

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Διπλωματική Εργασία:

***“ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ
ΜΑΜΜΑΡΙ ”***



Γεωργίου Ανδρέας

Επιβλέπων Καθηγητής: Νουτσόπουλος Κωνσταντίνος,
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα 2014

Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες στον άνθρωπο και επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Νουτσόπουλο Κωνσταντίνο, επίκουρο καθηγητή της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π., για την καθοριστική βοήθεια και καθοδήγηση του για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν και διέθεσαν τον πολύτιμο τους χρόνο για τη σωστή διεκπεραίωση της εργασίας αυτής μέσα από τις σημαντικές πληροφορίες που μου παρείχαν και συγκεκριμένα:

Το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων Κύπρου και ειδικά την λειτουργό κυρία Έλενα Φοινικαρίδου

Το διευθυντή του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης κύριο Ευθύμιο Τσιολάκη

Τον κύριο Παναγιώτη Μιχαήλ λειτουργό της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας Κύπρου

Τον κοινοτάρχη της κοινότητας Μάμμαρι κύριο Νίκο Κοτζιαπασιη

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου και την οικογένεια μου που με στήριξαν καθ' όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μια τεχνικοοικονομική διερεύνηση κατάλληλου συστήματος διαχείρισης λυμάτων για την κοινότητα Μάμμαρι της επαρχίας Λευκωσίας της Κύπρου. Στόχος της εργασίας αυτής είναι η επιτόπου αναγνώριση και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης που επικρατεί στην περιοχή και η ολοκληρωμένη πρόταση διαχείρισης των λυμάτων για την κατασκευή εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ) στην κοινότητα.

Αρχικά γίνεται μια εκτενής περιγραφή της κοινότητας και του περιβάλλοντος χώρου.

Ακολούθως γίνεται μια παρουσίαση των διαφόρων συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων που εξυπηρετούνται από αποχετευτικό σύστημα και αφορούν μικρούς οικισμούς.

Στη συνέχεια αφού εξετάστηκε η περιοχή, προτείνονται 3 εναλλακτικές λύσεις χωροθέτησης του προτεινόμενου έργου. Αναφέρονται τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και οι ιδιαιτερότητες της κάθε θέσης. Λαμβάνοντας υπόψη την αισθητική του τοπίου και τεχνικοοικονομικά κριτήρια γίνεται σύγκριση των τριών εναλλακτικών λύσεων και επιλογή της καταλληλότερης θέσης.

Έπειτα, γίνεται μια τεχνικοοικονομική σύγκριση μεταξύ τριών προτεινόμενων λύσεων για τη διαχείριση των λυμάτων στην κοινότητα και η επιλογή μιας εξ' αυτών.

Τέλος γίνεται η διαστασιολόγηση του συστήματος που επιλέχθηκε ως τελική λύση για τη διαχείριση των λυμάτων στην κοινότητα.

Abstract

This thesis investigates the technical and financial aspects of a wastewater management system for the community of Mammari in the district of Nicosia in Cyprus. The main objective of this report is to identify and record the current situation in the area and furthermore to propose an integrated wastewater management scheme with the construction of a wastewater treatment plant.

Initially, the community and surrounding areas are extensively described and analyzed.

Then, various water treatment systems which are served by sewage systems and concern small housing estates are presented.

Furthermore, after the area has been investigated, 3 alternative siting proposals are provided. The advantages, disadvantages and specifics of each position are clearly stated. Taking into consideration landscape aesthetics and the techno-financial optimization, the 3 alternatives are compared and the most appropriate position is finally selected.

Moreover, a comparison of the technical and financial aspects of the 3 proposals for the wastewater management is made and one is selected.

Finally, the chosen wastewater management system for the community is designed.

Περιεχόμενα

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	11
2.1. Φυσικό Περιβάλλον	11
2.1.1. Τοπογραφία	11
2.1.2. Γεωλογικά και Εδαφολογικά χαρακτηριστικά	13
2.1.3. Υδρολογικά – Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά	16
2.1.4. Μετεωρολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά.....	17
2.1.5. Σεισμικότητα	17
2.2. Ανθρωπογενές Περιβάλλον	19
2.2.1. Πληθυσμιακά δεδομένα – Προβλέψεις	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. Οικονομικές – Αγροτικές δραστηριότητες.....	20
2.2.3. Προοπτικές οικιστικής ανάπτυξης και πολεοδομικά δεδομένα	20
2.3. Υφιστάμενη Κατάσταση	23
2.3.1. Πηγές ύδρευσης και δίκτυο ύδρευσης.....	23
2.3.2. Διαχείριση λυμάτων	25
2.3.3. Έρευνα κοινής γνώμης	27
2.3.4. Υπολογισμός παροχών	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΥΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ.....	30
3.1. Γενικές αρχές λειτουργίας μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων.....	30
3.1.1. Προεπεξεργασία	30
3.1.2. Πρωτοβάθμια επεξεργασία.....	30
3.1.3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία	31
3.1.4. Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	31
3.2. Εναλλακτικά συστήματα επεξεργασίας	32
3.2.1. Συστήματα ενεργού ιλύος.....	32
3.2.2. Βιολογικά φίλτρα	40
3.2.3. Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (RBC)	44
3.2.4. Φυσικά συστήματα.....	46
3.2.5. Σύστημα αντιδραστήρων βιομεμβρανών MBR.....	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΜΑΜΜΑΡΙ	58
4.1. Λύσεις χωροθέτησης της εγκατάστασης	58
4.2. Εναλλακτικές λύσεις προτεινόμενου έργου	67
4.2.1. Οικονομική αξιολόγηση των τριών εναλλακτικών λύσεων	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ	76
5.1. Έργα προεπεξεργασίας	76
5.1.1. Μονάδα εσχάρωσης	76
5.1.2. Μονάδα εξάμμωσης- απολίπανσης	78
Για μια τυπική δεξαμενή εξάμμωσης-απολίπανσης η τυπική απαίτηση αερισμού αυτής είναι της τάξης των 10 m ³ /h/m	79
5.1.3. Μετρητής Παροχής	79
5.2 Βιολογική βαθμίδα	80
5.2.1 Διαστασιολόγηση δεξαμενής αερισμού (αερόβιες συνθήκες)	81
5.2.2. Διαστασιολόγηση ανοξικής δεξαμενής (ανοξικές συνθήκες)	87
5.2.3. Διαστασιολόγηση αναερόβιας δεξαμενής	89
5.2.4. Διαστασιολόγηση μεμβρανών	92
5.2.5. Διαστασιολόγηση δεξαμενής αποξυγόνωσης	94
5.3. Μονάδες επεξεργασίας βιολογικής λάσπης	96
5.3.1. Τράπεζα πάχυνσης	96
5.3.2. Μονάδα αφυδάτωσης	97
5.4. Διαχείριση επεξεργασμένων λυμάτων	99
5.4.1. Διαστασιολόγηση τεχνητής λίμνης για αποθήκευση	99
5.4.2 Διαστασιολόγηση λεκανών για εμπλουτισμό υδροφορέα	101
5.5. Διάγραμμα ροής	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	105
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	106
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	108

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Χάρτης της Κύπρου	11
Εικόνα 2: Χάρτης περιοχής μελέτης.....	12
Εικόνα 3: Πανοραμική φωτογραφία της κοινότητας.....	12
Εικόνα 4: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής	14
Εικόνα 5: Χάρτης Natura2000 της περιοχής	15
Εικόνα 6: Χάρτης σεισμικής δραστηριότητας της Κύπρου	18
Εικόνα 7: Χάρτης Πολεοδομικών ζωνών της περιοχής.....	21
Εικόνα 8: Χάρτης πηγών και δικτύου ύδρευσης της περιοχής.....	23
Εικόνα 9: Σωματείο Ροσιίδης Μάμμαρι	26
Εικόνα 10: Δημοτικό σχολείο Μάμμαρι.....	26
Εικόνα 11: Εστιατόριο η «Η Πλατεία»	26
Εικόνα 12: Βιοτεχνική ζώνη Μάμμαρι	26
Εικόνα 13: Τυπική διάταξη συστήματος παρατεταμένου αερισμού.....	34
Εικόνα 14: Κύκλος λειτουργίας συστήματος SBR	37
Εικόνα 15: Τυπική διάταξη συστήματος αερισμού για μεγάλους βιοαντιδραστήρες τύπου MBBR.....	39
Εικόνα 16: Τυπική διάταξη κοσκίνισης-καθίζησης-αερισμού συμπαγών μονάδων με μέθοδο MBBR-IFAS.....	39
Εικόνα 17: Τυπική διατομή φίλτρου άμμου	41
Εικόνα 18: Επιφάνεια φίλτρου άμμου σε σύστημα RSF.....	42
Εικόνα 19: Τυπική διάταξη πλαστικού φίλτρου.....	43
Εικόνα 20: Τυπική διάταξη σχήματος επεξεργασίας με περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους.....	45
Εικόνα 21: Τεχνητός υγροβιότοπος οριζόντιας υποεπιφανειακής ροής.....	47
Εικόνα 22: Τεχνητός υγροβιότοπος κατακόρυφης υποεπιφανειακής ροής.....	48
Εικόνα 23: Σχηματική παράσταση επεξεργασίας λυμάτων με τη μέθοδο βραδείας εφαρμογής	52
Εικόνα 24: Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου ταχεία διήθηση για εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα. (Α) ανάκτηση νερού σε παρακείμενη λίμνη ή ρέμα, (Β) συλλογή νερού με υπόγεια στράγγιση, (Γ) άντληση ύδατος μέσω κεντρικής γεώτρησης και (Δ) άντληση ύδατος μέσω περιφερειακών γεωτρήσεων	53
Εικόνα 25: Σχηματική απεικόνιση συστήματος επιφανειακής ροής.....	54
Εικόνα 26: Τυπική διάταξη συστήματος βιοαντιδραστήρων με μεμβράνες MBR	56
Εικόνα 27: Εναλλακτικές λύσεις χωροθέτησης.....	58
Εικόνα 28: Εναλλακτική θέση 1.....	59
Εικόνα 29: Κοντινή λήψη της εναλλακτικής θέσης 1	60
Εικόνα 30: Εναλλακτική θέση 2.....	61
Εικόνα 31: Κοντινή λήψη της εναλλακτικής θέσης 2. Στο βάθος φαίνεται ο χώρος απόθεσης στερεών αποβλήτων.	61
Εικόνα 32: Εναλλακτική λύση 3.....	62
Εικόνα 33: Κοντινή λήψη της εναλλακτικής θέσης 3	63
Εικόνα 34: Δοκιμή διαπερατότητας της εναλλακτικής θέσης 2	65
Εικόνα 35: Δοκιμή διαπερατότητας της εναλλακτικής θέσης 3	66
Εικόνα 36: Υπολογισμός έκτασης που θα καλύπτουν οι κατοικίες το 2024.....	69

Εικόνα 37: Εύρεση μήκους αγωγού προσαγωγής για την λύση 1.....	70
Εικόνα 38: Εύρεση μήκους αγωγού προσαγωγής για τις λύσεις 2 και 3.....	70
Εικόνα 39: Τυπική μονάδα εσχάρωσης.....	77
Εικόνα 40: Τυπικός κάδος εσχαρισμάτων.....	78
Εικόνα 41: Τυπική διάταξη συστήματος της προτεινόμενης λύσης με δεδομένα τα φορτία εισόδου και εξόδου.....	80
Εικόνα 42: Τυπικός βιολογικός αντιδραστήρας.....	92
Εικόνα 43: Τυπική κασέτα μεμβράνης MBR	93
Εικόνα 44: Τράπεζα πάχυνσης	97
Εικόνα 45: Μονάδα αφυδάτωσης (ταινιοφιλτρόπρεσσες)	98
Εικόνα 46: Τεχνητές λίμνες για αποθήκευση.....	100

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ποσοτική κατάσταση του υδατικού σώματος για την περίοδο 2000-2008	16
Πίνακας 2: Μέσες βροχοπτώσεις στην περιοχή για την περίοδο 1916-2013	17
Πίνακας 3: Μέσες θερμοκρασίες στην περιοχή για την περίοδο 1984-2013	17
Πίνακας 4: Πίνακας πληθυσμού της κοινότητας	Error! Bookmark not defined.
Πίνακας 5: Πίνακας προνοιών Πολεοδομικών Ζωνών.....	22
Πίνακας 6: Πίνακας κατανάλωσης νερού της κοινότητας	24
Πίνακας 7: Πίνακας Παροχών	29
Πίνακας 8: Πίνακας συστημάτων επεξεργασίας με συγκριτική αξιολόγηση σε κάποιες παραμέτρους.....	57
Πίνακας 9: Συνολικά κόστη για την κάθε εναλλακτική λύση.....	72
Πίνακας 10: Τοκοχρεολύσιο για την κάθε εναλλακτική λύση	74
Πίνακας 11: Οικονομική σύγκριση εναλλακτικών λύσεων.....	75
Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά δεξαμενής εξάμμωσης-απολίπανσης	79
Πίνακας 13: Χρόνος παραμονής των λυμάτων για απομάκρυνση οργανικού άνθρακα	82
Πίνακας 14: Χρόνος παραμονής των λυμάτων για την επίτευξη της νιτροποίησης	83
Πίνακας 15: Εύρεση όγκου αερόβιας δεξαμενής	85
Πίνακας 16: Εύρεση παροχής περίσσειας ιλύος.....	86
Πίνακας 17: Εύρεση όγκου ανοξικής δεξαμενής	88
Πίνακας 18: Εύρεση όγκου αναερόβιας δεξαμενής	89
Πίνακας 19: Εύρεση όγκου δεξαμενής αποθήκευσης κροκιδωτικού διαλύματος	90
Πίνακας 20: Απαίτηση οξυγόνου που χρειάζεται ο βιολογικός αντιδραστήρας.....	91
Πίνακας 21: Υπολογισμός απαίτησης οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες για τον κάθε βιολογικό αντιδραστήρα.....	91
Πίνακας 22: Εύρεση όγκου μεμβρανών MBR	93
Πίνακας 23: Εύρεση όγκου δεξαμενής αποξυγόνωσης	94
Πίνακας 24: Χρόνος παραμονής λυμάτων στο σύστημα	95
Πίνακας 25: Δυναμικότητα αντλιών και δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη.....	96
Πίνακας 26: Δυναμικότητα αντλιών και δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος	98
Πίνακας 27: Χαρακτηριστικά της τεχνητής λίμνης.....	99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί αναμφισβήτητα γεγονός στις μέρες μας ότι οι περισσότερες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) βρίσκονται στα μεγάλα αστικά κέντρα όπου ο πληθυσμός είναι πέραν των 2000 κατοίκων. Στην Κύπρο εν έτη 2014 λειτουργούν 42 σταθμοί βιολογικού καθαρισμού.

Η σύνδεση των μικρών αστικών κέντρων στις εγκαταστάσεις των μεγάλων αυτών πόλεων επιφέρει μεγάλες δαπάνες ενώ παράλληλα πλήττει τη διαδικασία επεξεργασίας λόγω απωλειών κατά την μεταφορά των λυμάτων. Επιπλέον επιβαρυντικό παράγοντα αποτελούν οι πιθανές βλάβες των αγωγών και αντλιών που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά τους, άρα οικονομική επιβάρυνση για την αποκατάσταση και αντικατάσταση τους.

Συνεπώς η συγκρότηση των Ε.Ε.Λ στις πιο απομακρυσμένες περιοχές θα αποφέρει οικονομικό όφελος αλλά και αύξηση της απόδοσης της λειτουργίας της Ε.Ε.Λ.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη πρόταση διαχείρισης λυμάτων ενός μικρού οικισμού. Συγκεκριμένα μελετάται ο τρόπος διαχείρισης των λυμάτων στην κοινότητα. Κατόπιν, προτείνεται σαν λύση, ο σχεδιασμός μιας Ε.Ε.Λ. στην περιοχή. Στόχος είναι να προσεγγιστεί όσο το δυνατόν πιο οικολογικά το ζήτημα της διαχείρισης των λυμάτων στην περιοχή.

Στο κεφάλαιο 2 γίνεται μια περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης. Αναλυτικά, γίνεται μια περιγραφή του φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής με την τοπογραφία, τα γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά, τα υδρολογικά τα μετεωρολογικά και η σεισμικότητα της περιοχής. Ακολούθως γίνεται μια περιγραφή του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, δηλαδή τα πληθυσμιακά δεδομένα οι πολεοδομικές ζώνες της περιοχής καθώς επίσης και οι οικονομικές και αγροτικές δραστηριότητες των κατοίκων της κοινότητας. Στη συνέχεια καταγράφονται οι πηγές και το δίκτυο ύδρευσης και ο τρόπος διαχείρισης των λυμάτων.

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται μια παρουσίαση των διαφόρων συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων που εξυπηρετούνται από αποχετευτικό δίκτυο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρούς οικισμούς. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται το σύστημα ενεργού ιλύος και οι παραλλαγές του, τα συστήματα με τη χρήση βιολογικών φίλτρων, το σύστημα με περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους (RBC), τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και το σύστημα αντιδραστήρων με βιομεμβράνες MBR.

Στο κεφάλαιο 4 γίνεται μια διερεύνηση των εναλλακτικών λύσεων για τη συλλογή και επεξεργασία των λυμάτων στην κοινότητα. Αρχικά προτείνονται 3 εναλλακτικές λύσεις χωροθέτησης της εγκατάστασης με κριτήριο να μην υποβαθμιστεί η αισθητική του τοπίου. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι 3 εναλλακτικές λύσεις για την

διαχείριση των λυμάτων. Με τεχνικοοικονομικά κριτήρια γίνεται σύγκριση και επιλογή της βέλτιστης λύσης.

Στο κεφάλαιο 5 γίνεται ο σχεδιασμός της προτεινόμενης λύσης που προέκυψε από το προηγούμενο κεφάλαιο. Η εγκατάσταση θα αποτελείται από τις μονάδες της προεπεξεργασίας, την βιολογική βαθμίδα και τις μονάδες επεξεργασίας της λάσπης. Αναλυτικά για την προεπεξεργασία διαστασιολογείται η μονάδα εσχάρωσης και δεξαμενή εξάμωσης-απολίπανσης ενώ θα τοποθετηθεί και ένας μετρητής παροχής. Για την βιολογική βαθμίδα διαστασιολογείται ο βιολογικός αντιδραστήρας και οι μεμβράνες MBR. Ο βιολογικός αντιδραστήρας θα αποτελείται από 3 δεξαμενές στις οποίες θα επικρατούν αναερόβιες, ανοξικές και αερόβιες συνθήκες αντίστοιχα. Απαιτείται επίσης και μια δεξαμενή αποξυγόνωσης για την απομάκρυνση του οξυγόνου για την ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων λυμάτων στην αναερόβια δεξαμενή.

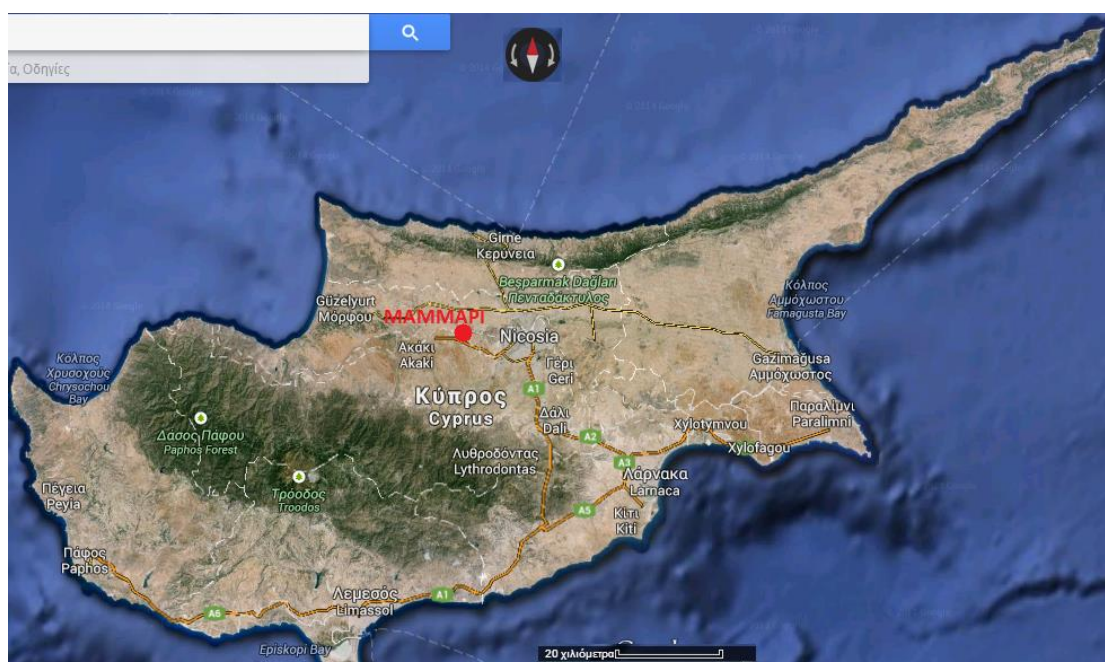
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

2.1. Φυσικό Περιβάλλον

2.1.1. Τοπογραφία

Το Μάμμαρι βρίσκεται 16 χιλιόμετρα δυτικά της Λευκωσίας, δίπλα στην Πράσινη Γραμμή. Συνορεύει με την Κοκκινοτριμιθιά που είναι στα νότια του χωριού, τη Δένεια στα δυτικά και τον κατεχόμενο Γερόλακκο στα ανατολικά. Το χωριό βρίσκεται στη νεκρή ζώνη. Βόρεια του χωριού είναι η κατεχόμενη από τα τουρκικά στρατεύματα περιοχή. Παρά το γεγονός ότι η γεωργική του γη συρρικνώθηκε σημαντικά, οι κάτοικοί του δεν το εγκατέλειψαν. Τα 4/5 της γης του χωριού είναι τουρκοκρατούμενα. Το Μάμμαρι βρίσκεται στο πάνω τμήμα της κοιλάδας του ποταμού Οβγού, κατά μήκος του οποίου είχαν αναπτυχθεί αρκετοί αρχαίοι οικισμοί. Φαίνεται ότι κατά την αρχαιότητα η περιοχή είχε κατοικηθεί, όμως δεν έγιναν συστηματικές ανασκαφές και έτσι δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για αυτόν τον αρχαιολογικό χώρο.

Σε ένα μεγάλο κούλωμα βρίσκεται ο οικισμός με τα πλινθόκτιστα σπίτια με τις καμάρες και τα χαρακτηριστικά στοιχεία του κυπριακού αγροτόσπιτου, σε αντίθεση με τα μοντέρνα σπίτια που είναι κτισμένα στη περιφέρεια και πάνω ψηλά στις παρυφές του χωριού. Στην ανατολική πλευρά του χωριού εντυπωσιάζει η εκκλησία του Αγίου Γεωργίου του Τροπαιοφόρου και το Αγίασμα, που ανάβλυζε μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Στο κέντρο του χωριού βρίσκεται το άγαλμα του Σάββα Ροσιόδη, που σκοτώθηκε κατά τη διάρκεια του απελευθερωτικού αγώνα του 1955-59. Στους αντικρινούς λόφους φαίνονται τα τουρκικά φυλάκια.



Εικόνα 1: Χάρτης της Κύπρου, Πηγή: www.googlemaps.com



Εικόνα 2: Χάρτης περιοχής μελέτης, Πηγή: www.googlemaps.com



Εικόνα 3: Πανοραμική φωτογραφία της κοινότητας

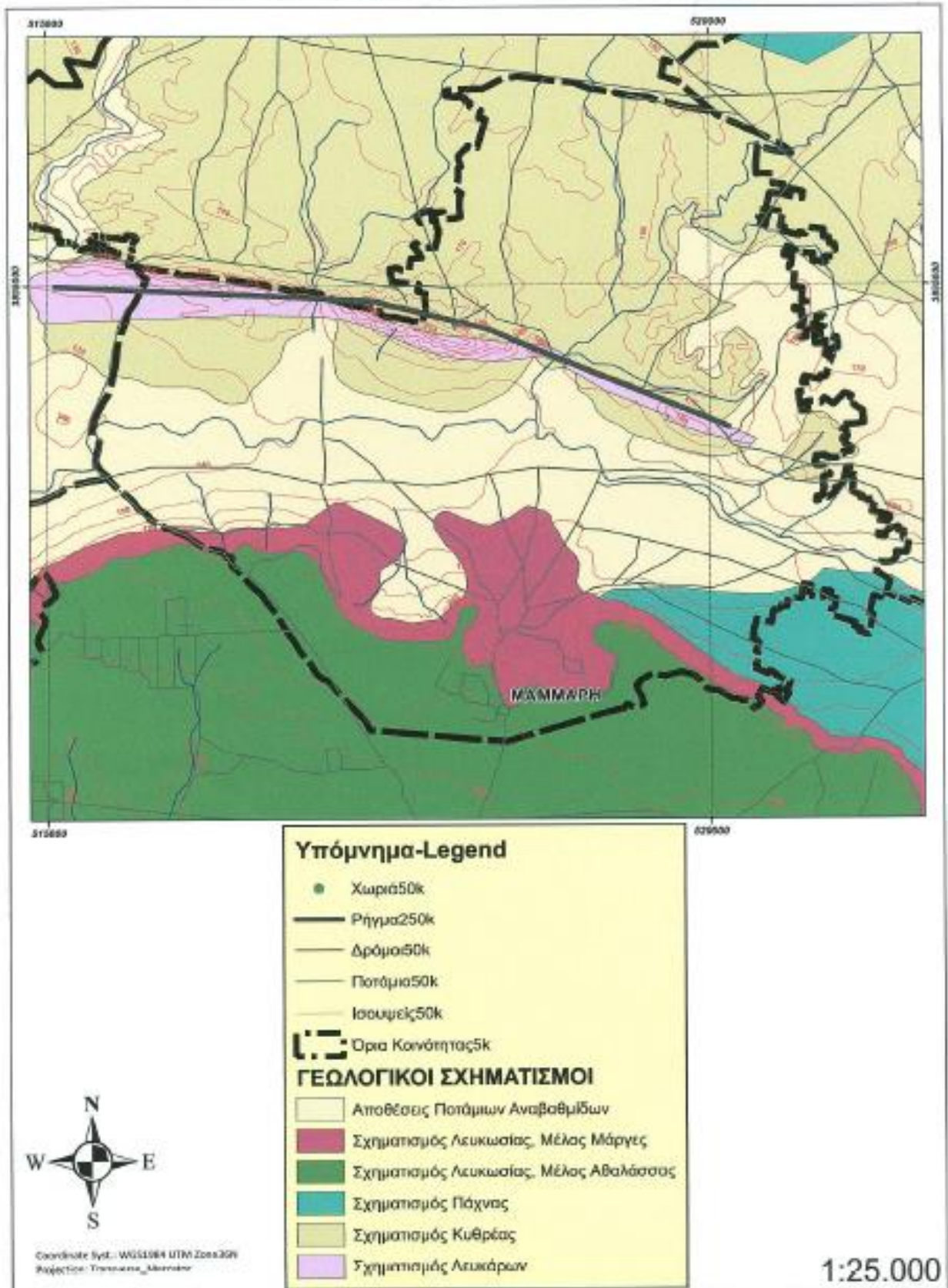
2.1.2. Γεωλογικά και Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Όσο αφορά τα γεωλογικά και εδαφολογικά χαρακτηριστικά στην περιοχή του Μάμμαρι απαντώνται οι παρακάτω γεωλογικοί σχηματισμοί:

- Αλλουβιακές αποθέσεις (Alluvial Deposits): Αποτελείται από χαλίκια, άμμους, ιλύες και αργίλους, τα οποία αποτέθηκαν μέσα στις σύγχρονες ποτάμιες κοιλάδες. Οι αποθέσεις αυτές έχουν συνήθως μικρό πάχος.
- Σχηματισμός Λευκωσίας, Μέλος Αθαλάσσας (Nicosia Formation, Athalassa Member): Αποτελείται από θαλάσσιες αποθέσεις πλούσιες σε μακροαπολιθώματα διθύρων και γαστερόποδων. Αποτελείται κυρίως από κίτρινους λεπτόκοκκους έως χονδρόκοκκους ασβεστιτικούς ψαμμίτες και βιοκλαστικούς ασβεστιτικούς ψαμμίτες, ιλυώδεις άμμους καθώς και αμμώδεις μάργες. Εμφανίζεται σε διάφορα στρωματογραφικά επίπεδα μέσα στο σχηματισμό της Λευκωσίας και το πάχος του κυμαίνεται γύρω στα 20 m περίπου στην περιοχή
- Σχηματισμός Λευκωσίας, Μέλος Μάργας (Nicosia Formation, Marl Member): Το μέλος αυτό αποτελείται κυρίως από απολιθωματοφόρες μάργες και σε μικρότερο ποσοστό αμμώδεις μάργες. Το χρώμα τους κυμαίνεται από κιτρινοκάστανο στην επιφάνεια του σχηματισμού έως χακί-πράσινο στα κατώτερα στρωματογραφικά μέλη. Το πάχος του μέλους αυτού είναι αρκετών εκατοντάδων μέτρων.
- Σχηματισμός Πάχνας (Pachna Formation): Αποτελείται κυρίως από εναλλαγές κρητίδων, μαργαϊκών κρητίδων, κρητιδικών μαργών και ιλυωδών μαργών με ίχνη βιοανάδευσης καθώς και ενστρώσεις λεπτοστρωματοδών ασβεστιτικών ψαμμιτών. Προς τα ανώτερα στρωματογραφικά μέλη ο σχηματισμός της Πάχνας μεταπίπτει σε εναλλαγές ιλυόλιθων πλούσιων σε οργανικό υλικό, μαργών, κρητιδικών μαργών και πορσελανοειδών κρητίδων κοντά στην επαφή με τους υπερκείμενους σχηματισμούς.
- Σχηματισμός Κυθρέας (Kythrea Formation): Αποτελείται κυρίως από μεγάλο πάχους πτυχώμενα εναλλασσόμενα στρώματα ψαμμίτων, ιλυόλιθων και μαργών. Πρόκειται για τουρβιδιτικές αποθέσεις γνωστές και ως φλύσχης της Κυθρέας, τα οποία αποτέθηκαν μέσα στην επιμήκη τάφρο που υπήρχε μεταξύ των οροσειρών της Κερύνειας (βόρεια) και του Τροόδους (νότια).
- Σχηματισμός Λευκάρων (Lefkara Formation): Αποτελείται κυρίως από πελαγικές κρητίδες με φακούς κερατολίθων, εναλλαγές λεπτοστρωματοδών πελαγικών κρητίδων και κερατολίθων και συμπαγείς κρητίδες χωρίς κερατόλιθους. Σε μικρότερο ποσοστό και τοπικά εμφανίζονται μάργες και μαργαϊκές κρητίδες τόσο στην βάση όσο και στους ανώτερους ορίζοντες του σχηματισμού. Στα βόρεια περιθώρια της περιοχής μελέτης οι επαφές των Σχηματισμών Κυθρέας και Λευκάρων είναι τεκτονική λόγω της δράσης του ρήγματος του Οβγού.

Παρατίθεται ο Γεωλογικός χάρτης της περιοχής Μάμμαρι

Γεωλογικός Χάρτης της περιοχής Μάμμαρι



Εικόνα 4: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής, Πηγή: Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου

Αξίζει να σημειωθεί ότι το Μάμμαρι παλιά ήταν γνωστό για την πουρόπετρα του. Λειτουργούσαν παλιά λατομεία γνωστά ως ‘σπηλιές’. Οι σπηλιές αυτές είχαν τετράγωνη δομή και σημαντικό βάθος. Από την πουρόπετρα του Μάμμαρι κτίστηκαν πολλές εκκλησίες της Λευκωσίας. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι το λατομείο Βούναρος που βρίσκεται στην δυτική πλευρά της κοινότητας και λειτουργούσε από το 1920 μέχρι το 1970 έχει κηρυχθεί περιοχή Natura και έχει ενταχθεί στο Natura2000 για τις νυκτερίδες του. Στο παρακάτω χάρτη με πράσινο χρώμα φαίνεται η περιοχή που είναι ενταγμένη στο δίκτυο Natura2000 και χαρακτηρίζεται ως τόπος κοινοτικής σημασίας.



Εικόνα 5: Χάρτης Natura2000 της περιοχής, Πηγή: www.moa.gov.cy

2.1.3. Υδρολογικά – Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Όσο αφορά τα υδρολογικά χαρακτηριστικά, η κοινότητα βρίσκεται στον υδροφορέα CY-17 «Κεντρικής και Δυτικής Μεσαορίας». Πρόκειται για τον δεύτερο μεγαλύτερο και παραγωγικότερο υδατικό σώμα της Κύπρου. Καλύπτει περίπου 400 km² και εκτείνεται από το παλαιό αεροδρόμιο Λευκωσίας στα ανατολικά μέχρι τον κόλπο της Μόρφου στα δυτικά. Ένα μέρος του βρίσκεται στην κατεχόμενη περιοχή. Αποτελείται από χαλίκια, άμμους και ψαμμίτες με ενστρώσεις ιλύος και αργίλου της Πλειοκαινικής-Πλειστοκαινικής περιόδου. Όσο αφορά την ποσοτική κατάσταση του υδατικού σώματος χαρακτηρίζεται ‘κακή’ γιατί παρουσιάζεται συνεχόμενη πτωτική τάση της στάθμης του υπόγειου νερού που οφείλεται στην υπεράντληση. Η υπεράντληση γίνεται περίπου τα τελευταία 50 χρόνια με αποτέλεσμα την διείσδυση του θαλάσσιου νερού στο υδατικό σώμα στην περιοχή του κόλπου της Μόρφου. Παρατίθεται πίνακας (πίνακας 1) ποσοτικής κατάστασης του υδατικού σώματος για την περίοδο 2000-2008.

Πίνακας 1: Ποσοτική κατάσταση του υδατικού σώματος για την περίοδο 2000-2008,
Πηγή: Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων

Περίοδος	Εμπλουτισμός*	Αντλήσεις	Φυσικές απώλειες**	Υπεράντληση
2000-2008	34,4 ΕΚΜ/έτος	26,7 ΕΚΜ/έτος	12,0 ΕΚΜ/έτος	-4,3 ΕΚΜ/έτος

ΕΚΜ= Εκατομύρια Κυβικά Μέτρα

* Εμπλουτισμός θεωρείται η τροφοδοσία που προέρχεται από α) τη βροχόπτωση, β) νερό που κατεισδύει από ροές ποταμών, γ) επιστροφές από άρδευση, δ) υπόγειες εισροές από γειτονικούς υδροφορείς, ε) απώλειες από φράγματα και στ) τεχνητούς εμπλουτισμούς (αν γίνονται).

** Φυσικές απώλειες νοούνται: α) Οι υπόγειες μεταγίσεις σε γειτονικούς υδροφορείς που βρίσκονται σε υδραυλική επικοινωνία μεταξύ τους και β) οι υπόγειες εκροές προς τη θάλασσα.

Όσο αφορά την ποιοτική κατάσταση του υδροφορέα χαρακτηρίζεται ‘καλή’. Σε μεμονωμένες περιοχές μετά από χημική ανάλυση βρέθηκαν ψηλές συγκεντρώσεις χημικών στοιχείων. Ωστόσο οι περισσότερες από αυτές είναι δικαιολογημένες και εμφανίζονται λόγω της χημικής σύστασης των πετρωμάτων (Χλωριόντα, Θεϊκά άλατα και Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας).

Στην κοινότητα Μάμμαρι υπάρχουν σήμερα 96 αδειοδοτημένες γεωτρήσεις οι οποίες είναι είτε ιδιωτικές είτε του Συμβουλίου Υδατοπρομήθειας Λευκωσίας (Σ.Υ.Λ). Η ποιότητα του νερού στην κοινότητα δεν είναι καλή γιατί μετά από χημική ανάλυση προέκυψαν υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού. Οι συγκεντρώσεις αυτές είναι αδικαιολόγητες και διερευνώνται τα αίτια τους.

Όσο αφορά το δίκτυο αποστράγγισης και την παρουσία κάποιου ποταμού, στην περιοχή διέρχεται τμήμα του ποταμού Οβγού το οποίο δηλώθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση ως ποτάμιο υδάτινο σώμα στο πλαίσιο της Οδηγίας Πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/ΕΚ.

