

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Διπλωματική Εργασία

ΧΡΥΣΑΝΘΗ Α. ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

Διαχείριση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.
Η περίπτωση βιομηχανικής παραγωγής απορρυπαντικών
στην Ελλάδα.

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2002

Διπλωματική Εργασία της

ΧΡΥΣΑΝΘΗΣ Α. ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ

Πτυχ. Τμήματος Χημείας

Σχολή Θετικών Επιστημών

Πανεπιστημίου Πάτρας

A.M. 0023

Επίβλεψη:

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΣΩΤΗΡΗΣ Κ. ΚΑΡΒΟΥΝΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΣΧΗΜΑΤΑ.....	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Διαχείριση του Περιβάλλοντος	9
1.1 Γενικά.....	9
1.2 Περιβαλλοντική πολιτική στην Ελλάδα και η Συμβολή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.....	10
1.3 Συστήματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος (ΣΔΠ).....	11
1.4 Ορισμοί.....	16
1.5 Υγρά απόβλητα-Γενικά.....	21
1.5.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων.....	21
1.6 Υγρά Βιομηχανικά απόβλητα.....	27
1.6.1 Γενικά.....	27
1.6.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων.....	28
1.6.3. Επιπτώσεις.....	30
1.6.4 Αντιμετώπιση.....	32
1.7 Χαρακτηρισμός των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.....	36
1.7.1 Εισαγωγή.....	36
1.7.2 Αρχές Χαρακτηρισμού.....	40
1.7.3 Μέτρα ελέγχου των αποβλήτων.....	42
1.8 Μέθοδοι επεξεργασίας.....	44
1.8.1 Εισαγωγή.....	44
1.8.2 Περιγραφή βασικών διεργασιών επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων.....	45
1.8.3 Επεξεργασία αποβλήτων επιλεγμένων βιομηχανιών.....	52
1.8.4 Συνεπεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων με αστικά λύματα.....	53
1.9 Επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων.....	61
1.9.1 Εισαγωγή.....	61
1.10 Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης και στοιχεία ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης.....	64
1.10.1 Κατηγορίες Επαναχρησιμοποίησης και η Σημασία τους.....	64
1.10.2 Οικονομικές Θεωρήσεις και κόστος ανάκτησης.....	65
1.10.3 Οικονομικές Θεωρήσεις.....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η περίπτωση Βιομηχανικής παραγωγής απορρυπαντικών στην Ελλάδα	71
2.1 Δράση Απορρυπαντικών.....	71
2.2 Ταξινόμηση κυριότερων επιφανειοδραστικών.....	73
2.2.1 Ανιονικά απορρυπαντικά.....	75
2.2.2 Κατιονικά.....	82
2.2.3 Μη-ιονικά.....	83
2.2.4 Επαμφοτερίζοντα (ή αμφοτερικά).....	84
2.3 Κυριότερα πρόσθετα των απορρυπαντικών.....	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Τα σημαντικότερα απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας απορρυπαντικών και αντιμετώπισή τους	89
3.1 Παραπροϊόντα και απόβλητα.....	89
3.2 Στατιστικά στοιχεία Ελλάδας για τον κλάδο των απορρυπαντικών.....	95
3.2.1 Παραγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών.....	95

3.2.2 Εισαγωγές και εξαγωγές πρώτων υλών και απορρυπαντικών στην Ελλάδα	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Συμπεράσματα.....	101

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έγινε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (ΜΠΣ.ΔΟΠ) του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να παρουσιάσει γενικά τις σύγχρονες μεθόδους διαχείρισης των υγρών αποβλήτων και ιδιαίτερα την περίπτωση παραγωγής απορρυπαντικών στην Ελλάδα.

Οι βλαβερές για το περιβάλλον συνέπειες της παραγωγής και χρήσης των απορρυπαντικών είναι ένα θέμα το οποίο όπως φαίνεται δεν έχει απασχολήσει αρκετά μέχρι τώρα τους Έλληνες ερευνητές, συμπέρασμα το οποίο βγαίνει από την ελάχιστη ελληνική βιβλιογραφία πάνω στο θέμα αυτό. Ωστόσο, έχουν γίνει πολλές έρευνες κυρίως στα κράτη της Βόρειας και Δυτικής Ευρώπης, για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων των επιφανειοδραστικών (απορρυπαντικών και παρόμοιων) στο περιβάλλον. Αξιοσημείωτη επίσης είναι και η ύπαρξη Ευρωπαϊκής Επιτροπής Επιφανειοδραστικών που ασχολείται αποκλειστικά με την προώθηση της έρευνας νέων τεχνολογιών αντιμετώπισης και επεξεργασίας αποβλήτων επιφανειοδραστικών και την επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν από τη βιομηχανία παραγωγής απορρυπαντικών.

Εκτός από την αναλυτική μελέτη της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, στοιχεία αντλήθηκαν και από αντιπροσωπευτικές ελληνικές βιομηχανίες παραγωγής απορρυπαντικών.

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1.1: Ενδεικτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων επιλεγμένων Βιομηχανιών

Πίνακας 1.2: Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων

Πίνακας 1.3: Όρια Εκπομπών Υγρών Αποβλήτων στους Υπονόμεους και τα ρέματα.

Πίνακας 1.4: Συνοπτικά ενδεικτικά στοιχεία προελεύσεως, ποιότητας και τρόπου επεξεργασίας διαφόρων κατηγοριών βιομηχανικών αποβλήτων

Πίνακας 3.1: Αερόβια και Αναερόβια διάσπαση ορισμένων επιφανειοδραστικών

Πίνακας 3.2: Παραγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών στην Ελλάδα (σε τόνους)

Πίνακας 3.3: Εισαγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών

Πίνακας 3.4: Εξαγωγές σαπώνων και απορρυπαντικών

Πίνακας 3.5: Εισαγωγή και Εξαγωγή βασικών πρώτων υλών

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1.1 Στόχοι επιχειρηματικής στρατηγικής με βάση το ιδανικό πρότυπο «αιεφόρου ανάπτυξης»

Σχήμα 1.2 Τα στοιχεία ενός ΣΔΠ

Σχήμα 1.3 Προσδιορισμός χώνευσης και επιπτώσεων ουσιών στο σύστημα αποχέτευσης-επεξεργασίας-διάθεσης.

Σχήμα 1.4: Τυπικό σύστημα πρωτογενούς επεξεργασίας

Σχήμα 1.5: Σύστημα δευτερογενούς κατεργασίας (α) σύστημα ενεργοποιημένης λάσπης, (β) σύστημα φίλτρου

Σχήμα 1.6: Διάγραμμα ροής. Εκδοχές επεξεργασίας αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων

Σχήμα 1.7 : Σχηματική παρουσίαση βασικών διεργασιών ανάκτησης και ανακύκλωσης υγρών αποβλήτων.

Σχήμα 1.8: Ανακτώμενα και επαναχρησιμοποιούμενα υγρά απόβλητα στο Ισραήλ, ως μέρος του συνολικού υδατικού ισοζυγίου

Σχήμα 2.1: Η δράση του απορρυπαντικού στους ρύπους των υφασμάτων

Σχήμα 2.2: Παγκόσμια κατανάλωση επιφανειοδραστικών ανά περιοχή

Σχήμα 2.3: Παραγωγή ανιονικού επιφανειοδραστικού από γραμμικό αλκυλοβενζόλιο

Σχήμα 2.4: Διάγραμμα ροής μονάδας συνεχούς σουλφώσεως και σουλφωνώσεως

Σχήμα 2.5: Διάγραμμα ροής παραγωγής ισχυρού απορρυπαντικού πλυντηρίων ρούχων σε κόκκους

Σχήμα 3.1: Επεξεργασία και Διάθεση αποβλήτων

Σχήμα 3.2: Βιοδιάσπαση του ΣΓΑ σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Σχήμα 3.3: Αντιδράσεις αερόβιας αποικοδόμησης ΣΓΑ

Σχήμα 3.4: Συνολική παραγωγή απορρυπαντικών και σαπώνων στην Ελλάδα

Σχήμα 3.5: Εισαγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών

Σχήμα 3.6: Εξαγωγές σαπώνων και απορρυπαντικών

Σχήμα 3.7: Φαινομενική κατανάλωση σαπώνων και απορρυπαντικών

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους, των οποίων η βοήθεια υπήρξε καθοριστικής σημασίας για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πειραιώς κ. Σωτήρη Καρβούνη για τη βοήθεια, την αποτελεσματική καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές που προσέφερε κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους συμφοιτητές μου και την οικογένειά μου για τη συμπαράστασή και υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ τον κύριο Κώστα Παπανδρεόπουλο και τον κύριο Βαγγέλη Καπαρτσιάνη, στελέχη βιομηχανιών απορρυπαντικών, για την πολύτιμη βοήθεια τους και την παροχή πολύτιμων για την περάτωση της διπλωματικής εργασίας πληροφοριών.

Χρυσάνθη Παπακωνσταντίνου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Διαχείριση του Περιβάλλοντος

1.1 Γενικά

Στη δεκαετία του 1980 συνέβησαν σπουδαιότερες μεταβολές στη διοίκηση των επιχειρήσεων, καθώς πολλές μεγάλες επιχειρήσεις έθεσαν τεχνικές προσεγγίσεις ευνοϊκές για το περιβάλλον στις καθημερινές λειτουργίες τους.

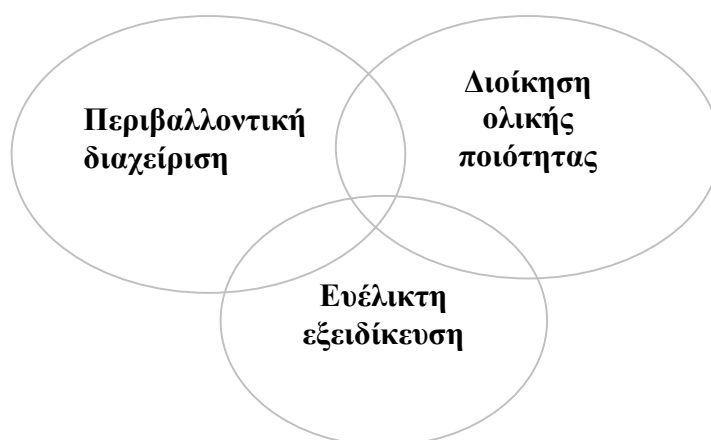
Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε οικονομικής και παραγωγικής δραστηριότητας αποτελούν πλέον ζήτημα υψηλής προτεραιότητας. Η ανάγκη για άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος και την εφαρμογή μέτρων περιβαλλοντικής πολιτικής τόσο σε επίπεδο κράτους όσο και σε επίπεδο επιχείρησης, προβάλλει έντονη και επιτακτική όσο ποτέ άλλοτε.

Απόδειξη αποτελεί το ότι σήμερα, τόσο οι καταναλωτές, αυτοί καθαυτοί, όσο και οι ομάδες πίεσης, καθώς και οι ίδιες οι κυβερνήσεις των διαφόρων χωρών, θέτουν θέματα προστασίας του περιβάλλοντος. Οι πρώτοι δε που γίνονται αποδέκτες αυτών των απαιτήσεων είναι οι υπεύθυνοι των επιχειρήσεων.

Η Διαχείριση του Περιβάλλοντος εστιάζει στη συστηματική προσέγγιση των φαινομένων και αναπτύσσει δεξιότητες που στηρίζονται και συντονίζονται από πληροφορίες, προκειμένου να αντιμετωπισθούν προβλήματα του αλλοιωμένου από τον άνθρωπο περιβάλλοντος, πάνω σε διεπιστημονική βάση, από ποσοτικής ή και ποιοτικής άποψης. Η διαχείριση του περιβάλλοντος μπορεί να στηριχθεί στο γενικότερο ορισμό της Διοίκησης. Περιλαμβάνει δηλαδή τις λειτουργίες του προγραμματισμού, της οργάνωσης, του συντονισμού και της καθοδήγησης, του ελέγχου και της επιθεώρησης. Με βάση τις παραπάνω θεμελιώδεις αρχές μπορεί κάθε επιχείρηση να διαμορφώσει ένα σύστημα διαχείρισης περιβάλλοντος, έτσι ώστε να μπορεί να ελαχιστοποιεί τα απόβλητα προς το περιβάλλον, να μειώνει το βαθμό ρύπανσης και να διαχειρίζεται τους πόρους με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξοικονομεί χρόνο και χρήμα.

Η διαχείριση του περιβάλλοντος επομένως πρέπει να περιλαμβάνει ένα σύνολο θεμάτων, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που σχετίζονται με εφαρμογές στρατηγικής και ανταγωνισμού.

Έτσι, ένα ιδανικό πρότυπο ανάπτυξης χωρίς διακύβευση του μέλλοντος του πλανήτη («αιεφόρος ανάπτυξη») είναι αυτό που ενσωματώνει ταυτόχρονα τη διοίκηση ποιότητας, τη περιβαλλοντική διαχείριση και τις τεχνικές «ευέλικτης εξειδίκευσης».



Σχήμα 1.1: Στόχοι επιχειρηματικής στρατηγικής με βάση το ιδανικό πρότυπο «αιεφόρου ανάπτυξης»

(Πηγή: *EOMMEX, Εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης στις Ελληνικές ΜΜΕ*)

1.2 Περιβαλλοντική πολιτική στην Ελλάδα και η Συμβολή της Ευρωπαϊκής Κοινότητας

Κυβερνητική πολιτική για το περιβάλλον άρχισε να διαμορφώνεται στην Ελλάδα από τις αρχές της δεκαετίας του 1970. Το έναυσμα για αναγνώριση και αξιολόγηση της κατάστασης του Ελληνικού περιβάλλοντος έδωσε η ανάγκη προετοιμασίας

εθνικής έκθεσης για την πρώτη μεγάλη διάσκεψη για το Ανθρώπινο Περιβάλλον, που οργάνωσε ο ΟΗΕ στη Στοκχόλμη το 1972.

Έκτοτε και μέχρι σήμερα, το ελληνικό αλλά και το διεθνές περιβάλλον έχουν υποστεί κρίσιμη υποβάθμιση. Ως προς τη ρύπανση, η Ελλάδα ενδιαφέρει την Κοινότητα λιγότερο ως παραγωγός ρύπανσης, διότι τα επίπεδα συμβολής της στη συνολικά προκαλούμενη ρύπανση στην Ευρώπη είναι σχετικώς χαμηλά, και περισσότερο ως υποδοχέας ρύπανσης, λόγω της γεωγραφικής της θέσης στη συνεχώς ρυπαινόμενη Μεσόγειο.

Στην Ελλάδα σήμερα η Κοινότητα χρηματοδοτεί εν μέρει προγράμματα προστασίας του Ελληνικού περιβάλλοντος. Ωστόσο η διάθεση κονδυλίων από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων για την προστασία του περιβάλλοντος στην Ελλάδα και ιδίως η απορρόφηση παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα.

Επίσης, σημαντικό πρόβλημα αποτελεί ο θεσμικός κατακερματισμός σε πληθώρα φορέων ευθύνης και νομοθετικών ρυθμίσεων και ο χρηματοοικονομικός και φυσικός κατακερματισμός σε πληθώρα έργων και μονάδων εκτελεστικής διαδικασίας.

Ωστόσο, οι προοπτικές αύξησης κονδυλίων για την προστασία του περιβάλλοντος με Κοινοτική χρηματοδότηση στο μέλλον είναι ευνοϊκές, όπως και οι προοπτικές για καλύτερη οργάνωση/διαχείριση των πόρων. Ο ταχύς ρυθμός όμως χειροτέρευσης της κατάστασης του περιβάλλοντος και το γεγονός ότι πλέον η παρέμβαση αποσκοπεί στη θεραπεία, που κοστίζει πολλαπλάσια από την πρόληψη (η οποία αποτελεί την κύρια περιβαλλοντική πολιτική στις άλλες χώρες και δεν έγινε ποτέ στην Ελλάδα), συγκρινόμενος με τους ευνοϊκούς ρυθμούς χρηματοδότησης και των οργανωτικών συνθηκών, οδηγούν σε απαισιόδοξες προβλέψεις, ως προς την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων.

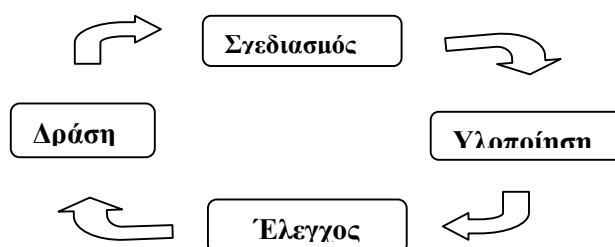
1.3 Συστήματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος (ΣΔΠ)

Τα τελευταία χρόνια γίνεται ολοένα και σε πιο ευρύ επίπεδο αντιληπτό, ότι η ανάγκη ύπαρξης μιας συνειδητοποιημένης πολιτικής σε σχέση με το περιβάλλον είναι πλέον επιτακτική. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα, που στην ουσία καθο-

ρίζουν σε μεγάλο ποσοστό την ποιότητα ζωής, γίνονται όλο και πιο συχνά αντικείμενο συζήτησης. Η επίλυση τους κρίνεται απαραίτητη για δυο βασικούς λόγους: καταρχήν είναι πλέον συνειδητό ότι ως κοινωνικό αίτημα η ποιότητα ζωής μπορεί να μην αποτελεί πλέον μια θεωρητική μόνο έννοια αλλά απαιτεί να λάβει τις πραγματικές της διαστάσεις. Κατά δεύτερο λόγο, είναι πλέον αποδεκτό ότι οι μακροπρόθεσμες λύσεις δίνουν τη δυνατότητα για βιωσιμότητα σε όλα τα επίπεδα της παραγωγικής διαδικασίας: από την παραγωγή μέχρι και τον τελικό αποδέκτη. Η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης ζητά, και αυτή, τη διάσταση της πραγματικής της υπόστασης. Μέσο υλοποίησης των δυο παραπάνω στόχων, είναι η σωστή διαχείριση του περιβάλλοντος, σε όλο το εύρος του ορισμού της. Αντίστοιχα, τις τελευταίες δεκαετίες έχει αναπτυχθεί η ανάγκη της πλήρωσης ορισμένων προτύπων για όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. Ο συνδυασμός αυτής της τάσης με τις ανάγκες για περιβαλλοντική ορθότητα, οδήγησαν στη θέσπιση των καλούμενων περιβαλλοντικών προτύπων.

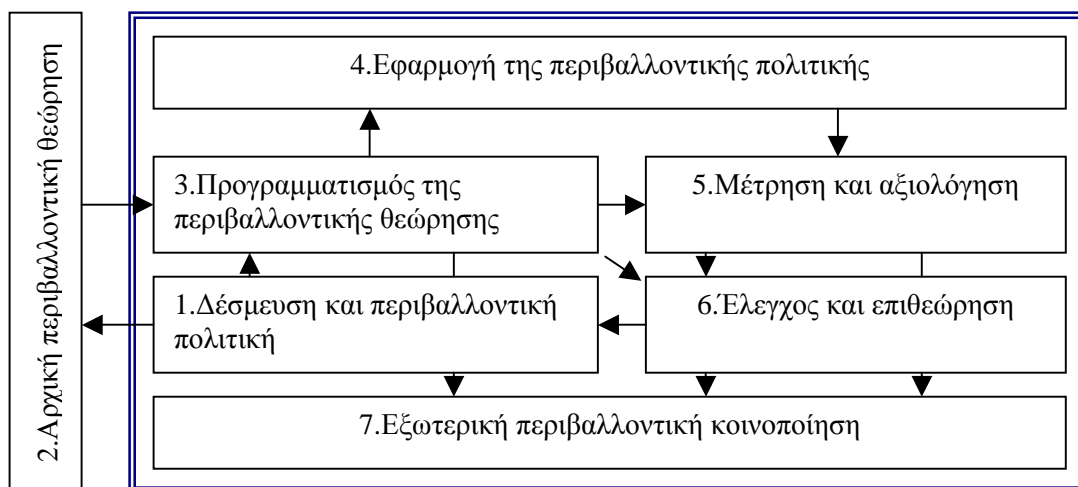
Ένα Σύστημα Διαχείρισης του Περιβάλλοντος (ΣΔΠ) είναι ένα σύνολο διαδικασιών και πολιτικών που καθορίζουν τον τρόπο που μπορεί ένας οργανισμός να διαχειρίζεται τις πιθανές επιδράσεις του στο φυσικό περιβάλλον, στην υγεία και την ευημερία των ανθρώπων που εξαρτώνται από αυτόν. Δημιουργεί ένα σύστημα που αξιολογεί, αναγνωρίζει και ποσοτικοποιεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ένα αποτελεσματικό ΣΔΠ βασίζεται στις αρχές Διοίκησης Ολικής Ποιότητας. Τα περισσότερα ΣΔΠ (π.χ. ISO 14000) βασίζονται στον κύκλο του Deming “Σχεδίαση, Υλοποίηση, Έλεγχος, Δράση”, ο οποίος υποστηρίζει την έννοια της συνεχούς βελτίωσης.



Ένα σύστημα διαχείρισεως περιβάλλοντος που βρίσκεται σε συμφωνία με τα αντίστοιχα πρότυπα όπως τα ISO 14001, BS 7750, ή EMAS, περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

1. Δέσμευση και περιβαλλοντική πολιτική
2. Αρχική περιβαλλοντική θεώρηση
3. Προγραμματισμός της περιβαλλοντικής θεώρησης
4. Εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής
5. Μέτρηση και αξιολόγηση
6. Έλεγχος και επιθεώρηση
7. Εξωτερική περιβαλλοντική κοινοποίηση



Σχήμα 1.2: Τα στοιχεία ενός ΣΔΠ

(Πηγή: Σ. Καρβούνης, σημειώσεις στο μάθημα Συστήματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος)

1. Δέσμευση και περιβαλλοντική πολιτική: Το αρχικό σημείο ενός ΣΔΠ είναι η δέσμευση του κορυφαίου management και μια περιβαλλοντική πολιτική. Η πολιτική είναι ένα έγγραφο που περιλαμβάνει τη λογική για να γίνει μια επιχείριση φιλική προς το περιβάλλον και όλες τις προθέσεις του οργανισμού τις σχετικές με τα περιβαλλοντικά θέματα. Η πολιτική περιλαμβάνει δέσμευση για συμμόρφωση με όλους τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς, για πρόληψη της ρυπάνσεως, και για έναρξη μιας διαδικασίας συνεχούς βελτίωσης. Η περιβαλλοντική πολιτική είναι μοναδική σε ένα οργανισμό και πρέπει να κοινοποιείται σε όλα τα μέλη του και

επίσης να γίνεται διαθέσιμη στο κοινό. Είναι η βάση για ανάπτυξη συνεπούς δομής περιβαλλοντικών σκοπών και στόχων για ένα οργανισμό.

2. Αρχική περιβαλλοντική θεώρηση: Πριν ένας οργανισμός σχεδιάσει και εφαρμόσει περιβαλλοντική πολιτική πρέπει να κάνει μια αρχική περιβαλλοντική θεώρηση. Η θεώρηση αυτή θα παρέχει μια εικόνα των περιβαλλοντικών θεμάτων που αντιμετωπίζει μια επιχείρηση. Σε αυτή τη θεώρηση ελέγχεται κάθε θέμα του ΣΔΠ. Ο οργανισμός ξέρει τότε τις δυνατότητες και τις αδυναμίες της τρέχουσας λειτουργίας και οργάνωσής του. Η θεώρηση αυτή και η διακήρυξη της πολιτικής είναι οι βάσεις για τον προγραμματισμό της εφαρμογής της περιβαλλοντικής πολιτικής.

3. Προγραμματισμός της περιβαλλοντικής θεώρησης: Στο στάδιο του προγραμματισμού, αναγνωρίζονται όλες οι αλληλεπιδράσεις του οργανισμού με το περιβάλλον. Καθορίζονται όλες οι νομικές και άλλες απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτονται. Ορίζονται οι περιβαλλοντικοί σκοποί και στόχοι και αναπτύσσονται περιβαλλοντικά διαχειριστικά προγράμματα για να επιτευχθούν οι στόχοι. Στη συνέχεια προσδιορίζονται οι τρόποι και τα χρονοδιαγράμματα με τα οποία θα επιτευχθούν οι στόχοι.

4. Εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής: Η εφαρμογή και τα λειτουργικά στοιχεία ενός ΣΔΠ παίρνει τον περισσότερο χρόνο και την περισσότερη προσπάθεια μέσα σε ολόκληρο το έργο του Συστήματος Διαχείρισεως. Σε αυτό το στάδιο καλύπτονται: Ο καθορισμός, η τεκμηρίωση και η ανακοίνωση προς όλα τα μέλη του οργανισμού των ρόλων, των υπευθυνοτήτων και των δικαιοδοσιών του προσωπικού του οποίου οι δραστηριότητες έχουν κάποια επίδραση στο περιβάλλον. Επιπλέον εξασφαλίζονται οι πόροι για την εφαρμογή και τη συντήρηση του ΣΔΠ.

5. Μέτρηση και αξιολόγηση: Μετά την εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής η επιχείρηση πρέπει να μετρήσει τις περιβαλλοντικές παρεμβάσεις της και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Αυτό γίνεται με τη δημιουργία ενός μητρώου περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η αξιολόγηση εκτιμά την περιβαλλοντική απόδοση έναντι των περιβαλλοντικών στόχων.

6. Έλεγχος και επιθεώρηση: Ο έλεγχος καθορίζει την ικανότητα του ΣΔΠ να επιτυγχάνει τους περιβαλλοντικούς σκοπούς και στόχους του οργανισμού. Η επιθεώρηση είναι ένας έλεγχος που εξασφαλίζει ότι το σύστημα εργάζεται αποτελεσματικά.

7. Εξωτερική περιβαλλοντική κοινοποίηση: Ένας από τους βασικούς παράγοντες επιτυχίας ενός ΣΔΠ είναι η αποτελεσματική κοινοποίηση των δραστηριοτήτων, των σχετικών με το περιβάλλον του οργανισμού.

Σύμφωνα με πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί από έρευνες οι βασικοί λόγοι που οι επιχειρήσεις υιοθετούν ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι κυρίως οι ακόλουθοι:

- Αύξηση περιθωρίου κέρδους. Με την εφαρμογή ενός ΣΔΠ επιτυγχάνεται:
 - Αριστοποίηση διεργασιών και μείωση απαιτούμενων εισροών.
 - Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση υλικών και μείωση κόστους.
 - Χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, λιγότερες ποινές ή μειωμένες επιβαρύνσεις.
- Ανάπτυξη ρυθμού πωλήσεων
 - Καλύτερη γνώση για τα προϊόντα και τις παραγωγικές διεργασίες οδηγεί σε καινοτομίες και καλύτερη ποιότητα.
 - Ανανέωση της σειράς προϊόντων οδηγεί σε υψηλότερη ανταγωνιστικότητα.
- Πρόληψη μόλυνσης και μείωση αποβλήτων
- Επιθυμία για κέρδος στην αγορά φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων
- Εξοικονόμηση κεφαλαίου κίνησης
 - Λιγότερη σπατάλη υλικών και ενέργειας οφειλόμενη σε πρόληψη αποβλήτων με προγράμματα εξοικονόμησης, οδηγεί σε λιγότερο κεφάλαιο κινήσεως.

- Επένδυση στο πάγιο κεφάλαιο
 - Εστίαση στην πρόληψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων οδηγεί σε λιγότερες επενδύσεις για τη θεραπεία αυτών των επιπτώσεων.
- Ποσοστό φορολογίας
 - Απαλλαγή από φόρους οφειλόμενη στο μικρότερο περιβαλλοντικό κίνδυνο που εξασφαλίζει η επιχείριση.

Πιθανά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι οργανισμοί κατά την υιοθέτηση συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι:

- Το πρόσθετο κόστος εφαρμογής ενός ΣΔΠ μειώνει το περιθώριο κέρδους. Η επένδυση σε τεχνολογία αντιμετώπισης της ρυπάνσεως για συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές διατάξεις οδηγεί σε υψηλότερο κόστος παραγωγής.
- Επένδυση σε ΣΔΠ και τεχνολογία καταπολέμησης της ρύπανσης για συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές διατάξεις οδηγεί σε υψηλότερο κόστος και επομένως και σε υψηλότερες τιμές.
- Έλλειψη ολοκλήρωσης ανάμεσα σε περιβαλλοντικά και επιχειρησιακά θέματα.
- Αδυναμία να πεισθεί η διοίκηση ότι το περιβάλλον αποτελεί κρίσιμο επιχειρησιακό θέμα.

Η ενσωμάτωση περιβαλλοντικής διαχείρισης στη στρατηγική ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων διευκολύνεται αν συνδυαστεί με την ταυτόχρονη ενσωμάτωση συστημάτων διασφάλισης ποιότητας καθώς και πολιτικών επιχειρηματικής ευελιξίας και παραγωγικής εξειδίκευσης.

1.4 Ορισμοί

Κρίνεται σκόπιμο να αποσαφηνιστούν οι κυριότεροι όροι, που χρησιμοποιούνται, σύμφωνα με ότι έχει επικρατήσει ή αναφέρεται σε διάφορες διατάξεις.

Ρύπανση

Με τον όρο ρύπανση εννοούμε κάθε ανεπιθύμητη αλλαγή στα χαρακτηριστικά του νερού, του αέρα, του εδάφους ή των τροφίμων που μπορεί να επιδράσει δυσμενώς στην υγεία, στην επιβίωση, ή στις δραστηριότητες του ανθρώπου ή και των άλλων ζωντανών οργανισμών.

Οι περισσότεροι ρυπαντές είναι ανεπιθύμητα στερεά, υγρά ή αέρια χημικά που παράγονται ως υποπροϊόντα ή απόβλητα όταν ένας φυσικός πόρος εξορύσσεται (και γενικώς παραλαμβάνεται από τη φύση), υφίσταται επεξεργασία, μετατρέπεται σε προϊόντα και χρησιμοποιείται.

Η ρύπανση μπορεί να πάρει επίσης τη μορφή ανεπιθύμητων εκπομπών ενέργειας, τέτοιων όπως η πλεονάζουσα θερμότητα, ο θόρυβος ή οι ακτινοβολίες.

Πηγές ρυπάνσεως: Οι ρυπαντές μπορούν να εισέρχονται στο περιβάλλον φυσικά (από ηφαιστειακές εκρήξεις) ή από ανθρώπινες δραστηριότητες (π.χ. με καύση του πετρελαίου). Μερικοί από τους ρυπαντές που προσθέτουμε στο περιβάλλον προέρχονται από απλές συγκεκριμένες πηγές, τέτοιες όπως οι καπνοδόχοι των εργοστασίων παραγωγής ενέργειας ή μιας βιομηχανίας, ο αποχετευτικός αγωγός ενός σφαγείου, η καμινάδα ενός σπιτιού, ή η εξάτμιση ενός αυτοκινήτου. Αυτές τις ονομάζουμε σημειακές πηγές ρυπάνσεως. Μερικοί από τους ρυπαντές εισέρχονται στον αέρα, το νερό, ή το έδαφος από διεσπαρμένες, και συχνά δύσκολα αναγνωρίσιμες πηγές, που ονομάζονται μη σημειακές πηγές ρυπάνσεως. Παραδείγματα είναι οι απορροές λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων από τις καλλιέργειες στα ποτάμια και τις λίμνες και τα παρασιτοκτόνα που ψεκάζονται ή μεταφέρονται με τον άνεμο στην ατμόσφαιρα.

Επιπτώσεις της Ρυπάνσεως: Η ρύπανση μπορεί να έχει πολλές ανεπιθύμητες καταστάσεις, όπως:

- Ενόχληση και αισθητική προσβολή
- Καταστροφή της ιδιοκτησίας
- Καταστροφή της υγείας φυτών και ζώων
- Καταστροφή της ανθρώπινης υγείας

- Διαταραχή των φυσικών συστημάτων υποστήριξης της ζωής σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο

Τρεις παράγοντες καθορίζουν τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει ένας ρυπαντής:

- i) Η χημική του φύση (το πόσο ενεργός και βλαβερός μπορεί είναι σε συγκεκριμένους τύπους ζωντανών οργανισμών).
- ii) Η συγκέντρωσή του (η ποσότητα δηλ. ανά μονάδα όγκου αέρα, νερού, εδάφους ή βάρους σώματος).
- iii) Η επιμονή ή η διάρκειά του ρυπαντή, δηλ. το πόσο χρόνο παραμένει στον αέρα, το νερό, το έδαφος ή στο ανθρώπινο σώμα.

