

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ – ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Δρ. Κακαβάς Παναγιώτης
Καθηγητής Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

Πεσλής Δημήτριος
Αυφαντής Λάζαρος
Μήτσιος Αλέξανδρος

ΠΑΤΡΑ, 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την Πτυχιακή Εργασία μας αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τον Εισηγητή και Επιβλέπων καθηγητή της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, τον Δρ. Κακαβά Παναγιώτη, καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, για τη συνεχή καθοδήγησή του και την υπομονή του.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους υπαλλήλους του Δήμου Αγρινίου και της ΔΕΥΑ Αγρινίου για την παροχή πληροφοριών.

Πάτρα, 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή μας εργασία είναι δομημένη σε τρία κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στην περιοχή του βιολογικού καθαρισμού, το Αγρίνιο, αναφέρουμε τις μεθοδολογίες υπολογισμού του μελλοντικού πληθυσμού και αναφερόμαστε γενικά στα απόβλητα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε όσο μπορούμε καλύτερα την λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού του Αγρινίου, μέσα από σχέδια που προμηθευτήκαμε από την αρμόδια υπηρεσία και φωτογραφίες που τραβήξαμε οι ίδιοι από την επίσκεψη που πραγματοποιήσαμε.

Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο αξιολογούμε την μονάδα και αναφερόμαστε σε εναλλακτικές μεθόδους επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κείμενου, έχουμε δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα.

Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές:

Πεσλής Δημήτριος - Υφαντής Λάζαρος - Μήτσιος Αλέξανδρος

ΑΙΤΗΣΗ :

Σπουδαστών του Τμήματος
«Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.»,
Α.Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας

- 1) Πεσλής Δημήτριος
Τηλ : 697 81 58 014
- 2) Αυφαντής Λάζαρος
Τηλ: 694 69 165 72
- 3) Μήτσιος Αλέξανδρος
Τηλ : 694 44 31 078

Υπεύθυνος καθηγητής :

Dr. Κακαβάς Παναγιώτης.

ΘΕΜΑ:

ΕΠΚΡΙΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ
ΜΕΛΕΤΗ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΓΡΙΝΙΟΥ

ΠΡΟΣ:

Δημοτική Επιχείρηση
Υδρευσης - Αποχέτευσης
Αγρινίου (Δ.Ε.Υ.Α.Α.)

Στα πλαίσια της Πτυχιακής Εργασίας μας στο ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, στο ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε. θα ασχοληθούμε με τον βιολογικό καθαρισμό του Δήμου Αγρινίου. Παρακαλούμε για τα παρακάτω :

1. Να μας χορηγήσετε έγγραφά όπως : τεχνική περιγραφή έργου, διάγραμμα λειτουργίας, σχέδιο των εγκαταστάσεων, τοπογραφικό διάγραμμα, σχέδια δεξαμενών, μετρήσεις στην εκροή των λυμάτων.
2. Να μας επιτρέψετε να τα χρησιμοποιήσουμε στην Πτυχιακή μας εργασία.

Με εκτίμηση

Ημερομηνία: 13-3-18

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ:7790/13-3-2018

**ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΑΓΡΙΝΙΟΥ
Δ. ΒΟΤΣΗ 7 ΑΓΡΙΝΙΟ Τ.Κ. 30 100**

ΤΗΛ.:26410-20353 FAX:26410-28894 ΠΛΗΡ.: Δανιάς Κων/νος
Αριθμός Πρωτοκ: 1.2.2.3 ΑΓΡΙΝΙΟ 27/11/2018

Προς: Πεσλή Δημήτριο

ΘΕΜΑ: Απάντηση σε αίτημα

ΣΧΕΤΙΚΑ: Το αριθμ.2841/22-1-2018 αίτημά του.

Κατόπιν σχετικού αιτήματος, βεβαιώνουμε ότι η Τεχνική Υπηρεσία της Δ.Ε.Υ.Α.Α. παρείχε στον Πεσλή Δημήτριο του Γεράσιμου στοιχεία σχετικά με την κατασκευή και λειτουργία του Βιολογικού Καθαρισμού Αγρινίου και ειδικότερα τα σχέδια που αφορούν την κατασκευή της Μονάδας καθώς και σχετικές Τεχνικές εκθέσεις.

Η παρούσα βεβαίωση θα χρησιμοποιηθεί για την πτυχιακή εργασία του ενδιαφερομένου.

Ο Δν. Γενικός Διευθυντής

Αριστόφορος Κωστάκης
Μηχανολόγος μηχανικός ΠΕ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

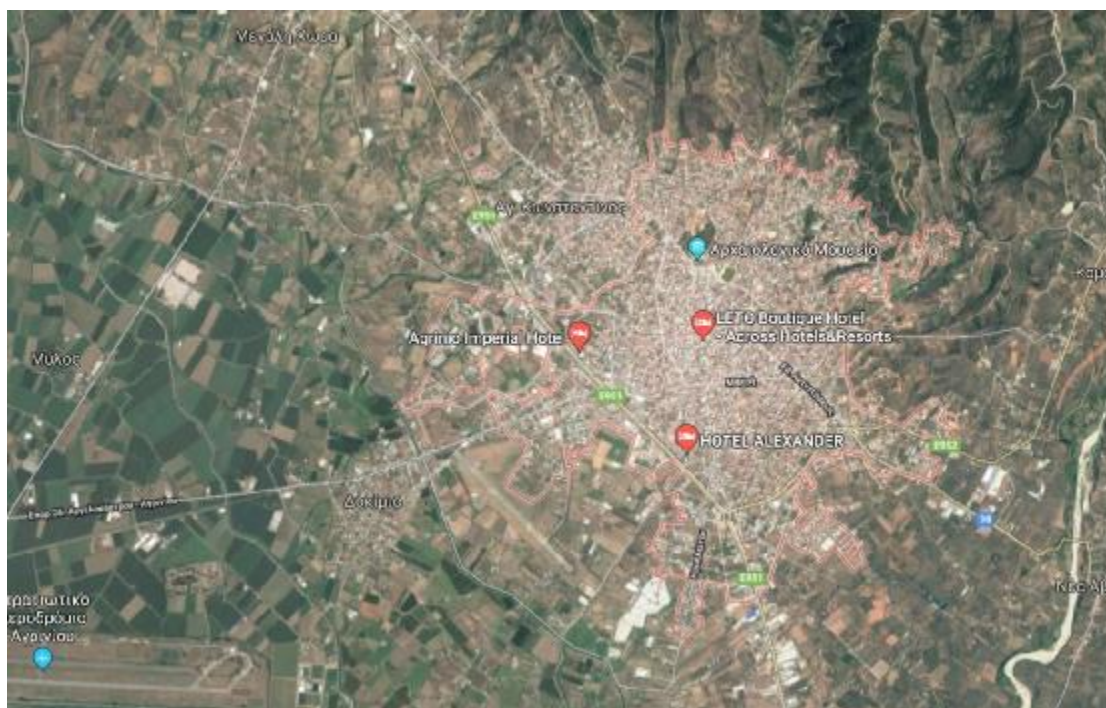
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ.....	8
1.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΡΙΝΙΟΥ.....	8
1.2 ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ	10
1.3 ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ	12
1.4 ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	14
1.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ.....	23
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	23
2.2 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ ΥΠΕΚΑ	36
2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ	37
2.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	39
2.5 ΣΧΕΔΙΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	42
2.5.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ.....	42
2.5.2 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	51
2.5.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	58
2.6 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΓΡΙΝΙΟΥ.....	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΛΕΓΧΟΙ - ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ.....	72