2.1.4. Μετεωρολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά

Για την εύρεση των μετεωρολογικών και κλιματολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής πάρθηκαν πληροφορίες από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου. Συγκεκριμένα από τον μετεωρολογικό σταθμό της Κοκκινοτριμιθίας πάρθηκε η μηνιαία βροχόπτωση για την περίοδο 1916-2013 και παρατίθενται σε πίνακα οι μέσες, οι ελάχιστες και οι μέγιστες μέσες βροχοπτώσεις της περιόδου αυτής. Από το σταθμό στον Αστρομερίτη πάρθηκαν οι μηνιαίες θερμοκρασίες για την περίοδο 1984-2013. Παρατίθενται σε πίνακα οι μέσες, οι ελάχιστες και οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες για όλους τους μήνες της περιόδου αυτής.

Πίνακας 2: Μέσες βροχοπτώσεις στην περιοχή για την περίοδο 1916-2013, Πηγή: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου

	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	ΣΥΝΟΛΟ
Μέση βροχόπτωση (mm)	60.4	48.6	29.9	14.9	16.4	5.1	1	1.5	3.9	20	30	61.9	293.6
Μέγιστη βροχόπτωση (mm)	183	178.5	142.2	110	121.3	49.2	46.2	33	50	127.5	111.4	207	1152
Ελάχιστη βροχόπτωση (mm)	5.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.9

Πίνακας 3: Μέσες θερμοκρασίες στην περιοχή για την περίοδο 1984-2013, Πηγή: Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου

	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.	Μέση Ετήσια
Μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)	15.9	16.3	19.3	23.9	28.1	32.4	35.2	35	32	27.9	22.4	17.6	25.5
Ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)	6.4	6.1	7.3	10.3	14.1	18.2	21	21.3	18.8	15.7	11.6	8.1	13.3
Μέση ημερήσια θερμοκρασία (°C)	11.2	11.2	13.3	17.1	21.1	25.3	28.1	28.2	25.4	21.8	17	12.9	19.4

2.1.5. Σεισμικότητα

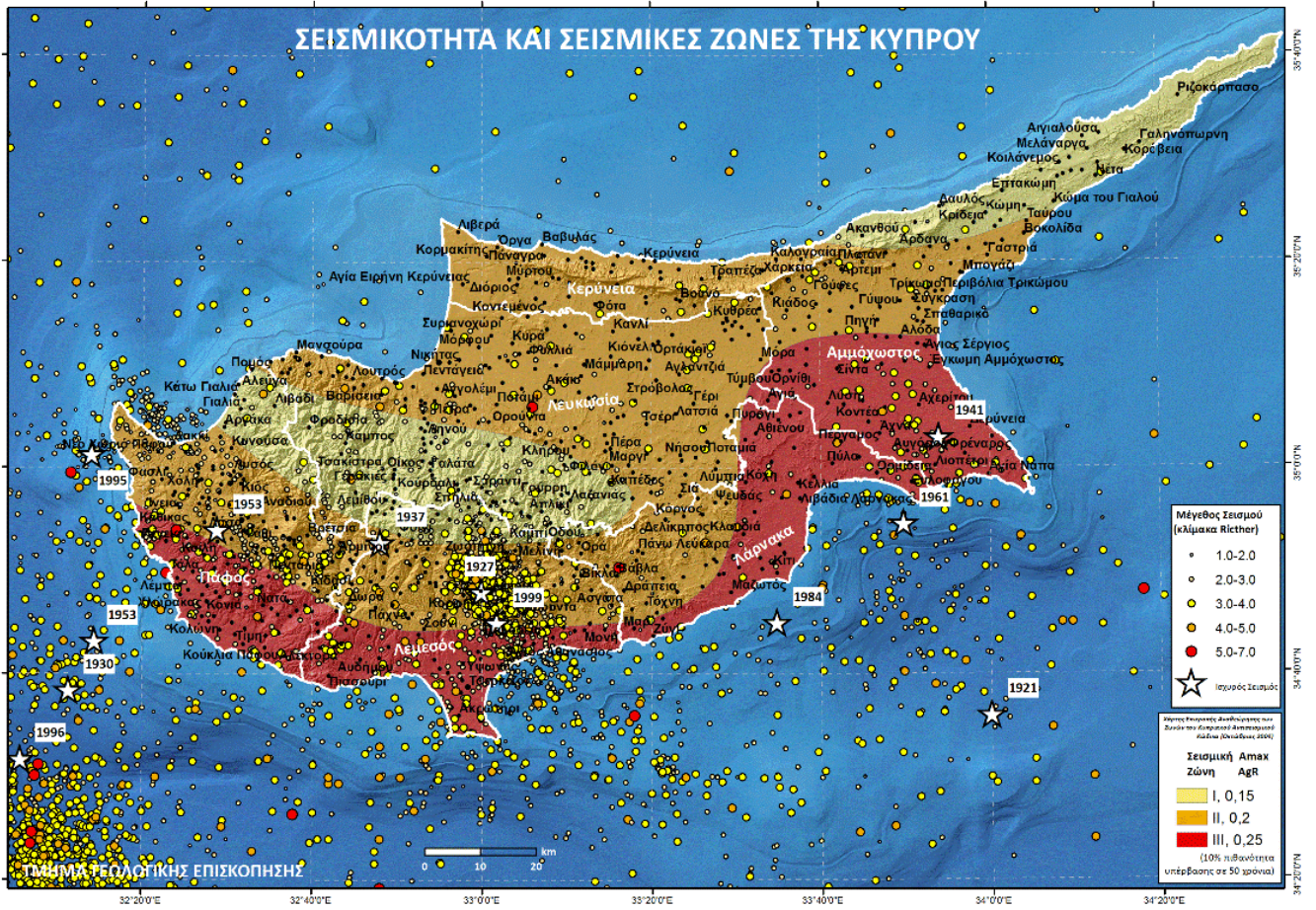
Η Κύπρος ανήκει στην σειсмоγόνο ζώνη Άλπεων-Ιμαλαίων στην οποία εκδηλώνονται το 15% των σεισμών παγκοσμίως. Η σεισμικότητα της Κύπρου οφείλεται κυρίως στο «Κυπριακό Τόξο». Το Κυπριακό Τόξο αποτελεί το όριο μεταξύ της Ευρασιατικής και της Αφρικάνικης τεκτονικής πλάκας και βρίσκεται νοτιοδυτικά του νησιού. Κατά μήκος αυτού όπως φαίνεται και στον χάρτη (εικόνα 6) παρατηρείται έντονη συγκέντρωση επικέντρων σεισμών γι' αυτό συμπεραίνουμε ότι οι περισσότεροι σεισμοί είναι αιτία της κίνησης των τεκτονικών πλακών.

Το Μάμμαρι όπως θα δείτε από τον χάρτη κατατάσσεται στην ζώνη επικινδυνότητας II με συντελεστή σεισμικής επιτάχυνσης ίσο με 0.2. Η σεισμική επιτάχυνση του εδάφους (A) δίνεται από τον τύπο:

$$A = \alpha * g \quad (2.1)$$

Όπου, α είναι ο συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης και

g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας.



Εικόνα 6: Χάρτης σεισμικής δραστηριότητας της Κύπρου, Πηγή: www.moa.gov.cy

2.2. Ανθρωπογενές Περιβάλλον

2.2.1. Πληθυσμιακά δεδομένα – Προβλέψεις

Από την στατιστική υπηρεσία Κύπρου έχουν ληφθεί τα πληθυσμιακά δεδομένα της κοινότητας. Τα στοιχεία αναφέρονται στα τελευταία 100 χρόνια. Παρατίθεται πίνακας με τις απογραφές πληθυσμού (πίνακας 4). Όπως φαίνεται στον πίνακα υπάρχει μια αυξητική τάση του πληθυσμού με μόνη εξαίρεση την απογραφή του 1976 που παρατηρείται μια μικρή μείωση αυτού. Ο λόγος της μείωσης αυτής οφείλεται στην Τουρκική εισβολή που έγινε στο νησί τον Ιούλιο του 1974. Η εισβολή ανάγκασε πολλούς κατοίκους του χωριού να εγκαταλείψουν τις κατοικίες τους αφού τα Τούρκικα στρατεύματα εισήλθαν στο χωριό. Μετά το 1976 και μέχρι σήμερα παρουσιάζεται μια αύξηση του μόνιμου πληθυσμού της κοινότητας. Αιτία αυτής της αύξησης είναι φυσικά η ελάχιστη απόσταση που απέχει η κοινότητα από την πρωτεύουσα. Η αύξηση αυτή έγινε εντονότερη μετά την ολοκλήρωση του αυτοκινητόδρομου Λευκωσίας – Παλιομετόχου που περνά σε πολύ κοντινή απόσταση από την κοινότητα.

Έτος	1891	1901	1911	1921	1931	1946
Πληθυσμός	222	241	301	334	523	595
Έτος	1960	1973	1976	1982	2001	2011
Πληθυσμός	839	987	890	950	1052	1592

Πίνακας 4: Πίνακας πληθυσμού της κοινότητας, Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου

Από πληροφορίες που λήφθηκαν από τον κοινοτάρχη της κοινότητας, ο μόνιμος πληθυσμός της κοινότητας στην παρούσα φάση, δηλαδή για το έτος 2014, ανέρχεται στους 1850 κατοίκους.

Έχοντας λοιπόν δεδομένη την καταγραφή πληθυσμού των προηγούμενων ετών και με την παραδοχή του σταθερού ποσοστού ετήσιας αύξησης του πληθυσμού μπορεί να υπολογιστεί ο μόνιμος πληθυσμός της κοινότητας την επόμενη εικοσαετία, δηλαδή για το 2034, με τον παρακάτω τύπο:

$$P = [(\rho * T) + 1] * P_0 \quad (2.2)$$

Όπου ρ είναι ο ετήσιος ρυθμός αύξησης

P_0 είναι ο πληθυσμός αναφοράς και

T είναι η χρονική διάρκεια μεταξύ του πληθυσμού αναφοράς και του πληθυσμού που δύναται να υπολογιστεί

Με την πιο πάνω σχέση έχει βρεθεί ότι ο πληθυσμός εν έτη 2034 θα ανέρχεται στις 4100 κατοίκους.

Με τον πληθυσμό που υπολογίστηκε αξίζει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει θέμα κορεσμού όσο αφορά την διαθέσιμη γη της κοινότητας. Παρόλα αυτά το αποτέλεσμα δεν κρίνεται αντιπροσωπευτικό διότι η παραδοχή σταθερού ποσοστού αύξησης συγκεντρώνει μικρές πιθανότητες να είναι σωστή (στην προκειμένη περίπτωση ίσως με 6%). Παρατηρώντας κανείς τα πληθυσμιακά στοιχεία που έχουν συλλεχθεί βλέπει πως ουδέποτε έχει συμβεί η παραδοχή σταθερού ποσοστού αύξησης για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έξαλλου μετά από συνομιλία με τον κοινοτάρχη, αυτός ανέφερε ότι σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση και τα στοιχεία που ο ίδιος κατέχει για την κοινότητα (προοπτικές οικιστικής ανάπτυξης) ο πληθυσμός της κοινότητας για το έτος 2034 θα ανέρχεται περίπου στις 3000 (παραδοχή ότι ο ρυθμός αύξησης θα είναι της τάξης του 3%) . Αυτός είναι και ο πληθυσμός που θα χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια της εργασίας για τον υπολογισμό των φορτίων. Τέλος από πληροφορίες που λήφθηκαν από διάφορους κατοίκους έχει προκύψει ο αριθμός των διερχόμενων ανά έτος και ισούται με 600 ανθρώπους.

2.2.2. Οικονομικές – Αγροτικές δραστηριότητες

Από την στατιστική υπηρεσία Κύπρου, από την απογραφή πληθυσμού του 2011 έχει ληφθεί η πληροφορία ότι από τους 1592 μόνιμους κατοίκους της κοινότητας οι 780 είναι οικονομικά ενεργοί πολίτες εκ των οποίων οι 64 είναι άνεργοι, μόλις 7 κάτοικοι εργάζονται στον πρωτογενή τομέα (επαγγελματίες γεωργοί, κτηνοτρόφοι), 141 κάτοικοι εργάζονται στο δευτερογενή τομέα ενώ στον τριτογενή τομέα εργάζονται 561 μόνιμοι κάτοικοι. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότεροι από τους εργαζόμενους εργάζονται στην Λευκωσία.

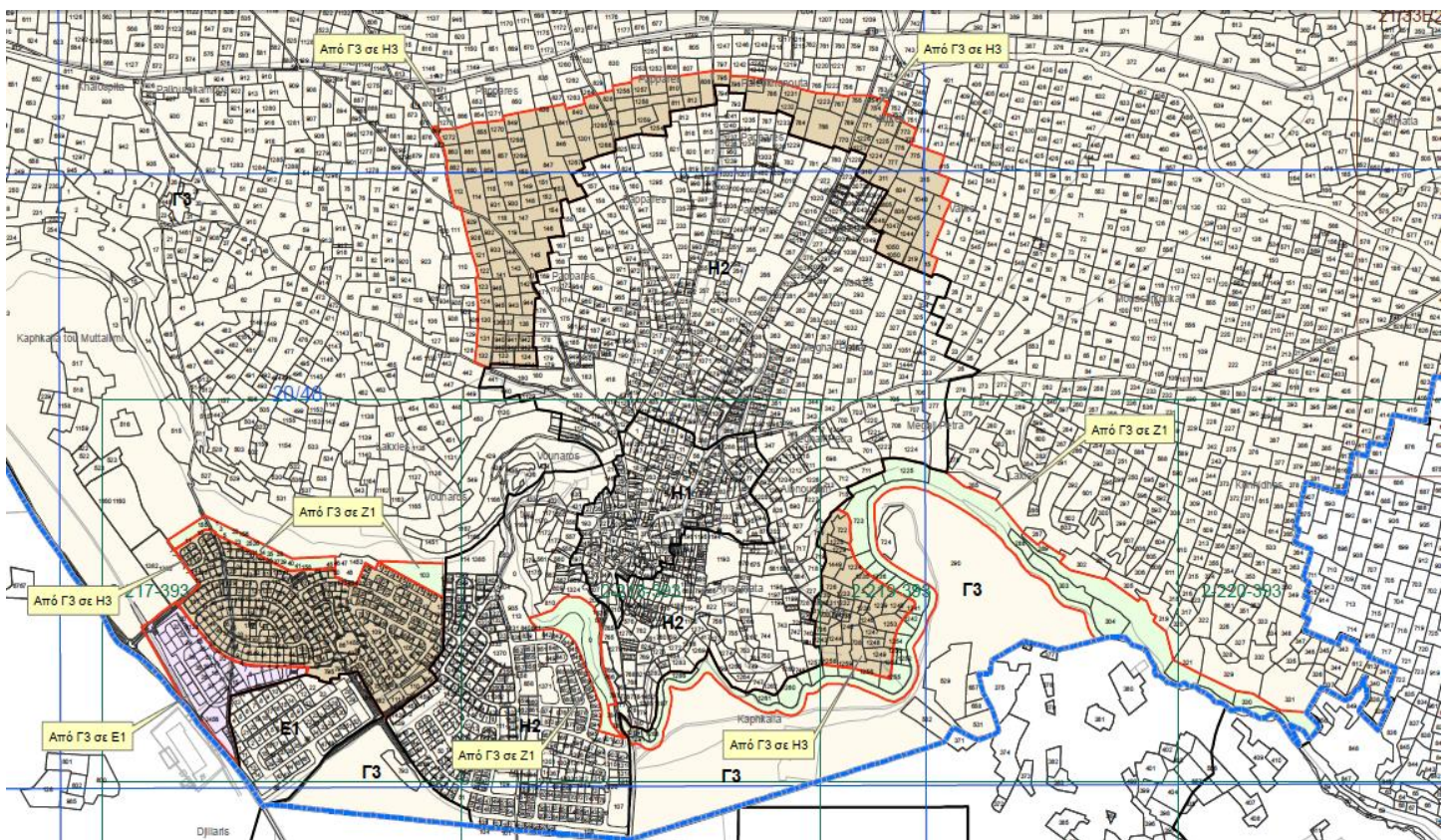
Εκτός από τους επαγγελματίες γεωργούς της κοινότητας είναι και μια άλλη ομάδα του πληθυσμού που ασχολούνται με τη γεωργία σαν δεύτερη ενασχόληση. Σημειώνεται πως έκταση που καλύπτουν οι καλλιέργειες στην κοινότητα ανέρχεται στις 100 σκάλες (0.134 km²). Στην κοινότητα καλλιεργούνται κυρίως αγκινάρες, κουνουπίδια και άλλα εποχιακά λαχανικά. Αξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι στην κοινότητα υπάρχει εγκατεστημένο αδρεύτικο δίκτυο.

2.2.3. Προοπτικές οικιστικής ανάπτυξης και πολεοδομικά δεδομένα

Κατά πάσα πιθανότητα, πρόκειται να παρατηρηθεί οικιστική ανάπτυξη στο χωριό Μάμμαρι για τους παρακάτω λόγους:

- Όπως παρατηρείται στο κεφ. 2.2.1 υπάρχει μια συνεχής αύξηση του μόνιμου πληθυσμού στην κοινότητα. Αυτό σαφώς, συνεπάγεται και αύξηση των κατοικιών όπου θα διαμένουν οι νέοι κάτοικοι
- Το χωριό Μάμμαρι όπως έχει αναφερθεί, είναι το πρώτο χωριό που συναντά κανείς εξερχόμενος από τη Λευκωσία. Η μικρή απόσταση αποτελεί πόλο έλξης για αρκετούς που θα ήθελαν να ζουν έξω από την πόλη αλλά να εργάζονται σ' αυτήν.
- Το γεγονός πως διατηρεί ακόμα το χαρακτήρα του χωριού και δεν έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από αστικές συνήθειες. Αρκετός κόσμος μόνο γι' αυτό το λόγο θα επέλεγε να κατοικήσει μόνιμα στο εν λόγω χωριό.

Οι πολεοδομικές ζώνες που επικρατούν στην κοινότητα είναι κυρίως η ζώνη Γ3 η οποία είναι ζώνη υπαίθρου και προορίζεται για γεωργική χρήση και η ζώνη Η3 που έχει επικρατούσα χρήση την κατοικία. Παρατίθεται ο χάρτης των πολεοδομικών ζωνών της κοινότητας Μάμμαρι (εικόνα 7) και ο πίνακας με τα χαρακτηριστικά της κάθε ζώνης (πίνακας 5). Επισυνάπτεται στο Παράρτημα 1 μεγαλύτερος χάρτης των πολεοδομικών ζωνών.



Εικόνα 7: Χάρτης Πολεοδομικών ζωνών της περιοχής, Πηγή: Τμήμα Πολεοδομίας και Οικίσεως

Πίνακας 5: Πίνακας προνοιών Πολεοδομικών Ζωνών,
 Πηγή: Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΝΟΙΩΝ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ				
Ζώνη	Ανώτατος Συντελεστής Δόμησης	Ανώτατος Αριθμός Ορόφων	Ανώτατο Ύψος (μέτρα)	Ανώτατο Ποσοστό Κάλυψης
H1	1,20:1	2/3	8,30/11,40	0,70:1
H2	0,90:1	2	8,30	0,50:1
H3	0,60:1	2	8,30	0,35:1
E1	0,90:1	2	-	0,50:1
Γ3	0,10:1	2	8,30	0,10:1
Z1	0,06:1	2	8,30	0,06:1
Z3	0,01:1	1	5,00	0,01:1

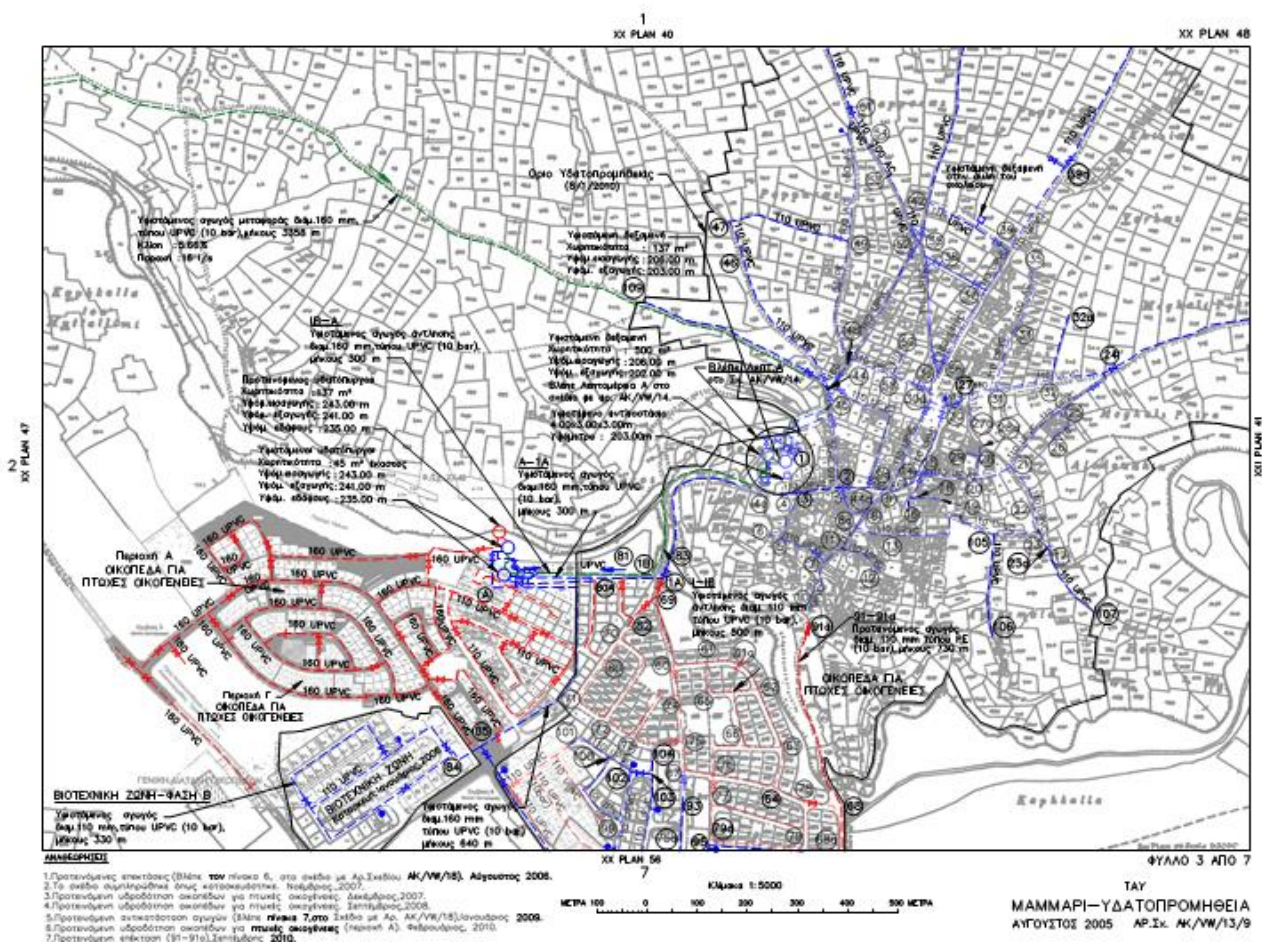
Σημειώσεις: 1. Για τις πιο πάνω Ζώνες ισχύουν επιπρόσθετα οι πρόνοιες και η πολιτική που περιέχονται στο κείμενο της Δήλωσης Πολιτικής
 2. Οι Πολεοδομικές Ζώνες είναι σχεδιασμένες στην ψηφιακή βάση του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας. Η λεπτομέρεια των Ζωνών θα πρέπει να αντιπαραβάλλεται με τα επίσημα κτηματολογικά σχέδια για σκοπούς ακρίβειας

H Ζώνες με επικρατούσα χρήση την κατοικία
 E1 Βιοτεχνική Ζώνη κατηγορίας Β'
 Γ Ζώνη Υπαίθρου
 Ζ Ζώνες Προστασίας (Αρχαιολογικοί χώροι, χώροι φυσικής καλλονής, δάση, προστατευόμενα τοπία, γεωμορφώματα, γόνιμη/αρδευόμενη γη/αναδασμός, ποταμοί-αργάκια, γεωτρήσεις κλπ.)

2.3. Υφιστάμενη Κατάσταση

2.3.1. Πηγές ύδρευσης και δίκτυο ύδρευσης

Πριν από το 2009 η υδροδότηση της κοινότητας γινόταν από τις 2 γεωτρήσεις (65/2003 και 16/2004) του Σ.Υ.Λ που βρίσκονται στην κοινότητα αλλά μετά από χημική ανάλυση το 2008 κρίθηκε ότι το νερό δεν ήταν κατάλληλο για πόση. Έτσι από το 2009 η υδροδότηση της κοινότητας γίνεται από δεξαμενή στην Έγκωμη που ανήκει στο Σ.Υ.Λ. μέσω του αγωγού που μετέφερε νερό από την Περιστερώνα στη Λευκωσία. Πρόκειται για νερό που προκύπτει από αφαλάτωση. Η δεύτερη πηγή ύδρευσης της κοινότητας γίνεται από την μια εκ των δυο γεωτρήσεων της κοινότητας στην οποία έχει τοποθετηθεί φίλτρο για την απομάκρυνση της ουσίας που έκρινε το νερό ακατάλληλο. Παρακάτω παρατίθεται ο χάρτης (εικόνα 8) με το δίκτυο ύδρευσης της κοινότητας. Στο Παράρτημα 1 επισυνάπτεται μεγαλύτερος χάρτης των πηγών και του δικτύου ύδρευσης της περιοχής



Εικόνα 8: Χάρτης πηγών και δικτύου ύδρευσης της περιοχής, Πηγή: Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων Κύπρου

2.3.1.1. Κατανάλωση νερού και κόστος

Παρατίθεται ο πίνακας (πίνακας 6) με τις μηνιαίες καταναλώσεις νερού για ύδρευση του χωριού σε m³ για την περίοδο Ιανουαρίου 2013 – Απρίλιος 2014. Από τον πίνακα φαίνεται σαφώς η αυξημένη κατανάλωση του νερού την περίοδο Μάιος – Οκτώβριος με την κατανάλωση να φτάνει τις 13000m³. Το κόστος του νερού για μια συνηθισμένη οικία ανέρχεται περίπου στα 35 € την διμηνία.

Πίνακας 6: Πίνακας κατανάλωσης νερού της κοινότητας, Πηγή: Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων

Κατάλογος κατανάλωσης ύδρευσης ανά συναλλασσόμενο																
Χρόνος 2013																
Αριθμός Παροχής	Χρήση νερού	Ιαν.	Φεβ.	Μάρ.	Απρ.	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστ.	Σεπτ.	Οκτώβ.	Νοέμβ.	Δεκ.	Σύνολο Καταν. Περιόδ.	Κατανάλ. Προηγ. Έτους	Διαφορά τρε/προηγ. Έτους
MAMMAPI		7,770	7,390	8,040	8,460	9,710	9,080	10,560	10,270	8,980	9,000	7,980	8,640	105,880	0	100%
MAMMAPI B (ΚΙΝΗΤΗ ΜΟΝΑΔΑ		390	120	1,510	1,830	1,540	3,470	2,800	2,880	0	4,550	760	30	19,880	0	100%
Σύνολα Καταναλωτή (Σύνολο παροχών: 2)		8,160	7,510	9,550	10,290	11,250	12,550	13,360	13,150	8,980	13,550	8,740	8,670	125,760	0	100%
Ανηγμένη κατανάλωση νερού		2.72	2.503	3.18333	3.43	3.75	4.1833	4.453333	4.383333	2.9933	4.51667	2.9133	2.89	41.92		
Χρόνος 2014																
Αριθμός Παροχής	Χρήση νερού	Ιαν.	Φεβ.	Μάρ.	Απρ.	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστ.	Σεπτ.	Οκτώβ.	Νοέμβ.	Δεκ.	Σύνολο Καταν. Περιόδ.	Κατανάλ. Προηγ. Έτους	Διαφορά τρε/προηγ. Έτους
MAMMAPI		8,770	8,470	7,600	7,700	0	0	0	0	0	0	0	0	32,540	0	100%
MAMMAPI B (ΚΙΝΗΤΗ ΜΟΝΑΔΑ		0	0	0	5,510	0	0	0	0	0	0	0	0	5,510	0	100%
Σύνολα Καταναλωτή (Σύνολο παροχών: 2)		8,770	8,470	7,600	13,210	0	0	0	0	0	0	0	0	38,050	0	100%
Ανηγμένη κατανάλωση νερού		2.92	2.82	2.53	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.68		

2.3.1.2. Προβλήματα με το νερό

Από χημική ανάλυση των γεωτρήσεων του Σ.Υ.Λ το 2008 παρουσιάστηκε στο νερό αρσενικό (As). Πρόκειται για χημικό στοιχείο το οποίο προέρχεται από τα υπόγεια νερά σε μορφές τρισθενές και πεντασθενές. Η τοξικότητα του αρσενικού είναι μεγάλη με αποτέλεσμα να προκαλεί ενοχλήσεις στο στομάχι και το έντερο, μειωμένη παραγωγή ερυθρών και λευκών αιμοσφαιρίων και ενοχλήσεις στους πνεύμονες. Επίσης το αρσενικό ενοχοποιείται για διάφορες μορφές καρκίνου του παγκρέατος, των νεφρών, του ήπατος, του προστάτου και του δέρματος.

2.3.2. Διαχείριση λυμάτων

Στην κοινότητα δεν υπάρχει εγκατεστημένο αποχετευτικό δίκτυο ούτε κάποια μονάδα εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων. Οι κάτοικοι έχουν όλοι στην οικία τους χώρο συλλογής λυμάτων (βόθροι). Ορισμένοι κάτοικοι έχουν ένα κοινό βόθρο στον οποίο συγκεντρώνονται τα λύματα από κουζίνα μπάνιο και αποχωρητήρια ενώ κάποιοι άλλοι έχουν δύο βόθρους, ένα για κουζίνα μπάνιο και άλλο για τα αποχωρητήρια. Από στατιστική έρευνα που έγινε στους κατοίκους προέκυψε ότι οι περισσότεροι κάτοικοι έχουν σηπτικούς – απορροφητικούς βόθρους και λίγοι έχουν συμβατικούς από οπλισμένο σκυρόδεμα ή απλώς απορροφητικούς.

2.3.2.1. Κύριες σημειακές πηγές λυμάτων στην κοινότητα.

Οι κύριες σημειακές πηγές λυμάτων της κοινότητας είναι το δημοτικό σχολείο όπου φοιτούν 185 παιδιά. Το δημοτικό σχολείο βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της κοινότητας. Επίσης εντός του δημοτικού λειτουργεί και προδημοτική όπου φοιτούν 26 παιδιά.

Άλλη σημαντική πηγή λυμάτων της κοινότητας είναι το σωματείο της τοπικής ομάδας ποδοσφαίρου «Ροτισίδης» το οποίο βρίσκεται περίπου στο κέντρο του χωριού. Στο σωματείο πηγαίνουν οι κάτοικοι του χωριού καθημερινά για ψυχαγωγία. Το σωματείο δέχεται ημερησίως περίπου 50 ανθρώπους.

Στην κοινότητα λειτουργεί από το 2012 το εστιατόριο «Πλατεία» και βρίσκεται στην κεντρική πλατεία της κοινότητας. Το συγκεκριμένο εστιατόριο μπορεί να δεχθεί 50 άτομα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο εστιατόριο δέχεται μεγάλο αριθμό επισκεπτών από την Λευκωσία λόγω της καλής ποιότητας υπηρεσιών και προϊόντων που προσφέρει.

Επίσης σημαντική πηγή λυμάτων στην κοινότητα αποτελεί και η βιοτεχνική περιοχή που βρίσκεται στην νοτιοδυτική πλευρά των ορίων της κοινότητας. Στην βιοτεχνική περιοχή της κοινότητας υπάρχουν εργοστάσια. Τα πλείστα από αυτά λειτουργούν σαν γκαράζ και φανοποιεία αυτοκινήτων ενώ υπάρχει ένα εργοστάσιο μεταλλικών κατασκευών και ένα κηροποιείο.

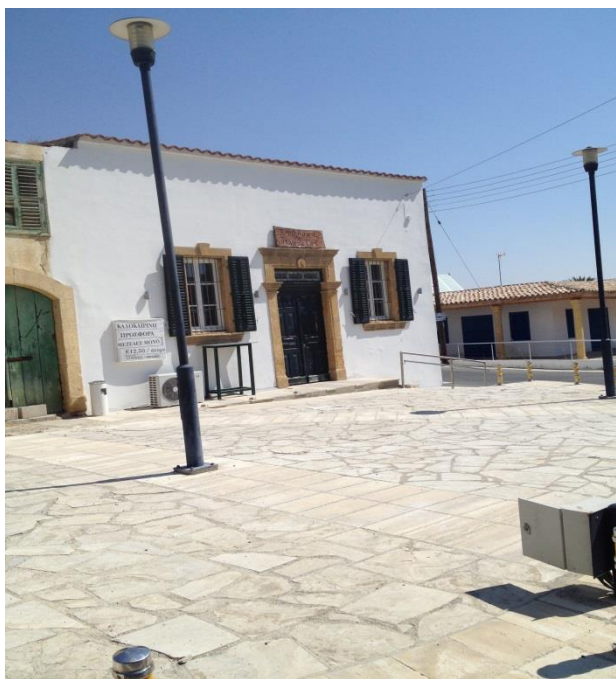
Παρακάτω παρατίθενται εικόνες για τις κύριες σημειακές πηγές λυμάτων που προαναφέρθηκαν



Εικόνα 10: Δημοτικό σχολείο Μάμμαρι



Εικόνα 9: Σωματείο Ροτσιδης Μάμμαρι



Εικόνα 11: Εστιατόριο η «Η Πλατεία»



Εικόνα 12: Βιοτεχνική ζώνη Μάμμαρι

2.3.2.2. Προβλήματα με την διαχείριση των λυμάτων

Όπως ήταν αναμενόμενο επειδή δεν υπάρχει κάποιο σύστημα διαχείρισης των λυμάτων σε επίπεδο κοινότητας αλλά σε επίπεδο οικίας παρουσιάζονται προβλήματα με τα λύματα. Από έρευνα που έγινε στους κατοίκους προέκυψε ότι τα συνήθη προβλήματα που παρουσιάζονται είναι οι υπερχειλίσσεις των βόθρων και οι δυσοσμίες που προκαλούν τα λύματα. Επίσης έγινε αναφορά από ορισμένους κατοίκους οι οποίοι έχουν γεώτρηση στην οικία τους ότι όταν αντλούν νερό για μεγάλη διάρκεια το νερό μυρίζει. Αυτό είναι αποτέλεσμα της διεύδυσης των λυμάτων στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

2.3.3. Έρευνα κοινής γνώμης

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής έχει διανεμηθεί σε κατοίκους της κοινότητας ερωτηματολόγιο (Παράρτημα 2) για να απαντήσουν κατά πόσο είναι σύμφωνοι με την ιδέα κατασκευής μια εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων στην κοινότητα. Στο Παράρτημα 2 επισυνάπτονται επίσης σε πίνακα, αναλυτικά, τα αποτελέσματα της έρευνας που έγινε. Παρακάτω γίνεται μια περιγραφή των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου όπως επίσης και κάποιες παρατηρήσεις.

Σε γενικές γραμμές οι περισσότεροι είναι ικανοποιημένοι με τον τρόπο διαχείρισης των λυμάτων στην κοινότητα. Λίγοι είναι αυτοί που παρατηρούν προβλήματα δυσοσμίας και υπερχειλίσσης. Στην κοινότητα, οι περισσότεροι κάτοικοι έχουν εγκατεστημένους σηπτικούς-απορροφητικούς βόθρους ενώ πολύ λίγοι χρειάστηκε να αδειάσουν τον βόθρο τους έστω μια φορά, άρα το κόστος για την διαχείριση των λυμάτων τους είναι από μικρό έως μηδενικό. Παρόλα αυτά φαίνονται ευαισθητοποιημένοι και κατανοούν το πόσο αντιοικολογική φέρεται να είναι η υφιστάμενη κατάσταση. Παρουσιάζονται έτσι, θετικοί στην δημιουργία μιας Ε.Ε.Λ. στην κοινότητα.

