ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΣΙΑΣ ΚΥΠΡΟΥ

ΑΝΤΡΕΑΣ ΣΥΜΕΩΝΙΔΗΣ

Τριμελής επιτροπή
Ευάγγελος Διαμαντόπουλος (επιβλέπων)
Νικόλαος Παρανυχιανάκης
Πέτρος Γκίκας

Χανιά 2010

στην οικογένεια μου….

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους, οι οποίοι ο καθένας με το δικό του τρόπο με βοήθησαν να ολοκληρώσω την εργασία μου .

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ευάγγελο Διαμαντόπουλο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση του θέματος και την ευκαιρία που έδωσε να ασχοληθώ με ένα θέμα που επηρεάζει την πατρίδα μου τις τελευταίες δεκαετίες .

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Ευανθία Αγραφιώτη, η οποία με την πολύτιμη εμπειρία της και καθοδήγηση της με βοήθησε στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

Επίσης οφείλω να ευχαριστήσω τα μέλη του Εργαστηρίου Τεχνολογίας και Διαχείρισης του Περιβάλλοντος για τη συνεργασία τους κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και ιδιαίτερα την κ. Βέτα Κουκουράκη.

Καθοριστική για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας ήταν η βοήθεια του κ. Νικόλαου Παρανυχιανάκη στο θέμα εύρεσης του φυτικού συντελεστή.

Τέλος, ευχαριστώ τα μέλη της επιτροπής κ. Ν . Παρανυχιανάκη και κ. Π . Γκίκα.

Περίληψη 6
Abstract 8
Κεφάλαιο 1 9
Εισαγωγή 9
ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 11
Κεφάλαιο 2 12
Κανονισμοί και οδηγίες 12
2.1 Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη 12
2.2.1 Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας(WHO)
2.2.2 Κανονισμός της Πολιτείας της Καλιφόρνιας 26
2.2.3 ΚΥΠΡΟΣ 31
2.2.3.2 Οδηγία 91/271/ΕΟΚ 33
2.2.3.3 Νομικό πλαίσιο 36
2.2.3.4 Θεσμικό πλαίσιο – Αρμοδιότητες 37
2.2.3.5Ευθύνες/Αρμοδιότητες της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος 37
2.2.3.6 Προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας από απόρριψη αστικών λυμάτων 38
2.2.3.7 Παρακολούθηση απορρίψεων 38
2.2.3.8 Χρήση επεξεργασμένων λυμάτων και λάσπης 38
2.2.3.9 Εκθέσεις προς Ε.Ε 39
2.2.3.10 Κώδικας εφαρμογών για τη χρήση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων για αρδευτικούς σκοπούς στην Κύπρο 39
2.2.4 Γαλλία 42
2.2.5 Ιταλία 42
2.2.6 Ισπανία 42
2.2.7 Βέλγιο 42
2.2.8 Πορτογαλία 43
2.2.9 Ολλανδία 43
2.2.10 Ηνωμένο Βασίλειο 43
2.2.11 Αυστρία 43
2.2.12 Γερμανία 43
Κεφάλαιο 3 44
Μεθοδολογία 44
3.2 Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Σιάς 46
3.3 Περιγραφή λειτουργίας μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων: 47
3.4 Διαστασιολόγηση του έργου 52
3.4.1 Περιοχή Μελέτης 52
3.4.2 Χρήσεις γης 53
3.4.3 Χωροθέτηση δεξαμενών 54
3.4.4 Όγκος δεξαμενής 54
3.4.5 Δεξαμενή πυρόσβεσης 55
Κεφάλαιο 4 56
Άρδευση καλλιεργειών 56
4.1 Εξατμισοδιαπνοή 56

4.2 Αρδευτικές ανάγκες 57
4.3 Μέγιστες αρδευτικές ανάγκες 58
4.4 Έκταση αρδευόμενων καλλιεργειών 59
4.5 Απεικόνιση χρήσεων γης με τη βοήθεια του CORINE 2000 60
Κεφάλαιο 5 62
Διαστασιολόγηση .62
Στοιχεία σχεδιασμού 62
Κεφάλαιο 6 63
Σύνοψη – Συμπεράσματα 63
6.1 Σχόλια 63
6.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα 63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α 68
ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ 68
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β 69
ΑΡΔΕΥΤΙΚΈΣ ΑΝΑΓΚΕΣ……...69
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ 71
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ –ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ 71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ 72
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ CORINE 72
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε 73
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ 73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ 75
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ 75

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια στρατηγική μελέτη επί χάρτου, σχετική με τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων αστικών λυμάτων στο χωρίο Σιά της επαρχίας Λευκωσίας, στην Κύπρο. Δεδομένης της λειψυδρίας που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στην Κύπρο, αλλά και τις μεγάλες ανάγκες σε νερό που παρατηρούνται, η πρακτική επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων μπορεί να θεωρηθεί ιδιαίτερα ωφέλιμη και συμφέρουσα για το νησί.

Αρχικά επιχειρήθηκε μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση γύρω από τις οδηγίες και τους κανονισμούς για το θέμα επαναχρησιμοποίησης λυμάτων. Με βάση αυτές και στοιχεία που ελήφθησαν από το Τμήμα Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας και Φυσικών Πόρων της Κύπρου προτάθηκε μια σειρά κριτηρίων και σεναρίων που αφορούν στην άρδευση δύο περιοχών και στην αποθήκευση νερού για πυρασφάλεια. Έπειτα πραγματοποιήθηκαν πειράματα ανάλυσης του νερού του χωριού Σιάς για να προσδιοριστεί η καταλληλότητα του νερού που υπάρχει στην περιοχή και στη συνέχεια σχεδιάστηκε μια μικρή μονάδα βιολογικού καθαρισμού για τη συλλογή των υγρών αποβλήτων της περιοχής.

Σε δεύτερη φάση χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα ArcGIS βρέθηκε η βέλτιστη τοποθεσία για την τοποθέτηση της μονάδας βιολογικού καθαρισμού και των δεξαμενών όπου θα συλλέγεται το νερό άρδευσης. Τέλος στην προσπάθεια να εκτιμηθεί η έκταση της γης που μπορεί να αρδευτεί, ήταν απαραίτητο να υπολογιστούν οι ανάγκες σε νερό των πεύκων, των κυπαρισσιών και των ευκαλύπτων που υπάρχουν στην περιοχή. Για το σκοπό αυτό συλλέχθηκαν στοιχεία από τους μετεωρολογικούς σταθμούς του Κόρνου και της Αθαλάσσας και εισήχθησαν στο πρόγραμμα CROPWAT, το οποίο υπολογίζει την τιμή της εξατμισοδιαπνοής (ETc). Έτσι υπολογίστηκε η έκταση της αρδευόμενης γης και απεικονίστηκε στο ArcGIS μέσω τα βάσης δεδομένων του CORINE 2000.

Όπως προκύπτει από τη συγκεκριμένη εργασία, η αξιοποίηση των λυμάτων και η διάθεσή τους για αρδευτικούς σκοπούς στο κοιμητήριο της κοινότητας, στον εκδρομικό χώρο, καθώς και η συλλογή του καθαρού νερού σε δεξαμενή για πυρασφάλεια είναι μια πρακτική που μπορεί να εφαρμοστεί χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες στην κοινότητα της Σιάς, όπως και σε άλλες κοινότητες. Έτσι συνεισφέρει η κοινότητα στην εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων νερού, καθώς και προφυλάσσει τον φυσικό πλούτο της περιοχής σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Abstract

The present work constitutes a strategic study on the possibility of wastewater reuse of processed urban sewage in the village Sia of the Nicosia province in Cyprus. Because of the water shortage experienced in the past few years in Cyprus, but also because of future large water demand, the practice of wastewater reuse can be considered particularly beneficial for Cyprus.

The study starts with a literature review on extensive bibliographic examination about the directives and the regulations on the subject of wastewater reuse. Based on these guidelines and information by the Department of Environment of the Ministry of Agriculture and Natural Resources of Cyprus, a set of criteria were proposed concerning the irrigation of two particular areas, as well the possibility of storing water for fire safety. An analysis of water of the village of Sia took place in order to determine the appropriateness of groundwater existing in the area. In addition, a wastewater treatment plant was designed for the potential treatment of the municipal wastewater.

With the use of the program ArcGIS the optimal location of the wastewater treatment plant and the water storage tanks were determined. Finally, in the effort to estimate the extent of area that can be irrigated, a thorough analysis of the water requirements for irrigating local trees (pine, cypress and eucalyptus trees). To address this issue, meteorological data were collected from the meteorological stations of Kornou and Athalassas. The data were imported in the program CROPWAT that calculates the value of evapotranspirtation (ETc). The estimate irrigated area was portrayed in ArcGIS via the database of CORINE 2000.

This work concluded that the reclamation of sewage is possible for the irrigation of the community cemetery, in a recreation area, as well as its collection in a reservoir for fire safety. This methodology and practice can be applied without particular difficulties in the community of Sia as well as in other communities. In this way, both the community will be conserving important quantities of water, as well as it will protect the natural wealth of the area region in case of a fire.

Κεφάλαιο 1
Εισαγωγή

Η άνευ προηγουμένου πληθυσμιακή αύξηση, η γρήγορη αστικοποίηση, ο αυξανόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των βιομηχανιών και η ανάπτυξη της τεχνολογίας έχουν οδηγήσει στην αυξανόμενη ζήτηση του νερού ,τόσο για βιομηχανικές όσο και για γεωργικές και οικιακές χρήσεις. Προκειμένου να διαχειρισθεί και να προστατευτεί το νερό για τις υπόλοιπες γενιές είναι απαραίτητη η σωστή διαχείριση, κατανάλωση και αποθήκευση του υπάρχοντος υδατικού αποθέματος. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος απαιτείται μια σειρά νομοθετικών, πολιτικών, κοινωνικών, τεχνικών και οικονομικών πρωτοβουλιών με στόχο την καλύτερη διαχείριση των υδατικών πόρων και της ποιότητάς τους. Αυτό είναι συνυφασμένο και με την ευρύτερη προστασία του περιβάλλοντος και διαφύλαξής του. Οι περισσότερες μεσογειακές χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Κύπρου, χαρακτηρίζονται από μακράς διάρκειας καλοκαίρια και μικρής διάρκειας ήπιους χειμώνες, με αποτέλεσμα τα βρόχινα νερά (κατακρημνίσεις) να μην επαρκούν για τις ανάγκες σε νερό λόγω της μικρής τους διάρκειας .

Η χρήση του νερού για αρδευτικού σκοπούς μπορεί να χαρακτηριστεί ως το μεγαλύτερο καταναλωτικό μέσο καλής ποιότητας νερού, αφού σε παγκόσμια κλίμακα αποτελεί το 70% του καταναλισκόμενου νερού, ενώ στις μεσογειακές χώρες αποτελεί το 80%. Έπειτα δύο άλλα μέσα κατανάλωσης του νερού είναι ο τομέας της βιομηχανίας και της ύδρευσης. Στην Κύπρο σήμερα το 60-70% του νερού χρησιμοποιείται για άρδευση και ένα ποσοστό 30-40% για ύδρευση σύμφωνα με την Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου.

Στην Κύπρο για την κάλυψη των αναγκών για νερό χρησιμοποιείται κυρίως η βροχόπτωση. Ο μέσος όρος ετήσιας βροχόπτωσης της Κύπρου είναι 500 mm. Η μεγαλύτερη όμως ποσότητα εξατμίζεται (86%), κάποιες ποσότητες πηγαίνουν στα φράγματα, στο έδαφος και φυσικά στη θάλασσα. Οι ποσότητες που μπορούν να συλλεχτούν από τα 100 φράγματα που υπάρχουν είναι περίπου 206.000.000 Km^3. Ένας άλλος τρόπος για την κάλυψη των αναγκών σε νερό στο νησί είναι η αφαλάτωση, η οποία εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια. Στην Κύπρο λειτουργούν δύο μονάδες θαλάσσιου νερού (αφαλάτωσης) από τις οποίες παράγεται μια ποσότητα 30 εκ. m^3 αφαλατωμένου νερού. Αυτές είναι η Μονάδα Αφαλάτωσης Δεκέλειας, δυναμικότητας 40,000m^3 νερού την ημέρα, και η Μονάδα Αφαλάτωσης Λάρνακας με δυναμικότητα 52,000 m^3 νερού την ημέρα. Επίσης

υπάρχει σχεδιασμός για την κατασκευή Μονάδα Αφαλάτωσης στην Επισκοπή με αρχική ημερήσια παροχή 20,000 m^3 πόσιμου νερού, όπως και μιας κινητής μονάδας αφαλάτωσης.
(http://www.cyprus.gov.cy/moa/Agriculture.nsf/0/000D6351A4978517C2256E3500339FD8?OpenDocument)

Η ανομβρία η οποία έχει πλήξει την Κύπρο τα τελευταία χρόνια και ειδικότερα τη δεκαετία 1990-2000, όπου και είχαμε 7 χρόνια ανομβρίας, κάνει επιτακτική την ανάγκη εμπλουτισμού του υπόγειου υδροφορέα, καθώς και την εύρεση εναλλακτικών μεθόδων αξιοποίησης κάθε υδάτινου πόρου .

Στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης και της ορθολογικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων η ανάκτηση και η επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων αποτελεί μια ταχύτατη αυξανόμενη πρακτική. Έργα ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων υπάρχουν σε πάρα πολλές χώρες. Στην Ιαπωνία υπάρχουν πάνω από 1800 μονάδες επεξεργασίας, ενώ έντονη ανάπτυξη σε αυτό το τομέα παρακολουθείται σήμερα στην Αυστραλία , τις Η.Π.Α., σε περιοχές με ανεπάρκεια υδατικών πόρων, όπως Γαλλία, Ιταλία , Πορτογαλία και Ισπανία, αλλά και σε πυκνοκατοικημένα βόρεια κράτη, όπως Βέλγιο, Αγγλία και Γερμανία.

Η χρήση επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες περιπτώσεις , ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περιοχής, όπως μπορούμε να δούμε από τον Πίνακα 1.1, ο οποίος παρουσιάζει τις βασικότερες κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης λυμάτων.

Στην Κύπρο η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, αφού τα λύματα των μονάδων βιολογικού καθαρισμού διατίθενται στη θάλασσα, σε ποτάμια και στο έδαφος, ενώ μικρές ποσότητες διατίθενται στην άρδευση σιτηρών στην επαρχία της Λάρνακας. Η απουσία ολοκληρωμένου εθνικού νομικού πλαισίου γύρω από το θέμα της επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων, καθώς και οι αντιδράσεις των πολιτών γύρω από το θέμα είναι οι δύο βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την πρακτική επαναχρησιμοποίησης.

ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η πραγματοποίηση ενός στρατηγικού σχεδίου γύρω από την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων του χωρίου Σιάς για άρδευση του κοιμητηρίου της κοινότητας, άρδευση του εκδρομικού χώρου, καθώς και η συλλογή του νερού από την επεξεργασία των λυμάτων της περιοχής σε δεξαμενές νερού, το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση πυρκαγιάς.

<u>Πίνακας 1.1</u> :Κατηγορίες ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης λυμάτων (πηγή USEPA.2004)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ-ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΗΣΤΙΚΑ
ΑΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	Άρδευση χώρων που δεν απαγορεύεται η πρόσβαση του κοινού (πάρκα, σχολεία, σιντριβάνια, πυροπροστασία, κλιματισμός, τουαλέτες)
	Άρδευση χώρων όπου η πρόσβαση του κοινού ελέγχεται (γήπεδα γκολφ, νεκροταφεία, νησίδες αυτοκινητόδρομων)
Άρδευση γεωργικών εκτάσεων	Άρδευση βρώσιμων καλλιεργιών
	Άρδευση μη βρώσιμων καλλιεργιών
Περιβαλλοντική χρήση	Διατήρηση / αύξηση παροχής υδατορευμάτων, ενίσχυση φυσικών
	υδροβιότοπων , ιχθυοκαλιέργιες
Χώροι αναψυχής	Απεριόριστη χρήση
	Περιορισμένη χρήση
Βιομηχανική χρήση	Ψύξη, τροφοδοσία λέβητα, νερό επεξεργασίας
Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων	Χρήση λεκανών διήθησης ή πηγαδιών φόρτισης
Πόσιμη χρήση	Άμεση
	Έμμεση (ανάμειξη με επιφανειακά ύδατα ή υπόγεια νερά που αποτελούν πηγές πόσιμου νερού)

Κεφάλαιο 2

Κανονισμοί και οδηγίες

2.1 Παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη

Η λειτουργία ενός προγράμματος επαναχρησιμοποίησης λυμάτων, η ασφαλής εφαρμογή των εκροών των υγρών αποβλήτων από μια μονάδα βιολογικού καθαρισμού για οποιαδήποτε χρήση, αλλά και ο σχεδιασμός μια μονάδας βιολογικού καθαρισμού προϋποθέτουν και επιβάλλεται να ακολουθούν κάποιες οδηγίες και κανονισμούς (Αγγελάκης και Παρανυχιανάκης , 2005)

- Προστασία της δημόσιας υγείας

Τα επεξεργασμένα απόβλητα δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να βλάπτουν τη δημόσια υγεία. Στα πλαίσια λοιπόν της προστασίας της δημόσιας υγείας , σε περιπτώσεις μη πόσιμων χρήσεων, τα πλαίσια και οι κανονισμοί θέτουν όρια για την ποσότητα των παθογόνων μικροοργανισμών που εμπεριέχονται στις επεξεργασμένες εκροές .Σε περιπτώσεις όπου το νερό των εκροών θα χρησιμοποιηθεί για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων ή ακόμα και για πόσιμο θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις διάφορες περιεχόμενες τοξικές ουσίες. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο διαχωρισμός των καλλιεργιών που αρδεύονται με νερό εκροής βιολογικού σε περιορισμένη άρδευση ή μη και η καθιέρωση συγκεκριμένων μεθόδων άρδευσης θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο στην προστασία έναντι της μετάδοσης ασθενειών από την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων .

- Όρια φυσικών και χημικών παραγόντων

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού έχουν ιδιαίτερο ρόλο σε περιπτώσεις αρδευτικής και βιομηχανικής χρήσης.

- Περιβαλλοντικό κόστος

Η εφαρμογή της μεθόδου επεξεργασίας και επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων θα πρέπει να γίνεται με σεβασμό του περιβάλλοντος. Η προστασία

της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής όπου εφαρμόζεται η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων θα πρέπει να είναι πρωταρχικό μας μέλημα ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση των φυσικών αποδεκτών και να είναι με βάση τους κανονισμούς επαναχρησιμοποίησης .

- Κοινή γνώμη

Οι αντιδράσεις των πολιτών για την δημιουργία ενός τέτοιου έργου είναι αναμενόμενες προτάσσοντας τη δικαιολογία «όχι στην δική μου αυλή». Θα πρέπει λοιπόν να μεταδώσουμε τη βεβαιότητα ασφάλειας του επαναχρησιμοποιημένου νερού και ίσως χρειαστεί να προσφύγουμε σε ποιο αυστηρά κριτήρια.

- Πολιτικό σκηνικό

Η θέσπιση κριτηρίων σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων σχετίζεται με την παρούσα πολιτική κατάσταση και επηρεάζεται άμεσα από την οικονομική κατάσταση. Τα υψηλά κατασκευαστικά και λειτουργικά έξοδα για μια τέτοια κατασκευή βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα, έτσι ώστε να μην διατρέχει κανένα κίνδυνο η δημόσια υγεία.

- Αισθητική

Τα επαναχρησιμοποιούμενα λύματα οφείλουν να είναι άχρωμα και άοσμα, έτσι ώστε η εμφάνισή τους να ταυτίζεται με αυτή του πόσιμου νερού.

2.2 Θεσμικό πλαίσιο για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων οργανισμών και χωρών εκτός Ε.Ε.

Η επαναχρησιμοποίηση ανεπεξέργαστων ή ανεπαρκώς επεξεργασμένων λυμάτων έχει σημαντικούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία, λόγω παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών. Για αυτό το λόγο πρέπει να θεσπίζονται κριτήρια και νόμοι για την ορθολογική διαχείριση των λυμάτων, ούτως ώστε να εξαλειφτούν τα περιθώρια επιδημίας και ασθενειών. Παρόλο που έρευνες έχουν αποδείξει ότι ο κίνδυνος μετάδοσης ασθενειών είναι πολύ μικρός, και αφορά περιπτώσεις χρήσης ιδιαίτερα χαμηλής ποιότητας λυμάτων, ωστόσο η ύπαρξη θεωρητικών κινδύνων μετάδοσης ασθενειών πρέπει να εξαληφθεί.

Τα λύματα τα οποία πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι απαλλαγμένα από περιττωματικά κολοβακτηρίδια. Για αυτό το λόγο έχουν θεσπιστεί διάφορες οδηγίες οι οποίες βασίζονται σε διάφορες επιδημιολογικές έρευνες και μικροβιολογικές μελέτες με στόχο τον καθαρισμό των επιπέδων του αποδεκτού κινδύνου μόλυνσης .

Οι πιο γνωστές οδηγίες και κανονισμοί γύρω από την επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων είναι δύο: Του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (World Health Organization .WHO) και της Πολιτείας της Καλιφόρνιας.

