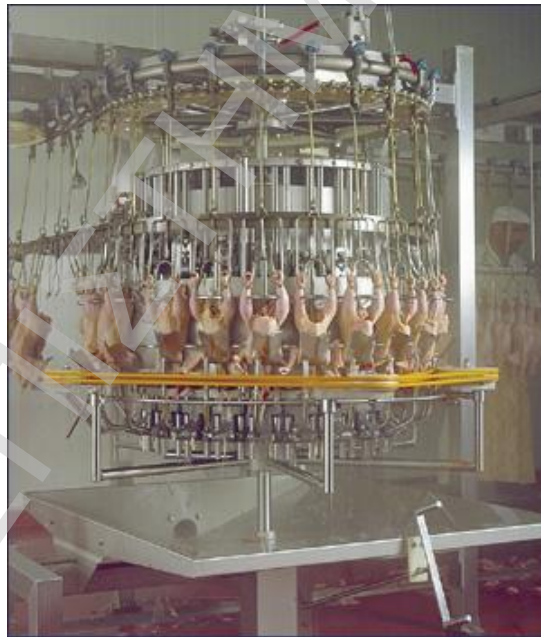
Σχήμα 1.10: Διάγραμμα ροής σφαγείο πουλερικών.

Πηγές: [Αρβανιτογιάννης Ι., Σάνδρου Δ. και Κούρτης Λ., «Ασφάλεια τροφίμων, εφαρμογή της ανάλυσης επικινδυνότητας και κρίσιμων σημείων ελέγχου (HACCP) στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών», εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2001; Pearson A. and Dutson T., “HACCP in meat, poultry and fish processing”, ed. Blackie Academic & Professional, London 1996].

Πρόβλημα των πτηνοσφαγείων αποτελεί η συγκέντρωση σε αυτά σημαντικών ποσοτήτων παραπροϊόντων και υποπροϊόντων (βλέπε Πίνακας 1.5).



Εικόνα 1.21: Αφαίρεση συκωτιού και καρδιάς από τα πουλερικά.
Πηγή: <http://www.lincofood.com/>



Εικόνα 1.22: Αφαίρεση εντοσθίων πτηνών.
Πηγή: <http://www.lincofood.com/>

1.9 Υπολογισμός δυναμικότητας σφαγείου

Κάθε Περιφέρεια έχει καταρτίσει δείκτες με βάση τους οποίους μπορεί να υπολογιστεί η δυναμικότητα ενός σφαγείου, δηλαδή πόσα ζώα θα σφαχθούν σε ένα έτος. Στο Παράρτημα Δ δίνονται λεπτομερέστερα οι δείκτες για τις διάφορες Περιφέρειες της Ελλάδας, με τους οποίους γίνονται σήμερα οι υπολογισμοί της δυναμικότητας των σφαγείων.

Αναλυτικά για την περίπτωση που έχουμε χειρίστες συνθήκες διαβίωσης των ζώων δηλαδή χωρίς υπόστεγο ή κτίσματα, χωρίς περιφράξεις και με υποτυπώδεις τεχνικές, ισχύει:

$$(\text{Θηλυκά ζώα αναπαραγωγής}) = (\text{ζώα αναπαραγωγής}) \times 97 \%$$

$$(\text{Γεννώμενα αρνιά}) = (\text{Θηλυκά ζώα αναπαραγωγής}) \times (\text{πολυδυμία})$$

$$(\text{Απογαλακτιζόμενα αρνιά}) = (\text{Γεννώμενα αρνιά}) \times (1 - \text{θνησιμότητα } \%)$$

$$(\text{Ζώα αντικατάστασης}) = [(\text{ζώα αναπαραγωγής}) \times (\text{ποσοστό αντικατάστασης } \%)] + (\text{θανόντα 2 έως 12 μηνών})$$

$$(\text{Αρνιά προς διάθεση}) = (\text{Απογαλακτιζόμενα αρνιά}) - (\text{Ζώα αντικατάστασης})$$

$$(\text{Κρέας αρνιών γάλακτος}) = (\text{αρνιά προς διάθεση}) \times (\text{Kg} / \text{ζώο})$$

$$(\text{Διατιθέμενα ενήλικα ζώα}) = [(\text{ζώα αναπαραγωγής}) \times (\text{ποσοστό αντικατάστασης } \%)] - (\text{θανόντα ζώα αναπαραγωγής})$$

$$(\text{Διατιθέμενο κρέας ενήλικων ζώων}) = (\text{Διατιθέμενα ενήλικα ζώα}) \times (\text{Kg} / \text{ζώο})$$

Αναλυτικά για την περίπτωση που έχουμε άριστες συνθήκες διαβίωσης των ζώων τόσο ως προς την υποδομή όσο και προς τις τεχνικές, ισχύει:

$$(\text{Θηλυκά ζώα αναπαραγωγής}) = (\text{ζώα αναπαραγωγής}) \times 97 \%$$

$$(\text{Γεννώμενα αρνιά}) = (\text{Θηλυκά ζώα αναπαραγωγής}) \times (\text{πολυδυμία})$$

$$(\text{Απογαλακτιζόμενα αρνιά}) = (\text{Γεννώμενα αρνιά}) \times (1 - \text{θνησιμότητα } \%)$$

$$(\text{Ζώα αντικατάστασης}) = [(\text{ζώα αναπαραγωγής}) \times (\text{ποσοστό αντικατάστασης } \%)] + (\text{θανόντα 2 έως 12 μηνών})$$

$$(\text{Αρνιά προς διάθεση}) = (\text{Απογαλακτιζόμενα αρνιά}) - (\text{Ζώα αντικατάστασης})$$

$$(\text{Κρέας αρνιών γάλακτος}) = (\text{αρνιά προς διάθεση}) \times (\text{Kg} / \text{ζώο})$$

$$(\text{Διατιθέμενα ενήλικα ζώα}) = [(\text{ζώα αναπαραγωγής}) \times (\text{ποσοστό αντικατάστασης } \%)] - (\text{θανόντα ζώα αναπαραγωγής})$$

$$(\text{Διατιθέμενο κρέας ενήλικων ζώων}) = (\text{Διατιθέμενα ενήλικα ζώα}) \times (\text{Kg} / \text{ζώο})$$

Παράδειγμα για την Περιφέρεια Κρήτης που το 2001 δηλώθηκαν ότι υπάρχουν 27.229 πρόβατα και 14.530 αίγες και εξετάζοντας την περίπτωση που έχουμε χειρίστες συνθήκες διαβίωσης των ζώων, έχουμε:

$$(\text{Θηλυκά πρόβατα}) = 27.229 \times 97 \% = 26.412,13$$

$$(\text{Γεννώμενα αρνιά}) = 26.412,13 \times 1,2 = 31.694,556$$

$$(\text{Απογαλακτιζόμενα αρνιά}) = 31.694,556 \times (1 - 12 \%) = 27.891,209$$

$$(\text{Ζώα αντικατάστασης}) = 27.229 \times 18 \% + 18 \times 6 \% = 4.902,3$$

$$(\text{Αρνιά προς σφάξιμο}) = 27.891,209 - 4.902,3 = 22.988,909$$

$$(\text{Κρέας αρνιών γάλακτος}) = 22.988,909 \times 8 = 183.911,27 \text{ κιλά} \approx 184 \text{ τόνοι}$$

$$(\text{Διατιθέμενα ενήλικα ζώα}) = 27.229 \times 18 \% - 27.229 \times 14 \% = 1.089,16$$

$$(\text{Διατιθέμενο κρέας ενήλικων ζώων}) = 1.089,16 \times 14 = 15.248,24 \text{ κιλά} \approx 15 \text{ τόνοι}$$

και

$$(\text{Θηλυκές αίγες}) = 14.530 \times 97 \% = 14.094,10$$

$$(\text{Γεννώμενα ερίφια}) = 14.094,10 \times 1,3 = 18.322,33$$

$$(\text{Απογαλακτιζόμενα ερίφια}) = 18.322,33 \times (1 - 15 \%) = 15.573,98$$

$$(\text{Ζώα αντικατάστασης}) = 14.530 \times 20 \% + 20 \times 4 \% = 2.906,8$$

$$(\text{Ερίφια προς σφάξιμο}) = 15.573,98 - 2.906,8 = 12.667,18$$

$$(\text{Κρέας εριφίων γάλακτος}) = 12.667,18 \times 7 = 88.670,26 \text{ κιλά} \approx 88,7 \text{ τόνοι}$$

$$(\text{Διατιθέμενα ενήλικα ζώα}) = 14.530 \times 18 \% - 14.530 \times 14 \% = 581,2$$

$$(\text{Διατιθέμενο κρέας ενήλικων ζώων}) = 581,2 \times 20 = 11.624 \text{ κιλά} \approx 11,6 \text{ τόνοι}$$

Δηλαδή τα 27.229 πρόβατα που δηλώθηκαν το 2001 θα δώσουν 22.989 αρνιά για σφαγή και οι 14.530 αίγες θα δώσουν 12.667 ερίφια (κάτω από τις χειρίστες συνθήκες διαβίωσης).

1.10 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σε χοιροσφαγείο στην Ελλάδα

Στα Ελληνικά σφαγεία τα συστήματα διαχείρισης υγρών αποβλήτων που έχουν εφαρμοστεί είναι αερόβια και αναερόβια βιολογική επεξεργασία.

Η αερόβια βιολογική επεξεργασία βασίζεται στη δράση αερόβιων μικροοργανισμών, οπότε είναι απαραίτητη η συνεχής παροχή οξυγόνου στα υγρά απόβλητα για να διατηρηθούν οι επιθυμητές αερόβιες συνθήκες μέσα στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Η αναερόβια επεξεργασία βασίζεται στη δράση αναερόβιων μικροοργανισμών και η παρουσία οξυγόνου είναι ανασταλτική στη μικροβιακή δράση. Οπότε δεν είναι επιθυμητή η ανάμιξη αέρα ή οξυγόνου στη μάζα των υγρών αποβλήτων κατά την εφαρμογή αυτής της διαδικασίας.

Η βασική διαφορά μεταξύ των δύο κατηγοριών βιολογικής επεξεργασίας είναι ότι η αερόβια ολοκληρώνεται πολύ πιο γρήγορα και ως εκ τούτου απαιτείται μικρότερος χρόνος παραμονής των αποβλήτων μέσα στις εγκαταστάσεις, από λίγες ώρες μέχρι λίγες ημέρες [Γεωργακάκης και Μπάκουλη, 1996]. Αντίθετα, η αναερόβια απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερους χρόνους της τάξης των 60 ημερών και πάνω. Στην τελευταία περίπτωση ο χρόνος μπορεί να μειωθεί στις 15 – 25 ημέρες όταν τα απόβλητα θερμαίνονται σε αναερόβιο χωνευτήρα (κλειστή θερμικά ελεγχόμενη

κατασκευή) στους 35 °C ή 55 °C, οπότε παράγεται και βιοαέριο, που μπορεί να αξιοποιηθεί ενεργειακά, λόγω του μεθανίου (60 – 65 %) που περιέχει.

Η διαφοροποίηση ως προς το χρόνο παραμονής των αποβλήτων μεταξύ των δύο συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας διαφοροποιεί ανάλογα και το μέγεθος των εγκαταστάσεων επεξεργασίας. Το σημαντικά οικονομικότερο όμως μέγεθος των εγκαταστάσεων αερόβιας επεξεργασίας αντισταθμίζεται από την ανάγκη μηχανισμού εμπλουτισμού των υγρών με οξυγόνο που γίνεται πρακτικά με μηχανικούς επιφανειακούς αεριστές, πλωτούς ή σταθερούς ή με διάχυση αέρα με πίεση μέσω ειδικών ακροφυσίων. Παράλληλα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε να γίνεται πλήρης ανάδευση των υγρών. Αυτή η διαδικασία είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος και επομένως δεν είναι ελκυστική για το χρήστη.

Αντίθετα το σημαντικά αυξημένο μέγεθος των εγκαταστάσεων της αναερόβιας βιολογικής επεξεργασίας πρακτικά αντισταθμίζεται από την απουσία ενεργοβόρου μηχανολογικού εξοπλισμού και την κατασκευή χωμάτων δεξαμενών βάθους πάνω από 4 m για διασφάλιση των επιθυμητών αναερόβιων συνθηκών [Γεωργακάκης και Μπάκουλη, 1996].

Δευτερεύουσας, αλλά σημαντικής αξίας διαφορά είναι επίσης η ανάγκη επισταμένης συντήρησης και φροντίδας της λειτουργίας των αερόβιων δεξαμενών όχι μόνο από πλευράς μηχανικού εξοπλισμού, με έλεγχο του παρεχόμενου αέρα (οξυγόνου), ώστε να λειτουργεί αυτός όσο το δυνατό πιο οικονομικά, αλλά και από πλευράς βιολογικά αριστοποιημένης δράσης με συστηματική επιστροφή ενεργού ιλύος από τη δεξαμενή καθίζησης στη δεξαμενή αερισμού.

Αντίθετα, η αναερόβια επεξεργασία δεν χρειάζεται τόσο στενή παρακολούθηση και έλεγχο της λειτουργίας της, αλλά μειονεκτεί στο ότι απαιτεί μεγάλο όγκο εγκαταστάσεων και στο ότι τα χωμάτινα τοιχώματα (αναχώματα) χρειάζονται περιποίηση για την απομάκρυνση της βλάστησης και την εύκολη προσέγγιση.

Από πλευράς οσμών η αερόβια επεξεργασία εφόσον σχεδιαστεί και λειτουργεί σωστά πλεονεκτεί της αναερόβιας επεξεργασίας. Στην τελευταία γίνεται αισθητή κάποια εποχιακή οσμή, κύρια από έκλυση αμμωνίας, σε ακτίνα 50 – 100 m γύρω από τις εγκαταστάσεις.

Γενικά, απόβλητα μικρού όγκου και μεγάλου ρυπαντικού φορτίου οργανικής προέλευσης προσιδιάζουν περισσότερο στην αναερόβια επεξεργασία σε αντίθεση με τα απόβλητα μικρού φορτίου και μεγάλου όγκου που προσιδιάζουν σε αερόβια επεξεργασία. Και τούτο γιατί το οξυγόνο είναι εξαιρετικά δυσδιάλυτο αέριο στα υγρά και ιδιαίτερα σε υγρά με πολλά διαλυμένα ή αιωρούμενα συστατικά. Ως εκ τούτου ο εξοπλισμός διάλυσης αέρα στα υγρά θα είναι μικρότερης απόδοσης και άρα δαπανηρότερος στη λειτουργία του. Ενώ ο μεγάλος όγκος των υγρών αποβλήτων καθιστά την αναερόβια δεξαμενή αντιοικονομική.

Η διαφοροποίηση αυτή μεταξύ των χαρακτηριστικών των αποβλήτων είναι πολύ εμφανής στην περίπτωση των υγρών αποβλήτων σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων (υγρά απόβλητα μεγάλου όγκου) και κτηνοτροφικών μονάδων, π.χ. χοιροστάσια (υγρά απόβλητα μικρού όγκου και μεγάλου οργανικού φορτίου). Τα απόβλητα των σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων προέρχονται κύρια από τα νερά πλυσίματος των σφάγιων, των δαπέδων, του εξοπλισμού και των σκευών που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία σφαγής, τυποποίησης κρέατος και παραγωγής αλλαντικών. Ως εκ τούτου είναι απόβλητα με διακυμάνσεις στην παραγωγή τους, ανάλογα με τον αριθμό των ζώων που σφάζονται και γενικά την ποσότητα της επεξεργαζόμενης πρώτης ύλης που καθορίζουν και τις ώρες καθημερινής λειτουργίας της επιχείρησης. Κατά κανόνα είναι απόβλητα μικρού ρυπαντικού φορτίου, λόγω της

χρήσης άφθονου νερού στην όλη διαδικασία με υπολείμματα λιπαρών ουσιών. Με την προϋπόθεση ότι το αίμα, που είναι πολύ υψηλού ρυπαντικού φορτίου, πάνω από 100.000 mg / l BOD₅ απομακρύνεται και αξιοποιείται μαζί με τα στερεά υπολείμματα σε αιματάλευρα και οστεοκρεατάλευρα, μετά από θερμική επεξεργασία σε συνδυασμό συνήθως με κλειστό σύστημα εξουδετέρωσης των οσμών [Γεωργακάκης και Μπάκουλη, 1996]. Το 1989 η μόνη χρήση του αίματος στην Ελλάδα είναι αποκλειστικά για ζωοτροφές και υπήρχαν μόνο δύο βιομηχανικές μονάδες επεξεργασίας του αίματος σε αιματάλευρα η «ΕΛΒΙΚ» και η «ΘΡΑΚΗ» [Σακελλαρίου 1989]. Η δυναμικότητα της «ΕΛΒΙΚ» ήταν 54 τόνοι ανά έτος και λειτουργούσε στο 40% της δυναμικότητας της. Για τη «ΘΡΑΚΗ» οι αριθμοί είναι 48 τόνοι ανά έτος και 50% αντίστοιχα. Εκείνη την περίοδο δεν γίνονταν εισαγωγές αιματάλευρων στην Ελλάδα λόγω των υψηλών τιμών τους, αν και η εγχώρια αγορά μπορούσε ν' απορροφήσει μεγαλύτερες ποσότητες αιματάλευρων και άλλων προϊόντων αίματος για χρήση σε ζωοτροφές, λιπάσματα και άλλα. Σήμερα η χρήση του αίματος σε ζωοτροφές έχει απαγορευθεί αυστηρά λόγω της νόσου των τρελλών αγελάδων. Ο Σακελλαρίου το 1989 προτείνει τη χρήση του αίματος και των πλασμάτων του, αιμοσφαιρίνης και πλάσματος, σε συστήματα τροφών για ανθρώπινη κατανάλωση πράγμα που θα μείωνε σημαντικά το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Σε δειγματοληψίες (βλέπε Γεωργακάκης και Μπάκουλη, 1996) που έγιναν στα υγρά απόβλητα του σφαγείου της εταιρίας Σ.Α.Γ. ΑΓΓΕΛΟΥY στην Εύβοια βρέθηκαν οι τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.6:

Πίνακας 1.6: Συντελεστές παραγωγής υγρών αποβλήτων σε Ελληνικό σφαγείο χοιρινών (Σ.Α.Γ. ΑΓΓΕΛΟΥY)

Όγκος αποβλήτων m ³ / tn Z.B.	BOD ₅ kg / tn Z.B.	COD kg / tn Z.B.
1,55	2,56	5,12

Πηγή: Γεωργακάκης Δ. και Μπάκουλη Ι., «Βιολογικός καθαρισμός σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και κτηνοτροφικών μονάδων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.

Πίνακας 1.7: Συντελεστές παραγωγής υγρών αποβλήτων στις γεωργικές βιομηχανίες (κατά Καμιζούλη και Σαμπατακάκη)

Όγκος αποβλήτων	BOD ₅	Αιωρούμενα στερεά	Λίπη	Άζωτο κατά Kjendal	Ολικός φώσφορος
σφαγεία					
m ³ / tn Z.B.	kg / tn Z.B.	kg / tn Z.B.	kg / tn Z.B.	kg / tn Z.B.	kg / tn Z.B.
2,50	6,00	6,50	2,00	0,68	0,05
αλλαντοποιεία					
m ³ / tn σφάγιου	kg / tn σφάγιου	kg / tn σφάγιου	kg / tn σφάγιου	kg / tn σφάγιου	-
9,30	6,28	2,98	1,59	2,23	-

Πηγή: Γεωργακάκης Δ. και Μπάκουλη Ι., «Βιολογικός καθαρισμός σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και κτηνοτροφικών μονάδων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.

Σύγκριση των τιμών των δύο πινάκων δείχνει ότι οι μετρήσεις στο σφαγείο της εταιρίας Σ.Α.Γ. ΑΓΓΕΛΟΥY είναι μικρότερες από αυτές της βιβλιογραφίας και αυτό οφείλεται στο ότι τα Ελληνικά σφαγεία έχουν μικρότερο όγκο αποβλήτων, πιθανόν λόγω της χρήσης μικρότερης ποσότητας νερού στην όλη διαδικασία, σύμφωνα με τους Γεωργακάκης και Μπάκουλη (1996).

Όμως σύμφωνα με τον Ηλία (1996) κατά τη σύνταξη μιας μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην Ελλάδα για τον υπολογισμό του οργανικού φορτίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τιμές που έχουν υιοθετηθεί από το ΠΕΡΠΙΑ και είναι για τα σφαγεία:

Πίνακας 1.8: Τιμές αρχικών φορτίων του ΠΕΡΠΙΑ για τα σφαγεία.

Χαρακτηριστικό	Τιμή
Όγκος αποβλήτων	5,33 m ³ / tn Z.B.
BOD ₅	6 kg / tn Z.B.
Αιωρούμενα στερεά	5,6 kg / tn Z.B.
Λίπη	2,1 kg / tn Z.B.
Ολικό N	0,68 kg / tn Z.B.
Ολικό P	0,05 kg / tn Z.B.
Χλωρίοντα	2,6 kg / tn Z.B.

Πηγή: Ηλίας Ι., «Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη συγκέντρωση μεγάλων κτηνοτροφικών μονάδων και σφαγείων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.

Το προτεινόμενο σύστημα βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων σφαγείου σύμφωνα με τους Γεωργακάκης και Μπάκουλη (1996) είναι η αερόβια επεξεργασία, η οποία όμως θα πρέπει να συνδυάζεται με σύστημα λιποσυλλογής, από απλού τύπου λιποπαγίδα μέχρι πλήρη εγκατάσταση DAF (dissolved air flotation), ανάλογα με το μέγεθος της σφαγιοτεχνικής επιχείρησης καθώς και με δεξαμενή εξισορρόπησης των παροχών. Στο Σχήμα 1.11 φαίνονται αναλυτικά όλα τα στάδια της αερόβιας επεξεργασίας μιας σφαγιοτεχνικής εγκατάστασης.

Αν η επιχείρηση περιλαμβάνει χοιροστάσιο και σφαγιοτεχνική εγκατάσταση, προτείνεται μικτό σύστημα επεξεργασίας κατά κανόνα αερόβιο για τα υγρά απόβλητα του σφαγείου και αναερόβιο ή συνδυασμός αερόβιου – αναερόβιου για τα απόβλητα του χοιροστασίου.

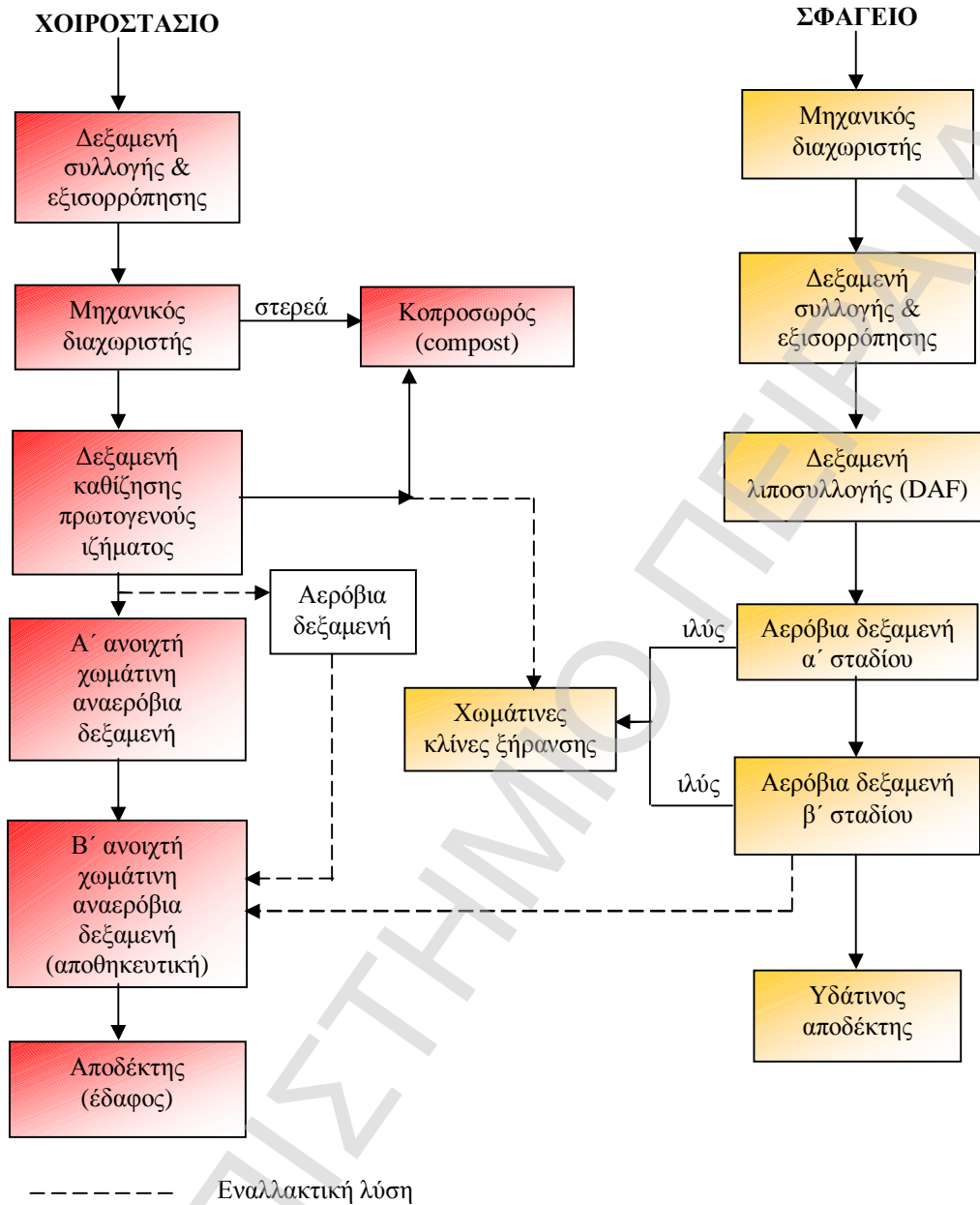
Γενικά το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας που θα εξυπηρετήσει τις ανάγκες μιας συγκεκριμένης επιχείρησης, καθορίζεται από τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων. Στους Πίνακες 1.9 και 1.10 φαίνονται τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων του σφαγείου και του χοιροστασίου της Σ.Α.Γ. ΑΓΓΕΛΟΥ. Από αυτές τις τιμές γίνεται αντιληπτή η διαφορετική αντιμετώπιση που πρέπει να έχουν τα απόβλητα του χοιροστασίου από εκείνα του σφαγείου.



Εικόνα 1.23: Αερόβια δεξαμενή επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της ΒΕΚΑ.
Πηγή: Ευγενική παραχώρηση κυρίου Φραγκουδάκη Α.



Εικόνα 1.24: Δεξαμενή επίπλευσης για την απομάκρυνση των λιπών στο Δημοτικό Σφαγείο Αγίας Βαρβάρας, Ηρακλείου.
Πηγή: αρχείο συγγραφέως.



Σχήμα 1.11: Διάγραμμα ροής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείου και χοιροστασίου.

Πηγή: Γεωργακάκης Δ. και Μπάκουλη Ι., «Βιολογικός καθαρισμός σφαγαιοτεχνικών εγκαταστάσεων και κτηνοτροφικών μονάδων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγαιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.

Πίνακας 1.9: Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά αποβλήτων. Οι τιμές είναι μέσοι όροι των δειγμάτων που συγκεντρώθηκαν ανά μία ώρα σε κάθε δειγματοληψία.

Αριθμός δειγματοληψιών	Μέση παροχή (m ³ / h)	COD (mg / l)	pH	EC (μS / cm)	Cl (mg / l)	Ο.Σ. (%)	Π.Σ. (% Ο.Σ.)
σφαγείο							
1 ^η	4,5	2806	7,27	1217	316	0,16	88,9
2 ^η	1,0	2500	7,36	2118	210	0,10	84,0
3 ^η	4,7	2528	7,50	1374	217	0,18	79,5
χοιροστάσιο							
1 ^η	5,8	21207	7,82	7960	606	0,84	73,7
2 ^η	7,0	22676	7,44	10555	747	1,05	84,0
3 ^η	11,0	18617	7,57	10788	610	1,26	-

Πηγή: Γεωργακάκης Δ. και Μπάκουλη Ι., «Βιολογικός καθαρισμός σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και κτηνοτροφικών μονάδων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.

Πίνακας 1.10: Διακύμανση της συνολικής παροχής των αποβλήτων της επιχείρησης Σ.Α.Γ. ΑΓΓΕΛΟΥ ΑΒΕΕ.

Απόβλητα	Ωριαία παροχή (m ³ / h)	Μέση ημερήσια χειμερινή παροχή Νοέμβριος – Μάρτιος (m ³ / ημ)	Μέση ημερήσια θερινή παροχή Απρίλιος Οκτώβριος (m ³ / ημ)	Μέση ετήσια παροχή (m ³ / ημ)
Σφαγείου	6 (1 -7)	23 (4 – 38)	22 (4 – 31)	23 (4 – 34)
Χοιροστασίου	15 (13 – 25)	150 (130 – 250)	145 (130 – 250)	145 (130 – 250)
Συνολικά	21 (14 – 32)	173 (134 – 288)	167 (134 – 281)	168 (134 – 284)

Πηγή: Γεωργακάκης Δ. και Μπάκουλη Ι., «Βιολογικός καθαρισμός σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και κτηνοτροφικών μονάδων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.



Εικόνα 1.25: Σιλό συγκέντρωσης περιεχομένου εντέρων για την αποστολή με βυτιοφόρο στο βιολογικό αστικών λυμάτων (Δημοτικό Σφαγείο Αγίας Βαρβάρας, Ηρακλείου). Πηγή: αρχείο συγγραφέως.

Γενικά η εφαρμογή βιολογικής επεξεργασίας αναερόβιας ή συνδυασμού αερόβιας – αναερόβιας στα υγρά απόβλητα κτηνοτροφικών μονάδων και αερόβιας ή συνδυασμού αερόβιας – αναερόβιας (περίπτωση ύπαρξης και χοιροστασίου) στα υγρά απόβλητα σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων είναι απαραίτητη για την εξουδετέρωση του ρυπαντικού φορτίου οργανικής προέλευσης και για την αποφυγή δυσμενών επιπτώσεων κατά τη διάθεση τους στο περιβάλλον, όπως η έκλυση οσμών και η μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου σε υδρόβιους οργανισμούς ή στο ριζικό σύστημα των φυτών.

Στην Ελλάδα υπάρχει ακόμα ένα σύστημα διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των σφαγείων (βλέπε Εικόνα 1.25), στο οποίο τα υγρά απόβλητα κατά το πλύσιμο των εντέρων συγκεντρώνονται ξεχωριστά από τα νερά πλυσίματος στα υπόλοιπα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας και στέλνονται με βυτιοφόρο στον βιολογικό καθαρισμό αστικών λυμάτων της περιοχής. Επίσης το αίμα κατά την αφαιμάξη συγκεντρώνεται σε ειδική δεξαμενή και στη συνέχεια πηγαίνει για αδρανοποίηση. Ενώ τα υπόλοιπα υγρά απόβλητα με μικρό οργανικό φορτίο και μεγάλο όγκο υποβάλλονται σε σύντομη επεξεργασία, π.χ. απομάκρυνση των λιπών με επίπλευση και ενδεχομένως με σύντομη παραμονή σε δεύτερη δεξαμενή για να διοχετευτούν στη συνέχεια σε υδάτινους αποδέκτες. Η νομοθεσία όμως σήμερα είναι πολύ πιο απαιτητική και το τελευταίο στάδιο της σύντομης επεξεργασίας δεν καλύπτει το σφαγείο από πλευράς αδειοδοτήσεων. Δηλαδή τα σφαγεία που λειτουργούσαν πριν 10 χρόνια με αυτό το σύστημα, σήμερα καλούνται να κατασκευάσουν κανονικό βιολογικό για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τους.

Βιβλιογραφία

- Αντωνόπουλος Ι., «Νομοθεσία και προϋποθέσεις ίδρυσης σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων. Σύγχρονες τάσεις», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.
- Αρβανιτογιάννης Ι., Σάνδρου Δ. και Κούρτης Λ., «Ασφάλεια τροφίμων, εφαρμογή της ανάλυσης επικινδυνότητας και κρίσιμων σημείων ελέγχου (HACCP) στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών», εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2001.
- Βασιλειάδης Γ., Ποδιά Ι., «Νέα Αλικαρνασός: μελέτη εντοπισμού προβλημάτων», ΤΕΕ, Τμήμα Ανατολικής Κρήτης, Ηράκλειο 1980.
- Cassens R., “Meat preservation: Preventing losses and assuring safety”, ed. Food & Nutrition Press, Trumbull 1994.
- Davies A. and Board R., “The microbiology of meat and poultry”, ed. Blackie Academic & Professional, London 1998.
- Γαρδέλη Χ., Γαρδίκια Α., Μαλλίδης Κ. και Ταραντίλης Π. «Αρχές επεξεργασίας τροφίμων» Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων (ΟΕΔΒ), Αθήνα 1999.
- Γενηγιώργης Κ., «Η ασφάλεια του κρέατος και των κρεατοσκευασμάτων σήμερα, προβληματισμοί για το 2000», Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου για την Κτηνοτροφία: «Κτηνοτροφική πολιτική, θέσεις – προσανατολισμοί», Γιάννενα 10 – 11 – 12 Νοεμβρίου 1994, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΓΕΩΤΕΕ), Θεσσαλονίκη 1995.
- Γεωργακάκης Δ. και Μπάκουλη Ι., «Βιολογικός καθαρισμός σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και κτηνοτροφικών μονάδων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.
- Γεωργάκης Σπ., «Τεχνολογία τροφίμων ζωικής προέλευσης», ed. University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1986.
- Γκόλφης Γ., «Διαχείριση, εμπορία, διακίνηση κρέατος και προϊόντων – υποπροϊόντων κρέατος», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.
- Ηλίας Ι., «Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη συγκέντρωση μεγάλων κτηνοτροφικών μονάδων και σφαγείων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.
- Καρβούνης Σ., «Οικονομοτεχνικές μελέτες», εκδ. Σταμούλης, Αθήνα 2000.
- Κόχυλας Ελ., «Οργάνωση και λειτουργία σύγχρονων σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.

- Μεταξόπουλος Ι., «Τεχνολογία κρέατος και προϊόντων με βάση το κρέας στην Ελλάδα , διαγραφόμενες προοπτικές», Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου για την Κτηνοτροφία: «Κτηνοτροφική πολιτική, θέσεις – προσανατολισμοί», Γιάννενα 10 – 11 – 12 Νοεμβρίου 1994, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΓΕΩΤΕΕ), Θεσσαλονίκη 1995.
- Παπαβασιλείου Τρ., Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.
- Πέρδιος Στ., «Τεχνολογίες αγροτικής οικονομίας», Ινστιτούτο Εκπαίδευσης & Επιμόρφωσης Μελών Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, ΤΕΕ, Βιβλίο 2, Τόμος Α, Αθήνα 2000.
- Pearson A. and Dutson T., “HACCP in meat, poultry and fish processing”, ed. Blackie Academic & Professional, London 1996.
- Potter N. and Hotchkiss J., “Food science”, ed. Chapman & Hall, New York 1995
- Ρουμπελάκης Ι., «Γεωργική μελέτη για την ίδρυση και λειτουργία του δημοτικού σφαγείου Οροπεδίου Λασιθίου», Επενδυτής: Δήμος Οροπεδίου Λασιθίου, Ηράκλειο, Δεκέμβριος 2001.
- Parkhurst C. and Mountney G., “Poultry meat and egg production”, ed. Chapman & Hall, New York 1988.
- Σακελλαρίου Ε., «Αξιοποίηση αίματος βιομηχανικών σφαγείων για ανθρώπινη κατανάλωση», ΤΕΕ, Τεχνικά Χρονικά, Γ, τ. 9, τεύχος 1, σ. 33 – 47, 1989.
- Σκούρας Α., «Σφαγιοτεχνική υποδομή, υφιστάμενη κατάσταση-προβλήματα-ληπτά μέτρα», », Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου για την Κτηνοτροφία: «Κτηνοτροφική πολιτική, θέσεις – προσανατολισμοί», Γιάννενα 10 – 11 – 12 Νοεμβρίου 1994, Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΓΕΩΤΕΕ), Θεσσαλονίκη 1995.
- Τζανίκος Π., «Νέα σχήματα υλοποίησης βιομηχανικών επενδύσεων», Διήμερη συνάντηση με θέμα: μεταφορά τεχνολογίας (Αθήνα 1 – 2 Φεβρουαρίου 1984), ΤΕΕ, Τεχνικά Χρονικά, σ. 88 – 91, 1984.
- Woodard Fr., “Industrial waste treatment handbook”, ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Κεφάλαιο 2

Εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία

Σύνοψη

Η εφαρμογή της νομοθεσίας είναι η απαραίτητη προϋπόθεση για την τήρηση των κανόνων υγιεινής και την παραγωγή ενός ποιοτικού και ασφαλούς προϊόντος για τον καταναλωτή. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες και οι προδιαγραφές του εξοπλισμού ενός σφαγείου ή πτηνοσφαγείου καθορίζονται από τις υγειονομικές απαιτήσεις της νομοθεσίας. Συγχρόνως ο τρόπος εκτέλεσης όλων των επιμέρους διεργασιών και λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα σε μία βιομηχανία, καθώς και οι εναλλακτικές κατασκευαστικές λύσεις υπόκεινται στην εφαρμογή των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών, με τελικό στόχο την μείωση της κατανάλωσης νερού και ενέργειας, καθώς και την ελαχιστοποίηση των υγρών, στερεών αποβλήτων ή αέριων ρύπων.

Η φύση του τελικού προϊόντος (κρέας για ανθρώπινη κατανάλωση) και των παραπροϊόντων (πηγή επιμολύνσεων) κάνει επιτακτική την συνεχή κτηνιατρική παρακολούθηση αυτής της βιομηχανίας. Επίσης το υψηλό οργανικό φορτίο του αίματος και των αποβλήτων των σφαγείων αυξάνει τις απαιτήσεις σε τεχνολογίες αντιρρύπανσης και επεξεργασίας αποβλήτων, καθώς και προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος. Η νομοθεσία απλά θέτει περιορισμούς και κανόνες για την επίτευξη αυτών των στόχων. Πιο συγκεκριμένα η νομοθεσία καθορίζει τα κριτήρια που πρέπει να πληρεί ένα σφαγείο για να λάβει από τις αρμόδιες υπηρεσίες αδειοδότηση, τόσο για την ίδρυση του, όσο και για τη λειτουργία του. Ακόμα καθορίζει τις αρμόδιες υπηρεσίες για το έλεγχο και την παρακολούθηση της νόμιμης λειτουργίας του.

Οι υγειονομικές απαιτήσεις της νομοθεσίας δεν περιορίζονται μόνο σε κατασκευαστικές λεπτομέρειες, που έχουν μεγάλη σημασία, αλλά καλύπτουν τους τρόπους χειρισμού και εφαρμογής συγκεκριμένων τεχνικών για τις διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την παραγωγική διαδικασία και τους ελέγχους ή τις επιθεωρήσεις. Μεταξύ άλλων καθορίζεται και η εκπαίδευση-εξειδίκευση των εργαζόμενων σε μια τέτοια βιομηχανία. Ακόμα η ευζωία και οι καλές συνθήκες διαβίωσης των ζώων είναι πλέον αναγκαία συνθήκη για τη λειτουργία ενός σφαγείου από νομοθετικής απόψεως. Τέλος σταθμός για την λειτουργία ενός σφαγείου είναι ο Κανονισμός 1774/2002 «για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο».

Σύμφωνα με τη ελληνική νομοθεσία, η αδειοδότηση μια βιομηχανίας κρέατος, απαιτεί την έγκριση όρων για την προστασία του περιβάλλοντος και προϋπόθεση για την έγκριση όρων για την προστασία του περιβάλλοντος είναι η υποβολή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Κατά την λειτουργία ενός σφαγείου η διάθεση των λυμάτων στους υδατικούς αποδέκτες γίνεται σύμφωνα με το Νόμο 1650/1986 «για την προστασία του περιβάλλοντος» και όλα τα νέα νομοθετικά μέτρα βασίζονται σε προγράμματα παρακολούθησης και πρόληψης ή ελαχιστοποίησης της ρύπανσης. Ανάλογα είναι και τα μέτρα για τις αέριες εκπομπές και τα στερεά απόβλητα, δηλαδή ισχύει για όλα η αρχή της πρόληψης στην πηγή και η παρακολούθηση των εκπομπών στο περιβάλλον. Για παράδειγμα η μέγιστη επιτρεπόμενη απελευθέρωση μιας ουσίας κατά τη λειτουργία ενός σφαγείου, στον αέρα, το νερό ή το έδαφος ορίζεται ως οριακή τιμή εκπομπής. Ακόμα ο προσδιορισμός των εκπομπών μιας διεργασίας

μπορεί να γίνει με μετρήσεις, με υπολογισμούς, με εκτιμήσεις ή με προσομοίωση της διεργασίας.

Τέλος είναι πολύ σημαντική η ανάπτυξη μιας περιβαλλοντικής πολιτικής στα πλαίσια της αειφορίας και των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών, που βασίζονται στη φιλοσοφία της καλύτερης δυνατής τεχνολογίας με ανεκτό κόστος.

2.1 Ελληνική νομοθεσία

2.1.1 Ελληνική νομοθεσία για τα σφαγεία

2.1.1.1 Γενικά στοιχεία

Τα σφαγεία από τη φύση τους έχουν αρκετές ιδιαιτερότητες. Επεξεργάζονται ένα ευπαθές προϊόν που χρήζει υγιεινής και κτηνιατρικής παρακολούθησης και παράγουν παραπροϊόντα και απόβλητα που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές πηγές μόλυνσης και επιδημιών αν δεν τηρηθούν κάποιες πρακτικές. Το κρέας που παράγεται πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς κανένα κίνδυνο για τροφή από τον άνθρωπο. Επίσης τα απόβλητα του σφαγείου δεν πρέπει να μολύνουν και να ρυπαίνουν το φυσικό περιβάλλον, ούτε και να θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των εργαζόμενων και των περιοίκων. Φυσικά πρέπει να αναφέρουμε για ακόμα μια φορά ότι το αίμα αυξάνει το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων και απαιτείται η ξεχωριστή συγκέντρωση και επεξεργασία του.

Η νομοθεσία για το κρέας και τα σφαγεία, καλύπτει και πτυχές με τις οποίες δεν θα ασχοληθούμε, όπως η εμπορία και η αντιμετώπιση διάφορων νόσων. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε μόνο τη νομοθεσία που αφορά τον υγειονομικό χαρακτήρα των σφαγείων και κάποιες κατασκευαστικές απαιτήσεις, που μας είναι απαραίτητες για να κατανοήσουμε τους χώρους και τις λειτουργίες ενός σφαγείου, με απώτερο σκοπό να μπορέσουμε με αυτά τα δεδομένα να εξετάσουμε την εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών και των διαφόρων μεθόδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και ζωικών παραπροϊόντων.

Όμως ας δούμε ιστορικά τα πρώτα βήματα της Ελληνικής Νομοθεσίας για τα σφαγεία. Το **Βασιλικό Διάταγμα της 15 – 4 – 1938** (ΦΕΚ 180 / Α / 2 – 5 - 1938): «Περί κανονισμού υγιεινής σφαγείων» καθορίζει ότι οι χώροι σφαγής και εκδοράς των ζώων πρέπει να έχουν αδιάβροχο, λείο και με κατάλληλες κλίσεις δάπεδο, το οποίο να πλένεται εύκολα και τα υγρά να εκρέουν μέσω των κατάλληλων κλίσεων στο αποχετευτικό δίκτυο. Οι τοίχοι και τα εξαρτήματα του σφαγείου πρέπει να έχουν επικάλυψη που να επιτρέπει το εύκολο πλύσιμο και την απολύμανση τους. Στο τέλος κάθε εργάσιμης μέρας πρέπει να πλένονται οι χώροι σφαγής και εκδοράς των ζώων, και να καθαρίζονται οι προαύλιοι και βοηθητικοί χώροι. Επίσης κάθε εβδομάδα να πραγματοποιείται απολύμανση των χώρων σφαγής με χλωριούχο ή φορμολούχο διάλυμα. Τα υπολείμματα των σφάγιων, όπως δορές, άκρα, έντερα, κέρατα, οπλές κλπ, πρέπει να απομακρύνονται κάθε μέρα από το σφαγείο, και όσα προορίζονται για περαιτέρω βιομηχανική επεξεργασία να τοποθετούνται σε κλειστά οχήματα για την μεταφορά τους στα κατάλληλα εργαστήρια, ενώ τα υπόλοιπα να καίγονται σε κλίβανους καύσης απορριμμάτων. Επίσης τα κέρατα και οι οπλές να αποθηκεύονται σε καλώς αεριζόμενους χώρους και να καλύπτονται με σβησμένο ασβέστη μέχρι την απομάκρυνση τους. Τέλος μεταξύ άλλων το συγκεκριμένο Βασιλικό Διάταγμα απαιτεί στο χώρο εργασίας να υπάρχει εγκατάσταση νερού υπό πίεση. Μετέπειτα έρχεται το **Βασιλικό Διάταγμα της 12 – 1 – 1957**: «περί τροποποίησης και

συμπληρώσεως του από 24.8.1955 Β.Δ.: περί συμπληρώσεως των περί επιθεωρήσεως σφαγίων διατάξεων και άλλων διατάξεων», να συμπληρώσει τις διατάξεις για τους κτηνιατρικούς ελέγχους που απαιτούνται ώστε το παραγόμενο κρέας να είναι κατάλληλο όχι μόνο για τον ιδιοκτήτη του σφάγιου, αλλά και για τους καταναλωτές της ευρύτερης περιοχής.

Ο **Υγειονομικός Κανονισμός (B-16)**, άρθρο 43: σφαγεία, αναφέρει ότι απαγορεύεται η σφαγή των ζώων εντός των κρεοπωλείων και η σφαγή τους θα γίνεται στα Δημοτικά ή Κοινοτικά σφαγεία ή αν δεν υπάρχουν θα ορίζει η Αστυνομική Αρχή μετά από απόφαση της Υγειονομικής Επιτροπής τον τόπο σφαγής των ζώων. Τόσο στα κρεοπωλεία, όσο και στα σφαγεία θα πρέπει να τηρείται η απαιτούμενη καθαριότητα και να υπάρχει βόθρος για τη συλλογή του αίματος και των υγρών αποβλήτων. Το δάπεδο τους πρέπει να είναι από αδιαπτότιστο υλικό. Τέλος προβλέπει τα αίματα από τη σφαγή των ζώων και τα λοιπά περιττώματα να θάβονται σε λάκκους και να ρίχνεται άφθονο διάλυμα ασβέστη.

2.1.1.2 Καθεστώς αδειοδοτήσεων

Ο **Νόμος 111 / 1975** (ΦΕΚ 174 / Α / 22-8-75) «περί ιδρύσεως Σφαγείων και Πτηνοσφαγείων» προβλέπει τη χορήγηση άδειας σκοπιμότητας για την ίδρυση ή επέκταση σφαγείου και το **Π.Δ. 460 / 1978** (ΦΕΚ 95/1978): «Περί όρων και προϋποθέσεων χορηγήσεως άδειας σκοπιμότητας ιδρύσεως και λειτουργίας Σφαγείων» καθορίζει τα απαιτούμενα δικαιολογητικά και στοιχεία που απαιτούνται για την άδεια σκοπιμότητας ίδρυσης και λειτουργίας, καθώς και τα κριτήρια της αξιολόγησης του φακέλου από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Το Π.Δ. 460 / 78 (ΦΕΚ 95/1978) κατάργησε το αντίστοιχο Π.Δ. 286 / 75: «Περί των όρων και προϋποθέσεων χορηγήσεως άδειας σκοπιμότητας ιδρύσεως σφαγείων και πτηνοσφαγείων». Αναλυτικά η διαδικασία για την αδειοδότηση και την έγκριση από τις αρμόδιες Κτηνιατρικές αρχές ενός σφαγείου αναφέρεται στο πρώτο κεφάλαιο (§1.6: Προϋποθέσεις ίδρυσης και λειτουργίας σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων).

Το **Π.Δ. 79 / 2007** (ΦΕΚ 95 / Α / 3-5-2007): «Αναγκαία συμπληρωματικά μέτρα εφαρμογής των Κανονισμών (ΕΚ) υπ' αριθμ. 178/2002, 852/2004, 853/2004, 854/2004 και 882/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τους κανόνες υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, των επίσημων ελέγχων στα προϊόντα αυτά που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και τους κανόνες υγείας και καλής διαβίωσης των ζώων και εναρμόνιση της κτηνιατρικής νομοθεσίας προς την υπ' αριθμ. 2004/41/ΕΚ Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου» καθορίζει ότι αρμόδια για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης σε ότι αφορά στις εγκαταστάσεις των επιχειρήσεων τροφίμων (π.χ. σφαγεία) είναι η Διεύθυνση Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας (ΚΔΥ) της Γενικής Δ/σης Κτηνιατρικής του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Κάθε εγκατάσταση επιχείρησης τροφίμων (π.χ. σφαγείο) υποβάλλει στην Κτηνιατρική Αρχή της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης, όπου βρίσκεται, αίτηση και τα απαιτούμενα δικαιολογητικά για την χορήγηση άδειας ίδρυσης. Μετά την άδεια ίδρυσης και αφότου έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή της μονάδας και η εγκατάσταση του εξοπλισμού της υποβάλλει στην Κτηνιατρική Υπηρεσία δεύτερη αίτηση για την χορήγηση άδειας λειτουργίας.

Η ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών, βιοτεχνικών επιχειρήσεων, επαγγελματικών εργαστηρίων, αποθηκών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων διέπεται από τις διατάξεις του **Ν. 3325/2005** (ΦΕΚ 68/Α/11-3-2005). Σύμφωνα με το

Ν. 3325/2005, οι βιοτεχνίες πρέπει να εφοδιάζονται με άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας από τις Δ/νσεις Βιομηχανίας που είναι υπηρεσίες της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης. Τα επαγγελματικά εργαστήρια αδειοδοτούνται από τις ίδιες υπηρεσίες (με απλούστερες διαδικασίες).

Ο Ν. 3325/2005 αντικατέστησε τους Ν. 2516/97 και Ν. 2965/2001: «Βιώσιμη ανάπτυξη της Αττικής». Στο **Νόμο 2516/1997** (ΦΕΚ-159/Α/8-8-97) ορίζονταν οι προϋποθέσεις και οι διαδικασίες για την εγκατάσταση και λειτουργία των βιομηχανιών, βιοτεχνιών, αποθηκών και κάθε είδους μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Συγκεκριμένα:

- Χορήγηση άδειας εγκατάστασης
- Χορήγηση άδειας λειτουργίας
- Προσφυγές, επανεξεταζόμενα αιτήματα σε δεύτερο βαθμό
- Έλεγχοι
- Κυρώσεις
- Παράβολα
- Μεταβίβαση αδειών σε νέο φορέα.

Ο Νόμος 2516/1997 είχε καταργήσει με τη σειρά του τα άρθρα 1, 2, 3 και 5 του Ν. 1360 / 83 (ΦΕΚ 65/Α/24-5-83): «Χορήγηση Άδειας Εγκαταστάσεως – Επέκτασεως Εκσυγχρονισμού Βιομηχανιών – Βιοτεχνιών και Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων».

Δεδομένου ότι ένα σφαγείο εκτός από μονάδα υγειονομικού και κτηνιατρικού ενδιαφέροντος είναι μια βιομηχανία με μηχανολογικό εξοπλισμό συγκεκριμένης κινητήριας ισχύος, ας δούμε πιο αναλυτικά κάποια στοιχεία του **Νόμου 3325/2005** (ΦΕΚ 68 / Α / 11 – 3 – 2005): «Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών – βιοτεχνικών εγκαταστάσεων στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και άλλες διατάξεις».

Στο Μέρος Α΄, άρθρο 4 (Άδεια εγκατάστασης) του 3325/2005, αναφέρεται ότι για την εγκατάσταση ή την επέκταση ή τον εκσυγχρονισμό των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων απαιτείται άδεια εγκατάστασης. Απαγορεύεται η εγκατάσταση των δραστηριοτήτων σε χώρους κτιρίων, οι οποίοι χαρακτηρίζονται στην οικοδομική τους άδεια ως βοηθητικοί ή κοινόχρηστοι χώροι. Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για τρία χρόνια και μπορεί να παραταθεί μέχρι τη συμπλήρωση μιας εξαετίας.

Με προεδρικά διατάγματα, που εκδίδονται με πρόταση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Ανάπτυξης, ύστερα από γνώμη του οικείου Νομαρχιακού Συμβουλίου, μπορεί για λόγους χωροταξικού σχεδιασμού ή προστασίας του περιβάλλοντος, να απαγορεύεται η εγκατάσταση νέων δραστηριοτήτων σε συγκεκριμένη περιοχή ή Περιφέρεια ή να επιβάλλονται ειδικοί όροι και περιορισμοί περιβαλλοντικού και μόνο χαρακτήρα στις περιπτώσεις επέκτασης ή μετεγκατάστασης εγκατεστημένων δραστηριοτήτων.

Οι Δημόσιες Οικονομικές Υπηρεσίες (Δ.Ο.Υ.) χορηγούν βεβαίωση έναρξης ή μεταβολής επιτηδεύματος ως προς τη δραστηριότητα, στους φορείς των μονάδων με την προϋπόθεση ότι οι ενδιαφερόμενοι προσκομίζουν άδεια εγκατάστασης ή άδεια λειτουργίας.

Για την ηλεκτροδότηση και για την έκδοση άδειας ανέγερσης ή επέκτασης κτιρίων απαιτείται η προσκόμιση της άδειας εγκατάστασης ή της ειδικής δήλωσης στο Διαχειριστή του Δικτύου ή του Συστήματος σύμφωνα με το Ν. 2773 / 1999 (ΦΕΚ 286 Α΄) και στην αρμόδια υπηρεσία για την έκδοση της οικοδομικής άδειας αντίστοιχα.

Στο Μέρος Α΄, άρθρο 6 (Προϋποθέσεις και κριτήρια για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης – μετεγκατάστασης δραστηριότητας) του 3325/2005, αναφέρεται ότι

από τη δημοσίευση του παρόντος νόμου απαγορεύεται η εγκατάσταση δραστηριοτήτων που διέπονται από αυτόν σε περιοχές όπου, σύμφωνα με τις διατάξεις της πολεοδομικής νομοθεσίας, έχει καθοριστεί χρήση γης μη συμβατή με τη συγκεκριμένη δραστηριότητα.

Σε περιοχές εντός σχεδίου πόλης, όπου δεν έχει καθοριστεί χρήση γης, επιτρέπεται η εγκατάσταση δραστηριοτήτων μόνο χαμηλής όχλησης σύμφωνα με την υπ' αριθμ. Η.Π. 13727 / 724 / 5-8-2003 (ΦΕΚ 1087 Β') κοινή υπουργική απόφαση.

Σε περιοχές εντός οικισμών προϋφιστάμενων της 16 – 8 – 1923, σύμφωνα με το Π.Δ. 2 / 13-3-1981 (ΦΕΚ 138 Δ'), επιτρέπεται η εγκατάσταση μόνο επαγγελματικών εργαστηρίων και αποθηκών της παρ. 1γ του άρθρου 2, που διαθέτουν για τη λειτουργία τους μηχανολογικό εξοπλισμό του οποίου η κινητήρια ισχύς δεν υπερβαίνει τα 22 kW ή η θερμική τα 50 kW, πλην των περιπτώσεων (ββ), (δδ) για ποσότητα άνω των 100 kg υγρών ή αερίων καυσίμων και βιομηχανικών ή ιατρικών αερίων και (εε), μηχανολογικών εγκαταστάσεων των οποίων ο εξοπλισμός έχει κινητήρια ισχύ μέχρι 22 kW ή θερμική μέχρι 50 kW, εφόσον οι πιο πάνω δραστηριότητες ανήκουν στη χαμηλή όχληση. Σε απόσταση 500 μέτρων από τα όρια των πιο πάνω οικισμών επιτρέπεται η εγκατάσταση δραστηριοτήτων χαμηλής όχλησης.

Στο Μέρος Α', άρθρο 6, παράγραφος 3 του 3325/2005, αναφέρεται ότι ο ενδιαφερόμενος για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης υποβάλλει στην Αδειοδοτούσα Αρχή όλες τις μελέτες που προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα, μαζί με τα παραστατικά πληρωμής των κατά νόμο αμοιβών των μελετητών και των επιβαλλόμενων κρατήσεων. Με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης καθορίζονται τα δικαιολογητικά που απαιτούνται για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, ο τύπος και το περιεχόμενο αυτής, καθώς και η σχετική διαδικασία. Για τις μονάδες χαμηλής όχλησης, η υπηρεσία που είναι αρμόδια για την έγκριση περιβαλλοντικών όρων υποχρεούται να εκδώσει απόφαση για την έγκριση ή μη αυτών και να τη γνωστοποιήσει στην Αδειοδοτούσα Αρχή και στον ενδιαφερόμενο εντός προθεσμίας τριάντα ημερών από την ημερομηνία κατά την οποία θα περιέλθει σε αυτήν η μελέτη. Αν παρέλθει άπρακτη η προθεσμία αυτή, θεωρείται ότι παρέχεται θετική γνωμοδότηση και η Αδειοδοτούσα Αρχή υποχρεούται να εξετάσει το αίτημα για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης.

Στο Μέρος Α', άρθρο 7 (Αλλαγή χρήσης γης), αναφέρεται ότι εάν επέρχεται, σύμφωνα με τις πολεοδομικές διατάξεις, μεταβολή της χρήσης γης, οι δραστηριότητες που ιδρύθηκαν νόμιμα εξακολουθούν να λειτουργούν στο χώρο όπου βρίσκονται. Εάν επιβάλλεται, από τις κείμενες διατάξεις, η απομάκρυνση των πιο πάνω δραστηριοτήτων, αυτές απομακρύνονται υποχρεωτικά σε διάστημα δώδεκα ετών από την ημερομηνία εφαρμογής της σχετικής διάταξης.

Στο Μέρος Α', άρθρο 8 (Άδεια οικοδομής), αναφέρεται ότι για την ανέγερση κτιριακών εγκαταστάσεων, που προορίζονται για την εξυπηρέτηση των δραστηριοτήτων του παρόντος νόμου, απαιτείται προηγουμένως η έκδοση της κατά νόμο άδειας οικοδομής από την αρμόδια υπηρεσία.

Στο Μέρος Α', άρθρο 10 (Χορήγηση άδειας λειτουργίας δραστηριότητας), αναφέρεται ότι για τη χορήγηση άδειας λειτουργίας στις δραστηριότητες που έχουν εγκατασταθεί ή επεκταθεί ή εκσυγχρονισθεί υποβάλλεται, μέσα στο χρονικό διάστημα ισχύος της άδειας εγκατάστασης, αίτηση που συνοδεύεται από δικαιολογητικά, τα οποία καθορίζονται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης. Από την υποβολή των απαιτούμενων δικαιολογητικών είναι δυνατή η έναρξη λειτουργίας της εγκατάστασης, Η Αδειοδοτούσα Αρχή υποχρεούται να ενεργήσει αυτοψία με όργανα της για τη διαπίστωση της τήρησης ή μη των όρων της άδειας εγκατάστασης.

Η άδεια λειτουργίας της δραστηριότητας χορηγείται για αόριστο χρόνο με απόφαση που εκδίδεται εντός μηνός, εφόσον διαπιστωθεί από τα όργανα της Αδειοδοτούσας Αρχής ότι έχουν τηρηθεί οι όροι και οι περιορισμοί που αναγράφονται στην άδεια εγκατάστασης και ότι, από τη λειτουργία της δραστηριότητας, εξασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος, η ασφάλεια των εργαζομένων και των περιοίκων.

Στο Μέρος Α', άρθρο 11 (Αλλαγή του φορέα δραστηριοτήτων) του 3325/2005, αναφέρεται ότι οι άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας, καθώς και η ειδική δήλωση τροποποιούνται στις εξής περιπτώσεις: α) εάν επέλθει αλλαγή στην επωνυμία του φορέα, β) εάν περιέλθει, με οποιονδήποτε νόμιμο τρόπο, η κυριότητα του μηχανολογικού εξοπλισμού ή το δικαίωμα εκμετάλλευσης μέρους ή όλης της δραστηριότητας και του μηχανολογικού εξοπλισμού σε νέο φορέα.

2.1.1.3 Απαιτήσεις σε προσωπικό

Η φιγούρα του κρεοπώλη / χασάπη ή του ανειδίκευτου εκδοροσφαγέα τείνουν να εξαλειφθούν. Σήμερα η νομοθεσία απαιτεί ειδική εκπαίδευση για τους εργαζόμενους σε ένα σφαγείο. Επιπλέον ένας κρεοπώλης δεν μπορεί να σφάζει ζώο για το κρεοπωλείο του, αλλά πρέπει να το προμηθευτεί από νόμιμο σφαγείο.

Αρχικά το **Π.Δ. 468/1990**: «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων», το οποίο καταργήθηκε από το Π.Δ. 126/2000 (ΦΕΚ 111 / 6 – 4 – 2000), προέβλεπε τον όρο του παραδοσιακού εκδοροσφαγέα. Ως παραδοσιακός εκδοροσφαγέας νοείται το άτομο που ασχολείται δύο έτη τουλάχιστον πριν από την έκδοση του Π.Δ. 468/1990 σε ένα σφαγείο με τις εργασίες αναισθητοποίησης, σφαγής, εκδοράς, εκσπλαχνισμού και παρουσίασης των σφαγίων ή των ημιμορίων και τεταρτημορίων των σφάγιων ζώων με εμπειρικό τρόπο. Οι παραδοσιακοί εκδοροσφαγείς, προκειμένου να τους επιτραπεί να συνεχίζουν να ασκούν το επάγγελμά τους υποχρεούνται να εφοδιασθούν με βεβαίωση από την οποία προκύπτει η ιδιότητα του «παραδοσιακού εκδοροσφαγέα». Προκειμένου να δοθεί, σε κάθε ενδιαφερόμενο που έχει τα απαιτούμενα προσόντα, βεβαίωση «παραδοσιακού κρεοπώλη» ή «παραδοσιακού εκδοροσφαγέα», υποχρεούται αυτός να προσκομίσει στην οικεία Κτηνιατρική Νομαρχιακή Υπηρεσία τα απαιτούμενα δικαιολογητικά και να παρακολουθήσει σειρά επιδείξεων τεμαχισμού σφάγιων ζώων για κρεοπώλες, ή σειρά επιδείξεων εκδοροσφαγής σφάγιων ζώων για εκδοροσφαγείς, οι οποίες διενεργούνται από τις Σχολές Επαγγελματιών Κρέατος σε συνεργασία με την, κατά περίπτωση, Νομαρχιακή Κτηνιατρική Υπηρεσία, στην έδρα του Νομού ή της Επαρχίας των ενδιαφερομένων, μέσα στα πλαίσια των νομοθετημένων προδιαγραφών κοπής και εκδοροσφαγής των σφάγιων ζώων.

Επίσης η συγκεκριμένη ρυθμιστική πράξη καθόριζε τον ορισμό του «εκδοροσφαγέα», ο οποίος είναι το άτομο που ασχολείται, σε ένα σφαγείο, με τις εργασίες αναισθητοποίησης, σφαγής, εκδοράς, εκσπλαχνισμού και παρουσίασης των σφάγιων ή των ημιμορίων και τεταρτημορίων των σφάγιων ζώων και ο οποίος είναι κάτοχος διπλώματος Σχολής Επαγγελματιών Κρέατος.

Το **Π.Δ. 126/2000** (ΦΕΚ 111 / 6 – 4 – 2000): «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων», στη συνέχεια αναφέρει ότι οι Σχολές Επαγγελματιών Κρέατος (ΣΕΚ) λειτουργούν με βάση ειδικά προγράμματα που περιλαμβάνουν θεωρητική διδασκαλία και πρακτική εξάσκηση, εκπαιδεύουν τους κρεοπώλες, του εκδοροσφαγείς, τους κτηνιάτρους κ.λ.π., που ασκούν τον έλεγχο στα κρεοπωλεία ή στα σφαγεία, σύμφωνα με τις

επαγγελματικές, επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας και εμπορίας του κρέατος και της ποιότητας των σφαγίων, τους σπουδαστές των Σχολών Τουριστικών Επαγγελμάτων και τους μετεκπαιδευόμενους μισθωτούς των τουριστικών επιχειρήσεων, κατά περίπτωση, σε θέματα υγιεινής, αγοράς, τεχνολογίας, οικονομίας και ορθολογικής αξιοποίησης του κρέατος, των παραπροϊόντων και υποπροϊόντων των σφαγίων, τηρούν μητρώα των εκπαιδευομένων και χορηγούν βεβαιώσεις στους δικαιούχους.

Στο συγκεκριμένο Προεδρικό Διάταγμα καθορίζεται η χρονική διάρκεια εκπαίδευσης για τους εκδοροσφαγείς σε τριακόσιες (300) ώρες συνολικά, από τις οποίες είκοσι πέντε (25) ώρες θεωρητική διδασκαλία, διακόσιες εξήντα (260) ώρες πρακτική εξάσκηση υπό την επίβλεψη των κτηνιάτρων των σφαγείων και των Σχολών Επαγγελμάτων Κρέατος και δέκα πέντε (15) ώρες εκπαιδευτικές επισκέψεις.

Στο **Π.Δ. 121/2006** (ΦΕΚ 122 / 16 – 6 – 2006): «Συμπλήρωση και τροποποίηση διατάξεων του π.δ 126/00 «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων» τα απαιτούμενα δικαιολογητικά για τον παραδοσιακό εκδοροσφαγέα είναι βεβαίωση από τη Δ/νση Κτηνιατρικής της οικείας Νομαρχίας ότι ο ενδιαφερόμενος ασκούσε το επάγγελμα πριν από την 31-12-2000 (όνομα σφαγείου, περιοχή και χρονολογία άσκησης επαγγέλματος) και με το νόμιμο όριο ηλικίας, σύμφωνα με τις διατάξεις της εργατικής νομοθεσίας.

Στην πράξη τα άτομα που έσφαζαν ζώα στις στάνες και στα χωριά, δεν μπορούν να αποκτήσουν βεβαίωση παραδοσιακού εκδοροσφαγέα δεδομένου ότι αυτό δεν το έκαναν σε νόμιμο σφαγείο και έτσι είναι υποχρεωμένοι να παρακολουθήσουν μαθήματα στη Σχολή Επαγγελμάτων Κρέατος (ΣΕΚ) και να εγκαταλείψουν το σπίτι τους για το λιγότερο 10 εβδομάδες. Φυσικά και μετά την εκπαίδευση τους μπορούν να σφάζουν ζώα μόνο σε νόμιμα σφαγεία της περιοχής τους.

2.1.1.4 Απαιτήσεις υγειονομικής φύσεως

Μια προσεκτική ματιά στην εξέλιξη της Ελληνικής Νομοθεσίας είναι αρκετή για να καταλάβει κάποιος την επίδραση της Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας μετά τη δεκαετία του '80. Η ένταξη μας στην Ε.Ε. έχει αλλάξει εντελώς την αντιμετώπιση των υγειονομικών θεμάτων και προφανώς ότι αφορά τα σφαγεία που είναι κατεξοχήν υγειονομικού ενδιαφέροντος βιομηχανίες.

Στο **Π.Δ. 599/85** (ΦΕΚ 213/1985): «Υγειονομικοί όροι που πρέπει να πληρούν τα νωπά κρέατα τα οποία αποστέλλονται από Κράτη – μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Ε.Κ.) ή εισάγονται από τρίτες χώρες στην Ελλάδα», Παράρτημα Α: Γενικοί όροι εγκρίσεως των εγκαταστάσεων, αναφέρονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι εγκαταστάσεις σφαγής των ζώων και παραγωγής του κρέατος. Συγκεκριμένα οι εγκαταστάσεις πρέπει να έχουν τουλάχιστον στους χώρους όπου παράγεται, επεξεργάζεται και αποθηκεύεται το κρέας, δάπεδο από αδιάβροχο και άσηπτο υλικό δυνάμενο να καθαριστεί και να απολυμανθεί εύκολα, κατασκευασμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η ροή των υδάτων. Τα υγρά πρέπει να διοχετεύονται υπό κάλυψη σε αποχετεύσεις με εσχάρες και σιφόνια για να προλαμβάνεται η δυσσομία. Οι τοίχοι πρέπει να είναι λείοι, ανθεκτικοί, στεγανοί, με βαφή ανοικτού χρώματος, δυνάμενος να πλυθούν, ύψους τουλάχιστον 2 μέτρων αλλά στους χώρους σφαγής τουλάχιστον 3 μέτρων και στους ψυκτικούς χώρους και χώρους εναποθηκεύσεως, ύψους τουλάχιστον αντίστοιχου της εναποθηκεύσεως. Οι γωνίες που σχηματίζουν οι τοίχοι με το δάπεδο

πρέπει να είναι στρογγυλεμένες. Οι θύρες πρέπει να είναι από ανθεκτικό υλικό και αν είναι από ξύλο, επενδυμένες με λείο, αδιάβροχο υλικό και στις δύο πλευρές τους. Τα μονωτικά υλικά πρέπει να είναι άσηπτα και άοσμα. Ο εξαερισμός πρέπει να είναι επαρκής και να μην παραμένουν στο χώρο αναθυμιάσεις. Ο φωτισμός πρέπει να είναι επαρκής, είτε είναι φυσικός είτε τεχνητός, που να μην αλλοιώνει τα χρώματα.

Ο εξοπλισμός για τον καθαρισμό και την απολύμανση των χεριών καθώς και τον καθαρισμό των εργαλείων με θερμό νερό πρέπει να είναι σε επαρκή αριθμό και να βρίσκεται όσο το δυνατό πλησιέστερα στους χώρους εργασίας. Οι κρουνοί δεν πρέπει να ανοίγουν με τα χέρια. Για το πλύσιμο των χεριών οι εγκαταστάσεις πρέπει να είναι εφοδιασμένες με θερμό και ψυχρό τρεχούμενο νερό ή νερό εκ των προτέρων αναμειγμένο, στην κατάλληλη θερμοκρασία, με υλικά καθαρισμού και απολυμάνσεως, καθώς και με χειρόμακτρα μιας μόνο χρήσεως. Στον εξοπλισμό για την απολύμανση των εργαλείων, το νερό δεν πρέπει να έχει θερμοκρασία κατώτερη των 82 °C. Πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες συσκευές προστασίας από τα ανεπιθύμητα ζώα όπως έντομα, τρωκτικά κ.λ.π.

Οι συσκευές και τα εργαλεία εργασίας όπως παραδείγματος χάριν, τράπεζες τεμαχισμού, μετακινούμενες επιφάνειες τεμαχισμού, δοχεία, ταινίες μεταφοράς και πριόνια, πρέπει να είναι από ανοξείδωτη ύλη, από τα οποία δεν κινδυνεύει να αλλοιωθεί το κρέας και τα οποία καθαρίζονται και απολυμαίνονται εύκολα. Η χρήση ξύλου απαγορεύεται εκτός των χώρων όπου βρίσκεται αποκλειστικά νωπό κρέας, που έχει συσκευασθεί κάτω από συνθήκες υγιεινής. Τα εργαλεία και ο εξοπλισμός πρέπει να είναι από ανοξείδωτη ύλη που πληρεί τις υγειονομικές απαιτήσεις για το χειρισμό του κρέατος, την αποθήκευση των δοχείων που χρησιμοποιούνται για τα κρέατα κατά τέτοιο τρόπο ώστε ούτε τα κρέατα ούτε τα δοχεία να έρχονται σε άμεση επαφή με το δάπεδο ή τους τοίχους. Πρέπει να υπάρχουν ειδικά αεροστεγή και υδατοστεγή δοχεία από αναλλοίωτη ύλη, εφοδιασμένα με κάλυμμα και σύστημα κλεισίματος που παρεμποδίζει τα μη εξουσιοδοτημένα άτομα να αφαιρούν το περιεχόμενο των δοχείων, προοριζόμενα για την τοποθέτηση κρεάτων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, ή πρέπει να υπάρχει χώρος που κλειδώνεται και προορίζεται για την τοποθέτηση αυτών των κρεάτων και των παραπροϊόντων αν πλεονάζουσες ποσότητες καθιστούν αυτό αναγκαίο ή αν αυτά δεν απομακρύνονται ή δεν καταστρέφονται στο τέλος της κάθε εργάσιμης ημέρας.

Ο εξοπλισμός ψύξεως πρέπει να είναι κατάλληλος ώστε να διατηρείται στα κρέατα η εσωτερική θερμοκρασία που απαιτείται. Ο εξοπλισμός αυτός πρέπει να περιλαμβάνει σύστημα αποχετεύσεως που να συνδέεται με τους αγωγούς λυματικών υδάτων και να μην παρουσιάζει κανένα κίνδυνο μόλυνσεως του κρέατος.

Ο εφοδιασμός της εγκατάστασης πρέπει να γίνεται με πόσιμο νερό, κατά την έννοια της οδηγίας 80/778/ΕΟΚ, υπό πίεση και σε επαρκή ποσότητα. Εντούτοις, κατ' εξαίρεση επιτρέπεται η εγκατάσταση εφοδιασμού με μη πόσιμο νερό για την παραγωγή ατμού, για πυροσβεστική χρήση και για την ψύξη του εξοπλισμού ψύξεως, με την προϋπόθεση ότι οι αγωγοί που εγκαθίστανται για τη χρήση αυτή αποκλείουν τη χρησιμοποίησή του νερού για άλλους σκοπούς και δεν παρουσιάζουν κίνδυνο μόλυνσεως των νωπών κρεάτων. Οι αγωγοί του μη πόσιμου νερού πρέπει να διακρίνονται ευκρινώς από τους αγωγούς του πόσιμου νερού.

Επίσης πρέπει να υπάρχει σύστημα αποχετεύσεως λυματικών υδάτων που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της υγιεινής.

Πρέπει να υπάρχει εξοπλισμός που να καθιστά δυνατή τη διεξαγωγή, σε κάθε στιγμή και κατά τρόπο αποτελεσματικό, των κτηνιατρικών επιθεωρήσεων που προβλέπονται.

Επιπλέον πρέπει να υπάρχει επαρκής αριθμό βεστιαρίων, με λείους, στεγανούς και επιδεικτικούς πλύσεως τοίχους και δάπεδα νιπτήρων και ντους καθώς και WC με νερό. Τα τελευταία δεν πρέπει να επικοινωνούν απευθείας με τους χώρους εργασίας. Οι νιπτήρες πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με θερμό και ψυχρό τρεχούμενο νερό ή νερό εκ των προτέρων αναμειγμένο, στην κατάλληλη θερμοκρασία, με υλικά καθαρισμού και απολυμάνσεως των χεριών, καθώς και με χειρόμακτρα μιας μόνο χρήσεως. Οι κρουνοί των νιπτήρων δεν πρέπει να ανοίγουν και να κλείνουν με τα χέρια. Πλησίον των WC πρέπει να είναι τοποθετημένοι αρκετοί νιπτήρες τέτοιου είδους.

Πρέπει να υπάρχουν χώροι και κατάλληλος εξοπλισμός για τον καθαρισμό και την απολύμανση των μεταφορικών μέσων. Ωστόσο, αυτός ο χώρος και οι εξοπλισμοί δεν είναι υποχρεωτικοί αν υπάρχουν διατάξεις που απαιτούν ο καθαρισμός και η απολύμανση των μεταφορικών μέσων να γίνεται σε επίσημα εγκεκριμένους χώρους.

Τα σφαγεία πρέπει να έχουν κατάλληλους χώρους σταυλισμού ή αν οι κλιματολογικές συνθήκες το επιτρέπουν, χώρους αναμονής για την παραμονή των ζώων, οι τοίχοι και τα δάπεδά τους πρέπει να είναι ανθεκτικά, στεγανά και εύκολα στον καθαρισμό και στην απολύμανση, αυτοί οι χώροι πρέπει να είναι εξοπλισμένοι κατάλληλα για την προμήθεια νερού στα ζώα και εφόσον είναι αναγκαίο, για τη διατροφή τους, πρέπει επίσης να έχουν κατάλληλο σύστημα αποχετεύσεως των υγρών σε υπονόμους με εσχάρες και σιφόνια.

Οι χώροι σφαγής πρέπει να είναι τέτοιων διαστάσεων ώστε η εργασία να δύναται να πραγματοποιείται με ικανοποιητικό τρόπο. Σε χώρους όπου σφάζονται συγχρόνως χοίροι και άλλα είδη ζώων, πρέπει να υπάρχει ειδικό μέρος για τη σφαγή των χοίρων εντούτοις, ο ειδικός αυτός χώρος δεν είναι απαραίτητος εάν η σφαγή των χοίρων και η σφαγή των άλλων ζώων διενεργείται σε διαφορετικούς χρόνους αλλά, στην περίπτωση αυτή, οι εργασίες ζεματίσματος αποτριχώσεως, αποξέσεως και καύσεως των τριχών πρέπει να πραγματοποιούνται μέσα σε ειδικούς χώρους σαφώς διαχωρισμένους από την αλυσίδα σφαγής είτε με την παρεμβολή ελευθέρου χώρου τουλάχιστον πέντε μέτρων είτε με χώρισμα ύψους τουλάχιστον τριών μέτρων.

Πρέπει να υπάρχουν ξεχωριστοί χώροι κατάλληλων διαστάσεων και αποκλειστικά διαθέσιμων για, την εκκένωση, το καθάρισμα και την κοπή περιττών τεμαχίων των στομάχων και των εντέρων, καθώς και την περαιτέρω επεξεργασία εντέρων και στομάχων, εάν διενεργείται στο σφαγείο. Πρέπει να υπάρχει ξεχωριστός χώρος για την φύλαξη των κεφαλών επαρκώς χωριστά από τα άλλα παραπροϊόντα, εφόσον οι εργασίες αυτές γίνονται στο ίδιο το σφαγείο, χωρίς ωστόσο να πραγματοποιούνται στην αλυσίδα σφαγής. Επίσης απαιτείται ξεχωριστός χώρος για την εναποθήκευση δερμάτων, κεράτων, θηλών και τριχών των χοίρων, σε περίπτωση που αυτά δεν απομακρύνονται από το σφαγείο την ημέρα της σφαγής.

Σημαντικό είναι να υπάρχουν χώροι που κλειδώνουν ή, αν οι κλιματολογικές συνθήκες το επιτρέπουν, στάβλοι που προορίζονται για την παραμονή των ασθενών ή υπόπτων ζώων, χώροι που κλειδώνουν για τη σφαγή των ζώων αυτών, την εναποθήκευση των υπό δέσμευση κρεάτων και των κατασχεθέντων κρεάτων.

Οι ψυκτικοί χώροι πρέπει να έχουν επαρκείς διαστάσεις και στους οποίους πρέπει να υπάρχουν οι κατάλληλες ανοξείδωτες συσκευές που να παρεμποδίζουν το νωπό κρέας να έρχεται σε επαφή με το δάπεδο ή τους τοίχους κατά την μεταφορά του ή την εναποθήκευσή του.

Γενικά πρέπει να υπάρχει ικανοποιητικός διαχωρισμός μεταξύ του ρυπαρού και του καθαρού τμήματος του κτιρίου ώστε να προφυλάσσεται το τελευταίο από κάθε μόλυνση.

Πρέπει να υπάρχει συσκευή τέτοια ώστε μετά την αναισθητοποίηση, η εκδορά να διενεργείται κατά το δυνατό επί του ανηρημένου ζώου και σε καμιά περίπτωση το σφάγιο δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με το δάπεδο κατά τη διάρκεια της εκδοράς. Καθώς και να υπάρχει στη συνέχεια εναέριο σύστημα δοκών για το μετέπειτα χειρισμό του κρέατος.

Εφόσον η κόπρος αποθηκεύεται στο χώρο του σφαγείου πρέπει να υπάρχει χώρος ειδικά διευθετημένος για την κόπρο αυτή.

Το **Π.Δ. 410 / 1994** (ΦΕΚ 231/1994): «Υγειονομικοί όροι παραγωγής και διάθεσης στην αγορά νωπού κρέατος σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 91/497/ΕΟΚ, 91/498/ΕΟΚ (άρθρα 1, 4 και 7) και 92/120/ΕΟΚ (άρθρα 2, 3 και 4) του Συμβουλίου», καθορίζει τους υγειονομικούς όρους που εφαρμόζονται κατά τη παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά νωπού κρέατος, το οποίο προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση και προέρχεται από κατοικίδια ζώα των ειδών: βοοειδών, χοίρων και αιγοπροβάτων καθώς και κατοικίδιων μονόπλων. Τα σφάγια πρέπει να υποβληθούν σε υγειονομική επιθεώρηση μετά τη σφαγή από επίσημο κτηνίατρο και να μην παρουσιάζουν καμία αλλοίωση, εκτός από τραύματα που επήλθαν λίγο πριν από τη σφαγή. Επίσης πρέπει να φέρουν σήμανση καταλληλότητας.

Η νομαρχιακού επιπέδου Κτηνιατρική Αρχή του Υπουργείου Γεωργίας κάθε νομού, εξασφαλίζει τη μόνιμη παρουσία ενός τουλάχιστον επίσημου κτηνιάτρου στο εγκεκριμένο σφαγείο, καθ' όλη την περίοδο της εξέτασης πριν και μετά τη σφαγή.

Ο επίσημος κτηνίατρος μπορεί να επικουρείται από βοηθούς υπό την εποπτεία και ευθύνη του, για την εκτέλεση της επιθεώρησης προ της σφαγής, όπου τα καθήκοντα του βοηθού συνίσταται σε μια πρώτη παρατήρηση των ζώων καθώς και σε καθαρά πρακτικές εργασίες, της επιθεώρησης μετά τη σφαγή, εφόσον ο επίσημος κτηνίατρος είναι σε θέση να εποπτεύει όντως επιτόπου την εργασία των βοηθών και του υγειονομικού ελέγχου του τεμαχισμένου και αποθηκευμένου κρέατος. Όσον αφορά τους βοηθούς του επίσημου κτηνιάτρου απαιτούνται αποδεικτικά που να πιστοποιούν ότι έχουν παρακολουθήσει, θεωρητικά μαθήματα, μεταξύ των οποίων εργαστηριακές επιδείξεις, εγκεκριμένα από τις Σχολές Επαγγελματιών Κρέατος Αθηνών ή Θεσσαλονίκης και 400 ώρες μαθημάτων τουλάχιστον, και να έχουν κάνει πρακτική εξάσκηση υπό την επίβλεψη ενός επίσημου κτηνιάτρου επί 200 ώρες τουλάχιστον. Η πρακτική εξάσκηση γίνεται στα σφαγεία, στα εργαστήρια τεμαχισμού, τις ψυκτικές αποθήκες και τα κέντρα ελέγχου για το νωπό κρέας.

Στο Παράρτημα Α, Κεφάλαιο Ι: Γενικοί όροι εγκρίσεως των εγκαταστάσεων, του ΠΔ 410/1994 όπως και στο Π.Δ. 599/85, αναφέρονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός του σφαγείου.

Επίσης στο Κεφάλαιο V: Υγιεινή του προσωπικού, των χώρων και του υλικού στις εγκαταστάσεις, αναφέρεται ότι απαιτείται σχολαστική καθαριότητα εκ μέρους του προσωπικού, καθώς και στους χώρους και στα υλικά. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι τα απορρυπαντικά, τα απολυμαντικά και οι παρόμοιες ουσίες πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά τρόπο που να μην προσβάλλει τον εξοπλισμό, τα εργαλεία επεξεργασίας και το νωπό κρέας. Επίσης μετά τη χρησιμοποίησή τους, ο εξοπλισμός και τα εργαλεία επεξεργασίας πρέπει να ξεπλένονται καλά με πόσιμο νερό.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το **Π.Δ. 203/1998** (ΦΕΚ 162 / 15-7-1998): «Τροποποίηση και συμπλήρωση του προεδρικού διατάγματος 410 / 1994 «Υγειονομικοί όροι παραγωγής και διάθεσης στην αγορά νωπού κρέατος» (Α' 231), σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 95/23/ΕΚ του Συμβουλίου και τροποποίηση των προεδρικών διαταγμάτων 204 / 1996 (Α' 162), 291 / 1996 (Α' 201), και 11 / 1995 (Α' 5)» επιτρέπει τη μηχανική εμφύσηση για την εκδορά των αμνοεριφίων ζώντος βάρους

κατώτερου των 15 χιλιόγραμμων εφόσον τηρούνται οι κανόνες υγιεινής. Η εμφύσηση ήταν μια παραδοσιακή μέθοδος που εφαρμόζονταν πριν την εκδορά των αμνοεριφίων και ήταν απαραίτητη για την έναρξη της εκδοράς, όμως η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία δεν την είχε προβλέψει ίσως γιατί τα αιγοπρόβατα δεν είναι τόσο διαδεδομένα στην υπόλοιπη Ευρώπη. Φυσικά επιτρέπεται η μηχανική εμφύσηση και όχι με το στόμα που γινόταν παραδοσιακά.

Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει το **Π.Δ. 34/2000** (ΦΕΚ 27 / 16 – 2 – 2000): «Τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ./τος 204 / 1996 (Α' 162) και 599 / 1985 (Α' 213) όσον αφορά τους υγειονομικούς κανόνες που πρέπει να πληρούν τα κρέατα, τα προϊόντα με βάση το κρέας και ορισμένα άλλα προϊόντα ζωικής προέλευσης, σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 96 / 91 ΕΚ και 97 / 76 / ΕΚ του Συμβουλίου», στο οποίο αναφέρονται οι όροι που πρέπει να τηρούν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας των στομαχιών, των κύστεων και των εντέρων. Για παράδειγμα οι πρώτες ύλες πρέπει να προέρχονται από ζώα τα οποία, κατά τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε πριν και μετά τη θανάτωση τους, κρίθηκαν κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση. Τα μη αλατισμένα ή μη αποξηραμένα προϊόντα πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασία κάτω των 3 °C. Οι πρώτες ύλες πρέπει να μεταφέρονται από το σφαγείο προέλευσης προς την εγκατάσταση υπό ικανοποιητικές συνθήκες υγιεινής και ενδεχομένως υπό ψύξη ανάλογα με το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ σφαγής και συλλογής πρώτων υλών. Τα οχήματα και οι περιέκτες που προορίζονται για τη μεταφορά πρέπει να έχουν λείες εσωτερικές επιφάνειες που να πλένονται, να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται εύκολα. Τα οχήματα που προορίζονται για τη μεταφορά υπό ψύξη πρέπει να είναι σχεδιασμένα κατά τρόπο ώστε η απαιτούμενη θερμοκρασία να μπορεί να διατηρείται κατά τη διάρκεια της μεταφοράς.

Η ευζωία και οι καλές συνθήκες διαβίωσης των ζώων είναι πλέον δεδομένο στην Ε.Ε. Οι διάφορες φιλοζωικές οργανώσεις έχουν καταφέρει σήμερα να προασπίσουν κάποια δικαιώματα για τα ζώα, ώστε να μην υποφέρουν και να μην ταλαιπωρούνται ακόμα και κατά τη μεταφορά τους σε σφαγεία και κατά τη θανάτωση τους. Το **Π.Δ. 327 / 96** (ΦΕΚ 221/10-9-96): «Προστασία των ζώων κατά τη σφαγή και / ή τη θανάτωση τους, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 93/119/ΕΚ του Συμβουλίου» εφαρμόζεται κατά την μετακίνηση, τον σταυλισμό, την ακινητοποίηση, την αναισθητοποίηση, την σφαγή και τη θανάτωση των ζώων που εκτρέφονται και διατηρούνται για την παραγωγή κρέατος, γούνας ή άλλων προϊόντων καθώς και κατά τις μεθόδους θανάτωσης στα πλαίσια καταπολέμησης ασθενειών. Βασική αρχή είναι ότι πρέπει να αποφεύγεται οποιαδήποτε περιττή διέγερση, πόνος ή ταλαιπωρία των ζώων κατά την μετακίνησή τους, τον σταυλισμό, την ακινητοποίηση, την αναισθητοποίηση, τη σφαγή και την θανάτωσή τους. Η κατασκευή, οι εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και η λειτουργία των σφαγείων πρέπει να είναι η προσήκουσα ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε περιττή διέγερση, πόνος ή ταλαιπωρία των ζώων. Τα εργαλεία, το υλικό ακινητοποίησης, ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για την αναισθητοποίηση ή την θανάτωση πρέπει να σχεδιάζονται να κατασκευάζονται, να συντηρούνται και να χρησιμοποιούνται με τρόπο ώστε η αναισθητοποίηση ή η θανάτωση να γίνονται κατά τρόπο ταχύ και αποτελεσματικό. Είναι βασικό τα ζώα να αναισθητοποιούνται πριν τη σφαγή ή να θανατώνονται ακαριαία. Οι περιέκτες εντός των οποίων μεταφέρονται τα ζώα πρέπει να μετακινούνται με προσοχή και να μην ρίπτονται ούτε να ανατρέπονται, πρέπει επίσης, εφόσον είναι δυνατόν, να φορτώνονται και να εκφορτώνονται οριζοντίως και με μηχανικά μέσα.

Στη συνέχεια αξίζει να δούμε τους υγειονομικούς όρους που έχει θεσμοθετήσει η νομοθεσία για την παραγωγή κρέατος κουνελιών και θηραμάτων. Το

Π.Δ. 11/1995 (ΦΕΚ 5 / 24 – 1 – 1995): «Υγειονομικοί όροι σχετικά με την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος των κουνελιών και του κρέατος των εκτρεφόμενων θηραμάτων, τη θανάτωση των αγρίων θηραμάτων και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος αυτών, σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 91 / 495 / ΕΟΚ και 92 / 45 / ΕΟΚ του Συμβουλίου», στο Μέρος Α΄, Κεφάλαιο ΙΙ, άρθρο 4 αναφέρει ότι το κρέας των αγρίων θηραμάτων πρέπει να προέρχεται από άγρια θηράματα που έχουν θανατωθεί σε κυνηγετική περιοχή και με τα μέσα που εγκρίνουν οι κείμενες διατάξεις του εσωτερικού δικαίου περί θήρας και αμέσως μετά τη θανάτωση τους προετοιμάζονται, δηλαδή πρέπει να εκκοιλιάζονται και να εκσπλαχνίζονται και τα θωρακικά σπλάχνα, εάν έχουν αποσπαστεί από το σφάγιο, καθώς και το συκώτι και η σπλήνα, πρέπει να συνοδεύουν το ολόκληρο θήραμα μέχρι το εργαστήριο επεξεργασίας άγριων θηραμάτων. Τα άλλα κοιλιακά σπλάχνα πρέπει να αφαιρούνται και να επιθεωρούνται επιτόπου. Το κεφάλι μπορεί να αφαιρείται για τα κυνηγετικά τρόπαια. Τα μικρά άγρια θηράματα μπορούν να εκσπλαχνίζονται πλήρως ή εν μέρει, επιτόπου ή στο εργαστήριο επεξεργασίας, όταν τα θηράματα μεταφέρονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έως 4 °C εντός δώδεκα ωρών μετά τη θανάτωση στο εν λόγω εργαστήριο επεξεργασίας. Τα άγρια θηράματα πρέπει να ψύχονται αμέσως μετά, ώστε η εσωτερική θερμοκρασία να μην υπερβαίνει τους + 7 °C εάν πρόκειται για μεγάλα θηράματα ή τους + 4 °C εάν πρόκειται για μικρά θηράματα. Εάν η εξωτερική θερμοκρασία δεν είναι αρκετά χαμηλή, τα θανατωμένα θηράματα πρέπει να μεταφέρονται το συντομότερο δυνατό, και το αργότερο εντός δώδεκα ωρών μετά το κυνήγι, είτε στο εργαστήριο επεξεργασίας, είτε σε κέντρο συλλογής.

Στο Παράρτημα Ι, κεφάλαιο Ι του Π.Δ. 11/1995, αναφέρεται ότι τα εργαστήρια επεξεργασίας πρέπει να έχουν τουλάχιστον τους ακόλουθους χώρους:

- Επαρκώς ευρύ χώρο για την παραλαβή των ολόκληρων άγριων θηραμάτων,
- Χώρο για την επιθεώρηση και, ενδεχομένως, τον εκσπλαχνισμό, την εκδορά και την αποπτέρωση,
- Επαρκώς ευρύ χώρο για τον τεμαχισμό και την πρώτη συσκευασία εφόσον η εργασία αυτή πραγματοποιείται στην εν λόγω εγκατάσταση. Ο χώρος αυτός πρέπει να διαθέτει επαρκείς διατάξεις ψύξης, καθώς και συσκευή μέτρησης της θερμοκρασίας.
- Χώρο για τη δεύτερη συσκευασία και την αποστολή, εφόσον οι εργασίες αυτές πραγματοποιούνται στο εργαστήριο
- Επαρκώς ευρείς χώρους ψύξης, για την αποθήκευση του κρέατος άγριων θηραμάτων.

Επίσης στο Παράρτημα Ι, κεφάλαιο Ι, αναφέρεται ότι στους χώρους όπου το κρέας παράγεται, υφίσταται επεξεργασία και αποθηκεύεται το δάπεδο πρέπει να είναι από αδιάβροχο και άσηπτο υλικό δυνάμενο να καθαριστεί και να απολυμανθεί εύκολα και να είναι διαστρωμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η ροή των υδάτων. Τα ύδατα πρέπει να διοχετεύονται υπό κάλυψη σε αποχετεύσεις με εσχάρες και σιφόνια για να προλαμβάνεται η δυσοσμία. Όσον αφορά το σύστημα διάθεσης υγρών και στερεών αποβλήτων καθορίζει ότι πρέπει να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της υγιεινής.

Στο Μέρος Α΄, Κεφάλαιο ΙΙ, άρθρο 8 του Π.Δ. 11/1995, αναφέρεται ότι η αρμόδια Κεντρική Διεύθυνση Κτηνιατρικής του Υπουργείου Γεωργίας καταρτίζει κατάλογο των εγκεκριμένων εργαστηρίων επεξεργασίας άγριων θηραμάτων, καθένα από τα οποία έχει αριθμό κτηνιατρικής έγκρισης. Η Νομαρχικού επιπέδου Κτηνιατρική Αρχή μπορεί να εγκρίνει για την επεξεργασία άγριων θηραμάτων εγκαταστάσεις εγκεκριμένες σύμφωνα με το π.δ/γμα 599 / 1985 (Α΄ 213) και το π.δ/γμα 950 / 1981 (Α΄ 241), εφόσον οι εγκαταστάσεις αυτές είναι εξοπλισμένες για

τη μεταποίηση του κρέατος άγριων θηραμάτων και εφόσον λειτουργούν υπό συνθήκες που εξασφαλίζουν την τήρηση των κανόνων υγιεινής.

Στο Μέρος Β', Κεφάλαιο II, άρθρο 23, αναφέρονται οι κανόνες που εφαρμόζονται στην παραγωγή και στην εμπορία του κρέατος κουνελιών. Το κρέας κουνελιού πρέπει να λαμβάνεται σε εγκατάσταση που πληρεί τις γενικές διατάξεις του π.δ/τος 959 / 1981 (Α' 241) και που έχει εγκριθεί από την αρμόδια Κτηνιατρική Διεύθυνση Κτηνιατρικής του Υπουργείου Γεωργίας.

Στο Παράρτημα III, Κεφάλαιο I του Π.Δ. 11/1995, καθορίζεται ότι τα κουνέλια πρέπει να υποβάλλονται στην προ της θανάτωσης υγειονομική εξέταση (στο αγρόκτημα ή με την άφιξη τους στο σφαγείο) και στο Κεφάλαιο II, καθορίζεται ότι τα σφαγμένα κουνέλια πρέπει επίσης να εξετάζονται και αμέσως μετά τη θανάτωση από τον επίσημο κτηνίατρο ή τους βοηθούς του, σύμφωνα με το π.δ/μα 959 / 1981.

Στο Μέρος Β', Κεφάλαιο III, άρθρο 26, αναφέρεται ότι το κρέας θηραμάτων εκτροφής που προέρχεται από άγρια δίχληλα θηλαστικά, πρέπει να πληρεί τους κατάλληλους όρους που καθορίζονται στο άρθρο 4 και στο άρθρο 6 του π.δ/τος 599 / 1985 εφόσον η αγέλη καταγωγής υπόκειται σε περιοδικό κτηνιατρικό έλεγχο και η επεξεργασία των εν λόγω ζώων πρέπει να γίνεται σε διαφορετική στιγμή από την επεξεργασία των βοοειδών, των χοίρων και των αιγοπροβάτων. Κατά παρέκκλιση η Νομαρχιακού επιπέδου Κτηνιατρική Αρχή του Υπουργείου Γεωργίας μπορεί να επιτρέψει τη θανάτωση των εκτρεφόμενων θηραμάτων στον τόπο της προέλευσης τους, σε περιπτώσεις που το θήραμα δεν μπορεί να μεταφερθεί, προκειμένου να αποφευχθεί οποιοσδήποτε κίνδυνος για το άτομο που το χειρίζεται ή να προστατευθεί η ευημερία των ζώων. Η παρέκκλιση αυτή επιτρέπεται εφόσον: η αγέλη υπόκειται σε κτηνιατρικό έλεγχο, κατά περιοδικά χρονικά διαστήματα, και η εκμετάλλευση διαθέτει κατάλληλο χώρο για τη θανάτωση, τη σφαγή και την αφαίμαξη των ζώων. Της θανάτωσης με σφαγή και αφαίμαξη, προηγείται αναισθητοποίηση που πρέπει να πραγματοποιείται υπό συνθήκες που προβλέπονται από το Ν. 1444 / 1984 (Α' 78). Τα ζώα μετά τη θανάτωση και την αφαίμαξη μεταφέρονται αναρτημένα υπό ικανοποιητικές συνθήκες υγιεινής, σε ένα εγκεκριμένο σφαγείο σύμφωνα με το π.δ/γμα 599 / 1985, το ταχύτερο δυνατό μετά τη σφαγή. Εφόσον το θανατωθέν στον τόπο εκτροφής θήραμα δεν μπορεί να οδηγηθεί εντός μιας ώρας σε ένα εγκεκριμένο σφαγείο, πρέπει να μεταφέρεται με κιβώτιο ή μεταφορικό μέσο όπου επικρατεί θερμοκρασία μεταξύ 0 °C και 4 °C. Ο εκσπλαχνισμός πρέπει να πραγματοποιείται το αργότερο τρεις ώρες μετά την αναισθητοποίηση.

Στο Μέρος Β', Κεφάλαιο V, άρθρο 38 του Π.Δ. 11/1995, καθορίζεται ότι για τη λειτουργία σφαγείου ή εργαστηρίου τεμαχισμού ή των ψυκτικών εγκαταστάσεων των κουνελιών και των άγριων ή εκτρεφόμενων θηραμάτων, απαιτείται άδεια από κτηνιατρικής πλευράς και ανεξάρτητα από κάθε άλλη άδεια λειτουργίας που τυχόν προβλέπεται από άλλες κείμενες διατάξεις, η οποία εκδίδεται από τον Νομάρχη, ύστερα από εισήγηση της Νομαρχιακού επιπέδου Κτηνιατρικής Αρχής. Με απόφαση του Νομάρχη συνιστάται Τριμελής Επιτροπή αποτελούμενη από δύο κτηνιάτρους της Διεύθυνσης Κτηνιατρικής ασχολούμενους με θέματα δημόσιας υγείας και ένα γιατρό της Νομαρχιακού επιπέδου Δ/σης Υγιεινής του Υπουργείου Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, η οποία ενεργεί αυτοψία και συντάσσει έκθεση για την τήρηση ή μη των κείμενων διατάξεων. Για την έκδοση της άδειας λειτουργίας από κτηνιατρικής πλευράς ο προτιθέμενος να εγκαταστήσει σφαγείο ή εργαστήριο τεμαχισμού ή ψυκτικές εγκαταστάσεις πρέπει να υποβάλλει στην Νομαρχιακού επιπέδου Κτηνιατρική Αρχή σχετική αίτηση με τα ακόλουθα στοιχεία:

- a) Έδρα, διεύθυνση και σήμα της επιχείρησης και διεύθυνση της κατοικίας του νόμιμου εκπροσώπου της και των εγκαταστάσεων της, εφόσον δεν είναι η ίδια με αυτή της επιχείρησης
- b) Γενικό σχεδιάγραμμα των εγκαταστάσεων υπό κλίμακα 1 : 100 τουλάχιστον, συνοδευόμενο από λεπτομερή περιγραφή των χώρων όπου θα λαμβάνουν χώρα οι εργασίες
- c) Περιγραφή του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων
- d) Τα μέσα μεταφοράς του κρέατος και των προϊόντων της επιχείρησης
- e) Τη δυναμικότητα παραγωγής και εναποθήκευσης

Όμως σφαγεία υπάρχουν για πουλερικά και πιο συγκεκριμένα το **Π.Δ. 291/1996** (ΦΕΚ 201 / Α / 27 – 8 – 1996): «Υγειονομικοί όροι για την παραγωγή και εμπορία νωπού κρέατος πουλερικών, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 92 / 116 / ΕΟΚ του Συμβουλίου», αναφέρεται στους υγειονομικούς όρους για την παραγωγή νωπού κρέατος πουλερικών.

Στο Κεφάλαιο IV, άρθρο 18 (Έγκριση λειτουργίας), αναφέρεται ότι η άδεια λειτουργίας πτηνοσφαγείου, από κτηνιατρικής πλευράς και ανεξάρτητα από κάθε άλλη άδεια λειτουργίας που τυχόν προβλέπεται από άλλες κείμενες διατάξεις, χορηγείται με Απόφαση του οικείου Νομάρχη κατόπιν υποβολής αιτήσεως του ενδιαφερομένου στην Νομαρχιακού επιπέδου Κτηνιατρική Υπηρεσία (Τμήμα Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας) και σχετικής εισήγησης της ως άνω Υπηρεσίας, ότι πληρούνται οι όροι του παρόντος διατάγματος.

Στο Παράρτημα I, Κεφάλαιο I (Γενικοί όροι έγκρισης των εγκαταστάσεων) του Π.Δ. 291/1996, αναφέρεται ότι οι εγκαταστάσεις πρέπει να έχουν τουλάχιστον:

1. Στις αίθουσες όπου το κρέας λαμβάνεται, υφίσταται επεξεργασία και αποθηκεύεται, καθώς και στις ζώνες και τους διαδρόμους όπου μεταφέρεται νωπό κρέας:

α) δάπεδο από αδιάβροχο και άσηπτο υλικό δυνάμενο να καθαριστεί και να απολυμανθεί εύκολα, διαστρωμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η ροή των υδάτων. Τα ύδατα πρέπει να διοχετεύονται σε αποχετεύσεις με εσχάρες και σιφόνια για να προλαμβάνεται η δυσοσμία.

β) λείους, ανθεκτικούς και στεγανούς τοίχους, με βαφή ανοικτού χρώματος, δυνάμενους να πλυθούν έως σε ύψος τουλάχιστον 2 μέτρων, και στους ψυκτικούς χώρους ή τις αποθήκες, σε ύψος τουλάχιστον αντίστοιχο της αποθηκεύσεως. Οι γωνίες των τοίχων με το δάπεδο πρέπει να είναι στρογγυλεμένες ή παρόμοια τελειωμένες.

γ) θύρες και πλαίσια παραθύρων από αναλλοίωτο υλικό και, αν είναι από ξύλο, επενδυμένες με λείο αδιάβροχο υλικό σε όλες τους τις επιφάνειες.

δ) άσηπτα και άοσμα μονωτικά υλικά.

ε) επαρκή εξαερισμό και καλή απομάκρυνση των υδρατμών.

στ) επαρκή φυσικό ή τεχνητό φωτισμό που να μην αλλοιώνει τα χρώματα.

ζ) καθαρή οροφή που να διατηρείται εύκολα καθαρή. Αν δεν υπάρχει οροφή, η εσωτερική επιφάνεια της στέγης πρέπει να πληρεί τους όρους αυτούς.

2. α) διατάξεις, σε επαρκή αριθμό και όσο το δυνατό πλησιέστερα στους χώρους εργασίας, για τον καθαρισμό και την απολύμανση των χεριών καθώς και τον καθαρισμό των εργαλείων με ζεστό νερό. Οι κρουνοί δεν πρέπει να μπορούν να τίθενται σε λειτουργία με το χέρι ή τους βραχίονες. Για το πλύσιμο των χεριών, οι εγκαταστάσεις αυτές πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ζεστό και κρύο τρεχούμενο νερό ή νερό εκ των προτέρων αναμειγμένο στην κατάλληλη θερμοκρασία, με υλικά καθαρισμού και απολυμάνσεως, καθώς και με υγιεινά μέσα για το στέγνωμα των χεριών.

β) διατάξεις για την απολύμανση των εργαλείων, με νερό το οποίο δεν πρέπει να έχει θερμοκρασία κατώτερη των 82 °C.

3. Κατάλληλες διατάξεις προστασίας από τα ανεπιθύμητα ζώα, όπως έντομα ή τρωκτικά.

4. α) διατάξεις και εργαλεία εργασίας, όπως αυτόματα μηχανήματα για την επεξεργασία του κρέατος, τράπεζες τεμαχισμού, αφαιρετές επιφάνειες τεμαχισμού, δοχεία, ταινίες μεταφοράς και πριόνια, από ανοξείδωτο υλικό, από τα οποία δεν κινδυνεύει να αλλοιωθεί το κρέας και τα οποία καθαρίζονται και απολυμαίνονται εύκολα. Οι επιφάνειες που έρχονται ή μπορεί να έρθουν σε επαφή με το κρέας, συμπεριλαμβανομένων των αρμών και συγκολλήσεων, πρέπει να διατηρούνται λείες. Η χρήση ξύλου απαγορεύεται, εκτός από την περίπτωση των αιθουσών όπου βρίσκεται αποκλειστικά νωπό κρέας πουλερικών που έχει συσκευασθεί υπό υγιεινές συνθήκες.

β) εργαλεία και εξοπλισμό από ανοξείδωτο υλικό που πληρούν τις υγειονομικές απαιτήσεις για:

- το χειρισμό του κρέατος,
- την αποθήκευση των δοχείων που χρησιμοποιούνται για το κρέας, κατά τέτοιο τρόπο ώστε ούτε το κρέας ούτε τα δοχεία να έρχονται σε άμεση επαφή με το δάπεδο ή τους τοίχους,

γ) εξοπλισμό για τον υγιεινό χειρισμό και την προστασία του κρέατος κατά τη φόρτωση και εκφόρτωση, καθώς και κατάλληλα διαμορφωμένους και εξοπλισμένους χώρους παραλαβής και διαλογής,

δ) ειδικά στεγανά δοχεία από αναλλοίωτο υλικό, εφοδιασμένα με κάλυμμα και σύστημα κλεισίματος που εμποδίζει τα μη εξουσιοδοτημένα άτομα να αφαιρούν το περιεχόμενο των δοχείων, αν πλεονάζουσες ποσότητες το καθιστούν αναγκαίο ή αν αυτό δεν απομακρύνεται ή δεν καταστρέφεται στο τέλος της ημέρας εργασίας. Αν το κρέας απομακρύνεται με αγωγούς, η κατασκευή και εγκατάσταση των αγωγών αυτών πρέπει να αποκλείει κάθε κίνδυνο ρύπανσης του νωπού κρέατος πουλερικών.

ε) αίθουσα για την υγιεινή αποθήκευση των υλικών πρώτης και δεύτερης συσκευασίας, εφόσον οι εργασίες αυτές εκτελούνται στην εγκατάσταση.

5. Εξοπλισμός ψύξεως για να διατηρείται στο κρέας η εσωτερική θερμοκρασία που απαιτείται. Ο εξοπλισμός αυτός πρέπει να περιλαμβάνει σύστημα αποστράγγισης που να επιτρέπει την εκκένωση των συμπυκνούμενων υδρατμών κατά τρόπο ώστε να μη δημιουργείται κίνδυνος ρύπανσης του νωπού κρέατος πουλερικών.

6. Εγκατάσταση που να επιτρέπει τον εφοδιασμό σε πόσιμο νερό, κατά την έννοια της κοινής Υπουργικής Απόφασης Α5 / 288 / 23-1-1986 (Β' 53 και Β' 379), υπό επαρκή πίεση και σε επαρκή ποσότητα. Οι αγωγοί του μη πόσιμου νερού πρέπει να διακρίνονται ευκρινώς από τους αγωγούς του πόσιμου νερού.

7. Εγκατάσταση παροχής επαρκούς ζεστού πόσιμου νερού, κατά την έννοια της κοινής Υπουργικής Απόφασης Α5 / 288 / 23 – 1 – 1986 (Β' 53 και Β' 379).

8. Διατάξεις απομάκρυνσης υγρών και στερεών αποβλήτων που να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της υγιεινής.

9. Αίθουσα επαρκώς διαρρυθμισμένη, που να κλειδώνεται, στην αποκλειστική διάθεση της κτηνιατρικής υπηρεσίας ή, στην περίπτωση των αποθηκών που αναφέρονται στο κεφάλαιο IV και στα κέντρα ανασυσκευασίας, κατάλληλη διαρρύθμιση.

10. Διαρρύθμιση που να καθιστά δυνατή τη διεξαγωγή σε κάθε στιγμή και κατά τρόπο αποτελεσματικό των κτηνιατρικών επιθεωρήσεων που προβλέπονται στο παρόν διάταγμα.

11. Επαρκή αριθμό αποδυτηρίων με λείους, αδιάβροχους και επιδεκτικούς πλυσίματος τοίχους και δάπεδα, με νιπτήρες, ντους και αποχωρητήρια με καζανάκι, κατάλληλα εξοπλισμένα ώστε να αποφεύγεται η ρύπανση των καθαρών τμημάτων του κτιρίου. Τα αποχωρητήρια δεν πρέπει να επικοινωνούν απευθείας με τις αίθουσες εργασίας. Δεν είναι ανάγκη να υπάρχουν ντους στις ψυκτικές αποθήκες όπου μόνον παραλαμβάνεται και αποθηκεύεται υγιεινά συσκευασμένο νωπό κρέας. Οι νιπτήρες πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με ζεστό και κρύο τρεχούμενο νερό ή με νερό εκ των προτέρων αναμεμιγμένο στην κατάλληλη θερμοκρασία, με υλικό καθαρισμού και απολύμανσης των χεριών καθώς και με υγιεινά μέσα για το στέγνωμα των χεριών. Οι κρουνοί των νιπτήρων δεν πρέπει να μπορούν να τίθενται σε λειτουργία με τα χέρια ή τους βραχίονες. Επαρκής αριθμός τέτοιων νιπτήρων πρέπει να βρίσκεται κοντά στα αποχωρητήρια.

12. Κατάλληλο χώρο και κατάλληλη διαρρύθμιση για τον καθαρισμό και την απολύμανση των μέσων μεταφοράς κρέατος, εκτός από την περίπτωση των ψυκτικών αποθηκών όπου μόνον παραλαμβάνεται και αποθηκεύεται, πριν από την αποστολή του, υγιεινά συσκευασμένο νωπό κρέας. Στα σφαγεία πρέπει να υπάρχει χωριστός τέτοιος χώρος και διαρρύθμιση για τον καθαρισμό και την απολύμανση των μέσων μεταφοράς και των κλουβιών που χρησιμοποιούνται για τα πουλερικά που προορίζονται για σφαγή. Ωστόσο, αυτοί οι χώροι και η διαρρύθμιση δεν είναι υποχρεωτικοί αν υπάρχουν διατάξεις που απαιτούν ο καθαρισμός και η απολύμανση των μεταφορικών μέσων και των κλουβιών να γίνεται σε επίσημα εγκεκριμένους χώρους.

13. Αίθουσα ή διάταξη για την αποθήκευση απορρυπαντικών, απολυμαντικών και παρόμοιων ουσιών.

Στο Παράρτημα Ι, Κεφάλαιο ΙΙ (Ειδικοί όροι έγκρισης των σφαγείων πουλερικών) του Π.Δ. 291/1996, αναφέρεται ότι εκτός από τους γενικούς όρους, τα σφαγεία πτηνών πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον:

α) αρκετά ευρύχωρη αίθουσα ή καλυμμένο χώρο, που καθαρίζεται και απολυμαίνεται εύκολα, για την επιθεώρηση πριν τη σφαγή και την παραλαβή των ζώων.

β) αίθουσα σφαγής αρκετά ευρύχωρη ώστε, αφενός, η αναισθητοποίηση και η αφαιμάξη και, αφετέρου, το μάδημα, ενδεχομένως σε συνδυασμό με το ζεμάτισμα, να εκτελούνται σε χωριστά μέρη. Κάθε επικοινωνία μεταξύ της αίθουσας σφαγής και της αίθουσας ή του χώρου που αναφέρεται στο στοιχείο α), εκτός από το μικρό άνοιγμα για τη διέλευση μόνον των προς σφαγή πουλερικών, πρέπει να είναι εφοδιασμένη με πόρτα που κλείνει αυτόματα.

γ) αίθουσα εκσπλαχνισμού και πρώτης συσκευασίας αρκετά ευρύχωρη ώστε ο εκσπλαχνισμός να πραγματοποιείται σε σημείο αρκετά απομακρυσμένο από τις άλλες θέσεις εργασίας, ή χωρισμένο με διάφραγμα από τις θέσεις αυτές ώστε να αποτρέπεται η ρύπανση τους. Κάθε επικοινωνία μεταξύ της αίθουσας εκσπλαχνισμού και πρώτης συσκευασίας και της αίθουσας σφαγής, εκτός από το μικρό άνοιγμα για τη διέλευση μόνον των θανατωμένων πουλερικών, πρέπει να είναι εφοδιασμένη με πόρτα που κλείνει αυτόματα.

δ) εάν χρειάζεται, αίθουσα αποστολής,

ε) μία ή περισσότερες ψυκτικές αίθουσες, αρκετά ευρύχωρες, με διατάξεις που κλειδώνουν για το νωπό κρέας πουλερικών που παρακρατείται.

στ) αίθουσα ή διαρρύθμιση για τη συλλογή των πτερών, εκτός αν τα πτερά αντιμετωπίζονται ως απορρίμματα,

ζ) χωριστούς νιπτήρες και χωριστά αποχωρητήρια για το προσωπικό που χειρίζεται ζώντα πουλερικά.

Στο Παράρτημα I, Κεφάλαιο VII (Υγιεινή της σφαγής και του χειρισμού του νωπού κρέατος), σημείο 33, αναφέρεται ότι μόνο ζωντανά πρέπει να εισάγονται στις αίθουσες σφαγής. Μετά την εισαγωγή τους στις εν λόγω αίθουσες, πρέπει να θανατώνονται αμέσως μετά την αναισθητοποίηση τους, εκτός από τις περιπτώσεις σφαγής που υπαγορεύονται από θρησκευτικούς κανόνες.

34. Η αφαιμάξη πρέπει να είναι πλήρης και να πραγματοποιείται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε ρύπανση εκτός του τόπου σφαγής.

35. Το μάδημα πρέπει να γίνεται αμέσως και πλήρως.

36. Ο εκσπλαχνισμός πρέπει να διενεργείται χωρίς καθυστέρηση ολικού εκσπλαχνισμού. Τα σφαγμένα πουλερικά πρέπει να ανοίγονται κατά τρόπο που να επιτρέπει την επιθεώρηση των κοιλοτήτων και όλων των σχετικών σπλάχνων. Προς τον σκοπό αυτό, τα επιθεωρούμενα σπλάχνα μπορούν είτε να έχουν αφαιρεθεί από το σφάγιο είτε να παραμένουν συνδεδεμένα με αυτό με τους φυσικούς τους συνδέσμους. Αν τα σπλάχνα έχουν αφαιρεθεί από το σφάγιο, πρέπει να είναι δυνατόν να προσδιορίζεται το σφάγιο από το οποίο προέρχονται.

Ωστόσο, για τις χήνες και τις πάπιες που εκτρέφονται και σφάζονται για την παραγωγή φουά – γκρά, ο εκσπλαχνισμός μπορεί να πραγματοποιείται εντός 24 ωρών, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία των μη εκσπλαχνισμένων σφαγίων φέρεται το συντομότερο δυνατό και διατηρείται στη κατάλληλη θερμοκρασία και ότι τα σφάγια αυτά μεταφέρονται σύμφωνα με τους κανόνες υγιεινής.

37. Μετά την επιθεώρηση, τα αφαιρεθέντα σπλάχνα πρέπει να διαχωρίζονται αμέσως από το σφάγιο, τα δε τμήματα που είναι ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να αφαιρούνται αμέσως.

Τα σπλάχνα ή τμήματα σπλάχνων που παραμένουν στο σφάγιο, εκτός των νεφρών, πρέπει να αφαιρούνται αμέσως και, εφόσον είναι δυνατόν πλήρως, υπό ικανοποιητικές συνθήκες υγιεινής.

38. Απαγορεύεται ο καθαρισμός του κρέατος με ύφασμα, καθώς και το γέμισμα του σφαγείου πλην του γεμίματος με εδώδιμα παραπροϊόντα σφαγίου ή με τον λαιμό που αντιστοιχεί σε ένα από τα πουλερικά που θανατώθηκαν στην εγκατάσταση.

39. Απαγορεύεται ο τεμαχισμός του σφαγίου, καθώς και οποιαδήποτε αφαίρεση ή επεξεργασία του κρέατος πουλερικών πριν το τέλος της επιθεώρησης. Ο επίσημος κτηνίατρος μπορεί να επιβάλλει οποιονδήποτε άλλο χειρισμό απαιτεί η επιθεώρηση.

40. Αφενός το παρακρατούμενο κρέας και αφετέρου το κρέας που χαρακτηρίζεται ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση ή το κρέας που αποκλείεται από την ανθρώπινη κατανάλωση, τα πτερά και τα απορρίμματα πρέπει να μεταφέρονται, το συντομότερο δυνατό, στις αίθουσες, τις εγκαταστάσεις ή τα δοχεία που προβλέπονται, ο δε χειρισμός τους πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται όσο το δυνατόν περισσότερο η ρύπανση.

41. Μετά την επιθεώρηση και την αφαίρεση των σπλάχνων, το νωπό κρέας πουλερικών πρέπει να καθαρίζεται και να ψύχεται αμέσως σύμφωνα με τους κανόνες της υγιεινής, κατά τρόπο ώστε να επιτυγχάνονται οι απαιτούμενες θερμοκρασίες το ταχύτερο δυνατό.

42. Τα κρέατα πουλερικών που πρόκειται να υποβληθούν σε διαδικασία ψύξης με εμβάπτιση, πρέπει, αμέσως μετά τον εκσπλαχνισμό, να πλένονται επιμελώς με ψεκασμό και άμεση εμβάπτιση. Ο ψεκασμός πρέπει να πραγματοποιείται σε εγκατάσταση που εξασφαλίζει αποτελεσματικό πλύσιμο των εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών των σφαγίων.

Για τα σφάγια βάρους

- Μέχρι 2,5 kg, η ποσότητα νερού που πρέπει να χρησιμοποιείται πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 l ανά σφάγιο,
- Μεταξύ 2,5 και 5 kg, η ποσότητα νερού που πρέπει να χρησιμοποιείται πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5 l ανά σφάγιο,
- Τουλάχιστον 5 kg, η ποσότητα νερού που πρέπει να χρησιμοποιείται πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 l ανά σφάγιο.

43. Η μέθοδος ψύξης με εμβάπτιση πρέπει να τηρεί τις εξής απαιτήσεις:

α) τα σφάγια πρέπει να περνούν από έναν ή περισσότερους κάδους με νερό ή μείγμα πάγου και νερού, των οποίων το περιεχόμενο ανανεώνεται συνεχώς. Επιτρέπεται μόνο το σύστημα με το οποίο τα σφάγια ωθούνται συνεχώς, με μηχανικά μέσα, μέσα σε ένα αντίθετο ρεύμα νερού.

β) η θερμοκρασία του νερού ή των κάδων η οποία μετράτε στην είσοδο και την έξοδο των σφαγίων, δεν πρέπει να υπερβαίνει τους + 16 °C και τους + 4 °C αντίστοιχα.

γ) πρέπει να πραγματοποιείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η απαιτούμενη θερμοκρασία να επιτυγχάνεται στο συντομότερο χρονικό διάστημα.

δ) η ελάχιστη παροχή νερού για το σύνολο της μεθόδου ψύξης που αναφέρεται στο στοιχείο α) πρέπει να είναι:

- 2,5 l ανά σφάγιο βάρους το πολύ 2,5 kg,
- 4 l ανά σφάγιο βάρους μεταξύ 2,5 kg και 5 kg,
- 6 l ανά σφάγιο βάρους τουλάχιστον 5 kg.

Εάν υπάρχουν περισσότεροι του ενός κάδοι, η προσαγωγή καθαρού νερού και η απαγωγή ακάθαρτου νερού από κάθε κάδο πρέπει να ρυθμίζονται κατά τρόπο ώστε να μειώνονται κατά τη φορά της κίνησης των σφαγίων, το δε καθαρό νερό κατανέμεται μεταξύ των κάδων κατά τρόπον ώστε η ροή του νερού στον τελευταίο κάδο να είναι τουλάχιστον:

- 1 l ανά σφάγιο βάρους το πολύ 2,5 kg,
- 1,5 l ανά σφάγιο βάρους μεταξύ 2,5 kg και 5 kg,
- 2 l ανά σφάγιο βάρους τουλάχιστον 5 kg.

Για τους υπολογισμούς των ποσοτήτων αυτών δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το νερό που χρησιμοποιείται για την πρώτη πλήρωση των κάδων.

ε) τα σφάγια δεν πρέπει να παραμένουν στο πρώτο τμήμα της συσκευής ή στον πρώτο κάδο περισσότερο από μισή ώρα, ούτε να παραμένουν στο υπόλοιπο τμήμα της συσκευής ή στον ή στους άλλους κάδους περισσότερο από το απολύτως αναγκαίο.

Πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα ώστε ιδίως σε περίπτωση διακοπής της εργασίας, να τηρείται ο χρόνος διάβασης.

Μετά από κάθε διακοπή λειτουργίας και πριν την επανέναρξη λειτουργίας της εγκατάστασης, ο επίσημος κτηνίατρος πρέπει να βεβαιώνεται ότι τα σφάγια ανταποκρίνονται πάντοτε στις απαιτήσεις του παρόντος δ/τος και είναι κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση, πρέπει δε να φροντίζει ώστε τα σφάγια να μεταφέρονται το συντομότερο δυνατόν στην αίθουσα που αναφέρεται στο Κεφάλαιο I σημείο 4 στοιχείο δ).

στ) κάθε συσκευή πρέπει να αδειάζεται, να καθαρίζεται και να απολυμαίνεται κάθε φορά που αυτό είναι απαραίτητο, στο τέλος της περιόδου εργασίας και τουλάχιστον μια φορά την ημέρα,

ζ) πρέπει να υπάρχουν βαθμονομημένες συσκευές ελέγχου που επιτρέπουν τον κατάλληλο και συνεχή έλεγχο της μέτρησης και της καταγραφής:

- της κατανάλωσης νερού κατά τον ψεκασμό πριν από την εμβάπτιση,

- της θερμοκρασίας του νερού του ή των κάδων στην είσοδο και της έξοδο των σφαγίων,
- της κατανάλωσης νερού κατά την εμβάπτιση,
- του αριθμού σφαγίων κάθε κλάσης βάρους.

η) τα αποτελέσματα των διαφόρων ελέγχων που διενεργεί ο παραγωγός πρέπει να διατηρούνται προκειμένου να υποβληθούν στον επίσημο κτηνίατρο όταν τα ζητήσει.

θ) μέχρι να θεσπιστούν, με τη κοινοτική διαδικασία, κοινοτικές μικροβιολογικές μέθοδοι, η ορθή λειτουργία της ψυκτικής εγκατάστασης και οι επιπτώσεις της στην υγιεινή αξιολογούνται με επιστημονικές μικροβιολογικές μεθόδους, αναγνωρισμένες από τα κράτη μέλη. Σύμφωνα με τις μεθόδους αυτές, συγκρίνεται η περιεκτικότητα των σφαγίων σε ολικά μικρόβια και σε εντεροβακτηρίδια πριν και μετά την εμβάπτιση. Η σύγκριση αυτή πρέπει να πραγματοποιείται όταν η εγκατάσταση τίθεται σε λειτουργία για πρώτη φορά και στη συνέχεια κατά περιοδικά διαστήματα, οπωσδήποτε δε μετά από κάθε μετατροπή της εγκατάστασης. Η λειτουργία των διαφόρων συσκευών πρέπει να ρυθμίζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζονται ικανοποιητικά, από άποψη υγιεινής, αποτελέσματα.

44. Μέχρι το τέλος της επιθεώρησης, τα μη επιθεωρημένα σφάγια και παραπροϊόντα δεν πρέπει να μπορούν να έρθουν σε επαφή με τα ήδη επιθεωρημένα σφάγια και παραπροϊόντα, απαγορεύεται δε η αφαίρεση, ο τεμαχισμός ή η μεταγενέστερη επεξεργασία του σφαγίου.

45. Το κρέας που έχει παρακρατηθεί ή έχει χαρακτηριστεί ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση και τα μη εδώδιμα υποπροϊόντα δεν πρέπει να μπορούν να έρχονται σε επαφή με το κρέας που χαρακτηρίζεται κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση και πρέπει να τοποθετούνται το συντομότερο δυνατόν σε ειδικές αίθουσες ή δοχεία, σχεδιασμένα και τοποθετημένα ούτως ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε ρύπανση άλλου νωπού κρέατος.

46. Ο καθαρισμός, ο χειρισμός, η μεταγενέστερη επεξεργασία και η μεταφορά του κρέατος, συμπεριλαμβανομένων των παραπροϊόντων, πρέπει να γίνονται σύμφωνα με όλες τις απαιτήσεις της υγιεινής. Το κρέας που έχει υποβληθεί σε πρώτη ή δεύτερη συσκευασία πρέπει να αποθηκεύεται σε χωριστό θάλαμο απ' ό,τι το ασυσκευαστο νωπό κρέας.

Στο Παράρτημα II, Κεφάλαιο I (Γενικοί όροι έγκρισης των εγκαταστάσεων μικρού δυναμικού), αναφέρεται ότι οι εγκαταστάσεις μικρού δυναμικού πρέπει να έχουν τουλάχιστον:

1. στις αίθουσες όπου λαμβάνεται και υποβάλλεται σε επεξεργασία το κρέας:

α) δάπεδο από αδιάβροχο και άσηπτο υλικό που καθαρίζεται και απολυμαίνεται εύκολα, διαστρωμένο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η ροή των υδάτων. Τα ύδατα πρέπει να διοχετεύονται σε αποχετεύσεις με σχάρες και σιφόνια για να αποφεύγεται η δυσσομία.

β) τοίχους λείους, ανθεκτικούς και στεγανούς, με βαφή ανοικτού χρώματος, δυνάμενη να πλυθεί έως σε ύψος τουλάχιστον δύο μέτρων.

Ωστόσο, η χρησιμοποίηση, στις αίθουσες που αναφέρονται στο παράρτημα I κεφάλαιο IV σημείο 16, ξύλινων τοίχων που έχουν κατασκευασθεί πριν από την 1^η Ιανουαρίου 1994 δεν αποτελεί λόγο ανάκλησης της εγκρίσεως.

γ) θύρες από άσηπτα και άοσμα υλικά που καθαρίζονται εύκολα.

Σε περίπτωση αποθήκευσης του κρέατος στη συγκεκριμένη εγκατάσταση, αυτή πρέπει να διαθέτει αίθουσα αποθήκευσης, η οποία να πληρεί τις προαναφερόμενες απαιτήσεις.

δ) άσηπτα και άοσμα μονωτικά υλικά.

ε) επαρκή εξαερισμό και ενδεχομένως, ικανοποιητική απομάκρυνση των υδρατμών.

στ) επαρκή φυσικό ή τεχνητό φωτισμό που να μην αλλοιώνει τα χρώματα.

2. α) Διατάξεις, σε επαρκή αριθμό και όσο το δυνατό πλησιέστερα στις θέσεις εργασίας, για τον καθαρισμό και την απολύμανση των χεριών καθώς και τον καθαρισμό των εργαλείων με ζεστό νερό. Για τον καθαρισμό των χεριών, οι εγκαταστάσεις αυτές πρέπει να είναι εφοδιασμένες με τρεχούμενο ζεστό και κρύο νερό, ή με νερό εκ των προτέρων αναμειγμένο στην κατάλληλη θερμοκρασία, με υλικά καθαρισμού και απολυμάνσεως, καθώς και με υγιεινά μέσα για το στέγνωμα των χεριών.

β) διατάξεις, επί τόπου ή σε πλησίον αίθουσα, για την απολύμανση των εργαλείων, με παροχή νερού θερμοκρασίας τουλάχιστον 82 °C.

3. Κατάλληλες διατάξεις προστασίας από τα ανεπιθύμητα ζώα, όπως έντομα ή τρωκτικά.

4. α) διατάξεις και εργαλεία εργασίας, όπως τραπέζια τεμαχισμού, αφαιρετές επιφάνειες τεμαχισμού, δοχεία, ταινίες μεταφοράς και πριόνια, από ανοξείδωτο υλικό, από τα οποία να μην κινδυνεύει να αλλοιωθεί το κρέας και τα οποία καθαρίζονται και απολυμαίνονται εύκολα. Οι επιφάνειες που έρχονται ή μπορεί να έρθουν σε επαφή με το κρέας, συμπεριλαμβανομένων των αρμών και συγκολλήσεων, πρέπει να διατηρούνται λείες. Η χρήση ξύλου απαγορεύεται.

β) εργαλεία και εξοπλισμό από ανοξείδωτο υλικό που πληρούν τις υγειονομικές απαιτήσεις για:

- το χειρισμό του κρέατος,
- την αποθήκευση των δοχείων που χρησιμοποιούνται για το κρέας, κατά τέτοιο τρόπο ώστε ούτε το κρέας ούτε τα δοχεία να έρχονται σε άμεση επαφή με το δάπεδο ή τους τοίχους,

γ) ειδικά στεγανά δοχεία από αναλλοίωτο υλικό, εφοδιασμένα με κάλυμμα και σύστημα κλεισίματος που εμποδίζει τα μη εξουσιοδοτημένα άτομα να αφαιρούν το περιεχόμενο τους, προοριζόμενα για την τοποθέτηση του κρέατος το οποίο δεν προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση και το οποίο πρέπει να απομακρύνεται ή να καταστρέφεται στο τέλος κάθε ημέρας εργασίας.

5. Ψυκτικός εξοπλισμός για να διατηρείται στο κρέας η εσωτερική θερμοκρασία που απαιτείται. Ο εξοπλισμός αυτός πρέπει να περιλαμβάνει σύστημα αποχετεύσεως που να συνδέεται με τους αγωγούς λυμάτων και να μην παρουσιάζει κανένα κίνδυνο ρύπανση του κρέατος.

6. Εγκατάσταση που να επιτρέπει τον εφοδιασμό σε πόσιμο νερό, κατά την έννοια της κοινής Υπουργικής Απόφασης Α5 / 288 / 23-1-1986 (Β' 53 και Β' 379), υπό επαρκή πίεση και σε επαρκή ποσότητα. Εντούτοις, κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η εγκατάσταση παροχής μη πόσιμου νερού για την παραγωγή ατμού, για πυροσβεστική χρήση και για την ψύξη του ψυκτικού εξοπλισμού, εφόσον οι αγωγοί που εγκαθίστανται για τη χρήση αυτή δεν επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση αυτού του νερού για άλλους σκοπούς και δεν παρουσιάζουν κίνδυνο ρύπανσης του νερού κρέατος. Οι αγωγοί του μη πόσιμου νερού πρέπει να διακρίνονται σαφώς από τους αγωγούς του πόσιμου νερού.

7. Εγκατάσταση παροχής επαρκούς ζεστού πόσιμου νερού, κατά την έννοια της κοινής Υπουργικής Απόφασης Α5 / 288 / 23 – 1 – 1986 (Β' 53 και Β' 379).

8. Διάταξη που επιτρέπει την αποχέτευση των λυμάτων σύμφωνα με τους κανόνες υγιεινής.

9. Τουλάχιστον ένα νιπτήρα και αποχωρητήρια με καζανάκι, τα οποία δεν πρέπει να επικοινωνούν απευθείας με τις αίθουσες εργασίας. Ο νιπτήρας πρέπει να είναι

εφοδιασμένος με ζεστό και κρύο τρεχούμενο νερό ή νερό εκ των προτέρων αναμειγμένο στην κατάλληλη θερμοκρασία, με υγιεινά υλικά καθαρισμού και απολυμάνσεως των χεριών και με υγιεινά μέσα για το στέγνωμα των χεριών. Ο νιπτήρας πρέπει να είναι τοποθετημένος κοντά στα αποχωρητήρια.

Στο Παράρτημα II, Κεφάλαιο II (Ειδικοί όροι έγκρισης των σφαγείων μικρού δυναμικού), αναφέρεται ότι εκτός των γενικών όρων, τα σφαγεία μικρού δυναμικού πρέπει να έχουν τουλάχιστον:

α) αρκετά ευρύχωρη αίθουσα σφαγής αφενός για την αναισθητοποίηση και την αφαίμαξη και, αφετέρου, το μάδημα και το ζεμάτισμα, δεδομένου ότι οι δύο αυτοί τύποι εργασιών πρέπει να εκτελούνται σε χωριστούς χώρους.

β) εντός της αίθουσας σφαγής, τοίχους που μπορούν να πλυθούν έως σε ύψος δύο τουλάχιστον μέτρων ή έως την οροφή.

γ) αίθουσα εκσπλαχνισμού και προπαρασκευής αρκετά ευρύχωρη ώστε να είναι δυνατόν να γίνεται ο εκσπλαχνισμός σε θέση αρκετά απομακρυσμένη από τις θέσεις εργασίας, ή χωρισμένη από τις θέσεις αυτές με διάφραγμα ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε ρύπανση.

δ) ψυκτική αίθουσα επαρκούς ικανότητας σε σχέση με τις ποσότητες και το είδος των σφαζομένων ζώων, η οποία να περιλαμβάνει οπωσδήποτε έναν τουλάχιστον απομονωμένο χώρο που κλειδώνεται και που προορίζεται για την παρακολούθηση των σφαγίων που υφίστανται αναλύσεις.

Κατά περίπτωση, οι αρμόδιες αρχές μπορούν να παρέχουν παρεκκλίσεις από την απαίτηση αυτή όταν το κρέας διοχετεύεται αμέσως από τα σφαγεία αυτά προς εργαστήρια τεμαχισμού ή κρεοπωλεία που βρίσκονται πολύ κοντά στα σφαγεία, υπό την προϋπόθεση ότι ο χρόνος μεταφοράς δεν υπερβαίνει τη μία ώρα.

Τα ζώα που εισέρχονται στην αίθουσα σφαγής πρέπει να σφάζονται αμέσως μετά την αναισθητοποίηση, εκτός αν σφάζονται σύμφωνα με θρησκευτικό τελετουργικό.

Τα ασθενή ζώα ή τα ζώα για τα οποία υπάρχει η υποψία ότι είναι ασθενή δεν επιτρέπεται να σφάζονται στην εγκατάσταση αυτή, εκτός αν η αρμόδια αρχή χορηγήσει άδεια κατά παρέκκλιση.

Σε περίπτωση παρέκκλισης, η σφαγή πρέπει να γίνεται υπό τον έλεγχο της αρμόδιας αρχής και να λαμβάνονται μέτρα προς αποφυγή ρύπανσης. Οι αίθουσες πρέπει να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται υπό επίσημο έλεγχο πριν επαναχρησιμοποιηθούν.

Ο τεμαχισμός και η αποστέωση των σφάγιων, καθώς και η επεξεργασία του κρέατος για την παραγωγή διάφορων κρεατοσκευασμάτων όπως αλλαντικών, δεν γίνεται στο χώρο του σφαγείου, αλλά σε ανεξάρτητες μεταποιητικές μονάδες.

Το Π.Δ. 306/1980 (ΦΕΚ 86/Α/16-04-1980): «Περί όρων τεμαχισμού νωπού κρέατος και ελέγχου των εργαστηρίων τεμαχισμού, αποστεώσεως και παρασκευής μιττωτού» καθορίζει τους χώρους που πρέπει να περιλαμβάνει ένα εργαστήριο τεμαχισμού και αποστέωσης. Αναλυτικότερα ένα τέτοιο εργαστήριο πρέπει να έχει ψυκτικούς χώρους κατάλληλων διαστάσεων για τη συντήρηση των κρεάτων και των παραγόμενων προϊόντων. Πρέπει να έχει χώρο στον οποίο θα λαμβάνουν χώρα οι εργασίες τεμαχισμού, αποστέωσης και συσκευασίας σε πλαστικά, αδιάβροχα φύλλα ή σε φύλλα αλουμινίου, καθώς και χώρο για τις εργασίες συσκευασίας σε ξυλοκιβώτια ή χαρτοκιβώτια. Επίσης χρειάζεται χώρος κατάλληλα διαρρυθμισμένος για τις ανάγκες της Κτηνιατρικής Υπηρεσίας, καθώς και χώρος εφοδιασμένος με όργανα για την τριχνοσκόπηση, εφόσον αυτή η εξέταση θα γίνεται στη μονάδα μεταποίησης. Πρέπει να υπάρχουν αποδυτήρια, νιπτήρας, λουτρό και χώροι υγιεινής του προσωπικού (WC). Οι χώροι υγιεινής δεν πρέπει να επικοινωνούν απ' ευθείας με

τους χώρους εργασίας. Οι νιπτήρες θα πρέπει να παρέχουν τρεχούμενο νερό πόσιμο θερμό και ψυχρό και να υπάρχουν συσκευές για τον καθαρισμό και την απολύμανση των χεριών, καθώς και χειρομάκτρα μίας χρήσεως.

Όσον αφορά τον εξοπλισμό πρέπει να υπάρχουν ειδικά δοχεία υδατοστεγή από ανοξείδωτο υλικό με κάλυμμα και σύστημα με κλειδί για την συγκέντρωση των απορριπτόμενων κρεάτων ή των υπολειμμάτων τους, τα οποία δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Επίσης πρέπει να υπάρχει εξοπλισμός ανταποκρινόμενος στις απαιτήσεις υγιεινής για την κατεργασία των κρεάτων, την αποθήκευση των δοχείων που χρησιμοποιούνται για το κρέας, ούτως ώστε το κρέας ή τα δοχεία να μην έρχονται σε άμεση επαφή με το δάπεδο και συσκευές και εργαλεία τεμαχισμού όπως τράπεζες κοπής, δίσκοι κοπής μετακινούμενοι, δοχεία, ταινίες μεταφορά και πριόνια από ανοξείδωτα υλικά, τα οποία δεν προκαλούν αλλοιώσεις στα κρέατα και μπορούν να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται εύκολα. Όμως η χρησιμοποίηση ξύλου απαγορεύεται.

Επίσης το **Π.Δ. 1145/81** (ΦΕΚ 282/Α/25-9-81): «Περί των υγειονομικών όρων τους οποίους πρέπει να πληρούν κρεατοσκευάσματα παρασκευαζόμενα και κυκλοφορούντα εις την Ελλάδα ή εξαγόμενα εις τας χώρας της ΕΟΚ, εις συμμόρφωσιν προς την υπ' αρ. οδηγίαν ΕΟΚ 77 / 99 της 21 - 12 - 76» αναφέρεται στις βιομηχανίες ή βιοτεχνίες παρασκευής κρεατοσκευασμάτων όπως αλαντοποία και κονσερβοποία. Οι εγκαταστάσεις παρασκευής κρεατοσκευασμάτων πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστον:

α) Χώρους κατάλληλους και αρκετά μεγάλων διαστάσεων για την ξεχωριστή αποθήκευση με ψύξη νωπών κρεάτων και για την αποθήκευση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

β) Κατάλληλη διαρρύθμιση για να μπορεί να πραγματοποιηθεί ανά πάσα στιγμή κτηνιατρική επιθεώρηση.

γ) Χώρο κοντά στις αίθουσες παρασκευής διευθετημένο για τις ανάγκες της αρμόδιας κτηνιατρικής υπηρεσίας.

δ) Χώρο αρκετά μεγάλο και κατάλληλο για την παρασκευή των κρεατοσκευασμάτων.

ε) Χώρο που κλείνει με κλειδί, στον οποίο αποθηκεύονται ορισμένα προσθετικά, όπως αρτύματα κλπ.

στ) Εγκατάσταση παροχής ποσίμου νερού υπό πίεση και σε επαρκή ποσότητα. Εν τούτοις, κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται, η χρήση μη ποσίμου νερού για την παραγωγή ατμού, για την κατάσβεση των πυρκαγιών και την ψύξη των ψυκτικών μηχανημάτων. Σε αυτή την περίπτωση οι αγωγοί του μη ποσίμου νερού πρέπει να διαφοροποιούνται εκείνων οι οποίοι χρησιμεύουν για το πόσιμο νερό.

ζ) Εγκατάσταση που εξασφαλίζει την παροχή υπό πίεση και σε επαρκή ποσότητα θερμού ποσίμου νερού.

η) Σύστημα αποχέτευσης των λυμάτων ανταποκρινόμενο στις απαιτήσεις της υγιεινής.

θ) Αποδυτήρια, νιπτήρας, ντους και χώρους υγιεινής διαθέτοντας εγκαταστάσεις νερού υπό πίεση και οι οποίοι να μην επικοινωνούν απ' ευθείας με τους χώρους εργασίας. Οι νιπτήρες πρέπει να παρέχουν τρεχούμενο κρύο και θερμό νερό ή νερό αναμιγνυόμενο σε κατάλληλη θερμοκρασία και να έχουν κρουνοί, μη δυναμένους να χρησιμοποιηθούν με τα χέρια, να είναι εφοδιασμένοι με συσκευές καθαρισμού και απολυμάνσεως των χεριών, και με χειρομάκτρα μιας χρήσεως.

ι) Εξοπλισμό ανταποκρινόμενο στις απαιτήσεις της υγιεινής για τον χειρισμό και την επεξεργασία των νωπών κρεάτων και των κρεατοσκευασμάτων και την αποθήκευση των δοχείων τα οποία χρησιμοποιούνται για τα προϊόντα ταύτα, ώστε τα

νωπά κρέατα, τα κρεατοσκευάσματα ή τα περιέχοντα αυτά δοχεία να μη έρχονται σε άμεση επαφή με το δάπεδο.

ια) Ειδικά προστατευτικά μέτρα για την παρεμπόδιση της εισόδου εντόμων τροφικών κλπ.

ιβ) Χώρο για την τελική επεξεργασία των προς αποστολή κρεατοσκευασμάτων και για την αποστολή αυτών.

ιγ) Ειδικά δοχεία δια την τοποθέτηση των ακαταλλήλων για ανθρώπινη κατανάλωση νωπών κρέατων, κρεατοσκευασμάτων, καθώς και των υπολειμμάτων αυτών με κάλυμμα και ειδικό σύστημα ασφαλείας, που παρεμποδίζει την αφαίρεση του περιεχομένου από μη εξουσιοδοτημένα άτομα.

ιδ) Χώρο για την αποθήκευση των εργαλείων και των προϊόντων καθαρισμού και συντηρήσεως.

ιε) Χώρο για τον καθαρισμό και την συντήρηση των ανωτέρω εργαλείων.

Αν στην εγκατάσταση παρασκευάζονται ένα ή περισσότερα κρεατοσκευάσματα, πρέπει να περιλαμβάνει χώρους:

α) Για τις εργασίες τεμαχισμού.

β) Για την έψησιν και τον κλίβανο

γ) Για την τήξη των λιπών.

δ) Για το κάπνισμα.

ε) Για την αποξήρανση ή την ωρίμανση.

στ) Για την αφαλάτωση, την εμβάπτιση και για άλλες επεξεργασίες των εντέρων.

ζ) Για την αλάτιση, στον οποίο υπάρχει εάν είναι απαραίτητο, συσκευή κλιματισμού δια την διατήρηση της θερμοκρασίας, κατ' ανώτατο όριο στους + 10 °C.

η) Για τις εργασίες κοπής σε φέτες, τεμαχισμό και τη διενέργεια της πρώτης συσκευασίας των κρεατοσκευασμάτων, τα οποία προορίζονται να διατεθούν στο εμπόριο υπό μορφή προσυσκευασμένων προϊόντων με συσκευή κλιματισμού αν είναι απαραίτητο.

θ) Για την αποθήκευση των κενών κυτίων και της συσκευής που επιτρέπει τη μεταφορά των κυτίων αυτών καθ' υγιεινό τρόπο προς την αίθουσα εργασίας.

ι) Για την τοποθέτηση συσκευής καθαρισμού για τον αποτελεσματικό καθαρισμό των κυτίων αμέσως προ της πλήρωσής τους.

ια) Για την τοποθέτηση συσκευής για το πλύσιμο με πόσιμο νερό των κυτίων μετά το ερμητικό κλείσιμο και προ του κλιβανισμού.

ιβ) Για επωαστικούς κλιβάνους για τα κρεατοσκευάσματα τα οποία έχουν κλεισθεί ερμητικώς και έχουν ληφθεί ως δείγμα.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι οι υγειονομικές απαιτήσεις είναι παρόμοιες ανεξαρτήτως είδους ζώου που σφάζεται και είναι συγκρίσιμες με αυτές των άλλων εγκαταστάσεων επεξεργασίας και μεταποίησης του κρέατος.

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 2.1 γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση της νομοθεσίας για τα σφαγεία.

Πίνακας 2.1: Ανασκόπηση της νομοθεσίας για σφαγεία

1938	Β.Δ. (ΦΕΚ 180 / Α / 2 – 5 - 1938): «Περί κανονισμού υγιεινής σφαγείων»
1957	Β.Δ./1957: «περί τροποποιήσεως και συμπληρώσεως του από 24.8.1955 Β.Δ.: περί συμπληρώσεως των περί επιθεωρήσεως σφαγίων διατάξεων και άλλων διατάξεων»
1975	Ν. 111 / 1975 (ΦΕΚ 174 / Α / 22-8-75) «περί ιδρύσεως Σφαγείων και Πτηνοσφαγείων»

- 1978 Π.Δ. 460 / 1978 (ΦΕΚ 95/1978): «Περί όρων και προϋποθέσεων χορηγήσεως άδειας σκοπιμότητας ιδρύσεως και λειτουργίας Σφαγείων»
- 1980 Π.Δ. 306/1980 (ΦΕΚ 86/A/16-04-1980): «Περί όρων τεμαχισμού νωπού κρέατος και ελέγχου των εργαστηρίων τεμαχισμού, αποστεώσεως και παρασκευής μπιτωτού»
- 1981 Π.Δ. 1145/81 (ΦΕΚ 282/A/25-9-81): «Περί των υγειονομικών όρων τους οποίους πρέπει να πληρούν κρεατοσκευάσματα παρασκευαζόμενα και κυκλοφορούντα εις την Ελλάδα ή εξαγόμενα εις τας χώρας της ΕΟΚ, εις συμμόρφωσιν προς την υπ' αρ. οδηγίαν ΕΟΚ 77 / 99 της 21 - 12 - 76»
- 1983 Ν. 1360 / 83 (ΦΕΚ 65/A/24-5-83): «Χορήγηση Άδειας Εγκαταστάσεως – Επεκτάσεως Εκσυγχρονισμού Βιομηχανιών – Βιοτεχνιών και Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων»
- 1985 Π.Δ. 599/85 (ΦΕΚ 213/1985): «Υγειονομικοί όροι που πρέπει να πληρούν τα νωπά κρέατα τα οποία αποστέλλονται από Κράτη – μέλη των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Ε.Κ.) ή εισάγονται από τρίτες χώρες στην Ελλάδα»
- 1990 Π.Δ. 468/1990: «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων»
- 1994 Π.Δ. 410 / 1994 (ΦΕΚ 231/1994): «Υγειονομικοί όροι παραγωγής και διάθεσης στην αγορά νωπού κρέατος σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 91/497/ΕΟΚ, 91/498/ΕΟΚ (άρθρα 1, 4 και 7) και 92/120/ΕΟΚ (άρθρα 2, 3 και 4) του Συμβουλίου»
- 1995 Π.Δ. 11/1995 (ΦΕΚ 5 / 24 – 1 – 1995): «Υγειονομικοί όροι σχετικά με την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος των κουνελιών και του κρέατος των εκτρεφόμενων θηραμάτων, τη θανάτωση των αγρίων θηραμάτων και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος αυτών, σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 91 / 495 / ΕΟΚ και 92 / 45 / ΕΟΚ του Συμβουλίου»
- 1996 Π.Δ. 291/1996 (ΦΕΚ 201 / Α / 27 – 8 – 1996): «Υγειονομικοί όροι για την παραγωγή και εμπορία νωπού κρέατος πουλερικών, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 92 / 116 / ΕΟΚ του Συμβουλίου»
- 1996 Π.Δ. 327 / 96 (ΦΕΚ 221/10-9-96): «Προστασία των ζώων κατά τη σφαγή και / ή τη θανάτωση τους, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 93/119/ΕΚ του Συμβουλίου»
- 1998 Π.Δ. 203/1998 (ΦΕΚ 162 / 15-7-1998): «Τροποποίηση και συμπλήρωση του προεδρικού διατάγματος 410 / 1994 «Υγειονομικοί όροι παραγωγής και διάθεσης στην αγορά νωπού κρέατος» (Α' 231), σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 95/23/ΕΚ του Συμβουλίου και τροποποίηση των προεδρικών διαταγμάτων 204 / 1996 (Α' 162), 291 / 1996 (Α' 201), και 11 / 1995 (Α' 5)»
- 2000 Π.Δ. 126/2000 (ΦΕΚ 111 / 6 – 4 – 2000): «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων»
- 2000 Π.Δ. 34/2000 (ΦΕΚ 27 / 16 – 2 – 2000): «Τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ./τος 204 / 1996 (Α' 162) και 599 / 1985 (Α' 213) όσον αφορά τους υγειονομικούς κανόνες που πρέπει να πληρούν τα κρέατα, τα προϊόντα με βάση το κρέας και ορισμένα άλλα προϊόντα ζωικής προέλευσης, σε συμμόρφωση προς τις Οδηγίες 96 / 91 ΕΚ και 97 / 76 / ΕΚ του Συμβουλίου»

- 2005 Ν. 3325/2005 (ΦΕΚ 68/A/11-3-2005): «Ίδρυση και λειτουργία βιομηχανικών – βιοτεχνικών εγκαταστάσεων στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και άλλες διατάξεις»
- 2006 Π.Δ. 121/2006 (ΦΕΚ 122 / 16 – 6 – 2006): «Συμπλήρωση και τροποποίηση διατάξεων του π.δ 126/00 «Όροι και προϋποθέσεις επαγγελματικής εκπαίδευσης των υποψηφίων κρεοπωλών και εκδοροσφαγέων»
- 2007 Π.Δ. 79 / 2007 (ΦΕΚ 95 / Α/ 3-5-2007): «Αναγκαία συμπληρωματικά μέτρα εφαρμογής των Κανονισμών (ΕΚ) υπ' αριθμ. 178/2002, 852/2004, 853/2004, 854/2004 και 882/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τους κανόνες υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, των επίσημων ελέγχων στα προϊόντα αυτά που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και τους κανόνες υγείας και καλής διαβίωσης των ζώων και εναρμόνιση της κτηνιατρικής νομοθεσίας προς την υπ' αριθμ. 2004/41/ΕΚ Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου»

2.1.2 Ελληνική νομοθεσία για το περιβάλλον και τη διαχείριση των αποβλήτων σφαγείων

2.1.2.1 Γενικά στοιχεία

Η Ελλάδα όπως και άλλα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δεν έχουν αυτοδύναμη πολιτική για το περιβάλλον και τη διάθεση των αποβλήτων, και έτσι επωφελείται από την εναρμόνιση της νομοθεσίας της προς την αντίστοιχη κοινοτική νομοθεσία. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα λαμβάνει τριών ειδών Νομοθετικά μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος: Κανονισμούς, Οδηγίες και Αποφάσεις.

Οι Κανονισμοί μόλις θεσμοθετηθούν από το Συμβούλιο Υπουργών της Κοινότητας και δημοσιευθούν στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, δεσμεύουν αμέσως την Ελλάδα. Έχουν δηλαδή άμεση ισχύ και δεν απαιτείται λήψη νομοθετικών μέτρων από την Ελλάδα για να εναρμονίσει το Ελληνικό δίκαιο προς αυτούς.

Οι Οδηγίες απευθύνονται στα κράτη – μέλη, και τα υποχρεώνουν να λάβουν όλα τα απαραίτητα νομοθετικά μέτρα ώστε να εφαρμόσουν τις υποχρεώσεις που επιβάλλουν αυτές. Όταν η Ελλάδα λάβει αυτά τα αναγκαία νομοθετικά μέτρα τότε λέμε ότι το Ελληνικό δίκαιο εναρμονίστηκε προς το κοινοτικό.

Οι Αποφάσεις δεσμεύουν την Ελλάδα, και τα λοιπά κράτη – μέλη, και συνήθως αναφέρονται στην κύρωση Διεθνών Συμβάσεων, την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και των κρατών – μελών ή της σύστασης επιτροπών για την αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων περιβάλλοντος [Μιχαλοπούλου, 2004].

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη της Ελληνικής Νομοθεσίας για το περιβάλλον σε σχέση με την ίδρυση και λειτουργία μιας βιομηχανίας (σφαγείου) καθώς και η εναρμόνιση της με την αντίστοιχη Κοινοτική.

Από την δεκαετία του '60 άρχισε να γίνεται συνείδηση ότι η προστασία του περιβάλλοντος παράλληλα με τη βιομηχανική ανάπτυξη αποτελεί αναγκαιότητα και βασικό παράγοντα της περαιτέρω οικονομικής και κοινωνικοπολιτικής ανάπτυξης που σχετίζεται άμεσα με το βιοτικό επίπεδο του πολίτη [Αβούρη et al, 1993].

Σταθμός στον τομέα της προστασίας του περιβάλλοντος αποτελεί η πρόβλεψη της προστασίας του στο άρθρο 24 του ισχύοντος Συντάγματος του 1975 και μάλιστα στο μέρος του εκείνο που αναφέρεται στην αναγνώριση και προστασία των δικαιωμάτων του ανθρώπου, ως ατόμου και ως μέλους του κοινωνικού συνόλου.

2.1.2.2 Ιστορική αναδρομή

Ο νόμος ΔΚΣΤ / 1912 «περί των όρων ιδρύσεως των βιομηχανικών εργοστασίων» ίσχυε με αρκετές τροποποιήσεις μέχρι το 1981 για την επιβολή όρων για τα αέρια απόβλητα [Αβούρη et al, 1993]. Οι τροποποιήσεις αυτές άρχισαν από το 1922 με το Β.Δ. 15 / 21 «περί χορηγήσεως αδειών ιδρύσεως και λειτουργίας πάσης μηχανολογικής εγκαταστάσεως» μέχρι το ΠΔ 738 / 78 «περί ιδρύσεως, επεκτάσεως ή μεταφοράς βιομηχανιών και βιοτεχνιών».

Παράλληλα ήταν ενεργές και αρκετές υγειονομικές ρυθμίσεις, που ξεκινούν από τον Α.Ν. 2520 / 1940 «περί υγειονομικών διατάξεων» όπως αντικαταστάθηκε και συμπληρώθηκε με τον Ν. 290 / 43 και τον Α.Ν. 618 / 45. Αυτός ο νόμος προέβλεπε, μεταξύ άλλων, την έκδοση υγειονομικών διατάξεων και καθόριζε τα όργανα που εξέδιδαν και εκτελούσαν τις διατάξεις. Στα πλαίσια αυτού του νόμου δημοσιεύτηκε

το 1938 ο «Υγειονομικός Κανονισμός Νομού Αττικοβοιωτίας», του οποίου η ισχύς επεκτάθηκε σε όλη την επικράτεια με την **απόφαση 63378 / 1950**. Ο κανονισμός αυτός μεταξύ άλλων αναφερόταν στην προστασία της ύδρευσης από την ρύπανση, στην αποχέτευση, στην συλλογή απορριμμάτων, διάθεση αποβλήτων υδάτων, εξουδετέρωση αερίων ρύπων, τον τρόπο άρδευσης και λίπανσης και στην συνέχεια υποβλήθηκε σε μια σειρά τροποποιήσεων και συμπληρώσεων. Η πιο βασική από αυτές είναι η κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών και Υγιεινής **E1β / 221 / 22-1-1965**, όπως τροποποιήθηκε με τις **Γ1 / 17831 / 1971** και **Γ4 / 1305 / 1974**. Αυτή η υγειονομική διάταξη είχε ευρύ περιεχόμενο και διατύπωνε τους ορισμούς των λυμάτων, βιομηχανικών αποβλήτων, επεξεργασίας τους, δημόσιων ή ιδιωτικών συστημάτων διάθεσης τους και τους όρους διαθέσεως των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων στα επιφανειακά ύδατα και στο έδαφος. Επίσης παρείχε στον Νομάρχη την εξουσιοδότηση να καθορίζει τους τυχόν απαιτούμενους ειδικούς όρους διάθεσης των λυμάτων ή των βιομηχανικών αποβλήτων. Στα πλαίσια αυτής της απόφασης δημοσιεύτηκε απόφαση του Υπουργού Βορείου Ελλάδας το 1977 για την διάθεση λυμάτων και αποβλήτων στον Θερμαϊκό Κόλπο, καθώς και άλλες αποφάσεις από διάφορες άλλες Νομαρχίες της Ελλάδας. Επίσης είχαν εκδοθεί και πλήθος αποφάσεων για τις περιοχές Ασωπού, Αλφειού, Βοιωτικού Κηφισού και για μεμονωμένες περιπτώσεις βιομηχανιών.

Τα σχετικά με την συλλογή, αποκομιδή και διάθεση απορριμμάτων, πολτοποίηση τους, καθώς και τις περιπτώσεις ύπαρξης επικίνδυνων απορριμμάτων καθόρισε για πρώτη φορά η **υγειονομική διάταξη E1β / 301 / 1964**. Σχετικά με το θέμα της ρύπανσης της θάλασσας δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά ο **N.Δ. 181** «περί κυρώσεως της Διεθνούς Συμβάσεως περί προλήψεως ρυπάνσεως της θαλάσσης δια πετρελαίου, Λονδίνου 1954», όπως αυτή τροποποιήθηκε στην Διάσκεψη του Λονδίνου 1962. Η προστασία των δασών νομοθετείται αρκετά καθυστερημένα στην Ελλάδα, μόλις το 1980 με τον **N 998** καθιερώνεται η μελέτη επί των επιπτώσεων επί του περιβάλλοντος και αντιμετώπισεως τούτων σε περιπτώσεις μείζονος σημασίας ή εκτάσεως επεμβάσεως.

Στον **N. 360 / 1976** «περί Χωροταξίας και Περιβάλλοντος» δίνονται οι ορισμοί του Φυσικού και του Πολιτισμικού Περιβάλλοντος, των οποίων η προστασία αποτελεί υποχρέωση του Κράτους κατά το άρθρο 24 του Συντάγματος του 1975. Επίσης στο **ΠΔ 1180 / 1981** «περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει» εμφανίζεται νέος και σχετικά τροποποιημένος ορισμός του Περιβάλλοντος και ορισμός για την ρύπανση.

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι υπήρχε πληθώρα νόμων και διατάξεων που ρύθμιζαν γενικά ή επί μέρους θέματα περιβάλλοντος. Χαρακτηριστικό του νομικού πλαισίου ήταν η αποσπασματικότητα και η πολυδιάσπαση αρμοδιοτήτων.

Μια προσπάθεια να μπουν τα πράγματα σε τάξη γίνεται το 1980 με τον **Νόμο 1032** «περί συστάσεως Υπουργείου Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος», στο οποίο δόθηκε το σύνολο των αρμοδιοτήτων για την Χωροταξία και ως προς το περιβάλλον η αποκλειστική αρμοδιότητα για την έκφραση των κατευθύνσεων και της πολιτικής της Κυβερνήσεως επί θεμάτων περιβάλλοντος, την κατάρτιση σχεδίων και προγραμμάτων και τον έλεγχο της εφαρμογής και τον συντονισμό των ειδικών προγραμμάτων προστασίας του περιβάλλοντος των επί μέρους φορέων, ως και την κάλυψη θεμάτων περιβάλλοντος μη περιλαμβανομένων στις αρμοδιότητες άλλου φορέα.

Το ΠΔ 1180 / 1981 εισήγαγε το θεσμό των «Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων». Όμως ουσιαστικά περιορίζονταν στα αέρια μόνο απόβλητα, αν και θέσπιζε κατευθυντήριες γραμμές για τα υγρά απόβλητα στην ουσία άφηνε τις προηγούμενες διατάξεις (την Ε1β / 221 / 1965) σε ισχύ [Αβούρη et al, 1993].

2.1.2.3 Περιβάλλον και μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Κάποια βιομηχανικά επενδυτικά σχέδια δημιουργούν καυσαέρια, καπνούς, λύματα, στερεά απόβλητα, υποπροϊόντα ή ακόμα και θόρυβο, τα οποία είναι συχνά βασικής σημασίας για την κοινωνικοοικονομική, χρηματοοικονομική και τεχνική δυνατότητα εφαρμογής του επενδυτικού σχεδίου [Καρβούνης, 2000]. Η ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και του χώρου εγκατάστασης της μονάδας είναι αναγκαία για την λήψη αποφάσεων σχετικά με τη σκοπιμότητα και την χρηματοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης. Στην Ελλάδα ο νόμος 1650 / 1986 για την προστασία του περιβάλλοντος παρέχει το νομικό πλαίσιο για τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Το νομοθετικό έργο για το περιβάλλον ξεκίνησε ουσιαστικά το 1986 με αυτό το νόμο πλαίσιο, ο οποίος αποτελεί τη βάση για την έκδοση όλων των μετέπειτα νομοθετημάτων που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος [Μιχαλοπούλου, 2004]. Ο νόμος αυτός χαρακτηρίζεται ως γενικός ή βασικός νόμος για το περιβάλλον γιατί υιοθετεί μια σφαιρική αντίληψη των περιβαλλοντικών προβλημάτων, καθορίζει τους βασικούς στόχους και επιδιώξεις και επιχειρεί να συστηματοποιήσει τις συναφείς αρμοδιότητες. Ο σκοπός του νόμου 1650 / 1986 (ΦΕΚ 160 / Α / 18 – 10 – 1986) «για την προστασία του περιβάλλοντος» είναι η θέσπιση θεμελιωδών κανόνων και η καθιέρωση κριτηρίων και μηχανισμών για την προστασία του περιβάλλοντος, έτσι ώστε ο άνθρωπος, ως άτομο και ως μέλος του κοινωνικού συνόλου, να ζει σε ένα υψηλής ποιότητας περιβάλλον, μέσα στο οποίο να προστατεύεται η υγεία του και να ευνοείται η ανάπτυξη της προσωπικότητάς του. Σύμφωνα με αυτό το νόμο (άρθρο 2) με την έννοια περιβάλλον νοείται το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες. Επίσης ως ρύπανση νοείται η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Τα άρθρα 3, 4 και 5 του νόμου 1650 / 1986 αντικαταστάθηκαν αντίστοιχα με τα άρθρα 1, 2 και 3 του νόμου 3010 / 2002 (ΦΕΚ 91 / Α / 25 – 4 – 2002) «Εναρμόνιση του Ν. 1650 / 1986 με τις οδηγίες 97 / 11 Ε.Ε. και 96 / 61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις».

Οπότε το άρθρο 4 του νόμου 1650 / 1986 όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 2 του νόμου 3010 / 2002, αναφέρει ότι για την πραγματοποίηση νέων έργων ή δραστηριοτήτων ή τη μετεγκατάσταση υφισταμένων, απαιτείται η έγκριση όρων για την προστασία του περιβάλλοντος. Στο άρθρο 3 (άρθρο 1 του Ν. 3010 / 2002: κατηγορίες έργων και δραστηριοτήτων) αναφέρονται οι κατηγορίες των έργων και των δραστηριοτήτων. Η κατηγορία Α περιλαμβάνει τα έργα και τις δραστηριότητες που λόγω της φύσης, του μεγέθους ή της έκτασης τους είναι πιθανό να προκαλέσουν

σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατηγορία Β περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες τα οποία, χωρίς να προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις, πρέπει να υποβάλλονται για την προστασία του περιβάλλοντος σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που προβλέπονται από κανονιστικές διατάξεις. Ενώ στην κατηγορία Γ περιλαμβάνονται έργα και δραστηριότητες που προκαλούν μικρές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στο άρθρο 5 του νόμου 1650 / 1986 όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 3 του νόμου 3010 / 2002 αναφέρεται ότι η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων περιλαμβάνει τουλάχιστον:

α) Περιγραφή του έργου ή της δραστηριότητας με πληροφορίες για το χώρο εγκατάστασης, το σχεδιασμό και το μέγεθος του.

β) Περιγραφή των στοιχείων του περιβάλλοντος που ενδέχεται να θιγούν σημαντικά από το προτεινόμενο έργο ή τη δραστηριότητα.

γ) Εντοπισμό και αξιολόγηση των βασικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

δ) Περιγραφή των μέτρων για την πρόληψη, μείωση ή αποκατάσταση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

ε) Σύνοψη των κύριων εναλλακτικών λύσεων και υπόδειξη των κύριων λόγων της επιλογής της προτεινόμενης λύσης.

στ) Απλή (μη τεχνική) περίληψη του συνόλου της μελέτης.

ζ) Σύντομη αναφορά των ενδεχόμενων δυσκολιών που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της μελέτης.

Σύμφωνα με τους Βαβίζος και Μερτζάνης (2003) η εκπόνηση της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων περιγράφεται σε δύο φάσεις (στάδια), η πρώτη από τις οποίες αναφέρεται ως Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΠΠΕ) και η δεύτερη ως Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ).

Η **ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002** (ΦΕΚ 1022 / Β / 5 – 8 – 2002) «Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν. 3010 / 2002. Εναρμόνιση του Ν. 1650 / 86 με τις οδηγίες 97 / 11 / ΕΕ και 96 / 61 / ΕΕ», εφαρμόζεται σε όλα τα έργα και τις δραστηριότητες της πρώτης (Α) και δεύτερης (Β) κατηγορίας του άρθρου 3 του νόμου 1650 / 1986, τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα, εκτός από εκείνες που εξυπηρετούν σκοπούς εθνικής άμυνας.

Ως προς το είδος τους τα έργα και οι δραστηριότητες κατατάχθηκαν με την ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002 σε δέκα ομάδες:

1. Έργα οδοποιΐας
2. Υδραυλικά έργα
3. Λιμενικά έργα
4. Συστήματα υποδομών
5. Εξορυκτικές και συναφείς δραστηριότητες
6. Τουριστικές εγκαταστάσεις – εργασίες πολεοδομίας
7. Κτηνοτροφικές και πτηνοτροφικές εγκαταστάσεις
8. Υδατοκαλλιέργειες
9. Βιομηχανικές εγκαταστάσεις και εργασίες διαρρύθμισης βιομηχανικών ζωνών
10. Ειδικά έργα

Η κατάταξη αυτή μπορεί να διαφοροποιείται κατά περιοχή ή ανάλογα με το φυσικό αποδέκτη, από τις ρυθμίσεις που περιλαμβάνονται σε εγκεκριμένα χωροταξικά, ρυθμιστικά και γενικά πολεοδομικά σχέδια ή προγράμματα ή σε ζώνες χρήσεων γης ή με άλλες κανονιστικές διατάξεις προστασίας του περιβάλλοντος [Βαβίζος και Μερτζάνης, 2003]. Τα έργα και οι δραστηριότητες που δεν έχουν

καταταχθεί, θα πρέπει να κατατάσσονται, ύστερα από αίτηση του ενδιαφερόμενου ή και χωρίς αίτηση, προσωρινά, με απόφαση των αρμοδίων Γενικών Διευθυντών των Υπουργείων ΠΕΧΩΔΕ και Εθνικής Οικονομίας.

Επίσης με τα ίδια κριτήρια, με τα οποία τα έργα και οι δραστηριότητες κατατάσσονται σε κατηγορίες (μέγεθος, είδος, ποσότητα ρύπων, κίνδυνος ατυχημάτων, επιπτώσεις κτλ) με την ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002 (ΦΕΚ 1022 / Β / 5 – 8 – 2002) κατατάχθηκαν και σε Υποκατηγορίες (της Α΄ Κατηγορίας στις Υποκατηγορίες 1 και 2 ενώ της Β΄ Κατηγορίας στις Υποκατηγορίες 3 και 4).

Από την κατάταξη των έργων και δραστηριοτήτων σε Υποκατηγορίες το ισχύον νομικό πλαίσιο [Ν. 3010 / 2002 και ΚΥΑ 25535 / 3281 / 2002 (ΦΕΚ 1463 / Β / 20 – 11 – 2002): «Έγκριση περιβαλλοντικών όρων από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α΄ κατηγορίας σύμφωνα με την υπ΄ αρ. ΗΠ 15393 / 2332 / 2002 ΚΥΑ»] προσδιορίζει και τις αρμόδιες αρχές για την έκδοση των Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων ως εξής:

- Κατηγορία Α΄, Υποκατηγορία 1: Ο υπουργός ΠΕΧΩΔΕ και οι συναρμόδιοι υπουργοί, μετά από εισήγηση της Κεντρικής Υπηρεσίας του ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Κατηγορία Α΄, Υποκατηγορία 2: Ο Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας, στην οποία υπάγεται διοικητικά το έργο ή η δραστηριότητα, μετά από εισήγηση της αρμόδιας υπηρεσίας περιβάλλοντος της Περιφέρειας.
- Κατηγορία Β΄, Υποκατηγορία 3 και 4: Ο Νομάρχης, στα διοικητικά όρια της Νομαρχίας του οποίου υπάγεται το έργο ή η δραστηριότητα, μετά από εισήγηση της αρμόδιας υπηρεσίας περιβάλλοντος της Νομαρχίας.

Με απόφαση του Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας η αρμοδιότητα έκδοσης Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων για τα έργα της Υποκατηγορίας 4 μπορεί να μεταβιβαστεί σε Δημάρχους ή Κοινοτάρχες, με την προϋπόθεση ότι οι εν λόγω Ο.Τ.Α. διαθέτουν οργανωμένες υπηρεσίες περιβάλλοντος.

Η ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002 (ΦΕΚ 1022 / Β / 5 – 8 – 2002) στο Παράρτημα Ι αναφέρει αναλυτικά τα έργα και τις δραστηριότητες που εντάσσονται στην κάθε ομάδα καθώς και την αντίστοιχη κατάταξη τους σε κατηγορία και υποκατηγορία.

Πίνακας 2.2: Ομάδα 9^η: Βιομηχανικές εγκαταστάσεις

Α/Α	Είδος έργου ή δραστηριότητες	Κωδικός ΕΣΥΕ	Κατηγορία Πρώτη		Κατηγορία Δεύτερη	
			Υποκατηγορία 1 ^η	Υποκατηγορία 2 ^η	Υποκατηγορία 3 ^η	Υποκατηγορία 4 ^η
Βιομηχανία τροφίμων και ποτών						
1	Παραγωγή και συντήρηση κρέατος	151.1	> 200 tn / ημέρα	200 – 20 tn / ημέρα	20 – 2 tn / ημέρα	< 2 tn / ημέρα
2	Επεξεργασία υποπροϊόντων σφαγής και κατεργασίας κρέατος	151.1β	> 200 tn / ημέρα	200 – 10 tn / ημέρα	< 10 tn / ημέρα	< 2 tn / ημέρα
3	Παραγωγή και συντήρηση κρέατος πουλερικών	151.2	> 200 tn / ημέρα	200 – 20 tn / ημέρα	20 – 2 tn / ημέρα	< 2 tn / ημέρα
4	Παραγωγή προϊόντων από κρέας ζώων και πουλερικών	151.3	> 100 tn / ημέρα	100 – 10 tn / ημέρα	10 – 1 tn / ημέρα	< 1 tn / ημέρα

Σημείωση: Οι ποσότητες αναφέρονται στην δυναμικότητα της εγκατάστασης ως προς την πρώτη ύλη
Πηγή: ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002 (ΦΕΚ 1022 / Β / 5 – 8 – 2002), Παράρτημα Ι.

Πίνακας 2.3: Παράρτημα ΙΙ: Κατηγορίες έργων και δραστηριοτήτων που υπόκεινται σε ολοκληρωμένη πρόληψη και συνολική εκτίμηση των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον

A/A	Είδος δραστηριότητας	Παραγωγικές και μη διαδικασίες
6	Άλλες δραστηριότητες	<p>6.3 Εγκαταστάσεις δέψης δερμάτων εφόσον η ημερήσια δυναμικότητα κατεργασίας υπερβαίνει τους δώδεκα τόνους τελικών προϊόντων</p> <p>6.4 α. σφαγεία με ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής σφαγίων άνω των 50 τόνων</p> <p>β. επεξεργασία και μεταποίηση για την παραγωγή προϊόντων διατροφής από:</p> <p>- ζωική πρώτη ύλη (εκτός του γάλακτος) με ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής τελικών προϊόντων άνω των 75 τόνων</p> <p>- φυτική πρώτη ύλη, ημερήσιας δυναμικότητας παραγωγής τελικών προϊόντων άνω των 300 τόνων (μέση τριμηνιαία τιμή)</p> <p>γ. επεξεργασία και μεταποίηση του γάλακτος, όταν η ποσότητα του λαμβανομένου γάλακτος υπερβαίνει τους 200 τόνους ημερησίως (μέση ετήσια τιμή)</p> <p>6.5 Εγκαταστάσεις για την εξάλειψη ή την αξιοποίηση σφαγίων και ζωικών απορριμμάτων με ημερήσια δυναμικότητα επεξεργασίας ανώτερη των δέκα τόνων</p>

Οι αναφερόμενες οριακές τιμές αναφέρονται σε δυναμικότητα. Εάν ο ίδιος φορέας λειτουργίας ασκεί πολλές παραγωγικές και μη διαδικασίες της ίδιας κατηγορίας στην αυτή εγκατάσταση ή στον ίδιο χώρο, οι δυναμικότητες αυτών αθροίζονται.

Πηγή: ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002 (ΦΕΚ 1022 / Β / 5 – 8 – 2002).

Σύμφωνα με τη νομοθεσία μας, για την πραγματοποίηση νέων έργων ή δραστηριοτήτων, απαιτείται η έγκριση όρων για την προστασία του περιβάλλοντος. Το ίδιο ισχύει για την μετεγκατάσταση, την επέκταση, την βελτίωση, την τροποποίηση και τον εκσυγχρονισμό υφισταμένων, εφόσον επέρχονται ουσιαστικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

Προϋπόθεση για την έγκριση όρων για την προστασία του περιβάλλοντος είναι για τα έργα και τις δραστηριότητες της πρώτης και δεύτερης κατηγορίας η υποβολή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Ενώ για τα έργα και τις δραστηριότητες της τρίτης κατηγορίας προβλέπεται η υποβολή Περιβαλλοντικής Δήλωσης.

Σύμφωνα με την **ΚΥΑ 11014 / 703 / Φ104 / 2003** (ΦΕΚ 332 / Β / 20 – 3 – 2003): «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν. 3010 / 2002» οι προδιαγραφές για την Π.Π.Ε.Α. και την Ε.Π.Ο. για έργα και δραστηριότητες που υπάγονται στην πρώτη κατηγορία διαφοροποιούνται από αυτές που αφορούν σε έργα και δραστηριότητες της δεύτερης κατηγορίας.

Για παράδειγμα σύμφωνα με το Κεφάλαιο Α΄, άρθρο 3, για την διενέργεια Π.Π.Ε.Α. σε έργα και δραστηριότητες της υποκατηγορίας 1 της κατηγορίας Α΄, ο ενδιαφερόμενος φορέας ή ιδιώτης υποβάλλει αίτηση στην αρμόδια Υπηρεσία Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ που συνοδεύεται από φάκελο ο οποίος περιέχει Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.) τύπου Ι σε έξι (6) τουλάχιστον αντίγραφα. Η ΠΠΕ περιλαμβάνει πληροφορίες ως προς:

- α) τη θέση, και το μέγεθος του έργου
- β) το είδος, την εφαρμοζόμενη τεχνολογία, τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου ή της δραστηριότητας
- γ) τις συνθήκες της περιοχής που θα πραγματοποιηθεί το έργο ή η δραστηριότητα, κυρίως ως προς το φυσικό και το πολιτιστικό περιβάλλον
- δ) τη χρήση των φυσικών πόρων
- ε) τη συσσωρευτική δράση με άλλα έργα ή δραστηριότητες
- στ) την παραγωγή αποβλήτων
- ζ) την προκαλούμενη ρύπανση και τις οχλήσεις
- η) την πρόληψη των ατυχημάτων ιδίως από τη χρήση ουσιών ή τεχνολογίας

θ) συνοπτική καταρχήν περιγραφή των μέτρων που προβλέπονται προκειμένου να αποφευχθούν, να μειωθούν και εφόσον είναι δυνατό, να επανορθωθούν σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις

ι) συνοπτική περιγραφή των κύριων εναλλακτικών λύσεων που μελετά ο κύριος του έργου ή της δραστηριότητας και υπόδειξη των κύριων λόγων της επιλογής του, λαμβανομένων υπόψη των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον.

Επίσης σύμφωνα με την ΚΥΑ 11014 / 703 / Φ104 / 2003 (ΦΕΚ 332 / Β / 20 – 3 – 2003): «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν. 3010 / 2002» μετά την κατάθεση της ΠΠΕΑ, σε περίπτωση θετικής γνωμοδότησης και εφόσον κληθεί ο ενδιαφερόμενος να συνεχίσει περαιτέρω τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων θα πρέπει να συμμορφωθεί με τις υποδείξεις της αρμόδιας υπηρεσίας και ενδεχομένως εφόσον του ζητηθεί να υποβάλλει πρόσθετα στοιχεία και τεκμηριώσεις για επιμέρους περιβαλλοντικούς τομείς (μέσα) και παραμέτρους.

Στη συνέχεια για παράδειγμα σύμφωνα με το Κεφάλαιο Α', άρθρο 4, για την Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) σε έργα και δραστηριότητες της υποκατηγορίας 1 της κατηγορίας Α', ο ενδιαφερόμενος φορέας ή ιδιώτης υποβάλλει αίτηση στην αρμόδια Υπηρεσία Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ που διενήργησε και την ΠΠΕΑ. Η αίτηση συνοδεύεται από φάκελο ο οποίος περιέχει:

α) Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) τύπου Ι σε έξι (6) τουλάχιστον αντίγραφα, η οποία περιλαμβάνει τουλάχιστον τις εξής πληροφορίες:

Ø Περιγραφή του έργου ή της δραστηριότητας

Ø Περιγραφή της υφισταμένης κατάστασης του περιβάλλοντος με τα απαραίτητα στοιχεία και τεκμηριώσεις προκειμένου να γίνει αξιολόγηση και εκτίμηση των κυριότερων άμεσων και έμμεσων περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου ή της δραστηριότητας:

§ στον άνθρωπο, στην πανίδα και στην χλωρίδα

§ στο έδαφος, στα νερά, στον αέρα, στο κλίμα και στο τοπίο

§ στα υλικά αγαθά και στην πολιτιστική κληρονομιά

§ στην αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων που αναφέρονται στις προηγούμενες περιπτώσεις

Ø Περιγραφή των μέτρων που προβλέπονται να ληφθούν προκειμένου να αποφευχθούν, να μειωθούν και εφόσον είναι δυνατόν να επανορθωθούν σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον

Ø Συνοπτική περιγραφή των κύριων εναλλακτικών λύσεων που μελετά ο κύριος του έργου ή της δραστηριότητας και υπόδειξη των κύριων λόγων της επιλογής του, λαμβανομένων υπόψη των επιπτώσεων τους στο περιβάλλον

Ø Απλή (μη τεχνική) περίληψη των πληροφοριών που αναφέρονται στις προηγούμενες περιπτώσεις

Τα κείμενα και οι χάρτες της ΜΠΕ υποβάλλονται και σε ηλεκτρονική μορφή.

β) Την θετική γνωμοδότηση ΠΠΕΑ του Γενικού Δ/ντη Περ/ντος του ΥΠΕΧΩΔΕ μαζί με αντίγραφο του θεωρημένου από την ως άνω Υπηρεσία χάρτη και τοπογραφικού σχεδίου απ' όπου εμφανίζεται η προεπιλεγείσα αλλά και οι εναλλακτικές λύσεις του έργου ή της δραστηριότητας.

Η ΚΥΑ 37111 / 2021 / 2003 (ΦΕΚ 1391 / Β / 29 – 9 – 2003): «Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν. 3010 / 2002» προβλέπει ότι το οικείο Νομαρχιακό Συμβούλιο

μέσα σε πέντε μέρες από την παραλαβή του αντιγράφου της γνωμοδότησης για την Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση (Π.Π.Ε.Α.) θα δημοσιεύσει στον τοπικό τύπο σχετική ανακοίνωση προς το κοινό για να λάβει γνώση του περιεχομένου των στοιχείων αυτών. Μέσα σε προθεσμία 30 ημερών από τη δημοσίευση αυτής της ανακοίνωσης το ενδιαφερόμενο κοινό έχει δυνατότητα να λάβει γνώση ολόκληρου του φακέλου της ΜΠΕ και να διατυπώσει εγγράφως την γνώμη του και τις προτάσεις του. Ως ενδιαφερόμενο κοινό ορίζεται το κοινό που θίγεται ή ενδέχεται να θιγεί ή του οποίου διακυβεύονται συμφέροντα από την πραγματοποίηση του έργου ή της δραστηριότητας. Στο ενδιαφερόμενο κοινό συμπεριλαμβάνονται και οι μη κυβερνητικές οργανώσεις εφόσον προάγουν την προστασία του περιβάλλοντος.

Προϋπόθεση για την έκδοση άδειας λειτουργίας μιας μεταποιητικής μονάδας αποτελεί η έγκριση των περιβαλλοντικών όρων. Σύμφωνα με την ΚΥΑ 13727 / 724 / 2003 (ΦΕΚ 1087 / Β / 5-8-2003): «Αντιστοίχιση των κατηγοριών των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα» ισχύει η νέα κατάταξη των δραστηριοτήτων Υψηλή - Μέση - Χαμηλή όχληση). Με την παραπάνω απόφαση γίνεται αντιστοίχιση των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων με τους βαθμούς όχλησης (Υψηλή Μέση, Χαμηλή) που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα και άλλες διατάξεις.

Πίνακας 2.4: Βιομηχανικές και βιοτεχνικές εγκαταστάσεις

Είδος έργου ή δραστηριότητας	Κωδικός ΕΣΥΕ	Βαθμός όχλησης		
		Υψηλή	Μέση	Χαμηλή
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ				
Παραγωγή και συντήρηση κρέατος	151.1	> 200 τόνοι / ημέρα	2 έως 200 τόνοι / ημέρα	< 2 τόνοι / ημέρα
Επεξεργασία υποπροϊόντων σφαγής και κατεργασίας κρέατος	151.1β	> 200 τόνοι / ημέρα	2 έως 200 τόνοι / ημέρα	< 2 τόνοι / ημέρα
Παραγωγή και συντήρηση κρέατος πουλερικών	151.2	> 200 τόνοι / ημέρα	2 έως 200 τόνοι / ημέρα	< 2 τόνοι / ημέρα
Παραγωγή προϊόντων από κρέας ζώων και πουλερικών	151.3		> 10 τόνοι / ημέρα	≤ 10 τόνοι / ημέρα
Παραγωγή άλλων (εκτός ελαιόλαδου) μη επεξεργασμένων ελαίων και λιπών	154.2	> 1000 τόνοι / ημέρα	50 έως 1000 τόνοι / ημέρα	< 50 τόνοι / ημέρα
Παραγωγή εξευγενισμένων ελαίων και λιπών	154.3		≥ 20 τόνοι / ημέρα	< 20 τόνοι / ημέρα
Παραγωγή παρασκευασμένων ζωοτροφών για κατοικίδια ζώα	157.2		> 10 τόνοι / ημέρα	≤ 10 τόνοι / ημέρα
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑΤΙΝΩΝ ΕΙΔΩΝ				
Κατεργασία και βαφή γουνοδερμάτων και άλλων δερμάτων με ή χωρίς το τρίχωμα τους	183.0α	> 20 τόνοι / ημέρα	1 έως 20 τόνοι / ημέρα	≤ 1 τόνοι / ημέρα
Κατεργασία και δέψη δέρματος	191.0α		> 1 τόνοι / ημέρα	≤ 1 τόνοι / ημέρα

Πηγή: Παράρτημα της ΚΥΑ 13727 / 724 / 2003

Ο χαρακτηρισμός των σφαγείων, των μονάδων επεξεργασίας κρέατος και των μονάδων επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων ως δραστηριότητες υψηλού, μέσου και χαμηλού βαθμού όχλησης καθορίζεται σύμφωνα με την ΚΥΑ 13727 / 724 / 2003 (ΦΕΚ 1087 / Β / 5-8-2003), όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.4 σε

συνάρτηση με τη δυναμικότητα της βιομηχανίας ως προς την πρώτη ύλη που χρησιμοποιεί. Ο βαθμός όχλησης αναφέρεται σε πολεοδομικά διατάγματα και άλλες διατάξεις για να θέσει περιορισμούς στις βιομηχανίες τόσο κατά τη λειτουργία τους όσο και κατά την εγκατάστασή τους σε μία περιοχή.

Η **ΚΥΑ 69269 / 5387 / 1990** (ΦΕΚ 678 / Β / 25-10-1990): «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (ΕΠΜ) και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το Ν. 1650 / 1986» περιγράφει το περιεχόμενο των Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων τύπου Ι (για έργα της υποκατηγορίας 1 της κατηγορίας Α') και τύπου ΙΙ (για έργα της υποκατηγορίας 2 της κατηγορίας Α'), καθώς και για Προμελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων τύπου Ι και ΙΙ. Οι θεματικές ενότητες (κεφάλαια) των ΜΠΕ προβλέπονται κοινές για τα έργα ή τις δραστηριότητες που ανήκουν στην ίδια υποκατηγορία.

Γενικά χρειάζονται χωριστές άδειες αποβλήτων, π.χ. άδειες αέρα, άδειες υγρών αποβλήτων κτλ. Η αέρια ρύπανση σχετίζεται με την καύση στερεών αποβλήτων, ενώ η ρύπανση των νερών χρειάζεται να καθορισθεί ο αποδέκτης και να εγκριθεί μελέτη επεξεργασίας και διάθεσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

2.1.2.4 Βιομηχανία και διαχείριση υδατικών πόρων

Σε παγκόσμιο επίπεδο το νερό που χρησιμοποιείται στην βιομηχανία αντιστοιχεί περίπου στο 20 % της κατανάλωσης γλυκού νερού. Από αυτό, το 57 – 69 % χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ψύξης, το 30 – 40 % σε βιομηχανικές διαδικασίες και το 0,5 – 3 % σε ατμοηλεκτρικούς σταθμούς [Μεσόγειος SOS, 2005]. Το νερό καταναλώνεται με διάφορους τρόπους και στη συνέχεια μεγάλο ποσοστό του χρησιμοποιημένου νερού επιστρέφει στη φύση, σημαντικά επιβαρημένο με βιομηχανικά ή γεωργικά απόβλητα, αστικά λύματα, απορρίμματα κάθε υλικού και στραγγίσματα από τις παράνομες χωματερές.

Στον **Νόμο 1739 / 1987** (ΦΕΚ 201 / Α / 20 – 11 – 1987): «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις», άρθρο 12, αναφέρεται ότι η διάθεση λυμάτων, βιομηχανικών αποβλήτων και γενικά υποβαθμισμένων ποιοτικά νερών ή άλλων υλικών στους υδατικούς αποδέκτες γίνεται σύμφωνα με το Νόμο 1650 / 1986): «για την προστασία του περιβάλλοντος». Επίσης προβλέπεται η απαγόρευση της διάθεσης των παραπάνω υλικών σε θέσεις και χρονικές περιόδους που κρίνονται επιβλαβείς για το υδατικό οικοσύστημα ή τις χρήσεις νερού, στα πλαίσια ειδικών ρυθμίσεων, οι οποίες ορίζονται με κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας.

Ο **Νόμος 3199 / 2003** (ΦΕΚ 280 / Α / 9 – 12 – 2003): «Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000 / 60 / ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000», στο άρθρο 8, προβλέπει την κατάρτιση από τις Περιφέρειες:

1. Προγράμματος Μέτρων
2. Προγράμματος Παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτων.

Το πρόγραμμα μέτρων καθορίζει τα μέτρα που απαιτούνται για: την προστασία και διαχείριση των υδάτων των λεκανών απορροής ποταμών που εμπíπτουν στην αρμοδιότητα κάθε Περιφέρειας, τη διατήρηση, προστασία και βελτίωση της ποιότητας του υδάτινου περιβάλλοντος, την αντιμετώπιση της

ρύπανσης των υδατικών οικοσυστημάτων, ανεξάρτητα από την πηγή προέλευσης της και τη διασφάλιση της αειφόρου χρήσης των υδάτων.

Κάθε έργο ή δραστηριότητα που μπορεί να προκαλέσει ρύπανση με απόρριψη υγρών αποβλήτων στο περιβάλλον, οφείλει να εναρμονίζεται με τα εγκεκριμένα Σχέδια Διαχείρισης, ώστε να επιτυγχάνεται η προστασία και η επίτευξη του στόχου της καλής οικολογικής κατάστασης των υδάτων.

Το αναθεωρημένο Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης της ρύπανσης από ουσίες του Καταλόγου II της Οδηγίας 76 / 464 / ΕΟΚ όπως καθορίζεται στην **ΚΥΑ 50388 / 2704 / Ε103 / 2003** (ΦΕΚ 1866 / Β / 12 – 12 - 2003): «Τροποποίηση και συμπλήρωση της Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου 2 / 1 -2 – 2001 [Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο II της οδηγίας 76 / 464 / ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976 (Α' 15)]» περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Προσδιορισμός των πιθανών ρυπαντών που θα ελέγχονται / παρακολουθούνται στα επιφανειακά νερά της Ελλάδας
- Εγκατάσταση και λειτουργία δικτύου παρακολούθησης (δειγματοληψίες – αναλύσεις) που καλύπτει τη χώρα
- Νομοθετήματα για έλεγχο και μείωση της ρύπανσης από τις ουσίες του Καταλόγου II της οδηγίας 76 / 464 / ΕΟΚ
- Παρακολούθηση της απόδοσης του προγράμματος και της επίτευξης των στόχων του.

Στις γενικές παραμέτρους ποιότητας νερών, που παρακολουθούνται στα πλαίσια του Εθνικού Προγράμματος για θέματα θρεπτικών συστατικών και ευτροφισμού περιλαμβάνονται: το διαλυμένο οξυγόνο, το COD, το BOD₅, το NO₃⁻, το NH₄⁺, τα νιτρώδη NO₂⁻, τα φωσφορικά P₂O₅, ο ολικός φώσφορος P₂O₅, η χλωροφύλλη a, η χλωροφύλλη b, η χλωροφύλλη c και η ολική χλωροφύλλη. Στις παραμέτρους οργανοληπτικού ελέγχου περιλαμβάνονται: το χρώμα, οι αφροί, η θολερότητα, η οσμή, τα αιωρούμενα στερεά, τα ολικά στερεά και τα καθιζάνοντα στερεά. Στις φυσικοχημικές παραμέτρους περιλαμβάνονται: η θερμοκρασία του νερού, η θερμοκρασία του αέρα, η αγωγιμότητα, το pH, η σκληρότητα, τα χλωριόντα, τα θειικά, το κάλιο, το νάτριο, το μαγνήσιο, το ασβέστιο και το βάριο. Στις παραμέτρους ανεπιθύμητων ουσιών περιλαμβάνονται: τα απορρυπαντικά LAS, οι φαινόλες, τα φθοριόντα, το βόριο, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος, ο άργυρος, το υπολειμματικό χλώριο και τα TOC. Επίσης στις μικροβιολογικές παραμέτρους περιλαμβάνονται τα ολικά κολοβακτηριοειδή, τα κολοβακτηριοειδή των κοπράνων, οι στρεπτόκοκκοι των κοπράνων, η σαλμονέλλα και τα αναγωγικά κλωστηρίδια.

2.1.2.5 Βιομηχανία και διαχείριση αποβλήτων

Οι βάσεις για τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων βιομηχανιών δίνονται με το **Π.Δ. 1180/81** (Κ-5) (ΦΕΚ 293 / 6 – 10 – 1981): «Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφάλισης περιβάλλοντος εν γένει» και με τη **ΥΔ.Ε1β/221/1965** (Εβ-37) (ΦΕΚ 138 / Β / 24 – 2 – 1965): Υγειονομική Διάταξις περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων. Ενώ η διαχείριση των στερεών αποβλήτων καθίσταται σαφής με την **ΚΥΑ 50910/2727/2003** (ΦΕΚ 1909/Β/22-12-03): «Μέτρα και Όροι για

τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης» (βλέπε Παράρτημα Ζ).

2.1.2.6 Βιομηχανία και αέρια ρύπανση

Στο Παράρτημα II: Χαρακτηρισμοί των επικίνδυνων αποβλήτων, της **ΚΥΑ 19396 / 1546 / 1997** (ΦΕΚ 604 / Β / 18 – 7 – 1997): «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων» μεταξύ άλλων υπάρχει ο χαρακτηρισμός Η9 «Μολυσματικός»: ύλες που περιέχουν ανθεκτικούς μικροοργανισμούς ή τις τοξίνες τους, οι οποίοι είναι γνωστό ή υπάρχουν σοβαροί λόγοι να πιστευτεί ότι προκαλούν ασθένειες στον άνθρωπο ή σε άλλους ζώντες οργανισμούς.

Οι αποτεφρωτήρες πτωμάτων ή υπολειμμάτων ζώων εξαιρούνται από τις διατάξεις της **ΚΥΑ 2487 / 455 / 1999** (ΦΕΚ 196 / Β / 8 – 3 – 1999): «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση επικινδύνων αποβλήτων».

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και οι αρμόδιες για θέματα περιβάλλοντος περιφερειακές του υπηρεσίες είναι υπεύθυνες για την εφαρμογή και υλοποίηση των αρχών της διαχείρισης της ποιότητας του αέρα σύμφωνα με την **ΚΥΑ 3277 / 209 / 2000** (ΦΕΚ 180 / Β / 17 – 2 - 2000): «Καθορισμός γενικών αρχών και αρμόδιων υπηρεσιών, για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος». Σύμφωνα με την ίδια Κοινή Υπουργική Απόφαση οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος είναι: το διοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του αζώτου, τα λεπτά σωματίδια όπως αιθάλες, τα αιωρούμενα σωματίδια, ο μολυβδος και το όζον, καθώς και το βενζόλιο, το μονοξείδιο του άνθρακα, οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, το κάδμιο, το αρσενικό, το νικέλιο και ο υδράργυρος.

Στην **Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου 34 / 30 – 5 – 2002** (ΦΕΚ 125 / Α / 5 – 6 – 2002): «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου» καθορίζονται οι απαιτήσεις για την εκτίμηση των αέριων ρύπων, καθώς και οι θέσεις των σημείων δειγματοληψίας σε μια ζώνη (πόλη, βιομηχανική ή αγροτική περιοχή, οριοθετημένη από τις αρμόδιες αρχές) για την προστασία της ανθρώπινης υγείας από την άμεση ή έμμεση έκθεση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η πυκνότητα του πληθυσμού ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο πρέπει να είναι τέτοια που να δικαιολογεί την ανάγκη εκτίμησης και διαχείρισης της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος. Σε οποιονδήποτε ρυπαίνει ή συμβάλλει στην πρόκληση ρύπανσης ή υποβάθμισης του περιβάλλοντος με πράξη ή παράλειψη κατά παράβαση των μέτρων που λαμβάνουν οι αρμόδιες αρχές επιβάλλονται ποινικές, αστικές και διοικητικές κυρώσεις (όπως προβλέπει ο Νόμος 1892 / 1990).

Με βάση το Πρωτόκολλο του Κυότο εγκρίθηκε στην Ελλάδα το Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης των αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, μέσω της **Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου 5 / 27 – 2 – 2003** (ΦΕΚ 58 / Β / 5 – 3 – 2003): «Έγκριση Εθνικού Προγράμματος μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (2000 – 2010) σύμφωνα με το άρθρο τρίτο (παράγραφος 3) του Ν. 3017 / 2002 (ΦΕΚ Α' 117)». Το κεντρικό σημείο του Πρωτοκόλλου του Κυότο είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των αναπτυγμένων κρατών να ελαττώσουν τις εκπομπές 6 αερίων του θερμοκηπίου: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC και SF₆. Τα μέτρα

που εξετάστηκαν για τη βιομηχανία (όπως τα σφαγεία) στα πλαίσια της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας και της μείωσης των εκπομπών είναι:

- Προώθηση της χρήσης φυσικού αερίου,
- Προώθηση της χρήσης ηλιακών συστημάτων,
- Αξιοποίηση της βιομάζας σε θερμικές χρήσεις,
- Διάφορα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Ενώ για την Ευρώπη προβλέπεται μείωση των εκπομπών κατά 8 % μέχρι το 2012, η Ελλάδα μπορεί να έχει μία αύξηση μέχρι 25 % για να φτάσει αναπτυξιακά τις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ. Το Πρωτόκολλο του Κυότο είναι η πράσινη βίβλος για την εμπορία των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Για την περίοδο μέχρι το 2008, θα καλύπτει μόνο εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι τομείς που θα συμμετέχουν, είναι ο ενεργειακός τομέας και οι βιομηχανίες με σημαντικές εκπομπές.

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 2.5 γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση της νομοθεσίας για το περιβάλλον και τη διαχείριση των αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακας 2.5: Ανασκόπηση της νομοθεσίας για το περιβάλλον και τη διαχείριση των αποβλήτων σφαγείων.

1912	Ν. ΔΚΣΤ / 1912 «περί των όρων ιδρύσεως των βιομηχανικών εργοστασίων»
1921	Β.Δ. 15 / 21 «περί χορηγήσεως αδειών ιδρύσεως και λειτουργίας πάσης μηχανολογικής εγκαταστάσεως»
1938	«Υγειονομικός Κανονισμός Νομού Αττικοβοιωτίας»
1940	Α.Ν. 2520 / 1940 «περί υγειονομικών διατάξεων»
1965	ΥΔ Ε1β / 221 / 22-1-1965 (ΦΕΚ 138 / Β / 24 – 2 – 1965): «Υγειονομική Διάταξις περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων»
1976	Ν. 360 / 1976 «περί Χωροταξίας και Περιβάλλοντος»
1978	ΠΔ 738 / 78 «περί ιδρύσεως, επεκτάσεως ή μεταφοράς βιομηχανιών και βιοτεχνιών»
1980	Ν. 1032/80 «περί συστάσεως Υπουργείου Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος»
1981	ΠΔ 1180 / 1981 «περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει»
1986	Ν. 1650 / 1986 (ΦΕΚ 160 / Α / 18 – 10 – 1986) «για την προστασία του περιβάλλοντος»
1987	Ν. 1739 / 1987 (ΦΕΚ 201 / Α / 20 – 11 – 1987): «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις»
1990	ΚΥΑ 69269 / 5387 / 1990 (ΦΕΚ 678 / Β / 25-10-1990): «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (ΕΠΜ) και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το Ν. 1650 / 1986»
1997	ΚΥΑ 19396 / 1546 / 1997 (ΦΕΚ 604 / Β / 18 – 7 – 1997): «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων»
1999	ΚΥΑ 2487 / 455 / 1999 (ΦΕΚ 196 / Β / 8 – 3 – 1999): «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση επικινδύνων αποβλήτων»

- 2000 ΚΥΑ 3277 / 209 / 2000 (ΦΕΚ 180 / Β / 17 – 2 - 2000): «Καθορισμός γενικών αρχών και αρμόδιων υπηρεσιών, για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος»
- 2002 ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002 (ΦΕΚ 1022 / Β / 5 – 8 – 2002) «Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν. 3010 / 2002. Εναρμόνιση του Ν. 1650 / 86 με τις οδηγίες 97 / 11 / ΕΕ και 96 / 61 / ΕΕ»
- 2002 Ν. 3010 / 2002 (ΦΕΚ 91 / Α / 25 – 4 – 2002) «Εναρμόνιση του Ν. 1650 / 1986 με τις οδηγίες 97 / 11 Ε.Ε. και 96 / 61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις»
- 2002 ΠΥΣ 34 / 30 – 5 – 2002 (ΦΕΚ 125 / Α / 5 – 6 – 2002): «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου»
- 2003 ΚΥΑ 11014 / 703 / Φ104 / 2003 (ΦΕΚ 332 / Β / 20 – 3 – 2003): «Διαδικασία Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 2 του Ν. 3010 / 2002»
- 2003 ΚΥΑ 37111 / 2021 / 2003 (ΦΕΚ 1391 / Β / 29 – 9 – 2003): «Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν. 3010 / 2002»
- 2003 ΚΥΑ 50388 / 2704 / Ε103 / 2003 (ΦΕΚ 1866 / Β / 12 – 12 - 2003): «Τροποποίηση και συμπλήρωση της Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου 2 / 1 -2 – 2001 [Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76 / 464 / ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976 (Α' 15)]»
- 2003 ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909/Β/22-12-03): «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης»
- 2003 Ν. 3199 / 2003 (ΦΕΚ 280 / Α / 9 – 12 – 2003): «Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000 / 60 / ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000»
- 2003 ΠΥΣ 5 / 27 – 2 – 2003 (ΦΕΚ 58 / Β / 5 – 3 – 2003): «Έγκριση Εθνικού Προγράμματος μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (2000 – 2010) σύμφωνα με το άρθρο τρίτο (παράγραφος 3) του Ν. 3017 / 2002 (ΦΕΚ Α' 117)»

2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

2.2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα σφαγεία

2.2.1.1 Ζωικά υποπροϊόντα / παραπροϊόντα

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω οι Κανονισμοί της Ε.Ε. μόλις θεσμοθετηθούν έχουν άμεση ισχύ και δεν απαιτείται λήψη νομοθετικών μέτρων από την Ελλάδα για να εναρμονίσει το Ελληνικό δίκαιο προς αυτούς. Ένας τέτοιος σημαντικός **Κανονισμός** είναι ο αριθ. **1774/2002** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002: «για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο», όπως τροποποιήθηκε από τους: **Κανονισμός** (ΕΚ) αριθ. **808/2003** της Επιτροπής, της 12ης Μαΐου 2003: «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο», **Κανονισμός** (ΕΚ) αριθ. **92/2005** της Επιτροπής, της 19ης Ιανουαρίου 2005: «για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τους τρόπους διάθεσης και χρησιμοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων, καθώς και για την τροποποίηση του παραρτήματος VI του εν λόγω κανονισμού όσον αφορά τη μεταποίηση σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου και την επεξεργασία των τετηγμένων λιπών» και **Κανονισμός** (ΕΚ) αριθ. **208/2006** της Επιτροπής, της 7ης Φεβρουαρίου 2006: «για την τροποποίηση των παραρτημάτων VI και VIII του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τα πρότυπα επεξεργασίας για τις εγκαταστάσεις βιοαερίου και λιπασματοποίησης και τις απαιτήσεις για την κόπρω». Ο συγκεκριμένος Κανονισμός εφαρμόζεται κατά τη συλλογή, τη μεταφορά, την αποθήκευση, τον εν γένει χειρισμό, τη μεταποίηση και τη χρησιμοποίηση ή την τελική διάθεση ζωικών υποπροϊόντων, ώστε να μη θέτουν τα εν λόγω προϊόντα σε κίνδυνο την υγεία των ζώων ή τη δημόσια υγεία.

2.2.1.1.1 Υλικά της κατηγορίας 1

Τα υλικά της κατηγορίας 1 περιλαμβάνουν τα κατωτέρω ζωικά προϊόντα, ή κάθε υλικό που περιέχει αυτά τα υποπροϊόντα:

α) όλα τα μέρη του σώματος, συμπεριλαμβανομένων των δορών και των δερμάτων, των εξής ζώων:

i) ζώων για τα οποία υπάρχει υπόνοια ότι έχουν μολυνθεί από μεταδοτικές μορφές σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας (ΜΣΕ) σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 999/2001, ή στα οποία έχει επίσημα επιβεβαιωθεί η παρουσία μεταδοτικών μορφών σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας (ΜΣΕ).

ii) ζώων τα οποία θανατώνονται στο πλαίσιο μέτρων εξάλειψης της μεταδοτικής σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας (ΜΣΕ).

iii) ζώων, πλην των εκτρεφόμενων ζώων και των άγριων ζώων, όπως ιδίως τα ζώα συντροφιάς και τα ζώα ζωολογικών κήπων και τσίρκων.

iv) πειραματόζωων, όπως ορίζονται στο άρθρο 2 της οδηγίας 86/609/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 24ης Νοεμβρίου 1986, για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων

των κρατών μελών σχετικά με την προστασία των ζώων που χρησιμοποιούνται για επιστημονικούς και άλλους πειραματικούς σκοπούς και

ν) άγριων ζώων, όταν υπάρχει υπόνοια ότι έχουν μολυνθεί με νόσους μεταδίδσιμες στον άνθρωπο ή στα ζώα·

β) i) υλικό ειδικού κινδύνου και

ii) ολόκληρων πτωμάτων ζώων που περιέχουν υλικό ειδικού κινδύνου, εφόσον το υλικό ειδικού κινδύνου δεν έχει αφαιρεθεί μέχρι τη στιγμή της διάθεσης·

γ) προϊόντα που προέρχονται από ζώα στα οποία έχουν χορηγηθεί ουσίες απαγορευμένες βάσει της οδηγίας 96/22/ΕΚ, και προϊόντα ζωικής προέλευσης που περιέχουν υπολείμματα μολυσματικών παραγόντων για το περιβάλλον και άλλων ουσιών οι οποίες απαριθμούνται στην ομάδα Β σημείο 3 του παραρτήματος Ι της οδηγίας 96/23/ΕΚ του Συμβουλίου, της 29ης Απριλίου 1996, περί της λήψης μέτρων ελέγχου για ορισμένες ουσίες και τα κατάλοιπά τους σε ζώντα ζώα και στα προϊόντα τους και κατάργησης των οδηγιών 85/358/ΕΟΚ και 86/469/ΕΟΚ και των αποφάσεων 89/187/ΕΟΚ και 91/664/ΕΟΚ(19), εάν τα κατάλοιπα αυτά υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο όριο που ορίζεται από την κοινοτική νομοθεσία ή, ελλείψει κοινοτικών διατάξεων, από την εθνική νομοθεσία·

δ) όλα τα ζωικά υλικά που συλλέγονται κατά την επεξεργασία λυμάτων από τις μονάδες μεταποίησης υλικών της κατηγορίας 1 και από άλλες εγκαταστάσεις στις οποίες αφαιρείται υλικό ειδικού κινδύνου, συμπεριλαμβανομένων των υλικών από τις εργασίες εσχαρισμού και εξάμμωσης, των μειγμάτων λιπών και ελαίων, της ιλύος και των υλικών που αφαιρούνται από τις αποχετεύσεις αυτών των εγκαταστάσεων, εκτός αν τα υλικά αυτά δεν περιέχουν υλικό ειδικού κινδύνου ούτε μέρη τέτοιου υλικού·

ε) υπολείμματα τροφίμων από μεταφορικά μέσα που εκτελούν διεθνείς μεταφορές, και

στ) μείγματα υλικών της κατηγορίας 1 με υλικά είτε κατηγορίας 2 είτε κατηγορίας 3 ή και των δύο κατηγοριών, συμπεριλαμβανομένων των υλικών που προορίζονται για μεταποίηση σε μονάδα μεταποίησης κατηγορίας Ι.

2.2.1.1.2 Υλικά της κατηγορίας 2

Τα υλικά της κατηγορίας 2 περιλαμβάνουν τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα ή κάθε υλικό που περιέχει αυτά τα υποπροϊόντα:

α) κόπρος και περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος·

β) όλα τα υλικά ζωικής προέλευσης που συλλέγονται κατά την επεξεργασία λυμάτων από σφαγεία, πλην εκείνων που εμπίπτουν στην κατηγορία 1 (δηλαδή όλα τα ζωικά υλικά που συλλέγονται κατά την επεξεργασία λυμάτων από τις μονάδες μεταποίησης υλικών της κατηγορίας 1 και από άλλες εγκαταστάσεις στις οποίες αφαιρείται υλικό ειδικού κινδύνου, συμπεριλαμβανομένων των υλικών από τις εργασίες εσχαρισμού και εξάμμωσης, των μειγμάτων λιπών και ελαίων, της ιλύος και των υλικών που αφαιρούνται από τις αποχετεύσεις αυτών των εγκαταστάσεων, εκτός αν τα υλικά αυτά δεν περιέχουν υλικό ειδικού κινδύνου ούτε μέρη τέτοιου υλικού), ή από μονάδες μεταποίησης υλικών της κατηγορίας 2, συμπεριλαμβανομένων των υλικών που προέρχονται από τις εργασίες εσχαρισμού και εξάμμωσης, των μειγμάτων λιπών και ελαίων, της

υλός και των υλικών που αφαιρούνται από τις αποχετεύσεις των εγκαταστάσεων εκείνων·

γ) προϊόντα ζωικής προέλευσης που περιέχουν κατάλοιπα κτηνιατρικών φαρμάκων και μολυσματικούς παράγοντες (ομάδα Β σημεία 1 και 2 του παραρτήματος Ι της οδηγίας 96/23/ΕΚ), εάν τα κατάλοιπα αυτά υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο επίπεδο που καθορίζεται από την κοινοτική νομοθεσία·

δ) προϊόντα ζωικής προέλευσης, εκτός των υλικών της κατηγορίας 1, τα οποία εισάγονται από τρίτες χώρες και δεν πληρούν, κατά τις επιθεωρήσεις που προβλέπονται από την κοινοτική νομοθεσία, τις κτηνιατρικές προϋποθέσεις εισαγωγής στην Κοινότητα, εκτός εάν πρόκειται να επιστραφούν ή αν η εισαγωγή τους επιτρέπεται με την επιφύλαξη των περιορισμών που προβλέπουν οι κοινοτικές διατάξεις·

ε) ζώα και μέρη ζώων, εκτός όσων αναφέρονται στο άρθρο 4 (δηλαδή ζώων για τα οποία υπάρχει υπόνοια ότι έχουν μολυνθεί από ΜΣΕ), που έχουν πεθάνει με άλλο τρόπο και όχι διότι έχουν σφαγεί για ανθρώπινη κατανάλωση, συμπεριλαμβανομένων των ζώων που θανατώνονται για την εξάλειψη επιζωοτικής ασθένειας·

στ) μείγματα υλικών της κατηγορίας 2 με υλικά της κατηγορίας 3, συμπεριλαμβανομένων των υλικών που προορίζονται για μεταποίηση σε μονάδα μεταποίησης της κατηγορίας 2·και

ζ) ζωικά υποπροϊόντα, πλην των υλικών της κατηγορίας 1 ή των υλικών της κατηγορίας 3.

2.2.1.1.3 Υλικά της κατηγορίας 3

Τα υλικά της κατηγορίας 3 περιλαμβάνουν τα ακόλουθα ζωικά υποπροϊόντα, ή κάθε υλικό που περιέχει παρόμοια υποπροϊόντα:

α) τα μέρη σφαγέντων ζώων, τα οποία είναι κατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία, αλλά δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο για εμπορικούς λόγους·

β) τα μέρη σφαγέντων ζώων, τα οποία απορρίπτονται ως ακατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά δεν φέρουν σημεία νόσων μεταδόσιμων στον άνθρωπο ή σε ζώα και λαμβάνονται από σφάγια τα οποία είναι κατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία·

γ) δορές και δέρματα, οπλές, χηλές και κέρατα, τρίχες χοίρων και φτερά που προέρχονται από ζώα τα οποία σφάζονται σε σφαγείο αφού υποβληθούν σε επιθεώρηση πριν από τη σφαγή και είναι, βάσει αυτής της επιθεώρησης, κατάλληλα για σφαγή και κατανάλωση από τον άνθρωπο, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία·

δ) αίμα που λαμβάνεται από μη μηρυκαστικά ζώα τα οποία σφάζονται σε σφαγείο αφού υποβληθούν σε επιθεώρηση πριν από τη σφαγή και είναι, βάσει αυτής της επιθεώρησης, κατάλληλα για σφαγή και κατανάλωση από τον άνθρωπο, σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία·

ε) ζωικά υποπροϊόντα που προέρχονται από την παραγωγή προϊόντων τα οποία προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο, συμπεριλαμβανομένων των απολιπανθέντων οστών και των κατάλοιπων τήξης λιπών·

στ) πρώην τρόφιμα ζωικής προέλευσης ή πρώην τρόφιμα που περιέχουν προϊόντα ζωικής προέλευσης, πλην των υπολειμμάτων τροφίμων, τα οποία δεν προορίζονται πλέον για κατανάλωση από τον άνθρωπο, για εμπορικούς λόγους

ή λόγω προβλημάτων που σχετίζονται με ελαττωματική παραγωγή ή συσκευασία ή με άλλες ατέλειες, οι οποίες δεν παρουσιάζουν κανένα κίνδυνο για τον άνθρωπο ή για τα ζώα·

ζ) νωπό γάλα που προέρχεται από ζώα τα οποία δεν παρουσιάζουν κλινικά συμπτώματα κάποιας ασθένειας η οποία είναι δυνατό να μεταδοθεί μέσω αυτού του προϊόντος στον άνθρωπο ή σε ζώα·

η) ψάρια ή άλλα θαλάσσια ζώα, πλην των θαλασσιών θηλαστικών, τα οποία αλιεύονται στην ανοιχτή θάλασσα με στόχο την παραγωγή ιχθυάλευρου·

θ) νωπά υποπροϊόντα ψαριών που προέρχονται από μονάδες παραγωγής προϊόντων ψαριών για κατανάλωση από τον άνθρωπο·

ι) όστρακα, υποπροϊόντα ιχθυοτροφείων και υποπροϊόντα σπασμένων αυγών που προέρχονται από ζώα τα οποία δεν παρουσίαζαν κλινικά συμπτώματα καμίας ασθένειας που είναι δυνατό να μεταδοθεί μέσω αυτού του προϊόντος στον άνθρωπο ή σε ζώα·

ια) αίμα, δορές και δέρματα, οπλές και χηλές, φτερά, μαλλί, κέρατα, τρίχες και γούνες που προέρχονται από ζώα τα οποία δεν παρουσίαζαν κλινικά σημεία καμίας ασθένειας η οποία είναι δυνατό να μεταδοθεί μέσω αυτών των προϊόντων στον άνθρωπο ή σε ζώα, και

ιβ) υπολείμματα τροφίμων πλην των αναφερόμενων στο άρθρο 4 παράγραφος 1 στοιχείο ε) (δηλαδή υπολείμματα τροφίμων από μεταφορικά μέσα που εκτελούν διεθνείς μεταφορές).

2.2.1.1.4 Αίμα

Το αίμα που προέρχεται από ζώα κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση και εκτρέπεται από την ανθρώπινη διατροφική αλυσίδα, για διάφορους λόγους, και το αίμα που δεν είναι κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση ανήκει στα υποπροϊόντα ζωικής προέλευσης και αποτελεί αντικείμενο του κανονισμού 1774/2002/EK [Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2006]. Επομένως αφ' ενός μεν πρέπει να συλλέγεται και αφ' ετέρου να ταξινομείται και να διατίθεται ως ακολούθως:

1. Το αίμα των **μη μηρυκαστικών** ζώων από ζώα που σφάζονται σε σφαγείο, αφού έχουν κριθεί κατάλληλα για σφαγή και κατανάλωση από τον άνθρωπο μετά από επιθεώρηση πριν και μετά τη σφαγή, κατατάσσεται στα **υλικά κατηγορίας 3** (άρθρο 6 παρ. 1 δ) του καν. 1774/2002/EK)

Το αίμα αυτό μπορεί:

- να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ζωοτροφών για ζώα συντροφιάς σε μονάδα εγκεκριμένη με το άρθρο 18 του καν.1774/2002/EK,
- να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή προϊόντων αίματος σε μονάδα εγκεκριμένη με το άρθρο 17 του καν.1774/2002/EK (παράρτημα VII, κεφάλαιο III του καν. 1774/2002/EK),
- να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή μεταποιημένων ζωικών πρωτεϊνών (αιματάλευρα) σε μονάδα εγκεκριμένη με το άρθρο 17 του καν.1774/2002/EK (παράρτημα VII, κεφάλαιο I του καν. 1774/2002/EK),
- να οδηγηθεί σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου ή λιπασματοποίησης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 15 του καν.1774/2002/EK,
- να οδηγηθεί σε τεχνική μονάδα εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 18 του καν.1774/2002/EK,

- αφού μεταποιηθεί, σε μονάδα μεταποίησης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 13 του καν.1774/2002/EK, μπορεί να αποτεφρωθεί ή να συναποτεφρωθεί, σε μονάδα αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 12 του καν.1774/2002/EK, ή μπορεί να οδηγηθεί σε χώρο υγειονομικής ταφής εγκεκριμένο βάσει της οδηγίας 1999/31/EK,
- κατευθείαν να αποτεφρωθεί σε μονάδα αποτέφρωσης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 12 του καν.1774/2002/EK.

2. Το αίμα των **μηρυκαστικών** ζώων από ζώα που σφάζονται σε σφαγείο ταξινομείται και διατίθεται ως εξής :

- σαν **υλικό κατηγορίας 1** όταν προέρχεται από ζώο με εγκεφαλοπάθεια ή όταν περιέχει κατάλοιπα ή έχει συλλεγεί κατά την επεξεργασία λυμάτων από εγκαταστάσεις στις οποίες έχει αφαιρεθεί υλικό ειδικού κινδύνου. Αυτό το αίμα διατίθεται σαν υλικό κατηγορίας 1,
- σαν **υλικό κατηγορίας 3** όταν προέρχεται από ζώο κατάλληλο για κατανάλωση από τον άνθρωπο ως αποτέλεσμα ελέγχων πριν και μετά τη σφαγή, συμπεριλαμβανομένης της ταχείας δοκιμής για ΜΣΕ, όπου χρειάζεται. Το αίμα αυτό μπορεί να διατεθεί με όλους τους δυνατούς τρόπους που αναφέρονται παραπάνω για το αίμα των μη μηρυκαστικών,
- σαν **υλικό κατηγορίας 2** όταν δεν μπορούμε να το κατατάξουμε ούτε στην κατηγορία 1 ούτε στην κατηγορία 3 και μπορεί :
 - α) να οδηγηθεί σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου ή λιπασματοποίησης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 15 του καν.1774/2002/EK,
 - β) να οδηγηθεί σε τεχνική μονάδα εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 18 του καν.1774/2002/EK,
 - γ) αφού μεταποιηθεί, σε μονάδα μεταποίησης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 13 του καν.1774/2002/EK, μπορεί να αποτεφρωθεί ή να συναποτεφρωθεί, σε μονάδα αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 12 του καν.1774/2002/EK, ή μπορεί να οδηγηθεί σε χώρο υγειονομικής ταφής εγκεκριμένο βάσει της οδηγίας 1999/31/EK,
 - δ) κατευθείαν να αποτεφρωθεί σε μονάδα αποτέφρωσης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 12 του καν.1774/2002/EK.

3. Το αίμα που προέρχεται από ζώα που δεν έχουν σφαχθεί σε σφαγείο (περίπτωση του άρθρου 6 παρ.ια) του καν. 1774/2002/EK) μπορεί :

- α) να οδηγηθεί σε τεχνική μονάδα εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 18 του καν.1774/2002/EK,
- β) αφού μεταποιηθεί, σε μονάδα μεταποίησης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 13 του καν.1774/2002/EK, μπορεί να αποτεφρωθεί ή να συναποτεφρωθεί, σε μονάδα αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 12 του καν.1774/2002/EK, ή μπορεί να οδηγηθεί σε χώρο υγειονομικής ταφής εγκεκριμένο βάσει της οδηγίας 1999/31/EK,
- γ) κατευθείαν να αποτεφρωθεί σε μονάδα αποτέφρωσης εγκεκριμένη σύμφωνα με το άρθρο 12 του καν.1774/2002/EK.

2.2.1.1.5 Αποτέφρωση ή συναποτέφρωση

Κανονικά η αποτέφρωση και συναποτέφρωση μεταποιημένων προϊόντων γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις της **Οδηγίας 2000/76/ΕΚ**. Η αποτέφρωση και συναποτέφρωση ζωικών υποπροϊόντων γίνεται είτε σύμφωνα με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/76/ΕΚ ή, όταν δεν εφαρμόζεται η εν λόγω οδηγία, σύμφωνα με τις διατάξεις του **Κανονισμού 1774/2002/ΕΚ**. Αξίζει να δούμε τις μονάδες αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης που δεν εφαρμόζεται η Οδηγία 2000/76/ΕΚ.

Α) Μονάδες αποτέφρωσης υψηλού δυναμικού

Η μονάδα αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης (υψηλού δυναμικού) πρέπει να σχεδιάζεται, να εξοπλίζεται και να λειτουργεί κατά τρόπο ώστε να τηρούνται οι απαιτήσεις του καν. 1774/2002/ΕΚ. Πρέπει να πληρούνται οι ακόλουθοι υγειονομικοί όροι:

α) τα ζωικά υποπροϊόντα πρέπει να διατίθενται το ταχύτερο μετά την άφιξή τους. Πρέπει να αποθηκεύονται κατάλληλα έως την τελική τους διάθεση,

β) οι περιέκτες, τα δοχεία και τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μη μεταποιημένου υλικού πρέπει να καθαρίζονται σε ειδικό για τον σκοπό αυτό χώρο, ώστε να εξασφαλίζεται ότι τα λύματα υποβάλλονται σε επεξεργασία,

γ) πρέπει να λαμβάνονται συστηματικά προληπτικά μέτρα κατά των πτηνών, των τρωκτικών, των εντόμων ή άλλων παρασίτων. Προς τούτο, πρέπει να χρησιμοποιείται τεκμηριωμένο πρόγραμμα καταπολέμησης των παρασίτων,

δ) οι διαδικασίες καθαρισμού πρέπει να καθορίζονται και να τεκμηριώνονται για όλα τα μέρη των κτιρίων. Για τον καθαρισμό πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλος εξοπλισμός και υλικά καθαρισμού,

ε) ο υγειονομικός έλεγχος πρέπει να περιλαμβάνει τακτικές επιθεωρήσεις του περιβάλλοντος χώρου και του εξοπλισμού. Τα προγράμματα επιθεώρησης και τα αποτελέσματα τους πρέπει να καταχωρούνται σε έγγραφα, τα οποία να φυλάγονται τουλάχιστον επί δύο έτη.

Ο διαχειριστής της μονάδας αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης πρέπει να λαμβάνει όλες τις αναγκαίες προφυλάξεις όσον αφορά την παραλαβή ζωικών υποπροϊόντων, ώστε να προλαμβάνονται ή να περιορίζονται, όσο είναι δυνατόν, οι άμεσοι κίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων ή των ζώων.

Όλες οι μονάδες αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης πρέπει να σχεδιάζονται, να κατασκευάζονται, να εξοπλίζονται και να λειτουργούν κατά τρόπο ώστε η θερμοκρασία των αερίων που παράγονται κατά τη διεργασία να αυξάνεται, με ελεγχόμενο και ομοιογενή τρόπο ακόμη και υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες, στους 850 °C, μετρούμενη στο εσωτερικό τοίχωμα ή σε άλλο αντιπροσωπευτικό σημείο του θαλάμου καύσης όπως επιτρέπει η αρμόδια αρχή, επί δύο δευτερόλεπτα.

Κάθε γραμμή των μονάδων αποτέφρωσης υψηλού δυναμικού πρέπει να είναι εφοδιασμένη με έναν τουλάχιστον εφεδρικό καυστήρα, ο οποίος πρέπει να τίθεται αυτόματα σε λειτουργία μόλις η θερμοκρασία των καυσαερίων, μετά την τελευταία διοχέτευση αέρα καύσης, κατέλθει κάτω από τους 850 °C. Οι εν λόγω καυστήρες χρησιμοποιούνται επίσης στις φάσεις εκκίνησης και διακοπής των μονάδων για να εξασφαλίζεται η διατήρηση της θερμοκρασίας των 850 °C σε όλη τη διάρκεια των ανωτέρω φάσεων και για όσο χρόνο υπάρχουν ακόμη στο θάλαμο καύσης άκαυτα υλικά.

Οι μονάδες αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης υψηλού δυναμικού πρέπει να διαθέτουν και να χρησιμοποιούν αυτόματο σύστημα που εμποδίζει την τροφοδότηση με ζωικά υποπροϊόντα:

α) κατά τη φάση εκκίνησης, μέχρι να επιτευχθεί η απαιτούμενη θερμοκρασία των 850 °C,

β) οποτεδήποτε δεν διατηρείται η απαιτούμενη θερμοκρασία των 850 °C.

Τα ζωικά υποπροϊόντα θα πρέπει να εισάγονται, όπου είναι εφικτό, κατευθείαν στον κλίβανο χωρίς να τα αγγίζει κανείς.

Απορρίψεις λυμάτων

Οι χώροι των μονάδων αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης, συμπεριλαμβανομένων των συνδεδεμένων χώρων αποθήκευσης ζωικών υποπροϊόντων, πρέπει να είναι σχεδιασμένες κατά τρόπο που να παρεμποδίζει την άνευ αδείας ή τυχαία ελευθέρωση ρυπαντικών ουσιών στο έδαφος, τα επιφανειακά ύδατα και τα υπόγεια ύδατα, σύμφωνα με τις διατάξεις της σχετικής κοινοτικής νομοθεσίας. Επιπλέον πρέπει να προβλέπεται αποθηκευτική ικανότητα για τις μολυσμένες όμβριες απορροές από τους χώρους της μονάδας αποτέφρωσης ή για μολυσμένα ύδατα προερχόμενα από διαρροές ή πυροσβεστικές επιχειρήσεις.

Η αποθηκευτική ικανότητα πρέπει να είναι επαρκής ώστε να εξασφαλίζεται δυνατότητα ανάλυσης και επεξεργασίας των λυμάτων, όπου χρειάζεται, πριν από την απόρριψή τους.

Κατάλοιπα

Ως «κατάλοιπα» νοούνται όλα τα υγρά ή στερεά υλικά που παράγονται κατά τη διεργασία αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης, την επεξεργασία των λυμάτων ή άλλες διεργασίες εντός της μονάδας αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης, συμπεριλαμβανομένων της τέφρας πυθμένα και των σκωριών, της ιπτάμενης τέφρας και του κονιορτού από τους λέβητες.

Τα κατάλοιπα της λειτουργίας των μονάδων αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο όσον αφορά την ποσότητα και τις επιβλαβείς ιδιότητές τους. Τα κατάλοιπα ανακυκλώνονται όταν αυτό ενδείκνυται, απευθείας στη μονάδα ή εκτός αυτής σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις της κοινοτικής νομοθεσίας.

Η μεταφορά και η ενδιάμεση αποθήκευση ξηρών καταλοίπων σε μορφή κονιορτού πρέπει να γίνονται κατά τρόπον ώστε να μην είναι δυνατός ο διασκορπισμός τους στο περιβάλλον (π.χ. μέσα σε κλειστούς περιέκτες).

Μέτρηση της θερμοκρασίας

Πρέπει να χρησιμοποιούνται τεχνικές για την παρακολούθηση των παραμέτρων και των συνθηκών που σχετίζονται με τη διεργασία αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης. Οι μονάδες αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης υψηλού δυναμικού πρέπει να διαθέτουν και να χρησιμοποιούν εξοπλισμό μέτρησης της θερμοκρασίας.

Οι σχετικές με τη μέτρηση της θερμοκρασίας απαιτήσεις πρέπει να καθορίζονται στην άδεια ή τους όρους που προσαρτώνται στην άδεια που χορηγεί η αρμόδια αρχή.

Η ενδεδειγμένη εγκατάσταση και η λειτουργία όλων των αυτόματων εξοπλισμών παρακολούθησης πρέπει να υπόκεινται σε έλεγχο καθώς και σε ετήσια

δοκιμή επιτήρησης. Η βαθμονόμηση πρέπει να γίνεται μέσω παράλληλων μετρήσεων με τις μεθόδους αναφοράς τουλάχιστον ανά τριετία.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης της θερμοκρασίας πρέπει να καταγράφονται και να παρουσιάζονται με τρόπο που παρέχει στην αρμόδια αρχή τη δυνατότητα να εξακριβώνει τη συμμόρφωση προς τις επιτρεπόμενες συνθήκες λειτουργίας που καθορίζει ο κανονισμός 1774/2002/ΕΚ σύμφωνα με διαδικασίες που αποφασίζει η εν λόγω αρχή.

Μη κανονική λειτουργία

Σε περίπτωση γενικής βλάβης ή συνθηκών μη κανονικής λειτουργίας ο χειριστής περιορίζει ή διακόπτει τις εργασίες το ταχύτερο δυνατό, μέχρι να αποκατασταθούν κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Β) Μονάδες αποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού

Προκειμένου να εγκριθούν από την οικεία Νομαρχιακού επιπέδου κτηνιατρική υπηρεσία για τη διάθεση ζωικών υποπροϊόντων, οι μονάδες αποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού στις οποίες δεν εφαρμόζεται η οδηγία 2000/76/ΕΚ οφείλουν :

- α) να χρησιμοποιούνται μόνον για τη διάθεση νεκρών ζώων συντροφιάς ή/και υλικού των κατηγοριών 2 και 3,
- β) όταν βρίσκονται σε μια εκμετάλλευση, να χρησιμοποιούνται μόνον για τη διάθεση υλικού της συγκεκριμένης αυτής εκμετάλλευσης,
- γ) να πληρούν τις προϋποθέσεις των παραπάνω αναφερόμενων, εκτός αυτά που αφορούν τις απορρίψεις λυμάτων
- δ) εάν πρόκειται για αποτέφρωση υλικών ειδικού κινδύνου και πτωμάτων που περιέχουν υλικό ειδικού κινδύνου πρέπει να πληρούνται και οι προϋποθέσεις που αφορούν υλικά της Κατηγορίας 1.

Αποτέφρωση υλικών της κατηγορίας 1 που αναφέρονται σε υλικά ειδικού κινδύνου

1. Η μονάδα αποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού πρέπει να είναι εγκατεστημένη σε πολύ στεγνή και σταθερή επιφάνεια.
2. Τα ζώα δεν πρέπει να έχουν πρόσβαση στη μονάδα αποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού, σε ζωικά υποπροϊόντα που πρόκειται να αποτεφρωθούν ή στην τέφρα που προκύπτει από την αποτέφρωση των ζωικών υποπροϊόντων. Εάν η μονάδα αποτέφρωσης είναι τοποθετημένη σε εκμετάλλευση εκτροφής ζώων :
 - α) πρέπει να υπάρχει πλήρης φυσικός διαχωρισμός μεταξύ του αποτεφρωτήρα των ζώων, των τροφών και της στρωμνής τους, εάν χρειαστεί και με περίφραξη,
 - β) ο εξοπλισμός πρέπει να χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τον αποτεφρωτήρα και να μη χρησιμοποιείται αλλού στην εκτροφή,
 - γ) ο χειριστής πρέπει να αλλάζει εξωτερικό ρουχισμό και υπόδηση πριν από οποιοδήποτε χειρισμό ζώων ή ζωοτροφών.
3. Πρέπει να υπάρχει στεγασμένος, επισημασμένος και στεγανός χώρος για την αποθήκευση των ζωικών υποπροϊόντων και της τέφρας.
4. Ο χειριστής πρέπει να επαληθεύει ότι τα ζωικά υποπροϊόντα αποτεφρώνονται κατά τρόπο ώστε να μετατρέπονται πλήρως σε τέφρα. Η τέφρα πρέπει να διατίθεται σε χώρο υγειονομικής ταφής σύμφωνα με την Οδηγία 1999/31/ΕΚ.

5. Ατελώς αποτεφρωμένα ζωικά υποπροϊόντα δεν πρέπει να διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής αλλά να αποτεφρώνονται εκ νέου ή διαφορετικά να διατίθενται σύμφωνα με τον κανονισμό 1774/2002/ΕΚ.
6. Η μονάδα αποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού πρέπει να είναι εξοπλισμένη σε κλίβανο μετάκαυσης.
7. Ο χειριστής πρέπει να τηρεί μητρώα με τις ποσότητες, την κατηγορία και το είδος των ζωικών υποπροϊόντων που αποτεφρώνονται καθώς και την ημερομηνία αποτέφρωσης.
8. Η αρμόδια αρχή πρέπει να επιθεωρεί τη μονάδα αποτέφρωσης χαμηλού δυναμικού πριν από τη χορήγηση έγκρισης και τουλάχιστον μια φορά ετησίως να ελέγχει τη συμμόρφωση με τον κανονισμό 1774/2002/ΕΚ.

2.2.1.1.6 Λιπασματοποίηση / κομποστοποίηση

Ειδικές απαιτήσεις για την έγκριση μονάδων λιπασματοποίησης / κομποστοποίησης:

A. Χώροι

1. Εάν η μονάδα λιπασματοποίησης βρίσκεται στο χώρο όπου φυλάσσονται ζώα εκτροφής, η μονάδα πρέπει να είναι εγκατεστημένη σε επαρκή απόσταση από την περιοχή όπου εκτρέφονται τα ζώα και πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει πλήρης φυσικός διαχωρισμός της μονάδας από τα ζώα, τις τροφές τους και τη στρωμνή τους, με περίφραξη εάν χρειαστεί. Η μονάδα λιπασματοποίησης πρέπει να είναι εξοπλισμένη με:

α) κλειστό αντιδραστήρα λιπασματοποίησης, ο οποίος δεν είναι δυνατόν να παρακαμφθεί με:

- i) εγκαταστάσεις για τη συνεχή παρακολούθηση της θερμοκρασίας,
 - ii) συσκευές για την καταγραφή, εάν χρειαστεί συνεχώς, των αποτελεσμάτων αυτών των μετρήσεων, και
 - iii) επαρκές σύστημα ασφαλείας για την πρόληψη της ανεπαρκούς θέρμανσης,
- και

β) κατάλληλες εγκαταστάσεις καθαρισμού και απολύμανσης των οχημάτων και των περιεκτών που μεταφέρουν ανεπεξέργαστα ζωικά υποπροϊόντα.

Ωστόσο, μπορούν να επιτρέπονται και άλλα είδη συστημάτων λιπασματοποίησης υπό την προϋπόθεση ότι :

- i) εξασφαλίζεται ότι δεν έχουν πρόσβαση τα παράσιτα,
- ii) η διαχείρισή τους γίνεται κατά τρόπον ώστε να τηρούνται για όλα τα υλικά στο σύστημα ο απαιτούμενος χρόνος και θερμοκρασία, συμπεριλαμβανομένης όπου χρειάζεται, συνεχούς παρακολούθησης των παραμέτρων,
- iii) συμμορφώνονται με όλες τις άλλες απαιτήσεις του κανονισμού 1774/2002/ΕΚ.

2. Κάθε μονάδα λιπασματοποίησης πρέπει να έχει δικό της εργαστήριο ή να κάνει χρήση εξωτερικού εργαστηρίου. Το εργαστήριο πρέπει να είναι εξοπλισμένο για να διενεργεί τις απαιτούμενες αναλύσεις και να είναι εγκεκριμένο από την αρμόδια αρχή.

B. Υγειονομικές απαιτήσεις

3. Στις μονάδες λιπασματοποίησης επιτρέπεται να μετασχηματίζονται μόνον τα εξής ζωικά υποπροϊόντα :

α) υλικά της κατηγορίας 2, με την εφαρμογή της μεθόδου μεταποίησης 1 σε μονάδα μεταποίησης υλικών της κατηγορίας 2,

β) κόπρος και περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος χωρίς το πεπτικό σύστημα, γάλα και πρωτόγαλα, και

γ) υλικά της κατηγορίας 3.

4. Τα ζωικά υποπροϊόντα που αναφέρονται στην παράγραφο 3 πρέπει να μεταποιούνται το συντομότερο δυνατό μετά την άφιξή τους, πρέπει δε να αποθηκεύονται υπό τις κατάλληλες συνθήκες μέχρις ότου υποβληθούν σε επεξεργασία.

5. Οι περιέκτες, τα δοχεία και τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μη επεξεργασμένου υλικού πρέπει να καθαρίζονται σε οριοθετημένο χώρο. Ο χώρος αυτός πρέπει να βρίσκεται ή να είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να αποτρέπεται ο κίνδυνος μόλυνσης επεξεργασμένων προϊόντων.

6. Πρέπει να λαμβάνονται συστηματικά μέτρα κατά των πτηνών, των τρωκτικών, των εντόμων ή άλλων παρασίτων. Για τον σκοπό αυτό, πρέπει να εφαρμόζεται τεκμηριωμένο πρόγραμμα καταπολέμησης των παρασίτων.

7. Οι διαδικασίες καθαρισμού πρέπει να καταγράφονται και να πραγματοποιούνται σε όλα τα τμήματα των εγκαταστάσεων. Για τον καθαρισμό πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλος εξοπλισμός και υλικά καθαρισμού.

8. Ο υγειονομικός έλεγχος πρέπει να περιλαμβάνει τακτικές επιθεωρήσεις του περιβάλλοντος χώρου και του εξοπλισμού. Τα προγράμματα και τα αποτελέσματα των επιθεωρήσεων πρέπει να καταχωρούνται σε έγγραφα.

9. Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός πρέπει να συντηρούνται σε καλή κατάσταση και ο εξοπλισμός μέτρησης πρέπει να βαθμονομείται τακτικά.

10. Τα κατάλοιπα διάσπασης πρέπει να διακινούνται και να αποθηκεύονται στη μονάδα κατά τρόπο ώστε να αποτρέπεται η εκ νέου μόλυνση.

Γ. Κανόνες μεταποίησης

11. Τα υλικά της κατηγορίας 3 που χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη σε μονάδα λιπασματοποίησης πρέπει να πληρούν τις εξής στοιχειώδεις απαιτήσεις :

α) μέγιστο μέγεθος των σωματιδίων πριν από την εισαγωγή στον αντιδραστήρα λιπασματοποίησης : 12 mm

β) ελάχιστη θερμοκρασία του υλικού στο εσωτερικό του αντιδραστήρα : 70 °C

γ) ελάχιστος χρόνος παραμονής στον αντιδραστήρα σε 70 °C (όλο το υλικό): 60 λεπτά.

12. Εν αναμονή πάντως της θέσπισης κανόνων σύμφωνα με το άρθρο 6 παράγραφος 2 στοιχείο ζ) του κανονισμού 1774/2002/EK όταν το μόνο ζωικό υποπροϊόν που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη σε μονάδα λιπασματοποίησης είναι υπολείμματα τροφίμων, η αρμόδια αρχή μπορεί να επιτρέψει τη χρήση ειδικών απαιτήσεων διαφορετικών από τις προβλεπόμενες στο παρόν κεφάλαιο, αρκεί να εξασφαλίζουν ισοδύναμο αποτέλεσμα όσον αφορά τη μείωση των παθογόνων παραγόντων. Οι ειδικές αυτές απαιτήσεις μπορούν επίσης να εφαρμόζονται σε υπολείμματα τροφίμων όταν είναι αναμειγμένα με κόπρος, περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος που έχει αποχωριστεί από τον πεπτικό σωλήνα, γάλα και πρωτόγαλα με την προϋπόθεση ότι το τελικό υλικό θεωρείται υπόλειμμα τροφίμων.

Όταν τα μόνα υλικά ζωικής προέλευσης που υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μονάδα λιπασματοποίησης είναι η κόπρος, το περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος χωρίς το πεπτικό σύστημα, το γάλα και το πρωτόγαλα, η αρμόδια αρχή μπορεί να επιτρέψει τη χρήση ειδικών απαιτήσεων διαφορετικών από τις προβλεπόμενες στο παρόν κεφάλαιο υπό την προϋπόθεση ότι :

α) δεν θεωρεί ότι τα υλικά αυτά παρουσιάζουν κίνδυνο για την εξάπλωση σοβαρής μεταδοτικής νόσου,

β) θεωρεί ότι τα κατάλοιπα ή το παραγόμενο λίπασμα είναι ανεπεξέργαστο υλικό.

Δ. Λιπασματοποίηση

13. Δείγματα λιπασματοποίησης που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια ή μετά το τέλος της αποθήκευσης στη μονάδα λιπασματοποίησης πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προδιαγραφές :

Salmonella : απουσία σε 25g : n=5, c=0, m=0, M=0

Enterobacteriaceae : n=5, c=2, m=10, M=300 σε 1g

Όπου :

n = αριθμός δειγμάτων προς δοκιμή,

m= κατώτατη τιμή για τον αριθμό των βακτηρίων. Το αποτέλεσμα θεωρείται ικανοποιητικό αν ο αριθμός βακτηρίων σε όλα τα δείγματα δεν υπερβαίνει το m,

M= μέγιστη τιμή για τον αριθμό βακτηρίων. Το αποτέλεσμα θεωρείται μη ικανοποιητικό αν ο αριθμός βακτηρίων σε ένα ή περισσότερα δείγματα είναι ίσος ή ανώτερος από M, και

c= αριθμός δειγμάτων στον οποίο ο αριθμός βακτηρίων μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ m και M. Το δείγμα θεωρείται αποδεκτό αν ο αριθμός βακτηρίων των άλλων δειγμάτων είναι ίσος ή κατώτερος από m.

Επιθεωρήσεις και επίβλεψη

1. Η Νομαρχιακού επιπέδου κτηνιατρική αρχή πρέπει να επιβλέπει τις μονάδες λιπασματοποίησης για να εξασφαλίζει την τήρηση των απαιτήσεων του Κανονισμού 1774/2002/ΕΚ, πρέπει δε συγκεκριμένα :

α) να ελέγχει :

- i) τους γενικούς όρους υγιεινής των εγκαταστάσεων, του εξοπλισμού και του προσωπικού,
- ii) τις συνθήκες αποθήκευσης.

β) να διενεργεί όλους τους άλλους ελέγχους που κρίνει αναγκαίους για να εξασφαλίζεται η συμμόρφωση προς τις διατάξεις του καν. 1774/2002/ΕΚ.

2. Η δύναμη της παραγράφου 1 αρμόδια αρχή έχει ελεύθερη πρόσβαση ανά πάσα στιγμή σε όλα τα μέρη της μονάδας λιπασματοποίησης και στα μητρώα, τα εμπορικά έγγραφα και τα υγειονομικά πιστοποιητικά, ώστε να μπορεί να ασκεί απρόσκοπτα τα καθήκοντά της.

Οι μονάδες Λιπασματοποίησης πρέπει να θεσπίζουν και να εφαρμόζουν μεθόδους παρακολούθησης και ελέγχου των κρίσιμων σημείων ελέγχου.

2.2.1.1.7 Παραγωγή βιοαερίου

Ειδικές απαιτήσεις για την έγκριση μονάδων παραγωγής βιοαερίου:

A. Χώροι

1. Εάν η μονάδα παραγωγής βιοαερίου βρίσκεται στο χώρο όπου φυλάσσονται ζώα εκτροφής, οι μονάδες πρέπει να είναι εγκατεστημένες σε επαρκή απόσταση από την περιοχή όπου εκτρέφονται τα ζώα και πρέπει οπωσδήποτε να υπάρχει πλήρης φυσικός διαχωρισμός της μονάδας από τα ζώα, τις τροφές τους και τη στρωμνή τους, με περίφραξη εάν χρειαστεί. Η μονάδα παραγωγής βιοαερίου πρέπει να είναι εξοπλισμένη με :

α) μονάδα παστερίωσης / εξυγίανσης, η οποία δεν είναι δυνατόν να παρακαμφθεί με :

- i) εγκαταστάσεις παρακολούθησης της θερμοκρασίας ανά πάσα στιγμή,
- ii) μηχανήματα για τη συνεχή καταγραφή των αποτελεσμάτων αυτών των μετρήσεων, και
- iii) επαρκές σύστημα ασφαλείας για την πρόληψη της ανεπαρκούς θέρμανσης.

β) κατάλληλες εγκαταστάσεις καθαρισμού και απολύμανσης των οχημάτων και των περιεκτών κατά την έξοδό τους από τη μονάδα παραγωγής βιοαερίου.

Ωστόσο, η ύπαρξη μονάδας παστερίωσης / εξυγίανσης δεν είναι υποχρεωτική για τις μονάδες παραγωγής βιοαερίου, οι οποίες μετασχηματίζουν μόνον ζωικά υποπροϊόντα που έχουν υποβληθεί στη μέθοδο μεταποίησης 1.

Επιπλέον, η ύπαρξη μονάδας παστερίωσης / εξυγίανσης δεν είναι υποχρεωτική για τις μονάδες παραγωγής βιοαερίου, οι οποίες μετασχηματίζουν μόνον υλικό της κατηγορίας 3 το οποίο έχει υποβληθεί αλλού σε παστερίωση / εξυγίανση.

2. Κάθε μονάδα παραγωγής βιοαερίου πρέπει να έχει δικό της εργαστήριο ή να κάνει χρήση εξωτερικού εργαστηρίου. Το εργαστήριο πρέπει να είναι εξοπλισμένο για να διενεργεί τις απαιτούμενες αναλύσεις και να είναι εγκεκριμένο από την αρμόδια αρχή.

B. Υγειονομικές απαιτήσεις

3. Στις μονάδες παραγωγής βιοαερίου επιτρέπεται να μετασχηματίζονται μόνον τα εξής ζωικά υποπροϊόντα :

- α) υλικά της κατηγορίας 2, με την εφαρμογή της μεθόδου μεταποίησης 1 σε μονάδα μεταποίησης υλικών της κατηγορίας 2,
- β) κόπρος και περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος χωρίς το πεπτικό σύστημα, γάλα και πρωτόγαλα, και
- γ) υλικά της κατηγορίας 3.

Ωστόσο, τα υλικά που παράγονται από την επεξεργασία των υλικών της κατηγορίας 1 μπορεί να μεταποιηθούν σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου, με τον όρο ότι η επεξεργασία πραγματοποιείται βάσει εναλλακτικής μεθόδου που έχει εγκριθεί σύμφωνα με το άρθρο 4 παράγραφος 2 στοιχείο ε) και, εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά, η παραγωγή βιοαερίου αποτελεί τμήμα της εν λόγω εναλλακτικής μεθόδου και το παραγόμενο υλικό διατίθεται σύμφωνα με τους όρους που προβλέπονται για την εναλλακτική μέθοδο.

4. Τα ζωικά υποπροϊόντα που αναφέρονται στην παράγραφο 3 πρέπει να μεταποιούνται το συντομότερο δυνατό μετά την άφιξή τους, πρέπει δε να αποθηκεύονται υπό τις κατάλληλες συνθήκες μέχρις ότου υποβληθούν σε επεξεργασία.

5. Οι περιέκτες, τα δοχεία και τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μη επεξεργασμένου υλικού πρέπει να καθαρίζονται σε οριοθετημένο χώρο. Ο χώρος αυτός πρέπει να βρίσκεται ή να είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να αποτρέπεται ο κίνδυνος μόλυνσης επεξεργασμένων προϊόντων.

6. Πρέπει να λαμβάνονται συστηματικά μέτρα κατά των πτηνών, των τρωκτικών, των εντόμων ή άλλων παρασίτων. Για τον σκοπό αυτό, πρέπει να εφαρμόζεται τεκμηριωμένο πρόγραμμα καταπολέμησης των παρασίτων.

7. Οι διαδικασίες καθαρισμού πρέπει να καταγράφονται και να πραγματοποιούνται σε όλα τα τμήματα των εγκαταστάσεων. Για τον καθαρισμό πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλος εξοπλισμός και υλικά καθαρισμού.