Οι ρυπαντές που δεν διαρκούν πολύ λέγονται μη επίμονοι ή αποικοδομήσιμοι ρυπαντές και όταν αποικοδομούνται με τη βοήθεια μικροοργανισμών λέγονται βιοαποικοδομήσιμοι ή βιοδιασπώμενοι (π.χ. βιοδιασπώμενα απορρυπαντικά, πλαστικά, κτλ.). Υπάρχουν επίσης και βραδέως διασπώμενοι ρυπαντές (π.χ. DDT, CFCs, πλαστικά, κλπ.). Τέλος υπάρχουν οι μη διασπάσιμοι ρυπαντές που δεν μπορούν να αποικοδομηθούν με φυσικές διεργασίες (π.χ. τα τοξικά στοιχεία και οι ενώσεις αυτών).

Η πρόληψη της ρύπανσης ή ο έλεγχος των ρυπαντικών εισροών παρεμποδίζει τους ρυπαντές από το να εισέλθουν στο περιβάλλον ή μειώνουν σημαντικά τα ποσά των ρυπαντών που παράγονται. Η ρύπανση προλαμβάνεται ως εξής:

- Αξιολόγηση του περιβαλλοντικού κινδύνου που ενέχεται σε ένα προϊόν ή τεχνολογία πριν χρησιμοποιηθούν ευρέως υποθέτοντας ότι είναι ισχυρός ρυπαντής μέχρι αποδείξεως του αντιθέτου.
- Ανακύκλωση και επανεπεξεργασία των βλαβερών προϊόντων μέσα στις βιομηχανικές διεργασίες προκειμένου να μην εισέλθουν αυτά στο περιβάλλον.
- Ανασχεδιασμός των τεχνολογιών ώστε να μην χρησιμοποιούνται ούτε να παράγονται από αυτές ρυπαντές.
- Μείωση της χρήσης μη αναγκαίων ποσοτήτων φυσικών πόρων και ενέργειας και περιορισμός της σπατάλης αυτών
- Παραγωγή προϊόντων που μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν

Η αντιμετώπιση της ρύπανσης ή ο έλεγχος της εξερχόμενης ρυπάνσεως αφορά τους ρυπαντές που έχουν ήδη εξέλθει στο περιβάλλον. Η προσπάθεια αυτή είναι οικονομικά ασύμφορη αλλά και αναποτελεσματική. Για αυτό το λόγο στόχος σε μια οποιαδήποτε διεργασία είναι η πρόληψη και όχι η θεραπεία.

Η ρύπανση του νερού αλλά και η ποιότητά του έτυχαν μεγάλης προσοχής και πολλών συζητήσεων. Μεταξύ των κρίσιμων θεμάτων που αφορούν την κοινή γνώμη είναι η ανάγκη διατήρησης των υδάτινων πόρων σε αρκετές ποσότητες και υψηλή ποιότητα. Ο αυξανόμενος πληθυσμός και η συνεχώς επεκτεινόμενη βιομηχανική και αγροτική βάση, καθώς και οι συνακόλουθα αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες με τα απόβλητα υποπροϊόντα τους, απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού.

Η χρήση γλυκού νερού διπλασιάστηκε παγκοσμίως μεταξύ 1940-1980 και 1980-2000. Περίπου τα 2/3 αυτού του νερού χρησιμοποιούνται στη γεωργία και πάνω από 80 χώρες αντιμετωπίζουν στενότητα γλυκού νερού.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι είναι επιτακτική η ανάγκη για προσεκτική διαχείριση των υδάτινων πόρων. Όμως, σε πολλές περιπτώσεις, δεν είναι μόνο η ποσότητα του νερού τόσο σπουδαία αλλά επίσης και η ποιότητα. Η ρύπανση των τρεχούμενων νερών, των λιμνών και των υπόγειων νερών είναι ευρεία, ιδιαίτερα στον Τρίτο Κόσμο, όπου άλλα πιο πιεστικά οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα αποσπούν την προσοχή από τό γεγονός των μικρών μεν αλλά τοξικών επιβαρύνσεων των νερών με χημικά και λύματα. Πολλά ποτάμια ρέουν διά μέσου περισσότερων της μίας χωρών όπου υπάρχει έλλειψη συμφωνιών μεταξύ αυτών για τη λήψη κατάλληλων μέτρων αμοιβαίου συμφέροντος, που συχνά υπαγορεύεται από το κόστος καθαρισμού αυτών των νερών.

Πώς όμως ορίζεται η ποιότητα του νερού; Η ποιότητα του νερού σχετίζεται με τις ουσίες που εμφανίζονται σε αυτό είτε διαλυμένες είτε αιωρούμενες υπό μορφή μικρών σωματιδίων. Αυτές, μαζί με τη θερμοκρασία του νερού και το ρυθμό της ροής του, μπορούν να έχουν ουσιαστική επίδραση στο νερό ως μέσο για τη ζωή των φυτών και των ζώων. Υπάρχει επίσης ενδιαφέρον για τις επιδράσεις της ποιότητας του νερού στην ανθρώπινη υγεία, είτε αυτό χρησιμοποιείται ως πόσιμο, είτε για πλύσιμο ρούχων είτε για μπάνιο. Το νερό μπορεί να είναι φορέας

παθογόνων μικροοργανισμών που προξενούν ασθένειες και εξασθένηση του οργανισμού του ανθρώπου.

Υπάρχουν τέσσερις μεγάλες περιοχές που καθορίζουν την ποιότητα του νερού:

- Οι προδιαγραφές των ουσιών που υπάρχουν στο νερό
- Η παροχή των κατάλληλων στοιχείων
- Η προδιαγραφή των πηγών και ο έλεγχος τους
- Οι προδιαγραφές και η εφαρμογή ασφαλών ορίων για το πόσιμο νερό.

Υγρά απόβλητα

Ονομάζονται γενικά τα υγρά και οι λάσπες που ρέουν εύκολα και αποβάλλονται ύστερα από χρησιμοποίηση, από κατοικίες, ιδρύματα, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μεταφορικά μέσα ή μονάδες επεξεργασίας και γενικά από οποιοσδήποτε εγκαταστάσεις μιας περιοχής.

Λύματα

Ονομάζονται ειδικότερα τα υγρά απόβλητα, που προέρχονται από χώρους υγιεινής, μαγειρεία, πλυντήρια και γενικά από την καθαριότητα κατοικιών, γραφείων, καταστημάτων, ιδρυμάτων, βιομηχανιών, τουριστικών εγκαταστάσεων, μέσων μεταφοράς, κ.τ.λ.

Βιομηχανικά ή γεωργικά απόβλητα

Ονομάζονται τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των πτηνοτροφικών, ιχθυοτροφικών ή γεωργικών εγκαταστάσεων, εκτός από τα λύματα του προσωπικού.

Επεξεργασία καθαρισμού

Ή, συνοπτικά, επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, ονομάζεται κάθε τεχνική χειρισμού, που απομακρύνει ή τροποποιεί κατάλληλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, ώστε να εξαλείφονται ή ελαττώνονται οι δυσμενείς συνέπειες από τη διάθεσή τους στο περιβάλλον.

Μόλυνση

Ονομάζεται η παρουσία στο νερό παθογόνων μικροοργανισμών, εξαιτίας κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων ή και δεικτών που υποδηλώνουν τη δυνατότητα παρουσίας τους.

1.5 Υγρά απόβλητα-Γενικά

1.5.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων

Γενικά

Τα λύματα περιέχουν αιωρούμενες και διαλυμένες ανόργανες και οργανικές ουσίες, που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα και την ποιότητα του (πόσιμου) νερού που χρησιμοποιείται.

Η «πυκνότητα» των λυμάτων μιας περιοχής εξαρτάται από τις συνθήκες διαβίωσης και την ημερήσια κατανάλωση νερού από κάθε άτομο. Από υγειονομική πλευρά ιδιαίτερη σημασία έχουν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που βρίσκονται δυνητικά στα λύματα, σαν παράγοντες ασθενειών και οι οργανικές ουσίες, που αν υποστούν σήψη (αναερόβια αποικοδόμηση), δημιουργούν δυσοσμίες και ανθυγιεινές γενικά καταστάσεις.

Εξάλλου, από πλευράς επεξεργασίας καθαρισμού των λυμάτων και συνεπειών για το φυσικό περιβάλλον, παίζουν σημαντικό ρόλο οι διάφοροι βιολογικοί παράγοντες (σαπροφυτικοί οργανισμοί), που προκαλούν τη βιοαποδόμηση των οργανικών ουσιών, οι στερεές γενικά ουσίες, που δημιουργούν θολότητα και αισθητικά προβλήματα και οι τοξικές, που επηρεάζουν δυσμενώς το περιβάλλον.

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λυμάτων, μπορούν να καταταχθούν σε τέσσερις κατηγορίες: βιολογικά, οργανικές ουσίες, στερεές και τοξικές ουσίες.

Βιολογικά χαρακτηριστικά

Τα λύματα περιέχουν διάφορα μικρόβια, των οποίων η ανίχνευση απαιτεί σημαντική εργαστηριακή προσπάθεια και χρόνο. Γι' αυτό κατά τη μικροβιολογική εξέταση του νερού και των λυμάτων χρησιμοποιείται σαν γενικός δείκτης η ομάδα των κωλοβακτηριοειδών. Η εργαστηριακή εξέταση για την ανίχνευση και εκτίμηση του αριθμού των κωλοβακτηριδίων ακολουθεί ορισμένες τυποποιημένες μεθοδολογίες όπως η δοκιμή πολλαπλών σωλήνων και των διηθητικών μεμβρανών.

Εκτός από τους μικροβιακούς δείκτες μόλυνσεως και τα παθογόνα μικρόβια, που ενδιαφέρουν ιδιαίτερα από υγειονομικής πλευράς, υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργανισμών από μικροσκοπικοί μέχρι και ορατοί με γυμνό μάτι όχι γενικά παθογόνοι, που ζουν και αναπτύσσονται στα επιφανειακά νερά και τα λύματα και παίζουν καθοριστικό ρόλο στη φυσική διαδικασία καθαρισμού και τη μετατροπή των ασταθών οργανικών (ή και ανόργανων όπως η NH_3) ουσιών σε σταθερές ανόργανες ενώσεις και την παράλληλη καταστροφή διαφόρων μικροβίων.

Οι οργανισμοί αυτοί αποτελούν στην πράξη τους βιολογικούς εργάτες, που έχει στη διάθεσή του ο τεχνικός, για την επεξεργασία καθαρισμού των αποβλήτων και είναι μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι, ανήκουν στα ζώα ή τα φυτά και καλύπτουν όλη την κλίμακα μεγεθών από μικροσκοπικοί μέχρι ορατοί με γυμνό μάτι.

Ανάλογα με την πηγή άνθρακα που χρησιμοποιούν, διακρίνονται σε αυτότροφους, αν διασπούν το CO_2 (και συνθέτουν οργανικές ουσίες με φωτοσύνθεση ή χημειοσύνθεση) και σε ετερότροφους, αν χρησιμοποιούν σαν πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις.

Εξάλλου οι οργανισμοί, ανάλογα με την ικανότητα να χρησιμοποιήσουν το οξυγόνο σε διάφορες μορφές, διακρίνονται σε:

Αερόβιους: όσοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο ελεύθερο (μοριακό) οξυγόνο για τη λειτουργία της αναπνοής. Περιβάλλον χωρίς ελεύθερο οξυγόνο είναι ασφυκτικό γι' αυτούς τους οργανισμούς.

Αναερόβιους: όσοι μπορούν να χρησιμοποιούν το δεσμευμένο οξυγόνο των οργανικών ουσιών. Η παρουσία ελεύθερου οξυγόνου είναι απαγορευτική γι' αυτούς.

Επαμφοτερίζοντες: όσοι μπορούν να ζήσουν και στις δυο καταστάσεις.

Στην επεξεργασία καθαρισμού των αποβλήτων ορισμένα είδη οργανισμών παίζουν ιδιαίτερο ρόλο, όπως π.χ. τα βακτήρια, μύκητες, φύκη, πρωτόζωα, οστρακόδερμα, νηματώδεις, σκουλήκια, προνύμφες εντόμων κ.λ.π.

Οργανικές ουσίες

- *Βιοχημική αποδόμηση*

Οι οργανικές ουσίες, που βρίσκονται στα λύματα σε συνδυασμό με ορισμένα ανόργανα συστατικά αποτελούν το θρεπτικό υπόστρωμα αναπτύξεως ολόκληρης σειράς σαπροφυτικών οργανισμών. Για την αφομοίωση αυτών των ουσιών μπαίνει σε λειτουργία ένας πολυσύνθετος βιοχημικός μηχανισμός, που οδηγεί από τη μια μεριά στη σύνθεση των απαραίτητων ουσιών για την ανάπτυξη του κυττάρου και από την άλλη στην αποσύνθεση για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ενέργειας. Ο μηχανισμός αυτός καταλήγει τελικά στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών και στη μετατροπή τους σταδιακά στην πιο σταθερή μορφή των ανόργανων αλάτων και αερίων.

Η αποδόμηση διακρίνεται σε αερόβια, αν γίνεται από αερόβιους οργανισμούς (προϋπόθεση: η παρουσία ελεύθερου διαλυμένου οξυγόνου στα λύματα) ή σε αναερόβια όταν δεν υπάρχει διαλυμένο ελεύθερο οξυγόνο.

Τα τελικά προϊόντα της αερόβιας βιοχημικής αποδομήσεως (H_2O , CO_2 , NO_3^- , κτλ.) δεν είναι γενικά ανθυγιεινά ή ενοχλητικά, σ' αντίθεση με της αναερόβιας (H_2S , CH_4 , NH_3 , κτλ.), που είναι δύσοσμα, τοξικά, ερεθιστικά ή εκρηκτικά. Γιαυτό επιδιώκεται γενικά η εξασφάλιση αερόβιων συνθηκών αποδομήσεως στο περιβάλλον.

- *Απαιτούμενο οξυγόνο*

Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο

Το στοιχειακό οξυγόνο, που χρειάζεται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών των λυμάτων από αερόβιους μικροοργανισμούς, ονομάζεται βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BAO ή αγγλικά BOD) και αποτελεί μέτρο για την εκτίμηση της «πυκνότητας» των λυμάτων από την πλευρά των ενοχλήσεων, που μπορεί να προκαλέσει το οργανικό φορτίο τους στο περιβάλλον.

Πρώτος ο Frankland το 1868 χρησιμοποίησε ένα είδος ελέγχου BOD στην προσπάθειά του να εκτιμήσει το ρυπαντικό φορτίο του ποταμού Τάμεση, αλλά η κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς προτάθηκε αργότερα, ενώ η συστηματική χρήση BOD έγινε το 1912-13 από ειδική Βρετανική Επιτροπή.

Ο ρυθμός της βιοχημικής αποδομήσεως εξαρτάται μεταξύ άλλων και από τη θερμοκρασία. Για συνήθη αστικά λύματα σε 20 °C χρειάζεται χρονικό διάστημα αρκετών ημερών για την πλήρη αποδόμηση. Στο πρώτο στάδιο αποδομούνται κυρίως οι ενώσεις του άνθρακα, ενώ στο δεύτερο, που αρχίζει γύρω στη 10η μέρα, όταν έχουν πια αναπτυχθεί αρκετά νιτροβακτήρια, οξειδώνονται οι αζωτούχες ενώσεις (νιτροποίηση), που έχουν κυρίως απομείνει, παράλληλα με τα υπολείμματα του άνθρακα.

Σαν μέτρο χρησιμοποιείται το απαιτούμενο οξυγόνο των πρώτων 5 ημερών σε 20°C BOD₅, που αντιπροσωπεύει τα 2/3 περίπου (68%) του απαιτούμενου συνολικά (τελικό) για την 1η φάση (ενώσεις του άνθρακα) και εκφράζεται, είτε σαν συγκέντρωση (π.χ. σε mg/l= g/m³), είτε σαν φορτίο (π.χ. σε g ή kg ή t/ημ.).

Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

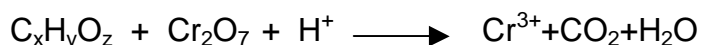
Αν στα απόβλητα υπάρχουν ουσίες, που αποδομούνται δύσκολα βιολογικά (π.χ. κυτταρίνη) ή είναι απαγορευτικές για την ανάπτυξη των σαπροφυτικών οργα-

νισμών ή ακόμα τοξικές, το BOD₅ παρουσιάζεται μειωμένο, παρότι υπάρχουν οργανικές ουσίες, όπως μπορεί να συμβεί με τα βιομηχανικά απόβλητα.

Για την εκτίμηση του απαιτούμενου οξυγόνου, ανεξάρτητα από τη βιοαποδομησιμότητα των αποβλήτων, γίνεται χημική οξείδωση των οργανικών ουσιών.

Η ποσότητα του οξειδωτικού παράγοντα, που χρειάζεται για την οξείδωση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με εργαστηριακά μέσα, ονομάζεται χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (ΧΑΟ, αγγλικά COD).

Συνήθως χρησιμοποιείται σαν οξειδωτικό μέσο το διχρωμικό κάλι σε θερμοκρασία βρασμού για 2 ώρες με παρουσία καταλύτου (θειούχος άργυρος):



Ο έλεγχος του COD αναπτύχθηκε πρώτα από το Forchamer το 1849 με χρησιμοποίηση υπερμαγγανικού καλίου σαν οξειδωτικό παράγοντα.

Η σχέση του BOD₅/COD για οικιακά λύματα κυμαίνεται από 1:1,25 έως 1:2,5, αλλά για τα βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να φτάσει το 1:10 ή και περισσότερο.

▪ Στερεές ουσίες

Η φυσική εμφάνιση λυμάτων (θολότητα, χρώμα) εξαρτάται από τις περιεχόμενες ουσίες, αιωρούμενες και διαλυμένες.

Οι παράμετροι, που εκφράζουν ποσοτικά τα διάφορα χαρακτηριστικά των στερεών ουσιών, είναι οι εξής:

- Το σύνολο των περιεχόμενων στερεών ουσιών (συνολικά στερεά, total solids, TTS) προσδιορίζονται με εξάτμιση (σε 103°C) και ζύγισμα (ορισμένες πτητικές ουσίες φεύγουν με την εξάτμιση).

- Με καύση (πύρωση) του στερεού υπολείμματος (σε 550°C) προσδιορίζονται τα σταθερά και τα πτητικά συνολικά στερεά (fixed and volatile solids). Κατά την πύρωση οξειδώνονται πρακτικά όλες οι οργανικές ουσίες, επομένως η απώλεια σε καύση, που προσδιορίζει τα πτητικά στερεά, αποτελεί μέτρο των οργανικών

ουσιών. Πάντως με την καύση φεύγουν σαν πτητικά και ορισμένα ανόργανα συστατικά.

- Τα περιεχόμενα στα λύματα στερεά (ανόργανα και οργανικά) διακρίνονται σε αιωρούμενα και διαλυμένα (suspended and dissolved solids, SS, DS).

Σαν αιωρούμενα στερεά ορίζονται, όσα συγκρατούνται με διύλιση από ορισμένο ηθμό. Η διαφορά μεταξύ συνολικών και αιωρούμενων δίνει τα διαλυμένα (TTS-SS=DS).

- Τα αιωρούμενα στερεά διακρίνονται σε καθιζάνοντα και μη καθιζάνοντα. Σαν καθιζάνοντα ορίζονται τα αιωρούμενα, που καθιζάνουν σε ορισμένο χρόνο (π.χ. 60'). Η διαφορά των καθιζανόντων από τα αιωρούμενα δίνει τα μη καθιζάνοντα.

Τα αιωρούμενα στερεά είναι το κύριο αίτιο της θολότητας (αντιαισθητική εμφάνιση), ενώ τα καθιζάνοντα αντιπροσωπεύουν το τμήμα των αιωρούμενων, που εύκολα απομακρύνεται με απλή καθίζηση και επομένως δίνουν μια ένδειξη της δυνατότητας καθαρισμού.

- *Τοξικές ουσίες*

Οι τοξικές ουσίες των λυμάτων προέρχονται κυρίως από τις διάφορες βιομηχανίες, που αποχετεύονται στο δίκτυο υπονόμων (χαλκός, μόλυβδος, άργυρος, χρώμιο, αρσενικό, βόριο, νικέλιο, κάδμιο, υδράργυρος, κυανιούχα, φαινόλες, πετροχημικά, DDT, PCB 's κλπ.).

Επηρεάζουν δυσμενώς τη ζωή στους αποδέκτες (επιφανειακά νερά, έδαφος) και με την τροφική αλυσίδα μπορεί να φθάσουν μέχρι τα ανώτερα ζώα και τον άνθρωπο με επιβλαβείς συνέπειες για τη δημόσια υγεία.

Η εξουδετέρωση των τοξικών ουσιών πρέπει κατά κανόνα να γίνει στην πηγή τους (βιομηχανία).

- *Διαλυμένο οξυγόνο*

Το διαλυμένο οξυγόνο (dissolved oxygen, DO) αποτελεί χαρακτηριστική παράμετρο καθαρότητας των επιφανειακών νερών, γιατί αν βρίσκεται στην περιοχή του κορεσμού, σημαίνει ότι είναι πολύ περιορισμένο (ή και μηδενικό) το οργανικό φορτίο.

1.6 Υγρά Βιομηχανικά απόβλητα

1.6.1 Γενικά

Τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα μεταφέρουν κατά κανόνα σημαντικό ρυπαντικό φορτίο, που σ'αντίθεση με τα αστικά λύματα, παρουσιάζει ατέλειωτη ποικιλία, τόσο από κλάδο σε κλάδο βιομηχανίας, όσο και μεταξύ παρόμοιων ακόμη βιομηχανιών ανάλογα με τις πρώτες ύλες και την παραγωγική διαδικασία, που εφαρμόζεται.

Παρόλη την πρόοδο που έχει σημειωθεί στην τεχνολογία της επεξεργασίας των βιομηχανικών αποβλήτων τις τελευταίες δεκαετίες, η λύση του προβλήματος παρουσιάζει πάντα δυσκολίες και πρέπει κατά κανόνα να μελετηθεί ιδιαίτερα η κάθε μονάδα καθαρισμού με βάση τα ειδικά χαρακτηριστικά και τις τυπικές συνθήκες. Σε πολύ λίγες μόνο περιπτώσεις μπορεί να εφαρμοστούν τυποποιημένες λύσεις, ενώ σ'άλλες είναι απαραίτητη η μελέτη σε πειραματική μονάδα (pilot plant).

Προκειμένου να εξασφαλισθεί η καλύτερη δυνατή λύση για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων, είναι απαραίτητη η στενή συνεργασία του υπεύθυνου μηχανικού της βιομηχανίας με τον ειδικό μελετητή μηχανικό, που θα εφαρμόσει κατάλληλα τις αρχές και τους κανόνες της υγειονομικής μηχανικής σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

Η συνεχής αύξηση των πηγών ρυπάνσεως και η προοδευτική εξάντληση της φυσικής αφομοιωτικής ικανότητας του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την ευαισθητοποίηση και την αυξημένη αντίδραση της κοινής γνώμης οδηγεί στην

ανάγκη εφαρμογής από τη βιομηχανία όλο και πιο αποδοτικών μεθόδων καθαρισμού. Ο χειρισμός των αποβλήτων δεν περιορίζεται μόνο στον καθαρισμό και την απομάκρυνση ή εξουδετέρωση ανεπιθύμητων συστατικών, αλλά περιλαμβάνει και γενικότερα μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος, όπως ελάττωση της καταναλώσεως νερού και της παραγωγής αποβλήτων, ανακύκλωση, ανάκτηση υλικών, αλλαγή της παραγωγικής διαδικασίας, κατάλληλη εκλογή του βιομηχανικού γηπέδου κτλ.

Το θέμα των βιομηχανικών αποβλήτων είναι ιδιαίτερα εκτεταμένο και πολύμορφο και αποτελεί κανονικά αντικείμενο ειδικής εξετάσεως ακόμη και για ορισμένους κλάδους βιομηχανίας. Στη συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά ορισμένα στοιχεία με τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά στοιχεία των αποβλήτων και τις σχετικές μεθόδους επεξεργασίας τους. Επίσης δίνονται ενδεικτικά περισσότερες πληροφορίες και στοιχεία για ορισμένες κατηγορίες βιομηχανιών.

1.6.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών υγρών αποβλήτων

Τα βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν μεγάλη ποικιλία ουσιών, που προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται:

- Ανόργανα άλατα (χλωριούχα, ενώσεις σιδήρου, αζώτου και φωσφόρου, σκληρότητα κλπ.).
- Οργανικές ενώσεις που δεσμεύουν το οξυγόνο και δημιουργούν ανεπιθύμητες αναερόβιες συνθήκες.
- Οξέα ή αλκάλια (θειικό οξύ, υδροξείδιο του νατρίου κλπ.).
- Αιωρούμενα στερεά, που δημιουργούν ιζήματα.
- Επιπλέοντα υλικά (λίπη, έλαια κλπ.)
- Τοξικές ουσίες ανόργανες ή οργανικές. Πολλές από τις ουσίες αυτές είναι τοξικές για την υδρόβια ζωή σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις και συνήθως δεν απομακρύνονται με τις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας των αστικών λυμάτων. Πολλές σύνθετες οργανικές ενώσεις, που παράγονται από τη

χημική βιομηχανία για την παραγωγική διαδικασία άλλων κλάδων, έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα τοξικές για την υδρόβια ζωή (π.χ. το ακρυλονιτρίλιο που χρησιμοποιείται στην παραγωγή συνθετικών ινών).

- Μικροοργανισμοί, είτε παθογόνοι (βάκιλοι άνθρακα από βυρσοδεψία, μικρόβια εντερολοιμώξεων από σφαγεία), είτε συντελεστές της βιοαποδόμησης.
- Χρώματα από βαφεία, είτε βυρσοδεψία, χαρτοβιομηχανίες κτλ. Επίσης ορισμένες ουσίες απορροφούν εκλεκτικά μέρος μόνο του φωτεινού φάσματος (μήκη κύματος) και ανακλούν το υπόλοιπο με αποτέλεσμα να δημιουργούν την εντύπωση χρώματος.
- Αφριστικές ουσίες από υφαντουργεία, χαρτοβιομηχανίες και χημικές βιομηχανίες.
- Θερμά υγρά από συμπυκνωτές και εγκαταστάσεις ψύξεως.
- Ραδιενεργά υλικά από πυρηνικούς αντιδραστήρες, επεξεργασία μεταλλευμάτων ουρανίου, εργαστήρια ή θεραπευτικά κέντρα που χρησιμοποιούν ραδιενεργά υλικά, πλύσιμο προστατευτικού ρουχισμού των εργαζομένων σε σχετικές εργασίες.

Γενικά τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών αποβλήτων είναι πολύ μεταβλητά ανάλογα με το είδος της βιομηχανίας, τις πρώτες ύλες και τα τελικά προϊόντα, την παραγωγική διαδικασία, την ανάκτηση υλικών, την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων και τέλος την κατάλληλη οργάνωση για τον περιορισμό των διαρροών και απωλειών και την εξοικονόμηση των υδατικών πόρων.

Στον Πίνακα 1.1 σημειώνονται ενδεικτικά τα χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων ορισμένων επιλεγμένων βιομηχανιών, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προκαταρκτικές εκτιμήσεις σε συνδυασμό με τα αναλυτικότερα στοιχεία.

Πίνακας 1.1: Ενδεικτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων επιλεγμένων βιομηχανιών

Βιομηχανία	Μονάδα μετρήσεως	Υγρά απόβλητα m ³ /μον.	BOD ₅ Kg/μον	COD Kg/μον	Αιωρ. στερεά Kg/μον	Άλλες παράμετροι kg/μονάδα	
						TS*	TDS**
ΧΑΡΤΟΠΟΛΤΟΣ ΧΑΡΤΟΠΟΙΙΑ						TS*	TDS**
Θειώδης πολτός	t πολτός	92.4	130		26	284	258
Ημιχημική μέθοδος	t πολτός	47	27		12.5	146	134
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΗΜΙΚΑ							
Διύλιση πετρελαίου						Φαιν.	Αμμ.(N)
Απλή διύλιση	1000m ³ τροφοδοσία	66	3,4	337	11,7	0,034	1,2
Ολοκληρωμένο διυλιστήριο	1000m ³ τροφοδοσία	234	197	328	50	3,8	10,5

*TS: Ολικά στερεά

**TDS: Ολικά Διαλυμένα Στερεά

1.6.3. Επιπτώσεις

Οι επιπτώσεις από την απόρριψη στους αποδέκτες υγρών βιομηχανικών αποβλήτων, ιδιαίτερα όταν αυτά δεν έχουν υποβληθεί σε καθαρισμό, παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1.2. Σημαντική και κοινή για τα περισσότερα απόβλητα είναι η μείωση στη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στον αποδέκτη, η οποία οφείλεται στη διάσπαση του οργανικού υλικού από μικροοργανισμούς του αποδέκτη που αφαιρεί οξυγόνο το οποίο μόνο κατά ένα μέρος αναπληρώνεται με τη διαλυτοποίηση ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Όταν το φορτίο ρύπανσης είναι ανεκτό, το επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου παραμένει πάνω από το 50% της τιμής κορεσμού που απαιτείται για την παρουσία ψαριών και ο αποδέκτης έχει τη δυνατότητα αυτοκαθορισμού. Όταν όμως το φορτίο είναι μεγάλο, όχι μόνο θα παρεμποδιστεί η παρουσία ψαριών, αλλά είναι δυνατόν να επικρατήσουν και ανοξικές-αναερόβιες συνθήκες με συνεπακόλουθη έκλυση οσμηρών αερίων. Αύξηση στη θερμοκρασία του αποδέκτη από την εκφόρτωση θερμών αποβλήτων

επιδρά αρνητικά τον αυτοκαθορισμό του, ενώ μπορεί να επηρεάσει και το βιόκοσμο του και να συντελέσει στη θερμική του στρωμάτωση.

Πίνακας 1.2: Επιπτώσεις από τη Διάθεση Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων σε Υδάτινους Αποδέκτες.

Κατηγορία Ρύπων	Επιπτώσεις
Οργανικές ύλες	Βιολογικά οξειδούμενες προκαλούν τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου, θανή ψαριών και σηπτικές συνθήκες στον αποδέκτη μπορούν να είναι τοξικές ή να προσδώσουν οσμή και γεύση στο νερό.
Ανόργανες ύλες	Προκαλούν επιταχυνόμενο ευτροφισμό σε λίμνες και κλειστούς θαλάσσιους κόλπους (ενώσεις φωσφόρου και αζώτου) και μείωση του διαλυμένου οξυγόνου (αμμωνία) ή είναι τοξικές.
Τοξικές ουσίες	Υπεύθυνες για τη θανή ψαριών.
Οξέα και αλκάλια	Προκαλούν προβλήματα στον αυτοκαθορισμό του αποδέκτη και τη χρήση του νερού για αναψυχή, δυσκολίες στην ανάπτυξη ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών.
Αιωρούμενες και επιπλέουσες ύλες	Έχουν δυσμενή αισθητική επίδραση στους αποδέκτες, προκαλούν θανή ψαριών με εναπόθεση στα σπάρραχνα (αιωρούμενες), αποτελούν κίνδυνο πυρκαγιάς και προκαλούν δυσκολίες στον ζωικό και φυτικό κόσμο του αποδέκτη, ρυπαίνουν τις ακτές και εναποτίθενται στον πυθμένα.
Χρωστικά και αφρίζοντα υλικά	Είναι εύκολα ορατά και προκαλούν αισθητικά προβλήματα στους αποδέκτες.
Ραδιενεργές ουσίες	Υπάρχει κίνδυνος βιολογικής συμπύκνωσης από πανίδα και χλωρίδα στα ψάρια, πτηνά και άνθρωπο.
Μικροοργανισμοί	Προβληματίζουν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί.
Θερμική ενέργεια	Υψώνει τη θερμοκρασία του αποδέκτη και επιδρά δυσμενώς στον αυτοκαθαρισμό του (επιταχύνει τη βιολογική δραστηριότητα ενώ ελαττώνει την διαλυτότητα του οξυγόνου). Η αυξημένη θερμοκρασία του αποδέκτη μπορεί να επιταχύνει τον ρυθμό παραγωγής ορισμένων ειδών ψαριών ή να βλάψει άλλα.