2.2.1 Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας(WHO)

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας προκειμένου να δώσει λύσεις στο θέμα της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και επαναχρησιμοποίησης τους το 1973 πρότεινε κάποια κριτήρια και μεθόδους. Τα κριτήρια αυτά αφορούσαν στην άρδευση καλλιεργειών με προϊόντα που καταναλώνονται ωμά και ήταν ιδιαίτερα αυστηρά (100 fc/100ml για απεριόριστη άρδευση). Επίσης ο WHO πρότεινε δευτεροβάθμια επεξεργασία (σύστημα ενεργού ιλύος, βιολογικά φίλτρα ή λίμνες σταθεροποίησης) και μετά χλωρίωση ή διήθηση και χλωρίωση. Η πρόταση αυτή όμως δεν είχε κανένα αντίκρισμα λόγω του υψηλού κόστους αυτής της τεχνοτροπίας .
Το 1985 έγινε μια ανασκόπηση της οδηγίας του WHO η οποία επανεξέτασε τους πιθανούς κινδύνους άρδευσης από την επεξεργασία λυμάτων καθώς και τη χρήση νερού από την επεξεργασία σε ιχθυοκαλλιέργειες. Η έρευνα είχε βασιστεί σε νέα επιδημιολογικά δεδομένα και διαφορετικές μεθόδους αποτίμησης του κινδύνου .
Το 1989 μια νέα σειρά κριτηρίων από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας εκδόθηκε και αφορούσε στη μικροβιολογική ποιότητα για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για άρδευση και ιχθυοκαλλιέργειες (πίνακας 2.1. Με βάση αυτή την οδηγία γίνεται διαχωρισμός της άρδευσης σε δύο κατηγορίες :

- Απεριόριστη άρδευση: αφορά όλα τα είδη καλλιέργειας, όπως επίσης και το πότισμα πάρκων και γηπέδων

- Περιορισμένη άρδευση: για καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα δεν καταναλώνονται ωμά

Όπως βλέπουμε από τον Πίνακα 2.1, η οδηγία έθεσε όριο για την απεριόριστη άρδευση τα 1000fc/100ml και 1 εντερικού νηματοειδούς αυγού/λίτρο. Στην περίπτωση όπου ποτίζεται γκαζόν τα όρια είναι πιο αυστηρά (200fc/100ml) και για περιορισμένη άρδευση το όριο είναι 1 εντερικό νηματοειδές αυγό/λίτρο, ενώ για τα κολοβακτηρίδια περιττωματικής προέλευσης δεν τίθεται όριο. Από ότι μπορούμε να δούμε ενώ δεν υπάρχουν μικροβιολογικά κριτήρια στην περίπτωση της περιορισμένης άρδευσης συνίσταται η εφαρμογή μερικής επεξεργασίας από πρωτοβάθμια επεξεργασία ή παραμονή σε λίμνες σταθεροποίησης 8-10 μέρες. Ακόμη για την περιορισμένη άρδευση βασική προϋπόθεση είναι η επιφανειακή άρδευση και όχι η άρδευση με καταιονισμό προκειμένου να μην υπάρχει πιθανότητα επαφής των καρπών με τους παθογόνους μικροοργανισμούς (για αυτό αποφεύγεται η συλλογή καρπών από το έδαφος) και συνιστάται η διακοπή της άρδευσης τουλάχιστο δύο εβδομάδες πριν τη συλλογή των καρπών.
Με την πάροδο την χρόνων νέα επιδημιολογικά δεδομένα ήρθαν στην επιφάνεια αλλά και οι υφιστάμενες αλλαγές στον κοινωνικοπολιτικό και τεχνολογικό τομέα ανάγκασαν τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) το 2006 να εκδώσει μια Τρίτη έκδοση οδηγιών για ασφαλέστερη διαχείριση λυμάτων, της οποίας ο δεύτερος και ο τέταρτος νόμος αφορούν στη χρήση επεξεργασμένων αποβλήτων για γεωργικούς σκοπούς. Στόχος της οδηγίας αυτής ήταν η προστασία των αγροτών, της κοινότητας και των καταναλωτών. Η τρίτη έκδοση οδηγιών αντικαθιστά τις δύο προηγούμενες οδηγίες του 1973 και του 1989 αναπτύσσει πληροφορίες και προσεγγίσεις που περιλαμβάνονταν σε αυτές και εμπεριέχει επιπρόσθετα στοιχεία σε θέματα :

<u>Πίνακας 2.1</u>: Προτεινόμενα μικροβιολογικά όρια ποιότητας για τη χρήση λυμάτων στη γεωργία (WHO, 1989) α

Κατηγορία	Είδος άρδευσης	Εκτιθέμενη ομάδα πληθυσμού	Εντερικοί νηματώδεις β (αριθμητικός μέσος αυγών ανά λίτρο) γ	Περιττωματικά κολοβακτηρίδια, FC (γεωμετρικός μέσος ανά 100 ml) γ	Επεξεργασία που αναμένεται να επιτύχει την απαιτούμενη μικροβιολογική ποιότητα

Α	**Άρδευση καλλιεργειών με τρόφιμα που καταναλώνονται ωμά, άρδευση γηπέδων, δημοσίων πάρκων δ**	**Εργαζόμενοι, καταναλωτές, κοινό**	**≤1**	**≤1000 δ**	**Σειρά λιμνών σταθεροποίησης που επιτυγχάνει την απαιτούμενη μικροβιολογική ποιότητα, ή άλλη ισοδύναμη επεξεργασία**
Β	**Άρδευση δημητριακών, βιομηχανικών καλλιεργειών, ζωοτροφών, βοσκοτόπων και δέντρων ε**	**Εργαζόμενοι**	**≤1**	**Δεν τίθενται όρια**	**Παραμονή σε λίμνες σταθεροποίησης για 8-10 μέρες, ή ισοδύναμη απομάκρυνση εντερικών νηματωδών και περιττωματικών κολοβακτηριδίων**
Γ	**Όπως η κατηγορία Β με εξασφάλιση μη έκθεσης εργαζομένων και κοινού**	**Καμία**	**Δεν έχουν εφαρμογή**	**Δεν έχουν εφαρμογή**	**Επεξεργασία που απαιτείται από την τεχνολογία του συστήματος άρδευσης, αλλά όχι μικρότερη από πρωτοβάθμια καθίζηση**

α Σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τοπικοί επιδημιολογικοί, κοινωνικοπολιτικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες και η οδηγία να τροποποιείται κατάλληλα.

β Τα είδη Ascaris και Trichuris.

γ Κατά τη διάρκεια της άρδευσης.

δ Το αυστηρότερο κριτήριο των 200FC/100ml εφαρμόζεται στην περίπτωση γκαζόν όπου υπάρχει πρόσβαση κοινού, πχ. γκαζόν ξενοδοχείων κτλ.

ε Στην περίπτωση οπωροφόρων δέντρων, η άρδευση θα πρέπει να σταματά δύο εβδομάδες πριν τη συλλογή των φρούτων, και επίσης κανένα φρούτο δε θα πρέπει να συλλέγεται από το έδαφος. Άρδευση με καταιονισμό δε θα πρέπει να χρησιμοποιείται.

- Ασθενειών του πληθυσμού που σχετίζονται με το νερό καθώς και τον τρόπο που η χρήση ανακτημένων λυμάτων στην γεωργία συνεισφέρει στην εκδήλωση τους
- Ανάλυση επικινδυνότητας
- Στρατηγικών διαχείρισης του κινδύνου, συμπεριλαμβανομένου και της ποσοστικοποίησης των μέτρων προστασίας της υγείας
- Χημικών συστατικών
- Στρατηγικών εφαρμογής των οδηγιών

Για την εκτίμηση του μικροβιολογικού κινδύνου και του κινδύνου από διάφορα χημικά μέσα έγινε η χρήση εκτενών μικροβιολογικών μελετών σε συνδυασμό με ένα μοντέλο ποσοτικοποίηση του κινδύνου από συγκεκριμένα παθογόνα (quantitative microbiological risk assessment). Για τις μελέτες αυτές είχε παρθεί δείγμα από διάφορες ομάδες πληθυσμού, ανάλογα με τα επίπεδα έκθεσης στους κινδύνους που σχετίζονται με την χρήση ανακτημένων λυμάτων για αρδευτικούς σκοπούς. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας συνοψίζονται στον Πίνακα 2.2.

<u>Πίνακας 2.2</u>: Κίνδυνοι για την υγεία που σχετίζονται με τη χρήση επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση (WHO, 2006)

Εκτιθέμενη ομάδα	Απειλές για την υγεία		
	Εντερικοί σκώληκες	Βακτήρια/Ιοί	Πρωτόζωα

Καταναλωτές	**Σημαντικός κίνδυνος μόλυνσης τόσο για τους ενήλικες όσο και για τα παιδιά που έρχονται σε επαφή με ανεπεξέργαστα λύματα**	**Χολέρα, τυφοειδής πυρετός και shigellosis από τη χρήση ανεπεξέργαστων λυμάτων, θετική αντίδραση στο Helicobacter pylori (για ανεπεξέργαστα λύματα), εκδήλωση διάρροιας όταν τα ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες κολοβακτηρίδια που εμπεριέχονται στο νερό ξεπερνούν τα 10^4/100ml**	**Ενδείξεις παρασιτικών πρωτόζωων στις επιφάνειες λαχανικών που αρδεύονται με ανακτημένα λύματα, αλλά καμία άμεση απόδειξη για μετάδοση ασθένειας**
Αγρότες και οικογένειες αγροτών	**Σημαντικός κίνδυνος μόλυνσης από εντερικούς σκώληκες τόσο για τους ενήλικες όσο και για τα παιδιά που έρχονται σε επαφή με ανεπεξέργαστα λύματα, αυξημένος κίνδυνος μόλυνσης από νηματοσκώληκες για τους εργάτες που δεν φορούν υποδήματα. Ο κίνδυνος για μόλυνση από εντερικούς σκώληκες παραμένει, κυρίως για τα παιδιά, ακόμα και όταν το επεξεργασμένο νερό περιέχει <1 αυγό εντερικών σκωλήκων/l. Για αυτή τη συγκέντρωση οι ενήλικες δεν εμφανίζουν αυξημένο κίνδυνο**	**Αυξημένος κίνδυνος διάρροιας σε νέα παιδιά που έρχονται σε επαφή με τα λύματα όταν τα ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες κολοβακτηρίδια που εμπεριέχονται στο νερό ξεπερνούν τα 10^4/100ml, αυξημένος κίνδυνος μόλυνσης από Salmonella για τα παιδιά που εκτίθενται σε ανεπεξέργαστα λύματα, υψηλή αντίδραση στο norovirus για τους ενήλικες που έρχονται σε επαφή με μερικώς επεξεργασμένα λύματα**	**Ο κίνδυνος μόλυνσης από Giardia βρέθηκε ασήμαντος για επαφή τόσο με επεξεργασμένα όσο και με ανεπεξέργαστα λύματα. Μία άλλη μελέτη που διεξήχθη στο Μεξικό έδειξε τρεις φορές αύξηση του κινδύνου μόλυνσης από Giardia για τους αγρότες που χρησιμοποιούν ανεπεξέργαστα λύματα σε σύγκριση με την άρδευση με καθαρό νερό. Παρατηρείται αυξημένος κίνδυνος αμοιβάδωσης από την επαφή με ανεπεξέργαστα λύματα**
Γειτονικές κοινότητες	**Η μετάδοση ασθενειών εντερικών σκωλήκων δε μελετήθηκε για τη περίπτωση άρδευσης με καταιονισμό, αλλά ισχύουν όλα τα παραπάνω για άρδευση με αυλάκια και κανάλια με heavy contact**	**Η άρδευση με καταιονισμό με κακής ποιότητας νερό (10^6-10^8 ολικά κολοβακτηρίδια/100ml) και η έκθεση σε υγρά ψεκασμού συνδέονται με έναν αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης. Η χρήση μερικώς επεξεργασμένων λυμάτων (10^4-10^5 ή και λιγότερα ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες κολοβακτηρίδια /100ml) για άρδευση με καταιονισμό δε σχετίζεται με αυξημένο ρυθμό μόλυνσης από ιούς**	**Δεν υπάρχουν στοιχεία για τη μετάδοση ασθενειών που οφείλονται σε πρωτόζωα από τη χρήση λυμάτων για την άρδευση με καταιονισμό**

Για τη δημιουργία κατάλληλης νομοθεσίας για την προστασία της υγείας , ορίστηκαν συγκεκριμένα επίπεδα προστασίας της υγείας ανάλογα με το είδος της έκθεσης (health based targets) .

<u>Πίνακας 2.3</u>: Στόχοι που βασίζονται στην προστασία της υγείας και στη μείωση των εντερικών σκωλήκων για επεξεργασμένα λύματα που χρησιμοποιούνται στη γεωργία (WHO, 2006)

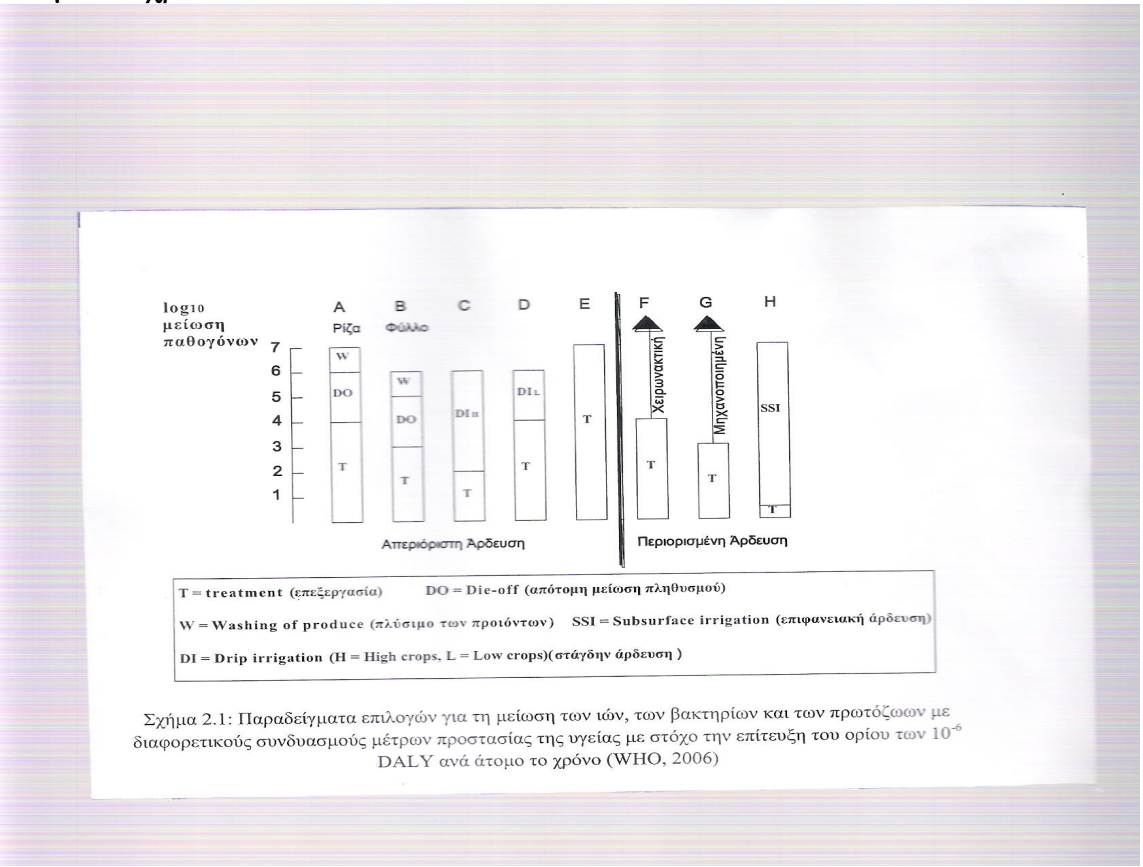
Κατηγορία άρδευσης	Στόχος για ιούς, βακτήρια και παθογόνα (βασιζόμενος στην προστασία της υγείας)	Στόχος για τη μείωση των αυγών εντερικών σκωλήκων
Απεριόριστη	**$\leq 10^{-6}$ DALY ανά άτομο το χρόνο [1]**	**≤1 αυγό/l (αριθμητικός μέσος) [2,3]**
Περιορισμένη	**$\leq 10^{-6}$ DALY ανά άτομο το χρόνο [1]**	**≤1 αυγό/l (αριθμητικός μέσος) [2,3]**
Συγκεκριμένη (πχ. στάγδην άρδευση)	**$\leq 10^{-6}$ DALY ανά άτομο το χρόνο [1]**	***i) καλλιέργειες που δεν αναπτύσσονται πολύ*** **[4]**
		≤1 αυγό/l (αριθμητικός μέσος)
		ii) καλλιέργειες που αναπτύσσονται αρκετά **[4,5]**
		καμία σύσταση

1. Ο στόχος που αφορά στην υγεία μπορεί να επιτευχθεί για την απεριόριστη και τη συγκεκριμένη άρδευση με μείωση των παθογόνων 6-7 log (γίνεται με συνδυασμό επεξεργασίας αλλά και μέτρων προστασίας της υγείας). Για την περιορισμένη άρδευση αρκεί μείωση των παθογόνων 2-3 log.
2. Σε περίπτωση έκθεσης παιδιών κάτω των 15 ετών, πρέπει να εφαρμόζονται πρόσθετα μέτρα προστασίας της υγείας.
3. Ο αριθμητικός μέσος καθορίζεται κατά την περίοδο άρδευσης. Η μέση τιμή ≤1 αυγό/l θα πρέπει να ισχύει για τουλάχιστον το 90% των δειγμάτων προκειμένου να επιτρέπεται μια τυχαία υψηλή τιμή σε κάποιο δείγμα (πχ. >10 αυγά/l). Σε ορισμένες διεργασίες επεξεργασίας (πχ. λίμνες σταθεροποίησης), ο υδραυλικός χρόνος παραμονής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο για τη διασφάλιση του ορίου ≤ 1αυγό/l.
4. Στις καλλιέργειες που αναπτύσσονται αρκετά συμπεριλαμβάνονται τα οπωροφόρα δέντρα, οι ελιές κτλ.
5. Κανένας καρπός δεν πρέπει να συλλέγεται από το έδαφος.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ορίζει ένα γενικώς αποδεκτό επίπεδο προστασίας της δημόσιας υγείας. Το επίπεδο αυτό βασίζεται στο γεγονός ότι καμία ασθένεια που προκύπτει από τη χρήση ανακτημένων λυμάτων δεν πρέπει να

προκαλεί ‘απώλεια’ μεγαλύτερη από 10^{-6} DALYs (Disability –adjusted Life Years) ανά άτομο το χρόνο.

Στο σχήμα 2.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η μείωση στα παθογόνα για διάφορες κατηγορίες άρδευσης και για συνδυασμό επεξεργασίας και άλλων μέτρων προστασίας της υγείας για την επίτευξη του στόχου των $\leq 10^{-6}$ DALY ανά άτομο το χρόνο



Σχήμα 2.1: Παραδείγματα επιλογών για τη μείωση των ιών, των βακτηρίων και των πρωτόζωων με διαφορετικούς συνδυασμούς μέτρων προστασίας της υγείας με στόχο την επίτευξη του ορίου των 10^{-6} DALY ανά άτομο το χρόνο (WHO, 2006)

Κάθε χώρα πρέπει να θεσπίζει τα δικά της εθνικά κριτήρια που να ανταποκρίνονται στις κοινωνικές, επιδημιολογικές, και οικονομικές τις ανάγκες. Η ομάδα του WHO που αναθεώρησε και επικύρωσε αυτές της οδηγίες υποστηρίζει πως με τις επιλογές A, B, C και D εξασφαλίζεται σημαντικός βαθμός μείωσης του κινδύνου για τη δημόσια υγεία.

- Επιλογή A: Παρέχει μείωση των παθογόνων κατά 7 log μέσω της επεξεργασίας των αποβλήτων, του θανάτου των παθογόνων στο διάστημα

μεταξύ της τελευταίας άρδευσης και της κατανάλωσης του πλυσίματος των λαχανικών πριν την κατανάλωση. Η επιλογή Α ενδείκνυται όταν αρδεύονται καλλιέργειες των οποίων καταναλώνονται οι ρίζες και οι οποίες τρώγονται ωμές.

- Επιλογή Β: Απαιτεί μικρότερα επίπεδα επεξεργασίας σε σχέση με την Α ενώ συνολικά επιτυγχάνεται μείωση των παθογόνων κατά 6 log. Η επιλογή αυτή είναι κατάλληλη για σαλατικά των οποίων η ρίζα δεν καταναλώνεται (πχ μαρούλι) και λαχανικά τα οποία τρώγονται ωμά.
- Επιλογή C: Απαιτεί ακόμη χαμηλότερα επίπεδα επεξεργασίας και ταυτόχρονα στάγδην άρδευση των καλλιεργιών που αναπτύσσονται πολύ (πχ οπωροφόρα δέντρα, ελιές).
- Επιλογή D: Περιλαμβάνει στάγδην άρδευση καλλιεργιών που δεν αναπτύσσονται πολύ και των οποίων η ρίζα δεν καταναλώνεται (μείωση παθογόνων κατά 2 log) και ένα βαθμό επεξεργασίας που οδηγεί σε μείωση παθογόνων κατά 4 log.
- Επιλογή Ε: Βασίζεται μόνο στην επεξεργασία των αποβλήτων για τη μείωση των παθογόνων κατά 7 log. Μια τυπική διαδοχή διεργασιών επεξεργασίας για την επίτευξη του στόχου αυτού περιλαμβάνει πρωτοβάθμια καθίζηση και στη συνέχεια κροκίδωση, συσσωμάτωση, καθίζηση, διήθηση και απολύμανση (χλωρίωση ή UV ακτινοβολία).
- Επιλογή F: Αφορά στην περίπτωση χειρωνακτικής περιορισμένης άρδευσης και στόχος των 10^{-6} DALY ανά άτομο το χρόνο επιτυγχάνεται με μείωση των παθογόνων κατά 4 log.
- Επιλογή G: Αντιπροσωπεύει την περιορισμένη άρδευση που πραγματοποιείται με τη χρήση μηχανημάτων (π.χ. τρακτέρ).
- Επιλογή Η: Αναπαριστά μια πολύ συνηθισμένη κατάσταση: ελάχιστη επεξεργασία σε δεξαμενή βιολογικού καθαρισμού (μείωση παθογόνων κατά 0,5 log) και στη συνέχεια υπόγεια άρδευση μέσω του εδαφικού συστήματος απορρόφησης της εκροής της δεξαμενής. Δεν υπάρχει καμία επαφή μεταξύ της καλλιέργειας και των παθογόνων στη δεξαμενή βιολογικού καθαρισμού και για αυτό το λόγο στο υπόγειο σύστημα άρδευσης πρέπει να λαμβάνει

χώρα μείωση των παθογόνων κατά 6,5 log για τις καλλιέργειες των οποίων καταναλώνεται η ρίζα τους.

Εκτεταμένες μελέτες και εκτιμήσεις γύρω από θέματα επικινδυνότητας που διεξήχθησαν από ειδικούς, επιβεβαίωσαν και την προηγούμενη οδηγία του WHO (WHO 1989) που έθετε όριο για την απεριόριστη άρδευση τα 1000E.coli/100ml.

