

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ
ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ: ΟΛΙΣΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΚΡΟΩΝ
ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ**



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΓΚΙΟΥΣΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΣΙΟΝΤΟΡΟΥ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου εργασίας κα. Χριστίνα Σιοντόρου, για την καθοδήγηση και την βοήθεια της. Ένα μεγάλο ευχαριστώ χρωστάω και στον ξάδελφο μου Πέτρο για την διαρκή του στήριξη και βοήθεια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσα διπλωματικής είναι η παρουσίαση του πλαισίου ορθής διαχείρισης των βραχυχρόνιων εκροών (στερεών και υγρών) μιας μικρομεσαίας επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου. Η υπό μελέτη επιχείρηση ασχολείται με την διανομή και την αποθήκευση κατεψυγμένου και ξηρού φορτίου στο νομό Αιτωλοακαρνανίας.

Στην παρούσα διπλωματική παρουσιάζονται τα κύρια μεθοδολογικά και αναλυτικά εργαλεία με τα οποία έγινε η καταγραφή και η αποτύπωση των στερεών και υγρών αποβλήτων της επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου. Επίσης, μελετώνται και παρουσιάζονται οι εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης τους. Τέλος, αξιολογούνται τα αποτελέσματα της περιβαλλοντικής διαχείρισης των βραχυχρόνιων εκροών και οι προοπτικές αυτής συνολικότερα στον κλάδο των μικρομεσαίων επιχειρήσεων. Από την προσπάθεια που έγινε για διαχείριση των στερεών και υγρών εκροών της υπό μελέτη επιχείρησης προκύπτει ότι είναι δυνατή η διαχείριση πάνω από το 70% των στερεών και υγρών εκροών της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	7
3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	8
3.1.Καταγραφή των στερεών και των υγρών αποβλήτων της επιχείρησης.	8
3.1.1 Αποτύπωση διεργασιών επιχείρησης σε διαγράμματα ροής.....	8
3.1.2 Υπολογισμός στερεών και υγρών αποβλήτων σε κάθε μια διαφορετική διεργασία της επιχείρησης	8
3.1.3 Υπολογισμός εκροών της επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου	9
3.1.4 Υπολογισμός μακροχρόνιων εκροών της επιχείρησης.....	9
3.2.Μεθοδολογία κατασκευής τεχνητού υγροτόπου κατακόρυφης ροής.....	10
3.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της επιχείρησης.....	10
3.2.2 Χημικοί παράμετροι γκρίζου νερού	11
3.2.3 Βαρέα μέταλλα	12
3.2.4 Μικροβιολογικοί παράμετροι γκρίζου νερού.....	12
3.2.5 Μέθοδοι επεξεργασίας γκρίζου νερού.....	12
3.3Γενικοί τύποι σχεδιασμού υγροτόπων.....	14
3.3.1 Γενικοί τύποι σχεδιασμού απομάκρυνσης ρυπαντών.....	14
3.3.2 Απομάκρυνση Αζώτου.....	18
3.3.3 Μοντέλα Απομάκρυνσης Ρυπαντών.....	20
3.3.4 Μοντέλο Μείωσης Παθογόνων Μικροοργανισμών.....	21
3.3.5 Διεθνής και Ελληνική νομοθεσία για επαναχρησιμοποίηση greywaters.....	21
3.4 Μεθοδολογία εξοικονόμησης καυσίμου από εγκατάσταση λέβητα πολλαπλής καύσης	27
4.ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	28
4.1.Συνοπτική περιγραφή λειτουργίας της επιχείρησης	28
4.1.1 Κύρια Διεργασία Εμπορία Προϊόντων	30

4.1.2	Κύρια Διεργασία Υπηρεσίες Εξυπηρέτησης	33
4.1.3	Υποστηρικτική Διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση παγωτού	34
4.1.4	Υποστηρικτική Διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση παγωτίνι	36
4.1.5	Υποστηρικτική Διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση πίτες..	38
4.1.6	Υποστηρικτική Διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση κρουασάν	40
4.1.7	Υποστηρικτική Διεργασία- Διαχείριση εξοπλισμού-επιλογή- μεταφορά ψυγείου σε σημείο πώλησης	42
4.1.8	Υποστηρικτική Διεργασία-Διαχείριση Ποιότητας –Απόψυξη φορτηγού διανομής.....	45
4.1.9	Υποστηρικτική Διεργασία-Διαχείριση Ποιότητας- Απογραφή και αποθήκευση κατεστραμμένων.....	47
4.1.10	Υποστηρικτική Διεργασία-Διαχείριση Εξοπλισμού- Παραλαβή ψυγείων και διαφημιστικού υλικού	49
4.2	Υπολογισμός στερεών και υγρών εκροών στην διάρκεια ενός χρόνου	52
4.2.1	Υποστηρικτικές διεργασίες- διαχείρισης αγορών, παραλαβή και αποθήκευση προϊόντων.....	52
4.2.2	Υποστηρικτική διεργασία: Διαχείριση εξοπλισμού- επιλογή-μεταφορά ψυγείου σε σημείο πώλησης.....	53
4.2.3	Υποστηρικτικές διεργασίες-διαχείριση ποιότητας – απόψυξη φορτηγού διανομής	54
4.2.4	Υποστηρικτική διεργασία- διαχείριση εξοπλισμού- παραλαβή ψυγείων και διαφημιστικό- υποστηρικτικού υλικού	54
4.3	Διαχείριση μακροχρόνιων εκροών της επιχείρησης.....	57
4.3.1	Φορτηγά	57
4.3.2	Ηλεκτρονικές συσκευές.....	58

4.4 Τεχνητός Υγρότοπος κατακόρυφης ροής	59
4.4.1 Υλικά και μέθοδοι.....	59
4.4.2 Σύστημα εισροής-εκροής τεχνητού υγροτόπου κατακόρυφης ροής.....	60
4.4.3 Φυτά κάλυψης.....	61
4.4.4 Αποτελέσματα απομάκρυνσης ρύπων και παθογόνων μικροοργανισμών	62
4.5.Εγκατάσταση λέβητα πολλαπλής καύσης	69
4.5.1 Χαρακτηριστικά κτιρίου.....	69
4.5.2 Κόστος εγκατάστασης.....	69
4.5.3 Κόστος λειτουργίας και συντήρησης	71
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	73
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ	77

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα διπλωματική μελετάται μια μικρομεσαία επιχείρηση που ασχολείται με την διανομή και την αποθήκευση κατεψυγμένου και ξηρού φορτίου. Η επιχείρηση δραστηριοποιείται στο νομό Αιτωλοακαρνανίας.

Η υπό μελέτη επιχείρηση επιβαρύνει το περιβάλλον καθώς τα προϊόντα ή μέρη τους που θα πεταχτούν και θα καταλήξουν στο φυσικό περιβάλλον θεωρούνται απόβλητα και χρίζουν ειδικής μεταχείρισης. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η ποσοτικοποίηση των εκροών (στερεών και υγρών) της επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου, ώστε να κατανοηθεί το μέγεθος της επιβάρυνσης στο περιβάλλον να αξιολογηθούν και στην συνέχεια να σχεδιαστούν, να προγραμματιστούν και να υλοποιηθούν τεχνικές και μέθοδοι για την ελάττωση και την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων. Τέλος γίνεται εκτίμηση της περιβαλλοντικής βελτίωσης της επιχείρησης.

Ουσιαστικά μέσα από την παρούσα διπλωματική γίνεται προσπάθεια να αποδειχθεί ότι η περιβαλλοντική διαχείριση για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις δεν σημαίνει ότι αυτές πρέπει να κάνουν περισσότερα πράγματα αλλά ότι απλά πρέπει να κάνουν τα πράγματα αλλιώς. Τέλος, ότι τα οφέλη για τις επιχειρήσεις δεν αποτιμώνται μόνο οικονομικά. Αποτυπώνονται με βελτίωση της εικόνας της επιχείρησης, αποφυγή ποινών, με δημιουργία καλών σχέσεων με συνεργαζόμενες επιχειρήσεις και με δημοσίους και ιδιωτικούς επιχειρηματικούς ή συλλογικούς φορείς.

Στην παρούσα διπλωματική αρχικά έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση ώστε να μελετηθούν και στην συνέχεια να καταγραφούν παρόμοιες μελέτες σε επιχειρήσεις. Στην συνέχεια, παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε ώστε να καταγραφούν οι εκροές της επιχείρησης (στερεές και υγρές) στο περιβάλλον και τους τρόπους που αυτές επαναχρησιμοποιήθηκαν προς όφελος της επιχείρησης. Έπειτα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης και τα συμπεράσματα. Τέλος, παρουσιάζονται οι προοπτικές για περαιτέρω έρευνα.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Φροντίδα της επιχείρησης είναι να εξετάζει το κόστος και την επίδοση κάθε δραστηριότητας που παράγει αξία και βεβαίως να αναζητεί διαρκώς τρόπους βελτίωσης. Επιπλέον θα πρέπει να προχωράει ακόμα πιο πέρα και να ενημερώνεται και να μελετάει τις πρακτικές που εφαρμόζουν οι ηγέτιδες εταιρίες του ίδιου κλάδου.(Hiebeller R., Kelly T., Ketteman C., 1998).

Τις τελευταίες δεκαετίες υφίσταται η παραδοχή ότι οι επιχειρήσεις οφείλουν να εξετάζουν, πέραν από της οικονομικής διάστασης, την περιβαλλοντική και την κοινωνική διάσταση. Η συμπεριφορά αυτή εμπίπτει στο εννοιολογικό πλαίσιο της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης (Ε.Κ.Ε), εξέλιξης της οποίας αποτελεί η λεγόμενη αεροφόρος ανάπτυξη.(Πεστριβά 2007). Ο τρόπος που ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος ορίζει για τις επιχειρήσεις την περιβαλλοντική τους κατάσταση είναι με χρήση περιβαλλοντικών δεικτών. Οι περιβαλλοντικοί δείκτες περιγράφουν τις διεργασίες της επιχείρησης και τις πιέσεις που ασκούν αυτές στο περιβάλλον. Ουσιαστικά δηλαδή οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν τους περιβαλλοντικούς δείκτες εκφράζοντας χρήσιμη και σχετική πληροφορία για την περιβαλλοντική επίδοση της επιχείρησης και την προσπάθεια της να την επηρεάσουν (Starkey R. 1998).Οι περιβαλλοντικοί δείκτες σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος που μελετώνται στις επιχειρήσεις είναι: α) Ενέργεια, β) Χρήση νερού, γ)Χρήση υλικών, δ)Χρήση γης, ε) Εκπομπές, στ) Λύματα και ζ) Στερεά απόβλητα.

Στην βιβλιογραφία επίσης εμφανίζονται πολλά παραδείγματα εργοστασίων και επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν τα υποπροϊόντα τους για θέρμανση χώρων. Επιχείρηση με θερμοκήπια στην Λάρισα χρησιμοποιεί λέβητα μικτής καύσης για θέρμανση του χώρων του θερμοκηπίου. Στον λέβητα μικτής καύσης ως καύσιμο χρησιμοποιεί υποπροϊόντα της παραγωγικής του διαδικασίας όπως πυρηνόξυλο, πυρηνόκαρπα και τεμαχισμένα ξύλα (Spanakhs G., 2003). Στην βιβλιογραφία εμφανίζονται πολλές φορές παραδείγματα επιχειρήσεων, εργοστασίων και οργανισμών του δημοσίου που εφαρμόζουν περιβαλλοντική διαχείριση. Στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου κατασκευάστηκε πιλοτική μονάδα υγρότοπων κατακόρυφης ροής. Εισροή στο σύστημα ήταν λύματα από την λέσχη του Πανεπιστημίου. Οι υγρότοποι έδειξαν ικανοποιητική απομάκρυνση οργανικών ενώσεων COD και BOD₅. Τέλος η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH δεν παρουσίασαν ικανοποιητική μεταβολή πράγμα που δεν επηρεάζει τις καλλιέργειες (Daramouskas B et al.,2016). Επίσης, σε επιχείρηση camping έγινε προσπάθεια επαναχρησιμοποίηση των greywater. Ουσιαστικά μέσα από σύστημα υγρότοπου τα greywater επαναχρησιμοποιούνται για πότισμα του πρασίνου του camping.(Κακιώνης 2012).Τεχνητός υγρότοπος κατασκευάστηκε και στην Ε.Ε.Λ Χερσονήσου όπου τα λύματα επαναχρησιμοποιήθηκαν για το πότισμα ελαιόδεντρων (Stasinakhs A et al., 2004).Τέλος, σε μεταποιητική επιχείρηση στην Αγγλία η εκροή από τον τεχνητό υγρότοπο χρησιμοποιήθηκε για τον καθαρισμό των γηπέδων της επιχείρησης (Shelef G. et al.,1996).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται στην παρούσα διπλωματική, συνδυάζει την εμπειρική και την βιβλιογραφική έρευνα.

3.1 Καταγραφή των στερεών και των υγρών αποβλήτων της επιχείρησης.

3.1.1 Αποτύπωση διεργασιών επιχείρησης σε διαγράμματα ροής

Αρχικά έγινε η καταγραφή των διεργασιών της επιχείρησης. Αυτές αποτυπώθηκαν σε διαγράμματα ροής. Οι διεργασίες διαχωρίστηκαν σε κύριες και υποστηρικτικές.

Ουσιαστικά η παραπάνω κατηγοριοποίηση στηρίζεται στην αλυσίδα αξίας που αποτελεί ένα εργαλείο το οποίο είναι χρήσιμο για την δημιουργία και διατήρηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό κάθε επιχείρηση αποτελείται από μια σύνθεση λειτουργιών, οι οποίες επιτρέπουν την παραγωγή του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Οι λειτουργίες αυτές χωρίζονται σε κύριες και υποστηρικτικές (Michael Porter, 1995).

Οι κύριες δραστηριότητες είναι η λήψη των πρώτων υλών, η μετατροπή των οποίων θα επιτρέψει την παραγωγή των τελικών προϊόντων, η παραγωγή δηλαδή η διεργασία εκείνες που είναι υπεύθυνες για τον μετασχηματισμό, η εμπορία των προϊόντων και οι υπηρεσίες εξυπηρέτησης. Οι υποστηρικτικές διεργασίες είναι η υποδομή της επιχείρησης (διοίκηση), διαχείριση ανθρωπίνων πόρων, τεχνολογικό περιβάλλον, προμήθειες.

Σε κάθε διαφορετικό διάγραμμα ροής (κύριο και υποστηρικτικό) ορίστηκε και η μονάδα αναφοράς του. Αυτό έγινε γιατί κάθε διάγραμμα ροής αποτυπώνει μια διαφορετική διεργασία της επιχείρησης. Άρα η μονάδα αναφοράς μπορεί να διαφοροποιείται σε κάθε ένα διαφορετικό διάγραμμα ροής. Ουσιαστικά μονάδα αναφοράς μπορεί να είναι μία παλέτα προϊόν ή ένα φορτηγό κ.λ.π.

3.1.2 Υπολογισμός στερεών και υγρών αποβλήτων σε κάθε μια διαφορετική διεργασία της επιχείρησης.

Ο τρόπος που υπολογίστηκαν οι στερεές και οι υγρές εκροές αποβλήτων της επιχείρησης είναι ο εξής: Αρχικά στις διεργασίες που η μονάδα αναφοράς είναι η παλέτα έγινε καταγραφή των διαφορετικών τύπων στερεών που καταλήγουν στο περιβάλλον κατά την διάρκεια μιας παραλαβής και στην συνέχεια ζυγίστηκαν. Εδώ να σημειωθεί ότι επειδή η επιχείρηση έχει διαφορετικούς τύπους προϊόντων και υποστηρικτικών υλικών που έρχονται σε παλέτες η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω έγινε σε κάθε ένα διαφορετικό τύπο παραλαβής. Στις υπόλοιπες διεργασίες που μονάδα αναφοράς είναι ένα φορτηγό ή δουλειά του γραφείου έγινε καταγραφή των διαφορετικών τύπων στερεών εκροών σε κάθε μια διαφορετική διεργασία για μια βδομάδα (25-31/7/2016) και στην συνέχεια βγήκε ο μέσος όρος των εκροών για μια μέρα σε κάθε μια αντίστοιχη διεργασία.

Επίσης εκροές υγρών αποβλήτων δημιουργούνται και από την χρήση του μπάνιου και της κουζίνας. Αυτές υπολογίστηκαν από την κατανάλωση νερού της επιχείρησης και στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε αναγωγή στην μια μέρα.

Ουσιαστικά με την παραπάνω διαδικασία παρουσιάζονται οι εκροές της επιχείρησης ανάλογα με την μονάδα αναφοράς που έχει το κάθε ένα διάγραμμα ροής.

3.1.3 Υπολογισμός εκροών της επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου

Στην συνέχεια έγινε αναγωγή των παραπάνω εκροών στην διάρκεια ενός χρόνου. Ο τρόπος που έγινε αυτή η αναγωγή ήταν ο εξής: Για τα διαγράμματα ροής που έχουν ως μονάδα αναφοράς την παλέτα υπολογίστηκαν οι στερεές εκροές στην διάρκεια ενός χρόνου με βάση των αριθμό παλετών που η επιχείρηση παρέλαβε σε ένα χρόνο. Για διάγραμμα ροής που οι εκροές επηρεάζονται από την λειτουργία της επιχείρησης (κύριες διεργασίες της επιχείρησης) ο τρόπος

που υπολογίστηκαν οι εκροές (στερεές και υγρές) για την διάρκεια ενός χρόνου είναι ο εξής: Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι στερεές εκροές καταμετρήθηκαν τέλη Ιουλίου που η επιχείρηση πούλησε τα περισσότερα κομμάτια. Για να μπορέσουν να υπολογιστούν οι ποσότητες και τους υπόλοιπους μήνες έγινε αναγωγή με βάση των αριθμό τεμαχίων που δόθηκαν τους υπόλοιπους μήνες.

Αφού έγινε η καταγραφή των εκροών της επιχείρησης (στερεών και υγρών) στην συνέχεια έγινε προσπάθεια επαναχρησιμοποίησης μερικών από αυτών. Οι υγρές εκροές διαχειρίστηκαν με την μελέτη για κατασκευή τεχνητού υγροτόπου κατακόρυφης ροής με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση της εκροής για πότισμα. Οι στερεές (ξύλο και χαρτόνι) διαχειρίστηκαν με την μελέτη για εγκατάσταση λέβητα πολλαπλής καύσης.

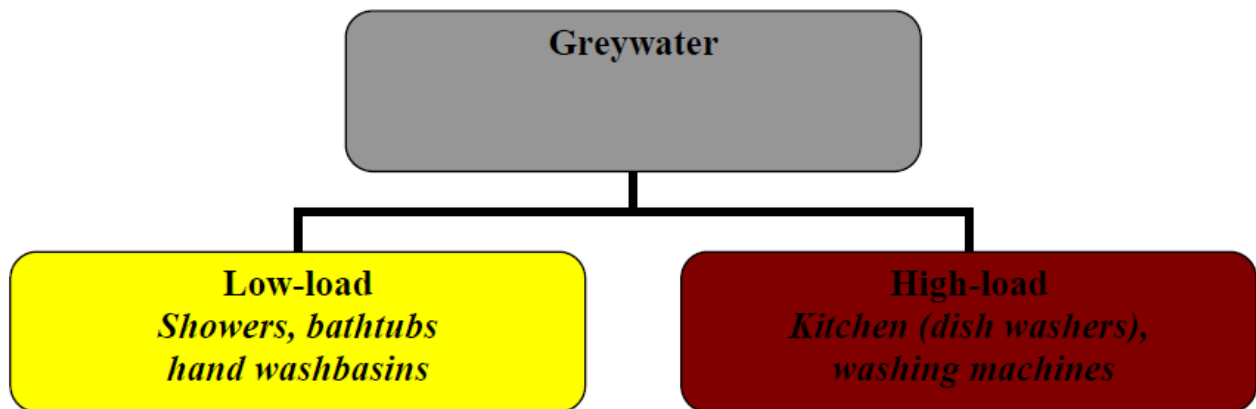
3.1.4 Υπολογισμός μακροχρόνιων εκροών της επιχείρησης

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η επιχείρηση πέρα από τις βραχυχρόνιες εκροές (στερεά και υγρά απόβλητα) που περιγράφηκαν παραπάνω έχει και τις μακροχρόνιες εκροές της. Ως μακροχρόνιες εκροές θεωρούνται οι σταθεροί παραγωγικοί συντελεστές της επιχείρησης (φορτηγά, ασύρματα τερματικά τιμολόγησης, υπολογιστές κλπ) και υποθέτεται ότι η επιχείρηση τους κρατάει μέχρι το τέλος της χρήσιμης ζωής τους και αυτοί έχουν και λογιστική αξία μηδέν για την επιχείρηση (έχουν ολοκληρωθεί δηλαδή οι αποσβέσεις τους στα λογιστικά βιβλία της επιχείρησης). Ο τρόπος που υπολογίστηκαν οι μακροχρόνιες εκροές της επιχείρησης είναι από τα παγία έξοδα της σε συνδυασμό με την διάρκεια ζωής που δίνει ο κατασκευαστής.

3.2.Μεθοδολογία κατασκευής τεχνητού υγρότοπου κατακόρυφης ροής

3.2.1 Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων της επιχείρησης

Για την κατασκευή του τεχνητού υγρότοπου κατακόρυφης ροής αρχικά αυτό που μελετήθηκε βιβλιογραφικά είναι το είδος των εισροών στο σύστημα. Οι εκροές υγρών αποβλήτων της επιχείρησης έχουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά με τις εκροές ενός τυπικού νοικοκυριού. Δηλαδή οι εκροές των υγρών αποβλήτων της επιχείρησης εμφανίζονται από την χρήση του νιπτήρα της κουζίνας και του μπάνιου από τις τουαλέτες και άλλες δραστηριότητες καθαρισμού των χώρων που απαιτούν νερό. Οι εκροές υγρών αποβλήτων που θα γίνει προσπάθεια να διαχειριστούν και στην συνέχεια να επαναχρησιμοποιηθούν είναι όλες οι παραπάνω εκτός από τα λύματα της τουαλέτας. Στην βιβλιογραφία αυτές οι εκροές, που θα επαναχρησιμοποιηθούν στην παρούσα διπλωματική, εμφανίζονται ως γκρίζο νερό (greywater). Γκρίζο νερό (greywater) αποτελούν τα οικιακά λύματα εκτός από τα απόβλητα της τουαλέτας (μαύρο νερό). Τα λύματα μπορεί να προέρχονται από την κουζίνα το πλυντήριο ρούχων και το μπάνιο. (Schäfer et al., 2006). Συνήθως περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων και μετάλλων από τα απορρυπαντικά και από τα σαπούνια. Επίσης τα απορρυπαντικά πλυντηρίων περιέχουν νατρίου. Γενικά με τον όρο γκρίζα νερά ονομάζουμε όλα τα υγρά απόβλητα που απορρίπτονται από το σπίτι, εκτός από εκείνα της τουαλέτας (Gnirss R et al., 2006) (Σχήμα 3.1). Περιέχουν συνήθως σαπούνια, σαμπουάν, οδοντόκρεμες, υπολείμματα τροφής, μαγειρικά έλαια, απορρυπαντικά και ίνες.



Σχήμα 3.1: Κυριότερες πηγές γκρίζου νερού (πηγή: Gnirss R et al., 2006)

Επίσης μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε φαίνεται ότι οι εκροές της επιχείρησης κατηγοριοποιούνται στο ελαφρύτερο γκρίζο νερό γιατί εκτιμάται ότι οι παράμετροι των πλυντηρίων συνεισφέρουν ελάχιστα στα επίπεδα των ρυπαντών (Fane, 2009). Ένας επιπλέον λόγος που οι εκροές της επιχείρησης μπαίνουν στην παραπάνω κατηγορία είναι ότι η αποχέτευση του νεροχύτη και ο νιπτήρας του μπάνιου έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λύπη και έλαια (Fane, 2009). Η χαμηλή περιεκτικότητα σε λύπη και σε έλαια δικαιολογείται γιατί ο χώρος στον οποίο θα γίνει η επαναχρησιμοποίηση των υγρών εκροών

είναι επιχείρηση και όχι ένα τυπικό νοικοκυριό.

Η επεξεργασία και η επαναχρησιμοποίηση του γκρίζου νερού έχει μεγάλη εφαρμογή σε παγκόσμια κλίμακα λόγω του μικρότερου οργανικού και μικροβιακού φορτίου, γεγονός που το καθιστά εύκολο στην επεξεργασία.(Eriksson et al., 2002).

Για να μπορέσει να ληφθεί σωστή απόφαση για τον τρόπο επεξεργασία του γκρίζου νερού της επιχείρησης μελετήθηκε βιβλιογραφικά η χημική σύσταση και οι μικροβιολογικές παράμετροι του.

3.2.2 Χημικοί παράμετροι γκρίζου νερού.

Οι χημικές ιδιότητες του γκρίζου νερού είναι το pH, το ολικό χημικό απαιτούμενο οξυγόνο (COD), το ολικό φώσφορο (TP), το ολικό άζωτο (NH₄-N) και το βιοχημικό απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅). Τα εύρη τιμών όλων των παραπάνω εξαρτώνται από τις διαφορετικές ροές από όπου προέρχεται το γκρίζο νερό (Li et al., 2009). Οι μεγαλύτερες τιμές προέρχονται από τα λύματα των απορρυπαντικών του πλυντηρίου καθώς και από τα λύματα του νεροχύτη. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω επειδή ο σκοπός είναι η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων της επιχείρησης η χρήση των δύο παραπάνω είναι περιορισμένη. Για αυτό το λόγο θα χρησιμοποιηθούν οι βιβλιογραφικοί παράμετροι που αντιστοιχούν στο ελαφρύτερο γκρίζο νερό (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1: Ποιότητα νερού σε ελαφρύ γκρίζο νερό

Παράμετροι	Greywater light
BOD ₅ (mg/l)	59-424
COD (mg/l)	100-645
TSS (mg/l)	30-303
TP (mg/l)	0,1-101
TN (mg/l)	2,1-3,5
pH	6,4-8,1

Πηγές: Ramon et al.,2004, Dallas and Ho 2005, Eriksson et al., 2002, Merz et al 2007, Nolde 1999

3.2.3 Βαρέα μέταλλα

Σε όλες τις ροές γκρίζου νερού περιέχονται βαρέα μέταλλα. Οι τιμές αυτών στο γκρίζο νερό προέρχονται από των τύπο των σωληνώσεων και τα χημικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται (πίνακας 3.2) (Ledin et al., 2001).

Πίνακας 3.2: Συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε ανεπεξέργαστο γκρίζο νερό(μg/l)

Πηγή προέλευσης	Cd μg/L	Pb μg/L	Cr μg/L	Ni μg/L	Hg μg/L	Zn μg/L	Cu μg/L
Νιπτήρας -μπανιέρα	0,012-0,22	4,9-10	-	5,1-27	0,56-36	-	-
Ποικίλες πηγές	0,06-0,16	2,14-3,14	2,06-5,46	4,45-28	<0,020	55,3-77,8	47,0-70,2

Πηγή: Eriksson and Donner 2009, Palmquist and Hanæus, 2005

3.2.4 Μικροβιολογικοί παράμετροι γκρίζου νερού

Οι μικροβιολογικοί παράγοντες που εντοπίζονται στο γκρίζο νερό προέρχονται κυρίως από προσωπική υγιεινή και από τα ωμά τρόφιμα. Τα εύρη τιμών που απαντώνται στην βιβλιογραφία για το ελαφρύ γκρίζο νερό παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3

Πίνακας 3.3: Μικροβιολογικοί παράμετροι γκρίζου νερού.