Στην κοινότητα υπάρχει εγκατεστημένο αρδευτικό δίκτυο το οποίο χρησιμοποιούν οι αγρότες. Πληρώνουν πάγιο 10 € ανά διμηνία και επιπλέον πληρώνουν 0.40 €/tn που αντλούν από το δίκτυο. Οι περισσότεροι απ' αυτούς καλλιεργούν εποχιακά (αγκινάρες, κουνουπίδια) και χρησιμοποιούν κυρίως την μέθοδο στάγδην (άρδευση με σταγόνες). Στην ερώτηση αν θα χρησιμοποιούσαν τα επεξεργασμένα λύματα όλοι ήταν θετικοί γιατί αφενός είναι πιο φθηνό το νερό από επεξεργασμένα λύματα (0.07 €/tn) και αφετέρου λόγω του προβλήματος που παρουσιάστηκε στο νερό της κοινότητας (ύπαρξη αρσενικού), που προκαλεί ζημιές στις καλλιέργειες τους.

Οι περισσότεροι κάτοικοι της κοινότητας είναι απόφοιτοι Λυκείου, ενώ το τι είναι γκρίζο νερό γνώριζαν ελάχιστοι από τους αποφοίτους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Κανένας από τους ερωτηθέντες δεν είχε σύστημα συλλογής βρόχινου νερού στην οικία του. Οι μισοί περίπου είναι εξοικειωμένοι με την έννοια επαναχρησιμοποίηση λυμάτων.

Η κατανάλωση του νερού είναι αυξημένη κατά την διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου με ποσοστό να κυμαίνεται από 110-150%. Ο λόγος της αυξημένης κατανάλωσης αυτή την περίοδο ήταν οι μεγαλύτερες ανάγκες νερού των φυτών και δέντρων που έχουν στις οικίες τους.

Τέλος οι μισοί περίπου από τους ερωτήσαντες γνώριζαν τι είναι η Ε.Ε.Λ. (την έννοια) αλλά δεν γνώριζαν πως λειτουργεί.

2.3.4. Υπολογισμός παροχών

Με την έρευνα της κοινής γνώμης που έγινε στην κοινότητα και από στοιχεία που λήφθηκαν από το εστιατόριο και το σωματείο της κοινότητας προέκυψε ο αριθμός των διερχόμενων στην κοινότητα ανά έτος και ανέρχεται στους 600. Για την αντιστοιχία τους σε ισοδύναμο εποχιακό πληθυσμό έγινε η παραδοχή ότι 4 διερχόμενοι αντιστοιχούν σε 1 διανυκτερεύοντα κάτοικο.

Λόγω του ότι η κοινότητα δεν βρίσκεται κοντά σε θάλασσα ή βουνό δεν αποτελεί πόλος έλξης για τουρίστες άρα δεν υπάρχει εποχιακός πληθυσμός. Από αυτό προκύπτει ότι δεν θα υπάρχει κάποια μεταβολή όσο αφορά την παραγωγή λυμάτων για το καλοκαίρι σε σχέση με τον χειμώνα.

Έχοντας πλέον δεδομένο τον μόνιμο πληθυσμό της κοινότητας και τους διερχόμενους μπορεί να υπολογιστεί ο ισοδύναμος πληθυσμός της κοινότητας ο οποίος είναι 3150.

Υπάρχουν 4 είδη παροχών. Η μέση ημερήσια (Q_o), η μέγιστη ημερήσια (Q_H), η μέγιστη ωριαία παροχή ή παροχή αιχμής ($Q_{αυχ}$) και η ελάχιστη ημερήσια παροχή (Q_{min}).

Παραδοχή ότι η παραγωγή λυμάτων αντιστοιχεί σε 200 L ανά ισοδύναμο κάτοικο ανά ημέρα.

Από την πιο πάνω παραδοχή προκύπτει ότι η μέση ημερήσια παροχή (Q_o) ισούται με 630 m³/d

Η μέγιστη ημερήσια παροχή (Q_H) προκύπτει από τον τύπο:

$$Q_H = \lambda_H * Q_o \quad (2.3)$$

ενώ η ελάχιστη ημερήσια παροχή (Q_{min}) από τον τύπο:

$$Q_{min} = Q_o / \lambda_H \quad (2.4)$$

Όπου λ_H είναι ο συντελεστής ημερήσιας αιχμής και λαμβάνεται ίσος με 1.5

Η μέγιστη ωριαία παροχή ή παροχή αιχμής ($Q_{αιχ}$) προκύπτει από τον τύπο:

$$Q_{αιχ} = P * Q_H \quad (2.5)$$

Όπου P είναι ο συντελεστής στιγμιαίας αιχμής και λαμβάνεται ίσος με 2

Παρατίθεται ο συγκεντρωτικός πίνακας παροχών.

Πίνακας 7: Πίνακας Παροχών

Είδος Παροχής	
Μέση ημερήσια παροχή (Q_0)	630 m ³ /d
Μέγιστη ημερήσια παροχή (Q_H)	945 m ³ /d
Μέγιστη ωριαία παροχή ($Q_{αιχ}$)	21.87 L/sec
Ελάχιστη ημερήσια παροχή (Q_{min})	420 m ³ /d

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΥΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥΣ

3.1. Γενικές αρχές λειτουργίας μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων

Ο σκοπός της Ε.Ε.Λ. είναι ουσιαστικά η απομάκρυνση, η εξουδετέρωση ή κατάλληλη τροποποίηση των επιβλαβών χαρακτηριστικών των λυμάτων. Με την Ε.Ε.Λ ελαχιστοποιούνται ή ακόμα μπορεί και να εκλείψουν οι δυσμενείς επιπτώσεις που προκαλούν αυτά τα χαρακτηριστικά στον τελικό αποδέκτη είτε αυτός είναι το έδαφος είτε τα επιφανειακά νερά (ποτάμι, θάλασσα) . Οι Ε.Ε.Λ. μπορεί να είναι είτε σε συνδυασμό με δίκτυο αποχέτευσης είτε ιδιωτικά συστήματα χωρίς δίκτυο αποχέτευσης.

3.1.1. Προεπεξεργασία

Προεπεξεργασία είναι το σύνολο των διεργασιών που έχουν ως στόχο να απομακρύνουν από τα λύματα υλικά τα οποία επιπλέον ή βρίσκονται σε αιώρηση. Τα υλικά αυτά με το μέγεθος ή τα χαρακτηριστικά τους εγκυμονούν κινδύνους έμφραξης αγωγών, καταστροφής του μηχανολογικού εξοπλισμού (αντλίες) και δυσλειτουργίας των μονάδων επεξεργασίας που ακολουθούν. Οι μονάδες που εντάσσονται στην προεπεξεργασία είναι αυτή της εσχάρωσης της εξάμωσης και της απολίπανσης. Με την προεπεξεργασία γίνεται απομάκρυνση στερεών αποβλήτων 2-5 cm (π.χ. ξύλα, φύλλα, πλαστικά), απομάκρυνση άμμου, επιπλεόντων στερεών και λιπών.

3.1.2. Πρωτοβάθμια επεξεργασία

Η πρωτοβάθμια επεξεργασία είναι ο μηχανικός καθαρισμός. Συνήθως γίνεται με μια δεξαμενή καθίζησης, κυκλική ή ορθογωνική, στην οποία επικρατούν συνθήκες ηρεμίας. Με την δεξαμενή καθίζησης επιτυγχάνεται η απομάκρυνση σε ποσοστό 50-65% των αιωρούμενων σωματιδίων που βρίσκονται στα ανεπεξέργαστα λύματα. Επιπλέον μέρος των οργανικών ενώσεων βρίσκεται σε σωματιδιακή μορφή επομένως με την απομάκρυνση των αιρούμενων σωματιδίων επιτυγχάνεται απομάκρυνση οργανικού φορτίου (BOD) που κυμαίνεται σε ποσοστό 25-40%. Τέλος με την πρωτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνονται τα εναπομείναντα από την προεπεξεργασία επιπλέοντα στερεά όπως λίπη και λάδια. Για μικρούς οικισμούς, όπου η παροχή είναι μικρή, δεν χρειάζεται πρωτοβάθμια επεξεργασία.

3.1.3. Δευτεροβάθμια επεξεργασία

Δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι το σημαντικότερο στάδιο μιας Ε.Ε.Λ. Η δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι ο βιολογικός καθαρισμός. Συνήθως γίνεται με σύστημα ενεργού ιλύος.

Κατά το βιολογικό καθαρισμό γίνεται αρχικά η απομάκρυνση της οργανικής ύλης των λυμάτων από τους μικροοργανισμούς και ακολούθως γίνεται ο διαχωρισμός των στερεών από τα επεξεργασμένα πλέον λύματα. Ο βαθμός απομάκρυνσης της οργανικής ύλης και των στερεών μπορεί να φτάσει μέχρι και ποσοστό 95%. Εάν η Ε.Ε.Λ. λειτουργεί σωστά με τον συνδυασμό πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, τα βιολογικά επεξεργασμένα λύματα μπορούν να διατεθούν στους φυσικούς αποδέκτες ή να χρησιμοποιηθούν για άρδευση των λυμάτων.

3.1.4. Τριτοβάθμια επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι ο χημικός καθαρισμός των λυμάτων. Πρόκειται για την δαπανηρότερη διαδικασία μιας Ε.Ε.Λ. Η τριτοβάθμια επεξεργασία απαιτείται όταν το επεξεργασμένο υγρό από την δευτεροβάθμια επεξεργασία προορίζεται για επαναχρησιμοποίηση (άρδευση καλλιεργειών) ή υπάρχει θέμα ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα. Με την τριτοβάθμια επεξεργασία επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των ρυπαντικών φορτίων που δεν απομακρύνθηκαν από τις προηγούμενες επεξεργασίες.

3.2. Εναλλακτικά συστήματα επεξεργασίας

3.2.1. Συστήματα ενεργού ιλύος

3.2.1.1. Συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος.

Είναι ευρέως χρησιμοποιημένο λόγω της ευελιξίας του. Το συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος αποτελείται από τον βιολογικό αντιδραστήρα, την μονάδα τελικής καθίζησης (συνήθως κυκλική δεξαμενή), τη διάταξη επανακυκλοφορίας της ιλύος και την διάταξη απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος.

Επιπλέον μπορεί να περιλαμβάνει και πρωτοβάθμια καθίζηση. Με την χρήση της πρωτοβάθμιας καθίζησης απομακρύνεται μέρος του οργανικού φορτίου (25-40% BOD) άρα απαιτείται μικρότερος όγκος του βιολογικού αντιδραστήρα. Επίσης με την πρωτοβάθμια γίνεται απομάκρυνση της τάξης του 40-70% των αιρούμενων στερεών που υπάρχουν στα λύματα. Με την χρήση της όμως η λάσπη που παράγεται δεν είναι σταθεροποιημένη γεγονός που για να εγκατασταθεί πρωτοβάθμια καθίζηση σε σύστημα ενεργού ιλύος συνήθως προϋποθέτει ότι ούτε η βιολογική λάσπη (παραγόμενη λάσπη μετά την βιολογική επεξεργασία) είναι σταθεροποιημένη και θα χρειαστεί περαιτέρω επεξεργασία της λάσπης στην συνέχεια.

Στην αερόβια δεξαμενή επιτυγχάνεται η απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα. Τα λύματα αφού εισέλθουν στην αερόβια δεξαμενή έρχονται σε επαφή με μείγμα μικροοργανισμών, οργανικών και ανόργανων ενώσεων. Με την βοήθεια των εξωκυτταρικών υδρολυτικών ενζύμων οι σωματιδιακές οργανικές ενώσεις υφίστανται υδρόλυση. Τα προϊόντα της υδρόλυσης μαζί με τις διαλυτές οργανικές ενώσεις με την βοήθεια ειδικών ενζύμων διαπερνούν την περικυτταρική μεμβράνη των μικροοργανισμών και γίνονται οι βιοχημικές διεργασίες που έχουν ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση τους από τα λύματα. Η τροφοδοσία του οξυγόνου στο ανάμικτο υγρό γίνεται με την βοήθεια φυσητήρων – διαχυτών.

Με την αερόβια δεξαμενή εκτός από την απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα επιτυγχάνεται μερική ή πλήρης νιτροποίηση των λυμάτων άσχετα από τον χρόνο παραμονής των στερεών στην δεξαμενή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση της ιλύς στην δεξαμενή τελικής καθίζησης. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος συνιστάται η προσθήκη δεξαμενής στην οποία θα επικρατούν ανοξικές συνθήκες έτσι ώστε να γίνεται απονιτροποίηση. Το όφελος της απονιτροποίησης είναι διπλό αφενός γιατί επιτυγχάνεται η μείωση της κατανάλωσης του απαιτούμενου οξυγόνου (50% που χρειάζεται για τη νιτροποίηση) και αφετέρου επιτυγχάνεται απομάκρυνση του αζώτου ούτως ώστε να είναι εντός των ορίων που ορίζει ο νόμος για την συγκέντρωση αζώτου.

Για να είναι εντός των ορίων η συγκέντρωση του φωσφόρου μπορεί ενδεχομένως να χρειαστεί και αναερόβια δεξαμενή. Με την αναερόβια δεξαμενή αποφεύγονται φαινόμενα κακής

καθιζισιμότητας καθώς οι αντιδραστήρες περιορίζουν την ανάπτυξη νηματοειδών μικροοργανισμών που ευθύνονται για το πιο πάνω φαινόμενο.

Το συμβατικό σύστημα ενεργού υλός εκτός από τον υψηλό βαθμό απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου στα θετικά συγκαταλέγεται και το γεγονός ότι δεν είναι απαραίτητη η προεπεξεργασία και δεν έχει τις μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση που έχει το σύστημα παρατεταμένου αερισμού. Αρνητικό του συγκεκριμένου συστήματος είναι το μεγάλο κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος, αφού χρειάζεται ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που κοστίζει και εξειδικευμένο προσωπικό. Τέλος χρειάζεται μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις.

3.2.1.2. Σύστημα παρατεταμένου αερισμού.

Το συγκεκριμένο σύστημα βασίζεται στις αρχές του συμβατικού συστήματος. Αποτελείται ομοίως από τις μονάδες που συντελούν το συμβατικό σύστημα. Η διαφορά με το συμβατικό σύστημα είναι ότι κατά κανόνα δεν χρειάζεται πρωτοβάθμια καθίζηση.

Το σύστημα παρατεταμένου αερισμού λειτουργεί σε υψηλές τιμές χρόνου παραμονής στερεών, δηλαδή σε χαμηλή οργανική φόρτιση που έχει ως αποτέλεσμα την μικρή παραγωγή περίσσειας υλός. Η υλός αυτή είναι σταθεροποιημένη άρα δεν χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία παρά μόνο της αφυδάτωσης, για την μείωση του όγκου της, λίγο πριν την διάθεση της.

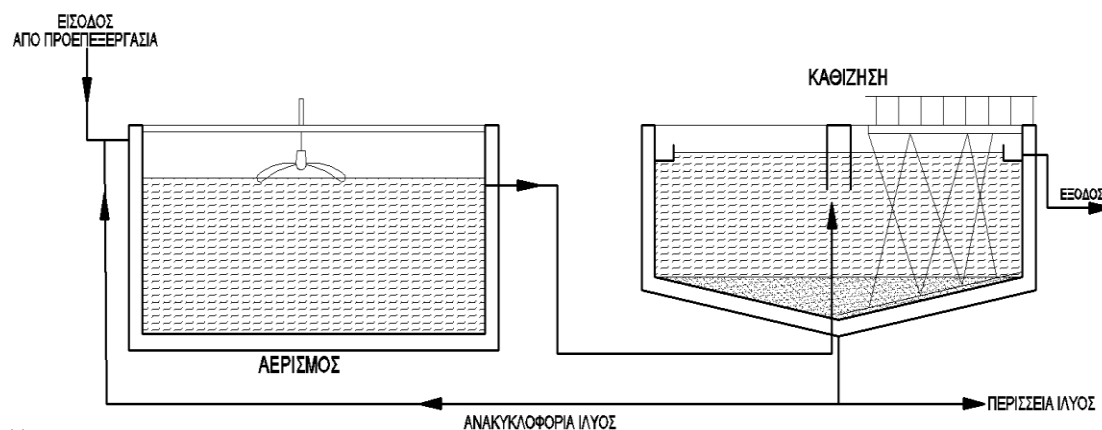
Ο αερισμός γίνεται είτε με υποβρύχια διάθεση είτε με επιφανειακούς αεριστήρες. Λόγω του μεγάλου χρόνου παραμονής των στερεών επιτυγχάνεται η νιτροποίηση των λυμάτων, ενώ με την τοποθέτηση δεξαμενής με ανοξικές συνθήκες επιτυγχάνεται η απονιτροποίηση. Η ανακυκλοφορία του νιτροποιημένου υγρού στην ανοξική δεξαμενή επιτυγχάνεται με άντληση του ανάμικτου υγρού στην έξοδο της δεξαμενής αερισμού.

Παραλλαγή του συστήματος αυτού αποτελεί η οξειδωτική τάφρος. Ο βιολογικός αντιδραστήρας διαμορφώνεται από κλειστή τάφρο ορθογωνικής ή τραπεζοειδούς διατομής.

Για την σωστή κυκλοφορία του ανάμικτου υγρού με ικανή ταχύτητα και για τον αερισμό της οξειδωτικής τάφρου χρησιμοποιούνται μηχανικοί αεριστήρες με οριζόντιους άξονες τύπου βούρτσας ή κατακόρυφου άξονα με ειδικό σχεδιασμό. Επίσης μερικές φορές χρησιμοποιούνται προωθητήρες ροής επικουρικά των επιφανειακών αεριστήρων για την υποβοήθηση της κυκλοφορίας του ανάμικτου υγρού. Είναι δυνατή και η χρησιμοποίηση της υποβρύχιας διάχυσης για τον αερισμό των λυμάτων στην οξειδωτική τάφρο, ωστόσο στην περίπτωση αυτή κρίνεται αναγκαία η χρήση προωθητήρων ροής για τη εξασφάλιση της απαιτούμενης κυκλοφορίας.

Τέλος στην οξειδωτική τάφρο με κατάλληλη ρύθμιση της λειτουργίας δημιουργείται ανοξική ζώνη έτσι ώστε να επιτευχθεί η απονιτροποίηση.

Το συγκεκριμένο σύστημα σε αντίθεση με το συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος έχει μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση. Όσο αφορά το κόστος, την ενεργειακή κατανάλωση και την ανάγκη προεπεξεργασίας ισχύουν τα ίδια με αυτά του συμβατικού συστήματος ενεργού ιλύος.



Εικόνα 13: Τυπική διάταξη συστήματος παρατεταμένου αερισμού, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.1.3. Αντιδραστήρας ενεργού ιλύος ρευστοποιημένης κλίνης.

Το σύστημα αυτό αποτελεί παραλλαγή του συστήματος ενεργού ιλύος αφού γίνεται ταυτόχρονη σταθεροποίηση της περίσσειας ιλύς και απομάκρυνση των θρεπτικών. Στο σύστημα αυτό δεν απαιτούνται ανεξάρτητες δεξαμενές καθίζησης γιατί η διάλυση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται εντός του βιολογικού αντιδραστήρα με κατάλληλο διαχωρισμό του αντιδραστήρα. Ο αντιδραστήρας είναι υψηλής συγκέντρωσης σε βιομάζα (>4000mg/l) η οποία βρίσκεται σε αιώρηση. Οι διεργασίες που πραγματοποιούνται στον αντιδραστήρα είναι η οξείδωση του οργανικού φορτίου η νιτροποίηση και η απονιτροποίηση των αζωτούχων ενώσεων και επιτυγχάνονται με κατάλληλη διάταξη και διαχωρισμό του αντιδραστήρα σε διαμερίσματα.

Στο σύστημα αυτό δεν απαιτείται ανεξάρτητο αντλιοστάσιο για την ανακυκλοφορία του νιτροποιημένου υγρού αφού η ανακυκλοφορία εξασφαλίζεται από την συνεχή ανακυκλοφορία μεταξύ της ζώνης αερισμού και της ανοξικής ζώνης (απονιτροποίηση).

Η αιωρούμενη βιομάζα που βρίσκεται στον βιολογικό αντιδραστήρα βοηθά στην επαφή των λυμάτων με τους μικροοργανισμούς και επίσης λειτουργεί σαν φίλτρο παρέχοντας έτσι

εξαιρετική διάλυση των επεξεργασμένων λυμάτων. Για την σωστή λειτουργία αλλά και για εξοικονόμηση ενέργειας του αντιδραστήρα στις περιπτώσεις μεγάλων διακυμάνσεων, κατασκευάζεται δεξαμενή εξισορρόπησης των λυμάτων πριν την είσοδο τους στον βιολογικό αντιδραστήρα.

Η λειτουργία του συστήματος αυτού είναι η εξής: Τα λύματα οδηγούνται αρχικά στην ζώνη αερισμού στην οποία εισάγεται με διάχυση αέρας άρα κατά συνέπεια μεταφορά του οξυγόνου στο μείγμα λυμάτων – ενεργού ιλύος. Στη δεξαμενή αερισμού υπάρχει ελεύθερη ζώνη απαερισμού (μεγάλη κατανάλωση οξυγόνου) έτσι ώστε να επικρατούν ανοξικές συνθήκες στην ζώνη της βιομάζας άρα να επιτυγχάνεται η απονιτροποίηση. Ακολούθως το μείγμα οδηγείται στις δεξαμενές αιώρησης της βιομάζας. Εντός της ζώνης βιομάζας γίνεται αποδοτικά η διάλυση μετά από κατάλληλη διαμόρφωση. Τέλος τα επεξεργασμένα λύματα εξέρχονται από την ζώνη βιομάζας και συγκεντρώνονται σε συλλέκτη και απομακρύνονται από το σύστημα πλέον απαλλαγμένα από τα στερεά.

Η απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται εντός του βιολογικού αντιδραστήρα με εξαίρεση την περίπτωση που απαιτείται υψηλός βαθμός απομάκρυνσης όπου τοποθετείται επιπλέον σύστημα χημικής κροκίδωσης.

Η διαφορά με τα κλασσικά συστήματα με δεξαμενές καθίζησης είναι ότι η βιομάζα δεν απομακρύνεται από τον βιολογικό αντιδραστήρα αλλά παραμένει σε αιώρηση, έτσι εξασφαλίζεται υψηλή απόδοση επεξεργασίας και μείωση οργανικού φορτίου με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας λόγω των σταθερών ρυθμών των βιολογικών διεργασιών. Στο σύστημα δημιουργείται μια σταθερή ανακυκλοφορία μεταξύ δεξαμενής αερισμού και των ζωνών βιομάζας για να εξασφαλιστεί η νιτροποίηση και απονιτροποίηση, περνώντας τα λύματα από αερόβιες σε ανοξικές συνθήκες και αντίστροφα.

Ο αντιδραστήρας ενεργού ιλύος ρευστοποιημένης κλίνης χρειάζεται μικρότερες απαιτήσεις έκτασης από τα δύο προηγούμενα συστήματα. Το κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος είναι και σ' αυτό το σύστημα μεγάλο όπως και οι ενεργειακές του απαιτήσεις, για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα συστήματα. Ούτε σ' αυτό το σύστημα δεν υπάρχει ανάγκη προεπεξεργασίας και ο βαθμός απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου είναι υψηλός.

3.2.1.4. Αντιδραστήρας εναλλασσόμενων λειτουργιών (SBR).

Το σύστημα αυτό είναι κατάλληλο για μικρούς οικισμούς λόγω της απλότητας του και της ικανότητας του να προσαρμόζεται στις μεγάλες διακυμάνσεις παροχών. Σε κοινή δεξαμενή γίνονται οι λειτουργίες του βιολογικού αντιδραστήρα και της δεξαμενής καθίζησης. Ο κύκλος λειτουργίας του συστήματος αυτού χωρίζεται σε 4 φάσεις. Είναι η φάση εισροής, η φάση αντιδράσεων (βιολογικός αντιδραστήρας), η φάση καθίζησης και η φάση εκκένωσης.

Κατά την φάση I τα λύματα εισέρχονται στην δεξαμενή για επεξεργασία. Η φάση αυτή μπορεί επιπλέον να συνδυαστεί και με την επίτευξη των βιοχημικών διεργασιών νιτροποίησης και απονιτροποίησης, θέτοντας σε λειτουργία το σύστημα αερισμού (αερόβιες συνθήκες) και σύστημα ανάμιξης (ανοξικές συνθήκες) αντίστοιχα. Ακολουθεί η φάση II κατά την οποία αποκαθίστανται ανάλογα με τις απαιτήσεις επεξεργασίας, αναερόβιες, αερόβιες και ανοξικές συνθήκες, ενεργοποιώντας και απενεργοποιώντας τα συστήματα αερισμού και ανάμιξης. Στην φάση καθίζησης απενεργοποιούνται τα συστήματα αερισμού και ανάμιξης και επικρατούν συνθήκες ηρεμίας με αποτέλεσμα την καθίζηση των καθιζήσιμων στερεών στον πυθμένα της δεξαμενής. Στη τελευταία φάση (φάση IV) γίνεται η εκκένωση. Απομακρύνονται υπό συνθήκες ηρεμίας τα επεξεργασμένα λύματα και η περίσσεια ιλύς, με σταθερή παροχή με την βοήθεια τηλεσκοπικής δικλείδας ή με υπερχειλιστή εκροής.

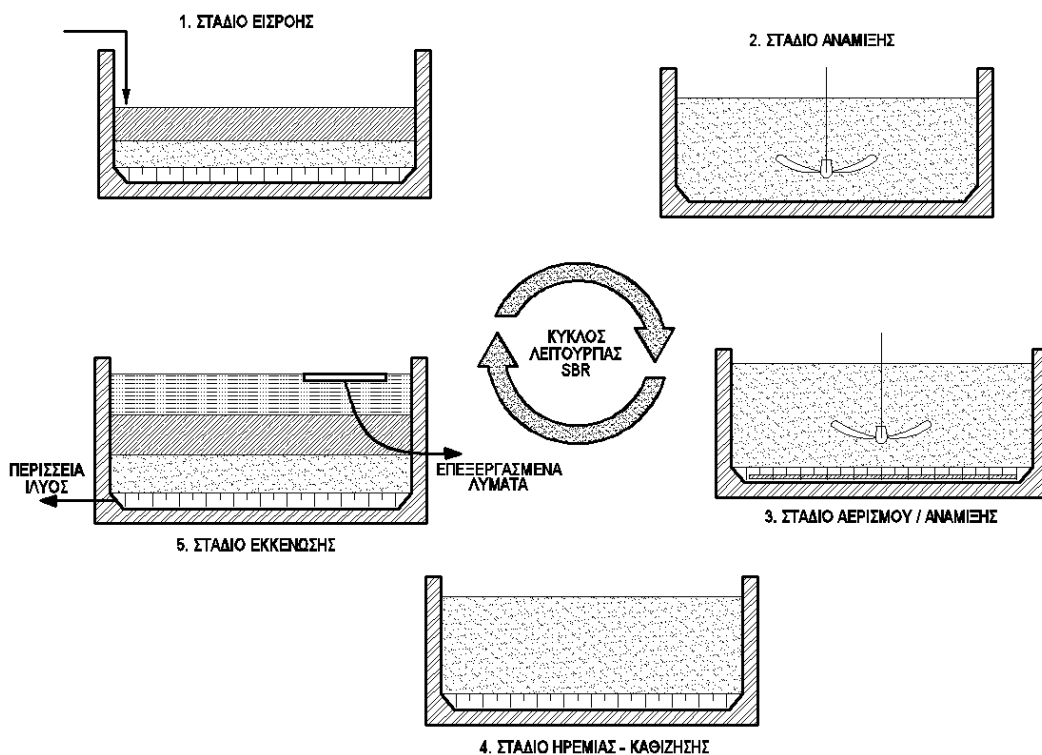
Λόγω του ότι επιθυμία είναι η σταθεροποίηση της λάσπης, για να μην χρειαστεί περαιτέρω επεξεργασία (χώνευση) απαιτείται ένας χρόνος παραμονής στον αντιδραστήρα, κατά την φάση της καθίζησης, της μιας ώρας.

Σε συστήματα SBR η καθίζηση της ιλύος είναι πολύ ικανοποιητική με συγκεντρώσεις στερεών της τάξης των 10000 mg/l. Η φάση εκροής πρέπει να είναι περιορισμένης διάρκειας για να αποφεύγονται προβλήματα νηματοειδούς διόγκωσης.

Για τον αερισμό χρησιμοποιούνται διαχυτές αέρα και σπάνια μηχανικοί αεριστήρες. Για να μην εισέρχεται αφρός στο σύστημα εκκένωσης το στόμιο ή ο υπερχειλιστής εκροής περιβάλλονται από κατάλληλο διάφραγμα.

Το συγκεκριμένο σύστημα χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου, ο οποίος μπορεί να ξεπεράσει και το 95%. Οι βαθμοί απομάκρυνσης φωσφόρου και αζώτου διαφέρουν, λόγω των διαφορών εναλλαγών των επιμέρους φάσεων, και εμπειρικά είναι της τάξης του 70 - 80%.

Λόγω του ότι σε κοινή δεξαμενή γίνονται όλες οι λειτουργίες η απαιτούμενη έκταση είναι μικρή, ωστόσο το κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος παραμένει μεγάλο. Ανάγκη προεπεξεργασίας δεν κρίνεται αναγκαία.



Εικόνα 14: Κύκλος λειτουργίας συστήματος SBR, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.1.5: Αντιδραστήρας αιωρούμενου βιοφίλμ (MBBR).

Πρωτοεμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και έχει εξελιχθεί σε σύγχρονο σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με πολλές εφαρμογές σε πολλές χώρες στον κόσμο. Ο βιολογικός αντιδραστήρας της συγκεκριμένης μεθόδου πληρώνεται με βιοφίλμ που αναπτύσσεται στο ειδικό υλικό (βιοφορείς) όπου γίνεται και η βιολογική επεξεργασία. Επίσης η βιολογική επεξεργασία γίνεται και στο υπό αιώρηση ανάμικτο υγρό.

Το σύστημα MBBR συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των συστημάτων προσκολλημένης βιομάζας και των συστημάτων αιωρούμενης βιομάζας. Δεν απαιτείται ανακυκλοφορία της ιλύς και χρησιμοποιεί όλο τον όγκο του βιολογικού αντιδραστήρα. Επιπλέον παράγεται μικρή ποσότητα ιλύς επειδή ο μικροβιακός πληθυσμός αναπτύσσεται κυρίως στο πληρωτικό υλικό και όχι στο ανάμικτο. Η κατανάλωση ενέργειας είναι μειωμένη σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα λόγω απουσίας της ανακυκλοφορίας της ιλύς και των υψηλών ρυθμών αντίδρασης. Επίσης ο όγκος των βιολογικών αντιδραστήρων είναι περιορισμένος λόγω της μεγάλης ειδικής επιφάνειας που καταλαμβάνει το πληρωτικό υλικό. Το σύστημα MBBR μπορεί να αντεπεξέλθει απότομες αυξομειώσεις του υδραυλικού φορτίου με την κατάλληλη προσθήκη πληρωτικών υλικών και

παρουσιάζει ευελιξία στις μεγάλες απαιτήσεις δυναμικότητας με την αύξηση του ποσοστού πλήρωσης.

Η μέθοδος MBBR μπορεί επίσης να συνδυαστεί με την δοκιμή ανακυκλοφορίας ιλύος έτσι δημιουργείται η διεργασία MBBR – IFAS με αποτέλεσμα την αποδοτικότερη και καλύτερη ποιότητα εκροής αφού βελτιώνεται η καθιζησιμότητα της περίσσειας ιλύς.

Για να επιτευχθούν τα πιο πάνω χαρακτηριστικά ο βιολογικός αντιδραστήρας γεμίζεται με πληρωτικό υλικό που παίζει τον ρόλο του φορέα ανάπτυξης (βιοφορείς) και κινείται μαζί με τα λύματα. Με την κίνηση αυτή επιτυγχάνεται αερισμός στους αερόβιους αντιδραστήρες και ανάμιξη στους ανοξικούς αντιδραστήρες. Το πληρωτικό υλικό αποτελείται είτε από πολυαιθυλένιο είτε από πολυπροπυλένιο σε σχήμα μικρών κυλίνδρων με πυκνότητα ελάχιστα μεγαλύτερη από την πυκνότητα του νερού.

Ο ρυθμός πλήρωσης των βιοφορέων κυμαίνεται από 10 – 65% ανάλογα με την εφαρμογή. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται στους βιοφορείς. Εκεί οι μικροοργανισμοί είναι προστατευμένοι άρα η διεργασία επιτυγχάνεται ακόμη και σε απότομες μεταβολές και ακραία φορτία. Με τους αιωρούμενους βιοφορείς οι μικροοργανισμοί στο βιοφίλμ είναι αποδοτικοί. Η ενεργή βιομάζα που αναπτύσσεται είναι αυτορυθμιζόμενη και εξαρτάται από τον υδραυλικό χρόνο παραμονής και το εισερχόμενο φορτίο. Επειδή οι βιοφορείς βρίσκονται σε αιώρηση δεν επηρεάζονται οι διεργασίες από τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια.

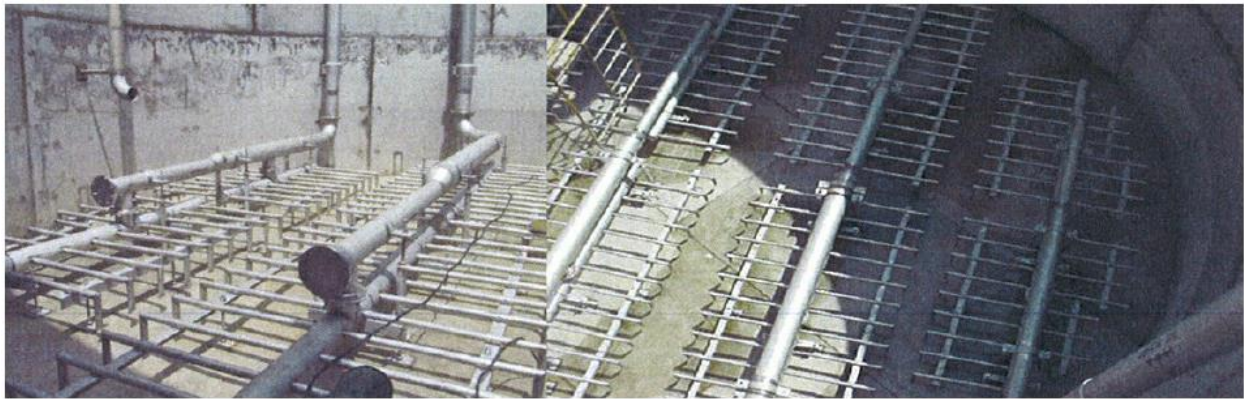
Με κατάλληλο σύστημα αερισμού στον πυθμένα του αερόβιου αντιδραστήρα παρέχεται οξυγόνο στους μικροοργανισμούς για τις βιολογικές τους διεργασίες. Το βιολογικό στρώμα θα πρέπει να είναι ιδανικά λεπτό και κατά το δυνατό ομοιόμορφα κατανεμημένο στην επιφάνεια του φορέα για να επιτευχθεί η διάχυση συστατικών του οργανικού υποστρώματος προς το βιολογικό φίλτρο (βιοφίλμ). Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, δηλαδή η μεταφορά του οργανικού υποστρώματος στο βιολογικό φίλτρο και το βιολογικό στρώμα να είναι λεπτό και ομοιόμορφα κατανεμημένο, απαιτούνται έντονες συνθήκες τυρβώδους ροής οι οποίες επιτυγχάνονται με την εφαρμογή συστημάτων διάχυσης μεσαίας ή χοντρής φυσαλίδας.