Στον πίνακα 2.4 παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εκροών για τα διάφορα επίπεδα επεξεργασίας για τις επιλογές A-G του σχήματος 2.1

Για το WHO πρωταρχικός στόχος είναι η δημόσια υγεία έτσι ορίζει τα ανώτατα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης στο έδαφος για διάφορα χημικά τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 2.5

<u>Πίνακας 2.4</u>: Έλεγχος επαλήθευσης [1] (E.coli/100ml για επεξεργασμένα λύματα) για τα διάφορα επίπεδα επεξεργασίας για τις επιλογές A-G του σχήματος 1 (WHO, 2006)

Κατηγορία άρδευσης	Επιλογή (σχήμα 2.1)	Απαιτούμενη μείωση παθογόνων μέσω επεξεργασίας (log)	Έλεγχος επαλήθευσης (E.coli/100ml)	Παρατηρήσεις
Απεριόριστη	A	4	$\leq 10^3$	Καλλιέργειες των οποίων καταναλώνεται η ρίζα
	B	3	$\leq 10^4$	Καλλιέργειες των οποίων δεν καταναλώνεται η ρίζα
	C	2	$\leq 10^5$	Στάγδην άρδευση καλλιεργειών που αναπτύσσονται πολύ
	D	4	$\leq 10^3$	Στάγδην άρδευση καλλιεργειών που δεν αναπτύσσονται πολύ
	E	6 ή 7	$\leq 10^1$ ή $\leq 10^0$	Τα ποιοτικά κριτήρια εξαρτώνται από τις απαιτήσεις των τοπικών αρμόδιων οργανισμών [2]
Περιορισμένη	F	3	$\leq 10^4$	Χειρωνακτική άρδευση (προστασία ενηλίκων και παιδιών κάτω των 15 ετών)
	G	2	$\leq 10^5$	Μηχανοποιημένη άρδευση
	H	0,5	$\leq 10^6$	Απομάκρυνση παθογόνων σε δεξαμενή βιολογικού καθαρισμού

1. Ο έλεγχος επαλήθευσης (verification monitoring) είναι στην ουσία τα ποιοτικά κριτήρια των εκροών.

2. Για παράδειγμα, για δευτεροβάθμια επεξεργασία, διήθηση και απολύμανση: BOD_5 <10 mg/l, θολότητα <2 NTU, υπολειμματικό χλώριο <1 mg/l, pH: 6-9, και περιττωματικά κολοβακτηρίδια: μη ανιχνεύσιμα/100ml (Πολιτεία Καλιφόρνιας, 2001).

<u>Πίνακας 2.5</u> Μέγιστες επιτρεπτές συγκεντρώσεις διάφορων τοξικών χημικών συστατικών που εμπεριέχονται στα λύματα, για την προστασίας της δημόσιας υγείας (WHO, 2006)

Χημικά Στοιχεία	Συγκέντρωση στα λύματα (mg/kg)	Χημικά Στοιχεία	Συγκέντρωση στα λύματα (mg/kg)
Αντιμόνιο	36	DDT	1,54
Αρσενικό	8	Διχλωροβενζένιο	15
Βάριο	302	Dieldrin	0,17
Βηρύλλιο	0,2	Διοξίνες	0,00012
Βόριο	1,7	Επταχλωρίδιο	0,18
Κάδμιο	4	Εξαχλωροβενζένιο	1,40
Φθόριο	635	Λιντάνιο	12
Μόλυβδος	84	Methoxychlor	4,27
Υδράργυρος	7	PAHs (βενζοπυρένιο)	16
Μολυβδένιο	0,6	PCB	0,89
Νικέλιο	107	Πενταχλωροφαινόλη	14
Σελήνιο	6	Phthalate	137333
Άργυρος	3	Πυρένιο	41
Θάλλιο	0,3	Στυρένιο	0,68
Βανάδιο	47	2,4,5-T	3,82
Aldrin	0,48	Τετραχλωροαιθάνιο	1,25
Βενζένιο	0,14	Τετραχλωροαιθυλένιο	0,54
Chlordane	3	Τολουένιο	12
Χλωροβενζένιο	211	Ταξαφέν	0,0013
Χλωροφόρμιο	0,47	Τριχλωροαιθάνιο	0,68

Σημείωση : το DALY είναι ένα μέτρο της υγείας του πληθυσμού και εκφράζεται ως επιβάρυνση της υγείας από κάποια συγκεκριμένη ασθένεια ή από διάφορους παράγοντες κινδύνου. Το DALY μετράει το χρόνο που χάνεται λόγω αναπηρίας ή θανάτου από μια ασθένεια σε σχέση με μια μακρά ζωή απουσίας της ασθένειας ζωής. Για τον υπολογισμό του .προστίθενται τα χρόνια ζωής που χάνονται λόγω πρόωρου θανάτου και τα χρόνια ζωής με προβλήματα υγείας λόγω της ασθένειας. Τα χρόνια που χάνονται λόγω θανάτου προκύπτουν από την αφαίρεση του μέσου χρόνου ζωής ενός πληθυσμού και την ηλικία θνησιμότητας ,ενώ τα χρόνια ζωής με προβλήματα υγείας υπολογίζονται με πολλαπλασιασμό του αριθμού των κρουσμάτων επί τη διάρκεια της ασθένειας επί ένα βαθμό σοβαρότητας που κυμαίνεται από 0 ως 1 (ζωή – θάνατος). Το όριο των 10^{-6} DALY ανά άτομο το χρόνο που θέτει ο WHO σημαίνει ότι μια πόλη με 1 εκατομμύριο κατοίκους έχει απώλεια ένα DALY το χρόνο (Mara 2008).

Σειρά μέτρων που προτείνει ο WHO για την προστασία των καταναλωτών

1. επεξεργασία αποβλήτων
2. περιορισμό αρδεύσιμων καλλιεργιών
3. μεθόδους άρδευσης που ελαχιστοποιούν την πιθανότητα μόλυνσης
4. άρδευση ανά μεγάλα χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να επέρχεται ο θάνατος των παθογόνων
5. τήρησης κανόνων υγιεινής στις αγορές τροφίμων και κατά την προετοιμασία φαγητού
6. προώθηση θεμάτων υγιεινής
7. να εκτελείται σωστό πλύσιμο, απολύμανση και μαγείρεμα
8. χημειοθεραπεία και εμβολιασμό

Σειρά μέτρων που προτείνει ο WHO για την προστασία των εργατών και των οικογενειών τους

1. χρήση προσωπικού προστατευτικού εξοπλισμού

2. πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό και σε εγκαταστάσεις υγιεινής στα αγροκτήματα

3. προώθηση θεμάτων υγιεινής

4. χημειοθεραπεία και εμβολιασμό

5. περιορισμό επαφής με οργανισμούς που μεταθέτουν ασθένειες

Σειρά μέτρων που προτείνει ο WHO για την προστασία των τοπικών κοινοτήτων

1. επεξεργασία αποβλήτων

2. περιορισμένη πρόσβαση σε αρδεύσιμα χωράφια και υδραυλικές κατασκευές

3. πρόσβαση σε ασφαλές χώρους αναψυχής

4. πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό και σε εγκαταστάσεις υγιεινής στις τοπικές κοινότητες

5. προώθηση θεμάτων υγιεινής

6. χημειοθεραπεία και εμβολιασμό

7. περιορισμό επαφής με οργανισμούς που μεταθέτουν ασθένειες

2.2.2 Κανονισμός της Πολιτείας της Καλιφόρνιας

Το 1918 θεσπίστηκε ο πρώτος νόμος – κανονισμός σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση αστικών λυμάτων για άρδευση στην πολιτεία της Καλιφόρνιας. Έπειτα το 1933 το Υπουργείο Υγείας της Καλιφόρνιας έθεσε τα πρώτα μικροβιολογικά κριτήρια που αφορούσαν κηπευτικά προϊόντα τα οποία μπορούν να καταναλωθούν ωμά. Από τότε μέχρι σήμερα αυτά τα όρια αναθεωρούνται έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη νέες εφαρμογές, τεχνολογίες και γνώσεις πάνω σε θέματα επαναχρησιμοποίησης (UNEP 2005).

Το 1978 το Υπουργείο Υγείας της Καλιφόρνιας έκδωσε τα νέα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης τα οποία αναθεωρήθηκαν πρόσφατα. Αυτά τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν απαιτήσεις σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού και τις μεθόδους επεξεργασίας των λυμάτων.

Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι ο κανονισμός της πολιτείας της Καλιφόρνιας ορίζει ότι για την άρδευση με βρώσιμων καλλιεργειών, ζωοτροφών, οπωροφόρων δέντρων, αμπελώνων, φυτωρίων και γρασιδιού δεν τίθενται μικροβιολογικά όρια και απαιτείται τουλάχιστο δευτεροβάθμια επεξεργασία.. Για την άρδευση βοσκοτόπων για ζώα που παράγουν γάλα πρέπει να γίνεται περαιτέρω διαχωρισμός , όπως επίσης και για εξωτερικούς χώρους (με περιορισμένη ή ελεγχόμενη πρόσβαση),φυτωρίων και γρασιδιού όπου επιτρέπεται η πρόσβαση του κοινού, τεχνητών λιμνών αναψυχής, για βιομηχανική ή εμπορική ψύξη νερού όπου δεν παράγεται υγρασία, για πυροπροστασία, για τροφοδοσία λέβητα, για έλεγχο της σκόνης, για το καθάρισμα δρόμων και πεζοδρομίων. Στις περιπτώσεις αυτές το μικροβιολογικό όριο είναι 23TC/100ml, ενώ ταυτόχρονα χρησιμοποιείται και δευτεροβάθμια επεξεργασία και απολύμανση. Για τις υπόλοιπες εφαρμογές το μικροβιολογικό όριο είναι 2,2TC/100ml. Κάθε φορά η επεξεργασία που απαιτείται για καθαρισμό των λυμάτων εξαρτάται από την τιμή της θολότητας και αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Με δευτεροβάθμια επεξεργασία και απολύμανση ή με δευτεροβάθμια επεξεργασία με ακόλουθη κροκίδωση, καθίζηση, διήθηση και απολύμανση. Στις περιπτώσεις που υπάρχει πιθανότητα άμεσης ή έμμεσης ανθρώπινης επαφής με τα ανακτημένα λύματα , τα ολικά κολοβακτηρίδια δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν τα 2,2TC/100ml (από μετρήσεις 7 ημερών), τα 23TC/100ml σε περισσότερο από ένα δείγματα σε περίοδο 30 ημερών και τη μέγιστη τιμή τους τα 240TC/100ml σε κάθε δείγμα. Τα κριτήρια αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα 2.6.

<u>Πίνακας 2.6</u>: Κριτήρια της πολιτείας της Καλιφόρνιας (State of California Title 22 Water Recycling Criteria, 2000)

Είδος χρήσης	Όρια για τα ολικά κολοβακτηρίδια α	Απαιτούμενη επεξεργασία
Άρδευση μη βρώσιμων καλλιεργειών, ζωοτροφών, οπωροφόρων δέντρων β, αμπελώνων β, φυτώριων γ και χλοοταπήτων γ	Δεν τίθενται όρια	- Δευτεροβάθμια
Άρδευση βοσκοτόπων για ζώα παράγουν γάλα, εξωτερικών χώρων δ, φυτώριων και χλοοταπήτων όπου επιτρέπεται η πρόσβαση κοινού, τεχνητών λιμνών αναψυχής, για βιομηχανική ή εμπορική ψύξη νερού όπου δεν παράγεται υγρασία, για πυροπροστασία (όχι οικοδομική),για τροφοδοσία λέβητα, για τον έλεγχο της σκόνης, για το καθάρισμα δρόμων, πεζοδρομίων και γενικά εξωτερικών χώρων κτλ.	≤ 23/100ml	- Δευτεροβάθμια
	≤ 240/100ml σε περισσότερα από ένα δείγματα σε οποιαδήποτε περίοδο 30 ημερών	- Απολύμανση
Άρδευση βρώσιμων καλλιεργειών β, περιορισμένης πρόσβασης τεχνητές λίμνες αναψυχής, εκκολαπτήρια ψαριών	≤ 2,2/100ml	- Δευτεροβάθμια
	≤2 3/100ml σε περισσότερα από ένα δείγματα σε οποιαδήποτε περίοδο 30 ημερών	- Απολύμανση
Άρδευση βρώσιμων καλλιεργειών ε, εξωτερικών χώρων ελεύθερης πρόσβασης στ, τροφοδοσία λιμνών αναψυχής, εκκολαπτήρια ψαριών, ξέπλυμα τουαλετών, διακοσμητικά σιντριβάνια, καθαριστήρια ρούχων, πλυντήρια ρούχων, τεχνητό χιόνι, οικοδομική πυροπροστασία, βιομηχανική ή εμπορική ψύξη όπου παράγεται υγρασία	≤ 2,2/100ml	- Δευτεροβάθμια
	≤ 23/100ml σε περισσότερα από ένα δείγματα σε οποιαδήποτε περίοδο 30 ημερών	- Κροκίδωση ζ
	≤ 240/100ml (μέγιστο)	- Διήθηση **η**
		- Απολύμανση
Απεριόριστης πρόσβασης τεχνητές λίμνες αναψυχής	≤ 2,2/100ml	- Δευτεροβάθμια
	≤ 23/100ml σε περισσότερα από ένα δείγματα σε οποιαδήποτε περίοδο 30 ημερών	- Κροκίδωση
	≤ 240/100ml (μέγιστο)	- Καθίζηση **θ**
		- Διήθηση **η**
		- Απολύμανση

α Η διάμεση τιμή από τις μετρήσεις των 7 πιο πρόσφατων ημερών.

β Δεν πρέπει να υπάρχει επαφή του νερού άρδευσης με τους καρπούς.

γ Παύση της άρδευσης τουλάχιστον 14 μέρες πριν από τη συγκομιδή, την πώληση ή την πρόσβαση κοινού.

δ Νεκροταφεία, εξωτερικοί χώροι, περιορισμένης πρόσβασης γήπεδα γκολφ και άλλες ελεγχόμενης πρόσβασης περιοχές.

ε Επαφή μεταξύ νερού άρδευσης και καρπών. Περιλαμβάνει και τις βρώσιμες ρίζες.

στ Πάρκα, παιδικές χαρές, προαύλιοι χώροι σχολείων, εξωτερικοί χώροι με κατοικίες, μη περιορισμένης πρόσβασης γήπεδα γκολφ και άλλες μη ελεγχόμενης πρόσβασης περιοχές.

ζ Δεν απαιτείται αν η θολότητα του νερού στο φίλτρο μετράται συνεχώς, δεν υπερβαίνει τα 5 NTU για περισσότερο από 15 λεπτά, δεν ξεπερνά ποτέ τα 10 NTU, και υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης προσθήκης χημικών ή εκτροπής του νερού αν η θολότητα στο φίλτρο υπερβαίνει τα 5 NTU για περισσότερο από 15 λεπτά.

η Μετά τη διήθηση σε φίλτρα η θολότητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2 NTU σε κανένα 24ωρο διάστημα, τα 5 NTU για χρόνο περισσότερο από το 5% μιας 24ωρης περιόδου και τα 10 NTU οποιαδήποτε στιγμή. Έπειτα από διήθηση σε μεμβράνες η θολότητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,2 NTU για χρόνο περισσότερο από το 5% μιας 24ωρης περιόδου και τα 0,5 NTU οποιαδήποτε στιγμή.

θ Δεν απαιτείται αν το νερό ελέγχεται για εντερικούς ιούς, Giardia και Cryptosporidium.

Αξίζει να σημειωθεί πως τα απαιτούμενα όρια που θέτει ο οργανισμός έχουν ως βασικό στόχο των περιορισμό σε ικανοποιητικά επίπεδα του κινδύνου μόλυνσης. Τα παθογόνα σχετίζονται άμεσα με τα στερεά σωματίδια καθώς αυτά έχουν την ιδιότητα να παρέχουν προστασία σε ιούς και βακτηρίδια έναντι των απολυμαντών. Για αυτό το λόγο το κανονισμός της πολιτείας της Καλιφόρνιας δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στο θέμα της θολότητας προκειμένου να εξασφαλίζεται ένα χαμηλό ποσοστό σωματιδίων και μία αποτελεσματική αντιμετώπιση των ιών κατά την απολύμανση, θέτοντας το όριο των 2NTU μετά τη διήθηση.

Εκτός από τα πρότυπα ποιότητας και της απαιτήσεις επεξεργασίας, τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης της πολιτείας της Καλιφόρνιας περιλαμβάνουν και προδιαγραφές για την αξιοπιστία της επεξεργασίας. Οι προδιαγραφές αυτές αφορούν εφεδρικά συστήματα ενέργειας, συστήματα ασφαλείας , πολλαπλές ή εφεδρικές μονάδες επεξεργασίας, αποθήκευση η διάθεση μερικώς επεξεργασμένων λυμάτων σε περίπτωση ανάγκης, ελαχιστοποίηση παρακάμψεων στη διαδικασία επεξεργασίας, μηχανισμό παρακολούθησης, αυτοματοποίηση της λειτουργίας και θέματα σχεδιασμού για πιο ευέλικτη λειτουργία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο κανονισμός της Καλιφόρνιας θέτει ορισμένες απαιτήσεις σχετικά με τις αποστάσεις ασφαλείας

- απαγορεύεται η άρδευση με ανακτημένα λύματα που δεν έχουν υποστεί απολύμανση σε απόσταση 50m από οποιαδήποτε γεώτρηση πόσιμου νερού.

- για τα λύματα που έχουν υποστεί δευτεροβάθμια επεξεργασία η απόσταση είναι 30m.

- για τριτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα η απόσταση είναι 15m.

- απαγορεύεται η αποθήκευση επεξεργασμένων λυμάτων που έχουν υποστεί τριτοβάθμια επεξεργασία σε απόσταση μικρότερη των 30m από κατοικίες ή μέρη όπου είναι ιδιαίτερα αυξημένος ο κίνδυνος να συμβεί τυχαία έκθεση.

Η αυστηρότητα του κανονισμού δεν σταματά εδώ, αφού λαμβάνει πρόσθετα μέτρα που αφορούν τον περιορισμό των απορροών από τη χρήση ανακτημένων λυμάτων για

- την προστασία των σιντριβανιών

- αποφυγή ανθρώπινης επαφής με χρήση πινακίδων

- απαγόρευση απευθείας σύνδεσης σε συστήματα διανομής πόσιμου νερού

- εφαρμογή συστημάτων αποτροπής επιστροφής νερού σε δίκτυα διανομής πόσιμου νερού σε περιπτώσεις που χρησιμοποιείται διπλό σύστημα πόσιμου και ανακτημένου νερού

Τα αυστηρά κριτήρια του κανονισμού έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση των κινδύνων μόλυνσης και της δημιουργίας του αισθήματος ασφάλειας στον πληθυσμό.
Σε αντίθεση με τα κριτήρια του WHO είναι ιδιαίτερα συντηρητικός ο κανονισμός και δεν στηρίζεται σε βάσιμα επιστημονικά δεδομένα και αποτελέσματα επιδημιολογικών ερευνών με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις να επιφέρει ένα πολύ υψηλό κόστος για την εφαρμογή του .

2.2.3 ΚΥΠΡΟΣ

Για τη διατύπωση των Οδηγιών Ποιότητας λυμάτων για επαναχρησιμοποίηση

στην Κύπρο έχουν υιοθετηθεί δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Η μια βασίζεται στις προτάσεις του WHO και η άλλη στη νομοθεσία της Καλιφόρνια στις ΗΠΑ. Οι οδηγίες ποιότητας της Κύπρου είναι ένας συνδυασμός των δύο αυτών προσεγγίσεων με τις τοπικές συνθήκες και χωρίς να αποκλείουν ταυτόχρονα τους φθηνούς τρόπους επεξεργασίας λυμάτων που ευνοούνται από τις κλιματολογικές συνθήκες του νησιού. Μερικές συγκεκριμένες θέσεις των "Κυπριακών Κριτηρίων Ποιότητας" που παρουσιάζονται στους Πίνακες 2.7 και 2.8.