(Πηγή: Σ. Γρηγορόπουλος, Διαχείριση Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων)

Η παρουσία φωσφόρου και αζώτου συμβάλλει στην ανάπτυξη φυκών και τον ευτροφισμό του αποδέκτη, ενώ ειδικά η αμμωνία είναι τοξική για τα ψάρια και προκαλεί ζήτηση οξυγόνου με την βιοοξειδωση του αμμωνιακού σε νιτρικό άζωτο. Τα αιωρούμενα, επιπλέοντα, χρωστικά και αφρίζοντα υλικά έχουν αισθητικές κυρίως επιπτώσεις, αλλά και ρυπαίνουν τις ακτές, αποτελούν κίνδυνο πυρκαγιάς και προκαλούν προβλήματα στο ζωικό και φυτικό κόσμο του αποδέκτη.

Σημαντικά προβλήματα μπορούν να προκληθούν από την εκπομπή οργανικών ή ανόργανων τοξικών ουσιών, ιδιαίτερα όταν δεν είναι βιοαποικοδομήσιμες ή συσσωρεύονται στα ιζήματα με αποτέλεσμα η παρουσία τους να είναι μακροχρόνια. Ο σωστός τρόπος αντιμετώπισης των τοξικών είναι η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη συγκράτησή τους στην πηγή και η αφαίρεσή τους με προεπεξεργασία. Τέλος η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα απόβλητα μπορεί να επιβάλει απολύμανση πριν την εκπομπή, ώστε να διασφαλιστεί η χρήση του αποδέκτη.

1.6.4 Αντιμετώπιση

Εννέα βήματα που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην επίλυση ενός προβλήματος διάθεσης βιομηχανικών αποβλήτων συνοψίζονται στον Πίνακα 1.3. Βασικός κανόνας στη διαχείριση των αποβλήτων είναι η μείωση του προβλήματος στο στάδιο παραγωγής με επιλογή καθαρότερης τεχνολογίας, ανακύκλωση υλικών, ανάκτηση εμπορεύσιμων παραπροϊόντων, προσεκτική λειτουργία, διαχωρισμό ρευμάτων και ανακύκλωση. Η διαδικασία που ακολουθείται στην αντιμετώπιση του προβλήματος περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια: αναγνώριση, περιορισμό, επιλογή διεργασιών απορρύπανσης και υλοποίηση.

Η αναγνώριση της κατάστασης αναφέρεται στον αποδέκτη και τους όρους διάθεσης και στον ποιοτικό και ποσοτικό χαρακτηρισμό του ρυπαντικού φορτίου. Θα πρέπει να προσδιοριστεί το διάγραμμα ροής στη βιομηχανία, το οποίο καταγράφει όλες τις εισερχόμενες και εξερχόμενες παροχές και όλους τους υπονόμους που γειτονεύουν με τη μονάδα, στοιχεία σχετικά με τη διάμετρο, κλίση και υλικό κατασκευής των αγωγών και υψομετρικά στοιχεία σχετικά με την τοποθέτησή τους. Το διάγραμμα αυτό θα δώσει μια κατά προσέγγιση εικόνα των διαφόρων παροχών και θα βοηθήσει στην επιλογή της θέσης των σταθμών

δειγματοληψίας. Ο σχεδιασμός του δειγματοληπτικού προγράμματος προϋποθέτει γνώση του όγκου των αποβλήτων από κάθε παραγωγική διεργασία και του χρονοδιαγράμματος εκπομπής τους. Το ιδεώδες δείγμα θα ήταν ένα συνεχές σύνθετο δείγμα με βάση την παροχή. Όμως, και τα τυχαία δείγματα βρίσκουν εφαρμογή και ο τύπος του δείγματος εξαρτάται από τις εξεταζόμενες παραμέτρους.

Η αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη. Άλλες παράμετροι (όπως βαρέα μέταλλα, λίπη και έλαια, χρώμα, θερμοκρασία) μπορούν να προστεθούν ανάλογα με τη φύση των αποβλήτων.

Η μικροβιολογική εξέταση στηρίζεται στη χρήση δεικτών όπως τα κολοβακτηριοειδή και οι εντερικοί στρεπτόκοκκοι. Η αξιολόγηση του αποδέκτη θα πρέπει να εξετάσει τους ισχύοντες κανονισμούς, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αποδέκτη, τη σημερινή και μελλοντική του χρήση, την αναμενόμενη αραίωση και διάχυση των αποβλήτων και την επίπτωσή τους στον αποδέκτη.

Ο περιορισμός του προβλήματος στοχεύει στη μείωση των αποβλήτων ποσοτικά και ποιοτικά σε ένα ελάχιστο που θα τύχει επεξεργασίας πριν τη διάθεση στον αποδέκτη ή στους κοινοτικούς υπονόμους ή υπονόμους βιομηχανικής περιοχής για πρόσθετο καθαρισμό. Στο στάδιο αυτό απαιτείται στενή συνεργασία με το προσωπικό της βιομηχανίας σε όλες τις ειδικότητες, από την παραγωγή ως το marketing και σε όλα τα επίπεδα, από τον τεχνίτη ως τον διευθυντή.

Η ανακύκλωση των αποβλήτων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα περιορισμό στη χρήση φρέσκου νερού, μείωση του υδραυλικού φορτίου στην εγκατάσταση, αύξηση της συγκέντρωσης των ρύπων στα απόβλητα, που ίσως διευκολύνει την ανάκτηση και επιστροφή στην παραγωγική διαδικασία πρώτων υλών. Τα απόβλητα θα πρέπει σε ορισμένες περιπτώσεις να υποστούν μερική επεξεργασία, αλλά το κόστος θα είναι συχνά χαμηλότερο από το κόστος μεταφοράς και επεξεργασίας του φρέσκου νερού. Τα κύρια προβλήματα που θα αντιμετωπιστούν στην ανάκτηση παραπροϊόντων είναι να βρεθεί η κατάλληλη μέθοδος ανάκτησης και να βρεθεί αγορά για τη διάθεση των προϊόντων. Τα πλεονεκτήματα είναι το μειωμένο κόστος επεξεργασίας και το τυχόν κέρδος από την πώληση των νέων προϊόντων.

Πίνακας 1.3. Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων

No	Βήμα	Περιγραφή
1	Κανονισμοί διάθεσης	Αναζήτηση όρων διάθεσης και ορίων εκπομπής, χαρακτηρισμός αποδέκτη.
2	Επισκόπηση αποβλήτων	Συστηματική μέτρηση ροής, δειγματοληψία και προσδιορισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων.
3	Εξάλειψη φορτίου	Εξέταση της δυνατότητας ολικής εξάλειψης του φορτίου με ανακύκλωση υλικών, αλλαγή στην παραγωγική διαδικασία, ανάκτηση δευτερευόντων εμπορεύσιμων προϊόντων, ανακύκλωση ή εξάτμιση των αποβλήτων.
4	Μείωση παροχής	Εξέταση της δυνατότητας μείωσης της παροχής με πιο προσεκτική λειτουργία και μερική ανακύκλωση.
5	Διαχωρισμός ρευμάτων	Εξέταση της δυνατότητας και σκοπιμότητας διαχωρισμού των διαφόρων ροών, νερά ψύξης, λύματα προσωπικού, αδύνατα από ισχυρά απόβλητα, οργανικά από ανόργανα απόβλητα, τοξικά απόβλητα.
6	Επεξεργασία και διάθεση	Επιλογή διαδικασίας επεξεργασίας και διάθεσης, διάθεση στους κοινοτικούς υπονόμους και συνεπεξεργασία με αστικά λύματα, μερική επεξεργασία και διάθεση σε υπονόμους (κοινοτικούς ή βιομηχανικής περιοχής), επεξεργασία και διάθεση σε υδάτινο αποδέκτη, επεξεργασία και διάθεση στο έδαφος.
7	Έργα διάθεσης	Μήκος αγωγού εκβολής, επιθυμητός βαθμός αραίωσης, απαιτούμενος διαλύτης εναλλακτικά, σύστημα διάθεσης στο έδαφος, επιφανειακά ή σε μικρό βάθος ή διάθεση σε βαθείς υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες με έγχυση (deep well injection).
8	Διαχείριση ιλύος	Τρόπος διάθεσης επεξεργασμένης ιλύος (υγειονομική ταφή, αποτέφρωση, αξιοποίηση ως χούμο), εξεύρεση και εξασφάλιση χώρου ταφής, υδρογεωλογική μελέτη.
9	Υλοποίηση	Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, έγκριση από τη διοίκηση και τις αρμόδιες υπηρεσίες, σχεδιασμός, κατασκευή και δοκιμαστική λειτουργία, εκπαίδευση προσωπικού.

Οι αλλαγές στη διεργασία παραγωγής ή το μηχανολογικό εξοπλισμό πρέπει να διερευνηθούν σε συνεργασία με τους υπεύθυνους παραγωγής και μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα οικονομία στις πρώτες ύλες, μικρότερο όγκο ή μειωμένη ισχύ των αποβλήτων ή καλύτερη επεξεργασιμότητα τους. Μείωση του όγκου των αποβλήτων μπορεί να επιτευχθεί και με καλές συνθήκες συντήρησης του εξοπλισμού και λειτουργίας και απαιτεί την κατάλληλη εκπαίδευση και πλήρη συνεργασία του προσωπικού. Το νερό ψύξης, που σε ορισμένες περιπτώσεις αντιπροσωπεύει το 90-95% του νερού που χρησιμοποιείται, έχει μικρό ρυπαντικό φορτίο και συνήθως αυξημένη θερμοκρασία, μπορεί να ανακυκλωθεί μέσω πύργων ψύξης ή να διατεθεί στους υπονόμους ομβρίων. Η επεξεργασία ισχυρών αποβλήτων είναι συχνά πιο εύκολη και με υψηλότερο βαθμό απόδοσης. Διαχωρισμός επιβάλλεται για τα τοξικά απόβλητα ή τα απόβλητα που απαιτούν διαφορετικούς τρόπους επεξεργασίας. Οι ανάγκες διαχωρισμού θα πρέπει να μελετηθούν όταν σχεδιάζεται το σύστημα αποχέτευσης σε νέες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Σε παλαιότερες μονάδες όπου το σύστημα υπονόμων δεν επιτρέπει το διαχωρισμό, θα απαιτηθεί οικονομοτεχνική μελέτη για να αποφασιστεί αν θα πρέπει να αναμορφωθεί. Η αποθήκευση των αποβλήτων για κάποιο χρονικό διάστημα ώστε να επιτευχθεί εξισορρόπηση στην παροχή, την ισχύ, το pH, ή άλλο χαρακτηριστικό είναι συχνά οικονομικά συμφέρουσα. Τέλος, όταν γίνεται συνεπεξεργασία με αστικά λύματα, η παροχή των αποβλήτων μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να συμπληρώνει την παροχή των λυμάτων με αποτέλεσμα την πιο ομοιόμορφη φόρτιση της εγκατάστασης επεξεργασίας.

Ακολουθεί η επιλογή των διεργασιών απορρύπανσης που θα πρέπει να εφαρμοστούν και καθορισμός του ολοκληρωμένου τρόπου επεξεργασίας. Σημαντικό και αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας αυτής είναι να γίνει κατάλληλη πρόβλεψη για τη διαχείριση της ιλύος που προκύπτει. Στο στάδιο αυτό ουσιαστική πληροφόρηση μπορεί να προσφέρει η βιβλιογραφική έρευνα και μελέτη περιπτώσεων, ενώ συχνά απαιτείται και αξιολόγηση της επεξεργασιμότητας των αποβλήτων με τη βοήθεια μελέτης πιλότου, ιδιαίτερα όταν η εμπειρία με τον συγκεκριμένο τύπο αποβλήτων είναι περιορισμένη. Θα πρέπει επίσης να καθοριστεί ο τρόπος διάθεσης της επεξεργασίας εκροής και να προσδιοριστούν το σύστημα διάθεσης και τα απαιτού-

μενα τεχνικά έργα. Σημαντική πρόοδος έχει τελευταία επιτευχθεί στην προσομοίωση τόσο των διεργασιών επεξεργασίας όσο και των συστημάτων διάθεσης.

Η προσπάθεια διαχείρισης των βιομηχανικών αποβλήτων ολοκληρώνεται με το στάδιο της υλοποίησης. Αυτό περιλαμβάνει τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που στοχεύει στην αναγνώριση και αντιμετώπιση πιθανών σημείων περιβαλλοντικής όχλησης από την κατασκευή και λειτουργία των έργων, την εξασφάλιση των προβλεπόμενων εγκρίσεων και αδειών, τον τελικό σχεδιασμό και κατασκευή των απαιτούμενων εγκαταστάσεων και τη δοκιμαστική λειτουργία και μακρόχρονη αξιολόγηση της απόδοσης τους.

1.7 Χαρακτηρισμός των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων

1.7.1 Εισαγωγή

Ο χαρακτηρισμός των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων είναι απαραίτητος για ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα διαχείρισης τους. Για την κατάταξη των αποβλήτων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν τρεις κατηγορίες ουσιών:

- Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ουσίες οι οποίες λόγω της τοξικής και γενικότερα επιβλαβούς δράσης τους επιβάλλουν την απαγόρευση εισόδου στο δίκτυο και/ή στην εγκατάσταση επεξεργασίας των αποβλήτων που τις περιέχουν.
- Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι ουσίες οι οποίες μπορεί να γίνουν δεκτές στο δίκτυο και/ή στην εγκατάσταση επεξεργασίας στο βαθμό που οι συγκεντρώσεις τους στα απόβλητα δεν υπερβαίνουν κάποια καθορισμένα όρια.
- Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν ουσίες οι οποίες μπορεί να γίνουν δεκτές στην εγκατάσταση επεξεργασίας λόγω βιοδιασπασιμότητάς τους. Για την κατηγορία αυτή δεν είναι καταρχήν αναγκαία η εφαρμογή περιοριστικών μέτρων, σε ορισμένες ωστόσο περιπτώσεις (συνήθως ισχυρών αποβλήτων) είναι απαραίτητη η διερεύνηση των επιπτώσεων από την εισαγωγή του αυξημένου σε συμβατικούς ρύπους φορτίου και

η κατάλληλη αντιμετώπιση τους (π.χ. μείωση φορτίου μέσω προεπεξεργασίας, κατάλληλη τιμολογιακή πολιτική κ.λ.π).

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την προηγούμενη κατάταξη δεν είναι πάντα απολύτως σαφή. Στις περισσότερες χώρες, όπως και στην Ελλάδα, υπάρχουν κατάλογοι ουσιών των οποίων η είσοδος στο δίκτυο και/ή στην εγκατάσταση επεξεργασίας απαγορεύεται (κατηγορία 1) παράλληλα δε καθορίζονται και ανώτατα επιτρεπόμενα όρια για τις ουσίες της δεύτερης ή και της τρίτης κατηγορίας. Στον Πίνακα 1.4 παρουσιάζονται τα κριτήρια που θέτει το Σχέδιο Κανονισμού της ΕΥΔΑΠ για την περιοχή της Αθήνας. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των επιτρεπόμενων ορίων είναι συγκεχυμένα και ασαφή ή προκύπτουν ως μίγμα περιβαλλοντικών, τεχνολογικών και οικονομικών θεωρήσεων.

Η θεώρηση μόνο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε συνδυασμό με την αρχή της εφαρμογής της καλύτερης διαθέσιμης τεχνολογίας συνήθως οδηγεί σε όρια και κανονισμούς που δεν είναι ρεαλιστικοί από την άποψη της δυνατότητας άμεσης εφαρμογής. Έτσι συχνά επιλέγονται λιγότερο αυστηρά όρια έστω και αν αυτά δεν μπορούν να τεκμηριωθούν βάσιμα από την άποψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο συμβιβασμός αυτός εγκυμονεί δύο κυρίως κινδύνους. Ο πρώτος σχετίζεται με το γεγονός ότι τα όρια που τίθενται επιλέγονται με στόχο την ρεαλιστική δυνατότητα επίτευξής τους από τις «δύσκολες» και ιδιαίτερα οχλούσες βιομηχανίες, με συνέπεια για πολλές άλλες βιομηχανίες να είναι μάλλον χαλαρά, καθώς θα ήταν σχετικά εύκολο για τις βιομηχανίες αυτές να επιτύχουν αυστηρότερα όρια. Ο δεύτερος κίνδυνος, που σχετίζεται και με τον πρώτο, προκύπτει από την τάση να θεωρούνται τα όρια όχι ως οι ανώτατες επιτρεπόμενες τιμές (με επιθυμητή και σκόπιμη την επίτευξη χαμηλότερων τιμών) αλλά ως αποδεκτές τιμές χωρίς κανένα κίνητρο διατήρησης χαμηλότερων τιμών.

Με βάση τα προηγούμενα φαίνεται προτιμητέα, ως ασφαλέστερη, η υιοθέτηση των αυστηρότερων ορίων που προκύπτουν από την συναξιολόγηση των διαθέσιμων τεχνολογιών, των δυνατοτήτων ελαχιστοποίησης των αποβλήτων μέσω καθαρών τεχνολογιών, και της εκτίμησης των αναμενομένων περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Είναι προφανές ότι η άμεση εφαρμογή των αυστηρών αυτών ορίων παρουσιάζει

μεγάλες δυσκολίες, οι οποίες όμως μπορούν να παρακαμφθούν εάν τα όρια αυτά θεωρηθούν ως στόχοι που θα πρέπει να επιτευχθούν όχι άμεσα αλλά με την παρέλευση ενός εύλογου χρονικού διαστήματος. Ο προσδιορισμός του χρονικού αυτού περιθωρίου προϋποθέτει τη συνεργασία των Υπηρεσιών Ελέγχου και της Βιομηχανίας με στόχο τον καθορισμό των εύλογων και διαφοροποιημένων χρονικών περιθωρίων κατά περίπτωση. Φυσικά μια τέτοια διαδικασία έχει νόημα να εφαρμοσθεί για τις ουσίες των κατηγοριών δύο και τρία, ενώ για τις ουσίες της κατηγορίας ένα θα πρέπει άμεσα να εφαρμόζεται η εκάστοτε βέλτιστη διαθέσιμη τεχνολογία ή και να απαγορεύεται η διάθεση τέτοιων ουσιών στο σύστημα αποχέτευσης.

Πίνακας 1.4. Όρια Εκπομπών Υγρών Αποβλήτων στους Υπονόμους και τα ρέματα.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΥΠΟΝΟΜΟΙ	ΡΕΜΑΤΑ
PH	6-9	6-9
Θερμοκρασία	35°C	28°C
Διαλυμένο οξυγόνο(DO)	-	3 mg/l ελάχιστο
BOD ₅	500 mg/l μέγιστο	40 mg/l
COD	1200 mg/l μέγιστο	120 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (ss)	500 mg/l	50 mg/l
Ογκώδη στερεά	1,5cm	0
Ολικά διαλυμένα στερεά(TDS)	3000 mg/l	1500 mg/l
Απορρυπαντικά	50 mg/l	5 mg/l
Λίπη-Έλαια(ζωικά-Φυτικά)	40 mg/l	5 mg/l
Ορυκτά έλαια	15 mg/l	1 mg/l
Αμμωνία	25 mg/l	10 mg/l
Νιτρώδη	4 mg/l	1 mg/l
Νιτρικά	20 mg/l	4 mg/l
Φώσφορος	10 mg/l	40 mg/l
Θειώδη	1 mg/l	40 mg/l
Θειικά	1500 mg/l	1000 mg/l
Υδρόθειο	1 mg/l	1 mg/l
Αργίλιο	10 mg/l	1 mg/l
Αντιμόνιο	5 mg/l	0.5 mg/l
Αρσενικό	0.5 mg/l	0.5 mg/l
Βάριο	20 mg/l	2 mg/l
Βηρύλλιο	30 mg/l	3 mg/l

(συνέχεια)

Βόριο	10 mg/l	2 mg/l
Βρώμιο	10 mg/l	1 mg/l
Κάδμιο	0.5 mg/l	0.05 mg/l
Χρώμιο	2 mg/l	1 mg/l
Κοβάλτιο	10 mg/l	2 mg/l
Χαλκός	1 mg/l	0.2 mg/l
Κυανιούχα	3 mg/l	0.1 mg/l
Φθόριο	20 mg/l	2 mg/l
Σίδηρος	15 mg/l	2 mg/l
Μόλυβδος	5 mg/l	0.5 mg/l
Μαγγάνιο	10 mg/l	1 mg/l
Υδράργυρος	0.01 mg/l	0.01 mg/l
Μολυβδαίνιο	10 mg/l	2 mg/l
Νικέλιο	10 mg/l	0.5 mg/l
Φαινόλες	5 mg/l	0.5 mg/l
Σελήνιο	0.2 mg/l	0.02 mg/l
Άργυρος	5 mg/l	0.5 mg/l
Θάλλιο	2 mg/l	0.2 mg/l
Κασσίτερος	10 mg/l	1 mg/l
Τιτάνιο	10 mg/l	2 mg/l
Ουράνιο	5 mg/l	1 mg/l
Ψευδάργυρος	20 mg/l	0.5 mg/l
Ολικά κολοβακτηριοειδή	-	1000/100 ml
Κολοβακτηρίδια	-	200/100ml
Ελεύθερο χλώριο	-	0.4 mg/l
Χρώμα	-	Να μην προσδιορίζεται χρωματομετρικά σε 6:1 αραίωση
Οσμή	-	Απουσία ενοχλητικών οσμών
Ολικά τοξικά συστατικά	-	-

(Α. Ανδρεαδάκης, Χαρακτηρισμός Υγρών Αποβλήτων)

1.7.2 Αρχές Χαρακτηρισμού

Σύμφωνα με το προηγούμενο σκεπτικό καθορισμού των ορίων-στόχων, τα κριτήρια κατηγοριοποίησης των ρυπαντικών ουσιών είναι λογικό να βασίζονται στη χώνευση των ρυπαντικών ουσιών στην εγκατάσταση επεξεργασίας και στις επιπτώσεις τους, τόσο στην εγκατάσταση όσο και στον αποδέκτη. Ως αποδέκτης, δεν θα πρέπει να θεωρείται μόνον το υδάτινο σώμα που υποδέχεται την υγρή εκροή αλλά και το έδαφος (ιδίως το καλλιεργούμενο) που αποτελεί τον ενδεχόμενο αποδέκτη της παραγόμενης ιλύος.

Χώνευση στην εγκατάσταση επεξεργασίας: Οι σημαντικότερες διαδικασίες που καθορίζουν τη δίατα των ρυπαντικών ουσιών σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας είναι η εξαέρωση, η προσρόφηση, και η βιοδιάσπαση.

Ο βαθμός πτητικότητας μιας ουσίας είναι συνάρτηση της διαλυτότητας της στην υγρή φάση και της πίεσης ατμών και συσχετίζεται με τη σταθερά του νόμου του Henry (H). Κατά συνέπεια η σταθερά αυτή η οποία είναι γνωστή για πολλές ενώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καταρχήν κριτήριο για τον προσδιορισμό της δυνητικής πτητικότητας μιας ουσίας (π.χ. πτητικές ουσίες με $H > 10^{-3} \text{ atm m}^3/\text{mde}$).

Η προσρόφηση μιας οργανικής ουσίας στην ιλύ εξαρτάται από το κατά πόσο η ουσία είναι υδρόφοβη ή υδρόφιλη και η προσροφικότητα συχνά δίνεται μέσω του συντελεστή P_{ow} που εκφράζει τον διαχωρισμό οκτανόλης/νερού. Οι μηχανισμοί κατακράτησης μετάλλων μέσω προσρόφησης και ιζηματοποίησης είναι λιγότερο σαφείς, υπάρχουν ωστόσο αρκετά διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα για πολλά μέταλλα που έχουν προκύψει από ισορροπία μαζών σε διάφορες τυπικές διεργασίες (π.χ. πρωτοβάθμια καθίζηση, ενεργός ιλύς).

Η βιοδιασπασιμότητα είναι σημαντικό χαρακτηριστικό μιας ουσίας που καθορίζει τη μακροχρόνια δίατά της. Ο βαθμός βιοδιασπασιμότητας για πολλές ενώσεις είναι δύσκολο να προσδιορισθεί καθώς εξαρτάται από πολλούς και διαπλεκόμενους παράγοντες και η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου χαρακτηρισμού πρέπει να

γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή με προτίμηση σε τυποποιημένες μεθόδους που επιτρέπουν βάσιμες συγκρίσεις.

Επιπτώσεις: Η μελέτη των επιπτώσεων είναι δυνατό να επικεντρωθεί σε τρεις κατηγορίες οργανισμών που δυνητικά τις υφίστανται: τους ανθρώπους, τους μικροοργανισμούς στην εγκατάσταση επεξεργασίας και στους οργανισμούς του τελικού αποδέκτη.

Για την περίπτωση των ανθρώπων ως οδηγοί μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι οδηγίες της ΕΟΚ που αφορούν τις επικίνδυνες ουσίες (79/831/EEC) οι οποίες προκαλούν ανεπανόρθωτη βλάβη στον ανθρώπινο οργανισμό (π.χ καρκίνο, κληρονομικές γενετικές βλάβες, τερατογένεση, σοβαρή βλάβη της υγείας λόγω μακροχρόνιας έκθεσης). Οι ουσίες αυτές πρέπει να κατατάσσονται στην κατηγορία 1 και είτε να απαγορεύεται η διοχέτευση τους στο δίκτυο ή να επιδιώκεται η κατά το μέγιστο δυνατόν απομάκρυνση τους με εφαρμογή της εκάστοτε βέλτιστης διαθέσιμης τεχνολογίας.

Σε ότι αφορά τους μικροοργανισμούς της εγκατάστασης επεξεργασίας έχει παρατηρηθεί ότι οι πιο ευαίσθητοι οργανισμοί που δίνουν τη δυνατότητα για κατάταξη των ουσιών από άποψη τοξικότητας είναι οι νιτροποιητικοί οργανισμοί. Τυποποιημένες δοκιμές αναχαίτισης της νιτροποίησης μπορούν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για τον βαθμό τοξικότητας διφόρων ουσιών ή συνδυασμού τους και χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη επιτυχία τα τελευταία χρόνια.

Σε ότι αφορά την επίπτωση στους μικροοργανισμούς του αποδέκτη, ως ενδεικτικοί οργανισμοί έχουν χρησιμοποιηθεί φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί και ψάρια. Ωστόσο έχει παρατηρηθεί ότι λόγω ανάλογης ευαισθησίας, οι νιτροποιητικοί οργανισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για το σκοπό αυτό.

Τέλος, σημαντικός παράγοντας είναι η τάση βιοσυσσώρευσης των μη βιοδιασπώμενων ουσιών στους υδρόβιους οργανισμούς λόγω του κινδύνου βιομεγέθυνσης κατά την άνοδό του στις τροφικές αλυσίδες.

Η ορθολογική εφαρμογή των προηγθέντων κριτηρίων χαρακτηρισμού σε ένα πρόγραμμα ελέγχου των βιομηχανικών εισροών στο δίκτυο αποχέτευσης παριστάνεται διαγραμματικά στο Σχήμα 1.3.

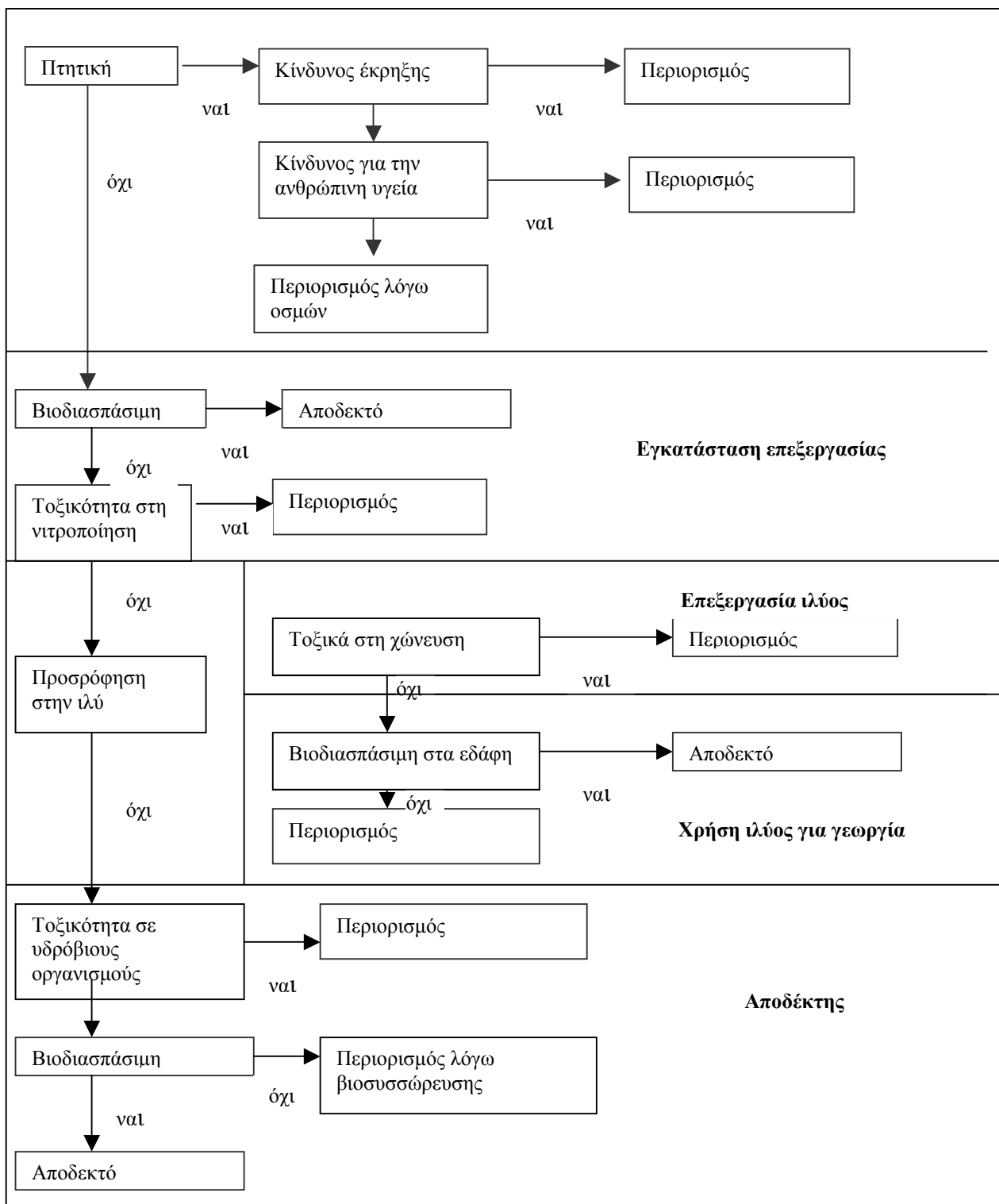
1.7.3 Μέτρα ελέγχου των αποβλήτων

Πρώτιστη ενέργεια του υπεύθυνου μελετητή για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων είναι η αναζήτηση και εφαρμογή σε συνεργασία με τους αρμόδιους τεχνικούς της βιομηχανίας, μέτρων περιορισμού του φορτίου ρυπάνσεως και επαναχρησιμοποίησεως των αποβλήτων ή ανακτήσεως των χρήσιμων υλικών.

Το φορτίο που εφαρμόζεται στις εγκαταστάσεις καθαρισμού μπορεί να ελαττωθεί και να διατηρηθεί μέσα σε αποδεκτά όρια με την κατάλληλη προσαρμογή της λειτουργίας της βιομηχανικής μονάδας και του χειρισμού των αποβλήτων εκτός από τη δυνατότητα αλλαγής της παραγωγικής διαδικασίας ή των πρώτων υλών.