3.1.1 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ ΘΕΡΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ.....	72
3.1.2 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ.....	74
3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	76
3.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ	82
3.4 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	83
3.4.1 ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	83
3.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΩΝ	99
3.5 ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΕ ΠΟΤΑΜΟΥΣ ΚΑΙ ΕΚΒΟΛΕΣ	113
3.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	120
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	121
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ – ΣΧΕΔΙΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	122

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ

1.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΡΙΝΙΟΥ

Το Αργίριο είναι η μεγαλύτερη πόλη της Αιτωλοακαρνανίας. Αποτελεί έδρα του καλλικρατικού δήμου Αργιρίου και σύμφωνα με την απογραφή του 2011 έχει πληθυσμό 94.181 δημότες, συγκεντρώνοντας σχεδόν το 40% των 252.004 κατοίκων του νομού. Μαζί με την Πάτρα και τα Ιωάννινα, αποτελούν τα τρία μεγαλύτερα αστικά κέντρα στο δυτικό τμήμα της χώρας. Το Αργίριο ήταν έδρα του πρώην ομώνυμου Καποδιστριακού δήμου.



Εικόνα 1. Αεροφωτογραφία της πόλης του Αργιρίου.

Ο Δήμος Αργιρίου αποτελείται από 10 Δημοτικές Ενότητες (πρώην Καποδιστριακούς δήμους που ενοποιήθηκαν υπό τον παλαιότερο και ομότιπλο δήμο του Αργιρίου με το πρόγραμμα Καλλικράτης). Ο πληθυσμός μπορεί γενικά να υπολογιστεί με βάση δύο κριτήρια: αυτό της Ελληνικής απογραφής του 2011 (που αποτυπώνει τον πληθυσμό του Καλλικρατικού δήμου σε 94.181 κατοίκους) και αυτό της χιλιομετρικής απόστασης από την πόλη του Αργιρίου (οπότε και θα συμπεριληφθούν στον υπολογισμό που δίνει κατά προσέγγιση έναν αριθμό της τάξεως των 70.000 κατοίκων ο πληθυσμός του αστικού ιστού και οι "κοντινές" γεωγραφικά δημοτικές ενότητες Αγγελοκάστρου, Θεσιέων και Νεάπολης).

Όνομασία δημοτ. ενότητας	Πληθυσμός (2011)
Αγρινίου	59.329
Αγγελοκάστρου	2.027
Αρακύνθου	6.274
Θεσιέων	6.566
Μακρυνείας	3.681
Νεάπολης	5.070
Παναιτωλικού	1.386
Παραβόλας	3.773
Παρακαμπυλίων	1.943
Στράτου	5.429
Σύνολο δήμου	94.181

Πίνακας 1. Δημοτικές Ενότητες Δήμου Αγρινίου



Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία του κέντρου της πόλης.

1.2 ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ

Ο συγκεκριμένος βιολογικός καθαρισμός καλύπτει τις εξής περιοχές και πληθυσμούς. Σύμφωνα με τον ιστότοπο του ΥΠΕΚΑ (<http://astikalimata.ypeka.gr/Services/Pages/Browse.aspx>) έχουμε τα παρακάτω στοιχεία.

Οικισμός	Κωδικός	Πληθ. Αιχμής (Μ.Ι.Π.)	Ποσοστό % Δ.Α.	Τύπος δικτύου
ΑΓΡΙΝΙΟ		65.000	98	Παντοροϊκό
ΠΑΝΑΙΤΩΛΙΟ, ΑΓΓΕΛΟΚΑΣΤΡΟ	GR23101303	4.700	18	Μικτό
ΚΑΙΝΟΥΡΙΟ	GR23101301	2.767	14	Μικτό
ΛΕΠΕΝΟΥ	GR23102705	2.059	0	Χωριστικό
74.526				

Πίνακας 2. Άμεσα εξυπηρετούμενοι οικισμοί

Ο συνολικός εξυπηρετούμενος πληθυσμός είναι 74.526 κάτοικοι. Αυτοί οι κάτοικοι είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τον βιολογικό καθαρισμό μέσω του αποχετευτικού δικτύου.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι οικισμοί και ο πληθυσμός που εξυπηρετεί ο βιολογικός καθαρισμός μέσω των βυτιοφόρων που μεταφέρουν τα λύματα στον βιολογικό καθαρισμό.

Οικισμός	Πληθ. Αιχμής (Μ.Ι.Π.)
Θεσπιέων	7087
Στράτου	6438
Νεάπολης	5052
Παραβόλας	4482
23.059	

Πίνακας 3. Έμμεσα εξυπηρετούμενοι οικισμοί.

Σύμφωνα με τον υπεύθυνο της εγκατάστασης, ο βιολογικός καθαρισμός δεν δέχεται και δεν επεξεργάζεται βιομηχανικά λύματα.