Τοποθετείται κόσκινο στην έξοδο του κάθε αντιδραστήρα για να παραμείνει το πληρωτικό υλικό σ' αυτόν. Η ανάδευση γίνεται ώστε οι βιοφορείς να κινούνται προς τα πάνω, δηλαδή προς τα κόσκινα για να αποφεύγεται η έμφραξη τους.

Η περίσσεια ιλύς η οποία συνιστάται στην αποκολλημένη βιομάζα από τους βιοφορείς, παρακάμπτε τις διατάξεις κοσκίνισης της εκροής και εισέρχεται στην μονάδα καθίζησης.

Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από 15 - 90 λεπτά και εξαρτάται από το οργανικό και ρυπαντικό φορτίο των εισερχόμενων λυμάτων. Τέλος οι τιμές της οργανικής φόρτισης για τον σχεδιασμό του συστήματος κυμαίνονται μεταξύ 7 – 10 g BOD₅/m²d για θερμοκρασία 10° C.

Ο αντιδραστήρας MBBR ομοίως με τα προηγούμενα συστήματα δεν έχει ανάγκη προεπεξεργασίας, ωστόσο όπως αναφέρθηκε προηγουμένως οι ενεργειακές τις απαιτήσεις είναι μειωμένες σε σχέση με αυτά. Επιπλέον δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση, αλλά το κατασκευαστικό και λειτουργικό του κόστος παραμένει ψηλό, γιατί χρησιμοποιείται σχετικά σύγχρονη τεχνολογία όποτε χρειάζεται ακριβός ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός και εξειδικευμένο προσωπικό.



Εικόνα 15: Τυπική διάταξη συστήματος αερισμού για μεγάλους βιοαντιδραστήρες τύπου MBBR, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012



Εικόνα 16: Τυπική διάταξη κοσκίνισης-καθίζησης-αερισμού συμπαγών μονάδων με μέθοδο MBBR-IFAS, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.2. Βιολογικά φίλτρα

3.2.2.1. Τυπικά βιολογικά φίλτρα

Τα τυπικά βιολογικά φίλτρα χωρίζονται σε βραδύφιλτρα και ταχύφιλτρα. Η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων είναι ότι στα ταχύφιλτρα γίνεται μερική ή πλήρης ανακυκλοφορία της τελικής εκροής διαμέσου φίλτρου όπου βελτιώνεται η ικανότητα επεξεργασίας ισχυρών λυμάτων χωρίς κίνδυνο έμφραξης. Τόσο το βραδύφιλτρο όσο και το ταχύφιλτρο μπορούν να αποτελέσουν μέρος ενός συστήματος βιολογικής επεξεργασίας.

Τα βραδύφιλτρα μπορεί να είναι είτε από χαλίκια είτε από διακεκομμένη άμμο.

Τα χαλικοφίλτρα έχουν βάθος περίπου 1 – 2.5m. Το περίβλημα τους είναι συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα ώστε να συγκρατεί τα χαλίκια και να μπορεί να δεχθεί την υδροστατική πίεση σε περίπτωση πλήρωσης των φίλτρων με υγρό.

Ο βαθμός απόδοσης του βιολογικού φίλτρου επηρεάζεται από το υδραυλικό φορτίο και το οργανικό φορτίο. Τα βραδύφιλτρα είναι κατάλληλα για την επεξεργασία λυμάτων με μικρό οργανικό φορτίο. Καθοριστικό ρόλο στον βαθμό απόδοσης παίζει η επιφάνεια του φίλτρου και όχι το βάθος.

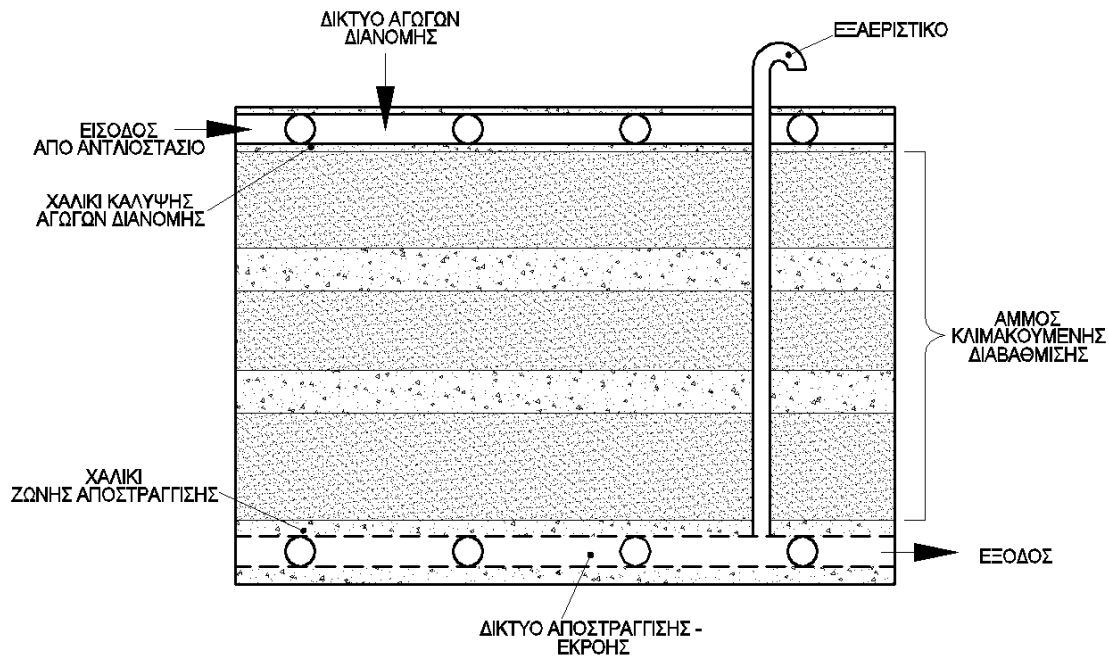
Για να μην παρατηρηθεί μεταβολή στην ποιότητα της εκροής, το βιολογικό φίλτρο θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο ώστε να εξασφαλίζει εφεδρεία (π.χ. μεγάλη επιφάνεια ώστε μικρό μέρος του να χρησιμοποιείται μόνο για καθαρισμό)

Εκτός από τα χαλικοφίλτρα υπάρχουν και τα φίλτρα άμμου διακεκομμένης λειτουργίας ISF. Τα φίλτρα άμμου διακεκομμένης λειτουργίας είναι συστήματα επεξεργασίας λυμάτων με χαμηλό κόστος και απλά σε λειτουργία και συντήρηση. Εξυπηρετούν κυρίως μικρούς οικισμούς, αποκεντρωμένες περιοχές και γενικά περιοχές με χαμηλή παραγωγή λυμάτων.

Το σύστημα αυτό αποτελείται από την μονάδα προεπεξεργασίας που συνήθως είναι μια σηπτική δεξαμενή και το φίλτρο άμμου. Κατασκευάζονται υπόγεια. Η επιφάνεια της κλίνης καλύπτεται με στρώμα χαλικιού το οποίο στο πάνω μέρος του φέρει προστατευτικό ινώδες κάλυμμα για να συγκρατεί την άμμο. Η εκροή γίνεται είτε με βαρύτητα είτε με χρήση αντλιών. Για έδαφος με μικρό πορώδες και χαμηλό υδροφόρο ορίζοντα η εκροή γίνεται από τον πυθμένα του φίλτρου.

Τα φίλτρα άμμου παράγουν υψηλής ποιότητας εκροή με τυπικές συγκεντρώσεις των BOD₅ και SS τα 5mg/l ενώ νιτροποιούν το 80% της εισερχόμενης αμμωνίας. Η απομάκρυνση του φωσφόρου σ' αυτό το σύστημα είναι περιορισμένη.

Όταν παρατηρηθεί κακής ποιότητας εκροή χρειάζεται απόξεση του επιφανειακού στρώματος της άμμου (περίπου 2- 3cm) ή ακόμα και αντικατάσταση της κλίνης με νέο υλικό.



Εικόνα 17: Τυπική διατομή φίλτρου άμμου, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

Όσο αφορά τα ταχύφιλτρα μπορεί να είναι είτε χαλκόφιλτρα είτε από άμμο με ανακυκλοφορία RSF. Οι λειτουργίες είναι όμοιες με αυτές των βραδύφιλτρων με την μόνη διαφορά ότι στα ταχύφιλτρα γίνεται ανακυκλοφορία της εκροής με αποτέλεσμα να έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν σε αυξημένες φορτίσεις σε σχέση με τα βραδύφιλτρα και οι απαιτούμενες επιφάνειες των φίλτρων είναι μικρότερες.

Τα τυπικά βιολογικά φίλτρα όπως αναφέρεται πιο πάνω απαιτούν χρήση προεπεξεργασίας. Επίσης τα συγκεκριμένα συστήματα χρειάζονται μεγάλη απαιτούμενη έκταση. Η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου είναι ικανοποιητική ενώ η απομάκρυνση φωσφόρου είναι περιορισμένη. Στα θετικά του συγκεκριμένου συστήματος είναι ότι δεν έχει μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις και το λειτουργικό κόστος είναι χαμηλό. Ωστόσο το κατασκευαστικό κόστος είναι μεγάλο. Τα βιολογικά φίλτρα δημιουργούν οχλήσεις από έντομα και οσμές.



Εικόνα 18: Επιφάνεια φίλτρου άμμου σε σύστημα RSF, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.2.2. Πλαστικά φίλτρα

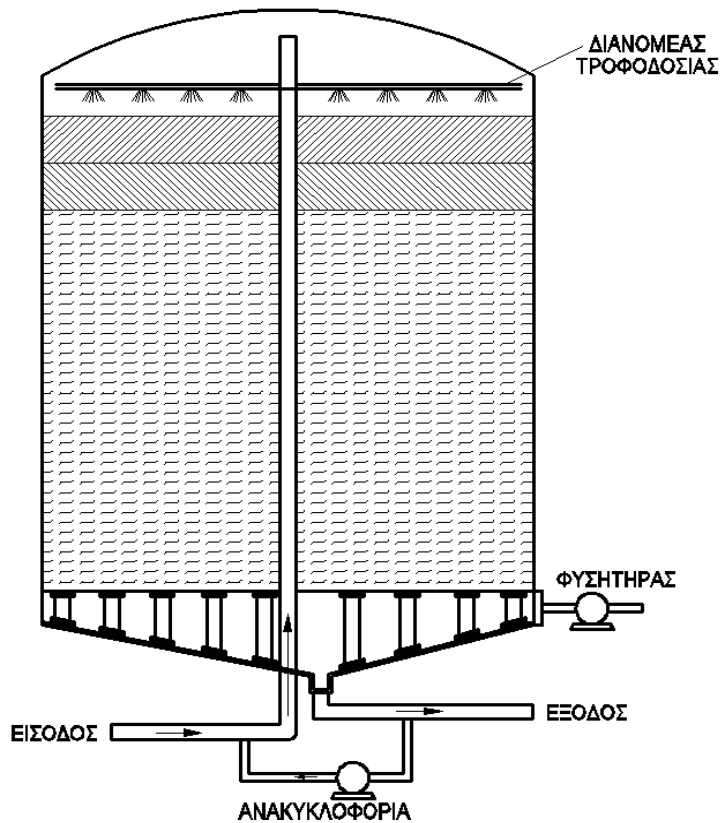
Στα τυπικά βιολογικά φίλτρα καθοριστικό ρόλο παίζει η επιφάνεια του φίλτρου και το μικρό του βάθος. Αυτό οφείλεται στο μικρό ποσοστό των κενών των κόκκων. Λόγω του ότι είναι δύσκολη η εξασφάλιση διαθέσιμης γης και κοστίζει, εμφανιστήκαν τα πλαστικά φίλτρα.

Η μεγάλη διαφορά μεταξύ των τυπικών βιολογικών φίλτρων με τα πλαστικά είναι το ποσοστό των κενών το οποίο στα πλαστικά κυμαίνεται μεταξύ 93 - 95% σε σχέση με τα φίλτρα χαλικιού που είναι περίπου 50% και το βάρος τους είναι πολύ μικρότερο.

Το μεγάλο ποσοστό των κενών επιτρέπει επεξεργασία ισχυρών λυμάτων και καλύτερη κυκλοφορία οξυγόνου. Επίσης με το ψηλό ποσοστό επιτρέπει την αύξηση του ωφέλιμου βάθους του φίλτρου και μείωση της επιφάνειας. Το βάθος του φίλτρου δεν υπερβαίνει τα 12m.

Επειδή έχει μεγάλο ποσοστό κενών των κόκκων και μεγάλο βάθος είναι περιττή η ανακυκλοφορία για την αραιώση όπως γίνεται στα τυπικά βιολογικά φίλτρα. Συνήθως όμως χρησιμοποιείται ανακυκλοφορία για τον εμπλουτισμό των λυμάτων με αραιωμένους οργανισμούς και για να διατηρηθεί το ελάχιστο υδραυλικό φορτίο με σκοπό να διατηρηθεί ενεργή βιομάζα σε όλο το βάθος του φίλτρου.

Τα πλαστικά φίλτρα σε σχέση με τα τυπικά βιολογικά φίλτρα έχουν μικρότερες απαιτήσεις όσο αφορά την έκταση. Επίσης έχουν μικρή κατανάλωση ενέργειας και χαμηλό λειτουργικό κόστος. Το κατασκευαστικό κόστος των πλαστικών φίλτρων είναι μεγαλύτερο από αυτό των τυπικών βιολογικών φίλτρων, λόγω του κόστους του υλικού πληρώσεως. Όπως και στα τυπικά έτσι και σ' αυτά τα λύματα πριν την είσοδο τους στο σύστημα χρειάζονται προεπεξεργασία.



Εικόνα 19: Τυπική διάταξη πλαστικού φίλτρου, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.3. Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι (RBC)

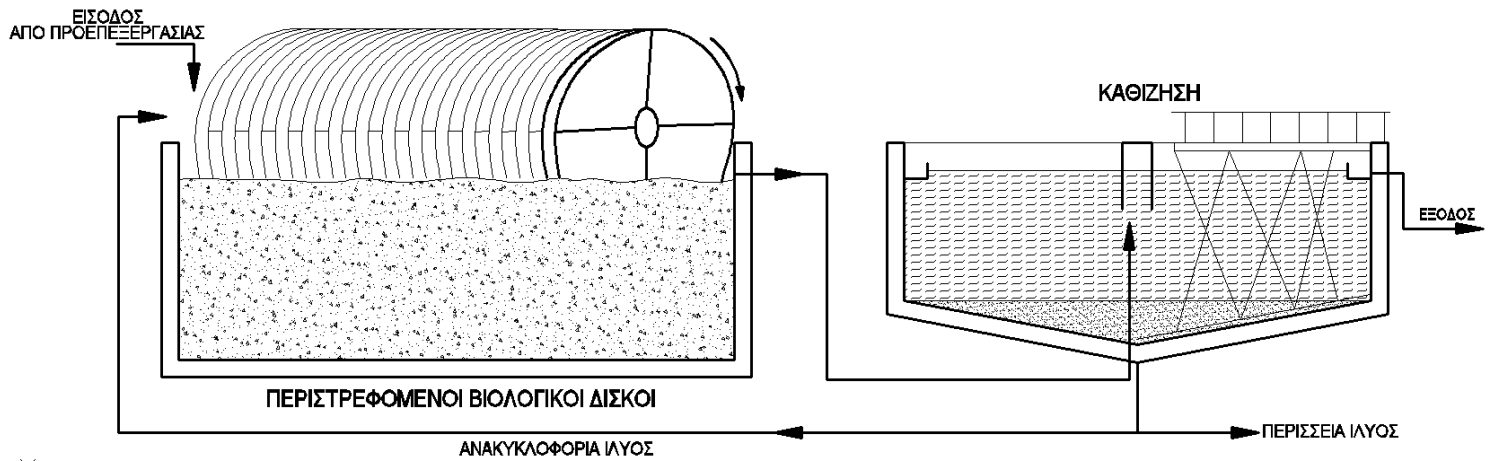
Οι περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι RBC είναι ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων που συνδυάζει πλεονεκτήματα των συστημάτων ενεργού ιλύος και των βιολογικών φίλτρων. Το συγκεκριμένο σύστημα έχει χρησιμοποιηθεί πολύ στην Αμερική στα τέλη του 1970 με ικανοποιητικά αποτελέσματα σε εγκαταστάσεις αστικών και βιομηχανικών λυμάτων. Επειδή το κόστος τους είναι μεγάλο στην Ευρώπη έχει περιοριστεί η χρήση τους σε μικρά συστήματα.

Το σύστημα RBC βασίζεται στη δημιουργία στρώματος προσκολλημένης βιομάζας για την βιολογική επεξεργασία πράγμα που ισχύει και στα βιολογικά φίλτρα. Απαιτούν όμως μικρότερη έκταση από τα βιολογικά φίλτρα.

Η μονάδα αυτή αποτελείται από περιστρεφόμενους δίσκους μεγάλης κυκλικής διαμέτρου (μέχρι 4m) οι οποίοι βρίσκονται σε ένα οριζόντιο άξονα και είναι τοποθετημένοι σε δεξαμενή από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο οριζόντιος άξονας περιστρέφεται αργά ενώ το 40% της επιφάνειας του δίσκου είναι βυθισμένο στην δεξαμενή όπου βρίσκονται τα εισερχόμενα λύματα. Με την περιστροφή γίνεται ανάδευση των λυμάτων στον ατμοσφαιρικό αέρα και ακολούθως βύθιση στα διερχόμενα λύματα με αποτέλεσμα την δημιουργία στρώματος βιομάζας. Με την επαφή των λυμάτων και του ατμοσφαιρικού αέρα συντελούνται αρχικά οι αερόβιες διεργασίες δηλαδή η απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα και η νιτροποίηση. Στην συνέχεια επιτυγχάνεται η απονιτροποίηση αφού επικρατούν ανοξικές συνθήκες και στο τέλος οι περιστρεφόμενοι δίσκοι είναι εξ ολοκλήρου βυθισμένοι στην δεξαμενή έτσι ώστε να επικρατούν αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα την απομάκρυνση του φωσφόρου.

Το σύστημα αυτό εκτός από τη δεξαμενή που εισέρχονται τα λύματα και τους κατάλληλα τοποθετημένους περιστρεφόμενους δίσκους απαιτεί και μια δεξαμενή τελικής καθίζησης. Για την αποφυγή εμφράξεων των δίσκων τα συστήματα αυτά συνοδεύονται από προεπεξεργασία και πρωτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων.

Το συγκεκριμένο σύστημα δεν έχει μεγάλες απαιτήσεις όσο αφορά την έκταση. Το λειτουργικό κόστος ενός τέτοιου συστήματος είναι χαμηλό ενώ το κατασκευαστικό κόστος παραμένει ψηλό. Τέλος το συγκεκριμένο σύστημα δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις.



Εικόνα 20: Τυπική διάταξη σχήματος επεξεργασίας με περιστρεφόμενους βιολογικούς δίσκους, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.4. Φυσικά συστήματα

3.2.4.1. Τεχνητοί υδροβιότοποι

Οι υδροβιότοποι είναι τμήματα εδάφους κατακλιζόμενα με νερό μικρού βάθους. Στους υδροβιότοπους αναπτύσσονται πολλά φυτά που βοηθούν στο φιλτράρισμα και την προσρόφηση συστατικών των υγρών αποβλήτων. Επίσης μεταφέρουν οξυγόνο στην μάζα του υγρού και περιορίζουν την ανάπτυξη αλγών με τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι υδροβιότοποι φυσικοί και τεχνητοί χρησιμοποιούνται πολύ τα τελευταία χρόνια λόγω της απλότητας και της αποτελεσματικότητας τους όσο αφορά την δευτεροβάθμια επεξεργασία για οικισμούς έως και 2000 κατοίκων. Οι τεχνητοί υδροβιότοποι χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία προεπεξεργασμένων λυμάτων και οδηγούν στην απομάκρυνση οργανικού άνθρακα και αιωρούμενων στερεών. Με κατάλληλες προϋποθέσεις επιτυγχάνεται η απομάκρυνση αζώτου και φωσφόρου.

Οι τεχνητοί υδροβιότοποι διακρίνονται σε 2 κατηγορίες οι οποίες είναι οι εξής: Τους τεχνητούς υδροβιότοπους επιφανειακής ροής και τους τεχνητούς υδροβιότοπους υποεπιφανειακής ροής.

Οι τεχνητοί υδροβιότοποι επιφανειακής ροής είναι λεκάνες μικρού βάθους στις οποίες τοποθετείται εδαφική στρώση έτσι ώστε να μπορεί να υπάρξει βλάστηση, όπως είναι οι καλαμιές, οι σύφες και άλλα διάφορα είδη ψαθών. Οι στεγανότητα των υδροβιότοπων αυτών επιτυγχάνεται με γεωμεμβράνες ή άλλα υλικά με μικρή διαπερατότητα που τοποθετούνται στον πυθμένα και στα πρηνή του υδροβιότοπου.

Το επιφανειακό στρώμα των τεχνητών υδροβιότοπων χαρακτηρίζεται από αερόβιες συνθήκες ενώ το πυθμενικό από αναερόβιες. Το απαραίτητο οξυγόνο που χρειάζεται για να πραγματοποιηθούν οι βιοχημικές διεργασίες εξασφαλίζεται από την φωτοσύνθεση της βλάστησης που υπάρχει εντός του υδροβιότοπου.

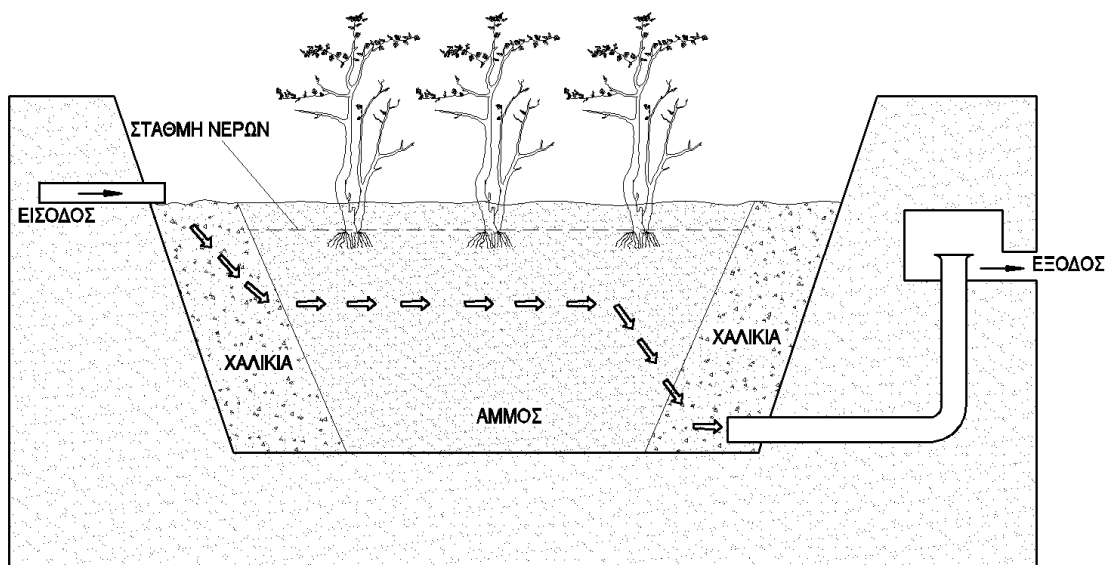
Η απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα των λυμάτων πραγματοποιείται τόσο από τη αιωρούμενη όσο και από την προσκολλημένη βιομάζα. Τα αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν και φιλτράρονται κοντά στο σημείο εισόδου του συστήματος. Η απομάκρυνση του αζώτου γίνεται λόγω της νιτροποίησης και της απονιτροποίησης στις αερόβιες και ανοξικές περιοχές αντίστοιχα. Η απομάκρυνση του φωσφόρου είναι περιορισμένη και πραγματοποιείται μέσω χημικής κατακρήμνισης και προσρόφησης.

Υπάρχει ένα ζήτημα σχετικά με την χωροθέτηση ενός τεχνητού υδροβιότοπου επιφανειακής ροής γιατί αυτοί αποτελούν ιδανικές κατοικίες αναπαραγωγής κουνουπιών που μπορεί να γίνουν φορείς μεταδόσεως νόσων σε γειτονικές περιοχές.

Οι τεχνητοί υδροβιότοποι υποεπιφανειακής ροής χωρίζονται σε οριζόντιας και κατακόρυφης ροής.

Οι τεχνητοί υδροβιότοποι οριζόντιας ροής τροφοδοτούνται με υγρά απόβλητα από την μια άκρη του υδροβιότοπου και οδηγούνται στην έξοδο καλύπτοντας μια οριζόντια πορεία. Κατά την πορεία αυτή τα λύματα έρχονται σε επαφή με αερόβιες, ανοξικές και αναερόβιες ζώνες. Αερόβιες ζώνες είναι η περιοχή κοντά στις ρίζες των αναπτυσσόμενων φυτών του υδροβιότοπου. Από τις ρίζες των φυτών ομοίως με τους υδροβιότοπους επιφανειακής ροής κατά την φάση της φωτοσύνθεσης του φυτού απελευθερώνεται οξυγόνο το οποίο χρησιμοποιούν οι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί για την απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα και οι νιτροποιητές για την νιτροποίηση. Η περιοχή μακριά από τις ρίζες επικρατούν ανοξικές συνθήκες άρα επιτυγχάνεται η απονιτροποίηση, δηλαδή η απομάκρυνση του αζώτου.

Τα αιρούμενα στερεά απομακρύνονται μέσω καθίζησης σε μικρή απόσταση από το σημείο εισόδου και η απομάκρυνση του φωσφόρου είναι και σ' αυτό το σύστημα περιορισμένη.

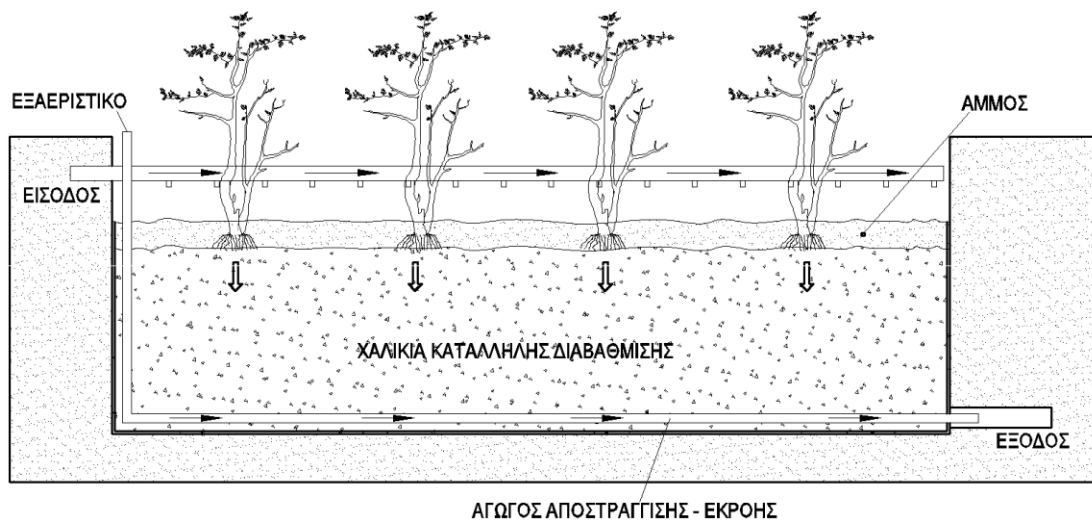


Εικόνα 21: Τεχνητός υδροβιότοπος οριζόντιας υποεπιφανειακής ροής, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

Οι τεχνητοί υδροβιότοποι κατακόρυφης ροής αποτελούνται από στρώσεις διαβαθμισμένων υλικών και τα φυτά, συνήθως καλαμιές, φυτεύονται στο κάτω μέρος του υδροβιότοπου το οποίο είναι άμμος. Τα υγρά απόβλητα διερχόμενα από πάνω συλλέγονται στον πυθμένα σε ένα αγωγό αποστράγγισης. Οι στρώσεις των διαβαθμισμένων υλικών αποστραγγίζουν πλήρως και έτσι γίνεται είσοδος του αέρα ανάμεσα στους πόρους των υλικών μέχρι την επόμενη δόση των υγρών αποβλήτων. Με την επόμενη δόση των λυμάτων παγιδεύεται ο αέρας και σε συνδυασμό με την απότομη εφαρμογή της δόσης δημιουργούνται άριστες συνθήκες οξυγόνωσης με αποτέλεσμα

την απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα και της νιτροποίησης. Η απομάκρυνση του αζώτου επιτυγχάνεται και σ' αυτό το σύστημα από τον συνδυασμό νιτροποίησης – απονιτροποίησης ενώ η απομάκρυνση του φωσφόρου εξαρτάται από την φύση του υποστρώματος. Τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται κυρίως με φιλτράρισμα τους στο έδαφος.

Οι τεχνητοί υγροβιότοποι έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση. Το κατασκευαστικό κόστος είναι χαμηλό με την προϋπόθεση ότι ο πυθμένας είναι στεγανός και δεν θα χρησιμοποιηθούν υλικά για την στεγανοποίηση αυτού. Στις πλείστες περιπτώσεις ο πυθμένας δεν είναι στεγανός. Επιπλέον για τέτοιου είδους συστήματα όπως προαναφέρθηκε, τα λύματα χρήζουν προεπεξεργασίας πριν την είσοδο του σ' αυτά. Η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου θεωρείται ικανοποιητική.



Εικόνα 22: Τεχνητός υγροβιότοπος κατακόρυφης υποεπιφανειακής ροής, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.4.2. Τεχνητές λίμνες

Πρόκειται για τα πιο διαδεδομένα φυσικά συστήματα επεξεργασίας λυμάτων. Είναι χωμάτινες λεκάνες και χρησιμοποιούνται κυρίως για την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

Οι τεχνητές λίμνες χωρίζονται σε 4 κατηγορίες με κριτήριο την συχνότητα εκκένωσης τους και σε 4 κατηγορίες με κριτήριο το βάθος και τις βιολογικές τους διεργασίες. Όσο αφορά το κριτήριο συχνότητας εκκένωσης υπάρχουν οι τεχνητές λίμνες ολικού περιεχομένου ή λίμνες εξάτμισης, υπάρχουν οι λίμνες ελεγχόμενης εκκένωσης, οι λίμνες υδρογραφικά ελεγχόμενης εκροής και οι τεχνητές λίμνες συνεχούς εκκένωσης

Οι λίμνες εξάτμισης είναι εφαρμόσιμες σε κλίματα όπου η ετήσια εξάτμιση είναι μεγαλύτερη από τις κατακρημνίσεις. Οι τεχνητές λίμνες ελεγχόμενης εκροής εκκενώνονται 1 με 2 φορές το χρόνο. Στις υδρογραφικά ελεγχόμενης εκροής η ταχύτητα εκκένωσης είναι συμπληρωματική της ταχύτητας ροής των υδατορευμάτων. Τέλος στις τεχνητές λίμνες συνεχούς εκκένωσης η εκροή, δηλαδή η διήθηση και η εξάτμιση, ισούται με την εισροή των λυμάτων στην λίμνη.

Όσο αφορά το κριτήριο βάθους και βιολογικών διεργασιών οι τεχνητές λίμνες διακρίνονται σε επαμφοτερίζουσες, αερόβιες, αναερόβιες και αεριζόμενες.

Επαμφοτερίζουσες τεχνητές λίμνες

Είναι ο επικρατέστερος τύπος τεχνητών λιμνών. Το βάθος τους κυμαίνεται από 1.5 έως 2.5m και ο χρόνος παραμονής στις 25 έως 180 μέρες. Στις επαμφοτερίζουσες τεχνητές λίμνες διακρίνονται 3 ζώνες. Την επιφανειακή ζώνη, την ενδιάμεση και την αναερόβια ζώνη. Στην πρώτη ζώνη επικρατεί αερόβια συμβίωση μικροοργανισμών και μικροφυκών. Στην ενδιάμεση ζώνη γίνεται αποδόμηση τις οργανικής ύλης από επαμφοτερίζοντες μικροοργανισμούς και στην αναερόβια ζώνη, δηλαδή στον πυθμένα, συγκεντρώνονται τα στερεά και αποσυντίθενται κάτω από αναερόβιες συνθήκες.

Το οξυγόνο διοχετεύεται σ' αυτές τις λίμνες από επιφανειακό αερισμό και από φωτοσυνθετικά άλγη. Υπάρχει όμως υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών στην εκροή στο συγκεκριμένο σύστημα. Κρίνεται αναγκαία η προεπεξεργασία των λυμάτων πριν την είσοδο τους στην τεχνητή λίμνη.

Ένα τέτοιο σύστημα για να είναι αποδεκτό πρέπει να αποτελείται από 3 ή περισσότερες λίμνες. Οι λίμνες μπορούν να διαταχθούν είτε σε σειρά, όταν κύριος στόχος είναι η υψηλή απομάκρυνση οργανικού άνθρακα και παθογόνων μικροοργανισμών, είτε σε παράλληλη διάταξη όταν το σύστημα χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση στερεών και για ομοιόμορφη διανομή της παροχής.

Με τις επαμφοτερίζουσες τεχνητές λίμνες επιτυγχάνεται απομάκρυνση οργανικού άνθρακα της τάξης των 30 – 40mg/l. Απομακρύνονται επίσης τα αιωρούμενα στερεά με καθίζηση όχι όμως τα άλγη, που αντιπροσωπεύουν 10 – 100mg/l των αιωρούμενων στερεών και αποτελούν σοβαρό πρόβλημα. Η απομάκρυνση του αζώτου κυμαίνεται από 45% έως 95% ενώ η απομάκρυνση του φωσφόρου είναι περιορισμένη.

Το συγκεκριμένο σύστημα έχει χαμηλό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος αφού δεν απαιτείται μηχανολογικός εξοπλισμός και η ενεργειακή κατανάλωση είναι αμελητέα. Αρνητικό του συστήματος αυτού είναι η μεγάλη απαίτηση έκτασης και οι οχλήσεις από οσμές. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω υπάρχει η ανάγκη της προεπεξεργασίας .

Αερόβιες τεχνητές λίμνες

Οι αερόβιες λίμνες είναι αβαθείς αφού το βάθος τους κυμαίνεται από 0.3 έως 0.6m. Ο αερισμός της λίμνης επιτυγχάνεται από την φωτοσύνθεση φωτοσυνθετικών αλγών και με επιφανειακό αερισμό με τη βοήθεια του ανέμου. Για να διατηρείται συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου σε όλο το βάθος της λίμνης επιτυγχάνεται μίξη με επανακυκλοφορία. Ο συγκεκριμένος τύπος τεχνητής λίμνης χρησιμοποιείται κυρίως για τριτοβάθμια επεξεργασία, άρα προϋποθέτει δευτεροβάθμια των λυμάτων πριν την διάθεση τους στη λίμνη.

Ομοίως με τις επαμφοτερίζουσες, οι αερόβιες τεχνητές λίμνες έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση και τα λύματα πρέπει να υποστούν προεπεξεργασία πριν την είσοδο τους στο σύστημα. Το κατασκευαστικό του κόστος παραμένει χαμηλό όπως και στις επαμφοτερίζουσες με την προϋπόθεση ότι ο πυθμένας είναι στεγανός και δεν θα χρειαστούν υλικά στεγανοποίησης αυτού. Επίσης η ενεργειακή κατανάλωση του συγκεκριμένου συστήματος είναι αμελητέα.

Αναερόβιες τεχνητές λίμνες

Στις αναερόβιες τεχνητές λίμνες η εισροή των λυμάτων γίνεται στον πυθμένα της λίμνης, όπου το βάθος του κυμαίνεται από 2.5m έως 5m. Ο χρόνος παραμονής κυμαίνεται από 20 – 50 ημέρες. Για να πραγματοποιηθούν οι βιολογικές διεργασίες καθοριστικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία που επικρατεί εντός της λίμνης. Οι συγκεκριμένες τεχνητές λίμνες χρησιμοποιούνται κυρίως για την επεξεργασία βιομηχανικών υγρών αποβλήτων και για αστικά λύματα με μεγάλο οργανικό φορτίο. Όπως προαναφέρθηκε σημαντικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία οπότε για να διατηρηθεί ικανοποιητική θερμοκρασία εντός της λίμνης η επιφάνεια αυτής καλύπτεται είτε φυσικά, με λίπη και έλαια που περιέχουν τα λύματα, είτε τεχνητά με πλαστικά ή άλλα υλικά.