Είδος (\log_{10} 100ml ⁻¹)	Greywater light
Total coliforms TC	1,8/100 - 7,4/100
E. coli	0,5/100 - 4,4/100
Enterococci	1,9/100 - 3,4/100

Πηγή: Chaillou et al., 2011 www.fbr.de Li et al., 2009

3.2.5 Μέθοδοι επεξεργασίας γκρίζου νερού

Στον πίνακα 3.4 παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικοί μηχανισμοί απομάκρυνσης των μετατροπής των στοιχείων που περιέχονται στα γκρίζα νερά της επιχείρησης σε τεχνητούς υγροτόπους.

Πίνακας 3.4:Συνοπτική παρουσίαση βασικών μηχανισμών απομάκρυνσης και μετατροπής στοιχείων των υγρών αποβλήτων σε τεχνητούς υγροβιότοπους.

Συστατικό	Βιοδιαποικοδομήσιμα οργανικά υλικά	Αιωρούμενα στερεά	Άζωτο	Φωσφόρος	Βαρέα Μέταλλα	Οργανικά ιχνοστοιχεία	Παθογόνοι μικροοργανισμοί
Μηχανισμοί Απομάκρυνσης/μετατροπής	Βιομετατροπή με αερόβια, ελεύθερα και αναερόβια βακτήρια στην επιφάνεια των φυτών και στο έδαφος του διαλυτού BOD ₅ , προσρόφηση, φιλτράρισμα και καθίζηση του στερεού BOD ₅	Καθίζηση, φιλτράρισμα	Νιτροποίηση, απονιτροποίηση, πρόσληψη από τα φυτά, εξάτμιση	Καθίζηση, πρόσληψη από τα φυτά	Προσρόφηση από φυτά και το έδαφος, καθίζηση	Εξάτμιση, προσρόφηση, Βιοαποικοδόμηση	Φυσική σήψη, καθίζηση, υπερϊώδης ακτινοβολία, εξαγωγή αντιβιοτικών από τις ρίζες των φυτών

Πηγή: (Crites and Tchobanoglous, 1998).

Όπως φαίνεται και στο πίνακα 3.4 οι τεχνητοί υγρότοποι έχουν όλους τους απαραίτητους μηχανισμούς ώστε να απομακρύνουν και να μετατρέψουν τις χημικές παραμέτρους τους οργανικούς ρύπους καθώς και τις μικροβιολογικές παραμέτρους που περιέχουν οι υγρές εκροές της επιχείρησης (light grey water). Γενικά τα συστήματα τεχνητών υγροτόπων μπορούν να προσομοιαστούν με τις μεθόδους καθορισμού των φυσικών υγροτόπων (Καραμούζης,2006).

Στην παρούσα διπλωματική η μέθοδος επεξεργασίας που επιλέχθηκε για την απομάκρυνση των παραπάνω (πίνακες 3.1, 3.2 και 3.3) από τις υγρές εκροές της επιχείρησης είναι ο τεχνητός υγρότοπος κατακόρυφης ροής. Ο λόγος που επιλέγεται αυτός ο τύπος υγροτόπου είναι γιατί καταλαμβάνει μικρό χώρο. Αυτό είναι ένα σημαντικότερο κριτήριο που επιλέχθηκε.

Το σύστημα αυτό χαρακτηρίζεται από κατακόρυφη ροή των υποεπεξεργασίας λυμάτων μέσα από τις διαφορετικές εδαφικές στρώσεις που υπάρχουν στην λεκάνη και συλλέγονται σε ένα δίκτυο αποστράγγισης που βρίσκεται στην βάση της δεξαμενής. Η λειτουργία τους μπορεί να προσομοιαστεί με το πότισμα μια γλάστρας (Καραμούζης Δ. 2006).

3.3 Γενικοί τύποι σχεδιασμού υγροτόπων

Ο Σχεδιασμός γίνεται σύμφωνα με τα μοντέλα που προτείνουν οι Reed and Crites(1984),Reed et al (1988) και Reed et al (1995).

3.3.1 Γενικοί τύποι σχεδιασμού απομάκρυνσης ρυπαντών

Σε έναν υγρότοπο κατακόρυφης ροής, τα υγρά απόβλητα εφαρμόζονται ομοιόμορφα στην κορυφή της δεξαμενής. Κάθε στάδιο της κατακόρυφης ροής αποτελείται από πολλά κελιά τα υγρά απόβλητα εφαρμόζονται περιοδικά με τη σειρά. Στα συγκεκριμένα συστήματα υγροτόπων κατακόρυφης ροής στην Ευρώπη, εφαρμόζονται είτε πρωτοβάθμιες εκροές (τυπικά από σηπτική δεξαμενή), είτε σε ορισμένες περιπτώσεις ακατέργαστα λύματα.

Στην περίπτωση που μελετάται τα λύματα (light greywater) μπαίνουν κατευθείαν. Γενικά τα δεδομένα που υπάρχουν για τους τεχνητούς υγροτόπους κατακόρυφης ροής, είναι ανεπαρκή ώστε να επιτρέψουν την ανάπτυξη ενός ορθολογιστικού μοντέλου σχεδιασμού (Reed et al., 1995).

Οι ακόλουθες εξισώσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν με πολύ προσοχή για τον λόγο ότι δεν υπάρχουν πολλά διαθέσιμα δεδομένα για την απόδοση παρόμοιων υγροτόπων.(Burka and Lawrence, 1990; Reed et al., 1995).

Τα τυπικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένας υγρότοπος κατακόρυφης ροής για επαναχρησιμοποίηση της εκροής του για άρδευση παρουσιάζονται στον πίνακες 3.5 και 3.6.

Πίνακας 3.5:Τυπικά κριτήρια σχεδιασμού και ποιοτικά χαρακτηριστικά εκροής σε συστήματα τεχνητών υγροτόπων.

Παράμετροι Σχεδιασμού	Μονάδες	Τιμές
Χρόνος παραμονής	d	(3-5) BOD ₅ (6-10) N
Ρυθμός φορτίου BOD ₅	Kg/στρ d	<12
Τυπικό βάθος	m	0,1-1
Ρυθμός υδραυλικού φορτίου	m	0,4-0,5
Έλεγχος κουνουπιών		Δεν απαιτείται
Διάστημα συγκομιδής	yr	(3-5)
Προσδοκώμενη ποιότητα εκροής		

BOD ₅	mg/l	<20
TSS	mg/l	<25
TN	mg/l	<10
TP	mg/l	<10

Πηγή : Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, (2002)

Πίνακας 3.6: Ποιότητας εκροής σε τεχνητό υγρότοπο για άρδευση.

Παράμετρος	Μονάδες	Ποιότητα εκροής
BOD ₅	mg/l	≤ 20
COD	mg/l	<80
TSS	mg/l	<25
pH		6.5-7.5
TN	mg/l	<20
TP	mg/l	<25
Total Coliforms (TC)	απ./100ml	0-100
FC	απ./100ml	0-10

Πηγή: ΟΑΝΑΚ (2003)

Με βάση τους πίνακες 3,1, 3.5 και 3.6 και τους γενικούς τύπους σχεδιασμού των υγροτόπων που παρουσιάζονται παρακάτω υπολογίστηκαν οι διαστάσεις του υγρότοπου κατακόρυφης ροής.

Ο Γενικός τύπος (εξίσωση 1) που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των ρυπαντών είναι:

$$C_e/C_o = e^{-KT*t} \quad (\text{εξίσωση 1})$$

όπου

C_e = συγκέντρωση εκροής του ρύπου, mg/l

C_0 = συγκέντρωση εισροής του ρύπου, mg/l

KT = σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία, d^{-1}

t = υδραυλικός χρόνος παραμονής, d

Σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από την θερμοκρασία: Η σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από την θερμοκρασία, δίνεται από τον τύπο (εξίσωση 2), (Crites and Tchobanoglous, 1998).

$$K_2 / K_1 = \Theta^{(T_2 - T_1)}$$

Όπου: K_2 : σταθερά για την θερμοκρασία K_2 , d^{-1} .

K_1 : σταθερά για την θερμοκρασία K_1 , d^{-1}

θ : σταθερά που εξαρτάται από το είδος του ρυπαντή και την σχετική διαφορά θερμοκρασίας

T : θερμοκρασία σε βαθμούς, °C

Συνήθως λαμβάνουμε ως δεδομένη την θερμοκρασία στους 20 °C, επομένως η εξίσωση (2) γίνεται:

$$KT = K_{20} \times (\theta)^{(T-20)} \text{ εξίσωση (2)}$$

όπου: K_{20} : σταθερά για τη θερμοκρασία 20°C, d^{-1}

KT = σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από θερμοκρασία T, d^{-1}

θ = σταθερά που εξαρτάται από το είδος του ρυπαντή και τη σχετική διαφορά θερμοκρασίας

T : θερμοκρασία σε βαθμούς, °C

Υδραυλικός χρόνος παραμονής: Υδραυλικός χρόνος παραμονής σε έναν τεχνητό υγρότοπο κατακόρυφης ροής θεωρείται ο χρόνος ροής, και εξαρτάται από την παροχή και την διατομή της ροής και υπολογίζεται από την εξίσωση (3): $t = A \cdot d / Q$

όπου: A : είναι το ποσοστό του εμβαδού της διατομής, της ροής που ορίζεται από τη διατομή διέλευσης των υγρών τότε το ποσοστό αυτό μπορεί να εκφραστεί από το πορώδες του μέσου ροής.

Έτσι η εξίσωση (3) για τον υδραυλικό χρόνο παραμονής παίρνει την μορφή: $t = \frac{L \cdot W \cdot y \cdot n}{Q}$ (εξισ.4)

(Βαρκάς 2008)

Q

όπου: t : υδραυλικός χρόνος παραμονής, d

L : μήκος λεκάνης, παράλληλα στη ροή, m

W : πλάτος της λεκάνης, m

y : το πραγματικό ύψος της λεκάνης που είναι διαθέσιμο για την ροή του νερού, m

n: το πορώδες, ή το διάστημα που είναι διαθέσιμο για το νερό να ρέει διαμέσου του υγροτόπου κατακόρυφης ροής. Το πορώδες είναι ποσοστό επί τοις εκατό και εκφράζεται ως δεκαδικός αριθμός.

Μέση παροχή: Η μέση ροή Q (m³/d) διαμέσου του υγροβιότοπου υπολογίζεται με χρήση της εξίσωσης 5

$$Q = \frac{Q_{in} + Q_{out}}{2} \text{ εξίσωση 5}$$

όπου: Q: μέση παροχή του υγροτόπου κατακόρυφης ροής (m³/d)

Q_{in}: παροχή εισροής υγροτόπου κατακόρυφης ροής (m³/d)

Q_{out}: παροχή εκροής υγροτόπου κατακόρυφης ροής (m³/d)

Είναι απαραίτητο να προσδιορίσουμε τη μέση ροή με την παραπάνω εξίσωση ώστε να αντισταθμιστούν οι απώλειες νερού ή προσθήκες λόγω υγρασίας ή η καθίζηση όσο το νερό ρέει στον υγροβιότοπο. Ο συντηρητικός σχεδιασμός δεν υπολογίζει την υγρασία και υιοθετεί ήδη μετρημένα στοιχεία για τις απώλειες εξατμισοδιαπνοής και προσθήκες βροχοπτώσεων από αρχεία για την περιοχή κάθε μήνα μελέτης. Αυτό απαιτεί μια προκαταρκτική υπόθεση στην εκτίμηση της έκτασης επιφάνειας του υγροβιότοπου, οπότε ο όγκος του νερού που χάνεται ή προστίθεται

μπορεί να υπολογισθεί. Είναι λογικό πολλές φορές για προκαταρκτικό υπολογισμό

σχεδιασμού να θεωρούμε ότι Q_{in} είναι ίσο με Q_{out}. (Βαρκάς 2008)

Υπολογισμός συνολικής επιφάνειας λεκανών:

Η συνολική επιφάνεια των λεκανών υπολογίζεται αν συνδυαστούν οι εξισώσεις (1),(2) και (4).

$$As = LW = \frac{Q \cdot \ln(C_o/C_e)}{K_T \cdot y \cdot n} \text{ εξίσωση 6}$$

$$K_T \cdot y \cdot n$$

όπου: As: η συνολική επιφάνεια των λεκανών, m

C_o: συγκέντρωση εισροής του ρυπαντή, mg/l

C_e: συγκέντρωση εκροής του ρυπαντή, mg/l

K_T: σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από θερμοκρασία T, d⁻¹

y: βάθος νερού της λεκάνης, m

n: πορώδες, ή το διάστημα που είναι διαθέσιμο για το νερό να ρέει διαμέσου του

υγροτόπου. Το πορώδες είναι ποσοστό επί τοις εκατό και εκφράζεται ως δεκαδικός αριθμός. (πίνακας 3.7) Για του τεχνητούς υγρότοπος κατακόρυφης ροής το n: 0,26 < n < 0,43 (Καλλέργης, 1999).

Πίνακας 3.7: Τιμές πορώδους

Προσχώσεις	Πορώδες (%)
Μικρά χαλίκια	24-36
Μεγάλα χαλίκια	25-38
Χρονδρόκοκκη άμμος	31-48
Λεπτόκοκκη άμμος	26-53
Σύνολο	26-43

Πηγή: (Καλλέργης, 1999)

Υδραυλικοί τύποι σχεδιασμού

Για τον υπολογισμό των διαστάσεων του τεχνητού υγροτόπου κατακόρυφης ροής χρησιμοποιούνται οι παρακάτω εξισώσεις. (Reed et al .,1995)

$$u = \frac{Q}{Wd} \quad W = As \quad S = \frac{md}{L} \quad \text{και} \quad L = \left(\frac{Asd^{2,667} m^{0,586400}}{(\alpha Q)^{0,667}} \right)^{0,667}$$

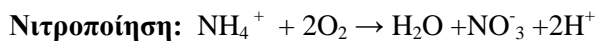
Το L είναι το μέγιστο μήκος της λεκάνης που προκύπτει από την εξίσωση του Manning υποθέτοντας τιμές των σταθερών α: συντελεστής αντίστασης=1,66 sm^{1/6} m:αύξησης βάθους που εξυπηρετεί ως διαφορετικό φορτίο=0,03.

Οι υπολογισμοί των εξισώσεων που αφορούν τον σχεδιασμό του υγροτόπου κατακόρυφης ροής και παρουσιάστηκαν παραπάνω παρουσιάζονται στο **Παράρτημα 1**.

Τέλος με βάση της βιβλιογραφικές συγκεντρώσεις του BOD₅ και COD στο ελαφρύ γκρίζο νερό (πίνακας 3.1) υπολογίστηκε η απομάκρυνση τους. Στο **Παράρτημα 2** παρουσιάζεται η απομάκρυνση του BOD₅ και COD από τον τεχνητό υγρότοπο.

3.3.2 Απομάκρυνση Αζώτου

Γενικά ο τρόπος υπολογισμού της απομάκρυνσης του Αζώτου από ένα σύστημα τεχνητού υγροτόπου έχει αρκετές ομοιότητες με το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε παραπάνω για τον υπολογισμό της απομάκρυνσης του BOD και του COD. Η διαφορά έγκειται ότι στην απομάκρυνση του Αζώτου εξετάζεται ξεχωριστά η νιτροποίηση και η απονιτροποίηση (Βάρκας 2008).



Η Εξίσωση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της απομάκρυνσης του TKN είναι

$$C_e = C_0 e^{-K_T t} \quad (\text{εξίσωση 7})$$

όπου C_0 : συγκέντρωση εισροής του ρυπαντή, mg/l

K_T : σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από θερμοκρασία T, d^{-1}

α) για θερμοκρασία $t=0^\circ\text{C}$ θεωρείται ότι οι ρυθμοί της νιτροποίησης είναι μηδενικοί, $K_T=0^\circ\text{C}$

β) για θερμοκρασίες $1-10^\circ\text{C}$ η σταθερά κινητικής, που εξαρτάται από τη θερμοκρασία, υπολογίζεται από την εξίσωση 8: $K_T = 0,1367(1,15)^{(T-10)}$

γ) για θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 10°C η σταθερά κινητικής, που εξαρτάται από τη θερμοκρασία, υπολογίζεται με την εξίσωση 9: $K_T = 0,2187(1,048)^{(T-20)}$

t : υδραυλικός χρόνος παραμονής, d



Η εκτίμηση για την απώλεια Αζώτου κατά την διαδικασία της απονιτροποίησης μπορούν να εκφραστεί με την εξίσωση

$$C_e = C_0 e^{-K_T t} \quad (\text{εξίσωση 10})$$

όπου C_0 : συγκέντρωση εισροής του ρυπαντή, mg/l

K_T : σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από θερμοκρασία T, d^{-1}

α) για θερμοκρασία έως και 0°C θεωρείται ότι ο ρυθμοί της απονιτροποίησης είναι μηδενικός, δηλαδή $K_T = 0 d^{-1}$.

β) για θερμοκρασίες μεγαλύτερες του 1°C η σταθερά κινητικής που εξαρτάται από τη θερμοκρασία υπολογίζεται από την εξίσωση 11: $K_T = 1,00 (1,15)^{(T-20)}$.

Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι στην περίπτωση που η εισροή στον τεχνητό υγρότοπο είναι greywater (όπως στην παρούσα διπλωματική) τότε δεν χρειάζεται να μελετηθεί το στάδιο της απονιτροποίησης (Κακιώνης 2012).

Οι υπολογισμοί των εξισώσεων έγιναν και στην νιτροποίηση με βάση της βιβλιογραφικές τιμές που παρουσιάστηκαν στον πίνακα 3.1 και αφορούν την νιτροποίηση του υπό μελέτη τεχνητού υγροτόπου κατακόρυφης ροής παρουσιάζονται στο **Παράστημα 3**.

3.3.3 Μοντέλα Απομάκρυνσης Ρυπαντών

Έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα εκτίμησης απομάκρυνσης ρυπαντών τα οποία βασίζονται στον υδραυλικό ρυθμό φόρτισης. Τα μοντέλα απομάκρυνσης ρυπαντών που παρουσιάζονται παρακάτω είναι αρκετά απλά, δεν χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό του τεχνητών υγροτόπων, άλλα είναι χρήσιμα γιατί δίνουν προσεγγιστικές τιμές. Επειδή όμως στα συγκεκριμένα μοντέλα δεν λαμβάνονται υπόψη σημαντικές παράμετροι όπως η θερμοκρασία μπορεί οι αποκλίσεις από τις πραγματικές τιμές να είναι μεγάλες (Burka and Lawrence., 1990).

Υδραυλικός ρυθμός φόρτισης: Ο υδραυλικός ρυθμός φόρτισης (Hydraulic Loading Rate HRL) υπολογίζεται από την εξίσωση 12

$$HRL = \frac{Q}{A_s} \quad \text{εξίσωση 12}$$

A_s

όπου: Q: μέση παροχή στην λεκάνη, m³/d

A_s : συνολική επιφάνεια της λεκάνης, m²

HRL: Υδραυλικός ρυθμός φόρτισης, cm/d

Μοντέλο Απομάκρυνση TSS

Η συγκέντρωση TSS στην έξοδο του τεχνητού υγροτόπου υπολογίζεται με την εξίσωση 13

$$C_e = C_o * (0,1139 + 0,00213HRL) \quad \text{εξίσωση 13}$$

όπου: C_e : συγκέντρωση TSS στην εκροή, mg/l

C_o : συγκέντρωση TSS στην εισροή, mg/l

HRL: υδραυλικός ρυθμός φόρτισης cm/d

Μοντέλο Απομάκρυνσης Ολικού Φωσφόρου (TP)

Η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στην έξοδο του τεχνητού υγροτόπου υπολογίζεται με την εξίσωση 14

$$C_e = C_o * e^{(-K_p/HRL)} \quad \text{εξίσωση 14}$$

όπου: C_e : συγκέντρωση TSS στην εκροή, mg/l

C_o : συγκέντρωση TSS στην εισροή, mg/l

HRL: υδραυλικός ρυθμός φόρτισης cm/d

Kp : 2,73 cm/d

Οι παραπάνω εξισώσεις χρησιμοποιήθηκαν όχι για τον σχεδιασμό του υγροτόπου αλλά για να μπορέσει να γίνει μια εκτίμηση της απομάκρυνσης του Ολικού Φωσφόρου (TP) και των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) από την λειτουργία του υγροτόπου. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν ως εισροή στον υγρότοπο είναι οι συγκεντρώσεις του TP και του TSS που παρουσιάστηκαν στον πίνακα 3.1. Τα αποτελέσματα των παραπάνω εξισώσεων που αφορούν την απομάκρυνση TSS και TP από τον υπό μελέτη υγρότοπο κατακόρυφης ροής παρουσιάζονται στο **Παράρτημα 4**.

3.3.4 Μοντέλο Μείωσης Παθογόνων Μικροοργανισμών

Η μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών σε μια σειρά δεξαμενές μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά από την εξίσωση 15

$$Ne = Ni / [(1+kt_{an})(1+kt_f)(1+kt_m)^n] \text{ εξίσωση 15}$$

όπου: Ne: συγκέντρωση παθογόνου μικροοργανισμού στην εκροή, σε FC/100

Ni: συγκέντρωση παθογόνου μικροοργανισμού στην εκροή, σε FC/100

t: χρόνος παραμονής του λύματος στην δεξαμενή, d

n: αριθμός δεξαμενών ωρίμανσης

k: σταθερά σταθερά απομάκρυνσης μικροοργανισμών, FC σε d⁻¹, που εξαρτάται από την θερμοκρασία T και δίνεται από την εξίσωση 16

$$k = 2,16 * (1,19)^{(T-20)} \text{ εξίσωση 16}$$

Στην εξίσωση 15 η συγκέντρωση των παθογόνων μικροοργανισμών στην είσοδο, Ni, είτε μετράται πειραματικά είτε λαμβάνεται ίση με 1×10^8 FC/100 ml.

Με την χρήση των παραπάνω εξισώσεων έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης μείωσης των παθογόνων μικροοργανισμών από τον υγρότοπο. Ως εισροή χρησιμοποιήθηκαν οι βιβλιογραφικές τιμές που παρουσιάστηκαν στον πίνακα 3.3. Τα αποτελέσματα των παραπάνω εξισώσεων που αφορούν την μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών από τον υπό μελέτη υγρότοπο κατακόρυφης ροής παρουσιάζονται στο **Παράρτημα 5**.

3.3.5 Διεθνής και Ελληνική νομοθεσία για επαναχρησιμοποίηση greywaters

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η αντίθετη διαδικασία από αυτή που παρουσιάστηκε παραπάνω. Δηλαδή με βάση τις τιμές που ορίζει η Διεθνής και η Ελληνική νομοθεσία για την ποιότητα εκροής υπολογίστηκε η συγκέντρωση της εισροής για κάθε ένα διαφορετικό τύπο ρύπου. Τέλος έγινε σύγκριση με

τις βιβλιογραφικές συγκεντρώσεις στα greywaters (πίνακας 3.1)

Το γκρίζο νερό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε πολλές χρήσεις/ δραστηριότητες

- (α) άρδευση κήπων,
- (β) παραγωγή τσιμέντου,
- (γ) ανάπτυξη υγροβιότοπων,
- (δ) εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων,
- (ε) πλύσιμο ρούχων,
- (στ) καθαρισμό τουαλέτας,
- (ζ) πλύσιμο αυτοκινήτων, παραθύρων, οδών,
- (η) κατάσβεση πυρκαγιών.

Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών ορίζει όρια και προτείνει μεθόδους επεξεργασίας για διάφορες εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων (Πίνακας 3.8). Οι κύριες χρήσεις που προτείνονται είναι: αστική, γεωργική, περιβαλλοντική, αναψυχής, βιομηχανική και η τροφοδοσία υπόγειων υδροφορέων (EPA, 2012).

Πίνακας 3.8: Όρια επαναχρησιμοποίησης σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών.

Μέθοδος Επεξεργασίας	Όρια επαναχρησιμοποίησης*
Δευτεροβάθμια, απολύμανση	pH 6-9 BOD ₅ ≤30 mg/L TSS ≤30 mg/L Περιττωματικά κολοβακτηρίδια: ≤200/100 mL Υπολειμματικό Cl ₂ : 1 mg/L

* Περιορισμένη αστική χρήση, βιομηχανική χρήση, γεωργική χρήση (μη βρώσιμες καλλιέργειες, καλλιέργειες που τα προϊόντα τους επεξεργάζονται), περιορισμένη χρήση αναψυχής, περιβαλλοντική χρήση, Πηγή: EPA, (2012)

Στην Ελλάδα το θεσμικό πλαίσιο που υπάρχει για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων δημοσιεύτηκε στις 8/3/2011 στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως (ΚΥΑ 145116/02-02-2011) η απόφαση που αναφέρεται στον καθορισμό μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων. Συνεπώς, τα όρια που ορίζονται στην ΚΥΑ αφορούν και στην επαναχρησιμοποίηση του γκρίζου νερού.

Η ΚΥΑ αναφέρεται στις χρήσεις/δραστηριότητες που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθούν τα λύματα. Αυτές είναι (α) γεωργική χρήση (άρδευση), (β) την τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων, (γ) αστική και περιαστική χρήση και (δ) βιομηχανική χρήση.

(α) Όσο αφορά την περίπτωση της επαναχρησιμοποίηση στη γεωργία, διακρίνονται δύο περιπτώσεις –της περιορισμένης και της απεριόριστης άρδευσης– για τις οποίες ορίζονται διαφορετικά όρια επαναχρησιμοποίησης (Πίνακες 3.9 και 3.10). Η περιορισμένη άρδευση αφορά προϊόντα που καταναλώνονται μετά από θερμική ή άλλη επεξεργασία ή δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση ή δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος. Αντίθετα, στην περίπτωση της απεριόριστης άρδευσης, δεν υπάρχει περιορισμός ούτε στην πρόσβαση ούτε στη μέθοδο άρδευσης. Η άρδευση χωρίς περιορισμούς αφορά σε λαχανικά, αμπέλια, καλλιέργειες που τα προϊόντα τους καταναλώνονται ωμά, ανθοκομικά.

(β) Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων με σκοπό τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων αποσκοπεί κυρίως στη δημιουργία υδραυλικού φράγματος που θα παρεμποδίζει τη διείσδυση και ανάμιξη του θαλάσσιου νερού με το γλυκό νερό παράκτιων υδροφορέων, στην αποθήκευση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για μελλοντική χρήση ή για εξισορρόπηση των διακυμάνσεων της ζήτησης όπως για άρδευση που είναι συνήθως εποχιακή, στην ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, στον έλεγχο πιθανών καθιζήσεων του εδάφους. Τα όρια επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για εμπλουτισμό υδροφορέων παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.9

Πίνακας 3.9: Όρια επαναχρησιμοποίησης για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων που δεν χρησιμοποιούνται για πόση

Παράμετρος	Ποιότητα εκροής
E. Coli (EC/ 100 mL)	≤200 διάμεση τιμή
BOD ₅ (mg/L)	Σύμφωνα με τις επιταγές της Κ.Υ.Α. Οικ. 5673/400/5.3.1997 (≤25 για το 80% των δειγμάτων)
TSS (mg/L)	Σύμφωνα με τις επιταγές της Κ.Υ.Α. Οικ. 5673/400/5.3.1997 (≤35 για το 80% των δειγμάτων)
Κατ' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, απολύμανση

πηγή: (Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011)

Πίνακας 3.10: Όρια επαναχρησιμοποίησης για απεριόριστη άρδευση και βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης.