1.3 ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Ο Δήμος Αγρινίου είναι δήμος της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας, που συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης από την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων της Αιτωλίας: Αγγελοκάστρου, Αγρινίου, Αρακύνθου, Θεστιέων, Μακρυνείας, Νεάπολης, Παναιτωλικού, Παραβόλας, Παρακαμπυλίων και Στράτου.

Η έκτασή του ανέρχεται σε 1.246,65 τ.χλμ. και ο πληθυσμός σε 94.181 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

Έδρα του δήμου είναι η μοναδική πόλη του, το Αγρίνιο. Στον παρακάτω κατάλογο αναφέρονται οι δημοτικές ενότητες, τοπικές κοινότητες, πόλεις, χωριά και οικισμοί του Δήμου Αγρινίου.

Τα στοιχεία προέρχονται από την Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τχ. 2ο, φ. 3465 (28 Δεκεμβρίου 2012): "Αποτελέσματα της Απογραφής Πληθυσμού-Κατοικιών 2011 που αφορούν στο Μόνιμο Πληθυσμό της Χώρας" (αρχείο pdf), λαμβάνοντας ωστόσο υπόψη και την τροποποίηση του προαναφερθέντος αρχείου σύμφωνα με το ΦΕΚ 698/Β'/20.03.2014.

2001		2011	
ΔΗΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΔΗΜΟΣ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
ΑΓΓΕΛΟΚΑΣΤΡΟΥ	2765	ΑΓΡΙΝΙΟΥ	94181
ΑΓΡΙΝΙΟΥ	54253		
ΑΡΑΚΥΝΘΟΥ	6448		
ΘΕΣΤΙΕΩΝ	7594		
ΜΑΚΡΥΝΕΙΑΣ	5235		
ΝΕΑΠΟΛΗΣ	5052		
ΠΑΝΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	2062		
ΠΑΡΑΒΟΛΑΣ	4482		
ΠΑΡΑΚΑΜΠΥΛΙΩΝ	2757		
ΣΤΡΑΤΟΥ	6144		
ΣΥΝΟΛΟ	96.792		

Πίνακας 4. Πληθυσμιακά στοιχεία.

Από ότι φαίνεται παραπάνω ο ρυθμός του πληθυσμού είναι μειωτικός. Παρακάτω κάνουμε προβλέψεις του πληθυσμού για τις επόμενες δεκαετίες.

Υπολογισμός μελλοντικού πληθυσμού :

	2001	2011
Πληθυσμός	96.792	94.181

Θα δείξουμε δύο παραδείγματα υπολογισμού του μελλοντικού πληθυσμού :

Αριθμητική μέθοδος:

$$K\alpha = \frac{94181 - 96792}{2011 - 2001} = \frac{-2611}{10} = -261 \text{ κάτοικοι/έτος}$$

Για το έτος 2021 : $94181 + [(-261) * 2021 - 2011] = 91.571$ κάτοικοι

Για το έτος 2031 : 88.961 κάτοικοι

Για το έτος 2041 : 86.351 κάτοικοι

Για το έτος 2051 : 83.741 κάτοικοι

Γεωμετρική μέθοδος :

$$Kg = \frac{\ln Y_{2011} - \ln Y_{2001}}{2011 - 2001} = \frac{\ln \frac{94181}{96792}}{10} = \frac{-0,0273}{10} = -0,0027$$

Για το έτος 2021 : $94181 * e^{-0,0027 * (2021 - 2011)} = 93.927$ κάτοικοι

Για το έτος 2031 : 89.230 κάτοικοι

Για το έτος 2041 : 86.853 κάτοικοι

Για το έτος 2051 : 84.539 κάτοικοι

Όπου Y: ο πληθυσμός τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

1.4 ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Προέλευση των αστικών λυμάτων

Στις ημέρες μας θεωρείται απαραίτητη ανάγκη για έναν οικισμό η επάρκεια πόσιμου νερού, η ύπαρξη συστήματος διαχείρισης των παραγομένων αποβλήτων και η διασφάλιση αποδεκτής ποιότητας για το περιβάλλον. Το πόσιμο νερό, που αποτελεί θείο δώρο για τον άνθρωπο, μετατρέπεται μετά από τη χρήση του σε υγρά απόβλητα τα οποία είναι ενοχλητικά. Εκεί που τελειώνει το δίκτυο ύδρευσης αρχίζει η παραγωγή των υγρών αποβλήτων που τροφοδοτούν το δίκτυο αποχέτευσης. Η απ' ευθείας αποχέτευση (διάθεση) των υγρών αποβλήτων σε ένα φυσικό (συνήθως υδάτινο) αποδέκτη δεν αποτελεί λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων. Τα υγρά απόβλητα περιέχουν διάφορους τύπους ρύπων που βρίσκονται σε αιωρούμενη ή κολοειδή ή διαλυτή μορφή. Οι ρυπαντικές ουσίες εγκυμονούν κινδύνους για τους φυσικούς αποδέκτες και η απ' ευθείας διάθεση των υγρών αποβλήτων δε θεωρείται σήμερα αποδεκτή πρακτική.

Τα υγρά απόβλητα πρέπει να υποβάλλονται πριν από τη διάθεσή τους σε κατάλληλη επεξεργασία ώστε να αμβλύνονται οι επιπτώσεις στους αποδέκτες. Ο καθαρισμός των υγρών αποβλήτων έχει κυρίως ως στόχο την προστασία των υδατικών πόρων. Για την επιτυχή διαχείριση των υγρών αποβλήτων είναι απαραίτητη η γνώση της προέλευσής τους και χαρακτηριστικών τους ώστε να υποβληθούν σε κατάλληλη επεξεργασία που είναι αποδεκτή από τους ρυθμούς αυτοκαθαρισμού του αποδέκτη διάθεσής τους. Οι υδάτινοι αποδέκτες επιτυγχάνουν αποδόμηση των οργανικών συστατικών με τα οποία φορτίζονται (από τη διάθεση υγρών αποβλήτων) εφ' όσον η φόρτιση που δέχονται διατηρείται κάτω από το επίπεδο που αντιστοιχεί στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους.