<u>Πίνακας 2.7:</u> Κυπριακά Κριτήρια για επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για σκοπούς άρδευσης στην Κύπρο

Άρδευση	BOD(mg/l)	SS(mg/l)	Περιττωματικά κωλοβακτηρίδια/100ml	εντερικοί σκώλικες/l	Απαιτούμενη επεξεργασία
Απεριόριστη άρδευση(a)	(A)10*	10*	5*	Απουσία	δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια
			15**		και απολύμανση
χώροι αναψυχης	(A)10*	10*	50*	Απουσία	δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια
ελεύθερης πρόσβασης	15**	15**	100**		και απολύμανση
Άρδευση καλλιεργιών που					
τρώγονται μαγειρεμένες ή μετά					
από επεξεργασία(b)					
Περιορισμένη άρδευση	(A)20*	30*	200*	Απουσία	δευτεροβάθμια και αποθήκευση
χώροι αναψυχης	30**	45*	1000*		>7 ημέρες και απολύμανση ή
περιορισμένης πρόσβασης					τριτοβάθμια και απολύμανση
	(B) (-)	(-)	200*	Απουσία	Λίμνες σταθεροποίησης -ωρίμανσης
			1000*		συνολικού χρόνου παραμονης
					>30 ημέρες ή δευτεροβάθμια και
					απολύμανση>30 ημέρες
Καλλιέργιες για ζωοτροφές	(A)20*	30*	1000*	Απουσία	δευτεροβάθμια και αποθήκευση
	30**	45*	5000**		>7 ημέρες και απολύμανση ή
					τριτοβάθμια και απολύμανση
	(B) (-)	(-)	5000*	Απουσία	Λίμνες σταθεροποίησης -ωρίμανσης
					συνολικού χρόνου παραμονης
					>30 ημέρες ή δευτεροβάθμια και
Βιομηχανικές καλλιέργιες	(A)50*	(-)	3000*	(-)	Δευτεροβάθμια και απολύμανση
	70**		10000**		
	(B) (-)		3000*		Λίμνες σταθεροποίησης -ωρίμανσης
			10000**		συνολικού χρόνου παραμονης
					>30 ημέρες ή δευτεροβάθμια και
					απολύμανση>30 ημέρες

Α. Μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας (ενεργός ιλύς)
Β. Λίμνες σταθεροποίησης
* Αυτές οι τιμές δεν πρέπει να ξεπεραστούν για το 80% των δειγμάτων ανά μήνα (ελάχιστος αριθμός δειγμάτων 5)
**Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή
(α) εξαιρούνται φυλλώδη λαχανικά που τρώγονται ωμά
(b) πατάτες ζαχαρότευτλα κτλ

Ως προς τις απαιτήσεις επεξεργασίας, ο όρος δευτεροβάθμια επεξεργασία στις Κυπριακές οδηγίες αντιπροσωπεύει μια συμβατική βιολογική επεξεργασία με την ευρύτερη έννοια του όρου (βιολογικά φίλτρα, βιοδίσκοι κ.α.). Στην πράξη, οι μόνες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην Κύπρο είναι εκείνες που βασίζονται στην ενεργό ιλύ και τις παραλλαγές της, που ως στόχο έχουν την παραγωγή μιας καλής ποιότητας εκροής (με BOD_5<20 mg/l, και SS<30 mg/l) η οποία θα μπορεί να απολυμανθεί αποτελεσματικά έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί με τους ελάχιστους περιορισμούς. Γενικά η συμβατική βιολογική μέθοδος επεξεργασίας πετυχαίνει μια μείωση του BOD_5 κατά 90-95% παράγοντας μια εκροή με συγκεντρώσεις BOD5 μεταξύ 10-20 mg/l. Προκειμένου να παραχθεί καλύτερης ποιότητας εκροή (BOD_5<10 mg/l) ή να επιτευχθεί εκροή σταθερής ποιότητας είναι απαραίτητο να ενσωματωθεί στη διαδικασία η τριτοβάθμια επεξεργασία (κροκίδωση, διύλιση) και απολύμανση. Στην περίπτωση εφαρμογής του χλωρίου ως απολυμαντικού μέσου ο Κυπριακός Κώδικας εφαρμογών ορίζει ένα μέγιστο ποσό ελεύθερου χλωρίου 2 mg/l και μια ελάχιστη τιμή 0,5 mg/l έπειτα από μια ώρα χρόνου επαφής στην εκροή της μονάδας επεξεργασίας.

Στην Κύπρο εκτός από τις οδηγίες του WHO και της πολιτείας της Καλιφόρνιας συστάθηκε και μία Τεχνική Επιτροπή η οποία όρισε τα όρια για το BOD και τα SS για τους εξής λόγους :

1. να παρακολουθείται και να ελέγχεται η διαδικασία επεξεργασίας.

2. χαμηλές τιμές BOD και SS στην εκροή να εξασφαλίζουν μια πιο αποτελεσματική απολύμανση και συνεπώς μεγαλύτερη προστασία έναντι μικροοργανισμών.

3. τα συστήματα άρδευσης της Κύπρου απαιτούν σχετικά καλής ποιότητας εκροές (χαμηλή τιμή SS).

<u>Πίνακας 2.8</u>: Κυπριακά Κριτήρια για επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για σκοπούς άρδευσης στην Κύπρο

Χημικά Στοιχεία	**Συγκέντρωση στα λύματα (mg/L)**
Αργίλιο	**0.5**

Αρσενικό	**0.1**
Βηρύλλιο	**0.1**
Βόριο	**0.75**
Κάδμιο	**0.01**
Χλώριο(111)	**0.1**
Κοβάλτιο	**0.05**
Χαλκός	**0.2**
Σίδηρος	**5.6**
Μόλυβδος	**5**
Λίθιο	**2.5**
Μαγγάνιο	**0.2**
Μολυβδαίνιο	**0.01**
Νικέλιο	**0.2**
Σελήνιο	**0.02**
Βανάδιο	**0.1**
Ψευδάργυρος	**2**
Υδράργυρος	**0.05**

2.2.3.2 Οδηγία 91/271/ΕΟΚ

Μία άλλη παράμετρος που λαμβάνεται υπόψη από την Κυπριακή κυβέρνηση είναι η **οδηγία 91/271/ΕΟΚ** για την επεξεργασία αστικών λυμάτων της οποίας ο στόχος είναι : η προστασία της δημόσιας υγείας ,των νερών και γενικότερα του περιβάλλοντος από την απόρριψη αστικών λυμάτων και αποβλήτων από ορισμένες βιομηχανίες .

Γενικές πρόνοιες της οδηγίας

- καθορισμός ευαίσθητων περιοχών και επαναξιολόγηση τους κάθε τέσσερα (4) χρόνια.

- εγκατάσταση αποχετευτικών δικτύων και σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων σε όλους τους οικισμούς με ισοδύναμο πληθυσμό πάνω από 2000.

- ετοιμασία προγράμματος υλοποίησης για το παραπάνω με βάση τις ημερομηνίες υλοποίησης.

- αδειοδότηση των σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων και των

σταθμών επεξεργασίας αποβλήτων από συγκεκριμένες βιομηχανίες τροφίμων.

- διασφάλιση της ορθής κατασκευής και λειτουργίας των αποχετευτικών δικτύων και των σταθμών επεξεργασίας.

- θέσπιση κανονισμών για σύνδεση βιομηχανιών σε αποχετευτικά δίκτυα και αδειοδότηση τους.

- θέσπιση ποιοτικών ορίων στις απορρίψεις από σταθμούς επεξεργασίας ανάλογα με τον ισοδύναμο πληθυσμό των οικισμών και τον υδάτινο αποδέκτη (ευαίσθητο ή όχι).

- παρακολούθηση των απορρίψεων από σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων (καθορισμένη συχνότητα, παράμετροι) έλεγχος συμμόρφωσης με όρια.

- παρακολούθηση της ποιότητας νερών στους υδάτινους αποδέκτες.

- εγκατάσταση σταθμών επεξεργασίας σε βιομηχανίες τροφίμων που παράγουν απόβλητα που ισοδυναμούν με περισσότερο από 4000 ισοδύναμου πληθυσμού και δεν απορρίπτουν σε σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων.

- επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων και λάσπης.

- υποβολή τριών (3) εκθέσεων στην Ε.Ε : (α) για τα αποτελέσματα παρακολούθησης και έλεγχο εφαρμογής των ορίων, (β) για την υφιστάμενη κατάσταση όσο αφορά στην εφαρμογή της οδηγίας, (γ) για το πρόγραμμα υλοποίησης εγκατάστασης αποχετευτικών και σταθμών.

Τα οφέλη

Τα οφέλη από την εφαρμογή της Κοινοτικής **Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ** για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων είναι:

α) Η συλλογή και επεξεργασία λυμάτων που επιβάλλονται από την Οδηγία, θα

διασφαλίσουν την προστασία των υδάτινων πόρων. Στην Κύπρο λόγω της αύξησης των ξηρασιών, οι υδάτινοι πόροι μας μειώνονται συνεχώς .

β) Επίσης διασφαλίζεται η προστασία της ανθρώπινης υγείας, καθώς και η ανύψωση του βιοτικού επιπέδου στην ύπαιθρο (αποφυγή οχληρίας από βυτιοφόρα, κ.ά.).

γ) Επιπρόσθετα, η Οδηγία προωθεί την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων και της λυματολάσπης. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία στην Κύπρο, γιατί αυξάνονται οι υδάτινοι πόροι και η δυνατότητα ανάπτυξης της αρδευόμενης γεωργίας.

Η τελική προθεσμία για την εφαρμογή της Οδηγίας για τα πρώτα 15 κράτη μέλη έχει ήδη λήξει το 2005, ενώ τα νέα κράτη μέλη έχουν μεταβατικές προθεσμίες, οι οποίες καθορίζονται ξεχωριστά στις συνθήκες προσχώρησής τους. Η μεταβατική περίοδος της Κύπρου για τις κοινότητες και δήμους της υπαίθρου είναι η 31η Δεκεμβρίου του 2012. Υπάρχουν όμως και ενδιάμεσες ημερομηνίες συμμόρφωσης για τις πόλεις: Το 2008 για τη Λεμεσό, το 2009 για τη Λευκωσία, το 2011 για την Πάφο και το 2012 για τη Λάρνακα.
Σύμφωνα με τα στοιχεία του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων είναι σχεδόν αδύνατον για την Κύπρο να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις της οδηγίας. Στις αστικές περιοχές (πλην των δύο τουριστικών δήμων) παρά το προχωρημένο στάδιο ολοκλήρωσης των σχεδιασμών (από 60-80%) τα έργα που βρίσκονται σε εξέλιξη δεν προβλέπεται να ολοκληρωθούν πριν από τις επιμέρους ημερομηνίες συμμόρφωσης.

Οι Δήμοι Παραλιμνίου και Αγίας Νάπας έχουν ολοκληρώσει τον σχεδιασμό, ο Δήμος Λάρνακας έχει ολοκληρώσει μέχρι σήμερα περίπου το 5%, ο Δήμος Πάφου το 10%, ο Δήμος Λεμεσού το 50% και ο Δήμος Λευκωσίας το 75%. Στις αγροτικές περιοχές η κατάσταση είναι χειρότερη. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Τμήματος Ανάπτυξης Υδάτων, μόνο το 11% του στόχου έχει ολοκληρωθεί.

Κυρώσεις

Το τέλος του 2012 δεν είναι μακριά. Προβλέπεται ότι εάν το κράτος μέλος αδυνατεί να συμμορφωθεί, τότε η Ευρωπαϊκή Ένωση κινεί διαδικασίες επί παραβιάσει, οι οποίες μπορεί μετά από αιτιολογημένες γνώμες του Ευρωπαϊκού Δικαστηρίου να επιβάλουν πρόστιμα. Τα πρόστιμα αυτά μπορεί να είναι, είτε σαν

ολικό ποσό είτε σαν ημερήσιο πρόστιμο μέχρι την ημέρα τελικής συμμόρφωσης του κράτους μέλους. Υπήρξε περίπτωση όπου σε ένα κράτος μέλος μόνο για μια κοινότητα που δεν είχε κατασκευάσει την υποδομή της μέχρι τη συγκεκριμένη ημερομηνία επιβλήθηκε πρόστιμο της τάξεως του 0,5 εκ. ευρώ σαν ολικό ποσό, καθώς επίσης και 20.000 ευρώ την ημέρα μέχρι την ημερομηνία που συμμορφώθηκε.

Πέραν των πόλεων και κοινοτήτων που συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα της **οδηγίας 91/271/ΕΟΚ** για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων, η κυβέρνηση έχει αποφασίσει να δώσει προτεραιότητα και σε αγροτικές κοινότητες που αντιμετωπίζουν ιδιαίτερο πρόβλημα ρύπανσης λόγω των αποχετεύσεων (π.χ. Κακοπετριά, Κάτω Πύργος). Η ανάγκη για κατά προτεραιότητα προώθηση των έργων αυτών δυσχεραίνει αναγκαστικά την υλοποίηση των στόχων της οδηγίας.

2.2.3.3 Νομικό πλαίσιο

- οι περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμοι 2002-2008.

- οι περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών (απόρριψη αστικών λυμάτων) κανονισμοί (Κ.Δ.Π 772/20030).

- το περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών(ευαίσθητες περιοχές σε απορρίψεις αστικών λυμάτων)διάταγμα (Κ.Δ.Π 111/2004).

- οι περί αποχετεύσεως συστημάτων νόμοι 1971-2007 (τροποποιητικός νόμος αρ.108(Ι)/2004).

1. κώδικας ορθής γεωργικής πρακτικής (Κ.Δ.Π 263/2007).

2. γενικοί όροι απόρριψης αποβλήτων (Κ.Δ.Π 269/2005).

2.2.3.4 Θεσμικό πλαίσιο – Αρμοδιότητες

- ευθύνη για την εφαρμογή της οδηγίας έχει η Υπηρεσία Περιβάλλοντος (ΥΠ), το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (ΤΑΥ), και τα Συμβούλια Αποχετεύσεων (Υπουργείο Εσωτερικών) ενώ την τελική ευθύνη για την

υλοποίηση των έργων που προβλέπονται έχει το Υπουργικό Συμβούλιο.

- ευθύνες του ΤΑΥ περιλαμβάνουν την συμμετοχή με την ΥΠ στην Επιτροπή για την εφαρμογή της Οδηγίας, ετοιμασία του Προγράμματος Υλοποίησης και της σχετικής Έκθεσης ενώ είναι ο τεχνικός σύμβουλος του Υπ. Συμβουλίου (μελέτη, σχεδιασμό και υλοποίηση των έργων για την ύπαιθρο).

- τα Συμβούλια Αποχετεύσεων είναι υπεύθυνα για την εγκατάσταση αποχετευτικών δικτύων και σταθμών επεξεργασίας στα αστικά κέντρα, καθώς και για τη χορήγηση αδειών σύνδεσης σε βιομηχανίες με καθορισμένους όρους.

2.2.3.5Ευθύνες/Αρμοδιότητες της Υπηρεσίας Περιβάλλοντος

- εναρμόνιση με την οδηγία.
- καθορισμός ευαίσθητων περιοχών.
- αδειοδότηση σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων και αποβλήτων βιομηχανιών.
- παρακολούθηση των απορρίψεων από αυτούς τους σταθμούς επεξεργασίας.
- επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων και λάσπης.
- προστασία των νερών και του εδάφους από απορρίψεις αστικών λυμάτων και αποβλήτων.
- ετοιμασία δύο (2) εκθέσεων με βάση τα Άρθρα 15 και 16.

2.2.3.6 Προστασία του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας από απόρριψη αστικών λυμάτων

- Περιβαλλοντική έγκριση με όρους για μείωση των επιπτώσεων από την κατασκευή και τη λειτουργία αποχετευτικών δικτύων και εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.

- Χορήγηση άδειας απόρριψης αποβλήτων με βάση τους περί ελέγχου της ρύπανσης των νερών νόμους σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων και σε βιομηχανίες τροφίμων με οργανικό φορτίο που ισοδυναμεί με πληθυσμό πάνω των 4000.

2.2.3.7 Παρακολούθηση απορρίψεων

- Στο πρόγραμμα παρακολούθησης εντάσσονται όλοι οι σταθμοί επεξεργασίας αστικών λυμάτων και αποβλήτων βιομηχανικών τροφίμων που εμπίπτουν στις πρόνοιες της οδηγίας. Το πρόγραμμα συνάδει με τις απαιτήσεις της οδηγίας

- Με την ένταξη στην Ε.Κ οι δειγματοληψίες γίνονται από το ΤΑΥ μια με αγορά υπηρεσιών από την ΥΠ ενώ οι αναλύσεις γίνονται στο Γενικό Χημείο του κράτους.

2.2.3.8 Χρήση επεξεργασμένων λυμάτων και λάσπης

- Σύμφωνα με το Άρθρο 12 ,τα επεξεργασμένα λύματα πρέπει να επαναχρησιμοποιούνται όπου είναι εφικτό. Αποτελεί πάγια τακτική του Υπουργείου και υλοποιείται μέσα από τους όρους στην Άδεια Απόρριψης Αποβλήτων για την ποιότητα και τους χώρους διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων.

- Σύμφωνα με το Άρθρο 14, η λάσπη πρέπει να επαναχρησιμοποιείται όπου είναι δυνατό και να μην δημιουργούνται προβλήματα κατά την διάθεση της. Αυτό υλοποιείται σε συνεργασία με το Τμήμα Γεωργίας και αποτελεί νομική υποχρέωση μέσα από την Άδεια σύμφωνα με την οδηγία για χρήση της λάσπης στη γεωργία.

2.2.3.9 Εκθέσεις προς Ε.Ε

- Άρθρο 15→αποτελέσματα παρακολούθησης των απορρίψεων και της ποιότητας των νερών στους αποδέκτες (6 μήνες μετά που θα ζητηθεί από την Ε.Ε.).

- Άρθρο 16→εφαρμογή της οδηγίας στην Κύπρο (Έκθεση κατάστασης διάθεσης της λάσπης και των επεξεργασμένων λυμάτων κάθε 2 χρόνια).
- Άρθρο 16→πρόγραμμα υλοποίησης των έργων (αποχετευτικά συστήματα και σταθμοί και σταθμοί επεξεργασίας).

2.2.3.10 Κώδικας εφαρμογών για τη χρήση επεξεργασμένων αστικών λυμάτων για αρδευτικούς σκοπούς στην Κύπρο

- Για το διάστημα εκείνο όπου οι εκροές χρησιμοποιούνται για άρδευση, η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων θα πρέπει να βρίσκεται συνεχώς σε ικανοποιητική και αποτελεσματική λειτουργία.

- Στην εγκατάσταση επεξεργασίας θα πρέπει να ασχολείται έμπειρο προσωπικό το οποίο να έχει την έγκριση της κατάλληλης αρχής ότι είναι ικανό να ανταποκριθεί στα απαιτούμενα καθήκοντα.

- Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων θα πρέπει να παρακολουθείται κάθε μέρα και θα πρέπει να καταχωρούνται σε αρχεία όλες οι λειτουργίες.

- Οι έξοδοι του νερού, οι βάνες και οι δικλείδες του αρδευτικού συστήματος θα πρέπει να είναι πλήρως ασφαλισμένες για να αποτραπεί η πιθανή χρήση τους από μη αρμόδια άτομα. Θα πρέπει να υπάρχει ειδική σήμανση και χρωματισμός που να προειδοποιεί το κοινό ότι το νερό είναι ακατάλληλο για πόσιμο.

- Δεν θα πρέπει να υπάρχει καμία σύνδεση με σωλήνες του δικτύου που φέρει πόσιμο νερό. Οι σωλήνες που φέρουν τα ανακτημένα λύματα θα πρέπει να επισημαίνονται με ένα κόκκινο χρώμα για να ξεχωρίζουν από αυτούς που μεταφέρουν πόσιμο νερό. Στην περίπτωση όπου οι σωλήνες μεταφοράς λυμάτων και αυτοί της ύδρευσης πρέπει να τοποθετηθούν κοντά, οι αγωγοί των ανακτημένων λυμάτων πρέπει να τοποθετούνται τουλάχιστον 0,5m κάτω από το σύστημα πόσιμου νερού.

- Οι μέθοδοι άρδευσης και οι συνθήκες εφαρμογής διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος των αρδευόμενων εκτάσεων ως εξής:

1. Πάρκα και διακοσμητικοί κήποι σε χώρους αναψυχής απεριόριστης πρόσβασης

i. Υπόγεια άρδευση

ii. Στάγδην άρδευση

iii. Ψήλοι, μικρής γωνίας και χαμηλής πίεσης καταιονιστήρες

Ο καταιονισμός είναι προτιμότερο να γίνεται το βράδυ όπου δεν υπάρχει πολύς κόσμος γύρω από τις αρδευόμενες περιοχές.

2. Πάρκα και διακοσμητικοί κήποι σε χώρους αναψυχής περιορισμένης πρόσβασης, βιομηχανικές καλλιέργειες και καλλιέργειες που προορίζονται για ζωοτροφές

- Υπόγεια άρδευση
- Στάγδην άρδευση
- Επιφανειακή άρδευση
- Καταιονισμός

Για τις καλλιέργειες ζωοτροφών συνίσταται η διακοπή της άρδευσης τουλάχιστο 1 βδομάδα πριν τη συγκομιδή. Τα ζώα που παράγουν γάλα απαγορεύεται να βόσκουν σε καλλιέργειες που αρδεύονται με επεξεργασμένα λύματα .

3. Αμπέλια

- Στάγδην άρδευση
- Καταιονισμός

4. Δέντρα με φρούτα που τρώγονται ωμά με τη φλούδα

- Στάγδην άρδευση
- Άρδευση με λάστιχα που τοποθετούνται σε αυλάκια

- Άρδευση με αυλάκια που τοποθετούνται γύρω από τα δέντρα και φέρουν ειδικές διατάξεις εκπομπής νερού

Κανένα φρούτο δεν πρέπει να συλλέγεται από το έδαφος .

5. Δέντρα με φρούτα που τρώγονται χωρίς τη φλούδα, πχ καρύδια

- Στάγδην άρδευση

- Καταιονισμός (η άρδευση πρέπει να διακόπτεται μια βδομάδα πριν τη συγκομιδή)

- Σε περιπτώσεις άρδευσης δέντρων που φέρουν φρούτα ή χώρων αναψυχής απεριόριστης πρόσβασης απαιτείται τριτοβάθμια επεξεργασία προκειμένου να τηρούνται όλα τα απαιτούμενα όρια. Είναι αποδεκτές οι ακόλουθες μέθοδοι τριτοβάθμιας επεξεργασίας:

i. καθίζηση μέσω αποθήκευσης σε ανοικτές λεκάνες όχι για λιγότερο από 30 ημέρες

ii κροκίδωση και συσσωμάτωση με ακόλουθη ταχεία διήθηση μέσω άμμου

- Θα πρέπει να εφαρμόζονται κατάλληλες μέθοδοι απολύμανσης για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων. Στην περίπτωση της χλωρίωσης το υπολειμματικό και το ολικό χλώριο των λυμάτων πρέπει να είναι ίσα ή να υπερβαίνουν τα 0,5 και 22mg/l στο σημείο εφαρμογής

- Στην εγκατάσταση επεξεργασίας, θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες διατάξεις για τον έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών – παραμέτρων του νερού

2.2.4 Γαλλία

Στη Γαλλία εδώ και ένα αιώνα περίπου, τα χρησιμοποιούμενα νερά της ευρύτερης περιοχής του Παρισιού ανακυκλώνονται και χρησιμοποιούνται στην άρδευση των καλλιεργειών των γύρω περιοχών. Η διαδικασία αυτή ήταν μοναδική μέχρι το 1940. Ωστόσο σήμερα αρδεύονται με ανακυκλωμένα νερά πάνω από 300

εκτάρια.

2.2.5 Ιταλία

Στην Ιταλία σήμερα αρδεύονται με επεξεργασμένα απόβλητα 400 εκτάρια, ενώ απροσδιόριστες είναι οι εκτάσεις που αρδεύονται στην Νότια Ιταλία. Η επεξεργασία των αποβλήτων και η διάθεση τους βασίζεται στην ιταλική νομοθεσία για την ποιότητα των υδάτων.