Συνηθισμένα μέτρα ελέγχου του όγκου των αποβλήτων και του φορτίου ρυπάνσεως είναι τα ακόλουθα:

- Ποιοτική εξίσωση (ομογενοποίηση) ή ρύθμιση της ροής των αποβλήτων. Με τη χρησιμοποίηση δεξαμενών συγκρατήσεως ή με τη ρύθμιση της απορροής μπορεί να εξασφαλισθεί η ομοιόμορφη ή η αποδεκτή φόρτιση των έργων επεξεργασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της εβδομάδας.
- Διαχωρισμός των σχετικά καθαρών νερών από τα απόβλητα. Συνήθως τα νερά ψύξεως ή της συμπυκνώσεως των ατμών έχουν μικρό βαθμό ρυπάνσεως και είναι προτιμότερο να διατεθούν χωριστά, χωρίς να αναμιχθούν με τα πυκνά απόβλητα. Η τελική ελάττωση του ρυπαντικού φορτίου με την επεξεργασία των πυκνών αποβλήτων είναι μεγαλύτερη και οικονομικότερη, αν συγκριθεί με τον καθαρισμό των μικτών αποβλήτων μεγάλου όγκου.
- Ανάκτηση των χρήσιμων και εμπορεύσιμων υλικών και παραπροϊόντων από τα απόβλητα (π.χ. ίνες και χημικά από την επεξεργασία του χαρτιού και του χαρτοπολτού). Με τον τρόπο αυτό μειώνεται σημαντικά και σε ορισμένες περιπτώσεις ουσιαστικά ο βαθμός ρυπάνσεως, γίνεται οικονομία σε φυσικούς πόρους και δημιουργείται μια πηγή εσόδων, που αντισταθμίζει μερικά από τα έξοδα καθαρισμού.



Σχήμα 1.3. Προσδιορισμός χώνευσης και επιπτώσεων ουσιών στο σύστημα αποχέτευσης-επεξεργασίας-διάθεσης.

- Περιορισμός των απωλειών ή διαρροών των επεξεργαζόμενων προϊόντων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η συστηματική στράγγιση των δοχείων μεταφοράς του γάλακτος και η αποφυγή διαρροών (τυρόγαλα), που μπορεί να μειώσουν μέχρι 50% την παρουσία υπολειμμάτων γάλακτος στα απόβλητα. Επίσης η καλή στράγγιση των μεταλλικών τεμαχίων ύστερα από το λουτρό της επιμεταλλώσεως και η αποφυγή διαρροών κατά την παραγωγική διαδικασία (βαφή, επεξεργασία τροφίμων κλπ.).
- Οικονομία στη χρήση νερού, επεξεργασία και ανακύκλωση των βιομηχανικών αποβλήτων. Οικονομία νερού μπορεί να γίνει με εφαρμογή κατάλληλης τεχνικής. Σοβαρότερη οικονομία νερού και περιορισμός της τελικής απορροής γίνεται με την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση του νερού παραγωγής ύστερα από την απαραίτητη επεξεργασία. Πάντως σημειώνεται, ότι με την επανελλειμένη ανακύκλωση, υποβιβάζεται η ποιότητα του νερού παραγωγής με πιθανή δυσμενή επίδραση στην ποιότητα των προϊόντων, όπως π.χ. στην παραγωγή άριστης ποιότητας χαρτιού. Για παραγωγή κατώτερης ποιότητας χαρτιού εκτιμάται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό ανακύκλωσης μέχρις 75%.

1.8 Μέθοδοι επεξεργασίας

1.8.1 Εισαγωγή

Τα υγρά απόβλητα που δημιουργούνται από τα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας μιας βιομηχανικής εγκατάστασης παρουσιάζουν διακυμάνσεις τόσο στο υδραυλικό όσο και στο ρυπαντικό φορτίο, γεγονός που είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε δυσλειτουργία και μείωση του βαθμού απόδοσης του συστήματος επεξεργασίας. Οι κύριοι λόγοι αυτής της διακύμανσης είναι το ασυνεχές πρόγραμμα λειτουργίας της εγκατάστασης (ώρες ημερήσιας λειτουργίας, ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα, εποχιακή λειτουργία κλπ), οι αλλαγές προϊόντων ανάλογα με το πρόγραμμα παραγωγής που καθορίζεται από τις ανάγκες ζήτησης της αγοράς και τέλος η συχνότητα συντήρησης του μηχανολογικού εξοπλισμού της εγκατάστασης.

Επίσης σε πολλές περιπτώσεις τα υγρά απόβλητα ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία που εφαρμόζεται, παρουσιάζουν ακραίες τιμές pH, γεγονός που

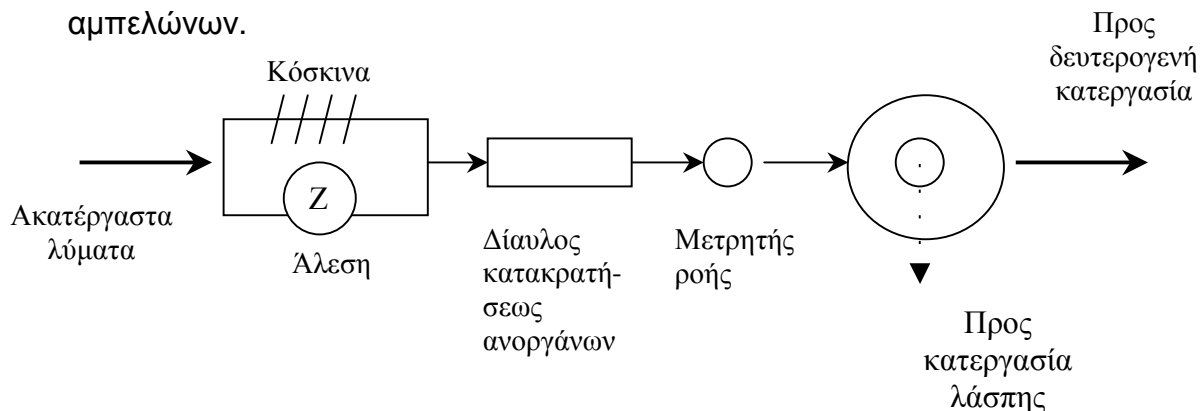
καθιστά απαγορευτική την εισαγωγή τους ως έχουν στο σύστημα επεξεργασίας ή τη διάθεσή τους στους διάφορους αποδέκτες (αποχετευτικό δίκτυο, έδαφος, επιφανειακά ύδατα).

1.8.2 Περιγραφή βασικών διεργασιών επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων

Για την επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων χρησιμοποιούνται καταρχήν όλες οι συνηθισμένες μέθοδοι, που εφαρμόζονται για τα αστικά λύματα, όπως το σχάρισμα, η απομάκρυνση της άμμου, η αφαίρεση των επιπλεόντων υλικών (λιποσυλλογή, επίπλευση), η καθίζηση, απλή ή σε συνδυασμό με χημική κατακρήμνιση (κολλοειδή) και η βιολογική επεξεργασία για τα οργανικά βιομηχανικά απόβλητα, που δεν περιέχουν βιοστατικές ή τοξικές ουσίες, σε συνδυασμό με την επεξεργασία λάσπης.

Πρωτογενής κατεργασία λυμάτων

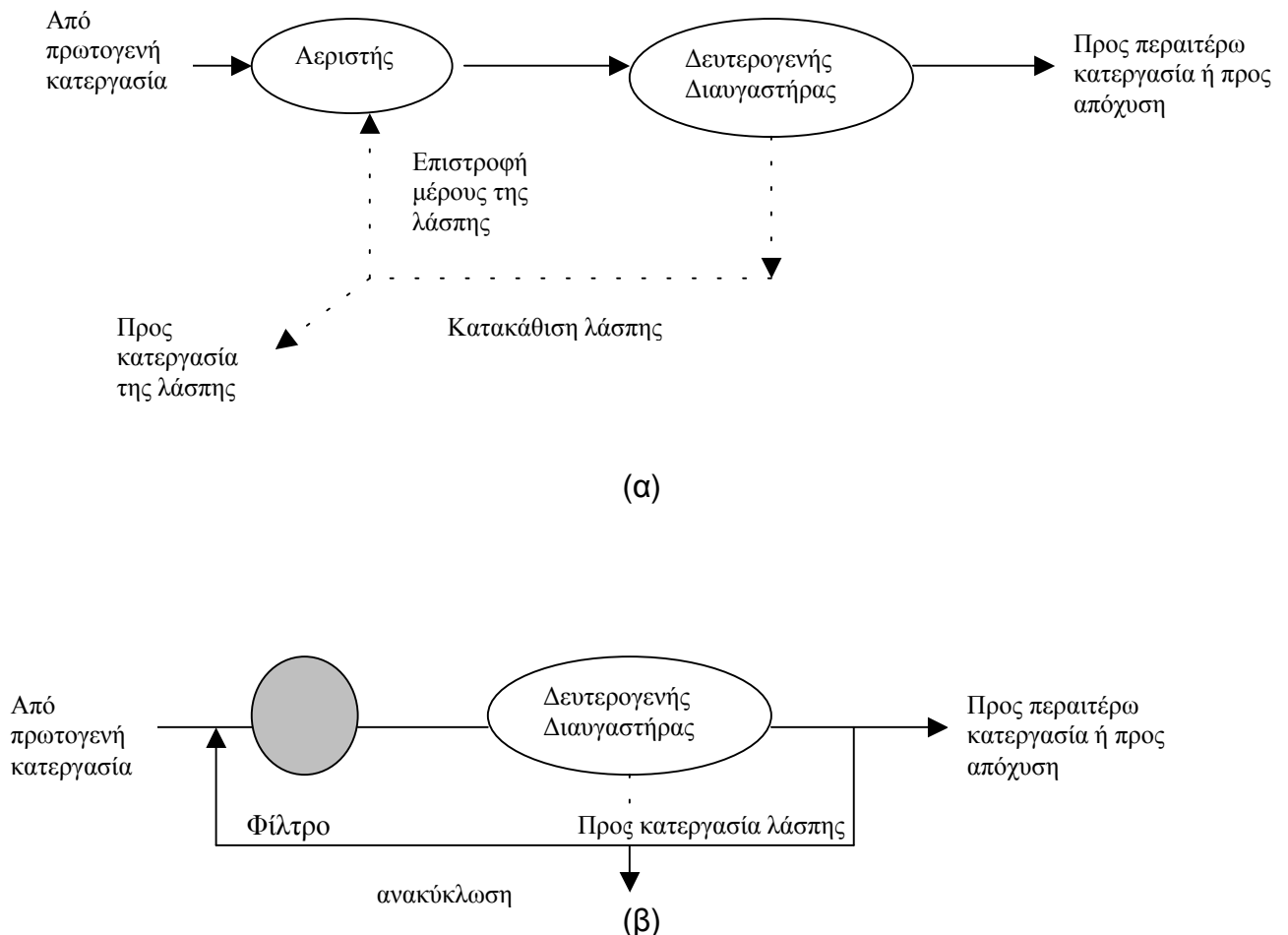
Σκοπός είναι να απομακρυνθούν τα στερεά υλικά από τα λύματα. Μεγάλα τεμάχια μπορούν να απομακρύνονται με κόσκινα ή μπορεί να μειώνεται το μέγεθος τους με θραύση ή άλεση. Τα ανόργανα υλικά απομακρύνονται σε διαύλους κατακράτησεως και πολλά από τα οργανικά υλικά απομακρύνονται με καταβύθιση. Ένα τυπικό σύστημα πρωτογενούς κατεργασίας λυμάτων όπως φαίνεται στο διάγραμμα, θα μπορούσε να απομακρύνει περίπου τη μισή ποσότητα των αιωρούμενων στερεών στα εισερχόμενα λύματα. Το BOD που αφορά αυτά τα στερεά υπολογίζεται στο 30% του συνολικού. Εναλλακτικές επαναχρησιμοποιήσεις τέτοιων εκροών είναι η άρδευση κτηνοτροφικών φυτών, φυτών παραγωγής σπόρων, δένδρων και αμπελώνων.



Σχήμα 1.4: Τυπικό σύστημα πρωτογενούς επεξεργασίας

Δευτερογενής κατεργασία

Αφορά τη βιολογική μετατροπή των διαλυμένων και κolloειδών σε βιομάζα που μπορεί συνεπώς να απομακρύνεται με καταβύθιση. Η επαφή μεταξύ μικροοργανισμών και των οργανικών ουσιών αριστοποιείται με αιώρηση της βιομάζας στα λύματα και με διέλευση των λυμάτων πάνω από στοιβάδα βιομάζας προσκολλημένη σε στερεές επιφάνειες. Το πιο κοινό σύστημα αιωρούμενης βιομάζας είναι η μέθοδος της ενεργοποιημένης λάσπης που φαίνεται και στο Σχήμα 1.5 (α). Η ανακυκλοφόρηση μέρους της βιομάζας διατηρεί μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών σε επαφή με τα λύματα και επιταχύνει τη διεργασία μετατροπής. Το κλασσικό σύστημα προσκολλημένης βιομάζας είναι του φίλτρου όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.5 (β).



Σχήμα 1.5: Σύστημα δευτερογενούς κατεργασίας (α) σύστημα ενεργοποιημένης λάσπης, (β) σύστημα φίλτρου

Πέτρες ή άλλα στερεά μέσα χρησιμοποιούνται για την αύξηση της επιφάνειας για ανάπτυξη της στιβάδας της βιομάζας. Οι κορεσμένες στιβάδες της βιομάζας αποκολλώνται από την επιφάνεια και ξεπλένονται σε λεκάνες καταβυθίσεως με περίσσεια υγρού. Τα δευτερογενή συστήματα παράγουν μεγάλες ποσότητες βιομάζας που είναι βιοδιασπάσιμες μέσω ενδογενούς καταβολισμού και από άλλους μικροοργανισμούς. Οι δευτερογενείς λάσπες συνδυάζονται συνήθως με τις πρωτογενείς για περαιτέρω κατεργασία με αναερόβιες βιολογικές διεργασίες. Το αποτέλεσμα είναι αέρια τελικά προϊόντα (μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα) καθώς και υγρά και αδρανή στερεά.

Τριτογενής κατεργασία

Τις περισσότερες φορές περιλαμβάνει μεγαλύτερη απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών ή και την απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών. Η απομάκρυνση των στερεών μπορεί να γίνεται με φίλτρα και των ενώσεων του αζώτου και του φωσφόρου μπορεί να γίνεται με συνδυασμούς φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών.

Εκτός όμως από τις πιο πάνω συνηθισμένες μεθόδους εφαρμόζονται συχνά και άλλες ειδικές μέθοδοι για την αντιμετώπιση των ιδιαζόντων ποιοτικών χαρακτηριστικών των βιομηχανικών αποβλήτων, όπως αναφέρονται στις επόμενες παραγράφους.

- Εξισορρόπηση υδραυλικού και ρυπαντικού φορτίου
Σκοπός της εξισορρόπησης είναι η ελαχιστοποίηση ή και ο έλεγχος των διακυμάνσεων που παρατηρούνται στα χαρακτηριστικά των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων έτσι ώστε να εξασφαλιστούν οι βέλτιστες συνθήκες για τις διεργασίες επεξεργασίας που θα ακολουθήσουν. Μέσω της διαδικασίας εξισορρόπησης επιτυγχάνονται τα εξής:
 - Εξομάλυνση των διακυμάνσεων σε οργανικό φορτίο έτσι ώστε να αποφεύγονται οι περιπτώσεις υπερφόρτισης των συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας.

- Αποφυγή εισροής αποβλήτου με υψηλές συγκεντρώσεις τοξικών στα συστήματα βιολογικής επεξεργασίας
- Έλεγχος τιμών pH και μείωση των απαιτήσεων σε χημικά μέσα προκειμένου να επιτευχθεί η εξουδετέρωση της ροής
- Ελαχιστοποίηση των διακυμάνσεων στη ροή του αποβλήτου το οποίο εισάγεται στα συστήματα φυσικοχημικής επεξεργασίας, γεγονός που εξασφαλίζει την εύρυθμη και αποτελεσματική λειτουργία των συστημάτων τροφοδοσίας των χημικών
- Εξασφάλιση συνεχούς και σταθερής ροής αποβλήτου στα συστήματα βιολογικής επεξεργασίας όταν η μονάδα δεν λειτουργεί σε συνεχή βάση
- Εξισορρόπηση ρυπαντικού και υδραυλικού φορτίου στις περιπτώσεις συνεπεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων

Η τεχνική της εξισορρόπησης εφαρμόζεται σε ανοιχτές δεξαμενές κυλινδρικού ή ορθογωνικού τύπου. Η σταθερή ροή παροχής για το επόμενο στάδιο επεξεργασίας επιτυγχάνεται μέσω της χρησιμοποίησης διατομής σταθερής διαμέτρου του στομίου εξόδου των υγρών αποβλήτων από την δεξαμενή εξισορρόπησης

▪ Χημική εξουδετέρωση

Τα πολύ όξινα ή αλκαλικά απόβλητα πρέπει να εξουδετερωθούν, προτού υποβληθούν σε επεξεργασία καθαρισμού ή διατεθούν σε δίκτυο υπονόμων ή σε φυσικό αποδέκτη, γιατί δημιουργούν γενικά δυσμενείς συνέπειες οι υψηλές ή χαμηλές τιμές του pH. Για παράδειγμα, όσον αφορά στη βιολογική επεξεργασία οι βέλτιστες τιμές pH κυμαίνονται ανάμεσα στην ουδέτερη και ελαφρώς αλκαλική περιοχή 6.5-8.5. Τιμές pH μικρότερες από 6 ή μεγαλύτερες από 9 οδηγούν σε μείωση μέχρι και αναστολή της δράσης της εγκλιματιζόμενης βιομάζας. Επιπλέον, οι χαμηλές τιμές pH στα απόβλητα δημιουργούν προβλήματα διάβρωσης των σωληνώσεων του συστήματος επεξεργασίας. Στην πράξη η χημική εξουδετέρωση γίνεται με διάφορους τρόπους, που επιλέγονται συνήθως με κριτήρια τεχνικά και οικονομικά και περιλαμβάνουν:

➤ *Ανάμιξη όξινων και αλκαλικών αποβλήτων.* Εφόσον στα διάφορα τμήματα του εργοστασίου παράγονται όξινα και αλκαλικά απόβλητα, μπορεί με κατάλληλο συνδυασμό να προκύψει σχεδόν ουδέτερο μίγμα. Η τεχνική αυτή παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί προσθήκη χημικών για την επίτευξη της εξουδετέρωσης, αλλά μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε περιπτώσεις βιομηχανιών που παράγουν απόβλητα στα διάφορα στάδια της παραγωγικής τους διαδικασίας τα οποία είναι διαφοροποιημένα ως προς τις τιμές του pH. Η μέθοδος αυτή απαιτεί κατά κανόνα δεξαμενές για την αποθήκευση των όξινων και αλκαλικών υγρών, καθώς και για την ανάμιξη με κατάλληλο μηχανισμό ρυθμίσεως παροχών.

➤ *Εξουδετέρωση της οξύτητας με ασβεστόλιθο.* Κατά τη μέθοδο αυτή τα όξινα απόβλητα περνούν με ροή προς τα πάνω μέσα από ασβεστολιθική κλίνη, που εξουδετερώνει την οξύτητα, όπως π.χ. συμβαίνει με το θειικό οξύ

➤ *Εξουδετέρωση της οξύτητας με γαλάκτωμα ασβέστη.* Η μέθοδος αυτή είναι πολύ αποτελεσματική. Ο ασβέστης χρησιμοποιείται συνεχώς γιατί μετατρέπεται σε θειικό ασβέστιο και παρασύρεται με τα απόβλητα. Ο υδρασβέστης παρουσιάζει δυσκολία στη ροή.

➤ *Προσθήκη αλκαλίου στα όξινα απόβλητα.* Η προσθήκη πυκνού διαλύματος καυστικής σόδας (NaOH) ή ανθρακικής σόδας (Na₂CO₃) στα όξινα απόβλητα εξασφαλίζει γρήγορη και αποτελεσματική εξουδετέρωση με σχετικά μικρή ποσότητα λόγω της μεγαλύτερης ισχύος σε σχέση με τον ασβέστη. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι τα προϊόντα της αντιδράσεως είναι ευδιάλυτα και δεν αυξάνουν τη σκληρότητα του υδατικού αποδέκτη.

➤ *Εξουδετέρωση των αλκαλικών αποβλήτων με CO₂.* Το διοξείδιο του άνθρακα, όταν διαλυθεί στα απόβλητα, σχηματίζει με το νερό ασθενές ανθρακικό οξύ, που εξουδετερώνει την αλκαλικότητα (NaOH, Na₂CO₃) με τελικό προϊόν διττανθρακικό νάτριο. Το CO₂ μπορεί να προέρχεται είτε από τα καυσαέρια θερμάνσεως του λέβητα, είτε από το εμπόριο ή μπορεί να παράγεται επιτόπια με κατάλληλο συνδυασμό καύσεως.

➤ *Εξουδετέρωση της αλκαλικότητας με θειικό οξύ.* Το θειικό οξύ προσφέρεται ιδιαίτερα για την εξουδετέρωση της αλκαλικότητας, αλλά έχει κατά κανόνα ψηλό κόστος. Λόγω της μεγάλης οξύτητας απαιτεί μικρούς χώρους αποθηκείωσης και συσκευές τροφοδοτήσεως, αλλά είναι ιδιαίτερα διαβρωτικό.

- Προσρόφηση

Η προσρόφηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων για την απομάκρυνση πολλών οργανικών ουσιών (φαινόλες, χρώματα, αρωματικές ενώσεις) με χρήση ενεργού άνθρακα. Γενικά η εφαρμογή της προσροφήσεως στην επεξεργασία των αποβλήτων γίνεται για τον εξυγениσμό της τελικής απορροής, ύστερα από το συμβατικό καθαρισμό με στόχο συνήθως την απομάκρυνση ορισμένων χαρακτηριστικών ρύπων, που δεν αφαιρούνται εύκολα από τα απόβλητα.

- Εναλλαγή ιόντων

Η μέθοδος της ιοντο-ανταλλαγής βρίσκει συνεχώς νέες εφαρμογές στην επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων κυρίως για την ανάκτηση χρήσιμων υλικών ή την εκλεκτική απομάκρυνση ανεπιθύμητων διαλυμένων ουσιών με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση πρώτων υλών και υδατικών πόρων. Στη βιομηχανία των επιμεταλλώσεων τα υγρά του ξεπλύματος περνούν από κλίνες κατιονικών και ανιονικών ρητινών που έχουν εκλεγεί κατάλληλα, όπου γίνεται ανάκτηση του αργύρου, από τα απόβλητα της φωτοχημικής βιομηχανίας και του χαλκού, από διάφορες βιομηχανίες. Εξάλλου με τη χρησιμοποίηση ειδικού φυσικού εναλλάκτη μπορούν να απομακρυνθούν τα ιόντα του αμμωνίου.

Η απομάκρυνση των βαφών από τα απόβλητα των βιομηχανικών χρωμάτων και των υφαντουργείων είναι δυνατή με τη χρησιμοποίηση ειδικού ανιονικού εναλλάκτη κυτταρίνης. Τέλος, με τη χρησιμοποίηση τριχών από βυρσοδεψία, μαλλιών ή άλλων πρωτεϊνούχων ουσιών, σαν εναλλακτών ιόντων, έχει αφαιρεθεί με επιτυχία ο υδράργυρος από τα απόβλητα.

- Διαχωρισμός με εκλεκτικές μεμβράνες

Η χρήση μεμβρανών με εκλεκτικές ιδιότητες περατότητας σε ορισμένες ουσίες παίζει συνεχώς αυξανόμενο ρόλο στην επεξεργασία των βιομηχανικών κυρίως αποβλήτων. Οι σχετικές διαδικασίες που χρησιμοποιούν διαχωριστικές μεμβράνες, περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την αντίστροφη ώσμωση, την υπερδιήθηση, τη διάλυση και την ηλεκτροδιάλυση.

- **Εξάτμιση**

Η εξάτμιση συνίσταται στο βρασμό των αποβλήτων κάτω από τη συνηθισμένη ατμοσφαιρική πίεση ή προτιμότερο με ελαφρό κενό στην πλευρά του ατμού, για να αυξάνεται ο ρυθμός της ατμοπαραγωγής. Τα περιεχόμενα στερεά στα απόβλητα συγκεντρώνονται στο υπόλειμμα, που μπορεί να συμπυκνωθεί αρκετά, για να ξαναχρησιμοποιηθεί στο κύκλωμα παραγωγής ή να διατεθεί κατάλληλα. Ο παραγόμενος ατμός είτε χρησιμοποιείται για ενέργεια ή θέρμανση, είτε απορρίπτεται. Η μέθοδος χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων για την επεξεργασία των ραδιενεργών αποβλήτων ή την εξάτμιση του «μαύρου υγρού» στην παραγωγή χαρτοπολτού με ανάκτηση των χημικών και επαναφορά ύστερα από επεξεργασία με ασβέστη στο κύκλωμα παραγωγής, σαν υγρό χωνεύσεως του ξύλου.

Η εξάτμιση γίνεται συνήθως με ατμό, που συμπυκνώνεται πάνω σε μεταλλικούς σωλήνες, από τους οποίους ρέουν τα απόβλητα. Η μέθοδος παρουσιάζει στην πράξη λειτουργικά και κατασκευαστικά προβλήματα, όπως δημιουργία αποθέσεων στις εγκαταστάσεις, αφρισμό, χρησιμοποίηση ειδικών υλικών κατασκευής κ.α.

- **Χημική οξείδωση και αναγωγή**

Από χημική άποψη οξείδωση σημαίνει απώλεια ηλεκτρονίων, ενώ αναγωγή σημαίνει πρόσληψη ηλεκτρονίων.

Τόσο η οξείδωση, όσο και η αναγωγή μπορεί να χρησιμοποιηθούν στην επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων για τη μετατροπή ορισμένων ρυπαντικών ουσιών σε άλλες μορφές λιγότερο βλαπτικές ή καθόλου ενοχλητικές.

- *Οξειδωση.* Σαν οξειδωτικά μέσα χρησιμοποιούνται συνήθως το οξυγόνο του αέρα (π.χ. για οξείδωση του H_2S , Fe^{2+} , Mn^{2+}), το όζον, το υπερμαγγανικό κάλιο, το υπεροξειδίο του υδρογόνου και το χλώριο. Τα κυανιούχα που είναι ιδιαίτερα τοξικά και περιέχονται σε πολλά βιομηχανικά απόβλητα, οξειδώνονται με χλώριο σε ψηλό pH και μετατρέπονται σε κυανικά που είναι λιγότερο τοξικά.
 - *Αναγωγή.* Σαν αναγωγικά μέσα χρησιμοποιούνται συνήθως ο θειικός σίδηρος, το θειοθειϊκό νάτριο και κυρίως το διοξειδίο του θείου.
- **Βιολογική επεξεργασία.**
 Πολλά είδη βιομηχανικών αποβλήτων έχουν σημαντικό οργανικό φορτίο (επεξεργασία γάλακτος και τροφίμων, ζυθοποιία, οινοποιία, παρασκευή χαρτοπολτού, υφαντουργεία, βυρσοδεψία κλπ.) και επομένως είναι καταρχήν επιδεκτικά βιολογικής επεξεργασίας. Πάντως σε κάθε περίπτωση τέτοιας επεξεργασίας, είτε σε ιδιαίτερες εγκαταστάσεις, είτε σε συνδυασμό με αστικά λύματα, πρέπει να εξετάζεται προηγουμένα, αν είναι κατάλληλα ισοζυγισμένα τα θρεπτικά υλικά και ιδιαίτερα να ελέγχεται η τυχόν παρουσία βιοστατικών ή τοξικών ουσιών, σε τελική συγκέντρωση ικανή να επηρεάσει σοβαρά ή να αναστείλει τη βιολογική δράση καθαρισμού. Σημειώνεται πάντως ότι το βιολογικό σύστημα έχει ικανότητα προσαρμογής και εγκλιματισμού μέχρις ένα ορισμένο επίπεδο συγκεντρώσεως τοξικών ουσιών.
 - **Απομάκρυνση βαρέων μετάλλων μέσω καταβύθισης**
 Μια ευρέως εφαρμοζόμενη τεχνική για την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων από τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα είναι η καταβύθισή τους ως αδιάλυτα υδροξειδία. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι τα διάφορα μέταλλα παρουσιάζουν διαφοροποίηση στη διαλυτότητά τους ανάλογα με τις τιμές του pH. Συγκεκριμένα για κάθε μέταλλο υπάρχει μια βέλτιστη περιοχή pH όπου ευνοείται ο σχηματισμός του αντίστοιχου υδροξειδίου το οποίο είναι αδιάλυτο με αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης του μετάλλου στο απόβλητο.

1.8.3 Επεξεργασία αποβλήτων επιλεγμένων βιομηχανιών

Οι υπάρχουσες μέθοδοι επεξεργασίας εφαρμόζονται στην πράξη, είτε κάθε μια χωριστά, είτε συνήθως σε κατάλληλο συνδυασμό για τον καθορισμό των υγρών αποβλήτων των διαφόρων βιομηχανιών, ανάλογα με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους τον τελικό αποδέκτη με τις επιθυμητές χρήσεις και τα διαθέσιμα τεχνικά και οικονομικά μέσα.

Απαραίτητα γενικά στοιχεία για κάθε μελέτη επεξεργασίας είναι μεταξύ άλλων η γνώση της παραγωγικής διαδικασίας, τα σημεία και ο τρόπος που δημιουργούνται τα υγρά απόβλητα, τα βασικά ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά τους και οι δυνατότητες τελικής διάθεσης, σε συνδυασμό με τυχόν ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση.

Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση των στοιχείων προελεύσεως, ποιότητας και μεθόδων επεξεργασίας των αποβλήτων των βασικών κατηγοριών βιομηχανιών σε μορφή πίνακα για την ευκολία της συσχέτισεως. Ο πίνακας 1.5 προσβλέπει σε γενική ενημέρωση προσανατολισμού και δεν περιέχει αναλυτικά ή ποσοτικά στοιχεία για υπολογισμούς.

1.8.4 Συνεπεξεργασία βιομηχανικών αποβλήτων με αστικά λύματα

Γενικά

Περίπου οι μισές ποσότητες των βιομηχανικών και βιοτεχνικών αποβλήτων στις χώρες της Ευρώπης διατίθεται στο αποχετευτικό δίκτυο με στόχο την κοινή επεξεργασία στην κεντρική εγκατάσταση λυμάτων (ΕΕΛ).

Όταν οι βιομηχανίες και οι βιοτεχνίες είναι εγκατεστημένες κοντά σε μία πόλη, είναι απαραίτητο να εξεταστεί η περίπτωση της διάθεσης των βιομηχανικών αποβλήτων στο αποχετευτικό δίκτυο και στη συνέχεια, να υποστούν κοινή επεξεργασία στην ΕΕΛ. Οι πόλεις δέχονται τα βιομηχανικά απόβλητα για επεξεργασία κατόπιν αμοιβής το ύψος της οποίας εξαρτάται από την ποσότητα των βιομηχανικών αποβλήτων και από το βαθμό φόρτισης αυτών.

Σε πολλές περιπτώσεις η ανάμιξη των βιομηχανικών αποβλήτων με αστικά λύματα θεωρείται θετική, διότι η παρουσία ορισμένων στοιχείων ή ενώσεων διευκολύνει την επεξεργασία των αστικών λυμάτων, όπως π.χ. η παρουσία αζώτου, φωσφόρου, ελαφρά όξινων διαλυμάτων, υλικών με θρομβοτικές ιδιότητες κλπ.

Τα επιχειρήματα τα οποία συνηγορούν υπέρ της κοινής επεξεργασίας είναι:

- αυξημένη οικονομία από τη δημιουργία μεγαλύτερων εγκαταστάσεων
- ευνοϊκότερη επεξεργασία μετά από ποιοτική εξισορρόπηση των υγρών αποβλήτων
- έμπειρη φροντίδα και επίβλεψη
- πρόσθετη ασφάλεια των φυσικών αποδεκτών από αιφνίδιες φορτίσεις
- μεταφορά του προβλήματος στην Κοινότητα ή τον Δήμο
- υποχρεωτική ανάληψη καθηκόντων των Δήμων σύμφωνα με τους νόμους χρήσης του νερού.