Εάν ένας υδάτινος αποδέκτης έχει φορτιστεί πέραν των επιπέδων που αντιστοιχούν στην ικανότητα αυτοκαθαρισμού του αρχίζει η εμφάνιση προβλημάτων και παύει να είναι υγιής. Όταν λοιπόν ο υδάτινος αυτός αποδέκτης χρησιμοποιείται ταυτόχρονα και ως υδατικός πόρος, απ' όπου γίνεται υδροληψία νερού που προορίζεται για πόσιμο, απαιτούνται πολυδάπανες διεργασίες για την κατάλληλη επεξεργασία, ώστε να ικανοποιούνται οι προδιαγραφές που ισχύουν για την ποιότητα του πόσιμου νερού.

Η αποχέτευση των οικιακών λυμάτων (υγρά απόβλητα που παράγονται από την κατοικία) είναι μια γνωστή πρακτική από την αρχαιότητα. Η επεξεργασία (καθαρισμός) όμως των οικιακών λυμάτων όπως εφαρμόζεται σήμερα αποτελεί σχετικά πρόσφατη εξέλιξη. Διάφορες ασθένειες που ταλαιπώρησαν την ανθρωπότητα κατά το παρελθόν αφού εκδηλώθηκαν υπό μορφή επιδημιών είναι δυνατόν να μεταδοθούν μέσω του πόσιμου νερού. Μόλις όμως πριν από 100 περίπου χρόνια κατάλαβαν οι άνθρωποι αυτό το γεγονός και συνειδητοποίησαν ότι το πόσιμο νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από κάθε είδους ρύπανση. Το πόσιμο νερό όμως δε λαμβάνεται μόνο από σχετικά καλά προστατευμένους υπόγειους υδατικούς πόρους αλλά και από επιφανειακά νερά τα οποία είναι συνήθως οι πιο πρόσφοροι αποδέκτες για τα υγρά απόβλητα.

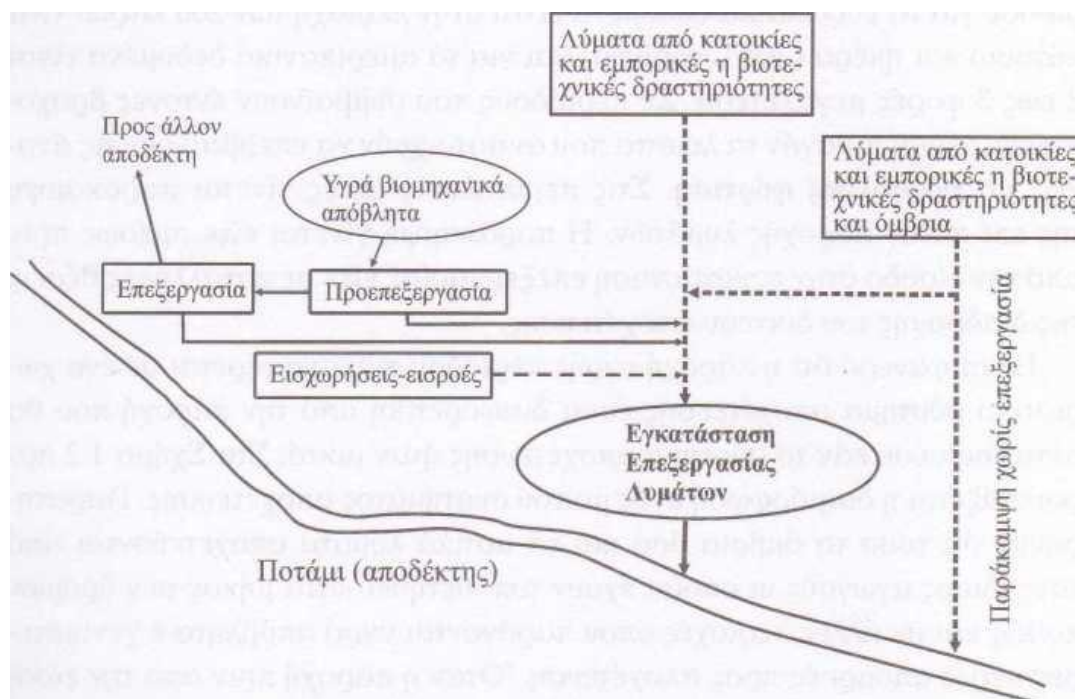
Η λύση θα ήταν να κρατηθούν τα υγρά απόβλητα μακριά από τα επιφανειακά νερά αλλά κάτι τέτοιο σε έναν αριθμό περιπτώσεων δεν ήταν δυνατόν και έτσι προέκυψε η ανάγκη για την επεξεργασία (καθαρισμό) των υγρών αποβλήτων. Το πρόβλημα των υγρών αποβλήτων γινόταν όλο και πιο έντονο από τις αρχές του 20ου αιώνα και ιδιαίτερα μετά από το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο οπότε παρατηρήθηκε έντονη συγκέντρωση πληθυσμών στα αστικά κέντρα και ραγδαία βιομηχανική ανάπτυξη.

Τα υγρά απόβλητα μιας πόλης

Τα υγρά απόβλητα τα οποία συλλέγονται με το σύστημα αποχέτευσης μιας πόλης προέρχονται από τις κατοικίες, από 'τα κτίρια που στεγάζονται διάφορες υπηρεσίες, από βιοτεχνικές και εμπορικές δραστηριότητες και πιθανόν και από βιομηχανικές μονάδες. Επίσης το σύστημα αποχέτευσης μιας πόλης παραλαμβάνει τα όμβρια ύδατα και δέχεται εισροές από υπόγεια ή και επιφανειακά νερά. Τα υγρά απόβλητα (όπως αναφέρονται παραπάνω) αντιστοιχούν σε επί μέρους ρεύματα τα οποία παροχετεύονται μέσω των αγωγών ή υπονόμων του αποχετευτικού δικτύου.

Το αποχετευτικό δίκτυο ενδέχεται να απολήγει σε διαφορετικό κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό για τα υγρά βιομηχανικά απόβλητα και σε διαφορετικό για τα υπόλοιπα επί μέρους ρεύματα που αθροίζονται στο συνολικό υγρό ρεύμα το οποίο ονομάζουμε αστικά λύματα. Εάν όμως όλα τα υγρά ρεύματα απολήγουν στον ίδιο κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό και παράλληλα το ποσοστό των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων είναι σημαντικό τότε είμαστε υποχρεωμένοι να μιλάμε για ροή υγρών αστικών αποβλήτων (και όχι απλά για ροή αστικών λυμάτων) στον κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό.