2.2.6 Ισπανία

Επεξεργασμένο ανακυκλωμένο νερό χρησιμοποιείται σε πολλές περιοχές της Ισπανίας σε τέσσερις (4) μορφές χρήσεων: πότισμα εγκαταστάσεων γηπέδων γκολφ, άρδευση καλλιεργειών, ενίσχυση του υδροφόρου ορίζοντα των παράκτιων περιοχών για την αποφυγή της εισδοχής θαλασσινού νερού σε αυτόν ή και την αύξηση της ροής των ποταμών προκειμένου να προστατευτούν τα παραποτάμια οικοσυστήματα. Εθνικές προδιαγραφές δεν υπάρχουν, ωστόσο τρεις τοπικές κυβερνήσεις, η Ανδαλουσία, οι Βαλεαρίδες και η Καταλονία έχουν θεσπίσει προδιαγραφές.

2.2.7 Βέλγιο

Στο Βέλγιο υφίσταται επεξεργασία και ανακυκλώνεται το 38% των χρησιμοποιούμενων νερών ,για να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικές δραστηριότητες .Στο άμεσο μέλλον αναμένεται το ποσοστό επεξεργασίας των χρησιμοποιούμενων υδάτων να ανέλθει το 60%.

2.2.8 Πορτογαλία

Η ετήσια ποσότητα χρησιμοποιημένων νερών, που υφίστανται επεξεργασία , ανέρχεται σε 580 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Αντιστοιχεί στο 10% των αναγκών σε νερό για άρδευση μια χρονιά με πολύ μικρή ποσότητα βροχοπτώσεων.

2.2.9 Ολλανδία

Η ανακύκλωση του χρησιμοποιημένου νερού είναι περιορισμένη. Το ανακυκλωμένο νερό χρησιμοποιείται συνήθως, είτε από την Πυροσβεστική Υπηρεσία είτε διοχετεύεται στο έδαφος για την αποτροπή εισόδου θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα.

2.2.10 Ηνωμένο Βασίλειο

Η επεξεργασία και ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων νερών είναι περιορισμένη. Το ανακυκλωμένο νερό χρησιμοποιείται, κυρίως, για τη διατήρηση της στάθμης των ποταμών και την προστασία των οικοσυστημάτων τους. Επίσης, χρησιμοποιείται για το πότισμα γηπέδων γκολφ και πάρκων ή για το πλύσιμο αυτοκινήτων.

2.2.11 Αυστρία

Η ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων νερών, λόγω της αφθονίας νερού υψηλής ποιότητας περιορίζεται σε ορισμένους εξαιρετικά υδροβόρους τομείς της βιομηχανίας (π.χ. χαρτοβιομηχανίας, βιομηχανίες ζάχαρης), στους οποίους η νομοθεσία απαγορεύει την απεριόριστη κατανάλωση πόσιμου νερού.

2.2.12 Γερμανία

Η ανακύκλωση χρησιμοποιημένων νερών γίνεται, μόνο, όπου προκύπτουν λόγοι προστασίας του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 3
Μεθοδολογία

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης και αναλύθηκαν δύο (2) δείγματα νερού, τα οποία είχαν παρθεί από γεωτρήσεις του χωριού. Οι αναλύσεις των δειγμάτων έγιναν για να ελέγξουμε την ποιότητα του νερού του υπόγειου υδροφορέα της περιοχής, και για να ελέγξουμε την πιθανότητα μόλυνσης του από την απόρριψη του πλεονάσματος νερού από την εκροή του βιολογικού στα ποτάμια και τα ρυάκια της περιοχής.

Χάρτης Σιάς από Google



Κλίμακα 1:1000km

Για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού έγιναν τα εξής πειράματα :

- Έλεγχος pH (πεχάμετρο)
- Έλεγχος θολότητας (θολόμετρο)
- Αγωγιμότητα (αγωγιμόμετρο)
- Αλκαλικότητα (τιτλοδότηση με δείκτη Eriochrome black)
- Σκληρότητα (σύστημα ατομικής απορρόφησης με φούρνο γραφίτη)

- TOC (σύστημα ατομικής απορρόφησης με φούρνο γραφίτη)
- Υπολογισμός περιεκτικότητας σε Na (σύστημα ατομικής απορρόφησης με φούρνο γραφίτη)
- Υπολογισμός περιεκτικότητας σε Ca (σύστημα απορρόφησης με φλόγα)
- Υπολογισμός περιεκτικότητας σε Mg (σύστημα απορρόφησης με φλόγα)
- Υπολογισμός περιεκτικότητας ιόντων: φθοριούχα, χλωριούχα, βρωμιούχα, νιτρικά, φωσφορικά, θειικά, νιτρικά και νιτρώδη (ιοντική χρωματογραφία)

Πίνακας 3.1 Αποτελέσματα αναλύσεων νερού

	Πηγή 1	Πηγή 2
pH	**7.8**	**7.9**
Θολότητα, NTU	**0,1-0,2**	**0,7-0,9**
Αγωγιμότητα, μS/cm	**624**	**758**
Σκληρότητα ^{o}d	**2.1**	**0.6**
TOC, ppm	**0.59**	**3.55**
Ca, ppm	**40**	**7**
Mg, ppm	**18,6**	**5,12**
Na, ppm	**77.9**	**167**
Cu, ppb	**3**	**6**
Φθοριούχα ppm	**0.65**	**2.4**
Χλωριούχα ppm	**30.8**	**102.1**
Βρωμιούχα ppm	**<0,5**	**<0,5**
Νιτρικά ppm	**31.6**	**7.3**
Νιτρώδη ppm	**<0,5**	**<0,5**
Φωσφορικά ppm	**<0,5**	**<0,5**
Θειικά ppm	**89**	**91.1**

Στη συνέχεια μελετήθηκε η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της εκροής από μία (1) Εγκατάσταση Επεξεργασίας λυμάτων στο χωρίο Σιά και εξετάσθηκαν δύο

(2) σενάρια επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων. Στο κάθε σενάριο υπολογίστηκε και τοποθετήθηκε μία δεξαμενή αποθήκευσης νερού από επεξεργασμένα λύματα η οποία θα συνδέεται με μια δεξαμενή πυρόσβεσης .

3.2 Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων Σιάς

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων στο χωρίο έχει σχεδιαστεί για την εξυπηρέτηση και συλλογή των υγρών αποβλήτων των 700 μόνιμων κατοίκων και τα βασικότερα τμήματα της εγκατάστασης είναι:

- Εσχάρωση
- Εξάμμωση – Λιποσυλλογή
- Πρωτοβάθμια καθίζηση
- Αερισμός
- Δευτεροβάθμια καθίζηση

Πίνακας 3.2 :Ποσοτικά χαρακτηριστικά λυμάτων Σιάς

Παράμετροι	Τιμές
Παροχή σχεδιασμού	122.5 m^3/d
Μέση ημερήσια παροχή	122.5 m^3/ d
Μέγιστη ημερήσια παροχή	183.75 m^3/d
Παραγωγή ιλύος	55.125 L/μήνα

3.3 Περιγραφή λειτουργίας μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων

Εσχάρωση

Η πρώτη φυσική διεργασία που γενικά συναντάται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι η εσχάρωση. Η σχάρα είναι μια διάταξη με ανοίγματα, συνήθως με ομοιόμορφο μέγεθος, που έχει ως σκοπό την κατακράτηση των στερεών που υπάρχουν στα εισερχόμενα υγρά απόβλητα στην εγκατάσταση επεξεργασίας ή στην υπερχείλιση κατά τη διάρκεια καταιγίδων, στην περίπτωση παντορροϊκών συστημάτων συλλογής αποβλήτων. Ο κύριος λόγος της εσχάρωσης είναι η απομάκρυνση σωματιδίων μεγάλου μεγέθους από τη ροή τα οποία θα μπορούσαν :

1) να προκαλέσουν ζημιά στον εξοπλισμό της εγκατάστασης σε επόμενα στάδια,
2) να ελαττώσουν τη συνολική αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης

3) να προκαλέσουν ρύπανση των υδάτινων ρευμάτων.

Κατά τη μελέτη σχεδιασμού των εγκαταστάσεων εσχάρωσης λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

1) χωροθέτηση

2)ταχύτητα προσέγγισης

3)μέγεθος διάκενων ή μέγεθος οπών πλέγματος

4) υδραυλικές απώλειες στη σχάρα

5) διαχείριση εσχαρισμάτων, επεξεργασία και διάθεση και

6) συστήματα ελέγχου.

Επειδή ο σκοπός των χονδρών σχαρών είναι να απομακρύνουν τα μεγάλα αντικείμενα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβες ή έμφραξη στον μηχανολογικό εξοπλισμό κατάντη της σχάρας, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να προηγούνται από τις εγκαταστάσεις εξάμμωσης. Εάν η εξάμμωση

προηγηθεί της εσχάρωσης, κάποια κουρέλια και άλλα ινώδη υλικά μπορούν να εμπλακούν στον μηχανισμό συλλογής του εξαμμωτή, να επικαλύψουν τους αεραγωγούς και να κατακαθίσουν με την άμμο. Εάν αυτή η άμμος αντληθεί πιθανότατα θα συμβεί περαιτέρω εμπλοκή ή έμφραξη των αντλιών.

Στις περισσότερες εγκαταστάσεις μηχανικά καθαριζόμενων χονδρών σχαρών, θα πρέπει να τοποθετηθούν δύο ή και περισσότερες μονάδες έτσι ώστε μια μονάδα να μπορεί να τεθεί εκτός λειτουργίας για λόγους συντήρησης. Ανάντη και κατάντη από κάθε σχάρα θα πρέπει να κατασκευάζονται ολισθαίνουσες θυρίδες ροής ή υποδοχές στα τοιχώματα του αγωγού για την εισαγωγή θυροφραγμάτων έτσι ώστε να είναι εφικτή η εκκένωση του αγωγού για τη συντήρηση και επισκευή των εσχάρων. Αν υπάρχει εγκατεστημένη μόνο μία μονάδα είναι απολύτως απαραίτητη η ύπαρξη ενός παρακαμπτηρίου καναλιού με χειροκαθαριζόμενη σχάρα για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Η σχεδίαση του καναλιού πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγεται η καθίζηση και συσσώρευση της άμμου και άλλων βαρέων υλικών. Η συνιστώμενη ταχύτητα προσέγγισης πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,4m/s, για να αποφεύγεται η εναπόθεση των στερεών στο κανάλι. Προκειμένου να αποφευχθεί η παράσυρση στερεών υλικών μέσα από τη σχάρα σε παροχές αιχμής, η ταχύτητα στα διάκενα της σχάρας δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,9m/s.

Η ποσότητα των εσχαρισμάτων εξαρτάται από το μέγεθος των διάκενων των ράβδων της σχάρας. Μια τυπική τιμή εσχαρισμάτων για διάκενα 12,5mm οι όγκοι των εσχαρισμάτων είναι 75 L/1000m^3. Τα εσχαρίσματα, απομακρύνονται και αποθηκεύονται σε κλειστούς κάδους απορριμμάτων.

<u>Λιποσυλλογή – Εξάμμωση</u>

Η απομάκρυνση άμμου από τα υγρά απόβλητα μπορεί να επιτευχθεί με εξαμμωτές ή με φυγοκεντρικό διαχωρισμό των στερεών. Οι εξαμμωτές σχεδιάζονται για την απομάκρυνση βαριών στερεών υλικών που έχουν ταχύτητα καθίζησης ή σχετική πυκνότητα μεγαλύτερη από αυτή των οργανικών στερεών στα υγρά απόβλητα. Συνήθως τοποθετούνται μετά τις σχάρες, και πριν την πρωτοβάθμια καθίζηση.

Οι εξαμμωτές χρησιμοποιούνται για να προστατέψουν τον κινούμενο μηχανικό εξοπλισμό από τριβές και φυσική φθορά, για να μειώσουν το σχηματισμό

αποθέσεων σε αγωγούς, κανάλια, σωληνώσεις και για να μειώσουν τη συχνότητα καθαρισμού των χωνευτών που προκαλείται από υπερβολική συσσώρευση άμμου.

Κατά τη διεργασία της λιποσυλλογής έχουμε απομάκρυνση των λιπών και των ελαίων από τα απόβλητα.

→Αεριζόμενοι εξαμμωτές

Οι αεριζόμενοι εξαμμωτές αποτελούνται από μία δεξαμενή αερισμού με ελικοειδή ροή όπου η ελικοειδής ταχύτητα αναπτύσσεται και ελέγχεται από τις διαστασεις της δεξαμενής και την ποσότητα του αέρα που παρέχεται στη μονάδα. Στους αεριζόμενους εξαμμωτές, ο αέρας εισάγεται από τη μία πλευρά της ορθογώνιας δεξαμενής για να δημιουργηθεί μια ελικοειδής ροή κάθετη στη ροή μέσα από τη δεξαμενή. Τα βαρύτερα σωματίδια της άμμου που έχουν υψηλότερες ταχύτητες καθίζησης καθιζάνουν στον πυθμένα της δεξαμενής. Τα ελαφρύτερα, κυρίως οργανικά σωματίδια, παραμένουν σε αιώρηση και περνούν μέσα από τη δεξαμενή. Η ταχύτητα της περιστροφής ή ανάδευσης καθορίζει το μέγεθος των σωματιδίων τα οποία θα απομακρυνθούν με δεδομένη σχετική πυκνότητα. Όταν η ταχύτητα είναι πολύ μεγάλη, η άμμος θα μεταφερθεί έξω από τη δεξαμενή, ενώ όταν είναι πολύ μικρή, η οργανική ύλη θα μεταφερθεί με την άμμο. Ευτυχώς η ποσότητα του αέρα ρυθμίζεται εύκολα. Με κατάλληλη ρύθμιση, μπορεί να επιτευχθεί 100% απομάκρυνση και η άμμος θα είναι καλά πλυμμένη. (Η άμμος που δεν είναι καλά πλυμένη και περιέχει οργανικό υλικό έχει δυσάρεστη οσμή και ελκύει έντομα).

Οι αεριζόμενοι εξαμμωτές σχεδιάζονται για να απομακρύνουν σωματίδια με διάμετρο 0,21 mm ή μεγαλύτερα, με χρόνους παραμονής 2-5 λεπτών κατά την ωριαία παροχή αιχμής. Η εγκάρσια διατομή της δεξαμενής είναι παρόμοια με αυτή που ισχύει για ελικοειδή κυκλοφορία σε δεξαμενές αερισμού ενεργού ιλύος, εκτός από μια χοάνη άμμου με βάθος 0,9m με επικλινή τοιχώματα, που τοποθετείται κατά μήκος μιας πλευράς της δεξαμενής κάτω από τους διαχυτήρες αερισμού. Οι διαχυτήρες τοποθετούνται 0,45 έως 0,6m πάνω από τον πυθμένα. Ανακλαστήρες εισόδου και εξόδου χρησιμοποιούνται συχνά για υδραυλικό έλεγχο και βελτίωση της απόδοσης απομάκρυνσης άμμου.

Πρωτοβάθμια καθίζηση

Ο στόχος της επεξεργασίας με καθίζηση είναι να απομακρυνθούν τα στερεά που καθιζάνουν εύκολα και τα επιπλέοντα υλικά και να μειωθεί έτσι η περιεκτικότητα σε αιωρούμενα στερεά. Η πρωτοβάθμια καθίζηση χρησιμοποιείται ως ένα προκαταρκτικό στάδιο στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων. Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης που έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν αποδοτικά μπορούν να απομακρύνουν 50-70% των αιωρούμενων στερεών και 25-40% BOD.

<u>Δεξαμενές αερισμού</u>

Σκοπός του αερισμού στην ΕΙ είναι: α) η παροχή της ποσότητας του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την κατανάλωση των οργανικών ουσιών και β) η ανάμιξη στη ΔΑ ώστε οι μ/ο να μην καθιζάνουν στον πυθμένα και να υπάρχει ομοιόμορφη συγκέντρωση των μικροοργανισμών, του οξυγόνου και των οργανικών ουσιών σε όλο τον όγκο της ΔΑ.

Το φαινόμενο που χαρακτηρίζει τον αερισμό είναι η διεργασία της μεταφοράς οξυγόνου από ένα αέριο (αέρας) σε ένα υγρό (απόβλητα). Η μεταφορά θεωρείται ότι γίνεται μέσα από μια διαχωριστική επιφάνεια, μεταξύ του αερίου και του υγρού και είναι μια διεργασία τριών σταδίων. Στο πρώτο στάδιο η διαχωριστική επιφάνεια εμπλουτίζεται συνεχώς με οξυγόνο μέχρι να αποκτήσει τη συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου, στο δεύτερο το οξυγόνο μεταφέρεται από την κορεσμένη επιφάνεια στο υγρό με μοριακή διάχυση και στο τρίτο διασπείρεται σε όλο τον όγκο του υγρού.

Τα απόβλητα εισέρχονται στη δεξαμενή αερισμού έτσι ώστε να επιτευχθεί η μείωση του ρυπαντικού τους φορτίου μέσω της βιολογικής επεξεργασίας. Η μέθοδος βιολογικού καθαρισμού που χρησιμοποιείται είναι της ενεργού ιλύος (Activated Sludge) και ειδικότερα του παρατεταμένου αερισμού (extended aeration). Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατό το σύστημα να ανταπεξέλθει στις αυξομειώσεις του οργανικού και του υδραυλικού φορτίου. Επίσης με τη μεγάλη ηλικία της λάσπης συντελείται και η οξείδωση του αζώτου (νιτροποίηση).
Ο επαρκής και παρατεταμένος αερισμός, με πρόβλεψη για οξείδωση των ανθρακούχων (μείωση BOD) και αζωτούχων ενώσεων (νιτροποίηση αζώτου) επιτυγχάνει τη διατήρηση σταθερών τιμών διαλυμένου οξυγόνου (DO) πάνω από 2 mg / L και έτσι αποφεύγονται οσμές και συγκεντρώσεις εντόμων.
Ο αερισμός των λυμάτων θα γίνεται με φυσητήρα και σύστημα κλάδων με διαχυτήρες που θα εγκατασταθεί στον πυθμένα της δεξαμενής αερισμού.

Μετά τη δεξαμενή αερισμού τα υγρά περνούν στην δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, όπου καθιζάνει η βιολογική ιλύς. Από τον πυθμένα της δεξαμενής καθίζησης η βιολογική ιλύς ανακυκλοφορείται από αντλία πίσω στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού.

Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Σκοπός της Δευτεροβάθμιας Καθίζησης είναι: α) η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών του ανάμικτου υγρού της ΔΑ (διαύγαση), ώστε η εκροή του συστήματος να είναι απαλλαγμένη από στερεά που συμβάλλουν στο συνολικό BOD και β)η πύκνωση των στερεών, ώστε να διατηρείται εύκολα η συγκέντρωση των MLSS στη ΔΑ με την επανακυκλοφορία και να είναι οικονομική η επεξεργασία της λάσπης που απομακρύνεται, λόγω μειωμένου όγκου της.

Οι ΔΔΚ μπορεί να είναι κυκλικές, ορθογωνικές ή τετράγωνες. Οι κυκλικές μπορεί να είναι κεντρικής εισροής – περιφερειακής εκροής, περιφερειακής εισροής – κεντρικής εκροής ή περιφερειακής εισροής – περιφερειακής εκροής. Γενικά χρησιμοποιούνται πιο συχνά οι ΔΔΚ με κεντρική εισροή, γιατί έχουν χαμηλότερο κόστος κατασκευής (ιδιαίτερα για διαμέτρους μικρότερες από 15m) από εκείνες με περιφερειακή εισροή.

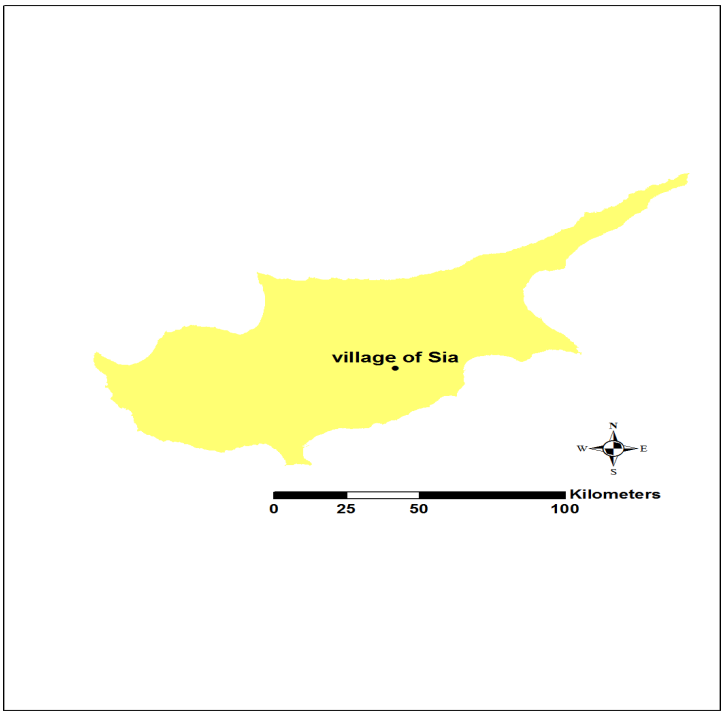
Το βάθος των ΔΔΚ (βάθος στην περιφέρεια) πρέπει να είναι αρκετό ώστε να μην διαφεύγουν στερεά στην εκροή από το στρώμα της λάσπης που σχηματίζεται στον πυθμένα. Τα βάθη των ΔΔΚ γενικά είναι 3-5 m. Το βάθος κάτω από τον υπερχειλιστή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,1 m. (3,7m για υπερχειλιστή στην περιφέρεια) για συγκέντρωση 2000mg/L MLSS και πρέπει να αυξάνεται 0,3m για κάθε αύξηση της συγκέντρωσης κατά 1000mg/L των MLSS.

3.4 Διαστασιολόγηση του έργου

Για το στρατηγικό σχεδιασμό της επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων στα πλαίσια της εργασίας αυτής γίνεται χωροθέτηση και διαστασιολόγης της δεξαμενής που θα συγκεντρώνει τα λύματα του βιολογικού(εκροή) και θα τα διαθέτει για άρδευση: α)κοιμητηρίου, β) εκδρομικού χώρου και γ) συγκέντρωση ποσότητας νερού για σκοπούς πυρόσβεσης.