8. Ο υγειονομικός έλεγχος πρέπει να περιλαμβάνει τακτικές επιθεωρήσεις του περιβάλλοντος χώρου και του εξοπλισμού. Τα προγράμματα και τα αποτελέσματα των επιθεωρήσεων πρέπει να καταχωρούνται σε έγγραφα.

9. Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός πρέπει να συντηρούνται σε καλή κατάσταση και ο εξοπλισμός μέτρησης πρέπει να βαθμονομείται τακτικά.

10. Τα κατάλοιπα διάσπασης πρέπει να διακινούνται και να αποθηκεύονται στη μονάδα κατά τρόπο ώστε να αποτρέπεται η εκ νέου μόλυνση.

Γ. Κανόνες μεταποίησης

11. Τα υλικά της κατηγορίας 3 τα οποία χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου εξοπλισμένη με μονάδα παστερίωσης / εξυγίανσης πρέπει να πληρούν τις εξής στοιχειώδεις απαιτήσεις :

α) μέγιστο μέγεθος των σωματιδίων πριν από την εισαγωγή τους στη μονάδα παστερίωσης / εξυγίανσης : 12 mm

β) ελάχιστη θερμοκρασία του υλικού στη μονάδα παστερίωσης / εξυγίανσης : 70° C

γ) ελάχιστος χρόνος αδιάκοπης παραμονής στη μονάδα παστερίωσης / εξυγίανσης : 60 λεπτά.

12. Εν αναμονή πάντως της θέσπισης κανόνων σύμφωνα με το άρθρο 6 παράγραφος 2 στοιχείο ζ) του κανονισμού 1774/2002/ΕΚ όταν το μόνο ζωικό υποπροϊόν που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη σε μονάδα βιοαερίου είναι υπολείμματα τροφίμων, η αρμόδια αρχή μπορεί να επιτρέψει τη χρήση ειδικών απαιτήσεων διαφορετικών από τις προβλεπόμενες στο παρόν κεφάλαιο, αρκεί να εξασφαλίζουν ισοδύναμο αποτέλεσμα όσον αφορά τη μείωση των παθογόνων παραγόντων. Οι ειδικές αυτές απαιτήσεις μπορούν επίσης να εφαρμόζονται σε υπολείμματα τροφίμων όταν είναι αναμειγμένα με κόπρο, περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος που έχει αποχωριστεί από τον πεπτικό σωλήνα, γάλα και πρωτόγαλα με την προϋπόθεση ότι το τελικό υλικό θεωρείται υπόλειμμα τροφίμων.

Όταν τα μόνα υλικά ζωικής προέλευσης που υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μονάδα βιοαερίου είναι η κόπρος, το περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος χωρίς το πεπτικό σύστημα, το γάλα και το πρωτόγαλα, η αρμόδια αρχή μπορεί να επιτρέψει τη χρήση ειδικών απαιτήσεων διαφορετικών από τις προβλεπόμενες στο παρόν κεφάλαιο υπό την προϋπόθεση ότι :

α) δεν θεωρεί ότι τα υλικά αυτά παρουσιάζουν κίνδυνο για την εξάπλωση σοβαρής μεταδοτικής νόσου,

β) θεωρεί ότι τα κατάλοιπα ή το παραγόμενο λίπασμα είναι ανεπεξέργαστο υλικό.

Δ. Κατάλοιπα διάσπασης

13. Δείγματα των καταλοίπων διάσπασης που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια ή μετά το τέλος της αποθήκευσης στη μονάδα βιοαερίου πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προδιαγραφές :

Salmonella: απουσία σε 25g : n=5, c=0, m=0, M=0

Enterobacteriaceae: n=5, c=2, m=10, M=300 σε 1g

Όπου :

n = αριθμός δειγμάτων προς δοκιμή,

m= κατώτατη τιμή για τον αριθμό των βακτηρίων. Το αποτέλεσμα θεωρείται ικανοποιητικό αν ο αριθμός βακτηρίων σε όλα τα δείγματα δεν υπερβαίνει το m,

M= μέγιστη τιμή για τον αριθμό βακτηρίων. Το αποτέλεσμα θεωρείται μη ικανοποιητικό αν ο αριθμός βακτηρίων σε ένα ή περισσότερα δείγματα είναι ίσος ή ανώτερος από M, και

c= αριθμός δειγμάτων στον οποίο ο αριθμός βακτηρίων μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ m και M. Το δείγμα θεωρείται αποδεκτό αν ο αριθμός βακτηρίων των άλλων δειγμάτων είναι ίσος ή κατώτερος από m.

Επιθεωρήσεις και επίβλεψη

1. Η Νομαρχιακού επιπέδου κτηνιατρική αρχή πρέπει να επιβλέπει τις μονάδες παραγωγής βιοαερίου για να εξασφαλίζει την τήρηση των απαιτήσεων του Κανονισμού 1774/2002/EK, πρέπει δε συγκεκριμένα :

α) να ελέγχει :

iii) τους γενικούς όρους υγιεινής των εγκαταστάσεων, του εξοπλισμού και του προσωπικού,

iv) τις συνθήκες αποθήκευσης.

β) να διενεργεί όλους τους άλλους ελέγχους που κρίνει αναγκαίους για να εξασφαλίζεται η συμμόρφωση προς τις διατάξεις του καν. 1774/2002/EK.

2. Η δύναμη της παραγράφου 1 αρμόδια αρχή έχει ελεύθερη πρόσβαση ανά πάσα στιγμή σε όλα τα μέρη της μονάδας παραγωγής βιοαερίου και στα μητρώα, τα εμπορικά έγγραφα και τα υγειονομικά πιστοποιητικά, ώστε να μπορεί να ασκεί απρόσκοπτα τα καθήκοντά της.

Οι μονάδες παραγωγής Βιοαερίου πρέπει να θεσπίζουν και να εφαρμόζουν μεθόδους παρακολούθησης και ελέγχου των κρίσιμων σημείων ελέγχου.

2.2.1.2 Υγειονομικά μέτρα για την παραγωγή νωπού κρέατος

Η βάση για τον καθορισμό υγειονομικών όρων για τις εγκαταστάσεις παραγωγής νωπού κρέατος είναι η **Οδηγία 64/433/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 1964: «περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων», η οποία περιλαμβάνει τα εξής είδη ζώων: βοοειδή, χοιροειδή, προβατοειδή και αιγοειδή καθώς και κατοικίδια μόνοπλα.

Πιο συγκεκριμένα αναφέρει ως όρο έγκρισης των σφαγείων ότι πρέπει να περιλαμβάνουν τους ακόλουθους διακριτούς χώρους:

- χώρους σταυλισμού αρκετά ευρείς για την παραμονή των ζώων
- χώρους σφαγής τέτοιων διαστάσεων ώστε η εργασία να δύναται να πραγματοποιείται με ικανοποιητικό τρόπο και εφοδιασμένους με ειδικό χώρο για τη σφαγή των χοίρων
- χώρο για την εκκένωση και το καθάρισμα των στομάχων και των εντέρων
- χώρους για την επεξεργασία των εντέρων και των στομάχων
- χώρους για την εναποθήκευση αφ' ενός των λιπών, αφ' ετέρου των δερμάτων, των κρεάτων και των ονύχων
- χώρους οι οποίοι κλειδώνονται και οι οποίοι προορίζονται αντίστοιχα για την παραμονή των ασθενών ή υπόπτων ζώων, τη σφαγή των ζώων αυτών, την εναποθήκευση των υπό δέσμευση κρεάτων και των κατασχεθέντων κρεάτων
- ψυκτικούς χώρους αρκετά ευρείς
- χώρο καλά διευθετημένο, ο οποίος κλειδώνει, στην αποκλειστική διάθεση της κτηνιατρικής υπηρεσίας και χώρο εφοδιασμένο με αρκετά όργανα για να καθίσταται δυνατή η τριχίνοσκοπική εξέταση, εφ' όσον μία τέτοια εξέταση θα είναι υποχρεωτική
- βεστίαρια, νιπτήρες και ντους καθώς και W.C, μετά κατακλιτισμού ύδατος, των τελευταίων μη δυναμένων να επικοινωνούν απ' ευθείας με τους χώρους

εργασίας. Οι νιπτήρες πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με θερμό και ψυχρό τρεχούμενο ύδωρ, με συσκευές για τον καθαρισμό και την απολύμανση των χειρών καθώς και με χειρόμακτρα μιας χρήσεως. Οι νιπτήρες πρέπει να είναι τοποθετημένοι πλησίον των W.C.

Επίσης οι διαρρυθμίσεις πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να καθίσταται δυνατή η πραγματοποίηση, σε κάθε στιγμή και κατά τρόπο αποτελεσματικό, των εργασιών κτηνιατρικής επιθεωρήσεως. Πρέπει να καθίσταται δυνατός ο έλεγχος της εισόδου και εξόδου από το σφαγείο. Πρέπει να υπάρχει ικανοποιητικός διαχωρισμός μεταξύ του καθαρού και του ρυπαρού τμήματος του σφαγείου.

Στους χώρους όπου πραγματοποιείται η σχετική με τα κρέατα εργασία πρέπει να είναι:

- το δάπεδο από αδιάβροχα και άσηπτα υλικά, δυνάμενο να καθαριστεί και να απολυμανθεί εύκολα, το οποίο έχει ελαφρή κλίση και κατάλληλο δίκτυο αποχετεύσεως για τη ροή των υγρών σε φρεάτια με σιφόνια και εσχάρες
- οι τοίχοι λείοι με επένδυση ή βαφή, ύψους τουλάχιστον 3 μέτρων, που δύνανται να πλυθούν και ανοικτού χρώματος, των οποίων οι μεταξύ τους γωνίες και οι γωνίες μετά του εδάφους είναι στρογγυλεμένες

Επίσης πρέπει να υπάρχει /-ουν:

- επαρκής εξαερισμός και καλή έξοδος των αναθυμιάσεων στους χώρους όπου γίνεται η σχετική με τα κρέατα εργασία
- αρκετός φωτισμός, φυσικός ή τεχνητός, που δεν αλλοιώνει τα χρώματα
- εγκατάσταση που επιτρέπει τον εφοδιασμό υπό πίεση και σε αρκετή ποσότητα, αποκλειστικά ποσίμου ύδατος
- εγκατάσταση προμηθεύουσα σε αρκετή ποσότητα θερμό ύδωρ
- σύστημα αποχετεύσεως των λυματικών υδάτων, που να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της υγιεινής
- στους χώρους εργασίας, αρκετές συσκευές για τον καθαρισμό και την απολύμανση των χειρών και του υλικού εργασίας
- συσκευή τέτοια ώστε να διενεργείται, μετά την αναισθητοποίηση, η εκδορά όσο αυτό είναι δυνατό επί του ανηρτημένου ζώου (σε περίπτωση κατά την οποία η εκδορά διενεργείται επί μεταλλικών στηριγμάτων, αυτά πρέπει να είναι από αναλλοίωτα υλικά και να έχουν αρκετό ύψος ώστε το σφάγιο να μην εφάπτεται του εδάφους)
- εναέριο δίκτυο δοκών για το μετέπειτα χειρισμό των κρεάτων
- συσκευές προστασίας από τα έντομα και τα τρωκτικά
- εργαλεία και υλικό εργασίας, ιδίως στρογγυλούς κάδους από αναλλοίωτο υλικό, δυναμένους εύκολα να καθαρισθούν και να απολυμανθούν
- χώρος ειδικά διευθετημένος για την κόπρω
- χώρος και αρκετές συσκευές για τον καθαρισμό και την απολύμανση των οχημάτων.

Η παραπάνω Οδηγία τροποποιήθηκε από την **Οδηγία 91/497/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 29ης Ιουλίου 1991: «για την τροποποίηση και την κωδικοποίηση της οδηγίας 64/433/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων ώστε να καλύπτεται η παραγωγή και η διάθεση νωπού κρέατος στην αγορά» και με την τελευταία εναρμονίστηκε η Ελληνική Νομοθεσία με το Π.Δ. 410 / 94 (βλέπε αντίστοιχη ενότητα).

Σημαντική είναι επίσης η **Οδηγία 93/119/ΕΚ** του Συμβουλίου της 22ας Δεκεμβρίου 1993: «για την προστασία των ζώων κατά τη σφαγή ή/και τη θανάτωσή τους», με την οποία εναρμονίστηκε η Ελληνική Νομοθεσία με το Π.Δ. 327 / 96.

Βασική αρχή της οποίας είναι ότι: η κατασκευή, οι εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και η λειτουργία των σφαγείων πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε περιττή διέγερση, πόνος ή ταλαιπωρία των ζώων.

Για τη μεταφορά ζώντων σπονδυλωτών ζώων, η οποία πραγματοποιείται εντός της Κοινότητας (φυσικά και στην Ελλάδα), ισχύει ο **Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1/2005** του Συμβουλίου, της 22 Δεκεμβρίου 2004: «για την προστασία των ζώων κατά τη μεταφορά και συναφείς δραστηριότητες και για την τροποποίηση των οδηγιών 64/432/ΕΟΚ και 93/119/ΕΚ και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1255/97».

Η μεταφορά των ζώων επιτρέπεται μόνο εφόσον γίνεται κατά τρόπο που δεν ενδέχεται να προκαλέσει τραυματισμούς και αδικαιολόγητη ταλαιπωρία στα ζώα.

Επιπλέον πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθοι όροι:

α) έχουν ληφθεί όλα τα απαιτούμενα μέτρα για την ελαχιστοποίηση της διάρκειας του ταξιδιού και την κάλυψη των αναγκών των ζώων κατά τη διάρκεια του ταξιδιού·

β) τα ζώα είναι ικανά να πραγματοποιήσουν το προβλεπόμενο ταξίδι·

γ) το μεταφορικό μέσο έχει σχεδιαστεί, κατασκευαστεί, συντηρηθεί και λειτουργεί κατά τρόπον ώστε να αποφεύγονται οι τραυματισμοί και η ταλαιπωρία των ζώων και να εξασφαλίζεται η ασφάλειά τους·

δ) η υποδομή για τη φόρτωση και την εκφόρτωση σχεδιάζεται, κατασκευάζεται και χρησιμοποιείται καταλλήλως και λειτουργεί κατά τρόπον ώστε να αποφεύγονται οι τραυματισμοί και η πρόκληση πόνου στα ζώα και να εξασφαλίζεται η ασφάλειά τους·

ε) το προσωπικό που χειρίζεται τα ζώα είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο ή διαθέτει τις απαραίτητες για το σκοπό αυτό ικανότητες και εκτελεί τα καθήκοντά του χωρίς πρόκληση βίας ή χρήση άλλων μεθόδων που ενδέχεται να προκαλέσουν περιττό φόβο, τραυματισμό ή πόνο στα ζώα·

στ) η μεταφορά πραγματοποιείται χωρίς καθυστέρηση μέχρι τον τόπο προορισμού και οι συνθήκες διαβίωσης των ζώων ελέγχονται τακτικά και διατηρούνται στα δέοντα επίπεδα·

ζ) προβλέπεται επαρκές εμβαδόν δαπέδου και ύψος για τα ζώα, ανάλογα με το μέγεθός τους και το προβλεπόμενο ταξίδι·

η) παρέχονται στα ζώα, σε τακτικά διαστήματα, νερό, τροφή και περίοδοι ανάπαυσης που αρμόζουν, από πλευράς ποσότητας και ποιότητας, στο είδος τους και το μέγεθός τους.

Επίσης τα μεταφορικά μέσα, τα κιβώτια και ο εξοπλισμός τους πρέπει να έχουν σχεδιαστεί, κατασκευαστεί, συντηρηθεί και να λειτουργούν κατά τρόπον ώστε:

α) να αποφεύγονται οι τραυματισμοί και η ταλαιπωρία των ζώων και να εξασφαλίζεται η ασφάλειά τους·

β) τα ζώα να προστατεύονται από τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, τις ακραίες θερμοκρασίες και τις αντίξοες κλιματικές συνθήκες·

γ) να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται·

δ) να εμποδίζεται η διαφυγή ή η πτώση των ζώων και να αντέχουν στις πιέσεις των μετακινήσεων·

ε) να εξασφαλίζεται διαρκώς η κατάλληλη ποιότητα και ποσότητα αέρα για το μεταφερόμενο είδος ζώων·

στ) να επιτρέπουν την πρόσβαση στα ζώα ώστε να είναι δυνατό να επιθεωρούνται τα ζώα και να τους παρέχονται φροντίδες·

ζ) να διαθέτουν αντιολισθητικό δάπεδο·

η) να διαθέτουν δάπεδο που ελαχιστοποιεί τη διαφυγή ούρων και περιττωμάτων·

θ) να παρέχουν επαρκή φωτισμό για την επιθεώρηση και την παροχή φροντίδων στα ζώα κατά τη μεταφορά.

Στο εσωτερικό του διαμερίσματος των ζώων και σε κάθε επίπεδο του προβλέπεται επαρκής χώρος ώστε να εξασφαλίζεται ο κατάλληλος αερισμός επάνω από τα ζώα όταν αυτά βρίσκονται σε φυσική όρθια θέση χωρίς να εμποδίζονται σε καμιά περίπτωση οι φυσικές τους κινήσεις.

Για τα σφαγεία πουλερικών αρχικά τέθηκαν οι υγειονομικοί όροι που καθορίζονταν στην **Οδηγία 71/118/ΕΟΚ** του Συμβουλίου «για τα υγειονομικά προβλήματα παραγωγής και εμπορίας νωπού κρέατος πουλερικών», η οποία καταργήθηκε από την **Οδηγία 2004/41/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21ης Απριλίου 2004: «για την κατάργηση ορισμένων οδηγιών σχετικών με την υγιεινή των τροφίμων και τους υγειονομικούς όρους για την παραγωγή και διάθεση στην αγορά ορισμένων προϊόντων ζωικής προέλευσης που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση και για την τροποποίηση των οδηγιών 89/662/ΕΟΚ και 92/118/ΕΟΚ του Συμβουλίου και της απόφασης 95/408/ΕΚ του Συμβουλίου». Συγκεκριμένα η τελευταία Οδηγία καταργεί τις ακόλουθες Οδηγίες:

1. Οδηγία 64/433/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 26^{ης} Ιουνίου 1964, περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων
2. Οδηγία 71/118/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15^{ης} Φεβρουαρίου 1971, περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των συναλλαγών νωπών κρεάτων πουλερικών
3. Οδηγία 72/461/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 12^{ης} Δεκεμβρίου 1972, περί προβλημάτων υγειονομικού ελέγχου στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων
4. Οδηγία 77/96/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 21^{ης} Δεκεμβρίου 1976, περί αναζητήσεως τριχινών κατά τις εισαγωγές από τρίτες χώρες νωπών κρεάτων που προέρχονται από χοιροειδή κατοικίδια
5. Οδηγία 77/99/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 21^{ης} Δεκεμβρίου 1976, περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών προϊόντων με βάση το κρέας
6. Οδηγία 80/215/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 22^{ας} Ιανουαρίου 1980, περί προβλημάτων υγειονομικού ελέγχου στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών προϊόντων με βάση το κρέας
7. Οδηγία 89/362/ΕΟΚ της Επιτροπής, της 26^{ης} Μαΐου 1989, για τις γενικές συνθήκες υγιεινής στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις παραγωγής γάλακτος
8. Οδηγία 89/437/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 20^{ης} Ιουνίου 1989, σχετικά με τα προβλήματα υγείας και υγιεινής όσον αφορά την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά των προϊόντων αυγών
9. Οδηγία 91/492/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 15^{ης} Ιουλίου 1991, περί καθορισμού των υγειονομικών κανόνων που διέπουν την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά ζώντων διθύρων μαλακίων
10. Οδηγία 91/493/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 22^{ας} Ιουλίου 1991, περί καθορισμού των υγειονομικών κανόνων που διέπουν την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά των αλιευτικών προϊόντων
11. Οδηγία 91/494/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 26^{ης} Ιουνίου 1991, σχετικά με τους όρους υγειονομικού ελέγχου που διέπουν τις ενδοκοινοτικές συναλλαγές και τις εισαγωγές νωπών κρεάτων πουλερικών από τρίτες χώρες
12. Οδηγία 91/495/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 27^{ης} Νοεμβρίου 1990, για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με

την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος κουνελιών και του κρέατος εκτρεφόμενων θηραμάτων

13. Οδηγία 92/45/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 16^{ης} Ιουνίου 1992, για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με τη θανάτωση άγριων θηραμάτων και την εμπορία κρέατός των

14. Οδηγία 92/46/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 16^{ης} Ιουνίου 1992, για τη θέσπιση των υγειονομικών κανόνων για την παραγωγή και την εμπορία νωπού γάλακτος, θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος και προϊόντων με βάση το γάλα

15. Οδηγία 92/48/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 16^{ης} Ιουνίου 1992, για τον καθορισμό των ελάχιστων κανόνων υγιεινής που εφαρμόζονται σε ορισμένα αλιευτικά προϊόντα που λαμβάνονται σε αλιευτικά σκάφη σύμφωνα με το άρθρο 3 παράγραφος 1 στοιχείο α) σημείο i) της οδηγίας 91/493/ΕΟΚ και

16. Οδηγία 94/65/ΕΚ του Συμβουλίου, της 14^{ης} Δεκεμβρίου 1994, περί καθορισμού των υγειονομικών κανόνων για την παραγωγή και τη θέση στην αγορά κιμάδων και παρασκευασμάτων κρέατος.

Οπότε σήμερα για τα σφαγεία πουλερικών ισχύει η **Οδηγία 92/116/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 17ης Δεκεμβρίου 1992: «για την τροποποίηση και την ενημέρωση της οδηγίας 71/118/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των συναλλαγών νωπού κρέατος πουλερικών». Σύμφωνα με την οποία τα σφαγεία πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον:

α) αρκετά ευρύχωρη αίθουσα ή καλυμμένο χώρο, που καθαρίζεται και απολυμαίνεται εύκολα, για την επιθεώρηση πριν τη σφαγή και την παραλαβή των ζώων

β) αίθουσα σφαγής αρκετά ευρύχωρη ώστε, αφενός, η αναισθητοποίηση και η αφαίμαξη και, αφετέρου, το μάδημα, ενδεχομένως σε συνδυασμό με το ζεμάτισμα, να εκτελούνται σε χωριστά μέρη. Κάθε επικοινωνία μεταξύ της αίθουσας σφαγής και της αίθουσας ή του χώρου που αναφέρεται στο στοιχείο α), εκτός από το μικρό άνοιγμα για τη διέλευση μόνον των προς σφαγήν πουλερικών, πρέπει να είναι εφοδιασμένη με πόρτα που κλείνει αυτόματα

γ) αίθουσα εκσπλαχνισμού και πρώτης συσκευασίας αρκετά ευρύχωρη ώστε ο εκσπλαχνισμός να πραγματοποιείται σε σημείο αρκετά απομακρυσμένο από τις άλλες θέσεις εργασίας, ή χωρισμένο με διάφραγμα από τις θέσεις αυτές ώστε να αποτρέπεται η ρύπανσή τους. Κάθε επικοινωνία μεταξύ της αίθουσας εκσπλαχνισμού και πρώτης συσκευασίας και της αίθουσας σφαγής, εκτός από το μικρό άνοιγμα για τη διέλευση μόνον των θανατωμένων πουλερικών, πρέπει να είναι εφοδιασμένη με πόρτα που κλείνει αυτόματα

δ) εάν χρειάζεται, αίθουσα αποστολής

ε) μία ή περισσότερες ψυκτικές αίθουσες, αρκετά ευρύχωρες, με διατάξεις που κλειδώνουν, για το νωπό κρέας πουλερικών που παρακρατείται

στ) αίθουσα ή διαρρύθμιση για τη συλλογή των πτερών, εκτός αν τα πτερά αντιμετωπίζονται ως απορρίμματα

ζ) χωριστούς νιπτήρες και χωριστά αποχωρητήρια για το προσωπικό που χειρίζεται ζώντα πουλερικά.

Η **Οδηγία 91/495/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 27ης Νοεμβρίου 1990: «για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος κουνελιών και του κρέατος εκτρεφόμενων θηραμάτων» αναφέρεται στην υγειονομική εξέταση των κουνελιών προ της θανάτωσης και μετά τη θανάτωση και στην υγειονομική σήμανση. Επίσης για την αποθήκευση αναφέρει ότι το κρέας των κουνελιών θα πρέπει να ψύχεται ή να

καταψύχεται και να διατηρείται σε θερμοκρασία η οποία δεν θα πρέπει ποτέ να υπερβαίνει τους -4°C εφόσον ψύχεται, ή τους -12°C αν καταψύχεται.

Η **Οδηγία 92/45/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 16ης Ιουνίου 1992: «για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με τη θανάτωση άγριων θηραμάτων και την εμπορία κρέατός των» καθορίζει τους υγειονομικούς όρους και τους όρους υγειονομικού ελέγχου που εφαρμόζονται για τη θανάτωση άγριων θηραμάτων, καθώς και για την προετοιμασία και την εμπορία κρέατος άγριων θηραμάτων. Επίσης καθορίζει τους όρους έγκρισης των εργαστηρίων επεξεργασίας τα οποία πρέπει να έχουν τουλάχιστον τους ακόλουθους χώρους:

- επαρκώς ευρύ ψυκτικό χώρο για την παραλαβή των ολόκληρων άγριων θηραμάτων,
- χώρο για την επιθεώρηση και, ενδεχομένως, τον εκσπλαχνισμό, την εκδορά και την αποπτέρωση,
- επαρκώς ευρύ χώρο για τον τεμαχισμό και την πρώτη συσκευασία εφόσον η εργασία αυτή πραγματοποιείται στην εν λόγω εγκατάσταση. Ο χώρος αυτός πρέπει να διαθέτει επαρκείς διατάξεις ψύξης, καθώς και συσκευή μέτρησης της θερμοκρασίας,
- χώρο για τη δεύτερη συσκευασία και την αποστολή, εφόσον οι εργασίες αυτές πραγματοποιούνται στο εργαστήριο,
- επαρκώς ευρείς χώρους ψύξης, για την αποθήκευση του κρέατος άγριων θηραμάτων.

Τέλος στο Παράρτημα Η παρατίθενται αρκετές ακόμα Οδηγίες για ορισμένα υγειονομικά θέματα που αφορούν την παραγωγή τόσο του κρέατος όσο και των προϊόντων με βάση το κρέας.

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 2.6 γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τα σφαγεία.

Πίνακας 2.6: Ανασκόπηση της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για τα σφαγεία

1964	Οδηγία 64/433/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 26ης Ιουνίου 1964: «περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων»
1971	Οδηγία 71/118/ΕΟΚ του Συμβουλίου «για τα υγειονομικά προβλήματα παραγωγής και εμπορίας νωπού κρέατος πουλερικών»
1991	Οδηγία 91/495/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 27ης Νοεμβρίου 1990: «για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με την παραγωγή και τη διάθεση στην αγορά του κρέατος κουνελιών και του κρέατος εκτρεφόμενων θηραμάτων»
1991	Οδηγία 91/497/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 29ης Ιουλίου 1991: «για την τροποποίηση και την κωδικοποίηση της οδηγίας 64/433/ΕΟΚ περί υγειονομικών προβλημάτων στον τομέα των ενδοκοινοτικών συναλλαγών νωπών κρεάτων ώστε να καλύπτεται η παραγωγή και η διάθεση νωπού κρέατος στην αγορά»
1992	Οδηγία 92/45/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 16ης Ιουνίου 1992: «για τα υγειονομικά προβλήματα και τα προβλήματα υγειονομικού ελέγχου σχετικά με τη θανάτωση άγριων θηραμάτων και την εμπορία κρέατός των»
1993	Οδηγία 93/119/ΕΚ του Συμβουλίου της 22ας Δεκεμβρίου 1993: «για την προστασία των ζώων κατά τη σφαγή ή/και τη θανάτωσή τους»
2000	Οδηγία 2000/76/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 για την αποτέφρωση των αποβλήτων

- 2002 Κανονισμός αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002: «για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο»
- 2003 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 808/2003 της Επιτροπής, της 12ης Μαΐου 2003: «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο»
- 2004 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1/2005 του Συμβουλίου, της 22 Δεκεμβρίου 2004: «για την προστασία των ζώων κατά τη μεταφορά και συναφείς δραστηριότητες και για την τροποποίηση των οδηγιών 64/432/ΕΟΚ και 93/119/ΕΚ και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1255/97»
- 2004 Οδηγία 2004/41/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21ης Απριλίου 2004: «για την κατάργηση ορισμένων οδηγιών σχετικών με την υγιεινή των τροφίμων και τους υγειονομικούς όρους για την παραγωγή και διάθεση στην αγορά ορισμένων προϊόντων ζωικής προέλευσης που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση και για την τροποποίηση των οδηγιών 89/662/ΕΟΚ και 92/118/ΕΟΚ του Συμβουλίου και της απόφασης 95/408/ΕΚ του Συμβουλίου»
- 2005 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 92/2005 της Επιτροπής, της 19ης Ιανουαρίου 2005: «για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τους τρόπους διάθεσης και χρησιμοποίησης των ζωικών υποπροϊόντων, καθώς και για την τροποποίηση του παραρτήματος VI του εν λόγω κανονισμού όσον αφορά τη μεταποίηση σε μονάδα παραγωγής βιοαερίου και την επεξεργασία των τετηγμένων λιπών»
- 2006 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 208/2006 της Επιτροπής, της 7ης Φεβρουαρίου 2006: «για την τροποποίηση των παραρτημάτων VI και VIII του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τα πρότυπα επεξεργασίας για τις εγκαταστάσεις βιοαερίου και λιπασματοποίησης και τις απαιτήσεις για την κόπρο»

2.2.2 Ευρωπαϊκή νομοθεσία για το περιβάλλον σε σχέση με μια συγκεκριμένη βιομηχανία (σφαγείο)

2.2.2.1 Γενικά στοιχεία

Η Διάσκεψη Κορυφής των Παρισίων το 1972 άνοιξε το δρόμο για να τεθεί σε εφαρμογή κοινή πολιτική στα θέματα της προστασίας του περιβάλλοντος [Αβούρη et al, 1993]. Η Επιτροπή εκπόνησε ένα ευρύ πρόγραμμα δράσης για την μείωση ρυπάνσεων και οχλήσεων και για την διαχείριση των περιβαλλοντικών πόρων. Από τότε μέχρι και σήμερα το Συμβούλιο θεσπίζει οδηγίες προς τα Κράτη – Μέλη για να προσαρμόσουν τις Εθνικές τους νομοθεσίες είτε σε γενικά είτε σε εξειδικευμένα θέματα.

Παράλληλα κυρώνονται μια σειρά από διεθνείς συμφωνίες, συμβάσεις και πρωτόκολλα για θέματα ρύπανσης.

Οι πρώτοι Κοινοτικοί κανόνες όσον αφορά την υγιεινή παραγωγή του κρέατος θεσπίστηκαν το 1964 (Οδηγία 64 / 433 / ΕΕ), ρυθμίζοντας το εμπόριο του νωπού κρέατος μεταξύ των κρατών μελών [Αντωνόπουλος, 1996]. Την Οδηγία του νωπού κρέατος ακολούθησαν οι Οδηγίες του κρέατος πουλερικών το 1971 (Οδηγία 71 / 118 / ΕΕ) και των προϊόντων με βάση το κρέας το 1977 (Οδηγία 77 / 99 / ΕΕ).

Το 1986 η Commission άρχισε ένα πρόγραμμα θέσπισης νομοθεσίας ενόψει της ολοκλήρωσης της Εσωτερικής Αγοράς. Κατά την διάρκεια των επόμενων ετών, υλοποιήθηκε ένα φιλόδοξο πρόγραμμα νομοθεσίας και το 1992 είχαν θεσπιστεί κτηνοτροφικοί κανόνες για το νωπό κρέας (Οδηγία 91 / 497 /ΕΕ), το κρέας των πουλερικών (Οδηγία 92 / 116 / ΕΕ), τα προϊόντα με βάση το κρέας (Οδηγία 92 / 5 / ΕΕ), τον κιμά (Οδηγία 88 / 657 / ΕΕ), το κρέας κουνελιών και εκτρεφόμενων θηραμάτων (Οδηγία 91 / 495 / ΕΕ) και το κρέας αγρίων θηραμάτων (Οδηγία 92 / 45 / ΕΕ). Αυτοί οι κανόνες ισχύουν όχι μόνο στο ενδοκοινοτικό εμπόριο αλλά και σε όλη την εγχώρια παραγωγή στο εμπόριο στα πλαίσια της εθνικής αγοράς καθώς και στις εισαγωγές από Τρίτες Χώρες.

Η σύνταξη της Οδηγίας του νωπού κρέατος του 1964 ακολούθησε ένα σχήμα θέσπισης υγειονομικών απαιτήσεων όσον αφορά την υγιεινή που εξαρτάται από την κατασκευή της εγκατάστασης, τον εξοπλισμό και τις βοηθητικές εγκαταστάσεις, την υγιεινή στην πρακτική εργασίας του προσωπικού, την επιθεώρηση του κρέατος, την υγειονομική σήμανση και την υγιεινή αποθήκευση και μεταφορά του κρέατος. Το ίδιο σχήμα φυσικά ακολουθήθηκε και κατά τη θέσπιση των επόμενων Οδηγιών.

Η Κτηνιατρική Κοινοτική Νομοθεσία ήταν και είναι πρωτοποριακή για την εποχή της, δεδομένου ότι εστιάζεται στη λήψη και εφαρμογή προληπτικών μέτρων κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας που έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή ασφαλών τροφίμων για τον καταναλωτή. Τη δεκαετία του 1980 ενσωμάτωσε την αρχή των «αυτοελέγχων» που διενεργούνται από τον ίδιο το φορέα της εγκατάστασης υπό την επίβλεψη της αρμόδιας Κτηνιατρικής Αρχής. Στη δεκαετία του 1990 επεκτείνεται με την ενσωμάτωση του συστήματος ανάλυσης των κινδύνων (HACCP) που ενδέχεται να παρουσιάσει ένα τρόφιμο για τη δημόσια υγεία και την λήψη προληπτικών μέτρων ελέγχου στα κρίσιμα σημεία της παραγωγικής διαδικασίας ώστε οι κίνδυνοι αυτοί να αποφευχθούν ή να ελαχιστοποιηθούν σε αποδεκτό για τη δημόσια υγεία επίπεδο στο τελικό προϊόν [Αντωνόπουλος, 1996].

2.2.2.2 Περιβαλλοντική ευθύνη μιας βιομηχανίας

Σήμερα στην Κοινότητα υπάρχουν πολυάριθμες τοποθεσίες που έχουν υποστεί ρύπανση, γεγονός που συνεπάγεται σοβαρούς κινδύνους για την υγεία, ενώ παράλληλα κατά τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται θεαματική επιτάχυνση της απώλειας της βιοποικιλότητας. Οιαδήποτε αδράνεια εν προκειμένω θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την κλιμάκωση της ρύπανσης και την ακόμα μεγαλύτερη απώλεια της βιοποικιλότητας στο μέλλον. Έτσι η πρόληψη και η αποκατάσταση, στο μέτρο του δυνατού, των περιβαλλοντικών ζημιών συμβάλλει στην υλοποίηση των στόχων και των αρχών της κοινοτικής πολιτικής για το περιβάλλον. Η **Οδηγία 2004/35/ΕΚ**: «σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας», έρχεται να καλύψει αυτό το νομοθετικό κενό στα πλαίσια της αειφορικής διαχείρισης του περιβάλλοντος.

Ως «περιβαλλοντική ζημία» νοείται: α) Ζημία προστατευόμενων ειδών και φυσικών οικοτόπων, ήτοι οποιαδήποτε ζημία έχει σημαντικά δυσμενείς συνέπειες για την επίτευξη ή τη συντήρηση της ευνοϊκής κατάστασης διατήρησης αυτών των οικοτόπων ή ειδών. Η σημασία αυτών των συνεπειών πρέπει να αξιολογείται σε σχέση με την αρχική κατάσταση. Επίσης συγκεκριμένα ως «ζημία» νοείται η μετρήσιμη δυσμενής μεταβολή φυσικού πόρου ή η μετρήσιμη υποβάθμιση υπηρεσίας συνδεδεμένης με φυσικό πόρο που μπορεί να συμβεί άμεσα ή έμμεσα.

Η πρόληψη και αποκατάσταση των περιβαλλοντικών ζημιών επιτυγχάνεται μέσω της προώθησης της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει». Η θεμελιώδης αρχή της παρούσας οδηγίας είναι ότι ο φορέας εκμετάλλευσης η δραστηριότητα του οποίου προκάλεσε την περιβαλλοντική ζημία ή τον άμεσο κίνδυνο ανάλογης ζημίας, είναι οικονομικά υπεύθυνος, έτσι ώστε να παρακινούνται οι φορείς εκμετάλλευσης να λαμβάνουν μέτρα και να αναπτύσσουν πρακτικές που να αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων περιβαλλοντικής ζημίας προκειμένου να μειώνεται η έκθεσή τους σε οικονομικές ευθύνες. Ως «φορέας εκμετάλλευσης» νοείται οιοδήποτε φυσικό πρόσωπο ή νομικό πρόσωπο, ιδιωτικού ή δημοσίου δικαίου, το οποίο εκμεταλλεύεται ή ελέγχει επαγγελματική δραστηριότητα. Ως «εκπομπή» νοείται η απελευθέρωση στο περιβάλλον ουσιών, παρασκευασμάτων, οργανισμών ή μικροοργανισμών, συνεπεία ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η αποτελεσματική χρήση του μηχανισμού αυτού προϋποθέτει ότι θα πρέπει να υφίστανται ένας ή περισσότεροι ρυπαντές οι οποίοι να μπορούν να εντοπισθούν, η ζημία θα πρέπει να είναι συγκεκριμένη και να μπορεί να προσδιορισθεί ποσοτικά και θα πρέπει να μπορεί να αποδειχθεί η αιτιώδης συνάφεια μεταξύ της ζημίας και του ή των εντοπισθέντων ρυπαντών. Κατά συνέπεια, η ευθύνη δεν αποτελεί το κατάλληλο μέσο για την αντιμετώπιση της ευρέως διαδεδομένης και διάχυτης ρύπανσης, εφόσον είναι αδύνατον να συνδεθούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις με πράξεις ή παραλείψεις συγκεκριμένων εξατομικευμένων παραγόντων.

Πρόσωπα που επηρεάζονται ή ενδέχεται να επηρεασθούν δυσμενώς από περιβαλλοντική ζημία θα πρέπει να έχουν το δικαίωμα να καλέσουν την αρμόδια αρχή να αναλάβει δράση. Εντούτοις, η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί διάχυτο συμφέρον στο όνομα του οποίου οι ιδιώτες δεν κινητοποιούνται πάντα ή δεν είναι σε θέση να κινητοποιηθούν. Ως εκ τούτου, οι μη κυβερνητικές οργανώσεις που προάγουν την προστασία του περιβάλλοντος θα πρέπει να διαθέτουν επίσης τη δυνατότητα να συμβάλλουν δεόντως στην αποτελεσματική εφαρμογή της παρούσας οδηγίας.

Τα κράτη μέλη ορίζουν την ή τις αρμόδιες αρχές που είναι υπεύθυνες για την εκπλήρωση των καθηκόντων που προβλέπει η παρούσα οδηγία.

Κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο το οποίο:

- α) επηρεάζεται ή ενδέχεται να επηρεασθεί από περιβαλλοντική ζημία, ή
- β) έχει επαρκές συμφέρον από τη λήψη περιβαλλοντικής απόφασης σχετικά με τη ζημία ή, εναλλακτικά,
- γ) υποστηρίζει ότι επέρχεται προσβολή δικαιώματος, όταν αυτό απαιτείται ως προϋπόθεση από το διοικητικό δικονομικό δίκαιο ενός κράτους μέλους, δικαιούται να υποβάλλει στην αρμόδια αρχή οιασδήποτε παρατηρήσεις σχετικά με περιπτώσεις περιβαλλοντικής ζημίας ή με επικείμενη απειλή τέτοιας ζημίας που έχουν υποπέσει στην αντίληψή του και έχει το δικαίωμα να καλεί την αρμόδια αρχή να αναλάβει δράση βάσει της παρούσας οδηγίας. Το συμφέρον οιασδήποτε μη κυβερνητικής οργάνωσης, η οποία προάγει την προστασία του περιβάλλοντος και πληρεί τις προϋποθέσεις που ορίζει το εθνικό δίκαιο, θεωρείται επαρκές για το σκοπό.

Εφόσον η αίτηση για ανάληψη δράσης και οι συνοδευτικές παρατηρήσεις αποδεικνύουν εύλογα ότι υπάρχει περιβαλλοντική ζημία, η αρμόδια αρχή εξετάζει τις παρατηρήσεις αυτές καθώς και τα αιτήματα για ανάληψη δράσης. Υπό τις συνθήκες αυτές, η αρμόδια αρχή δίνει την ευκαιρία στον ενδιαφερόμενο φορέα εκμετάλλευσης να γνωστοποιήσει τις απόψεις του όσον αφορά την αίτηση για ανάληψη δράσης και τις συνοδευτικές παρατηρήσεις.

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να λαμβάνουν μέτρα για να ενθαρρύνουν τη χρήση εκ μέρους των φορέων εκμετάλλευσης οιασδήποτε κατάλληλης ασφάλισης ή άλλων μορφών παροχής χρηματοοικονομικής ασφάλειας και την ανάπτυξη μέσων και αγορών χρηματοοικονομικής ασφάλειας για την αποτελεσματική κάλυψη των οικονομικών υποχρεώσεων βάσει της παρούσας οδηγίας.

Στόχος της πρωτογενούς αποκατάστασης είναι η επαναφορά των φυσικών πόρων ή/και υπηρεσιών που υπέστησαν ζημία στην αρχική τους κατάσταση ή προς αυτήν. Εφόσον οι φυσικοί πόροι ή/και υπηρεσίες που υπέστησαν ζημία δεν επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση, τότε επιχειρείται συμπληρωματική αποκατάσταση. Στόχος της συμπληρωματικής αποκατάστασης είναι η παροχή φυσικών πόρων ή/και υπηρεσιών, ενδεχομένως και σε διαφορετική τοποθεσία, παρεμφερούς επιπέδου με εκείνους που θα παρείχοντο εάν η τοποθεσία που υπέστη τη βλάβη είχε επανέλθει στην αρχική της κατάσταση. Εφόσον είναι δυνατόν και ενδεδειγμένο, η διαφορετική τοποθεσία θα πρέπει να συνδέεται γεωγραφικά με την τοποθεσία που υπέστη ζημία, λαμβάνοντας υπόψη τα συμφέροντα του πληττόμενου πληθυσμού [Οδηγία 2004/35/EK].

Σύμφωνα με τον κ. Ξανθούλη (2003) η συγκρότηση ενός «Ευρωπαϊκού Ασφαλιστικού Περιβαλλοντικού Ταμείου» μεταξύ των κρατών μελών και ασφαλιστικών εταιριών θα συμβάλει καθοριστικά στην παρακολούθηση και καταγραφή των περιβαλλοντικών ζημιών και στον επιστημονικό και τεχνικό προσδιορισμό της αποτίμησής τους. Στους ρόλους του Ταμείου θα είναι η παροχή και επεξεργασία των επιστημονικών πληροφοριών, ως προς τις ζημιές στη βιοποικιλότητα που καταγράφουν τα κράτη – μέλη και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, καθώς και η δημιουργία αντικειμενικών κριτηρίων αποτίμησης του οικονομικού ύψους τους. Σε αντίθετη περίπτωση η νομοθεσία θα στερείται οικονομικής αποτελεσματικότητας και κοινωνικής δικαιοσύνης [Ξανθούλης, 2003].

2.2.2.3 Βιομηχανική οικολογία

Καμία επιχείρηση δεν υφίσταται στο κενό. Κάθε βιομηχανική δραστηριότητα συνδέεται με χιλιάδες άλλες ενέργειες και δραστηριότητες και προκαλεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η βιομηχανική οικολογία (industrial ecology – IE) προσπαθεί να προσεγγίσει τις αλληλεπιδράσεις της βιομηχανίας με το περιβάλλον, ώστε να αξιολογηθούν και να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις [Graedel and Allenby, 1999]. Ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η λειτουργία μιας βιομηχανίας πρέπει να διέπονται από τις αρχές της αειφορίας.

Η βιομηχανική οικολογία περιλαμβάνει μεταξύ άλλων το δυνητικό ρόλο των κυβερνήσεων ως παράμετρο για την εφαρμογή των αρχών της. Οι κυβερνήσεις μπορούν να θεσμοθετήσουν πολιτικές για την τεχνολογία, όπως για παράδειγμα έκαναν η Ιαπωνία και η Γερμανία. Το διεθνές εμπόριο ωθεί το πολιτικό σύστημα να συμμετέχει ως κοινωνικός εταίρος «stakeholder» πέρα από τα όρια ενός κράτους σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον.

Κατά την παραγωγή και κατά τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος θα πρέπει να προκύπτουν οι ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το προϊόν επίσης δεν πρέπει να είναι επικίνδυνο για την υγεία του καταναλωτή / χρήστη. Όταν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής του δεν πρέπει να είναι απόβλητο, αλλά θα πρέπει να είναι βιοδιασπασίμο ή επαναχρησιμοποιήσιμο. Επίσης γενικά η παραγωγή και η χρήση ενός προϊόντος πρέπει να βασίζεται στην εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας. Η εκτίμηση του κύκλου ζωής (life – cycle assessment – LCA) είναι μια σειρά μεθόδων που εξετάζουν τα υλικά, τις υπηρεσίες, τα προϊόντα, τις διεργασίες και τις τεχνολογίες καθ' όλη τη ζωή μιας βιομηχανίας. Το βασικό στοιχείο της εκτίμησης του κύκλου ζωής (LCA) είναι η αξιολόγηση των επιπτώσεων που σχετίζονται με το περιβάλλον, την οικονομία και την τεχνολογία ενός υλικού, μιας διεργασίας, ή ενός προϊόντος από την δημιουργία τους μέχρι το τέλος της ζωής τους ή προτιμότερο μέχρι την επαναδημιουργία τους για την ίδια ή διαφορετική χρήση.

Η βιομηχανική οικολογία έχει συνεισφέρει τόσο στο σχεδιασμό των διεργασιών και των προϊόντων (και παραπροϊόντων) μιας βιομηχανίας, όσο και στον ενεργειακό σχεδιασμό μιας βιομηχανίας. Απαιτεί τη μελέτη των ροών ενέργειας και υλικών. Προβλέπει την ελαχιστοποίηση των υπολειμμάτων (υγρών, αέριων και στερεών) και των ρύπων, π.χ. βαρέα μέταλλα. Αλλάζει τον τρόπο επιλογής των πρώτων υλών και τους χειρισμούς κατά τις μεταφορές και τις διάφορες βιομηχανικές πρακτικές. Φυσικά δίνει βάση στις αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον και στο σχεδιασμό για ανακύκλωση / επαναχρησιμοποίηση. Δημιουργούνται νέες μέθοδοι αξιολόγησης και ανάλυσης των προϊόντων, των διεργασιών και των υποδομών. Θέτονται στόχοι και βασικές αρχές από τη βιομηχανία, καθώς και στρατηγικές υλοποίησης των στόχων. Οι κοινωνικοί εταίροι (stakeholders) συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση της περιβαλλοντικής πολιτικής της βιομηχανίας [Graedel and Allenby, 1999]. Σήμερα τα πρότυπα διεθνών οργανισμών όπως το ISO (International Standards Organization) περιλαμβάνουν τις αρχές της βιομηχανικής οικολογίας στα δημοσιεύματά τους. Επίσης στην Ε.Ε. εισάγεται η έννοια της Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.

Περιβαλλοντική διαχείριση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας οι οργανισμοί (π.χ. μια βιομηχανία, ένα σφαγείο) εκτιμούν, με ένα συστηματικό και τεκμηριωμένο τρόπο, τις περιβαλλοντικές πλευρές των δραστηριοτήτων τους και αναλαμβάνουν δράση ούτως ώστε να τις ελαχιστοποιήσουν, μέσα στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής τους πολιτικής. Η αρχή της περιβαλλοντικής διαχείρισης έγινε με τον **Κανονισμό** (ΕΟΚ) αριθ. **1836/93** του Συμβουλίου της 29ης Ιουνίου 1993: «για την εκούσια

συμμετοχή των επιχειρήσεων του βιομηχανικού τομέα σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου», σύμφωνα με τον οποίο οι επιχειρήσεις που ασκούν βιομηχανική δραστηριότητα μπορούν ελεύθερα να συμμετέχουν στο σύστημα για κάθε χώρο ή χώρους άσκησης των δραστηριοτήτων τους. Για να καταχωρηθεί ένας χώρος στο σύστημα, η επιχείρηση πρέπει να κάνει κάποιες ενέργειες όπως να θεσπίσει περιβαλλοντική πολιτική. Επίσης για κάθε χώρο δραστηριοτήτων που μετέχει στο σύστημα, συντάσσεται περιβαλλοντική δήλωση μετά την αρχική περιβαλλοντική ανάλυση και, στη συνέχεια, μετά την ολοκλήρωση κάθε μεταγενέστερου ελέγχου ή κύκλου ελέγχου. Συμπληρωματικά στον παραπάνω Κανονισμό λειτούργησαν η **Απόφαση 97 / 264 / ΕΚ / 16 – 4 – 1997**: «Για την αναγνώριση των διαδικασιών πιστοποίησης σύμφωνα με το άρθρο 12 του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθμ. 1836 / 93 του Συμβουλίου της 29^{ης} Ιουνίου 1993, για την εκούσια συμμετοχή επιχειρήσεων του βιομηχανικού τομέα σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου» και η **Απόφαση 97 / 265 / ΕΚ / 16 – 4 – 1997**: «Για την αναγνώριση του διεθνούς προτύπου ISO 14001: 1996 και του Ευρωπαϊκού Προτύπου EN ISO 14001: 1996, που θεσπίζουν προδιαγραφές για συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, σε συμφωνία με το άρθρο 12 του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθμ. 1836 / 93 της 29^{ης} Ιουνίου 1993 σχετικά με την εκούσια συμμετοχή επιχειρήσεων του βιομηχανικού τομέα σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου». Ο Κανονισμό (ΕΟΚ) αριθ. 1836/93 καταργήθηκε και αντικαταστάθηκε από τον **Κανονισμό** (ΕΚ) αριθ. **761/2001** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαρτίου 2001 «για την εκούσια συμμετοχή οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS)». Επίσης δημοσιεύτηκε ο **Κανονισμός** (ΕΚ) αριθ. **196/2006** της Επιτροπής, της 3ης Φεβρουαρίου 2006 «σχετικά με την τροποποίηση του παραρτήματος I του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 761/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ώστε να ληφθεί υπόψη το ευρωπαϊκό πρότυπο EN ISO 14001:2004, καθώς και για την κατάργηση της απόφασης 97/265/ΕΚ». Με βάση τους παραπάνω κανονισμούς οι οργανισμοί που συμμετέχουν στο σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS) οφείλουν να εφαρμόζουν τις απαιτήσεις του EN ISO 14001:2004 (βλέπε Παράρτημα Θ). Επίσης συμπληρωματικά στον Κανονισμό 761/2001 λειτούργησε η **Απόφαση 2001 / 681 / ΕΚ / 7 – 9 – 2001**: «σχετικά με κατευθύνσεις για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 761 / 2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την εκούσια συμμετοχή οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου».

2.2.2.4 Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Το 1985 η ΕΟΚ αναγνωρίζοντας την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, επέβαλε την εκπόνηση περιβαλλοντικών μελετών για μια σειρά επενδυτικών έργων. Η αξιολόγηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων τέθηκε για πρώτη φορά με την **Οδηγία 85/337/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 1985: «για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον», όπου στο Παράρτημα II: Σχέδια που αναφέρονται στο άρθρο 4 της παραγράφου 2 και στο Στοιχείο 7 του Παραρτήματος II: Βιομηχανία τροφίμων, περιλαμβάνονται και τα Σφαγεία (στοιχείο στ). Για την Ε.Ε. ο όρος περιβαλλοντική μελέτη περιγράφει την τεχνική και τη διαδικασία κατά την οποία συλλέγονται πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός επενδυτικού σχεδίου, τόσο από την πλευρά του

επενδυτή όσο και από άλλες πηγές, και οι οποίες λαμβάνονται υπόψη από τους υπευθύνους του σχεδιασμού της επένδυσης στη διαμόρφωση των προτάσεων τους επί του ερωτήματος αν πρέπει να προχωρήσει η επένδυση [Καρβούνης, 2000].

Η παραπάνω Οδηγία τροποποιήθηκε από τις: **Οδηγία 97/11/ΕΚ** του Συμβουλίου της 3ης Μαρτίου 1997: «περί τροποποιήσεως της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον» και **Οδηγία 2003/35/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Μαΐου 2003: «σχετικά με τη συμμετοχή του κοινού στην κατάρτιση ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων που αφορούν το περιβάλλον και με την τροποποίηση όσον αφορά τη συμμετοχή του κοινού και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη, των οδηγιών 85/337/ΕΟΚ και 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου». Όπου αναφέρεται η υποχρέωση παροχής στις αρμόδιες υπηρεσίες και το κοινό αναλυτικών πληροφοριών για τις αναμενόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση και λειτουργία μιας νέας παραγωγικής μονάδας ή από την κατασκευή ενός νέου μεγάλου έργου.

Στα πλαίσια της ανωτέρω Ευρωπαϊκής Νομοθεσίας υφίσταται ο θεσμός της Εκτίμησης των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Environmental Impact Assessment – ΕΙΑ) και καθορίζονται συστήματα περιβαλλοντικής αδειοδότησης, τόσο για τη χορήγηση περιβαλλοντικών αδειών για τη λειτουργία ρυπαινουσών δραστηριοτήτων, όσο και για τη διάθεση ρύπων και αποβλήτων σε ένα περιβαλλοντικό μέσο.

2.2.2.5 Πρόληψη και έλεγχος της ρύπανσης

Η πρόληψη και ο έλεγχος της ρύπανσης στην Ε.Ε. που προκαλούν δραστηριότητες όπως σφαγεία με ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής σφαγίων άνω των 50 τόνων, θεσμοθετήθηκε με την **Οδηγία 96/61/ΕΚ** του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996: «σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης». Η οδηγία προβλέπει μέτρα αποφυγής και, όταν αυτό δεν είναι δυνατόν, μείωσης των εκπομπών από τις βιομηχανικές δραστηριότητες στην ατμόσφαιρα, το νερό και το έδαφος, και μέτρα για τα απόβλητα, ώστε να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του. Οι σημαντικότερες ρυπογόνες ουσίες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό των οριακών τιμών εκπομπής τους για την ατμόσφαιρα είναι:

1. Διοξείδιο του θείου και άλλες ενώσεις του θείου.
2. Οξείδια του αζώτου και άλλες ενώσεις του αζώτου.
3. Μονοξείδιο του άνθρακα.
4. Πτητικές οργανικές ενώσεις.
5. Μέταλλα και ενώσεις τους.
6. Σκόνη.
7. Αμίαντος (σωματίδια εν αιωρήσει και ίνες).
8. Χλώριο και ενώσεις του χλωρίου.
9. Φθόριο και ενώσεις του φθορίου.
10. Αρσενικό και ενώσεις του αρσενικού.
11. Κυανιούχες ενώσεις.
12. Ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν αποδεδειγμένα ιδιότητες καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες, ή ικανές να βλάψουν την αναπαραγωγή μέσω της ατμόσφαιρας.
13. Πολυχλωροδιβενζοδιοξίνη και πολυχλωροδιβενζοφουράνια.

Και για το νερό είναι:

1. Αλογονωμένες οργανικές ενώσεις και ουσίες από τις οποίες δύνανται να προκύψουν αναλόγου είδους ενώσεις μέσα στο υδάτινο περιβάλλον.
2. Οργανοφωσφορικές ενώσεις.
3. Οργανοκασσιτερικές ενώσεις.
4. Ουσίες και παρασκευάσματα που έχουν αποδεδειγμένα ιδιότητες καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες ή ικανές να βλάψουν την αναπαραγωγή στο υδάτινο περιβάλλον ή μέσω αυτού.
5. Ανθεκτικοί υδρογονάνθρακες και ανθεκτικές και βιοσυσσωρευόμενες τοξικές ουσίες.
6. Κυανιούχες ενώσεις.
7. Μέταλλα και οι ενώσεις τους.
8. Αρσενικό και οι ενώσεις του.
9. Βιοκτόνα και φυτοϋγειονομικά προϊόντα.
10. Αιωρούμενες ουσίες.
11. Ουσίες που συμβάλλουν στον ευτροφισμό (ιδίως νιτρικά και φωσφορικά άλατα).
12. Ουσίες που έχουν αρνητική επίδραση στον ισολογισμό του οξυγόνου (και που μετρούνται με παραμέτρους όπως DBO, DCO).

Η μέγιστη επιτρεπόμενη απελευθέρωση μιας ουσίας από μια λειτουργία στον αέρα, το νερό ή το έδαφος ορίζεται ως οριακή τιμή εκπομπής. Ο προσδιορισμός των εκπομπών από μια διεργασία μπορεί να γίνει με μετρήσεις, με υπολογισμούς, με εκτιμήσεις ή με προσομοίωση της διεργασίας.

Στην **Οδηγία 96/62/ΕΚ** του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 1996: «για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος» ορίζεται ότι τα κράτη μέλη καταρτίζουν κατάλογο των ζωνών και των οικισμών όπου τα επίπεδα των ρύπων δεν υπερβαίνουν τις οριακές τιμές. Στις ζώνες και στους οικισμούς αυτούς τα κράτη μέλη διατηρούν τα επίπεδα των ρύπων κάτω από τις οριακές τιμές και καταβάλλουν προσπάθειες για τη διαφύλαξη της καλύτερης δυνατής ποιότητας του αέρα που συμβιβάζεται με τη σταθερή ανάπτυξη. Στο Παράρτημα I: Κατάλογος των ατμοσφαιρικών ρύπων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος, οι ρύποι που εξετάζονται στο αρχικό στάδιο καθώς και οι ρύποι που καλύπτονται από υφιστάμενες οδηγίες στον τομέα της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος είναι οι εξής:

1. Διοξείδιο του θείου
2. Διοξείδιο του αζώτου
3. Λεπτά σωματίδια όπως οι αιθάλες (περιλαμβανομένου του P.M.10)
4. Αιωρούμενα σωματίδια
5. Μόλυβδος
6. Όζον

Ενώ οι λοιποί ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι:

7. Βενζόλιο
8. Μονοξείδιο του άνθρακα
9. Πολυκυκλικό αρωματικό υδρογονάνθρακες
10. Κάδμιο
11. Αρσενικό
12. Νικέλιο
13. Υδράργυρος

Ένας από τους στόχους της **Οδηγίας 1999/30/ΕΚ** του Συμβουλίου της 22ας Απριλίου 1999: «σχετικά με τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου, στον αέρα του

περιβάλλοντος» είναι ο καθορισμός οριακών τιμών και, εφόσον απαιτείται, ορίων συναγερμού για τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου στον αέρα του περιβάλλοντος, ώστε να αποφεύγονται, να προλαμβάνονται ή να μειώνονται οι επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στο σύνολο του περιβάλλοντος.

Ο στόχος της **Οδηγία 2001/81/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Οκτωβρίου 2001: «σχετικά με εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους» είναι ο περιορισμός των εκπομπών ρύπων που προκαλούν οξίνιση και ευτροφισμό και της εκπομπής προδρομών του όζοντος προκειμένου να βελτιωθεί, στην Κοινότητα, η προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας από κινδύνους δυσμενών επιδράσεων από την οξίνιση, τον ευτροφισμό του εδάφους και το όζον σε επίπεδο εδάφους. Το αργότερο έως το έτος 2010, τα κράτη μέλη πρέπει να περιορίσουν τις εθνικές ετήσιες εκπομπές τους σε διοξείδιο του θείου (SO₂), οξείδια του αζώτου (NO_x), πτητικές οργανικές ενώσεις (ΠΟΕ) και αμμωνία (NH₃) σε ποσότητες που δεν υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια εκπομπών, τα οποία για την Ελλάδα φαίνονται στον ακόλουθο Πίνακα:

SO ₂ (kt)	523
NO _x (kt)	344
ΠΟΕ (kt)	261
NH ₃ (kt)	73

Το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας, που εισάγεται με την **Οδηγία 2003/87/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13ης Οκτωβρίου 2003: «σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου» έχει στόχο να προωθήσει τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τρόπο αποδοτικό από πλευράς κόστους και οικονομικώς αποτελεσματικό.

Σύμφωνα με τον **Κανονισμό** (ΕΚ) αριθ. **2037/2000** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29ης Ιουνίου 2000: «για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος» που βασίζεται στο πρωτόκολλο του Μόντρεαλ του 1987 για τις "ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος", απαγορεύεται η παραγωγή, η διάθεση στην αγορά και η χρήση των κατωτέρω ελεγχόμενων ουσιών:

- α) χλωροφθορανθράκων·
- β) άλλων πλήρως αλογονωμένων χλωροφθορανθράκων·
- γ) halons·
- δ) τετραχλωράνθρακος·
- ε) 1,1,1-τριχλωροαιθανίου·
- στ) υδροβρωμοφθορανθράκων.

Αυτός ο Κανονισμός τροποποιήθηκε από τον **Κανονισμό** (ΕΚ) αριθ. **1804/2003** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 22ας Σεπτεμβρίου 2003: «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2037/2000 όσον αφορά τον έλεγχο του halon που εξάγεται για κρίσιμης σημασίας χρήσεις, τις εξαγωγές προϊόντων και εξοπλισμού που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες και τους ελέγχους επί του βρωμοχλωρομεθανίου».

Στο Παράρτημα II της **Οδηγίας 91/689/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991: «για τα επικίνδυνα απόβλητα» αναφέρονται μεταξύ άλλων τα απόβλητα που έχουν ως συστατικά μολυσματικές ουσίες (C35) όπως είναι τα απόβλητα σφαγείων. Σύμφωνα με το Παράρτημα III ο χαρακτηρισμός των επικίνδυνων αποβλήτων ως μολυσματικών αναφέρεται σε ύλες που περιέχουν

ανθεκτικούς μικροοργανισμούς ή τις τοξίνες τους, οι οποίοι είναι γνωστό ή υπάρχουν σοβαροί λόγοι να πιστεύεται ότι προκαλούν ασθένειες στον άνθρωπο ή σε άλλους ζώντες οργανισμούς.

Στους πίνακες της **Απόφασης 2000/532/ΕΚ** της Επιτροπής, της 3ης Μαΐου 2000: «για αντικατάσταση της απόφασης 94/3/ΕΚ για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 1 στοιχείο α) της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου και της απόφασης 94/904/ΕΚ του Συμβουλίου για την κατάρτιση καταλόγου επικίνδυνων αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 1 παράγραφος 4 της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου για τα επικίνδυνα απόβλητα» μεταξύ άλλων αναφέρονται:

02 ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (ΓΕΩΡΓΙΑ, ΚΗΠΕΥΤΙΚΗ, ΘΗΡΑ, ΑΛΙΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ) — ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

02 01 απόβλητα πρωτογενούς παραγωγής

02 01 01 λάσπες από πλύση και καθαρισμό

02 01 02 απόβλητα ιστών ζώων

02 01 03 απόβλητα ιστών φυτών

02 01 04 απόβλητα πλαστικά (εξαιρούνται της συσκευασίας)

02 01 05 αγροχημικά απόβλητα

02 01 06 περιττώματα, ούρα και κόπρανα ζώων (συμπεριλαμβάνεται και αλλοιωμένη χορτονομή), υγρά εκροής συλλεγένητα

χωριστά και επεξεργαζόμενα εκτός σημείου παραγωγής

02 01 07 απόβλητα από εκμετάλλευση δασοκομικών προϊόντων

02 01 99 απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

02 02 απόβλητα από την προπαρασκευή και επεξεργασία κρέατος, ψαριού ή άλλων τροφίμων ζωικής προέλευσης

02 02 01 λάσπες από πλύση και καθαρισμό

02 02 02 απόβλητα ιστών ζώων

02 02 03 υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία

02 02 04 λάσπες από επιτόπου επεξεργασία υγρών εκροής

02 02 99 απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως

Ο Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 166/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18^{ης} Ιανουαρίου 2006: «για τη σύσταση ευρωπαϊκού μητρώου έκλυσης και μεταφοράς ρύπων και για την τροποποίηση των οδηγιών 91/689/ΕΟΚ και 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου» θεσπίζει ένα ολοκληρωμένο μητρώο έκλυσης και μεταφοράς ρύπων σε κοινοτικό επίπεδο, «ευρωπαϊκό ΜΕΜΡ», υπό μορφή μιας – προσβάσιμης στο κοινό – ηλεκτρονικής βάσεως δεδομένων και θεσπίζει κανόνες για τη λειτουργία του, προκειμένου να εφαρμοστεί το πρωτόκολλο ΟΕΕ/ΗΕ για τα μητρώα έκλυσης και μεταφοράς ρύπων και να διευκολυνθεί η συμμετοχή του κοινού στη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων, συμβάλλοντας παράλληλα στην πρόληψη και στον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Στο Παράρτημα Ι στοιχείο 8: Ζωικά και φυτικά προϊόντα του κλάδου τροφίμων και ποτών, αναφέρονται και τα Σφαγεία με ημερήσια δυναμικότητα παραγωγής 50 τόνων σφαγίων.

Οι αποτεφρωτήρες πτωμάτων ή υπολειμμάτων ζώων δεν καλύπτονται από τον ορισμό των «σταθμών αποτέφρωσης» της **Οδηγία 94/67/ΕΚ** του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 1994: «για την αποτέφρωση των επικίνδυνων αποβλήτων». Επίσης η **Οδηγία 2000/76/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 4ης Δεκεμβρίου 2000: «για την αποτέφρωση των αποβλήτων» που καλύπτει τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης, δεν εφαρμόζεται σε μονάδες σφαγίων ζώων όπως ρυθμίζονται από την οδηγία 90/667/ΕΟΚ με την επιφύλαξη των μελλοντικών τροποποιήσεών της. Η μονάδα αποτέφρωσης ή συναποτέφρωσης των σφαγίων πρέπει να σχεδιάζεται, να εξοπλίζεται και να λειτουργεί κατά τρόπο ώστε να τηρούνται οι απαιτήσεις του **Κανονισμού 1774/2002/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002: «για τον καθορισμό

υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο» (βλέπε Παράρτημα Η και Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για σφαγεία).

Σύμφωνα με την **Οδηγία 93/76/ΕΟΚ** του Συμβουλίου της 13ης Σεπτεμβρίου 1993: «για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE)», άρθρο 7, τα κράτη μέλη καταρτίζουν και εφαρμόζουν προγράμματα σχετικά με την περιοδική διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων σε πολύ ενεργειοβόρες βιομηχανικές επιχειρήσεις, ώστε να βελτιωθεί η ενεργειακή τους απόδοση και να περιοριστούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης τα κράτη μέλη καταρτίζουν και εφαρμόζουν προγράμματα σχετικά με την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων που συνίσταται στην περιγραφή των ενεργειακών χαρακτηριστικών και επιτρέπει να ενημερώνονται οι υποψήφιοι χρήστες ενός κτιρίου για την ενεργειακή του απόδοση. Η Οδηγία 93/76/ΕΟΚ καταργήθηκε από την **Οδηγία 2006/32/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006: «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου». Σύμφωνα με την τελευταία Οδηγία τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι υπάρχουν αποτελεσματικά και υψηλής ποιότητας συστήματα ενεργειακών ελέγχων, τα οποία σχεδιάζονται για να εντοπίζουν δυναμικά μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και τα οποία εφαρμόζονται κατά ανεξάρτητο τρόπο, σε όλους τους τελικούς καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένων των μικρών οικιακών και εμπορικών πελατών και των μικρομεσαίων πελατών του βιομηχανικού τομέα. Παράδειγμα επιλέξιμων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στο Βιομηχανικό τομέα είναι:

- διαδικασίες μεταποίησης προϊόντων (π.χ. αποτελεσματικότερη χρήση πεπιεσμένου αέρα, συμπυκνωμάτων και διακοπών και βαλβίδων, χρήση αυτόματων και ολοκληρωμένων συστημάτων, αποδοτικές καταστάσεις εφεδρείας)·
- κινητήρες και συστήματα μετάδοσης κίνησης (π.χ. αύξηση της χρήσης ηλεκτρονικών διατάξεων ελέγχου, συστήματα μετάδοσης μεταβλητής ταχύτητας, ολοκληρωμένος προγραμματισμός εφαρμογών, μετατροπή συχνότητας, ηλεκτρικοί κινητήρες υψηλής απόδοσης)·
- ανεμιστήρες, συστήματα μετάδοσης μεταβλητής ταχύτητας και αερισμός (π.χ. νέες συσκευές / συστήματα, χρήση φυσικού αερισμού)·
- διαχείριση ανταποκρινόμενη στη ζήτηση (π.χ. διαχείριση φορτίου, συστήματα ελέγχου αποφυγής αιχμών)·
- συμπαραγωγή υψηλής αποδοτικότητας (π.χ. συσκευές συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας)·

2.2.2.6 Υδατικά συστήματα

Στον κατάλογο II της **Οδηγίας 2006/11/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 15^{ης} Φεβρουαρίου 2006: «για τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας», αναφέρονται ουσίες που εκρέουν και από ένα σφαγείο με τα υγρά απόβλητα. Ο κατάλογος II περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

- Ουσίες με επιβλαβή επίδραση στη γεύση και/ή στην οσμή των προϊόντων που καταναλώνονται από τον άνθρωπο και προέρχονται από το υδάτινο περιβάλλον, όπως και οι ενώσεις που μπορούν να παράγουν τέτοιες ουσίες εντός του ύδατος.

- Ενώσεις οργανοπυριτικές, τοξικές ή ανθεκτικές και ουσίες που μπορούν να παράγουν τέτοιου είδους ενώσεις εντός του ύδατος, εξαιρέσει των βιολογικών αβλαβών ή όσων μετατρέπονται γρήγορα μέσα στο νερό σε αβλαβείς ουσίες.
- Ανόργανες ενώσεις του φωσφόρου και φωσφόρος.
- Ουσίες που ασκούν δυσμενή επίδραση επί της ισορροπίας του οξυγόνου, ιδίως: Αμμωνία και Νιτρώδη.

Στα πλαίσια της **Οδηγίας 2000/60/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000: «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» επιβάλλεται η παρακολούθηση σε όλα τα υδατικά συστήματα τα οποία, με βάση είτε την εκτίμηση των επιπτώσεων, είτε την εποπτική παρακολούθηση, χαρακτηρίζονται ότι κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους και σε όλα τα υδατικά συστήματα, στα οποία απορρίπτονται ουσίες του καταλόγου προτεραιότητας. Σκοπός της οδηγίας 2000/60/ΕΚ είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπογείων υδάτων, το οποίο να αποτρέπει την περαιτέρω επιδείνωση, να προστατεύει και να βελτιώνει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς και των αμέσως εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων σε ό,τι αφορά τις ανάγκες τους σε νερό, να προωθεί τη βιώσιμη χρήση του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδάτινων πόρων και να διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων και να αποτρέπει την περαιτέρω μόλυνσή τους.

2.2.2.7 Αποτελεσματικότητα των Κανονισμών

Σύμφωνα με το European Water Pollution Control Association, συνήθως παρουσιάζονται εμπόδια στη διασφάλιση των ελέγχων. Καθώς δεν θεωρείται βιώσιμο να τεθούν τόσο χαμηλά όρια (οριακές τιμές), ώστε το κόστος της ανταπόκρισης στα πρότυπα αυτά να αποτελεί οικονομική τροχοπέδη για τις διάφορες εταιρίες. Οπότε απαιτείται συγκεκριμένο πλαίσιο για τη λήψη αποφάσεων. Οι αρχές οι οποίες συνθέτουν το πλαίσιο αυτό, είναι οι ακόλουθες:

- BATNEEC: Best Available Technology Not Entailing Cost (η καλύτερη δυνατή τεχνολογία η οποία δεν ξεπερνάει το κόστος)
- BEO: Best Environmental Option (καλύτερη περιβαλλοντική επιλογή)
- ALARP: As Low As Reasonably Practicable (η χαμηλότερη δυνατή πρακτικά τιμή)

Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί πως η οικονομική ανάπτυξη δεν πραγματοποιείται σε βάρος της ποιότητας ζωής, π.χ. εξαιτίας αυξανόμενης ρύπανσης. Για το λόγο αυτό, η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης αποτελεί σήμερα το πρωταρχικό θέμα του Προγράμματος Περιβαλλοντικής Δράσης της Ε.Ε. [Τζέκου, 2003]. Ο ορισμός που δόθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών το 1987: «αειφόρος ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη η οποία ανταποκρίνεται στις ανάγκες του παρόντος σεβόμενη τη δυνατότητα μελλοντικών γενεών να εκπληρώσουν τις δικές τους ανάγκες».

Η αειφόρος ανάπτυξη απαιτεί την πραγματοποίηση σημαντικών αλλαγών στο σύγχρονο τρόπο ζωής, όπως:

1. Διασφάλιση υδάτινων πόρων μέσω της μείωσης χρήσης, της αυξημένης ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης
2. Αυξημένη χρήση των οικονομικών οργάνων (π.χ. ο ρυπαίνων πληρώνει, τέλη εκπομπής, τέλη χρήσης, τέλη προϊόντος)

3. Παραγωγή καταναλωτικών προϊόντων αυξημένου ορίου ζωής, βελτιώνοντας την ποιότητα πρωτογενών υλικών, τη δυνατότητα ανακύκλωσης των συστατικών του προϊόντος και την μείωση των επιβλαβών συνεπειών των απορριμμάτων προς διάθεση
4. Ενιαία διαχείριση πρωτογενών υλικών και προϊόντων απορριμμάτων, ελαχιστοποιώντας τις εκπομπές και την παραγωγή απορριμμάτων.

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 2.7 γίνεται μια σύντομη ανασκόπηση της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για το περιβάλλον και τη διαχείριση των αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακας 2.7: Ανασκόπηση της Ευρωπαϊκής νομοθεσίας για το περιβάλλον και τη διαχείριση των αποβλήτων σφαγείων

1985	Οδηγία 85/337/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 1985: «για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον»
1991	Οδηγία 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991: «για τα επικίνδυνα απόβλητα»
1993	Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 1836/93 του Συμβουλίου της 29ης Ιουνίου 1993: «για την εκούσια συμμετοχή των επιχειρήσεων του βιομηχανικού τομέα σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου»
1993	Οδηγία 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 13ης Σεπτεμβρίου 1993: «για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE)»
1994	Οδηγία 94/67/ΕΚ του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 1994: «για την αποτέφρωση των επικίνδυνων αποβλήτων»
1996	Οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1996: «σχετικά με την ολοκληρωμένη πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης»
1996	Οδηγία 96/62/ΕΚ του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 1996: «για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος»
1997	Απόφαση 97 / 264 / ΕΚ / 16 – 4 – 1997: «Για την αναγνώριση των διαδικασιών πιστοποίησης σύμφωνα με το άρθρο 12 του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθμ. 1836 / 93 του Συμβουλίου της 29 ^{ης} Ιουνίου 1993, για την εκούσια συμμετοχή επιχειρήσεων του βιομηχανικού τομέα σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου»
1997	Απόφαση 97 / 265 / ΕΚ / 16 – 4 – 1997: «Για την αναγνώριση του διεθνούς προτύπου ISO 14001: 1996 και του Ευρωπαϊκού Προτύπου EN ISO 14001: 1996, που θεσπίζουν προδιαγραφές για συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, σε συμφωνία με το άρθρο 12 του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθμ. 1836 / 93 της 29 ^{ης} Ιουνίου 1993 σχετικά με την εκούσια συμμετοχή επιχειρήσεων του βιομηχανικού τομέα σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου»
1997	Οδηγία 97/11/ΕΚ του Συμβουλίου της 3ης Μαρτίου 1997: «περί τροποποίησης της οδηγίας 85/337/ΕΟΚ για την εκτίμηση των επιπτώσεων ορισμένων δημοσίων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον»
1999	Οδηγία 1999/30/ΕΚ του Συμβουλίου της 22ας Απριλίου 1999: «σχετικά με τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου, στον αέρα του περιβάλλοντος»

- 2000 Απόφαση 2000/532/EK της Επιτροπής, της 3ης Μαΐου 2000: «για αντικατάσταση της απόφασης 94/3/EK για τη θέσπιση καταλόγου αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο 1 στοιχείο α) της οδηγίας 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου και της απόφασης 94/904/EK του Συμβουλίου για την κατάρτιση καταλόγου επικίνδυνων αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 1 παράγραφος 4 της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ του Συμβουλίου για τα επικίνδυνα απόβλητα»
- 2000 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2037/2000 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29ης Ιουνίου 2000: «για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος»
- 2000 Οδηγία 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000: «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων»
- 2001 Απόφαση 2001 / 681 / ΕΚ / 7 – 9 – 2001: «σχετικά με κατευθύνσεις για την εφαρμογή του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 761 / 2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την εκούσια συμμετοχή οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου»
- 2001 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 761/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαρτίου 2001 «για την εκούσια συμμετοχή οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS)»
- 2001 Οδηγία 2001/81/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Οκτωβρίου 2001: «σχετικά με εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών για ορισμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους»
- 2002 Κανονισμός 1774/2002/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002: «για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο»
- 2003 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1804/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 22ας Σεπτεμβρίου 2003: «για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2037/2000 όσον αφορά τον έλεγχο του halon που εξάγεται για κρίσιμης σημασίας χρήσεις, τις εξαγωγές προϊόντων και εξοπλισμού που περιέχουν χλωροφθοράνθρακες και τους ελέγχους επί του βρωμοχλωρομεθανίου»
- 2003 Οδηγία 2003/35/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Μαΐου 2003: «σχετικά με τη συμμετοχή του κοινού στην κατάρτιση ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων που αφορούν το περιβάλλον και με την τροποποίηση όσον αφορά τη συμμετοχή του κοινού και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη, των οδηγιών 85/337/ΕΟΚ και 96/61/EK του Συμβουλίου»
- 2003 Οδηγία 2003/87/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13ης Οκτωβρίου 2003: «σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/EK του Συμβουλίου»
- 2004 Οδηγία 2004/35/EK: «σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας»
- 2006 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 166/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18^{ης} Ιανουαρίου 2006: «για τη σύσταση ευρωπαϊκού

- μητρώου έκλυσης και μεταφοράς ρύπων και για την τροποποίηση των οδηγιών 91/689/ΕΟΚ και 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου»
- 2006 Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 196/2006 της Επιτροπής, της 3ης Φεβρουαρίου 2006 «σχετικά με την τροποποίηση του παραρτήματος Ι του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 761/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, ώστε να ληφθεί υπόψη το ευρωπαϊκό πρότυπο EN ISO 14001:2004, καθώς και για την κατάργηση της απόφασης 97/265/ΕΚ»
- 2006 Οδηγία 2006/11/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 15^{ης} Φεβρουαρίου 2006: «για τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας»
- 2006 Οδηγία 2006/32/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006: «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου»

2.3 Νομοθεσία των ΗΠΑ

Συνοπτικά τα νομικά πλαίσια και οι κανονισμοί που εφαρμόζονται στις ΗΠΑ για το περιβάλλον [Stephenson and Blackburn, 1998], είναι:

- Εθνικός Νόμος για την προστασία του περιβάλλοντος (National Environmental Protection Act – NEPA)
- Νόμος για την προστασία των φυσικών πόρων και την ανάκτηση τους (Resource Conservation and Recovery Act - RCRA)
- Εκτενής νόμος για την περιβαλλοντική απόκριση, την αποζημίωση και την νομική ευθύνη (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act – CERCLA)
- Νόμος για τροποποιήσεις στο υπεραπόθεμα και επαναεξουσιοδότηση (Superfund Amendments and Reauthorization Act, Title III – SARA)
- Νόμος για καθαρή ατμόσφαιρα (Clean Air Act – CAA)
- Νόμος για καθαρούς υδατικούς πόρους (Clean Water Act – CWA)
- Νόμος για τα είδη που απειλούνται με εξαφάνιση (Endangered Species Act – ESA)
- Νόμος για την διατήρηση της εθνικής ιστορικής κληρονομιάς (National Historic Preservation Act – NHPA)
- Νόμος για την ιχθυοπανίδα και την άγρια πανίδα και χλωρίδα (The Fish and Wildlife Coordination Act)
- Νόμος για τα ποτάμια και τα λιμάνια (The River and Harbor Act of 1899)
- Νόμος για την ασφάλεια του πόσιμου νερού (The Safe Drinking Water Act – SDWA)
- Νόμος για την ασφάλεια και την υγιεινή στο χώρο της εργασίας (Occupational Safety and Health Act – OSHA)

Ο νόμος για καθαρούς υδατικούς πόρους (Clean Water Act – CWA) είναι ένα νομοθέτημα για τη διαχείριση και τον έλεγχο των ρύπων στο νερό. Ρύποι ή κατάλοιπα (residuals) είναι τα παραπροϊόντα κάποιων οικονομικών δραστηριοτήτων [Stephenson and Blackburn, 1998]. Ο συγκεκριμένος νόμος είναι πιο ειδικός σε σύγκριση με τη νομοθεσία γενικά για τους φυσικούς πόρους. Η πιο ενδιαφέρουσα διάταξη του νόμου για τους καθαρούς υδατικούς πόρους (Clean Water Act – CWA)

περιέχεται στην παράγραφο 301(a), όπου καθορίζεται ότι είναι παράνομη η απόρριψη οποιουδήποτε ρύπου σε πλωτά ύδατα (navigable waters) εκτός από τις περιπτώσεις συμμόρφωσης με γραπτή άδεια ή άλλες συνθήκες που περιέχονται στη νομοθεσία. Ο όρος πλωτά ύδατα (navigable waters) είναι πολύ ευρείς και περιλαμβάνει όλα τα ποτάμια, τα ρυάκια, τις λίμνες και τους υδροβιότοπους στις ΗΠΑ.

Το Κογκρέσο θέσπισε δύο νομικά πλαίσια αδειοδοτήσεων σύμφωνα με τον νόμο για τους καθαρούς υδατικούς πόρους (Clean Water Act – CWA). Το πρώτο ιδρύεται με την Παράγραφο 402 του νόμου CWA. Συγκεκριμένα εξουσιοδοτεί τη διοίκηση της EPA (Environmental Protection Agency) με τα θέματα των αδειοδοτήσεων για τη διάθεση ρύπων στα πλωτά ύδατα (navigable waters). Αυτές οι αδειοδοτήσεις αναφέρονται σε σημειακές πηγές εκροής ρύπων εκτός από τα υλικά εκσκαφών και πληρώσεων. Η διάθεση των υλικών εκσκαφών και πληρώσεων καθορίζεται στην παράγραφο 404 του νόμου CWA, όπου εξουσιοδοτεί την Γραμματεία του Υπουργείου Στρατιωτικών Υποθέσεων (Secretary of the Army) για τις αδειοδοτήσεις.

Το σύστημα αδειοδοτήσεων που καθορίζεται στην παράγραφο 402 ονομάζεται Εθνικό Σύστημα Περιορισμού της Διάθεσης των Ρύπων (National Pollutant Discharge Elimination System - NPDES). Αυτό το πλαίσιο αδειοδοτήσεων θέτει σε εφαρμογή τις απαιτήσεις για τη χρήση τεχνολογιών που καθορίζονται σε διάφορες παραγράφους της συγκεκριμένης νομοθεσίας, συμπεριλαμβανομένων των παραγράφων 301, 302, 304, 306 και 307, καθώς και των προτύπων ποιότητας υδάτων που αναπτύσσονται στην παράγραφο 303(e). Αυτά τα πρότυπα για την ποιότητα των υδάτων καθορίζουν διάφορες χημικές και φυσικές παραμέτρους που πρέπει να διατηρηθούν σε συγκεκριμένες αριθμητικές τιμές. Ο γενικός στόχος του νόμου για τους καθαρούς υδατικούς πόρους (Clean Water Act – CWA) βασίζεται στη μείωση των εκροών των ρύπων από τις σημειακές πηγές με την πάροδο του χρόνου με τη βοήθεια του Εθνικού Συστήματος Περιορισμού της Διάθεσης των Ρύπων (National Pollutant Discharge Elimination System - NPDES). Αν και ο αρχικός στόχος το 1985 ήταν η επίτευξη μηδενικής εκροής ρύπων. Ακόμα και σήμερα η μηδενική εκροή ρύπων είναι ένας στόχος, που χρειάζεται όμως την υποστήριξη της προόδου της τεχνολογίας.

Η βασική ιδέα του νόμου για τους καθαρούς υδατικούς πόρους (Clean Water Act – CWA) ήταν ότι όλοι οι ρυπαίνοντες (βιομηχανίες) από μια συγκεκριμένη κατηγορία ή κλάση θα έπρεπε να ανταποκριθούν σε κάποια ομοιόμορφα ελάχιστα εθνικά πρότυπα που θα γίνονταν περισσότερο αυστηρά με το πέρασμα του χρόνου. Από το 1977 όλοι οι ρυπαίνοντες έπρεπε να ανταποκριθούν σε ένα επίπεδο επεξεργασίας που έγινε γνωστό ως Βέλτιστη Εφικτή Επεξεργασία (Best Practicable Treatment – BPT), δηλαδή με βάση μια μέθοδο επεξεργασίας που ήταν ήδη διαθέσιμη και το οποίο από το 1983 έγινε γνωστό ως Βέλτιστη Διαθέσιμη Επεξεργασία (Best Available Treatment – BAT), δηλαδή με βάση μια μέθοδο επεξεργασίας που ήταν οικονομικά επιτεύξιμη. Όλες οι νέες πηγές εκπομπής ρύπων έπρεπε να ανταποκριθούν σε ένα επίπεδο επεξεργασίας που ήταν γνωστό ως Βέλτιστη Διαθέσιμη Τεχνολογία Ελέγχου (Best Available Control Technology) [Stephenson and Blackburn, 1998].

Οι Γενικοί Κανονισμοί Προεπεξεργασίας (General Pretreatment Regulations) για Υπάρχουσες και Νέες Πηγές Ρύπων (40 CFR Part 403) {CFR = Code of Federal Regulations} θεσμοθετούν απαιτήσεις και μεθόδους για την ανάπτυξη και εφαρμογή τοπικών προγραμμάτων για να ενισχύσουν τα Εθνικά Πρότυπα Απαγόρευσης Διάθεσης (National Prohibited Discharge Standards), τα Εθνικά Πρότυπα Προεπεξεργασίας κατά κατηγορία (National Categorical Pretreatment Standards) και

τις τοπικές απαγορεύσεις και περιορισμούς διάθεσης που διευθετούν την εισαγωγή μη οικιακών υγρών αποβλήτων στις δημοτικές επιχειρήσεις επεξεργασίας λυμάτων [Water Environment Federation, 1996]. Σε συμμόρφωση με τους κανονισμούς κάθε δημοτική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων που λειτουργεί με ροή πάνω από 19.000 m³ / d πρέπει να εφαρμόζει ένα πρόγραμμα ελέγχου στην πηγή (source control program), το οποίο αποκαλείται πρόγραμμα προεπεξεργασίας στους κανονισμούς. Αυτό το σύστημα εφαρμόζεται ομοιόμορφα σε όλο το κράτος σε όλους τους ρυπαντές (βιομηχανίες και εμπορικές δραστηριότητες) ανά κατηγορία ρύπων και βασίζεται στην βέλτιστη επιτεύξιμη τεχνολογία (best achievable technology) [Water Environment Federation, 1996].

Στα πλαίσια του νόμου για τους καθαρούς υδατικούς πόρους (Clean Water Act – CWA), η USA-EPA (Environmental Protection Agency) προτείνει οδηγίες περιορισμού των υγρών αποβλήτων (effluent limitations guidelines - ELGs) και πρότυπα για την κατηγορία σημειακών πηγών κατά την παραγωγική διαδικασία επεξεργασίας κρέατος και πουλερικών (40 CFR 432). Ο κανονισμός 40 CFR Part 432 για προϊόντα κρέατος επιβάλλει οδηγίες και περιορισμούς για τα υγρά απόβλητα στους τομείς βοδινού και χοιρινού κρέατος καθώς και στις μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων. Αυτά τα πρότυπα θεσμοθετήθηκαν και αναθεωρήθηκαν αρκετές φορές μέχρι σήμερα [USA-EPA, 2002a].

Αυτές οι προτεινόμενες οδηγίες περιορισμού των υγρών αποβλήτων (effluent limitations guidelines - ELGs) ισχύουν τόσο για τις υπάρχουσες όσο και για τις νέες εγκαταστάσεις επεξεργασίας κόκκινου κρέατος και κρέατος πουλερικών (meat and poultry products - MPP) που είναι άμεσοι ρυπαντές και διαθέτουν τα υγρά τους απόβλητα άμεσα στους υδάτινους αποδέκτες (π.χ. ποτάμια, λίμνες, θάλασσα).

Η βιομηχανία επεξεργασίας κόκκινου κρέατος και κρέατος πουλερικών καλύπτει πρώτιστα τέσσερις κώδικες συστημάτων ταξινόμησης των βιομηχανιών της Βόρειας Αμερικής (North American Industry Classification System - NAICS) που αναπτύσσονται από το τμήμα εμπορίου. Αυτοί οι κώδικες NAICS περιλαμβάνουν: τη σφαγή ζώων (εκτός από τα πουλερικά) (NAICS 311611), την επεξεργασία κρέατος σφάγιων (NAICS 311612), την επεξεργασία πουλερικών (NAICS 311615) και την επεξεργασία μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (NAICS 311613) [USA-EPA, 2002b].

Η EPA υπολόγισε τις δαπάνες συμμόρφωσης για κάθε μια από τις επιλογές τεχνολογίας που ήταν διαθέσιμες για ένα σύνολο πρότυπων περιοχών, και χρησιμοποίησε στη συνέχεια αυτές τις περιοχές για να υπολογίσει τις δαπάνες συμμόρφωσης για ολόκληρη τη βιομηχανία επεξεργασίας κόκκινου κρέατος και κρέατος πουλερικών (meat and poultry products - MPP). Επίσης υπολόγισε τα φορτία ρύπων και την απομάκρυνση τους που συνδέονταν με κάθε μια από τις επιλογές της τεχνολογίας. Η EPA χρησιμοποίησε έπειτα τα φορτία και την απομάκρυνση τους για να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα κάθε επιλογής τεχνολογίας. Επιπλέον χρησιμοποίησε τις δαπάνες για να υπολογίσει τις οικονομικές επιπτώσεις στη βιομηχανία από την εφαρμογή των διάφορων επιλογών τεχνολογίας [USA-EPA, 2002a]. Τέλος η EPA υπολόγισε τις επιπτώσεις στην ποιότητα των υδατικών πόρων και τα πιθανά οφέλη για κάθε επιλογή τεχνολογίας.

Η EPA προτείνει κανονισμούς για την άμεση διάθεση από τη βιομηχανία επεξεργασίας κόκκινου κρέατος και κρέατος πουλερικών (meat and poultry products - MPP) με βάση την «καλύτερη εφικτή τεχνολογία ελέγχου που είναι διαθέσιμη σήμερα» (best practicable control technology - BPT), την «καλύτερη συμβατική τεχνολογία ελέγχου της ρύπανσης» (best conventional pollutant control technology - BCT), τη «καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία που είναι οικονομικά εφικτή» (best

available technology economically achievable - BAT), και την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία ελέγχου σύμφωνα με τα νέα πρότυπα αποδοτικότητας πηγών (new source performance standards - NSPS) [USA-EPA, 2002b].

Ο Πίνακας 2.8 συνοψίζει τις προτεινόμενες επιλογές τεχνολογίας που χρησιμοποιούν ως βάση τα πρότυπα και οι οδηγίες περιορισμού των υγρών αποβλήτων (effluent limitations guidelines - ELGs) που προτείνονται σήμερα για τη βιομηχανία επεξεργασίας κόκκινου κρέατος και κρέατος πουλερικών.

Πίνακας 2.8: Περίληψη των προτεινόμενων επιλογών τεχνολογίας για τη βιομηχανία επεξεργασίας κόκκινου κρέατος και κρέατος πουλερικών (meat and poultry products - MPP)

Υποκατηγορία	Επίπεδο νομοθεσίας	Επιλογές τεχνολογίας	Τεχνικά χαρακτηριστικά
Υπομήμα Α: απλό σφαγείο (simple slaughterhouse) Υπομήμα Β: σύνθετο σφαγείο (complex slaughterhouse), Υπομήμα C: σφαγείο και συσκευαστήριο μικρής δυναμικότητας (low – processing packinghouse), και Υπομήμα D: σφαγείο και συσκευαστήριο μεγάλης δυναμικότητας (high – processing packinghouse)	BPT	2	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτροποίηση
	BAT, NSPS	3	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτροποίηση και απονιτροποίηση
	BCT	Καμία	Δεν προτείνονται αναθεωρημένοι περιορισμοί
	PSES, PSNS	Καμία	Δεν προτείνονται πρότυπα προεπεξεργασίας
Υπομήμα Ε: μικρές μονάδες επεξεργασίας κρέατος	BPT, BCT, BAT, NSPS	Καμία	Δεν προτείνονται αναθεωρημένοι περιορισμοί
	PSES, PSNS	Καμία	Δεν προτείνονται πρότυπα προεπεξεργασίας
Υπομήμα F: μονάδες τεμαχισμού κρέατος (meat cutter) Υπομήμα G: μονάδες επεξεργασίας λουκάνικων και κρέατος για κρύα πιάτα (sausage and luncheon meats processor) Υπομήμα Η: μονάδες επεξεργασίας ζαμπόν (ham processor) Υπομήμα Ι: κονσερβοποιίες κρέατος (canned meats processor)	BPT	2	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτροποίηση
	BAT, NSPS	3	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτροποίηση και απονιτροποίηση
	BCT	Καμία	Δεν προτείνονται αναθεωρημένοι περιορισμοί
	PSES, PSNS	Καμία	Δεν προτείνονται πρότυπα προεπεξεργασίας

Πίνακας 2.8 (συνέχεια): Περίληψη των προτεινόμενων επιλογών τεχνολογίας για τη βιομηχανία επεξεργασίας κόκκινου κρέατος και κρέατος πουλερικών

Υποκατηγορία	Επίπεδο νομοθεσίας	Επιλογές τεχνολογίας	Τεχνικά χαρακτηριστικά
Υπομήμα J: μονάδες επεξεργασίας μη εδωδιμων ζωικών παραπροϊόντων (renderer)	BPT, BCT	2	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτρικοποίηση
	BAT, NSPS	2	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτρικοποίηση
	PSES, PSNS	Καμία	Δεν προτείνονται πρότυπα προεπεξεργασίας
Υπομήμα K: μονάδες πρώτης επεξεργασίας κρέατος πτηνών (poultry first processing), με δυναμικότητα μέχρι 10 εκατομμύρια rounds ανά έτος, Υπομήμα L: μονάδες πρόσθετης επεξεργασίας κρέατος πτηνών (poultry further processing), με δυναμικότητα μέχρι 7.000 rounds ανά έτος τελικού προϊόντος	BPT, BCT	1	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με λιγότερο αποδοτική νιτρικοποίηση
	BAT, NSPS	1	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με λιγότερο αποδοτική νιτρικοποίηση
	PSES, PSNS	Καμία	Δεν προτείνονται πρότυπα προεπεξεργασίας
Υπομήμα K: μονάδες πρώτης επεξεργασίας κρέατος πτηνών (poultry first processing), με δυναμικότητα μέχρι 10 εκατομμύρια rounds ανά έτος, Υπομήμα L: μονάδες πρόσθετης επεξεργασίας κρέατος πτηνών (poultry further processing), με δυναμικότητα μέχρι 7.000 rounds ανά έτος τελικού προϊόντος	BPT, BCT	3	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτρικοποίηση και απονιτροποίηση
	BAT, NSPS	3	Εξισορρόπηση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα, δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία με νιτρικοποίηση και απονιτροποίηση
	PSES, PSNS	Καμία	Δεν προτείνονται πρότυπα προεπεξεργασίας

PSES: Pretreatment Standards for Existing Sources, πρότυπα προεπεξεργασίας για υπάρχουσες πηγές.

PSNS: Pretreatment Standards for New Sources, πρότυπα προεπεξεργασίας για νέες πηγές.

Πηγή: USA-EPA (Environmental Protection Agency), "Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category (40 CFR 432)", <http://www.epa.gov/ost/guide/mpp/technicaldev.pdf>, 2002b.

Η EPA καθορίζει τους περιορισμούς της «καλύτερης εφικτής τεχνολογίας ελέγχου που είναι διαθέσιμη σήμερα» (best practicable control technology - BPT) για τη διάθεση των συμβατικών, τοξικών, και μη συμβατικών ρύπων από τις υπάρχουσες πηγές. Επίσης καθιερώνει στα πλαίσια της «καλύτερης συμβατικής τεχνολογίας ελέγχου της ρύπανσης» (best conventional pollutant control technology - BCT) ένα πρόσθετο επίπεδο ελέγχου για τη διάθεση των συμβατικών ρύπων από τις υπάρχουσες βιομηχανικές σημειακές πηγές. Γενικά, οι οδηγίες περιορισμού των υγρών αποβλήτων στα πλαίσια της «καλύτερης διαθέσιμης τεχνολογίας που είναι οικονομικά εφικτή» (best available technology economically achievable - BAT) αντιπροσωπεύουν την καλύτερη υπάρχουσα οικονομικά επιτεύξιμη απόδοση για την διάθεση στο περιβάλλον των υγρών αποβλήτων και είναι συγκεκριμένες για κάθε υποκατηγορία ή κατηγορία βιομηχανικής δραστηριότητας.

Τα νέα πρότυπα αποδοτικότητας πηγών (new source performance standards - NSPS) απεικονίζουν τις μειώσεις των υγρών αποβλήτων που είναι επιτεύξιμες με βάση την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία ελέγχου. Οι νέες εγκαταστάσεις έχουν την ευκαιρία να εγκαταστήσουν τις καλύτερες και περισσότερο αποδοτικές τεχνολογίες για τη γραμμή παραγωγής τους και για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τους. Κατά συνέπεια, τα νέα πρότυπα αποδοτικότητας πηγών (NSPS) πρέπει να αντιπροσωπεύουν το μέγιστο βαθμό μείωσης των υγρών αποβλήτων που είναι εφικτός με την εφαρμογή της καλύτερης διαθέσιμης τεχνολογίας ελέγχου για όλους τους ρύπους (δηλαδή συμβατικούς, μη συμβατικούς και τοξικούς ρύπους).

Τα πρότυπα προεπεξεργασίας για υπάρχουσες πηγές (Pretreatment Standards for Existing Sources – PSES) έχουν ως σκοπό να αποτρέψουν την διάθεση των ρύπων που εισέρχονται στις δημόσιες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (Publicly owned treatment works - POTW) και παρεμποδίζουν ή είναι ασυμβίβαστοι με τη λειτουργία τους.

Όπως τα πρότυπα προεπεξεργασίας για υπάρχουσες πηγές (Pretreatment Standards for Existing Sources – PSES), έτσι και τα πρότυπα προεπεξεργασίας για νέες πηγές (Pretreatment Standards for New Sources – PSNS) έχουν ως σκοπό να αποτρέψουν τη διάθεση των ρύπων που εισέρχονται στις δημόσιες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (Publicly owned treatment works - POTW) και παρεμποδίζουν τη λειτουργία των εγκαταστάσεων ή είναι ασυμβίβαστοι ως ρύποι με τις μεθόδους επεξεργασίας. Η EPA εξετάζει τους ίδιους παράγοντες για τα πρότυπα προεπεξεργασίας για νέες πηγές (Pretreatment Standards for New Sources – PSNS) με τα νέα πρότυπα αποδοτικότητας πηγών (NSPS) [USA-EPA, 2002b].

Στα δημοσιευμένα πρότυπα προεπεξεργασίας ανά κατηγορία για τις υπάρχουσες και τις νέες πηγές των μη οικιακών λυμάτων, ο EPA θεσμοθέτησε μια τυπική διαδικασία για την ανάπτυξη κατευθυντήριων οδηγιών (guidelines) για τα υγρά απόβλητα [Water Environment Federation, 1996]. Αυτή η διαδικασία συνδέεται με τη συγκέντρωση πλήθους πληροφοριών για κάθε μία κατηγορία βιομηχανιών. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν:

- Την περιγραφή και την ταυτοποίηση ειδικών βιομηχανικών ή κατασκευαστικών διεργασιών σε κάθε κατηγορία και υποκατηγορία,
- Την ταυτοποίηση του πληθυσμού των ρυπαντών - βιομηχανιών σε όλο το κράτος σε κάθε κατηγορία,
- Την καταγραφή των χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων που απορρέουν από κάθε διεργασία ή συνδυασμό διεργασιών,
- Την ταυτοποίηση της ποικιλίας των τεχνολογιών που είναι διαθέσιμες για την επεξεργασία αυτών των υγρών αποβλήτων,

- Τον καθορισμό των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (best available technology – BAT) για κάθε διεργασία ή ομάδα διεργασιών,
- Αναφορά στη σκοπιμότητα υιοθέτησης των BAT για κάθε ρυπαντή σε μία κατηγορία, και
- Τον καθορισμό των οικονομικών στοιχείων για την υιοθέτηση των BAT και των οικονομικών επιπτώσεων αν οι κανονισμοί δημοσιεύονται με βάση τις BAT.

Το κύριο μέρος αυτών των πληροφοριών για κάθε κατηγορία αναφέρεται ως η τεκμηρίωση ανάπτυξης. Οι φορείς ελέγχου θεωρούν ότι αυτή η τεκμηρίωση ανάπτυξης είναι μια πολύτιμη πηγή πληροφοριών απαραίτητη για τον έλεγχο και την παρακολούθηση (monitoring) των ρυπαντών ανά κατηγορία. Επίσης βοηθάει την προετοιμασία για τις αδειοδοτήσεις κάθε βιομηχανίας και καθορίζει τις απαιτήσεις συμμόρφωσης για τις βιομηχανίες που αθετούν τα πρότυπα [Water Environment Federation, 1996].

2.4 Πολιτικές μείωσης της ρύπανσης

Οι πολιτικές μείωσης της ρύπανσης βασίζονται στην αρχή της πρόληψης στην πηγή και όταν αυτό δεν είναι εφικτό καταφεύγουν στις μεθόδους περιορισμού της ρύπανσης. Η Οδηγία IPPC είναι μια προσπάθεια θεμελίωσης και εφαρμογής αυτής της πολιτικής. Επίσης οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT) είναι μια μορφή έκφρασης αυτής της πολιτικής που λαμβάνει υπόψη της όμως το κόστος και αξιολογεί τα πλεονεκτήματα κάθε εναλλακτικής επιλογής που έχει διαθέσιμη η κάθε βιομηχανία.

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων υπήρξε αξιοσημείωτη πρόοδος στη μείωση των εκπομπών των ρύπων στο περιβάλλον. Ο ολοκληρωμένος Έλεγχος και η Πρόληψη της Ρύπανσης (Integrated Pollution Prevention and Control Directive – Οδηγία IPPC) αφορά τη βιομηχανία και αντιμετωπίζει το περιβάλλον ως ενιαίο σύνολο που αποβλέπει στην επίλυση του προβλήματος της ρύπανσης, μέσω της πρόληψης στην πηγή και όπου αυτό δεν είναι δυνατόν στον περιορισμό του.

Ένα υψηλό τεχνικό πρότυπο για τη μείωση της ρύπανσης έχει αναπτυχθεί σε πολλούς τομείς, σε διάφορα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρόλα αυτά, ακόμα υπάρχει μεγάλη επιβάρυνση ειδικά με εκπομπές ρύπων από τις βιομηχανικές δραστηριότητες που καλύπτονται από την οδηγία IPPC. Η ανάγκη για επιπλέον μείωση αυτών των εκπομπών είναι εμφανής, αρχικά, στο βαθμό που τα πραγματικά επίπεδα ρύπανσης σε μεγάλες περιοχές της Ευρώπης αποτυγχάνουν να ανταποκριθούν στα πρότυπα ποιότητας του περιβάλλοντος που προδιαγράφουν οι Οδηγίες Ποιότητας του Περιβάλλοντος στην Ευρώπη (European Environmental Quality Directives) και, δευτερευόντως, με τις παρεκκλίσεις από τα κρίσιμα φορτία (critical loads) και τα κρίσιμα επίπεδα (critical levels) που καθορίστηκαν από την Οικονομική Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (United Nations Economic Commission for Europe - UN ECE). Στην Ευρώπη δεν έχει ακόμα επιτευχθεί ο στόχος της αειφορικής βιομηχανικής παραγωγής. Παρόλα αυτά φιλόδοξοι στόχοι τέθηκαν από την Οδηγία IPPC. Βασικός στόχος είναι να επιτευχθεί ένα υψηλό επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος συνολικά με την παρεμπόδιση ή τη μείωση της ρύπανσης που προέρχεται από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις άμεσα στην πηγή της. Αυτό μπορεί να γίνει στη βάση μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης που περιλαμβάνει όλα τα περιβαλλοντικά μέσα. Το κεντρικό στοιχείο αυτής της

προσέγγισης είναι η χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (BAT) [Fatta et al, 2003].

Οι προετοιμασίες για την Οδηγία IPPC (96/61/EC) ξεκίνησαν νωρίς τη δεκαετία του '90 και το Πέμπτο Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Δράσης της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (European Community's Fifth Environmental Action Programme), που υιοθετήθηκε το 1993, αναφέρει ότι ένας από τους σκοπούς του ήταν «η βελτιωμένη διαχείριση και ο έλεγχος των διεργασιών παραγωγής συμπεριλαμβάνοντας ένα σύστημα αδειοδότησης που συνδέεται με την ολοκληρωμένη παρεμπόδιση της ρύπανσης και τον έλεγχο της». Η οδηγία υιοθετήθηκε το 1996 και τέθηκε σε ισχύ τον Οκτώβριο του 1999. Η οδηγία IPPC είναι ένα σημαντικό επίτευγμα, εξαιτίας του ότι θέτει ένα ευέλικτο και ολοκληρωμένο πλαίσιο για τη νομοθεσία του περιβάλλοντος σε ένα μεγάλο εύρος που καλύπτει τις περισσότερες βιομηχανικές δραστηριότητες που ρυπαίνουν.

Η οδηγία IPPC υιοθετεί μια ολοκληρωμένη μέθοδο, το οποίο σημαίνει ότι οι Αρχές πρέπει να δώσουν βάρος στα μη τοπικά και διασυνοριακά αποτελέσματα, όπως η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας και η όξινη βροχή, έναντι των αποτελεσμάτων στο τοπικό περιβάλλον. Επίσης πρέπει να λάβουν υπόψη το κόστος, καθώς και τα πλεονεκτήματα, της αποτροπής της ρύπανσης και του ελέγχου της, και να εξασφαλίζουν ότι είναι ενημερωμένοι για τις πιο πρόσφατες εξελίξεις για τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές. Αυτή η σημαντική υποχρέωση έχει οδηγήσει στην καθιέρωση της ευρείας ανταλλαγής πληροφοριών στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές. Είναι αξιοσημείωτο ότι αν και η οδηγία IPPC από νομική άποψη είναι μια καθαρά περιβαλλοντική οδηγία, συμβάλει σε διάφορους άλλους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως:

- Ø Προώθηση καινοτομιών. Με την εισαγωγή ενός συστήματος σύγκρισης, η οδηγία διεγείρει ένα συστηματικό εκσυγχρονισμό της Ευρωπαϊκής βιομηχανίας, μέσω της κατασκευής εξοπλισμού υψηλής τεχνολογίας και την προώθηση του στην παραγωγική αλυσίδα, καθώς και την εφαρμογή πρακτικών καθαρότερης λειτουργίας.
- Ø Οικονομική και κοινωνική συνοχή. Η Ένωση δεν πρέπει να ανέχεται κάποια από τα κράτη μέλη να έχουν κυρίως παλιά και ρυπογόνο παραγωγική διαδικασία, ενώ άλλα την πιο σύγχρονη και καθαρή παραγωγική διαδικασία. Η οδηγία αντιτίθεται σε τέτοιες τάσεις και προωθεί μετασχηματισμούς δομής στον επιχειρηματικό κόσμο όλων των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Ø Θεμιτός ανταγωνισμός στην Εσωτερική Αγορά. Με τον καθορισμό εναρμονισμένων κανόνων πλαισίου για τις πιο ρυπογόνες εγκαταστάσεις της ΕΕ, η οδηγία θα μειώσει τον κίνδυνο των στρεβλώσεων της αγοράς μέσω της περιβαλλοντικής απόρριψης (environmental dumping) και θα δημιουργήσει σε ένα αγωνιστικό χώρο υψηλότερου επιπέδου για τις επιχειρήσεις στην ΕΕ.

Η οδηγία αρχικά εφαρμόστηκε σε έξι βιομηχανικές κατηγορίες: ενέργεια, παραγωγή και επεξεργασία μετάλλων, ορυκτά, χημικά, διαχείριση αποβλήτων, και «λοιπά», που περιλαμβάνουν την παραγωγή πολτού και χαρτιού, την κλωστοϋφαντουργία, την βυρσοδεψία, την επεξεργασία τροφίμων, τα σφαγεία και τη διάθεση ή την επαναχρησιμοποίηση πτωμάτων ζώων, την εντατική κτηνοτροφία, κτλ. Η IPPC θέτει το πρότυπο για όλες τις δραστηριότητες για τις οποίες απαιτούνται περιβαλλοντικές άδειες. Οι άδειες θα καλύπτουν πιο ευρύ φάσμα από ότι πριν. Μια βιομηχανία χρειαζόταν αρκετές άδειες, μία για κάθε περιβαλλοντικό μέσο (αέρα, νερό ή έδαφος), τώρα αυτές οι άδειες με το IPPC θα είναι ενσωματωμένες σε μία.

Αυτές θα καλύπτουν και τα άμεσα και τα έμμεσα απόβλητα εκροής σε κάποιο μέσο, καθώς και το θέμα της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων, την ενεργειακή αποδοτικότητα, την χρησιμοποίηση των πόρων, την αποτροπή ατυχημάτων, και την αποκατάσταση περιοχών μετά το σταμάτημα των βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Οι άδειες θα επανεξετάζονται και θα ενημερώνονται σε περιοδικά διαστήματα, ειδικά όταν λαμβάνει χώρα υπερβολική ρύπανση, ή όταν τεχνική ή άλλη ανάπτυξη επιτρέπει μία σημαντική μείωση των εκπομπών σε λογικό κόστος.

Οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (best available techniques - BATs) είναι το πιο αποτελεσματικό και προοδευτικό στάδιο για την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων και των μεθόδων λειτουργίας μιας βιομηχανικής μονάδας και οι οποίες υποδεικνύουν την πρακτική καταλληλότητα συγκεκριμένων τεχνικών με βάση τις Οριακές Τιμές Εκπομπών (Emission Limit Values - ELVs) που σχεδιάστηκαν στο σύνολο τους για να αποτρέψουν και, όπου αυτό είναι δυνατό, να μειώσουν τις εκπομπές και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Οι τεχνικές περιλαμβάνουν και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και τον τρόπο με τον οποίο η εγκατάσταση σχεδιάστηκε, κατασκευάστηκε, συντηρήθηκε, λειτούργησε και τέθηκε εκτός λειτουργίας. Αυτός είναι ένας ευρύς όρος που περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες που σχετίζονται με την περιβαλλοντική επίδοση μιας εγκατάστασης.

Διαθέσιμες τεχνικές είναι αυτές που αναπτύσσονται σε μία κλίμακα η οποία επιτρέπει υλοποίηση στον κατάλληλο βιομηχανικό τομέα, κάτω από οικονομικά και τεχνικά βιώσιμες συνθήκες, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος και τα πλεονεκτήματα τους.

Δεδομένου ότι οι τεχνικές είναι λογικά προσιτές για τον χειριστή, αν οι τεχνικές χρησιμοποιούνται ή όχι ή παράγονται μέσα στα εν λόγω κράτη μέλη (Member States - MS), δεν είναι σημαντικό. Αυτός ο καθορισμός έχει ως σκοπό να αποφευχθούν τα δύο άκρα, αγνοώντας το κόστος ή την πρακτική σκοπιμότητα της εφαρμογής μιας τεχνικής ή αφήνοντας στις αρμόδιες αρχές την πιθανότητα να εφαρμοστούν μόνο τοπικά οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται ή αναπτύσσονται.

Οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές είναι αποτελεσματικές για την επίτευξη ενός υψηλού γενικού επιπέδου για την προστασία του περιβάλλοντος συνολικά. Αυτό σημαίνει ότι όλοι οι διαφορετικοί τύποι των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που μια εγκατάσταση θα μπορούσε να έχει, πρέπει να εξεταστούν κατά τον προσδιορισμό του ποιες τεχνικές είναι «βέλτιστες» (Οδηγία του Συμβουλίου 96 / 61 / ΕΕ, 1996).

Οι αρχές των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών παίζουν ένα κεντρικό ρόλο στην Οδηγία εξαιτίας των αντικειμενικών στόχων τους που γίνονται σαφείς στο Άρθρο 2, το οποίο εξασφαλίζει μια βάση για τις Οριακές Τιμές Εκπομπών (ELVs). Αρχικά υπάρχουν οι Οριακές Τιμές Εκπομπής (ELVs) που καθορίζονται από τις αρμόδιες αρχές όπως τις επιτρέπουν οι τοπικές συνθήκες. Εκτός του να αποτελέσουν τη βάση για τις Οριακές Τιμές Εκπομπής (ELVs), οι αρχές των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (BAT) πιο γενικά εξασφαλίζουν το κύριο σημείο αναφοράς για τον προσδιορισμό των υποχρεώσεων των χειριστών της βιομηχανίας για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης. Ωστόσο, για τις Οριακές Τιμές Εκπομπής (ELVs) που βασίζονται στις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT), υπάρχει μια διάταξη στο Άρθρο 9, η οποία πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη για την γεωγραφική χωροθέτηση της δραστηριότητας και τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Επομένως, οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT) μπορεί να διαφέρουν από μέρος σε μέρος έτσι ώστε ευαίσθητα περιβαλλοντικά προβλήματα μπορούν να διευθετηθούν τοπικά.

Για τον προσδιορισμό των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (BAT), πρέπει να γίνει ειδική μελέτη για τα ακόλουθα θέματα (Οδηγία του Συμβουλίου 96 / 61 / ΕΕ, 1996):

- Ø Τη χρήση τεχνολογίας μικρού όγκου αποβλήτων
- Ø Τη χρήση των λιγότερο επικίνδυνων ουσιών
- Ø Την προώθηση της ανάκτησης και της ανακύκλωσης των ουσιών που παράγονται και χρησιμοποιούνται στη διεργασία και των αποβλήτων, όπου απαιτείται.
- Ø Τις ισοδύναμες διεργασίες, εξοπλισμό ή μεθόδους λειτουργίας, οι οποίες έχουν δοκιμαστεί επιτυχώς σε βιομηχανική κλίμακα.
- Ø Τα τεχνολογικά οφέλη και τις μεταβολές στην επιστημονική γνώση και αντίληψη.
- Ø Τη φύση, τα αποτελέσματα και τις εκπομπές.
- Ø Τις ημερομηνίες προμήθειας (commissioning dates) για νέες ή υπάρχουσες εγκαταστάσεις.
- Ø Τη χρονική διάρκεια που απαιτείται για την εισαγωγή των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (BAT).
- Ø Την κατανάλωση και τη φύση των ακατέργαστων υλικών (συμπεριλαμβάνοντας το νερό) που χρησιμοποιούνται στη διεργασία και την ενεργειακή τους επίδοση.
- Ø Την ανάγκη για προστασία ή μείωση σε ένα ελάχιστο των συνολικών επιπτώσεων στο περιβάλλον και των κινδύνων σε αυτό.
- Ø Την ανάγκη για πρόληψη από τα ατυχήματα και για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον.
- Ø Τις πληροφορίες που δημοσιεύονται από την Επιτροπή ή από τους διεθνείς οργανισμούς.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή οργανώνει μια ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ εμπειρογνομόνων από τα Κράτη Μέλη της ΕΕ, τις βιομηχανίες και τους περιβαλλοντικούς οργανισμούς. Αυτή η εργασία συντονίζεται από το Ευρωπαϊκό Γραφείο του IPPC (European IPPC Bureau - EIPPCB) και έχει διαιρεθεί σε περίπου 30 τομείς σύμφωνα με το Παράρτημα Ι της Οδηγίας. Κάθε τομέας εξετάζεται από μία τεχνική ομάδα εργασίας (technical working group - TWG) και χρειάζονται 2 χρόνια για να ολοκληρωθεί η εργασία και να παραχθεί το επονομαζόμενο Εγχειρίδιο Αναφοράς (Εκθεση) Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (BAT reference document – BREF). Το κείμενο των BREFs εξετάζεται έπειτα και συζητείται στο Φόρουμ Ανταλλαγής Πληροφοριών (Information Exchange Forum - IEF), το οποίο καταρτίζει τα τελικά BREFs. Το Φόρουμ Ανταλλαγής Πληροφοριών (IEF) αποτελείται από τους αντιπροσώπους από όλα τα Κράτη Μέλη, καθώς επίσης και από τη βιομηχανία, το EIPPCB, την επιτροπή, και το Ευρωπαϊκό Γραφείο Περιβάλλοντος (την ομοσπονδία όλων των Ευρωπαϊκών Περιβαλλοντικών Αντιπροσωπειών). Ενώ τα BREFs έχουν σκοπό να βοηθήσουν τις εξουσιοδοτημένες αρχές, η τελική απόφαση εναπόκειται ακόμα σε αυτές τις αρχές, επειδή το Άρθρο 9 της Οδηγίας καθορίζει ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη, (α) τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, (β) η γεωγραφική θέση του και (γ) οι τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Υπάρχει μια Τεχνική Ομάδα Εργασίας (TWG) που διαμορφώνει τα BREFS για την εντατική εκτροφή του ζωικού κεφαλαίου και μια άλλη που διαμορφώνει τα BREFS για τα σφαγεία και τη διάθεση των πτωμάτων ζώων ή την επαναχρησιμοποίηση [Fatta et al, 2003].

Από τον Οκτώβρη του 1999 η Οδηγία εφαρμόζεται σε όλες τις νέες εγκαταστάσεις, καθώς επίσης και στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις που σκοπεύουν να πραγματοποιήσουν μεταβολές που μπορούν να έχουν σημαντικές αρνητικές

επιπτώσεις στα ανθρώπινα όντα ή στο περιβάλλον. Η Οδηγία δεν εφαρμόζεται άμεσα στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις. Σε αυτές έχει δοθεί μια επιπλέον περίοδος χάριτος 8 ετών.

2.4.1 Το έγγραφο / έκθεση της IPPC για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές

Η Έκθεση για Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BREF - Best available techniques REference) στα σφαγεία και στις βιομηχανίες επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος της IPPC συγκεντρώνει πληροφορίες σύμφωνα με το άρθρο 16 της Οδηγίας 96/61/ΕΕ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης [IPPC, 2003 & 2005]. Αυτό το BREF καλύπτει τις βιομηχανικές δραστηριότητες που διευκρινίζονται στο παράρτημα I, παράγραφοι 6.4. (α) και 6.5. της Οδηγίας 96/61/ΕΕ, δηλ. 6.4. (α): σφαγεία με μια παραγωγική ικανότητα σφαγίων μεγαλύτερη από 50 τόνους ανά ημέρα και 6.5.: Εγκαταστάσεις για τη διάθεση ή την ανακύκλωση ζωικών σφάγιων και ζωικών αποβλήτων με μια ικανότητα επεξεργασίας που υπερβαίνει τους 10 τόνους ανά ημέρα.

Σε αυτή την έκθεση για τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές, η δραστηριότητα "σφαγή" για τα μεγάλα ζώα, όπως τα βοοειδή, τα πρόβατα και τους χοίρους, θεωρείται ότι ολοκληρώνεται με την εφαρμογή του τυποποιημένου τεμαχισμού του κρέατος και για τα πουλερικά, με την παραγωγή ενός καθαρού εμπορεύσιμου σφαγίου. Οι δραστηριότητες για τα παραπροϊόντα της σφαγής των ζώων περιλαμβάνουν τις επεξεργασίες ολόκληρων των σφάγιων ή μέρος των ζώων και τα προϊόντα ζωικής προέλευσης. Αυτές οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν τόσο τα παραπροϊόντα του κρέατος των ζώων που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, όσο και τα μη εδώδιμα παραπροϊόντα. Στις διεργασίες για τα παραπροϊόντα περιλαμβάνονται η τήξη του λίπους, η επεξεργασία των μη εδώδιμων παραπροϊόντων του κρέατος (rendering), η παραγωγή ιχθυάλευρων και ιχθυέλαιων, η επεξεργασία των οστών και η επεξεργασία του αίματος από τα σφαγεία στο βαθμό που αυτό χρησιμοποιείται για την παραγωγή κάποιου άλλου προϊόντος. Η αποτέφρωση των σφάγιων και τμημάτων τους και η καύση των λιπών (tallow) αποτελούν μέρος της διάθεσης των αποβλήτων του σφαγείου. Επίσης σε αυτή την έκθεση περιλαμβάνονται η διασπορά των αποβλήτων στο έδαφος, η παραγωγή βιοαερίου, η κομποστοποίηση και η συντήρηση των δερμάτων για χρήση σε βυρσοδεψεία.

Η βιομηχανία σφαγής (τα σφαγεία) στις διάφορες χώρες της ΕΕ δεν είναι ίδια και παρουσιάζει διαφορετικά εθνικά χαρακτηριστικά. Μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά οφείλονται στα διαφορετικά τοπικά τελικά προϊόντα, π.χ. ιταλικά αλατισμένα προϊόντα. Άλλα εξαρτώνται από για ποια αγορά προορίζονται τα προϊόντα, π.χ. μεγαλύτερης διάρκειας ζωή απαιτείται για το κρέας που προορίζεται για εξαγωγή από αυτό που στέλνεται στην τοπική αγορά. Αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν επιπτώσεις στην επιλογή των τεχνικών που χρησιμοποιούνται στα διάφορα σφαγεία.

Οι τάσεις στις βιομηχανίες μπορούν να επηρεάσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, π.χ. μεταβάλλοντας τα ποσά νερού που καταναλώνονται ή τα ποσά αποβλήτων που παράγονται. Φαίνεται να υπάρχει μια τάση για μικρότερο αριθμό σφαγείων (εγκαταστάσεων σφαγής) με μεγαλύτερο μέσο παραγόμενο όγκο σφάγιων. Αναφέρεται ότι αυτή η τάση για μεγαλύτερες μονάδες δεν έχει προκύψει από τα μικρότερα επίπεδα κατανάλωσης, αλλά ότι είναι ευκολότερο και φτηνότερο να επιλυθούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα από μεγάλες εγκαταστάσεις. Η αυξανόμενη ανησυχία για την ασφάλεια των τροφίμων μπορεί να οδηγήσει στην

παραγωγή περισσότερων αποβλήτων καθώς μέρη των σφαγίων απορρίπτονται και ταυτόχρονα γίνεται μεγαλύτερη κατανάλωση νερού, ενέργειας και χημικών ουσιών. Επιπλέον υπάρχουν νέες τάσεις που βασίζονται σε περιβαλλοντικές πιέσεις, όπως η πρόληψη των οσμών. Σήμερα είναι κοινή πρακτική η ψύξη του αίματος και των άλλων παραπροϊόντων, όχι μόνο εκείνων των τμημάτων που προορίζονται για χρήση, αλλά και εκείνων που προορίζονται για διάθεση. Η ψύξη όμως απαιτεί ένα σημαντικό ποσό ενέργειας, αλλά παρέχει άλλα πλεονεκτήματα, όπως τα καλύτερα προϊόντα και η ελαχιστοποίηση της ρύπανσης του αέρα και των υδάτων [IPPC, 2003 & 2005].

2.4.2 Βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (Best available techniques – BAT)

Ο κανονισμός αριθ. 1774/2002 (ΕΚ) που καθορίζει τους κανόνες υγείας σχετικά με τα ζωικά παραπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση διευκρινίζει τις απαιτήσεις για το χειρισμό, την αποθήκευση, τη μεταφορά και την επεξεργασία των ζωικών παραπροϊόντων και περιγράφει τις δυνατότητες διάθεσης που επιτρέπονται για τις δυνητικά επικίνδυνες ύλες για την μετάδοση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας (transmissible spongiform encephalopathy – TSE). Προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε να εξασφαλιστεί ότι τα συμπεράσματα των BAT δεν συγκρούονται με τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου κανονισμού και με την λοιπή ισχύουσα νομοθεσία [IPPC, 2003 & 2005].

Η επιλογή των BAT που σχετίζονται με τη γενική διαχείριση και τις τεχνικές λειτουργίας μιας μονάδας συμβάλλουν στη γενική ελαχιστοποίηση των επιπέδων κατανάλωσης και εκπομπών, με την εξασφάλιση συστημάτων εργασίας που ενθαρρύνουν την ορθή πρακτική και βελτιώνουν την περιβαλλοντική συνείδηση. Η Βέλτιστη Διαθέσιμη Τεχνική (BAT) που διαμορφώνεται εστιάζει σε ζητήματα όπως: εφαρμογή ενός περιβαλλοντικού συστήματος διαχείρισης, παροχή της απαιτούμενης εκπαίδευσης, χρήση ενός οργανωμένου προγράμματος συντήρησης, εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης ενέργειας, ψύξης, φωτισμού και θορύβου, διαχείριση και ελαχιστοποίηση της ποσότητας του νερού και των απορρυπαντικών που καταναλώνονται και, στα σφαγεία, διαχείριση και παρακολούθηση της χρήσης του ζεστού νερού.

Ο όρος "Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές" καθορίζεται στο άρθρο 2 παράγραφος (11) της οδηγίας 96/61/ΕΕ ως "το αποτελεσματικότερο και πιο προηγμένο στάδιο στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων και μεθόδων λειτουργίας που δείχνουν την πρακτική καταλληλότητα συγκεκριμένων τεχνικών για να εξασφαλιστεί σε γενικές γραμμές η βάση για τον καθορισμό οριακών τιμών εκπομπών με σκοπό να αποτραπούν και, όπου αυτό δεν είναι εφικτό, γενικά να μειωθούν οι εκπομπές και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο σύνολο τους." Το άρθρο 2 παράγραφος (11) διευκρινίζει περαιτέρω τους όρους ως εξής:

"Τεχνικές" περιλαμβάνουν και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζεται η εγκατάσταση, χτίζεται, συντηρείται, χρησιμοποιείται και τίθεται εκτός λειτουργίας.

"Διαθέσιμες" τεχνικές είναι εκείνες που αναπτύσσονται σε μια κλίμακα που να επιτρέπει την εφαρμογή τους στο βιομηχανικό τομέα, υπό οικονομικά και τεχνικά βιώσιμους όρους, που λαμβάνουν υπόψη τις δαπάνες και τα οφέλη, εάν οι τεχνικές χρησιμοποιηθούν ή όχι ή παραχθούν μέσα σε κράτος μέλος, καθώς και αν είναι προσιτές στο χρήστη.

"Βέλτιστες" σημαίνει αποτελεσματικότερες στην επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολο του.

Το άρθρο 16 παράγραφος (2) της οδηγίας 96/61/ΕΕ απαιτεί από την Επιτροπή να οργανώσει "την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των Κρατών Μελών και των άμεσα ενδιαφερόμενων βιομηχανιών σχετικά με τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές", και να δημοσιεύσει τα αποτελέσματα αυτής της ανταλλαγής.

Ο σκοπός της ανταλλαγής πληροφοριών παρατίθεται στο σημείο 25 (recital 25) της οδηγίας, που δηλώνει ότι "η ανταλλαγή πληροφοριών σε Κοινοτικό επίπεδο για τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές και η ανάπτυξή τους θα βοηθήσουν να διορθωθούν οι τεχνολογικές δυσαναλογίες στην Κοινότητα, θα προωθηθεί η παγκόσμια διάδοση και καθιέρωση οριακών τιμών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται στην Κοινότητα και θα βοηθηθούν τα Κράτη Μέλη στην αποδοτική εφαρμογή αυτής της οδηγίας."

Η Επιτροπή (Γενική Διεύθυνση περιβάλλοντος) καθιέρωσε ένα φόρουμ ανταλλαγής πληροφοριών (information exchange forum - IEF) για να βοηθήσει σύμφωνα με το άρθρο 16 παράγραφος (2) και επίσης έχουν δημιουργηθεί διάφορες τεχνικές ομάδες εργασίας (technical working group - TWG) κάτω από την ομπρέλα του IEF. Το φόρουμ ανταλλαγής πληροφοριών (IEF) και οι τεχνικές ομάδες εργασίας αντιπροσωπεύουν τα Κράτη Μέλη και τη βιομηχανία όπως απαιτείται στο άρθρο 16 παράγραφος (2)

Οι τεχνικές και τα αντίστοιχα επίπεδα εκπομπής ή/και κατανάλωσης, ή το εύρος των επιπέδων, που παρουσιάζονται σε οποιοδήποτε έγγραφο της IPPC έχουν αξιολογηθεί μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας που περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Προσδιορισμός των βασικών περιβαλλοντικών θεμάτων (environmental issues) του συγκεκριμένου τομέα, όπως η κατανάλωση ενέργειας, η μόλυνση των υδάτων, οι οσμές και η καταστροφή των υλών που ενδέχεται να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (transmissible spongiform encephalopathy – TSE), σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 που καθορίζει τους κανόνες υγείας σχετικά με τα ζωικά παραπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.
- Εξέταση των τεχνικών που μπορούν να αντιμετωπίσουν αυτά τα βασικά περιβαλλοντικά θέματα.
- Προσδιορισμός των καλύτερων επιπέδων περιβαλλοντικής επίδοσης (environmental performance), με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία που υπάρχουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση και Παγκόσμια.
- Εξέταση των συνθηκών κάτω από τις οποίες τα επίπεδα αυτής της επίδοσης μπορούν να επιτευχθούν, όπως το κόστος, οι έμμεσες επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (cross-media effects) και τα κίνητρα εφαρμογής.
- Επιλογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (best available techniques - BAT) και των αντίστοιχων επιπέδων εκπομπών ή / και καταναλώσεων για αυτόν τον τομέα σε συμφωνία με το Άρθρο 2 (11) και το Παράρτημα IV της οδηγίας 1774/2002.

Στα επίπεδα εκπομπής ή κατανάλωσης που συνδέονται με τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (best available techniques - BAT) παρουσιάζονται εκείνα τα επίπεδα που αντιπροσωπεύουν την περιβαλλοντική επίδοση (environmental performance) που αναμένεται να επιτευχθεί ως αποτέλεσμα της εφαρμογής των τεχνικών στον συγκεκριμένο τομέα, λαμβάνοντας υπόψη την ισορροπία των δαπανών και των πλεονεκτημάτων που θα προκύψουν από την εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (BAT). Εντούτοις, δεν είναι ούτε οριακές τιμές εκπομπής, ούτε κατανάλωσης και δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με αυτή τη μορφή. Σε μερικές

περιπτώσεις μπορεί να είναι τεχνικά δυνατό να επιτευχθούν τα βέλτιστα επίπεδα εκπομπής ή κατανάλωσης αλλά λόγω των δαπανών ή των έμμεσων επιπτώσεων της υπό εξέταση επιλογής, δεν θεωρούνται κατάλληλες ως βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) για τον τομέα συνολικά. Εντούτοις, τέτοια επίπεδα μπορούν να δικαιολογηθούν σε συγκεκριμένες περιπτώσεις όπου υπάρχουν ειδικά κίνητρα εφαρμογής.

Τα επίπεδα εκπομπής και κατανάλωσης που συνδέονται με τη χρήση των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (BAT) πρέπει να παρουσιάζονται μαζί με συγκεκριμένες συνθήκες αναφοράς (π.χ. με τη μέση τιμή διάφορων παραμέτρων της περιόδου εφαρμογής).

Η έννοια «των επιπέδων που συνδέονται με τη βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT)» που περιγράφεται πιο πάνω πρέπει να διακριθεί από τον όρο «επιτεύξιμο επίπεδο» που χρησιμοποιείται επίσης στη συνέχεια. Όταν ένα επίπεδο περιγράφεται ως «επιτεύξιμο» (achievable) για μια συγκεκριμένη τεχνική ή ένα συνδυασμό τεχνικών, σημαίνει ότι το επίπεδο μπορεί να αναμένεται να επιτευχθεί κατά τη διάρκεια μιας πραγματικής χρονικής περιόδου σε μια εγκατάσταση που διατηρεί τις συγκεκριμένες τεχνικές και λειτουργεί κανονικά με αυτές.

Όπου είναι διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με το κόστος πρέπει να δίνονται μαζί με την περιγραφή των τεχνικών. Αυτό δίνει μια χοντρική ένδειξη για το μέγεθος των σχετικών δαπανών. Εντούτοις, το πραγματικό κόστος μια τεχνικής εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη συγκεκριμένη περίπτωση που εξετάζεται, παραδείγματος χάριν, τους φόρους, τις αμοιβές, και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης στην περιοχή που μας ενδιαφέρει. Οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (best available techniques - BAT) που αναφέρονται στο IPPC (2003 & 2005) αποτελούν στοιχεία αναφοράς για να αξιολογηθεί η τρέχουσα περιβαλλοντική επίδοση μιας υπάρχουσας εγκατάστασης ή για να ληφθούν αποφάσεις για μια πρόταση που αφορά νέα εγκατάσταση. Επιπλέον σκοπός του IPPC (2003 & 2005) είναι να βοηθήσει στον προσδιορισμό των κατάλληλων συνθηκών στα πλαίσια των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (BAT) για να καθιερωθούν γενικοί δεσμευτικοί κανόνες σύμφωνα με το Άρθρο 9 (8) της Οδηγίας. Φυσικά προβλέπεται ότι νέες εγκαταστάσεις και εφαρμογή νέων τεχνολογιών μπορεί να αποδώσουν καλύτερα από ότι προβλέπεται στο έγγραφο αναφοράς του IPPC (2003 & 2005). Οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις θα μπορούσαν να κινηθούν προς την εφαρμογή των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (BAT) σε γενικά επίπεδα με τη συνθήκη ότι συνδυάζονται τα τεχνικά με τα οικονομικά δεδομένα για την εφαρμογή των τεχνικών σε κάθε περίπτωση.

Δεδομένου ότι το έγγραφο αναφοράς των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (BAT), όπως δημοσιεύτηκε από το IPPC (2003 & 2005), δεν καθορίζει νομικές δεσμεύσεις, δίνονται πληροφορίες ως κατευθυντήριες οδηγίες για να βοηθηθεί η βιομηχανία, τα Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το κοινό σε ότι αφορά τα επιτεύξιμα επίπεδα εκπομπής και κατανάλωσης κατά τη χρησιμοποίηση συγκεκριμένων τεχνικών. Οι κατάλληλες οριακές τιμές για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση θα πρέπει να καθοριστούν λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους της Οδηγίας IPPC και τις τοπικές ιδιαίτερες συνθήκες.

Τα κύρια περιβαλλοντικά θέματα για τα σφαγεία είναι η κατανάλωση νερού, οι εκπομπές ρύπων με υψηλό οργανικό φορτίο στο νερό και η κατανάλωση ενέργειας που συνδέεται με το νερό ψύξης και θέρμανσης.

Για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων τα κύρια περιβαλλοντικά θέματα συσχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας που συνδέεται με την ξήρανση των ζωικών παραπροϊόντων, την εκπομπή ρύπων με υψηλό οργανικό φορτίο σε υγρή μορφή που περιέχουν αμμωνιακές ενώσεις, τη μολυσματικότητα,

ειδικά σε σχέση με τον έλεγχο, το χειρισμό και την καταστροφή υλών που ενδέχεται να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (transmissible spongiform encephalopathy – TSE) και τις οσμές.

Τα μέτρα για να μειωθούν και να ελεγχθούν τα επίπεδα κατανάλωσης και εκπομπής επηρεάζονται πάρα πολύ από τον προγραμματισμό κάθε διαδικασίας τεχνικά και λειτουργικά σε κάθε επίπεδο λειτουργίας της μονάδας. Οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (best available techniques - BAT), επομένως, καθορίζονται με συγκεκριμένο επίπεδο λεπτομέρειας. Όπου η κατανάλωση και οι εκπομπές δεν μπορούν να αποφευχθούν, η βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT) πρόκειται να μειώσει τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον, με την εφαρμογή τεχνικών σε επίπεδο εξοπλισμού και λειτουργίας.

Παραδείγματος χάριν, υπάρχουν δυνατότητες να αποφευχθεί η περιττή χρήση νερού σε πολλές διαδικασίες της μονάδας και μερικές φορές μπορεί να επιτευχθεί επίσης εξοικονόμηση ενέργειας, π.χ. η μείωση της κατανάλωσης ζεστού νερού όχι μόνο μειώνει τη χρήση νερού, αλλά και την ενέργεια που αλλιώς θα απαιτούνταν για να θερμανθεί. Περιορίζοντας τη μη αναγκαία χρήση του νερού στα σφάγια και στα ζωικά παραπροϊόντα και πραγματοποιώντας στεγνό καθαρισμό, ελαχιστοποιείται η μόλυνση του νερού.

Η άμεση επεξεργασία των ζωικών παραπροϊόντων μπορεί να αποτρέψει ή να ελαχιστοποιήσει τα προβλήματα έκλυσης οσμών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της επεξεργασίας, οι οποίες ειδάλως θα προέκυπταν λόγω της αποσύνθεσής τους με την πάροδο του χρόνου.

Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK διευκρινίζει τις απαιτήσεις για χειρισμό, αποθήκευση, μεταφορά και επεξεργασία των ζωικών παραπροϊόντων και περιγράφει τους τρόπους διάθεσης που επιτρέπονται για ύλες που ενδέχεται να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (transmissible spongiform encephalopathy – TSE). Οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (best available techniques - BAT) δεν συγκρούονται με τις νομικές απαιτήσεις σχετικά με, π.χ. τη δημόσια υγεία, την ασφάλεια των τροφίμων, την καλή διαβίωση των ζώων ή την υγεία και ασφάλεια στην εργασία. Στην περίπτωση της καλής διαβίωσης των ζώων, η αποφυγή του στρες και των καταπονήσεων στο ζώο, που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε πληγές / τραυματισμούς από, π.χ. δίκρανα, ολισθηρές κεκλιμένες ράμπες ή οδοντωτούς φράκτες, μειώνει στη συνέχεια τον κίνδυνο ζημίας στα προϊόντα, π.χ. τη δορά και τα δέρματα, έτσι παράγονται λιγότερα απόβλητα στο σφαγείο και αποτρέπονται οι απώλειες σε αξία των προϊόντων.

Πάντως για πολλές τεχνικές υπάρχουν πολύ περιορισμένα τεχνικά και οικονομικά στοιχεία διαθέσιμα.

2.4.3 Οικονομία και παραπροϊόντα

Το 2000, η EURA (European Renderers Association) ανέφερε ότι η βιομηχανία ζωικών παραπροϊόντων παράγει προϊόντα με ετήσια αξία μεγαλύτερη από 2,2 δισεκατομμύρια € και ότι αυτό αντιπροσωπεύει μια πολύ σημαντική πηγή εισοδήματος για την ευρωπαϊκή γεωργική βιομηχανία [IPPC, 2003 & 2005].

Πριν λίγα χρόνια η κρίση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών (bovine spongiform encephalopathy –BSE) έγινε αιτία οι δαπάνες στα σφαγεία για τη διάθεση των ζωικών αποβλήτων να αυξηθούν σημαντικά. Για να περιοριστούν οι δαπάνες στο ελάχιστο λόγω οικονομίας κλίμακας, τα περισσότερα σφαγεία είχαν συνάψει συμβάσεις με τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων

κρέατος που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (rendering companies). Εξαιτίας του μεγάλου ανταγωνισμού, πολλές επιχειρήσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος χρεωκόπησαν ή εξαγοράστηκαν από μεγαλύτερες επιχειρήσεις. Οπότε σήμερα υπάρχουν μόνο δύο πολύ μεγάλες επιχειρήσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (rendering companies) στο Ηνωμένο Βασίλειο και περίπου 20 μικρότερες.

Οι δαπάνες έχουν αυξηθεί για την επεξεργασία και τη διάθεση των ζωικών παραπροϊόντων και αυτό έχει περάσει μέσω της αλυσίδας ανεφοδιασμού κρέατος στον καταναλωτή. Παραδείγματος χάριν, στο Ηνωμένο Βασίλειο πριν από την κρίση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών (BSE) πολλά ζωικά παραπροϊόντα, συμπεριλαμβανομένου των παλιών αποθεμάτων πουλιόντουσαν σε επιχειρήσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (rendering companies) ή οι δαπάνες συλλογής ήταν ελάχιστες. Οι απαγορεύσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής περιόρισαν τη χρήση και την εξαγωγή των «επεξεργασμένων ζωικών πρωτεϊνών» από την 1η Ιανουαρίου 2001 και οδήγησαν σε επιπλέον δαπάνες αποθήκευσης και διάθεσης. Οπότε οι επιχειρήσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος που δεν προορίζονταν για ανθρώπινη κατανάλωση (rendering companies) αύξησαν το κόστος για τη συλλογή των ζωικών παραπροϊόντων.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, πριν από την κρίση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών (BSE), η αξία των πρωτεϊνών και των λιπών που παράγονταν από τη βιομηχανία επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος που δεν προορίζονταν για ανθρώπινη κατανάλωση (rendering industry) ήταν 150 εκατομμύρια Λίρες Αγγλίας (GBP). Ενώ το 2000, έπεσε στα 50 εκατομμύρια Λίρες Αγγλίας (GBP).

2.4.4 Το οικονομικό κόστος της κατανάλωσης και των εκπομπών

Η ελαχιστοποίηση των επιπέδων κατανάλωσης και εκπομπών, έχει σε πολλές περιπτώσεις άμεσα οικονομικά οφέλη. Τα οποία μπορούν να φανούν, π.χ. από τις μειωμένες ενεργειακές δαπάνες και την μειωμένη ανάγκη για τεχνικές ελέγχου στην άκρη του σωλήνα «end-of-pipe».

Μερικά κόστη που συνδέονται με την κατανάλωση των φυσικών πόρων και τις εκπομπές στον αέρα, το νερό και το έδαφος είναι εύκολο να μετρηθούν. Η χρήση ορισμένων πόρων, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, τα καύσιμα και σε μερικές περιπτώσεις η ύδρευση, μετριέται ούτως ή άλλως για να τιμολογηθεί. Σε κάποιες εγκαταστάσεις οι μετρήσεις γίνονται σε επίπεδο λειτουργίας μονάδας για τον έλεγχο και τον προσδιορισμό των πιθανών τρόπων για τη μείωση των επιπέδων κατανάλωσης. Μερικές εκπομπές, όπως τα στερεά απόβλητα, που συλλέγονται για να διατεθούν, από εργολάβους συλλογής αποβλήτων πληρώνονται ανά μονάδα φορτίου που μεταφέρεται. Κάποια ζωικά παραπροϊόντα που θεωρούνται σήμερα απόβλητα στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί και σε μερικές χώρες πουλιούνται με πολύ καλή τιμή. Η αγορά και η συντήρηση αντιρρυπαντικού εξοπλισμού, π.χ. η αντικατάσταση των φίλτρων, μπορούν επίσης να ποσοτικοποιηθούν σχετικά εύκολα.

Από τις ασφαλιστικές εταιρίες έχουν ποσοτικοποιηθεί κάποια κόστη για τον καθαρισμό και την αποκατάσταση των ζημιών στις εγκαταστάσεις και το περιβάλλον μετά από ένα ατύχημα. Για τον υπολογισμό των οικονομικών μεγεθών που συνδέονται με τη συνολική κατανάλωση και τις εκπομπές χρειάζεται να ληφθούν υπόψη μια σειρά από παράμετροι. Για παράδειγμα πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη

μείωση της ρύπανσης οι δαπάνες σε ανθρωποώρες που απαιτούνται, σε προγραμματισμό, σε πόρους, σε κόστος αγοράς εξοπλισμού, σε κόστος εγκατάστασης του, σε εμπορικές προμήθειες, σε κόστος λειτουργίας, σε κόστος ρυθμίσεων, σε κόστος συντήρησης, σε κόστος καθαρισμού, σε κόστος επισκευών ή μεταφοράς του εξοπλισμού.

Οι δαπάνες που συνδέονται με τις μεταβαλλόμενες τεχνολογικές και λειτουργικές τεχνικές (σύγχρονη τεχνολογία και νέες μεθοδολογίες) που βελτιώνουν την περιβαλλοντική επίδοση και έχουν επίδραση στην αποτελεσματικότητα των διαδικασιών είναι δυσκολότερο να υπολογιστούν με ακρίβεια, όπως είναι η μείωση του κόστους λόγω της μειωμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα για την Ιταλία (2002) αναφέρεται μέση τιμή ηλεκτρικής ενέργειας 0,087 €/ kWh. Ενώ η μέση τιμή του φυσικού αερίου είναι 0,248 €/ m³, το οποίο είναι ισοδύναμο με 0,03 €/ kW θερμικής ενέργειας [IPPC, 2003 & 2005].

2.4.5 Επιδράσεις από την νομοθεσία για τα τρόφιμα και την κτηνιατρική νομοθεσία

Υπάρχουν επιπλέον νομικές απαιτήσεις και απαγορεύσεις, οι οποίες πρέπει να εξεταστούν κατά την προσδιορισμό των «βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών» (best available techniques) στα σφαγεία και τις βιομηχανίες ζωικών παραπροϊόντων. Για παράδειγμα υπάρχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων (food safety) και την καλή διαβίωση των ζώων (animal welfare).

Η οδηγία του Συμβουλίου 91/497/ΕΟΚ της 29ης Ιουλίου 1991, η οποία τροποποιεί και ενισχύει την οδηγία 64/433/ΕΟΚ για τα προβλήματα υγείας που έχουν επιπτώσεις στο ενδοκοινοτικό εμπόριο του νωπού κρέατος και την επεκτείνει στην παραγωγή και την εμπορία του νωπού κρέατος και η οδηγία του Συμβουλίου 92/116/ΕΟΚ της 17ης Δεκεμβρίου 1992, η οποία τροποποιεί και ενημερώνει την οδηγία 71/118/ΕΟΚ για τα προβλήματα υγείας που έχουν επιπτώσεις στο εμπόριο του νωπού κρέατος πουλερικών καθορίζουν τις κύριες απαιτήσεις υγιεινής για τα σφαγεία. Μερικές από αυτές τις απαιτήσεις έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στην κατανάλωση νερού και ενέργειας.

Υπάρχει νομοθεσία, η οποία αφορά τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τα ζωικά παραπροϊόντα και η οποία επίσης λαμβάνεται υπόψη, αυτή είναι ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 που καθορίζει τους κανόνες υγείας σχετικά με τα ζωικά παραπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Δεδομένου ότι η νομοθεσία για τα τρόφιμα, η κτηνιατρική νομοθεσία και η σχετική με την καλή διαβίωση των ζώων επηρεάζει τις διαδικασίες και τις τεχνικές που εφαρμόζονται, π.χ. όσον αφορά τις απαιτήσεις σε θερμοκρασία νερού στα σφαγεία, ο κανονισμός ABP 1774/2002/ΕΚ διευρύνεται περαιτέρω. Ορίζει συγκεκριμένες επεξεργασίες που απαιτούνται, π.χ. τα υλικά πρέπει να θερμανθούν σε μια ορισμένη θερμοκρασία για έναν καθορισμένο χρόνο. Καθορίζει τις χρήσεις και τη σειρά των διαδικασιών που επιτρέπονται ή απαιτούνται για τη διάθεση των ζωικών παραπροϊόντων που προορίζονται ή δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Όπου υπάρχουν περισσότερες από μια διαδικασίες που επιτρέπονται σύμφωνα με τον κανονισμό ABP 1774/2002/ΕΚ οι χρήστες μπορούν να αποφασίσουν ποια να ακολουθήσουν λόγω των προτιμήσεων της αγοράς, ή τις οικονομικές εκτιμήσεις. Συνεπώς, τέτοιες αποφάσεις μπορούν να διαφέρουν είτε γεωγραφικά είτε χρονικά.

Ο στόχος του κανονισμού ABP 1774/2002/ΕΚ, είναι να αποτραπεί η είσοδος στην τροφική αλυσίδα ζωικών παραπροϊόντων που προέρχονται από ζώα που δεν είναι κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση, μετά από κτηνιατρική επιθεώρηση και με αυτόν τον τρόπο την πρόληψη της εμφάνισης ενός κινδύνου για τη δημόσια υγεία ή την υγεία των ζώων. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/ΕΚ ισχύει επίσης για τα μέρη των σφάγιων που είναι κατάλληλα για την ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά δεν προορίζονται για την ανθρώπινη κατανάλωση για εμπορικούς λόγους.

Μερικά από τα υλικά που υποβάλλονται σε επεξεργασία από τη βιομηχανία ζωικών παραπροϊόντων είναι εδώδιμα και τρώγονται από τους ανθρώπους. Κάποιες από τις δραστηριότητες παράγουν τρόφιμα για ανθρώπινη κατανάλωση και πρέπει να λαμβάνεται προσοχή για να εξασφαλισθεί ότι τίποτα δεν αντιβαίνει με τη σχετική νομοθεσία για την ασφάλεια των τροφίμων [IPPC, 2003 & 2005].

2.4.6 Χειρισμός των αποβλήτων ή ζωικών παραπροϊόντων

Το παράρτημα IV της οδηγίας προωθεί επιπλέον την ανάκτηση και την ανακύκλωση των ουσιών που παράγονται και που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία και που προκύπτουν ως απόβλητα, όπου απαιτείται σύμφωνα με τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (ΒΑΤ). Μερικά Κράτη Μέλη της Ε.Ε. έχουν προσαρμόσει την εθνική τους νομοθεσία σε αυτήν την πολιτική.

Το άρθρο 3 (γ) της οδηγίας αναφέρεται στη βιώσιμη ανάπτυξη, με την προώθηση προληπτικών μέτρων για τα απόβλητα που παράγονται και για τη μείωση των επιβλαβών χαρακτηριστικών των αποβλήτων. Επίσης απαιτεί την ανάκτηση των αποβλήτων, εάν αυτό είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό. Αυτό μπορεί να γίνει πρωτίστως με τη μορφή ανάκτησης υλικών, και δευτερευόντως για την εξοικονόμηση ενέργειας.

2.4.7 Εργαλεία περιβαλλοντικής διαχείρισης

Η καλύτερη περιβαλλοντική επίδοση επιτυγχάνεται συνήθως με την εγκατάσταση της καλύτερης τεχνολογίας και τη λειτουργία της με τον αποτελεσματικότερο και αποδοτικότερο τρόπο. Αυτό ορίζεται από την οδηγία IPPC ως «τεχνικές» (techniques) και περιλαμβάνει «τόσο την τεχνολογία που χρησιμοποιείται όσο και τον τρόπο με τον οποίο η εγκατάσταση σχεδιάζεται, χτίζεται, συντηρείται, χρησιμοποιείται και τίθεται εκτός λειτουργίας».

Για το IPPC ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management System - EMS) είναι ένα εργαλείο που οι χειριστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να εξετάσουν θέματα σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης, λειτουργίας και διάθεσης με ένα συστηματικό και αποδεδειγμένο τρόπο. Ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management System - EMS) περιλαμβάνει μια δομή οργάνωσης, δεσμεύσεις, πρακτικές, διαδικασίες, διεργασίες και πόρους για ανάπτυξη, εφαρμογή, διατήρηση, αναθεώρηση και έλεγχο της περιβαλλοντικής τους πολιτικής. Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι αποτελεσματικότερα και πιο αποδοτικά όταν εμπεριέχονται στη συνολική διαχείριση και λειτουργία μιας επιχείρησης.

Εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, πολλοί οργανισμοί (organizations) έχουν αποφασίσει σε εθελοντική βάση να εφαρμόσουν συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης με βάση το πρότυπο EN ISO 14001:1996 ή το σύστημα EMAS. Ως

οργανισμός (organization) σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 14001 ορίζεται οποιαδήποτε εταιρεία, σωματείο, εμπορικός οίκος, επιχείρηση, αρχή ή ίδρυμα, τμήμα ή συνδυασμός αυτών, οποιαδήποτε νομικής μορφής, του δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα, που έχουν ίδιες λειτουργίες και διοίκηση. Το σύστημα οικολογικής διαχείρισης και ελέγχου (ecomangement and audit scheme – EMAS) περιλαμβάνει τις απαιτήσεις του συστήματος διαχείρισης EN ISO 14001, αλλά δίνει έμφαση στη νομική συμμόρφωση, την περιβαλλοντική επίδοση και τη συμμετοχή των εργαζομένων. Επίσης απαιτεί την εξωτερική επαλήθευση του συστήματος διαχείρισης και την σύνταξη μιας δημόσιας περιβαλλοντικής δήλωσης (στο πρότυπο ISO 14001 η δήλωση είναι μια εναλλακτική λύση στην εξωτερική επαλήθευση). Υπάρχουν επίσης πολλοί οργανισμοί που έχουν αποφασίσει να εφαρμόσουν μη προτυποποιημένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMSs) [IPPC, 2003 & 2005].

Το EMAS (Eco Management and Audit Scheme) υιοθετήθηκε το 1987. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε υποχρεωτικά ως σύστημα για τον έλεγχο βιομηχανικών υπηρεσιών, αλλά η αρνητική ανταπόκριση οδήγησε σε εθελοντική καθιέρωση από το 1991, με την ελπίδα όμως πως οι περισσότερες εταιρείες θα συμμετέχουν [Τζέκου, 2003]. Για τη διευκόλυνση του διεθνούς εμπορίου, ο Οργανισμός Διεθνών Προτύπων (ISO) παρήγαγε την σειρά εγγράφων 14001, έτσι ώστε να υπάρχει ένα διεθνές πρότυπο συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο θα γινόταν αποδεκτό παγκοσμίως.

Ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management System - EMS) για το IPPC μπορεί να περιέχει τα ακόλουθα [IPPC, 2003 & 2005]:

- (a) καθορισμό περιβαλλοντικής πολιτικής (environmental policy)
- (b) σχεδιασμό και καθιέρωση σκοπών (objectives) και στόχων (targets)
- (c) εφαρμογή και λειτουργία των διαδικασιών (procedures)
- (d) έλεγχο και διορθωτικές ενέργειες
- (e) αναθεωρήσεις της περιβαλλοντικής διαχείρισης (management review)
- (f) προετοιμασία περιβαλλοντικής δήλωσης - δέσμευσης (environmental statement)
- (g) έλεγχο και έγκριση από οργανισμό πιστοποίησης ή εξωτερικό ελεγκτή του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS)
- (h) ανάλυση κύκλου ζωής και εκτίμηση κατά το σχεδιασμό για την τελική απόρριψη
- (i) ανάπτυξη καθαρότερων τεχνολογιών
- (j) συγκριτική αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιδόσεων (benchmarking)

- (a) Καθορισμός περιβαλλοντικής πολιτικής (environmental policy)

Η διοίκηση (ηγεσία του οργανισμού) είναι αρμόδια για τον καθορισμό της περιβαλλοντικής πολιτικής και για την εξασφάλιση του ότι αυτή:

- είναι κατάλληλη για τη φύση, την κλίμακα και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων του οργανισμού
- περιλαμβάνει δέσμευση (commitment) για την πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης
- περιλαμβάνει την υποχρέωση να συμμορφωθεί με την τρέχουσα περιβαλλοντική νομοθεσία και τους κανονισμούς, και με άλλες απαιτήσεις για τις οποίες ο οργανισμός έχει δεσμευτεί
- παρέχει το πλαίσιο για τους περιβαλλοντικούς σκοπούς (objectives) και στόχους (targets)
- είναι τεκμηριωμένη και έχει κοινοποιηθεί σε όλους τους εργαζόμενους
- είναι διαθέσιμη στο κοινό και σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη

(b) Σχεδιασμός (planning):

- διαδικασιών (procedures) για να προσδιορίσουν οι οργανισμοί τις περιβαλλοντικές πλευρές (environmental aspects) των δραστηριοτήτων τους, προκειμένου να καθοριστούν εκείνες οι δραστηριότητες που έχουν ή μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις (impacts) στο περιβάλλον, και για να τηρούνται αυτές οι πληροφορίες σε συνεχή βάση
- διαδικασιών για να προσδιοριστούν και να προσεγγιστούν οι νομικές και άλλες απαιτήσεις για τις οποίες ο οργανισμός έχει δεσμευτεί και αφορούν στις περιβαλλοντικές πλευρές (environmental aspects) των δραστηριοτήτων του
- για την καθιέρωση και αναθεώρηση τεκμηριωμένων περιβαλλοντικών σκοπών (objectives) και στόχων (targets), που λαμβάνουν υπόψη τις νομικές και άλλες απαιτήσεις, καθώς και τις απόψεις των ενδιαφερόμενων μερών
- για την καθιέρωση και τακτική ενημέρωση ενός προγράμματος περιβαλλοντικής διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένου του προσδιορισμού των ευθυνών για την επίτευξη των σκοπών (objectives) και στόχων (targets) σε κάθε λειτουργία και επίπεδο καθώς επίσης και των μέσων και του χρόνου που απαιτούνται για την επίτευξη του

(c) Εφαρμογή και λειτουργία διαδικασιών

Είναι σημαντικό να υπάρχουν συστήματα που να εξασφαλίζουν ότι οι διαδικασίες είναι γνωστές, κατανοητές και συμμορφώνονται με μια αποτελεσματική περιβαλλοντική διαχείριση, και επομένως περιλαμβάνουν:

(i) Δομή και ευθύνες

- ρόλοι καθορισμού, τεκμηρίωσης και επικοινωνίας, ευθύνες και αρχές, που περιλαμβάνουν το διορισμό ενός συγκεκριμένου διοικητικού αντιπροσώπου
- εξασφάλιση πόρων που είναι ουσιαστικοί για την εφαρμογή και τον έλεγχο του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου δυναμικού και των εξειδικευμένων δεξιοτήτων, της τεχνολογίας και των οικονομικών πόρων.

(ii) Κατάρτιση, συνειδητοποίηση και αρμοδιότητες

- προσδιορίζονται οι ανάγκες για εκπαίδευση ώστε όλο το προσωπικό να λάβει την απαραίτητη κατάρτιση δεδομένου ότι η εργασία του μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας δραστηριότητας.

(iii) Επικοινωνία

- καθιερώνονται και διατηρούνται διαδικασίες (procedures) για την εσωτερική επικοινωνία μεταξύ των διάφορων επιπέδων και των λειτουργιών της εγκατάστασης, καθώς επίσης και διαδικασίες που ενθαρρύνουν τον διάλογο με εξωτερικά ενδιαφερόμενα μέρη και διαδικασίες για τη λήψη, την τεκμηρίωση και την απόκριση στη σχετική επικοινωνία με τα εξωτερικά ενδιαφερόμενα μέρη.

(iv) Συμμετοχή εργαζομένων

- η ανάμειξη των εργαζομένων στη διαδικασία στοχεύει στην επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου περιβαλλοντικής επίδοσης (environmental performance) με την εφαρμογή κατάλληλων μορφών συμμετοχής όπως το σύστημα του βιβλίου προτάσεων ή το πρόγραμμα που βασίζεται στην ομαδική εργασία ή στις περιβαλλοντικές επιτροπές.

(v) Τεκμηρίωση

- καθιερώνονται και διατηρούνται πληροφορίες που ενημερώνονται συνεχώς, σε έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή, για να περιγράψουν τα βασικά στοιχεία του συστήματος διαχείρισης και της αλληλεπίδρασής τους και για να παρέχουν κατευθύνσεις (direction) στη σχετική τεκμηρίωση.

(vi) Αποδοτικός έλεγχος διεργασιών

- επαρκής έλεγχος των διαδικασιών κάτω από όλους τους τρόπους λειτουργίας (modes of operation), δηλαδή προετοιμασία, ξεκίνημα, στερεότυπη λειτουργία, κλείσιμο και ανώμαλες συνθήκες
- προσδιορίζονται οι βασικοί δείκτες και οι μέθοδοι επίδοσης (performance) για τη μέτρηση και τον έλεγχο αυτών των παραμέτρων (π.χ. ροή, πίεση, θερμοκρασία, σύσταση και ποσότητα)
- τεκμηριώνονται και αναλύονται οι μη ομαλές συνθήκες λειτουργίας για να προσδιοριστούν οι πρωταρχικές πλευρές (causes) και εξετάζονται στη συνέχεια για να εξασφαλιστεί ότι τα γεγονότα δεν επαναλαμβάνονται (ο προσδιορισμός των πλευρών είναι σημαντικότερος από την απόδοση ευθυνών στα άτομα). Ως πλευρές (causes) ορίζονται οι δραστηριότητες, τα προϊόντα και οι διεργασίες που αλληλεπιδρούν ή μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το περιβάλλον.

(vii) Πρόγραμμα συντήρησης

- καθιερώνεται ένα δομημένο πρόγραμμα για τη συντήρηση με βάση τις τεχνικές περιγραφές του εξοπλισμού, των κανόνων κ.λπ. καθώς επίσης και όποιων αποτυχιών και επιπτώσεων στον εξοπλισμό – που υποστηρίζουν το πρόγραμμα συντήρησης με τα κατάλληλα συστήματα τήρησης των αρχείων και τις διαγνωστικές δοκιμές
- σαφής ανάθεση της ευθύνης για τον σχεδιασμό (planning) και την εκτέλεση της συντήρησης.

(viii) Προετοιμασία και απόκριση σε έκτακτες περιπτώσεις

- καθιερώνονται και διατηρούνται διαδικασίες για να προσδιοριστούν οι δυνατότητες για απόκριση σε ατυχήματα και καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, και για την πρόληψη και την άμβλυνση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (environmental impacts) που συνδέονται μαζί τους.

(d) Έλεγχος και διορθωτικές ενέργειες:

(i) Παρακολούθηση (monitoring) και μέτρηση

- καθιερώνονται και διατηρούνται τεκμηριωμένες διαδικασίες για παρακολούθηση και μέτρηση, σε κανονική βάση, των βασικών χαρακτηριστικών (παραμέτρων) των διαδικασιών και των δραστηριοτήτων που μπορούν να ασκήσουν σημαντική επίδραση στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της καταγραφής των πληροφοριών για την παρακολούθηση της επίδοσης (performance), των σχετικών ελέγχων λειτουργίας και της προσαρμογής με τους περιβαλλοντικούς σκοπούς (objectives) και στόχους (targets) της εγκατάστασης
- καθιερώνεται και διατηρείται μια τεκμηριωμένη διαδικασία για συμμόρφωση με τη σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία και τους κανονισμούς.

(ii) Διορθωτικές (corrective) και προληπτικές (preventive) ενέργειες

- καθιερώνονται και διατηρούνται διαδικασίες για τον καθορισμό των ευθυνών και των αρμοδιοτήτων για το χειρισμό και την έρευνα της μη συμμόρφωσης (non-conformance) με τις επιτρεπόμενες συνθήκες, τις άλλες νομικές απαιτήσεις καθώς επίσης και με τους σκοπούς (objectives) και στόχους (targets), που λαμβάνονται για να μετριαστούν οι επιπτώσεις που προκαλούνται και για την έναρξη και την ολοκλήρωση των διορθωτικών και προληπτικών ενεργειών που είναι κατάλληλες για το μέγεθος του προβλήματος και ανάλογες με την περιβαλλοντική επίπτωση που απαντάται.

(iii) Αρχεία (records)

- καθιερώνονται και διατηρούνται διαδικασίες για τον προσδιορισμό, τη διατήρηση και τη διάθεση ευανάγνωστων, αναγνωρίσιμων και ανιχνεύσιμων περιβαλλοντικών αρχείων, συμπεριλαμβανομένων των αρχείων εκπαίδευσης και των αποτελεσμάτων των ελέγχων (audits) και των αναθεωρήσεων (reviews).

(iv) Έλεγχος (audit)

- καθιερώνονται και διατηρούνται προγράμματα και διαδικασίες για περιοδικούς ελέγχους των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης που περιλαμβάνουν συζητήσεις με το προσωπικό, επιθεώρηση (inspection) των συνθηκών λειτουργίας και του εξοπλισμού και αναθεώρηση των αρχείων και τεκμηρίωση που οδηγούν σε μια γραπτή έκθεση, που πραγματοποιείται αμερόληπτα και αντικειμενικά από τους υπαλλήλους (εσωτερικοί έλεγχοι) ή από εξωτερικά μέρη (εξωτερικοί έλεγχοι). Αυτή η γραπτή έκθεση πρέπει να καλύπτει την έκταση του ελέγχου, τη συχνότητα και τις μεθοδολογίες, καθώς επίσης και τις ευθύνες και τις απαιτήσεις για τους ελέγχους και τα αποτελέσματα, προκειμένου να καθοριστεί εάν το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης προσαρμόζεται ή όχι στις προγραμματισμένες ρυθμίσεις και έχει εφαρμοστεί και διατηρηθεί κατάλληλα
- η ολοκλήρωση του ελέγχου (audit) ή του κύκλου των ελέγχων, ανάλογα με την περίπτωση, σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα από τρία έτη, ανάλογα με τη φύση, την κλίμακα και την πολυπλοκότητα των δραστηριοτήτων, τη σημασία των σχετικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τη σημασία και το επείγον των προβλημάτων που ανιχνεύτηκαν από τους προηγούμενους ελέγχους και την ιστορία των περιβαλλοντικών προβλημάτων – πιο σύνθετες δραστηριότητες με σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ελέγχεται συχνότερα
- υπάρχουν σε ισχύ κατάλληλοι μηχανισμοί για να εξασφαλιστεί ότι τα αποτελέσματα του ελέγχου παρακολουθούνται

(v) Περιοδική αξιολόγηση της συμμόρφωσης με τη νομοθεσία

- συμμόρφωση κατά την αναθεώρηση με την τρέχουσα περιβαλλοντική νομοθεσία και τους όρους της περιβαλλοντικής άδειας που κατέχει η εγκατάσταση
- τεκμηρίωση (documentation) της αξιολόγησης.

(e) Αναθεώρηση (ανασκόπηση) της περιβαλλοντικής διαχείρισης (management review)

- αναθεωρείται το σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης, από την διοίκηση σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα, ώστε να εξασφαλιστεί σε συνεχή βάση η καταλληλότητα, η επάρκεια και η αποτελεσματικότητά της
- εξασφαλίζονται οι απαραίτητες πληροφορίες που επιτρέπουν στη διοίκηση να πραγματοποιήσει αυτήν την αξιολόγηση
- τεκμηριώνεται η αναθεώρηση

(f) Προετοιμασία της περιβαλλοντικής δήλωσης - δέσμευσης (environmental statement)

- προετοιμάζεται μια περιβαλλοντική δήλωση και δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται από την εγκατάσταση σε σχέση με τους περιβαλλοντικούς σκοπούς (objectives) και στόχους (targets) της. Γίνεται τακτικά – από μία φορά το χρόνο ή συχνότερα ανάλογα με τις επιπτώσεις των εκπομπών, την παραγωγή αποβλήτων κτλ. Εξετάζεται η ανάγκη για πληροφόρηση των ενδιαφερόμενων μερών και είναι διαθέσιμο στο κοινό (π.χ. ηλεκτρονικές δημοσιεύσεις, βιβλιοθήκες κ.λπ.).

Κατά τη δημιουργία μιας δήλωσης, ο χειριστής μπορεί να χρησιμοποιήσει τους αντίστοιχους υπάρχοντες δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης, αρκεί οι δείκτες που επιλέγονται:

- i. να δίνουν μια ακριβή αξιολόγηση της επίδοσης της εγκατάστασης
- ii. να είναι κατανοητοί και σαφείς
- iii. να επιτρέπουν τη σύγκριση από έτος σε έτος για να αξιολογηθεί η ανάπτυξη της περιβαλλοντικής επίδοσης (performance) της εγκατάστασης
- iv. να επιτρέπουν τη συγκριτική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων (benchmarks) ανά παραγωγικό τομέα, χώρα ή περιοχή, ανάλογα με την περίπτωση
- v. να επιτρέπουν τη σύγκριση με τις νομοθετικές απαιτήσεις ανάλογα με την περίπτωση.

(g) Πιστοποίηση από οργανισμό πιστοποίησης ή εξωτερικό ελεγκτή του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management System - EMS):

- η τεκμηρίωση του συστήματος διαχείρισης, η διαδικασία ελέγχου (audit) και η περιβαλλοντική δήλωση εξετάζονται και πιστοποιούνται από ένα αναγνωρισμένο οργανισμό πιστοποίησης ή έναν εξωτερικό ελεγκτή συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS), για το αν πραγματοποιούνται με τον κατάλληλο τρόπο, ενισχύοντας την αξιοπιστία του συστήματος.

(h) Εκτιμήσεις κατά το σχεδιασμό για το τέλος της παραγωγικής περιόδου της μονάδας και τον τρόπο που θα τεθεί εκτός λειτουργίας (end-of-life plant decommissioning)

- πρέπει να δοθεί προσοχή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για τον ενδεχόμενο αποπλισμό της μονάδας στο στάδιο του σχεδιασμού μιας νέας εγκατάστασης. Η προμελέτη - πρόβλεψη καθιστά τον τρόπο που θα τεθεί εκτός λειτουργίας ευκολότερο, καθαρότερο και φτηνότερο.
- ο τρόπος που θα τεθεί η εγκατάσταση εκτός λειτουργίας δημιουργεί περιβαλλοντικούς κινδύνους σχετικά με τη μόλυνση του εδάφους (και των υπόγειων νερών) και παράγει μεγάλες ποσότητες στερεών αποβλήτων. Οι

προληπτικές τεχνικές είναι συγκεκριμένη διαδικασία αλλά μπορούν να περιλάβουν γενικές εκτιμήσεις:

- i. αποφυγή των υπόγειων κατασκευών
- ii. χαρακτηριστικά εξοπλισμού που διευκολύνουν την αποσυναρμολόγηση
- iii. επιλογή επιφανειών που απολυμαίνονται εύκολα
- iv. χρήση διάταξης εξοπλισμού που ελαχιστοποιεί τις παγιδευμένες χημικές ουσίες και διευκολύνει την απορροή των υγρών ή το πλύσιμο
- v. σχεδιασμός εύκαμπτων, ανεξάρτητων τμημάτων που επιτρέπουν το σταδιακό κλείσιμο
- vi. χρήση βιοδιασπάσιμων και ανακυκλώσιμων υλικών όπου είναι δυνατόν.

(i) Ανάπτυξη καθαρότερων τεχνολογιών:

- η προστασία του περιβάλλοντος πρέπει να είναι το κύριο χαρακτηριστικό κάθε δραστηριότητας κατά το σχεδιασμό των διαδικασιών που πραγματοποιείται από το χειριστή, δεδομένου ότι οι τεχνικές που έχουν περιληφθεί πρέπει στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού να είναι και αποτελεσματικότερες και φτηνότερες. Επίσης πρέπει να δώσει προσοχή στην ανάπτυξη καθαρότερων τεχνολογιών, για παράδειγμα δραστηριότητες ή μελέτες έρευνας και ανάπτυξης (R&D). Σαν εναλλακτική λύση των εσωτερικών δραστηριοτήτων, μπορεί να γίνει διακανονισμός για να συμβαδίσουν με εργασίες της επιτροπής από άλλους χειριστές ή ερευνητικά ιδρύματα που δραστηριοποιούνται στο συγκεκριμένο τομέα.

(j) Συγκριτική αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιδόσεων (benchmarking)

- πραγματοποίηση συστηματικών και κανονικών συγκρίσεων με αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων (benchmarks) σε επίπεδο παραγωγικού τομέα, χώρας ή περιοχής, συμπεριλαμβανομένου της ενεργειακής επίδοσης και των δραστηριοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, της επιλογής υλικών τροφοδοσίας, των εκπομπών στον αέρα και τις εκροές των υγρών αποβλήτων, της κατανάλωσης νερού και της παραγωγής αποβλήτων.

2.4.7.1 Προτυποποιημένα και μη συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management Systems - EMSs)

Ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) μπορεί να λάβει τη μορφή ενός προτυποποιημένου ή μη προτυποποιημένου συστήματος. Η εφαρμογή και η τήρηση ενός διεθνώς αποδεκτού προτυποποιημένου συστήματος όπως το EN ISO 14001:1996 μπορεί να εξασφαλίσει μεγαλύτερη αξιοπιστία στο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS), ειδικά όταν τεθεί θέμα κατάλληλης εξωτερικής επαλήθευσης. Το EMAS παρέχει επιπλέον αξιοπιστία λόγω της αλληλεπίδρασης με το κοινό μέσω της περιβαλλοντικής δήλωσης (environmental statement) και του μηχανισμού που εξασφαλίζει συμμόρφωση με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία. Εντούτοις και τα μη προτυποποιημένα συστήματα μπορούν σε γενικές γραμμές να είναι εξίσου αποτελεσματικά υπό τον όρο ότι σχεδιάζονται και εφαρμόζονται με σωστό τρόπο.

2.4.7.2 Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Η εφαρμογή και η διατήρηση ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) συγκεντρώνουν την προσοχή του χειριστή για την επίτευξη της περιβαλλοντικής επίδοσης (environmental performance) της εγκατάστασης. Ειδικότερα, απαιτείται η τήρηση και η συμμόρφωση με σαφείς διαδικασίες λειτουργίας για κανονικές και ανώμαλες καταστάσεις. Επίσης οι υπεύθυνοι πρέπει να εξασφαλίζουν ότι οι όροι αδειών της εγκατάστασης και οι λοιποί περιβαλλοντικοί σκοποί (objectives) και στόχοι (targets) ικανοποιούνται πάντα.

Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης εξασφαλίζουν ουσιαστικά τη συνεχή βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης της εγκατάστασης. Όσο λιγότερο φιλική προς το περιβάλλον είναι η αρχική κατάσταση, τόσο μπορούν να αναμένονται σημαντικότερες βραχυπρόθεσμες βελτιώσεις. Εάν η εγκατάσταση έχει ήδη μια καλή γενική περιβαλλοντική επίδοση, το σύστημα βοηθά το χειριστή να διατηρήσει ένα υψηλό επίπεδο περιβαλλοντικής επίδοσης.

2.4.7.3 Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Οι περιβαλλοντικές τεχνικές διαχείρισης έχουν ως σκοπό να εξετάσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο σύνολο τους, στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης σύμφωνα με την οδηγία IPPC (IPPC Directive).

2.4.7.4 Οικονομικά στοιχεία

Είναι δύσκολο να καθοριστούν ακριβώς οι δαπάνες και τα οικονομικά οφέλη από την εφαρμογή και τήρηση ενός καλού συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS). Στη συνέχεια παρουσιάζονται διάφορες μελέτες. Εντούτοις, είναι παραδείγματα και πιθανόν τα αποτελέσματά τους να μην είναι αντιπροσωπευτικά για όλους τους τομείς σε ολόκληρη την ΕΕ. Οπότε πρέπει να αντιμετωπιστούν με προσοχή.

Μια μελέτη πραγματοποιήθηκε στη Σουηδία το 1999 σε 360 εταιρίες που είχαν πιστοποιηθεί με ISO και EMAS [IPPC, 2003 & 2005]. Με ένα ποσοστό απαντήσεων 50 %, κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

- το κόστος για την εισαγωγή και τη λειτουργία ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) είναι υψηλό αλλά όχι αδικαιολόγητα, εκτός από την περίπτωση των πολύ μικρών επιχειρήσεων. Επίσης οι δαπάνες αναμένονται να μειωθούν στο μέλλον.
- ένας πιθανός τρόπος να μειωθούν οι δαπάνες είναι η δημιουργία ενός συντονισμού και μιας ολοκληρωμένης αντιμετώπισης ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) μαζί με άλλα συστήματα διαχείρισης.
- τα μισά από τα έξοδα για τους περιβαλλοντικούς σκοπούς (objectives) και στόχους (targets) αποσβένονται μέσα σε ένα έτος μέσω της μείωσης του κόστους ή / και της αύξησης του εισοδήματος.
- η μεγαλύτερη μείωση κόστους έγινε μέσω της μείωσης των δαπανών για ενέργεια, επεξεργασία αποβλήτων και πρώτες ύλες.
- οι περισσότερες από τις επιχειρήσεις θεωρούν ότι η θέση τους στην αγορά έχει ενισχυθεί μέσω του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS). Το

ένα τρίτο των επιχειρήσεων αναφέρει αύξηση του εισοδήματος λόγω του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS).

Σε μερικά κράτη μέλη χρεώνονται μικρότερες αμοιβές επίβλεψης εάν η εγκατάσταση έχει πιστοποίηση.

Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι υπάρχει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ του μεγέθους της επιχείρησης και του κόστους ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS). Μια παρόμοια αντίστροφη σχέση υπάρχει και για την περίοδο επιστροφής του κεφαλαίου που επενδύεται. Και τα δύο στοιχεία υπονοούν μια λιγότερο ευνοϊκή σχέση κόστους - οφέλους για την εφαρμογή ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις έναντι των μεγαλύτερων επιχειρήσεων.

Σύμφωνα με μια ελβετική μελέτη, το μέσο κόστος για την εφαρμογή του ISO 14001 μπορεί να ποικίλει [IPPC, 2003 & 2005]:

- για μια επιχείρηση με 1 έως 49 υπαλλήλους: 64.000 CHF (44.000 € για την πρώτη εφαρμογή του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) και 16.000 CHF (11.000 €) ετησίως για την διατήρηση του, ενώ για μια βιομηχανική περιοχή με περισσότερους από 250 υπαλλήλους: 367.000 CHF (252.000 €) για την πρώτη εφαρμογή του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) και 155.000 CHF (106.000 €) ετησίως για την διατήρηση του.

Αυτές οι μέσες τιμές δεν αντιπροσωπεύουν απαραίτητα το πραγματικό κόστος για μια δεδομένη βιομηχανική περιοχή, επειδή αυτό το κόστος εξαρτάται επίσης από το μέγεθος ορισμένων άλλων στοιχείων (ρύποι, κατανάλωση ενέργειας,...) και από την πολυπλοκότητα των προβλημάτων που μελετώνται.

Μια γερμανική μελέτη που έγινε το Φεβρουάριο του 2002, παρουσιάζει τις ακόλουθες δαπάνες για το EMAS για διάφορους παραγωγικούς κλάδους [IPPC, 2003 & 2005].

Δαπάνες για πρώτη εφαρμογή (€):

ελάχιστη = 18.750

μέγιστη = 75.000

μέση τιμή = 50.000

Δαπάνες για την επαναπιστοποίηση (€):

ελάχιστη = 5.000

μέγιστη = 12.500

μέση τιμή = 6.000

Μπορεί να διαπιστωθεί ότι αυτές οι τιμές είναι πολύ χαμηλότερες από εκείνες της ελβετικής μελέτης που αναφέρεται πιο πάνω. Γεγονός που αποτελεί επιβεβαίωση της δυσκολίας να καθοριστούν οι δαπάνες ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS).

Μια μελέτη από το γερμανικό σύνδεσμο επιχειρηματιών (Unternehmerinstitut / Arbeitsgemeinschaft Selbständiger Unternehmer UNI/ASU) δίνει πληροφορίες για τη μέση εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται από την εφαρμογή του EMAS ετησίως και για το μέσο χρόνο απόσβεσης των χρημάτων [IPPC, 2003 & 2005]. Παραδείγματος χάριν, για δαπάνες εφαρμογής 80.000 € βρήκαν μέση εξοικονόμηση χρημάτων 50.000 € ετησίως, που αντιστοιχεί σε έναν χρόνο απόσβεσης περίπου ενάμισι έτος.

2.4.7.5 Κίνητρα για την εφαρμογή

Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης μπορούν να παρέχουν διάφορα πλεονεκτήματα, παραδείγματος χάριν:

- βελτίωση της δυνατότητας πρόβλεψης των περιβαλλοντικών πλευρών (environmental aspects) της επιχείρησης
- βελτίωση του υπόβαθρου για τη λήψη αποφάσεων
- αύξηση των κινήτρων συμμετοχής του προσωπικού
- πρόσθετες δυνατότητες μείωσης των λειτουργικών δαπανών και βελτίωσης της ποιότητας των προϊόντων
- βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης
- βελτίωση της εικόνας της επιχείρησης
- μείωση των δαπανών νομικής ευθύνης, ασφάλειας και μη συμμόρφωσης
- αύξηση της ελκυστικότητας για τους υπαλλήλους, τους πελάτες και τους επενδυτές
- βελτίωση των σχέσεων με τις περιβαλλοντικές ομάδες.

Παράδειγμα μιας μονάδας μεταποίησης και παραγωγής ζωικών προϊόντων που έχει επίσημα καταχωρηθεί στους καταλόγους του EMAS είναι μια μονάδα σφαγής και επεξεργασίας κρέατος γαλόπουλων στο Ηνωμένο Βασίλειο.

2.4.8 Εφαρμογή βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (best available techniques)

Οι εφαρμογές των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο εν συντομία, αλλά κάποιες από αυτές που αφορούν τα υγρά απόβλητα και την κατανάλωση νερού θα αναλυθούν σε επόμενα κεφάλαια με περισσότερες λεπτομέρειες και διευκρινήσεις.

2.4.8.1 Γενικές διεργασίες και διαδικασίες για όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων

Βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT) είναι το σύνολο των ακόλουθων ενεργειών:

1. Χρήση ενός περιβαλλοντικού συστήματος διαχείρισης
2. Παροχή εκπαίδευσης στο προσωπικό
3. Χρήση ενός οργανωμένου προγράμματος συντήρησης του εξοπλισμού
4. Εφαρμογή ειδικών μετρήσεων κατανάλωσης νερού
5. Διαχωρισμός των αποβλήτων από τις παραγωγικές διεργασίες και των αποβλήτων από τις μη – διεργασίες (π.χ. βροχόπτωση, νερό ψύξης που δεν περιέχουν ρύπους)
6. Απομάκρυνση των λάστιχων – μάνικες τρεχούμενου νερού και επισκευή σε πιθανή διαρροή νερού, όπως βρύσης που στάζει και χαλασμένο καζανάκι τουαλέτας
7. Προσαρμογή και χρήση εσχαρών ή / και παγίδων στο αποχετευτικό σύστημα για να αποτραπεί η εισαγωγή στερεών υλών στα υγρά απόβλητα
8. Ξηρός καθαρισμός των εγκαταστάσεων και μεταφοράς των παραπροϊόντων με ξηρό τρόπο, ενώ στη συνέχεια γίνεται καθαρισμός με πίεση με τη χρήση μάνικας με χειροκίνητη σκανδάλη και όπου είναι απαραίτητο χρησιμοποιείται

- ζεστό νερό που παρέχεται από θερμοστατικά ελεγχόμενες βαλβίδες ατμού και νερού.
9. Προστασία από την υπερχειλίση δεξαμενών αποθήκευσης π.χ. που περιέχουν αίμα ή λίπη
 10. Εξασφάλιση και χρήση τάφρων ή τοιχιών (bunds) γύρω από τις δεξαμενές αποθήκευσης π.χ. που περιέχουν αίμα ή λίπη, για την περίπτωση της αστοχίας της δεξαμενής αποθήκευσης
 11. Εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης ενέργειας
 12. Εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης της ψύξης
 13. Χρήση προγραμματιστών ελέγχου του χρόνου λειτουργίας των ψυκτικών εγκαταστάσεων
 14. Εφαρμογή και λειτουργία διακοπών κλεισίματος των θηρών των ψυκτικών θαλάμων
 15. Ανάκτηση της θερμότητας από εγκαταστάσεις ψύξης
 16. Χρήση βαλβίδων θερμοστατικού ελέγχου της ανάμιξης ατμού και νερού
 17. Ορθολογιστική οργάνωση και μόνωση των σωληνώσεων ατμού και νερού
 18. Τοποθέτηση βαλβίδων απομόνωσης των συστημάτων ατμού και νερού
 19. Εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης του φωτισμού (με χρήση λαμπών φθορισμού)
 20. Αποθήκευση των ζωικών παραπροϊόντων για μικρή χρονική περίοδο και ενδεχομένως με ψύξη τους
 21. Έλεγχος των οσμών
 22. Σχεδιασμός και κατασκευή οχημάτων, εξοπλισμού και εγκαταστάσεων με κριτήριο τον εύκολο καθαρισμό τους
 23. Συχνός καθαρισμός των χώρων αποθήκευσης υλών για την αποφυγή οσμών
 24. Εφαρμογή συστήματος διαχείρισης του θορύβου
 25. Μείωση του θορύβου π.χ. στους ανεμιστήρες εξαγωγής που βρίσκονται στην οροφή, στους φυσητήρες (blowers) της δεξαμενής εξισορρόπησης και στις μονάδες ψύξης
 26. Αντικατάσταση της χρήσης πετρελαίου με φυσικό αέριο, όπου το φυσικό αέριο είναι διαθέσιμο
 27. Συσχευασία ζωικών παραπροϊόντων κατά τη μεταφορά, φόρτωση / εκφόρτωση και την αποθήκευση τους
 28. Όταν το αίμα δεν μπορεί να επεξεργαστεί πριν αρχίσει η αποσύνθεση του που δημιουργεί προβλήματα οσμών ή / και προβλήματα ποιότητας, πρέπει να ψύχεται όσο το δυνατό πιο γρήγορα για να ελαχιστοποιηθεί η αποσύνθεση του
 29. Όποια ποσότητα θερμότητας ή / και παραγομένης ηλεκτρικής ενέργειας στη μονάδα δεν μπορεί να απορροφηθεί στη μονάδα πρέπει να δίνεται σε άλλες μονάδες

2.4.8.2 Ολοκληρωμένη διαχείριση όλων των δραστηριοτήτων στην ίδια περιοχή: για σφαγεία ή/και εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων, που αναπτύσσουν δραστηριότητες στην ίδια περιοχή.

Σε αυτή την περίπτωση βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT) είναι το σύνολο των ακόλουθων ενεργειών:

1. Η θερμότητα ή / και η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από τη δραστηριότητα μιας μονάδας μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για τις δραστηριότητες μιας άλλης μονάδας

2. Οι τεχνικές περιορισμού (περιβαλλοντικών επιπτώσεων) μπορούν να μοιραστούν, όπου αυτό απαιτείται, π.χ. μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, που δεν χρειάζεται κάθε μονάδα να έχει τη δική, μπορούν τα απόβλητα να συγκεντρώνονται σε μία κοινή μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων

Επίσης στην περίπτωση των μονάδων επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering) και των μονάδων αποτέφρωσης που δραστηριοποιούνται στην ίδια περιοχή, η βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT) περιλαμβάνει: Καύση σε αποτεφρωτήρα των μη συμπυκνώσιμων αερίων που παράγονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων στο τόπο παραγωγής τους.

2.4.8.3 Συνεργασία με τις ανάντη (πριν) και κατόντη (μετά) δραστηριότητες

Οι διαδικασίες εκείνες που περιλαμβάνονται στον ανεφοδιασμό των ζώων στα σφαγεία, συμπεριλαμβανομένων των αγροτών και των μεταφορέων, μπορούν να έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο σφαγείο. Οι προμηθευτές πρώτων υλών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων και άλλοι κατόντη χρήστες μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εγκαταστάσεων. Επίσης οι επιπτώσεις των εγκαταστάσεων μπορεί να επηρεαστούν και από τις ιδιότητες των πρώτων υλών, π.χ. φρεσκότητα, βαθμός διαχωρισμού των διαφορετικών υλικών και τις προδιαγραφές τους.

Κατά την εφαρμογή της βέλτιστης διαθέσιμης τεχνικής (best available techniques - BAT) επιδιώκεται η συνεργασία με τους ανάντη και κατόντη συνεργάτες, για να δημιουργηθεί μια αλυσίδα περιβαλλοντικής ευθύνης, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η ρύπανση και να προστατευθεί το περιβάλλον συνολικά.

2.4.8.4 Καθαρισμός εγκατάστασης και εξοπλισμού

Για τον καθαρισμό των σφαγείων και των εγκαταστάσεων ζωικών παραπροϊόντων η βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT) περιλαμβάνει:

1. Διαχείριση και ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων του νερού και των απορρυπαντικών που καταναλώνονται.
2. Επιλογή αυτών των απορρυπαντικών που έχουν τις μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον, χωρίς να υποβαθμίζεται η αποτελεσματικότητα του καθαρισμού.
3. Αποφυγή, όπου είναι δυνατόν, της χρήσης καθαριστικών και απολυμαντικών σκευασμάτων που περιέχουν ενεργό χλώριο.
4. Όπου ο εξοπλισμός είναι κατάλληλος, μπορεί να λειτουργήσει ένα σύστημα καθαρισμού CIP (cleaning-in-place).

2.4.8.5 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι μια «λύση ελέγχου εκροών» (“end-of-ripe” επεξεργασία) που απαιτείται με δεδομένο ότι τα υγρά απόβλητα παράγονται από διάφορες πηγές. Αυτά περιλαμβάνουν τα νερά από τον καθαρισμό των οχημάτων, του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων και από την πλύση των σφάγιων και των ζωικών παραπροϊόντων. Τα υγρά απόβλητα προκύπτουν επίσης ως υποπροϊόντα μερικών διαδικασιών επεξεργασίας και διάθεσης των ζωικών

παραπροϊόντων, όπου το νερό μπορεί είτε να εξατμιστεί, είτε να διηθηθεί από κοκκώδες υλικό (leached), είτε να απομακρυνθεί με απορροή. Οι μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs) καταναλώνουν ενέργεια και παράγουν υπολείμματα που σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται σε περαιτέρω επεξεργασία και που σε άλλες περιπτώσεις οδεύουν προς τελική διάθεση (disposal).

Πρέπει να εφαρμόζεται η βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT) στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διεργασίας (process-integrated) που ελαχιστοποιεί τόσο την κατανάλωση του νερού όσο την επιβάρυνση με ρύπους των υγρών αποβλήτων. Η επιλογή των τεχνικών επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων μπορεί έπειτα να γίνει, με βάση την ικανότητα που απαιτείται για να επεξεργαστούν τα υγρά απόβλητα που παράγονται μετά την εφαρμογή της βέλτιστης διαθέσιμης τεχνικής (BAT) για την μείωση της ποσότητας και του φορτίου των αποβλήτων.

Στα πλαίσια των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών δεν έχει εξαχθεί κανένα συμπέρασμα για το αν είναι καλύτερο να επεξεργαστούν τα υγρά απόβλητα στο τόπο παραγωγής τους, δηλαδή το σφαγείο ή / και την μονάδα επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων, ή σε μια δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) [IPPC, 2003 & 2005].

Για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από σφαγεία και μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων, η βέλτιστη διαθέσιμη τεχνική (BAT) περιλαμβάνει:

1. Αποφυγή της στασιμότητας (stagnation) των υγρών αποβλήτων με κατάλληλη κλίση στο αποχετευτικό δίκτυο.
2. Εφαρμογή αρχικής εσχάρωσης (screening) των στερεών με τη χρήση κόσκινων (sieves) στο σφαγείο ή στη μονάδα επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων.
3. Απομάκρυνση του λίπους από τα υγρά απόβλητα, με τη χρήση παγίδων λίπους (fat trap).
4. Χρήση μονάδας επίπλευσης (flotation plant) σε συνδυασμό ενδεχομένως με τη χρήση κροκιδωτικών ενώσεων (flocculants), για την απομάκρυνση επιπλέον ποσότητας στερεών.
5. Χρήση δεξαμενής εξισορρόπησης (equalisation tank) των υγρών αποβλήτων.
6. Εξασφάλιση χωρητικότητας υγρών αποβλήτων πάνω από τις συνήθειες ανάγκες για έκτακτη περίπτωση.
7. Αποτροπή των διαρροών των υγρών και των εκπομπών οσμών από τις δεξαμενές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, με στεγάνωση των πλευρών και του πυθμένα τους, καθώς και είτε με κάλυψη τους είτε με αερισμό τους.
8. Υποβολή των αποβλήτων εκροής σε βιολογική επεξεργασία, όπως αερόβια και αναερόβια επεξεργασία.
9. Απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου.
10. Απομάκρυνση της ιλύος που παράγεται και χρήση μετά από επεξεργασία μαζί με τα ζωικά παραπροϊόντα, όπως καθορίζεται στον κανονισμό ABP 1774/2002/EC.
11. Χρήση του αερίου CH_4 που παράγεται κατά τη διάρκεια της αναερόβιας επεξεργασίας για την παραγωγή θερμότητας ή / και ηλεκτρικής ενέργειας.
12. Εφαρμογή τριτογενούς επεξεργασίας στα υγρά απόβλητα.
13. Διεξαγωγή τακτικών εργαστηριακών αναλύσεων για τη σύνθεση των αποβλήτων και διατήρηση αρχείου καταγραφών.

Τα επίπεδα εκπομπής που δίνονται στον Πίνακα 2.9 θεωρούνται γενικά κατάλληλα για την προστασία του περιβάλλοντος και είναι ενδεικτικά των επιπέδων

εκπομπής που θα επιτυγχάνονταν με τις τεχνικές εκείνες που θεωρούνται ότι είναι αντιπροσωπευτικές των βέλτιστων διαθέσιμων τεχνικών (BAT).

Πίνακας 2.9: Επίπεδα εκπομπών που συνδέονται με τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT) για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών στα υγρά απόβλητα από τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων

Παράμετρος	COD	BOD ₅	Αιωρούμενα στερεά (SS)	Ολικό άζωτο	Ολικός φώσφορος	Λίπη και έλαια (FOG)
Επίπεδο εκπομπών που μπορεί να επιτευχθεί (mg / l)	25 - 125	10 - 40	5 - 60	15 - 40	2 - 5	2,6 - 15

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

2.4.9 Πρόσθετες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) για σφαγεία

Εκτός από τα γενικά μέτρα οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) περιλαμβάνουν:

1. Ξηρό καθάρισμα με ξέστρο των οχημάτων παράδοσης των ζώων και στη συνέχεια καθάρισμα με μάνικα με νερό υψηλής πίεσης.
2. Όπου το επιτρέπουν οι υγειονομικές συνθήκες να αποφεύγεται το πλύσιμο με νερό του σφάγιου και όπου αυτό δεν είναι δυνατόν να γίνεται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση νερού
3. Τα παραπροϊόντα πρέπει να συλλέγονται σε συνεχή βάση και να διαχωρίζονται, κατά μήκος της γραμμής σφαγής, σε συνδυασμό με την βελτιστοποίηση της αφαίμαξης και της συλλογής του αίματος. Επίσης πρέπει να διαχωρίζονται για την αποθήκευσή τους και το χειρισμό τους τα διάφορα είδη παραπροϊόντων.
4. Πρέπει να υπάρχει διπλό αγωγός αποχετευτικού συστήματος στο χώρο αφαίμαξης για την ξεχωριστή συλλογή του αίματος από τα νερά πλυσίματος.
5. Συλλογή των στερεών αποβλήτων από το πάτωμα με ξηρό τρόπο.
6. Αφαίρεση όλων των περιττών βρυσών από τη γραμμή σφαγής.
7. Οι αποστειρωτές μαχαιριών πρέπει να είναι μονωμένοι και καλυμμένοι. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατμός χαμηλής πίεσης για την αποστείρωση των μαχαιριών.
8. Μπορεί να υπάρχει θαλαμίσκος για τον καθαρισμό των χεριών με διάταξη που δεν τρέχει το νερό όταν δεν υπάρχει άτομο στο χώρο.
9. Διαχείριση και έλεγχος της χρήσης συμπιεσμένου αέρα.
10. Διαχείριση και έλεγχος της χρήσης τεχνητού αερισμού.
11. Χρήση φυγοκεντρικών ανεμιστήρων που φυσάνε προς τα πίσω (backward bowed centrifugal fans) στον τεχνητό αερισμό και στα συστήματα ψύξης.
12. Διαχείριση και έλεγχος στη χρήση του ζεστού νερού.
13. Όλα τα άκρα που δεν προορίζονται για χρήση στο βυρσοδεψείο μαζί με τα δέρματα και τις δορές πρέπει να κόβονται και να απομακρύνονται.

2.4.9.1 Πρόσθετες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) για σφαγεία μεγάλων ζώων

Εκτός από τα γενικά μέτρα οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) περιλαμβάνουν:

1. Πρέπει να μην ταΐζονται τα ζώα 12 ώρες πριν τη σφαγή τους, γεγονός που αν συνδυαστεί με την ελαχιστοποίηση του χρόνου που παραμένουν τα ζώα στο σφαγείο θα ελαχιστοποιηθεί και η παραγωγή κοπριάς στο σφαγείο.
2. Έλεγχος στη διαθεσιμότητα του πόσιμου νερού ανάλογα με τη ζήτηση.
3. Οι καταγωνιστές (shower) που χρησιμοποιούνται για λόγους καλής διαβίωσης των χοίρων όταν ο καιρός είναι ζεστός και ξηρός, μπορούν να αντικατασταθούν από ακροφύσια (nozzles) που ελέγχονται με χρονοδιακόπτη.
4. Οι χώροι ανάπαυσης και αναμονής των ζώων μπορεί να καθαρίζονται με στεγνή μέθοδο και μόνο περιοδικά να καθαρίζονται με νερό.
5. Χρήση ελαστικών μάκτρων για τον αρχικό καθαρισμό της γούρνας συλλογής του αίματος.
6. Ζεμάτισμα των χοίρων με ατμό (κατακόρυφο ζεμάτισμα)
7. Σε υπάρχοντα σφαγεία, που δεν είναι ακόμα οικονομικά βιώσιμη η λύση της αντικατάστασης με ζεμάτισμα με ατμό, μπορούν να μονωθούν οι δεξαμενές ζεματίσματος των χοίρων και να προστεθεί κάλυμμα. Επίσης μπορεί να ελέγχεται η στάθμη του νερού σε αυτές τις δεξαμενές.
8. Επαναχρησιμοποίηση του κρύου νερού στις μηχανές αφαίρεσης των τριχών (αποτρίχωσης) και αντικατάσταση των σωλήνων εισόδου του νερού με επίπεδα ακροφύσια.
9. Επαναχρησιμοποίηση του νερού ψύξης από τους κλίβανους καψάλισματος των χοίρων.
10. Ανάκτηση θερμότητας από τα αέρια στην έξοδο της διάταξης καψάλισματος των χοίρων, για προθέρμανση του νερού.
11. Για τον καταγωνισμό των χοίρων μετά το καψάλισμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίπεδα ακροφύσια.
12. Κατά την επεξεργασία της πέτσας (rind) των χοίρων μπορούν να αντικατασταθούν οι σωλήνες εισόδου του νερού με επίπεδα ακροφύσια.
13. Η αποστείρωση των πριονιών για το άνοιγμα του θώρακα των ζώων μπορεί να γίνει σε θαλαμίσκους με ακροφύσια που λειτουργούν αυτόματα με ζεστό νερό.
14. Ρύθμιση και ελαχιστοποίηση του νερού που χρησιμοποιείται για την μεταφορά των εντέρων.
15. Η ψύξη των χοίρων μπορεί να γίνει είτε με τη χρήση συστήματος υδρονέφωσης (mist) είτε με σήραγγα άμεσης ψύξης (shock-cooling tunnel).
16. Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση καταγωνισμού στους χοίρους πριν την ψύξη τους σε σήραγγα ψύξης (chilling tunnel).
17. Εκκένωση των στομαχιών με ξηρό τρόπο.
18. Το περιεχόμενο των λεπτών εντέρων μπορεί να συλλεχθεί με ξηρό τρόπο, ανάλογα με το αν προορίζονται ή όχι για περιβλήματα λουκάνικων.
19. Ρύθμιση και ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού κατά τη διάρκεια της πλύσης των λεπτών και παχέων εντέρων.
20. Ρύθμιση και ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού κατά τη διάρκεια της πλύσης των γλωσσών και των καρδιών.
21. Χρήση μηχανικής παγίδας λίπους για την απομάκρυνση του λίπους από το νερό.

22. Για τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές που αφορούν την επεξεργασία των δορών και δερμάτων στο βυρσοδευείο συστήνεται η όσο το δυνατό πιο σύντομη επεξεργασία τους όταν είναι ακόμα «φρέσκα».
23. Όταν δεν είναι εφικτό να επεξεργαστούν οι δορές και τα δέρματα πριν περάσουν 8 – 12 ώρες, ανάλογα με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες, πρέπει να αποθηκευτούν σε θερμοκρασίες μεταξύ 10 και 15 °C.
24. Όταν δεν είναι εφικτό να επεξεργαστούν οι δορές και τα δέρματα πριν περάσουν 5 – 8 ημέρες (και έχουν περάσει 8 – 12 ώρες), ανάλογα με τις τοπικές κλιματικές συνθήκες, πρέπει να ψυχθούν άμεσα σε θερμοκρασίες 2 °C.
25. Αν τα δέρματα και οι δορές πρέπει να αποθηκευτούν για περισσότερο από 8 μέρες, πρέπει άμεσα να προστίθεται αλάτι σε τύμπανο (drum).

2.4.9.2 Πρόσθετες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) για σφαγεία πτηνών

Εκτός από τα γενικά μέτρα οι βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές (BAT) περιλαμβάνουν:

1. Πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα μείωσης της σκόνης κατά την εκφόρτωση των πτηνών.
2. Αναισθητοποίηση των πτηνών με χρήση αδρανών αερίων κατά τη μεταφορά τους στο σφαγείο μέσα στο κοντέινερ.
3. Μείωση της κατανάλωσης νερού κατά τη σφαγή των πτηνών, με αφαίρεση του εξοπλισμού πλυσίματος σε όλα τα στάδια της γραμμής σφαγής, εκτός από μετά το μάδημα (αφαίρεση πτερών) και την αφαίρεση των εντοσθίων.
4. Χρήση ατμού για το ζεμάτισμα των πτηνών.
5. Όταν δεν μπορούν να αντικατασταθούν με ατμό οι δεξαμενές ζεματίσματος σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις, προτείνεται να μονώνονται.
6. Χρήση ακροφυσίων αντί για σωλήνες εισόδου του νερού κατά τον καταιωνισμό των πτηνών, μετά την αφαίρεση των πτερών (μάδημα).
7. Χρήση ανακυκλωμένου νερού, π.χ. από τη δεξαμενή ζεματίσματος, για την μεταφορά των πτερών.
8. Χρήση κατάλληλων καταιωνιστών για το πλύσιμο των πτηνών, κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης των εντοσθίων.
9. Ψύξη των πτηνών με εμβάπτιση / περιστροφή σε συνδυασμό με έλεγχο, ρύθμιση και ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού.

2.5 Εφαρμογή της Οδηγίας IPPC στην Κύπρο σε σφαγεία

Η Κύπρος υπέβαλε αίτηση για να γίνει μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 4 Ιουλίου 1990 [Fatta et al, 2003]. Για να εισέλθει επίσημα στη ΕΕ, η Κύπρος έπρεπε να ακολουθήσει μια διαδικασία εφαρμογής κάποιων συγκεκριμένων μέτρων και να λάβει υπόψη όλες τις υποχρεώσεις που το δέκατο πέμπτο κράτος μέλος έπρεπε να ακολουθήσει. Ένας μεγάλος αριθμός υποχρεώσεων προέκυψε από την Οδηγία European Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive 96/ 61/EC, που αφορούσε στην προστασία του περιβάλλοντος συνολικά, και την δημόσια υγεία ειδικότερα. Αυτό είχε συνέπειες στους τρόπους προσδιορισμού, στις μεθόδους περιορισμού της ρύπανσης και στις τεχνικές ελέγχου για αρκετούς βιομηχανικούς τομείς, που καλύπτονταν από την οδηγία IPPC. Σε αυτό το πλαίσιο, το Εθνικό

Μετσόβιο Πολυτεχνείο, μετά από εκτενή εξέταση της βιβλιογραφίας που σχετίζονταν με τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (Best Available Techniques - BATs), ανέπτυξε κατευθυντήριες οδηγίες για την εφαρμογή των BATs για 14 κατηγορίες της βιομηχανίας στη Κύπρο. Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκαν:

- Οι τεχνικές για ελαχιστοποίηση των φορτίων
- Οι τεχνικές για την αποτροπή εκπομπών
- Οι τεχνικές για την επεξεργασία ρύπων σε υγρή μορφή (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία)
- Οι τεχνικές για την επεξεργασία και την διάθεση των αποβλήτων (επεξεργασία ιλύος, διάθεση)
- Οι τεχνικές για την ανάκτηση και ανακύκλωση
- Οι τεχνικές για την επεξεργασία των εκπομπών στον αέρα
- Οι οριακές τιμές εκπομπής
- Οι πηγές (στον αέρα, στο νερό) και εκπομπές (διεργασιών και πηγές στερεών αποβλήτων)
- Ο έλεγχος συμμόρφωσης (έλεγχος αέριων εκπομπών, υγρών αποβλήτων, στερεών αποβλήτων)

Η συγκεκριμένη μελέτη των Fatta et al (2003) επικεντρώθηκε στα σφαγεία της Κύπρου (βλέπε Παράρτημα Η.ΙΙΙ). Το κεντρικό δημοτικό σφαγείο (Central Slaughterhouse Board) είναι το κύριο σφαγείο στην Κύπρο για χοίρους, βοοειδή, πρόβατα και αίγες. Η μονάδα κατασκευάστηκε το 1988 και έχει εγκαταστάσεις επεξεργασίας (δεξαμενές - lagoons) για τον χειρισμό των υγρών αποβλήτων. Το σύστημα επεξεργασίας αποτελείται από μηχανική προεπεξεργασία (περιστρεφόμενο κόσκινο - roto sieve), δύο αναερόβιες δεξαμενές (anaerobic lagoons) και μία αναερόβια δεξαμενή [Fatta et al, 2003].

Πίνακας 2.10: Δραστηριότητες που παράγουν στερεά και υγρά απόβλητα.

Περιγραφή διεργασίας	Χοίροι		Βοοειδή		Πρόβατα	
	Στερεά απόβλητα	Υγρά απόβλητα	Στερεά απόβλητα	Υγρά απόβλητα	Στερεά απόβλητα	Υγρά απόβλητα
Καταγραφή	-	-	-	-		
Σταβλισμός	+	+	*	*	*	*
Θανάτωση	-	+(αίμα)	+	+	+	+
Προπλύση	-	+	*	*	*	
Αποτρίχωση	-	-	-	-	-	-
Απομάκρυνση (εντόσθιων)	+(col)	-	-	-	-	-
Απομάκρυνση (οργάνων)	+(col)	-	-	-	-	-
Πλύσιμο	-	+	-	+	-	+
Καταγραφή / ψύξη	-	-	-	-	-	-

- : όχι,

+ : ναι,

* : δεν εφαρμόζονται,

col : συλλέγονται.

Πηγή: Fatta D., Marneri M., Papadopoulos A., Moustakas K., Haralambous K., Loizidou M., "Development of guidelines on best practices for the slaughter of animals in Cyprus", Elsevier Science Ltd, Pergamon, Waste Management, vol. 23, p. 157 – 165, 2003.

Οι δραστηριότητες που παράγουν στερεά και υγρά απόβλητα στο συγκεκριμένο σφαγείο συνοψίζονται στον Πίνακα 2.10. Τα υγρά απόβλητα ήταν 120.000 m³ / έτος. Το κύριο χαρακτηριστικό των αποβλήτων μετά την βιολογική

επεξεργασία ήταν: pH: 8,14, BOD₅: 108 mg / l, COD: 635 mg / l και αιωρούμενα στερεά (SS): 365 mg / l. Τα δεδομένα που αφορούν ποσότητες ζώων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.11.

Πίνακας 2.11: Ποσότητες ζώων που σφάζονται στην Κύπρο.

Περιγραφή	1993	1994	1995	1999
Χοίροι	360.000	420.000	430.000	395.000
Βοοειδή	12.000	13.300	16.000	14.000
Πρόβατα	170.000	175.000	160.000	137.000
Σύνολο	552.000	608.300	606.000	546.000

Πηγή: Fatta D., Marneri M., Papadopoulos A., Moustakas K., Haralambous K., Loizidou M., "Development of guidelines on best practices for the slaughter of animals in Cyprus", Elsevier Science Ltd, Pergamon, Waste Management, vol. 23, p. 157 – 165, 2003.

Στα σφαγεία στην Κύπρο εξετάστηκε η κατανάλωση νερού, οι ποσότητες υγρών αποβλήτων, τα στερεά απόβλητα, η κατανάλωση ενέργειας και η χρήση χημικών ουσιών.

Τα υγρά και στερεά απόβλητα παράγονται από την παραγωγική διαδικασία των σφαγείων. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, προτείνονται σε πρώτη φάση διάφορες τεχνικές πρόληψης, οι οποίες ακολουθούνται από τεχνικές επεξεργασίας. Γενικά απαιτείται η βελτίωση της συλλογής του αίματος και της χρήσης νερού. Επιπλέον, στο κοντινό μέλλον, από τις υπάρχουσες αναερόβιες δεξαμενές θα έπρεπε να απομακρυνθούν οι λάσπες. Καθώς κάθε σύστημα επεξεργασίας παράγει πλεόνασμα βιολογικής λάσπης, στη λάσπη πρέπει να εφαρμοστεί πύκνωση (thickening) και ξήρανση (dewatering) για τη μείωση του όγκου που τελικά διατίθεται. Μπορούν να εφαρμοστούν διάφοροι τύποι συστημάτων επεξεργασίας για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που παράγονται. Χρειάζεται προσοχή, δεδομένου ότι η καλή διαχείριση επηρεάζει την ικανότητα των συστημάτων επεξεργασίας και την περιβαλλοντική επίδοση.

Με βάση την εργασία που πραγματοποιήθηκε για το κεντρικό σφαγείο στην Κύπρο, μπορούν να αναφερθούν οι ακόλουθες περιπτώσεις ως γενικά συμπεράσματα:

- Ø Υπάρχει η εντύπωση ότι η διαχείριση (housekeeping) θα μπορούσε να βελτιωθεί, ειδικά σε ότι αφορά τη μείωση της ροής του αίματος στα σημεία σφαγής, τον καθαρισμό των χώρων σταβλισμού και την διαχείριση της κοπριάς.
- Ø Η χρήση του νερού πρέπει να βελτιωθεί.
- Ø Υπάρχει η ανάγκη για την εγκατάσταση ενός συστήματος επεξεργασίας λάσπης.
- Ø Το σφαγείο έχει ένα ικανοποιητικό σύστημα ελέγχου και καταγραφής των αναλύσεων.

Βιβλιογραφία

- Αβούρη Α., Δαουλτζή Β., Περαντωνάκη Ρ., Γρηγοροπούλου Ε., «Η Ελληνική Νομοθεσία για το Περιβάλλον», HELECO '93, 1^η Διεθνής Έκθεση και Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος, ΤΕΕ, Τόμος ΙΙ, p. 215 – 231, Αθήνα 1 – 4 Απριλίου 1993.
- Αντωνόπουλος Ι., «Νομοθεσία και προϋποθέσεις ίδρυσης σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων. Σύγχρονες τάσεις», Ημερίδα: «Οργάνωση και λειτουργία σφαγιοτεχνικών εγκαταστάσεων και περιβάλλον», ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Χαλκίδα 26 Απριλίου 1996.
- Βαβίζος Γ. και Μερτζάνης Α., «Περιβάλλον, Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων», εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2003.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.
- Fatta D., Marneri M., Papadopoulos A., Moustakas K., Haralambous K., Loizidou M., “Development of guidelines on best practices for the slaughter of animals in Cyprus”, Elsevier Science Ltd, Pergamon, Waste Management, vol. 23, p. 157 – 165, 2003.
- Graedel T. and Allenby B., “Industrial Ecology”, ed. Prentice Hall, New Jersey 1999.
- Καρβούνης Σ., «Οικονομοτεχνικές μελέτες», εκδ. Σταμούλης, Αθήνα 2000.
- Μεσόγειος SOS, «Νερό από που έρχεται, πόσο κοστίζει;», τ. 49: «Νερό», Οκτώβριος – Δεκέμβριος 2005.
- Μιχαλοπούλου Χ., «Νομοθεσία για το Περιβάλλον», εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2004.
- Μιχαλοπούλου Χ. και Μουχταρόπουλος Α., «Περιβάλλον, νομοθεσία», Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Κ. Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 1995.
- Ξανθούλης Γ., «Τα όρια της Περιβαλλοντικής Ευθύνης της Βιομηχανίας και τα προβλήματα ασφαλισμότητας της», HELECO '03, 4^η Διεθνής Έκθεση και Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος, ΤΕΕ, Τόμος Γ, p. 482 – 489, Αθήνα 30 Ιανουαρίου – 2 Φεβρουαρίου 2003.
- Stephenson R. and Blackburn J., “The industrial wastewater systems handbook”, ed. Lewis Publishers, Boca Raton 1998.
- Τζέκου Α., «Η περιβαλλοντική διαχείριση στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και η εισαγωγή της βιομηχανίας λυμάτων στη νέα προσέγγιση», HELECO '03, 4^η Διεθνής Έκθεση και Συνέδριο για την Τεχνολογία Περιβάλλοντος, ΤΕΕ, Τόμος Β, p. 542 – 548, Αθήνα 30 Ιανουαρίου – 2 Φεβρουαρίου 2003.

- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Δ/ση Κτηνιατρικής, Δ/ση Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας, Γραφείο Διαχείρισης Ζωικών Αποβλήτων, <http://www.minagric.gr/greek/2.3.4Ap.html>, 2006.
- USA-EPA (Environmental Protection Agency), Whitman C., Mehan T., Frace S., Lewis S., Wheeler W., “Economic Analysis of Proposed Effluent Limitations - Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry”, <http://www.epa.gov/ost/guide/mpp/chapters1to8.pdf>, 2002a.
- USA-EPA (Environmental Protection Agency), “Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category (40 CFR 432)”, <http://www.epa.gov/ost/guide/mpp/technicaldev.pdf>, 2002b.
- Water Environment Federation, “Developing source control programs for commercial and industrial wastewater”, ed. Water Environment Federation, Alexandria, USA 1996.

Βιβλιογραφία Νομοθεσίας

- EUROPA, Περιβάλλον, Περιβαλλοντική Πολιτική, Περιβαλλοντική Νομοθεσία, <http://europa.eu/scadplus/leg/el/s15008.htm>.
- EUROPA, Environment, Community environmental law, http://ec.europa.eu/environment/index_el.htm.
- EUROPA, EUR-Lex, Νομοθεσία, <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/>.
- ΚΥΑ 13727 / 724 / 2003 (ΦΕΚ 1087 / Β / 5-8-2003): «Αντιστοίχιση των κατηγοριών των βιομηχανικών και βιοτεχνικών δραστηριοτήτων με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στα πολεοδομικά διατάγματα»
- ΚΥΑ 15393 / 2332 / 2002 (ΦΕΚ 1022 / Β / 5 – 8 – 2002): «Κατάταξη δημόσιων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το άρθρο 3 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με το άρθρο 1 του Ν. 3010 / 2002. Εναρμόνιση του Ν. 1650 / 86 με τις οδηγίες 97 / 11 / ΕΕ και 96 / 61 / ΕΕ»
- ΚΥΑ 25535 / 3281 / 2002 (ΦΕΚ 1463 / Β/ 20 – 11 – 2002): «Έγκριση περιβαλλοντικών όρων από το Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας των έργων και δραστηριοτήτων που κατατάσσονται στην υποκατηγορία 2 της Α΄ κατηγορίας σύμφωνα με την υπ΄ αρ. ΗΠ 15393 / 2332 / 2002 ΚΥΑ»
- ΚΥΑ 3277 / 209 / 2000 (ΦΕΚ 180 / Β / 17 – 2 - 2000): «Καθορισμός γενικών αρχών και αρμόδιων υπηρεσιών, για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος»
- ΚΥΑ 37111 / 2021 / 2003 (ΦΕΚ 1391 / Β / 29 – 9 – 2003): «Καθορισμός τρόπου ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού κατά τη διαδικασία έγκρισης περιβαλλοντικών όρων των έργων και δραστηριοτήτων σύμφωνα με την παράγραφο 2 του άρθρου 5 του Ν. 1650 / 1986 όπως αντικαταστάθηκε με τις παραγράφους 2 και 3 του άρθρου 3 του Ν. 3010 / 2002»

- ΚΥΑ 50388 / 2704 / Ε103 / 2003 (ΦΕΚ 1866 / Β/ 12 – 12 - 2003): «Τροποποίηση και συμπλήρωση της Πράξης Υπουργικού Συμβουλίου 2 / 1 -2 – 2001 [Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της οδηγίας 76 / 464 / ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976 (Α΄ 15)]»
- ΚΥΑ 69269 / 5387 / 1990 (ΦΕΚ 678 / Β / 25-10-1990): «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες, περιεχόμενο Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), καθορισμός περιεχομένου ειδικών περιβαλλοντικών μελετών (ΕΠΜ) και λοιπές συναφείς διατάξεις, σύμφωνα με το Ν. 1650 / 1986»
- Οδηγία 2004/35/ΕΚ: σχετικά με την περιβαλλοντική ευθύνη όσον αφορά την πρόληψη και την αποκατάσταση περιβαλλοντικής ζημίας.
- Νόμος 1650 / 1986 (ΦΕΚ 160 / Α / 18 – 10 – 1986): «για την προστασία του περιβάλλοντος»
- Νόμο 1739 / 1987 (ΦΕΚ 201^Α / 20 – 11 – 1987): «Διαχείριση των υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις»
- Νόμος 3010 / 2002 (ΦΕΚ 91 / Α / 25 – 4 – 2002): «Εναρμόνιση του Ν. 1650 / 1986 με τις οδηγίες 97 / 11 Ε.Ε. και 96 / 61 Ε.Ε., διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις».
- Νόμος 3199 / 2003 (ΦΕΚ 280 / Α / 9 – 12 – 2003): «Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000 / 60 / ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000»
- Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου 34 / 30 – 5 – 2002 (ΦΕΚ 125 / Α / 5 – 6 – 2002): «Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου και οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου»
- Πράξη Υπουργικού Συμβουλίου 5 / 27 – 2 – 2003 (ΦΕΚ 58 / Β / 5 – 3 – 2003): «Έγκριση Εθνικού Προγράμματος μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου (2000 – 2010) σύμφωνα με το άρθρο τρίτο (παράγραφος 3) του Ν. 3017 / 2002 (ΦΕΚ Α΄ 117)»

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Κεφάλαιο 3

Χαρακτηριστικά των αποβλήτων των σφαγείων

Σύνοψη

Τα υγρά απόβλητα των σφαγείων έχουν υψηλό οργανικό φορτίο και επομένως προκαλούν μεγάλη επιβάρυνση στο περιβάλλον. Για παράδειγμα η διάθεση της εκροής ενός σφαγείου σε υδάτινο αποδέκτη προκαλεί ανοξικές συνθήκες (έλλειψη οξυγόνου) σε αυτό τον αποδέκτη και μπορεί να προκαλέσει ακόμα και ρύπανση των υπόγειων νερών. Το αίμα, ένας από τους κυριότερους διαλυμένους ρύπους στα υγρά απόβλητα σφαγείων, έχει χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) 375.000 mg / l και επομένως η συλλογή του είναι μια από τις σημαντικότερες τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο. Τα υγρά απόβλητα σφαγείου περιέχουν ακόμα υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών (SS), όπως λίπη, έλαια, τρίχες, φτερά, κρέας, κοπριά, άμμο και μη χωνεμένες τροφές. Αυτά τα αδιάλυτα και αργά βιοαποδομήσιμα αιωρούμενα στερεά εκφράζουν το 50 % του ρυπαντικού φορτίου στα υγρά απόβλητα σφαγείου με μέγεθος μεγαλύτερο των οπών κόσκινου (1 mm), ενώ ένα άλλο 25 % προέρχεται από τα κολλοειδή στερεά. Στην ουσία τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά θέματα που συνδέονται με τις διεργασίες των σφαγείων είναι η κατανάλωση νερού, η απόρριψη υγρών υψηλού οργανικού φορτίου στο νερό και η κατανάλωση ενέργειας που είναι απαραίτητη για θέρμανση και την παραγωγή ζεστού νερού και νερού ψύξης.

Στο παρελθόν, τα ζωικά παραπροϊόντα ήταν μια πολύτιμη πηγή εισοδήματος για τα σφαγεία, αλλά τα τελευταία χρόνια η αξία τους μειώθηκε σημαντικά λόγω της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών (BSE) και ακόμα ένα μεγάλο μέρος των υλών που χρησιμοποιούνταν για την παραγωγή τους, τώρα διατίθενται ως απόβλητα αυξάνοντας το κόστος λειτουργίας του σφαγείου. Η αποτέφρωση ουσιών που πρέπει να διατεθούν ως απόβλητα αποτελεί μια εναλλακτική λύση της υγειονομικής ταφής και από πολλές απόψεις μπορεί να θεωρηθεί ως η μόνη αξιόπιστη μέθοδος επεξεργασίας για την εξάλειψη των μολυσματικών συστατικών που είναι παρόντα στα απόβλητα των σφαγείων. Όταν η αποτέφρωση συνδυάζεται με ενεργειακή ανάκτηση μπορεί να μειώσει την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων και των εκπομπών που συνδέονται με την καύση τους. Σήμερα υπάρχουν δυνατότητες για την ανάκτηση ενέργειας υπό μορφή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Αλλά όμως, η αποτέφρωση όταν δεν είναι σωστά σχεδιασμένες οι εγκαταστάσεις συνδέεται με την παραγωγή και την απελευθέρωση αέριων καρκινογόνων και τοξικών ενώσεων.

Έτσι γίνεται αναγκαία η λεπτομερής παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών για τις διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα σφαγείο. Καταγράφοντας το εύρος των επιπέδων των τιμών για δεδομένες διεργασίες, υπάρχει η δυνατότητα να αξιολογηθούν εναλλακτικές λύσεις και να βελτιωθεί η περιβαλλοντική απόδοση της μονάδας σε σύγκριση με άλλες παρόμοιες μονάδες και σε σχέση με τη βιβλιογραφία, στα πλαίσια των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (BAT). Επιπλέον, η μελέτη των στοιχείων από τις διάφορες διεργασίες δείχνει ότι είναι δυνατόν να μετρηθούν τα επίπεδα κατανάλωσης και εκπομπών σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο λειτουργίας και έτσι να παρακολουθούνται οι βελτιώσεις. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για τον προσδιορισμό των κυριότερων διεργασιών κάθε μονάδας που επιδέχονται βελτιώσεις.

Για παράδειγμα η διεργασία της επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων εξετάζεται τόσο ως προς την ελαχιστοποίηση των οργανικών ουσιών και των στερεών

αποβλήτων όσο και για τον έλεγχο των οσμών που εκλύονται από τα στερεά απόβλητα και ακόμα για το χειρισμό και τη διάθεση των στερεών αποβλήτων ως μη επικίνδυνων απόβλητων.

3.1 Γενικά

Ο τρόπος αντιμετώπισης και ανάλυσης των χαρακτηριστικών των αποβλήτων των σφαγείων που χρησιμοποιείται σε αυτό το κεφάλαιο (κεφάλαιο 3) βασίζεται στη φιλοσοφία της Οικολογικής Βιομηχανίας (industrial ecology – IE) και των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (BAT), όπως τις περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Επίσης γίνεται σαφής υιοθέτηση των αρχών της φιλοσοφίας της Καθαρότερης Παραγωγής (Cleaner Production), όπως αυτή ορίζεται από το UNEP (United Nations Environment Programme).

Ως Καθαρότερη Παραγωγή (Cleaner Production) ορίζεται η συνεχής εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης, προληπτικής, περιβαλλοντικής στρατηγικής που εφαρμόζεται στις διαδικασίες, τα προϊόντα, και τις υπηρεσίες για να αυξήσει τη γενική αποδοτικότητα και να μειώσει τους κινδύνους για τους ανθρώπους και το περιβάλλον [UNEP and Danish Environmental Protection Agency, a]. Είναι μια προσέγγιση διαφορετική από τον παραδοσιακό «έλεγχο της ρύπανσης» (pollution control) στα πλαίσια της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Όπου ο έλεγχος της ρύπανσης είναι μια προσέγγιση αντίδρασης και χειρισμού μετά το γεγονός (after-the-event). Αντίθετα η φιλοσοφία της Καθαρότερης Παραγωγής (Cleaner Production) βασίζεται στην πρόβλεψη και την αποτροπή.

Η Καθαρότερη Παραγωγή (Cleaner Production) εφαρμόζεται στις διαδικασίες παραγωγής, για να πετύχουμε διατήρηση των πόρων, ελαχιστοποίηση των τοξικών πρώτων υλών και μείωση των αποβλήτων και των εκπομπών. Δηλαδή, μπορεί να εφαρμοστεί σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός οιαδήποτε προϊόντος, από την αρχική φάση σχεδιασμού, μέχρι τη φάση κατανάλωσης και διάθεσης. Μια που οι τεχνικές της καθαρότερης παραγωγής περιλαμβάνουν τόσο βελτιωμένες πρακτικές διοίκησης, όσο και βελτιστοποίηση των διαδικασιών, αντικατάσταση των πρώτων υλών όπου αυτό απαιτείται και χρήση νέων τεχνολογιών ή ακόμα και σχεδιασμό νέων προϊόντων.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της Καθαρότερης Παραγωγής είναι ότι με την μείωση της αντιπαραγωγικής χρήσης των πόρων και την αποφυγή της περιττής παραγωγής αποβλήτων, μια επιχείρηση μπορεί να επωφεληθεί από τη μείωση των λειτουργικών δαπανών, μείωση των δαπανών επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων και τη μειωμένη ευθύνη των ενδεχόμενων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η επένδυση για την καθαρότερη παραγωγή, που θα αποτρέψει τη ρύπανση και θα μειώσει την κατανάλωση των πόρων είναι οικονομικά πιο αποδοτική από τις πολυδάπανες λύσεις που στηρίζονται στις τεχνικές ελέγχου κατόπιν εορτής (end-of-pipe) «λύσεις ελέγχου εκροών» [UNEP and Danish Environmental Protection Agency, a]. Τέλος ένα καλό σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (Environmental Management System - EMS) παρέχει τη δυνατότητα σε μια επιχείρηση να διαθέτει μια συγκροτημένη δομή λήψης αποφάσεων και ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα δράσης για να επιτύχει την Καθαρότερη Παραγωγή (Cleaner Production) από τη στρατηγική της επιχείρησης, έως τη διαχείριση και τις καθημερινές διαδικασίες [UNEP and Danish Environmental Protection Agency, b].

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια προσπάθεια να περιγραφούν οι διάφορες εκπομπές και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από ένα σφαγείο και τις άλλες μονάδες

που συνδέονται με τα παραπροϊόντα του σφαγείου. Ακόμα στόχος είναι να καθοριστεί όσο γίνεται το είδος των αποβλήτων αυτών και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.

Τα υγρά απόβλητα σφαγείου είναι πολύ επικίνδυνα για το περιβάλλον. Η διάθεση των εκροών του σφαγείου προκαλεί ανοξικές συνθήκες (έλλειψη οξυγόνου) στους υδάτινους αποδέκτες και μόλυνση των υπόγειων νερών. Το δυναμικό ρύπανσης των μονάδων επεξεργασίας κρέατος και των σφαγείων έχει υπολογιστεί ότι ξεπερνά το 1 εκατομμύριο ισοδύναμου πληθυσμού στην Ολλανδία, και 3 εκατομμύρια στην Γαλλία [Massé and Masse, 2000b]. Το αίμα, ένας από τους κυριότερους διαλυμένους ρύπους των υγρών αποβλήτων σφαγείων, έχει χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) 375.000 mg / l. Τα υγρά απόβλητα σφαγείου επίσης περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών (SS), συμπεριλαμβάνοντας λίπη, έλαια, τρίχες, φτερά, κρέας, κοπριά, άμμο και μη χωνεμένες τροφές. Αυτά τα αδιάλυτα και αργά βιοαποδομήσιμα αιωρούμενα στερεά εκφράζουν το 50 % του ρυπαντικού φορτίου στα υγρά απόβλητα σφαγείου που περνούν από κόσκινο (1 mm), ενώ ένα άλλο 25 % προέρχεται από τα κολλοειδή στερεά [Massé and Masse, 2000b].

Σύμφωνα με τον Μαρκαντωνάτο (1990) ο όγκος των αποβλήτων σε μεγάλα σφαγεία έχει βρεθεί 7 – 9 m³ / t ζώντος βάρους βοοειδών, με μέσες τιμές για BOD₅ περίπου 1850 – 2000 mg / l και για αιωρούμενα στερεά SS γύρω στα 930 mg / l. Ενώ οι χαρακτηριστικές τιμές οργανικού φορτίου υγρών αποβλήτων εκροής σφαγείου είναι 4 - 18 kg COD ανά τόνο του ζώντος βάρους σφάγιου [UNEP and Danish Environmental Protection Agency, a].

3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά σφαγείων

Τα μεγάλα σφαγεία ζώων μπορούν, γενικά, να ταξινομηθούν σε δύο ομάδες σύμφωνα με το IPPC, (2003 & 2005). Η πρώτη ομάδα διενεργεί μόνο τις τυπικές διεργασίες των σφαγείων, δηλαδή θανάτωση των ζώων, απομάκρυνση των εντοσθίων και των άκρων (dress) και ψύξη των σφαγίων για την πώληση τους στους χονδρεμπόρους. Η δεύτερη ομάδα κάνει τις ίδιες διεργασίες, αλλά και επεξεργάζεται τα τεμάχια του κρέατος για να παράγει συγκεκριμένα προϊόντα σε μερίδες κρέατος, και κρέας με ή και χωρίς οστά. Τα οποία στη συνέχεια συσκευάζονται ως ψυγμένα ή καταψυγμένα για να πουληθούν στους χονδρεμπόρους και τους λιανοπωλητές, ή να σταλθούν σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Ακόμα το μεγαλύτερο μέρος των μονάδων επεξεργασίας κρέατος πουλερικών πραγματοποιούν σφαγή, τεμαχισμό και μοίρασμα σε συσκευασίες επί τόπου. Υπάρχει λοιπόν μια τάση στα σφαγεία να επεκταθούν για να παράγουν προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως το τεμαχισμένο σε κύβους κρέας και ο κιμάς. Αυτό απαιτεί μεγάλες επενδύσεις, τις οποίες συχνά μόνο οι μεγαλύτερες, πολυεθνικές επιχειρήσεις μπορούν να κάνουν. Η συγκέντρωση της βιομηχανίας σε λιγότερες αλλά μεγαλύτερες μονάδες μπορεί, επομένως, να αυξηθεί περαιτέρω.

Πολλές γραμμές παραγωγής είναι αυτοματοποιημένες. Συνολικές δυναμικότητες (throughputs), π.χ. 80 βοοειδή, 350 πρόβατα και 300 χοίροι ανά ώρα δεν είναι ασυνήθιστες. Η δυναμικότητα σε ένα τυπικό σφαγείο βοοειδών ή χοίρων είναι σχετικά σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Για τη σφαγή προβάτων, ο Ιούνιος και ο Δεκέμβριος είναι κανονικά οι περίοδοι αιχμής. Επίσης το Πάσχα παρουσιάζεται ένα μέγιστο για τη σφαγή αρνιών λόγω τοπικών παραδόσεων. Η σφαγή πουλερικών είναι μηχανοποιημένη με ρυθμούς σφαγής της τάξης των 100

πτηνών ανά λεπτό να είναι συνηθισμένη και η δυναμικότητα να παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Γενικά, η προσδοκώμενη διάρκεια ζωής των εγκαταστάσεων των σφαγείων είναι περίπου 25 - 40 έτη. Τα σφαγεία πρέπει να ικανοποιούν τα κριτήρια και τα πρότυπα που καθορίζονται στην οδηγία του Συμβουλίου 64/433/ΕΟΚ, όπως αυτή έχει τροποποιηθεί. Αυτή η οδηγία περιλαμβάνει τις προδιαγραφές για το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων, την περάτωση της κατασκευής του σφαγείου και τις μελέτες υγιεινής.

3.3 Εγκαταστάσεις παραπροϊόντων κρέατος ζώων

Στο παρελθόν, τα ζωικά παραπροϊόντα παρείχαν μια πολύτιμη πηγή εισοδήματος για τα σφαγεία, αλλά όμως, λόγω της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών (bovine spongiform encephalopathy – BSE) τα τελευταία χρόνια η αξία τους μειώθηκε σημαντικά και ένα μεγάλο μέρος των υλών που χρησιμοποιούνταν παλιά, τώρα διατίθενται ως απόβλητα με κόστος για τον διαχειριστή του σφαγείου [IPPC, 2003 & 2005].

Η βιομηχανία επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος (rendering industry) χειρίζεται όλες τις πρώτες ύλες που δεν προορίζονται άμεσα για ανθρώπινη κατανάλωση και μερικές που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Οι επιτρεπόμενες χρήσεις τους και η διάθεση τους καθορίζονται από τον Κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3ης Οκτωβρίου 2002 περί κανόνων υγείας σχετικά με τα ζωικά παραπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Πίνακας 3.1: Σύσταση ακατέργαστων πρώτων υλών για βιομηχανίες μη εδωδιμων ζωικών παραπροϊόντων.

Πηγή	Λίπη, % κ.β.	Στερεές πρωτεΐνες, % κ.β.	Υγρασία, % κ.β.
Εντόσθια και οστά από σφαγεία μεγάλων ζώων			
Αρσενικά μοσχάρια	30 - 35	15 - 20	45 - 55
Αγελάδες	10 - 20	20 - 30	50 - 70
Μοσχάρια	10 - 15	15 - 20	65 - 75
Πρόβατα	25 - 30	20 - 25	45 - 55
Χοίροι	25 - 30	10 - 15	55 - 65
Εντόσθια πτηνών	10	25	65
Φτερά πτηνών	0	33	67
Νεκρά ζώα (ολόκληρα)			
Μοσχάρια	10	22	68
Πρόβατα	22	25	53
Χοίροι	30	28	42
Λίπη και οστά από κρεοπωλεία	31	32	37
Αίμα	0	16 - 18	82 - 84
Λίπη για εστιατόρια	65	10	25

Πηγή: USA-EPA (Environmental Protection Agency), Neulicht R. M. and Shular J., "Emission Factor Documentation for AP-42, Section 9.5.3, Meat Rendering Plants" (Final Report), <http://www.epa.gov/agriculture/lcraenf.html>, 1995.

Η απαγόρευση της χρήσης των επεξεργασμένων ζωικών πρωτεϊνών στις ζωοτροφές εκτρεφόμενων ζώων έχει οδηγήσει στη διαφοροποίηση της βιομηχανίας παραπροϊόντων κρέατος ζώων, δηλαδή, ο τελικός χειρισμός είναι πια η αποτέφρωση

ενώ ερευνώνται και οι εναλλακτικοί τρόποι διάθεσης των παραπροϊόντων των σφαγείων και ειδικότερα όλων των υλών εκείνων που ενδέχεται να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (transmissible spongiform encephalopathy – TSE) και όλων των δεδομένης επικινδυνότητας υλικών (specified risk material – SRM). Η βιομηχανία επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος (rendering industry) επεξεργάζεται τελικά πολλά ζωικά παραπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση αν και μερικά από αυτά αποθηκεύονται κατεψυγμένα, για μελλοντική αποτέφρωση.

3.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα σφαγεία

Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά θέματα που συνδέονται με τις διεργασίες των σφαγείων είναι ουσιαστικά η κατανάλωση νερού, η εκπομπή υγρών υψηλού οργανικού φορτίου στο νερό και η κατανάλωση ενέργειας που συνδέεται με το νερό ψύξης και θέρμανσης. Το αίμα που έχει τα υψηλότερα φορτία COD από οποιοδήποτε άλλο υγρό απόβλητο εκροής από τα σφαγεία μεγάλων ζώων και πουλερικών και από τις διεργασίες της συλλογής, της αποθήκευσης και του χειρισμού του κρέατος είναι ένα βασικό πρόβλημα που χρειάζεται αξιολόγηση και πρέπει να τεθεί υπό έλεγχο. Στα περισσότερα σφαγεία, οι εγκαταστάσεις ψύξης είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορεί να αποτελεί το 45 – 90 % του συνολικού φορτίου της μονάδας κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας και σχεδόν το 100 % κατά τη διάρκεια των μη παραγωγικών περιόδων [IPPC, 2003 & 2005]. Η νομοθεσία για τα τρόφιμα και τα κτηνιατρικά απαιτούν να χρησιμοποιείται μόνο πόσιμο νερό στα σφαγεία, χωρίς ουσιαστικά να υπάρχει καμία ευκαιρία για την επαναχρησιμοποίηση του νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη κατανάλωση και τη μόλυνση του νερού και επίσης αυξάνει την ενεργειακή κατανάλωση με τη θέρμανση του νερού. Η εκπομπή οσμών για παράδειγμα κατά την αποθήκευση του αίματος και το χειρισμό του και στις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (waste water treatment plant – WWTPs), μπορεί να είναι το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Σε άλλες περιπτώσεις για παράδειγμα ο θόρυβος από τα ζώα κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης και της τακτοποίησης τους ή ακόμα ο θόρυβος από τους συμπιεστές των ψυκτικών εγκαταστάσεων της μονάδας μπορεί επίσης να οδηγήσει σε τοπικά προβλήματα [IPPC, 2003 & 2005].

Αξίζει ίσως να δούμε καλύτερα τι προέβλεπαν για τα σφαγεία οι Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων στην Ελλάδα του 1992. Οι τιμές απόρριψης για τα βιομηχανικά απόβλητα αυτή την περίοδο είναι ποικίλλες και εξαρτώνται από τον φυσικό αποδέκτη και από τη χώρα που τις θεσπίζει, έτσι για την Ελλάδα του 1992 οι τιμές απόρριψης αποβλήτων από σφαγείο φαίνονται στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί. Ακόμα στα κοινά χαρακτηριστικά όλων των αποβλήτων των βιομηχανιών τροφίμων ανήκουν το οργανικό βιοαποδομήσιμο φορτίο και η τάση για ταχεία ζύμωση. Για όλα τα απόβλητα αυτής της κατηγορίας πρέπει να γίνεται βιολογική επεξεργασία, αλλά όμως είναι απαραίτητο να διατηρείται μια αναλογία BOD / N / P = 100 / 5 / 1 [Γείτονας, 1992].

Επίσης το διάγραμμα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων για σφαγεία και κονσερβο-βιομηχανίες προέβλεπε:

- Προεπεξεργασία: Εσχάρωση (8 – 12 mm), κοσκίνισμα, αφαίρεση λιπών.
- Φυσικοχημική επεξεργασία: Συσσωμάτωση και επίπλευση του συσσωματώματος με αέρα. Χρήση κυρίως FeCl₃ ή πολυμερών σε όξινο περιβάλλον.

- Βιολογική επεξεργασία: Γίνεται με μέση ή χαμηλή φόρτιση ανάλογα με τις τιμές απόρριψης, σε διάταξη ενεργού ιλύος ή βιολογικών φίλτρων μετά από προσεκτική προηγηθείσα προεπεξεργασία [Γείτονας, 1992].

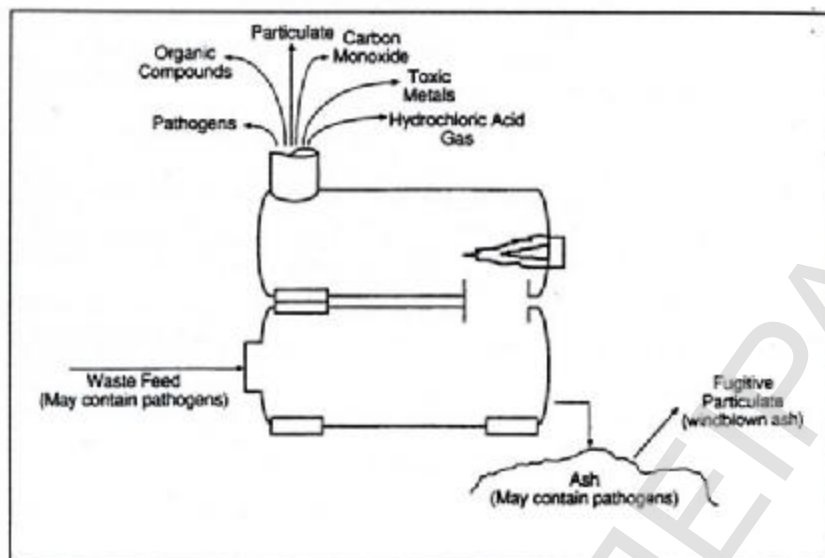
Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά αποβλήτων για απόρριψη σε φυσικό αποδέκτη από σφαγεία και κονσερβοβιομηχανίες.

Παράμετρος g / kg σφάγιου	Σφαγείο μεγάλων ζώων	Σφαγείο χοίρων
COD	32,3 ± 5,2	27,3 ± 9
BOD ₅	13,2 ± 2,2	13,2 ± 4,3
Λίπη (ξηρά)	5,2 ± 1,5	
N ολικό	1,6 ± 0,3	1,6 ± 0,5
TSS	11,8 ± 2,5	9,3 ± 3,4
Υδραυλικό φορτίο	6 – 9 l / 320 kg	5 – 11 l / 80 – 90 kg βάρους

Πηγή: Γείτονας Α., «Επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων», Πρόγραμμα Κατάρτισης Μηχανικών με συγχρηματοδότηση του Ε.Κ.Τ.: «Προστασία Περιβάλλοντος – Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων», ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 1992

3.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εγκαταστάσεις ζωικών παραπροϊόντων

Όλες οι εγκαταστάσεις ζωικών παραπροϊόντων μπορούν ενδεχομένως να εκπέμπουν υγρά με υψηλά οργανικά φορτία στο νερό και να προκαλέσουν σημαντικά τοπικά προβλήματα οσμών. Εάν τα ζωικά παραπροϊόντα δεν υποστούν επεξεργασία άμεσα μετά τη σφαγή και πριν από την αποσύνθεση τους προκαλούν πολλά προβλήματα οσμών ή/και ποιότητας και προβλήματα υγρών αποβλήτων στα κατάντη. Βέβαια μπορούν να καταψυχτούν για να ελαχιστοποιηθεί η αποσύνθεση [IPPC, 2003 & 2005], αλλά όμως αυτό καταναλώνει πολλή ενέργεια. Οι οσμές είναι ένα βασικό περιβαλλοντικό πρόβλημα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering) και της παραγωγής ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων, ακόμα κι αν τα παραπροϊόντα που υφίστανται την επεξεργασία είναι φρέσκα. Η κατανάλωση ενέργειας είναι επίσης ένα τα βασικά προβλήματα για τις εγκαταστάσεις εκείνες που περιλαμβάνουν και δραστηριότητες ξήρανσης, όπως τήξη των λιπών, επεξεργασία μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (rendering), παραγωγή ιχθυάλευρων και ιχθυελαίων, επεξεργασία αίματος, παραγωγή ζελατίνης (gelatine) και παραγωγή κόλλας. Οι εκπομπές των αέριων προϊόντων της καύσης από τους αποτεφρωτήρες (incinerators) στον αέρα, Σχήμα 3.1, είναι ένα ακόμα μεγάλο πρόβλημα, γιατί η μολυσματικότητα όλων των υλών που ενδέχεται να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (transmissible spongiform encephalopathy – TSE) αντιμετωπίζεται με καταστροφή οπότε επιβάλλεται η χρήση αποτεφρωτήρων σε όλες τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος. Ενώ η μολυσματικότητα που συνδέεται με τα παθογόνα θα πρέπει να εξετάζεται με μεγάλη προσοχή τόσο στην περίπτωση της κομποστοποίησης (λιπασματοποίησης) όσο και στην περίπτωση κάθε επεξεργασίας η οποία παράγει παραπροϊόντα ή απόβλητα που μπορούν να υποστούν υγειονομική ταφή, διασκορπισμό ή έγχυση στο έδαφος. Η προσβολή από έντομα, τρωκτικά και πουλιά μπορεί να είναι ένα πρόβλημα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και χρήσης των ζωικών παραπροϊόντων. Στα παραπάνω θα πρέπει να προστεθεί και η κατανάλωση νερού που είναι σημαντική για ορισμένες βιομηχανίες μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (rendering), όπως για παράδειγμα αυτή της παραγωγής ζελατίνης [IPPC, 2003 & 2005 και Lee and Lin, 2000].



Σχήμα 3.1: Αποτέφρωση παραπροϊόντων που μπορεί να περιέχουν παθογόνα.

Πηγή: Lee C. and Lin Sh., "Handbook of environmental engineering calculations", ed. McGraw – Hill, New York 2000.

Σημαντικά λίγες τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων μπορούν να εγγυηθούν την εξάλειψη όλων των παθογόνων μικροοργανισμών και των παραγόντων (agents) που ευθύνονται για την ανάπτυξη τους, ακόμη και αν τα στερεά απόβλητα, ιδιαίτερα τα υγειονομικά στερεά απόβλητα και συγκεκριμένες ύλες από τη σφαγή των ζώων (animal slaughter), έχουν προσδιοριστεί ως σημαντικές πηγές διάφορων παθογόνων (καθορισμός κρίσιμων σημείων ελέγχου) [Hamer, 2003]. Γενικά, οι περισσότερες διαγνωστικές δοκιμές (screening tests) που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση παθογόνων μικροοργανισμών περιλαμβάνουν βακτήρια δείκτες των περιττωμάτων, παρά το γεγονός ότι τα παθογόνα του ανθρώπου περιλαμβάνουν βακτήρια, ζύμες (yeasts), πρωτόζωα, εντερικούς και άλλους σκώληκες, τριηματοειδείς σκώληκες (flukes), ιούς και πρωτεΐνες της νόσου των Creutzfeldt – Jakob (prions) και ότι η μεμονωμένη εξάλειψη και τα χαρακτηριστικά επιβίωσης κάθε είδους μεταβάλλονται εντυπωσιακά [Spellman, 1997]. Οι διεργασίες επίτευξης της υγιεινής περιλαμβάνουν δύο κύριες όψεις: την καταστροφή ή την αναντίστρεπτη αδρανοποίηση (irreversible inactivation) όλων των παθογόνων που είναι παρόντα και την πρόληψη της επακόλουθης επανα-ανάπτυξης (ανάκτησης) ή της νέας μόλυνσης (reinfection) με παθογόνα. Όσον αφορά τις βιολογικές διεργασίες, οι τρεις κύριοι μηχανισμοί που συμβάλουν στην αποτελεσματικότητα των διεργασιών αυτών είναι η αύξηση της θερμοκρασίας, η υδρολυτική παραγωγή ένζυμων και η ύπαρξη κατάλληλων υποστρωμάτων από τα υπολείμματα (high residual substrate affinities). Κατά την αδρανοποίηση με θερμότητα (heat inactivation), η θερμοκρασία της διεργασίας και ο χρόνος συνδέονται αντιστρόφως ανάλογα με την αδρανοποίηση (inactivation), έτσι ώστε να είναι ικανοποιητικοί ακόμα και ελάχιστοι χρόνοι. Έτσι αυτές οι απαιτήσεις εξαρτώνται και από τον εξοπλισμό της διεργασίας και το σχεδιασμό του συστήματος λειτουργίας.