Διαχωρισμός βιομηχανικών αποβλήτων

Τα βιομηχανικά και βιοτεχνικά απόβλητα ανάλογα με τη σύσταση τους και την επίδρασή τους στα λύματα μπορούν να διαχωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Η πρώτη κατηγορία, περιλαμβάνει απόβλητα, τα οποία χωρίς καμία επεξεργασία είναι δυνατόν να αναμιχθούν με τα οικιακά λύματα, διότι η σύστασή τους ελάχιστα διαφέρει από αυτά.
- Η δεύτερη κατηγορία, περιλαμβάνει καθαρά οργανικά απόβλητα, τα οποία μπορούν να αναμειχθούν με τα οικιακά λύματα μόνον όταν ρυθμιστεί η παροχή τους. Ενδεχομένως ψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να αλλοιώσουν τα χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων. Αυτό μπορεί να ρυθμιστεί με την παρεμβολή μιας δεξαμενής εξισορρόπησης.
- Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει απόβλητα τα οποία μπορεί να διατεθούν στα αστικά λύματα μόνον κατόπιν μιας προεπεξεργασίας. Με την προεπεξεργασία αυτή επιδιώκεται να κατακρατηθούν, δεσμευτούν, εξουδετερωθούν κλπ. σε επίπεδα ποιότητας των αστικών λυμάτων οι παρακάτω ρυπαντές: χονδρόκοκα υλικά, καθιζάνοντα, ελαιώδη-λιπαρά, όξινα ή αλκαλικά, επικίνδυνα αέρια που μπορεί να δημιουργήσουν εκρηκτικές καταστάσεις, ισχυρά δύσοσμες ουσίες, μολυσματικές ενώσεις, τοξικές ουσίες που

αναστέλλουν τη δράση των μικροοργανισμών, ραδιενεργές ουσίες, ψηλές θερμοκρασίες.

Πίνακας 1.5: Συνοπτικά ενδεικτικά στοιχεία προελεύσεως, ποιότητας και τρόπου επεξεργασίας διαφόρων κατηγοριών βιομηχανικών αποβλήτων

Βιομηχανία	Προέλευση κυριότερων αποβλήτων	Βασικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά	Κυριότερες μέθοδοι επεξεργασίας και διαθέσεως
1	2	3	4
A. ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΠΟΤΑ			
1. Συντήρηση φρούτων και λαχανικών	Καθάρισμα, διαλογή εκχύμωση και λεύκανση φρούτων και λαχανικών	Πολλά αιωρούμενα στερεά, κολλοειδείς και διαλυμένες οργανικές ουσίες	Σχάρισμα, δεξαμενή σταθεροποιήσεως, απορρόφηση στο έδαφος ή άρδευση με τεχνητή βροχή
2. Γαλακτοκομικά προϊόντα	Στράγγισμα ή απορρίψεις γάλακτος διαχωρισμένου γάλακτος, βουτυρογάλακτος. Νερά ψύξεως.	Πολλές διαλυμένες οργανικές ουσίες, κυρίως πρωτεΐνες, λίπη, λακτόζη Σχεδόν καθαρά	Βιολογική επεξεργασία, αερισμός, χαλικοδιυλιστήριο, δραστική λάσπη
3. Κτηνοτροφικές μονάδες	Περιπτώματα ζώων	Πολλά αιωρούμενα οργανικά στερεά & ψηλό BOD	Διάθεση στο έδαφος (άρδευση) αναερόβια επεξεργασία, δεξαμενή σταθεροποιήσεως
B. ΕΝΔΥΜΑΣΙΑ			
4. Υφαντουργεία	Καθάρισμα, αποκολλάρισμα, βαφή, εκτύπωση, λεύκανση	Πολύ αλκαλικά, χρώμα, ψηλό BOD & θερμοκρασία, πολλά αιωρούμενα στερεά	Εξουδετέρωση, χημική κατακρήμνιση, βιολογική επεξεργασία με δραστική λάσπη ή χαλικοδιυλιστήριο, ανάκτηση υλικών ή χημικών, με διάλυση ή εξάτμιση

(Συνεχίζεται)

5. Βυρσοδεψία	Μούσκεμα, αποτρίχωση με ασβέστη, απασβέστωμα, δέψη, λίπανση & χρωματισμός δερμάτων	Πολλά ολικά στερεά, σκληρότητα, άλατα, θειούχα, χρώμιο, pH, ίζημα ασβέστη & BOD	Σχάρισμα, κόσκινο, ομογενοποίηση, κροκύδωση, βιολογική επεξεργασία με χαλικοδιυλιστήριο ή δραστική λάσπη
6. Πλυντήρια	Πλύσιμο υφασμάτων	Μεγάλη θολότητα, αλκαλικότητα & οργανικά στερεά	Σχάρισμα, χημική κατακρήμνιση, επίπλευση & προσρόφηση
Γ. ΧΗΜΙΚΑ			
7. Οξέα	Αραιωμένα νερά εκπλύσεως, πολλά αραιωμένα οξέα	Χαμηλό pH, μικρή περιεκτικότητα σε οργανικά	Εξουδετέρωση με ροή προς τα πάνω ή κανονική καύση, όταν υπάρχουν οργανικές ουσίες.
8. Απορρυπαντικά	Πλύσιμο και καθάρισμα σαπουνιών & απορρυπαντικών	Ψηλό BOD και σαπούνια	Επίπλευση και ξάφρισμα, κατακρήμνιση με CaCl ₂
9. Εντομοκτόνα	Προϊόντα πλυσίματος και καθαρισμού	Πολλές οργανικές ουσίες δομής βενζολίου, τοξικά για τα βακτήρια & ψάρια, όξινα	Προσρόφηση, αλκαλική χλωρίωση, διάθεση ύστερα από μεγάλη αραίωση
Δ. ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΑ			
10. Χαρτοπολτός και Χαρτοποιία	Ψήσιμο, εξευγενισμός, πλύσιμο των ινών, σχάρισμα του χαρτοπολτού	Ψηλό ή χαμηλό pH, χρώμα, πολλά αιωρούμενα, κolloειδή και διαλυμένα στερεά, ανόργανα υλικά πληρώσεως	Καθίζηση, δεξαμενή σταθεροποιήσεως, βιολογική επεξεργασία, αερισμός, ανάκτηση υποπροϊόντων, επανακυκλοφορία
11. Ελαστικό	Πλύση της πρώτης ύλης, κροκύδωση ελαστικού, έκκριση ακαθαρσιών από ακατέργαστο ελαστικό	Ψηλό BOD & οσμή, πολλά αιωρούμενα στερεά, μεταβλητό pH, πολλά χλωριούχα	Αερισμός, χλωρίωση, θείωση, βιολογική επεξεργασία

(Συνεχίζεται)

12. Φωτογραφία	Εξαντλημένα διαλύματα εμφανίσεως & σταθεροποιήσεως των φωτογραφιών	Αλκαλικά, με διάφορα οργανικά & ανόργανα αναγωγικά υλικά	Ανάκτηση αργύρου, διάθεση στο δίκτυο υπονόμων
E. ΕΝΕΡΓΕΙΑ			
1. Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί (με στερεά καύσιμα)	Νερό ψύξεως, εκκένωση λεβήτων, στράγγιση άνθρακα	Θερμά, μεγάλος όγκος, πολλά ανόργανα και διαλυμένα στερεά	Ψύξη με αερισμό, αποθήκευση της στάχτης, εξουδετέρωση των όξινων αποβλήτων
2. Πυρηνική ενέργεια και ραδιενεργά υλικά	Επεξεργασία μεταλλεύματος, πλύσιμο ιματισμού με ραδιορύπανση, απόβλητα ερευνητικών εργαστηρίων, επεξεργασία ατομικού καυσίμου, νερό ψύξεως του ενεργειακού σταθμού	Ραδιενεργά στοιχεία, μπορεί να είναι πολύ όξινα και θερμά	Συμπύκνωση & Αποθήκευση ή ταφή και ελεγχόμενη διάθεση

Η παρουσία μέρους των παραπάνω ρυπαντικών ουσιών της τρίτης κατηγορίας προκαλεί σοβαρές διαταραχές στις βιολογικές διεργασίες που είναι απαραίτητες για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων. Η τοξική τους ενέργεια δεν εξαρτάται μόνο από το βαθμό συγκέντρωσης των τοξικών ουσιών αλλά κυρίως από το είδος. Τα αστικά απόβλητα περιέχουν ουσίες βιολογικά αποικοδομήσιμες, οι οποίες με τη βοήθεια μικροοργανισμών διασπώνται. Η παρουσία τοξικών ουσιών, όπως μετάλλων Cu, Pb, Hg, Cd, παρασιτοκτόνων, χλωριομένων υδρογονανθράκων, ενώσεων του αρσενικού και του κυανίου ακόμη και της θερμοκρασίας, αναστέλλει την λειτουργία των μικροοργανισμών και έτσι παρεμποδίζεται το έργο του βιολογικού καθαρισμού των αποβλήτων.

Προϋποθέσεις για κοινή επεξεργασία (συνεπεξεργασία) υγρών βιοτεχνικών και βιομηχανικών αποβλήτων με αστικά λύματα

- Γενικές προϋποθέσεις

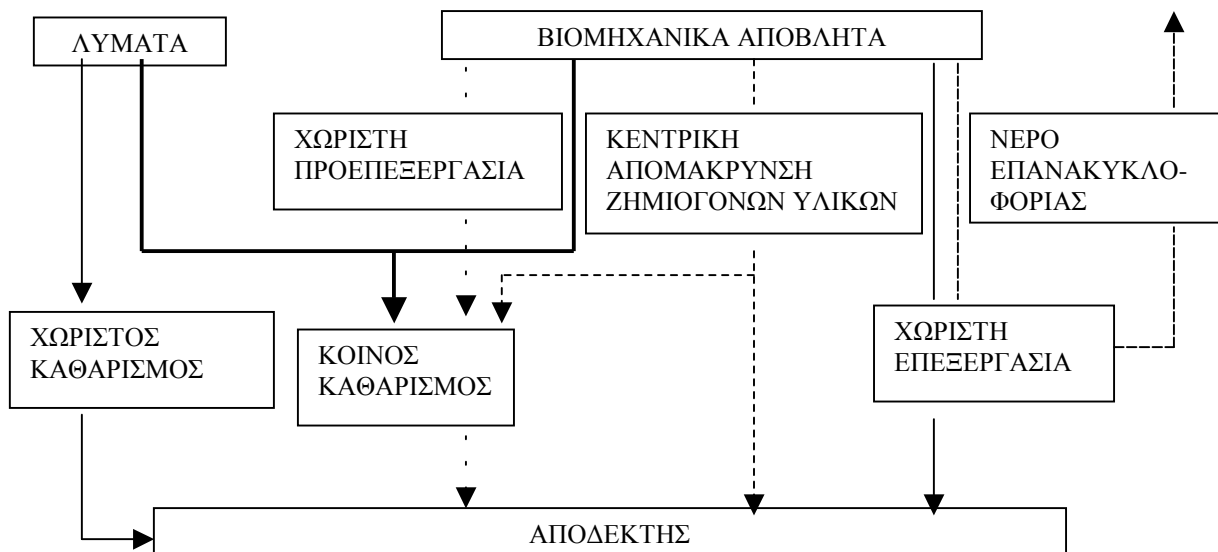
Η διάθεση των βιομηχανικών αποβλήτων στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων και η κοινή επεξεργασία απαιτούν τα παρακάτω:

- Δεν πρέπει να κινδυνεύσει το προσωπικό λειτουργίας και επίβλεψης της εγκατάστασης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- Δεν πρέπει να καταστραφούν τα οικοδομικά υλικά και τα τεχνικά μέρη της εγκατάστασης επεξεργασίας των αποβλήτων
- Δεν πρέπει να παρεμποδίζονται οι λειτουργίες διεργασίας της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων
- Δεν πρέπει να μειωθεί η απόδοση της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων
- Δεν πρέπει να ανασταλούν οι διεργασίες επεξεργασίας και διάθεσης της ιλύος
- Δεν επιτρέπεται η διάθεση δύσκολων ή μη αποικοδομήσιμων ουσιών.

- Κριτήρια επιλογής μεθόδων καθαρισμού βιομηχανικών αποβλήτων

Οι διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις καθαρισμού των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και η ανάγκη μείωσης του κόστους οδήγησαν στην αναζήτηση προσιτών τεχνοοικονομικών μεθόδων, οι οποίες να συνδυάζουν την απαιτούμενη ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων με τη μικρότερη δυνατή δαπάνη κατασκευής και λειτουργίας.

Η μέθοδος επεξεργασίας των βιομηχανικών αποβλήτων ή η συνεπεξεργασία και η διάθεσή τους με τα λύματα των πόλεων που θα επιλεγεί για την κάθε περίπτωση θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα μιας μελέτης που θα προκύψει από μια ολοκληρωμένη βιβλιογραφική και εργαστηριακή διερεύνηση και θα αποτελέσει τη βάση του σχεδιασμού μιας μονάδας καθαρισμού αποβλήτων.



Σχήμα 1.6: Διάγραμμα ροής. Εκδοχές επεξεργασίας αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων. (Πηγή: Παπαχρήστου Ελ., *Συνεπεξεργασία Βιομηχανικών Αποβλήτων με Αστικά Λύματα*)

Οι σπουδαιότεροι παράμετροι που πρέπει να μελετηθούν πριν την εφαρμογή μιας μεθόδου είναι οι εξής:

- Μείωση των όγκων του χρησιμοποιούμενου νερού

- Μείωση της ρύπανσης από την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση προϊόν-των κατά την παραγωγική διαδικασία
- Αλλαγές στην παραγωγική διαδικασία για μείωση της ρύπανσης. Επιλογή κατάλληλων μεθόδων
- Αρχικό κόστος
- Κόστος λειτουργίας και συντήρησης
- Κριτήρια χωροταξικής τοποθέτησης και εγκατάστασης καθαρισμού
- Απαιτήσεις ποιότητας των επεξεργασμένων αποβλήτων
- Βαθμός ρύπανσης των αποβλήτων
- Πρόβλεψη χρησιμοποίησης της μεθόδου για αυστηρότερες προδιαγραφές
- Συνδυασμός κοινής επεξεργασίας αποβλήτων γειτονικών βιομηχανιών όμοιες ή ανόμοιες (όξινα-αλκαλικά απόβλητα) και στη συνέχεια συνεπεξεργασία με αστικά λύματα
- Δυνατότητες διάθεσης ή αξιοποίησης της ιλύος που προκύπτει από την συνε-πεξεργασία αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.

1.9 Επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων

1.9.1 Εισαγωγή

Η πολύ σοβαρή επίδραση των υγρών αποβλήτων στο περιβάλλον, που πολύ συνοπτικά συνίσταται στην ποιοτική υποβάθμιση υδατικών πόρων, στη ρύπανση ακτών και θαλασσών, σε διάφορες μολύνσεις με μεταφορά διαφόρων παθογόνων, στην υποβάθμιση αστικών κυρίως περιοχών και στη δημιουργία αισθητικών και άλλων προβλημάτων, έχει επιβάλλει τη λήψη δραστικών διαχειριστικών μέτρων με σκοπό τον περιορισμό του κινδύνου των δυσμενών επιπτώσεών τους. Με το όρο διαχείριση υγρών αποβλήτων που πολύ απλά σημαίνει κάθε σκόπιμη ανθρώπινη επέμβαση σε αυτά, επιδιώκεται:

- Περιορισμός μέχρι και πλήρης εξάλειψη της ρυπαντικής επίδρασης των αποβλήτων έτσι, που οι ανεπιθύμητες επιδράσεις τους στο περιβάλλον να περιορίζονται ή να εξασφαλίζονται εντελώς.

- Εξοικονόμηση πηγών νερού που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες χρήσεις, και
- Κάποιο οικονομικό όφελος με τον εφοδιασμό με νερό και θρεπτικά στοιχεία φυτών ή δένδρων κατάλληλων για αγροτική εκμετάλλευση ή ανάπτυξη χώρων πρασίνου.

Επίσης η συνεχής πληθυσμιακή αύξηση, η ρύπανση και η συνεχής υποβάθμιση τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων νερών, η άνιση κατανομή των υδατικών πόρων και οι περιοδικές ξηρασίες καθιστούν αναγκαία τη διερεύνηση και ανάπτυξη νέων πηγών νερού. Στις βιομηχανικές χώρες υπάρχουν αυξανόμενα προβλήματα, που σχετίζονται με τη διασφάλιση της αναγκαίας τροφοδοσίας με νερό και τη διάθεση των αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων. Αντίθετα, στις αναπτυσσόμενες χώρες και ιδιαίτερα σε αυτές με ξηρικές και ημιξηρικές περιοχές υπάρχει η ανάγκη τεχνολογίας προσιτού κόστους, για αύξηση των διαθέσιμων ποσοτήτων νερού και παράλληλη προστασία των υπαρχουσών πηγών νερού.

Ο καθηγητής G. Shelf στη διεθνή επιστημονική συνάντηση με θέμα «Ανάκτηση και Επαναχρησιμοποίηση Υγρών Αποβλήτων» στις 24-26/9/1991 στην Costa Brava της Ισπανίας είπε: “Στο τέλος αυτού του αιώνα θα πρέπει να έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα πως η άποψη ότι η αραίωση αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τη ρύπανση είναι ουτοπία...”. Επίσης, πιστεύει ότι η σύγχρονη άποψη για την αντιμετώπιση των περισσότερων πηγών ρύπανσης και γενικά υποβάθμισης του περιβάλλοντος βασίζεται στα 5 κεφαλαία A, που είναι Ανάκτηση, Ανάσωση, Αναγέννηση, Ανακύκλωση και Ανα(επανα)χρησιμοποίηση. Αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές για ένα φυσικό πόρο, όπως το διαθέσιμο για χρήση νερό, που όλο και περισσότερο εκτίθεται στον κίνδυνο της ρύπανσης και συγχρόνως είναι ένας σπάνιος πόρος. Γιαυτό και η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων φαίνεται ότι αποτελεί το πιο κατάλληλο πεδίο εφαρμογής των πέντε παραπάνω αρχικών A, στην αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων, κυρίως ρύπανσης, σε σύγκριση με άλλα σχετικά πεδία, όπως είναι τα αστικά στερεά απόβλητα, τα βιομηχανικά απόβλητα, τα κτηνοτροφικά απόβλητα και τα απόβλητα των τσιμεντοβιομηχανιών. Οι λόγοι είναι οι ακόλουθοι:

- Η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων σχετίζεται άμεσα με την ανθρώπινη υγεία.
- Η ανθρώπινη ευαισθησία σε θέματα σχετικά με την ποιότητα του πόσιμου νερού
- Τα μεγέθη των όγκων και εκροών που αφορούν τα υγρά απόβλητα
- Η πολυπλοκότητα των ρυπαντών που περιλαμβάνονται (όπως μικροοργανισμοί, μέταλλα, οργανικά διαλυμένο O₂ και άλλοι)
- Η πολλαπλότητα των διεργασιών και των τεχνικών που περιλαμβάνονται
- Τα νομικά προβλήματα που σχετίζονται με την κοινή γνώμη και αποδοχή.

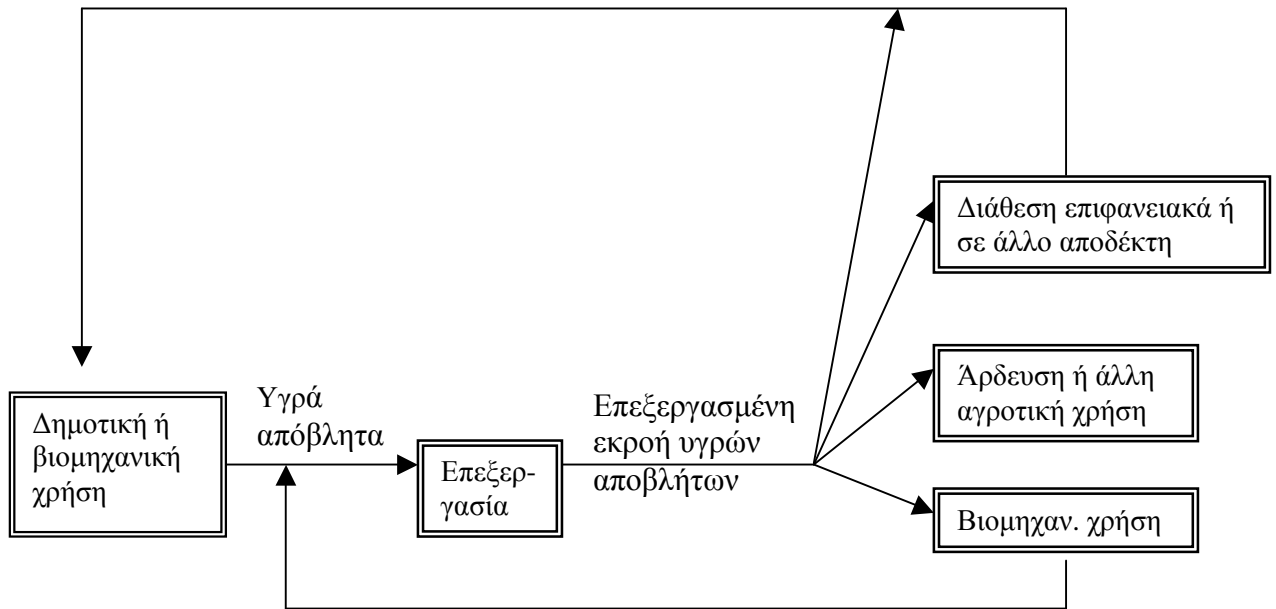
Ελλειμματικές περιοχές σε διαθέσιμους υδατικούς πόρους αναπτύσσουν νέες τεχνολογίες και προγραμματίζουν την επαναχρησιμοποίηση προεπεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Τέτοιες περιοχές συνήθως χαρακτηρίζονται από:

- α) περιορισμένους υδατικούς πόρους, που αντιμετωπίζουν και προβλήματα ρύπανσης οφειλόμενα κυρίως στην ελλειπή αραίωση, διασπορά και έκπλυση και
- β) μια αυξημένη ζήτηση νερού, κυρίως για άρδευση, ιδιαίτερα στην περίοδο περιορισμένων βροχοπτώσεων.

Σε μια τέτοια περιοχή το ετήσιο ισοζύγιο νερού εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ της ετήσιας εισροής νερού, κυρίως τα ετήσια κατακρημνίσματα και την ετήσια εκροή, όπως είναι οι αναπόδοτες απώλειες (περίπου κατά ένα τρίτο σε θάλασσες και ωκεανούς και κατά δυο τρίτα στην ατμόσφαιρα). Κάθε δραστηριότητα που περιορίζει αυτές τις απώλειες, βελτιώνει τη χρονική και χωρική διαθεσιμότητα του νερού. Παρόλο που τα υγρά απόβλητα συμπεριλαμβάνονται στις παραπάνω αναπόδοτες απώλειες, όταν απορρέουν ελεύθερα στη θάλασσα, η ανάκτηση και η επαναχρησιμοποίησή τους αυξάνει την καθαρή διαθέσιμη ποσότητα νερού.

Σχηματική παρουσίαση της ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων δίδεται στο Σχ. 1.7. Η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων, εκτός του ότι εξοικονομεί πηγές νερού, όπως προαναφέρθηκε, μειώνει το κόστος επεξεργασίας και διάθεσης τους, περιορίζει την απαιτούμενη υποδομή για εκμετάλλευση και χρήση άλλων πηγών νερού και φυσικά περιορίζει το κόστος χρήσης τους και τις ρυπαντικές επιπτώσεις τους.

Χρήσεις νερού



Σχήμα 1.7 : Σχηματική παρουσίαση βασικών διεργασιών ανάκτησης και ανακύκλωσης υγρών αποβλήτων.

1.10 Κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης και στοιχεία ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης

1.10.1 Κατηγορίες Επαναχρησιμοποίησης και η Σημασία τους

Κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση έργων ανάκτησης- επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων οι χρήσεις, που επιδιώκονται, καθορίζουν τον απαιτούμενο βαθμό επεξεργασίας των αποβλήτων και την αξιοπιστία των διεργασιών επεξεργασίας και εκτέλεσης τους.

Διεθνώς, οι κύριες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης προεπεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με τη σειρά όγκου του χρησιμοποιούμενου νερού είναι η γεωργική και

κυρίως η άρδευση, η βιομηχανική, ο εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων και διάφορες άλλες. Από αυτές, η άρδευση αντιπροσωπεύει στις μέρες μας, αλλά ασφαλώς και στο προσεχές μέλλον τον πιο σημαντικό χρήστη νερού και προσφέρει σοβαρές δυνατότητες για απορρόφηση όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων ανακτώμενων υγρών αποβλήτων.

Ο επόμενος μεγάλος καταναλωτής ανακτώμενων υγρών αποβλήτων είναι η βιομηχανία, κυρίως για ψύξη και μεταποίηση. Η βιομηχανική χρήση ποικίλλει και σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται επεξεργασία πέραν από τη συμβατική δευτεροβάθμια επεξεργασία.

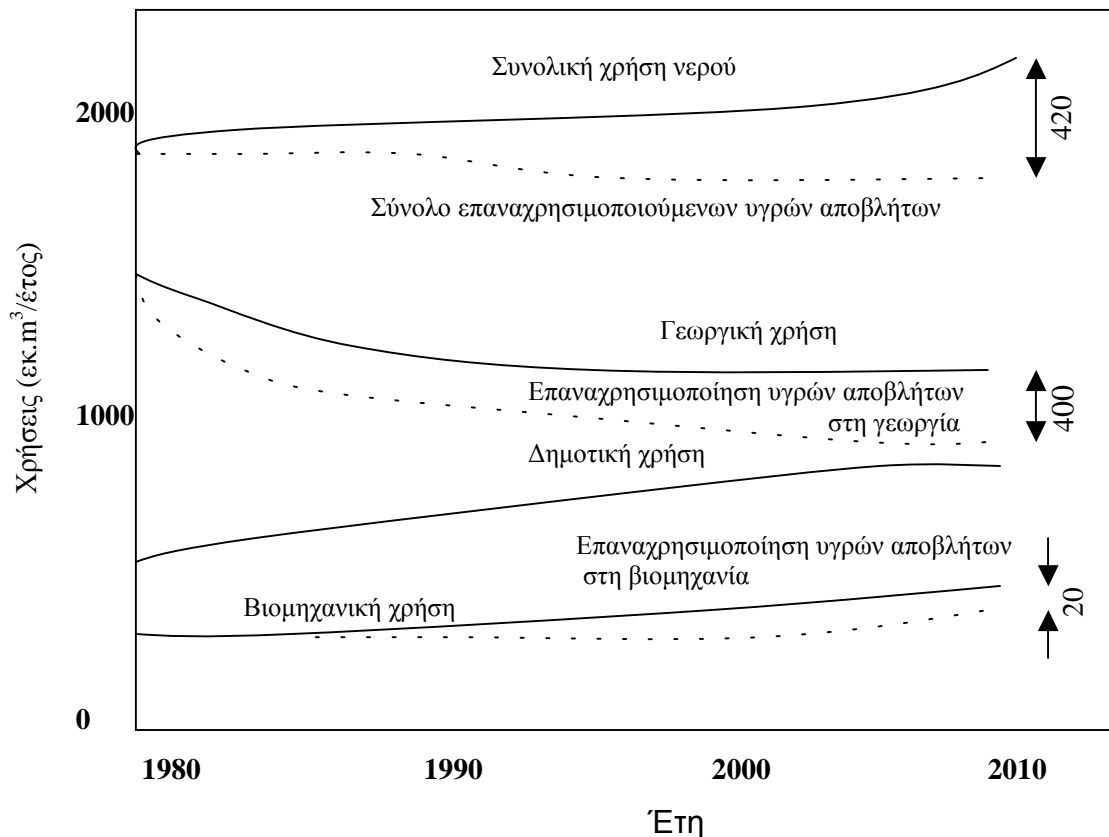
Η τρίτη κατηγορία χρήσης υγρών αποβλήτων, που έχουν ανακτηθεί, είναι ο εμπλουτισμός υδροφορέων, είτε με τη μέθοδο επιφανειακών λεκανών διήθησης είτε με αυτήν των γεωτρήσεων. Ο εμπλουτισμός των υδροφορέων περιλαμβάνει ενσωμάτωση-αφομοίωση της εκροής που χρησιμοποιείται για αντικατάσταση και αποθήκευσή της στον υδροφορέα ή τη δημιουργία υδραυλικού φράχτη προστασίας του υπόγειου νερού από την ανάμειξή του με αλμυρό νερό. Ο χρόνος αποθήκευσης και η απόσταση των σημείων εφαρμογής και λήψης είναι πολύ σημαντικές παράμετροι για την προστασία της δημόσιας υγείας.

Η τέταρτη κατηγορία χρήσης υγρών αποβλήτων, που έχουν ανακτηθεί, είναι διάφορες άλλες δραστηριότητες, που αφορούν κυρίως λίμνες αναψυχής, υδατοκαλλιέργειες, καθαρισμό τουαλετών και άλλες. Αυτές όμως δεν αποτελούν σημαντικές εφαρμογές αφού σήμερα εκτιμάται ότι στις ΗΠΑ π.χ., αντιπροσωπεύουν λιγότερο από 5% των συνολικά επαναχρησιμοποιούμενων υγρών αποβλήτων.

1.10.2 Οικονομικές Θεωρήσεις και κόστος ανάκτησης

Γενικά στις ΗΠΑ και άλλες χώρες οι τεχνολογίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης εκροών υγρών αποβλήτων, που χρησιμοποιούνται σήμερα, αποτελούν ένα ευρύ φάσμα διεργασιών. Πολύ συνοπτικά αυτές κυμαίνονται από εκροές δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, επεξεργασία με άσβεστο, φιλτράρισμα, ενεργό άσβεστο ως και αντίστροφη ώσμωση. Για ειδικές επαναχρησιμοποιήσεις απαιτείται ίσως νιτροποίηση, απονιτροποίηση και απομάκρυνση θρεπτικών. Παρόλο που οι τεχνικές αυτές είναι ευρύτατα γνωστές και είναι δυνατή η ανάκτηση-παραγωγή νερού από υγρά απόβλητα σχεδόν κάθε επιθυμητής ποιότητας και για κάθε επαναχρησιμο-

ποίηση, γίνονται συνεχείς προσπάθειες για να καταστούν αυτές όσο δυνατόν πιο οικονομικά συμφέρουσες. Με περαιτέρω μείωση του κόστους αυτών των τεχνολογιών-διεργασιών, η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων θα καταστεί πιο ελκυστική και πρακτική για κάθε χρήστη.



Σχήμα 1.8 : Ανακτώμενα και επαναχρησιμοποιούμενα υγρά απόβλητα στο Ισραήλ, ως μέρος του συνολικού υδατικού ισοζυγίου. (Πηγή: Αγγελάκης Α.-Τσομπανόγλου Γ., *Υγρά Απόβλητα-Φυσικά συστήματα επεξεργασίας και Ανάκτηση, Επαναχρησιμοποίηση και Διάθεση Εκρών*)

Η χρηματοδοτική και οικονομική ανάλυση των έργων ανάκτησης – επαναχρησιμοποίησης εκρών υγρών αποβλήτων και το κόστος ανάκτησης αποτελούν βασικά στοιχεία στη θεώρηση σχετικών αντικειμένων τους. Γιαυτό στη συνέχεια, γίνονται σχετικές αναφορές σε οικονομο-χρηματικά δεδομένα έργων ανάκτησης – επαναχρησιμοποίησης εκρών υγρών αποβλήτων και στο κόστος ανάκτησης τους.

1.10.3 Οικονομικές Θεωρήσεις

Με τη διεθνώς αυξανόμενη έμφαση, που δίνεται στο θέμα της ανάκτησης νερού από υγρά απόβλητα στο πλαίσιο ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των υδατικών πόρων, η ανάγκη για διαθέσιμα οικονομικά στοιχεία, που αφορούν το κόστος τέτοιων μονάδων είναι φανερή. Μια εγκατάσταση ανάκτησης εκροών υγρών αποβλήτων συνδυάζει βασικές αρχές επεξεργασίας των αποβλήτων και του νερού με ένα πολύ εξειδικευμένο τρόπο. Μια τυπική εγκατάσταση ανάκτησης εκροών υγρών αποβλήτων πρέπει να έχει μοναδικά χαρακτηριστικά, δηλαδή μια υψηλού επιπέδου αξιοπιστία, σε πρόσθετες διεργασίες και σε αυξημένο έλεγχο και παρακολούθηση της ποιότητας της λαμβανόμενης εκροής. Παρόλο που είναι γνωστή η διαθέσιμη τεχνογνωσία των επιμέρους διεργασιών, ο συνδυασμός των επιμέρους συνθετικών επεξεργασίας σε μια εφαρμογή ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης δεν αποτελεί μια απλή αθροιστική διαδικασία, αλλά απαιτεί “ προσδιορισμούς και διευθετήσεις “, που αντανακλούν στην τελική χρήση του ανακτώμενου νερού.