Παράμετρος	Ποιότητα εκροής
E. Coli (EC/ 100 mL)	≤5 για το 80% των δειγμάτων ≤50 για το 95% των δειγμάτων
BOD ₅ (mg/L)	≤10 για το 80% των δειγμάτων
TSS (mg/L)	≤10 για το 80% των δειγμάτων
Κατ' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, τριτοβάθμια επεξεργασία και απολύμανση

πηγή: (Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011)

(γ) Η επαναχρησιμοποίηση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα για αστικές και περιαστικές δραστηριότητες αναφέρεται κυρίως στο αστικό και περιαστικό πράσινο, τις δασικές εκτάσεις, την αναψυχή, την αποκατάσταση φυσικού περιβάλλοντος, την πυρόσβεση, τον καθαρισμό οδών, εκτός των χρήσεων για πόση, την κολύμβηση και τις οικιακές δραστηριότητες. Οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν κυρίως το πότισμα συγκεντρωμένων εκτάσεων πρασίνου, όπως δάση, άλση, νεκροταφεία, πρανή και νησίδες αυτοκινητοδρόμων, γήπεδα γκολφ, δημόσια πάρκα, αυλές οικιών, ελεύθερος χώρος ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων και εγκαταστάσεων αναψυχής, νερό για την κατάσβεση πυρκαγιών, για τη συμπίκνωση εδαφών, για τον καθαρισμό οδών και πεζοδρομίων, για διακοσμητικά σιντριβάνια, για τη δημιουργία τεχνητών ή τη διατήρηση φυσικών λιμνών ή υγροβιότοπων, για την ενίσχυση της παροχής επιφανειακών ρευμάτων.

Τα όρια επαναχρησιμοποίησης για αστικές και περιαστικές χρήσεις στην Ελλάδα αναγράφονται στον Πίνακα 3.11. Η ελάχιστη απαιτούμενη επεξεργασία είναι δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, ακολουθούμενη από προχωρημένη επεξεργασία και απολύμανση.

Πίνακας 3.11: Όρια επαναχρησιμοποίησης για αστικές και περιαστικές χρήσεις στην Ελλάδα.

Παράμετρος	Ποιότητα εκροής
E. Coli (EC/ 100 mL)	≤2 για το 80% των δειγμάτων ≤20 για το 95% των δειγμάτων
BOD ₅ (mg/L)	≤10 για το 80% των δειγμάτων
TSS (mg/L)	≤2 για το 80% των δειγμάτων
Κατ' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, προχωρημένη επεξεργασία και απολύμανση

πηγή:(Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011)

(δ) Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων στη βιομηχανία περιλαμβάνει εφαρμογές όπως χρήση νερών ψύξης, αναπλήρωση νερών λεβήτων και αξιοποίηση για τις διάφορες βιομηχανικές διεργασίες. Τα όρια επαναχρησιμοποίησης για βιομηχανική χρήση αναφέρονται στον Πίνακα 3.10, εκτός της περίπτωσης του νερού ψύξης μιας χρήσης, καθώς τα όρια για αυτή την περίπτωση επαναχρησιμοποίησης αναφέρονται στον Πίνακα 3.9.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στα επεξεργασμένα λύματα σύμφωνα με την ΚΥΑ επαναχρησιμοποίησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.12. Η συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων για τις συγκεκριμένες παραμέτρους καθορίζεται σε σχέση με τον ισοδύναμο πληθυσμό της εγκατάστασης επεξεργασίας. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι σε εγκαταστάσεις με ισοδύναμο πληθυσμό μικρότερο των 2 000 κατοίκων και οικιακά ιδιωτικά συστήματα επεξεργασίας, δεν απαιτείται έλεγχος των παραμέτρων αυτών.

Πίνακας 3.12: Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων σε ανακτημένα λύματα

Cd (mg/L)	0,01
Pb (mg/L)	0,1
Cr (mg/L)	0,1
Ni (mg/L)	0,2
Hg (mg/L)	0
Zn (mg/L)	2
Cu (mg/L)	0,2

πηγή:(Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011)

Πίνακας 3.13: Ποιότητα εκροής σε παρόμοια εγκατάσταση στην Ε.Ε.Λ. Χερσονήσου

Παράμετρος	Τιμές
BOD ₅	<20 mg/l
COD	<80 mg/l
TSS	<25 mg/l
TN	<10 mg/l
PH	(6-8)
Ολικά κολοβακτηρίδια	<500/100 ml

Πηγή: Γάκη Ε., et al 2004

τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών παρουσιάζονται στο παράρτημα 6.

3.4 Μεθοδολογία εξοικονόμησης καυσίμου από εγκατάσταση λέβητα πολλαπλής καύσης

Για να υπολογιστεί η εξοικονόμηση καυσίμου (pellet) αρχικά υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση pellet (Αμούργη Μ.,2012).

Ετήσια κατανάλωση pellet: $\frac{\text{Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση}(\text{kwh}/\text{m}^2) \cdot \text{εμβαδόν χώρων της επιχείρησης}(\text{m}^2)}{\text{θερμογόνο δύναμη pellet}(\text{kwh}/\text{kg})}$ (εξίσωση 16)

Με βάση την ετήσια κατανάλωση pellet και την τιμή του pellet στην αγορά υπολογίστηκε η συνολική δαπάνη της επιχείρησης για καύσιμο.

Συνολική δαπάνη για καύσιμο= τιμή pellet* ετήσια κατανάλωση (εξίσωση 17)

Ο λέβητας που επιλέχθηκε να εγκατασταθεί στην επιχείρηση είναι λέβητας πολλαπλής καύσης. Αυτό σημαίνει ότι εκτός από pellet μπορεί να χρησιμοποιηθούν για καύσιμο και μερικές από τις στερεές εκροές της επιχείρησης. Όπως είναι το ξύλο από της παλέτας που δεν επιστρέφονται και τα χαρτόνια.

Υπολογισμός ενέργειας από καύση ξύλου για θέρμανση (kwh): $\text{Θερμογόνος δύναμη ξύλου}(\text{kwh}/\text{kg}) \cdot \text{ποσότητα ξύλου}(\text{kg})$ (εξίσωση 18)

Υπολογισμός ενέργειας από καύση χαρτονιού για θέρμανση(kwh): $\text{Θερμογόνος δύναμη ξύλου}(\text{kwh}/\text{kg}) \cdot \text{ποσότητα ξύλου}(\text{kg})$ (εξίσωση 19)

Στην συνέχεια η Υπολογίζεται η συνολική ενέργεια από την καύση των εκροών προσθέτοντας τις 2 παραπάνω τιμές.

Επομένως η ποσότητα pellet πρέπει να ξανά υπολογιστεί γιατί μέρος της θέρμανσης καλύπτουν οι στερεές εκροές.

Νέα Ετήσια κατανάλωση pellet:

$\frac{(\text{Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση}(\text{kwh}/\text{m}^2) \cdot \text{εμβαδόν χώρων της επιχείρησης}(\text{m}^2)) - \text{συνολική ενέργεια από καύση εκροών}}{\text{θερμογόνο δύναμη pellet}(\text{kwh}/\text{kg})}$ (εξίσωση 20)

Νέα Συνολική δαπάνη για καύσιμο= τιμή pellet* ετήσια κατανάλωση (εξίσωση 21)

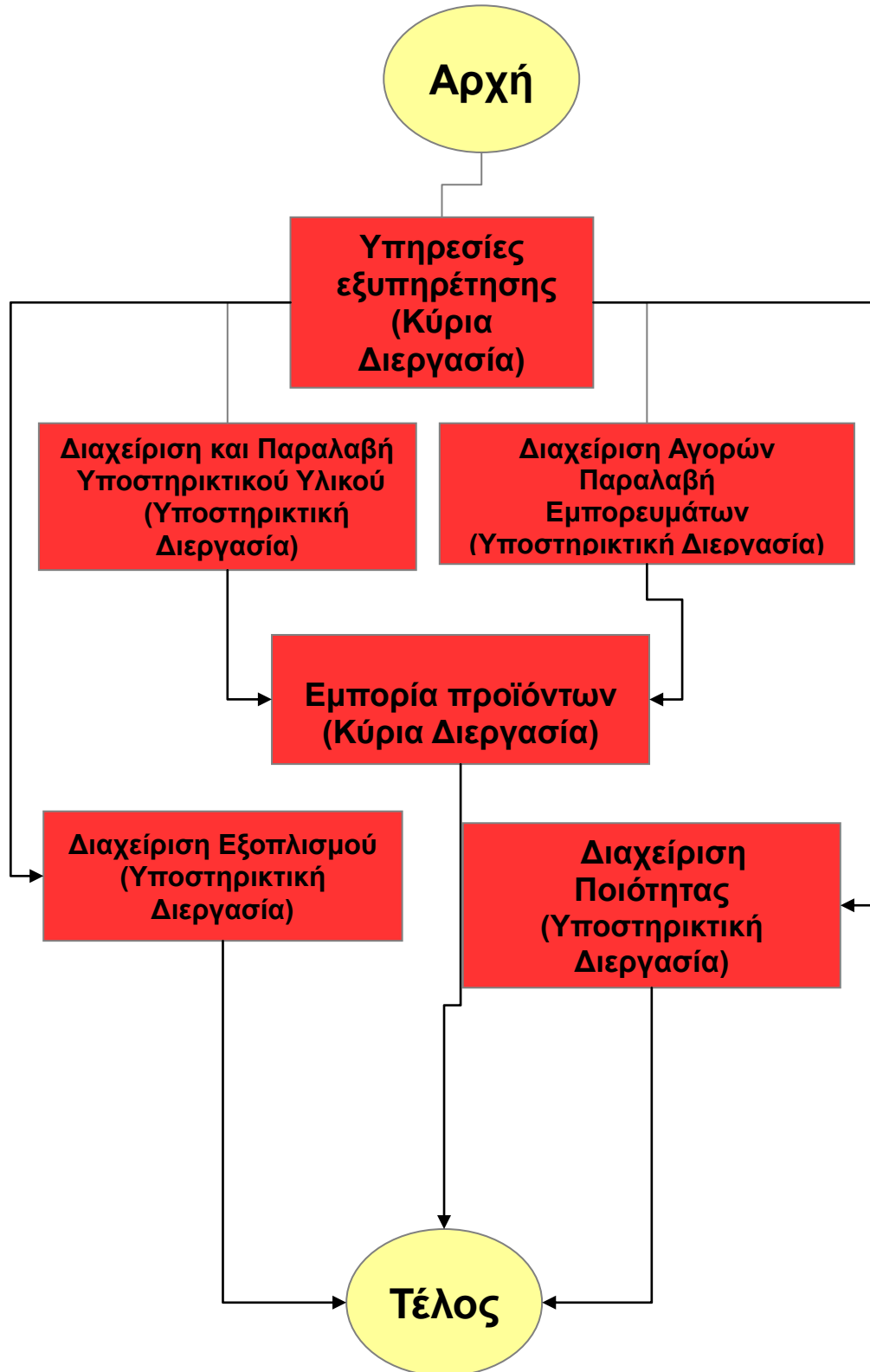
επομένως η εξοικονόμηση καυσίμου από την καύση των στερεών εκροών της επιχείρησης είναι

Εξοικονόμηση καυσίμου: Συνολική δαπάνη καυσίμου -Νέα δαπάνη καυσίμου. (εξίσωση 22)

4.ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1.Συνοπτική περιγραφή λειτουργίας της επιχείρησης.

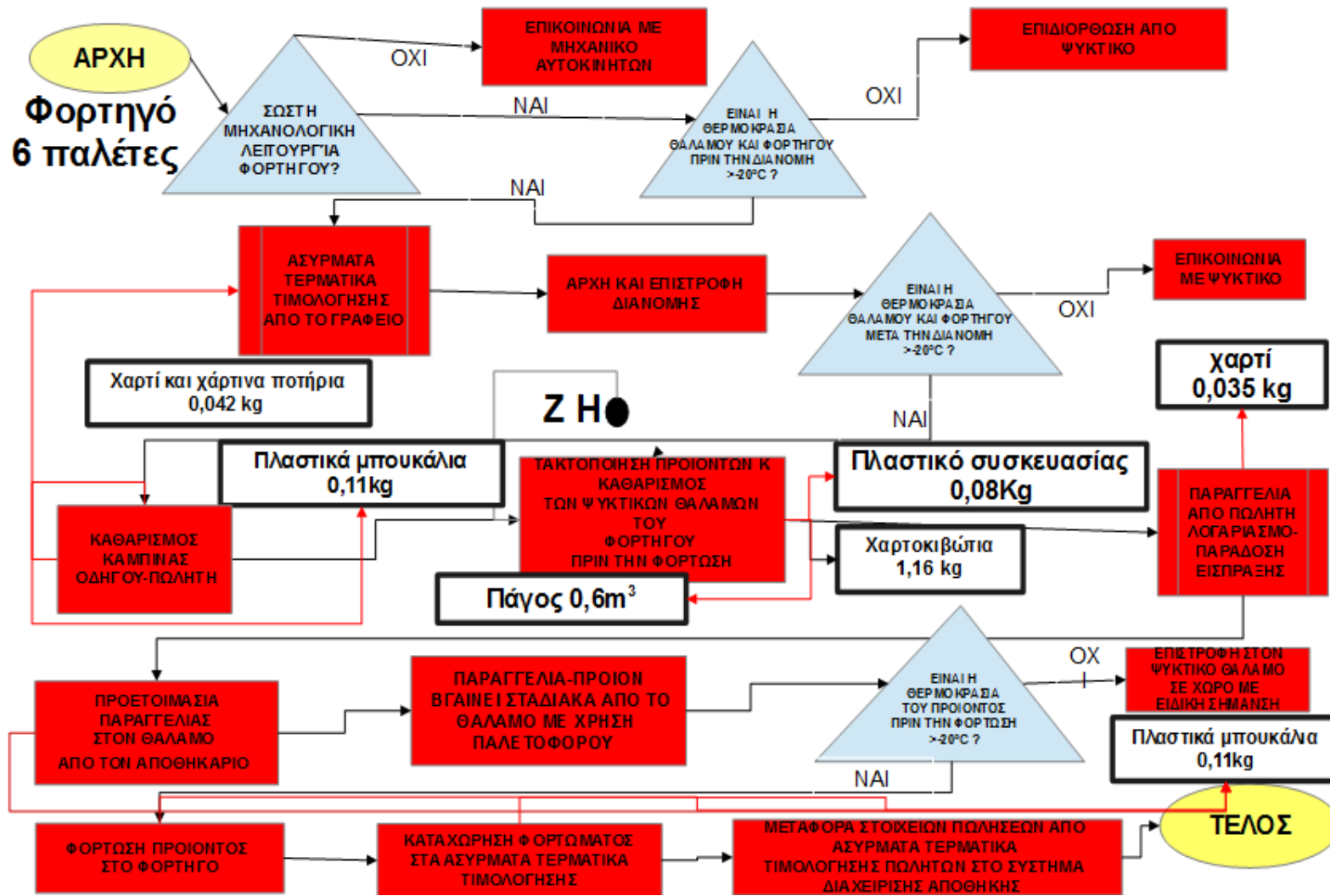
Στο διάγραμμα ροής 4.1 παρουσιάζεται συνοπτικά η λειτουργία της επιχείρησης κατηγοριοποιώντας τις διεργασίες της σε κύριες και υποστηρικτικές.



Διάγραμμα ροής 4.1: Συνοπτική περιγραφή λειτουργίας επιχείρησης.

Όλες οι διαφορετικές διεργασίες (κύριες και υποστηρικτικές) που παρουσιάστηκαν στο διάγραμμα ροής 4.1 έχουν υπό- διεργασίες. Για κάθε μια διαφορετική διεργασία της επιχείρησης (κύρια και υποστηρικτική) παρουσιάζονται διαγράμματα ροής τα οποία συμβάλουν στο να κατανοηθεί με ακρίβεια η λειτουργία της επιχείρησης καθώς και να παρουσιαστούν οι εκροές απορριμμάτων και υγρών αποβλήτων από την λειτουργία της στο σύστημα.

4.1.1 Περιγραφή Κύριας διεργασίας εμπορίας προϊόντων



Διάγραμμα ροής 4.2: Κύρια διεργασία εμπορία προϊόντων (προετοιμασία φορτηγού για διανομή)

Στο διάγραμμα ροής 4.2 απεικονίζεται η κύρια διεργασία της επιχείρησης “εμπορία προϊόντων”. Ουσιαστικά στο διάγραμμα ροής 4.2 παρουσιάζονται οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα στα όρια της επιχείρησης ώστε να πουληθεί το προϊόν στους πελάτες. Επίσης παρουσιάζονται και οι εκροές στερεών και υγρών από αυτές τις λειτουργίες της επιχείρησης στο σύστημα. Μονάδα αναφοράς σε αυτό το διάγραμμα ροής είναι ένα φορτηγό χωρητικότητας 6 παλετών. Τέλος το διάγραμμα ροής 4.2 αναφέρεται σε 1 μέρα και 1 φορτηγό.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα ροής 4.2 οι διεργασίες που παρουσιάζουν εκροές είναι οι εξής: α) καθαρισμός καμπίνας οδηγού μετά τέλος της διανομής, β)τακτοποίηση και καθαρισμός των ψυκτικών θαλάμων του φορτηγού πριν την φόρτωση, γ)παραγγελία από πωλητή- λογαριασμός και παράδοση είσπραξης ημέρας, δ)προετοιμασία παραγγελίας στο θάλαμο από αποθηκάριο, ε)καταχώρηση φορτώματος στα ασύρματα τερματικά τιμολόγησης και μεταφορά στοιχείων από ασύρματα τερματικά τιμολόγησης στο σύστημα διαχείρισης αποθήκης.

Διεργασία καθαρισμός καμπίνας οδηγού.

Πίνακας 4.1: Εκροές απορριμμάτων στο σύστημα από την διεργασία καθαρισμός καμπίνας οδηγού.

Υλικό	Βάρος (kg)	Ποσότητα	Συνολικά Βάρος (kg)
Πλαστικά μπουκάλια	0,022	5	0,11
Χάρτινα καφέ χαρτί	-	-	0,042

Οι ποσότητες και τα βάρη στα πλαστικά μπουκάλια και στα χάρτινα καφέ- χαρτί υπολογίστηκαν από καταγραφή που έγινε για εβδομάδα (25-31/7/2016). Στην συνέχεια υπολογίστηκε τι αντιστοιχεί σε ένα αυτοκίνητο για μια ημέρα.

Διεργασία τακτοποίηση και καθαρισμός ψυκτικών θαλάμων πριν από την φόρτωση.

Σε αυτή την διεργασία οι εκροές απορριμμάτων στο σύστημα είναι πλαστικά συσκευασίας και χαρτοκιβώτια. Αυτό συμβαίνει γιατί τα οικογενειακά παγωτά συσκευάζονται είτε σε 4αδες είτε σε 6αδες αλλά δεν πωλούνται υποχρεωτικά έτσι, πωλούνται και σε μονάδες. Έτσι μένουν μέσα στους ψυκτικούς θαλάμους του φορτηγού τα πλαστικά συσκευασίας και χαρτοκιβώτια τα οποία καθαρίζονται μετά το τέλος της διανομής.

Πίνακας 4.2: Εκροές απορριμμάτων στο σύστημα από την διεργασία τακτοποίηση και καθαρισμός ψυκτικών θαλάμων πριν από την φόρτωση.

Υλικό	Βάρος (kg)	Ποσότητα	Συνολικά Βάρος (kg)
Πλαστικά συσκευασίας	0,016	5	0,08
Χαρτοκιβώτια	0,29	4	1,16

Οι ποσότητες και τα βάρη των πλαστικών συσκευασίας και των χαρτοκιβωτίων υπολογίστηκαν από καταγραφή που έγινε για εβδομάδα(25-31/7/2016). Στην συνέχεια υπολογίστηκε τι αντιστοιχεί σε ένα αυτοκίνητο σε μια μέρα.

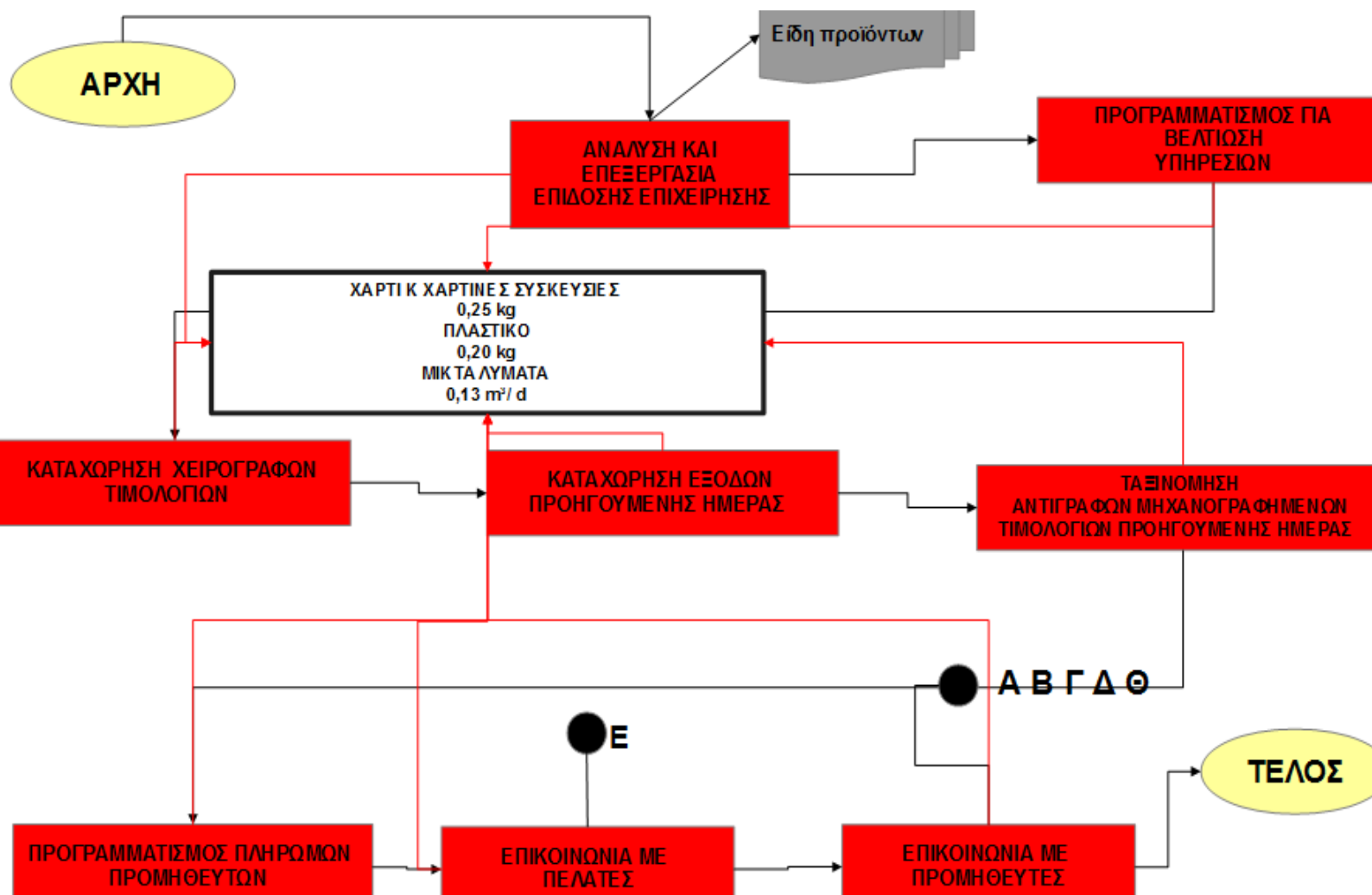
Διεργασία παραγγελία από πωλητή- λογαριασμός και παράδοση είσπραξης ημέρας

Σε αυτή την διεργασία η μοναδική εκροή που υπάρχει είναι χαρτί. Η ποσότητα χαρτιού είναι 6 κόλλες A4 όσοι δηλαδή και οι διαφορετικοί τύποι προϊόντων που διακινεί και αποθηκεύει η επιχείρηση(6 διαφορετικά παραγγελιόχαρτα). Και 1 χαρτί A4 για λογαριασμό. **Συνολικό βάρος 0,035 kg**

Διεργασίες παράδοση είσπραξης ημέρας, Προετοιμασίας παραγγελίας στο θάλαμο από αποθηκάριο, Καταχώρηση φορτώματος στα ασύρματα τερματικά τιμολόγησης και μεταφορά στοιχείων πωλήσεων σε σύστημα διαχείρισης αποθήκης.

Σε αυτή την διεργασία η μοναδική εκροή είναι το πλαστικό και συγκεκριμένα τα πλαστικά μπουκάλια. Αυτή η εκροή πλαστικού καλύπτει κομμάτι των διεργασιών που έχουν να κάνουν με την “ζωή” μέσα στην αποθήκη. Ποσότητα πλαστικών μπουκαλιών είναι 5 με βάρος 0,11. Οι ποσότητες και τα βάρη και σε αυτή τη διεργασία υπολογίστηκαν από καταγραφή που έγινε για μια βδομάδα (25-31/7/2016). Στην συνέχεια υπολογίστηκε τι αντιστοιχεί σε μια μέρα.

4.1.2 Κύρια διεργασία Υπηρεσίες Εξυπηρέτησης

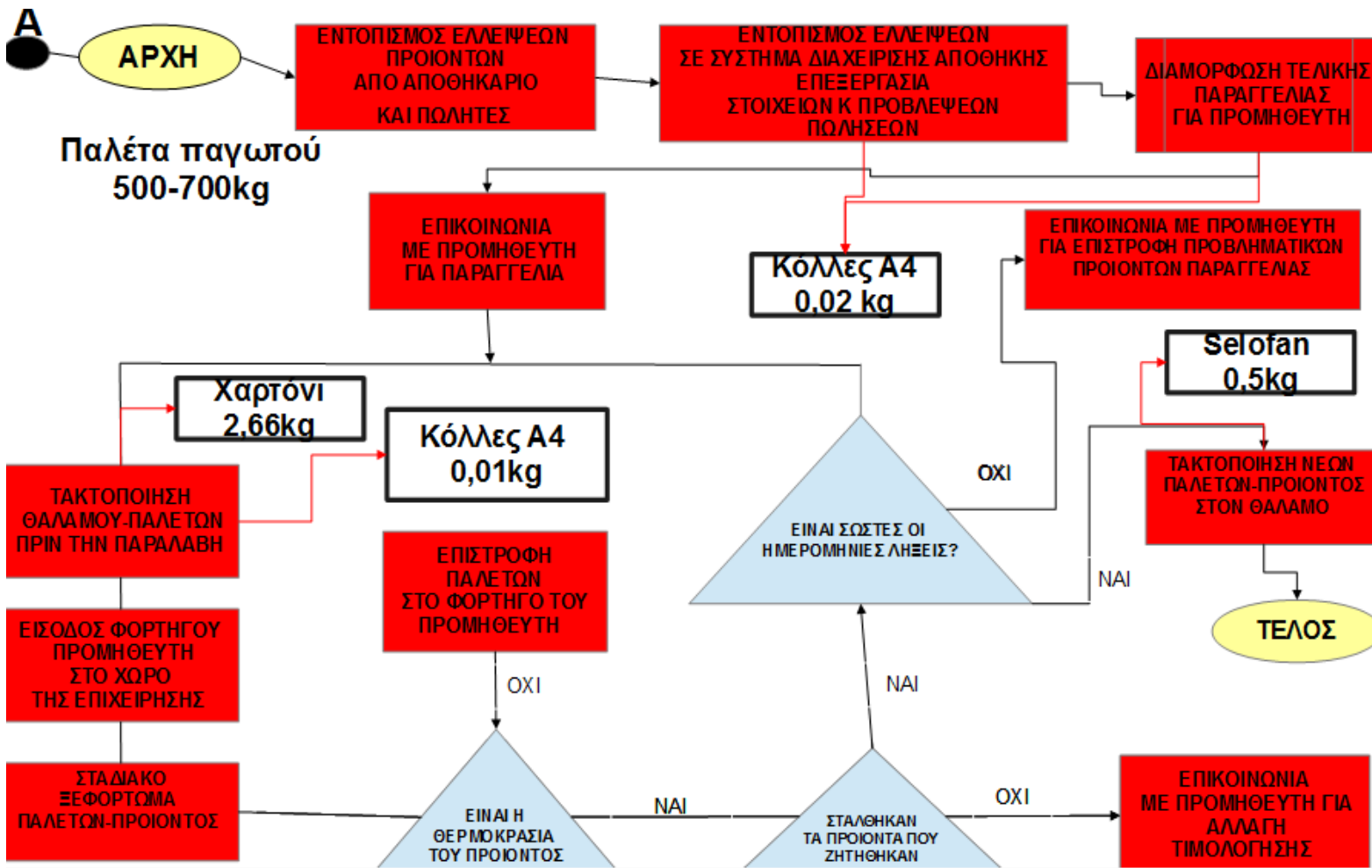


Διάγραμμα ροής 4.3: Κύρια διεργασία Υπηρεσίες Εξυπηρέτησης

Στο διάγραμμα ροής 4.3 απεικονίζεται η κύρια διεργασία της επιχείρησης “Υπηρεσίες εξυπηρέτησης”. Ουσιαστικά στο διάγραμμα ροής 4.3 παρουσιάζονται οι διεργασίες που αφορούν τις υπηρεσίες εξυπηρέτησης πελατών (άμεσες και έμμεσες). Επίσης στο διάγραμμα ροής 4.3 παρουσιάζονται οι εκροές στερεών απορριμμάτων στο σύστημα.