Η θερμόφιλη βιοεπεξεργασία (thermophilic bioprocessing) κυμαίνεται σε ένα εύρος, ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται στην επεξεργασία των αποβλήτων. Ουσιαστικά οποιαδήποτε θερμοκρασία πάνω από τους 45°C , περιγράφεται ως θερμόφιλη, αλλά για την αδρανοποίηση των παθογόνων, μόνο ένα εύρος θερμοκρασιών μεταξύ 60 και 72°C μπορεί να θεωρηθεί εν δυνάμει αποτελεσματικό. Στις θερμοκρασίες που είναι

ελαφρώς πάνω από 72 °C, τα θερμοφιλα βακτήρια (thermophilic bacteria) είναι από μόνα τους αδρανοποιημένα, θέτοντας ένα όριο λειτουργίας σε σχέση με τη θερμοκρασία. Ενώ μια θερμοκρασία 72 °C, σε κατάλληλο χρόνο παραμονής, θα αδρανοποιήσει πολλά παθογόνα, άλλα όμως είναι σε θέση να επιζήσουν, ιδιαίτερα ελλείψει σημαντικής υδρολυτικής ενεργότητας (hydrolytic activity), ή όπου διαμορφώνονται μορφές σε λήθαργο (dormant forms) όπως τα σπόρια.

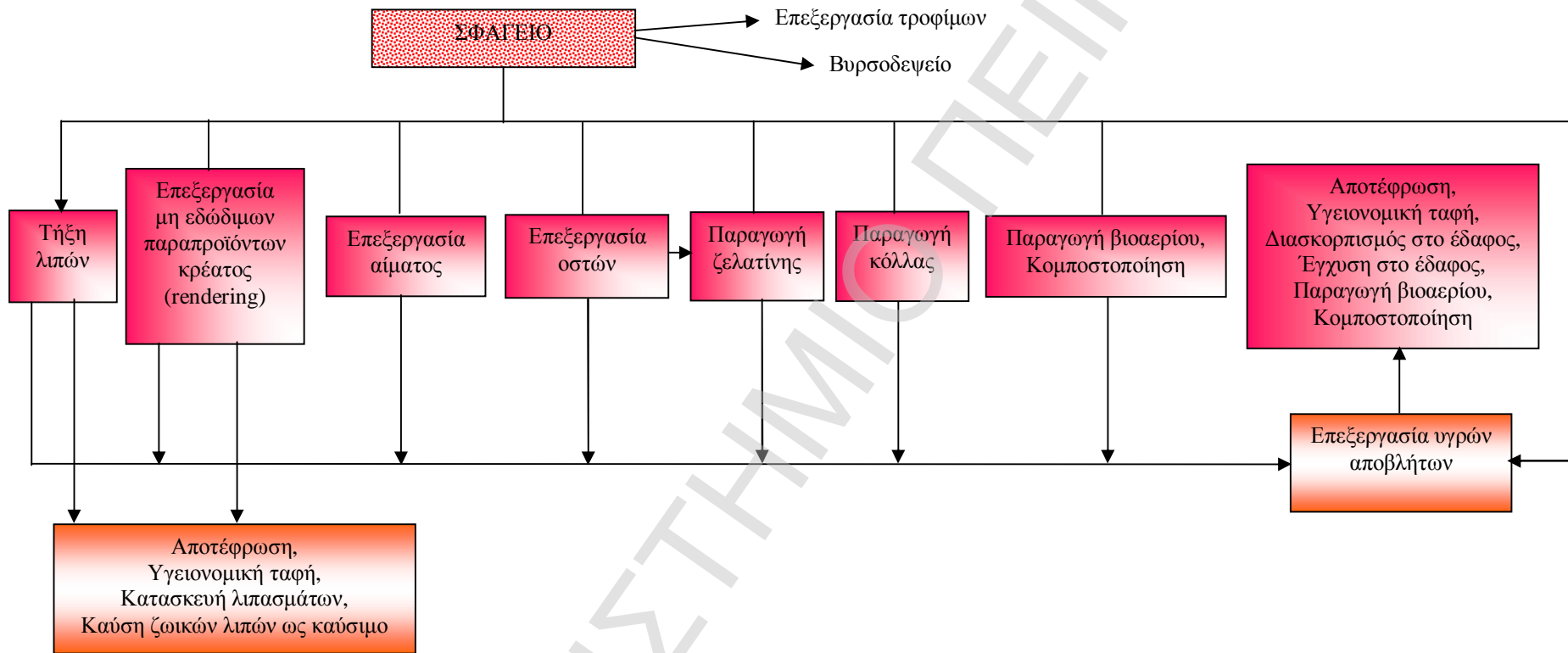
Η αυτόθερμη φύση των θερμοφίλων διεργασιών βιοεπεξεργασίας υψηλής έντασης και ρυθμού είναι η βάση για την οικονομική απόδοση της διεργασίας, αλλά ακόμη και οι μέγιστες θερμοκρασίες των διεργασιών που μπορούν να επιτευχθούν δεν πετυχαίνουν την αποστείρωση, που είναι η απαίτηση για την εξάλειψη των παθογόνων. Ως εκ τούτου, υπάρχει πάντα ένας βαθμός κινδύνου όσον αφορά την πιθανή επιβίωση των παθογόνων, και η αποδοχή ενός τέτοιου κινδύνου πρέπει τελικά να ελεγχθεί ως προς την αξιοπιστία των ιδιαίτερων τεχνολογιών επεξεργασίας και των συστημάτων. Οποιαδήποτε ρεαλιστική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της βιοεπεξεργασίας (biotreatment) για την εξάλειψη των παθογόνων καταλήγει τελικά στο συμπέρασμα ότι τα παθογόνα που μολύνουν σοβαρά τα στερεά απόβλητα δεν συνιστάται να υφίστανται επεξεργασία με οποιαδήποτε διαθέσιμη τεχνολογία βιοεπεξεργασίας, αφήνοντας την αποτέφρωση (incineration) ως την προφανή εναλλακτική τεχνολογία για την επεξεργασία τέτοιων μολυσμένων αποβλήτων με παθογόνα [Hamer, 2003].

3.6 Εφαρμοζόμενες διεργασίες και τεχνικές

Οι σχέσεις μεταξύ των σφαγείων και των κατάντη δραστηριοτήτων τους διευκρινίζονται σε μια πολύ απλουστευμένη και γενική μορφή στο Σχήμα 3.2 που ακολουθεί.

3.7 Τρέχοντα επίπεδα κατανάλωσης και εκπομπών

Το μέσο ζων βάρος και το μέσο βάρος του σφαγίου ποικίλλουν αρκετά μεταξύ των Κρατών Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα δεδομένα κατανάλωσης και εκπομπών από τα σφαγεία και τις μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος αναφέρονται είτε "ανά τόνο των παραγόμενων σφαγίων" είτε "ανά τόνο των παραπροϊόντων που υφίστανται επεξεργασία" σύμφωνα με την ορολογία της Οδηγίας, γεγονός που κάνει συγκρίσιμες τις πληροφορίες από διαφορετικές πηγές [IPPC, 2003 & 2005].



Σχήμα 3.2: Σχέσεις μεταξύ σφαγείου και διεργασιών που έπονται.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Η λεπτομερής αναφορά της κατανάλωσης και της εκπομπής εξυπηρετεί διάφορους σκοπούς. Πρώτον, το εύρος των επιπέδων των τιμών για δεδομένες διαδικασίες και διεργασίες που επεξηγούν τις πιθανές ευκαιρίες για βελτίωση στην περιβαλλοντική απόδοση των μονάδων σε σχέση με εκείνες που λειτουργούν σε πιο υψηλά επίπεδα τιμών. Δεύτερον, η διαθεσιμότητα των στοιχείων από τις διεργασίες στις μονάδες επίσης καταδεικνύει ότι είναι δυνατόν να μετρηθούν τα επίπεδα κατανάλωσης και εκπομπών σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο και έτσι να παρακολουθούνται οι βελτιώσεις. Τρίτον, οι πληροφορίες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των κυριότερων διεργασιών κάθε μονάδας που μπορούν να βελτιωθούν. Επίσης, η διαθεσιμότητα δεδομένων σε επίπεδο λειτουργίας των μονάδων καθιστά δυνατή τη σύγκριση των τεχνικών και μπορούν να καθοριστούν έτσι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BAT) για εκείνα τα μέρη των διαδικασιών όπου τα επίπεδα κατανάλωσης και εκπομπών είναι σημαντικά και υπάρχουν διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις [IPPC, 2003 & 2005].

Τα στοιχεία που αναφέρονται στην Έκθεση για Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές (BREF) επεξηγούν ένα ευρύ φάσμα των αποδόσεων στις βιομηχανίες. Παραδείγματος χάριν, για τα σφαγεία χοίρων αναφέρεται ένα συνολικό εύρος κατανάλωσης νερού 1600 – 8300 λίτρα ανά τόνο σφαγίων που παράγονται. Τα επίπεδα κατανάλωσης νερού είτε σε εύρος τιμών είτε ως μεμονωμένες τιμές, παρέχονται επίσης για τις ακόλουθες διεργασίες των μονάδων: φόρτωση και πλύση οχημάτων μεταφοράς, παραμονή σε κελιά (lairage), σφαγή, αφαίμαξη, αφαίρεση δέρματος, ζεμάτισμα, απομάκρυνση τριχών και νυχιών ποδιών, καπάλισμα (singeing), επεξεργασία πέτσας (grind treatment), ψύξη, πλύσιμο και καθαρισμός εντέρων. Το πλύσιμο των εντέρων αναφέρεται ότι χρησιμοποιεί νερό μεταξύ 442 – 680 λίτρων ανά τόνο παραγομένων σφαγίων και εκπέμπει BOD σε ένα εύρος 0,98 - 3,25 kg ανά τόνο σφαγίων και προφανώς προσδιορίζεται ως μια διεργασία που έχει σημαντική συμβολή στη ρύπανση που προκαλείται από τη λειτουργία της μονάδας. Οποιαδήποτε επαφή μεταξύ του νερού και των σφαγίων ή των ζωικών παραπροϊόντων οδηγεί σε μόλυνση του νερού, η οποία είναι ένα από τα βασικά περιβαλλοντικά προβλήματα για τα σφαγεία [IPPC, 2003 & 2005].

Μερικά από τα δεδομένα που παρέχονται για τα σφαγεία δεν δίνουν λεπτομέρειες για το πώς καταναλώνονται το νερό και η ενέργεια στις διαφορετικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε μια εγκατάσταση, ως ποσοστιαίες τιμές. Αυτή η μέθοδος παρουσίασης των δεδομένων μπορεί να είναι χρήσιμη για τον καθορισμό των προτεραιοτήτων, αλλά είναι λιγότερο χρήσιμη για την επίτευξη βελτιώσεων σε μια απλή διεργασία δεδομένου ότι μπορεί να μεταβληθούν και οι άλλες διεργασίες. Παραδείγματος χάριν, εάν χρησιμοποιείται λιγότερο νερό στο ζεμάτισμα μετά η ποσότητα επί τοις εκατό που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό μπορεί να αυξηθεί ακόμα κι αν η πραγματική κατανάλωση δεν αυξάνεται [IPPC, 2003 & 2005]. Παρόλα αυτά, αυτές οι πληροφορίες είναι χρήσιμες, για την επιβεβαίωση του ότι το καθαρίσμα είναι ένας σημαντικός καταναλωτής νερού και ότι η ψύξη είναι ένας σημαντικός καταναλωτής ενέργειας στα σφαγεία. Οι διαδικασίες ξήρανσης στις εγκαταστάσεις ζωικών παραπροϊόντων χρησιμοποιούν γενικά το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται.

Το μεγαλύτερο μέρος των πληροφοριών που παρέχονται για τις οσμές είναι ποιοτικό και οι μετρήσεις που έχουν γίνει παρουσιάζονται με διάφορες μονάδες, το οποίο σημαίνει ότι είναι αδύνατη η ποσοτική σύγκριση μεταξύ των προβλημάτων και των πιθανών λύσεων. Η CEN έχει αναπτύξει ένα πρότυπο μέτρησης των οσμών, prEN 13725:2001: “Air quality – Determination of odour concentration by dynamic

olfactometry”, το οποίο στο μέλλον θα κάνει ευκολότερη τη μέτρηση των οσμών [IPPC, 2003 & 2005].

Η ποιότητα των υγρών αποβλήτων σφαγείου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως:

1. τη συλλογή του αίματος (blood capture): η ικανότητα συγκράτησης του αίματος κατά τη διάρκεια αιμορραγίας του ζώου (animal bleeding) θεωρείται ότι είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέτρα για τη μείωση του βιολογικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD) [Massé and Masse, 2000b],
2. τη χρήση νερού: η οικονομία νερού συνήθως μεταφράζεται σε αυξημένη συγκέντρωση ρυπαντών, αν και η συνολική μάζα του BOD παραμένει σταθερή,
3. τον τύπο του ζώου που σφάζεται: το BOD είναι υψηλότερο σε υγρά απόβλητα κατά τη σφαγή βοοειδών από ό,τι από σφαγεία χοίρων [Massé and Masse, 2000b],
4. την ποσότητα των δραστηριοτήτων χειρισμού (rendering) ή επεξεργασίας του κρέατος (meat processing): οι μονάδες που μόνο σφάζουν ζώα παράγουν λιγότερα υγρά απόβλητα από αυτές που περιλαμβάνουν δραστηριότητες χειρισμού ή επεξεργασίας του κρέατος [Johns, 1995]. Τα περισσότερα δεδομένα ποιότητας των υγρών αποβλήτων σφαγείων έχουν παραχθεί στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ και πολύ λιγότερες πληροφορίες υπάρχουν για την ποιότητα και την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων στον Καναδά.

Γενικά μια βιομηχανία όπως ένα σφαγείο μπορεί να θεωρηθεί ως πηγή σημαντικών ποσοτήτων επαναχρησιμοποιήσιμων αποβλήτων. Κατά συνέπεια, η βιομηχανία πρέπει να ενθαρρυνθεί για να επενδύσει στον καλύτερο βαθμό απόδοσης του νερού, στην ανακύκλωση και στην διαχείριση του. Πρέπει να θεσπιστούν δείκτες κανονικοποιημένης / προτυποποιημένης χρήσης του νερού (water use normalized indices) για κάθε βιομηχανία ξεχωριστά προκειμένου να χρησιμοποιούν μόνο τόσο νερό όσο χρειάζονται ανάλογα με τις ανάγκες τους για να επιτύχουν τους στόχους παραγωγής τους [Mohsen and Jaber, 2002].

Είναι σημαντικό οι βιομηχανίες να αναπτύσσουν ένα μακροπρόθεσμο οικονομικό προγραμματισμό στον οποίο να συμπεριλαμβάνουν και το κεφάλαιο και το κόστος λειτουργίας των μονάδων επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, καθώς και το όφελος που αποκομίζουν από διάφορες διεργασίες, όπως είναι η επαναχρησιμοποίηση του επεξεργασμένου νερού [Raftelis, 1993]. Ένας τέτοιος οικονομικός σχεδιασμός δίνει τη δυνατότητα στην βιομηχανία να αποφασίσει σε ποιες επιπλέον μονάδες, τεχνολογίες ή διεργασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων θα ήταν επωφελές να επενδύσει για την αγορά ή την κατασκευή τους.

3.8 Κατάντη διεργασίες σφαγείου

A. Επεξεργασία των παραπροϊόντων κρέατος, πουλερικών και ψαριών

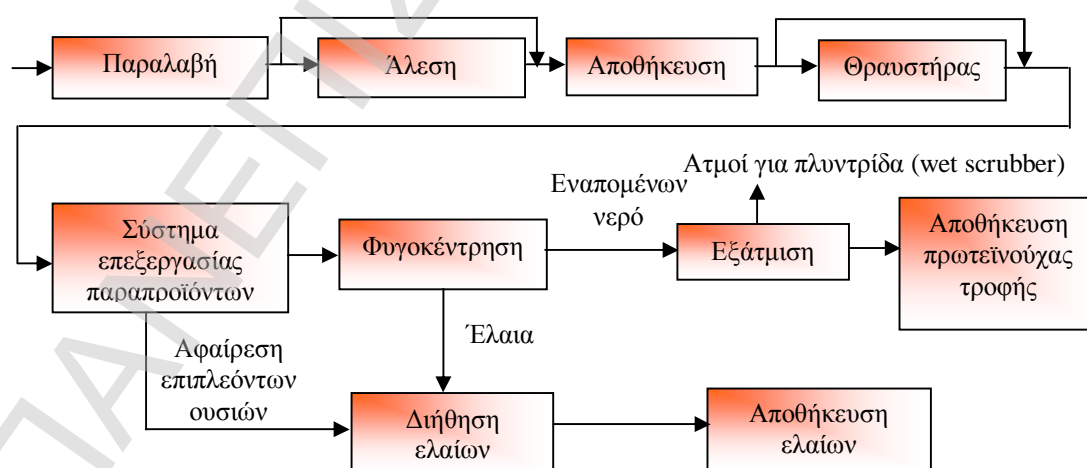
Μια επεξεργασία μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering) είναι η διεργασία για το διαχωρισμό του λίπους από τον ιστό των ζώων. Η θέρμανση χρησιμοποιείται πολύ συχνά, και μερικές φορές σε συνδυασμό με μία ή περισσότερες από τις διεργασίες: χημική επεξεργασία, εφαρμογή πίεσης και εφαρμογή κενού [Woodard, 2001]. Η επεξεργασία των παραπροϊόντων (rendering) εξυπηρετεί την πολύτιμη λειτουργία της μετατροπής υλικών που θα ήταν απόβλητα ή άχρηστα υλικά

σε χρήσιμα προϊόντα, σε πρόσθετα διατροφής ζώων, πτηνών ή ψαριών, και σε έλαια για βιομηχανική και οικιακή χρήση όπως σαπούνια και μιογιές που δεν προσβάλλονται από σκουριά. Ένα υλικό που φτιάχνεται από τα επεξεργασμένα φτερά, τα οποία λαμβάνονται κατά την επεξεργασία του κρέατος των πουλερικών χρησιμοποιείται για την κατασκευή ενός αφρώδους προϊόντος που χρησιμοποιείται στην πυρόσβεση. Η επεξεργασία εδώδιμων παραπροϊόντων (edible rendering) παράγει λαρδί, λίπος πτηνών, ή ειδικά λίπη ή έλαια.

Η επεξεργασία των παραπροϊόντων από μόνη της συνεισφέρει σημαντικά σε απόβλητα που πρέπει με τη σειρά τους να υποστούν επεξεργασία. Στο σύνολο τους, ωστόσο, τα απόβλητα που προκύπτουν από την επεξεργασία των παραπροϊόντων είναι ένα μικρό κλάσμα των αποβλήτων που αρχικά θα έπρεπε να υποστούν επεξεργασία. Ουσιαστικά όλες οι μονάδες που παράγουν τρόφιμα που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη ζώα, πτηνά ή ψάρια παράγουν παραπροϊόντα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ακατέργαστες ύλες για μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων [Woodard, 2001].

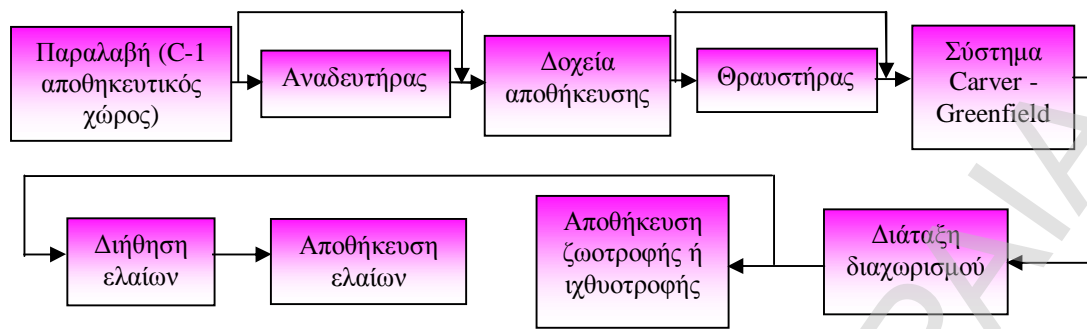
B. Η διεργασία της επεξεργασίας παραπροϊόντων

Η διαδικασία της επεξεργασίας παραπροϊόντων είναι προσαρμοσμένη στις ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης και εξαρτάται από τα προϊόντα και τις ακατέργαστες πρώτες ύλες. Ωστόσο, στη συνέχεια περιγράφεται γενικά η διαδικασία της επεξεργασίας των παραπροϊόντων. Τα απόβλητα που προκύπτουν από τις περισσότερες μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων είναι αρκετά όμοια. Στο Σχήμα 3.3 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα γενικό διάγραμμα ροής μιας μονάδας επεξεργασίας παραπροϊόντων. Υπάρχουν λοιπόν και υγρές (wet) και ξηρές (dry) διεργασίες επεξεργασίας παραπροϊόντων [Woodard, 2001]. Κατά την υγρή διεργασία επεξεργασίας παραπροϊόντων, ο ατμός ψεκάζεται μέσα στη δεξαμενή επεξεργασίας των παραπροϊόντων, μαζί με το υλικό που θα υποστεί την επεξεργασία. Κατά την ξηρή διεργασία επεξεργασίας παραπροϊόντων, ο ατμός περιορίζεται σε ένα μανδύα που περιβάλλει τη δεξαμενή που περιέχει το υλικό που θα υποστεί την επεξεργασία.

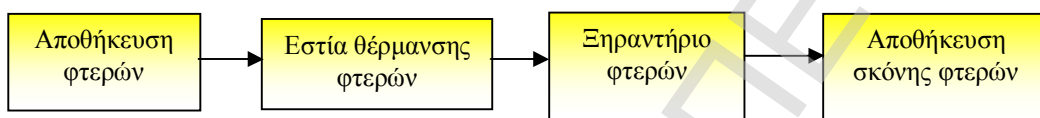


Σχήμα 3.3: Διάγραμμα ροής μιας τυπικής μονάδας επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος ή ψαριών.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.



(α) Σύστημα Carver - Greenfield



(β) Σύστημα χειρισμού φτερών

Σχήμα 3.4: Διαγράμματα ροής συστημάτων επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος.
 Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.3, οι μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων έχουν εγκαταστάσεις για την παραλαβή και την αποθήκευση της ακατέργαστης πρώτης ύλης. Οι ύλες λαμβάνονται από το χώρο αποθήκευσης και συνήθως είναι αλεσμένες και αναμεμιγμένες. Το αλεσμένο και αναμεμιγμένο υλικό στη συνέχεια αντλείται, μεταφέρεται με μεταφορική ταινία ή τοποθετείται ανάλογα με τη χρήση σε ένα καδοφόρο φορτωτή (bucket loader) σε μία δεξαμενή στην οποία λαμβάνει χώρα η επεξεργασία (το σύστημα επεξεργασίας παραπροϊόντων). Ο ατμός εισέρχεται με 40 έως 60 psig και λαμβάνει χώρα η επεξεργασία των παραπροϊόντων του κρέατος. Σε μερικές περιπτώσεις, ρυθμίζεται το pH. Μερικές φορές εισάγονται και διάφορες χημικές ουσίες. Καθώς προχωρά η διεργασία της επεξεργασίας των παραπροϊόντων κρέατος, λίπη και έλαια αντλούνται στην κορυφή της δεξαμενής. Το υπόλειμμα των υγρών, που ονομάζεται «εναπομένον νερό» (stick water), περιέχει της πρωτεϊνούχες ύλες. Το εναπομένον νερό (stick water) εξατμίζεται και προστίθεται στην τροφή των ζώων [Woodard, 2001].

Η ξηρή επεξεργασία των παραπροϊόντων ουσιαστικά περιλαμβάνει την τοποθέτηση των υλικών για να επεξεργαστούν σε ένα σύστημα επεξεργασίας με μανδύα αμού που εφαρμόζεται κενό. Κοσκίνιση ή εσχάρωση (screening) και φυγοκέντρωση (centrifugation) χρησιμοποιούνται για το διαχωρισμό των λιπών και ελαίων από τα στερεά, τα οποία περιέχουν τις πρωτεΐνες.

Μια τυπική, μεγάλη μονάδα επεξεργασίας παραπροϊόντων στις ΗΠΑ μπορεί να χρησιμοποιεί ως πρώτες ύλες μη εδώδιμα παραπροϊόντα που προέκυψαν από σφαγή και επεξεργασία βοδινού κρέατος, κρέατος πουλερικών και ψαριών. Λίπη και οστά, παραπροϊόντα πουλερικών (κεφάλια, πόδια, σπλάχνα, αίμα και σώμα από πτηνά που απορρίπτονται), ψάρια και παραπροϊόντα ψαριών μπορούν να μετατραπούν σε τροφές υψηλής πρωτεϊνικής αξίας με τη χρήση μιας συνεχούς

διεργασίας ξηρής επεξεργασίας. Σε αυτό το σύστημα, που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.4α, ένα υδατικό διάλυμα από ανακυκλώσιμα λίπη (από εστιατόρια, κρεοπωλεία, και μονάδες συσκευασίας βοδινού κρέατος) και αλεσμένα οστά, κρέας και άλλες ουσίες αφυδατώνονται σε ένα εξατμιστήρα πολλαπλών σταδίων. Οι ατμοί οδηγούνται σε ένα βαρομετρικό συμπυκνωτή (barometric condenser). Η διάταξη διαχωρισμού (expeller) (με φυγοκέντρηση) χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των θερμών λιπών από την πρωτεϊνική τροφή. Αυτή η διεργασία συχνά αναφέρεται ως «μαγείρεμα» (cooking). Ωστόσο, οι θερμοκρασίες διατηρούνται στους 140 F ή λιγότερο.

Τα φτερά από τις μονάδες επεξεργασίας κρέατος πουλερικών υφίστανται επεξεργασία σε ένα ξεχωριστό σύστημα. Στο Σχήμα 3.4β απεικονίζεται το διάγραμμα ροής ενός συστήματος επεξεργασίας φτερών. Τα φτερά υδρολύονται με τη χρήση υψηλών θερμοκρασιών και πίεσης και στη συνέχεια ξηραίνονται σε ένα περιστρεφόμενο ξηραντήρα με σωληνώσεις ατμού (steam tube rotary dryer).

Μια παραλλαγή της επεξεργασίας των παραπροϊόντων του κρέατος είναι η επεξεργασία σε χαμηλή θερμοκρασία, στην οποία οι πρώτες ύλες θερμαίνονται μόλις λίγο πάνω από το σημείο τήξης των λιπών. Φυγοκέντρηση χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των λιπών και ελαίων από τις πρωτεϊνούχες ουσίες [Woodard, 2001].

3.8.1 Η βιομηχανία επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων στην ΕΕ

Τα ζωικά παραπροϊόντα από τα σφαγεία είναι γνωστά στη βιομηχανία ως «πέμπτο τέταρτο» (fifth quarter) [IPPC, 2003 & 2005]. Περιλαμβάνουν τα εδώδιμα υλικά όπως η γλώσσα, τα εδώδιμα εντόσθια, τα εδώδιμα λίπη και τα έντερα που χρησιμοποιούνται ως περιβλήματα αλλαντικών, καθώς επίσης και τις δορές / τα δέρματα και άλλα μη φαγώσιμα υλικά. Τις προηγούμενες δεκαετίες, αυτά τα παραπροϊόντα παρείχαν μια πολύτιμη πηγή εισοδήματος για τα σφαγεία. Τα τελευταία χρόνια, ειδικά λόγω της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών (bovine spongiform encephalopathy – BSE), η αξία αυτών των υλικών έχει μειωθεί σημαντικά και ένα μεγάλο μέρος τους διατίθεται τώρα ως απόβλητα.

Η βιομηχανία ζωικών παραπροϊόντων χειρίζεται όλες τις πρώτες ύλες που δεν προορίζονται άμεσα για ανθρώπινη κατανάλωση και μερικές που προορίζονται για ενδεχόμενη ανθρώπινη κατανάλωση. Οι τρόποι χρήσης και διάθεσης που επιτρέπονται καθορίζονται από τον κανονισμό ABP 1774/2002/EC. Μετά από την επεξεργασία, οι πρώτες ύλες μπορούν να έχουν διάφορες εφαρμογές, π.χ. σε τρόφιμα, καλλυντικά, ιατρικά προϊόντα και ιατρικές συσκευές, τεχνικά προϊόντα, λιπάσματα και πολλά άλλα. Τα ζωικά παραπροϊόντα που χρησιμοποιούνται και διατίθενται προέρχονται από υγιή ζώα που έχουν θανατωθεί σε σφαγεία και των οποίων τα σφάγια έχουν βρεθεί κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση μετά από επιθεώρηση πριν και μετά τη σφαγή.

Οι δορές και τα δέρματα πωλούνται στη βιομηχανία δέρματος. Τα εδώδιμα εντόσθια και τα λίπη πωλούνται για άμεση χρήση ή για επεξεργασία. Τα μη εδώδιμα εντόσθια και τα λίπη υποβάλλονται σε επεξεργασία συνήθως για να παραχθούν ζωικά άλευρα και ζωικό λίπος. Μερικά εδώδιμα λίπη και τμήματα κρέατος υποβάλλονται σε επεξεργασία για να παραχθεί λαρδί και ζωικά λίπη (dripping). Το αρχικό αίμα που ρέει, π.χ. από χοίρους, μπορεί να συλλεχθεί, για χρήση σε τρόφιμα, τροφές ζώων ή φαρμακευτικά σκευάσματα.

Από τους 47 εκατομμύρια τόνους ζώων που θανατώνονται για την παραγωγή κρέατος στην Ευρώπη κάθε χρόνο, 17 εκατομμύρια τόνοι θα υποστούν επεξεργασία από τη βιομηχανία ζωικών παραπροϊόντων, εκτός από τις δορές, τα δέρματα και τα

οστά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζελατίνης. Περίπου 14 - 15 εκατομμύρια τόνοι υποβάλλονται σε επεξεργασία από μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (renderers) και μονάδες τήξης λιπών (fat melters). Δεδομένου ότι το βιοτικό επίπεδο της κοινωνίας ανεβαίνει και οι συνήθειες κατανάλωσης αλλάζουν το ποσοστό ενός ζώου που τρώγεται άμεσα είναι μικρότερο από άλλες προηγούμενες χρονικές περιόδους. Οπότε, η ποσότητα των παραπροϊόντων που είναι διαθέσιμη για επεξεργασία αυξάνεται. Περίπου το μισό ζωικό λίπος από αυτό που παράγεται χρησιμοποιείται από τις χημικές βιομηχανίες ως πρώτη ύλη για μια μεγάλη ποικιλία χημικών ουσιών, οι οποίες χρησιμοποιούνται έπειτα σε σαπούνια, καλλυντικά, φαρμακευτικά σκευάσματα, απορρυπαντικά και ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών προϊόντων, π.χ. από χρώματα μέχρι ελαστικά αυτοκινήτων. Τα έλαια και τα λίπη που παράγονται από τις μονάδες τήξης λιπών (fat melters) χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων, π.χ. στο ψήσιμο και την επεξεργασία τροφίμων, το τηγάνισμα και την παραγωγή μαργαρίνης.

Παρόλα αυτά πολλά σφάγια αφήνονται να σαπίσουν ή απορρίπτονται σε χωματερές παράνομα. Ο ενταφιασμός των ζώων που δεν είναι κατάλληλα για κατανάλωση είναι παράνομος στις Κάτω Χώρες, τη Δανία, τη Γερμανία και τη Γαλλία. Ενώ ο ενταφιασμός επιτρέπεται στην Ιταλία και την Ισπανία.

Τον Νοέμβριο του 1991, η χρήση τροφών για ζώα από κρέας και οστά που παράγονται από εντόσθια βοοειδών απαγορεύθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο [IPPC, 2003 & 2005].

Μέχρι την κρίση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας των βοοειδών (bovine spongiform encephalopathy – BSE), ένα μεγάλο μέρος των στερεών τελικών προϊόντων των εγκαταστάσεων επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος, δηλαδή το πρωτεϊνικό μέρος, ήταν σημαντικά συστατικά τροφών για ζώα. Όμως από την 1η Ιουλίου 1994 η σίτιση με άλευρα από κρέας και οστά (meat and bone meal – MBM) των βοοειδών ή των αιγοπροβάτων έχει απαγορευθεί εντός της ΕΕ. Επίσης από τον Δεκέμβριο του 2002, η σίτιση των εκτρεφόμενων ζώων για ανθρώπινη κατανάλωση με ζωικές πρωτεΐνες ήταν απαγορευμένη, εν αναμονή μιας συνολικής επαναξιολόγησης της κοινοτικής νομοθεσίας στα Κράτη Μέλη (MSs). Οι περιορισμοί έχουν ως αποτέλεσμα ένα μεγάλο ποσοστό των στερεών υλικών να διατίθενται σε χωματερές και να αποτεφρώνονται. Τα άλευρα από κρέας και οστά (meat and bone meal – MBM) έχουν ενεργειακό περιεχόμενο περίπου τα δύο τρίτα του γαιάνθρακα, οπότε μπορεί να ανακτηθεί ενέργεια, ως θερμότητα ή / και ως ηλεκτρική ενέργεια. Τα όρια που καθορίζονται για τις παραδοσιακές χρήσεις των ζωικών παραπροϊόντων έχουν ως αποτέλεσμα την περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη εναλλακτικών χρήσεων και νέων τεχνολογιών για τη διάθεσή τους. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνονται η καύση των αλεύρων από κρέας και οστά (meat and bone meal – MBM) ως βοηθητικά καύσιμα για την παραγωγή τσιμέντου, η καύση του ζωικού λίπους ως καύσιμο, η παραγωγή βιοαερίου, η κομποστοποίηση, η παραγωγή βιοντίζελ (biodiesel), η χρήση των αλεύρων από κρέας και οστά (meat and bone meal – MBM) ως λίπασμα για εδάφη που δεν προορίζονται για βόσκηση από ζώα και η χρήση του λίπους ως καύσιμο για στροβίλους και μηχανές. Όμως αυτές οι εναλλακτικές λύσεις είναι ακόμα στο στάδιο της ανάπτυξης και χρειάζονται αξιολόγηση τόσο από περιβαλλοντική άποψη όσο και από οικονομική.

Σήμερα για παράδειγμα στο Βέλγιο λειτουργούν τρεις εγκαταστάσεις τήξης λιπών (fat melters) που παράγουν λίπος για ανθρώπινη κατανάλωση και πέντε μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (rendering plants) [IPPC, 2003 & 2005].

Επίσης στη Φινλανδία, παράγονται ετησίως περίπου 200 εκατομμύρια kg παραπροϊόντων κρέατος. Περίπου τα 170 εκατομμύρια kg, συμπεριλαμβανομένων των αποβλήτων σφαγείων και των υπολειμμάτων από τα ζώα που εκτρέφονται για γούνα, θεωρούνται υλικά χαμηλού κινδύνου (low-risk material). Τα υλικά υψηλού κινδύνου (high-risk material) και τα δεδομένης επικινδυνότητας υλικά (specified risk material – SRM), από τα απόβλητα σφαγείων και τα νεκρά εκτρεφόμενα ζώα, συμβάλλουν το καθένα κατά περίπου 15 εκατομμύρια kg στη συνολική βιομηχανία επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος. Υπάρχουν δύο εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (rendering plants) στη Φινλανδία που έχουν εγκριθεί για την επεξεργασία και την περαιτέρω διάθεση ή/και ανάκτηση των υλικών υψηλού κινδύνου και των δεδομένης επικινδυνότητας υλικών (specified risk material – SRM). Επίσης υπάρχουν 14 εγκαταστάσεις με μια δυναμικότητα επεξεργασίας μεγαλύτερη από 10 τόνους ανά ημέρα, για την ανακύκλωση των υλικών χαμηλού κινδύνου που ανακτώνται ως τροφή για τα ζώα που εκτρέφονται για γούνα. Η Φινλανδία είναι μεταξύ των μεγαλύτερων εκτροφέων ζώων για γούνα στον κόσμο και χρησιμοποιεί ετήσια 370 εκατομμύριο kg τροφής για τα ζώα που εκτρέφονται για γούνα, από την οποία περισσότερη από τη μισή ποσότητα προέρχεται από παραπροϊόντα από τη βιομηχανία κρέατος και ψαριών [IPPC, 2003 & 2005].

3.8.2 Επεξεργασία αίματος

Το αίμα περιέχει εύκολα αφομοιωμένο σίδηρο, γι' αυτό χρησιμοποιείται σε ανθρώπινα τρόφιμα ή τροφές κατοικίδιων ζώων. Οι πρωτεΐνες του αίματος έχουν υψηλή θρεπτική αξία και μεγάλη ικανότητα δημιουργίας δεσμών με το νερό στα επεξεργασμένα προϊόντα. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος εκρήγνυνται εάν προστεθεί νερό στο αίμα. Εάν διατηρηθούν άθικτα, τα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος μπορούν να απομακρυνθούν με φυγοκέντρηση (centrifugation), προκειμένου να παρασκευαστεί πλάσμα. Το πλάσμα είναι ένα κίτρινο υγρό, όπως το ασπράδι του αυγού, το οποίο μπορεί να ξηραθεί και να γίνει σκόνη για να χρησιμοποιηθεί στα τρόφιμα.

Υπάρχουν 11 εγκαταστάσεις επεξεργασίας αίματος στην ΕΕ, όπου υφίστανται επεξεργασία συνολικά 300.000 εκατομμύρια τόνοι αίματος κάθε χρόνο [IPPC, 2003 & 2005]. Αναλυτικά υπάρχει μία εγκατάσταση σε κάθε μία από τις ακόλουθες χώρες: Βέλγιο, Δανία, Ισπανία, Γαλλία, Ολλανδία, Ιταλία και Σουηδία. Επίσης η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο έχουν η κάθε μία από δύο εγκαταστάσεις. Έκτος από αυτές τις αυτόνομες εγκαταστάσεις υπάρχουν και μικρότερες μονάδες που είναι άμεσα συνδεδεμένες με τη δραστηριότητα των σφαγείων.

Το αίμα από τα σφαγεία μεγάλων ζώων, περιέχει 16 – 18 % πρωτεΐνες με μορφή ολικών στερεών, οι οποίες μετά από επεξεργασία και ξήρανση χρησιμοποιούνται ως αιματάλευρα. Τα αιματάλευρα είναι πολύτιμη ζωοτροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη [USA-EPA, 1995].

Ο Mittal (2006) αναφέρει ότι οι κύριες μέθοδοι διάθεσης αίματος είναι η επεξεργασία σε μονάδες μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering), η εφαρμογή τους στο έδαφος ως εδαφοβελτιωτικό, η κομποστοποίηση και η μεταφορά τους σε μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Οι μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων τα τελευταία χρόνια στις ΗΠΑ υπολειπόμενες εξαιτίας της μείωσης της ζήτησης. Οπότε επιβάλλεται λίγο – λίγο τέλος διάθεσης αίματος και αυτό κάνει τις μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων λιγότερο ενδιαφέρουσες ή ακόμα αντικοινωνικές. Δηλαδή τελικά η

κομποστοποίηση και η εφαρμογή στο έδαφος παραμένουν για τις ΗΠΑ οι εναλλακτικές λύσεις για τη διάθεση του αίματος.

3.8.3 Παραγωγή ζελατίνης

Η βιομηχανία ζελατίνης αντιπροσωπεύεται από τους κατασκευαστές ζελατίνης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Gelatine Manufacturers of Europe Association - GME), η οποία έχει 9 μέλη και 18 μονάδες παραγωγής, δηλαδή 2 στο Βέλγιο, 3 στη Γαλλία, 7 στη Γερμανία, 2 στην Ιταλία, 2 στην Ισπανία, 1 στο Ηνωμένο Βασίλειο και 1 στη Σουηδία [IPPC, 2003 & 2005]. Οι οποίες παράγαν 117.000 τόνους ζελατίνης το έτος 2001. Η βιομηχανία απασχολεί περίπου 3.600 άτομα. Επίσης υπάρχουν 3 άλλες μονάδες παραγωγής στην ΕΕ που χρησιμοποιείται από εκτός τα μέλη της GME, δηλαδή 1 στην Ολλανδία, 1 στη Γερμανία και 1 στην Ισπανία.

3.8.4 Ειδική αποτέφρωση σφαγίων, τμημάτων σφαγίων και ζωικών αλεύρων

Τα άλευρα από κρέας και οστά (meat and bone meal – MBM) είναι καφετί στο χρώμα, ζυγίζουν περίπου 600 kg / m³ και έχουν μια έντονη γλυκιά οσμή [IPPC, 2003 & 2005]. Έχουν καλές θερμαντικές ιδιότητες και είναι εύφλεκτα καύσιμα. Η αποτέφρωση των αλεύρων από κρέας και οστά (MBM), έχει αναπτυχθεί σε σχετικά μεγάλη κλίμακα δεδομένου ότι η χρήση των ζωικών πρωτεϊνών στις τροφές των ζώων απαγορεύθηκε.

Μερικά Κράτη Μέλη αποτεφρώνουν μαζί με τα άλευρα από κρέας και οστά (meat and bone meal – MBM) και άλλα ζωικά άλευρα σε αποτεφρωτήρες αστικών στερεών αποβλήτων, σε αποτεφρωτήρες επικίνδυνων αποβλήτων, σε αποτεφρωτήρες ιλύος λυμάτων, σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με καύση γαιάνθρακα, σε βιομηχανίες τσιμέντου, σε εγκαταστάσεις αεριοποίησης και σε αποτεφρωτήρες υπολειμμάτων χαρτοβιομηχανίας.

Η αποτέφρωση ουσιών που πρέπει να διατεθούν ως απόβλητα αποτελεί μια εναλλακτική λύση της υγειονομικής ταφής. Όταν η αποτέφρωση συνδυάζεται με ενεργειακή ανάκτηση μπορεί να μειώσει την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων και των εκπομπών που συνδέονται με την καύση τους. Σήμερα υπάρχουν δυνατότητες για την ανάκτηση της ενέργειας και υπό μορφή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας και αυτό αποτελεί μια νομική απαίτηση από την οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/ΕΚ.

Η οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/ΕΚ απαιτεί τον έλεγχο και την παρακολούθηση των εκπομπών συγκεκριμένων ουσιών από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και θέτει όρια εκπομπών (emission limit value – ELVs) και καθορίζει μεθόδους για να εξασφαλιστεί ο έλεγχος της συμμόρφωσης.

Οσμές μπορούν να προκύψουν από το χειρισμό της πρώτης ύλης, από τις εκπομπές των αερίων αν η καύση είναι ατελής και δεν γίνεται πλήρης διασπορά και ειδικά αν υπάρχει ατμός που συμπυκνώνεται, καθώς επίσης και από το χειρισμό της τέφρας και από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs).

Σε σύγκριση με τους αποτεφρωτήρες που δεν είναι κατασκευασμένοι για συγκεκριμένες πρώτες ύλες, οι αποτεφρωτήρες ζωικών παραπροϊόντων και ιδιαίτερα εκείνοι που χρησιμοποιούνται για την καύση ζωικών αλεύρων, έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να ελέγχουν τη σύνθεση της πρώτης ύλης και το ρυθμό τροφοδοσίας της, και ως εκ τούτου τις συνθήκες καύσης. Ο καλύτερος έλεγχος της καύσης μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένες απαιτήσεις επεξεργασίας των αερίων του καπνοσωλήνα.

3.8.5 Καύση ζωικού λίπους

Το ζωικό λίπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη και να αντικαταστήσει το πετρέλαιο θέρμανσης ή την ηλεκτρική ενέργεια [IPPC, 2003 & 2005]. Ωστόσο, αυτή η εναλλακτική λύση διάθεσης δεν περιέχεται στον κανονισμό ABP 1774/2002/EC.

3.8.6 Διασκορπισμός / έγχυση στο έδαφος

Αυτή η εναλλακτική λύση δεν ενδείκνυται στον κανονισμό ABP 1774/2002/EC και είναι αυστηρά απαγορευμένη σε μερικά κράτη μέλη, π.χ. Γερμανία [IPPC, 2003 & 2005].

3.8.7 Παραγωγή βιοαερίου

Οι πρώτες εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας στη Γερμανία για μεθανοποίηση (methanisation) των περιεχομένων των στομαχιών και των ελαίων επίπλευσης ήταν ένας αναερόβιος αντιδραστήρας που τοποθετήθηκε σε ένα σφαγείο στο Αμβούργο [IPPC, 2003 & 2005]. Όμως οι τρέχουσες νομοθετικές απαιτήσεις για τα ζωικά παραπροϊόντα που πρέπει να υποστούν επεξεργασία εκ των προτέρων ή για τα υπολείμματα του βιοαερίου που πρέπει να υποστούν επεξεργασία με καθορισμένο τρόπο στη Γερμανία καθιστούν την παραγωγή βιοαερίου αντιοικονομική. Στην Αυστρία στο Greinsfurt λειτουργεί μια μονάδα μεθανοποίησης του περιεχομένου των στομαχιών με επιτυχία και στη Σουηδία υπάρχουν αρκετές μονάδες που παράγουν βιοαέριο για τις ανάγκες των ίδιων των σφαγείων και δίνουν και βιοαέριο και στο δημοτικό δίκτυο.

Η επίδραση της σύνθεσης των αποβλήτων απεικονίζεται και στη σύνθεση του βιοαερίου, με τα υγρά απόβλητα που είναι πλούσια σε λιπίδια και πρωτεΐνες να παράγουν περισσότερο μεθάνιο από τα υγρά απόβλητα που περιέχουν κυρίως υδατάνθρακες [Stamatelatos et al, 2004].

3.8.8 Κομποστοποίηση

Οι διεργασίες βιολογικής επεξεργασίας για τα στερεά απόβλητα μπορούν να λειτουργήσουν είτε αερόβια είτε αναερόβια. Στην περίπτωση της επεξεργασίας των εύκολα βιοαποδομήσιμων στερεών αποβλήτων, η καλύτερα διαδεδομένη αερόβια διεργασία είναι η κομποστοποίηση (composting), ενώ η πιο ευρέως εφαρμοζόμενη αναερόβια διεργασία είναι η χώνευση (digestion) με την ταυτόχρονη παραγωγή βιοαερίου [Hamer, 2003]. Ωστόσο, όταν η βιολογική επεξεργασία λαμβάνει χώρα με υψηλό ρυθμό, η κομποστοποίηση παραμένει μια διεργασία στερεής κατάστασης, ενώ η χώνευση απαιτεί τα στερεά απόβλητα να υποβληθούν σε επεξεργασία ως υδατώδη απόβλητα (slurry), με αυτόν τον τρόπο προστίθεται ένα επιπλέον κόστος υπό μορφή επεξεργασίας των υπολειμμάτων.

Μέχρι σήμερα τα οφέλη από τα ζωικά παραπροϊόντα δεν έχουν αξιοποιηθεί ικανοποιητικά, συνήθως εξαιτίας της έλλειψης γνώσης για τη δυνατότητα

κομποστοποίησης τους και για τα οικονομικά οφέλη που μπορούν να προκύψουν εκτός του γεγονότος ότι η κομποστοποίηση αποτελεί μια αποδεκτή εναλλακτική λύση για τη διάθεση των παραπροϊόντων του κρέατος [IPPC, 2003 & 2005]. Βέβαια είναι πιθανόν η κομποστοποίηση των ζωικών παραπροϊόντων να αυξηθεί στο μέλλον. Αφ' ετέρου, οι αρχικές επεξεργασίες που απαιτούνται για ορισμένα παραπροϊόντα, πριν την κομποστοποίηση και οι περιορισμοί στη χρήση τους, όπως απαιτούνται από τον κανονισμό ABP 1774/2002/EK, μπορούν να περιορίσουν οποιαδήποτε τέτοια επέκταση. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK απαγορεύει την εφαρμογή της κομπόστας που προέρχεται από ζωικά παραπροϊόντα σε έδαφος που χρησιμοποιείται για βόσκηση. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη χόρων, τη δασοκομία, την καλλιέργεια οπωροκηπευτικών και την αποκατάσταση εδαφών. Η ανάπτυξη ή η παρακμή της βιομηχανίας κομπόστας θα εξαρτηθεί, ως ένα ορισμένο βαθμό, από οικονομικούς παράγοντες, όπως το κόστος ή η αποδοτικότητα των εναλλακτικών τρόπων χρήσης και διάθεσης.

Για παράδειγμα στη Φινλανδία η κομποστοποίηση πραγματοποιείται σε σωρούς (windrows) ή σε αντιδραστήρες [IPPC, 2003 & 2005]. Είναι μια κοινή μέθοδος για υλικά όπως τα περιττώματα και τα ούρα, το περιεχόμενο των στομαχιών και των εντέρων και τα στερεά προϊόντα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, όπως τα υπολείμματα της εσχάρωσης (screenings), τα λίπη από τις παγίδες λιπών, τα ιζήματα (settlings) από την καθίζηση, η περίσσεια ενεργού ιλύος και τα λίπη από την επίπλευση (flotation tailings). Η κομπόστα που παράγεται εφαρμόζεται στη συνέχεια ως εδαφοβελτιωτικό.

Η κομπόστα, το εμπορεύσιμο τελικό προϊόν της κομποστοποίησης, προκύπτει από την αερόβια θερμόφιλη υποβάθμιση της σύνθετης οργανικής ύλης κάτω από υγρές συνθήκες [Hamer, 2003]. Η προστιθέμενη αξία της προκύπτει από την ικανότητα της να προάγει τη γονιμότητα του εδάφους, και με αυτόν τον τρόπο αυξάνει η παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Πολλά από τα απόβλητα που υποβάλλονται σε κομποστοποίηση περιέχουν ύλη περιττωμάτων, με την οποία συνδέονται τα παθογόνα, ενώ τα απόβλητα ζωικής προέλευσης περιέχουν και αερόβια και αναερόβια σπόρια βακτηρίων που δεν αδρανοποιούνται κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Επομένως, η ποιότητα της υγιεινής της κομπόστας πρέπει να εξεταστεί όσον αφορά την πιθανή εφαρμογή της. Μια θεμελιώδης απαίτηση για την αποτελεσματική (ασφαλή) επεξεργασία των αποβλήτων είναι η πρόληψη της μετάδοσης μολυσματικών επιδημιολογικών ασθενειών όπως συνήθως γίνεται πριν από την χρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και του πόσιμου νερού [Hamer, 2003 και Burton and Turner, 2003].

3.9 Περιβαλλοντικά θέματα

3.9.1 Σφαγεία

Τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά θέματα που συνδέονται με τη λειτουργία ενός σφαγείου είναι η κατανάλωση νερού, οι εκπομπές υγρών μεγάλου οργανικού φορτίου στο νερό και η κατανάλωση ενέργειας που συνδέεται ειδικότερα με την ψύξη και την θέρμανση του νερού [IPPC, 2003 & 2005].

Το πλύσιμο των βοοειδών, των χοίρων και των άλλων ζώων πριν τη μετακίνησή τους στις εγκαταστάσεις των σφαγείων μπορεί να μειώσει τα στερεά απόβλητα που παράγονται στο χώρο αναμονής των ζώων στο σφαγείο [Woodard, 2001]. Μια επίσης σημαντική πηγή στερεών υλών που πρέπει να διαχειριστούν είναι

η ιλύς (sludge) από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και από τον έλεγχο της αέριας ρύπανσης. Ωστόσο, αν οι διεργασίες που δημιουργούν αυτά τα κατάλοιπα διαχειριστούν με κατάλληλο τρόπο, μπορούν τα κατάλοιπα να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη σε μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος (rendering facility). Το πλεονέκτημα θα είναι διπλό: μια πολύ μεγάλη μείωση των στερεών αποβλήτων που θα διατεθούν και μία αύξηση για τα συμπληρώματα διατροφής των ζώων που μπορούν να παραχθούν στις μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος.

Η κοπριά των εντοσθίων (μισοχωνεμένη τροφή – raunch manure) πρέπει να χειριστεί με ξηρές μεθόδους διαχωρισμού, όπως ο ξηρός ατέρμονας μεταφορέας (dry conveyor) και τα συστήματα ξηρής συλλογής. Επιπλέον, το καθημερινό (ή και πιο συχνό) πλύσιμο της μονάδας πρέπει να ξεκινά με πλήρες σκούπισμα, καθάρισμα με ελαστική λεπίδα, πέρασμα ρεύματος αέρα, ή άλλες εφικτές μεθόδους ξηρού καθαρίσματος. Όλα τα υλικά έτσι που απομακρύνονται από τον εξοπλισμό θανάτωσης, αφαιμάξης, και επεξεργασίας και τα δάπεδα μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία για την παραγωγή συμπληρώματος διατροφής για ζώα στο χώρο του σφαγείου ή σε ξεχωριστές εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος.

Όσον αφορά τους ρύπους που μεταφέρονται με τον αέρα, και ειδικότερα, τις ενοχλητικές οσμές, η καλύτερη στρατηγική περιορισμού τους είναι η διατήρηση επιμελώς καθαρού εξοπλισμού, για να περιοριστεί η σήψη οργανικών ουσιών. Τα προϊόντα της βιοαποδόμησης, όπως τα λιπαρά οξέα, οι αμίνες, τα αμίδια, και ορισμένα θειούχα συστατικά όπως το υδρόθειο και οι μερκαπτάνες, είναι υπεύθυνα για τις άσχημες οσμές που αναδύονται από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος.

3.9.1.1 Αέρας

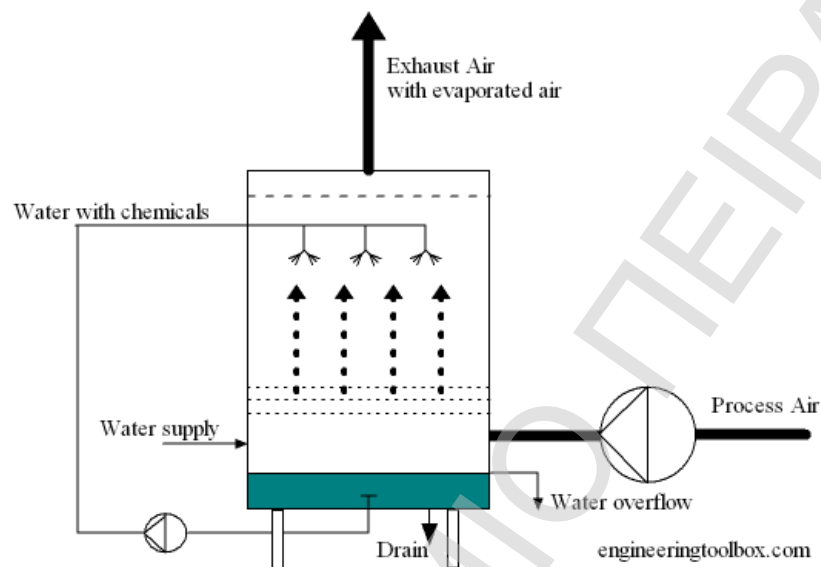
Η αέρια ρύπανση από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας του κρέατος ζώων είναι ουσιαστικά σημαντικό πρόβλημα μόνο αν απελευθερώνονται οσμές που δεν ελέγχονται. Αν στο χώρο του σφαγείου λειτουργεί μονάδα επεξεργασίας των παραπροϊόντων του κρέατος, πιθανόν να υπάρχει σημαντικό πρόβλημα. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας των παραπροϊόντων του κρέατος σχεδόν πάντα αποτελούν πηγή ενοχλητικών οσμών. Γενικά, ο περιορισμός και η επεξεργασία με τη χρήση πλυντρίδων (wet scrubbers) μπορεί να θέσει το πρόβλημα υπό έλεγχο [Woodard, 2001]. Οι πλυντρίδες (wet scrubbers) χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση αερίων και άλλων χημικών ουσιών καθώς και σωματιδίων. Σήμερα είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος για τον έλεγχο της αέριας ρύπανσης από τις βιομηχανίες.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των εκπομπών από τα σφαγεία στον αέρα είναι υδρατμοί από τους λέβητες (boilers) που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ζεστού νερού και ατμού [IPPC, 2003 & 2005]. Υπάρχει επίσης μια πιθανότητα απελευθέρωσης αερίων ψυκτικών ουσιών από τις εγκαταστάσεις ψύξης και κατάψυξης και CO₂ από τον εξοπλισμό για την αναισθητοποίηση των ζώων.

Η εκπομπή σκόνης που προκύπτει κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης των πουλερικών και του κρεμάσματος των ζωντανών πτηνών στη γραμμή σφαγής είναι ένα βασικό περιβαλλοντικό πρόβλημα για τα σφαγεία πουλερικών.

Η επεξεργασία των ενοχλητικών οσμών – του σημαντικότερου αερίου ρύπου που προκύπτει από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κόκκινου κρέατος – γίνεται με αναχαίτιση (containment) και υγρή σάρωση (wet scrubbing) [Woodard, 2001]. Με τον όρο αναχαίτιση (containment) εννοούμε την αποτροπή της απελευθέρωσης πρόσκαιρων εκπομπών. Αν υπάρχει στο χώρο του σφαγείου μονάδα επεξεργασίας

των παραπροϊόντων του κρέατος, η αναχαίτιση (containment) σαφώς περιλαμβάνει τη διατήρηση αρνητικής πίεσης στο εσωτερικό του κτιρίου (συγκριτικά με την ατμοσφαιρική πίεση στο εξωτερικό των κτιρίων). Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, απαιτείται μεγαλύτερη διαφορά πίεσης. Το φύσημα σημαντικής ποσότητας αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου προς το εξωτερικό, με ένα σταθερό ρυθμό, δημιουργεί αρνητική πίεση. Ο έλεγχος των ενοχλητικών οσμών επιτυγχάνεται με απαγωγή με φυσητήρες (blowers) μέσω πλυντρίδων (wet scrubbers).



Σχήμα 3.5: Πλυντρίδα (wet scrubber)

Πηγή: http://www.engineeringtoolbox.com/scrubbers-air-washers-d_139.html

Σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα είναι επίσης οι εκπομπές τοξικών αέριων ρύπων από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στα σφαγεία. Αυτοί οι ρύποι μπορεί να αποτελέσουν δυνητικό κίνδυνο για την υγεία των εργαζομένων και των περιοίκων στην περιοχή [ASCE, 1995]. Το είδος των εκπομπών και ο ρυθμός έκλυσης τους μπορεί να διαφέρει στις ώρες του εικοσιτετραώρου και στις εποχές του χρόνου. Επίσης ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων και το μέγεθος και το σχεδιασμό της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων κυμαίνεται η συγκέντρωση και ο ρυθμός έκλυσης των αέριων ρύπων. Εκτός από την αέρια ρύπανση από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, υπάρχει η αέρια ρύπανση από τις μονάδες επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων, π.χ. αποτέφρωση, και από τη διάθεση των στερεών υπολειμμάτων στο περιβάλλον, π.χ. διασκορπισμός στο έδαφος.

Η βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει διάφορες τεχνολογίες, αλλά γενικά αυτό που προκαλεί τη μεγαλύτερη ανησυχία είναι η παραγωγή αλογονωμένων συστατικών όπως βινυλοχλωρίδιο (vinyl chloride) και χλωριούχο βινυλιδένιο (vinylidene chloride) από την αναερόβια χώνευση. Επίσης από τις αερόβιες δεξαμενές ενεργού ιλύος αναφέρονται εκπομπές διάφορων πτητικών οργανικών συστατικών (Volatile Organic Compounds – VOCs) [ASCE, 1995].

3.9.1.2 Νερό

Σχεδόν όλες οι διεργασίες που περιλαμβάνονται στη σφαγή και την επεξεργασία των ζώων συνεισφέρουν στην παραγωγή υγρών αποβλήτων. Συγκεκριμένες διεργασίες, όπως το ζεμάτισμα των χοίρων (scalding of hogs) ως μέρος της διαδικασίας καθαρισμού και απομάκρυνσης των τριχών, παράγουν μεγάλο όγκο αποβλήτων άμεσα. Άλλες διεργασίες, όπως η τεμαχισμός του κρέατος (butchering), παράγουν την μεγαλύτερη ποσότητα των υγρών αποβλήτων τους κατά την διαδικασία του πλυσίματος.

Συστατικά των υγρών αποβλήτων είναι το αίμα, η κοπριά από τα εντόσθια, τα στερεά λίπη, τα στερεά τεμάχια κρέατος, τα λίπη, τα έλαια και οι τρίχες. Οι διεργασίες πλυσίματος στις εγκαταστάσεις συνεισφέρουν επίσης στα απόβλητα. Κάθε στομάχι βοοειδούς περιέχει 55 έως 80 pounds κοπριάς εντοσθίων (μισοχωνεμένης τροφής – ranch manure) [Woodard, 2001]. Εκατό γαλόνια νερού ή περισσότερο απαιτούνται για το πλύσιμο μιας κοιλιάς. Αυτή η ποσότητα μπορεί να μειωθεί με τη χρήση συστημάτων χειρισμού ξηρής απομάκρυνσης.

Το αίμα, ο κυριότερος υπεύθυνος για τα μεγάλα φορτία των υγρών αποβλήτων, έχει BOD₅ μεγαλύτερο από 150.000 mg / L [Woodard, 2001]. Πηγές αίματος στις εγκαταστάσεις του σφαγείου είναι η σφαγή και η αφαίμαξη και στη συνέχεια η επεξεργασία του κρέατος. Γενικά, κάθε επόμενη διεργασία σε ένα πλήρες συσκευαστήριο κρέατος είναι λιγότερο σημαντική πηγή αίματος από την προηγούμενη της. Ωστόσο, είναι κοινή πρακτική να συνδυάζονται τα υγρά απόβλητα από όλες τις πηγές που υπάρχουν στις εγκαταστάσεις πριν την επεξεργασία.

Οι διεργασίες τεμαχισμού και συσκευασίας (κοπή κρέατος ή επιπλέον επεξεργασία) περιλαμβάνουν επιπλέον διεργασίες που συνεισφέρουν στα υγρά απόβλητα. Τα έντερα (περιβλήματα των εντοσθίων - intestinal casings) απαιτούν έκθλιψη ή πίεση για την απομάκρυνση του περιεχομένου τους. Τα έντερα χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή εδώδιμων τροφών όπως είναι τα λουκάνικα και τα hot dogs. Τα έντερα στέλνονται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος. Τα έντερα αλατίζονται και στη συνέχεια αδειάζονται. Αυτή η διεργασία, στο σύνολο της, συνεισφέρει στα υγρά απόβλητα, που αποκτούν μεγάλη περιεκτικότητα σε λίπη καθώς και σε χλωριούχο νάτριο.

Το ζεμάτισμα (scalding) χρησιμοποιείται για την παρασκευή πατσά από το μυϊκό τμήμα του στομαχιού των ζώων. Αυτή η διεργασία έχει σαν αποτέλεσμα το να περιέχουν λίπη και ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) τα υγρά απόβλητα. Όλοι οι χώροι επεξεργασίας του κρέατος πλένονται κάθε μέρα, αρκετές φορές την ημέρα. Το νερό του πλυσίματος είναι η κύρια πηγή υγρών αποβλήτων για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος.

Στην περίπτωση σφαγής και επεξεργασίας χοιρινού κρέατος, το πρόσφατα θανατωμένο και σφαγμένο σώμα του ζώου ζεματίζεται με εμβάπτιση σε μία δεξαμενή βραστό νερού για να πλυθεί και να προετοιμαστεί για την απομάκρυνση των τριχών. Οι δεξαμενές ζεματίσματος υπερχειλίζουν με ένα συγκεκριμένο σταθερό ρυθμό για να αποτρέψουν τη συσσώρευση στερεών και διαλυμένων ουσιών (ρύπων) σε ένα μη αποδεκτό επίπεδο. Αυτή η υπερχειλίση συνεισφέρει στη δημιουργία μιας σημαντικής πηγής υγρών αποβλήτων κατά την επεξεργασία του χοιρινού κρέατος και είναι συγκρίσιμη με αυτή που προκύπτει από την υπερχειλίση κατά το ζεμάτισμα των κοτόπουλων, γαλόπουλων και παπιών. Το BOD₅ από οποιαδήποτε από αυτά τα υγρά απόβλητα υπερχειλίσης κατά το ζεμάτισμα κυμαίνεται ουσιαστικά από 2.000 έως 5.000 mg/L [Woodard, 2001].

Η σημαντικότερη περιβαλλοντική επίπτωση από τα σφαγεία είναι οι εκπομπές στο νερό. Αυτό σχετίζεται με την κατανάλωση νερού, που είναι ένα άλλο σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Μεγάλη κατανάλωση νερού και μεγάλες συγκεντρώσεις BOD, COD και TSS προκύπτουν κατά τη διάρκεια της σφαγής και της επεξεργασίας των σφαγίων [IPPC, 2003 & 2005]. Τα στερεά απελευθερώνουν κολλοειδή σωματίδια και αιωρούμενα λίπη και στερεά και έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του BOD και του COD. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες ρύπανσης είναι το άζωτο και ο φώσφορος, π.χ. από τη διάσπαση των πρωτεϊνών, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος π.χ. από τα υπολείμματα των τροφών των χοίρων και τα χλωρίδια από το αλάτισμα των τομαριών / δερμάτων. Η κατανάλωση νερού καθορίζεται από τη νομοθεσία για το κρέας της ΕΕ και των κρατών μελών, η οποία απαιτεί φρέσκο, πόσιμο νερό για χρήση σε όλες σχεδόν τις διαδικασίες πλυσίματος και ξεπλύματος και που περιορίζει το πεδίο για την επαναχρησιμοποίηση του νερού μέσα στο σφαγείο.

Η μεγάλη ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται είναι όχι μόνο ένα περιβαλλοντικό και οικονομικό πρόβλημα αλλά αποτελεί και επιβάρυνση για τη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (waste water treatment plant – WWTP). Τα υγρά απόβλητα μπορούν να επεξεργαστούν εξ ολοκλήρου ή εν μέρει σε μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) στο σφαγείο. Εάν η επεξεργασία γίνεται σε μια δημοτική μονάδα βιολογικού καθαρισμού, υπάρχει συνήθως κάποια προεπεξεργασία που γίνεται στο σφαγείο. Η μόλυνση και ρύπανση των υγρών αποβλήτων μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη συλλογή των υποπροϊόντων και των αποβλήτων στην πηγή όσο γίνεται, και με την παρεμπόδιση της επαφής τους με το νερό. Η ελαχιστοποίηση της χρήσης του νερού στη σφαγή και την επεξεργασία των σφαγίων μπορεί επίσης να μειώσει το πραγματικό φορτίο των ρυπογόνων παραγόντων, με τη μείωση των πιθανοτήτων να παρασυρθούν οργανικές ουσίες όπως λίπος ή περιττώματα. Εάν τα υποπροϊόντα παρασύρονται με το νερό, οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησής τους είναι περιορισμένες. Οι εναλλακτικές λύσεις για την μείωση της χρήσης του νερού πρέπει να διερευνώνται για κάθε παραγωγική μονάδα ξεχωριστά λόγω των ιδιομορφιών που παρουσιάζει κάθε γραμμή παραγωγής.

Ένας σημαντικός παράγοντας που έχει επιπτώσεις στην κατανάλωση νερού είναι το ποσοστό της περιοχής του πατώματος που χρησιμοποιείται. Για λόγους υγιεινής, όλες οι περιοχές του πατώματος που γίνονται οι διάφορες διεργασίες πρέπει να πλένονται τουλάχιστον μία φορά την ημέρα. Η κατανάλωση νερού εξαρτάται, επομένως, από το διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας κάθε σφαγείου μεγάλων ζώων και στα σφαγεία πτηνών εξαρτάται και από, π.χ. το μέγεθος των πτηνών, τη μέθοδο σφαγής, την επεξεργασία του σφάγιου, την ψύξη και το βαθμό αυτοματοποίησης. Μεγάλες ποσότητες νερού καταναλώνονται στα σφαγεία πουλερικών για την απομάκρυνση των εντοσθίων και τις διεργασίες καθαρισμού και πλυσίματος.

Το αίμα έχει μεγαλύτερο φορτίο COD από οποιοδήποτε άλλο υγρό απόβλητο που προκύπτει από τα μεγάλα σφαγεία ζώων και πουλερικών. Το ρυπογόνο δυναμικό του αίματος και οι μεγάλες ποσότητες που χειρίζονται και αποθηκεύονται, καθιστά το αίμα ένα βασικό περιβαλλοντικό πρόβλημα που χρειάζεται αξιολόγηση και έλεγχο. Η πιθανότητα μόλυνσης του νερού πρέπει να εξεταστεί κατά την διάρκεια των διάφορων σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας και σε συνάρτηση με όλες τις πιθανές πηγές ρύπανσης που κυμαίνονται από μικρές διαρροές ως σημαντικά τεχνικά και λειτουργικά ατυχήματα.

Σε μερικές χώρες, όπως η Δανία, η Φινλανδία, η Σουηδία και η Νορβηγία τα υγρά απόβλητα των σφαγείων αντιμετωπίζονται ως μια σημαντική πηγή άνθρακα για τη διάσπαση των νιτρικών στις δημοτικές μονάδες βιολογικών καθαρισμών, έτσι

μόνο μια προκαταρκτική επεξεργασία λαμβάνει χώρα στα σφαγεία [IPPC, 2003 & 2005]. Σε αρκετές περιπτώσεις πειραματικών διατάξεων και μονάδων σε πραγματική κλίμακα η ύλη από τα υγρά απόβλητα των σφαγείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή μικροβίων (υλικό εμβολιασμού) για την επεξεργασία αποβλήτων που χρειάζονται βοήθεια ή περιέχουν κάποιο δύσκολα βιοαποδομήσιμο ρύπο. Ένα παράδειγμα είναι η απομάκρυνση των φαινολών με τη χρήση ενός περιστρεφόμενου βιολογικού επαφέα (rotating biological contactor - RBC) [Alemzadeh et al, 2002]. Ταυτόχρονα τα υγρά απόβλητα των σφαγείων είναι και πηγή άνθρακα για την βιολογική επεξεργασία.

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που παράγονται σε σφαγεία, μονάδες επεξεργασίας κρέατος ή / και συσκευαστήρια κρέατος, όπου παράγεται και υφίσταται επεξεργασία το κόκκινο κρέας, ουσιαστικά αποτελεί μια βιολογική επεξεργασία που έπεται της εσχάρωσης (screening) και της πρωτογενούς καθίζησης (primary sedimentation). Σε μερικές περιπτώσεις, η επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) είτε έχει αντικαταστήσει την πρωτογενή καθίζηση είτε έχει εγκατασταθεί μεταξύ της πρωτογενούς καθίζησης και της βιολογικής επεξεργασίας. Τα στερεά που συλλέγονται από την επεξεργασία με DAF μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος, εξασφαλίζοντας την παραγωγή ενός πολύτιμου συμπληρώματος διατροφής για τα ζώα [Woodard, 2001]. Τα παραπάνω έχουν προταθεί για τις ΗΠΑ αλλά πιθανά να βρίσκονται σε αντίθεση με τον κανονισμό 1774/2002/EK.

Επίσης η επεξεργασία ενός κοτόπουλου για ανθρώπινη κατανάλωση απαιτεί 10 έως 12 l νερό και έτσι η συνολική κατανάλωση νερού σε εγκαταστάσεις σφαγής και επεξεργασίας πουλερικών είναι σημαντική. Εξήντα τοις εκατό του νερού μετατρέπεται σε υγρά απόβλητα με pH μεταξύ 6,1 και 7,1 και με BOD μεταξύ 4500 και 12,000 mg/l που περιέχει ακόμα μεγάλο ποσοστό στερεών, όπως πηγμάτων αίματος (περισσότερο από 40% κατ' όγκον) και λίπους [Chávez et al, 2005].

3.9.1.3 Ενέργεια

Η πλειονότητα των σφαγείων μεγάλων ζώων δεν καταγράφει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά διεργασία [IPPC, 2003 & 2005]. Η συνολική κατανάλωση μετριέται από τους λογαριασμούς του οργανισμού ηλεκτροδότησης. Κάποια σφαγεία που δεν καταγράφουν την κατανάλωση ενέργειας ανά διαδικασία, προσδοκούν να πραγματοποιήσουν μια ουσιαστική μείωση του κόστους μέσω παρακολούθησης και ελέγχου και διαφόρων προγραμμάτων στοχοθέτησης. Τα περισσότερα σφαγεία έχουν μια εφεδρική γεννήτρια για να είναι δυνατή η λειτουργία τους σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης.

Στα περισσότερα σφαγεία η μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται στις εγκαταστάσεις ψύξης. Συνεισφέροντας στο 45 – 90 % του συνολικού φορτίου κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας και σχεδόν στο 100 % κατά τη διάρκεια των περιόδων που δεν λειτουργεί το σφαγείο. Οι εγκαταστάσεις ψύξης περιλαμβάνουν τους χώρους προψύξης, τους ψυκτικούς θαλάμους και τους χώρους κατάψυξης. Είναι κοινή πρακτική κάθε ψυκτικός θάλαμος (refrigerated room) να είναι μια ανεξάρτητη μονάδα, η οποία περιλαμβάνει έναν εξατμιστή (evaporator), έναν συμπιεστή (compressor), έναν συμπυκνωτή (condenser) και μία διάταξη εκτόνωσης (expansion device). Μερικές μεγάλες ψυκτικές μονάδες έχουν κεντρικές εγκαταστάσεις συμπιεστών και συμπυκνωτών. Η νομοθεσία θέτει την απαίτηση να ψυχθούν τα σφάγια και να επιτευχθεί μια μέγιστη θερμοκρασία 7 °C πριν

εγκαταλείψουν το σφαγείο και για τα εντόσθια για να μην υπερβαίνει τους 3 °C. Για ένα μεγάλο ζώο μπορεί να χρειαστούν 48 ώρες ψύξης [IPPC, 2003 & 2005].

Η χρήση ενέργειας για τη θέρμανση του νερού είναι ένα άλλο βασικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Το πετρέλαιο ή / και το φυσικό αέριο είναι τα κύρια καύσιμα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζεστού νερού. Το νερό για τους λέβητες χρειάζεται αποσκλήρυνση συνήθως πριν από τη χρήση. Ζεστό νερό χρησιμοποιείται στους νιπτήρες και στα ντους, στις δεξαμενές ζεματίσματος των χοίρων (58 – 65 °C), για πλύσιμο (60 - 65 °C), και σε λουτρά αποστείρωσης μαχαιριών και εργαλείων (> 82 °C).

Κατά τη σφαγή χοίρων χρησιμοποιούνται, είτε φυσικό αέριο, ή LPG (κυρίως προπάνιο), ή πετρελαιοκαυστήρες για το καψάλισμα με φλόγα των σφαγίων. Έχει αναφερθεί όμως ότι το καψάλισμα με τους πετρελαιοκαυστήρες μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγιεινής και ποιότητας του κρέατος.

Στη γραμμή σφαγής, οι μηχανισμοί ανύψωσης (hoists), τα μαχαίρια, οι διατάξεις εκδοράς και τα πριόνια τροφοδοτούνται από πνευματικό σύστημα ή από ηλεκτροκινητήρες.

3.9.1.4 Οσμές

Οι οσμές μπορεί να είναι ένα σοβαρό πρόβλημα για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος εάν τα παραπροϊόντα και τα υγρά απόβλητα δεν χειρίζονται σωστά, ή εάν η επεξεργασία των μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων πραγματοποιείται στην ίδια εγκατάσταση με τη σφαγή [UNEP and Danish Environmental Protection Agency, b]. Οι οσμές εκπέμπονται κατά την αποθήκευση και το χειρισμό του αίματος, από τα υδατώδη απόβλητα, τους χώρους σταβλισμού των ζώων (lairages) και την αποθήκευση των μη εδώδιμων εντοσθίων. Επίσης αναφέρονται ως πιθανές περιοχές εκπομπής οσμών οι περιοχές υπαίθριας αποθήκευσης, τα εμπορευματοκιβώτια των υποπροϊόντων που δεν έχουν πλυθεί και οι μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (waste water treatment plant – WWTPs), καθώς και η αρχική διαλογή των στερεών αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005].

Τα βιολογικά συστήματα επεξεργασίας, που χρησιμοποιούνται συνήθως για να επεξεργαστούν τα υγρά απόβλητα των σφαγίων, είναι μια άλλη κοινή πηγή οσμών. Προβλήματα οσμών μπορούν να προκύψουν για παράδειγμα εκεί όπου τα στερεά περνάνε από εσχάρα και κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας της ιλύος.

3.9.1.5 Θόρυβος

Οι σημαντικότερες πηγές ηχορύπανσης και κραδασμών είναι οι θόρυβοι των ζώων κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης και της τακτοποίησης τους, οι μετακινήσεις των οχημάτων και η λειτουργία των συμπιεστών, των κλιματιστικών μηχανημάτων, των πύργων ψύξης και των ανεμιστήρων αερισμού ή των φυσητήρων [IPPC, 2003 & 2005 και UNEP and Danish Environmental Protection Agency, b].

Επίσης οι διατάξεις αερισμού που συνδέονται με τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων μπορούν να παράγουν σημαντικά επίπεδα θορύβου, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν κακοσυντηρημένοι μηχανισμοί και αυτό κυρίως τη νύχτα.

3.9.1.6 Αποκατάσταση περιοχών

Οι δραστηριότητες των σφαγείων δεν οδηγούν σε σημαντικά προβλήματα αποκατάστασης περιοχών. Η διαρροή από τις υπόγειες αποχετεύσεις και τις δεξαμενές θα μπορούσε ενδεχομένως να προκαλέσει μακροπρόθεσμα την συσσώρευση ρύπων, αλλά είναι απίθανο να αποτελέσει οποιαδήποτε σημαντικό πρόβλημα ρύπανσης του εδάφους ή των υπόγειων νερών. Όλα τα υλικά, εκτός από την άλμη από το αλάτισμα των δερμάτων / τομαριών, που εκρέουν στον υπόνομο από τα σφαγεία, είναι εύκολα βιοδιασπάσιμα, συμπεριλαμβανομένου και των χημικών ουσιών από τον καθαρισμό [IPPC, 2003 & 2005].

Προβλήματα αποκατάστασης μη βιομηχανικών περιοχών μπορούν να προκύψουν από κάποια διαρροή από τις δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμων και πετρελαίου.

3.9.2 Ειδική αποτέφρωση σφάγιων

Από πολλές απόψεις η αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων μπορεί να θεωρηθεί ως η μόνη αξιόπιστη μέθοδος επεξεργασίας για την εξάλειψη των μολυσματικών συστατικών που είναι παρόντα σε τέτοια απόβλητα. Εντούτοις, η αποτέφρωση επίσης συνδέεται με την παραγωγή και την απελευθέρωση καρκινογόνων (carcinogenic) και τοξικών ενώσεων, και ιδιαίτερα σε εκείνες τις χώρες όπου οι εγκαταστάσεις διαχείρισης και επεξεργασίας των αποβλήτων δεν είναι σωστά σχεδιασμένες λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτούμενες περιβαλλοντικές παραμέτρους [Hamer, 2003]. Από ορισμένες απόψεις, η αναλυτική χημεία μπορεί και ανιχνεύει όλο και χαμηλότερες συγκεντρώσεις επικίνδυνων ουσιών που δεν μετρούνταν στο παρελθόν, αυτό όμως δημιουργεί πρόβλημα στον καθορισμό των ορίων των επικίνδυνων ουσιών που εκλύονται δεδομένου ότι η νομοθεσία δεν μπορεί να ανταποκριθεί άμεσα.

Η παρουσία του χλωρίου με τη μορφή άλατος στα σφάγια σημαίνει ότι υπάρχει δυνατότητα σχηματισμού διοξινών και μπορεί επίσης να οδηγήσει σε παραγωγή HCl [IPPC, 2003 & 2005]. Επίσης υπάρχει πιθανότητα απελευθέρωσης της μοριακής μορφής του χλωρίου κατά την ατελή καύση.

3.9.2.1 Αέρας

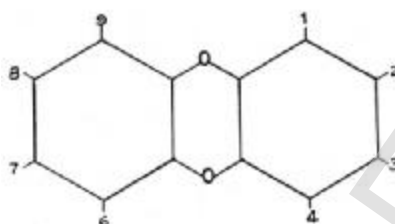
Οι πιθανές εκπομπές στον αέρα που συνδέονται συνήθως με την αποτέφρωση των ζώων περιλαμβάνουν μόρια υδροχλωρίου, οξείδια του θείου, του αζώτου και του άνθρακα και οργανικών ενώσεων, όπως οι διοξίνες [IPPC, 2003 & 2005 και Birkett and Lester, 2003]. Το χλώριο μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή υδροχλωρίου. Στην περίπτωση της ατελούς καύσης υπάρχει πιθανότητα απελευθέρωσης του σε μοριακή μορφή.

Τα επίπεδα εκπομπών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3 αναφέρονται σε αποτεφρωτήρες σφάγιων που λειτουργούσαν το 1996, δηλαδή πριν τεθεί σε ισχύ η οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/ΕΚ.

Πίνακας 3.3: Επίπεδα εκπομπών από την αποτέφρωση σφάγιων, πριν την εφαρμογή της οδηγίας του Συμβουλίου 2000/76/ΕΚ

Ουσίες	Εκπομπές (mg / m ³)
NO _x	350 (μέση εκπομπή)
Σκόνη	14 – 180 (περιορισμένος έλεγχος)
SO ₂	50 (περιορισμένος έλεγχος)
HCl	30 (μέγιστο) (περιορισμένος έλεγχος)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.



Σχήμα 3.6: Γενική μορφή διοξινών (οικογένεια polychlorinated dibenzo-para-dioxins). Οι οποίες μπορούν να χλωριοθούν, με πιθανή εμφάνιση 75 συστατικών. Το πιο τοξικό από αυτά τα παράγωγα συστατικά είναι το 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD).

Πηγή: Celenza G., “Industrial waste treatment process engineering: Specialized treatment systems”, Volume III, ed. Technomic, Lancaster 2000.

Ο Πίνακας 3.4 παρουσιάζει μερικές εκπομπές αερίων από έναν αποτεφρωτήρα σφάγιων.

Πίνακας 3.4: Εκπομπές αερίων από ένα αποτεφρωτήρα ζωικών σφάγιων (χωρίς ανάκτηση της ενέργειας)

Παράμετρος	Επίπεδα εκπομπών (kg ρύπου ανά τόνο σφάγιων ζώων που αποτεφρώνονται)
CO ₂	< 2500
SO ₂	0,566
Σκόνη	1,5
HCl	2,25
NO _x	< 2,5
CO	< 2,5

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

3.9.2.2 Έδαφος

Οι πιθανές εκπομπές στο έδαφος περιλαμβάνουν διοξίνες, οργανικές ενώσεις, αλκάλια και οξειδία τους και αλκαλικές γαίες (alkaline earth metals) και τα οξειδία τους [IPPC, 2003 & 2005]. Το χλώριο σε μορφή άλατος στα σφάγια κάνει εφικτό το σχηματισμό διοξινών.

3.9.2.3 Μολυσματικότητα

Οι πρώτες ύλες είναι, ανάλογα με την προέλευση τους, την ηλικία και την κατάσταση συντήρησής τους, πιθανές πηγές μόλυνσης (infection). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, όσον αφορά την καταστροφή των υλών που είναι δυνατόν να μεταδώσουν τη σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (transmissible spongiform encephalopathy – TSE) και των δεδομένης επικινδυνότητας υλικών (specified risk material – SRM). Η μολυσματικότητα (infectivity) είναι, επομένως, ένα βασικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Η αποτέφρωση των σφάγιων μπορεί να προκαλέσει ένα βιολογικό κίνδυνο υπό μορφή οργανικών ουσιών που απελευθερώνονται στον αέρα, το νερό και το έδαφος [IPPC, 2003 & 2005].

3.9.2.4 Οσμές

Όλες οι εγκαταστάσεις που χειρίζονται, αποθηκεύουν ή επεξεργάζονται ζωικά υποπροϊόντα είναι πιθανό να εκλύουν οσμές [IPPC, 2003 & 2005].

3.10 Απόβλητα ή παραπροϊόντα σφαγείων μεγάλων ζώων

Τα παραπροϊόντα της γραμμής σφαγής αν δεν ληφθούν κάποια μέτρα αποτελούν απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας.

Πίνακας 3.5: Προϊόντα και παραπροϊόντα από τη σφαγή ενός χοίρου 90 kg.

	Βάρος (kg)	Ποσοστό ζώντος βάρους σφάγιου
Ζων βάρους σφάγιου (LCW)	90,0	100 %
Κρέας με οστά	57,6	64 %
Μη εδώδιμα υλικά (οστά, λίπος, κεφάλι, τρίχες, μη εδώδιμα εντόσθια κτλ) για βιομηχανία μη εδώδιμων παραπροϊόντων	18,0	20 %
Εδώδιμα υλικά (γλώσσα, συκώτι, καρδιά, νεφρά, ποδαράκια)	9,0	10 %
Αίμα	2,7	3 %
Διάφορα (περιεχόμενο στομαχιών, απώλειες αίματος κτλ)	2,7	3 %

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf, b.

Πίνακας 3.6: Προϊόντα και παραπροϊόντα από τη σφαγή ενός μοσχαριού 400 kg.

	Βάρος (kg)	Ποσοστό ζώντος βάρους σφάγιου
Ζων βάρους σφάγιου (LCW)	400,0	100 %
Κρέας με οστά	152	40 %
Μη εδώδιμα υλικά (οστά, λίπος, κεφάλι, τρίχες, μη εδώδιμα εντόσθια κτλ) για βιομηχανία μη εδώδιμων παραπροϊόντων	155	39 %
Δέρμα	36	7 %
Εδώδιμα υλικά (γλώσσα, συκώτι, καρδιά, νεφρά, πνεύμονες κτλ)	19	5 %
Αίμα	12	3 %
Διάφορα (περιεχόμενο στομαχιών, απώλειες αίματος κτλ)	26	6 %

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf, b.

Τα παραπροϊόντα από τη σφαγή μεγάλων ζώων περιλαμβάνουν:

- εδώδιμα εντόσθια για ανθρώπινη κατανάλωση
- εδώδιμα λίπη για μαργαρίνες, γλυκά και τσίχλες
- οστά που χρησιμοποιούνται σε σούπες για ανθρώπινη κατανάλωση, πηλός προπλασμάτων, ή για κατασκευή κουμπιών, λαβών μαχαιριών και οστεάλευρων
- αίμα για ανθρώπινη κατανάλωση και για τροφές ζώων, φαρμακευτικά είδη και πρόσθετες ουσίες τροφίμων
- γλυκερίνη για πολυάριθμες βιομηχανικές χρήσεις, όπως νιτρογλυκερίνη, βάσεις αλοιφών, διαλύτες, συντηρητικά τροφίμων και πλαστικοποιητές
- έντερα για περιβλήματα λουκάνικων, χορδές μουσικών οργάνων και χειρουργικά ράμματα
- ζελατίνη για βιομηχανίες ζαχαρωδών προϊόντων, παγωτά και ζελατινοποιημένα τρόφιμα
- πυτιά για την κατασκευή τυριών
- πολυάριθμα φαρμακευτικά προϊόντα
- τροφές παραγωγικών ζώων (συνήθως με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, λίπη και άλατα)
- τροφές για κατοικίδια ζώα και για ιχθυοκαλλιέργειες / ιχθυοτροφεία
- δορές και δέρματα για γούνες, δέρματα ή προϊόντα δέρματος
- μη εδώδιμα λίπη για χρήση σε βιομηχανικά προϊόντα όπως ελαστικά αυτοκινήτου, λιπαντικά, εντομοκτόνα και μικροβιοκτόνα
- τρίχες για βούρτσες, τσόχες, κουβέρτες, ταπετσαρίες, συνδετικά επιχρισμάτων (σοβάδες) και μονωτικά υλικά, και
- κόλλες [UNEP and Danish Environmental Protection Agency, b]

Πίνακας 3.7: Κατανομή ρυπαντικών φορτίων στα υγρά απόβλητα των σφαγείων (Αυστραλία) ανά διεργασία.

	Οργανικό φορτίο (COD)	Ολικό άζωτο	Ολικός φώσφορος	Νάτριο
Φρέσκο νερό	0 %	1 %	0 %	10 %
Ανακυκλωμένο νερό	0 %	5 %	10 %	7 %
Χώρος αναμονής ζώων	2 %	6 %	8 %	6 %
Σφαγή και αφαίρεση εντοσθίων	7 %	19 %	4 %	8 %
Επεξεργασία εντοσθίων	7 %	7 %	7 %	3 %
Επεξεργασία εδωδιμων εντέρων	1 %	7 %	6 %	9 %
Αφαίρεση οστών	1 %	3 %	0 %	2 %
Χειρισμός περιεχομένου στομαχιού και κοπριάς	13 %	12 %	37 %	22 %
Επεξεργασία μη εδωδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering)	63 %	33 %	26 %	15 %
Προσθήκη αλατιού (pickling)	5 %	8 %	2 %	16 %

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf, b.

3.10.1 Αίμα

Η γούρνα συλλογής του αίματος (blood trough) είναι εξοπλισμένη κανονικά με έναν διπλό αγωγό, από τους οποίους ο ένας όταν είναι ανοιχτός αντλείται το αίμα και οδηγείται σε ένα βυτιοφόρο για να διατεθεί και ο άλλος όταν είναι ανοιχτός το αίμα πηγαίνει στα υγρά απόβλητα. Οι οπές αυτών των αγωγών σφραγίζονται με πώματα όταν δεν είναι σε χρήση. Μερικά σφαγεία έχουν εγκαταστήσει πρόσθετα φρεάτια συλλογής αίματος και σε άλλα μέρη της παραγωγικής διαδικασίας, όπως στη πλατφόρμα αφαίρεσης του δέρματος από τα πίσω πόδια (legging platform).

Στα σφαγεία βοοειδών και χοίρων, μια ποσότητα αίματος μπορεί να συλλεχθεί με υγιεινό τρόπο για ανθρώπινη κατανάλωση, π.χ. για μαύρη πουτίγκα (black pudding) ή για φαρμακευτική χρήση. Η υγιεινή συλλογή του αίματος από τους χοίρους μπορεί να πραγματοποιηθεί με την παραδοσιακή αφαίμαξη (traditional bleeding), π.χ. σε μικρά ρηγά δοχεία ή σε γούρνα ή με τη χρησιμοποίηση κοίλων μαχαιριών. Το κοίλο μαχαίρι είναι ελαφρώς ευρύτερο από ένα συνηθισμένο μαχαίρι και έχει δύο πλευρές κοπής. Ο χειριστής μπορεί να κρατήσει το μαχαίρι με το χέρι, ή μπορεί να σταθεροποιηθεί στη θέση του με έναν σφιγκτήρα ή με έναν μικρό γάντζο που βρίσκεται στη βάση του. Το αίμα τρέχει από το κοίλο μαχαίρι μέσω της λαβής και με ένα σωλήνα συγκεντρώνεται σε ένα δοχείο συλλογής. Όταν η αφαίμαξη ολοκληρωθεί, το μαχαίρι τοποθετείται πίσω στη θέση του όπου καθαρίζεται αυτόματα και επιλέγεται ένα καθαρό μαχαίρι για το επόμενο ζώο.

Από κάθε χοίρο συνολικά συλλέγονται μεταξύ 2 - 4 λίτρα αίματος και περίπου 10 - 20 λίτρα ανά κεφαλή βοοειδών [IPPC, 2003 & 2005]. Μετά από τη συλλογή της αρχικής εκροής του αίματος τα ζώα κρεμιούνται πιο πέρα από τη γούρνα αίματος για να συλλεχθεί και το υπόλοιπο του αίματος ελεύθερης ροής. Ενώ η χρήση των κοίλων μαχαιριών θεωρείται ένα πολύ καλό σύστημα για υψηλής ποιότητας αίμα, δίνει μια χαμηλότερη απόδοση στη συλλογή του αίματος σε αυτή τη φάση της γραμμής παραγωγής και, επομένως, αυξάνει τη δυνατότητα το αίμα να συνεχίσει να στάζει από το σφάγιο, γεγονός που οδηγεί στην επιβάρυνση των υγρών αποβλήτων στη συνέχεια. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο χρόνος αφαίμαξης είναι περιορισμένος σε 20 - 40 δευτερόλεπτα λόγω της ταχύτητας της λειτουργίας της γραμμής σφαγής. Στην πράξη, τα κοίλα μαχαίρια χρησιμοποιούνται μόνο στα μεγάλα σφαγεία και μόνο για το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να ληφθεί η ποσότητα του αίματος που προορίζεται για τρόφιμα.

Στη συνέχεια το αίμα που συλλέχθηκε αντλείται από τη γούρνα σε μια δεξαμενή / βυτιοφόρο ψύξης όπου πρόσθετες ουσίες, όπως το κιτρικό οξύ ή το κιτρικό άλας νατρίου, προστίθενται για να αποτρέψουν την πήξη. Η προσθήκη 100 ml ενός διαλύματος 20 % κιτρικού άλατος νατρίου ανά χοίρο μπορεί να προστεθεί αυτόματα χρησιμοποιώντας ροόμετρο (flowmeter).

Εναλλακτικά, η φιβρίνη (fibrin) που δημιουργεί τους θρόμβους αίματος μπορεί να απομακρυνθεί με ανάδευση. Εναλλάκτες θερμότητας με πλάκες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να ψύξουν το αίμα σε μια θερμοκρασία περίπου 2 °C. Το αίμα μπορεί να αναδεύεται συνεχώς στη δεξαμενή. Η αποθήκευση του αίματος επάνω από 10 °C έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν προβλήματα οσμών [IPPC, 2003 & 2005].

Το αίμα έχει το μεγαλύτερο ρυπογόνο φορτίο COD από όλα τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τις διάφορες διαδικασίες επεξεργασίας κρέατος. Το αίμα έχει COD περίπου 400 g/l και BOD περίπου 200 g/l. Η συλλογή του αίματος είναι, επομένως, ένας από τους σημαντικότερους περιβαλλοντικούς ελέγχους που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο.

Μερικά σφαγεία παραδοσιακά συλλέγουν όλο ή ένα σημαντικό ποσοστό του αίματος και το μεταφέρουν σε μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Αυτή η πρακτική θεωρείται προβληματική, λόγω των υψηλών COD και BOD και επειδή στερεί τη δυνατότητα της αξιοποίησης του αίματος σε άλλες χρήσεις. Επίσης αυτή η πρακτική δεν επιτρέπεται στα πλαίσια του κανονισμού ABP 1774/2002/ΕΚ, ο οποίος ορίζει τους επιτρεπόμενους τρόπους χρήσης και διάθεσης, ανάλογα με την κατηγορία.

3.10.2 Δέρματα και τομάρια

Πριν την αφαίρεση των εντοσθίων, οι εκδοροσφαγείς αφαιρούν από τα βοδινά και τα αιγοπρόβατα τα δέρματα και από τους χοίρους τις τρίχες για να μειωθεί η πιθανότητα μόλυνσης του σφάγιου μετά την αφαίρεση των εντοσθίων από τρίχες, ακαθαρσίες και κοπριά [USA-EPA, 2002]. Επίσης αφαιρούνται τα άκρα, το κεφάλι, η ουρά και οι οπλές πριν την μηχανική εκδορά των βοοειδών και των αιγοπροβάτων.

Τα τομάρια και τα δέρματα μεταφέρονται στα βυρσοδεψεία για την παραγωγή δερμάτων. Σε μερικά σφαγεία, οι δορές αλατίζονται για να βελτιωθεί η συντήρησή τους. Εάν οι δορές / δέρματα είναι αλατισμένες ή όχι εξαρτάται από τις απαιτήσεις των πελατών. Εάν οι δορές μπορούν να παραδοθούν σε ένα βυρσοδεψείο και να υποβληθούν σε επεξεργασία μέσα σε 8 – 12 ώρες μετά από τη σφαγή γενικά δεν απαιτείται καμία επεξεργασία στο σφαγείο [IPPC, 2003 & 2005 και USA-EPA, 2002]. Πρέπει να καταψυχθούν εάν πρόκειται να υποβληθούν σε επεξεργασία μέσα σε 5 – 8 ημέρες. Για μακροχρόνια αποθήκευση, π.χ. εάν πρέπει να μεταφερθούν στο εξωτερικό, το αλάτισμα φαίνεται να είναι η προτιμότερη επιλογή, δεδομένου ότι ο πάγος αυξάνει το βάρος και απαιτείται κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή πάγου και την ψύξη.

Το αλάτι στα υγρά απόβλητα είναι δύσκολο να επεξεργαστεί. Δεν έχουν προσδιοριστεί συγκεκριμένες επεξεργασίες για την παρεμπόδιση ή τον έλεγχο των εκπομπών αλατιού στα υγρά απόβλητα. Γενικά αναφέρεται ότι αυτό το πρόβλημα οφείλεται σε μια έλλειψη συνειδητοποίησης των συγκεκριμένων εκπομπών αλατιού.

Ένα άλλο θέμα που προκύπτει είναι ο τρόπος επεξεργασίας της λάσπης που παράγεται κατά το πλύσιμο του μαλλιού (woolscour sludge) και της λάσπης από την επεξεργασία δερμάτων - τομαριών (fellmongery sludge) προβάτων, όταν αυτές οι επεξεργασίες γίνονται στο χώρο του σφαγείου [Williamson et al, 2000].

Κατά το πλύσιμο του μαλλιού (woolscouring), η διαδικασία απομάκρυνσης των λιπών και των ακαθαρσιών από τα κομμένα μαλλιά, ξεκινά με χτένισμα (ξαινίω) της συμπαγούς μάζας των μαλλιών με έντονη ανακίνηση. Τα μαλλιά μετά πλένονται (scoured), δηλαδή ακολουθούν τρία πλυσίματα με ζεστό νερό με τη χρήση μη ιοντικού καθαριστικού και δύο κρύα ξεπλύματα, μετά τα οποία τα μαλλιά ξηραίνονται και ξαναδεματοποιούνται. Τα αρχικά συστατικά που απομακρύνονται από τα ακατέργαστα (λιπαρά) μαλλιά κατά το πλύσιμο τους είναι το κερί των μαλλιών (woolwax), ο στεγνός ιδρώτας των μαλλιών (suint) και οι ακαθαρσίες, τα οποία σχηματίζουν ένα ανομοιογενές στρώμα στις ίνες των μαλλιών. Το κερί των μαλλιών, το οποίο παράγεται από τους σμηγματογόνους αδένες (sebaceous glands), αναφέρεται επίσης και ως λίπος των μαλλιών (woolgrease) και μερικές φορές απομακρύνεται από την προβιά (fleece) και συνθέτει εστέρες μεγάλου μοριακού βάρους αλλά όχι γλυκερόλη.

Τα καρβοξυλικά οξέα που συνδέονται με το λίπος των μαλλιών κυμαίνονται από C7 έως C41 και οι αλκοόλες από C12 έως C36. Ο στεγνός ιδρώτας των μαλλιών, το κύριο διαλυτό στο νερό κλάσμα των λιπαρών μαλλιών, αποτελείται κυρίως από

άλατα καλίου των οργανικών οξέων και έχει ένα μεταβλητό pH από περίπου 7 έως 10. Οι ακαθαρσίες που συνδέονται με τα λιπαρά μαλλιά είναι ουσιαστικά ανόργανο χρώμα και φυτά και ύλες περιττωμάτων που παγιδεύονται στην προβιά (fleece). Οι ακαθαρσίες αρχικά αναμιγνύονται ετερογενώς με το κερύ των μαλλιών στα πρόβατα και χωρίς να απομακρυνθούν τείνουν να παραμείνουν συνδεδεμένες με το κλάσμα του λίπους των μαλλιών στα υγρά απόβλητα.

Τα σύνθετα υγρά απόβλητα από το πλύσιμο των μαλλιών μπορούν να επεξεργαστούν στη μονάδα με αρκετές διαφορετικές μεθόδους. Η επεξεργασία των ακατέργαστων αποβλήτων εκροής είναι απλός καθαρισμός με καθίζηση, που παράγει μια λάσπη καθίζησης κυρίως ανόργανου χρώματος και λιπών των μαλλιών και μία επιφανειακή λάσπη που αποτελείται κυρίως από ίνες μαλλιών και λίπη μαλλιών. Η πιο περίπλοκη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει εξάτμιση που ακολουθείται από αποτέφρωση των υπολειμμάτων.

Η επεξεργασία των τομαριών (fellingmongering process) είναι το πρώτο βήμα για την κατασκευή δέρματος και περιλαμβάνει την απομάκρυνση των τριχών από τα σφαγμένα ζώα που ακολουθείται από το πλύσιμο του δέρματος σε βιομηχανικό μπάνιο καθαρισμού (pickling of the skin). Για τα δέρματα των προβάτων, το αρχικό βήμα ήταν ένα πλύσιμο σε κρύο νερό για την απομάκρυνση του στεγνού ιδρώτα των μαλλιών, με τα υγρά απόβλητα συνήθως να απορρίπτονται στον υπόνομο χωρίς καμία επεξεργασία. Μετά, το υποδερμικό στρώμα λίπους αφαιρείται με ζύσιμο του δέρματος και συνήθως διατίθεται στη χωματερή. Το ζυσμένο δέρμα επικαλύπτεται με αποτριχωτικό, συνήθως ένα πολτός ασβέστη – σουλφίδιο (lime-sulfide paste) που διαχέεται στο δέρμα, διαλύοντας τους αδένες και επιτρέπει στα μαλλιά να αποσπαστούν μηχανικά σε περίπου 3 έως 24 h αργότερα.

Από το βήμα της αφαίρεσης των μαλλιών, εμφανίζονται δύο γραμμές επεξεργασίας: το μαλλί, το οποίο ξηραίνεται και στέλνεται στο πλυντήριο μαλλιών (wool scourer) και το δέρμα χωρίς τρίχες (dehaired skin), το οποίο τώρα ονομάζεται γδαρμένο δέρμα (pelt). Το γδαρμένο δέρμα πλένεται σε μέσα εξουδετέρωσης, τα οποία συνήθως είναι ασθενή οξέα (όπως βορικό, οξικό, ή γαλακτικό οξύ), ή όξινα άλατα (όπως χλωριούχο αμμώνιο, θειικό αμμώνιο, ή δι-θειώδες νάτριο). Άλλοτε το γδαρμένο δέρμα είναι σε ουδέτερο pH που υφίσταται επεξεργασία με ένζυμα για την απομάκρυνση των πρωτεϊνών (interfibrillary proteins), ένα βήμα που κάνει το γδαρμένο δέρμα απαλό και ελαστικό.

Το τελικό βήμα στην επεξεργασία των τομαριών είναι το βιομηχανικό μπάνιο καθαρισμού του γδαρμένου δέρματος (pelt), συνήθως με χλωριούχο νάτριο ή αμμώνιο και θειικό οξύ. Τα σύνθετα υγρά απόβλητα υφίστανται επεξεργασία με μαγγάνιο, το οποίο καταλύει την οξειδωση του σουλφιδίου (sulfide) σε θειικό (sulfate), και μετά υφίστανται επεξεργασία με ηλεκτρολύτες και διαλυμένο αέρα σε μορφή αφρού με συσσωματωμένες ακαθαρσίες, με αρκετές απώλειες αμμωνίου κατά τη διάρκεια αυτού του βήματος. Αυτός ο αφρός με τις συσσωματωμένες ακαθαρσίες είναι η λάσπη της επεξεργασίας των τομαριών (fellingmongery sludge).

Μια μέση σειρά μηχανημάτων πλυσίματος μαλλιών (που καθαρίζει 1500 kg βρώμικων μαλλιών ανά ώρα) παράγει απόβλητα με χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) που κυμαίνεται από 50.000 έως 150.000 mg / l, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) 20.000 έως 40.000 mg / l, και περιέχει 8.000 έως 16.000 mg / l λίπος μαλλιού (woolgrease). Η επεξεργασία τομαριών (fellingmongery processing) 2000 δερμάτων προβάτων ανά ημέρα αναμένεται να παράγει 90 έως 120 m³ υγρών αποβλήτων ημερησίως, που έχει ένα COD 8000 mg / l, BOD 3900 mg / l, αιωρούμενα στερεά 1090 mg / l, ολικό άζωτο (TN) 90 mg / l.

Αυτά τα υγρά απόβλητα έχουν μεγάλο ρυπογόνο φορτίο και είναι ακατάλληλα για άμεση διάθεση σε υδάτινους αποδέκτες ή σε υπονόμους βιομηχανιών χωρίς προεπεξεργασία στη μονάδα. Το κύριο βήμα επεξεργασίας των αποβλήτων εκροής του πλυσίματος των μαλλιών και των νερών επεξεργασίας των τομαριών είναι η διαύγαση (clarification), που συνοδεύεται από σχηματισμό λάσπης, η οποία συχνά εφαρμόζεται στο έδαφος. Καθώς προχωράει η διαδικασία του καθαρισμού προοδευτικά εισέρχονται περισσότερα υλικά στη φάση της λάσπης, ενδεχομένως εμπλουτίζεται η λάσπη με βαρέα μέταλλα και υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Έτσι, υπάρχει η απαίτηση για βιοαποδόμηση της λάσπης για να εξασφαλιστεί μια βιολογικά βιώσιμη απόθεση της.

Αυτή η λάσπη θα μπορούσε να διατεθεί στο έδαφος δεδομένου ότι είναι πλούσια σε άζωτο (N). Όμως η αειφορική εφαρμογή στο έδαφος αγροτικών και βιομηχανικών αποβλήτων απαιτεί την κατανόηση των παραγόντων που πιθανόν περιορίζουν την αποσύνθεση των αποβλήτων και την απελευθέρωση του αζώτου που είναι διαθέσιμο στα φυτά (καθώς τα απόβλητα αποσυντίθενται εξασφαλίζεται N για λήψη από τα φυτά). Η περιεκτικότητα σε N και ο λόγος C προς N των οργανικών αποβλήτων χρησιμοποιούνται συχνά ως καθοριστικοί παράγοντες (determinants) των ρυθμών εφαρμογής (kg N / ha) για την διάθεση των αποβλήτων στο καλλιεργήσιμο έδαφος. Μετά από 50 μέρες αποσύνθεσης, η λάσπη από το πλύσιμο του μαλλιού ορυκτοποιείται κατά 37 % του αρχικού C και 53 % του αρχικού N. Η ορυκτοποίηση του N της λάσπης πλυσίματος των μαλλιών περιορίζεται κυρίως από την ανεξέλεγκτη συμπεριφορά των συστατικών των ινών των μαλλιών, δεδομένου ότι η αυξημένη θερμοκρασία (43 °C) ή οι αναερόβιες συνθήκες περιορίζουν την αποσύνθεση της λάσπης από την επεξεργασία των δερμάτων (τομαριών). Η λάσπη από το πλύσιμο των μαλλιών ήταν ένα υπόστρωμα χαμηλής ποιότητας για το μικροβιακό μεταβολισμό του εδάφους. Από την άλλη, η λάσπη από την επεξεργασία του δέρματος (τομαριού) ήταν ένα υπόστρωμα μετρίως υψηλής ποιότητας [Williamson et al, 2000].

3.10.3 Κεφάλια και άκρα

Η γλώσσα και τα μάγουλα μπορούν να αφαιρεθούν για ανθρώπινη κατανάλωση, εκτός από ορισμένα Κράτη Μέλη της ΕΕ όπου τα μάγουλα είναι δεδομένης επικινδυνότητας υλικά (specified risk material – SRM) [IPPC, 2003 & 2005]. Τα κεφάλια βοοειδών και προβάτων πλένονται, επιθεωρούνται, και συγκεντρώνονται με τις άλλες ενδεχομένως επικίνδυνες ύλες για να διατεθούν.

Οι οπλές παρέχονται παραδοσιακά για χρήση στην κατασκευή κόλλας, αλλά μπορούν επίσης να γίνουν κρεατάλευρα για τροφή κατοικίδιων ζώων. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή λιπάσματος οστεάλευρων.

3.10.4 Τρίχες χοίρων

Η διαδικασία του ζεματίσματος παράγει ατμό και οσμές. Επίσης συγκεντρώνονται στερεά υπολείμματα και λάσπη στη δεξαμενή ζεματίσματος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οπότε αποτελεί κοινή πρακτική η εκροή του νερού και της λάσπης άμεσα στο σύστημα αποχέτευσης στο τέλος της διαδικασίας του ζεματίσματος.

Σε μερικά σφαγεία, το νερό της μονάδας απομάκρυνσης των τριχών των χοίρων και των νυχιών από τα πόδια τους ανακυκλώνεται και επιστρέφεται στη μηχανή αποτρίχωσης και μία φορά την ημέρα το νερό εκρέει στο σύστημα αποχέτευσης της περιοχής. Σε κάποια άλλα σφαγεία, τα νύχια των ποδιών των χοίρων συλλέγονται με ξηρή μέθοδο αφαίρεσης και στέλνονται στη βιομηχανία επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Στη Δανία και την Ιρλανδία, εκτός από τα νύχια των ποδιών στέλνονται και οι τρίχες των χοίρων για επεξεργασία [IPPC, 2003 & 2005].

3.10.5 Σπλάγνα

Τα εντόσθια που αφαιρούνται από τα σφάγια τοποθετούνται σε ρηγά δοχεία για να επιθεωρηθούν και μεταφέρονται στο χώρο επεξεργασίας εντοσθίων. Η καρδιά, το συκώτι, τα νεφρά και τα έντερα μπορούν να πουληθούν για ανθρώπινη κατανάλωση. Σε μερικά σφαγεία χοίρων το πάγκρεας μπορεί επίσης να πουληθεί στις φαρμακοβιομηχανίες για την παραγωγή προϊόντων ινσουλίνης. Μερικά εδώδιμα λίπη και τμήματα κρέατος μπορούν να δοθούν για παραγωγή λαρδιού και παρασκευασμάτων που δίνουν γεύση στα τρόφιμα.

Τα εντόσθια, συμπεριλαμβανομένων των πνευμόνων και της τραχείας για όλα τα ζώα και του πρώτου στομαχιού για τα βοοειδή και τα πρόβατα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή τροφών για κατοικίδια ζώα. Για τα βοοειδή και τα πρόβατα, το πρώτο στομάχι κόβεται και ανοίγεται πάνω σε ένα ειδικό τραπέζι και το περιεχόμενο του αφαιρείται με τη χρήση είτε υγρής, είτε ξηρής διαδικασίας. Στην υγρή διαδικασία, κόβεται και ανοίγεται σε τρεχούμενο νερό οπότε παράγεται μια υδατώδης ύλη, η οποία εκρέει μέσα από ένα κόσκινο και αντλείται έπειτα σε ένα δοχείο αποθήκευσης. Για τα μοσχάρια, τους ταύρους ηλικίας μικρότερης του ενός έτους και για τις αγελάδες, το περιεχόμενο του πρώτου στομάχου ζυγίζει μέχρι 10 kg, 40 kg και 50 kg, αντίστοιχα [IPPC, 2003 & 2005 και USA-EPA, 2002].

Στην ξηρή διαδικασία, το πρώτο στομάχι ανοίγεται χωρίς νερό. Το περιεχόμενο αφαιρείται χειρωνακτικά και μεταφέρεται με ένα πνευματικό σύστημα ή κοχλιομεταφορέα σε ένα χώρο συλλογής. Τα περιεχόμενα του πρώτου στομάχου διατίθενται κανονικά με διασπορά σε καλλιεργήσιμο έδαφος, με την προϋπόθεση να υπάρχει κτηνιατρική έγκριση και να καλύπτει τις θρεπτικές ανάγκες του εδάφους. Μερικές επιχειρήσεις χρησιμοποιούν έναν συμπιεστή εμβόλων για να μειώσουν τον όγκο του περιεχομένου για ευκολότερο χειρισμό. Μετά από την ξηρά αφαίρεση του περιεχομένου, το πρώτο στομάχι πλένεται με τρεχούμενο ή ανακυκλωμένο νερό.

Η πλειοψηφία των σφαγείων χρησιμοποιεί ένα σύστημα με αγωγό δακτυλίων για να παρέχει συμπιεσμένο αέρα (compressed air ring main to power equipment). Οπότε με το πνευματικό σύστημα προωθείται το περιεχόμενο του πρώτου στομάχου στο δοχείο συλλογής.

Σε μερικά σφαγεία υπάρχει εξοπλισμός για να τεμαχιστούν, να πλυθούν και να ξηραθούν με δόνηση (spin-dry) τα εντόσθια πριν από τον ανεφοδιασμό της επιχείρησης επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Αυτή η μέθοδος μπορεί να μειώσει τον όγκο των εντοσθίων πάνω από 50 %.

Η χρήση των εντέρων ποικίλλει από χώρα σε χώρα. Μέρη των εντέρων βοοειδών και προβάτων είναι δεδομένης επικινδυνότητας υλικά (specified risk material – SRM) και δεν μπορούν σήμερα να χρησιμοποιηθούν για περιβλήματα λουκάνικων (sausage casings). Οι χοίροι παράγουν περίπου 19 μέτρα έντερο, τα

οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περιβλήματα λουκάνικων. Στη Δανία για παράδειγμα ένα μεγάλο ποσοστό των εντέρων χρησιμοποιείται για εδώδιμα προϊόντα, ενώ στη Νορβηγία τα έντερα προορίζονται για την βιομηχανία επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Εάν τα έντερα προορίζονται για χρήση σε τρόφιμα για ανθρώπινη κατανάλωση, μετά από κτηνιατρική έγκριση, ο παγκρεατικός αδένας κόβεται από το έντερο. Τα έντερα στη συνέχεια μεταφέρονται σε ειδικό χώρο για τον καθαρισμό τους. Όπου χωρίζονται στα ακόλουθα μέρη: στομάχι, παχύ έντερο (rectum), λεπτό έντερο (duodenum), μεγάλο έντερο (colon) και τυφλό έντερο (caecum). Στη συνέχεια αυτά καθαρίζονται και μπορούν να αλατιστούν στο σφαγείο ή εκτός σφαγείου στη βιομηχανία επεξεργασίας τους. Η βλεννώδης μεμβράνη (mucose membrane) του λεπτού εντέρου των χοίρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη φαρμακευτική βιομηχανία ή στην παραγωγή βιοαερίου.

3.10.6 Αφαίρεση νωτιαίου μυελού

Μετά από την αφαίρεση των σπλάχνων, τα σφάγια βοοειδών, προβάτων (με εξαίρεση τα αρνιά που δεν είναι πιθανό να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια) και χοίρων χωρίζονται στα δύο κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης με τη χρήση ενός πριονιού. Νερό ψεκάζεται επάνω στη λεπίδα για να απομακρυνθεί οποιαδήποτε σκόνη οστών που παράγεται. Οι νωτιαίοι μυελοί (spinal cords) των βοοειδών και των προβάτων αφαιρούνται από το σφάγιο και διατίθενται ως δεδομένης επικινδυνότητας υλικά (specified risk material – SRM), δηλαδή πηγαίνουν για αποτέφρωση. Μερικά σφαγεία χρησιμοποιούν ένα σύστημα κενού που απορροφά το νωτιαίο μυελό και τον μεταφέρει στο δοχείο με τις δυνητικά επικίνδυνες ύλες. Σε άλλα σφαγεία, ο νωτιαίος μυελός αφαιρείται με το χέρι και η κοιλότητα καθαρίζεται χρησιμοποιώντας ψεκασμό με ατμό / συσκευή αναρρόφησης.

3.11 Απόβλητα ή παραπροϊόντα σφαγείων πτηνών

3.11.1 Αίμα

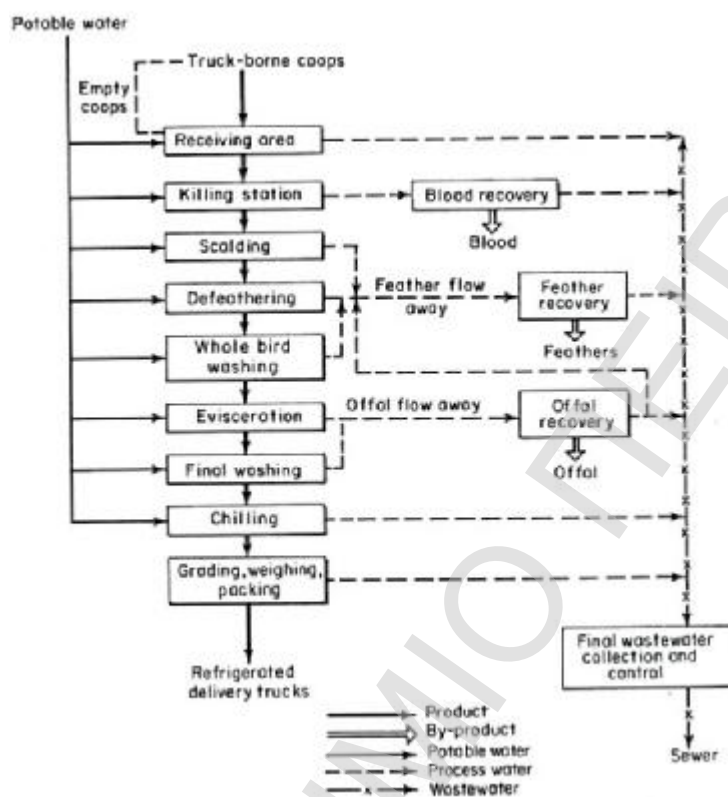
Δεδομένου ότι η αφαίμαξη στα πουλερικά γίνεται ενώ κρέμονται από μια κινούμενη μεταφορική ταινία, το αίμα συλλέγεται σε μια σήραγγα (tunnel) ή μια περιτοιχισμένη περιοχή (walled area) [IPPC, 2003 & 2005].

Η φτηνότερη επιλογή για τη διάθεση του αίματος είναι να συλληχθεί ξεχωριστά. Οι αποδοτικές διαδικασίες αφαίμαξης και η μέγιστη συλλογή αίματος στη σήραγγα είναι επομένως ουσιαστικές. Οι καλά σχεδιασμένες σήραγγες αίματος πρέπει να είναι αρκετά μακριές και να έχουν αρκετά υψηλούς τοίχους για να συλλέξουν όλο το αίμα.

Όπως και στις γούρνες αίματος των μεγάλων ζώων, έχουμε διπλό αγωγό που ανάλογα με τη θέση της τάπας το αίμα πηγαίνει με άντληση σε ένα βυτιοφόρο ή στα υγρά απόβλητα.

Μερικά σφαγεία επιτρέπουν όλη η ποσότητα του αίματος που συλλέγεται ή ένα σημαντικό ποσοστό της να προωθηθεί στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της. Σε αυτές τις περιπτώσεις η μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων πρέπει να είναι ικανή να διαχειριστεί υψηλά φορτία COD και BOD. Σε μια τέτοια μονάδα μπορεί να ενσωματωθεί και η παραγωγή βιοαερίου. Γενικά η πιο

συνηθισμένη πρακτική είναι το αίμα των πτηνών να στέλνεται σε μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση [IPPC, 2003 & 2005].



Σχήμα 3.7: Διάγραμμα ροής μονάδας επεξεργασίας πτηνών.

Πηγή: Azad H., "Industrial wastewater management handbook", ed. McGraw – Hill, New York 1976.

3.11.2 Φτερά

Μετά την αναισθητοποίηση και την αφαίμαξη, τα πτηνά εμβαπτίζονται σε μια δεξαμενή ζεματίσματος για να χαλαρώσουν τα φτερά και να διευκολυνθεί το μάδημα. Τα πουλερικά που προορίζονται να πουληθούν κατεψυγμένα συνήθως ζεματίζονται στους 56 - 58 °C [IPPC, 2003 & 2005]. Τα σφάγια που ψύχονται με αέρα, για να πουληθούν ως φρέσκα, ζεματίζονται στους 50 - 52 °C για να αποφευχθεί η αλλοίωση της επιδερμίδας τους και ο επακόλουθος αποχρωματισμός του δέρματος τους.

Καθώς τα πτηνά εισάγονται στη δεξαμενή ζεματίσματος μπορούν ακούσια να αφοδεύσουν, οδηγώντας στη συσσώρευση περιττωμάτων στο νερό. Στο νερό, τα περιττώματα των πουλερικών σχηματίζουν νιτρικό αμμώνιο και ουρικό οξύ τα οποία αποτελούν φυσικό ρυθμιστικό διάλυμα (natural buffer) που έχει επίδραση στη διατήρηση του pH = 6 στη δεξαμενή ζεματίσματος. Όμως σε αυτό το pH οι σαλμονέλες παρουσιάζουν την μεγαλύτερη αντοχή στη θέρμανση. Οπότε, οι δεξαμενές ζεματίσματος πρέπει να εκκενώνονται στο τέλος κάθε βάρδιας.

Τα φτερά αφαιρούνται μηχανικά, αμέσως μετά από το ζεμάτισμα, από μια σειρά σε απευθείας σύνδεση μηχανών μαδήματος (on-line plucking machines). Οι μηχανές περιλαμβάνουν αντιθέτως περιστρεφόμενους κώνους ή δίσκους ανοξειδωτού χάλυβα που έχουν πάνω τους λαστιχένιες λουρίδες ή δάχτυλα. Τα φτερά που παραμένουν στο πτηνό μετά το μηχανικό μάδημα, αφαιρούνται με το χέρι.

Οι μηχανές για το μάδημα των φτερών έχουν σύστημα συνεχούς ψεκασμού με νερό. Τα φτερά λαμβάνονται συνήθως σε ένα συγκεντρωμένο σημείο συλλογής μέσω ενός καναλιού νερού ταχείας ροής που βρίσκεται κάτω από τη μηχανή. Τα φτερά στη συνέχεια μπορούν να σταλούν σε βιομηχανίες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων, για κομποστοποίηση, για αποτέφρωση μαζί με τις κουτσουλές των πτηνών σε μεγάλες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης, ή σε χωματερές. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται ξηρά συστήματα συλλογής φτερών, που χρησιμοποιούν μια μεταφορική ταινία σε συνδυασμό με εφαρμογή κενού ή συμπιεσμένου αέρα, όταν για παράδειγμα τα φτερά πρόκειται να προωθηθούν σε βιομηχανία επεξεργασίας φτερών.

Για τις άπτιες, χρησιμοποιείται κερί για την απομάκρυνση των φτερών. Οι άπτιες εμβαπτίζονται σε ένα λουτρό καυτού κεριού και στη συνέχεια περνούν μέσω ψεκαστήρων κρύου νερού έτσι ώστε να στερεοποιηθεί το κερί. Το κερί μαζί με τα φτερά απομακρύνονται είτε μηχανικά, είτε με το χέρι. Τα μαδημένα σφάγια έπειτα πλένονται με νερό και το κερί λειώνει και ανακυκλώνεται.

3.11.3 Άκρα

Μετά από το μάδημα, τα κοτόπουλα καθαρίζονται με καταιονισμό, που μπορεί να συνδυάζεται με ελαφρύ χτύπημα με λουρίδες. Στη συνέχεια τα κοτόπουλα μεταφέρονται από το χώρο των μη καθαρών διεργασιών στο χώρο της γραμμής σφαγής που πραγματοποιούνται οι καθαρές διαδικασίες. Επιθεωρούνται έπειτα εξωτερικά και κόβονται τα κεφάλια και τα πόδια. Ορισμένα σφαγεία έχουν εξοπλισμό για το καθάρισμα των ποδιών για ανθρώπινη κατανάλωση. Τα πόδια καθαρίζονται με νερό στους 80 °C [IPPC, 2003 & 2005].

3.11.4 Εντόσθια

Μετά από το μάδημα και την αφαίρεση του κεφαλιού και των ποδιών τα πτηνά εκσπλαχνίζονται, δηλαδή αφαιρούνται τα εσωτερικά όργανα. Στις περισσότερες χώρες της Ε.Ε., ο εκσπλαχνισμός (evisceration) γίνεται μηχανικά, αλλά στις μικρές επιχειρήσεις γίνεται ακόμα χειρωνακτικά [IPPC, 2003 & 2005]. Στις αυτοματοποιημένες γραμμές, γίνεται μια τομή στην περιοχή του πρωκτού (vent), μια συσκευή σε σχήμα κουταλιού εισάγεται στο άνοιγμα και σύρονται τα εντόσθια. Η κοινή πρακτική είναι να παραμείνουν ενωμένα με τους φυσικούς ιστούς τους και να κρεμαστούν στο πίσω μέρος του σφαγίου για την κτηνιατρική επιθεώρηση.

3.12 Απόβλητα από τον καθαρισμό του σφαγείου

Για λόγους υγιεινής, το προσωπικό του σφαγείου πρέπει να πλένει με ζεστό νερό στις περιοχές που λαμβάνουν χώρα οι διάφορες διεργασίες κατά τη διάρκεια του σταματήματος της παραγωγής. Όλος ο εξοπλισμός της παραγωγικής διαδικασίας, τα εμπορευματοκιβώτια, κ.λπ., πρέπει να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται αρκετές φορές την ημέρα και μετά από το τέλος των εργασιών της ημέρας για να προετοιμαστούν για το επόμενο ξεκίνημα. Μια χαρακτηριστική περιγραφή του καθαρισμού σε ένα σφαγείο έχει ως εξής [IPPC, 2003 & 2005]:

Τα άχρηστα τμήματα κρέατος, το λίπος, κ.λπ. συλλέγονται με τη σκούπα και το φτυάρι καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας και προωθούνται για

χρήση / διάθεση σύμφωνα με τον κανονισμό ABP 1774/2002/EC. Σε μερικά σφαγεία, τα απορρίμματα κρέατος (meat scraps) συλλέγονται με τη βοήθεια σωλήνων νερού σε ειδικά δοχεία (catch pots), μέσω και της αποχέτευσης. Σε μερικές περιπτώσεις επίσης χρησιμοποιείται η απομάκρυνση των στερεών απορριμμάτων με πλύση με σωλήνες νερού σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Η χρήση σωλήνων νερού (hosing down) για την απομάκρυνση των απορριμμάτων κρέατος συμβάλλει στη μόλυνση και ρύπανση του νερού με στερεά υλικά καθώς επίσης και με λίπη και έλαια (fats, oils and greases). Στα κενά της παραγωγικής διαδικασίας, τα ειδικά δοχεία συλλογής (catch pots) της αποχέτευσης εκκενώνονται στους κάδους σκουπιδιών (waste bins). Κάθε τμήμα της αποχέτευσης μπορεί να έχει ένα εσχαρωτό καπάκι (grate cover) με ένα πλέγμα 4 mm και ένα ειδικό δοχείο συλλογής (catch pot). Μερικά σφαγεία χρησιμοποιούν ένα ειδικό δοχείο συλλογής δύο σταδίων, που περιλαμβάνει ένα χοντρό κόσκινο πάνω από ένα λεπτό κόσκινο με μια διάταξη «ανεστραμμένων ψηλών καπέλων».

Στο τέλος κάθε βάρδιας, όλες οι περιοχές της παραγωγικής διαδικασίας πλένονται με τη χρήση μάνικας χαμηλής πίεσεως (low-pressure hoses) και όλα τα ειδικά δοχεία συλλογής στερεών (catch pots) εκκενώνονται στην αποχέτευση. Επίσης ένα αραιό απορρυπαντικό εφαρμόζεται έπειτα με τη μορφή αφρού πάνω σε όλες τις επιφάνειες. Μετά από περίπου 20 λεπτά ή περισσότερο οι επιφάνειες ξεπλένονται με ζεστό νερό υψηλής πίεσης. Σε μερικά σφαγεία, ψεκάζεται μια πολύ αραιή ένωση απολυμαντικού σε όλες τις επιφάνειες και αφήνεται να στεγνώσει. Σε πολλά σφαγεία επίσης, οι γάντζοι, τα τσιγκέλια, τα δοχεία, κ.λπ., καθαρίζονται *in situ* με παρόμοιο τρόπο.

Βέβαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο προϊόντα καθαρισμού ειδικά για τρόφιμα. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία διαθέσιμων υλικών καθαρισμού. Μερικά υλικά καθαρισμού έχουν τις παραδοσιακές χημικές μορφές και άλλα είναι βασισμένα στη βιοτεχνολογία.

Οι απαιτήσεις υγιεινής απαγορεύουν τη χρήση σπρέι υψηλής πίεσης και μικρού όγκου HPLV (high pressure low volume) στις περιοχές που υφίσταται επεξεργασία το κρέας, δεδομένου ότι το ατμοποιημένο νερό μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση που μεταφέρεται με τον αέρα. Μπορούν, όμως, τέτοια σκευάσματα να χρησιμοποιηθούν για τον καθαρισμό στο τέλος της παραγωγής. Η χρήση; πολύ μεγάλης ποσότητας νερού μπορεί, εντούτοις, να έχει αρνητικές συνέπειες στην υγιεινή. Παραδείγματος χάριν, ένα περιβάλλον με μεγάλη υγρασία που συνδυάζεται με μετακίνηση μηχανημάτων και στενή εγγύτητα των σφαγίων το ένα με το άλλο στη γραμμή σφαγής μπορούν να οδηγήσουν στη διάδοση μόλυνσης με το ράντισμα και τα αερολύματα. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα προϊόντα καθαρισμού μπορούν να μειωθούν με την επιλογή του κατάλληλου σκευάσματος και την σωστή εφαρμογή του.

Η επιλογή του απορρυπαντικού που χρησιμοποιείται έχει επίδραση στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Μερικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs) έχουν σύστημα χειρισμού για τα φωσφορικά άλατα. Άλλες μονάδες μπορούν να χειριστούν τα: EDTA, phosphonates ή παρόμοιες ενώσεις. Η ποσότητα του ασβεστίου που χρησιμοποιείται ποικίλλει ανάλογα με το πόσο μαλακό ή σκληρό είναι το νερό. Τα υπολείμματα των απορρυπαντικών μπορούν να παραμείνουν στην ιλύ (λάσπη) κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Αυτό μπορεί να περιορίσει τις επιλογές διάθεσης της ιλύος, γεγονός που πρέπει να εξεταστεί κατά την επιλογή των απορρυπαντικών.

Βιοχημικά προϊόντα καθαρισμού που περιέχουν ένζυμα (που υπάρχουν στη φύση) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθαρισμό του εξοπλισμού, των

πατωμάτων και των τοίχων, καθώς και για την απολύμανση τους. Αυτά είναι λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, ώστε να επιτυγχάνεται και εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης η εκροή (effluent) τους στα υγρά απόβλητα επιβαρύνει με μικρότερο φορτίο COD από ότι οι άλλες χημικές ουσίες. Επιπλέον δεν προκαλούν διάβρωση στον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις.

Σε περιοχές του σφαγείου που κυρίαρχο παραπροϊόν είναι το αίμα και τα υγρά του κρέατος, ο αρχικός καθαρισμός μπορεί να γίνει με κρύο νερό, δεδομένου ότι το ζεστό νερό κάνει το αίμα να κολλάει στις επιφάνειες που καθαρίζονται. Ζεστό νερό πρέπει να χρησιμοποιηθεί μόνο στις περιοχές που υπάρχουν λίπη στα απόβλητα. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η χρήση απορρυπαντικών και η μόλυνση των υγρών αποβλήτων με τις απορρυπαντικές ουσίες.

Τα συστήματα CIP (cleaning-in-place) είναι συστήματα καθαρισμού που είναι ενσωματωμένα στον εξοπλισμό του σφαγείου και μπορούν να τεθούν σε λειτουργία μόνο με την απαιτούμενη ποσότητα απορρυπαντικού και νερού στην κατάλληλη θερμοκρασία, για τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται και για την ουσία που θέλουμε να καθαρίσουμε. Η ενσωμάτωση ενός συστήματος CIP μπορεί να εξεταστεί στο στάδιο του σχεδιασμού και να εγκατασταθεί από τον κατασκευαστή. Βελτίωση ενός τέτοιου συστήματος επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση εσωτερικής ανακύκλωσης νερού και χημικών ουσιών και με την χρήση αποδοτικών διατάξεων ψεκασμού του νερού. Κατά το σχεδιασμό πρέπει να ελεγχθεί αν καλύπτεται όλος ο χώρος από το σύστημα και δεν υπάρχουν «τυφλά σημεία». Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης νερού, απορρυπαντικών ουσιών και ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση του νερού.

Κυκλωνικά συστήματα καθαρισμού με κενό (cyclonic vacuum cleaners) χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση του αίματος και των σπλάχνων από το δάπεδο του σφαγείου πριν το πλύσιμο. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της επιβάρυνσης των υγρών αποβλήτων.

3.13 Ζωικά παραπροϊόντα και ο χειρισμός τους

3.13.1 Αποθήκευση παραπροϊόντων σφαγείου και προβλήματα έκλυσης οσμών

Η συλλογή και η αποθήκευση των παραπροϊόντων των σφαγείων, όπως το αίμα, το περιεχόμενο των εντέρων, τα μη εδώδιμα εντόσθια, τα κεφάλια, τα πόδια, τα άχρηστα κομμάτια κρέατος και οστών και τα δεδομένης επικινδυνότητας υλικά (specified risk material – SRM) είναι η αιτία για τα σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης, λόγω των οσμών που παράγουν. Μερικά παραπροϊόντα, όπως το περιεχόμενο των εντέρων, έχουν εγγενώς δυσάρεστη οσμή ενώ άλλα, όπως το αίμα, γίνονται δύσοσμα πολύ γρήγορα. Η ύπαρξη και η επιδείνωση των εκπομπών οσμών εξαρτάται από τα προληπτικά μέτρα και τους χειρισμούς ελέγχου που εφαρμόζονται, καθώς επίσης και από τον τοπικό καιρό και το κλίμα.

Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK καλύπτει, μεταξύ άλλων, την αποθήκευση των ζωικών παραπροϊόντων. Οι ιδιαιτερότητες για την αποθήκευση των ζωικών παραπροϊόντων ποικίλλουν μεταξύ των εγκαταστάσεων. Ως ένα ορισμένο βαθμό εξαρτώνται από τη φύση και τα χαρακτηριστικά των παραπροϊόντων και τη χρήση ή τη διάθεση τους. Γενικά, η αποθήκευση αυτών των υλικών μπορεί να γίνει μέσα σε ένα κλειστό χώρο, με αρνητική πίεση, που εξασφαλίζεται με ένα σύστημα μηχανικού αερισμού και που ταυτόχρονα υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις για την μείωση

των οσμών. Η απόφαση για την αποθήκευση των παραπροϊόντων σε ένα τέτοιο κλειστό και μερικές φορές ψυχόμενο χώρο μπορεί να εξαρτηθεί από το εάν προορίζονται για πώληση ή για διάθεση. Η αποθήκευση σε μη ψυχόμενο χώρο έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία προβλημάτων οσμών.

Μερικά σφαγεία αποθηκεύουν τα ζωικά παραπροϊόντα σε ανοικτά εμπορευματοκιβώτια στην ύπαιθρο και στηρίζονται στη συχνή απομάκρυνση από την περιοχή, π.χ. μία φορά ή δύο φορές την ημέρα, για να αποτραπούν τα προβλήματα οσμών από τα σηπόμενα υλικά.

Το πιο σημαντικό πρόβλημα οσμών προκύπτει κατά την αποθήκευση και την επεξεργασία των εντοσθίων. Επίσης πηγή οσμών και μολύνσεων είναι η διαρροή των παραπροϊόντων κατά την μεταφορά τους ή την αποθήκευση τους. Οπότε πρέπει να λαμβάνονται ειδικά προληπτικά μέτρα για την αποφυγή του κινδύνου διαρροή των ζωικών παραπροϊόντων [IPPC, 2003 & 2005].

Η έκλυση οσμών επηρεάζει τόσο την υγεία και τις καλές συνθήκες εργασίας του προσωπικού όσο και την ποιότητα ζωής των περιοίκων [Vesilind, 2003]. Είναι σημαντικό οι χώροι στους οποίους εκλύονται οσμές να έχουν σύστημα ελέγχου της ποιότητας του αέρα και να έχουν κατασκευαστεί με κατάλληλο σχεδιασμό για τον περιορισμό τους.

3.13.2 Επεξεργασία ζωικών παραπροϊόντων

3.13.2.1 Τήξη λιπών (fat melting)

Η πρώτη ύλη διαφέρει και συνεπώς οι συνθήκες για το διαχωρισμό των κλασμάτων του λίπους, του νερού και των στερεών ποικίλλουν αναλόγως. Το προϊόν της τήξης του λίπους χρησιμοποιείται γενικά σε τρόφιμα, έτσι η πρώτη ύλη απαιτείται να είναι φρέσκια και κατά συνέπεια γίνεται λιγότερο εστία οσμών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της επεξεργασίας [IPPC, 2003 & 2005].

Τρεις μέθοδοι τήξης των λιπών έχουν αναφερθεί: η υγρή τήξη λιπών σε παρτίδες (batch), η ξηρή τήξη των λιπών σε παρτίδες (batch) και η συνεχής υγρή τήξη των λιπών (continuous wet fat melting). Η μέθοδος που χρησιμοποιείται έχει επιπτώσεις στην ποιότητα του λίπους που παράγεται. Οι σημαντικότερες απαιτήσεις σε ποιότητα είναι: χαμηλό περιεχόμενο σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (free fatty acids - FFA), μικρή περιεκτικότητα σε νερό, καλές ιδιότητες συντήρησης, χαμηλή τιμή υπεροξειδίων (peroxide value), ουδέτερη γεύση, οσμή και χρώμα και υψηλό σημείο στερεοποίησης. Οι εκτεταμένοι χρόνοι αποθήκευσης και επεξεργασίας έχουν επιπτώσεις και στα ποιοτικά και στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Οι πρώτες ύλες που δεν είναι φρέσκοις μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα οσμών και να επιβαρύνουν το ρυπαντικό φορτίο των υγρών αποβλήτων.

Κάτω από ορισμένες συνθήκες, το λίπος υποβάλλεται σε δύο σημαντικές χημικές μεταβολές, την υδρόλυση και την οξειδωση. Η υδρόλυση είναι μια χημική αντίδραση μεταξύ του λίπους και του νερού, μέσω της οποίας σχηματίζονται ελεύθερα γλυκερίδια (glycerides) και ελεύθερα λιπαρά οξέα (free fatty acid – FFAs). Οι ενώσεις που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της οξειδωσης δίνουν στο προϊόν μια ταγκιά γεύση.

Ο χειρισμός και η αποθήκευση της πρώτης ύλης πριν την επεξεργασία και ο τύπος επεξεργασίας που λαμβάνει χώρα καθορίζουν τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (free fatty acid – FFAs) και την τιμή υπεροξειδίων (peroxide value). Για να επιτευχθεί μια χαμηλή περιεκτικότητα σε νερό, το λίπος μπορεί να καθαριστεί σε έναν

διαχωριστήρα (separator). Η περιεκτικότητα σε νερό της πρώτης ύλης του λίπους κυμαίνεται κανονικά μεταξύ 6 - 25 %. Το περιεχόμενο σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (free fatty acid – FFAs) αυξάνεται κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της επεξεργασίας, ειδικά σε υψηλές θερμοκρασίες. Για να αποφευχθεί αυτό, πρέπει να γίνει ο διαχωρισμός των συστατικών γρήγορα.

3.13.2.2 Επεξεργασία μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering)

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία ζωικών παραπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (rendering), είναι συχνά απόβλητα και στην πράξη αποδομούνται προκαλώντας περισσότερα προβλήματα οσμών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της επεξεργασίας τους. Οπότε απαιτούν τεχνικές για τον χειρισμό των οσμών και των υγρών αποβλήτων υψηλού BOD που προκύπτουν.

Πίνακας 3.8: Δεδομένα εισροών και εκροών για την επεξεργασία μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering).

Εισροές		Εκροές	
Πρώτες ύλες (μη εδώδιμα εντόσθια, νεκρά ζώα..)	1.000 kg ^a	Οστεάλευρα	280 kg
Καύσιμο για παραγωγή ατμού	60 kg	Λίπη	110 kg
Ηλεκτρική ενέργεια	70 kWh	Υγρά απόβλητα	1.000 – 1.600 l ^a
Νερό για τον ατμολέβητα	150 – 200 l	COD	5 kg
Νερό για τον συμπυκνωτή	200 – 500 l	Ολικό άζωτο	0,6 kg
Νερό για καθάρισμα	200 – 300 l		

^a: περίπου το 60 % του βάρους των πρώτων υλών είναι νερό, το οποίο μεταπίπτει στα υγρά απόβλητα με την επεξεργασία.

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Ο όρος «επεξεργασία» (processing) στον κανονισμό ABP 1774/2002/ΕΚ χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις διαδικασίες που καλούνται παραδοσιακά «επεξεργασία παραπροϊόντων κρέατος που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση» (rendering). Αυτά τα παραπροϊόντα προέρχονται από, π.χ. σφαγεία, εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος, καταστήματα κρεοπωλών, υπεραγορές και εγκαταστάσεις εκτροφής ζωικού κεφαλαίου. Τα ζωικά παραπροϊόντα περιλαμβάνουν: σφάγια, τμήματα των σφάγιων, κεφάλια, πόδια, εντόσθια, λίπη, τμήματα μη εδώδιμου κρέατος, δορές, δέρματα, φτερά και οστά. Για παράδειγμα, τα ζωικά μη εδώδιμα παραπροϊόντα αποτελούν περίπου το 10 – 11 % ενός χοίρου. Στη Γερμανία, κατά μέσο όρο το 35 % του ζώντος βάρους όλων των ζωικών ειδών υφίσταται επεξεργασία ως μη εδώδιμα ζωικά παραπροϊόντα (inedible rendering). Ο τύπος της πρώτης ύλης διαφέρει για κάθε μονάδα επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Μερικές μονάδες ειδικεύονται σε μεμονωμένα είδη, π.χ. παράγοντας μόνο άλευρα και λίπη πουλερικών.

Η επεξεργασία σε μια μονάδα μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων περιλαμβάνει διάφορα στάδια επεξεργασίας, ως εξής, αν και η σειρά που ακολουθείται μπορεί να διαφέρει μεταξύ των εγκαταστάσεων:

Η πρώτη ύλη παραλαμβάνεται στην εγκατάσταση και αποθηκεύεται.

Η προετοιμασία της πρώτης ύλης για την επεξεργασία περιλαμβάνει γενικά τη μείωση μεγέθους, για να καλύψει τις απαιτήσεις του κανονισμού ABP 1774/2002/ΕΚ.

Στη συνέχεια η πρώτη ύλη θερμαίνεται υπό συνθήκες πίεσης για να σκοτωθούν οι μικροοργανισμοί και να μειωθεί η υγρασία. Το υγροποιημένο λίπος διαχωρίζεται από τις στερεές πρωτεΐνες με φυγοκέντρηση ή/και συμπίεση. Το στερεό προϊόν μπορεί έπειτα να αλεστεί σε σκόνη για να δημιουργηθούν τα ζωικά πρωτεϊνικά άλευρα, όπως είναι τα άλευρα από φτερά ή τα κρεατάλευρα – οστεάλευρα (meat and bone meal - MBM). Το τελικό προϊόν μεταφέρεται για αποθήκευση και αποστολή. Ενώ τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια απόβλητα υφίστανται επεξεργασία και διατίθενται, ενδεχομένως με κάποια ενδιάμεση αποθήκευση. Για ορισμένα υλικά, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πρέπει να πραγματοποιηθεί η αποστείρωση καθορίζονται από τον κανονισμό ABP 1774/2002/EC.

Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK διευκρινίζει τις συνθήκες λειτουργίας που απαιτούνται για την επεξεργασία των ζωικών παραπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Αυτές ποικίλλουν ανάλογα με τους κινδύνους που συνδέονται με τα υλικά αυτά. Ανάλογα με τον κίνδυνο τα υλικά κατατάσσονται στις κατηγορίες 1, 2 ή 3. Οι γενικές ανάγκες υγιεινής και λεπτομέρειες των συνθηκών λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους των σωματιδίων, τη θερμοκρασία, το χρόνο και την πίεση συνοψίζονται στον Πίνακα 3.9. Οι συνθήκες λειτουργίας και η αλληλουχία των διαδικασιών στις διάφορες μονάδες μπορεί να διαφέρουν λόγω της φύσης της πρώτης ύλης ή των επιθυμητών ιδιοτήτων του προϊόντος, βέβαια με την προϋπόθεση ότι καλύπτονται οι απαιτήσεις του κανονισμού ABP 1774/2002/EK.

Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε στερεά ελεύθερα από λίπη της πρώτης ύλης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ποσότητα των ζωικών αλεύρων που θα παραχθεί. Η μεγαλύτερη ποσότητα οστών στην πρώτη ύλη, συνεπάγεται μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες στα άλευρα, δεδομένου ότι τα οστά έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες από ότι το κρέας ή τα εντόσθια. Εάν η πρώτη ύλη έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε οστά, το προϊόν θα έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ανόργανες ουσίες. Η μέση απόδοση σε λίπος και άλευρα από μία μονάδα επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων είναι περίπου 35 – 45 % της ποσότητας της πρώτης ύλης με την οποία τροφοδοτείται η μονάδα [IPPC, 2003 & 2005].

Στα πλαίσια της επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων, πρέπει να γίνει αναφορά στην θερμική επεξεργασία ως μέθοδο αξιοποίησης για τα απόβλητα των σφαγείων, η οποία χρησιμοποιείται παραδοσιακά από τη βιομηχανία επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering industry) [Hamer, 2003]. Η βιομηχανία επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων είναι μια βιομηχανία που γίνεται ανεκτή περισσότερο παρά αποδεκτή. Τα προϊόντα της βιομηχανίας είναι τροφές κρέατος και οστών, τα οποία παραδοσιακά χρησιμοποιούνται ως συστατικά ζωοτροφών. Για να βελτιώσουν την ποιότητα των πρωτεϊνών των αλεύρων κρέατος και οστών, οι θερμοκρασίες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering temperatures) είναι μειωμένες, με την ανεπιθύμητη επίπτωση ότι οι πρωτεΐνες της νόσου των Creutzfeldt – Jakobs (prions) είναι παρούσες σε ορισμένα υλικά από μολυσμένα σφάγια βοοειδών (infected bovine carcasses), που σε ορισμένες περιπτώσεις δεν έχουν εξαλειφθεί πλήρως από τα προϊόντα των αλεύρων κρέατος και οστών, προκαλώντας διαδοχικές μολύνσεις στα βοοειδή που τρέφονται με μολυσμένες τροφές, αλλά ακόμα πιο ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι, μέσω της τροφικής αλυσίδας, μοιραία μολύνεται και ο άνθρωπος που έχει καταναλώσει τα προϊόντα κρέατος που είναι μολυσμένα με το συγκεκριμένο υλικό από τέτοια βοοειδή [Hamer, 2003].

Πίνακας 3.9: Σύνοψη των διεργασιών που επιτρέπονται σύμφωνα με τον Κανονισμό ABP 1774/2002/EC για την επεξεργασία των ζωικών παραπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Μέθοδος	Μέγιστο μέγεθος σωματιδίων (mm)	Συνδυασμός θερμοκρασίας και χρόνου		Απαίτηση σε πίεση	Με παρτίδες (batch)	Συνεχούς ροής	Κανονισμός ABP 1774/2002/EC Κατηγορία 1 ύποπτα υλικά για σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια και υλικά για καταστροφή (αν δεν αποτεφρωθούν άμεσα)	Κανονισμός ABP 1774/2002/EC Κατηγορία 2 εκτός από τα ύποπτα υλικά για σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (αν δεν αποτεφρωθούν άμεσα)	Κανονισμός ABP 1774/2002/EC Κατηγορία 3 (αν δεν αποτεφρωθούν άμεσα)
		°C	min						
1 (αποστείρωση)	50	> 133	20	Ναι (3 bar)	Ναι	Ναι	Ναι, μετά αποτεφρώνονται ή συν-αποτεφρώνονται	Ναι, μετά αποτεφρώνονται, συν-αποτεφρώνονται ή διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής	Οποιαδήποτε από αυτές τις μεθόδους πρέπει να χρησιμοποιηθεί, αλλά η ακολουθούμενη πορεία για χρήση ή διάθεση των παράγωγων καθορίζεται στον Κανονισμό ABP 1774/2002/EC
2	150	> 100 > 110 > 120	125 120 50	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι, μετά αποτεφρώνονται ή συν-αποτεφρώνονται	Ναι, μετά αποτεφρώνονται, συν-αποτεφρώνονται ή διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής	Οποιαδήποτε από αυτές τις μεθόδους μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αλλά η ακολουθούμενη πορεία για τη διάθεση των παράγωγων καθορίζεται στον Κανονισμό ABP 1774/2002/EC
3	30	> 100 > 110 > 120	95 55 13	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι, μετά αποτεφρώνονται ή συν-αποτεφρώνονται	Ναι, μετά αποτεφρώνονται, συν-αποτεφρώνονται ή διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής	
4	30	> 100 > 110 > 120	16 13 3	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι, μετά αποτεφρώνονται ή συν-αποτεφρώνονται	Ναι, μετά αποτεφρώνονται, συν-αποτεφρώνονται ή διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής	
5	20	> 80 > 100	120 60	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι, μετά αποτεφρώνονται ή συν-αποτεφρώνονται	Ναι, μετά αποτεφρώνονται, συν-αποτεφρώνονται ή διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής	

Η αστοχία των διεργασιών υψηλής θερμοκρασίας να εξασφαλίσουν απόλυτη ασφάλεια σε σχέση με την επιβίωση των μολυσματικών παραγόντων είναι ένας λόγος σημαντικής ανησυχίας και δείχνει την επείγουσα ανάγκη για μελέτη ώστε να διευκρινιστεί η τύχη των παραγόντων παθογένεσης τόσο κατά τις διεργασίες επεξεργασίας όσο και στη φύση του περιβάλλοντος που εξασφαλίζει την τελευταία καταβόθρα (sink) για τα υπολείμματα των διεργασιών επεξεργασίας των αποβλήτων και των ενδεχομένων κινδύνων που μπορούν να θέσουν τα μολυσμένα υπολείμματα με παθογόνα.

Η σίτιση με επεξεργασμένες ζωικές πρωτεΐνες των εκτρεφόμενων ζώων που προορίζονται για την παραγωγή τροφίμων για ανθρώπινη κατανάλωση, αυτή τη στιγμή, απαγορεύεται, με περιορισμένες εξαιρέσεις, με την απόφαση του Συμβουλίου 2000/766/EK της 4ης Δεκεμβρίου 2000 σχετικά με ορισμένα μέτρα προστασίας όσον αφορά την μετάδοση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας [IPPC, 2003 & 2005].

Το αίμα που δεν προορίζεται για τρόφιμα ή φαρμακευτική χρήση μπορεί να επεξεργαστεί ως ζωικό παραπροϊόν. Το αίμα περιλαμβάνει γενικά ξηρή ουσία περίπου 18 %, αλλά συχνά και λιγότερο, π.χ. στο Ηνωμένο Βασίλειο περιέχει το χειμώνα ένα μέγιστο ξηρής ουσίας 16 % και το καλοκαίρι ένα 10 %. Κάποια ποσότητα του νερού μπορεί να απομακρυνθεί, με διάφορα μέσα, πριν από την επεξεργασία. Στο πρώτο στάδιο της λειτουργίας ξήρανσης το αίμα μπορεί να είναι πηγμένο (κροκίδα), αλλά αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες εκροές αποβλήτων, λόγω της σημαντικής ποσότητας διαλυτών ουσιών που μπορεί να χαθούν με τον ορό του αίματος κατά τη διάρκεια της φυγοκέντρωσης του πηγμένου αίματος. Μέχρι και το 50 % του νερού μπορεί να απομακρυνθεί με αυτήν την διαδικασία, πριν ξηρανθεί. Το υδατώδες διάλυμα στραγγίζεται και έπειτα το υπόλοιπο 40 % του νερού απομακρύνεται με διάφορα είδη εξοπλισμού ξήρανσης με αέρα και φούρνους. Αυτό δίνει μια παραγωγή περίπου 15 – 20 % αιματάλευρων από το ακατέργαστο αίμα. Ένας τύπος ξηραντήρα είναι ο συνεχής ξηραντήρας δακτυλίων. Η ρύπανση του νερού από το αίμα μπορεί να μειωθεί, με την διαύγαση σε μια δεξαμενή καθίζησης, πριν τη διάθεση του νερού.

3.13.2.2.1 Προεπεξεργασία σφάγιων και αποβλήτων ως μη edώδιμων παραπροϊόντων κρέατος

Οι ιδιότητες του ζωικών αλεύρων και του ζωικού λίπους (tallow) που παράγονται από την επεξεργασία των παραπροϊόντων του κρέατος εξαρτώνται από τον τύπο της πρώτης ύλης, το χρόνο αποθήκευσης και τη θερμοκρασία πριν επεξεργαστούν και κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.

Παραδοσιακά υπάρχει η απαίτηση να διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (free fatty acid – FFA). Για να πραγματοποιηθεί αυτό: η πρώτη ύλη πρέπει να επεξεργαστεί το συντομότερο δυνατόν μετά από την απομάκρυνση της από το ζώο, πρέπει να αποφευχθούν οι υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης, η πρώτη ύλη δεν πρέπει να έρθει σε επαφή με το περιεχόμενο τις κοιλιές και των εντέρων, και ο αρχικός τεμαχισμός της πρώτης ύλης πρέπει να πραγματοποιηθεί αμέσως πριν αρχίσει η θερμική επεξεργασία. Επίσης αυτές οι συνθήκες έχουν θετική επίδραση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δεδομένου ότι μειώνουν τα προβλήματα οσμών και δημιουργίας υγρών αποβλήτων.

3.13.2.2 Επεξεργασία φτερών και τριχών χοίρων ως ζωικά παραπροϊόντα

Το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας των φτερών και των τριχών των χοίρων είναι η υδρόλυση, για να απελευθερωθεί η κερατίνη [IPPC, 2003 & 2005 και USA-EPA, 1995]. Η κερατίνη είναι μια δύσπεπτη πρωτεΐνη. Η υδρολυμένη πρωτεΐνη έπειτα ξηραίνεται, για να παράγει εύπεπτα άλευρα υψηλής πρωτεϊνικής αξίας. Ουσιαστικά η κερατίνη μετατρέπεται σε αμινοξέα. Πριν από την απαγόρευση ορισμένων ζωικών πρωτεϊνών σε τροφές για ζώα αυτό θα μπορούσε να πουληθεί χωριστά, αλλά συνήθως αναμιγνύονταν με άλλους τύπους αλεύρων και χρησιμοποιούνταν ως πρωτεϊνική συμπυκνωμένη τροφή.

Οι τρίχες των χοίρων και τα φτερά υφίστανται επεξεργασία ξεχωριστά, δεδομένου ότι οι συνθήκες (θερμοκρασία / χρόνος) διαφέρουν για την υδρόλυση των δύο προϊόντων. Μια επιπλέον θερμική επεξεργασία απαιτείται για «να ανοίξουν» οι τρίχες των χοίρων [IPPC, 2003 & 2005].

3.13.2.3 Επεξεργασία αίματος – παραγωγή πλάσματος και αποξηραμένων ερυθροκυττάρων

Η επεξεργασία αίματος το οποίο προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση χρησιμοποιεί το αίμα από τα ζώα, με την προϋπόθεση ότι έχει γίνει μεταθανάτια επιθεώρηση από επίσημο κτηνίατρο.

A. Συλλογή αίματος

Το αίμα που προορίζεται για την παραγωγή πλάσματος δεν πρέπει να σβολιάσει (δεν πρέπει να σχηματιστούν θρόμβοι). Για την αποφυγή μιας τέτοιας περίπτωσης, το αίμα αναμιγνύεται με ένα διάλυμα κιτρικού νατρίου ή / και φωσφορικού νατρίου.

B. Διήθηση και φυγοκέντρηση

Το αίμα διηθείται στο σφαγείο. Μετά από τη διήθηση, υποβάλλεται σε φυγοκέντρηση για να διαχωριστεί το πλάσμα από τα κύτταρα του αίματος. Αυτό γίνεται είτε στο σφαγείο είτε στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Αυτές οι δύο διαδικασίες βοηθούν επίσης στην απομάκρυνση των ακάθαρτων σωματιδίων. Εάν υπάρχει μολυσματικότητα, εμφανίζεται συνήθως στο κλάσμα των κυττάρων. Το πλάσμα δεν θα ήταν απαραίτητα χωρίς μολυσματικότητα, αλλά μπορεί να μειωθεί σημαντικά μετά από το διαχωρισμό των κυττάρων. Μετά από τη φυγοκέντρηση υπάρχουν τρία περαιτέρω βήματα διήθησης.

Γ. Παραγωγή πλάσματος

Το πλάσμα (plasma) συγκεντρώνεται σε μια ψυχόμενη δεξαμενή αποθήκευσης από ανοξείδωτο χάλυβα και ψύχεται στους 4 °C. Σε αυτό το στάδιο επιτρέπεται να αναμιχθεί το πλάσμα από διάφορες πηγές στη δεξαμενή αποθήκευσης. Μια δεξαμενή μπορεί να συντηρήσει το αίμα από 1500 - 8000 χοίρους ή 350 - 750 ενήλικα βοοειδή. Το πλάσμα από βοοειδή και χοίρους μπορεί να αναμιχθεί.

Το πλάσμα που παραλαμβάνεται από το σφαγείο περιέχει στερεά περίπου 8 %. Τα οποία απομακρύνονται με αντίστροφη όσμωση (reverse osmosis) ή / και

νανοδιήθηση (nanofiltration). Με αυτό τον τρόπο επίσης συμπυκνώνεται το πλάσμα, απομακρύνονται το νερό και οι ανόργανες ουσίες, καθώς επίσης και το αντιπηκτικό (anticoagulant). Τα φίλτρα απομακρύνουν επίσης τα σωματίδια που έχουν διάμετρο κάτω από 1 nm. Το καθαρό πλάσμα στη συνέχεια ομογενοποιείται και διατηρείται σε σταθερή ατμοσφαιρική πίεση, έτοιμο για την ξήρανση μέσω ψεκασμού (spray drying).

Εναλλακτικά, το πλάσμα μπορεί να συμπυκνωθεί με εξάτμιση υπό συνθήκες κενού (vacuum evaporation). Αυτή η τεχνική περιλαμβάνει την αφαίρεση του νερού από το πλάσμα, υπό κενό σε $< 40^{\circ}\text{C}$.

Η ξήρανση μέσω ψεκασμού (spray drying) περιλαμβάνει την έγχυση του πλάσματος σε θερμαινόμενο θάλαμο ξήρανσης, σε υψηλή πίεση για να σχηματιστούν πολύ λεπτά σταγονίδια διαμέτρου 10 - 200 μm , με τη χρήση ενός λεπτού ακροφύσιου. Ο τύπος του ακροφύσιου που χρησιμοποιείται εξαρτάται από τη μορφή του θαλάμου ξήρανσης και από τη ροή του θερμού αέρα. Ο θάλαμος ξήρανσης είναι το μέρος του συστήματος όπου τα μικροσκοπικά σταγονίδια πλάσματος έρχονται σε επαφή με το θερμό αέρα με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η ξήρανση τους.

Όταν τα σταγονίδια έρχονται σε επαφή με το ρεύμα του θερμού αέρα η υγρασία εξατμίζεται γρήγορα και σχηματίζεται μια ξηρά σκόνη. Είναι σημαντικό ότι οι σταγόνες του ακροφύσιου πρέπει να έχουν ομοιόμορφο μέγεθος και να παράγονται με ένα σταθερό ποσοστό, έτσι ώστε όλα τα σωματίδια να εκτίθενται στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας.

Η κυκλοφορία του αέρα μέσω του θαλάμου ξήρανσης γίνεται με ατμοσφαιρικό αέρα, που φιλτράρεται και θερμαίνεται κατά το πέρασμα του μέσω ενός θερμαντήρα ατμού ή ενός θερμαντήρα έμμεσης θέρμανσης αερίου. Ένας φυγοκεντρικός ανεμιστήρας κινεί το θερμό αέρα στο σύστημα κυκλοφορίας. Η θερμοκρασία εισόδου στην εγκατάσταση αναφέρεται ότι είναι 240°C και ο ελάχιστος χρόνος επαφής είναι 15 δευτερόλεπτα. Όμως μπορεί να διαρκέσει μέχρι 30 δευτερόλεπτα σε κάποιες εγκαταστάσεις. Η θερμοκρασία εξόδου είναι 90°C .

Στη συνέχεια το κλάσμα του πλάσματος τοποθετείται σε σάκκο και αποθηκεύεται. Σε αυτό το τελικό στάδιο έχει μια περιεκτικότητα σε υγρασία $< 10\%$. Το τελικό προϊόν χρησιμοποιείται σε τροφές κατοικίδιων ζώων και χοιριδίων. Το πλάσμα επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τη βιομηχανία κρέατος, π.χ. στο μαγειρευμένο ζαμπόν και τα μαγειρευμένα λουκάνικα.

Δ. Παραγωγή ερυθροκυττάρων

Το κλάσμα των ερυθροκυττάρων αντλείται μέσω υψηλής πίεσης, ξηραίνεται με ψεκασμό, τοποθετείται σε σάκκους και αποθηκεύεται, με τον ίδιο τρόπο όπως το πλάσμα, εκτός από το ότι επειδή το κλάσμα των ερυθροκυττάρων περιλαμβάνει ήδη 30 % στερεά, δεν είναι απαραίτητο να συμπυκνωθεί πριν από την ξήρανση. Η θερμοκρασία για την ξήρανση με ψεκασμό για τα ερυθροκύτταρα είναι υψηλότερη από αυτή για το πλάσμα, δηλαδή $> 250^{\circ}\text{C}$. Τα ξηρά ερυθροκύτταρα αίματος χρησιμοποιούνται ως φυσική χρωστική ουσία στη βιομηχανία κρέατος, σε τροφές κατοικίδιων ζώων, σε ζωοτροφές και για λιπάσματα.

Ε. Διάθεση αποβλήτων από μονάδα επεξεργασία αίματος

Στερεά και υγρά απόβλητα παράγονται κατά τη διάρκεια της ξήρανσης με ψεκασμό. Τα στερεά απόβλητα είναι κατά ένα μεγάλο μέρος βιολογικά απόβλητα από τη διήθηση, την όσμωση και τον καθαρισμό (cleaning). Όλα τα βιολογικά απόβλητα

είναι αιωρούμενα στο νερό. Οπότε αυτά διηθούνται και τα υγρά απόβλητα στη συνέχεια υποβάλλονται σε βιολογική αποδόμηση σε μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν στερεά, απορρυπαντικά και απολυμαντικά από τον καθαρισμό των οχημάτων και του εξοπλισμού, όπως ο εξοπλισμός φυγοκέντρησης. Τα στερεά αποτεφρώνονται ή αποθέτονται σε χώρους υγειονομικής ταφής. Η λάσπη από τη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και μπορεί να κομποστοποιηθεί με άλλα υλικά.

3.13.2.4 Παραγωγή ζελατίνης

Η ζελατίνη (gelatine) είναι φυσική, διαλυτή πρωτεΐνη, σε ημίρρευστη κατάσταση ή μη, που λαμβάνεται από τη μερική υδρόλυση του κολλαγόνου, το οποίο παράγεται από τα οστά, τις δορές, τα δέρματα και τους τένοντες των ζώων (συμπεριλαμβανομένων των ψαριών και των πουλερικών) [IPPC, 2003 & 2005]. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν οστά, νωπές ή παγωμένες δορές, δέρματα χοίρων και ψαριών. Η χρήση των δορών και των δερμάτων που υποβάλλονται στις διαδικασίες βυρσοδεψίας απαγορεύεται για την παραγωγή της ζελατίνης που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK απαιτεί όλο το υλικό που προορίζεται για την παραγωγή ζελατίνης να ανήκει στην κατηγορία 3, όπως αυτή ορίζεται στον συγκεκριμένο κανονισμό.

Υπάρχουν διάφορες διαδικασίες για την παραγωγή της ζελατίνης. Αυτές εξαρτώνται ως ένα ορισμένο βαθμό από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της.

Η ζελατίνη χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο εύρος βιομηχανιών και προϊόντων. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ζελατίνης που παράγεται είναι edώδιμη και έχει φαρμακευτική χρήση. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία φωτογραφικών ειδών, και στα φιλμ και στο χαρτί. Η ζελατίνη χρησιμοποιείται επίσης στα καλλυντικά και τη μικροενθυλάκωση (micro-encapsulation) π.χ. θυλάκια φαρμάκων.

Η διαδικασία παραγωγής κόλλας από δορές (hide glue) είναι ίδια με αυτή για την παραγωγή ζελατίνης για τρόφιμα [IPPC, 2003 & 2005].

Η ζελατίνη, μια πρωτεΐνη που είναι πλούσια στους συνδετικούς ιστούς των ζώων, είναι το κύριο συστατικό των υγρών αποβλήτων των σφαγείων και των βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος [Fang and Yu, 2002].

3.13.2.5 Ειδική αποτέφρωση σφάγιων και τμημάτων σφάγιων και κρεατάλευρων και οστεάλευρων

Η αποτέφρωση είναι μια οξειδωση που λαμβάνει χώρα σε υψηλή θερμοκρασία, η οποία μετατρέπει τα υλικά σε αέρια προϊόντα και στερεά υπολείμματα με έναν υψηλό βαθμό μείωσης του όγκου [IPPC, 2003 & 2005]. Είναι δυνατό να αποτεφρωθεί ένα μεγάλο εύρος υλικών, συμπεριλαμβανομένων διάφορων ζωικών παραπροϊόντων.

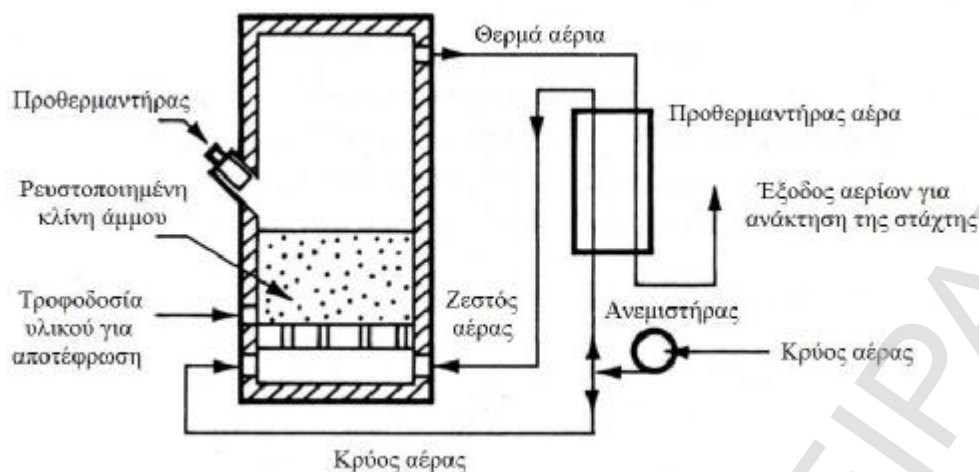
Οι τεχνολογίες οξειδωσης σε υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να καταστρέψουν την οργανική ύλη, συμπεριλαμβανομένων και των μολυσματικών παραγόντων. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK καθορίζει τις απαιτήσεις για αποτέφρωση των υλικών που κατατάσσονται στην κατηγορία 1, δηλαδή για ζώα που υπάρχει υποψία ότι ενδέχεται να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια

(transmissible spongiform encephalopathy – TSE), ή σε αυτά που έχει επιβεβαιωθεί επίσημα ότι μπορεί να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια, ή συγκεκριμένα για ζώο που σκοτώνεται στα πλαίσια των μέτρων εξάλειψης της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK απαιτεί η αποτέφρωση να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με την οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/EK.

Ο περιστρεφόμενος κλίβανος (rotary kiln) ή οι αποτεφρωτήρες ρευστοποιημένης κλίνης (fluidised bed incinerators) χρησιμοποιούνται για την αποτέφρωση των ζωικών παραπροϊόντων [IPPC, 2003 & 2005].

Η αποτέφρωση περιλαμβάνει την καθαρή τροφοδοσία καθώς και το κλάσμα της εξόδου από την ίδια μονάδα των αποβλήτων, που δεν έχει αποτεφρωθεί ικανοποιητικά. Η αποτέφρωση των καύσιμων κλασμάτων των στερεών αποβλήτων, ανεξάρτητα από την πηγή, απαιτεί κάτω από κάποιες προϋποθέσεις περαιτέρω επεξεργασία για την ασφαλή διάθεση των υπολειμμάτων των αποτεφρωμένων αποβλήτων [Hamer, 2003 και Celenza, vol. III, 2000]. Οι κύριες κατηγορίες αυτών των προϊόντων είναι τα στερεά υπολείμματα (solid residues) από το δάπεδο τύπου τζακιού του κλίβανου (furnace hearth), δηλαδή, η τέφρα (ash) και η υαλοποιημένη τέφρα (clinker), η ιπτάμενη τέφρα (fly ash) και τα αέρια προϊόντα της μερικής καύσης. Η τέφρα και η υαλοποιημένη τέφρα περιέχουν μέχρι 0,5 % άκαυστη βιοαποδομήσιμη ύλη, αλλά πολύ μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στις ενδεχομένως επιβλαβείς εκπομπές αερίων, ιδιαίτερα στις πολύ τοξικές οργανικές χημικές ουσίες που περιγράφονται συνολικά ως «διοξίνες», οι οποίες περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα ενώσεων που βασίζονται και στις δομές των διοξινών (dioxin) και των φουρανίων (furan) και, πιο πρόσφατα, στις δομές διφαινυλίου με αντικατάσταση αλογόνου (halogen-substituted biphenyl structures). Ωστόσο, η παρουσία τέτοιων ενώσεων στις εκπομπές από τους αποτεφρωτήρες μπορεί να μειωθεί με τη βελτιστοποίηση των μεταβλητών λειτουργίας του αποτεφρωτήρα και με την επεξεργασία των εκπομπών. Ακόμη και έτσι, είναι απίθανο να επιτευχθούν επίπεδα μηδενικών εκπομπών λόγω της φύσης των μεθόδων επεξεργασίας που χρησιμοποιούνται, αλλά οποιαδήποτε συμβολή των διοξινών στο περιβάλλον από την αποτέφρωση πρέπει να συγκριθεί με τις εκπομπές από άλλες πηγές, ιδιαίτερα με τις εκπομπές κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση κάρβουνου, ενώ ο τρόπος με το οποίο οι διοξίνες εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα του ανθρώπου απαιτεί λεπτομερέστερη έρευνα.

Μια σημαντική εκτίμηση σε ότι αφορά τα οικονομικά προγράμματα αποτέφρωσης στερεών αποβλήτων είναι η ανάκτηση θερμότητας από συνδεδεμένα σχήματα τηλεθέρμανσης (linked district heating schemes), αλλά τέτοια σχήματα είναι ρεαλιστικά μόνο όταν οι αποτεφρωτήρες είναι κοντά στην παραγωγή των στερεών αποβλήτων, δηλαδή σε αστικό περιβάλλον, και όπου απαιτείται θέρμανση για το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου [Hamer, 2003].



Σχήμα 3.8: Αποτεφρωτήρας ρευστοποιημένης κλίνης (fluidised bed incinerator).

Πηγή: Reynolds T. and Richards P., "Unit operations and processes in environmental engineering", ed. PWS Publishing Company, Boston 1996.

Τα υγρά και τα λεπτά τεμαχισμένα υλικά τοποθετούνται μέσα στη ζώνη καύσης έτσι ώστε να καταστρέφονται με το πέρασμά τους μόνο μια φορά μέσω του φούρνου [IPPC, 2003 & 2005 και Vesilind, 2003]. Εάν χρησιμοποιείται ένας φούρνος με εσχάρα (grate furnace) υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος διαφυγής και συγκέντρωσης μολυσματικών ουσιών, ειδικά όταν θερμαίνονται τα σφάγια και τα τεμάχια τους, προκαλώντας την υγροποίηση του λίπους, το οποίο στάζει μέσω των ανοιγμάτων της σχάρας. Τα μεγέθη σωματιδίων των κρεατάλευρων μπορούν επίσης να είναι αρκετά μικρά και να πέσουν μέσω των ανοιγμάτων της σχάρας. Ένα τεχνικά και λειτουργικά αξιόπιστο σύστημα προβλέπει τη μεταφορά των υλικών που έχει περάσει μέσω της σχάρας πίσω στη ζώνη καύσης, γεγονός που αποτελεί προϋπόθεση για την χρήση αυτού του τύπου εξοπλισμού.

Η Οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/ΕΚ και ο κανονισμός ABP 1774/2002/ΕΚ απαιτούν τα υπολείμματα να ελαχιστοποιούνται σε ποσότητα και επικινδυνότητα και να ανακυκλώνονται, όπου αυτό απαιτείται. Τα περισσότερα υπολείμματα τέφρας διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής, υπό την προϋπόθεση της καταστροφής των πρωτεϊνών. Η τέφρα χρησιμοποιείται επίσης από την κατασκευαστική βιομηχανία, π.χ. στην κατασκευή δρόμων.

3.13.2.5.1 Ειδική αποτέφρωση σφαγίων και τμημάτων σφαγίων

3.13.2.5.1.1 Περιγραφή σφαγίων και τμημάτων σφαγίων

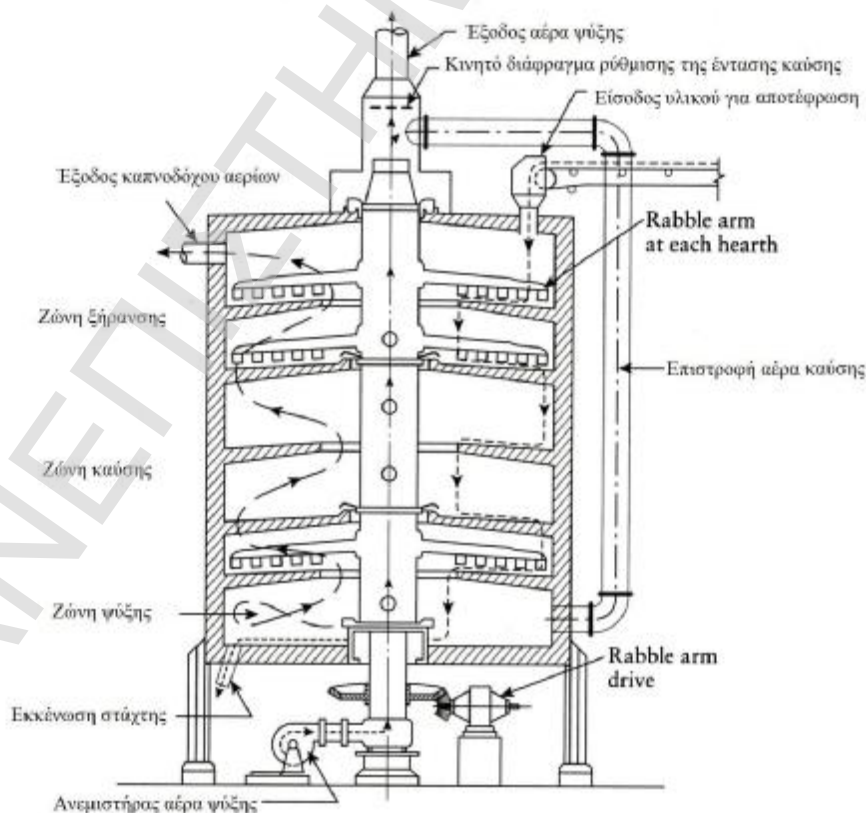
Τα σφάγια που περιέχουν υγρασία μέχρι 70 % και άκαυστα στερεά μέχρι 5 % έχουν μια θερμογόνο δύναμη περίπου 5815 kJ/kg. Άλλες βιβλιογραφικές αναφορές δίνουν τιμές θερμογόνου δύναμης για την αποτέφρωση σφαγίων της τάξεως του 10000 - 12000 kJ/kg για ολόκληρα τα σφάγια, 11000 - 13000 kJ/kg για το διαιρεμένο στα τέσσερα κρέας και 12000 - 15000 kJ/kg για τα δεδομένης επικινδυνότητας υλικά (specified risk material - SRM), που περιλαμβάνουν κρανία, έντερα και σπονδυλικές στήλες.

3.13.2.5.1.2 Είδη αποτεφρωτήρων

Τα ζωικά σφάγια αποτεφρώνονται σε σταθερούς αποτεφρωτήρες δαπέδου τύπου τζακιού (fixed hearth incinerators) στο Ηνωμένο Βασίλειο. Άλλες τεχνολογίες καύσης που έχει αναφερθεί ότι είναι κατάλληλες περιλαμβάνουν τον αποτεφρωτήρα παλλομένου δαπέδου {pulse = τροφοδοσία σε παλμούς (τύπος ροής)} τύπου τζακιού (pulsed hearth), τον περιστρεφόμενο κλίβανο (rotary kiln) και τους ημι- πυρολυτικούς αποτεφρωτήρες (semi-pyrolitic incinerators). Πολλά υποσχόμενη τεχνολογία φαίνεται να είναι οι αποτεφρωτήρες ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerators) για να διατεθούν τα θρυμματισμένα ζωικά σφάγια.

3.13.2.5.1.2.1 Σταθεροί αποτεφρωτήρες δαπέδου τύπου τζακιού (fixed hearth incinerators)

Ένας σταθερός αποτεφρωτήρας δαπέδου τύπου τζακιού (fixed hearth incinerator) λειτουργεί ως εξής. Ένας εμβολοφόρος φορτωτής (ram loader) ωθεί τα σφάγια σε ένα αρχικό θάλαμο όπου καίγονται με τον πρωτογενή αέρα ή / και με τους καυστήρες, ανάλογα με το εάν η καύση είναι αυτοσυντηρούμενη (self-sustaining). Η κατάλληλη μίξη του υλικού στην εστία με δάπεδο τύπου τζακιού (hearth) μπορεί να είναι δύσκολη και απαιτεί την προσεκτική ρύθμιση των ποσοστών τροφοδοσίας και απομάκρυνσης της τέφρας. Η επίτευξη τέλει καύσης και σταθερής τροφοδοσίας με υλικό τροφοδοσίας είναι δύσκολη. Η ικανότητα και η κατάρτιση του χειριστή είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Είναι ουσιαστική η χρήση ενός δεύτερου θαλάμου με έγχυση των συμπληρωματικών καυσίμων και του δευτερογενή αέρα.



Σχήμα 3.9: Αποτεφρωτήρας πολλαπλών εστιών δαπέδου τύπου τζακιού (multiple – hearth incinerator).

3.13.2.5.1.2.2 Ημι- πυρολυτικοί αποτεφρωτήρες

Σε αυτή την τεχνολογία ένας αρχικός θάλαμος λειτουργεί με λιγότερο από τη στοιχειομετρική απαίτηση σε αέρα για την πλήρη καύση και ένας δεύτερος θάλαμος λειτουργεί σε συνθήκες περίσσειας αέρα. Η ύλη που είναι αποξηραμένη, θερμαίνεται και πυρολύεται στον αρχικό θάλαμο, απελευθερώνοντας υγρασία και πτητικές ουσίες. Τα αέρια διοχετεύονται στο δεύτερο θάλαμο που υποστηρίζεται από έναν συμπληρωματικό καυστήρα και στη συνέχεια καίγονται.

Αυτή η μέθοδος καύσης εξασφαλίζει μια ελεγχόμενη καύση και με σχετικά χαμηλές απελευθερώσεις πτητικών ουσιών (VOCs) και CO. Επίσης, η χαμηλή ροή του αέρα καύσης οδηγεί σε μια χαμηλή παράσυρση των μοριακών ρύπων.

3.13.2.5.1.2.3 Σταδιακοί αποτεφρωτήρες δαπέδων τύπου τζακιού (stepped hearth)

Οι σταδιακοί αποτεφρωτήρες δαπέδων τύπου τζακιού (stepped hearth incinerators) περιλαμβάνουν μια σειρά συγκεκριμένων σταδίων, τυπικά τριών, με ενσωματωμένα κανάλια αέρα. Τα υλικά κινούνται στάδιο – στάδιο μέσω μιας σειράς εμβόλων (rams). Το πρώτο στάδιο είναι η ξήρανση, με υπο-στοιχειομετρικές συνθήκες οξυγόνου, κατά τη διάρκεια των οποίων οι περισσότερες πτητικές ενώσεις απελευθερώνονται και καίγονται πάνω από τη σχάρα στο θάλαμο καύσης. Τα εναπομένοντα λιγότερο πτητικά υλικά ωθούνται στο επόμενο στάδιο, όπου πραγματοποιείται η κύρια καύση. Το τρίτο στάδιο είναι το στάδιο πλήρους καύσης (burnout stage), προτού να διατεθεί η τέφρα σε ένα τελευταίο θάλαμο καύσης της τέφρας, όπου συνδυάζεται η έγχυση αέρα και η ανάδευση. Το υλικό μπορεί να χρειαστεί οκτώ ώρες για να περάσει μέσω των δαπέδων τύπου τζακιού και επιπλέον οκτώ ωρών στο θάλαμο πλήρους καύσης (burnout chamber). Αυτό εξαρτάται, ως ένα βαθμό, από το ρυθμό τροφοδοσίας, ο οποίος καθορίζει επίσης τις συμπληρωματικές απαιτήσεις σε καύσιμα.

Στα στάδια μεταξύ των δαπέδων τύπου τζακιού (hearths) εξασφαλίζεται καλή ανάδευση, εντούτοις καθώς τα απόβλητα προχωρούν στα επόμενα στάδια, παρατηρείται διακύμανση της ποσότητας του μη αποτεφρωμένου υλικού, έτσι είναι σημαντικό να υπάρχει καλή δευτεροβάθμια καύση και επαρκής χρόνος παραμονής.

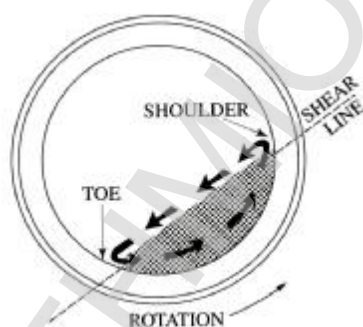
3.13.2.5.1.2.4 Αποτεφρωτήρας παλλόμενου δαπέδου τύπου τζακιού (pulsed hearth incinerator)

Οι αποτεφρωτήρες παλλόμενου δαπέδου (pulsed hearth) τύπου τζακιού (pulsed hearth incinerators) χρησιμοποιούν την παλμική κίνηση ενός ή περισσότερων πυρίμαχων δαπέδων τύπου τζακιού (refractory hearths) για να μετακινήσουν τα απόβλητα και την τέφρα μέσα στον αποτεφρωτήρα. Τα δάπεδα τύπου τζακιού (hearths), που είναι διαβαθμισμένα σε κάθε πλευρά για να σχηματιστεί μια μορφή σχήματος «U», κρέμονται από τέσσερις εξωτερικές αναρτήσεις. Το ομαλό δάπεδο τζακιού μπορεί να χειριστεί τα δύσκολα απόβλητα χωρίς κίνδυνο εμπλοκής και δεν υπάρχει κανένα κινούμενο μηχανικό μέρος που να εκτίθεται στα υλικά που καίγονται ή στα ζεστά αέρια. Μπορούν, εντούτοις, να υπάρξουν προβλήματα στην επίτευξη της πλήρους καύσης των στερεών αποβλήτων.

3.13.2.5.1.2.5 Αποτεφρωτήρας περιστρεφόμενου κλίβανου (rotary kiln incinerator)

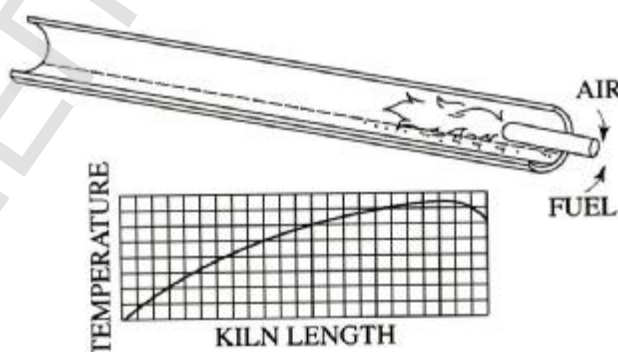
Η αποτέφρωση σε έναν περιστρεφόμενο κλίβανο είναι κανονικά μια διαδικασία δύο σταδίων, η οποία πραγματοποιείται σε ένα αρχικό θάλαμο καύσης και σε ένα δεύτερο θάλαμο καύσης. Ο κλίβανος είναι ένα κυλινδρικό κέλυφος που επενδύεται εσωτερικά με μια πυρίμαχη ουσία (refractory substance). Έχει κλίση προς τα κάτω από την άκρη της τροφοδοσίας και περιστρέφεται αργά γύρω από τον κυλινδρικό άξονά του. Η περιστροφή κινεί τα απόβλητα μέσα στον κλίβανο με μια αναμόχλευση, εκθέτοντας κατά συνέπεια νέες επιφάνειες υλικού στη θερμότητα και το οξυγόνο. Ειδικές κατασκευές μπορούν να προστεθούν μέσα στον κλίβανο, για να βοηθήσουν την τυρβώδη ροή και για να επιβραδύνουν το πέρασμα των υγρών αποβλήτων. Ο χρόνος παραμονής των υλικών που αποτεφρώνονται στον κλίβανο μπορεί να αλλάξει με τη ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής του.

Οι περιστρεφόμενοι κλίβανοι μπορούν να λειτουργήσουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στον περιστρεφόμενο κλίβανο και μάλιστα στις βάσεις του κυλίνδρου για να αποτραπεί η διαρροή αερίων και των άκαυστων αποβλήτων. Η αναμόχλευση των αποβλήτων μπορεί να παράξει λεπτά σωματίδια.



Σχήμα 3.10: Διατομή περιστρεφόμενου κλίβανου (rotary kiln) αποτέφρωσης – ροή στερεών.

Πηγή: Woodard Fr., “Industrial waste treatment handbook”, ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.



Σχήμα 3.11: Αρχές καύσης περιστρεφόμενου κλίβανου αποτέφρωσης.

Πηγή: Woodard Fr., “Industrial waste treatment handbook”, ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

3.13.2.5.1.3 Έγκριση λειτουργίας

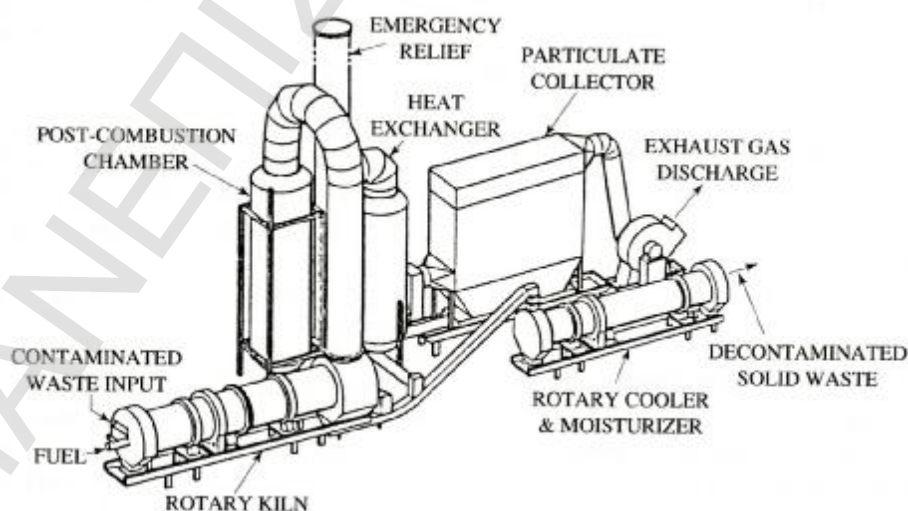
Η αυτοψία που πραγματοποιείται από μια επιτροπή είτε σε νέες εγκαταστάσεις είτε σε υπάρχουσες μονάδες που σχεδιάζουν να αποτεφρώνουν διαφορετικά υλικά από αυτά για τα οποία έχουν πάρει την αρχική άδεια, δίνει τη δυνατότητα να ελεγχθεί αν έχουν επιτευχθεί τα επιθυμητά αποτελέσματα.

3.13.2.5.1.4 Παράδοση, αποθήκευση και χειρισμός

Η εκφόρτωση, η αποθήκευση και ο χειρισμός μπορούν να γίνουν σε εντελώς κλειστές εγκαταστάσεις και με κλειστό εξοπλισμό. Δεδομένου ότι μπορεί να υπάρξει κίνδυνος κλοπής του κρέατος που είναι ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση, υπάρχει ανάγκη να εφαρμοστούν μέτρα ασφάλειας.

3.13.2.5.1.5 Γέμισμα του αποτεφρωτήρα

Για επεξεργασία σε παρτίδες (batch), τροφοδοτείται ο αποτεφρωτήρας με τα σφάγια περιοδικά, με φορτωτές, έμβολα τροφοδοσίας (ram-feed) ή με το χέρι. Το άνοιγμα των θυρών για τη φόρτωση μπορεί να επιτρέψει την είσοδο κρύου αέρα που μπορεί να διαταράξει τις συνθήκες καύσης και να αυξήσει τις εκπομπές. Οπότε χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες ικανοί να ανταποκριθούν στις αλλαγές της πίεσης των φούρνων κατά τη διάρκεια της πλήρωσης (γεμίσματος), για να αποφευχθούν οι διαφυγές καπνών ή η υπερβολική ροή του αέρα. Οι μεγάλες πτώσεις θερμοκρασίας, π.χ. κατά τη διάρκεια της πλήρωσης των αποτεφρωτών με παρτίδες σφαγίων (batch), μπορούν να αποφευχθούν με τη χρησιμοποίηση συστημάτων πλήρωσης που έχουν ενσωματωμένες βαλβίδες αντεπιστροφής (airlocks). Οι αποτεφρωτήρες συνεχούς λειτουργίας τροφοδοτούνται γενικά από κλειστά συστήματα χειρισμού και μερικές φορές υπάρχουν συστήματα προεπεξεργασίας και πλήρωσης. Ο έλεγχος του αέρα και συνεπώς της καύσης είναι ευκολότερος στα συστήματα συνεχούς λειτουργίας.



Σχήμα 3.12: Σύστημα αποτέφρωσης επικίνδυνων αποβλήτων.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

3.13.2.5.1.6 Διαδικασία αποτέφρωσης

Ο χρόνος παραμονής στο φούρνο πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος για να εξασφαλιστεί πλήρης καύση (good burnout), όπως μετριέται από τη συνολική περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα και πρέπει να είναι ελέγξιμος. Η παροχή του αέρα στις διάφορες ζώνες καύσης πρέπει επίσης να είναι ελέγξιμη. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK καθορίζει ελάχιστες συνθήκες θερμοκρασίας καύσης των αερίων στους 850 °C, με έναν χρόνο παραμονής των αερίων περίπου 2 δευτερόλεπτα για τα σφάγια, τα οποία αποκλείονται από το πεδίο της οδηγίας του Συμβουλίου 2000/76/EK. Η οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/EK θέτει παρόμοιες συνθήκες, για όλα τα άλλα ζωικά παραπροϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των τμημάτων σφαγίων, αν και επιτρέπει επίσης στην αρμόδια αρχή να καθορίσει διαφορετικές συνθήκες, υπό τον όρο ότι οι απαιτήσεις της οδηγίας καλύπτονται.

Με τη σωστή σχεδίαση των φούρνων, η ελαχιστοποίηση του πρωτογενούς αέρα θα περιορίσει την παραγωγή NO_x και θα μειώσει τις ταχύτητες που θα μπορούσαν να παρασύρουν σωματίδια. Μια επαρκής κατανομή του αέρα και των καυσίμων στην κλίνη θα αποτρέψει το σχηματισμό θερμών ζωνών και με αυτόν τον τρόπο θα μειώσει την αεριοποίηση των υλικών, η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει στο σχηματισμό οξειδίων βαρέων μετάλλων και αλάτων αλκαλικών μετάλλων στην ιπτάμενη τέφρα. Οι ζώνες καύσης μπορούν να είναι ξεχωριστοί θάλαμοι ή όπως στην περίπτωση των αποτεφρωτήρων ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed – BFB) μπορούν απλά να είναι περιοχές μέσα στον ίδιο θάλαμο όπου εισάγεται ο πρωτογενής και ο δευτερογενής αέρας.

Η ψύξη με νερό (υδρόψυξη) των εσχαρών μπορεί να είναι μια εναλλακτική λύση στην παροχή περίσσειας αέρα για να ελεγχθεί η θερμοκρασία των μετάλλων. Αυτό μπορεί επίσης να βελτιώσει τον έλεγχο του πρωτογενούς αέρα και ως εκ τούτου της καύσης.

3.13.2.5.1.7 Χειρισμός και αποθήκευση τέφρας

Τα κλειστά συστήματα χειρισμού που δεν χρησιμοποιούν βούρτσες ή πεπιεσμένο αέρα ελαχιστοποιούν τις εκπομπές σκόνης και επομένως βοηθούν στη συμμόρφωση με τη νομοθεσία για την υγιεινή στο χώρο εργασίας και ακόμα με τους περιβαλλοντικούς ελέγχους.

3.13.2.5.1.8 Καθαρισμός

Ένας αποτεφρωτήρας περιστρεφόμενων κλιβάνων συνεχούς λειτουργίας και ο κλειστός εξοπλισμός πριν από το κλίβανο, δηλαδή η αποθήκευση, οι μηχανισμοί χειρισμού, αλέσματος και πλήρωσης, καθαρίζονται με την περιοδική τροφοδοσία του συστήματος με πριονίδι, συνήθως πριν από τη συντήρηση. Αυτός ο αποτεφρωτήρας είναι ειδικός για την καταστροφή δεδομένης επικινδυνότητας υλικών (specified risk material – SRM) συμπεριλαμβανομένων των κεφαλιών βοοειδών και των σπονδυλικών στηλών.

3.13.2.5.2 Ειδικοί αποτεφρωτήρες για ζωικά άλευρα

3.13.2.5.2.1 Γενικά περί ζωικών αλευρών

Η συλλογή και η διάθεση ορισμένων ζωικών παραπροϊόντων μπορούν να υπόκεινται στις απαιτήσεις της οδηγίας του Συμβουλίου 91/689/ΕΟΚ της 12ης Δεκεμβρίου 1991 σχετικά με τα επιβλαβή απόβλητα, σχετικά με την πρόληψη της μόλυνσης.

Τα κρεατάλευρα έχουν θερμογόνο δύναμη περίπου 14,4 MJ / kg. Όμως υπάρχει η πιθανότητα έκλυσης επιβλαβών εκπομπών. Η πρόληψη για το σχηματισμό και την εκπομπή διοξινών απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Το περιεχόμενο χλωρίου στα κρεατάλευρα στο Ηνωμένο Βασίλειο αναφέρεται ότι είναι της τάξης του 0,4 – 0,6 %. Αυτό είναι αρκετά υψηλό και μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό ή τον ανασχηματισμό διοξινών εάν δεν επιτευχθούν οι σωστές συνθήκες καύσης και ψύξης. Οι εκπομπές διοξινών, επομένως, φαίνεται να εξαρτώνται κυρίως από το σχεδιασμό των εγκαταστάσεων και τη λειτουργία τους παρά από τη σύνθεση των κρεατάλευρων.

Τα υψηλά επίπεδα φωσφόρου στα κρεατάλευρα μειώνουν το σημείο τήξης της τέφρας, η οποία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα. Αναφέρεται ότι η υψηλή περιεκτικότητα σε φώσφορο των κρεατάλευρων μπορεί να εξασθενίσει (impair) την καταλυτική διάσπαση των νιτρικών (catalytic denitrification).

3.13.2.5.2.2 Είδη αποτεφρωτήρων

3.13.2.5.2.2.1 Αποτεφρωτήρας ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerator)

Τα ζωικά άλευρα μπορούν να αποτεφρωθούν στους αποτεφρωτήρες ρευστοποιημένης κλίνης (fluidised bed incinerators), δεδομένου ότι αυτοί είναι κατάλληλοι για ομοιογενή υλικά. Οι αποτεφρωτήρες ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerator – BFB) χρησιμοποιούνται για την αποτέφρωση ζωικών αλευρών στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ένας αποτεφρωτήρας ρευστοποιημένης κλίνης είναι κανονικά μια διαδικασία ενός σταδίου. Αποτελείται από ένα πυρίμαχο ευθυγραμμισμένο κέλυφος (refractory-lined shell). Ο θάλαμος περιέχει μια κοκκοποιημένη κλίνη (granulated bed) που αποτελείται από ένα αδρανές υλικό όπως άμμο ή ασβεστόλιθο (limestone). Τουλάχιστον σε μια εγκατάσταση η κοκκοποιημένη κλίνη περιλαμβάνει την τέφρα από την αποτέφρωση των ζωικών αλευρών. Η κοκκοποιημένη κλίνη στηρίζεται σε μία πλάκα διανομής και ο ρευστοποιημένος αέρας ή ένα άλλο αέριο ρέει μέσω της πλάκας. Ο βοηθητικός εξοπλισμός περιλαμβάνει έναν καυστήρα καυσίμων, έναν μηχανισμό τροφοδοσίας των αποβλήτων και ενδεχομένως ένα θάλαμο μετά την καύση. Οι αποτεφρωτήρες ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (BFB) έχουν το πλεονέκτημα της απλής κατασκευής χωρίς κινούμενα μέρη, έτσι ώστε οι απαιτήσεις συντήρησης να είναι ελάχιστες.

Η κοκκοποιημένη κλίνη εξασφαλίζει συνεχή τριβή του υλικού που καίγεται, απομακρύνοντας τα καρβουνιασμένα υλικά (char) καθώς σχηματίζονται και φέρνει στην επιφάνεια το φρέσκο υλικό για την καύση. Αυτό υποβοηθάται από την αύξηση της ταχύτητας και της πληρότητας της καύσης.

Στον Πίνακα 3.10 παρουσιάζονται τα δεδομένα εκπομπών για αποτέφρωση κρεατάλευρων και οστεάλευρων (meat and bone meal – MBM) σε αποτεφρωτήρα ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerator – BFB).

Πίνακας 3.10: Δεδομένα εκπομπών για αποτέφρωση κρεατάλευρων και οστεάλευρων σε αποτεφρωτήρα ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerator – BFB)

Ουσίες	Εκπομπές πριν τη επεξεργασία των αερίων στην καμινάδα (g / t ζωικών αλεύρων που αποτεφρών.)	Εκπομπές μετά τη επεξεργασία των αερίων στην καμινάδα (g / t ζωικών αλεύρων που αποτεφρών.)	Εκπομπές μετά τη επεξεργασία των αερίων στην καμινάδα (mg / Nm ³)	Όρια εκπομπών σύμφωνα με την οδηγία 2000 / 76 / ΕΕ – ημερησίως (mg / Nm ³)	Όρια εκπομπών σύμφωνα με την οδηγία 2000 / 76 / ΕΕ – ανά μισή ώρα (97 %) (mg / Nm ³)	Όρια εκπομπών σύμφωνα με την οδηγία 2000 / 76 / ΕΕ – μέση τιμή μετρούμενη κάθε 6 – 8 ώρες (mg / Nm ³)	Απαιτούμενη επεξεργασία των αερίων στην καμινάδα
VOC	80	80	8	10	10	μη εφαρμόσιμα	Όχι
HCl	800	80	8	10	10	μη εφαρμόσιμα	Ναι
HF	όχι στοιχεία	όχι στοιχεία	όχι στοιχεία	1	2	μη εφαρμόσιμα	
SO ₂	1600	160	16	50	50	μη εφαρμόσιμα	Ναι
NO / NO _x	1750	1750	175	200	200	μη εφαρμόσιμα	Όχι
CO	250	250	25	μη εφαρμόσιμα	μη εφαρμόσιμα	μη εφαρμόσιμα	Όχι
Διοξίνες + φουράνια	όχι στοιχεία	όχι στοιχεία	όχι στοιχεία	μη εφαρμόσιμα	μη εφαρμόσιμα	0,1 ng / m ³	

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Στον Πίνακα 3.11 φαίνεται το εύρος των υπολειμμάτων αμινοξέων στην ιπταμένη τέφρα από αποτεφρωτήρες ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerators – BFB)

Πίνακας 3.11: Συνολική ποσότητα αμινοξέων που μένουν στην ιπταμένη τέφρα αποτεφρωτήρων ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (bubbling fluidised bed incinerators – BFB)

	nmole αμινοξέων / g δείγματος	μg αμινοξέων / g δείγματος	mg αζώτου αμινοξέων / 100 g δείγματος	mg πρωτεΐνης / 100 g δείγματος
Σύνολο	44,04 – 222,55	6,15 – 30,54	0,06 – 0,33	0,36 – 2,09

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

3.13.2.5.2.3 Περιγραφή των ζωικών αλεύρων

Τα ζωικά άλευρα μπορούν να αποτεφρωθούν στην περιοχή επεξεργασίας των ζωικών παραπροϊόντων όπου παράγονται, μπορεί να σταλούν άμεσα από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των ζωικών παραπροϊόντων στον αποτεφρωτήρα, ή μπορεί να διατηρηθούν σε μία ενδιάμεση αποθήκη. Μπορεί να είναι υπό μορφή κανονικών αλεύρων, δηλαδή που έχουν αλεσθεί σε λεπτή μορφή. Στις περισσότερες

περιπτώσεις, εντούτοις, το στάδιο άλεσης που πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας των ζωικών τροφών, παραλείπεται. Οπότε κανονικά περιλαμβάνει κομμάτια από 50 mm μέχρι σκόνη και αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα και στο χειρισμό και στην καύση. Μερικές φορές τα κρεατάλευρα και τα οστεάλευρα (meat and bone meal – MBM) παραδίδονται σε μορφή σύμπηκτων (pellets).

Η διακύμανση στη σύνθεση των κρεαταλεύρων και των οστεαλεύρων φαίνεται στους Πίνακες 3.12 και 3.13. Η μεταβλητότητα στον ανεφοδιασμό μπορεί να έχει επιπτώσεις στη διαδικασία καύσης και τα επίπεδα εκπομπών.

Πίνακας 3.12: Σύσταση σε λίπη, υγρασία και στάχτη των κρεατάλευρων και οστεαλεύρων.

Συστατικά (%)	Ανάλυση Intervention Board	Άλλες αναλύσεις
Λίπη	10 – 14	8,4 – 28,6
Υγρασία	5 – 10	1,7 – 14,3
Στάχτη	25 - 30	12,8 – 30,7

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Πίνακας 3.13: Σύσταση κρεατάλευρων και οστεαλεύρων.

Ουσίες και πηγές	Μονάδες	Ανάλυση MBM	Δείγμα MBM	Δείγμα MBM	Δείγμα MBM	Κατηγορία 1 MBM	Κατηγορία 3 MBM	Άλευρα φτερόν
		Βαυαρία	Ιρλανδία	Πορτογαλία	Ηνωμένο Βασίλειο			
Καθαρή θερμογόνος δύναμη	MJ / kg	18,0	15,7	17,8	16,13	19,1	14,4	21,2
Νερό	%	4,6	18,9	2,2	7,53	4,5	3,3	5,0
Στάχτη	%	22,03	29,4	23,6	32,0	15,0	31,7	2,9
Άζωτο	%	7,65	5,8	10,6	7,3	9,0	6,2	13,2
Θείο σύνολο	%	0,62	0,5	0,4	0,33	0,57	0,32	2,5
Υδρογόνο	%	5,86	7,7	6,9	5,07	6,1	4,4	8,1
Ανθρακας	%	40,83	37,2	47,3	36,3	45,7	32,7	50,8

MBM = Meat and bone meal (κρεατάλευρα και οστεάλευρα)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Μόνο τα αλεσμένα ζωικά άλευρα με μια περιεκτικότητα σε νερό κάτω από 5 % και μια περιεκτικότητα σε λίπη κάτω από 14 % μπορούν να μεταφερθούν με πνευματικό σύστημα.

Περιστρεφόμενος κλίβανος (rotary kiln) ή φούρνοι ρευστοποιημένης κλίνης (fluidised bed furnaces) χρησιμοποιούνται ειδικά για την καύση των κρεατάλευρων και οστεαλεύρων επειδή μπορούν να χειριστούν το λεπτόκοκκο υλικό. Το ζωικό λίπος μπορεί σε μερικές περιπτώσεις να αποτεφρωθεί ως βοηθητικό καύσιμο. Καίγεται εύκολα και έχει μια πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο.

3.13.2.5.2.4 Διανομή, αποθήκευση και χειρισμός

Τα ζωικά άλευρα μεταφέρονται χύμα με φορτηγά (tipper lorries) ή με κάδους (skips). Τα βυτιοφόρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αλεσμένα ζωικά άλευρα με μια περιεκτικότητα σε νερό μικρότερη από 5 % κατά βάρος και με μέγιστη

περιεκτικότητα σε λίπος 10 – 13 % κατά βάρος. Επίσης μπορεί να παραδοθούν συσκευασμένα, π.χ. σε σάκους των 25 kg ή 50 kg. Στη συνέχεια μεταφέρονται σε μια χοάνη εκφόρτωσης, είτε μηχανικά μέσω μεταφορέων, είτε με πνευματικό σύστημα. Αυτό πραγματοποιείται στα κλειστά κτήρια για να αποφευχθούν τα προβλήματα πιθανής διασποράς με τον αέρα του υλικού με μορφή σκόνης. Ο εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού μπορεί επίσης να είναι εντελώς κλειστός για να αποφευχθεί η διασπορά της σκόνης. Κάποια ζωικά άλευρα συνθλίβονται και γίνονται σκόνη, ενώ τα υπολείμματα των αποθεμάτων τους στο κατώτερο σημείο του πυθμένα για μεγάλες περιόδους συμπιέζονται και γίνονται μεγάλα κομμάτια που θα πρέπει να χωριστούν για το χειρισμό και την αποτελεσματική καύση τους.

Το ζωικό λίπος είναι πιθανό να χρειάζεται θερμαινόμενη αποθήκευση. Οι απόψεις δίστανται για τα πιθανά προβλήματα που συνδέονται με την αποθήκευση των ζωικών αλεύρων. Η παράδοση των κρεατάλευρων και οστεάλευρων σε ποσότητες που εξασφαλίζουν ότι μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία και αποτέφρωση την ίδια μέρα της παράδοσης θα ελαχιστοποιήσει τους χρόνους αποθήκευσης και θα αποφευχθούν προβλήματα που σχετίζονται με παράσιτα και έντομα, καθώς και η αυθόρμητη υπερθέρμανση και αυτανάφλεξη. Επίσης θα αποφευχθούν η συμπίεση και η σκλήρυνση με την πάροδο του χρόνου.

3.13.2.5.2.5 Τροφοδοσία του αποτεφρωτήρα

Τα αναφερόμενα συστήματα για το γέμισμα των αποτεφρωτήρων είναι όλα συνεχή, συνήθως με κοχλιομεταφορέα. Η άντληση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά και την πλήρωση του αποτεφρωτήρα με ημίρρευστο υλικό. Στους αποτεφρωτήρες ρευστοποιημένης κλίνης με φυσαλίδες (BFB), το υλικό εγχέεται στη ζώνη καύσης.

3.13.2.5.2.6 Η διαδικασία αποτέφρωσης

Ο χρόνος παραμονής στο φούρνο πρέπει να είναι ελέγξιμος και πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος για να εξασφαλιστεί πλήρης καύση (good burnout). Η πλήρης καύση μπορεί να μετρηθεί από την περιεκτικότητα σε άνθρακα της τέφρας. Για τα υλικά που αποτεφρώνονται για να καταστραφούν ως δυνάμενα να μεταδώσουν την σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια (transmissible spongiform encephalopathy – TSE), η συγκέντρωση των αμινοξέων στην τέφρα χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα της καταστροφής των πρωτεϊνών. Η παροχή του αέρα στις διαφορετικές ζώνες καύσης πρέπει επίσης να είναι ελεγχόμενη.

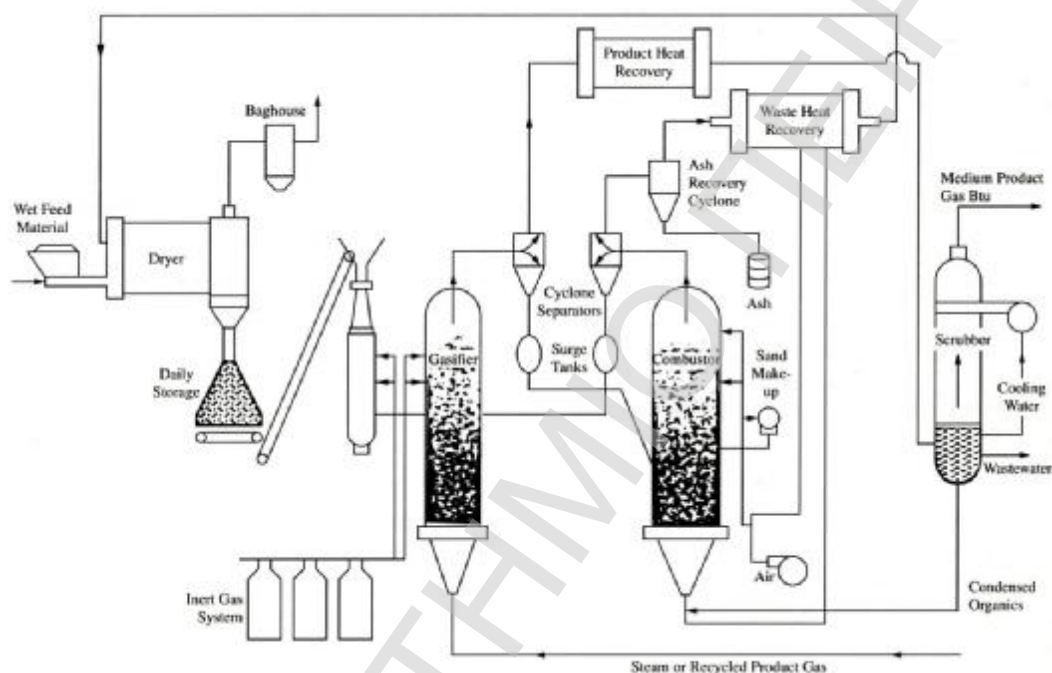
Οι περιπτώσεις που πρέπει να αποτεφρωθούν τα ζωικά άλευρα ορίζονται στον κανονισμό ABP 1774/2002/EK και οι συνθήκες για την επίτευξη του διευκρινίζονται στην οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/EC.

3.13.2.5.2.7 Χειρισμός και αποθήκευση τέφρας

Όπως με την αποτέφρωση των ζωικών σφαγίων και των τμημάτων σφαγίων, η χρήση των κλειστών συστημάτων χειρισμού χωρίς τη χρησιμοποίηση βουρτσών ή συμπιεσμένου αέρα μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις εκπομπές σκόνης. Αυτό συνεισφέρει και στη συμμόρφωση με την υγιεινή στο χώρο εργασίας και με τους περιβαλλοντικούς ελέγχους.

3.13.2.5.3 Αεριοποίηση (gasification) των κρεατάλευρων και οστεάλευρων

Τα κρεατάλευρα και οστεάλευρα έχουν σημαντική θερμογόνο δύναμη και μια επιλογή για αποτέφρωση είναι με την αεριοποίηση (gasification) να παραχθεί αέριο σύνθεσης «syngas», το οποίο μπορεί στη συνέχεια να καεί ή να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή μεθανόλης (methanol). Οι συνθήκες για αυτό τον τρόπο αποτέφρωσης διευκρινίζονται στην οδηγία του Συμβουλίου 2000/76/EC. Θερμότητα ή/και ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθούν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Τα κρεατάλευρα και οστεάλευρα (Meat-Bones Meals, MBM) μπορούν να εξαερωθούν χωρίς τη βοήθεια ορυκτών καυσίμων.



Σχήμα 3.13: Διαδικασία αεριοποίησης Battell.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

Υπάρχουν βέλτιστα χαρακτηριστικά των κρεατάλευρων και οστεάλευρων (MBM) για τη διαδικασία της αεριοποίησης, έτσι η πηγή προέλευσης και η προεπεξεργασία έχουν επιπτώσεις στην απόδοση της διαδικασίας. Τα βέλτιστα χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.14.

Πίνακας 3.14: Βέλτιστη σύσταση κρεατάλευρων και οστεάλευρων (% ξηρού βάρους) για αεριοποίηση και θερμική οξείδωση.

Χημική σύσταση	%
Υδατάνθρακες	18
Στάχτη	25
Πρωτεΐνες	40
Υγρασία	3
Λίπη	14

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Η διαδικασία της αεριοποίησης περιλαμβάνει τη μερική καύση σε περιβάλλον μειωμένου οξυγόνου. Τα κρεατάλευρα και οστεάλευρα (MBM) τροφοδοτούνται από έναν κατακόρυφο κοχλιομεταφορέα σε ένα διαμορφωμένο θάλαμο καύσης με σχήμα δακτυλίου, όπου αέρας δωματίου προστίθεται στη διεργασία σε υπο-στοιχειομετρικές ποσότητες σε σχέση με το φορτίο των καυσίμων σε μια θερμοκρασία 1300 - 1500 °C. Τα καύσιμα διανέμονται εκ νέου πίσω στον εξαερωτή (gasifier), υπό μορφή μερικώς απανθρακωμένου υλικού. Το αέριο σύνθεσης (syngas) είναι το προϊόν της διαδικασίας καύσης με μειωμένο οξυγόνο. Το αέριο σύνθεσης (syngas) έχει χαμηλότερη θερμογόνο δύναμη 4605 kJ / m³. Η διαδικασία αεριοποίησης είναι ενδόθερμη και το αέριο σύνθεσης (syngas) με αυτόν τον τρόπο ψύχεται μεταξύ 680 °C και 850 °C.

Το αέριο σύνθεσης (syngas) περνά έπειτα μέσω ενός κυκλώνα και ενός εναλλάκτη θερμότητας για να ψυχθεί περαιτέρω σε 500 - 550 °C, για να είναι έτοιμο για την καύση σε ένα σύστημα θερμικού οξειδωτή (thermal oxidiser) ή λέβητα. Η χαρακτηριστική χημική σύνθεση των αερίων σύνθεσης (syngas) που παράγονται παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.15.

Πίνακας 3.15: Τυπική χημική σύσταση του αερίων σύνθεσης (syngas) που παράγεται από την αεριοποίηση των κρεατάλευρων και οστεάλευρων.

Χημική σύσταση	%
CO	18 – 24
H ₂	15 – 22
CO ₂	10 – 14
CH ₄	1 – 4
N ₂	45

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003.

Το αέριο σύνθεσης (syngas) μπορεί έπειτα να καεί σε ένα θερμικό οξειδωτή (thermal oxidiser) ή σε έναν λέβητα (boiler), για την παραγωγή ατμού. Το συνδυασμένο σύστημα μπορεί να αποτεφρώσει κρεατάλευρα και οστεάλευρα (MBM), αέρα καύσης (burn air), ατμό (vapour) και μη συμπυκνώσιμες ουσίες, από την επεξεργασία ζωικών παραπροϊόντων και παράγει ατμό (steam). Δηλαδή αποτεφρώνει αέριες (αλλά συμπυκνώσιμες) και μη συμπυκνώσιμες ουσίες και παράγει ατμό υπό πίεση. Επίσης παράγονται υπολείμματα τέφρας που περιέχουν μια ποσότητα άνθρακα.

3.13.2.6 Καύση ζωικών λιπών

Πολλοί λέβητες (boilers) έχουν σχεδιαστεί για να καίνε πετρέλαιο, φυσικό αέριο ή ζωικά λίπη, ανάλογα με το ποιο είναι διαθέσιμο, εντούτοις, αυτή η μέθοδος επεξεργασίας του ζωικού λίπους δεν επιτρέπεται στο πλαίσιο του κανονισμού ABP 1774/2002/EK. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK απαιτεί την αποτέφρωση ή την συν-αποτέφρωση των ζωικών λιπών της κατηγορίας 1 και επιτρέπει άλλες ειδικές επεξεργασίες των λιπών, ως μη εδώδιμα παραπροϊόντα του κρέατος για την κατηγορία 2 και την κατηγορία 3.

3.13.2.7 Υγειονομική ταφή και διασκορπισμός ή έγχυση στο έδαφος

Τα ζωικά παραπροϊόντα που διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής περιλαμβάνουν ζωικά άλευρα, φτερά, ξέσματα ζελατίνης και στερεά υπολείμματα μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (waste water treatment plant – WWTP) [IPPC, 2003 & 2005]. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να καλύπτονται οι απαιτήσεις της Οδηγίας για τους χώρους υγειονομικής ταφής (Landfill Directive).

Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK απαγορεύει την εφαρμογή άλλων οργανικών λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών στο έδαφος βοσκοτόπων, εκτός από την κοπριά και συνεπώς περιορίζει τη δυνατότητα για διασκορπισμό στο έδαφος των ζωικών παραπροϊόντων, συμπεριλαμβανομένης και της κομπόστας (compost). Θέτει επίσης περιορισμούς για το ποια ζωικά παραπροϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή κομπόστας και καθορίζει τις προεπεξεργασίες που απαιτούνται.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, έχει δημοσιευθεί από τη DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs for England and Wales) και το Scottish Executive ένας κώδικας εφαρμογής για την προστασία του νερού. Ο οποίος περιλαμβάνει οδηγίες σχετικά με την εφαρμογή στο έδαφος αποβλήτων που δεν προέρχονται από την αγροτική παραγωγή. Ο στόχος του είναι να περιγράψει τις πρακτικές διαχείρισης που μπορούν να υιοθετηθούν και που εάν ακολουθούνται πρέπει να αποφευχθεί, ή τουλάχιστον να ελαχιστοποιηθεί, ο κίνδυνος της ρύπανσης από τις γεωργικές πρακτικές. Στη Σκωτία, η χρήση του μη επεξεργασμένου αίματος και του περιεχομένου των εντέρων έχει πρόσφατα απαγορευθεί, για να αποτραπούν τα προβλήματα οσμών και ο πιθανός κίνδυνος εξάπλωσης μολυσματικών ασθενειών για τη δημόσια υγεία. Σύμφωνα με τις νέες πρακτικές, η συνολική προσθήκη αζώτου, φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου, θείου και ιχνοστοιχείων δεν πρέπει να υπερβεί τις ανάγκες της προγραμματισμένης καλλιέργειας.

Στην Ιρλανδία, ένας «κώδικας εφαρμογής» έχει καθιερωθεί για το διασκορπισμό και την επιφανειακή διάθεση στο έδαφος, ώστε να εξασφαλιστεί ότι δίνεται η απαιτούμενη προσοχή στους κινδύνους ρύπανσης και ότι λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία. Κατά τη διάρκεια των μηνών με υψηλά επίπεδα βροχοπτώσεων οι ύλες που προορίζονται για διασκορπισμό στο έδαφος πρέπει να αποθηκευτούν. Ακόμα η πρωτογενής λάσπη από μονάδες επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) κρίνεται επίσης ακατάλληλη λόγω της υψηλής περιεκτικότητας της σε λίπη, τα οποία δρουν αρνητικά στην αποστράγγιση (drainage) του εδάφους.

Ο διασκορπισμός στο έδαφος των ζωικών παραπροϊόντων δεν επιτρέπεται στη Γερμανία, για λόγους πρόληψης από επιδημίες και για λόγους υγιεινής.

Στις Κάτω Χώρες, η κοπριά από τους χώρους υποδοχής και ανάπαυσης των ζώων μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία με νομικούς περιορισμούς για τη ρύθμιση της εφαρμογής των θρεπτικών στο έδαφος. Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στη λάσπη (sludge) από μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, πρέπει να είναι σύμφωνες με τα όρια που προβλέπονται για τη χρήση εδαφοβελτιωτικών στη γεωργία [IPPC, 2003 & 2005].

Στον Καναδά η εφαρμογή στο έδαφος δεν είναι εφικτή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών. Για αυτό σε ορισμένες περιοχές του Καναδά μεγάλος όγκος υγρών αποβλήτων πρέπει να αποθηκεύεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα [Mittal, 2006].

3.13.2.8 Παραγωγή βιοαερίου

Τα ζωικά απόβλητα και υλικά όπως το περιεχόμενο της πεπτικής οδού (digestive tract) μπορούν να χώνευτούν αναερόβια και να παράγουν βιοαέριο με μεγάλη απόδοση [IPPC, 2003 & 2005]. Η διαδικασία είναι σύνθετη. Το υλικό που περιέχει άνθρακα αποδομείται από τους μικροοργανισμούς και με αυτόν τον τρόπο απελευθερώνεται το βιοαέριο, που περιλαμβάνει κυρίως CH₄ και CO₂. Η χώνευση μπορεί να είναι είτε σε υγρή φάση είτε σε ξηρή φάση. Στην υγρή χώνευση χρησιμοποιούνται κανονικές αντλίες και αναδευτήρες.

Το βιοαέριο είναι πλούσιο σε ενέργεια και τα υπολείμματα της χώνευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οργανικά λιπάσματα και εδαφοβελτιωτικά. Επίσης αναφέρεται ότι η διαδικασία παραγωγής βιοαερίου αλλάζει τη μορφή των θρεπτικών των υπολειμμάτων της χώνευσης που γίνονται ευκολότερα αφομοιώσιμες από τα φυτά και ότι ο διασκορπισμός των υπολειμμάτων της χώνευσης κατά την παραγωγή του βιοαερίου στο έδαφος δημιουργεί μικρότερα προβλήματα οσμών από ότι η μη επεξεργασμένη κοπριά.

Το βιοαέριο δεν μπορεί να παραχθεί από καθαρά ζωικά υλικά δεδομένου ότι η περιεκτικότητα σε άζωτο είναι πάρα πολύ υψηλή. Τα ζωικά απόβλητα πρέπει, επομένως, να αναμιχθούν με κάποια άλλη οργανική ουσία για να μειωθεί η περιεκτικότητα σε άζωτο. Στη Δανία, περίπου το 75 % της βιομάζας για την αναερόβια χώνευση είναι κοπριά ζώων (animal manure) και το υπόλοιπο προέρχεται κυρίως από την επεξεργασία τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των σφαγείων, αν και χρησιμοποιούνται και αστικά απόβλητα (σκουπίδια) που έχουν διαχωριστεί κατά κατηγορία. Τα ζωικά παραπροϊόντα, η κοπριά και η ιλύς των λυμάτων από τα σφαγεία μπορούν στο σύνολο τους να επεξεργαστούν για την παραγωγή βιοαερίου [IPPC, 2003 & 2005].

Στην Ευρώπη, αυξανόμενοι αριθμοί μονάδων βιοαερίου (biogas plants - BGPs) χρησιμοποιούν απόβλητα από τρόφιμα και κοπριά ως πηγές ενέργειας [Sahlström, 2003]. Στη Δανία υπάρχουν 19 μονάδες βιοαερίου (BGPs), στην Γερμανία 11, και στη Σουηδία υπάρχουν 10 μεγάλης κλίμακας μονάδες βιοαερίου (BGPs) που λειτουργούν σήμερα και είναι υπό κατασκευή αρκετές μονάδες ακόμη. Η αναερόβια χώνευση παράγει μεθάνιο (βιοαέριο), μειώνει τις οσμές, και τα υπολείμματα της χώνευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα στη γεωργία. Οι κύριοι προμηθευτές βιοαποβλήτων είναι τα σφαγεία, τα νοικοκυριά, τα εστιατόρια, οι βιομηχανίες τροφίμων και ποτών καθώς και οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων (sewage treatment plants - STPs) και οι κτηνοτροφικές μονάδες. Στις μονάδες βιοαερίου (BGPs) της Σουηδίας, τα απόβλητα των ζώων από τα σφαγεία χρησιμοποιούνται με άλλα βιοαπόβλητα, κυρίως κοπριά και απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων. Σε μερικές χώρες, οι μονάδες βιοαερίου (BGPs) χρησιμοποιούν ιλύ λυμάτων (sewage sludge) με άλλα βιοαπόβλητα, αλλά στην Σουηδία η ιλύς των λυμάτων υφίσταται επεξεργασία ξεχωριστά σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων (STPs). Δεδομένου ότι τα βιοαπόβλητα είναι γνωστό ότι περιέχουν παθογόνα, τα υπολείμματα της χώνευσης πρέπει να ερευνηθεί αν είναι ασφαλή από υγειονομικής άποψης για τους ανθρώπους και για τα ζώα προκειμένου να ανακυκλωθούν. Αλλιώς, θα μπορούσαν να εμφανιστούν νέοι τρόποι μετάδοσης παθογόνων μεταξύ ανθρώπων και ζώων. Στις: Δανία, Αυστρία, Γερμανία και Σουηδία, υπάρχουν διάφοροι κανονισμοί για τα υπολείμματα και την επεξεργασία στις μονάδες βιοαερίου (BGPs). Το αυξημένο ενδιαφέρον για τις μονάδες βιοαερίου (BGPs) στην Ευρώπη καθιστά σημαντικό να εξεταστούν και να ρυθμιστούν οι πτυχές της βιοασφάλειας για τα ανακυκλώσιμα υπολείμματα [Sahlström, 2003].

3.13.2.8.1 Πρώτες ύλες

Η παραγωγή του βιοαερίου από τα ζωικά παραπροϊόντα επιτρέπεται για τα υλικά της κατηγορίας 2 και για όλα τα υλικά της κατηγορίας 3, όπως καθορίζεται στον κανονισμό ABP 1774/2002/EK, εάν χειρίζονται, όπως ορίζει ο κανονισμός [IPPC, 2003 & 2005]. Για τα παραπροϊόντα της κατηγορίας 2, απαιτείται αποστείρωση (sterilisation) υπό καθορισμένες συνθήκες πριν από την παραγωγή βιοαερίου. Τα ζωικά άλευρα που προκύπτουν από την επεξεργασία των ζωικών παραπροϊόντων μπορεί να υποβληθούν σε παστερίωση (pasteurisation) όπως ορίζεται και μπορεί να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή βιοαερίου. Τα παραπροϊόντα της κατηγορίας 3 πρέπει να υπόκεινται στην ίδια με ανωτέρω επεξεργασία παστερίωσης / εξυγίανσης. Αναφέρεται ότι η διαδικασία παστερίωσης βοηθά την αναερόβια χώνευση που ακολουθεί, ειδικά με την χώνευση των λιπών.

Αναφέρεται ότι τα περισσότερα παραπροϊόντα κρέατος και πουλερικών θα μπορούσαν να επεξεργαστούν με αναερόβια χώνευση σε εγκαταστάσεις βιοαερίου, με εξαίρεση τα σκληρά οστά, τα οποία θεωρείται ότι έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα.

Υπό τον όρο ότι τα υλικά μειώνονται αρκετά σε μέγεθος, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν φτερά, εντόσθια, κεφάλια και πόδια, καθώς επίσης και υδαρή απόβλητα (slurry) όπως το αίμα και η ιλύς. Στη Σουηδία υπάρχει η τάση για επεξεργασία της κοπριάς, του περιεχομένου των στομαχιών και των εντέρων, των τμημάτων δοράς, του ακάθαρτου αίματος και άλλων παρόμοιων προϊόντων σε εγκαταστάσεις βιοαερίου. Τα χωνεμένα στερεά και τα μερικώς χωνεμένα παραπροϊόντα όπως το περιεχόμενο της κοιλιάς και του στομάχου, τα στερεά που συγκρατούνται στις σήτες και τα υποστρώματα που είναι πλούσια σε στερεά όπως το νερό καθαρισμού των στομαχιών, οι ουσίες που επιπλέουν, τα υπολείμματα παγίδων λιπών και τα περιττώματα και τα ούρα από το χώρο αναμονής των ζώων, έχουν ένα σημαντικό ενεργειακό δυναμικό κατά την παραγωγή βιοαερίου. Υπάρχουν, εντούτοις, προβλήματα που συνδέονται με τον έλεγχο του σχηματισμού ενός επιπλέοντος στρώματος αφρού (floating scum), αλλά αυτό μπορεί να μειωθεί με την αντικατάσταση με μια πρώτη ύλη σε υγροποιημένη φάση, π.χ. απόβλητα χοίρων σε υδαρή μορφή (slurry) αντί του περιεχομένου των στομαχιών.

3.13.2.8.2 Φόρτωση και εκφόρτωση

Οι οσμές μπορεί να ελαχιστοποιηθούν κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης των πρώτων υλών και της φόρτωσης των στερεών προϊόντων / παραπροϊόντων εάν αυτές οι διαδικασίες γίνονται σε κλειστό χώρο.

3.13.2.8.3 Παραγωγή

Σε μια εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου χρησιμοποιούνται τα παραπροϊόντα των σφαγείων που αποτελούνται από το αίμα, τα στομάχια και τα έντερα, μαζί με μεγάλες ποσότητες νερού από τις διάφορες διεργασίες. Στο παρελθόν, το μεγαλύτερο μέρος του νερού από τις διάφορες διεργασίες υφίστανταν επεξεργασία σε μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP). Για να προκύψει μια πιο αργή διαδικασία αποσύνθεσης, τα υλικά αναμιγνύονται με την κοπριά των χώρων αναμονής. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες μορφές βιολογικών αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005].

Όλα τα παραπροϊόντα του σφαγείου παστεριώνονται. Μετά από τη θερμική επεξεργασία, το μίγμα επιτρέπεται να αποδομηθεί με αναερόβια μέθοδο επεξεργασίας. Οπότε τα βακτήρια μετατρέπουν το θρεπτικό υπόστρωμα σε CH₄ και CO₂.

Η τυπική σύνθεση του βιοαερίου είναι περίπου 65 % CH₄ και 35 % CO₂, με μικροποσότητες άλλων αερίων. Επίσης το βιοαέριο είναι κεκορεσμένο με υγρασία. Το CH₄ είναι το χρησιμοποιήσιμο μέρος του βιοαερίου. Δεδομένου ότι το CH₄ χρησιμοποιείται ως καύσιμο, πρέπει να καθαριστεί από το CO₂, τους υδρατμούς και τις μικροποσότητες H₂S.

Εάν το βιοαέριο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για οχήματα, πρέπει να έχει περιεχόμενο σε CH₄ τουλάχιστον 95 %. Το ενεργειακό του περιεχόμενο είναι περίπου 9 kWh / m³. Επιπλέον όταν το βιοαέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο για οχήματα, το αέριο συμπιέζεται σε μια πίεση 20 MPa.

Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί από το βιοαέριο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ίδια κατανάλωση και, σε μερικές χώρες, μπορεί να ενσωματωθεί στο εθνικό δίκτυο ηλεκτροπαραγωγής.

Στον Πίνακα 3.16 φαίνεται η σύνθεση του βιοαερίου που παράγεται από ζωικά παραπροϊόντα.

Πίνακας 3.16: Σύσταση βιοαερίου που παράγεται από την βιοαποδόμηση ζωικών παραπροϊόντων

Συστατικά	Όγκος (%)
CH ₄	40 - 70
CO ₂	30 - 60
Άλλα αέρια που περιέχονται	1 - 5
H ₂	0 - 1
H ₂ S	0 - 3

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003.

Έχει αναφερθεί στο Ηνωμένο Βασίλειο παραγωγή ενέργειας 300 kWh / t, το οποίο αντιπροσωπεύει μια παραγωγή CH₄ 400 m³ / h.

Για να είναι μετρήσιμη η ανάκτηση ενέργειας από το CH₄ του βιοαερίου που παράγεται από τα ζωικά παραπροϊόντα, το CH₄ που παράγεται πρέπει να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας μηχανής αερίου (gas engine), λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική απόδοση της μηχανής. Η παραγωγή ενέργειας που αναφέρεται για το βιοαέριο είναι παρόμοια με αυτήν που παράγεται κατά την επεξεργασία των μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος με την επιτόπια καύση των ζωικών αλεύρων και του ζωικού λίπους.

Για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται, παράγονται 1,5 μονάδες θερμότητας, ως ζεστό νερό στους 80 °C. Στη Δανία, αυτό χρησιμοποιείται για να παρέχει τηλεθέρμανση (θέρμανση μιας περιοχής). Εάν οι εγκαταστάσεις βιοαερίου είναι κοντά σε σημαντικούς χρήστες θερμότητας, όπως βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή μεγάλα δημόσια κτήρια, μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων από τη θέρμανση. Γενικά, όσο πιο κοντά είναι οι χρήστες στις εγκαταστάσεις, τόσο πιο ελκυστική είναι η περίπτωση της παροχής ζεστού νερού με σωλήνες προς αυτούς.

Τα στερεά υπολείμματα της χώνευσης περιέχουν άζωτο, φώσφορο και κάλιο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα. Όμως πρέπει να ελέγχονται τακτικά για να εξασφαλιστεί η απουσία σαλμονέλας (*Salmonella*).

3.13.2.8.4 Προβλήματα

Μπορούν να υπάρξουν προβλήματα αν σημειωθεί βλάβη στα δοχεία, λόγω του αμμοχάλικου κ.λπ. που υπάρχουν στο στομάχι των βοοειδών. Τα δοχεία μπορούν να είναι γυάλινα για να αποφευχθούν διαρροές, λόγω της έντονα διαβρωτικής φύσης των προϊόντων. Οι διαρροές οδηγούν σε απώλειες πίεσης που μπορούν να παρεμποδίσουν τη λειτουργία των λεβήτων που χρησιμοποιούν βιοαέριο [IPPC, 2003 & 2005].

Έχει αναφερθεί ότι το θείο στο βιοαέριο μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στις γεννήτριες και ότι για αυτό το λόγο πρέπει να απομακρυνθεί. Επίσης έχει αναφερθεί ότι το θείο μπορεί να προστεθεί στα υπολείμματα της χώνευσης για να βελτιώσει την αξία των θρεπτικών για τα φυτά.

Κατά την παραγωγή βιοαερίου υπάρχει ο κίνδυνος σε ένα ατύχημα να απελευθερωθεί CH_4 , το οποίο είναι αέριο θερμοκηπίου.

3.13.2.8.5 Περιορισμοί

Ο αέρας της εξόδου από το μηχανικό αερισμό μπορεί να χρειάζεται έλεγχο των οσμών ή μπορεί να καεί σε έναν καυστήρα (burner).

Για να αποτραπούν οι διαφυγές του βιοαερίου στον αέρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί πυρσός σε περιπτώσεις όπου η ικανότητα αξιοποίησης του βιοαερίου από το εργοστάσιο είναι μικρή ή όπου υπάρχει υπερπαραγωγή ή διακοπή σε μια κατάντη μονάδα παραγωγής ενέργειας. Μια θερμοκρασία τουλάχιστον 1000 °C για τουλάχιστον 0,3 δευτερόλεπτα στη ζώνη καύσης εγγυάται χαμηλές εκπομπές, συμπεριλαμβανομένων των οσμών. Περιορισμοί μπορεί επίσης να απαιτούνται για την απομάκρυνση του H_2S [IPPC, 2003 & 2005].

3.13.2.8.6 Παθογόνα βακτήρια στα βιοαπόβλητα

3.13.2.8.6.1 Τα είδη των παθογόνων βακτηρίων

Ο ενδεχόμενος κίνδυνος για την υγεία με τα υπολείμματα της χώνευσης από τις μονάδες βιοαερίου (BGPs) υπαγορεύεται εν μέρει από το υπόστρωμα που υφίσταται επεξεργασία στην μονάδα [Sahlström, 2003]. Είναι ευρέως γνωστό ότι τα βιοαπόβλητα περιέχουν παθογόνα βακτήρια. Αυτά προέρχονται από τους ιστούς των άρρωστων ζώων και των ανθρώπων και από τους υγιείς φορείς που εκκρίνουν βακτήρια με τα περιττώματα, τα ούρα, και τα εκκρίματα. Επομένως, τα βιοαπόβλητα μπορούν να περιέχουν παθογόνα βακτήρια διάφορων ειδών όπως *σαλμονέλα* (*Salmonella*), *λιστέρια* (*Listeria*), *κολοβακτηρίδια* (*Escherichia coli*), *καμπυλοβακτήριο* (*Campylobacter*), *μυκοβακτήρια* (*Mycobacteria*), *κλωστρίδια* (*Clostridia*) και *γιερσίνια* (*Yersinia*). Πολλά από αυτά τα βακτήρια είναι παθογόνα μεταδοτικά από τα ζώα (zoonotic pathogens). Αυτά μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση και στα ζώα και στους ανθρώπους – αυτό είναι ζήτημα δημόσιας υγείας. Επιπλέον, αρκετά βακτήρια είναι πολύ ανθεκτικά και μπορούν να πολλαπλασιαστούν ακόμα και στο περιβάλλον μιας μονάδας βιοαερίου (BGP).

Η σαλμονέλα (*Salmonella*) είναι ένα από τα πλέον πιθανά παθογόνα που διαδίδονται στο περιβάλλον από τα υδαρή απόβλητα των ζώων (animal slurry) και τη λάσπη των λυμάτων (sewage sludge). Όλα τα στελέχη (serovars) της σαλμονέλας είναι ενδεχομένως παθογόνα και στα ζώα και στους ανθρώπους. Η εντερίτιδα που αναπτύσσεται στα τρόφιμα (τροφική δηλητηρίαση) είναι η πιο κοινή μόλυνση που προκαλεί η σαλμονέλα. Η σαλμονέλα μπορεί να επιβιώσει σε υδαρή απόβλητα για περισσότερες από 77 ημέρες και να αναπτυχθεί σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 6 έως 47 °C. Μια πρόσφατη έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η σαλμονέλα ανιχνεύεται σε περισσότερο από το 50 % της επεξεργασμένης λάσπης των λυμάτων από τις μονάδες επεξεργασίας λυμάτων της Σουηδίας [Sahlström et al., 2001: πηγή Sahlström, 2003]. Μια παρόμοια έρευνα στη Νορβηγία αποκαλύπτει 10 % θετικά δείγματα σαλμονέλας από τη λάσπη των λυμάτων. Στη Δανία, η λάσπη των λυμάτων θεωρείται θετική στη σαλμονέλα αν η μονάδα επεξεργασίας λυμάτων (STP) εξυπηρετεί περισσότερα από 4000 άτομα.

Πίνακας 3.17: Παθογόνα: ιοί, βακτήρια και πρωτόζωα σε οργανικά στερεά απόβλητα.

Παθογόνα	Μικροοργανισμός	Ασθένεια	Φορέας
Ιοί	<i>Poliiovirus</i>	Πολιομυελίτιδα	Άνθρωπος
	<i>Hepatitis A</i>	Ηπατίτιδα Α	Άνθρωπος
	<i>Hepatitis B</i>	Ηπατίτιδα Β	Άνθρωπος
Βακτήρια	<i>Campylobacter fetus sp.</i>	Διάρροια	Ζώα και άνθρωποι
	<i>Escherichia coli</i> (παθογενής)	Διάρροια	Άνθρωπος
	<i>Salmonella typhi</i>	Τυφοειδής πυρετός	Άνθρωπος
	<i>Salmonella paratyphi</i>	Παρατυφοειδής πυρετός	Άνθρωπος
	Άλλα είδη σαλμονέλας	Τροφική δηλητηρίαση	Ζώα και άνθρωποι
	<i>Shingella spp.</i>	Βακτηριακή δυσεντερία	Άνθρωπος
	<i>Vibrio cholera</i>	Χολέρα	Άνθρωπος
	Άλλα είδη <i>Vibrio</i>	Διάρροια	Άνθρωπος
	<i>Yersinia enterocolitica</i>	Διάρροια	Ζώα και άνθρωποι
Πρωτόζωα	<i>Balantidium coli</i>	Διάρροια, δυσεντερία, κολικός	Άνθρωποι, χοίροι και ποντίκια
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Κολικός, αμοιβαδική δυσεντερία, διόγκωση ήπατος	Άνθρωποι, χοίροι και ποντίκια
	<i>Giardia lamblia</i>	Διάρροια και αναμικά συμπτώματα	Άνθρωποι και ζώα
Εντερικοί σκώληκες	Flat worms	Πεπτική διαταραχή	Άνθρωποι και ζώα
	Round worms	Πεπτική διαταραχή	Άνθρωποι και ζώα
	Tape worms	Πεπτική διαταραχή	Άνθρωποι και ζώα
	Trematodes	Πεπτική διαταραχή	Άνθρωποι και ζώα

Πηγή: Kiely G., "Environmental engineering", ed. McGraw – Hill, London 1997.

Η *Listeria monocytogenes* βρίσκεται στο χώμα, σε ενσύρωμα ?, σε περιττώματα, και εκκρίματα μηρυκαστικών (excreta). Για τους ανθρώπους, η *Listeria monocytogenes* κυρίως θεωρείται ένα παθογόνο που αναπτύσσεται σε τρόφιμα. Είναι μια ασθένεια που μεταδίδεται από τα ζώα - ζωνόσος (zoonosis), και τα βακτήρια μπορούν να προκαλέσουν διάφορες κλινικές εκδηλώσεις συμπεριλαμβανομένης της αποβολής και στα μηρυκαστικά και στους ανθρώπους. Μπορεί να επιβιώσει και να αναπτυχθεί ακόμα και σε 1 – 45 °C. Η ιλύς των λυμάτων περιέχει *Listeria* και μπορεί να προκαλέσει λιστέρωση (listeriosis). Αυτό κάνει το *Listeria* ένα παθογόνο που επίσης πρέπει να συμπεριληφθεί στους πιθανούς κινδύνους για την υγεία ως αποτέλεσμα των υπολειμμάτων της χώνευσης από τις μονάδες μεθανίου (BGPs).

Η βεροτοξίνη (verotoxin) που παράγει το *E. coli O157* είναι ένα σημαντικό παθογόνο που αναπτύσσεται στα τρόφιμα, το οποίο προκαλεί κολίτιδα (colitis) ή σύνδρομο αιμολυτικής ουραιμίας (haemolytic uremic syndrome) στους ανθρώπους. Τα βοοειδή είναι ο κύριος φορέας του *E. coli O157*. Τα βακτήρια βρίσκονται στην κοπριά των βοοειδών, η οποία είναι ένα κοινό υπόστρωμα στις μονάδες βιοαερίου (BGPs) και ως εκ τούτου μια πιθανή πηγή μόλυνσης του περιβάλλοντος. Η *E. coli O157:H7* επιβιώνει μέχρι και 10 εβδομάδες και μπορεί να παράγει βεροτοξίνες (verotoxins) μέχρι και τις 10 εβδομάδες. Επίσης η *E. coli O157:H7* είναι ικανή να πολλαπλασιαστεί στα περιττώματα των βοοειδών σε 22 και 37 °C.

Το *Mycobacterium paratuberculosis* είναι ευρέως διαδεδομένο και προκαλεί σοβαρές χρόνιες εντερίτιδες στα μηρυκαστικά. Τα βακτήρια εκκρίνονται στα περιττώματα των μολυσμένων ζώων και κυρίως μεταδίδονται σε άλλα ζώα από το μολυσμένο νερό ή την τροφή. Το *M. paratuberculosis* είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε μερικές χώρες όπως στην Αυστραλία, στη Νορβηγία, και στη Σουηδία υπάρχουν εθνικά σχέδια εξάλειψης του *M. paratuberculosis*. Σε αυτές τις χώρες, τα ζώα που μολύνονταν με το *M. paratuberculosis* σφάζονταν και τα κοπάδια πιστοποιούνταν εάν είναι υγιή όσον αφορά το *M. paratuberculosis*.

Σε πολλές χώρες, το *Campylobacter* είναι ένα από τα σημαντικότερα βακτηριακά αίτια της γαστρεντερίτιδας στους ανθρώπους. Είναι κυρίως παθογόνο των τροφίμων και συχνά συνδέεται με την διατροφή με κρέας κοτόπουλου. Το *Campylobacter jejuni* έχει βρεθεί στην ακατέργαστη λάσπη λυμάτων. Το *Campylobacter* ήταν αρκετά ευαίσθητο στην αναερόβια χώνευση και δεν βρέθηκε σε λάσπη χώνευσης που επεξεργάστηκε για περισσότερο από 90 ημέρες σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων. Συνεπώς, το *Campylobacter* δεν θεωρείται μεγάλος κίνδυνος όταν διασκορπίζεται στο περιβάλλον ως λάσπη χώνευσης. Αντίθετα, άλλη έρευνα για την μεσόφιλη αναερόβια χώνευση υπό εργαστηριακές συνθήκες διαπίστωσε ότι οι βιώσιμοι οργανισμοί του *C. jejuni* μπορούν να ανιχνευτούν ακόμα και όταν αποθηκεύονται για 112 ημέρες μετά τη χώνευση [Sahlström, 2003].

Εξαιτίας της ικανότητας σχηματισμού σπορίων, το *Clostridium spp.* καθώς και άλλα βακτήρια που σχηματίζουν σπόρια είναι πολύ ανθεκτικά. Τα σπόρια μπορούν να επιζήσουν για αρκετά χρόνια στο περιβάλλον. Διάφορες σοβαρές ασθένειες προκαλούνται από το *Clostridium spp.*, όπως ο τέτανος (*tetanus - Clostridium tetani*), η αλλαντίαση (botulism - *Clostridium botulinum*) και η τοξαμία των βοοειδών (blackleg - *Clostridium chauvoie*). Το *Clostridium tyrobutyricum* προκαλεί οικονομικές απώλειες στη γαλακτοκομική βιομηχανία και ειδικά στη βιομηχανία τυριού. Το ενσίρωμα (silage), που αποδεικνύεται ως πηγή σπορίων για τις αγελάδες και συνεπώς για το γάλα τους, μπορεί να μολυνθεί από τα υπολείμματα της χώνευσης που χρησιμοποιούνται ως λίπασμα.

Η *Yersinia enterocolitica* προκαλεί οξεία εντερίτιδα κυρίως στα παιδιά. Η *Yersinia spp.* συνδέεται συνήθως με το νερό και αποτελεί την κύρια ανησυχία στη λάσπη. Η *Yersinia* μπορεί να αναπτυχθεί σε θερμοκρασία κοντά στους 0 °C. Η *Y. enterocolitica* απομονώνεται από χοίρους σφαγής στην Ευρώπη και μπορεί να είναι ένας πιθανός παράγοντας κινδύνου όταν τα απόβλητα σφαγείων χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα σε μονάδες βιοαερίου (BGPs).

Υπάρχουν μερικές περιπτώσεις που αποδεικνύουν ότι οι μολύνσεις των ζώων ή των ανθρώπων έχουν προέλθει από περιβαλλοντικές πηγές όπως είναι το μολυσμένο νερό. Το 1981 αναφέρθηκαν 26 επεισόδια Σαλμονέλας στη Σκωτία που θεωρείται ότι προήλθαν από μολυσμένο νερό και τον διασκορπισμό της λάσπης των λυμάτων σε καλλιεργήσιμο έδαφος. Το 1969 αναφέρθηκε ένα ξέσπασμα σαλμονέλας

(*Salmonella*) που προκλήθηκε από τη βοσκή των βοοειδών σε λιβάδι που ποτίζονταν με αραιωμένη κοπριά (slurry irrigated pasture).

3.13.2.8.6.2 Παράμετροι που επηρεάζουν τη μείωση των παθογόνων στις μονάδες βιοαερίου (BGPs)

Ο ρυθμός αποσύνθεσης των βιώσιμων βακτηρίων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες – θερμοκρασία, χρόνο επεξεργασίας, pH, πτητικά λιπαρά οξέα (volatile fatty acids - VFA), τη χώνευση διαλείποντος έργου (batch) ή τη συνεχή χώνευση, τα είδη των βακτηρίων, και τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά. Η αδρανοποίηση (inactivation) των παθογόνων επίσης εξαρτάται από την αρχική ποσότητα των παθογόνων στα βιοαπόβλητα. Στις μονάδες βιοαερίου (BGPs), οι παράγοντες της θερμοκρασίας και του χρόνου λαμβάνονται υπόψη με τη χρήση διάφορων σημείων ελέγχου (checkpoints) που ελέγχουν τέτοιες παραμέτρους όπως η θερμοκρασία και η διάρκεια της επεξεργασίας. Η αναερόβια χώνευση πραγματοποιείται είτε μεσόφιλα είτε θερμοφιλά με επεξεργασία σε παρτίδες (batchwise) ή με συνεχή τρόπο. Στο σύστημα διαλείποντος έργου (batchwise system), όλο το υπόστρωμα αντικαθίσταται ταυτόχρονα αλλά περίπου το 10 % του νέου υποστρώματος περιέχει υλικό εμβολισμού της αναερόβιας χώνευσης. Ένα συνεχές σύστημα (continuous system) γεμίζει και απομακρύνει υλικό συνεχώς. Στις μονάδες βιοαερίου (BGPs) της Αυστρίας, της Δανίας, της Γερμανίας, και της Σουηδίας μπορεί επίσης να υπάρχει ένα ξεχωριστό βήμα παστερίωσης, όπου το υπόστρωμα θερμαίνεται στους 70 °C για 30 ή 60 min πριν την χώνευση.