1 Περιοχή Μελέτης

Το χωριό Σιά διοικητικά ανήκει στην επαρχία Λευκωσίας, από την οποία απέχει μόνο 28 χιλιόμετρα και την συνδέει ο σύγχρονος αυτοκινητόδρομος Λευκωσίας – Λεμεσού. Απέχει μόνο 26 χιλιόμετρα από την πόλη της Λάρνακας και την θάλασσά της και την συνδέει ο δρόμος Μοσφυλωτής-Ψευδά-Αγίας Άννας-Καλού Χωριού και ο αυτοκινητόδρομος Πέρα Χωριού – Λάρνακας. Η Σιά είναι μία πευκόφυτη ημιορεινή περιοχή με υψόμετρο που δεν ξεπερνά τα 305m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και 700 μόνιμους κατοίκους.



2 Χρήσεις γης

Για την εκτίμηση των χρήσεων γης στην περιοχή γύρω από τις δεξαμενές που θα συγκεντρώνουν τα επεξεργασμένα λύματα του βιολογικού καθαρισμού, χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων του CORINE 2000 στο πρόγραμμα ArcGIS. Η βάση δεδομένων του CORINE 2000 είναι ένας ψηφιακός χάρτης κάλυψης/χρήσης της επιφάνειας της γης για όλες τις χώρες τις Ευρωπαϊκής Ένωσης και διατίθεται στο διαδίκτυο από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (European Environment Agency , EEA)

Στη βάση δεδομένων του CORINE 2000 έγινε η απεικόνιση του κοιμητηρίου όπου υπάρχουν κυπαρίσσια αλλά θεωρήθηκαν ως ευκάλυπτοι λόγο έλλειψης στοιχείων και η απεικόνιση του χώρου αναψυχής όπου υπάρχουν πεύκα καθώς και οι χρήσεις γης της γύρω περιοχής. Χρησιμοποιήθηκαν οι κωδικοί του

CORINE που ανταποκρίνονται καλύτερα στα είδη των καλλιεργειών αυτών και παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα

Πίνακας 3.3 Κωδικοί καλλιεργειών στη βάση CORINE

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ CORINE	
	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ
ΣΙΤΗΡΑ	ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ	243
ΠΕΥΚΑ	ΚΩΝΟΦΟΡΟ ΔΑΣΟΣ	312
ΠΑΤΑΤΕΣ	ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	241

Θα πρέπει όμως να σημειώσουμε ότι ενδέχεται να υπάρχει κάποια απόκλιση από τις πραγματικές χρήσεις γης και αυτών που παρουσιάζονται στη βάση CORINE, δεδομένου ότι η βάση περιέχει στοιχειά του 2000. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν παρουσιάζεται στο CORINE το δασάκι από πεύκα που υπάρχει στον εκδρομικό χώρο καθώς και τα κυπαρίσσια στο κοιμητήριο.

3 Χωροθέτηση δεξαμενών

Η χωροθέτηση της δεξαμενής πυρόσβεσης καθώς και της δεξαμενής που θα δέχεται τα λύματα του βιολογικού περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της θέσης της δεξαμενής στο χάρτη (επισημαίνονται σε χάρτη GIS) καθώς και τον προσδιορισμό του υψομέτρου της περιοχής και των εγκαταστάσεων .Τα κριτήρια που ελήφθησαν υπόψη για την χωροθέτηση των δεξαμενών είναι :

- Η δεξαμενή που θα δέχεται την εκροή του βιολογικού πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατό πιο κοντά στη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων προκειμένου να ελαχιστοποιείται το κόστος μεταφοράς

- Η δεξαμενή πυρόσβεσης πρέπει να βρίσκεται πλησίον της δεξαμενής περισυλλογής του νερού από την εκροή του βιολογικού, αφού δευτερεύον μέλημά μας είναι η πυρασφάλεια της δασικής έκτασης που περιβάλλει το χωριό

- Οι δύο (2) δεξαμενές θα πρέπει όπου είναι εφικτό να τοποθετούνται σε χαμηλότερο υψόμετρο από τη μονάδα βιολογικού καθαρισμού προκειμένου τα επεξεργασμένα λύματα και το καθαρό νερό να οδηγούνται σε αυτές με βαρύτητα (φυσική ροή), αποφεύγοντας τη χρήση αντλιών και μείωσης του κόστους του έργου

- Η δεξαμενή πρέπει να τοποθετείται κοντά στην αρδεύσιμη περιοχή

3.4.4 Όγκος δεξαμενής

Για τον υπολογισμό του όγκου της δεξαμενής που θα συγκεντρώνει τα λύματα του βιολογικού και θα τα διαθέτει για άρδευση των παρακείμενων εκτάσεων θεωρήθηκε ότι :

- Οι καλλιέργειες θα αρδεύονται σε καθημερινή βάση

- Η άρδευση πραγματοποιείται με τοπικές μεθόδους (στάγδην, μικροεκτοξευτήρες)

- Η άρδευση θα λαμβάνει χώρα από τις 6πμ μέχρι τις 12 πμ, δηλαδή για 6 ώρες.

Σύμφωνα με τη σχέση 3.1 $V_{δεξ}>=(24-t_f)Q_{λυμ}$

Όπου t_f είναι οι ώρες λειτουργίας την ημέρα

Γνωρίζοντας την παροχή σχεδιασμού υπολογίστηκε ότι η δεξαμενή θα έχει όγκο $V=2205\ m^3$

5 Δεξαμενή πυρόσβεσης

Στο εμπόριο σήμερα οι δεξαμενές πυρόσβεσης έχουν χωρητικότητα από 3 έως 52 κυβικά .Σε περίπτωση πυρκαγιάς απαιτείται η μεταφορά αναγκαίας ποσότητας στα υδροστόμια πυρκαγιάς. Τα υδροστόμια πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται για τον εφοδιασμό των πυροσβεστικών οχημάτων με νερό και τοποθετούνται σε τέτοια σημεία ώστε να εξυπηρετείται το σύνολο της κατοικημένης έκτασης. Με βάση τους κατοίκους της περιοχής και τον πίνακα 3.3 η καλυπτόμενη έκταση ανά

υδροστόμιο πυρκαγιάς δεν θα ξεπερνά τα 10000 m^2. Για πληθυσμούς κάτω των 1000 κατοίκων ενδείκνυται η τοποθέτηση ενός υδροστομίου πυρκαγιάς μέχρι 500 κατοίκους και δύο πέραν αυτών .

Πίνακας 3.4

πληθυσμός- κάτοικοι	μέσο εμβαδόν καλυπτόμενης έκτασης σε m^2	D σε m
1000	11000	120
4000	10000	112
10000	92000	108
100000	5000	80

Κεφάλαιο 4
Άρδευση καλλιεργειών

4.1 Εξατμισοδιαπνοή

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας για τον στρατηγικό σχεδιασμό για την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων στην περιοχή Σιά, πρέπει να εκτιμηθεί το μέγεθος της αγροτικής έκτασης που μπορούμε να αρδεύσουμε από την εκροή του βιολογικού καθαρισμού. Για να βρεθεί η απαιτούμενη ποσότητα που χρειάζεται μια καλλιέργεια για την ανάπτυξη της, αρκεί να υπολογιστεί η ποσότητα του νερού που χάνεται κατά την εξατμισοδιαπνοή και από αυτήν να αφαιρεθεί το ύψος της βροχόπτωσης.

Η εξατμισοδιαπνοή είναι ο συνδυασμός του νερού που χάνεται λόγω εξάτμισης από την επιφάνεια του εδάφους και το νερό που χάνεται λόγω διαπνοής του φυτού.

Η εξατμισοδιαπνοή διαφέρει από φυτό σε φυτό αλλά εξαρτάται και από τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία αναπτύσσεται και μπορούμε να την εκφράσουμε με την πιο κάτω σχέση :

ETc = Kc * ETo εξίσωση (4.1)

Όπου ETc είναι η εξατμισοδιαπνοή του φυτού (mm/day)
Kc ο φυτικός συντελεστής κάθε καλλιέργειας
ETo η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς του φυτού (mm/day)

Για τον υπολογισμό του ETo χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα CROPWAT του FAO το οποίο κάνει χρήση της εξίσωσης Penman-Monteith. Στο πρόγραμμα χρειάζεται να εισάγουμε :

- Συντεταγμένες και υψόμετρο του μετεωρολογικού σταθμού
- Μέση μέγιστη θερμοκρασία (Cº)
- Μέση ελάχιστη θερμοκρασία(Cº)
- Υγρασία (%)
- Ταχύτητα ανέμου(km/day)
- Ημερήσιες ώρες ηλιοφάνειας

Για την εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν δυο αντιπροσωπευτικοί σταθμοί (Αθαλάσσας , Κόρνου) τα κλιματικά δεδομένα των οποίων αντλήθηκαν από την Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου και την Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Κύπρου. Τα δεδομένα εισήχθησαν στο πρόγραμμα το οποίο στη συνέχεια μας έδωσε μια μέση τιμή ETo. Συγκεκριμένα, από το σταθμό της Αθαλάσσας χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία για τη βροχόπτωση και την ταχύτητα του ανέμου, ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία πάρθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Κόρνου. Οι συντεταγμένες που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του ETo είναι οι συντεταγμένες του σταθμού του Κόρνου, ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 8km από τη Σιά.

Οι καλλιέργειες οι οποίες μελετήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας αυτής ήταν το πεύκο και ο ευκάλυπτος. Στην περιοχή που μελετήσαμε υπήρχαν και κυπαρίσσια για τα οποία οι βιβλιογραφικές αναφορές ήταν ελλιπείς για αυτό το λόγο θεωρήθηκε ότι το ETo για τα κυπαρίσσια είναι περίπου ίσο με το ETo των ευκαλύπτων. Από το βιβλίο wastewater treatment with slow rate systems (Παρανυχιανάκης και Αγγελάκης), βρέθηκαν οι τιμές του συντελεστή Kc που αντιστοιχούν σε κάθε μία από αυτές τις καλλιέργειες. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας την σχέση 4.1 υπολογίστηκε η τιμή της εξατμισοδιαπνοής ETc

για κάθε είδος καλλιέργειας.

Στην συνέχεια εισήγαμε τις τιμές της βροχόπτωσης που πήραμε από τους μετεωρολογικούς σταθμούς στο πρόγραμμα CROPWAT το οποίο κάνοντας χρήση της μεθόδου USDA S.C υπολογίζει το ύψος της αποτελεσματικής βροχόπτωσης (Eff rain).

Στους πίνακες Δ1 και Δ2 του παραρτήματος παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές του Eff rain και του ETc για τις δύο καλλιέργειες.

4.2 Αρδευτικές ανάγκες

Από το ύψος της αποτελεσματικής βροχόπτωσης αφαιρούμε την τιμή της εξατμισοδιαπνοής και προκύπτει η απαίτηση σε νερό για κάθε καλλιέργεια. Με βάση τις απαιτήσεις σε νερό μίας καλλιέργειας σε μία συγκεκριμένη περιοχή , μπορεί να υπολογιστεί η έκταση που είναι δυνατόν να αρδευτεί με τη δεδομένη παροχή ενός βιολογικού καθαρισμού.

4.3 Μέγιστες αρδευτικές ανάγκες

Ο υπολογισμός των αρδευτικών αναγκών για τις δύο καλλιέργειες έγινε για όλους του μήνες του έτους. Για τον υπολογισμό των εκτάσεων που πρόκειται να αρδευτούν λήφθηκε υπόψη ο ‘δυσμενέστερος ’ μήνας (ο μήνας εκείνος όπου οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (mm/month) λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή). Για τον ευκάλυπτο και το πεύκο ο μήνας αυτός είναι ο Ιούλιος. Με βάση τη θεώρηση αυτή, οι αρδευτικές ανάγκες για κάθε καλλιέργεια παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα.

Πίνακας 4.1 Μέγιστες αρδευτικές ανάγκες σε mm/month

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΑΡΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ(mm/month)
ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ	232
ΠΕΥΚΟ	152

Η μονάδα μέτρησης mm/month ταυτίζεται με τη μονάδα m^3/month/στρέμμα. Οι αρδευτικές ανάγκες για κάθε καλλιέργεια ανάγονται σε m^3/day /στρέμμα, αφού η παροχή των λυμάτων του βιολογικού είναι σε m^3/day.

Πίνακας 4.2 Μέγιστες αρδευτικές ανάγκες σε m^3/day

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΑΡΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ(m^3/d/στρέμμα)
ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ	7.8
ΠΕΥΚΟ	5.08

Από τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό λαμβάνονται υπόψη μόνο οι μέγιστες ανάγκες σε νερό. Η έκταση που προκύπτει ότι μπορεί να αρδευτεί από την εκροή ενός βιολογικού λαμβάνει την ελάχιστη δυνατή τιμή της. Τους μήνες όπου οι αρδευτικές ανάγκες είναι μικρότερες, η ίδια ποσότητα νερού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και να αποθηκευτεί στις δεξαμενές πυρόσβεσης που θα τοποθετηθούν πλησίον των δεξαμενών άρδευσης. Το πλεονάζον νερό θα διατίθεται στους υδάτινου αποδέκτες (ποτάμια, ρυάκια) που βρίσκονται στην περιοχή χωρίς να επιφέρουν ρύπανση της περιοχής αφού οι τιμές τις εκροής των λυμάτων είναι κάτω από τα όρια ρύπανσης.

4.4Έκταση αρδευόμενων καλλιεργειών

Ξέροντας τη διαθέσιμη παροχή εκροής από το βιολογικό καθαρισμό, μπορεί να υπολογιστεί η έκταση των περιοχών που πρόκειται να αρδευτεί με ανακτημένα απόβλητα. Για τον υπολογισμό της έκτασης της αρδευόμενης περιοχής έγινε η παραδοχή ότι οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στους μετεωρολογικούς σταθμούς ταυτίζονται με τις κλιματολογικές συνθήκες της υπό μελέτη περιοχής.

Χάρτης 4.1 από Google Earth κλίμακας 1:1000km



Λαμβάνοντας υπόψη την παροχή σχεδιασμού της εγκατάστασης των λυμάτων (m^3/day) και τις αρδευτικές ανάγκες των δύο εξεταζόμενων καλλιεργειών στην περιοχή του βιολογικού καθαρισμού (m^3/day/στρέμμα) προκύπτουν οι συνολικές εκτάσεις που πρόκειται να αρδευτούν από τα ανακτημένα λύματα.

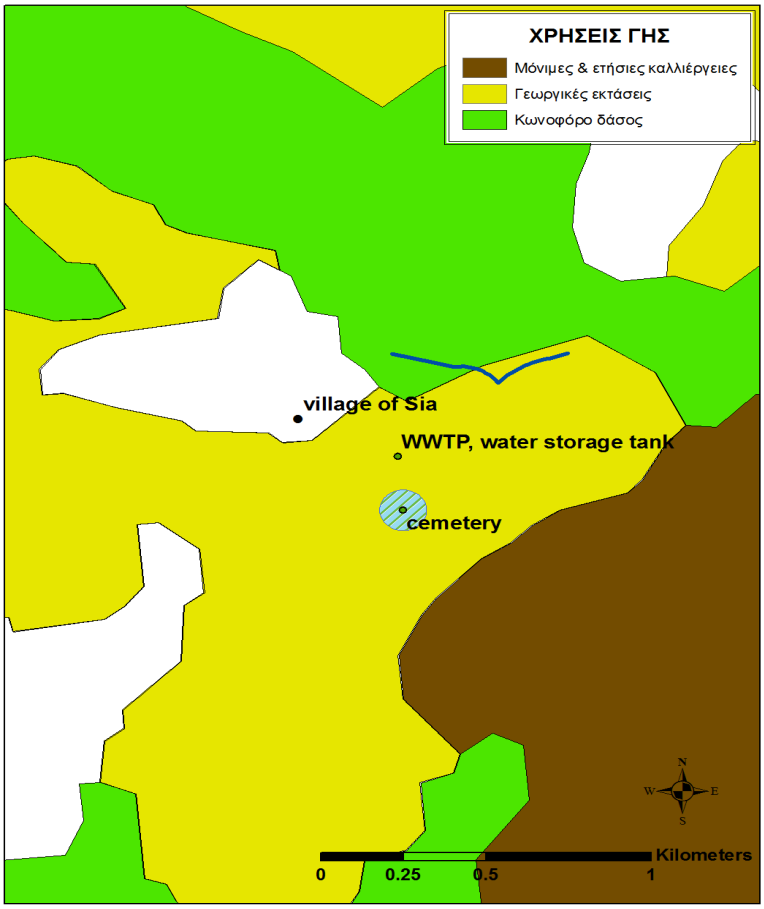
Πίνακας 4.3 Έκταση γης που μπορεί να αρδευτεί με τα ανακτημένα λύματα

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ	ΣΤΡΕΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΩΝ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
ΣΙΑ	ΠΕΥΚΑ	ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ
	1.53	2.32

4.5 Απεικόνιση χρήσεων γης με τη βοήθεια του CORINE 2000

Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.1 ένα μεγάλο τμήμα της περιοχής γύρω από την δεξαμενή καλύπτεται από κωνοφόρο δάσος και το νερό που θα αποθηκεύεται στη δεξαμενή πυρόσβεσης μπορεί αν χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση πυρκαγιάς στο δάσος. Το ρυάκι που διακρίνεται με μπλε γραμμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αποδέκτης της περίσσειας νερού που θα έχουμε κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Ακόμη στην εικόνα διακρίνεται η αρδευόμενη έκταση γύρω από το κοιμητήριο η οποία καλύπτεται με κυπαρίσσια.

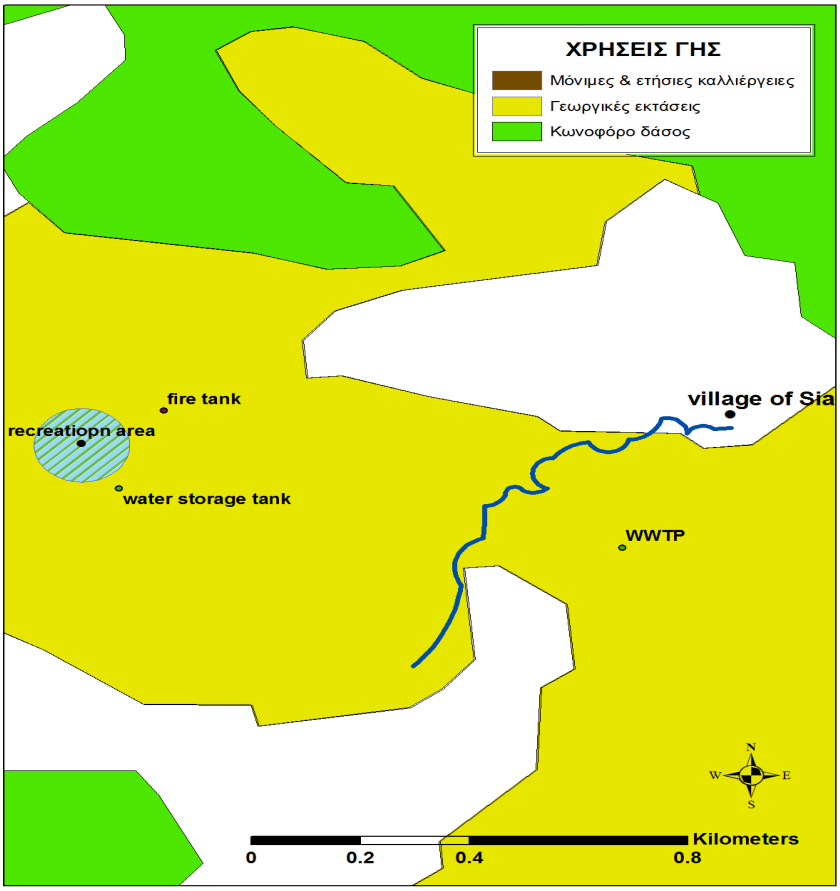
Εικόνα 4.1 Σενάριο πρώτο άρδευση κοιμητηρίου και χρήσεις γης γύρω από την αρδευόμενη περιοχή και το σταθμό βιολογικού καθαρισμού



Εικόνα 4.2 Σενάριο δεύτερο άρδευση χώρου αναψυχής και χρήσεις γης γύρω από την αρδευόμενη περιοχή και το σταθμό βιολογικού καθαρισμού

Όπως φαίνεται στην εικόνα 4.2 ένα μεγάλο τμήμα της περιοχής γύρω από την δεξαμενή καλύπτεται από κωνοφόρο δάσος και το νερό που θα αποθηκεύεται στη δεξαμενή πυρόσβεσης μπορεί αν χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση πυρκαγιάς στο δάσος. Το ποτάμι που διακρίνεται με μπλε γραμμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αποδέκτης της περίσσειας νερού που θα έχουμε κυρίως τους χειμερινούς μήνες.

Ακόμη στην εικόνα διακρίνεται η αρδευόμενη έκταση γύρω από τον εκδρομικό χώρο η οποία καλύπτεται με πεύκα.