Οι εκροές στερεών απορριμμάτων στο παραπάνω διάγραμμα υπολογίστηκαν με την καταγραφή του τύπου των απορριμμάτων και το βάρος τους για μία εβδομάδα στα γραφεία της επιχείρησης και στην συνέχεια υπολογίστηκε τι αντιστοιχεί σε 1 μέρα. Τέλος σε αυτό το διάγραμμα ροής οι εκροές δημιουργούνται σε όλες τις διεργασίες γιατί έχουν να κάνουν με την δουλειά και την “ζωή” στο γραφείο.

4.1.3 Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση παγωτού



Διάγραμμα ροής 4.4: Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση παγωτού.

Στο διάγραμμα ροής 4.4 παρουσιάζεται η υποστηρικτική διεργασία “διαχείριση αγορών και αποθήκευση παγωτού”. Ουσιαστικά αποτυπώνονται όλες οι διεργασίες που πρέπει να εκτελεστούν ώστε η επιχείρηση να έχει την κατάλληλη ποσότητα παγωτού ώστε να μπορέσει να καλύψει τους πελάτες της μέχρι την επόμενη παραγγελία. Επίσης παρουσιάζονται οι εκροές στερεών απορριμμάτων στο σύστημα. Τέλος μονάδα αναφοράς στο συγκεκριμένο διάγραμμα ροής είναι η μια παλέτα παγωτού το βάρος της οποίας κυμαίνεται 500-700 kg.

Συγκεκριμένα όπως φαίνεται και στο διάγραμμα ροής 4.4 οι εκροές απορριμμάτων στο σύστημα παρουσιάζονται στις εξής διεργασίες: α)Εντοπισμός ελλείψεων στο σύστημα διαχείρισης αποθήκης και επεξεργασία στοιχείων και προβλέψεων πωλήσεων β)διαμόρφωση τελικής παραγγελίας γ)τακτοποίηση θαλάμου-παλετών πριν την παραλαβή και ε)τακτοποίηση νέων παλετών -προϊόντος στον θάλαμο.

Σε αυτές τις διεργασίες οι εκροές που εμφανίζονται είναι χαρτόνι που καλύπτει την ξύλινη παλέτα και από πάνω τοποθετούνται τα χαρτοκιβώτια που περιέχουν το παγωτό. Σε μερικές περιπτώσεις χαρτόνι εμφανίζεται και σε ενδιάμεσα σημεία στην παλέτα. Επίσης ζελατίνα -selofan που καλύπτει όλη την παλέτα με το προϊόν. Ακόμα κόλλες Α4 κολλημένες πάνω στην παλέτα με περιγραφή προϊόντος και αρίθμηση του

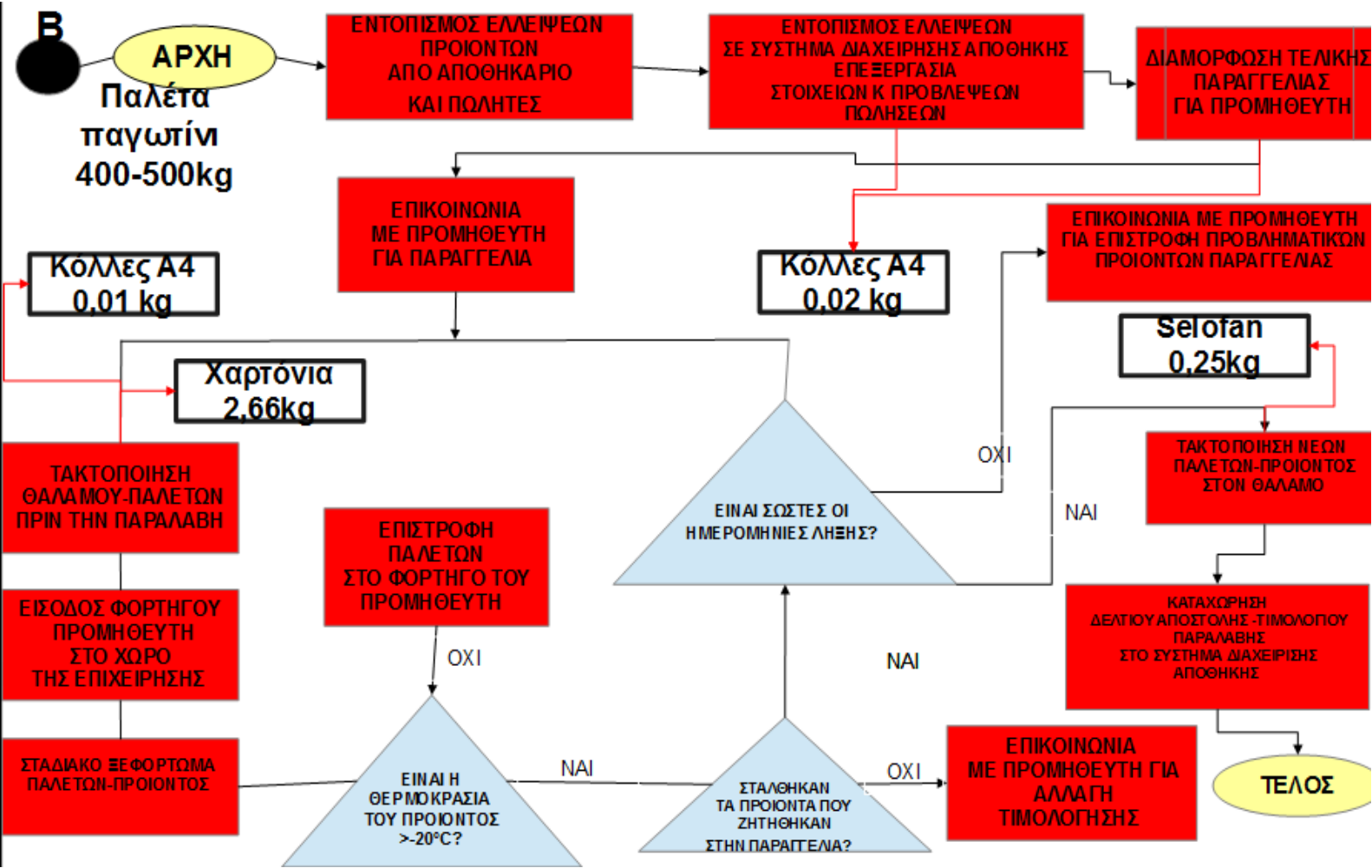
και επωνυμία εταιρείας. Τέλος κόλλες A4 από διαμόρφωση τελικής παραγγελίας στον προμηθευτή. Οι ξύλινες παλέτες (ευρωπαϊκές) που έρχεται το παγωτό είναι διαστάσεων 1,2x0,8x1,44 και βάρους 20 -25 kg δεν αποτελεί εκροή στο σύστημα γιατί συλλέγονται ξανά από την εταιρεία και επαναχρησιμοποιούνται. Τέλος αν και το παγωτό παραλαμβάνεται σε χαρτοκιβώτια αυτά δεν αποτελούν εκροή στο σύστημα γιατί πωλούνται στον σημείο πώλησης σε χαρτοκιβώτια και όχι σε τεμάχια.

Πίνακας 4.3: Εκροές στερεών απορριμάτων από διάγραμμα ροής παραλαβή- αποθήκευση παγωτού

Υλικά σε παλέτα παγωτού 500-700kg	Βάρος (kg)	Ποσότητες σε παλέτα	Βάρος (kg) σε παλέτα
Ζελατίνα (45m)	0,5	1	0,5
Χαρτόνι	0,665	4	2,66
Κόλλες A4	0,005	6	0,03

Οι ποσότητες και τα βάρη των εκροών που περιγράφηκαν παραπάνω μετρήθηκαν κατά την διάρκεια μιας παραλαβής.

4.1.4 Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση παγωτίνι



Διάγραμμα ροής 4.5: Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση παγωτίνι

Στο διάγραμμα ροής 4.5 παρουσιάζεται η υποστηρικτική διεργασία “ Διαχείριση αγορών, παραλαβή και αποθήκευση παγωτίνι” Επίσης οι εκροές των στερεών απορριμμάτων στο σύστημα. Μονάδα αναφοράς στο συγκεκριμένο διάγραμμα ροής είναι η μια παλέτα παγωτίνι το βάρος της οποίας κυμαίνεται 400-500 kg.

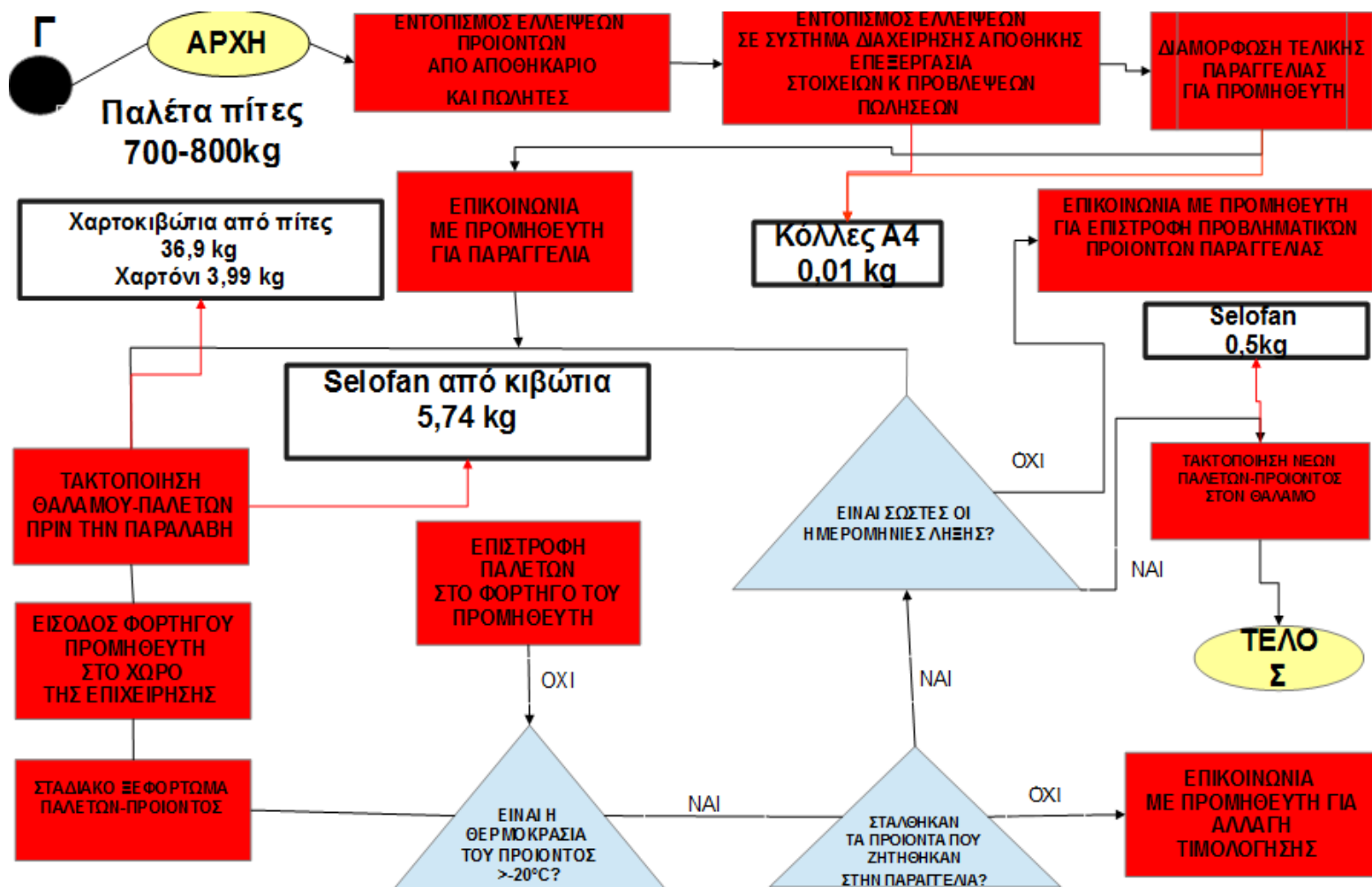
Το παραπάνω διάγραμμα ροής παρουσιάζει εκροές απορριμμάτων στα ίδια στάδια διεργασιών με αυτά του παγωτού. Επίσης παρουσιάζει και ίδιο τύπο εκροών (χαρτόνι, ζελατίνες και κόλλες Α4) με αυτές του παγωτού. Ομοίως με παγωτό λειτουργεί η ξύλινη παλέτα (ευρωπαϊκά) και στο παγωτίνι. Διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στις ποσότητες και τα τελικά βάρη στερεών εκροών στην παλέτα. Ο λόγος των διαφοροποιήσεων είναι γιατί οι παλέτες παγωτίνι είναι μικρότερες σε σχέση με αυτές του παγωτού.

Πίνακας 4.4: Εκροές στερεών απορριμάτων από διάγραμμα ροής παραλαβή- αποθήκευση παγωτίι.

Υλικά σε Παλέτα παγωτίι 400-500kg	Βάρος (kg)	Ποσότητες σε παλέτα	Βάρος (kg) σε παλέτα
Ζελατίινα (22,5m)	0,25	1	0,25
Χαρτόιι	0,665	4	2,66
Κόλλες A4	0,005	6	0,03

Οι ποσότητες και τα βάρη των εκροών που περιγράφηκαν παραπάνω μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια μιας παραλαβής.

4.1.5 Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση πίτες



Διάγραμμα ροής 1.6:Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση αγορών παραλαβή και αποθήκευση πίτες.

Στο παραπάνω διάγραμμα ροής 4.6 παρουσιάζεται η υποστηρικτική διεργασία “Διαχείριση αγορών ,παραλαβή και αποθήκευση πιτών. Οι πίτες παρουσιάζουν διαφοροποίηση στον τρόπο πώλησης τους ως προς τα προϊόντα που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Μπορούν να πωληθούν και σε τεμάχια στους πελάτες και όχι μόνο σε χαρτοκιβώτια όπως το παγωτό και το παγωτόνι. Όποτε παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις και στις εκροές στερεών απορριμμάτων στο σύστημα σε σχέση με τα διαγράμματα ροής 4.4,4.5. Μονάδα αναφοράς στο συγκεκριμένο διάγραμμα ροής είναι η μια παλέτα πίτες το βάρος της οποίας κυμαίνεται 700-800 kg και ο μέσος όρος χαρτοκιβωτίων με προϊόν στην μια παλέτα είναι στα 82 χαρτοκιβώτια.

Οι εκροές απορριμμάτων στο σύστημα και στο διάγραμμα ροής 4.6 εμφανίζονται στις διεργασίες που εμφανίζονταν και στα διαγράμματα 4.4,4.5. Ομοιότητα υπάρχει και στην φύση των υλικών στις εκροές με μοναδική διαφορά ότι σε αυτό το διάγραμμα ροής έρχονται να προστεθούν στην διεργασία τακτοποίηση θάλαμο και τα χαρτοκιβώτια από πίτες και τα selofan ανάμεσα από πίτες τα οποία όταν το προϊόν πουληθεί αποτελούν εκροή για το σύστημα. Εδώ να σημειωθεί ότι τα άδεια χαρτοκιβώτια πίτες θα έπρεπε να μπου σαν εκροή στο σύστημα στο διαγράμματα ροής 1 κύρια διεργασία “Έμπορία προϊόντων”. Όμως ήταν δύσκολο να υπολογιστεί ένας μέσος όρος πωλήσεων για μια ημέρα, και επειδή το προϊόν πωλήθηκε όλο, υπολογίστηκαν συνολικά στην παλέτα. Ομοίως με παγωτό λειτουργεί η ξύλινη παλέτα (ευρωπαϊκά) και στις πίτες.

Πίνακας 4.5: Εκροές στερεών απορριμμάτων από διάγραμμα ροής παραλαβή- αποθήκευση πιτών.

Υλικό Παλέτα πίτες 400-500kg	Βάρος (kg)	Ποσότητες σε παλέτα	Βάρος (kg) σε παλέτα
Ζελατίνα (50m)	0,5	1	0,5
Χαρτόνι	0,665	6	3,99
Κόλλες A4	0,005	2	0,01
Χαρτοκιβώτια πίτες	0,45	82	36,9
Σελοφάν σε 1 χαρτοκιβώτιο	0,005	7	0,035
Σελοφάν σε ολόκληρη την παλέτα	0,005	574	2,87

Οι ποσότητες και τα βάρη των εκροών που περιγράφηκαν παραπάνω μετρήθηκαν κατά την διάρκεια μιας παραλαβής.

Στο διάγραμμα ροής 4.7 παρουσιάζεται η Υποστηρικτική διεργασία “Διαχείριση αγορών, παραλαβή και αποθήκευση κρουασάν” και οι εκροές στερεών απορριμμάτων στο σύστημα. Μονάδα αναφοράς στο συγκεκριμένο διάγραμμα ροής είναι η μια παλέτα κρουασάν το βάρος της οποίας κυμαίνεται 100-150 kg και ο μέσος όρος χαρτοκιβωτίων στην μια παλέτα κυμαίνεται στα 50 χαρτοκιβώτια. Τα κρουασάν παρουσιάζουν την ίδια ιδιαιτερότητα που περιγράφηκε στις πίτες ως προς τον τρόπο πώλησης τους.

Παρόμοιες εκροές με αυτές που παρουσιάστηκαν στα παραπάνω διαγράμματα ροής είναι και οι εκροές απορριμμάτων στο διάγραμμα ροής 1.7.

Πίνακας 4.6: Εκροές στερεών απορριμμάτων από διάγραμμα ροής παραλαβή- αποθήκευση κρουασάν

Υλικά σε παλέτα κρουασάν 150kg	Βάρος (kg)	Ποσότητες σε παλέτα	Βάρος (kg) σε παλέτα
Ζελατίνα (25m)	0,35	1	0,47
Χαρτοκιβώτια κρουασάν	0,2	50	10

Οι ποσότητες και τα βάρη των εκροών που περιγράφηκαν παραπάνω μετρήθηκαν κατά την διάρκεια μιας παραλαβής.

Προετοιμασία ψυγείου για μεταφορά στον πελάτη

Όταν το ψυγείο που κρίνεται ότι καλύπτει τις ανάγκες του σημείου πώλησης είναι παραλαβή της τρέχουσας χρονιάς ,και δεν έχει χρησιμοποιηθεί και επιστραφεί από άλλο πελάτη ,είναι συσκευασμένο από τον προμηθευτή για να προστατευτεί κατά την μεταφορά του. Η συσκευασία των ψυγείων είναι: παλέτα διαστάσεων 1,20x0,065x0,012 πάνω στην οποία μπαίνει το ψυγείο. Οι παλέτες που έρχονται τα ψυγεία δεν επιστρέφονται για επαναχρησιμοποίηση. Felizol και τάβλες που μπαίνουν στις γωνίες του ψυγείου. Selofan που τυλίγει όλο το ψυγείο. Τέλος χαρτοκιβώτιο που καλύπτει όλο το ψυγείο.

Πίνακας 4.6: Εκροές στερεών απορριμμάτων από διεργασία προετοιμασία ψυγείου τύπου venus 66 για μεταφορά στον πελάτη.

Παλέτα ψυγείου 66 kg	Διαστάσεις	Βάρος (Kg)	Ποσότητες σε παλέτα	Βάρος (kg) σε παλέτα
Χαρτοκιβώτιο	1,88x0,85x1,21	2,3	1	2,3
Πλαστικό	-	0,35	1	0,35
Παλέτα ψυγείο	1,20x0,74x0,10	5,5	1	5,5
Τάβλα	1,20x0,065x0,012	0,21	2	0,42
Φελιζόλ	-	0,7	8	5,6

Οι ποσότητες και τα βάρη μετρήθηκαν κατά την διάρκεια μιας παραλαβής.

Καθαρισμού και συντήρηση ψυγείου

Οι εκροές σε αυτή την διεργασία είναι νερό για την πλύση του ψυγείου, χαρτί.(οι ποσότητες σε νερό και χαρτί ουσιαστικά έχουν υπολογιστεί στα διαγράμματα ροής 4.1,4.2).

“Ντύσιμο” ψυγείου με σήματα εταιρείας

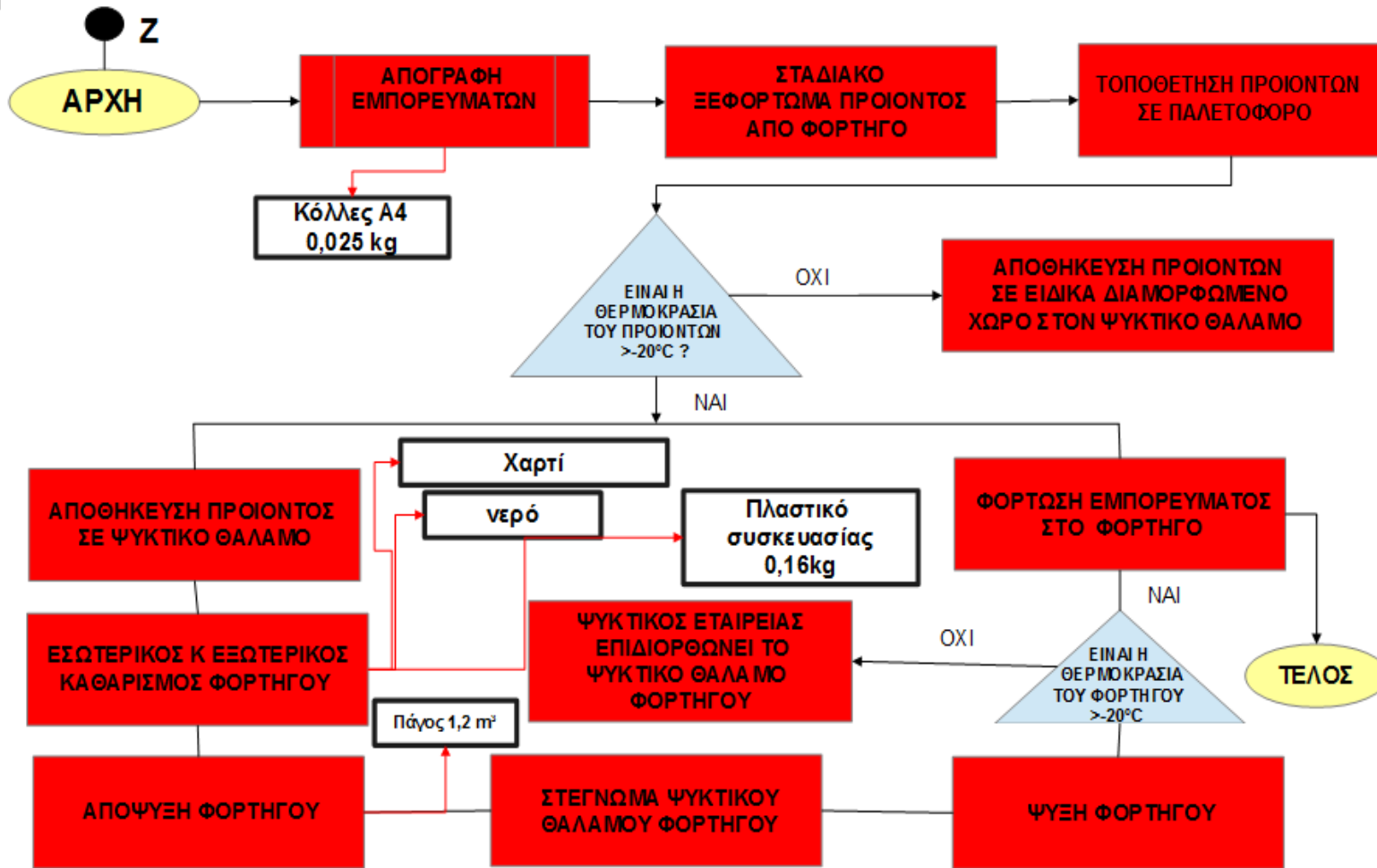
Οι εκροές στερεών απορριμμάτων από αυτή την διεργασία είναι πλαστικοποιημένο χαρτί από τα αυτοκόλλητα. Όταν το ψυγείο που επιλέγετε για τον πελάτη έχει αυτοκόλλητα που έχουν φθαρεί ή ξεθωριάσει ή έχει τα παλιά σήματα της εταιρείας τότε “ντύνεται” με καινούργια αυτοκόλλητα.

Πίνακας 4.7: Εκροές στερεών απορριμμάτων από διεργασία “ντύσιμο” ψυγείου.

“Ντύσιμο” ψυγείου Venus 66	Διαστάσεις αυτοκόλλητων	Ποσότητες σε ένα ψυγείο	Βάρος (kg) πλαστικοποιημένο χαρτιού
Μήκος	1,40	2	0,35
Πλάτος	0,60	2	0,15
Σύνολο	1,40x0,60x0,70	4	0,5

Οι ποσότητες και τα βάρη μετρήθηκαν κατά την διάρκεια ντυσίματος ενός ψυγείου.

4.1.8 Υποστηρικτική διεργασία-Διαχείριση ποιότητας- Απόψυξη φορτηγού διανομής



Διάγραμμα ροής 4.9: Υποστηρικτική διεργασία-Διαχείριση ποιότητας- Απόψυξη φορτηγού διανομής.

Στο διάγραμμα ροής 4.9 παρουσιάζεται η υποστηρικτική διεργασία που αφορά την απόψυξη ενός φορτηγού και οι εκροές στερεών και υγρών αποβλήτων στο σύστημα. Μονάδα αναφοράς στο παραπάνω διάγραμμα είναι φορτηγό χωρητικότητας 6 παλετών.

Οι διεργασίες που παρουσιάζουν εκροές απορριμμάτων στο σύστημα είναι οι εξής: α) Εσωτερικός και εξωτερικός καθαρισμός φορτηγού, β) απογραφή εμπορευμάτων και γ) απόψυξη φορτηγού

Διεργασία Εσωτερικός και εξωτερικός καθαρισμός φορτηγού

Οι εκροές που εμφανίζονται σε αυτή την διεργασία είναι πλαστικό συσκευασίας συνήθως από οικογενειακό παγωτό. Αν και οι ψυκτικοί θάλαμοι του φορτηγού καθαρίζονται από τους πωλητές- οδηγούς καθημερινά μετά από το τέλος της διανομής επειδή το φορτηγό είναι φορτωμένο με προϊόν πλαστικά συσκευασίας βρίσκονται σε σημεία που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση. Άρα αυτά που απομένουν μέσα στους ψυκτικούς θαλάμους καθαρίζονται κατά την διάρκεια προετοιμασίας του φορτηγού για απόψυξη. Ακόμα σε αυτή την διεργασία απαντάται νερό από την πλύση του φορτηγού.