Το δίκτυο αποχέτευσης αποτελείται από κατάλληλους αγωγούς και μπορεί να είναι χωριστικό (δε δέχεται όμβρια) ή μικτό (δέχεται και όμβρια) ή μερικά χωριστικό (μερικά τμήματα του δικτύου δέχονται όμβρια και μερικά δε δέχονται). Στο παρακάτω σχέδιο φαίνεται η πιθανή διαμόρφωση του αποχετευτικού δικτύου μιας πόλης.



Σχέδιο 1. Πιθανή διαμόρφωση του αποχετευτικού δικτύου μιας πόλης.

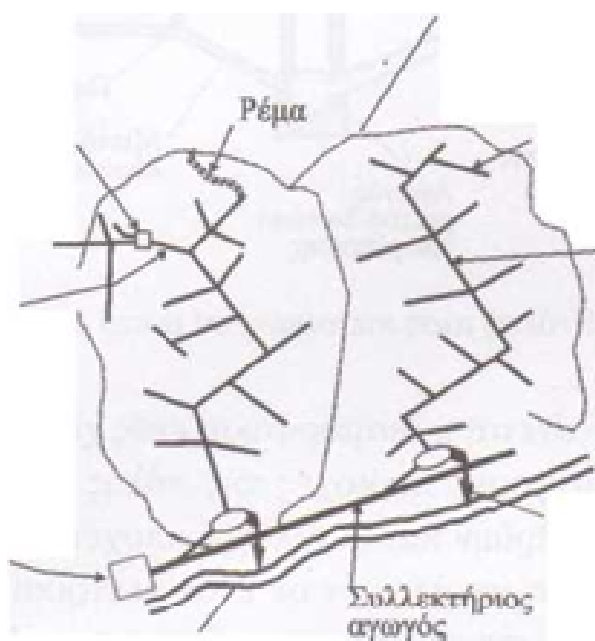
Τα βιομηχανικά απόβλητα ενδέχεται να υποβάλλονται σε κατάλληλη προεπεξεργασία και μετά να διατίθενται στο δίκτυο αποχέτευσης της πόλης ή ακόμη και να απαιτείται πλήρης επεξεργασία προκειμένου να επιτραπεί η διάθεσή τους. Η ροή στους υπονόμους περιλαμβάνει σε πολλές περιπτώσεις και συνεισφορές από εισχωρήσεις/εισροές (infiltration/ inflow). Οι εισχωρήσεις οφείλονται σε είσοδο νερού από σημεία ελαττωματικών συνδέσεων, από ρωγμές των αγωγών ή από πορώδη τοιχώματα των υπονόμων. Οι εισροές αντιστοιχούν σε είσοδο νερού διαφόρων

ειδικών προελεύσεων και παρατηρείται κυρίως σε περιόδους που έχουμε βροχοπτώσεις.

Αστικά λύματα από μικτά και από χωριστικά δίκτυα

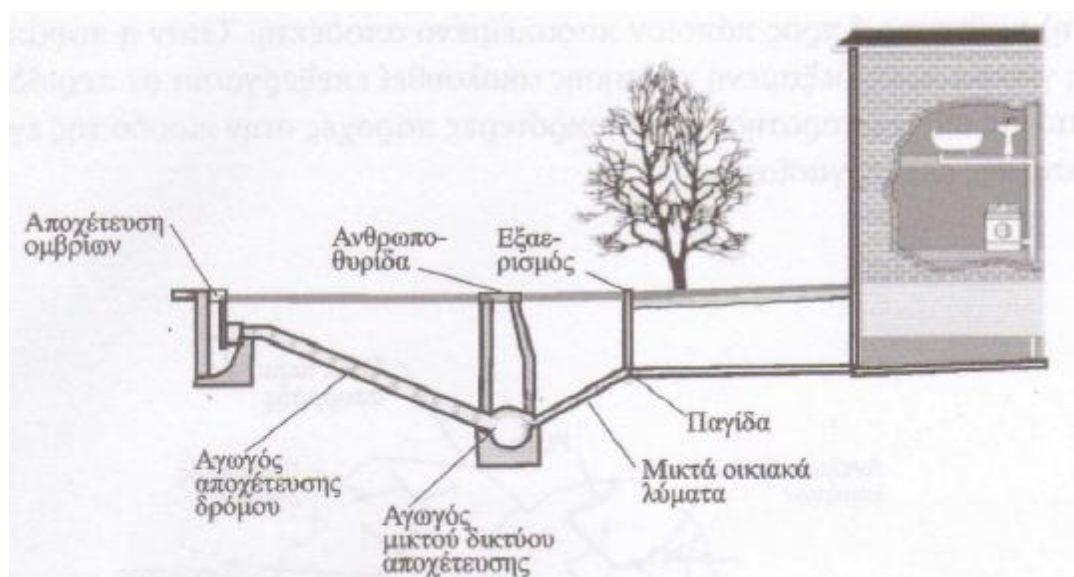
Η παροχή των λυμάτων στο δίκτυο αποχέτευσης κατά τις χρονικές περιόδους που έχουμε βροχοπτώσεις (υγρές περιόδους) δεν είναι η ίδια με την παροχή κατά τις ξηρές περιόδους. Η **παροχή υγρής περιόδου** εμπεριέχει και τη συνιστώσα των εισχωρήσεων/εισροών ενώ η **παροχή ξηρής περιόδου** (DWF, Dry Weather Flow) βρίσκεται πιο κοντά στην πραγματική παραγωγή λυμάτων από τις διάφορες δραστηριότητες. Η παροχή ξηρής περιόδου για τα ευρωπαϊκά δεδομένα είναι στην περιοχή των 200 λίτρων ανά κάτοικο και ημέρα (200 L/capita d) και για τα αμερικανικά δεδομένα είναι 2 έως 3 φορές μεγαλύτερη. Σε περιόδους που συμβαίνουν έντονες βροχοπτώσεις είναι πιθανόν τα λύματα που αντιστοιχούν να υπερβαίνουν τις ανοχές για **υδραυλική φόρτιση**. Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται παράκαμψη της επί πλέον παροχής λυμάτων. Η παράκαμψη γίνεται είτε αμέσως πριν από την είσοδο στην εγκατάσταση επεξεργασίας είτε σε κατάλληλες θέσεις της διαδρομής του δικτύου αποχέτευσης.