Αρνητικό αυτού του συστήματος είναι ότι κατά τις διεργασίες, οι οποίες είναι αναερόβιες, ελευθερώνονται και αναδύουν δύσσομα αέρια όπως μεθάνιο, υδρόθειο, αμμώνια κ.α. Η εκροή από το συγκεκριμένο σύστημα δεν είναι ικανοποιητική και χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία. Γενικά τέτοιου είδους συστήματα δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα. Στα θετικά είναι ότι χρειάζεται μικρότερη απαίτηση έκτασης απ' ότι στις επαμφοτερίζουσες τεχνητές λίμνες. Κατά τ' άλλα όσο αφορά το κόστος, την ενεργειακή κατανάλωση και την ανάγκη προεπεξεργασίας, ισχύουν ότι και στις επαμφοτερίζουσες και αερόβιες τεχνητές λίμνες.

Αεριζόμενες τεχνητές λίμνες

Είναι τεχνητές λίμνες οι οποίες αερίζονται είτε με επιφανειακούς αεριστήρες είτε με διαχυτήρες. Το βάθος τους κυμαίνεται από 2 έως 5m και ο χρόνος παραμονής από 3 έως 6 μέρες.

Για να είναι αποδοτικό το σύστημα απαιτούνται 3 έως 5 λίμνες διαταγμένες σε σειρά. Η επεξεργασία στο συγκεκριμένο σύστημα κρίνεται ικανοποιητική αφού η συγκέντρωση του BOD₅ κυμαίνεται στα 20 – 40mg/l και των SS στα 20 – 60mg/l.

Το συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να δεχθεί υψηλότερο οργανικό φορτίο απ' ότι οι επαμφοτερίζουσες τεχνητές λίμνες και χρειάζεται μικρότερη απαίτηση έκτασης. Επίσης το φαινόμενο των οσμών δεν είναι έντονο σ' αυτού του τύπου τις τεχνητές λίμνες. Για την ανάγκη προεπεξεργασίας, το κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος και την ενεργειακή κατανάλωση ισχύει ότι και στις υπόλοιπες τεχνητές λίμνες.

3.2.4.3. Συστήματα εδαφικής εφαρμογής

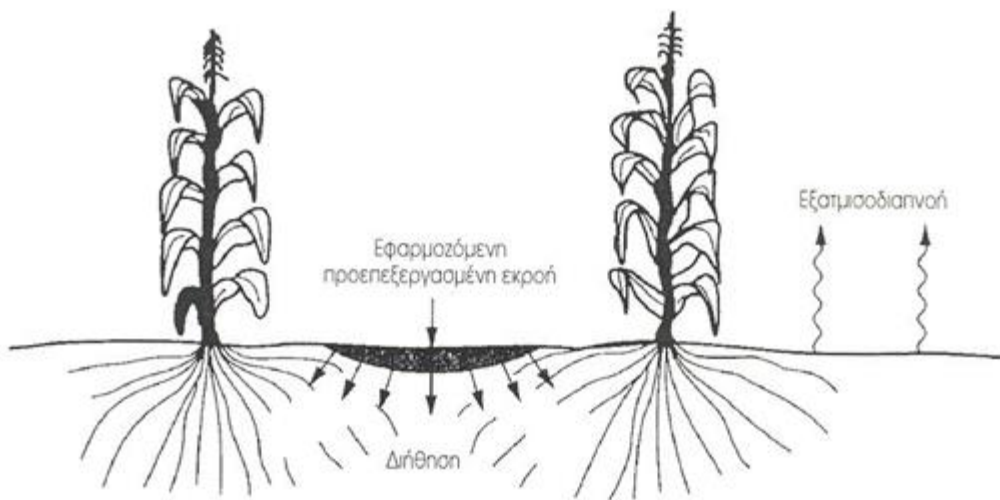
Σύστημα βραδείας εφαρμογής

Στο σύστημα βραδείας εφαρμογής γίνεται ελεγχόμενη διάθεση λυμάτων μετά από προεπεξεργασία σε έδαφος με φυτική βλάστηση. Τα λύματα διηθούνται και κατεισδύουν στο έδαφος και στους βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Τα λύματα σε πιθανή επιφανειακή απορροή συγκεντρώνονται και ξανά διατίθενται στο σύστημα.

Η επεξεργασία των λυμάτων σ' αυτό το σύστημα επιτυγχάνεται με την διήθηση τους στο έδαφος. Με την διήθηση και την προσρόφηση των λυμάτων μειώνεται το οργανικό φορτίο. Η απομάκρυνση του αζώτου επιτυγχάνεται από την πρόσληψη και απονιτροποίηση του από τις ρίζες τις φυτικής βλάστησης, άρα κρίνεται αναγκαία η επιλογή των κατάλληλων φυτών. Η απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται με τη προσρόφηση του στο έδαφος και από χημική κατακρήμνιση. Εξαρτάται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους.

Η εφαρμογή των λυμάτων στο έδαφος δεν πρέπει να είναι συνεχής για την αποφυγή κορεσμού του εδάφους. Για να είναι αποδεκτό το συγκεκριμένο σύστημα απαιτείται έδαφος μέσης υδραυλικής αγωγιμότητας για να επιτυγχάνεται η εξισορρόπηση του ποσοστού της εκροής που κρατείται στο έδαφος μ' αυτό που στραγγίζει. Τυπικές τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας είναι 5-50mm/h. Επιπλέον στο συγκεκριμένο σύστημα απαιτείται έδαφος με βάθος τουλάχιστο 0.9m και χαμηλό υδροφόρο ορίζοντα.

Τα συστήματα βραδείας διήθησης έχουν μικρό κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος. Η ενεργειακή κατανάλωση είναι αμελητέα.



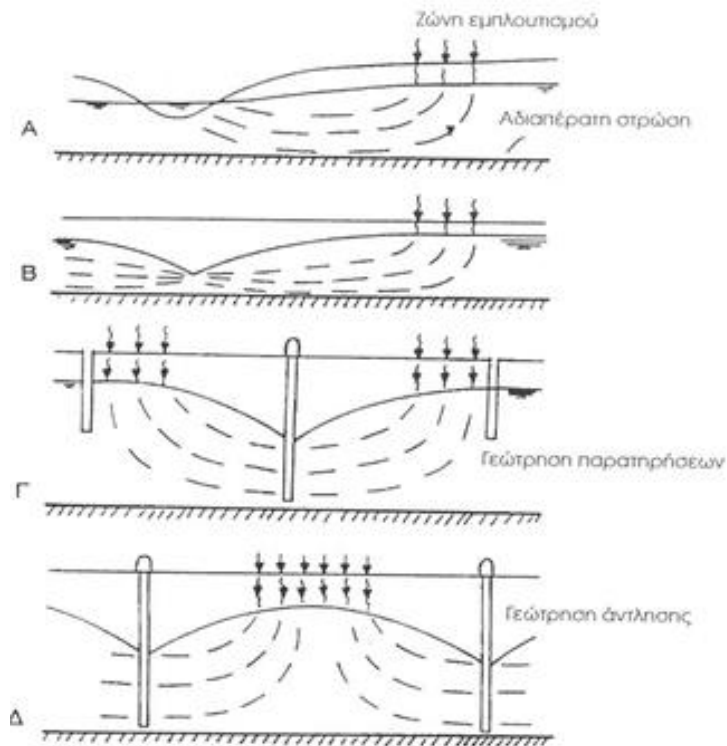
Εικόνα 23: Σχηματική παράσταση επεξεργασίας λυμάτων με τη μέθοδο βραδείας εφαρμογής, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

Σύστημα ταχείας διήθησης

Μετά από σηπτική δεξαμενή ή δεξαμενή καθίζησης γίνεται ελεγχόμενη διάθεση λυμάτων σε έδαφος με μέση ή υψηλή διαπερατότητα. Τα λύματα κατεισδύουν στο έδαφος και αποδομούνται με την βοήθεια βακτηρίων του εδάφους. Στο συγκεκριμένο σύστημα δεν είναι απαραίτητη η παρουσία της βλάστησης.

Απαιτείται προεπεξεργασία με πρωτοβάθμια καθίζηση ή μερική επεξεργασία με αεριζόμενες λίμνες. Επίσης είναι απαραίτητη η λεπτομερής γνώση των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών της περιοχής για να αποφευχθεί τυχόν μόλυνση των υπόγειων νερών, πηγών και φρεατίων. Συνήθως η λεκάνη που θα δεχτεί τα λύματα χωρίζεται σε επτά κλίνες έτσι ώστε η κάθε κλίνη να δέχεται λύματα μια μέρα της εβδομάδας και τις υπόλοιπες μέρες να αποκαθίσταται η αρχική της δομή και ικανότητα. Οι κλίνες χωρίζονται μεταξύ τους με χωμάτινα φράγματα χαμηλού ύψους.

Οι δόσεις εφαρμογής λυμάτων σε ένα σύστημα ταχείας διήθησης με διαπερατότητα της τάξης των 0.05m/h, είναι 0.03m/ημέρα. Το υγρό βάθος δεν ξεπερνά το 0.9m. Στο σημείο εισόδου των λυμάτων θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλη διάταξη για να μην παρουσιαστεί πρόβλημα διάβρωσης του πυθμένα και κατά την κατασκευή να απομακρυνθούν τα λεπτόκοκκα υλικά για να μην μειωθεί η διαπερατότητα του.



Εικόνα 24: Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου ταχεία διήθηση για εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα. (Α) ανάκτηση νερού σε παρακείμενη λίμνη ή ρέμα, (Β) συλλογή νερού με υπόγεια στράγγιση, (Γ) άντληση ύδατος μέσω κεντρικής γεώτρησης και (Δ) άντληση ύδατος μέσω περιφερειακών γεωτρήσεων, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

Σύστημα επιφανειακής ροής

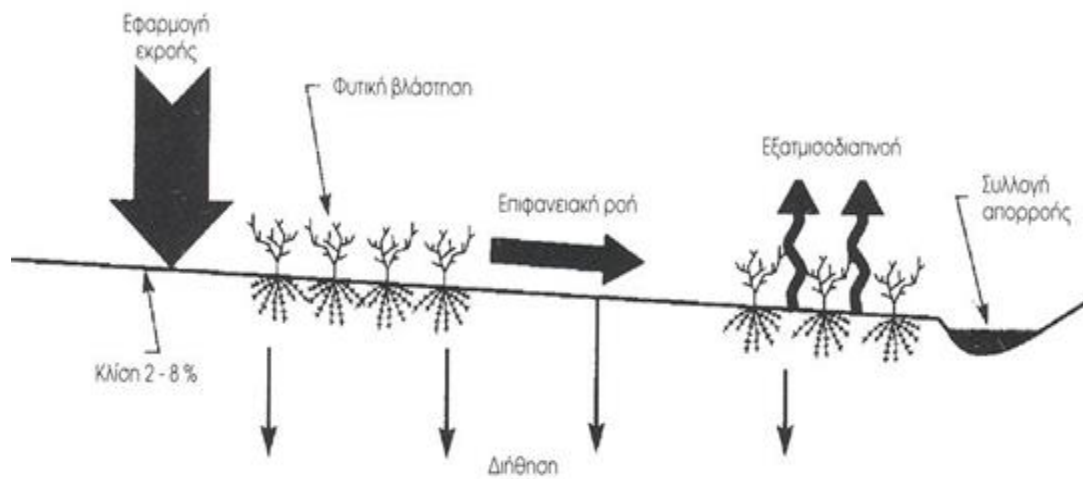
Τα φυσικά αυτά συστήματα είναι ικανά ακόμη και για τριτοβάθμια επεξεργασία. Επιτυγχάνεται απομάκρυνση του BOD₅ και αιωρούμενων στερεών σε ποσοστό 80 - 95% και απομάκρυνση του αζώτου σε ποσοστό 75 - 90%. Η απομάκρυνση του φωσφόρου είναι περιορισμένη και επιτυγχάνεται με συμπληρωματική επεξεργασία.

Αποδίδουν καλά σε εδάφη με μικρή έως μέτρια υδραυλική αγωγιμότητα. Το έδαφος που θα δεχτεί τα λύματα χωρίζεται σε τμήματα με ομαλές κλίσεις και φυτική βλάστηση. Η εκροή τέτοιων συστημάτων είναι κατάλληλη για διάθεση σε ελεύθερους αποδέκτες.

Τα λύματα εισέρχονται από το ψηλότερο υψόμετρο της κεκλιμένης επιφάνειας. Κατά την διάρκεια της ροής στην κεκλιμένη επιφάνεια με φυτική βλάστηση γίνονται οι φυσικές, βιολογικές και χημικές διεργασίες και τα επεξεργασμένα πλέον λύματα συλλέγονται σε

στραγγιστικό αυλάκι. Η διήθηση των λυμάτων είναι περιορισμένη λόγω της μικρής υδραυλικής αγωγιμότητας του εδάφους.

Το συγκεκριμένο σύστημα έχει μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση και παρουσιάζει έντονες οσμές.



Εικόνα 25: Σχηματική απεικόνιση συστήματος επιφανειακής ροής, Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

3.2.5. Σύστημα αντιδραστήρων βιομεμβρανών MBR.

Αποτελεί πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της επεξεργασίας λυμάτων και την αντιρρυπαντική τεχνολογία γενικότερα.

Αποτελεί επίσης τον συνδυασμό της κλασσικής και πλέον διαδεδομένης μεθόδου ενεργού ιλύος με την διύλιση. Αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού είναι η κατάργηση της χρήσης δεξαμενών τελικής καθίζησης για την διάλυση των επεξεργασμένων λυμάτων και της συμπύκνωσης της παραγόμενης ιλύος.

Το σύστημα MBR εφαρμόζει σε γενικές γραμμές τις αρχές λειτουργίας του συμβατικού συστήματος ενεργού ιλύος με τη διαφορά ότι οι δεξαμενές τελικής καθίζησης αντικαθίστανται από μεμβράνες (τύπου MF ή UF) που λειτουργούν σαν μονάδες διύλισης. Οι μεμβράνες αυτές έχουν πόρους από 0.01μm έως 1μm με μέσο όρο 0.4μm. Οι συγκεντρώσεις ανάμεικτου υγρού κυμαίνονται από 10 έως 20kgf/m³ και η ηλικία της λάσπης διαμορφώνεται στις 30 – 60 μέρες ελαχιστοποιώντας τον υδραυλικό χρόνο παραμονής και η πλεονάζουσα ιλύς είναι πλήρως σταθεροποιημένη. Η ανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος είναι της τάξης των 5Q σε αντίθεση με το συμβατικό σύστημα που είναι της τάξης των 1 - 1.5Q.

Λόγω της υψηλής συγκέντρωσης της βιομάζας στον βιολογικό αντιδραστήρα επιτυγχάνονται αφενός πλήρης διάσπαση της οργανικής ύλης άρα μικρή ποσότητα πλεονάζουσας ιλύς και αφετέρου η νιτροποίηση μέσα σε περίπου 3 ώρες.

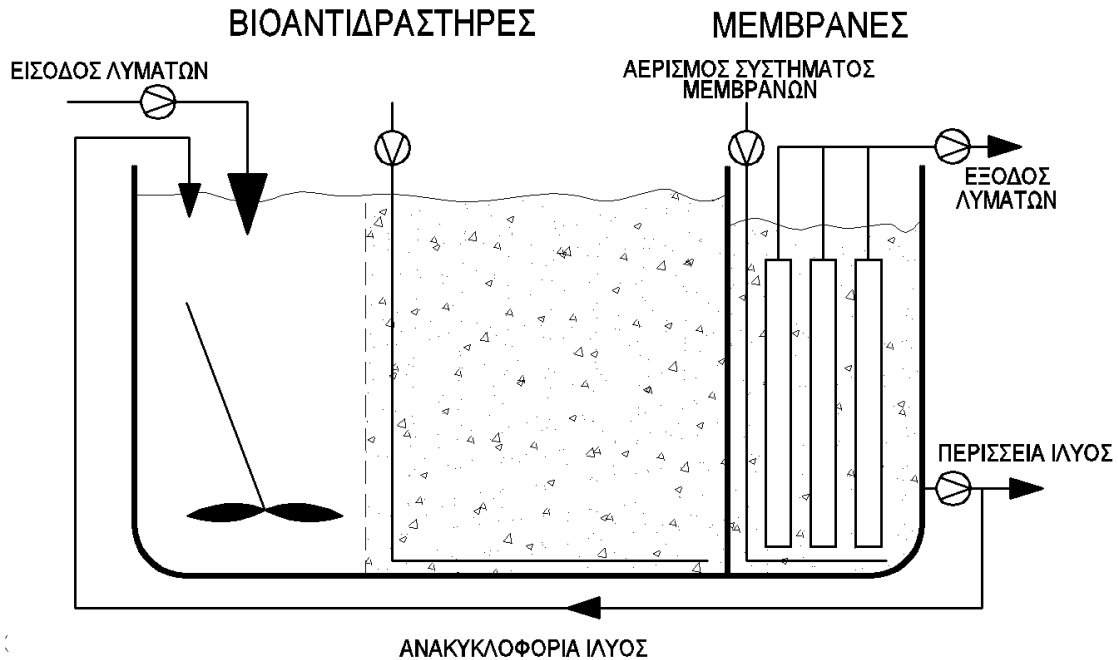
Με κατάλληλη προεπεξεργασία των λυμάτων και με καλής ποιότητας μεμβράνες, αντιμετωπίζεται το πρόβλημα πιθανής έμφραξης των μεμβρανών, γεγονός το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε αστοχία την εγκατάσταση.

Ο καθαρισμός των μεμβρανών γίνεται συνήθως με αερισμό με μεγάλες φυσαλίδες ή με αντίστροφη έκπλυση. Επίσης ανά τακτά χρονικά διαστήματα καθαρίζεται με χημικά διαλύματα. Ο εκτιμώμενος χρόνος ζωής μια τέτοιας μεμβράνης κυμαίνεται από 3 έως 10 χρόνια και εξαρτάται από την ποιότητα των εισερχόμενων λυμάτων την προεπεξεργασία και την ποιότητα της μεμβράνης.

Η συγκεκριμένη μονάδα μπορεί να εγκατασταθεί εντός κτιρίου άρα δεν υπάρχει πρόβλημα σχετικά με την αισθητική της περιοχής. Επιπλέον τον συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να αντεπεξέλθει στις μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις με την προσθήκη δεξαμενής εξισορρόπησης ανάντη του συστήματος των μεμβρανών.

Το κόστος κατασκευής μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι της ίδιας τάξης με το κόστος κατασκευής ενός κλασσικού συστήματος ενεργού ιλύος συνδυασμένου με τριτοβάθμια επεξεργασία ενώ το κόστος λειτουργίας και συντήρησης είναι μεγαλύτερο κατά 5 - 10%.

Τέλος η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να αποτελέσει αυτοτελή εγκατάσταση επεξεργασίας με προσθήκη προεπεξεργασίας ή ακόμα μπορεί να συμπληρώσει υφιστάμενες εγκαταστάσεις για τριτοβάθμια επεξεργασία.



Εικόνα 26: Τυπική διάταξη συστήματος βιοαντιδραστήρων με μεμβράνες MBR,
Πηγή: ΥΠΕΚΑ Έκδοση Απρίλιος 2012

Σύστημα συνδυασμού αιωρούμενου βιοφίλμ και βυθισμένων μεμβρανών υπερδιήθησης (Moving Bed Membrane Reactor, MBMR).

Το συγκεκριμένο σύστημα βασίζεται στην μέθοδο MBBR που προαναφέρθηκε στην δευτεροβάθμια επεξεργασία με μόνη διαφορά ότι η διάλυση των επεξεργασμένων λυμάτων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή βυθισμένων μεμβρανών αντί κάποιας τυπικής διάταξης καθίζησης.

Παρατίθεται πίνακας των διαφόρων συστημάτων επεξεργασίας με συγκριτική αξιολόγηση σε κάποιες παραμέτρους

Πίνακας 8: Πίνακας συστημάτων επεξεργασίας με συγκριτική αξιολόγηση σε κάποιες παραμέτρους

	Εκταση	Απομ. BOD	Απομ. SS	Απομ. N	Απομ. Παθονόμων	Αρχικό κόστος	Ενεργειακή κατανάλωση	H/M εξοπλισμός	Αυτοματισμοί	Σύστημα παρακολούθησης	Οχλήσεις	Προσπεριεργασία	ΔTK	Πρόβλημα διαγκωμένης υλός
Τυπικό σύστημα ενεργού υλός (παρατεταμένος αερισμός)	3	1	1	1	3	2	2	2	2	2	1	1	2	2
Αντιδραστήρας ρευστοποιημένης κλίνης	1	1	1	1α	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2
SBR	1	1	1	1	3	2	2	2	2	3	1	1	1	1
Φίλτρα (χαλικοδιυλιστήριο)	2	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1
Φίλτρα (πλαστικά)	1	1	1	1α	3	2	3	3	3	2	1	2	2	1
RBC	3	1	1	1α	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1
Τεχνητοί υγροβιότοποι	2	1	1	3	3	1β	1	1	1	3	3	2	1	1
Επαμφοτερίζοντες λίμνες	2	1	2	3	3	1β	1	1	1	1	2	2	1	1
Αερόβιες λίμνες	2	1	2	3	3	1β	1	1	1	1	1	2	1	1
Αναερόβιες λίμνες	2	3	2	2	2	1β	1	1	1	1	3	1	1	1
Αεριζόμενες λίμνες	3	1	1	2	3	1β	1	1	1	1	1	2	2	1
Εδαφικής εφαρμογής	2	3	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1
Αντιδραστήρας με μεμβράνες MBR	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1
1: Πλεονέκτημα														
2: Μειονέκτημα														
3: Ενδιαμεση κατάσταση														
1α: Με την προϋπόθεση ότι γίνεται κατάλληλη επέκταση του συστήματος														
1β: Στο βαθμό που δεν χρειάζεται στεγάνωση πυθμένα, ωστόσο δεν είναι η τυπική περίπτωση														

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΜΑΜΜΑΡΙ

4.1. Λύσεις χωροθέτησης της εγκατάστασης

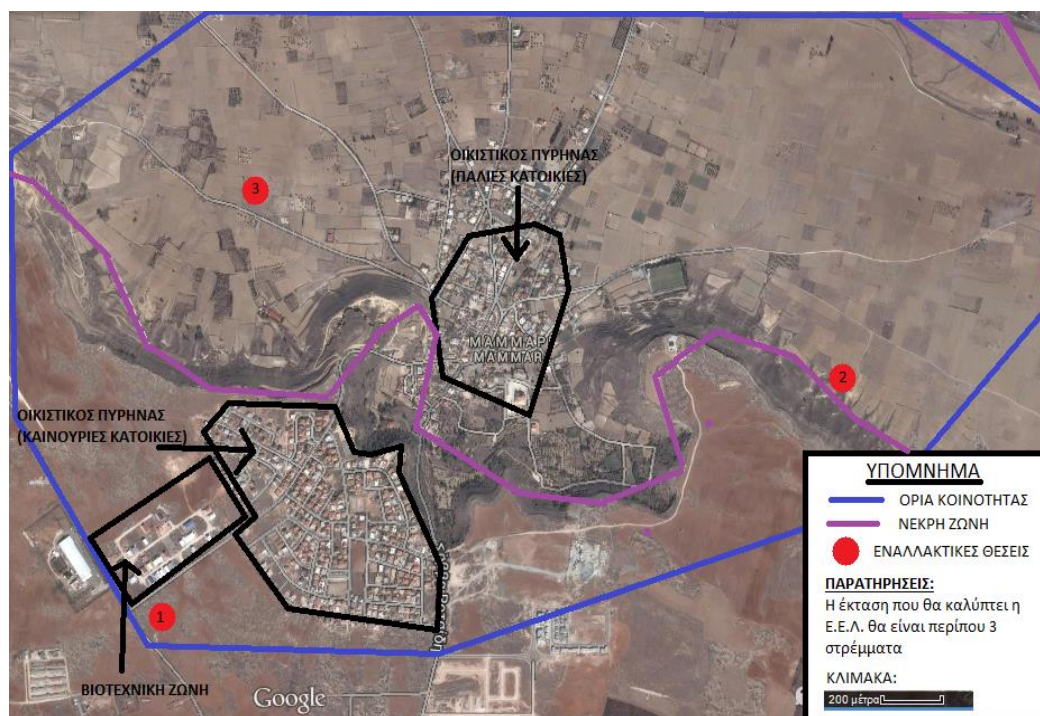
Το ζήτημα της επιλογής της χωροθέτησης μιας προτεινόμενης εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων στην κοινότητα Μάμμαρι είναι σημαντικό.

Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο η κοινότητα Μάμμαρι είναι γραφική και βρίσκεται στο πάνω τμήμα της κοιλάδας του ποταμού Όβγου. Η επιλογή της θέσης πρέπει να ληφθεί με κριτήριο να μην αλλοιωθεί η γραφικότητα της κοινότητας.

Επίσης λόγω των πιθανών οχλήσεων, που θα παρουσιαστούν κατά την κατασκευή της εγκατάστασης, και οσμών κατά την λειτουργία αυτής, η προτεινόμενη θέση θα πρέπει να είναι απομακρυσμένη από τους οικιστικούς πυρήνες της κοινότητας.

Τέλος, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, στην κοινότητα υπάρχει περιοχή ενταγμένη στο πρόγραμμα Natura2000, και αρχαιολογικοί χώροι οπότε πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή της θέσης της εγκατάστασης.

Λαμβάνοντας τα πιο πάνω έχουν επιλεγεί 3 εναλλακτικές θέσεις χωροθέτησης της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων και παρουσιάζονται αναλυτικότερα παρακάτω.



Εικόνα 27: Εναλλακτικές λύσεις χωροθέτησης, Πηγή: www.googlemaps.com

Εναλλακτική θέση 1:

Η εναλλακτική θέση 1 βρίσκεται στο νοτιοδυτικό άκρο της κοινότητας και συγκεκριμένα στην περιοχή «καυκάλα». Η συγκεκριμένη περιοχή ανήκει στην πολεοδομική ζώνη Γ3 η οποία είναι γεωργικής χρήσης. Συνορεύει βορειοδυτικά με την βιοτεχνική ζώνη της κοινότητας, νότια είναι τα όρια της κοινότητας και ανατολικά βρίσκεται ο δρόμος που οδηγεί στον οικιστικό πυρήνα του χωριού. Η περιοχή είναι υποβαθμισμένη λόγω της παρουσίας της βιοτεχνικής ζώνης άρα δεν θα δημιουργηθεί πρόβλημα όσο αφορά την αισθητική του τοπίου. Επίσης το συγκεκριμένο σημείο (τεμάχιο) που θα εγκατασταθεί το προτεινόμενο έργο ανήκει στο κράτος οπότε δεν θα χρειαστεί οποιαδήποτε απαλλοτρίωση.

Η βιοτεχνική ζώνη η οποία βρίσκεται σε απόσταση αναπνοής από την εναλλακτική θέση αποτελεί κύρια σημειακή πηγή λυμάτων της κοινότητας άρα θα ελέγχεται εντατικά η τυχόν έμφραξη αγωγού λόγω απότομης και υπερβολικής παραγωγής λυμάτων από αυτή.

Η εναλλακτική θέση 1 βρίσκεται στο ύψωμα της κοινότητας οπότε για τις οικίες και τις υπόλοιπες πηγές λυμάτων που βρίσκονται στην κοιλάδα της κοινότητας θα χρειαστούν αντλίες για τη διοχέτευση των παραγόμενων λυμάτων στην εγκατάσταση με αποτέλεσμα την επιβάρυνση όσο αφορά το κατασκευαστικό κόστος.



Εικόνα 28: Εναλλακτική θέση 1, Πηγή: www.googlemaps.com



Εικόνα 29: Κοντινή λήψη της εναλλακτικής θέσης 1

Εναλλακτική θέση 2:

Η εναλλακτική θέση 2 βρίσκεται στο ανατολικό μέρος της κοινότητας. Συγκεκριμένα βρίσκεται ανατολικά του κοινοτικού σταδίου της κοινότητας στην περιοχή με ονομασία «Κόννηδες». Η συγκεκριμένη θέση βρίσκεται σε μακρινή απόσταση από την οικιστική περιοχή και η πολεοδομική της ζώνη είναι ομοίως με την θέση 1, δηλαδή Γ3 και οι χρήσεις της είναι γεωργικές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη θέση βρίσκεται στην κοιλάδα της κοινότητας και σε σημείο που δεν φαίνεται από οποιαδήποτε οικία ή δρόμο της κοινότητας διότι καλύπτεται από το ανατολικό ύψωμα της κοινότητας. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι σε απόσταση αναπνοής από την προτεινόμενη θέση, χρησιμοποιείται παράνομα από τους κατοίκους της κοινότητας χώρος απόθεσης στερεών αποβλήτων (σκουπίδια). Άρα από τα παραπάνω συνεπάγεται ότι με πιθανή κατασκευή της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων στην συγκεκριμένη θέση δεν θα υπάρξει επίπτωση όσο αφορά την υποβάθμιση του τοπιού γιατί είναι ήδη υποβαθμισμένο και δεν θα επηρεαστεί η οπτική αισθητική.

Στα θετικά της εναλλακτικής θέσης 2 σε σχέση με την θέση 1 είναι ότι η θέση 2 βρίσκεται στην κοιλάδα της κοινότητας οπότε δεν θα χρειαστούν αντλίες για την διοχέτευση των λυμάτων στην εγκατάσταση και τα λύματα θα φτάνουν στην εγκατάσταση με αγωγούς βαρύτητας. Επίσης λόγω του ότι η συγκεκριμένη περιοχή

είναι τελείως αχρησιμοποίητη, παρά μόνο ο παράνομος χώρος απόθεσης σκουπιδιών, δεν θα υπάρξει περιορισμός όσο αφορά την έκταση του προτεινόμενου έργου.



Εικόνα 30: Εναλλακτική θέση 2, Πηγή: www.googlemaps.com



Εικόνα 31: Κοντινή λήψη της εναλλακτικής θέσης 2. Στο βάθος φαίνεται ο χώρος απόθεσης στερεών αποβλήτων.

Εναλλακτική θέση 3:

Η εναλλακτική θέση 3 βρίσκεται στο δυτικό μέρος της κοινότητας και συγκεκριμένα στην περιοχή «Παλλουρόκαμπος». Η περιοχή αυτή όπως και οι άλλες ανήκει στην πολεοδομική ζώνη Γ3, δηλαδή γεωργικής χρήσης. Ανατολικά της θέσης και σε απόσταση περίπου 1 km βρίσκεται ο οικιστικός πυρήνας της κοινότητας με τις παλιές κατοικίες.

Κοντά στην περιοχή εκτείνονται καλλιέργειες που είναι κυρίως ελιές. Επιπλέον υπάρχουν σε κοντινή απόσταση από την προτεινόμενη θέση μια φάρμα πουλερικών και μια φάρμα με κατσίκες.

Ομοίως με την εναλλακτική θέση 2 έτσι και αυτή βρίσκεται στην κοιλάδα της κοινότητας με αποτέλεσμα να μην κρίνεται αναγκαία η χρήση αντλιών για την διοχέτευση των λυμάτων στην εγκατάσταση.

Θετικό της συγκεκριμένης θέσης είναι το γεγονός ότι βρίσκεται περίπου στη μέση των 2 οικιστικών πυρήνων της κοινότητας και σε κοντινή απόσταση από τη βιοτεχνική ζώνη, οπότε ο αγωγός μεταφοράς των λυμάτων στην εγκατάσταση θα έχει μικρότερη έκταση σε σχέση με τις άλλες προτεινόμενες θέσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μειωμένο κατασκευαστικό κόστος σε σχέση με τις άλλες 2 πιθανές θέσεις της εγκατάστασης.



Εικόνα 32: Εναλλακτική λύση 3 Πηγή: www.googlemaps.com



Εικόνα 33: Κοντινή λήψη της εναλλακτικής θέσης 3

Σύγκριση εναλλακτικών λύσεων χωροθέτησης.

Η επιλογή της τελικής θέσης της εγκατάστασης γίνεται με κριτήρια την αισθητική του τοπίου και της οικονομικότερης λύσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι έχει γίνει δοκιμή διαπερατότητας του εδάφους στις 3 εναλλακτικές θέσεις. Ο λόγος που έγινε αυτή η δοκιμή είναι γιατί εκτός από την χρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση των παρακείμενων καλλιεργειών θα χρησιμοποιηθούν και για εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφορέα. Οπότε κρίνεται αναγκαία η δοκιμή διαπερατότητας για να επιλεγεί η σωστός τρόπος διήθησης. Θα δημιουργηθούν τεχνητές λίμνες για την προσωρινή αποθήκευση των επεξεργασμένων λυμάτων και την διήθηση των επεξεργασμένων λυμάτων.

Κατά την διάρκεια της δοκιμής διαπερατότητας του εδάφους παρατηρήθηκε ότι στην προτεινόμενη θέση 1 το έδαφος είναι βραχώδες. Το γεγονός αυτό αποτελεί αρνητικό παράγοντα για τον λόγο ότι πιθανόν να πρέπει να χρησιμοποιηθούν εκρηκτικά κατά την διάρκεια της κατασκευής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κατασκευαστικού κόστους της εγκατάστασης. Επίσης με την παρουσία του βράχου θα είναι αδύνατη η προσρόφηση των επεξεργασμένων λυμάτων στον υδροφορέα.

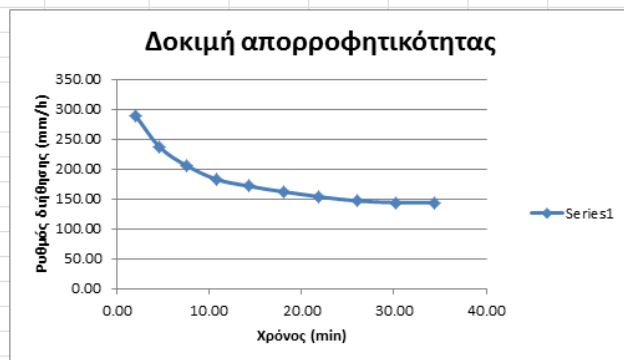
Όπως προαναφέρθηκε κοντά στην εναλλακτική θέση 3 υπάρχουν περισσότερες καλλιέργειες οπότε θα γίνεται πιο γρήγορη και εύκολη η άρδευση τους με την κατασκευή της Ε.Ε.Λ. στη θέση 3 . Επίσης ο αγωγός μεταφοράς των λυμάτων θα είναι μικρότερος στην θέση 3 από τη θέση 2 που συνεπάγεται σε μικρότερο κατασκευαστικό κόστος

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω επιλέγεται ως καταλληλότερη θέση του προτεινόμενου έργου η θέση 3.

Παρατίθενται εικόνες και οι υπολογισμοί της διαπερατότητας του εδάφους για τις θέσεις 2 και 3.