Κεφάλαιο 5
Διαστασιολόγηση

Στοιχεία σχεδιασμού

α. Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

- pH: 8
- BOD εισροής: 155 mg / L
- SSεισροής : 141mg / L
- COD : 295 mg / L

β. Ποσοτικά χαρακτηριστικά

- Ημερήσια παροχή αποβλήτων: 122,5 m^3 / d
- Μέση ωριαία παροχή αποβλήτων: 5,1 m^3 / h
- Μέγιστη ωριαία παροχή :7.64m^3 / h
- Ημέρες λειτουργίας: 7 ημέρες ανά εβδομάδα

Μέση ημερήσια παροχή
Qm(m^3/d)=700κάτοικοι*175L/d*κάτοικο=122500L/d=122.5 m^3/d
Μέγιστη ωριαία παροχή Qh(m^3/h)=5.1 m^3/ h
λο=1,5
Μέγιστη παροχή αιχμής Qmax =λο*Qm=183.75m^3/d
Ελάχιστη παροχή αιχμής Qmin=Qm/λο=81,65m^3/d

Πίνακας 5.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού

Μονάδα	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ(m^2)	ΜΗΚΟΣ(m)	ΠΛΑΤΟΣ(m)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ(m)	ΒΑΘΟΣ(m)	ΟΓΚΟΣ(m
Εσχάρες			0.3		0.2	
Εξάμμωση –Λιποσυλλογή	4.6	2.3	2	2	2	9.19
ΔΠΚ	3.83			0.8	3	11.35
Δεξαμενή αερισμού	10	5	2		0.5	5
ΔΔΚ	10.95			1.86	3.4	37.23

Οι υπολογισμοί για τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σχεδιασμού της μονάδας του βιολογικού καθαρισμού παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΣΤ

Κεφάλαιο 6
Σύνοψη – Συμπεράσματα

6.1 Σχόλια

Πρωταρχικός στόχος σε αυτή την εργασία αρχικά ήταν η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων της κοινότητας Σιάς για άρδευση του χώρου αναψυχής της κοινότητας και του κοιμητηρίου. Στη συνέχεια

υπολογίστηκε η εκροή του βιολογικού και ελέγχθηκε αν το νερό της εκροής είναι κατάλληλο για άρδευση. Ακολούθως έγινε ένας στρατηγικός σχεδιασμός που περιλάμβανε τη διαστασιολόγηση του έργου (μονάδας βιολογικού) πριν τη διάθεση τους στο αρδευτικό δίκτυο, καθώς και μια εκτίμηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων που μπορούν να αρδευτούν με τα επεξεργασμένα λύματα του χωριού

Η πρακτική της επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων όπως μπορέσαμε να δούμε μπορεί να θεωρηθεί ιδιαίτερα ωφέλιμη για εξοικονόμηση των υδάτινων πόρων της περιοχής, καθώς χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερη επεξεργασία μπορέσαμε να ποτίσουμε το πάρκο στο χώρο αναψυχής και τα κυπαρίσσια στο κοιμητήριο βοηθώντας έτσι στη διατήρηση του πρασίνου της περιοχής , αλλά και να προφυλάξουμε το κωνοφόρο δάσος που υπάρχει γύρω από το χωρίο αποθηκεύοντας το νερό της εκροής σε δεξαμενές πυρόσβεσης. Παρ' όλα αυτά το κόστος μιας τέτοιας επεξεργασίας δεν πρέπει να θεωρηθεί καθόλου ακριβό αν αναλογιστεί κανείς τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν με την άρδευση από τα επεξεργασμένα λύματα καθώς και την προστασία του φυσικού πλούτου του χωριού.

6.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η προσέγγιση του θέματος επαναχρησιμοποίησης υδάτων που παρουσιάσθηκε σε αυτή την εργασία για άρδευση καλλιεργειών μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία σχεδόν σε όλα τα χωρία της Κύπρου, αφού το πρόβλημα της λειψυδρίας μαστίζει τα τελευταία χρόνια την Κύπρο και πρόκειται να οξυνθεί στο μέλλον. Η επαναχρησιμοποίηση υδάτων σε συνδυασμό με την αφαλάτωση που γίνεται σήμερα στην Κύπρο ίσως δώσουν στο νησί μια ανάσα στο θέμα της έλλειψης νερού.

Στην προσπάθεια εκτίμησης των εκτάσεων που μπορούν να αρδευτούν με τα επεξεργασμένα απόβλητα, έγινε η χρήση του δυσμενέστερου μήνα για τις αρδευτικές ανάγκες κάθε καλλιέργειας με αποτέλεσμα η υπολογιζόμενη έκταση να είναι η μικρότερη δυνατή. Συνεπώς τους υπόλοιπους μήνες όπου οι απαιτήσεις σε νερό των καλλιεργειών είναι μικρότερες το πλεονάζον νερό θα αποθηκεύεται στις δεξαμενές πυρόσβεσης, για να προστατέψουμε το δασικό περιβάλλον της περιοχής και σε περίπτωση που οι δεξαμενές πυρόσβεσης είναι πλήρες σε νερό, το πλεόνασμα νερού θα διατίθεται στους υδάτινους αποδέκτες της περιοχής (ποτάμια). Ενδιαφέρον θέμα εκτός από την άρδευση με τα επαναχρησιμοποιημένα λύματα θα ήταν η μελέτη για τροφοδοσία του υπόγειου υδροφορέα με το νερό που περισσεύει και όχι η εναπόθεση του στους υδάτινους αποδέκτες.

Μια άλλη λύση που μπορούσε να προκύψει από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων θα ήταν η δημιουργία ενός βιολογικού ο οποίος θα δέχεται τα λύματα 5-6 χωρίων τα οποία θα βρίσκονταν σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους και η εκροή του βιολογικού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για άρδευση του πρασίνου που υπάρχει κατά μήκος της εθνικής οδού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

Metcalf and Eddy 'wastewater engineering' McGraw –Hill, 1991
Eckenfelder W. Jr 'Industrial water pollution control' International edition 1989
U. S.E.P.A. 'Manual for suspended solids removal '
Bartlett ,R.E 'Pumping stations for water and sewage' Applied Science Publisers
Angelakis, A. N., Durham, B., Marecos do Monte, M.H.F., Salgot, M., Wintgens, T., Thoeye, C(2007). Wastewater Recycling and Reuse in Eureau Countries with

Emphasis on Criteria Used. EUREAU EU 1/2, Recycling &Reuse Working Group.
Angelakis, A. N., Marecos Do Monte, M.H.F., Bontoux, L., Asano, T. (1999). The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines. Water Research, volume 33, issue 10, pp. 2201-2217.
FAO (1997). Quality control of wastewater for irrigated crop production. D.W. Westcot, FAO Water Report 10, FAO, Rome
FAO (1992). Wastewater treatment and use in agriculture. M.B Pescod, FAO Irrigation and Drainage Paper 47, FAO, Rome
FAO (1985). Water quality for agriculture. R.S. Ayres and D.W. Westcot, FAO Irrigation and Drainage Paper 29, FAO, Rome
Fatta, D., Anayiotou, S., Papadopoulos , I. (2005). An overview of the water and wastewater management practices in Cyprus. IWA Specialty Conference, Wastewater Reclamation and Reuse for
Sustainability, Jeju, Korea, November 8-11, 2005.
Mara, D. D. (2008). Using human waste safely for livelihoods, food production and health :A numerical guide to volume 2 to the Guidelines and practical advice on how to transpose them into
national standards. World Health Organization (WHO).
Papadopoulos, I. (1997). "Case study XI-Cyprus", in Water Pollution Control. A Guide to the Use of Water Quality Management Principles. Helmer, R. and Hespanhol, I., Eds, WHO
State of California (2000). Title 22, Code of regulation, 24p. November 2000.
Tanaka, H., Asano, T., Schroeder, E. D. and Tchobanoglous, G. (1998). Estimating the safety of wastewater reclamation and reuse using enteric virus monitoring data. Wat. Environ. Res., volume 70 issue 1,pp. 39-50
US EPA (2004). Guidelines for Water Reuse. EPA/625/R-04/108, U.S Agency for International Development, Washington, DC, USA
WHO (1973). Reuse of effluents: Methods of Wastewater treatment and Public Health Safeguards Report of a WHO meeting of experts, Technical Report Series No.517. WHO, Geneva, Switzerland.
WHO (1989). Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture. Report of a Scientific Group, Technical Report Series No.778. World Health Organization: Geneva, Switzerland
WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume I: Policy and Regulatory Aspects. World Health Organization: Geneva, Switzerland
WHO (2006). Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume II: Wastewater Use in Agriculture. World Health Organization: Geneva, Switzerland

PARANYCHIANAKIS and ANDREASN.ANGELAKIS Treatment of Wastewater With Slow Rate Systems:A Review of Treatment Processes and Plant Functions σελ.187-259
Martz Υδραυλική των οικισμών

Ελληνική βιβλιογραφία

Α.Ι.ΣΤΑΜΟΥ 'Βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων '
Α.Ι.ΣΤΑΜΟΥ 'Βασικές αρχές και σχεδιασμός συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων '
ΓΡ. ΜΑΡΚΑΝΤΩΝΑΤΟΥ 'Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων'
Αγγελάκης Α.Ν. , Παρανυχιανάκης , Ν.Β (20005)Επαναχρησιμοποίηση Επεξεργασμένων Αστικών Υγρών Αποβλήτων στην Ελλάδα με Έμφαση την Ανάγκη Θέσπισης Κριτηρίων Ποιότητας των Εκροών .5ο Συνέδριο της Εταιρείας Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων (Ελληνικό Τμήμα)Ξάνθη 06-09/04/05 σελ.613-550
ΑΓΡΑΦΙΩΤΗ, Ε.(2010) Στρατηγικό σχέδιο για την επαναχρησιμοποίηση των εκροών των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων στην Κρήτη, Μεταπτυχιακή διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ Σ.ΚΟΛΛΙΑ ΥΔΡΕΥΣΕΙΣ Επιφανειακά-υπόγεια ύδατα-δίκτυα διανομής –εγκαταστάσεις
ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ Σ.ΚΟΛΛΙΑ 'ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ –ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ'

Ιστοσελίδες

http://www.cyprus.gov.cy/moa/Agriculture.nsf/
http://www.mof.gov.cy/mof/cystat/statistics.nsf/index_gr/index_gr?OpenDocument

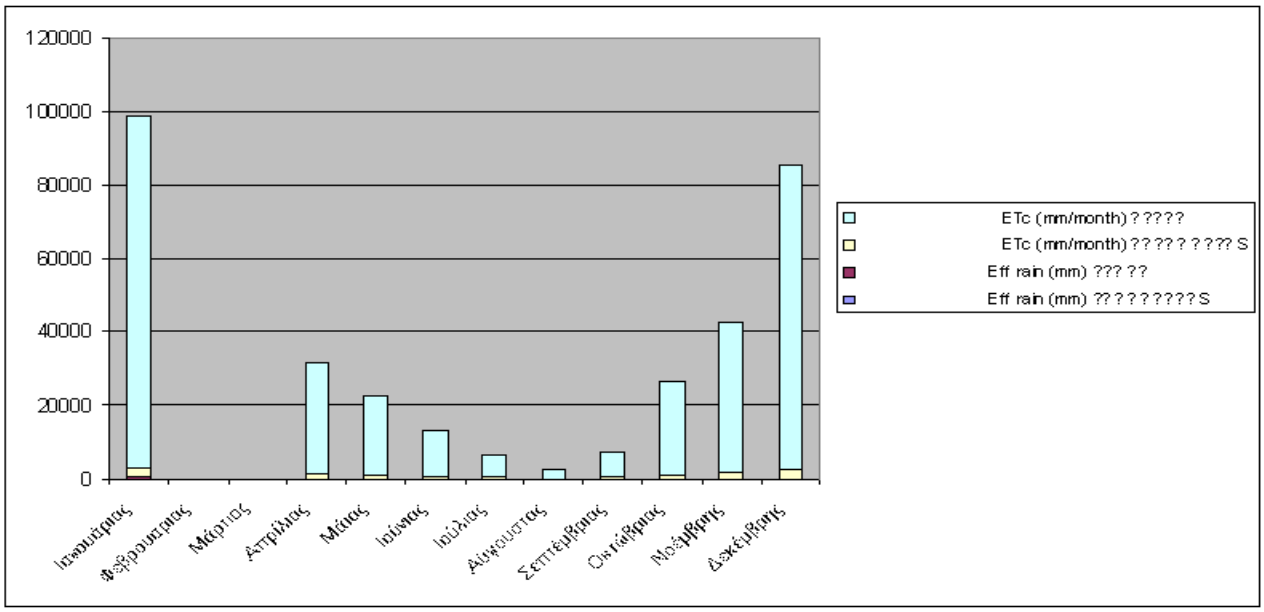
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Πίνακας Α1 :κατανομή εξατμισοδιαπνοής σύμφωνα με τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών

	Eff rain (mm)		ETc(mm/month)	
ΜΗΝΕΣ	ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ	ΠΕΥΚΟ	ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ	ΠΕΥΚΟ
Ιανουάριος	99.3	99.3	3078.3	95427.3
Φεβρουάριος	58.3	58.3	0	0
Μάρτιος	42.3	42.3	0	0

Απρίλιος	33.7	33.7	1011	30330
Μάιος	23.1	23.1	716.1	22199.1
Ιούνιος	14	14	420	12600
Ιούλιος	6.7	6.7	207.7	6438.7
Αύγουστος	2.3	2.3	71.3	2210.3
Σεπτέμβριος	8.2	8.2	246	7380
Οκτώβριος	27.1	27.1	840.1	26043.1
Νοέμβρης	46.2	46.2	1386	41580
Δεκέμβρης	86.3	86.3	2675.3	82934.3

Σχήμα Α1:κατανομή εξατμισοδιαπνοής στους μήνες του έτους



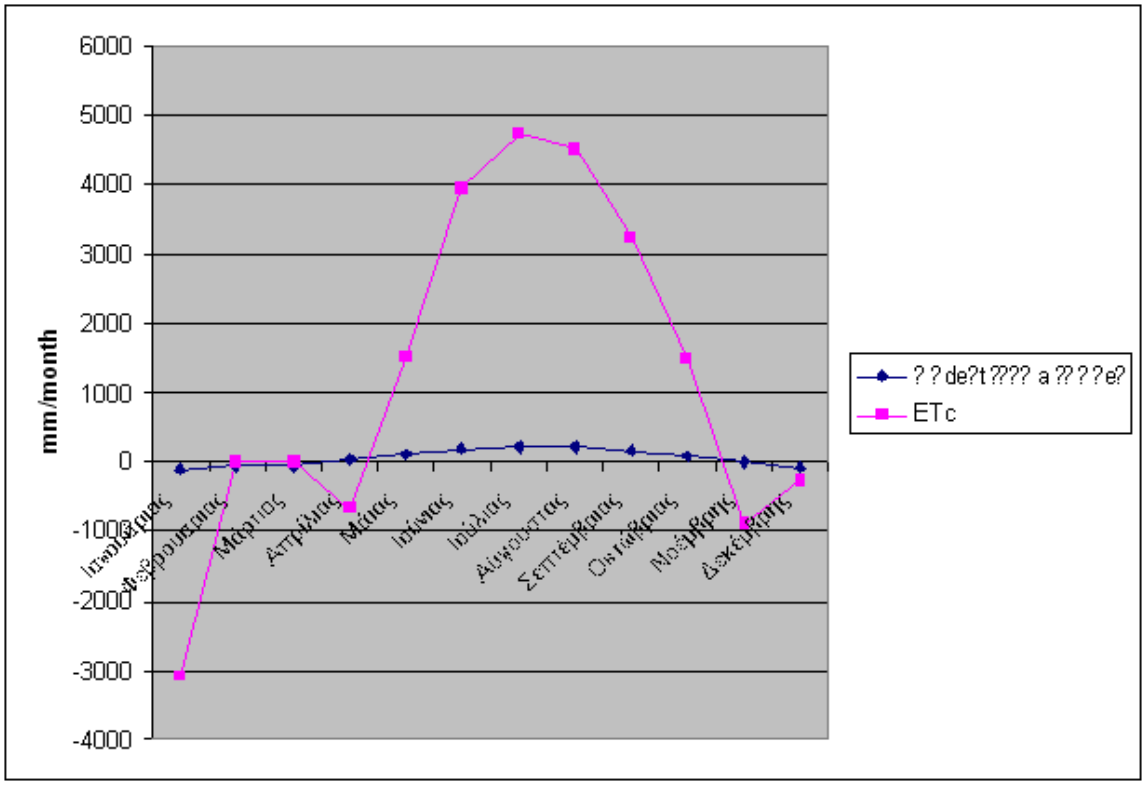
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Πίνακας Β1 Μηνιαία κατανομή αρδευτικών αναγκών για τις υπό μελέτη καλλιέργειες

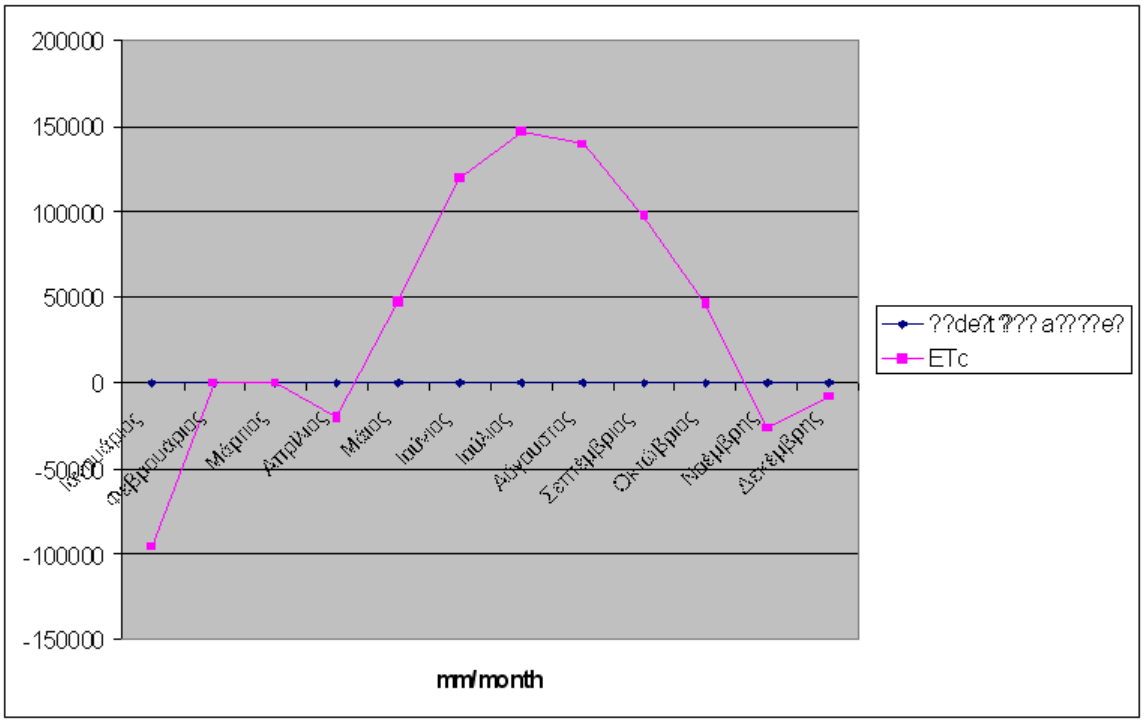
	ΑΡΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ (mm/month)	
ΜΗΝΕΣ	ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ	ΠΕΥΚΟ
Ιανουάριος	-99.3	-99.3
Φεβρουάριος	-58.3	-58.3
Μάρτιος	-42.3	-42.3
Απρίλιος	21.65	-22.63
Μάιος	114.447	48.909

Ιούνιος	205.24	132.16
Ιούλιος	232.496	152.764
Αύγουστος	219.412	145.508
Σεπτέμβριος	166.04	107.96
Οκτώβριος	95.9018	48.269
Νοέμβρης	-4.995	-29.38
Δεκέμβρης	-86.3	-8.63

Πίνακας Β2 Μηνιαία κατανομή αρδευτικών αναγκών για τον ευκάλυπτο



Πίνακας Β3 Μηνιαία κατανομή αρδευτικών αναγκών για τον πεύκο


200000
150000
100000
50000
0
-50000
-100000
-150000
??de?t??? a????e?
ETc
mm/month

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ –ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

Πίνακας Γ1

	ΠΗΓΗ1	ΠΗΓΗ2
PH	7.8	7.9
ΘΟΛΟΤΗΤΑ(NTU)	0.2	0.8
ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ(μs/cm)	624	758
ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ(ppm)	11.9	3.55
ΦΘΟΡΙΟΥΧΑ(ppm)	0.65	2.4
ΧΛΩΡΙΟΥΧΑ(ppm)	30.8	102.1
ΒΡΩΜΙΟΥΧΑ(ppm)	<0,5	<0,5
ΝΙΤΡΙΚΑ(ppm)	31.6	7.3
ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ(ppm)	<0,5	<0,5
ΘΕΙΙΚΑ(ppm)	<0,5	<0,5
ΝΙΤΡΩΔΗ(ppm)	89	91.1
ca στα 422,7 nm(ppm)	40	7
Mg στα 285,2 nm(ppm)	18.6	5.12
Naστα 285,2 nm(ppm)	77.9	167
Cu abs(ppb)	3	0.1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ CORINE

Πίνακας Δ1

Μήνες	Min Temp ºC	Max Temp ºC	Humidity %	Wind km/d	Sun hours	Rad MJ/m/d	ETo mm
Ιανουάριος	5.3	14.3	83	120	5.4	9.9	1.18
Φεβρουάριος	5	15.1	79	120	6	12.5	1.6
Μάρτιος	6.8	18.6	68	124	7.3	16.8	2.57
Απρίλιος	9.7	22.5	59	121	8.7	21.2	3.69
Μάιος	14	28.3	47	121	11.1	26.1	5.21
Ιούνιος	18	32.3	45	117	12.3	28.5	6.1
Ιούλιος	21	35.5	42	107	12.4	28.1	6.44
Αύγουστος	20	35	49	108	11.8	26	5.95
Σεπτέμβριος	18	31.9	51	116	9.4	21.6	4.84
Οκτώβριος	14	27.7	57	118	8.5	16.1	3.39
Νοέμβρης	9.9	21.1	69	119	7.3	12.1	2.05
Δεκέμβρης	6.6	15.9	78	108	5.3	9.1	1.24
ΜΟ	12.4	24.9	61	117	8.9	19	3.69

Πίνακας Δ2

Μήνες	Rain mm	Eff rain mm
Ιανουάριος	124	99.4
Φεβρουάριος	65	58.2
Μάρτιος	46	42.6
Απρίλιος	36	33.9
Μάιος	29	27.7
Ιούνιος	14	13.7
Ιούλιος	6.8	6.7
Αύγουστος	2.2	2.2
Σεπτέμβριος	8.2	8.1
Οκτώβριος	28.4	27.1
Νοέμβρης	50.02	46.2
Δεκέμβρης	103.49	86.4
Total	513.3	452.2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ

Πίνακας Ε1 : Μέση Ελάχιστη θερμοκρασία (ºC)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2002	3.7	6.7	8.2	9.2	13	18	22	20	18	15	11	5.9
2003	7.4	3.9	4.9	9.2	16	19	21	21	18	15	11	7.6
2004	4.7	4.8	7.5	9.5	13	18	21	20	18	16	11	6.1
2005	5.7	4.4	7.1	10	14	17	20	19	18	13	9.1	7.4
2006	5	5.4	6.5	11	13	18	21	21	19	14	8.2	5.8
M.O	5.3	5	6.84	9.7	14	18	21	20	18	14	9.9	6.56