Σε μια εισαγωγική οικονομική θεώρηση των εγκαταστάσεων ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης εκροών υγρών αποβλήτων περιλαμβάνονται οι ακόλουθες αναλύσεις α) οικονομική ανάλυση του σχεδιασμού των έργων, β) τεχνική και χρηματοδοτική ανάλυση εναλλακτικών λύσεων και γ) πληροφορίες που ποικίλλουν σχετικά με το κόστος των υπαρχόντων συστημάτων ανάκτησης.

Οικονομική ανάλυση

Σήμερα η υλοποίηση ή μη ενός έργου ανάκτησης – επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων, καθώς και η διαδικασία που θα ακολουθηθεί, διέπονται συνήθως από οικονομικούς παράγοντες ακόμα και όταν τεχνικοί, περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί παράγοντες είναι σημαντικοί και υπαγορεύουν το σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός δεδομένου έργου. Στο μέλλον όμως φαίνεται ότι διάφορες περιβαλλοντικές θεωρήσεις και αυτές γενικότερης πολιτικής θα έχουν μεγαλύτερη σημασία όσον αφορά τη δυνατότητα εκτέλεσης ενός έργου ανάκτησης επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων από ότι μόνο απλοί οικονομικοί παράγοντες και κυρίως παράγοντες κόστους.

Χρηματοδοτική ανάλυση

Η χρηματοδοτική ανάλυση των υδατικών πόρων εμπίπτει σε δύο κατηγορίες: 1) στην οικονομική ανάλυση και 2) στη χρηματοδοτική ανάλυση. Η οικονομική ανάλυση

εστιάζεται στην απόδοση των μέσων που επενδύονται στην κατασκευή και λειτουργία ενός έργου και μετράται με χρηματικούς όρους. Αντίθετα η χρηματική ανάλυση εστιάζεται στη διάκριση του κόστους και του οφέλους ενός έργου όπως αυτά αντανακλούν στο χρηματοδότη αλλά και σε αυτούς που επηρεάζονται από την κατασκευή ενός τέτοιου έργου. Αυτή η αντίληψη κόστους και οφέλους μπορεί να μην αντικατοπτρίζει την πραγματική αξία των επενδυτικών μέσων, εξαιτίας πιθανών ενισχύσεων ή άλλων επιχορηγήσεων.

Κόστος και τιμή του νερού

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στη χρηματική ανάλυση των έργων ανάκτησης-επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων είναι η διαφορά μεταξύ κόστους και τιμής της ανακτώμενης εκροής.

Για τον προσδιορισμό της ωφέλειας από ένα έργο ανάκτησης-επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων, σε μια οικονομική ανάλυση, συγκρίνονται το δεδομένο έργο με ανάλογο υδατοτροφοδοσίας με φυσικό νερό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΟΜΜΕΧ, *Εφαρμογή Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης στις Ελληνικές ΜΜΕ*
2. Σ. Καρβούνης, *Σημειώσεις στο μάθημα Συστήματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος*, 2001
3. Σ. Καρβούνης, *Διαχείριση του Περιβάλλοντος*, Εκδ. Σταμούλης, 1991.
4. Γρ. Π. Μαρκαντωνάτος, *Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων*, 1986
5. Σ. Γρηγορόπουλος, *Διαχείριση Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων*, Σεμινάριο Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων, Σεμινάριο Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων, Πάτρα 1996
6. Α. Ανδρεαδάκης, *Χαρακτηρισμός Υγρών Αποβλήτων*, Σεμινάριο Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων, Πάτρα 1996
7. Παπαχρήστου Ελ., *Συνεπεξεργασία Βιομηχανικών Αποβλήτων με Αστικά Λύματα*, Σεμινάριο Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων, Πάτρα 1996
8. Αγγελάκης Α.-Τσομπανόγλου Γ., *Υγρά Απόβλητα-Φυσικά συστήματα επεξεργασίας και Ανάκτησης*, *Επαναχρησιμοποίηση και Διάθεση Εκροών*, Παν. Εκδ. Κρήτης, 1995
9. Κατοχιανού, Σπαθή, *Αξιολόγηση της συμβολής των Κοινοτικών χρηματοδοτήσεων στην προστασία του ελληνικού περιβάλλοντος*, Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών, 1994
10. Σαμιώτης Δ.- Τσάλτας Ι., *Διεθνής Προστασία του Περιβάλλοντος*, Τόμος 1, Εκδ. Παπαζήση 1990.
11. Έκθεση Ομάδας Εργασίας, *Το Περιβάλλον-Προστασία-Βελτίωση-Ανάπτυξη*, Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών
12. Λοϊζίδου Μαρία, *Εξισορρόπηση και Εξουδετέρωση Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων*, Σεμινάριο Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων, Πάτρα 1996
13. Τσώνης Σ., *Προσομοίωση Διεργασιών Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων*, Σεμινάριο Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων, Πάτρα 1996
14. Βαλκανάς Γ., *Ρύπανση Περιβάλλοντος*, *Επιστήμη και Τεχνική Αντιμετώπισης*, Εκδ. Παπαζήση, 1992.

15. Κώτσης Γ. *Οικονομική της Προστασίας του Περιβάλλοντος*, Εκδ. Παπαζήση, 1980.
16. Στάμου Ι. Αναστάσιος, *Διαχείριση υγρών Αποβλήτων*, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ
17. IC Consultants Ltd. London, *Pollutants in Urban Waste water and Sewage Sludge*, Feb 2001, European Commission, <http://europa.eu.int/comm/environment/>
18. Stapleton P.-Glover M., *Environmental Management Systems: An Implementation Guide For Small and Medium-Sized Organizations*, Second Edition, 2001.
19. Andrews R., Darnall N., Gallagher D., *EMS: A sustainable Strategy for a sustainable World?*, University of North Carolina, 1999
20. www.nben.org
21. www.epa.gov/owmitnet
22. www.naturalstep.org
23. www.umich.edu.com

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η περίπτωση Βιομηχανικής παραγωγής απορρυπαντικών στην Ελλάδα

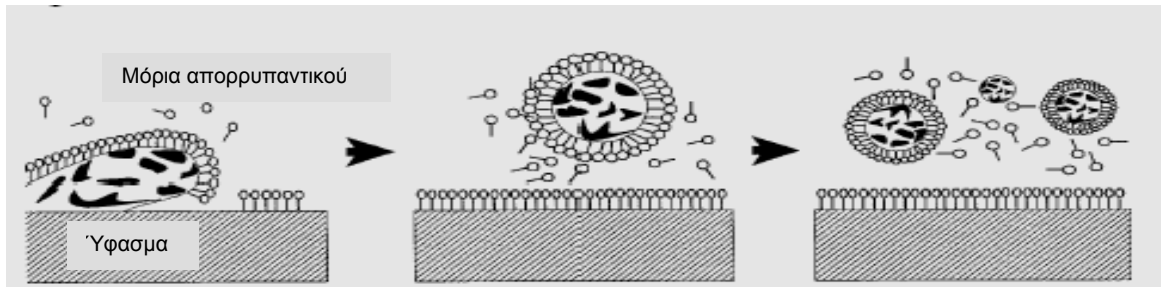
2.1 Δράση Απορρυπαντικών

Τα συνθετικά απορρυπαντικά είναι υλικά τα οποία διαλύονται ή τείνουν να διαλυθούν στο νερό και σε μη-υδατικά υλικά κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Για να επιτευχθεί αυτή η διπλή δράση, τα απορρυπαντικά περιέχουν δύο διαφορετικές ομάδες στη μοριακή τους δομή. Η μία, η οποία διαλύεται εύκολα στο νερό, ονομάζεται υδρόφιλη ομάδα και η άλλη η οποία από μόνη της δεν μπορεί να διαλυθεί στο νερό ονομάζεται υδρόφοβη ομάδα.

Η διαδικασία της πλύσεως περιλαμβάνει 1) τέλεια διαβροχή του ρύπου και της επιφάνειας του αντικειμένου που πρόκειται να πλυθεί, με διάλυμα σαπουνιού ή απορρυπαντικού, 2) απομάκρυνση του ρύπου από την επιφάνεια και 3) διατήρηση του ρύπου σε σταθερή διάλυση ή αιώρηση. Το νερό πλύσεως έτσι, αυξάνει την πλυντική του ικανότητα με αποτέλεσμα να διεισδύει εντονότερα στα υφάσματα και να φθάνει στο ρύπο. Τότε αρχίζει και η απομάκρυνση του ρύπου. Οι λιπόφιλες ομάδες εφάπτονται στο ρύπο, τον «περικυκλώνουν» και τον αποκολλούν από το ύφασμα. Συγχρόνως, οι υδρόφιλες ομάδες των επιφανειοδραστικών τραβούν το ρύπο μακριά από το υπόστρωμα και τον φέρνουν να αιωρείται μέσα στο νερό πλύσεως. Αυτή η δράση μαζί με τη μηχανική ανάδευση που γίνεται στα συστήματα πλυντηρίων, πραγματοποιούν την πλύση, δηλαδή την απομάκρυνση του ρύπου και δεν του επιτρέπουν να επιστρέψει στο αντικείμενο που τοποθετήθηκε για πλύσιμο.

Η υδρόφιλη ομάδα συνήθως ενώνεται με μία υδρόφοβη βάση, ώστε να δημιουργηθεί μια ένωση που να μπορεί να διαλυθεί στο νερό. Οι ενώσεις αυτές είναι οι λεγόμενες επιφανειοδραστικές ενώσεις. Μετατρέπουν τις αδιάλυτες ουσίες στο νερό σε διαλυτές. Για το λόγο αυτό άλλωστε έχουν καθαριστικές ιδιότητες. Έτσι, κάθε ουσία που περιέχει το σύστημα υδρόφιλης-υδρόφοβης ομάδας έχει τις προϋποθέσεις να είναι πλυντικό μέσο, ή γαλακτωματοποιητής. Ωστόσο, η αύξηση της διαλυτότητας δεν έχει ως αποτέλεσμα πάντα την παραγωγή απορρυπαντικού, αφού η απορ-

ρυπαντική ισχύς εξαρτάται από την αναλογία του μοριακού βάρους της υδρόφοβης ομάδας προς την υδρόφιλη.



Σχήμα 2.1: Η δράση του απορρυπαντικού στους ρύπους των υφασμάτων
(Πηγή: *The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute, Training Curriculum for Alternative Clothes Cleaning*)

Για παράδειγμα, η ένωση του δωδεκανίου ($C_{12}H_{26}$) είναι εντελώς αδιάλυτη στο νερό. Αν ένα από τα τελικά H αντικατασταθεί από μια υδροξυλική ομάδα $-OH$, τότε η νέα ένωση $C_{11}H_{25}CH_2OH$ είναι ακόμα πρακτικά αδιάλυτη, αλλά έχει μια τάση προς τη διαλυτοποίηση. Αν, στη συνέχεια, γίνει σουλφώνωση σε $C_{11}H_{23}CH_2-O-SO_2-OH$, τότε παίρνουμε την παραπάνω ένωση η οποία αναμιγνύεται με το νερό σε οποιαδήποτε αναλογία. Αν αυτός ο θειικός εστέρας εξουδετερωθεί με μία καυστική βάση, τότε η ένωση γίνεται τελείως διαλυτή στο νερό και, σ' αυτή την περίπτωση, ένα καλό απορρυπαντικό.

Τα συνηθισμένα σαπούνια παρασκευάζονται από λίπη ή λάδια. Αυτά όμως έχουν χρηματιστηριακές τιμές, που διακυμαίνονται. Συγχρόνως τα σαπούνια δημιουργούν δυσδιάλυτα ιζήματα με άλατα ασβεστίου (Ca^{+2}) και μαγνησίου (Mg^{+}) που ενέχονται ακόμα και στο συνηθισμένο νερό. Αυτό οδηγεί τόσο σε απώλειες σαπουνιού όσο και σε προβλήματα καθαρισμού.



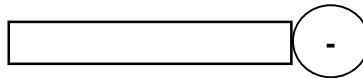
Για αυτούς τους τεχνικούς αλλά και για οικονομικούς γενικότερα λόγους έγινε προσπάθεια υποκαταστάσεως του σαπουνιού από άλλα πλυντικά μέσα. Έτσι

αναπτύχθηκε η βιομηχανία των απορρυπαντικών. Η εξέλιξη αυτή οφείλεται στην ταχύτητα, την ευκολία και την αποτελεσματικότητα της πλύσεως με αυτά. Πολλές φορές ακόμα και όταν το νερό είναι σκληρό.

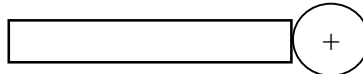
2.2 Ταξινόμηση κυριότερων επιφανειοδραστικών

Υπάρχουν τέσσερις κύριες κατηγορίες απορρυπαντικών:

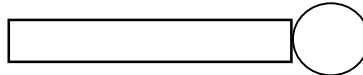
➤ ανιονικά



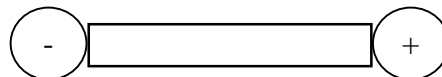
➤ κατιονικά



➤ μη-ιονικά και



➤ επαμφοτερίζοντα



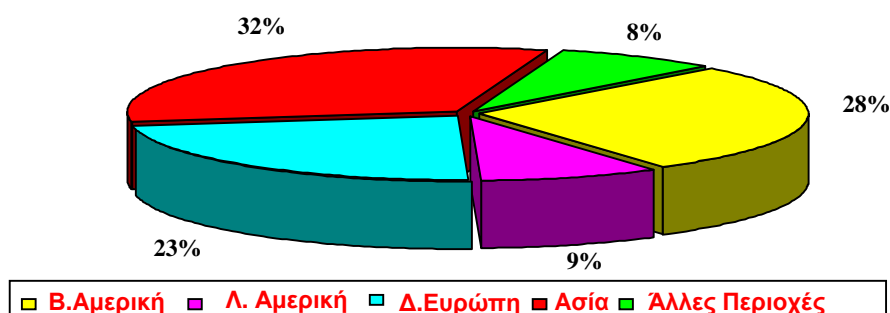
Τα Ανιονικά απορρυπαντικά είναι ενώσεις στις οποίες η καθαριστική ισχύς βρίσκεται στο ανιόν, το οποίο θα πρέπει να εξουδετερώνεται με ένα αλκαλικό ή βασικό υλικό πριν να αναπτυχθεί πλήρως η καθαριστική του ισχύς. Είναι και η μεγαλύτερη σε κατανάλωση ομάδα επιφανειοδραστικών.

Δεύτερα σε κατανάλωση έρχονται τα Μη-ιονικά τα οποία δεν διαθέτουν ιονική ομάδα, αλλά απλώς υδρόφοβη και υδρόφιλη ομάδα (αλλά μη-ιονική). Τέτοια παράγονται από λιπαρές αλκοόλες και από αιθυλενοξειδίο.

Στα Κατιονικά απορρυπαντικά η απορρυπαντική ισχύς βρίσκεται στο κατιόν (θετικά φορτισμένη ομάδα, π.χ. $-\text{N}(\text{CH}_3)_3^+$), και παρόλο που στην παραγωγική διαδικασία δεν γίνεται εξουδετέρωση, το ενεργό μέρος της ένωσης εξουδετερώνεται από ένα ισχυρό οξύ. Τα κατιονικά επιφανειοδραστικά είναι τρίτα σε κατανάλωση με χαμηλό ποσοστό.

Τα Επαμφοτερίζοντα μικρή μόνο εφαρμογή βρίσκουν ενώ διαθέτουν την ίδια δραστηριότητα και για την ανιονική και για την κατιονική τους ομάδα.

Τα απορρυπαντικά μπορούν να παρασκευάζονται έτσι, ώστε να δίνουν ένα προϊόν επιθυμητών χαρακτηριστικών κυμαινόμενων από τη μέγιστη καθαριστική δύναμη, τη μέγιστη καθαριστική ισχύ ανά μονάδα κόστους, ως τη μέγιστη βιοδιασπασιμότητα τους. Συνήθως τα εμπορεύσιμα προϊόντα είναι ένας συμβιβασμός διαφόρων επιθυμητών ιδιοτήτων.



Σχήμα 2.2: Παγκόσμια κατανάλωση επιφανειοδραστικών ανά περιοχή. (δεν περιλαμβάνονται τα σαπούνια) (Πηγή: *Colin A.Houston (CAH) Report , 1997,USA*)

Η απομάκρυνση του ρύπου πραγματοποιείται με διαβροχή, γαλακτωματοποίηση, διασπορά και ή διαλυτοποίηση του από το καθαριστικό μέσο. Αυτά γίνονται με την βοήθεια των υδρόφιλων και υδρόφοβων ομάδων των επιφανειοδραστικών ουσιών.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970, η σύνθεση των απορρυπαντικών παρουσίασε γρήγορες αλλαγές λόγω περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Έρευνες έδειξαν ότι τα απορρυπαντικά με τα δραστικά τους συστατικά μπορούν να καταστρέψουν υδρόβιους οργανισμούς όταν τα λύματα που τα περιέχουν αποβληθούν σε θάλασσα ή σε λίμνες, ή τα περιεχόμενα σε αυτά φωσφορικά άλατα να προκαλέσουν ευτροφισμό σ'αυτά τα νερά με αποτέλεσμα πάλι την καταστροφή των υδρόβιων οργανισμών. Για τους λόγους αυτούς αντικαταστάθηκαν ορισμένες πρώτες ύλες που δεν παρουσιάζουν βιοδιασπασιμότητα όπως και τα φωσφορικά

άλατα που συνοδεύουν τα απορρυπαντικά, από άλλες ουσίες που διασπώνται και χάνουν τις αρχικές τους ιδιότητες. Σε πολλές περιπτώσεις αφαιρέθηκαν μόνο τα φωσφορικά και αντικαταστάθηκαν από άλλες επίσης ενώσεις που δεν προκαλούν ευτροφισμό (π.χ. ζεόλιθοι, κιτρικά άλατα κτλ). Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει να καταστρέφονται κατά την κατεργασία λυμάτων.

2.2.1 Ανιονικά απορρυπαντικά

Τα ανιονικά απορρυπαντικά είναι η μεγαλύτερη κατηγορία απορρυπαντικών. Η γενική τους μορφή περιγράφεται από τις παρακάτω ενώσεις:

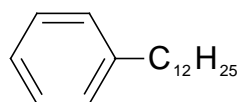


Η αλυσίδα R πρέπει να είναι ευθύγραμμη ώστε να είναι βιοαποικοδομήσιμες οι παραπάνω ενώσεις. Τα ανιονικά απορρυπαντικά χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

➤ Σουλφονωμένα παράγωγα των γραμμικών αλκυλοβενζολίων (LAB)

Αυτή είναι με διαφορά, η πιο μεγάλη κατηγορία γενικής χρήσης, αφού το σουλφονωμένο γραμμικό αλκυλοβενζόλιο, η σημαντικότερη ένωση της ομάδας, είναι περίπου το 40% όλων των απορρυπαντικών που χρησιμοποιούνται στον κόσμο.

Αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Τα σουλφονωμένα αλκυλοβενζόλια ξεχωρίζουν τόσο για τις πολύ καλές απορρυπαντικές ιδιότητές τους όσο και για την ευκολία εύρεσης των πρώτων υλών παρασκευής τους, οι οποίες είναι πιο φτηνές, συγκριτικά με τις πρώτες ύλες των υπολοίπων απορρυπαντικών. Όπως φανερώνεται και από το όνομα τους, τα προϊόντα αυτά βασίζονται σε αρωματικές ενώσεις συζευγμένες με αλειφατικές αλυσίδες. Το πιο αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι το δωδέκυλοβενζόλιο ή DDB, το οποίο έχει την εξής δομή:



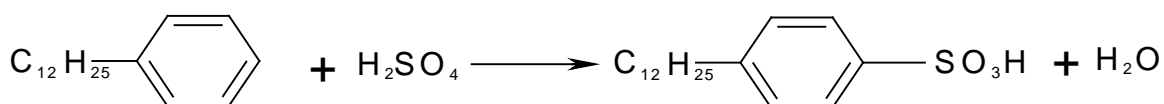
Ο δεσμός αυτός γίνεται με τη σύζευξη βενζολίου με μια μονοχλωριωμένη αλειφατική αλυσίδα με 12 περίπου άτομα άνθρακα, μέσω της αντίδρασης Friedel-Crafts. Συνήθως ως καταλύτης χρησιμοποιείται άνυδρο AlCl_3 . Η πηγή της αλειφατικής αλυσίδας είναι οι α-ολεφίνες οι οποίες παρασκευάζονται από το αιθυλένιο με ελεγχόμενο πολυμερισμό ή από n-παραφίνες που είναι κλάσματα της διύλισης πετρελαίου με θερμική πυρόλυση. Η πρώτη μέθοδος δίνει ολεφίνες υψηλής καθαρότητας αλλά το κόστος είναι μεγάλο σε αντίθεση με τη δεύτερη μέθοδο που δίνει φθηνές α-ολεφίνες. Στη συνέχεια ακολουθεί σύζευξη με βενζόλιο χωρίς να είναι απαραίτητη η χλωρίωσή του.

Το αρωματικό νουκλεοτίδιο είναι συνήθως το βενζόλιο. Άλλες φορές πάλι μπορεί να είναι ναφθαλίνη, τολουόλιο, ξυλόλιο, ή και φαινόλη.

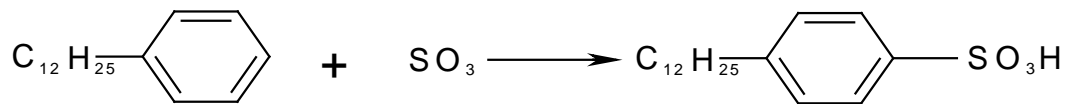
Στη βιομηχανική παραγωγή απορρυπαντικών ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το γραμμικό αλκυλοβενζόλιο γι' αυτό δεν κρίνεται απαραίτητη η επέκταση στην παραγωγική διαδικασία του ίδιου του αλκυλοβενζολίου.

Στη συνέχεια ακολουθεί η σουλφόνωση του γραμμικού αλκυλοβενζολίου. Αυτή είναι και η πιο σημαντική αντίδραση για την παραγωγή ανιονικών απορρυπαντικών, τα οποία είναι και τα πιο σημαντικά απορρυπαντικά. Τα τελευταία χρόνια οι διαδικασίες σουλφόνωσης έχουν εξελιχθεί, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της βιομηχανίας παραγωγής απορρυπαντικών. Η σουλφόνωση και η σούλφωση με οξέα όπως το θειικό οξύ, πυκνό διάλυμα θειικού οξέος (oleum) ποικίλων συγκεντρώσεων και χλωροσουλφονικό οξύ (για τις λιπαρές αλκοόλες) έχουν τώρα αντικατασταθεί με μεθόδους που χρησιμοποιούν ατμίζον SO_3 . Η σουλφόνωση περιγράφεται από τις παρακάτω αντιδράσεις:

α)



β)



Στην πρώτη αντίδραση, όπως παρατηρούμε, ελευθερώνεται νερό. Η παρουσία του νερού επιβραδύνει τη αντίδραση της σουλφόνωσης ή μπορεί ακόμα και να την εμποδίσει. Για το λόγο αυτό, ή χρησιμοποιείται μεγάλη περίσσεια H_2SO_4 ή απαιτείται μικρότερη περίσσεια πυκνού θειικού οξέος ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3$, oleum) ώστε να ολοκληρωθεί η αντίδραση. Επειδή το αλκυλοβενζόλιο παράγεται με συγκεκριμένες προδιαγραφές, ο παρασκευαστής απορρυπαντικών μπορεί να διατηρεί τυποποιημένες διαδικασίες σουλφόνωσης χωρίς κάθε φορά να αλλάζει τις συνθήκες, για αλκυλοβενζόλια διαφορετικής προέλευσης. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν διαφορές στην ποιότητα των απορρυπαντικών που παράγονται από διαφορετικές προελεύσεις. Η πρώτη μέθοδος που περιγράφεται από την αντίδραση α) έχει πλέον εγκαταλειφθεί και έχει αντικατασταθεί εξολοκλήρου από την αντίδραση β).

Κατά τη σουλφόνωση παίζουν σημαντικό ρόλο για την ποιότητα του τελικού προϊόντος οι παρακάτω παράγοντες.

- Η ισχύς του οξέος (και βέβαια η καθαρότητα, το χρώμα κ.τ.λ).
- Η αναλογία αλκυλοβενζολίου/οξέος.
- Η θερμοκρασία σουλφόνωσης και η στιγμή πρόσθεσης του οξέος.
- Ο χρόνος και η θερμοκρασία της χώνεψης.

Μετά τη διαδικασία της σουλφόνωσης, γίνεται διαχωρισμός του χρησιμοποιημένου οξέος (λόγω της χρησιμοποίησής του σε περίσσεια). Σπάνια λαμβάνει χώρα σουλφόνωση χωρίς να γίνεται στο τέλος διαχωρισμός του περισσευούμενου οξέος, γιατί στην περίπτωση αυτή η περίσσεια θα πρέπει να εξουδετερώνεται με καυστική σόδα, μετατρέποντάς το σε θειικό νάτριο. Η μέθοδος αυτή θα ήταν εξαιρετικά αντιοικονομική και επικίνδυνη λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που θα παράγονταν από την αντίδραση εξουδετέρωσης.

Η δεύτερη αντίδραση σουλφόνωσης με τη χρησιμοποίηση SO_3 αποτελεί πλεονέκτημα για τις μεθόδους σουλφόνωσης αφού το SO_3 μπορεί εύκολα να βρεθεί στο εμπόριο. Επίσης το SO_3 έχει το πλεονέκτημα, σε σχέση με τα άλλα μέσα σουλφόνωσης, ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλους σχεδόν τους τύπους πρώτων υλών των απορρυπαντικών.

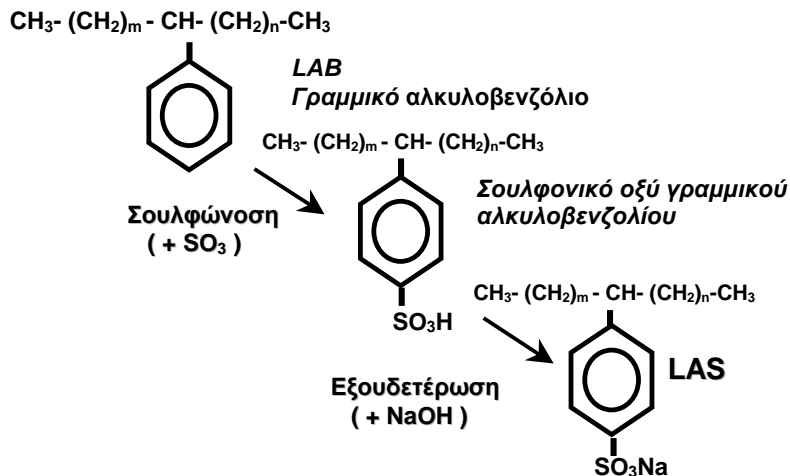
Η αντίδραση με SO_3 , όπως φαίνεται, λαμβάνει χώρα χωρίς το σχηματισμό νερού σε αντίθεση με την πρώτη αντίδραση. Ένα υδρογόνο αποσπάται από τον αρωματικό δακτύλιο για το σχηματισμό του $-\text{SO}_3\text{H}$, σουλφονικού οξέος. Είναι πιθανόν να σχηματιστούν παραπροϊόντα σε ποσοστό λιγότερο του 1%, τα οποία μπορούν εύκολα να απομακρυνθούν.

Η σουλφόνωση μπορεί να γίνεται συνεχώς ή ασυνεχώς, ανάλογα με τις συνθήκες. Η καλύτερη θερμοκρασία σουλφόνωσης είναι μεταξύ $38\text{ }^\circ\text{C}$ και $60\text{ }^\circ\text{C}$, ανάλογα πάλι με την ισχύ του οξέος, τη μηχανολογική σχεδίαση της συσκευής, κ.τ.λ.

Η απομάκρυνση του χρησιμοποιούμενου οξέος από το προϊόν διευκολύνεται με την προσθήκη νερού, για τη μείωση της ισχύος του H_2SO_4 . Η αραίωση αυτή γίνεται πριν από την εξουδετέρωση. Η αντίδραση της σουλφόνωσης διαρκεί περίπου 60 λεπτά, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της ωρίμανσης για περίπου 15 λεπτά. Το σουλφονικό οξύ μεταφέρεται σε έναν αντιδραστήρα εξουδετέρωσης στον οποίο γίνεται η εξουδετέρωση με την πρόσθεση NaOH και νερού, σε θερμοκρασία $50\text{ }^\circ\text{C}$. Στο τελικό προϊόν δημιουργείται και Na_2SO_4 ως παραπροϊόν, το οποίο όμως δεν παραβλάπτει την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Το προϊόν αυτής της αντίδρασης είναι ένας άσπρος πολτός ο οποίος περιέχει το απαιτούμενο ποσοστό του δραστικού συστατικού. Ο εξουδετερωμένος πολτός μεταφέρεται σε μια δεξαμενή στην οποία γίνεται ομογενοποίηση, πρόσθεση των υπολοίπων συστατικών του απορρυπαντικού (TPP νάτριο, υδρύαλος, ένζυμα, CMC, κτλ) και στη συνέχεια το μίγμα υφίσταται επεξεργασία για το σχηματισμό κόκκων ή υγρού προϊόντος.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια τάση μείωσης των σουλφονωμένων γραμμικών αλκυλοβενζολίων (ΣΓΑ), τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική. Οι διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα είναι αρκετά μεγάλες και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Για παράδειγμα, στη Σουηδία η μείωση στη χρήση των ΣΓΑ

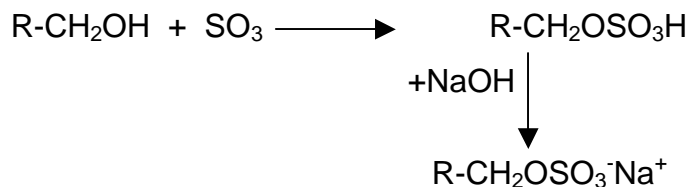
φτάνει στο 95% τα τελευταία 10 χρόνια, ενώ συνολικά στην Ευρώπη μόλις το 15%. Τα ΣΓΑ αποτελούν το 40% των χρησιμοποιούμενων απορρυπαντικών. Στις Η.Π.Α. ενώ το 1990 το 52% των επιφανειοδραστικών που χρησιμοποιούνταν ήταν ΣΓΑ, το 1996 το ποσοστό αυτό μειώθηκε στο 32%. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι τα ΣΓΑ αποφεύγονται από τους παραγωγούς υγρών απορρυπαντικών γιατί έχουν αρνητική επίδραση στα χρησιμοποιούμενα ένζυμα. Στην Ιαπωνία, το αντίστοιχο ποσοστό ΣΓΑ για το έτος 1996, έφτανε το 34%.



Σχήμα 2.3: Παραγωγή ανιονικού επιφανειοδραστικού από γραμμικό αλκυλοβενζόλιο

➤ *Σουλφομένα παράγωγα των λιπαρών αλκοολών*

Ένα δεύτερο είδος ανιονικών απορρυπαντικών προέρχεται από τη σούλφωση λιπαρών αλκοολών.



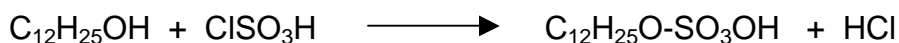
Η ένωση $\text{R-CH}_2\text{OSO}_3\text{H}$ είναι εξαιρετικά ασταθής και στην περίπτωση αυτή η εξουδετέρωση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη σούλφωση.

Παρόλο που ο δεσμός $-\text{C-O-SO}_3$ δεν είναι τόσο σταθερός όσο ο δεσμός $-\text{C-S-O}_3$ των σουλφονωμένων αλκυλοβενζολίων, η σταθερότητα των σουλφομένων αλκοολών είναι επαρκής για τον σκοπό που προορίζονται. Οι μέθοδοι παρασκευής

αλκοολών για τη σύνθεση απορρυπαντικών ποικίλλουν, ωστόσο δεν κρίνεται απαραίτητη η αναφορά τους στα πλαίσια αυτής της εργασίας.