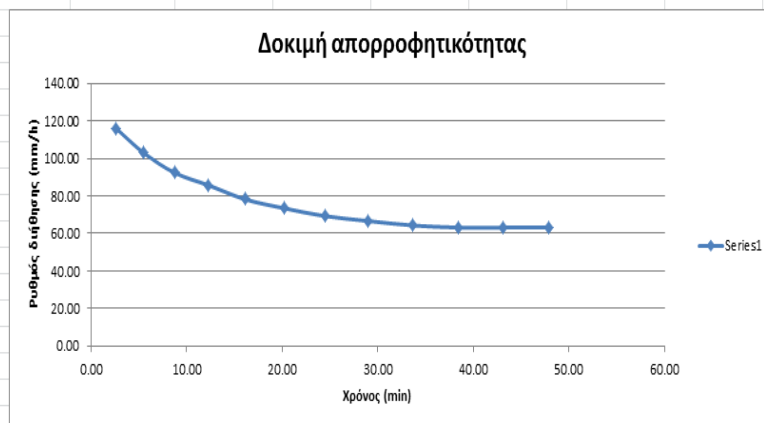
Θέση 2											
Υποβιβασμός στάθμης νερού (mm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Χρόνος (sec)	0	125	152	175	197	210	222	234	245	250	250
Χρόνος (min)	0	2.08	2.53	2.92	3.28	3.50	3.70	3.90	4.08	4.17	4.17
Αθροιστικός χρόνος (min)	0	2.08	4.62	7.53	10.82	14.32	18.02	21.92	26.00	30.17	34.33
Ρυθμός διήθησης (mm/h)	0	288.00	236.84	205.71	182.74	171.43	162.16	153.85	146.94	144.00	144.00



Εικόνα 34: Δοκιμή διαπερατότητας της εναλλακτικής θέσης 2



Θέση 3														
Υποβιβασμός στάθμης νερού (mm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Χρόνος (sec)	0	155	175	195	210	230	245	260	270	280	285	285	285	
Χρόνος (min)	0	2.58	2.92	3.25	3.50	3.83	4.08	4.33	4.50	4.67	4.75	4.75	4.75	
Αθροιστικός χρόνος (min)	0	2.58	5.50	8.75	12.25	16.08	20.17	24.50	29.00	33.67	38.42	43.17	47.92	
Ρυθμός διήθησης (mm/h)	0	116.13	102.86	92.31	85.71	78.26	73.47	69.23	66.67	64.29	63.16	63.16	63.16	



Εικόνα 35: Δοκιμή διαπερατότητας της εναλλακτικής θέσης 3

4.2. Εναλλακτικές λύσεις προτεινόμενου έργου

Αφού προέκυψε η τελική θέση του προτεινόμενου έργου και έχουν περιγραφεί προηγουμένως τα διάφορα συστήματα επεξεργασίας (κεφάλαιο 3), θα γίνει σύγκριση μεταξύ τριών εναλλακτικών λύσεων για την διαχείριση των λυμάτων στην κοινότητα για την τελική επιλογή του προτεινόμενου έργου. Επιθυμητή είναι η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για σκοπούς άρδευσης. Λόγω του ότι οι καλλιέργειες καλύπτουν μικρή έκταση μερικά από τα επεξεργασμένα λύματα θα προορίζονται για εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Λόγω τούτου, προκύπτει η ανάγκη, τα λύματα να υποστούν τριτοβάθμια επεξεργασία. Τα κριτήρια αυτής της σύγκρισης είναι οικονομικά και τεχνικά. Οι τρεις εναλλακτικές λύσεις είναι οι εξής:

1. Κατασκευή αποχετευτικού δικτύου και σύνδεση μέσω αγωγού μεταφοράς σε υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασίας (σύστημα βιοαντιδραστήρων με μεμβράνες MBR) η οποία βρίσκεται στην Ανθούπολη
2. Κατασκευή αποχετευτικού δικτύου και κατασκευή εγκατάστασης συστήματος ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό με την προσθήκη φίλτρων για την επίτευξη της τριτοβάθμιας επεξεργασίας.
3. Κατασκευή αποχετευτικού δικτύου και κατασκευή εγκατάστασης συστήματος βιοαντιδραστήρων με μεμβράνες MBR.

4.2.1. Οικονομική αξιολόγηση των τριών εναλλακτικών λύσεων

Κάθε προτεινόμενο έργο διαχείρισης λυμάτων έχει κάποιο κόστος κατασκευής, κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Το συνολικό κόστος κατασκευής (K) του προτεινόμενου έργου αποτελείται από το κόστος κατασκευής του αποχετευτικού δικτύου (K_1), το κόστος κατασκευής του αγωγού μεταφοράς προς την εγκατάσταση ή αγωγός προσαγωγής (K_2) και το κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων (K_3). Όσον αφορά το κόστος K_3 για τη λύση 1 επειδή υπάρχει ήδη υφιστάμενη εγκατάσταση (ίδια με λύση 3) θα χρειαστεί μια αναβάθμιση για να δέχεται τα επιπλέον φορτία από την κοινότητα. Γίνεται η παραδοχή ότι το κόστος της αναβάθμισης αυτής αντιστοιχεί στο 80% του κόστους κατασκευής K_3 της λύσης 3.

Αντίστοιχα για το κάθε συνολικό κόστος κατασκευής προκύπτει και ένα κόστος λειτουργίας και συντήρησης ($ΚΛ$). Εμπειρικά τα κόστη $ΚΛ_1$ και $ΚΛ_2$ λαμβάνονται ίσα με το 3% των αντίστοιχων κοστών κατασκευής. Το $ΚΛ_3$ για την προτεινόμενη λύση 2 (συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό) λαμβάνεται ίσο με το 10% του κόστους κατασκευής της εγκατάστασης ενώ για την προτεινόμενη λύση 1 και 3 (σύστημα MBR) το $ΚΛ_3$ λαμβάνεται ίσο με το 12% του κόστους κατασκευής της εγκατάστασης. Η διαφορά αυτή είναι λογική αφού στο σύστημα

MBR χρησιμοποιείται περισσότερος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός. Απαιτείται επίσης περισσότερη συντήρηση.

4.2.1.1. Εύρεση κόστους κατασκευής

Υπολογισμός K_1

Το K_1 είναι και για τις 3 εναλλακτικές λύσεις το ίδιο.

Αρχικά υπολογίζεται η απαιτούμενη διάμετρος (D) σε m, των αγωγών του δικτύου με τον παρακάτω τύπο:

$$D = \sqrt{\frac{A*4}{\pi}} \quad (4.1)$$

όπου A, είναι το εμβαδό της διατομής του αγωγού σε m^2 και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$A = \frac{Q}{u} \quad (4.2)$$

όπου Q είναι η μέγιστη ωριαία παροχή σε l/sec και

u είναι η μέγιστη ταχύτητα ροής των λυμάτων σε m/s.

Σημείωση: Η διάμετρος που υπολογίζεται είναι η εσωτερική. Επιλέγεται η αμέσως επόμενη διαθέσιμη διάμετρος εμπορίου (Φ) (αναφέρεται στην εξωτερική διάμετρο).

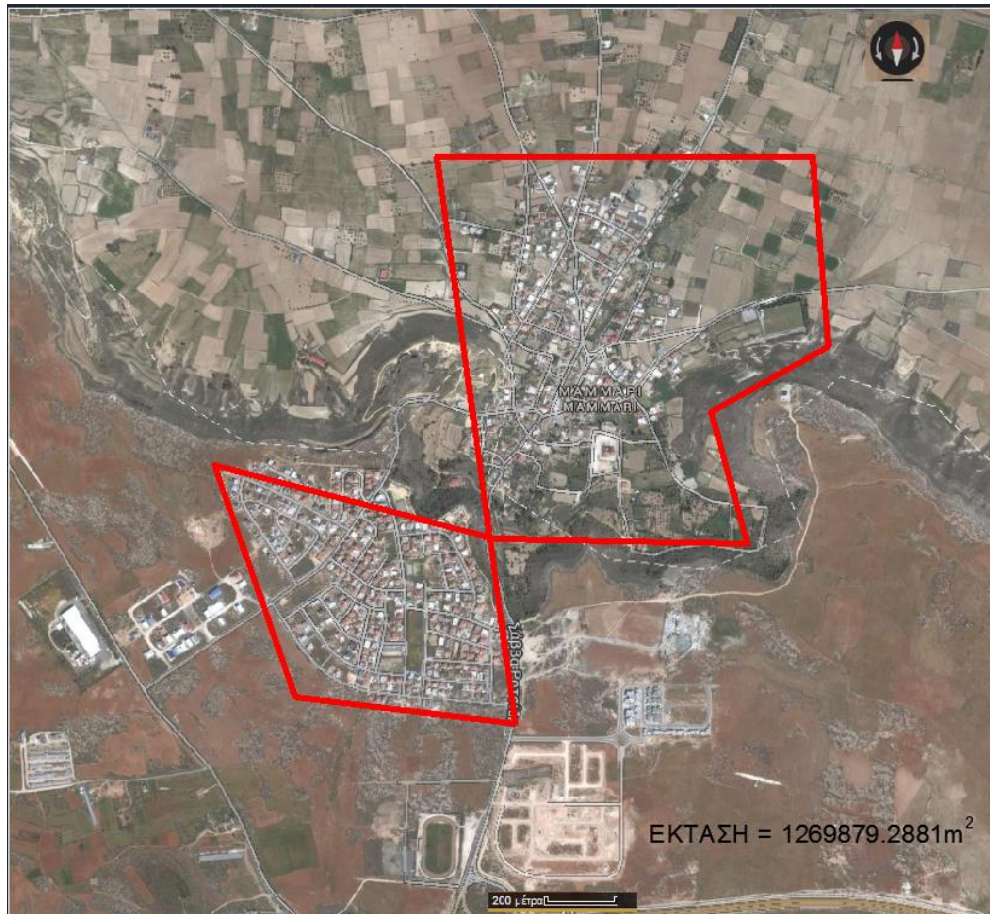
Ακολούθως υπολογίζεται το συνολικό μήκος (L) σε m του δικτύου με τον τύπο:

$$L = 2.75 * \rho + 60 \quad (4.3)$$

όπου ρ είναι η πυκνότητα πληθυσμού και υπολογίζεται ως εξής:

$$\rho = \frac{\text{κάτοικοι}}{\text{έκταση}} \quad (4.4)$$

Σημείωση : η ποσότητα “κάτοικοι” αναφέρεται στους μόνιμους κατοίκους της κοινότητας ενώ η έκταση μετριέται σε εκτάρια (ha) και είναι αυτή που θα καταλαμβάνουν οι οικίες το έτος 2024. Η αναλογία m^2 και ha είναι 10000:1. Παρατίθεται η εικόνα για τον υπολογισμό της έκτασης.



Εικόνα 36: Υπολογισμός έκτασης που θα καλύπτουν οι κατοικίες το 2024,
 Πηγή: www.googlemaps.com

Το K_1 υπολογίζεται από τον τύπο:

$$K_1 = L * C \quad (4.5)$$

Όπου C το κόστος του αγωγού σε €/m.

Υπολογισμός K_2

Το K_2 είναι το ίδιο για τις λύσεις 2 και 3 και διαφέρει στη λύση 1.

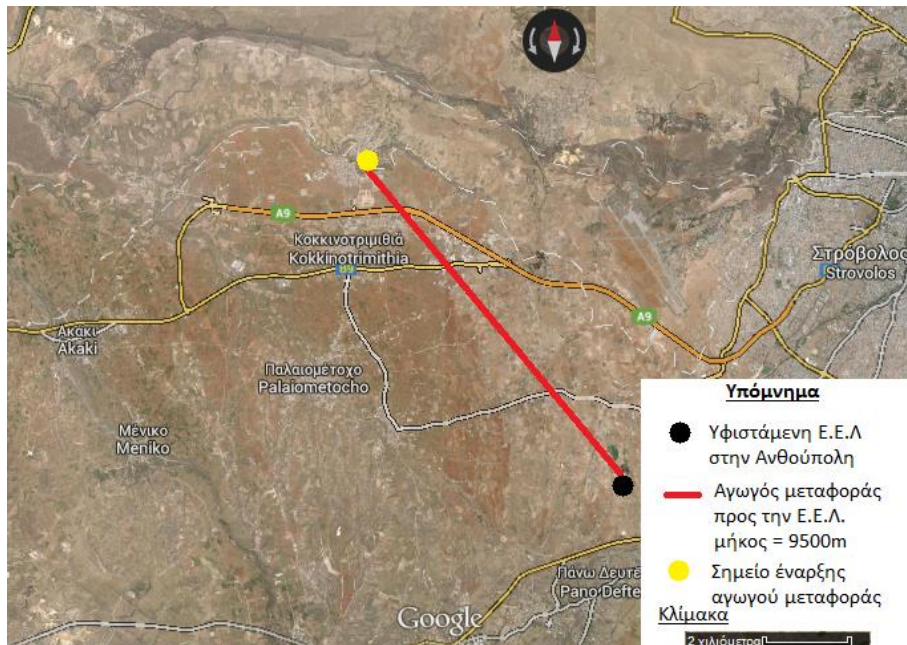
Όπως για το αποχετευτικό δίκτυο έτσι και για τον αγωγό μεταφοράς των λυμάτων στην Ε.Ε.Λ θα χρησιμοποιηθούν αγωγοί $\Phi 200$. Το K_2 υπολογίζεται από τον τύπο:

$$K_2 = L * C \quad (4.6)$$

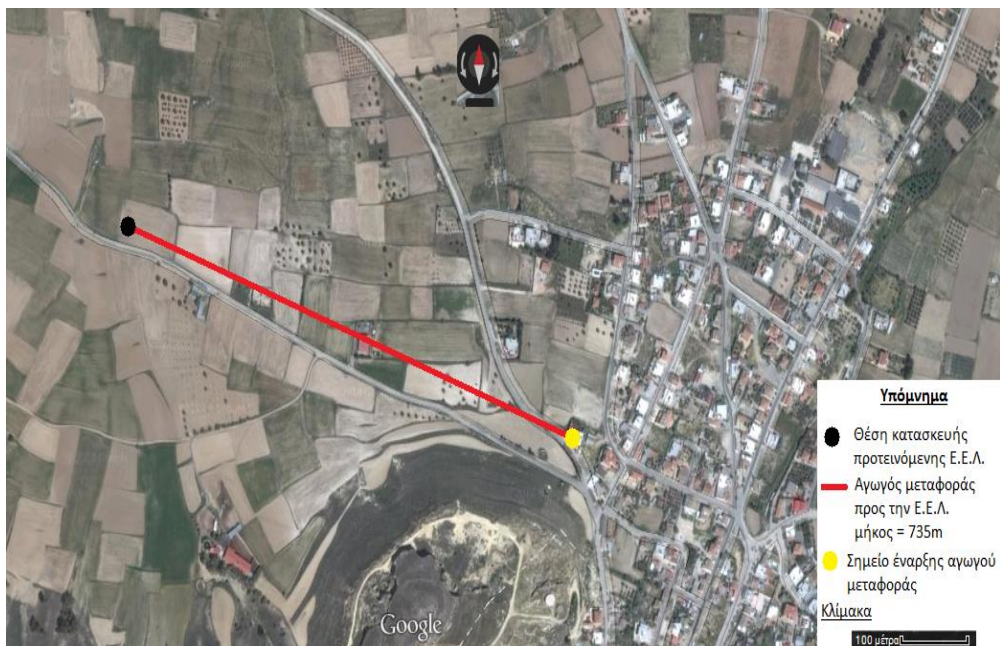
Όπου L είναι το μήκος του αγωγού μεταφοράς σε m και

C το κόστος του αγωγού σε €/m.

Σημείωση: Το μήκος του αγωγού (L) ορίζεται ως η απόσταση από το σημείο εκκίνησης του αγωγού μέχρι την είσοδο του στην εγκατάσταση και συγκεκριμένα στην μονάδα προεπεξεργασίας. Παρατίθενται χάρτες για την εύρεση του μήκους του αγωγού προσαγωγής.



Εικόνα 37: Εύρεση μήκους αγωγού προσαγωγής για την λύση 1
 Πηγή: www.googlemaps.com



Εικόνα 38: Εύρεση μήκους αγωγού προσαγωγής για τις λύσεις 2 και 3
 Πηγή: www.googlemaps.com

Αξίζει να σημειωθεί ότι για τις λύσεις 2 και 3 ο αγωγός αυτός θα είναι βαρύτητας, δηλαδή δεν θα χρειαστούν αντλίες για την ροή, σε αντίθεση με την λύση 1 όπου ο αγωγός είναι καταθλιπτικός, δηλαδή χρειάζονται αντλίες και η ροή είναι υπό πίεση. Ο λόγος που θα είναι καταθλιπτικός ο αγωγός στην λύση 1 είναι γιατί το μανομετρικό υψόμετρο του σημείου εκκίνησης του είναι μικρότερο από το μανομετρικό υψόμετρο της υφιστάμενης Ε.Ε.Λ στην Ανθούπολη.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω, για την λύση 1 θα γίνει μια προσαύξηση του 30% στο κόστος κατασκευής για να συμπεριληφθεί και το κόστος των αντλιών πέραν από το κόστος κατασκευής του αγωγού.

Τα κόστη K_3 μετά από πληροφορίες που λήφθηκαν από κατασκευαστικές εταιρίες λαμβάνονται εμπειρικά για το συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό ίσο με 1100000€ και για το σύστημα βιοαντιδραστήρων με μεμβράνες MBR ίσο με 1200000€.

4.2.1.2. Εύρεση κόστους λειτουργίας και συντήρησης

Όπως προαναφέρθηκε το κόστος λειτουργίας και συντήρησης για το αποχετευτικό δίκτυο $ΚΛ_1$ και για τον αγωγό προσαγωγής $ΚΛ_2$ ισούται με το 3% του αντίστοιχου κόστους κατασκευής. Τα $ΚΛ_1$ και $ΚΛ_2$ για τις 3 προτεινόμενες λύσεις υπολογίζονται από τους τύπους:

$$ΚΛ_1 = 0.03 * K_1 \quad (4.7)$$

$$ΚΛ_2 = 0.03 * K_2 \quad (4.8)$$

Το $ΚΛ_3$ διαφέρει για τις 3 εναλλακτικές λύσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτά που προαναφέρθηκαν όσο αφορά τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης υπολογίζονται τα $ΚΛ_3$ από τους παρακάτω τύπους για την κάθε λύση αντίστοιχα:

$$ΚΛ_3 = 0.12 * K_3 \quad (4.9)$$

$$ΚΛ_3 = 0.1 * K_3 \quad (4.10)$$

$$ΚΛ_3 = 0.12 * K_3 \quad (4.11)$$

Παρατίθεται πίνακας με τα συνολικά κόστη για την κάθε προτεινόμενη λύση.

Πίνακας 9: Συνολικά κόστη για την κάθε εναλλακτική λύση

Υπολογισμός συνολικού κόστους για τη λύση 1					Υπολογισμός συνολικού κόστους για τη λύση 2					Υπολογισμός συνολικού κόστους για τη λύση 3				
Υπολογισμός Κ ₁					Υπολογισμός Κ ₁					Υπολογισμός Κ ₁				
Q	u	A	D	Φ	Q	u	A	D	Φ	Q	u	A	D	Φ
21.87 l/s	1.2 m/s	0.0182 m ²	0.152 m	200 mm	21.87 l/s	1.2 m/s	0.0182 m ²	0.152 m	200 mm	21.87 l/s	1.2 m/s	0.0182 m ²	0.152 m	200 mm
κάτοικοι	έκταση	ρ	L	C	κάτοικοι	έκταση	ρ	L	C	κάτοικοι	έκταση	ρ	L	C
3000	127	23.6 κατ./ha	125 m	250 €/m	3000	127	23.6 κατ./ha	125 m	250 €/m	3000	127	23.6 κατ./ha	125 m	250 €/m
Κ ₁					Κ ₁					Κ ₁				
31,250.0 €					31,250.0 €					31,250.0 €				
Υπολογισμός Κ ₂					Υπολογισμός Κ ₂					Υπολογισμός Κ ₂				
Φ	C	L	Κ ₂		Φ	C	L	Κ ₂		Φ	C	L	Κ ₂	
200 mm	250 €/m	9500 m	712,500.0 €		200 mm	250 €/m	735 m	183,750.0 €		200 mm	250 €/m	735m	183,750.0 €	
Κ ₃					Κ ₃					Κ ₃				
960,000.0 €					1,100,000.0 €					1,200,000.0 €				
Υπολογισμός ΚΛ ₁		Υπολογισμός ΚΛ ₁			Υπολογισμός ΚΛ ₁		Υπολογισμός ΚΛ ₁			Υπολογισμός ΚΛ ₁		Υπολογισμός ΚΛ ₁		
Κ ₁	ΚΛ ₁	Κ ₁			Κ ₁	ΚΛ ₁	Κ ₁			Κ ₁	ΚΛ ₁	Κ ₁		
31,250.0 €	937.5 €/έτος				31,250.0 €	937.5 €/έτος				31,250.0 €	937.5 €/έτος			
Υπολογισμός ΚΛ ₂		Υπολογισμός ΚΛ ₂			Υπολογισμός ΚΛ ₂		Υπολογισμός ΚΛ ₂			Υπολογισμός ΚΛ ₂		Υπολογισμός ΚΛ ₂		
Κ ₂	ΚΛ ₂	Κ ₂			Κ ₂	ΚΛ ₂	Κ ₂			Κ ₂	ΚΛ ₂	Κ ₂		
712,500.0 €	21375 €/έτος				183,750.0 €	5512.5 €/έτος				183,750.0 €	5512.5 €/έτος			
Υπολογισμός ΚΛ ₃		Υπολογισμός ΚΛ ₃			Υπολογισμός ΚΛ ₃		Υπολογισμός ΚΛ ₃			Υπολογισμός ΚΛ ₃		Υπολογισμός ΚΛ ₃		
Κ ₃	ΚΛ ₃	Κ ₃			Κ ₃	ΚΛ ₃	Κ ₃			Κ ₃	ΚΛ ₃	Κ ₃		
960,000.0 €	115200 €/έτος				1,100,000.0 €	110000 €/έτος				1,200,000.0 €	144000 €/έτος			

Λόγω του ότι το κόστος κατασκευής και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης έχουν διαφορετικές μονάδες μέτρησης, € και €/έτος αντίστοιχα, θα γίνει μια μετατροπή του κόστους κατασκευής προκειμένου να μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους οι 3 προτεινόμενες λύσεις. Συγκεκριμένα εκτιμάται το ετήσιο απαιτούμενο κόστος ανά εξυπηρετούμενο κάτοικο το οποίο περιλαμβάνει την τοκοχρεωλυτική δαπάνη κατασκευής (ετήσιο τοκοχρεολύσιο).

Το ετήσιο τοκοχρεολύσιο υπολογίζεται από τον τύπο:

$$ET_n = \frac{i*(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} * K_n \quad (4.12)$$

Όπου το n είναι 1,2 ή 3 τα αντίστοιχα κόστη,

i είναι το αποπληθωρισμένο επιτόκιο και

t είναι ο ωφέλιμος χρόνος ζωής του εκάστοτε έργου.

Σημείωση: Τα έργα πολιτικού μηχανικού (Π/Μ) έχουν ωφέλιμο χρόνο ζωής 40 χρόνια ενώ τα έργα ηλεκτρολόγου μηχανικού (Η/Μ) έχουν ωφέλιμο χρόνο ζωής 20 χρόνια. Τα αποχετευτικό δίκτυο και ο αγωγός προσαγωγής χαρακτηρίζονται ως έργα Π/Μ. Για το ET₃ της προτεινόμενης λύσης 2 γίνεται παραδοχή ότι το έργο είναι σε ποσοστό 60% έργο Π/Μ και 40% σε έργο Η/Μ ενώ για την προτεινόμενη λύση 3 το έργο είναι σε ποσοστό 50% έργο Π/Μ και 50% έργο Η/Μ. Η λύση 1 δεν έχει ET₃ αφού δεν έχει K₃

Παρατίθεται πίνακας με τα ET_n για την κάθε εναλλακτική λύση.

Πίνακας 10: Τοκοχρεολύσιο για την κάθε εναλλακτική λύση

Υπολογισμός ετήσιου τοκοχρεολύσιου για τη λύση 1				Υπολογισμός ετήσιου τοκοχρεολύσιου για τη λύση 2				Υπολογισμός ετήσιου τοκοχρεολύσιου για τη λύση 3			
Υπολογισμός ET ₁				Υπολογισμός ET ₁				Υπολογισμός ET ₁			
i	t	K ₁		i	t	K ₁		i	t	K ₁	
3%	40 έτη	31,250.0 €		3%	40 έτη	31,250.0 €		3%	40 έτη	31,250.0 €	
ET ₁				ET ₁				ET ₁			
1351.95 €/έτος				1351.95 €/έτος				1351.95 €/έτος			
Υπολογισμός ET ₂				Υπολογισμός ET ₂				Υπολογισμός ET ₂			
i	t	K ₂		i	t	K ₂		i	t	K ₂	
3%	40 έτη	712,500.0 €		3%	40 έτη	183,750.0 €		3%	40 έτη	183,750.0 €	
ET ₂				ET ₂				ET ₂			
30824.4 €/έτος				7949.5 €/έτος				7949.5 €/έτος			
Υπολογισμός ET ₃				Υπολογισμός ET ₃				Υπολογισμός ET ₃			
i	t	K ₃	ET ₃	i	t	K ₃	ET ₃	i	t	K ₃	ET ₃
3%	40 έτη	960,000.0 €	20766 €/έτος	3%	40 έτη	1,100,000.0 €	28553.2 €/έτος	3%	40 έτη	1,200,000.0 €	25957.4 €/έτος
	20 έτη	960,000.0 €	32263.5 €/έτος		20 έτη	1,100,000.0 €	29574.9 €/έτος		20 έτη	1,200,000.0 €	40329.4 €/έτος
ET ₃				ET ₃				ET ₃			
53029.5 €/έτος				58128.1 €/έτος				66286.8 €/έτος			

4.2.1.3. Οικονομική σύγκριση των 3 εναλλακτικών λύσεων και επιλογή της βέλτιστης λύσης

Έχοντας πλέον το κόστος κατασκευής και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης στις ίδιες μονάδες μέτρησης μπορεί να γίνει μια οικονομική σύγκριση υπολογίζοντας το κόστος (ΚΕΚ) που θα επιβαρύνει τον κάθε εξυπηρετούμενο κάτοικο (ΕΚ) ανά έτος για την κάθε προτεινόμενη λύση από τον παρακάτω τύπο:

$$ΚΕΚ = \frac{\sum_{i=1}^3 ET_i + \sum_{i=1}^3 ΚΑ_i}{ΕΚ} \quad (4.13)$$

Όπου το i είναι 1,2 και 3 και αντιστοιχεί στο αποχετευτικό δίκτυο τον αγωγό προσαγωγής και την εγκατάσταση.

Παρατίθεται πίνακας με την οικονομική σύγκριση των 3 εναλλακτικών λύσεων

Πίνακας 11: Οικονομική σύγκριση εναλλακτικών λύσεων

Υπολογισμός ετήσιου κόστους ανά εξυπηρετούμενο κάτοικο			
	Για την λύση 1	Για την λύση 2	Για την λύση 3
$\sum_{i=1}^3 ET_i$	85205.5 €/έτος	67429.55 €/έτος	75588.25 €/έτος
$\sum_{i=1}^3 ΚΑ_i$	137512.5 €/έτος	116450 €/έτος	150450 €/έτος
ΕΚ	3000 κάτοικοι	3000 κάτοικοι	3000 κάτοικοι
ΚΕΚ	74.24 €/κατ/έτος	61.29 €/κατ/έτος	75.30 €/κατ/έτος

Από τον πιο πάνω πίνακα παρατηρείται ότι η οικονομικότερη λύση είναι η λύση 2, ακολούθως η διάθεση των λυμάτων της κοινότητας στην υφιστάμενη εγκατάσταση στην Ανθούπολη και δαπανηρότερη λύση είναι η λύση 3, δηλαδή η κατασκευή εγκατάστασης συστήματος MBR. Παρόλα που η λύση 3 εμφανίζεται ακριβότερη από τη λύση 2, έχει προφανή πλεονεκτήματα τόσο με την υψηλή ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων, όσο και με τις μικρότερες απαιτήσεις ως προς την έκταση του οικοπέδου κατασκευής της Ε.Ε.Λ. . Η λύση 1 δεν επιλέγεται για το λόγο ότι θα υπάρχουν περισσότερα λειτουργικά και costη συντήρησης από αυτά που υπολογίστηκαν λόγω της μεγάλης απόστασης που απέχει από την κοινότητα και πιθανές βλάβες αντλιών. Επιπλέον υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να υπάρχουν διαφυγές λυμάτων κατά τη μεταφορά τους από τον αγωγό προσαγωγής και τέλος οι κάτοικοι της κοινότητας δεν θα εκμεταλλεύονται τα επεξεργασμένα λύματα για άρδευση των καλλιεργειών τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ

Με βάσει την ανάλυση του προηγούμενου κεφαλαίου προέκυψε ως πλεονεκτικότερη η λύση κατασκευής ενός συστήματος αντιδραστήρα με βιομεμβράνες MBR. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναλυτικός σχεδιασμός του προτεινόμενου συστήματος επεξεργασίας

5.1. Έργα προεπεξεργασίας

Στα έργα προεπεξεργασίας συγκαταλέγονται η μονάδα εσχάρωσης, η μονάδα εξάμμωσης-απολίπανσης και ο μετρητής παροχής. Οι πιο πάνω μονάδες θα διαστασιολογηθούν με την μέγιστη ωριαία παροχή ($Q_{αιχ}$)

5.1.1. Μονάδα εσχάρωσης

Θα τοποθετηθούν 2 κύριες εσχάρες και 1 εφεδρική με τα ίδια χαρακτηριστικά.

Για τη σωστή διαστασιολόγηση θα πρέπει να πληρούνται οι πιο κάτω προδιαγραφές:

$$V_{\max} \leq 1.2\text{m/s}$$

$$V_{\min} \geq 0.3\text{m/s}$$

Όπου V_{\max} και V_{\min} η μέγιστη και ελάχιστη ταχύτητα ροής των λυμάτων αντίστοιχα.

Υπολογισμός της ωφέλιμης επιφάνειας της εσχάρας (A)

$$A = \frac{Q_{αιχ}}{V} \quad (5.1)$$

Όπου $Q_{αιχ}$ η μέγιστη ωριαία παροχή και

V η ταχύτητα ροής των λυμάτων. Αρχικά λαμβάνεται ίση με 1.2m/s για να πληρεί την προδιαγραφή

Υπολογισμός πλάτους ροής των λυμάτων ($B_{καθ}$)

$$B_{καθ} = \frac{A}{H_{κατ}} \quad (5.2)$$

Όπου $H_{κατ}$ το βάθος κατάντη.

Υπολογισμός n για κάθε εσχάρα

$$B_{καθ} = (n - 1) * l_1 * 2 \quad (5.3)$$

Όπου n ο αριθμός των ράβδων για την κάθε εσχάρα και το

l_1 το μήκος των διάκενων

Υπολογισμός πλάτους καναλιού ($B_{καν}$)

$$B_{καν} = n * l_2 + (n - 1) * l_1 \quad (5.4)$$

Όπου l_2 το πάχος των ράβδων.

Επειδή η παροχή αιχμής είναι σχετικά μικρή και το πλάτος του καναλιού ($B_{καν}$) προκύπτει πολύ μικρό από τις πιο πάνω σχέσεις, επιλέγεται το πλάτος της εσχάρας $B_{καν} = 0.5$ m με l_1 και l_2 6mm και 3mm αντίστοιχα.



Εικόνα 39: Τυπική μονάδα εσχάρωσης, Πηγή: Ε.Ε.Λ της Ανθούπολης

Διαστασιολόγηση κάδων εσχαρισμάτων

Γίνεται η παραδοχή ότι τα εσχαρίσματα είναι το 5% των λυμάτων και έστω ότι ο κάδος έχει χωρητικότητα 1m^3 . Από τον παρακάτω τύπο υπολογίζεται ο ημερήσιος όγκος των εσχαρισμάτων (V) :

$$V = 0.05 * Q_{σχε} \quad (5.5)$$

Όπου $Q_{σχε}$ είναι η παροχή σχεδιασμού (μέγιστη ημερήσια παροχή).

Από τον τύπο προέκυψε ότι $V = 0.047 \text{ m}^3$ και με την υπόθεση ότι θα τοποθετηθεί ένας κάδος εσχαρισμάτων προκύπτει ότι ο κάδος θα αδειάζεται κάθε 3 βδομάδες.



Εικόνα 40: Τυπικός κάδος εσχαρισμάτων, Πηγή: Από Ε.Ε.Λ. Λαυρίου

5.1.2. Μονάδα εξάμμοσης- απολίπανσης

Για την σωστή διαστασιολόγηση της μονάδας εξάμμοσης-απολίπανσης θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προδιαγραφές:

- Ο χρόνος παραμονής θ των λυμάτων στην δεξαμενή εξάμμοσης-απολίπανσης επιλέγεται ίσος με 4 λεπτά της ώρας.
- Το βάθος της δεξαμενής (H) επιλέγεται ίσο με 1.5m
- Ο λόγος μήκους (L) προς πλάτος (W) της δεξαμενής θα πρέπει να ισούται με 4:1
- Ο λόγος πλάτους προς βάθος της δεξαμενής ισούται με 2:1 (επιθυμία μεγάλης έλικας ανάδευσης).

Θα τοποθετηθεί μια κύρια και μια εφεδρική δεξαμενή εξάμμοσης – απολίπανσης. Η δεξαμενή αυτή θα είναι αεριζόμενη.

$$V = Q * \theta \quad (5.6)$$

Όπου Q η παροχή αιχμής.

Παρατίθεται πίνακας με τα χαρακτηριστικά της δεξαμενής

Πίνακας 12: Χαρακτηριστικά δεξαμενής εξάμμωσης-απολίπανσης

V	W	H	L
10 m ³	1.33 m	1.5 m	5 m

Υπολογισμός συστήματος αερισμού της δεξαμενής εξάμμωσης-απολίπανσης

Για μια τυπική δεξαμενή εξάμμωσης-απολίπανσης η τυπική απαίτηση αερισμού αυτής είναι της τάξης των 10 m³/h/m

Θα τοποθετηθούν 2 αεροσυμπιεστές δυναμικότητας 50 m³/h έκαστος εκ των οποίων ο ένας θα είναι εφεδρικός και θα λειτουργούν εναλλάξ ανά ημέρα.

5.1.3. Μετρητής Παροχής

Η μέτρηση της παροχής θα γίνει σε ανοιχτή διώρυγα με την τοποθέτηση στένωσης τύπου Venturi με διάυλο και θα τοποθετηθεί μετά την εσχάρωση και πριν τη δεξαμενή εξάμμωσης-απολίπανσης. Η στένωση αυτή θα δημιουργεί κρίσιμη υδραυλική διατομή και θα ρυθμίζει τις υδραυλικές στάθμες και ταχύτητες ροής ανάλογα με την παροχή. Η διαστασιολόγηση του διαύλου θα γίνει για την παροχή αιχμής.

5.2 Βιολογική βαθμίδα

Στη βιολογική βαθμίδα επιτυγχάνεται η δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων και όπως προαναφέρθηκε είναι το σημαντικότερο στάδιο μιας Ε.Ε.Λ.

Η βιολογική βαθμίδα θα αποτελείται από το βιολογικό αντιδραστήρα, το σύστημα μεμβρανών MBR και τη διάταξη επανακυκλοφορίας της ιλύς. Θα τοποθετηθεί σ' αυτή μια δεξαμενή αποξυγόνωσης για την απομάκρυνση του οξυγόνου κατά την διάρκεια της επανακυκλοφορίας προς την αναερόβια δεξαμενή. Θα τοποθετηθούν 2 γραμμές για καλύτερη λειτουργία της εγκατάστασης. Η παροχή θα μοιράζεται ισόποσα στις 2 γραμμές.

Υπολογισμός φορτίων σχεδιασμού (φορτία εισόδου)

$$Q_{\sigma\chi\epsilon} = 945 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{BOD}_5 = 60 \text{ gr/κατ/ημ}$$

$$\text{TSS} = 75 \text{ gr/κατ/ημ}$$

$$\text{TN} = 12 \text{ gr/κατ/ημ}$$

$$P = 2.5 \text{ gr/κατ/ημ}$$

Πολλαπλασιάζοντας τα πιο πάνω φορτία με τον ισοδύναμο πληθυσμό και διαιρώντας τα με την $Q_{\sigma\chi\epsilon}$ προκύπτουν τα φορτία εισόδου στο βιολογικό αντιδραστήρα. Το 70% της συγκέντρωσης των ολικών αιωρούμενων στερεών (TSS) είναι οργανικά στερεά (VSS) και το 30% ανόργανα στερεά (FSS).