Πολλές μελέτες έχουν γίνει για την αναερόβια χώνευση υπό εργαστηριακές συνθήκες. Οι εργαστηριακές συνθήκες είναι σχετικά εύκολο να διατηρηθούν. Ωστόσο, σε χωνευτήρες πλήρους κλίμακας είναι δύσκολο να διατηρηθούν οι συνθήκες για τη θανάτωση των παθογόνων και την αποτροπή της επαναμόλυνσης. Επίσης, ανθεκτικά αυτόχθονα βακτήρια απαντώνται περισσότερο σε χωνευτήρα πλήρους κλίμακας από ότι σε ένα εργαστηριακό χωνευτήρα [Sahlström, 2003].

Η θερμοκρασία είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας σχετικά με την επιβίωση των παθογόνων βακτηρίων κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης. Η αναερόβια χώνευση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε μεσόφιλα σε 30 – 38 °C ή θερμοφιλά σε 50 – 55 °C. Η βακτηριακή αδρανοποίηση λόγω της θερμοκρασίας σχετίζεται με το χρόνο. Ο χρόνος που απαιτείται για μία μείωση 90 % του βιώσιμου πληθυσμού των μικροοργανισμών ή μια μείωση κατά μία λογαριθμική μονάδα (log 10) καλείται χρόνος μείωσης αποδεκατισμού (decimation reduction time) (T90). Το T90 για τα περισσότερα βακτήρια μπορεί να υπολογιστεί σε ώρες για τη θερμοφιλή χώνευση και σε μέρες για τη μεσόφιλη χώνευση, έναντι των εβδομάδων και των μηνών της συμβατικής επεξεργασίας (αποθήκευση).

Η χώνευση σε υψηλότερες θερμοκρασίες χρειάζεται λιγότερο χρόνο για την αδρανοποίηση των βακτηρίων και αυτό γίνεται αιτία του θανάτου των βακτηρίων πιο γρήγορα για τη θερμοφιλή από ότι για τη μεσόφιλη χώνευση. Αυτό αποδείχθηκε σε μία μελέτη που περιλάμβανε *Salmonella typhimurium*, *Salmonella dublin*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Erysipelotrix rhusiopathiae*, *Bacillus cereus*, και *Clostridium perfringens*. Η σαλμονέλα (*Salmonella*) και το *M. paratuberculosis* αδρανοποιούνται μέσα σε 24 h σε θερμοφιλή αναερόβια χώνευση έναντι των εβδομάδων και ακόμη και μηνών της μεσόφιλης αναερόβιας χώνευσης. Ωστόσο, οι σπόροι των *B. cereus* και *Cl. perfringens* δεν αδρανοποιήθηκαν ούτε σε μεσόφιλη ούτε σε θερμοφιλή χώνευση. Μια άνοδος 5 °C (από 30 σε 35 °C) στη μεσόφιλη χώνευση λιγοστεύει σημαντικά το χρόνο της βακτηριακής αδρανοποίησης.

Σε μία μελέτη, η επιβίωση του *S. typhimurium* μελετήθηκε κατά τη διάρκεια της μεσόφιλης αναερόβιας χώνευσης της κοπριάς βοοειδών (cattle dung). Μετά από μια περίοδο επώασης 10 ημερών σε 37 °C, όλες οι σαλμονέλες αδρανοποιήθηκαν. Μια μελέτη για την επιβίωση των *S. typhimurium* και *S. Senftenberg* στην κοπριά βοοειδών (cattle manure) σε έναν συνεχούς λειτουργίας θερμοφίλο χωνευτήρα σε σταθερή θερμοκρασία 55 °C αποκάλυψε ότι καμία σαλμονέλα δεν θα μπορούσε να ανιχνευτεί μετά από 24 h στο θάλαμο χώνευσης [Sahlström, 2003].

Μια άλλη έρευνα μελέτησε τη μείωση του *M. paratuberculosis* σε διαλείποντος έργου μεσόφιλο και θερμοφίλο αναερόβιο χωνευτήρα για αραιωμένα απόβλητα βοοειδών (bovine slurry). Σε αυτή την έρευνα, το *M. paratuberculosis* δεν μπορούσε να ανιχνευθεί μετά από 3 h σε θερμοφίλο χωνευτήρα υπό εργαστηριακές συνθήκες.

Γενικά το *L. monocytogenes* μειώνεται από την μεσόφιλη αναερόβια χώνευση της λάσπης λυμάτων. Ωστόσο, μια ελαφριά αύξηση στον αριθμό του *L. monocytogenes* στην ακόλουθη φάση της αφυδάτωσης (dewatering phase) μπορεί να δείξει ότι το *L. monocytogenes* είναι μόνο στρεσαρισμένο κατά της διάρκειας της χώνευσης.

Σε ένα πείραμα σε πλήρη κλίμακα, η *Y. enterocolitica* ήταν ευαίσθητη στην μεσόφιλη αναερόβια χώνευση των αραιωμένων αποβλήτων βοοειδών και άλλων οργανικών αποβλήτων. Ο χρόνος μείωσης αποδεκατισμού (decimation reduction time) ήταν 18 ημέρες σε σύγκριση με το *S. typhimurium* στο ίδιο πείραμα, που είχε δύο φορές πιο μεγάλες τιμές T90.

Η αναερόβια χώνευση σε μονάδες βιοαερίου λειτουργεί είτε με παρτίδες (batchwise) είτε συνεχώς. Ωστόσο, λόγω οικονομικών και πρακτικών λόγων οι περισσότεροι χωνευτήρες λειτουργούν συνεχώς. Έχει αναφερθεί μια μεγαλύτερη πτώση των βιώσιμων *E. coli*, *S. typhimurium*, *L. monocytogenes*, και *Y. enterocolitica* σε αναερόβιους χωνευτήρες διαλείποντος έργου έναντι συνεχούς. Με βάση μια άλλη εργαστηριακή μελέτη, η συνεχής μεσόφιλη χώνευση με μέγιστα διαστήματα 1 – 2 ημερών μεταξύ των προσθηκών και των απομακρύνσεων δεν θα εξασφάλιζε την εξάλειψη των βιώσιμων *M. paratuberculosis* ενώ το κάνει η μεσόφιλη χώνευση διαλείποντος έργου για περίπου ένα μήνα ή 3 h σε χωνευτήρα που λειτουργεί θερμοφίλα [Sahlström, 2003].

3.13.2.8.6.3 Παστερίωση

Η παστερίωση είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος θερμικής επεξεργασίας για να μειωθούν τα παθογόνα. Παραδείγματος χάριν, η σαλμονέλα δεν θα επιζήσει περισσότερο από 5 min σε λάσπη που θερμαίνεται στους 70 °C. Ωστόσο, οι σπόροι των βακτηρίων δεν μειώνονται με την παστερίωση. Η παστερίωση μπορεί να δράσει είτε πριν ή μετά την αναερόβια χώνευση και μπορεί να λειτουργήσει σε είτε με χωνευτήρα διαλείποντος έργου ή συνεχούς λειτουργίας. Η μέθοδος διαλείποντος έργου προτιμάται δεδομένου ότι ελέγχεται ευκολότερα από την άποψη θερμοκρασίας και χρόνου. Σε μονάδες βιοαερίου (BGPs) στη Σουηδία, το υπόστρωμα που δεν έχει χωνευτεί θερμαίνεται στους 70 °C για 60 min σε ένα ξεχωριστό στάδιο διαλείποντος έργου πριν την αναερόβια χώνευση. Αυτό είναι σύμφωνο με τους Σουηδικούς κανονισμούς που αφορούν τα απόβλητα των ζώων χαμηλού κινδύνου (Swedish Board of Agriculture, SJVFS 1998.34, K14). Στη Δανία, η παστερίωση (70 °C σε 60 min) μπορεί να αντικατασταθεί με μία «παρόμοια μέθοδο», το οποίο σημαίνει μεγαλύτερο χρόνο σε μικρότερη θερμοκρασία. Αυτό συνδυάζει την θερμοφίλη ή μεσόφιλη χώνευση με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία και χρόνο. Στη Γερμανία και στην

Αυστρία, αναφέρεται μια επεξεργασία προεξυγίανσης στους 70 °C για 60 min πριν την μεσόφιλη ή για την 30 πριν την μεσόφιλη αναερόβια χώνευση [Sahlström, 2003].

Με οικονομικούς όρους, η παστερίωση μετά την χώνευση θα ήταν περισσότερο αποτελεσματική από την προ-παστερίωση. Ωστόσο, στις αρχές της δεκαετίας του 1980 υπήρξαν προβλήματα στην Ελβετία με την ανάπτυξη πάλι των παθογόνων της λάσπης που επεξεργάστηκε με προ-παστερίωση. Η λάσπη που παστεριώνεται μετά τη χώνευση είναι ιδιαίτερα επιρρεπής στην επαναμόλυνση. Αυτό οδήγησε στην εγκατάλειψη της παστερίωσης μετά τη χώνευση και έγινε ενσωμάτωση της παστερίωσης πριν την αναερόβια χώνευση.

Το 1999, μελετήθηκε η ανάπτυξη της σαλμονέλας (*Salmonella*) και των *Enterobacteriaceae* στα παστεριωμένα υπολείμματα της χώνευσης. Ερεύνησαν τις συνθήκες που ευνοούν ή παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των κολοβακτηριδίων των περιττωμάτων (*faecal coliforms*) και της σαλμονέλας στα υπολείμματα της χώνευσης μετά την παστερίωση. Σε μια εργαστηριακή μελέτη, παρατήρησαν ότι η σαλμονέλα και τα κολοβακτηρίδια των περιττωμάτων δεν αναπτύσσονται πάλι αν το υπόστρωμα είναι αποτελεσματικά παστεριωμένο (70 °C σε 60 min). Ωστόσο, η επαναμόλυνση του παστεριωμένου και χωνευμένου υποστρώματος έχει αποδειχθεί ότι λαμβάνει χώρα σε μονάδες βιοαερίου (BGPs) πλήρους κλίμακας. Η μόλυνση θεωρείται ότι λαμβάνει χώρα όταν μεταφέρονται τα υπολείμματα της χώνευσης [Sahlström, 2003].

3.13.2.8.6.4 Πτητικά λιπαρά οξέα και pH

Η ποσότητα των πτητικών λιπαρών οξέων και το pH στο υπόστρωμα σχετίζονται με την επιβίωση των βακτηρίων κατά τη διάρκεια της αναερόβιας χώνευσης. Η τοξικότητα των πτητικών λιπαρών οξέων εξαρτάται από το pH. Η τοξικότητα των πτητικών λιπαρών οξέων στο *S. typhimurium* είναι μεγαλύτερη από pH = 5.

Μια μελέτη ερεύνησε το αποτέλεσμα των πτητικών λιπαρών οξέων (VFA) σε τεχνητό περιβάλλον (in vitro) για την επιβίωση του *S. typhi* σε κοπριά βοοειδών που υφίσταται αναερόβια χώνευση. Οπότε βρέθηκε ότι σε υψηλά επίπεδα πτητικών λιπαρών οξέων σε συνδυασμό με όξινο pH προκαλείται μεγαλύτερη αδρανοποίηση της σαλμονέλας (*Salmonella*) από ότι στο μάρτυρα. Έχει αναφερθεί μια τοξική επίδραση των πτητικών λιπαρών οξέων (VFA) στην επιβίωση των στελεχών της *E. coli* σε εργαστηριακούς αναερόβιους χωνευτήρες.

3.13.2.8.6.5 Απόκλιση στην επιβίωση μεταξύ των ειδών βακτηρίων

Η επιβίωση των βακτηρίων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των διαφόρων ειδών βακτηρίων. Βρέθηκε μια σημαντικά μεγαλύτερη μέση τιμή T90 του *C. jejuni* σε συνεχές αναερόβιο αντιδραστήρα σε σύγκριση με αυτή για τα *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* και *Y. enterocolitica*. Ο χρόνος αποδεκατισμού (decimation time) μπορεί να διαφέρει εξαιτίας των ειδών των βακτηρίων και της παροχής θρεπτικών. Το *C. jejuni* χρησιμοποιεί αμινοξέα και βιταμίνες που δεν χρησιμοποιούν τα άλλα βακτήρια και για αυτό το λόγο ο ανταγωνισμός είναι μικρότερος ενώ τα *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* και *Y. enterocolitica* πρέπει να ανταγωνιστούν με τα άλλα μη μεθανογενετικά βακτήρια για τους υδρογονάνθρακες (carbohydrates). Σε ένα συνεχές σύστημα, η διαθεσιμότητα των θρεπτικών εξαρτάται από το πόσο γρήγορα γίνεται η τροφοδοσία του χωνευτήρα. Επίσης έχει αναφερθεί μια γρήγορη πτώση των βιώσιμων κυττάρων για τα *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* και *Y. enterocolitica* αμέσως μετά την επώαση στο ξεκίνημα της χώνευσης. Το οποίο πιθανόν να

οφείλονταν στην ανεπαρκή παροχή των διαθέσιμων θρεπτικών για ένα αριθμό βακτηρίων. Η διακύμανση των θρεπτικών στα συνεχή συστήματα (continuous systems) μπορεί να επηρεάσει τα βακτήρια που υπάρχουν σε ένα μεταβατικό στάδιο μεταξύ των βιώσιμων καταστάσεων που έχουν την δυνατότητα ανάπτυξη καλλιεργειών (viable culturable states) και των βιώσιμων μη καλλιεργήσιμων καταστάσεων (viable non-culturable states) [Sahlström, 2003].

3.13.2.8.6 Βακτήρια δείκτες

Πολλά παθογόνα είναι παρόντα σε χαμηλές συγκεντρώσεις και μπορεί να είναι δύσκολη ή χρονοβόρα η ανίχνευσή τους. Επομένως, τα βακτήρια δείκτες χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της πιθανής παρουσίας των παθογόνων των περιττωμάτων και για να δείξουν το αποτέλεσμα της επεξεργασίας εξυγίανσης των βιοαποβλήτων [Spellman, 1997]. Τα βακτήρια δείκτες είναι κατά προτίμηση μη παθογενή βακτήρια που στη φύση υφίστανται σε μεγάλους αριθμούς στην εντερική περιοχή των ανθρώπων και των ζώων. Κατά την επιλογή των βακτηρίων δεικτών, πρέπει να τηρηθούν τουλάχιστον δύο συνθήκες. Τα βακτήρια πρέπει να εκκρίνονται σε μεγάλους αριθμούς στα περιττώματα (in the stool) και πρέπει να είναι εύκολα ανιχνεύσιμα και μετρήσιμα.

Οι εντερόκοκκοι (*Enterococci*) προτείνονται ως οι πιο κατάλληλοι δείκτες βακτήρια για την επιβεβαίωση της επεξεργασίας εξυγίανσης των βιοαποβλήτων σε μονάδες βιοαερίου (BGPs) [Sahlström, 2003]. Το γένος εντερόκοκκος (*Enterococcus*), επίσης ονομάζεται στρεπτόκοκκος των περιττωμάτων (*faecal streptococci* - FS), που αποτελείται από τους *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus avium*, και *Enterococcus galinarium*. Στη Δανία, η αποκαλούμενη μέθοδος FS (FS-method) χρησιμοποιείται για την εξασφάλιση της ποιότητας των υπολειμμάτων της χώνευσης για τα κοινά υπάρχοντα παθογόνα (*Salmonellae*, *Listeria*, *Campylobacter*, και *Yersinia*). Εντούτοις, η μέθοδος FS έχει περιορισμούς όταν η θερμοκρασία της διεργασίας επεξεργασίας υπερβαίνει τους 55 °C δεδομένου ότι ο στρεπτόκοκκος των περιττωμάτων (FS) μετά μειώνεται γρήγορα και είναι αδύνατο να ποσοτικοποιηθεί πάνω από αυτή τη θερμοκρασία.

Ο στρεπτόκοκκος των περιττωμάτων (FS) είναι το μόνο βακτήριο δείκτης με μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το *L. monocytogenes* σε μία μονάδα επεξεργασίας λυμάτων (STP). Άλλα βακτήρια δείκτες που περιλήφθησαν στην μελέτη τους ήταν ολικά κολοβακτηρίδια (*total coliforms*) και κολοβακτηρίδια περιττωμάτων (*faecal coliforms*).

Σε μία μελέτη ερευνήθηκαν οι αναλογίες των βακτηρίων δεικτών σε εντεροϊούς (enteroviruses) σε μεσόφιλη και θερμοφιλή αναερόβια χώνευση. Τα βακτήρια δείκτες που δοκιμάστηκαν περιλάμβαναν κολοβακτηρίδια περιττωμάτων (*faecal coliforms*), ολικά κολοβακτηρίδια (*total coliforms*), και τον στρεπτόκοκκο των περιττωμάτων (FS). Ο στρεπτόκοκκος των περιττωμάτων (FS) απεικόνιζε τον αριθμό των ιών (viruses) που καταστράφηκαν σε μεσόφιλη και θερμοφιλή χώνευση. Οπότε προτάθηκε ο στρεπτόκοκκος των περιττωμάτων (FS) ως το βακτήριο δείκτης δεδομένου ότι αυτό το βακτήριο μπορεί να χρησιμεύσει ως ο πιο χρήσιμος δείκτης των ιών των περιττωμάτων (*faecal viruses*). Ωστόσο, η χρησιμοποίηση του στρεπτόκοκκου των περιττωμάτων (FS) ως βακτηρίου δείκτη των ιών έχει ένα μειονέκτημα: είναι πιο ευαίσθητο από τους ιούς και στην μεσόφιλη και στην θερμοφιλή αναερόβια χώνευση.

Οπότε δεν έχει βρεθεί ακόμα ένας δείκτης που να είναι αρκετά καλός ώστε να δίνει μια γενική εικόνα [Sahlström, 2003].

3.13.2.9 Κομποστοποίηση (composting)

3.13.2.9.1 Γενικά περί κομποστοποίησης

Ως κομποστοποίηση (composting) έχει οριστεί η ελεγχόμενη βιολογική αποσύνθεση και η σταθεροποίηση των οργανικών υποστρωμάτων, υπό συνθήκες που είναι κυρίως αερόβιες και που επιτρέπουν την επίτευξη θερμοκρασιών ανάπτυξης θερμοφίλων μικροοργανισμών (thermophilic temperatures) ως αποτέλεσμα της βιολογικά παραγόμενης θερμότητας [IPPC, 2003 & 2005]. Η κομποστοποίηση οδηγεί σε ένα τελικό προϊόν που έχει εξυγιανθεί και έχει σταθεροποιηθεί, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε χουμικές ενώσεις και μπορεί να εφαρμοστεί στο έδαφος βελτιώνοντας τις ιδιότητες του. Η κομποστοποίηση των ζωικών παραπροϊόντων και η εφαρμογή τους στο έδαφος ελέγχεται από τον κανονισμό ABP 1774/2002/EK και από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 808/2003 της Επιτροπής της 12ης Μαΐου 2003 όπως τροποποιεί τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1774/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου που καθορίζει τους κανόνες υγιεινής σχετικά με τα ζωικά παραπροϊόντα που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Τα υλικά των κατηγοριών 2 και 3 μπορούν να κομποστοποιηθούν, εντούτοις, ειδικά τα υλικά της κατηγορίας 2 πρέπει και να αποστειρωθούν υπό συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας, χρόνου, πίεσης και μεγέθους.

3.13.2.9.2 Πρώτες ύλες

Τα παραπροϊόντα των σφαγείων, π.χ. στρωμνή από το χώρο ανάπαυσης των ζώων (lairage bedding), κοπριά, περιεχόμενο στομαχιών, περιεχόμενο εντέρων, αίμα και φτερά, τα υπολείμματα από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, π.χ. στερεά που κατακρατήθηκαν στις σήτες, υλικά επίπλευσης (flotation tailings) και ιλύς (sludge), τα στερεά υπολείμματα από την παραγωγή βιοαερίου, η ιλύς από την επεξεργασία του αίματος και η ιλύς από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs), μπορούν όλα να χρησιμοποιηθούν στην κομποστοποίηση [IPPC, 2003 & 2005]. Αλλά σύμφωνα με τον Mittal (2006) μόνο λίγες εμπορικές μονάδες κομποστοποίησης δέχονται αίμα για επεξεργασία.

Οι Garcia – Gomez et al (2002) συστήνουν την κομποστοποίηση αποβλήτων από γεωργικές βιομηχανίες. Συγκεκριμένα θεωρούν ότι τα αγροβιομηχανικά απόβλητα όπως το ιχθυάλευρο, το κρεατάλευρο (meat meal), τα υπολείμματα αποχύμωσης (bagasse), τα απόβλητα της σφαγής ζώων, τα απόβλητα παρασκευής μύρας, κτλ μετά από κομποστοποίηση είναι κατάλληλα για χρήση ως εδαφικά μέσα για την παραγωγή καλλωπιστικών φυτών σε γλάστρες. Τα θρεπτικά συστατικά (N και K) από τις κομπόστες, οι οποίες δρουν ως λιπάσματα αργής απελευθέρωσης, επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών και βελτιώνουν τη δομή του εδαφικού μίγματος, δεδομένου ότι του προσδίδουν βελτιωμένες φυσικές και φυσικοχημικές ιδιότητες όπως το πορώδες και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (electrical conductivity - EC). Γενικά οι κομπόστες αγροβιομηχανικής προέλευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική λύση της τύρφης και των εμπορικών υποστρωμάτων (commercial substrate - CSs) για την ανάπτυξη καλλωπιστικών φυτών, υπό τον όρο ότι το εδαφικό μίγμα θα περιέχει τουλάχιστον 25 % τύρφη ή CS [Garcia – Gomez et al, 2002].

Έχει αναφερθεί ότι με εξαίρεση την κοπριά από τα οχήματα παράδοσης και τους χώρους ανάπαυσης των ζώων, κανένα άλλο υλικό από ένα σφαγείο δεν τηρεί τις απαραίτητες συνθήκες για βέλτιστη κομποστοποίηση [IPPC, 2003 & 2005].

Το περιεχόμενο των στομαχιών και της κοιλιάς περιέχουν φυτικά δομικά υλικά, αλλά έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε νερό. Τα υλικά επίπλευσης και τα λίπη από τις παγίδες λίπους δεν περιέχουν καμία δομική ουσία (structural substances).

Η κομποστοποίηση είναι εφικτή, π.χ. μετά από το μηχανικό διαχωρισμό των φάσεων, ή μετά από την ανάμιξη ουσιών που απορροφούν υγρασία και δομικών συστατικών με υγρή ή ημίρρευση λάσπη (ιλύς). Στην Ιταλία πραγματοποιείται κομποστοποίηση χρησιμοποιώντας το περιεχόμενο από τα εντόσθια και τη λάσπη (ιλύς) από τη σφαγή των ζώων. Αν και το αίμα είναι υγρό, όταν συνδυάζεται με, π.χ. εντόσθια, μπορεί να αντληθεί και να κομποστοποιηθεί σε σωρούς κομποστοποίησης (windrows). Αλλά υγρά, όπως η υδαρής κοπριά των χοίρων (pig slurry), αναμιγνύονται επίσης με τα «ξηρά» υλικά όπως η ιλύς από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs), για να λάβει χώρα η κομποστοποίηση.

Το περιεχόμενο των εντοσθίων στην αρχική τους μορφή καθώς και μετά από αναερόβια προεπεξεργασία ή το περιεχόμενο του στομαχιού των χοίρων ξηραίνονται και προκύπτει ξηρή ουσία > 20 %, οπότε μπορούν να κομποστοποιηθούν χωρίς την προσθήκη πρόσθετων ουσιών, με ένα βάθος κλίνης 1 m. Για μεγαλύτερο βάθος κλίνης, η ξηρά ουσία πρέπει να είναι τουλάχιστον 22 %. Η αναερόβια προεπεξεργασία μπορεί να μειώσει το χρόνο αντίδρασης από 6 σε 4 εβδομάδες. Εάν χρησιμοποιηθούν διατάξεις έντονης αφυδάτωσης (dehydrating machines), όπως τα κοχλιωτά πιεστήρια, για να αυξηθεί η ξηρά ουσία σε > 35 % μπορούν να προστεθούν, τα μη αφυδατωμένα υλικά επίπλευσης (flotation tailings) ή / και το λίπος από τις παγίδες λίπους. Πειράματα με αφυδατωμένο περιεχόμενο εντοσθίων και υλικά επίπλευσης (flotation tailings), με περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία 37,6 % και 8,8 % αντίστοιχα, έχουν δείξει ότι μπορεί να προετοιμαστεί κομπόστα σε 6 - 8 εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης η θερμοκρασία φθάνει τους 70 °C, έτσι επιτυγχάνεται απολύμανση των υλικών, αν και η προεπεξεργασία που απαιτείται στα πλαίσια του κανονισμού ABP 1774/2002/EK απαιτεί να γίνει έλεγχος της μολυσματικότητας.

3.13.2.9.3 Παραλαβή και αποθήκευση

Προβλήματα οσμών μπορούν να προκύψουν κατά την κομποστοποίηση της πρώτης ύλης.

3.13.2.9.4 Διαδικασία

Οι σημαντικότερες προϋποθέσεις για την κομποστοποίηση είναι: οι πρώτες ύλες να αναμιχθούν σε ικανοποιητικό βαθμό για να παρέχουν τις θρεπτικές ουσίες που απαιτούνται για τη ανάπτυξη και τη δραστηριοποίηση του μικροβιακού πληθυσμού, το οποίο σημαίνει μια ισορροπημένη τροφοδοσία; σε άνθρακα και άζωτο. Επίσης πρέπει να υπάρχει ικανοποιητική υγρασία που να επιτρέπει τη βιολογική δραστηριότητα χωρίς να παρεμποδίζεται ο απαιτούμενος αερισμός, το οξυγόνο πρέπει να είναι σε επίπεδα κατάλληλα για τους αερόβιους οργανισμούς και οι θερμοκρασίες πρέπει να επιτρέπουν την ενεργό μικροβιακή δραστηριότητα των θερμοφίλων μικροοργανισμών.

Οι πρώτες ύλες που αναμιγνύονται για να εξασφαλισθεί μια αναλογία C : N σε 25 : 1 – 30 : 1 γίνονται αποδεκτές γενικά ως οι ιδανικές για την ενεργό

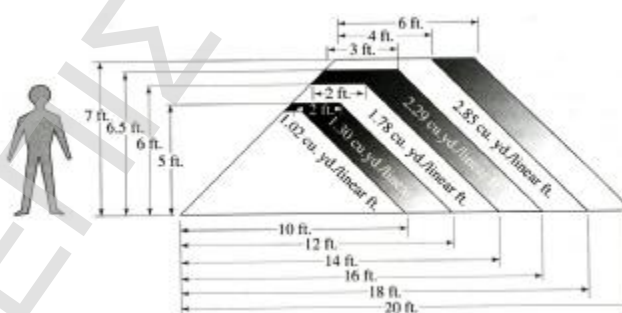
κομποστοποίηση, αν και αναλογίες 20 : 1 μέχρι 40 : 1 μπορούν να δώσουν καλά αποτελέσματα κομποστοποίησης. Ο μικρός λόγος C : N κάτω από 20 : 1 επιτρέπει στον άνθρακα να χρησιμοποιηθεί πλήρως αλλά δεν σταθεροποιείται το άζωτο, το οποίο μπορεί να διαφύγει ως NH₃ ή N₂O. Γεγονός που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα οσμών [IPPC, 2003 & 2005].

Το αερόβιο θερμοφίλο στάδιο που μεσολαβεί με τα βακτήρια στην κομποστοποίηση γενικά ακολουθείται από ένα στάδιο ωρίμανσης που περιλαμβάνει τη δράση διάφορων γαιοσκωλήκων (earthworms) [Hamer, 2003]. Η σύγχρονη τεχνολογία που βασίζεται σε αντιδραστήρες για την κομποστοποίηση έχει μειωμένο χρόνο παραμονής για το στάδιο της κομποστοποίησης από εβδομάδες έως 72 h, και το στάδιο της ωρίμανσης από μήνες έως εβδομάδες, ενώ οι νέες εξελίξεις στην επιστήμη εκτροφής σκωλήκων (vermiculture) επιτρέπουν επίσης την εκτροφή των σκωλήκων σε ένα ξεχωριστό χώρο για να χρησιμοποιηθούν μετά σε μεγάλη κλίμακα. Για την βιομηχανοποιημένη παραγωγή κομπόστας, η αποτελεσματική μηχανική απομάκρυνση της μη βιοαποδομήσιμης ύλης από την πρώτη ύλη των στερεών αποβλήτων ενισχύει πολύ την ελκυστικότητα τέτοιων διεργασιών και, χωρίς αμφιβολία, θα έχει ευνοϊκή επίπτωση στην εκτροφή σκωλήκων. Ακόμα και έτσι, η τάση να ενσωματωθούν τα υδατώδη ζωικά απόβλητα και η λάσπη των λυμάτων σε πολλές πρώτες ύλες στερεών αποβλήτων και για την κομποστοποίηση και την εκτροφή σκωλήκων πρέπει να εξεταστούν ώστε να διευκρινιστούν πλήρως οι δυνατότητες επίτευξης της υγιεινής (hygienisation potentials) τέτοιων διεργασιών [Hamer, 2003].

3.13.2.9.5 Μέθοδοι κομποστοποίησης

3.13.2.9.5.1 Σωροί κομποστοποίησης (windrows)

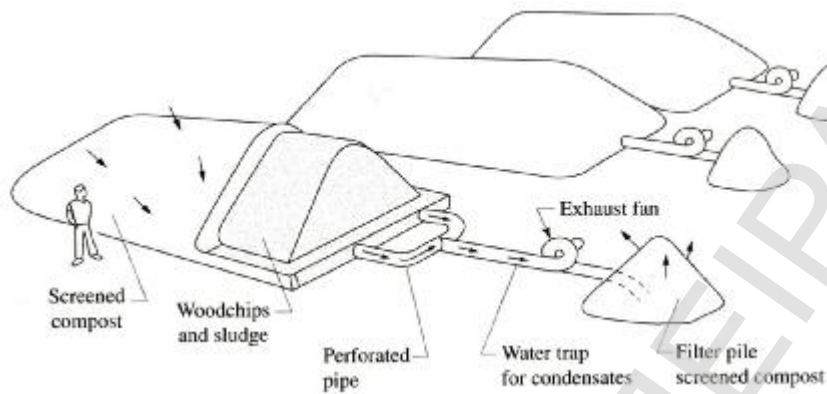
Ο σωρός κομποστοποίησης (windrow) είναι ένας μακρύς σωρός για την κομποστοποίηση των υλικών και ο οποίος διαμορφώνεται συνήθως ως επίμηκες τριγωνικό πρίσμα [IPPC, 2003 & 2005].



Σχήμα 3.14: Συνηθισμένες διαστάσεις σωρών κομποστοποίησης (windrows).

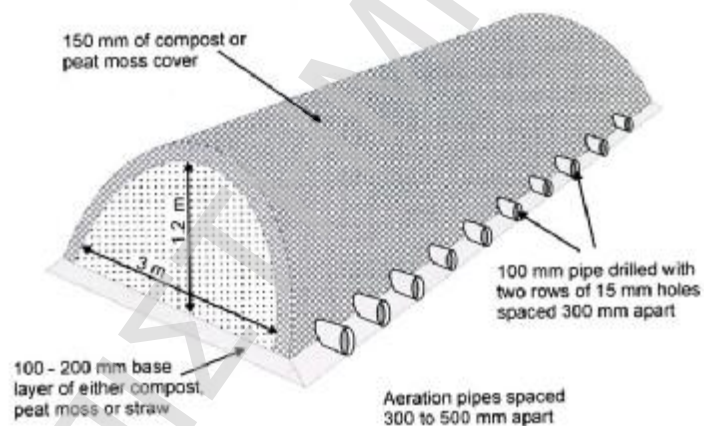
Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

Οι σωροί κομποστοποίησης (windrows) κατασκευάζονται σε σκληρό υπόβαθρο και με τρόπο που να εξασφαλίζεται αποστράγγιση (drainage) για να συλλεχθούν τα στραγγίσματα (leachate). Επίσης εξασφαλίζεται προστασία από τον αέρα και τη βροχή για να ελαχιστοποιηθεί η παράσυρση από τον αέρα και το νερό. Νερό προστίθεται στους σωρούς κομποστοποίησης όταν και όπως απαιτείται για τη διαδικασία κομποστοποίησης. Οι σειρές (σωροί) μειώνονται τουλάχιστον στο ένα τρίτο του αρχικού μεγέθους τους, κυρίως λόγω των απωλειών σε νερό.



Σχήμα 3.15: Κομποστοποίηση με δυναμικό αερισμό.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

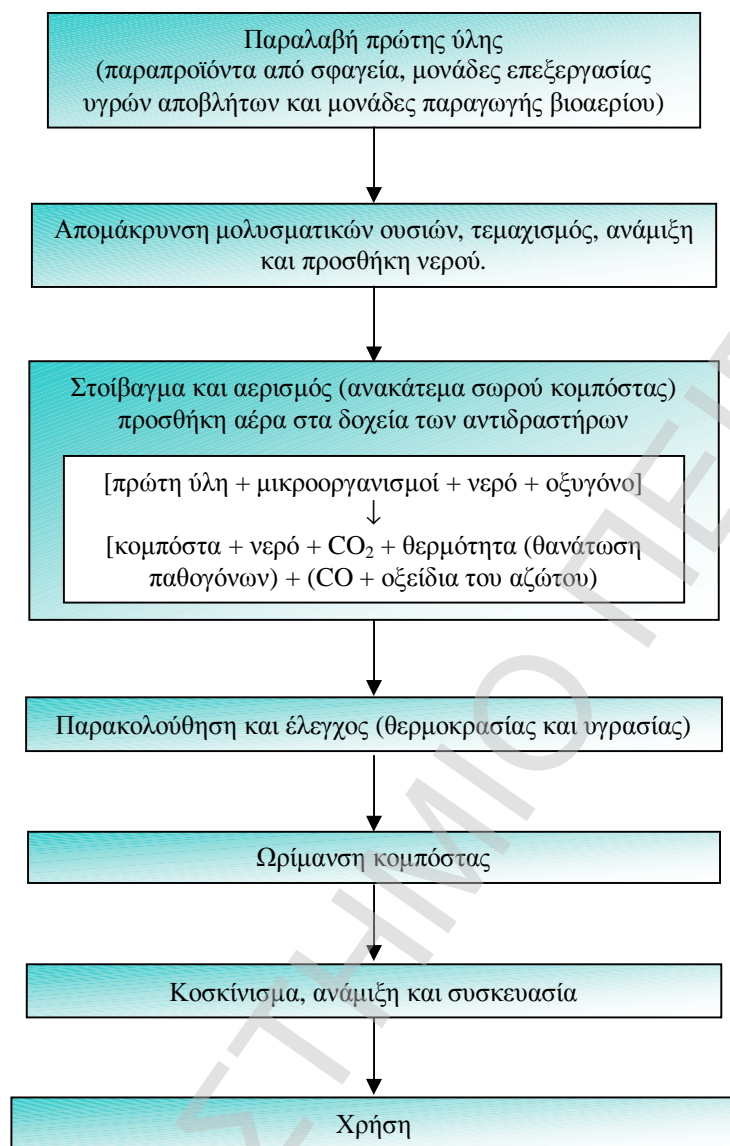


Σχήμα 3.16: Κομποστοποίηση σε σωρούς με φυσικό αερισμό μέσω κατάλληλων σωληνώσεων.

Πηγή: Burton C. and Turner C., "Manure Management. Treatment strategies for sustainable agriculture", Silsoe Research Institute, Bedford 2003.

Τα υλικά που κομποστοποιούνται αναμοχλεύονται αρκετά συχνά για να εξασφαλιστεί ο μέγιστος βαθμός εξυγίανσης και η μέγιστη αποδόμηση του συνόλου των υλικών και για να διατηρηθεί η διαδικασία πλήρως αερόβια.

Η διαδικασία της κομποστοποίησης σε σωρούς (windrow) συνοψίζεται στο Σχήμα 3.17 που ακολουθεί.



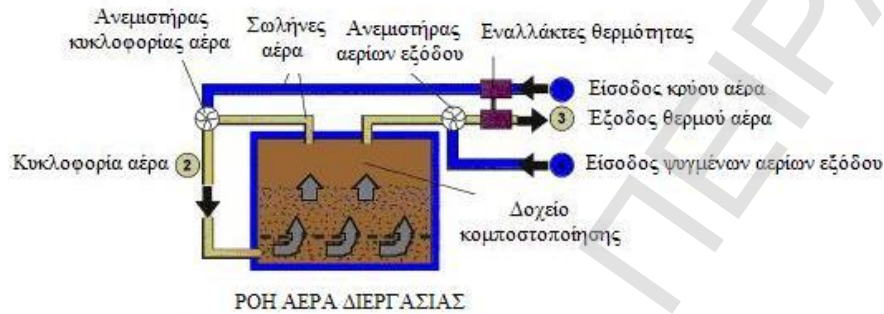
Σχήμα 3.17: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας κομποστοποίησης σε σωρούς (windrows).

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

3.13.2.9.5.2 Κομποστοποίηση σε δοχεία (in-vessel composting)

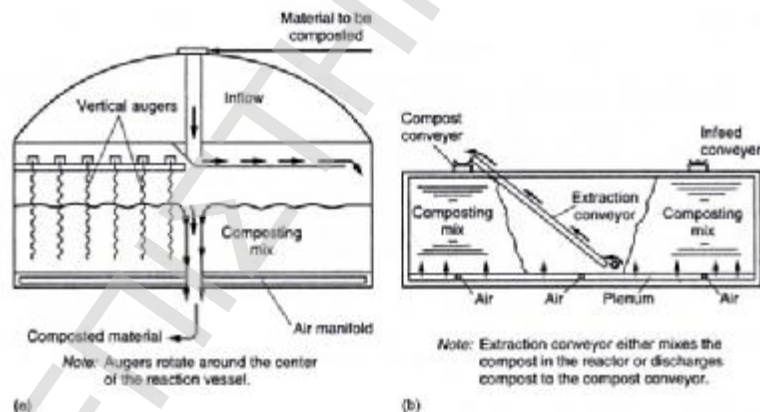
Η κομποστοποίηση σε δοχεία αναφέρεται σε μια ομάδα συστημάτων κομποστοποίησης, όπως δοχεία ή σκευή, αναδευόμενοι χώροι, σιλό, κάδοι ή τούνελ και κλειστές αίθουσες. Εάν η κομποστοποίηση λαμβάνει χώρα σε αντιδραστήρες, η διαδικασία, συμπεριλαμβανομένης της ανταλλαγής αερίων και θερμοκρασίας, μπορεί να ελεγχθεί καλύτερα από ότι σε σωρούς κομποστοποίησης (windrows). Συνεπώς μπορούν να ελαχιστοποιηθούν οι ρυπογόνοι παράγοντες στα αρχικά υλικά και ο

αέρας που φέρει δυσάρεστες οσμές και αμμωνία μπορεί να συλλεχθεί και να επεξεργαστεί. Ο αέρας που φέρει σωματίδια αμμωνίας ψύχεται στους 38 - 45 °C, λαμβάνοντας επιπλέον αέρα μέσω ενός κινητού διαφράγματος (damper) κοντά στον ανεμιστήρα των αερίων εξόδου και στη συνέχεια κατευθύνεται προς ένα βιοφίλτρο (biofilter), μέσω ενός πύργου πλυντρίδας (water scrubbing tower) για να απομακρυνθεί η σκόνη. Καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας των ανοικτών συστημάτων απαιτείται η προστασία τους από τον αέρα και τη βροχή.



Σχήμα 3.18: Διάγραμμα διεργασίας κομποστοποίησης σε δοχείο (in – vessel).

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.



Σχήμα 3.19: Μονάδες δυναμικής ανάμιξης κομποστοποίησης σε δοχεία (in - vessel).

Πηγή: Tchobanoglous G., Burton Fr., Stensel D. (Metcalf & Eddy, Inc.), “Wastewater engineering: Treatment and reuse”, ed. McGraw – Hill, Boston 2003.

Τακτικό ανακάτεμα (αναμόχλευση) απαιτείται κατά τη διάρκεια της περιόδου κομποστοποίησης με υψηλές θερμοκρασίες, δηλαδή όταν η θερμοκρασία είναι > 50 °C. Σε όλες τις περιπτώσεις, φαίνεται να μειώνεται η μικροβιακή δραστηριότητα σε θερμοκρασίες πάνω από τους 60 °C. Η βασική αρχή των συστημάτων τύπου δοχείου (in-vessel systems) είναι να παρέχεται αέρας σε περίσσεια ώστε να ψύχει την κομπόστα, επιτρέποντας πολύ υψηλότερα ποσοστά μικροβιακής δραστηριότητας.

Όταν παρέχεται σε μεγάλες ποσότητες ο αέρας μπορεί επίσης να βοηθήσει στη διατήρηση της δομής του υλικού. Δηλαδή δεν επιτρέπει τη συμπίεση της κομπόστας από το βάρος της και αποφεύγονται οι αναερόβιες συνθήκες. Το υλικό που

κομποστοποιείται πρέπει να είναι κατά 20 % δομικό υλικό (structural material) για να διατηρηθεί η ροή του αέρα μέσω της μάζας της κομπόστας. Ένας αντιδραστήρας κομποστοποίησης τύπου δοχείου παρουσιάζεται στο παραπάνω Σχήμα 3.18.

3.13.2.9.6 Ωρίμανση

Η ωρίμανση λαμβάνει χώρα σε μεσόφιλες θερμοκρασίες, δηλαδή μέσα σε ένα εύρος 20 - 45 °C. Η εξάτμιση της υγρασίας, η παραγωγή θερμότητας και η κατανάλωση οξυγόνου είναι πολύ χαμηλότερες από το ενεργό στάδιο της κομποστοποίησης.

3.13.2.9.7 Προϊόν

Η κομπόστα, το τελικό προϊόν, είναι βιοδιασπάσιμα απόβλητα που έχουν υποβληθεί σε αερόβια επεξεργασία για να διαμορφώσουν ένα σταθερό, κοκκώδες υλικό που περιέχει οργανική ουσία και θρεπτικές ουσίες για τα φυτά και όταν εφαρμόζεται στο έδαφος, μπορεί να βελτιώσει την εδαφική δομή, να εμπλουτίσει την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά συστατικά και να ενισχύσει τη βιολογική δραστηριότητά του [IPPC, 2003 & 2005].

3.14 Είδη αποβλήτων

Οι διεργασίες σφαγής ζώων έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων στερεών, αερίων και υγρών αποβλήτων. Ακόμα και όταν όλες οι πιθανές ύλες περιορίζονται και υφίστανται επεξεργασία ως υποπροϊόντα, υπάρχουν μεγάλες ποσότητες στερεών αποβλήτων από την κοπριά των εντοσθίων και των υγρών αποβλήτων που πρέπει να επεξεργαστούν. Υπάρχουν πολλές ουσίες που μεταφέρονται με τον αέρα (airborne substances) με τη μορφή οσμών, και πολύ μεγάλες ποσότητες ουσιών που μεταφέρονται με το νερό ως απόβλητα αίματος, νερού πλυσίματος και επεξεργασίας των παραπροϊόντων για μονάδες που έχουν μέσα στις εγκαταστάσεις τους χώρο επεξεργασίας των παραπροϊόντων [Woodard, 2001].

3.14.1 Υγρά απόβλητα και κατανάλωση νερού

Οι εκπομπές ρύπων στο νερό από τα σφαγεία μπορούν να διαιρεθούν σε εκπομπές από τις διεργασίες και σε εκπομπές από τις διαρροές και τις μη σημειακές πηγές [IPPC, 2003 & 2005]. Οι κύριες εκπομπές περιλαμβάνουν οργανικές ύλες, συμπεριλαμβανομένων των επιπέδων BOD και COD και ανόργανες ύλες όπως η αμμωνία και ο φώσφορος. Οι πηγές εκπομπών από τις διεργασίες περιλαμβάνουν το πλύσιμο των οχημάτων, το πλύσιμο των σφαγίων, τον καθαρισμό του χώρου παραγωγής και δραστηριότητες όπως π.χ. το πλύσιμο των στομαχιών και των εντέρων. Οι διαδικασίες που παράγουν κοπριά και εν μέρει χωνεμένες τροφές θεωρούνται σημαντικές πηγές εκπομπών φωσφόρου.

Η αυξημένη αυτοματοποίηση της επεξεργασίας των σφαγίων και η ενσωμάτωση του πλυσίματος σε κάθε στάδιο, αυξάνουν και την κατανάλωση νερού και την ποσότητα των υλικών όπως το λίπος, το αίμα και τα περιττώματα που εισρέουν στα υγρά απόβλητα. Αυτό απαιτεί συνεπώς μονάδες επεξεργασίας υγρών

αποβλήτων (WWTPs) που είναι σε θέση να επεξεργαστούν μεγάλους όγκους μολυσμένων υγρών αποβλήτων.

Έχει αναφερθεί ότι το αίμα και οι βλέννες των εντέρων ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για τη μόλυνση του νερού.

Τα υγρά απόβλητα των σφαγείων μπορούν να περιέχουν παράγοντες που ευθύνονται για την πρόκληση ασθενειών που σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες, π.χ. από τις δεξαμενές ζεματίσματος, τα κάνουν πρόσφορο μέσο αναπαραγωγής για τα μικρόβια. Επίσης στο περιεχόμενο των στομαχιών των υγιών βοοειδών έχουν βρεθεί σπάνιοι τύποι σαλμονέλας (*Salmonella*) [IPPC, 2003 & 2005].

Ένας στόχος της πρακτικής διαχείρισης των αποβλήτων είναι η ελαχιστοποίηση των εισροών της διεργασίας. Τα σφαγεία παράγουν μεγάλους όγκους υγρών αποβλήτων και είναι συχνά αντιπαραγωγικοί χρήστες νερού. Η κατανάλωση νερού για τα σφαγεία αναφέρεται από διάφορους συγγραφείς, βλέπε Πίνακα 3.18 [Johns, 1995]. Η τυπική κατανάλωση νερού ποικίλλει αρκετά. Τα τυπικά ελάχιστα μεγέθη χρήσης του νερού φαίνονται παγκοσμίως να είναι 1,3 – 2,5 m³ / ζώο (beast) για το βόειο κρέας σε εγκαταστάσεις σφαγείων, υποθέτοντας ένα μέσο βάρος ζώντος ζώου 0,5 τόνους / ζώο στις ΗΠΑ και τη Γερμανία. Τα σύγχρονα σφαγεία στην Αυστραλία έχουν σχεδιαστεί με βάση τη χρήση νερού 1,5 m³ / κεφάλι, αλλά η πραγματική χρήση της βιομηχανίας είναι αρκετά μεγαλύτερη. Τα αντίστοιχα μεγέθη για τα πρόβατα δεν αναφέρονται.

Τυπικά, τα υγρά απόβλητα που παράγονται περιλαμβάνουν 80 % της εισροής γλυκού νερού. Οι σημαντικότερες ροές υγρών αποβλήτων προέρχονται από τη μονάδα επεξεργασίας μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (rendering), την επεξεργασία των εντοσθίων (raunch processing) και την περιοχή σταβλισμού των ζώων (stockyard areas) στο σφαγείο. Ιδιαίτερη προσπάθεια την τελευταία δεκαετία έχει εστιαστεί στην αυτοματοποίηση των εγκαταστάσεων. Όμως δεν είναι σαφές εάν η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στην επεξεργασία κρέατος (meat processing) θα μειώσει την κατανάλωση νερού.

Η τάση είναι σαφώς προς την επιλογή διαδικασιών που μειώνουν την ποσότητα των αποβλήτων και το φορτίο τους, ιδιαίτερα βελτιώθηκε η ανάκτηση του αίματος, η ξηρή απόρριψη του εσωτερικού των εντοσθίων (dry raunch dumping) και η ελεγχόμενη χρήση του νερού. Η εμφάνιση των συστημάτων επεξεργασίας εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος χαμηλής θερμοκρασίας (low-temperature edible-rendering systems) έχει περιορίσει την παραγωγή υγρών αποβλήτων με μεγάλο φορτίο.

Πολλές μέθοδοι εφαρμόζονται ήδη στα σφαγεία για την επαναχρησιμοποίηση του νερού για μη πόσιμες χρήσεις μέσα στις εγκαταστάσεις. Κάποιες από αυτές τις μεθόδους δεν περιλαμβάνουν καμία επεξεργασία του νερού πριν από την επαναχρησιμοποίησή του. Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων πριν επαναχρησιμοποιηθούν είναι: χημική κροκίδωση / διαύγαση (chemical flocculation / clarification) και διπλή διήθηση (dual media filtration) πριν από την περαιτέρω αναβάθμιση είτε από την ανταλλαγή ιόντων (ion exchange), την αντίστροφη όσμωση (reverse osmosis-RO) είτε την ηλεκτροδιάλυση (electrodialysis).

Η ασφάλεια και θέματα δημόσιας υγείας για την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων έχουν συζητηθεί ευρέως, αλλά γενικά η επαναχρησιμοποίηση για πόσιμο νερό από την έξοδο του σωλήνα δεν συνιστάται και οι περισσότερες διατάξεις σε χρήση περιλαμβάνουν ένα φυσικό ενδιάμεσο βήμα (δηλαδή υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα ή ταμιευτήρα) [Johns, 1995]. Περισσότερα στοιχεία για το συγκεκριμένο θέμα δίνονται στο επόμενο κεφάλαιο με τίτλο «Αξιοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων».

Νέες ή ακόμα και βελτιωμένες ιδέες για την αποκατάσταση των πολύτιμων παραπροϊόντων από τα υγρά απόβλητα των σφαγείων ή μονάδων επεξεργασίας κρέατος χρειάζονται προσοχή και υπόκεινται σε αυστηρούς περιορισμούς από τη νομοθεσία. Παραδείγματα τέτοιων χρήσεων είναι η παραγωγή νερού υψηλής ποιότητας, πρωτεΐνης, βιοαερίου και λιπάσματος στρουβίτη (struvite - $MgNH_4PO_4$) [Johns, 1995].

Πίνακας 3.18: Κατανάλωση νερού και όγκος αποβλήτων εκροής σε σφαγεία.

Βιβλιογραφική αναφορά	Κράτος	Χρήση νερού	
		(m ³ / κεφάλι)	(m ³ / τόνο ζώντος βάρους)
Schultheisz & Karpati (1984)	ΗΠΑ σφαγείο	2,1 – 8,3	4,2 – 16,7
Schultheisz & Karpati (1984)	ΗΠΑ συσκευασία κρέατος	3,2 – 14,6	6,3 – 29,2
Stebor et al (1990)	ΗΠΑ σφαγείο βοοειδών (265 / h)	1,3 ^a	2,6 ^a
Hopwood (1977)	Ηνωμένο Βασίλειο σφαγείο	< 2,5 – 7,5	< 5 – 15
Jorgensen (1979)	Ευρώπη	2,5 – 5	5 – 10
Schultheisz & Karpati (1984)	Ουγγαρία	1 – 1,9	2 – 3,8
Tritt & Schuchardt (1992)	Γερμανία	0,4 – 3,1 ^a	0,8 – 6,2 ^a
Metzner & Temper (1990)	Γερμανία (μόνο επεξεργασία μη εδωδιμων παραπροϊόντων κρέατος {rendering})	-	1,25 ^a

^a: παραγωγή αποβλήτων εκροής

Πηγή: Johns M., “Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review”, Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.

3.14.2 Στερεά απόβλητα

Η παραγωγή στερεών αποβλήτων ξεκινά με την παραλαβή των ζώων και την παραμονή τους στα κελιά αναμονής. Τα απόβλητα περιλαμβάνουν περιττώματα, νερό πλυσίματος, και συχνά νερό βροχής. Αν τα κελιά αναμονής δεν είναι στεγασμένα και σωστά σχεδιασμένα, και δεν έχουν σύστημα διαχείρισης των νερών από τις καταγίδες, η απορροή των νερών της βροχής μπορεί να παρασύρει αρκετούς ρύπους και να γίνει σημαντικό πρόβλημα κατά την επεξεργασία των αποβλήτων. Με ορθολογική διαχείριση, τα περιττώματα μπορούν να παραμείνουν στερεά και να επεξεργαστούν και να διατεθούν με τη χρήση κομποστοποίησης ή άμεση εφαρμογή σε αγροτική γη [Woodard, 2001].

Τα δέρματα (hides) είναι κύριο προϊόν των εγκαταστάσεων σφαγείων. Αν και τα δέρματα από μόνα τους δεν αποτελούν στερεά απόβλητα, ουσιαστικά περιέχουν μεγάλες ποσότητες περιττωμάτων και βρωμιάς. Οπότε είναι βασικός ο σωστός χειρισμός τους στο σφαγείο ή στο βυρσοδεψείο.

Παραδείγματα στερεών αποβλήτων είναι τα στερεά από το πλύσιμο των χώρων αναμονής των ζώων και των οχημάτων, τα ζωικά παραπροϊόντα, η ιλύς από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs), οι καθαρές και οι μολυσμένες συσκευασίες, ο ιματισμός για την προστασία του προσωπικού και του κρέατος και ο εξοπλισμός. Στο Ηνωμένο Βασίλειο (UK), τα στερεά της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) στέλνονται συνήθως σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ενώ στη Δανία, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαερίου. Πρόσφατες μελέτες υποδεικνύουν την κοπριά ως κύρια πηγή φωσφόρου στα στερεά απόβλητα καθώς και στα υγρά απόβλητα [IPPC, 2003 & 2005].

Τα περισσότερα στερεά από τις εγκαταστάσεις των συσκευαστηρίων κρέατος είναι οργανικά. Οπότε μπορούμε να τα αξιοποιήσουμε με πολλούς τρόπους. Τα

περιττώματα, και πιθανόν η κοπριά των εντοσθίων (μισοχωνεμένη τροφή – raunch manure), υφίστανται επεξεργασία επιτυχώς σε εγκαταστάσεις κομποστοποίησης και μετατρέπονται σε χρήσιμα υλικά όπως λίπασμα ή εδαφοβελτιωτικά. Μια άλλη χρήση για την κοπριά των εντοσθίων (μισοχωνεμένη τροφή – raunch manure) είναι ως πρώτη ύλη για εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος [Woodard, 2001] (για την Ε.Ε. πρέπει να δοθεί προσοχή στις χρήσεις των υποπροϊόντων που επιτρέπει ο κανονισμός 1774/2002/ΕΚ, αυτή η πρόταση ισχύει για τις ΗΠΑ).

Όλες οι υπόλοιπες στερεές ύλες που προκύπτουν από τη σφαγή και την επεξεργασία του κρέατος των ζώων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος [Woodard, 2001].

3.15 Απόβλητα ανά στάδιο της γραμμής σφαγής μεγάλων ζώων

A. Η παραγωγή και επεξεργασία του βόειου κρέατος

Γενικά το βόειο κρέας υφίσταται επεξεργασία σε περιοχές που έχουν εξοπλισμό και είναι διαφορετικές από αυτές που εκτρέφονται τα βοοειδή. Οι μονάδες επεξεργασίας βόειου κρέατος έχουν εγκαταστάσεις παραλαβής και διαμονής των βοοειδών, στις οποίες τα βοοειδή φτάνουν με φορτηγά αυτοκίνητα ή τρένα, συνήθως την ημέρα που πρόκειται να γίνει η σφαγή και επεξεργασία του βόειου κρέατος [Woodard, 2001].

Διάφορες Διεθνείς Ενώσεις για την Προστασία των Ζώων ασκούν πιέσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την ευζωία και την τήρηση καλών συνθηκών κατά τη μεταφορά των ζώων προς τα σφαγεία και κατά τη διάρκεια της θανάτωσης τους. Προσπαθούν να καθοριστεί μέγιστος χρόνος ταξιδιού για τα ζώα με περιόδους ανάπαυσης που συμβιβάζουν την ευημερία των ζώων κατά τη διάρκεια των μεταφορών για μεγάλες αποστάσεις από τη χώρα προέλευσης των ζώων μέχρι το σφαγείο. Επίσης θεωρούν ότι το ανθρώπινο δυναμικό που συνοδεύει τα ζώα πρέπει να είναι κατάλληλο και εκπαιδευμένο για την μεταφορά των ζώων. Προτείνει την εισαγωγή ειδικών συσκευών μέτρησης της ταχύτητας (Journey Logs) των οχημάτων μεταφοράς με τη χρήση ταχογράφων, καθώς και την σταθερή πρόσβαση των ζώων σε τροφή, τη χρήση χωρισμάτων, την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και το πότισμα των ζώων επί του μεταφορικού οχήματος [International League for Protection of Horses (ILPH), 2003]. Βέβαια στην πραγματικότητα, το πότισμα και η παροχή σιτηρεσίου στα ζώα σε ένα όχημα δεν έχει πρακτική εφαρμογή. Επίσης εν μέρει έρχεται σε αντίθεση με τις τεχνικές μείωσης του όγκου των αποβλήτων (π.χ. βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές) που συστήνει την μη παροχή τροφής σε ζώα που πηγαίνουν για σφαγή. Φυσικά μπορεί να γίνει ένας συνδυασμός στους κανόνες που καθορίζει η νομοθεσία, με την παροχή τροφής σε ζώα που μεταφέρονται πάνω από μία απόσταση και την μη παροχή τροφής σε ζώα που κάνουν μικρό ταξίδι με στόχο να μειωθεί η παραγωγή των αποβλήτων.

Επίσης σε αντίθεση με τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές της παραγράφου 3.18.2.1: «Ξεφόρτωμα των ζώων και χώρος ανάπαυσης / αναμονής» οι Wood et al (2006) αναφέρουν ότι στα ζώα πρέπει να χορηγείται κανονικά τροφή κατά τη μεταφορά και την παραμονή τους στο χώρο αναμονής του σφαγείου. Όταν τα μηρυκαστικά ταΐζονται, η διαδικασία ζύμωσης οδηγεί στην παραγωγή πτητικών λιπαρών οξέων (volatile fatty acids - VFA). Η παρουσία αυτών των οξέων μπορεί να εμποδίσει την αύξηση του *E. coli O157*, γεγονός που σημαίνει ότι όταν τα ζώα ταΐζονται καλά, έχουν υψηλά επίπεδα VFA, και τα επίπεδα των πληθυσμών του *E.*

coli O157 παραμένουν χαμηλά (το *E. coli* O157 προκαλεί σοβαρή ασθένεια στους ανθρώπους). Εντούτοις, τα βοοειδή για μια χρονική περίοδο πριν τη σφαγή τους δεν ταΐζονται, είτε γιατί κατά τη μεταφορά τους δεν είναι δυνατή η παροχή σιτηρεσίου είτε για να μειωθούν τα εντερικά απόβλητα που προκύπτουν κατά τη σφαγή (βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές) [Wood et al, 2006].

Οι μονάδες επεξεργασίας κρέατος μπορεί να επιτυγχάνουν την επεξεργασία του βόειου κρέατος σε ένα εύρος από μόνο σφαγή (σφαγεία) μέχρι αυτές που πραγματοποιούν διάφορες λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένων της θανάτωσης (killing), του κοψίματος της καρωτίδας (sticking), της αφαίμαξης (bleeding), της απομάκρυνσης των εντοσθίων, της κεφαλής και των άκρων (dressing), της εκδοράς (trimming), του πλυσίματος (washing), της επεξεργασίας (processing) και της συσκευασίας (packaging) [Woodard, 2001]. Πολλές μονάδες επεξεργασίας πραγματοποιούν όλες τις διεργασίες μιας παραγωγικής μονάδας, συν ό,τι είναι γνωστό ως επιπλέον επεξεργασία, που περιλαμβάνει το μαγείρεμα, αλάτισμα, κάπνισμα, διατήρηση σε άλμη, και κονσερβοποίηση, και παραγωγή άλλων προϊόντων (συσκευαστήριο).

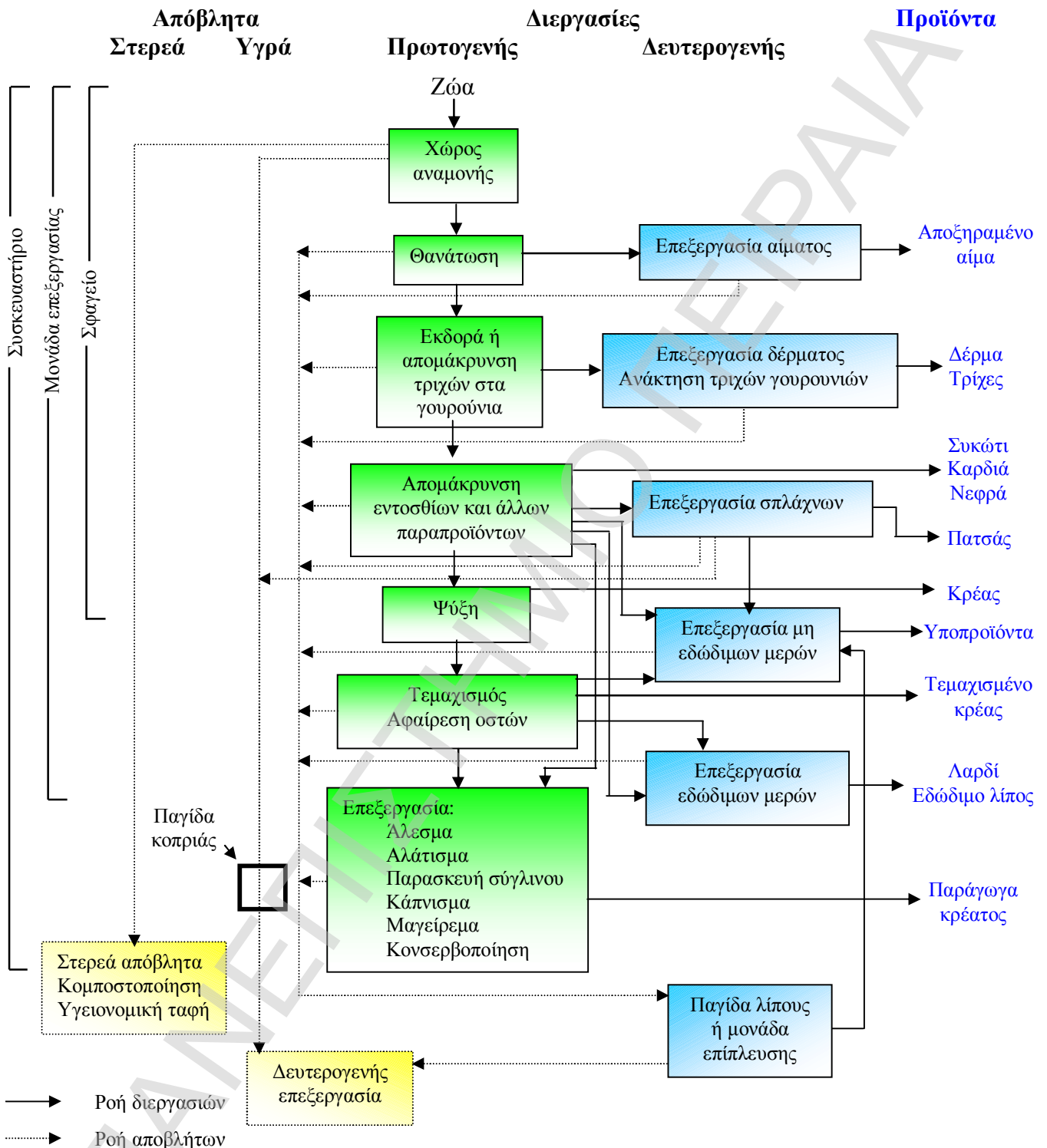
Το Σχήμα 3.20 απεικονίζει ένα διάγραμμα ροής ενός τυπικού συσκευαστηρίου κρέατος (packinghouse). Όπως φαίνεται, ένα τυπικό σφαγείο (slaughterhouse), μια μονάδα επεξεργασίας κρέατος (processing plant), ή ένα συσκευαστήριο κρέατος έχουν εγκαταστάσεις για την παραλαβή των ζώων και ένα χώρο παραμονής σε κελιά (pens). Είναι ο πρώτος χώρος δημιουργίας αποβλήτων, που αποτελούνται από τα περιττώματα των ζώων και τα νερά πλυσίματος.

Η διαδικασία της σφαγής ξεκινά με την αναισθητοποίηση (stunning), συνήθως με ηλεκτροπληξία (electric shock) ή με πλαστική σφαίρα στο κεφάλι, ακολουθεί το κρέμασμα (hanging), το κόψιμο της καρωτίδας (sticking) και η αφαίμαξη (bleeding). Το αίμα συλλέγεται στο δάπεδο του χώρου σφαγής. Από τα ζώα στη συνέχεια απομακρύνονται τα εντόσθια, η κεφαλή και τα άκρα (are dressed), γίνεται εκδορά (trimmed) ή αφαίρεση δέρματος (skinned), πλένονται και μετά κρεμιούνται στο θάλαμο ψύξης.

Το τελικό προϊόν από τα σφαγεία αποτελείται από το ψυγμένο κρέας (carcasses), συν τις καρδιές, τα συκώτια, και τις γλώσσες. Τα δέρματα (hides) αλατίζονται, τυλίγονται, και στοιβάζονται, και στη συνέχεια στέλνονται στο βυρσοδεψείο (tannery). Τα σπλάχνα (viscera), τα πόδια και τα οστά της κεφαλής στέλνονται είτε σε μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος εκτός των εγκαταστάσεων είτε, σε αρκετές περιπτώσεις σε μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος (on-site rendering facility) που στεγάζονται στον ίδιο χώρο.

Κατά την επεξεργασία (processing) το κρέας των ζώων (carcasses) κόβεται σε μικρότερα τεμάχια ή σε συγκεκριμένα τμήματα. Σε αρκετές μονάδες, αλατίζεται (curing), καπνίζεται (smoking), και πιθανόν να λαμβάνουν χώρα και άλλες μέθοδοι επεξεργασίας.

Τα συσκευαστήρια κρέατος (packinghouses) είναι δυνατόν να πραγματοποιήσουν αρκετές διεργασίες επεξεργασίας των παραπροϊόντων (by-product), όπως είναι η επεξεργασία του αίματος που συλλέγεται αμέσως μετά τη θανάτωση των ζώων, και να επεξεργαστούν τα μη εδώδιμα υλικά. Η επεξεργασία (rendering) αναφέρεται στο διαχωρισμό των λιπών και των πρωτεϊνικών υλικών με τη χρήση θέρμανσης και μερικές φορές πίεσης. Τα λίπη αξιοποιούνται ως λαρδί και άλλα προϊόντα. Ενώ οι πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα για τη διατροφή των ζώων.



Σχήμα 3.20: Διάγραμμα ροής για συσκευαστήριο κρέατος.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

B. Η παραγωγή και η επεξεργασία του χοιρινού κρέατος

Όμοια με την επεξεργασία του βοδινού, οι μονάδες για την επεξεργασία του χοιρινού εκτείνονται από αυτές που λειτουργούν μόνο ως σφαγεία έως αυτές που πραγματοποιούν πολλές διεργασίες συμπεριλαμβανομένων της θανάτωσης, του ζεματίσματος (scalding), της αφαίρεσης των τριχών (dehairing), του πλυσίματος, της απομάκρυνσης των εντοσθίων (eviscerating), της επεξεργασίας του κρέατος (processing) και της συσκευασίας [Woodard, 2001]. Αρκετές μονάδες πραγματοποιούν όλες τις λειτουργίες μιας μονάδας επεξεργασίας κρέατος, συν αυτές που είναι γνωστές ως επιπλέον επεξεργασία, όπως το μαγείρεμα και η παραγωγή καπνιστού χοιρινού και αλλαντικών, όπως μπέικον, λουκάνικων και άλλων προϊόντων. Αρκετές εξειδικευμένες μονάδες παραλαμβάνουν επεξεργασμένο χοιρινό κρέας και παράγουν προϊόντα όπως σαλάμι αέρος (summer sausage) και ειδικές κατηγορίες επεξεργασμένου χοιρινού κρέατος.

Στο τμήμα διεργασιών σφαγής, τα ζώα αρχικά αναισθητοποιούνται, συνήθως με ηλεκτροπληξία και μετά κρεμιούνται πάνω από μια λεκάνη (γούρνα) αφαίμαξης (bleeding trough). Η μετακίνηση των ζώων είναι συνεχής στα επόμενα βήματα, μέσω ενός ατέρμονου μεταφορέα (conveyor), στον οποίο κρέμονται τα ζώα με γάντζους. Καθώς τα ζώα μεταφέρονται πάνω από τη λεκάνη (γούρνα) αφαίμαξης, τους κόβουν την καρωτίδα (jugular vein) και το αίμα που τρέχει συλλέγεται στη λεκάνη (γούρνα). Τα ζώα στη συνέχεια περνούν σε μια δεξαμενή ζεματίσματος (scalding tank), όπου με ζεστό νερό μαλακώνουν τα θυλάκια των τριχών (hair follicles). Μετά την ανάδυση από τη δεξαμενή ζεματίσματος, έχουν απομακρυνθεί οι τρίχες, συνήθως με τρίψιμο από κάποια περιστρεφόμενα ελαστικά ωστήρια (rotating rubber fingers) σε μία μηχανή που συλλέγει τρίχες, κομματάκια δέρματος και αίμα καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Μια φλόγα καυαλίζει (singes) το σώμα του γουρουνιού για να απομακρυνθούν και τα τελευταία ίχνη τριχών, και μετά ψεκάζεται με νερό για να ψυχθεί και να πλυθεί.

Σε ένα μεγάλο αριθμό σφαγείων, τα ζώα γδέρνονται (skinning), εξαλείφοντας το ζεμάτισμα και την απομάκρυνση των τριχών [Woodard, 2001]. Ωστόσο, τα δέρματα στο τέλος πρέπει να καθαριστούν και να απομακρυνθούν οι τρίχες, γεγονός που μεταφέρει το πρόβλημα διαχείρισης των αποβλήτων σε άλλο χώρο επεξεργασίας.

Το επόμενο βήμα είναι το άνοιγμα του σώματος του γουρουνιού (με τη χρήση μαχαιριού) για την αφαίρεση των σπλάχνων. Το σώμα του ζώου κόβεται κατακόρυφα στη μέση και κρεμιέται σε ένα θάλαμο ψύξης (ψυγείο) για 24 ή περισσότερες ώρες. Για τα Ελληνικά δεδομένα εδώ σταματά η επεξεργασία σε ένα σφαγείο. Σε άλλη μονάδα επεξεργασίας στη συνέχεια το κρέας κόβεται σε μικρότερα τμήματα ή σε συγκεκριμένα τμήματα, ανάλογα με τους διαφορετικούς στόχους κάθε μονάδας.

Πίνακας 3.19: Τιμές ροών και αναλύσεων σε σφαγεία, συσκευαστήρια κρέατος και μονάδες επεξεργασίας κρέατος

Βιομηχανία	Ροή αποβλήτων, gal / 1.000 lb LWK	Τυπικές αναλύσεις, mg / l		
		BOD ₅	Αιωρούμενα στερεά	Λίπη
Σφαγείο	500 – 2.000	650 – 2.200	930 – 3.000	200 – 1.000
Συσκευαστήριο	750 – 3.500	400 – 3.000	230 – 3.000	200 – 1.000
Μονάδα επεξεργασίας κρέατος	1.000 – 4.000*	200 - 800	200 - 800	100 - 300

*: ανά 1.000 lb τελικού προϊόντος

LWK = Live Weight Killed (ζώντος βάρους που σφάζεται)

Πηγή: Azad H., "Industrial wastewater management handbook", ed. McGraw – Hill, New York 1976.

Η καρδιά, το συκώτι και τα νεφρά πλένονται και υφίστανται επεξεργασία ως εδώδιμα προϊόντα κρέατος. Το κρέας για τα λουκάνικα αλέθεται και γαλακτωματοποιείται (emulsified), μετά αναμιγνύεται με χορταρικά, μπαχαρικά, και νιτρώδη και νιτρικά συντηρητικά. Το μίγμα των λουκάνικων μπορεί να εξωθηθεί με πίεση μέσα σε έντερο (περίβλημα εντοσθίων) του γουρουνιού ή άλλου ζώου. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυτταρινούχο υλικό ως περίβλημα των λουκάνικων. Τα λουκάνικα μετά μπορούν να μαγειρευτούν ή να καπνιστούν, ή να συσκευαστούν για πώληση ως φρέσκα. Το κάπνισμα πραγματοποιείται με κρέμασμα του κρέατος ή των προϊόντων κρέατος σε μία ατμόσφαιρα καπνού που παράγεται κατά την καύση πριονιδιού ξύλων (πάνω από 137 F για να αποφευχθεί αλλαντίαση). Οι κρεζόλες (cresols) από τη διαδικασία της καύσης είναι υπεύθυνες για τη χαρακτηριστική γεύση του καπνισμένου κρέατος [Woodard, 2001]. Μια εναλλακτική διαδικασία είναι η εμφύσηση ή η διαβροχή του κρέατος ή των προϊόντων του κρέατος σε διάλυμα αλατιού, ζάχαρης, και φυσικών ή / και τεχνητών καρυκευμάτων.

Σημαντικές ομοιότητες υπάρχουν μεταξύ των τρόπων χειρισμού των αποβλήτων από όλους τους τύπους των εγκαταστάσεων παραγωγής κόκκινου κρέατος και επεξεργασίας του [Woodard, 2001]. Τα βοοειδή, οι χοίροι και τα περισσότερα ζώα που παράγουν κόκκινο κρέας συνεισφέρουν σε στερεά, αέρια και υγρά απόβλητα που μπορούν να επεξεργαστούν με τους ίδιους τρόπους.

3.15.1 Χώρος υποδοχής και αναμονής των ζώων

Ο χώρος αναμονής των ζώων (lairage) είναι μια από τις κύριες πηγές θορύβου στα σφαγεία λόγω των μετακινήσεων των οχημάτων και των θορύβων από τα ζώα κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης [IPPC, 2003 & 2005]. Τα βοοειδή και τα πρόβατα είναι γενικά αρκετά ήρεμα, αλλά οι χοίροι μπορούν να δημιουργήσουν πολύ θόρυβο, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης και της τακτοποίησης τους.

Μπορούν να υπάρξουν προβλήματα οσμών κατά τη διάρκεια της παράδοσης των ζώων και της αποθήκευσής τους.

Πίνακας 3.20: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την υποδοχή ενός χοίρου 100 kg.

Εισροές		Εκροές	
Ζωντανός χοίρος	100 kg	Ζωντανός χοίρος	100 kg
Νερό για καθάρισμα	15 l	Υγρά απόβλητα	15 l
Στρωμνή ζώων αν χρειάζεται	2,5 kg	BOD ₅	0,02 kg
		Στερεά απόβλητα	1,5 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Πίνακας 3.21: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την υποδοχή ενός μόσχου 250 kg.

Εισροές		Εκροές	
Ζωντανό μοσχάρι	250 kg	Ζωντανό μοσχάρι	250 kg
Νερό για καθάρισμα	75 l	Υγρά απόβλητα	75 l
Στρωμνή ζώων αν χρειάζεται	7,5 kg	BOD ₅	0,1 kg
		Στερεά απόβλητα	5 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Το πλύσιμο των οχημάτων και του χώρου αναμονής των ζώων μπορεί να παρασύρει στα υγρά απόβλητα οργανικές ύλες, ανόργανες ουσίες, π.χ. αμμωνία, φώσφορο και στερεά λίπη και έλαια και διάφορα στερεά. Στη Δανία, υπολογίζεται ότι το 5 % της ρύπανσης που εκπέμπεται σε μεγάλα σφαγεία χοίρων προέρχεται από τις δραστηριότητες πλυσίματος των χώρων αναμονής και των οχημάτων. Ενώ στη Σουηδία, το ποσοστό υπολογίστηκε ότι είναι 16 %.

Για λόγους υγιεινής, τα οχήματα παράδοσης των ζώων πλένονται μετά από κάθε παράδοση. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις υπάρχουν μάνικες ειδικά για αυτόν το λόγο. Τα περισσότερα σφαγεία δεν χρεώνουν αυτό το κόστος του νερού δεδομένου ότι αντιλαμβάνονται ότι αυτές οι δαπάνες θα έρχονταν πίσω με μορφή αυξανόμενων δαπανών παράδοσης. Οι μάνικες υψηλής πίεσης και μικρού όγκου (high pressure low volume – HPLV) και τα κανόνια ψεκασμού (spray guns) μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση νερού, αλλά το αρχικό κόστος επένδυσης είναι μεγαλύτερο από τις παραδοσιακές μάνικες. Επίσης αναφέρεται ότι στην πράξη χρησιμοποιούνται σπάνια επειδή οι οδηγοί δεν τις χειρίζονται με προσοχή, π.χ. τις αφήνουν κάτω στο δάπεδο όπου περνούν τα οχήματα. Η χρήση των μανικών που κρέμονται από ένα καρούλι αδράνειας (που μαζεύει τη μάνικα μόνο του), σε συνδυασμό με την απαιτούμενη κατάρτιση και την επίβλεψη των οδηγών, μπορεί να κάνει τη χρήση τους πιο διαδεδομένη και οικονομικά αποδοτική.

Επίσης για να μειώσουν τις απώλειες του νερού μερικά μεγάλα σφαγεία έχουν εγκαταστήσει μετρητή παροχής νερού. Κάποιοι μετρητές λειτουργούν με νομίσματα ενώ άλλοι λειτουργούν με κουπόνι που δίνεται στον οδηγό με την άφιξη του. Ένας οδηγός μπορεί να ζητήσει ένα πρόσθετο κουπόνι όταν η ποσότητα νερού του πρώτου δεν είναι αρκετή.

Η κοπριά, τα ούρα και το νερό πλυσίματος του χώρου ανάπαυσης των ζώων περιέχουν υψηλά επίπεδα θρεπτικών και μπορούν να συλλεχθούν για γεωργική χρήση ως λίπασμα, υπό την προϋπόθεση ότι ικανοποιούνται συγκεκριμένες συνθήκες. Σε μερικά σφαγεία, το καθαρό νερό από άλλες διεργασίες, π.χ. από τις ψυκτικούς θαλάμους και συμπύκνωμα υδρατμών, χρησιμοποιείται για το πλύσιμο των χώρων αναμονής των ζώων.

Σύμφωνα με μια ανάλυση σε ημίρρευστη κοπριά σε Δανέζικα σφαγεία χοίρων υπολογίστηκαν οι εκπομπές χαλκού και ψευδαργύρου κατά τη διαδικασία της σφαγής. Κάποιες από αυτές τις εκπομπές βρίσκονται μέσα στα στερεά απόβλητα, δηλαδή κοπριά, κλπ. Και κάποιες άλλες στα υγρά απόβλητα του σφαγείου. Οι εκπομπές που υπολογίστηκαν μ' αυτό τον τρόπο δίνονται στον Πίνακα 3.22 που ακολουθεί:

Πίνακας 3.22: Εκτιμώμενες τιμές εκπομπών χαλκού και ψευδάργυρου, από Δανέζικα σφαγεία.

	Σε στερεά οργανικά απόβλητα (mg / t)	Σε υγρά απόβλητα (mg / t ή µg / l)	Σύνολο (mg / t)
Χαλκός	0,4	0,6	1,0
Ψευδάργυρος	1,0	1,4	2,4

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

3.15.2 Αφαίμαξη

Το αίμα που συλλέγεται για επεξεργασία σύμφωνα με τις νέες τάσεις πρέπει να συλλέγεται προσεκτικότερα και με υγειονομικές προδιαγραφές σε αντίθεση με αυτό που προορίζεται για παραγωγή μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων, έτσι περιορίζεται η πιθανότητα μόλυνσης των υγρών αποβλήτων στο στάδιο της αφαίμαξης [IPPC, 2003 & 2005 και USA-EPA, 1999]. Ενώ αντίθετα οι απαιτήσεις υγιεινής είναι λιγότερο αυστηρές για το αίμα που προορίζεται για την παραγωγή μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων. Έτσι όμως αν το αίμα συλλέγεται από το πάτωμα, τότε αυτό πρέπει να πλυθεί και με αυτό τον τρόπο αυξάνει συνεχώς ο όγκος των υγρών αποβλήτων και η μόλυνση.

Πίνακας 3.23: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την αναισθητοποίηση και αφαίμαξη ενός χοίρου 100 kg.

Εισροές		Εκροές	
Ζωντανός χοίρος	100 kg	Χοίρος που έχει υποστεί αφαίμαξη	95 kg
Νερό	5 l	Αίμα (με την παραδοχή της ανάκτησης κατά 80 %)	4 l
Διοξείδιο του άνθρακα	0,16 kg	Υγρά απόβλητα	6 kg
		BOD ₅ (λόγω απωλειών αίματος)	0,2 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Πίνακας 3.24: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την αναισθητοποίηση και αφαίμαξη ενός μοσχαριού 250 kg.

Εισροές		Εκροές	
Ζωντανό μοσχάρι	250 kg	Μοσχάρι που έχει υποστεί αφαίμαξη	238 kg
Νερό	5 l	Αίμα (με την παραδοχή της ανάκτησης κατά 80 %)	10 l
		Υγρά απόβλητα	7 kg
		BOD ₅ (λόγω απωλειών αίματος)	0,4 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Το αίμα έχει το μεγαλύτερο φορτίο COD από όλα τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν από τις διαδικασίες επεξεργασίας κρέατος. Το υγρό αίμα έχει COD περίπου 400 g/l και BOD περίπου 200 g/l. Το κατεψυγμένο αίμα έχει φορτίο COD περίπου 900 g/l [IPPC, 2003 & 2005]. Ο Azad (1976) αναφέρει ότι το μέσο βάρος του αίματος που παράγεται ανά βοοειδές (σε 1.100 lb ζώντος βάρους που σφάζεται) είναι 32,5 lb με μέσο BOD 156.500 mg / l. Το οποίο σημαίνει 4,67 lb BOD / 1.000 lb ζώντος βάρους που σφάζεται. Αν δεν γίνει ανάκτηση του αίματος αυξάνει το BOD των υγρών αποβλήτων εκροής κατά 72 % [Azad, 1976].

Το αίμα από ένα σφάγιο βοδιού δίνει σε ένα σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων φορτίο COD ισοδύναμο με αυτό που παράγουν συνολικά 50 άνθρωποι σε μια μέση ημέρα [IPPC, 2003 & 2005]. Το αίμα έχει περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο περίπου 30 g/l. Γενικά η συγκέντρωση του αίματος είναι η καλύτερη μέθοδος περιορισμού των υγρών αποβλήτων ενός σφαγείου.

Ακόμα κι αν το αίμα μαζευτεί προσεκτικά, δηλαδή με τοποθέτηση του ζώου πάνω από λεκάνη συλλογής κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κοψίματος της καρωτίδας και με την παραμονή του για αρκετό χρόνο μέχρι να ολοκληρωθεί η

αφαίμαξη, έχει αναφερθεί ότι μπορεί να περιοριστούν οι απώλειες του αίματος μέχρι 0,5 λίτρα ανά χοίρο (σφάγιο 5,4 l/t) και 2 λίτρα ανά κεφαλή βοδιού (σφάγιο 6,2 l/t). Η συλλογή του αίματος πριν από την απομάκρυνση του σφάγιου από την περιοχή αφαίμαξης έτσι ώστε να μην στάζει καθώς κινείται στη γραμμή σφαγής αυξάνει το χρόνο της διαδικασίας. Στην ουσία ο πρόσθετος αυτός χρόνος αντισταθμίζεται, επειδή το αίμα που συλλέγεται έτσι για επεξεργασία έχει μια εμπορική τιμή ενώ σε αντίθετη περίπτωση απαιτείται μια δαπάνη για την επεξεργασία του στα απόβλητα [IPPC, 2003 & 2005].

Πίνακας 3.25: Χαρακτηριστικά φρέσκου αίματος βοοειδών

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Αριθμός δειγμάτων
pH	7,34	0,14	37
Υγρασία, %	82,4	3,4	39
COD, ppm	218.300	35.700	70
BOD ₅ , ppm	156.500	58.000	35

Πηγή: Azad H., “Industrial wastewater management handbook”, ed. McGraw – Hill, New York 1976.

3.15.3 Αφαίρεση δορών και δερμάτων

Η πρακτική της αφαίρεσης του δέρματος των χοίρων είναι σχετικά σπάνια, αλλά όπου πραγματοποιείται αυτό, οι χοίροι πλένονται πρώτα με μηχανικό τρόπο και στεγνώνονται πριν απομακρυνθεί το δέρμα τους. Στις λίγες περιπτώσεις που γίνεται αφαίρεση του δέρματος των χοίρων αναφέρεται ότι χρησιμοποιείται νερό σε ένα ποσοστό περίπου 70 l / χοίρο [IPPC, 2003 & 2005]. Αυτό περιλαμβάνει τον πλήρη καθαρισμό των χοίρων στο χώρο αναμονής και μετά κατά την αφαίμαξη, για να αποφευχθεί η μόλυνση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αφαίρεσης του δέρματος.

Πίνακας 3.26: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την αφαίρεση της δοράς και των άκρων ενός μοσχαριού.

Εισροές		Εκροές	
Μοσχάρι που έχει υποστεί αφαίμαξη	238 kg	Μοσχάρι χωρίς δορά	207 kg
Νερό	5 l	Δορά (δέρμα)	15 l
		Κεφάλι, σπλές, ουρά κτλ	16 kg
		Κομμάτια κρέατος	3 kg
		Υγρά απόβλητα	5 l

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

3.15.4 Αφαίρεση κεφαλιών και σπλών για βοοειδή και πρόβατα

Σημαντική έκχυση αίματος παρουσιάζεται από τα μεγάλα αγγεία (blood vessels) όταν κόβεται το κεφάλι. Το ξέπλυμα των κεφαλιών για να απομακρυνθεί το αίμα, μπορεί επίσης να αυξήσει την κατανάλωση νερού και τη μόλυνση του νερού, καθώς και την εξάπλωση των ακαθαρσιών σε άλλες περιοχές του σφάγιου. Η ανάγκη για ξέπλυμα μπορεί, επομένως, να περιοριστεί με τη χρησιμοποίηση ορθολογικών διαδικασιών σφαγής.

3.15.5 Ζεμάτισμα χοίρων

Οι δεξαμενές ζεματίσματος γεμίζουν με νερό στην αρχή κάθε ημέρας και διατηρούνται σε μια θερμοκρασία περίπου 60 °C καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Τα διάφορα στερεά σωματίδια και η λάσπη συσσωρεύονται στις δεξαμενές κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Είναι κοινή πρακτική σε πολλά σφαγεία το νερό και η λάσπη να εκρέουν άμεσα στο σύστημα αποχέτευσης των υγρών αποβλήτων της μονάδας στο τέλος κάθε ημέρας. Σε μερικές περιπτώσεις, η δεξαμενή ξαναγεμίζεται μετά την εκροή του νερού της παραγωγικής διαδικασίας μέχρι να κλείσει την παροχή του νερού το προσωπικό καθαριότητας, ή το νερό αφήνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας να τρέχει, έχοντας όμως τη δυνατότητα η περίσσεια του νερού να υπερχειλίσει από τη δεξαμενή στον αγωγό αποχέτευσης. Μερικά σφαγεία κάνουν εξοικονόμηση νερού έχοντας εγκαταστήσει μια απλή σφαιρική βάνα ή άλλη διάταξη αισθητήρων για να κλείσουν την παροχή νερού όταν η δεξαμενή ζεματίσματος είναι πλήρης.

Σε πολλά σφαγεία υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης της θερμότητας κατά την έξοδο του ζεστού νερού που χρησιμοποιήθηκε και δυνατότητα να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες θερμότητας κατά τη διάρκεια του ζεματίσματος. Το συμπύκνωμα που προκύπτει από την εξάτμιση μπορεί να απομακρυνθεί.

3.15.6 Αφαίρεση τριχών και νυχιών χοίρων

Η αφαίρεση των τριχών των σφαγίων χοίρων μπορεί να προκαλέσει δευτερογενή προβλήματα οσμών. Επίσης υπάρχουν κάποιοι μηχανικοί θόρυβοι και δονήσεις από τις μηχανές αφαίρεσης τριχών, αλλά δεν είναι αισθητοί έξω από τα κτήρια των σφαγείων.

Σ' αυτό το στάδιο της διαδικασίας, το αίμα ακόμα στάζει από το ζώο. Η διαδικασία της αφαίρεσης των τριχών γίνεται με χρήση νερού, οπότε το φορτίο του COD των υγρών αποβλήτων μπορεί να αυξηθεί σημαντικά.

Πίνακας 3.27: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την αφαίρεση των τριχών ενός χοίρου 100 kg.

Εισροές		Εκροές	
Χοίρος που έχει υποστεί αφαίμαξη	95 kg	Χοίρος μαδημένος	93 kg
Νερό	60 l	Υγρά απόβλητα	60 l
Έλαια	0,6 l	BOD ₅	0,3 kg
Αέριο (αν χρησιμοποιείται αντί για τα έλαια)	0,5 m ³	Τρίχες χοίρου	1 kg
		Κομματάκια ιστών	1 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

3.15.7 Καυάλισμα χοίρων

Στα περισσότερα σφαγεία χοίρων, η μονάδα καυάλισματος (singeing unit) έχει έξοδο άμεσα στην ατμόσφαιρα, μέσω μιας χοάνης απαγωγής απαερίων ακριβώς πάνω από το επίπεδο της στέγης. Μερικές φορές, η έξοδος των απαερίων μπορεί να περιλαμβάνει έναν ανεμιστήρα εξαγωγής. Αυτές οι εκπομπές υπολογίζεται ότι έχουν μια θερμοκρασία 600 – 800 °C. Περιέχουν επίσης λεπτή σκόνη καμμένης τρίχας.

Μερικά σφαγεία ανακτούν τη χρησιμοποιήσιμη θερμότητα από την έξοδο των απαερίων. Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών στην καπνοδόχο, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για να ανακτήσει τη θερμότητα από τις μονάδες καψαλίσματος χρειάζεται να περιλαμβάνει διάταξη αποθήκευσης, αντλίες και συστήματα ασφάλειας καθώς επίσης και έναν εναλλάκτη θερμότητας.

Εάν χρησιμοποιείται υγραέριο (liquefied petroleum gas – LPG) για το καψάλισμα των σφάγιων, καταναλώνεται περίπου 19,6 l/t. Νερό χρησιμοποιείται για να ψυχθεί το σύστημα των υπερυψωμένων ραγών και των μεταφορικών ταινιών. Επίσης τα απαέρια στην έξοδο τους έχουν οσμή καμένης τρίχας.

3.15.8 Επεξεργασία πέτσας

Τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα στο στάδιο επεξεργασίας της πέτσας (rind treatment) συνδέονται με την κατανάλωση νερού και τη μόλυνση.

3.15.9 Αφαίρεση εντοσθίων

Τα περιεχόμενα του πρώτου στομάχου είναι περίπου 75 % νερό, ζυγίζουν περίπου 15 – 20 kg ανά κεφαλή βοοειδών, και παράγουν υδαρή απόβλητα (slurry) με ένα COD πάνω από 100 g/l.

Η διεργασία της απεντέρωσης (evisceration) πραγματοποιείται με ξηρό τρόπο, αλλά νερό χρησιμοποιείται για το ξέπλυμα, την αποστείρωση των μαχαιριών, την αποστείρωση του λοιπού εξοπλισμού και για τον καθαρισμό. Τα διάφορα μέρη των εντοσθίων και τα σφάγια ξεπλένονται με νερό για να απομακρυνθούν το αίμα και άλλες ακαθαρσίες. Η χρήση του νερού όχι μόνο αυξάνει την κατανάλωση νερού και τη μόλυνση του νερού, αλλά συγχρόνως αφαιρούνται τα ορατά σημάδια των μικροβίων, χωρίς όμως να μειώνεται η επικινδυνότητα.

Πίνακας 3.28: Χαρακτηριστικά στομαχιών βοοειδών.

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Αριθμός δειγμάτων
pH	6,54	0,56	57
Υγρασία, %	84,7	3,4	58
COD, ppm:			
Υγρή φάση (% υγρό)	51.940 (88,4)	12.800 (3,3)	114
Στερεή φάση (% στερεό)	1.138.000 (11,6)	82.000 (3,3)	
Ολικό COD	177.300	38.500	
% COD από υγρή φάση	26,7		
% COD από στερεή φάση	73,3		
BOD₅, ppm:			
Υγρή φάση	28.240	11.410	88
Στερεή φάση	151.900	40.800	40
Ολικό BOD ₅	50.200	13.400	
% BOD από υγρή φάση	59,1		
% BOD από στερεή φάση	40,9		

Πηγή: Azad H., “Industrial wastewater management handbook”, ed. McGraw – Hill, New York 1976.

Τα λίπη που περιλαμβάνονται στα υγρά απόβλητα των σφαγείων παράγονται κυρίως κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης των εντοσθίων και της πλύσης των εντέρων.

Το περιεχόμενο των στομαχιών (raunch) ενός πλήρως αναπτυγμένου βοοειδούς ανέρχεται σε 40 - 80 λίτρα ανά κεφαλή (σε υγρή μορφή). Επίσης αίμα στάζει από τα σφάγια κατά τη διάρκεια της αφαίρεσης των εντοσθίων (evisceration) [IPPC, 2003 & 2005]. Ο Azad (1976) αναφέρει ότι το περιεχόμενο του στομαχιού των βοοειδών εκτιμάται σε 40 έως 60 lb με μια μέση τιμή 54 lb / ζώο, το οποίο αποτελείται από άχυρο, χόρτα και καλαμπόκι. Το BOD του πρώτου στομαχιού (rumen) εκτιμάται σε 50.200 mg / l και συνεπάγεται 2,49 lb BOD / 1.000 lb ζώντος βάρους που σφάζεται. Στον παραπάνω Πίνακα 3.28 παρουσιάζεται μια τυπική ανάλυση του πρώτου στομάχου βοοειδούς [Azad, 1976].

Πίνακας 3.29: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την αφαίρεση των εντοσθίων και τον τεμαχισμό στα δύο ενός χοίρου 100 kg.

Εισροές		Εκροές	
Χοίρος μαδημένος	93 kg	Χοίρος τεμαχισμένος στα δύο	74 kg
Νερό	40 l	Έντερα	10 kg
		Καρδιά, συκώτι και πνεύμονες (εδώδιμα όργανα)	3 kg
		Παραπροϊόντα	5,5 kg
		Υγρά απόβλητα	40 l
		BOD ₅	0,05 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Πίνακας 3.30: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την αφαίρεση των εντοσθίων και τον τεμαχισμό στα δύο ενός μοσχαριού 250 kg.

Εισροές		Εκροές	
Μοσχάρι χωρίς δορά	207 kg	Μοσχάρι τεμαχισμένο στα δύο	125 kg
Νερό	100 l	Έντερα	60 kg
		Καρδιά, συκώτι και πνεύμονες (εδώδιμα όργανα)	9 kg
		Παραπροϊόντα	12 kg
		Υγρά απόβλητα	100 l
		BOD ₅	0,12 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, "Cleaner Production Assessment in Meat Processing", North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

3.15.10 Τεμαχισμός στα δύο

Ο τεμαχισμός των σφαγίων στα δύο (splitting) είναι μια από τις κύριες πηγές θορύβου σε ένα σφαγείο. Έχουν μετρηθεί επίπεδα θορύβου περίπου 95 dB(A). Επιπλέον θόρυβος παράγεται όταν εφαρμόζεται και ο τυποποιημένος τεμαχισμός.

Ο θόρυβος αυτός μπορεί να είναι ανιχνεύσιμος και έξω από το κτήριο. Επίσης, ο χειριστής του πριονιού (saw operator) και οποιοσδήποτε εργαζόμενος βρίσκεται σε κοντινή απόσταση διατρέχουν σημαντικό κίνδυνο απώλειας της ακοής και η νομοθεσία απαιτεί αυτός ο κίνδυνος να ελαχιστοποιηθεί με χρήση προστατευτικών στ' αυτιά.

3.15.11 Ψύξη

Τα συστήματα ψύξης έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον λόγω της ενέργειας που καταναλώνουν και της επίδρασης που μπορούν να έχουν εάν το ψυκτικό μέσο διαρρεύσει στην ατμόσφαιρα. Αν οι εγκαταστάσεις γίνουν αποδοτικές σε ενέργεια, είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση τους στο περιβάλλον.

Οι εγκαταστάσεις ψύξης λειτουργούν συνεχώς και συνδέονται με μονάδες συμπύκνωσης, συμπιεστές και πύργους ψύξης που στο σύνολο τους είναι πηγές θορύβου. Τα φορτηγά ψυγεία που σταθεμούν έξω από τα σφαγεία μπορούν μερικές φορές να δημιουργήσουν προβλήματα θορύβου εάν η ψύξη γίνεται από τις μηχανές των φορτηγών. Πολλά σφαγεία παρέχουν κεντρικά καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος (mains power cables) για να τροφοδοτήσουν τη μονάδα ψύξης των φορτηγών, έτσι ώστε να μειώνονται τα επίπεδα του θορύβου.

3.15.12 Δραστηριότητες μετά τη σφαγή (επεξεργασία εντέρων και επεξεργασίες δορών και δερμάτων)

3.15.12.1 Επεξεργασία εντέρων

Σε σφαγεία χοίρων της Δανίας, υπολογίζεται ότι το 30 – 50 % των ρύπων που εκπέμπονται σε υγρή φάση προέρχονται από το πλύσιμο των εντέρων. Ενώ στη Σουηδία, υπολογίστηκε ότι είναι ένα ποσοστό 10 %. Παρά το γεγονός ότι τα ποσοστά από τη Σουηδία περιλαμβάνουν και διεργασίες όπως ο τεμαχισμός και η αφαίρεση οστών (που συνεισφέρουν γύρω στο 7 %), τα οποία δεν περιλαμβάνονται στα ποσοστά της Δανίας, η διαφορά ανάμεσα στα ποσοστά είναι σημαντική. Αυτή η διαφορά εξηγείται από το γεγονός ότι στη Δανία περίπου το 100 % των στομαχιών, το 100 % των λεπτών εντέρων και 40 % των παχιών εντέρων καθαρίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Ενώ στη Σουηδία αυτή η παραγωγή είναι πολύ μικρότερη.

Ο Πίνακας 3.31 δείχνει ότι η αφαίρεση του βλενώδους τμήματος (de-sliming) των εντέρων έχει μια σημαντική συμβολή στο ρυπαντικό φορτίο των υγρών αποβλήτων.

Πίνακας 3.31: Συγκεκριμένες ποσότητες υγρών αποβλήτων και φορτίων ρύπων με και χωρίς αφαίρεση του βλενώδους τμήματος (de-sliming) των εντέρων.

	Μέρες εξέτασης	Ποσότητες υγρών αποβλήτων l/ζώο	Φορτία συγκεκριμένων ρύπων					
			Καθιζάνοντα στερεά		BOD ₅		COD	
			l/ζώο	g DS/ζώο	Χωρίς καθίζηση g/ζώο	Με καθίζηση g/ζώο	Χωρίς καθίζηση g/ζώο	Με καθίζηση g/ζώο
Με αφαίρεση του βλενώδους τμήματος των εντέρων των χοίρων	7	100 – (250)	1 - 18	30 – 80	240 – 750	260 – 850	340 – (1080)	-
Χωρίς αφαίρεση του βλενώδους τμήματος των εντέρων των χοίρων	19	58 - 254	0,2 – 1,9	8 - 65	60 - 366	70 – (430)	80 - 430	-

Οι τιμές που υπολογίστηκαν παρουσιάζονται μέσα σε παρένθεση.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Πίνακας 3.32: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την επεξεργασία των εντοσθίων ενός χοίρου.

Εισροές		Εκροές	
Έντερα χοίρου	10 kg	Πλυμένα έντερα	~ 10 kg
Νερό	50 - 100 l	Υγρά απόβλητα	50 - 100 l
		BOD ₅	0,1 – 0,3 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Πίνακας 3.33: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την επεξεργασία των εντοσθίων ενός μοσχαριού.

Εισροές		Εκροές	
Έντερα μοσχαριού	30 kg	Πλυμένα έντερα	~ 30 kg
Νερό	300 - 500 l	Υγρά απόβλητα	300 - 500 l
		BOD ₅	1 – 1,5 kg

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Πίνακας 3.34: Δεδομένα εισροών και εκροών κατά την επεξεργασία του στομαχιού ενός μοσχαριού.

Εισροές		Εκροές	
Στομάχι μοσχαριού	50 kg	Πλυμένο στομάχι μοσχαριού	10 kg
Νερό	200 l ^a	Περιεχόμενο στομαχιού (κοπριά)	40 kg
		Υγρά απόβλητα	200 l ^a
		BOD ₅	0,5 kg

^a: εφαρμογή του συστήματος wet – dump.

Πηγή: UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf.

Η εκκένωση της υγρής φάσης του στομαχιού και του περιεχομένου των εντέρων μπορεί να συμβάλει κατά 20 % στο συνολικό BOD των υγρών αποβλήτων ενός σφαγείου και περίπου κατά 15 % στο άζωτο. Σε σφαγεία της Δανίας, έχει αναφερθεί συνολικό επίπεδο κατανάλωσης νερού μεταξύ 800 και 1200 λίτρων και 4,4 έως 5,2 kg BOD ανά τόνο σφάγιων βοοειδών για τον καθαρισμό στομαχιών και εντέρων. Στη Γερμανία έχει αναφερθεί ότι το 30 % των συνολικών υγρών αποβλήτων και της οργανικής μόλυνσης προέρχεται από την πλύση των στομαχιών.

Σε σφαγεία όπου χρησιμοποιείται ειδικός εξοπλισμός (macerator equipment) που τεμαχίζει, πλύνει και ξηραίνει με περιστροφή τα εντόσθια πριν από τον ανεφοδιασμό της επιχείρησης επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων, η μείωση του κόστους που προκύπτει αντισταθμίζεται συνήθως από τις αυξημένες δαπάνες ενέργειας και επεξεργασίας αποβλήτων. Όμως ο όγκος των αποβλήτων για διάθεση είναι πολύ μικρότερος. Εάν τα εντόσθια κοπούν και πλυθούν ο χρωματισμός του ζωικού λίπους κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων θα μειωνόταν και η αξία τους θα μπορούσε να αυξηθεί. Ο ειδικός εξοπλισμός (macerator equipment) αποτελείται συνήθως από γάντζους σχήματος λεπίδας που περιστρέφονται με αντίθετη κατεύθυνση μεταξύ τους, ή περιστρέφονται έναντι σταθερών αμοनिών.

Τα τεμαχισμένα εντόσθια πλένονται στη συνέχεια σε ένα περιστρεφόμενο διάτρητο (υπό μορφή πλέγματος) τύμπανο (rotating mesh drum). Ο εξοπλισμός αυτός πρέπει να συντηρείται τακτικά για να βελτιστοποιηθεί η ταχύτητα και η ικανότητα τεμαχισμού των λεπίδων. Αν οι λεπίδες διατηρούνται σε καλή κατάσταση θα βελτιστοποιηθεί η αποδοτικότητα της λειτουργίας του τεμαχισμού και θα μειωθεί η ποσότητα των εντοσθίων που απορρίπτονται.

Ο καθαρισμός στις περιοχές των δευτεροβάθμιων διαδικασιών, π.χ. πλύσιμο των στομαχιών, ζεμάτισμα της κοιλιάς και επεξεργασία του εξωτερικού περιβλήματος των λουκάνικων, μπορεί να οδηγήσει σε εκπομπές ρύπων στο νερό συμπεριλαμβανομένων των οργανικών υλών, των ανόργανων, δηλαδή φώσφορο, αμμωνία και στερεά σωματίδια και των ελαίων και των λιπών.

Ταυτόχρονα με τη μείωση των αποβλήτων πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή και στους κανόνες υγιεινής. Το έντερο των βοοειδών έχει βρεθεί ότι είναι πηγή της *Escherichia coli* O157, η οποία μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ασθένεια στους ανθρώπους [Wood et al, 2006]. Προς το παρόν, τα συστήματα ανάλυσης κινδύνου των κρίσιμων σημείων ελέγχου (Hazard Analysis and Critical Control Point - HACCP) στα σφαγεία και κατά μήκος της αλυσίδας επεξεργασίας τροφίμων είναι οι μόνες μέθοδοι σε ισχύ για να ελαχιστοποιήσουν τα επίπεδα μόλυνσης του *E. coli* O157 στο κρέας. Αυτές οι στρατηγικές στοχεύουν να αποτρέψουν την άμεση και έμμεση μόλυνση των σφάγιων στα πλαίσια της καλής βιομηχανικής πρακτικής. Φυσικά όμως αυτή η στρατηγική δεν είναι από μόνη της ικανοποιητική [Wood et al, 2006].

3.15.12.2 Επεξεργασία δορών / δερμάτων

Το αλάτισμα με τη χρήση χλωριούχου νατρίου είναι η πιο κοινή μέθοδος συντήρησης δορών και δερμάτων. Η περίσσεια του αλατιού, το οποίο χύνεται από το τραπέζι αλατίσματος ή πέφτει κατά τη διάρκεια του αλατίσματος με το χέρι μπορεί να σκουπιστεί και να επαναχρησιμοποιηθεί. Εκτός κι αν είναι υπερβολικά μολυσμένο οπότε κανονικά αποτεφρώνεται.

Η αλατότητα (salinity) μπορεί να μειώσει την αποδοτικότητα μιας μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) και επιπλέον αν δεν υπάρχει μια μέθοδος επεξεργασίας αλμυρού νερού, τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών. Η παρουσία αλάτων έχει επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών με την εμφάνιση οσμωτικών φαινομένων, λόγω της συγκέντρωσης του άλατος στο νερό του εδάφους. Η συγκεκριμένη ιοντική τοξικότητα προκαλείται από τη συγκέντρωση ενός μεμονωμένου ιόντος καθώς και από τη διασπορά των σωματιδίων του εδάφους που προκαλείται από την υψηλή συγκέντρωση σε νάτριο. Υπό αυτές τις συνθήκες, τα φυτά χρησιμοποιούν περισσότερη από τη διαθέσιμη ενέργεια για τη ρύθμιση της συγκέντρωσης των αλάτων μέσα στον ιστό ώστε να αντλήσουν το νερό από το χώμα, αλλά έτσι λιγότερη ενέργεια είναι διαθέσιμη για την ανάπτυξη τους.

3.16 Απόβλητα ανά στάδιο της γραμμής σφαγής πτηνών

Σε αυτό το εδάφιο αναφέρονται συγκεκριμένα στοιχεία κατανάλωσης και εκπομπής για τις επιμέρους διεργασίες της διαδικασίας σφαγής πουλερικών. Μεγάλος όγκος νερού χρησιμοποιείται στο σφαγείο πτηνών για ζεμάτισμα, πλύσιμο των

σφάγιων, ψύξη με εμβάπτιση, υγρά μεταφοράς και γενικά καθαρισμό. Σημαντική ποσότητα διαλυμένων και αιωρούμενων οργανικών ουσιών παρασύρονται με το νερό, με αποτέλεσμα να αυξάνει το ρυπαντικό φορτίο και τα βιοαποδομήσιμα υγρά απόβλητα [Azad, 1976]. Στον Πίνακα 3.35 παρουσιάζονται κάποιες χρήσιμες τιμές για υπολογισμούς και για το σχεδιασμό μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων πτηνών.

Η διαδικασία ξεκινά με την παραλαβή των ζωντανών κοτόπουλων. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.21, μια τυπική μονάδα σφαγής κοτόπουλων περιλαμβάνει τουλάχιστον έξι στάδια στα οποία χρησιμοποιείται νερό, το οποίο ρυπαίνεται και μετά εκρέει από τη μονάδα [Woodard, 2001]. Σε αυτά τα υγρά απόβλητα προστίθεται και το νερό για το πλύσιμο με καταιονισμό για τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού της μονάδας. Αρκετές από τις διεργασίες χρησιμοποιούν νερό που έρχεται σε άμεση επαφή με τα πουλερικά που υφίστανται επεξεργασία (ξεπουπούλιασμα, πλύσιμο, αφαίρεση εντοσθίων, πλύσιμο ξανά, ψύξη και μετά τεμαχισμός αν χρειάζεται), γεγονός που σημαίνει ότι κάποιο ή όλα τα συστατικά του κρέατος των πουλερικών και του αίματος μπορούν να βρεθούν στα υγρά απόβλητα. Οπότε τα υγρά απόβλητα αναμένεται να περιλαμβάνουν κύτταρα αίματος, λίπη και έλαια, πρωτεΐνες, αιωρούμενα στερεά και διάφορες βρωμιές.

Οι περισσότερες ουσίες των υγρών αποβλήτων είναι οργανικές ύλες και επομένως βιοαποδομήσιμες. Για αυτό το λόγο, μια βιολογική επεξεργασία, αερόβια ή αναερόβια, φαίνεται να είναι μια καλή επιλογή επεξεργασίας τους. Εργαστηριακές αναλύσεις υγρών αποβλήτων από μια τυπική μονάδα σφαγής κοτόπουλων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.36, παρουσιάζουν μια σχετικά μεγάλη περιεκτικότητα σε λίπη και έλαια. Επίσης, είναι λογικό ότι το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) προκύπτει από την παρουσία του αίματος. Το λίπος των πτηνών είναι γνωστό ότι είναι σχετικά ήπιο και επομένως πιο διαλυτό, ειδικά σε ζεστό νερό σε σχέση με το λίπος άλλων ζώων, και μπορεί να υπάρχει σε διάλυμα ως κολλοειδές αιώρημα (colloidal suspension), ή γαλάκτωμα (emulsion). Μια παρόμοια ένδειξη είναι ότι τα συστατικά των λιπών και ελαίων των υγρών αποβλήτων της επεξεργασίας των πουλερικών είναι σχετικά αργά αποδομήσιμα με μία βιολογική επεξεργασία. Από την άλλη, μια συνδυασμένη φυσικοχημική επεξεργασία έχει καλύτερα αποτελέσματα, δεδομένης της χημείας της επιφάνειας που διατηρεί τα λίπη και τα έλαια (fats, oils and greases – FOG) σε αιώρηση. Ένας διαχωρισμός με βάση τη βαρύτητα πρέπει να λειτουργεί καλά δεδομένου ότι το αιώρημα αποσταθεροποιείται δίνοντας πλεονέκτημα στα φαινόμενα της χημείας της επιφάνειας.

Το δεύτερο κυριότερο συστατικό των υγρών αποβλήτων σφαγείων πτηνών είναι το αίμα. Αυτό είναι εμφανές στο Σχήμα 3.21, όπου φαίνεται ότι τα δύο κύρια βήματα της επεξεργασίας των πουλερικών είναι η θανάτωση τους που ακολουθείται από την αφαιμάξη, και οι χώροι που πραγματοποιούνται αυτές οι διεργασίες υποβάλλονται σε καθαρισμό με πλύσιμο με νερό κάθε μέρα. Δεδομένου ότι το αίμα περιέχει ερυθρά αιμοσφαίρια, τα οποία μπορούν να περιγραφούν ως μεγάλα σωματίδια που δεν μπορούν πραγματικά να διαλυθούν στο νερό, αλλά διαχέονται ομοιόμορφα σε όλο τον όγκο του νερού όπου εισέρχονται, το συμπέρασμα είναι ότι το αίμα σχηματίζει ένα σταθερό αιώρημα στο νερό. Οι δυνάμεις σταθεροποίησης του αιωρήματος του αίματος είναι πιθανά το επιφανειακό ηλεκτρικό φορτίο. Επομένως, η χημική συσσωμάτωση (chemical coagulation) φαίνεται να είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την απομάκρυνση του αίματος.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το λίπος των κοτόπουλων έχει ειδικό βάρος μικρότερο από 1,0, και τα ερυθρά αιμοσφαίρια του αίματος έχουν ένα ειδικό βάρος πολύ κοντινό σε αυτό του νερού, που σημαίνει ότι η χημική συσσωμάτωση που

ακολουθείται από επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) πρέπει να είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων πτηνών [Woodard, 2001].

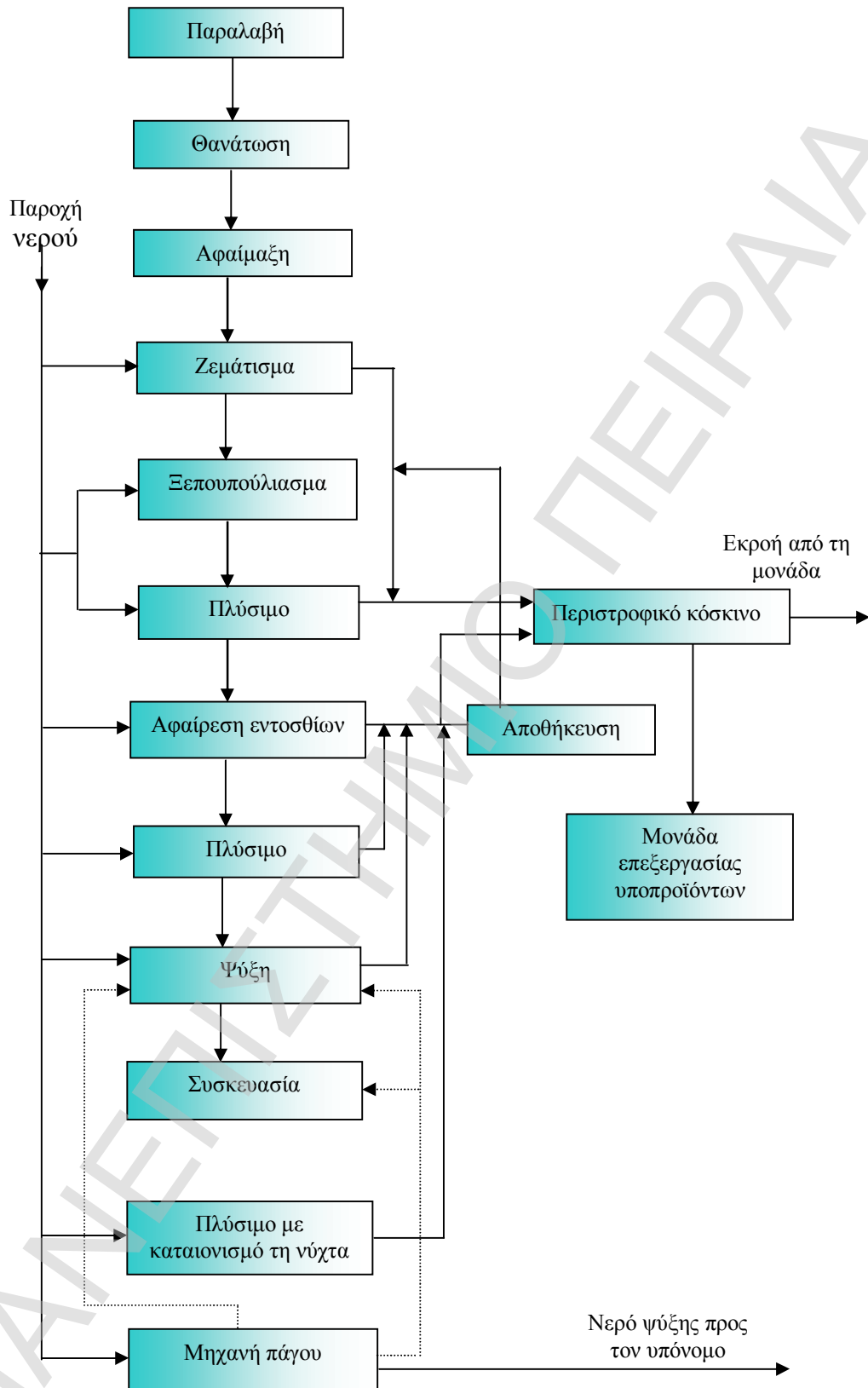
Πίνακας 3.35: Συντελεστές που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των παραπροϊόντων, της χρήσης νερού και του φορτίου των αποβλήτων μονάδων σφαγής πτηνών.

Μεταβλητές	Μονάδες	Τιμή ανά 1.000 lb ^a
ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ:		
Αίμα:		
Νεαρά κοτόπουλα	Pounds	70
Ωριμα κοτόπουλα		70
Γαλοπούλες		70
Άλλα πτηνά		70
Εντόσθια:		
Νεαρά κοτόπουλα	Pounds	175
Ωριμα κοτόπουλα		170
Γαλοπούλες		125
Άλλα πτηνά		140
Φτερά:		
Νεαρά κοτόπουλα	Pounds	70
Ωριμα κοτόπουλα		70
Γαλοπούλες		70
ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ:		
Νεαρά κοτόπουλα	Gallons	2.198
Ωριμα κοτόπουλα		2.173
Γαλοπούλες		1.700
Άλλα πτηνά		2.100
Τεμαχισμός		500
Επιπλέον επεξεργασία		500
ΦΟΡΤΙΟ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ		
BOD:		
Νεαρά κοτόπουλα	Pounds	8,2
Ωριμα κοτόπουλα		8,7
Γαλοπούλες		8,0
Άλλα πτηνά		8,0
Αιωρούμενα στερεά:		
Νεαρά κοτόπουλα	Pounds	6,3
Ωριμα κοτόπουλα		5,4
Γαλοπούλες		5,0
Άλλα πτηνά		5,0
ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ^b:		
Νεαρά κοτόπουλα, ώριμα κοτόπουλα και άλλες μονάδες σφαγής πτηνών	Μέρες	234
Μονάδες σφαγής γαλόπουλων	Μέρες	130

^a: Ζώντος βάρους, εκτός από τους συντελεστές που αναφέρονται στον τεμαχισμό και στην περαιτέρω επεξεργασία όπου το βάρος του πτηνού είναι αυτό του έτοιμου για μαγείρεμα.

^b: Αυτοί οι συντελεστές βασίζονται σε ένα μέγιστο 260 ωρών λειτουργίας ανά έτος. Υποθέτουμε ότι οι μονάδες σφαγής κοτόπουλων και άλλων πτηνών λειτουργούν στο 90 % της δυναμικότητάς τους: $0,90 \times 260 = 234$. Οι μονάδες σφαγής γαλόπουλων θεωρείται ότι λειτουργούν στο 50 % της δυναμικότητάς τους: $0,50 \times 260 = 130$.

Πηγή: Azad H., "Industrial wastewater management handbook", ed. McGraw – Hill, New York 1976.



Σχήμα 3.21: Διάγραμμα ροής ενός συστήματος σφαγής κοτόπουλων.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

Πίνακας 3.36: Χαρακτηριστικά ακατέργαστων υγρών αποβλήτων κατά την σφαγή κοτόπουλων

Σημείο δειγματοληψίας	Ροή (MGD)	BOD (lb / day)	SS (lb / day)	Λίπος (lb / day)
Κύριος αποχετευτικός αγωγός Θάλαμος New York (εκτός ξέπλυμα φτερών)	0,052	430	460	40
Κύριος αποχετευτικός αγωγός Θάλαμος επεξεργασίας	0,448	1680	1140	850
Αφαίρεση εντοσθίων Επιβαρημένο νερό	0,30	910	930	520
Υπερχείλιση ψύξης (chiller overflow)	0,05	240	150	90
Χώρος απόρριψης κατά την ψύξη (chiller dump)	0,09	440	270	115
Υπερχείλιση ζεματίσματος	0,027	200	210	5
Χώρος απόρριψης	0,015	110	80	2
Πλύσιμο με καταιονισμό (νύχτα)	0,36	240	810	750
Σύνολο για τη μονάδα	0,860	2850	2410	1640

MGD (millions of gallons per day)

Παροχή: $0,86 \times 10^6 \text{ gal / day} = 3.255,11 \text{ m}^3 / \text{day}$

Φορτίο BOD: $2.850 \text{ lb / day} = 1.292,52 \text{ kg / day} \Rightarrow \text{BOD: (φορτίο BOD) / (παροχή)} = 397,07 \text{ mg / lt}$

Τα δεδομένα βασίζονται στη μέση τιμή 34 ημερών με παραγωγή κατά μέσο όρο 72000 κοτόπουλα / ημέρα.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

3.16.1 Παραλαβή πτηνών

Κρύο ή ζεστό πόσιμο νερό χρησιμοποιείται για το πλύσιμο των κλωβών. Επίσης προστίθενται απορρυπαντικά επειδή τα κλουβιά είναι μια πιθανή πηγή μικροβιολογικού κινδύνου, π.χ. από σαλμονέλα (*Salmonella*) [IPPC, 2003 & 2005]. Η αποτελεσματικότητα του απορρυπαντικού που χρησιμοποιείται εξαρτάται από το είδος των πουλερικών. Το απορρυπαντικό με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα χρησιμοποιείται για τις γαλοπούλες.

Σκόνη ελευθερώνεται από τα φτερά των πουλερικών κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης και του κρεμάσματος τους [IPPC, 2003 & 2005]. Ακόμα σύμφωνα με τον Azad (1976) τα φτερά, η κοπριά και η συσσώρευση ακαθαρσιών στην περιοχή παραλαβής – αναμονής των πουλερικών μπορούν να συνεισφέρουν από 32 έως και 36 lb BOD / (1000 πτηνά) (μέρα).

3.16.2 Αναισθητοποίηση και αφαίμαξη

Το αίμα έχει το μεγαλύτερο φορτίο COD από οποιοδήποτε άλλο υγρό απόβλητο που προκύπτει από τις διαδικασίες σφαγής των πουλερικών. Το αίμα των πουλερικών έχει φορτίο COD περίπου 400 g/l, το οποίο οδηγεί σε διπλασιασμό του φορτίου των αποβλήτων σε ένα τυπικό σφαγείο πουλερικών εάν εκρέει στο ρεύμα των υγρών αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005]. Επίσης σύμφωνα με τον Azad (1976) το αίμα στα υγρά απόβλητα έχει περίπου 92.000 mg BOD / l και μπορεί να επιφέρει οργανικό φορτίο 17 lb BOD / 1.000 κοτόπουλα, αν δεν συλλέγεται ξεχωριστά. Η συλλογή του αίματος μπορεί να μειώσει το ολικό ρυπαντικό φορτίο των υγρών αποβλήτων κατά 35 έως 40 %.

3.16.3 Ζεμάτισμα

Το ζεμάτισμα λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασίες μεταξύ 50 και 58 °C [IPPC, 2003 & 2005]. Η συσσώρευση περιττωμάτων στο ύδωρ έχει επίδραση στη διατήρηση της δεξαμενής ζεματίσματος σε pH 6, στο οποίο οι σαλμονέλες είναι περισσότερο ανθεκτικές στη θερμότητα.

Το BOD του νερού ζεματίσματος (εκροή) είναι 1.182 mg / l, με περιεχόμενο σε αιωρούμενα στερεά και λίπη 682 και 350 mg / l, αντίστοιχα [Azad, 1976]. Στον Πίνακα 3.37 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων που παράγονται από διάφορες διεργασίες σε μια μονάδα σφαγής πτηνών.

Πίνακας 3.37: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων από διάφορες διεργασίες σε σφαγεία πτηνών (mg /l)

	BOD	COD	Στερεά			Λίπος
			Ολικά	Διαλυμένα	Αιωρούμενα	
Είσοδος δεξαμενής ζεματίσματος	1.182	2.080	1.873	1.186	587	350
Έξοδος δεξαμενής ζεματίσματος	490	986	1.053	580	473	200
Πλύσιμο ολόκληρων πτηνών	108	243	266	185	81	150
Τελικό πλύσιμο πτηνών	442	662	667	386	281	580
Ψύξη εντοσθίων πτηνών	2.357	3.959	2.875	1.899	976	1.320
Ψύξη I	442	692	776	523	253	800
Ψύξη II	320	435	514	331	183	250
Κανάλι φτερών (feather flume)	590	1.078	894	382	512	120
Κανάλι εκσπλαχισμού	233	514	543	232	302	430
Εκροή μονάδας	560	722	697	322	375	150

Πηγή: Azad H., "Industrial wastewater management handbook", ed. McGraw – Hill, New York 1976.

3.16.4 Μάδημα

Νερό χρησιμοποιείται πάντα για το πλύσιμο των πτηνών και για την απομάκρυνση των φτερών. Η απομάκρυνση των φτερών με νερό ευθύνεται για την μόλυνση του νερού [IPPC, 2003 & 2005]. Προσθέτει επίσης υγρασία στα φτερά, τα οποία συγκρατούν πολύ νερό. Αυτό αυξάνει την ενέργεια που απαιτείται για να τη μεταφορά τους κατά τη διάρκεια της περαιτέρω επεξεργασίας. Αυξάνει επίσης το ποσό ενέργειας που απαιτείται για να απομακρυνθεί η υγρασία κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων και της ποσότητας του συμπυκνώματος που παράγεται. Αν τα φτερά διατεθούν για υγειονομική ταφή η πρόσθετη υγρασία μπορεί επίσης να δημιουργήσει προβλήματα με τα στραγγίσματα που προκύπτουν (leachate problems).

Το σώμα των πτηνών πλένεται με πόσιμο νερό, το οποίο σε κάποια Κράτη Μέλη είναι χλωριωμένο. Για παράδειγμα στο Ηνωμένο Βασίλειο το πλύσιμο γίνεται με νερό που χλωριώνεται με διοξείδιο του χλωρίου, σε μια συγκέντρωση που είναι κατάλληλη για πόσιμο νερό [IPPC, 2003 & 2005].

Η χρήση νερού εκτιμάται ότι είναι το 11 % της συνολικής παροχής νερού στο σφαγείο πτηνών με ένα ρυθμό 1,4 gal / πτηνό για την μηχανική απομάκρυνση των φτερών, το τελικό πλύσιμο του σφάγιου και τους περιοδικούς καθαρισμούς [Azad, 1976]. Τα υγρά απόβλητα περιέχουν φτερά, αίμα, ακαθαρσίες και λίπος με BOD 580 mg /l.

3.16.5 Εκσπλαχνισμός

Δεδομένου ότι τα σπλάγχνα (viscera) διατηρούνται με το σφάγιο για τη μεταθανάτια επιθεώρηση, δεν πρέπει να υπάρχουν υψηλά επίπεδα BOD και COD στο στάδιο της αφαίρεσης των εντοσθίων (evisceration) [IPPC, 2003 & 2005].

Η χρήση νερού στο κανάλι εκσπλαχνισμού (eviscerating flume) υπολογίζεται ότι είναι το 24 % της παροχής φρέσκου νερού στη μονάδα [Azad, 1976]. Μια τυπική τιμή ροής νερού 3,1 gal / πτηνό στον εκσπλαχνισμό, χρειάζεται άλλη μία ροή 3 gal / πτηνό για το πλύσιμο του πρόλοβου, δίνοντας μια συνδυασμένη ροή 6,1 gal / πτηνό που απορρέουν ως υγρά απόβλητα. Τα υγρά απόβλητα που παράγονται σε αυτή τη διεργασία περιέχουν μη εδωδιμα μέρη των πτηνών καθώς και αίμα, σάρκα, λίπη, άμμο και λάσπη. Τα υγρά απόβλητα μετά από εσχάρωση έχουν BOD 230 mg /l αλλά δεδομένου ότι έχουν μεγάλο όγκο νερού ξεπλύματος, αντιπροσωπεύουν το 40 έως 50 % του φορτίου BOD της εκροής της μονάδας [Azad, 1976].

3.16.6 Ψύξη

Η ψύξη με εμβάπτιση / περιστροφή μπορεί να οδηγήσει σε μια συγκέντρωση του αίματος και υλών των σφάγιων στο ψυχρό ρεύμα του νερού. Κατά το πλύσιμο με πρόψυξη, το οποίο μπορεί να γίνει με χειρονακτικό ή αυτόματο τρόπο, πρέπει να απομακρυνθούν τα σωματίδια και το αίμα μέσα από τις κοιλότητες και τα υπολείμματα αίματος από την εξωτερική επιφάνεια [IPPC, 2003 & 2005]. Ανάλογα με την αποτελεσματικότητα της αρχικής αφαίμαξης, κάποια πρόσθετη αιμορραγία μπορεί να εμφανιστεί στο ψυγείο. Εάν υπάρχουν περισσότερα από ένα ψυγεία σε μια γραμμή παραγωγής, αυτή θα εμφανιστεί στο πρώτο ψυγείο.

Η ροή του νερού μπορεί να αυξηθεί στο πρώτο ψυγείο για να γίνει μεγαλύτερη αραιώση. Εάν οι ουρές ή/και οι λαιμοί αφήνονται στο πτηνό αυτά μπορούν μερικές φορές να αποχωριστούν από το σώμα του πτηνού επειδή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας κόβονται εξολοκλήρου. Η χρήση των αυτοματοποιημένων διαδικασιών και του γεγονότος ότι τα πτηνά δεν έχουν ένα ομοιόμορφο σχήμα ή μέγεθος καθιστά την πρόληψη της μόλυνσης δυσκολότερη. Οι συνθήκες που εφαρμόζονται για την ψύξη, π.χ. ο όγκος του νερού που απαιτείται ανά πτηνό, ορίζονται από τη νομοθεσία και εξαρτώνται από τον αριθμό των δεξαμενών και το βάρος των σφάγιων [IPPC, 2003 & 2005]. Ο Πίνακας 3.38 συνοψίζει τις απαιτήσεις σε νερό, εκτός από αυτό που χρησιμοποιείται αρχικά για να γεμίσει τις δεξαμενές.

Πίνακας 3.38: Απαιτήσεις σε νερό για την εμβάπτιση για ψύξη των πουλερικών.

Βάρος σφάγιων (kg)	Πλύσιμο πρόψυξης Ελάχιστος όγκος νερού (l)	Ψύξη με εμβάπτιση	
		Ελάχιστη συνολική ροή (l)	Ελάχιστη ροή της τελευταίας δεξαμενής, αν υπάρχουν αρκετές (l)
≤ 2,5	1,5	2,5	1
2,5 - 5	2,5	4	1,5
≥ 5	3,5	6	2

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Τα υγρά απόβλητα των πτηνοσφαγείων μπορούν να μειωθούν αν μετά την ψύξη με εμβάπτιση, χρησιμοποιήσουμε διήθηση με μεμβράνες από όπου παράγεται νερό ανακυκλώσιμο. Ο συνολικός οργανικός άνθρακας μπορεί να μειωθεί κάτω από 100 mg / l και τα βακτήρια δεν μπορούν να περάσουν μέσα από τους πόρους των μεμβρανών [Mittal, 2006].

Η ψύξη με ψεκάσμο (spray chilling) δεν παρουσιάζει τα προβλήματα που συνδέονται με την εμφάνιση μόλυνσης στις πιο κρύες δεξαμενές, αλλά μπορεί να προκαλέσει τη διάδοση βακτηρίων μέσω των αερολυμάτων [IPPC, 2003 & 2005]. Χρησιμοποιείται περίπου 1 λίτρο νερού ανά πτηνό. Η ψύξη με ψεκάσμο έχει την πιο μικρή κατανάλωση ενέργειας. Η ψύξη με αέρα μπορεί να μειώσει το ποσοστό μόλυνσης των πτηνών μέχρι και τρεις φορές από ότι η ψύξη με εμβάπτιση και καταναλώνει λιγότερο νερό.

Στις περισσότερες μονάδες επεξεργασίας κοτόπουλων εφαρμόζεται ψύξη με αέρα δεδομένου ότι αυτή χρησιμοποιεί τη μικρότερη ποσότητα νερού. Η ψύξη με νερό, εντούτοις, χρησιμοποιείται ευρέως στις μονάδες επεξεργασίας γαλόπουλων προκειμένου να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις υγιεινής για γρήγορη κατάψυξη αυτών των μεγάλων σφάγιων. Μετά από μια περίπου ώρα σε μια δεξαμενή κατάψυξης με εμβάπτιση, για να μειωθεί η θερμοκρασία των σφάγιων γαλόπουλων σε λιγότερο από 4 °C, οι γαλοπούλες καταψύχονται περαιτέρω για 24 ώρες με ρυθμό 30 – 40 πτηνά σε δεξαμενές 1 m³ που περιέχουν νερό και πάγο στους 2 °C.

Σε κάποια Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η μικροβιακή μόλυνση ελέγχεται με χλωρίωση, σε όρια πόσιμο νερού.

Οι εγκαταστάσεις ψύξης λειτουργούν συνεχώς και οι μονάδες συμπύκνωσης, οι συμπιεστές και οι πύργοι ψύξης που συνδέονται μεταξύ τους μπορούν να αποτελέσουν πηγή θορύβου. Τα φορτηγά ψύξης που σταθμεύουν έξω από τα σφαγεία μπορούν μερικές φορές να προκαλέσουν προβλήματα θορύβου εάν η ψύξη γίνεται με τις μηχανές των φορτηγών. Πολλά σφαγεία παρέχουν καλώδια τροφοδοσίας για τη μονάδα ψύξης των φορτηγών και με αυτόν τον τρόπο μειώνονται τα επίπεδα θορύβου [IPPC, 2003 & 2005].

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται κατά τη διεργασία της ψύξης περιέχουν λίπη, αίμα και ιστούς κρέατος [Azad, 1976]. Το φορτίο των υγρών αποβλήτων εκτιμάται ότι είναι το 8 % του φορτίου BOD και ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος του φορτίου σε λίπος των υγρών αποβλήτων. Το BOD στα δύο στάδια ψύξης των σφάγιων αναφέρεται ότι είναι 442 και 320 mg / l κατά την πρώτη και δεύτερη ψύξη αντίστοιχα, ενώ το BOD κατά την ψύξη των εντοσθίων των πτηνών ήταν 2.357 mg / l με περιεχόμενο σε λίπος 1.320 mg / l [Azad, 1976].

3.17 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων

Ένα χαρακτηριστικό των υγρών αποβλήτων των σφαγείων είναι ότι περιέχουν οργανικές ενώσεις οι οποίες διασπώνται εύκολα σε εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Επίσης δεν περιέχουν αδιάσπαστο άζωτο, και είναι ευνοϊκός ο λόγος C : N (BOD : ολικό N) σε 79 : 1. Το αλάτι από τη συντήρηση δορών / δερμάτων είναι δύσκολο να απομακρυνθεί και μπορεί να προκαλέσει διάβρωση στις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs).

Η θερμοκρασία των υγρών αποβλήτων έχει επιπτώσεις στη διαλυτότητα των διάφορων ρύπων και του ρυθμού μικροβιακής αποσύνθεσής τους. Η θερμοκρασία των υγρών αποβλήτων σε σφαγεία της Φιλανδίας είναι 25 - 35 °C. Γενικά, οι βιολογικές διαδικασίες αποδίδουν γρηγορότερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες, ενώ η

μετατροπή σε μορφή γαλακτώματος των λιπών σε υψηλότερες θερμοκρασίες προκαλεί ουσιαστικές δυσκολίες στην απομάκρυνση των λιπών με επίπλευση, καθώς επίσης και σε εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος.

Τυπικά επίπεδα τιμών εκροών παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.39.

Πίνακας 3.39: Τυπικά επίπεδα τιμών εκροών από μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων

Ρύποι	Επίπεδα που επιτυγχάνονται
BOD	< 10 – 75 mg / l
Αιωρούμενα στερεά	< 30 – 60 mg / l
Ολικό άζωτο	≤ 15 – 65 mg / l
Αμμωνία	10 mg / l
Φώσφορο	2 ppm

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων μπορεί να επιτύχει αρκετά υψηλή ποιότητα σύμφωνα με τα πρότυπα και για αυτό η εκροή τους είναι κατάλληλη για διάθεση σε υδάτινους αποδέκτες, αλλά ο κίνδυνος παθογόνων τα καθιστά ακατάλληλα για επανακυκλοφορία μέσα στο σφαγείο. Την επανακυκλοφορία του επεξεργασμένου νερού των διαδικασιών και του νερού πλυσίματος την απαγορεύουν και οι κτηνίατροι.

3.18 Γενικές τεχνικές για μείωση κατανάλωσης νερού και όγκου ή / και φορτίου αποβλήτων

3.18.1 Σε επίπεδο εγκαταστάσεων σφαγείου

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των υγρών αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο κατά το στάδιο της εγκατάστασης του εξοπλισμού και να προβλεφθούν κατά το σχεδιασμό του [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Χρησιμοποίηση ξέστρων για την απομάκρυνση της κοπριάς και της στρωμνής πριν το πλύσιμο με νερό των οχημάτων μεταφοράς των ζώων. Έτσι ώστε να μειωθεί η κατανάλωση νερού και ο όγκος των υγρών αποβλήτων και να μπορεί να αξιοποιηθεί η στερεά κοπριά.
2. Καθαρισμός των οχημάτων διανομής του κρέατος με τη χρήση μάνικας υψηλής πίεσης (18 – 25 atm) με ρυθμιζόμενο ακροφύσιο, έτσι ώστε να μειωθεί η κατανάλωση του νερού.
3. Ημιαυτόματη ή χειρονακτική λειτουργία του εξοπλισμού και της εκτέλεσης των εργασιών του πρώτου μέρους της γραμμής σφαγής, όπου για παράδειγμα ο εκδοροσφαγέας χρησιμοποιεί κάποιο βοηθητικό εξοπλισμό για το κόψιμο του ορθού εντέρου. Η αυτοματοποίηση της γραμμής παραγωγής κρέατος συνεπάγεται αύξηση της κατανάλωσης νερού και ενέργειας. Παρόλα αυτά κάποιες δυσάρεστες εργασίες για το προσωπικό του σφαγείου είναι αυτοματοποιημένες όπως είναι ο χωρισμός στα δύο των σφάγιων και ο εκσπλαχνισμός.

4. Αποφυγή και ελαχιστοποίηση του ξεπλύματος (rinsing) των σφάγιων σε συνδυασμό με τη χρήση καθαρών τεχνικών σφαγής. Δηλαδή η προσεκτική σφαγή και η απομάκρυνση των εντοσθίων και των άκρων από εξειδικευμένο προσωπικό αποτρέπουν ή / και ελαχιστοποιούν τη μόλυνση των σφάγιων και βελτιώνουν την ποιότητα του κρέατος. Ενώ ταυτόχρονα μειώνεται και η ανάγκη για πλύσιμο του σφάγιου, μετά από έγκριση του κτηνιάτρου της μονάδας. Το πλύσιμο μπορεί να περιοριστεί μετά το κόψιμο στα δύο των σφάγιων για την απομάκρυνση της σκόνης από τα οστά.
5. Εφαρμογή αυτοματοποιημένων διατάξεων ελέγχου για την έναρξη και το σταμάτημα της παροχής νερού σε όλη τη γραμμή σφαγής. Υπάρχουν αισθητήρες όπως τα φωτοκύτταρα που μπορούν να εγκατασταθούν για να ανιχνεύουν το πέρασμα των σφάγιων και να παρέχουν την απαιτούμενη ποσότητα νερού. Έτσι το νερό σταματά αυτόματα όταν δεν υπάρχει σφάγιο στο συγκεκριμένο χώρο, με αποτέλεσμα να εξοικονομείται μεγάλη ποσότητα νερού.
6. Συνεχής συλλογή, ξεχωριστά για κάθε είδος, των παραπροϊόντων κατά μήκος της γραμμής σφαγής. Επίσης πρέπει να γίνεται διαχωρισμός μεταξύ στερεών και υγρών παραπροϊόντων. Παράδειγμα υλών που μπορούν να συλλεχθούν και να μεταφερθούν με ξηρό τρόπο είναι τα εντόσθια που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση και τα φτερά στα πτηνοσφαγεία. Ενώ αντίθετα τα εντόσθια που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, όπου ο έλεγχος της θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντικός, μπορούν να μεταφερθούν μέσα σε νερό για τον έλεγχο της ψύξης τους. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού, δεδομένου ότι χρησιμοποιείται το νερό μόνο όταν χρειάζεται και έχουμε μικρότερες απώλειες των παραπροϊόντων προς το νερό και μικρότερο φορτίο BOD, COD και θρεπτικών στα απόβλητα.
7. Εγκατάσταση δύο αγωγών απορροής στο χώρο αφαιμάξης, ενός που οδηγεί σε δεξαμενή συλλογής και ενός που οδηγεί στο αποχετευτικό σύστημα. Κατά τη διάρκεια της αφαιμάξης των ζώων ο αγωγός που οδηγεί στη δεξαμενή συλλογής είναι ανοιχτός και αυτός που οδηγεί στο αποχετευτικό σύστημα κλειστός. Κατά τη διάρκεια του καθαρισμού του χώρου λειτουργεί το σύστημα αντίθετα και τα υγρά πηγαίνουν στο αποχετευτικό σύστημα. Έτσι το αίμα μπορεί να συλλεχθεί χωρίς να διαλυθεί στο νερό και τα υγρά απόβλητα περιέχουν την ελάχιστη δυνατή ποσότητα αίματος. Με αυτή την τεχνική μειώνεται το BOD και η ποσότητα του αζώτου στα υγρά απόβλητα και το αίμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αιματάλευρων.
8. Έλεγχος της θερμοκρασίας του αίματος ή ψύξη του. Το αίμα που δεν μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία μέσα σε ένα πολύ σύντομο χρονικό διάστημα πρέπει να ψυχθεί σε μια θερμοκρασία κάτω από τους 10 °C, στο σφαγείο αμέσως μετά από τη συλλογή (ή / και στην εγκατάσταση όπου το αίμα θα παραληφθεί). Αυτό μπορεί να περιορίσει τα προβλήματα οσμών και τη ρύπανση των υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αίματος.
9. Συλλογή των αποβλήτων από το δάπεδο με ξηρό τρόπο. Μια γενική αρχή των σύγχρονων διαδικασιών στα σφαγεία είναι να ελαχιστοποιηθεί η ποσότητα νερού που προστίθεται στα ζωικά παραπροϊόντα που συλλέγονται και μεταφέρονται για περαιτέρω επεξεργασία ή διάθεση. Μεγάλη ποσότητα αίματος και αποβλήτων πέφτουν στο δάπεδο κάτω από τη γραμμή σφαγής. Η έκπλυση τους προς τη μονάδα διαχείρισης υγρών αποβλήτων (WWTP) ή το αποχετευτικό σύστημα, μπορεί να αποφευχθεί κατά τη διάρκεια της

- λειτουργίας του σφαγείου με στεγνό καθάρισμα. Για αυτό το σκοπό μπορούν να χρησιμοποιηθούν φτυάρια, ελαστικά μάκτρα και αναρρόφηση με κενό.
10. Χρήση αναρρόφησης σε υγρή φάση (wet suction) παραπροϊόντων ή / και συλλογή αποβλήτων πριν από το πλύσιμο. Το πρώτο καθάρισμα των οχημάτων μεταφοράς των ζώων μπορεί να γίνει με τη χρήση αναρρόφησης σε υγρή φάση. Πειράματα στη Νορβηγία έχουν δείξει ότι είναι απαραίτητη η χρήση ενός συστήματος κενού με μεγάλη ισχύ αναρρόφησης όταν το μίγμα κοπριάς και στρωμνής έχει αποξηραθεί. Αυτό το σύστημα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στο χώρο ανάπαυσης / αναμονής των ζώων και για τη συλλογή των υπολειμμάτων του αίματος και των μαλακών ιστών. Με αυτή την τεχνική της αναρρόφησης μειώνεται και η κατανάλωση νερού που θα απαιτούνταν για το αρχικό πλύσιμο των χώρων και η αύξηση του φορτίου των υγρών αποβλήτων από το αίμα, τα λίπη, την κοπριά και άλλα ζωικά παραπροϊόντα. Βέβαια στη συνέχεια μετά την αναρρόφηση γίνεται πλύσιμο των χώρων, αλλά με μικρότερη ποσότητα νερού και με λιγότερους ρύπους.
 11. Μείωση της κατανάλωσης νερού κατά τη σφαγή των πτηνών. Για παράδειγμα μπορούν να μην εκτελούνται οι μη απαιτούμενοι ψεκασμοί (sprays) με νερό. Επίσης μπορούν να βελτιωθεί ο χειρονακτικός καθαρισμός με αύξηση του στεγνού καθαρισμού, π.χ. με απομάκρυνση των στερεών υλικών και απορρόφηση των υγρών που έχουν χυθεί. Μπορεί να μειωθεί ο ρυθμός ροής του νερού. Το πλύσιμο με μέση πίεση μπορεί να γίνει τη νύχτα και την ημέρα να γίνονται μόνο τα πλυσίματα που απαιτούνται με χαμηλή πίεση. Η Οδηγία του Συμβουλίου 92/116/ΕΟΚ της 17ης Δεκεμβρίου 1992 όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 71/118/ΕΟΚ για τα προβλήματα υγείας που έχουν επιπτώσεις στο εμπόριο του φρέσκου κρέατος πουλερικών απαιτεί το πλύσιμο των σφάγιων μετά τον εκσπλαχνισμό (evisceration).
 12. Χρήση νερού υπό πίεση (pressurised water) για το πλύσιμο των σφάγιων. Αν η πίεση διατηρηθεί κάτω από 1 MPa, μπορεί να αποφευχθεί η απόσπαση των λιπών και κατά συνέπεια η αύξηση του φορτίου των υγρών αποβλήτων. Η μίξη συμπιεσμένου αέρα με νερό αυξάνει την πίεση χωρίς τη χρήση υπερβολικού νερού.
 13. Απομάκρυνση των μη απαραίτητων βρυσών από τη γραμμή σφαγής. Ωστε να συλλέγονται τα απόβλητα με στεγνό τρόπο. Μόνο οι εγκαταστάσεις για το πλύσιμο των χεριών και του ιματισμού πρέπει να παραμείνουν.
 14. Μόνωση και κάλυψη των διατάξεων αποστείρωσης των μαχαιριών (knife sterilisers). Το δοχεία αποστείρωσης μαχαιριών που βρίσκονται σε όλο το μήκος της γραμμής σφαγής μπορούν να μονωθούν και να εφαρμοστούν σταθερά καλύμματα. Αυτά τα δοχεία έχουν αυλακώσεις στις οποίες τοποθετούνται δύο μαχαίρια με τις λεπίδες τους να εμβαπτίζονται στο νερό στους 82 °C. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η κατανάλωση νερού και η κατανάλωση ενέργειας.
 15. Περιοδική αλλαγή του νερού σε διατάξεις αποστείρωσης μαχαιριών που θερμαίνονται με ηλεκτρικό ρεύμα και ελέγχονται από χρονοδιακόπτη. Τα διάφορα εργαλεία κοπής για λόγους υγιεινής, καθαρίζονται και απολυμαίνονται αρκετές φορές κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας, στο τέλος της εργάσιμης ημέρας και πριν χρησιμοποιηθούν όταν λερωθούν. Στα μικρά σφαγεία, μπορεί να εγκαταλειφθεί το σύστημα ζεστού νερού (82 °C) εάν εγκατασταθούν νέες διατάξεις αποστείρωσης με στοιχεία θέρμανσης και εάν έχει εγκατασταθεί σύστημα θέρμανσης του νερού με ηλεκτρική ενέργεια και για τον υπόλοιπο εξοπλισμό. Αυτή η τεχνική μειώνει σημαντικά τις

απώλειες θερμότητας σε σχέση με το σύστημα ζεστού νερού και επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος της θερμοκρασίας. Η κατανάλωση νερού μπορεί να μειωθεί όταν αλλάζει περιοδικά το νερό στις διατάξεις αποστείρωσης με τη χρήση χρονοδιακόπτη.

16. Διπλά δοχεία αποστείρωσης των μαχαιριών. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία απαιτεί την αποστείρωση των μαχαιριών μετά από τη σφαγή κάθε ζώου. Για παράδειγμα έχουν σχεδιαστεί και εγκατασταθεί 55 μικρές διατάξεις αποστείρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα που έχει ο καθένας 2 δοχεία που περιέχουν νερό στους 82 °C. Τα μαχαιρία τοποθετούνται στα δοχεία μετά από κάθε χρήση και χρησιμοποιούνται μετά από περιστροφή του συστήματος αποστείρωσης ώστε να έχει επιτευχθεί η αποστείρωση των μαχαιριών. Ειδικές βαλβίδες ροής επιτρέπουν μόνο μια πολύ μικρή ροή για να αποφευχθεί η απώλεια νερού. Έχει αναφερθεί ότι η εξοικονόμηση σε νερό είναι 1 l / min για κάθε δοχείο και η συνολική ετήσια εξοικονόμηση φτάνει τα 6.453 m³ / yr.
17. Αποστείρωση των μαχαιριών με τη χρήση ατμού χαμηλής πίεσης. Σε μία διάταξη αποστείρωσης με ατμό χαμηλής πίεσης το νερό θερμαίνεται μέσω ενός συστήματος έγχυσης ατμού (injection of steam). Το νερό αλλάζεται χειρονακτικά όταν απαιτείται, ή ελέγχεται από ένα χρονοδιακόπτη. Η κατανάλωση νερού είναι περίπου 500 l / d, ή λιγότερο ανάλογα με πόσο συχνά αλλάζεται το νερό. Με αυτή την τεχνική μειώνεται τόσο η κατανάλωση ενέργειας όσο και η κατανάλωση του νερού.
18. Θαλαμίσκοι πλυσίματος των χεριών και του ιματισμού. Ένας εκδοροσφαγέας απαιτείται να πλύνει τα χέρια του αρκετές φορές κατά τη διάρκεια μιας εργάσιμης ημέρας και κάθε φορά που συνεχίζει την εργασία του μετά από ένα διάλειμμα. Γενικά είναι αποδεκτό ως ορθή πρακτική να χρησιμοποιεί νερό στους 42 °C. Σε μερικές μονάδες απαιτείται επίσης και το πλύσιμο του ιματισμού του, π.χ. τις προστατευτικές ποδιές. Σε σφαγεία για παράδειγμα ήταν σύνηθες να χρησιμοποιούνται διάφορες μάνικες (σωλήνες) και λεκάνες πλυσίματος, με ζεστό νερό που έτρεχε όλη την εργάσιμη ημέρα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας τεράστιας ποσότητας υγρών αποβλήτων και την κατανάλωση ενέργειας. Οι διάφορες μάνικες (hose pipes) και οι λεκάνες πλυσίματος αντικαταστάθηκαν από θαλαμίσκους οι οποίοι περιέχουν βρύσες που λειτουργούν με ποδοδιακόπτες (foot pedals – πετάλι ποδιού). Όταν ο διακόπτης - πετάλι δεν είναι πιεσμένος η ροή του νερού σταματά αυτόματα. Εναλλακτικά, η βρύση μπορεί να λειτουργήσει με ένα φωτοηλεκτρικό σύστημα, που ανιχνεύει τη παρουσία του εκδοροσφαγέα και ανοίγει το νερό.

3.18.2 Σε επίπεδο γραμμής σφαγής μεγάλων ζώων

3.18.2.1 Ξεφόρτωμα των ζώων και χώρος ανάπαυσης / αναμονής

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο του ξεφορτώματος των ζώων και στο χώρο ανάπαυσης / αναμονής [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Διακοπή της σίτισης των ζώων 12 ώρες πριν από τη σφαγή. Αυτή η τεχνική μειώνει την ποσότητα των μη χωνεμένων υλών στο στομάχι των ζώων. Εντούτοις, τα ζώα δεν είναι απαραίτητα στο σφαγείο 24 ώρες πριν από τη σφαγή, έτσι η εφαρμογή μιας τέτοιας πολιτικής θα απαιτούσε τη συνεργασία

με τον αγρότη και το μεταφορέα, οι οποίοι δεν πρέπει να παραβούν τις απαιτήσεις καλής διαβίωσης των ζώων. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται οι κοπριάς, το περιεχόμενο του στομαχιού των ζώων και οι ακαθαρσίες στη στρωμνή, τα οποία αυξάνουν το BOD του νερού πλυσίματος στα οχήματα μεταφοράς, στις εγκαταστάσεις ανάπαυσης των ζώων και τον εξοπλισμό του σφαγείου. Έτσι μειώνονται τα υγρά απόβλητα (από το νερό πλυσίματος) που πρέπει να επεξεργαστούν και οι οσμές που αναδύονται στους διάφορους χώρους επεξεργασίας των ζωικών παραπροϊόντων και των χώρων ανάπαυσης των ζώων. Η οδηγία 93/119/ΕΚ της 23^{ης} Δεκεμβρίου 1993 αναφέρει ότι τα ζώα προς σφαγή πρέπει να έχουν πόσιμο νερό στη διάθεση τους και αν δεν θανατωθούν σε 12 ώρες από την άφιξη τους θα πρέπει να τους δοθεί τροφή σε μέτρια ποσότητα και σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα.

2. Ελαχιστοποίηση του χρόνου παραμονής των ζώων στο σφαγείο για να μειωθεί η παραγωγή κοπριάς και ούρων στους χώρους αναμονής των ζώων, ενώ ταυτόχρονα τηρούνται και οι συνθήκες καλής διαβίωσης των ζώων. Πάντως η μείωση της ποσότητας της κοπριάς συνεπάγεται και μείωση του BOD των υγρών αποβλήτων από τα νερά πλυσίματος των χώρων. Ωστόσο η κοπριά είναι η πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαερίου και για την κομποστοποίηση, και πρέπει να συλλέγεται όσο το δυνατόν πιο ξηρή και με τη μικρότερη δυνατή ανάμιξη με άλλα απόβλητα.
3. Προσθήκη ξηράς στρωμνής στην υπάρχουσα στρωμνή για να απορροφήσει την κοπριά. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται τα επίπεδα του BOD στα υγρά απόβλητα. Έτσι η στρωμνή αλλάζει μια φορά την εβδομάδα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κομπόστα (εδαφοβελτιωτικό).
4. Ελεγχόμενη κατανάλωση νερού σύμφωνα με τη ζήτηση. Η παροχή νερού μπορεί να ελέγχεται σύμφωνα με τη ζήτηση και να παρέχεται η απαιτούμενη ποσότητα νερού στα ζώα σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα. Η παροχή πόσιμου νερού μπορεί να μειωθεί με την εγκατάσταση θήλαστων (teats) που μπορούν να ανοίξουν άμεσα από τα ζώα. Η χρήση των θήλαστων αντί των γουρνών με νερό έχει το πλεονέκτημα ότι το νερό παρέχεται μόνο όταν πίνουν τα ζώα. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού.
5. Καταιονισμός (showering) των χοίρων με ακροφύσια που ελέγχονται από χρονοδιακόπτη για εξοικονόμηση νερού. Για λόγους καλής διαβίωσης των χοίρων τις ξεστές, ξηρές μέρες, οι χοίροι διαβρέχονται με νερό. Με αυτό τον τρόπο ηρεμούν τα ζώα και δεν στρεσάρονται. Τα ακροφύσια του ντους (shower nozzles) μπορούν να σχεδιαστούν και να εγκατασταθούν έτσι ώστε να ενεργοποιούνται μόνο όταν υπάρχουν παρόντες χοίροι. Η ροή και ο χρόνος λειτουργίας ελέγχονται αυτόματα. Ο καταιονισμός επίσης βελτιώνει το περιβάλλον για τους ανθρώπους που εισέρχονται στο χώρο ανάπαυσης / αναμονής των χοίρων, με ταυτόχρονη μείωση του αναπνεύσιμου και του συνολικού επιπέδου σκόνης. Αυτή η τεχνική μειώνει την κατανάλωση νερού σε σύγκριση με χειροκίνητα ή συνεχούς λειτουργίας συστήματα.
6. Στεγνός καθαρισμός του δαπέδου του χώρου ανάπαυσης / αναμονής των ζώων και περιοδικός καθαρισμός του με νερό. Ο καθαρισμός του χώρου ανάπαυσης / αναμονής των ζώων μπορεί να γίνει με τη συλλογή της κοπριάς και της στρωμνής, πριν το ξέπλυμα με νερό. Ο καθαρισμός με τη χρήση ενός μάκτρου (squeegee) και ενός φτυαριού είναι ικανοποιητικός σε κανονικές συνθήκες, αν και πρέπει να γίνεται και πλύσιμο με υψηλή πίεση τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα. Στόχος και αυτής της τεχνικής είναι η μείωση της κατανάλωσης νερού.

3.18.2.2 Αφαίμαξη (bleeding)

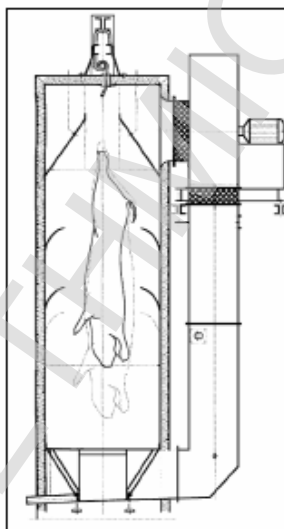
Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της αφαίμαξης των ζώων [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Βελτιστοποίηση της διαδικασίας αφαίμαξης και της συλλογής του αίματος, έτσι ώστε να συλλέγεται η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα αίματος και να μειωθεί το αίμα που στάζει κατά μήκος της γραμμής σφαγής. Στα μεγάλα ζώα, η χρήση των κοίλων μαχαιριών (hollow knives) έχει μικρότερη απόδοση στη συλλογή του αίματος από την παραδοσιακή μέθοδο κατά το ξεκίνημα της αιμορραγίας. Για τους χοίρους, η παραγωγή αίματος έχει αναφερθεί ότι είναι το 75 - 80 %. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο χρόνος αφαίμαξης με τη χρήση ενός κοίλου μαχαιριού περιορίζεται σε 20 - 40 δευτερόλεπτα, λόγω της ταχύτητας λειτουργίας της γραμμής σφαγής και δεδομένου ότι αναφέρεται ότι είναι ο χρόνος που απαιτείται για να συλλεχθεί το αίμα καλύτερης ποιότητας. Τα ζώα στη συνέχεια μπορούν να κρεμαστούν πάνω από μία γούρνα συλλογής αίματος (blood collection trough) μέχρι να μειωθεί σε ασήμαντη ποσότητα το αίμα που στάζει από το σφάγιο. Η δεύτερη αφαίμαξη (second "bleed") περιέχει θρόμβους (clots) και δεν είναι ποιοτικά συμβατό το αίμα που συλλέγεται έτσι για φαρμακευτική χρήση ή χρήση σε τρόφιμα. Οπότε αυτό μπορεί να οδηγηθεί σε μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων ή για παραγωγή βιοαερίου ή ακόμα για κομποστοποίηση (composting). Η χρήση των κοίλων μαχαιριών για τη συλλογή του αίματος των βοοειδών έχει σταματήσει σε πολλές χώρες, π.χ. Δανία, δεδομένου ότι το αίμα των μηρυκαστικών δεν χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση ή ως τροφή ζώων. Στην παραδοσιακή μέθοδο ο χρόνος αφαίμαξης είναι περίπου 7 λεπτά για τα βοοειδή και 5 - 6 λεπτά για τους χοίρους. Για να αυξηθεί ο χρόνος παραμονής στην περιοχή αφαίμαξης έτσι ώστε να προλαβαίνει να στραγγίσει το αίμα από το ζώο χρησιμοποιείται μια περιστροφική διάταξη που ονομάζεται «bleeding carousel». Στην παραδοσιακή μέθοδο της κοπής του λαιμού, η συλλογή του αίματος μπορεί να επεκταθεί με τη χρήση γούρνας συλλογής του αίματος από ανοξείδωτο χάλυβα που ολισθαίνει από το χώρο αφαίμαξης μέχρι την δεξαμενή ζεματίσματος ή το χώρο απομάκρυνσης του δέρματος. Αυτή η γούρνα μπορεί να είναι αναρτημένη στην υπερυψωμένη ράγα που μεταφέρονται τα σφάγια και να τα ακολουθεί. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται στα σφάγια αιγοπροβάτων. Με αυτή την τεχνική μειώνονται ο όγκος των υγρών αποβλήτων που χρειάζεται επεξεργασία και το φορτίο τους, καθώς και η κατανάλωση νερού για το πλύσιμο των εγκαταστάσεων.
2. Χρήση μάκτρον (squeegee) για τον αρχικό καθαρισμό της γούρνας συλλογής αίματος. Ένα ελαστικό μάκτρο με μια έκκεντρη λαβή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταφερθεί το αίμα από τη γούρνα αίματος στο δοχείο συλλογής αίματος χωρίς τη χρήση νερού πλυσίματος στο αρχικό στάδιο. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού για τον καθαρισμό και μειώνονται και τα επίπεδα COD και BOD στα υγρά απόβλητα. Ενώ ταυτόχρονα παραμένει και ο όγκος των υγρών αποβλήτων μικρός.

3.18.2.3 Ζεμάτισμα χοίρων

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο του ζεματίσματος (scalding) των χοίρων [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Ζεμάτισμα των χοίρων με συμπύκνωση / ατμό (condensation / steam) ή κατακόρυφο ζεμάτισμα. Το ζεμάτισμα με ατμό είναι μια εναλλακτική λύση αντί για το ζεμάτισμα με καυτό νερό και επιτυγχάνεται με τη χρήση υγρού αέρα που θερμαίνεται περίπου στους 60 - 62 °C. Τα σφάγια των χοίρων μεταφέρονται μέσω ενός τούνελ (σήραγγας). Ο υγρός αέρας εξάγεται στο πάνω μέρος της σήραγγας μέσω των ανεμιστήρων και κυκλοφορεί σε εσωτερικά κανάλια, όπου υγραίνεται και θερμαίνεται από τον ατμό. Οι ανεμιστήρες στη συνέχεια φυσούν τον ζεστό υγρό ατμό πίσω στο πιο χαμηλό τμήμα της σήραγγας ζεματίσματος. Ελάσματα εκτροπής του αέρα οδηγούν τον αέρα στα σφάγια, όπου συμπυκνώνεται και παράγει το φαινόμενο του ζεματίσματος (scalding effect). Η συγκεκριμένη τεχνική απεικονίζεται στο Σχήμα 3.22. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού και ενέργειας.



Σχήμα 3.22: Απεικόνιση σήραγγας ζεματίσματος με συμπύκνωση (condensation scalding tunnel)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

2. Μόνωση και σκέπασμα των δεξαμενών ζεματίσματος των χοίρων. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται οι απώλειες σε θερμότητα και μειώνεται η εξάτμιση του νερού, δηλαδή μειώνεται η κατανάλωση νερού.
3. Έλεγχος της στάθμης του νερού στις δεξαμενές ζεματίσματος των χοίρων. Η εφεδρική απόσταση από τη στάθμη του νερού μέχρι την κορυφή της δεξαμενής και το σωλήνα υπερχειλίσης πρέπει να είναι επαρκής για να αποφεύγεται η υπερχειλίση λόγω της εκτόπισης του όγκου όταν εισέρχονται

τα σφάγια μέσα στη δεξαμενή. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και νερού.

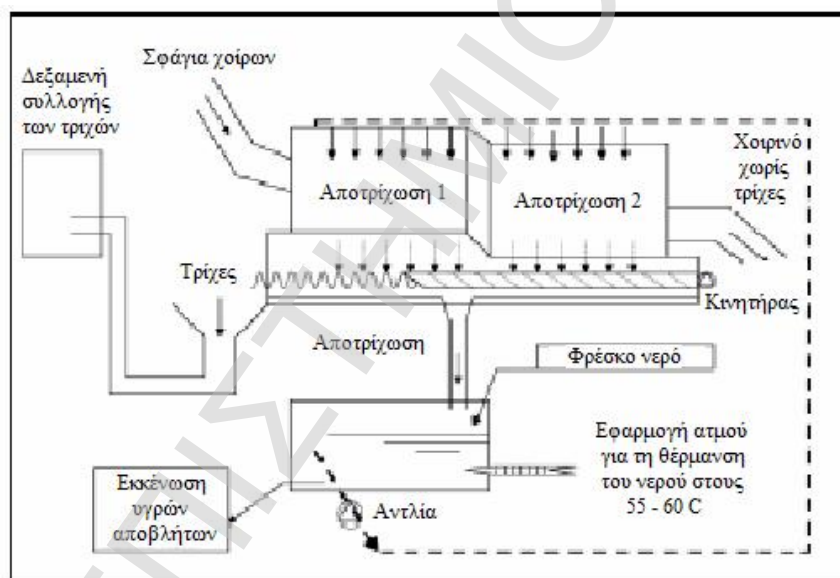
Πίνακας 3.40: Σύγκριση κατανάλωσης νερού για διάφορες μεθόδους ζεματίσματος.

	Δεξαμενή ζεματίσματος	Ζεμάτισμα με κατιονισμό και κυκλοφορία του νερού	Ζεμάτισμα με συμύκνωση / με ατμό
Κατανάλωση νερού	8.440.000 lt / έτος	5.200.000 lt / έτος	336.000 lt / έτος

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

3.18.2.4 Αποτρίχωση και αφαίρεση νυχιών των χοίρων

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της αποτρίχωσης και της αφαίρεσης των νυχιών των χοίρων, βλέπε και Σχήμα 3.23 [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:



Σχήμα 3.23: Επανακυκλοφορία του νερού κατά την αποτρίχωση των χοίρων.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

1. Επανακυκλοφορία του νερού μέσα στις μηχανές αποτρίχωσης των χοίρων. Το νερό που χρησιμοποιείται στις μηχανές αποτρίχωσης των χοίρων μπορεί να κυκλοφορήσει εκ νέου, αφού αναθερμανθεί με ατμό στη θερμοκρασία που απαιτείται για την αποτρίχωση (de-hairing). Έτσι το νερό συλλέγεται σε μια δεξαμενή, στην οποία ο ατμός εγχέεται για να αυξήσει τη θερμοκρασία. Για λόγους υγιεινής ολόκληρο το σύστημα είναι κλειστό και η συλλογή και η επανακυκλοφορία του νερού πραγματοποιούνται υπό συνθήκες υγιεινής. Το

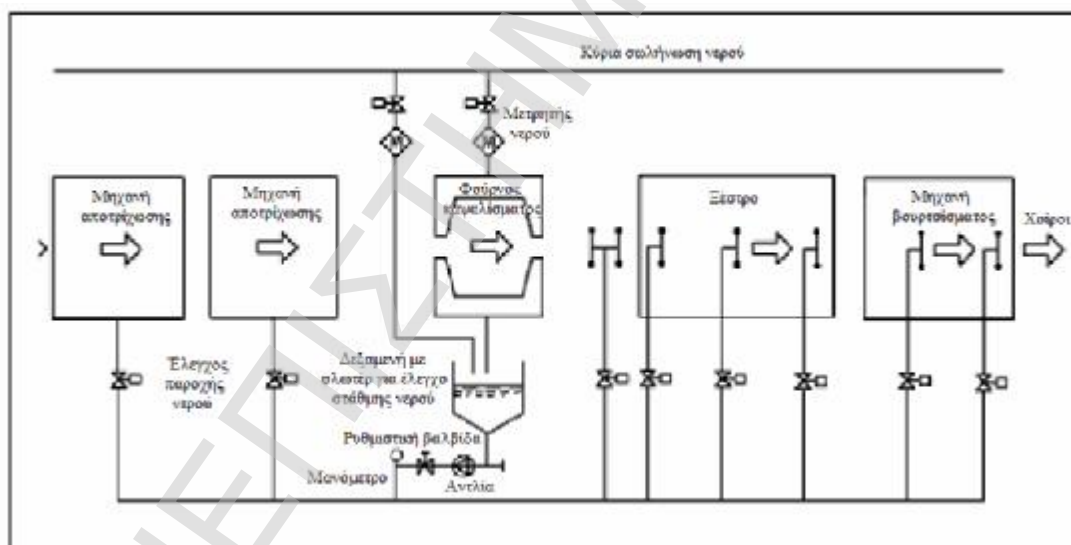
νερό αδειάζετε και το σύστημα καθαρίζεται και απολυμαίνεται τουλάχιστον μία φορά την ημέρα. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού και η χρήση ενέργειας.

2. Αντικατάσταση των σωλήνων εισαγωγής του νερού στην κορυφή των μηχανών αποτρίχωσης με ακροφύσια (nozzles), τα οποία κατευθύνουν τη ροή του νερού πάνω στους χοίρους. Το νερό μπορεί να ρυθμίζεται έτσι ώστε να τρέχει μόνο όταν υπάρχει χοίρος στη μηχανή. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού.

3.18.2.5 Καψάλισμα (singeing) χοίρων

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο του καψάλισματος των χοίρων [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Επαναχρησιμοποίηση του κρύου νερού από τον κλίβανο καψάλισματος (singeing kiln), Σχήμα 3.24. Το νερό που έχει κρυώσει μπορεί να συλλεχθεί από τον κλίβανο καψάλισματος και να διανεμηθεί, π.χ. προς τη δεξαμενή ζεματίσματος, αν χρειάζεται, ή για τη διαδικασία του καθαρισμού. Επίσης οι σωλήνες εισόδου του νερού μπορούν να αντικατασταθούν από ακροφύσια που κατευθύνουν το νερό πάνω στους χοίρους. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης νερού, κατά 780 l / t σφάγιων.



Σχήμα 3.24: Το σύστημα Grinsted με επαναχρησιμοποίηση του κρύου νερό από ένα κλίβανο καψάλισματος (singeing kiln).

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

2. Καταιονισμός (showering) με επίπεδα ακροφύσια εκτόξευσης (flat jet nozzles) νερού μετά το καψάλισμα, αντί των συμβατικών καταιονιστών (shower heads). Η παροχή νερού μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ρέει νερό μόνο όταν

υπάρχει στο χώρο σφάγιο. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης νερού κατά 65 l / t σφάγιων.

3.18.2.6 Επεξεργασία πέτσας (rind treatment) χοίρων

Για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης του νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της επεξεργασία της πέτσας των χοίρων [IPPC, 2003 & 2005] η ακόλουθη τεχνική:

1. Αντικατάσταση των σωλήνων (irrigation pipes) εισόδου του νερού με επίπεδα ακροφύσια εκτόξευσης (flat jet nozzles) νερού, τα οποία έχουν αρκετά πιο μικρή κατανάλωση νερού. Όμως ακροφύσια με διάμετρο κάτω των 2 mm τίθενται συχνά εκτός λειτουργίας. Σε μερικές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι απαραίτητη η χρήση πιεζοστατικών δοχείων για να αυξηθεί η πίεση του νερού.

3.18.2.7 Αφαίρεση των εντοσθίων

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της απομάκρυνσης των εντοσθίων (απεντέρωσης) [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Αποστείρωση των πριονιών (μεγάλων μαχαιριών), με τα οποία ανοίγονται τα στέρνα των ζώων, σε ένα κουβούκλιο (cabinet) με ακροφύσια ζεστού νερού (82 °C) που λειτουργούν αυτόματα. Η παροχή του νερού ανοίγει και κλείνει όταν απαιτείται. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού κατά 130 – 195 l / t σφάγιων.
2. Ρύθμιση και ελαχιστοποίηση της χρήσης νερού για την μετακίνηση των εντέρων. Νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις διατάξεις ολίσθησης (slides), στις μεταφορικές ταινίες και στους ανελκυστήρες εντέρων, μόνο σε περίπτωση ανάγκης. Η απαιτούμενη ποσότητα νερού μπορεί να καθοριστεί και να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη ρύθμιση σε μόνιμη βάση. Με αυτή την τεχνική μειώνεται τόσο η κατανάλωση σε νερό, όσο και η παράσυρση υψηλού φορτίου BOD (περιεχομένου εντέρων) με το νερό. Στη συνέχεια τα εντόσθια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περιβλήματα λουκάνικων ή για τροφή κατοικίδιων ζώων.

3.18.2.8 Ψύξη

Για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης του νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της ψύξης των σφάγιων [IPPC, 2003 & 2005], η ακόλουθη τεχνική:

1. Να μην εφαρμόζεται καταιονισμός στα σφάγια πριν την ψύξη σε σήραγγα κατάψυξης. Η παραδοσιακή μέθοδος του καταιονισμού των σφάγιων πριν την είσοδο τους στη σήραγγα κατάψυξης πρέπει να εξεταστεί εκ νέου, δεδομένου ότι δεν εφαρμόζονταν σε όλα τα σφαγεία. Γενικά, μετά το ζεμάτισμα τα σφάγια των χοίρων δεν χρειάζονται επιπλέον πλύσιμο, αν και ψύχονταν με

αυτόν τον τρόπο μετά το καψάλισμα. Η τεχνική της μη εφαρμογής καταιονισμού μειώνει σημαντικά την κατανάλωση νερού.

3.18.2.9 Κατάντη δραστηριότητες που συνδέονται με την επεξεργασία των εντοσθίων και των δερμάτων

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της επεξεργασίας των εντοσθίων και των δερμάτων και δορών [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Αφαίρεση των λεπίδων τεμαχισμού (chopping blades) από το πλυντήριο παραπροϊόντων. Έτσι η κοπριά μαζί με τα έντερα στέλνονται στην μονάδα επεξεργασία ζωικών μη εδώδιμων παραπροϊόντων (rendering). Αυτή η τεχνική μειώνει το BOD, τα αιωρούμενα στερεά και άλλους ρύπους που πηγαίνουν στην μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).
2. Ξηρή εκκένωση των στομαχιών. Τα στομάχια ανοίγονται με μία μηχανή κοπής. Το περιεχόμενο τους πέφτει στη βάση της μηχανής, από όπου αντλούνται για χρήση, π.χ. στην παραγωγή βιομάζας ή κομπόστας. Υπάρχουν διαθέσιμες μηχανές που αδειάζουν τα στομάχια χωρίς τη χρήση νερού, εκτός από μια μικρή ποσότητα που χρησιμοποιείται για να καθαρίσει το μαχαίρι της μηχανής. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης νερού και μειώνεται ο όγκος και το φορτίο BOD των υγρών αποβλήτων. Τα στομάχια στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανθρώπινη κατανάλωση, π.χ. πατσάς, ή ως τροφή κατοικίδιων ζώων.
3. Ξηρή συλλογή του περιεχομένου των λεπτών εντέρων. Το περιεχόμενο των λεπτών εντέρων των χοίρων, τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως περιβλήματα σε λουκάνικα, μπορεί να συλλεχθεί με ξηρή μέθοδο. Το πρώτο στάδιο καθαρισμού περιλαμβάνει την εκκένωση των εντέρων με τράβηγμα (pulling) από ένα ζεύγος κυλίνδρων. Το περιεχόμενο τους μπορεί στη συνέχεια να συλλεχθεί σε ένα δίσκο και να αντληθεί σε ένα περιέκτη (container) κοπριάς. Λίγο νερό χρειάζεται για να μην προκληθεί ζημιά στα έντερα, αλλά πρέπει να είναι πολύ μικρή η ποσότητα του νερού ώστε να μην διαλυθεί το περιεχόμενο των εντέρων. Η διαβροχή μπορεί να γίνει με ακροφύσια, τα οποία σταματούν να εφοδιάζουν το χώρο με νερό όταν δεν υπάρχουν έντερα. Το περιεχόμενο των εντέρων ρέει με ευκολία, δεδομένου ότι είναι μια γλοιώδης μάζα. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού και συνεπώς μειώνεται ο όγκος και το φορτίο BOD των υγρών αποβλήτων. Τα έντερα στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περιβλήματα λουκάνικων ή για τροφή κατοικίδιων ζώων.
4. Ξηρή εκκένωση των εντέρων χοίρων, τα οποία δεν θα χρησιμοποιηθούν για περιβλήματα λουκάνικων. Τα έντερα κόβονται ώστε να μπορούν να διαχωριστούν από το περιεχόμενο τους με φυγοκέντρηση (centrifugation). Βασικά η φυγοκέντρηση μπορεί να εφαρμοστεί χωρίς τη χρήση νερού, εκτός από το απαιτούμενο νερό για τον καθαρισμό με ένα απλό σύστημα αντλιών. Η επιλογή ενός κατάλληλου τύπου αντλίας και ενός κοχλιωτού μεταφορέα μπορεί να εξαλείψει την ανάγκη για προσθήκη νερού. Αυτή η τεχνική μειώνει την κατανάλωση νερού και συνεπώς μειώνεται και ο όγκος και το φορτίο BOD των υγρών αποβλήτων. Η κοπριά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα, μετά την παραγωγή βιοαερίου.

5. Χρησιμοποίηση ακροφυσίων αντί για καταιονιστές για την ύγρανση των μεγάλων εντέρων (παχύ έντερο) των χοίρων. Το παχύ έντερο των χοίρων βρέχεται για να μπορεί να ολισθαίνει εύκολα και για να μην καταστρέφεται. Η παροχή του νερού των ακροφυσίων μπορεί να ελέγχεται από ένα φωτοκύτταρο (photocell), ώστε να σταματά όταν δεν υπάρχουν έντερα στο χώρο. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού, από 3,8 l ανά έντερο χοίρου με τον καταιονιστή που λειτουργεί συνέχεια σε 1,0 l ανά έντερο χοίρου με το ακροφύσιο.
6. Έλεγχος της κατανάλωσης νερού κατά το πλύσιμο μικρών (λεπτά) και μεγάλων (παχύ) εντέρων. Η παροχή του νερού μπορεί να ρυθμίζεται με ακρίβεια και να εγκατασταθούν βαλβίδες στα ακροφύσια καθώς και αυτόματοι ρυθμιστές για το σταμάτημα της παροχής του νερού. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού και η εισροή ρύπων στα υγρά απόβλητα.
7. Χρήση μηχανικής παγίδας λιπών για την απομάκρυνση του λίπους από το νερό. Η θερμή εκροή από τον καθαρισμό των λεπτών εντέρων και το νερό από τους φυγοκεντρωτές (centrifuges) περιέχουν υψηλά επίπεδα λίπους και πρωτεϊνών και μπορούν να προ-καθαριστούν σε μία αυτόματη μονάδα αφαίρεσης λιπών (automatic fat removal unit), πριν την εκροή τους. Πρώτα αφήνεται να πέσει η θερμοκρασία και στη συνέχεια γίνεται προσθήκη κροκιδωτικών ουσιών (flocculants) που μεγιστοποιούν το διαχωρισμό του λίπους και των πρωτεϊνών. Το πέρασμα των λιπών από ένα ηθμό (sieve), που καθαρίζεται με κρύο νερό υπό πίεση, αποτρέπει τη διάλυση των λιπών και κάνει πιο εύκολη τη συλλογή τους. Μια μηχανική παγίδα λίπους (mechanised fat trap) είναι κατασκευασμένη με μια ορθογώνια ή κυκλική δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα. Το νερό διατηρείται στη δεξαμενή μέχρι το λίπος να διαχωριστεί και να πάει στην επιφάνεια, όπου ένα σύστημα με μηχανικό ξέστρο το μεταφέρει σε ένα περιέκτη αποθήκευσης (storage container). Με αυτή την τεχνική μειώνεται το BOD και το N στα υγρά απόβλητα. Το λίπος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μονάδα επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering).
8. Συλλογή βλεννώδους ιστού (mucosa) από τα λεπτά έντερα των χοίρων. Ο βλεννώδης ιστός (mucosa) είναι η βλεννώδης μεμβράνη του λεπτού εντέρου, η οποία αφαιρείται κατά τη διάρκεια του καθαρισμού. Έχει πολύ μεγάλο BOD και μπορεί να συλλεχθεί χωρίς να αναμιχθεί στα υγρά απόβλητα. Ο βλεννώδης ιστός (mucosa) μπορεί να εξαχθεί με πίεση και να συλλεχθεί στη συνέχεια με άντληση σε μια δεξαμενή. Η ύλη είναι υπό μορφή πολτού, έτσι είναι ουσιαστικό η αντλία να είναι αξιόπιστη για να μην τεθεί εκτός λειτουργίας. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση του οργανικού φορτίου (BOD) στα υγρά απόβλητα. Ο βλεννώδης ιστός (mucosa) μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τη φαρμακοβιομηχανία, για την παραγωγή ηπαρίνης (heparin) ή από μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων ή από εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου.
9. Ελαχιστοποίηση της χρήσης νερού κατά τη διάρκεια του ξεπλύματος των γλωσσών (tongues) και των καρδιών (hearts). Το ξέπλυμα των γλωσσών, των γλυκαδιών (πάγκρεας) και του κρέατος των λαιμών γίνεται μερικές φορές για την απομάκρυνση του αίματος. Οι γλώσσες μπορούν να ξεπλυθούν χωρίς να χρησιμοποιηθεί τρεχούμενο νερό. Ένας προγραμματιστής - χρονόμετρο μπορεί να εγκατασταθεί στην παροχή νερού, ώστε να εξασφαλίζει ότι το νερό χρησιμοποιείται μόνο τον απαραίτητο χρόνο. Οι γλώσσες μπορούν επίσης να

κρεμαστούν σε ένα πολλαπλό γάντζο (τύπου Christmas tree) ή να τοποθετηθούν σε ένα καροτσάκι με διατρήσεις και να ξεπλυθούν έπειτα πριν την αποθήκευση τους σε ένα ψυκτικό θάλαμο. Το ξέπλυμα των καρδιών μπορεί να γίνει με ένα καταιονιστή μετά την ανάρτηση τους σε μια εσχάρα (rack). Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού και η επιπλέον εισροή ρύπων. Οι γλώσσες και οι καρδιές μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για ανθρώπινη κατανάλωση ή για τροφή κατοικίδιων ζώων.

10. Χειρισμός (με κοπή άχρηστων τμημάτων [trimming]) των δορών και δερμάτων που δεν προορίζονται άμεσα για επεξεργασία σε βυρσοδεψείο (δηλαδή όταν θα παρέλθει αρκετός χρόνος μετά την αφαίρεση τους από τα ζώα). Ο χειρισμός τους περιλαμβάνει την κοπή των άκρων των δορών και δερμάτων, με άλλα λόγια όλων των ανεπιθύμητων υλικών όπως πόδια, ουρές, μαστάρια, εξωτερικά γεννητικά όργανα κτλ, για να αποκτήσει η πρώτη ύλη μια καλύτερη μορφή. Αυτή η διεργασία εκτελείται με το χέρι, με τη χρήση κατάλληλων μαχαιριών και πρέπει να γίνεται μόνο στις δορές και τα δέρματα που προορίζονται για το βυρσοδεψείο. Αυτή η διεργασία γίνεται συνήθως στο σφαγείο, αν και μπορεί να γίνει και στο βυρσοδεψείο. Για κάθε τύπο τομαριού ή δέρματος χρησιμοποιείται και το κατάλληλο μαχαίρι. Ο χειρισμός των δορών άμεσα μετά την αφαίρεση τους από τα ζώα βελτιστοποιεί την εναλλακτική χρήση των άκρων που κόβονται π.χ. ως τροφή για κατοικίδια ζώα, παραγωγή ζελατίνης ή καλλυντικών και μειώνει την παραγωγή αποβλήτων, και στο σφαγείο και στο βυρσοδεψείο. Επίσης έτσι απομακρύνονται οι μολυσματικοί παράγοντες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αποσύνθεση τα δέρματα. Ελαχιστοποιείται επίσης η κατανάλωση ουσιών που χρησιμοποιούνται για τη συντήρηση των δερμάτων. Για παράδειγμα αν στο σφαγείο χρησιμοποιείται αλάτι για τη συντήρηση της δοράς, η χρησιμοποιούμενη ποσότητα είναι μικρότερη. Αυτό μειώνει κατά συνέπεια και την επιβάρυνση των υγρών αποβλήτων με αλάτι. Αναφέρεται ότι αυτή η τεχνική επιφέρει μείωση 7 – 10 % στην ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται στη βιομηχανία δερμάτων. Επιπλέον μειώνονται και οι οσμές, μετά την αφαίρεση των τμημάτων που αποσυντίθεται.
11. Αποθήκευση των δορών και δερμάτων σε θερμοκρασία 10 – 15 °C, αν υποβληθούν σε επεξεργασία μέσα σε 8 – 12 ώρες. Με αυτή την τεχνική αποφεύγεται η χρήση αλατιού και η επερχόμενη επιβάρυνση των υγρών αποβλήτων στο σφαγείο και στο βυρσοδεψείο, καθώς και η διάθεση των υπολειμμάτων του αλατιού.
12. Αλάτισμα των δορών και των δερμάτων σε τύμπανο (drum). Οι δορές και τα δέρματα μπορούν να εισέλθουν άμεσα από τη γραμμή σφαγής σε ένα τύμπανο, που μοιάζει με μπετονιέρα, και εκεί να γίνει προσθήκη καθαρού αλατιού. Με αυτή την τεχνική δεν χρειάζεται ψύξη με νερό. Η ποσότητα του αλατιού που χρησιμοποιείται μειώνεται κατά 30 – 50 %, σε σύγκριση με το τραπέζι αλατίσματος (salting table). Επίσης όλο το αλάτι χρησιμοποιείται, σε σχέση με την προσθήκη αλατιού σε τραπέζι αλατίσματος που μια σημαντική ποσότητα αναπόφευκτα καταλήγει στα υγρά απόβλητα.
13. Αλάτισμα σε τύμπανο (drum) των δερμάτων προβάτων και αρνιών με προσθήκη βορικού οξέος. Η διαδικασία είναι όπως πριν μόνο που εδώ προστίθεται βορικό οξύ, για την αποφυγή της ανάπτυξης αλόφιλων βακτηρίων (halophilic bacteria).
14. Συλλογή με ξηρή μέθοδο των υπολειμμάτων του αλατιού που χρησιμοποιήθηκε κατά τη συντήρηση των δορών και δερμάτων. Τα

υπολείμματα του αλατιού μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν ή αν είναι υπερβολικά μολυσμένα μπορούν να συλλεχθούν και να διατεθούν σε ξηρή μορφή. Το υπερβολικά μολυσμένο αλάτι διατίθεται για αποτέφρωση αποβλήτων. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η ποσότητα του αλατιού που χρησιμοποιείται και έτσι υπάρχει μικρότερη επιβάρυνση των υγρών αποβλήτων.

15. Συντήρηση των δορών και των δερμάτων με ψύξη. Οι δορές των βοοειδών πλένονται και ψύχονται στους 2 °C. Με αυτή την τεχνική αποφεύγεται η χρήση αλατιού και συνεπώς όλα τα πιθανά προβλήματα που απορρέουν από αυτή. Όπως η μείωση της απόδοσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, εκτός και αν υπάρχει μια σειρά από εγκαταστάσεις για την επεξεργασία των υφάλμυρων υγρών που όμως αυξάνουν το μέγεθος της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.
16. Συντήρηση των δορών και των δερμάτων με ψύξη με νιφάδες ή τριμμένο πάγο. Οι δορές των βοοειδών πλένονται και συντηρούνται έπειτα σε νιφάδες πάγου (flaked ice) στους 2 °C. Έτσι αποφεύγεται η χρήση άλατος και τα προβλήματα που απορρέουν από τη χρήση του.

3.18.3 Σε επίπεδο γραμμής σφαγής πτηνών

3.18.3.1 Παραλαβή πτηνών

Για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της παραλαβής των πτηνών [IPPC, 2003 & 2005], η ακόλουθη τεχνική:

1. Επαναχρησιμοποίηση του νερού για το πλύσιμο των κλουβιών. Το σύστημα σχεδιάζεται για να κάνει πιο οικονομική τη χρήση του νερού με την προσθήκη του καθαρού νερού από το τελικό πλύσιμο στα αρχικά στάδια. Οποιοσδήποτε ακαθαρσίες φιλτράρονται και συμπληρώνεται νερό για να διατηρηθεί η στάθμη του νερού στο σύστημα.

3.18.3.2 Ζεμάτισμα

Για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο του ζεματίσματος των πτηνών [IPPC, 2003 & 2005], η ακόλουθη τεχνική:

1. Ζεμάτισμα με ατμό των πουλερικών. Τα πτηνά μπορούν να ζεματιστούν ενώ βρίσκονται αναρτημένα με το πέρασμα τους μέσα από ατμό. Με αυτή την τεχνική αναφέρεται ότι μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση της κατανάλωσης του νερού τουλάχιστον κατά 25 %, σε σχέση με το ζεμάτισμα με τη χρήση ζεστού νερού.

3.18.3.3 Αφαίρεση των φτερών ή μάδημα

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε

ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της αφαίρεση των φτερών των πτηνών [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Χρήση ακροφυσίων (nozzles) αντί για σωλήνες εισροής νερού, για την παροχή του νερού στη μηχανή μαδήματος (de-feathering machine). Ακροφύσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη συνέχεια μετά την αφαίρεση των φτερών, μαζί με λουριά χτυπήματος (beater straps), για τον καταιονισμό των πουλερικών. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης νερού και πιο αποτελεσματικό πλύσιμο.
2. Χρήση ανακυκλωμένου νερού, π.χ. από το ζεμάτισμα, για την μεταφορά των φτερών. Τα φτερά συλλέγονται σε μια γούρνα κάτω από την μηχανή μαδήματος (plucking machine). Και στη συνέχεια μεταφέρονται με ανακυκλωμένο νερό σε μια εσχάρα (screen) όπου συλλέγονται. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης νερού.

3.18.3.4 Αφαίρεση εντοσθίων

Για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της αφαίρεσης των εντοσθίων (evisceration) των πτηνών [IPPC, 2003 & 2005], η ακόλουθη τεχνική:

1. Εξασφάλιση ικανοποιητικής ποσότητας νερού με λιγότερους καταιονιστές. Μια γραμμή απεντέρωσης (αφαίρεσης των εντοσθίων) με συνολικά 32 καταιονιστές αναφέρεται ότι έχει μια χρήση νερού περίπου 600 l / h. Αλλάζοντας τους καταιονιστές με ακροφύσια ψεκασμού (spray nozzle) π.χ. με επίπεδο στόμιο, τα οποία εκτιμάται ότι έχουν ροή 500 l / h, μπορούμε να εξοικονομήσουμε νερό. Επιπλέον εξοικονόμηση επιτυγχάνεται με μία νέα γραμμή με λιγότερους καταιονιστές. Με αυτή την τεχνική μειώνεται η κατανάλωση νερού και κατά συνέπεια και όγκος των υγρών αποβλήτων που πρέπει να επεξεργαστούν και η παράσυρση ρύπων, όπως αίματος και λίπους προς τα υγρά απόβλητα.

3.18.3.5 Ψύξη

Υπάρχουν κάποιες γενικές τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης νερού και την μείωση του φορτίου των αποβλήτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα σφαγείο μεγάλων ζώων κατά το στάδιο της ψύξης των πτηνών [IPPC, 2003 & 2005], όπως οι ακόλουθες:

1. Ψύξη με αέρα. Η ψύξη με αέρα χρησιμοποιείται γενικά όταν τα σφάγια πρόκειται να πουληθούν φρέσκα. Η ψύξη μπορεί να πραγματοποιηθεί με παρτίδες (batch, διαλείποντος έργου) σε ένα ψυκτικό θάλαμο ή με συνεχή τροφοδοσία με τη μέθοδο της ριπής του αέρα. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται πολύ πιο μειωμένη κατανάλωση νερού, έναντι της ψύξης με εμβάπτιση / περιστροφή ή της ψύξης με ψεκασμό. Πειράματα έχουν δείξει ότι η ψύξη με αέρα μπορεί να μειώσει το ποσοστό μόλυνσης του συγκεκριμένου τροφίμου περισσότερο από το ένα τρίτο από αυτό που προκαλείται με την ψύξη με εμβάπτιση. Η μόλυνση των τροφίμων που προκαλείται με την ψύξη με εμβάπτιση (immersion chilling) δεν είναι μόνο εγγενής στη διαδικασία, δηλαδή να περιλαμβάνει μόνο τα εμβαπτισμένα πτηνά και να μεταδίδεται

μέσω του κοινού νερού, αλλά εξαρτάται και από την αποτελεσματικότητα του πλυσίματος πρόψυξης. Κατά τη διάρκεια της ψύξης με εμβάπτιση, τα σφάγια λαμβάνουν νερό και σε κάποια Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η μικροβιακή μόλυνση ελέγχεται με χλωρίωση, που προβλέπεται για το πόσιμο νερό.

2. Έλεγχος της παροχής νερού για ψύξη με εμβάπτιση / περιστροφή. Οι εγκαταστάσεις ψύξης με εμβάπτιση / περιστροφή (immersion / spin chillers) μπορεί να καταναλώσουν την μεγαλύτερη ποσότητα νερού από όλες τις άλλες μεθόδους ψύξης. Ο όγκος του νερού που παρέχεται μπορεί να ελέγχεται έτσι ώστε να διατηρείται σταθερή η απαιτούμενη ποσότητα και να είναι ανάλογη με τον αριθμό των σφαγμένων πουλερικών. Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται μείωση της κατανάλωσης του νερού, της μόλυνσης του νερού και της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Επίσης μειωμένη θα είναι και η κατανάλωση ενέργειας για την ψύξη του νερού.

3.19 Επεξεργασία αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων

Στις μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering) παράγονται στερεά, αέρια και υγρά απόβλητα σε σημαντικές ποσότητες. Μερικά από αυτά τα απόβλητα είναι σχετικά δύσκολο να διαχειριστούν και κυρίως οι ενοχλητικές οσμές.

3.19.1 Στερεά άχρηστα υλικά

Τα στερεά απόβλητα (άχρηστα υλικά) παράγονται στο χώρο παραλαβής και αποθήκευσης με τη μορφή δοχείων που δεν χρησιμοποιούνται πια και σπασμένων παλετών. Επίσης, τα μπάζα και τα υπολείμματα κατά τη συντήρηση των εγκαταστάσεων, τις τροποποιήσεις, τις επεκτάσεις και τις περιοδικές βελτιώσεις του εξοπλισμού συνεισφέρουν στα στερεά απόβλητα και πρέπει να διαχειριστούν.

3.19.2 Απόβλητα που μεταφέρονται με τον αέρα

Τα απόβλητα που μεταφέρονται με τον αέρα έχουν πάντα αισθητή παρουσία σε τυπικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος. Όλα τα αντικείμενα τα οποία έρχονται σε επαφή με τις πρώτες ύλες στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων γίνονται πηγές ενοχλητικών οσμών [Woodard, 2001]. Η διεργασία της αναερόβιας βιοαποδόμησης των εύκολα αποδομήσιμων πρωτεϊνών του κρέατος των ζώων προκαλεί τις οσμές. Αυτή η διεργασία αναφέρεται ως αποσύνθεση ή σήψη (putrefaction) και παράγει ουσίες που αναδύουν δυσάρεστες οσμές όπως αμίνες, αμίδια, ινδόλες, σκατόλες, διάφορα πτητικά οξέα, και ενώσεις θείου όπως υδρόθειο και μεθυλο- και αιθυλο – μαρκαπτάνες [Woodard, 2001].

3.19.3 Απόβλητα που μεταφέρονται με το νερό

Πρωτογενείς πηγές υγρών αποβλήτων από τις μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος είναι οι ακόλουθες:

- Αίμα και άλλα υγρά που απορρέουν από τα παραπροϊόντα (by-products) κόκκινου κρέατος, κρέατος πουλερικών και ψαριών, τα οποία είναι η πρώτη ύλη για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας
- Νερά από το πλύσιμο της μονάδας που είναι χρησιμοποιούνται συνεχώς για τον έλεγχο της αέριας ρύπανσης από τις δυσάρεστες οσμές
- Υγρά μετά το καθάρισμα του αέρα (blow – down) από τους υγρούς σαρωτές (wet scrubbers) που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της αέριας ρύπανσης.

Το καθάρισμα με πλύσιμο της μονάδας, ως μέρος των πρακτικών διαχείρισης της μονάδας που εφαρμόζεται για τον έλεγχο των ενοχλητικών οσμών, είναι η μεγαλύτερη πηγή υγρών αποβλήτων σε ότι αφορά τον όγκο τους. Σταθερό πλύσιμο του εξοπλισμού της μονάδας και των δαπέδων απαιτείται από τη φύση του εξοπλισμού και των υλικών που χειρίζονται. Οι περισσότερες μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (rendering plants) δεν παράγουν τίποτα για ανθρώπινη κατανάλωση. Για αυτό το λόγο, ο εξοπλισμός δεν είναι τόσο εύκολο να καθαριστεί, όσο στους σχετικά ακριβούς τύπους που χρησιμοποιούνται για μονάδες επεξεργασίας εδώδιμων τροφίμων (edible food – processing plants). Ο εξοπλισμός χειρισμού των υλικών ουσιαστικά αποτελείται από κοχλιωτούς μεταφορείς και ανοιχτές αντλίες ώθησης. Αυτός ο εξοπλισμός χειρίζεται τα σπλάχνα πτηνών και ζώων, ψάρια και τμήματα ψαριών, και την ιλύ από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (και από μονάδες επεξεργασίας που βρίσκονται στο χώρο του σφαγείου ή και από εγκαταστάσεις που βρίσκονται απομονωμένες). Αυτός ο συνδυασμός των αφρόντιστων υλικών μαζί με τους τύπους του εξοπλισμού χειρισμού οδηγεί σε σχεδόν συνεχείς διαφυγές λόγω σταξίματος και εκχύσεων.

Επιπλέον, οι ατμοί των λιπών και ελαίων μέσα στη περιοχή επεξεργασίας συμπυκνώνονται συνεχώς στις επιφάνειες, οπότε προκύπτει ένα βιοδιασπώσιμο φιλμ που γίνεται παχύτερο με το χρόνο ειδικά αν δεν πλένονται οι επιφάνειες τακτικά. Το αποτέλεσμα είναι ότι το πλύσιμο της μονάδας με διαβροχή πρέπει να γίνεται ασταμάτητα. Μόλις μια περιοχή καθαριστεί, ξεκινά η υποβάθμιση. Οι υγροί σαρωτές (wet scrubbers) πρέπει επίσης να λειτουργούν συνεχώς για τον έλεγχο των οσμών [Woodard, 2001].

3.19.4 Ελαχιστοποίηση των αποβλήτων

Παρά το γεγονός ότι το νερό πλυσίματος των εγκαταστάσεων δημιουργεί τα περισσότερα υγρά απόβλητα που χρειάζονται επεξεργασία, οι πρακτικές καλής διαχείρισης είναι οι πιο σημαντικές τεχνικές περιορισμού των αποβλήτων για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος. Το σημαντικότερο είναι να χρησιμοποιηθούν ρηγά μεταλλικά δοχεία για τη συλλογή των σταγόνων (drip pans) και άλλες διατάξεις περιορισμού για να μειωθούν όσο είναι δυνατόν οι ποσότητες των υλικών σε χώρους που πρέπει να καθαριστούν όπως είναι το δάπεδο, οι τοίχοι και οι επιφάνειες των μηχανημάτων [Woodard, 2001].

Οι μέθοδοι ξηρού καθαρισμού πρέπει πάντα να χρησιμοποιούνται στη μέγιστη δυνατή έκταση. Οι μέθοδοι ξηρού καθαρισμού, με τη χρήση σκουπών, φαρασιών, συσκευών καθαρίσματος με κενό και με αέρα, είναι μια σημαντική τεχνική ελαχιστοποίησης των αποβλήτων σε οποιοδήποτε βιομηχανικό περιβάλλον. Είναι πολύ σημαντικός ο καθαρισμός στο περιβάλλον των εγκαταστάσεων επεξεργασίας

παραπροϊόντων κόκκινου κρέατος, κρέατος πουλερικών και ψαριών εξαιτίας της συνεχούς παρουσίας υγρών πολύ υψηλού οργανικού φορτίου.

Όποτε είναι δυνατόν υγρές απορροές και υγρά θα πρέπει να διατίθενται πριν αυτά εισέλθουν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος. Αυτό, φυσικά, περιλαμβάνει μια αλλαγή κατεύθυνσης και αυτά τα υγρά θα πρέπει να οδηγηθούν για επεξεργασία κάπου αλλού. Από την άποψη των εγκαταστάσεων επεξεργασίας παραπροϊόντων, η ελαχιστοποίηση αυτών των υλικών είναι το καλύτερο.

Ένα παράδειγμα αυτού του τύπου ελαχιστοποίησης των αποβλήτων λαμβάνει χώρα σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας ψαριών κατώτερης ποιότητας στις ΗΠΑ (όπως για τα ψάρια Menhaden που είναι μη εδώδιμα εξ αιτίας των πολλών ψαροκόκαλων). Πριν καθιερωθούν μέτρα ελαχιστοποίησης των αποβλήτων, οι ψαρόβαρκες ψάρευαν με τη μέθοδο του δικτυού ψαρέματος “purse – seine” και φόρτωναν τα ψάρια μέσα στις βάρκες. Οι βάρκες τα μετέφεραν στην ακτή, όπου αυτά μεταφέρονταν στα φορτηγά με αντλία κενού (vacuum pump). Παλιότερα οι αντλίες κενού αντλούσαν τα ψάρια μαζί με τα υγρά των ψαριών έξω από τη βάρκα. Μετά τα υγρά των ψαριών που είναι μεγάλης περιεκτικότητας σε νερό, ρίχνονταν έξω από το πλοίο στο λιμάνι, αντί να φορτωθούν στο φορτηγό και να μεταφερθούν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Κι αυτό γιατί η εξάτμιση αυτού του νερού ήταν πολύ ακριβή.

Στο τέλος, ωστόσο, η νομοθεσία απαγόρευσε την απόρριψη αυτών των υγρών των ψαριών στο λιμάνι. Οπότε, τα υγρά αντλούνταν στα φορτηγά, και απορρίπτονταν στη συνέχεια στο δάπεδο του θαλάμου παραλαβής στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Αυτό προκαλούσε τεράστια προβλήματα υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Η λύση που τελικά βρέθηκε ήταν ο χειρισμός και η διάθεση αυτών των υγρών των ψαριών στις αποβάθρες με ένα τρόπο που δεν προκαλούσε ρύπανση.

Όλα τα παραπάνω σημαίνουν ότι, στην περίπτωση της υγρής επεξεργασίας των παραπροϊόντων, ίσως να υπάρχουν υπερβολικά νερά στη δεξαμενή στο τέλος της επεξεργασίας των παραπροϊόντων. Αυτό το νερό, που τυπικά έχει ένα BOD₅ περίπου 50.000 mg / L και μια τιμή TSS περίπου 2 %, θα μπορούσε να εξατμιστεί και τα υπολείμματα να αναμιχθούν στο συμπλήρωμα τροφής για ζώα [Woodard, 2001].

3.19.5 Επεξεργασία και διάθεση

Η επεξεργασία και η διάθεση των αποβλήτων από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων κόκκινου κρέατος, κρέατος πουλερικών και ψαριών εξετάζεται για την ελαχιστοποίηση των οργανικών ουσιών και των στερεών αποβλήτων, για τον έλεγχο των οσμών που εκλύονται από τα στερεά απόβλητα, και για το χειρισμό και τη διάθεση των στερεών αποβλήτων ως μη επικίνδυνα απόβλητα. Όσον αφορά τους αέριους ρύπους, ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι ο περιορισμός και η επεξεργασία τους μέσω των πλυντρίδων (wet scrubbers), [Woodard, 2001]. Τα υγρά απόβλητα είναι εξολοκλήρου οργανικά, με εξαίρεση τα υγρά μετά το καθάρισμα του αέρα (blow – down) στους υγρούς σαρωτές (wet scrubbers) και τις χημικές ουσίες για την ρύθμιση του pH και για τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων. Επομένως η βιολογική επεξεργασία πρέπει να είναι κατάλληλη και γι’ αυτά.

3.19.5.1 Στερεά απόβλητα

Τα κύρια στερεά απόβλητα από τα παραπροϊόντα του κόκκινου κρέατος, του κρέατος των πουλερικών ή / και των ψαριών αποτελούνται από τα υλικά συσκευασίας και μεταφοράς όπως τα βαρέλια 55 gallons, οι σπασμένες παλέτες, οι χαλύβδινοι μάντες, και να μη ανακυκλώσιμα δοχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την αποθήκευση χημικών ουσιών, απορρυπαντικών, λιπαντικών και εργαστηριακών υλικών [Woodard, 2001]. Μετά την ελαχιστοποίηση των δραστικών αποβλήτων και την ανακύκλωση, αυτά τα υλικά μπορούν να διατεθούν ως μη επικίνδυνα στερεά απόβλητα. Ακόμα δεν πρέπει να υπάρχουν μη οργανικές ουσίες στο ρεύμα των στερεών αποβλήτων δεδομένου ότι τέτοια απόβλητα μπορούν να προστεθούν στην τροφοδοσία του συστήματος επεξεργασίας παραπροϊόντων.

3.19.5.2 Απόβλητα που μεταφέρονται με τον αέρα

Σε πολλές εγκαταστάσεις επεξεργασίας παραπροϊόντων, ίσως το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι οι ενοχλητικές έντονες οσμές από την αναερόβια βιοαποδόμηση των πρωτεϊνούχων υλικών. Η λύση είναι η σχολαστική συγκράτηση κάθε οσμής που παράγεται, και η επεξεργασία της με την οξειδωτική δράση των χημικών διαλυμάτων στους υγρούς σαρωτές (wet scrubbers) [Woodard, 2001].

Οι δυσάρεστες οσμές που απαιτούν περιορισμό, συλλογή και επεξεργασία αναδύονται κατά το χειρισμό και την αποθήκευση των πρώτων υλών, καθώς και από τον χειρισμό και την λειτουργία του εξοπλισμού. Η διεργασία της επεξεργασίας των παραπροϊόντων από μόνη της, καθώς και οι διεργασίες που την ακολουθούν όπως η συμπίεση και η ξήρανση, είναι γενικά πηγές έντονων οσμών. Αυτές οι πηγές έντονων οσμών εκπέμπουν οσμές σε διάφορες συγκεντρώσεις, ανάλογα με τον ρύπο και την ηλικία των πρώτων υλών, και τη θερμοκρασία των πρώτων υλών κατά τη διάρκεια των ωρών ή ημερών πριν την τοποθέτησή τους στο σύστημα επεξεργασίας. Γενικά, από τις πρώτες ύλες που έχουν μεγαλύτερη ηλικία και που βρίσκονται σε ψηλότερες θερμοκρασίες αναδύονται οι πιο έντονες ενοχλητικές οσμές.

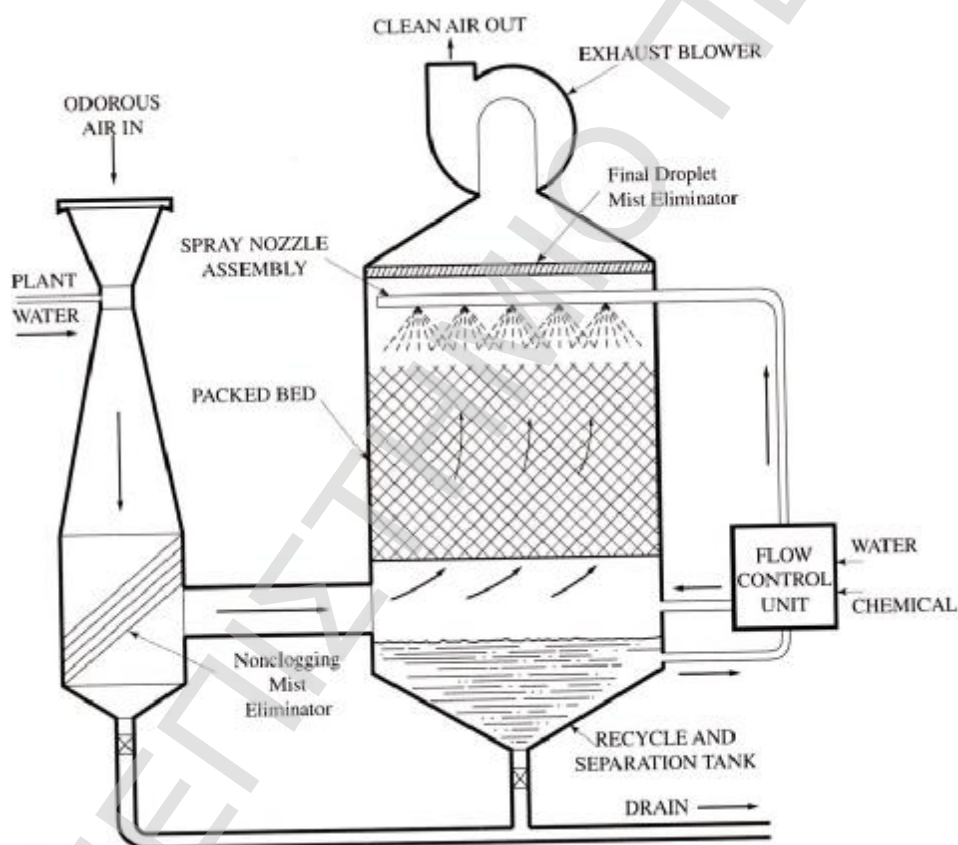
Οι οσμές από την επεξεργασία των παραπροϊόντων κυρίως είναι αμμωνία, αιθυλαμίνες και υδρόθειο. Ακόμα ουσίες όπως σκατόλες, άλλες αμίνες, θεικές ενώσεις και μερκαπτάνες συνεισφέρουν με τη σειρά τους στο μίγμα των οσμών από μονάδες επεξεργασίας παραπροϊόντων.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των οσμών στη βιομηχανία επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος είναι: μετακαυστήρες (διατάξεις μετάκαυσης - afterburners), συμπυκνωτές (condensers), προσροφητές (adsorbers), και πλυντρίδες ή υγροί σαρωτές (wet scrubbers) [Woodard, 2001 και Celenza, vol. III, 2000]. Τα αέρια από την διεργασία της επεξεργασίας παραπροϊόντων είναι σχεδόν πάντα συμπυκνωμένα. Η απομάκρυνση των δυνάμενων να συμπυκνωθούν οσμών έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί ως 10 φορές ο όγκος τους. Τα συμπυκνωμένα αέρια μπορούν στη συνέχεια να οδηγηθούν σε επιπρόσθετη επεξεργασία.

Η αποτέφρωση με φλόγα (flame incineration) ή η μετάκαυση (after burning) προσφέρει μια σίγουρη μέθοδο για τον έλεγχο των οσμών. Ωστόσο, το κόστος των καυσίμων κάνουν την λειτουργία ενός συστήματος μετακαυστήρων (afterburners) ασύμφορο. Η σάρωση (scrubbing) με ένα διάλυμα χημικών ουσιών είναι η σημαντικότερη μέθοδος για τον έλεγχο των οσμών. Ο ενεργός άνθρακας έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για την απομάκρυνση των οσμών με το μηχανισμό της

προσρόφησης. Ωστόσο, εφαρμόζεται σε περιορισμένη κλίμακα για την επεξεργασία αερίων σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας και ξηρών.

Μια τυπική περίπτωση μεγάλης μονάδας επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος διαθέτει από δύο έως τέσσερις πλυντρίδες ή υγρούς σαρωτές (wet scrubbers). Ο αέρας από κάθε περιοχή μέσα στη μονάδα πρέπει να διέλθει μέσω μιας από αυτές τις πλυντρίδες (wet scrubbers) πριν εξέλθει στο περιβάλλον. Στο Σχήμα 3.25 φαίνεται το διάγραμμα ενός τυπικού συστήματος υγρής σάρωσης ή πλυντρίδας (wet scrubbing) το οποίο χρησιμοποιείται για αυτό το σκοπό. Το σύστημα που φαίνεται στο Σχήμα 3.25 αποτελείται από ένα τμήμα venturi (αγωγός με λαιμό) που ακολουθείται από ένα σταθερό πύργο. Ένας μεγάλος φυσητήρας σπρώχνει τον αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου που βρίσκεται το σύστημα επεξεργασίας παραπροϊόντων και τον κατευθύνει μέσα στο σύστημα venturi - scrubber. Τα αέρια από την διεργασία επεξεργασίας ωθούνται επίσης να περάσουν μέσω ενός συστήματος venturi - scrubber, όμοιου με αυτό του Σχήματος 3.25.



Σχήμα 3.25: Σχηματικό διάγραμμα ενός συστήματος wet - scrubber.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth - Heinemann, Boston 2001.

Το τμήμα της πλυντρίδας (wet scrubber) του συστήματος αυτού venturi - scrubber είναι ουσιαστικά ένας πύργος που περικλείει τα πλαστικά tellerettes, που εξασφαλίζουν ένα πολύ μεγάλο εμβαδόν επιφάνειας, βλέπε Σχήμα 3.26. Τα πλαστικά tellerettes είναι πληρωτικό υλικό συγκεκριμένης διαμόρφωσης, ώστε να δίνει υψηλή διεπιφάνεια ανά όγκο με χαμηλό βάρος.

Ένα διάλυμα υποχλωριώδους άλατος, με pH που ρυθμίζεται για καλύτερη αποτελεσματικότητα, ψεκάζεται από την κορυφή των tellerettes. Αυτό το διάλυμα

ρέει προς τα κάτω μέσω του πολύ μεγάλου εμβαδού επιφάνειας της διάταξης. Ταυτόχρονα, τα αέρια ωθούνται προς τα πάνω μέσω της διάταξης με τη δράση ενός φυσητήρα.

Καθώς τα αέρια έρχονται σε επαφή με το διάλυμα υγρής σάρωσης (wet scrubbing), η οξειδωτική δράση των υποχλωριωδών αλάτων αλλάζει τη χημική φύση των ουσιών που προκαλούν τις οσμές. Επίσης πολλές από αυτές τις ουσίες διαλύονται στο διάλυμα αυτό της υγρής σάρωσης (wet scrubbing).



Σχήμα 3.26: Tellerettes, δηλαδή, πλαστικά με πολύ μεγάλο εμβαδόν επιφάνειας που περιέχονται στις πλυντρίδες (wet scrubbers).

Πηγή: <http://www.ncsassociates.com/tp/tellerettes.htm>

Ένας από τους πιο σημαντικούς σκοπούς ενός συστήματος ελέγχου των οσμών αναφέρθηκε πριν ως η διατήρηση της αρνητικής πίεσης μέσα στο κτίριο της μονάδας επεξεργασίας των παραπροϊόντων κρέατος. Αν η βαρομετρική πίεση στο εσωτερικό του κτιρίου είναι μικρότερη από τη βαρομετρική πίεση έξω από το κτίριο, είναι πιο δύσκολο για τις διαφυγούσες οσμές να περάσουν από το εσωτερικό προς τα έξω. Αυτή η αρνητική πίεση (αρνητική στο εσωτερικό σε σχέση με την εξωτερική) διατηρείται με απλό τρόπο διατηρώντας όλες τις πόρτες και τα παράθυρα κλειστά ενώ λειτουργούν τα συστήματα πλυντρίδων (wet scrubbers). Είναι αναγκαίο τα κτίρια να έχουν καλή κατασκευή. Γεγονός που σημαίνει να μην υπάρχουν διαρροές από τους τοίχους και να έχει καλή στεγανότητα στις πόρτες και τα παράθυρα. Αν το κτίριο είναι σχεδιασμένο με ορθολογικό τρόπο, είναι απλό να διατηρηθεί μια αρνητική πίεση στο εσωτερικό του και να γίνει ένας αποτελεσματικός έλεγχος των διαφυγών ή εκπομπών οσμών [Woodard, 2001]. Περιστασιακά ανοίγματα και κλεισίματα των πορτών για το πέρασμα ανθρώπων και οχημάτων μπορεί να θεωρηθούν ανεκτά.

3.19.5.3 Απόβλητα που μεταφέρονται με το νερό

Τα υγρά απόβλητα από τις μονάδες επεξεργασίας (rendering plants) που χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες τα παραπροϊόντα του κόκκινου κρέατος, του κρέατος των πουλερικών και των ψαριών υπόκεινται σε βιολογική επεξεργασία δεδομένου ότι αυτά τα υγρά απόβλητα είναι σχεδόν εξολοκλήρου οργανικά. Οι μόνες πηγές ανόργανων χημικών ουσιών είναι τα υγρά που προκύπτουν από το καθάρισμα του αέρα (blow – down) από τα συστήματα ελέγχου της αέριας ρύπανσης και πιθανά οι ανόργανες ενώσεις που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό [Woodard, 2001].

Αναερόβιες καθώς και αερόβιες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Το υψηλό οργανικό φορτίο αυτών των υγρών αποβλήτων, καθώς και οι υψηλές θερμοκρασίες, καθιστούν τις αναερόβιες τεχνολογίες επεξεργασίας ως τις πιο κατάλληλες. Ωστόσο, η αερόβια επεξεργασία χρησιμοποιείται επίσης με επιτυχία. Μια νέα μονάδα επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος στη Νέα Αγγλία επεξεργάζεται τα υγρά απόβλητα της με επιτυχία με τη χρήση της χημικής συσσωμάτωσης (chemical coagulation) και της επίπλευσης διαλυμένου αέρα (dissolved air flotation – DAF) για να απομακρύνει κυρίως πρωτεΐνες, λίπη και έλαια (τα οποία υπολογίζονται γύρω στο 80 % του BOD₅, που ακολουθείται από την ενεργή ιλύ για την απομάκρυνση των διαλυμένων κλασμάτων των ρυπαντών που μεταφέρονται με το νερό.

Αυτή η μονάδα επεξεργασίας χρησιμοποιεί παραπροϊόντα από την επεξεργασία του κόκκινου κρέατος, την επεξεργασία των πουλερικών, την επεξεργασία των ψαριών, και την ιλύ από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ως πρώτες ύλες. Χρησιμοποιούνται δύο συστήματα επεξεργασίας παραπροϊόντων. Το ένα ήταν ένα σύστημα ξηρής επεξεργασίας παραπροϊόντων συνεχούς ροής που λειτουργούσε στους 140 F και υπό κενό. Το δεύτερο ήταν ένα ξηρό σύστημα επεξεργασίας παραπροϊόντων τύπου διαλείποντος έργου. Σε μία τυπική μέρα, το σύστημα συνεχούς ροής έμπαινε σε λειτουργία με πουλερικά (εντόσθια, κεφάλια, πόδια και αίμα) και λειτουργούσε με ένα ρυθμό 30.000 lb / hr για 7 ώρες. Άλλαζε γραμμή παραγωγής για λίπη και οστά και λειτουργούσε με ένα ρυθμό 23.000 lb / hr για 2,5 ώρες. Μετά άλλαζε γραμμή παραγωγής για λίπη, οστά και τεμάχια κρέατος από την επεξεργασία κόκκινου κρέατος και από κρεοπωλεία, καθώς και για λίπη από εστιατόρια της περιοχής. Στη συνέχεια άλλαζε γραμμή παραγωγής για τα παραπροϊόντα από μονάδες επεξεργασίας ψαριών και λειτουργούσε με 50.000 lb / hr για 3 ώρες. Στο τέλος, άλλαζε τη γραμμή παραγωγής για μη εδώδιμα ψάρια (menhaden), ένα ιδιαίτερα λιπαρό ψάρι, για 4 έως 10 ώρες, ανάλογα με την τροφοδοσία.

Το σύστημα επεξεργασίας παραπροϊόντων διαλείποντος έργου έμπαινε σε λειτουργία με φτερά από μονάδες επεξεργασίας πουλερικών Δευτέρα απόγευμα και λειτουργούσε με ένα ρυθμό περίπου 3.000 rounds ανά ώρα μέχρι η τροφοδοσία με φτερά να εξαντληθεί το Σάββατο [Woodard, 2001]. Τα χαρακτηριστικά από τα συνδυασμένα υγρά απόβλητα από αυτή τη μονάδα, συμπεριλαμβανομένου και του νερού πλυσίματος των εγκαταστάσεων ήταν ως ακολούθως:

Ροή	96.000 gpd
BOD ₅	85.000 mg / L
	68.000 lb / day
TSS	6.000 mg / L
	4.800 gpd

Η χημική συσσωμάτωση σε συνδυασμό με το σύστημα DAF απομάκρυνε περίπου το 80 % του BOD₅ και περίπου το 90 % των TSS. Περίπου το 95 % των λιπών και ελαίων απομακρυνόταν με το DAF. Όλη η λάσπη από αυτό το σύστημα χρησιμοποιούνταν ως πρώτη ύλη για το ξηρό σύστημα επεξεργασίας παραπροϊόντων συνεχούς ροής.

Το αερόβιο σύστημα ενεργού ιλύος που ακολουθούσε το σύστημα DAF λειτουργούσε με τη χρήση αναμιγνυόμενων υδαρών πτητικών αιωρούμενων στερεών (mixed liquor volatile suspended solids – MLVSS) συγκεντρώσεων μεταξύ 9.000 και 11.000 mg / L, και με ένα υδραυλικό χρόνο παραμονής περίπου 3 ημερών. Ένας

ενσωματωμένος διαυγαστής (integral clarifier) ήταν άμεσα προσκολλημένος στη δεξαμενή αερισμού (aeration tank), και η ιλύς απορρίπτονταν από τη δεξαμενή αερισμού. Η παραμονή της ιλύος ήταν 10 ημέρες. Όλη η απορριπτόμενη ιλύς χρησιμοποιούνταν ως πρώτη ύλη στο ξηρό σύστημα επεξεργασίας παραπροϊόντων συνεχούς ροής. Συνολικά, η απομάκρυνση του BOD₅ για το συνδυασμένο σύστημα DAF – πλήρως αναμεμιγμένη ενεργή ιλύς ξεπερνούσε σταθερά το 99 %. Η απομάκρυνση των TSS και ελαίων και λιπών ξεπερνούσε το 95 % [Woodard, 2001].

3.20 Χαρακτηρισμός των υγρών αποβλήτων

Οι συγκεντρώσεις των ρύπων στα διάφορα υγρά απόβλητα από τα σφαγεία ή τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος συνοψίζονται στον Πίνακα 3.42 [Johns, 1995]. Παρά την σημαντική διακύμανση στα αποτελέσματα, τα δεδομένα αυτά παρέχουν μια χρήσιμη κατευθυντήρια οδηγία για τη σχεδίαση συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και δρα ως αφετηρία για την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων. Ενώ τα συνδυασμένα υγρά απόβλητα σφαγείων μπορεί να ποικίλουν σημαντικά όσον αφορά το COD και τη συγκέντρωση ολικού φωσφόρου (total phosphorus concentration – TP), η περιεκτικότητα σε άζωτο είναι συνήθως πιο αμετάβλητη.

Κατά τη σύγκριση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων σφαγείων χρειάζεται προσοχή δεδομένου ότι σε κάθε χώρα, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, η δομή του σφαγείου και οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα διαφέρουν. Για παράδειγμα τα γερμανικά σφαγεία δεν έχουν καμία εγκατάσταση επεξεργασίας μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (rendering plant), δεδομένου ότι αυτή η επεξεργασία πρέπει, από το νόμο, να λάβει χώρα σε μια ξεχωριστή εγκατάσταση εκτός σφαγείου. Ακόμα για εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος προβάτων (sheep-processing plants), η παρουσία μιας μονάδας επεξεργασίας δέρματος (fellmongery) μπορεί να αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις αζώτου στα υγρά απόβλητα σε θειούχα (sulphide), COD και λίπος, Πίνακας 3.41 [Johns, 1995].

Πίνακας 3.41 Χαρακτηριστικά αποβλήτων εκροής μονάδας επεξεργασίας δέρματος

Παράμετρος (mg / l)	Υγρά απόβλητα σφαγείου	Υγρά απόβλητα μονάδας επεξεργασίας δέρματος
COD	1680	14.100
TKN	130	1370
O & G	145	820

Πηγή: Johns M., “Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review”, Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.

Απαιτείται επίσης προσοχή στην ερμηνεία των δεδομένων της συγκέντρωσης, δεδομένου ότι οι διαδικασίες που περιγράφονται δεν είναι πάντα όμοιες, ο τύπος και το μέγεθος του ζώου διαφέρουν πολύ όπως και η κατανάλωση νερού. Η καλύτερη βάση για να εκφραστεί και να συγκριθεί η παραγωγή ρύπανσης και η χρήση του νερού είναι η χρήση ενός ισοδύναμου βάρους επεξεργασμένου σφαγίου (Equivalent Dressed Carcass Weight), δεδομένου ότι έπειτα είναι δυνατή η σύγκριση των στοιχείων μεταξύ των μικτών εξοπλισμών των ειδών και των ζώων διαφορετικού βάρους σφαγίου [Johns, 1995]. Δυστυχώς, τα δεδομένα δημοσιεύονται σπάνια με αυτήν την μορφή, βλέπε και Πίνακα 3.43.

Πίνακας 3.42: Αναλύσεις σημαντικών πηγών υγρών αποβλήτων σε σφαγεία από τη βιβλιογραφία.

Παράμετρος (mg / l)	1	2	3 (όρια 95 %)	4	5	6 (μέση τιμή; εύρος)	7	Συμπύκνωμα κουζίνας (8)	Αίμα (5,8)
BOD	710 – 4633	490 – 650	2105 (453)	1600 – 3000	1000 – 3500				150 – 200.000
TCOD	1925 – 11.118	1500 – 2200	5113 (1036)	4200 – 8500	1400 – 5000	1900; 530 – 4.700	6000	2400 – 6000	375.000
SCOD	780 – 10.090			1100 – 1600					
O & G		50 – 100	897 (376)	100 – 200				110 – 260	620
TSS	1011 – 1916		1774 (357)	1300 – 3400		640; 220 – 2100	6000		DM 18 – 20 %
TKN	110 – 240	120 – 180	248 (44,7)	114 – 148	250 – 700	115; 40 – 230	550	430 – 740	16.500
NH ₄ - N				65 – 87	200 – 300	30; 3 – 70	150	430 – 740	3500
Ολικό P (PO ₄ ³⁻)	13 - 22	12 – 20	22,1 (4,5)	20 – 30 (1,5 – 2,5)	80 – 120	15; 6 - 34	50	< 4	183
VFA				175 – 400			300		80
SO ₄ - S								< 2	300
Αλκαλικότητα				350 - 800				400	

1: Sayed & de Zeeuw (1988) (Holland), 2: Sayed et al (1987) (Holland), 3: Sachon (1984) (France), 4: Stebor et al (1990) (USA), 5: Tritt & Schuchardt (1992) (Germany), 6: Russel et al (1993) (NZ primary – treated wastewater), 7: Borja et al (1993) (Spain), 8: Hansen & West (1992).

Πηγή: Johns M., “Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review”, Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.

Πίνακας 3.43: Παραγωγή ρύπανσης ανά μονάδα στο σύνολο των σφαγείων των ΗΠΑ (δεκαετία 1970).

Παράμετρος	Μέση τιμή (kg / κεφάλι)	(kg / ton ζώντος βάρους)	Εύρος (kg / κεφάλι)	(kg / ton ζώντος βάρους)
BOD ₅	7,3 (1,4 – 3,1) ^a	13,3	4,7 – 9,9	8,6 – 18,0 (6,5 – 11) ^a
TSS	5,7	10,3	3,0 – 8,3	5,5 – 15,1
O & G	2,9	5,2	0,1 – 5,6	0,2 – 10,2

^a: δεδομένα Ηνωμένου Βασιλείου (Horwood, 1977).

Πηγή: Johns M., “Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review”, Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.

Η θερμοκρασία των αποβλήτων εκροής των σφαγείων φαίνεται να ποικίλλει σημαντικά παγκοσμίως. Στην Ευρώπη, έχουν συχνά χαμηλή θερμοκρασία (20 °C), σε αντίθεση με τα απόβλητα στην Αυστραλία, που είναι συνήθως 30 – 35 °C, αλλά μπορεί να έχουν ακόμα υψηλότερη θερμοκρασία σε υποτροπικές περιοχές. Αυτό μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την επιλογή και την οικονομία των διαδικασιών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (δηλαδή αναερόβια συστήματα υψηλού ρυθμού και νιτροκοποίηση), δεδομένου ότι τα βιολογικά συστήματα λειτουργούν συνήθως αρκετά γρηγορότερα στις υψηλότερες θερμοκρασίες (37 °C). Αντίθετα, η γαλακτωματοποίηση των λιπών (emulsification) στις υψηλότερες θερμοκρασίες δημιουργεί σημαντικές δυσκολίες, ειδικά στα συστήματα εντατικής επεξεργασίας, όπως οι εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος.

Η μορφή του COD στα απόβλητα που περνούν από κόσκινο με πλέγμα 1 mm (in screened effluent), παρουσιάζεται κατά το 40 – 50 % ως χονδροειδής, αιωρούμενη ύλη, η οποία ήταν αδιάλυτη και μόνο αργά βιοαποδομήσιμη, και το υπόλοιπο ως κολλοειδής και διαλυτή ύλη. Αυτό το ποσοστό διαφέρει αρκετά από τα υγρά αστικά απόβλητα, στα οποία το COD παρουσιάζεται κυρίως σε κολλοειδή μορφή.

Ανεξάρτητες εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος παράγουν αρκετά διαφορετικά υγρά απόβλητα από αυτά που είναι ενσωματωμένα με το σφαγείο, δεδομένου ότι οι συμπυκνωμένοι ατμοί των μονάδων επεξεργασίας μη εδώδιμων παραπροϊόντων κρέατος (condensed rendering vapours) είναι το σημαντικότερο φορτίο ρύπανσης. Αυτοί έχουν υψηλές συγκεντρώσεις BOD και αζώτου, καθώς και κατά ένα μεγάλο μέρος αμμωνία, αλλά είναι φτωχοί σε φώσφορο, σε αντίθεση με τα υγρά απόβλητα των σφαγείων. Η συγκέντρωση αζώτου της αμμωνίας (ammonia nitrogen concentration) μπορεί να διαφέρει σημαντικά μεταξύ του χειμώνα και του καλοκαιριού, λόγω της πιο εκτεταμένης αποδόμησης της πρώτης ύλης το καλοκαίρι, η οποία αυξάνει τα επίπεδα αζώτου της αμμωνίας [Johns, 1995].

Ως χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε ένα σφαγείο μεσαίας δυναμικότητας στην Ιταλία [Fabiano et al, 1995]. Το BOD του αίματος ήταν περίπου 160.000 mg/l. Αν υποθέσουμε ότι το βάρος του αίματος για κάθε βοοειδές αντιπροσωπεύει περίπου το 3 – 3,5 % του συνολικού βάρους του ζώου μπορούμε να υπολογίσουμε μια αρκετά μεγάλη τιμή BOD₅ που προκύπτει από τη σφαγή πολλών ζώων ανά ημέρα. Η σημερινή νομοθεσία της Ιταλίας δεν επιτρέπει την απευθείας είσοδο του αίματος σε υδατικό αποδέκτη ή στο αστικό δίκτυο αποχέτευσης, καθώς ευθύνεται για την εμφάνιση αρκετών ανεπιθύμητων φαινόμενων όπως, η είσοδος παθογόνων μικροοργανισμών, μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, ενίσχυση του φαινόμενου της αποσύνθεσης, υπερβολική απόθεση αιωρούμενων στερεών, αλλαγή των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υγρών και αύξηση της θολερότητας.

Η σύνθεση και η ποσότητα των υγρών αποβλήτων που προέκυψε από παρατηρήσεις 5 ετών στο συγκεκριμένο σφαγείο της Ιταλίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.44. Η ανάκτηση του αίματος μειώνει τα ρυπαντικά φορτία των υγρών αποβλήτων στην εκροή του σφαγείου. Στην περίπτωση των βοοειδών, μια ανάκτηση κατά 90 % του αίματος σημαίνει μείωση ανάμεσα στο ένα τρίτο και στα δύο τρίτα της ημερήσιας ποσότητας του οργανικού φορτίου (BOD kg/ day) σε σύγκριση με τη μη ανάκτηση.

Τα υγρά απόβλητα που εκρέουν από μία βιομηχανία κρέατος είναι άμεσα βιοαποδομήσιμα. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται για την επεξεργασία τους συνήθως βιολογική μέθοδος επεξεργασίας. Εν τούτοις απαιτείται μια προεπεξεργασία για τη μείωση των λιπών, ελαίων και των δυνάμενων να καθιζάνουν ουσιών, έτσι ώστε να μειωθεί και το επίπεδο του οργανικού και του υδραυλικού φορτίου.

Πίνακας 3.44: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων σφαγείων

Παράμετρος	Βοοειδή / χοίροι mg / l	Βοοειδή mg / l	Χοίροι mg / l	Επεξεργασία mg / l
Εν δυνάμει καθιζάνουσες ουσίες	15,2	-	-	-
pH	7,6	-	-	-
Μη διαλυτές ουσίες	520	785	635	540
Ξηρό υπόλειμμα	88,3	-	-	-
Διαλυτές ουσίες	1.074	-	-	-
Ξηρό υπόλειμμα	260,1	4.050	3.415	-
N	139	147	115	120
P ₂ O ₅	13,5	-	-	-
K ₂ O	29,3	-	-	-
CaO	126	-	-	-
KMnO ₄ ικανότητα οξειδωσης	147,2	-	-	-
BOD ₅	861	1.600	1.240	930
Λίπη	108	-	-	-

Πηγή: Fabiano B., Bertocchi D., Perego P., Ferraiolo A., Pastorino R., "Water in the food industry: supplying, treating and disposing of waste water", Second International Symposium on wastewater reclamation and reuse, Symposium Preprint Book 2, p. 813 – 822, Iraklio 17 – 20 October 1995.

Στην περίπτωση του τυπικού σφαγείου της Ιταλίας έχουμε μια εκροή 2,4 kg BOD₅ ανά m³ χωνευτήρα ανά ημέρα. Το οποίο επιτυγχάνει μια μείωση περίπου 95 % του BOD₅ μέσω της επεξεργασίας στον αναερόβιο χωνευτήρα [Fabiano et al, 1995]. Όμως για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων θα αναφερθούμε εκτενώς στο επόμενο κεφάλαιο.

3.21 Παράδειγμα λήψης μέτρων σε σφαγείο μικρής κλίμακας της Βοσνίας - Ερζεγοβίνης

Η κύρια δραστηριότητα της βιομηχανίας Sahbaz (σφαγείο μικρής κλίμακας) που βρίσκεται κοντά στο Σαράγιεβο είναι η σφαγή βοοειδών, μόσχων και αρνιών με μέσο όρο 65 κεφάλια κάθε μήνα [Kurusovic et al, 2007]. Συνολικά εργάζονται στη βιομηχανία έξι εργαζόμενοι, από τους οποίους τέσσερις απασχολούνται στη διαδικασία σφαγής, ένας στην επεξεργασία κρέατος και ένας στις δραστηριότητες καθαρισμού. Η διαδικασία θανάτωσης είναι ημιαυτόματη. Όλα τα σφάγια κόβονται και αποστεώνονται στις εγκαταστάσεις και το κρέας χωρίς οστά πωλείται σε τρεις λιανικές επιχειρήσεις. Η βιομηχανία επίσης ασχολείται και με περαιτέρω επεξεργασία του κρέατος, όπως μπριζόλες, καπνιστό κρέας, «cenvarcici» (παραδοσιακές σφαίρες κρέατος), λουκάνικα, κ.λπ. Η μέση κατανάλωση νερού υπολογίστηκε περίπου σε 7 m³ / ημέρα ή 0,7 m³ ανά κεφαλή που σφάχτηκε.

Οι δορές που αφαιρούνται κατά τη διαδικασία σφαγής μεταφέρονται στην περιοχή επεξεργασίας δορών, όπου συντηρούνται με αλάτισμα. Το αλάτι καταναλώνεται σε μεγάλες ποσότητες και υπολογίζεται ότι η επιχείρηση αγοράζει περίπου 3 τόνους αλατιού ετησίως.

Το κύριο περιβαλλοντικό πρόβλημα που συνδέεται με την επεξεργασία του κρέατος στη βιομηχανία σφαγείων Sahbaz είναι διάθεση των υγρών αποβλήτων με υψηλό ρυπαντικό φορτίο. Νερό καταναλώνεται σε όλα τα στάδια της διαδικασίας.

Υπολογίστηκε ότι περίπου 80 - 95 % του νερού που χρησιμοποιείται εκρέει ως υγρά απόβλητα, ενώ το υπόλοιπο χρησιμοποιείται στα παραπροϊόντα και τα απόβλητα ή χάνεται λόγω εξάτμισης.

Το αίμα έχει ένα πολύ υψηλό οργανικό φορτίο, που υπολογίζεται ότι είναι 0,14 - 0,18 kg BOD₅ / kg απόβλητων. Το αίμα επίσης ευθύνεται για τα υψηλά φορτία αζώτου στα υγρά απόβλητα που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα ευτροφισμού κατά τη διάθεση των υγρών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες. Τα εργαστηριακά αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης των υγρών αποβλήτων εκφραζόμενα ως ισοδύναμος πληθυσμός (population equivalent - PE), είναι 362. Η βιομηχανία σφαγείων Sahbaz καταβάλλει μια ετήσια εισφορά διαχείρισης υγρών 308 € που υπολογίζεται ειδικά για τα σφαγεία με βάση τις μέσες παραμέτρους ρύπανσης, ενώ η επίσημη τιμή καθορίζεται σε 1,02 €/PE.

Η βιομηχανία σφαγείων Sahbaz διαθέτει όλη την ποσότητα των υγρών αποβλήτων της στον ποταμό Bosna. Μια σηπτική δεξαμενή τριών σταδίων ικανότητας 10 l/s κατασκευάστηκε στις εγκαταστάσεις με το στόχο να διαχωρίζονται το λίπος και τα κομματάκια ιστών κρέατος από τα υγρά απόβλητα πριν από την διάθεση στον ποταμό. Εντούτοις, οι εργαστηριακές αναλύσεις έδειξαν ότι η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι αμελητέα. Οπότε υπάρχουν δύο εναλλακτικές για τη βιομηχανία: είτε διαθέτει τα υγρά της απόβλητα στο αστικό δίκτυο υπονόμων με τελικό αποδέκτη το βιολογικό της πόλης, είτε φτιάχνει μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις της. Η δεύτερη λύση θεωρείται αντιοικονομική λόγω του πολύ μικρού μεγέθους της βιομηχανίας και του μεγάλου κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων.

Τα στερεά απόβλητα παράγονται σχεδόν σε όλα τα στάδια της διαδικασίας (αναισθητοποίηση και αφαίμαξη, τεμαχισμός των άκρων, αφαίρεση εντόσθιων, και τεμαχισμός και αποστέωση). Τα μη εδώδιμα προϊόντα από τη διαδικασία σφαγής όπως τα οστά, το λίπος, τα κεφάλια, οι τρίχες και τα εντόσθια όλα μαζί διατίθενται σε περιέκτη στερεών αποβλήτων 5 m³, που βρίσκεται μέσα στις εγκαταστάσεις. Το αίμα επίσης συλλέγεται εν μέρει σε ένα πλαστικό δοχείο και τελικά εκκενώνεται στον περιέκτη στερεών αποβλήτων. Ο περιέκτης στερεών αποβλήτων δεν καλύπτεται με αποτέλεσμα να αναδύονται δυσάρεστες οσμές. Η δημοτική επιχείρηση στερεών αποβλήτων εκκενώνει τον περιέκτη αποβλήτων μία φορά την εβδομάδα και συνολικά το σφαγείο παράγει περίπου 20 m³ στερεών αποβλήτων το μήνα.

Στα πλαίσια ενός προγράμματος πραγματοποιήθηκε μια μελέτη Διάγνωσης Ευκαιριών Φιλικών προς το Περιβάλλον για την Ελαχιστοποίηση των Επιπτώσεων (Minimization Opportunities Environmental Diagnosis - MOED), η οποία και χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την ανίχνευση όλων των πιθανών ευκαιριών για την πρόληψη και τη μείωση της ρύπανσης στην πηγή. Ενώ ταυτόχρονα έγινε εισαγωγή στην βιομηχανική πρακτική της έννοιας Καθαρότερη Παραγωγή (Cleaner Production - CP).

Μετά από ανάλυση των σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας σε συνάρτηση με την κατανάλωση νερού και την παραγωγή αποβλήτων, και πάντα σε συνεργασία με το προσωπικό και τη διοίκηση του σφαγείου προτάθηκαν οι παρακάτω τεχνικές (εφικτές για μια τόσο μικρή βιομηχανία) για να μπορέσει να συμμορφωθεί με την νομοθεσία το συγκεκριμένο σφαγείο:

- Συστήνεται η παράταση του χρόνου αφαίμαξης στα 7 λεπτά ώστε να μεγιστοποιηθεί η ποσότητα του αίματος που συλλέγεται και να μειωθεί το ρυπαντικό φορτίο των υγρών αποβλήτων. Επίσης το αίμα πρέπει να χωριστεί από τα υγρά απόβλητα με την χρησιμοποίηση ενός συστήματος αγωγών

διπλής κατεύθυνσης με δύο εξόδους που η μία θα οδηγεί στο τύμπανο συλλογής του αίματος και η άλλη στη σηπτική δεξαμενή. Κατά τη διάρκεια της σφαγής, θα έκλειναν την έξοδο προς τις σηπτικές δεξαμενές έτσι ώστε όλο το αίμα να στραγγίζει στο τύμπανο συλλογής αίματος. Όταν ολοκληρωθεί η σφαγή η έξοδος στο τύμπανο συλλογής αίματος θα έκλεινε ενώ θα άνοιγε η έξοδος στο σύστημα αποβλήτων αποχέτευσης έτσι ώστε τα υγρά απόβλητα από τον καθαρισμό των χώρων να κατευθύνονται στις σηπτικές δεξαμενές.

- Τα στερεά απόβλητα θα πρέπει να διατίθενται σε χώρο υγειονομικής ταφής, ως πιο οικονομική προς το παρόν μέθοδος διάθεσης.
- Επίσης τα υγρά απόβλητα θα διατίθενται στο δίκτυο αστικών λυμάτων.
- Για τον καθαρισμό των επιφανειών ένα σύστημα ψεκασμού υπό πίεση είναι αποτελεσματικότερο και καταναλώνει λιγότερο νερό. Το σύστημα αυτό θα αποτελείται από κατάλληλες μάνικες και ακροφύσια ψεκασμού και προτείνεται μία πίεση 25 – 30 bar.
- Για τον καθαρισμό των κελιών αναμονής των ζώων προτείνεται μία μάνικα με διάμετρο 20 – 35 mm με ακροφύσια 9 – 10 mm.
- Για το πλύσιμο των σφάγιων προτείνεται η χρήση κρύου νερού για να μειωθεί η αφαίρεση του λίπους από την επιφάνεια των σφάγιων.
- Επίσης συστήνεται η τοποθέτηση εσχαρών ή / και παγίδων για να εμποδίζεται η εισαγωγή των στερεών υλικών στα υγρά απόβλητα.
- Πρέπει να τηρούνται αρχεία για τα αναλώσιμα, όπως οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό, οι ποσότητες του αλατιού κ.λ.π., ώστε να μπορεί να εντοπιστεί άσκοπη χρήση τους.
- Το προσωπικό πρέπει να εκπαιδευτεί στη συλλογή του αίματος, στις ορθές πρακτικές καθαρισμού και εξοικονόμησης νερού.

Πίνακας 3.45: Ισοζύγια πρώτων υλών και δαπανών.

	Πριν την εφαρμογή του προγράμματος	Μετά την εφαρμογή του προγράμματος
Κατανάλωση νερού (m ³ / έτος)	1.831	1.557
Κατανάλωση αλατιού (τόνοι / έτος)	3	1,2
Ρυπαντικό φορτίο υγρών αποβλήτων	BOD ₅ = 3.520 mg O ₂ / l, PE = 362	BOD ₅ = 2.5052 mg O ₂ / l, PE = 240
Κόστος νερού (€/ έτος)	2.117	1.800
Κόστος αλατιού (€/ έτος)	306	160
Κόστος εκκένωσης σηπτικής δεξαμενής (€/ έτος)	281	143
Εισφορά υγρών αποβλήτων (€/ έτος)	232	194
Συνολικό κόστος (€/ έτος)	2.936	
Ετήσια εξοικονόμηση (€/ έτος)		669
Δαπάνη επενδύσεων (€/ έτος)		43
Περίοδος αποπληρωμής		Λιγότερο από ένας μήνας

PE (population equivalent) =ισοδύναμος πληθυσμός

Πηγή: Kurusovic T., Midzic S., Silajdzic I., Bjelavac J., “Cleaner production measures in small-scale slaughterhouse industry e case study in Bosnia and Herzegovina”, Elsevier, Science Direct, Journal of Cleaner Production, vol. 15, p. 378 – 383, 2007.

- Να αποφεύγεται η σίτιση των ζώων πριν από τη σφαγή προκειμένου να μειωθεί το περιεχόμενο του στομαχιού και να γίνει ευκολότερος ο καθαρισμός των εντέρων.
- Να ξαναχρησιμοποιούνται τα σχετικά καθαρά υγρά απόβλητα από τα συστήματα ψύξης για το πλύσιμο των δαπέδων και των φορτηγών μεταφοράς

των ζώων. Βέβαια η χρήση κρύου νερού δεν ενδείκνυται για το πλύσιμο δαπέδων που έχουν λίπη.

- Προτείνεται το καθάρισμα των κελιών αναμονής των ζώων με ξηρή μέθοδο πριν το πλύσιμο με νερό.
- Να χρησιμοποιείται το αλάτι με μέτρο κατά τη διαδικασία συντήρησης των δερμάτων.

Στον παραπάνω Πίνακα 3.45 συνοψίζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής του συγκεκριμένου προγράμματος.

Έγινε φανερό ότι, παρά το μικρό μέγεθος του σφαγείου, στους πρώτους τρεις μήνες της εφαρμογής του παραπάνω προγράμματος η ποσότητα του νερού που εξοικονομήθηκε και η μείωση του BOD ήταν 32 % ενώ η κατανάλωση αλατιού μειώθηκε κατά 40 %.

Τέλος η συνολική ετήσια καθαρή αποταμίευση ως αποτέλεσμα της εφαρμογής των επιλεγμένων μέτρων ήταν 669 €/ έτος [Kurusovic et al, 2007].

Βιβλιογραφία

- Alemzadeh I., Vossoughi F., Houshmandi M., “Phenol biodegradation by rotating biological contactor”, Elsevier Science, Biochemical Engineering Journal, vol. 11, p. 19 – 23, 2002.
- ASCE, American Society of Civil Engineers, “Toxic air emissions from wastewater treatment facilities”, Water Environment Federation, Alexandria 1995.
- Azad H., “Industrial wastewater management handbook”, ed. McGraw – Hill, New York 1976.
- Birkett J. and Lester J., “Endocrine disrupters in wastewater and sludge treatment processes”, ed. Lewis Publishers, IWA Publishing, Boca Raton 2003.
- Burton C. and Turner C., “Manure Management. Treatment strategies for sustainable agriculture”, Silsoe Research Institute, Bedford 2003.
- Chávez C., Castillo R., Dendooven L., Escamilla-Silva E., “Poultry slaughter wastewater treatment with an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor”, Elsevier, Science Direct, Bioresource Technology, vol. 96, p. 1730 – 1736, 2005.
- Celenza G., “Industrial waste treatment process engineering: Specialized treatment systems”, Volume III, ed. Technomic, Lancaster 2000.
- Γείτονας Α., «Επεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων», Πρόγραμμα Κατάρτισης Μηχανικών με συγχρηματοδότηση του Ε.Κ.Τ.: «Προστασία Περιβάλλοντος – Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων», ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 1992.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, ή http://www.varam.gov.lv/ivnvb/ippc/bat/bat_ES/Elopkautes.pdf (The Ministry of Environment of the Republic of Latvia), Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.
- Fabiano B., Bertocchi D., Perego P., Ferraiolo A., Pastorino R., “Water in the food industry: supplying, treating and disposing of waste water”, Second International Symposium on wastewater reclamation and reuse, Symposium Preprint Book 2, p. 813 – 822, Iraklio 17 – 20 October 1995.
- Fang H., Yu H., “Mesophilic acidification of gelatinaceous wastewater”, Elsevier Science, Journal of Biotechnology, vol. 93, p. 99 – 108, 2002.
- Garcia - Gomez A., Bernal M., Roig A., “Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes”, Elsevier Science, Bioresource Technology, vol. 83, p. 81 – 87, 2002.

- Hamer G., “Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety”, Elsevier Inc., *Biotechnology Advances*, vol. 22, p. 71 – 79, 2003.
- International League for Protection of Horses “New European Commission animal transport regulation”, Elsevier, *Journal of Equine Veterinary Science*, vol. 23, n. 12, p. 538, December 2003 (Reprinted from *ILPH News*, Summer 2003).
- Johns M., “Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review”, Elsevier Science Limited, *Bioresource Technology*, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.
- Kiely G., “Environmental engineering”, ed. McGraw – Hill, London 1997.
- Kupusovic T., Midzic S., Silajdzic I., Bjelavac J., “Cleaner production measures in small-scale slaughterhouse industry - case study in Bosnia and Herzegovina”, Elsevier, Science Direct, *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, p. 378 – 383, 2007.
- Lee C. and Lin Sh., “Handbook of environmental engineering calculations”, ed. McGraw – Hill, New York 2000.
- Μαρκαντωνάτος Γρ., «Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων: αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, ζωϊκά απορρίμματα», εκδ. Μαρκαντωνάτος, Αθήνα 1990.
- Massé D. and Masse L., “Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems”, *Canadian Agricultural Engineering*, vol. 42, no 3, p. 139 - 146, July / August / September 2000b.
- Mittal G., “Treatment of wastewater from abattoirs before land application—a review”, Elsevier, Science Direct, *Bioresource Technology*, vol. 97, p. 1119 – 1135, 2006.
- Mohsen M. and Jaber J., “Potential of industrial wastewater reuse”, Elsevier Science, *Desalination*, vol. 152, p. 281 - 289, 2002.
- Raftelis G., “Comprehensive guide to water and wastewater finance and pricing”, ed. Lewis Publishers, Boca Raton 1993.
- Reynolds T. and Richards P., “Unit operations and processes in environmental engineering”, ed. PWS Publishing Company, Boston 1996.
- Sahlström L., “A review of survival of pathogenic bacteria in organic waste used in biogas plants”, Elsevier Science, *Bioresource Technology*, vol. 87, p. 161 – 166, 2003.
- Spellman Fr., “Microbiology for water / wastewater operators”, ed. Technomic, Virginia 1997.
- Stamatelatou K., Skiadas I., Lyberatos G., “On the behavior of the periodic anaerobic baffled reactor (PABR) during the transition from carbohydrate to protein - based feedings”, Elsevier Ltd, *Bioresource Technology*, vol. 92, p. 321 – 326, 2004.

- UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, Industrial Sector Guides, Sustainable Agri-Food Production and Consumption Forum, ed. United Nations Environment Programme UNEP Division of Technology, Industry and Economics (UNEP DTIE), http://www.agrifood-forum.net/publications/guide/m_chp0.pdf, a.
- UNEP (United Nations Environment Programme) and Danish Environmental Protection Agency, “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”, North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 2 Pollution Prevention Pays, Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, www.p2pays.org/ref/24/23224.pdf, b.
- USA-EPA (Environmental Protection Agency), “Emission Factor Documentation for AP-42, Section 9.5.3, Meat Rendering Plants” (Final Report), <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/bgdocs/b09s05-3.pdf>, 1995.
- USA-EPA (Environmental Protection Agency), “The Class V Underground Injection, Control Study, Volume 6: Food Processing Wells”, <http://www.epa.gov/safewater/uic/classv/pdfs/volume6.pdf>, 1999.
- USA-EPA (Environmental Protection Agency), “Development Document for the Proposed Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Meat and Poultry Products Industry Point Source Category (40 CFR 432)”, <http://www.epa.gov/ost/guide/mpp/technicaldev.pdf>, 2002.
- Vesilind A., “Wastewater treatment plant design”, ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.
- Williamson W., Greenfield L., Beare M., “Biodegradation Assessment of Woolscour Sludge and Fellmongery Sludge”, *Journal of Environmental Quality*, vol. 29, p. 1998 – 2006, 2000.
- Woodard Fr., “Industrial waste treatment handbook”, ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.
- Wood J., McKendrick I., Gettinby G., “Assessing the efficacy of within-animal control strategies against E. coli O157: A simulation study”, Elsevier, Science Direct, *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 74, p. 194 – 211, 2006.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Κεφάλαιο 4

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγίων

Σύνοψη

Τα απόβλητα μίας βιομηχανίας ταξινομούνται συνήθως σε υγρά, στερεά και αέρια και η διαχείριση τους γίνεται με διαφορετικούς τρόπους και ακόμα υπόκεινται σε διαφορετικούς νομοθετικούς περιορισμούς. Κατά την οικονομική αξιολόγηση η επιλογή της τεχνολογίας επεξεργασίας και του πλήρους συστήματος επεξεργασίας μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών λύσεων γίνεται με βάση την πλήρη ανάλυση όλων των δαπανών κατά την αναμενόμενη ζωή του συστήματος στη διάρκεια της οποίας πραγματοποιείται μια ικανοποιητική επεξεργασία των υγρών, στερεών αποβλήτων ή αέριων ρύπων.

Σε αυτή την μεταπτυχιακή εργασία το επίκεντρο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγίων. Τα σφαγεία χωρίζονται σε εκείνα που επεξεργάζονται τα υγρά τους απόβλητα επιτόπου και τα διαθέτουν άμεσα σε υδάτινο αποδέκτη ή στο έδαφος και σε εκείνα που διαθέτουν τα υγρά τους απόβλητα σε μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων με την άδεια της τοπικής επιχείρησης αποχέτευσης. Στην περίπτωση που η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων γίνεται στο χώρο παραγωγής τους, απαιτείται η εγκατάσταση ενός πλήρους βιολογικού καθαρισμού που αποτελείται από πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία (σε πολλές περιπτώσεις δεν θεωρείται απαραίτητη η τριτοβάθμια επεξεργασία κι αυτό ανάλογα με τον αποδέκτη των επεξεργασμένων αποβλήτων). Η πρωτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνει εσχάρωση, διαχωρισμό λιπών και ελαίων, δεξαμενές εξισορρόπησης, επίπλευση με ή χωρίς DAF, συστήματα κροκίδωσης-συσσωμάτωσης-χημικής καθίζησης και συστήματα καθίζησης-διήθησης-επίπλευσης. Η δευτεροβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνει συστήματα συνδυασμού αναερόβιας και ανοξικής επεξεργασίας, συστήματα ενεργού ιλύος με δεξαμενές αερισμού, συστήματα εκτεταμένου αερισμού και συστήματα νιτροποίησης-απονιτροποίησης. Τέλος η τριτοβάθμια επεξεργασία συνήθως αποτελείται από συστήματα που συνδυάζουν διήθηση, κροκίδωση και χημική καθίζηση.

Από τις υπάρχουσες εφαρμογές σε σφαγεία των διαφορετικών τεχνολογιών προκύπτουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα τόσο για τα πλεονεκτήματα όσο και για τα μειονεκτήματα της κάθε τεχνολογίας. Για παράδειγμα οι αερόβιες διεργασίες αν και είναι πολύ δημοφιλείς για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγίων με ικανοποιητικά αποτελέσματα, δεν θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλες επιλογές για τα υγρά απόβλητα σφαγίων λόγω των υψηλών απαιτήσεων τους σε ενέργεια για τον αερισμό, των περιορισμών στους ρυθμούς μεταφοράς οξυγόνου στην υγρή φάση, και των μεγάλων ποσοτήτων παραγωγής λάσπης.

Ακόμα γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων σφαγίων στα πλαίσια των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών, με την εφαρμογή όχι μόνο των πιο σύγχρονων και αποτελεσματικών τεχνολογιών, αλλά και με τη χρήση απλών μεθόδων πολύ χαμηλού κόστους που όμως έχουν σημαντική επίδραση στα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Για παράδειγμα η τακτική διεξαγωγή εργαστηριακών αναλύσεων στα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα και η τήρηση αρχείων βοηθούν σημαντικά στη ορθή διαχείριση της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και στην μείωση των ρύπων στον τελικό αποδέκτη.

Τέλος μεγάλο ενδιαφέρον έχουν σήμερα οι τεχνικές επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, όπως αυτές για το πότισμα.

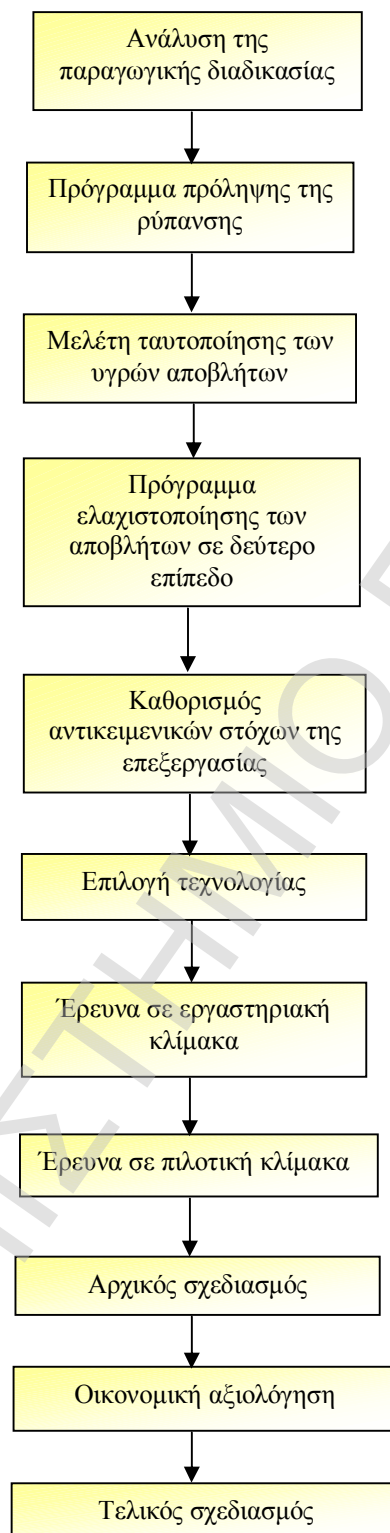
4.1 Βιομηχανικά απόβλητα

Η διάθεση των αποβλήτων και η ρύπανση συνδέονται με περίπλοκο τρόπο. Ο όρος ρύπανση περιγράφει και την πράξη της ρύπανσης και τις συνέπειες αυτής της πράξης [Hamer, 2003]. Ο όρος απόβλητα περιγράφει τα ανεπιθύμητα υπολείμματα που γίνονται αντιληπτά συνήθως για την αρνητική αξία τους. Η ρύπανση μπορεί να οριστεί ως η εισαγωγή στο φυσικό περιβάλλον από τους ανθρώπους ουσιών, υλικών ή ενέργειας που προκαλούν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, βλάβη στους φυσικούς πόρους και τα οικοσυστήματα, βλάβη στις δομές και τα πολιτιστικά στοιχεία ή που παρεμποδίζουν τις νόμιμες χρήσεις του περιβάλλοντος. Είναι αυτονόητο ότι ο ορισμός της ρύπανσης περιγράφει μόνο καταστάσεις που εμφανίζουν ανεπιθύμητα αποτελέσματα.

Τα απόβλητα απορρέουν από την κατανάλωση. Ανάλογα με το προϊόν ή τον εν λόγω πόρο, ο τρόπος κατανάλωσης υπαγορεύει το κλάσμα που εξαντλείται κατά τη διάρκεια της χρήσης και το κλάσμα που αποβάλλεται μόνο από την περίσσεια του συστήματος. Μέχρι περίπου πριν 150 χρόνια, οι μεμονωμένοι καταναλωτές ευθύνονταν άμεσα για την παραγωγή αποβλήτων, αλλά εν τω μεταξύ σήμερα δημιουργήθηκαν «βιομηχανίες» που κάνουν διαχείριση των αποβλήτων κι έτσι οι μεμονωμένοι καταναλωτές έχουν μεταβιβάσει τις ευθύνες τους για τα απόβλητα που παράγουν στους επαγγελματίες διαχείρισης αποβλήτων (waste management practitioners), γι' αυτό η πλειοψηφία των καταναλωτών αγνοεί την τελική τύχη των αποβλήτων που παράγει και συχνά δυσανασχετεί με τις οικονομικές ή ποινικές ρήτρες και τους νομοθετικούς περιορισμούς που επιβάλλονται όλο και περισσότερο για τη διάθεση των αποβλήτων. Συγχρόνως αυτοί οι ίδιοι καταναλωτές απεχθάνονται την ρύπανση, αλλά σπάνια τη συνδέουν με το γεγονός ότι αυτοί οι ίδιοι συνεισφέρουν σημαντικά στη ρύπανση.

Η παραδοσιακή βάση για την ταξινόμηση των αποβλήτων είναι η φυσική κατάστασή τους, δηλαδή αν είναι αέρια, υγρά ή στερεά, συμπεριλαμβανομένων των συμπυκνωμένων σε ρευστή μορφή αποβλήτων (concentrated slurries). Παρά το γεγονός ότι όλες οι μορφές αποβλήτων μπορούν να μετασχηματιστούν σε αέρια, ατμούς, υγρά και στερεά, κάθε κλάση θεωρείται μοναδική όσον αφορά τη διαχείριση της [Hamer, 2003].

Τα απόβλητα από μία βιομηχανία ταξινομούνται συνήθως σε υγρά, στερεά και αέρια, και συχνά διαχειρίζονται με διαφορετικό τρόπο και υπόκεινται σε διαφορετικούς νομοθετικούς περιορισμούς. Ένα οικονομικό και αποτελεσματικό σύστημα επεξεργασίας βιομηχανικών υγρών αποβλήτων αποτελείται από τα στάδια που φαίνονται στο Σχήμα 4.1. Το πρώτο βήμα είναι η εξοικείωση με τις παραγωγικές διεργασίες, που αρχίζει με μία επίσκεψη στις εγκαταστάσεις και μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για το συγκεκριμένο είδος παραγωγικών μονάδων. Φυσικά κατά την επίσκεψη στο χώρο παραγωγής χρειάζεται να γίνει συζήτηση με το προσωπικό (διοικητικό, τεχνικό και επιστημονικό) πάνω σε θέματα της παραγωγής. Ο σκοπός είναι η πλήρης κατανόηση των τρόπων παραγωγής υγρών αποβλήτων, για την εγκατάσταση ενός ολοκληρωμένου και αποτελεσματικού προγράμματος περιορισμού ή ελαχιστοποίησης της ρύπανσης και για την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας επεξεργασίας των αποβλήτων.



Σχήμα 4.1: Προσέγγιση για την ανάπτυξη ενός συστήματος επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.

Πηγή: Woodard Fr., "Industrial waste treatment handbook", ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

Για την ανάλυση της παραγωγικής διαδικασίας απαιτείται η δημιουργία ενός διαγράμματος ροής που δείχνει πώς κάθε παραγωγική διεργασία συνεισφέρει στην παραγωγή υγρών αποβλήτων και επίσης φαίνεται η εισροή νερού και άλλων πιθανόν ρυπογόνων ουσιών – πρώτων υλών [Woodard, 2001 και Stephenson and Blackburn, 1998]. Τα ποσοτικά δεδομένα των χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων λαμβάνονται από τα πιθανά αρχεία της βιομηχανίας ή από μετρήσεις.

Μετά από μια ικανοποιητική εξοικείωση με τις παραγωγικές διεργασίες, η ομάδα σχεδιασμού πρέπει να καταρτίσει ένα πρόγραμμα ελαχιστοποίησης των αποβλήτων (wastes minimization program). Στη συνέχεια εφαρμόζεται το πρόγραμμα ελαχιστοποίησης των αποβλήτων και πραγματοποιείται μια μελέτη ταυτοποίησης των υγρών αποβλήτων (wastewater characterization study).

Ο σκοπός της μελέτης ταυτοποίησης των υγρών αποβλήτων είναι να εξασφαλίσει η ομάδα του σχεδιασμού τις απαιτούμενες πληροφορίες, στις οποίες θα βασιστεί για το σχεδιασμό του συστήματος επεξεργασίας. Απαιτούνται τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα για τον καθορισμό του μεγέθους του εξοπλισμού και την επιλογή της πιο κατάλληλης τεχνολογίας.

Συχνά, αρκετές νέες πληροφορίες για τη χρήση των υλικών, την επάρκεια της χρήσης του νερού και την παραγωγή των αποβλήτων γίνονται γνωστά κατά τη διάρκεια της μελέτης ταυτοποίησης των υγρών αποβλήτων που δικαιολογούν μια προσπάθεια ελαχιστοποίησης των αποβλήτων σε δεύτερο επίπεδο [Woodard, 2001 και Raftelis, 1993]. Αυτό το δεύτερο μέρος του προγράμματος ελαχιστοποίησης των αποβλήτων πρέπει να υλοποιηθεί πλήρως και η αποτελεσματικότητα του πρέπει να επαληθευτεί με επιπλέον δειγματοληψίες και αναλύσεις.

Στη συνέχεια καθορίζονται οι στόχοι (τελικές τιμές ρύπων) της επεξεργασίας των αποβλήτων, οι οποίοι εξαρτώνται από το πού θα διατεθούν τα υγρά απόβλητα μετά την επεξεργασία τους. Αυτές οι επιτρεπτές τιμές δίνονται από την εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία. Όταν τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων και οι τιμές – στόχοι είναι γνωστά, γίνεται η επιλογή της τεχνολογίας που θα χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Η επιλογή της τεχνολογίας βασίζεται σε μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Πετυχημένη εφαρμογή σε παρόμοια απόβλητα
- Γνώση χημείας, βιοχημείας και μικροβιολογίας
- Γνώση των τεχνολογιών που είναι διαθέσιμες
- Γνώση της αποδοτικότητας τους και των περιορισμών τους.

Η έρευνα σε εργαστηριακή κλίμακα διεξάγεται για να καθοριστούν η τεχνική και οικονομική σκοπιμότητα μιας δεδομένης τεχνολογίας. Εξαιτίας όμως των προβλημάτων κατά την εφαρμογή σε πραγματικές συνθήκες (scale – up problems), σπάνια ενδείκνυται να προχωρήσει άμεσα η υλοποίηση σε πλήρη κλίμακα από τα αποτελέσματα της εργαστηριακής κλίμακας, αλλά απαιτείται πρώτα η έρευνα σε πιλοτική μονάδα.

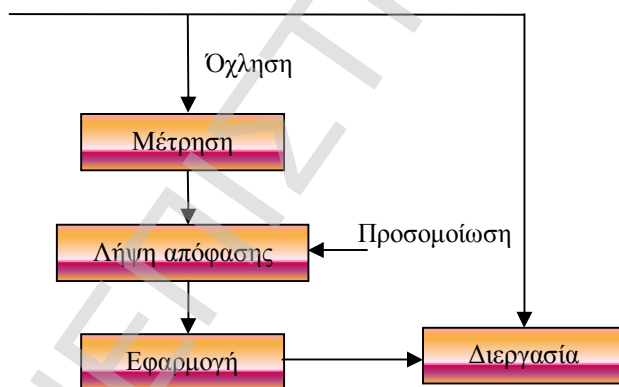
Ο σκοπός της έρευνας σε πιλοτική μονάδα είναι η επεξεργασία των δεδομένων που είναι αναγκαία για τον καθορισμό του ελάχιστου μεγέθους εξοπλισμού και του πιο φτηνού συστήματος που μπορεί να επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα στην επεξεργασία των αποβλήτων. Βέβαια σήμερα οι μεγάλες εταιρίες κατασκευαστών εξοπλισμού για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων έχουν πιλοτικές μονάδες που τις μεταφέρουν με ρυμούλκα στον χώρο της βιομηχανίας για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας σε πραγματικές συνθήκες με τα κανονικά υγρά απόβλητα της βιομηχανίας. Φυσικά για αυτή την πιλοτική εφαρμογή πιθανόν η βιομηχανία να επιβαρυνθεί με κάποιο κόστος, αλλά αυτό είναι απαραίτητο

για την εξασφάλιση της μελλοντικής σωστής λειτουργίας του συστήματος επεξεργασίας [Woodard, 2001 και Arundel, 2000]. Για τα Ελληνικά δεδομένα πιθανόν αυτό να φαίνεται εξωπραγματικό, αλλά ήδη κάποιες καινοτόμες τεχνολογίες που θέλουν να μπουν στην ελληνική αγορά προσφέρουν δωρεάν μια δοκιμαστική εφαρμογή στο χώρο της ενδιαφερόμενης βιομηχανίας.

Τα αποτελέσματα από την έρευνα στην πιλοτική μονάδα δείχνουν ποιες τεχνολογίες είναι ικανές να ανταποκριθούν στους σκοπούς της επεξεργασίας, αλλά δεν δίνουν ακριβή υπολογισμό του κεφαλαίου και του κόστους λειτουργίας. Μια εποικοδομητική ανάλυση κόστους μπορεί να λάβει χώρα μόνο μετά τον αρχικό σχεδιασμό των τεχνολογιών που δίνουν ικανοποιητική ποιότητα εκροής όταν ολοκληρωθεί η έρευνα στην πιλοτική μονάδα. Ο αρχικός σχεδιασμός είναι ο σχεδιασμός όλου του εξοπλισμού της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, που πραγματοποιείται με αρκετή λεπτομέρεια για τον ακριβή υπολογισμό των δαπανών κατά την κατασκευή και τη λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Η διαφορά μεταξύ του αρχικού σχεδιασμού και του τελικού είναι κυρίως στην πλήρη ανάλυση των λεπτομερειών κατά τη σχεδίαση και τον καθορισμό των προδιαγραφών.

Κατά την οικονομική αξιολόγηση, η επιλογή της τεχνολογίας επεξεργασίας και του πλήρους συστήματος επεξεργασίας μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών λύσεων εξασφαλίζεται με βάση την πλήρη ανάλυση όλων των δαπανών για την αναμενόμενη ζωή του συστήματος, κατά την οποία επιτυγχάνονται οι στόχοι της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.

Ο καθορισμός των προδιαγραφών κατά το στάδιο του τελικού σχεδιασμού έχει στόχο να εξασφαλίσει μία κοινή βάση για τους ανάδοχους του έργου για να δώσουν ανταγωνιστικές προσφορές τιμών για την κατασκευή και εξασφαλίζει τις πλήρες οδηγίες που απαιτούνται για την κατασκευή του έργου.



Σχήμα 4.2: Διάγραμμα συστήματος ελέγχου με πρόβλεψη της απαιτούμενης δράσης (feedforward).

Πηγή: Olsson G. and Newell B., “Wastewater treatment system: modelling, diagnosis and control”, ed. IWA Publishing, London 2001.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει στο σχεδιασμό μιας μονάδας επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων και η χρήση μοντέλων, που δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης της δράσης που θα αντισταθμίσει ή θα ακυρώσει την ενόχληση που παρουσιάζεται στο περιβάλλον [Olsson and Newell, 2001]. Το συγκεκριμένο σύστημα ελέγχου ονομάζεται «feedforward», δηλαδή τροφοδοσία προς τα εμπρός ή πρόβλεψη για την ενέργεια που πρέπει να εφαρμοστεί. Σε αυτή την περίπτωση

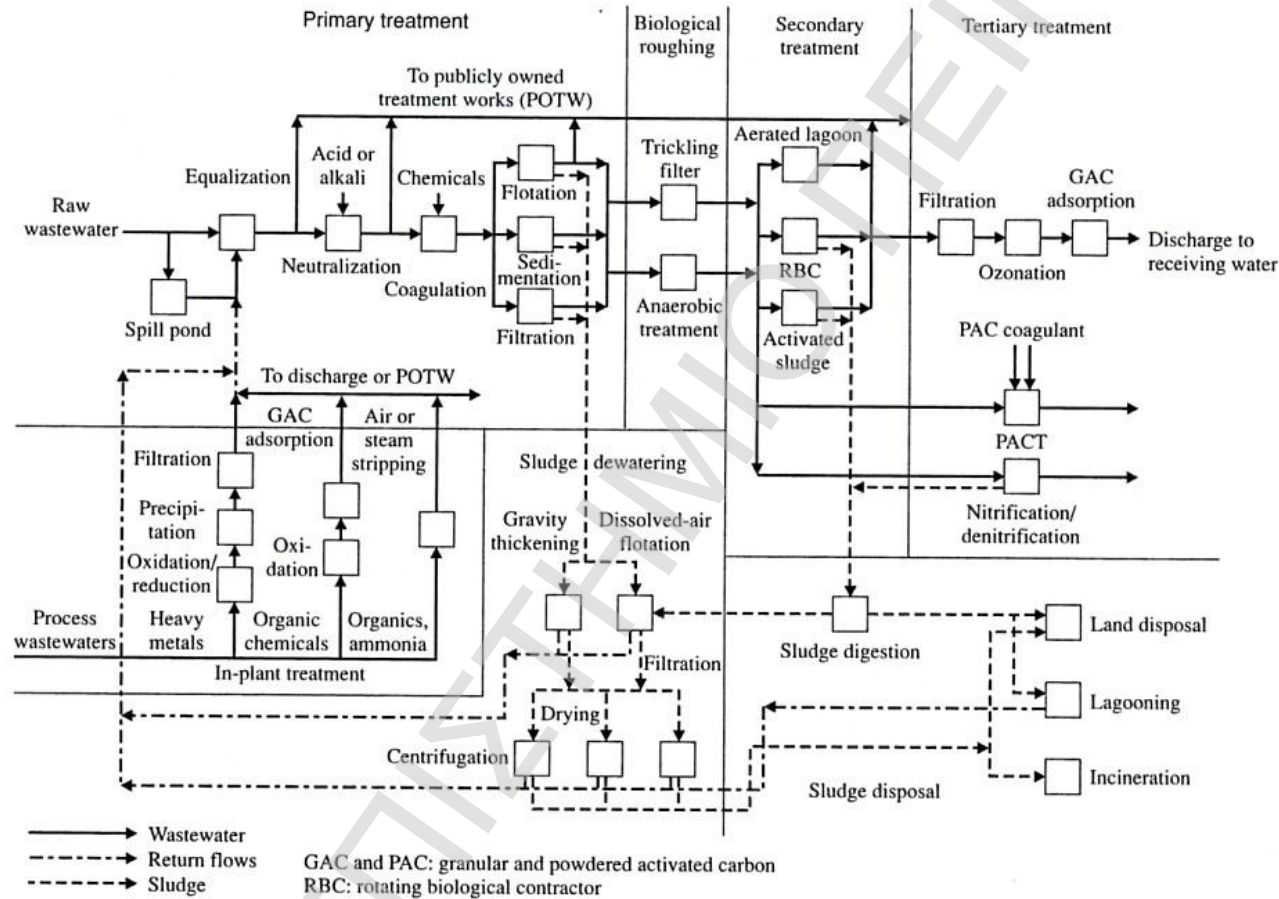
χρειαζόμαστε μοντέλα (models) ή προσομοίωση των αποτελεσμάτων μιας όχλησης σε συνάρτηση με τις μεταβλητές που μπορούμε να χειριστούμε. Φυσικά με αυτόν τον τρόπο δεν μπορούμε να ελέγξουμε ό,τι δεν μπορούμε να κατανοήσουμε πλήρως.

Αυτός ο τρόπος ελέγχου διαφέρει από την ανατροφοδότηση (feedback), όπου η πληροφορία τροφοδοτείται από τις προηγούμενες διεργασίες και γίνονται διορθωτικές ενέργειες για την εξάλειψη της ενόχλησης στο μέλλον.

Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μοντέλο (προσομοίωση) κατά το σχεδιασμό και την λειτουργία των συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να αξιολογηθούν οι τιμές των παραμέτρων που είναι χαρακτηριστικές για τα υγρά απόβλητα και να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των κύριων συστατικών της εισροής. Με άλλα λόγια χρειάζεται καταγραφή των χαρακτηριστικών των υγρών αποβλήτων και υπολογισμός των στοιχειομετρικών συντελεστών [Henze et al, 2002].

Το διοικητικό προσωπικό και οι μηχανικοί χρειάζονται σαφείς κατευθυντήριες οδηγίες για τη διαχείριση του κύκλου ζωής (life – cycle) των συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και της συντήρησης των υποδομών τους [Grigg, 2003]. Αν αυτά τα συστήματα διαχειριστούν όπως μία επιχείρηση οι δαπάνες είναι χαμηλές και διατηρείται η απόδοση τους σε βέλτιστο επίπεδο. Οι υποδομές των συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι σύνθετες κατασκευές και κοστίζουν αρκετά. Ο συνεχής έλεγχος της λειτουργίας τους και η τακτική συντήρηση τους καθόλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων. Σε αντίθετη περίπτωση δεν τηρείται η νομοθεσία, υπάρχει περίπτωση να προκληθούν ατυχήματα με αποτέλεσμα τη ρύπανση του περιβάλλοντος και το προσωπικό, οι πελάτες και οι περίοικοι μπορεί να αντιμετωπίσουν προβλήματα υγείας.

Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα ικανό να επεξεργαστεί ένα εύρος υγρών βιομηχανικών αποβλήτων. Αυτό το σχήμα επικεντρώνεται στη συμβατική αλληλουχία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, αλλά περιλαμβάνει και τριτοβάθμια επεξεργασία ή / και ξεχωριστή επεξεργασία για συγκεκριμένο ρεύμα υγρών αποβλήτων.

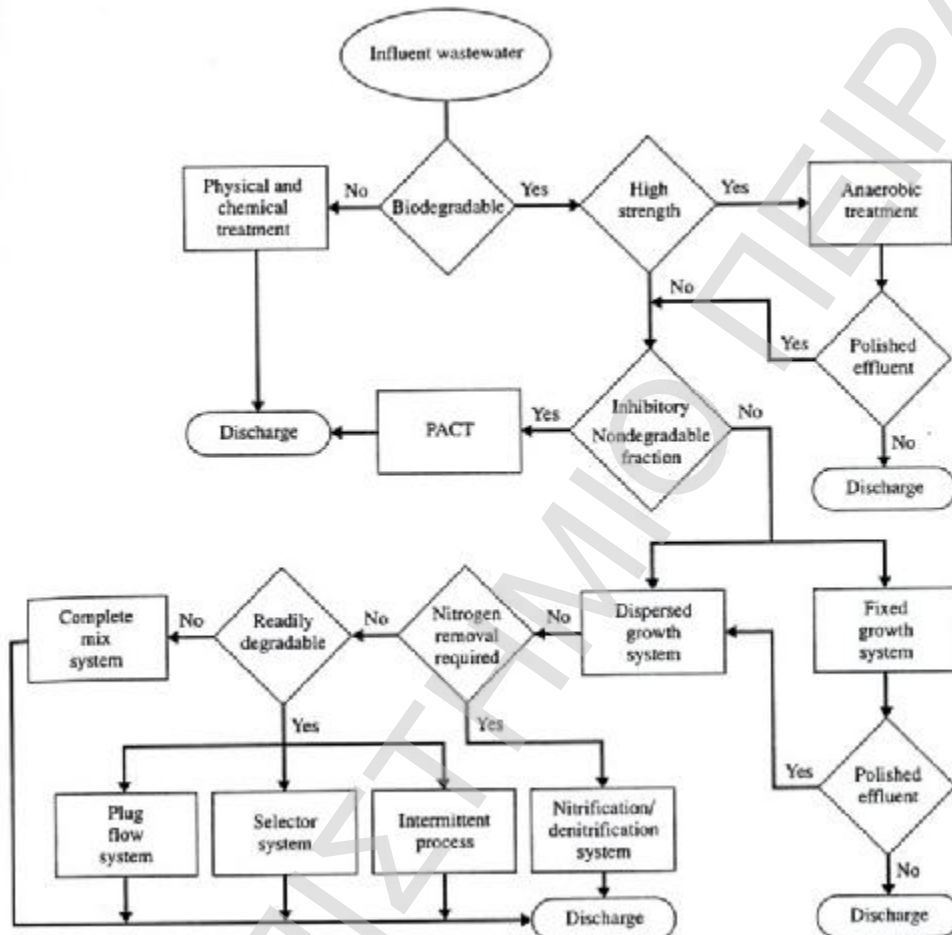


Σχήμα 4.3: Εναλλακτικές τεχνολογίες για την επεξεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.

POTW: Publicly Owned Treatment Works (δημόσιο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων)

Πηγή: Eckenfelder W., "Industrial water pollution control", ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

Η προκαταρκτική ανάλυση για την επιλογή των μεθόδων επεξεργασίας των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων βασίζεται αρχικά στο αν περιέχουν τα υγρά απόβλητα τοξικές ενώσεις. Αν τα απόβλητα περιέχουν για παράδειγμα βαρέα μέταλλα πρέπει αυτά αρχικά να απομακρυνθούν με χημική καθίζηση [Eckenfelder, 2000]. Επίσης οι πτητικές οργανικές ουσίες πρέπει να απομακρυνθούν με απογύμνωση (air stripping). Στο Σχήμα 4.4 παρουσιάζεται η επιλογή μεθόδου όταν τα υγρά απόβλητα δεν είναι τοξικά και είναι για παράδειγμα βιοαποδομήσιμα.



Σχήμα 4.4: Απλοποιημένο διάγραμμα λήψης απόφασης σχετικά με την επιλογή διεργασίας για την βιολογική επεξεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.

PACT: Powdered Activated Carbon Treatment (για την προσρόφιση των οργανικών ουσιών που δεν μπορούν να αποδομήσουν οι μικροοργανισμοί ή αποδομούν με πολύ αργό ρυθμό)

Πηγή: Eckenfelder W., "Industrial water pollution control", ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

4.2 Γενικά περί επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων

Τα σφαγεία χωρίζονται σε εκείνα που επεξεργάζονται τα υγρά τους απόβλητα επιτόπου και τα διαθέτουν άμεσα σε τοπικούς υδάτινους αποδέκτες και σε εκείνα που διαθέτουν τα υγρά τους απόβλητα σε τοπική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (waste water treatment plant – WWTP) με την άδεια της τοπικής επιχείρησης αποχετεύσεων [IPPC, 2003 & 2005 και Johns, 1995]. Η τελευταία κατηγορία πραγματοποιεί κάποια προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων επιτόπου, συνήθως για να χειριστεί τουλάχιστον τα στερεά υλικά, αν και μπορούν επίσης να λάβουν χώρα

και άλλες επεξεργασίες. Τα σφαγεία πρέπει να συμμορφωθούν με τους όρους που διευκρινίζονται στους κανονισμούς διάθεσης αποβλήτων (κανόνες εμπορίου), είτε για την άμεση διάθεση είτε για την διάθεση σε δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (βιολογικούς), σύμφωνα με τις τρέχουσες νομοθετικές απαιτήσεις. Μια δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων μπορεί να χρησιμοποιήσει τα υγρά απόβλητα σφαγείων συνεργικά με τις εκροές που παραλαμβάνονται από άλλες πηγές για να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων.

Οι κανονισμοί διάθεσης αποβλήτων (effluent discharge consents) περιλαμβάνουν κανονικά περιορισμούς για τα TSS, το COD, το BOD, το pH, το αμμωνιακό άζωτο, το συνολικό άζωτο, το συνολικό φώσφορο, τα ελεύθερα ή γαλακτωματοποιημένα λίπη, τα ανιονικά συνθετικά απορρυπαντικά, την ροή σε ημερήσια βάση και τη μέγιστη εβδομαδιαία ροή [IPPC, 2003 & 2005]. Μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν τις συγκεντρώσεις σε θεικές ενώσεις, λόγω της δυνατότητας για αναερόβια αποδόμηση της ιλύος (λάσπης). Οι άδειες διάθεσης για τα σφαγεία που πραγματοποιούν αλάτισμα των δερμάτων, μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν και τα όρια για τις συγκεντρώσεις των χλωριδίων.

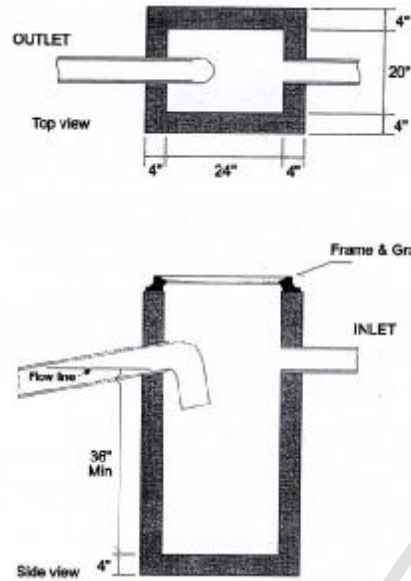
Στη Δανία, τα υγρά απόβλητα υφίστανται μόνο προεπεξεργασία, με εσχάρωση (screening) μέσω ενός πλέγματος 2 mm, και μετά θεωρείται ότι είναι κατάλληλα για τη διαδικασία απονιτροποίησης (denitrification) στις τοπικές δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs). Τα τέλη της πρόσθετης χρέωσης υπολογίζονται κανονικά σύμφωνα με τα επίπεδα BOD και σε μερικές περιοχές λαμβάνονται υπόψη οι περιεκτικότητες σε άζωτο και φώσφορο.

Στο φλαμανδικό μέρος του Βελγίου, περίπου 40 σφαγεία διαθέτουν τα υγρά τους απόβλητα σε δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs). Επίσης χρησιμοποιούνται φίλτρα και εσχάρες (screens), παγίδες λίπους (λιποσυλλέκτες) και κροκιδωτικά / πηκτικές ουσίες. Περίπου 20 φλαμανδικά σφαγεία έχουν εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας που επεξεργάζονται το νερό με αρκετά υψηλά κριτήρια ώστε να έχουν τη δυνατότητα άμεσης διάθεσης χωρίς επιπλέον επεξεργασία εκτός των εγκαταστάσεων.

Τα περισσότερα σφαγεία στις Κάτω Χώρες διαθέτουν τα υγρά τους απόβλητα σε δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs). Λόγω των σχετικά υψηλών δαπανών επεξεργασίας στις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs), όλα τα σφαγεία έχουν συστήματα προεπεξεργασίας, που συνήθως αποτελούνται από κόσκινα περιστροφικών τυμπάνων (rotary drum sieves) και επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF), σε συνδυασμό με χρήση χημικών ενώσεων. Μερικές φορές τα σφαγεία έχουν εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας. Τα επεξεργασμένα απόβλητα είναι σχεδόν κατάλληλα για άμεση διάθεση σε υδάτινους αποδέκτες και δεν θεωρούνται εμπορεύσιμα για τις δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs).

Στην Αυστρία, τα περισσότερα σφαγεία έχουν συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που αποτελούνται από εσχαρωτά καπάκια (grate covers) και ειδικά δοχεία συλλογής (catch pots), που συνοδεύονται από δεξαμενές ενεργού ιλύος (activated sludge lagoons) και διαχωριστήρες λιπών (fat separators). Οι μεγάλες εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν περιστασιακά εσχάρες περιστροφικών τυμπάνων (rotary drum screens) και εγκαταστάσεις επίπλευσης (flotation plants).

Στη Σουηδία, τα υγρά απόβλητα των σφαγείων θεωρούνται ως μια σημαντική πηγή άνθρακα στη διαδικασία απονιτροποίησης (denitrification) στις δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs) και η μηχανική εσχάρωση (mechanical screening) είναι συνήθως η μόνη προεπεξεργασία που απαιτείται.



Σχήμα 4.5: Ένα τυπικό δοχείο (λεκάνη) συλλογής (catch basin).

Πηγή: Edwards J., "Industrial wastewater treatment: a guidebook", ed. Lewis Publishers, CRC Press Company, Boca Raton 1995.

Στη Νορβηγία, η πλειοψηφία των σφαγείων έχει παγίδες λίπους (fat traps) με σήτες πλέγματος 0,8 - 1 mm και τα υγρά τους απόβλητα είτε επεξεργάζονται σε βιολογικές είτε σε χημικές μονάδες καθαρισμού ή διατίθενται σε δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs) [IPPC, 2003 & 2005].

Την δεκαετία του '80 στην Ευρώπη, τα περισσότερα σφαγεία και οι μονάδες επεξεργασίας κρέατος έστελναν τα υγρά τους απόβλητα στα δημοτικά συστήματα αποχέτευσης μετά μόνο από προκαταρκτική πρωτοβάθμια επεξεργασία. Όπου αυτό δεν ήταν εφικτό, μερικές μονάδες είχαν εγκαταστήσει εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος για την βιολογική απομάκρυνση των θρεπτικών.

Στην πλειοψηφία των σφαγείων της Αυστραλίας, τα υγρά απόβλητα περνάνε μέσω αναερόβιων (λιμνο)δεξαμενών επεξεργασίας (anaerobic treatment ponds) και στη συνέχεια μέσω συστημάτων αερόβιων δεξαμενών (aerobic - pond systems) [Johns, 1995]. Σε μερικές περιπτώσεις έχει χρησιμοποιηθεί άμεση αερόβια επεξεργασία (δηλαδή ενεργού ιλύος). Ο στόχος των πρώτων ήταν να επιτευχθεί μείωση του BOD, ενώ ο στόχος των τελευταίων συχνά περιλαμβάνει τη νιτρικοποίηση (nitrification). Αντίθετα, τα σφαγεία της Νέας Ζηλανδίας συχνά αρδεύουν με τα πρωτογενώς επεξεργασμένα ή τα αναερόβια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα άμεσα το έδαφος [Johns, 1995].

Σε άλλες χώρες όπως η Ιορδανία, η νομοθεσία είναι πιο χαλαρή σε περιβαλλοντικά θέματα και ο περιβαλλοντικός προγραμματισμός για την ανάπτυξη της βιομηχανίας είναι γενικά ανεπαρκής. Με αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν πολλά σημάδια σημαντικής ρύπανσης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης, ειδικότερα, στην περιοχή Amman - Zarqa, η οποία είναι το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της Ιορδανίας με περισσότερο από το μισό πληθυσμό του Βασιλείου [Mohsen and Jaber, 2002]. Επίσης η πλειοψηφία της βιομηχανίας της Ιορδανίας βρίσκεται στην περιοχή Amman - Zarqa βορειοανατολικά του Αμμάν (Amman) και στην νοτιοανατολική περιοχή Sahab της Πρωτεύουσας Αμμάν. Οι περισσότερες από αυτές τις βιομηχανίες απορρίπτουν τα υγρά απόβλητα τους στο δίκτυο των δημοτικών υπονόμων μετά από κάποια προεπεξεργασία. Τα βιομηχανικά απόβλητα που απορρέουν στους δημοτικούς υπονόμους μεταφέρονται στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του Samra

(Samra Treatment Plant - STP). Η μονάδα επεξεργασίας του Samra (STP) έχει κατασκευαστεί για να επεξεργαστεί 36 t BOD / d με αποτέλεσμα να υπερφορτώνεται πολύ. Δεδομένου ότι στη μονάδα επεξεργασίας του Samra (STP) επεξεργάζονται τα υγρά αστικά απόβλητα από το Amman, Zarqa και Ruseifa (περίπου 1,25 εκατομμύριο άνθρωποι) με φορτίο που υπολογίζεται σε 63 t BOD / d. Τα απόβλητα από τη μονάδα επεξεργασίας του Samra (STP) περνούν μέσω του ποταμού Wadi Dhuleil και του ποταμού Zarqa στον ταμιευτήρα των βασιλιάδων Talal (KTR). Το νερό από τον ταμιευτήρα των βασιλιάδων Talal (King Talal Reservoir - KTR) χρησιμοποιείται για την άρδευση στην κοιλάδα της Ιορδανίας (Jordan Valley - JV).

Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει δεκαεννέα βιομηχανίες οι οποίες απορρίπτουν κυρίως υγρά απόβλητα διεργασιών με οργανική ρύπανση. Οι περισσότερες είναι βιομηχανίες τροφίμων. Φαίνεται από τον πίνακα ότι περίπου 5,3 t BOD / d απορρίπτονται από αυτές τις βιομηχανίες. Από αυτά περίπου 2,2 t BOD / d απορρίπτονται στο δημόσιο σύστημα αποχετεύσεων και στη μονάδα επεξεργασίας του Samra (STP) και περίπου 3,1 t BOD χρησιμοποιούνται για άρδευση. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 1988 - 1992, το μέσο οργανικό φορτίο στη μονάδα επεξεργασίας του Samra (STP) μετρήθηκε περίπου 70 t BOD / d [Mohsen and Jaber, 2002].

Πίνακας 4.1: Ροή και φορτίο ρυπαντή οργανικής μη τοξικής ρύπανσης.

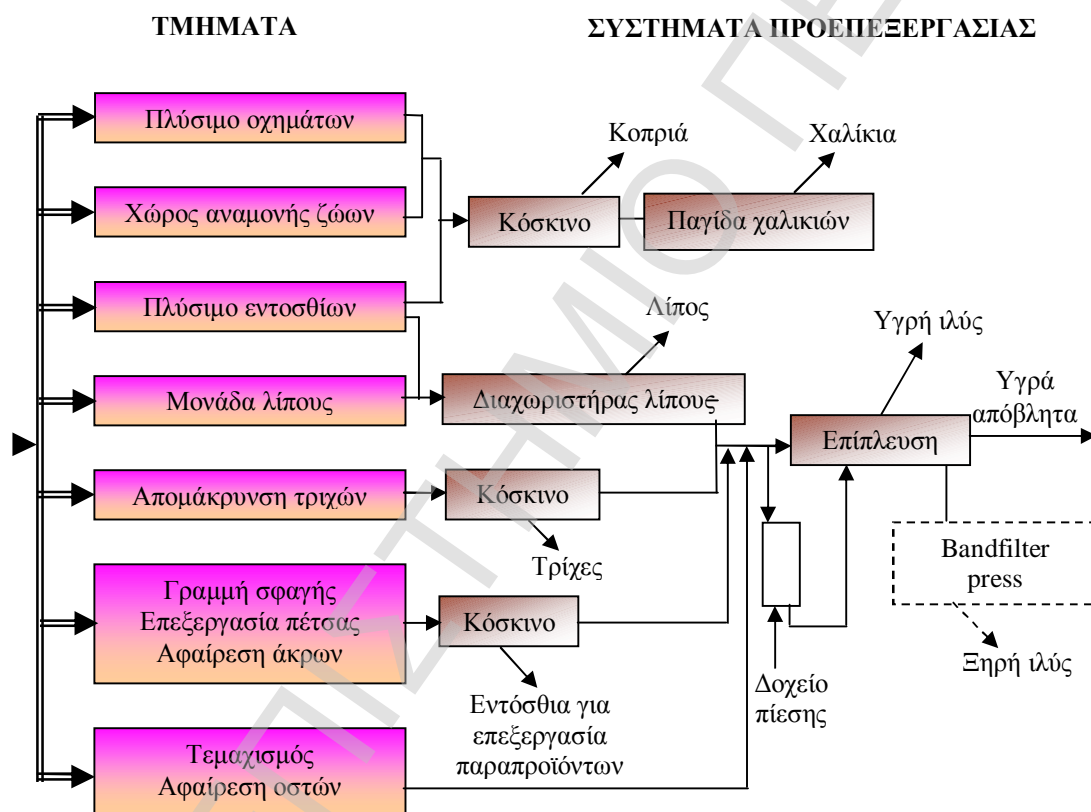
Βιομηχανία	Μέση τιμή υγρών αποβλήτων διεργασιών, m ³ / d	Προεπεξεργασία	Εκροή	BOD, kg / d	COD, kg / d	TSS, kg / d	TDS, kg / d
Jordan Petroleum Refinery	3800	Μηχανική	Άρδευση	148	532	236	12122
Jordan Paper & Cardboard	600	Βιολογική	Άρδευση	124	287	110	1080
Eagle Distilleries Co.	70	Μηχανική	STP	126	229	8,1	194
Ain Ghazal Slaughter House (σφαγείο)	630	Όχι	STP	4249	20340	1014	3974
Jordan Ice and Aerated Water Co.	950	Όχι	STP	443	837	219	2446
Arab Chemical Detergents	36	Χημική	STP	-	-	-	-
The ICA Co.	310	Βιολογική	STP	-	-	-	-
Zeidans Refrigeration Co.	17	Όχι	STP	99	194	43	82
Arab Brewery Co.	66	Όχι	STP	13	26	9	107
Arabian Trade & Food Co.	33	Όχι	STP	88	163	290	60
Jordan Brewery Co.	110	Όχι	STP	28	52	5,5	68
United Factories Co.	6	Βιολογική	STP	1,8	3,7	0,37	6,5
Yeast Industries Co.	530	Όχι	Άρδευση	3378	6141	597	3869
Jordan Dairy Co.	80	Βιολογική	STP	2	6,2	35	82
Ata Ali Ice – Cream Co.	18	Μηχανική	STP	-	-	-	-
Hikema Pharmaceuticals Jordan	16	Όχι	STP	13	23	2,3	14
Danish – Jordanian Dairy Co.	90	Βιολογική	STP	28	56	19	117
The Tanning Co.	150	Χημική	STP	15	49	28	1590
Danish Food Industries Co.	130	Μηχανική	Sahab	-	-	-	-
Σύνολο	7641			8754	28938	2614	25812
Σύνολο προς τον υπόνομο	2711			5104	21978	1672	8741

STP: δημόσιο σύστημα αποχετεύσεων και τελικά μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων του Samra
 Πηγή: Mohsen M. and Jaber J., "Potential of industrial wastewater reuse", Elsevier Science, Desalination, vol. 152, p. 281 - 289, 2002.

Η παρεμπόδιση των ζωικών υλικών να εισέλθουν στο ρεύμα των υγρών αποβλήτων είναι αρχικά ο καλύτερος τρόπος για τη μείωση του φορτίου των αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005]. Μερικοί διευθυντές σφαγείων έχουν αξιολογήσει προσεκτικά τις διαδικασίες που περιλαμβάνουν τον τεμαχισμό και την απομάκρυνση των άκρων και εντοσθίων και έχουν σχεδιάσει ή έχουν τροποποιήσει τις εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό για να παρεμποδίσουν με φυσικό τρόπο τα ζωικά

παραπροϊόντα όπως τα ακατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση τμήματα κρέατος και τα σπλάχνα (viscera) να εισέλθουν στην αποχέτευση. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης μπορεί να καταδειχτούν τα οφέλη από αυτό το σύστημα και να βελτιωθεί η περιβαλλοντική απόδοση. Καθαρίζοντας οποιαδήποτε πεταμένα υπολείμματα κρέατος κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και εκκενώνοντας τα ειδικά δοχεία συλλογής της αποχέτευσης (drain catch pots) και αντικαθιστώντας τα πριν αρχίζει να καθαρίζεται μια περιοχή, όχι μόνο μειώνει το συνολικό φορτίο των αποβλήτων, αλλά μειώνεται επίσης ο κίνδυνος να γλιστρήσει το προσωπικό, γεγονός που αποτελεί μια από τις κύριες αιτίες εργατικών ατυχημάτων και απώλειας χρόνου στη βιομηχανία κρέατος.

Το Σχήμα 4.6 παρουσιάζει ένα παράδειγμα των κυριότερων χρήσεων του νερού σε ένα σφαγείο χοίρων και των προεπεξεργασιών των υγρών αποβλήτων που συνδέονται με τις διάφορες διαδικασίες στη μονάδα.



Σχήμα 4.6: Ροή υγρών αποβλήτων σε ένα σφαγείο χοίρων.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Η σωστή επιλογή και χρήση των χημικών ουσιών καθαρισμού είναι ουσιαστική για να εξασφαλιστεί ότι δεν θα σκοτωθούν οι μικροοργανισμοί στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).

Η εκροή υγρών μεγάλου οργανικού φορτίου από την υπερχειλίση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι ενδεχομένως ένας από τους πιο

ρυπογόνους παράγοντες στα σφαγεία. Για να αποτραπεί η υπερχειλίση (overfilling) και η πιθανή εκροή στους υδατικούς αποδέκτες της περιοχής, οι δεξαμενές υγρών αποβλήτων (effluent tanks) μπορεί να είναι εφοδιασμένες με διατάξεις και συσκευές συναγερού σε κάποιο ύψος για να αποτρέπουν αυτόματα την υπερχειλίση. Πολλές εγκαταστάσεις επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) ελέγχουν συνεχώς την ποιότητα των αποβλήτων και εκτρέπουν αυτόματα τα υγρά απόβλητα σε μια εφεδρική αποθήκη εάν οι εγκαταστάσεις επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) πάθουν κάποια βλάβη.

Η ιλύς που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή να διατεθεί με διάφορους τρόπους συμπεριλαμβανομένων των εξής: παραγωγή βιοαερίου, κομποστοποίηση όταν αναμειγνύεται με άλλο βιοδιασπάσιμο υλικό, όπως το περιεχόμενο των εντοσθίων και το αίμα, έγχυση στο έδαφος, επεξεργασία παραπροϊόντων που ακολουθείται από αποτέφρωση ή άμεση αποτέφρωση. Η επεξεργασία της ιλύος μπορεί να προκαλέσει προβλήματα οσμών, τα οποία επιδεινώνονται με την ανάμιξη και την παραγωγή αερολυμάτων (aerosol). Επίσης απαιτείται ενέργεια για να απομακρυνθεί το νερό, π.χ. με φυγοκέντρωση ή συμπίεση (pressing).

Μερικές τεχνικές επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων σφαγείων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Σύνοψη των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των ρύπων στα υγρά απόβλητα σφαγείων.

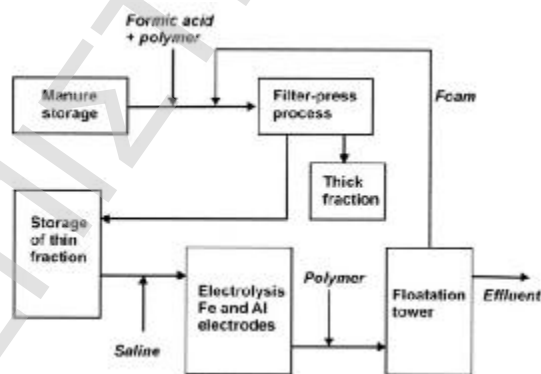
Τεχνολογία	Τύποι ρύπων				
	Ολικά απορούμενα στερεά	Οργανικές ενώσεις	Λίπη και έλαια	Νιτρικά / αμμωνία	Φόσφορο
Πρωτοβάθμια επεξεργασία (primary treatment)					
Μηχανική εσχάρωση (mechanical screening)	√	√			
Διαχωρισμός λιπών (fat separation)	√	√	√	√	√
Δεξαμενές εξισορρόπησης (equalization balance tanks)					
Επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation)	√	√	√		
Επίπλευση διασποράς (dispersion flotation)	√				
Μηχανική επίπλευση (mechanical flotation)	√				
Κροκίδωση / συσσωμάτωση / χημική καθίζηση (coagulation / flocculation / precipitation)		√	√	√	√
Καθίζηση / διήθηση / επίπλευση (sedimentation / filtration / flotation)		√	√		
Δευτεροβάθμια επεξεργασία (secondary treatment)					
Αναερόβια επεξεργασία που ακολουθείται από ένα ανοξικό στάδιο (anaerobic treatment, followed by anoxic step)		√			
Ενεργή ιλύς / δεξαμενές αερισμού (activated sludge / aeration lagoon)	√	√		√	√
Εκτεταμένος αερισμός (extended aeration)		√		√	
Νιτρικοποίηση / απονιτρικοποίηση (nitrification / denitrification)				√	
Τριτοβάθμια επεξεργασία (tertiary treatment)					
Διήθηση / κροκίδωση / χημική καθίζηση (filtration / coagulation / precipitation)				√	√

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

4.2.1 Πρωτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων

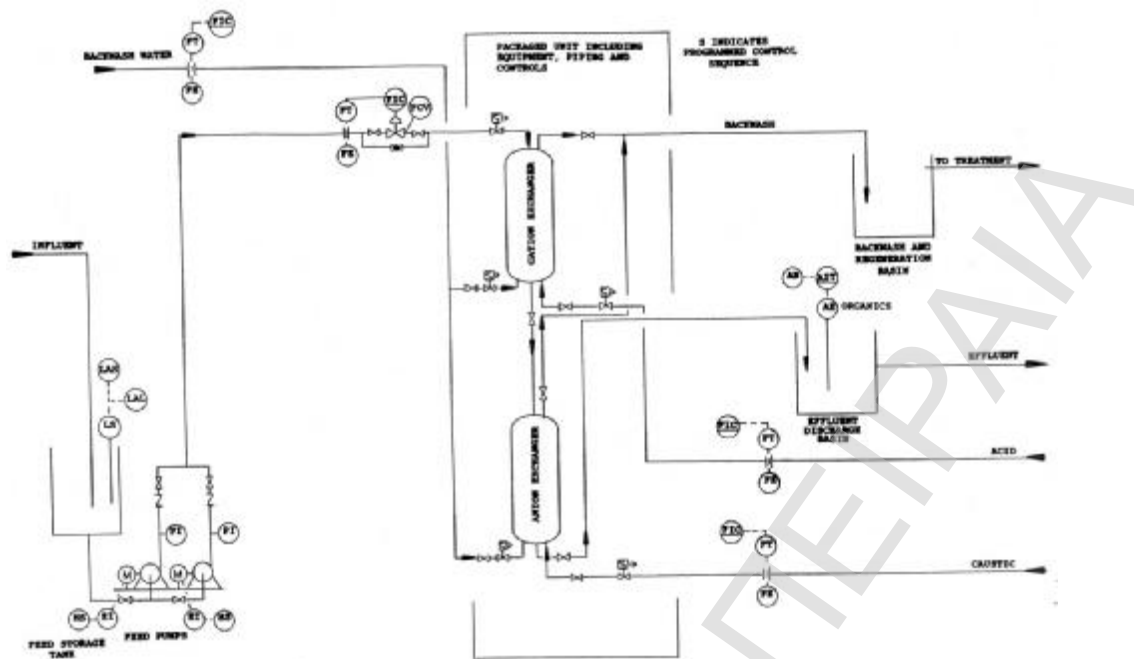
Τα στερεά υλικά των υγρών αποβλήτων συλλέγονται για να χρησιμοποιηθούν / διατεθούν σύμφωνα με τον κανονισμό ABP 1774/2002/EC. Για παράδειγμα, ο ορισμός των υλικών της κατηγορίας 1 του κανονισμού ABP 1774/2002/EK, περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, όλες τις ζωικές ύλες που συλλέγονται κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας της κατηγορίας 1 και από άλλους χώρους στους οποίους απομακρύνονται δεδομένης επικινδυνότητας υλικά (specified risk material – SRM), συμπεριλαμβανομένων των υλικών που συγκεντρώνονται στις σήτες, των υλικών από την απομάκρυνση της άμμου, των μιγμάτων λιπών και ελαίων, της ιλύος και των υλικών που απομακρύνονται από τις αποχετεύσεις, εκτός αν κάποιο υλικό δεν περιέχει κανένα υλικό δεδομένης επικινδυνότητας (SRM) ή μέρος τέτοιου υλικού. Επίσης τα υλικά της κατηγορίας 2, περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, όλα τα ζωικά υλικά που συλλέγονται κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων εκτός από τα σφαγεία που καλύπτονται από το άρθρο 4(1)(d) ή τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας της κατηγορίας 2, συμπεριλαμβανομένων των υλικών που συγκεντρώνονται στις σήτες, των υλικών από την απομάκρυνση της άμμου, των μιγμάτων λιπών και ελαίων, της ιλύος και των υλικών που απομακρύνονται από τις αποχετεύσεις των εγκαταστάσεων [IPPC, 2003 & 2005].

Το πέρασμα από κόσκινο ή εσχάρα (screening), η καθίζηση (settling) και η επίπλευση διαλυμένου αέρα (dissolved air flotation - DAF) είναι οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και των λιπών και ελαίων από τα υγρά απόβλητα σφαγείων. Μέθοδοι όπως η ηλεκτροεπίπλευση (electroflotation) ή η ανταλλαγή ιόντων (ion exchange) που είχαν στόχο να αντικαταστήσουν τα συστήματα επίπλευσης διαλυμένου αέρα (DAF) δεν έχουν αναπτυχθεί επαρκώς, λόγω εγγενών τεχνικών δυσκολιών ή του υψηλού κόστους αυτών των συστημάτων στην πράξη [Johns, 1995].



Σχήμα 4.7: Σύστημα ηλεκτροεπίπλευσης (electroflotation) για υγρή κοπριά ζώων.

Πηγή: Burton C. and Turner C., "Manure Management. Treatment strategies for sustainable agriculture", Silsoe Research Institute, Bedford 2003.



Σχήμα 4.8: Πρωτοβάθμια επεξεργασία με ανταλλαγή ιόντων.

Πηγή: Celenza G., "Industrial waste treatment process engineering: Specialized treatment systems", Volume III, ed. Technomic, Lancaster 2000.

Κατά την ηλεκτροεπίπλευση (electroflotation) πρώτα λαμβάνει χώρα η ηλεκτρόλυση και στη συνέχεια ακολουθεί το στάδιο της επίπλευσης [Burton and Turner, 2003]. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω η συγκεκριμένη μέθοδος είναι πολύ ακριβή με τα σημερινά δεδομένα.

Τα υγρά απόβλητα από τις περιοχές των διάφορων διεργασιών στα σφαγεία κανονικά περνάνε από κόσκινο ή εσχάρα, για να απομακρυνθούν τα οργανικά υπολείμματα όπως τρίχες, λίπη, ιστοί, τμήματα κρέατος, περιεχόμενα εντοσθίων και άχρηστες στερεές ύλες και για να αποφευχθεί η παρεμπόδιση της λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) [IPPC, 2003 & 2005]. Εκτός από τα παραπροϊόντα από την σφαγή τα υγρά απόβλητα περιέχουν γενικά πρωτογενή στερεά που παράγονται κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, κατά τη διάρκεια της ανάπαισης των ζώων και κατά την πλύση των στομαχιών και των εντέρων. Αυτά περιλαμβάνουν, π.χ. άχυρα, περιττώματα και περιεχόμενα εντέρων.

Η εσχάρωση (screening) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα δεδομένου ότι τα στερεά που συλλέγονται με εσχάρωση είναι πολύ καλή πρώτη ύλη για τη διεργασία της επεξεργασίας παραπροϊόντων κρέατος στις ΗΠΑ [Woodard, 2001 και Mittal, 2006], κάτι που περιορίζεται στην ΕΕ από τον κανονισμό 1774/2002/ΕΚ.

Δευτερογενή στερεά είναι π.χ. υλικά από τα κόσκινα (sieve material) και τα χτένια (rake material), τα λίπη και τα επιπλέοντα υλικά που παράγονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων και του αέρα. Η απομάκρυνση των στερεών, π.χ. κατά την εσχάρωση (screening) μπορεί να απαιτηθεί στο τέλος της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP), καθώς επίσης και στην αρχή.

Οι εσχάρες (screens) μπορούν να απομακρύνουν το 10 - 15% του οργανικού φορτίου. Επίσης μπορούν να απομακρύνουν ένα μεγάλο ποσοστό των ορατών σωματιδίων.

Ο πιο κοινός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για εσχάρωση (screening equipment) στα σφαγεία στην Ευρώπη περιλαμβάνει το στατικό σφηνοειδές κόσκινο

(static wedge screen), το κεκλιμένο κοχλιωτό πιεστήριο (screw press) και το κόσκινο περιστροφικών τυμπάνων (rotary drum screen). Αυτά τα κόσκινα έχουν τυπικά ένα μέγεθος πλέγματος περίπου 3 mm [IPPC, 2003 & 2005]. Επίσης πολλοί τύποι εσχάρων έχουν χρησιμοποιηθεί στις ΗΠΑ με επιτυχία, συμπεριλαμβανομένων των: παλινδρομικές εσχάρες (shaking screens), περιστροφικές εσχάρες (rotary screens) και στατικές εσχάρες (static screens). Ίσως να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μιας παγίδας λιπών (λιποσυλλέκτη - grease trap) πριν το σύστημα εσχάρωσης για να προληφθεί η έμφραξη (blinding) [Woodard, 2001 και Mittal, 2006].

Μετά την εσχάρωση (screening), πολλά μεγάλα σφαγεία χρησιμοποιούν εγκαταστάσεις επεξεργασίας επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) για την επιπλέον επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πριν από την διάθεση τους. Η επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) χρησιμοποιεί πολύ λεπτές φυσαλίδες αέρα για να απομακρύνει τα αιωρούμενα στερεά (suspended solids).

Πίνακας 4.3: Επεξεργασία υγρών αποβλήτων που περιέχουν έλαια με τη μέθοδο της επίπλευσης με αέρα (air flotation)

Υγρά απόβλητα	Κροκιδωτική ουσία, mg/l	Συγκέντρωση ελαίων, mg/l		
		Εισροή	Εκροή	Απομάκρυνση, %
Διυλιστήριο	0	125	35	72
	100 alum	100	10	90
	130 alum	580	68	88
	0	170	52	70
Oil tanker ballast water	100 alum + 1 mg/l polymer	133	15	89
Βιομηχανία χρωμάτων	150 alum + 1 mg/l polymer	1900	0	100
Συντήρηση αεροσκαφών	30 alum + 10 mg/l activated silica	250 – 700	20 – 50	> 90
Συσκευασία κρέατος		3830	270	93
		4360	170	96

Πηγή: Eckenfelder W., "Industrial water pollution control", ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

Τα αιωρούμενα στερεά επιπλέουν στην κορυφή του υγρού και σε μορφή αφρού, ο οποίος ξαφρίζεται στη συνέχεια. Σε μερικές περιπτώσεις οι διαλυτές κολλοειδείς ουσίες και τα φωσφορικά άλατα απομακρύνονται από τα υγρά απόβλητα με την προσθήκη χημικών ουσιών κροκιδώσης (coagulation chemicals) και συσσωμάτωσης (flocculation chemicals), π.χ. άλατα σιδήρου, άλατα αργιλίου και πολυηλεκτρολύτες (polyelectrolytes), για να σχηματιστούν ιζήματα.

Τα άλατα του τρισθενή σιδήρου (iron III) βοηθούν επίσης στη μείωση των οσμών, επειδή απομακρύνουν το H₂S. Η επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) μπορεί να απομακρύνει το 15 % του φορτίου του BOD και το 70 % των αιωρούμενων στερεών, χωρίς τη χρήση χημικών ουσιών και το 50 – 65 % του BOD και το 85 – 90 % των αιωρούμενων στερεών, με τη χρήση χημικών ουσιών [IPPC, 2003 & 2005].

Πίνακας 4.4: Τυπικές παράμετροι σχεδιασμού και απόδοσης μονάδων επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF).

Τύπος υγρών αποβλήτων	Ρυθμός υπερχειλίσης, gpm / ft ²	Τυπικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων	Ποσότητα αέρα που απαιτείται	Απομάκρυνση ή απόδοση	Κροκίδωση ή συσσωμάτωση
Επεξεργασία ελαίων	2,0 – 2,5	200 – 1.000 mg/l ελαίων	3 vol %, P or T	Σχεδόν όλα τα επιπλέοντα έλαια, 70 – 80 % απομάκρυνση SS. Δεν απομακρύνονται τα διαλυτά ή τα γαλακτοποιημένα έλαια.	Καμία
	1,3 – 1,8	200 – 1.000 mg/l ελαίων	3 vol % ή λόγος A/S 0,02, R	Απομάκρυνση μέχρι και 90 % των επιπλέοντων και γαλακτοποιημένων. Δεν απομακρύνονται τα διαλυτά έλαια.	Alum, lime, polyelectrolyte
Συσκευασία κρέατος	2,5	500 – 5.000 mg / l SS 1.000 – 2.000 mg / l λίπος	3 vol %, P or T	Απομάκρυνση όλα τα επιπλέοντα λίπη, 40 – 60 % απομάκρυνση των SS	Καμία
	1,5 ή 2,0 lb SS / (sq ft) (hr)	500 – 5.000 mg / l SS 1.000 – 2.000 mg / l λίπος	Λόγος A/S 0,02, R	Απομάκρυνση μέχρι το 90 % των γαλακτοποιημένων λιπών και των SS	Alum, lime, polyelectrolyte
Βυρσοδεψείο	1,5 ή 2,0 lb SS / (sq ft) (hr)	3.000 – 8.000 mg / l SS	3 vol %, P or T	Απομάκρυνση 80 % των λιπών, απομάκρυνση 60 % των SS	Καμία
Σφαγείο πτηνών	1,5 – 2,0	200 – 2.500 mg / l SS 30 – 1.000 mg / l λίπος	Λόγος A/S 0,02 – 0,04 ή 3 vol %, R, P or T	Απομάκρυνση 40 – 60 % των SS και μέχρι το 90 % των λιπών	Καμία
	1,25 – 1,75	200 – 2.500 mg / l SS 30 – 1.000 mg / l λίπος	Λόγος A/S 0,02 – 0,04 ή 3 vol %, R	Απομάκρυνση μέχρι το 90 % των γαλακτοποιημένων λιπών και των SS	Alum, lime, polyelectrolyte
Κονσερβοποιία	0,5 – 1,5	200 – 2.500 mg / l SS	Λόγος A/S 0,02, R	Απομάκρυνση 80 – 90 % των SS	Polymer

P = μερική πίεση, R = πίεση ανακύκλωσης, T = ολική πίεση

Πηγή: Azad H., "Industrial wastewater management handbook", ed. McGraw – Hill, New York 1976.

Η πρώτη εμφάνιση των μεγάλων μονάδων επίπλευσης διαλυμένου αέρα (dissolved air flotation - DAF) έγινε στο τέλος της δεκαετίας του 1970 και συνδυάστηκε με τη χημική καθίζηση (precipitation) στην Ευρώπη, τη Νέα Ζηλανδία και τις ΗΠΑ για την ανάκτηση των πρωτεϊνών από τα υγρά απόβλητα. Αυτές οι διεργασίες έδωσαν μείωση του BOD₅ σε 75 - 80 % και είχαν το πρόσθετο πλεονέκτημα της απομάκρυνσης μεγάλων ποσοτήτων αζώτου και φωσφόρου [Johns, 1995]. Τα περισσότερα συστήματα, εντούτοις, είχαν σημαντικά προβλήματα λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων χρόνων παραμονής και του χαμηλού ρυθμού επιφανειακής υπερχειλίσης (surface - overflow rate), που οδήγησαν στην καθίζηση των στερεών, στο μεγάλο όγκο σηπτικής ιλύος (putrefactive sludge) και κοινής ιλύος (bulky sludge) (χαρακτηριστικά 0,8 – 1,2 kg ξηρής ιλύος / kg BOD₅ που απομακρύνθηκε), στην ευαισθησία του συστήματος στην μεταβολή της ροής και στις δυσκολίες της απομάκρυνσης του νερού αφυδάτωσης της ιλύος (sludge dewatering). Επιπλέον, το πρωτεϊνικό προϊόν δεν μπορούσε να πωληθεί εύκολα, οπότε άρχισε να μην χρησιμοποιείται τόσο ευρέως.

Η βέλτιστη απομάκρυνση λίπους από τα υγρά απόβλητα σφαγείων με τη χρήση της επεξεργασίας της επίπλευσης διαλυμένου αέρα (DAF) χωρίς την προσθήκη χημικών ουσιών λαμβάνεται σε pH 4,0 – 4,5, Πίνακας 4.5. Εντούτοις, το pH των υγρών αποβλήτων σφαγείων ρυθμίζεται σπάνια. Ουσιαστικά η βελτιωμένη ανάκτηση του λίπους και των στερεών ουσιών μπορεί να ληφθεί με τη χρήση προσθήκης χημικών ουσιών, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, βλέπε και Πίνακα 4.5. Ωστόσο, λαμβάνονται μεγάλες ποσότητες ασταθούς ιλύος.

Πίνακας 4.5: Απόδοση επίπλευσης διαλυμένου αέρα (DAF) στα υγρά απόβλητα σφαγείου.

Επεξεργασία	Μέση απόδοση απομάκρυνσης (%)			Βιβλιογραφική αναφορά
	COD	TSS	O & G	
Αέρας	40	60	90	Travers & Lovett (1985)
Οξύ, pH 4 – 4,5	71	78	93	Travers & Lovett (1985)
DAF και χημικές ουσίες	32 – 92 (BOD)	70 - 97	89 - 98	Karpati & Szabo (1984)

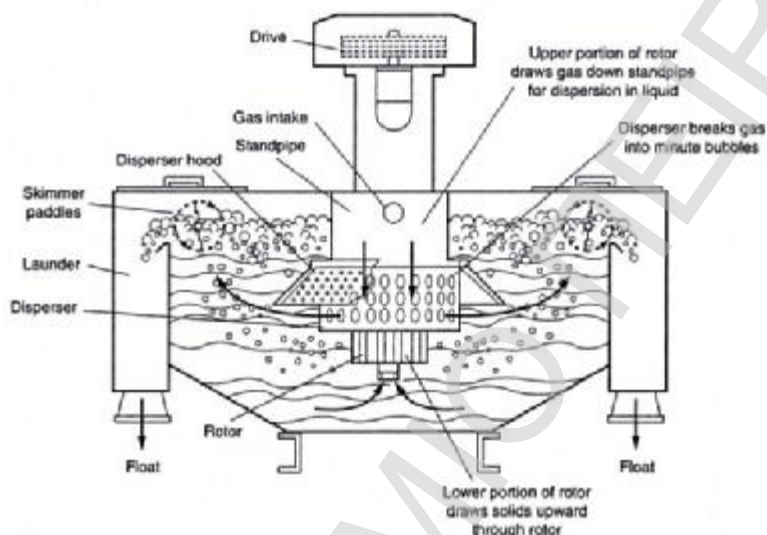
Πηγή: Johns M., “Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review”, Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.

Η εισαγωγή του υπεροξειδίου του υδρογόνου (hydrogen peroxide) στις παγίδες λίπους (λιποσυλλέκτες - grease traps) και στις μονάδες επίπλευσης διαλυμένου αέρα (DAF) μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την απόδοση για την απομάκρυνση λιπών και ελαίων (O & G), κατά ένα μεγάλο μέρος μέσω του σχηματισμού πυρήνων (nucleation) πολύ λεπτών φυσαλίδων οξυγόνου (very fine oxygen bubbles). Φαίνεται ότι όπου οι χημικές ουσίες προστίθενται σε μονάδες επίπλευσης διαλυμένου αέρα (DAFs), η χρήση του υπεροξειδίου του υδρογόνου μπορεί να ωφελήσει τη διεργασία [Johns, 1995].

Άλλες μέθοδοι επίπλευσης περιλαμβάνουν την επίπλευση διασποράς (dispersion flotation), που αφορά την έγχυση «ρευστού διασποράς» που παράγεται με συμπιεσμένο αέρα, ή τη μηχανική επίπλευση (mechanical flotation), όπου το νερό αναδεύεται για να παράγει φυσαλίδες αέρα [IPPC, 2003 & 2005].

Η επίπλευση με διασπορά αέρα (dispersed – air flotation) είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται σε βιομηχανικά απόβλητα (πολύ σπάνια χρησιμοποιείται σε αστικά λύματα) για την απομάκρυνση γαλακτοματοποιημένων ελαίων και αιωρούμενων στερεών [Tchobanoglous et al, 2003]. Στα συστήματα επίπλευσης με διασπορά αέρα, οι φυσαλίδες αέρα σχηματίζονται με εισαγωγή άμεσα της αέριας φάσης στην υγρή φάση μέσω ενός περιστρεφόμενου προωθητή (revolving impeller).

Ο προωθητής δρα όπως μία αντλία, ωθώντας το ρευστό μέσω των ανοιγμάτων του διαχυτή (disperser) και δημιουργώντας κενό στον κατακόρυφο αγωγό (standpipe). Το κενό έλκει τον αέρα στον κατακόρυφο αγωγό και τον αναμιγνύει πλήρως με το υγρό (βλέπε Σχήμα 4.9). Καθώς το μίγμα αέριου / υγρού περνάει μέσα από το διαχυτή δημιουργούνται πολύ λεπτές φυσαλίδες αέρα. Τα σωματίδια των ελαίων και τα αιωρούμενα στερεά προσκολλώνται στις φυσαλίδες και ανεβαίνουν στην επιφάνεια. Στη συνέχεια σχηματίζουν ένα πυκνό αφρό στην επιφάνεια που απομακρύνεται με πτερύγια ξαφρίσματος (skimming paddles) [Tchobanoglous et al, 2003].



Σχήμα 4.9: Μονάδα επίπλευσης με διασπορά αέρα (dispersed – air flotation).

Πηγή: Tchobanoglous G., Burton Fr., Stensel D. (Metcalf & Eddy, Inc.), “Wastewater engineering: Treatment and reuse”, ed. McGraw – Hill, Boston 2003.

Τα έλαια και τα λίπη καθώς και άλλα στερεά που απομακρύνονται μπορούν να προωθηθούν σε μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, εάν η περιεκτικότητά τους σε λίπος είναι υψηλή [IPPC, 2003 & 2005]. Σε αντίθετη περίπτωση μπορούν να διασκορπιστούν στο έδαφος, εάν έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά.

Τα υγρά απόβλητα μπορούν έπειτα να περάσουν σε μια δεξαμενή εξισορρόπησης (balance tank) που αερίζεται με φυσαλίδες / διαχυτές (diffusers) και μηχανισμούς επιφανειακού αερισμού (surface aerators) / venturis για να διατηρηθεί το περιεχόμενο ομοιογενές και αερισμένο (aerated). Αυτό το στάδιο απομακρύνει το 5 % του BOD [IPPC, 2003 & 2005].

Στις ΗΠΑ η εξισορρόπηση της ροής γίνεται πριν την εσχάρωση και έχει κριθεί απαραίτητη σε μερικές περιπτώσεις, για να είναι εφικτή η λειτουργία των συστημάτων εσχάρωσης (screening systems), καθώς και των συστημάτων διαύγασης με βαρύτητα (gravity clarifiers), και των συστημάτων επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) [Woodard, 2001]. Πολλά περιστατικά που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας προκαλούν σημαντικές αλλαγές και στο ρυθμό ροής των αποβλήτων και στα φορτία των υγρών αποβλήτων. Αυτά τα περιστατικά περιλαμβάνουν το περιοδικό πλύσιμο των εγκαταστάσεων, το καθημερινό πλύσιμο των εγκαταστάσεων, τις εκχύσεις, και τις απορρίψεις μη αποδεκτών προϊόντων ή ενδιάμεσων προϊόντων.

Πρέπει να υπάρχουν συστήματα εξισορρόπησης της ροής για να μπορεί να αντιμετωπίσει η επίπλευση και η καθίζηση των στερεών. Οι μεταβλητές ποσότητες των λιπών, ελαίων και των δυνάμενων να καθιζάνουν στερεών μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα παρεμπόδισης αν αυτά δεν είναι κατάλληλα εξοπλισμένα.

Μια ενδιαφέρουσα τεχνολογία που εφαρμόστηκε στην Αυστραλία για την απομάκρυνση του λίπους και των πρωτεϊνών είναι η επίπλευση αφρού (foam flotation), η οποία ιστορικά έχει χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανία ορυκτών (mineral industry) (κελί επίπλευσης Jameson) [Johns, 1995]. Η χρήση της επίπλευσης αφρού μείωσε το BOD κατά 70 % και τα λίπη 6 φορές περισσότερο από τις κοινές μεθόδους σε υγρά απόβλητα βιομηχανίας γαλακτοκομικών που εφαρμόστηκε. Τα υγρά απόβλητα υποβλήθηκαν σε χημική κροκίδωση, και στη συνέχεια σε επίπλευση αφρού (foam flotation) με τη χρήση ενός κελιού επίπλευσης (induced flotation cell).

4.2.2 Δευτεροβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων

Μερικά μεγάλα σφαγεία έχουν εγκαταστήσει μονάδες βιολογικής επεξεργασίας που μετατρέπουν τα διαλυτά και κολλοειδή υλικά σε βιοστερεά (biosolids) [IPPC, 2003 & 2005]. Η United States Environmental Protection Agency (USEPA) ορίζει με τον όρο βιοστερεά (biosolids) την ιλύ των υγρών αποβλήτων που έχει επεξεργαστεί για να ανταποκριθεί στον κανονισμό 40CFR503 [Epstein, 2003]. Τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των βιοστερεών παίζουν σημαντικό ρόλο στην μετέπειτα χρήση τους π.χ. για διάθεση στο έδαφος.

Τα συστήματα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι συνήθως εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος, που ανάλογα με την δυναμικότητα τους, μπορούν να προηγηθούν από την καθίζηση (sedimentation) ή την επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) [IPPC, 2003 & 2005].

Τα υγρά απόβλητα από την επεξεργασία του κόκκινου κρέατος είναι κατάλληλα για βιολογική επεξεργασία δεδομένου ότι έχουν πολύ μεγάλο οργανικό φορτίο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε αναερόβιες, είτε αερόβιες μέθοδοι. Ωστόσο, τα υψηλά φορτία αυτών των αποβλήτων, από την άποψη των: BOD₅, TSS και λιπών και ελαίων (O & G) τα κάνουν ιδιαίτερα κατάλληλα για αναερόβια επεξεργασία [Woodard, 2001]. Οι υψηλές θερμοκρασίες αυτών των υγρών αποβλήτων είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας. Οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν την ικανότητα μεταφοράς του οξυγόνου στον εξοπλισμό της αερόβιας επεξεργασίας, αλλά τείνουν να αυξήσουν τον ρυθμό της αναερόβιας επεξεργασίας.

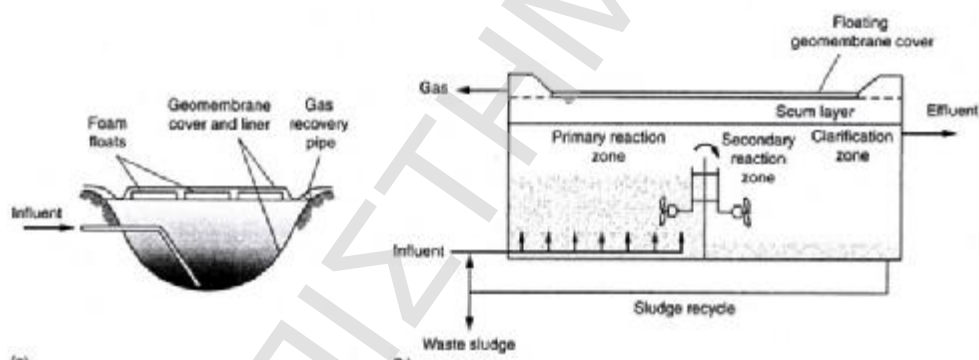
Οι πιο πρόσφατες τεχνολογίες αναερόβιας επεξεργασίας, όπως ο αναερόβιος αντιδραστήρας ανοδικής ροής στρώματος ιλύος (upflow anaerobic sludge blanket - USAB) και η αναερόβια επεξεργασία επαφής (anaerobic contact process), παρουσίασαν μεγάλη επιτυχία στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από τη γαλακτοβιομηχανία. Αν και δεν έχει αναφερθεί πολύ μεγάλη επιτυχία για την επεξεργασία σε USAB των υγρών αποβλήτων σφαγείων, φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενη μέθοδος [Woodard, 2001].

Τα αναερόβια συστήματα επαφής (anaerobic contact systems) έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία. Αυτά τα συστήματα αποτελούνται από ένα συμβατικό αναερόβιο χωνευτήρα, με εξοπλισμό ανάμιξης και τμήμα διαύγασης (clarifier portion). Με χρόνους παραμονής (detention times) μόνο 6 έως 12 ώρες, προκύπτει απομάκρυνση του BOD₅ κατά 90 %. Χρησιμοποιώντας χρόνο παραμονής 6 έως 12 ώρες, τα στερεά διαχωρίζονται στο τμήμα διαύγασης (clarifier portion) και, το

μεγαλύτερο μέρος τους επιστρέφει στον ενεργό χωνευτήρα (active digester). Χρειάζεται να απορριφθεί μόνο ένα σχετικά μικρό μέρος των βιολογικών στερεών (biological solids). Για την επίτευξη ενός καλού διαχωρισμού, είναι αναγκαίο να απομακρυνθούν τα αέρια (de-gas) από τα στερεά καθώς αυτά μεταφέρονται από τον ενεργό χωνευτήρα προς το χώρο καθίζησης (settling component) [Woodard, 2001].

Οι αναερόβιες δεξαμενές συστήνονται για υγρά βιομηχανικά απόβλητα με υψηλό οργανικό φορτίο, όπως τα υγρά απόβλητα από βιομηχανίες κρέατος [Tchobanoglous et al, 2003]. Ο χρόνος παραμονής τους είναι 20 έως 50 ημέρες και το βάθος των δεξαμενών 5 έως 10 m. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των καλυπτόμενων αναερόβιων δεξαμενών (covered anaerobic lagoon) είναι η ικανότητα χειρισμού των στερεών και των λιπών και ελαίων, βλέπε Σχήμα 4.10.

Οι αναερόβιες δεξαμενές χρησιμοποιούνται εδώ και χρόνια για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία του κρέατος βοοειδών και χοίρων [Woodard, 2001]. Το πιο επιτυχημένο από αυτά τα συστήματα επεξεργασίας έχει σχεδιαστεί με μικρό λόγο επιφάνειας προς όγκο για να διατηρούνται ζεστά και να ελαχιστοποιείται ο αερισμός. Έχουν χρησιμοποιηθεί βάθη 12 έως 18 πόδια. Για τον έλεγχο των οσμών απαιτούνται καλύμματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, σχηματίζονται φυσικά καλύμματα από τα επιπλέοντα λίπη που είναι επαρκή, αλλά γενικά είναι αναγκαίο να τοποθετούνται καλύμματα που έχουν κατασκευαστεί από εξυλασμένη ? πολυστυρόλη (Styrofoam) ή άλλα υλικά που επιπλέουν. Πολυβινυλοχλωρίδιο (polyvinyl chloride) και χλωροθειομένο πολυαιθυλένιο ενισχυμένο με νάυλον (nylon – reinforced hypalon) έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία. Αυτές οι δεξαμενές, φυσικά, πρέπει να είναι στεγανές για να αποφευχθεί η ρύπανση των υπόγειων νερών.



Σχήμα 4.10: Καλυπτόμενες αναερόβιες δεξαμενές: (a) απλός σχεδιασμός, (b) κατασκευή δεξαμενής με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας ADI-BVF®.

Πηγή: Tchobanoglous G., Burton Fr., Stensel D. (Metcalf & Eddy, Inc.), "Wastewater engineering: Treatment and reuse", ed. McGraw – Hill, Boston 2003.

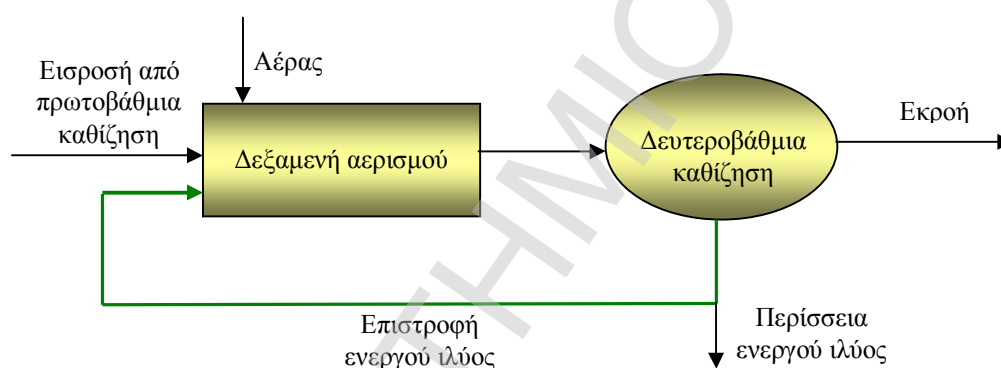
Ρυθμοί φόρτισης BOD_5 15 έως 20 pounds ανά 1.000 κυβικά πόδια είναι συνηθισμένοι. Χρόνοι παραμονής 5 έως 10 μέρες έχουν ως αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις εκροής του BOD_5 να είναι 50 έως 150 mg / L, που ανέρχεται σε απομάκρυνση 70 % έως 85 %. Γενικά απαιτείται επιπλέον επεξεργασία, συνήθως μέσω μιας αερόβιας δεξαμενής σταθεροποίησης (aerobic stabilization pond) ή άλλου ενός συστήματος αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας, για τη συμμόρφωση με την ισχύουσα νομοθεσία. Ένα άλλο θέμα είναι η αμμωνία. Οι αερόβιες δεξαμενές ουσιαστικά δίνουν εκροή μέχρι 100 mg / l αμμωνίας.

Η τοποθέτηση του ανοίγματος εισόδου στην αναερόβια δεξαμενή κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής συχνά βοηθάει. Αυτή η διευθέτηση επιτρέπει την είσοδο των

υγρών αποβλήτων σε επαφή με το στρώμα λάσπης (sludge blanket) που περιέχει ενεργούς μικροοργανισμούς.

Οι αερόβιες δεξαμενές χρησιμοποιούνται για δευτερογενή επεξεργασία. Ωστόσο, με δεδομένο το υψηλό κόστος εξασφάλισης μιας μεγάλης ποσότητας οξυγόνου που απαιτείται για αυτά τα υγρά απόβλητα με υψηλό φορτίο, χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά ως ένα βήμα που ακολουθεί μια άλλη τεχνολογία, όπως μια αναερόβια δεξαμενή ή ένα αναερόβιο σύστημα επαφής. Οι αερόβιες δεξαμενές που χρησιμοποιούνται για επεξεργασία ακολουθούν αναερόβια συστήματα και λειτουργούν με χρόνους παραμονής 2 έως 10 ημέρες. Βάθη 8 έως 18 πόδια χρησιμοποιούνται με μηχανικά συστήματα ή συστήματα διάχυσης του αέρα (diffused air systems).

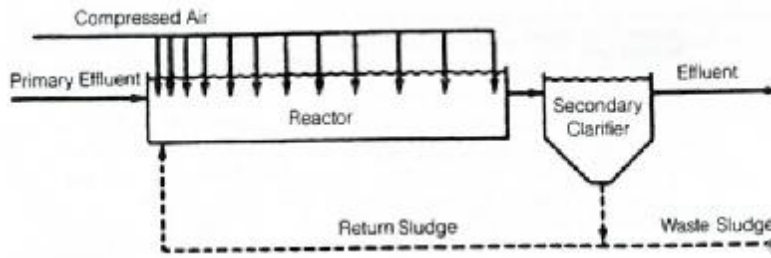
Σε κατάλληλες κλιματικές συνθήκες, οι δεξαμενές οξείδωσης (oxidation ponds) χρησιμοποιούνται ως τελικό στάδιο επεξεργασίας, που ακολουθεί είτε αναερόβια είτε αερόβια βιολογικά συστήματα επεξεργασίας. Λειτουργούν με επιτυχία δεξαμενές οξείδωσης που έχουν βάθη από 4 έως 8 πόδια, έχοντας μέγεθος για οργανικά φορτία 20 έως 40 pounds BOD₅ ανά acre ανά ημέρα, και χρόνους παραμονής 1 έως 6 μήνες.



Σχήμα 4.11: Διεργασία ενεργού ιλύος.

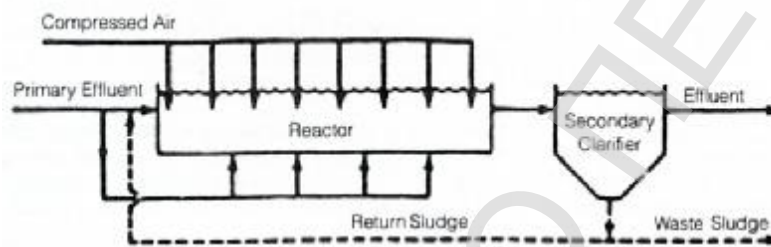
Πηγή: Vesilind A., "Wastewater treatment plant design", ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.

Όταν προηγείται αποτελεσματική εξισορρόπηση (equalization), η διεργασία της ενεργού ιλύος επεξεργάζεται με επιτυχία τα υγρά απόβλητα από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κόκκινου κρέατος. Διάφορες τροποποιήσεις έχουν χρησιμοποιηθεί, συμπεριλαμβανομένου του λεπτού αερισμού (tapered aeration), του αερισμού με βήματα ή τύπου βηματικής τροφοδότησης (step aeration), του παρατεταμένου αερισμού (extended aeration), και της σταθεροποίησης με επαφή ή τύπου επαφής - σταθεροποίησης (contact stabilization). Ο παρατεταμένος αερισμός φαίνεται να έχει τη μεγαλύτερη επιτυχία [Woodard, 2001].



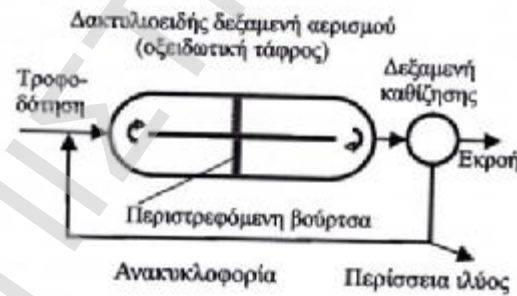
Σχήμα 4.12: Σύστημα ενεργού ιλύος λεπτού αερισμού (tapered aeration). Η παροχή του οξυγόνου γίνεται σε όλο το μήκος του plug – flow reactor.

Πηγή: Vesilind A., “Wastewater treatment plant design”, ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.



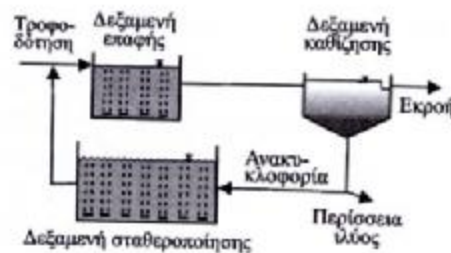
Σχήμα 4.13: Σύστημα ενεργού ιλύος με τροφοδοσία σε βήματα (step feed) ή αερισμού με βήματα (step aeration). Η είσοδος των υγρών αποβλήτων γίνεται σε δύο ή περισσότερα σημεία κατά μήκος της δεξαμενής αερισμού, με αποτέλεσμα ο ρυθμός αναρρόφησης του οξυγόνου να είναι ομοιόμορφος σε όλη τη δεξαμενή.

Πηγή: Vesilind A., “Wastewater treatment plant design”, ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.



Σχήμα 4.14: Σύστημα ενεργού ιλύος τύπου παρατεταμένου αερισμού.

Πηγή: Τσώνης Στ., «Επεξεργασία λυμάτων», εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2004.



Σχήμα 4.15: Σύστημα ενεργού ιλύος τύπου επαφής – σταθεροποίησης.

Πηγή: Τσώνης Στ., «Επεξεργασία λυμάτων», εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2004.

Στις συμβατικές τεχνολογίες ενεργού ιλύος η είσοδος των υγρών αποβλήτων γίνεται από την κορυφή της δεξαμενής και η ενεργός ιλύς επιστρέφει και αναμιγνύεται με την εισροή των υγρών αποβλήτων πριν τη δεξαμενή ή προστίθεται ξεχωριστά [Vesilind, 2003]. Η σταθεροποίηση με επαφή (contact stabilization) είναι μια τροποποιημένη μέθοδος σε σχέση με τη συμβατική τεχνολογία της ενεργού ιλύος, όπου το σημείο τροφοδοσίας έχει μετακινηθεί κατάντη στον βιολογικό αντιδραστήρα (ή σε ξεχωριστή δεξαμενή) με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται ένας σχετικά μικρός χρόνος παραμονής (περίπου 20 λεπτά). Η ενεργός ιλύς που επιστρέφει προστίθεται στη δεξαμενή ξεχωριστά και λαμβάνει χώρα μια περίοδος αερισμού πριν την ανάμιξη με το κυρίως ρεύμα των υγρών αποβλήτων. Ο μειωμένος χρόνος επαφής εξασφαλίζει μικρότερη οξειδωση της αμμωνίας, του οργανικού αζώτου και των διαλυτών οργανικών ενώσεων. Η διεργασία αναπτύχθηκε για να μειωθεί το BOD που προέρχεται από τις ενώσεις του άνθρακα, το οποίο είναι περισσότερο στην αιωρούμενη παρά στη διαλυτή μορφή. Οι αιωρούμενες οργανικές ενώσεις προσροφούνται από τα βακτήρια των αιωρούμενων στερεών και σταθεροποιούνται στο τμήμα του επανα-αερισμού του βιολογικού αντιδραστήρα [Vesilind, 2003].

Τα φίλτρα λεπτής ροής ή στάγδην ροής (trickling filters) χρησιμοποιούνται για χοντρικό διαχωρισμό και ως επιμέρους μονάδες συστημάτων διαχείρισης αζώτου [Woodard, 2001]. Ως μέσο για χοντρικό διαχωρισμό, τα φίλτρα λεπτής ροής δέχονται ένα σχετικά μεγάλο φορτίο BOD₅ σε μία σχετικά μικρή περίοδο. Με αυτό τον τρόπο, τα φίλτρα λεπτής ροής είναι ικανά να απομακρύνουν το 25 % έως το 40 % του BOD₅, με σχετικά μικρό κόστος ανά μονάδα BOD₅ που απομακρύνεται. Ως συστατικά των συστημάτων διαχείρισης αζώτου, τα φίλτρα λεπτής ροής είναι κατάλληλα μέσα για το βήμα της νιτρίκωσης (nitrification), που προηγείται της αφαίρεσης του αζώτου (απονιτρίκωσης - denitrification) [Woodard, 2001].

4.2.2.1 Αερόβια χώνευση – ενεργός ιλύς

Στην αερόβια χώνευση, οι μικροοργανισμοί αποδομούν τις οργανικές ουσίες παρουσία οξυγόνου. Στις περισσότερες χώρες, οι δεξαμενές (ponds) παραμένουν η κύρια μορφή αερόβιας βιολογικής επεξεργασίας για την απομάκρυνση του COD από τα υγρά απόβλητα σφαγείων, αν και μια μεγάλη ποικιλία δευτεροβάθμιων βιολογικών συστημάτων έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ως ένα βαθμό, συμπεριλαμβανομένων των φίλτρων με στάγδην ροή (trickling filters) και των συστημάτων ενεργής ιλύος (activated-sludge systems) [Johns, 1995]. Την δεκαετία του '90 εμφανίστηκαν μερικές σημαντικές εξελίξεις στη χρήση των κλασικών τύπων αεριζόμενων {aerated} προερετικώς αερόβιων ή αναερόβιων δεξαμενών (facultative pond) για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων. Οι προερετικώς αερόβιες ή αναερόβιες δεξαμενές (facultative ponds) συνδιάζουν αερόβια και αναερόβια αποσύνθεση [Hammer and Hammer, 1996 και Celenza, vol. II, 2000]. Γενικά οι προερετικώς αερόβιες ή αναερόβιες δεξαμενές αποτελούνται από ένα ανώτερο αερόβιο στρώμα, ένα κατώτερο αναερόβιο στρώμα και ένα μεταβατικό στρώμα που ρυθμίζει τις δύο διαφορετικές συνθήκες επεξεργασίας. Μερικά σφαγεία επεξεργάζονται τα υγρά απόβλητα από την επεξεργασία των δερμάτων σε δεξαμενές εξάτμισης (evaporative ponds). Σε δεξαμενές εξάτμισης στην Καλιφόρνια διαπιστώθηκε ότι οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων σε μορφή αλάτων μετά την εξάτμιση ήταν αρκετά κάτω από τα επικίνδυνα επίπεδα και ότι, για τα γεωργικά υγρά απόβλητα, τα κύρια άλατα που κρυσταλλώνονται είναι σχετικά μη τοξικά θειικά άλατα, χλωρίδια (chloride) και ανθρακικά άλατα (carbonate salts) του νατρίου, του

μαγνησίου και του ασβεστίου. Αντίθετα, διαπιστώθηκε ότι οι συγκεντρώσεις των τοξικών βαρέων μετάλλων υπερέβησαν τα επικίνδυνα επίπεδα στα συμπυκνωμένα υδατικά διαλύματα (concentrated liquor) των δεξαμενών (ponds), ειδικά όταν επιτεύχθηκαν συνθήκες σχεδόν πλήρους εξάτμισης. Προσοχή απαιτείται στη διάθεση τέτοιων υγρών [Johns, 1995].

Πίνακας 4.6: Κριτήρια επιλογής δεξαμενών (pond and lagoon)

	Προερευκώς αερόβια ή αναερόβια δεξαμενή (facultative)	Αεριζόμενη δεξαμενή (aerated)	Αερόβια δεξαμενή (aerobic)	Αναερόβια δεξαμενή (anaerobic)
Ρυπαντικό φορτίο				
kg BOD ₅ / ha / day	22 - 67		85 - 170	
lb / acre / day	20 - 60		75 - 152	
kg BOD ₅ / 1000 CuM / day		8 - 320		160 - 800
lb BOD ₅ / 1000 CF / day		0,5 - 20		10 - 50
Παραμονή				
ημέρες	25 - 180	7 - 20	10 - 40	20 - 50
Βάθος				
m	1,2 - 2,5	2 - 6	0,3 - 0,45	2,5 - 5
ft	4 - 8	6 - 20	1 - 1,5	8 - 16

Σημείωση: οι αεριζόμενες (aerated) δεξαμενές είναι μηχανικά αεριζόμενες, ενώ οι αερόβιες (aerobic) δεξαμενές είναι δεξαμενές που λαμβάνει χώρα φωτοσύνθεση. Επίσης στις προερευκώς αερόβιες ή αναερόβιες δεξαμενές (facultative) λαμβάνουν χώρα αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες.

Πηγή: Celenza G., "Industrial waste treatment process engineering: Biological processes", Volume II, ed. Technomic, Lancaster 2000.

Στο νοτιοδυτικό Κεμπέκ λειτουργεί ένα σύστημα αερόβιων δεξαμενών (lagoon) επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων 1000 m³ [Massé and Masse, 2000b]. Είκοσι τέσσερις παροχείς οξυγόνου βυθισμένοι στο νερό (submerged emitters) μετέφεραν 850 λίτρα οξυγόνου ανά λεπτό. Το BOD₅ της εισροής κυμαίνονταν από 1500 έως 3000 mg / l και ο υδραυλικός χρόνος παραμονής (HRT) ήταν κατά μέσο όρο 11 ημέρες. Οι συγκεντρώσεις εκροής του BOD₅ ήταν γενικά κάτω από 50 mg / l, εκτός από το χειμώνα που έφταναν τα 645 mg / l και παρέμεναν υψηλές για σχεδόν δύο μήνες εξαιτίας των κρύων συνθηκών στη δεξαμενή (lagoon). Το σύστημα απαιτούσε καθημερινή συντήρηση από εκπαιδευμένο τεχνικό και καθημερινή απομάκρυνση της συσσωρευμένης λάσπης (ιλύος). Ένα μειονέκτημα των αερόβιων συστημάτων είναι η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων βιολογικής λάσπης που πρέπει να επεξεργαστεί πριν από τη διάθεση της [Massé and Masse, 2000b].

Η διαδικασία της αερόβιας χώνευσης (aerobic digestion process) που χρησιμοποιεί την ενεργό ιλύ περιλαμβάνει την παραγωγή μιας ενεργού μάζας μικροοργανισμών, ικανής να σταθεροποιήσει τα απόβλητα αερόβια σε μια αεριζόμενη δεξαμενή. Κατά τη διάρκεια της ενδογενούς αναπνοής τα βακτηριακά κύτταρα αντιδρούν με το οξυγόνο για να παραχθεί CO₂, νερό, NO_x και ενέργεια [IPPC, 2003 & 2005 και ASCE, 2000].

Πίνακας 4.7: Απόδοση διάφορων συστημάτων δεξαμενών.

Βιομηχανία	Εμβαδόν, acres	Βάθος, ft	Χρόνος παραμονής, d	Φόρτιση, lb / (acre d)	Απομάκρυνση BOD, %
Μέσες τιμές δεδομένων για αερόβιες δεξαμενές και προαιρετικώς αερόβιες ή αναερόβιες δεξαμενές (facultative ponds)					
Meat and poultry	1,3	3,0	7,0	72	80
Canning	6,9	5,8	37,5	139	98
Chemical	31	5,0	10	157	87
Paper	84	5,0	30	105	80
Petroleum	15,5	5,0	25	28	76
Wine	7	1,5	24	221	
Dairy	7,5	5,0	98	22	95
Textile	3,1	4,0	14	165	45
Sugar	20	1,5	2	86	67
Rendering	2,2	4,2	4,8	36	76
Hog feeding	0,6	3,0	8	356	
Laundry	0,2	3,0	94	52	
Miscellaneous	15	4,0	88	56	95
Potato	25,3	5,0	105	111	
Μέσες τιμές δεδομένων για αναερόβιες δεξαμενές					
Canning	2,5	6,0	15	392	51
Meat and poultry	1,0	7,3	16	1260	80
Chemical	0,14	3,5	65	54	89
Paper	71	6,0	18,4	347	50
Textile	2,2	5,8	3,5	1433	44
Sugar	35	7,0	50	240	61
Wine	3,7	4,0	8,8		
Rendering	1,0	6,0	245	160	37
Leather	2,6	4,2	6,2	3000	68
Potato	10	4,0	3,9		
Μέσες τιμές δεδομένων για συνδυασμό αερόβιων – αναερόβιων δεξαμενών					
Canning	5,5	5,0	22	617	91
Meat and poultry	0,8	4,0	43	267	94
Paper	2520	5,5	136	28	94
Leather	4,6	4,0	152	50	92
Miscellaneous industrial wastes	140	4,1	66	128	

ft = 0,3048 m

lb/(acre d) = $1,121 \times 10^{-4}$ kg/(m² d)

acre = $4,0469 \times 10^3$ m²

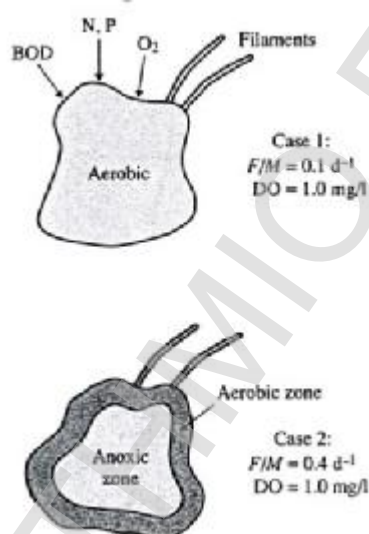
Πηγή: Eckenfelder W., "Industrial water pollution control", ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

Η προσθήκη του οξυγόνου στο σύστημα είναι ουσιαστική για τη διεργασία για διάφορους λόγους, συμπεριλαμβανομένων της οξείδωσης της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών και της διατήρησης της απαιτούμενης φυσικής ανάμιξης.

Η οργανική ουσία είναι η κύρια πηγή άνθρακα για τους μικροοργανισμούς, αλλά επίσης για την ανάπτυξη τους απαιτούνται ανόργανες θρεπτικές ουσίες [IPPC, 2003 & 2005]. Η αερόβια χώνευση (aerobic digestion) είναι μια αποτελεσματική τεχνική για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων. Απομακρύνει τις βασικές ανόργανες θρεπτικές ουσίες όπως το άζωτο, τον φώσφορο και το θείο καθώς επίσης και τις δευτερεύουσες θρεπτικές ουσίες όπως ο χαλκός και ο ψευδάργυρος. Στην περίπτωση του αζώτου οξειδώνει το άζωτο της αμμωνίας προς νιτρικό άζωτο, και με αυτόν τον τρόπο αντιμετωπίζεται η απαίτηση σε οξυγόνο (oxygen demand). Ωστόσο απαιτείται, η περαιτέρω διάσπαση των νιτρικών (απονιτρικοποίηση) σε αέριο άζωτο, υπό ανοξικές συνθήκες, για να απομακρυνθεί το άζωτο. Η απονιτρικοποίηση

περιλαμβάνει μια σειρά βημάτων όπου σχηματίζονται NO και N₂O. Επίσης και η απελευθέρωση του φωσφόρου απαιτεί ένα επόμενο ανοξικό βήμα.

Μετά από κάποιο χρόνο ένα μίγμα παλαιών και νέων κυττάρων, από τον αερόβιο χωνευτήρα (aerobic digester), περνούν σε μια δεξαμενή καθίζησης (settling tank). Όπου τα κύτταρα (cells) διαχωρίζονται από τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Η επιτυχία αυτής της διεργασίας καθίζησης / διαχωρισμού είναι κρίσιμη για τη γενική επιτυχία της επεξεργασίας. Γεγονός το οποίο στηρίζεται στον καλό σχεδιασμό και λειτουργία του συστήματος και στην πρόληψη της διόγκωσης (bulking). Η διόγκωση (bulking) ελέγχεται με την παρεμπόδιση της υπερβολικής αύξησης των νηματοειδών βακτηριδίων (filamentous bacteria) που δημιουργούν ογκώδη, άμορφα συσσωματώματα (flocs) που δεν καθιζάνουν πλήρως και που οδηγούν σε αύξηση του BOD στο επεξεργασμένο νερό [IPPC, 2003 & 2005 και Eckenfelder, 2000]. Ευτυχώς όμως η παρουσία αζώτου και φώσφορου στα υγρά απόβλητα των σφαγείων εμποδίζουν την αύξηση των νηματοειδών βακτηριδίων.



Σχήμα 4.16: Ο μηχανισμός «διόγκωσης» (bulking) της ύλης.

F/M: Food / Mass ratio. Στην περίπτωση 1 ($F/M = 0,1 \text{ d}^{-1}$) ο ρυθμός χρησιμοποίησης του οξυγόνου είναι μικρός και ακόμα και με συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου $1,0 \text{ mg} / \text{l}$, το οξυγόνο διεισδύει πλήρως στο συσσωμάτωμα. Αντίθετα στην περίπτωση 2 ο ρυθμός χρησιμοποίησης του οξυγόνου είναι μεγάλος και το διαθέσιμο οξυγόνο καταναλώνεται πολύ γρήγορα περιφερειακά του συσσωματώματος, δημιουργώντας συνθήκες έλλειψης στο εσωτερικό του συσσωματώματος.

Πηγή: Eckenfelder W., "Industrial water pollution control", ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

Ένα μέρος των κυττάρων που καθιζάνουν επιστρέφει για να διατηρηθεί η βιολογική δραστηριότητα του συστήματος και η υπόλοιπη ενεργός ύλη αφυδατώνεται (is dewatered) και διασκορπίζεται στο έδαφος, χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαερίου, ή αποτεφρώνεται [IPPC, 2003 & 2005].

Πολλές εγκαταστάσεις ενεργού ύλης συμπεριλήφθηκαν στα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων και μονάδων επεξεργασίας κρέατος στις ΗΠΑ προς το τέλος της δεκαετίας του '70 / αρχές της δεκαετίας του '80 για να επιτύχουν την επιθυμητή απομάκρυνση του BOD και τη μετατροπή της αμμωνίας κατά τη βιολογική νιτρικοποίηση σε νιτρικό άλας, έτσι η απομάκρυνση της αμμωνίας έφτασε το 95 %, υπό τον όρο ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου ήταν πάνω από $2,0 \text{ mg/l}$ και η θερμοκρασία πάνω από $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [Johns, 1995]. Δεδομένου ότι η απαίτηση για νιτρικοποίηση αυξάνει τις δαπάνες αερισμού κατά 50 % πάνω από αυτήν για την απομάκρυνση μόνο του COD, μια καλύτερη στρατηγική είναι να

επανατροφοδοτηθούν αυτές οι εγκαταστάσεις για να επιτευχθεί πλήρης απομάκρυνση του αζώτου. Με αυτό τον τρόπο, επιτυγχάνεται ουσιαστική μείωση της απαίτησης σε αερισμό - μια ασφαλής εκτίμηση είναι ότι οι δαπάνες αερισμού τέτοιων εγκαταστάσεων είναι μόνο κατά 10 % υψηλότερες από αυτές για την απομάκρυνση μόνο του COD.

Πίνακας 4.8: Τύποι νηματοειδών βακτηριδίων που βρίσκονται σε βιομηχανικά υγρά απόβλητα και μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα.

Τύπος νηματοειδών βακτηρίων	Επεξεργασία τροφίμων και ποτών	Υφαντουργία	Σφαγεία και επεξεργασία κρέατος	Χαρτοπολτός και χαρτί
S. natans	X		X	X
Type 1701	X		X	X
H. hydrossis	X		X	X
Type 021N	X		X	X
Thiothrix I and II	X	X	X	X
Type 1851		X		X
Type 0581				X
Type 0041		X		X
Type 0803				X
Type 0675		X		X
Type 0211				X
Type 0092		X		X
Type 0914			X	X
M. parvicella				X
N. limicola				X
Type 0411				X
Nocardia	X		X	

Πηγή: Eckenfelder W., "Industrial water pollution control", ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

Τα περισσότερα αερόβια συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι του τύπου εκτεταμένου αερισμού για να ελαχιστοποιήσουν την παραγωγή ιλύος. Οι οδηγίες για σχεδιασμό με τη Γαλλική τεχνολογική πρόταση (French) είναι τυπικές εκείνων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, παρόλο που φορτία BOD μέχρι $3 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{day}$ έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς, βλέπε Πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9: Κριτήρια σχεδιασμού French (Γαλλική τεχνολογική πρόταση) για συστήματα ενεργού ιλύος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων

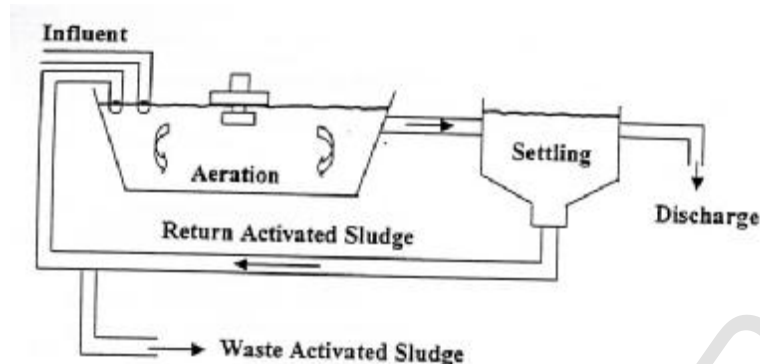
Παράμετρος σχεδιασμού	Συνιστώμενες τιμές
Λόγος F / M	0,03 – 0,06 $\text{kg BOD}_5 / \text{kg MLVSS} / \text{day}$
Λόγος F / M (σε ογκομετρική βάση)	0,3 – 0,35 $\text{kg BOD}_5 / \text{m}^3 / \text{day}$
Υδραυλικό φορτίο επιφάνειας δευτερογενούς διαύγασης	$< 0,4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{h}$

F / M = Food-to-microorganism ratio

MLVSS = mixed liquor volatile suspended solids

Πηγή: Johns M., "Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review", Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.

Δεδομένου ότι οι πρωτεΐνες είναι λιγότερο εύκολα βιοδιασπάσιμες από τα απλά μόρια, όπως τη γλυκόζη και το οξεϊκό οξύ (acetate), οι υδραυλικοί χρόνοι παραμονής (HRTs) πρέπει να είναι μεγαλύτεροι απ' ό,τι για τις εγκαταστάσεις υγρών αστικών αποβλήτων. Μια ηλικία ιλύος 5 - 20 ημερών συστήνεται για πλήρως αναμειγνυόμενες εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος (activated sludge - AS) επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων [Johns, 1995].



Σχήμα 4.17: Απλοποιημένο διάγραμμα συστήματος ενεργού ιλύος (activated sludge).
 Πηγή: Spellman Fr., "Spellman's standard handbook for wastewater operators", vol. 2, ed. Technomic, Lancaster 1999.

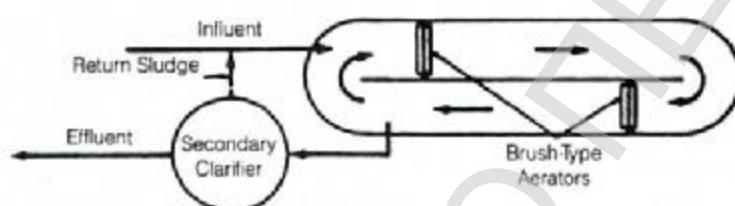
Ένα σύστημα ενεργού ιλύος αποσκοπεί στην μείωση του BOD_5 και των αιωρούμενων στερεών μέσω της αερόβιας αποδόμησης. Μπορεί όμως να συνεισφέρει και στην μείωση του αζώτου και του φωσφόρου αν έχει ρυθμιστεί σωστά η επιστροφή της ενεργού ιλύος [Spellman, 1999]. Ουσιαστικά λέγοντας ενεργή ιλύς (activated sludge) εννοούμε συσσωματώματα ή στερεή μάζα που σχηματίζονται από μικροοργανισμούς και περιλαμβάνει μικροοργανισμούς και διακυτταρική πηκτή όπου συσσωρεύονται θρεπτικές ουσίες για τους μικροοργανισμούς και τα προϊόντα των αποβλήτων από την αερόβια αποσύνθεση.

Τα συστήματα ενεργού ιλύος που επεξεργάζονται τα υγρά απόβλητα σφαγείων έχει αναφερθεί ότι παράγουν ελαφριές, φτωχές σε ιζήματα, κροκίδες [Johns, 1995]. Αυτό έχει βρεθεί ότι οφείλεται σε έναν συνδυασμό υψηλής περιεκτικότητας σε λίπη της εισροής και μικρής συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου (dissolved oxygen - DO) του αντιδραστήρα ενεργού ιλύος (AS). Σε χαμηλό διαλυμένο οξυγόνο (DO) ($< 0,5 \text{ mg/l}$), η αποδόμηση των λιπών υφίσταται παρεμπόδιση (απομάκρυνση 56 %), οδηγώντας σε ιλύ φτωχής καθίζησης (Sludge Volume Index - SVI 250 ml / g) με ένα υψηλό περιεχόμενο σε λίπη και μεγάλους αριθμούς νηματοειδών μικροοργανισμών. Ένα συνθετικό απόβλητο με παρόμοια χαρακτηριστικά, αλλά χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, δεν οδήγησε σε συσσώρευση ιλύος, παρά την ομοίως χαμηλή συγκέντρωση σε διαλυμένο οξυγόνο (DO). Αντίθετα, υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (DO) (μέχρι 4 mg / l) συσχετίζονται με τη γρήγορη αποδόμηση των λιπών (απομάκρυνση 90 %), την καλύτερη καθίζηση της ιλύος και τους λιγότερους νηματοειδείς μικροοργανισμούς, αν και η ποιότητα των αποβλήτων εκροής ήταν χειρότερη, λόγω της παρουσίας διαλυτών προϊόντων ανάσχεσης της αποδόμησης των λιπών. Το απρόσιτο των μορίων του λίπους στα υδρολυτικά ένζυμα επιβραδύνει αρκετά το ποσοστό αποδόμησης σχετικά με αυτό του διαλυτού (πρωτεϊνούχου) COD. Η διαλείπουσα τροφοδοσία των υγρών αποβλήτων στο σύστημα ενεργού ιλύος (AS), όπως μπορεί να εμφανιστεί σε ένα τυπικό σύστημα υγρών αποβλήτων σφαγείων, έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα.

Η υψηλή αλατότητα των υγρών αποβλήτων της άλμης από την επεξεργασία των δερμάτων (hide-curing-brine wastewater) μπορεί να παρουσιάσει πρόβλημα τόσο στη διάθεσή στο περιβάλλον όσο και στα βιολογικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Οι συγκεντρώσεις νατρίου που είναι μεγαλύτερες από 1500 mg / l στην εισροή προκάλεσαν φτωχή καθίζηση της ιλύος και κακής ποιότητας εκροής. Μελέτες σε εργαστηριακή κλίμακα, εντούτοις, διαπίστωσαν ότι η ιλύς θα μπορούσε να προσαρμοστεί σε επίπεδα νατρίου τόσο υψηλά όπως 7000 mg / l χωρίς επιβλαβή αποτελέσματα. Εντούτοις, η απόδοση των συστημάτων ενεργού ιλύος διαταράσσεται

σοβαρά από τα πλήγματα (shocks) της εισροής υψηλής αλατότητας, με αποτέλεσμα τη φτωχή κροκιδώση και καθίζηση της ιλύος και την παρεμπόδιση της νιτροκοποίησης ιδιαίτερα σε χαμηλή συγκέντρωση MLSS (mixed liquor suspended solids). Τα πλήγματα από τα άλατα προκαλούνται από την πρακτική της απόρριψης του περιεχομένου των δεξαμεμών άλμης [Johns, 1995].

Σε μερικά σφαγεία, λαμβάνει χώρα ένας εκτεταμένος αερισμός στην φάση της ενδογενούς αναπνοής [IPPC, 2003 & 2005]. Αυτό απαιτεί ένα μικρό οργανικό φορτίο και ένα μεγάλο χρόνο αερισμού. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα αυλάκι οξείδωσης (oxidation ditch). Αυτό περιλαμβάνει ένα κανάλι σε σχήμα δαχτυλιδιού ή οβάλ και είναι εξοπλισμένο με διατάξεις μηχανικού αερισμού. Τυπικά αυτές οι διατάξεις λειτουργούν για εκτεταμένο αερισμό με μεγάλους χρόνους παραμονής των αποβλήτων (detention times) και μεγάλους χρόνους παραμονής των στερεών (solid retention times).



Σχήμα 4.18: Αντιδραστήρας τύπου αυλάκι οξείδωσης σε σύστημα ενεργού ιλύος.

Πηγή: Vesilind A., “Wastewater treatment plant design”, ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.

Στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούνται δευτεροβάθμιες δεξαμενές καθίζησης (secondary sedimentation tanks). Όμως υπάρχουν και άλλες διαθέσιμες τεχνικές, που χρησιμοποιούν την ίδια αρχή, π.χ. το φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter), στο οποίο η ιλύς είναι επιστρωμένη σε πλαστικές σφαίρες. Τα υγρά απόβλητα ρέουν μέσω των σφαιρών και αυτό το σύστημα μπορεί επίσης να λειτουργήσει ως τεχνική μείωσης των οσμών [IPPC, 2003 & 2005].

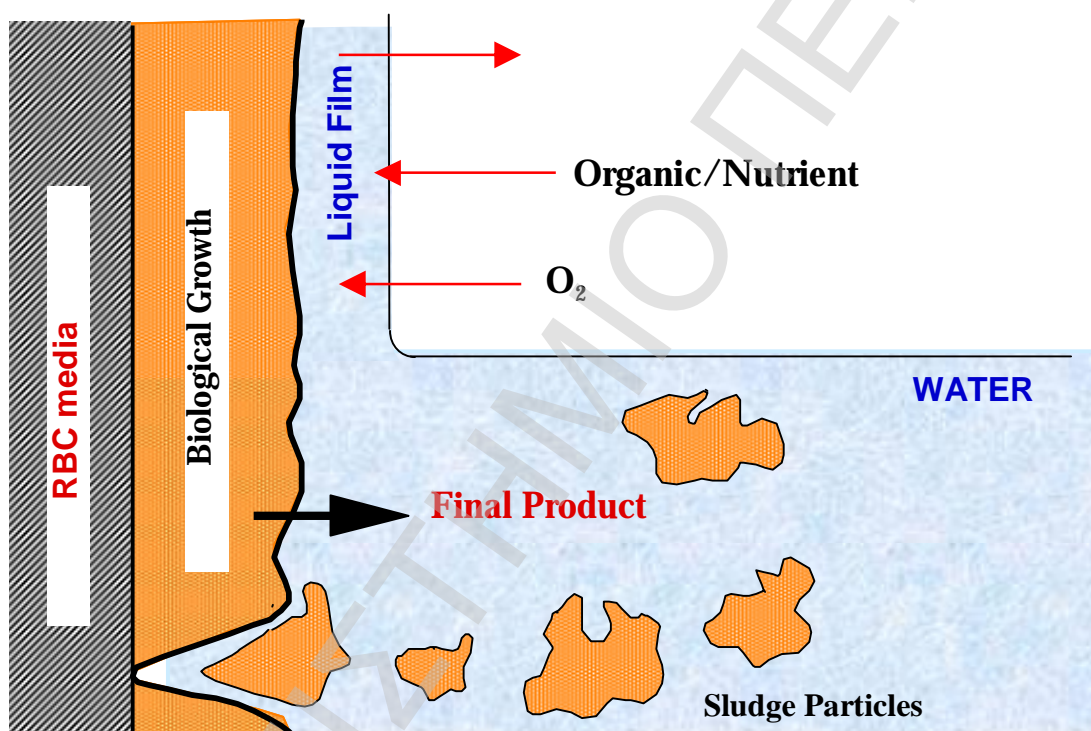
Πίνακας 4.10: Απομάκρυνση παθογόνων με διάφορες μεθόδους επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Διεργασία	Απομάκρυνση %			
	Βακτήρια	Εντερικοί ιοί	Κύστες πρωτοζώων	Αυγά Ελμινθών
Πρωτοβάθμια καθίζηση	50 – 90	0 – 3	10 – 90	30 – 90
Φίλτρο με στάγδην ροή (trickling filter)	90 – 95	90 – 95	50 – 90	50 – 95
Ενεργός Ιλύς	90 – 99	90 – 99	50	50 – 99
Αυλάκι οξείδωσης (oxidation ditch)	90 – 99	90 – 99	50	50 – 99
Δεξαμενή σταθεροποίησης	99,99 - 100	99,99 - 100	100	100

Πηγή: Mittal G., “Treatment of wastewater from abattoirs before land application—a review”, Elsevier, Science Direct, Bioresource Technology, vol. 97, p. 1119 – 1135, 2006.

Ένα άλλο παρόμοιο σύστημα περιλαμβάνει μια δεξαμενή (pond) που περιέχει ενεργό βιομάζα (active biomass) που αυξάνεται με τη χρήση της ανάπτυξης μέσω

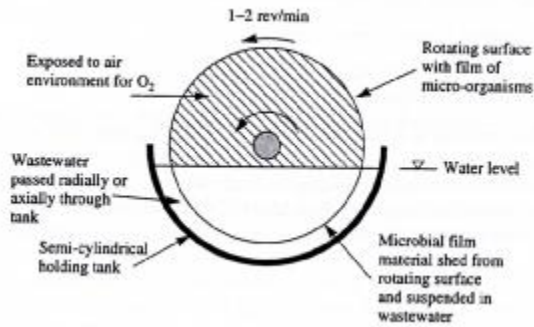
προσκόλλησης (attached growth) σε ένα μέσο που επιπλέει (floating media) [Johns, 1995 και Mittal, 2006]. Η μέθοδος ανάπτυξης μέσω προσκόλλησης είναι επίσης γνωστή με τον όρο διεργασία σταθερού λεπτού στρώματος (fixed film processes). Κατά τη διεργασία της ανάπτυξης μέσω προσκόλλησης (attached growth) οι μικροοργανισμοί είναι προσκολλημένοι σε μία επιφάνεια (π.χ. πέτρες, πλαστικό, ξύλο, κεραμικό υλικό) πάνω στην οποία αναπτύσσονται. Ένας όγκος μέσου κατάλληλου για προσκόλληση (attached media volume) που περιλαμβάνει το 10 % του συνολικού όγκου της δεξαμενής είναι βέλτιστος και μπορεί να πετύχει την απομάκρυνση του 80 % του COD σε 5 ημέρες σε μια φόρτιση 100 kg COD / ha / day. Η απομάκρυνση των θρεπτικών επιτυγχάνεται με την αφομοίωση μέσα στο υγρό υμένιο (attached films), βλέπε Σχήμα 4.19, αλλά η εξάλειψη των κολοβακτηριδίων των περιττωμάτων είναι παρόμοια με τις κανονικές δεξαμενές (normal ponds) [Johns, 1995].



Σχήμα 4.19: Φιλμ βιομάζας που επιτυγχάνεται με αφομοίωση μέσα στο υγρό υμένιο (attached growth biomass film). RBC: Rotating Biological Contactor (Περιστρεφόμενος βιολογικός επαφάς)

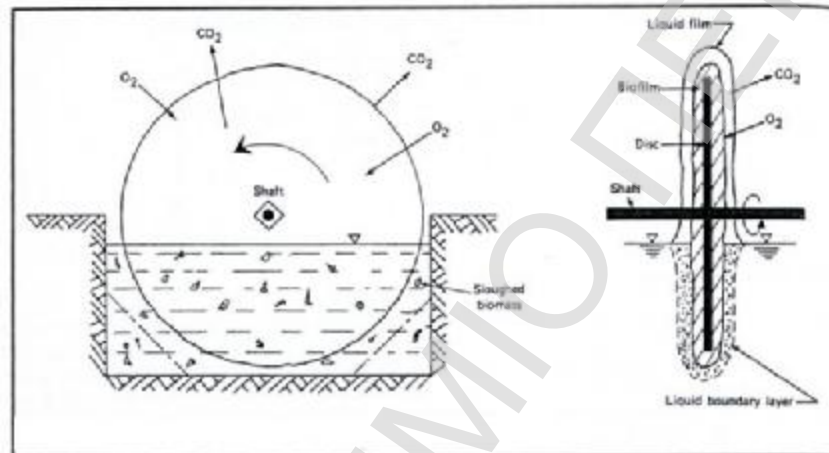
Πηγή: FM Environmental (Malta) Ltd., Implementing Rotating Biological Contactor Solutions, <http://www.coe.org.mt/html/Ryan%20Falzon%20FM%20Env%20COE%20140405up.ppt>

Ένας περιστρεφόμενος βιολογικός επαφάς (rotating biological contactor) αποτελείται από ένα δίσκο που περιστρέφεται γύρω από ένα οριζόντιο άξονα βυθισμένος κατά το ήμισυ σε μια ημικυκλική δεξαμενή υγρών αποβλήτων, βλέπε Σχήμα 4.20. Ο δίσκος καθώς περιστρέφεται δημιουργείται μια επιφάνεια ενός φιλμ βιομάζας. Τα υγρά απόβλητα έρχονται σε επαφή με τη βιομάζα και τον αέρα. Οι μικροοργανισμοί από τη βιομάζα απομακρύνουν το οργανικό φορτίο από τα υγρά απόβλητα [Kiely, 1997]. Οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί επαφείς (rotating biological contactors - RBC) έχουν εφαρμοστεί στα υγρά απόβλητα από τα σφαγεία, αλλά η απόδοσή τους εμφανίζεται ανεπαρκής έναντι των συστημάτων ενεργού ιλύος ή των φίλτρων λεπτής ροής υψηλού ρυθμού [Johns, 1995].



Σχήμα 4.20: Περιστρεφόμενος βιολογικός επαφάς.

Πηγή: Kiely G., "Environmental engineering", ed. McGraw – Hill, London 1997.

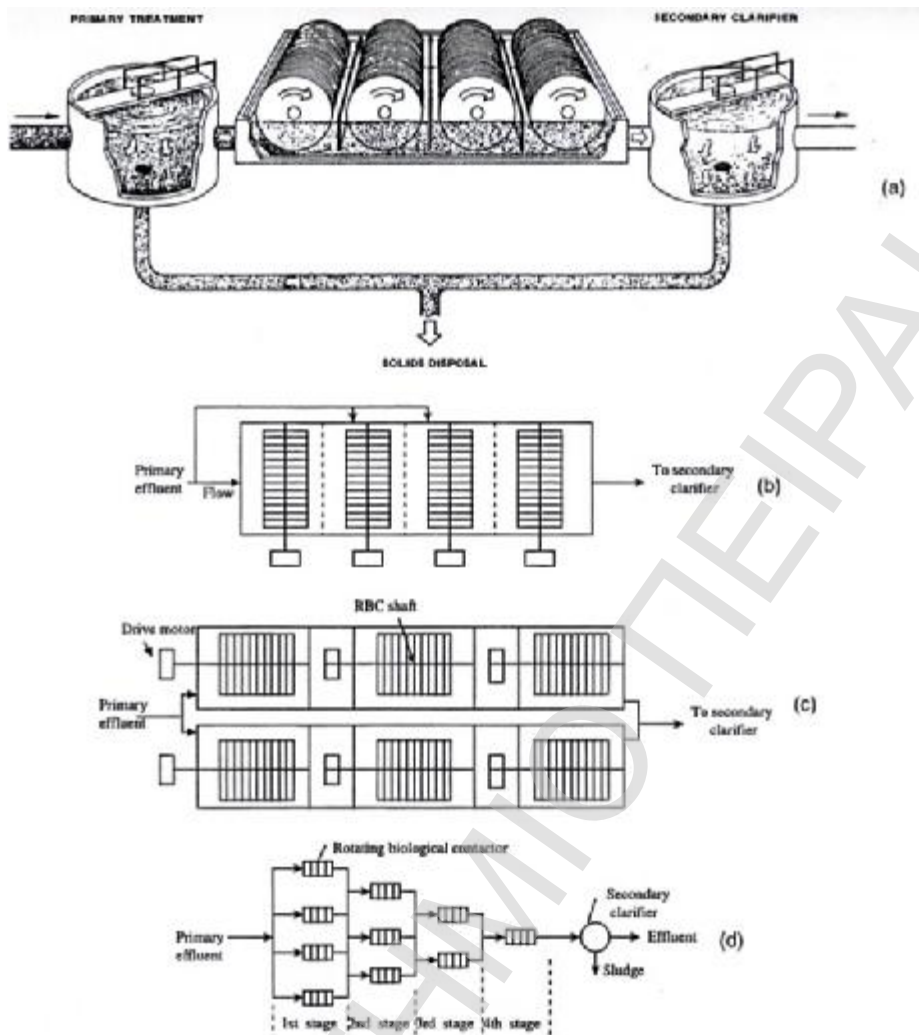


Σχήμα 4.21: Μηχανισμοί λειτουργίας μέσω προσκόλλησης (attached growth media) σε ένα σύστημα περιστρεφόμενου βιολογικού επαφάς (RBC).

Πηγή: Lee C. and Lin Sh., "Handbook of environmental engineering calculations", ed. McGraw – Hill, New York 2000.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, εκτός από τις δεξαμενές (lagoons), τα εκτεταμένα συστήματα αερισμού (aeration systems) και τα φίλτρα με στάγδην ροή (trickling filters) είναι οι περισσότερο δημοφιλείς αερόβιες διεργασίες για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από συσκευαστήρια κρέατος και σφαγεία. Αναφέρεται μεγάλη απομάκρυνση BOD αλλά οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών (SS) της εκροής συχνά αυξάνονται εξαιτίας της φτωχής ικανότητας καθίζησης της λάσπης [Johns 1995 και Massé and Masse, 2000b]. Επιπλέον, οι απαιτήσεις σε οξυγόνο και ο χρόνος επεξεργασίας αυξάνουν απότομα με το φορτίο των υγρών αποβλήτων (wastewater strength). Για αυτό το λόγο, η αερόβια χώνευση θεωρείται λιγότερο οικονομική από την αναερόβια επεξεργασία για υγρά απόβλητα με συγκεντρώσεις COD πάνω από 4000 mg / l, και με την ανάπτυξη των αναερόβιων αντιδραστήρων υψηλού ρυθμού το επίπεδο σταματήματος της λειτουργίας (cut-off level) μπορεί να μειωθεί πιο πολύ από 4000 mg / l [Massé and Masse, 2000b].

Γενικά οι αερόβιες διεργασίες δεν θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλες επιλογές επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων σφαγείων λόγω των υψηλών σε ενέργεια απαιτήσεων για τον αερισμό, των περιορισμών στους ρυθμούς μεταφοράς οξυγόνου στην υγρή φάση, και των μεγάλων ποσοτήτων παραγωγής λάσπης [Torkian et al, 2003].



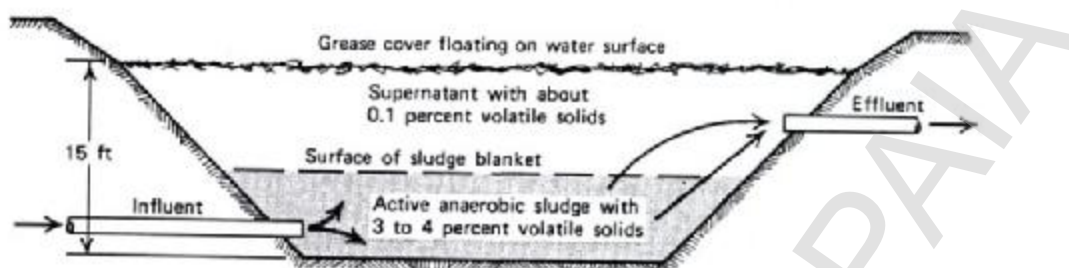
Σχήμα 4.22: Περιστεροφόμενος βιολογικός επαφάς, (α) διάταξη του συστήματος, (β) κάθετη ροή στον άξονα με τροφοδοσία σε βήματα (step feed), (γ) ροή παράλληλη στον άξονα, και κλιμακούμενα στάδια (tapered stages) (δ)

Πηγή: Qasim S., "Wastewater treatment plants: planning, design and operation", ed. Technomic, Lancaster 1999.

4.2.2.2 Αναερόβια χώνευση

Η αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων σφαγείων δεν είναι νέα τεχνολογία, η επίδειξη και η εφαρμογή σε πλήρη κλίμακα αναφέρονται από τη δεκαετία του 1950 [Wang and Banks, 2003]. Ωστόσο, πολλά από τα πρώιμα συστήματα επεξεργασίας ήταν απλές αναερόβιες δεξαμενές (lagoons) ή λιμνούλες (ponds) αν και αρκετές μηχανικές εγκαταστάσεις κατασκευάστηκαν στις ΗΠΑ και στη Νέα Ζηλανδία, και σε πιλοτική κλίμακα και σε πλήρη κλίμακα, για να επιτύχουν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων. Στο Ηνωμένο Βασίλειο η πρώτη εργαστηριακή έρευνα για την αναερόβια χώνευση των αποβλήτων σφαγείων αναφέρθηκε από τους Lloyd and Ware και η πρώτη μονάδα σε πλήρη κλίμακα εγκαταστάθηκε το 1962. Από τη δεκαετία του 1970, με την ανάπτυξη των εφαρμογών για την αναερόβια τεχνολογία, όλο και περισσότερες ερευνητικές εργασίες για την αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων σφαγείων έχουν γίνει με τη χρήση αναερόβιων συστημάτων υψηλού ρυθμού. Ωστόσο, η αναερόβια χώνευση των μικτών αποβλήτων σφαγείων (αίμα ζώων και περιεχόμενο εντοσθίων) παρουσιάζει μια εγγενή αστάθεια (inherent

instability) δεδομένου ότι εξαρτάται από τη διατήρηση επαρκούς ρυθμιστικής ικανότητας (adequate buffering capacity) στο χωνευτήρα, και εξαρτάται από το λόγο άνθρακα προς άζωτο στο υπόστρωμα [Wang and Banks, 2003].



Σχήμα 4.23: Αναερόβια δεξαμενή (anaerobic lagoon) για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων από βιομηχανία επεξεργασίας κρέατος.

Πηγή: Hammer M. and Hammer M. "Water and wastewater technology", ed. Prentice Hall, New Jersey 1996.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των διατάξεων αναερόβιων αντιδραστήρων είναι η φύση του οργανικού υποστρώματος στην τροφοδοσία. Η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιπίδια των υγρών αποβλήτων μπορεί να ποικίλει σημαντικά ως αποτέλεσμα των εύκολα βιοαποδομήσιμων (πλούσιων σε υδατάνθρακες) ή ελάχιστα (πλούσιων σε λιπίδια) βιοαποδομήσιμων σύνθετων υποστρωμάτων [Stamatelatos et al, 2004 και Hammer and Hammer, 1996].

Τα αναερόβια συστήματα εξυπηρετούν ικανοποιητικά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων. Επιτυγχάνουν έναν υψηλό βαθμό απομάκρυνσης του BOD με σημαντικά χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με τα αερόβια συστήματα και παράγουν μια μικρότερη ποσότητα σταθεροποιημένης ιλύος, από την οποία το νερό απομακρύνεται εύκολα [Johns, 1995]. Επιπλέον, το πλούσιο σε μεθάνιο αέριο που παράγεται μπορεί να συλλεχθεί για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Γενικά η αναερόβια χώνευση σε αντιδραστήρες υψηλού ρυθμού αποτελεί μια ελκυστική εναλλακτική λύση για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σε σφαγεία. Πρώτον, τα υγρά απόβλητα των σφαγείων προσαρμόζονται καλά στην αναερόβια επεξεργασία. Περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις βιοαποδομήσιμων οργανικών ουσιών, κυρίως λιπών και πρωτεϊνών, επαρκή αλκαλικότητα, και ικανοποιητικές συγκεντρώσεις φωσφόρου, αζώτου και μικροστοιχείων για την ανάπτυξη των βακτηρίων [Massé and Masse, 2000a]. Ακόμα δεν περιέχουν τοξικά συστατικά και έχουν μια σχετικά υψηλή θερμοκρασία μεταξύ 20 και 30 °C.

Δευτερευόντως, η αναερόβια χώνευση εξασφαλίζει μεγάλη απομάκρυνση COD και αιωρούμενων στερεών (SS), ενώ ταυτόχρονα παράγεται και μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με τη μορφή μεθανίου. Η ποσότητα της λάσπης (ιλύος) που παράγεται είναι πολύ μικρή και δεν απαιτείται αερισμός ή χημική προεπεξεργασία. Επίσης, τα αναερόβια βακτήρια μπορούν να επιβιώσουν χωρίς τροφή για μεγάλη χρονική περίοδο, πράγμα το οποίο αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό για μικρότερα σφαγεία που λειτουργούν μόνο μερικές μέρες την εβδομάδα ή κλείνουν κατά τη διάρκεια των περιόδων μικρής ζήτησης ή διακοπών [Massé and Masse, 2000a].

Η αναερόβια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την αερόβια. Τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία περιλαμβάνουν τη σημαντική μείωση της συγκέντρωσης των ρύπων στο νερό, τη

μικρή παραγωγή περίσσειας ιλύος, τη βιολογικά σταθερή περίσσεια ιλύος και την πιθανή συλλογή του πλούσιου σε ενέργεια βιοαερίου που παράγεται [IPPC, 2003 & 2005]. Η αναερόβια επεξεργασία είναι κυρίως κατάλληλη ως προεπεξεργασία για τα υγρά απόβλητα που έχουν υψηλό οργανικό φορτίο, πριν από την αερόβια επεξεργασία.

Διάφορες διεργασίες υψηλού ρυθμού έχουν εμπορευματοποιηθεί επιτυχώς την δεκαετία του '90 [Fang and Yu, 2002]. Στους περισσότερους αναερόβιους αντιδραστήρες σε κανονική κλίμακα που σχεδιάστηκαν για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων για βιομηχανίες ζάχαρης, αμύλου και ζυθοποιία, οι κύριοι ρύποι είναι οι υδατάνθρακες (carbohydrates). Ωστόσο, πολλά βιομηχανικά και αγροτικά υγρά απόβλητα περιέχουν επίσης σημαντικές ποσότητες πρωτεϊνών. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες συχνά οδηγεί στον σχηματισμό αφρού με ακαθαρσίες (scum), ο οποίος συσσωρεύεται στο εσωτερικό του αντιδραστήρα, και προκαλεί την απομάκρυνση της λάσπης (sludge washout). Αυτό το πρόβλημα παρεμποδίζει σημαντικά την εφαρμογή της αναερόβιας επεξεργασίας για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από γαλακτοβιομηχανίες και σφαγεία.

Επιπλέον, οι πρωτεΐνες διασπώνται πιο αργά από τους υδατάνθρακες (carbohydrates). Η αναερόβια αποδόμηση των πρωτεϊνών είναι μια σύνθετη διεργασία που συνδέεται με διάφορες ομάδες μικροοργανισμών. Οι πρωτεΐνες υδρολύονται αρχικά και αποδομούνται από τα πρωτεολυτικά ένζυμα σε πεπτίδια (peptides) και σε μεμονωμένα αμινοξέα. Τα πεπτίδια και τα αμινοξέα μετά μετατρέπονται (acidified into) σε πτητικά λιπαρά οξέα (volatile fatty acids - VFA), υδρογόνο, αμμώνιο, και μειώνεται το θείο. Τα πτητικά λιπαρά οξέα (VFA) μετατρέπεται επιπλέον από οξεικογόνους μικροοργανισμούς (acetogens) σε οξικό οξύ (acetate) και H_2 / CO_2 , και τα δύο στη συνέχεια μετατρέπονται σε μεθάνιο από μεθανογόνους μικροοργανισμούς (methanogens). Η αρχική υδρόλυση είναι το περιοριστικό στάδιο του συνολικού ρυθμού στην αποδόμηση των πρωτεϊνών, και ο συνολικός ρυθμός αποδόμησης είναι αργός [Fang and Yu, 2002 και Stamatelatos et al, 2004].

Η αναερόβια βιολογική αποδόμηση πραγματοποιείται με μία διεργασία που λαμβάνει χώρα σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση, γνωστή ως υδρόλυση (hydrolysis), τα ένζυμα μετασχηματίζουν τις ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους, όπως τα λιπίδια, τις πρωτεΐνες και τα νουκλεϊνικά οξέα (nucleic acids) σε ενώσεις κατάλληλες ως πηγή ενέργειας και άνθρακα, όπως τα λιπαρά οξέα και τα αμινοξέα. Στη δεύτερη φάση, γνωστή ως οξεογένεση (acidogenesis) ή στάδιο οξέων, τα βακτηρίδια σπάνε αυτά τα οξέα περαιτέρω. Στο τρίτο στάδιο, το στάδιο μεθανογένεσης (methanogenic stage), οι ενδιάμεσες ενώσεις διασπώνται σε CH_4 και CO_2 . Το CH_4 (βιοαέριο) που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καύση στο σύστημα θέρμανσης των εγκαταστάσεων [IPPC, 2003 & 2005].

Σύμφωνα με τον Johns (1995) οι αναερόβιες δεξαμενές, στις οποίες ελέγχεται η έκλυση οσμών, μπορούν να διαιρεθούν σε δύο ομάδες:

- (i) καλυμμένες αναερόβιες δεξαμενές (covered anaerobic ponds),
- (ii) αναερόβια συστήματα υψηλού ρυθμού (high rate anaerobic systems).

Με άλλα λόγια, σύμφωνα με το IPPC (2003 & 2005) χρησιμοποιούνται δύο κύριες τεχνικές. Για τη διαδικασία πρότυπου/συμβατικού ρυθμού (standard rate process), το περιεχόμενο του χωνευτήρα δεν θερμαίνεται, δεν αναμιγνύεται και ο χρόνος παραμονής είναι 30 – 60 ημέρες. Στη διαδικασία υψηλού ρυθμού (high-rate process), το περιεχόμενο θερμαίνεται και αναμιγνύεται πλήρως, ενώ ο χρόνος παραμονής είναι τυπικά 15 ημέρες ή λιγότερο. Η βέλτιστη θερμοκρασία για τη διαδικασία είναι 30 - 40 °C. Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ο μικρός

χρόνος παραμονής που κάνει τις διαστάσεις της εγκατάστασης λογικές από άποψη μεγέθους, ακόμη και στα σφαγεία όπου ο χώρος είναι περιορισμένος. Εναλλακτικά, ένας συνδυασμός και των δύο διαδικασιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί, δηλαδή μια διαδικασία δύο σταδίων. Η αρχική λειτουργία του δεύτερου σταδίου είναι να χωριστούν τα χωνεμένα στερεά από το υπερκείμενο υγρό (supernatant liquor). Επίσης μπορούν να λάβουν χώρα συμπληρωματική χώνευση και παραγωγή αερίου. Η ιλύς από την αερόβια αποδόμηση συνήθως χωνεύεται αναερόβια.

Τα βακτηρίδια που λαμβάνουν μέρος στη διαδικασία είναι αμοιβαίως ωφέλιμα, δηλαδή κάποια βακτηρίδια καταναλώνουν τις ουσίες που θα εμπόδιζαν την ανάπτυξη των άλλων. Επομένως είναι απαραίτητο ένα περιβάλλον που να στηρίζει αυτήν την δυναμική ισορροπία. Αυτό απαιτεί την απουσία διαλυμένου οξυγόνου και θειούχων ενώσεων. Το pH πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 6,6 – 7,6. Επιπλέον είναι απαραίτητη μια ικανοποιητική ποσότητα θρεπτικών, όπως άζωτο και φώσφορος, για να εξασφαλιστεί η διατήρηση του μικροβιακού πληθυσμού.

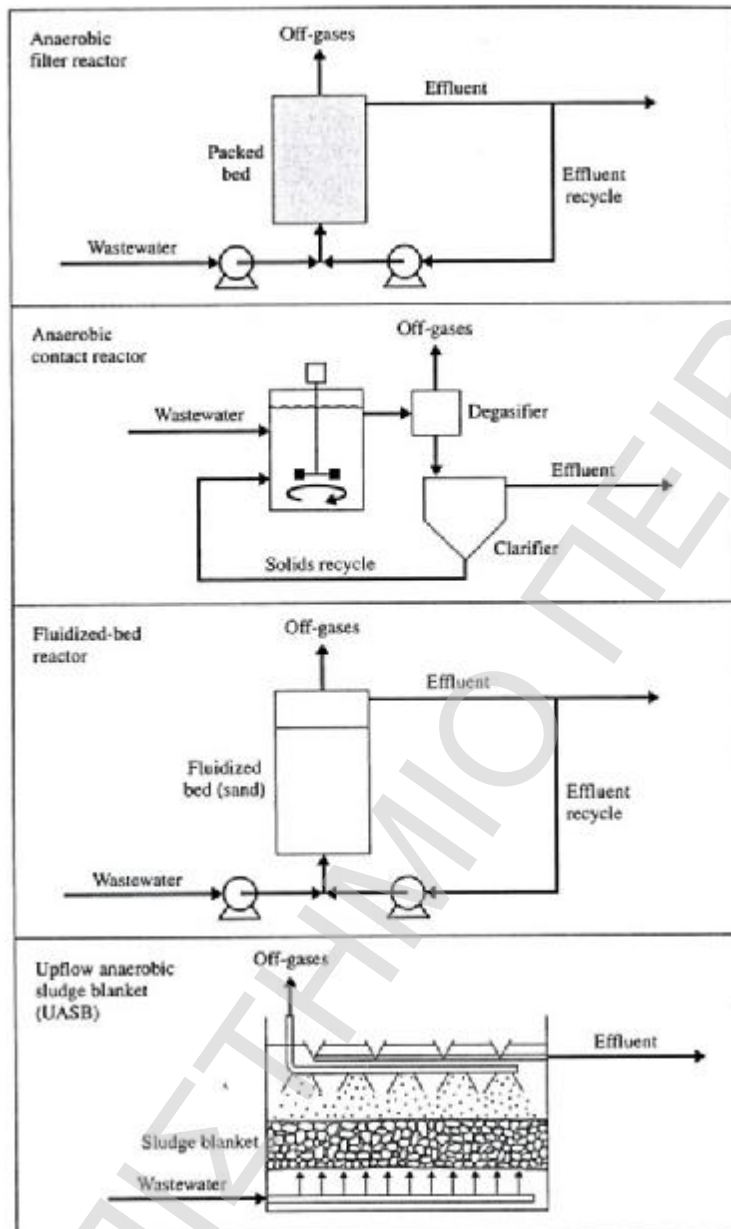
Οι ενεργοί μικροοργανισμοί εμβολιάζονται κατά την είσοδο των υγρών αποβλήτων και επειδή η διαδικασία είναι γενικά αργή και η μετατροπή σε CH₄ είναι σημαντική, η ποσότητα της ιλύος που πρέπει να διατεθεί στο τέλος είναι μικρή.

Η αναερόβια αποδόμηση (anaerobic degradation) μετατρέπει μόνο τους ρύπους με βάση τον άνθρακα, οι οποίοι μετρούνται ως επίπεδα BOD. Όμως οι ενώσεις αζώτου παραμένουν στο νερό μετά από την επεξεργασία. Οπότε, θεωρείται από κάποιους επιστήμονες, ότι δεν είναι μια ρεαλιστική επιλογή για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων και ότι είναι κατάλληλη μόνο ως προεπεξεργασία πριν από την αερόβια επεξεργασία. Η διαδικασία, εντούτοις, μειώνει την περιεκτικότητα των παθογόνων στα υγρά απόβλητα.

Τα βιοστερεά (biosolids) που παράγονται από τη μονάδα επεξεργασίας μπορούν, π.χ. να αφυδατωθούν (be dewatered) πριν από τη διασπορά στο έδαφος ως εδαφοβελτιωτικά (soil conditioner) ή να χωνευτούν για να παραχθεί βιοαέριο. Οι περιορισμοί κατά το διασκορπισμό και την έγχυση στο έδαφος οδηγούν σε μια τάση για αποτέφρωση της ιλύος (sludges) [Epstein, 2003 και IPPC, 2003 & 2005].

Η αποθήκευση, ο χειρισμός και ο διασκορπισμός της ιλύος μπορούν να οδηγήσουν σε προβλήματα οσμών. Όπως συμβαίνει και κατά τη διαχείριση της ενεργού ιλύος (activated sludge) όπου λαμβάνει χώρα αύξηση του όγκου (bulking) της ιλύος ή υπάρχουν υπερβολικά αποθέματα βιομάζας, μπορούν να υπάρξουν ιδιαίτερα προβλήματα με τα υγρά απόβλητα των σφαγείων, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν το σχηματισμό βιολογικά σταθερού αφρού (biologically stable foam) ή μπορούν να περιέχουν βιοκτόνες ουσίες ικανές να παρεμποδίσουν τη μικροβιακή δραστηριότητα [IPPC, 2003 & 2005].

Οι παραδοσιακές αναερόβιες διεργασίες περιορίζονται από τους χαμηλούς ρυθμούς απομάκρυνσης της οργανικής ουσίας, τους μεγάλους υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRT), την υπερβολική συσσώρευση οργανικής ουσίας που παραμένει ως υπόλειμμα και των ενδιάμεσων προϊόντων, και τις απαιτήσεις σε μεγάλο όγκου αντιδραστήρες. Οι πρόσφατες εξελίξεις στις αναερόβιες διεργασίες επεξεργασίας, ειδικά με υψηλή παραμονή της βιομάζας στον αντιδραστήρα, έχουν καταστήσει εφικτό να αποσυνδεθεί ο χρόνος παραμονής των στερεών (solids retention time - SRT) από τον υδραυλικό χρόνο παραμονής (hydraulic residence time) στους αναερόβιους αντιδραστήρες με υψηλό ρυθμό. Αυτό έχει οδηγήσει σε αυξημένη απόδοση επεξεργασίας αυτών των διεργασιών και τη βαθμιαία αλλά σταθερή βελτίωση της κοινής αντίληψης ότι οι αναερόβιες διεργασίες δεν είναι κατάλληλες για την επεξεργασία διάφορων βιομηχανικών αποβλήτων [Torkian et al, 2003].



Σχήμα 4.24: Αναερόβιες διεργασίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.
 Πηγή: Eckenfelder W., “Industrial water pollution control”, ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

Τα πιο κοινά συστήματα υψηλού ρυθμού που εγκαθίστανται σε μεγάλη κλίμακα είναι η διεργασία αναερόβιας επαφής (anaerobic contact - AC), η διεργασία αναερόβιου αντιδραστήρα ανοδικής ροής στρώματος ύψους (upflow anaerobic sludge blanket - UASB), το σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρα διαλείποντος έργου (anaerobic sequential batch reactor – ASBR) και η διεργασία με αναερόβια φίλτρα (anaerobic filter - AF) ή αναερόβιοι αντιδραστήρες φίλτρου (anaerobic filter reactors - AFRs) [Johns, 1995, Massé and Masse, 2000a και Mittal, 2006]. Αυτά τα συστήματα περιγράφονται πιο αναλυτικά στη συνέχεια.

Ο Mittal (2006) αναφέρει ότι τα υγρά απόβλητα από σφαγεία χοίρων είναι συχνά δύσκολα στην αναερόβια επεξεργασία τους εξαιτίας της παρουσίας τεμαχιδίων ζωικών ιστών και λίπους. Ακόμα τα αναερόβια συστήματα επεξεργασίας γίνονται πιο αποτελεσματικά αν προηγηθεί απομάκρυνση των λιπών και αιωρούμενων στερεών μέσω προεπεξεργασίας.

4.2.2.2.1 Καλυμμένες αναερόβιες δεξαμενές

Οι αναερόβιες δεξαμενές (anaerobic lagoons) είναι ένα από τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα συστήματα για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων στις ΗΠΑ και την Αυστραλία, όπου οι κλιματικές συνθήκες και η διαθεσιμότητα της γης επιτρέπουν την κατασκευή μεγάλων δεξαμενών (lagoons) [Massé and Masse, 2000b]. Τα μικρά κεφαλαιουχικά και λειτουργικά κόστη και το κόστος συντήρησης συνδυάζονται με μία μεγάλη απόδοση στη μείωση των ρυπαντικών φορτίων συμβάλλουν στη δημοτικότητα αυτών των δεξαμενών (lagoons). Τα μειονεκτήματα των δεξαμενών (lagoons) συμπεριλαμβάνουν την απαίτηση μεγάλου εμβαδού, τα προβλήματα οσμών, και τις εκπομπές μεθανίου, που είναι ένα από τα κύρια αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, με ικανότητα παγίδευσης για θέρμανση 20 έως 30 φορές αυτή του διοξειδίου του άνθρακα. Οι εκπομπές οσμών και αερίων μπορεί να περιοριστούν με κάλυψη των δεξαμενών (lagoons) [Massé and Masse, 2000b].

Στην δεκαετία του '80 είχαν χρησιμοποιηθεί στις αναερόβιες δεξαμενές ευρέως, τα συνθετικά επιπλέοντα καλύμματα (synthetic floating covers) για να παγιδέψουν τις οσμές και το βιοαέριο [Johns, 1995 και Mittal, 2006]. Αυτά τα συστήματα καταλαμβάνουν μια θέση μεταξύ των αναερόβιων δεξαμενών που υπάρχουν και σήμερα αφ' ενός και των υπερσύγχρονων αναερόβιων συστημάτων υψηλού ρυθμού αφ' ετέρου. Σε σύγκριση με τις παραδοσιακές, μη σκεπασμένες αναερόβιες δεξαμενές, οι καλυμμένες δεξαμενές προσφέρουν την απόδοση των πρώτων, αλλά μειώνουν την απελευθέρωση οσμών και επιτρέπουν τη συλλογή των πλούσιων σε μεθάνιο αερίων. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας έναντι των παραδοσιακών χωνευτήρων είναι το μικρότερο κόστος κεφαλαίου.

Στις ΗΠΑ μια μεγάλων διαστάσεων εγκατάσταση καλυμμένης αναερόβιας δεξαμενής (covered anaerobic pond) για μια επιχείρηση επεξεργασίας χοιρινού κρέατος, έχει σχεδιαστεί με υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 8,8 ημέρες και για φορτίο BOD_5 $0,33 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{day}$ [Dague et al, 1990: πηγή Johns, 1995]. Στην πράξη, οι μέσοι χρόνοι παραμονής ήταν υψηλότεροι (12 - 14 ημέρες) και τα φορτία BOD χαμηλότερα ($0,1 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{day}$), αλλά επιτεύχθηκε μέση απομάκρυνση του BOD_5 κατά 85 - 90 % και υπολογίστηκε παραγωγή βιοαερίου κατά μέσο όρο $0,51 \text{ m}^3$ μεθανίου / $\text{kg} BOD_5$ που απομακρύνθηκε. Το κόστος του συστήματος αποσβέστηκε μέσα σε 2 έτη με τη χρήση του βιοαερίου σε ένα λέβητα φυσικού αερίου (natural-gas-fired boiler). Σημαντικά, αλλά μεταβλητά επίπεδα H_2S (μέση τιμή, 843 ppm) μπορούν να παραχθούν από τις αναερόβιες δεξαμενές και αυτό το τοξικό και διαβρωτικό αέριο πρέπει να απομακρυνθεί, παραδείγματος χάριν με φίλτρα απορρόφησης σιδήρου (iron sponge filters), πριν από τη χρήση του βιοαερίου. Επίσης ένα άλλο σφαγείο στην Αυστραλία εγκατέστησε δύο καλυμμένες αναερόβιες δεξαμενές (covered anaerobic ponds), οι οποίες φαίνεται να λειτουργούν με επιτυχία. Το αέριο που παράγεται καίγεται.

Μια μελέτη της χρήσης των καλυμμένων αναερόβιων δεξαμενών (covered anaerobic lagoons) για την επεξεργασία της κοπριάς των ζώων στις ΗΠΑ έχει δείξει ότι αυτές οι δεξαμενές (lagoons) απαιτούν υψηλά φορτία BOD για να παραγάγουν σημαντικές ποσότητες βιοαερίου που να έχουν οικονομική αξία. Η μέθοδος επεξεργασίας σε αναερόβιες δεξαμενές (anaerobic ponds) με μικρά φορτία ($< 0,06 \text{ kg VS} / \text{m}^3$) εκλείπει μόνο μικρές ποσότητες βιοαερίου (μέχρι $0,5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{day}$ ή $0,23 \text{ m}^3 / \text{m}^3 / \text{day}$) [Safley and Westerman, 1988: πηγή Johns, 1995]. Η παραγωγή αερίου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στη θερμοκρασία της δεξαμενής (pond temperature), αν και

η μεθανογένεση μπορεί να λάβει χώρα ακόμα και σε θερμοκρασία 4 °C. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί στα υγρά απόβλητα των σφαγείων που έχουν υψηλότερη θερμοκρασία [Johns, 1995].

Μια άλλη μελέτη περιγράφει τη λειτουργία μιας μεγάλης καλυμμένης αναερόβιας δεξαμενής (lagoon) που επεξεργάζεται υγρά απόβλητα σφαγείου χοίρων [Massé and Masse, 2000b]. Το BOD₅ εισροής κυμαίνονταν από 1600 έως 4800 mg / l και ο υδραυλικός χρόνος παραμονής (HRT) ήταν 13 ημέρες. Η μείωση του BOD₅ και των αιωρούμενων στερεών (SS) ήταν κατά μέσο όρο 87 % και 81 %, αντίστοιχα. Λήφθηκε μια παραγωγή μεθανίου 0,51 m³ ανά kg BOD₅ που απομακρύνονταν. Ωστόσο, οι καλυμμένες δεξαμενές (covered lagoons) απαιτούν υψηλό φορτίο BOD για να παράγουν οικονομικές ποσότητες βιοαερίου. Στον Καναδά, η κατασκευή μιας δεξαμενής που εξασφαλίζει αρκετή αντοχή και στερεότητα για να αντέχει σε μεγάλες μη ισορροπημένες δυνάμεις εξαιτίας του ανέμου, της συσσώρευσης πάγου και χιονιού θα ήταν πολύ δαπανηρή λύση. Επιπλέον, η θερμοκρασία των υγρών το χειμώνα θα είναι υπερβολικά χαμηλή. Στο νοτιοδυτικό Κεμπέκ, η μέση θερμοκρασία μιας αερόβιας δεξαμενής (aerobic lagoon) κυμαίνεται μεταξύ 0 και 8,5 °C κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών. Η απόδοση των αναερόβιων δεξαμενών (anaerobic lagoons) μειώνεται αρκετά κάτω από τους 21 °C. Επίσης, τα αναερόβια βακτήρια είναι ευαίσθητα στις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας, και είναι σχεδόν αδύνατο να ξαναξεκινήσει μια μεγάλη αναερόβια δεξαμενή αν αποτύχει κατά τη διάρκεια της κρύας περιόδου [Massé and Masse, 2000b].

4.2.2.2 Αναερόβια τεχνολογία υψηλού ρυθμού

Περισσότερο σύνθετα αναερόβια συστήματα έχουν αναπτυχθεί για να επιταχύνουν την επεξεργασία και να μειώσουν την απαίτηση σε εμβαδόν, ειδικά σε περιοχές που η γη είναι ακριβή και ανεπαρκής, όπως στην Ευρώπη και την Ασία. Η απαίτηση σε χώρο είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας σε κρύες κλιματικές συνθήκες όπου η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων εφαρμόζεται σε εσωτερικούς χώρους [Massé and Masse, 2000b]. Το πρώτο αναερόβιο σύστημα υψηλού ρυθμού, ο αναερόβιος αντιδραστήρας επαφής (anaerobic contact reactor - ACR), βασικά αποτελείται από ένα αναδεδυμένο αντιδραστήρα - δεξαμενή που ακολουθείται από ένα διαχωριστήρα λάσπης (sludge separator). Η πρώτη αναφορά ενός αναερόβιου αντιδραστήρα επαφής (ACR) σε πλήρη κλίμακα που επεξεργάζονταν υγρά απόβλητα σφαγείου ήταν από το Ηνωμένο Βασίλειο (1974). Ο αντιδραστήρας λειτουργούσε στους 32,5 °C και λάμβανε υγρά απόβλητα που είχαν υποστεί προκαθίζηση σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (organic loading rates - OLRs) που κυμαίνονταν από 0,12 ως 0,28 kg / m³ / d. Η μείωση στο BOD₅ ήταν περίπου 90 %. Ωστόσο, εξαιτίας τεχνικών προβλημάτων με τα συστήματα διαύγασης (clarifiers), η εκροή περιείχε υψηλές συγκεντρώσεις βιομάζας, και η μείωση των πτητικών στερεών κυμαίνονταν μεταξύ 41 και 67 %. Ένας μεσοφιλικός αναερόβιος αντιδραστήρας επαφής (ACR) (30 έως 35 °C) επίσης κατασκευάστηκε σε μία μονάδα συσκευασίας κρέατος στις ΗΠΑ (1988). Τα υγρά απόβλητα πρώτα προεπεξεργάστηκαν σε μία μονάδα επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF) και οι μέσες συγκεντρώσεις COD και αιωρούμενων στερεών (SS) στην εισροή ήταν 6320 και 2342 mg / l, αντίστοιχα. Κατά τη διάρκεια των πρώτων έξι μηνών λειτουργίας, η μείωση του COD και των αιωρούμενων στερεών (SS) ήταν κατά μέσο όρο 85 και 75 %, αντίστοιχα, σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) μεταξύ 2 και 3 kg / m³ / d και υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRTs) μεταξύ 1,7 και 2,5 μέρες. Ωστόσο, η μικρή ικανότητα καθίζησης

της βιομάζας φαίνεται να είναι ένα περιοδικό πρόβλημα με τους αναερόβιους αντιδραστήρες επαφής (ACRs) [Massé and Masse, 2000b].

Τα πειράματα με τα αναερόβια συστήματα υψηλού ρυθμού, που είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείου, ήταν πολλά κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας [Johns, 1995]. Τα πιο κοινά συστήματα όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω είναι η διεργασία αναερόβιας επαφής (anaerobic contact - AC), η διεργασία αναερόβιου αντιδραστήρα ανοδικής ροής στρώματος ιλύος (upflow anaerobic sludge blanket - UASB) και η διεργασία με αναερόβια φίλτρα (anaerobic filter - AF).

Τη δεκαετία του 1970 έκανε την εμφάνιση της η χρήση των αναερόβιων χωνευτήρων αργού ρυθμού για να επεξεργαστούν τα υγρά απόβλητα σφαγείων. Αυτές οι διεργασίες ήταν ουσιαστικά μικτοί χωνευτήρες με ένα φορτίο BOD μεταξύ 0,2 - 4 kg / m³ / day, οι οποίοι γενικά έχουν αποδειχθεί αντιοικονομικοί, λόγω του απαιτούμενου μεγέθους τους, οπότε σήμερα υπάρχουν σε λειτουργία πολύ λίγοι [Johns, 1995]. Από τότε, πολλές νέες αναερόβιες τεχνολογίες υψηλού ρυθμού έχουν αναπτυχθεί για να αντικαταστήσουν την αναερόβια λιμνοδεξαμενή (anaerobic pond). Τυπικά, αυτοί θεωρείται ότι έχουν υψηλότερα φορτία BOD ή COD (χαρακτηριστικά 5 - 40 kg COD / m³ / day) από τα συστήματα μικρού ρυθμού ή τις αναερόβιες δεξαμενές (anaerobic ponds). Αυτό επιτρέπει έναν υδραυλικό χρόνο παραμονής της τάξεως ωρών αντί για ημερών. Το αέριο που παράγεται από την αναερόβια δραστηριότητα είναι πλούσιο σε μεθάνιο, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις επίσης παράγεται από τα υγρά απόβλητα σφαγείων και H₂S σε συγκεντρώσεις από 0,2 - 0,7 %, το οποίο χρειάζεται να απομακρυνθεί.

Πίνακας 4.11: Αναερόβια συστήματα υψηλού ρυθμού σε σφαγεία (Steiner, 1987)

Τοποθεσία	Έτος	Τύπος συστήματος	Όγκος (m ³)
Albert Lea, USA	1959	AC	2.670
Leeds, UK	1968 - 1980	Τύπος UASB	1.240
Den Haag, NL	1983 - 85	UASB	630
Genk, Belgium	Από το 1983	UASB (δύο σταδίων)	-
Castres, France	Από το 1980	AC	45
Bylderup, DK	Από το 1984	AF	200

Πηγή: Johns M., "Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review", Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 - 216, 1995.

Στον Πίνακα 4.11 παρουσιάζονται κάποια μεγάλα αναερόβια συστήματα υψηλού ρυθμού που εγκαθίστανται στα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων. Η σημερινή κατάσταση αυτών των μονάδων είναι άγνωστη και υπάρχουν ελάχιστα δημοσιευμένα στοιχεία.

Συγκρίνοντας τη δημοτικότητα τους για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από πολλές βιομηχανίες επεξεργασίας αγροτικών προϊόντων (δηλαδή παρασκευή μύρας, επεξεργασία πατατών, κ.λπ.), η εφαρμογή των αναερόβιων συστημάτων υψηλού ρυθμού στα υγρά απόβλητα σφαγείων αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα. Αυτά περιλαμβάνουν:

(i) Οι υψηλές συγκεντρώσεις λιπών και ελαίων στα υγρά απόβλητα προκαλούν σοβαρά προβλήματα, λόγω της μη διαλυτότητας τους (insolubility), που επιβραδύνει το ρυθμό αποδόμησης, και την τάση σχηματισμού αφρών (scums) που καλύπτει την επιφάνεια. Οι υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών στην τροφοδοσία έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στις αναερόβιες διεργασίες του αντιδραστήρα ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος (UASB), της ρευστοποιημένης κλίνης και του σταθεροποιημένου μέσου (fixed - medium). Οι πρόσφατες μελέτες

έχουν δείξει ότι η μορφή των ρύπων (δηλαδή αιωρούμενοι, κολλοειδείς ή διαλυτοί) στα υγρά απόβλητα επηρεάζει πολύ την απόδοση των αναερόβιων συστημάτων υψηλού ρυθμού.

(ii) Η συγκέντρωση του BOD στην τροφοδοσία είναι σχετικά χαμηλή για την επιτυχή λειτουργία των αναερόβιων διεργασιών υψηλού ρυθμού, οι οποίες λειτουργούν καλύτερα σε συγκεντρώσεις BOD₅ 10.000 mg / l ή μεγαλύτερες. Αυτό απαιτεί υψηλό υδραυλικό ρυθμό απόδοσης.

4.2.2.2.3 Αναερόβια συστήματα αντιδραστήρων επαφής (AC)

Τα αναερόβια συστήματα αντιδραστήρων επαφής (anaerobic contact - AC) θεωρούνται σχετικά δημοφιλή για χρήση σε σφαγεία, δεδομένου ότι τείνουν να παρακάμψουν το πρόβλημα του αφρού που επιπλέει ο οποίος εμφανίζεται σε πολλά αναερόβια συστήματα υψηλού ρυθμού. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα από τις μονάδες του Ηνωμένου Βασιλείου που έκλεισαν, λόγω των προβλημάτων με την επιπλέουσα λάσπη (floating sludge), αλλά οι αμερικανικές μονάδες ήταν επιτυχημένες. Σε μεγάλη μονάδα αναερόβιου αντιδραστήρα επαφής (AC) που εξυπηρετούσε ένα μεγάλο σφαγείο βόειου κρέατος στην Αμερική, επιτεύχθηκαν αποδόσεις απομάκρυνσης περισσότερο από το 84 % του COD, το 93 % του BOD₅ και 75 % των TSS. Ένας αναερόβιος αντιδραστήρας επαφής (AC) 3000 λίτρων εξετάστηκε σε ένα γαλλικό σφαγείο για να επεξεργαστεί επιλεγμένα υγρά απόβλητα, με κάποια επιτυχία σε ένα φορτίο BOD₅ 5 kg / m³ / day, αλλά λίγα στοιχεία δίνονται σχετικά με την δυναμικότητα [Johns, 1995].

Μια πιο πρόσφατη τεχνολογία είναι το σύστημα αναερόβιων διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (anaerobic sequencing batch reactors – SBR), στον οποίο τα μικροβιακά συσσωματώματα (floculent microbial flocs) θεωρούνται ότι επιτυγχάνουν την επεξεργασία των αποβλήτων χοίρων χωρίς την ανάγκη για πλήρη ανάμιξη που είναι διεργασία του αναερόβιου αντιδραστήρα επαφής (AC).

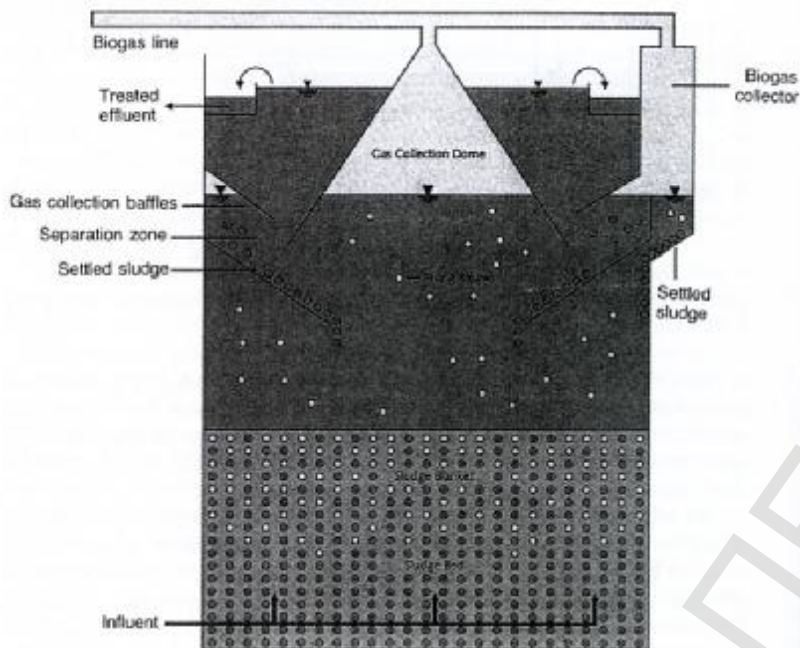
4.2.2.2.4 Αναερόβιος αντιδραστήρας ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος (UASB)

Η διεργασία με αναερόβιους αντιδραστήρες ανοδικής ροής στρώματος ιλύος (upflow anaerobic sludge blanket - UASB) είναι ένα από τα πρόσφατα αναπτυγμένα συστήματα υψηλού ρυθμού [Torkian et al, 2003]. Η εφαρμογή της τεχνολογίας του αναερόβιου αντιδραστήρα ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος (UASB) στα υγρά απόβλητα σφαγείων φαίνεται να είναι λιγότερο επιτυχημένη σύμφωνα με τον Johns (1995). Ενώ αντίθετα οι Massé and Masse (2000a) αναφέρουν ότι οι αναερόβιοι αντιδραστήρες ανοδικής ροής στρώματος ιλύος (upflow anaerobic sludge blanket - UASB) είναι αποτελεσματικοί για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων με χαμηλά αιωρούμενα στερεά (SS). Στους 35 °C, το COD μειώθηκε περισσότερο από το 90 % σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) μέχρι 6,4 kg / m³ / d. Στους 25 °C, το COD μειώθηκε κατά 78 % σε ένα ρυθμό οργανικής φόρτισης (OLR) 6,1 kg / m³ / d. Μειώνοντας τη θερμοκρασία λειτουργίας στους 13 °C ακόμα γίνεται εφικτή μία απομάκρυνση του COD κατά 75 % σε ένα ρυθμό οργανικής φόρτισης (OLR) 3,3 kg / m³ / d, εφόσον ο υδραυλικός χρόνος παραμονής (HRT) διατηρήθηκε πάνω από 10 h. Ωστόσο, σε συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών (SS) που κυμαίνονται από 15 έως 30 % του COD εισροής, η μείωση του συνολικού COD (TCOD) μειώθηκε σε 70 % και οι απώλειες των αιωρούμενων στερεών (SS) φτάνουν τα 2000 mg/l, σε ένα ρυθμό οργανικής φόρτισης (OLR) πάνω από 5 kg / m³ / d και μια θερμοκρασία λειτουργίας 37 °C. Σε πειράματα που έγιναν για τα αιωρούμενα στερεά (SS) στην αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σφαγείου σε αναερόβιους αντιδραστήρες ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος (UASB) που λειτουργούσαν σε 20 και 30 °C, βρέθηκε ότι ένα μέρος του COD που απομακρύνεται δεν μετατρέπεται σε μεθάνιο αλλά απομακρύνεται με άλλο τρόπο όπως η επίπλευση και η προσρόφιση των κολλοειδών στα σωματίδια της λάσπης (ιλύος) και παγίδευση των μεγάλων αιωρούμενων στερεών (SS) στο επίστρωμα της λάσπης. Οι διακοπές της τροφοδοσίας τα Σαββατοκύριακα επέτρεψαν μια μερική χώνευση των παραμενόντων στερεών. Ωστόσο, όταν ο ρυθμός οργανικής φόρτισης (OLR) αυξήθηκε από 0,5 σε 10 – 20 kg COD / m³ / d σε 57 ημέρες συνεχούς φόρτισης τους 30 °C, μια ξαφνική και έντονη επίπλευση λάσπης (ιλύος) οδήγησε στην πλήρη απώλεια της βιομάζας από τον αντιδραστήρα. Η αστοχία της διεργασίας εξηγείται με μία υπερβολική συσσώρευση του υλικού του υποστρώματος μέσα στην κλίνη βιομάζας. Το ελέγχον στάδιο στο χωνευτήρα των μη ιζηματοποιημένων υγρών αποβλήτων σφαγείου ήταν ο ρυθμός ρευστοποίησης (liquefaction rate) των προσροφημένων και παγιδευμένων στερεών, οπότε η θερμοκρασία λειτουργίας αποτελεί κρίσιμη παράμετρο [Massé and Masse, 2000a].

Πίνακας 4.12: Απόδοση UASB αντιδραστήρα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων με ιλύ σε μορφή κόκκων.

Θερμοκρασία (°C)	Οργανικό φορτίο, kg COD / m ³ / d	Απόδοση επεξεργασίας	Μετατροπή σε μεθάνιο κολλοειδών και διαλυτών υλών, %	Υδραυλικός χρόνος παραμονής, h
30	11	55 % COD (ολικό) 85 % COD (διηθημένο)	87	9
20	7	56 % και 68 %	82	10

Πηγή: Mittal G., "Treatment of wastewater from abattoirs before land application—a review", Elsevier, Science Direct, Bioresource Technology, vol. 97, p. 1119 – 1135, 2006.



Σχήμα 4.25: Τομή ενός αντιδραστήρα UASB.

Πηγή: Arundel J., "Sewage and industrial effluent treatment", ed. Blackwell Science, Berlin 2000.

Σε αναερόβιους αντιδραστήρες ανοδικής ροής στρώματος ιλύος (upflow anaerobic sludge blanket - UASB), τα απόβλητα εισέρχονται στον πυθμένα του χωνευτήρα, ρέοντας εγκάρσια στο συμπαγές στρώμα των βακτηρίων (το επίστρωμα λάσπης) και εξέρχονται στην κορυφή του αντιδραστήρα [Massé and Masse, 2000b και Arundel, 2000.]. Η επιτυχής λειτουργία εξαρτιόνταν από το σχηματισμό κροκίδων βακτηρίων ή κόκκων που συσσωρεύονταν και καθίζαναν εύκολα στον πυθμένα του χωνευτήρα. Η λειτουργία του αντιδραστήρα απαιτεί στενή παρακολούθηση. Η ταχύτητα του υγρού πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή για να εμποδιστεί η υπερβολική ανύψωση του επιστρώματος της λάσπης (ιλύος) και οι δεξαμενές εξισορρόπησης πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την προστασία από τις έντονες μεταβολές της οργανικής φόρτισης. Αναερόβιοι αντιδραστήρες ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος (UASB) σε πλήρη κλίμακα για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων έχουν εγκατασταθεί στην Ολλανδία, το Βέλγιο και τη Νέα Ζηλανδία. Ο αναερόβιος αντιδραστήρας ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος (UASB) μπορεί να λειτουργήσει με λάσπη σε μορφή κροκίδων (floculent sludge), αν και οι κόκκοι τείνουν να καθιζάνουν καλύτερα και έτσι επιτρέπεται η αύξηση του ρυθμού ροής [Massé and Masse, 2000b].

Ένας μεγάλος UASB εγκαταστάθηκε σε ένα σφαγείο στη Χάγη (Ολλανδία) από το 1983 - 1985, αλλά λειτούργησε ως σύστημα λάσπης σε μορφή κροκίδων (floculent system), δεδομένου ότι δεν μπόρεσαν να παραχθούν κόκκοι, και αυτό τελικά μείωσε σημαντικά το ρυθμό απομάκρυνσης του BOD που θα μπορούσε να επιτευχθεί [Johns, 1995]. Οι υψηλές συγκεντρώσεις λιπών οδήγησαν στην απώλεια της ιλύος. Άλλες μονάδες UASB έχουν εγκατασταθεί σε ένα σφαγείο στο Βέλγιο και σε ένα μεγάλο σφαγείο προβάτων στη Νέα Ζηλανδία, αλλά δεν είναι διαθέσιμα τα δεδομένα λειτουργίας τους.

Ένας UASB λάσπης σε μορφή κροκίδων ενός σταδίου (10 1) έχει λειτουργήσει με επιτυχία σε φορτίσεις μέχρι $5 \text{ kg COD} / \text{m}^3 / \text{day}$ υγρών αποβλήτων σφαγείων στους 30°C . Η φύση του COD στα υγρά απόβλητα φαίνεται να έχει σημαντική επίδραση στη λειτουργία και την απόδοση των UASBs που

επεξεργάζονται υγρά απόβλητα σφαγείων. Ο υψηλότερος ρυθμός δυναμικότητας (throughput) ($11 \text{ kg COD} / \text{m}^3 / \text{day}$) λήφθηκε με τη χρήση ενός αναερόβιου αντιδραστήρα ανοδικής ροής μέσω στρώματος ύλης (UASB) κοκκώδους μορφής. Αυτή είναι η υψηλότερη αναφερόμενη φόρτιση για υγρά απόβλητα σφαγείων μέχρι σήμερα. Τα αποτελέσματα από πειράματα σε εργαστηριακή κλίμακα σε διάφορα κλάσματα υγρών αποβλήτων μονάδων επεξεργασίας κρέατος που χρησιμοποίησαν UASB είναι φτωχά: σε μεγάλους υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRTs) (10 - 15 ημέρες), μικρά φορτία COD ($0,3 - 1 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ day}$) και μικρή απομάκρυνση COD (72 – 87 %). Εντούτοις, είναι πιθανό ότι ο αντιδραστήρας δεν λειτουργούσε υπό βέλτιστες συνθήκες.

Τα βασικά θέματα λειτουργίας για τους αναερόβιους αντιδραστήρες ανοδικής ροής μέσω στρώματος ύλης (UASBs) εμφανίζονται να είναι η επαρκής απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και των λιπών από τα εισερχόμενα υγρά απόβλητα για να αποτραπεί η συσσώρευσή τους στον αντιδραστήρα με την επόμενη πλήρη απώλεια της ενεργού ύλης από τον αντιδραστήρα καθώς και τη δημιουργία και τη διατήρηση μιας κοκκώδους ύλης [Johns, 1995].

Οι αναερόβιοι αντιδραστήρες ανοδικής ροής μέσω στρώματος ύλης (UASB) έχουν υιοθετηθεί ευρέως για την επεξεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων μεγάλου ρυπαντικού φορτίου [Torkian et al, 2003]. Πρόσφατες ερευνητικές μελέτες δείχνουν τη σκοπιμότητα αυτής της διεργασίας για να επεξεργαστούν ακόμα και αστικά λύματα. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του συστήματος είναι η μικροβιακή συσσωμάτωση σε μια συμβιοτική πολυστρωματική δομή αποκαλούμενη κόκκο (granule). Η βελτιωμένη γνώση της διεργασίας και οι λειτουργικές λεπτομέρειες για το σχηματισμό και τη διατήρηση (retainment) των σταθερών κόκκων έχουν καταστήσει εφικτή την υψηλή φόρτιση, με συνέπεια μια πιο βιώσιμη λειτουργία αυτών των συστημάτων.

Πίνακας 4.13: Αποτελέσματα για αναερόβια συστήματα υψηλού ρυθμού.

Τύπος	Κλίμακα (m^3)	Θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$)	Φορτίο COD ($\text{kg} / \text{m}^3 / \text{d}$)	Απομάκρυνση επί τοις εκατό του COD_f	Απόδοση CH_4	Βιβλιογραφική αναφορά
UASB (floc)	10	30	5	80 – 89	4 ^a	Sayed & de Zeeuw (1988)
UASB (gran)	33	20 30	7 11	85 85	2,8 ^a 5,1	Sayed et al (1987)
AF	5		2,5	80 – 85		Tritt (1992)
AF (loop)	82	36	8	75 – 80	0,32 m^3 ^{sb}	Metzner & Temper (1990)
AF	21	37	2,3	85	0,33 m^3 ^{sa}	Festino & Aubart (1986)
AFB	1	35	5	75	Μικρό	Toldra et al (1987)
AC	-	33	1,7	95	-	Hopwood (1977)
AC	11.120	35	3,0	92,6	0,24 ^c	Stebor et al (1990)

^a: $\text{kg CH}_4 - \text{COD} / \text{m}^3 / \text{day}$

^b: $\text{kg CH}_4 / \text{kg COD}$ που απομακρύνεται

^c: m^3 βιοαέριο / kg COD που προστίθεται

UASB = Up-flow anaerobic sludge-blanket reactor: αναερόβιος αντιδραστήρας ανοδικής ροής μέσω στρώματος ύλης {ή αναερόβια επεξεργασία σε αντιδραστήρα με ανοδική ροή δια μέσου στρώματος ύλης, σύμφωνα με τον κ. Τσώνη (2004)},

AF = Anaerobic filter: αναερόβιο φίλτρο

AFB = Anaerobic fluidised-bed reactor: αναερόβιος αντιδραστήρας ρευστοποιημένης κλίνης,

AC = Anaerobic contactor: αναερόβιος επαφέας

Πηγή: Johns M., "Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review", Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.

Ένα ευρύ φάσμα οργανικών και υδραυλικών ρυθμών φόρτισης έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία για αντιδραστήρες UASB, ανάλογα με το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται και την ποιότητα και την ποσότητα των μικροβιακών πληθυσμών. Για παράδειγμα έχει αναφερθεί ένα φορτίο COD $30 \text{ kg COD} / \text{m}^3 / \text{d}$ με μια απόδοση

απομάκρυνσης COD 85 % σε ρυθμούς φόρτισης λάσπης ή χρόνους παραμονής λάσπης (sludge loading rates - SLRs) μέχρι 3,7 g COD / g VSS / d για θερμοφίλους αντιδραστήρες [Torkian et al, 2003]. Οι ρυθμοί οργανικής φόρτισης (organic loading rates - OLR) μέχρι 104 kg COD / m³ / d έχουν αναφερθεί για αναερόβια χώνευση υποστρώματος ζάχαρης υπό θερμοφίλες συνθήκες. Άριστη σταθερότητα και υψηλή απόδοση επεξεργασίας επιτεύχθηκαν με υδραυλικούς χρόνους παραμονής χαμηλότερους από 2 h με ένα ρυθμό οργανικής φόρτισης (OLR) 6 kg COD / m³ / d, όπου οι επί τοις εκατό απομακρύνσεις του COD είναι 95 % (30 °C) και 92 % (20 °C).

Τα υγρά απόβλητα σφαγείων περιέχουν υψηλές ποσότητες οργανικής ουσίας με ένα διαλυτό κλάσμα της τάξεως του 40 – 60 %. Τα αιωρούμενα και κολλοειδή συστατικά υπό μορφή λιπών, πρωτεϊνών, και κυτταρίνης μπορούν να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην απόδοση των αντιδραστήρων UASB, γεγονός που οδηγεί στην υποβάθμιση της μικροβιακής δραστηριότητας και στην έκπλυση της ενεργού βιομάζας. Αυτό μπορεί να περιορίσει τη λειτουργία σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) 4 – 6 kg COD / m³ / d. Έχει παρατηρηθεί επίπλευση λάσπης (ιλύς) και αυξανόμενη συγκέντρωση στερεών αποβλήτων με τιμές ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR) υψηλότερες από 5 kg COD / m³ / d. Όμως στη βιβλιογραφία αναφέρονται και παραδείγματα με ικανοποιητική επεξεργασία των αποβλήτων εκροής των σφαγείων με τιμές ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR) μέχρι και 11 kg COD / m³ / d σε μια θερμοκρασία διεργασίας 30 °C. Επίσης αναφέρονται αποδόσεις απομάκρυνσης COD 64 – 99 % σε τιμές ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR) 12 – 17 kg COD / m³ / d. Υψηλότερες τιμές ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR) μέχρι 45 kg COD / m³ / d έχουν αναφερθεί μόνο σε υβριδικούς αντιδραστήρες (hybrid reactors) με τη χρήση ενός συνδυασμού αντιδραστήρα UASB και μπεντονίτη ως πληρωτικό υλικό (που πάνω του θα κολλήσουν οι μικροοργανισμοί και θα φτιάξουν τον κόκκο) (bentonite packing) [Torkian et al, 2003].

Στο παράδειγμα που αναφέρεται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.Ι ερευνήθηκε το αποτέλεσμα του ρυθμού φόρτισης στον αντιδραστήρα UASB που επεξεργάζεται τα απόβλητα σφαγείου. Η απόδοση του UASB αξιολογήθηκε σε έναν αντιδραστήρα 1000 l που τροφοδοτείται από ένα παραδοσιακό μεσαίου μεγέθους σφαγείο.

Τα υγρά απόβλητα που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη περιλαμβάνουν το αίμα από τη διεργασία της θανάτωσης των ζώων, τα νερά πλυσίματος από το στομάχι και τα έντερα, και τα υγρά απόβλητα από τους θαλάμους ψύξης και τις τουαλέτες. Δεν υπήρξε κανένας διαχωρισμός των αποβλήτων εκροής από αυτές τις διαδικασίες και λόγω της φύσης της διεργασίας, τα χαρακτηριστικά μεταβάλλονταν με το χρόνο, βλέπε Πίνακα 4.14.

Ο αντιδραστήρας περιείχε κοκκοποιημένη λάσπη (granulated sludge) που σχηματίστηκε νωρίτερα στον αντιδραστήρα και το αρχικό υλικό εμβολιασμού (initial seed) προέρχονταν από μια μεσόφιλη λάσπη (ιλύς) αναερόβιου χωνευτήρα αστικών λυμάτων με ένα περιεχόμενο σε VSS 29 g / l.

Πίνακας 4.14: Χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων αντιδραστήρα UASB στις διάφορες περιόδους της μελέτης.

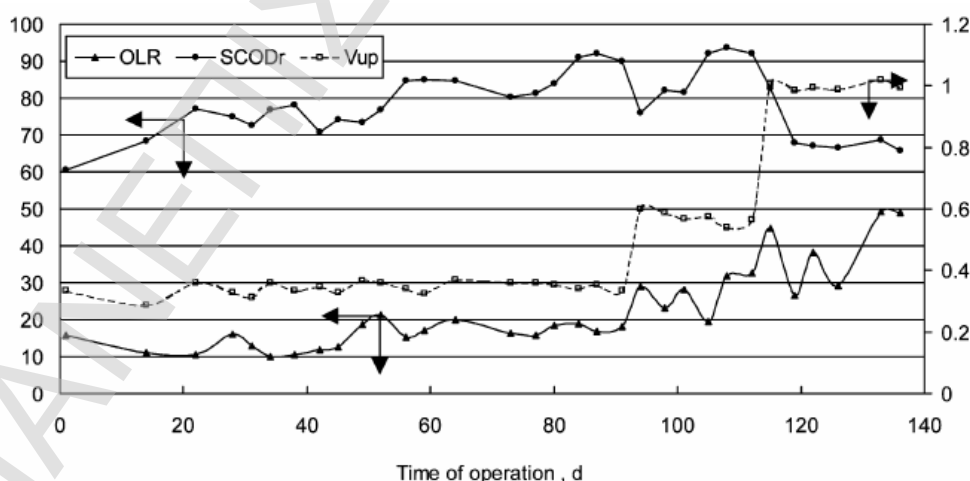
Παράμετρος	Εύρος	Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση
BOD ₅ (mg / l)	914 – 1917	1748 ± 541
SCOD (mg / l)	2258 – 4956	3799 ± 429
TCOD (mg / l)	3265 – 14285	6037 ± 1092
P – PO ₄ ³⁻ (mg / l)	7 – 26	17 ± 12
N – NH ₃ (mg / l)	35 – 104	89 ± 50
Θερμοκρασία (°C)	27 – 36	33,3 ± 2,8
pH	6,8 – 7,8	7,2 ± 0,3
Αλκαλικότητα ως CaCO ₃ (mg / l)	1208 – 1713	1351 ± 181
VFA ως οξικό οξύ (mg / l)	309 - 565	440 ± 124

Πηγή: Torkian A., Eqbali A., Hashemian S., “The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent”, Elsevier, Resources, Conservation and Recycling, vol. 40, p. 1 – 11, 2003.

Επιλέχθηκαν δύο σχήματα λειτουργίας. Στις πρώτες τρεις φάσεις της μελέτης, η δεξαμενή τροφοδοσίας (feed reservoir) γέμιζε σε διαφορετικούς χρόνους κατά τη διάρκεια της ημέρας ώστε να επιτευχθούν διαφορετικές συγκεντρώσεις για να μελετηθεί σε σταθερό υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT). Στις επόμενες δύο φάσεις, και ο ρυθμός οργανικής φόρτισης (OLR) και ο υδραυλικός χρόνος παραμονής (HRT) άλλαξαν ταυτόχρονα με την αύξηση της εισροής στον αντιδραστήρα.

Οι παράμετροι λειτουργίας και απόδοσης περιλάμβαναν το ρυθμό οργανικής φόρτισης (OLR), το ρυθμό φόρτισης λάσπης ή χρόνο παραμονής των στερεών (SLR), την ικανότητα εξάλειψης (μείωσης των φορτίων, elimination capacity), και το χρόνο παραμονής (detention time). Ο αντιδραστήρας άρχισε με ένα ρυθμός οργανικής φόρτισης (OLR) 5 kg SCOD / m³ / d με βαθμιαία αύξηση σε 10 kg SCOD / m³ / d κατά τη διάρκεια μιας περιόδου δύο εβδομάδων.

Το συνολικό και διαλυτό COD της τροφοδοσίας και των αποβλήτων της εκροής κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας, και τα αποτελέσματα για τους διάφορους ρυθμούς οργανικής φόρτισης και για τους διάφορους υδραυλικούς ρυθμούς φόρτισης μαζί με τους δείκτες απόδοσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.15.



Σχήμα 4.26: Η μεταβολή της ικανότητας απομάκρυνσης SCOD (%) σε διάφορους ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) (kg SCOD / (m³ d)) και οι ταχύτητες ανοδικής ροής (m / h).

Πηγή: Torkian A., Eqbali A., Hashemian S., “The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent”, Elsevier, Resources, Conservation and Recycling, vol. 40, p. 1 – 11, 2003.

Πίνακας 4.15: Σύνοψη των συνθηκών κατά τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας του αντιδραστήρα UASB.

Μεταβλητή	Μονάδες	Φάσεις της μελέτης				
		1	2	3	4	5
Χρόνος	Μέρα	1 – 38	39 – 64	65 – 91	92 – 112	113 – 136
Ταχύτητα ανοδικής ροής, V_{up}	m / h	0,33	0,34	0,35	0,57	1,0
Υδραυλικός χρόνος παραμονής, HRT	h	7,1	6,8	6,7	4,1	2,3
SRT	Μέρα	60,3	23,4	14,0	14,4	3,3
SCOD in	mg / l	3143 ± 661	3695 ± 662	4153 ± 364	4288 ± 564	3290 ± 722
TCOD in	mg / l	8201 ± 3937	5719 ± 1280	5256 ± 589	5495 ± 622	5514 ± 1469
TSS	g / l	11,6 ± 2,2	10,9 ± 6,8	11,6 ± 1,3	12,8 ± 1	18,3 ± 1,2
VSS	g / l	10,2 ± 1,9	9,9 ± 6,7	10,5 ± 1	11,9 ± 1,2	14,9 ± 0,9
VSS out	g / l	0,09 ± 0,09	0,16 ± 0,13	0,36 ± 0,20	0,24 ± 0,14	0,59 ± 0,36
SCOD απομάκρυνση	%	76 ± 9	75 ± 12	85 ± 6	85 ± 8	68 ± 8
TCOD απομάκρυνση	%	78 ± 14	73 ± 11	77 ± 15	83 ± 7	68 ± 10
OLR	kg SCOD / m ³ / d	13 ± 2,9	16,7 ± 3,3	17,4 ± 1,1	27,4 ± 4,8	39,5 ± 9
SLR	kg SCOD / kg VSS / d	1,3 ± 0,2	1,7 ± 0,3	1,7 ± 0,1	2,4 ± 0,3	2,7 ± 0,6
Ικανότητα εξάλειψης, EC_v	kg SCOD / m ³ / d	9,5 ± 1,8	12,6 ± 3,6	15 ± 1,7	25 ± 4,8	27 ± 6,9
Ικανότητα εξάλειψης, EC_m	kg SCOD / kg VSS / d	1,0 ± 0,2	1,3 ± 0,4	1,4 ± 0,2	2,1 ± 0,4	1,8 ± 0,5
Μεθανογενετική ενεργότητα, MA_{vss}	l / kg VSS	222 ± 32	347 ± 66	458 ± 54	464 ± 58	395 ± 68
Μεθανογενετική ενεργότητα, MA_{scod}	l / kg SCOD	213 ± 21	254 ± 54	283 ± 23	201 ± 38	199 ± 36

Πηγή: Torkian A., Eqbali A., Hashemian S., “The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent”, Elsevier, Resources, Conservation and Recycling, vol. 40, p. 1 – 11, 2003.

Η απόδοση του αντιδραστήρα UASB με βάση την απομάκρυνση του διαλυτού COD στις διάφορες ταχύτητες ανοδικής ροής (upflow velocities) και τους ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.26. Στις αρχικές τρεις φάσεις της μελέτης, η V_{up} διατηρήθηκε σχετικά σταθερή σε 0,33 – 0,35 m / h ενώ ο ρυθμός οργανικής φόρτισης (OLR) αυξήθηκε από περίπου 10 έως 18 kg SCOD / m³ / d. Όπως φαίνεται στο σχήμα, οι αποδόσεις απομάκρυνσης του SCOD παρουσίασαν μια αυξανόμενη τάση από ένα χαμηλό 62 % σε ένα μέγιστο 92 %. Στην αρχή κάθε φάσης όπου ο ρυθμός οργανικής φόρτισης (OLR) αυξήθηκε, υπήρξε μια αντίστοιχη μείωση στην απόδοση απομάκρυνσης αλλά το σύστημα επανήλθε σύντομα και προσαρμόστηκε στις νέες συνθήκες με το χρόνο.

Η εξέταση των δεδομένων των VSS έδειξε ότι μια μέση τιμή $89,3 \pm 11,3$ % της μάζας των βιοσωματιδίων (bioparticle) εμφανίζεται στο κατώτερο 30 % του ύψους του αντιδραστήρα. Κάτω από συνθήκες μόνιμης κατάστασης (steady state), πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) μεταξύ 13 και 39 kg SCOD / m³ / d και σε υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRT) 2 – 7 h. Οι αποδόσεις απομάκρυνσης που κυμαίνονταν σε 75 – 90 % επιτεύχθηκαν σε συγκεντρώσεις τροφοδοσίας SCOD 3000 – 4500 mg / l. Μια μείωση της απόδοσης απομάκρυνσης σε τόσο χαμηλό επίπεδο όπως το 67 % θα μπορούσε να σχετίζεται με ένα συνδυασμένο αποτέλεσμα υψηλού ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR) και χαμηλών υδραυλικών χρόνων παραμονής (HRT). Μέχρι 300 l μεθανίου παρήχθησαν ανά κιλό SCOD που απομακρύνεται σε τιμές ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR) που

είναι μικρότερες από $30 \text{ kg COD} / \text{m}^3 / \text{d}$ αλλά ο ρυθμός μεθανογένεσης φαίνεται να μειώνεται κάτω από το 200 σε υψηλότερες τιμές ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR). Η ικανότητα αποβολής του αντιδραστήρα αυξήθηκε από 9 σε $25 \text{ kg SCOD} / \text{m}^3 / \text{d}$ που αντιστοιχεί σε $1 - 2 \text{ kg SCOD} / \text{kg VSS} / \text{d}$. Οι υπολογισμοί του χρόνου παραμονής των στερεών (solids retention time - SRT) στον αντιδραστήρα έδειξαν ένα εύρος 3,3 ημερών σε υψηλή ταχύτητα ανοδικής ροής $1 \text{ m} / \text{h}$ έως 60,3 ημερών σε χαμηλή ταχύτητα ανοδικής ροής $0,33 \text{ m} / \text{h}$ κατά τη διάρκεια των διάφορων φάσεων της μελέτης.

Τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν σε αυτήν την μελέτη έδειξαν καλύτερη απόδοση σε σύγκριση με τιμές της βιβλιογραφίας για απομάκρυνση SCOD 92 % σε $5,2 \text{ kg SCOD} / \text{m}^3 / \text{d}$ και υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 1,2 ημέρες και της απομάκρυνσης του COD 93,4 % σε $20,8 \text{ kg SCOD} / \text{m}^3 / \text{d}$ και υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 0,5 ημέρες για αυτόν τον τύπο υγρών αποβλήτων κάτω από παρόμοιες συνθήκες λειτουργίας και απομάκρυνση SCOD 87 % σε 30 και υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 7,2 h για τα υγρά απόβλητα αποστακτηρίων οινοπνεύματος (alcohol distillery wastewater) σε θεμόφιλες συνθήκες. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται σε έναν συνδυασμό παραγόντων που συμπεριλαμβάνουν την έλλειψη διαχωρισμού του αίματος στις διαδικασίες των σφαγείων, την υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά, και τη μακροχρόνια προσαρμογή των κόκκων στα απόβλητα των σφαγείων πριν από αυτήν την μελέτη.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δείχνουν ότι τα υγρά απόβλητα των σφαγείων μπορούν να υποστούν ικανοποιητική επεξεργασία με τη βοήθεια των αναερόβιων διαδικασιών υψηλού ρυθμού, συγκεκριμένα με τη χρήση του αντιδραστήρα USAB. Σε αυτή τη μελέτη επιτεύχθηκε μεγάλη απομάκρυνση του SCOD μεταξύ 75 και 90 % σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) $13 - 30 \text{ kg COD} / \text{m}^3 / \text{d}$. Η ένδειξη της ακανόνιστης συμπεριφοράς παρατηρήθηκε σε οργανικά φορτία μεγαλύτερα από $30 \text{ kg COD} / \text{m}^3 / \text{d}$. Δεν υπήρξε καμία έκπλυση λάσπης (ιλύος) ακόμη και σε τιμές ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLR) επάνω από $30 \text{ kg COD} / \text{m}^3 / \text{d}$ σε τιμές υδραυλικού χρόνου παραμονής (HRT) τόσο χαμηλές όσο 2,3 h. Οι αποδόσεις μεθανίου $200 - 280 \text{ l CH}_4 / \text{kg SCOD}_{\text{που απομακρύνεται}}$ ήταν του ίδιου μεγέθους όπως οι ρυθμοί που επιτεύχθηκαν σε προηγούμενες μελέτες [Torkian et al, 2003].

4.2.2.2.5 Αναερόβια φίλτρα (AF)

Πιο σύγχρονοι αναερόβιοι αντιδραστήρες υψηλού ρυθμού έχουν ενσωματωμένες διατάξεις για τη διατήρηση των βακτηρίων. Σε αναερόβιους αντιδραστήρες φίλτρου (anaerobic filter reactors - AFRs), η παραμονή επιτυγχάνεται μέσω της προσκόλλησης της βιομάζας σε ένα σταθερό αδρανές υλικό ή σε ένα αδρανές υλικό που επιπλέει και το οποίο ονομάζεται φίλτρο (filter) [Massé and Masse, 2000b]. Οι αναερόβιοι αντιδραστήρες φίλτρου (AFRs) είναι γενικά ανθεκτικοί σε αιφνίδια φορτία, αλλά το αδρανές υλικό είναι ακριβό και μερικά συστήματα όπως σχεδιάστηκαν απαιτούν συνεχή επίβλεψη. Το υλικό του φίλτρου μπορεί επίσης να φράξει σε υψηλές συγκεντρώσεις αδιάλυτων οργανικών ουσιών. Για παράδειγμα ένας βιομηχανικός αναερόβιος αντιδραστήρας φίλτρου (AFR) επεξεργάζεται τα υγρά απόβλητα από την επεξεργασία κρέατος στους 25°C για μια περίοδο 6 ετών. Για ένα ρυθμό οργανικής φόρτισης (OLR) $1,4 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$, η μείωση του COD ήταν 76 και 85 % σε ένα υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 13 και 24 h, αντίστοιχα. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών (SS) εισροής ($889 \text{ mg} / \text{l}$)

μειώθηκε κατά 88 %. Ένας άλλος αναερόβιος αντιδραστήρας φίλτρου (AFR) σε πλήρη κλίμακα κατασκευάστηκε επίσης σε μία μονάδα επεξεργασίας στη Γερμανία. Η πρωτογενής επεξεργασία περιλάμβανε ένα διαχωριστήρα λίπους, μια παγίδα λάσπης (ιλύος) και ένα κόσκινο με τύμπανο 0,6 mm. Ο αναερόβιος αντιδραστήρας φίλτρου (AFR) λειτουργούσε στους 36 °C σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) μεταξύ 3 και 10 kg / m³ / d και υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRTs) μεταξύ 21 και 27 h. Η μείωση στο COD κυμαίνονταν μεταξύ 70 και 90 % [Massé and Masse, 2000b].

Οι αναερόβιοι αντιδραστήρες φίλτρου (anaerobic filter reactors - AFR) μπορούν να διατηρήσουν υψηλούς ρυθμούς οργανικής φόρτισης (organic loading rates - OLRs) όταν τα υγρά απόβλητα περιέχουν κυρίως διαλυτό χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (soluble chemical oxygen demand - SCOD). Έχει καταγραφεί μια μείωση του COD κατά 94,5 % σε μία θερμοκρασία λειτουργίας 35 °C, με ένα ρυθμό οργανικής φόρτισης (OLR) 10,1 kg / m³ / d και ένα υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 12 h [Massé and Masse, 2000a].

Ωστόσο, τα ακατέργαστα υγρά απόβλητα σφαγείων περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αδιάλυτων, αργά βιοαποδομήσιμων στερεών, που συχνά αντιπροσωπεύουν πάνω από το 50 % του ρυπαντικού φορτίου. Ένας αναερόβιος αντιδραστήρας φίλτρου (AFR) λειτουργούσε στους 37 °C για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων που περιέχουν μεταξύ 15 και 30 % του COD ως SS. Όταν ο ρυθμός οργανικής φόρτισης (OLR) αυξήθηκε πάνω από 3 kg / m³ / d, η μείωση του COD έπεσε κάτω από το 65 % και η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών (SS) εκροής έφτασε τα 1000 mg/l. Σε μία άλλη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένας αναερόβιος αντιδραστήρας φίλτρου (AFR) που επεξεργάζονταν τα υγρά απόβλητα σφαγείου, τα οποία περιείχαν 46 % του COD τους ως αιωρούμενα στερεά (SS). Η μείωση του COD κυμάνθηκε από 80 % του ρυθμού οργανικής φόρτισης (OLRs) που ήταν κάτω των 2,5 kg / m³ / d έως 30 % σε 18 kg / m³ / d. Με επεξεργασία των ίδιων υγρών αποβλήτων μετά από μια περίοδο καθίζησης δύο ωρών βελτιώθηκε η μείωση του COD κατά ένα επιπλέον 10 έως 15 %.

Σε μια άλλη μελέτη υγρά απόβλητα σφαγείου που περιείχαν περίπου 1000 mg αιωρούμενων στερεών (SS) / l υποβλήθηκαν σε επεργασία σε ένα αναερόβιο αντιδραστήρα φίλτρου (AFR) που λειτουργούσε στους 25 °C. Όταν οι ρυθμοί οργανικής φόρτισης (OLRs) υπερβαίνουν τα 2 kg COD / m³ / d, η απόθεση ιζήματος λιπών και αιωρούμενων στερεών (SS) στον βιοαντιδραστήρα προκαλεί μια γρήγορη υποβάθμιση της βιομάζας [Massé and Masse, 2000a].

Αναερόβια φίλτρα (AFs) μεγάλης κλίμακας έχουν εγκατασταθεί και στην Ευρώπη, αν και λίγα δεδομένα σχετικά με την απόδοσή τους είναι διαθέσιμα. Σε μια περίπτωση, επιτεύχθηκαν συγκεντρώσεις του BOD των αποβλήτων εκροής κάτω των 500 mg / l, σε 33 °C και σε ένα φορτίο COD 4,9 kg / m³ / day [Johns, 1995]. Οι περισσότεροι συγγραφείς αναφέρουν απομάκρυνση COD 80 – 85 % σε φορτία COD 2 - 3 kg / m³ / day, με μια υψηλή περιεκτικότητα σε μεθάνιο (72 - 85 %) στα αέρια. Οι υψηλότερες φορτίσεις COD φαίνεται να οδηγούν σε χειρότερη απόδοση. Ο τελευταίος συγγραφέας ανέφερε αποδόσεις βιομάζας 0,03 – 0,15 kg VSS / kg COD που απομακρύνεται από μικρές μονάδες (5 l) που επεξεργάζονται υγρά απόβλητα σφαγείων. Μια πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο στην έξοδο των υγρών αποβλήτων (NH₄-N 700 - 1400 mg / l), μπορεί εν μέρει να αποδοθεί σε μικρούς ρυθμούς αποδόμησης.

Η αποτελεσματική προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων για την απομάκρυνση των FOG (λιπών και ελαίων) και των αιωρούμενων στερεών είναι επίσης σημαντική για τα αναερόβια φίλτρα (AFs). Οι υψηλές συγκεντρώσεις λιπών

προκάλεσαν ασταθή λειτουργία σε αναερόβιο φίλτρο (AF) πειραματικής κλίμακας που επεξεργάζονταν υγρά απόβλητα σφαγείων βόειου κρέατος.

Η αναερόβια τεχνολογία υψηλού ρυθμού έχει εφαρμοστεί επίσης στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων επεξεργασίας κρέατος. Ένας αναερόβιος αντιδραστήρας σταθερής κλίνης με ανακύκλωση (anaerobic fixed-bed loop reactor - AFL) που περιλαμβάνει ένα σύστημα καθοδικής ροής (downflow) μέσω μιας κλίνης σωλήνων PVC με ένα λόγο ανακύκλωσης περίπου 3 - 4 χρησιμοποιήθηκε με ένα υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 27 h. Οπότε έλαβαν χώρα μεγάλη απομάκρυνση COD και παραγωγή αερίου.

Υπάρχουν άλλα συστήματα, συμπεριλαμβανομένου των αντιδραστήρων αναερόβιας ρευστοποιημένης κλίνης (anaerobic fluidised bed - AFB) και των υβριδικών αναερόβιων αντιδραστήρων (hybrid anaerobic reactors), αλλά δεν φαίνεται να υπάρχει καμία αναφορά σε μονάδες μεγάλης κλίμακας στη βιομηχανία κρέατος. Μικρής κλίμακας αντιδραστήρες έχουν εξεταστεί ικανοποιητικά για υγρά απόβλητα σφαγείων.

Μια επιτυχής εφαρμογή σε πειραματική κλίμακα των αερόβιων ρευστοποιημένων κλινών (aerobic fluidised beds - AFB) έλαβε χώρα στην Ταϊβάν για να υποβληθούν σε επεργασία τα υγρά απόβλητα σφαγείων χοίρων. Σε ένα φορτίο BOD $20 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{day}$, η απομάκρυνση του BOD, των λιπών και του αζώτου της αμμωνίας ήταν > 90 , > 70 και > 70 %, αντίστοιχα. Υψηλά ποσοστά επανακυκλοφορίας απαιτήθηκαν για να εξασφαλίσουν έναν χρόνο παραμονής στον αντιδραστήρα μεγαλύτερο από 30 min και χρησιμοποιήθηκε καθαρό οξυγόνο για τον αερισμό του αντιδραστήρα. Η αερόβια ρευστοποιημένη κλίμη (AFB) προσφέρει ενδεχομένως μια αποτελεσματική, αλλά ακριβή, μέθοδο επεξεργασίας όταν ο χώρος είναι κρίσιμος παράγοντας, αλλά δεν έχει δοκιμαστεί σε μεγάλη κλίμακα [Johns, 1995].

Γενικά, οι βασικές απαιτήσεις για την επιτυχή υιοθέτηση των αναερόβιων συστημάτων υψηλού ρυθμού για να επεξεργαστούν τα υγρά απόβλητα σφαγείων που αποτελούν αποτελεσματική προεπεξεργασία για την απομάκρυνση των λιπών και των αιωρούμενων στερεών και για να αμβλυνθούν οι διακυμάνσεις στη ροή, είναι σχετικά μικρά φορτία COD ($2 - 11 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{day}$) και μια θερμοκρασία μεταξύ 30 και 37°C .

4.2.2.3 Απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου

Κάποια υγρά απόβλητα βιομηχανιών όπως οι βιομηχανίες λιπασμάτων περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ενώ άλλες βιομηχανίες παράγουν νιτρικά με νιτρίκοποίηση (nitrification) [Eckenfelder, 2000]. Δεδομένου ότι η βιολογική απονιτρίκοποίηση (denitrification) παράγει ένα ιόν υδροξυλίου ενώ η νιτρίκοποίηση παράγει δύο ιόντα υδρογόνου, είναι σημαντικό να συνδυαστούν η διεργασία της απονιτρίκοποίησης με τη διεργασία της νιτρίκοποίησης για να δημιουργηθούν εσωτερικές ρυθμιστικές (buffering) συνθήκες. Η απονιτρίκοποίηση χρησιμοποιεί το BOD ως πηγή άνθρακα για σύνθεση και ενέργεια και το νιτρικό ιόν ως πηγή οξυγόνου. Η διεργασία της απονιτρίκοποίησης καταναλώνει περίπου $3,7 \text{ g COD}$ ανά $\text{g NO}_3^- \text{ N}$ που μειώνει και παράγει $0,45 \text{ g VSS}$ και $3,57 \text{ g}$ υδροξυλίου (alkalinity) ανά $\text{g NO}_3^- \text{ N}$ που μειώνει.

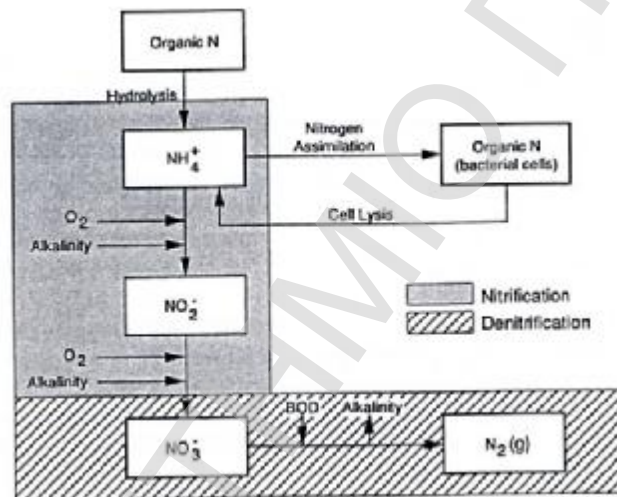


Η νιτρίκοποίηση είναι η βιολογική οξείδωση της αμμωνίας προς νιτρικό ιόν με σχηματισμό νιτρώδους ιόντος ως ενδιάμεσο στάδιο. Μικροοργανισμοί όπως

Nitrosomonas και *Nitrobacter*, πραγματοποιούν την αντίδραση σε δύο στάδια [Eckenfelder, 2000]:



Έχουν αναπτυχθεί διαδικασίες που συνδυάζουν τα στάδια οξείδωσης του άνθρακα, νιτρίκευσης και απονιτρίκευσης (denitrification) σε μια ενιαία διαδικασία [IPPC, 2003 & 2005]. Αυτές οι διαδικασίες έχουν διάφορα πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένων: της μείωσης του όγκου του αέρα που απαιτείται για να επιτευχθεί η νιτρίκευση και η μείωση του BOD, η εξάλειψη της ανάγκης για προσθήκη οργανικών πηγών για να εξασφαλισθεί ο άνθρακας για τη διάσπαση των νιτρικών (απονιτρίκευση) και για την εξάλειψη της ανάγκης για ενδιάμεση διαύγαση (clarifiers) και για συστήματα επιστροφής της ιλύος που απαιτούνται σε ένα σύστημα νιτρίκευσης. Έχει αναφερθεί ότι τα περισσότερα συστήματα μπορούν να απομακρύνουν το 60 – 80 % του συνολικού αζώτου, αν και έχουν αναφερθεί επίσης ποσοστά απομάκρυνσης 85 – 95 %.



Σχήμα 4.27: Μετασχηματισμοί του αζώτου.

Πηγή: Eckenfelder W. and Musterman J., "Activated sludge industrial wastewater", ed. Technomic, Lancaster 1995.

Στις συνδυασμένες διαδικασίες, ο άνθρακας και στα υγρά απόβλητα και στους μικροοργανισμούς μετά από την ενδογενή αναπνοή κατά τη διάρκεια της αερόβιας επεξεργασίας, χρησιμοποιείται για την επίτευξη της διάσπασης των νιτρικών (απονιτρίκευση). Για τη διάσπαση των νιτρικών έχει χρησιμοποιηθεί μια σειρά εναλλαγών αερόβιων και ανοξικών σταδίων, χωρίς ενδιάμεση καθίζηση (settling), βλέπε Σχήμα 4.29. Ανοξικές ζώνες μπορούν να δημιουργηθούν, π.χ. στα αυλάκια οξείδωσης (oxidation ditches), με τον έλεγχο των επιπέδων οξυγόνωσης, βλέπε Σχήμα 4.28. Οι αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (batch reactor) σε σειρά είναι επίσης κατάλληλοι για την εξασφάλιση αερόβιων και ανοξικών περιόδων κατά τη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας και μπορεί να επιτύχουν έναν συνδυασμό οξείδωσης άνθρακα, μείωσης αζώτου και απομάκρυνσης φωσφόρου. Ο φώσφορος μπορεί να απομακρυνθεί με την προσθήκη κροκιδωτικών ή με βιολογικό τρόπο χωρίς προσθήκη κροκιδωτικών. Εάν υπάρχει η ακολουθία: γέμισμα (πλήρωση), αναερόβιο στάδιο, αερόβιο στάδιο, ανοξικό στάδιο, καθίζηση και μετάγγιση των υγρών λαμβάνει χώρα απελευθέρωση φωσφόρου, βλέπε Σχήμα 4.30, δηλαδή η αποδόμηση του BOD (BOD uptake) θα εμφανιστεί στην αναερόβια φάση, και στη συνέχεια η

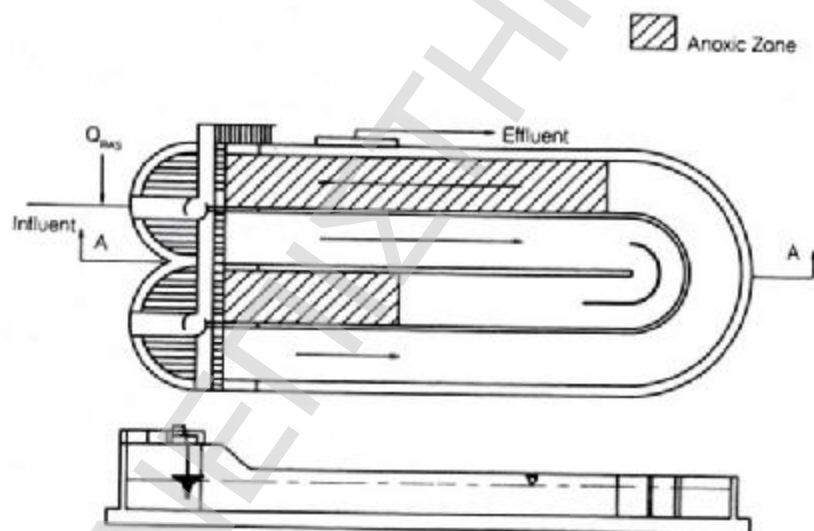
αποδόμηση του φώσφορου (phosphorus uptake) στην αερόβια αναδεδυόμενη φάση. Με την τροποποίηση των χρόνων αντίδρασης μπορεί επίσης να επιτευχθεί η νιτρικοποίηση ή η απομάκρυνση του αζώτου. Ο άνθρακας από την φάση της ενδογενούς αναπνοής μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανοξική φάση για να υποβοηθήσει τη διάσπαση των νιτρικών (denitrification) [IPPC, 2003 & 2005].

Πίνακας 4.16: Υγρά απόβλητα από βιομηχανίες τροφίμων ή απόβλητα των παραπροϊόντων τους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για απονιτρικοποίηση (denitrification), δηλαδή ως πηγή άνθρακα (το BOD) για την απονιτρικοποίηση.

Βιομηχανία	BOD ₅ , mg / l	COD, mg / l	Ρυθμός απονιτρικοποίησης, mg NO ₃ ⁻ N / (g MLSS h)
Βιομηχανία παραγωγής αλκοόλης	3.780	7.300	
Βιομηχανία παραγωγής ζυμελαίου (fusel oil)	1.320.000	1.780.000	2,79 – 3,18
Γαλακτοβιομηχανία	4.880	7.440	
Βιομηχανία επεξεργασίας λαχανικών	20.650	26.050	4,29
Σφαγείο	183.000	246.000	1,44
Οινοποιείο	173.100	211.100	5,40
Βιομηχανία μύρας	26.900	28.770	2,79 – 3,18

Θερμοκρασία: 13 – 16 °C

Πηγή: Eckenfelder W., "Industrial water pollution control", ed. McGraw – Hill, Boston 2000.

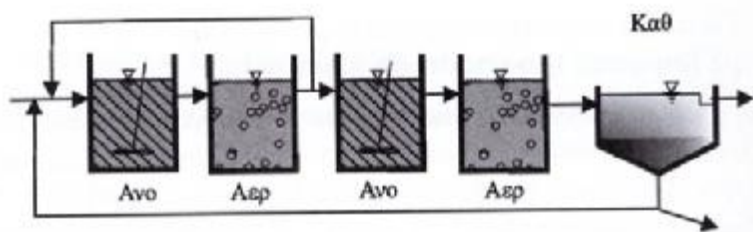


Σχήμα 4.28: Αυλάκι οξείδωσης (oxidation ditches) για την απομάκρυνση του αζώτου.

Πηγή: Vesilind A., "Wastewater treatment plant design", ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.

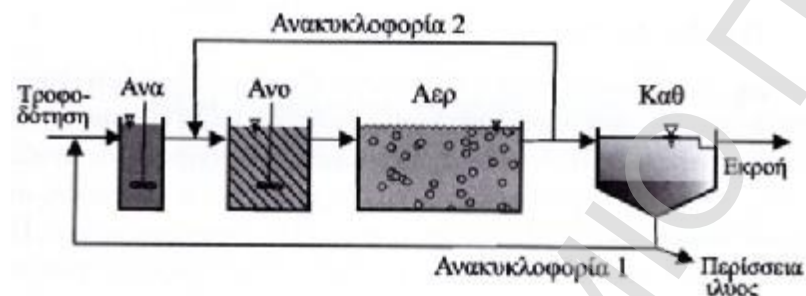
Τα συστήματα επεξεργασίας των αποβλήτων σφαγείων νιτρικοποιούν συνήθως τα υγρά απόβλητα σε χαμηλά επίπεδα αμμωνίου πριν από την εκροή [Johns, 1995]. Όπου όμως οι δεξαμενές υγρών αποβλήτων δεν επαρκούν για το σύστημα επεξεργασίας, τείνει να εμφανιστεί μικρή απομάκρυνση θρεπτικών. Η εκροή υψηλών φορτίων αζώτου και φωσφόρου με τα υγρά απόβλητα σφαγείων σε ευαίσθητα υδατικά συστήματα ή στο διαπερατό έδαφος δημιουργεί σημαντικό πρόβλημα για τη

βιομηχανία παγκοσμίως και η απομάκρυνση αυτών των θρεπτικών από τα υγρά απόβλητα σφαγείων και μονάδων επεξεργασίας κρέατος έχει γίνει ένα σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα. Η μείωση της πηγής των θρεπτικών μέσα στα σφαγεία είναι ένα σημαντικό μέτρο αντιμετώπισης του προβλήματος.



Σχήμα 4.29: Σύστημα νιτρικοποίησης – απονιτρικοποίησης Bardenpho τεσσάρων σταδίων για την απομάκρυνση του αζώτου.

Πηγή: Τσώνης Στ., «Επεξεργασία λυμάτων», εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2004.



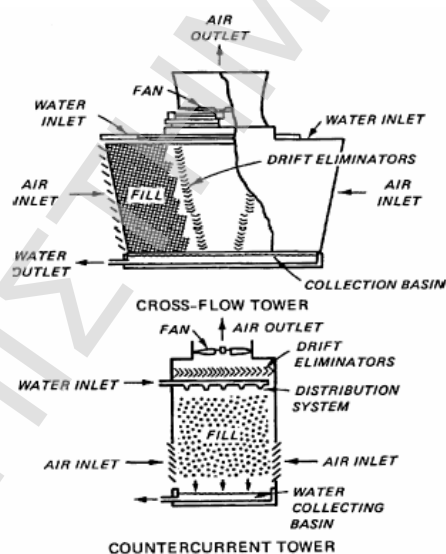
Σχήμα 4.30: Διάγραμμα ροής μεθόδου για ταυτόχρονη βιολογική αφαίρεση αζώτου και φωσφόρου.

Πηγή: Τσώνης Στ., «Επεξεργασία λυμάτων», εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2004.

Πολλές τεχνολογίες, φυσικοχημικές και βιολογικές, έχουν αναπτυχθεί για να απομακρύνουν τις θρεπτικές ουσίες από τα υγρά απόβλητα. Σημαντικό σε όλες αυτές τις τεχνολογίες, σε σύγκριση με τα υπάρχοντα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων απομάκρυνσης ανθρακούχων ρύπων (carbonaceous pollutants), είναι η μεγαλύτερη πολυπλοκότητα και το πολύ μεγαλύτερο κόστος, λειτουργίας και κεφαλαίου. Η επιλογή της τεχνολογίας εξαρτάται από γεωγραφικούς και νομικούς περιορισμούς, καθώς και από τη μορφή διάθεσης και τη διαθεσιμότητα χώρου για πρόσθετες εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Η Ευρώπη καταβάλλει προσπάθεια για την εύρεση μεθόδων απομάκρυνσης των θρεπτικών από τα υγρά απόβλητα των σφαγείων και των μονάδων επεξεργασίας κρέατος ή από τα υγρά απόβλητα των ζώων, αν και, σε πολλές περιπτώσεις, αυτό πραγματοποιείται από τα συστήματα επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Αντίθετα, οι προσπάθειες στη Βόρεια Αμερική είναι λιγότερο οργανωμένες και μόνο λίγα σφαγεία έχουν εγκαταστήσει μονάδα απομάκρυνσης θρεπτικών στην Αυστραλασία, κατά ένα μεγάλο μέρος επειδή εφαρμόζεται ευρέως η άρδευση του εδάφους με υγρά απόβλητα. Εντούτοις, τα υψηλά φορτία αζώτου οδηγούν στην απαίτηση για μεγάλες περιοχές άρδευσης και υπάρχει συχνά κάποιο όφελος για τη μείωση των φορτίων πριν από την άρδευση [Johns, 1995].

4.2.2.3.1 Φυσικοχημική απομάκρυνση θρεπτικών

Οι δοκιμασμένες φυσικοχημικές μέθοδοι για την απομάκρυνση του αζώτου από τα υγρά απόβλητα περιλαμβάνουν την αντίστροφη διαδικασία της προσρόφησης της αμμωνίας, δηλαδή την απογύμνωση της αμμωνίας (ammonia stripping) και τη χρήση πολύ μεγάλων δόσεων χλωρίου για την καταστροφή της αμμωνίας (breakpoint chlorination), αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις προτιμάται η βιολογική απομάκρυνση [Johns, 1995 και Reynolds and Richards, 1996]. Για να παρασυρθεί η αμμωνία από τα υγρά απόβλητα πρέπει να είναι σε αέρια μορφή NH_3 , το οποίο απαιτεί ένα pH περίπου 10,8 ή μεγαλύτερο. Ένα τέτοιο σύστημα είναι ο πύργος απογύμνωσης (stripping tower) για τη λειτουργία του οποίου απαιτούνται δύο διαφορετικά μέσα, ένα αέριο και ένα υγρό. Γενικά η απογύμνωση (stripping) είναι μια φυσική τεχνολογία επεξεργασίας, κατά την οποία δεν λαμβάνει χώρα καμιά χημική αντίδραση [Woodard, 2001 και Celenza, vol. III, 2000]. Η απογύμνωση είναι μία μέθοδος μετακίνησης μίας ή περισσότερων χημικών ουσιών από ένα μέσο, υγρό ή αέριο, σε ένα άλλο μέσο, επίσης υγρό ή αέριο, αλλά συνήθως όταν το ένα μέσο είναι υγρό το άλλο είναι αέριο και αντίστροφα. Η απογύμνωση της αμμωνίας (ammonia stripping) είναι σχετικά φτηνή και έχει υιοθετηθεί πρόσφατα για την απομάκρυνση της αμμωνίας από τα υγρά απόβλητα μονάδων επεξεργασίας κρέατος με τη χρήση μιας αεριζόμενης δεξαμενής και την προσθήκη υδροξειδίου του ασβεστίου [Johns, 1995]. Εντούτοις, γενικά είναι αντιοικονομικό λαμβάνοντας υπόψη τους μεγάλους όγκους υγρών αποβλήτων των σφαγείων, την υψηλή ρυθμιστική ικανότητα των υγρών αποβλήτων και τη δυνατότητα έκλυσης δυσάρεστων οσμών.



Σχήμα 4.31: Πύργος απογύμνωση αμμωνίας (ammonia stripping tower)

Πηγή: EM 1110-1-502, Chapter 4: Treatment technologies, Section I: Treatment of Liquid Waste Streams, <http://www.usace.army.mil/usace-docs/eng-manuals/em1110-1-502/c-4.pdf>, 30 Apr 94.

Η χρήση πολύ μεγάλων δόσεων χλωρίου για την καταστροφή της αμμωνίας (breakpoint chlorination) έχει χρησιμοποιηθεί ως εφεδρικό σύστημα από τα σφαγεία στις ΗΠΑ για την απομάκρυνση του αζώτου με τη μορφή της αμμωνίας, όταν η βιολογική νιτροποίηση αποτύχει να ανταποκριθεί στις τιμές που ορίζει η νομοθεσία. Εντούτοις, η νομοθεσία είναι πιο αυστηρή σε ότι αφορά το σχηματισμό τριαλονομεθάνων (trihalomethanes) και άλλων χλωριωμένων οργανικών ενώσεων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

Η χημική καθίζηση των ιόντων φωσφόρου επιτρέπει την επίτευξη πολύ χαμηλών επιπέδων ($< 0,5 \text{ mg P / l}$) και χρησιμοποιείται ευρέως στις ΗΠΑ, την Ευρώπη και την Σκανδιναβία. Αυτή η τεχνολογία έχει μερικά μειονεκτήματα και η βιολογική απομάκρυνση του P είναι όλο και περισσότερο η προτιμώμενη διαδικασία για τα νέα ή / και μεγάλα συστήματα, με κάποια χημική καθίζηση που απαιτείται για να επιτευχθούν πολύ χαμηλά όρια P. Οι μονάδες χημικής καθίζησης προστίθενται συχνά ως προληπτικό μέτρο στις εγκαταστάσεις βιολογικής απομάκρυνσης θρεπτικών (biological nutrient removal - BNR). Το επιτεύξιμο όριο για την χημική καθίζηση είναι περίπου $0,3 \text{ mg P / l}$, αν και $0,1 - 0,2 \text{ mg P / l}$ μπορεί να επιτευχθούν εάν η εκροή διηθηθεί αργά στη συνέχεια από άμμο.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί για την απομάκρυνση των θρεπτικών από τα υγρά απόβλητα ως αδιάλυτα κρυσταλλικά υλικά. Ο φώσφορος έχει απομακρυνθεί επιτυχώς από τα υγρά απόβλητα σφαγείων ως υδροξυαπατίτης (calcium hydroxyapatite). Η ταυτόχρονη απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου μπορεί να επιτευχθεί με την χημική καθίζηση ως στρουβίτη (struvite - $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί ως λίπασμα. Πειράματα έχουν δείξει ότι ο σχηματισμός του στρουβίτη μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη αποβλήτων χοιροστασίου μετά από αναερόβιο χωνευτήρα, με την αύξηση του pH σε 9 και προσθήκη MgSO_4 . Οι συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων μειώθηκαν από 10 σε $0,1 \text{ mg/l}$ σε μια περίπτωση και από 33 σε 7 mg/l σε μια άλλη. Αυτή η τεχνολογία δεν έχει εμπορευματοποιηθεί και αντιμετωπίζει πολλές δυσκολίες (π.χ. παρεμπόδιση από τα λίπη). Ωστόσο, τελικά είναι κατάλληλη για μικρούς όγκους υγρών αποβλήτων με υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο [Johns, 1995].

4.2.2.3.2 Συστήματα βιολογικής απομάκρυνσης των θρεπτικών – ενεργού ιλύος (AS-BNR)

Διάφορα συστήματα βιολογικής απομάκρυνσης θρεπτικών – ενεργού ιλύος (biological nutrient removal-activated sludge - AS-BNR) έχουν αναπτυχθεί για την απομάκρυνση του αζώτου, του φωσφόρου ή τη συνδυασμένη απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου από τα υγρά απόβλητα [Johns, 1995]. Αυτές οι εγκαταστάσεις είναι πιο σύνθετες από τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος, οι οποίες απομακρύνουν σχετικά μικρή ποσότητα αζώτου και σχεδόν καθόλου φώσφορο.

Τα διαθέσιμα συστήματα βιολογικής απομάκρυνσης θρεπτικών – ενεργού ιλύος (AS-BNR) μπορεί να διαιρεθούν σε συνεχείς εγκαταστάσεις και συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρα διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR). Στα πρώτα, η εκροή παραλαμβάνεται συνεχώς και οι ζώνες: αναερόβια, ανοξική, αερόβια και καθίζησης είναι με φυσικό τρόπο χωρισμένες. Στον τελευταίο τύπο, η επεξεργασία λαμβάνει χώρα σε μια ενιαία δεξαμενή, στην οποία εναλλάσσονται κυκλικά οι διάφορες φάσεις επεξεργασίας (πλήρωση, αντίδραση, καθίζηση, μετακίνηση, κ.λπ.).

Στη Γερμανία λειτουργεί σε μονάδα επεξεργασίας κρέατος μια εγκατάσταση συστήματος βιολογικής απομάκρυνσης θρεπτικών – ενεργού ιλύος (AS-BNR) για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Οι εγκαταστάσεις λειτούργησαν ως ένα συνεχές σύστημα, ενός σταδίου, εκτεταμένου αερισμού σε μια διαμόρφωση ιπποδρόμου (cargousel configuration) με ένα υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 16 ημερών. Οπότε επιτεύχθηκε απομάκρυνση του COD κατά 96 %, του BOD_5 κατά 99% και του ολικού αζώτου κατά 98 %. Επίσης σε πειραματική κλίμακα εφαρμόστηκε ένα συνεχές, δύο σταδίων, σύστημα ανοξικό – αερόβιο βιολογικής απομάκρυνσης

θρεπτικών – ενεργού ιλύος (AS-BNR) στα απόβλητα σφαγείων στην Ιταλία. Οπότε επιτεύχθηκαν ρυθμοί διάσπασης των νιτρικών 0,05 - 0,21 kg NO₃-N / kg VSS / day σε θερμοκρασίες 20 – 23 °C. Με άλλα λόγια προέκυψε μια μέτρια, αλλά λογική, απομάκρυνση του αζώτου. Μια μονάδα βιολογικής απομάκρυνσης αζώτου (Denitro BNR) λειτούργησε με επιτυχία σε μεγαλύτερη μονάδα επεξεργασίας κρέατος στη Δανία για μερικά χρόνια και πέτυχε απομάκρυνση 99,5 % του BOD₅ και 75 % του αζώτου, αντίστοιχα. Σε εργαστηριακές μελέτες όπου χρησιμοποιήθηκε ένα συνεχές ανοξικό / αερόβιο σύστημα ενεργού ιλύος για την επεξεργασία κοπριάς, η αναλογία όγκου ζωνών ανοξική / αεριζόμενη 0,25 για μια αναλογία BOD / NH₄-N 2,4, έδωσε ικανοποιητική απομάκρυνση αζώτου στους 10 °C. Ο ρυθμός νιτρικοποίησης βρέθηκε να είναι γραμμικός με τη θερμοκρασία [Johns, 1995].

Επίσης τα συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρα διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) λειτουργούν καλά σε υγρά απόβλητα σφαγείων, όπως φαίνεται σε επόμενη ενότητα, βλέπε §4.5.2.

Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα σφαγείων, η βιολογική διάσπαση των νιτρικών (biological denitrification) απαιτεί τη διαθεσιμότητα εύκολα διασπάσιμου άνθρακα. Επομένως, η προεπεξεργασία με αναερόβια απομάκρυνση του COD από τα υγρά απόβλητα σφαγείων (σε αναερόβιες δεξαμενές ή συστήματα υψηλού ρυθμού), πρέπει να εξασφαλίσει αυτήν την απαίτηση εάν η διάσπαση νιτρικών (απονιτρικοποίηση) πρόκειται να πραγματοποιηθεί χωρίς την χρήση ιδιαίτερα ακριβών εξωτερικών πηγών άνθρακα. Αυτές οι πηγές άνθρακα είναι περιττές για τα υγρά απόβλητα σφαγείων, όταν εφαρμοστεί η κατάλληλη τεχνική. Για παράδειγμα με τη χρήση ενός αναερόβιου φίλτρου για την προεπεξεργασία σε εγκαταστάσεις βιολογικής απομάκρυνσης θρεπτικών (BNR), ο άνθρακας για τη διάσπαση των νιτρικών εξασφαλίστηκε με εναλλακτική παράκαμψη (bypass) του 14 % του όγκου εισόδου του αναερόβιου αντιδραστήρα.

Υπάρχουν ενδείξεις ότι υπό συγκεκριμένες συνθήκες παράγεται ένα μεγάλο ποσοστό οξειδίων του αζώτου (N₂O, NO) σε σύγκριση με το αέριο άζωτο (N₂) που προέρχεται από τη δράση των μικροοργανισμών. Τα οξειδία του αζώτου συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την καταστροφή της στρωβίλας του όζοντος. Γεγονός που απαιτεί μεγάλη προσοχή και μπορεί να ασκήσει σημαντική επίδραση στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα συστήματα βιολογικής απομάκρυνσης των θρεπτικών – ενεργού ιλύος (AS-BNR) [Johns, 1995].

4.2.3 Τριτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων

Οι τριτοβάθμιες επεξεργασίες, όπως η διήθηση, π.χ. χρησιμοποιώντας φίλτρα άμμου, κλίνες καλαμιών (reed beds), κροκίδωση, ή χημική καθίζηση (precipitation), χρησιμοποιούνται μερικές φορές ως τελικό στάδιο επεξεργασίας για τα επεξεργασμένα απόβλητα, για να μειώσουν το BOD και τα αιωρούμενα στερεά, πριν από την διάθεση σε υδάτινους αποδέκτες [IPPC, 2003 & 2005].

Μία άλλη μέθοδος τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι η υπεριώδης ακτινοβολία (ultraviolet light) για την απολύμανση των ήδη επεξεργασμένων με δευτεροβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Σήμερα αυτή η μέθοδος είναι πάρα πολύ ακριβή και χρησιμοποιείται μόνο για απολύμανση πόσιμου νερού. Η ηλεκτρομαγνητική υπεριώδης ακτινοβολία κυμαίνεται μεταξύ 400 και 10 nm, αλλά αυτή που χρησιμοποιείται για την απολύμανση του πόσιμου νερού, η UV-C, κυμαίνεται από 280 έως 200 nm [Masschelein, 2002]. Γενικά η προτεινόμενη δόση

για την εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας είναι 1.000 έως 1.700 J / m² με λάμπες Hg χαμηλής πίεσης.

4.3 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων εγκαταστάσεων ζωικών παραπροϊόντων

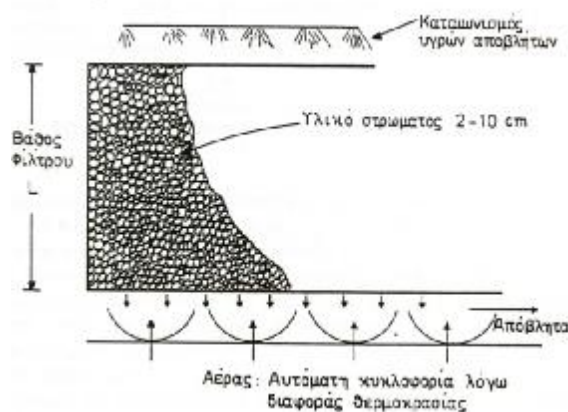
4.3.1 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων από τις μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων

Οι μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plants) παράγουν υγρά απόβλητα με ένα υψηλό οργανικό φορτίο. Το οργανικό φορτίο από την επεξεργασία ενός τόνου πρώτης ύλης (μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων) είναι ισοδύναμο με αυτό που παράγεται από 100 ανθρώπους / ημέρα [IPPC, 2003 & 2005]. Περιέχει επίσης υψηλά επίπεδα αζώτου και φωσφόρου. Ο κανονισμός ABP 1774/2002/EK περιορίζει τις δυνατότητες για χρήση και διάθεση όλης της ζωικής ύλης, που συλλέγεται από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας των κατηγοριών 1 και 2. Αναφέρει επίσης ότι τα υγρά απόβλητα που δημιουργούνται στο μη καθαρό (unclean) τομέα πρέπει να επεξεργαστούν για να εξασφαλιστεί ότι κανένα παθογόνο δεν θα μείνει, όσο αυτό είναι δυνατό.

Η κατανάλωση νερού στις διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στις μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων έχει αναφερθεί ότι είναι 500 - 1000 l/t πρώτης ύλης. Η κατανάλωση κατανέμεται ως εξής: οι συμπυκνωτές καταναλώνουν 200 - 500 l/t, οι λέβητες 150 - 200 l/t και ο καθαρισμός 200 - 300 l/t. Στη Φινλανδία η κατανάλωση νερού αναφέρεται ότι είναι 440 - 510 l/t, με περίπου το 30 - 40 % να καταναλώνονται στους λέβητες.

Για κάθε τόνο πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται παράγονται 1000 - 1500 λίτρα υγρών αποβλήτων, που συμπεριλαμβάνουν περίπου 600 λίτρα υπό μορφή συμπυκνώματος, δηλαδή νερό που εξατμίζεται από τις πρώτες ύλες.

Τα υγρά απόβλητα περιλαμβάνουν τα εξής: υγρά απόβλητα από την παραγωγική διαδικασία, νερό πλυσίματος από τα οχήματα και την αποθήκευση της πρώτης ύλης, το κλάσμα του νερού από το μηχανικό χωρισμό του αίματος, συμπύκνωμα ατμού από την αποστείρωση και την ξήρανση και από άλλες τεχνικές, όπως το πέρασμα του νερού από ένα βιολογικό φίλτρο (biofilter). Η σύνθεση των υγρών αποβλήτων ποικίλλει πολύ ανάλογα με τη διαδικασία και το πόσο φρέσκια είναι η πρώτη ύλη τροφοδοσίας. Κατά μέσον όρο, ένας τόνος πρώτης ύλης παράγει 5 kg COD, 600 g αζώτου και 1,65 kg στερεών, πριν από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.



Σχήμα 4.32: Βιολογικό φίλτρο (biofilter), το οποίο είναι στρώματα υλικών με μεγάλη διαπερατότητα. Η εισαγωγή των υγρών αποβλήτων γίνεται στην επιφάνεια και η έξοδος τους στον πυθμένα. Λαμβάνει χώρα προσκολλημένη βιολογική αύξηση που έχει ως αποτέλεσμα την αποδόμηση των οργανικών ουσιών.

Πηγή: Λέκκας Θ., «Περιβαλλοντική Μηχανική II: Διαχείριση υγρών αποβλήτων», Κόσμος Πεμερ ΕΠΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη 2001.

Το 50 – 90 % της μόλυνσης (waste water contamination) των υγρών αποβλήτων προέρχονται από το συμπύκνωμα ατμού. Αν λαμβάνει χώρα υγρή επεξεργασία μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων, θα παραχθεί μεγαλύτερη ποσότητα μολυσμένων (contaminated) υγρών αποβλήτων.

Τα κύρια συστατικά μεταξύ των ρύπων είναι: οργανικά οξέα, ιδιαίτερα οξικό οξύ, προπιονικό οξύ, βουτυρικό οξύ και ισοβουτυρικό οξύ αλλά και βαλερικό οξύ, ισοκαπροϊκό οξύ και άλλα. Επίσης περιλαμβάνουν αμμωνία, αλειφατικές αμίνες, αλδεΐδες, κετόνες, μερκαπτάνες (mercaptans) και υδρόθειο.

4.3.1.1 Μηχανική επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Τα μηχανικά στάδια στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων εφαρμόζονται πριν να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε ανάμιξη ή εξισορρόπηση (equalisation). Στη βιομηχανία επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering industry) χρησιμοποιούνται κανονικά συλλέκτες ίλως (sludge catchers), διαχωριστήρες λιπών, κόσκινα (sieves), μικρο-σήτες (micro-strainers) και δεξαμενές καθίζησης (settlement tanks) [IPPC, 2003 & 2005]. Οι μη διαλυμένες ζωικές ύλες, όπως το λίπος και τα σωματίδια λίπους, τα υπολείμματα κρέατος, οι τρίχες, οι σκληρές τρίχες χοίρων και οι ανόργανες προσμίξεις από το νερό των διεργασιών μπορούν να επιστρέψουν πίσω στην παραγωγική διαδικασία. Ο διαχωρισμός του λίπους μπορεί να είναι δύσκολος, δεδομένου ότι το ζωικό λίπος στα υγρά απόβλητα μπορεί να υπάρξει σε μια πολύ λεπτή μορφή. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα εάν οι θερμοκρασίες του νερού είναι υψηλές και όταν τα υγρά απόβλητα περιέχουν τασιενεργές ουσίες. Επίσης οι υψηλές τιμές pH εξασθενούν τον διαχωρισμό του λίπους, λόγω σαπωνοποίησης (saponification).

Οι διαχωριστήρες λίπους (fat separators) που τοποθετούνται πριν τις δεξαμενές ανάμιξης και εξισορρόπησης (equalisation tanks) πρέπει να διαστασιολογηθούν για τη μέγιστη προβλεπόμενη παραγωγή υγρών αποβλήτων. Διάφοροι παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η επίδραση των προϊόντων ξεπλύματος και καθαρισμού και η παραγωγή των διαφορετικών τύπων και πυκνοτήτων λίπους πρέπει να εξεταστούν κατά το στάδιο του σχεδιασμού.

Σε πολλές μονάδες, ο διαχωριστήρας λίπους ακολουθείται από πρόσθετες μονάδες σιτών (strainer units) με ανοίγματα κόσκινων 0,5 - 2 mm, για τον συμπληρωματικό διαχωρισμό των στερεών.

4.3.1.2 Φυσικοχημική επεξεργασία

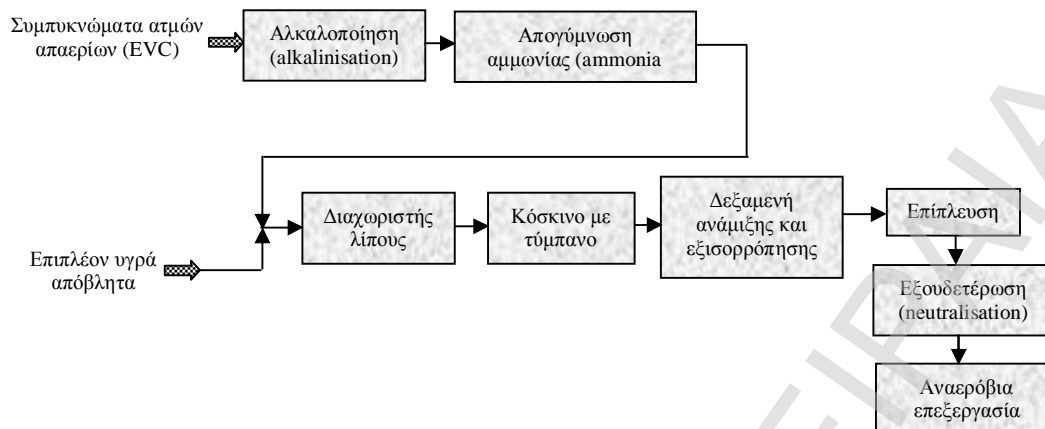
Οι φυσικοχημικές μέθοδοι, ιδιαίτερα οι μέθοδοι επίπλευσης (flotation methods), χρησιμοποιούνται για τον επιπλέον διαχωρισμό του λίπους και των στερεών. Οι κροκιδωτικές ενώσεις (flocculation agents) χρησιμοποιούνται όταν και όπως χρειάζεται. Η συγκράτηση του λίπους μπορεί να γίνει σε παγίδες λίπους με χειρωνακτικό ή αυτόματο καθαρισμό. Εάν το λίπος είναι γαλακτωματοποιημένο ο διαχωρισμός μπορεί να είναι πολύ δύσκολος. Σε τέτοιες περιπτώσεις είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί η χημική καθίζηση (chemical precipitation) και η επίπλευση (flotation) [IPPC, 2003 & 2005].