Είναι φανερό ότι η παροχή υγρής περιόδου που αναφέρεται σε ένα χωριστικό σύστημα αποχέτευσης είναι διαφορετική από την παροχή που θα αντιστοιχούσε εάν το σύστημα αποχέτευσης ήταν μικτό. Στο παρακάτω σχέδιο παρουσιάζεται η διαμόρφωση ενός μικτού συστήματος αποχέτευσης. Παρατηρούμε ότι τόσο τα όμβρια όσο και τα αστικά λύματα αποχετεύονται από τους ίδιους αγωγούς οι οποίοι έχουν τοποθετηθεί κατά μήκος των δρόμων καθώς και σε άλλες περιοχές όπου παράγονται υγρά απόβλητα ή γενικότερες υγρές απορροές προς αποχέτευση. Όταν η παροχή πριν από την είσοδο στο συλλεκτήριο αγωγό είναι πάνω από ένα επίπεδο τότε γίνεται παράκαμψη μέρους των μικτών απορροών (αστικών λυμάτων και όμβριων). Σημειώνεται ότι σε μερικές περιπτώσεις ενδέχεται να χρειάζεται να γίνεται παράκαμψη και μέρους της παροχής που εισέρχεται στην εγκατάσταση επεξεργασίας. Η παράκαμψη αυτή μπορεί να γίνεται προς δεξαμενή (λίμνη) κράτησης ή προς κάποιον παρακείμενο αποδέκτη. Όταν η παράκαμψη γίνεται προς δεξαμενή κράτησης ακολουθεί επεξεργασία σε περιόδους κατά τις οποίες παρατηρούνται μικρότερες παροχές στην είσοδο της εγκατάστασης επεξεργασίας.



Σχέδιο 2. Γενική διαμόρφωση μικτού αποχετευτικού δικτύου

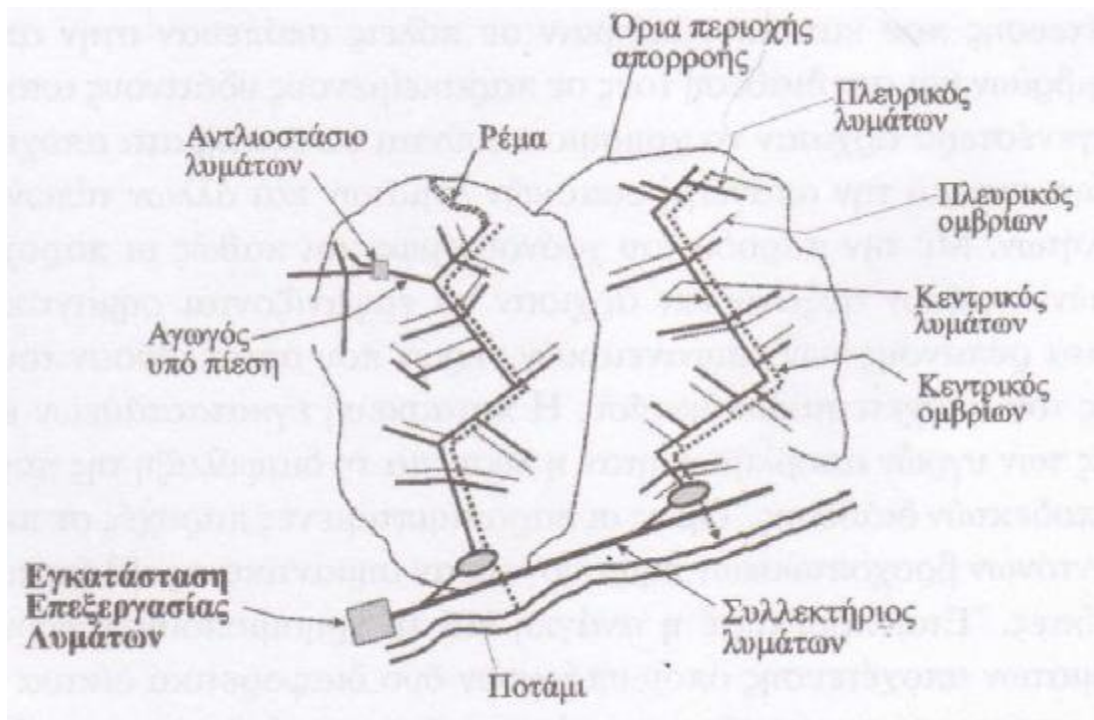
Στο παρακάτω σχέδιο παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται σύνδεση μιας κατοικίας σε ένα μικτό αποχετευτικό δίκτυο. Τα πρώτα συστήματα αποχέτευσης που κατασκευάστηκαν σε πόλεις σκόπευαν στην απαγωγή των όμβριων και στη διάθεσή τους σε παρακείμενους υδάτινους αποδέκτες. Μεταγενέστερα άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα συστήματα αποχέτευσης όμβριων και για την απαγωγή οικιακών λυμάτων και άλλων τύπων υγρών αποβλήτων. Με την πάροδο του χρόνου όμως και καθώς οι παροχές των αστικών λυμάτων αυξάνονταν άρχισαν να εμφανίζονται σημαντικά προβλήματα ρύπανσης των επιφανειακών νερών που αποτελούσαν τους αποδέκτες του αποχετευτικού δικτύου. Η κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων ήταν η λύση για τη διαφύλαξη της ποιότητας των αποδεκτών διάθεσης. Όμως οι παρακαμπτόμενες παροχές σε περιπτώσεις εντόνων βροχοπτώσεων δημιουργούσαν σημαντικά προβλήματα στους αποδέκτες. Έτσι προέκυψε η ανάγκη για τη χρησιμοποίηση χωριστικών συστημάτων αποχέτευσης όπου υπάρχουν δύο διαφορετικά δίκτυα από τα οποία το ένα χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τα όμβρια και το άλλο για τα αστικά λύματα καθώς και για άλλα υγρά απόβλητα.