Βιολογικός αντιδραστήρας

$$Q_{\sigma\chi\epsilon} = 945 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$F_o = 200 \text{ mg/l}$$

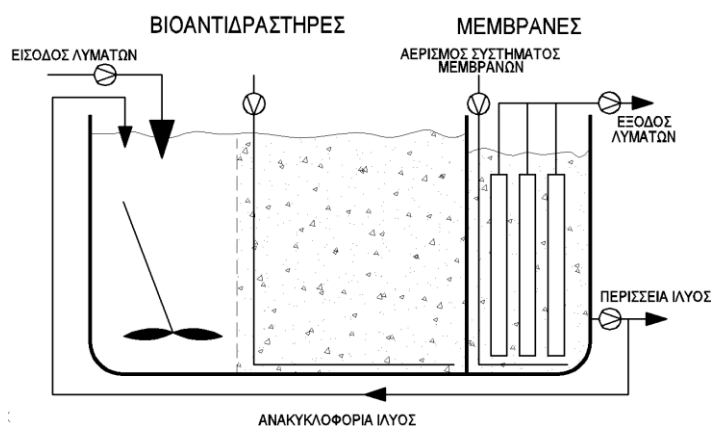
$$\text{TSS} = 250 \text{ mg/l}$$

$$\text{VSS} = 175 \text{ mg/l}$$

$$\text{FSS} = 75 \text{ mg/l}$$

$$\text{TN} = 40 \text{ mg/l}$$

$$\text{TP} = 10 \text{ mg/l}$$



$$F = 5 \text{ mg/l}$$

$$\text{TSS} = 0 \text{ mg/l}$$

$$\text{TN} \leq 10 \text{ mg/l}$$

$$\text{NH}_4\text{-N} \leq 1 \text{ mg/l}$$

$$\text{TPe} \leq 1 \text{ mg/l}$$

Εικόνα 41: Τυπική διάταξη συστήματος της προτεινόμενης λύσης με δεδομένα εισόδου και εξόδου

Με τη χρήση του συστήματος MBR επιτυγχάνεται εξαιρετική ποιότητα επεξεργασμένων λυμάτων με τη συγκέντρωση του F στην έξοδο να μην υπερβαίνει τα 5 mg/l ενώ η συγκέντρωση των TSS να είναι μηδενική.

Ο βιολογικός αντιδραστήρας θα αποτελείται από 3 δεξαμενές. Στην πρώτη δεξαμενή θα επικρατούν αναερόβιες συνθήκες (απομάκρυνση φωσφόρου), στη δεύτερη ανοξικές (απονιτροποίηση) και στην τρίτη αερόβιες συνθήκες (απομάκρυνση BOD₅ και νιτροποίηση).

5.2.1 Διαστασιολόγηση δεξαμενής αερισμού (αερόβιες συνθήκες)

Με την δεξαμενή αερισμού επιτυγχάνονται απομάκρυνση οργανικού άνθρακα και νιτροποίηση.

Εύρεση χρόνου παραμονής (θ_c) για απομάκρυνση οργανικού άνθρακα.

$$\theta_c = \frac{1}{\mu_H - b_H} \quad (5.7)$$

Όπου μ_H είναι η ταχύτητα ανάπτυξης των ετεροτροφικών μικροοργανισμών και

Και b_H είναι ο ρυθμός φθοράς των ετεροτροφικών μικροοργανισμών

Υπολογισμός του μ_H

$$\mu_H = \mu_{HmaxT} * \frac{F}{K_S + F} \quad (5.8)$$

Όπου μ_{HmaxT} είναι η μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης για θερμοκρασία T

F είναι η συγκέντρωση τροφής στην έξοδο του αντιδραστήρα και ισούται με το F_{δια} και

K_S είναι συντελεστής

Υπολογισμός μ_{HmaxT}

$$\mu_{HmaxT} = \mu_{Hmax20} * e^{(K_H * (T - 20))} \quad (5.9)$$

Όπου μ_{Hmax20} είναι η μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης μικροοργανισμών για θερμοκρασία 20° C

K_H είναι συντελεστής και

T η θερμοκρασία των λυμάτων

Υπολογισμός του F

$$F^{ολ} = F_{σωμ} + F_{δια} \quad (5.10)$$

Όπου $F^{ολ}$ είναι η ολική συγκέντρωση του στην έξοδο και ισούται με 5 mg/l. Το $F^{ολ}$ χωρίζεται σε σωματιδιακό ($F_{σωμ}$) και διαλυτό ($F_{δια}$).

Σημείωση: Το 65% των TSS είναι $F_{σωμ}$. Επειδή στην έξοδο δεν υπάρχει συγκέντρωση των TSS δεν υπάρχει ούτε $F_{σωμ}$. Οπότε το $F^{ολ}$ αντιστοιχεί στο $F_{δια}$.

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα:

Πίνακας 13: Χρόνος παραμονής των λυμάτων για απομάκρυνση οργανικού άνθρακα

F	T	K_H	μ_{max20}	
5 mg/l	18 °C	0.07	7 d ⁻¹	
μ_{maxT}	K_S	b_H	μ_H	θ_c
6.086 d ⁻¹	120 mg/l	0.06 d ⁻¹	0.24 d ⁻¹	5.45 d

Εύρεση χρόνου παραμονής (θ_c) για την πραγματοποίηση της νιτροποίησης

$$\frac{1}{\theta_c} = \mu_v - b_v \quad (5.11)$$

Όπου μ_v η ταχύτητα ανάπτυξης των νιτροποιητών (αυτοτροφικοί μικροοργανισμοί) και

b_v η ταχύτητα φθοράς των νιτροποιητών.

Υπολογισμός του μ_v

$$\mu_v = \mu_{vmaxT} * \frac{S_{NH}}{S_{NH}+K_N} * \frac{DO}{DO + K_{DO}} \quad (5.12)$$

Όπου μ_{vmaxT} είναι η μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης των νιτροποιητών για θερμοκρασία T,

S_{NH} είναι η συγκέντρωση NH_4-N (τροφή που περιορίζει την ανάπτυξη) στην έξοδο του αντιδραστήρα,

K_N είναι η σταθερά κορεσμού Monod

DO είναι η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου

K_{DO} είναι η σταθερά κορεσμού του οξυγόνου

Υπολογισμός του μ_{vmaxT}

$$\mu_{vmaxT} = \mu_{vmax20} * e^{(K_H * (T-20))} \quad (5.13)$$

Όπου μ_{vmax20} είναι η μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης των νιτροποιητών για θερμοκρασία 20° C,

K_H είναι συντελεστής και

T η θερμοκρασία των λυμάτων

Γίνεται μια αύξηση του χρόνου παραμονής για τη νιτροποίηση. Τελικά ο χρόνος παραμονής προκύπτει από τον τύπο:

$$\theta_c' = \lambda * \theta_c \quad (5.14)$$

Όπου λ είναι συντελεστής ασφάλειας και

θ_c' ο τελικός χρόνος παραμονής των λυμάτων στη δεξαμενή αερισμού έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η νιτροποίηση

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα

Πίνακας 14: Χρόνος παραμονής των λυμάτων για την επίτευξη της νιτροποίησης

S_{NH}	K_N	DO	K_{DO}	K_H	μ_{vmax20}
1 mg/l	0.5 mg/l	2 mg/l	0.5 mg/l	0.116	0.6 d ⁻¹
μ_{vmaxT}	b_v	μ_v	θ_c	λ	θ_c'
0.476 d ⁻¹	0.05 d ⁻¹	0.25 d ⁻¹	4.91 d	1.75	8.58 d

Επιθυμία είναι να γίνει σταθεροποίηση της λάσπης εντός του βιολογικού αντιδραστήρα για να μην χρίζει περαιτέρω επεξεργασίας στην συνέχεια. Για την επίτευξη της σταθεροποίησης ο χρόνος παραμονής των λυμάτων εντός του βιολογικού αντιδραστήρα επιλέγεται ίσος με 16 d.

Εύρεση όγκου δεξαμενής αερισμού ($V_{αερ}$)

$$V_{αερ} * MLSS = Q * \theta_c' \left[\frac{1+\beta b_H \theta_c'}{1+b_H \theta_c'} * Y_H E_H F_O + \alpha S_{v0} + S_{f0} + S_{x1} + \frac{Y_N E_N S_{NH0}}{1+b_N \theta_c} \right] \quad (5.15)$$

Όπου, MLSS είναι το ανάμικτο υγρό (μίγμα λυμάτων, μικροοργανισμών και προσροφημένων αδρανών υλικών)

Q είναι η παροχή σχεδιασμού του συστήματος (μέγιστη ημερήσια παροχή),

β είναι συντελεστής,

b_H είναι η ταχύτητα φθοράς των ετεροτροφικών μικροοργανισμών,

Y_H είναι ο συντελεστής μετατροπής βιομάζας για τους ετεροτροφικούς μικροοργανισμούς,

E_H είναι ο βαθμός απόδοσης ως προς την απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα,

F_o είναι η τροφή στην είσοδο της δεξαμενής αερισμού

a είναι το ποσοστό των μη βιοδιασπάσιμων οργανικών στερεών

S_{vo} είναι η συγκέντρωση των οργανικών (πτητικών) στερεών

S_{fo} είναι η συγκέντρωση των ανόργανων στερεών

S_{x1} είναι η συγκέντρωση της χημικής λάσπης

Y_N είναι ο συντελεστής μετατροπής βιομάζας για νιτροποιητές

E_N είναι ο βαθμός απόδοσης της νιτροποίησης

S_{NHo} είναι η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου στην είσοδο

b_N είναι η ταχύτητα φθοράς των νιτροποιητών

Υπολογισμός E_H και E_N

$$E_H = \frac{F_o - F^*}{F_o} \quad (5.16)$$

$$E_N = \frac{S_{NHo} - S_{NH}^*}{S_{NHo}} \quad (5.17)$$

Όπου F^* και S_{NH}^* είναι οι συγκεντρώσεις στην έξοδο της τροφή και του αμμωνιακού αζώτου αντίστοιχα και υπολογίζονται από τις σχέσεις (5.16) και (5.17) με δεδομένο το χρόνο παραμονής (θ_c') των λυμάτων στη δεξαμενή αερισμού.

Υπολογισμός S_{x1}

Από την αερόβια διαδικασία επιτυγχάνεται απομάκρυνση φωσφόρου σε ποσοστό 70%. Επειδή με αυτή την απομάκρυνση η συγκέντρωση του φωσφόρου παραμένει πάνω από το όριο που πρέπει να έχει στην έξοδο, θα πρέπει να τοποθετηθεί διάλυμα σιδήρου ($FeCl_3$) για την περαιτέρω απομάκρυνση του φωσφόρου έτσι ώστε να τηρείται η απαιτούμενη συγκέντρωση φωσφόρου στην έξοδο

Η μάζα φωσφόρου (M_p) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$M_p = \Delta P * Q \quad (5.18)$$

Όπου ΔP είναι η συγκέντρωση φωσφόρου μετά την αερόβια διαδικασία.

Απαιτείται 2.7 kg/d Fe για την απομάκρυνση 1 kg/d P

Άρα υπολογίζεται η μάζα σιδήρου (M_{Fe})

Για 1kg Fe παράγονται 2.6 kg SS.

Υπολογίζεται η επιπλέον συγκέντρωση ($C' = S_{x1}$) των SS λόγω της προσθήκης διαλύματος σιδήρου στο σύστημα από τον τύπο:

$$C' = \frac{M_{SS}}{Q} \quad (5.19)$$

Όπου M_{SS} η μάζα των στερεών.

Παρατίθεται ο πίνακας με τα αποτελέσματα:

Πίνακας 15: Εύρεση όγκου αερόβιας δεξαμενής

MLSS	Q	θ_c	β	b_H	Y_H
10000 mg/l	945 m ³ /d	16 d	0.2	0.06 d ⁻¹	0.65
μ_H^*	F*	F _o	E _H	α	S _{vo}
0.137 d ⁻¹	2.76 mg/l	200 mg/l	0.986	0.1	175 mg/l
S _{fo}	ΔP	M _p	M _{Fe}	M _{SS}	S _{x1}
75 mg/l	3 mg/l	2.835 kg/d	7.65kg/d	19.9kg/d	21.05mg/l
Y _N	μ_N^*	b _N	S _{NH} *	S _{NHo}	E _N
0.15	0.127 d ⁻¹	0.05d ⁻¹	0.253 mg/l	40mg/l	0.99
V _{αερ}					
295 m ³					

Θα τοποθετηθούν 2 δεξαμενές αερισμού με όγκο **148 m³** έκαστη

Διαστασιολόγηση αντλιών επανακυκλοφορίας του συστήματος

Προδιαγραφές:

- Δείκτης καθιζησιμότητας (SVI) θα πρέπει να είναι μικρότερος του 150
- Λόγω της παραδοχής ότι η συγκέντρωση των Su ισούται με 12000 mg/l επιλέγεται σαν συντελεστής επανακυκλοφορίας (r) ίσος με 2 για λόγους ασφαλείας.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η συνολική δυναμικότητα των αντλιών που θα τοποθετηθούν θα πρέπει να ισούται με $(r \cdot Q_{σχε})$ 78.75 m³/h.

Θα τοποθετηθούν 4 αντλίες και 1 εφεδρική σε κοινό αντλιοστάσιο με δυναμικότητα 19.7 m³/h έκαστη. Οι συγκεκριμένες θα δουλεύουν συνεχώς αλλά επειδή διαστασιολογήθηκαν για r =2 και όχι για το r λειτουργίας θα είναι ρυθμιζόμενες (inverter).

Διαστασιολόγηση αντλιών περίσσειας ιλύς

Υπολογισμός της παροχής της περίσσειας ιλύς (w)

$$\theta_c = \frac{V_{αερ} \cdot MLSS}{w \cdot Su + (Q - w) \cdot TSS_{εξ}} \quad (5.20)$$

Όπου θ_c ο χρόνος παραμονής στη δεξαμενή αερισμού

Su η συγκέντρωση της ιλύς και

TSS_{εξ} η συγκέντρωση των στερεών στην έξοδο του συστήματος.

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα:

Πίνακας 16: Εύρεση παροχής περίσσειας ιλύος

θ_c	$V_{αερ}$	MLSS	Su	Q	TSS _{εξ}
16 d	295 m ³	10000 mg/l	12000 mg/l	945 m ³ /d	0
w					
15.38 m ³ /d					

Εύρεση μάζας ιλύος στην έξοδο

$$M = w * Su \quad (5.21)$$

Σημείωση: Θα τοποθετηθούν 2 αντλίες, μια κύρια και μια εφεδρική, που θα δουλεύουν εκτός από την περίσσεια λάσπη και για την μονάδα πάχυνσης. Η μονάδα πάχυνσης δουλεύει 35 ώρες την εβδομάδα. Η δυναμικότητα των αντλιών αυτών θα είναι 3.5 m³/h

5.2.2. Διαστασιολόγηση ανοξικής δεξαμενής (ανοξικές συνθήκες)

Με την ανοξική δεξαμενή επιτυγχάνεται απομάκρυνση του αζώτου (απονιτροποίηση).

Για την διαστασιολόγηση της ανοξικής δεξαμενής γίνεται το ισοζύγιο μάζας αζώτου συστήματος.

Μάζα αζώτου στην είσοδο του συστήματος

$$MN_{εισ} = Q * TN \quad (5.22)$$

Εύρεση μάζας αζώτου στην έξοδο του συστήματος

Το άζωτο (N) στην έξοδο εμφανίζεται με τις εξής μορφές:

Αμμωνιακό άζωτο (NH₄-N)

Οργανικό άζωτο (N_{οργ})

Νιτρικό άζωτο (NO₃-N)

$$MN_{εξ} = (NH_4 - N) + (N_{οργ}) + (NO_3 - N) \quad (5.23)$$

Η συγκέντρωση του ολικού αζώτου στην έξοδο βάσει νόμου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10mg/l. Επίσης η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου δεν υπερβαίνει το 1mg/l. Τέλος το οργανικό άζωτο είναι το 8% των οργανικών στερεών στην έξοδο. Άρα δεν υπάρχει συγκέντρωση N_{οργ} αφού η συγκέντρωση των ολικών στερεών στην έξοδο είναι μηδέν.

Μάζα αζώτου που πρέπει να απονιτροποιηθεί Δ(NO₃-N) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Delta(NO_3 - N) = MN_{εισ} - MN_{εξ} - M \quad (5.24)$$

Όπου $MN_{\text{εισ}}$ είναι η μάζα αζώτου στην είσοδο του συστήματος,

$MN_{\text{εξ}}$ η μάζα αζώτου στην έξοδο του συστήματος και

M η μάζα αζώτου που εμπεριέχεται στην μάζα της ιλύος στην έξοδο.

Σημείωση: Γίνεται υπόθεση ότι το άζωτο της περίσσειας ιλύος είναι περίπου το 15% του ολικού αζώτου στην είσοδο.

Εύρεση ταχύτητας απονιτροποίησης:

$$q_{dN} = 6.4 * 10^{10} * e^{-\frac{B}{RT}} \quad (5.25)$$

Όπου B είναι σταθερά

R είναι η Παγκόσμια Σταθερά Αερίων

T η θερμοκρασία των λυμάτων σε °K.

Εύρεση όγκου ανοξικής δεξαμενής ($V_{\text{ανοξ}}$)

$$V_{\text{ανοξ}} = \frac{\Delta(NO_3-N)}{q_{dN} * MLVSS} \quad (5.26)$$

Υπολογισμός MLVSS:

$$V_{\text{αερ}} * MLVSS = Q * \theta'_c \left[\frac{1+\beta b_H \theta'_c}{1+b_H \theta'_c} * Y_H E_H F_O + \alpha S_{vo} + \frac{Y_N E_N S_{NH_0}}{1+b_N \theta'_c} \right] \quad (5.27)$$

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα

Πίνακας 17: Εύρεση όγκου ανοξικής δεξαμενής

Q	TN	$MN_{\text{εισ}}$	NH_4-N	NO_3-N
945 m ³ /d	40 mg/l	37.8 kgN/d	1 mg/l	7 mg/l
$MN_{\text{εξ}}$	w	Su	M	$\Delta(NO_3-N)$
7.6 kgN/d	15.38 m ³ /d	12000 mg/l	5.67 kgN/d	26.73 kgNO ₃ -N/d
B	R	T	q_{dN}	MLVSS
15880	1.987 cal/g mole °C	291 °K	0.0756 kgNO ₃ -N/kgVSSd	5061.6 mg/l
$V_{\text{ανοξ}}$				
70 m ³				

Θα τοποθετηθούν 2 ανοξικές δεξαμενές με όγκο **35 m³** έκαστη

5.2.3. Διαστασιολόγηση αναερόβιας δεξαμενής

Με την αναερόβια δεξαμενή επιτυγχάνεται απομάκρυνση του φωσφόρου

$$V_{av} = Q * \theta \quad (5.28)$$

Σημείωση: Γίνεται η παραδοχή ότι ο χρόνος παραμονής (θ_c) των λυμάτων στην αναερόβια δεξαμενή ισούται με 1.5h.

Παρατίθεται πίνακας με αποτελέσματα.

Πίνακας 18: Εύρεση όγκου αναερόβιας δεξαμενής

Q	θ	V
945 m ³ /d	0.0625 d	60 m ³

Θα τοποθετηθούν 2 αναερόβιες δεξαμενές με όγκο **30 m³** έκαστη.

Διαστασιολόγηση αντλιών επανακυκλοφορίας από αερόβια στην ανοξική δεξαμενή

Υπολογισμός συντελεστή επανακυκλοφορίας (R):

$$R = \frac{\Delta(NO_3-N)}{Q_{σχε}*(NO_3-N)} \quad (5.29)$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει το $R = 4.1$. Άρα η συνολική δυναμικότητα που θα πρέπει να έχουν οι αντλίες για την κάθε γραμμή (στον κάθε βιοαντιδραστήρα) ισούται με 80.7 m³/h ($R*Q/2$). Θα τοποθετηθούν 3 αντλίες και 1 εφεδρική για την γραμμή δυναμικότητας 30 m³/h και θα είναι προσκολλημένες στο τοιχίο της δεξαμενής αερισμού.

Δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος FeCl₃ και αντλίες

Το Fe³⁺ αντιστοιχεί σε ποσοστό 12% του διαλύματος FeCl₃. Άρα για κάθε κυβικό (m³) του διαλύματος χρειάζονται 120kg Fe³⁺ (C_{Fe}). Υπολογίστηκε προηγουμένως η μάζα Fe (M_{Fe}=7.65kg/d) που απαιτείται ανά ημέρα. Με υπόθεση ότι ο χρόνος ανεφοδιασμού (T) της δεξαμενής θα είναι 10 μέρες υπολογίζεται ο όγκος της δεξαμενής αποθήκευσης του διαλύματος.

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα.

Πίνακας 19: Εύρεση όγκου δεξαμενής αποθήκευσης κροκιδωτικού διαλύματος

Fe : FeCl ₃	C _{Fe}	M _{Fe}	T	V
12%	120 kg/m ³	7.65 kg/d	10 d	0.64 m ³

Σύστημα αερισμού του συστήματος.

Η κατανάλωση του οξυγόνου (R) από τους μικροοργανισμούς που απαιτείται για να γίνουν όλες οι διεργασίες στο βιολογικό αντιδραστήρα υπολογίζεται από τον πιο κάτω τύπο:

$$R = 0.59 * C + 4.3 * NH + 0.024 * V * X * Re - 2.8 * NO \quad (5.30)$$

Όπου 0.59*C είναι η ζήτηση οξυγόνου για την απομάκρυνση του οργανικού άνθρακα,

4.3*NH είναι η ζήτηση οξυγόνου για τη νιτροποίηση,

0.024*V*X*Re είναι η ζήτηση οξυγόνου για να πραγματοποιηθούν οι ενδογενείς διεργασίες και

2.8*NO είναι η ζήτηση οξυγόνου που απαλλάσσεται από την απονιτροποίηση.

Υπολογισμός C

$$C = Q * F_o * E_H \quad (5.31)$$

Υπολογισμός NH

$$NH = Q * S_{NH_4-N} * E_N \quad (5.32)$$

Υπολογισμός V*X*Re

Όπου V είναι ο συνολικός όγκος των αεριζόμενων δεξαμενών (αερόβια, ανοξική),

X είναι η συγκέντρωση στερεών ανάμικτου υγρού MLSS και

Re^T είναι η ειδική ταχύτητα ζήτησης οξυγόνου λόγω ενδογενούς αναπνοής για θερμοκρασία T

Το Re^T υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Re^T = Re^{20} * 1.07^{(T-20)} \quad (5.33)$$

Παρατίθεται πίνακας με τον υπολογισμό της κατανάλωσης οξυγόνου.

Πίνακας 20: Απαίτηση οξυγόνου που χρειάζεται ο βιολογικός αντιδραστήρας

Q	F _o	E _H	C
945 m ³ /d	200 mg/l	0.982	185.6 kgBOD/d
S _{NH4-N}	E _N	NH	V
40 mg/l	0.99	37.42 kgNH ₄ -N/d	365 m ³
X	Re ²⁰	Re ^T	NO
10 kgMLSS/m ³	3 gO ₂ /kgMLSS*h	2.62 gO ₂ /kgMLSS*h	26.7 kgNO ³ -N/d
R			
425 kgO ₂ /d			

Η απαίτηση του οξυγόνου βρέθηκε R=425 kgO₂/h και αντιστοιχεί στο OTR. Θεωρώντας συντελεστή ασφαλείας SF=1.2 προκύπτει R'= 510 kgO₂/h. Για τον κάθε βιολογικό αντιδραστήρα προκύπτει σε συνθήκες πεδίου (OTR= 255 kgO₂/h). Θα πρέπει να υπολογιστεί σε τυπικές συνθήκες (SOTR) και υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$OTR = \alpha * F * SOTR * \theta^{T-20} * \left(\frac{C_{ST} * b - c}{C_{S20}} \right) \quad (5.34)$$

Όπου α*F είναι

Θ είναι συντελεστής επίδρασης

C_{ST} είναι η συγκέντρωση κορεσμού του διαλυμένου οξυγόνου σε θερμοκρασία T,

B είναι συντελεστής και

C είναι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στην αερόβια δεξαμενή.

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα.

Πίνακας 21: Υπολογισμός απαίτησης οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες για τον κάθε βιολογικό αντιδραστήρα

OTR	α*F	θ	T	b
255 kgO ₂ /h	0.6	1.024	18 °C	0.95
C	C _{ST} *b	C _{S20}	SOTR	
2 mg/l	9.5 mg/l	9.02 mg/l	536 kgO ₂ /h	



Εικόνα 42: Τυπικός βιολογικός αντιδραστήρας, Πηγή: Ε.Ε.Λ της Ανθούπολης

5.2.4. Διαστασιολόγηση μεμβρανών

Για την διαστασιολόγηση των μεμβρανών υπολογίζεται αρχικά το απαιτούμενο εμβαδό που θα πρέπει να έχουν οι μεμβράνες και ακολούθως ο όγκος που θα καλύπτουν.

Για την εύρεση του εμβαδού των μεμβρανών γίνονται οι ακόλουθες παραδοχές όσο αφορά τη ροή διήθησης μέσω των μεμβρανών:

- Για $Q_{σχε} = 20 \frac{L}{m^2 \cdot h}$
- Για $Q_{αιχ} = 35 \frac{L}{m^2 \cdot h}$

Υπολογισμός εμβαδού των μεμβρανών ($A_{μεμβ.}$)

$$\max \begin{cases} A_{μεμβ.(1)} = \frac{Q_{σχε}}{20 \frac{L}{m^2 \cdot h}} \\ A_{μεμβ.(2)} = \frac{Q_{αιχ}}{35 \frac{L}{m^2 \cdot h}} \end{cases} \quad (5.35)$$

Υπολογισμός όγκου των μεμβρανών ($V_{\text{μεμβ.}}$)

$$V_{\text{μεμβ.}} = \frac{A_{\text{μεμβ.}}}{45 \frac{\text{m}^2 \text{ μεμβ.}}{\text{m}^3}} \quad (5.36)$$

Όπου $45 \frac{\text{m}^2 \text{ μεμβ.}}{\text{m}^3}$ είναι το απαιτούμενο εμβαδό που καταλαμβάνει κάθε m^3 του όγκου των μεμβρανών

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα.

Πίνακας 22: Εύρεση όγκου μεμβρανών MBR

$Q_{\text{σχε}}$	Ροή διήθησης για $Q_{\text{σχε}}$	$A_{\text{μεμβ.}(1)}$	$Q_{\text{αιχ}}$	Ροή διήθησης $Q_{\text{αιχ}}$	$A_{\text{μεμβ.}(2)}$
945 m^3/d	20 $\text{L}/\text{m}^2\text{h}$	1968.75 m^2	21.87 l/s	35 $\text{L}/\text{m}^2\text{h}$	2249.5 m^2
$A_{\text{μεμβ.}}$	Απαιτούμενο εμβαδό μεμβράνης		$V_{\text{μεμβ.}}$		
2249.5 m^2	45 $\text{m}^2 \text{ μεμβ.}/\text{m}^3$		50 m^3		



Εικόνα 43: Τυπική κασέτα μεμβράνης MBR, Πηγή: www.greek.javierav.com

5.2.5. Διαστασιολόγηση δεξαμενής αποξυγόνωσης

Η δεξαμενή αποξυγόνωσης τοποθετείται για να απομακρύνει το οξυγόνο που παραμένει μετά την διέλευση των λυμάτων από τις μεμβράνες. Επειδή γίνεται ανακυκλοφορία των λυμάτων και είσοδος τους στην αναερόβια δεξαμενή κρίνεται αναγκαία η απουσία οξυγόνου.

Για την σωστή διαστασιολόγηση, με την χρήση του πιο κάτω τύπου, υπολογίζεται αρχικά η συγκέντρωση του οξυγόνου (C) σε kgO₂/h. Γίνεται η παραδοχή ότι μετά τις μεμβράνες η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι περίπου $5 \frac{mgO_2}{l}$.

$$C = r * Q * 5 \frac{mgO_2}{l} * \frac{10^{-3}}{24} \quad (5.37)$$

Όπου r*Q είναι η παροχή των λυμάτων που εισέρχεται στη δεξαμενή αποξυγόνωσης.

Ακολούθως υπολογίζεται η μάζα των VSS (M) που πρέπει να απομακρυνθούν στη δεξαμενή αποξυγόνωσης. Ο ρυθμός απομάκρυνσης του οξυγόνου (O₂) από τη δεξαμενή ισούται με $5 \frac{gO_2}{kgVSS * h}$.

$$M = \frac{C}{5 \frac{gO_2}{kgVSS * h}} \quad (5.38)$$

Τέλος από τον τύπο υπολογίζεται ο απαιτούμενος όγκος που πρέπει να έχει η δεξαμενή αποξυγόνωσης.

$$V = \frac{M}{MLVSS} \quad (5.39)$$

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα.

Πίνακας 23: Εύρεση όγκου δεξαμενής αποξυγόνωσης

r	Q	C	M
5	945 m ³ /d	1 kgO ₂ /h	200 kgVSS
MLVSS	V		
5061.6 mg/l	39.5 m ³		

Εύρεση χρόνου παραμονής του συστήματος

$$\theta_c = \frac{\text{μάζα στερεών συστήματος}}{\text{συγκέντρωση στερεών συστήματος}} \quad (5.40)$$

Υπολογισμός μάζας στερεών του συστήματος

$$M = V * X \quad (5.41)$$

Όπου V είναι ο όγκος και

X είναι η συγκέντρωση του ανάμικτου υγρού MLSS

Σημείωση: Για τον υπολογισμό της μάζας του συστήματος η αερόβια και ανοξική δεξαμενή.

Υπολογισμός συγκέντρωσης στερεών συστήματος

$$w * Su + (Q_{σχε} - w) * TSS_{εξ} \quad (5.42)$$

Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα.

Πίνακας 24: Χρόνος παραμονής λυμάτων στο σύστημα

V	X	M	w
365 m ³	10 kgMLSS/m ³	3650 kgMLSS	15.38 m ³ /d
Su	Q _{σχε}	TSS _{εξ}	θ _c
12000 mg/l	945 m ³ /d	0	19.8 d

5.3. Μονάδες επεξεργασίας βιολογικής λάσπης

Οι μονάδες που θα χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία της βιολογικής ιλύος είναι η δεξαμενή πάχυνσης βιολογικής λάσπης (τράπεζα πάχυνσης) και η μονάδα αφυδάτωσης (ταινιοφιλτρόπρεςσες)

5.3.1. Τράπεζα πάχυνσης

Σκοπός της τράπεζας πάχυνσης είναι η απομάκρυνση μέρους του περιεχόμενου νερού και κατά συνέπεια η μείωση του όγκου της και αύξηση της συγκέντρωσης στερεών (σταθεροποίηση της ιλύς).

Για τη σωστή διαστασιολόγηση της τράπεζας πάχυνσης πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προδιαγραφές:

- Η μονάδα δουλεύει 35 ώρες τη βδομάδα
- Η δυναμικότητα της κυμαίνεται από 150-400 kgTSS/h*m

Κάνοντας ισοζύγιο της μάζας της λάσπης στη μονάδα και με λειτουργία αυτής 35 ώρες τη βδομάδα προκύπτει η δυναμικότητα της τράπεζας 37 kgTSS/h. Λόγω της χαμηλής δυναμικότητας που προέκυψε θα τοποθετηθεί 1 τράπεζα πάχυνσης πλάτους 1 m.

Για την αποτελεσματική λειτουργία της τράπεζας πάχυνσης προϋποθέτει την κροκίδωση της ιλύος με την προσθήκη πολυηλεκτρολύτη (διάλυμα FeCl₃)

Σύστημα παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη και αντλίες αυτού

Με δεδομένη την μάζα του πολυηλεκτρολύτη και την συγκέντρωση του στο διάλυμα γίνεται η διαστασιολόγηση της δεξαμενής αποθήκευσης του διαλύματος και των αντλιών αυτού. Παρατίθεται πίνακας με τα αποτελέσματα.

Πίνακας 25: Δυναμικότητα αντλιών και δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη

M	C	Q _{διαλ.}
$0.1 \frac{kg \Pi.}{h}$	$2 \frac{kg \Pi.}{m^3 \text{ διαλ.}}$	$50 \frac{l}{h}$
Δυναμικότητα αντλίας		V
25 l/h		50 m ³



Εικόνα 44: Τράπεζα πάχυνσης, Πηγή:
<http://www.deyaprevezas.gr/index.php/biologikos-katharismos>

5.3.2. Μονάδα αφυδάτωσης

Σκοπός των ταινιοφιλτροπρεσσών είναι ο διαχωρισμός του νερού από τα στερεά. Με τον τρόπο αυτό η ιλύς μεταπίπτει σε ημιστερεή κατάσταση με ταυτόχρονη σημαντική μείωση του όγκου της.

Ομοίως με την τράπεζα πάχυνσης έτσι και η μονάδα αφυδάτωσης πρέπει να πληρεί τις πιο κάτω προδιαγραφές:

- Η μονάδα δουλεύει 35 ώρες τη βδομάδα
- Η δυναμικότητα της κυμαίνεται από 150-400 kgTSS/h*m

Από το ισοζύγιο της μάζας της λάσπης στη μονάδα προκύπτει η δυναμικότητα των ταινιοφιλτρόπρεσσων ίση με 35 kgTSS/h. Λόγω της χαμηλής δυναμικότητας που προέκυψε θα τοποθετηθεί 1 μονάδα αφυδάτωσης πλάτους 1 m.

Όπως η τράπεζα πάχυνσης έτσι και οι ταινιοφιλτρόπρεσες για να λειτουργήσουν σωστά προϋποθέτει την κροκίδωση της ιλύος με την προσθήκη πολυηλεκτρολύτη.

Σύστημα παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη και αντλίες αυτού.

Παρατίθεται ο πίνακας με τα αποτελέσματα.

Πίνακας 26: Δυναμικότητα αντλιών και δεξαμενή αποθήκευσης διαλύματος

M	C	Q _{διαλ.}
$0.1 \frac{kg \text{ Π.}}{h}$	$2 \frac{kg \text{ Π.}}{m^3 \text{ διαλ.}}$	$50 \frac{l}{h}$
Δυναμικότητα αντλίας		V
25 l/h		50 m ³



Εικόνα 45: Μονάδα αφυδάτωσης (ταινιοφιλτρόπρεσες), Πηγή:
<http://www.deyaprevezas.gr/index.php/biologikos-katharismos>

5.4. Διαχείριση επεξεργασμένων λυμάτων

5.4.1. Διαστασιολόγηση τεχνητής λίμνης για αποθήκευση

Όπως προαναφέρθηκε απώτερος σκοπός είναι η αποθήκευση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση των καλλιεργειών.

Για αποθήκευση των επεξεργασμένων λυμάτων πριν τη διάθεσή τους σε παρακείμενες καλλιέργειες με σκοπό την άρδευση θα κατασκευαστεί μια τεχνητή λίμνη με γεωμεμβράνες.

Για την σωστή διαστασιολόγηση της τεχνητής λίμνης λαμβάνονται υπόψη οι πιο κάτω παραδοχές:

- Η απαίτηση νερού για πότισμα των καλλιεργειών είναι της τάξης των $4 \frac{m^3}{\text{στρέμμα} \cdot d}$
- Η ετήσια περίοδος ποτίσματος των καλλιεργειών από τα επεξεργασμένα λύματα είναι 8 μήνες
- Η διαστασιολόγηση της τεχνητής λίμνης για λόγους ασφαλείας θα γίνει με την $Q_{\text{σχ}}$
- Ο χρόνος παραμονής (θ) στην τεχνητή λίμνη θα είναι 5 μέρες

Υπολογισμός του απαιτούμενου όγκου που χρειάζονται οι καλλιέργειες το έτος

$$V = A * 4 \frac{m^3}{\text{στρέμμα} \cdot d} * 8 * 30.5 \quad (5.43)$$

Όπου A είναι η έκταση που καλύπτουν οι καλλιέργειες στην κοινότητα

Από τον πιο πάνω τύπο προκύπτει ο όγκος ίσος με 130784 m³ ο οποίος είναι περίπου το 60% των επεξεργασμένων λυμάτων για περίοδο 8 μηνών το έτος και με τον οποίο θα διαστασιολογηθεί η τεχνητή λίμνη για λόγους ασφαλείας.

Υπολογισμός όγκου τεχνητής λίμνης.

$$V = 0.6 * Q_{\text{σχ}} * \theta \quad (5.44)$$

Παρατίθεται πίνακας με τα χαρακτηριστικά της τεχνητής λίμνης.