Πίνακας 4.8: Εκροές υγρών αποβλήτων και απορριμμάτων από διεργασία εσωτερικός και εξωτερικός καθαρισμός αυτοκινήτων.

Εσωτερικός και εξωτερικός καθαρισμός φορτηγού	Βάρος	Ποσότητα	Σύνολο
Πλαστικό συσκευασίας οικογενειακού παγωτού	0,016 kg	10	0,16 kg
Νερό από πλύση* φορτηγού	-	-	-

Οι ποσότητες πλαστικού υπολογίστηκαν κατά την διαδικασία απόψυξης ενός φορτηγού. *Δεν ήταν δυνατόν να υπολογιστεί η ακριβή ποσότητα νερού για τον καθαρισμό του φορτηγού. Άλλα η συγκεκριμένη ποσότητα ουσιαστικά συμπεριλαμβάνεται στις συνολικές ποσότητες νερού που καταναλώνει η επιχείρηση και αναγράφονται στον μετρητή νερού.

Διεργασία: Απόψυξη φορτηγού.

Όταν το φορτηγό είναι άδειο από προϊόν και έτοιμο για απόψυξη τότε υπάρχει πρόσβαση και στις 6 ψυκτικές πλάκες του. Οι οποίες “ξύνονται” από τον πάγο. Κατά μέσο όρο η κάθε πλάκα έχει 20 πόντους πάγο. Αυτό γίνεται για να βοηθηθεί η απόψυξη του φορτηγού.

Πίνακας 4.9: Εκροή πάγου από διεργασία απόψυξης φορτηγού.

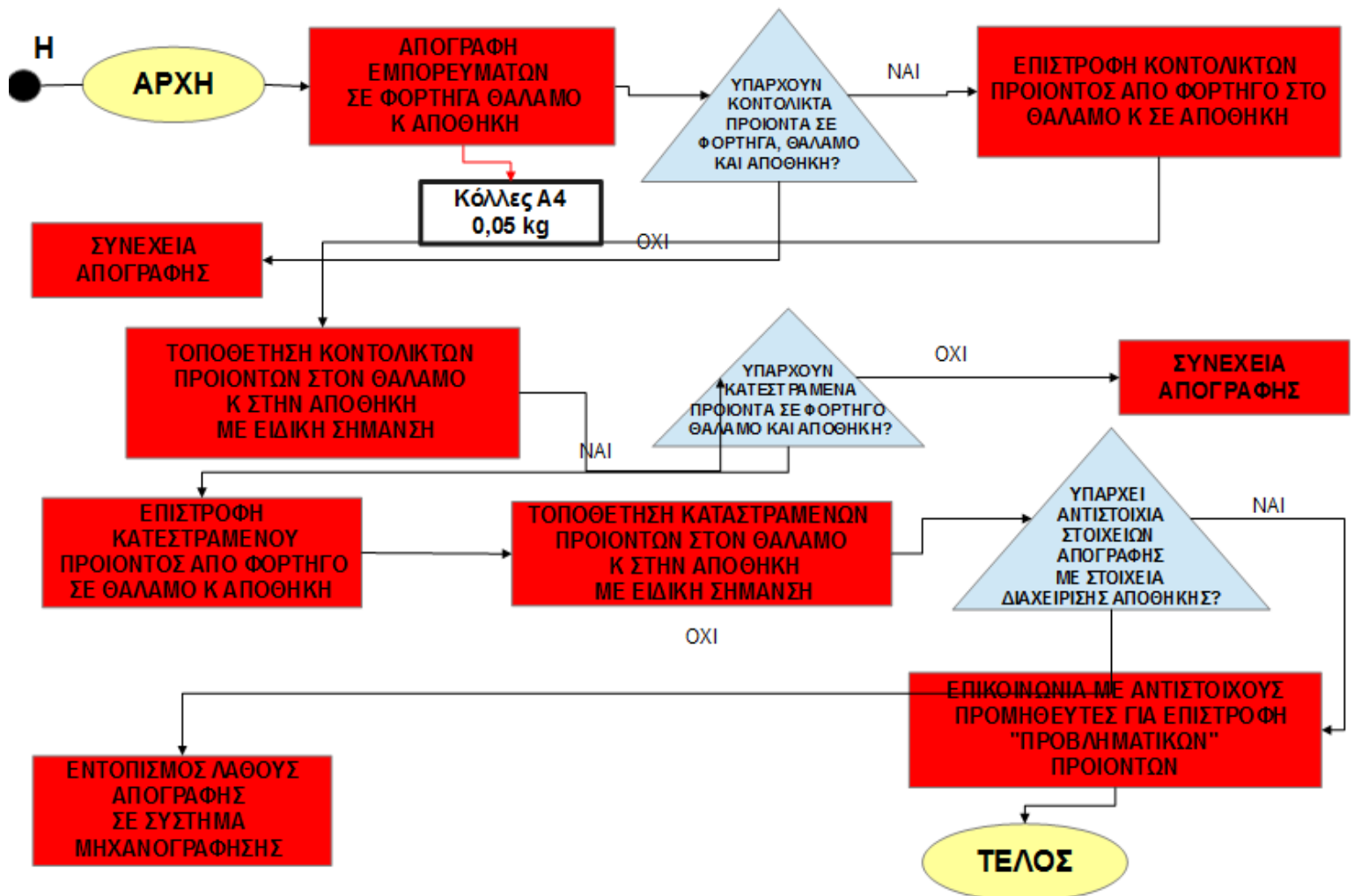
Απόψυξη φορτηγού	μία ψυκτική πλάκα φορτηγού 2x0,6	6 ψυκτικές πλάκες
Πάγος	0,6 m ³	1,2 m ³

Ο πάγος υπολογίστηκε εμπειρικά. Δηλαδή πάρθηκε μια μέση τιμή για το πάχος του πάγου σε κάθε πλάκα του φορτηγού και σε συνδυασμό με τις διαστάσεις των ψυκτικών πλακών του φορτηγού υπολογίστηκε η ποσότητα πάγου σε ένα φορτηγό κατά την απόψυξη.

Διεργασία: Απογραφή εμπορευμάτων

Οι εκροές που εμφανίζονται σε αυτή την διεργασία είναι χαρτί. Συγκεκριμένα 5 κόλλες Α4 όσοι και οι διαφορετικοί τύποι προϊόντων που έχει η επιχείρηση. Αυτό αντιστοιχεί σε βάρος 0,025 kg.

4.1.9 Υποστηρικτική διεργασία - Διαχείριση ποιότητας - Απογραφή και αποθήκευση κατεστραμμένων και κοντόλικτων προϊόντων.



Διάγραμμα ροής 1.10: Υποστηρικτική διεργασία - Διαχείριση ποιότητας - απογραφή και αποθήκευση κατεστραμμένων και κοντόλικτων προϊόντων.

Στο διάγραμμα ροής 4.10 παρουσιάζονται οι διεργασίες που ακολουθούνται από τους εργαζόμενους της επιχείρησης για την απογραφή και την αποθήκευση κοντολικτων και κατεστραμμένων προϊόντων και οι εκροές στερεών απορριμμάτων στο σύστημα.

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα η μοναδική διεργασία που παρουσιάζει εκροές είναι η απογραφή εμπορευμάτων και αυτές είναι χαρτί.

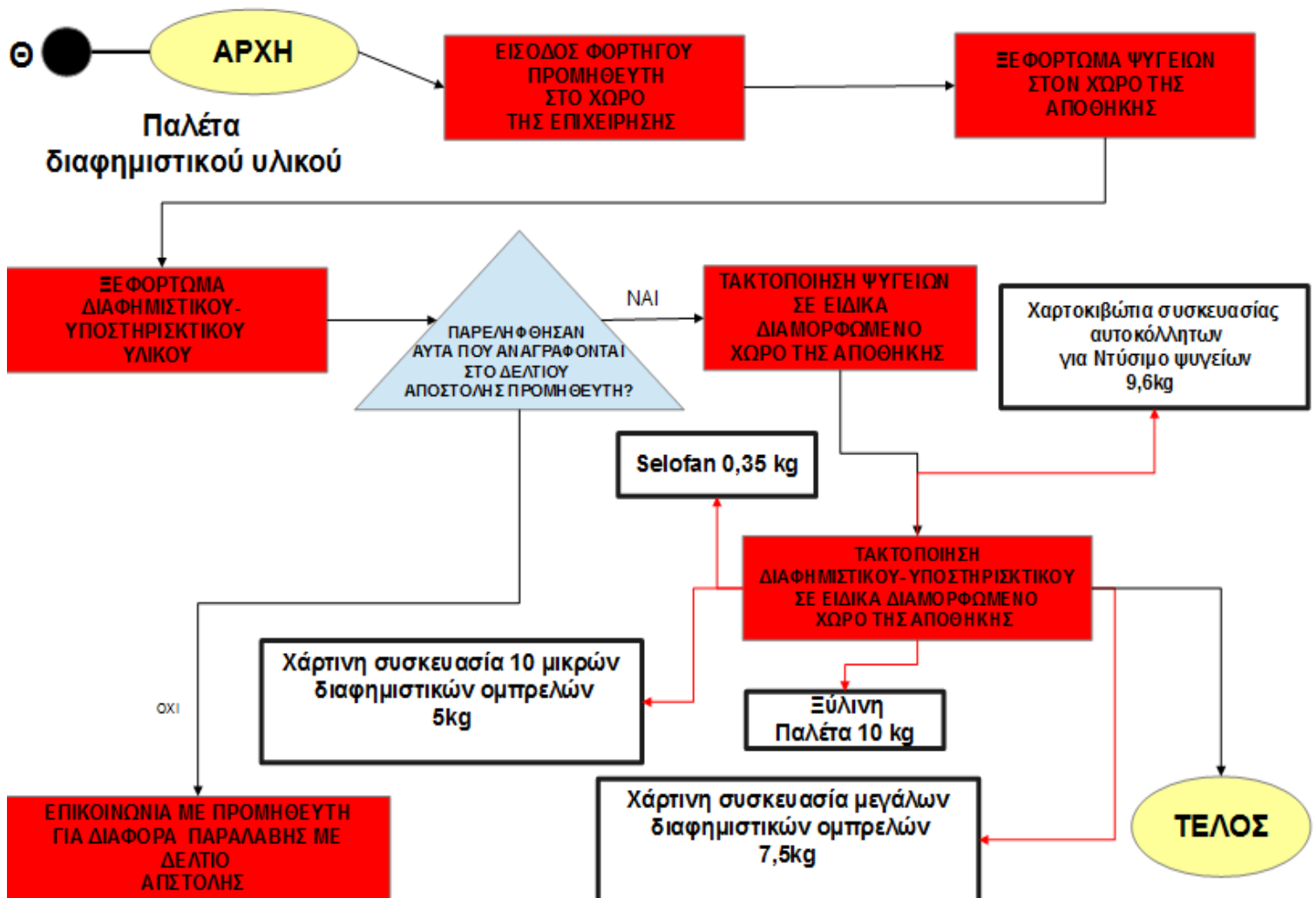
Πίνακας 4.10: Εκροές χαρτιού από διεργασία απογραφή εμπορευμάτων σε φορτηγά θάλαμο και αποθήκη.

Χαρτί από απογραφή σε	Ποσότητα χαρτιού	Βάρος (kg) χαρτιού
Θάλαμο	4	
Φορτηγό	5	
Αποθήκη	1	
Σύνολο	10	0,05

Οι ποσότητες χαρτιού μετρήθηκαν με βάση τους διαφορετικούς τύπους προϊόντων που έχει η επιχείρηση.

Εδώ να σημειωθεί ότι τα προϊόντα που αποκλίνουν από τις προδιαγραφές (κατεστραμμένα και κοντολικά) δεσμεύονται σε χώρο με ειδική σήμανση στο θάλαμο και στην αποθήκη ανάλογα με τον τύπο τους και δεν αποτελούν εκροή για το σύστημα γιατί οδηγούνται για καταστροφή παρουσία αρμόδιων υπηρεσιών ή επιστρέφονται στον προμηθευτή τους.

4.1.10 Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση εξοπλισμού- Παραλαβή ψυγείων και διαφημιστικού-υποστηρικτικού υλικού



Διάγραμμα ροής 4.11:Υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση εξοπλισμού- Παραλαβή ψυγείων και διαφημιστικού-υποστηρικτικού υλικού.

Στο διάγραμμα ροής 4.11 παρουσιάζεται η υποστηρικτική διεργασία της επιχείρησης που αφορά την διαχείριση του εξοπλισμού- παραλαβή και αποθήκευση των ψυγείων και του διαφημιστικού- υποστηρικτικού υλικού. Επίσης αποτυπώνονται και οι εκροές στερεών απορριμμάτων στο σύστημα. Μονάδα αναφοράς στο διάγραμμα ροής 4.11 είναι η μια παλέτα ψυγείου 71kg και η μια παλέτα διαφημιστικού υλικού.

Σε αυτό το διάγραμμα μόνο μια διεργασία παρουσιάζει εκροές στο σύστημα. Αυτή είναι η τακτοποίηση διαφημιστικού- υποστηρικτικού υλικού σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στην αποθήκη. Οι διεργασίες που αφορούν τα ψυγεία δεν έχουν στερεές εκροές απορριμμάτων γιατί έρχονται παλετοποιήμενα και συσκευασμένα και για λόγους προστασίας αυτά ανοίγονται όταν είναι η ώρα να μεταφερθούν στο σημείο πώλησης. Για τον λόγο αυτό οι εκροές δεν υπολογίζονται στο διάγραμμα ροής 4.11 αλλά στο διάγραμμα ροής 8 που αφορά την διαχείριση εξοπλισμού- μεταφορά ψυγείου και διαφημιστικού υλικού στον πελάτη.

Διεργασία: Τακτοποίηση διαφημιστικού- υποστηρικτικού υλικού σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στην αποθήκη.

Οι εκροές στερεών που εμφανίζονται σε αυτή την διεργασία είναι: Selofan, παλέτα μεταφοράς υλικών. Οι παλέτες δεν επιστρέφονται σε αυτήν την περίπτωση.

Πίνακας 4.11: Εκροές στερεών απορριμμάτων από παλέτα διαφημιστικών υλικών

Παλέτα διαφημιστικών	Βάρος(kg) σε παλέτα
Selofan (60m)	0,35
Ξύλινη παλέτα	10

Οι ποσότητες και τα βάρη μετρήθηκαν κατά την παραλαβή μιας παλέτας διαφημιστικών.

Ακόμα εμφανίζονται χάρτινες συσκευασίες ομπρελών και αυτοκόλλητα. Οι ομπρέλες δεν βγαίνουν από τα κουτιά τους κατά την παραλαβή τους αποθηκεύονται έτσι. Αυτό συμβαίνει όταν χρειαστεί μια ομπρέλα να μεταφερθεί στο σημείο πώλησης. Επειδή όμως το διαφημιστικό- υποστηρικτικό υλικό στέλνεται από τον προμηθευτή για να αξιοποιηθεί όλο στα σημεία πώλησης άρα στις αποθήκες της επιχείρησης δεν μένει τίποτα. Άρα είτε μπει σε αυτό το διάγραμμα ροής είτε στο διάγραμμα ροής 4.8 μεταφορά ψυγείου και υλικών σε πελάτη το αποτέλεσμα εκροών απορριμμάτων στο σύστημα θα είναι το ίδιο. Για λόγους ευκολίας επιλέχθηκε να υπολογιστούν σε αυτό το διάγραμμα και συγκεκριμένα στην διεργασία τακτοποίηση διαφημιστικού- υποστηρικτικού υλικού σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στην αποθήκη.

Οι παλέτες διαφημιστικού και υποστηρικτικού υλικού γενικά παρουσιάζουν μια ανομοιομορφία στα

υλικά και στις ποσότητες που παραλαμβάνονται. Έτσι είναι δύσκολο να υπολογιστεί ένας μέσος όρος βάρους της παλέτας αλλά και των εκροών από τα υλικά συσκευασίας των διαφημιστικών υλικών που βρίσκονται μέσα στην παλέτα. Ο παρακάτω πίνακας αναφέρεται σε μία παλέτα που μέσα περιείχε 50 μικρές ομπρέλες 15 μεγάλες 12 κιβώτια αυτοκόλλητα και διαφημιστικά stand τα οποία όμως δεν έρχονται συσκευασμένα σε χαρτοκιβώτια. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι όλες οι παλέτες έχουν αυτά τα υλικά. Καλύτερη εικόνα για τις εκροές της συγκεκριμένης διεργασίας θα υπάρξει όταν μελετηθούν συνολικά οι εκροές στερεών απορριμμάτων στο σύστημα για όλες τις παλέτες διαφημιστικού υλικού στην διάρκεια ενός χρόνου.

Πίνακας 4.12: Εκροές χαρτοκιβωτίων από διεργασία τακτοποίηση διαφημιστικού υλικού σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο της αποθήκης.

Χαρτοκιβώτια από	Βάρος (kg)	Ποσότητα	Σύνολο χαρτοκιβωτίων (kg)	Πλαστικό (kg)
Μικρές ομπρέλες	1	50	5	1,5
Μεγάλες ομπρέλες	0,5	15	7,6	0,6
Αυτοκόλλητα	0,8	12	9,6	

Το βάρος ενός χαρτοκιβωτίου και στις μικρές και στις μεγάλες ομπρέλες αναγράφεται πάνω στο χαρτοκιβώτιο.

4.2 Υπολογισμός στερεών και υγρών εκροών στην διάρκεια ενός χρόνου.

Στο κεφάλαιο 4.2 υπολογίζονται οι εκροές στερεών και υγρών αποβλήτων της επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου για κάθε μια διαφορετική διεργασία που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 4.1.

Πίνακας 4.13: Εκροές στερεών απορριμμάτων στην διάρκεια ενός χρόνου από την διεργασία καθαρισμός καμπίνας οδηγού (διάγραμμα ροής 4.2).

	Πλαστικά μπουκάλια(kg)	Χαρτί και Χάρτινα ποτήρια (kg)
Σύνολο	24,06	8,15

Πίνακας 4.14: Εκροές στερεών και υγρών αποβλήτων στην διάρκεια ενός χρόνου από τακτοποίηση και καθαρισμός ψυκτικών θαλάμων πριν από την φόρτιση (διάγραμμα ροής 4.2).

	Πλαστικά συσκευασίας (kg)	Χαρτοκιβώτια (kg)	Πάγος m ³ *
Σύνολο	18,53	254,55	31,05

*ο πάγος από τα φορτηγά καθαρίζεται 2 φορές το μήνα για να μην υπάρχουν απώλειες θερμότητας.

Από την διεργασία παραγγελία από πωλητή λογαριασμό – παράδοση είσπραξης (διάγραμμα ροής 4.2) είναι μόνο κόλλες Α4. Αυτό στην διάρκεια ενός χρόνου είναι 24,04kg κόλλες Α4.

Οι εκροές πλαστικού και χαρτιού που παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.3 ουσιαστικά καλύπτονται από τις υπόλοιπες διεργασίες. Γιατί το χαρτί της παραγγελίας που πετιέται στους χώρους του γραφείου ουσιαστικά υπολογίζεται σε άλλα διαγράμματα ροής. Το μόνο που πρέπει να υπολογιστεί εδώ είναι το νερό.

Η κατανάλωση του νερού παρουσιάζει εποχική διακύμανση. Την άνοιξη και το καλοκαίρι που οι δραστηριότητες της επιχείρησης είναι πιο έντονες η κατανάλωση νερού είναι 0,13 m³/d ενώ το φθινόπωρο και τον χειμώνα είναι 0,08m³/d.

4.2.1 Υποστηρικτικές διεργασίες- διαχείρισης αγορών, παραλαβή και αποθήκευση προϊόντων.

Στα διαγράμματα ροής 4.4, 4.5, 4.6 και 4.7 που αποτυπώνονται οι υποστηρικτικές διεργασίες της επιχείρησης που αφορούν την διαχείριση των αγορών, παραλαβή και αποθήκευση των διαφορετικών τύπων εμπορεύσιμων προϊόντων οι εκροές στερεών απορριμμάτων στην διάρκεια ενός χρόνου παρουσιάζονται παρακάτω. Πραγματοποιείται κοινός υπολογισμός για τον ένα χρόνο για τα παραπάνω διαγράμματα γιατί

παρουσιάζουν παρόμοιες εκροές και στις ίδιες διεργασίες. Ο υπολογισμός των παρακάτω εκροών στο σύστημα (πίνακας 4.15) έγινε με βάση τις παραλαβές προϊόντων της επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου.

Πίνακας 4.15: Εκροές στερεών απορριμμάτων από διεργασίες α) τακτοποίηση θαλάμου-αποθήκης πριν την παραλαβή προϊόντος και β) τακτοποίηση νέων παλετών στον θάλαμο και στην αποθήκη. (διαγράμματα ροής 1.4, 1.5, 1.6 και 1.7: Υποστηρικτικές διεργασίες- Διαχείριση αγορών Παραλαβή και αποθήκευση προϊόντων)

	Χαρτοκιβώτια και χαρτόνια (kg)	Ζελατίνες(kg)	Χαρτί(kg)
Ποσότητες εκροών	948,18	174,18	2,81

4.2.2 Υποστηρικτική διεργασία: Διαχείριση εξοπλισμού- επιλογή-μεταφορά ψυγείου σε σημείο πώλησης.

Στο διάγραμμα 4.8 αποτυπώθηκαν οι στερεές εκροές απορριμμάτων για ένα ψυγείο. Σε αυτό το σημείο θα υπολογιστούν για την διάρκεια ενός χρόνου. Ο υπολογισμός έγινε με βάση τις παραλαβές της επιχείρησης σε ψυγεία στην διάρκεια ενός χρόνου.

Πίνακας 4.16: Εκροές στερεών απορριμμάτων από διεργασία προετοιμασία ψυγείου για μεταφορά σε πελάτη στην διάρκεια ενός χρόνου(διάγραμμα ροής 4.8)

	Σελοφάν (kg)	Χαρτοκιβώτια (kg)	Τάβλες (kg)	Felizol (kg)	Ξύλινη παλέτα ψυγείου (kg)
Σύνολα	23,45	154,1	14,07	375,2	301,5

4.2.3 Υποστηρικτικές διεργασίες-διαχείριση ποιότητας – απόψυξη φορτηγού διανομής

Στο διάγραμμα ροής 4.9 παρουσιάστηκαν οι διεργασίες που αφορούν την απόψυξη ενός φορτηγού. Τα φορτηγά της επιχείρησης όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι 3 και κατά μέσο όρο ο αριθμός των αποψύξεων στην διάρκεια μια χρόνια είναι 3. Άρα οι συνολικές εκροές στερεών και υγρών αποβλήτων στην διάρκεια μια χρόνια είναι αυτές που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακα 4.17

Πίνακας 4.17: Εκροές στερεών και υγρών αποβλήτων από την υποστηρικτική διεργασία- Διαχείριση ποιότητας- Απόψυξη φορτηγού διανομής

Εσωτερικός και εξωτερικός καθαρισμός φορτηγού	Πλαστικό συσκευασίας οικογενειακού παγωτού (kg)	Χαρτί (kg)	Πάγος από απόψυξη (m ³)
Απόψυξη 1	0,48	0,08	3,6
Απόψυξη 2	0,48	0,08	3,6
Απόψυξη 3	0,48	0,08	3,6
Σύνολο	1,44	0,23	10,8

4.2.4 Υποστηρικτική διεργασία- διαχείριση εξοπλισμού- παραλαβή ψυγείων και διαφημιστικό- υποστηρικτικού υλικού

Οι παλέτες των διαφημιστικών υλικών παρουσιάζουν ανομοιομορφία ως προς τα υλικά που περιέχουν άρα ως και προς τις εκροές τους. Ο τρόπος που υπολογίστηκαν οι εκροές για την συγκεκριμένη υποστηρικτική διεργασία είναι ο εξής: Κάθε φορά που η εταιρεία παραλαμβάνει υποστηρικτικά- διαφημιστικά υλικά παραλαμβάνει και δελτίο αποστολής με τον αριθμό των παλετών που παρέλαβε αλλά και με τις ποσότητες των υλικών που περιέχει η κάθε μια παλέτα ξεχωριστά. Έτσι προσεγγιστικά υπολογίστηκαν και οι εκροές (υλικά συσκευασίας κατά βάση).

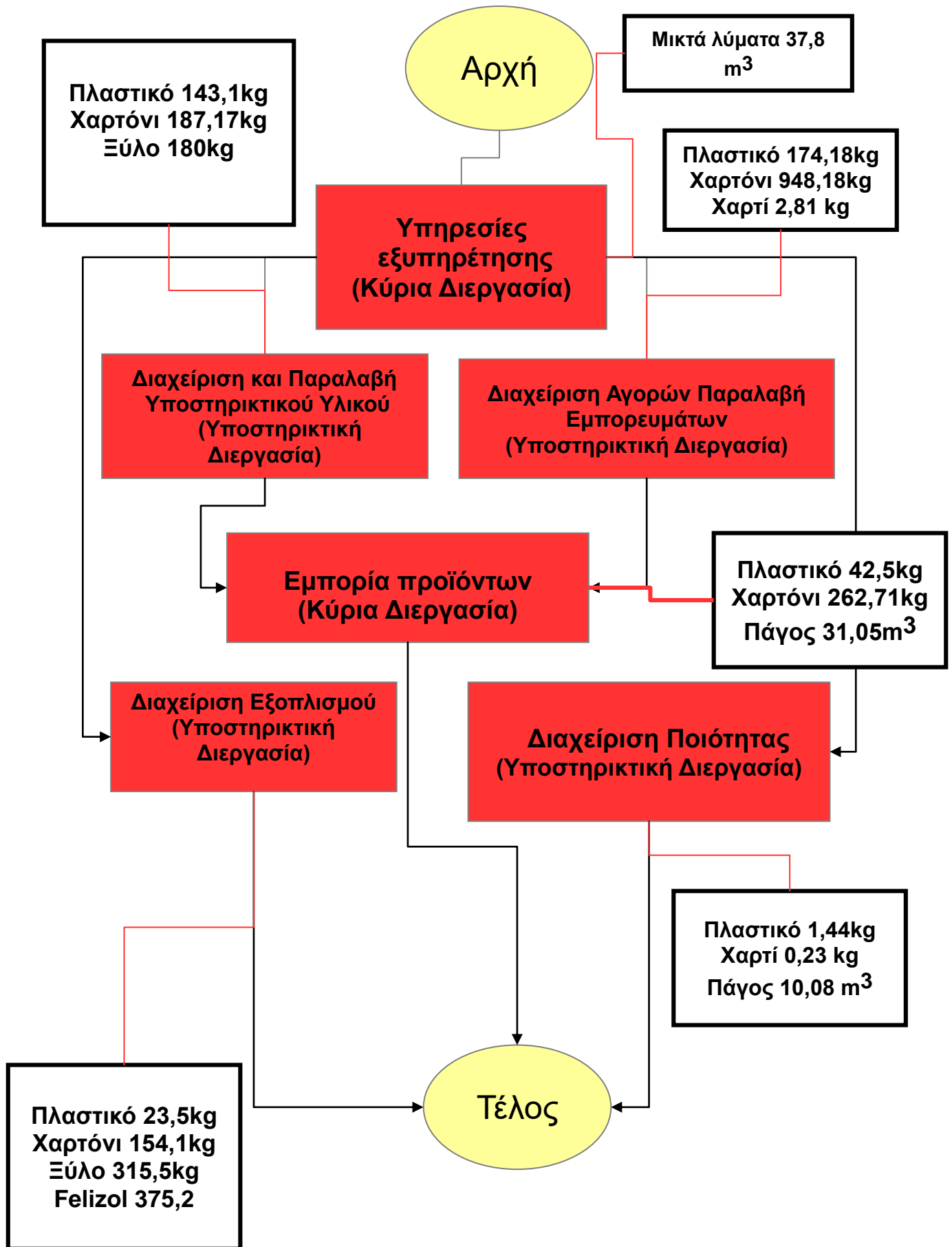
Για παράδειγμα οι διαφημιστικές αφίσες για τα stand συσκευάζονται από τον προμηθευτή σε πλαστικές σακούλες που περιέχουν μέσα 20 διαφημιστικές αφίσες. Επίσης μέσα στην συσκευασία υπάρχει και χαρτόνι διαστάσεων 1x50. Επίσης η παραλαβή των αυτοκόλλητων με τα σήματα της εταιρείας έγινε μέσα σε χαρτοκιβώτια. Ο αριθμός των χαρτοκιβωτίων ήταν 41. Οι βάσεις για τις πλαστικές ομπρέλες συσκευάζονται από τον προμηθευτή μέσα σε πλαστικές σακούλες. Μέσα σε μία πλαστική σακούλα μπαίνουν 2 βάσεις πλαστικές για ομπρέλες.