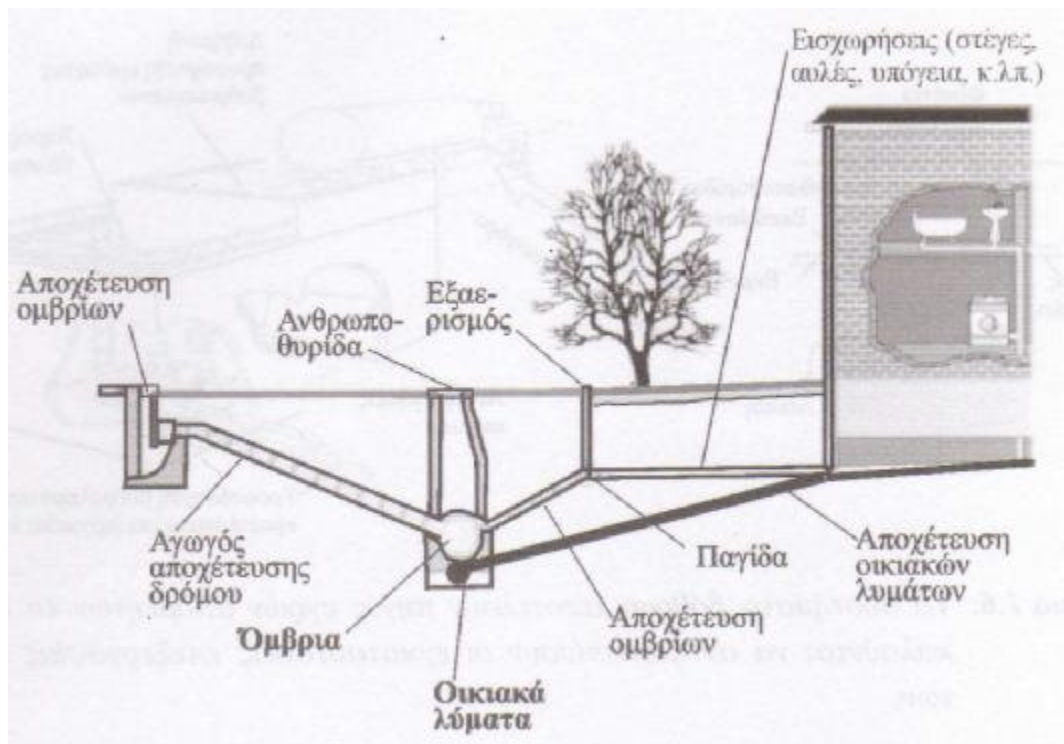
Σχέδιο 3. Σύνδεση μιας κατοικίας σε μικτό αποχετευτικό δίκτυο.

Στο παρακάτω σχέδιο φαίνεται η διαμόρφωση ενός χωριστικού δικτύου. Παρατηρούμε ότι στις διάφορες περιοχές της πόλης υπάρχουν παράλληλα με τους αγωγούς των όμβριων και οι αγωγοί αποχέτευσης των αστικών λυμάτων. Τα αστικά λύματα απολήγουν σε έναν κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό ο οποίος τα οδηγεί στην εγκατάσταση επεξεργασίας.

Η αποχέτευση των όμβριων γίνεται στους αποδέκτες διάθεσής τους και με τρόπο που υπαγορεύεται κυρίως από την τοπογραφία της περιοχής. Παρακάτω φαίνεται η σύνδεση μιας κατοικίας σε χωριστικό αποχετευτικό δίκτυο.



Σχέδιο 4. Γενική διαμόρφωση ενός χωριστικού αποχετευτικού δικτύου.

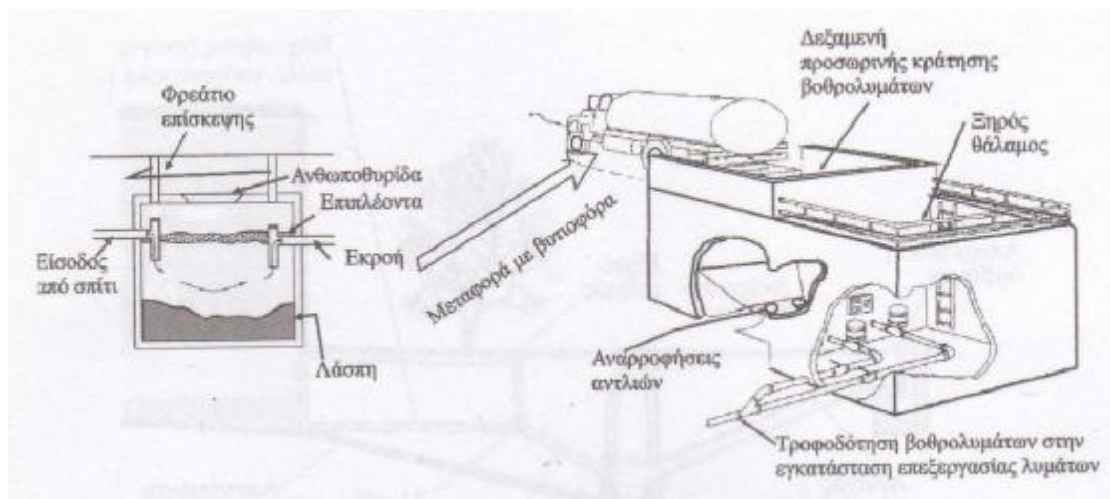


Σχέδιο 5. Σύνδεση μιας κατοικίας σε χωριστικό αποχετευτικό δίκτυο.

Βοθρολύματα

Είναι γνωστό ότι ακόμη και σήμερα ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού σε διάφορες χώρες (και ιδιαίτερα στις λιγότερο αναπτυγμένες) δεν είναι συνδεδεμένο σε δίκτυο αποχέτευσης και εξυπηρετείται με συστήματα βόθρων. Σε μερικές περιπτώσεις γίνεται διάθεση σε συστήματα βόθρων ακόμη και υγρών αποβλήτων από βιοτεχνίες ή και από βιομηχανίες.