Πίνακας 27: Χαρακτηριστικά της τεχνητής λίμνης

V	H	A
2835 m ³	3 m	950 m ²



Εικόνα 46: Τεχνητές λίμνες για αποθήκευση, Πηγή: Ε.Ε.Λ της Ανθούπολης

5.4.2 Διαστασιολόγηση λεκανών για εμπλουτισμό υδροφορέα

Για τον εμπλουτισμό του υδροφορέα θα κατασκευαστούν λεκάνες εδαφικής εφαρμογής επεξεργασμένων λυμάτων (κεφ.3).

Από την δοκιμή διαπερατότητας που πραγματοποιήθηκε στο σημείο όπου ενδέχεται να λάβει χώρα το προτεινόμενο έργο προέκυψε ότι ο ρυθμός διήθησης είναι μεγάλος οπότε για την εδαφική εφαρμογή θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος ταχείας διήθησης.

Για την συνολική έκταση που θα πρέπει να καλύπτουν οι λεκάνες ταχείας διήθησης υπολογίζεται αρχικά η υδραυλική φόρτιση (Lw) και στη συνέχεια ο συνολικός όγκος (V) που θα δεχτούν οι λεκάνες τον χρόνο.

Υπολογισμός υδραυλικής φόρτισης:

$$Lw = I * f \quad (5.45)$$

Όπου I είναι ο ρυθμός διήθησης και

F είναι ο συντελεστής εφαρμογής

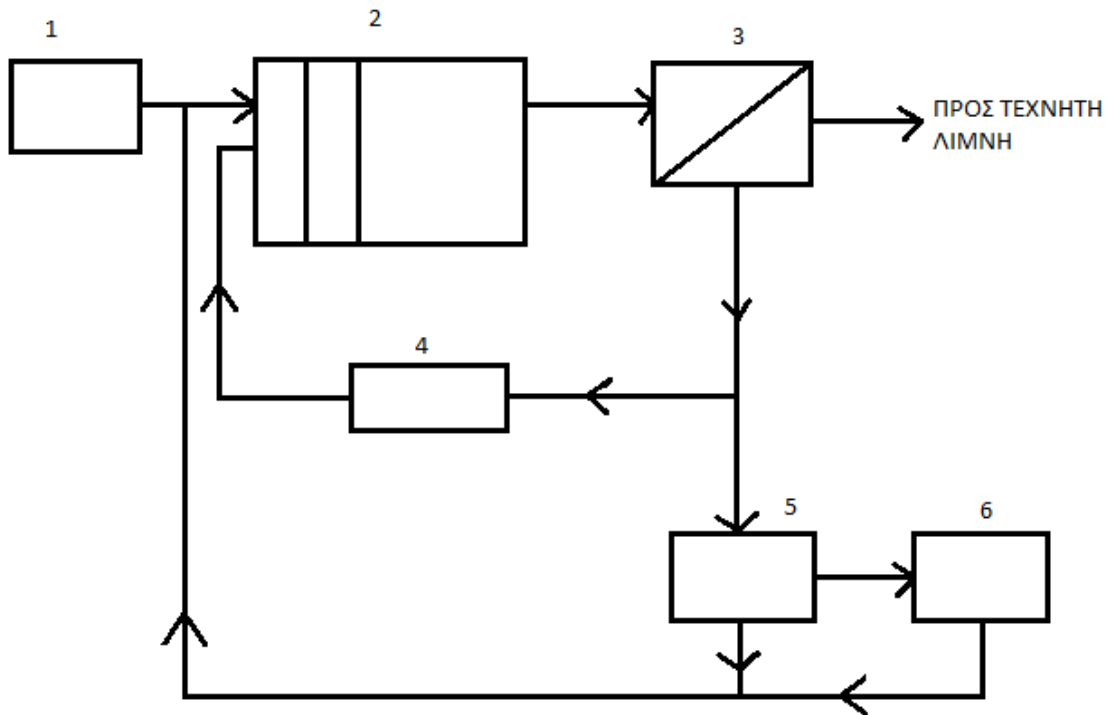
Υπολογισμός συνολικού όγκου:

$$V = (0.4 * Q_{σχε} * 8 * 30.5) + (Q_{σχε} * 4 * 30.5) \quad (5.46)$$

Σημείωση: 8 μήνες το χρόνο μόνο το 40% των επεξεργασμένων λυμάτων θα πηγαίνει για εμπλουτισμό του υδροφορέα (το 60% πηγαίνει για άρδευση καλλιεργειών).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η έκταση που θα καλύπτουν οι λεκάνες ταχείας διήθησης θα είναι ίση με **10000 m²** (10 στρέμματα)

5.5. Διάγραμμα ροής



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 1: ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
- 2: ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ
- 3: ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ MBR
- 4: ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΕΥΓΩΝΩΣΗΣ
- 5: ΤΡΑΠΕΖΑ ΠΑΧΥΝΣΗΣ
- 6: ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε ενδελεχής έλεγχος του φυσικού, του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος καθώς επίσης και επί τόπου έρευνα κοινής γνώμης. Από τεχνικοοικονομική αξιολόγηση προτάθηκαν εναλλακτικές λύσεις χωροθέτησης και εναλλακτικές προτάσεις για τη διαχείριση (συλλογή, επεξεργασία, διάθεση) των παραγόμενων λυμάτων της κοινότητας. Αφού προέκυψε η τελική λύση πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός της.

Τα κυριότερα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας συνοψίζονται στα ακόλουθα:

Πραγματοποιήθηκε μια αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης που επικρατεί στην περιοχή. Όσο αφορά το φυσικό περιβάλλον της περιοχής η κοινότητα βρίσκεται κοντά στην Λευκωσία και ανήκει στο υδροφορέα CY-17 «Κεντρικής και Δυτικής Μεσαορίας». Πρόκειται για τον δεύτερο μεγαλύτερο και παραγωγικότερο υδατικό σώμα της Κύπρου. Για το ανθρωπογενές περιβάλλον αναφέρεται ότι ο μόνιμος πληθυσμός της κοινότητας ανέρχεται στους 1850 και με παραδοχή ότι ο ετήσιος ρυθμός αύξησης είναι ίσος με 6% υπολογίζεται ότι ο μόνιμος πληθυσμός στην επόμενη δεκαετία θα ανέρχεται στους 3000. Με αυτό τον πληθυσμό απαιτείται τρόπος διαχείρισης των παραγόμενων λυμάτων σύμφωνα με την νομοθεσία 91/270 ΕΟΚ. Οι κάτοικοι της κοινότητας φαίνεται να δραστηριοποιούνται και με τη γεωργία.

Από την επί τόπου έρευνα κοινής γνώμης που πραγματοποιήθηκε προέκυψε ότι περισσότεροι είναι ικανοποιημένοι με τον τρόπο διαχείρισης των λυμάτων τους. Λίγοι είναι αυτοί που παρατηρούν προβλήματα τα οποία είναι κυρίως δυσοσμίες και υπερχειλίσσεις. Οι περισσότεροι κάτοικοι της κοινότητας έχουν εγκατεστημένους σηπτικούς-απορροφητικούς βόθρους και το κόστος για την διαχείριση των λυμάτων τους είναι από μικρό έως μηδενικό. Παρόλα αυτά φαίνονται ευαισθητοποιημένοι και κατανοούν το πόσο αντιοικολογική φέρεται να είναι η υφιστάμενη κατάσταση και είναι σύμφωνοι με τη δημιουργία μιας Ε.Ε.Λ στη κοινότητα. Όσο αφορά τους αγρότες θα χρησιμοποιούσαν τα επεξεργασμένα λύματα για την άρδευση των καλλιεργειών τους.

Από επίσκεψη που έγινε στην κοινότητα προκρίθηκαν 3 εναλλακτικές λύσεις χωροθέτησης βάσει της διαθεσιμότητας της έκτασης (3-4 στρέμματα), την αγοραστική τους αξία (ιδιωτικά τεμάχια) και την διαφύλαξη της αισθητικής του τοπίου. Για την επιλογή της τελικής λύσης χωροθέτησης εκτός από τα οικονομικά κριτήρια (μικρότερο μήκος αγωγού μεταφοράς) λήφθηκαν υπόψη και τεχνικά κριτήρια που βοήθησαν στην συνέχεια και συγκεκριμένα στη διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων. Το παραπάνω φαίνεται από την επιτόπου δοκιμή διαπερατότητας που έγινε, όπου προέκυψε ο ρυθμός διήθησης και από την κοντινή απόσταση που βρίσκονται καλλιεργείες από την τελική θέση.

Καταστρώθηκαν και προτάθηκαν 3 εναλλακτικές λύσεις όσο αφορά τον τρόπο διαχείρισης των παραγόμενων λυμάτων της περιοχής. Βάσει οικονομικών κριτηρίων προέκυψε ότι η λύση με

συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος είναι κατά 20% πιο φθηνή από ότι αυτή του συστήματος με βιομεμβράνες MBR. Παρόλα αυτά επειδή υπάρχουν πρόσθετα τεχνικά κριτήρια και θέματα αποδοχής από τους κατοίκους πιο βάσιμη αναδεικνύεται η λύση 3.

Διαστασιολογήθηκαν οι επιμέρους μονάδες της συγκεκριμένης Ε.Ε.Λ. Αναλυτικά διαστασιολογήθηκαν οι μονάδες προεπεξεργασίας (εσχάρωση, δεξαμενή εξάμμοσης-απολίπανσης), η βιολογική βαθμίδα (βιολογικός αντιδραστήρας, δεξαμενή αποξυγόνωσης, βιομεμβράνες MBR), οι μονάδες επεξεργασίας της περίσσειας ιλύος (τράπεζα πάχυνσης, μονάδα αφυδάτωσης) και οι 2 τρόποι διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων (άρδευση, εμπλουτισμός υδροφορέα).

Με την συγκεκριμένη μέθοδο επεξεργασίας τηρούνται τόσο οι Εθνικές όσο και οι Ευρωπαϊκές απαιτήσεις που αφορούν την ποιότητα της εκροής.

Η οικονομική επιβάρυνση που θα επωμιστούν οι κάτοικοι της κοινότητας για την κατασκευή λειτουργία και συντήρηση είναι μηδαμινή σε σχέση με την περιβαλλοντική και οικολογική αξία που προσδίδει στην περιοχή, η οποία βρίσκεται σε άσχημη κατάσταση.

Στην Κύπρο επικρατούν ξηρές έως ημίξηρες κλιματικές συνθήκες με αποτέλεσμα την εμφάνιση ανομβρίας για πολλά χρόνια. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού το κράτος έχει προβεί σε έργα αύξησης και διαχείρισης των υδατικών πόρων με την κατασκευή μονάδων αφαλάτωσης. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκε και εισαγωγή νερού από άλλες χώρες μέσω πλοίων . Με την μέθοδο που προτείνεται παρουσιάζεται ένας επιπλέον τρόπος αύξησης του υδατικού ισοζυγίου της νήσου και απαλλαγή από το φαινόμενο που ταλανίζεται για πολλά χρόνια αφού όπως προαναφέρθηκε τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιούνται για άρδευση των παρακείμενων καλλιεργειών και για εμπλουτισμό του υδροφορέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ιστότοπος της κοινότητας Μάμμαρι (www.mammari.com)

Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης Κύπρου (www.moa.gov.cy/gsd)

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος (www.moa.gov.cy)

Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (www.moa.gov.cy/wdd)

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου (www.moa.gov.cy/ms)

Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου (www.mof.gov.cy/cystat)

Τμήμα Πολεοδομίας και Οικήσεως (www.moi.gov.cy/tph)

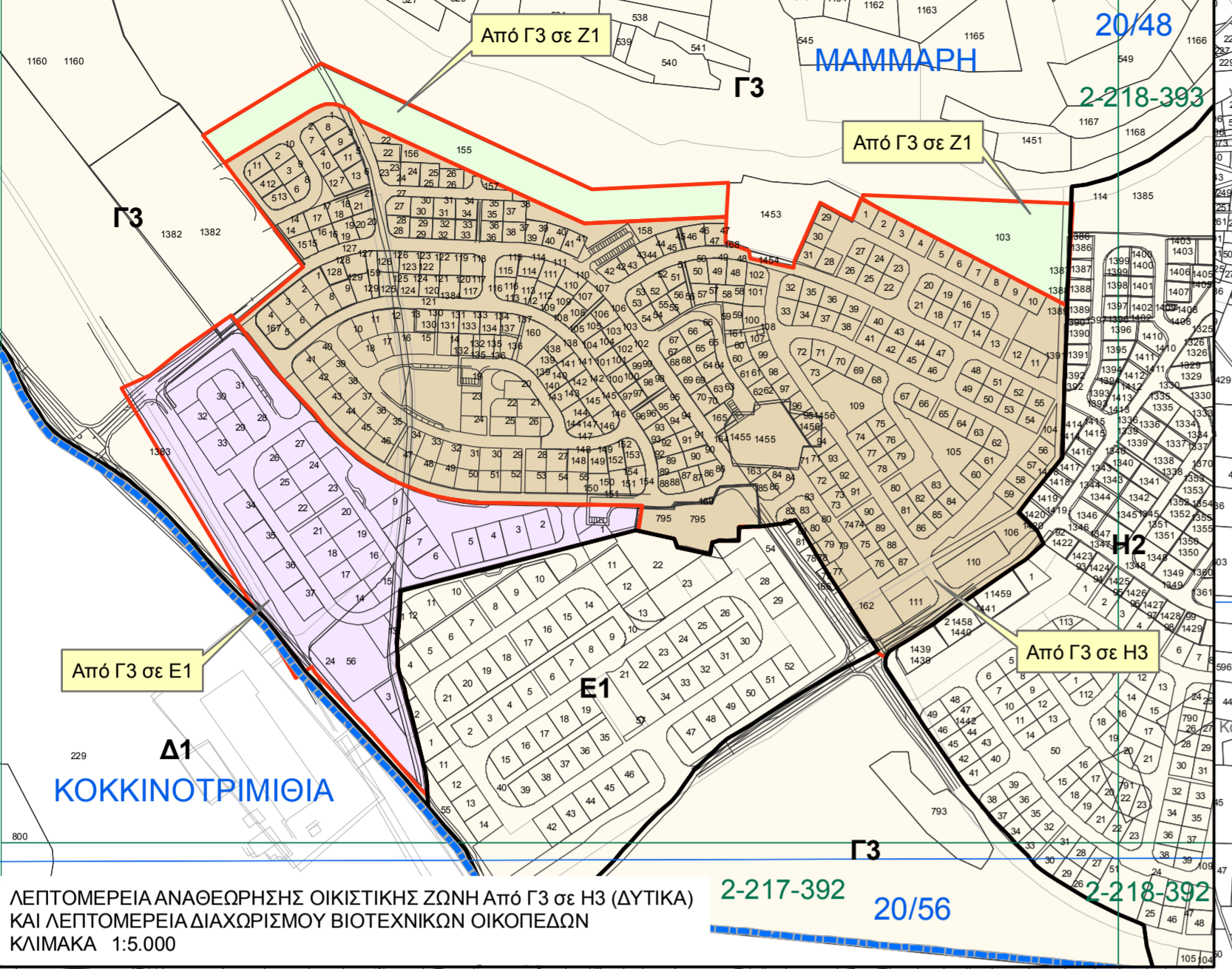
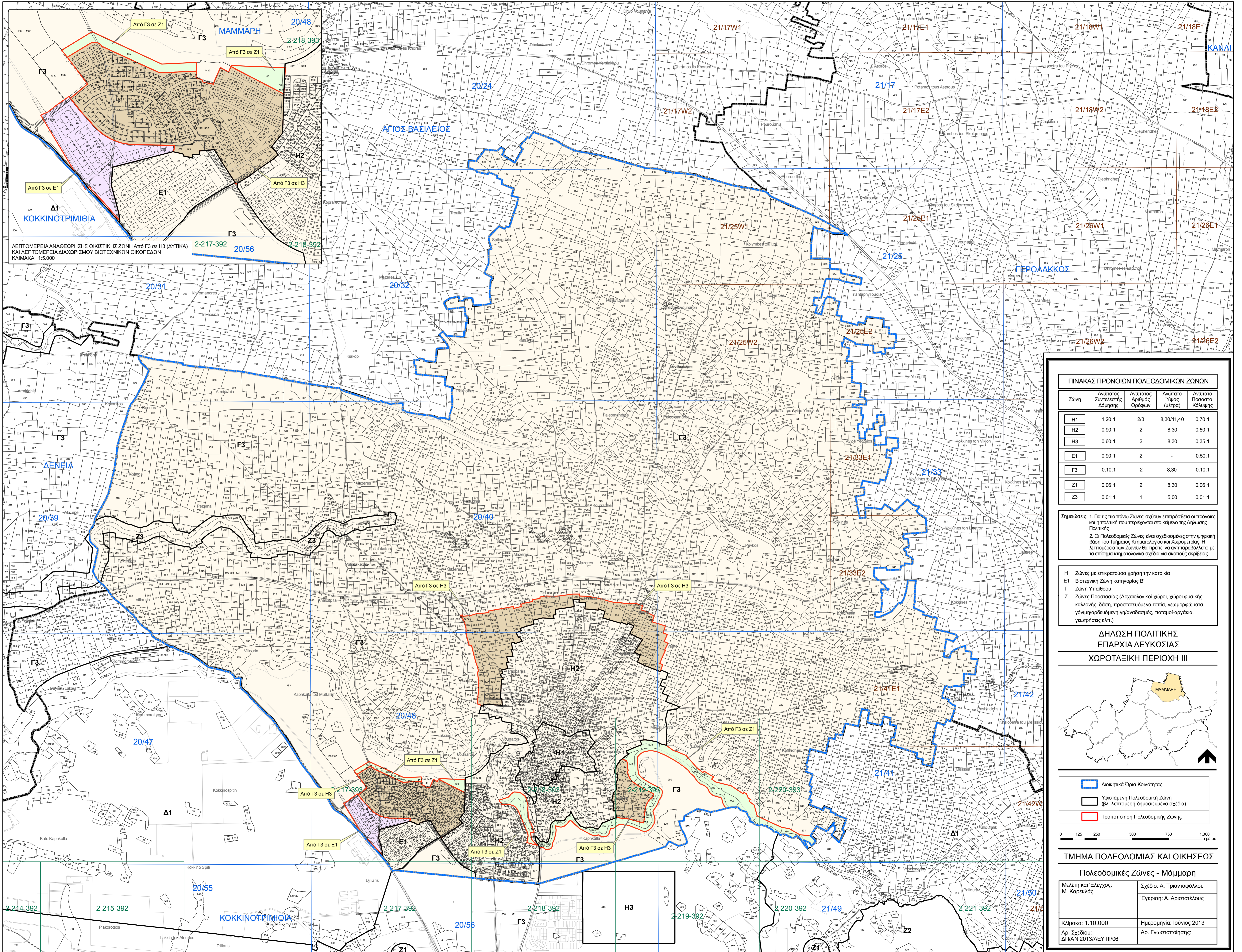
Συμβούλιο Αποχετεύσεως Λευκωσίας (www.sbn.org.cy)

Διαφάνειες του μαθήματος «Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων μικρής κλίμακας.» του Δ.Π.Μ.Σ «Επιστήμη και τεχνολογία υδατικών πόρων». Ακαδημαϊκό έτος 2013-2014.

Σημειώσεις του μαθήματος Υγειονομική Τεχνολογία του κ. Ανδρέα Ανδρεαδάκη για το ακαδημαϊκό έτος 2011-2012

Ειδική Γραμματεία Υδάτων. Έκδοση Απρίλιος 2012 (www.ypeka.gr)

www.googlemaps.com

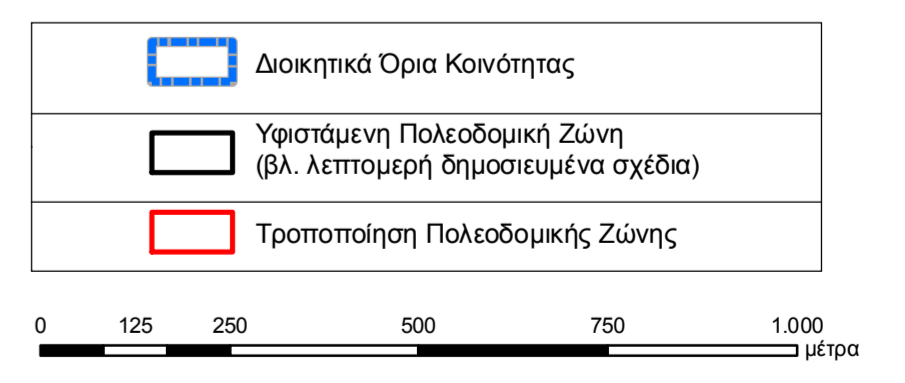
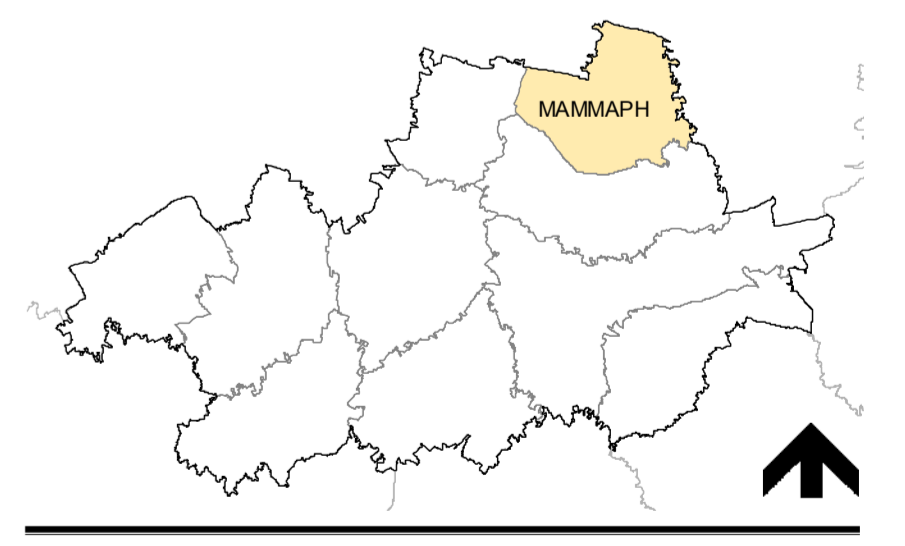


Ζώνη	Ανώτατος Συντελεστής Δόμησης	Ανώτατος Αριθμός Ορόφων	Ανώτατο Ύψος (μέτρα)	Ανώτατο Ποσοστό Κάλυψης
H1	1,20:1	2/3	8,30/11,40	0,70:1
H2	0,90:1	2	8,30	0,50:1
H3	0,60:1	2	8,30	0,35:1
E1	0,90:1	2	-	0,50:1
Γ3	0,10:1	2	8,30	0,10:1
Z1	0,06:1	2	8,30	0,06:1
Z3	0,01:1	1	5,00	0,01:1

Σημειώσεις: 1. Για τις πιο πάνω Ζώνες ισχύουν επιπρόσθετα οι πρόνοιες και η πολιτική που περιέχονται στο κείμενο της Δήλωσης Πολιτικής.
 2. Οι Πολεοδομικές Ζώνες είναι σχεδιασμένες στην ψηφιακή βάση του Τμήματος Κτηματολογίου και Χωρομετρίας. Η λεπτομέρεια των Ζωνών θα πρέπει να αναπροσαρμόζεται με τα επίσημα κτηματολογικά σχέδια για σκοπούς ακρίβειας.

H Ζώνες με επικρατούσα χρήση την κατοικία
 E1 Βιοτεχνική Ζώνη κατηγορίας Β'
 Γ Ζώνη Υπαθούρου
 Z Ζώνες Προστασίας (Αρχαιολογικοί χώροι, χώροι φυσικής καλλονής, δάση, προστατευόμενα τοπία, γεωμορφώματα, γήμηαρδευόμενη η/ανάσασμος, ποταμοί-αράκια, γεωπύργες κλπ.)

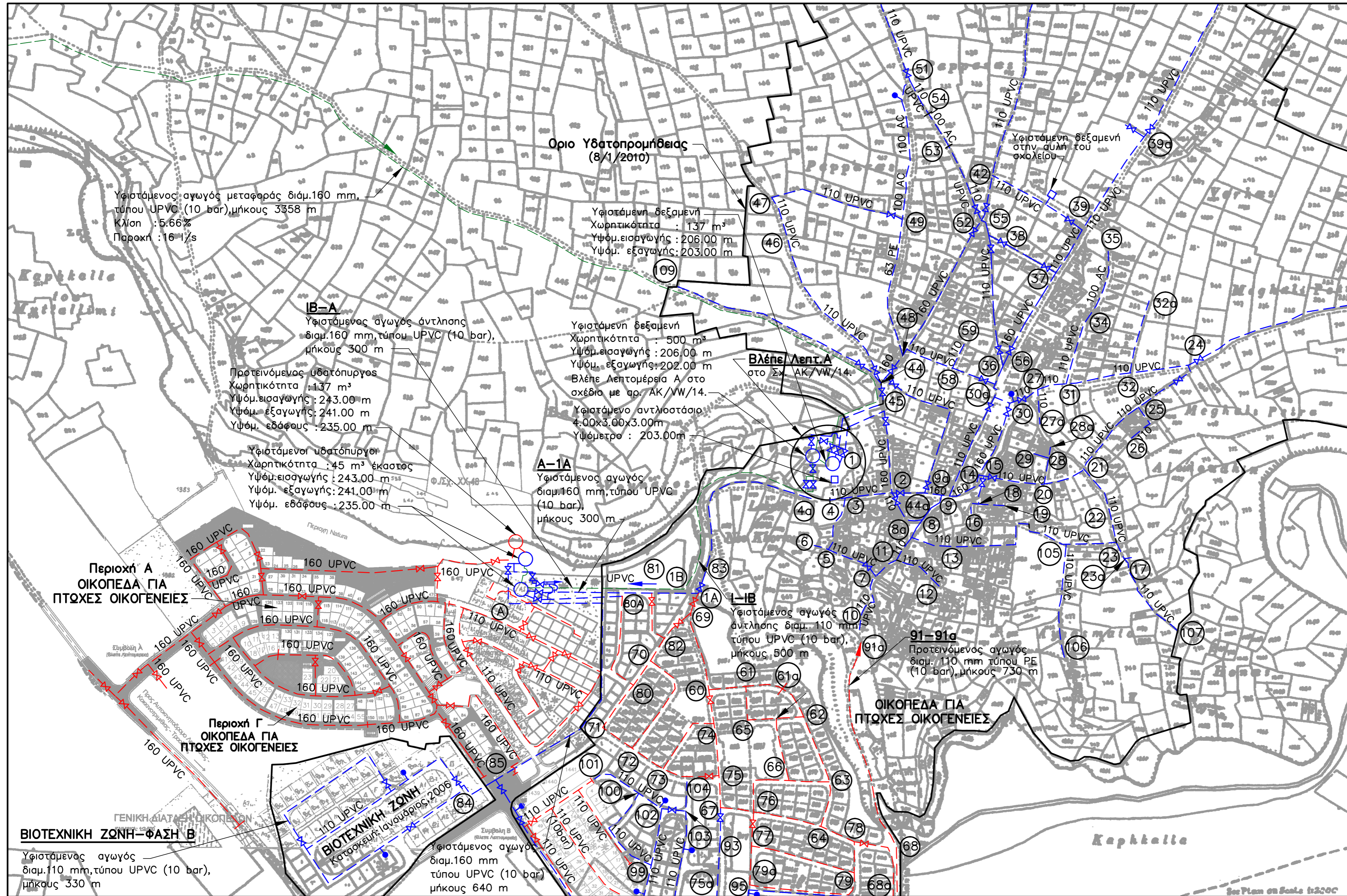
ΔΗΛΩΣΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
 ΕΠΑΡΧΙΑ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ
 ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ III



0 125 250 500 750 1000 μέτρα

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΗΣΕΩΣ

Πολεοδομικές Ζώνες - Μάμμαρη
 Μελέτη και Έλεγχος: Μ. Καρακιάς
 Σχέδιο: Α. Τριανταφύλλου
 Έγκριση: Α. Αριστοτέλους
 Κλίμακα: 1:10.000
 Ημερομηνία: Ιούνιος 2013
 Αρ. Σχεδίου: ΔΤΥΑΝ 2013/ΔΕΥ III/06
 Αρ. Γνωστοποίησης:



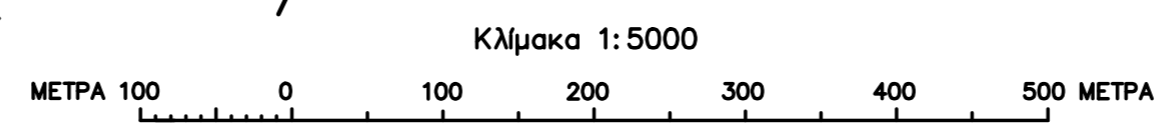
2
XX PLAN 47

XXI PLAN 41
5

XX PLAN 56

ΦΥΛΛΟ 3 ΑΠΟ 7

- ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΕΙΣ
- 1.Προτεινόμενες επεκτάσεις (Βλέπε τον πίνακα 6, στο σχέδιο με Αρ.Σχεδίου ΑΚ/ΥW/18). Αύγουστος 2006.
 - 2.Το σχέδιο συμπληρώθηκε όπως κατασκευάστηκε. Νοέμβριος, 2007.
 - 3.Προτεινόμενη υδροδότηση οικοπέδων για πτωχές οικογένειες. Δεκέμβριος, 2007.
 - 4.Προτεινόμενη υδροδότηση οικοπέδων για πτωχές οικογένειες. Σεπτέμβριος, 2008.
 - 5.Προτεινόμενη αντικατάσταση αγωγών (βλέπε πίνακα 7, στο Σχέδιο με Αρ. ΑΚ/ΥW/18), Ιανουάριος 2009.
 - 6.Προτεινόμενη υδροδότηση οικοπέδων για πτωχές οικογένειες (περιοχή Α). Φεβρουάριος, 2010.
 - 7.Προτεινόμενη επέκταση (91-91α), Σεπτέμβριος 2010.
 - 8.Διαφοροποίηση της πρότασης για υδροδότηση οικοπέδων για πτωχές οικογένειες (περιοχή Α). Αύγουστος, 2011.
 - 9.Προτεινόμενη υδροδότηση 55 οικοπέδων για πτωχές οικογένειες (περιοχή Γ). Φεβρουάριος, 2012.



TAY
ΜΑΜΜΑΡΙ-ΥΔΑΤΟΠΡΟΜΗΘΕΙΑ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2005 ΑΡ.Σχ. ΑΚ/ΥW/13/9

3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Το ερωτηματολόγιο που έχετε στα χέρια σας έχει συνταχθεί στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας και σκοπό έχει να ερευνήσει την γνώμη σας για το θέμα της διαχείρισης των λυμάτων της κοινότητας.

Θα σας παρακαλούσα να απαντήσετε με ειλικρίνεια.

Ευχαριστώ εκ των προτέρων.

1. **Φύλο:** α) άντρας β) γυναίκα

2. **Ηλικία:** α) 15-30 β) 30-45 γ) 45-60 δ) 60 και πάνω

3. **Μορφωτικό επίπεδο:**
 α) απόφοιτος Γυμνασίου β) απόφοιτος Λυκείου γ) τριτοβάθμια εκπαίδευση

4. **Είστε μόνιμος κάτοικος του χωριού:** α) Ναι β) Όχι

5. **Τι είδος βόθρου έχετε στο σπίτι σας:**
 α) συμβατικός από σπλισμένο σκυρόδεμα β) απορροφητικός λάκκος
 γ) σηπτικός - απορροφητικός λάκκος δ) δεν γνωρίζω

6. **Κάθε πόσο χρειάζεται να έρθει το βυτιοφόρο για να εκκενώσει το βόθρο σας:**
 α) 1 φορά το μήνα β) 1 φορά το χρόνο γ) δεν χρειάστηκε ακόμη

7. Πόσο πληρώνετε για την εκκένωση και απόφραξη του βόθρου σας:
 α) 80 ευρώ β) 50 ευρώ γ) δεν γνωρίζω
8. Πως κατανέμεται η κατανάλωση νερού στην οικία σας:
 α) Οικιακή χρήση (ύδρευση, τουαλέτα, πλυντήριο, μαγείρεμα, μπάνιο).....(%)
 β) άρδευση(%)
 γ) άλλες δραστηριότητες(%)
9. Η κατανάλωση του νερού είναι περισσότερη το καλοκαίρι: α) Ναι β) Όχι
 Εάν ναι, μπορείτε να εκτιμήσετε σε τι ποσοστό;(%)
10. Έχετε σύστημα συλλογής του βρόχινου νερού; α) Ναι β) Όχι
11. Γνωρίζετε τι είναι το γκριζο νερό; α) Ναι β) Όχι
12. Αντιμετωπίζετε πρόβλημα με τον υφιστάμενο τρόπο διαχείρισης των λυμάτων σας (δυσσομίες, υπερχειλίσεις, κλπ):
 α) Ναι β) Όχι
- Εάν ναι, μπορείτε να περιγράψετε συνοπτικά τα προβλήματα;

13. Γνωρίζετε τι είναι η εγκατάσταση βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων (Ε.Ε.Λ):
 α) Ναι β) Όχι
14. Θα συμφωνούσατε με την ιδέα δημιουργίας αποχετευτικού δικτύου και Εγκατάστασης (Σταθμού) Βιολογικής Επεξεργασίας των λυμάτων της κοινότητας:
 α) Ναι β) Όχι γ) Δεν γνωρίζω

Απαντήσεις Ερωτηματολογίου

1	Φύλο	Άνδρας	Γυναίκα									
		30	10									
2	Ηλικία	15-30	30-45	45-60	60 και πάνω							
		4	7	21	8							
3	Μορφωτικό επίπεδο	Απόφοιτος Γυμνασίου	Απόφοιτος Λυκείου	Τριτοβάθμια εκπαίδευση								
		6	23	11								
4	Μόνιμος κάτοικος κοινότητας	Ναι	Όχι									
		33	7									
5	Είδος βόθρου	Από Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Απορροφητικός λάκκος	Σηπτικός- Απορροφητικός λάκκος	Δεν γνωρίζω							
		3	7	20	10							
6	Κάθε πόσο γεμίζει ο βόθρος	1 φορά το μήνα	1 φορά το χρόνο	Πολύ σπάνια	Δεν χρειάστηκε ακόμη							
		4	7	5	24							
7	Πόσο πληρώνετε	50 ευρώ	80 ευρώ	Δεν γνωρίζω								
		7	7	26								
8	Πως κατανέμεται η κατανάλωση νερού στην οικία (σε ποσοστό)											
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
	Οικιακή χρήση	15	4	10	6		5					
	Άρδευση						5			16	4	15
	Άλλες δραστηριότητες										6	34
9	Περισσότερη κατανάλωση το καλοκαίρι	Ναι	Όχι									
		37	3									
9	Ποσοστό	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
		2			3	3	6	4	10	7	2	
10	Έχετε σύστημα συλλογής βρόχινου νερού	Ναι	Όχι									
		0	40									
11	Ξέρετε τι είναι γκρίζο νερό	Ναι	Όχι									
		4	35									
12	Αντιμετωπίζετε πρόβλημα με τον βόθρο σας	Ναι	Όχι									
		9	31									
	Τι πρόβλημα	Δυσσομίες	Υπερχειλίσσεις									
		5	4									
13	Γνωρίζετε τι είναι η Ε.Ε.Λ	Ναι	Όχι									
		19	21									

14	Συμφωνείτε με την δημιουργία Ε.Ε.Λ στην κοινότητα	Ναι	Όχι	Δεν γνωρίζω
		25	5	10
15	Είστε αγρότης	Ναι	Όχι	
		7	33	
16	Πως ποτίζετε τις καλλιέργειές σας	Καταιονισμός	Στάγδην	Αυλάκια
		2	5	0
17	Εξοικείωση με την έννοια επαναχρησιμοποίηση λυμάτων	Ναι	Όχι	
		17	23	
18	Χρησιμοποίηση επεξεργασμένων για άρδευση	Ναι	Όχι	Δεν γνωρίζω
	Για αγρότες	5	0	2
	Για άρδευση στις οικίες	25	3	12