Πίνακας 4.18 Εκροές στερεών από την υποστηρικτική διεργασία- διαχείριση εξοπλισμού-παραλαβή ψυγείων και διαφημιστικού και υποστηρικτικού υλικού στην διάρκεια ενός χρόνου.

Εκροές από υποστηρικτικά-διαφημιστικά υλικά	Σελοφάν (kg)	Ξύλο (kg)	Χαρτόνι (kg)	Πλαστικό (kg)
Σύνολο	6,3	180	187,17	136,8

Πίνακας 4.19 Συνολικές εκροές επιχείρησης για έτος 2016

Χαρτόνι (Kg)	Πλαστικά (Kg)	Ξύλο (kg)	Felizol (kg)	Χαρτί (kg)	Πάγος (m³)	Νερό (m³)
1552,6	395,73	495,57	375,2	23,62	41,85	37,8



Διάγραμμα ροής 4.12: Εκροές επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου σε κάθε μια διαφορετική διεργασία της επιχείρησης.

4.3 Διαχείριση μακροχρόνιων εκροών της επιχείρησης

Από τα διαγράμματα ροής που παρουσιάστηκαν στο 4.1 κεφάλαιο οι διαφορετικοί τύποι των υλικών προϋποθέσεων (σταθεροί παραγωγικοί συντελεστές) είναι:

- α) Φορτηγά
- β) Ασύρματα τερματικά τιμολόγησης προϊόντων
- γ) Εκτυπωτές τιμολογίων φορτηγών
- δ) Ψυκτικά μηχανήματα
- ε) Υπολογιστές (οθόνη, κεντρική μονάδα κλπ)

4.3.1 Φορτηγά

Στην επιχείρηση που μελετάται τα φορτηγά που έχουν φτάσει στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους είναι 5.

Στην βιβλιογραφία αναφέρεται το τέλος ζωής των φορτηγών στην Ελλάδα είναι στα 20 έτη. Κάτι το οποίο αναμένεται να διαφοροποιηθεί τα επόμενα χρόνια προς το μέσο όρο της Β. Ευρώπης το οποίο είναι 13 έτη (Β. Μαρχαβήλα, 2007). Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα πάγια έξοδα της υπό μελέτη επιχείρησης όπου τα φορτηγά που φτάνουν στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους είναι κοντά στα 20 χρόνια. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι τα φορτηγά αγοράστηκαν μεταχειρισμένα οπότε μπορεί στην ιδιοκτησία της επιχείρησης να είναι 10 χρόνια αλλά είχαν χρησιμοποιηθεί και από άλλες επιχείρησης.

Ένα φορτηγό αποτελείται από:

Χάλυβα και άλλα μέταλλα 75%

Μπαταρία 1,3%

Ελαστικά 3%

Λοιπά υλικά 16,1%

Υγρά λιπαντικά 1,6%

Από τα οχήματα τα 2/3 των υλικών τους είναι δυνατόν να ανακυκλωθούν. Από την άλλη πλευρά, σε ότι έχει να κάνει με τα στάδια ανάκτησης πολύτιμων μετάλλων και καταλυτών θα πρέπει να επισημάνουμε πως τα στάδια αυτά αφορούν την απομάκρυνση του μεταλλικού κελύφους, τον καθορισμό των μεταλλικών συστατικών, την άλεση και την ομογενοποίηση του μονόλιθου καθώς επίσης και τον εξευγενισμό και το διαχωρισμό των πολύτιμων μετάλλων. (Α. Καβάλλη, 2013),

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι ένα φορτηγό περιέχει τα υλικά τα οποία λογίζονται σαν επικίνδυνα παρουσιάζονται παρακάτω και είναι τα ακόλουθα :

1) Μέταλλα (σιδηρούχα και μη): Τα συγκεκριμένα υλικά αφορούν τα 3/4 των τμημάτων των οχημάτων και η απόρριψη τους αναπτύσσει σημαντικά ζητήματα σε ότι έχει να κάνει με τη δράση των τοποθεσιών διάθεσης

και στις δράσεις αποδόμησης οι οποίες γίνονται σε αυτές

2) Πλαστικά : Η διάθεση τους στο περιβάλλον αναπτύσσει σημαντικά ζητήματα καθώς η βιο-αποδόμηση τους υλοποιείται δύσκολα μέχρι και καθόλου καθώς έχουν την ευχέρεια να εμποδίζουν σε μεγάλο βαθμό την κυκλοφορία του ύδατος στις τοποθεσίες διάθεσης και κατά συνέπεια τη

δημιουργία των βιοχημικών λειτουργιών αποδόμησης

3) Καταλύτες : Περιλαμβάνουν μέταλλα που λογίζεται σαν ιδιαίτερα επικίνδυνα.

4) Μπαταρίες : Περιλαμβάνουν μόλυβδο και δυνατά ανόργανα οξέα, συστατικά που ακόμα κατηγοριοποιούνται στις επικίνδυνες ουσίες.

5) Λιπαντικά και φίλτρα λαδιού : Αφορούν ουσίες οι οποίες δεν υποδομούνται εύκολα (Α. Καβάλλη, 2013),

6) Κατασκευαστικά στοιχεία τα οποία περιλαμβάνουν ως επί το πλείστον υδράργυρο. Είναι ένα εξαιρετικά επικίνδυνο συστατικό

7) Γυαλί, υφάσματα και αφρολέξ : Αποτελούν υλικά τα οποία έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν καθοριστικά ζητήματα παρόμοια με εκείνα των πλαστικών υλικών (Ε. Φετ, 2008),

Το φορτηγό δηλαδή μετά από το τέλος της χρήσιμης ζωής του είναι απόβλητο για την επιχείρηση αλλά όπως φαίνεται και από τα παραπάνω δεν μπορεί μόνη της μια επιχείρηση να το διαχειριστεί.

4.3.2 Ηλεκτρονικές συσκευές

Ομοίως με τα φορτηγά έτσι και με τις ηλεκτρονικές συσκευές όταν αυτές φτάσουν στο τέλος της ζωής τους αποτελούν εκροή για την επιχείρηση. Με βάση τα πάγια της υπό μελέτη επιχείρησης και τα χρόνια ζωής που προτείνει ο κατασκευαστής.

Έτσι οι μακροχρόνιες εκροές της επιχείρησης όσο αφορά τις ηλεκτρονικές συσκευές είναι:

6 τερματικά μηχανήματα

3 εκτυπωτές τιμολογίων

4 οθόνες υπολογιστών

4 κεντρικές μονάδες

Οι ηλεκτρονικές συσκευές που περιγράφηκαν παραπάνω παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά όσο αφορά τα υλικά κατασκευής τους. Περιέχουν μέσα χρήσιμα υλικά τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν όπως μέταλλα και πλαστικό. Περιέχουν όμως και επιβλαβή μέταλλα και άλλα επικίνδυνα υλικά τα οποία χρειάζονται ειδική μεταχείριση για να επαναχρησιμοποιηθούν.

Από όλα τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα ότι στο κομμάτι που αφορά τις μακροχρόνιες εκροές της επιχείρησης δεν είναι δυνατόν να γίνει περιβαλλοντική διαχείριση στο επίπεδο μιας επιχείρησης.

4.4 Τεχνητός Υγρότοπος κατακόρυφης ροής

4.4.1 Υλικά και μέθοδοι

Οι υγροβιότοποι κατακόρυφης ροής αποτελούνται συνήθως από στρώσεις διαβαθμισμένων υλικών (χώμα, χαλίκια, χονδρόκοκα υλικά, πλαστικά). Στο άνω μέρος που είναι συνήθως άμμος φυτεύονται καλάμια.

Για το σχεδιασμό του συστήματος αυτού πρέπει να καθοριστούν τα υλικά και οι ποσότητες τους. (δεξαμενή, υλικά πλήρωσης, σύστημα εκροής, σύστημα εισροής και φυτά κάλυψης). (Graggs R..2005).

Δεξαμενή : Οι τεχνητοί υγροβιότοποι κατακόρυφης ροής απαιτούν για την κατασκευή τους μέσο βάθος 0,90-1,20m. Επίσης το πλάτος της δεξαμενής δεν παίζει ρόλο στην κατασκευή γιατί ο τεχνητός υγρότοπος είναι κατακόρυφης ροής. Με βάση του υπολογισμούς που έγιναν στο **Παράρτημα 1** οι διαστάσεις είναι 0,80m x 3,15m x 1,20m. Οι δεξαμενές αυτές είναι εξαιρετικά ανθεκτικές.

Υλικά Πλήρωσης: Τα υλικά με τα οποία γεμίζεται η δεξαμενή αποτελούνται κυρίως από άμμο και χαλίκια διαφόρων διαμέτρων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκαν 4 διαφορετικοί τύποι υλικών:

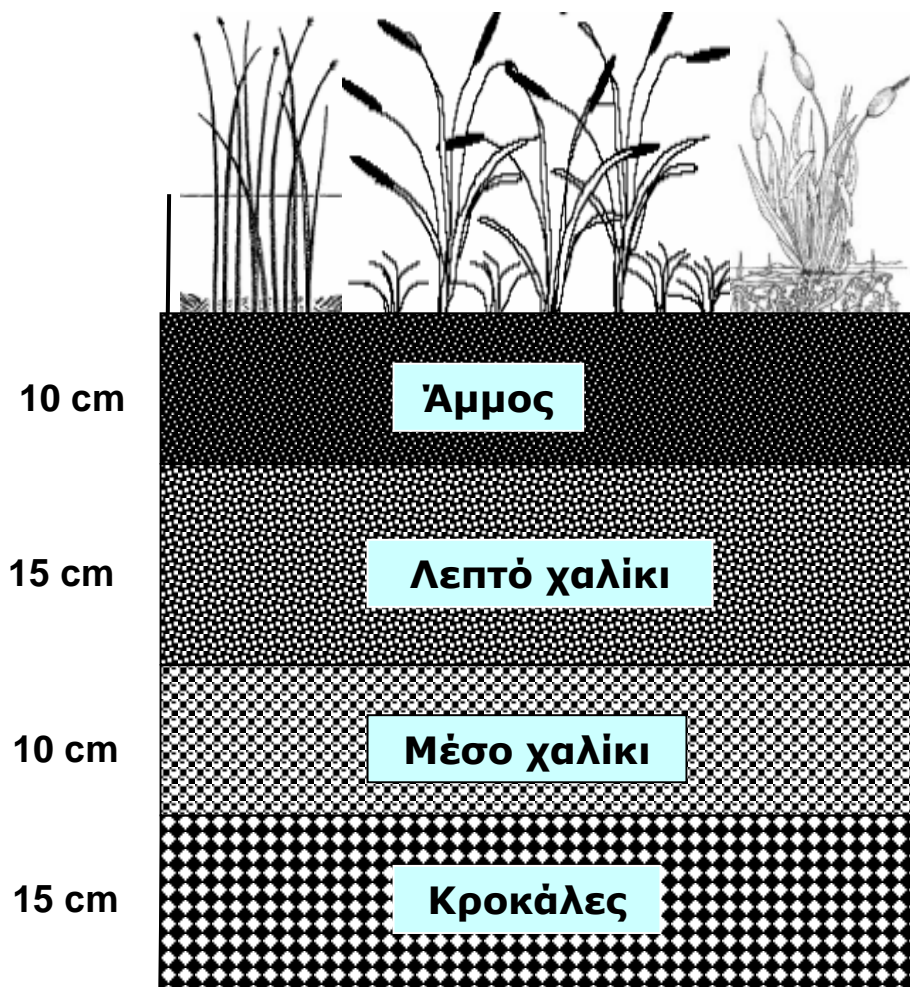
Κροκάλες (μέση διάμετρος 90mm)

Μέσο χαλίκι (μέση διάμετρος 25mm)

Λεπτό χαλίκι (μέση διάμετρος 6mm)

Άμμος (μέση διάμετρος 0,5 mm) (Α.Τσιχριντζής 2012)

Τα υλικά διαφόρων διαμέτρων που παρουσιάστηκαν παραπάνω τοποθετούνται στην δεξαμενή με μειούμενη κοκκομετρία από τον πυθμένα προς τα πάνω. Οι κροκάλες τοποθετούνται στον πυθμένα και καταλαμβάνουν 10-20 cm στην δεξαμενή. Στην συνέχεια τοποθετείται στρώμα 10-20cm με μεσαίο χαλίκι, μετά στρώμα λεπτού χαλικιού 10-15cm και τέλος η λεπτή άμμος 10-50cm. Σύμφωνα με πειραματικές μελέτες που έχουν γίνει για τον σχεδιασμό τεχνητών υγροτόπων κατακόρυφης ροής θα πρέπει το κάθετο στρώμα άμμου να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά $d_{10}=0.25-1.2\text{mm}$ και $d_{60}=0.1-4\text{mm}$ με συντελεστή ανομοιομορφίας ($U=d_{60}/d_{10}$) μικρότερο από 3.5. (Α.Τσιχριντζής 2012)

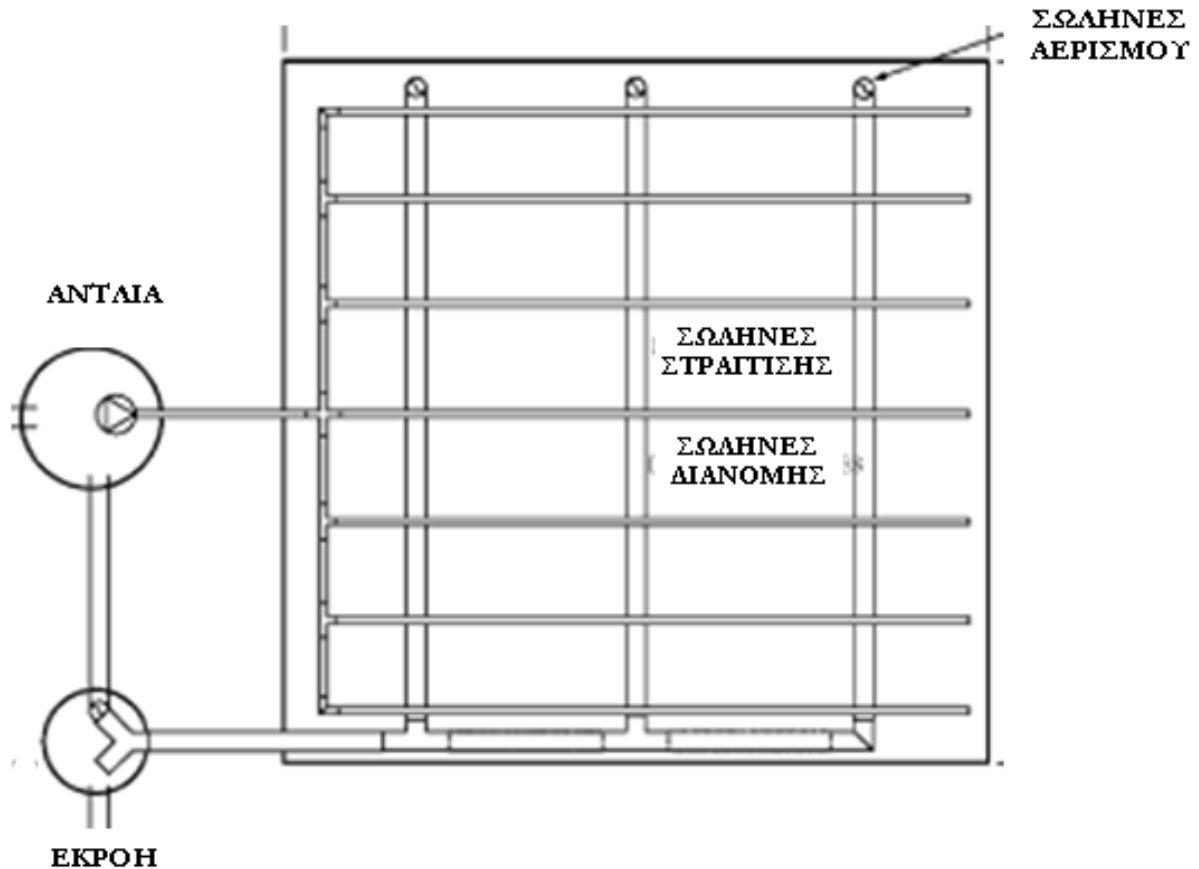


Σχήμα 4.1 Κάθετη τομή Ευρωπαϊκού τύπου τεχνητού υγρότοπου κατακόρυφης ροής πηγή: Α.Τσιχριντζής 2012

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι στις διαστάσεις του κατακόρυφου υγροτόπου φαίνεται ότι το βάθος είναι 1,20m. Αυτό είναι το βάθος της δεξαμενής και όχι το πραγματικό βάθος του νερού. Το πραγματικό βάθος του νερού είναι 0,50m όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.1. και αυτό χρησιμοποιήθηκε και στους υπολογισμούς των Παραστημάτων 1,2,3,4,6.

4.4.2 Σύστημα εισροής-εκροής τεχνητού υγρότοπου κατακόρυφης ροής

Η τροφοδοσία του συστήματος με τα υγρά απόβλητα γίνεται με ένα σύστημα σωλήνων όπως φαίνεται στην εικόνα. Τα υγρά απόβλητα διέρχονται κάθετα από τον υγρότοπο και συλλέγονται σε ένα δίκτυο αποστράγγισης που βρίσκεται στην βάση της δεξαμενής (σχήμα 4.2). Οι στρώσεις των διαφόρων υλικών που περιγράφηκαν παραπάνω αποστραγγίζονται πλήρως με αποτέλεσμα να επιτρέπεται η είσοδος νέου αέρα ανάμεσα στους πόρους (Δαραμούσκας β. 2016). Επίσης και το σύστημα σωληνώσεων βοηθά στον αερισμό της δεξαμενής η προστασία του συστήματος από εξωτερικούς παράγοντες γίνεται με την κροκάλα που βρίσκεται κάτω στην δεξαμενή.(Φαντουλάκης 2012)



Σχήμα 4.2. Δίκτυο διανομής και στράγγισης λυμάτων σε τεχνητό υγρότοπο. Πηγή: Δαραμούσκας β. 2016

4.4.3 Φυτά κάλυψης

Τα φυτά κάλυψης που θα χρησιμοποιηθούν είναι καλάμια (*phragmites australis*). Είναι το είδος που είναι περισσότερο διαδεδομένο στην Ευρώπη. Είναι ψηλά φυτά τύπου χόρτο που αναπτύσσονται ετήσια αλλά έχουν πολυετές ρίζωμα. Αυτά τα φυτά μεταβάλλουν τις συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (DO) και τη θερμοκρασία του νερού και σκιάζουν τα άλγη. Η βλάστηση ως επί το πλείστον δημιουργεί πρόσθετα οξικά περιβάλλοντα για μικροβιακούς πληθυσμούς μέσω αύξησης της επιφάνειας του υποστρώματος στη στήλη νερού και οξυγονώνοντας τα στερεά σωματίδια γύρω από τις ίνες των ριζών (Bachand and Horne, 2000).

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό ζήτημα είναι το ζήτημα αποθήκευσης των επεξεργασμένων greywater και η απολύμανση του στο σύστημα αποθήκευσης. Αυτό μπορεί να γίνει με δεξαμενή που θα έχει λυχνίες οι οποίες θα εκπέμπουν υπεριώδη ακτινοβολία μεταξύ 100-400μm.

4.4.4 Αποτελέσματα απομάκρυνσης ρύπων και παθογόνων μικροοργανισμών

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις (mg/l) των ρύπων στην έξοδο του υγροτόπου με βάση την συγκέντρωση (mg/l) στα greywater που παρουσιάστηκαν στους πίνακες 3.1 και 3.2 (Παραρτήματα 2,3 και 4).

Πίνακας 4.20 Συγκεντρώσεις ρύπων (mg/l) στην εκροή του υγρότοπο κατακόρυφης ροής και σύγκριση με βιβλιογραφικές συγκεντρώσεις

Παράμετρος	Ποιότητα Εισροή βιβλιογραφική Light greywater (mg/l)	Ποιότητα εκροής (mg/l)	Βιβλιογραφική ποιότητα εκροής (mg/l)	Βιβλιογραφία ποιότητα εκροής
BOD ₅	59-424	2,09-20,09	≤ 10	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011** Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011****
			≤ 20	ΟΑΝΑΚ(2003) Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, 2002 Γάκη Ε., et al (2004)
			≤ 25	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011*
			≤30	EPA, (2012)
COD	100-646	3,55-30,15	<80	ΟΑΝΑΚ(2003) Γάκη Ε., et al (2004)
			<60	
TN	2,1-30,5	0,69-12,14	<20	ΟΑΝΑΚ(2003)
			<10	Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, 2002. Γάκη Ε., et al (2004)
TSS	30-303	3,54-35,75	<10	ΟΑΝΑΚ(2003)
			<25	EPA, (2012)
			≤30	Εφημερίς της

				Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011* ΟΑΝΑΚ(2003)
			≤35	Γάκη Ε., et al (2004)
			<25	ΟΑΝΑΚ(2003)
TP	0,1-101	00,2-2,52	<10	Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, 2002

* Όρια επαναχρησιμοποίησης για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορεών που δεν χρησιμοποιούνται για πόση

** Όρια επαναχρησιμοποίησης για απεριόριστη άρδευση και βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης

***Όρια επαναχρησιμοποίησης για αστικές και περιαστικές χρήσεις στην Ελλάδα

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εισροής των υγρότοπο με βάση την συγκέντρωση (mg/l) εκροής που θέτει η νομοθεσία. (Παράρτημα 6) Στην συνέχεια αυτές συγκρίνονται με τις βιβλιογραφικές συγκεντρώσεις (mg/l) που απαντώνται στα greywater.

Πίνακας 4.21 Συγκεντρώσεις ρύπων (mg/l) σε εισροής υγρότοπο κατακόρυφης ροής και σύγκριση με βιβλιογραφικές συγκεντρώσεις

Παράμετρος	Βιβλιογραφική Ποιότητα Εκροής (mg/l)	Ποιότητα Εισροής (mg/l)	Βιβλιογραφική Ποιότητα Εισροής (mg/l)	Βιβλιογραφία ποιότητα εκροής	Βιβλιογραφία Ποιότητας εισροής
BOD ₅ (mg/l)	≤ 10	212,76-277,12	59-424	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011** Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011***	Li et al., 2009 Antonopoulou et al., 2013 Almeida et al 1999
	≤ 20	425,53- 555,55	59-424	ΟΑΝΑΚ(2003) Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, 2002 Γάκη Ε., et al (2004)	
	≤ 25	531,91- 694,44	59-424	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011*	
	≤30	638,29-833,33	59-424	EPA, (2012)	

COD (mg/l)	<80	1702,12-2222,22	100-645	ΟΑΝΑΚ(2003) Γάκη Ε., et al (2004)	Ramon et al 2004 Grant et al 2006
	<60	1276,59-1666,66	100-645	Γάκη Ε., et al (2004)	
TSS (mg/l)	<10	81,76-84,74	30-303	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011**	Grant et al 2006 Merz et al 2007
	<25	204,91-211,86	30-303	ΟΑΝΑΚ(2003) Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, 2002 Γάκη Ε., et al (2004)	
	≤30	245,90-254,23	30-303	ΕΡΑ, (2012)	
	≤35	286,88 -296,61	30-303	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011*	
TN(mg/l)	<20	51,78-60,08	2,1-30,5	ΟΑΝΑΚ(2003)	Lie at al 2009 Schäfer et al., 2006
	<10	25,93-30,03	2,1-30,5	Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, 2002. Γάκη Ε., et al (2004)	
TP (mg/l)	<25	62,53-125,25	0,1-101	ΟΑΝΑΚ(2003)	Donner et al., 2010 Lie at al 2009

	<10	25,01-49,72	0,1-101	Αγγελάκης και Τσαγκαράκης, 2002	
--	-----	-------------	---------	---------------------------------------	--

* Όρια επαναχρησιμοποίησης για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων που δεν χρησιμοποιούνται για πόση

** Όρια επαναχρησιμοποίησης για απεριόριστη άρδευση και βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης

***Όρια επαναχρησιμοποίησης για αστικές και περιαστικές χρήσεις στην Ελλάδα

TP

Στον πίνακα 4.21 φαίνεται ότι στον ολικό φώσφορο TP η συγκέντρωση που υπολογίστηκε είναι μεγαλύτερη από αυτή που θα έπρεπε να είναι ώστε να καλύπτονται οι βιβλιογραφικές απαιτήσεις. Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι η υψηλότερη συγκέντρωση φωσφόρου στο γκρίζο νερό παράγεται από τη χρήση του πλυντηρίου ρούχων (0,1-101 mg/L).(Donner et al 2010).

Όπως αναφέρθηκε και στα ολικά αιωρούμενα στερεά TSS η επιχείριση δεν διαθέτει πλυντήριο όποτε η βιβλιογραφική συγκέντρωση δεν θα έπρεπε να την συμπεριλαμβάνει. Βιβλιογραφικά απαντώνται συγκεντρώσεις TP στο γκρίζο νερό που δεν περιέχουν την ροή του πλυντηρίου. Αυτές είναι 0,6-27,3mg.l (Department of health Western Australia 2002), 0,11-22,8 (Lie at al 2009) και 68-74 (Donner et al 2010). Με βάση τις παραπάνω βιβλιογραφικές συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου TP στα greywater φαίνεται ότι οριακά μπορούν οι παραπάνω συγκεντρώσεις να εξυπηρετήσουν την εκροή TP <10.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.14 ο τεχνητός υγρότοπος κατακόρυφης ροής δείχνει συνέπεια ως προς την απομάκρυνση των παραπάνω ρυπαντών. Ικανοποιώντας και τις περισσότερες απαιτήσεις που βάζει η Ελληνική νομοθεσία για την επαναχρησιμοποίηση των greywater.

Πίνακας 4.22 Συγκεντρώσεις (απ/100ml) παθογόνων μικροοργανισμών στην εκροή του υγρότοπου και σύγκριση με τις συγκεντρώσεις της βιβλιογραφίας.