Κατά τη διαδικασία της σουλφωσης αποσπάται και πάλι ένα υδρογόνο με σκοπό το σχηματισμό του τελικού οξέος. Σ' αυτή την περίπτωση πρέπει να γίνεται κατευθείαν εξουδετέρωση ώστε να αποφευχθεί η υδρόλυση.

Ιδιαίτερα για τη σουλφόνωση των λιπαρών αλκοολών και άλλων πρώτων υλών που έχουν τελική υδροξυλική ομάδα (–OH) χρησιμοποιείται το χλωροσουλφονικό οξύ. Η αντίδραση αυτή γίνεται ως εξής:



Ενώ κατά τη σουλφόνωση με SO_3 γίνεται μια αντίδραση αέριου/υγρού, στην παραπάνω περίπτωση πραγματοποιείται αντίδραση υγρού/υγρού με απελευθέρωση υδροχλωρικού οξέος. Η σουλφόνωση με χλωροσουλφονικό οξύ απαιτεί εξοπλισμό που να αντέχει στη διάβρωση και φυσικά ένα μέσο απορρόφησης του εκλυόμενου υδροχλωρικού οξέος. Στη συνέχεια, ακολουθεί η εξουδετέρωση με NaOH η οποία πρέπει να γίνεται άμεσα, ώστε να αποφευχθεί πιθανή υδρόλυση. Σημαντικό είναι επίσης να υπάρχει μικρή περίσσεια NaOH , ώστε το μίγμα να βρίσκεται σε αλκαλικό περιβάλλον για να αποφευχθεί η υδρόλυση του δεσμού $\text{O-SO}_3\text{OH}$ ή οποία θα ήταν ακαριαία σε όξινο περιβάλλον με παρουσία νερού. Πρέπει επίσης κατά την προσθήκη NaOH να γίνεται πολύ καλή ανάμιξη, ώστε να αποφευχθεί και σ' αυτή την περίπτωση, η υδρόλυση. Η εξουδετέρωση μπορεί επίσης να γίνει και με αμμωνία. Σ' αυτή την περίπτωση οι συνθήκες είναι πιο ήπιες και ελέγχονται καλύτερα (παράγεται λιγότερη εκλυόμενη θερμότητα απ' ό τι με την προσθήκη καυστικής σόδας).

Όπως παρατηρούμε οι αντιδράσεις παρασκευής απορρυπαντικών από αλκυλοβενζόλιο και λιπαρές αλκοόλες έχουν πολλά κοινά σημεία έτσι, ώστε να είναι δυνατός ο συνδυασμός αντιδράσεων σουλφωσης και σουλφόνωσης με τελικό αποτέλεσμα την παραγωγή απορρυπαντικών υψηλής ποιότητας.

Ένα προτεινόμενο διάγραμμα ροής μονάδας συνεχούς σουλφόσεως και σουλφονώσεως παρουσιάζεται στο σχήμα 2.4, ενώ στο σχήμα 2.5 παρουσιάζεται διάγραμμα ροής παραγωγής ισχυρού απορρυπαντικού πλυντηρίων ρούχων σε κόκκους.

Σχήμα 2.4 : Διάγραμμα ροής μονάδας συνεχούς σουλφόσεως και σουλφονώσεως
(Πηγή: Καρβούνης Σ. Βιομηχανική παραγωγή, Βιομηχανίες επεξεργασίας)

Σχήμα 2.5: Διάγραμμα ροής παραγωγής ισχυρού απορρυπαντικού πλυντηρίων ρούχων σε κόκκους. (Πηγή: Καρβούνης Σ. Βιομηχανική παραγωγή, Βιομηχανίες επεξεργασίας)

➤ Σαπούνια

Τα σαπούνια αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες κατηγορίες ανιονικών απορρυπαντικών. Εκτός από την ιδιότητα καθαρισμού διαφόρων επιφανειών έχουν και την ιδιότητα της βιοαποικοδόμησης. Τα σαπούνια, παρόλες τις πολύ καλές ιδιότητές τους εκτοπίστηκαν από τα συνθετικά απορρυπαντικά τόσο στην οικιακή όσο και στη βιομηχανική τους χρήση. Οι λόγοι που ακολούθησαν στην εκτόπισή τους είναι:

A) Σε σκληρό νερό (Ca^{+2} , Mg^{+2}) σχηματίζονται αδιάλυτοι σάπωνες ασβεστίου ή μαγνησίου.

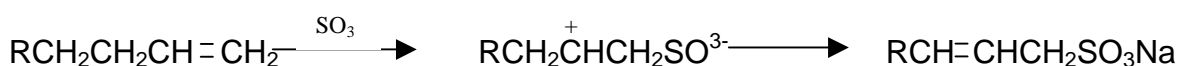


B) Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όξινα διαλύματα διότι καταβυθίζονται τα λιπαρά οξέα.



➤ Σουλφονωμένες α-ολεφίνες

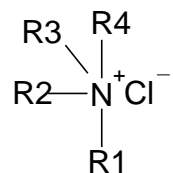
Αποτελούν την τρίτη γενιά απορρυπαντικών και παρασκευάζονται από τις α-ολεφίνες με αριθμό ατόμων άνθρακα από C_{15} - C_{18} . Παράγονται με σουλφόνωση με SO_3 , σύμφωνα με την αντίδραση:



Οι σουλφονωμένες α-ολεφίνες, ενώ αρχικά θεωρήθηκαν ως η επόμενη γενιά απορρυπαντικών, στη συνέχεια, μετά από έρευνες, διαπιστώθηκε ότι δεν ήταν περισσότερο φιλικά στο περιβάλλον από ότι τα σουλφονωμένα γραμμικά αλκυλοβενζόλια.

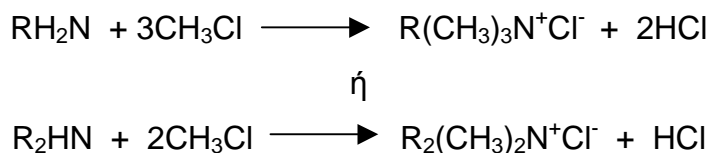
2.2.2 Κατιονικά

Τα κατιονικά απορρυπαντικά είναι σχετικά μικρού ενδιαφέροντος απορρυπαντικά σε σχέση με τα ανιονικά και τα μη-ιονικά απορρυπαντικά. Η επιφανειοδραστική τους ικανότητα είναι μικρή, ενώ το κόστος τους αρκετά υψηλό. Χρησιμοποιούνται συνήθως ως μαλακτικά υφασμάτων, αντιστατικά και απολυμαντικά. Τα ανιονικά και τα κατιονικά απορρυπαντικά είναι ασύμβατα αφού το ανιόν και το κατιόν αντιδρούν μεταξύ τους. Η συνήθης δομή των κατιονικών απορρυπαντικών είναι:



Τα τεταρτοταγή άλατα του αμμωνίου είναι οι κυριότερα εκπρόσωποι των κατιονικών επιφανειοδραστικών. Και σε αυτή την κατηγορία μπορούν να εμφανιστούν πολλές διαφοροποιήσεις ανάλογα με τους υποκαταστάτες των ομάδων R οι οποίες μπορεί να είναι από απλά μεθύλια μέχρι και μεγάλες αλυσίδες λιπαρών ή συνθετικών αλκοολών. Τα κατιονικά απορρυπαντικά δεν ενδείκνυνται για τη χρήση τους ως απορρυπαντικά και για αυτό το λόγο δεν έχουν επεκταθεί οι έρευνες για την εύρεση της καταλληλότερης δραστικής δομής τους.

Οι κυριότερες αντιδράσεις παρασκευής τους είναι:



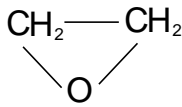
R: μακριά αλυσίδα αλκοόλης

Τα κατιονικά απορρυπαντικά χρησιμοποιούνται όταν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα μη-ιονικά απορρυπαντικά, ή λόγω των πολύ καλών μικροβιοκτόνων ιδιοτήτων που παρουσιάζουν.

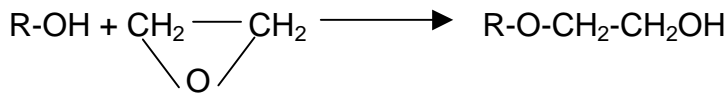
2.2.3 Μη-ιονικά

Τα παράγωγα του αιθυλενοξειδίου με λιπαρές αλκοόλες εμφανίζουν δομή μη-ιονικών επιφανειοδραστικών. Είναι εξαιρετικά απορρυπαντικά για αυτόματα πλυντήρια, ικανά για χαμηλές θερμοκρασίες πλύσεως και άρα για συνθετικές ίνες. Είναι επίσης αρκετά αποτελεσματικά για την απομάκρυνση των λαδιών του σώματος (δέρμα, μαλλιά).

Η δομή του αιθυλενοξειδίου είναι η εξής:

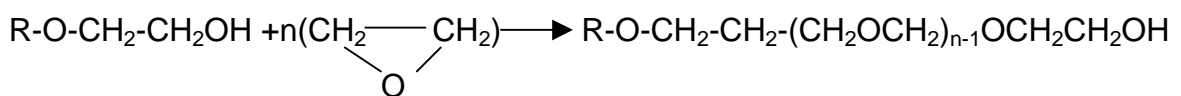


Η αντίδραση παραγωγής μη-ιονικού επιφανειοδραστικού είναι:



Όπου R: υδρόφοβη ένωση (λιπαρά οξέα, λιπαρές αλκοόλες και φαινόλες).

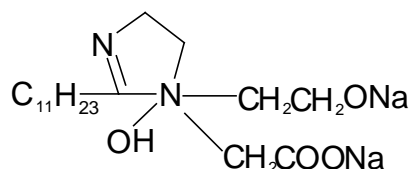
Η αντίδραση ενός μόνο μορίου αιθυλενοξειδίου δεν επαρκεί για το σχηματισμό υδατοδιαλυτού απορρυπαντικού, και γι'αυτό η αντίδραση συνεχίζεται:



Όταν το n παίρνει τιμές γύρω στο 6 τότε το προϊόν γίνεται υδατοδιαλυτό και αποκτά ιδιότητες απορρυπαντικού.

2.2.4 Επαμφοτερίζοντα (ή αμφοτερικά)

Τα επαμφοτερίζοντα απορρυπαντικά έχουν χαρακτηριστικά και ανιονικών απορρυπαντικών και κατιονικών μαλακτικών. Δεν χρησιμοποιούνται ευρέως, ωστόσο παρουσιάζουν ενδιαφέρον λόγω της δομής τους. Αντιπροσωπευτική δομή αμφοτερικών απορρυπαντικών αποτελεί η παρακάτω:



Οι βέλτιστες συνθήκες δράσης των αμφοτερικών είναι pH 7. Σε μεγαλύτερα pH δρουν ως ανιονικά απορρυπαντικά, ενώ σε όξινο περιβάλλον δρουν κυρίως ως κατιονικά. Αν η ισχύς του κατιόντος του μορίου είναι ισοδύναμη με την ισχύ του ανιόντος τότε, έχει βρεθεί, ότι τέτοιου είδους απορρυπαντικά δεν προκαλούν ερεθισμό στην επιδερμίδα και τα μάτια. Έτσι, τα προϊόντα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σαμπουάν ή καθαριστικά προσώπου.

2.3 Κυριότερα πρόσθετα των απορρυπαντικών

Για τη βελτίωση των ιδιοτήτων των απορρυπαντικών που προαναφέρθηκαν χρησιμοποιούνται διάφορα πρόσθετα, ώστε να κάνουν δυνατή τη χρήση τους σε ένα μεγάλο εύρος συνθηκών και να ενισχύουν κάποια χαρακτηριστικά των επιφανειοδραστικών.

Απαραίτητη είναι η ύπαρξη ενός μέσου διάλυσης των χαρακτηριστικών ομάδων των απορρυπαντικών τόσο σε υγρή μορφή, για την περίπτωση υγρών απορρυπαντικών, όσο και σε στερεά μορφή στην περίπτωση απορρυπαντικών σε σκόνη. Η διάλυση αυτή είναι απαραίτητη ώστε να μπορεί το τελικό προϊόν να μετρηθεί εύκολα κατά τη χρήση του (δοσολογία). Έτσι για τα υγρά απορρυπαντικά, μέσο διάλυσης χρησιμοποιείται το νερό, ενώ για τα στερεά απορρυπαντικά σε κόκκους χρησιμοποιείται το ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3). Πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι αυτά τα δύο υλικά δεν χρησιμοποιούνται με σκοπό να “φθηνήνουν” το απορρυπαντικό, αλλά για να κάνουν τη μέτρηση του και το χειρισμό του πιο εύκολα. Για παράδειγμα το σουλφονωμένο δωδεκυλοβενζόλιο παράγεται σε μορφή πυκνού πολτού συγκέντρωσης 70%. Στην περίπτωση αυτή, μερικές σταγόνες θα έφθαναν για μια δεξαμενή νερού, ενώ θα χρειαζόταν και αρκετός χρόνος για τη διάλυσή του. Αν όμως διαλυθεί σε συγκέντρωση 10-12%, τότε μια κουταλιά (που είναι βέβαια μια ποσότητα εύκολα μετρήσιμη) θα ήταν αρκετή και πιο ελκυστική σε εμφάνιση.

Μερικά από τα κυριότερα ενισχυτικά-πρόσθετα των απορρυπαντικών είναι τα παρακάτω:

Τριπολυφωσφορικό νάτριο ή και πυροφωσφορικό νάτριο:

Έχει την ιδιότητα να “μαλακώνει” το νερό ιζηματοποιώντας τα μεταλλικά ιόντα που βρίσκονται σ’ αυτό. Βοηθάει επίσης στην απομάκρυνση των ρύπων και μπορεί να διαλύσει λιπαρά οξέα με σαπωνοποίηση. Ο χημικός τύπος του τριπολυφωσφορικού νατρίου είναι $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. Έχει επίσης την ιδιότητα να διαλύει αδιάλυτα άλατα μαγνησίου ή ασβεστίου, να διαλύει υλικά όπως η λάσπη αλλά και μεγαλύτερες μάζες σε μικρότερα σωματίδια, άρα τελικά να ενισχύει την απορρυπαντική δράση ενός επιφανειοδραστικού.

Το τριπολυφωσφορικό νάτριο έχει κατηγορηθεί ότι προκαλεί ευτροφισμό. Γι' αυτό το λόγο έχουν γίνει κατά καιρούς προσπάθειες αντικατάστασής του ή μείωση της συγκέντρωσής του. Έχει γίνει προσπάθεια αντικατάστασής του με ζεόλιθο ο οποίος όμως δεν παρουσιάζει τις αντίστοιχες πλυντικές ιδιότητες του τριπολυφωσφορικού νατρίου. Αν και στην αρχή ο ζεόλιθος θεωρούνταν φιλικότερος προς το περιβάλλον αποδείχθηκε ύστερα από έρευνες ότι είναι αρκετά δύσκολη η απομάκρυνση του. Ο ζεόλιθος είναι αρκετά δυσδιάλυτος και δε συλλέγεται εύκολα.

Πυριτικό νάτριο (υδρύαλος):

Το πυριτικό νάτριο έχει την ιδιότητα να μαλακώνει το νερό με το σχηματισμό ιζημάτων τα οποία μπορούν εύκολα να απομακρυνθούν με έκπλυση με νερό και δεν έχουν την τάση να συσσωρεύονται στις ίνες των ρούχων που πλένονται. Μπορούν να απομακρύνουν τις ακαθαρσίες των ρούχων στο διάλυμα και να εμποδίσουν την επανακαθίζησή τους στο ύφασμα. Αυτό οφείλεται στο σχηματισμό ενός λεπτού στρώματος πυριτικού νατρίου το οποίο απορροφάται στην επιφάνεια του υφάσματος και απομακρύνεται στο τέλος του πλυσίματος με νερό. Το πυριτικό νάτριο έχει διαβρεκτικές και γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες, ειδικότερα πάνω σε γυάλινες και σιλβωμένες επιφάνειες, και γι' αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε σκόνες απορρυπαντικών πιάτων. Ο χημικός τύπος της είναι: Na_2SiO_3 .

Ανθρακική σόδα:

Η ανθρακική σόδα μαλακώνει το νερό κατακρημνίζοντας το ασβέστιο ή το μαγνήσιο τα οποία σκληραίνουν το νερό. Ο χημικός τύπος της είναι: Na_2CO_3 .

Ενώσεις που απελευθερώνουν οξυγόνο:

Πολλές βιομηχανίες απορρυπαντικών, χρησιμοποιούν ενώσεις που απελευθερώνουν οξυγόνο, όπως το υπερβορικό νάτριο, το οποίο διαλυμένο έχει ιδιότητες παρόμοιες με του υπεροξειδίου του υδρογόνου (οξυζενέ). Σε υψηλές θερμοκρασίες το υπερβορικό νάτριο απελευθερώνει οξυγόνο, το οποίο έχει λευκαντικές ιδιότητες, αλλά δεν καταστρέφει τη χλωρίδα και την πανίδα, αλλά ούτε και τις συνθετικές ίνες, όπως το οξυζενέ. Έτσι χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια ως λευκαντικό, και είναι αρκετά αποτελεσματικό, χωρίς να είναι επιβλαβές.

Ενώσεις που εμποδίζουν την επαναπόθεση των λεκέδων:

Μία από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες ενώσεις που εμποδίζουν την επαναπόθεση των λεκέδων κατά τη διάρκεια του πλυσίματος είναι η καρβόξυ-μεθύλο-κυτταρίνη (CMC). Ανάλογα με το βαθμό υποκατάστασης της ένωσης αυτής από $-CH_2COOH$ διαμορφώνονται και οι ιδιότητες και η ισχύς της στα απορρυπαντικά. Εκτός από αυτή την ιδιότητα, η CMC χρησιμοποιείται στα απορρυπαντικά και στα καλλυντικά ως μέσο πάχυνσης, κυρίως για να αυξήσει τη συνοχή των διαφόρων συστατικών τους και να εμποδίσει το διαχωρισμό τους σε φάσεις.

Ενώ η CMC χρησιμοποιείται αποτελεσματικά σε υφάσματα όπως τα βαμβακερά, στα μάλλινα και στα συνθετικά αποτελεσματικότερα χρησιμοποιείται η ένωση PVP (πολυβινυλοπυρρολιδόνη). Ένα νέο μέσο που εμποδίζει την επαναπόθεση λεκέδων είναι συμπαγή πλαστικά κομμάτια τα οποία περιέχουν καρβοξυλικές ομάδες. Το πλαστικό τοποθετείται στο πλυντήριο μαζί με τα ρούχα και οι καρβοξυλικές ομάδες έλκουν τις ακαθαρσίες και τις εγκλωβίζουν στο πλαστικό, το οποίο απορρίπτεται στο τέλος του πλυσίματος.

Ενώσεις που προκαλούν οπτική λεύκανση:

Είναι ενώσεις που απορροφούνται από τις ίνες των υφασμάτων, αλλά δεν απομακρύνονται στο τέλος της διαδικασίας του πλυσίματος. Δίνουν την ιδιότητα στην ίνα του υφάσματος να αντανακλά μεγαλύτερο ποσοστό φωτός. Έτσι δίνει την αίσθηση φωτεινότερου και καθαρότερου υφάσματος καλύπτοντας έτσι κάποιους κίτρινους τόνους που μπορεί να έχει το ύφασμα.

Ενζυμα:

Η πιο σημαντική εξέλιξη στη βιομηχανία απορρυπαντικών τα τελευταία χρόνια είναι και η προσθήκη ενζύμων στα απορρυπαντικά. Υπάρχουν πολλές κατηγορίες και υποκατηγορίες ενζύμων, οι σημαντικότερες όμως είναι:

Πρωτεάσες, οι οποίες λύουν τις πρωτεΐνες και σχηματίζουν αμινοξέα,

Αμυλάσες, οι οποίες λύουν τις αμυλούχες ενώσεις σε δεξτρίνες,

Λιπάσες, οι οποίες διαλύουν τα λίπη και τα λάδια.

Τα ένζυμα που χρησιμοποιούνταν αρχικά, ήταν πολύ ευαίσθητα στις συνθήκες δράσης των απορρυπαντικών με αποτέλεσμα να καταστρέφονται εύκολα και να μη δρουν αποτελεσματικά. Τα ένζυμα παράγονται με ζύμωση ενός είδους (του *Bacillus subtilis*) με αρκετά πολύπλοκες διεργασίες. Με το καιρό καλλιεργούνταν όλο και καλύτερα είδη του βάκιλου, οπότε τελικά προέκυψαν ένζυμα τα οποία είναι πιο ανθεκτικά στις συνθήκες πλύσης. Η εξέλιξη αυτών των καλύτερων ενζύμων, εδραίωσε τη χρήση τους στα απορρυπαντικά. Υπολογίζεται ότι το 40% περίπου των απορρυπαντικών που πωλούνται στην Ευρώπη, περιέχουν ένζυμα. Τα ένζυμα ενσωματώνονται σε απορρυπαντικά που περιέχουν υπερβωρικό άλας και η δράση τους γίνεται ως εξής: όταν η θερμοκρασία του νερού είναι κάτω από 50°C, τότε τα ένζυμα δρουν σε πρωτεϊνικούς λεκέδες (σάλτσες, αίμα, γάλα, κακάο, κτλ.), ενώ όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 60 °C τότε δρουν τα υπερβωρικά άλατα. Σε όλη τη διάρκεια του πλυσίματος, όλα τα άλλα συστατικά και πρόσθετα του απορρυπαντικού, δρουν φυσιολογικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Τα σημαντικότερα απόβλητα της παραγωγικής διαδικασίας απορρυπαντικών και αντιμετώπισή τους

3.1 Παραπροϊόντα και απόβλητα

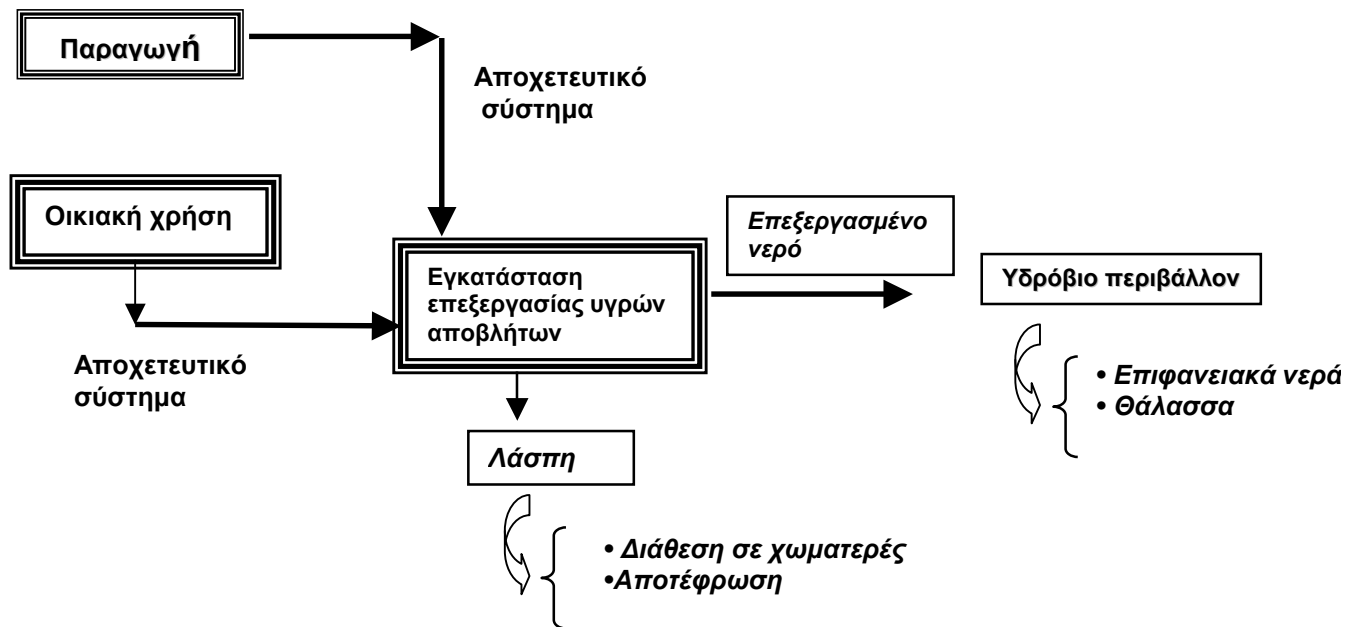
Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει, έχει διαπιστωθεί ότι τα πιο επιβλαβή για το περιβάλλον απόβλητα που παράγονται κατά τη σύνθεση απορρυπαντικών είναι το διοξείδιο και το τριοξείδιο του θείου (SO_2 , SO_3) στο στάδιο της σουλφόνωσης. Τα παραπάνω απόβλητα δεν είναι δυνατό να επαναχρησιμοποιηθούν και για το λόγο αυτό συλλέγονται και διατίθενται. Η ποσότητα αυτή είναι σχετικά μικρή οπότε δεν αποτελούν και σοβαρό πρόβλημα.

Σε ορισμένα επιφανειοδραστικά, υπάρχουν απόβλητα ή και παραπροϊόντα τα οποία είναι περισσότερο προβληματικά και επιβλαβή από τα ίδια τα επιφανειοδραστικά. Ακόμα και πολύ μικρά ποσοστά απ' αυτά μπορούν να είναι επιβλαβή αν είναι τοξικά και μη βιοδιασπώμενα. Οι ιδιότητες αυτές ενός παραπροϊόντος μπορεί να μην είναι αισθητές, αν η συγκέντρωσή τους είναι πολύ μικρή. Ωστόσο, απαιτείται τα προϊόντα που προορίζονται για τον τελικό καταναλωτή, να είναι όσο το δυνατόν καθαρότερα, αφού μπορεί να προκαλέσουν ερεθισμούς στους χρήστες.

Τα σουλφονωμένα γραμμικά αλκυλοβενζόλια μπορεί να περιέχουν 1-3% περίπου γραμμικό αλκυλοβενζόλιο το οποίο δεν έχει αντιδράσει με το θειικό οξύ. Έχει ανιχνευθεί γραμμικό αλκυλοβενζόλιο τόσο σε ψάρια όσο και σε διάφορα ιζήματα. Τα σουλφονωμένα γραμμικά αλκυλοβενζόλια περιέχουν 1-7% τετραλίνη ως ακαθαρσία της παραγωγικής διαδικασίας. Η τετραλίνη έχει ανιχνευθεί σε υπόγεια ύδατα μαζί με σουλφονωμένα γραμμικά αλκυλοβενζόλια, γεγονός που καταδεικνύει ότι είναι μια ένωση πολύ αργά βιοδιασπώμενη.

Για να προβλεφθεί οποιαδήποτε παρενέργεια από τη χρήση απορρυπαντικών, θα ήταν σωστό να καταγράφονται όλα τα συστατικά του απορρυπαντικού, κάτι το οποίο

θεωρείται αρκετά πολύπλοκο. Οι πρώτες ύλες επίσης, περιέχουν πολλές ακαθαρσίες και παραπροϊόντα τα οποία παράγονται κατά τη σύνθεσή τους. Αυτό που θα μπορούσε να γίνει, είναι να δηλώνονται με ονόματα και συγκεντρώσεις, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει αξιολόγηση των πιθανών κινδύνων τόσο για το περιβάλλον, όσο και για την ανθρώπινη υγεία.



Σχήμα 3.1: Επεξεργασία και Διάθεση αποβλήτων

Η επεξεργασία των αποβλήτων αφορά τόσο απόβλητα που προέρχονται από την παραγωγή των απορρυπαντικών όσο και τη διάθεση των ίδιων των απορρυπαντικών μετά από τη χρήση τους. Σύμφωνα με εκπροσώπους της βιομηχανίας παραγωγής απορρυπαντικών υπάρχει συνεχής ανάπτυξη και βελτίωση των μεθόδων που γίνεται η διάθεση των αποβλήτων των απορρυπαντικών.

Έρευνες έχουν δείξει ότι η παραγωγή γραμμικών σουλφονωμένων αλκυλοβενζολίων παρήγαγε περισσότερα τοξικά απόβλητα από ότι τα διακλαδισμένα σουλφονωμένα αλκυλοβενζόλια. Τα υγρά απόβλητα μη-ιονικών απορρυπαντικών παρουσίαζαν αρκετά χαμηλότερη τοξικότητα σε σχέση με τα ανιονικά απορρυπαντικά. Υπολογίζεται, ότι το πιο τοξικό απόβλητο πρέπει να διαλυτοποιηθεί 50 φορές περίπου, ώστε να μη βλάπτει τη *Daphnia Magna*. Τα οργανικά συστατικά των υγρών αποβλήτων δεν αποικοδομούνται πλήρως μέσα σε 28 ημέρες. Όπως βέβαια είναι

αναμενόμενο, χαμηλότερη αποικοδόμηση παρουσιάζεται στα διακλαδισμένα σουλφονωμένα αλκυλοβενζόλια.

Σε κάποια άλλη βιομηχανία απορρυπαντικών, παρατηρήθηκε διάσπαση των οργανικών ενώσεων κατά 66% μετά από 28 ημέρες. Οι περιπτώσεις και τα παραδείγματα που είναι γνωστά δεν επιτρέπουν την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το ποια κατηγορία απορρυπαντικών είναι περισσότερο επιζήμια για το περιβάλλον.

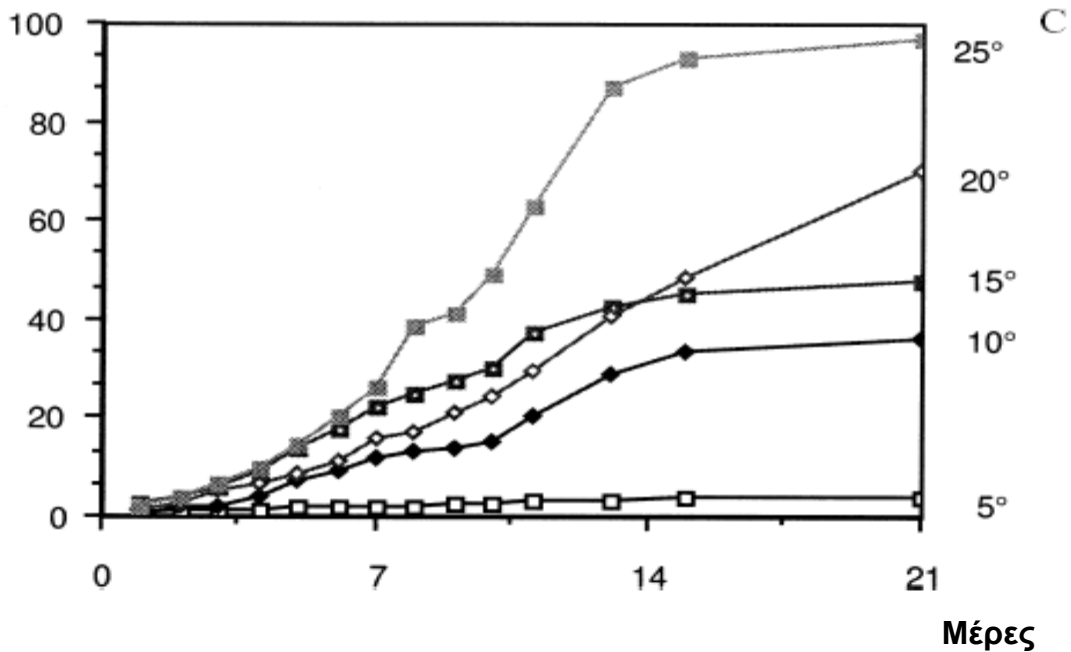
Ωστόσο, το σοβαρότερο πρόβλημα προκύπτει από τη χρήση καθαυτή των απορρυπαντικών και από το νερό ξεπλύματος που καταλήγει σε κάποιο βιολογικό καθαρισμό. Εκτός από κάποιες περιπτώσεις, τα επιφανειοδραστικά που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα απορρυπαντικά ακολουθούν την αερόβια βιοδιάσπαση σε κάποια μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων έτσι, ώστε τελικά να απομακρύνονται. Σε πολλές περιπτώσεις όμως υπάρχουν επιφανειοδραστικά που βιοδιασπώνται μερικώς μόνο με αερόβια διάσπαση ενώ δεν μπορούν να διασπαστούν ούτε με αναερόβια διάσπαση. Αυτά τα απορρυπαντικά, παρόλο που μπορεί να απομακρυνθούν από την υγρή φάση, είναι δυνατόν να καταλήξουν στη λάσπη επεξεργασμένων αποβλήτων (sludge) και να δημιουργήσουν προβλήματα διάθεσης της λάσπης. Αλλάζουν τη δομή της λάσπης αυξάνοντας τη συγκέντρωσή της σε νερό. Άρα αυξάνεται και το πρόβλημα ταφής της λάσπης στις χωματερές, και για να εξισορροπηθεί αυτή η διαφορά, θα πρέπει να προστεθούν ειδικά πολυμερή στην λάσπη.