Πίνακας Ε2 : Ταχύτητα ανέμου (km/day)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2002	14.4	13.4	14.9	12.9	11.3	14.4	9.3	12.9	11.3	8.2	9.3	11.3
2003	8.8	12.4	10.3	10.8	13.4	12.9	8.2	10.3	15.5	14.4	10.8	13.4
2004	15.5	14.4	12.9	16.5	13.4	12.9	17.0	10.8	10.8	14.9	14.9	12.4
2005	12.9	12.9	18.5	14.4	15.5	12.4	11.8	14.9	13.4	13.9	12.9	13.4
2006	18.0	17.0	15.5	16.0	17.0	15.5	16.0	13.9	16.5	17.0	21.1	12.5
MOm/s	13.9	14	14.42	14.1	14.1	13.6	12.5	12.6	13.5	13.7	13.8	12.59
MOkm/h	50.1	50.4	51.91	50.8	50.8	48.9	44.9	45.2	48.6	49.3	49.7	45.34

Πίνακας Ε3 : Μέση μέγιστη θερμοκρασία(ºC)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2002	13	17.5	19.8	21.6	26.9	32.5	35.8	34.8	31.4	28.2	23.4	14.5
2003	16	13	15.4	21.3	31.1	32.4	35.7	35.8	31.5	28.1	21.8	15.7
2004	13.6	15	20.2	23.4	27.5	32	36	33.9	32.3	29.4	20.8	15.2
2005	14.9	14.8	19.5	23.2	27.8	31.3	35.4	34.7	32	26.3	19.7	17.5
2006	13.8	15.2	18.2	22.7	28.2	33.2	34.8	35.8	32.5	26.3	20	16.7
MO	14.26	15.1	18.62	22.44	28.3	32.28	35.5	35	31.94	27.66	21.14	15.92

Πίνακας Ε4 : Υγρασία (%)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2002	76	76	68	65	53	46	49	47	57	54	67	82
2003	89	77	76	62	40	46	34	44	55	57	69	82
2004	89	83	55	48	46	46	35	50	44	52	70	80
2005	83	78	65	52	45	44	46	55	46	54	68	81
2006	81	81	77	67	50	42	46	51	51	69	71	67
MO	83.6	79	68.2	58.8	46.8	44.8	42	49.4	50.6	57.2	69	78.4

Πίνακας Ε5 : Ημερήσιες ώρες ηλιοφάνειας (h)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2002	6.3	7.8	7.2	8.5	11.3	12.6	12	11.8	10	8.4	7.8	4.1
2003	5.8	5.5	6.6	7.9	11	12	12.7	12.1	10.5	8.7	7.4	4.8
2004	4.6	5.7	7.8	9.8	10.9	12.1	12.8	11.7	10.6	8.6	6.5	5.4
2005	5	6.3	8.4	9.1	11	12.4	12.3	11.8	10.5	8.9	6.9	5.3
2006	5.4	5	6.6	8.3	11.4	12.3	12.3	11.8	10.2	8.1	7.8	7
MO	5.42	6.06	7.32	8.72	11.1	12.28	12.4	11.8	10.36	8.54	7.28	5.32

Πίνακας Ε2 : Βροχόπτωση (mm)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2002	73.7	34.5	39.6	51.6	70.8	1.1	0.1	11.2	24.2	4.1	9.7	135.1
2003	87.3	130	122	48.4	17.4	18.3	0	0	3	22.8	30.1	179.1
2004	302.2	72.6	0.1	4.2	0	40.5	0	0	0	4.1	75.7	109.9
2005	89	32.8	14.3	32.6	29	3.7	0	0	11.6	7.6	102.2	16.1
2006	67.2	55.1	52.4	42	2.7	7.9	33.8	0	2.3	103.4	32.4	77
MO	124	65	46	36	24	14	6.8	2.2	8.2	28.4	50.02	103.44

Παράρτημα ΣΤ
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΣΤ.1Εσχάρες

Πίν. 3-2: Χαρακτηριστικά στοιχεία χονδρών σχαρών[1, 9, 12].

Στοιχεία	Σχάρα		
	Απλές	Μηχανικές	
		Καμπύλες	Επίπεδες
Ράβδοι			
Διαστάσεις για ορθογωνική διατομή			
Πλάτος, mm	5-15	5-15	5-15
Βάθος, mm	25-75	25-75	25-75
Διάκενα, mm	25-50	2-80	10-100
Ταχύτητα ροής, m/sec			
Μέγιστη στα διάκενα	0,6-1,2	0,6-1,2	0,6-1,2
Ελάχιστη στο κανάλι	0,4	0,4	0,4
Κλίση σχάρας ως προς το οριζόντιο	30°-80°	—	45°-90°
Κανάλι σχάρας			
Βάθος, m	1,5-4	0,4-1,7	1,5-8
Πλάτος, m	0,6-2	0,3-2	0,8-4
Κλίση, %	~ 0	~ 0	~ 0

Εκλέγονται ρ=8mm

δ=10mm

W=0,55m

W_o =0 (~ καμπύλη εσχάρα)

Q_{max}=183,5m^3/d

h_{max}=1,25m

βάθος καναλιού d=0,2m

πλάτος καναλιού W=0,3m

Vmax προσεγγισης=2-3,25m/s

Qavg=5.1m^3/h

Μέγιστη ταχύτητα στα διάκενα της σχάρας

V= * = 1.2m/sec

Ταχύτητα στο κανάλι της σχάρας

Vκ = = =0.02m/sec

ΣΤ.2 Εξάμμωση – Λιποσυλλογή

Για τον σχεδιασμό ενός αεριζόμενου εξαμμωτή για μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων εκτελούμε τα παρακάτω βήματα

Μέση ωριαία παροχή:Q (m /h)= 5.1m^3/h

- Μέγιστη ωριαία παροχή: Q (m /h)= 7.64m^3/h
- Λόγος μεταξύ μέγιστης προς μέση παροχή =
- Θεωρούμε ως χρόνο παραμονής σε συνθήκες μέγιστης παροχής t=2-5min

Επομένως ο όγκος του εξαμμωτή είναι:

Θεωρούμε βάθος D =2.m και για λόγο πλάτους προς βάθους =1:1

έχουμε πλάτος W =2.m.

Το μήκος του εξαμμωτή είναι V=L*W*D

L=

Το μήκος προσαυξάνεται κατά 10% για να ληφθούν υπόψη οι συνθήκες εισροής -εκροής, δηλαδή L=1,1·2.3m=2.5m

Θεωρούμε παροχή αέρα=0,2-0,5m^3αέρα/min,m μήκους.

Άρα η απαιτούμενη παροχή αέρα ανά λεπτό είναι:

Παροχή αέρα=

Σ τα λύματα διοχετεύεται αέρας μέσω κεραμικών διαχυτήρων με προβλεπόμενο χρόνο παραμονής των λυμάτων στην περιοχή εξάμμωσης μεγαλύτερο από 3 min επιτυγχάνεται η αφαίρεση του 90% του αριθμού των σωματιδίων που έχουν διάμετρο <10mm

Θεωρούμε ως μέση παραγόμενη ποσότητα άμμου= 4-200

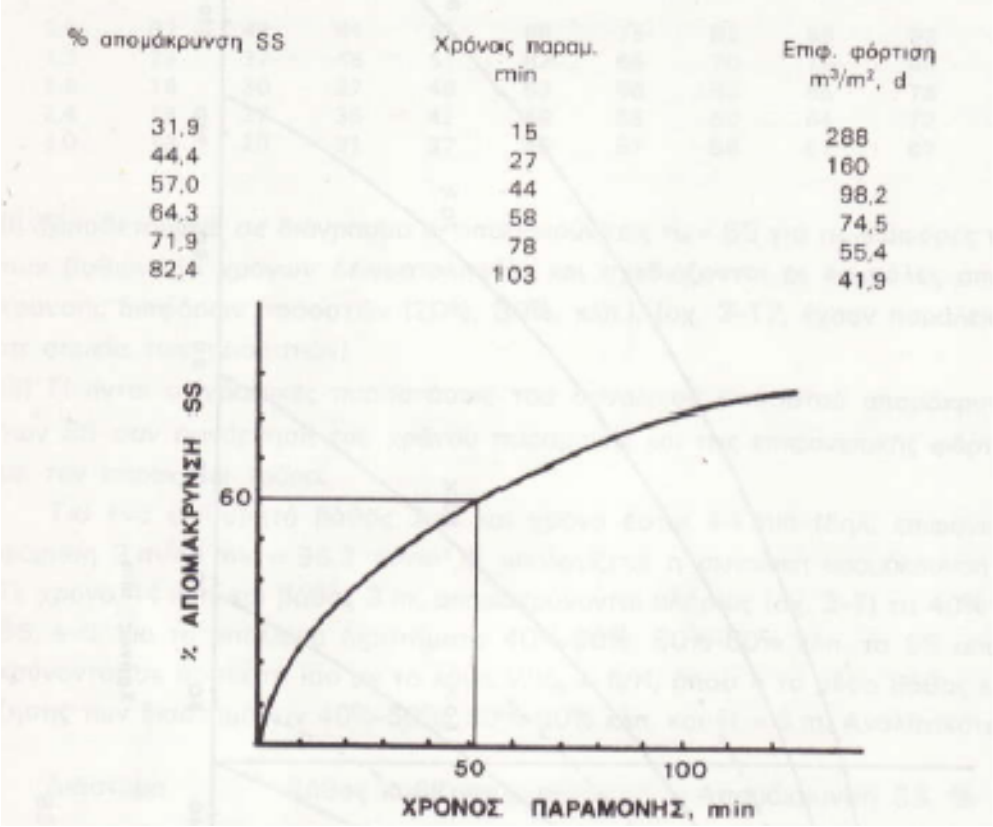
(τυπική τιμή=15 L/1000m^3 λυμάτων).
Άρα η ημερήσια παραγόμενη ποσότητα άμμου θα είναι:
Qm=μέση ωριαία παροχή=5.1m^3/h

Ποσότητα άμμου

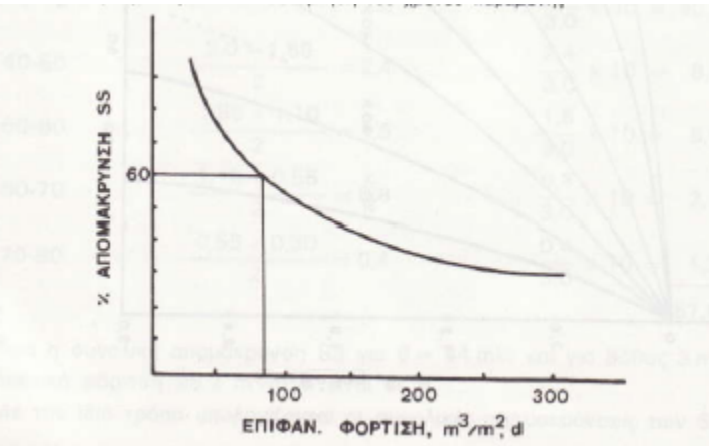
ΣΤ.3 Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης

Για ποσοστό απομάκρυνσης 60% των SS προσδιορίζονται από τα σχήματα

Σχήμα 3-18 Στάμος



Σχήμα 3-19 Στάμος



Και ο χρόνος παραμονής και η επιφανειακή φόρτιση αντίστοιχα και διορθώνονται για τις πραγματικές συνθήκες με ένα συντελεστή ασφαλείας 1,75

Επιφανειακή φόρτιση:

Χρόνος παραμονής:

Υπολογίζουμε την επιφάνεια, τον όγκο και το βάθος της ΔΠΚ

Επιφάνεια:

Για κυκλική δεξαμενή διαμέτρου 1,8m

όγκος:

Βάθος:

Υπολογίζεται η φόρτιση του υπερχειλιστή (για κυκλική δεξαμενή)
Μήκος υπερχειλιστή=2πR=

Φόρτιση υπερχειλιστή=

Η μάζα των στερεών της λάσπης και η παροχή της είναι:
Μάζα απομακρυσμένων : SS=0,6x0,141Kg/m^3x183,5m^3/d=15,5kg/d
Όπου 0,141Kg/m^3 η αρχική συγκέντρωση των SS.
Η παροχή της λάσπης δίνεται από τον τύπο: =

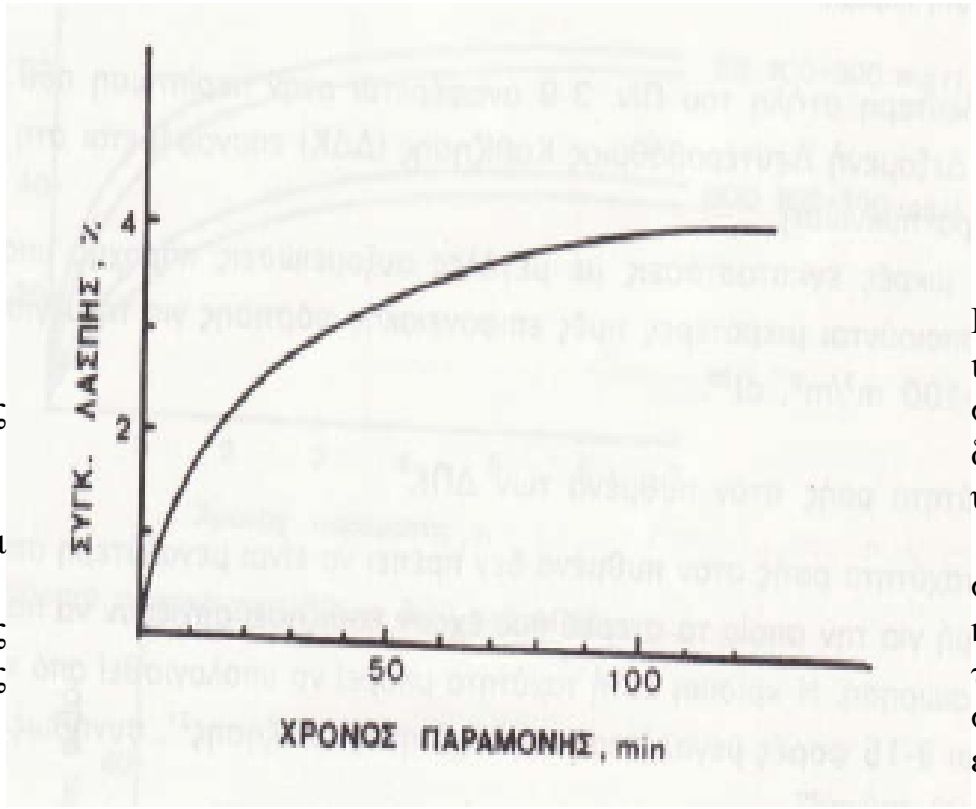
m^3/d

όπου,
Qλ=παροχή λάσπης (στερεά+νερό), m^3/d
M=μάζα στερεών που απομακρύνονται, Kg/d
Cλ=συγκέντρωση στερεών λάσπης, %
s=ειδική βαρύτητα λάσπης.

Από το σχήμα 3-20 Στάμος βρίσκουμε τη συγκέντρωση της λάσπης για το χρόνο παραμονής θ, Cλ=3,5% και θεωρούμε ότι η ειδική βαρύτητα λάσπης είναι s=1,02

Σχήμα 3-20 Στάμος

μάζας



Γίνεται το ισοζύγιο στη δεξαμενή υπολογίζοντ αι οι συγκεντρώσ εις και οι μάζες των στερεών:

i) εισροή

συγκέντρωση SS=141mg/L

μάζα SS=0,141Kg/m^3x183,75m^3/d=25,9Kg/d

ii) εκροή

συγκέντρωση SS=(1-0,6)x141mg/L= 56,4mg/L

μάζα SS=0,0564Kg/m^3x183,75m^3/d=10,35Kg/d

ΣΤ.4 Σύστημα ενεργού ιλύος

Βασικές εξισώσεις

Όγκος ΔΑ	
Διαλυμένο BOD εκροής	
Συγκέντρωση μικροοργανισμών στη ΔΑ	
Συγκέντρωση αδρανών	
Περίσσεια λάσπη	
Παροχή περίσσειας λάσπης	
Απαιτήσεις σε οξυγόνο	

1)Q=122,5m3/d

2)S_0=60%BOD=62mg/L

3)X_{ONV}=50mg/L

4)Σταθερές: Y=0,5 kd=0,07 α'=0,5 b'=0,09

Απαιτούμενα χαρακτηριστικά εκροής: S=15mg/L

Sολ=30mg/L

Xe=30mg/L

1)Εκλέγονται: Xv=3000mg/L

Xuv=10 000mg/L

2)Εκλέγεται θc=8d και υπολογίζεται ο όγκος της ΔΑ, V και το θ:

3)Υπολογίζεται η ποσότητα της παραγόμενης λάσπης ΔX και τα MLSS

(MLVSS/MLSS=3000/4000=0,75)

4)Υπολογίζεται το Q_W

5)Υπολογίζεται η απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, R

6)Υπολογίζεται ο λόγος ανακυκλοφορίας, r

7)Υπολογίζεται και ελέγχεται το BOD εκροής για βιδιασπάσιμο μέρος των VSS=0,7

S=15mg/L

BOD_L=1,42·(βιοδιασπάσιμο μέρος των VSS) και $S_{στ}$=BOD≈0,68 BOD_L

Sστερεών=0,68·(1,42·0,7·0,77·30)=15,6mg/L

Sολ=15+15,6≈30,6 δεκτό

ΣΤ.5 Δεξαμενή αερισμού

Για τη δεξαμενή αερισμού χρησιμοποιούνται μηχανικοί επιφανειακοί αεριστήρες

Δεδομένα:

α) Απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου R, Kg O_2/d, όπως υπολογίστηκε στο σχεδιασμό της EI=4.2Kg/d

β) Όγκος ΔΑ V, m^3, όπως υπολογίστηκε στο σχεδιασμό της EI=4.92m^3 =5 m^3

γ) Υψόμετρο της εγκατάστασης=0m για τη διόρθωση των συγκεντρώσεων κορεσμού του οξυγόνου ,

θερμοκρασία αέρα $T_{ΔA}$ (καλοκαίρι)=28ºC, $T_{ΔA}$= (χειμώνας)=17ºC

ε) Απαιτούμενη συγκέντρωση DO στην ΔΑ, C_L=1 mg/L

α=0,8 και β=1

Για όγκο ΔΑ=5m^3

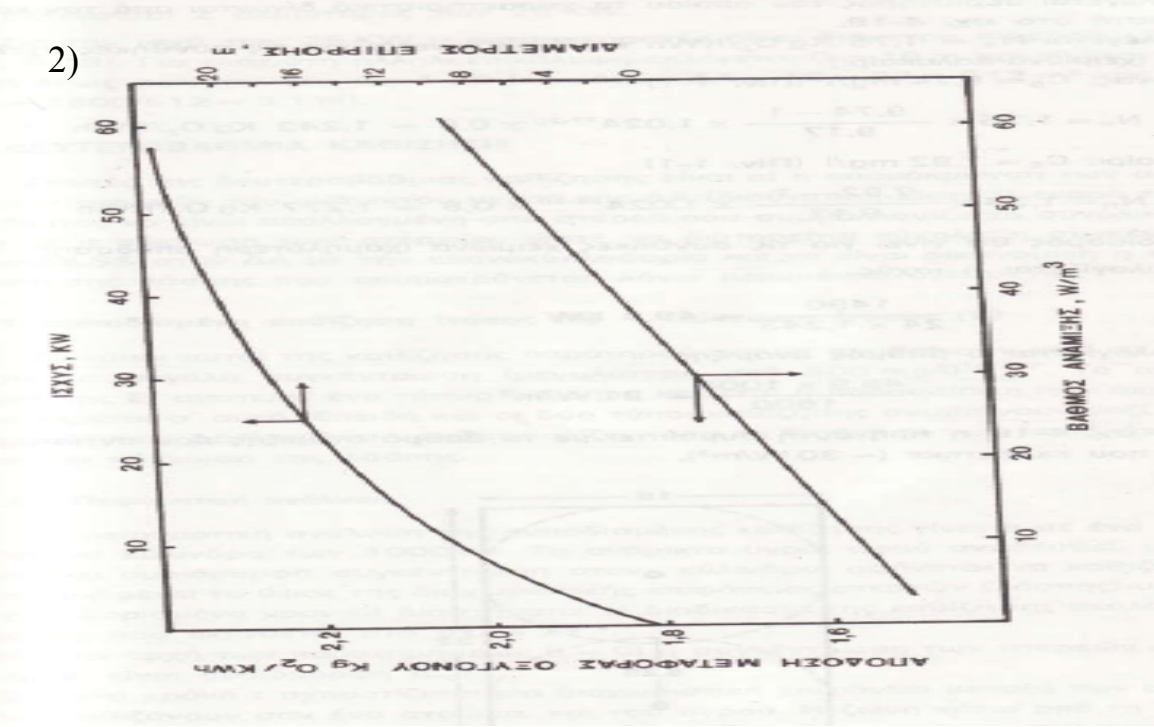
Βάθος H=0.5m

Πλάτος W=2.m

Μήκος L=5m

Συντελεστής επανακυκλοφορίας r=0,43

1) Εκλέγεται αεριστήρας του οποίου τα χαρακτηριστικά δίνονται από τον κατασκευαστή στο σχήμα 4-19 (Στάμος)

2) 

Εκλέγεται NK = 1,75 Kg O_2/KW h και διορθώνεται για τις συνθήκες σχεδιασμού (χειμώνα – καλοκαίρι)

είναι

Χειμώνας Cs=9,74 mg/L

καλοκαίρι Cs=7,92 mg/L

ο σχεδιασμός θα γίνει για τις συνθήκες χειμώνα (χαμηλότερη απόδοση)

υπολογίζεται η ισχύς :

υπολογίζεται ο βαθμός ανάμιξης

ΣΤ.6 Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης

1) Θεωρούμε την εισροή στερεών λόγω βαρύτητας από τη βιβλιογραφία SF=4Kg/m^2,h

2) ελέγχεται η επιφάνεια για διάυγαση
η επιφανειακή φόρτιση για την επιφάνεια που υπολογίστηκε είναι:

/h

3) υπολογίζεται ο χρόνος παραμονής
εκλέγεται βάθος D=3,4m οπότε