Είδος (απ./100ml)	Ποιότητα Εισροή βιβλιογραφική Light grey water	Ποιότητα Εκροή	Ποιότητα εκροής βιβλιογραφική	Βιβλιογραφία ποιότητα εκροής
Total coliforms TC	1,8/100-7,4/100	0,453/100- 1,86/100	0-100	ΟΑΝΑΚ 2003
			<500/100	Γάκη et al 2004

E. coli	0,5/100-4,4/100	0,03/100- 1.1/100	<20	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011) * EPA, 2012
			<50	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011) **
			<200	Εφημερίς της Κυβερνήσεως, Τεύχος 354, 8/3/2011) ***
Enterococci	1,9/100-3,4/100	0,13/100- 1.86/100		

*Όρια επαναχρησιμοποίησης για αστικές και περιαστικές χρήσεις στην Ελλάδα

** Όρια επαναχρησιμοποίησης για απεριόριστη άρδευση και βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης

*** Όρια επαναχρησιμοποίησης για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων που δεν χρησιμοποιούνται για πόση

Στον πίνακα 4.22 φαίνεται ότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί έχουν μικρές συγκεντρώσεις στα light grey water. Επίσης ο τεχνητός υγρότοπος απομακρύνει σε ικανοποιητικό βαθμό τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Ειδικότερα στον κατακόρυφο τεχνητό υγρότοπο που μελετάται στην παρούσα διπλωματική αυτό συμβαίνει λόγω της συγκράτησης που πραγματοποιείται από τα υλικά πλήρωσης (πορώδη υλικά) του υγροτόπου. Βρέθηκε ότι το λεπτόκοκκο πορώδες μέσο είναι ανώτερο σε αφαίρεση μικροοργανισμών σε σύγκριση με πιο χονδρόκοκκο. Γενικά, η αφαίρεση είναι 1-2 τάξεις μεγέθους για χρόνο παραμονής 3-7 ημέρες και 3-4 τάξεις μεγέθους για χρόνο παραμονής μεγαλύτερο των 14 ημερών (Reed et al., 1995). Τα εύρη τιμών των υπό μελέτη παθογόνων μικροοργανισμών εξαρτώνται από την χρήση ωμών τροφίμων και από την προσωπική υγιεινή επομένως οι μικροβιολογικοί παράγοντες στα γκρίζα νερά της επιχείρησης είναι αρκετά περιορισμένοι.

Όπως φαίνεται και στους πίνακες 4.20 4.21 και 4.22 η εκροή του τεχνητού υγροτόπου κατακόρυφης ροής μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για περιορισμένη αστική χρήση, βιομηχανική χρήση, γεωργική χρήση (μη βρώσιμες καλλιέργειες, καλλιέργειες που τα προϊόντα τους επεξεργάζονται), περιορισμένη χρήση αναψυχής και περιβαλλοντική χρήση.

Συγκεκριμένα η EPA (πίνακας 3.8) ορίζει ότι το ανακτημένο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γεωργικές καλλιέργειες τροφίμων (μη εμπορεύσιμων) που χρειάζονται επιφανειακή άρδευση οπωροφόρων δέντρων και αμπελώνων. Τέλος ορίζει ότι μπορεί να αξιοποιηθεί για γεωργικές καλλιέργειες που δεν προορίζονται για βρώση, βοσκότοποι, ζωοτροφές κ.ά.

Τέλος το ανακτημένο νερό από τον τεχνητό υγρότοπο κατακόρυφης ροής πλήρη τις προδιαγραφές της ΚΥΑ 145116/02-02-2011 για την επαναχρησιμοποίηση του ανακτημένου νερού. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται και στον πίνακα 4.20 το ανακτημένο νερό μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για περιορισμένη άρδευση, βιομηχανική χρήση νερού ψύξης μιας χρήσης και εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορεών που δεν χρησιμοποιούνται για πόση. Άλλα δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για απεριόριστη άρδευση και βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης γιατί όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.10 δεν καλύπτεται η απαίτηση της ΚΥΑ 145116/02-02-2011 για BOD<10.

Πίνακας 4.23 Τύποι κυριότερων αγροτικών καλλιεργειών για άρδευση με ανακτημένο νερό

Τύπος Καλλιέργειας	Φυτικά προϊόντα	Επεξεργασία νερού
Φυτικές καλλιέργειες	Κριθάρι, καλαμπόκι, βρώμη	Δευτεροβάθμια + απολύμανση
Ελαιώδεις καρποί	Βαμβάκι, λινάρι	Δευτεροβάθμια + απολύμανση
Χορτονομές	Μηδική, κριθάρι, ζωοτροφές	Δευτεροβάθμια + απολύμανση
Οπωροκηπευτικά και αμπελώνες	Βερίκοκο, πορτοκάλι, ροδάκινο, κλίματα, σταφύλια	Δευτεροβάθμια + απολύμανση
	Ελαιόδεντρα	Δευτεροβάθμια + απολύμανση
Φυτόρια	Λουλούδια	Δευτεροβάθμια + απολύμανση
Δασώδεις περιοχές	Λεύκες	Δευτεροβάθμια + απολύμανση

Τέλος με βάση όλα τα παραπάνω η επιλογή που γίνεται για την χρήση του ανακτημένου νερού της

επιχείρησης είναι πρώτον ο εξωτερικός καθαρισμός των φορτηγών της επιχείρησης και δεύτερον η επιφανειακή άρδευση μη βρώσιμων καλλιεργειών. Τέτοιες είναι το πότισμα των λουλουδιών που διαθέτει η επιχείρηση στον προαύλιο χώρο της. Οι 2 παραπάνω τύποι καλλιεργειών πληρούν τις προϋποθέσεις που θέτει η ελληνική νομοθεσία για τα όρια επαναχρησιμοποίησης για περιορισμένη άρδευση.

4.5. Εγκατάσταση λέβητα πολλαπλής καύσης

4.5.1 Χαρακτηριστικά κτιρίου

Η μελέτη για την εγκατάσταση του λέβητα pellet δεν αφορά ολόκληρη την κτιριακή έκταση της επιχείρησης αλλά μόνο το κομμάτι που στεγάζονται τα γραφεία. Ο χώρος που στεγάζονται τα γραφεία έχει εμβαδόν 150 τ.μ και αποτελείται από ένα ενιαίο χώρο 2 τουαλέτες και μία κουζίνα.

Η απαιτούμενη ενέργεια για την θέρμανση των χώρων είναι 52,4kwh/m² (TEE-KENAK) που αντιστοιχεί σε έναν επαρκώς μονωμένο χώρο. Το κτίριο της επιχείρησης είναι βιομηχανικού τύπου κτίριο με έτος κατασκευής 2015. Ο σκελετός του κτιρίου είναι μια σιδερένια κατασκευή η οποία έχει καλυφθεί με πάνελ πάχους 80mm. Τα πάνελ έχουν υψηλές απαιτήσεις θερμομόνωσης. Συγκεκριμένα τα πάνελ 80mm του κτιρίου έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας U-value 0,26. Τέλος το κτίριο έχει κουφώματα αλουμινίου θερμοδιακοπτόμενα. Αυτού του τύπου τα κουφώματα ανάμεσα στο εσωτερικό προφίλ και το εξωτερικό περιέχουν ένα υλικό χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας το λεγόμενο θερμοδιακόπτη. Ο θερμοδιακόπτης είναι υλικό που είναι κακός αγωγός της θερμότητας και μειώνει κατά πολύ την θερμική διαπερατότητα των κουφωμάτων. Ένας επιπλέον παράγοντας που μειώνει τις θερμικές απώλειες κατά 50% είναι τα διπλά τζάμια που επιλέχθηκαν να τοποθετούν στα κουφώματα αλουμινίου με διάκενο 12mm.

4.5.2 Κόστος εγκατάστασης

Στην αγορά οι τιμές ενός λέβητα pellet ξεκινούν από 1300€ έως 3500€ . Σύμφωνα με την έρευνα αγοράς ένας λέβητας που καλύπτει της ανάγκες της επιχείρησης είναι ο αυτοκαθαριζόμενος λέβητας πολλαπλής καύσης της εταιρείας Alfa therm (εικόνα4.3) με ονομαστική ισχύ 75.700 kcal/h. Τα χαρακτηριστικά του παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτός ο λέβητας είναι λόγω της δυνατότητας πολλαπλής καύσης. Πολλαπλής καύσης λέβητας ονομάζεται ο λέβητας που χωρίς τροποποιήσεις μπορεί να καίει διαφορετικά καύσιμα. Πολλά φορές στο εμπόριο είναι γνωστός και ως λέβητας βιομάζας. Οι λέβητες πολλαπλής καύσης διαφέρουν και από τους λέβητες ελαιοπυρήνα αλλά και από τους λέβητες pellet όπως και τους ξυλόλεβητες. Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι μπορούν να καίνε κάθε στερεό καύσιμο και έτσι υπερκαλύπτουν όλες τις παραπάνω κατηγορίες λέβητα



Εικόνα 4.3: Πρόσοψη λέβητα πολλαπλής καύσης/ Βιομάζας/ Ξύλου/ Pellet. Πηγή: <http://alfa-therm.eu>



Εικόνα 4.4: Πλαϊνή όψη λέβητα πολλαπλής καύσης/ Βιομάζας/ Ξύλου/ Pellet. Πηγή: <http://alfa-therm.eu>

Πίνακας 4.24: Χαρακτηριστικά λέβητα πολλαπλής καύσης/ Βιομάζας/ Ξύλου/ Pellet

Ισχύς Kcal/h	75.700
Απόδοση	0,93
Χωρητικότητα (lt)	250
Βάρος (kg)	570
Πίεση (bar)	2
Τιμή (€)	2100

Πηγή: <http://alfa-therm.eu>

Οι τιμές που υπάρχουν στην αγορά για το σύστημα σωληνώσεων- εξαρτημάτων, καπνοδόχου και θερμαντικών σωμάτων και φίλτρου στην καπνοδόχο είναι από 2300 € .Τέλος το κόστος εγκατάστασης από υδραυλικό φτάνει τα 1000 €. Η ολοκλήρωση της εγκατάστασης θα γίνει σε 3 με 6 μέρες. Συνολικά το κόστος εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα 4.24.

Πίνακας 4.25 Συγκεντρωτικά κόστη λέβητα- καυστήρα pellet

Κόστος λέβητα	
Κόστος Λέβητας πολλαπλής χρήσης	2100 €
Κόστος εξαρτημάτων	2300 €
Κόστος εγκατάστασης	1000 €
Ολοκλήρωση κατασκευής	3-6 ημέρες
Συνολικό κόστος	5400 €

Πηγή: <http://alfa-therm.eu>

4.5.3 Κόστος λειτουργίας και συντήρησης

Η κατανάλωση των pellet προκύπτει με την απόδοση που έχουν οι λέβητες η οποία κυμαίνεται από 85%-93% και μία μέση τιμή της θερμογόνου δύναμης του pellet που είναι 5,1 kwh/kg. Η απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση στην περίπτωση αυτή είναι 52,4 kwh/m² (TEE-KENAK) και συνδυάζοντας την με το εμβαδόν των χώρων της επιχείρησης 150m². Επομένως η ετήσια κατανάλωση pellet είναι 1541,176 kg. Η τιμή των pellet στην αγορά 0,3 €. Άρα η συνολική ετήσια δαπάνη της επιχείρησης για καύσιμο είναι 462,35€. Ο πίνακας 4.25 συνοψίζει τα παραπάνω δεδομένα.

Πίνακας 4.26: Ετήσια δαπάνη κατανάλωσης pellet.

Τιμή pellet (€)	0,3
Θερμογόνος δύναμη (kwh/kg)	5,1
Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση (kwh/m²)	52,4
Συνολική απαιτ. Ενέργεια (kwh)	7860
Συνολική κατανάλωση pellet (kg)	1541,176
Συνολική δαπάνη pellet (€)	462,35

Πηγή: <http://alfa-therm.eu>

Κόστος συντήρησης: Τα κόστη συντήρησης του συγκεκριμένου λέβητα υπολογίζονται 40€ το χρόνο.

Διάρκεια ζωής: Η διάρκεια ζωής των λεβήτων pellet εξαρτάται από την συντήρηση που τους γίνεται και από τα υλικά κατασκευής. Επίσης η ποιότητα των pellet που επιλέγεται είναι πολύ σημαντική. Η διάρκεια ζωής που δίνεται από τους κατασκευαστές είναι 20 χρόνια.

Στον λέβητα-καυστήρα πολλαπλής καύσης που επιλέχθηκε για την επιχείρηση εκτός από pellet μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο και μερικές από τις στερεές εκροές της επιχείρησης που αποτυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι στερεές εκροές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι τα χαρτόνια και οι ξύλινες παλέτες. Οι ξύλινες παλέτες είναι 495.57 kg με θερμογόνο δύναμη 4,2 kwh/kg. Άρα από την χρήση των ξύλινων παλετών ως καύσιμο στον λέβητα καλύπτονται 2081,394 kwh. Τα χαρτόνια είναι 1576,22 kg με θερμογόνο δύναμη 0,004612 kwh/kg. Άρα από την χρήση των χαρτονιών ως καύσιμο στον λέβητα καλύπτονται 7,266 kwh. Τα παραπάνω εμφανίζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 4.26

Πίνακας 4.27 Στερεές εκροές επιχείρησης που χρησιμοποιούνται ως καύσιμο στον λέβητα

Συνολική ποσότητα ξύλου (kg)	495,57
Θερμογόνος δύναμη ξύλου (kwh/kg)	4,2
Συνολική ενέργεια θέρμανσης (kwh)	2081,394
Συνολική ποσότητα χαρτονιών (kg)	1576,22
Θερμογόνος δύναμη χαρτονιού (kwh/kg)	0,004612
Συνολική ενέργεια θέρμανσης (kwh)	7,266
Συνολική ενέργεια από στερεές εκροές (kwh)	2088,66037

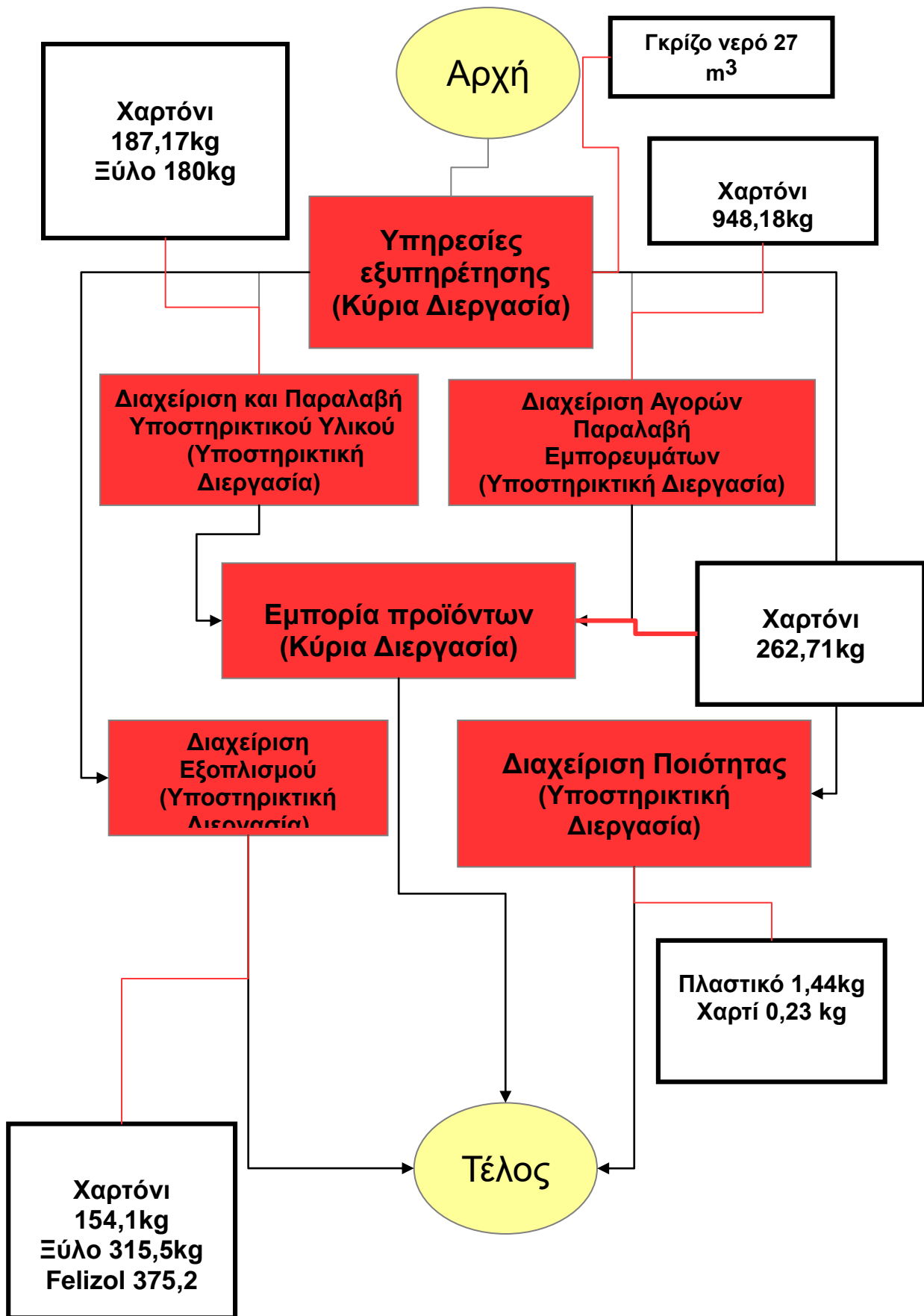
Επομένως η συνολική κατανάλωση pellet μειώνεται αφού μέρος του καυσίμου καλύπτεται από τις στερεές εκροές της επιχείρησης. Η νέα κατανάλωση pellet υπολογίστηκε 1131,63 kg με συνολική δαπάνη για την παραπάνω ποσότητα στις 339,49 €. Άρα η συνολική εξοικονόμηση για την επιχείρηση είναι 122.86 € το χρόνο.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής ήταν η καταγραφή και η ποσοτικοποίηση των εκροών (στερεών και υγρών) μια μικρομεσαίας επιχείρησης και στην συνέχεια η προσπάθεια αυτές να διαχειριστούν. Ο τρόπος που οι στερεές εκροές διαχειρίστηκαν ήταν με την μελέτη εγκατάστασης λέβητα πολλαπλής καύσης όπου θα χρησιμοποιούνται για καύσιμο (εκτός από pellet) και μερικές από τις στερεές εκροές της επιχείρησης. Αυτό που φάνηκε μέσα από την μελέτη εγκατάστασης είναι ότι η συγκεκριμένη εγκατάσταση είναι η καλύτερη επιλογή για την επιχείρηση. Πρώτον γιατί η ανάγκη για θέρμανση των χώρων του γραφείου είναι επιτακτική και τα pellet είναι οικονομικότερη λύση σε σχέση με το πετρέλαιο. Δεύτερον η βιομάζα συμβάλει στην αποτροπή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής (Life Project, 2006). Τέλος ο συγκεκριμένος λέβητας συμβάλει στην διαχείριση των στερεών εκροών της επιχείρησης δηλαδή βοηθάει στην μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της επιχείρησης που αποτελεί και σκοπό της παρούσας διπλωματικής.

Ο τρόπος που στην παρούσα διπλωματική διαχειρίστηκαν οι υγρές εκροές (greywaters) της επιχείρησης είναι με την δημιουργία τεχνητού υγροτόπου κατακόρυφης ροής όπου η εκροή του θα χρησιμοποιείται για πότισμα λουλουδιών που υπάρχουν στο προαύλιο χώρο της εγκατάστασης. Από την βιβλιογραφική επισκόπηση που έγινε φαίνεται ότι ένας τέτοιος υγρότοπος μπορεί να απομακρύνει ικανοποιητικά του παθογόνους μικροοργανισμούς και του ρύπους. Ουσιαστικά δηλαδή οι συγκεντρώσεις των παθογόνων μικροοργανισμών και των ρύπων είναι μέσα στα όρια που θέτει η Ευρωπαϊκή και η Ελληνική νομοθεσία για την επαναχρησιμοποίηση του νερού για πότισμα μη βρώσιμων καλλιεργειών (ΚΥΑ 145116/02-02-2011). Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι ο τεχνητός υγρότοπος θα πρέπει να κατασκευαστεί και να λειτουργήσει ώστε να ελεγχθεί αν όντως λειτουργεί όπως αναμένεται από την μελέτη εγκατάστασης που πραγματοποιήθηκε. Τέλος φαίνεται ότι ο τεχνητός υγρότοπος είναι μια πολύ καλή λύση για την συγκεκριμένη επιχείρηση όχι μόνο από την πλευρά της περιβαλλοντικής διαχείρισης αλλά και από την οικονομική πλευρά. Η επιχείρηση αγοράζει το νερό γιατί λόγω προβλημάτων στην περιοχή δεν έχει συνδεθεί με το κεντρικό δίκτυο του νερού. Οπότε ο τεχνητός υγρότοπος συμβάλει στο να ποτίζεται το πράσινο με χαμηλό κόστος για την επιχείρηση.

Τέλος μέσα από την προσπάθεια που έγινε για περιβαλλοντική διαχείριση των εκροών(στερεών και υγρών) της επιχείρησης στην διάρκεια ενός χρόνου η περιβαλλοντική βελτίωση της επιχείρησης είναι μεγάλη όπως φαίνεται και στο διάγραμμα ροής 5.1. Ουσιαστικά με εύκολές και όχι ιδιαίτερα δαπανηρές εναλλακτικές μεθόδους αποδείχθηκε ότι μια μικρομεσαία επιχείρηση που ασχολείται με την διανομή και την αποθήκευση προϊόντων μπορεί να καταφέρει να μειώσει το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα.



Διάγραμμα ροής 5.1. Ποσότητες εκροών της επιχείρησης που επαναχρησιμοποιήθηκαν με χρήση εναλλακτικών μεθόδων.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί ότι, όπως αναφέρθηκε και στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων, οι μακροχρόνιες εκροές δεν μπορούν να διαχειριστούν σε επίπεδο μια επιχείρησης. Το συγκεκριμένο θέμα χρίζει περαιτέρω διερεύνηση γιατί η περιβαλλοντική διαχείριση των μακροχρόνιων εκροών σε επίπεδο ένωσης παρόμοιων επιχειρήσεων ίσως να είναι εφικτή. Συγκεκριμένα έρευνα της Τράπεζας της Ελλάδας λέει ότι επιχειρήσεις με παρόμοιο κύκλο εργασιών με την υπό μελέτη επιχείρηση μπορούν να φτάσουν μέχρι και 10 φορτηγά (πίνακας 5.1). Η ιδέα της ένωσης πολλών τέτοιων επιχειρήσεων ώστε να διαχειριστούν από κοινού τις μακροχρόνιες εκροές τους βοηθά πρώτον τις επιχειρήσεις να βρίσκουν ευκολότερα ανταλλακτικά από φορτηγά ή από ηλεκτρονικές συσκευές που έχουν φτάσει στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους χωρίς μεσάζοντες. Αυτό θα είναι χρήσιμο γιατί σχεδόν όλες οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην διανομή και την αποθήκευση συνήθως χρησιμοποιούν παρόμοιες τεχνικές π.χ μέθοδο τιμολόγησης ή φορτηγά. Τέλος αυτό θα βοηθήσει και στην περιβαλλοντική διαχείριση των μακροχρόνιων εκροών πρώτον γιατί θα υπάρχει επαναχρησιμοποίηση μερών των μακροχρόνιων εκροών και στην συνέχεια αυτά που δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν (όπως το σκραπ χάλυβα από φορτηγά) θα μπορούσαν να πωληθούν σε ανταγωνιστικές τιμές λόγω του ότι οι ποσότητες θα είναι μεγαλύτερες από αυτές που θα είχε μια επιχείρηση μόνη της

Πίνακας 5.1: Χαρακτηριστικά και αριθμός υλικών σε επιχειρήσεις logistic στην Ελλάδα

	Φορτηγά				
	Αριθμός	Μέσο μέγεθος (σε τόνους)	Μέση ηλικία	Ιδιότητα	Τεχνολογίας EURO 5/6*
ΜμΕ Logistics	11	18	9	60%	36%
Πολύ μικρές	3	19	10	57%	29%
Μικρές	10	19	10	64%	34%
Μεσαίες	28	13	6	45%	53%

*Ο διαχωρισμός των επιχειρήσεων αφορά τάξεις μεγέθους του κύκλου εργασιών. Ειδικότερα, ορίζουμε (σε εκατ. €): πολύ μικρές = (0-0,1], μικρές = (0,1-5], μεσαίες = (5-10], μεγάλες = (10 και άνω). Πηγή :Εθνική τράπεζα διεύθυνση οικονομικών ανάλυσης 2017.

Ένα άλλο θέμα που θα ήταν χρήσιμο να μελετηθεί είναι το τι συμβαίνει στον κλάδο συνολικότερα. Ουσιαστικά δηλαδή να μελετηθεί η πίεση που ασκεί ο κλάδος συνολικότερα στο περιβάλλον. Υπάρχουν διάφορες έρευνες όπως και αυτή της Εθνική Τράπεζα "Διεύθυνση οικονομικών ανάλυσης 2017" που παρουσιάζουν αρκετά στοιχεία για τον κύκλο εργασιών μικρομεσαίων επιχειρήσεων τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν και να βγουν γόνιμα συμπεράσματα για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του κλάδου. Τέτοιου είδους έρευνα θα ήταν χρήσιμη ώστε να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα της και στην συνέχεια να δοθούν κίνητρα στις επιχειρήσεις του κλάδου ώστε να υιοθετήσουν πρακτικές όπως αυτές που παρουσιάστηκαν στην παρούσα διπλωματική.

Τέλος, ένα άλλο θέμα που δείχνει ότι αξίζει να μελετηθεί είναι η έννοια των clusters. Ουσιαστικά επιχειρήσεις κοντινές και μη ανταγωνιστικές μεταξύ τους που να μπορούν να χρησιμοποιούν από κοινού τις

εκροές τους (βραχυχρόνιες και μακροχρόνιες). Αυτό θα βοηθήσει τις επιχειρήσεις και σε οικονομική και σε περιβαλλοντική βελτίωση αλλά και στην συνολική πίεση που ασκούν οι επιχειρήσεις στο περιβάλλον.

6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ξενόγλωσση

Antonopoulou, G., Kirkou, A., Stasinakis, A.S, Quantitative and qualitative greywater characterization in Greek households and investigation of their treatment using physicochemical methods, *Science of the Total Environment*, 454-455, 426-432, 2013.

Angelakis A.N., L. Bontoux and V. Lazarova (2002). Wastewater recycling and reuse in EU countries: With emphasis on criteria used. In: Proceeding of 3rd International Forum, Integrated Water Management – The Key to Sustainable Water Resources (ΕΥΔΑΠ Α.Ε. Eds.), Athens, Greece, March 21 – 22, 2002.

Bachand, A.M.P. and Horne, J.A., 2000, “Denitrification in constructed free-water surface wetlands: II. Effects of vegetation and temperature.”, *Ecological Engineering*, Vol. 14, pp.17-32.

Boris Lesjean & Regina Gnirss, grey water treatment with a membrane bioreactor operated at low srt and low hrt, Elsevier - Desalination 199 (2006) 432–434

Crites, Tchobanoglous. (1998). «Small and Decentralized Wastewater Management System» McGraw – Hill International Editions. Σελ. 570)

Chaillou, K., Gérente, C., Andrès, Y., Wolbert, D., Bathroom Greywater Characterization and Potential Treatments for Reuse, *Water Air Soil Pollut* ,215:31–42, 2011.

Donner, E., Eriksson, E., Revitt, D.M., Scholes, L., Holten Lützhøft, H-C., Ledin, A., Presence and fate of priority substances in domestic greywater treatment and reuse systems, *Science of the Total Environment*, 408, 2444-2451, 2010.

Eriksson, E., K. Auffarth, M. Henze and A. Ledin, Characteristics of grey wastewater, *Urban Water*, 4, 85-104, 2002.

EPA, Guidelines for Water Reuse, EPA/600/R-12/618, 2012. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/P100FS7K.pdf>

Fane, S., Reardon, C., Wastewater re – use, *Water Use*, 227-230, 2009

Hiebeler R., Kelly T., Kettelman C; (1998);Best Practices: Building your bussiness with Customer Focused solutions; New York; Simon & Schuster

Metcalf & Eddy, water reuse, issues, technologies & applications, 2007

Kallergis G- Technical Chamber of Greece, Athens, 1999

Li, F., Wichmann, K., Otterpohl, R., Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses, *Science of the Total Environment*, 407, 3439-3449, 2009.

Ledin, A., Eriksson, E., and Henze, M.. Aspects of groundwater recharge using grey wastewater. In Decentralised Sanitation and Reuse, G. Lettinga, ed (London), pp. 650., 2001.