Όπως συμβαίνει και με τους διαχωριστήρες λίπους, ο βαθμός αποδοτικότητας των εγκαταστάσεων επίπλευσης μειώνεται με τις υψηλές θερμοκρασίες και τις υψηλές τιμές pH. Η μηχανική επίπλευση χρησιμοποιεί αέρα που εφαρμόζεται από ειδικές υποβρύχιες συσκευές παροχής αέρα και είναι η μέθοδος που ελάχιστα επηρεάζεται από τις υψηλές τιμές pH.

Οι θάλαμοι άμμου, οι σήτες, οι δεξαμενές καθίζησης, και οι μονάδες επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation - DAF) χρησιμοποιούνται ευρέως για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών (SS), των κολλοειδών (colloidals) και των λιπών από τα υγρά απόβλητα σφαγείου [Massé and Masse, 2000b].

Η απογύμνωση (stripping) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία των θερμών συμπυκνωμάτων ατμού απαερίων (exhaust vapour condensates - EVCs) [IPPC, 2003 & 2005]. Λόγω των χαμηλών ροών του όγκου των υγρών αποβλήτων, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για το κύριο ρεύμα των υγρών αποβλήτων. Αναφέρεται ότι οποιαδήποτε εξουδετέρωση (neutralisation) των υγρών αποβλήτων της απογύμνωσης (stripping effluent) δεν γίνεται αμέσως μετά από την απογύμνωση (stripping), αλλά μόνο μετά από την επανασύγκλιση (reconvergence) με τα άλλα μέρη των ρευμάτων των υγρών αποβλήτων.

Η θέση των εγκαταστάσεων απογύμνωσης (stripping plant) στη διαδικασία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων φαίνεται στο Σχήμα 4.33.



Σχήμα 4.33: Διάγραμμα μονάδας μηχανικής / φυσικοχημικής προεπεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Μια άλλη επιλογή για να μειωθεί το αμμωνιακό άζωτο είναι η μετατροπή της αμμωνίας. Η αμμωνία μεταφέρεται με τους ατμούς των απαερίων (exhaust vapours) σε ένα πύργο πλύσης (διάταξη μετατροπής) για να σχηματιστεί ένα νιτρόδες διάλυμα και νιτρικό αμμώνιο. Το νιτρικό αμμώνιο (ammonium nitrate) εξάγεται από τον πύργο των φίλτρων (filter tower) όταν επιτευχθεί η επιθυμητή συγκέντρωση. Επίσης οι ατμοί των απαερίων που ελευθερώνονται από την αμμωνία στη συνέχεια συμπυκνώνονται σε όξινους ατμούς απαερίων.

Για τη λειτουργία ενός μετατροπέα (converter), είναι απαραίτητο οι ατμοί των απαερίων να μην περιέχουν οποιαδήποτε στερεά. Επομένως κυκλώνες (cyclones) ή άλλα κατάλληλα μέσα διαχωρισμού πρέπει να εγκατασταθούν πριν από τις διατάξεις μετατροπής.

4.3.1.3 Βιολογική επεξεργασία

Η αερόβια επεξεργασία ως συμπληρωματική μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απομακρύνει μερικές οργανικές ύλες και με αυτόν τον τρόπο να μειώσει το BOD των υγρών αποβλήτων. Χρησιμοποιείται μερικές φορές πριν από την περαιτέρω επεξεργασία σε μια δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).

Η σύσταση των υγρών αποβλήτων από μια βιομηχανία επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering industry), τα καθιστά κατάλληλα για αναερόβια προεπεξεργασία. Εντούτοις η αναερόβια επεξεργασία δεν είναι κατάλληλη για την ολική εξάλειψη του οργανικού φορτίου ή την απομάκρυνση του αζώτου. Η παρουσία θειούχων ενώσεων μπορεί επίσης να προκαλέσει προβλήματα [IPPC, 2003 & 2005].

Η αναερόβια επεξεργασία ακολουθείται γενικά από αερόβια επεξεργασία για να απομακρυνθεί το άζωτο (και ο φώσφορος) σε μονάδες επεξεργασίας ζωικών

παραπροϊόντων ή σε δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP). Η απελευθέρωση φωσφόρου λαμβάνει χώρα υπό ανοξικές συνθήκες. Κατά συνέπεια, η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου απαιτεί και αναερόβιους και αερόβιους αντιδραστήρες ή ξεχωριστές ζώνες μέσα σε έναν αντιδραστήρα. Η αναερόβια προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι κατάλληλη, ειδικά για την έμμεση διάθεση που συνδυάζεται, με μια φυσικοχημική απομάκρυνση του αζώτου [IPPC, 2003 & 2005].

Η έννοια της προσθήκης ειδικών μικροβιακών καλλιιεργειών στα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων προέκυψε αρχικά για να καλύψει τις καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, όπως η έντονη φόρτιση (shock loading) των συστημάτων επεξεργασίας ή των διαρροών ορισμένων χημικών ουσιών [Johns, 1995]. Στη συνέχεια, επεκτάθηκε με συνεχή προσθήκη για να βελτιωθεί η καθημερινή απόδοση των εγκαταστάσεων και είναι κοινή πρακτική σε πολλά συστήματα επεξεργασίας σφαγείων και μονάδων επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων στην Αυστραλία.

Μόνο σε μεταβατικές καταστάσεις (π.χ. ξεκίνημα, καταστάσεις έντονης φόρτισης), εμφανίζεται σημαντική ανάγκη για αύξηση του μεγέθους των καλλιιεργειών μικροοργανισμών (bioaugmentation). Στα υγρά απόβλητα σφαγείων και μονάδων επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων, εντούτοις, δεν παρουσιάζεται καμία απαίτηση για αύξηση του μεγέθους των καλλιιεργειών μικροοργανισμών (bioaugmentation), δεδομένου ότι τα απόβλητα είναι εύκολα βιοδιασπάσιμα και μια μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών είναι διαθέσιμη από τη φύση των αποβλήτων [Johns, 1995].

4.3.1.4 Εξάλειψη υδρόθειου κατά τη επεξεργασία των φτερών

Για τα υγρά απόβλητα με υψηλές συγκεντρώσεις θειούχων ενώσεων, παραδείγματος χάριν τα απόβλητα από την επεξεργασία των φτερών, ένας άλλος προκαταρκτικός στόχος επεξεργασίας είναι η μείωση των συγκεντρώσεων H_2S . Περιεκτικότητα περίπου 80 – 100 mg/l σε θειούχες ενώσεις (sulphide) θα εξασθενίσει τη δραστηριότητα της ενεργού ιλύος και συνεπώς την επόμενη βιολογική διαδικασία επεξεργασίας.

Το υπεροξείδιο του υδρογόνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία των θειούχων ενώσεων που περιέχονται στα υγρά απόβλητα. Για να οξειδωθεί στοιχειομετρικά 1 kg θειούχων ιόντων απαιτούνται περίπου 13 λίτρα υπεροξειδίου υδρογόνου 30 %. Ο χρόνος αντίδρασης είναι περίπου 10 λεπτά.

4.3.2 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων από την επεξεργασία του αίματος

Περιγράφεται ένας κανόνας λειτουργίας μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) για εγκαταστάσεις επεξεργασίας αίματος. Το πρώτο στάδιο είναι μια φυσικοχημική επεξεργασία, κατά τη διάρκεια της οποίας προστίθενται κροκιδωτικές ενώσεις (flocclulants) πολυαμίνες (polyamines) και πολυηλεκτρολύτες (polyelectrolyte). Στη συνέχεια μεταφέρεται η ιλύς σε μια δεξαμενή και το διαυγασμένο υγρό μεταφέρεται σε μια άλλη δεξαμενή, όπου διορθώνεται το pH του και προστίθενται παράγοντες κατά της δημιουργίας αφρού (anti-foaming agents). Το υγρό υπόκειται έπειτα σε μια σειρά αερόβιων και αναερόβιων επεξεργασιών. Η μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) καλύπτεται για να αποτραπεί η

απελευθέρωση της NH_3 , κατά τη διάσπαση των πρωτεϊνών. Η ιλύς χρησιμοποιείται στην κομποστοποίηση, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας της σε πρωτεΐνες.

4.3.3 Επεξεργασία αποβλήτων από την παραγωγή ζελατίνης (gelatine)

Το νερό από το πλύσιμο των οστών περιέχει σωματίδια όπως τεμάχια οστών, τα οποία απομακρύνονται με τα κόσκινα ή εσχάρες (screens) [IPPC, 2003 & 2005]. Τα στερεά απομακρύνονται με τη χρήση κόσκινων (sieves) που γίνονται από, π.χ. ένα κόσκινο που κατασκευάζεται από συρμάτινο πλέγμα. Τα στερεά βουρτσίζονται από το κόσκινο σε έναν κάδο (skip), για να διατεθούν σε χώρο υγειονομικής ταφής.

Τα υγρά, που έχουν ιδιαίτερα υψηλό οργανικό φορτίο, οδηγούνται σε μια πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια δεξαμενή καθίζησης (settlement tank), για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός των στερεών. Το τρισθενές χλωριούχος σίδηρος (iron(III)chloride) εγχέεται είτε με H_2SO_4 , είτε με NaOH , ανάλογα με το pH, μαζί με ενώσεις συσσωμάτωσης πολυηλεκτρολυτών (polyelectrolyte flocculant). Το υγρό διάλυμα που προκύπτει υποβάλλεται σε αερόβια χώνευση με τη χρήση ενεργού ιλύος.

Επίσης απαιτούνται στάδια νιτροκοποίησης και διάσπασης νιτρικών (denitrification). Ένα στάδιο διαύγασης (clarification) μπορεί να ακολουθήσει για να απομακρυνθεί η ενεργή ιλύς. Η ιλύς που προκύπτει είναι πλούσια σε άζωτο, φώσφορο και ασβέστιο και χρησιμοποιείται για έγχυση και διασκορπισμό στο έδαφος, ενδεχομένως μετά από ανάμιξη με άλλα συστατικά. Εναλλακτικά, η ιλύς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοαερίου [IPPC, 2003 & 2005].

Όμως ας δούμε τι γίνεται με τα υγρά απόβλητα όταν δεν υφίσταται επεξεργασία χωριστά η ζελατίνη, αλλά βρεθεί σε μεγάλη συγκέντρωση στα υγρά απόβλητα. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες συχνά οδηγεί σε προβλήματα παρεμπόδισης κατά την εφαρμογή της αναερόβιας επεξεργασίας για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από γαλακτοβιομηχανίες και σφαγεία [Fang and Yu, 2002]. Η αναερόβια αποδόμηση των πρωτεϊνών είναι μια σύνθετη διεργασία, της οποίας ο συνολικός ρυθμός αποδόμησης είναι αργός. Η ζελατίνη, μια πρωτεΐνη που βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα στους συνδετικούς ιστούς των ζώων, είναι ένα συστατικό των υγρών αποβλήτων των σφαγείων και των βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος.

Για να βελτιωθεί η απόδοση της διεργασίας, έχει αναπτυχθεί μια αναερόβια διεργασία δύο σταδίων για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες. Σε μια τέτοια διεργασία, η υδρόλυση και ο οξινισμός πραγματοποιούνται στον πρώτο αντιδραστήρα, η έξοδος του οποίου στη συνέχεια υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία στο δεύτερο αντιδραστήρα για την ακετογένεση (acetogenesis) και την παραγωγή μεθανίου.

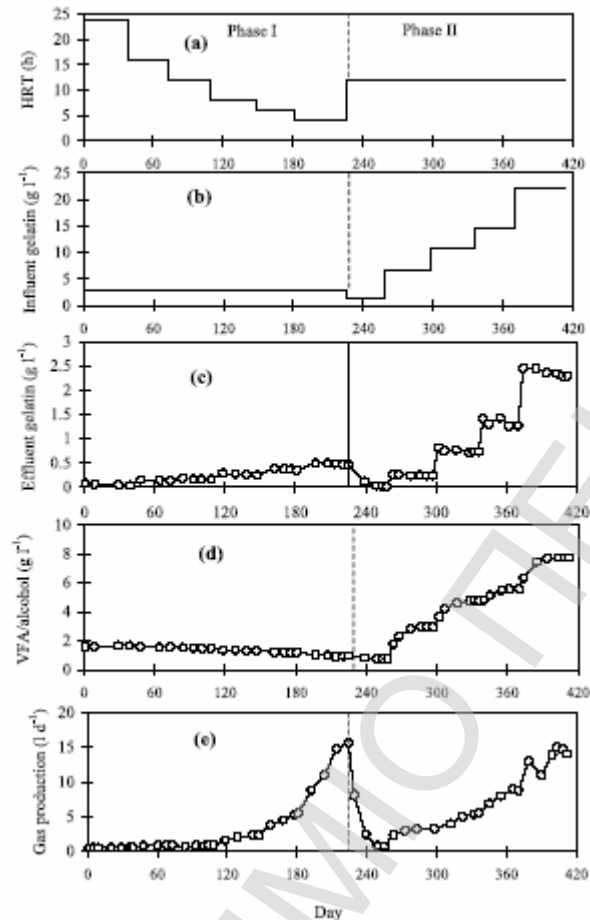
Από πειράματα που έγιναν σε ένα αντιδραστήρα πλήρους ανάμιξης συνεχούς έργου (continuously stirred tank reactor - CSTR) για οξεογένεση της ζελατίνης (acidogenesis of gelatine) βρέθηκε ότι το pH είναι κρίσιμο για την απόδοση της οξεογένεσης (acidogenesis efficiency) και για την κατανομή των προϊόντων. Επιπλέον, η υδρόλυση της ζελατίνης βρέθηκε να καταστέλλεται από την παρουσία γλυκόζης (glucose), δεδομένου ότι η τελευταία είναι προτιμώμενο υπόστρωμα για τα υδρολυτικά βακτήρια.

Οι Fang and Yu (2002) μελέτησαν την οξεογένεση της ζελατίνης (acidogenesis of gelatin) στα υγρά απόβλητα σε αντιδραστήρες συνεχούς τροφοδοσίας ανοδικής ροής (continuously fed upflow reactors) και επίσης ερεύνησαν τα αποτελέσματα του υδραυλικού χρόνου παραμονής (HRT) και της συγκέντρωσης

της ζελατίνης στα υγρά απόβλητα κατά την οξίνιση της ζελατίνης (acidification of gelatin) σε ένα μεσόφιλο αναερόβιο αντιδραστήρα ανοδικής ροής (mesophilic upflow anaerobic reactor) (βλέπε Παράρτημα Α.ΙΙ).

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν για 412 ημέρες σε ένα αντιδραστήρα ανοδικής ροής 2,8 l (εσωτερικής διαμέτρου 84 mm και ύψους 500 mm). Ο αντιδραστήρας είχε θερμομονωτικό περίβλημα με νερό (water-jacketed) και λειτουργούσε στους 37 °C. Τα συνθετικά υγρά απόβλητα προπαρασκευάστηκαν με τη χρήση ζελατίνης ως μόνη πηγή άνθρακα, συν ισορροπημένα θρεπτικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία μετάλλων. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, το pH στο αναμειγμένο υγρό (mixed liquor) διατηρήθηκε στο $5,5 \pm 0,1$ για την καταστολή της μεθανογένεσης. Ο αντιδραστήρας εμβολιάστηκε με τη λάσπη που λήφθηκε από ένα συμβατικό αντιδραστήρα μεθανογένεσης που επεξεργάζονταν υγρά απόβλητα γαλακτοβιομηχανίας. Η αρχική συγκέντρωση της λάσπης (ύλως) ήταν 10,8 g / l σε πτητικά αιωρούμενα στερεά (volatile suspended solids - VSS). Η παραμονή της λάσπης (sludge retention) ελέγχονταν σε επίπεδο 15 ημερών, με απόρριψη του ενός δέκατου πέμπτου της λάσπης από τον αντιδραστήρα καθημερινά.

Κατά τη διάρκεια της αναερόβιας αποδόμησης, η ζελατίνη μετατρέπεται σε πτητικά λιπαρά οξέα (VFA) και αλκοόλες στην εκροή, συν H_2 / CO_2 στο βιοαέριο και στη βιομάζα. Στο Σχήμα 4.34 φαίνονται: (a) ο υδραυλικός χρόνος παραμονής (HRT), (b) η συγκέντρωση της ζελατίνης στην εισροή, (c) η συγκέντρωση της ζελατίνης στην εκροή, (d) η συγκέντρωση των συνολικών πτητικών λιπαρών οξέων (VFA) και των αλκοολών στην εκροή, και (e) ο ρυθμός παραγωγής βιοαερίου καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της μελέτης. Ο βαθμός αποδόμησης της ζελατίνης αυξήθηκε με τον υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT), από 84,1 % για υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 4 h σε 89,6 % για υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 24 h, αλλά μειώθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης της ζελατίνης στην εισροή από 65,2 % για συγκέντρωση εισροής ζελατίνης 2 g COD / l σε 51,9 % για συγκέντρωση εισροής ζελατίνης 30 g COD / l.



Σχήμα 4.34: Συνθήκες λειτουργίας και απόδοση ενός αντιδραστήρα οξυγένεσης (acidification reactor): (a) HRT, (b) συγκέντρωση ζελατίνης στην είσοδο, (c) συγκέντρωση ζελατίνης στην έξοδο, (d) ολική συγκέντρωση VFA / αλκοόλη στην έξοδο και (e) ρυθμός παραγωγής βιοαερίου.

Πηγή: Fang H., Yu H., "Mesophilic acidification of gelatinaceous wastewater", Elsevier Science, Journal of Biotechnology, vol. 93, p. 99 – 108, 2002.

Η αποδόμηση της ζελατίνης ακολουθεί κινητική Monod με μέγιστο ρυθμό $1,10 \text{ g / g VSS / d}$ και σταθερά ημίσιου ρυθμού $0,23 \text{ g / l}$. Ο συνολικός ρυθμός παραγωγής των πτητικών λιπαρών οξέων (VFA) και των αλκοολών μειώνεται με τον υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT), από $0,33 \text{ g / g VSS / d}$ για 4 h σε $0,15 \text{ g / g VSS / d}$ για 24 h , αλλά αυξάνεται με τη συγκέντρωση της ζελατίνης στην εισροή, από $0,10 \text{ g / g VSS / d}$ για 4 g COD / l σε $0,58 \text{ g / g VSS / d}$ για 30 g COD / l . Τα βασικά προϊόντα οξύνισης ήταν το οξικό οξύ (acetate), το προπιονικό οξύ (propionate) και το βουτυρικό οξύ (butyrate), επίσης τα: ισοβουτυρικό (*i*-butyrate), βαλερικό οξύ (valerate), ισοβαλερικό οξύ (*i*-valerate), καπροϊκό οξύ (caproate) και αιθανόλη (ethanol) σε μικρότερες ποσότητες. Μυρμηκικό οξύ (formate), μεθανόλη (methanol), προπανόλη (propanol) και βουτανόλη (butanol) βρέθηκαν μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις.

Οι Πίνακες 4.17 και 4.18 επίσης δείχνουν ότι η παραγωγή των αλκοολών ήταν μικρότερη από αυτή των πτητικών λιπαρών οξέων (VFA).

Πίνακας 4.17: Κατανομή των πτητικών λιπαρών οξέων (VFA) και των αλκοολών στην εκροή για διάφορους υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRTs).

HRT (h)	VFA / αλκοόλες (mg / l)	HFr (%)	HAc (%)	HPr (%)	HBu (%)	i-HBu (%)	HVa (%)	i-HVa (%)	HCa (%)	Mol (%)	Eol (%)	Pol (%)	Bol (%)
4	960 ± 29	1,9 ± 0,1	17,8 ± 1,1	20,3 ± 1,0	9,2 ± 0,1	10,6 ± 0,1	13,2 ± 0,2	14,7 ± 0,2	7,0 ± 0,1	1,3 ± 0,0	3,8 ± 0,1	0	0
6	1193 ± 51	2,7 ± 0,1	22,7 ± 1,2	16,3 ± 0,5	11,2 ± 0,1	10,7 ± 0,2	9,1 ± 0,1	11,9 ± 0,1	10,3 ± 0,2	0	4,6 ± 0,1	0	0
8	1292 ± 73	0	23,3 ± 0,9	13,5 ± 0,2	12,5 ± 0,2	14,8 ± 0,3	11,3 ± 0,1	12,6 ± 0,2	7,9 ± 0,1	1,9 ± 0,1	3,3 ± 0,1	0	0
12	1470 ± 82	2,1 ± 0,1	25,2 ± 1,0	12,4 ± 0,3	12,1 ± 0,1	13,8 ± 0,1	11,2 ± 0,2	12,7 ± 0,2	7,2 ± 0,1	1,1 ± 0,0	2,5 ± 0,1	0	0
16	1547 ± 80	0	29,9 ± 1,6	11,9 ± 0,4	12,0 ± 0,1	14,5 ± 0,1	10,6 ± 0,1	10,1 ± 0,1	8,8 ± 0,1	0	2,9 ± 0,1	0	0
24	1670 ± 105	0	35,1 ± 1,4	11,2 ± 0,5	11,4 ± 0,1	14,7 ± 0,2	7,7 ± 0,1	10,8 ± 0,1	6,4 ± 0,1	0	4,7 ± 0,1	0	0

Σημείωση: HFr = formate, HAc = acetate, HPr = propionate, HBu = butyrate, i-HBu = i-butyrate, HVa = valerate, i-HVa = i-valerate, HCa = caproate, Mol = methanol, Eol = ethanol, Pol = propanol, Bol = butanol.

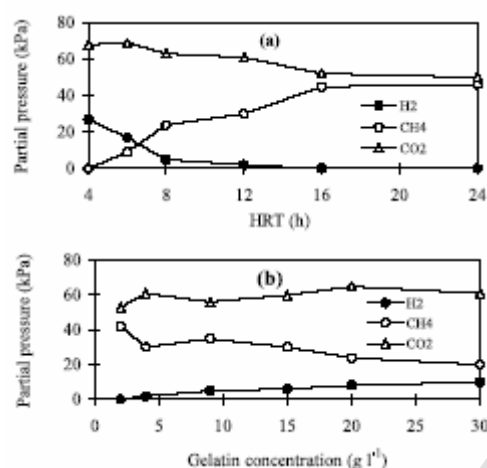
Πηγή: Fang H., Yu H., “Mesophilic acidification of gelatinaceous wastewater”, Elsevier Science, Journal of Biotechnology, vol. 93, p. 99 – 108, 2002.

Πίνακας 4.18: Κατανομή των πτητικών λιπαρών οξέων (VFA) και των αλκοολών στην εκροή για διάφορες συγκεντρώσεις ζελατίνης.

Ζελατίνη στα υγρά απόβλητα (g COD / l)	VFA / αλκοόλες (mg / l)	HFr (%)	HAc (%)	HPr (%)	HBu (%)	i-HBu (%)	HVa (%)	i-HVa (%)	HCa (%)	Mol (%)	Eol (%)	Pol (%)	Bol (%)
2	761 ± 33	3,6 ± 0,1	33,7 ± 0,9	10,6 ± 0,1	15,0 ± 0,2	11,8 ± 0,1	8,5 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,7 ± 0,1	0	2,1 ± 0,0	0	0
4	1470 ± 82	2,1 ± 0,1	25,2 ± 1,0	12,4 ± 0,3	12,1 ± 0,1	13,8 ± 0,1	11,2 ± 0,2	12,7 ± 0,2	7,2 ± 0,1	1,1 ± 0,0	2,5 ± 0,1	0	0
9	2984 ± 113	0	26,3 ± 0,5	13,7 ± 0,2	11,8 ± 0,1	12,7 ± 0,2	12,0 ± 0,1	13,2 ± 0,2	7,2 ± 0,1	0	4,2 ± 0,1	0	0
15	4782 ± 201	3,3 ± 0,1	22,4 ± 0,6	12,1 ± 0,1	10,2 ± 0,1	11,5 ± 0,1	11,3 ± 0,2	12,1 ± 0,1	11,0 ± 0,2	2,3 ± 0,1	3,9 ± 0,1	0,9 ± 0,0	0
20	5586 ± 327	1,2 ± 0,1	21,9 ± 0,7	12,9 ± 0,2	9,4 ± 0,1	10,4 ± 0,1	10,8 ± 0,1	10,4 ± 0,1	8,2 ± 0,1	2,1 ± 0,0	5,8 ± 0,1	4,7 ± 0,1	2,3 ± 0,1
30	7758 ± 388	0	20,1 ± 0,6	12,3 ± 0,1	9,0 ± 0,1	10,3 ± 0,1	12,9 ± 0,2	13,3 ± 0,2	7,9 ± 0,1	0	6,1 ± 0,2	4,9 ± 0,1	4,1 ± 0,1

Σημείωση: HFr = formate, HAc = acetate, HPr = propionate, HBu = butyrate, i-HBu = i-butyrate, HVa = valerate, i-HVa = i-valerate, HCa = caproate, Mol = methanol, Eol = ethanol, Pol = propanol, Bol = butanol.

Πηγή: Fang H., Yu H., “Mesophilic acidification of gelatinaceous wastewater”, Elsevier Science, Journal of Biotechnology, vol. 93, p. 99 – 108, 2002.



Σχήμα 4.35: Μερική πίεση υδρογόνου, μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα σε διάφορες τιμές: (a) HRTs και (b) συγκεντρώσεις ζελατίνης.

Πηγή: Fang H., Yu H., "Mesophilic acidification of gelatinaceous wastewater", Elsevier Science, Journal of Biotechnology, vol. 93, p. 99 – 108, 2002.

Το Σχήμα 4.35a δείχνει ότι κατά την επεξεργασία της ζελατίνης σε 4 g COD / l, η μερική πίεση του υδρογόνου μειώθηκε με την αύξηση του υδραυλικού χρόνου παραμονής (HRT), που γίνεται μη ανιχνεύσιμη σε 16 h. Στο Σχήμα 4.35b φαίνεται ότι κατά την επεξεργασία των ζελατινωδών υγρών αποβλήτων σε 12 h του υδραυλικού χρόνου παραμονής (HRT), η μερική πίεση του υδρογόνου αυξάνεται με τη συγκέντρωση της ζελατίνης, από μη ανιχνεύσιμη για 2 g COD / l σε 10 kPa για 30 g COD / l. Η μερική πίεση του μεθανίου ακολουθεί την αντίθετη τάση αυτής του υδρογόνου, ενώ η μερική πίεση του διοξειδίου του άνθρακα παραμένει σταθερή, κυμαινόμενη από 50 έως 69 kPa. Το ολικό COD του υδρογόνου και του μεθανίου αποτέλεσε μόνο το 4,5 – 7,8 % του COD των υγρών αποβλήτων. Αυτό αυξήθηκε με τον υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT), αλλά μειώθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης της ζελατίνης.

Ο Πίνακας 4.19 συνορίζει την εκτιμώμενη απόδοση της λάσπης (ιλύος) με οξινισμένη ζελατίνη (gelatin-acidifying sludge) για διάφορους υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRTs) και συγκεντρώσεις ζελατίνης. Η μέση απόδοση ήταν $0,320 \pm 0,014$ g VSS / (g COD), η οποία είναι συγκρίσιμη με αυτή που αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως οξυγενετική λάσπη (acidogenic sludge) που κυμαίνεται από 0,230 έως 0,324 g VSS / (g COD) [Fang and Yu, 2002].

Πίνακας 4.19: Απόδοση σε λάσπη για διάφορους υδραυλικούς χρόνους παραμονής (HRTs) και συγκεντρώσεις ζελατίνης στα υγρά απόβλητα.

HRT (h)	Απόδοση (g VSS / g COD)	Ζελατίνη στα υγρά απόβλητα (g COD / l)	Απόδοση (g VSS / g COD)
4	$0,326 \pm 0,015$	2	$0,311 \pm 0,018$
6	$0,323 \pm 0,020$	4	$0,316 \pm 0,020$
8	$0,323 \pm 0,008$	9	$0,320 \pm 0,007$
12	$0,316 \pm 0,012$	15	$0,322 \pm 0,018$
16	$0,310 \pm 0,007$	20	$0,330 \pm 0,021$
24	$0,301 \pm 0,011$	30	$0,338 \pm 0,013$

Πηγή: Fang H., Yu H., "Mesophilic acidification of gelatinaceous wastewater", Elsevier Science, Journal of Biotechnology, vol. 93, p. 99 – 108, 2002.

4.4 Προτεινόμενος εξοπλισμός και τεχνικές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

4.4.1 Εξασφάλιση επιπλέον χώρου συγκράτησης υγρών αποβλήτων (waste water holding capacity) από τις συνηθισμένες απαιτήσεις

A. Περιγραφή

Μια χωμάτινη δεξαμενή έκτακτης ανάγκης (emergency lagoon) μπορεί να υπάρχει στην περιοχή για ανάσχεση των υγρών αποβλήτων που θα υπερβούν τα επιτρεπόμενα όρια. Μπορεί να επιτευχθεί παρακολούθηση και έλεγχος on-line, π.χ. της αμμωνίας, των αιωρούμενων στερεών και της ροής. Εάν οι τιμές που μετρούνται υπερβούν τα επιτρεπόμενα όρια τα υγρά απόβλητα μπορούν να εκτραπούν στη χωμάτινη δεξαμενή (lagoon) και να επιστρέψουν αργότερα εάν είναι απαραίτητο στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) για επιπλέον επεξεργασία.

Είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, όπως περιστασιακές διακοπές, με εγκατάσταση δεξαμενών ανάμιξης και εξισορρόπησης (equalisation) μεγαλύτερων διαστάσεων από εκείνες που απαιτούνται για τη τυπική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, καθώς επίσης και πρόσθετες δεξαμενές ασφαλείας. Μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων, που έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο, μπορούν στη συνέχεια να εκκενωθούν αργά χωρίς να ξεπεραστεί η χωρητικότητα των μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs).

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Αποτροπή της διάθεσης των μη επεξεργασμένων ή ανεπαρκώς επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων ή μεγάλων ποσοτήτων τους σε υδατικούς αποδέκτες της περιοχής ή στη δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Μπορεί να υπάρξουν προβλήματα οσμών.

Δ. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα νέα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων (animal by-products installations). Για τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις, μπορεί να μην υπάρχει αρκετός χώρος για να κατασκευασθεί μια χωμάτινη δεξαμενή (lagoon).

E. Οικονομικά στοιχεία

Υπάρχει ένα αρχικό υψηλό κόστος κατασκευής για να εξασφαλιστεί ο επιπλέον χώρος αποθήκευσης καθώς και το κόστος αγοράς της έκτασης που θα απαιτηθεί για να κατασκευαστεί η χωμάτινη δεξαμενή. Αυτό πρέπει να εξισορροπηθεί με το κόστος απορρύπανσης των υδατικών αποδεκτών της περιοχής, με το κόστος δυσλειτουργίας της δημοτικής μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) και με το κόστος υπέρβασης των επιτρεπόμενων τιμών εκπομπών (Emission limit values – ELVs).

ΣΤ. Παράδειγμα εφαρμογής

Ένα σφαγείο πτηνών στο Ηνωμένο Βασίλειο (UK) [German TWG Members, 2001; Clitravi - DMRI, 2002; Sorlini G., 2002; May G. E., 2001: Πηγή IPPC, 2003 & 2005].

4.4.2 Τακτική διεξαγωγή εργαστηριακών αναλύσεων των συστατικών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και διατήρηση αρχείων

A. Περιγραφή

Οι τακτικές εργαστηριακές αναλύσεις των υγρών αποβλήτων μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό μέρος της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων. Μαζί με τα αρχεία των πραγματικών εισροών, ως προς τη σύνθεση και τη ροή, οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν πώς η μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιστοποιηθούν τα επίπεδα εκπομπής των ρύπων που διατίθενται στους υδάτινους αποδέκτες της περιοχής ή στη δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Σε συνδυασμό με τη διαχείριση της λειτουργίας της μονάδας επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων βοηθά στην ελαχιστοποίηση των επιπέδων εκπομπής ρύπων [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Καμία

Δ. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs).

E. Κίνητρα για την εφαρμογή

Συμμόρφωση με τις επιτρεπόμενες τιμές εκπομπών (Emission limit values – ELVs).

ΣΤ. Παράδειγμα εφαρμογής

Αρκετές μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων στη Γερμανία.

4.4.3 Αποτροπή της στασιμότητας των υγρών αποβλήτων

A. Περιγραφή

Οι σωλήνες που συνδέουν την αποχέτευση με τη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) μπορούν να τοποθετηθούν με κατάλληλη κλίση για να αποφευχθεί η στασιμότητα των υγρών αποβλήτων. Αυτό μπορεί να γίνει για λόγους υγιεινής, δεδομένου ότι για παράδειγμα τα στάσιμα υγρά απόβλητα του σφαγείου μπορούν να προσελκύσουν μύγες και ποντίκια. Προβλήματα οσμών μπορούν επίσης να προκληθούν από τις αναερόβιες συνθήκες που επικρατούν στα στάσιμα νερά στο σύστημα της αποχέτευσης.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Μείωση των οσμών και των επιβλαβών εντόμων και ζώων [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις που έχουν ανεπαρκή κλίση, μπορεί να πρέπει να χρησιμοποιηθεί ενέργεια για να αντληθούν τα υγρά απόβλητα.

Δ. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων.

E. Οικονομικά στοιχεία

Δεν απαιτείται σε νέες κατασκευές καμία επιπλέον οικονομική επιβάρυνση.

ΣΤ. Παράδειγμα εφαρμογής

Τα περισσότερα σφαγεία και οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που παράγουν τα υγρά απόβλητα [IPPC, 2003 & 2005].

4.4.4 Εσχάρωση των στερεών

A. Περιγραφή

Η εσχάρα (screen) είναι μια διάταξη με ανοίγματα (οπές), συνήθως ομοιόμορφου μεγέθους, που χρησιμοποιείται για τη συγκράτηση των στερεών από το ρεύμα των υγρών αποβλήτων [Tchobanoglous et al, 2003]. Για τα υγρά απόβλητα σφαγείου το μέγεθος των οπών είναι 0,25 - 4 mm [IPPC, 2003 & 2005].

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Μείωση των αιωρούμενων στερεών, του BOD από σωματίδια και της πιθανότητας σχηματισμού αερίων με άσχημες οσμές.

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Οσμές μπορούν να προκύψουν από τα σωματίδια που συγκρατούνται στις εσχάρεις (screenings).

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Ποσοστά μείωσης 50 – 90 % για τα καθιζάνοντα στερεά και 10 – 40 % για το BOD₅. Στα υγρά απόβλητα σφαγείων έχει αναφερθεί μια μείωση του BOD₅ μεταξύ 17 – 49 %, όταν χρησιμοποιείται μέγεθος πλέγματος 1 mm. Αναφέρεται ότι η απόδοση μπορεί να αυξηθεί σημαντικά εάν η μονάδα λειτουργεί αποτελεσματικά.

Εάν δεν συλλέγονται τα στερεά που παγιδεύονται κατά το κοσκίνισμα στο δίκτυο της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP), αυτά στη συνέχεια σαπίζουν, εκπέμπουν οσμές και προκαλούν προβλήματα στην πλήρη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Εάν τα κόσκινα και τα δοχεία συλλογής δεν είναι σε κλειστό χώρο μπορεί να υπάρξουν προβλήματα παγώματος κατά τη διάρκεια του χειμώνα και οσμές και ανεπιθύμητα έντομα και ζώα το καλοκαίρι.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που παράγουν υγρά απόβλητα.

ΣΤ. Οικονομικά στοιχεία

Το κοσκίνισμα (sieving) ή η εσχάρωση εξαλείφει την ανάγκη για πρόσθετη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και επομένως και το αντίστοιχο κόστος. Μειώνει τους όγκους της ιλύος (sludge) που παράγονται, οι οποίοι θα απαιτούσαν επιπλέον δαπάνες για τη διάθεση τους.

Ζ. Κίνητρα για την εφαρμογή

Μείωση των απαιτήσεων επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.

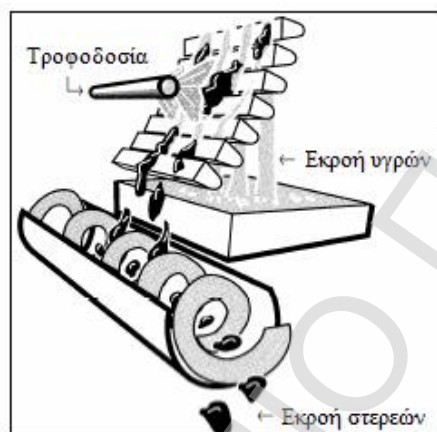
Η. Παραδείγματα εφαρμογής

Όλα τα σφαγεία και πολλές εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων (animal by-products installations), όπως οι εγκαταστάσεις τήξης λίπους, οι μονάδες επεξεργασίας μη εδωδιμων ζωικών παραπροϊόντων και οι μονάδες παραγωγής ζελατίνης [IPPC, 2003 & 2005].

4.4.4.1 Στατική σφηνοειδούς μορφής / καμπυλωτή εσχάρα (static wedge/curved screen)

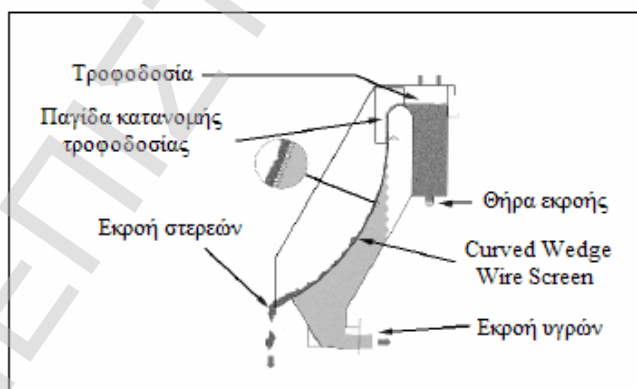
A. Περιγραφή

Στη στατική σφηνοειδούς μορφής / καμπυλωτή εσχάρα (static wedge/curved screen) τα υγρά απόβλητα αντλούνται, ή ρέουν με τη βαρύτητα, στην κορυφή της εσχάρας (screen) και στη συνέχεια ρέουν σε μια ολισθηρή επιφάνεια κατασκευασμένη από ράβδους. Το υγρό στραγγίζει μέσω της εσχάρας και τα στερεά συλλέγονται στο κατώτατο σημείο για διάθεση.



Σχήμα 4.36: Καμπυλωτή εσχάρα (curved screen)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.



Σχήμα 4.37: Στατική εσχάρα σφηνοειδούς σχήματος (static wedge screen)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Μερικές εσχάρες πάλλονται (δονούνται) για να διευκολύνουν τη μεταφορά των σωματιδίων. Άλλες περιλαμβάνουν ακροφύσια για το ξέπλυμα της εσχάρας. Οι καμπυλωτές εσχάρες είναι εφοδιασμένες με αυλακώσεις μέχρι 0,25 mm. Στο Σχήμα

4.36 φαίνεται μια τυπική στατική σφηνοειδούς μορφής / καμπυλωτή εσχάρα. Το Σχήμα 4.37 παρουσιάζει την εσχάρωση και την απομάκρυνση των στερεών με λεπτομέρειες.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Μια σημαντική μείωση των αιωρούμενων στερεών και μια μικρή μείωση του BOD των υγρών αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Καταναλώνονται νερό και απορρυπαντικά κατά τη διάρκεια του καθαρισμού.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Οι στατικές σφηνοειδούς μορφής εσχάρες (static wedge screens) απαιτούν περισσότερη συντήρηση από τις κεκλιμένες κοχλιοειδείς εσχάρες πίεσης (inclined screw press screens) και τις εσχάρες περιστροφικών τυμπάνων (rotary drum screens). Σε τυπική χρήση, η στατική σχάρα σφηνοειδούς μορφής μπορεί να χρειαστεί καθαρίσμο μέχρι και τρεις φορές την ημέρα με τη χρήση μάνικας υψηλής πίεσης για να απομακρυνθούν οι χονδροειδείς ακαθαρσίες, και μία φορά την ημέρα με μικρές ποσότητες χημικών ουσιών καθαρισμού, για να διαλυθούν τα υπολείμματα των λιπών.

E. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που παράγουν υγρά απόβλητα, τα οποία απαιτούν επεξεργασία.

ΣΤ. Οικονομικά στοιχεία

Οι στατικές σφηνοειδούς μορφής εσχάρες είναι γενικά φτηνότερες από τις κεκλιμένες κοχλιοειδείς εσχάρες πίεσης (inclined screw press screens) και τις εσχάρες περιστροφικών τυμπάνων (rotary drum screens). Το κόστος που αναφέρθηκε το 2000 ήταν 10.000 GBP – 12.000 GBP (Great Britain Pounds). Υπάρχουν επίσης δαπάνες συντήρησης που συνδέονται με την κανονική απαίτηση καθαρισμού, η οποία είναι απαραίτητη για να αποτρέψει το φράξιμο του πλέγματος.

Z. Παράδειγμα εφαρμογής

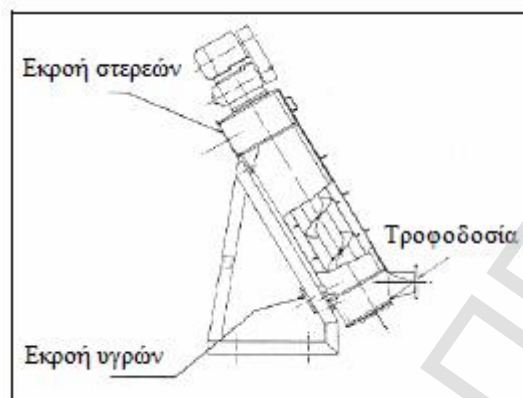
Τουλάχιστον ένα σφαγείο στο Ηνωμένο Βασίλειο (UK).

4.4.4.2 Κεκλιμένη κοχλιοειδής εσχάρα πίεσης (inclined screw press)

A. Περιγραφή

Η κεκλιμένη κοχλιοειδής εσχάρα πίεσης (inclined screw press) είναι βασικά ένας περιστρεφόμενος κοχλίας, που πλαισιώνεται με βούρτσες, που βρίσκονται μέσα σε μια κυλινδρική διάτρητη εσχάρα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.38. Ολόκληρη η

διάταξη ενσωματώνεται έπειτα μέσα σε μια διαμορφωμένη γούρνα σχήματος «U». Τα υγρά απόβλητα αντλούνται ή ρέουν με τη βαρύτητα στο κατώτατο σημείο της γούρνας και κινούνται επάνω στην κυλινδρική εσχάρα με τη δράση του περιστρεφόμενου κοχλία. Η δύναμη της βαρύτητας και η δράση του κοχλία αναγκάζει τα υγρά να εξαχθούν μέσω της εσχάρας και τα υπόλοιπα στερεά εξέρχονται από την κορυφή της μονάδας.



Σχήμα 4.38: Κεκλιμένη κοχλιοειδής εσχάρα πίεσης (inclined screw press)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Β. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Απομάκρυνση των σωματιδίων και μικρή μείωση του BOD και των αιωρούμενων στερεών των υγρών αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Μπορούν να υπάρξουν εκπομπές οσμών, ανάλογα, π.χ. με την παλαιότητα των στερεών που μένουν στην εσχάρα.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Η δράση των βουρτσών του κοχλία απομακρύνει τις ακαθαρσίες από την εσχάρα. Μικρές ποσότητες χημικών ουσιών καθαρισμού χρησιμοποιούνται περιοδικά για να διαλύσουν οποιαδήποτε υπολείμματα λιπών συσσωρεύονται στην εσχάρα.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που παράγουν υγρά απόβλητα, τα οποία απαιτούν την επεξεργασία.

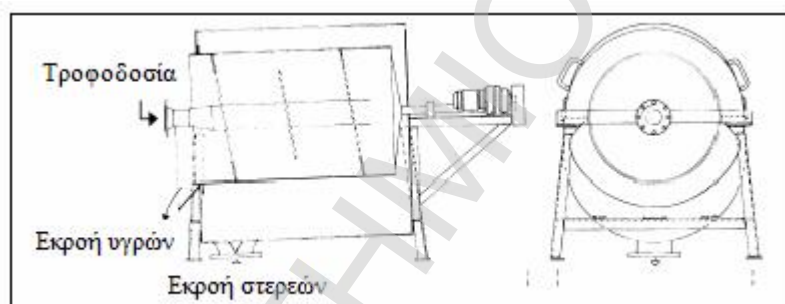
ΣΤ. Οικονομικά στοιχεία

Οι κεκλιμένες κοχλιοειδείς εσχάρες πίεσης (inclined screw presses) είναι γενικά ακριβότερες κατά την αγορά από τις στατικές σφηνοειδούς μορφής εσχάρες (static wedge screens). Το κόστος που αναφέρθηκε το 2000 ήταν 12.000 GBP.

4.4.4.3 Κυλινδρική εσχάρα (cylindrical screen)

A. Περιγραφή

Η κυλινδρική εσχάρα (cylindrical screen) περιλαμβάνει ένα περιστρεφόμενο κυλινδρικό τύμπανο που κατασκευάζεται από διάτρητο μεταλλικό έλασμα. Το μέγεθος των πόρων στο έλασμα μπορεί να είναι αρκετά μικρό έως 1 mm. Τα υγρά απόβλητα εισάγονται στο τύμπανο και τα υγρά περνούν μέσω του φίλτρου (filter), με τα σωματίδια να απομακρύνονται και να εκρέουν από τη μία πλευρά, είτε ως αποτέλεσμα της μεταφοράς από ένα κοχλία είτε λόγω της πλάγιας θέσης του κυλίνδρου. Η κυλινδρική εσχάρα είναι κατάλληλη για υλικά που απαιτούν ανατάραξη για να αποβάλουν το υπόλοιπο υγρό. Η τεχνική παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.39.



Σχήμα 4.39: Κυλινδρική εσχάρα (cylindrical screen)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Απομάκρυνση των σωματιδίων και μικρή μείωση του BOD και των αιωρούμενων στερεών των υγρών αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Μπορούν να υπάρξουν εκπομπές οσμών, ανάλογα, π.χ. με την παλαιότητα των στερεών που μένουν στην εσχάρα.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Οι εσχάρες με μικρές οπές πρέπει να ξεπλένονται περιοδικά από την εξωτερική πλευρά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ένα μηχανικό σύστημα ή ένα σύστημα ψεκασμού, για να αποφευχθεί η εμφραξη του πλέγματος.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

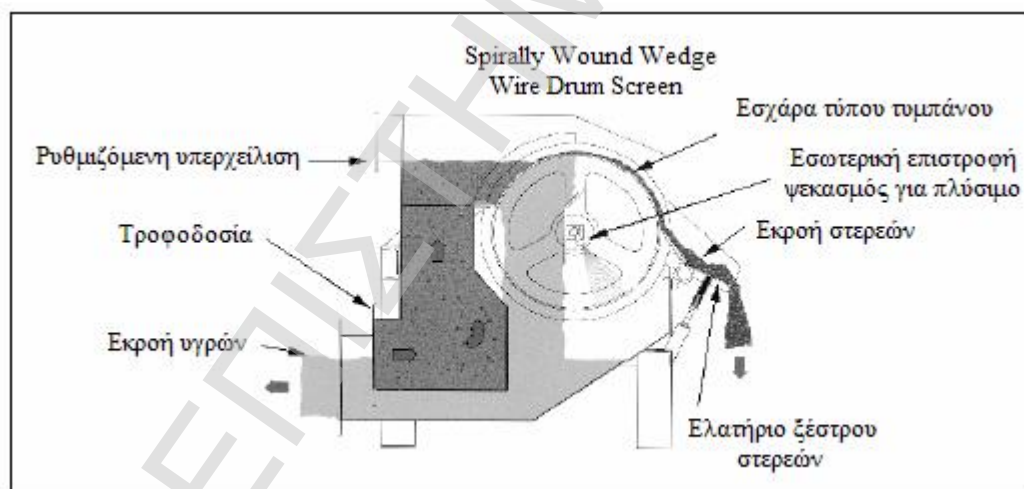
Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που παράγουν υγρά απόβλητα, τα οποία απαιτούν επεξεργασία.

4.4.4.4 Εσχάρα με περιστρεφόμενο τύμπανο (rotary drum screen)

Α. Περιγραφή

Υπάρχουν διάφορα είδη διαθέσιμων εσχάρων με περιστρεφόμενο τύμπανο (rotary drum screens). Σε μερικά συστήματα τα υγρά απόβλητα εισέρχονται μέσα στο τύμπανο, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις τα υγρά απόβλητα ρέουν στην εξωτερική επιφάνεια του τυμπάνου.

Οι εσχάρες με περιστροφικό τύμπανο έχουν τυπικά ένα μέγεθος πλέγματος μεταξύ 3 - 4 mm, αλλά σε μερικές περιπτώσεις αυτό μπορεί να είναι αρκετά μικρό μέχρι 0,25 mm. Στο περιστροφικό σύστημα μαχαιριών η δράση του τυμπάνου ανυψώνει τα στερεά από τη μια πλευρά της εσχάρας μέχρι την άλλη, όπου απομακρύνονται στη συνέχεια με τη βοήθεια ενός ξέστρου με ελατήριο για να συλλεχθούν σε έναν κάδο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.40. Τα υγρά που έχουν περάσει από την εσχάρα πέφτουν μέσω του τυμπάνου και εκρέουν είτε επιτόπου είτε στη δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).



Σχήμα 4.40: Εσχάρα με περιστροφικό τύμπανο (rotary drum screen)

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

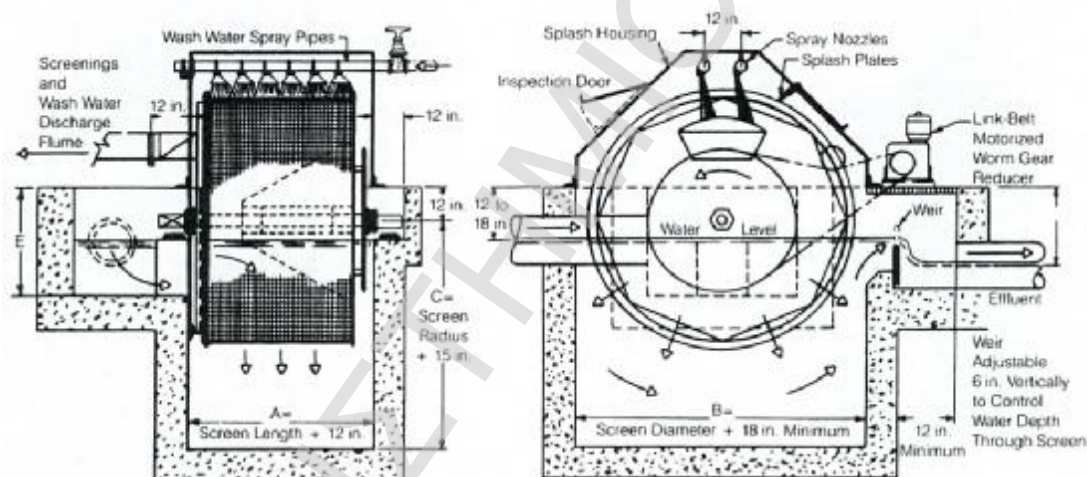
Είναι ουσιαστικό να εξασφαλιστεί ότι η ικανότητα εσχάρωσης (screening capacity) είναι σε θέση να επιτύχει τους προβλεπόμενους ρυθμούς ροής, είτε σε καθημερινή είτε σε εποχιακή βάση. Σε μερικά σφαγεία χοίρων, υπάρχουν προβλήματα όταν εκκενώνεται η δεξαμενή ζεματίσματος (scalding tank) στο τέλος

της εργάσιμης ημέρας και τα υγρά απόβλητα εκρέουν μέσα από την εσχάρα. Οπότε πρέπει να απομακρυνθούν τα υπολείμματα κρέατος από την περιοχή συλλογής.

Μπορεί επίσης να υπάρξει πρόβλημα σε μερικά σφαγεία εάν οι αγωγοί αποχέτευσης των επιφανειακών υδάτων που οδηγούν στο σύστημα αποχέτευσης υγρών αποβλήτων έχουν εγκατασταθεί μετά τον εξοπλισμό εσχάρωσης. Αυτό οδηγεί μερικές φορές σε υπέρβαση της ποσότητας των υγρών στις εσχάρες κατά τη διάρκεια μεγάλων βροχοπτώσεων και περιπτώσεων υπολειμμάτων κρέατος που εκπλένονται από την περιοχή συλλογής.

Β. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Η εσχάρα με περιστροφικό τύμπανο (rotary drum screen) μειώνει τα επίπεδα του BOD στα υγρά απόβλητα από την συνεισφορά των στερεών, ακόμα και αν δεν απομακρυνθεί το διαλυτό κλάσμα. Επομένως, μειώνεται μόνο η απαιτούμενη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Το ποσοστό των στερεών στο διαλυτό κλάσμα του BOD εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται το νερό και τον τρόπο σφαγής, την επεξεργασία των σφάγιων και την αφαίρεση των εντοσθίων (evisceration). Έχουν αναφερθεί μειώσεις στο επίπεδο του BOD της τάξεως του 15 – 25 % [IPPC, 2003 & 2005].



Σχήμα 4.41: Εσχάρα με περιστροφικό τύμπανο (rotary drum screen) {in. \times 25,4 = mm}

Πηγή: Vesilind A., “Wastewater treatment plant design”, ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Δεν έχουν αναφερθεί.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Ο ψεκασμός για πλύσιμο με εσωτερική επιστροφή (internal back wash spray) παρέχει αυτοκαθαρισμό στις εσχάρες περιστρεφόμενου τυμπάνου, οι οποίες απαιτούν γενικά μικρότερη συντήρηση από τις στατικές εσχάρες σφηνοειδούς μορφής (static wedge screens).

Ο εξοπλισμός είναι ουσιαστικά αυτοκαθαριζόμενος και είναι σε θέση να λειτουργεί πολλές εβδομάδες χωρίς εξωτερική επέμβαση και με ελάχιστη ή καμία συντήρηση.

Τα υγρά εισροής που θα περάσουν από την εσχάρα, εισάγονται σε ένα αρχικό θάλαμο (headbox) που σχεδιάζεται για να επιβραδύνει τη ροή και για να την κατανείμει. Στη συνέχεια υπερχειλίζουν μέσω ενός στεγανού υδατοφράκτη στην κυλινδρική εσχάρα, η οποία περιστρέφεται με 5 – 10 rpm. Τα στερεά συγκρατούνται στην εξωτερική επιφάνεια της εσχάρας και απομακρύνονται με τη βοήθεια μιας λεπίδας. Σε κάποιους τύπους εσχάρας με περιστρεφόμενο τύμπανο, στη συνέχεια τα υγρά πέφτουν μέσω του κυλίνδρου και περνούν από το κατώτατο σημείο, από το εσωτερικό στο εξωτερικό της διάταξης. Αυτή η ενέργεια πλένει (με επιστροφή) αποτελεσματικά τις οπές της εσχάρας, έτσι ώστε το τμήμα της κυλινδρικής εσχάρας που τροφοδοτείται να είναι πάντα καθαρό, βλέπε Σχήμα 4.41.

Η λειτουργία του πλυσίματος με επιστροφή (backwash) αποτρέπει επίσης τη συγκέντρωση, π.χ. στερεών λιπαρών ουσιών, μέσα στην κυλινδρική εσχάρα.

Ένας άλλος τύπος εσχάρας έχει μία μπάρα ψεκασμού (spray bar) μέσα στο τύμπανο, η οποία καθαρίζει την εσχάρα καθώς το τύμπανο περιστρέφεται, χρησιμοποιώντας το νερό που μόλις πέρασε από την εσχάρα.

Τουλάχιστον ένας τύπος εσχάρας με περιστρεφόμενο τύμπανο που χρησιμοποιείται σήμερα, είναι εξοπλισμένος με σύστημα εσωτερικού πλυσίματος με υψηλή πίεση για τον περιοδικό καθαρισμό. Η συχνότητα αυτού του καθαρισμού, που εφαρμόζεται για να απομακρυνθούν τα λίπη, ποικίλλει ανάλογα με το κλίμα και με το ζεστό νερό που χρησιμοποιείται για να αποτραπεί η έμφραξη των οπών από τη στερεοποίηση των λιπών.

Τα στερεά που παράγονται είναι σχετικά ξηρά, γεγονός που είναι συμφέρον ανεξάρτητα από το εάν στέλνονται σε μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών προϊόντων (rendering), για αποτέφρωση ή για κομποστοποίηση (λιπασματοποίηση).

Το τύμπανο κατασκευάζεται γενικά από υψηλού βαθμού αντιδιαβρωτικό υλικό, το οποίο απαιτεί ελάχιστη συντήρηση. Σύρμα σφηνοειδούς μορφής (wedge-shaped wire) είναι τυλιγμένο γύρω από μια δομή στήριξης για να διαμορφώσει μια ελικοειδή σπείρα, αφήνοντας μικρούς ελεύθερους χώρους της τάξεως των 0,25 mm, ανάλογα με τις προδιαγραφές των χρηστών. Το σύρμα έχει μια τραπεζοειδή μορφή, ειδικά σχεδιασμένη για να επιτύχει έναν συγκεκριμένο ρυθμό ροής αξιοποιώντας το φαινόμενο venturi.

Η λεπίδα απομακρύνει τα στερεά που παγιδεύονται στην επιφάνεια της εσχάρας. Είναι κατασκευασμένη από ένα ειδικό αντιδιαβρωτικό υλικό, π.χ. χαλκός και το οποίο είναι αρκετά μαλακότερο από το υλικό που χρησιμοποιείται για να κατασκευαστεί ο κύλινδρος. Αντικαθίσταται κανονικά μία φορά το χρόνο. Η αντικατάσταση διαρκεί λίγα λεπτά.

Η επιλογή του σωστού μεγέθους για το περιστρεφόμενο τύμπανο το οποίο επεξεργάζεται τον όγκο των υγρών αποβλήτων είναι σημαντική, όπως είναι και η είσοδος της κατάλληλης ποσότητας αποβλήτων (να μην υπάρχει υπερφόρτωση του τυμπάνου). Διάφορες εσχάρες με περιστρεφόμενα τύμπανα μπορούν ακόμη και να λειτουργήσουν σε σειρά. Η επιλογή μικρότερου μεγέθους, ή η υπερβολική φόρτιση μπορεί να προκαλέσει στην εσχάρα υπερχειλίση. Το αποτέλεσμα ποικίλλει ανάλογα με το πού εκρέουν τα στερεά της υπερχειλίσης. Εάν τα νερά του προαύλιου χώρου, συμπεριλαμβανομένου των νερών της βροχής, συλλέγονται ξεχωριστά από τα υγρά από την παραγωγή, τα στερεά μπορούν να διατεθούν άμεσα στη δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP). Απότομη μεταβολή (shock-loading) μπορεί να προκύψει κατά διάρκεια της εκκένωσης της δεξαμενής ζεματίσματος,

ειδικά εάν αυτό συμπίπτει με το χρόνο καθαρισμού με μάνικα, δεδομένου ότι και τα δύο είναι πιθανό να εμφανιστούν στο τέλος της βάρδιας. Επομένως μπορεί να απαιτείται η εξασφάλιση μιας δεξαμενής εξισορρόπησης.

Ένα παράδειγμα αποτελεί ένα σφαγείο που σφάζει 350 χοίρους ανά ώρα και παράγει 45,5 τόνους σφάγιων και στη συνέχεια επεξεργάζεται τα υγρά των διαδικασιών μόνο στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) στις εγκαταστάσεις του. Χρησιμοποιεί μια εσχάρα με περιστρεφόμενο τύμπανο διαμέτρου 90 cm και μήκους 300 cm, με ένα μέγεθος πλέγματος 0,75 mm, το οποίο είναι σε θέση να χειριστεί έναν όγκο $1000 \text{ m}^3 / \text{h}$ και 500 kg αιωρούμενων στερεών. Το ίδιο σφαγείο έχει μια εφεδρική εσχάρα (back up screen) διαμέτρου 70 cm και μήκος 180 cm, ικανή να χειριστεί $420 \text{ m}^3 / \text{h}$ των υγρών από τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο σφαγείο. Το σύστημα έχει λειτουργήσει επιτυχώς για 8 – 10 έτη.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που παράγουν υγρά απόβλητα, τα οποία απαιτούν επεξεργασία.

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Οι εσχάρες με περιστροφικό τύμπανο είναι 2 – 3 φορές πιο ακριβές από τις στατικές σφηνοειδούς μορφής εσχάρες (static wedge screens), αλλά έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι αυτοκαθαριζόμενες και απαιτούν γενικά λιγότερη συντήρηση και μικρότερα λοιπά έξοδα. Το κόστος κεφαλαίου που έχει αναφερθεί για το 2000 ήταν 22.000 GBP - 31.000 GBP.

Ζ. Παράδειγμα εφαρμογής

Σφαγεία στην Ιταλία και το Ηνωμένο Βασίλειο.

4.4.5 Απομάκρυνση των λιπών από τα υγρά απόβλητα, με τη χρήση λιποπαγίδας (fat trap)

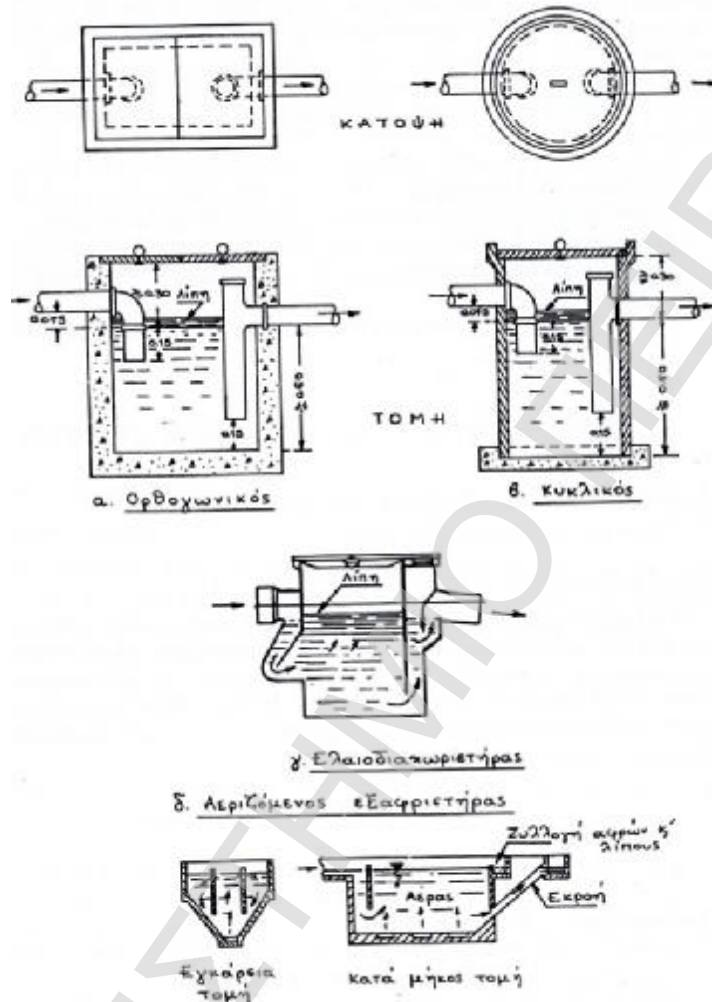
Α. Περιγραφή

Οι παγίδες λίπους (fat traps) μπορούν να συλλέξουν το λίπος και τα έλαια που έχουν εισέλθει στα υγρά απόβλητα, με την επιβράδυνση της ροής των υγρών μέσω της παγίδας, η οποία περιλαμβάνει μια δεξαμενή. Εάν τα υγρά είναι ζεστά, μπορούν να ψυχθούν. Καθώς τα υγρά ψύχονται, το λίπος και τα έλαια διαχωρίζονται και επιπλέουν στην κορυφή της παγίδας. Το πιο κρύα υγρά συνεχίζουν να ρέουν από την παγίδα προς τη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP), ενώ το ρυθμιστικό διάφραγμα (baffle) συγκρατεί τα συσσωρευμένα λίπη και έλαια. Το λίπος και τα έλαια μπορούν να υποστούν στη συνέχεια επεξεργασία σε μια μονάδα επεξεργασίας μη edώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plant).

Η απομάκρυνση του λίπους μειώνει τη διάβρωση και την καθίζηση στις σωληνώσεις που δέχονται τα υγρά απόβλητα και στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs) και επίσης μειώνει το φορτίο που απαιτεί επεξεργασία.

Β. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Η απομάκρυνση του λίπους από τα υγρά απόβλητα [IPPC, 2003 & 2005].



Σχήμα 4.50: Λιποσυλλέκτες (παγίδες λίπους).

Πηγή: Μαρκαντωνάτος Γρ., «Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων: αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, ζωικά απορρίμματα», εκδ. Μαρκαντωνάτος, Αθήνα 1990.

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Η σωστή επιλογή του μεγέθους των θαλάμων είναι κρίσιμη για να εξασφαλιστεί ο κατάλληλος διαχωρισμός και για να αποφευχθεί ο κίνδυνος της έκπλυσης κατά τη διάρκεια των υψηλών ή ανώμαλων ροών. Μπορεί να απαιτείται η εκτροπή της ροής εάν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στις εισροές. Η ευκολία εκκένωσης και η τακτική συντήρηση είναι ουσιαστική για να αποτραπούν τα προβλήματα οσμών.

Η εγκατάσταση των παγίδων λίπους μέσα στις περιοχές επεξεργασίας μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ασφάλειας στα τρόφιμα. Επίσης το υπερβολικά ζεστό νερό από τις διεργασίες μπορεί να λειώσει το λίπος και έτσι πρέπει να αποφεύγεται.

Πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό το υλικό του διαφράγματος και η ευκολία καθαρισμού του.

Οι οσμές μπορεί να είναι σημαντικό πρόβλημα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της εκκένωσης.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Το μέγεθος της παγίδας λίπους μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ποσότητα του λίπους που παράγεται και το πόσο συχνά η παγίδα λίπους συντηρείται. Οι παγίδες λίπους μπορούν να τοποθετηθούν μέσα ή έξω από το κτήριο. Εάν βρίσκονται μέσα στο κτήριο τείνουν να είναι μικρότερες και απαιτούν συχνότερη συντήρηση.

Οι παγίδες που βρίσκονται έξω από το κτήριο έχουν διαφορετικό τρόπο λειτουργίας το χειμώνα και το καλοκαίρι και είναι πιο επιρρεπείς σε έμφραξη κατά τη διάρκεια του κρύου καιρού.

Εάν το λίπος που διαχωρίζεται παραμένει στην παγίδα λίπους για μεγάλο χρονικό διάστημα, υποβαθμίζεται και συνεπώς μειώνονται οι δυνατότητες χρησιμοποίησης του και μπορεί να εμφανιστούν προβλήματα οσμών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της επεξεργασίας του, γεγονός που αυξάνει τις δαπάνες για επιπλέον επεξεργασία. Η αυτόματη και συνεχής απομάκρυνση των λιπών, με τη χρήση ενός ξέστρου (scraper), μπορεί να ελαχιστοποιήσει αυτά τα προβλήματα.

Αναφέρεται ότι σε ένα σφαγείο για παράδειγμα, τα υγρά απόβλητα τροφοδοτούνται στη δεξαμενή μέσω ενός κυκλώνα (vortex chamber). Τα ελαφριά σωματίδια του λίπους και των ελαίων πηγαίνουν στην κορυφή της δεξαμενής και τα βαρύτερα υλικά πέφτουν στο κατώτατο σημείο της δεξαμενής. Η υδατική φάση ρέει στη συνέχεια μέσω ενός βυθισμένου σωλήνα και εγκαταλείπει τη δεξαμενή. Το λίπος που συσσωρεύεται στην επιφάνεια απομακρύνεται έπειτα με τη χρήση ενός ξέστρου, το οποίο οδηγεί το λίπος σε μια χοάνη και στη συνέχεια σε μια δεξαμενή αποθήκευσης. Τα ιζηματοποιημένα υλικά που συσσωρεύονται στο κατώτατο μέρος της δεξαμενής μπορεί να απομακρυνθούν με τη βαρύτητα ή μία αντλία, είτε αυτόματα είτε ελεγχόμενα.

Αναφέρεται ότι αυτός ο τύπος μηχανικού διαχωρισμού του λίπους εγγυάται κατά μέσον όρο μια μείωση του COD κατά 50 % της μέγιστης πιθανής μείωσης COD που μπορεί να επιτευχθεί. Η απόδοση του διαχωρισμού μπορεί να αυξηθεί αρκετά εάν προστεθούν κροκιδωτικά (coagulants) και ουσίες που προκαλούν χημική καθίζηση (precipitants). Η διαδικασία μπορεί να ενισχυθεί περαιτέρω με αερισμό (aeration).

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων.

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Η επένδυση που απαιτείται αποσβένεται σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες από την εξοικονόμηση χρημάτων για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και για τη συντήρηση των εγκαταστάσεων.

Z. Κίνητρα για την εφαρμογή

Μείωση των προβλημάτων που προκαλούνται από το λίπος στις σωληνώσεις των υγρών αποβλήτων και στις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs) και μείωση των φορτίων που απαιτούν επεξεργασία.

H. Παράδειγμα εφαρμογής

Αυτή η τεχνική εφαρμόζεται ουσιαστικά σε όλα τα σφαγεία και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων

4.4.6 Εγκαταστάσεις επίπλευσης (flotation plants)

A. Περιγραφή

Οι εγκαταστάσεις επίπλευσης (flotation plants) διαχωρίζουν το λίπος και τα στερεά από τα υγρά απόβλητα. Σε μονάδες επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF), οι φυσαλίδες που εγχέονται στον πάτο της δεξαμενής μεταφέρουν τα ελαφρά στερεά και την υδρόφοβη ύλη, όπως λίπη και έλαια, στην επιφάνεια όπου ο αφρός (scum) με τις ακάθαρτες ύλες περιοδικά ξαφρίζεται [Massé and Masse, 2000b].

Συνήθως εγκαθίστανται μετά από ένα φίλτρο συγκράτησης χοντρόκοκκων σωματιδίων (coarse filter) και ένα φίλτρο άμμου (sand filter) [IPPC, 2003 & 2005]. Η αποτελεσματικότητά τους μπορεί να υποβοηθηθεί με την προσθήκη ουσιών χημικής καθίζησης (precipitation) και συσσωμάτωσης (flocculation) πριν την εισαγωγή των υγρών αποβλήτων στη δεξαμενή επίπλευσης (flotation tank). Ορισμένα άλατα μετάλλων όπως θειικό άλας τρισθενούς σιδήρου, χλωριούχο άλας τρισθενούς σιδήρου και θειικό άλας αργιλίου, χλωριούχο άλας αργιλίου και διάφορα πολυμερή χρησιμοποιούνται για την χημική καθίζηση και την συσσωμάτωση. Η ποσότητα και ο τύπος των ουσιών συσσωμάτωσης (flocculation agents) και των βοηθητικών ουσιών μπορούν να καθοριστούν μόνο μετά από ημιεμπορικές δοκιμές ή μετά από την κατασκευή των εγκαταστάσεων. Αναφέρεται ότι η χρήση τους δεν είναι συνήθως απαραίτητη. Η διάθεση της λάσπης (ιλύος) σε καλλιεργήσιμα εδάφη μπορεί να περιοριστεί μετά από την συσσωμάτωση, λόγω των υπολειμμάτων αλάτων μετάλλων. Για αυτόν τον λόγο, η επίπλευση χωρίς ουσίες συσσωμάτωσης και χημικής καθίζησης μπορεί να επιλεχτεί για νέα σχέδια εγκαταστάσεων, με τα επόμενα βήματα επεξεργασίας που διαστασιολογούνται αναλόγως.

Η επίτευξη της επίπλευσης των στερεών σωματιδίων απαιτεί την παραγωγή μικρο-φυσαλίδων (micro-bubbles). Υπάρχουν 3 μέθοδοι για την παραγωγή φυσαλίδων. Είναι επίπλευση με αέρα (air flotation), δηλαδή αερισμός σε ατμοσφαιρική πίεση, επίπλευση με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation) και μηχανική επίπλευση (mechanical flotation).

Τα υλικά που επιπλέουν απομακρύνονται με την χρήση ξέστρων σε μεταφορική αλυσίδα (chain conveyor scrapers).

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Μειώνονται τα επίπεδα COD, BOD, αζώτου και φωσφόρου στα υγρά απόβλητα, επίσης περιορίζεται και η παραγωγή λάσπης (ιλύος), μετά από την αφυδάτωση της (dewatering), για χρήση στην παραγωγή βιοαερίου. Η απόδοση του

συστήματος επίπλευσης εξαρτάται από τον εξοπλισμό, τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων και το πώς χρησιμοποιείται. Τα στερεά υλικά μπορούν να ανακυκλωθούν σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας μη εδωδιμων ζωικών παραπροϊόντων, π.χ. για τη παραγωγή κομπόστας (composting), είτε στην ίδια περιοχή, είτε αλλού [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Συχνά για το νερό της επίπλευσης με διαλυμένο αέρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί φρέσκο νερό, αλλά με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η συνολική κατανάλωση νερού καθώς και η ποσότητα των μολυσμένων υγρών και έτσι στη συνέχεια απαιτείται επιπλέον επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Οι εγκαταστάσεις επίπλευσης είναι μια πιθανή πηγή οσμών.

Η παρουσία αλάτων μετάλλων από την συσσωμάτωση (flocculation) μπορεί να είναι αποτρεπτικός παράγοντας για την διάθεση της λάσπη (ιλύς) σε καλλιεργήσιμο έδαφος και επομένως δεν ακολουθεί περαιτέρω βιολογική επεξεργασία.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Στην επίπλευση με αέρα, οι φυσαλίδες του αέρα σχηματίζονται με την εισαγωγή αέριας φάσης άμεσα στην υγρή φάση μέσω ενός περιστρεφόμενου στροφείου (revolving impeller) ή μέσω διαχυτών (diffusers). Αναφέρεται ότι ο αερισμός από μόνος του, τουλάχιστον για μια μικρή χρονική περίοδο, δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός στο να επιφέρει την επίπλευση των στερεών.

Κατά την επίπλευση με διαλυμένο αέρα, ο αέρας εγχέεται ενώ το νερό είναι υπό πίεση. Το νερό διασποράς (dispersion water) που χρησιμοποιείται, κατά 10 – 20 % της ροής, μπορεί να είναι φρέσκο νερό ή υγρά απόβλητα που επανακυκλοφορούν μετά από την επίπλευση. Η λάσπη (ιλύς) μπορεί να αποσπαστεί με ξέστρο από την επιφάνεια και να σταλεί για διάθεση στο έδαφος (land injection).

Οι Πίνακες 4.20 και 4.21 δίνουν την απόδοση εγκαταστάσεων επίπλευσης.

Πίνακας 4.20: Απόδοση εγκαταστάσεων επίπλευσης κατά τη διάρκεια της παραγωγής και της μείωσης των ρύπων (cleaning).

		Μονάδες	COD	BOD ₅	Λίπη	Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl	Φώσφορος
Παραγωγή	Εισροή	mg / l	1000	498	104	36	10
	Εκροή	mg / l	458	142	< 15	23	3,5
	Βαθμός απόδοσης	%	54	71,5	> 86	36	65
Εξυγίανση (purification)	Εισροή	mg / l	929	515	106	35	9,8
	Εκροή	mg / l	530	237	< 15	32	5
	Βαθμός απόδοσης	%	43	54	> 86	11	52

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Πίνακας 4.21: Απόδοση καθαρισμού (purification performance) εγκαταστάσεων επίπλευσης που χρησιμοποιούν ουσίες χημικής καθίζησης και συσσωμάτωσης

Ρύποι	% μείωση
BOD	70
Ολικό άζωτο (N)	55
Ολικός φώσφορος (P)	70
Λίπη	85

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

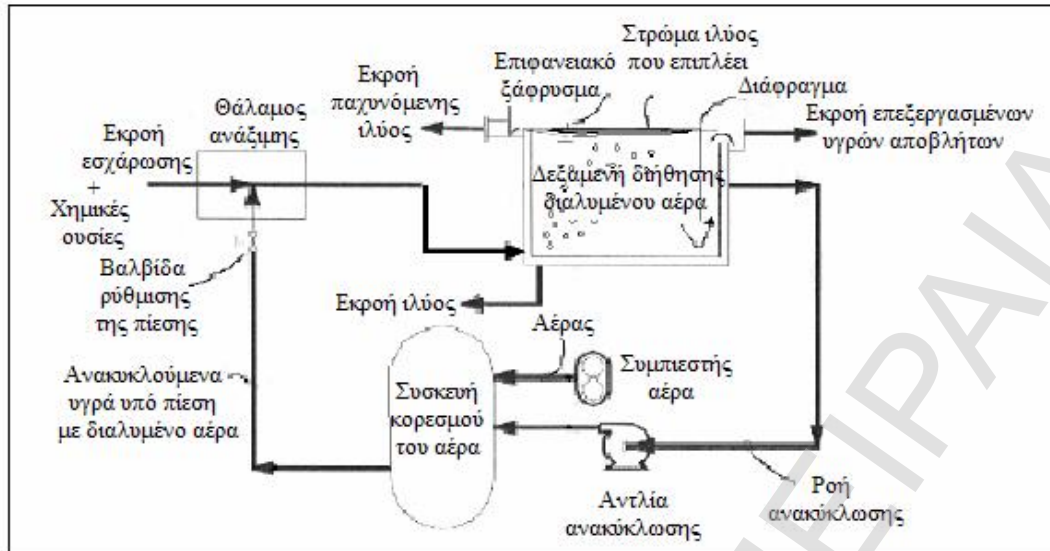
Ο Πίνακας 4.22 παρουσιάζει επιπλέον λειτουργικά στοιχεία για εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plant) με εγκαταστάσεις επίπλευσης που χρησιμοποιούν βυθισμένες διατάξεις επίπλευσης με αερισμό ή βυθισμένους αεριστήρες (submerged flotation aerators) ειδικά σχεδιασμένες για αυτόν τον συγκεκριμένο σκοπό.

Πίνακας 4.22: Στοιχεία εισροών / εκροών – για την πρωτοβάθμια μηχανική / φυσικοχημική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μονάδας επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering)

Παράμετρος	Εισροή	Εκροή	% μείωση
pH	9,0 – 9,5	7,7 – 11	-
Διηθήσιμα στερεά (mg / l)	1530	570	2,7
Ολικό COD (mg / l)	5024	3416	32,0
Λίπη (mg / l)	1590	199	87,5
NH ₄ – N (mg / l)	943	648	31,3
Οργανικό N (mg / l)	119	39	66,9

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Τα φορτία COD των υγρών αποβλήτων σφαγείων που κυμαίνονται από 2900 mg / l έως 3800 mg / l, μπορούν να μειωθούν σε εγκαταστάσεις επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF), σε επίπεδα μικρότερα από 600 mg / l, πριν από την διάθεση τους (όπως ορίζει η νομοθεσία). Τα αιωρούμενα στερεά (suspended solids) μπορούν να μειωθούν από 1500 mg / l σε λιγότερο από 100 mg / l. Τα κύρια τμήματα μιας εγκατάστασης επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF) παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.43.



Σχήμα 4.43: Κύρια τμήματα μιας εγκατάστασης επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation).

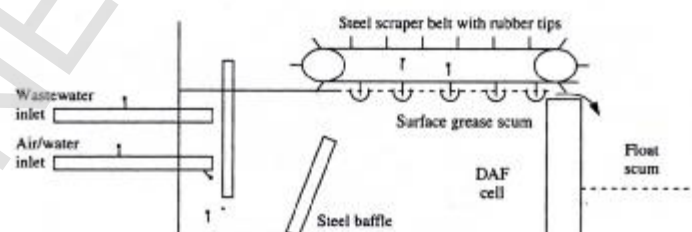
Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Ο Πίνακας 4.23 παρουσιάζει τις δαπάνες και τις απαιτήσεις συντήρησης για μια εγκατάσταση επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (dissolved air flotation – DAF) που επεξεργάζεται $750 \text{ m}^3 / \text{d}$.

Πίνακας 4.23: Κόστος αγοράς / εγκατάστασης και απαιτήσεις σε συντήρηση μιας εγκατάστασης επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF) με εκροή $750 \text{ m}^3 / \text{d}$.

	Υπολογιζόμενο κεφάλαιο	Τυπικές απαιτήσεις συντήρησης
Εγκατάσταση επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF)	150.000 GBP	Απαιτείται καθαρισμός και συντήρηση μέχρι 2 ώρες την ημέρα

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.



Σχήμα 4.44: Σύστημα επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF).

Πηγή: Kiely G., “Environmental engineering”, ed. McGraw – Hill, London 1997.

Σε μια μονάδα επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plant) που χρησιμοποιούνται βυθισμένοι αεριστήρες (submerged aerators) για την επίπλευση και ένα κουπί για να απομακρύνουν τα υλικά που επιπλέουν, με μια ροή

15 m³ / h και έναν όγκο 12 m³ και έκταση επιφάνειας 8 m², αναφέρεται ότι επιτυγχάνεται μια μείωση 76 % της περιεκτικότητας σε λίπος και μια μείωση 42 % του COD. Επίσης ένα αυτόματο σύστημα ψεκάσματος ελέγχει το σχηματισμό αφρού (foam).

Σε μια μονάδα επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων στη Γερμανία η απομάκρυνση του N από τα υγρά απόβλητα που είχαν υψηλή περιεκτικότητα σε αμμωνία ανήλθε σε 10 %. Σε μια άλλη μονάδα, με πιο υψηλά αρχικά επίπεδα αμμωνίας, η μείωση του N ανήλθε σε περίπου 30 - 40 %. Αυτό οδηγεί όμως σε υψηλά επίπεδα αμμωνίας στον αέρα σε κλειστούς χώρους επίπλευσης και αποτελεί κίνδυνο για την υγεία των εργαζομένων που εισέρχονται στην περιοχή.

Οι υψηλές τιμές θερμοκρασίας και pH καθιστούν τον διαχωρισμό του λίπους δύσκολο. Ο μηχανικός διαχωρισμός αναφέρεται ότι είναι λιγότερο ευαίσθητος σε αυτές τις παραμέτρους.

Σε μία μονάδα διάθεσης σφάγιων στη Γερμανία, η επίπλευση επιτυγχάνεται σε δοχείο ανάδευσης και εξισορρόπησης σχεδιασμένο για μια σταθερή εισροή αποβλήτων μέχρι 8 m³ / h. Σε αυτή τη μονάδα επιτυγχάνεται ρυθμός απομάκρυνσης του λίπους 50 %. Το COD (που ομογενοποιείται) μειώνεται μόνο κατά 16 %, επειδή η υπερβολική λάσπη από τις εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας φθάνει ταυτόχρονα στις εγκαταστάσεις επίπλευσης. Γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε προσωρινή υπερφόρτωση.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων που παράγουν υγρά απόβλητα.

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Έχει αναφερθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις, το κεφάλαιο για τις εγκαταστάσεις επίπλευσης με διαλυμένο αέρα (DAF) αποσβένονται από τις μειωμένες δαπάνες διάθεσης των αποβλήτων (κάνονες εμπορίου) «trade effluent costs».

Η μηχανική επίπλευση (mechanical flotation) αναφέρεται ότι έχει τη μικρότερη επένδυση και τις χαμηλότερες δαπάνες λειτουργίας από τις άλλες τεχνικές επίπλευσης.

Το 2003 το κόστος επένδυσης για εγκαταστάσεις επίπλευσης με ικανότητα 60 m³ / h ήταν 125.000 – 150.000 €

Ζ. Κίνητρα για την εφαρμογή

Μείωση του COD, του BOD, του αζώτου και του φωσφόρου στα υγρά απόβλητα.

Η. Παράδειγμα εφαρμογής

Ένα σφαγείο πουλερικών στο Ηνωμένο Βασίλειο, και σφαγεία και εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων στη Γερμανία [IPPC, 2003 & 2005].

4.4.7 Δεξαμενές εξισορρόπησης (equalisation tanks) υγρών αποβλήτων

A. Περιγραφή

Η εξισορρόπηση της ροής είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να αντιμετωπιστούν τα λειτουργικά προβλήματα από τις μεταβολές της ροής, για να βελτιωθεί η απόδοση της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων και για να μειωθεί το μέγεθος και το κόστος των εγκαταστάσεων επεξεργασίας [Tchobanoglous et al, 2003]. Οι δεξαμενές αποθήκευσης και ανάμιξης των υγρών αποβλήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξισορροπήσουν τις πολύ μεγάλες μεταβολές στη ροή και στη συγκέντρωση των υγρών αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005].

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Επιτρέπει στις κατάντη τεχνικές επεξεργασίας να λειτουργήσουν με τη βέλτιστη αποδοτικότητα ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι ρύποι κατά τη διάθεση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στους υδάτινους αποδέκτες της περιοχής [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Δεν αναφέρονται σύμφωνα με το IPPC (2003 & 2005). Ενώ οι Tchobanoglous et al (2003) αναφέρουν προβλήματα έκλυσης οσμών.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Η σταθερή χρήση των δεξαμενών εξισορρόπησης, παρά τη διαλείπουσα (διακοπτόμενη) χρήση τους όταν ο ρυθμός ροής υπερβαίνει μια προκαθορισμένη τιμή, είναι συμφέρουσα στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP), δεδομένου ότι εξασφαλίζει πιο σταθερά χαρακτηριστικά στην εκροή για την επεξεργασία της και ελαχιστοποιεί τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν από τα πολύ μεγάλα φορτία ρύπων, π.χ. από τις χημικές ουσίες καθαρισμού που χρησιμοποιούνται μια φορά κάθε μέρα. Η ποιότητα των αποβλήτων και η απόδοση της πάχυνσης (thickening performance) των δευτεροβάθμιων δεξαμενών καθίζησης μετά από τη βιολογική επεξεργασία βελτιώνεται σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες με τα σταθερά φορτία σε στερεά σωματίδια. Αναφέρεται ότι υπάρχουν πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την τοποθέτηση μιας δεξαμενής εξισορρόπησης (equalisation tank) μετά από την πρωτοβάθμια επεξεργασία και πριν από τη βιολογική επεξεργασία. Εάν τοποθετηθεί πριν από την πρωτοβάθμια δεξαμενή καθίζησης, πρέπει να επιτευχθεί ικανοποιητική ανάμιξη για να αποτραπούν η απόθεση στερεών, οι μεταβολές στη συγκέντρωση και τα προβλήματα οσμών. Επίσης αναφέρεται ως γενικός κανόνας ότι η εξισορρόπηση πρέπει να πραγματοποιηθεί μετά την απομάκρυνση του λίπους από τα υγρά απόβλητα.

Σε ένα σφαγείο με επιτυχημένο σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων, αναφέρεται ότι μια δεξαμενή εξισορρόπησης (equalisation tank) βρίσκεται μετά από τον περιστρεφόμενο εξοπλισμό εσχάρωσης (rotary screening equipment) και πριν από την δεξαμενή επίπλευσης (flotation tank), όπου ξαφρίζεται το λίπος και απομακρύνεται η άμμος από το κατώτατο σημείο της δεξαμενής. Σε ένα άλλο σφαγείο αναφέρεται ότι έχει τοποθετηθεί μια δεξαμενή εξισορρόπησης ικανή να συγκρατήσει τα υγρά απόβλητα τεσσάρων ημερών. Αυτό μπορεί να έχει το

πλεονέκτημα της δημιουργίας ομοιογενούς τροφοδοσίας στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP), αλλά μπορεί επίσης να οδηγήσει και σε προβλήματα οσμών.

Οι δεξαμενές πρέπει να αερίζονται αρκετά για να ελαχιστοποιηθεί ο σχηματισμός επιβλαβών και δυσωδών αερίων. Μπορεί επίσης να πρέπει να καλυφθούν (με επένδυση) οι δεξαμενές για να προστατευθεί το σκυρόδεμα από τη διάβρωση από τα λιπαρά οξέα.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία και τις μονάδες επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων, όπου ο ρυθμός ροής και το περιεχόμενο των υγρών αποβλήτων είναι μεταβλητά, γεγονός που μπορεί να έχει καταστρεπτική επίδραση στις άλλες διαδικασίες της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας μιας δεξαμενής εξισορρόπησης (equalisation tank) πρέπει να συγκριθεί με την εξοικονόμηση κόστους που συνδέεται με την ομαλή λειτουργία των κατάντη (downstream) τεχνικών επεξεργασίας.

Ζ. Κίνητρα για την εφαρμογή

Για να επιτευχθεί μια ουσιαστικά ομοιογενής τροφοδοσία στις κατάντη διαδικασίες της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).

Η. Παράδειγμα εφαρμογής

Οι δεξαμενές εξισορρόπησης χρησιμοποιούνται σε σφαγεία στη Γερμανία, την Ιταλία και το Ηνωμένο Βασίλειο (UK) και σε μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plants) στη Γερμανία.

4.4.8 Ελαχιστοποίηση μικροδιαρροών (liquid seepage) σε συνδυασμό με κάλυψη δεξαμενών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

A. Περιγραφή

Ο πυθμένας και οι πλευρές των δεξαμενών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων μπορούν να στεγανοποιηθούν για να αποτραπεί η διαρροή των υγρών στο έδαφος και στα υπόγεια νερά, και η κορυφή μπορεί να καλυφθεί και να υπάρχει μηχανικός αερισμός ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα οσμών.

Συστήματα αποχέτευσης μπορούν να τοποθετηθούν κάτω από τις δεξαμενές, για να συλλέξουν οποιαδήποτε μικροδιαρροή εμφανιστεί σε περίπτωση ατυχήματος.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Πρόληψη της μόλυνσης του εδάφους και των υπόγειων νερών και ελαχιστοποίηση των εκπομπών οσμών [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Απαιτείται ενέργεια για την τροφοδότηση οποιουδήποτε εξοπλισμού μηχανικού αερισμού.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Είναι κοινή πρακτική η επένδυση και η στεγανοποίηση του πυθμένα και των πλευρών των δεξαμενών και η κατασκευή τους σε μια μόνιμη βάση που δεν θα καταπονεί τα υλικά της δεξαμενής ή δεν θα ευθύνεται είτε για μικρές είτε για καταστροφικές διαρροές. Είναι επίσης κοινή πρακτική να τοποθετείται ένα σύστημα αποχέτευσης κάτω από τις δεξαμενές για να συλλέγει οποιαδήποτε διήθηση των υγρών που θα εμφανίζεται και θα τροφοδοτείται πίσω στη μονάδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (WWTP).

Τα αέρια από το μηχανικό αερισμό μπορούν να τροφοδοτηθούν σε ένα σύστημα περιορισμού των οσμών, είτε που είναι ειδικά σχεδιασμένο για αυτό τον σκοπό είτε να υποστούν επεξεργασία μαζί με άλλα δυσώδη αέρια που εμφανίζονται από άλλες δραστηριότητες στην περιοχή.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Η στεγανοποίηση του πυθμένα και των πλευρών, μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις δεξαμενές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Η κάλυψη και ο μηχανικός αερισμός των δεξαμενών εφαρμόζονται όπου μπορεί να προκύψουν προβλήματα οσμών και δεν μπορούν να αποτραπούν με άλλο τρόπο.

Στ. Κίνητρα για την εφαρμογή

Ελαχιστοποίηση του κινδύνου μόλυνσης του εδάφους και των υπόγειων νερών και μείωση των εκπομπών οσμών.

4.4.9 Ελαχιστοποίηση μικροδιαρροών (liquid seepage) σε συνδυασμό με μηχανικό αερισμό στις δεξαμενές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

A. Περιγραφή

Ο πυθμένας και οι πλευρές των δεξαμενών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων μπορούν να στεγανοποιηθούν για να αποτραπεί η διαρροή προς το έδαφος και τα υπόγεια νερά. Επίσης το περιεχόμενο της δεξαμενής μπορεί να αερίζεται για να αποτραπεί η ανάπτυξη αναερόβιων συνθηκών και η παραγωγή δυσωδών αερίων.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Πρόληψη της μόλυνσης του εδάφους και των υπόγειων νερών και ελαχιστοποίηση των εκπομπών οσμών [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Ενέργεια απαιτείται για την ανάμιξη του περιεχομένου της δεξαμενής και πιθανόν να απαιτείται και παροχή οξυγόνου.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Είναι κοινή πρακτική η επένδυση και η στεγανοποίηση του πυθμένα και των πλευρών των δεξαμενών και η κατασκευή τους σε μια μόνιμη βάση που δεν θα καταπονεί τα υλικά της δεξαμενής ή δεν θα ευθύνεται είτε για μικρές είτε για καταστροφικές διαρροές. Είναι επίσης κοινή πρακτική να τοποθετείται ένα σύστημα αποχέτευσης κάτω από τις δεξαμενές για να συλλέγει οποιαδήποτε διήθηση των υγρών που θα εμφανίζεται και θα τροφοδοτείται πίσω στη μονάδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (WWTP).

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Η στεγανοποίηση του πυθμένα και των πλευρών μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις δεξαμενές επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Ο αερισμός εφαρμόζεται όταν προκύπτουν αναερόβιες συνθήκες που δεν είναι πραγματικά απαραίτητες για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και δημιουργούν δυσώδη αέρια.

Στ. Κίνητρα για την εφαρμογή

Ελαχιστοποίηση του κινδύνου μόλυνσης του εδάφους και των υπόγειων νερών και μείωση των εκπομπών οσμών.

4.4.10 Αναερόβια προεπεξεργασία που χρησιμοποιεί αντιδραστήρες καθοδικής (down-flow) ή ανοδικής ροής (up-flow reactors)

A. Περιγραφή

Το πέρασμα των υγρών αποβλήτων των σφαγείων ή των εγκαταστάσεων επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων μέσα από αντιδραστήρες σταθεροποιημένης κλίνης (fixed bed reactors) που περιέχουν πλαστικούς δακτύλιους ή σφαίρες ή θραύσματα γυαλιού με στρώμα αναερόβιων μικροοργανισμών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τεχνική προεπεξεργασίας για τη μείωση του COD στα υγρά απόβλητα, πριν από την αερόβια επεξεργασία. Μια ιδιαίτερη τεχνική λειτουργεί είτε με αντιδραστήρες καθοδικής είτε ανοδικής ροής, που περιλαμβάνουν και επανακυκλοφορία των υγρών. Ωστόσο, αυτή η τεχνική δεν είναι ικανή να μειώσει είτε το COD είτε την περιεκτικότητα σε άζωτο αρκετά ώστε να μην χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία. Αναφέρεται ότι για να είναι ικανό το σύστημα να απομακρύνει το 73 – 76 % του COD σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων πρέπει να χρησιμοποιηθούν 2 αντιδραστήρες, από τους οποίους ο ένας πρέπει να λειτουργεί με καθοδική ροή και ο άλλος με ανοδική ροή.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Μείωση του οργανικού φορτίου των υγρών αποβλήτων, πριν από την περαιτέρω επεξεργασία στις εγκαταστάσεις της επιχείρησης ή σε μία δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP). Αναφέρεται ότι το βιοαέριο που παράγεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων περιέχει περισσότερη ενέργεια από ότι χρειάζονται οι αναερόβιες εγκαταστάσεις για να επιτύχουν την επεξεργασία των αποβλήτων [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Η ποσότητα της αμμωνίας που απελευθερώνεται από τις οργανικές ενώσεις αζώτου κατά τη διάρκεια της αναερόβιας επεξεργασίας υπερβαίνει την ποσότητα του αζώτου που σταθεροποιείται μέσω του σχηματισμού βιομάζας, έτσι το επίπεδο του αμμωνιακού αζώτου αυξάνεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Κατά τη διάρκεια του σταδίου της καθοδικής ροής σχεδόν το 75 % του COD οφείλεται σε διαλυτές ουσίες, ενώ το υπόλοιπο οφείλεται σε στερεές ουσίες. Οι διαλυμένες ουσίες που ευθύνονται για το COD είναι πτητικά οργανικά οξέα περίπου κατά 85 % και πιο συγκεκριμένα οξικό και προπιονικό οξύ. Οι αναερόβιοι μικροοργανισμοί μετατρέπουν περίπου το 95 % των οργανικών ρύπων σε βιοαέριο και μόνο το 3 – 5 % σε βιομάζα. Μικρές ποσότητες βιομάζας (υπερβολική ιλύς) δημιουργούνται κατά τη διάρκεια του σταδίου μείωσης του pH (acidification) ή μεθανογένεσης (methanation) και αυτές μπορούν να διοχετευθούν σε ένα αερόβιο βιολογικό στάδιο καθαρισμού. Το βιοαέριο που δημιουργείται είναι κατά 60 – 85 % CH₄, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων για παράδειγμα, η παραγωγή CH₄ αναφέρεται ότι φτάνει κατά μέσον όρο τα 0,32 m³ / kg COD. Το βιοαέριο περιλαμβάνει 86 - 87 % CH₄ και 0,3 – 0,7 % H₂S. Η υψηλή ποσότητα H₂S που περιέχεται στο ακατέργαστο αέριο πρέπει να απομακρυνθεί μέσω εγκατάστασης αποθειώσης (desulphurisation plant) για να αποτραπούν οι εκπομπές και η διάβρωση.

Το πραγματικό φορτίο κατ' όγκο που μπορεί να επιτευχθεί εξαρτάται από τη συγκεκριμένη επιφάνεια, τον ελεύθερο χώρο και τη συγκέντρωση της βιομάζας μέσα στον αντιδραστήρα. Επίσης σημαντικοί παράγοντες είναι το σχήμα του αντιδραστήρα, οι περιβαλλοντικές συνθήκες μέσα στον αντιδραστήρα, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία και το pH, καθώς και η ειδική ικανότητα αποσύνθεσης του υποστρώματος από τους μικροοργανισμούς.

Κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plants), μια μέθοδος μεσόφιλων μικροοργανισμών (mesophilic method) που λειτουργεί σε 35 – 37 °C φαίνεται να είναι αποτελεσματική. Μια θερμοκρασία 32 – 42 °C μπορεί να επιτευχθεί με εναλλάκτη θερμότητα δεδομένου ότι τα υγρά απόβλητα στην έξοδο έχουν υψηλότερη θερμοκρασία λόγω της θερμικής ενέργειας που απελευθερώνεται από την επεξεργασία τους. Ο χρόνος παραμονής (residence time) στον αντιδραστήρα σταθεροποιημένης κλίνης (fixed bed reactor) μπορεί να είναι 11 – 30 h, ανάλογα με τη συγκέντρωση της βιομάζας.

Μια προαπαιτούμενη συνθήκη για τη χωρίς προβλήματα λειτουργία των αντιδραστήρων σταθεροποιημένης κλίνης είναι να εξασφαλιστεί η απομάκρυνση των

στερεών και των λιπόφιλων ουσιών από την εισροή, προκειμένου να αποφευχθεί η συσσώρευση αυτών των υλικών που παρεμποδίζει την λειτουργία τους. Η αναερόβια διαδικασία είναι σχετικά ευαίσθητη στις διακυμάνσεις των φορτίων, έτσι απαιτείται η εξισορρόπηση του όγκου και της συγκέντρωσης των αποβλήτων. Μια δεξαμενή ανάμιξης και εξισορρόπησης με μια διάταξη ανάδευσης μπορεί να διευκολύνει το προγενέστερο στάδιο της βαθμιαίας μείωσης του pH (στάδιο προ-οξίνισης) (gradual pre-acidification). Το pH πρέπει να διατηρηθεί γύρω στο ουδέτερο, για να αποτραπεί η παρεμπόδιση της αναερόβιας βιοκοινωνίας τους (anaerobic mixed biocoenosis).

Σταθερή παραγωγή CH₄ πραγματοποιείται μέσα σε ένα εύρος pH 6,8 – 7,8. Το βέλτιστο pH για μια διαδικασία προ-οξίνισης (pre-acidification), ανάλογα με το υπόστρωμα, είναι μεταξύ 3,5 – 6,5.

Για να βελτιστοποιηθούν οι μικροβιολογικές περιβαλλοντικές συνθήκες, που είναι απαραίτητες για να απελευθερωθεί αμμωνία από τις οργανικές ενώσεις που περιέχουν άζωτο, μπορεί να απαιτείται μια δόση οξίνισης (acidification dosage), π.χ. με την προσθήκη υδροχλωρικού ή φωσφορικού οξέος. Επίσης ανάλογα με τα απόβλητα που υφίστανται επεξεργασία μπορεί να απαιτηθεί μια πρόσθετη δόση θρεπτικών, π.χ. φώσφορος. Μια αναλογία COD : N : P : S, 800 : 5 : 1 : 0,5 θεωρείται βέλτιστη. Προβλήματα τοξικότητας μπορούν να προκύψουν εάν υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό αμμωνίας ή υδρόθειου. Τα φαινόμενα παρεμπόδισης (inhibiting effects) καθορίζονται από το pH, τη σύνθεση του υποστρώματος και το χρόνο προσαρμογής των μικροοργανισμών (adaptation time of the micro-organisms).

Στον Πίνακα 4.24 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αναερόβιας προεπεξεργασίας σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων. Στοιχεία δίνονται για 2 μήνες: Φεβρουάριο και Ιούλιο. Δεν είναι γνωστό μέχρι ποιο βαθμό τα αποτελέσματα της επεξεργασίας οφείλονται στη θερμοκρασία της αναερόβιας επεξεργασίας ή στη διαφορά στις συνθήκες αποθήκευσης της πρώτης ύλης. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται από την άποψη της μεταβολής του επί τοις εκατό ποσοστού σε κάθε παράμετρο. Τα αρχικά φορτία ήταν διαφορετικά.

Πίνακας 4.24: Δεδομένα εισροών και εκροών από μια μονάδα αναερόβιας προεπεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Παράμετρος	Φεβρουάριος			Ιούλιος		
	Εισροή	Εκροή	% αύξηση ή μείωση	Εισροή	Εκροή	% αύξηση ή μείωση
Τιμή pH	7,5	7,8		7,9	8,2	
Ειδική αγωγιμότητα (mS / cm)	6,67	6,89		7,54	7,66	
Διηθήσιμα στερεά (mg / l)	1115	532	- 61,8	2642	1011	- 62
Ολικό COD (mg / l)	4311	1156	- 73,2	9414	2208	- 76,5
Ολικό BOD ₅ (mg / l)	3433	534	- 84,5	5890	1154	- 80,4
Λίπη (mg / l)	370	90,8	- 75,5	717	265	- 63
NH ₄ – N (mg / l)	126	145	+ 15,1	185	208	+ 12,4
Οργανικό N (mg / l)	57,6	30,4	- 47,2	80,2	59,4	- 25,9
Ολικός P (mg / l)	8,7	8,6	- 0,7	14,5	12,8	- 12,1
Θειούχα (mg / l)	24,1	8	- 66,8	8,1	13,5	+ 65,2
Θευικά (mg / l)	39,5	11	- 72,2	65,5	22,8	- 65,2

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Αναφέρεται ότι το βιοαέριο από τα υγρά απόβλητα παράγει περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Ένα kg COD παράγει 0,5 m³ βιοαερίου. Η θερμογόνος δύναμη ενός m³ βιοαερίου είναι περίπου 6,4 kWh. Χρησιμοποιώντας μια μονάδα συμπαραγωγής το 35 % των 6,4 kWh μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και το 55 % για την παραγωγή θερμότητας.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί κατά την προεπεξεργασία σε σφαγεία και μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plants), πριν από την αερόβια επεξεργασία.

Η αποδοτική απομάκρυνση του λίπους μπορεί να καταστήσει αυτό το βήμα περιττό στα σφαγεία, εάν το οργανικό φορτίο έχει μειωθεί αρκετά, όπως συμβαίνει σε σφαγεία στη φλαμανδική περιοχή του Βελγίου.

Στ. Κίνητρα για την εφαρμογή

Σημαντική μείωση του COD στα υγρά απόβλητα και παραγωγή βιοαερίου.

Ζ. Παραδείγματα εφαρμογής

Τουλάχιστον 2 μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering plants) και ένα σφαγείο στη Γερμανία.

4.4.11 Αερόβια χώνευση που συνδυάζεται είτε με διαλείπουσα (intermittent) είτε με εναλλασσόμενη (alternating) διάσπαση των νιτρικών υπό ανοξικές συνθήκες

A. Περιγραφή

Η βιολογική μείωση του αζώτου είναι ένα κοινό σύστημα επεξεργασίας / διαχείρισης υγρών αποβλήτων και αερίων ρύπων στον χημικό τομέα.

Η αερόβια χώνευση που συνδυάζεται είτε με διαλείπουσα είτε με εναλλασσόμενη διάσπαση των νιτρικών υπό ανοξικές συνθήκες περιλαμβάνει την ταυτόχρονη αερόβια και ανοξική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, είτε σε χωριστές δεξαμενές είτε σε μια ενιαία δεξαμενή. Η διαδικασία ελέγχεται με παρακολούθηση των συγκεντρώσεων της αμμωνίας και των οξειδίων του αζώτου. Συνεπώς, οι διάφορες διατάξεις αερισμού (aeration devices) θέτονται σε λειτουργία αυτόματα ή είναι κλειστές. Παραδείγματος χάριν, μια απλή δεξαμενή μπορεί να διαιρεθεί σε αερόβιες και ανοξικές ζώνες.

Κατά τη διάρκεια της εναλλασσόμενης μεθόδου λειτουργίας (alternating operational method), ξεχωριστές δεξαμενές που είναι τοποθετημένες διαδοχικά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά σε αερόβια ή ανοξική βάση που συμπίπτει με την ταυτόχρονη μεταφορά των αποβλήτων μεταξύ των δεξαμενών. Κατά τη διάρκεια της διαλείπουσας μεθόδου λειτουργίας, οι δεξαμενές χρησιμοποιούνται παράλληλα (in parallel).

Β. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Μείωση των ενώσεων αζώτου, του BOD και του COD στα υγρά απόβλητα μεγάλου ρυπογόνου φορτίου, το οποίο δεν έχει απομακρυνθεί με άλλα μέσα.

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Μπορούν να προκληθούν προβλήματα οσμών. Επίσης γίνεται κατανάλωση ενέργειας, π.χ. κατά τη διάρκεια του αερισμού.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Η τεχνική είναι τυπική για την μείωση του BOD χωρίς αερισμό, που συνδυάζεται με τη διάσπαση των νιτρικών (denitrification) που απαιτείται για τα υγρά απόβλητα των σφαγείων και των μονάδων επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων. Αυτό το σύστημα έχει το πλεονέκτημα ότι μειώνει την κατανάλωση ενέργειας. Ο αερισμός μπορεί να αποτελεί το 60 % της κατανάλωσης ενέργειας σε μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (WWTPs).

Ο αερισμός επιτυγχάνεται με τη διάχυση αέρα μέσω ενός πολύ μεγάλου αριθμού λεπτών οπών, ώστε να εξασφαλιστεί η ύπαρξη αρκετού οξυγόνου στα υγρά απόβλητα για να επιτευχθεί η νιτρίκοποίηση (nitrification) που απαιτείται για μεγάλα φορτία αζώτου που είναι χαρακτηριστικά στα υγρά απόβλητα από τέτοιου είδους βιομηχανίες.

Επιπλέον, η τεχνική συνοδεύεται από την παρουσία ιλύος μεγάλης ηλικίας (δηλαδή λάσπης που έχει παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα), η οποία βοηθά επιπλέον τη διαδικασία διάσπασης των νιτρικών.

Σε μια μονάδα επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων όπου εφαρμόζεται η συγκεκριμένη επεξεργασία, αναφέρεται ότι τα απόβλητα υποβάλλονται αρχικά σε διαχωρισμό του λίπους, απομάκρυνση των στερεών με τη χρήση κυλινδρικών κόσκινων (cylindrical sieves), επίπλευση, ανάμιξη και εξισορρόπηση.

Η επεξεργασία πραγματοποιείται στη συνέχεια σε χωμάτινες δεξαμενές μεγάλου όγκου, που είναι στεγανοποιημένες με μεμβράνη. Ο αερισμός πραγματοποιείται περιοδικά. Ενώ η πλήρης εξουδετέρωση του αζώτου επιτυγχάνεται μέσω της ταυτόχρονης νιτρίκοποίησης (nitrification) / διάσπασης νιτρικών (denitrification). Ο κύριος όγκος του φορτίου του BOD και του COD μπορεί να απομακρυνθεί χωρίς αερισμό. Η εισαγωγή του αέρα και η κυκλοφορία της βιομάζας επιτυγχάνονται με τη χρήση μιας σειράς 8 αεριστήρων (aerator). Η σειρά διατάξεων αερισμού αποτελείται από 7 αεριστήρες που επιπλέουν, εκ των οποίων κάθε ένας συνδέεται με τους άλλους με τη βοήθεια σωλήνων παροχής αέρα. Ο αέρας εισάγεται με τη μορφή μικρών φυσαλίδων, από τον πυθμένα της δεξαμενής.

Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα παρέχεται μέσω περιστροφικών συμπιεστών με ολισθόνοντα πτερύγια (sliding vane rotary compressors). Ένας συμπιεστής λειτουργεί συνεχώς σε φορτίο βάσης προκειμένου να εξασφαλίσει ένα συγκεκριμένο κατώτατο επίπεδο κυκλοφορίας της ενεργού ιλύος. Η σύνδεση επιπλέον συμπιεστών ρυθμίζεται με ένα πρόγραμμα επιλογής χρόνου και μια διάταξη αυτόματου ελέγχου οξειδωσης / αναγωγής. Με την μεταβολή του ρυθμού παροχής του οξυγόνου που εισάγεται μέσω των διαφορετικών σειρών διατάξεων παράγονται αερόβιες και ανοξικές ζώνες. Το ποσοστό οξυγόνου που τροφοδοτείται μέσω των διάφορων σειρών διατάξεων αλλάζει περιοδικά, έτσι ώστε με την πάροδο του χρόνου να

δημιουργούνται ανοξικές ζώνες περιοδικά σε όλη τη δεξαμενή. Η δημιουργία αεριζόμενων και ανοξικών ζωνών με διαλείποντα τρόπο επιτυγχάνεται με την παύση της διαδικασίας αερισμού του 33 % των συσκευών αερισμού σε οποιοδήποτε χρόνο.

Η ιλύς απομακρύνεται και τα υγρά απόβλητα υποβάλλονται σε περαιτέρω αερισμό και καθίζηση (sedimentation).

Για παράδειγμα, στοιχεία διαστάσεων και δεδομένα λειτουργίας του αερόβιου σταδίου επεξεργασίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.25.

Πίνακας 4.25: Στοιχεία διαστάσεων και δεδομένα λειτουργίας του αερόβιου σταδίου επεξεργασίας μιας μονάδας επεξεργασίας μη edώδιμων ζωικών παραπροϊόντων.

Παράμετρος	Τιμή
Συνολικός όγκος δεξαμενής αερισμού	1.803 m ³
Παροχή εισροής	100 m ³ / d
Αιωρούμενα στερεά αναδευόμενων υγρών στην δεξαμενή αερισμού	3,5 g / l
Φορτίο BOD	346 kg BOD / d
Φορτίο NH ₄ - N	90 kg NH ₄ - N / d
Λόγος COD : N	5,6 : 1
Ογκομετρικό φορτίο BOD	0,19 kg BOD / (m ³ d)
Ογκομετρικό φορτίο N	0,05 kg N / (m ³ d)
Φορτίο ιλύος σε BOD	0,05 kg BOD / (kg TS d)
Φορτίο ιλύος σε N	0,015 kg N / (kg TS d)
Περίσσεια ιλύος	66 kg / d
Ηλικία ιλύος	95 d
Ειδική κατανάλωση O ₂ για BOD	2,09 kg O ₂ / kg BOD
Ειδική κατανάλωση O ₂ για N	1,91 kg O ₂ / kg BOD

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Ο Πίνακας 4.26 παρουσιάζει τα επίπεδα εκπομπής των αποβλήτων από τη μονάδα που περιγράφεται στον Πίνακα 4.26 κατά τη διάρκεια της περιόδου 1992 έως 1996.

Πίνακας 4.26: Επίπεδα εισροών και εκροών που επιτυγχάνονταν κατά την περίοδο 1992 – 1996.

Παράμετρος	Συγκέντρωση εισροής	Συγκέντρωση εκροής		
		Μέση τιμή	Ελάχιστη	Μέγιστη
Ομογενοποιημένο BOD ₅ mg / l	3.460	3,1	1	8
Ομογενοποιημένο COD mg / l	5.040	65,4	35	125
NH ₄ - N mg / l	900	10,0	0,3	29
NO ₃ - N mg / l		2,4	0,3	7,7
NO ₂ - N mg / l		1,8	0,7	4
Ολικό P mg / l		1,8	0,3	4,3
AOX (Adsorbable Organic Halogen compounds - προσροφήσιμες οργανικές ενώσεις αλογόνων) mg / l		0,015	< 0,01	0,02

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Επιπλέον πληροφορίες προκύπτουν και από άλλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων. Η μονάδα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (WWTP) σχεδιάζεται με μια ικανότητα επεξεργασίας 580 t / d σφάγιων και προβλέπεται να περιορίσει πλήρως το άζωτο με 2 δεξαμενές που λειτουργούν εν παραλλήλω με διαλείποντα αερισμό (intermittent aeration). Τα απόβλητα υπόκεινται σε διαχωρισμό του λίπους και επίπλευση, που ακολουθούνται από την ανάμιξη τους με άλλα υγρά ρεύματα που δεν προέρχονται από την παραγωγή. Στη συνέχεια υφίστανται επεξεργασία σε μια μονάδα διαύγασης (clarification plant) και σε μια δεξαμενή εξισορρόπησης (1.250 m³ με ένα εφεδρικό όγκο 1.750 m³). Έπειτα τα υγρά απόβλητα χωρίζονται σε δύο χωμάτινες δεξαμενές (basins), κάθε μια από τις οποίες έχει χωρητικότητα 6.240 m³. Οι χωμάτινες δεξαμενές περιέχουν σωληνώσεις συνολικού μήκους 1.300 m για κάθε μήκος 1.365 μέτρων και είναι διάτρητες με μικρές οπές για την εισαγωγή του αέρα. Επίσης περιέχουν 3 διατάξεις ανάδευσης. Οι δεξαμενές εφοδιάζονται διαδοχικά με αέρα (διατάξεις αερισμού) ή αναδεύονται απλά (ανοξικές συνθήκες) σε αναλογία χρόνου περίπου 2:1.

Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί ένα σφαγείο, όπου μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) επεξεργάζεται τα απόβλητα από το σφαγείο, το οποίο περιέχει εγκαταστάσεις επεξεργασίας εντοσθίων, στις οποίες τα έντερα και τα στομάχια καθαρίζονται και προετοιμάζονται για περαιτέρω επεξεργασία. Το περιεχόμενο των στομαχιών και των εντέρων, καθώς επίσης και το αίμα υφίστανται επεξεργασία μαζί.

Το σφαγείο έχει δυναμικότητα 25.000 βοοειδή ανά εβδομάδα, δηλαδή 5.000 βοοειδή ανά ημέρα σφαγής. Αυτό παράγει 200 λίτρα αποβλήτων εκροής ανά μονάδα σφαγής, δηλαδή 623 l / t σφάγιων βοοειδών ή 1.000 m³ ανά εργάσιμη ημέρα. Αναφέρεται ότι το καθημερινό φορτίο που υφίσταται επεξεργασία στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) είναι 2.020 kg BOD₅, 360 kg TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) και 18 kg φωσφόρου. Χρησιμοποιούνται δύο δεξαμενές ενεργοποίησης (activation basins), με εναλλασσόμενο τρόπο που περιλαμβάνει 1,5 - 2 ώρες αποτρικοποίησης (denitrification) και 1,5 2 ώρες νιτροποίησης (nitrification). Οι χρόνοι ελέγχονται με την παρακολούθηση των: NH₄-N, NO₃-N και του O₂ και ρυθμίζεται η αναλογία πίεσης αερισμού.

Στοιχεία διαστάσεων και δεδομένα λειτουργίας του αερόβιου σταδίου επεξεργασίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.27.

Πίνακας 4.27: Στοιχεία διαστάσεων και δεδομένα λειτουργίας του αερόβιου σταδίου επεξεργασίας ενός σφαγείου.

Παράμετρος	Τιμή
Συνολικός όγκος δεξαμενής αερισμού	7.000 m ³
Αιωρούμενα στερεά αναδεδυόμενων υγρών στην δεξαμενή αερισμού	4 – 5,3 g / l
Φορτίο BOD	2,020 kg BOD / d
Φορτίο TKN (Total Kjeldahl Nitrogen)	360 kg TKN / d
pH	6,8 – 7,2
Ογκομετρικό φορτίο BOD	0,29 kg BOD / (m ³ d)
Ογκομετρικό φορτίο TKN	0,051 kg TKN / (m ³ d)
Φορτίο υλύος σε BOD	0,072 kg BOD / (kg TS d)
Φορτίο υλύος σε P	0,00064 kg P / (kg TS d)
Φορτίο υλύος σε TKN	0,012 kg TKN / (kg TS d)
Περίσσεια υλύος	66 kg / d
Ηλικία υλύος	30 - 40 d
Αιωρούμενα στερεά αναδεδυόμενων υγρών που επιστρέφουν στην υλύς	7 – 11 g / l

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Χρησιμοποιώντας αυτήν την μέθοδο, τα μέγιστα επίπεδα εκπομπών που μετρήθηκαν μεταξύ 1995 και 1997 παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.28.

Πίνακας 4.28: Δεδομένα από τη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ενός σφαγείου στη Γερμανία.

Παράμετρος	Συγκέντρωση εισροής	Επίπεδα εκπομπών (μέγιστα την περίοδο μετρήσεων 1995 – 1997) (mg / l)
COD		47
BOD ₅	2020	7
Ολικό N		11
NH ₄ - N		3,7
Ολικός P	18	0,8

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Αυτή η επεξεργασία συνδυάστηκε με τη χρήση κόσκινων (sieves), με εξισορρόπηση (equalisation) και βιοδιήθηση (biofiltration) πριν από την εναλλαγή της απονιτροποίησης (denitrification) και της νιτροποίησης και με καθίζηση και διήθηση (filtering) στη συνέχεια.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε σφαγεία και μονάδες επεξεργασίας μη εδωδιμων ζωικών παραπροϊόντων.

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Η τεχνική θεωρείται οικονομικά συμφέρουσα δεδομένου ότι όλες οι διαδικασίες μπορούν να επιτευχθούν σε μια δεξαμενή.

Z. Παραδείγματα εφαρμογής

Τουλάχιστον ένα σφαγείο και δύο μονάδες επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων στη Γερμανία.

4.5 Εναλλακτικές λύσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σφαγείων

4.5.1 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων σε δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP)

A. Περιγραφή

Ο βαθμός επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων που γίνεται στο σφαγείο πριν από την διάθεση τους είτε σε υδάτινους αποδέκτες είτε σε μια δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) διαφέρει μεταξύ των εγκαταστάσεων και σε κάποια Κράτη Μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθορίζεται από την τοπική νομοθεσία ή την κοινή πρακτική.

Έτσι αντί να μειωθεί το επίπεδο του BOD των υγρών αποβλήτων στο σφαγείο σε αποδεκτές τιμές για να διατεθεί, μπορεί μετά από μία πρωτοβάθμια επεξεργασία, να μεταφερθούν τα υγρά απόβλητα σε μια δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) της περιοχής [IPPC, 2003 & 2005].

Τα σφαγεία παράγουν υγρά απόβλητα με μεγάλο οργανικό φορτίο με διαλυμένες και αδιάλυτες οργανικές ουσίες. Στο Κεμπέκ και στο Οντάριο, τα σφαγεία χοίρων γενικά ρίχνουν τα υγρά απόβλητα τους σε υπόνομους αστικών λυμάτων μετά από κάποιο επίπεδο πρωτογενούς επεξεργασίας ή / και χημικής προεπεξεργασίας στη μονάδα [Massé and Masse, 2000a]. Αυτές οι πρωτογενείς επεξεργασίες, ωστόσο δεν είναι επαρκείς για να μειώσουν τα επίπεδα των ρύπων κάτω από τα πρότυπα για τα αστικά λύματα. Τα σφαγεία πρέπει επομένως να πληρώσουν ένα πρόσθετο τέλος για να υποστούν την επιπλέον επεξεργασία τα υγρά απόβλητα τους στους βιολογικούς σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων. Τα υπάρχοντα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στη μονάδα παράγουν επίσης μεγάλες ποσότητες σηπτικής (putrefactive) και διογκωμένης λάσπης (bulky), οι οποίες απαιτούν ειδικό χειρισμό ή / και επιπλέον επεξεργασία.

Γενικά τα χοντρόκοκκα στερεά απομακρύνονται στο σφαγείο και στην περίπτωση των σφαγείων που χειρίζονται υλικά Κατηγορίας 1 και 2, τα υλικά που συγκρατούνται στο κόσκινο (sieve) θεωρούνται επίσης υλικά Κατηγορίας 1 και 2, όπως καθορίζεται από τον Κανονισμό ABP 1774/2002/EC. Τα λίπη επίσης απομακρύνονται δεδομένου ότι μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στη λειτουργία των βιολογικών διεργασιών επεξεργασίας. Η δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) πρέπει να είναι σχεδιασμένη για να μπορεί να επεξεργαστεί τον όγκο και το φορτίο που θα παραλάβει από το σφαγείο.

Για να λειτουργήσει μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων επιτυγχάνοντας πλήρη διάσπαση των νιτρικών (αφαίρεση του αζώτου) είναι απαραίτητο να υπάρχει ικανοποιητικός άνθρακας [IPPC, 2003 & 2005]. Ο λόγος του άνθρακα προς το άζωτο (λόγος C : N) στα εισερχόμενα υγρά απόβλητα πρέπει κανονικά να είναι τουλάχιστον 5 : 1 για την απονιτροποίηση.

Τα αστικά υγρά απόβλητα σχεδόν καλύπτουν αυτή την απαίτηση, αλλά η προσθήκη ακόμα και μόνο μιας μικρής ποσότητας υγρών αποβλήτων ακατάλληλης

σύνθεσης, π.χ. βιομηχανικά υγρά απόβλητα, μπορεί να διαταράξει αυτή την αναλογία, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να επιτευχθεί η πλήρης απονιτροποίηση (complete denitrification). Μερικές εγκαταστάσεις προσθέτουν μεθανόλη (methanol) ή ισχυρά ανθρακούχα υποπροϊόντα όπως η μελάσα (treacle) στα υγρά απόβλητα. Σε πόλεις με σφαγεία, αυτός ο τύπος προβλήματος σπάνια εμφανίζεται δεδομένου ότι τα απόβλητα των σφαγείων περιέχουν εύκολα διασπάσιμη οργανική ουσία με ευνοϊκό λόγο C : N.

Σε μερικές χώρες, π.χ. Δανία και φλαμανδικό Βέλγιο, που υπάρχει φόρος για την παραλαβή των υγρών αποβλήτων, τα υγρά απόβλητα των σφαγείων απολαμβάνουν μείωση του φόρου ή και απαλλαγή όταν μειώσουν το λόγο C : N με προεπεξεργασία. Η προεπεξεργασία στο σφαγείο γίνεται συνήθως με επίπλευση. Με την επίπλευση, ο λόγος C : N μειώνεται περίπου σε 5 : 1. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μικρότερο κόστος των υγρών αποβλήτων του σφαγείου (λόγω απαλλαγής από το φόρο που θα πλήρωναν κανονικά) να αντισταθμίζει το κόστος λειτουργίας των εγκαταστάσεων επίπλευσης και να αποσβένει την επένδυση της νέας μονάδας. Η προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων από το σφαγείο δίνει ένα αρκετά υψηλό λόγο C : N που μπορεί να μειωθεί με περαιτέρω επεξεργασία, αλλά οι τοπικές αρχές χρειάζονται την πρόσθετη συμβολή του άνθρακα για να απομακρύνουν το άζωτο από τα υπόλοιπα υγρά απόβλητα.

Η διάθεση των υγρών αποβλήτων σε υπόνομο αστικών λυμάτων χωρίς πρωτογενή επεξεργασία κυρίως χρησιμοποιείται από μικρότερα σφαγεία που βρίσκονται κοντά σε μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων [Massé and Masse, 2000b]. Τα αστικά υγρά απόβλητα, γενικά με μικρότερη συγκέντρωση BOD και ανόργανων θρεπτικών, εξασθενίζουν τα υγρά απόβλητα των σφαγείων και τα κάνουν πιο επιδεκτικά σε βιολογική επεξεργασία. Το κύριο μειονέκτημα της διάθεσης σε υπόνομο είναι το πρόσθετο τέλος (surcharge) που επιβάλουν οι δήμοι για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη που επιτυγχάνονται

Επεξεργασία των αστικών αποβλήτων χωρίς την ανάγκη προσθήκης πηγής άνθρακα.

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Η μεταφορά μη επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων προς τη δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) εγκυμονεί τον κίνδυνο του ατυχήματος μεταξύ του σφαγείου και της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Τα υγρά απόβλητα των σφαγείων περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ενώσεων αζώτου και φωσφόρου. Η εκροή αυτών των υγρών στη δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) εισάγει πρόσθετα φορτία, που μπορεί να απαιτούν πρόσθετες τεχνικές επεξεργασίας, προκειμένου να επιτευχθούν χαμηλές συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου στην τελική εκροή.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Όπου η δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) είναι αρκετά κοντά στο σφαγείο και έχει την ικανότητα και την προθυμία να δεχτεί και να επεξεργαστεί τα υγρά του απόβλητα.

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Οι τοπικές διατάξεις καθορίζουν πόσο πρέπει να πληρώσει το σφαγείο.

Ζ. Κίνητρα για την εφαρμογή

Τα υγρά απόβλητα των σφαγείων μπορούν να είναι μια χρήσιμη πηγή ανθρακούχων οργανικών ουσιών για τη δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP). Το σφαγείο δεν είναι απαραίτητο να εγκατασταθεί ή να λειτουργήσει στο χώρο της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP).

Η. Παραδείγματα εφαρμογής

Πολλά σφαγεία σε Δανία και Γερμανία.

4.5.2 Χρήση συστήματος αντιδραστήρων SBR για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων σφαγείων

A. Περιγραφή

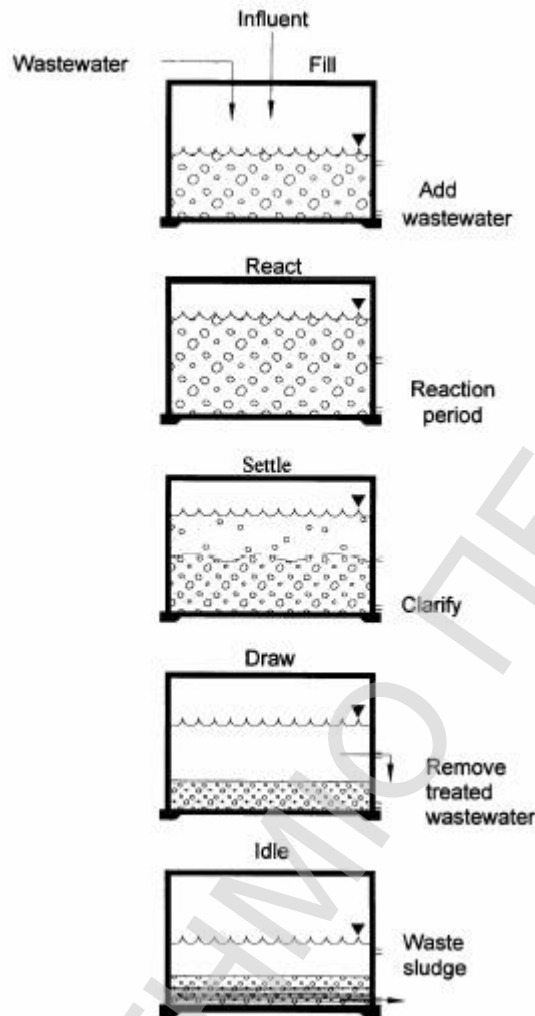
Έχει αναφερθεί ότι λειτουργούν ικανοποιητικά με υγρά απόβλητα σφαγείων τα συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR). Με αυτή τη μέθοδο επιτεύχθηκε μια πολύ υψηλή απομάκρυνση N και P κατά τη διάρκεια της αναερόβια επεξεργασμένης τροφοδοσίας στη δεξαμενή όπου λάμβαναν χώρα οι διεργασίες σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR). Η χρήση ενός ποσοστού μερικώς επεξεργασμένων αναερόβιων αποβλήτων επέτρεψε την πλήρη απομάκρυνση των θρεπτικών χωρίς την ανάγκη για εξωτερική προσθήκη άνθρακα [Johns, 1995]. Αυτό είναι ανάλογο με την προ-ζύμωση στις εγκαταστάσεις βιολογικής απομάκρυνσης θρεπτικών (BNR) κατά την επεξεργασία αστικών λυμάτων. Με χρήση συστήματος διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) επιτεύχθηκε απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου κατά 92 και 84 %, αντίστοιχα, από απόβλητα σφαγείων βόειου κρέατος με ένα λόγο F/M 0,07 / day, υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 10 - 12 ημερών και μια ηλικία ιλύος 30 - 35 ημερών. Η απόδοση δεν επηρεάζεται σημαντικά από το κυμαινόμενο υδραυλικό ή οργανικό φορτίο, αλλά ήταν ευαίσθητη στις μεταβολές του pH, λόγω της πτώσης της αλκαλικότητας που οφείλονταν στη νιτρικοποίηση. Άλλες μελέτες αναφέρουν ότι στις Κάτω Χώρες επεξεργάζονταν από το 1976 έως το 1991 σε συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) τις υδαρείς κοπριές των ζώων (< 2% ξηρά στερεά) για να πετύχουν καλύτερη απομάκρυνση των BOD₅, TKN, NH₄-N και PO₄ από 95 %, το οποίο επιτεύχθηκε τελικά με την προσθήκη υδροξειδίου του ασβεστίου (lime). Όμως προέκυψε ελλιπής

διάσπαση των νιτρικών κατά τη διάρκεια των κρύων χειμώνων, όταν η αναλογία BOD/N της αεριζόμενης κοπριάς ήταν πάρα πολύ χαμηλή. Η ευρεία διάδοση των συστημάτων διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) οφείλεται στο σχεδιασμό απλών δεξαμενών και στην ευκολία της αυτοματοποίησής τους [Johns, 1995].

Το σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (anaerobic sequential batch reactor – ASBR) απεικονίζει ένα αρκετά νέο σχέδιο αναερόβιου συστήματος υψηλού ρυθμού. Στα συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου, τέσσερις φάσεις επεξεργασίας (τροφοδοσία, αντίδραση, καθίζηση και συσσώρευση) πραγματοποιούνται διαδοχικά σε ένα δοχείο, βλέπε Σχήμα 4.45, [Massé and Masse, 2000a]. Κατά τη διάρκεια των φάσεων της τροφοδοσίας και της αντίδρασης, το περιεχόμενο του αντιδραστήρα αναμειγνύεται για να επιτευχθεί η επαφή της οργανικής ύλης με τα βακτήρια. Η ανάμιξη πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο ήπια για την αποφυγή της διάσπασης των κροκίδων των βακτηρίων. Η ασυνεχής ανάμιξη είναι επίσης προτιμότερη από τη συνεχή ανάμιξη εξαιτίας του ότι βελτιώνει την καθίζηση της βιομάζας και την απόδοση του αντιδραστήρα. Ο λόγος της τροφής προς τους μικροοργανισμούς (food to micro-organism – F/M) είναι υψηλός για το ξεκίνημα της φάσης της αντίδρασης και η μετατροπή της οργανικής ύλης σε βιομάζα, όπως προβλέπει η κινητική Monod, είναι στο μέγιστό της.

Η διάρκεια της περιόδου αντίδρασης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος και τις απαιτήσεις ποιότητας των αποβλήτων εκροής. Για υγρά απόβλητα που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις σε αιωρούμενα στερεά (SS), απαιτείται περισσότερος χρόνος επαφής μεταξύ των βακτηρίων και του υποστρώματος για την πλήρη υδρόλυση των σωματιδίων. Όταν ο ρυθμός παραγωγής αερίων μειώνεται στο ελάχιστο, επιτρέπεται η καθίζηση του περιεχομένου του αντιδραστήρα.

Μικρός λόγος τροφής προς μικροοργανισμούς (F/M) στο τέλος της φάσης της αντίδρασης ευνοεί την κροκίδωση της βιομάζας (biomass flocculation) και την καθίζηση. Κατά τη διάρκεια της φάσης της καθίζησης (settling phase), η μερική πίεση του CO₂ πάνω από την υγρή ζώνη είναι σταθερή και σε ισορροπία με το διαλυμένο CO₂. Κατά συνέπεια, καμία σημαντική ποσότητα CO₂ δεν μεταφέρεται στο χώρο της κορυφής, μια κατάσταση που συνεισφέρει στην δημιουργία ήπιων συνθηκών καθίζησης. Όταν η βιομάζα σχηματίζει ένα συμπαγές στρώμα στον πάτο του αντιδραστήρα, το υπερκείμενο (υγρό) (supernatant) τείνει προς ένα προκαθορισμένο επίπεδο, συνήθως σε κάποια απόσταση πάνω από την κλίση της βιομάζας. Κατά τη διάρκεια της πορείας προς τα κάτω (drawdown) των αποβλήτων, οι μικροοργανισμοί με φτωχά χαρακτηριστικά καθίζησης επίσης απομακρύνονται από τον αντιδραστήρα, αφήνοντας πίσω τις βαρύτερες κροκίδες των βακτηρίων [Massé and Masse, 2000a].



Σχήμα 4.45: Λειτουργία συστήματος διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου.

Πηγή: Massé D. and Masse L., "Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactors", Canadian Agricultural Engineering, vol. 42, no 3, p. 131 - 137, July / August / September 2000.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας των συστημάτων διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (ASBR) περιλαμβάνουν το μικρό κόστος κεφαλαίου και το μικρό λειτουργικό κόστος καθώς και την ελάχιστη ημερήσια συντήρηση. Μερικά σημαντικά χαρακτηριστικά είναι ότι οι αναερόβιοι διαδοχικοί αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (ASBRs) επιτρέπουν την τροφοδοσία κατά παρτίδες (batch) καθώς και την ημι-συνεχή ή ασυνεχή τροφοδοσία. Στο σφαγείο, τα υγρά απόβλητα μπορούν να τροφοδοτήσουν τον αντιδραστήρα καθώς παράγονται σε δωρη βάρδια εργασίας, έτσι περιορίζεται η ανάγκη για μία δεξαμενή εξισορρόπησης ή γραμμή ανακύκλωσης. Το κύριο μειονέκτημα είναι ότι η παραγωγή βιομάζας δεν είναι ομοιόμορφη, καθιστώντας δύσκολο το σχεδιασμό μιας στρατηγικής χρήσης του βιοαερίου. Σε μία άλλη έρευνα τα υγρά απόβλητα σφαγείων υποβλήθηκαν σε επεξεργασία σε δύο αναερόβια συστήματα 11,5 l με διεργασίες σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (ASBRs). Τα αναερόβια συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (ASBRs) λειτουργούν σε 30 °C και το περιεχόμενο του αντιδραστήρα αναμειγνύεται για 30 s κάθε 10 min. Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής (HRT)

κυμαίνεται από 18 έως 36 h. Το διαλυμένο COD (SCOD) μειώθηκε κατά 90 %, αλλά η απομάκρυνση του ολικού COD (TCOD) ελαττώθηκε από περίπου 60 % σε ένα υδραυλικό χρόνο παραμονής 36 h μέχρι 30 % σε 18 h. Η μικρότερη μείωση του TCOD πιθανόν απεικονίζει τις μεγάλες απώλειες σε αιωρούμενα στερεά (SS) εξαιτίας της μικρής καθίζησης της βιομάζας, ειδικά σε μικρό υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) [Massé and Masse, 2000a].

Η διεργασία ενός συστήματος διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) είναι μια διεργασία ενεργού ιλύος (activated sludge) που επεξεργάζεται τα υγρά απόβλητα μέσω μιας σειράς διεργασιών που υπόκεινται σε χρονική ακολουθία μέσα σε μια ή περισσότερες δεξαμενές αντιδραστήρων [IPPC, 2003 & 2005]. Το σύστημα επιτρέπει την εξισορρόπηση, την μείωση του COD, την απομάκρυνση των θρεπτικών και τη διαύγαση (clarification) που επιτυγχάνονται σε ένα σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR). Ο κύκλος περιλαμβάνει μια χρονική ακολουθία διεργασιών και διαιρείται στα ακόλουθα κύρια στάδια: πλήρωση (filling), αντίδραση (reaction), καθίζηση (settling), εκκένωση (discharging) και νεκρή περίοδο (idle).

Πριν από την επεξεργασία στο σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR), τα υγρά απόβλητα πρέπει να περάσουν από μία εσχάρα (εσχάρωση) με πλέγμα 0,5 – 1 mm και στη συνέχεια να απομακρυνθεί το λίπος [IPPC, 2003 & 2005]. Εάν υπάρχει μόνο ένας αντιδραστήρας, το λίπος συλλέγεται σε μια δεξαμενή εξισορρόπησης πριν από την πλήρωση του αντιδραστήρα.

Στάδιο πλήρωσης (filling stage)

Το σύστημα αντιδραστήρων SBR (sequencing batch reactors – SBR) γεμίζει με μια ποσότητα υγρών αποβλήτων. Η πλήρωση μπορεί να είναι στατική, με αερισμό, με ανοξικές ή / και αναερόβιες συνθήκες και προσαρμόζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων με απλή τροποποίηση των παραμέτρων στη μονάδα ελέγχου. Αυτή η προσαρμοστικότητα βελτιώνει την απομάκρυνση των θρεπτικών και αποτρέπει τα προβλήματα συσσώρευσης. Η ταχύτητα πλήρωσης (filling velocity) μπορεί επίσης να ελεγχθεί και αυτό έχει επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του τελικού σταδίου της καθίζησης [IPPC, 2003 & 2005].

Στάδιο αντίδρασης (reaction stage)

Ο αντιδραστήρας αναδεύεται και αερίζεται διαδοχικά για να βελτιστοποιηθεί η τελική μείωση του COD και του αζώτου. Αυτό το στάδιο ελέγχεται με την παρακολούθηση του διαλυμένου οξυγόνου ή του δυναμικού οξειδοαναγωγής (oxidation-reduction potential) για να εξασφαλιστεί η επιθυμητή απόδοση με την ελάχιστη κατανάλωση.

Στάδιο καθίζησης (settling stage)

Η βιομάζα διαχωρίζεται από τα επεξεργασμένα υγρά με καθίζηση (sedimentation) στον αντιδραστήρα. Η διαύγαση (clarification) είναι πολύ αποτελεσματική δεδομένου ότι δεν υπάρχει καμία αντίθετη ροή των επεξεργασμένων υγρών. Η διάρκεια της περιόδου καθίζησης μπορεί να τροποποιηθεί κατά τη διάρκεια της λειτουργίας για να βελτιωθεί η διαύγαση.

Στάδιο εκκένωσης (discharging stage)

Τα επεξεργασμένα διαυγασμένα υγρά εκρέουν μέσω μιας διάταξης επίπλευσης σε κατάλληλο ύψος για να εξασφαλιστεί ότι ούτε τα ιζηματοποιημένα στερεά, ούτε οι επιπλέουσες ακαθαρσίες δεν εκρέουν μαζί τους. Τέλος, η ιζηματοποιημένη βιομάζα αντλείται από τον πυθμένα του αντιδραστήρα, για να αποτραπεί η συγκέντρωση υπερβολικής ιλύος.

Νεκρή περίοδος (idle stage)

Όταν δεν υπάρχει κανένα υγρό απόβλητο για να υποβληθεί σε επεξεργασία, το σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρα διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) τίθεται σε μια φάση αδρανοποίησης. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, δεν είναι απαραίτητο να λειτουργούν τα συστήματα αερισμού στο ίδιο ποσοστό όπως κατά τη διάρκεια ενός κανονικού κύκλου.

Επίσης έχει αναφερθεί μια άλλη τεχνική που είναι παρόμοια και που χρησιμοποιεί ξεχωριστά δοχεία αντιδραστήρων για αερόβιες, ανοξικές και αναερόβιες επεξεργασίες [IPPC, 2003 & 2005].

B. Περιβαλλοντικά οφέλη

Η απόδοση μείωσης του COD αναφέρεται ότι μπορεί να φτάσει το 95 %, με αποτέλεσμα ένα μικρό δυναμικό εξάντλησης του οξυγόνου κατά τη διάθεση των υγρών σε υδατικούς αποδέκτες. Έναντι άλλων διαδικασιών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, η κατανάλωση ενέργειας αναφέρεται ότι είναι μικρή, δεδομένου ότι δεν υπάρχει καμία ανάγκη για επανακυκλοφορία μεταξύ των δεξαμενών, δεδομένου ότι όλες οι διαδικασίες διενεργούνται στην ίδια δεξαμενή. Δεν υπάρχει καμία απαίτηση να χρησιμοποιηθούν χημικές ουσίες και συνεπώς δεν υπάρχει καμία επιβάρυνση της ιλύος με χημικά. Η ιλύς μπορεί να χρησιμοποιηθεί, π.χ. στη κομποστοποίηση.

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Το μεγαλύτερο μέρος της ανθρακούχου μόλυνσης καταλήγει ως εκπομπές CO₂, οι οποίες συμβάλλουν τελικά στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η παραγωγή νιτρικών αλάτων είναι υψηλότερη από την εισροή, δεδομένου ότι όλο το ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (TKN) νιτρικοποιείται προς νιτρικά άλατα. Αυτό αντισταθμίζεται από την παραγωγή αζώτου κατά Kjeldahl (TKN) που είναι πάρα πολύ χαμηλότερη από την εισροή [IPPC, 2003 & 2005]. Δηλαδή κατά το στάδιο αυτό παράγονται πολλά νιτρικά και λίγο TKN.

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Υπάρχουν αναφορές για τιμές εκπομπής COD 22 mg / l από ένα σύστημα αντιδραστήρων SBR (sequencing batch reactors – SBR) σε ένα σφαγείο κοτόπουλων χωρίς ολική ανάκτηση του αίματος. Επίσης έχει αναφερθεί μια τιμή ιλύος 0,05 kg SS / kg COD.

Δεδομένου ότι τα υγρά απόβλητα των σφαγείων περιέχουν άζωτο και φώσφορο υπάρχει κίνδυνος ευτροφισμού των υδάτινων αποδεκτών. Χαμηλά επίπεδα εκπομπών όπως 0,2 mg αμμωνίου / l και < 1 mg νιτρικών / l έχουν μετρηθεί μετά την

επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σε σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) από σφαγεία πτηνών, αν και στην πράξη τα μέσα επίπεδα σε εγκαταστάσεις με βέλτιστη λειτουργία είναι περίπου 1 – 2 mg αμμώνιο / l και 5 – 15 mg νιτρικά / l.

Τα συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) μπορούν να κάνουν εναλλαγή ανοξικών περιόδων με αερόβιες περιόδους, με αυτόν τον τρόπο απομακρύνεται το άζωτο από τα υγρά απόβλητα. Η διάρκεια των ανοξικών περιόδων μπορεί να ρυθμιστεί για να δημιουργηθούν αναερόβιες συνθήκες που διευκολύνουν την απομάκρυνση του φωσφόρου περίπου μέχρι και 40 %.

Πίνακας 4.29: Στοιχεία λειτουργίας ενός SBR σε μία πιλοτική μονάδα σφαγείου πτηνών.

Αναφορά	Πιλοτική μονάδα (23 Αυγούστου 2001 – 2 Αυγούστου 2002)					
Υγρά απόβλητα	Σφαγείο πτηνών με ανάκτηση αίματος < 85 %					
Σχεδιασμός	HRT = 3 ημέρες					
Προεπεξεργασία	Εξισορρόπηση (HRT = 1 ημέρα) + εσχάρωση 0,5 mm					
Παραγωγή καθαρής λάσπης	0,1 kg αιωρούμενων στερεών / kg COD					
Παράμετροι	pH	Αγωγιμότητα (mS / cm)	COD (mg / l)	TKN (mg / l)	NH ₄ ⁺ (mg / l)	NO ₃ ⁻ (mg / l)
Εισροή	6,5 – 8	3 – 4	3500	350		10
Εκροή	7 - 8	3 - 4	< 125		< 5	< 20
Ελάχιστη τιμή			17		0,4	8,4

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Οι οσμές δεν είναι πρόβλημα εάν ο βιολογικός αντιδραστήρας και η δεξαμενή εξισορρόπησης αερίζονται καλά.

Υπάρχει μικρός κίνδυνος ατυχημάτων, δεδομένου ότι οι εγκαταστάσεις λειτουργούν αυτόματα και απαιτούν πολύ μικρό έλεγχο από το προσωπικό.

Παράγοντας περιορισμού της δημιουργίας αφρού (de-foaming agent) είναι χημικές ουσίες που απαιτούνται μόνο κατά τη πρώτη εβδομάδα στο ξεκίνημα, λόγω του αίματος που περιέχεται στα υγρά απόβλητα.

Οι Πίνακες 4.29, 4.30, 4.31 και 4.32 παρουσιάζουν στοιχεία για μια πειραματική εγκατάσταση και τρεις υπάρχουσες εγκαταστάσεις SBR σε σφαγεία πουλερικών.

Πίνακας 4.30: Στοιχεία λειτουργίας ενός SBR σε ένα σφαγείο πτηνών 40 m³ / d.

Αναφορά	Σφαγείο Α					
Υγρά απόβλητα	Σφαγείο πτηνών					
Ροή	40 m ³ / d					
Σχεδιασμός	HRT = 3 ημέρες					
Προεπεξεργασία	Εσχάρωση 0,6 mm + μονάδα DAF απομάκρυνσης λιπών + εξισορρόπηση με αερισμό (HRT = 1,5 ημέρες)					
Παραγωγή καθαρής λάσπης	0,06 kg αιωρούμενων στερεών / kg COD					
Παράμετροι	pH	Αγωγιμότητα (mS / cm)	COD (mg / l)	TKN (mg / l)	NH ₄ ⁺ (mg / l)	NO ₃ ⁻ (mg / l)
Εισροή	7 – 8	3,0 – 4,5	2800 - 4200	300 - 475		5
Εκροή	7 - 8	1,8 – 2,3	< 200		< 5	< 30
Ελάχιστη τιμή			42		0,4	14,6

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Πίνακας 4.31: Στοιχεία λειτουργίας ενός SBR σε ένα σφαγείο πτηνών 100 m³ / d.

Αναφορά	Σφαγείο Β					
Υγρά απόβλητα	Σφαγείο πτηνών					
Ροή	100 m ³ / d					
Σχεδιασμός	HRT = 2 ημέρες					
Προεπεξεργασία	Εσχάρωση 1 mm + δεξαμενή εξισορρόπησης + πρωτοβάθμια μονάδα DAF					
Παραγωγή καθαρής λάσπης	SBR = 0,023 kg αιωρούμενων στερεών / kg COD Πρωτοβάθμια επίπλευση περίπου 4000 l / ημέρα σε 4 % ξ.β.					
Παράμετροι	pH	Αγωγιμότητα (mS / cm)	COD (mg / l)	TKN (mg / l)	NH ₄ ⁺ (mg / l)	NO ₃ ⁻ (mg / l)
Εισροή	6,4 – 8,2	3,3 – 4,5	2900 - 7250	200		2,5
Εκροή	6,8 – 8,5	2,5 – 3,5	< 100		< 25	< 10
Ελάχιστη τιμή			22		0,2	0,8

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Πίνακας 4.32: Στοιχεία λειτουργίας ενός SBR σε ένα σφαγείο πτηνών 470 m³ / d.

Αναφορά	Σφαγείο C					
Υγρά απόβλητα	Σφαγείο πτηνών					
Ροή	470 m ³ / d					
Σχεδιασμός	HRT = 1,25 ημέρες × 2 SBR = 2 ημέρες					
Προεπεξεργασία	Εσχάρωση 0,3 mm + μονάδα DAF απομάκρυνσης λιπών					
Παραγωγή καθαρής λάσπης	0,21 kg αιωρούμενων στερεών / kg COD					
Παράμετροι	pH	Λίπη και έλαια [FOG] (mg / l)	COD (mg / l)	TKN (mg / l)	NH ₄ ⁺ (mg / l)	NO ₃ ⁻ (mg / l)
Εισροή (δεξαμενή εξισορρόπησης)	5,8 – 6,4	400 – 725	3300 - 3820	227		
Εκροή	6,1 – 7,4	1 – 35	< 150		< 20	< 5
Ελάχιστη τιμή		0,8	93		0,4	< 1

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Το σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) είναι αυτοματοποιημένο και ελεγχόμενο με τη χρήση ενός προγραμματιζόμενου συστήματος ελέγχου (programmable logic control – PLC). Οι κύριοι έλεγχοι εστιάζονται περισσότερο στον καθαρισμό των εσχάρων και των μονάδων απομάκρυνσης του λίπους από ό,τι στη λειτουργία της τεχνικής. Η λειτουργία του SBR ελέγχεται με την περιοδική μέτρηση των τιμών V₃₀, δηλ. με τη μέτρηση του όγκου 1 λίτρου ιλύος στον αντιδραστήρα μετά από το χρόνο ιζηματογένεσης (καθίζησης) 30 λεπτών.

Ο κύκλος λειτουργίας μπορεί να ρυθμιστεί εύκολα σε ένα ταμπλό αφής του προγραμματιζόμενου συστήματος ελέγχου (programmable logic control – PLC) και όπως απαιτείται από τις ιδιότητες των υγρών αποβλήτων, π.χ. εάν ο λόγος COD : N αλλάζει ή εάν υπάρχει πρόβλημα λόγω της εμφάνισης νηματωδών βακτηριδίων, τα οποία συσσωρεύονται (πρόβλημα συσσώρευσης).

Η ιλύς ξηραίνεται κανονικά σε ένα διαχωριστήρα (decanter), για να επιτευχθεί μείωση του όγκου κατά 95 %.

Τα συστήματα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (sequencing batch reactors – SBR) φαίνεται ότι χρειάζονται μικρή συντήρηση κατά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, δεδομένου ότι χρησιμοποιούν λιγότερο ηλεκτρομηχανικό εξοπλισμό από άλλες βιολογικές επεξεργασίες [IPPC, 2003 & 2005].

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία. Η τεχνική έχει το πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζεται πολύ χώρο και δεν απαιτεί σύστημα διάγασης (μονάδες καθίζησης ή επίπλευσης) ή ξεχωριστή ανοξική επεξεργασία για τη διάσπαση των νιτρικών (απονιτρικοποίησης) ή την απομάκρυνση του φωσφόρου. Όσο λειτουργεί σε υψηλότερη συγκέντρωση στερεών (MLVSS = 4000 – 5000 mg / l), τόσο απαιτείται μικρότερος όγκος.

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Οι δαπάνες επένδυσης ενός SBR είναι μικρότερες από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία, επειδή η επεξεργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ένα δοχείο (vessel). Οι τιμές πώλησης μερικών εγκαταστάσεων επεξεργασίας σφαγείων με SBR παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.33.

Πίνακας 4.33: Τιμές πώλησης εγκαταστάσεων επεξεργασίας SBR σε 6 σφαγεία.

	Παροχή (m ³ / d)	COD εκροής (mg / l)	Τιμή χωρίς ΦΠΑ (€)	Παρατηρήσεις
Σφαγείο A	40	200	63106	Δεν περιλαμβάνονται έργα πολιτικού μηχανικού
Σφαγείο B	200	160	96162	Δεν περιλαμβάνονται έργα πολιτικού μηχανικού
Σφαγείο C	570	160	280524	Περιλαμβάνονται έργα πολιτικού μηχανικού και η γραμμή ιλύος. Δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα και γραμμή ιλύος με φυγοκεντρικό διαχωριστή
Σφαγείο D	1500	1750*	187305	Περιλαμβάνονται έργα πολιτικού μηχανικού και η γραμμή ιλύος. Γαλβανισμένες δεξαμενές και γραμμή ιλύος με φυγοκεντρικό διαχωριστήρα. Υπάρχει προεπεξεργασία.
Σφαγείο E	160	160	75685	Δεν περιλαμβάνονται έργα πολιτικού μηχανικού
Σφαγείο F	200	160	110115	Εν μέρει περιλαμβάνονται έργα πολιτικού μηχανικού

*: Τιμή COD που επιτρέπεται από τις τοπικές εγκρίσεις, πριν την επεξεργασία σε δημοτική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Z. Λειτουργικές δαπάνες

Το εύρος των δαπανών για ηλεκτρική ενέργεια αναφέρεται ότι είναι 0,12 – 0,25 €/ m³, με ένα κόστος ηλεκτρικής ενέργειας 0,06 €/ kWh. Δεν υπάρχει καμία δαπάνη για αγορά χημικών αντιδραστηρίων (chemical reagent).

H. Κίνητρα για την εφαρμογή

Το πιο σημαντικό κίνητρο για τη χρήση ενός SBR στα σφαγεία είναι η ικανότητά του για απομάκρυνση του περιεχομένου αζώτου με υψηλή απόδοση και χαμηλές δαπάνες επένδυσης και λειτουργίας. Η τεχνική είναι ευέλικτη και οι συνθήκες όπως η χρονική διάρκεια και η συχνότητα των ανοξικών περιόδων, η ταχύτητα πλήρωσης, ο χρόνος καθίζησης και οι αναερόβιες περίοδοι μπορούν να μεταβληθούν εύκολα με τη χρήση του προγραμματιζόμενου συστήματος ελέγχου (programmable logic control – PLC). Η τεχνική δεν απαιτεί πολύ χώρο.

Θ. Παραδείγματα εφαρμογής

Τουλάχιστον 3 σφαγεία πτηνών στην Ισπανία, ένα σφαγείο στρουθοκαμήλων στην Κύπρο και διάφορα σφαγεία χοίρων, πουλερικών και βοοειδών στις Κάτω Χώρες. Υπάρχουν σχέδια για εγκατάσταση του ακόμα σε ένα σφαγείο χοίρων και ένα σφαγείο πουλερικών στην Κύπρο [IPPC, 2003 & 2005].

Από την εταιρία Agriculture and Agri-Food Canada αναπτύχθηκε ένα αναερόβιο σύστημα διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (ASBR) που θα είναι κατάλληλο για σφαγεία, εξαιτίας του ότι μπορεί να λειτουργήσει με περιορισμένο κόστος κεφαλαίου, ενέργειας και ανθρώπινου δυναμικού. Αυτή η νέα τεχνολογία εφαρμόστηκε επιτυχώς σε εργαστηριακή και ημιεμπορική κλίμακα για την επεξεργασία της λάσπης (ιλύος) από κόπρανα χοίρων. Οι Massé and Masse (2000a) έκαναν μια σειρά πειραμάτων για να δείξουν την σκοπιμότητα της χρήσης των αναερόβιων συστημάτων διεργασιών σε διαδοχική σειρά μέσα σε αντιδραστήρες διαλείποντος έργου (anaerobic sequencing batch reactors - ASBRs) που λειτουργούν στους 30 °C για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων (βλέπε Παράρτημα Λ.ΙΙΙ).

Τα υγρά απόβλητα συλλέγονταν από ένα σφαγείο χοίρων στο St-Valérien, Québec, περίπου μία φορά το μήνα [Massé and Masse, 2000a]. Στο σφαγείο, τα υγρά απόβλητα περνούσαν από κόσκινο για να απομακρύνονται οι τρίχες και τα στερεά που ήταν μεγαλύτερα από 1 mm. Τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων δίνονται στον Πίνακα 4.34.

Πίνακας 4.34: Χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων σφαγείου του πειράματος

Παράμετροι (mg/l, εκτός από το pH)	Μέρες μετά τον εμβολιασμό του συστήματος ASBR			
	0 - 24	25 - 58	59 - 94	95 - 157
Συνολικό COD	6908	9665	11500	9445
Διαλυμένο COD	3449	4714	5490	4505
Ολικά στερεά	4892	6098	7121	6119
Πτητικά στερεά	3647	4864	5724	4779
Αιωρούμενα στερεά	-	2135	2658	2900
Πτητικά αιωρούμενα στερεά	-	1936	2458	2546
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl	534	619	735	617
Πρωτεΐνη	246	89	221	172
	1800	3313	3213	2781
pH	7,0	7,4	7,1	6,7
Αλκαλικότητα (ως CaCO ₃)	1056	667	972	889

Πηγή: Massé D. and Masse L., "Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactors", Canadian Agricultural Engineering, vol. 42, no 3, p. 131 - 137, July / August / September 2000a.

Τα υγρά απόβλητα σφαγείου υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με συστήματα αναερόβιων αντιδραστήρων ASBRs 42 l που λειτουργούσαν στους 30 °C. Δύο αναερόβιοι αντιδραστήρες ASBRs εμβολιάστηκαν με αναερόβια λάσπη κοκκώδους μορφής από ένα αντιδραστήρα μονάδας επεξεργασίας γάλακτος (milk processing plant - MPP) και δύο άλλοι αναερόβιοι αντιδραστήρες ASBRs έλαβαν αναερόβια λάσπη μη κοκκώδους μορφής από βιολογικό αστικών λυμάτων.

Το συνολικά απαιτούμενο οξυγόνο εισροής (total chemical oxygen demand - TCOD) κυμαίνονταν από 6.908 έως 11.500 mg/l, το οποίο ήταν περίπου κατά 50 % με μορφή αιωρούμενων στερεών (suspended solids - SS). Το συνολικό COD μειώθηκε από 90 % έως 96 % με ρυθμούς οργανικής φόρτισης (organic loading rates - OLRs)

που κυμαίνονταν από 2,07 έως 4,93 kg / m³ / d και υδραυλικό χρόνο παραμονής 2 ημερών. Το διαλυτό COD μειώθηκε πάνω από το 95 % για τα περισσότερα δείγματα. Κατά τη διάρκεια της περιόδου ξεκινήματος, οι υψηλές συγκεντρώσεις των στερεών χάθηκαν στην εκροή, αλλά κάτω από συνθήκες μόνιμης κατάστασης, σε ρυθμούς οργανικής φόρτισης (OLRs) άνω των 3 kg / m³ / d, η παραμονή της βιομάζας ήταν ικανοποιητική και τα αιωρούμενα στερεά της εκροής ήταν κατά μέσο όρο 364 mg/l. Οι αντιδραστήρες που εμβολιάστηκαν με λάσπη αστικών λυμάτων είχαν ελαφρώς καλύτερη απόδοση από ότι οι αντιδραστήρες που περιέχαν λάσπη από τη μονάδα επεξεργασίας γάλακτος (MPP), ειδικά κατά τη διάρκεια του ξεκινήματος, αλλά οι διαφορές μεταξύ των δύο λασπών μειώνονται με το χρόνο. Το βιοαέριο περιείχε 75 % μεθάνιο. Περίπου το 90,5 % του COD μεθανοποιήθηκε και η συσσώρευση των πτητικών αιωρούμενων στερεών (volatile suspended solid - VSS) εκτιμάται σε 0,068 kg πτητικών αιωρούμενων στερεών (VSS) ανά kg COD που απομακρύνεται. Αυτός ο υψηλός βαθμός μεθανοποίησης δείχνει ότι οι περισσότερες διαλυτές και αιωρούμενες οργανικές ουσίες αποδομούνται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας τους στους αναερόβιους αντιδραστήρες ASBRs που λειτουργούν στους 30 °C [Massé and Masse, 2000a].

4.5.3 Φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter) - για την επεξεργασία του αέρα, του νερού και μιγμάτων αερίων / υγρών

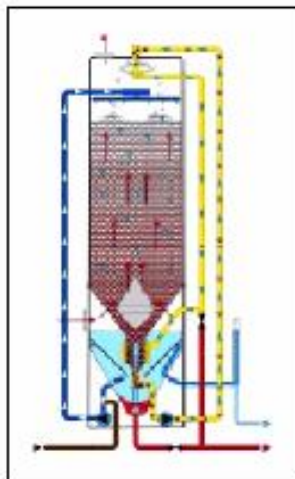
A. Περιγραφή

Το φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter - MBTF) ή σταλαγματικό φίλτρο κινούμενης κλίνης είναι ένα αερόβιο βιολογικό φίλτρο ύψος για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, των αερίων αποβλήτων και του αέρα, καθώς και των μιγμάτων αερίων / υγρών. Είναι δυνατό να υποβληθούν σε επεξεργασία ταυτόχρονα υγρά και αέρια απόβλητα [IPPC, 2003 & 2005].

Το φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter - MBTF) παρουσιάζεται στο σχήμα 4.46.

Το φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter - MBTF) περιλαμβάνει μια κάθετη κυλινδρική δεξαμενή που περιέχει πλαστικές σφαίρες. Οι σφαίρες, που αποτελούνται από ανθεκτικό υλικό, ενεργούν ως μέσο στήριξης για τους μικροοργανισμούς. Τα υγρά απόβλητα τροφοδοτούνται στο φίλτρο από την κορυφή του, ενώ οι ροές αέρα σε ομορροή ή σε αντιρροή ως προς τα υγρά. Έντονη ανάδευση πραγματοποιείται στο φίλτρο και οι ρύποι στα υγρά και στον αέρα διασπώνται από τους μικροοργανισμούς. Ένα ειδικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του συστήματος είναι ότι μια ποσότητα των μικροοργανισμών που έχουν προσκολληθεί στις σφαίρες απομακρύνεται περιοδικά από τον πυθμένα του φίλτρου και καθαρίζεται. Οι μικροοργανισμοί που αφαιρούνται από τις σφαίρες πυκνώνονται σε μια συμπαγή λάσπη (ιλύς) στον κώνο του φίλτρου. Οι καθαρισμένες σφαίρες επιστρέφονται στην κορυφή του φίλτρου. Αυτή η διαδικασία καθαρισμού καθιστά εφικτό τον έλεγχο της ποσότητας των μικροοργανισμών και αποτρέπει την έμφραξη του φίλτρου.

Η κατανάλωση ενέργειας είναι μικρή. Τα επίπεδα του COD και των ενώσεων αζώτου μειώνονται κατά 90 % και 55 %, αντίστοιχα.



Σχήμα 4.46: Διάγραμμα ενός φίλτρου κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter - MBTF) που σχεδιάστηκε για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων και αερίων εκπομπών.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Β. Λειτουργικά στοιχεία

Σε σχέση με άλλα συστήματα για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ή μιγμάτων αέρα / αερίων, το φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter - MBTF) χαρακτηρίζεται από υψηλή απόδοση και υψηλή ικανότητα αποδόμησης υγρών αποβλήτων. Ανάλογα με τις συγκεντρώσεις και τις ροές, ένας αντιδραστήρας με μια διάμετρο 4 m θα μπορούσε να επεξεργαστεί μια ροή αερίων αποβλήτων 30.000 Nm³ / h αέρα ταυτόχρονα με την επεξεργασία 20 m³ / h υγρών αποβλήτων. Για ροές ιδιαίτερα υψηλής συγκέντρωσης ή για πολύ μεγάλες απαιτήσεις για την εκροή των αποβλήτων είναι εφικτές άλλες αναλογίες αερίων / υγρών.

Το φίλτρο κινούμενης κλίνης με στάγδην ροή (moving bed trickling filter - MBTF) έχει αποδειχθεί ότι δεν επηρεάζεται αισθητά από τα αιωρούμενα στερεά και τα λίπη σε υγρά απόβλητα. Αυτό κάνει συχνά περιττή τη χρήση κροκιδωτικών ή ουσιών συσσωμάτωσης στην προεπεξεργασία [IPPC, 2003 & 2005].

Γ. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε σφαγεία και εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών παραπροϊόντων.

Δ. Οικονομικά στοιχεία

Οι δαπάνες για φίλτρα αντισταθμίζονται από τα μειωμένα φορτία ρύπων των υγρών αποβλήτων. Με συνδυασμένες επεξεργασίες δεν υπάρχει ανάγκη για ξεχωριστές τεχνικές επεξεργασίας αέρα / αερίων.

Ε. Παραδείγματα εφαρμογής

Ένα σφαγείο πτηνών στις Κάτω Χώρες.

4.5.4 Μικροβιολογική επεξεργασία αποβλήτων σφαγείου

A. Περιγραφή

Πρόκειται για ένα βιολογικό σύστημα επεξεργασίας (biological treatment system) που χρησιμοποιεί μια προσαρμοσμένη καλλιέργεια μικροοργανισμών. Τρία ρεύματα αποβλήτων από ένα σφαγείο, δηλαδή νερά πλυσίματος (wash-water), περιεχόμενα στομαχιών και αίμα συνδυάζονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μια αερόβια διαδικασία χώνευσης δύο σταδίων. Η τεχνολογία εφαρμόζεται και σε άλλα απόβλητα με υψηλή περιεκτικότητα σε αίμα ή / και λίπους [IPPC, 2003 & 2005].

Η ίλύς (sludge) που παράγεται από τους χωνευτήρες (digesters) αφυδατώνεται σε μία ταινιόπρεσα (belt press), για να δώσει βιομάζα με εμπορική αξία ως λίπασμα. Η ανάλυση της βιομάζας δείχνει ότι περιέχει υψηλά επίπεδα αζώτου, φωσφόρου, καλίου, μαγνησίου και θείου, τα οποία είναι θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών.

Τα υγρά από την ταινιόπρεσα (belt press) υποβάλλεται σε ένα τελικό βιολογικό καθαρισμό και είτε συλλέγονται σε ένα βυτιοφόρο για να διασκορπιστούν στο έδαφος, είτε χρησιμοποιούνται για το πλύσιμο των ταινιών. Τα τελικά υγρά απόβλητα είναι κατάλληλα για την πλύση των προαύλιων χώρων, μετά από κτηνιατρική έγκριση.

Αυτό το βιολογικό σύστημα με τα δύο στάδια, έχει αποδειχθεί ότι είναι ικανό να επεξεργαστεί απόβλητα με υψηλό φορτίο που μπορεί να φτάσει σε περιεκτικότητα COD πάνω από 100 g / l και να προσαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα διάφορων φορτίων ρύπων.

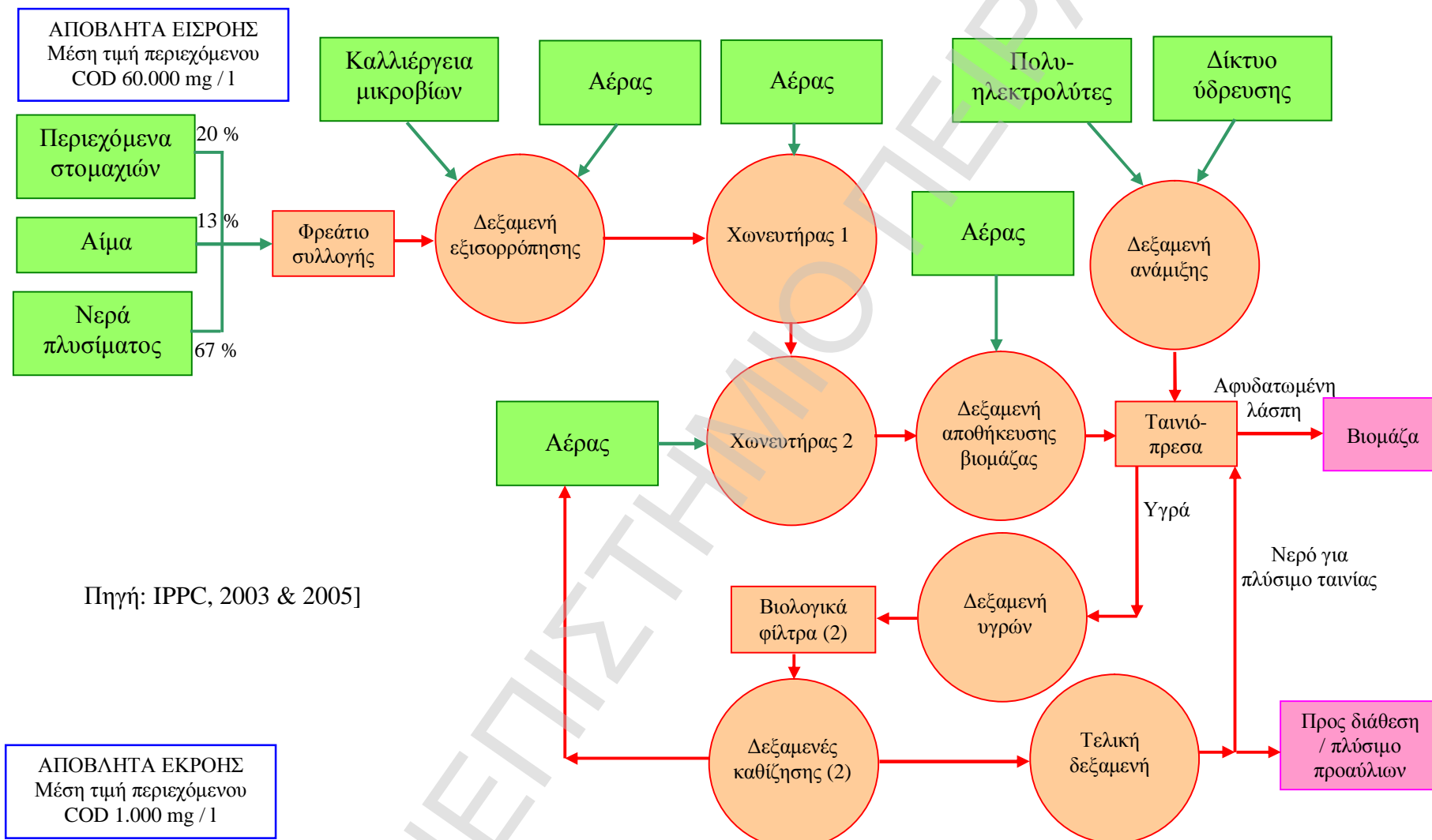
Η διεργασία παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.47.

B. Περιβαλλοντικά οφέλη

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων που παράγει υγρά και στερεά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αντί να πρέπει να διατεθούν.

Γ. Επιπτώσεις της υπό εξέταση επιλογής (Cross-media effects)

Κάποια χρήση ενέργειας για τη λειτουργία της διεργασίας και δημιουργία οσμών από τη βιομάζα.



Σχήμα 4.47: Διάγραμμα βιολογικής επεξεργασίας για απόβλητα σφαγείου με μεγάλο φορτίο [IPPC, 2003 & 2005].

Δ. Λειτουργικά στοιχεία

Η σύνθεση της εισροής στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποτελείται από 67 % νερά πλυσίματος, 20 % περιεχόμενα στομάχου και 13 % αίμα. Αυτά τα απόβλητα διαφέρουν ως προς το COD και την περιεκτικότητα σε αιωρούμενα στερεά εξ αιτίας των αλλαγών στο συνολικό όγκο των αποβλήτων και στον τύπο των ζώων που σφάζονται στο σφαγείο. Η μέση περιεκτικότητα σε COD της εισόδου (σύνθεσης των τριών ρευμάτων) είναι 60 g / l, αν και μπορούν να παρουσιαστούν και επίπεδα πάνω από 100 g / l.

Από το φρεάτιο συλλογής (collection sump), ο συνδυασμός των αποβλήτων αντλείται σε μια δεξαμενή εξισορρόπησης (balance tank) με ένα ρυθμό περίπου 45 m³ / d. Η δεξαμενή εξισορρόπησης, η οποία είναι αεριζόμενη, αμβλύνει τα εξαιρετικά υψηλά φορτία ρύπων που εισέρχονται στο βιολογικό στάδιο της διαδικασίας και εξασφαλίζει μια σταθερή τροφοδοσία στον πρώτο χωνευτήρα (digester). Καλλιέργεια μικροβίων σε αποξηραμένη μορφή προστίθεται τακτικά στη δεξαμενή εξισορρόπησης. Το σχήμα της αερόβιας διαδικασίας χώνευσης δύο σταδίων επιτρέπει λειτουργική ευελιξία και ικανότητα προσαρμογής σε μεταβολές. Η διαδικασία δεν απαιτεί καμία εξωτερική θέρμανση ή ψύξη [IPPC, 2003 & 2005].

Η ιλύς που παράγεται κατά τη διάρκεια της βιολογικής επεξεργασίας αφυδατώνεται με εισαγωγή σε παρτίδες σε μία ταινιόπρεσα, στην οποία προστίθεται η κατάλληλη ποσότητα πολυηλεκτρολύτη με σκοπό την αφυδάτωση. Η βιομάζα που προκύπτει και περιέχει ξηρά ουσία περίπου 30 %, εκρέει σε έναν μεταφερόμενο περιέκτη και αποθηκεύεται επι τόπου πριν από τη χρήση ή την πώληση.

Η μέση περιεκτικότητα σε COD των τελικών, επεξεργασμένων αποβλήτων είναι 1 g / l, δηλαδή επιτυγχάνεται μια μέση απόδοση απομάκρυνσης του COD μεγαλύτερη από 98 %. Με επιπλέον καθαρισμό επιτυγχάνονται ακόμα μικρότερα επίπεδα.

Έχει αναφερθεί ότι στην Ιταλία, τα επίπεδα COD έχουν μειωθεί από 4.000 – 7.000 mg / l σε < 160 mg / l.

Ε. Δυνατότητα εφαρμογής

Μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα σφαγεία.

Στ. Οικονομικά στοιχεία

Μεγάλοι όγκοι αποβλήτων με μια υψηλή περιεκτικότητα σε αίμα και λίπη που παράγονται από τα σφαγεία μπορεί να έχουν πολυδάπανο τρόπο διάθεσης. Με το χρόνο προβλέπεται να γίνουν πιο αυστηροί νομοθετικοί έλεγχοι που θα αυξήσουν επιπλέον τις δαπάνες μεταφοράς και διάθεσης αυτών των αποβλήτων.

Το 1996, η παραγωγή αποβλήτων από ένα σφαγείο βοοειδών, αρνιών και χοίρων στο Ηνωμένο Βασίλειο οδήγησε σε όγκο αποβλήτων σχεδόν 11.400 m³ με μία υψηλή περιεκτικότητα σε COD και αιωρούμενα στερεά. Αυτά τα απόβλητα με μεγάλο ρυπογόνο φορτίο στο παρελθόν μεταφέρονταν εκτός της μονάδας, για διάθεση από έναν ειδικό εργολάβο διάθεσης αποβλήτων με ετήσιο κόστος 128.000 GBP. Γεγονός που συνεπάγονταν αυξημένες δαπάνες διάθεσης αποβλήτων, οπότε λήφθηκε η απόφαση να εγκατασταθεί ένα βιολογικό σύστημα επεξεργασίας που θα εξάλειφε την ανάγκη για πολυδάπανη διάθεση αποβλήτων εκτός της μονάδας και που θα επέτρεπε την αύξηση της δυναμικότητας του σφαγείου.

Τα οφέλη αυτού του καινοτόμου συστήματος βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνουν την ετήσια μείωση του κόστους κατά 130.000 GBP και εξάλειψη της ανάγκης για διάθεση αποβλήτων με μεγάλο ρυπογόνο φορτίο εκτός της μονάδας.

Η εμπορική αξία της βιομάζας που παράγονταν υπολογίστηκε σε 50 GBP ανά τόνο. Με βάση την παραγωγή 10 τόνων την εβδομάδα, δηλαδή περίπου 500 τόνων βιομάζας ετησίως, το πιθανό εισόδημα από την πώληση της βιομάζας ήταν 25.000 GBP ετησίως (1997). Στην Ιταλία ο διασκορπισμός της βιομάζας στο έδαφος που παράγεται σε μία μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) σύμφωνα με την οδηγία 86/278/ΕΟΚ του Συμβουλίου κοστίζει περίπου 20 €/t.

Στην μονάδα του παραδείγματος, πριν από την εγκατάσταση της μονάδας βιοτεχνολογίας (biotechnology plant), τα απόβλητα μεγάλου ρυπαντικού φορτίου αποθηκεύονταν στην περιοχή για 32 εβδομάδες το έτος για να διατεθούν από τον ειδικό εργολάβο διάθεσης αποβλήτων. Αυτή η μέθοδος διάθεσης κόστιζε 128.000 GBP ετησίως, δηλαδή 17,7 GBP / m³ για 45 m³ αποβλήτων / d (τιμές του 1996). Τις υπόλοιπες 18 εβδομάδες του έτους, τα απόβλητα διασκορπίζονταν στο έδαφος επί τόπου, με εκτιμώμενο κόστος 3.000 GBP ετησίως. Έτσι εξαλείφτηκε η ανάγκη βυτιοφόρων για απόβλητα μεγάλου ρυπογόνου φορτίου για τη διάθεση εκτός της περιοχής.

Με δαπάνες εξοπλισμού 350.000 GBP (τιμές 1996), η καθαρή εξοικονόμηση χρημάτων των 130.000 GBP ετησίως οδήγησε σε έναν χρόνο αποπληρωμής 2,7 ετών. Αυτή η χρονική περίοδος θα ήταν σημαντικά μικρότερη εάν δεν ήταν διαθέσιμη η φτηνότερη επιλογή του διασκορπισμού στο έδαφος, δεδομένου ότι θα είχε αντικαταστήσει μια ακριβότερη εναλλακτική λύση.

Κατά το χρόνο ανάλυσης αυτής της μελέτης περίπτωσης, οι δημοτικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTPs) αναβαθμιζόνταν για να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις της οδηγίας 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21ης Μαΐου 1991 σχετικά με την επεξεργασία υγρών αστικών αποβλήτων. Αυτό θα μπορούσε να είχε οδηγήσει σε επιπλέον δαπάνες τα σφαγεία για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τους. Αυτή η νέα τεχνολογία, επομένως, μπορεί να παραγάγει σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων για τα σφαγεία που διαθέτουν τα απόβλητα τους στον υπόνομο.

Ο Πίνακας 4.35 παρουσιάζει τις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες, τις δαπάνες κεφαλαίου και την εξοικονόμηση χρημάτων από τη βιολογική επεξεργασία στο σφαγείο που περιγράφεται στην μελέτη περίπτωσης (case study).

Πίνακας 4.35: Οικονομική ανάλυση βιολογικής επεξεργασίας αποβλήτων σφαγείου.

	Κόστη, εξοικονόμηση και αποπληρωμή (GBP)
Ετήσια λειτουργικά κόστη:	
Καλλιέργεια μικροοργανισμών	3.200
Πολυηλεκτρολύτες	4.380
Νερό	1.050
Συντήρηση από ειδικό	2.500
Ηλεκτρική ενέργεια	9.200
Εργασία ⁽¹⁾	5.000
Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας⁽²⁾	25.330
Ετήσια εξοικονόμηση:	
Τιμή βιομάζας	25.000
Διάθεση αποβλήτων	131.000
Συνολική ετήσια εξοικονόμηση	156.000
Κόστος καθαρής ετήσιας εξοικονόμησης	130.670
Συνολικό κόστος κεφαλαίου	350.000
Περίοδος αποπληρωμής	2,7 έτη

⁽¹⁾: Υπολογίζεται για ένα άτομο που δουλεύει μισή μέρα, πέντε μέρες την εβδομάδα και 50 εβδομάδες το έτος.

⁽²⁾: Με βάση την επεξεργασία αποβλήτων 45 m³ / ημέρα για 5 μέρες την εβδομάδα και για 50 εβδομάδες το έτος.

Πηγή: European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), "Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.

Z. Κίνητρα για την εφαρμογή

Αυξανόμενες δαπάνες για την διάθεση των αποβλήτων εκτός της μονάδας.

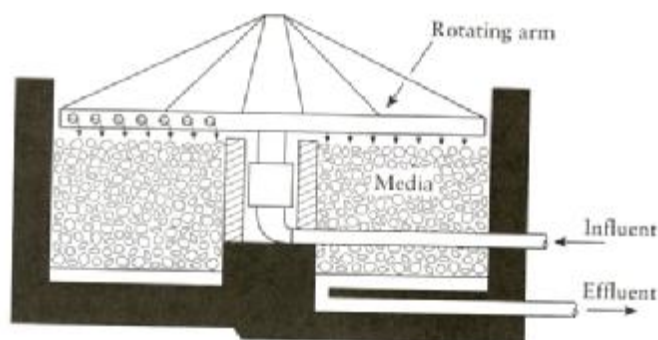
H. Παραδείγματα εφαρμογής

Ένα σφαγείο στο Ηνωμένο Βασίλειο και ένα στο Βέλγιο.

4.6 Άλλες μέθοδοι επεξεργασίας που εφαρμόστηκαν πειραματικά

4.6.1 Φίλτρα λεπτής ροής ή φίλτρα με στάγδην ροή (Trickling filter – TF)

Τα φίλτρα λεπτής ροής ή σταλαγματικά φίλτρα {σύμφωνα με τον κ. Τσώνη (2004)} υψηλού ρυθμού έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς (ιδιαίτερα στην Ευρώπη) ως χοντρικά φίλτρα για να επιτύχουν την προκαταρκτική απομάκρυνση του BOD από τα υγρά απόβλητα των μονάδων επεξεργασίας κρέατος και των σφαγείων [Johns, 1995]. Βέβαια στη συνέχεια ακολουθεί περαιτέρω επεξεργασία. Το πλεονέκτημά τους σε σχέση με άλλα συστήματα επεξεργασίας είναι η μικρή απαίτηση σε χώρο και σε ενέργεια.



Σχήμα 4.48: Φίλτρο με στάγδην ροή (trickling filter)

Πηγή: Vesilind A. and Morgan S., "Introduction to environmental engineering", ed. Thomson, Belmont 2004.

Οι κατευθυντήριες οδηγίες για σχεδιασμό με τη Γαλλική τεχνολογική πρόταση (French) για προεπεξεργασία υψηλού ρυθμού με φίλτρα λεπτής ροής των υγρών αποβλήτων σφαγείων δίνονται στον Πίνακα 4.36. Καλή απομάκρυνση των λιπών είναι απαραίτητη για να αποτραπεί η κάλυψη της επιφάνειας της μονάδας. Αυτή η τεχνολογία δεν έχει υιοθετηθεί ευρέως από τα αμερικανικά ή αυστραλιανά σφαγεία, αν και η καταλληλότητά της έχει καταδειχθεί [Johns, 1995].

Πίνακας 4.36: Συνιστώμενα κριτήρια σχεδιασμού για χοντρική επεξεργασία με φίλτρα λεπτής ροής (TF) υψηλού ρυθμού των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Κριτήριο	Συνιστώμενη τιμή
Υδραυλική επιφανειακή φόρτιση	$\geq 1,5 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{h}$
Ογκομετρική φόρτιση BOD ₅	$2 - 4 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{day}$
Λόγος ανακύκλωσης	3 - 4
Ύψος συσκευασίας	$\geq 4 \text{ m}$

Πηγή: Johns M., "Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review", Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 - 216, 1995.

Πίνακας 4.37: Χαρακτηριστικά φίλτρων λεπτής ροής

Χαρακτηριστικά σχεδιασμού	Χαμηλού ρυθμού - συμβατικός	Μέσου ρυθμού	Υψηλού ρυθμού	Super rate	Roughing filter
Μέσο	Πέτρες	Πέτρες	Πέτρες	Πλαστικές ύλες	Πλαστικές ύλες / πέτρες
Υδραυλικό φορτίο ($\text{m}^3 / \text{d} / \text{m}^2$)	10.000 - 40.000	40.000 - 100.000	100.000 - 400.000	150.000 - 900.000	600.000 - 1.800.000
Οργανικό φορτίο ($\text{kg BOD}_5 / \text{d} / \text{m}^3$)	1 - 3	3 - 6	6 - 12	< 30	> 20
Απομάκρυνση % BOD	80 - 85	50 - 70	40 - 80	65 - 85	40 - 85
Νιτρικοποίηση	Ναι	Κάποια	Όχι	Λίγη	Όχι

Πηγή: Kiely G., "Environmental engineering", ed. McGraw - Hill, London 1997.

Τα φίλτρα με στάγδην ροή (trickling filter) αποτελούνται από μία κλίνη ως μέσο (που περιλαμβάνει για παράδειγμα πέτρες σε μέγεθος γροθιάς) πάνω στην οποία ρέουν τα υγρά απόβλητα (βλέπε Σχήμα 4.48). Μια μορφή ενεργής καλλιέργειας μικροοργανισμών που βρίσκονται στην κλίνη λαμβάνουν την τροφή τους από τα υγρά απόβλητα που στάζουν στην κλίνη. Ο αέρας είτε εισέρχεται μηχανικά μέσα στην κλίνη, είτε, το πιο σύνηθες, λαμβάνει χώρα φυσική κυκλοφορία του αέρα λόγω

διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα της κλίνης και του εξωτερικού περιβάλλοντος [Vesilind and Morgan, 2004 και Reynolds and Richards, 1996]. Σε παλιότερα συστήματα τα υγρά απόβλητα ψεκάζονταν πάνω στις πέτρες με ακροφύσια, σήμερα χρησιμοποιείται περιστρεφόμενος βραχίονας (rotating arm) που κινείται και διανέμει τα υγρά απόβλητα σε όλη την κλίνη. Ο όρος trickling filter χρησιμοποιείται κατά ευφημισμό διότι λαμβάνει χώρα μια υποτυπώδης διήθηση (filtration) όπου κατακρατούνται όσα αιωρούμενα προσκολλώνται και τα οποία υδρολύονται και μεταβολίζονται.

4.6.2 Σύστημα αναερόβιας χώνευσης δύο σταδίων (two stage anaerobic digester)

Μια ποικιλία υποστρωμάτων εξασφαλίζουν την επιτυχία των συστημάτων χώνευσης σε δοχεία για τη γρήγορη αναερόβια σταθεροποίηση των οργανικών στερεών αποβλήτων κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Η σταθερή (stable) αναερόβια χώνευση εξαρτάται ιδιαίτερα από τη διατήρηση επαρκούς ρυθμιστικής ικανότητας (adequate buffering capacity) στο χωνευτήρα, και από αυτή την άποψη ο λόγος άνθρακα προς άζωτο στο υπόστρωμα είναι ουσιαστικός καθώς η αμμωνία διαδραματίζει βασικό ρόλο [Wang and Banks, 2003]. Η αμμωνία η ίδια, ωστόσο, είναι τοξική για τα βακτήρια της μεθανογένεσης σε σχετικά μικρές συγκεντρώσεις. Και στην περίπτωση του αναερόβιου χωνευτήρα οργανικών στερεών αποβλήτων από σφαγεία πλούσιων σε άζωτο, η συσσώρευση της αμμωνίας ως αποτέλεσμα της αποδόμησης των πρωτεϊνών μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία της διεργασίας.

Ένα σύστημα αναερόβιας χώνευσης δύο σταδίων για την επεξεργασία μίγματος αποβλήτων σφαγείου συγκρίθηκε με ένα συμβατικό αντιδραστήρα μονού περάσματος (single-pass reactor - SPR) από τους Wang and Banks (2003). Ο στόχος της εργασίας ήταν να διερευνηθούν τα μέσα για να ξεπεραστούν τα προβλήματα που προκλήθηκαν από τη συσσώρευση των πτητικών λιπαρών οξέων (volatile fatty acids - VFA) και της αμμωνίας σε συμβατικά αναμειγνυόμενους αντιδραστήρες μονού περάσματος (SPRs), που αναμένονταν να προκύψουν ως αποτέλεσμα του μικρού λόγου άνθρακα : αζώτου στις πρώτες ύλες της τροφοδοσίας (feedstock) (βλέπε Παράρτημα Λ.IV).

Η αρχή που υιοθετήθηκε σε μια σειρά πειραμάτων που έγιναν, ήταν να αποσυνδεθεί ο χρόνος διατήρησης των στερεών και των υγρών σε ένα αντιδραστήρα υδρόλυσης / οξίνισης (hydrolysis / acidification reactor), απομακρύνοντας αποτελεσματικά τα ενδιάμεσα προϊόντα της ζύμωσης και τα προϊόντα της υδρόλυσης από τον αντιδραστήρα μόλις σχηματίζονταν.

Τέσσερις αναερόβιοι χωνευτήρες 30 l χρησιμοποιήθηκαν για τα πειράματα.

Πίνακας 4.38: Η σύνθεση των πρώτων υλών της τροφοδοσίας των υγρών αποβλήτων σφαγείου που χρησιμοποιήθηκαν για ένα εύρος συγκεντρώσεων ολικών στερεών (TS) (3 – 8 %).

Καθοριστικοί παράγοντες	Τιμές					
TS (%)	2,94 – 3,09	3,97 – 4,05	4,97 – 5,08	6,04	7,02	8,03
TVS (%)	2,59 – 2,74	3,50 – 3,55	4,50 – 4,77	5,67	6,26	7,59
pH	7,52 – 7,53	7,22 – 7,49	6,95 – 7,50	7,42	7,50	7,41
COD (g / l)	18,5 – 19,3	22,5 – 22,7	26,8 – 33,6	33,0	41,3	43,0
VFA (mg / l)	369,7 – 448,0	565,4 – 1007,2	1068,9 – 1169,0	1227,9	1202,7	1615,0
Αμμωνία (mg / l)	129,2 – 131,7	147,6 – 188,7	153,4 – 174,1	129,1	175,7	130,0

Πηγή: Wang Z., Banks Ch., “Evaluation of a two stage anaerobic digester for the treatment of mixed abattoir wastes”, Elsevier Science, Process Biochemistry, vol. 38, p. 1267 - 1273, 2003.

Ο χωνευτήρας δύο σταδίων με ωφέλιμο όγκο 30 l είχε υδραυλικό χρόνο παραμονής (hydraulic retention time - HRT) σημαντικά μικρότερο από τον χρόνο παραμονής των στερεών (solid retention time - SRT). Αυτός ο τρόπος λειτουργίας αναφέρθηκε ως ένα υδραυλικό ξέπλυμα (hydraulic flush), και σχεδιάστηκε για να διατηρήσει τα ινώδη συστατικά (fibrous components) των πρώτων υλών της τροφοδοσίας μέσα στον αντιδραστήρα ενώ ταυτόχρονα ξεπλένονταν τα ενδιάμεσα προϊόντα της υδρόλυσης και της ζύμωσης.

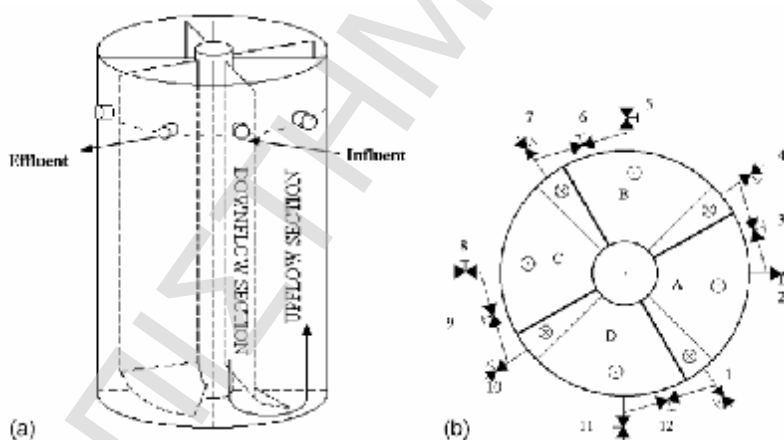
Ο αντιδραστήρας υδραυλικού ξεπλύματος (hydraulic flush reactor - HFR) λειτουργούσε σε ένα χρόνο παραμονής των στερεών (SRT) 10 ημερών και σε υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 2 ημερών. Η απόδοση του αντιδραστήρα υδραυλικού ξεπλύματος (HFR) συγκρίθηκε με αυτό ενός αντιδραστήρα μονού περάσματος (SPR) σε ρυθμούς φόρτισης ολικών στερεών (total solids - TS) 3, 4, 5, 6, 7 και 8 kg ολικών στερεών (TS) / m³ ανά ημέρα. Ο αντιδραστήρας μονού περάσματος (SPR) απέτυχε σε ένα ρυθμό φόρτισης στερεών 5 kg ολικών στερεών (TS) / m³ / d και παρουσίασε μόνο μια μέγιστη μείωση στερεών κατά 41 % ενώ ο αντιδραστήρας υδραυλικού ξεπλύματος (HFR) παρουσίασε μείωση των στερεών κατά 66 % και λειτούργησε ικανοποιητικά μέχρι 7 kg ολικών στερεών (TS) / m³ ανά ημέρα. Ένα αναερόβιο φίλτρο (anaerobic filter - AF) χρησιμοποιήθηκε ως δεύτερο στάδιο στον αντιδραστήρα υδραυλικού ξεπλύματος (HFR) για να εξασφαλίσει ένα μέσο επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων εκροής που προήλθαν από το πρώτο στάδιο. Το αναερόβιο φίλτρο (AF) λειτουργούσε σε υδραυλικό χρόνο παραμονής (HRT) 1 μέρας με ρυθμούς φόρτισης σε ένα εύρος 4,0 – 13,1 kg COD / m³ ανά ημέρα. Επιτεύχθηκε μια απομάκρυνση του COD γύρω στο 95 % και ένα ρυθμός παραγωγής μεθανίου μέχρι 0,34 m³ CH₄ ανά kg COD που απομακρύνονταν. Η καλύτερη απόδοση του συστήματος των δύο σταδίων ήταν 66 % μείωση των στερεών, 81,7 % απομάκρυνση του COD και μια συνολική παραγωγή μεθανίου 0,21 m³ CH₄ ανά kg TS που προσθέτονται, σε ένα ρυθμό φόρτισης στερεών 7,02 kg TS / m³ / d [Wang and Banks, 2003].

4.6.3 Περιοδικός αναερόβιος αντιδραστήρας με διάφραγμα (periodic anaerobic baffled reactor - PABR)

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των διατάξεων αναερόβιων αντιδραστήρων είναι η φύση του οργανικού υποστρώματος στην τροφοδοσία [Stamatelatos et al, 2004]. Η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιπίδια των υγρών αποβλήτων μπορούν να ποικίλουν.

Για αυτόν τον λόγο, ένας αποδοτικός αντιδραστήρας πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει υγρά απόβλητα με μεταβλητή σύνθεση. Το πρόβλημα των υγρών αποβλήτων με μεταβλητά χαρακτηριστικά γίνεται σημαντικότερο όταν παράγονται από τις βιομηχανίες που μεταβάλλουν την παραγωγή τους κατά τη διάρκεια του χρόνου λόγω της εποχιακής διαθεσιμότητας των πρώτων υλών που χρησιμοποιούν (π.χ. γάλα, κρέας, λαχανικά κ.α.).

Γενικά, τα υγρά απόβλητα που είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (π.χ. από την κοπριά χοίρων και πουλερικών ή τα σφαγεία, τις βιομηχανίες γάλακτος) θεωρούνται δυσκολότερο να υποστούν επεξεργασία σε σύγκριση με τα πλούσια σε υδατάνθρακες υγρά απόβλητα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί πιθανώς στη σχετικά υψηλότερη συγκέντρωση αμμωνίου ως αποτέλεσμα της ζύμωσης αμινοξέων (amino acids fermentation). Η αμμωνία, όταν είναι παρούσα σε υψηλές συγκεντρώσεις, εμποδίζει τα μεθανογόνα βακτήρια που διασπούν το οξικό οξύ (acetoclastic methanogens), αν και η πίεση της αμμωνίας θα μπορούσε να μετριαστεί υπό τις συνθήκες λειτουργίας που επιτρέπουν την προσαρμογή της βιομάζας. Η επίδραση της σύνθεσης των τροφίμων απεικονίζεται και στη σύνθεση του βιοαερίου, με τα υγρά απόβλητα που είναι πλούσια σε λιπίδια και πρωτεΐνες να παράγουν περισσότερο μεθάνιο από τα υγρά απόβλητα που περιέχουν κυρίως υδατάνθρακες. Η αποδόμηση των πρωτεϊνών μπορεί επίσης να προκαλέσει λειτουργικά προβλήματα όπως το άφρισμα (foaming) και η επίπλευση της βιομάζας (biomass flotation), ο σχηματισμός στρώματος αφρού (scum layer formation) στο διαχωριστήρα αερίου - υγρού - στερεού των αντιδραστήρων τύπου UASB και η μείωση στην ανάπτυξη κοκκώδους βιομάζας (granular biomass growth).



Σχήμα 4.49: (a) Τα τέσσερα διαμερίσματα (τμήματα) του PABR: Η τροφοδοσία εισέρχεται στο διαμέρισμα μέσω μιας θυρίδας που συνδέεται με το τμήμα καθοδικής ροής, ρέει προς τα πάνω στο τμήμα ανοδικής ροής περνά κάτω από το διάφραγμα και εισέρχεται στο επόμενο διαμέρισμα μέσω εξωτερικής σωληνώσεως, (b) τομή των τεσσάρων διαμερισμάτων του PABR. 1, 2, ... , 12 ηλεκτρονικές βαλβίδες τοποθετημένες σε σωληνώσεις εξωτερικά του αντιδραστήρα. Οι βαλβίδες ρυθμίζουν το ρόλο κάθε διαμερίσματος (εισροή, εκροή ή ενδιάμεση λειτουργία) σε συνάρτηση με το χρόνο. Να αναφερθεί ότι οι εξωτερικές σωληνώσεις συνδέουν το τμήμα ανοδικής ροής (⊕) του διαμερίσματος με το τμήμα καθοδικής ροής (⊗) στο επόμενο διαμέρισμα.

Πηγή: Stamatelatos K., Skiadas I., Lyberatos G., "On the behavior of the periodic anaerobic baffled reactor (PABR) during the transition from carbohydrate to protein - based feedings", Elsevier Ltd, Bioresource Technology, vol. 92, p. 321 – 326, 2004.

Στην μελέτη των Stamatelatos et al (2004), εξετάζεται η επίδραση της σύνθεσης του οργανικού υποστρώματος στην τροφοδοσία ενός καινοτόμου αντιδραστήρα, περιοδικός αναερόβιος αντιδραστήρας με διάφραγμα (periodic anaerobic baffled reactor - PABR) (βλέπε Παράρτημα Λ. V).

Ο περιοδικός αναερόβιος αντιδραστήρας με διάφραγμα (PABR) βασίζεται στην σχεδιαστική αρχή του ABR, δεδομένου ότι ο εσωτερικός χώρος του είναι χωρισμένος σε διαμερίσματα, κάθε ένα από τα οποία αποτελείται από ένα τμήμα καθοδικής ροής (downflow) και ένα τμήμα ανοδικής ροής (upflow). Τα διαμερίσματα διευθετούνται κατά τρόπο κυκλικό στη δακτυλιοειδή περιοχή μεταξύ δύο ομόκεντρων κυλίνδρων (Σχήμα 4.49a). Στον περιοδικό αναερόβιο αντιδραστήρα με διάφραγμα (PABR), οι θύρες εισροής και εκροής των αποβλήτων δεν είναι σταθερές όπως στο ABR, αλλά μπορούν να μετατραπούν περιοδικά μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (περίοδος μετατροπής), έτσι ώστε κάθε διαμέρισμα παίρνει την εισροή και γίνεται το πρώτο στη σειρά εντός ενός τμήματος της περιόδου (υποπερίοδος μετατροπής) (Σχήμα 4.49b). Ο περιοδικός τρόπος λειτουργίας του περιοδικού αναερόβιου αντιδραστήρα με διάφραγμα (PABR) οδηγεί στη διανομή της τροφοδοσίας σε όλα τα διαμερίσματα και επιτρέπει στη βιομάζα να αντεπεξέλθει στις δυσμενείς συνθήκες που προκαλούνται από τις υπερφορτώσεις ή τις διακυμάνσεις στη συγκέντρωση της τροφοδοσίας και να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες εύκολα.

Ένας PABR εργαστηριακής κλίμακας τροφοδοτούνταν με ένα συνθετικό υπόστρωμα (synthetic medium) που αποτελούνταν από μίγματα γλυκόζης (ένας υδατάνθρακας) και ζελατίνης (μια πρωτεΐνη) σε διάφορες αναλογίες. Ο PABR φάνηκε να επηρεάζεται ελάχιστα κατά τη διάρκεια της βαθμιαίας αντικατάστασης της γλυκόζης από τη ζελατίνη. Στην πραγματικότητα, η απόδοση του αντιδραστήρα παρέμεινε σε ένα βέλτιστο επίπεδο ($\approx 98\%$), ενώ λειτουργούσε κάτω από ένα οργανικό ρυθμό φόρτισης $3,125 \text{ g COD} / 1 / \text{d}$ [Stamatelatos et al, 2004].

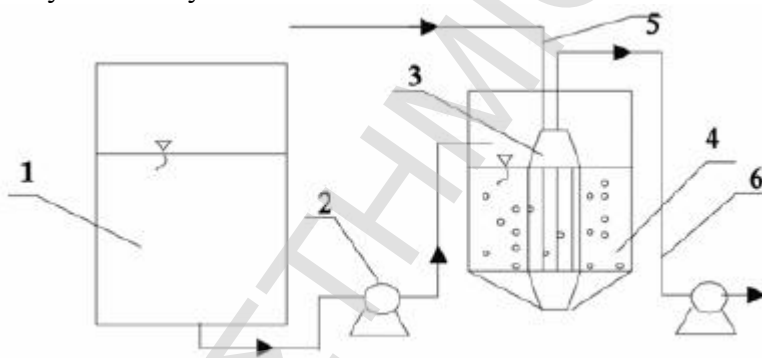
4.6.4 Συστήματα Μεμβρανών

Οι διεργασίες μεμβρανών με δρώσα δύναμη την πίεση έχουν πολλά πλεονεκτήματα που τις καθιστούν ιδιαίτερα δημοφιλείς για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων [Bohdziewicz and Sroka, 2006]. Οι μεμβράνες, και ειδικότερα η μικροδιήθηση (microfiltration) και η υπερδιήθηση (ultrafiltration), μπορούν να χρησιμοποιηθούν στους βιολογικούς αντιδραστήρες μεμβρανών για να ενισχύσουν τη μεταφορά των ουσιών στις βιοχημικές αντιδράσεις. Υπάρχουν δύο τρόποι να συνδυαστούν οι διεργασίες μεμβρανών με δρώσα δύναμη την πίεση με τη βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων όπου χρησιμοποιείται ενεργός ιλύς. Ο πρώτος χρησιμοποιεί έναν βιολογικό αντιδραστήρα στον οποίο ένα σύστημα μεμβρανών είναι φυσικά χωρισμένο από αυτόν, ενώ στον άλλο τρόπο η μεμβράνη αποτελεί ένα αναπόσπαστο τμήμα του βιολογικού αντιδραστήρα. Και στις δύο τεχνικές, η βιολογική επεξεργασία των υγρών αποβλήτων βασίζεται στους κανόνες που χρησιμοποιούνται στις παραδοσιακές βιολογικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας στις οποίες η μεμβράνη λειτουργεί ως δευτεροβάθμια δεξαμενή καθίζησης.

Το σύστημα διήθησης διαχωρίζει πλήρως τη βιομάζα από τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα, και αυτό το γεγονός αυξάνει αρκετά τη συγκέντρωση της ενεργού ιλύος στη δεξαμενή αερισμού. Η συγκέντρωση της ιλύος που μένει μπορεί να συγκριθεί ακόμη και δέκα φορές με την ποσότητα της βιομάζας που χρησιμοποιείται στις παραδοσιακές τεχνολογίες που χρησιμοποιούν τις δευτεροβάθμιες δεξαμενές καθίζησης. Η μεμβράνη επιτρέπει επίσης τη διατήρηση της διογκωμένης ιλύος

(swollen sludge). Εξαιτίας της διατήρησης των αιωρούμενων σωματιδίων στο σύστημα και της διατήρησης για μεγάλο χρονικό διάστημα των μόλις και μετά βίας βιοδιασπάσιμων ουσιών, παρουσιάζεται μια μείωση στους δείκτες ρύπανσης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Η μείωση στο COD και στο BOD₅ φθάνει το 96 % σε μια πλήρη απομάκρυνση των αιωρούμενων.

Οι Bohdziewicz and Sroka (2006) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων βιομηχανίας κρέατος με δύο υβριδικά συστήματα ενεργού ιλύος και υπερδιήθησης (ultrafiltration) σε: (1) ένα αερόβιο βιολογικό αντιδραστήρα σε συνδυασμό με υπερδιήθηση και (2) ένα βιολογικό αντιδραστήρα που περιέχει ξεχωριστές δεξαμενές απονιτρικοποίησης και νιτρικοποίησης σε συνδυασμό με υπερδιήθηση. Διαπιστώθηκε ότι είναι εφικτό να γίνει η επεξεργασία αυτών των υγρών αποβλήτων και ικανοποιητικά με τα δύο συστήματα εντούτοις, ο αερόβιος βιολογικός αντιδραστήρας απαιτούσε τη χρήση μιας μικρής συγκέντρωσης (φόρτισης) ενεργού ιλύος (activated sludge loading) 0,017 g COD/g_{TS} × d. Συνεπώς, ο βιολογικός αντιδραστήρας που εξοπλίστηκε με τις ξεχωριστές δεξαμενές διάσπασης νιτρικών και νιτρικοποίησης αποδείχθηκε ευνοϊκότερος. Σε αυτό το τελευταίο σύστημα συγκέντρωση (φόρτιση) σε υπόστρωμα ήταν 0,15 g COD/g_{TS} × d, η ένταση αερισμού 800 dm³ και η σταθερή συγκέντρωση (φόρτιση) ενεργού ιλύος ήταν 4 g / dm³. Τα υγρά απόβλητα που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με αυτές τις συνθήκες ικανοποιούν τις απαιτήσεις του κανονισμού του Υπουργείου Περιβάλλοντος της Πολωνίας με ημερομηνία δημοσίευσης τη 8^η Ιουλίου 2004 και μπορούν να διατεθούν σε υδάτινους αποδέκτες.



Σχήμα 4.50: Αερόβιος βιολογικός αντιδραστήρας μεμβρανών. 1: δεξαμενή ακατέργαστων υγρών αποβλήτων, 2: αντλία, 3: μεμβράνες, 4: αεριζόμενη δεξαμενή ενεργού ιλύος, 5: είσοδος αέρα, 6: έξοδος επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

Πηγή: Bohdziewicz J. and Sroka E., "Application of hybrid systems to the treatment of meat industry wastewater", Elsevier, Science Direct, Desalination, vol. 198, p. 33 – 40, 2006.

Πίνακας 4.39: Δείκτες ρύπανσης ακατέργαστων υγρών αποβλήτων, τα οποία μετά την επεξεργασία, μπορούν να επιστρέψουν στους φυσικούς υδάτινους αποδέκτες.

Δείκτες ρύπανσης	Συγκέντρωση ρύπων στα ακατέργαστα υγρά απόβλητα (g / m ³)		Φορτίο (μέση τιμή) (kg / d)	Επιτρεπόμενες τιμές* (g / m ³)
	Εύρος	Μέση τιμή		
pH	6,0 – 7,2	6,6	-	6,5 – 9,5
COD	2.780 – 6.720	4.584	309,2	125
BOD ₅	1.200 – 3.000	2.100	126,8	25
Ολικό άζωτο	49 – 287	198	13	30
Ολικός φώσφορος	15 - 70	32	2,1	3
Ολικά αιωρούμενα	112 – 1.743	396	26,1	30

*: Κανονισμός του Υπουργείου Περιβάλλοντος της Πολωνίας της 8^{ης} Ιουλίου 2004 που αφορά τις απαιτήσεις των υγρών αποβλήτων για να διατεθούν σε υδάτινους αποδέκτες και το έδαφος.

Πηγή: Bohdziewicz J. and Sroka E., “Application of hybrid systems to the treatment of meat industry wastewater”, Elsevier, Science Direct, Desalination, vol. 198, p. 33 – 40, 2006.

Πίνακας 4.40: Μείωση των δεικτών ρύπανσης για επεξεργασμένα υγρά απόβλητα με συγκέντρωση (φόρτιση) ενεργού ιλύος 0,017 g COD / g_{TS} × d.

Δείκτες ρύπανσης	Συγκέντρωση ρυπαντή στα ακατέργαστα υγρά απόβλητα (g / m ³)	Κατακράτηση (Retention) R (%)	Συγκέντρωση ρυπαντή στα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα (g / m ³)
COD	3.880	96,9	115
BOD ₅	1.600	99,1	14
Ολικό άζωτο	162	82,1	29
Αμμωνιακό άζωτο	48	98,8	0,6
Ολικός φώσφορος	29	86,5	3,9

Πηγή: Bohdziewicz J. and Sroka E., “Application of hybrid systems to the treatment of meat industry wastewater”, Elsevier, Science Direct, Desalination, vol. 198, p. 33 – 40, 2006.

Πίνακας 4.41: Αποτελεσματικότητα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων σε βιοαντιδραστήρα μεμβράνης με τη χρήση συγκέντρωση (φόρτιση) ενεργού ιλύος 0,14 g COD / g_{TS} × d.

Δείκτες ρύπανσης	Συγκέντρωση ρυπαντή στα ακατέργαστα υγρά απόβλητα (g / m ³)	Βαθμός συγκράτησης, R (%)	Συγκέντρωση ρυπαντή στα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα (g / m ³)
COD	1.480	98,1	22,0
BOD ₅	980	99,0	9,0
Ολικό άζωτο	130	98,2	24,2
Ολικός φώσφορος	7,4	87,3	2,9

Πηγή: Bohdziewicz J. and Sroka E., “Application of hybrid systems to the treatment of meat industry wastewater”, Elsevier, Science Direct, Desalination, vol. 198, p. 33 – 40, 2006.

Σε μια προηγούμενη εργασία τους οι Bohdziewicz and Sroka (2005a) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που προέρχονταν από μία βιομηχανία κρέατος με ένα υβριδικό σύστημα που συνδυάζει τις βιολογικές μεθόδους ενεργού ιλύος (σε ένα sequential bioreactor - SBR) και αντίστροφης όσμωσης.

Πίνακας 4.42: Αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων με την εφαρμογή της μεθόδου ενεργού ιλύος σε ευνοϊκές συνθήκες λειτουργίας (φορτίο ενεργού ιλύος: 0,15 g COD / g_{T.S.} × d, πυκνότητα αερισμού: 840 dm³ αέρα / h, χρόνος παραμονής στον βιοαντιδραστήρα: 12 h, λόγος t_s / t_s + t_a: 0,3.

Δείκτες ρύπανσης	Ακατέργαστα υγρά απόβλητα (g / m ³)	Κατακράτηση (Retention) R (%)	Υγρά απόβλητα μετά τον βιοαντιδραστήρα ενεργού ιλύος (g / m ³)	Επιτρεπόμενες τιμές (g / m ³)
COD	5.300	98,1	102	150
BOD ₅	2.900	99,6	10	15
Ολικό άζωτο	557	98,2	9,5	30
Ολικό φώσφορο	37,8	87,3	4,8	5
Αμμώνιο	2,0	95,0	0,1	6

Πηγή: Bohdziewicz J. and Sroka E., “Integrated system of activated sludge–reverse osmosis in the treatment of the wastewater from the meat industry”, Elsevier, Process Biochemistry vol.40, p. 1517 – 1523, 2005a.

Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν με υγρά απόβλητα από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας κρέατος της εταιρίας Uni-Lang στη Βαρσοβία (Wzrosowa) έδειξαν ότι η βιολογική επεξεργασία οδήγησε σε μια ικανοποιητική απομάκρυνση των ρυπογόνων παραγόντων από τα υγρά απόβλητα, τα οποία θα μπορούσαν στη συνέχεια να διατεθούν σε υδάτινο αποδέκτη. Προκειμένου να γίνει δυνατή η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων στον κύκλο παραγωγής, έγινε πρόσθετη επεξεργασία με αντίστροφη όσμωση.

Πίνακας 4.43: Αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων με την εφαρμογή αντίστροφης όσμωσης μετά από προεπεξεργασία με βιολογική μέθοδο.

Δείκτες ρύπανσης	Υγρά απόβλητα μετά τον βιοαντιδραστήρα ενεργού ιλύος (g / m ³)	Υγρά απόβλητα μετά τη διεργασία της αντίστροφης όσμωσης	
		Συγκέντρωση (g / m ³)	Βαθμός συγκράτησης, R (%)
COD	76	10,8	85,8
BOD ₅	10	5,0	50,0
Ολικό φώσφορο	3,6	0,09	97,5
Ολικό άζωτο	13	1,3	90,0

Πηγή: Bohdziewicz J. and Sroka E., “Integrated system of activated sludge–reverse osmosis in the treatment of the wastewater from the meat industry”, Elsevier, Process Biochemistry vol.40, p. 1517 – 1523, 2005a.

Στην ίδια βιομηχανία κρέατος, που είδαμε παραπάνω, οι Bohdziewicz and Sroka (2005b) μελέτησαν τρία υβριδικά συστήματα με τους ακόλουθους συνδυασμούς: (1) υπερδιήθηση (ultrafiltration) – αντίστροφη όσμωση, (2) κροκίδωση – αντίστροφη όσμωση και (3) κροκίδωση – υπερδιήθηση (ultrafiltration) – αντίστροφη όσμωση. Όμως ούτε η κροκίδωση ούτε η υπερδιήθηση (ultrafiltration) δεν επέτρεψαν μια ικανοποιητική απομάκρυνση των ρύπων από τα υγρά απόβλητα. Εντούτοις, μια πρόσθετη επεξεργασία με τη βοήθεια της αντίστροφης όσμωσης το κατέστησε δυνατή την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στον κύκλο παραγωγής της βιομηχανίας κρέατος.

4.7 Αξιοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων

Η τρέχουσα νομοθεσία απαιτεί την επεξεργασία των βιομηχανικών και αστικών υγρών αποβλήτων, προκειμένου να ικανοποιηθούν κάποια συγκεκριμένα

ποιοτικά πρότυπα για τα απόβλητα. Αυτό έχει αναγκάσει πολλές βιομηχανίες να επεξεργαστούν τα υγρά τους απόβλητα με τη χρήση της καλύτερης διαθέσιμης τεχνολογίας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Στην περίπτωση που είναι αναγκαία η εκτεταμένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων για να ικανοποιηθούν οι αυστηρές άδειες διάθεσης των αποβλήτων, η ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων συχνά προσεγγίζει αυτή των χειμάρρων γλυκού νερού και πρέπει να θεωρηθούν ως πολύτιμοι υδάτινοι πόροι, ιδιαίτερα όπου το νερό είναι λιγιστό. Οι ρυθμιστικές κρατικές υπηρεσίες ενθαρρύνουν τη χρησιμοποίηση τέτοιων επεξεργασμένων αποβλήτων για χρήσεις μη πόσιμου νερού γενικά, και πιο συγκεκριμένα για άρδευση.

Η υψηλής ποιότητας επεξεργασία των υγρών αποβλήτων επιφέρει ένα μεγάλο κόστος στις επιχειρήσεις, που αναγκάζονται να αναζητήσουν εναλλακτικές λύσεις, οι οποίες θα ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της νομοθεσίας ενώ συγχρόνως θα απαιτούν μικρότερη επένδυση και λειτουργικό κόστος. Μια λύση στο πρόβλημα, με αυξανόμενη δημοτικότητα, είναι η επεξεργασία των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων και η επαναχρησιμοποίηση τους σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές στα όρια της ίδιας της βιομηχανίας.

Οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τα επεξεργασμένα ή μερικώς επεξεργασμένα υγρά απόβλητα τους ως νερό ψύξης, ως νερό πλυσίματος τουαλετών ή για την άρδευση των φυτών και του γρασιδιού που αναπτύσσονται στην περιοχή [Manios et al, 2003]. Αυτή η πρακτική επιτρέπει στις βιομηχανίες ουσιαστικά να μειώσουν και το κόστος επεξεργασίας και τις ποσότητες γλυκού νερού που απαιτούνται στην περιοχή.

Ακόμα και σε χώρες που η νομοθεσία για το περιβάλλον δεν είναι αυστηρή, η εξοικονόμηση νερού και η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων είναι η μόνη λύση στο πρόβλημα της έλλειψης νερού. Αναφέρεται ενδεικτικά η περίπτωση της Ιορδανίας όπου η διαθεσιμότητα του νερού στην Ιορδανία είναι πολύ περιορισμένη σε σχέση με τη ζήτηση [Mohsen and Jaber, 2002]. Η άντληση νερού από τα πηγάδια (φρεάτια ή γεωτρήσεις) της Ιορδανίας το 1989 ήταν τόσο υψηλή που όλο το νερό από τις βροχοπτώσεις χρησιμοποιήθηκε από αυτή την άντληση. Σήμερα αντλείται ακόμη περισσότερο νερό από τα πηγάδια (γεωτρήσεις) και μειώνεται το επίπεδο του υπόγειου νερού. Από το 1989, η μη ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ της βροχόπτωσης και της κατανάλωσης των υπόγειων υδάτων αυξάνεται από χρόνο σε χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας κάτω από την Ιορδανία μειώνεται, και καθώς τα πηγάδια (γεωτρήσεις) γίνονται βαθύτερα, η μέση αλατότητα του αντλούμενου νερού αυξάνεται.

Ο βιομηχανικός τομέας στην Ιορδανία χρησιμοποίησε 50 MCM νερού το 1998, το οποίο αποτελεί το 5 % της συνολικής κατανάλωσης νερού κατά τη διάρκεια αυτού του έτους. Το μεγαλύτερο μέρος καταναλώθηκε από τις μεγάλες βιομηχανίες όπως τα μεταλλεία φωσφορικών, την παραγωγή ανθρακικού καλίου, το τσιμέντο, την κεραμική και τα μη αλκοολούχα ποτά, καθώς επίσης και τον τομέα της ενέργειας. Σχεδόν όλες οι τοπικές βιομηχανίες υποφέρουν από την έλλειψη νερού κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών. Η έλλειψη νερού είναι επίσης ο περιοριστικός παράγοντας για την ίδρυση νέων βιομηχανιών καθώς επίσης και για την επέκταση ορισμένων διεργασιών με μεγάλο ρυθμό κατανάλωσης νερού όπως η επεξεργασία πετρελαίου από αργιλικούς σχιστόλιθους (oil shale processing).

Υπάρχουν όμως πολλές δυνατότητες για την εξοικονόμηση νερού σε διαδικασίες ξεπλύματος και πλυσίματος σε πολλές από τις βιομηχανικές διεργασίες. Το ξέβγαλμα σε αντιστροφή (countercurrent rinse), το ξέβγαλμα των ψεκαστών, ο έλεγχος ροής και η επαναχρησιμοποίηση του νερού ξεβγάλματος μέσω της

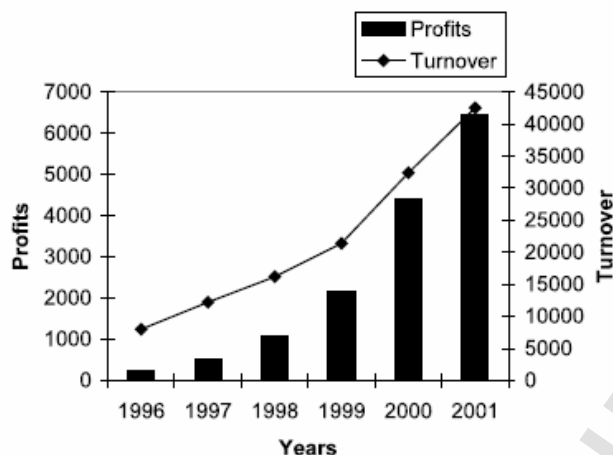
εναλλαγής ιόντων είναι μερικές από τις προφανέστερες μεθόδους για την εξοικονόμηση νερού.

Το νερό ψύξης (cooling water) χάνεται συχνά από την εξάτμιση σε έναν πύργο ψύξης. Αυτή η διαδικασία καταναλώνει νερό και η συγκέντρωση των αλάτων αυξάνει στο νερό ψύξης. Αυτό συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων στις πηγές νερού που χρησιμοποιούνται για τη υδροληψία. Η υψηλή συγκέντρωση των αλάτων στις φυσικές πηγές νερού στην Ιορδανία είναι πρόβλημα που μεγαλώνει, το οποίο χρειάζεται πολλή προσοχή στο μέλλον. Τα κλειστά συστήματα ψύξης βοηθούν κάπως. Μια άλλη δυνατότητα είναι να αντικατασταθούν οι εναλλάκτες ιόντων με αντίστροφη όσμωση για την παραγωγή του απιονισμένου νερού. Από την αναγέννηση των εναλλακτών ιόντων παράγονται πολλά άλατα από το υδροξείδιο του νατρίου και το υδροχλωρικό οξύ. Λιγότερες χημικές ουσίες χρησιμοποιούνται από την αντίστροφη όσμωση. Εδώ το νερό ίσως πρέπει να υποβληθεί σε προεπεξεργασία με ένα αποσκλήρυντικό.

Η διαδικασία αποσκλήρυνσης του νερού πρέπει επίσης να θεωρηθεί ως πηγή ρύπανσης με άλατα. Κανονικά, οι ρητίνες για την αποσκλήρυνση του νερού αναγεννώνται με χλωριούχο νάτριο, το οποίο συμβάλλει σε μια αύξηση της συγκέντρωσης του νατρίου στις φυσικές πηγές νερού. Όμως είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί χλωριούχο κάλιο ως υποκατάστατο του χλωριούχου νατρίου. Αυτό θα βελτιώσει την ποιότητα των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων από τη μονάδα επεξεργασίας αστικών λυμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για άρδευση. Η επιχείρηση ανθρακικού καλίου της Ιορδανίας (Jordan Potash Company) παράγει καθαρό χλωριούχο κάλιο 97 %. Η παγκόσμια τάση τώρα, ειδικά στις ΗΠΑ, είναι να αντικατασταθεί το χλωριούχο νάτριο με το χλωριούχο κάλιο για την αποσκλήρυνση του νερού. Αν γίνει αυτό στο Amman και στο Zarqa μπορεί να μειωθεί η αλατότητα νατρίου της μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων του Samra (STP) κατά σχεδόν 10 % και θα προστεθούν θρεπτικές ουσίες στο νερό. Υπολογίζεται ότι η κατανάλωση χλωριούχου νατρίου στην περιοχή Amman - Zarqa είναι σήμερα περίπου 2500 t / y [Mohsen and Jaber, 2002].

4.7.1 Μελέτη περίπτωσης αξιοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων στην Ελλάδα

Μια βιομηχανική μονάδα που ανήκει στην Creta Farm Plc, στο νησί της Κρήτης στην Ελλάδα, εφαρμόζει αυτόν τον κλειστό κύκλο υγρών αποβλήτων. Η εταιρεία Creta Farm, έχει τη μεγαλύτερη μονάδα παραγωγή κρέατος (εκτρέφοντας χοίρους), περιλαμβάνοντας μονάδα επεξεργασίας και συσκευασίας. Βρίσκεται έξω από την πόλη του Ρέθυμνου στη βόρεια ακτή του νησιού. Από το αγρόκτημα, όπου εκτρέφονται περισσότεροι από 20.000 χοίροι διαφόρων ηλικιών και μεγεθών, συλλέγονται σε καθημερινή βάση 300 - 320 m³ υγρών αποβλήτων [Manios et al, 2003 και Gaki et al, 2002]. Από το σφαγείο και τη μονάδα επεξεργασίας κρέατος παράγονται άλλα 100 - 125 m³/d.



Σχήμα 4.51: Τα κέρδη και ο τζίρος από το 1996 σε €

Πηγή: Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Sakkas N., “Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry”, Elsevier Science, Resources, Conservation and Recycling, vol. 38, p. 335 - 345, 2003.

Η επιχείρηση ιδρύθηκε το 1970 και ο κύριος στόχος της ήταν η παραγωγή και η συσκευασία συντηρημένων τροφίμων και φύλλων αμπέλου για εξαγωγή. Η μονάδα εκτροφής χοιριδίων ιδρύθηκε το 1971 και από το 1985 οι δραστηριότητες της επιχείρησης περιέλαβαν την παραγωγή μαγειρευμένου χοιρινού κρέατος από το ιδιόκτητο σφαγείο της. Το 1995 η επιχείρηση ονομάστηκε «Creta Farm». Τα κέρδη και ο τζίρος έχουν αυξηθεί σταθερά τα προηγούμενα 8 έτη (Σχήμα 4.51). Η Creta Farm πήρε στην κατοχή της άλλες τέσσερις επιχειρήσεις που ασχολούνταν με αλλαντικά (Hellas Farm, Eurocreta, Creta Mercantile και Teto Farm) και έγινε μια από τις κορυφαίες τρεις επιχειρήσεις αλλαντικών και η πρώτη αναπτυσσόμενη επιχείρηση αλλαντικών στην Ελλάδα. Το μερίδιό της στην ελληνική αγορά αλλαντικών είναι τώρα πάνω από το 10 %. Η Creta Farm ασχολείται μόνο με χοιρινό κρέας. Η επιχείρηση εισάχθηκε στο ελληνικό χρηματιστήριο τον Απρίλιο του 2000 και εισέπραξε περισσότερα από δεκαπέντε εκατομμύρια Euro (t).

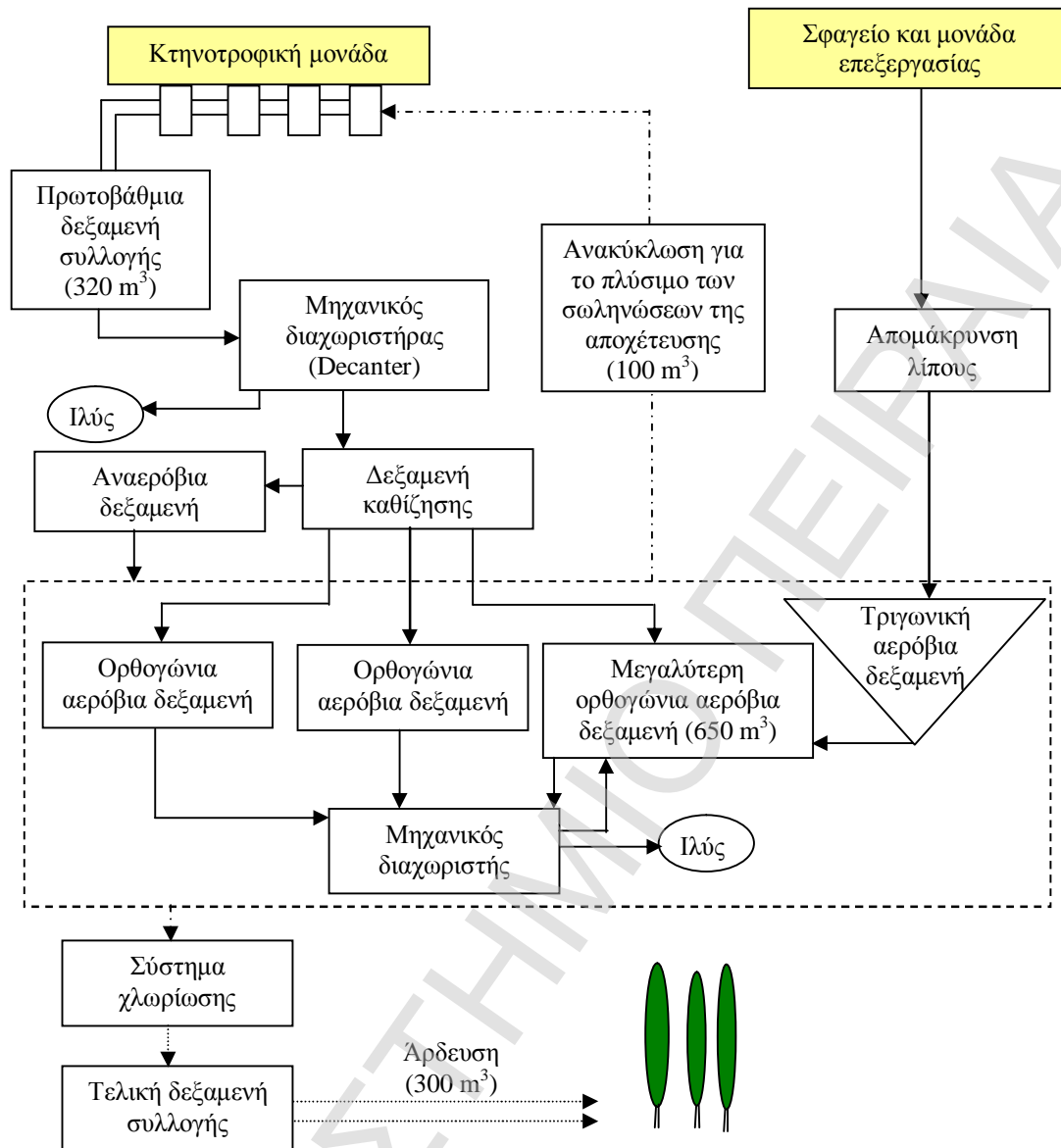
Η Creta Farm Plc εφαρμόζει HACCP σε όλους τους τομείς της παραγωγής της. Η εφαρμογή της ανάλυσης κινδύνου είναι ένας τρόπος ελέγχου της ασφάλειας κάθε προϊόντος για τον καταναλωτή. Από το 1999, εφαρμόζεται το ISO 9001 στην ανάπτυξη, παραγωγή, αποθήκευση, πώληση των αλλαντικών και μαγειρευμένων παρασκευασμάτων κρέατος και επίσης εφαρμόζεται το ISO 9002 στην ανάπτυξη, την αναπαραγωγή, την πάχυνση και τη σφαγή των χοίρων που εκτρέφονται με ειδική μέθοδο εκτροφής (όπου τρέφονται αποκλειστικά με φυτικής προέλευσης χορτονομή και η πάχυνση γίνεται χωρίς τη χρήση αντιβιοτικών). Το συγκεκριμένο ISO 9002 απονέμεται μόνο σε μερικές επιχειρήσεις στην Ευρώπη και η Creta Farm είναι η μόνη ελληνική επιχείρηση. Από τις αρχές του 2000 η Creta Farm εφαρμόζει και ISO 14000, για την περιβαλλοντική διαχείριση.

Το σύστημα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων της είναι ένας συνδυασμός δεξαμενών καθίζησης (settling) και αερισμού (aeration), με διαχωριστήρες (decanters) που λειτουργούν σε διαφορετικές φάσεις της διαδικασίας, κυρίως για την απομάκρυνση των στερεών από τα υγρά απόβλητα. Οι μέσες τιμές βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου και ολικών αιωρούμενων στερεών των επεξεργασμένων αποβλήτων είναι 40 και 80 mg/l αντίστοιχα. Από αυτά, τα δευτεροβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα, περίπου 100 m³ χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των σωλήνων των λυμάτων της μονάδας εκτροφής (χοιροτροφείο). Τα υπόλοιπα 300 m³ απολυμαίνονται με ένα ασθενές διάλυμα χλωρίου πριν να χρησιμοποιηθούν για να

ποτίσουν δέντρα, γρασίδι και διάφορα άλλα φυτά. Περισσότερα από 2000 δέντρα ευκαλύπτων, 1500 αρμυρίκια (*tamarix*) και ένας μεγάλος αριθμός ελαιοδέντρων αναπτύσσονται στην περιοχή δημιουργώντας ένα ευχάριστο τοπίο και συγχρόνως βοηθούν στην ελαχιστοποίηση του προβλήματος των οσμών.

Αυτή η μελέτη περίπτωσης παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον για διάφορους λόγους: (α) Η Κρήτη, στη νότια άκρη της Ευρώπης, αποτελεί πρόκληση για τους ανεπαρκείς υδάτινους πόρους που διαθέτει, ειδικά το καλοκαίρι όπου επισκέπτονται το νησί περισσότεροι από 3.000.000 τουρίστες, (β) αυτός ο κλειστός κύκλος νερού είναι ένας από τους πρώτους που εφαρμόζεται στην Ελλάδα, όπου η ιδέα της επαναχρησιμοποίησης του νερού γενικά αντιμετωπίζει ισχυρές αντιρρήσεις από το κοινό, (γ) είναι μια βιομηχανία παραγωγής και επεξεργασίας κρέατος με άριστα μέτρα υγιεινής και ασφάλειας που αποδεικνύουν ότι τα καλά σχεδιασμένα συστήματα υγρών αποβλήτων μπορούν να εγγυηθούν την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση για τους εργαζομένους, τα ζώα και τους καταναλωτές, και (δ) η Creta Farm Plc είναι μια από τις ταχέως αυξανόμενες εγχώριες επιχειρήσεις, που στοχεύει να επενδύσει σε μια νέα βιομηχανική μονάδα στην κεντρική Ελλάδα, στην οποία επίσης θα εφαρμοστεί ένα ανάλογο σύστημα, αυτή τη φορά όμως για την άρδευση των δέντρων λεύκας για εμπορική παραγωγή ξυλείας υψηλής ποιότητας.

Το Σχήμα 4.52 παρουσιάζει ένα σχεδιάγραμμα της συλλογής υγρών αποβλήτων, που υποβάλλονται σε επεξεργασία και επαναχρησιμοποιούνται από το σύστημα. Υπάρχουν περισσότερα από 5000 m σωληνώσεων λυμάτων για τη συλλογή και τη μεταφορά των υγρών αποβλήτων από τις διάφορες πηγές μέσα στο σύστημα επεξεργασίας. Τα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων καλύπτουν μια περιοχή 7000 m², περιέχοντας τις δεξαμενές καθίζησης και αερισμού, τους διαχωριστήρες (decanters) και μια μονάδα απολύμανσης (χλωρίωσης). Τα υγρά απόβλητα που ρέουν από τη μονάδα εκτροφής των χοίρων και τη μονάδα σφαγείου / συσκευασίας / επεξεργασίας υποβάλλονται σε επεξεργασία, ως ένα σημείο, ξεχωριστά. Αυτό οφείλεται στην κατασκευή των διάφορων τμημάτων της περιοχής σε διαφορετικές περιόδους.



Σχήμα 4.52: Διάγραμμα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (δευτερογενώς επεξεργασμένα απόβλητα, απολυμασμένα υγρά απόβλητα)

Πηγή: Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Manios T., Sakkas n., "Production, treatment and reuse of wastewater in the largest meat producing and processing industry in Crete, Greece", IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.

Στη μονάδα εκτροφής των χοίρων, περισσότερα από 20.000 ζώα διαφορετικών ηλικιών και μεγεθών, παράγουν σε καθημερινή βάση περίπου 65 m^3 μικτών υγρών αποβλήτων (με 10 % στερεά). Η μονάδα στέγασης των ζώων αποτελείται από 16 διαδρόμους που σχηματίζουν τα ανεξάρτητα κτίρια (περίπου μήκους 100 m και πλάτους 10 m), το δάπεδο των οποίων κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε όλα τα απόβλητα να πέφτουν άμεσα στην τάφρο συλλογής (collection ditch). Σε εβδομαδιαία βάση το δάπεδο και η τάφρος συλλογής κάθε κτιρίου καθαρίζονται με τη χρήση ποιότητας πόσιμο νερού. Αυτή η πρακτική προσθέτει άλλα 100 - 120 m^3 υγρών αποβλήτων στα προαναφερθέντα 65 m^3 σε καθημερινή βάση. Αυτό το μίγμα ρέει μέσω του εκτεταμένου δικτύου σωληνώσεων λυμάτων, που καθαρίζεται συχνά με τη βοήθεια 20 - 40 m^3 / d γλυκού νερού και 100 m^3 / d

δευτερογενώς επεξεργασμένων ανακυκλωμένων υγρών αποβλήτων. Συνολικά 300 - 320 m³ / d υγρών αποβλήτων παράγονται στη μονάδα εκτροφής [Gaki et al, 2002].

Τα υγρά απόβλητα από όλα τα διαφορετικά κτίρια της μονάδας εκτροφής συλλέγονται σε μια καλυμμένη δεξαμενή (Σχήμα 4.52, πρωτογενής δεξαμενή συλλογής), η οποία λειτουργεί επίσης ως μονάδα απομάκρυνσης λίπους.

Ο χρόνος παραμονής στη δεξαμενή ποικίλλει από λίγες ώρες έως ένα μέγιστο 1 ημέρας. Σε αυτήν την δεξαμενή μεγάλο μέρος του λίπους απομακρύνεται με επίπλευση, όπου τα υγρά απόβλητα που παραμένουν αντλούνται από το κατώτατο σημείο σε μια δεξαμενή καθίζησης. Στην είσοδο της δεξαμενής καθίζησης, μέρος των στερεών απομακρύνεται με τρεις μηχανικούς διαχωριστήρες (decanters). Περίπου 10 - 15 m³ ανά εβδομάδα της λάσπης συλλέγονται μέσω αυτών των διαχωριστήρων, το 80 % των οποίων είναι υγρασία.

Η δεξαμενή καθίζησης (Σχήμα 4.52), που κατασκευάστηκε από ενισχυμένο σκυρόδεμα και που καλύπτεται από ένα αντιανεμικό δίχτυ (windproof net), έχει έναν συνολικό όγκο 160 m³. Αυτό παρουσιάζει έναν μέσο υδραυλικό χρόνο παραμονής 12 h, ο οποίος συγκρινόμενος με αυτόν μιας δεξαμενής καθίζησης αστικών λυμάτων είναι μεγαλύτερος από το διπλάσιο. Σε αυτήν την δεξαμενή μπορούν να λάβουν χώρα τόσο επίπλευση όσο και καθίζηση. Τα απόβλητα υπερχειλίσης (μετά από την απομάκρυνση των λιπών) εισάγονται σε τρεις ορθογώνιες δεξαμενές αερισμού, που είναι εξοπλισμένες με επιφανειακούς αναδευτήρες, όπου το ίζημα προωθείται σε μια δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης, με έναν συνολικό όγκο 1400 m³. Καθημερινά, 140 m³ αντλούνται από το κατώτατο σημείο της αναερόβιας δεξαμενής σε δύο ηθμούς που λειτουργούν φυγοκεντρικά. Το υγρό με τη φυγοκέντρωση προωθείται στην πρώτη ορθογώνια δεξαμενή αερισμού, ενώ τα στερεά απομακρύνονται τακτικά ως λάσπη (5 - 10 m³ / εβδομάδα). Μέχρι αυτό το σημείο (είσοδος στις τρεις ορθογώνιες δεξαμενές αερισμού) τα υγρά απόβλητα από τη μονάδα πρέπει να θεωρηθούν ως πρωτογενώς επεξεργασμένα με την απομάκρυνση των στερεών μέχρι και πάνω από το 50 % και μια μείωση του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου 5 ημερών (BOD₅) μέχρι 30 - 35 %.

Τα υγρά απόβλητα που παράγονται στο σφαγείο και στο χώρο επεξεργασίας και συσκευασίας κρέατος (περίπου 100 -/ 125 m³ / d), εισάγονται σε μια μικρή δεξαμενή συλλογής και έπειτα προωθούνται σε μια δεξαμενή εξισορρόπησης, στην οποία μεγάλη ποσότητα του λίπους απομακρύνεται με επίπλευση. Ο υδραυλικός χρόνος παραμονής σε αυτήν την δεξαμενή είναι περίπου 12 h. Από την δεξαμενή εξισορρόπησης τα υγρά απόβλητα αντλούνται σε μια τριγωνική δεξαμενή αερισμού, που είναι εξοπλισμένη επίσης με ένα επιφανειακό αναδευτήρα. Τα χαρακτηριστικά κόκκινα απόβλητα της τριγωνικής δεξαμενής (από το αίμα των ζώων), καταλήγουν σε μεγαλύτερες ορθογώνιες δεξαμενές αερισμού, με έναν συνολικό όγκο 650 m³. Στην έξοδο της τριγωνικής δεξαμενής αερισμού τα υγρά απόβλητα από τη μονάδα επεξεργασίας / συσκευασίας και το σφαγείο πρέπει να θεωρηθούν επίσης ως δευτερογενώς επεξεργασμένα με μια μείωση των στερεών πάνω από 50 % (η αρχική συγκέντρωση στερεών σε αυτό το ρεύμα υγρών αποβλήτων είναι πολύ μικρότερη από αυτή της μονάδας εκτροφής των χοίρων) και μια μείωση BOD₅ πάνω από 50 %.

Οι τρεις ορθογώνιες δεξαμενές αερισμού (όλες χρησιμοποιούν επιφανειακούς αναδευτήρες) είναι υπεύθυνες για την απομάκρυνση μιας μέσης τιμής 30 - 40 % BOD₅ από τα υγρά απόβλητα. Ο λόγος για τον οποίο μια από τις δεξαμενές έχει το διπλό μέγεθος των άλλων δύο έχει να κάνει με το γεγονός ότι αυτή η δεξαμενή επεξεργάζεται μέρος (1/3) των υγρών αποβλήτων από τη μονάδα εκτροφής των χοίρων και όλα τα υγρά απόβλητα από τα άλλα μέρη της περιοχής. Επίσης αυτή είναι η μόνη δεξαμενή στην οποία ανακυκλώνεται μέρος της λάσπης (ιλύος) που

απομακρύνεται από τους διαχωριστήρες (decanters) που επεξεργάζονται τα απόβλητα και των τριών ορθογώνιων δεξαμενών. Αυτή η πρακτική, που είναι αρκετά παρόμοια με την πρακτική της ενεργού ύλους, βοηθά να βελτιωθεί η απόδοση της μεγαλύτερης αεριζόμενης ορθογώνιας δεξαμενής. Οι διαχωριστήρες (decanters) παράγουν λιγότερο από 5 - 10 m³ λάσπης / εβδομάδα, η οποία όταν προστίθεται στη λάσπη που παράγεται σε άλλα μέρη του συστήματος επεξεργασίας φθάνει σε μια μέση τιμή 25 - 30 m³ / εβδομάδα. Τα απόβλητα που βγαίνουν από τους διαχωριστήρες πρέπει να θεωρηθούν ως δευτεροβάθμια επεξεργασμένα απόβλητα.

Ένας ικανός αριθμός διαφορετικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, μέσω μηνιαίων δειγματοληψιών και ανάλυσης των αποβλήτων εκροής. Τα Σχήματα 4.53, 4.54 και 4.55 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα από αυτή την ανάλυση για BOD₅, χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) και συνολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), αντίστοιχα.

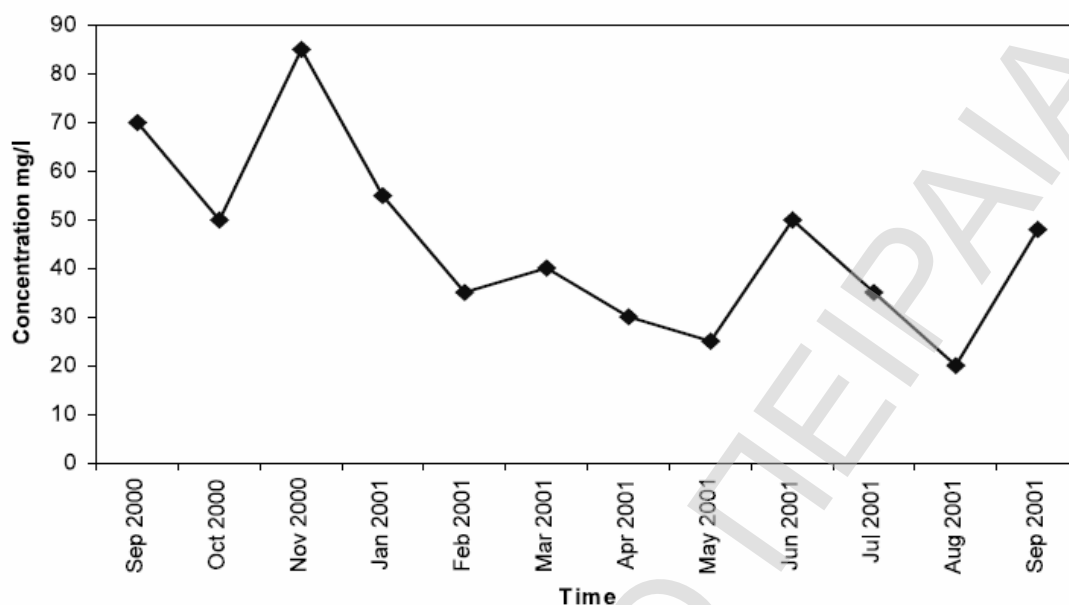
Περίπου 300 m³ από τα υγρά απόβλητα που έχουν υποστεί δευτερογενή επεξεργασία, προωθούνται στη δεξαμενή συλλογής για άρδευση. Πριν την εισαγωγή τους στη δεξαμενή χρησιμοποιείται ένα ασθενές διάλυμα χλωρίωσης προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός των εναπομεινάντων παθογόνων μικροοργανισμών σε ένα μη ανιχνεύσιμο επίπεδο. Τα υπόλοιπα 100 m³ συλλέγονται σε μια άλλη δεξαμενή από την οποία αντλούνται καθημερινά για να καθαριστούν οι σωλήνες συλλογής λυμάτων που συνδέονται με το κτίριο των εκτρεφόμενων ζώων.

Στο αγρόκτημα φυτεύτηκαν 2000 δενδρύλλια ευκαλύπτων σχεδόν 4 χρόνια πριν και έχουν φθάσει ήδη σε ένα ύψος 4 - 6 m. Η φύτευση συνεχίστηκε με δενδρύλλια αρμυρικών που ανέρχονται μέχρι και τα 1500 και θα φυτευτούν ακόμα 100 για να καλυφθεί βαθμιαία όλος ο διαθέσιμος χώρος στο αγρόκτημα. Το Σχήμα 4.56 παρουσιάζει την ηλεκτρική αγωγιμότητα (electrical conductivity - EK) των υγρών αποβλήτων στην τελική δεξαμενή συλλογής και αμέσως πριν αντληθούν για άρδευση. Υπάρχει τέλος ένα εκτεταμένο δίκτυο σωλήνων (πάνω από 10.000 m) που διανέμουν τα υγρά απόβλητα για το πότισμα των φυτών και συνήθως χρησιμοποιείται ένα σύστημα στάγδην άρδευσης.

Η διάθεση των υγρών στο έδαφος προγραμματίζεται σε επίπεδο έτους, εκτός από τις ημέρες με έντονες βροχοπτώσεις ή όταν το σύστημα μπορεί να διατηρηθεί σε καλή κατάσταση, ένα σύνολο κατ' εκτίμηση 20 - 25 ημέρες ετησίως. Κατά τη διάρκεια αυτών των ημερών τα υγρά απόβλητα παραμένουν στις δεξαμενές αποθήκευσης. Αυτή η διαχείριση οφείλεται στο ζεστό - ξηρό κλίμα της περιοχής και στην ανάγκη να ικανοποιηθεί η ικανότητα απορρόφησης του χώματος του αγροκτήματος που είναι αμμώδες αργιλώδες. Τέτοια εδάφη έχουν ένα ποσοστό διείσδυσης 3,5 mm / h, το οποίο επιτρέπει τη διάθεση 84 m³ υγρών αποβλήτων ανά ημέρα / 1000 m². Μια ξηρά περίοδος 15 ημερών, μεταξύ της άρδευσης της ίδιας περιοχής, έχει εφαρμοστεί προκειμένου να μειωθεί οποιοσδήποτε πιθανός περιβαλλοντικός κίνδυνος. Επιπλέον από τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα (102.000 m³ / έτος) χρησιμοποιούνται συνολικά 25.000 m³ / έτος γλυκού νερού για την άρδευση των φυτών. Με βάση τις ανωτέρω υποθέσεις το ελάχιστο αναγκαίο εμβαδόν για την ασφαλή διάθεση του νερού άρδευσης (συνολικά 125.000 m³ / έτος) είναι περίπου 66.000 m². Η περιοχή που ποτίζεται στο Ρέθυμνο είναι περίπου 93.000 m², πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη.