Όπως έχει διαπιστωθεί από έρευνες, τα σουλφονωμένα γραμμικά αλκυλοβενζόλια μπορούν να παρουσιάσουν το παραπάνω πρόβλημα. Μελέτες που έχουν γίνει στις Η.Π.Α. έδειξαν ότι ανιχνεύτηκαν σουλφονωμένα γραμμικά αλκυλοβενζόλια σε συγκέντρωση 1000mg ΣΓΑ ανά κιλό λάσπης μετά από 15-30 χρόνια από την ταφή της λάσπης. Αυτό βέβαια δείχνει ότι τα ΣΓΑ αποικοδομούνται πάρα πολύ αργά κατά την αναερόβια διάσπαση, και επομένως, αυξάνονται και τα προβλήματα τοξικότητας της λάσπης.

Αφού η βιοδιάσπαση των επιφανειοδραστικών γίνεται από ζωντανά βακτήρια, λογικό είναι ο βαθμός βιοδιάσπασης να εξαρτάται σημαντικά από τη θερμοκρασία της εγκατάστασης. Μείωση της θερμοκρασίας κατά 10°C συχνά έχει ως αποτέλεσμα

μείωση της ταχύτητας βιοδιάσπασης κατά 3 φορές περίπου. Το παραπάνω συμπέρασμα φαίνεται σχηματικά στο Σχήμα 3.2

% Αποικοδόμηση



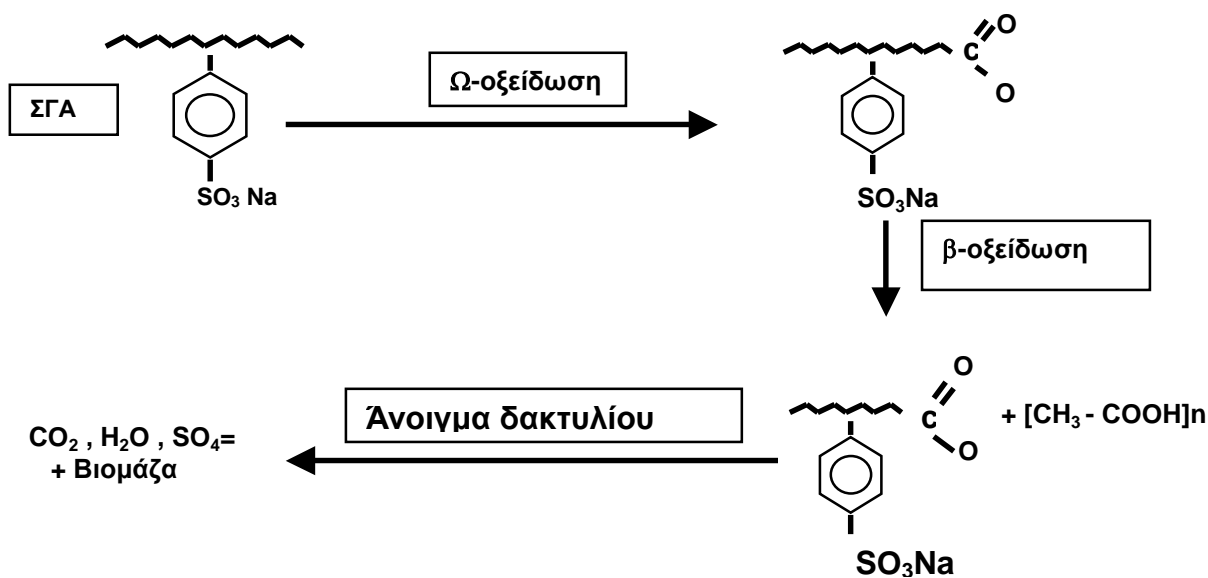
Σχήμα 3.2: Βιοδιάσπαση του ΣΓΑ σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

(Πηγή: Swedish Society for Nature Conservation, *Surfactants 2000*)

Το ποσό που διασπάστηκε μετά από 14 μέρες στους 10-20°C ήταν περίπου το μισό απ' αυτό που διασπάστηκε στους 25°C, ενώ στους 5°C η διάσπαση είναι σχεδόν ανύπαρκτη.

Μεταξύ των ανιονικών επιφανειοδραστικών τα ΣΓΑ παρόλο ότι έχουν καταταχθεί στα εύκολα διασπάσιμα, είναι αυτά που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα αργής διάσπασης. Χρησιμοποιούνται ωστόσο σε πολλές χώρες, λόγω των πολύ καλών ιδιοτήτων τους και λόγω του ότι οι παραγωγοί απορρυπαντικών ισχυρίζονται ότι δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον και δεν αποτελούν κίνδυνο για τους υδρόβιους οργανισμούς. Η τοποθέτηση του αρωματικού δακτυλίου δεν παρουσιάζει πρόβλημα στη βιοδιασπασιμότητα του ΣΓΑ. Το πρόβλημα προέρχεται από το μήκος της αλυσίδας του προστιθέμενου αλκυλίου. Οι αλυσίδες μεγαλύτερου μήκους διασπώνται πιο εύκολα από τις μικρότερες.

Τα σαπούνια προερχόμενα από λιπαρά οξέα είναι η πιο απλή μορφή επιφανειοδραστικού και διασπώνται πολύ εύκολα στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων αλλά και στο υδρόβιο περιβάλλον.



Σχήμα 3.3: Αντιδράσεις αερόβιας αποικοδόμησης ΣΓΑ

Οι υπόλοιπες κατηγορίες επιφανειοδραστικών παρουσιάζουν αρκετή ποικιλία στην ικανότητα βιοδιάσπασής τους, ανάλογα με τις ενώσεις που περιέχουν, το βαθμό διακλάδωσης των ενώσεων αυτών και το μήκος των αλυσίδων που περιέχουν.

Πίνακας 3.1: Αερόβια και αναερόβια διάσπαση ορισμένων επιφανειοδραστικών

Επιφανειοδραστικό	Αερόβια διάσπαση	Αναερόβια διάσπαση
<i>Ανιονικά απορρυπαντικά</i>		
Σαπούνια	ναι	ναι
Σουλφίδια λιπαρών αλκοολών	ναι	ναι
ΣΓΑ	ναι	όχι
Σουλφονωμένες α- Ολεφίνες	ναι	όχι

Τα επιφανειοδραστικά χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο και αυτό που είναι σημαντικό είναι να χρησιμοποιούνται έτσι, ώστε οι συγκεντρώσεις τους στα υγρά απόβλητα και στην ιλύ να μην εμποδίζουν τις διαδικασίες αποικοδόμησης στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα βακτήρια αποικοδόμησης των ενώσεων του αζώτου είναι περισσότερο ευαίσθητα από άλλα βακτήρια κατά την παρουσία των επιφανειοδραστικών. Αυτό σημαίνει ότι κάποια εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που περιέχει στάδιο αποικοδόμησης των ενώσεων του αζώτου να παρουσιάσει πρόβλημα αν η συγκέντρωση του επιφανειοδραστικού στα προς επεξεργασία υγρά απόβλητα είναι μεγαλύτερη από την προβλεπόμενη. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα βακτήρια μπορούν σχετικά εύκολα να προσαρμοστούν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις τεταρτοταγών επιφανειοδραστικών.

Παρόλο που μπορεί να γίνεται ικανοποιητική απομάκρυνση των επιφανειοδραστικών από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, είναι πολύ πιθανόν κάποια να βρίσκονται στα επιφανειακά νερά. Όσο χρησιμοποιούνται ΣΓΑ στα απορρυπαντικά, θα βρίσκονται στα υπόγεια ύδατα αλλά και στα νερά παράκτιων περιοχών. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι συγκεντρώσεις των ΣΓΑ σε δείγματα φρέσκου νερού είναι της τάξης του 0,1-0,27mg/L, στις παράκτιες περιοχές 0,03-0,09 mg/L και σε δείγματα ιζημάτων κοντά σε περιοχές απόθεσης λυμάτων 200mg/Kg.

Όταν η λάσπη εναποτίθεται στο χώμα, τα επιφανειοδραστικά μπορούν να αποικοδομηθούν, αφού υπάρχει οξυγόνο και έτσι μπορεί να γίνει αερόβια αποικοδόμηση. Ωστόσο, ακόμα και σ' αυτή την περίπτωση έχουν ανιχνευθεί μετά από αρκετά χρόνια. Για το αν αυτές οι συγκεντρώσεις επιφανειοδραστικών έχουν κάποια επίδραση στη χλωρίδα, δεν είναι ακόμα γνωστό. Υπάρχουν βέβαια κάποιες ενδείξεις ότι μπορούν να αυξήσουν την κινητικότητα των φυτοφαρμάκων στο έδαφος.

Πρόσφατες έρευνες ωστόσο, έχουν δείξει ότι υπάρχουν κάποιες ενδείξεις για την αναερόβια αποικοδόμηση των ΣΓΑ. Έτσι, υπάρχει η πιθανότητα να αποκτήσουν και τα απορρυπαντικά σήμανση που να δηλώνει ότι είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Βασικό κριτήριο για τη σήμανση αποτελεί και η ικανότητα του προϊόντος να διασπάται σε αναερόβιες συνθήκες.

3.2 Στατιστικά στοιχεία Ελλάδας για τον κλάδο των απορρυπαντικών

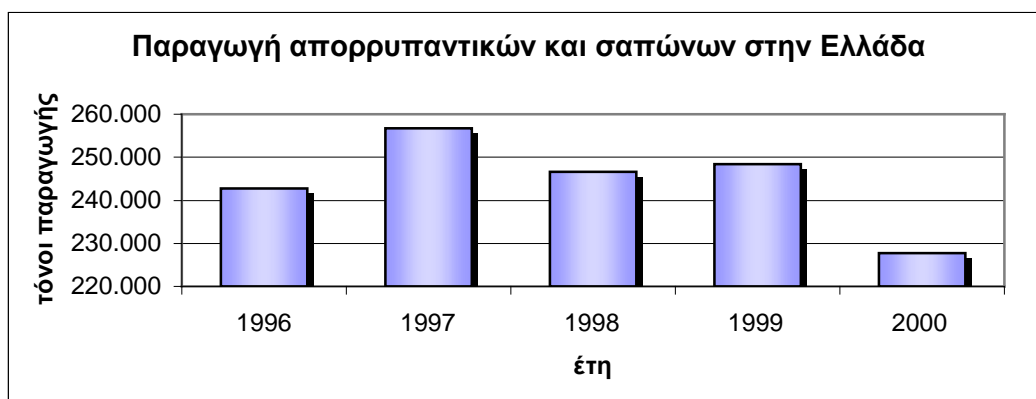
3.2.1 Παραγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών

Η στατιστική επετηρίδα δεν δίνει ακριβή στοιχεία για την παραγωγή απορρυπαντικών και σαπώνων στη χώρα μας. Η κατηγορία των απορρυπαντικών περιλαμβάνεται στη γενικότερη κατηγορία παρασκευασμάτων για πλύσιμο και καθάρισμα. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η παραγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών από το 1996 ως και το 2000 (τα στοιχεία για το 2000 χαρακτηρίζονται προσωρινά από την ΕΣΥΕ). Η παραγωγή αναφέρεται σε τόνους ενώ υπάρχει και αντίστοιχος αριθμός επιχειρήσεων(αναφέρεται στις παρενθέσεις) που ασχολούνται με την παραγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών ανά έτος.

Πίνακας 3.2 : Παραγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών στην Ελλάδα (σε τόνους)

	1996	1997	1998	1999	2000
Σαπούνια και οργανικά τασιενεργά προϊόντα σε ράβδους, κτλ, για καλλωπισμό περιλαμβάνονται και εκείνα για ιατρικές χρήσεις	1.744 (4)	2.452 (3)	2.791 (3)	1.964	1.807
Σαπούνια και οργανικά τασιενεργά προϊόντα σε ράβδους και σε άλλα σχήματα, για βιομηχανική, οικιακή και λοιπές χρήσεις	2.580 (10)	1.997 (9)	2.161 (8)	1.827	1.445
Σαπούνια σε άλλες μορφές, νιφάδες, όστια, κόκκους ή σκόνες	1.471 (9)	1.423 (8)	1.046 (9)	720	420
Παρασκευάσματα για το πλύσιμο και το καθάρισμα, καθαριστικές αλοιφές και σκόνες	237.000 (23)	250.878 (20)	240.570 (18)	243.892	224.067
Παρασκευάσματα για το λούσιμο των μαλλιών	4.496 (28)	- (29)	- (28)	-	-

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι υπάρχει μια σχετική μείωση της συνολικής παραγωγής, η οποία φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα:



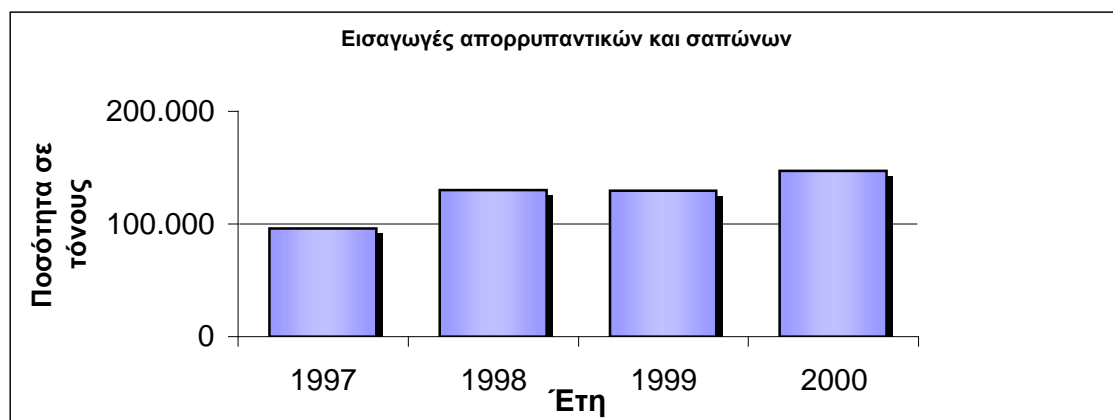
Σχήμα 3.4: Συνολική παραγωγή απορρυπαντικών και σαπώνων στην Ελλάδα

3.2.2 Εισαγωγές και εξαγωγές πρώτων υλών και απορρυπαντικών στην Ελλάδα

Οι εισαγωγές και εξαγωγές σαπώνων και απορρυπαντικών σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ, φαίνονται στους παρακάτω πίνακες (3.3 και 3.4)

Πίνακας 3.3: Εισαγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών (σε τόνους)

	1997	1998	1999	2000
Σαπούνια και προϊόντα και παρασκευάσματα οργανικά που ενεργούν πάνω στην επιφανειακή τάση, που χρησιμοποιούνται αντί σαπουνιού	5.473	5.834	4.416	8.952
Σαπούνια με μορφή νιφάδων, τριμμάτων, κόκκων ή σκόνης, με μορφή πάστας, ή σε υδατικό διάλυμα	4.069	4.973	5.034	5.897
Υδατικό διάλυμα περιεκτικότητας κατά βάρος σε αλκυλ[οξυδι(βενζολοσουλφονικό)] δινάτριο από 30% έως 50%, οργανικό, επιφανειακής δράσης, ανιονικό (εκτός από σαπούνια)	1.685	579	302	52
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, ανιονικές	11.182	19.929	18.712	16.515
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, κατιονικές	1.466	1.285	1.143	1.110
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, μη ιονικές	7.602	10.768	8.611	10.144
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, (εκτός από τις ανιονικές, τις κατιονικές, τις μη ιονικές)	4.767	5.433	12.354	5.192
Παρασκευάσματα που ενεργούν πάνω στην επιφανειακή τάση, (εκτός από παρασκευάσματα οργανικά που ενεργούν πάνω στην επιφανειακή τάση)	59.711	81.248	78.812	99.135

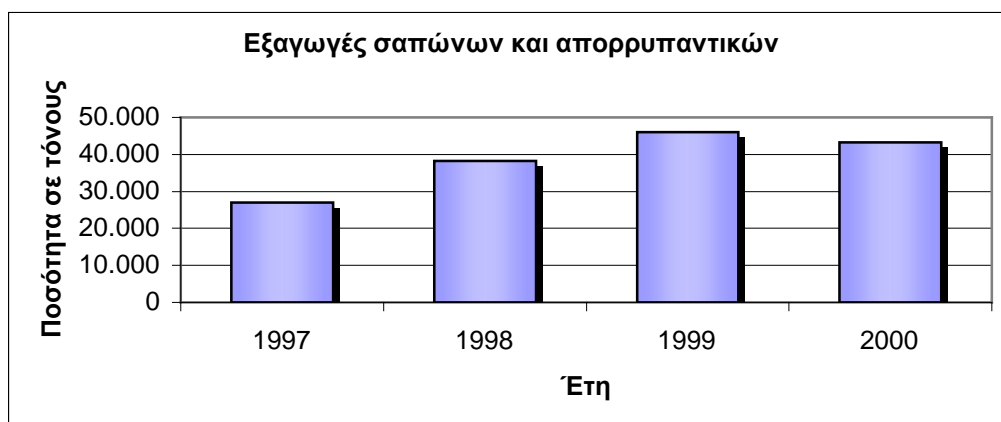


Σχήμα 3.5: Εισαγωγή σαπώνων και απορρυπαντικών

Από το παραπάνω σχήμα, παρατηρούμε ότι υπάρχει μια μικρή αύξηση στις εισαγωγές σαπώνων και απορρυπαντικών τα τελευταία έτη.

Πίνακας 3.4: Εξαγωγές σαπώνων και απορρυπαντικών

	1997	1998	1999	2000
Σαπούνια και προϊόντα και παρασκευάσματα οργανικά που ενεργούν πάνω στην επιφανειακή τάση, που χρησιμοποιούνται αντί σαπουνιού	1.668	2.801	2.475	2.045
Σαπούνια με μορφή νιφάδων, τριμμάτων, κόκκων ή σκόνης, με μορφή πάστας, ή σε υδατικό διάλυμα	753	844	1.017	618
Υδατικό διάλυμα περιεκτικότητας κατά βάρος σε αλκυλ[οξυδι(βενζολοσουλφονικό)] δινάτριο από 30% έως 50%, οργανικό, επιφανειακής δράσης, ανιονικό (εκτός από σαπούνια)	184	14	59	34
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, ανιονικές	319	285	1.190	1.397
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, κατιονικές	3	1	1	4
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, μη ιονικές	29	70	57	62
Οργανικές ουσίες επιφανειακής δράσης, (εκτός από τις ανιονικές, τις κατιονικές, τις μη ιονικές)	1.466	1.707	1.640	2.382
Παρασκευάσματα που ενεργούν πάνω στην επιφανειακή τάση,(εκτός παρασκευάσματα οργανικά που ενεργούν πάνω στην επιφανειακή τάση)	22.593	32.477	39.544	36.673



Σχήμα 3.6: Εξαγωγές σαπώνων και απορρυπαντικών

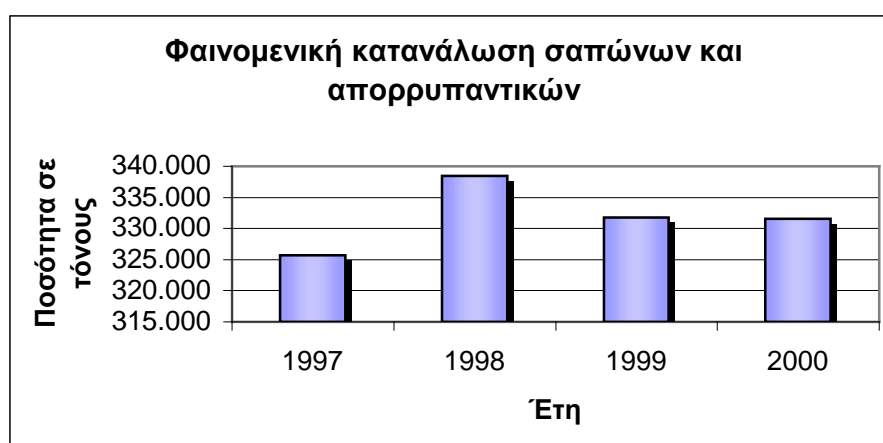
Από το παραπάνω σχήμα φαίνεται ότι ενώ μέχρι και το 1999 υπάρχει μια ανοδική πορεία στις εξαγωγές, το 2000 παρουσιάζεται μια σχετικά μικρή πτώση.

Πίνακας 3.5: Εισαγωγές και εξαγωγές βασικών πρώτων υλών

	1997		1998		1999		2000	
	Εισαγ.	Εξαγ.	Εισαγ.	Εξαγ.	Εισαγ.	Εξαγ.	Εισαγ.	Εξαγ.
Αιθυλενοξειδίο	1,1	-	6,5	-	2,5	-	89,3	356
Γραμμικό αλκυλοβενζόλιο	7.509	680	8.322	-	5.996	133	2.822	-

Μπορούμε από τα παραπάνω στοιχεία να υπολογίσουμε τη φαινομενική κατανάλωση) μέσω της σχέσης:

$$\text{Ζήτηση (φαινομενική κατανάλωση)} = \text{Παραγωγή} + (\text{Εισαγωγές} - \text{Εξαγωγές})$$



Σχήμα 3.7: Φαινομενική κατανάλωση σαπώνων και απορρυπαντικών

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αποτελέσματα απογραφής Βιοτεχνίας και Βιομηχανίας, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος.
2. Καρβούνης Σ., *Πετροχημικά, Οικονομικές και Τεχνικές δυνατότητες παραγωγής αυτών στην Ελλάδα.*
3. Καρβούνης Σ. *Η Ελληνική Χημική Βιομηχανία, Η σημερινή κατάσταση, η θέση της στην ΕΟΚ και ο μελλοντικός της στόχος*, Εκδ: Καραμπερόπουλος
4. Καρβούνης Σ. *Βομηχανική παραγωγή, Βιομηχανίες επεξεργασίας*, Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα 1998.
5. Πούλος Κωνσταντίνος, *Οργανικά Βιομηχανικά Προϊόντα*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημείας, 1999
6. Kirk Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology, Vol:19, Stilbene derivatives to Terpenes*, Interscience Publishers, Second Edition.
7. Kirk Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology, Vol:6 Detergency, Complexing Agents to Dextrose and Starch Syrups*, Interscience Publishers, Second Edition.
8. Swedish Society for Nature Conservation, *Surfactants 2000*.
9. Davidsohn A. and Milwidsky B., *Synthetic Detergents*, Sixth Edition, 1980.
10. E.C.E., *Market trends for Chemical products*, Ναυτιλιακή Οικονομική.
11. Mc Graw-Hill, *Encyclopedia of Science and Technology, Sab-spin*, 1977.
12. Longman, *Analysis of detergents and detergent products*, Wiley, London, 1975, p 449.
13. Swisher, R.d. *Surfactant Biodegradation, Surf. Sci. Ser. 3*, New York, 1970.
14. Hirsinger Frank, Henkel KgaA, *Comparing Oleochemical and Petrochemical Raw Materials*, Düsseldorf, Germany, 1999
15. Cavalli, L., Berna, J, Moreno, A., *LAS (Linear Alkylbenzene Sulfonate) Facts & Figures, ECOSOL (European Centre of Studies on LAB-LAS, a CEFIC sector group) Revision 2* -Sept. 2001
16. THE STRATEGIC ENVIRONMENTAL RESEARCH PROGRAMME
Sub-programme on sustainable land use, Centre for Sustainable Land Use and Management of Contaminants, Carbon and Nitrogen.
19. Council for LAB/LAS Environmental Research (CLER),
LAB/LAS BULLETIN, www.cler.com
21. www.icap.gr (Medicines-Cosmetics-Detergents, 2000)

22. The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute, *Training Curriculum for Alternative Clothes Cleaning*.
23. European Committee of surfactants and their organic Intermediates, *Cesio News*, September 1998, May 1999.
24. Dr. Steven K. Dentel, Dr. Herbert E. Allen, *Effects of Surfactants on Sludge Dewatering and Pollutant Fate*, Department of Civil Engineering University of Delaware, Newark, August 1993.
25. Krueger J. Carol, Baber B. Larry, *Fate and Transport of LABS in a Sewage – Contaminated Aquifer*, *Env. Sc. Technology*, 1998, Vol 32, 1134-1142.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Συμπεράσματα

Στη δεκαετία του '60 περίπου εμφανίστηκαν και οι πρώτοι ΣΓΑ (LAS) οι οποίοι αντικατέστησαν και τα απορρυπαντικά που μέχρι τότε παράγονταν από διακλαδισμένο δωδέκυλο βενζόλιο, τόσο για λόγους κόστους όσο και για περιβαλλοντικούς λόγους. Από τότε και μέχρι σήμερα, η μέθοδος παραγωγής των επιφανειοδραστικών συνεχώς βελτιώνεται. Οι επενδύσεις στη βιομηχανία των απορρυπαντικών έχουν οδηγήσει σε νέες σύγχρονες μεθόδους παραγωγής απορρυπαντικών με κύριο γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος, αφού πλέον η οικολογική συνείδηση που αποκτά η σύγχρονη βιομηχανία αποτελεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Οι έρευνες ωστόσο συνεχίζονται μέχρι και σήμερα ώστε να εξασφαλισθεί ότι η χρήση των επιφανειοδραστικών δεν είναι επιζήμια ούτε για τον άνθρωπο αλλά ούτε και για το περιβάλλον. Η σημασία αυτών των ερευνών ενισχύεται από το γεγονός ότι τα επιφανειοδραστικά αποτελούν ένα από τα πλέον απαραίτητα αγαθά της καθημερινής ζωής οποιουδήποτε ανθρώπου. Αν υποθέσουμε ότι ο πληθυσμός της Δυτικής Ευρώπης είναι 350.000.000 τότε από έρευνες προκύπτει ότι αντιστοιχεί στον κάθε θνητό Ευρωπαίο κατανάλωση 3,1g επιφανειοδραστικού καθημερινά. Νέα πλυντήρια σχεδιάζονται που θα χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια και λιγότερο νερό, ενώ η τάση είναι για απορρυπαντικά με χαμηλό αφρισμό. Μαζί με αυτές τις βελτιώσεις έρχεται και το σύστημα της οικολογικής ετικέτας που υιοθέτησε η Ευρωπαϊκή Ένωση που θα δίνεται στα απορρυπαντικά.

Όπως έχει αναφερθεί, μια ολοκληρωμένη βιομηχανία απορρυπαντικών περιορίζεται στη σουλφόνωση του LAB ή παρόμοιων προϊόντων και στη σούλφωση αλκοολών. Μετά ακολουθεί η εξουδετέρωση του προκύπτοντος προϊόντος ώστε να σχηματιστεί το μετά νατρίου άλας του σουλφονωμένου ή σουλφομένου προϊόντος. Κατόπιν γίνεται ανάμιξη με διάφορα άλλα συστατικά και πρόσθετα, ακολουθεί η κοκκοποίηση (εφόσον είναι αναγκαία) και τέλος η συσκευασία. Το πρόβλημα της παραγωγής απορρυπαντικών δεν είναι αυτή καθαυτή η παραγωγή, αλλά η χρήση των απορρυπαντικών και η μετέπειτα απόρριψή τους στο σύστημα αποχετεύσεως των δημοτικών αποβλήτων.

Πολλές έρευνες έχουν γίνει για την παραγωγή των ανιονικών απορρυπαντικών από γραμμικό αλκυλοβενζόλιο, λόγω του ότι είναι δεύτερο σε κατανάλωση μετά από το σαπούνι. Οι περισσότερες έρευνες συντείνουν στην άποψη ότι το ΣΓΑ είναι όχι μόνο το πιο οικονομικά συμφέρον και πολλαπλών χρήσεων απορρυπαντικό, αλλά και το πιο ασφαλές για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Μετά από χρήση περίπου 40 ετών δεν έχει παρασκευαστεί άλλο απορρυπαντικό που να συνδυάζει όλα τα χαρακτηριστικά του ΣΓΑ.

Το σουλφονωμένο γραμμικό αλκυλοβενζόλιο δεν κατατάσσεται στις επικίνδυνες ουσίες γιατί:

- Είναι μια άμεσα βιοδιασπώμενη χημική ένωση. Ο χρόνος ημιζωής της είναι 15-25 μέρες, ενώ βιοδιασπάται σε ποσοστό 98-99%. Δεν έχει ανιχνευτεί επίσης στα υπόγεια ύδατα.
- Παρουσιάζει πολύ χαμηλό επίπεδο τοξικότητας
- Δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία (Δεν προκαλεί καρκινογένεση ούτε τερατογένεση, παρά μόνο κάποιους μικρούς ερεθισμούς ύστερα από παρατεταμένη επαφή με το δέρμα.)

Ωστόσο, όπως έχει αναφερθεί, παρουσιάζει κάποια προβλήματα όσον αφορά την αναερόβια διάσπασή του, που όμως μπορεί να αντιμετωπιστεί με κατάλληλη επεξεργασία στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων.

Στην Ελλάδα, υπάρχουν 4-5 αρκετά μεγάλες επιχειρήσεις παραγωγής απορρυπαντικών. Οι επιχειρήσεις αυτές παράγουν απορρυπαντικά σε υγρή και σε στερεά κατάσταση για οικιακή, βιομηχανική και προσωπική χρήση, αρχίζοντας τη διαδικασία από τη φάση της σουλφονώσεως του γραμμικού αλκυλοβενζολίου των αλκοολών με αμιζον θειικό οξύ. Βέβαια υπάρχουν και κάποιες μικρότερες βιομηχανίες απορρυπαντικών που χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες ΣΓΑ και απλά προχωρούν στην ανάμειξη των συστατικών ενός απορρυπαντικού. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται συρρίκνωση της βιομηχανίας παραγωγής απορρυπαντικών και αυτό οφείλεται όχι στη μείωση κατανάλωσης απορρυπαντικών, αλλά κυρίως στην αναζήτηση των μεγάλων πολυεθνικών εταιρειών φθηνότερου εργατικού δυναμικού στις χώρες της πρώην Ανατολικής Ευρώπης, αφήνοντας έτσι το περιθώριο σε κάποιες

ελληνικές βιομηχανίες να αναπτυχθούν περισσότερο, αλλά προκαλώντας παράλληλα δυσμενείς επιπτώσεις για το σύνολο της Ελληνικής βιομηχανίας στο σύνολό της.

Πρέπει να τονίσουμε επίσης ότι η στροφή της βιομηχανίας στην παραγωγή προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον έχει επέλθει κυρίως για δύο λόγους:

α) Ως πρότυπη βιομηχανία θεωρείται αυτή που παράγει μηδενικά απόβλητα. Αυτό προκύπτει κυρίως από την ανάγκη μείωσης κόστους των βιομηχανιών επαναχρησιμοποιώντας τα απόβλητά τους και μειώνοντας ίσως έτσι την ανάγκη για πρώτες ύλες. Είναι ευνόητο λοιπόν ότι η «ευαισθησία» των βιομηχανιών για το περιβάλλον έχει κυρίως προκύψει από την ανάγκη εξοικονόμησης πόρων.

β) Πολλές φορές οι βιομηχανίες αναπτύσσουν μεθόδους προστασίας του περιβάλλοντος κυρίως για την απόκτηση οικολογικής ετικέτας στα προϊόντα τους, η οποία θα ευαισθητοποιήσει το καταναλωτικό κοινό, το οποίο σίγουρα θα δείξει προτίμηση σε αυτά τα προϊόντα, άρα και η ίδια η βιομηχανία θα έχει κάποιο οικονομικό όφελος.

Όποια βέβαια και αν είναι τα κίνητρα που οδηγούν τις βιομηχανίες σε μια φιλική προσέγγιση προς το περιβάλλον, το συμπέρασμα είναι ότι τελικά αυτό που επιτυγχάνεται είναι η προστασία του περιβάλλοντος.