Life Project L,(2006). Αειφόρος Κατασκευή στο Δημόσιο και Ιδιωτικό Τομέα μέσω της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων - Προτάσεις Θεσμικών Ρυθμίσεων για την Προώθηση των Αειφόρων Κτιρίων σε Ελλάδα και Κύπρο : Sustainable Construction

Palmquist, H., Hanæus, J., Hazardous substances in separately collected grey- and blackwater from ordinary Swedish households, *Science of the Total Environment*, 348, 151-163, 2005.

Porter M.; (1985);Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance; New York; Free Press

Ramon, G., Green, M., Semiat, R. and Dosoretz, C., Low strength greywater characterization and treatment by direct membrane filtration, *Desalination*, 170, 241-250, 2004.

Reed, Crites, Middlebrooks: «Natural Systems for Waste Management and Treatment», USA 1995, McGraw-Hill.

Reed, S.C. and Crites, R.W. (1984). Handbook on Land Treatment Systems for Industrial and Municipal Wastes, Noyes Data, park Ridge, NJ.

Reed, S.C., Crites, R.W. and Middlebrooks, E.J. (1995). Natural Systems for Waste Management and Treatment. 2nd Ed., McGraw - Hill, Inc., New York.

Reed, S.C., Middlebrooks, E.J. and Crites, R.W. (1988). Natural Systems for Waste Management and Treatment. McGraw-Hill, Inc. New York.

Starkey R. (1998), Environmental Management Tools For SMEs- A handbook, Environmental Issues Series, αντλήθηκε από την ιστοσελίδα: eea.europa.eu

Tchobanoglous, G., Wastewater engineering : treatment, disposal and reuse, McGraw – Hill series in water resources and environmental engineering, 3rd edition, 1991.

Shelef G. and Y. Azon (1996). The Coming Era of Intensive Wastewater Reuse in the Mediterranean Region. Water Sci. Technol. 33, 115-125

World Health Organization, safe use of wastewater, excreta & greywater, 2006

Ελληνική

Αγγελάκης, Α.Ν. και Τσαγκαράκης, Κ. (2002). Σημειώσεις Παραδόσεων στο Τμήμα Ενεργειακής & Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας. Προγράμματα Σπουδών Επιλογής, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης. Σελ. 103 .

Αγγελάκης Α. Ν. και Ε. Διαμαντόπουλος (1999). διαχείριση Αστικών Υγρών και Στερεών Αποβλήτων Με Έμφαση: Στα Έργα Αποχέτευσης, Επεξεργασίας και Διάθεσης Υγρών Αποβλήτων και στη διαχείριση των Παραγόμενων Βιοστερεών. Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης – Αποχέτευσης (Ε.Δ.Ε.Υ.Α), Λάρισα.

Βαρκάς, Α. “Κατασκευή και λειτουργία συστημάτων τεχνητών υδροβιότοπων κατακόρυφης ροής πιλοτικής κλίμακας για την επεξεργασία αστικών αποβλήτων” Μεταπτυχιακή διατριβή , Πανεπιστήμιο Αιγαίου Μυτιλήνη 2007

Ευρωπαϊκή οδηγία 91/271/ΕΟΚ: «Επεξεργασία των αστικών λυμάτων»

Καραμούζης Δ. 2006 , Μικρά συστήματα εξεργασίας λυμάτων Αναπτυξιακό Συνέδριο Νόμου Δράμας.

Καβάλλη Α. , (2013), Αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα, ΑΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας, Τμήμα Λογιστικής.

ΚΥΑ 5673/400/97 (ΦΕΚ 192/Β/97): «Μετρά και όροι για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων »

ΚΥΑ 114218/97 (ΦΕΚ 1016/Β/97): «κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών απόβλητων»

Μαρχαβήλα Β., (2007), Αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα: δομή καναλιών, τύποι καναλιών, σχέσεις που αναπτύσσονται σε αυτά, Διπλωματική εργασία, Τμήμα επιχειρηματικής πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Ν. 1650/1986 (ΦΕΚ Τ. Α' 160/18-10-1986): «Για την προστασία του Περιβάλλοντος»

Σπανάκης Γ.,(2003) <<Χρήση καυστήρων μικτής καύσης για θέρμανση θερμοκηπίων>> Ηράκλειο.

Τσιχριντζής Β., 2000. <<Οικολογική Μηχανική και Τεχνολογία, Τόμος Ι (Διαχείριση Απορροής, Ρύπων και Φερτών) και Τόμος ΙΙ (Φυσικές Μέθοδοι Επεξεργασίας Αποβλήτων -Πρόληψη Ρύπανσης)>>, Εκδόσεις Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.

Φουντουλάκης Μ. “Επεξεργασία αστικών λυμάτων με καινοτόμα φυσικά συστήματα στα για την επαναχρησιμοποίηση του ως νερό άρδευσης -ΚΥΠΕ 3487/159” “Σχεδιασμός και κατασκευή Τεχνητών Υγροβιότοπων” ,Ηράκλειο , Δεκέμβριος 2014.

Φετ Ε. , (2008), Διαχείριση και ανακύκλωση οχημάτων-reverse logistics, Τμήμα τυποποίησης και διακίνησης προϊόντων(logistics), ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης ,παράρτημα Κατερίνης.
Ευρωπαϊκός οργανισμός περιβάλλοντος eea.europa.eu

Ιστοσελίδες

Τεχνητό Επιμελητήριο Ελλάδας- ΤΕΕ: www.tee.gr

Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ: www.ypeka.gr

Ευρωπαϊκή επιτροπή- Energy Efficiency in Buildings: ee.europa.eu/energy//efficiency/buildings_en.htm

www.fbr.de

<http://alfa-therm.eu>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1

Υπολογισμός Διαστάσεων Υγροτόπου Κατακόρυφης Ροής

Για να υπολογιστούν οι διαστάσεις του υγροτόπου κατακόρυφης ροής πρέπει να υπολογιστεί η μέση παροχή του (εξίσωση 5).

Η ποσότητα των λυμάτων (grey water) της επιχείρησης παρουσιάζουν εποχικές διακυμάνσεις. Το Φθινόπωρο και το Χειμώνα η κατανάλωση υπολογίστηκε 50l/d ή 0,05 m³/d ενώ την Άνοιξη και το Καλοκαίρι η κατανάλωση υπολογίστηκε 100 l/d ή 0,1 m³/d.

Επομένως σύμφωνα με την εξίσωση 5 η μέση παροχή είναι: Q₁=0,05 m³/d και Q₂=0,1 m³/d.

Εν συνεχεία πρέπει να υπολογιστεί η σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από την θερμοκρασία (εξίσωση 2).

Για το καλοκαίρι 22 °C (υψηλότερη θερμοκρασία λυμάτων), η τιμή του συντελεστή είναι,
 $K_T = K_{20} \times (1,06)^{(T-20)} = 0,678 \times (1,06)^{(22-20)} = 0,762 \text{ d}^{-1}$

Για το χειμώνα 10 °C (χαμηλότερη θερμοκρασία λυμάτων), η τιμή του συντελεστή είναι,
 $K_T = K_{20} \times (1,06)^{(T-20)} = 0,678 \times (1,06)^{(10-20)} = 0,379 \text{ d}^{-1}$

Η σταθερά της κινητικής (K_T) εξαρτάται εκτός από την θερμοκρασία των λυμάτων και από το είδος του κάθε διαφορετικού ρύπου. Για τους ρύπους που μελετώνται στην συγκεκριμένη διπλωματική οι διαφορές στην τιμή θ που εντοπίστηκαν στην βιβλιογραφία είναι της τάξης του 3% όποτε οι διαφοροποίηση του (K_T) είναι πολύ μικρή. Επομένως σε όλους του ρύπους θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές του (K_T) που υπολογίστηκαν παραπάνω.

Στην συνέχεια πρέπει να υπολογιστεί η συνολική επιφάνεια της λεκάνης (As) (εξίσωση 6) ώστε να ικανοποιούνται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στην εκροή για κάθε ένα διαφορετικό τύπο ρύπου (Πίνακες 3.5,3.6) σε συνδυασμό με τα βιβλιογραφικά δεδομένα για την εισροής σε light grey water (Πίνακας 3.1).

Υπολογισμός (As) (εξίσωση 6) για BOD (Πίνακες 3.5,3.6 και 3.1)

Χειμώνας

Για BOD_{in}=424mg/l, BOD_{out}=20mg/l, Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{T χειμ}= 0,379 d⁻¹ και n=0,26

As=2,213m²

Για BOD_{in}=424mg/l, BOD_{out}=20mg/l, Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{T χειμ}= 0,379 d⁻¹ n=0,43

As=1,873m²

Οι 2 διαφορετικές τιμές του As δικαιολογούνται από ότι το ολικό πορώδες μπορεί να πάρει τιμές μεταξύ 0,26<n<0,43.

Θέρος

Για BOD_{in}=424mg/l, BOD_{out}=20mg/l, Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{T θερ}=0,762 d⁻¹ και n=0,26

As=1,712m²

Για BOD_{in}=424mg/l, BOD_{out}=20mg/l, Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{T θερ}=0,762 d⁻¹ και n= 0,43

As=1,845m²

Υπολογισμός (As) (εξίσωση 6) για COD (Πίνακες 6 και 1)

Χειμώνας

Για COD_{in}=645mg/l, COD_{out}=80mg/l Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{T χειμ}= 0,379 d⁻¹ και n=0,26

As=2,117m²

Για COD_{in}=645mg/l, COD_{out}=80mg/l Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{T χειμ}= 0,379 d⁻¹ και n=0,43

As=1,28 m²

Θέρος

Για COD_{in}=645mg/l, COD_{out}=80mg/l Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{τθερ}=0,762 d⁻¹ και n=0,26
As=2,099m²

Για COD_{in}=645mg/l, COD_{out}=80mg/l Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{τθερ}=0,762 d⁻¹ και n=0,43
As=1,269m²

Υπολογισμός (As) (εξίσωση 6) για TSS (Πίνακες 3.5,3.6 και 3.1)

Χειμώνας

Για TSS_{in}=303mg/l, TSS_{out}=25mg/l Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{Τχειμ}= 0,379 d⁻¹ και n=0,26
As=2,523 m²

Για TSS_{in}=303mg/l, TSS_{out}=25mg/l Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{Τχειμ}= 0,379 d⁻¹ και n=0,43
As=1,527m²

Θέρος

Για TSS_{in}=303mg/l, TSS_{out}=25mg/l, Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{τθερ}=0,762 d⁻¹ και n=0,26
As=2,513m²

Για TSS_{in}=303mg/l, TSS_{out}=25mg/l, Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{τθερ}=0,762 d⁻¹ και n=0,43
As=1,519m²

Υπολογισμός (As) (εξίσωση 6) για TP (Πίνακες 3.5 και 3.1)

Χειμώνας

Για TP_{in}=101mg/l, TP_{out}=10mg/l Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{Τχειμ}= 0,379 d⁻¹ και n=0,26
As=2,334m²

Για TP_{in}=101mg/l, TP_{out}=10mg/l Q_{1χειμ}=0,05 m³/l, K_{Τχειμ}= 0,379 d⁻¹ και n=0,43
As=1,417m²

Θέρος

Για TP_{in}=101mg/l, TP_{out}=10mg/l Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{τθερ}=0,762 d⁻¹ και n=0,26
As=2,331m²

Για TP_{in}=101mg/l, TP_{out}=10mg/l Q_{2θερ}=0,1 m³/l, K_{τθερ}=0,762 d⁻¹ και n=0,43
As=1,409m²

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι θα επιλεγθεί η μεγαλύτερη επιφάνεια λεκάνης (**As**) δηλαδή το **2,52m²** γιατί αυτή η επιφάνεια θα καλύπτει όλους τους διαφορετικούς τύπους ρυπαντών.

Υδραυλικοί τύποι σχεδιασμών

Διαστάσεις τεχνητού υγρότοπου κατακόρυφης ροής είναι:

$$L = \frac{(Asd^{2,667} m^{0,5} 86400)^{0,667}}{(αQ)^{0,667}} = \frac{(2,52 * 0,50^{2,667} * 0,03^{0,5} * 86400)^{0,667}}{(1,66 * 0,05)^{0,667}} = 0,80 \text{ m}$$

$$W = \frac{As}{L} = \frac{2,52}{0,80} = 3,15 \text{ m}$$

Υπολογισμός Υδραυλικού Χρόνου Παραμονής

Ο υπολογισμός του υδραυλικού χρόνου παραμονής γίνεται με την βοήθεια της εξίσωσης 4

$$t = \frac{L * W * \gamma * n}{Q}$$

Q

όπου L= 0,80 m, W=3,15m, γ=0,50m (σταθερά δεν επηρεάζονται από την εποχικότητα)

Θέρος

Για Q=0,1mg/l n=0,26

Άρα η εξίσωση 4 γίνεται $t = \frac{0,80 * 3,15 * 0,50 * 0,26}{0,1} = 3,28 \text{ d}$

Για Q=0,1mg/l n=0,43

Άρα η εξίσωση 4 γίνεται t=5,43d

Χειμώνας

Για $Q=0,05 \text{ mg/l}$ $n=0,26$

Άρα η εξίσωση 4 γίνεται $t=6,56 \text{ d}$

Για $Q=0,05 \text{ mg/l}$ $n=0,43$

Άρα η εξίσωση 4 γίνεται $t=10,86 \text{ d}$

Επομένως ο υδραυλικός χρόνος παραμονής για τον Χειμώνα είναι $t=8,044 \text{ d}$ και για το Θέρο είναι $t=4,35 \text{ d}$.

Παράρτημα 2

Μοντέλα Απομάκρυνσης Ρυπαντών

Με την εξίσωση 1 που αποτελεί τον γενικό τύπο για τον υπολογισμό της απομάκρυνσης των ρυπαντών στην παρούσα διπλωματική θα υπολογιστεί η εκροή του υγροτόπου κατακόρυφης ροής για το BOD_5 και για το COD. Τιμές εισροής για το για το BOD_5 και για το COD πάρθηκαν αυτές που φαίνονται στον πίνακα 1 και αποτελούν βιβλιογραφικές τιμές για τα light grey water.

Υπολογισμός BOD_{out}

Για BOD_{in} 59-424 mg/l (Πίνακας 3.1)

Χειμώνας

$K_T=0,379 \text{ d}^{-1}$ $t=8,044 \text{ d}$

Άρα η εξίσωση 1 $C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 59 * e^{(-0,379 * 8,044)} = 2,79 \text{ mg/l}$

$$C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 424 * e^{(-0,379 * 8,044)} = 20,09 \text{ mg/l}$$

Θέρος

$K_T=0,762 \text{ d}^{-1}$ $t=4,35$

Άρα η εξίσωση 1 $C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 59 * e^{(-0,762 * 4,35)} = 2,09 \text{ mg/l}$

$$C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 424 * e^{(-0,762 * 4,35)} = 15,06 \text{ mg/l}$$

Υπολογισμός COD_{out}

Για COD_{in} 100-645 mg/l (Πίνακας 3.1)

Χειμώνας

$K_T=0,379 \text{ d}^{-1}$ $t=8,044 \text{ d}$

Άρα η εξίσωση 1 $C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 100 * e^{(-0,379 * 8,044)} = 4,74 \text{ mg/l}$

$$C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 645 * e^{(-0,379 * 8,044)} = 30,15 \text{ mg/l}$$

Θέρος

$K_T=0,762 \text{ d}^{-1}$ $t=4,35$

Άρα η εξίσωση 1 $C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 100 * e^{(-0,762 * 4,35)} = 3,55 \text{ mg/l}$

$$C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 645 * e^{(-0,762 * 4,35)} = 22,89 \text{ mg/l}$$

Παράρτημα 3

Υπολογισμός Απομάκρυνσης Αζώτου

Νιτροποίηση

Η σταθερά κινητικής που εξαρτάται από την θερμοκρασία (K_T) εξίσωση 8 για θερμοκρασία 10°C

$$K_T = 0,1367(1,15)^{(10-10)} = 0,137 \text{ d}^{-1}$$

Η σταθερά κινητικής που εξαρτάται από την θερμοκρασία (K_T) εξίσωση 9 για θερμοκρασία 20°C

$$K_T = 0,2187(1,048)^{(T-20)} = 0,2187 \text{ d}^{-1}$$

Υπολογισμός TKN_{out}

Για TKN_{in} 2,1- 31,5 mg/l (Πίνακας 3.1)

Χειμώνας

$K_T=0,1367 \text{ d}^{-1}$ $t=8,044 \text{ d}$

Άρα η εξίσωση 7 $C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = 2,1 * e^{(-0,136 * 8,04)} = 0,69 \text{ mg/l}$

$$C_e = C_0 e^{(-KT^*t)} = 31,5e^{(-0,136*8,04)} = 10,39 \text{ mg/l}$$

Θέρος

$$K_T = 0,2187 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,358 \text{ d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση 7 } C_e = C_0 e^{(-KT^*t)} = 2,1e^{(-0,2187*4,358)} = 0,80 \text{ mg/l}$$

$$C_e = C_0 e^{(-KT^*t)} = 31,5e^{(-0,2187*4,358)} = 12,14 \text{ mg/l}$$

Παράρτημα 4

Υπολογισμός Υδραυλικού ρυθμού φόρτισης

$$\text{Για } Q = 0,1 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{η εξίσωση 12 γίνεται } HRL = \frac{0,1}{2,52} \cdot 100 = 3,95 \text{ cm/d}$$

$$\text{Για } Q = 0,05 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{η εξίσωση 12 γίνεται } HRL = \frac{0,05}{2,52} \cdot 100 = 1,97 \text{ cm/d}$$

Μοντέλο Απομάκρυνσης ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS)

$$\text{Για } TSS_{in} = 30-303 \text{ mg/l (πίνακας 3.1) και } HRL = 3,95 \text{ cm/d}$$

θέρος

$$\text{η εξίσωση 13 γίνεται } C_e = 30 * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = 3,66 \text{ mg/l}$$

$$C_e = 303 * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = 36,69 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$\text{Για } TSS_{in} = 30-303 \text{ mg/l (πίνακας) και } HRL = 1,97 \text{ cm/d}$$

$$\text{η εξίσωση 13 γίνεται } C_e = 30 * (0,1139 + 0,00213 * 1,97) = 3,54 \text{ mg/l}$$

$$C_e = 303 * (0,1139 + 0,00213 * 1,97) = 35,75 \text{ mg/l}$$

Μοντέλο απομάκρυνσης Ολικού Φωσφόρου (TP)

$$\text{Για } TP_{in} = 0,1-101 \text{ (Πίνακας 3.1) και } HRL = 3,95 \text{ cm/d}$$

θέρος

$$\text{η εξίσωση 14 γίνεται } C_e = 0,1 * e^{(-2,73/3,95)} = 0,050 \text{ mg/l}$$

$$C_e = 101 * e^{(-2,73/3,95)} = 5,060 \text{ mg/l}$$

Καλοκαίρι

$$\text{Για } TP_{in} = 0,1-101 \text{ και } HRL = 1,97 \text{ cm/d}$$

$$\text{η εξίσωση 14 γίνεται } C_e = 0,1 * e^{(-2,73/1,97)} = 0,02 \text{ mg/l}$$

$$C_e = 101 * e^{(-2,73/1,97)} = 2,526 \text{ mg/l}$$

Παράρτημα 5

Υπολογισμός μείωσης παθογόνων μικροοργανισμών (Reed et al., 1995, Αγγελάκης Α.Ν. και Tchobanoglous G., 1995)

Για να υπολογιστεί η μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών πρέπει αρχικά να υπολογιστεί η σταθερά απομάκρυνσης μικροοργανισμών k εξίσωση 16

η εξίσωση 16 γίνεται:

Για καλοκαίρι με θερμοκρασία 22°C

$$k = 2,16 * (1,19)^{(22-20)} = 3,058 \text{ d}^{-1}$$

Για χειμώνα με θερμοκρασία 10 °C

$$k = 2,16 * (1,19)^{(10-20)} = 0,37 \text{ d}^{-1}$$

Υπολογισμός μείωσης Total coliforms TC

$$\text{Για } 1,8/100-7,4/100 \text{ ml (Πίνακας 3.3)}$$

Θέρος

$$k = 3,058 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,35 \text{ d}$$

$$\text{Η εξίσωση 15 γίνεται } N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 1,8 / (1 + 3,058 * 4,35) = 0,125 / 100 \text{ ml}$$

$$N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 7,4 / (1 + 3,058 * 4,35) = 0,51 / 100 \text{ ml}$$

Χειμώνας

$$k = 0,37 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{ d}$$

$$\text{Η εξίσωση 15 γίνεται } N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 1,8 / (1 + 0,37 * 8,044) = 0,453 / 100 \text{ ml}$$

$$N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 7,3 / (1 + 0,37 * 8,044) = 1,86 / 100 \text{ ml}$$

Υπολογισμός μείωσης E. coli

Για 0,5/100-4,4/100ml (Πίνακας 3.3)

Θέρος

$$k = 3,058 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,35 \text{ d.}$$

Η εξίσωση 15 γίνεται $N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 0,5 / (1 + 3,058 * 4,35) = 0,03 / 100 \text{ ml}$

$$N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 5,4 / (1 + 3,058 * 4,35) = 0,37 / 100 \text{ ml}$$

Χειμώνας

$$k = 0,37 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{ d}$$

Η εξίσωση 15 γίνεται $N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 0,5 / (1 + 0,37 * 8,044) = 0,12 / 100 \text{ ml}$

$$N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 5,4 / (1 + 0,37 * 8,044) = 1,1 / 100 \text{ ml}$$

Υπολογισμός μείωσης Enterococcc

Για 1,9/100-3,4/100ml (Πίνακας 3.3)

Θέρος

$$k = 3,058 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,35 \text{ d.}$$

Η εξίσωση 15 γίνεται $N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 1,9 / (1 + 3,058 * 4,35) = 0,13 / 100 \text{ ml}$

$$N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 7,4 / (1 + 3,058 * 4,35) = 0,51 / 100 \text{ ml}$$

Χειμώνας

$$k = 0,37 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{ d}$$

Η εξίσωση 15 γίνεται $N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 1,9 / (1 + 0,37 * 8,044) = 0,47 / 100 \text{ ml}$

$$N_e = N_i / [(1 + kt_f)] = 7,4 / (1 + 0,37 * 8,044) = 1,86 / 100 \text{ ml}$$

Παράρτημα 6

Για BOD_{out} < 20 mg/l (Πίνακας 3.6)

Θέρος

$$K_T = 0,762 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,35$$

η εξίσωση 1 γίνεται $C_e = C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o = 555,555 \text{ mg/l}$

Χειμώνας

$$K_T = 0,379 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{ d}$$

η εξίσωση 1 γίνεται $C_e = C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o = 425,531 \text{ mg/l}$

Για COD_{out} < 80 mg/l (Πίνακας 3.6)

Θέρος

$$K_T = 0,762 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,35$$

η εξίσωση 1 γίνεται $C_e = C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o = 2222,222 \text{ mg/l}$

Χειμώνας

$$K_T = 0,379 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{ d}$$

Άρα η εξίσωση 1 γίνεται $C_e = C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o = 1702,127 \text{ mg/l}$

Για TN < 20 mg/l (Πίνακας 3.6)

Χειμώνας

$$K_T = 0,1367 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{ d}$$

Άρα η εξίσωση 7 $C_e = C_o e^{(-K_T * t)} = 60,08 \text{ mg/l}$

Θέρος

$$K_T = 0,2187 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,358 \text{d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση } C_e = C_0 e^{(-K_T t)} = 51,78 \text{ mg/l}$$

Για TP < 25 mg/l (Πίνακας 3.6)

Θέρος

$$\text{η εξίσωση } 14 \text{ γίνεται } C_e = C_0 e^{(-2,73/3,95)} = C_0 = 125,25$$

Καλοκαίρι

$$\text{η εξίσωση } 14 \text{ γίνεται } C_e = 0,1 * e^{(-2,73/1,97)} = C_0 = 62,53 \text{ mg/l}$$

Για TSS < 25 mg/l (Πίνακας 3.6)

Θέρος

$$\text{η εξίσωση } 13 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_0 = 204,91 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$\text{η εξίσωση } 13 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_0 = 211,86 \text{ mg/l}$$

Για TN < 10 mg/l (Πίνακας 3.5)

Χειμώνας

$$K_T = 0,1367 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση } 7 \text{ } C_e = C_0 e^{(-K_T t)} = 30,03 \text{ mg/l}$$

Θέρος

$$K_T = 0,2187 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,358 \text{d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση } 7 \text{ } C_e = C_0 e^{(-K_T t)} = 25,93 \text{ mg/l}$$

Για TP < 10 mg/l (Πίνακας 3.5)

Θέρος

$$\text{η εξίσωση } 14 \text{ γίνεται } C_e = C_0 e^{(-2,73/3,95)} = C_0 = 49,75 \text{ mg/l}$$

Καλοκαίρι

$$\text{η εξίσωση } 14 \text{ γίνεται } C_e = 0,1 * e^{(-2,73/1,97)} = C_0 = 25,01 \text{ mg/l}$$

Για COD_{out} < 60 mg/l (Πίνακας 3.13)

Θέρος

$$K_T = 0,762 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,35$$

$$\text{η εξίσωση } 1 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * e^{(-K_T t)} = C_0 = 1666,66 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$K_T = 0,379 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση } 1 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * e^{(-K_T t)} = C_0 = 1276,59 \text{ mg/l}$$

Για BOD₅ ≤ 30 mg/L (Πίνακας 3.8)

Θέρος

$$K_T = 0,762 \text{ d}^{-1} \quad t = 4,35$$

$$\text{η εξίσωση } 1 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * e^{(-K_T t)} = C_0 = 833,333 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$K_T = 0,379 \text{ d}^{-1} \quad t = 8,044 \text{d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση } 1 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * e^{(-K_T t)} = C_0 = 638,291 \text{ mg/l}$$

Για TSS ≤ 30 mg/L (Πίνακας 3.8)

Θέρος

$$\text{η εξίσωση } 13 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_0 = 245,90 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$\text{η εξίσωση } 13 \text{ γίνεται } C_e = C_0 * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_0 = 254,23 \text{ mg/l}$$

Όρια επαναχρησιμοποίησης λυμάτων που θέτει η Ελληνική Νομοθεσία (Πίνακες 3.3.9,3.10και 3.11)

Υπολογισμός εισροής ρύπου στον υγρότοπο σύμφωνα με τα όρια που θέτει η Ελληνική Νομοθεσία

Για BOD₅ ≤25 mg/L

Θέρος

$$K_T=0,762 \text{ d}^{-1} \quad t=4,35$$

$$\text{η εξίσωση 1 γίνεται } C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o=694,44 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$K_T= 0,379 \text{d}^{-1} \quad t=8,044 \text{d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση 1 γίνεται } C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o= 531,91 \text{mg/l}$$

Για TSS ≤35 mg/L

Θέρος

$$\text{η εξίσωση 13 γίνεται } C_e=C_o * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_o= 286,88 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$\text{η εξίσωση 13 γίνεται } C_e=C_o * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_o= 296,61 \text{mg/l}$$

Για BOD₅ ≤10 mg/L

Θέρος

$$K_T=0,762 \text{ d}^{-1} \quad t=4,35$$

$$\text{η εξίσωση 1 γίνεται } C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o=277,12 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$K_T= 0,379 \text{d}^{-1} \quad t=8,044 \text{d}$$

$$\text{Άρα η εξίσωση 1 γίνεται } C_e=C_o * e^{(-K_T * t)} = C_o= 212,76 \text{mg/l}$$

Για TSS ≤10 mg/L

Θέρος

$$\text{η εξίσωση 13 γίνεται } C_e=C_o * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_o= 81,76 \text{ mg/l}$$

Χειμώνας

$$\text{η εξίσωση 13 γίνεται } C_e=C_o * (0,1139 + 0,00213 * 3,95) = C_o= 84,74 \text{mg/l}$$