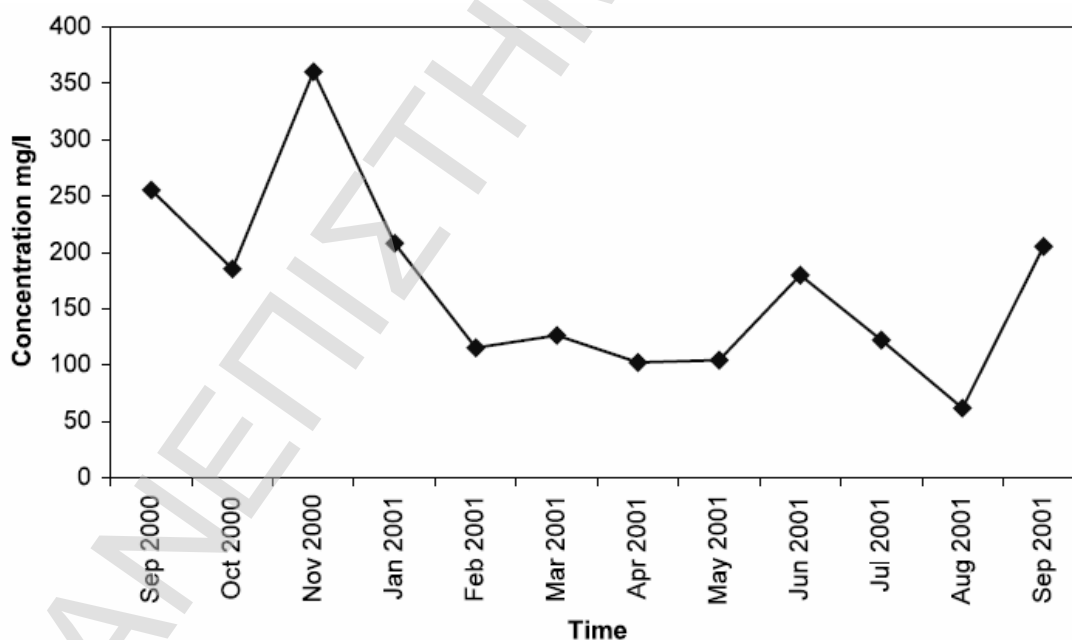
Όλες οι αναλύσεις των υγρών αποβλήτων πραγματοποιήθηκαν από ένα ιδιωτικό εργαστήριο ανάλυσης νερού και υγρών αποβλήτων, με το οποίο η Creta Farm Plc έχει μια σταθερή συνεργασία. Σε όλες τις αναλύσεις έχουν χρησιμοποιηθεί

οι τυποποιημένες μέθοδοι για την εξέταση του νερού και των υγρών αποβλήτων (ΑΡΗΑ, 1995) [Manios et al, 2003].



Σχήμα 4.53: Ετήσια διακύμανση της συγκέντρωσης του BOD₅ στην εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

Πηγή: Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Sakkas N., "Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry", Elsevier Science, Resources, Conservation and Recycling, vol. 38, p. 335 - 345, 2003.

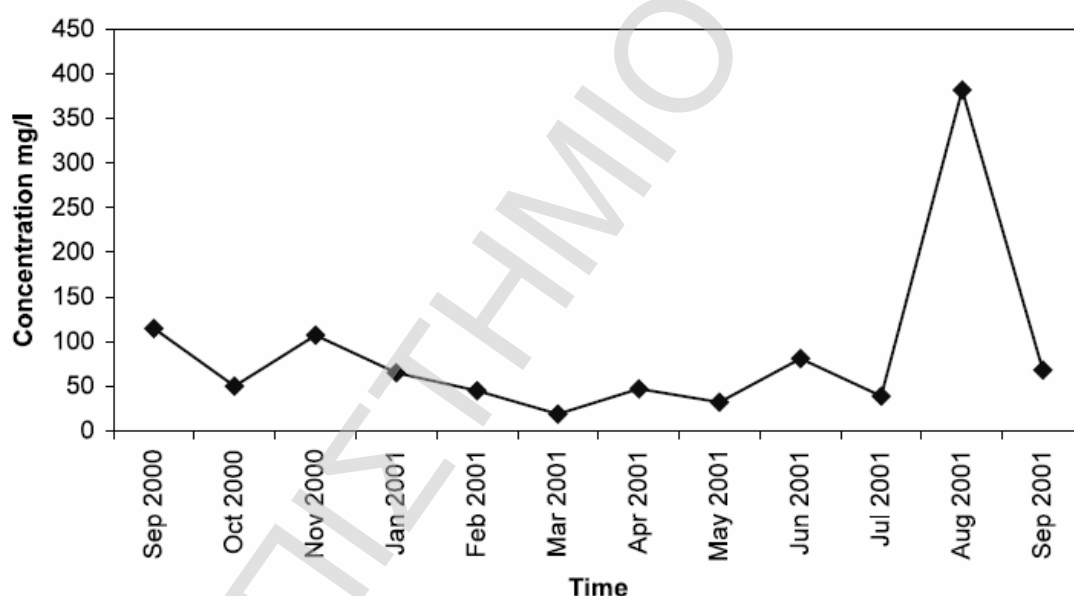


Σχήμα 4.54: Ετήσια διακύμανση της συγκέντρωσης του COD στην εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

Πηγή: Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Sakkas N., "Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry", Elsevier Science, Resources, Conservation and Recycling, vol. 38, p. 335 - 345, 2003.

Στην περιοχή της Creta Farm Plc στο Ρέθυμνο, παράγεται ένα μέγιστο 450 m³ υγρών αποβλήτων σε ημερήσια βάση. Αυτό η ποσότητα είναι ισοδύναμη με αυτή που

παράγεται από μια μικρή πόλη 2500 κατοίκων [Manios et al, 2003 και Gaki et al, 2002]. Εάν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε μη εδώδιμη καλλιέργεια έξω από τα όρια της περιοχής της επιχείρησης, πρέπει το επίπεδο επεξεργασίας να αυξηθεί προκειμένου να παραχθούν ένα σταθερό BOD₅ και μια τιμή TSS μικρότερη από 30 mg/l, με τιμή κολοβακτηριδίων από τα περιττώματα κάτω από το όριο των 200 cfu / 100 ml. Εάν τα υγρά απόβλητα επρόκειτο να επαναχρησιμοποιηθούν για την άρδευση, οι οδηγίες είναι πιο αυστηρές, με μια τιμή BOD₅ μικρότερη από 10 mg/l και χωρίς ανιχνεύσιμα παθογόνα. Αυτά τα αυστηρά όρια για την άρδευση βασίζονται στα εξής: (α) σε τέτοιες εγκαταστάσεις οι άνθρωποι έρχονται σε άμεση επαφή με αρδευόμενο έδαφος και τα φυτά (γρασίδι) μερικές ώρες μετά από την εφαρμογή των υγρών αποβλήτων, και (β) μερικές φορές τα συστήματα ψεκασμού που χρησιμοποιούνται θα μπορούσαν να επιτρέψουν τη διασπορά των παθογόνων σε μια σημαντική απόσταση από το σημείο εφαρμογής [Manios et al, 2003]. Αυτό δεν συμβαίνει στην περίπτωση της Creta Farm στο Ρέθυμνο. Έχει χρησιμοποιηθεί επιφανειακή άρδευση (στάγδην σύστημα) και όλα τα δέντρα και οι θάμνοι, που ποτίζονται με τα επαναχρησιμοποιημένα υγρά απόβλητα, είναι σε περιορισμένες περιοχές που δεν είναι προσιτές στο προσωπικό ή στους επισκέπτες, γεγονός που αυξάνει το επίπεδο ασφάλειας που λαμβάνεται από την επιχείρηση.



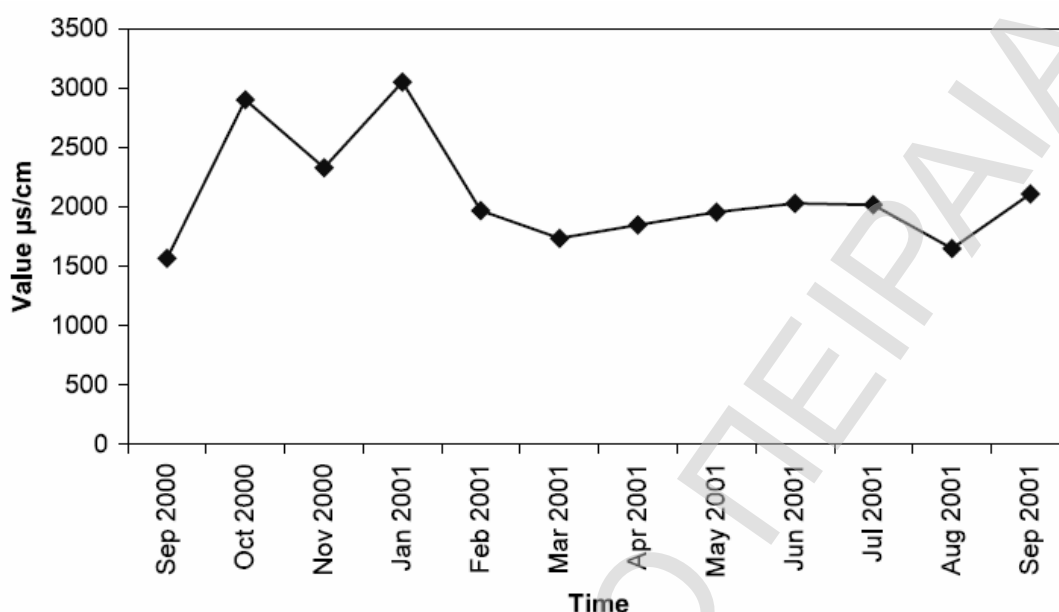
Σχήμα 4.55: Ετήσια διακύμανση της συγκέντρωσης των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) στην εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

Πηγή: Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Sakkas N., "Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry", Elsevier Science, Resources, Conservation and Recycling, vol. 38, p. 335 - 345, 2003.

Σύμφωνα με τα Σχήματα 4.52, 4.53 και 4.54, το επίπεδο επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων θα μπορούσε να θεωρηθεί κοντινό στη δευτεροβάθμια επεξεργασία. Η μέση τιμή του BOD₅ είναι ελαφρώς πάνω από 40 mg/l (COD 160 mg/l), όπου η μέση συγκέντρωση των TSS είναι πάνω από 80 mg/l. Χλώριο χρησιμοποιείται για την απολύμανση των υγρών αποβλήτων για άρδευση, μια εφαρμογή που πρέπει να θεωρηθεί ικανοποιητική προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός των κολοβακτηριδίων των περιττωμάτων σε ένα μη ανιχνεύσιμο επίπεδο.

Η χρήση της επιφανειακής άρδευσης, η μικρή ποσότητα υγρών αποβλήτων που εφαρμόζονται ανά m² επιφάνειας, οι καιρικές συνθήκες (υψηλές θερμοκρασίες

όλο το έτος) και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά (σχηματισμοί ασβεστόλιθων) μας επιτρέπουν να υποθέσουμε ότι δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος για το υπόγειο νερό, το οποίο βρίσκεται σε ένα σημαντικό βάθος (περίπου 60 m) [Manios et al, 2003].



Σχήμα 4.56: Ετήσια διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) στην εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.

Πηγή: Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Sakkas N., "Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry", Elsevier Science, Resources, Conservation and Recycling, vol. 38, p. 335 - 345, 2003.

Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός διάφορων ποικιλιών ευκαλύπτων, που αναπτύσσονται στην Κρήτη με το *E. camaldulensis* να είναι αυτό που αναπτύσσεται στην περιοχή. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά αυτής της συγκεκριμένης ποικιλίας είναι η αυξημένη ανοχή στην αλατότητα τόσο του νερού άρδευσης, όσο και του εδάφους. Αυτό είναι σημαντικό λόγω της υψηλής τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EK) των επαναχρησιμοποιημένων υγρών αποβλήτων (Σχήμα 4.56). Το αποτέλεσμα της συνεχούς εφαρμογής αυτών των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων χαμηλής ποιότητας στο έδαφος δεν έχει μελετηθεί αρκετά, πρέπει λοιπόν να αξιολογηθεί και να ληφθούν ενδεχόμενα μερικές προφυλάξεις.

Ο κίνδυνος της αυξανόμενης αλατότητας και κατά συνέπεια της δημιουργίας ενός σημαντικού προβλήματος για τα φυτά είναι σαφής, αν δεν λάβει η επιχείρηση μέτρα για να βελτιώσει την ποιότητα των αποβλήτων εκροής. Αυτό ίσως πρέπει να θεωρηθεί ως ο μόνος κίνδυνος για το περιβάλλον από την εφαρμογή αυτής της πρακτικής.

Η χρήση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων χαμηλής ποιότητας για την άρδευση φυτών όπως γίνεται στην Creta Farm Plc, μπορεί να μελετηθεί ως μέρος της διεργασίας επεξεργασίας. Πράγματι δεν υπάρχει καμία σημαντική διαφορά μεταξύ αυτού του κλειστού κύκλου υγρών αποβλήτων και ενός φυσικού συστήματος αργού ρυθμού εφαρμογής αποβλήτων, όπου τα μερικώς επεξεργασμένα υγρά απόβλητα χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη βιομάζας.

Αυτή η πρακτική της επαναχρησιμοποίησης, σε έναν κλειστό κύκλο υγρών αποβλήτων, έχει εφαρμοστεί στην επεξεργασία βιομηχανικών υγρών απόβλητων σε διάφορες επιχειρήσεις, παγκοσμίως. Σε όλες τις εφαρμογές, όπως και στο παράδειγμα της Creta Farm, το επίπεδο επεξεργασίας των αποβλήτων είναι χαμηλότερο από αυτό

της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, το οποίο προτείνεται από τις κατευθυντήριες οδηγίες των EPA και WHO για την άρδευση περιοχών.

Τα χαμηλής ποιότητας μερικώς επεξεργασμένα υγρά απόβλητα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς, όπως παραδείγματος χάριν για την άρδευση γρασιδιού και για το πλύσιμο της κοπριάς στα κτίρια ζώων. Η Creta Farm, στην οποία δεν χρησιμοποιείται κανένα αντιβιοτικό κατά την εκτροφή των ζώων, δεν εφαρμόζει αυτήν την πρακτική. Εντούτοις, χρησιμοποιεί ένα μέρος αυτών των υγρών αποβλήτων για το πλύσιμο των ίζημάτων και των στερεών από τις γραμμές των σωλήνων λυμάτων όπου δεν πραγματοποιείται καμία επαφή μεταξύ των ζώων και του νερού. Αναφέρεται ακόμα ότι σε μια βιομηχανία ταπίοκας (tapiooca) στο Βιετνάμ, τα μερικώς επεξεργασμένα υγρά απόβλητα χρησιμοποιήθηκαν για άρδευση και για τον καθαρισμό μέρους του εργοστασίου και του εξοπλισμού [Manios et al, 2003].

Η εφαρμογή του κλειστού συστήματος νερού στην περιοχή του Ρέθυμνου βοήθησε την επιχείρηση να μειώσει το λειτουργικό κόστος της, με τη μείωση της ανάγκης της σε γλυκό νερό για την άρδευση των φυτών και για το καθαρισμό των ίζημάτων στους σωλήνες των λυμάτων. Μια ουσιαστικότερη μείωση των δαπανών εντούτοις, επιτυγχάνεται μέσω της λειτουργίας ενός συστήματος επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων που παράγει απόβλητα χαμηλότερης ποιότητας από αυτή που απαιτείται για να διατεθούν τα υγρά απόβλητα στα επιφανειακά νερά ή για να επαναχρησιμοποιηθούν για την άρδευση καλλιεργειών ή άγονων περιοχών, έξω από τα όρια της επιχείρησης.

Υπολογίζεται ότι η βελτίωση του συστήματος των υγρών αποβλήτων προκειμένου να επιτευχθούν τα προαναφερθέντα όρια, απαιτεί μια πρόσθετη επένδυση τουλάχιστον 250.000 € Επίσης υπολογίζεται ότι αυτή η επέκταση του συστήματος των υγρών αποβλήτων θα απαιτήσει επιπλέον έναν ή δύο εργαζομένους, που αυξάνουν σχεδόν κατά 50 % τον αριθμό των εργαζομένων στην μονάδα αυτήν τη στιγμή. Αυτές οι δαπάνες και το γεγονός ότι το σύστημα λειτουργεί προς το παρόν χωρίς προβλήματα σε σχέση με τη νομοθεσία και τις τοπικές αρχές, παρέχεται στην επιχείρηση μια αρκετά καλή δικαιολογία για να διατηρήσει αυτήν την πρακτική όπως έχει.

Η επιλογή του ευκαλύπτου δεν βασίστηκε εξ ολοκλήρου στην ανοχή του στην αλατότητα. Τα δέντρα ευκαλύπτων αναπτύσσονται γρήγορα και έχουν τη δυνατότητα της συγκέντρωσης σημαντικών ποσοτήτων θρεπτικών από τα υγρά απόβλητα με τα οποία ποτίζονται [Manios et al, 2003]. Επίσης προσαρμόζεται πολύ καλά στο περιβάλλον και το έδαφος της περιοχής, το οποίο αυξάνει το ποσοστό επιτυχίας των σποροφύτων που φυτεύονται.

Συμπεράσματα

Με βάση τα παραπάνω είναι ασφαλές να προταθεί ότι περιβαλλοντικά η επιχείρηση έχει αναλάβει όλες τις απαραίτητες προφυλάξεις που θα επιτρέψουν την επαρκή επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που παράγονται, την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην περιοχή και τη μείωση των αναγκών σε καθαρό νερό. Η επιχείρηση εξοικονομεί σημαντικά κεφάλαια με την λειτουργία ενός εν μέρει δευτεροβάθμιου συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων δεδομένου ότι κανένα απόβλητο δεν φεύγει από τα όρια της επιχείρησης και ο υπόγειος υδροφορέας δεν υφίσταται καμία απειλή μόλυνσης. Τα φυτά αναπτύσσονται καλά, δημιουργώντας μια ευχάριστη περιοχή και συγχρόνως έναν φυσικό φράκτη γύρω από το αγρόκτημα, που μειώνει οποιαδήποτε διασπορά οσμών. Το πιθανό πρόβλημα της αλατότητας είναι υπό έρευνα με την εκτενή εδαφολογική δειγματοληψία που γίνεται για εργαστηριακή

ανάλυση. Επίσης εξετάζεται από την επιχείρηση μια πιθανή επέκταση του συστήματος διαχείρισης των υγρών αποβλήτων με την προσθήκη ενός τεχνητού υγρότοπου (υδροβιότοπου).

Η Creta Farm Plc θεωρεί ότι αυτή η πρακτική είναι επιτυχημένη και προγραμματίζει την εφαρμογή του ίδιου σχεδίου στο νέο της χώρο στα Τρίκαλα (κεντρική Ελλάδα) όπου θα στεγάζονται περισσότεροι από 80.000 χοίροι. Τα παραγόμενα υγρά απόβλητα θα χρησιμοποιηθούν για την άρδευση δέντρων λεύκας για την παραγωγή ξυλείας υψηλής εμπορικής ποιότητας. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σε αυτήν την νέα περιοχή θα είναι ένα σύστημα που τελικά (και ενδεχομένως) θα παράγει απόβλητα με πολύ μικρότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα (EK) από αυτό της περιοχής του Ρέθυμνου. Η επιχείρηση προγραμματίζει επίσης να κατασκευάσει στα Τρίκαλα μια μονάδα λάσπης (ιλύος) και συγκομποστοποίησης πράσινων αποβλήτων (φυτικών υπολειμμάτων) για την παραγωγή μιγμάτων υψηλής ποιότητας για τη δένδροκτηποκομία [Manios et al, 2003 και Gaki et al, 2002].

4.7.2 Μελέτη περίπτωσης επαναχρησιμοποίησης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στην Κύπρο

Στην Κύπρο η ρύπανση του περιβάλλοντος και ειδικά της θάλασσας και των υπόγειων νερών έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη διάφορων εργοστασίων όπως οινοποιεία, βιομηχανίες ποτών, βιομηχανίες χυμών, τυροκομεία, σφαγεία, βυρσοδεψεία και κλωστοϋφαντουργεία. Δεδομένου ότι δεν υπήρχε μέχρι σήμερα αυστηρή νομοθεσία για τα βιομηχανικά απόβλητα, οι περισσότερες βιομηχανίες δεν είχαν τις κατάλληλες μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων [Hadjivassilis et al, 1995].

Στον Πίνακα 4.50 παρουσιάζονται τα μεταβατικά πρότυπα που αφορούν τη χρήση επεξεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων για άρδευση. Τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα πρέπει να έχουν υποστεί βιολογική και τριτοβάθμια επεξεργασία για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση. Επιπλέον πρέπει να απολυμανθούν για μια κατάλληλη χρονική περίοδο. Μερικές βιομηχανίες σήμερα στην Κύπρο έχουν εγκαταστήσει εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων που παράγουν πολύ καλής ποιότητας επεξεργασμένα απόβλητα που είναι κατάλληλα για αρδευτική χρήση ή για άλλους σκοπούς μέσα στη βιομηχανία.

Στη Βιομηχανική Περιοχή της Λεμεσού (Limassol Industrial Estate) έχει σχεδιαστεί και έχει εγκατασταθεί μια σύγχρονη μονάδα για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων διάφορων βιομηχανιών: Φαρμακευτικές βιομηχανίες, βιομηχανίες απορρυπαντικών, επιμεταλλώσεων, χρωμάτων αλουμινίου, βαφών και λεύκανσης, πλυντήρια, βιομηχανίες αρωμάτων και βιομηχανίες τροφίμων όπως σφαγεία. Επίσης επεξεργάζεται και τα αστικά λύματα της περιοχής. Η ιδέα της ανάμιξης των αποβλήτων από διαφορετικές βιομηχανίες έχει αποδειχθεί πλεονεκτική και οικονομική.

Εφαρμόζεται χημική επεξεργασία των αποβλήτων και εν συνεχεία βιολογική επεξεργασία με τη χρήση της διεργασίας ενεργού ιλύος. Τα κύρια στάδια της επεξεργασίας είναι τα ακόλουθα: εξισορρόπηση της ροής, επίπλευση, κροκίδωση – συσσωμάτωση, καθίζηση της ιλύος που περιέχει χημικές ενώσεις, ρύθμιση του pH, προσθήκη θρεπτικών (αν απαιτούνται), αερισμός της ενεργού ιλύος, καθίζηση της βιολογικής ιλύος, χλωρίωση και σταθεροποίηση της ιλύος.

Πίνακας 4.44: Μεταβατικά πρότυπα που αφορούν τη χρήση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση, στην Κύπρο.

Άρδευση	BOD ₅ 80 %	mg / l MAX	SS 80 %	mg / l MAX	FC (κολοβακτηρίδια) 80%	/100 ml MAX	Αυγά ή προνόμφες εντερικών παρασιτικών σκωλήκων	Επεξεργασία
Χώροι αναφυχής με πρόσβαση χωρίς περιορισμούς	10	15	10	15	50	100	Όχι	Δευτεροβάθμια + τριτοβάθμια + απολύμανση
Φυλλοβόλα δέντρα και άλλα δέντρα που παράγουν εδώδιμους καρπούς								
Δέντρα που παράγουν καρπούς με φλοιό								
Αμπέλια								
Χώροι αναφυχής με συγκεκριμένη πρόσβαση	20	30	30	45	200	300	Όχι	Δευτεροβάθμια
Καρύδια και άλλα παρόμοια δέντρα	20	30	30	45	200	300		Δευτεροβάθμια
Κτηνοτροφικά φυτά	20	30	30	45	1000	5000		Δευτεροβάθμια, αποθήκευση τουλάχιστον για 1 εβδομάδα ή διήθηση
Βιομηχανικά φυτά	50	70	-	-	1000	1000	-	Δευτεροβάθμια
Καλλωπιστικά φυτά								
Λαχανικά								

Σημείωση: Τα επεξεργασμένα απόβλητα δεν πρέπει να περιέχουν τοξικά στοιχεία, τα οποία συσσωρεύονται στα εδάφιμα μέρη των δέντρων και είναι τοξικά για τον άνθρωπο ή τα ζώα.

Πηγή: Hadjivassilis I., Tebai L., Nicolaou M., "Industrial effluent treatment plants and wastewater reuse in Cyprus: Case studies", IAWQ, Second International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse, Symposium Preprint Book 1, edited by: Angelakis A., Asano T., Diamadopoulos E., Tchobanoglous G., Iraklio, Greece, 17 – 20 October 1995.

Τα τεχνικά δεδομένα της μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ήταν:

Εισροή υγρών αποβλήτων:

Ολική παροχή: 1200 m³ / d

Μέση ωριαία παροχή: 50 m³ / h

Ωριαία παροχή αιχμής: 150 m³ / h

Φορτίο BOD₅: 264 kg / d

Συγκέντρωση BOD₅: 220 mg / l

Συγκέντρωση COD: 720 mg / l

Αιωρούμενα στερεά: 400 mg / l

Ολικά διαλυτά στερεά: 3250 mg / l

Τοξικές ουσίες: 2 – 3 mg / l

Πίνακας 4.45: Ανάλυση των υγρών αποβλήτων μετά από χημική, βιολογική και τριτοβάθμια επεξεργασία.

Παράμετρος	Είσοδος αποβλήτων	Μετά τη χημική επεξεργασία	Μετά την βιολογική επεξεργασία	Μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία
BOD ₅ (mg/l)	473	260	18	6
COD (mg/l)	1380	540	215	108
Θολερότητα (NTU)	152	67	20	10
SS (mg/l)	233	102	32	12
PO ₄ (mg/l)	32	15	16	13
N-NO ₃ (mg/l)	16	12	12	10
TDS (mg/l)	2100	2120	2150	2100

Πηγή: Hadjivassilis I., Tebai L., Nicolaou M., "Industrial effluent treatment plants and wastewater reuse in Cyprus: Case studies", IAWQ, Second International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse, Symposium Preprint Book 1, edited by: Angelakis A., Asano T., Diamadopoulos E., Tchobanoglous G., Iraklio, Greece, 17 – 20 October 1995.

Οι διεργασίες της επεξεργασίας ήταν σχεδιασμένες σύμφωνα με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά [Hadjivassilis et al, 1995]:

Πρωτοβάθμια ή χημική επεξεργασία

Δεξαμενή εξισορρόπησης:	Χρόνος παραμονής = 7,5 h
Δεξαμενή επίπλευσης:	Χρόνος παραμονής = 8,8 min
Δεξαμενή κροκίδωσης:	Χρόνος παραμονής = 8 min
Δεξαμενή καθίζησης:	Επιφανειακή φόρτιση = 1,5 m ³ / (m ² h)

Διεργασία ενεργού ιλύος

Φόρτιση συστήματος αερισμού ιλύος	7 kg BOD ₅ / m ³
Συγκέντρωση (ρυθμός φόρτισης) ιλύος	0,142 kg BOD ₅ / kg MLSS d
Ογκομετρικός ρυθμός φόρτισης:	0,568 kg BOD ₅ / m ³ d
Συγκέντρωση ιλύος:	4,0 kg MLSS / m ³
Χρόνος αερισμού:	6,5 h
Ρυθμός υπερχείλισης διαυγαστήρα:	1,5 m ³ / m ² h
Συνολική παραγωγή ιλύος:	34,2 m ³ / d

Όπως είδαμε σε μια προηγούμενη ενότητα (βλεπε §4.4.1) για να λειτουργήσει μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων επιτυγχάνοντας πλήρη διάσπαση των νιτρικών είναι απαραίτητο να υπάρχει ικανοποιητικός άνθρακας. Ο λόγος του άνθρακα προς το άζωτο (λόγος C : N) στα εισερχόμενα υγρά απόβλητα πρέπει κανονικά να είναι τουλάχιστον 5 : 1 για την απονιτρικοποίηση. Τα απόβλητα των σφαγείων περιέχουν διασπασίμη οργανική ουσία με ευνοϊκό λόγο C : N, οπότε μπορούν να διορθώσουν αυτή την αναλογία σε απόβλητα από χημικές βιομηχανίες.

Αυτός ο τρόπος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων διαφορετικών βιομηχανιών σε κοινή εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων είναι η αρχή για την δημιουργία μιας νέας λογικής αντιμετώπισης των αποβλήτων στα πλαίσια των Οικολογικών Βιομηχανικών Πάρκων «Eco-Industrial Parks - EIP» [Martin et al, 1996]. Το Οικολογικό Βιομηχανικό Πάρκο είναι μια κοινότητα επιχειρήσεων κατασκευής και υπηρεσιών που επιδιώκουν την ολοκληρωμένη περιβαλλοντική και οικονομική επίδοση μέσω της συνεργασίας στη διαχείριση των περιβαλλοντικών θεμάτων και των πόρων. Δουλεύοντας μαζί, η κοινότητα των επιχειρήσεων επιδιώκει ένα

συλλογικό όφελος που είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μεμονωμένων οφελών που κάθε επιχείρηση θα επιτύγχανε εάν βελτιστοποιούσε από μόνη της την επίδοσή της.

Ο στόχος ενός Οικολογικού Βιομηχανικού Πάρκου (EIP) είναι να βελτιωθεί η οικονομική επίδοση των συμμετεχουσών επιχειρήσεων μέσω μιας προσέγγισης των συστημάτων στη βελτιωμένη περιβαλλοντική επίδοση. Χρησιμοποιώντας τις αρχές της βιομηχανικής οικολογίας, η κοινότητα των επιχειρήσεων συνεργάζεται για να γίνει ένα «βιομηχανικό οικοσύστημα» [Martin et al, 1996].

Οπότε στα πλαίσια ενός Οικολογικού Βιομηχανικού Πάρκου συζητάμε για:

- ένα ενιαίο σχέδιο ανταλλαγής ή ένα δίκτυο ανταλλαγών υποπροϊόντων
- ένα επιχειρησιακό δίκτυο ανακύκλωσης (π.χ., ανάκτηση πόρων, ανακύκλωση υλικών)
- μια επιλογή εταιριών που μπορούν να αντιμετωπιστούν με κοινή περιβαλλοντική τεχνολογία
- μια επιλογή επιχειρήσεων που παράγουν «πράσινα προϊόντα»
- ένα βιομηχανικό πάρκο που σχεδιάζεται γύρω από ένα ενιαίο περιβαλλοντικό υπόβαθρο (όπως ένα πάρκο ηλιακής ενέργειας)
- ένα πάρκο με φιλική προς το περιβάλλον υποδομή ή κατασκευή
- μία ανάπτυξη μικτής χρήσης (δηλαδή βιομηχανική, εμπορική και αστική)

Ένα Οικολογικό Βιομηχανικό Πάρκο (EIP) μπορεί να περιλαμβάνει οποιαδήποτε από αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Αλλά το κρίσιμο στοιχείο στον καθορισμό ενός Οικολογικού Βιομηχανικού Πάρκου είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιχειρήσεων μελών του και μεταξύ τους και του φυσικού περιβάλλοντός τους [Martin et al, 1996].

4.7.3 Εφαρμογές για πότισμα από τη διεθνή βιβλιογραφία

Η αύξηση του πληθυσμού και οι αβέβαιες κλιματικές αλλαγές δημιουργούν επιτακτική ανάγκη για εξεύρεση υδατικών πόρων. Στα πλαίσια ολιστικών προσεγγίσεων (holistic approaches) και με βάση τις αρχές της ολοκληρωμένης διαχείρισης του νερού είναι αναγκαίο να ξεφύγουμε από τα στενά όρια των συμβατικών υδατικών πόρων και να αναζητήσουμε νέα αειφορικά σχήματα όπως είναι η ανακύκλωση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων [Tzanakakis, 2002].

Φυσικά όλες οι προτεινόμενες εναλλακτικές λύσεις πρέπει να αξιολογηθούν με προσοχή, δεδομένου ότι πρέπει πάντα να εξετάζεται η περίπτωση της επιβίωσης παθογόνων που μπορούν να βλάψουν τα ζώα και τον άνθρωπο. Σε αυτή την μεταπτυχιακή εργασία έχουν συγκεντρωθεί διάφοροι προβληματισμοί και έρευνες που έχουν γίνει πάνω στο θέμα από πολλούς ερευνητές. Αξίζει να αναφέρουμε μεταξύ των άλλων και την μελέτη της Τασούλα (1995) που διερεύνησε την επίδραση της αραίωσης στην κινητική των εντεροβακτηριδίων. Τα εργαστηριακά πειράματα έγιναν με τεχνητά υγρά απόβλητα, που είχαν COD περίπου 200 mg / l. Χρησιμοποιήθηκαν τεχνητά λύματα για να υπάρχει σταθερή και ελεγχόμενη, χωρίς την επίδραση άλλων παραγόντων, ποιότητα λυμάτων. Βρέθηκε ότι η κινητική των *E. coli* επηρεάζεται από την αραίωση όταν ο βαθμός αραίωσης των λυμάτων είναι $\geq 1 / 100$. Η εξέλιξη του φαινομένου δεν είναι προβλέψιμη. Άλλοτε τα βακτηρίδια προσαρμόζονται στη λήψη πολύ αραιωμένης τροφής και πολλαπλασιάζονται και άλλοτε όχι, και μερικές φορές είτε διατηρούνται στις αρχικές συγκεντρώσεις είτε καταστρέφονται [Τασούλα, 1995].

Όπως θα δούμε στη συνέχεια έχουν γίνει πάρα πολλές έρευνες σχετικά με τη χρήση φυτών τόσο για την δευτεροβάθμια ή τριτοβάθμια επεξεργασία υγρών αποβλήτων όσο και με την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση καλλιεργήσιμων ή μη φυτών. Η ανάπτυξη υδροχαρών φυτών για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι τα τελευταία χρόνια μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος και αποτελεί μια φιλική προς το περιβάλλον λύση, τόσο για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων μικρών περιοχών, όσο και για απομονωμένες γεωργικές βιομηχανίες, π.χ. μικρά σφαγεία και ελαιοτριβεία και για γεωργικά απόβλητα [Korkusuz, 2005]. Τα φυτά που αναπτύσσονται σε τέτοια συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για εμπορικούς σκοπούς όπως ως βιομάζα ή ως πρώτη ύλη για την παραγωγή κάποιου άλλου προϊόντος (π.χ. καλλυντικά από κάποια είδη φυκιών). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι τεχνητοί υγρότοποι (υδροβιότοποι), που εφαρμόζονται ευρέως σήμερα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δευτεροβάθμια ή τριτοβάθμια μέθοδος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων [Zimmels et al, 2002]. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το πότισμα δέντρων για την παραγωγή βιομάζας. Επίσης η χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για πότισμα καλλιεργειών έχει γίνει κοινή πρακτική παγκοσμίως εξαιτίας των πλεονεκτημάτων της εφαρμογής στα φυτά των απαιτούμενων θρεπτικών για την ανάπτυξη τους, σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους επεξεργασίας και την πρόληψη της μόλυνσης των επιφανειακών υδάτων. Ωστόσο, υπάρχουν και σημαντικά μειονεκτήματα όπως διάφοροι κίνδυνοι για την δημόσια υγεία και η συσσώρευση αλάτων και βαρέων μετάλλων σε συγκεντρώσεις που δεν επιτρέπουν στη συνέχεια την ανάπτυξη των φυτών ή μειώνουν την απόδοσή τους [Paranychianakis et al, 2002].

Σε πολλές χώρες, η άρδευση του εδάφους με εν μέρει επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σφαγείων παραμένει μια από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους διάθεσης των υγρών αποβλήτων. Η εφαρμογή στο έδαφος των υγρών αποβλήτων σφαγείου με άρδευση με ψεκασμό (spray irrigation) χρησιμοποιείται κυρίως στις ΗΠΑ [Massé and Masse, 2000b]. Τα πλεονεκτήματα του συστήματος είναι η απλότητα του και το χαμηλό κόστος. Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται η πιθανή μόλυνση των επιφανειακών και υπόγειων νερών, τα προβλήματα οσμών, η εκπομπή αερίων θερμοκηπίου, και το φράξιμο των πόρων του εδάφους από τα υπερβολικά λίπη.

Η αναγκαία περιοχή εδάφους καθορίζεται συνήθως από τη φόρτιση σε άζωτο, υπό τον όρο ότι υπάρχουν λογικοί ρυθμοί εξατμισοδιαπνοής και λαμβάνει χώρα καλή προσρόφηση φωσφόρου από το έδαφος [Johns, 1995]. Με τη μορφή του νιτρικού άλατος, το άζωτο είναι εύκολα κινητό στα εδάφη και μπορεί επομένως να διηθηθεί στα υπόγεια νερά εάν οι ρυθμοί φόρτισης είναι πάρα πολύ υψηλοί, με αποτέλεσμα τη μόλυνση των υπόγειων νερών. Αυτό είναι διαδεδομένο στην Ευρώπη και λαμβάνει χώρα σε διάφορες περιοχές στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία. Η βόσκηση αρδευόμενων περιοχών έχει βρεθεί ότι αυξάνει το ρυθμό φιλτραρίσματος των νιτρικών αλάτων, δεδομένου ότι τα ζώα ανακυκλώνουν το 90 % του αζώτου που εισέρχεται στο έδαφος. Στα ιδιαίτερα διαπερατά εδάφη, έχει παρατηρηθεί επίσης η μόλυνση με φώσφορο των υπόγειων νερών.

Το άζωτο απομακρύνεται από το έδαφος κατά την λήψη του από τα φυτά και τη μικροβιακή διάσπαση των νιτρικών, η οποία απαιτεί ανοξικές συνθήκες, μια πηγή εύκολα διασπασίμου άνθρακα και το άζωτο υπό μορφή νιτρικού άλατος. Η διάσπαση των νιτρικών απομακρύνει μόνο το 2 % του αζώτου που εφαρμόζεται (1000 kg N / ha / year loading) από το καλλιεργημένο έδαφος. Εντούτοις, η συμβολή της διάσπασης των νιτρικών στην απομάκρυνση του αζώτου εξαρτάται από τη συγκέντρωση, και πιθανώς τον τύπο της ένωσης του αζώτου και την τιμή του COD στο νερό άρδευσης.

4.7.3.1 Πότισμα δέντρων και φυτών που δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση

Μελέτες έχουν δείξει ότι ο ρυθμός απελευθέρωσης του N_2O από λιβάδι και δάσος που ποτίζονταν με απόβλητα αυξήθηκε εμφανώς αμέσως μετά από την άρδευση, αλλά μειώθηκε ξανά στους ρυθμούς εκπομπής βάσης σε 24 ώρες από το σταμάτημα της άρδευσης. Η εκπομπή επηρεάστηκε από τον τύπο των υγρών αποβλήτων και τη θερμοκρασία. Και η εκπομπή N_2O και η διάσπαση των νιτρικών ήταν περιορισμένες σε θερμοκρασίες κάτω από $12^{\circ}C$.

Μια επιπλέον ανησυχία για τη διαχείριση των συστημάτων άρδευσης των υγρών αποβλήτων σφαγείων είναι η ανθρώπινη έκθεση σε ενδεχομένως παθογόνα - μολυσμένα αερολύματα. Τα συστήματα άρδευσης με εκτοξευτήρες (sprinkler) οδηγούν σε δημιουργία αερολύματος 0,1 – 1 % του ψεκασμένου νερού. Πάντως μια έρευνα έχει δείξει ότι οι εργαζόμενοι σε περιοχές που λάμβανε χώρα άρδευση και εκτέθηκαν σε αερολύματα (με εκτοξευτήρες) ήταν τρεις φορές πιθανότερο να αναπτύξουν αντισώματα στο *Legionella pneumophila*, τον υπαίτιο παράγοντα της ασθένειας των λεγεωναριών, από τον κανονικό πληθυσμό, ανεξάρτητα από εάν το νερό ήταν καθαρό ή επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Το νερό των δεξαμενών οξειδωσης (oxidation-pond water), ειδικότερα, μπορεί να είναι ένας φυσικός βιότοπος αυτού του βακτηρίου και η άρδευση με αερολύματα τέτοιου ύδατος μπορεί να θέσει σε επαγγελματικό κίνδυνο τους εκτεθειμένους εργαζομένους. Σαφώς, η άρδευση με τα υγρά απόβλητα των σφαγείων πρέπει κατά προτίμηση να μην γίνεται με τεχνικές δημιουργίας αερολυμάτων [Johns, 1995].

Τα φυτά αποτελούν το κύριο συστατικό για το σχεδιασμό και την υλοποίηση συστημάτων αργού ρυθμού (slow rate system – SR) [Tzanakakis, 2002]. Η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μπορεί να συνδυαστεί με την παραγωγή βιομάζας. Όμως τα διάφορα είδη φυτών έχουν διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης και επομένως διαφορετική ικανότητα παραγωγής βιομάζας. Η κατανομή της βιομάζας μεταξύ των διαφόρων οργάνων των δέντρων (φύλλα, κορμός και ρίζες) είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της χρησιμότητας των προϊόντων βιομάζας, π.χ. χαρτοπολτός, ξύλο, βιομάζα ως καύσιμη ύλη. Έχουν βρεθεί διαφορές στα διάφορα φυτικά είδη που χρησιμοποιούνται σε τέτοια συστήματα σε σχέση με τους υδραυλικούς ρυθμούς φόρτισης και την απομάκρυνση θρεπτικών. Το άζωτο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε συστήματα αργού ρυθμού (SR) δεδομένου ότι συχνά αποτελεί περιοριστικό παράγοντα και συνδέεται με σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις π.χ. ευτροφισμός υδατικών συστημάτων. Ταυτόχρονα το άζωτο είναι βασικό θρεπτικό στοιχείο και των φυτών. Τελικά, η χρησιμοποιούμενη καλλιέργεια καθορίζει την απαιτούμενη έκταση εδάφους, ως μέθοδο εφαρμογής του υδραυλικού φορτίου σε τέτοια συστήματα με βάση τις απαιτήσεις σε νερό των καλλιεργειών, που φυσικά διαφέρουν στα διάφορα φυτικά είδη. Η μείωση της απαιτούμενης έκτασης του εδάφους είναι ένα σημαντικό ζήτημα δεδομένου ότι συχνά είναι περιοριστικός παράγοντας και μειονέκτημα αυτών των συστημάτων.

Ένα σύστημα αργού ρυθμού (SR) έχει εγκατασταθεί στο Σκαλάκι, ένα μικρό χωριό κοντά στο Ηράκλειο Κρήτης. Το σύστημα περιλάμβανε δέντρα ευκαλύπτου (*Eucalyptus camandulensis*), ακακίες (*Acacia cyanophylla*) και λεύκες (*Populus nigra*) ενός έτους. Επίσης είχαν φυτευτεί ριζώματα καλαμιών (*Arundo donax*). Το είδος των υγρών αποβλήτων που διασπείρονταν ήταν αστικά λύματα μετά από προεπεξεργασία σε μια σηπτική δεξαμενή (septic tank). Μετά την προεπεξεργασία τα υγρά απόβλητα αντλούνταν σε μία πλαστική δεξαμενή καθίζησης (πρωτοβάθμια

επεξεργασία) και στη συνέχεια αποθηκεύονταν σε δύο δεξαμενές όγκου 3,5 m³ κάθε μία. Ο υδραυλικός ρυθμός φόρτισης που εφαρμόστηκε στο σύστημα αργού ρυθμού (SR) ήταν ίσος με τις ανάγκες σε νερό κάθε καλλιεργούμενου είδους. Το σύστημα αργού ρυθμού (SR) μείωσε το COD κατά 91 %. Το οργανικό φορτίο απομακρύνθηκε κυρίως στα πάνω 15 cm του προφίλ του εδάφους. Οι κύριοι μηχανισμοί απομάκρυνσης είναι η διήθηση στο έδαφος σε συνδυασμό με τη βιολογική μείωση και την οξείδωση. Επίσης τα TKN, TP, TC και FC μειώθηκαν περίπου κατά 94 %, 85 %, 99,9 % και 99,9 % αντίστοιχα [Tzanakakis, 2002].

Τα δάση μικρού κύκλου ζωής (short rotation forests) είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και μπορούν να μειώσουν την ζήτηση ενέργειας που προς το παρόν αντιμετωπίζεται με τα ορυκτά καύσιμα. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος της ανησυχίας για την αειφορία των συστημάτων των δασών μικρού κύκλου ζωής εστιάζεται στο θέμα της μείωσης των θρεπτικών του εδάφους. Αυτό οξύνεται από τη συγκομιδή όλων των δέντρων μαζί κατά μικρά χρονικά διαστήματα [Guo et al, 2002]. Για αειφορική (βιώσιμη) χρήση της γης, οι απώλειες των θρεπτικών πρέπει να εξισορροπηθούν με την εφαρμογή λιπασμάτων, τα οποία όμως αυξάνουν το κόστος εισροών και ως εκ τούτου το ενεργειακό κόστος της βιομάζας.

Τα απόβλητα από τις μονάδες επεξεργασίας κρέατος (meatworks) περιέχουν θρεπτικά συστατικά και μπορούν να αντικαταστήσουν τα εμπορικά λιπάσματα για την εξασφάλιση θρεπτικών καθώς και νερού για την ανάπτυξη των καλλιεργειών βιομάζας [Guo et al, 2002]. Ακόμα η χρήση του εδάφους για την εφαρμογή των αποβλήτων αποτρέπει τη διάθεση των αποβλήτων στους υδάτινους αποδέκτες (waterways). Σε αυτή την περίπτωση, η συχνή συγκομιδή των δέντρων που απομακρύνει μεγάλες ποσότητες θρεπτικών από το έδαφος είναι ουσιαστική για τη βιώσιμη (αειφορική) χρήση του εδάφους.

Τα συστήματα δασικών προϊόντων μικρού κύκλου ζωής, συνδέονται είτε με την επεξεργασία του εδάφους με απόβλητα είτε χωρίς, ενώ η βιομάζα που μπορεί να συγκομιστεί και οι θρεπτικές ουσίες που συσσωρεύονται στη βιομάζα συσχετίζονται πολύ με τα τελικά προϊόντα και την απομάκρυνση των θρεπτικών από τα συστήματα. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των δέντρων, μέρος της υπέρχειας βιομάζας που παράγεται και των θρεπτικών που αντλούνται επιστρέφουν στην επιφάνεια του εδάφους μέσω της πτώσης των φύλλων (litter fall). Η συσσώρευση της βιομάζας και των θρεπτικών συνήθως ορίζεται ως το άθροισμα της υπέρχειας βιομάζας και των θρεπτικών των δέντρων (standing trees), τα οποία είναι τα μέρη των δέντρων που κανονικά απομακρύνονται από την περιοχή.

Η μελέτη των Guo et al (2002) έγινε στη μονάδα επεξεργασίας κρέατος της Richmond Meat Processors & Packers Ltd στο Oringi, στη Νέα Ζηλανδία.. Τα εδάφη της περιοχής είναι αλλουβιακές αποθέσεις (alluvial deposits), και έχουν αμμοπηλώδη σύσταση (sandy loam) μέσης έως χαμηλής φυσικής γονιμότητας. Πριν τα δέντρα φυτευτούν, η περιοχή καταλαμβάνονταν από λιβάδι, το οποίο αρδεύονταν με απόβλητα μονάδας επεξεργασίας κρέατος για 12 χρόνια.

Τα απόβλητα από τις μονάδες επεξεργασίας κρέατος {meatworks} (μίγμα υγρών αποβλήτων μάντρας {stockyards}, δάπεδου σφαγής {slaughter floor}, περιεχόμενο περιβλημάτων λουκάνικων {casing}, και εντόσθιων {offal}, πλύσιμο δέρματος {pelt wash}, κτλ), που αποθηκεύτηκαν σε αναερόβια δεξαμενή, άρδευαν τα αγροτεμάχια με ένα ρυθμό 20 mm / εβδομάδα με τη χρήση καναλιών κατάκλισης (flood channels) μεταξύ των γραμμών των δέντρων που φυτεύτηκαν σε ανυψωμένες λωρίδες εδάφους (ridges) ύψους 100 mm. Τα χημικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων φαίνονται στον Πίνακα 4.46. Η προγραμματισμένη διάρκεια ζωής μεταξύ των συγκομιδών των αλσυλλίων ήταν 3 χρόνια, αλλά αυτή η μελέτη

διεξάχθηκε κατά τη διάρκεια του πρώτου κύκλου ζωής από το 1994 έως το 1996 (βλέπε Παράρτημα Λ.VI).

Πίνακας 4.46: Η χημική σύσταση των αποβλήτων εκροής της αναερόβιας δεξαμενής στο σφαγείο Richmond στο Oringi, Dannevirke, New Zealand.

Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (g / m ³)	400
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (g / m ³)	1060
Ολικό άζωτο Kjeldahl (g / m ³)	200
Αμμωνιακό άζωτο (g / m ³)	150
Νιτρικό άζωτο (g / m ³)	< 0,2
Φώσφορος (g / m ³)	20
Κάλιο (g / m ³)	90
Ασβέστιο (g / m ³)	25
Μαγνήσιο (g / m ³)	7
Μαγγάνιο (g / m ³)	0,4
pH	6,8

Πηγή: Guo L., Sims R., Horne D., “Biomass production and nutrient cycling in Eucalyptus short rotation energy forests in New Zealand. Part I: biomass and nutrient accumulation”, Elsevier Science Ltd, Bioresource Technology, vol. 85, p. 273 – 283, 2002.

Μετρήθηκαν η συσσώρευση βιομάζας και θρεπτικών (N, P, K, Ca, Mg και Mn) κατά τη διάρκεια των πρώτων 3 ετών του κύκλου ζωής τριών ειδών δασικού Ευκάλυπτου μικρού κύκλου ζωής (*E. botryoides*, *E. globulus* και *E. ovata*) που αρδεύονταν με απόβλητα επεξεργασίας κρέατος (meatworks effluent) σε σύγκριση με χωρίς άρδευση. Τα είδη και η απόδοση τους επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση των δέντρων και την συσσώρευση βιομάζας.

Η κατανομή της βιομάζας στα διάφορα τμήματα των δέντρων επηρεάστηκε επίσης από την άρδευση με απόβλητα. Αναλογικά, η λιγότερη βιομάζα του φυλλώματος βρέθηκε στα δέντρα που αρδεύονταν με απόβλητα από τα δέντρα που δεν αρδεύονταν, αλλά υπήρχαν περισσότεροι κλαδίσκοι (twins) και κλάδοι (branches). Το περισσότερο ξύλο βρέθηκε στα δέντρα που αρδεύονταν με απόβλητα από ότι στα δέντρα χωρίς άρδευση, εκτός από το *E. globulus*, όσον αφορά τις διαμέτρους τους ήταν μικρότερα και όσον αφορά το ύψος των δέντρων ήταν μικρότερο από τα δέντρα χωρίς άρδευση (Πίνακας 4.47). Γενικά, περίπου η μισή βιομάζα ήταν ξύλο εκτός από το *E. botryoides* χωρίς άρδευση (28 %).

Πίνακας 4.47: Η απόδοση των δέντρων και η συσσώρευση βιομάζας των τριών ειδών ευκαλύπτου (B = *E. botryoides*, G = *E. globules*, O = *E. ovata*) στα δάση μικρού κύκλου ζωής χωρίς άρδευση (C) και αρδευόμενα με απόβλητα (E).

	Ηλικία		1	2	3
Διάμετρος (cm) (στο επίπεδο του εδάφους όταν είναι 1 έτους, και στο ύψος του στήθους όταν είναι ≥ 2 ετών)	Είδη	B	3,2	5,0	6,7
	n = 240	G	4,5	6,1	7,9
		O	4,3	4,9	6,9
		LSD _{0,05}	0,3	0,4	0,8
	Επεξεργασία	C	3,8	5,0	6,8
	n = 360	E	4,1	5,6	7,5
		LSD _{0,05}	0,1	0,5	0,7
		Αλληλεπίδραση		*	*
Ύψος (m)	Είδη	B	1,3	2,4	4,5
	n = 240	G	1,9	4,9	7,0
		O	2,0	4,3	5,8
		LSD _{0,05}	0,2	0,5	0,6
	Επεξεργασία	C	1,6	3,7	5,6
	n = 360	E	1,9	4,0	5,8
		LSD _{0,05}	0,2	0,2	Ns
		Αλληλεπίδραση		**	**
Δείκτης φυλλικής επιφάνειας – LAI (m ² / m ²)	Είδη	B	0,3	0,9	4,6
	n = 240	G	1,4	6,8	5,4
		O	1,6	5,4	2,8
		LSD _{0,05}	0,2	0,5	0,6
	Επεξεργασία	C	1,2	4,1	4,6
	n = 360	E	1,0	2,9	3,9
		LSD _{0,05}	0,1	0,8	0,5
		Αλληλεπίδραση		**	**
Βιομάζα (ξ.β. t / ha)	Είδη	B	1,9	7,7	39,7
	n = 240	G	6,0	32,2	64,7
		O	5,3	20,9	45,5
		LSD _{0,05}	1,1	4,9	5,8
	Επεξεργασία	C	4,3	17,5	42,4
	n = 360	E	4,4	22,9	57,5
		LSD _{0,05}	ns	4,3	6,9
		Αλληλεπίδραση		**	**

ns: όχι σημαντική, *: P < 0,01, **: P < 0,05, ***: P < 0,001.

Πηγή: Guo L., Sims R., Horne D., “Biomass production and nutrient cycling in Eucalyptus short rotation energy forests in New Zealand. Part I: biomass and nutrient accumulation”, Elsevier Science Ltd, Bioresource Technology, vol. 85, p. 273 – 283, 2002.

Τα είδη και η επεξεργασία επηρέαζαν σημαντικά τη συσσώρευση θρεπτικών και αλληλεπιδρούσαν στα αποτελέσματα ακόμα και αν υπήρχαν μερικές εξαιρέσεις (Πίνακας 4.48).

Υπήρχαν σημαντικές διαφορές στη συσσώρευση αζώτου (N) μεταξύ των τριών ειδών, η τάση ήταν παρόμοια με αυτή της συσσώρευσης βιομάζας (Πίνακας 4.54). Λιγότερο N συσσωρεύτηκε στο *E. botryoides* κατά τη διάρκεια των πρώτων 2 ετών, αλλά κατά το έτος 3 αυτό το είδος συσσώρευσε περίπου 400 kg / ha και έφτασε το *E. globulus* χωρίς άρδευση και το *E. ovata* που αρδευόταν με απόβλητα. Κατά το τέλος της περιόδου των 3 ετών, το *E. globulus* που αρδευόταν με απόβλητα είχε συσσωρεύσει τη μεγαλύτερη ποσότητα N, και το *E. ovata* χωρίς άρδευση την μικρότερη.

Πίνακας 4.48: Συσσώρευση θρεπτικών (kg / ha) των τριών ειδών ευκαλύπτου (B = *E. botryoides*, G = *E. globules*, O = *E. ovata*) στα δάση μικρού κύκλου ζωής χωρίς άρδευση (C) και αρδευόμενα με απόβλητα (E).

	Ηλικία		1	2	3
N	Είδη	B	21,0	87,6	406,9
	n = 6	G	80,9	285,8	541,3
		O	69,5	166,4	322,8
		LSD _{0.05}	15,9	53,1	58,6
	Επεξεργασία	C	50,3	154,0	355,2
	n = 9	E	63,9	205,8	492,2
		LSD _{0.05}	9,6	42,3	76,4
	Αλληλεπίδραση		*	*	**
P	Είδη	B	3,0	7,2	39,6
	n = 6	G	6,7	26,0	44,8
		O	5,2	15,4	25,8
		LSD _{0.05}	1,2	5,5	12,5
	Επεξεργασία	C	4,7	12,5	28,7
	n = 9	E	5,1	19,9	44,6
		LSD _{0.05}	Ns	2,3	19,2
	Αλληλεπίδραση		*	**	***
K	Είδη	B	14,3	61,3	229,6
	n = 6	G	49,0	222,3	327,8
		O	50,9	152,4	267,1
		LSD _{0.05}	12,1	26,2	54,3
	Επεξεργασία	C	34,0	130,4	213,9
	n = 9	E	42,1	160,2	335,7
		LSD _{0.05}	6,1	29,2	74,6
	Αλληλεπίδραση		*	*	***
Ca	Είδη	B	21,4	43,7	235,3
	n = 6	G	97,1	117,8	291,9
		O	36,5	173,0	233,4
		LSD _{0.05}	9,7	53,1	58,6
	Επεξεργασία	C	65,9	136,4	302,1
	n = 9	E	37,4	86,6	204,9
		LSD _{0.05}	10,5	42,3	76,4
	Αλληλεπίδραση		*	*	**
Mg	Είδη	B	2,4	7,1	32,7
	n = 6	G	8,2	21,5	40,3
		O	5,3	14,7	28,4
		LSD _{0.05}	1,8	5,5	12,5
	Επεξεργασία	C	5,5	16,0	36,6
	n = 9	E	5,1	12,9	31,0
		LSD _{0.05}	0,3	2,3	ns
	Αλληλεπίδραση		*	*	***
Mn	Είδη	B	1,1	7,8	29,9
	n = 6	G	4,9	23,1	47,7
		O	3,6	15,2	27,9
		LSD _{0.05}	0,9	6,2	14,3
	Επεξεργασία	C	2,5	9,9	21,8
	n = 9	E	3,8	20,8	48,5
		LSD _{0.05}	1,1	9,2	14,3
	Αλληλεπίδραση		ns	ns	*

ns: όχι σημαντική, *: P < 0,01, **: P < 0,05, ***: P < 0,001.

Πηγή: Guo L., Sims R., Horne D., "Biomass production and nutrient cycling in Eucalyptus short rotation energy forests in New Zealand. Part I: biomass and nutrient accumulation", Elsevier Science Ltd, Bioresource Technology, vol. 85, p. 273 – 283, 2002.

Τελικά το *E. globulus* είχε την μέγιστη συσσώρευση βιομάζας και θρεπτικών είτε αρδευόνταν με τα απόβλητα είτε χωρίς άρδευση. Μετά από τρία χρόνια, το *E. globulus* είχε ξηρή μάζα 72 t υπέργειας συνολικής βιομάζας / ha με ένα σύνολο 651 kg N, 55 kg P, 393 kg K, 251 kg Ca, 35 kg Mg και 67 kg Mn. Η άρδευση με τα υγρά απόβλητα αύξησε την συσσώρευση βιομάζας, N, P, K και Mn, αλλά έτεινε να μειωθεί ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας (leaf area index) και της βιομάζας των φύλλων, και μειώνονταν η συσσώρευση του Ca και του Mg.

Συνολικά, το σχέδιο και η διαχείριση ενός δάσους μικρού κύκλου ζωής πρέπει να βασίζεται στην ανακύκλωση των θρεπτικών μέσα στο σύστημα. Αν το δάσος μικρού κύκλου ζωής αναπτυχθεί απλώς για την παραγωγή βιομάζας για ενέργεια, τότε πρέπει να επιλεγεί είδος, ποικιλία, οικογένεια ή κλώνος με ταχεία ανάπτυξη, υψηλή απόδοση και υψηλή απόδοση χρήσης θρεπτικών. Μόνο τα μέρη του δέντρου με την μεγάλη απόδοση χρήσης των θρεπτικών, όπως το ξύλο των στελεχών, πρέπει να απομακρύνονται από την περιοχή έτσι ώστε λιγότερες θρεπτικές ουσίες να χρειάζονται για να αντικαταστήσουν την χρήση των εμπορικών λιπασμάτων. Όταν ένα δάσος μικρού κύκλου ζωής αναπτύσσεται για να αφαιρέσει θρεπτικές ουσίες σε ένα σύστημα διαχείρισης εδάφους, πρέπει να επιλεγεί το είδος, η ποικιλία, η οικογένεια ή ο κλώνος με μεγάλους ρυθμούς ανάπτυξης, αλλά με μια μικρή απόδοση στη χρήση θρεπτικών. Όλα τα υπέργεια μέρη των δέντρων πρέπει να συλλέγονται και να απομακρύνονται από την περιοχή.

Είναι σημαντικό να επιλέγεται το σωστό είδος δέντρων για να επιτευχθεί η μέγιστη παραγωγή βιομάζας για μια δεδομένη περιοχή, και, στην περίπτωση ενός συστήματος επεξεργασίας εδάφους, η μέγιστη λήψη θρεπτικών. Η χρησιμοποίηση του ευκαλύπτου σε ένα δάσος μικρού κύκλου ζωής που συνδέεται με την επεξεργασία του εδάφους με απόβλητα ήταν μια καλή επιλογή δεδομένου ότι η ανάπτυξη τους δεν επηρεάστηκε αρνητικά από τη μείωση του pH του εδάφους που προέκυψε από την εφαρμογή των αποβλήτων. Το *E. globulus* παρουσίασε βέλτιστο δυναμικό για δάση μικρού κύκλου ζωής για την παραγωγή ενέργειας, είτε συνδέεται με την επεξεργασία του εδάφους με απόβλητα είτε όχι. Για να μεγιστοποιηθεί η απομάκρυνση των θρεπτικών από την περιοχή σε ένα σύστημα επεξεργασίας του εδάφους με απόβλητα (effluent land treatment system), το σύνολο της υπέργειας βιομάζας πρέπει να συγκομιστεί και να απομακρυνθεί για την ενεργειακή μετατροπή [Guo et al, 2002].

4.7.3.2 Πότισμα αμπελιού

Μια χαρακτηριστική εφαρμογή αξιοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων έλαβε χώρα στο ΕΘΙΑΓΕ Ηρακλείου Κρήτης. Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα από το βιολογικό / μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) Ηρακλείου χρησιμοποιήθηκαν για το πότισμα ενός έτους αμπελιών Σουλτανίνας (*Vitis vinifera L cv Soultanina*) που είχαν υποκείμενα 41B, 1103P και 110R. Το έδαφος που χρησιμοποιήθηκε στις γλάστρες είχε σύσταση 74 % άμμος, 8 % άργιλος και 18 % ιλύς [Paranychianakis et al, 2002]. Στον Πίνακα 4.49 φαίνεται η σύσταση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων και του γλυκού νερού. Με βάση την περιεκτικότητα των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σε θρεπτικά στοιχεία έγινε ο προγραμματισμός της άρδευσης των αμπελιών. Αυτή η έρευνα είχε επικεντρωθεί στις επιπτώσεις στην ανάπτυξη των αμπελιών με διαφορετικά υποκείμενα και στην κάλυψη των απαιτήσεων τους σε θρεπτικά στοιχεία.

Πίνακας 4.49: Χημική σύσταση γλυκού νερού και επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων το έτος 1998.

	EC _w (dS/m)	NO ₃ -N (mg / l)	NH ₄ -N (mg / l)	K (mg / l)	P (mg / l)	Ca (mg / l)	Mg (mg / l)	Na (mg / l)	Cl (mg / l)
Επεξεργασμένα υγρά απόβλητα	1,9	4,6	5,7	37,4	10,7	39,1	19,3	247	401
Γλυκό νερό	0,6	-	-	-	-	-	-	72	118

Πηγή: Paranychianakis N., Chartzoulakis K., Aggelides S., Angelakis A., “Grapevine growth and nutrition as affected by irrigation with recycles water”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.

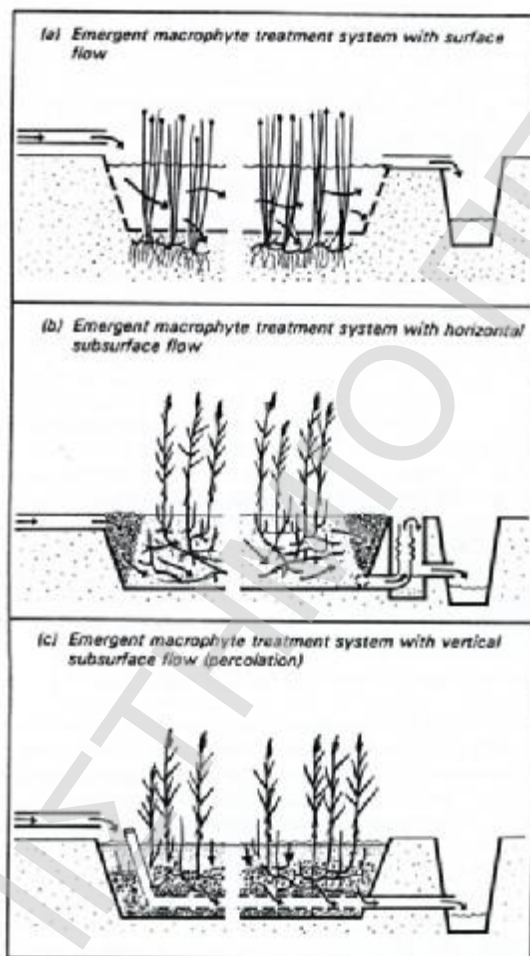
Γενικά, η άρδευση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αμπελώνες δεδομένου ότι αποτελεί πηγή θρεπτικών P, K και Mg, μειώνοντας έτσι τη χρήση χημικών λιπασμάτων. Ωστόσο, απαιτείται προσθήκη πρόσθετου N (άζωτου) ειδικά κατά τη διάρκεια της αρχικής ανάπτυξης των σταφυλιών όπου οι ανάγκες είναι αυξημένες. Επίσης η άρδευση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα απαιτεί κατάλληλη διαχείριση για τον περιορισμό της συσσώρευσης αλάτων στο έδαφος και στους φυτικούς ιστούς [Paranychianakis et al, 2002]. Θα άξιζε να μελετηθεί συγκεκριμένα αν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σφαγίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πότισμα καλλιεργειών και καρποφόρων δέντρων και πιο είναι το αποτέλεσμα στην ανάπτυξη των φυτών ή των δέντρων.

4.7.4 Τεχνητοί υγρότοποι (υδροβιότοποι)

Η χρήση συστημάτων με μακρόφυτα (macrophyte) για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ως μια τεχνολογία χαμηλού κόστους, έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Οι τεχνητοί υγρότοποι (υδροβιότοποι-constructed wetlands) είναι συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που αποτελούνται από ρηχές (συνήθως μέχρι 1 m βάθος) λιμνούλες ή κανάλια στα οποία έχουν φυτευτεί υδροχαρή φυτά [El – Khateeb και El – Gohary, 2002]. Αυτοί τυπικά έχουν αδιαπέρατο στρώμα αργίλου ή συνθετική αφαιρούμενη εσωτερική επένδυση, και μηχανική δομή που επιτρέπει τον έλεγχο της κατεύθυνσης της ροής, τον χρόνο συγκράτησης των υγρών και τη στάθμη των υγρών. Ανάλογα με τον τύπο του συστήματος, μπορεί να περιέχουν ένα αδρανές πορώδες μέσο όπως πέτρες, χαλίκι ή άμμος. Οι υγρότοποι (υδροβιότοποι) λειτουργούν ως βιολογικά φίλτρα (bio – filters) μέσω ενός συνδυασμού φυσικών, χημικών και βιολογικών αντιδράσεων που συμμετέχουν όλοι μαζί στην μείωση των οργανικών και μικροβιολογικών φορτίων καθώς και στην μείωση των θρεπτικών [El – Khateeb; El – Gohary, 2002 και Moshiri, 1993]. Ωστόσο οι τεχνητοί υγρότοποι δεν συστήνονται για ακατέργαστα απόβλητα. Πρέπει τα απόβλητα πρώτα να έχουν υποστεί μια πρωτοβάθμια επεξεργασία, οπότε στον υγρότοπο υφίστανται μια δευτεροβάθμια, ή πρέπει να έχουν υποστεί δευτεροβάθμια επεξεργασία, οπότε ο υγρότοπος είναι η τριτοβάθμια μέθοδος επεξεργασίας.

Η χρήση των τεχνητών υγρότοπων για την επεξεργασία των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια των τελευταίων δέκα ετών. Αντίθετα με τα αστικά λύματα, που έχουν συνήθως μια σταθερή σύνθεση, τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα περιέχουν συχνά διάφορα συστατικά με διαφορετικούς βαθμούς βιοδιασπασιμότητας και τοξικότητας, απαιτώντας κατά συνέπεια διαφορετικές μορφές και στρατηγικές επεξεργασίας. Εντούτοις, λόγω των τοξικών συστατικών, δεν μπορούν όλες οι βιομηχανίες να διαθέσουν τα απόβλητα τους σε τεχνητούς υγρότοπους [Korkusuz, 2005]. Οι βιομηχανίες τροφίμων παράγουν στην πλειοψηφία τους εύκολα βιοδιασπάσιμα υγρά απόβλητα. Τα υγρά απόβλητα από τις

εντατικές γεωργικές δραστηριότητες (βουστάσια, χοιροστάσια, τυροκομεία, σφαγεία, και άλλες παρόμοιες δραστηριότητες) έχουν σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικής ουσίας και θρεπτικών από τα επεξεργαζόμενα αστικά λύματα. Οπότε τα υψηλά ρυπαντικά φορτία τους μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα διαχείρισης των υγρών εάν τα απόβλητα διατίθενται άμεσα σε υδάτινους αποδέκτες. Τα γεωργικά απόβλητα χρειάζονται μια προεπεξεργασία και συστήνονται ως μέθοδος επεξεργασίας οι τεχνητοί υγρότοποι σε συνδυασμό με χωμάτινες δεξαμενές σταθεροποίησης πριν από την εφαρμογή της εκροής στο έδαφος [Korkusuz, 2005].

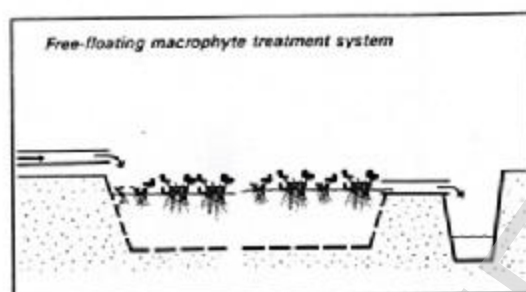


Σχήμα 4.57: Απεικόνιση συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με αναδυόμενα μακρόφυτα. a) σύστημα με επιφανειακή ροή, b) σύστημα με οριζόντια υπεδάφια ροή αποβλήτων, c) σύστημα με κατακόρυφη υπεδάφια ροή αποβλήτων (διήθηση).

Πηγή: Moshiri G., "Constructed wetlands for water quality improvement", ed. Lewis Publishers, Boca Raton 1993.

Οι τεχνητοί υγρότοποι που επεξεργάζονται τα απόβλητα των σφαγείων επιτυγχάνουν μικρή απομάκρυνση αζώτου όταν το εισρέον άζωτο είναι παρόν ως αμμωνιακό άζωτο, που είναι η συνήθης περίπτωση όταν ένα σύστημα επεξεργασίας σφαγείων περιλαμβάνει συστήματα προαιρετικά αερόβιων ή αναερόβιων δεξαμενών (facultative ponds) ή υπερβολικό φορτίο COD. Επιπλέον, τα υψηλά επίπεδα αζώτου με τη μορφή ιόντων αμμωνίου που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα σφαγείων (δηλαδή 70 - 250 mg/l) μπορούν να είναι τοξικά στα φυτά του υγρότοπου.

Βελτιωμένη απομάκρυνση αζώτου παρουσιάστηκε όταν τα νιτριοποιημένα υγρά απόβλητα σφαγείων τροφοδότησαν ένα τεχνητό υγρότοπο επιφανειακής ροής, υπό τον όρο ότι ικανοποιητικός άνθρακας ήταν διαθέσιμος είτε στην εισροή ή / και από το υπόστρωμα υπό αποσύνθεση των φυτών. Σε αυτή την περίπτωση παρατηρήθηκε ρυθμός απομάκρυνσης αζώτου μέχρι $9,5 \text{ g N} / \text{m}^2 / \text{day}$, λόγω της μικροβιακής διάσπασης των νιτρικών [Johns, 1995].



Σχήμα 4.58: Απεικόνιση συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με ελεύθερα επιπλέοντα μακρόφυτα. Όπως οι υάκινθοι του νερού (*Eichhornia crassipes*).

Πηγή: Moshiri G., "Constructed wetlands for water quality improvement", ed. Lewis Publishers, Boca Raton 1993.

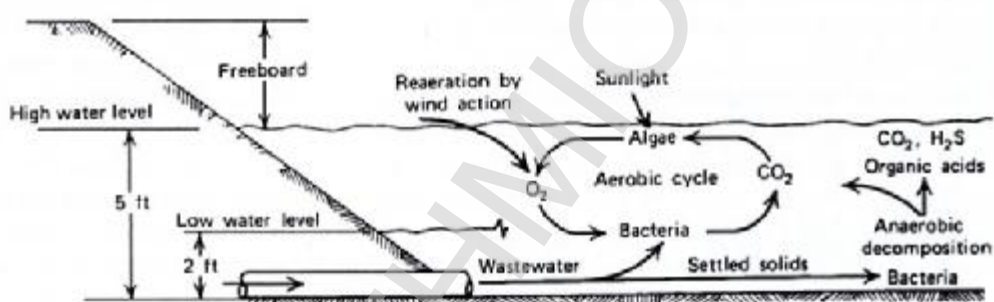
Η χρήση των προαιρετικά αερόβιων ή αναερόβιων δεξαμενών (facultative ponds) βασίζεται στα ταχέως αναπτυσσόμενα, επιπλέοντα μακρόφυτα (φακή του νερού - duckweed, υάκινθοι νερού - water hyacinths, κ.α.) που αναπτύσσονται σε πάνω από το 70 % του εμβαδού της δεξαμενής [Johns, 1995; McAnally και Benefield, 1989]. Αυτά τα συστήματα επιτυγχάνουν παρόμοιες, ή ελαφρώς βελτιωμένες απομακρύνσεις BOD στις προαιρετικά αερόβιες ή αναερόβιες δεξαμενές (facultative ponds) και βελτιωμένη απομάκρυνση θρεπτικών. Τα υψηλά επίπεδα αμμωνίου ($100 - 200 \text{ mg} / \text{l}$) στα αναερόβια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σφαγείων μπορούν να είναι τοξικά σε μερικά συστήματα μακροφύτων. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις αμμωνίου (δηλαδή $25 \text{ mg/l NH}_4 - \text{N}$) είναι βέλτιστες για μακροπρόθεσμη απόδοση. Σε πειράματα με αστικά υγρά απόβλητα από διάφορες ερευνητικές ομάδες παγκοσμίως, έχουν εμφανιστεί διάφορα λειτουργικά προβλήματα, που περιλαμβάνουν την εμφάνιση κουνουπιών, τη δυσκολία διάθεσης της φυτικής ύλης (μέχρι 200 kg ξηρού βάρους / ha / day), την επιπλέον επεξεργασία των αποβλήτων, τα οποία απαιτούν επόμενη αερόβια επεξεργασία, και την παραγωγή υψηλών συγκεντρώσεων αναερόβιων αερίων (δηλαδή H_2S), λόγω των TSS της καθίζησης, η οποία προκαλεί προβλήματα οσμών. Συνεπώς, τέτοια συστήματα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρωτοβάθμια μορφή απομάκρυνσης θρεπτικών για τα συστήματα επεξεργασίας σφαγείων, αλλά μπορεί να είναι κατάλληλα για τις εγκαταστάσεις εξευγενισμού (polishing) ή απορροής (run-off) [Johns, 1995]. Για την επεξεργασία των αποβλήτων βιομηχανιών κρέατος έχει εγκατασταθεί και λειτουργεί ένας μεγάλος αριθμός τεχνητών υγρότοπων, κυρίως ως τεχνολογία εξευγενισμού πριν από την τελική διάθεση των υγρών αποβλήτων στο περιβάλλον. Για αυτό το σκοπό, φαίνεται να είναι καλύτερη τεχνολογία από τις δεξαμενές ωρίμανσης (maturation ponds).

Οι τεχνητοί υγρότοποι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, παρουσιάζουν μεταβλητή απόδοση, για παράδειγμα η απομάκρυνση του BOD μπορεί να είναι 51 – 95 %, η συνολική απομάκρυνση αζώτου 10 – 88 % (μέση τιμή, 30 %) και το ολικό φώσφορο 11 – 94 % [Johns, 1995]. Η μεταβλητότητα φαίνεται να οφείλεται στα διάφορα εδαφολογικά υποστρώματα και στα φυτά που

χρησιμοποιούνται, και τις κλιματολογικές μεταβολές. Επίσης τα συστήματα με υπεδάφια ροή αποβλήτων (submerged-flow systems) έχουν καταδείξει μια τάση να ελαχιστοποιηθεί η απόδοση μέσα σε 2 – 3 χρόνια λόγω εμφράγματος (clogging).

Οι τεχνητοί υγρότοποι (wetlands) ελεύθερης επιφάνειας νερού (free water surface – FWS) μοιάζουν με τους φυσικούς υδροβιότοπους σε εμφάνιση δεδομένου ότι περιέχουν υδρόβια φυτά όπως νεροκάλαμο (*Phragmites australis*), ψαθί (*Typha spp.*), σκίρπο (*Scirpus spp.*), βούρλο (*Juncus spp.*) και *Carex spp.*, που έχουν ρίζες σε ένα στρώμα εδάφους βάθους 20 έως 50 cm στον πυθμένα μιας λιμνούλας και τα προεπεξεργασμένα υγρά απόβλητα ρέουν μέσω των φύλλων και μίσχων των φυτών σε ένα βάθος 0,10 έως 0,60 m [Dialynas et al, 2002].

Τυπικά κριτήρια σχεδιασμού για συστήματα ελεύθερης επιφάνειας νερού (FWS) είναι: χρόνος παραμονής 2 – 5 μέρες (για το BOD₅) και 7 – 14 μέρες (για το άζωτο), ρυθμός φόρτισης BOD₅ < 110 kg / (ha d), βάθος νερού 0,10 – 0,60 m, ρυθμός υδραυλικού φορτίου 5 – 15 m / yr, αναλογία διαστάσεων (aspect ratio) 2:1 – 4:1, απαιτούμενο εμβαδόν 2,15 – 7,15 ha (103 m³ / d). Η προεπεξεργασία των αστικών λυμάτων αποτελείται από καθίζηση (σηπτική δεξαμενή ή δεξαμενή Imhoff), εσχάρωση με φίλτρο περιστροφικού δίσκου, μικρο-εσχάρωση ή χωμάτινη δεξαμενή σταθεροποίησης (stabilization pond).



Σχήμα 4.59: Σχηματική απεικόνιση προαιρετικά αερόβιας ή αναερόβιας δεξαμενής σταθεροποίησης (facultative stabilization pond) όπου φαίνονται οι βασικές βιολογικές αντιδράσεις των βακτηρίων και των φυκιών.

Πηγή: Hammer M. and Hammer M. “Water and wastewater technology”, ed. Prentice Hall, New Jersey 1996.

Μια πιλοτική μονάδα τεχνητού υγρότοπου για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων (WWTP) σχεδιάστηκε να εφαρμοστεί στη μικρή κοινότητα της Πόμπιας, στην πεδιάδα της Μεσσαράς στο Ηράκλειο Κρήτης το 1998. Τα κύρια συστατικά της μονάδας ήταν: (α) σηπτική δεξαμενή (αντιδραστήρας ανοδικής ροής) με τρία φίλτρα εσχάρωσης, (β) ο τεχνητός υγρότοπος με ελεύθερη επιφάνεια νερού (FWS) που αποτελούνταν από δύο χωμάτινες δεξαμενές σε σειρά με 4300 m² και 1200 m², αντίστοιχα, (γ) δύο θαλάμους, ένα σε κάθε χωμάτινη δεξαμενή για να ρυθμίζει τη στάθμη, (δ) μικρές αντλίες για την επανακυκλοφορία και ένα σύστημα σωληνώσεων για την επανακυκλοφορία των υγρών αποβλήτων πίσω στην είσοδο της πρώτης χωμάτινης δεξαμενής, (ε) φίλτρο για τον έλεγχο των οσμών στη σηπτική δεξαμενή. Η επιλογή των υδροχαρών φυτών έγινε με βάση τις τοπικές συνθήκες και επιλέχθηκαν δύο είδη καλάμιών: το νεροκάλαμο (*Phragmites australis*) και το κοινό καλάμι (*Arundo donax*), βλέπε [Dialynas et al, 2002]. Κατά τη λειτουργία του αυτός ο υγρότοπος αποτέλεσε φυσικό ενδιαίτημα για αρκετά είδη όπως πουλιά, χελώνες, βατράχια, σκαντζόχοιρους, φίδια, ψάρια κτλ.

Οι βασικοί παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν για το σχεδιασμό της πιλοτικής μονάδας ήταν:

Πληθυσμός Πόμπιας = 1200 άτομα

Μέσος ημερήσιος ρυθμός ροής (παροχή) = $144 \text{ m}^3 / \text{d}$

Μέγιστη ημερήσια παροχή = $216 \text{ m}^3 / \text{d}$

Μέγιστη ωριαία παροχή = $27,7 \text{ m}^3 / \text{h}$

Αρχικό βιολογικό φορτίο = $400 \text{ mg BOD}_5 / \text{l}$

Φορτίο εκροής σηπτικής δεξαμενής = $250 \text{ mg BOD}_5 / \text{l}$

Φορτίο εκροής από υγρότοπο με ελεύθερη επιφάνεια νερού (FWS) = $10 \text{ mg BOD}_5 / \text{l}$ και $\text{COD} < 50 \text{ mg} / \text{l}$

Χρόνος παραμονής = 5 – 14 d (ανάλογα με την εποχή του χρόνου)

Μέση θερμοκρασία αποβλήτων το χειμώνα $T = 10^\circ \text{C}$ και το χειμώνα $T = 22^\circ \text{C}$ [Dialynas et al, 2002]

Ο τεχνητός υγρότοπος ελεύθερης επιφάνειας νερού (free water surface – FWS) είναι ένα σύστημα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που δίνει πολύ καλή ποιότητα επεξεργασμένων αποβλήτων. Ως σύστημα δευτεροβάθμιας επεξεργασίας αποβλήτων προκαλεί μείωση των BOD_5 , COD και TSS κατά 94,4 % 96,1 και 95,5 %, αντίστοιχα. Επίσης μειώνει το TKN και το TP κατά περίπου 53 %. Έχει υπολογιστεί επίσης ότι οι ρυθμοί απομάκρυνσης των TC και FC (κολοβακτηρίδια) είναι αντίστοιχα 98,7 % και 97,1 % [Dialynas et al, 2002].

Αυτή η μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι παράγει τριτοβάθμια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα κατάλληλα για άρδευση φυτών, των οποίων τα εδάφιμα τμήματα δεν καταναλώνονται ωμά. Οι σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις TKN και TP μπορούν να καλύψουν μέρος των απαιτήσεων των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία. Γενικά αυτό το σύστημα έχει χαμηλό κόστος κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης, καθώς και εύκολη προσαρμογή στο περιβάλλον.

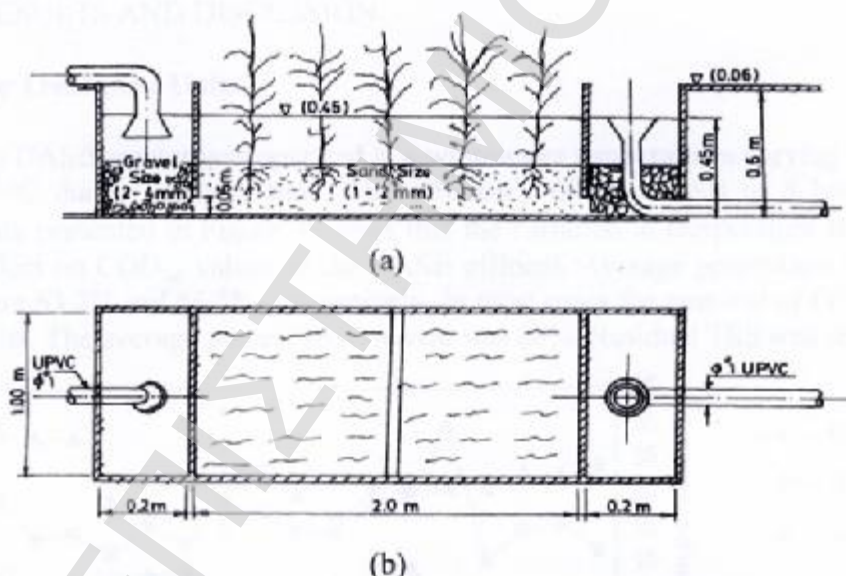
Μια άλλη εφαρμογή έλαβε χώρα το 2001 στην Σικελία της Ιταλίας σε μία περιοχή, το San Michele di Ganzaria, με 5000 κατοίκους. Τα απόβλητα από μια μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (WWTP) με δευτεροβάθμια επεξεργασία με φίλτρα με στάγδην ροή (trickling filter) διοχετεύτηκαν σε μια πειραματική μονάδα τεχνητού υγρότοπου με οριζόντια υπεδάφια ροή (horizontal subsurface flow – HSSF). Τα επεξεργασμένα απόβλητα μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία στον τεχνητό υγρότοπο επαναχρησιμοποιούνταν για την άρδευση 150 εκτάριων με ελαιόδεντρα [Barbagallo et al, 2002].

Αυτό το τριτοβάθμιο σύστημα είναι κατασκευασμένο από δύο παράλληλες γραμμές κάθε μια από τις οποίες περιλαμβάνει δύο μονάδες κλινών καλαμιών σε σειρά με οριζόντια υπεδάφια ροή (HSSF) αποβλήτων και στη συνέχεια υπάρχει δεξαμενή σταθεροποίησης (stabilization reservoir). Κάθε μονάδα κλίνης καλαμιών χρησιμοποιείται για την τριτοβάθμια επεξεργασία αστικών λυμάτων από 1100 άτομα με ροή $1,75 \text{ l/s}$ και ένα ονομαστικό χρόνο παραμονής περίπου 2 ημερών. Η μονάδα του τεχνητού υγρότοπου έχει μήκος 78 m, πλάτος 25 m και εμβαδόν κλίνης διήθησης 1950 m^2 που αντιστοιχεί σε ένα ρυθμό υδραυλικού φορτίου (hydraulic loading rate) $0,077 \text{ m} / \text{d}$. Η κλίνη διήθησης (filtering bed), που είναι κατασκευασμένη από αμμοχάλικο 8 – 10 mm με πορώδες 0,38, έχει βάθος 0,6 m και ο πυθμένας της έχει κλίση περίπου 1 % ενώ η επιφάνεια της είναι τελείως επίπεδη. Το μέσο βάθος νερού είναι 0,4 m. Και η εσκαμμένη κλίνη και τα αναχώματα καλύπτονται με φύλλο μπεντονίτη (bentonite) 4 mm. Τα χωμάτινα αναχώματα (με κλίση 3:1) καλύπτονται με δίχτυ από γιούτα (jute nets) για να διευκολυνθεί η εγκατάσταση της βλάστησης

και να προληφθεί η διάβρωση. Στην κλίνη τον Ιανουάριο του 2001 φυτεύτηκαν νεροκάλαμα (*Phragmites sp.*).

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μέθοδος είναι αποτελεσματική για την τριτοβάθμια επεξεργασία αποβλήτων. Συγκεκριμένα οι μέσες τιμές απομάκρυνσης είχαν ως εξής: TSS 65 % έως 88 %, BOD₅ 53 % έως 84 %, COD 62 % έως 80 %, TN 14 % έως 52 %, TP 15 % έως 45 % και FC 95 % έως 99,8 %.

Οι El – Khateeb και El – Gohary (2002) μελέτησαν ένα σύστημα επεξεργασίας αστικών λυμάτων που αποτελούνταν πρώτα από έναν αναερόβιο αντιδραστήρα ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος ή αντιδραστήρα ανοδικής ροής αναερόβιας κλίνης ιλύος (up – flow anaerobic sludge blanket – UASB) και στη συνέχεια ακολουθούσε ένας τεχνητός υγρότοπος είτε με υπεδάφια ροή (subsurface flow – SSF) είτε με ελεύθερη επιφανειακή ροή (free surface flow – FSF). Στους υγρότοπους χρησιμοποιήθηκε ένα κοινό μακρόφυτο στην Αίγυπτο, το ψαθί (*Typha latifolia*) σε πυκνότητα φύτευσης τρία ριζώματα / m². Οι υγρότοποι τροφοδοτήθηκαν με την εκροή από την μονάδα UASB, τα οποία είχαν ρυθμό οργανικής φόρτισης που κυμαίνονταν από 17,3 έως 46,8 kg BOD₅ / (ha d). Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι τα επίπεδα του COD_{tot} και των TSS στην τελική εκροή του υγρότοπου με υπεδάφια ροή (subsurface flow – SSF) ήταν μικρότερα από αυτά του υγρότοπου με ελεύθερη επιφανειακή ροή (free surface flow – FSF) [El – Khateeb and El – Gohary, 2002].



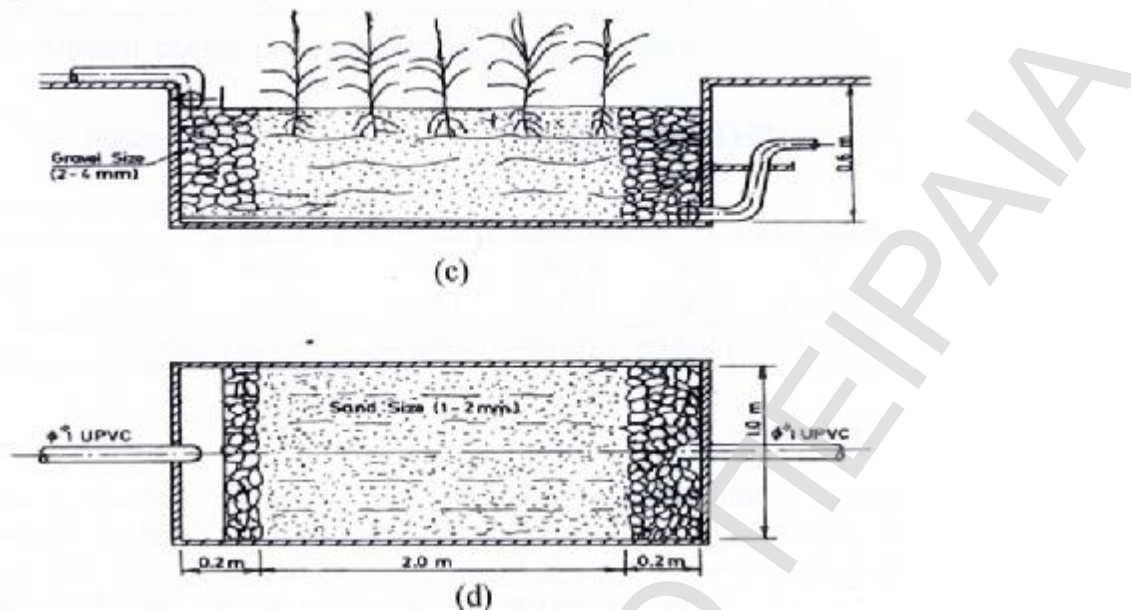
Σχήμα 4.60: Τεχνητός υγρότοπος (wetland) ελεύθερης επιφάνειας νερό (free water surface – FWS) (a) τομή και (b) κάτοψη.

Πηγή: El – Khateeb M. and El – Gohary F., “Combining UASB technology and constructed wetland for domestic wastewater reclamation and reuse”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.

Στον υγρότοπο με υπεδάφια ροή (subsurface flow – SSF) η μείωση του COD_{tot} κυμαίνονταν από 60 % έως 89 % με μία μέση τιμή 78 %. Οι αντίστοιχες τιμές για το BOD_{tot} ήταν 67 % έως 88 % με μια μέση τιμή 78 %. Οι μέσες τιμές απομάκρυνσης των TSS και TP ήταν αντίστοιχα 78 % και 39 %. Οι μετρήσεις των FC (κολοβακτηρίδια - fecal coliform) μειώθηκαν κατά 4 λογαριθμικές μονάδες.

Στον υγρότοπο με ελεύθερης επιφάνειας νερό (free water surface – FWS) οι μέσες τιμές απομάκρυνσης των COD_{tot} και BOD_{tot} ήταν 68 % και 78,5, αντίστοιχα.

Τα TSS μειώθηκαν κατά 57 %, ενώ το TP μειώθηκε κατά 32 %. Οι μετρήσεις των FC (fecal coliform) μειώθηκαν κατά 4 λογαριθμικές μονάδες.



Σχήμα 4.61: Τεχνητός υγρότοπος (wetland) με υπεδάφια ροή (subsurface flow – SSF) (a) τομή και (b) κάτοψη.

Πηγή: El – Khateeb M. and El – Gohary F., “Combining UASB technology and constructed wetland for domestic wastewater reclamation and reuse”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.

Από αυτή την έρευνα προκύπτει ότι η χρήση των υγρότοπων με υπεδάφια ροή (subsurface flow – SSF) σε συνδυασμό με ένα αναερόβιο αντιδραστήρα ανοδικής ροής μέσω στρώματος ιλύος ή αντιδραστήρα ανοδικής ροής αναερόβιας κλίνης ιλύος (up – flow anaerobic sludge blanket – UASB) είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος τόσο για την επεξεργασία υγρών αποβλήτων όσο και για επαναχρησιμοποίηση του νερού για άρδευση ξηρικών και ημίξηρων περιοχών [El – Khateeb και El – Gohary, 2002].

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας υγρότοπος ελεύθερης επιφάνειας νερού (free water surface – FWS) είναι η οικονομικώς αποδοτικότερη επιλογή για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων από γεωργικές βιομηχανίες, δεδομένου ότι το μικρότερο εμβαδόν απαιτούμενου εδάφους και άλλα πιθανά πλεονεκτήματα του SF δεν είναι συνήθως καθοριστικά σε μια γεωργική επιχείρηση [Korkusuz, 2005]. Παρά το γεγονός ότι ο FWS εξαρτάται από τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, αυτός ο τεχνητός υγρότοπος είναι αποτελεσματικός για την αφαίρεση της οργανικής ουσίας και των παθογόνων ακόμη και στους πιο κρύους χειμωνιάτικους μήνες. Οι White et al (2000) και ο Johns (1995) αναφέρουν ότι η χρήση των τεχνητών και φυσικών υγροτόπων (υδροβιότοπων) είναι μια οικονομικώς αποδοτική εναλλακτική λύση για την τρίτοβάθμια επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και είναι μια καθιερωμένη πρακτική σε πολλά εύκρατα και υποτροπικά κλίματα (όπου δεν αποτελούν πρόβλημα οι χαμηλές θερμοκρασίες). Επιπλέον έχουν τα πλεονεκτήματα του χαμηλού λειτουργικού κόστους, της «γοητείας του φυσικού οικοσυστήματος (green appeal)», της απλότητας και των χαμηλών αναγκών σε ενέργεια.

Πίνακας 4.50: Παράμετροι σχεδιασμού τεχνητών υγρότοπων.

Παράμετροι σχεδιασμού για τεχνητούς υγρότοπους	Προτεινόμενες τιμές σχεδιασμού	
	FWS	SSF
Οργανικό φορτίο (kg BOD / ha · d)	80 - 110	80 - 120
Φορτίο αζώτου (kg / ha · d)	TN < 60	TN < 60
Υδραυλικός χρόνος παραμονής (d)	5 - 14	2 - 10
Ρυθμός υδραυλικής φόρτισης (cm / d)	2,5 - 5	6 - 8
Βάθος νερού (cm)	< 10 (θερμούς μήνες)	30 - 90
	< 45 (κρύους μήνες)	
Λόγος μήκους / πλάτους (aspect ratio)	2 : 1, 4 : 1, 10 : 1	0,25 : 1, 5 : 1
Απαιτήση σε εμβαδόν (m ² / m ³ · d)	20 – 140	10 – 70
Διαμόρφωση	Πολλαπλά κελιά σε σειρά και παράλληλα	Πολλαπλά κελιά παράλληλα

Πηγή: Korkusuz E.A., “Manual of practice on constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in Mediterranean Countries”, MED-REUNET (Mediterranean Network on Wastewater Reclamation and Reuse), Technical Report, http://www.med-reUNET.com/docs/AVKR5_technical.pdf, Tutor: Lluís Sala, Spain 2005.

Ορισμένα υδροχαρή φυτά έχει βρεθεί ότι είναι πολύ αποτελεσματικά για την διαύγαση υγρών αποβλήτων, όπως είναι ο υάκινθος του νερού (*Eichornia crassipes*) και η φακή του νερού (*Lemna spp.*), βλέπε [Zimmels et al, 2002]. Αυτά τα φυτά απομακρύνουν τους ρύπους, καταναλώνοντας τους με τη μορφή θρεπτικών. Οι Moyo et al (2003) αναφέρουν ότι τα μακρόφυτα που επιπλέουν, όπως η φακή του νερού (duckweeds), ο υάκινθος του νερού (water hyacinth) και οι φτέρες (ferns) φαίνεται να αναπτύσσονται σε υγρά απόβλητα, συσσωρεύοντας υπερβολικά θρεπτικά στοιχεία στη βιομάζα τους. Επίσης ο Mandi (1995) αναφέρει για την φακή του νερού (*Lemna gibba*) ότι από πειράματα που έγιναν στο Μαρόκο, βρέθηκε ότι η βιομάζα της φακής του νερού είναι πλούσια σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο και για αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χλωρή λίπανση σε καλλιέργειες.

Η ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων με τη χρήση υδροχαρών φυτών είναι τόσο υψηλή που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για πότισμα καλλιεργειών. Είναι εντυπωσιακό ότι η θολερότητα μετά την επεξεργασία με υδροχαρή φυτά πλησιάζει αυτή του πόσιμου νερού [Zimmels et al, 2002]. Επίσης αυτή η μέθοδος εξαλείφει όλες τις δυσάρεστες οσμές των λυμάτων.

Τα μακρόφυτα μπορούν στη συνέχεια να υποστούν επεξεργασία για να παραχθεί μια ποικιλία προϊόντων όπως για τροφή πουλερικών και ιχθυοτροφή (fishmeal) με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ανάκτηση του κόστους για την κατασκευή του συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων [Moyo et al, 2003]. Η φακή του νερού (*Lemna spp.*, *Spirodella spp.*) έτυχε της μεγαλύτερης προσοχής εξαιτίας της γρήγορης ανάπτυξης βιομάζας, του εύκολου χειρισμού και της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες σε σχέση με τα άλλα μακρόφυτα. Πολλές μελέτες έχουν δείξει την αξία της φακής του νερού ως τροφή για τα πτηνά, τα ψάρια και άλλα ζώα.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των υάκινθων του νερού, που τους κάνουν ελκυστικούς ως βιολογικό μέσο για βακτήρια, είναι το εκτεταμένο ριζικό τους σύστημα και ο μεγάλος ρυθμός ανάπτυξης τους. Ενώ το κύριο πλεονέκτημα της φακής του νερού είναι η μικρότερη ευαισθησία στα κρύα κλίματα. Όμως η φακή του νερού έχει το μειονέκτημα του επιφανειακού ριζικού συστήματος και της ευαισθησίας στον αέρα. Οι υάκινθοι του νερού στις κλιματικές συνθήκες της Καλιφόρνιας, Φλώριδας, Μασαχουσέτης και Τέξας έδωσαν απομάκρυνση BOD σε ένα εύρος 37 % έως 91 %, ενώ τα TSS κυμαίνονταν από 21 % έως 92 %.

Για την απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου έχουν χρησιμοποιηθεί και τα εξής υδροχαρή φυτά: υάκινθος του νερού (*Eichornia crassipes*), μαρούλι του νερού (*Pistia stratiotes*), η φτέρη του νερού (*Salvinia spp.*) και η φακή του νερού (*Lemna spp.*). Η απομάκρυνση των νιτρικών από αυτά τα μακρόφυτα κυμαίνονταν από 42 % έως 96,2 %, ενώ η απομάκρυνση των φωσφορικών από 36,3 % έως 70,2 % [Zimmels et al, 2002].

Η τεχνολογία που βασίζεται στα επιπλέοντα φυτά στο νερό (floating water plants – FWP) διακρίνεται να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: υψηλή φυσικο – χημική ρόφηση (sorption), βιολογικά υψηλό ρυθμό αναπαραγωγής και ικανότητα επίπλευσης, επιτυγχάνει μεγάλο ρυθμό επεξεργασίας και έχει μικρό χρόνο προσαρμογής, έχει μικρό κόστος εγκατάστασης, συντήρησης και λειτουργίας, υπάρχει δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των προϊόντων, καθώς και εκμετάλλευσης των λιμνών για αγροτική χρήση και για αναψυχή. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα ταχέως αναπαραγόμενα φυτά πρέπει να διατηρούνται με προσοχή για να αποφευχθεί η δυναμική εξάπλωση τους σε άλλες δεξαμενές νερού, αγωγούς και ποτάμια. Σε πειράματα που έγιναν στο Ισραήλ με υάκινθο του νερού (*Eichornia crassipes*) οι τιμές των BOD, TSS, COD και της θολερότητας μειώθηκαν στα επίπεδα που προβλέπονταν από την εθνική νομοθεσία και τα διεθνή πρότυπα για τη χρήση του επεξεργασμένου νερού για πότισμα καλλιεργειών [Zimmels et al, 2002].

4.7.4.1 Ικανότητα απομάκρυνσης του φωσφόρου

Για την εφαρμογή των τεχνητών υγρότοπων στην τριτοβάθμια επεξεργασία των αποβλήτων σφαγείων υπάρχει ένα σημαντικό θέμα για διερεύνηση, το οποίο είναι η ικανότητα των υγρότοπων (wetlands) να λειτουργήσουν ως αρνητικές πηγές (καταβόθρες - sinks) για το φώσφορο (P).

Η ικανότητα των υγρότοπων να μετασχηματίσουν και να αποθηκεύσουν το άζωτο (N) είναι συνήθως πολύ υψηλή, και μπορεί να εξασφαλίσει μακροπρόθεσμη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Ωστόσο, η ικανότητα των υγρότοπων να μετασχηματίσουν και να αποθηκεύσουν το φώσφορο (P) μακροπρόθεσμα είναι γενικά πολύ μικρότερη εξαιτίας των διαφορών μεταξύ των κύκλων N και P [White et al, 2000]. Ο P δεν έχει καμία σημαντική ατμοσφαιρική ροή και έχει ένα πολύ πιο μακροχρόνιο βιογεωχημικό κύκλο από ότι το N. Παρά όμως αυτή τη διαφορά, αποτελεσματική αποθήκευση του P παρουσιάζεται σε φυσικούς υδροβιότοπους και τεχνητούς υγρότοπους (wetlands), ακόμα και κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε βόρεια κλίματα.

Η συγκράτηση (retention) του P σε συστήματα υγροτόπων (υδροβιότοπων) εξαρτάται από μια ισορροπία σάρωσης του P (P - scavenging) και της κινητοποίησης του P (P - mobilization). Η σάρωση (scavenging) λαμβάνει χώρα με τρεις αντιστρέψιμες διεργασίες: ρόφηση (sorption ή φυσική προσκόλληση στην οργανική ύλη), χημική καθίζηση (precipitation, δηλαδή, σχηματισμός στερεών υλών ή αλάτων), ενσωμάτωση (incorporation ή βιολογική ακινητοποίηση). Και οι τρεις διεργασίες μετατρέπουν τις διαλυτές μορφές του P σε μοριακές μορφές που μπορούν να κατακρημνιστούν με ίζηματογένεση. Η ικανότητα ενός υγρότοπου να σαρώσει το P σχετίζεται με τις μορφές του P που υπάρχουν σε αυτό τον υγρότοπο. Η πλειοψηφία του P των υγρών αποβλήτων είναι η ανόργανη μορφή του διαλυτού αντιδρώντος P (SRP), ο οποίος είναι μια βιολογικά διαθέσιμη μορφή του P που ενσωματώνεται στη χλωρίδα και πανίδα του συστήματος (biota). Όταν η σάρωση του P υπερβαίνει την

κινητοποίηση (mobilization) ενός υγρότοπου, τότε ο υγρότοπος λειτουργεί ως αρνητική πηγή P (sink - καταβόθρα).

Η σάρωση (scavenging) του P εξισορροπείται από την κινητοποίηση του P, και την αποσύνθεση ή τη διάσπαση του P (περιλαμβάνει εκρόφηση και διάλυση). Τόσο η διεργασία της σάρωσης όσο και της κινητοποίησης έχουν κινητήρια δύναμη τη μάζα των θρεπτικών που φορτίζουν το σύστημα. Η προσθήκη θρεπτικών από τα υγρά απόβλητα μπορεί να αλλάξει την ισορροπία αυτών των διεργασιών. Όταν η κινητοποίηση υπερβεί την σάρωση, το σύστημα μπορεί να γίνει πηγή P και να εξαγάγει συσσωρευμένο φώσφορο. Για παράδειγμα, η καθαρή εξαγωγή P φαίνεται να συνεχίζεται στους υγρότοπους μετά που η φόρτιση των υγρών αποβλήτων σταματά λόγω της κινητοποίησης του P. Σε μερικές περιπτώσεις, η ικανότητα ενός υγροτόπου να εξασφαλίζει την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μπορεί να προβλεφθεί από τους ρυθμούς φόρτισης που εφαρμόζονται.

Στους υγρότοπους, υπάρχει μικρή άμεση λήψη του P από την υδάτινη στήλη με την προκύπτουσα βλάστηση και περισσότερο από το 95 % του P αποθηκεύεται στα ιζήματα εξαιτίας του μακροχρόνιου κύκλου διακίνησης θρεπτικών συστατικών του ιζήματος. Η αποθήκευση P στα οικοσυστήματα των υγροτόπων (υδροβιότοπων) για μεγάλο χρονικό διάστημα τελικά περιορίζεται από την ιζηματογένεση. Η αργή ροή του νερού μέσω ενός υγρότοπου είναι ουσιαστική για την καθίζηση (settling) των σωματιδίων του P. Ακόμα και όταν οι άλλες δεξαμενές αποθήκευσης P (P-storage pools) έχουν κορεστεί, η κατακρήμνιση του ιζήματος (sediment burial) μπορεί να συνεχιστεί για να απομακρυνθεί αποτελεσματικά ο P με ένα ρυθμό όμοιο με το ρυθμό ιζηματογένεσης (sedimentation rate).

Στους πρόσφατα δημιουργημένους υγρότοπους, η απομάκρυνση του P είναι αρχικά υψηλή, αλλά μειώνεται καθώς το έλος «γερνά», εξαιτίας του κορεσμού των περιοχών πεπερασμένης προσρόφησης. Για παράδειγμα, οι χρόνιες υψηλές φορτίσεις με θρεπτικές ουσίες μπορούν να μειώσουν την ικανότητα ενός υγροτόπου να αποθηκεύσει P και όταν τα ιζήματα στην περιοχή εισροής γίνουν κορεσμένα σε P, μία ζώνη κορεσμού του ιζήματος μπορεί να εξαπλωθεί σε όλο το έλος.

Μια μελέτη για την διερεύνηση του συγκεκριμένου φαινομένου έγινε σε ένα πρόσφατα αποκατεστημένο υδροβιότοπο του βόρειου λειμώνα (recently restored northern prairie wetland) στη Frank Lake της Alberta του Καναδά και συγκεκριμένα ερευνήθηκε η απόθεση του P, η απόθεση του ιζήματος και η ικανότητα ρόφησης του P από τα ιζήματα [White et al, 2000] (βλέπε Παράρτημα Α.VII). Η Frank Lake είναι μοναδική δεδομένου ότι είναι το μεγαλύτερο έλος του Καναδά που αποκαθίσταται (be restored) με υγρά απόβλητα. Επιπλέον, ο τρόπος διαχείρισης σχεδιάστηκε και για να βελτιώσει την ποιότητα του νερού και για να εξασφαλίσει ένα ενδιαίτημα υψηλής ποιότητας για άγρια ζώα (θηλαστικά, πτηνά και ψάρια).

Μετρήθηκε η ικανότητα αποθήκευσης 1246 ha υγροτόπου βόρειου λειμώνα (northern prairie wetland) για την αποθήκευση P από υγρά απόβλητα σφαγείου βοοειδών και αστικών λυμάτων. Οι πυρήνες ιζημάτων (sediment cores) συλλέχθηκαν από το έλος της Frank Lake (Frank Lake marsh) για να ποσοτικοποιηθεί η συσσώρευση του P, οι ρυθμοί καθίζησης και η ικανότητα προσρόφησης του ιζήματος. Περίπου το 60 % των εισροών του P στο έλος από την αποκατάσταση (restoration) του 1990 έχουν αποθηκευτεί στα ιζήματα (79.662 kg από τα 141.760 kg που εφαρμόστηκαν). Οι περιοχές κοντά στην εισροή των υγρών αποβλήτων είχαν τους μεγαλύτερους ρυθμούς ιζηματογένεσης (3,0 cm / έτος) και ρυθμούς ταφής P (38,5 g P / m² / έτος) από άλλες περιοχές εγκάρσια του έλους (24 g P / m² / έτος). Τα επιφανειακά ιζήματα από το έλος και τους υγρότοπους αναφοράς συλλέχθηκαν και εξουδετερώθηκαν (spiked) πειραματικά με 25 – 500 μg / l P (ως NaH₂PO₄³⁻) για να

προσδιοριστεί η ικανότητα των ιζημάτων να αποδεχθούν πρόσθετο P. Οι ισόθερμες ρόφησης έδειξαν ότι τα ιζήματα κοντά στην εισροή είχαν μια περιορισμένη ικανότητα για ρόφηση πρόσθετου P. Όταν εκτέθηκαν σε 500 μg / l P, οι περιοχές εισροής απορρόφησαν ένα μέγιστο 1000 μg P / g ιζήματος. Αντίθετα, το υπόλοιπο των περιοχών στο έλος απορρόφησε μέχρι 1700 μg P / g ιζήματος, ενώ οι κοντινές περιοχές στον υγρότοπο αναφοράς απορρόφησε περισσότερο από 2500 μg P / g ιζήματος. Περίπου το 66 % των ιζημάτων του έλους είχε ακόμα μεγάλη ικανότητα προσρόφησης. Οι περιοχές εισροής είχαν μια μειωμένη ικανότητα για πρόσθετη απορρόφηση P εξαιτίας των υψηλών φορτίσεων P που εφαρμόστηκαν σε αυτή την περιοχή. Το Frank Lake έχει εξασφαλίσει αποτελεσματική συγκράτηση του P, ωστόσο, η μελλοντική αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας μπορεί να μειωθεί αν τα εναπομένοντα ιζήματα κορεστούν. Η συνεχής υψηλή φόρτιση P στο έλος μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα ευτροφισμού και στην εξαγωγή του P στα κατάντη από τον υγρότοπο [White et al, 2000].

4.7.4.2 Μικροβιολογικοί κίνδυνοι από την εμπορική χρήση των μακρόφυτων

Η φακή του νερού (*Lemna sp*) βρέθηκε ότι μειώνει τις συγκεντρώσεις των ολικών κολοβακτηρίων (total coliforms and fecal coliform) και των εντερικών παθογόνων: *Giardia*, *Cryptosporidium* και των εντερικών ιών (enteric viruses) στα υγρά απόβλητα [Karpiscak et al, 1995]. Όμως δεν παρατηρήθηκε σημαντική απομάκρυνση των βακτηριοφάγων (*coliphages*) από τη φακή του νερού. Ο βαθμός απομάκρυνσης των μικροοργανισμών από τη χωμάτινη δεξαμενή με τη φακή του νερού σχετίζονταν με το μέγεθος τους, με μεγαλύτερο ρυθμό απομάκρυνσης για του μεγαλύτερους οργανισμούς (δηλαδή τα παράσιτα). Αυτό σημαίνει ότι η απομάκρυνση σχετίζεται με την καθίζηση των οργανισμών στη χωμάτινη δεξαμενή. Επίσης μεγαλύτερος χρόνος παραμονής μπορούσε να αυξήσει την απομάκρυνση των παρασίτων και των ιών.

Τα μακρόφυτα που αναπτύσσονται στα υγρά απόβλητα παρουσιάζουν μια συσσώρευση μικροβιακών μολυσματικών ρύπων από τα υγρά απόβλητα [Moyo et al, 2003]. Όταν αυτά υποστούν μια επεξεργασία αργότερα για να χρησιμοποιηθούν, το φορτίο μπορεί να μειωθεί κατά την ξήρανση. Όμως η χρονική διάρκεια που απαιτείται για τον συνολικό περιορισμό των παθογόνων είναι πολύ μεταβλητή και έτσι υπάρχει μια πιθανότητα παραγωγής ενός μολυσμένου προϊόντος φακής του νερού. Η ξήρανση από μόνη της επίσης έχει ένα σημαντικό μειονέκτημα για την αποδοχή της φακής του νερού ως εμπορικής καλλιέργειας, γιατί καμία συμβατική τεχνολογία δεν είναι ικανή να παραγάγει αποξηραμένα προϊόντα φακής του νερού χωρίς σημαντική οικονομική επιβάρυνση.

Οι Moyo et al (2003) ερεύνησαν, στη Ζιμπάμπουε, την πιθανότητα μετάδοσης παθογόνων από τροφή που περιέχει τη φακή του νερού (λέμνα - duckweed) στα κοτόπουλα και συνεπώς στον καταναλωτή – άνθρωπο (βλέπε Παράρτημα Λ.VIII). Προηγουμένως αναφέρθηκε ότι κάποια μακρόφυτα όπως η φακή του νερού αξιοποιούνται εμπορικά και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τροφών για κοτόπουλα και ψάρια. Σε αυτή την μελέτη έγινε μικροβιολογικός έλεγχος των κοτόπουλων που τρέφονται με φακή του νερού για τον καθορισμό του αν υπάρχει μετάδοση παθογόνων από την τροφή που περιέχει φακή του νερού, στα κοτόπουλα και επίσης ερευνήθηκε αν τέτοιες μολύνσεις επιδρούν σε επίπεδο σωματικού συστήματος (systemic) ή περιορίζονται στην γαστρο – εντερική περιοχή των πτηνών. Τα πτηνά της μελέτης θυσιάστηκαν σε ηλικία 3, 6, 8 και 10 εβδομάδων και έγιναν

μικροβιολογικές αναλύσεις όσον αφορά οργανισμούς δείκτες όπως η *Escherichia coli* και η *Salmonella spp* (σαλμονέλα).

Δεν υπήρχε κανένα διακριτό μοτίβο στο μικροβιακό φορτίο ούτε στα κοτόπουλα που τρέφονταν με φακή του νερού ούτε και στα πτηνά μάρτυρες σε συνάρτηση με την ηλικία, ωστόσο τα πτηνά μάρτυρες που εξετάστηκαν είχαν σαφώς μικρότερο μικροβιακό φορτίο από τις πειραματικές ομάδες. Κάποια στελέχη σαλμονέλας και δύο εντεροπαθογόνα στελέχη *Escherichia coli* απομονώθηκαν από τα δείγματα των μαρτύρων και των πειραμάτων σε 3 εβδομάδες. Δεν απομονώθηκε κάποιο είδος σαλμονέλας (*Salmonellae*) στις διαδοχικές παρτίδες πτηνών και στην τροφή, ενώ απομονώθηκε ένας αριθμός *E. coli*. Περισσότερες απομονώσεις λήφθηκαν από τα δείγματα των τριών εβδομάδων (που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια υγρού καιρού) από όλα τα άλλα δείγματα. Η χρήση της φακής του νερού που υπολογίστηκε κάτω από τις συνθήκες ανάπτυξης στη Nemanwa οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι είναι μικροβιακά ασφαλής εφόσον δίνεται η απαιτούμενη προσοχή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας της φακής του νερού και των χειρισμών των πτηνών. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα κοτόπουλα ίσως να μολυνθούν ειδικά κατά τη διάρκεια υγρού καιρού όπως αποδεικνύεται από την απομόνωση της *E. coli* και της *Salmonella spp* από τα δείγματα της πρώτης παρτίδας. Αυτό αποδίδεται στην ανεπαρκή υγιεινή του περιβάλλοντος σε μονάδες που εμφανίζονται συχνότερα υγρές συνθήκες κατά τη διάρκεια του έτους [Moyo et al, 2003].

4.7.5 Συστήματα επεξεργασίας με φύκια

Ο Johns (1995) αναφέρει τις αερόβιες δεξαμενές (ponds), τις δεξαμενές φυκιών υψηλού ρυθμού (high - rate algal ponds). Αυτά τα συστήματα περιλαμβάνουν μια αρχική δεξαμενή (initial pond) στην οποία εισάγονται τα υγρά απόβλητα σε ένα βαθύ αναερόβιο τμήμα της δεξαμενής, και μετά ρέουν σε ένα αερόβιο τμήμα. Ένα αερόβιο περιβάλλον διατηρείται με την επανακυκλοφορία του νερού που είναι πλούσιο σε οξυγόνο από μια δεύτερη δεξαμενή (second pond) που περιέχει πολύ υψηλές συγκεντρώσεις φυκιών. Η εμπειρία από το Ισραήλ (σε αστικά λύματα) με αυτά τα συστήματα είναι θετική [Johns, 1995].

4.8 Σύγκριση μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στον Καναδά και χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων σφαγείων χοίρων

Τα υγρά απόβλητα από έξι σφαγεία χοίρων στο Κεμπέκ και στο Οντάριο του Καναδά μετρούνται πριν και μετά την επεξεργασία στη μονάδα παραγωγής τους [Massé and Masse, 2000b] (βλέπε Παράρτημα Λ.IX). Μεταξύ του Ιουνίου του 1995 και του Ιανουαρίου 1996, έγιναν επισκέψεις σε τρία σφαγεία του Κεμπέκ και τρία του Οντάριο που επεξεργάζονταν αποκλειστικά χοιρινό κρέας. Τα σφαγεία διέφεραν σε μέγεθος και περιλάμβαναν μικρές οικογενειακές μονάδες καθώς και μεγάλες εταιρίες.

Πίνακας 4.51: Δυναμικότητα, χρήση νερού, και επεξεργασία υγρών αποβλήτων έξι σφαγείων χοίρων (1995 – 1996)

Σφαγείο	Δυναμικότητα (κεφάλια / εβδομάδα)	Παραγωγή υγρών αποβλήτων (m ³ / d)	Επεξεργασία υγρών αποβλήτων στη μονάδα	Κόστος επεξεργασίας (\$ /yr) [#]
1	1900	57	Απομάκρυνση του αφρού με τις ακαθαρσίες (scum) στη δεξαμενή συλλογής (holding tank)	90.000
2*	2800	76	Απομάκρυνση του αφρού με τις ακαθαρσίες στη δεξαμενή συλλογής	30.000
3	11500	246	Κόσκινο τύμπανου, μονάδα DAF, φίλτρο με στάγδην ροή (trickling filter)	-
4*	15000	3800	Δεξαμενή καθίζησης, χημική μονάδα DAF	650.000
5	17500	303	Κόσκινο τύμπανου, χημική μονάδα DAF	100.000
6*	45000	3600	Κόσκινο τύμπανου, μονάδα DAF	-

[#]: Μία μονάδα εξασφάλιζε πολύ ακριβή σχήματα που περιλάμβαναν τα δημοτικά τέλη καθώς και τα κόστη εργατικών, συντήρησης και λειτουργίας της επεξεργασίας στη μονάδα, αλλά τα περισσότερα σφαγεία έδιναν κατά προσέγγιση κόστη.

*: Περιλαμβάνει μερικές δραστηριότητες διαχείρισης ή / και επεξεργασίας κρέατος.

Πηγή: Massé D. and Masse L., "Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems", Canadian Agricultural Engineering, vol. 42, no 3, p. 139 - 146, July / August / September 2000.

Στα ακατέργαστα υγρά απόβλητα, το συνολικό χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (TCOD) κυμαίνονταν από 2333 έως 8627 mg / l και τα αιωρούμενα στερεά (SS) κυμαίνονταν μεταξύ 736 και 2099 mg / l. Η σύνθεση των υγρών αποβλήτων σφαγείου σε ότι αφορά την οργανική τους βάση, τα ανόργανα στοιχεία, την αλκαλικότητα, και το pH ήταν ικανοποιητικά για βιολογική επεξεργασία. Μόνο δύο σφαγεία έκαναν καθίζηση στα υγρά απόβλητα τους πριν τα διαθέσουν στον υπόνομο των αστικών λυμάτων. Τρεις μονάδες χρησιμοποιούσαν πρωτογενή επεξεργασία για να ιζηματοποιήσουν το αίμα και να απομακρύνουν τα λίπη που επέπλεαν, ενώ μία άλλη μονάδα επεξεργάζονταν τα υγρά της απόβλητα με τη χρήση αερόβιου φίλτρου με στάγδην ροή (aerobic trickling filter). Αν και η πρωτοβάθμια επεξεργασία στο σφαγείο μείωνε τα επίπεδα των ρύπων, οι συγκεντρώσεις του συνολικού χημικά απαιτούμενου οξυγόνου (TCOD) και των αιωρούμενων στερεών (SS) ήταν ακόμη πολύ υψηλές για τη διάθεση στον υπόνομο χωρίς να επιβάλλεται επιπλέον αστικό τέλος. Επιπλέον, όλες οι επεξεργασίες παρήγαγαν μεγάλες ποσότητες σηπτικής λάσπης και λάσπης όγκου, οι οποίες απαιτούν ειδικό χειρισμό ή / και επιπλέον επεξεργασία [Massé and Masse, 2000b].

Πίνακας 4.52: Ποιότητα ακατέργαστων υγρών αποβλήτων σε έξι σφαγεία χοίρων στο Κεμπέκ και στο Οντάριο (1995 – 1996).

Παράμετροι (mg / l, εκτός από το pH)	Σφαγείο					
	1	2	3	4	5 ¹	6
Ολικό COD	2941	3589	4976	2333	8627 ± 1669	3417
Διαλυτό COD	1510	2605	2817	778	4753 ± 883	1250
Ολικά στερεά	2244	2727	3862	2747	5748 ± 823	2481
Πτητικά στερεά	1722	1966	3153	1204	4458 ± 751	1846
Αιωρούμενα στερεά	957	736	1348	877	2099 ± 622	1431
Πτητικά αιωρούμενα στερεά	770	576	1192	594	1887 ± 550	1149
Πτητικά λιπαρά οξέα	197	166	221	164	311 ± 34	175
Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl	174	271	372	90	593 ± 95	158
Αμμωνιακό άζωτο	41	154	99	19	169 ± 66	20
Πρωτεΐνη	831	731	1700	444	2648 ± 66	856
Φόσφορος	20	-	-	28	61	80
Κάλιο	27	-	-	60	122	56
Ασβέστιο	56	-	-	54	15	54
Νάτριο	54	-	-	369	238	209
Μαγνήσιο	25	-	-	17	12	14
Θείο	54	-	-	49	36	21
Σίδηρο	2	-	-	25	7	2
Μαγγάνιο	0	-	-	2	0	0
pH	6,7	7,2	6,5	4,9	6,9 ± 0,2	6,5
Αλκαλικότητα ως CaCO ₃	333	333	333	83	906 ± 157	250

¹: Στο σφαγείο 5 λήφθηκαν δείγματα έξι φορές στους οκτώ μήνες. Εκτός για μέταλλα τα οποία αναλύθηκαν σε ένα μόνο δείγμα, η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των παραμέτρων δίνονται στον πίνακα.

Πηγή: Massé D. and Masse L., “Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems”, Canadian Agricultural Engineering, vol. 42, no 3, p. 139 - 146, July / August / September 2000.

Πίνακας 4.53: Ποιότητα αποβλήτων εκροής μετά από προεπεξεργασία σε τέσσερα σφαγεία στο Κεμπέκ και στο Οντάριο (1995 – 1996). Οι τιμές σε παρενθέσεις δίνονται από το σφαγείο.

Παράμετροι (mg / l, εκτός από το pH)	Σφαγείο και τύπος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων			
	3	4	5	6
	Μονάδα DAF, φίλτρο λεπτής ροής	Χημική μονάδα DAF	Χημική μονάδα DAF	Μονάδα DAF
Διαλυτό COD	1598	576	1435	1290
Ολικό COD	3921 (2569 ± 512) ²	986	3121 (3229 ± 1231) ²	2325
Ολικά στερεά	2197	-	3460	1969
Πτητικά στερεά	1676	633	2157	1347
Πτητικά αιωρούμενα στερεά	1792	265	1646	682
Αιωρούμενα στερεά	1956 (836 ± 770) ²	422 (226 ± 85) ³	1974 (754 ± 471) ²	893
Πτητικά λιπαρά οξέα	673	273	279	110
Αμμωνιακό άζωτο	228	19	100	41
Συνολικό άζωτο Kjeldahl	295 (183 ± 113) ²	59	269 (268 ± 245) ²	174
Πρωτεΐνη	419	250	1061	831
Λίπη και έλαια	(291 ± 316) ²	(65 ± 35) ³	(22 ± 15) ²	-
Φώσφορο	- (28 ± 19) ²	22 (10 ± 4) ³	78 (22 ± 15) ²	44
Κάλιο	-	38	214	42
Ασβέστιο	-	54	44	42
Νάτριο	-	404	453	142
Μαγνήσιο	-	17	17	12
Θείο	-	48	63	15
Σίδηρος	-	19	43	4
Μαγγάνιο	-	2	0	0
pH	7,1	5,7	7,0	6,6
Αλκαλικότητα ως CaCO ₃	667	167	542	167

²: Με βάση τα πέντε στα δέκα δείγματα που συλλέχθηκαν σε περίοδο ενός έτους.

³: Με βάση διμηνιαία δείγματα που συλλέχθηκαν σε μία περίοδο 18 μηνών.

Πηγή: Massé D. and Masse L., "Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems", Canadian Agricultural Engineering, vol. 42, no 3, p. 139 - 146, July / August / September 2000.

4.9 Μελέτη περίπτωσης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων βιομηχανίας κρέατος με συνδυασμό μεθόδων επεξεργασίας

Τα λύματα σε αυτή τη μελέτη προέρχονται από τη μονάδα κρέατος UNILANG στη Wrzosowa (Πολωνία), η οποία είναι σφαγείο χοίρων και μονάδα επεξεργασίας κρέατος μαζί [Bohdziewicz et al, 2002] (βλέπε Παράρτημα Λ.Χ). Τα υγρά απόβλητα χαρακτηρίζονται από ένα υψηλό φορτίο ρύπανσης, καθώς και μια σημαντική ποσότητα αιωρούμενων και υψηλές συγκεντρώσεις ολικού αζώτου και ολικού φωσφόρου. Οι τιμές των βασικών και ευτροφικών δεικτών ρύπανσης κυμαίνονται σε ευρεία όρια καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου παραγωγής (σφαγή, επεξεργασία, καθαρισμός των μηχανών και του εξοπλισμού). Ο Πίνακας 4.54 παρουσιάζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες των ακατέργαστων υγρών αποβλήτων, τα οποία μετά από επεξεργασία μπορούν να επιστρέψουν στον υδάτινο αποδέκτη.

Πίνακας 4.54: Δείκτες ρύπανσης των ακατέργαστων υγρών αποβλήτων, τα οποία μετά την επεξεργασία μπορούν να επιστρέψουν στον φυσικό υδάτινο αποδέκτη.

Δείκτες ρύπανσης	Συγκέντρωση ρύπανσης ακατέργαστων υγρών αποβλήτων, mg / dm ³		Φορτίο, kg / d	Επιτρεπτά όρια, mg / dm ³
	Εύρος	Μέση τιμή	Μέση τιμή	
COD	2780 – 6720	4584	309,2	150
BOD ₅	1200 – 3000	2100	126,8	30
Ολικό άζωτο	49 – 287	198	13	30
Ολικός φώσφορος	15 – 70	32	2,1	5*
Ολικά αιωρούμενα	112 – 1743	396	26,1	50
Απορρυπαντικά	7 - 21	11,3	0,75	5

*: Για μια μονάδα επεξεργασίας ροής υγρών αποβλήτων κάτω του 2000 m³ / d.

Πηγή: Bohdziewicz J., Sroka E., Lobos E., “Application of the system which combines coagulation, activated sludge and reverse osmosis to the treatment of the wastewater produced by the meat industry”, Elsevier Science, Desalination, vol. 144, p. 393 - 398, 2002.

Τα υγρά απόβλητα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με τη χρήση μίας χημικής μεθόδου, μίας βιολογικής μεθόδου ενεργού ιλύος και με ένα σύστημα δύο βημάτων: που συνδυάζει τις διεργασίες της χημικής καθίζησης του φωσφόρου και της αντίστροφης όσμωσης. Πιο αναλυτικά τα υγρά απόβλητα από τη βιομηχανία κρέατος υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με ένα σύστημα που συνδέει τις διεργασίες κροκιδώσης (coagulation), βιολογικής επεξεργασίας που χρησιμοποιεί τη μέθοδο της ενεργού ιλύος, με ταυτόχρονη χημική καθίζηση (precipitation) του φωσφόρου και αντίστροφη όσμωση (reverse osmosis). Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι μετά την ταυτόχρονη χημική καθίζηση του φωσφόρου τα λύματα μπορούν να διατεθούν στον υδάτινο αποδέκτη, δεδομένου ότι ο λόγος της ρύπανσης τους δεν υπερβαίνει τις επιτρεπτές τιμές για υγρά απόβλητα που μπορούν να διατεθούν σε υδάτινο αποδέκτη. Με τον καθαρισμό των υγρών αποβλήτων με την διεργασία της αντίστροφης όσμωσης, ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ξανά στον τεχνολογικό κύκλο [Bohdziewicz et al, 2002]

Πίνακας 4.55: Η απόδοση επεξεργασίας των λυμάτων στο υβριδικό σύστημα από την βιομηχανία κρέατος συνδέεται με την διεργασία της ταυτόχρονης χημικής καθίζησης του φωσφόρου με αντίστροφη όσμωση.

Δείκτες ρύπανσης	Συγκέντρωση ρυπαντών σε ακατέργαστα υγρά απόβλητα, mg / dm ³	Υγρά απόβλητα μετά το βιοαντιδραστήρα ενεργού ιλύος		Υγρά απόβλητα μετά τη διεργασία της αντίστροφης όσμωσης (RO)	
		Συγκέντρωση, mg / dm ³	Υπόλειμμα (retention) R, %	Συγκέντρωση, mg / dm ³	Υπόλειμμα (retention) R, %
COD	1940	146	92,5	4	99,8
BOD ₅	1800	26	96,5	3	99,8
Ολικά φωσφορικά	26	3,5	86,5	0,0	100
Ολικό άζωτο	350	14	96	3,5	99
Αμμώνιο	35	> 5	< 85	1	97

Πηγή: Bohdziewicz J., Sroka E., Lobos E., “Application of the system which combines coagulation, activated sludge and reverse osmosis to the treatment of the wastewater produced by the meat industry”, Elsevier Science, Desalination, vol. 144, p. 393 - 398, 2002.

Βιβλιογραφία

- Arundel J., “Sewage and industrial effluent treatment”, ed. Blackwell Science, Berlin 2000.
- ASCE, American Society of Civil Engineers, “Conveyance of residuals from water and wastewater treatment”, ed. EWRI, Virginia 2000.
- Azad H., “Industrial wastewater management handbook”, ed. McGraw – Hill, New York 1976.
- Barbagallo S., Cirelli G., Consoli S., Toscano A., Zimbone S., “Performance of a H-SSF constructed wetland as tertiary treatment for wastewater reuse: the case study of S. Michele di Ganzaria in Sicily, Italy”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.
- Bohdziewicz J., Sroka E., Lobos E., “Application of the system which combines coagulation, activated sludge and reverse osmosis to the treatment of the wastewater produced by the meat industry”, Elsevier Science, Desalination, vol. 144, p. 393 - 398, 2002.
- Bohdziewicz J. and Sroka E., “Application of hybrid systems to the treatment of meat industry wastewater”, Elsevier, Science Direct, Desalination, vol. 198, p. 33 – 40, 2006.
- Bohdziewicz J. and Sroka E., “Integrated system of activated sludge–reverse osmosis in the treatment of the wastewater from the meat industry”, Elsevier, Process Biochemistry vol.40, p. 1517 – 1523, 2005a.
- Bohdziewicz J. and Sroka E., “Treatment of wastewater from the meat industry applying integrated membrane systems”, Elsevier, Process Biochemistry, vol. 40, p. 1339 – 1346, 2005b.
- Burton C. and Turner C., “Manure Management. Treatment strategies for sustainable agriculture”, Silsoe Research Institute, Bedford 2003.
- Celenza G., “Industrial waste treatment process engineering: Biological processes”, Volume II, ed. Technomic, Lancaster 2000.
- Celenza G., “Industrial waste treatment process engineering: Specialized treatment systems”, Volume III, ed. Technomic, Lancaster 2000.
- Dialynas G., Kefalakis N., Dialynas E., Angelakis A., “Performance of the first free water surface constructed wetland in Crete, Greece”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.
- Eckenfelder W., “Industrial water pollution control”, ed. McGraw – Hill, Boston 2000.
- El – Khateeb M. and El – Gohary F., “Combining UASB technology and constructed wetland for domestic wastewater reclamation and reuse”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.

- Epstein E., “Land application of sewage sludge and biosolids”, ed. Lewis Publishers, CRC Press Company, Boca Raton 2003.
- European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), “Reference document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries”, E-41092, <http://eippcb.jrc.es>, ή http://www.varam.gov.lv/ivnjb/ippc/bat/bat_ES/Elopkautes.pdf (The Ministry of Environment of the Republic of Latvia), Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, Sevilla, Spain, November 2003 & May 2005.
- Fang H., Yu H., “Mesophilic acidification of gelatinaceous wastewater”, Elsevier Science, Journal of Biotechnology, vol. 93, p. 99 – 108, 2002.
- Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Manios T., Sakkas n., “Production, treatment and reuse of wastewater in the largest meat producing and processing industry in Crete, Greece”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.
- Grigg N., “Water, wastewater, and stormwater infrastructure management”, ed. Lewis Publishers, CRC Press Company, Boca Raton 2003.
- Guo L., Sims R., Horne D., “Biomass production and nutrient cycling in Eucalyptus short rotation energy forests in New Zealand. Part I: biomass and nutrient accumulation”, Elsevier Science Ltd, Bioresource Technology, vol. 85, p. 273 – 283, 2002.
- Hadjivassilis I., Tebai L., Nicolaou M., “Industrial effluent treatment plants and wastewater reuse in Cyprus: Case studies”, IAWQ, Second International Symposium on Wastewater Reclamation and Reuse, Symposium Preprint Book 1, edited by: Angelakis A., Asano T., Diamadopoulos E., Tchobanoglous G., Iraklio, Greece, 17 – 20 October 1995.
- Hamer G., “Solid waste treatment and disposal: effects on public health and environmental safety”, Elsevier Inc., Biotechnology Advances, vol. 22, p. 71 – 79, 2003.
- Hammer M. and Hammer M. “Water and wastewater technology”, ed. Prentice Hall, New Jersey 1996.
- Henze M., Gujer W., Mino T., Van Loosdrecht M., “Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3”, IWA task group on mathematical modelling for design and operation of biological wastewater treatment”, ed. IWA Publishing, Cornwall 2002.
- Johns M., “Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: a review”, Elsevier Science Limited, Bioresource Technology, vol. 54, p. 203 – 216, 1995.
- Kiely G., “Environmental engineering”, ed. McGraw – Hill, London 1997.
- Karpiscak M., Gerba C., Watt P., Foster K., Falabi J., “Mutli – species plant systems for wastewater, quality improvements and habitat enhancement”,

Second International Symposium on wastewater reclamation and reuse, Symposium Preprint Book 1, p. 437 – 442, Iraklion 17 – 20 October 1995.

- Korkusuz E.A., “Manual of practice on constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in Mediterranean Countries”, MED-REUNET (Mediterranean Network on Wastewater Reclamation and Reuse), Technical Report, http://www.med-reunet.com/docs/AVKR5_technical.pdf, Tutor: Lluís Sala, Spain 2005.
- Lee C. and Lin Sh., “Handbook of environmental engineering calculations”, ed. McGraw – Hill, New York 2000.
- Mandi L., “Wastewater treatment and renovation by duckweed: Lemna gibba under arid climate”, Second International Symposium on wastewater reclamation and reuse, Symposium Preprint Book 1, p. 421 – 430, Iraklion 17 – 20 October 1995.
- Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramakis N., Sakkas N., “Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry”, Elsevier Science, Resources, Conservation and Recycling, vol. 38, p. 335 - 345, 2003.
- Martin Sh., Weitz K., Cushman R., Sharma A., Lindrooth R., Moran St., “Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues”, Final Report, Brendan Doyle, <http://www.rti.org/pubs/case-study.pdf>, October 1996.
- Masschelein W., “Ultraviolet light in water and wastewater sanitation”, ed. Lewis Publishers, CRC Press Company, Boca Raton 2002.
- Massé D. and Masse L., “Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems”, Canadian Agricultural Engineering, vol. 42, no 3, p. 139 - 146, July / August / September 2000b.
- Massé D. and Masse L., “Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactors”, Canadian Agricultural Engineering, vol. 42, no 3, p. 131 - 137, July / August / September 2000a.
- McAnally and Benefield, “Use of water hyacinths to upgrade treatment plants”, Malina J., “Environmental engineering”, ed. American Society of Civil Engineers, New York 1989.
- Mittal G., “Treatment of wastewater from abattoirs before land application—a review”, Elsevier, Science Direct, Bioresource Technology, vol. 97, p. 1119 – 1135, 2006.
- Mohsen M. and Jaber J., “Potential of industrial wastewater reuse”, Elsevier Science, Desalination, vol. 152, p. 281 - 289, 2002.
- Moshiri G., “Constructed wetlands for water quality improvement”, ed. Lewis Publishers, Boca Raton 1993.
- Moyo S., Dalu J., Ndamba J., “The microbiological safety of duckweed fed chickens: a risk assessment of using duckweed reared on domestic wastewater as a protein source in broiler chickens”, Elsevier Ltd, Pergamon, Physics and Chemistry of the Earth, vol. 28, p. 1125 – 1129, 2003.

- Olsson G. and Newell B., “Wastewater treatment system: modelling, diagnosis and control”, ed. IWA Publishing, London 2001.
- Paranychianakis N., Chartzoulakis K., Aggelides S., Angelakis A., “Grapevine growth and nutrition as affected by irrigation with recycled water”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.
- Qasim S., “Wastewater treatment plants: planning, design and operation”, ed. Technomic, Lancaster 1999.
- Raftelis G., “Comprehensive guide to water and wastewater finance and pricing”, ed. Lewis Publishers, Boca Raton 1993.
- Reynolds T. and Richards P., “Unit operations and processes in environmental engineering”, ed. PWS Publishing Company, Boston 1996.
- Spellman Fr., “Spellman’s standard handbook for wastewater operators”, vol. 2, ed. Technomic, Lancaster 1999.
- Stamatelatou K., Skiadas I., Lyberatos G., “On the behavior of the periodic anaerobic baffled reactor (PABR) during the transition from carbohydrate to protein - based feedings”, Elsevier Ltd, Bioresource Technology, vol. 92, p. 321 – 326, 2004.
- Stephenson R. and Blackburn J., “The industrial wastewater systems handbook”, ed. Lewis Publishers, Boca Raton 1998.
- Τασούλα Αικ, «Επίδραση της αραίωσης στην επιβίωση των E. coli», Τεχνικά Χρονικά, Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ, Ι, τευχ. 1 - 3, 1995.
- Tchobanoglous G., Burton Fr., Stensel D. (Metcalf & Eddy, Inc.), “Wastewater engineering: Treatment and reuse”, ed. McGraw – Hill, Boston 2003.
- Tzanakakis V., Paranychianakis N., Kyritsis S., Angelakis A., “Evaluation of wastewater treatment and biomass production by a slow rate system using different plant species”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.
- Torkian A., Eqbali A., Hashemian S., “The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent”, Elsevier, Resources, Conservation and Recycling, vol. 40, p. 1 – 11, 2003.
- Τσώνης Στ., «Επεξεργασία λυμάτων», εκδ. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2004.
- Vesilind A. and Morgan S., “Introduction to environmental engineering”, ed. Thomson, Belmont 2004.
- Vesilind A., “Wastewater treatment plant design”, ed. Water Environment Federation, IWA Publishing, Alexandria, USA 2003.
- White J., Bayley S., Curtis J., “Sediment storage of phosphorus in a northern prairie wetland receiving municipal and agro-industrial wastewater”, Elsevier Science, Ecological Engineering, vol. 14, p. 127 – 138, 2000.
- Woodard Fr., “Industrial waste treatment handbook”, ed. Butterworth – Heinemann, Boston 2001.

- Zimmels Y., Kirzhner F., Roitman S., “Wastewater purification by aquatic plants”, IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklio, Greece, 26 – 29 September 2002.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Κεφάλαιο 5

Αναζήτηση στοιχείων από τα σφαγεία

Σύνοψη

Στο τελευταίο μέρος της Μεταπτυχιακής εργασίας αυτής προσεγγίζεται η σημερινή κατάσταση στην Ελλάδα σε σχέση με τις αέριες εκπομπές, καθώς και τα υγρά και στερεά απόβλητα, η οποία και καταγράφεται μέσω ερωτηματολογίων που αποστέλλονται σε σφαγεία και πτηνοσφαγεία. Τα στοιχεία που συλλέγονται εκτός από τον άμεσο σχολιασμό υφίστανται κατάλληλη επεξεργασία και με αυτά γίνονται διάφοροι υπολογισμοί με τη βοήθεια συντελεστών εκπομπών και τα αποτελέσματα που προκύπτουν συγκρίνονται με τιμές από τη βιβλιογραφία.

Οι πληροφορίες που ζητήθηκαν ήταν σχετικές με τη βιομηχανία (π.χ. έτος ίδρυσης), την παραγωγή (π.χ. γραμμές παραγωγής), τον εξοπλισμό και την λειτουργία της βιομηχανίας (π.χ. κλίβανος αποτέφρωσης), τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων και τις μετρήσεις ρυπαντικών φορτίων (π.χ. συλλογή αίματος, τιμές BOD), καθώς και τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων και των αέριων ρύπων. Επίσης υπήρχαν ερωτήσεις σχετικά με τις αντιρρυπαντικές τεχνολογίες και τους αποδέκτες των επεξεργασμένων υγρών και στερεών αποβλήτων.

Για τη συλλογή των στοιχείων στάλθηκαν στις βιομηχανίες ερωτηματολόγια για συμπλήρωση με τηλεομοιοτυπίες (fax), ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), καθώς και με το συμβατικό ταχυδρομείο (γράμμα). Αυτό έγινε μετά από τηλεφωνική επαφή με τις βιομηχανίες κατά την οποία διευκρινίστηκε ο τρόπος, ο τόπος αποστολής και ο αποδέκτης των ερωτηματολογίων.

Ως δείγμα επιλέχθηκαν τα σφαγεία που εμπίπτουν στην Οδηγία 64/433/EEC και τα πτηνοσφαγεία που λειτουργούν σύμφωνα με την Οδηγία 71/118/EEC, και τα οποία είναι καταχωρημένα στους καταλόγους του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Τελικά στα ερωτηματολόγια απάντησαν μόνο 23 σφαγεία από τα 63 σφαγεία που τους στάλθηκε το ερωτηματολόγιο και μόνο 6 πτηνοσφαγεία από τα 19 πτηνοσφαγεία που τους στάλθηκε το ερωτηματολόγιο.

Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε ήταν το χαμηλό ενδιαφέρον των επιχειρήσεων και συχνά η προχειρότητα με την οποία οι μονάδες αντιμετώπισαν την παροχή στοιχείων. Προφανώς υπήρξαν και εξαιρέσεις. Η φαινόμενη έλλειψη επαγγελματισμού μπορεί να οφείλεται σε πραγματική έλλειψη στοιχείων από τις επιχειρήσεις ή σε φόρτο εργασίας που ξεπερνούσε τις δυνατότητες των εργαζομένων. Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις το επίπεδο γνώσεων των εργαζομένων δεν ήταν το απαιτούμενο ώστε να μπορέσουν να απαντήσουν σε συγκεκριμένες ερωτήσεις. Φυσικά υπήρχε και έλλειψη εμπιστοσύνης των υπευθύνων της βιομηχανίας προς οποιαδήποτε διαδικασία σχετίζεται έμμεσα ή άμεσα με την παροχή στοιχείων και ακόμα περισσότερο με δεδομένα που αφορούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την βιομηχανία τους.

Γενικά μπορούμε να συμπεράνουμε ότι στα Ελληνικά σφαγεία υπάρχει σημαντική απόκλιση μεταξύ της δυναμικότητας που αναγράφεται στις αδειοδοτήσεις και στις μέσες τιμές ζώντος βάρους που πραγματικά σφάζονται στην μονάδα.

Ακόμα για τα υγρά απόβλητα των σφαγείων και πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία τους μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι τιμές που λάβαμε από τα ερωτηματολόγια (δεδομένα Ελλάδας) είναι συγκρίσιμες και αντίστοιχες αυτών που δίνονται από τη βιβλιογραφία. Αντίθετα μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων δεν είναι εύκολο να βγουν συμπεράσματα από τις συγκρίσεις των τιμών των ερωτηματολογίων με τις τιμές από τη βιβλιογραφία, δεδομένου ότι υπάρχουν πάρα πολλοί παράγοντες που δεν μπορούμε να λάβουμε υπόψη μας και επίσης η διάθεση των υγρών αποβλήτων μετά την επεξεργασία τους καθορίζει αν οι τιμές των ρυπαντικών φορτίων είναι αποδεκτές ή όχι,

σύμφωνα με τη νομοθεσία. Επίσης τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των δεδομένων των ερωτηματολογίων για τα στερεά απόβλητα και τους αέριους ρύπους είναι αναμενόμενα, αν και δεν είχαμε αρκετές απαντήσεις σε αυτές τις κατηγορίες ερωτήσεων.

5.1 Εισαγωγή

Τελειώνοντας αυτήν την μεταπτυχιακή εργασία θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει συλλογή στοιχείων από την ίδια τη βιομηχανία (σφαγεία και πτηνοσφαγεία). Στόχος αυτής της ενέργειας ήταν να διαπιστώσουμε την κατάσταση στην Ελλάδα σήμερα σε σχέση με τις αέριες εκπομπές, καθώς και τα υγρά και στερεά απόβλητα. Επίσης θα μπορούσαν να προκύψουν ενδιαφέροντα συμπεράσματα συγκρίνοντας τα στοιχεία που θα συλλέγονταν με την βιβλιογραφία. Έτσι με αυτή την εργασία γίνεται μια ολοκληρωμένη προσπάθεια συγκέντρωσης πληροφοριών σχετικών με τους ρύπους που παράγονται από τα σφαγεία και πτηνοσφαγεία (σταθερές πηγές ρύπανσης).

5.2 Μεθοδολογία συγκέντρωσης πληροφοριών

5.2.1 Επιλογή στοιχείων προς διερεύνηση

Στόχος δεν ήταν μόνο η καταγραφή πληροφοριών σχετικών με τους ρύπους, αλλά και η εκτίμηση κάποιων μεγεθών που δεν είχαν μετρηθεί από τη βιομηχανία ή τα στοιχεία δεν ήταν διαθέσιμα. Η απογραφή αυτών των μεγεθών και των πληροφοριών πραγματοποιήθηκε με τη συμπλήρωση κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτηματολογίων. Οι πληροφορίες που αναζητήθηκαν ήταν σχετικές με τη βιομηχανία (έτος ίδρυσης, ιδιοκτησία, κτλ), την παραγωγή (γραμμές παραγωγής, αριθμός ζώων που σφάζονταν ανά έτος, κτλ), τον εξοπλισμό και την λειτουργία της βιομηχανίας (κλίβανος αποτέφρωσης, κατανάλωση νερού κτλ), τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων και τις μετρήσεις ρυπαντικών φορτίων (συλλογή αίματος, τιμές BOD, κτλ), καθώς και την διαχείριση των στερεών αποβλήτων και των αέριων ρύπων. Φυσικά υπήρχαν ερωτήσεις σχετικά με αντιρρυπαντικές τεχνολογίες που εφαρμόζονταν από τη βιομηχανία καθώς και ερωτήσεις σχετικά με τους αποδέκτες των επεξεργασμένων υγρών και στερεών αποβλήτων.

Τα αποτελέσματα σχετικά με τις αέριες εκπομπές, τα υγρά και στερεά απόβλητα, προκύπτουν τόσο από τις απαντήσεις που έδωσαν οι βιομηχανίες στο ερωτηματολόγιο, όσο και με υπολογισμούς που πραγματοποιηθήκαν με τη χρήση συντελεστών εκπομπής από τη βιβλιογραφία.

5.2.2 Υπόδειγμα

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την κατάρτιση του ερωτηματολογίου και τον τρόπο εργασίας σε αυτό το Κεφάλαιο είχε ως υπόδειγμα τη μελέτη που πραγματοποίησε το ΥΠΕΧΩΔΕ¹ για την απογραφή των αέριων ρύπων, των υγρών και στερεών αποβλήτων από τη βιομηχανία (βλέπε Παράρτημα Μ). Η συγκεκριμένη μελέτη ήταν αποτέλεσμα συνεργασίας διάφορων φορέων και εταιριών με εμπειρία σε θέματα περιβαλλοντικής πολιτικής και διαχείρισης. Η μελέτη του ΥΠΕΧΩΔΕ ήταν

¹ ΥΠΕΧΩΔΕ, Δ/ση ΕΑΡΘ, «Απογραφή αέριων ρύπων, υγρών και στερεών αποβλήτων από τη βιομηχανία και εκπομπών από την κεντρική θέρμανση», http://www.minenv.gr/4/41/g4100_apo.htm, Κοινοπραξία των εταιριών: “ΛΔΚ ΕΠΕ - ΕΠΕΜ ΕΠΕ - ΕΝΒΕΚΟ ΑΕ - ΣΥΒΙΛΛΑ ΕΠΕ - ΕΧΕΡΓΙΑ ΑΕ”, Αναλυτική Μελέτη, Αθήνα 2001.

προσαρμοσμένη στις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα και λάμβανε υπόψη τις ιδιαιτερότητες που υπάρχουν στον Ελλαδικό χώρο.

5.2.3 Συγκέντρωση πληροφοριών από Ελληνικά σφαγεία

Τα στοιχεία συλλέχθηκαν με την συμπλήρωση ερωτηματολογίων, που στάλθηκαν στις βιομηχανίες με τηλεομοιοτυπίες (fax), ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), καθώς και με το συμβατικό ταχυδρομείο (γράμμα).

Ως δείγμα επιλέχθηκαν σφαγεία που εμπίπτουν στην Οδηγία 64 / 433 / EEC και πτηνοσφαγεία που λειτουργούν σύμφωνα με την Οδηγία 71 / 118 /EEC, και τα οποία είναι καταχωρημένα στους καταλόγους του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Πίνακας 5.1: Αριθμός πτηνοσφαγείων ανά νομό και γεωγραφικό διαμέρισμα που λειτουργούν στην Ελλάδα (στις 9 – 2 – 2007) σύμφωνα με την Οδηγία 71 / 118 /EEC.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΗΝΟΣΦΑΓΕΙΩΝ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΟΣ	35
ΑΤΤΙΚΗ	2
Αττική	2
ΛΟΙΠΗ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΥΒΟΙΑ	9
Αιτωλοακαρνανία	1
Εύβοια	5
Βοιωτία	2
Φωκίδα	1
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	2
Αρκαδία	2
ΙΟΝΙΟΙ ΝΗΣΟΙ	0
ΗΠΕΙΡΟΣ	5
Ιωάννινα	3
Άρτα	2
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	0
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	12
Θεσσαλονίκη	4
Καβάλα	1
Πέλλα	1
Πιερία	3
Σέρρες	2
Χαλκιδική	1
ΘΡΑΚΗ	2
Έβρος	1
Ξάνθη	1
ΝΗΣΟΙ ΑΙΓΑΙΟΥ	2
Λέσβος	2
ΚΡΗΤΗ	1
Ηράκλειο	1

Πίνακας 5.2: Αριθμός σφαγείων ανά νομό και γεωγραφικό διαμέρισμα που λειτουργούν στην Ελλάδα (στις 9 – 2 – 2007) σύμφωνα με την Οδηγία 64 / 433 / ΕΕC.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΦΑΓΕΙΩΝ
ΣΥΝΟΛΟ ΕΛΛΑΔΑΣ	95
ΑΤΤΙΚΗ	2
Αττική	2
ΛΟΠΗ ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΥΒΟΙΑ	13
Αιτωλοακαρνανία	5
Εύβοια	6
Φθιώτιδα	1
Φωκίδα	1
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	12
Αργολίδα	1
Αρκαδία	2
Ηλεία	2
Κορινθία	3
Λακωνία	4
ΙΟΝΙΟΙ ΝΗΣΟΙ	0
ΗΠΕΙΡΟΣ	8
Ιωάννινα	4
Πρέβεζα	4
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	11
Καρδίτσα	3
Λάρισα	5
Μαγνησία	1
Τρίκαλα	2
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	28
Δράμα	2
Ημαθία	1
Θεσσαλονίκη	5
Καβάλα	2
Καστοριά	1
Κιλκίς	3
Κοζάνη	1
Πέλλα	4
Πιερία	3
Σέρρες	1
Φλώρινα	2
Χαλκιδική	3
ΘΡΑΚΗ	11
Έβρος	3
Ξάνθη	5
Ροδόπη	3
ΝΗΣΟΙ ΑΙΓΑΙΟΥ	4
Λέσβος	3
Σάμος	1
ΚΡΗΤΗ	6
Ηράκλειο	4
Ρέθυμνο	2

Πίνακας 5.3: Κατανομή σφαγείων και πτηνοσφαγείων, που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο και λειτουργούσαν στην Ελλάδα (στις 9 – 2 – 2007) σύμφωνα με την Οδηγία 64 / 433 / EEC και την Οδηγία 71 / 118 /EEC, αντίστοιχα, σε συνάρτηση με το έτος ίδρυσης τους.

Δεκαετία	Πριν το 1960	1960 - 1969	1970- 1979	1980 - 1989	1990- 1999	2000 - 2009
Αριθμός σφαγείων	0	0	3	3	7	9
Αριθμός πτηνοσφαγείων	0	1	0	0	2	3

Πίνακας 5.4: Κατανομή των σφαγείων και των πτηνοσφαγείων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ανά νομική μορφή ιδιοκτησίας.

Νομική μορφή ιδιοκτησίας	Ιδιώτης	Συνεταιριστικός φορέας	Δημοτική επιχείρηση	Άλλη μορφή
Αριθμός σφαγείων	15	1	6	1
Αριθμός πτηνοσφαγείων	6			

Πίνακας 5.5: Κατανομή των σφαγείων και των πτηνοσφαγείων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ανάλογα με την εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που ήταν εγκατεστημένη στην βιομηχανία.

Σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	Πρόκειται να κατασκευάσει στο άμεσο μέλλον	Διαθέτει βιολογικό	Μετά από προεπεξεργασία διαθέτει τα υγρά απόβλητα σε βιολογικό αστικών λυμάτων	Δεν διαθέτει κανένα σύστημα	Σύνολο μονάδων
Αριθμός σφαγείων*	1	18	1	1	23
Αριθμός πτηνοσφαγείων		5			6

*: Δύο από τα 23 σφαγεία δεν απάντησαν στην ερώτηση

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ταξινόμησης των σφαγείων, για παράδειγμα στη βιβλιογραφία προτείνονται ταξινομήσεις για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα σφαγεία και πτηνοσφαγεία με βάση το ζων βάρος των ζώων / πτηνών που σφάζονται ανά ημέρα (δηλαδή με βάση τη δυναμικότητα), όπως τον Πίνακα 5.7. Στα Ελληνικά σφαγεία βέβαια υπάρχει απόκλιση μεταξύ της δυναμικότητας που αναγράφεται στις αδειοδοτήσεις και στις μέσες τιμές (τόνοι ZB / ημέρα) βάρους που πραγματικά σφάζονται στην μονάδα. Κανονικά θα περίμενε κάποιος η δυναμικότητα στις αδειοδοτήσεις να είναι μεγαλύτερη από τις πραγματικές τιμές, γεγονός που δεν ισχύει όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.6. Στη διεθνή βιβλιογραφία (π.χ. Azad, 1976) αναφέρεται ότι τα σφαγεία λειτουργούν στο 90 % της δυναμικότητας τους (δυναμικότητα από αδειοδοτήσεις). Μια τέτοια θεώρηση όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.6, δεν μπορεί να γίνει για τα Ελληνικά δεδομένα και δυστυχώς αυτό έχει επίδραση στους υπολογισμούς που γίνονται στη συνέχεια.

Πίνακας 5.6: Σύγκριση τιμών δυναμικότητας από αδειοδοτήσεις και πραγματικές τιμές

Κωδικός	Μέση τιμή βάρους ζώντων ζώων που σφάχθηκαν το 2006 (tn ZB / ημέρα)	Δυναμικότητα από αδειοδοτήσεις (tn ZB / ημέρα)	Σχέση πραγματικότητας με άδεια λειτουργίας
Πτηνοσφαγεία			
P18	13	60	<
P32	22	70	<
P34	8	26	<
P38	3	125	<
P42	6	18,0	<
P43	6	5	>
Σφαγεία			
S08	4		
S09		135	
S14	54	46,15	>
S20	6	14,4	<
S24	9	11,54	<
S27		66,86	
S35	12	3,57	>
S37			
S38	9		
S44			
S48	11	4,71	>
S58	14	10,67	>
S61	22	14,55	>
S64	9		
S65	8	13,5	<
S68	13	41,96	<
S76	11	3,2	>
S81		3,25	
S83	17		
S90	13	3,20	>
S92	13	27	<
S98	19	10,64	>
S104	4	2,72	>

Πίνακας 5.7: Ταξινόμηση των σφαγείων και πτηνοσφαγείων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο με βάση τη δυναμικότητα τους σε τόνους ZB / ημέρα.

Κατηγορία	Δυναμικότητα σφαγείου (τόνοι ZB / ημέρα)	Αριθμός σφαγείων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο	Αριθμός πτηνοσφαγείων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο
Μεγάλου μεγέθους	> 70	1	2
Μεσαίου μεγέθους	15 – 70	4	3
Μικρού μεγέθους	< 15	12	1
ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΠΗΡΑΝ ΜΕΡΟΣ		23	6
ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΗΣΑΝ		6	0

Σημείωση: Αυτή η ταξινόμηση έγινε με βάση τη βιβλιογραφία, όπως: Rajagopalan V., “Solid Waste Generation, Slaughter House Waste”, Government of India, Ministry of Environment and Forests, Central Pollution Control Board, Published by: Dr. B. Sengupta, Member Secretary, Delhi – 32, <http://www.cpcb.nic.in/slaughterhouse/contslaughterhouse.htm>. Αυτή η έκφραση της δυναμικότητας σε τόνους ZB / ημέρα, είναι αυτή που αναφέρεται στις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μετά στην έγκριση περιβαλλοντικών όρων κατά την αδειοδότηση ενός σφαγείου στην Ελλάδα. Φυσικά η δυναμικότητα των αδειοδοτήσεων, δεν είναι ίδια με την πραγματική που προκύπτει με βάση αυτό που σφάζει η εγκατάσταση.

Η Environmental Protection Agency (EPA)² θεωρεί ότι οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές πρέπει να εφαρμόζονται σε σφαγεία των οποίων η δυναμικότητα είναι μεγαλύτερη από 50 τόνους κρέατος ανά ημέρα και σε σφαγεία των οποίων η ημερήσια δυναμικότητα υπερβαίνει τις 1.500 μονάδες. Για αυτές τις μονάδες υπάρχει η ακόλουθη ισοδυναμία:

- 1 πρόβατο = 1 μονάδα
- 1 χοίρος = 2 μονάδες
- 1 βοοειδής = 5 μονάδες.

Βέβαια όπως φαίνεται από τους ακόλουθους πίνακες δεν υπάρχουν σφαγεία στην Ελλάδα τόσο μεγάλης δυναμικότητας.

Η ταξινόμηση σε μικρού δυναμικού σφαγεία σύμφωνα με την Οδηγία 64 / 433 / ΕΕ αναφέρεται σε δυναμικότητα μέχρι 20 μονάδες μεγάλων ζώων την εβδομάδα και μέχρι 1.000 μονάδες μεγάλων ζώων ετησίως. Επίσης τα πτηνοσφαγεία η Οδηγία 71 / 118 / ΕΕ τα θεωρεί μικρής δυναμικότητας όταν σφάζουν μέχρι 150.000 πουλερικά ετησίως. Οπότε όλα τα σφαγεία που εξετάζονται είναι μεγάλης δυναμικότητας.

Πίνακας 5.8: Ταξινόμηση των σφαγείων με βάση τη δυναμικότητα τους σε τόνους κρέατος ανά ημέρα.

Κατηγορία	Δυναμικότητα σφαγείου (τόνοι κρέατος / ημέρα)	Αριθμός σφαγείων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο
Μεγάλου μεγέθους που πρέπει να εφαρμόζονται Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές σύμφωνα με την ΕΡΑ	≥ 50	0
Μικρού μεγέθους που δεν απαιτείται να εφαρμόζονται Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές σύμφωνα με την ΕΡΑ	< 50	17
ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΠΗΡΑΝ ΜΕΡΟΣ		23
ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΗΣΑΝ		6

Πίνακας 5.9: Ταξινόμηση σφαγείων με βάση την ημερήσια δυναμικότητα σε μονάδες ζώων σύμφωνα με την ΕΡΑ (1 πρόβατο ή 1 αίγα = 1 μονάδα, 1 χοίρος = 2 μονάδες, 1 βοοειδής = 5 μονάδες), με βάση τον Πίνακα 5.10.

Κατηγορία	Δυναμικότητα σφαγείου (μονάδες ζώων / ημέρα)	Αριθμός σφαγείων
Μεγάλου μεγέθους που πρέπει να εφαρμόζονται Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές σύμφωνα με την ΕΡΑ	≥ 1.500	0
Μικρού μεγέθους που δεν απαιτείται να εφαρμόζονται Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές σύμφωνα με την ΕΡΑ	< 1.500	21
ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΠΗΡΑΝ ΜΕΡΟΣ		23
ΣΥΝΟΛΟ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΑΠΑΝΤΗΣΑΝ		2

² Environmental Protection Agency (EPA), “Draft BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Slaughtering Sector”, Final Draft, http://www.epa.ie/downloads/advice/bat/animal_slaughter_note_final_draft_oct_2006.pdf, October 2006.

Πίνακας 5.10: Υπολογισμός μονάδων ζώων κατά ΕΡΑ (1 πρόβατο ή 1 αίγα = 1 μονάδα, 1 χοίρος = 2 μονάδες, 1 βοοειδής = 5 μονάδες).

Κωδικός	Αριθμός μονάδων ζώων
S08	70,1
S09	73,0
S14	674,0
S20	113,6
S24	173,1
S27	
S35	152,9
S37	194,7
S38	149,2
S44	
S48	617,6
S58	592,5
S61	1.090,9
S64	177,9
S65	160,0
S68	219,0
S76	350,5
S81	188,0
S83	529,1
S90	270,0
S92	299,4
S98	380,8
S104	70,1

Όμως μετά την ταξινόμηση των σφαγείων και πτηνοσφαγείων, είναι σημαντικό να κάνουμε μια μικρή στατιστική ανάλυση στις απαντήσεις που λάβαμε σχετικά με τα υγρά απόβλητα. Συγκεντρωτικά μπορούμε να δούμε πόσες απαντήσεις είχαμε για κάθε παράμετρο υγρών αποβλήτων:

Πίνακας 5.11: Αριθμός δεδομένων από τα 23 ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν από τα σφαγεία ανά παράμετρο υγρών αποβλήτων

ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ							
(Αριθμός δεδομένων)							
Ξεχωριστή συλλογή αίματος	Παροχή	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
14	8	6	5	3	2	3	2
(Ποσοστό δεδομένων)							
Ξεχωριστή συλλογή αίματος	Παροχή	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
60,87	34,78	26,10	21,74	13,04	8,70	13,04	8,70
ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ							
(Αριθμός δεδομένων)							
Διάθεση	Μετρήσεις	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
16	14	9	8	8	1	2	0
(Ποσοστό δεδομένων)							
Διάθεση	Μετρήσεις	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
69,56	60,87	39,13	34,78	34,78	4,35	8,70	0

Πίνακας 5.12: Αριθμός δεδομένων από τα 6 ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν από τα πτηνοσφαγεία ανά παράμετρο υγρών αποβλήτων

ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ							
(Αριθμός δεδομένων)							
Ξεχωριστή συλλογή αίματος	Παροχή	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
4	4	2	2	2	2	2	2
(Ποσοστό δεδομένων)							
Ξεχωριστή συλλογή αίματος	Παροχή	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
66,67	66,67	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33
ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ							
(Αριθμός δεδομένων)							
Διάθεση	Μετρήσεις	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
5	5	3	3	3	2	2	2
(Ποσοστό δεδομένων)							
Διάθεση	Μετρήσεις	BOD	COD	TSS	TotN	TotP	Λίπη
83,33	83,33	50,00	50,00	50,00	33,33	33,33	33,33

Από τα παραπάνω και τον Πίνακα Ν.Ι.1 (Παράρτημα Ν) μπορούμε να συμπεράνουμε ότι από τα 35 πτηνοσφαγεία του Πίνακα 5.1, ενώ πήραν το ερωτηματολόγιο 19 πτηνοσφαγεία απάντησαν μόνο τα 6 και μόνο το 1/3 από αυτά έδωσε τιμές ρυπαντικών φορτίων πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων και το 50 % έδωσε τιμές για το BOD, COD και TSS μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Κατά αντιστοιχία από τα 95 σφαγεία του Πίνακα 5.2, πήραν το ερωτηματολόγιο 63 βιομηχανίες και απάντησαν μόνο 23 από αυτές. Οργανικό φορτίο BOD πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων δίνει το 26 % και μετά την επεξεργασία το 39 %, ενώ οι απαντήσεις για τα υπόλοιπα οργανικά φορτία είναι ακόμα λιγότερες.

5.2.4 Συγκέντρωση δεδομένων από βιβλιογραφία

Η συγκέντρωση πληροφοριών από ερωτηματολόγια και ειδικά στην περίπτωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία μιας βιομηχανίας κρύβει πολλές αβεβαιότητες, αλλά υπάρχουν και αρκετές σκοπιμότητες απόκρυψης πληροφοριών ή ακόμα και παροχής πλασματικών τιμών. Έτσι, κρίνεται σκόπιμο να υπάρχει σύγκριση με τιμές από τη βιβλιογραφία. Από την άλλη πλευρά οι τιμές της βιβλιογραφίας δεν είναι αυτές που αντιστοιχούν στις Ελληνικές συνθήκες και ιδιαιτερότητες.

Φυσικά οι άμεσες μετρήσεις με συγκεκριμένη μεθοδολογία μειώνουν τις αβεβαιότητες κατά τη συγκέντρωση πληροφοριών για εκπομπές. Αλλά είναι εξαιρετικά επίπονο και χρονοβόρο να συγκεντρωθούν δεδομένα με αυτόν τον τρόπο.

Οπότε θεωρήθηκε σκόπιμο να συγκριθούν οι τιμές που λαμβάνονται από τα ερωτηματολόγια με αντίστοιχες τιμές από τη βιβλιογραφία και για τα δεδομένα της κάθε βιομηχανίας να γίνουν κάποιοι υπολογισμοί με τη χρήση συντελεστών εκπομπής.

Αρκετές τιμές για σύγκριση με τις τιμές των ερωτηματολογίων έχουν συγκεντρωθεί ήδη στα προηγούμενα κεφάλαια αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και στα παραρτήματα τους.

5.2.4.1 Χρήση συντελεστών εκπομπής (Emission Factors)

Ο Economopoulos³ (1993) για τον World Health Organization (WHO), συγκέντρωσε Συντελεστές Εκπομπής από διάφορους κλάδους της βιομηχανίας και των παραγωγικών διαδικασιών, τους οποίους χρησιμοποίησε ως εργαλείο για μια γρήγορη εκτίμηση των ρύπων. Αυτή η μεθοδολογία (rapid assessment methodology) μπορεί να αποτελέσει μία εναλλακτική εκτίμηση για τον έλεγχο της ρύπανσης από μία πηγή. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι είναι εύκολη στη χρήση και μπορεί να έχει μία ολοκληρωμένη εικόνα εκπομπών ρύπων ακόμα και από μια πολύπλοκη περίπτωση σε πολύ μικρό χρόνο. Επίσης είναι κατάλληλη για την εξαγωγή στρατηγικών ελέγχου, δεδομένου ότι έχει τη δυνατότητα να συγκρίνει τεχνικές μείωσης των ρύπων σε εναλλακτικά σενάρια. Ενώ μειονέκτημα αποτελεί η στατιστική αβεβαιότητα των τιμών που προβλέπει αυτή η μέθοδος.

Οι Συντελεστές Εκπομπής παράγονται γενικά από δεδομένα μετρήσεων εκπομπών αερίων, υγρών ή στερεών ρύπων πολλών ομοειδών εγκαταστάσεων (π.χ. πτηνοσφαγείων) ή ομοειδών διεργασιών πολλών εγκαταστάσεων (π.χ. καυστήρες φυσικού αερίου / μαζούτ). Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται έτσι ώστε να συσχετίζει (συνήθως γραμμικά) τις εκπομπές ρύπων με δεδομένα δραστηριότητας / παραγωγής της εγκατάστασης / διεργασίας. Σημειώνεται ότι σε γενικές γραμμές οι συντελεστές εκπομπής αναπαριστούν τυπικές εκτιμήσεις εκπομπών μίας «μέσης μονάδας αναφοράς» ενός συγκεκριμένου κλάδου αλλά όχι βέβαια εκτιμήσεις εκπομπών μίας συγκεκριμένης μονάδας.

Ο υπολογισμός ενός ρύπου που προκύπτει από μια συγκεκριμένη πηγή βασίζεται στη χρήση κατάλληλων Συντελεστών Εκπομπής (emission factor για τους αέριους ρύπους ή waste load factors για τα στερεά απόβλητα ή effluent load factor για τα υγρά απόβλητα). Ο κάθε Συντελεστής Εκπομπής (e_j), ορίζεται ως το φορτίο του ρύπου j που απελευθερώνεται από μία συγκεκριμένη πηγή και εκφράζεται σε kg ανά Μονάδα Δραστηριότητας (unit of activity). Οι Συντελεστές Εκπομπής απαιτούν αξιόπιστα «δεδομένα δραστηριότητας» μονάδων, τα οποία συνδυάζονται με τους συντελεστές, και παράγουν εκτιμήσεις εκπομπών βασισμένα σε μία γενική εξίσωση της μορφής:

$$[\text{Συντελεστής Εκπομπής}] \times [\text{Δεδομένο δραστηριότητας}] = [\text{Εκπομπή}]$$

$$[\text{Συντελεστής Εκπομπής}] = [\text{Μάζα Εκπεμπόμενου Ρύπου} / \text{Μονάδα δραστηριότητας}]$$

$$[\text{Δεδομένα δραστηριότητας}] = [\text{Μονάδα δραστηριότητας} / \text{Μονάδα Χρόνου Αναφοράς}]$$

$$[\text{Εκπομπή}] = [\text{Μάζα Εκπεμπόμενου Ρύπου} / \text{Μονάδα Χρόνου Αναφοράς}]$$

Οι Συντελεστές Εκπομπής που έχουν παραχθεί από μετρήσεις μίας συγκεκριμένης εγκατάστασης / διεργασίας είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν, αλλά με μεγάλη προσοχή, για τον υπολογισμό εκπομπών σε παρόμοια μονάδα σε άλλο χώρο.

Γενικά, οι εκπομπές από μια συγκεκριμένη πηγή (στην περίπτωση μας σφαγείο) εξαρτώνται από τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε αυτή τη βιομηχανία (π.χ. κάποια σφαγεία κάνουν και επεξεργασία δερμάτων), το μέγεθος της βιομηχανίας (στην περίπτωση μας τη δυναμικότητα της βιομηχανίας), τις

³ Economopoulos A., "Assessment of sources of air, water, and land pollution - A guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies", (Part One: "Rapid inventory techniques in environmental pollution"), World Health Organization (WHO), http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-A.pdf, Geneva 1993.

κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες, την ηλικία της βιομηχανίας και του εξοπλισμού της, τις πρακτικές λειτουργίας και την περιβαλλοντική ευαισθησία των υπευθύνων, το είδος και την ποιότητα της πρώτης ύλης που χρησιμοποιεί η βιομηχανία (π.χ. υπάρχει διαφορά στα υγρά απόβλητα όταν σφάζονται βοοειδή από όταν σφάζονται χοίροι), το σχεδιασμό, τον τύπο και την ηλικία των συστημάτων ελέγχου των εκπομπών που χρησιμοποιούνται, τις ιδιαίτερες συνθήκες του περιβάλλοντος στην περιοχή εγκατάστασης της βιομηχανίας κ.α. Όλοι αυτοί οι παράγοντες συνεισφέρουν στο να υπάρχουν αποκλίσεις από τις τιμές που υπολογίζονται με βάση τους συντελεστές εκπομπής και αυτό πρέπει να το έχουμε υπόψη μας στην ανάλυση και στις εκτιμήσεις που θα ακολουθήσουν.

Υγρά απόβλητα

Ο WHO θεωρεί ότι ανάλογα με τις παραγωγικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε μια βιομηχανία διαφοροποιούνται και τα ρυπαντικά φορτία των υγρών αποβλήτων. Έτσι χωρίζει τα σφαγεία σε τρεις κατηγορίες σε απλά, μικτά και σφαγεία – συσκευαστήρια. Επίσης ορθά εντοπίζει τη διαφοροποίηση που προκαλεί η συλλογή και ο ξεχωριστός χειρισμός του αίματος. Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η προσπάθεια εκτίμησης της μείωσης των ρύπων σε συνάρτηση με τα διάφορα συστήματα επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (Πίνακας 5.13 και 5.14).

Πίνακας 5.13: Πρότυπο για τον έλεγχο και την καταγραφή υγρών αποβλήτων

Διεργασία	Μονάδα (U)	Όγκος αποβλήτων (m ³ / U)	BOD ₅ (kg / U)	TSS (kg / U)	TotN (kg / U)	TotP (kg / U)	Λίπη & έλαια (kg / U)
Major Division 3: MANUFACTURING							
Division 31: MANUFACTURE OF FOOD, BEVERAGES AND TOBACCO							
311 Food Manufacturing							
3111 Σφαγή, προετοιμασία και συντήρηση κρέατος							
Απλά σφαγεία							
Με συλλογή αίματος	tn LWK	5,3	6	5,6	0,7	0,05	2,1
Χωρίς ξεχωριστή συλλογή αίματος	tn LWK	5,3	10	8,0	0,7	0,05	4
Μικτά σφαγεία	tn LWK	7,4	10,9	9,6	0,84	0,33	5,9
Σφαγεία – συσκευαστήρια (packing houses)							
Απλή επεξεργασία	tn LWK	7,8	8,1	5,9	0,53	0,13	3
Σύνθετη επεξεργασία	tn LWK	12,5	16,1	10,5	1,3	0,4	9
Μονάδα επεξεργασίας μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων (rendering)	tn LWK	3,3	2,15	1,13	0,48	0,04	0,72
Πτηνοσφαγεία							
Με συλλογή αίματος	1000 πτηνά	37,5	11,9	12,7			5,6
Χωρίς ξεχωριστή συλλογή αίματος	1000 πτηνά	37,5	17	12,7			5,6
Συντελεστής διείσδυσης (penetration factor)							
Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα			0,45	0,07			0,13
Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών			0,15	0,05			0,1
Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές			0,046	0,065	0,67		0,047
Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή			0,04	0,14	0,72		0,02
Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής			0,025	0,06	0,7		0,04
Φίλτρα στάγδην ροής δύο σταδίων			0,045	0,05	0,7		0,02

Σημειώσεις:

LWK (Live Weight of the animals Killed): Ζων βάρος ζώου που σφάζεται

Το μέσο βάρος των βοοειδών είναι 430 kg, των μόσχων 97 kg, των χοίρων 120 kg και των αιγοπροβάτων 52 kg.

Το κρέας είναι περίπου το 60 % του ζώντος βάρους του ζώου που σφάζεται (LWK)

Όταν δεν αναφέρεται κάποιος συντελεστής διείσδυσης δεν σημαίνει ότι είναι μηδέν, αλλά ότι δεν είναι γνωστός και μπορεί να συμπληρωθεί με βάση την εμπειρία της ομάδας εργασίας.

Πηγή: Economopoulos A., "Assessment of sources of air, water, and land pollution - A guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies", (Part One: "Rapid inventory techniques in environmental pollution"), World Health Organization (WHO), http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-A.pdf, Geneva 1993.

Πίνακας 5.14: Αποτελέσματα συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων από αγροβιομηχανίες

Σύστημα επεξεργασίας	Ρύπος	Ποσοστό μείωσης (%)
Πρωτοβάθμια επεξεργασία με ανάκτηση των παραπροϊόντων		
Καθίζηση ή διαχωρισμός με βαρύτητα	BOD ₅	20 – 30 % απομάκρυνση
	TSS	20 – 50 % απομάκρυνση
	Λίπη	15 – 20 % απομάκρυνση
Επίπλευση με διαλυμένο αέρα (DAF)	BOD ₅	30 % απομάκρυνση
	TSS	30 % απομάκρυνση
	Λίπη	60 % απομάκρυνση έως 100 – 200 mg / l
DAF με έλεγχο του pH και προσθήκη κροκιδωτικών	BOD ₅	90 % απομάκρυνση
	TSS	98 % απομάκρυνση
	Λίπη	95 - 99 % απομάκρυνση
Δευτεροβάθμια επεξεργασία		
Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές	BOD ₅	95 % απομάκρυνση
Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές & δεξαμενές αερισμού	BOD ₅	έως 99 % απομάκρυνση
Διεργασία αναερόβιας επαφής	BOD ₅	90 - 95 % απομάκρυνση
Ενεργή υλύς	BOD ₅	90 - 95 % απομάκρυνση
Παρατεταμένος αερισμός	BOD ₅	95 % απομάκρυνση
Αναερόβιες δεξαμενές και βιοδίσκοι (biodisks)	BOD ₅	90 - 95 % απομάκρυνση
Τριτοβάθμια επεξεργασία		
Χλωρίωση	Απολύμανση	
Αμμόφιλτρα	BOD ₅	έως 5 – 10 mg / l
	TSS	έως 3 – 8 mg / l
Μικρο-σήτα (microstrainer)	BOD ₅	έως 10 – 20 mg / l
	TSS	έως 10 – 15 mg / l
Ηλεκτροδιάλυση	TDS	90 % απομάκρυνση
Ανταλλαγή ιόντων	Άλατα	90 % απομάκρυνση
Απογύμνωση αμμωνίας (ammonia stripping)	NH ₃	90 - 95 % απομάκρυνση
Προσρόφηση σε άνθρακα	BOD ₅	έως 95 % απομάκρυνση
Χημική καθίζηση	P	85 - 95 % απομάκρυνση έως 0,5 mg / l
Αντίστροφη όσμωση	Άλατα	έως 5 mg / l
	TDS	έως 20 mg / l
Χωρίς διάθεση		
Άρδευση με ψεκασμό		Ολική απομάκρυνση
Άρδευση με κατάκλιση		Ολική απομάκρυνση
Χωμάτινη δεξαμενή και εξάτμιση		Ολική απομάκρυνση

TDS (total dissolved solids): ολικά διαλυμένα στερεά

Πηγή: Economopoulos A., “Assessment of sources of air, water, and land pollution - A guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies”, (Part One: “Rapid inventory techniques in environmental pollution”), World Health Organization (WHO), http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-A.pdf, Geneva 1993.

Στερεά απόβλητα

Ο χαρακτηρισμός σηπόμενα στερεά (putrescible organic wastes) μπορεί να ταυτιστεί με τον όρο βιοαποδομήσιμα οργανικά στερεά που χρησιμοποιείται σήμερα σύμφωνα με τον Κανονισμό 1774/2002/EK. Ο ορισμός των σηπόμενων στερεών αναφέρει ότι είναι τα υπολείμματα των σφαγείων, βυρσοδεψείων ή άλλων ζωικών προϊόντων (που έχουν προέλευση την επεξεργασία του κρέατος των ζώων και των παραπροϊόντων τους). Επίσης αυτός ο ορισμός περιλαμβάνει τα στερεά απόβλητα από την παραγωγή εδώδιμων λιπών και ελαίων, καθώς και τα στερεά απόβλητα από

τις αγροτικές δραστηριότητες και την λάσπη (ιλύς) από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που όμως δεν περιέχει μεγάλη ποσότητα τοξικών ουσιών.

Πίνακας 5.15: Πρότυπο για τον έλεγχο και την καταγραφή στερεών και επικίνδυνων αποβλήτων

Διεργασία	Μονάδα (U)	Ανόργανα (kg / U)	Λιπώδη (kg / U)	Οργανικά (kg / U)	Σηπόμενα (kg / U)	Χαμηλού κινδύνου (kg / U)	Μολυσματικά (kg / U)
Major Division 3: MANUFACTURING							
Division 31: MANUFACTURE OF FOOD, BEVERAGES AND TOBACCO							
311 Food Manufacturing							
Σφαγείο	tn LWK				35 ^a		
	tn LWK						3 ^b
Πτηνοσφαγεία	1000 πτηνά				35 ^c		
Σφαγεία - συσκευαστήρια	tn προϊόντος				300 ^d		

LWK (Live Weight of the animals Killed): Ζων βάρος ζώου που σφάζεται

^a: αίμα, περιεχόμενο κοιλιάς, σπλές κτλ

^b: μολυσμένα ζώα και όργανα

^c: φτερά, μη εδώδιμα τμήματα, πόδια

^d: οστά, μη εδώδιμο κρέας, κτλ

Πηγή: Economopoulos A., "Assessment of sources of air, water, and land pollution - A guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies", (Part One: "Rapid inventory techniques in environmental pollution"), World Health Organization (WHO), http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-A.pdf, Geneva 1993.

Αέριοι ρύποι

Τα σφαγεία δεν περιλαμβάνονται άμεσα στους συντελεστές εκπομπής που έχει δημοσιεύσει ο WHO, αν και τα σφαγεία χρησιμοποιούν λέβητες και ατμολέβητες για ζεστό νερό και ατμό, αντίστοιχα. Επίσης σύμφωνα με τον Κανονισμό 1774/2002/ΕΚ όλα τα σφαγεία πρέπει να έχουν αποτεφρωτήρα (κλίβανο), του οποίου η λειτουργία συνεισφέρει στην αέρια ρύπανση. Στο Κεφάλαιο 3 αναφέρονται επίσης εκλύσεις και άλλων αέριων ρύπων κατά τα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας ενός σφαγείου.

Ο Πίνακας 5.16 αναφέρεται σε μονάδες που κάνουν καπνιστό κρέας. Στην Ελλάδα βέβαια αυτό γίνεται σε αλλαντοβιομηχανίες και όχι σε απλό σφαγείο.

Πίνακας 5.16: Πρότυπο για τον έλεγχο και την καταγραφή αέριων εκπομπών

Διεργασία	Μονάδα (U)	TSP (kg / U)	SO ₂ (kg / U)	NO _x (kg / U)	CO (kg / U)	VOC (kg / U)
Major Division 3: MANUFACTURING						
Division 31: MANUFACTURE OF FOOD, BEVERAGES AND TOBACCO						
3111 Meat Smokehouses						
Uncontrolled	tn	0,15			0,3	0,18
Low Voltage ESP or Afterburner	tn	0,05			0,0	0,075

TSP (total suspended particulate): ολικά αιωρούμενα σωματίδια ή ολική σκόνη

VOC (Volatile Organic Compounds): πτητικές οργανικές ενώσεις

ESP (electrostatic precipitator): ηλεκτροστατικά φίλτρα

Πηγή: Economopoulos A., "Assessment of sources of air, water, and land pollution - A guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies", (Part One: "Rapid inventory techniques in environmental pollution"), World Health Organization (WHO), http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-A.pdf, Geneva 1993.

Ο Πίνακας 5.17 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έμμεσο υπολογισμό των αέριων εκπομπών από τους λέβητες και ατμολέβητες που χρησιμοποιούν τα σφαγεία και πτηνοσφαγεία. Φυσικά οι αέριοι ρύποι είναι συνάρτηση του καυσίμου που χρησιμοποιείται.

Πίνακας 5.17: Πρότυπο για τον έλεγχο και την καταγραφή αέριων εκπομπών

Διεργασία	Μονάδα (U)	TSP (kg / U)	SO ₂ (kg / U)	NO _x (kg / U)	CO (kg / U)	VOC (kg / U)
Major Division 4: ELECTRICITY GAS AND WATER						
410 Electricity Gas and Steam						
Gaseous Fuels						
Natural Gas						
Industrial Boilers	1000 Nm ³	0,048	15,6 S	2,24	0,56	0,092
	tn	0,061	20 S	2,87	0,72	0,118
Liquefied Petroleum Gas (LPG)						
Industrial Boilers	m ³ (Liq)	0,031	0,004	1,51	0,37	0,06
	tn	0,060	0,007	2,9	0,71	0,12
Liquid Fuels						
Distillate Fuel Oil						
Industrial & Commercial Boilers	tn	0,28	20 S	2,84	0,71	0,035
			SO ₃ : 0,28 S			
Residual Fuel Oil*						
Industrial & Commercial Boilers*	tn	P	20 S	7,0**	0,64	0,163
			SO ₃ : 0,25 S			
Waste Lub Oil***						
Industrial & Commercial Boilers*	tn	8,1 A	20 S	2,7	0,67	0,13
			Pb: 5,6 P'			

TSP (total suspended particulate): ολικά αιωρούμενα σωματίδια ή ολική σκόνη

VOC (Volatile Organic Compounds): πτητικές οργανικές ενώσεις

S: είναι το ποσοστό επί τοις εκατό σε βάρος του θείου στο καύσιμο

Το φυσικό αέριο έχει περιεκτικότητα 0,000615 % σε θείο.

A: είναι το ποσοστό επί τοις εκατό σε βάρος της τέφρας στο στερεό καύσιμο

N: είναι το ποσοστό επί τοις εκατό σε βάρος του αζώτου στο καύσιμο

P: είναι ο συντελεστής εκπομπής TSP, ο οποίος είναι συνάρτηση του περιεχόμενου σε θείο του καυσίμου και υπολογίζεται από την Εξίσωση: $P = 0,4 + 1,32 S$

*: Αν δεν υπάρχει πρόγραμμα περιορισμού εκπομπών στον λέβητα οι μέσοι συντελεστές εκπομπής μπορεί να υπερβούν τις τιμές του πίνακα κατά 60 %, ενώ αν υπάρχει οι συντελεστές εκπομπής μπορεί να είναι μέχρι και 45 % μικρότεροι από αυτούς που παρουσιάζονται στον πίνακα.

** : Αν το περιεχόμενο του καυσίμου σε άζωτο είναι γνωστό, ο συντελεστής εκπομπών NO_x μπορεί να υπολογιστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια από την εμπειρική σχέση: $3,25 + 59,2 N^2$.

***: Οι τιμές των «A» και «S» στο lub oils είναι 0,65 % και 0,5 %. Το «P'» είναι το ποσοστό επί τοις εκατό σε βάρος του μόλυβδου (Pb) στο καύσιμο.

Πηγή: Economopoulos A., "Assessment of sources of air, water, and land pollution - A guide to rapid source inventory techniques and their use in formulating environmental control strategies", (Part One: "Rapid inventory techniques in environmental pollution"), World Health Organization (WHO), http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-A.pdf, Geneva 1993.

5.2.5 Προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν

Από τον Πίνακα N.I.1 (Παράρτημα N) προκύπτει ότι απάντησαν 23 σφαγεία από τα 63 σφαγεία που τους στάλθηκε το ερωτηματολόγιο και 6 πτηνοσφαγεία από τα 19 πτηνοσφαγεία που τους στάλθηκε το ερωτηματολόγιο.

Δύο σφαγεία είχαν αρνηθεί να τους αποσταλεί το ερωτηματολόγιο από την πρώτη επικοινωνία. Επίσης άλλα τέσσερα σφαγεία που είχαν αρχικά δεχθεί να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο, αρνήθηκαν στη συνέχεια. Τα υπόλοιπα σφαγεία και πτηνοσφαγεία δεν απάντησαν παρά τις επανειλημμένες οχλήσεις. Οι πιο συχνές δικαιολογίες ήταν ο φόρτος εργασίας, οι άδειες των υπευθύνων και η απάντηση της γραμματείας μετά την ερώτηση ποιος τον ζητά, «ότι μιλάει στο τηλέφωνο ή είναι σε σύσκεψη, πάρτε αργότερα», μόνο που στο τέλος μόλις είχε φύγει.

Από τις εταιρείες με τις οποίες δεν καταφέραμε να έρθουμε σε επικοινωνία, οι περισσότερες είχαν αλλάξει επωνυμία και τηλέφωνο ή είχαν διακόψει τη λειτουργία τους. Επίσης δεν καταφέραμε να εντοπίσουμε κάποιες μικρές μονάδες, των οποίων η επωνυμία ήταν παντελώς άγνωστη, ή οι πίνακες του Υπουργείου Γεωργίας δεν περιείχαν τηλέφωνο και το 11888 δεν είχε αρκετά στοιχεία για να βοηθήσει. Φυσικά υπάρχουν σφαγεία που λειτουργούν μόνο Χριστούγεννα και Πάσχα, αλλά αυτά τα καλύψαμε δεδομένου ότι τους ενοχλήσαμε την περίοδο του Πάσχα. Πολλές από αυτές τις εταιρίες ενώ πήρανε το ερωτηματολόγιο, στη συνέχεια ήταν αδύνατον να τις ξαναενοχλήσουμε για να το απαντήσουν, δεδομένου ότι δεν απαντούσε κανένας στο τηλέφωνο μετά το Πάσχα.

Ως κύριο πρόβλημα προσδιορίζεται το χαμηλό ενδιαφέρον των επιχειρήσεων και, συχνά, η προχειρότητα με την οποία αντιμετώπισαν την παροχή στοιχείων. Προφανώς υπήρξαν και εξαιρέσεις, οι οποίες αφορούσαν περισσότερο μεγάλες εταιρείες, ή και πολύ μικρές εταιρείες (ατομικές επιχειρήσεις).

Η φαινόμενη έλλειψη επαγγελματισμού μπορεί να οφείλεται σε πραγματική έλλειψη στοιχείων από τις επιχειρήσεις ή σε φόρτο εργασίας που ξεπερνούσε τις δυνατότητες των εργαζομένων (λίγα άτομα για μεγάλο φάσμα εργασιών).

Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις το επίπεδο γνώσεων των εργαζομένων δεν ήταν αρκετό ώστε να μπορέσουν να απαντήσουν σε συγκεκριμένες ερωτήσεις. Ήταν αρκετές οι περιπτώσεις που με ρώτησαν τι είναι το COD ή ακόμα χειρότερα τι σημαίνει δυναμικότητα του σφαγείου. Σε δημοτικά σφαγεία τα ερωτηματολόγια τις περισσότερες φορές απαντήθηκαν από τους κτηνιάτρους, οι οποίοι γνώριζαν πολύ καλά τα περί παραγωγής, αλλά αγνοούσαν οτιδήποτε σχετιζόταν με περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Κάποια εταιρεία είχε κάνει τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη μελέτη διάθεσης των αποβλήτων, κάποια άλλη εταιρεία είχε εγκαταστήσει ένα βιολογικό και όλα τα στοιχεία βρίσκονταν εκτός σφαγείου, σε κάποια τεχνική υπηρεσία δήμου ή ακόμα χειρότερο στην αποθήκη του δήμου.

Σημειώνεται ότι σε ένα μεγάλο ποσοστό των ιδιωτικών σφαγείων και πτηνοσφαγείων τα ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν από τους λογιστές των επιχειρήσεων, οι οποίοι δεν θα μπορούσαν να απαντήσουν σε θέματα που σχετιζόνταν με απόβλητα. Μόνο 2 μεγάλες βιομηχανίες απασχολούσαν άτομο με περιβαλλοντική εκπαίδευση (σχετικό πτυχίο ή μεταπτυχιακό).

Φυσικά υπήρχε και έλλειψη εμπιστοσύνης των υπευθύνων της βιομηχανίας προς οποιαδήποτε διαδικασία σχετίζεται έμμεσα ή άμεσα με την παροχή στοιχείων και ακόμα περισσότερο με δεδομένα που αφορούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την βιομηχανία τους.

Τέλος, μερίδιο ευθύνης είχε και το μέγεθος του ερωτηματολογίου που αποθάρρυνε κάποιον να ασχοληθεί μαζί του. Όμως δεν γινόταν να περιέχει μόνο μια σελίδα ερωτήσεις σχετικά με τα υγρά απόβλητα και τίποτα άλλο, γιατί πάλι θα το απαντούσαν πάρα πολύ λίγοι (μόνο 5 βιομηχανίες). Ενώ το εύρος των ερωτήσεων μας δίνει την δυνατότητα, ακόμα και για τις βιομηχανίες που δεν απάντησαν σε ερωτήσεις σχετικές με περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να κάνουμε κάποιες εκτιμήσεις

με βάση τη δυναμικότητα τους και κάποια άλλα στοιχεία που αφορούν τις γραμμές παραγωγής και τον εξοπλισμό.

Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν λάθη ακόμα και στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Για παράδειγμα μια βιομηχανία έδινε τιμές ρυπαντικών φορτίων για τις ερωτήσεις πριν την επεξεργασία, που αντιστοιχούσαν σε επεξεργασμένα υγρά απόβλητα. Ένα τέτοιο λάθος έγινε αντιληπτό και διορθώθηκε, αλλά πιθανόν να υπάρχουν και λανθασμένα στοιχεία που δεν ήταν αντιληπτά. Για παράδειγμα στη δυναμικότητα της βιομηχανίας, ο καθένας έδινε απαντήσεις που δεν ήταν συγκρίσιμες με τις άλλες βιομηχανίες. Σίγουρα η δυναμικότητα προκύπτει από την αδειοδότηση μιας βιομηχανίας και θεωρείται το μέγιστο ζων βάρος σε τόνους ανά ημέρα που μπορεί να επεξεργαστεί η βιομηχανία. Αλλά και με τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν τα σφαγεία στην Ελλάδα πιθανόν και αυτό να μην ισχύει. Δηλαδή ένα σφαγείο που λειτουργεί μόνο την περίοδο Χριστουγέννων και Πάσχα, θα φροντίσει να καλύψει τις ανάγκες της περιοχής του και δεν θα πει μια εβδομάδα πριν το Πάσχα ότι ξεπέρασε τη δυναμικότητα που έχει στην άδεια του και πρέπει να σταματήσει τη λειτουργία του.

Οι απαντήσεις για την παραγωγή υγρών αποβλήτων και για τις τιμές των ρυπαντικών φορτίων συνήθως βασίζονταν στη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ή στη μελέτη επεξεργασίας και διάθεσης των αποβλήτων και δεν ανταποκρίνονταν στα σημερινά δεδομένα λειτουργίας της μονάδας. Επίσης οι τιμές των φορτίων μοιάζει να είναι αυτές που απαιτεί η νομοθεσία και όχι αποτέλεσμα αυτομετρήσεων. Αυτή η ερμηνεία ενισχύεται από το γεγονός ότι ελάχιστες βιομηχανίες απάντησαν με πια μεθοδολογία μετρήθηκαν τα ρυπαντικά φορτία που αναφέρουν.

Στο μεγαλύτερο μέρος τους οι βιομηχανίες δεν κατανοούσαν τον όρο βιοαποδομήσιμα οργανικά στερεά και δεν απάντησαν στην συγκεκριμένη ερώτηση. Ενώ απαντούσαν σε επόμενη ερώτηση για τα υποπροϊόντα και τα παραπροϊόντα της βιομηχανίας τους.

5.3 Επεξεργασία πληροφοριών

Ταυτόχρονα με την εισαγωγή των δεδομένων των ερωτηματολογίων στο excel, έγινε επεξεργασία των στοιχείων για να είναι ομοιογενής η πληροφορία και συγκρίσιμες οι τιμές μεταξύ τους.

Για την προστασία των προσωπικών δεδομένων κατά την επεξεργασία των δεδομένων των ερωτηματολογίων, δεν χρησιμοποιήθηκε το όνομα του κάθε σφαγείου / πτηνοσφαγείου που απάντησε, αλλά ένας κωδικός.

5.3.1 Υγρά απόβλητα πριν την επεξεργασία

5.3.1.1 Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του WHO

5.3.1.1.1 Δυναμικότητα πτηνοσφαγείων

Ο WHO στους συντελεστές εκπομπής που δίνει για τα υγρά απόβλητα, τα πτηνοσφαγεία τα χωρίζει σε αυτά που κάνουν ξεχωριστή συλλογή του αίματος και σε αυτά που δεν συλλέγουν το αίμα και το αφήνουν στα υγρά απόβλητα (βλέπε Πίνακα 5.13).

Για τα πτηνοσφαγεία που κάνουν ξεχωριστή συλλογή του αίματος, ο WHO δίνει ένα συντελεστή για το BOD: 11,9 kg / (1000 πτηνά), οπότε έχουμε:

$$11,9 \frac{kg}{1000 pthna} \times \frac{10^{-3} tn}{kg} \times (dunamikothta \rightarrow \frac{pthna}{etoV}) \Rightarrow \frac{tnBOD}{etoV}$$

Π.χ. για ένα πτηνοσφαγείο που έχει δυναμικότητα 1.000.000 πτηνά ανά έτος, έχουμε οργανικό φορτίο (BOD):

$$11,9 \frac{kg}{1000 pthna} \times \frac{10^{-3} tn}{kg} \times (1000000 \frac{pthna}{etoV}) \Rightarrow 11.900.000 \frac{tnBOD}{etoV}$$

Όμως σήμερα στην Ελλάδα η δυναμικότητα των πτηνοσφαγείων δίνεται σε tn ZB / ημέρα (όπως και στα σφαγεία). Οπότε, αν ξέρουμε πόσες μέρες λειτουργεί το πτηνοσφαγείο το έτος, γίνεται η ακόλουθη μετατροπή:

$$\Delta dunamikothta = \frac{tnZB}{hmera} \times \frac{hmeraV}{etoV} = \frac{tnZB}{etoV}$$

Επίσης θεωρώντας ότι το ζων βάρος ενός πτηνού σε ηλικία σφαγής είναι 2,5 κιλά, έχουμε:

$$\Delta dunamikothta = \frac{\frac{tnZB}{etoV}}{2,5 \frac{kgZB}{pthno} \times 10^{-3} \frac{tn}{kg}} \rightarrow \frac{pthna}{etoV}$$

Για τα πτηνοσφαγεία η μελέτη του ΥΠΕΧΩΔΕ (2001) βασίζεται στη δυναμικότητα σε 1000 πουλιά / έτος, εμείς στις εκτιμήσεις μας θα χρησιμοποιήσουμε τη δυναμικότητα των πτηνοσφαγείων σε τόνους ZB πτηνών / έτος, δηλαδή σε ίδιες μονάδες με τα σφαγεία.

5.3.1.1.2 Δυναμικότητα σφαγείων

5.3.1.1.2.1 Υπολογισμοί με βάση τη δυναμικότητα από τις αδειοδοτήσεις

Η δυναμικότητα στις αδειοδοτήσεις όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω δίνεται σε τόνους ZB / ημέρα, οπότε γνωρίζοντας τις ημέρες λειτουργίας της βιομηχανίας ανά έτος μετατρέπεται σε τόνους ZB / έτος.

Πριν ξεκινήσουμε την επεξεργασία των στοιχείων των ερωτηματολογίων να αναφερθούμε σε ένα παράδοξο για τα Ελληνικά δεδομένα, που αναφέρεται στην Παράγραφο 5.2.3. Η δυναμικότητα που δίνεται σε ένα σφαγείο κατά την αδειοδότηση του δεν είναι μεγαλύτερη σε όλες τις περιπτώσεις από την πραγματική μέση τιμή βάρους ζώντων ζώων που σφάζονται στη βιομηχανία. Δηλαδή σε ορισμένες περιπτώσεις σφάζονται περισσότερα ζώα από αυτά που προβλέπει η άδεια λειτουργίας της βιομηχανίας. Εκτός από το γεγονός ότι σε αυτή την περίπτωση ο βιολογικός της βιομηχανίας δεν μπορεί να ανταποκριθεί στο μεγαλύτερο ρυπαντικό φορτίο από αυτό για το οποίο έχει σχεδιαστεί, μας δημιουργεί προβλήματα στην σύγκριση των στοιχείων με τη βιβλιογραφία και στις εκτιμήσεις που προσπαθούμε να κάνουμε.

Οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο σε ορισμένες περιπτώσεις δεν έδιναν τη δυναμικότητα ούτε σε μονάδες τόνους ZB / ημέρα, π.χ. το σφαγείο S92 έδωσε τη

δυναμικότητα του ως 300 χοιρινά / ημέρα (δηλαδή 300 χοίροι / ημέρα × 90 kg / χοίρος = 27.000 kg / ημέρα = 27 τόνοι ZB / ημέρα), και δεδομένου ότι λειτουργούσε 240 ημέρες ανά έτος, η δυναμικότητα του ήταν: 27 τόνοι ZB / ημέρα × 240 ημέρες / έτος = 6.480 τόνοι ZB / έτος. Το συγκεκριμένο σφαγείο στην ερώτηση του ερωτηματολογίου «Συνολικό βάρος ζώντων ζώων ανά έτος» για τους χοίρους απάντησε 2.520.000 kg ZB / έτος και για τα αιγοπρόβατα 525.000 kg ZB / έτος, δηλαδή σύνολο 3.045.000 kg ZB / έτος = 3.045 τόνοι ZB / έτος. Οπότε συμπεραίνουμε ότι το συγκεκριμένο σφαγείο λειτουργεί στο 47 % της δυναμικότητας του.

Όμως υπάρχει και η αντίθετη περίπτωση, το σφαγείο S61 έχει δυναμικότητα 800 τόνοι ZB / έτος και το έτος 2006 έχει σφάζει 1.200.000 kg ZB αιγοπροβάτων / έτος = 1.200 τόνοι ZB / έτος. Δηλαδή λειτουργεί στο 150 % της δυναμικότητας του.

Υπολογισμός υδραυλικού φορτίου

Τα σφαγεία σύμφωνα με το WHO διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: απλά, μικτά και σφαγεία – συσκευαστήρια (βλέπε Πίνακα 5.13). Τα απλά σφαγεία είτε κάνουν ξεχωριστή συλλογή του αίματος, είτε όχι, ο όγκος των αποβλήτων τους δεν αλλάζει. Ο συντελεστής για τον όγκο των αποβλήτων στα απλά σφαγεία είναι: 5,3 m³ / tn ZB

$$Y = A X \Rightarrow (\text{Υδραυλικό φορτίο} \rightarrow \text{m}^3 / \text{έτος}) = (\text{συντελεστής} \rightarrow \text{m}^3 / \text{tn ZB}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος})$$

Οπότε το σφαγείο S61 που είχε δυναμικότητα 800 τόνοι ZB / έτος, έχει:
(Υδραυλικό φορτίο) = (5,3 m³ / tn ZB) × (800 tn ZB / έτος) = 4.240 m³ / έτος

Υπολογισμός BOD

Τα απλά σφαγεία ανάλογα αν κάνουν ξεχωριστή συλλογή του αίματος ή όχι έχουν διαφορετικό συντελεστή BOD, σύμφωνα με τον WHO. Ο υπολογισμός του οργανικού φορτίου BOD, γίνεται ως εξής:

$$Y = A X \Rightarrow (\text{Οργανικό φορτίο BOD} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = (\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg BOD} / \text{tn ZB}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}) = (\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg BOD} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος})$$

Οπότε για το σφαγείο S61 που κάνει ξεχωριστή συλλογή αίματος και έχει δυναμικότητα 800 τόνοι ZB / έτος, υπολογίζουμε:

$$(\text{Οργανικό φορτίο BOD}) = (6 \text{ kg BOD} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (800 \text{ tn ZB} / \text{έτος}) = 4,8 \text{ tn BOD} / \text{έτος}$$

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι το BOD που δίνεται σε mg / l στα ερωτηματολόγια μετατρέπεται σε tn BOD / έτος αν το πολλαπλασιάσουμε με την παροχή των υγρών αποβλήτων ανά ημέρα και με τις μέρες λειτουργίας του σφαγείου ανά έτος, ως εξής:

$$\frac{\text{mgBOD}}{\text{ltugrwn}} = 10^{-6} \frac{\text{tnBOD}}{\text{m}^3 \text{ugrwn}} = 10^{-6} \frac{\text{tnBOD}}{\text{m}^3 \text{ugrwn}} \times \frac{\text{m}^3 \text{ugrwn}}{\text{hmera}} \times \frac{\text{hmeraV}}{\text{etoV}}$$

5.3.1.1.2.2 Υπολογισμοί με βάση τη μέση τιμή βάρους ζώντων ζώων που σφάχθηκαν το 2006 σε μονάδες (τόνοι ΖΒ / ημέρα)

Στο σφαγείο S61 αν θεωρήσουμε ότι η δυναμικότητα του είναι η πραγματική για το έτος 2006, δηλαδή 1.200.000 kg ΖΒ / έτος = 1.200 τόνοι ΖΒ / έτος, έχουμε:

Υπολογισμός υδραυλικού φορτίου

$$\begin{aligned}(\text{Υδραυλικό φορτίο}) &= (5,3 \text{ m}^3 / \text{tn ΖΒ}) \times (1.200 \text{ tn ΖΒ} / \text{έτος}) \Rightarrow \\(\text{Υδραυλικό φορτίο}) &= 6.360 \text{ m}^3 / \text{έτος}\end{aligned}$$

Υπολογισμός BOD

$$\begin{aligned}(\text{Οργανικό φορτίο BOD}) &= (6 \text{ kg BOD} / \text{tn ΖΒ}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (1.200 \text{ tn ΖΒ} / \text{έτος}) \\ \Rightarrow (\text{Οργανικό φορτίο BOD}) &= 7,2 \text{ tn BOD} / \text{έτος}\end{aligned}$$

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το ποια δυναμικότητα θα χρησιμοποιήσουμε αλλάζει τελείως και το αποτέλεσμα που θα έχουμε. Πάντως σίγουρα όταν κατά τη λειτουργία ενός σφαγείου έχουμε υπέρβαση της δυναμικότητας του, δεν αναμένεται να γίνεται σωστή επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, ούτε και τα ρυπαντικά φορτία να είναι στα επιτρεπτά όρια από τη νομοθεσία. Για τη συνέχιση των εκτιμήσεων μας θα θεωρήσουμε ότι η λειτουργία των σφαγείων και πτηνοσφαγείων δεν ξεπερνά τη δυναμικότητα των αδειοδοτήσεων.

Λοιποί υπολογισμοί

Φορτίο αιωρούμενων στερεών:

$$\begin{aligned}(\text{Φορτίο TSS} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) &= \\(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg TSS} / \text{tn ΖΒ}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ΖΒ} / \text{έτος})\end{aligned}$$

Φορτίο ολικού αζώτου:

$$\begin{aligned}(\text{Φορτίο TotN} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) &= \\(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg TotN} / \text{tn ΖΒ}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ΖΒ} / \text{έτος})\end{aligned}$$

Φορτίο ολικού φωσφόρου:

$$\begin{aligned}(\text{Φορτίο TotP} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) &= \\(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg TotP} / \text{tn ΖΒ}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ΖΒ} / \text{έτος})\end{aligned}$$

Φορτίο λιπών και ελαίων:

$$\begin{aligned}(\text{Φορτίο Λιπών} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) &= \\(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg Λιπών} / \text{tn ΖΒ}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ΖΒ} / \text{έτος})\end{aligned}$$

5.3.1.2 Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του FAO

Στους Πίνακες 5.18 και 5.19 παρατίθενται από τη βιβλιογραφία (FAO) κάποιες τυπικές τιμές ρυπαντικών φορτίων από τα υγρά απόβλητα σφαγείων.

Πίνακας 5.18: Δυνητικές εκπομπές υγρών αποβλήτων από σφαγεία κόκκινου κρέατος

Πηγή	kg BOD / ton Ζώντος Βάρους	Παρατήρηση
Χώροι αναμονής ζώων	0,25	Μετά την απομάκρυνση των στερεών
Αίμα	10	Διάθεση του αίματος στο αποχετευτικό σύστημα της εγκατάστασης
Καθαρισμός μετά από αφαίρεση δέρματος	3	
Ζεμάτισμα, απομάκρυνση τριχών	0,7	Πλύσιμο των τριχών που απομακρύνθηκαν
Περιεχόμενο κοιλιάς	2,5	
Επεξεργασία εντέρων	0,6	
Επεξεργασία μη εδώδιμων ζωικών παραπροϊόντων	2	
Καθαρισμοί γενικά	3	
Συσκευασία κρέατος	6	
Ολικό ρυπαντικό φορτίο	26,05	

Πηγή: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Cees de Haan, Henning Steinfeld, Harvey Blackburn, "Livestock & the Environment – Finding a balance", Chapter 5: "Beyond production systems, Slaughterhouses", <http://www.fao.org/AG/aga/lspa/LXEHTML/tech/ch5d.htm>, 1997.

Πίνακας 5.19: Τυπικές τιμές υγρών αποβλήτων που παράγονται από διάφορες βιομηχανίες επεξεργασίας ζωικών προϊόντων

Μονάδα	Εκφρασμένα ανά	BOD (kg)	SS (kg)	N Kjeldahl (kg)	P (kg)
Σφαγείο κόκκινου κρέατος	ton Ζώντος Βάρους	5	5,6	0,68	0,05
Σφαγείο και συσκευαστήριο κόκκινου κρέατος	ton Ζώντος Βάρους	11	9,6	0,84	0,33
Σφαγείο πτηνών	ton Ζώντος Βάρους	6,8	3,5		
Βυρσοδεψείο	ton ακατέργαστων δερμάτων	100	200		
Τυροκομείο	ton γάλακτος	4,2	0,5	< 0,1	0,02

Πηγή: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Cees de Haan, Henning Steinfeld, Harvey Blackburn, "Livestock & the Environment – Finding a balance", Chapter 5: "Beyond production systems, Slaughterhouses", <http://www.fao.org/AG/aga/lspa/LXEHTML/tech/ch5d.htm>, 1997.

Υπολογισμός BOD

Στον Πίνακα 5.18 του FAO, το αίμα φαίνεται να συνεισφέρει στο ολικό ρυπαντικό φορτίο κατά 10 kg BOD / tn ZB. Οπότε ένα σφαγείο κόκκινου κρέατος αν κάνει ξεχωριστή συλλογή το αίμα έχει συντελεστή για το οργανικό φορτίο BOD = 5 kg / tn ZB, ενώ αν δεν κάνει ξεχωριστή συλλογή του αίματος ο συντελεστής για το οργανικό φορτίο BOD γίνεται $5 + 10 \text{ kg} / \text{tn ZB} = 15 \text{ kg} / \text{tn ZB}$.

Με παρόμοιο τρόπο όπως υπολογίσαμε το οργανικό φορτίο με βάση τους συντελεστές του WHO, υπολογίζεται και σύμφωνα με το FAO (1997).

(Οργανικό φορτίο BOD → tn / έτος) =

(συντελεστής → kg BOD / tn ZB) × (10⁻³ tn / kg) × (Δυναμικότητα → tn ZB / έτος)

Υπολογισμός αιωρούμενων στερεών

Κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο και με βάση τον Πίνακα 5.19, υπολογίζουμε:

$$\begin{aligned} & (\text{Φορτίο SS} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ & (\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg SS} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Υπολογισμός αζώτου κατά Kjeldahl

$$\begin{aligned} & (\text{Φορτίο N} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ & (\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg N} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Υπολογισμός φωσφόρου

$$\begin{aligned} & (\text{Φορτίο P} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ & (\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg P} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Ο FAO δεν δίνει συντελεστές για τον υπολογισμό του αζώτου και του φωσφόρου στα πτηνοσφαγεία.

5.3.1.3 Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του Λέκκα

Με βάση το βάρος του κρέατος που παράγει ένα σφαγείο ή ένα πτηνοσφαγείο (βλέπε Πίνακες I.28 και I.29, Παράρτημα I) έχουμε κάποιους συντελεστές ρυπαντικών φορτίων σύμφωνα με το Λέκκα (2001). Αυτοί οι συντελεστές εκφράζονται σε g ρυπαντικού φορτίου / kg κρέατος που παράγεται.

Υπολογισμός COD

Στον Πίνακα I.28 του Παραρτήματος I, δίνεται συντελεστής για το οργανικό φορτίο COD = $32,3 \pm 5,2$ g / kg κρέατος. Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αν συλλέγεται το αίμα ο συντελεστής είναι $32,3 - 5,2 = 27,1$ g COD / kg κρέατος, ενώ αν δεν συλλέγεται ξεχωριστά το αίμα το οργανικό φορτίο είναι $32,3 + 5,2 = 37,5$ g COD / kg κρέατος. Αλλά μπορούμε επίσης να δεχθούμε αυτές τις δύο τιμές σαν ελάχιστο και σαν μέγιστο.

Με παρόμοιο τρόπο όπως υπολογίσαμε το οργανικό φορτίο με βάση τους συντελεστές του WHO, υπολογίζεται:

$$\begin{aligned} & (\text{Οργανικό φορτίο COD} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ & (\text{συντελεστής} \rightarrow \text{g COD} / \text{kg κρέατος}) \times (10^{-6} \text{ tn} / \text{g}) \times (\text{Συνολικό βάρος κρέατος} \rightarrow \\ & \text{kg κρέατος} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Βέβαια σε αυτή την περίπτωση δεν χρησιμοποιούμε τη δυναμικότητα από τις αδειοδοτήσεις, αλλά την πραγματική παραγωγή κρέατος για το έτος 2006.

Υπολογισμός BOD

Ο συντελεστής που δίνεται για το οργανικό φορτίο BOD είναι $13,2 \pm 2,2$ g / kg κρέατος. Οπότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αν συλλέγεται το αίμα ο

συντελεστής είναι $13,2 - 2,2 = 11 \text{ g BOD} / \text{kg κρέατος}$, ενώ αν δεν συλλέγεται ξεχωριστά το αίμα το οργανικό φορτίο είναι $13,2 + 2,2 = 15,4 \text{ g BOD} / \text{kg κρέατος}$.

Οπότε, έχουμε:

(Οργανικό φορτίο BOD $\rightarrow \text{tn} / \text{έτος}$) =
 (συντελεστής $\rightarrow \text{g BOD} / \text{kg κρέατος}$) $\times (10^{-6} \text{ tn} / \text{g}) \times (\text{Συνολικό βάρος κρέατος} \rightarrow \text{kg κρέατος} / \text{έτος})$

Και σε αυτή την περίπτωση δεν χρησιμοποιούμε τη δυναμικότητα από τις αδειοδοτήσεις, αλλά την πραγματική παραγωγή κρέατος για το έτος 2006.

Υπολογισμός αιωρούμενων στερεών

Κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο και με βάση τον Πίνακα I.28 για τα σφαγεία και τον Πίνακα I.29 για τα πτηνοσφαγεία, υπολογίζουμε:

(Φορτίο SS $\rightarrow \text{tn} / \text{έτος}$) =
 (συντελεστής $\rightarrow \text{g SS} / \text{kg κρέατος}$) $\times (10^{-6} \text{ tn} / \text{g}) \times (\text{Συνολικό βάρος κρέατος} \rightarrow \text{kg κρέατος} / \text{έτος})$

Υπολογισμός ολικού αζώτου

(Φορτίο N $\rightarrow \text{tn} / \text{έτος}$) =
 (συντελεστής $\rightarrow \text{g N} / \text{kg κρέατος}$) $\times (10^{-6} \text{ tn} / \text{g}) \times (\text{Συνολικό βάρος κρέατος} \rightarrow \text{kg κρέατος} / \text{έτος})$

Για τα πτηνοσφαγεία στην συγκεκριμένη βιβλιογραφική πηγή δεν υπάρχει διαθέσιμος συντελεστής.

Υπολογισμός λίπους

(Φορτίο Λίπους $\rightarrow \text{tn} / \text{έτος}$) =
 (συντελεστής $\rightarrow \text{g Λίπους} / \text{kg κρέατος}$) $\times (10^{-6} \text{ tn} / \text{g}) \times (\text{Συνολικό βάρος κρέατος} \rightarrow \text{kg κρέατος} / \text{έτος})$

Για τα πτηνοσφαγεία στην συγκεκριμένη πηγή δεν υπάρχει διαθέσιμος συντελεστής.

5.3.1.4 Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές των Caravan et al

Ας κάνουμε για τα σφαγεία μεγάλων ζώων μια σύγκριση με συντελεστές που χρησιμοποιούνταν περίπου 30 χρόνια πριν.

Υπολογισμός υδραυλικού φορτίου

Τα σφαγεία σύμφωνα με τους Caravan et al (1979) έχουν ένα συντελεστή ροής αποβλήτων $696 \text{ gallons} / 1.000 \text{ pounds ZB}$ (βλέπε Πίνακα I.30). Ο συντελεστής αυτός με μετατροπή των μονάδων, γίνεται:

$$696 \frac{\text{gal}}{1000 \text{ pounds ZB}} = 696 \frac{1}{2,642 \times 10^2} \frac{\text{m}^3}{1000 \times 4,5359 \times 10^2 \text{ g} \times \frac{10^{-6} \text{ tn}}{\text{g}} \text{ ZB}} = 5,8 \frac{\text{m}^3}{\text{tn ZB}}$$

(Υδραυλικό φορτίο $\rightarrow \text{m}^3 / \text{έτος}$) =

(συντελεστής $\rightarrow \text{m}^3 / \text{tn ZB}$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}$)

Υπολογισμός BOD

Τα σφαγεία μεγάλων ζώων σύμφωνα με τους Caravan et al (1979) έχουν ένα συντελεστή οργανικού φορτίου 5,8 pounds BOD / 1.000 pounds ZB (βλέπε Πίνακα I.30). Ο συντελεστής αυτός με μετατροπή των μονάδων, γίνεται:

$$5,8 \frac{\text{pounds BOD}}{1000 \text{ pounds ZB}} = 5,8 \frac{4,5359 \times 10^2 \text{ g} \times \frac{10^{-3} \text{ kg}}{\text{g}} \text{ BOD}}{1000 \times 4,5359 \times 10^2 \text{ g} \times \frac{10^{-6} \text{ tn}}{\text{g}} \text{ ZB}} = 5,8 \frac{\text{kg BOD}}{\text{tn ZB}}$$

Οπότε ο υπολογισμός του οργανικού φορτίου BOD, γίνεται ως εξής:

(Οργανικό φορτίο BOD $\rightarrow \text{tn} / \text{έτος}$) =

(συντελεστής $\rightarrow \text{kg BOD} / \text{tn ZB}$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}$) =

(συντελεστής $\rightarrow \text{kg BOD} / \text{tn ZB}$) \times ($10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}$)

Υπολογισμός αιωρούμενων στερεών

Κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο και με βάση τον Πίνακα I.30, έχουμε συντελεστή εκπομπής:

$$4,7 \text{ pounds SS} / 1000 \text{ pounds ZB} = 4,7 \text{ kg SS} / \text{tn ZB}$$

Οπότε υπολογίζουμε:

(Φορτίο SS $\rightarrow \text{tn} / \text{έτος}$) =

(συντελεστής $\rightarrow \text{kg SS} / \text{tn ZB}$) \times ($10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}$)

Υπολογισμός λίπους

Ο συντελεστής για το φορτίο λιπών και ελαίων είναι:

$$2,5 \text{ pounds Λιπών} / 1000 \text{ pounds ZB} = 2,5 \text{ kg Λιπών} / \text{tn ZB}$$

Επομένως υπολογίζουμε:

(Φορτίο Λιπών $\rightarrow \text{tn} / \text{έτος}$) =

(συντελεστής $\rightarrow \text{kg Λιπών} / \text{tn ZB}$) \times ($10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}$)

5.3.1.5 Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του Azad

Ας κάνουμε για τα πτηνοσφαγεία μια σύγκριση με συντελεστές που χρησιμοποιούνταν περίπου 30 χρόνια πριν.

Υπολογισμός υδραυλικού φορτίου

Τα πτηνοσφαγεία σύμφωνα με τον Azad (1976) έχουν ένα συντελεστή ροής αποβλήτων 2.198 gallons / 1.000 lb ZB (βλέπε Πίνακα 3.35). Ο συντελεστής αυτός με δεδομένο ότι:

$$1 \text{ m}^3 = 2,642 \times 10^2 \text{ gal}$$

$$1 \text{ kg} = 2,205 \text{ lb,}$$

έχουμε:

$$2198 \frac{gal}{1000 lb ZB} = 2198 \frac{\frac{1}{2,642 \times 10^2} m^3}{1000 \times \frac{1}{2,205} kg \times \frac{10^{-3} tn}{kg} ZB} = 18,34 \frac{m^3}{tn ZB}$$

(Υδραυλικό φορτίο $\rightarrow m^3 / \acute{\epsilon}τος$) =

(συντελεστής $\rightarrow m^3 / tn ZB$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow tn ZB / \acute{\epsilon}τος$)

Υπολογισμός BOD

Τα πτηνοσφαγεία σύμφωνα με τον Azad (1976) έχουν ένα συντελεστή οργανικού φορτίου 8,2 pounds BOD / 1.000 lb ZB (βλέπε Πίνακα 3.35, Κεφάλαιο 3). Ο συντελεστής αυτός με μετατροπή των μονάδων (1 pounds = $4,5359 \times 10^2$ g), γίνεται:

$$8,2 \frac{pounds BOD}{1000 pounds ZB} = 8,2 \frac{4,5359 \times 10^2 g \times \frac{10^{-3} kg}{g} BOD}{1000 \times \frac{1}{2,205} kg \times \frac{10^{-3} tn}{kg} ZB} = 8,2 \frac{kg BOD}{tn ZB}$$

Οπότε ο υπολογισμός του οργανικού φορτίου BOD, γίνεται ως εξής:

(Οργανικό φορτίο BOD $\rightarrow tn / \acute{\epsilon}τος$) =

(συντελεστής $\rightarrow kg BOD / tn ZB$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow tn ZB / \acute{\epsilon}τος$) =

(συντελεστής $\rightarrow kg BOD / tn ZB$) \times ($10^{-3} tn / kg$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow tn ZB / \acute{\epsilon}τος$)

Υπολογισμός αιωρούμενων στερεών

Κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο και με βάση τον Πίνακα 3.35, έχουμε συντελεστή εκπομπής:

$$6,3 \text{ pounds SS} / 1000 \text{ lb ZB} = 6,3 \text{ kg SS} / tn ZB$$

Οπότε υπολογίζουμε:

(Φορτίο SS $\rightarrow tn / \acute{\epsilon}τος$) =

(συντελεστής $\rightarrow kg SS / tn ZB$) \times ($10^{-3} tn / kg$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow tn ZB / \acute{\epsilon}τος$)

5.3.1.6 Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του Μαρκαντωνάτου

Υπολογισμός υδραυλικού φορτίου

Στα σφαγεία σύμφωνα με τον Μαρκαντωνάτο (1990) είτε κάνουν ξεχωριστή συλλογή του αίματος, είτε όχι, ο όγκος των αποβλήτων τους δεν αλλάζει (βλέπε Πίνακα I.25). Ο συντελεστής για τον όγκο των αποβλήτων στα σφαγεία είναι: 4 - 6 $m^3 / tn ZB$, αλλά ο Μαρκαντωνάτος θεωρεί ότι στις Ελληνικές συνθήκες εκτιμάται κατά 50 % λιγότερο, οπότε οι υπολογισμοί θα γίνουν με ένα συντελεστή 3 $m^3 / tn ZB$.

(Υδραυλικό φορτίο $\rightarrow m^3 / \acute{\epsilon}τος$) =

(συντελεστής $\rightarrow m^3 / tn ZB$) \times (Δυναμικότητα $\rightarrow tn ZB / \acute{\epsilon}τος$)

Υπολογισμός BOD

Τα σφαγεία μεγάλων ζώων σύμφωνα με τον Μαρκαντωνάτο (1990) όταν κάνουν ξεχωριστή συλλογή του αίματος έχουν ένα συντελεστή οργανικού φορτίου 6 kg BOD / tn ZB, ενώ όταν δεν γίνεται ξεχωριστή συλλογή του αίματος αυτός ο συντελεστής είναι 10 kg BOD / tn ZB (βλέπε Πίνακα I.25). Οπότε:

$$\begin{aligned} &(\text{Οργανικό φορτίο BOD} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ &(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg BOD} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Υπολογισμός αιωρούμενων στερεών

Κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο και με βάση τον Πίνακα I.25, υπολογίζουμε:

$$\begin{aligned} &(\text{Φορτίο SS} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ &(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg SS} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Υπολογισμός λίπους

Κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο και με βάση τον Πίνακα I.25, υπολογίζουμε:

$$\begin{aligned} &(\text{Φορτίο Λιπών} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ &(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg Λιπών} / \text{tn ZB}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{tn ZB} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

5.3.1.7 Υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές του IPPC

Υπολογισμός υδραυλικού φορτίου

Το IPPC (2003 & 2005) έχει συγκεντρώσει ξεχωριστά στοιχεία για σφαγεία βοοειδών, χοίρων και προβάτων (βλέπε Πίνακες I.1, I.2 και I.3, Παράρτημα I). Για παράδειγμα ο συντελεστής για τον όγκο των αποβλήτων στα σφαγεία βοοειδών είναι: 1.623 – 9.000 l / tn κρέατος = 1,623 – 9,0 m³ / tn κρέατος (1 m³ = 1.000 lt). Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση την πραγματική παραγωγή κρέατος για το έτος 2006.

$$\begin{aligned} &(\text{Υδραυλικό φορτίο} \rightarrow \text{m}^3 / \text{έτος}) = \\ &(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{m}^3 / \text{kg κρέατος}) \times (\text{Δυναμικότητα} \rightarrow \text{kg κρέατος} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Υπολογισμός COD

Στον Πίνακα I.1 του Παραρτήματος I, δίνεται συντελεστής για το οργανικό φορτίο COD = 4 - 40 kg / tn κρέατος.

$$\begin{aligned} &(\text{Οργανικό φορτίο COD} \rightarrow \text{tn} / \text{έτος}) = \\ &(\text{συντελεστής} \rightarrow \text{kg COD} / \text{tn κρέατος}) \times (10^{-3} \text{ tn} / \text{kg}) \times (\text{Συνολικό βάρος κρέατος} \rightarrow \text{tn κρέατος} / \text{έτος}) \end{aligned}$$

Βέβαια σε αυτή την περίπτωση δεν χρησιμοποιούμε τη δυναμικότητα από τις αδειοδοτήσεις, αλλά την πραγματική παραγωγή κρέατος για το έτος 2006.

Υπολογισμός BOD

Τα σφαγεία βοοειδών σύμφωνα με το IPPC (2003 & 2005) έχουν συντελεστή οργανικού φορτίου 1,8 - 28 kg BOD / tn κρέατος (βλέπε Πίνακα Ι.1). Οπότε:
(Οργανικό φορτίο BOD → tn / έτος) =
(συντελεστής → kg BOD / tn κρέατος) × (10⁻³ tn / kg) × (Δυναμικότητα → tn κρέατος / έτος)

Υπολογισμός αιωρούμενων στερεών

Τα σφαγεία βοοειδών σύμφωνα με το IPPC (2003 & 2005) έχουν συντελεστή αιωρούμενων στερεών 11,2 – 15,9 g SS / tn κρέατος.

Κατά αντιστοιχία με το προηγούμενο και με βάση τον Πίνακα Ι.1, υπολογίζουμε:

(Φορτίο SS → tn / έτος) =
(συντελεστής → g SS / tn κρέατος) × (10⁻⁶ tn / g) × (Δυναμικότητα → tn κρέατος / έτος)

Υπολογισμός αζώτου

Τα σφαγεία βοοειδών σύμφωνα με το IPPC (2003 & 2005) έχουν συντελεστή εκπομπών αζώτου 172 - 1840 g N / tn κρέατος.

(Φορτίο N → tn / έτος) =
(συντελεστής → g N / tn κρέατος) × (10⁻⁶ tn / g) × (Δυναμικότητα → tn κρέατος / έτος)

Υπολογισμός φωσφόρου

Τα σφαγεία βοοειδών σύμφωνα με το IPPC (2003 & 2005) έχουν συντελεστή εκπομπών φωσφόρου 24,8 - 260 g P / tn κρέατος.

(Φορτίο P → tn / έτος) =
(συντελεστής → g P / tn κρέατος) × (10⁻⁶ tn / g) × (Δυναμικότητα → tn κρέατος / έτος)

5.3.1.8 Σύγκριση με τιμές από τη βιβλιογραφία και συμπεράσματα

Το αίμα από την αφαίμαξη των ζώων πρέπει να συλλέγεται στα αντίστοιχα σιφόνια αίματος και να αποστέλλεται με αντλίες σε σιλό συλλογής αίματος, όπου προστίθεται αντιπηκτικό και στη συνέχεια οδηγούνται στη μονάδα αποτέφρωσης για να μετατραπούν σε αδρανοποιημένη τέφρα (δημιουργία αλεύρων ή λίπασμα / εδαφοβελτιωτικό). Η ξεχωριστή συλλογή του αίματος μειώνει τα επίπεδα των ρύπων στα υγρά απόβλητα που πρέπει να επεξεργαστεί η μονάδα. Σύμφωνα με τον UNEP (βλέπε Πίνακες 3.23 και 3.24) κατά την αφαίμαξη χοίρων μπορούν να συλλεχθούν 4 l / ζώο και κατά την αφαίμαξη βοοειδών 10 l / ζώο.

Πίνακας 5.20: Συλλογή αίματος κατά την αφαίμαξη των ζώων στο σφαγείο

Είδος ζώου	Μονάδες	Ποσότητα αίματος
Βοοειδή	1 / κεφάλι	10 - 20
Χοίροι	1 / κεφάλι	2 - 4

Πηγή: International Finance Corporation (IFC), "Environmental, Health, and Safety Guidelines (EHS Guidelines): Meat Processing", World Bank Group,

[www.ifc.org/.../AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_MeatProcessing/\\$FILE/Final+-+Meat+Processing.pdf](http://www.ifc.org/.../AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_MeatProcessing/$FILE/Final+-+Meat+Processing.pdf), 30-4-2007.

Πίνακας 5.21: Σύγκριση ποσότητας αίματος που συλλέγεται από τα σφαγεία με αυτή που προβλέπεται από το UNEP (Πίνακες 3.23 και 3.24)

Κωδικός	Αριθμός βοειδών που σφάχτηκαν το 2006	Αριθμός αιγοπροβάτων που σφάχτηκαν το 2006	Αριθμός χοίρων που σφάχτηκαν το 2006	Ερωτηματολόγιο Ποσότητα αίματος που συλλέγεται (kg / έτος)	Υπολογισμοί, Ποσότητα αίματος που συλλέγεται (kg / έτος)
S08	0	0	8.932		37.872
S09	683	5.500	7.591		51.086
S14	14.040	24.434	40.308	437.000	371.530
S20	0	0	12.500		53.000
S24	0	0	4.500		19.080
S27					
S35	2.500	10.000	4.800	50.000	68.052
S37	5.000	21.167	2.229		107.325
S38	1.027	29.715	1.971		82.239
S44					
S48	3.100	53.500	18.000	300.000	222.600
S58	1.306	136.163	2.714	170.000	314.017
S61	0	60.000	0		127.200
S64	1.250	2.250	5.000		39.220
S65	0	0	4.000		16.960
S68	5.403	28.988	1.010		123.009
S76	1.566	60.351	9.720	82.000	185.757
S81	836	30.385	1.515		79.701
S83	1.845	80.148	50.543		403.773
S90	2.500	35.000	10.000		143.100
S92	0	23.860	24.000	260.000	152.343
S98	3.714	56.240	13.050		213.929
S104				42.358	

Σημείωση: Για τα αιγοπρόβατα που δεν δίνεται συντελεστής θεωρούμε ότι είναι: 2 l / ζώο. Πυκνότητα αίματος, $\rho = 1.060 \text{ kg} / \text{m}^3$.

Με βάση τον Πίνακα 5.21 μπορούμε εκ πρώτης όψεως να πούμε ότι οι συντελεστές του UNEP δεν είναι αντιπροσωπευτικοί για τα Ελληνικά δεδομένα. Όταν οι ποσότητες του αίματος που υπολογίζονται με βάση το UNEP είναι μεγαλύτερες από αυτές που αναφέρουν τα σφαγεία στα ερωτηματολόγια, θα μπορούσε κάποιος να πει ότι δεν συλλέγεται τόσο αίμα όσο θα μπορούσε και ότι η μέθοδος αφαίμαξης και ο χρόνος που στραγγίζουν τα σφάγια δεν είναι τα πλέον κατάλληλα. Δηλαδή τα σφάγια θα έπρεπε να παραμένουν στο χώρο αφαίμαξης για να στραγγίσουν για περισσότερο χρόνο πριν προχωρήσουν στην επεξεργασία ή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί κοίλο μαχαίρι όπως προτείνει το IPPC. Αλλά όταν οι τιμές που προκύπτουν με βάση τους υπολογισμούς (δηλαδή με βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές) είναι μικρότερες από αυτές που αναφέρονται στα ερωτηματολόγια, είναι δύσκολο να πει κανείς ότι τα Ελληνικά σφαγεία συλλέγουν περισσότερο αίμα από το «βέλτιστο» για να μειώσουν ακόμα περισσότερο την επιβάρυνση των υγρών αποβλήτων από το υψηλό οργανικό φορτίο του αίματος. Σε αυτή την περίπτωση θα ήταν λογικότερο να πούμε ότι πρέπει να γίνουν μετρήσεις για το πόσο αίμα μπορεί να συλλεχθεί ανά ζώο στις Ελληνικές συνθήκες. Εξάλλου η ποσότητα του αίματος εξαρτάται από το ζων βάρος του κάθε είδους ζώου που σφάζεται και δεν είναι ακριβώς ανάλογο του αριθμού των ζώων ανά είδος.

Από τον Πίνακα I.12 (IPPC) λαμβάνουμε ένα συντελεστή κατανάλωσης νερό $4.270 \text{ lt} / \text{tn} \text{ κρέατος} = 4,27 \text{ m}^3 / \text{tn} \text{ κρέατος}$ ($1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ lt}$). Επίσης από τον Πίνακα I.21 (Fabiano et al) βρίσκουμε ότι η κατανάλωση νερού σε σφαγεία και βιομηχανίες

κρέατος κυμαίνεται από 4 έως 33 m³ / tn ZB. Από τους Πίνακες I.1, I.2 και I.3 λαμβάνουμε ένα εύρος τιμών για την κατανάλωση νερού στην Ευρώπη στα σφαγεία βοοειδών 1,623 – 9 m³ / tn κρέατος, στα σφαγεία χοίρων 1,6 – 8,3 m³ / tn κρέατος και στα σφαγεία αιγοπροβάτων 5,556 – 8,333 m³ / tn κρέατος.

Πίνακας 5.22: Σύγκριση τιμών κατανάλωσης νερού από τα ερωτηματολόγια με τις τιμές που δίνονται από το IPPC (Πίνακες I.1, I.2 και I.3) για τα σφαγεία.

Κωδικός	Μέση τιμή βάρους κρέατος το 2006 (tn κρέατος / έτος)	Ερωτηματολόγιο Κατανάλωση νερού (m ³ / έτος)	Ελάχιστη τιμή κατανάλωσης νερού (υπολογισμένη με συντελεστή 1,6 m ³ / tn κρέατος)	Μέγιστη τιμή κατανάλωσης νερού (υπολογισμένη με συντελεστή 9 m ³ / tn κρέατος)
S08	649		1.038,70	5.842,67
S09		165.000,00		
S14	6.862	117.000,00	10.979,20	61.758,00
S20	735	3.400,00	1.176,00	6.615,00
S24	317	500,00	506,40	2.848,50
S27				
S35	1.444	100.000,00	2.311,04	12.999,60
S37				
S38	918		1.468,74	8.261,64
S44				
S48				
S58	1.924	20.000,00	3.077,92	17.313,30
S61	600	5.000,00	960,00	5.400,00
S64	490		784,00	4.410,00
S65	240		384,00	2.160,00
S68	2.030		3.247,83	18.269,06
S76	1.658	7.500,00	2.652,80	14.922,00
S81	421		674,36	3.793,28
S83	4.143	125.000,00	6.628,70	37.286,46
S90	1.700		2.720,00	15.300,00
S92	1.860		2.976,00	16.740,00
S98	2.735	4.000,00	4.376,00	24.615,00
S104				

Στον Πίνακα 5.22 φαίνεται ορισμένα σφαγεία να καταναλώνουν πολύ μεγαλύτερες ποσότητες νερού (ακόμα και μία τάξη μεγέθους μεγαλύτερη) από το εύρος τιμών που δίνει το IPPC. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα σφαγεία θα πρέπει να εφαρμόσουν κάποιες τεχνικές για την μείωση της κατανάλωσης νερού στα πλαίσια των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών.

Όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί για τα πτηνοσφαγεία ο IFC (2007) για την Ευρώπη δίνει κατανάλωση νερού 5,07 – 67,4 l / kg κρέατος = 5,07 – 67,4 m³ / tn κρέατος (ίδιες τιμές με IPPC, Πίνακα I.4).

Πίνακας 5.23: Κατανάλωση νερού από πτηνοσφαγεία

Μονάδες	Φιλανδία	Ε.Ε.	Δανία	
			Κοτόπουλα	Πάπιες
l / κεφάλι	17,9 – 18,7		16,1	43
l / kg κρέατος	12,8 – 14,0	5,07 – 67,4	8,6	10,1

Πηγή: International Finance Corporation (IFC), “Environmental, Health, and Safety Guidelines (EHS Guidelines): Poultry Processing”, World Bank Group, [http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_PoultryProcessing/\\$FILE/Final+++Poultry+Processing.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_PoultryProcessing/$FILE/Final+++Poultry+Processing.pdf), 30-4-2007.

Πίνακας 5.24: Σύγκριση τιμών κατανάλωσης νερού από τα ερωτηματολόγια με τις τιμές που δίνονται από το IPPC (Πίνακας Ι.4) για τα πτηνοσφαγεία.

Κωδικός	Μέση τιμή βάρους κρέατος το 2006 (tn κρέατος / έτος)	Ερωτηματολόγιο Κατανάλωση νερού (m ³ / έτος)	Ελάχιστη τιμή κατανάλωσης νερού (υπολογισμένη με συντελεστή 5,07 m ³ / tn κρέατος)	Μέγιστη τιμή κατανάλωσης νερού υπολογισμένη με συντελεστή 67,4 m ³ / tn κρέατος)
P18		10.000		
P32	5.222		26.473,97	351.941,91
P34	1.850		9.379,50	124.690,00
P38	450	500.000	2.281,50	30.330,00
P42		16.000		
P43	1.275	20.000	6.464,25	85.935,00

Ανάλογο συμπέρασμα με τα σφαγεία μπορούμε να εξάγουμε και για τα πτηνοσφαγεία, αν και τα συγκρίσιμα δεδομένα σε αυτή την περίπτωση είναι πολύ λιγότερα.

Πίνακας 5.25: Σύγκριση κατανάλωσης νερού με όγκο αποβλήτων ανά ημέρα για τα πτηνοσφαγεία με βάση τα ερωτηματολόγια.

Κωδικός	Κατανάλωση νερού (m ³ / ημέρα)	Παροχή υγρών αποβλήτων (m ³ / ημέρα)
P18	31,95	150,00
P32		
P34		
P38	2.272,73	7,00
P42	51,61	32,26
P43	66,67	60,00

Πίνακας 5.26: Σύγκριση κατανάλωσης νερού με όγκο αποβλήτων ανά ημέρα για τα σφαγεία με βάση τα ερωτηματολόγια.

Κωδικός	Κατανάλωση νερού (m ³ / ημέρα)	Παροχή υγρών αποβλήτων (m ³ / ημέρα)
S08		
S09	500,00	
S14	450,00	
S20	15,45	122,00
S24	9,62	9,62
S27		
S35	476,19	
S37		260,00
S38		
S44		
S48		
S58	80,00	80,00
S61	90,91	
S64		
S65		
S68		880,00
S76	30,00	30,00
S81		
S83	347,22	1,39
S90		
S92		50,00
S98	15,09	
S104		

Γενικά ο όγκος νερού που καταναλώνεται είναι ίδιος με τον όγκο αποβλήτων που παράγονται από ένα σφαγείο σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (π.χ. UNEP, IPPC).

Όμως σύμφωνα με τους Πίνακες 5.25 και 5.26 ο όγκος νερού που καταναλώνεται είναι μόνο σε μερικά σφαγεία ίδιος με τον όγκο αποβλήτων που παράγονται. Πιθανόν αυτή η ασυμφωνία να οφείλεται στο ότι τον όγκο των αποβλήτων μας τον απάντησαν στα ερωτηματολόγια με βάση κάποια μελέτη που έγινε για τις αδειοδοτήσεις των σφαγείων, ενώ η κατανάλωση νερού είναι αυτή που προκύπτει από τους λογαριασμούς νερού της βιομηχανίας.

Σφαγεία

Για τα υγρά απόβλητα θεωρείται σκόπιμο να γίνει μια σύγκριση των τιμών που μας δίνουν τα Ελληνικά σφαγεία μέσω των ερωτηματολογίων με τις τιμές από τη βιβλιογραφία. Στον Πίνακα 3.42 (Johns, 1995) γίνεται σύγκριση διαφόρων παραμέτρων (σε mg / l) των υγρών αποβλήτων σφαγείων. Οπότε με βάση τον Πίνακα 3.42 (Johns, 1995) και τον Πίνακα 5.29, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι τιμές που λάβαμε από τα ερωτηματολόγια (δεδομένα Ελλάδας) είναι συγκρίσιμες και αντίστοιχες αυτών που δίνονται από τη βιβλιογραφία.

Το οργανικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων, τα οποία συλλέγουν ξεχωριστά το αίμα, για μικρές δυναμικότητες φαίνεται να ακολουθεί το συντελεστή του WHO και του Μαρκαντωνάτου για σφαγεία χωρίς συλλογή αίματος (Σχήμα 5.3). Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι η μέθοδος αφαιμάξης και ο χρόνος παραμονής των σφάγιων για να στραγγίσουν δεν είναι τα απαιτούμενα ή ότι υπάρχει κάποια άλλη ιδιαιτερότητα στην παραγωγική διαδικασία στα Ελληνικά σφαγεία που επιβαρύνει επιπλέον το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων. Για παράδειγμα στην Ελλάδα μπορεί να μην συλλέγουν τα στερεά απόβλητα από το χώρο παραμονής των ζώων και να τα ξεπλένουν με νερό, οπότε πηγαίνει όλο το οργανικό τους φορτίο στα υγρά απόβλητα. Επίσης με βάση το Σχήμα 5.4 μπορούμε να πούμε ότι τα Ελληνικά δεδομένα σε μικρές δυναμικότητες είναι κοντά στις μέγιστες τιμές του IPPC. Επομένως η εφαρμογή των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών στα Ελληνικά σφαγεία αναμένεται να έχει θεαματικά αποτελέσματα.

Στο Σχήμα 5.5 για το COD φαίνεται ότι οι τιμές από τα Ελληνικά σφαγεία είναι εντός των ορίων που δίνει το IPPC. Συγκεκριμένα ένας συντελεστής 18 – 40 kg COD / tn κρέατος, φαίνεται λογικός για την Ελλάδα.

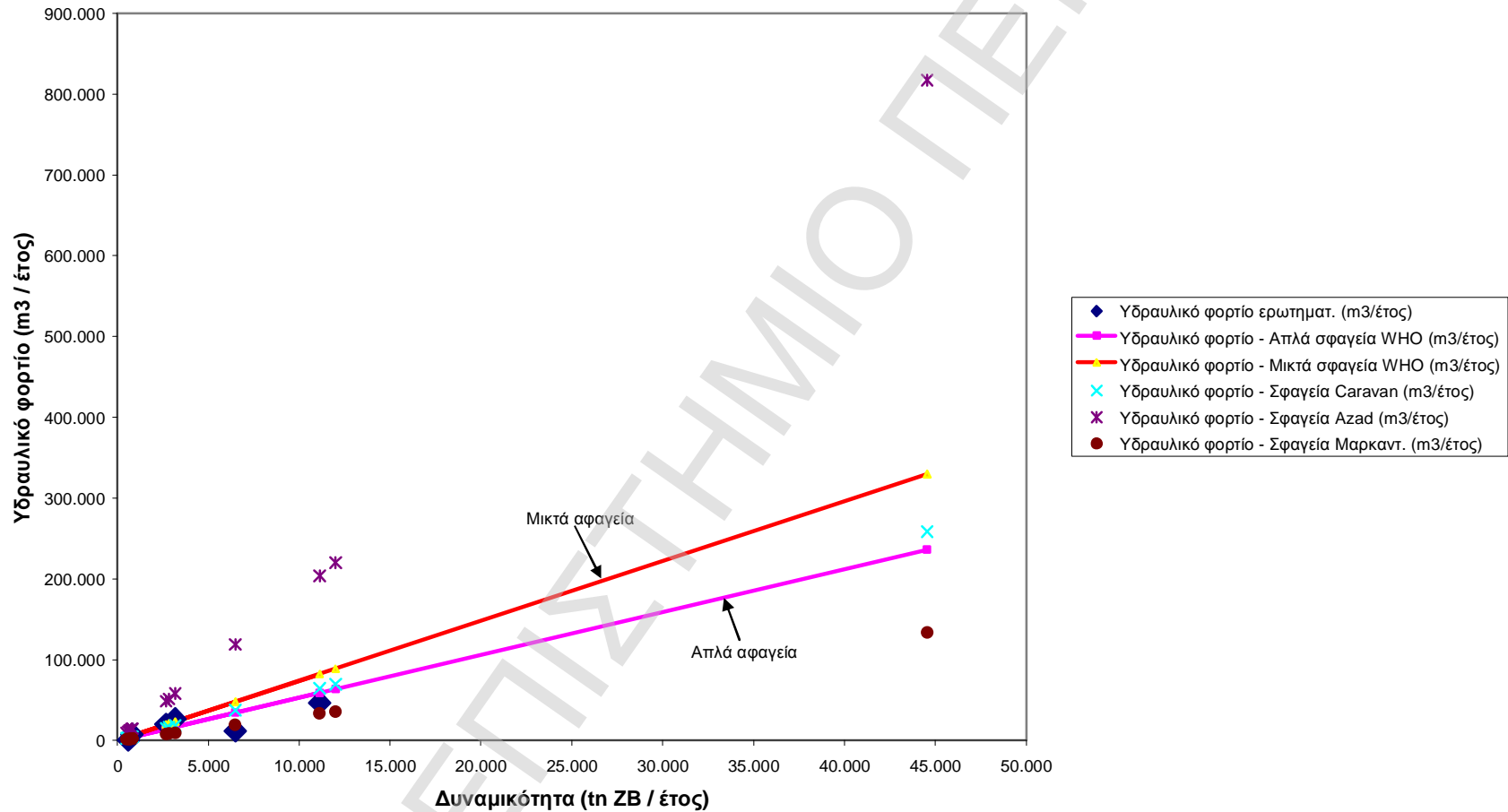
Όσον αφορά στο υδραυλικό φορτίο, σε μικρές δυναμικότητες τα Ελληνικά σφαγεία φαίνεται να ακολουθούν το συντελεστή που έδωσε ο WHO για τα μικτά σφαγεία, ενώ σε μεγάλες δυναμικότητες υπάρχει μία τάση να ακολουθήσουν τον συντελεστή που δίνεται από τον Azad (βλέπε Σχήμα 5.1). Το τελευταίο συμπέρασμα συνδέεται με μεγάλη αβεβαιότητα (δεδομένου ότι υπολογίζεται με μία τιμή του ερωτηματολογίου), αλλά ίσως να είναι ενδεικτικό του γεγονότος ότι η μη ορθολογική χρήση του νερού στα μεγάλα σφαγεία μπορεί να δημιουργήσει τεράστιο όγκο αποβλήτων. Στο Σχήμα 5.2 επίσης φαίνεται ότι υπάρχουν σφαγεία που παράγουν μεγαλύτερο όγκο αποβλήτων από τα όρια τιμών που δίνει το IPPC.

Για το φορτίο των αιωρούμενων στερεών από τα ερωτηματολόγια έχουμε πολύ λίγες απαντήσεις, αλλά παρόλα αυτά οι συντελεστές του WHO και του FAO για τα μικτά σφαγεία φαίνεται να είναι ικανοποιητικοί για τις Ελληνικές συνθήκες (βλέπε Σχήμα 5.6). Επίσης και οι συντελεστές του IPPC και του Λέκκα φαίνεται να είναι ικανοποιητικοί, αλλά και πάλι η αβεβαιότητα είναι πολύ μεγάλη λόγω των ελάχιστων τιμών που έχουμε από τα σφαγεία (Σχήμα 5.7).

Πίνακα 5.27: Σύγκριση τιμών υδραυλικών φορτίων υγρών αποβλήτων από τη βιβλιογραφία με τις τιμές των ερωτηματολογίων.

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Υδραυλικό φορτίο ερωτηματολογίων (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Απλά σφαγεία WHO (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Μικτά σφαγεία WHO (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Σφαγεία Caravan (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Σφαγεία Azad (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Σφαγεία Μαρκαντ. (m ³ /έτος)
S08							
S09	44.550		236.115	329.670	258.390	817.047	133.650
S14	12.000		63.600	88.800	69.600	220.080	36.000
S20	3.168	26.840	16.790	23.443	18.374	58.101	9.504
S24	600	500	3.180	4.440	3.480	11.004	1.800
S27							
S35	750		3.975	5.550	4.350	13.755	2.250
S37							
S38							
S44							
S48	800		4.240	5.920	4.640	14.672	2.400
S58	2.667	20.000	14.133	19.733	15.467	48.907	8.000
S61	800		4.240	5.920	4.640	14.672	2.400
S64							
S65	675		3.578	4.995	3.915	12.380	2.025
S68	11.119	233.200	58.933	82.284	64.493	203.930	33.358
S76	800	7.500	4.240	5.920	4.640	14.672	2.400
S81	650		3.445	4.810	3.770	11.921	1.950
S83							
S90	800		4.240	5.920	4.640	14.672	2.400
S92	6.480	12.000	34.344	47.952	37.584	118.843	19.440
S98	2.820		14.946	20.868	16.356	51.719	8.460
S104	490		2.595	3.623	2.840	8.979	1.469

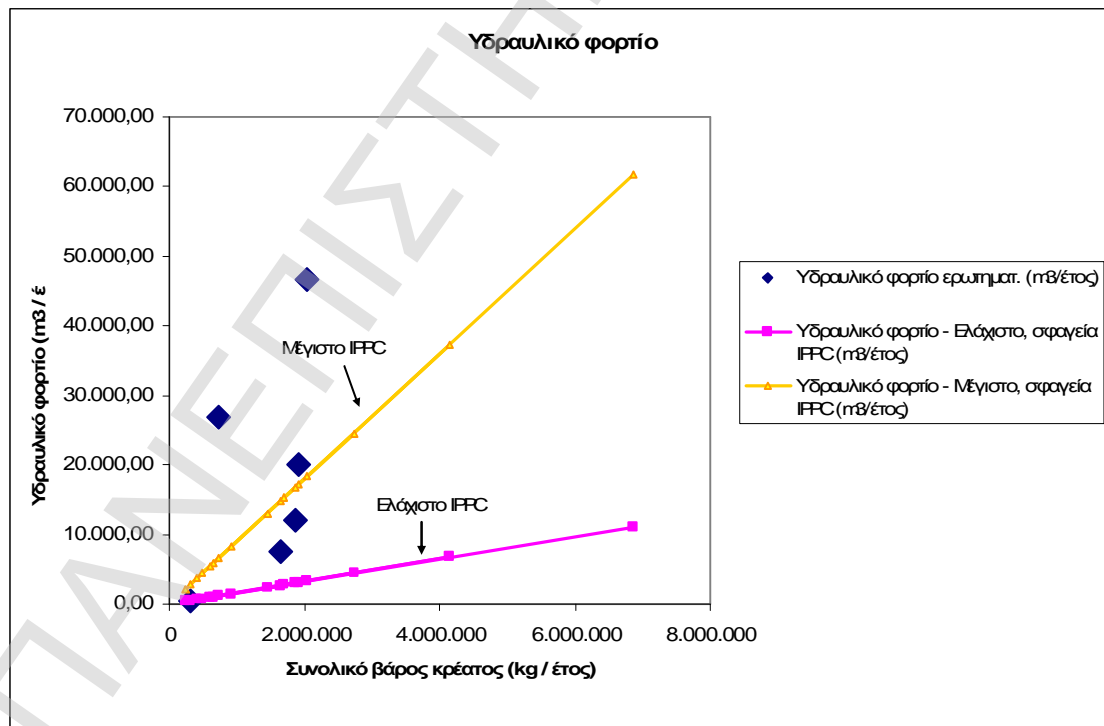
Υδραυλικό φορτίο πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.1: Υδραυλικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.28: Σύγκριση τιμών υδραυλικών φορτίων υγρών αποβλήτων από τη βιβλιογραφία με τις τιμές των ερωτηματολογίων.

Κωδικός	Συνολικό βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Υδραυλικό φορτίο ερωτηματολογίου (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Ελάχιστο, σφαγεία IPPC (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Μέγιστο, σφαγεία IPPC (m ³ /έτος)
S08	649.186		1.054	5.843
S09				
S14	6.862.000		11.137	61.758
S20	735.000	26.840	1.193	6.615
S24	316.500	500	514	2.849
S27				
S35	1.444.400		2.344	13.000
S37				
S38	917.960		1.490	8.262
S44				
S48				
S58	1.923.700	20.000	3.122	17.313
S61	600.000		974	5.400
S64	490.000		795	4.410
S65	240.000		390	2.160
S68	2.029.896	233.200	3.295	18.269
S76	1.658.000	7.500	2.691	14.922
S81	421.476		684	3.793
S83	4.142.940		6.724	37.286
S90	1.700.000		2.759	15.300
S92	1.860.000	12.000	3.019	16.740
S98	2.735.000		4.439	24.615
S104				



Σχήμα 5.2: Υδραυλικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.29: Σύγκριση τιμών ρυπαντικών φορτίων υγρών αποβλήτων από τη βιβλιογραφία με τις τιμές των ερωτηματολογίων.

Παράμετρος (mg / l)	Ερωτηματολόγια	Azad, 1976	Μαρκαντωνάτος, 1990	UNEP	USA – EPA, 1999	Fabiano et al, 1995
BOD	500 – 8.910	650 – 2.200	ΧΣΑ: 1.660 – 2.500 ΜΣΑ: 1.000 – 1.500	Σφ. Χοίρων: 1.250 Σφ. Βοοειδών: 2.000	1.126	500 – 2.500
COD	1.400 – 13.380			Σφ. Χοίρων: 2.500 Σφ. Βοοειδών: 4.000 Σφ. Μικτό: 1.000 – 3.000		700 – 3.200
SS	600 – 2.156	930 – 3.000	ΧΣΑ: 1.330 – 2.000 ΜΣΑ: 1.160 – 1.750	Σφ. Χοίρων: 700 Σφ. Βοοειδών: 1.600 Σφ. Μικτό: 400 – 800	1.051	200 – 2.000
Ολικό άζωτο	120 - 255			Σφ. Χοίρων: 150 Σφ. Βοοειδών: 180 Σφ. Μικτό: < 300	128 (άζωτο κατά Kjeldahl)	
Ολικός φώσφορος	10 - 125			Σφ. Χοίρων: 25 Σφ. Βοοειδών: 27 Σφ. Μικτό: < 10	9	
Λίπη	350 - 390	20 – 1.000	ΧΣΑ: 660 – 1.000 ΜΣΑ: 330 – 500	Σφ. Χοίρων: 150 Σφ. Βοοειδών: 270 Σφ. Μικτό: < 350	394	

ΧΣΑ: χωρίς ξεχωριστή συλλογή του αίματος

ΜΣΑ: με συλλογή του αίματος και ξεχωριστή επεξεργασία

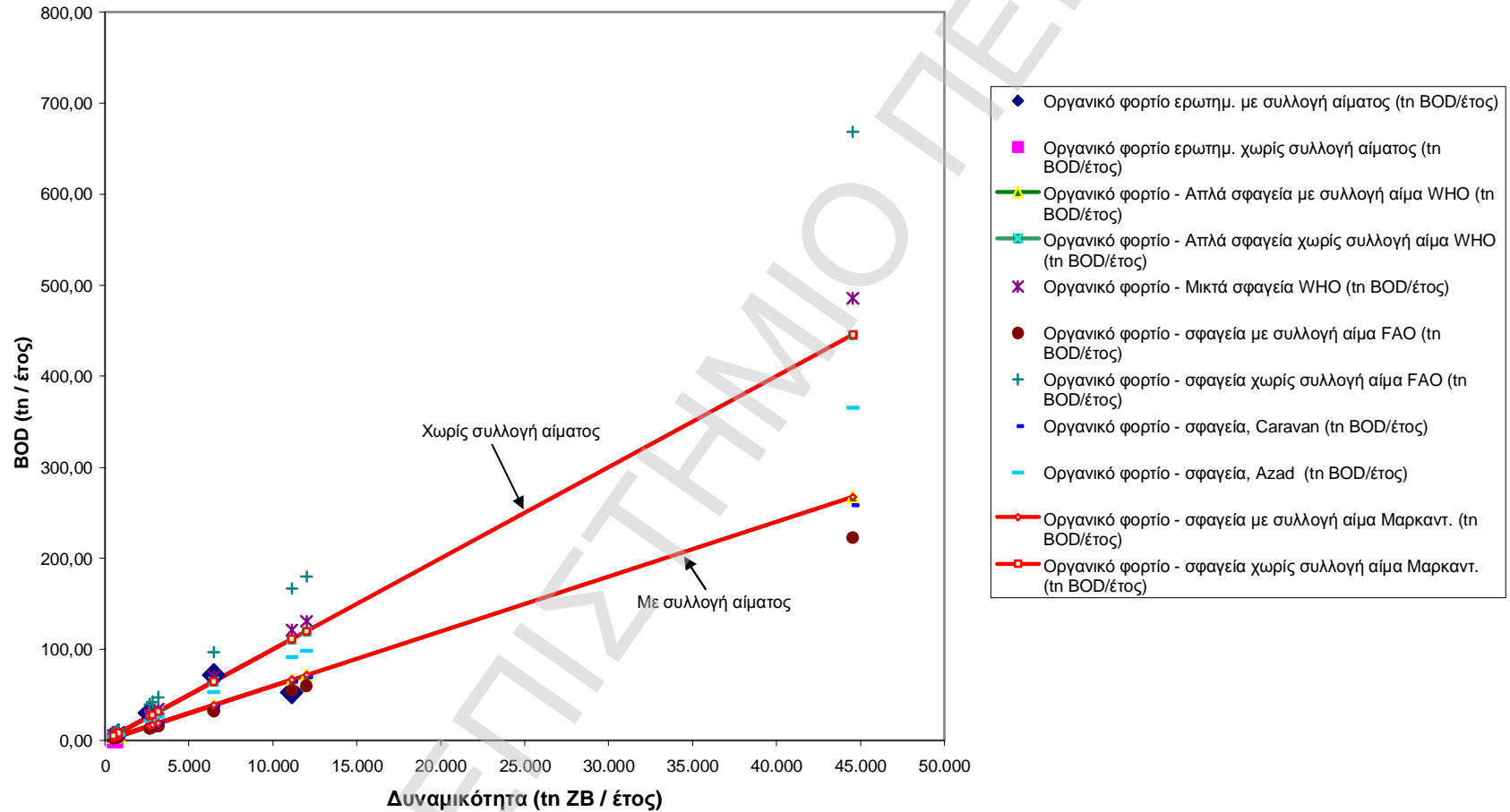
Ολικό άζωτο είναι το άθροισμα του αζώτου κατά Kjeldahl, του νιτρικού αζώτου και του νιτρώδους αζώτου.

Σημείωση: οι τιμές προέρχονται από βιβλιογραφία που συγκεντρώθηκε στο Κεφάλαιο 3 και στο Παράρτημα Ι: Πίνακας 3.19 (Azad, 1976), Πίνακας Ι.25 (Μαρκαντωνάτος, 1990), Πίνακας Ι.32 (UNEP), Πίνακας Ι.36 (USA – EPA, 1999), Πίνακας Ι.22 (Fabiano et al, 1995). Κάποιες τιμές είναι μέσες τιμές των παραμέτρων και άλλες εκφράζουν εύρος τιμών.

Πίνακα 5.30: Σύγκριση τιμών BOD ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Οργανικό φορτίο ερωτημ. με συλλογή αίματος (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο ερωτημ. χωρίς συλλογή αίματος (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Απλά σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα WHO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μικτά σφαγεία WHO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - σφαγεία με συλλογή αίμα FAO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα FAO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - σφαγεία, Caravan (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - σφαγεία, Azad (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - σφαγεία με συλλογή αίμα Μαρκαντ. (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα Μαρκαντ. (tn BOD/έτος)
S08												
S09	44.550,00			267,30	445,50	485,60	222,75	668,25	258,39	365,31	267,30	445,50
S14	12.000,00			72,00	120,00	130,80	60,00	180,00	69,60	98,40	72,00	120,00
S20	3.168,00			19,01	31,68	34,53	15,84	47,52	18,37	25,98	19,01	31,68
S24	600,00		0,25	3,60	6,00	6,54	3,00	9,00	3,48	4,92	3,60	6,00
S27												
S35	750,00			4,50	7,50	8,18	3,75	11,25	4,35	6,15	4,50	7,50
S37												
S38												
S44												
S48	800,00			4,80	8,00	8,72	4,00	12,00	4,64	6,56	4,80	8,00
S58	2.666,67	30,00		16,00	26,67	29,07	13,33	40,00	15,47	21,87	16,00	26,67
S61	800,00			4,80	8,00	8,72	4,00	12,00	4,64	6,56	4,80	8,00
S64												
S65	675,00			4,05	6,75	7,36	3,38	10,13	3,92	5,54	4,05	6,75
S68	11.119,40	264,22		66,72	111,19	121,20	55,60	166,79	64,49	91,18	66,72	111,19
S76	800,00			4,80	8,00	8,72	4,00	12,00	4,64	6,56	4,80	8,00
S81	650,00			3,90	6,50	7,09	3,25	9,75	3,77	5,33	3,90	6,50
S83												
S90	800,00			4,80	8,00	8,72	4,00	12,00	4,64	6,56	4,80	8,00
S92	6.480,00	72,00		38,88	64,80	70,63	32,40	97,20	37,58	53,14	38,88	64,80
S98	2.820,00			16,92	28,20	30,74	14,10	42,30	16,36	23,12	16,92	28,20
S104	489,60			2,94	4,90	5,34	2,45	7,34	2,84	4,01	2,94	4,90

Οργανικό φορτίο πριν την επεξεργασία

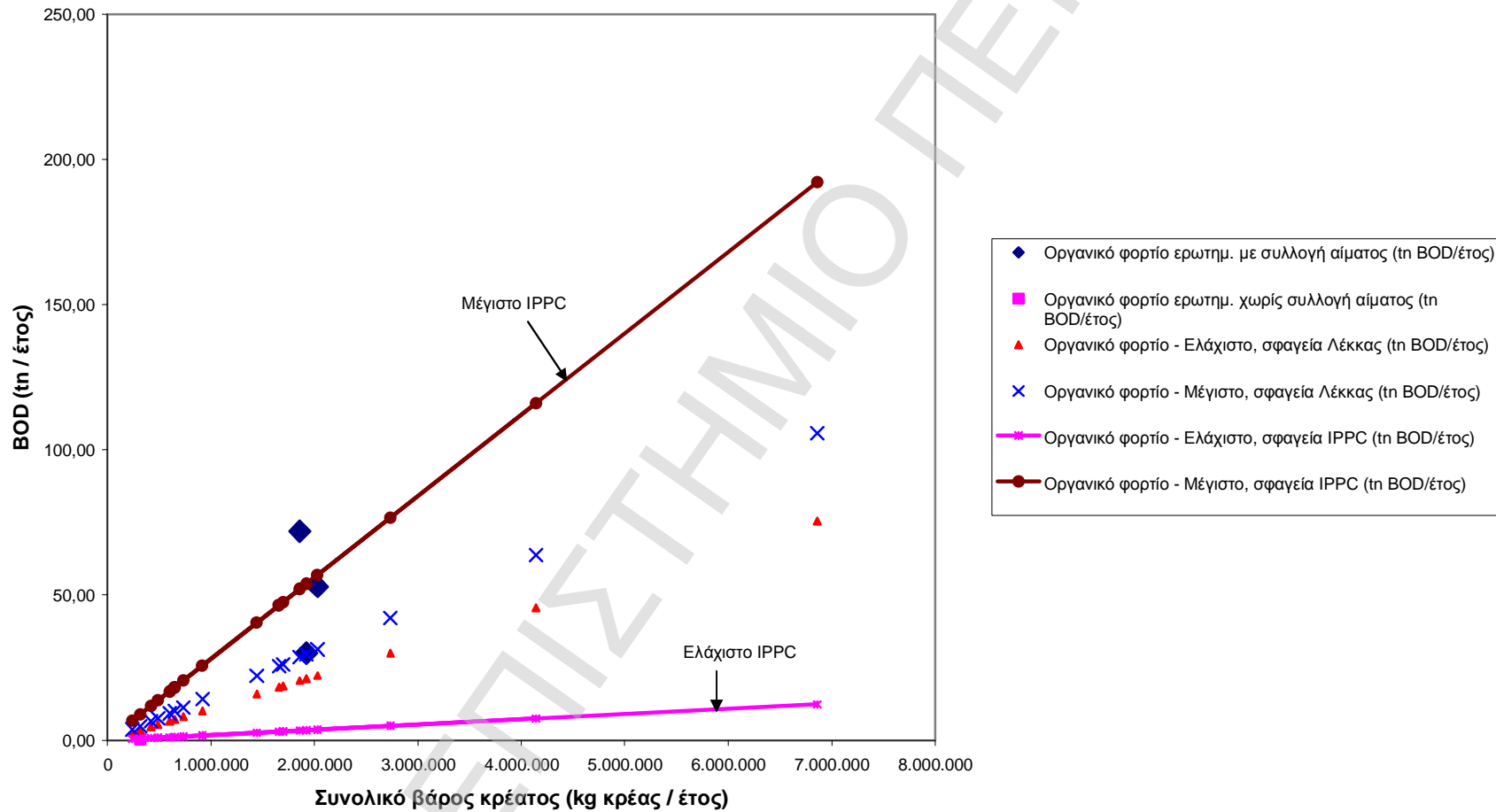


Σχήμα 5.3: Οργανικό φορτίο BOD πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.31: Σύγκριση τιμών BOD ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Συνολικό βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Οργανικό φορτίο ερωτημ. με συλλογή αίματος (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο ερωτημ. χωρίς συλλογή αίματος (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, σφαγεία Λέκκας (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, σφαγεία Λέκκας (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, σφαγεία IPPC (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, σφαγεία IPPC (tn BOD/έτος)
S08	649.186			7,14	10,00	1,17	18,18
S09				0,00	0,00	0,00	0,00
S14	6.862.000			75,48	105,67	12,35	192,14
S20	735.000			8,09	11,32	1,32	20,58
S24	316.500		0,25	3,48	4,87	0,57	8,86
S27				0,00	0,00	0,00	0,00
S35	1.444.400			15,89	22,24	2,60	40,44
S37				0,00	0,00	0,00	0,00
S38	917.960			10,10	14,14	1,65	25,70
S44				0,00	0,00	0,00	0,00
S48				0,00	0,00	0,00	0,00
S58	1.923.700	30,00		21,16	29,62	3,46	53,86
S61	600.000			6,60	9,24	1,08	16,80
S64	490.000			5,39	7,55	0,88	13,72
S65	240.000			2,64	3,70	0,43	6,72
S68	2.029.896	264,22		22,33	31,26	3,65	56,84
S76	1.658.000			18,24	25,53	2,98	46,42
S81	421.476			4,64	6,49	0,76	11,80
S83	4.142.940			45,57	63,80	7,46	116,00
S90	1.700.000			18,70	26,18	3,06	47,60
S92	1.860.000	72,00		20,46	28,64	3,35	52,08
S98	2.735.000			30,09	42,12	4,92	76,58
S104				0,00	0,00	0,00	0,00

Οργανικό φορτίο πριν την επεξεργασία

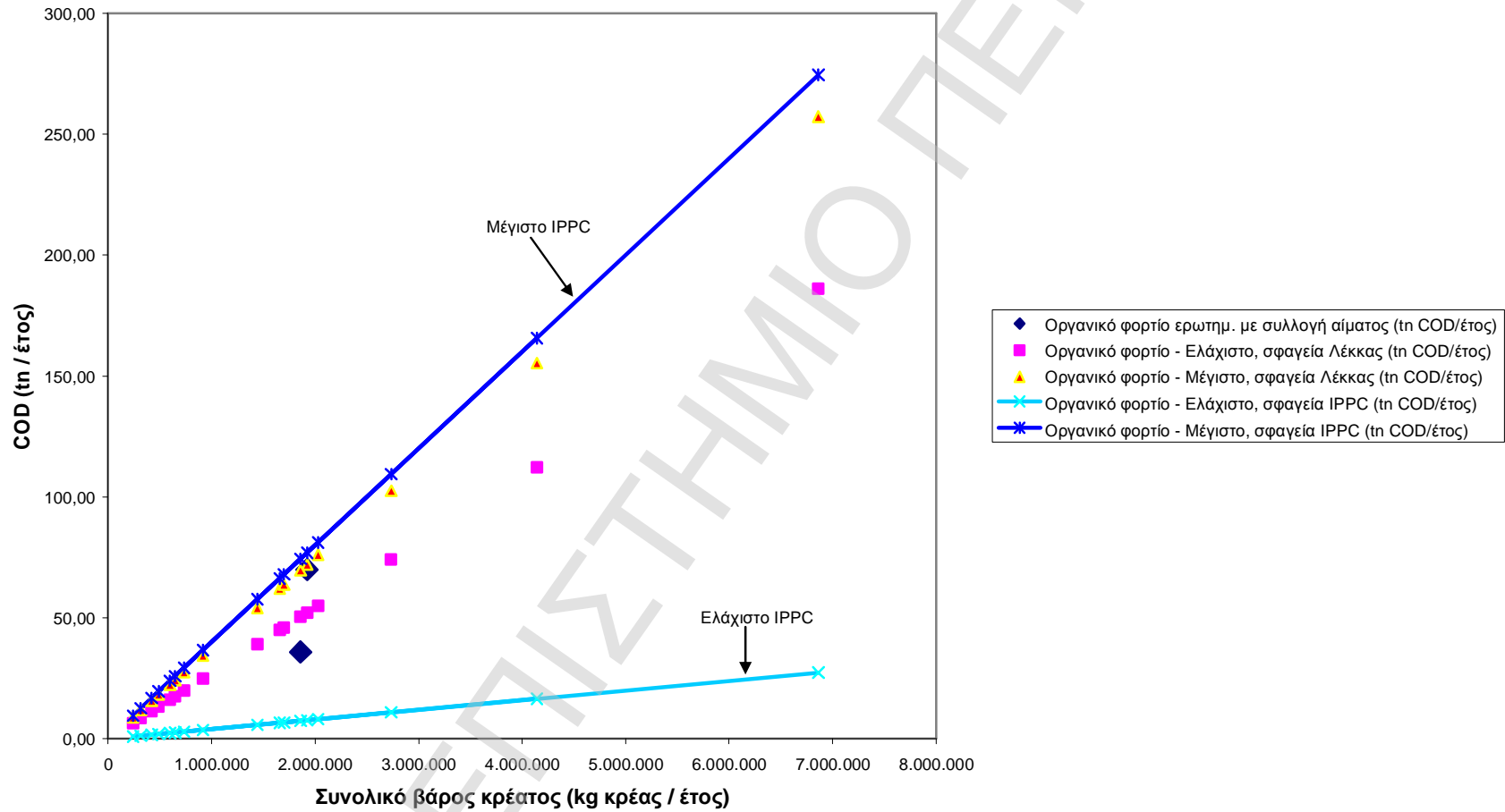


Σχήμα 5.4: Οργανικό φορτίο BOD πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.32: Σύγκριση τιμών COD ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Συνολικό βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Οργανικό φορτίο ερωτημ. με συλλογή αίματος (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, σφαγεία Λέκκας (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, σφαγεία Λέκκας (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, σφαγεία IPPC (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, σφαγεία IPPC (tn COD/έτος)
S08	649.186		17,59	24,34	2,60	25,97
S09						
S14	6.862.000		185,96	257,33	27,45	274,48
S20	735.000		19,92	27,56	2,94	29,40
S24	316.500		8,58	11,87	1,27	12,66
S27						
S35	1.444.400		39,14	54,17	5,78	57,78
S37						
S38	917.960		24,88	34,42	3,67	36,72
S44						
S48						
S58	1.923.700	70,00	52,13	72,14	7,69	76,95
S61	600.000		16,26	22,50	2,40	24,00
S64	490.000		13,28	18,38	1,96	19,60
S65	240.000		6,50	9,00	0,96	9,60
S68	2.029.896		55,01	76,12	8,12	81,20
S76	1.658.000		44,93	62,18	6,63	66,32
S81	421.476		11,42	15,81	1,69	16,86
S83	4.142.940		112,27	155,36	16,57	165,72
S90	1.700.000		46,07	63,75	6,80	68,00
S92	1.860.000	36,00	50,41	69,75	7,44	74,40
S98	2.735.000		74,12	102,56	10,94	109,40
S104						

Οργανικό φορτίο πριν την επεξεργασία

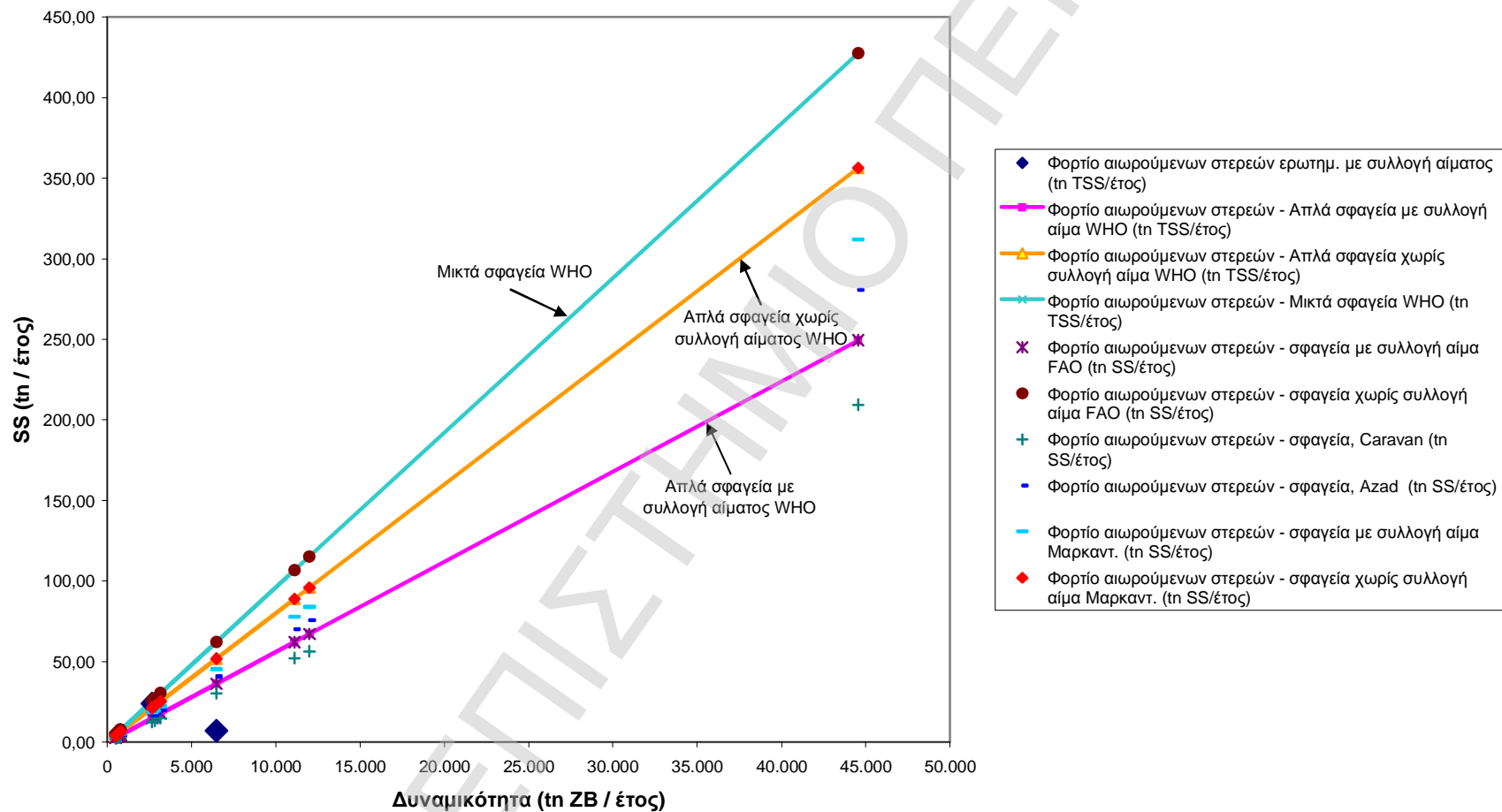


Σχήμα 5.5: Οργανικό φορτίο COD πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.33: Σύγκριση τιμών φορτίων αιωρούμενων στερεών ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών ερωτημ. με συλλογή αίματος (tn TSS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Απλά σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα WHO (tn TSS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Μικτά σφαγεία WHO (tn TSS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - σφαγεία με συλλογή αίμα FAO (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα FAO (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - σφαγεία, Caravan (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - σφαγεία, Azad (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - σφαγεία με συλλογή αίμα Μαρκαντ. (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα Μαρκαντ. (tn SS/έτος)
S08											
S09	44.550,00		249,48	356,40	427,68	249,48	427,68	209,39	280,67	311,85	356,40
S14	12.000,00		67,20	96,00	115,20	67,20	115,20	56,40	75,60	84,00	96,00
S20	3.168,00		17,74	25,34	30,41	17,74	30,41	14,89	19,96	22,18	25,34
S24	600,00		3,36	4,80	5,76	3,36	5,76	2,82	3,78	4,20	4,80
S27											
S35	750,00		4,20	6,00	7,20	4,20	7,20	3,53	4,73	5,25	6,00
S37											
S38											
S44											
S48	800,00		4,48	6,40	7,68	4,48	7,68	3,76	5,04	5,60	6,40
S58	2.666,67	24,00	14,93	21,33	25,60	14,93	25,60	12,53	16,80	18,67	21,33
S61	800,00		4,48	6,40	7,68	4,48	7,68	3,76	5,04	5,60	6,40
S64											
S65	675,00		3,78	5,40	6,48	3,78	6,48	3,17	4,25	4,73	5,40
S68	11.119,40		62,27	88,96	106,75	62,27	106,75	52,26	70,05	77,84	88,96
S76	800,00		4,48	6,40	7,68	4,48	7,68	3,76	5,04	5,60	6,40
S81	650,00		3,64	5,20	6,24	3,64	6,24	3,06	4,10	4,55	5,20
S83											
S90	800,00		4,48	6,40	7,68	4,48	7,68	3,76	5,04	5,60	6,40
S92	6.480,00	7,20	36,29	51,84	62,21	36,29	62,21	30,46	40,82	45,36	51,84
S98	2.820,00		15,79	22,56	27,07	15,79	27,07	13,25	17,77	19,74	22,56
S104	489,60		2,74	3,92	4,70	2,74	4,70	2,30	3,08	3,43	3,92

Φορτίο αιωρούμενων στερεών πριν την επεξεργασία

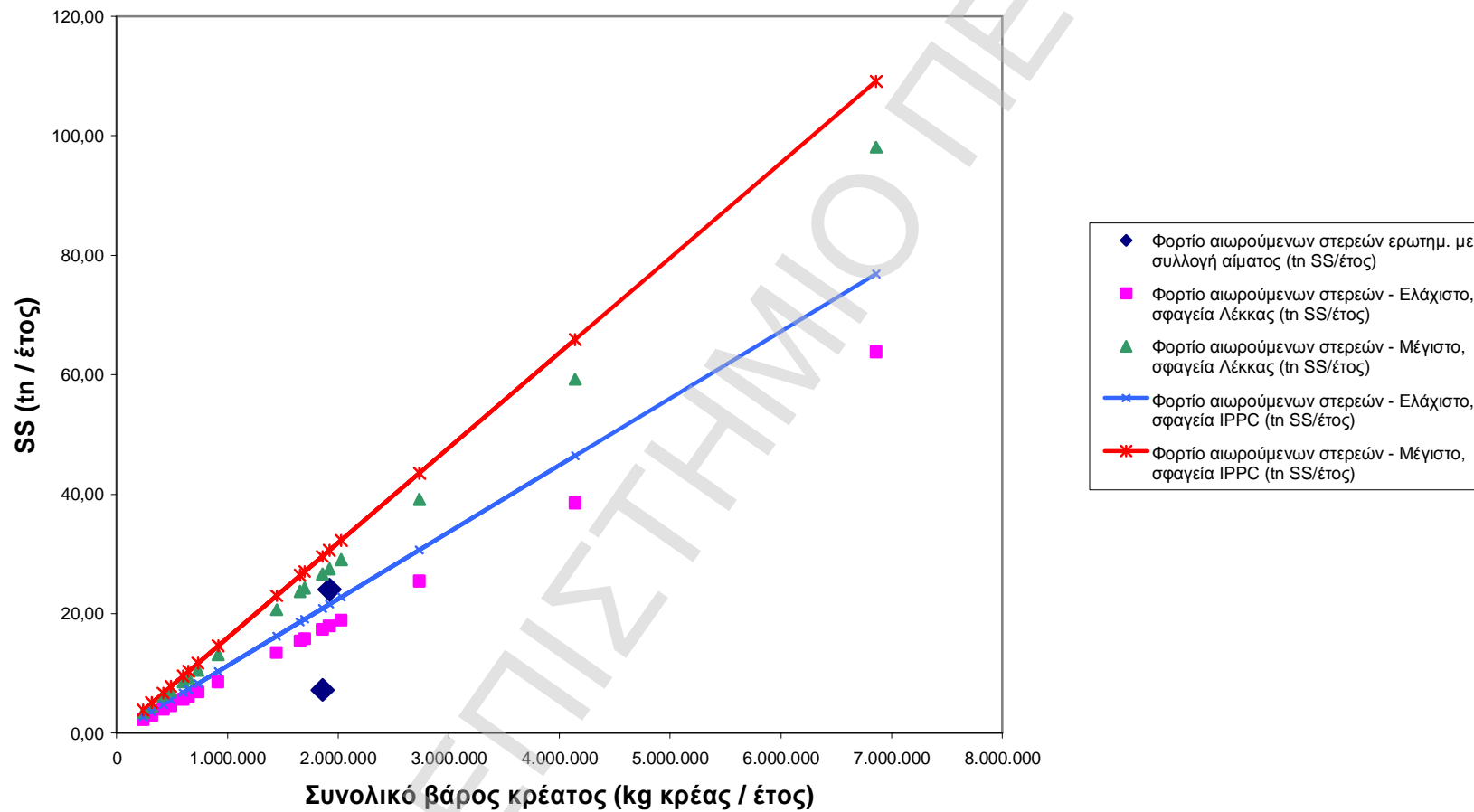


Σχήμα 5.6: Φορτίο SS πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.34: Σύγκριση τιμών φορτίων αιωρούμενων στερεών ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Συνολικό βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών ερωτημ. με συλλογή αίματος (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Ελάχιστο, σφαγεία Λέκκας (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Μέγιστο, σφαγεία Λέκκας (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Ελάχιστο, σφαγεία IPPC (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Μέγιστο, σφαγεία IPPC (tn SS/έτος)
S08	649.186		6,04	9,28	7,27	10,32
S09						
S14	6.862.000		63,82	98,13	76,85	109,11
S20	735.000		6,84	10,51	8,23	11,69
S24	316.500		2,94	4,53	3,54	5,03
S27						
S35	1.444.400		13,43	20,65	16,18	22,97
S37						
S38	917.960		8,54	13,13	10,28	14,60
S44						
S48						
S58	1.923.700	24,00	17,89	27,51	21,55	30,59
S61	600.000		5,58	8,58	6,72	9,54
S64	490.000		4,56	7,01	5,49	7,79
S65	240.000		2,23	3,43	2,69	3,82
S68	2.029.896		18,88	29,03	22,73	32,28
S76	1.658.000		15,42	23,71	18,57	26,36
S81	421.476		3,92	6,03	4,72	6,70
S83	4.142.940		38,53	59,24	46,40	65,87
S90	1.700.000		15,81	24,31	19,04	27,03
S92	1.860.000	7,20	17,30	26,60	20,83	29,57
S98	2.735.000		25,44	39,11	30,63	43,49
S104						

Φορτίο αιωρούμενων στερεών πριν την επεξεργασία

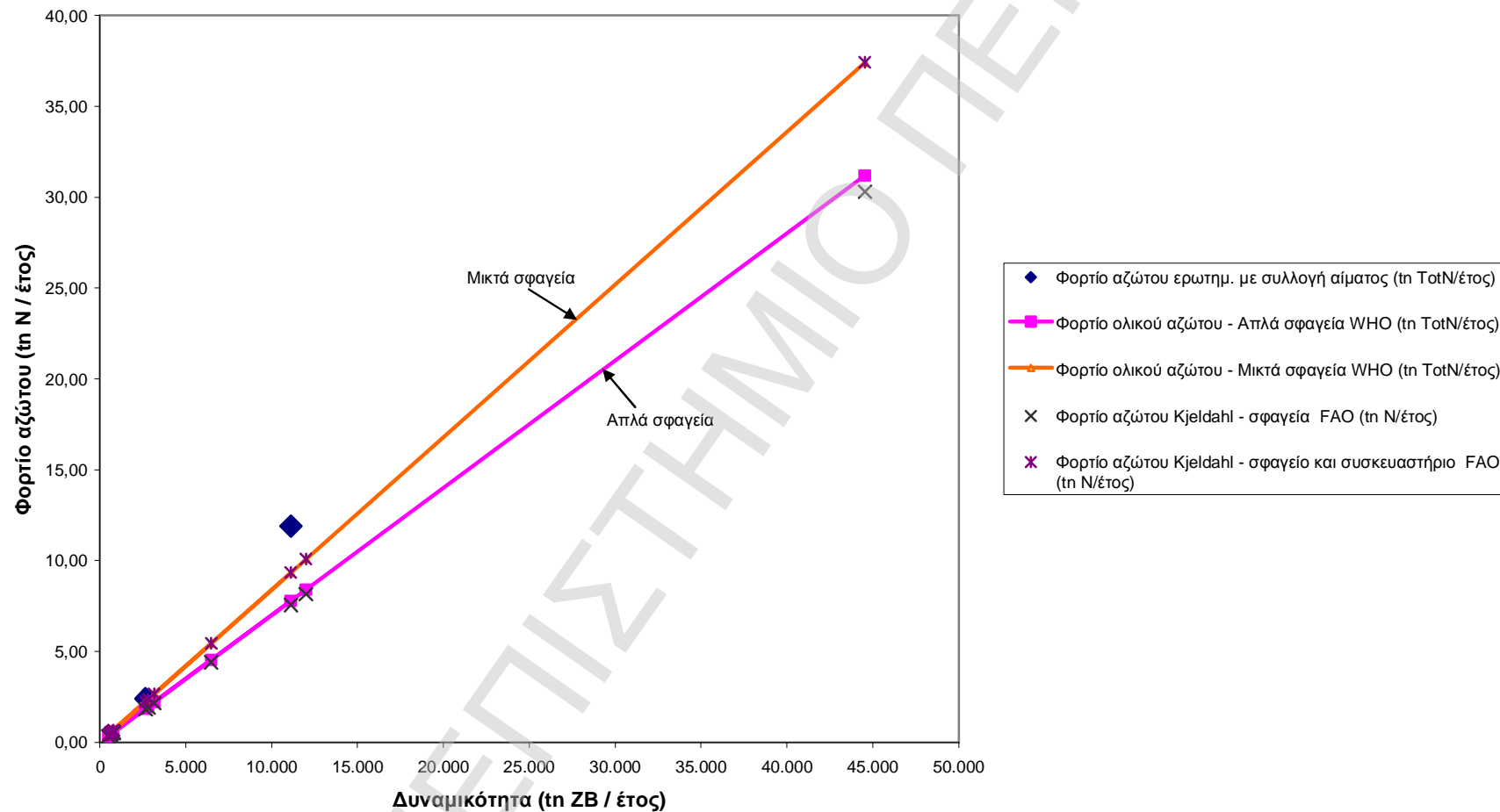


Σχήμα 5.7: Φορτίο SS πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.35: Σύγκριση τιμών φορτίων αζώτου ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Φορτίο αζώτου ερωτημ. με συλλογή αίματος (tn TotN/έτος)	Φορτίο ολικού αζώτου - Απλά σφαγεία WHO (tn TotN/έτος)	Φορτίο ολικού αζώτου - Μικτά σφαγεία WHO (tn TotN/έτος)	Φορτίο αζώτου Kjeldahl - σφαγεία FAO (tn N/έτος)	Φορτίο αζώτου Kjeldahl - σφαγείο και συσκευαστήριο FAO (tn N/έτος)
S08						
S09	44.550		31,19	37,42	30,29	37,42
S14	12.000		8,40	10,08	8,16	10,08
S20	3.168		2,22	2,66	2,15	2,66
S24	600		0,42	0,50	0,41	0,50
S27						
S35	750		0,53	0,63	0,51	0,63
S37						
S38						
S44						
S48	800		0,56	0,67	0,54	0,67
S58	2.667	2,40	1,87	2,24	1,81	2,24
S61	800		0,56	0,67	0,54	0,67
S64						
S65	675		0,47	0,57	0,46	0,57
S68	11.119	11,89	7,78	9,34	7,56	9,34
S76	800		0,56	0,67	0,54	0,67
S81	650		0,46	0,55	0,44	0,55
S83						
S90	800		0,56	0,67	0,54	0,67
S92	6.480		4,54	5,44	4,41	5,44
S98	2.820		1,97	2,37	1,92	2,37
S104	490		0,34	0,41	0,33	0,41

Φορτίο Αζώτου πριν την επεξεργασία

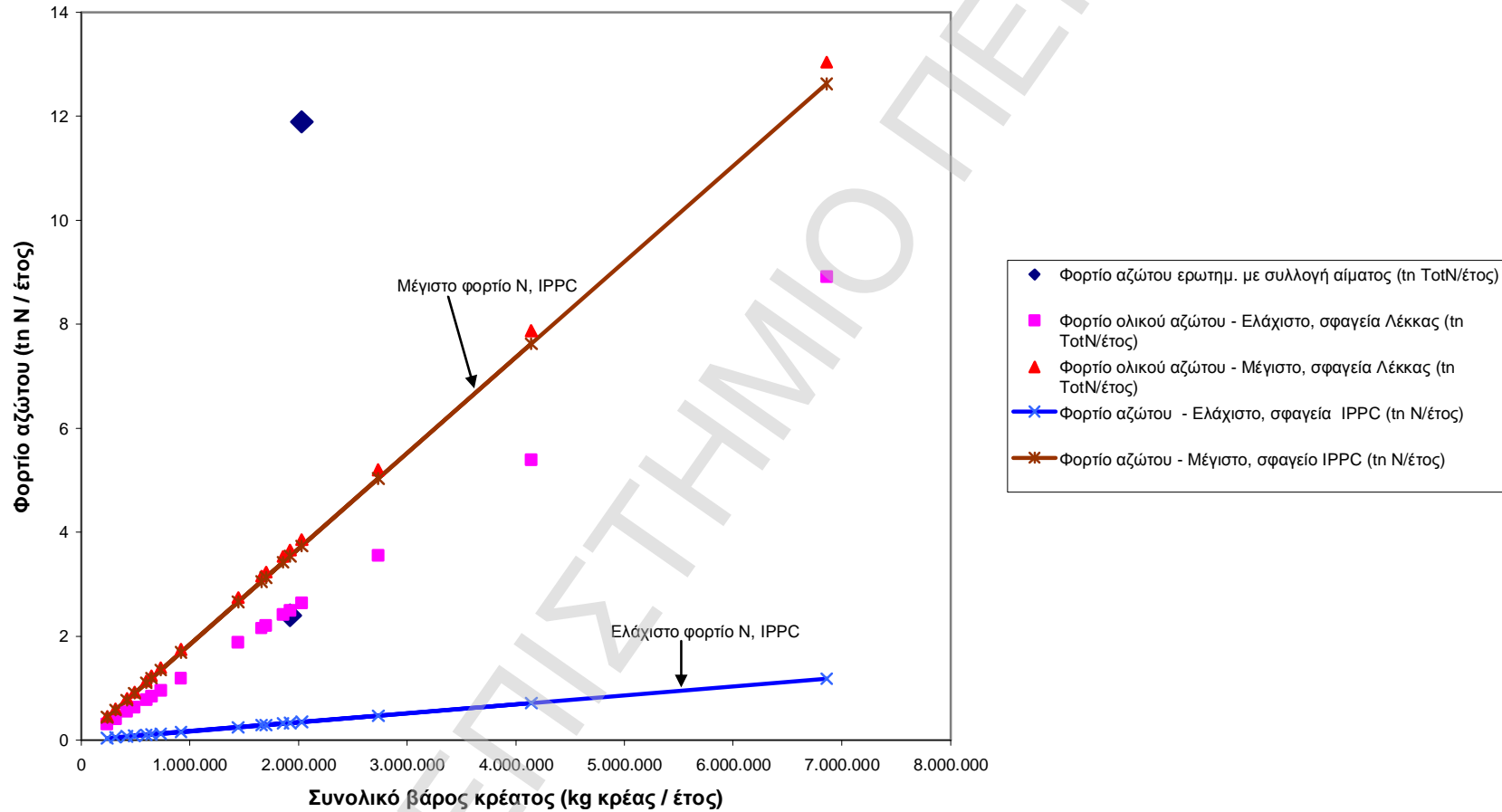


Σχήμα 5.8: Φορτίο N πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.36: Σύγκριση τιμών φορτίων αζώτου ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Συνολικό βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Φορτίο αζώτου ερωτημ. με σύλλογή αίματος (tn TotN/έτος)	Φορτίο ολικού αζώτου - Ελάχιστο, σφαγεία Λέκκας (tn TotN/έτος)	Φορτίο ολικού αζώτου - Μέγιστο, σφαγεία Λέκκας (tn TotN/έτος)	Φορτίο αζώτου - Ελάχιστο, σφαγεία IPPC (tn N/έτος)	Φορτίο αζώτου - Μέγιστο, σφαγείο IPPC (tn N/έτος)
S08	649.186		0,84	1,23	0,11	1,19
S09						
S14	6.862.000		8,92	13,04	1,18	12,63
S20	735.000		0,96	1,40	0,13	1,35
S24	316.500		0,41	0,60	0,05	0,58
S27						
S35	1.444.400		1,88	2,74	0,25	2,66
S37						
S38	917.960		1,19	1,74	0,16	1,69
S44						
S48						
S58	1.923.700	2,40	2,50	3,66	0,33	3,54
S61	600.000		0,78	1,14	0,10	1,10
S64	490.000		0,64	0,93	0,08	0,90
S65	240.000		0,31	0,46	0,04	0,44
S68	2.029.896	11,89	2,64	3,86	0,35	3,74
S76	1.658.000		2,16	3,15	0,29	3,05
S81	421.476		0,55	0,80	0,07	0,78
S83	4.142.940		5,39	7,87	0,71	7,62
S90	1.700.000		2,21	3,23	0,29	3,13
S92	1.860.000		2,42	3,53	0,32	3,42
S98	2.735.000		3,56	5,20	0,47	5,03
S104						

Φορτίο αζώτου πριν την επεξεργασία

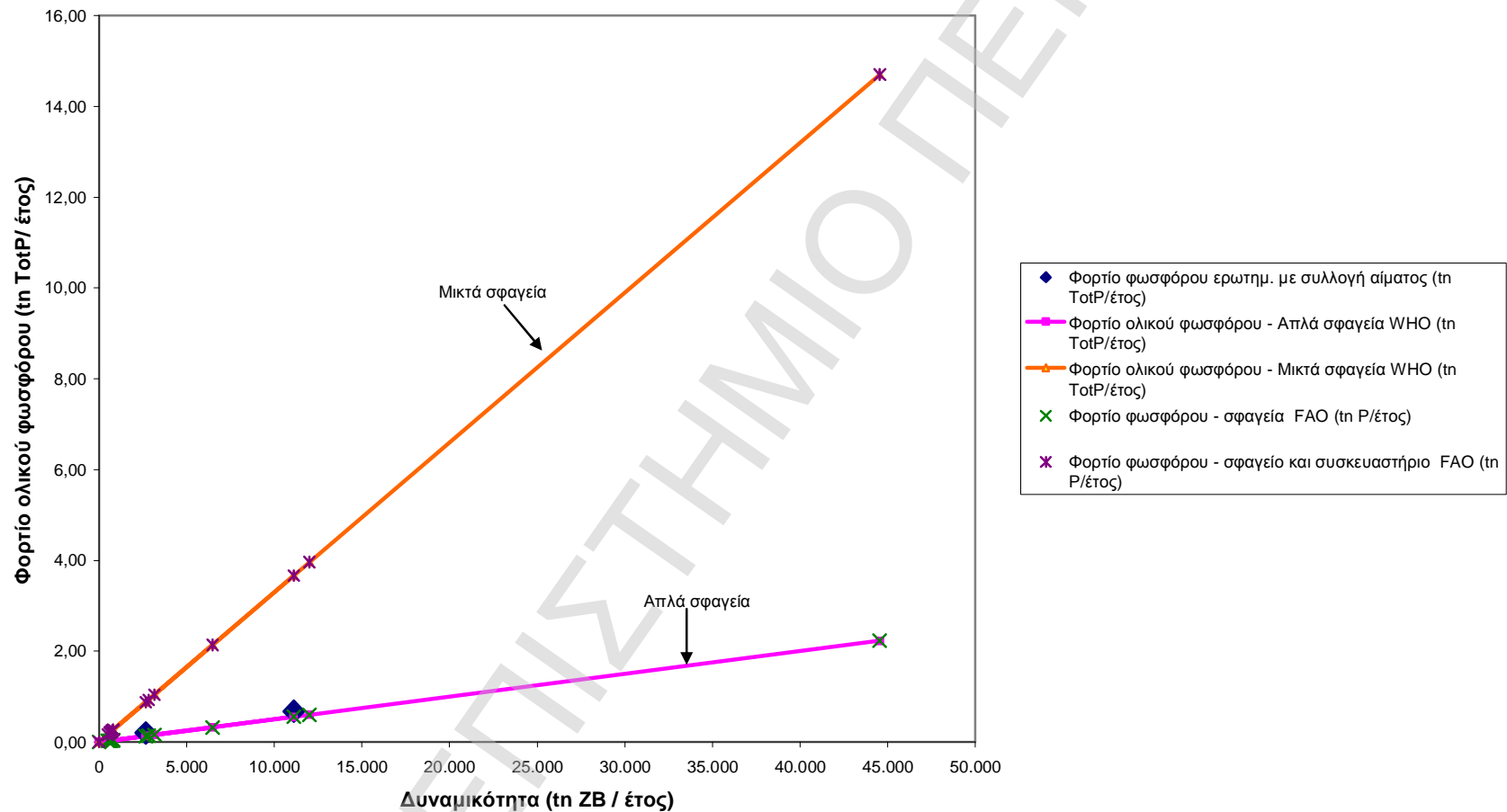


Σχήμα 5.9: Φορτίο N πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.37: Σύγκριση τιμών φορτίων ολικού φωσφόρου ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Φορτίο φωσφόρου ερωτηματολογίου με συλλογή αίματος (tn TotP/έτος)	Φορτίο ολικού φωσφόρου - Απλά σφαγεία WHO (tn TotP/έτος)	Φορτίο ολικού φωσφόρου - Μικτά σφαγεία WHO (tn TotP/έτος)	Φορτίο φωσφόρου - σφαγεία FAO (tn P/έτος)	Φορτίο φωσφόρου - σφαγείο και συσκευαστήριο FAO (tn P/έτος)
S08						
S09	44.550		2,23	14,70	2,23	14,70
S14	12.000		0,60	3,96	0,60	3,96
S20	3.168		0,16	1,05	0,16	1,05
S24	600		0,03	0,20	0,03	0,20
S27	0		0,00	0,00	0,00	0,00
S35	750		0,04	0,25	0,04	0,25
S37						
S38						
S44						
S48	800		0,04	0,26	0,04	0,26
S58	2.667	0,20	0,13	0,88	0,13	0,88
S61	800		0,04	0,26	0,04	0,26
S64						
S65	675		0,03	0,22	0,03	0,22
S68	11.119	0,68	0,56	3,67	0,56	3,67
S76	800		0,04	0,26	0,04	0,26
S81	650		0,03	0,21	0,03	0,21
S83						
S90	800		0,04	0,26	0,04	0,26
S92	6.480		0,32	2,14	0,32	2,14
S98	2.820		0,14	0,93	0,14	0,93
S104	490		0,02	0,16	0,02	0,16

Φορτίο ολικού φωσφόρου πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.10: Φορτίο P πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Με βάση το Σχήμα 5.8 μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι τιμές από την Ελληνική πραγματικότητα για το φορτίο του ολικού αζώτου των υγρών αποβλήτων σφαγείων πριν την επεξεργασία τους εκφράζεται καλύτερα από το συντελεστή του WHO για τα μικτά σφαγεία. Στο Σχήμα 5.9 (όπως και στο προηγούμενο του σχήμα) εμφανίζεται ένα σφαγείο να έχει τιμή ολικού αζώτου έξω από τα όρια του IPPC (ή να μην σχετίζεται καλά με τις άλλες τιμές). Το συγκεκριμένο σφαγείο λειτουργεί 55 ημέρες μόνο το έτος (για 8 ώρες) και παρόλο που έγινε προσπάθεια ισοδυναμίας του με σφαγείο που λειτουργεί για 1,6 ώρες και για 275 ημέρες το χρόνο, δεν καταφέραμε να μειώσουμε την τιμή του ολικού αζώτου που μας απάντησε στο ερωτηματολόγιο, σε συγκρίσιμα επίπεδα. Πιθανόν να υπάρχει κάποιος άλλος παράγοντας που αλλοιώνει το αποτέλεσμα και ο οποίος δεν μας είναι γνωστός ή όταν λειτουργεί τόσο λίγο ένα σφαγείο πιθανόν η χρήση μεγάλης ποσότητας απορρυπαντικών για τον καθαρισμό του ανάμεσα στις χρήσεις να διαφοροποιεί τις τιμές των μετρήσεων στα απόβλητα.

Οι τιμές των ερωτηματολογίων για το ολικό φώσφορο με βάση το Σχήμα 5.10 μπορεί να θεωρηθεί ότι ανταποκρίνονται στο συντελεστή για τα απλά σφαγεία. Ενώ στο Σχήμα 5.11 η μία τιμή από το ερωτηματολόγιο φαίνεται εκτός ορίων που δίνει το IPPC. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ασυμφωνία μεταξύ της δυναμικότητας των αδειοδοτήσεων και των ζώων που πραγματικά σφάζονται στις βιομηχανίες.

Στα Σχήματα 5.12 και 5.13 φαίνεται οι τιμές των λιπών και ελαίων από τα ερωτηματολόγια να είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με αυτές που υπολογίζονται από τους συντελεστές και πλησιάζουν περισσότερο στις τιμές που προκύπτουν από τους συντελεστές για τα απλά σφαγεία με συλλογή αίματος, αν και μία τιμή μοιάζει να είναι μικρότερη από τις προβλεπόμενες.

Πτηνοσφαγεία

Εργαζόμενοι με ανάλογο τρόπο στα πτηνοσφαγεία όπως στα σφαγεία έχουμε μια σύγκριση των τιμών που δίνουν τα πτηνοσφαγεία μέσω των ερωτηματολογίων με τις τιμές που προκύπτουν από τους υπολογισμούς με τη χρήση συντελεστών.

Για το υδραυλικό φορτίο παρατηρούμε ότι οι τιμές από τα Ελληνικά πτηνοσφαγεία είναι μικρότερες από αυτές που προβλέπει ο WHO για τα πτηνοσφαγεία με ελεγχόμενη ροή νερού (βλέπε Σχήμα 5.14), είναι όμως μέσα στα όρια που προβλέπει το IPPC. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην σωστή χρήση του νερού στα Ελληνικά πτηνοσφαγεία. Πιθανόν τα σύγχρονα πτηνοσφαγεία στην Ελλάδα και για δική τους οικονομία να εφαρμόζουν Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές σε ότι αφορά την κατανάλωση νερού.

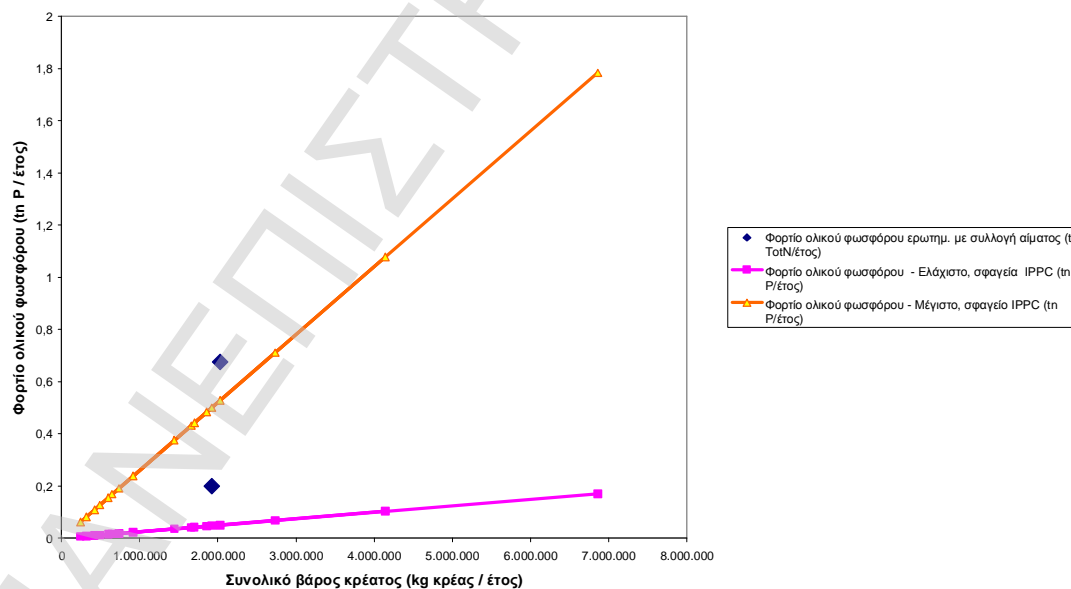
Όσον αφορά στο οργανικό φορτίο οι τιμές από τα Ελληνικά πτηνοσφαγεία είναι εντός των ορίων του IPPC (Σχήμα 5.17), αλλά και οι συντελεστές του WHO και του Μαρκαντωνάτου πλησιάζουν τις τιμές των ερωτηματολογίων, αν και παρατηρείται μια μικρή απόκλιση (Σχήμα 5.16).

Επίσης και το οργανικό φορτίο COD που προκύπτει από τις απαντήσεις των πτηνοσφαγείων στα ερωτηματολόγια είναι εντός των τιμών που δίνει το IPPC (Σχήμα 5.18).

Πίνακα 5.38: Σύγκριση τιμών φορτίων ολικού φωσφόρου ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Συνολικό βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Φορτίο ολικού φωσφόρου ερωτηματολογίου με συλλογή αίματος (tn TotN/έτος)	Φορτίο ολικού φωσφόρου - Ελάχιστο, σφαγεία IPPC (tn P/έτος)	Φορτίο ολικού φωσφόρου - Μέγιστο, σφαγείο IPPC (tn P/έτος)
S08	649.186		0,02	0,17
S09				
S14	6.862.000		0,17	1,78
S20	735.000		0,02	0,19
S24	316.500		0,01	0,08
S27				
S35	1.444.400		0,04	0,38
S37				
S38	917.960		0,02	0,24
S44				
S48				
S58	1.923.700	0,20	0,05	0,50
S61	600.000		0,01	0,16
S64	490.000		0,01	0,13
S65	240.000		0,01	0,06
S68	2.029.896	0,68	0,05	0,53
S76	1.658.000		0,04	0,43
S81	421.476		0,01	0,11
S83	4.142.940		0,10	1,08
S90	1.700.000		0,04	0,44
S92	1.860.000		0,05	0,48
S98	2.735.000		0,07	0,71
S104				

Φορτίο ολικού φωσφόρου πριν την επεξεργασία

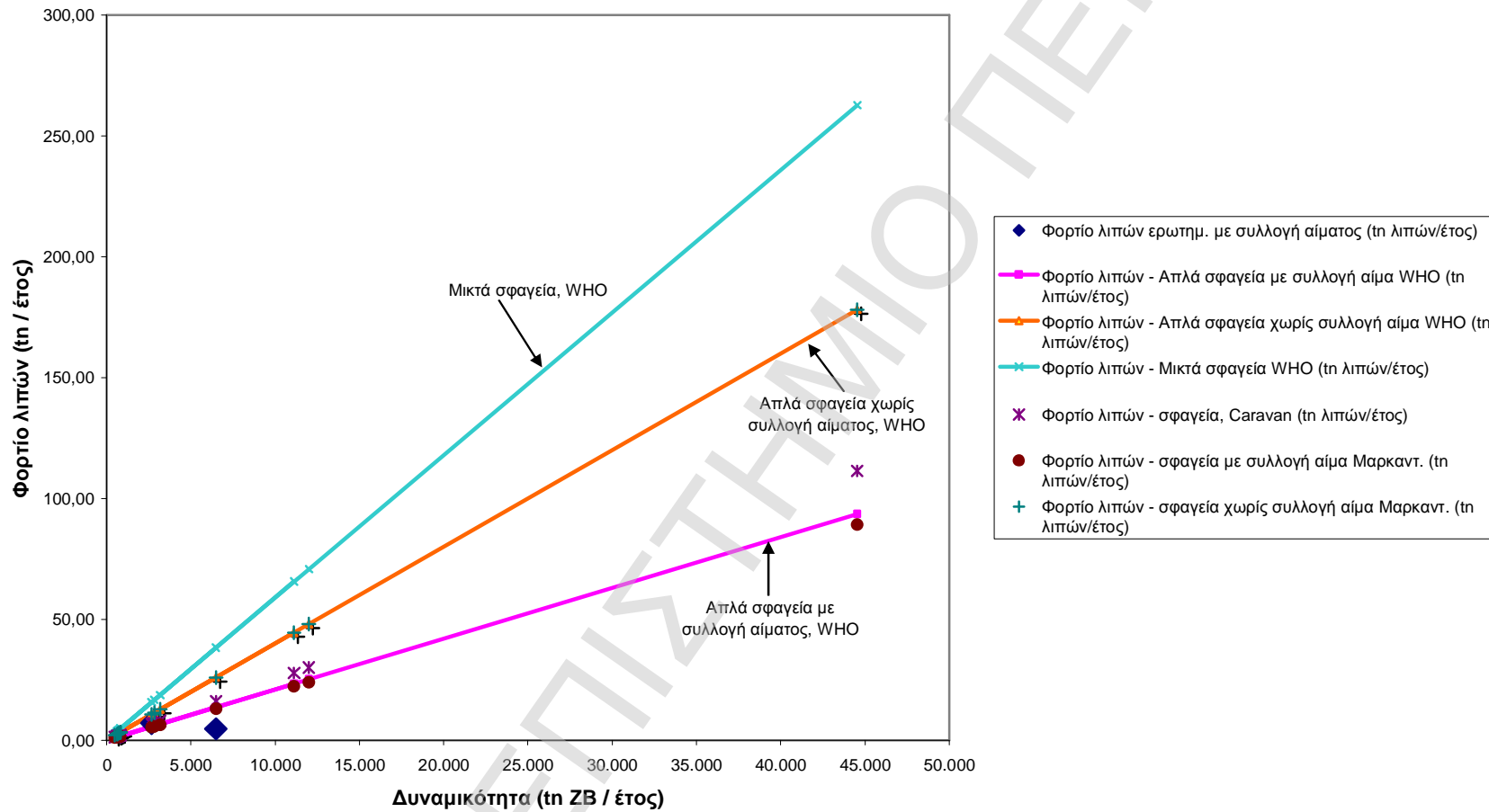


Σχήμα 5.11: Φορτίο P πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

Πίνακα 5.39: Σύγκριση τιμών φορτίων λιπών και ελαίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Φορτίο λιπών ερωτηματολογίων με συλλογή αίματος (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Απλά σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα WHO (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Μικτά σφαγεία WHO (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - σφαγεία, Caravan (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - σφαγεία με συλλογή αίμα Μαρκαντ. (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - σφαγεία χωρίς συλλογή αίμα Μαρκαντ. (tn λιπών/έτος)
S08								
S09	44.550		93,56	178,20	262,85	111,38	89,10	178,20
S14	12.000		25,20	48,00	70,80	30,00	24,00	48,00
S20	3.168		6,65	12,67	18,69	7,92	6,34	12,67
S24	600		1,26	2,40	3,54	1,50	1,20	2,40
S27								
S35	750		1,58	3,00	4,43	1,88	1,50	3,00
S37								
S38								
S44								
S48	800		1,68	3,20	4,72	2,00	1,60	3,20
S58	2.667	7,00	5,60	10,67	15,73	6,67	5,33	10,67
S61	800		1,68	3,20	4,72	2,00	1,60	3,20
S64								
S65	675		1,42	2,70	3,98	1,69	1,35	2,70
S68	11.119		23,35	44,48	65,60	27,80	22,24	44,48
S76	800		1,68	3,20	4,72	2,00	1,60	3,20
S81	650		1,37	2,60	3,84	1,63	1,30	2,60
S83								
S90	800		1,68	3,20	4,72	2,00	1,60	3,20
S92	6.480	4,68	13,61	25,92	38,23	16,20	12,96	25,92
S98	2.820		5,92	11,28	16,64	7,05	5,64	11,28
S104	490		1,03	1,96	2,89	1,22	0,98	1,96

Φορτίο λιπών και ελαίων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.12: Φορτίο λιπών και ελαίων πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

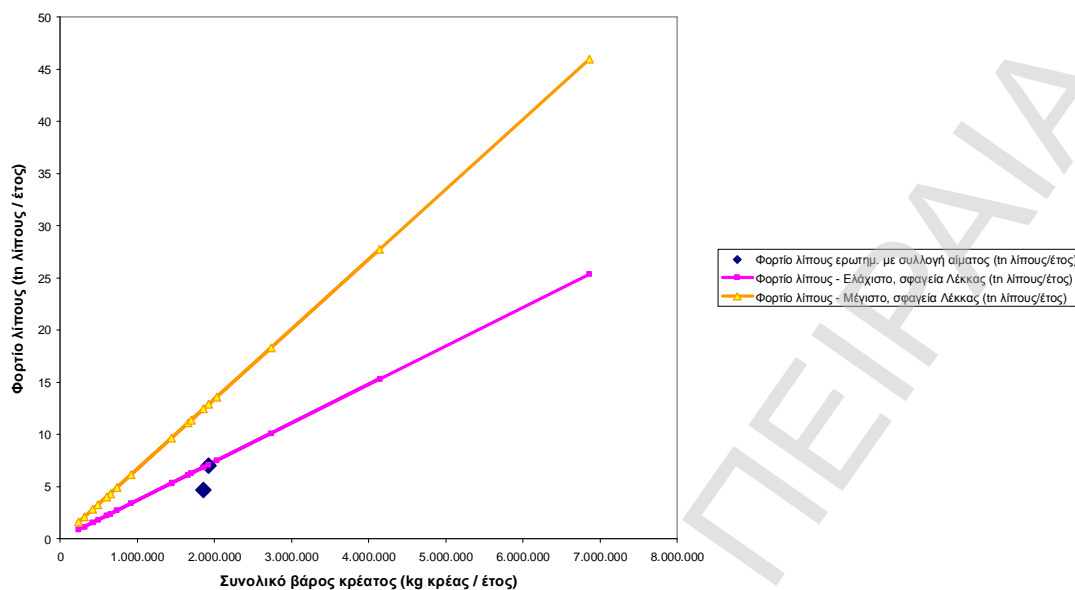
Πίνακα 5.40: Σύγκριση τιμών φορτίων λιπών και ελαίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Συνολικό βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Φορτίο λιπών ερωτηματολογίων με σύλλογή αίματος (tn λίπους/έτος)	Φορτίο λιπών - Ελάχιστο, σφαγεία Λέκκας (tn λίπους/έτος)	Φορτίο λιπών - Μέγιστο, σφαγεία Λέκκας (tn λίπους/έτος)
S08	649.186		2,40	4,35
S09				
S14	6.862.000		25,39	45,98
S20	735.000		2,72	4,92
S24	316.500		1,17	2,12
S27				
S35	1.444.400		5,34	9,68
S37				
S38	917.960		3,40	6,15
S44				
S48				
S58	1.923.700	7,00	7,12	12,89
S61	600.000		2,22	4,02
S64	490.000		1,81	3,28
S65	240.000		0,89	1,61
S68	2.029.896		7,51	13,60
S76	1.658.000		6,13	11,11
S81	421.476		1,56	2,82
S83	4.142.940		15,33	27,76
S90	1.700.000		6,29	11,39
S92	1.860.000	4,68	6,88	12,46
S98	2.735.000		10,12	18,32
S104				

Πίνακα 5.41: Σύγκριση τιμών υδραυλικών φορτίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

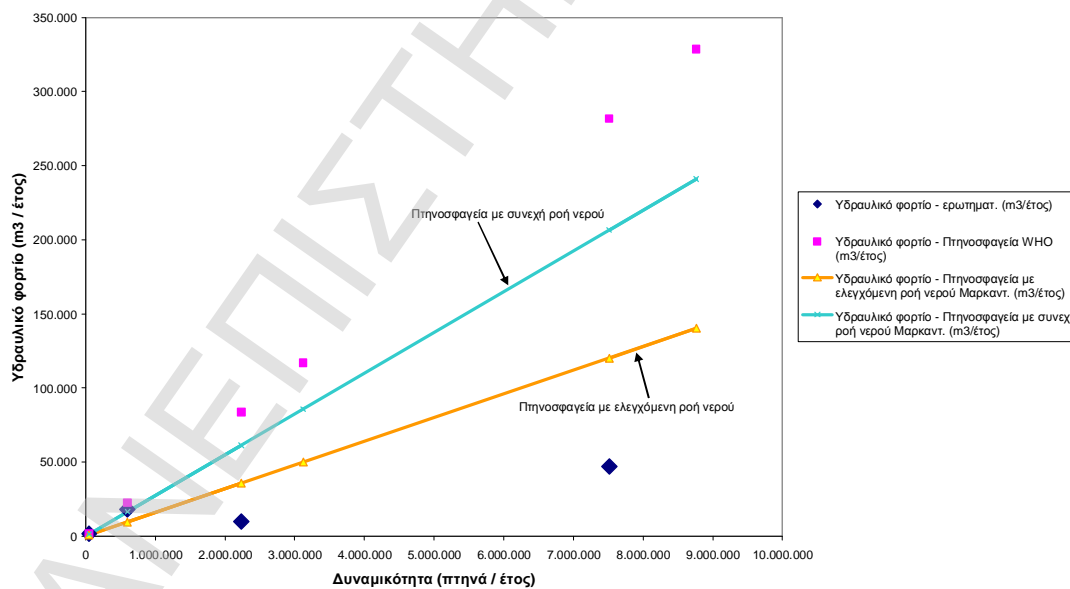
Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (πηγά / έτος)	Υδραυλικό φορτίο – ερωτηματολογίων (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία WHO (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία με ελεγχόμενη ροή νερού Μαρκαντ. (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία με συνεχή ροή νερού Μαρκαντ. (m ³ /έτος)
P18	7.512.000	46.950	281.700	120.192	206.580
P32	8.764.000		328.650	140.224	241.010
P34	3.120.000		117.000	49.920	85.800
P38	50.000	1.540	1.875	800	1.375
P42	2.232.000	10.000	83.700	35.712	61.380
P43	600.000	18.000	22.500	9.600	16.500

Φορτίο λιπών και ελαίων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.13: Φορτίο λιπών και ελαίων πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων.

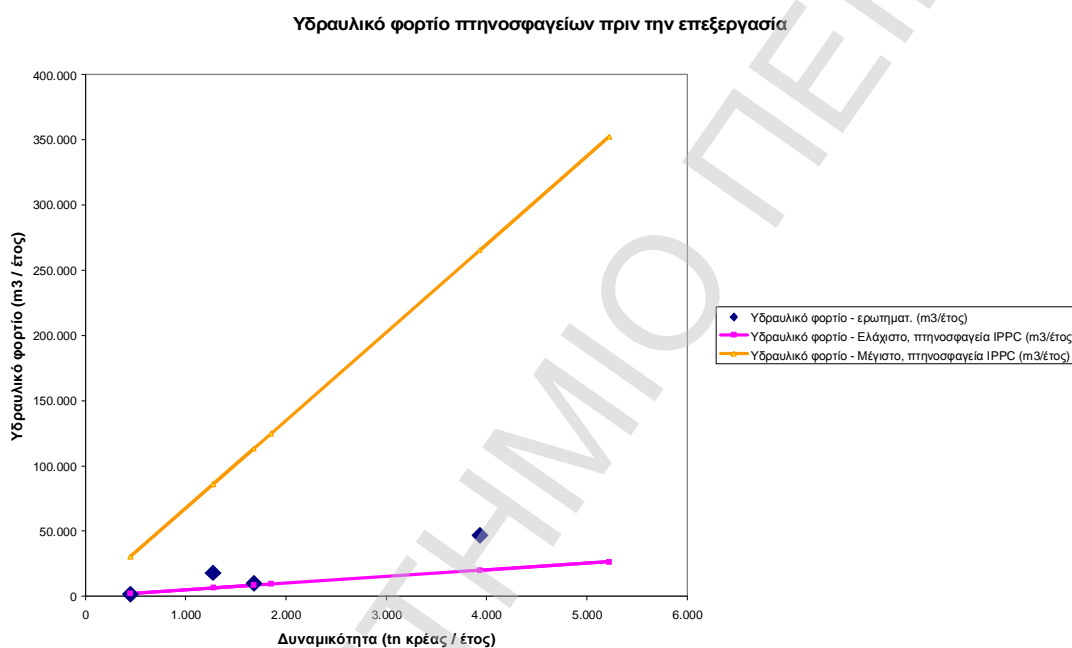
Υδραυλικό φορτίο πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.14: Υδραυλικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων.

Πίνακα 5.42: Σύγκριση τιμών υδραυλικών φορτίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn κρέας/ έτος)	Υδραυλικό φορτίο - ερωτηματολογίων (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (m ³ /έτος)	Υδραυλικό φορτίο - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (m ³ /έτος)
P18	3.932,14	46.950	19.936,0	265.415,7
P32	5.221,69		26.474,0	352.458,9
P34	1.850,00		9.379,5	124.873,2
P38	450,00	1.540	2.281,5	30.374,6
P42	1.679,55	10.000	8.515,3	113.367,9
P43	1.275,00	18.000	6.464,3	86.061,2



Σχήμα 5.15: Υδραυλικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων.

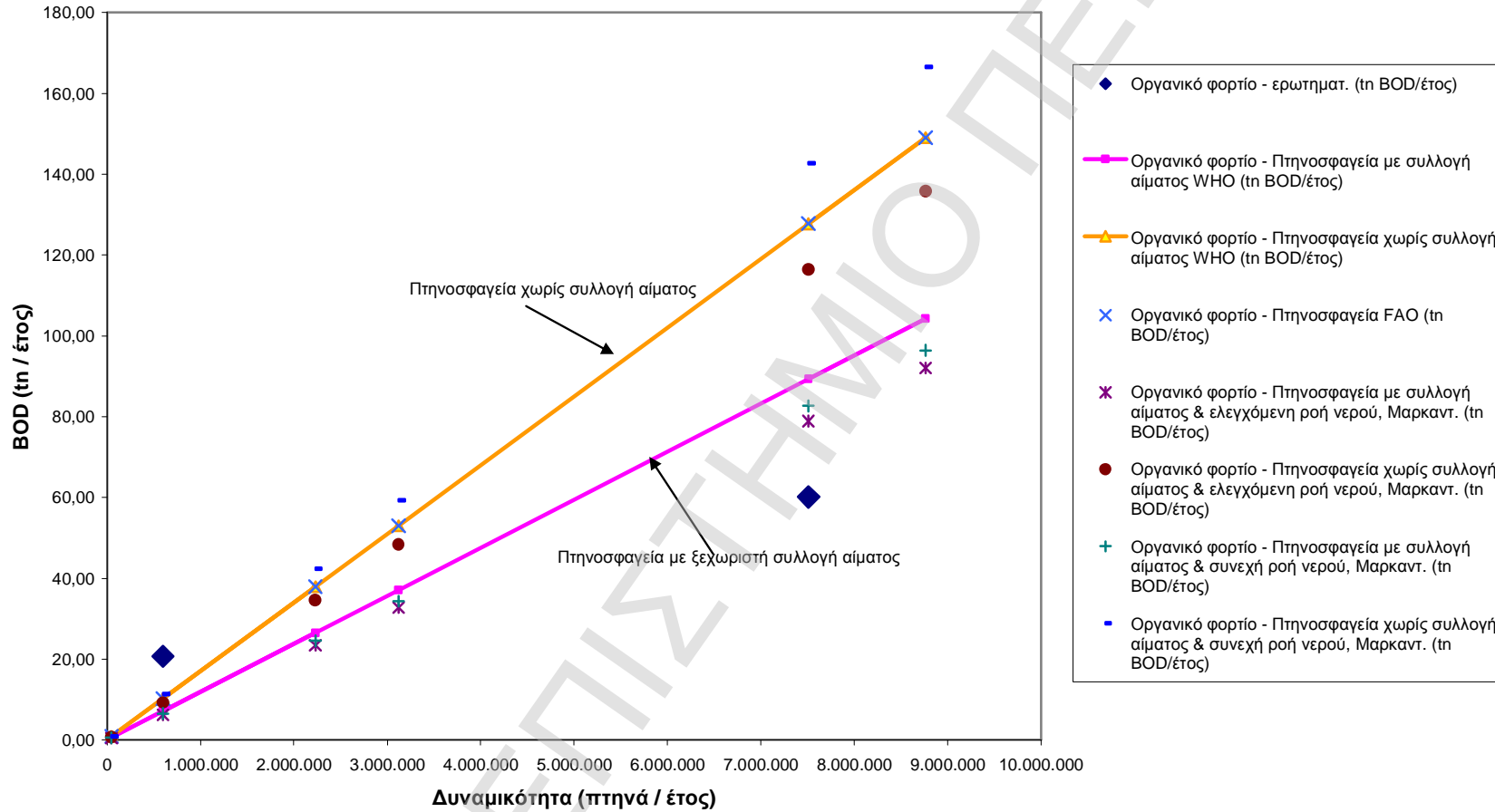
Πίνακα 5.43: Σύγκριση τιμών οργανικών φορτίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (πτηνά / έτος)	Οργανικό φορτίο - ερωτηματ. (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία με συλλογή αίματος WHO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία FAO (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία με συλλογή αίματος & ελεγχόμενη ροή νερού, Μαρκαντ. (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος & ελεγχόμενη ροή νερού, Μαρκαντ. (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία με συλλογή αίματος & συνεχή ροή νερού, Μαρκαντ. (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος & συνεχή ροή νερού, Μαρκαντ. (tn BOD/έτος)
P18	7.512.000	60,10	89,39	127,70	127,70	78,88	116,44	82,63	142,73
P32	8.764.000		104,29	148,99	148,99	92,02	135,84	96,40	166,52
P34	3.120.000		37,13	53,04	53,04	32,76	48,36	34,32	59,28
P38	50.000		0,60	0,85	0,85	0,53	0,78	0,55	0,95
P42	2.232.000		26,56	37,94	37,94	23,44	34,60	24,55	42,41
P43	600.000	20,70	7,14	10,20	10,20	6,30	9,30	6,60	11,40

Πίνακα 5.44: Σύγκριση τιμών οργανικών φορτίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Οργανικό φορτίο - ερωτηματολογίων (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία Λέκκας (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία Λέκκας (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn BOD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn BOD/έτος)
P18	3.932.143	60,10	26,74	46,40	9,56	169,08
P32	5.221.690		35,51	61,62	12,69	224,53
P34	1.850.000		12,58	21,83	4,50	79,55
P38	450.000		3,06	5,31	1,09	19,35
P42	1.679.550		11,42	19,82	4,08	72,22
P43	1.275.000	20,70	8,67	15,05	3,10	54,83

Οργανικό φορτίο υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.16: Οργανικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων.

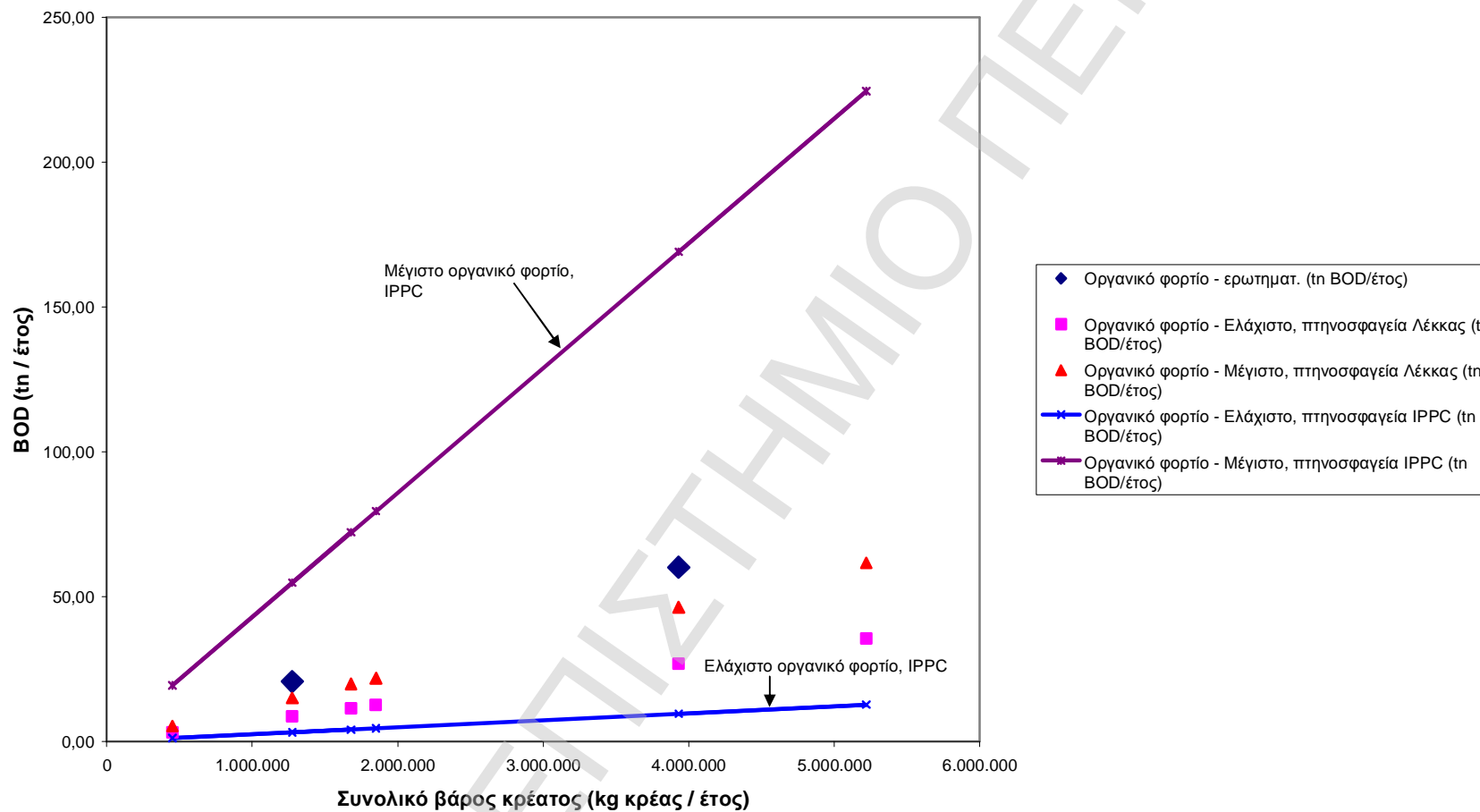
Πίνακα 5.45: Σύγκριση τιμών οργανικών φορτίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Οργανικό φορτίο - ερωτηματολογίων (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία Λέκκας (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία Λέκκας (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn COD/έτος)	Οργανικό φορτίο - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn COD/έτος)
P18	3.932.143	112,68	58,98	106,17	15,73	161,22
P32	5.221.690		78,33	140,99	20,89	214,09
P34	1.850.000		27,75	49,95	7,40	75,85
P38	450.000		6,75	12,15	1,80	18,45
P42	1.679.550		25,19	45,35	6,72	68,86
P43	1.275.000	45,00	19,13	34,43	5,10	52,28

Πίνακα 5.46: Σύγκριση τιμών φορτίων αιωρούμενων στερεών ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (πτηνά / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - ερωτηματ. (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων - Πτηνοσφαγεία με συλλογή αίματος WHO (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων - Πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων - Πτηνοσφαγεία FAO (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων - Ελάχιστο, Πτηνοσφαγεία με ελεγχόμενη ροή νερού, Μαρκαντ. (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων - Μέγιστο, Πτηνοσφαγεία με ελεγχόμενη ροή νερού, Μαρκαντ. (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων - Ελάχιστο, Πτηνοσφαγεία με συνεχή ροή νερού, Μαρκαντ. (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων - Μέγιστο, Πτηνοσφαγεία με συνεχή ροή νερού, Μαρκαντ. (tn SS/έτος)
P18	7.512.000	16,43	95,40	95,40	65,73	37,56	67,61	45,07	75,12
P32	8.764.000		111,30	111,30	76,69	43,82	78,88	52,58	87,64
P34	3.120.000		39,62	39,62	27,30	15,60	28,08	18,72	31,20
P38	50.000		0,64	0,64	0,44	0,25	0,45	0,30	0,50
P42	2.232.000		28,35	28,35	19,53	11,16	20,09	13,39	22,32
P43	600.000	7,20	7,62	7,62	5,25	3,00	5,40	3,60	6,00

Οργανικό φορτίο υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία

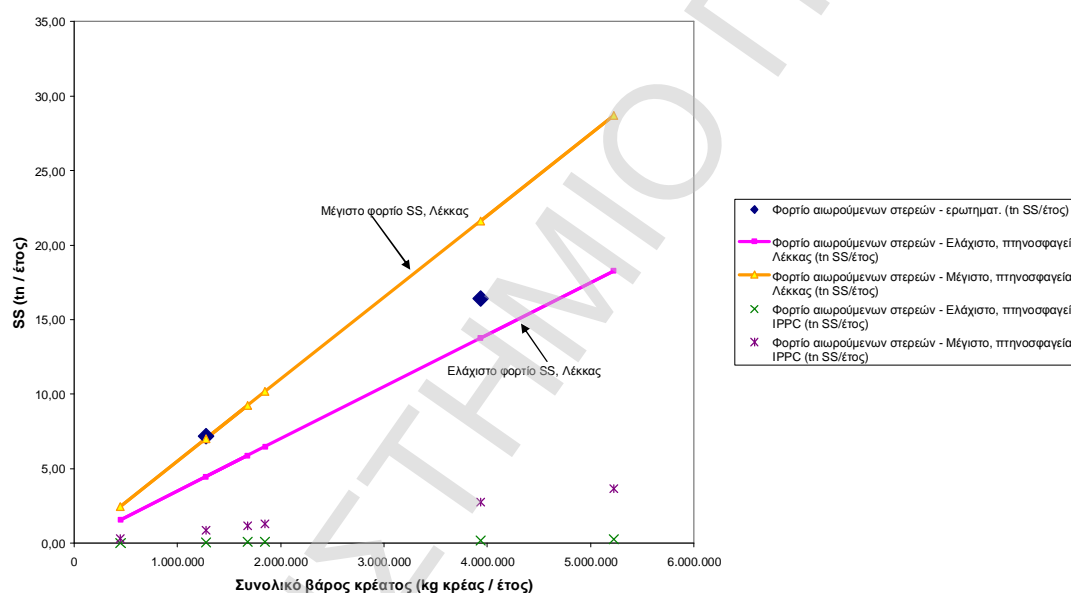


Σχήμα 5.17: Οργανικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων.

Πίνακα 5.47: Σύγκριση τιμών φορτίων αιωρούμενων στερεών ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - ερωτηματ. (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία Λέκκας (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία Λέκκας (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn SS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn SS/έτος)
P18	3.932.143	16,43	13,76	21,63	0,19	2,75
P32	5.221.690		18,28	28,72	0,25	3,66
P34	1.850.000		6,48	10,18	0,09	1,30
P38	450.000		1,58	2,48	0,02	0,32
P42	1.679.550		5,88	9,24	0,08	1,18
P43	1.275.000	7,20	4,46	7,01	0,06	0,89

Φορτίο αιωρούμενων στερεών υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία



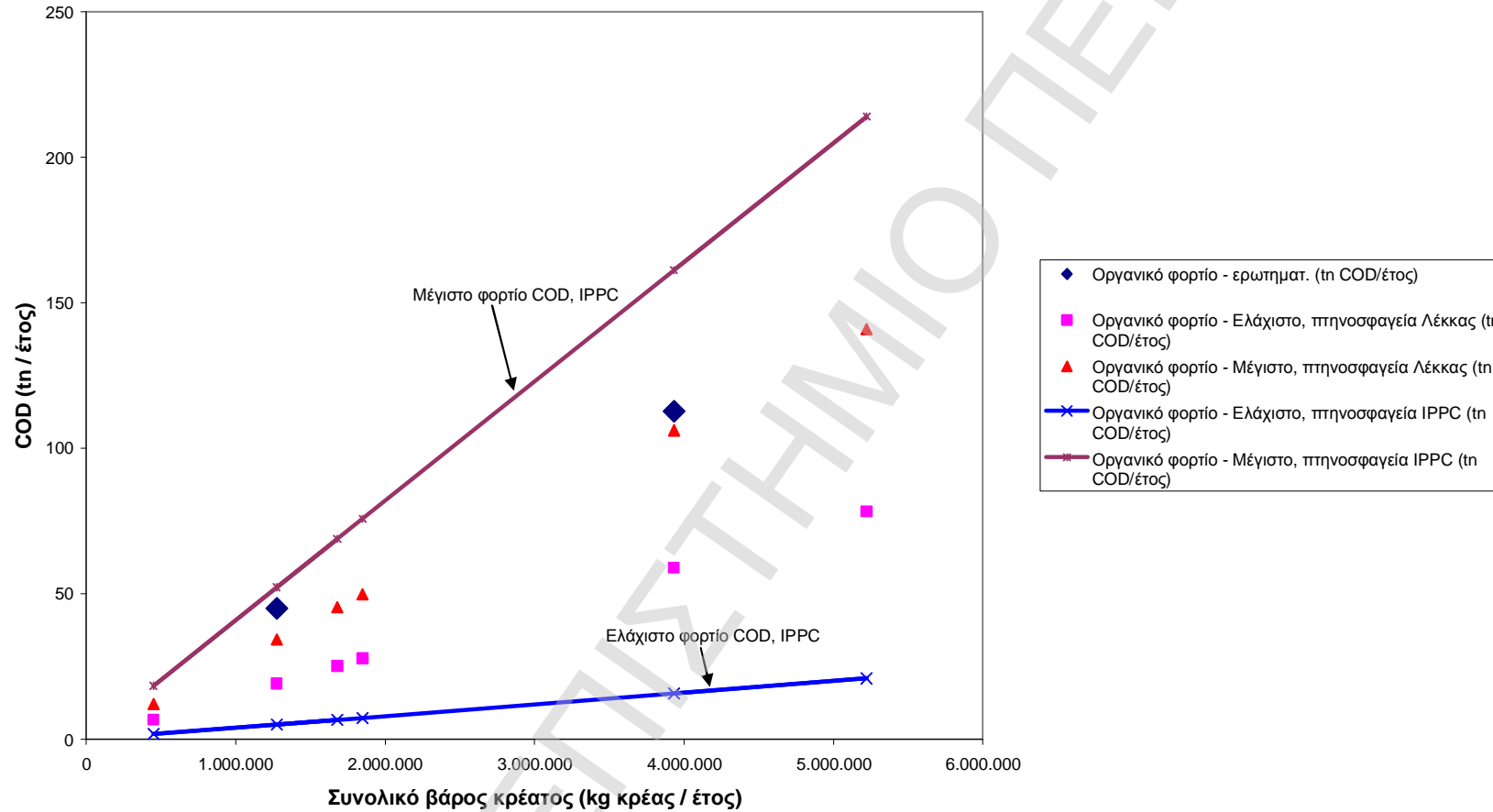
Σχήμα 5.20: Φορτίο αιωρούμενων στερεών πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων

Στο Σχήμα 5.19 οι τιμές των αιωρούμενων στερεών που μας δόθηκαν από τα ερωτηματολόγια είναι συγκρίσιμες με αυτές που υπολογίζονται με βάση τους συντελεστές. Όμως στο Σχήμα 5.20, ενώ οι τιμές των ερωτηματολογίων είναι εντός του εύρους τιμών που δίνει για το φορτίο των αιωρούμενων στερεών ο Λέκκας, υπάρχει διαφορά κατά μία τάξη μεγέθους με το εύρος τιμών του IPPC.

Όσον αφορά στο φορτίο του αζώτου και του φωσφόρου δεν υπάρχουν αρκετοί συντελεστές στη βιβλιογραφία για τα πτηνοσφαγεία. Ωστόσο στο Σχήμα 5.21 και στο Σχήμα 5.22, αντίστοιχα, φαίνεται ότι οι τιμές που δόθηκαν στα ερωτηματολόγια είναι μέσα στο εύρος τιμών του IPPC.

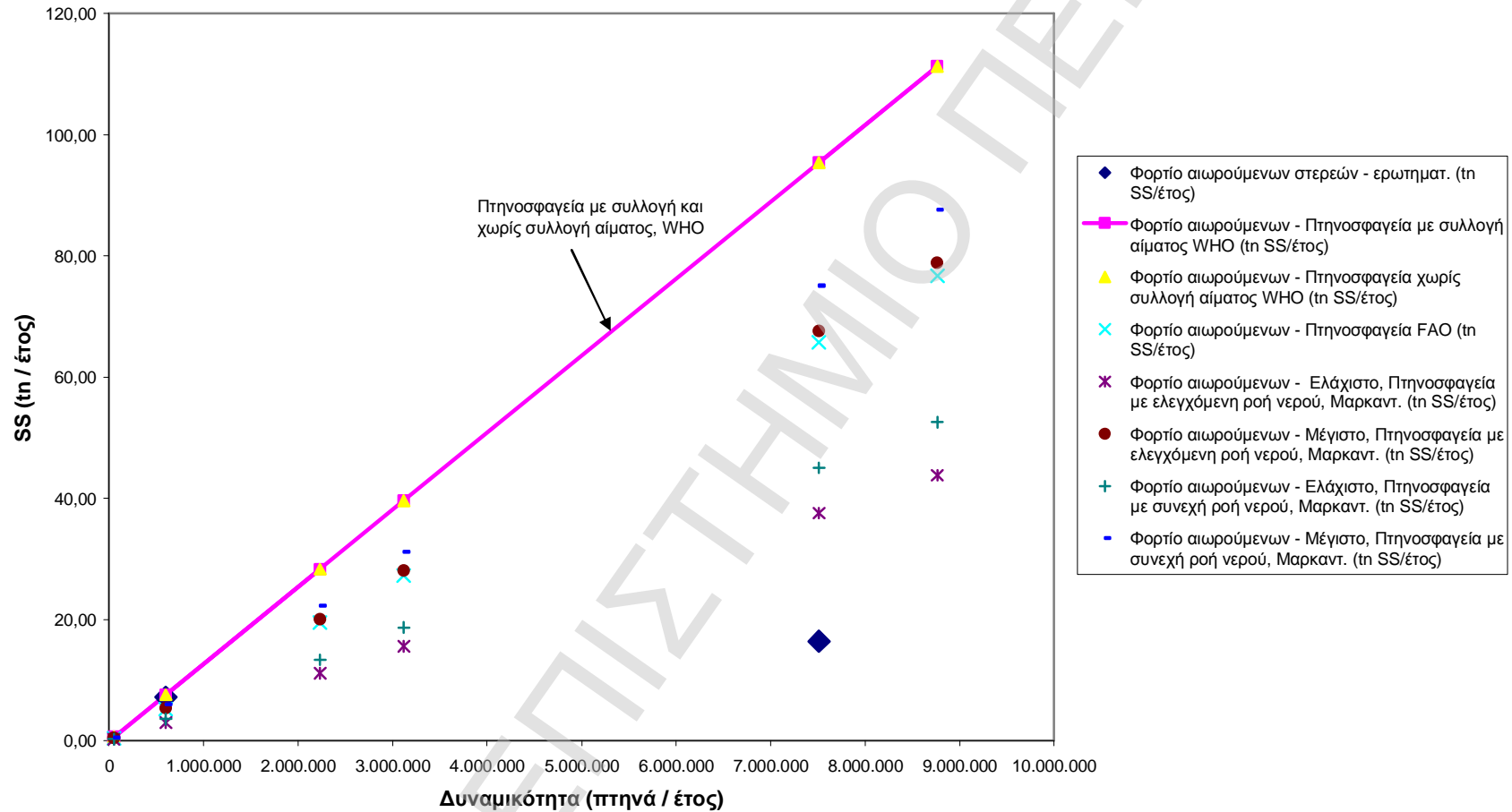
Τέλος για τα πτηνοσφαγεία πριν την επεξεργασία των υγρών τους αποβλήτων για τα λίπη και έλαια, στο Σχήμα 5.23, φαίνεται ότι οι τιμές που συγκεντρώθηκαν από τα ερωτηματολόγια είναι παρόμοιες με αυτές που προκύπτουν από τους συντελεστές.

Οργανικό φορτίο υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.18: Οργανικό φορτίο πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων.

Φορτίο αιωρούμενων στερεών υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.19: Φορτίο αιωρούμενων στερεών πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων.

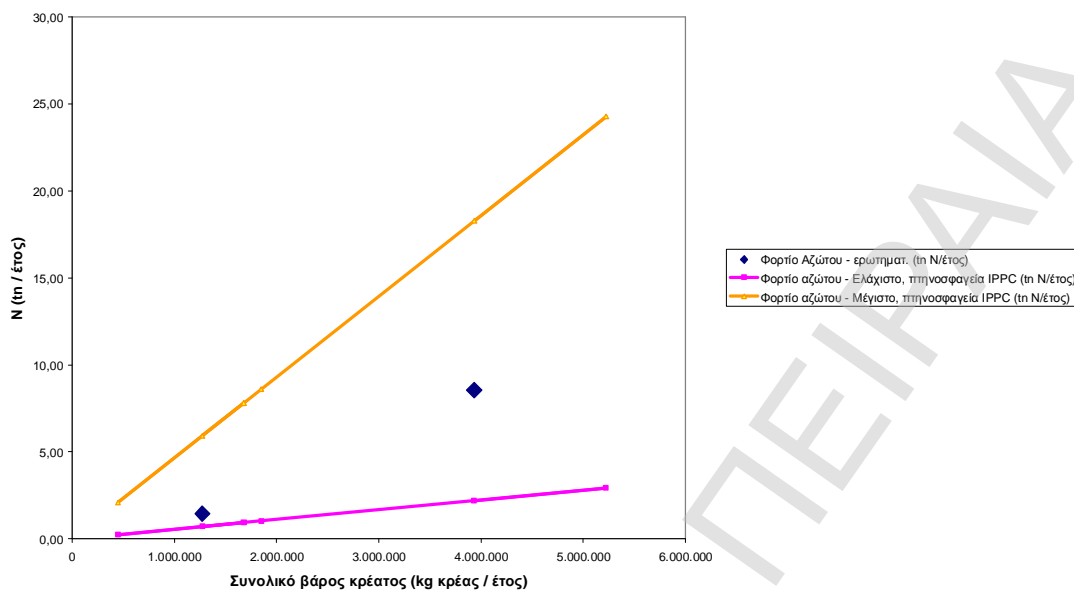
Πίνακα 5.48: Σύγκριση τιμών φορτίων αζώτου ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	Βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Φορτίο Αζώτου - ερωτηματ. (tn N/έτος)	Φορτίο αζώτου - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn N/έτος)	Φορτίο αζώτου - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn N/έτος)
P18	3.932.143	8,54	2,20	18,29
P32	5.221.690		2,92	24,29
P34	1.850.000		1,04	8,61
P38	450.000		0,25	2,09
P42	1.679.550		0,94	7,81
P43	1.275.000	1,44	0,71	5,93

Πίνακα 5.49: Σύγκριση τιμών φορτίων φωσφόρου ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

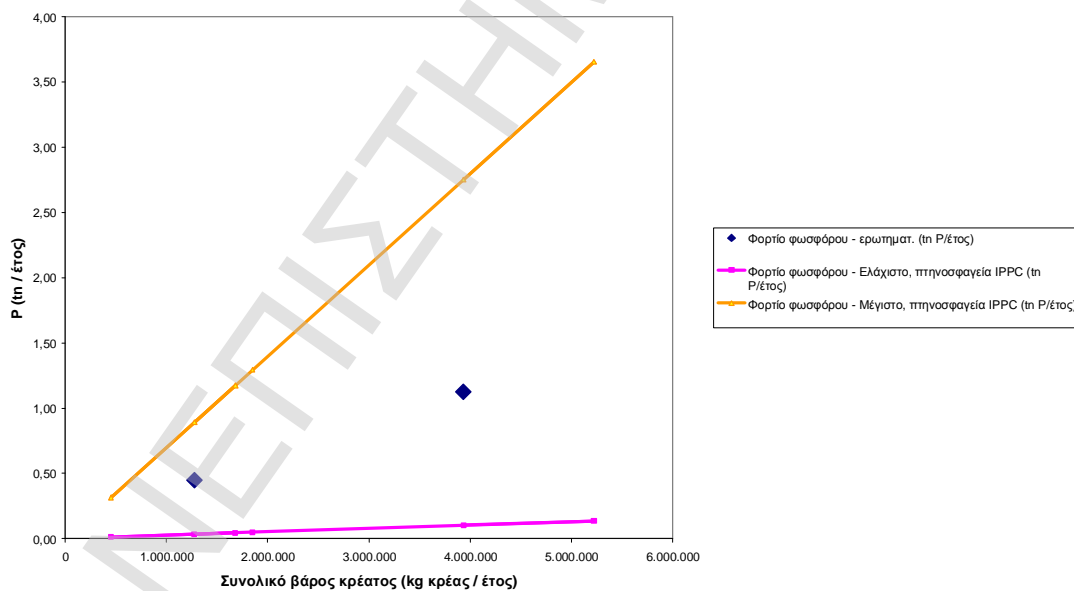
Κωδικός	Βάρος κρέατος (kg κρέατος / έτος)	Φορτίο φωσφόρου - ερωτηματ. (tn P/έτος)	Φορτίο φωσφόρου - Ελάχιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn P/έτος)	Φορτίο φωσφόρου - Μέγιστο, πτηνοσφαγεία IPPC (tn P/έτος)
P18	3.932.143	1,13	0,10	2,75
P32	5.221.690		0,14	3,66
P34	1.850.000		0,05	1,30
P38	450.000		0,01	0,32
P42	1.679.550		0,04	1,18
P43	1.275.000	0,45	0,03	0,89

Φορτίο αζώτου υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.21: Φορτίο αζώτου πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων

Φορτίο φωσφόρου υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία

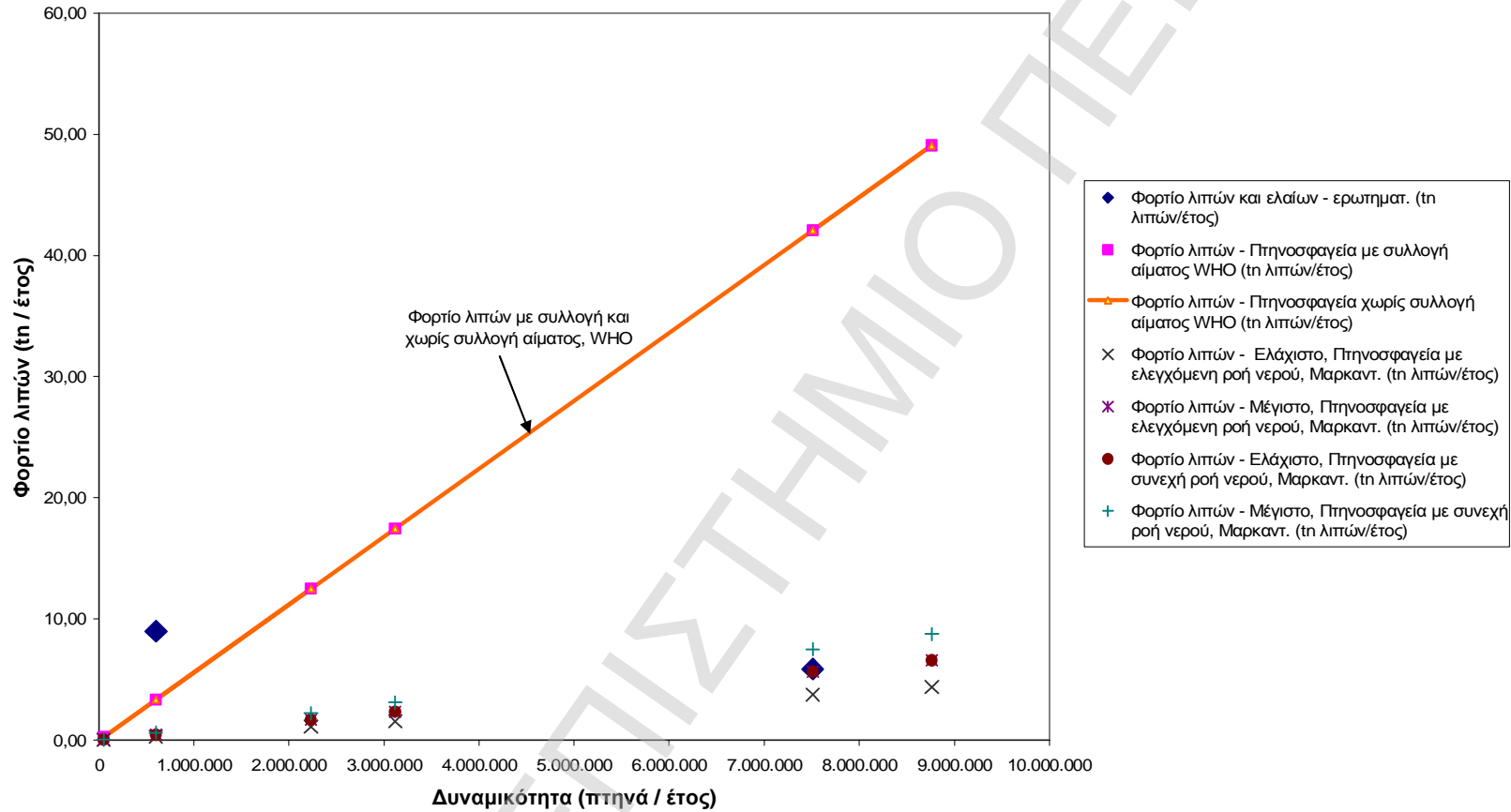


Σχήμα 5.22: Φορτίο φωσφόρου πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων

Πίνακα 5.50: Σύγκριση τιμών φορτίων λιπών και ελαίων ερωτηματολογίων με τιμές που προκύπτουν από υπολογισμούς με βάση συντελεστές εκπομπής

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (πτηνά / έτος)	Φορτίο λιπών και ελαίων - ερωτηματολογίων (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Πτηνοσφαγεία με συλλογή αίματος WHO (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Ελάχιστο, Πτηνοσφαγεία με ελεγχόμενη ροή νερού, Μαρκαντ. (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Μέγιστο, Πτηνοσφαγεία με ελεγχόμενη ροή νερού, Μαρκαντ. (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Ελάχιστο, Πτηνοσφαγεία με συνεχή ροή νερού, Μαρκαντ. (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών - Μέγιστο, Πτηνοσφαγεία με συνεχή ροή νερού, Μαρκαντ. (tn λιπών/έτος)
P18	7.512.000	5,87	42,07	42,07	3,76	5,63	5,63	7,51
P32	8.764.000		49,08	49,08	4,38	6,57	6,57	8,76
P34	3.120.000		17,47	17,47	1,56	2,34	2,34	3,12
P38	50.000		0,28	0,28	0,03	0,04	0,04	0,05
P42	2.232.000		12,50	12,50	1,12	1,67	1,67	2,23
P43	600.000	9,00	3,36	3,36	0,30	0,45	0,45	0,60

Φορτίο λιπών και ελαίων υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων πριν την επεξεργασία



Σχήμα 5.23: Φορτίο λιπών και ελαίων πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων

5.3.2 Υγρά απόβλητα μετά την επεξεργασία

Δεν είναι καθόλου εύκολο να βγουν συμπεράσματα από τις συγκρίσεις των τιμών των ερωτηματολογίων με τις τιμές από τη βιβλιογραφία, δεδομένου ότι υπάρχουν πάρα πολλοί παράγοντες που δεν μπορούμε να λάβουμε υπόψη μας, για παράδειγμα γιατί δεν έχουμε στοιχεία. Στον Πίνακα 5.51 γίνεται σύγκριση των τιμών που δίνονται από το IPPC Πίνακας 3.39 (Κεφάλαιο 3) με τις τιμές που μας δόθηκαν από τα Ελληνικά σφαγεία μέσω των ερωτηματολογίων. Πριν βγάλουμε συμπεράσματα για τις τιμές των ερωτηματολογίων να αναφέρουμε ότι η διάθεση των υγρών αποβλήτων μετά την επεξεργασία τους ή την προεπεξεργασία τους καθορίζει αν οι τιμές των ρυπαντικών φορτίων είναι αποδεκτές ή όχι, σύμφωνα με τη νομοθεσία. Αν τα υγρά απόβλητα μετά από μία προεπεξεργασία εισέρχονται στο δίκτυο υπονόμων των αστικών λυμάτων για περαιτέρω επεξεργασία στο δημοτικό βιολογικό, οι αποδεκτές τιμές των ρυπαντικών φορτίων μπορεί να είναι αρκετά υψηλές. Επίσης ανάλογα αν η διάθεση γίνεται υπεδάφεια, για επιφανειακή άρδευση ή σε υδάτινο αποδέκτη, οι αποδεκτές τιμές διαφοροποιούνται αρκετά. Για τους υδάτινους αποδέκτες τα πράγματα είναι ακόμα πιο περίπλοκα γιατί κάθε νομαρχία έχει βγάλει αποδεκτές τιμές για κάθε υδάτινο αποδέκτη της περιοχής της. Τέλος πριν αποφασίσουμε, πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι το άτομο που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο, πιθανών να ήταν ο λογιστής του σφαγείου ή κάποιο άτομο που δεν καταλάβαινε ακριβώς την ερώτηση και απάντησε με ότι βρήκε σε κάποια μελέτη χωρίς να γνωρίζει τη διαφορά πριν την επεξεργασία και μετά. Εκ πρώτης όψεως πάντως μπορούμε να πούμε ότι όσον αφορά στα σφαγεία, τρεις μονάδες έδωσαν τιμές BOD πάνω από το όριο των 75 mg / l. Στα αιωρούμενα στερεά δύο μονάδες ξεπέρασαν το όριο των 60 mg / l και στο φώσφορο μία μονάδα.

Αντίθετα για τα πτηνοσφαγεία (Πίνακας 5.52) όλες οι μονάδες έδωσαν αποδεκτές τιμές κατά το IPPC. Επίσης σύγκριση μπορεί να γίνει και με τις τιμές του Πίνακας 5.53 (IFC), όπου όλα τα πτηνοσφαγεία δίνουν αποδεκτές τιμές για BOD, COD, αιωρούμενα στερεά, ολικό άζωτο και ολικό φώσφορο, και μόνο μία τιμή των λιπών ξεπερνάει το όριο των 10 mg / l.

Πίνακας 5.51: Σύγκριση τιμών ερωτηματολογίων από τα σφαγεία με επίπεδα τιμών IPPC μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Ρυπαντικά φορτία	Τιμές ερωτηματολογίων	Τιμές IPPC
BOD	5,8 -1.200	< 10 – 75 mg / l
Αιωρούμενα στερεά	5 – 2.200	< 30 – 60 mg / l
Ολικό άζωτο	0,03	≤ 15 – 65 mg / l
Αμμωνία		10 mg / l
Φώσφορο	0,08 - 15	2 ppm

Πίνακας 5.52: Σύγκριση τιμών ερωτηματολογίων από τα πτηνοσφαγεία με επίπεδα τιμών IPPC μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

Ρυπαντικά φορτία	Τιμές ερωτηματολογίων	Τιμές IPPC
BOD	16,5 - 40	< 10 – 75 mg / l
Αιωρούμενα στερεά	17,5 - 45	< 30 – 60 mg / l
Ολικό άζωτο	0,92 - 8	≤ 15 – 65 mg / l
Αμμωνία		10 mg / l
Φώσφορο	0,25 - 2	2 ppm

Πίνακας 5.53: Επίπεδα εκροών από πτηνοσφαγεία που εφαρμόζουν τις Καλές Διεθνείς Βιομηχανικές Πρακτικές (Good International Industry Practice – GIIP)

Ρύπος	Μονάδα	Τιμή
pH	-	6 – 9
BOD ₅	mg / l	50
COD	mg / l	250
Ολικό άζωτο	mg / l	10
Ολικός φώσφορος	mg / l	2
Λίπη και έλαια	mg / l	10
Ολικά αιωρούμενα στερεά	mg / l	50
Αύξηση θερμοκρασίας	°C	< 3 ^b
Ολικά κολοβακτηρίδια (coliform)	MPN ^a / 100 ml	400
Πρόσθετα / αντιβιοτικά	Καθορίζονται ως ειδική περίπτωση	

^a: MPN = Most Probable Number (ο αριθμός που παρουσιάζει τις μεγαλύτερες πιθανότητες εμφάνισης)

^b: Στη ζώνη ανάμιξης με τον υδάτινο αποδέκτη

Πηγή: International Finance Corporation (IFC), “Environmental, Health, and Safety Guidelines (EHS Guidelines): Poultry Processing”, World Bank Group, [http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_PoultryProcessing/\\$FILE/Final++Poultry+Processing.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_PoultryProcessing/$FILE/Final++Poultry+Processing.pdf), 30-4-2007.

Πίνακας 5.54: Οριακές τιμές εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα

Παράμετροι	Τιμές ερωτηματολογίων (% απομάκρυνση)	Τιμές ερωτηματολογίων (mg / l)	Οριακές τιμές
pH			6 – 9
BOD	55,87 - 99,81	5,8 - 1.200	> 90 % απομάκρυνση ή 20 - 40 mg / l
COD	81,33 – 99,69	38 - 560	> 75 % απομάκρυνση ή 125 – 250 mg / l
Τοξικές μονάδες			5
Αιωρούμενα στερεά (SS)		17,5 - 45	60 mg / l
Ολικό άζωτο (ως N)		0,92 - 8	> 80 % απομάκρυνση ή 15 – 40 mg / l
Ολικός φώσφορος (ως P)	99,34	0,25 - 2	> 80 % απομάκρυνση ή 2 - 5 mg / l
Ολική αμμωνία (mg / l, ως N)			10
Έλαια και λίπη (mg / l)			10 - 15
Οσμή ψαριού (fish tainting)			Όχι
Ορυκτέλαια (from interceptor)			20 mg / l
Ορυκτέλαια (από βιολογική επεξεργασία)			1,0 mg / l

Όλες οι τιμές αναφέρονται σε μέσες ημερήσιες τιμές, εκτός όπου δηλώνεται το αντίθετο και εκτός το pH, το οποίο αναφέρεται σε συνεχείς τιμές.

Ολικό άζωτο είναι το άθροισμα του αζώτου κατά Kjeldahl, του νιτρικού αζώτου και του νιτρώδους αζώτου.

Σημείωση: Οι οριακές τιμές εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης προέρχονται από:

- Πίνακα Η.ΙΙΙ.1 (Fatta et al, 2003),
- Environmental Protection Agency (EPA), “Draft BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Slaughtering Sector”, Final Draft, October 2006.

Σε αντιστοιχία με τον τρόπο υπολογισμού που εφαρμόστηκε για τους συντελεστές εκπομπής του WHO πριν την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, υπολογίζονται και μετά την επεξεργασία το BOD, το TSS, το TotN, ο TotP και τα Λίπη. Μόνο που τώρα πολλαπλασιάζουμε το συντελεστή εκπομπής (π.χ. για μικτά σφαγεία: 10,9 kg BOD / tn ZB) με τον penetration factor (συντελεστή διείσδυσης) της τεχνολογίας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (π.χ. 0,45, για το πρωτοβάθμιο

ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα) για να προκύψει ο συντελεστής εκπομπής μετά την επεξεργασία (βλέπε Πίνακα 5.13).

Οπότε:

(Οργανικό φορτίο BOD μετά από επεξεργασία υγρών αποβλήτων → tn / έτος) = (συντελεστής εκπομπής → kg BOD / tn ZB) × (10⁻³ tn / kg) × (συντελεστή διείσδυσης) × (Δυναμικότητα → tn ZB / έτος)

Σφαγεία

Οι τιμές των ερωτηματολογίων για το BOD των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.24) είναι αντίστοιχες με αυτές που προβλέπουν οι συντελεστές του WHO μετά από επεξεργασία με πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και DAF με χρήση κροκιδωτικών ή χωρίς. Ανάλογο συμπέρασμα προκύπτει και από το Σχήμα 5.25 για το φορτίο των αιωρούμενων στερεών.

Για το φορτίο του αζώτου δεν έχουμε στοιχεία από τα ερωτηματολόγια προς σύγκριση με τους συντελεστές του WHO, αλλά αναμένεται να έχουν αντίστοιχες τιμές με αυτές που δίνουν οι συντελεστές. Για το φορτίο του φωσφόρου δεν μπορούν να μας βοηθήσουν ούτε οι συντελεστές του WHO, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν αντίστοιχες τιμές συντελεστών στον Πίνακα 5.13.

Στο Σχήμα 5.27 φαίνονται οι τιμές των λιπών και ελαίων που αναμένονται με βάση τους συντελεστές του WHO, αλλά δεν υπάρχουν τιμές από τα ερωτηματολόγια για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε την επιτυχία της πρόβλεψης με τη χρήση των συντελεστών.

Πτηνοσφαγεία

Όσον αφορά τα πτηνοσφαγεία, οι τιμές από τα ερωτηματολόγια φαίνεται να έχουν προκύψει από πιο αποδοτικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων όπως φίλτρα στάγδην ροής, βλέπε Σχήμα 5.28 για το οργανικό φορτίο.

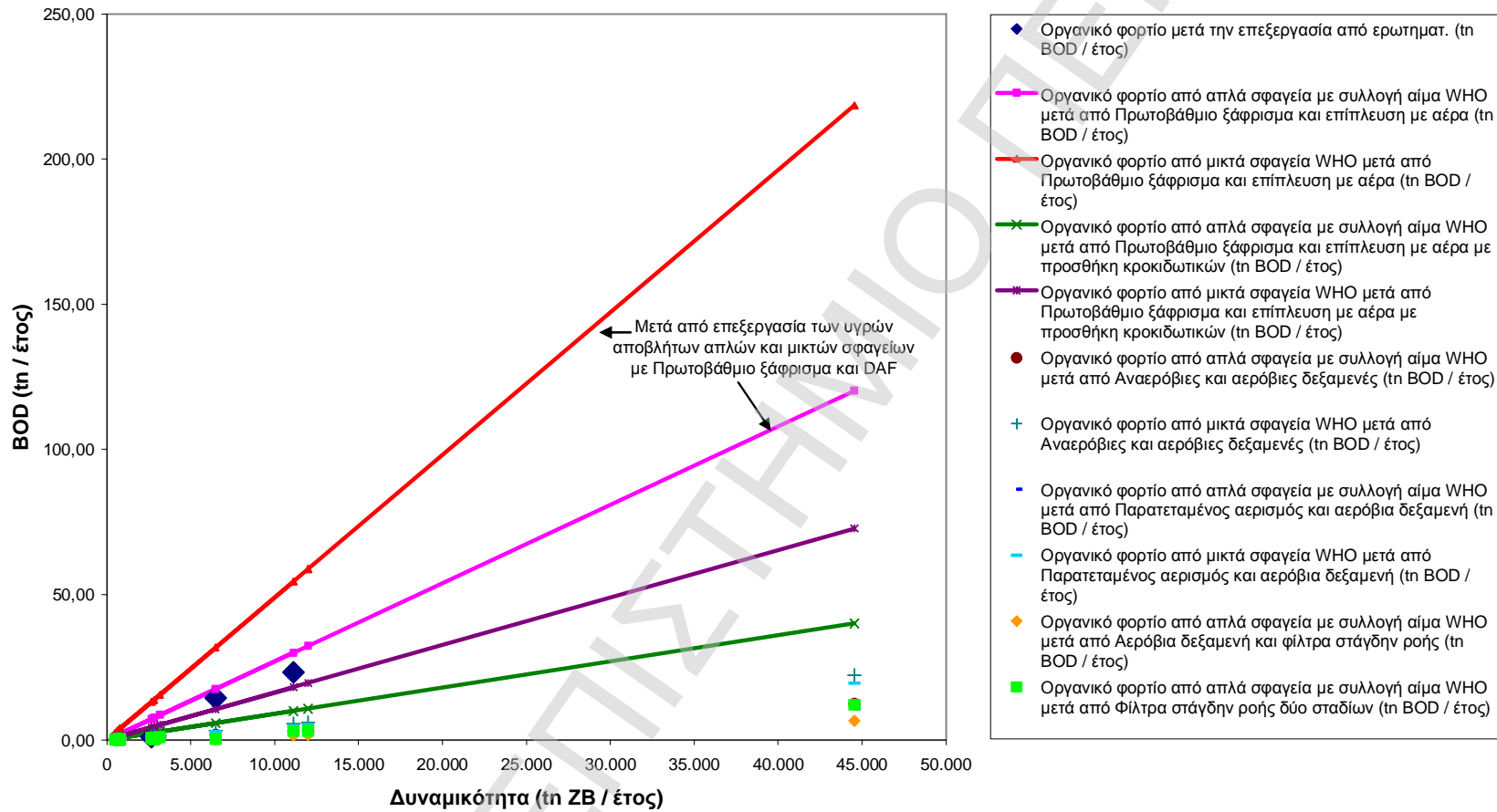
Επίσης και οι τιμές των αιωρούμενων στερεών (Σχήμα 5.29) από τα ερωτηματολόγια φαίνεται να είναι τις ίδιας τάξης μεγέθους με αυτές που προκύπτουν από τους υπολογισμούς με τη χρήση συντελεστών.

Για τα φορτία αζώτου και φωσφόρου οι συντελεστές του WHO δεν έχουν να προτείνουν αντιπροσωπευτικές τιμές για τα επεξεργασμένα απόβλητα των πτηνοσφαγείων. Ενώ οι τιμές των ερωτηματολογίων για τα λίπη και έλαια είναι παρεμφερείς με αυτές που προκύπτουν από τους συντελεστές του WHO (Σχήμα 5.30).

Πίνακας 5.55: Οργανικό φορτίο BOD υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Οργανικό φορτίο μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από μικτά σφαγεία WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από μικτά σφαγεία WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από μικτά σφαγεία WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Παρατεταμένους αερισμούς και αερόβια δεξαμενή (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από μικτά σφαγεία WHO μετά από Παρατεταμένους αερισμούς και αερόβια δεξαμενή (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Φίλτρα στάγδην ροής δύο σταδίων (tn BOD / έτος)
S08												
S09	44.550		120,29	218,52	40,10	72,84	12,30	22,34	10,69	19,42	6,68	12,03
S14	12.000		32,40	58,86	10,80	19,62	3,31	6,02	2,88	5,23	1,80	3,24
S20	3.168		8,55	15,54	2,85	5,18	0,87	1,59	0,76	1,38	0,48	0,86
S24	600		1,62	2,94	0,54	0,98	0,17	0,30	0,14	0,26	0,09	0,16
S27												
S35	750		2,03	3,68	0,68	1,23	0,21	0,38	0,18	0,33	0,11	0,20
S37		0,39										
S38												
S44												
S48	800		2,16	3,92	0,72	1,31	0,22	0,40	0,19	0,35	0,12	0,22
S58	2.667	1,08	7,20	13,08	2,40	4,36	0,74	1,34	0,64	1,16	0,40	0,72
S61	800		2,16	3,92	0,72	1,31	0,22	0,40	0,19	0,35	0,12	0,22
S64												
S65	675		1,82	3,31	0,61	1,10	0,19	0,34	0,16	0,29	0,10	0,18
S68	11.119	23,32	30,02	54,54	10,01	18,18	3,07	5,58	2,67	4,85	1,67	3,00
S76	800		2,16	3,92	0,72	1,31	0,22	0,40	0,19	0,35	0,12	0,22
S81	650		1,76	3,19	0,59	1,06	0,18	0,33	0,16	0,28	0,10	0,18
S83												
S90	800		2,16	3,92	0,72	1,31	0,22	0,40	0,19	0,35	0,12	0,22
S92	6.480	14,40	17,50	31,78	5,83	10,59	1,79	3,25	1,56	2,83	0,16	0,29
S98	2.820		7,61	13,83	2,54	4,61	0,78	1,41	0,68	1,23	0,07	0,13
S104	490		1,32	2,40	0,44	0,80	0,14	0,25	0,12	0,21	0,01	0,02

Οργανικό φορτίο μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων

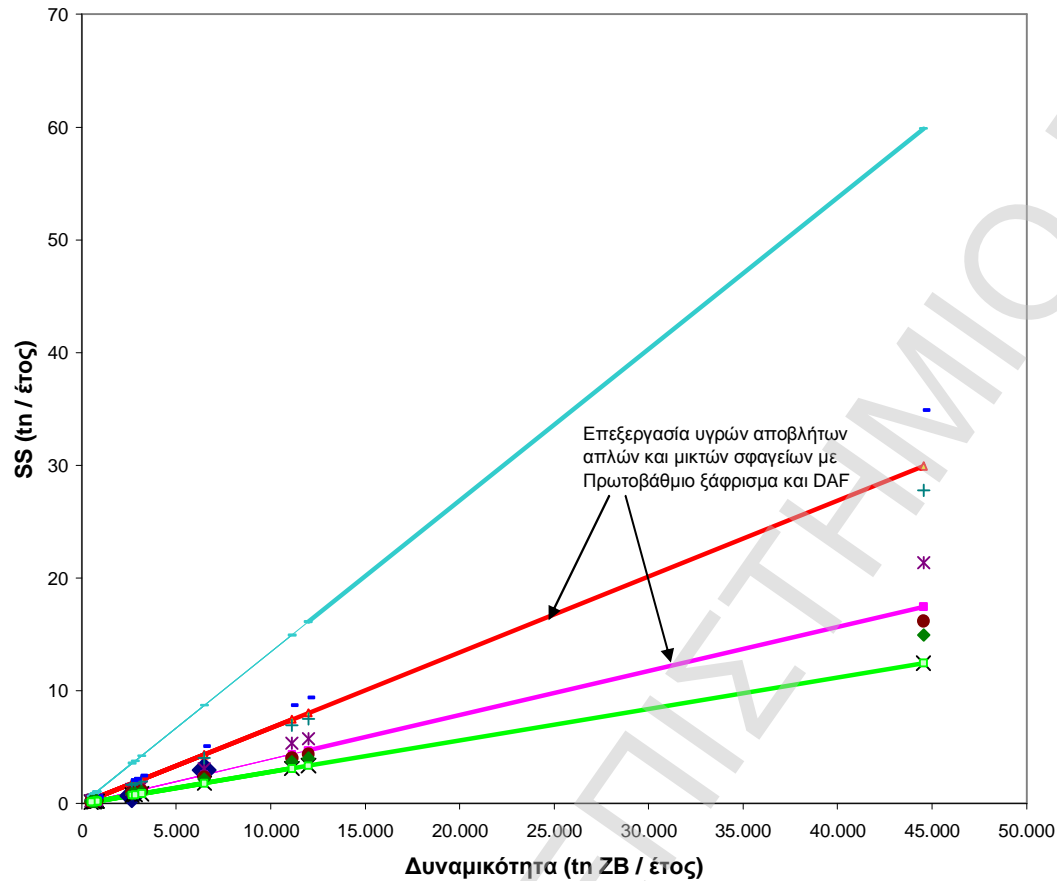


Σχήμα 5.24: Οργανικό φορτίο BOD των υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

Πίνακας 5.56: Φορτίο αιωρούμενων στερεών υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS/έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Μικτά σφαγεία (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών - Μικτά σφαγεία WHO (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές - Μικτά σφαγεία WHO (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή - Μικτά σφαγεία WHO (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάθμης ροής - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Φίλτρα στάθμης ροής δύο σταδίων - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)
S08												
S09	44.550		17,46	29,94	12,47	21,38	16,22	27,80	34,93	59,88	14,97	12,47
S14	12.000		4,70	8,06	3,36	5,76	4,37	7,49	9,41	16,13	4,03	3,36
S20	3.168		1,24	2,13	0,89	1,52	1,15	1,98	2,48	4,26	1,06	0,89
S24	600		0,24	0,40	0,17	0,29	0,22	0,37	0,47	0,81	0,20	0,17
S27												
S35	750		0,29	0,50	0,21	0,36	0,27	0,47	0,59	1,01	0,25	0,21
S37												
S38												
S44												
S48	800		0,31	0,54	0,22	0,38	0,29	0,50	0,63	1,08	0,27	0,22
S58	2.667	0,68	1,05	1,79	0,75	1,28	0,97	1,66	2,09	3,58	0,90	0,75
S61	800		0,31	0,54	0,22	0,38	0,29	0,50	0,63	1,08	0,27	0,22
S64												
S65	675		0,26	0,45	0,19	0,32	0,25	0,42	0,53	0,91	0,23	0,19
S68	11.119		4,36	7,47	3,11	5,34	4,05	6,94	8,72	14,94	3,74	3,11
S76	800		0,31	0,54	0,22	0,38	0,29	0,50	0,63	1,08	0,27	0,22
S81	650		0,25	0,44	0,18	0,31	0,24	0,41	0,51	0,87	0,22	0,18
S83												
S90	800		0,31	0,54	0,22	0,38	0,29	0,50	0,63	1,08	0,27	0,22
S92	6.480	3	2,54	4,35	1,81	3,11	2,36	4,04	5,08	8,71	2,18	1,81
S98	2.820		1,11	1,90	0,79	1,35	1,03	1,76	2,21	3,79	0,95	0,79
S104	490		0,19	0,33	0,14	0,24	0,18	0,31	0,38	0,66	0,16	0,14

Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά από επεξεργασία των υγρών αποβλήτων



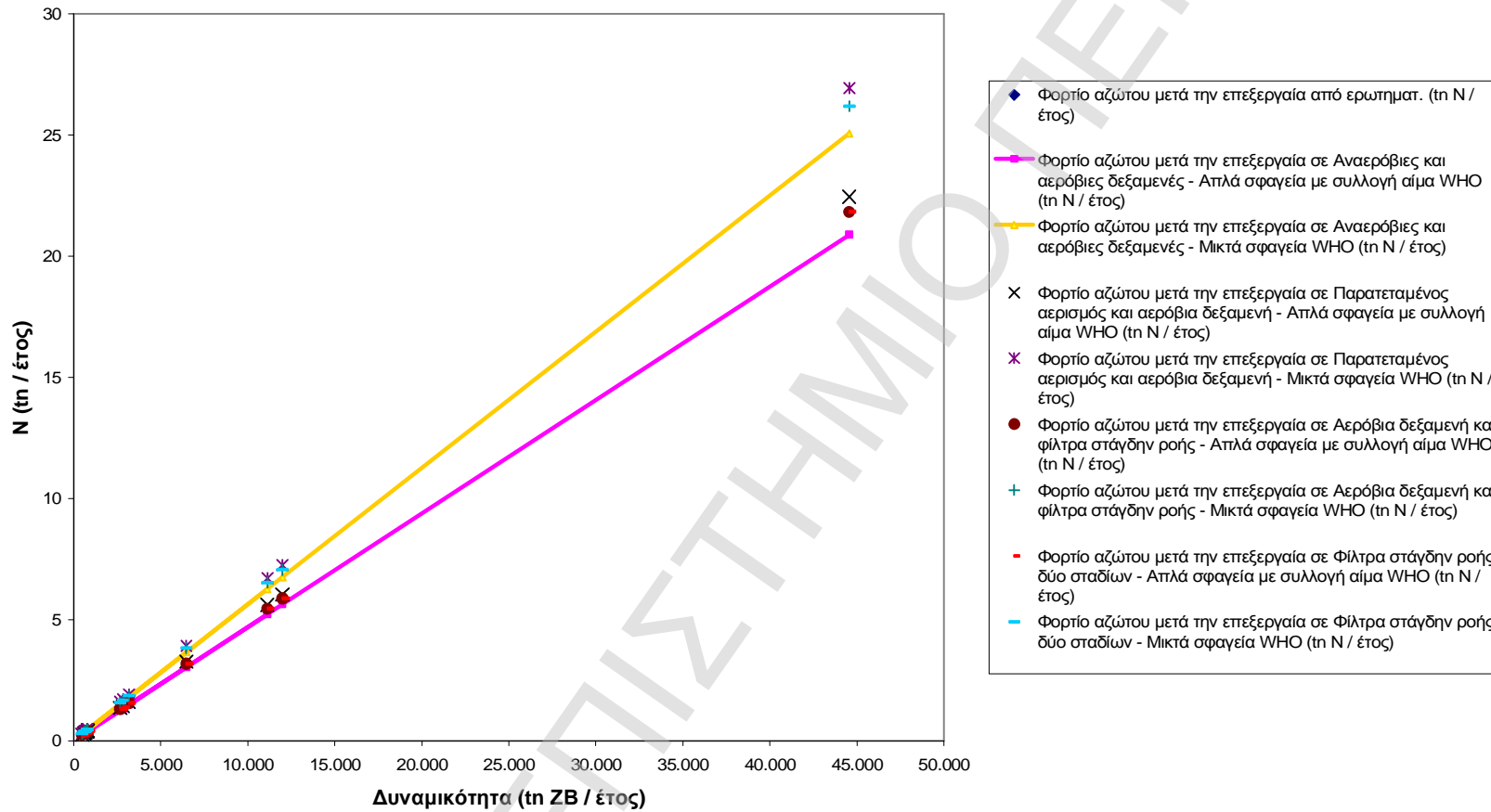
- ◆ Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS/έτος)
- ▲ Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Μικτά σφαγεία (tn TSS / έτος)
- × Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)
- * Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών - Μικτά σφαγεία WHO (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)
- + Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές- Μικτά σφαγεία WHO (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή - Μικτά σφαγεία WHO (tn TSS / έτος)
- ◆ Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάθμης ροής - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία σε Φίλτρα στάθμης ροής δύο σταδίων - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn TSS / έτος)

Σχήμα 5.25: Φορτίο αιωρούμενων στερεών υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

Πίνακας 5.57: Φορτίο αζώτου υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία των αποβλήτων από τα ερωτηματολόγια (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές - Μικτά σφαγεία WHO (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή - Μικτά σφαγεία WHO (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής - Μικτά σφαγεία WHO (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Φίλτρα στάγδην ροής δύο σταδίων - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn N / έτος)	Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία σε Φίλτρα στάγδην ροής δύο σταδίων - Μικτά σφαγεία WHO (tn N / έτος)
S08		0								
S09	44.550		20,89	25,07	22,45	26,94	21,83	26,20	21,83	26,20
S14	12.000		5,63	6,75	6,05	7,26	5,88	7,06	5,88	7,06
S20	3.168		1,49	1,78	1,60	1,92	1,55	1,86	1,55	1,86
S24	600		0,28	0,34	0,30	0,36	0,29	0,35	0,29	0,35
S27										
S35	750		0,35	0,42	0,38	0,45	0,37	0,44	0,37	0,44
S37										
S38										
S44										
S48	800		0,38	0,45	0,40	0,48	0,39	0,47	0,39	0,47
S58	2.667		1,25	1,50	1,34	1,61	1,31	1,57	1,31	1,57
S61	800		0,38	0,45	0,40	0,48	0,39	0,47	0,39	0,47
S64										
S65	675		0,32	0,38	0,34	0,41	0,33	0,40	0,33	0,40
S68	11.119		5,21	6,26	5,60	6,73	5,45	6,54	5,45	6,54
S76	800		0,38	0,45	0,40	0,48	0,39	0,47	0,39	0,47
S81	650		0,30	0,37	0,33	0,39	0,32	0,38	0,32	0,38
S83										
S90	800		0,38	0,45	0,40	0,48	0,39	0,47	0,39	0,47
S92	6.480		3,04	3,65	3,27	3,92	3,18	3,81	3,18	3,81
S98	2.820		1,32	1,59	1,42	1,71	1,38	1,66	1,38	1,66
S104	490		0,23	0,28	0,25	0,30	0,24	0,29	0,24	0,29

Φορτίο αζώτου μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων

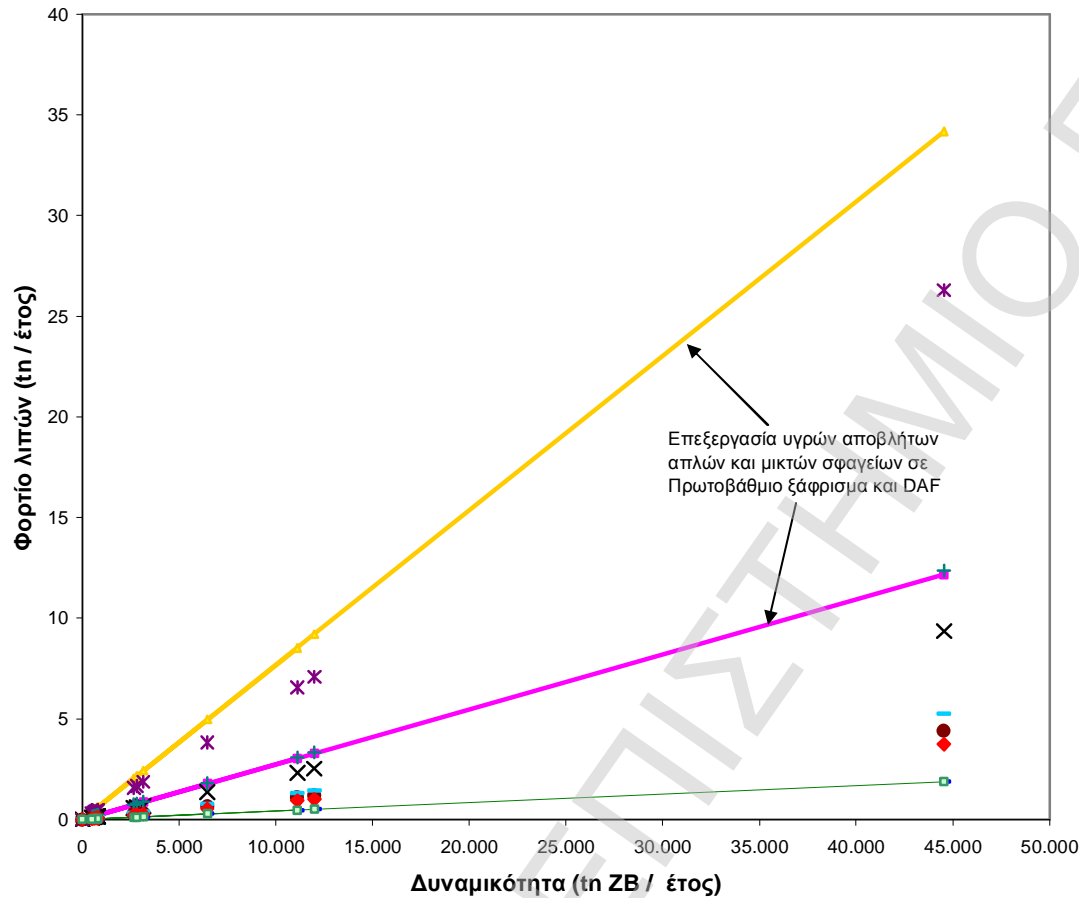


Σχήμα 5.26: Φορτίο αζώτου υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

Πίνακας 5.58: Φορτίο λιπών και ελαίων υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών/έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Μικτά σφαγεία (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών - Μικτά σφαγεία WHO (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές- Μικτά σφαγεία WHO (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή - Μικτά σφαγεία WHO (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Φίλτρα στάγδην ροής - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)
S08		0										
S09	44.550		12,162	34,170	9,356	26,285	4,397	12,354	1,871	5,257	3,742	1,871
S14	12.000		3,276	9,204	2,520	7,080	1,184	3,328	0,504	1,416	1,008	0,504
S20	3.168		0,865	2,430	0,665	1,869	0,313	0,878	0,133	0,374	0,266	0,133
S24	600		0,164	0,460	0,126	0,354	0,059	0,166	0,025	0,071	0,050	0,025
S27			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
S35	750		0,205	0,575	0,158	0,443	0,074	0,208	0,032	0,089	0,063	0,032
S37			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
S38			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
S44			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
S48	800		0,218	0,614	0,168	0,472	0,079	0,222	0,034	0,094	0,067	0,034
S58	2.667		0,728	2,045	0,560	1,573	0,263	0,739	0,112	0,315	0,224	0,112
S61	800		0,218	0,614	0,168	0,472	0,079	0,222	0,034	0,094	0,067	0,034
S64	0		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
S65	675		0,184	0,518	0,142	0,398	0,067	0,187	0,028	0,080	0,057	0,028
S68	11.119		3,036	8,529	2,335	6,560	1,097	3,083	0,467	1,312	0,934	0,467
S76	800		0,218	0,614	0,168	0,472	0,079	0,222	0,034	0,094	0,067	0,034
S81	650		0,177	0,499	0,137	0,384	0,064	0,180	0,027	0,077	0,055	0,027
S83			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
S90	800		0,218	0,614	0,168	0,472	0,079	0,222	0,034	0,094	0,067	0,034
S92	6.480		1,769	4,970	1,361	3,823	0,640	1,797	0,272	0,765	0,544	0,272
S98	2.820		0,770	2,163	0,592	1,664	0,278	0,782	0,118	0,333	0,237	0,118
S104	490		0,134	0,376	0,103	0,289	0,048	0,136	0,021	0,058	0,041	0,021

Φορτίο λιπών και ελαίων μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων



- ◆ Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn λιπών / έτος)
- ◆ Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών/έτος)
- ◆ Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα - Μικτά σφαγεία (tn λιπών / έτος)
- × Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)
- * Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών - Μικτά σφαγεία WHO (tn λιπών / έτος)
- Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)
- + Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές- Μικτά σφαγεία WHO (tn λιπών / έτος)
- Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή- Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)
- Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή - Μικτά σφαγεία WHO (tn λιπών / έτος)
- ◆ Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)
- Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία σε Φίλτρα στάγδην ροής δύο σταδίων - Απλά σφαγεία με συλλογή αίμα WHO (tn λιπών / έτος)

Σχήμα 5.27: Φορτίο λιπών και ελαίων υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων σφαγείων

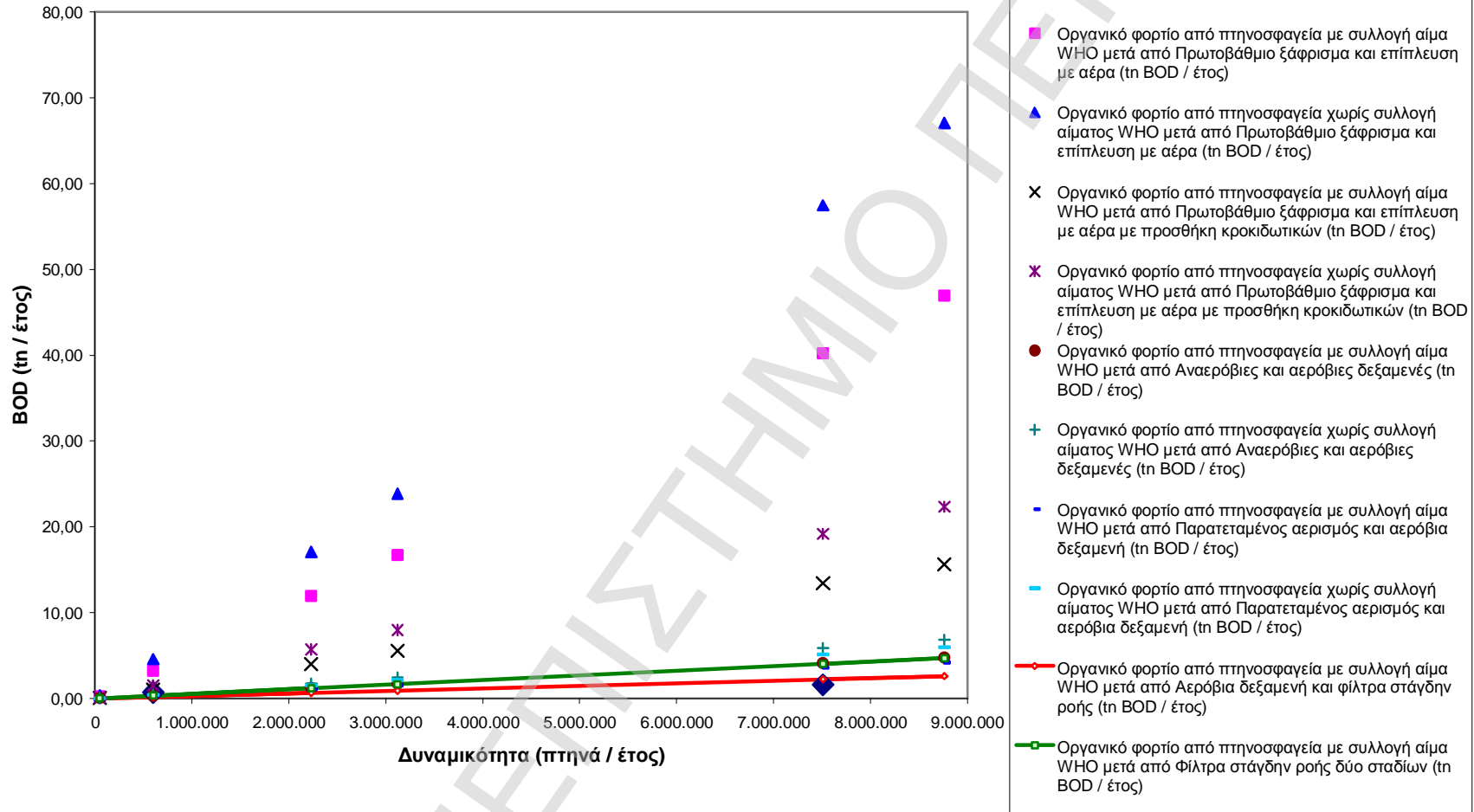
Πίνακας 5.59: Οργανικό φορτίο BOD υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων πτηνοσφαγείων

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (πτηνά / έτος)	Οργανικό φορτίο μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Παρατεταμένους αερισμούς και αερόβια δεξαμενή (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Παρατεταμένους αερισμούς και αερόβια δεξαμενή (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάθμης ροής (tn BOD / έτος)	Οργανικό φορτίο από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Φίλτρα στάθμης ροής δύο σταδίων (tn BOD / έτος)
P18	7.512.000	1,60	40,23	57,47	13,41	19,16	4,11	5,87	3,58	5,11	2,23	4,02
P32	8.764.000		46,93	67,04	15,64	22,35	4,80	6,85	4,17	5,96	2,61	4,69
P34	3.120.000		16,71	23,87	5,57	7,96	1,71	2,44	1,49	2,12	0,93	1,67
P38	50.000		0,27	0,38	0,09	0,13	0,03	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03
P42	2.232.000		11,95	17,07	3,98	5,69	1,22	1,75	1,06	1,52	0,66	1,20
P43	600.000	0,72	3,21	4,59	1,07	1,53	0,33	0,47	0,29	0,41	0,18	0,32

Πίνακας 5.60: Φορτίο αιωρούμενων στερεών υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων πτηνοσφαγείων

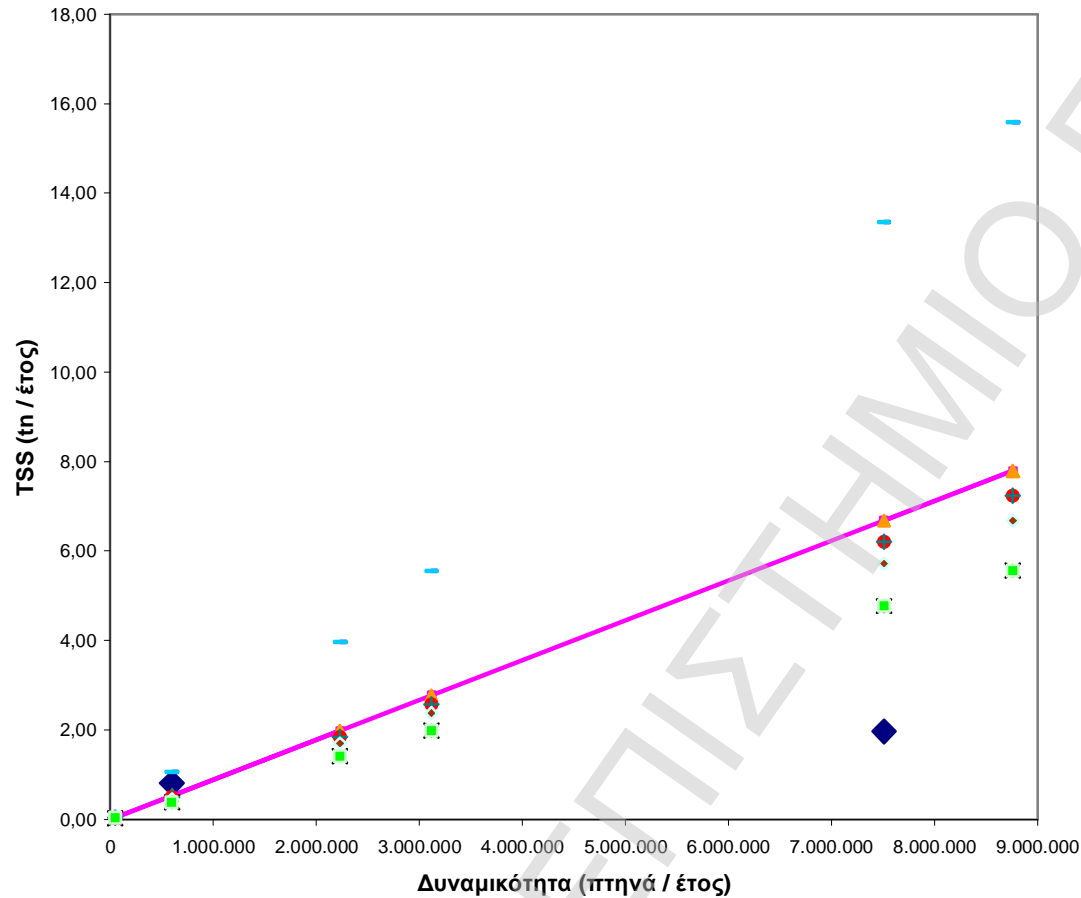
Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (πτηνά / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Προτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Παρατεταμένους αερισμούς και αερόβια δεξαμενή (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Παρατεταμένους αερισμούς και αερόβια δεξαμενή (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάθμης ροής (tn TSS / έτος)	Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Φίλτρα στάθμης ροής δύο σταδίων (tn TSS / έτος)
P18	7.512.000	1,97	6,68	6,68	4,77	4,77	6,20	6,20	13,36	13,36	5,72	4,77
P32	8.764.000		7,79	7,79	5,57	5,57	7,23	7,23	15,58	15,58	6,68	5,57
P34	3.120.000		2,77	2,77	1,98	1,98	2,58	2,58	5,55	5,55	2,38	1,98
P38	50.000		0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,09	0,09	0,04	0,03
P42	2.232.000		1,98	1,98	1,42	1,42	1,84	1,84	3,97	3,97	1,70	1,42
P43	600.000	0,81	0,53	0,53	0,38	0,38	0,50	0,50	1,07	1,07	0,46	0,38

Οργανικό φορτίο μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων



Σχήμα 5.28: Οργανικό φορτίο υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων πτηνοσφαγείων

Φορτίο αιωρούμενων στερεών υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων μετά την επεξεργασία



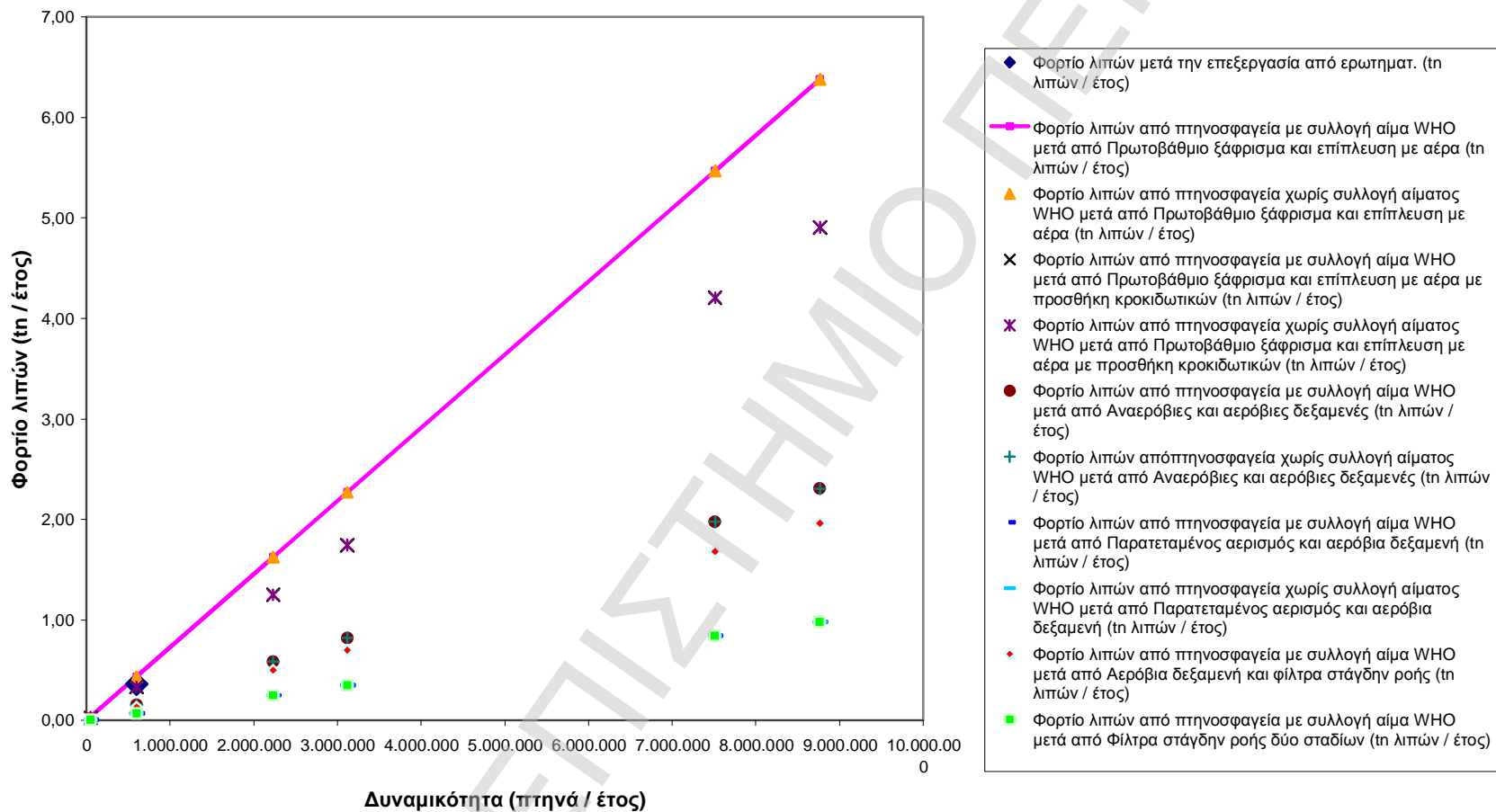
- ◆ Φορτίο αιωρούμενων στερεών μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn TSS / έτος)
- ▲ Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn TSS / έτος)
- × Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωπικών (tn TSS / έτος)
- ✖ Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωπικών (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn TSS / έτος)
- + Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή (tn TSS / έτος)
- ◆ Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής (tn TSS / έτος)
- Φορτίο αιωρούμενων στερεών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Φίλτρα στάγδην ροής δύο σταδίων (tn TSS / έτος)

Σχήμα 5.29: Φορτία αιωρούμενων στερεών υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων πτηνοσφαγείων

Πίνακας 5.61: Φορτίο λιπών και ελαίων υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων πτηνοσφαγείων

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (πτηνά / έτος)	Φορτίο λιπών μετά την επεξεργασία από ερωτηματ. (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Πρωτοβάθμιο ξάφρισμα και επίπλευση με αέρα με προσθήκη κροκιδωτικών (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αναερόβιες και αερόβιες δεξαμενές (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίμα WHO μετά από Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία χωρίς συλλογή αίματος WHO μετά από Παρατεταμένος αερισμός και αερόβια δεξαμενή (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Αερόβια δεξαμενή και φίλτρα στάγδην ροής (tn λιπών / έτος)	Φορτίο λιπών από πτηνοσφαγεία με συλλογή αίμα WHO μετά από Φίλτρα στάγδην ροής δύο σταδίων (tn λιπών / έτος)	
P18	7.512.000		5,47	5,47	4,21	4,21	1,98	1,98	0,84	0,84	1,68	0,84
P32	8.764.000		6,38	6,38	4,91	4,91	2,31	2,31	0,98	0,98	1,96	0,98
P34	3.120.000		2,27	2,27	1,75	1,75	0,82	0,82	0,35	0,35	0,70	0,35
P38	50.000		0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
P42	2.232.000		1,62	1,62	1,25	1,25	0,59	0,59	0,25	0,25	0,50	0,25
P43	600.000	0,36	0,44	0,44	0,34	0,34	0,16	0,16	0,07	0,07	0,13	0,07

Φορτίο λιπών και ελαίων μετά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων πτηνοσφαγείων



Σχήμα 5.30: Φορτία λιπών και ελαίων υγρών επεξεργασμένων αποβλήτων πτηνοσφαγείων.

5.3.3 Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα ενός σφαγείου ή πτηνοσφαγείου χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Βιοαποδομήσιμα στερεά
- Ίλυσ (λάσπη) από εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- Στερεά απορρίμματα (σκουπίδια), π.χ. συσκευασίες
- Μολυσματικά στερεά απόβλητα (όπως ορίζονται από τη νομοθεσία)

Βιοαποδομήσιμα στερεά είναι όλες οι οργανικές ύλες που μπορούν να διασπαστούν από τους μικροοργανισμούς και είναι στερεά μη αξιοποιήσιμα από την παραγωγική διαδικασία (με την προϋπόθεση ότι δεν χαρακτηρίζονται υλικά ειδικού κινδύνου). Για παράδειγμα το περιεχόμενο των στομαχιών και εντέρων που μπορούν να κομποστοποιηθούν.

Η κόπρος, το περιεχόμενο του πεπτικού συστήματος και το γάλα, εφόσον δεν υπάρχει περίπτωση να μεταδώσουν σοβαρές νόσους, χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη χωρίς μεταποίηση σε εγκεκριμένη μονάδα παραγωγής βιοαερίου ή λιπασματοποίησης (κομποστοποίησης) ή διασπείρονται στο έδαφος.

Τα στερεά απόβλητα (ίλυσ) που προέρχονται από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων των σφαγείων πρέπει να συλλέγονται και να διατίθενται σύμφωνα με τον Κανονισμό 1774 / 2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 3^{ης} Οκτωβρίου 2002 για τον καθορισμό υγειονομικών κανόνων σχετικά με τα ζωικά υποπροϊόντα που δεν προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Ειδικότερα τα υλικά αυτά μπορούν είτε να διατίθενται σε μονάδα αποτέφρωσης ή να μεταφέρονται σε εγκεκριμένη μονάδα μεταποίησης (rendering).

Τα στερεά απορρίμματα (σκουπίδια) συγκεντρώνονται σε κάδους και μεταφέρονται με απορριμματοφόρο σε ΧΥΤΑ.

Τα μολυσματικά στερεά ή Υλικά Ειδικού Κινδύνου, όπως χαρακτηρίζονται από τη νομοθεσία, πρέπει να οδηγούνται για αποτέφρωση σε ειδικό αποτεφρωτικό κλίβανο, ο οποίος πρέπει να λειτουργεί και να έχει αποτέλεσμα σύμφωνα με την ΚΥΑ 19396 / 1546 / 97 (ΦΕΚ 604/Β/97) και την παράγρ. 2, του ΥΠ. ΑΡ. Πρωτ. 69029/2114 εγγράφου της Γεν. Δ/σης Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ. Η μονάδα αποτέφρωσης οφείλει να ακολουθεί κατά τη λειτουργία της τις διατάξεις του άρθρου 12, παρ. 3 του Κοινοτικού Κανονισμού 1774 / 2002 / ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί με τον κανονισμό 808/2003/ΕΚ.

Τα ζωικά παραπροϊόντα από τη σφαγή των χοιρινών, βοδινών και αμνοεριφίων (εντόσθια όπως τραχείες, στομάχια, λίπη, καθώς και σφάγιο ή μέρη των σφάγιων που ο Επιθεωρητής Κτηνίατρος θα κρίνει ως μη αποδεκτά) πρέπει να μεταφέρονται με αερομεταφορά σε βυτίο συλλογής απορριμμάτων για να προωθηθούν στην συνέχεια είτε προς αποτέφρωση, είτε σε μονάδα επεξεργασίας ζωικών αποβλήτων για αδρανοποίηση.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.5 (UNEP) τα μη εδώδιμα υλικά (οστά, λίπος, κεφάλι, τρίχες, μη εδώδιμα εντόσθια κτλ) από τη σφαγή ενός χοίρου 90 κιλών είναι το 20 % του βάρους του, ενώ τα αντίστοιχα μη εδώδιμα υλικά από τη σφαγή ενός μοσχαριού 400 κιλών είναι το 39 % του ζώντος βάρους του (βλέπε Πίνακας 3.6). Επίσης σύμφωνα με τον Πίνακα I.37 (Rajagopalan) το ποσοστό των στερεών αποβλήτων (βιοαποδομήσιμων, μη εδώδιμων στερεών) για τα αιγοπρόβατα είναι 17 % του ΖΒ του ζώου. Τέλος τα βιοαποδομήσιμα μη εδώδιμα υλικά από τη σφαγή των πτηνών είναι το 25,5 % του ζώντος βάρους τους (βλέπε Πίνακα 5.62).

Πίνακας 5.62: Υποπροϊόντα και παραγωγή στερεών αποβλήτων από πτηνοσφαγεία

Απόδοση ανά μονάδα παραγωγής	Μονάδα	Βιομηχανία ^a	Δανία ^b
ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ			
Στερεά οργανικά απόβλητα	g / κεφάλι		3 – 8*
Παραπροϊόντα για μονάδα επεξεργασίας μη εδωδιμων ζωικών υποπροϊόντων (rendering)			510
Στερεά απόβλητα συσκευασίας			15
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ			
Αίμα	% του συνολικού ζώντος βάρους του πτηνού	3	3,5
Φτερά		5,5	8,8
Κεφάλια		3	3
Πόδια (feet)		3	3,9
Άκρα (hocks)		5	
Κνήμες (shank)		2	
Έντερα		6	8**
Δέρμα λαμού		1,5	
Λαιμός		2	
Πρόλοβος (gizzard)		1,5	
Συκώτι		2	
Καρδιά		0,5	
Άλλα σπλάγχνα ^c		2	

^a: Meyn Poultry Processing Solutions, 2004. Yield Process Figures. Το ποσοστό επί τοις εκατό έχει προκύψει με βάση Ζων Βάρους 2000 gr. Το ποσοστό επί τοις εκατό είναι ενδεικτικό και μπορεί να μεταβληθεί με την ηλικία, το είδος των πτηνών, την διατροφή κ.α. Χώρα προέλευσης δεδομένων Ολλανδία.

^b: Danish EPA, 2000. Miljøprojekt Nr. 573 Renere teknologi på fjerkraslagterier – Projektrapport. Ole Pontoppidan and Poul – Ivar Hansen, Slagteriernes Forskningsinstitut. Τα δεδομένα προέκυψαν από μια έρευνα σε 10 πτηνοσφαγεία με μέση δυναμικότητα 12 εκατομμύρια κοτόπουλα ανά έτος.

^c: πνεύμονες, χοληδόχος κύστη, περιεχόμενο πρόλοβου, προστόμαχος κ.α.

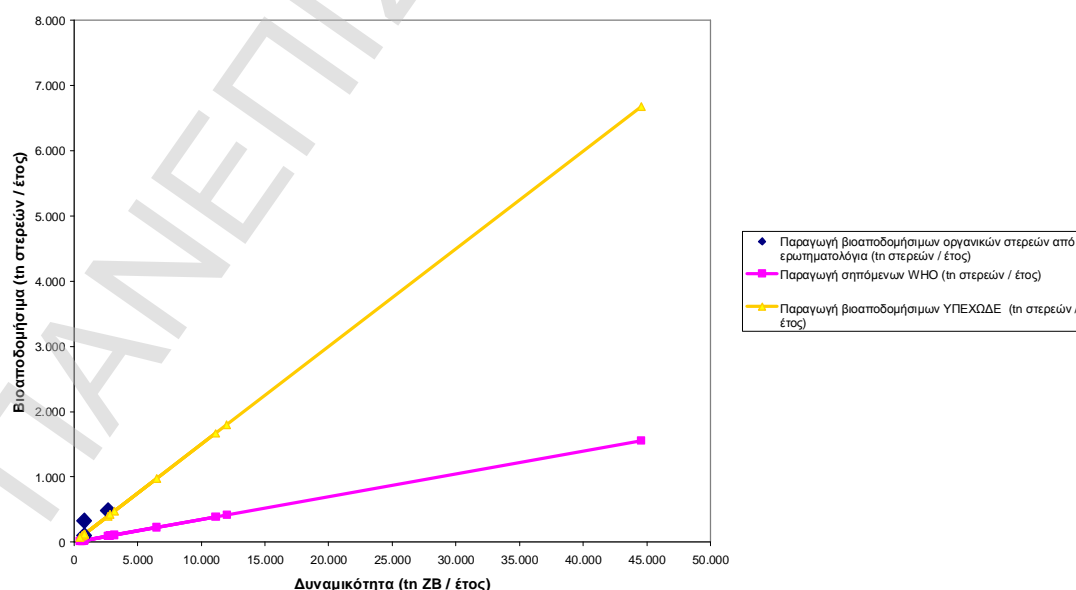
*: χωρίς την λάσπη κροκιδώσης (15 – 30 g ξηρής ουσίας ανά κοτόπουλο)

** : έντερα και άλλα

Πηγή: International Finance Corporation (IFC), “Environmental, Health, and Safety Guidelines (EHS Guidelines): Poultry Processing”, World Bank Group,

[http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_PoultryProcessing/\\$FILE/Final+++Poultry+Processing.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_PoultryProcessing/$FILE/Final+++Poultry+Processing.pdf), 30-4-2007.

Παραγωγή βιοαποδομήσιμων στερεών από τα σφαγεία



Σχήμα 5.31: Παραγωγή βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών από σφαγεία.

Με βάση τους συντελεστές εκπομπής που δίνονται από το WHO, ένα σφαγείο έχει συντελεστή παραγωγής βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών (σηπόμενων υλικών, δηλαδή αίμα, περιεχόμενο στομαχιών, οπλές κτλ ή φτερά, πόδια κτλ για πτηνοσφαγείο) 35 kg / tn ZB. Την ίδια τιμή έχει και ο συντελεστής για τα πτηνοσφαγεία (βλέπε Πίνακα 5.15). Επίσης για τα σφαγεία ο συντελεστής παραγωγής μολυσματικών στερεών (δηλαδή ύποπτα ζώα και όργανα) είναι 3 kg / tn ZB.

Σύμφωνα με τη μελέτη του ΥΠΕΧΩΔΕ (βλέπε Παράρτημα Μ) η παραγωγή βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών (παραπροϊόντα) που δεν αξιοποιούνται από την παραγωγική διαδικασία για τα Ελληνικά δεδομένα είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που δίνει ο WHO, οπότε πρότειναν ένα συντελεστή 150 kg / tn ZB για τα σφαγεία και 300 kg / tn ZB για τα πτηνοσφαγεία.

Ο υπολογισμός της παραγωγής βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών για παράδειγμα γίνεται ως εξής:

(Παραγωγή βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών → tn / έτος) =
(συντελεστής → kg στερεών / tn ZB) × (10⁻³ tn / kg) × (Δυναμικότητα → tn ZB / έτος)

Πίνακας 5.63: Παραγωγή βιοαποδομήσιμων στερεών από τα σφαγεία

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Παραγωγή βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών από ερωτηματολόγια (tn στερεών / έτος)	Παραγωγή σηπόμενων WHO (tn στερεών / έτος)	Παραγωγή βιοαποδομήσιμων ΥΠΕΧΩΔΕ (tn στερεών / έτος)
S08				
S09	44.550		1.559,25	6.682,50
S14	12.000		420,00	1.800,00
S20	3.168		110,88	475,20
S24	600		21,00	90,00
S27				
S35	750		26,25	112,50
S37		1.253,20		
S38				
S44				
S48	800		28,00	120,00
S58	2.667	480,00	93,33	400,00
S61	800		28,00	120,00
S64				
S65	675		23,63	101,25
S68	11.119		389,18	1.667,91
S76	800	332,00	28,00	120,00
S81	650		22,75	97,50
S83		80,00		
S90	800	104,00	28,00	120,00
S92	6.480		226,80	972,00
S98	2.820		98,70	423,00
S104	490		17,14	73,44

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.31 οι συντελεστές του ΥΠΕΧΩΔΕ συμπίπτουν περισσότερο με τις τιμές που συμπληρώθηκαν στα ερωτηματολόγια για τα βιοαποδομήσιμα στερεά.

Για τα υπόλοιπα στερεά απόβλητα δεν βρέθηκε κάποια συσχέτιση που να αξίζει να αναφερθεί.

Χωρίς να έχουμε αρκετές τιμές από τα ερωτηματολόγια τα πτηνοσφαγεία φαίνεται να προσεγγίζονται καλύτερα από το συντελεστή του WHO για τα βιοαποδομήσιμα στερεά (Σχήμα 5.32).

Πίνακας 5.64: Παραγωγή βιοαποδομήσιμων στερεών από τα πτηνοσφαγεία

Κωδικός	ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (tn ZB / έτος)	Παραγωγή βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών από ερωτηματολογία (tn στερεών / έτος)	Παραγωγή σηπόμενων WHO (tn στερεών / έτος)	Παραγωγή βιοαποδομήσιμων ΥΠΕΧΩΔΕ (tn στερεών / έτος)
P18	18.780	182,67	262,92	5.634
P32	21.910	0	306,74	6.573
P34	7.800	0	109,20	2.340
P38	125	0	1,75	38
P42	5.580	0	78,12	1.674
P43	1.500	0	21,00	450



Σχήμα 5.32: Παραγωγή βιοαποδομήσιμων οργανικών στερεών από πτηνοσφαγεία.

5.3.4 Αέριοι ρύποι

Ο χώρος αναμονής των ζώων, η αποθήκευση τροφών, η διεργασία καψαλίσματος, και διάφορες πηγές θερμότητας (όπως οι λέβητες), μπορούν να είναι πηγές εκπομπής σωματιδίων PM και PM-10. Η αναισθητοποίηση των ζώων με διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να είναι πηγή εκπομπής CO₂. Ο χώρος αναμονής των ζώων, η διεργασία ζεματίσματος των χοίρων ή των πτηνών, η διεργασία καψαλίσματος, τα συστήματα υγρών αποβλήτων και διάφορες πηγές θερμότητας μπορεί να είναι πηγή VOC, PAH και άλλων κρίσιμων εκπομπών ρύπων.

Δυστυχώς από τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων από τα πτηνοσφαγεία δεν λάβαμε καμία τιμή για τους αέριους ρύπους. Οπότε στη συνέχεια όλες οι συγκρίσεις θα γίνουν για τις εκλύσεις αέριων ρύπων από τα σφαγεία μεγάλων ζώων.

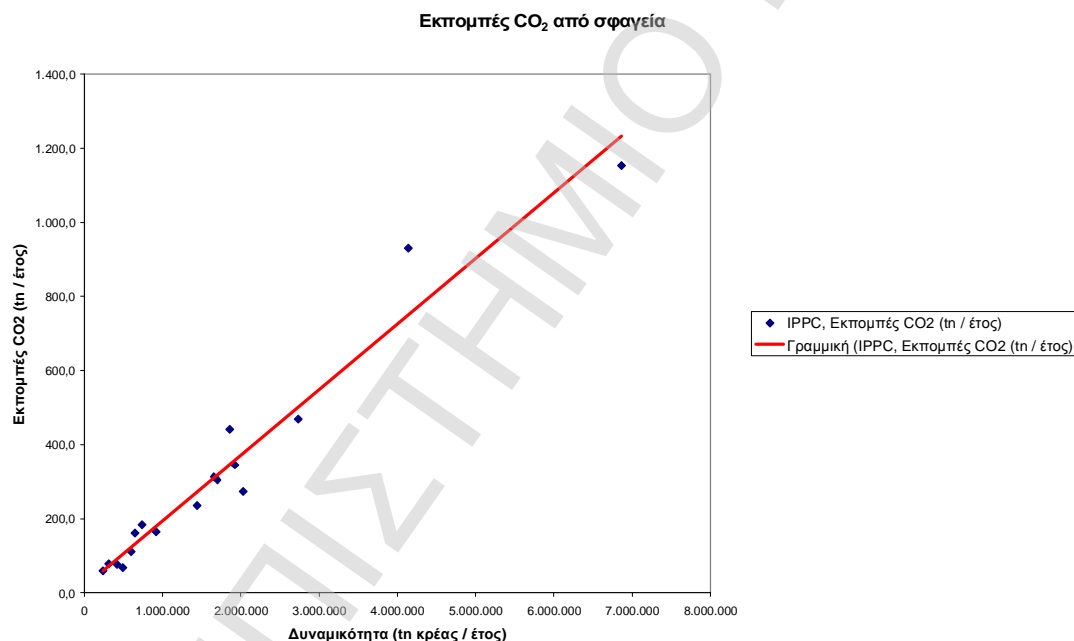
Στους Πίνακες I.1, I.2 και I.3 (IPPC) δίνονται κάποιοι ενδεικτικοί συντελεστές εκπομπής για CO₂, SO₂, NO_x και NH₃, από τους οποίους μπορούμε να έχουμε μια

εικόνα των ρύπων που αναμένεται να εκλύονται από κάθε σφαγείο του ερωτηματολογίου.

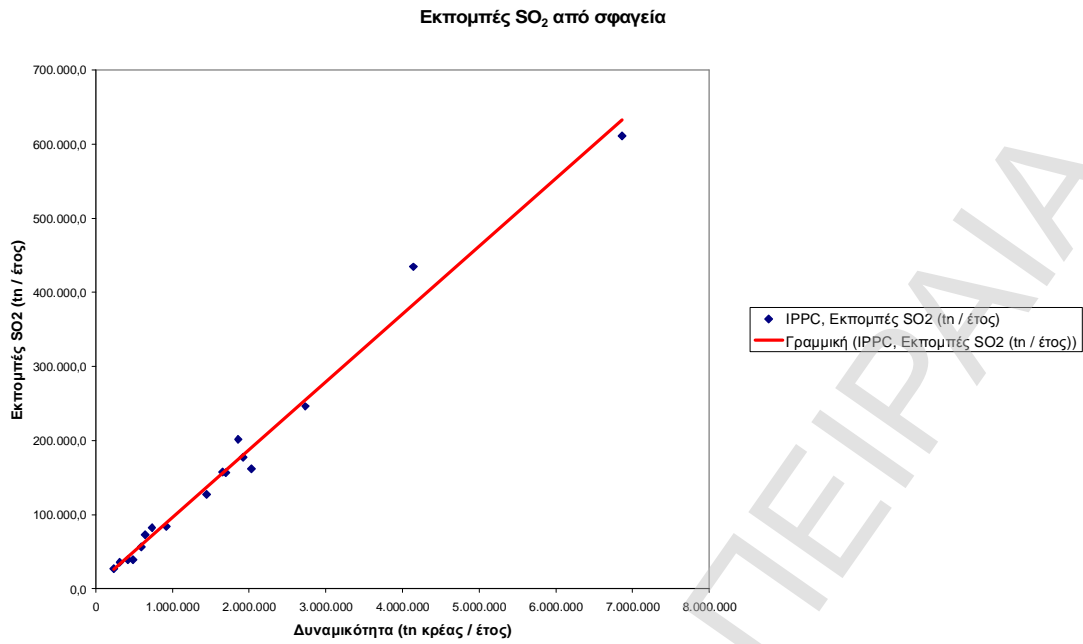
(Εκπομπή αέριου ρύπου → tn / έτος) =
(συντελεστής → kg ρύπου / tn κρέατος) × (10⁻³ tn / kg) × (Δυναμικότητα → tn κρέατος / έτος)

Όπως φαίνεται στα Σχήματα 5.33 – 5.35 οι εκπομπές CO₂, SO₂ και NO_x είναι άμεση συνάρτηση της δυναμικότητας των σφαγείων και παρόλο που οι συντελεστές είναι διαφορετικοί για κάθε είδος ζώων που σφάζονται και η αναλογία των διαφόρων ειδών ζώων δεν είναι σταθερή μεταξύ των σφαγείων, οι εκπομπές παρουσιάζουν γραμμικότητα σε σχέση με τη δυναμικότητα.

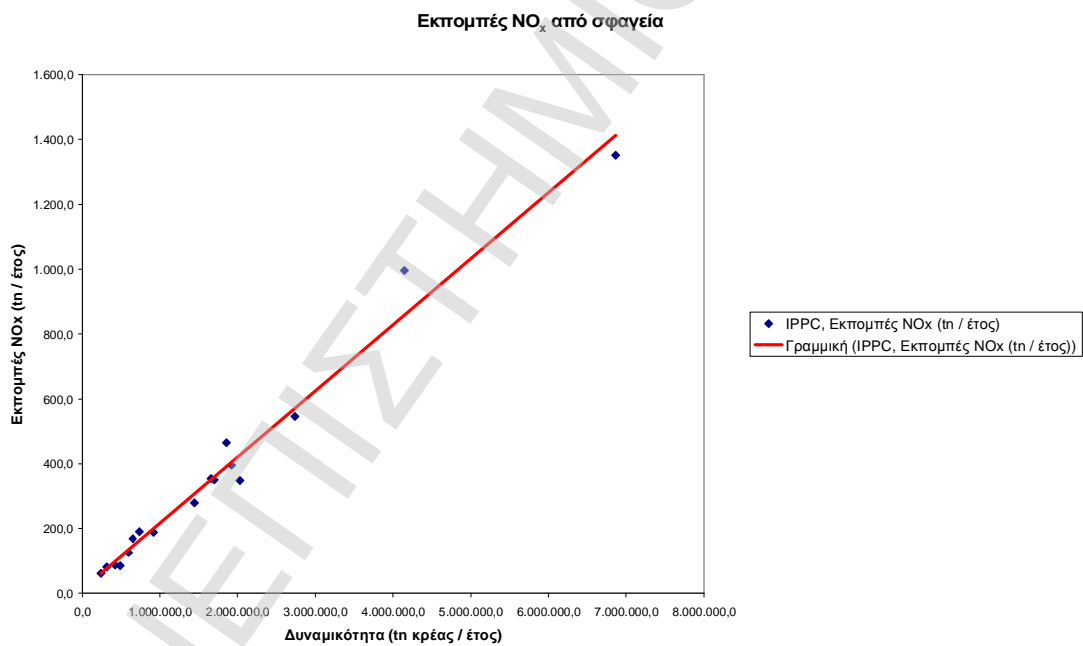
Οι εκπομπές της αμμωνίας σύμφωνα με το IPPC συνδέονται μόνο με τα σφαγεία χοίρων (είτε γιατί στα άλλα είδη ζώων είναι πολύ μικρότερες, π.χ. δεν γίνεται ζεμάτισμα και καβάλισμα για την απομάκρυνση των τριχών, είτε δεν υπάρχουν στοιχεία, όπως για τα πτηνοσφαγεία). Πάντως για τα σφαγεία χοίρων η αύξηση της δυναμικότητας μιας εγκατάστασης σημαίνει και αύξηση των εκπομπών αμμωνίας (Σχήμα 5.36).



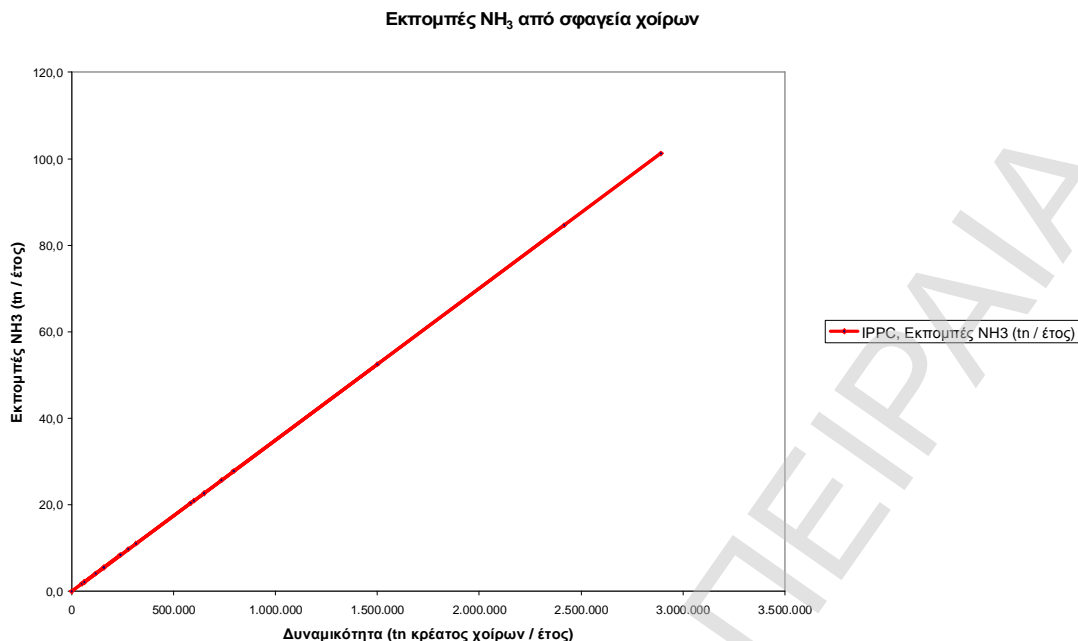
Σχήμα 5.33: Εκπομπές CO₂ σε σχέση με τη δυναμικότητα ενός σφαγείου κατά IPPC.



Σχήμα 5.34: Εκπομπές SO₂ σε σχέση με τη δυναμικότητα ενός σφαγείου κατά IPPC.



Σχήμα 5.35: Εκπομπές NO_x σε σχέση με τη δυναμικότητα ενός σφαγείου κατά IPPC.



Σχήμα 5.36: Εκπομπές NH₃ σε σχέση με τη δυναμικότητα ενός σφαγείου κατά IPCC.

Τα ποσοτικοποιημένα δεδομένα εκπομπών για VOC, PAH ή σωματίδια από τα σφαγεία είναι ελάχιστα, οπότε μπορούμε να κάνουμε μια διερεύνηση της κατάστασης μέσω σύγκρισης των διεργασιών ενός σφαγείου με παρόμοιες βιομηχανικές διεργασίες. Δεδομένου ότι η μεγαλύτερη ποσότητα αέριων ρύπων προέρχεται από τη λειτουργία του καυστήρα, του λέβητα παραγωγής ζεστού νερού και θέρμανσης καθώς και από τη λειτουργία του κλιβάνου αποτέφρωσης, μπορούμε να κάνουμε μια γενική εκτίμηση με δεδομένα για παράδειγμα από βιομηχανικούς λέβητες.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.17, του WHO, ένας λέβητας που καταναλώνει πετρέλαιο (κατηγορία: Distillate Fuel Oil) εκπέμπει:

Ολικά αιωρούμενα σωματίδια ή ολική σκόνη (TSP): με ένα συντελεστή 0,28 kg TSP / tn καυσίμου,

SO₂: με ένα συντελεστή 20 S kg SO₂ / tn καυσίμου (όπου S: είναι το ποσοστό επί τοις εκατό σε βάρος του θείου στο καύσιμο, το οποίο για το πετρέλαιο κίνησης υποθέτουμε ότι είναι 0,2 % κ.β.), οπότε ο συντελεστής είναι: 4 kg SO₂ / tn καυσίμου,

NO_x: με ένα συντελεστή 2,84 kg NO_x / tn καυσίμου,

CO: με ένα συντελεστή 0,71 kg CO / tn καυσίμου,

VOC: με ένα συντελεστή 0,035 kg VOC / tn καυσίμου και

SO₃: με ένα συντελεστή 0,28 S kg SO₃ / tn καυσίμου.

Ενώ ένας λέβητας που καταναλώνει υγραέριο ή προπάνιο (κατηγορία: Liquefied Petroleum Gas - LPG) εκπέμπει:

Ολικά αιωρούμενα σωματίδια ή ολική σκόνη (TSP): με ένα συντελεστή 0,060 kg TSP / tn καυσίμου,

SO₂: με ένα συντελεστή 0,007 kg SO₂ / tn καυσίμου,

NO_x: με ένα συντελεστή 2,9 kg NO_x / tn καυσίμου,

CO: με ένα συντελεστή 0,71 kg CO / tn καυσίμου και

VOC: με ένα συντελεστή 0,12 kg VOC / tn καυσίμου

Σύμφωνα με τη USA – EPA οι συντελεστές εκπομπής από ένα λέβητα με καύσιμο πετρέλαιο κίνησης και υγραέριο ή προπάνιο είναι αυτοί που παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 5.65: Συντελεστές εκπομπής για καύσιμο Distillate oil fired (όπου ανήκει το πετρέλαιο κίνησης) σε λέβητες < 100 Million Btu / hr (= 29,3 MW)

Είδος καυσίμου		Distillate oil fired
Ρύποι	Λέβητες < 100 Million Btu / hr (= 29,3 MW)	
SO ₂	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	142 S
	Emissions factor rating	A
SO ₃	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	2 S
	Emissions factor rating	A
NO _x	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	20
	Emissions factor rating	A
CO	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	5
	Emissions factor rating	A
Διηθήσιμα PM	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	2
	Emissions factor rating	A
Βιομηχανικοί λέβητες (industrial boilers)		
TOC	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	0,252
	Emissions factor rating	A
Μεθάνιο	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	0,052
	Emissions factor rating	A
NMTOC	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	0,2
	Emissions factor rating	A
Commercial / institutional / residential combustors		
TOC	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	0,556
	Emissions factor rating	A
Μεθάνιο	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	0,216
	Emissions factor rating	A
NMTOC	Συντελεστής εκπομπής (lb / 10 ³ gal)	0,34
	Emissions factor rating	A

Σημείωση: Για να μετατρέψουμε τις lb / 10³ gal, σε kg / 10³ l, πολλαπλασιάσαμε με 0,120.

Η ονομαστική θερμική ισχύς (heat input capacities) των βιομηχανικών λέβητων κυμαίνεται μεταξύ 10 και 100 εκατομμύρια Btu / hr = 2,93 – 29,3 MW (1 W = 3,412 Btu / hr)

S: είναι το περιεχόμενο του αερίου σε θείο εκφρασμένο % κ.β.

Το NO_x εκφράζεται ως NO₂.

Αυτοί οι συντελεστές είναι για καλά συντηρημένους και σχετικά καινούργιους λέβητες (Emissions factor rating = A, σημαίνει καλή λειτουργία).

TOC: Total Organic Compounds

NMTOC: Non Methane Total Organic Compounds

Πηγή: EPA (U. S. Environmental Protection Agency), Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories and Emissions Factors, “Emission Factor Documentation & AP-42”, AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 1: “External Combustion Sources”, “1.3 Fuel Oil Combustion” (c01s03.pdf), September 1998 & “1.5 Liquefied Petroleum Gas Combustion” (c01s05.pdf), October 1996, <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/index.html>.

Πίνακας 5.65 (συνέχεια): Συντελεστές εκπομπής για καύσιμο Distillate oil fired (όπου ανήκει το πετρέλαιο κίνησης) σε λέβητες < 100 Million Btu / hr (= 29,3 MW) που βρίσκονται σε καλή λειτουργία, μετά την μετατροπή μονάδων.

Είδος καυσίμου		Distillate oil fired
Ρύποι	Λέβητες < 100 Million Btu / hr (= 29,3 MW)	
SO ₂	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	3,408
SO ₃	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,048
NO _x	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	2,4
CO	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,6
Διηθήσιμα PM	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,24
Βιομηχανικοί λέβητες (industrial boilers)		
TOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,03
Μεθάνιο	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,006
NMTOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,024
Commercial / institutional / residential combustors		
TOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,066
Μεθάνιο	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,02
NMTOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / m ³ καυσίμου)	0,04

Σημείωση: S: είναι το ποσοστό επί τοις εκατό σε βάρος του θείου στο καύσιμο, το οποίο για το πετρέλαιο κίνησης υποθέτουμε ότι είναι 0,2 % κ.β.

Πίνακας 5.65 (συνέχεια): Συντελεστές εκπομπής για καύσιμο Distillate oil fired (όπου ανήκει το πετρέλαιο κίνησης) σε λέβητες < 100 Million Btu / hr (= 29,3 MW), μετά τη μετατροπή ανά τόνους καυσίμου.

Είδος καυσίμου		Distillate oil fired
Ρύποι	Λέβητες < 100 Million Btu / hr (= 29,3 MW)	
SO ₂	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	2,88
SO ₃	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,04
NO _x	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	2,03
CO	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,51
Διηθήσιμα PM	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,20
Βιομηχανικοί λέβητες (industrial boilers)		
TOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,03
Μεθάνιο	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,01
NMTOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,02
Commercial / institutional / residential combustors		
TOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,06
Μεθάνιο	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,02
NMTOC	Συντελεστής εκπομπής (kg ρύπου / tn καυσίμου)	0,03

Σημείωση: Πετρέλαιο κίνησης με πυκνότητα στους 15 °C: 820 – 845 kg / m³.

Πίνακας 5.66: Συντελεστές εκπομπής για καύσιμο LPG (emission factor rating: E) σε βιομηχανικούς (industrial boilers) και εμπορικούς λέβητες (commercial boilers)

Ρύπος	Συντελεστές εκπομπής για βουτάνιο (lb / 10 ³ gal)		Συντελεστές εκπομπής για προπάνιο (lb / 10 ³ gal)	
	Βιομηχανικοί	Εμπορικοί	Βιομηχανικοί	Εμπορικοί
PM	0,6	0,5	0,6	0,4
SO ₂	0,09 S	0,09 S	0,10 S	0,10 S
NO _x	21	15	19	14
N ₂ O	0,9	0,9	0,9	0,9
CO ₂	14.300	14.300	12.500	12.500
CO	3,6	2,1	3,2	1,9
TOC	0,6	0,6	0,5	0,5
CH ₄	0,2	0,2	0,2	0,2

Σημείωση: Για να μετατρέψουμε τις lb / 10³ gal, σε kg / 10³ l, πολλαπλασιάσαμε με 0,120.

Η ονομαστική θερμική ισχύς (heat input capacities) των βιομηχανικών λεβήτων κυμαίνεται μεταξύ 10 και 100 εκατομμύρια Btu / hr = 2,93 – 29,3 MW (1 W = 3,412 Btu / hr)

Η ονομαστική θερμική ισχύς (heat input capacities) των εμπορικών λεβήτων κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 10 εκατομμύρια Btu / hr = 0,087 – 2,93 MW (1 W = 3,412 Btu / hr)

S: είναι το περιεχόμενο του αερίου σε θείο εκφρασμένο σε gr / 100 ft³ υγροποιημένου αερίου.

Το NO_x εκφράζεται ως NO₂.

Πηγή: EPA (U. S. Environmental Protection Agency), Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories and Emissions Factors, “Emission Factor Documentation & AP-42”, AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 1: “External Combustion Sources”, “1.3 Fuel Oil Combustion” (c01s03.pdf), September 1998 & “1.5 Liquefied Petroleum Gas Combustion” (c01s05.pdf), October 1996, <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/index.html>.

Πίνακας 5.66 (συνέχεια): Συντελεστές εκπομπής για καύσιμο LPG (emission factor rating: E) σε βιομηχανικούς λέβητες (industrial boilers), μετά τη μετατροπή μονάδων.

Ρύπος	Συντελεστές εκπομπής για βουτάνιο (kg ρύπων / m ³ καυσίμου)		Συντελεστές εκπομπής για προπάνιο (kg ρύπων / m ³ καυσίμου)	
	Βιομηχανικοί	Εμπορικοί	Βιομηχανικοί	Εμπορικοί
PM	0,072	0,06	0,072	0,048
SO ₂	0,162	0,162	0,18	0,18
NO _x	2,52	1,8	2,28	1,68
N ₂ O	0,108	0,108	0,108	0,108
CO ₂	1.716	1.716	1.500	1.500
CO	0,432	0,252	0,384	0,228
TOC	0,072	0,072	0,06	0,06
CH ₄	0,024	0,024	0,024	0,024

Σημείωση: Θεωρούμε ότι η περιεκτικότητα σε θείο είναι 0,008 % κ.β. ή 15 gr / 100 ft³

Πίνακας 5.66 (συνέχεια): Συντελεστές εκπομπής για καύσιμο LPG (emission factor rating: E) σε λέβητες, μετά τη μετατροπή ανά τόνους καυσίμου.

Ρύπος	Συντελεστές εκπομπής για βουτάνιο (kg ρύπων / tn καυσίμου)		Συντελεστές εκπομπής για προπάνιο (kg ρύπων / tn καυσίμου)	
	Βιομηχανικοί	Εμπορικοί	Βιομηχανικοί	Εμπορικοί
PM	0,126	0,105	0,126	0,084
SO ₂	0,284	0,284	0,316	0,316
NO _x	4,421	3,158	4,000	2,947
N ₂ O	0,189	0,189	0,189	0,189
CO ₂	3.010,53	3.010,53	2.631,58	2.631,58
CO	0,758	0,442	0,674	0,400
TOC	0,126	0,126	0,105	0,105
CH ₄	0,042	0,042	0,042	0,042

Σημείωση:

Butane 570 - 580 Liquid Density (kg/m³) at 15 °C

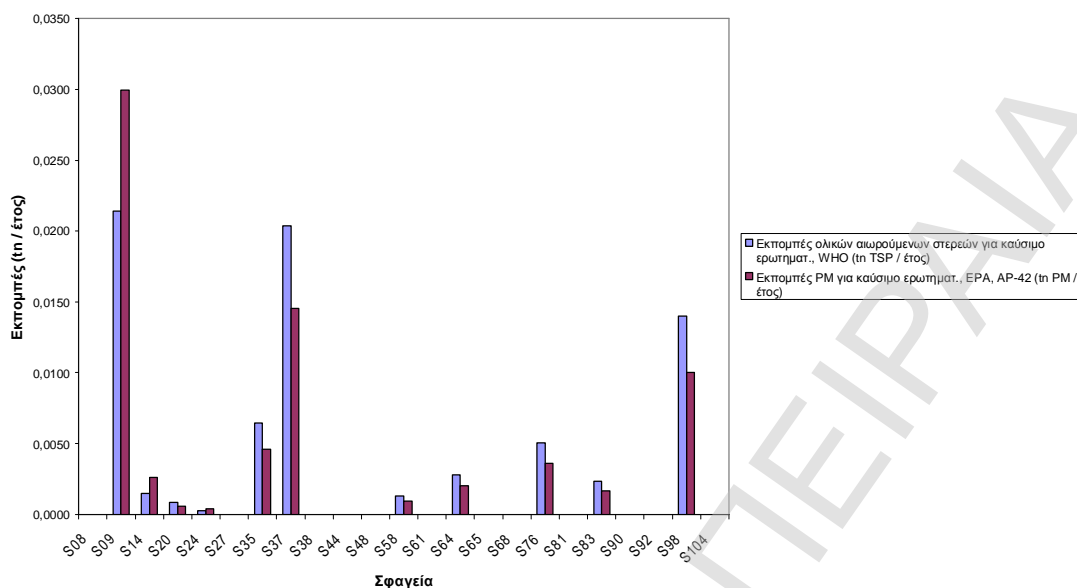
Propane 500 - 510 Liquid Density (kg/m³) at 15 °C

Οπότε, με βάση τους παραπάνω συντελεστές εκπομπής προκύπτει ο Πίνακας 5.67 και το Σχήμα 5.37 για τις εκπομπές TSP και PM από τους λέβητες των σφαγείων. Ανάλογα με τον αν το καύσιμο είναι υγραέριο ή πετρέλαιο (βλέπε Πίνακας 5.67) μεταβάλλεται το είδος των εκπομπών. Για παράδειγμα αν το καύσιμο είναι υγραέριο έχουμε μεγαλύτερες εκπομπές PM (σκόνης) από ότι εκπομπές ολικών αιωρούμενων στερεών (TSP).

Πίνακας 5.67: Εκπομπές TSP και PM από τους λέβητες των σφαγείων

Κωδικός	Είδος καυσίμου λέβητα	Κατανάλωση καυσίμου (tn / έτος)	Εκπομπές ολικών αιωρούμενων στερεών για καύσιμο ερωτηματ., WHO (tn TSP / έτος)	Εκπομπές PM για καύσιμο ερωτηματ., EPA, AP-42 (tn PM / έτος)
S08	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S09	ΥΓΡΑΕΡΙΟ, ΠΡΟΠΑΝΙΟ	356,53	0,0214	0,0299
S14	ΑΕΡΙΟ	25	0,0015	0,0026
S20	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	3	0,0008	0,0006
S24	ΠΡΟΠΑΝΙΟ	4,5	0,0003	0,0004
S27	ΜΑΖΟΥΤ 30 % ΜΕ ΖΩΙΚΟ ΛΙΠΟΣ 70 %	52		
S35	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	23	0,0064	0,0046
S37	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	72,8	0,0204	0,0146
S38	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S44	ΠΡΟΠΑΝΙΟ			
S48				
S58	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	4,7	0,0013	0,0009
S61	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S64	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	10	0,0028	0,0020
S65				
S68	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S76	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	18	0,0050	0,0036
S81		8		
S83	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	8,33	0,0023	0,0017
S90	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S92				
S98	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	50	0,0140	0,0100
S104	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			

Εκπομπές στερεών από λέβητες σφαγείων

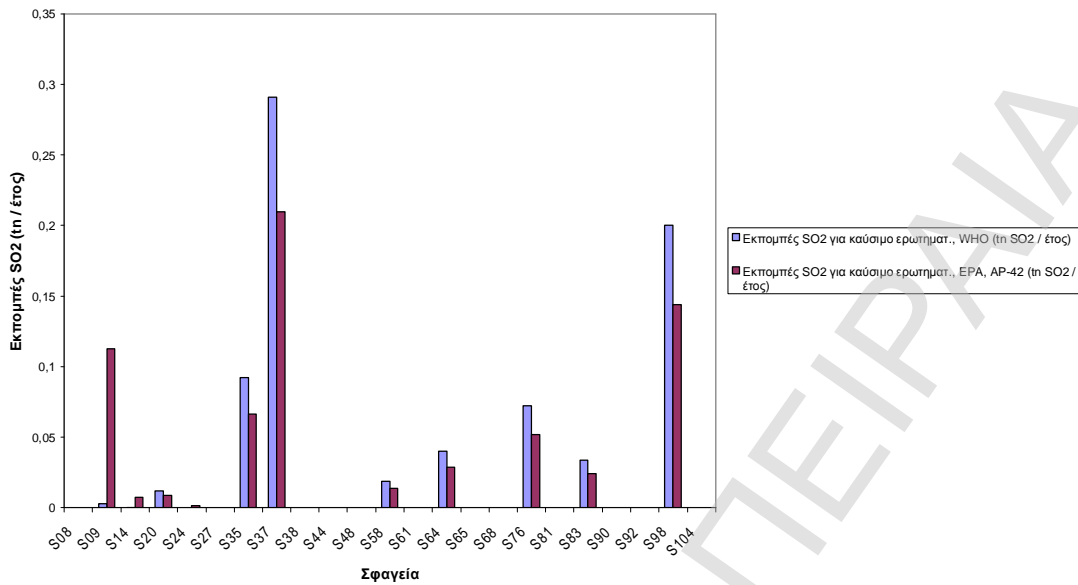


Σχήμα 5.37: Εκπομπές TSP και PM από τους λέβητες των σφαγείων των ερωτηματολογίων με βάση τους συντελεστές του WHO και του EPA (AP-42).

Πίνακας 5.68: Εκπομπές SO₂ από τους λέβητες των σφαγείων

Κωδικός	Είδος καυσίμου λέβητα	Κατανάλωση καυσίμου (tn / έτος)	Εκπομπές SO ₂ για καύσιμο ερωτηματ., WHO (tn SO ₂ / έτος)	Εκπομπές SO ₂ για καύσιμο ερωτηματ., EPA, AP-42 (tn SO ₂ / έτος)
S08	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S09	ΥΓΡΑΕΡΙΟ, ΠΡΟΠΑΝΙΟ	356,53	0,0025	0,1127
S14	ΑΕΡΙΟ	25	0,0002	0,0071
S20	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	3	0,0120	0,0086
S24	ΠΡΟΠΑΝΙΟ	4,5	0,0000	0,0014
S27	ΜΑΖΟΥΤ 30 % ΜΕ ΖΩΙΚΟ ΛΙΠΟΣ 70 %	52		
S35	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	23	0,0920	0,0662
S37	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	72,8	0,2912	0,2097
S38	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S44	ΠΡΟΠΑΝΙΟ			
S48				
S58	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	4,7	0,0188	0,0135
S61	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S64	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	10	0,0400	0,0288
S65				
S68	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S76	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	18	0,0720	0,0518
S81		8		
S83	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	8,33	0,0333	0,0240
S90	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S92				
S98	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	50	0,2000	0,1440
S104	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			

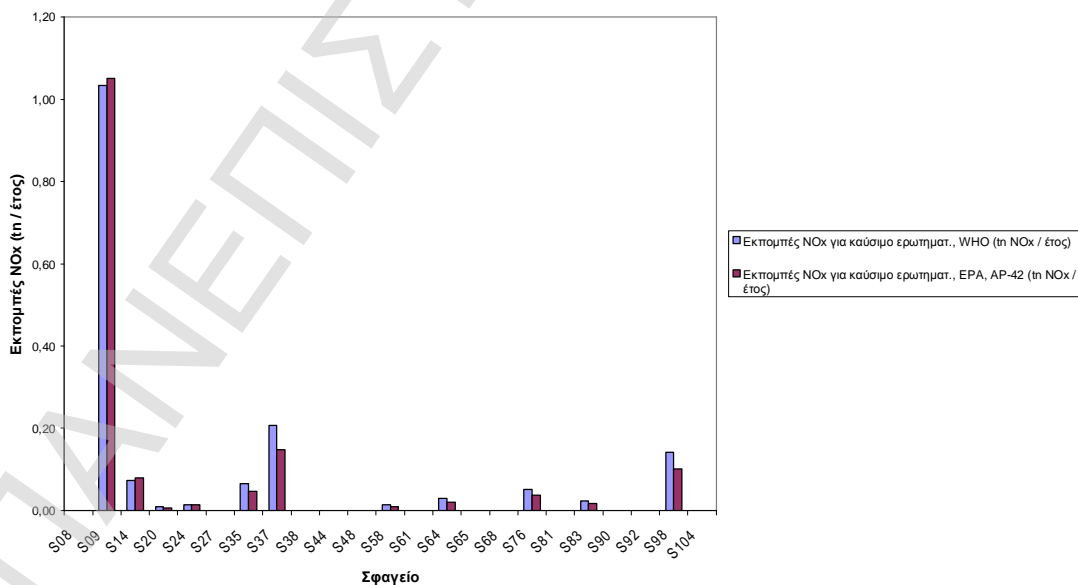
Εκπομπές SO₂ από λέβητες σφαγείων



Σχήμα 5.38: Εκπομπές SO₂ από τους λέβητες των σφαγείων.

Γενικά η χρήση του πετρελαίου ως καύσιμο στους λέβητες δίνει μεγαλύτερες εκπομπές SO₂ σε σύγκριση με την καύση του υγραερίου, αλλά αυτό είναι ανάλογο με την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο. Επίσης οι υπολογισμοί με βάση τους συντελεστές εκπομπής δίνουν διαφορετικό αποτέλεσμα μεταξύ WHO και EPA (AP-42), γεγονός που συνδέεται με την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο και τις συνθήκες που έγιναν οι μετρήσεις για την διεξαγωγή των συντελεστών. Σήμερα πάντως η νομοθεσία έχει μειώσει την περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο.

Εκπομπές NO_x από λέβητες σφαγείων



Σχήμα 5.39: Εκπομπές NO_x από τους λέβητες των σφαγείων

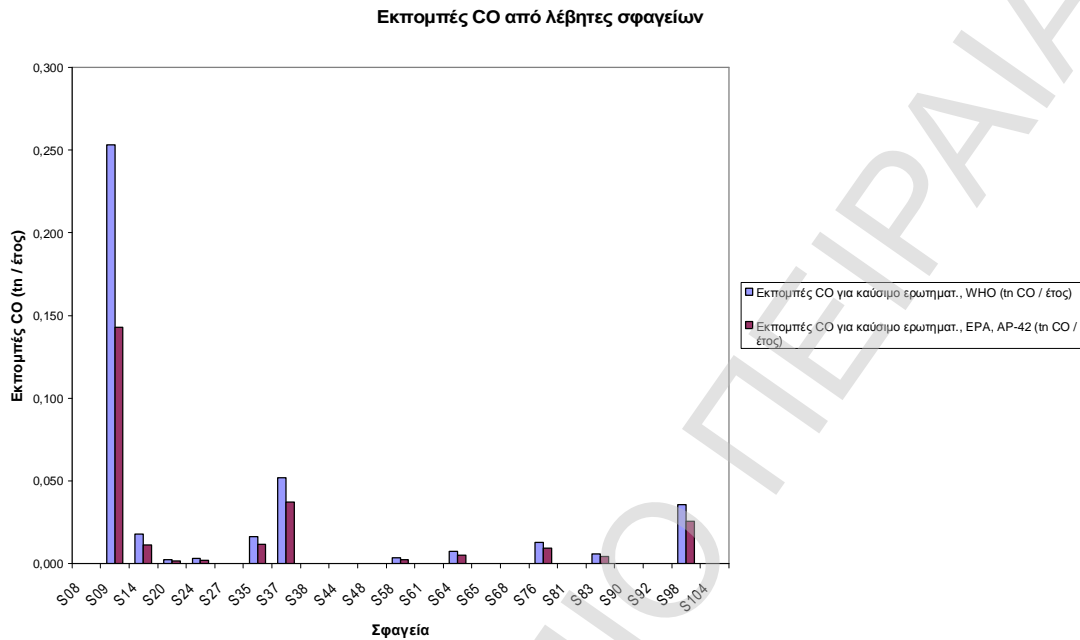
Πίνακας 5.69: Εκπομπές NO_x από τους λέβητες των σφαγείων

Κωδικός	Είδος καυσίμου λέβητα	Κατανάλωση καυσίμου (tn / έτος)	Εκπομπές NO _x για καύσιμο ερωτηματ., WHO (tn NO _x / έτος)	Εκπομπές NO _x για καύσιμο ερωτηματ., EPA, AP-42 (tn NO _x / έτος)
S08	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S09	ΥΓΡΑΕΡΙΟ, ΠΡΟΠΑΝΙΟ	356,53	1,03	1,051
S14	ΑΕΡΙΟ	25	0,07	0,079
S20	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	3	0,01	0,006
S24	ΠΡΟΠΑΝΙΟ	4,5	0,01	0,013
S27	ΜΑΖΟΥΤ 30 % ΜΕ ΖΩΙΚΟ ΛΙΠΟΣ 70 %	52		
S35	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	23	0,07	0,047
S37	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	72,8	0,21	0,148
S38	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S44	ΠΡΟΠΑΝΙΟ			
S48				
S58	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	4,7	0,01	0,010
S61	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S64	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	10	0,03	0,020
S65				
S68	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S76	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	18	0,05	0,037
S81		8		
S83	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	8,33	0,02	0,017
S90	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S92				
S98	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	50	0,14	0,1440
S104	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			

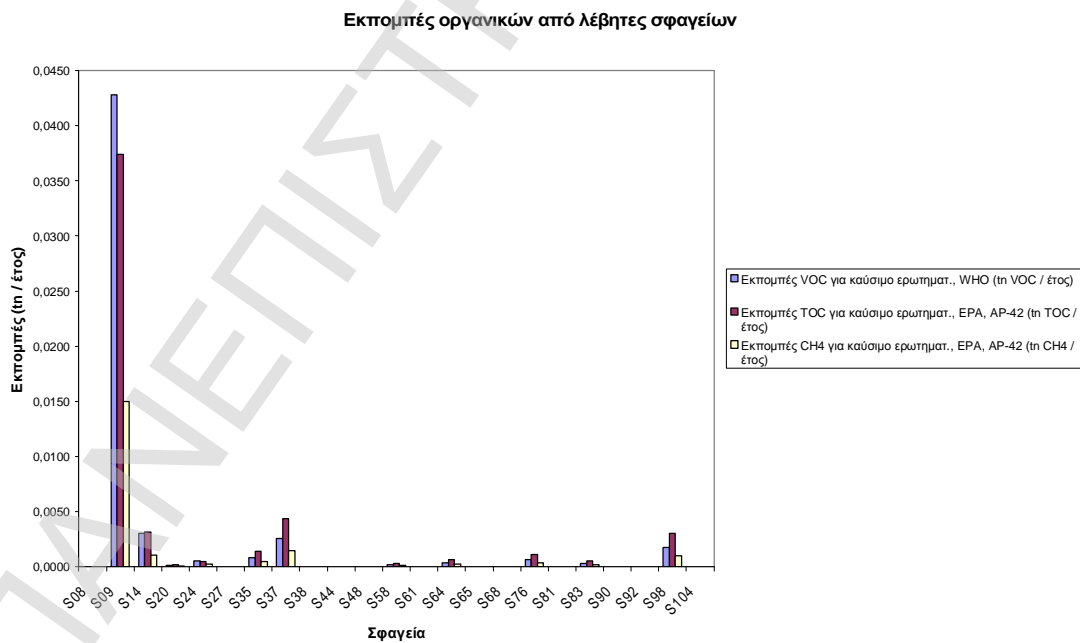
Πίνακας 5.70: Εκπομπές CO από τους λέβητες των σφαγείων

Κωδικός	Είδος καυσίμου λέβητα	Κατανάλωση καυσίμου (tn / έτος)	Εκπομπές CO για καύσιμο ερωτηματ., WHO (tn CO / έτος)	Εκπομπές CO για καύσιμο ερωτηματ., EPA, AP-42 (tn CO / έτος)
S08	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S09	ΥΓΡΑΕΡΙΟ, ΠΡΟΠΑΝΙΟ	356,53	0,253	0,1426
S14	ΑΕΡΙΟ	25	0,018	0,0111
S20	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	3	0,002	0,0015
S24	ΠΡΟΠΑΝΙΟ	4,5	0,003	0,0018
S27	ΜΑΖΟΥΤ 30 % ΜΕ ΖΩΙΚΟ ΛΙΠΟΣ 70 %	52		
S35	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	23	0,016	0,0117
S37	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	72,8	0,052	0,0371
S38	ΥΓΡΑΕΡΙΟ			
S44	ΠΡΟΠΑΝΙΟ			
S48				
S58	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	4,7	0,003	0,0024
S61	ΥΓΡΑΕΡΙΟ		0,000	
S64	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	10	0,007	0,0051
S65				
S68	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S76	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	18	0,013	0,0092
S81		8		
S83	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	8,33	0,006	0,0043
S90	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			
S92				
S98	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	50	0,036	0,0255
S104	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ			

Όσον αφορά τις εκπομπές NO_x, CO και οργανικών διαφοροποιούνται επίσης ανάλογα με το καύσιμο και το συντελεστή εκπομπής (βλέπε Πίνακες 5.69 – 5.71).



Σχήμα 5.40: Εκπομπές CO από τους λέβητες των σφαγείων



Σχήμα 5.41: Εκπομπές Οργανικών ουσιών από τους λέβητες των σφαγείων

Πίνακας 5.71: Εκπομπές Οργανικών από τους λέβητες των σφαγείων

Κωδικός	Είδος καυσίμου λέβητα	Κατανάλωση καυσίμου (tn / έτος)	Εκπομπές VOC για καύσιμο ερωτηματ., WHO (tn VOC / έτος)	Εκπομπές TOC για καύσιμο ερωτηματ., EPA, AP-42 (tn TOC / έτος)	Εκπομπές CH ₄ για καύσιμο ερωτηματ., EPA, AP-42 (tn CH ₄ / έτος)
S08	ΥΓΡΑΕΡΙΟ				
S09	ΥΓΡΑΕΡΙΟ, ΠΡΟΠΑΝΙΟ	356,53	0,0428	0,0374	0,0150
S14	ΑΕΡΙΟ	25	0,0030	0,0032	0,0011
S20	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	3	0,0001	0,0002	0,0001
S24	ΠΡΟΠΑΝΙΟ	4,5	0,0005	0,0005	0,0002
S27	ΜΑΖΟΥΤ 30 % ΜΕ ΖΩΙΚΟ ΛΙΠΟΣ 70 %	52			
S35	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	23	0,0008	0,0014	0,0005
S37	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	72,8	0,0025	0,0044	0,0015
S38	ΥΓΡΑΕΡΙΟ				
S44	ΠΡΟΠΑΝΙΟ				
S48					
S58	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	4,7	0,0002	0,0003	0,0001
S61	ΥΓΡΑΕΡΙΟ				
S64	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	10	0,0004	0,0006	0,0002
S65					
S68	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ				
S76	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	18	0,0006	0,0011	0,0004
S81		8			
S83	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	8,33	0,0003	0,0005	0,0002
S90	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ				
S92					
S98	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	50	0,0018	0,0030	0,0010
S104	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ				

Εκτός από τους συντελεστές εκπομπής του WHO και του EPA για τους λέβητες, συντελεστές εκπομπής δίνει και το CORINAIR (Πίνακας 5.72 για μεσαίου μεγέθους λέβητες). Στην τελευταία περίπτωση οι συντελεστές εκπομπής δίνονται σε μονάδες g ρύπου / GJ.

Οπότε, οι υπολογισμοί γίνονται με βάση την ακόλουθη σχέση:

(Εκπομπή αέριου ρύπου → g / έτος) =

(συντελεστής → g ρύπου / GJ) × (Ετήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας → GJ / έτος)

Οι συγκεκριμένοι συντελεστές για μικρούς λέβητες είναι πολύ γενικοί και κάνουν μόνο το διαχωρισμό αέρια και υγρά καύσιμα.

Πίνακας 5.72: Συντελεστές εκπομπής για μεσαίου μεγέθους λέβητες (> 1 MW_{th} έως ≤ 50 MW_{th})

Ρύπος	Συντελεστές εκπομπής		Μονάδες
	Αέρια καύσιμα	Υγρά καύσιμα	
Sulphur dioxide (SO ₂)	0,5	140*	g / GJ
Nitrogen dioxide (NO ₂)	70	100	g / GJ
Total suspended particulate matter	-	50**	g / GJ
PM10	-	40**	g / GJ
PM2.5	-	30**	g / GJ
Arsenic	-	1	mg / GJ
Cadmium	-	0,3	mg / GJ
Chromium	-	2	mg / GJ
Copper	-	3	mg / GJ
Mercury	0,01	0,1	mg / GJ
Nickel	-	200	mg / GJ
Lead	-	10	mg / GJ
Zinc	-	5	mg / GJ
Διοξίνες και φουράνια	2	10	I-Teq ng / GJ
PAH 1-4	-	5	mg / GJ
Benzo(a)pyrene	-	1	mg / GJ
Benzo(b)fluoranthen	-	2	mg / GJ
Benzo(k)fluoranthen	-	1	mg / GJ
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	-	1	mg / GJ
Carbon monoxide (CO)	20	40	g / GJ
Non methane VOC	2	5	g / GJ

Σημείωση:

Στα αέρια καύσιμα περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων το φυσικό αέριο και το υγραέριο

Στα υγρά καύσιμα περιλαμβάνονται η κηροζίνη (φωτιστικό πετρέλαιο), gas oil (gas / diesel oil, δηλαδή βενζίνη και πετρέλαιο) και fuel oil (residual oil, residual fuel oil).

*: Υγρό καύσιμο με περιεκτικότητα σε θείο έως 0,3 % και σε θερμότητα δύναμη 42 GJ / tn.

** : Ο συγκεκριμένος συντελεστής εκπομπής είναι για heavy fuel oil. Αν ο λέβητας καίει πιο ελαφρύ καύσιμο αυτή η τιμή μειώνεται κατά 10%.

Πηγή: EMEP/CORINAIR, "Emission Inventory Guidebook – 2006", "SMALL COMBUSTION INSTALLATIONS", Activities: Various, EEA (European Environment Agency), <http://reports.eea.europa.eu/EMEP/CORINAIR4/en/page002.html>, December 2006.

Εκτός από τους λέβητες στην εκπομπή των αέριων ρύπων που εκλύονται από τα σφαγεία συνεισφέρουν και οι αποτεφρωτήρες. Υπολογισμοί μπορούν να γίνουν με βάση τον Πίνακα 3.4 (IPPC), αρκεί να γνωρίζουμε το βάρος των υλικών που πηγαίνουν για αποτέφρωση στο σφαγείο. Από τους αποτεφρωτήρες οι κυριότερες εκπομπές είναι: CO₂, SO₂, σκόνη, HCl, CO και NO_x.

Πίνακας 5.73: Εκπομπές αέριων ρύπων από την αποτέφρωση σε σφαγεία.

Βάρος υλικών για αποτέφρωση (tn / έτος)	Εκπομπές CO ₂ από αποτέφρωση (tn CO ₂ / έτος)	Εκπομπές SO ₂ από αποτέφρωση (tn SO ₂ / έτος)	Εκπομπές PM10 από αποτέφρωση (tn PM10 / έτος)	Εκπομπές HCl από αποτέφρωση (tn HCl / έτος)	Εκπομπές NO _x από αποτέφρωση (tn NO _x / έτος)	Εκπομπές CO από αποτέφρωση (tn CO / έτος)
56	140	0,032	0,084	0,127	0,141	0,141
156	390	0,088	0,234	0,351	0,390	0,390

Τέλος, μια άλλη πηγή αέριων ρύπων στα σφαγεία είναι οι εκπομπές που προέρχονται από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις των βιολογικών που διαθέτουν τα σφαγεία. Χαρακτηριστικούς συντελεστές εκπομπής για μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων βιομηχανιών παρέχει το CORINAIR (Πίνακας 5.74).

Πίνακας 5.74: Συντελεστές εκπομπών στον αέρα από τις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στις βιομηχανίες.

Ενώσεις που εκπέμπονται στον αέρα	Συντελεστές εκπομπής	
	kg / ισοδύναμο ανθρώπου	g / m ³
CO ₂	27,4	339,1
Μεθάνιο	0,3	3,7
N ₂ O	0,02	0,25

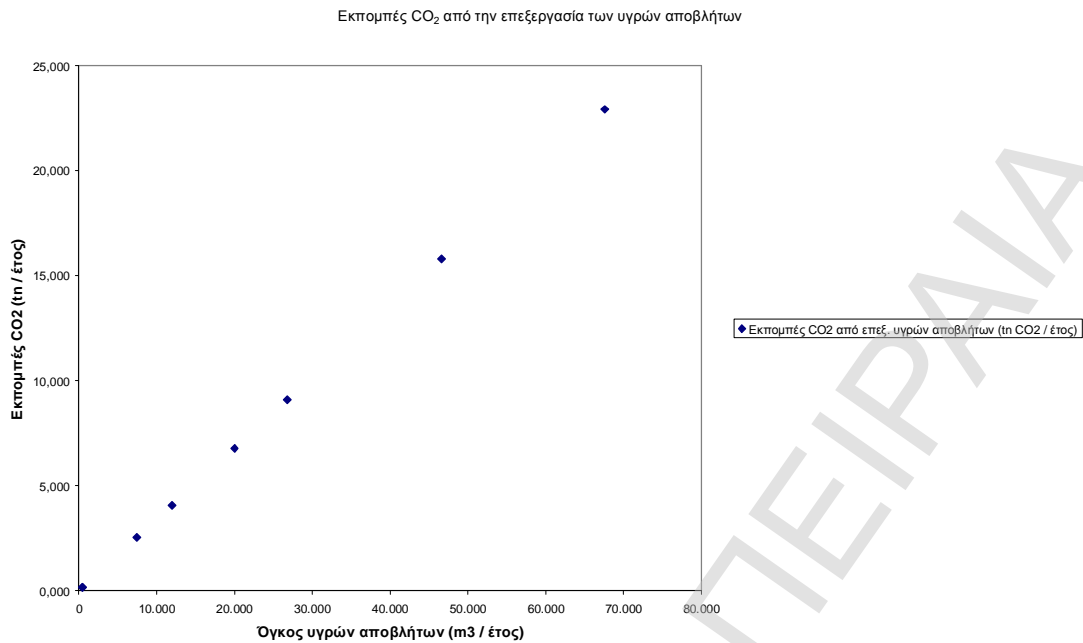
Πηγή: EMEP/CORINAIR, "Emission Inventory Guidebook – 2006", "OTHER WASTE TREATMENT, Waste Water Treatment in Industry, Waste Water Treatment in Residential/Commercial Sectors", Activities 091001 & 091002, EEA (European Environment Agency), http://reports.eea.europa.eu/EMEP_CORINAIR4/en/page018.html, December 2006.

Οπότε οι εκπομπές υπολογίζονται με βάση τη σχέση:

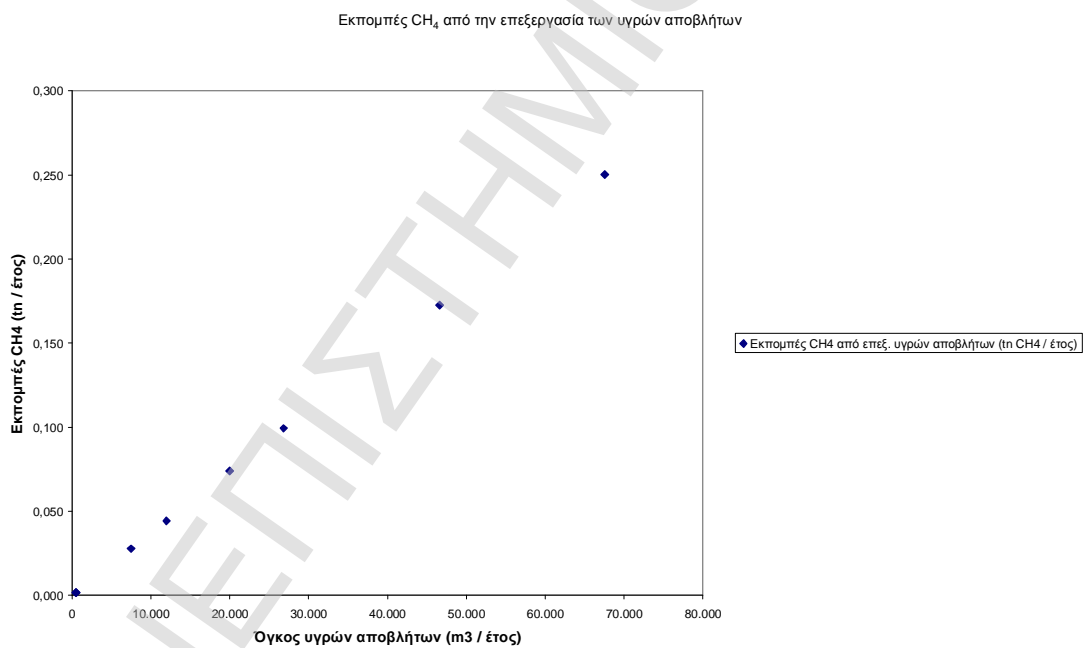
(Εκπομπή αέριου ρύπου → g / έτος) =
 (συντελεστής → g ρύπου / m³ υγρών αποβλήτων) × (Ετήσιος όγκος υγρών αποβλήτων → m³ υγρών αποβλήτων / έτος)

Πίνακας 5.75: Εκπομπές αέριων ρύπων κατά την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων

Κωδικός	Όγκος υγρών αποβλήτων (m ³ / έτος)	Εκπομπές CO ₂ από επεξεργασία υγρών αποβλήτων (tn CO ₂ / έτος)	Εκπομπές CH ₄ από επεξ. υγρών αποβλήτων (tn CH ₄ / έτος)	Εκπομπές N ₂ O από επεξ. υγρών αποβλήτων (tn N ₂ O / έτος)
S08				
S09				
S14				
S20	26.840	9,101	0,099	0,007
S24	500	0,170	0,002	0,000
S27				
S35				
S37	67.600	22,923	0,250	0,017
S38				
S44				
S48				
S58	20.000	6,782	0,074	0,005
S61				
S64				
S65				
S68	46.640	15,816	0,173	0,012
S76	7.500	2,543	0,028	0,002
S81				
S83	500	0,170	0,002	0,000
S90				
S92	12.000	4,069	0,044	0,003
S98				
S104				

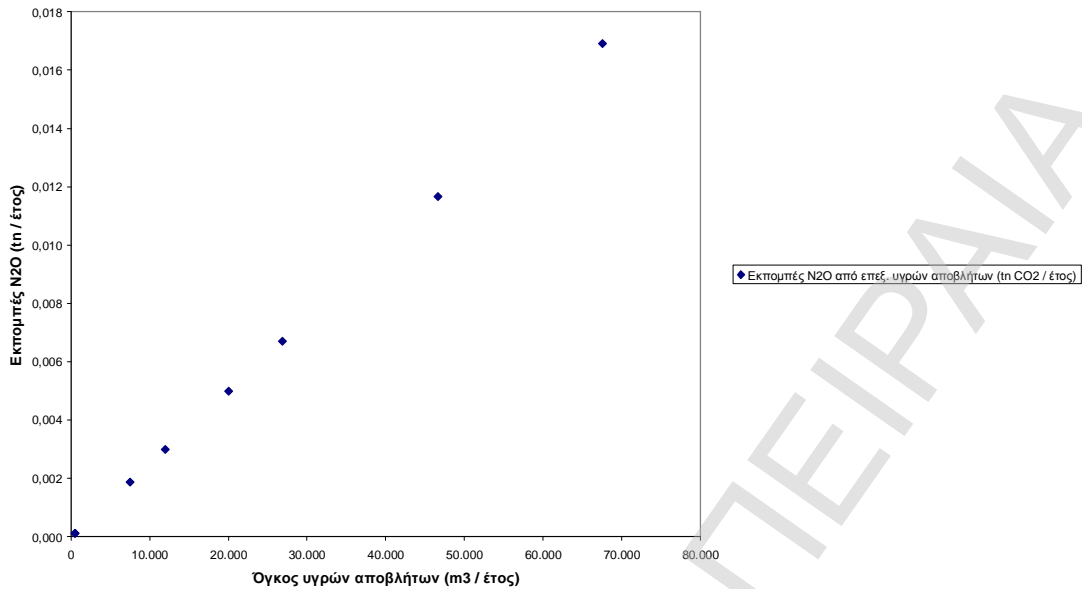


Σχήμα 5.42: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων



Σχήμα 5.43: Εκπομπές μεθανίου από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων

Εκπομπές N₂O από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων



Σχήμα 5.44: Εκπομπές N₂O από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων σφαγείων

Από τον Πίνακα 5.75 και τα Σχήματα 5.42 – 5.44 προκύπτει ότι οι εκπομπές CO₂, CH₄ και N₂O είναι συνάρτηση του όγκου των υγρών αποβλήτων που επεξεργάζονται στο βιολογικό του σφαγείου.

Τελικά είναι πάρα πολύ δύσκολο να έχουμε μια πλήρη εικόνα των αέριων ρύπων που εκλύονται από τα σφαγεία με βάση τα διαθέσιμα μέχρι σήμερα δεδομένα. Όπως είδαμε πιο πάνω αέριοι ρύποι εκλύονται από τα ζώα στους χώρους αναμονής του σφαγείου, από τις διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την παραγωγική διαδικασία, από διάφορες πηγές θερμότητας, από τους κλίβανους αποτέφρωσης και από την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας την παρούσα Μεταπτυχιακή Εργασία είναι απαραίτητο να αναφέρουμε την καχυποψία και τη δυσπιστία με την οποία αντιμετωπίζουν οι Βιομηχανίες (Σφαγεία και Πτηνοσφαγεία) τις ερωτήσεις που αφορούν τα απόβλητα που παράγουν κατά τη λειτουργία τους. Αυτό είναι αποτέλεσμα των ιδιόμορφων συνθηκών της Ελληνικής πραγματικότητας.

Δυστυχώς η απουσία μεγάλων (κατά τα αμερικανικά ή τα ευρωπαϊκά μεγέθη) βιομηχανικών μονάδων στην Ελλάδα μειώνει αναγκαστικά τις απαιτήσεις της Πολιτείας όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους. Από τη μια μεριά η Ελληνικό Κράτος επιβάλλει μια πολύπλοκη, χρονοβόρα και εξαντλητική γραφειοκρατική διαδικασία για την απόκτηση αδειοδότησης και από την άλλη αφήνει τη λειτουργία των μονάδων αυτών σχεδόν παντελώς ανεξέλεγκτη χωρίς καμιά παρακολούθηση.

Ακόμα η Ελληνική Πολιτεία δεν παρέχει κανενός είδους κίνητρο για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των Σφαγείων και Πτηνοσφαγείων, δηλαδή ούτε φορολογικές ελαφρύνσεις ή οικονομικές ενισχύσεις μέσω προγραμμάτων ή δανείων ή και οικονομικών διακανονισμών. Πολύ περισσότερο επιβάλλει εξαντλητικά κριτήρια για τη συμμετοχή σε προγράμματα ή δανειοδοτήσεις.

Θα μπορούσε βέβαια να αντικατασταθεί η ανούσια επιβεβλημένη σήμερα μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων με μια σύγχρονη μελέτη Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών (ΒΔΤ) που θα περιλαμβάνει όλα τα χρήσιμα για τη Μονάδα χρηματοοικονομικά στοιχεία τα οποία θα δείχνουν καθαρά το μεγάλο οικονομικό όφελος που θα προκύψει από την εφαρμογή των ΒΔΤ με τον σημαντικό περιορισμό του κόστους λειτουργίας της μονάδας.

Αν τώρα προσπαθήσουμε να συνοψίσουμε τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας, θα διαπιστώσουμε ότι παρά τις επίπονες προσπάθειες μας και παρά την καλή θέληση που επέδειξαν αρκετά Σφαγεία και Πτηνοσφαγεία δεν ήταν δυνατό να συγκεντρώσουμε στοιχεία διαχείρισης αποβλήτων κι αυτό γιατί συχνά, όπως φαίνεται, κάποια εταιρεία συμβούλων ή κάποιο μελετητικό γραφείο έχει παράξει μια μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και μια μελέτη επεξεργασίας και διάθεσης υγρών αποβλήτων.

Στη συνέχεια εγκαθίσταται στη μονάδα ένας προκατασκευασμένος βιολογικός ή ένας βιολογικός που κανείς δεν γνωρίζει καλά τη λειτουργία του και με αυτά έχουν ολοκληρωθεί οι υποχρεώσεις της μονάδας προς το περιβάλλον και τη Νομοθεσία. Έτσι φτάνουμε στο σημείο να αντιμετωπίζουμε τηλεφωνικά διευκρινιστικές ερωτήσεις από υπευθύνους σφαγείων που αποκαρδιώνουν. Όπως για παράδειγμα αυτή που νομίζουμε ότι ξεπερνά τα όρια του τραγικού να μας ερωτά δηλαδή υπεύθυνος σφαγείου «τι είναι BOD» για να μπορέσει να απαντήσει στην ερώτηση.

Βέβαια στις μονάδες στις οποίες υπάρχει συνεχής παρουσία Κτηνιάτρου διασφαλίζεται μια παραγωγή καλής ποιότητας προϊόντων (κρέας, πουλερικά και υποπροϊόντα) με τήρηση όλων των κανόνων και μέτρων υγιεινής που εξασφαλίζουν την υγεία και τις απαιτήσεις ποιότητας των καταναλωτών.

Ακόμα αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχει ουσιαστική οικονομική επιβάρυνση των μονάδων με τις πρόσφατες απαιτήσεις της νομοθεσίας και μάλιστα μετά την εμφάνιση της σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας κι αυτό γιατί τα παραπροϊόντα που παρήγαγαν οι μονάδες αυτές (π.χ. αίμα, κρεατάλευρα και οστεάλευρα) και τα οποία αποτελούσαν ένα επιπλέον έσοδο για τη μονάδα, τώρα απαιτούν επιπλέον κόστος αποτέφρωσης ή αδρανοποίησης και μάλιστα συχνά με χρήση πετρελαίου κίνησης στους αποτεφρωτήρες, πράγμα που αυξάνει κατακόρυφα τα λειτουργικά έσοδα.

Τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχουν στοιχεία, δηλαδή να μην καταγράφονται οι ποσότητες των βιοαποδομήσιμων υλικών, των μολυσματικών υλικών και της ιλύος των βιολογικών. Βέβαια θα μπορούσε να δοθεί σε αυτά και μια άλλη ερμηνεία, δηλαδή να μην έγινε κατανοητή η ερώτηση που περιείχε τον όρο βιοαποδομήσιμα υλικά.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι μόνο 35 πτηνοσφαγεία στην Ελλάδα έχουν αδειοδοτηθεί και λειτουργούν σύμφωνα με την Οδηγία 71/118/EE και αντίστοιχα 95 σφαγεία σύμφωνα με την Οδηγία 94/433/EE. Όσον αφορά τα πτηνοσφαγεία τα παραπάνω 35 αποτελούν και το συνολικό αριθμό πτηνοσφαγείων που λειτουργούν στην Ελλάδα. Αντίθετα ο αριθμός των σφαγείων στη Χώρα μας είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από τα 95 αδειοδοτημένα, έτσι λοιπόν υπάρχει ένας απροσδιόριστος μεγάλος αριθμός σφαγείων που λειτουργούν με προσωρινή άδεια λειτουργίας που θεωρητικά έχει περιορισμένη χρονική διάρκεια. Όπως είδαμε στα προηγούμενα, Πίνακα 5.3, τα περισσότερα σφαγεία και πτηνοσφαγεία που λειτουργούν σήμερα στην Ελλάδα έχουν κατασκευαστεί μετά το 1990, πράγμα που

απορρέει από το γεγονός ότι οι αυξημένες απαιτήσεις της Νομοθεσίας σε περιβαλλοντικά και υγειονομικά θέματα έθεσε όλες τις παλιές μονάδες σε καθεστώς προσωρινής άδειας λειτουργίας και σήμερα το μεγαλύτερο μέρος των σφαγείων με κανονική άδεια λειτουργίας διαθέτουν βιολογικό καθαρισμό για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων τους.

Παρά όλα αυτά εμφανίζεται ένα παράδοξο στις αδειοδοτήσεις, δηλαδή ένας μεγάλος αριθμός σφαγείων παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση στη δυναμικότητα του, δηλαδή σφάζουν πολύ περισσότερα ή πολύ λιγότερα ζώα από αυτά που προβλέπει η δυναμικότητα των αδειοδοτήσεων τους. Στην πρώτη περίπτωση (πολύ περισσότερα ζώα) δεν είχε γίνει σωστή αξιολόγηση του ζωικού κεφαλαίου της περιοχής λειτουργίας στην τεχνικοοικονομική μελέτη ή μελέτη σκοπιμότητας ή δηλώθηκε εσκεμμένα μικρότερος αριθμός ζώων για να μειωθεί με αυτό τον τρόπο το κόστος του βιολογικού. Στην άλλη περίπτωση (πολύ λιγότερα ζώα), υποθέτουμε ότι, ο εργολάβος που ανέλαβε την κατασκευή της μονάδας υπερεκτίμησε τη μονάδα για να πετύχει υψηλό προϋπολογισμό με αποτέλεσμα η μονάδα να επιβαρύνεται με υπερβολικά λειτουργικά έξοδα, δηλαδή η λειτουργία της μονάδας να είναι αντιοικονομική.

Πάντως για διατηρηθεί κάποια ισορροπία θα αναφέρουμε εδώ ότι με βάση το USA-EPA κανένα σφαγείο στην Ελλάδα δεν έχει την απαιτούμενη δυναμικότητα για να επιβάλλεται η εφαρμογή Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών και εξειδικευμένου συστήματος επεξεργασίας αποβλήτων.

Επί του προκειμένου οι απαντήσεις που δόθηκαν από τα σφαγεία και τα πτηνοσφαγεία ήταν πολύ περιορισμένες και σε ορισμένες περιπτώσεις δεν υπήρχε απάντηση για τη δυναμικότητα με αποτέλεσμα τα στοιχεία να μην είναι συγκρίσιμα. Οπότε προσπαθήσαμε να ξεπεράσουμε αυτή τη δυσκολία με συγκέντρωση δεδομένων από τη βιβλιογραφία και με υπολογισμούς που έγιναν με τη χρήση συντελεστών εκπομπής που βρήκαμε στη βιβλιογραφία. Σε αυτή την Μεταπτυχιακή Εργασία έγινε ένας έμμεσος υπολογισμός σε kg ρύπων/έτος με βάση τη δυναμικότητα των μονάδων, σφαγείων και πτηνοσφαγείων αντίστοιχα.

Όπως θα ήταν αναμενόμενο η ξεχωριστή συλλογή του αίματος στα σφαγεία και πτηνοσφαγεία μειώνει σημαντικά τις τιμές των ρύπων στα υγρά απόβλητα πριν την επεξεργασία, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτείται ένα σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων μικρότερης απόδοσης και κατά συνέπεια μικρότερου κόστους. Επίσης όταν γίνεται εξοικονόμηση νερού ή όταν εφαρμόζονται Βέλτιστες Διαθέσιμες

Τεχνικές ο όγκος των υγρών αποβλήτων είναι πολύ μικρότερος και προφανώς αυτό οδηγεί σε μειωμένο κόστος επεξεργασίας.

Να σημειώσουμε εδώ ότι ο όγκος των υγρών αποβλήτων σύμφωνα με το UNEP είναι ίσος με την ποσότητα του νερού που καταναλώνει κάθε μονάδα και συγκρίνοντας τιμές της βιβλιογραφίας με τις τιμές που υπολογίσαμε με βάση τις απαντήσεις που πήραμε αυτό επαληθεύεται στις περισσότερες περιπτώσεις. Στις περιπτώσεις που δεν επαληθεύεται, η κατανάλωση νερού προκύπτει από το λογαριασμό νερού της μονάδας ενώ η παροχή υγρών αποβλήτων προκύπτει από τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Όλα όσα μελετήθηκαν στην παρούσα Μεταπτυχιακή Εργασία, έδειξαν ότι οι υπολογισμοί που έγιναν με βάση τις απαντήσεις που πήραμε, έδωσαν τιμές που περιέχονται στο εύρος τιμών που προβλέπεται από το IPPC.

Για τα υγρά απόβλητα, σε ότι αφορά τιμές ρυπαντικών φορτίων και παροχή, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι τιμές των απαντήσεων που δόθηκαν (σημερινά δεδομένα για την Ελλάδα) είναι συγκρίσιμες με τις τιμές της βιβλιογραφίας.

Όσον αφορά το οργανικό φορτίο πιθανά στην Ελλάδα ο χρόνος παραμονής των σφάγιων για στράγγισμα πάνω από τα σιφόνια συλλογής αίματος δεν είναι ο απαιτούμενος και γι' αυτό τα σφάγια συνεχίζουν να στάζουν αίμα στα επόμενα στάδια επεξεργασίας οπότε ακόμα κι αν γίνεται στη μονάδα ξεχωριστή συλλογή αίματος, τα υγρά απόβλητα έχουν υψηλό οργανικό φορτίο κι αυτό οφείλεται στο αίμα που δεν συλλέχθηκε όταν έπρεπε. Αυτό θα μπορούσε να ελεγχθεί στα πλαίσια εφαρμογής των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών.

Όταν δεν γίνεται εξοικονόμηση νερού, στα σφαγεία μεγάλης δυναμικότητας δημιουργείται ένας τεράστιος όγκος υγρών αποβλήτων που ξεπερνά τις τιμές της βιβλιογραφίας. Το φορτίο των αιωρούμενων στερεών αντίθετα είναι ικανοποιητικό και συγκρίσιμο με τη βιβλιογραφία. Το φορτίο του ολικού Αζώτου προσομοιώνεται καλύτερα με τους συντελεστές του WHO για τα μεικτά σφαγεία, ενώ ο ολικός Φώσφορος προσομοιώνεται πολύ καλύτερα με τους συντελεστές του WHO για τα απλά σφαγεία, πράγμα που σημαίνει ότι υγρά απόβλητα στη Ελλάδα πριν την επεξεργασία τους είναι επιβαρυνμένα με μεγάλα φορτία ολικού Αζώτου. Τέλος οι τιμές για τα λίπη και έλαια είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με αυτά που υπολογίστηκαν με βάση τους συντελεστές της βιβλιογραφίας για απλά σφαγεία.

Στα Ελληνικά πτηνοσφαγεία ο όγκος των υγρών αποβλήτων είναι μικρότερος από τον προβλεπόμενο με βάση τους συντελεστές του WHO, πράγμα που σημαίνει

ότι στην τεχνικοοικονομική μελέτη των πτηνοσφαγείων σήμερα, λαμβάνεται σοβαρά υπόψη το κόστος κατανάλωσης νερού. Το οργανικό φορτίο των υγρών αποβλήτων των πτηνοσφαγείων, το φορτίο των αιωρούμενων στερεών, του Άζωτου, του Φωσφόρου και των λιπών και ελαίων είναι συγκρίσιμα με αυτά που προκύπτουν από τη χρήση των συντελεστών της βιβλιογραφίας.

Οι τιμές των ρύπων των υγρών αποβλήτων των σφαγείων και πτηνοσφαγείων μετά την επεξεργασία γίνονται συγκρίσιμες μόνο εάν λάβει κανείς υπόψη του τον τρόπο διάθεσης τους, δηλαδή οι απαιτήσεις διαφέρουν ανάλογα με το αν έχουμε να κάνουμε με υδάτινο αποδέκτη ή με διάθεση στο έδαφος ή ακόμα με υπεδάφια διάθεση κλπ.

Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα των Ελληνικών σφαγείων συγκρίθηκαν με τις τιμές που προέκυψαν με βάση τους συντελεστές του WHO. Οπότε διαπιστώθηκε ότι το φορτίο του BOD και των αιωρούμενων στερεών προσομοιώνεται καλύτερα με τη χρήση ενός συστήματος ξαφρίσματος και DAF, δηλαδή η επεξεργασία που συνήθως γίνεται στα Ελληνικά σφαγεία καλύπτει τις απαιτήσεις ενός στοιχειώδους βιολογικού καθαρισμού. Δυστυχώς για το Άζωτο και το Φώσφορο δεν μας δόθηκαν επαρκείς τιμές για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε με τις τιμές της βιβλιογραφίας. Πράγμα που έγινε ακόμα και για τις τιμές των λιπών και ελαίων, δηλαδή ούτε και γι' αυτά δόθηκαν τιμές για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε την επιτυχία της πρόβλεψης με τη χρήση των συντελεστών του WHO.

Τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα των Ελληνικών πτηνοσφαγείων συγκρίθηκαν με τις τιμές που προέκυψαν με βάση τους συντελεστές του WHO. Οπότε διαπιστώθηκε ότι το φορτίο του BOD και των αιωρούμενων στερεών προσομοιώνεται καλύτερα με τη χρήση ενός συστήματος φίλτρων στάγδην ροής, δηλαδή η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων που συνήθως γίνεται στα Ελληνικά πτηνοσφαγεία αντιστοιχεί σε δευτεροβάθμια επεξεργασία. Δυστυχώς για το Άζωτο και το Φώσφορο δεν μας δόθηκαν επαρκείς τιμές για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε με τις τιμές της βιβλιογραφίας. Ενώ για τις τιμές των λιπών και ελαίων δόθηκαν απαντήσεις συγκρίσιμες με αυτές που προέκυψαν με τη χρήση των συντελεστών του WHO.

Τα βιοαποδομήσιμα στερεά απόβλητα των σφαγείων προσεγγίζονται καλύτερα με βάση τους συντελεστές του ΥΠΕΧΩΔΕ ενώ το WHO δίνει πολύ μικρές τιμές. Για τα πτηνοσφαγεία δεν έχουμε αρκετές απαντήσεις αλλά φαίνεται ότι οι συντελεστές του WHO δίνουν την καλύτερη προσέγγιση. Τα μολυσματικά στερεά

έχουν επαναπροσδιοριστεί στη Νομοθεσία και έτσι δεν υπάρχουν ακόμα συντελεστές στη βιβλιογραφία που να επιτρέπουν τη σύγκριση.

Ο προσδιορισμός των αέριων εκπομπών ενός σφαγείου ή πτηνοσφαγείου είναι ιδιαίτερα δύσκολος δεδομένου ότι δεν υπάρχουν συντελεστές στη βιβλιογραφία για το σύνολο των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα σε ένα σφαγείο ή ένα πτηνοσφαγείο κι έτσι αναγκαστικά αντιστοιχίσαμε τις διεργασίες ενός σφαγείου ή πτηνοσφαγείου με αντίστοιχες διεργασίες άλλων κλάδων της βιομηχανίας.

Επίσης οι απαντήσεις που πήραμε από τις μονάδες αφορούσαν μετρήσεις που έγιναν για συγκεκριμένες διεργασίες (π.χ. αποτέφρωση) δυσκολεύοντας ακόμα περισσότερο τη σύγκριση με τις τιμές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, και ανεξάρτητα από τις απαντήσεις που μας δόθηκαν υπολογίσαμε τις εκπομπές CO₂, SO₂ και NO_x σαν συναρτήσεις της δυναμικότητας των σφαγείων.

Θεωρώντας ότι είναι σημαντική η συνεισφορά των λεβήτων στις εκπομπές αερίων ρύπων ενός σφαγείου έγινε εκτίμηση με βάση τους συντελεστές εκπομπής βιομηχανικών λεβήτων των WHO και EPA έγινε μια προσπάθεια παρουσίασης των αναμενομένων εκπομπών και σε αντιστοιχία έγινε απεικόνιση των αέριων εκπομπών των μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων των σφαγείων.

Τέλος θα μπορούσαμε να πούμε ότι χρειάζεται επισταμένη έρευνα πεδίου για τον προσδιορισμό συντελεστών εκπομπής των μονάδων σφαγείων και πτηνοσφαγείων στην Ελλάδα, έτσι ώστε οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και οι μελέτες διάθεσης και επεξεργασίας υγρών αποβλήτων να μπορούν να υπολογίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις εκπομπές ρύπων και τα προτεινόμενα συστήματα επεξεργασίας να είναι προσαρμοσμένα στις ιδιαιτερότητες της κάθε μονάδας. Επίσης οι διάφοροι φορείς και οργανισμοί θα μπορούν να ελέγξουν τη σωστή λειτουργία των συστημάτων επεξεργασίας και την εφαρμογή των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών. Τα παραπάνω προϋποθέτουν εκτός από την καταγραφή ερωτηματολογίων τις μετρήσεις πεδίου σε πολλές αν όχι όλες τις μονάδες και την ανάπτυξη ομοιωμάτων για την αξιολόγηση μέσω της προσομοίωσης των συντελεστών που θα προκύψουν. Κάτι που δεν λαμβάνεται ακόμα υπόψη στους συντελεστές εκπομπής είναι οι τοπικές κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής και η κατανομή των υγρών αποβλήτων κάθε μονάδας στη διάρκεια ενός έτους.