Τα συστήματα βόθρων για να λειτουργούν αποτελεσματικά θα πρέπει να εκκενώνονται κατά διαστήματα (ανάλογα με τη λογική σχεδιασμού τους) και τα υγρά απόβλητα που προκύπτουν κατ' αυτόν τον τρόπο είναι γνωστά ως **βοθρολύματα**. Ο σηπτικός βόθρος είναι η δεξαμενή όπου τροφοδοτούνται τα λύματα και πρέπει να είναι στεγανός. Στο σηπτικό βόθρο γίνεται καθίζηση και κατακράτηση αιωρούμενου υλικού καθώς και μερική αποδόμηση οργανικού υλικού. Η εκροή από το σηπτικό βόθρο θα πρέπει να διατίθεται προσεκτικά διότι πρόκειται ουσιαστικά για λύματα τα οποία έχουν μετατραπεί σε σηπτικά και διαφέρουν από τα φρέσκα κυρίως στο χρώμα τους που από ξανθό (στα φρέσκα) έχει γίνει μαύρο στα σηπτικά. Σε μερικές περιπτώσεις (και φυσικά σε περιοχές που αυτό επιτρέπεται) η εκροή από το σηπτικό βόθρο οδηγείται προς διάθεση στο υπέδαφος. Η διάθεση αυτή γίνεται είτε με παροχέτευση σε απορροφητικό βόθρο είτε με τροφοδότησή τους σε υπεδάφιο πεδίο διάθεσης.



Σχέδιο 6. Υγρά απόβλητα από τις εγκαταστάσεις λυμάτων

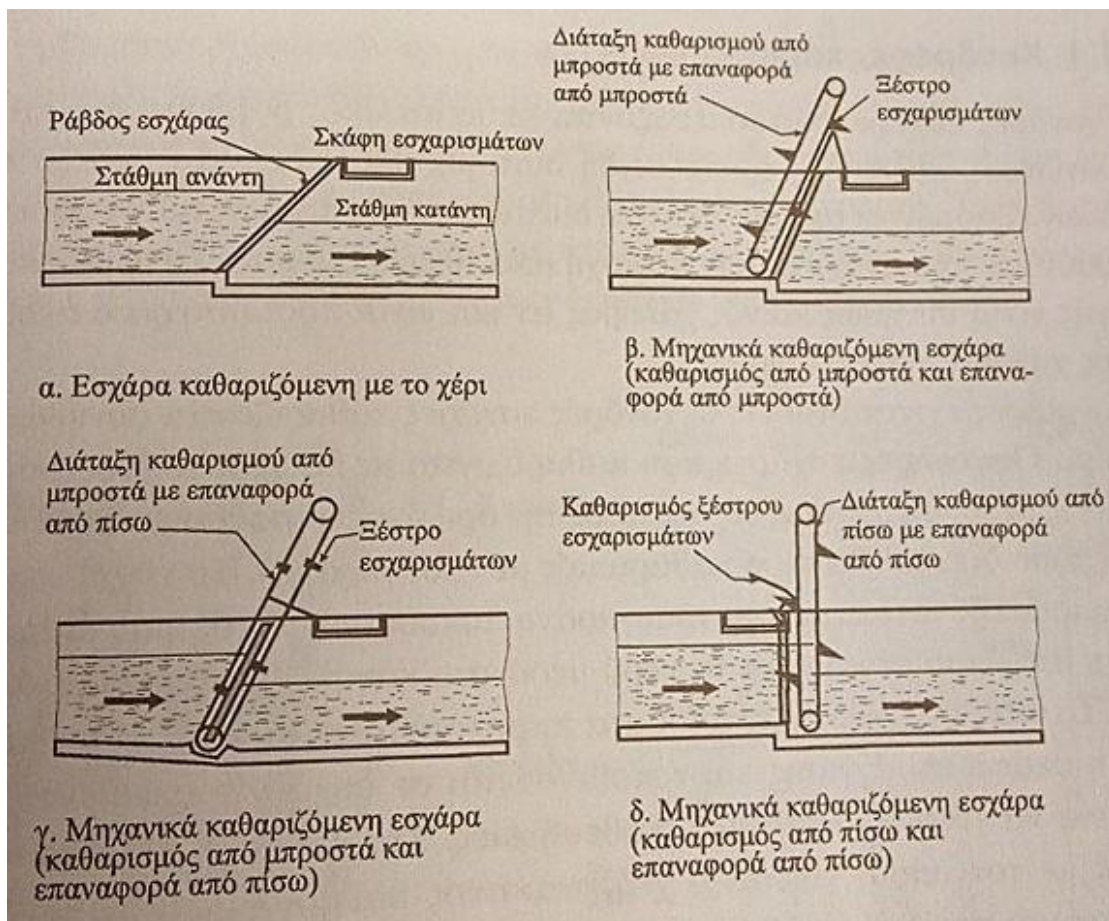
Όταν δεν επιτρέπεται η εδαφική διάθεση των λυμάτων η εκροή της σηπτικής δεξαμενής πρέπει να είναι σφραγισμένη. Στην περίπτωση αυτή η δεξαμενή δε λειτουργεί ως σηπτικός βόθρος αλλά ως δεξαμενή κράτησης των τροφοδοτούμενων λυμάτων τα οποία και θα πρέπει να εκκενώνονται με τη βοήθεια βυτιοφόρων οχημάτων πριν παρουσιασθούν προβλήματα υπερχειλίσεων. Ακόμη όμως και στις περιπτώσεις που η δεξαμενή λειτουργεί ως σηπτικός βόθρος είναι απαραίτητο να γίνεται εκκένωσή της κάθε 1-2 έτη ώστε να απομακρύνεται η λάσπη η οποία έχει προκύψει. Τα βυτιοφόρα μεταφέρουν τα βοθρολύματα στην εγκατάσταση επεξεργασίας και αδειάζουν είτε απ' ευθείας στο κανάλι εισόδου είτε σε ένα σταθμό υποδοχής βοθρολυμάτων. Ουσιαστικά λοιπόν στην περίπτωση των βοθρολυμάτων η μεταφορά γίνεται με βυτιοφόρα οχήματα ενώ στην περίπτωση των αστικών λυμάτων η μεταφορά γίνεται με τους αγωγούς του αποχετευτικού δικτύου.

1.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ

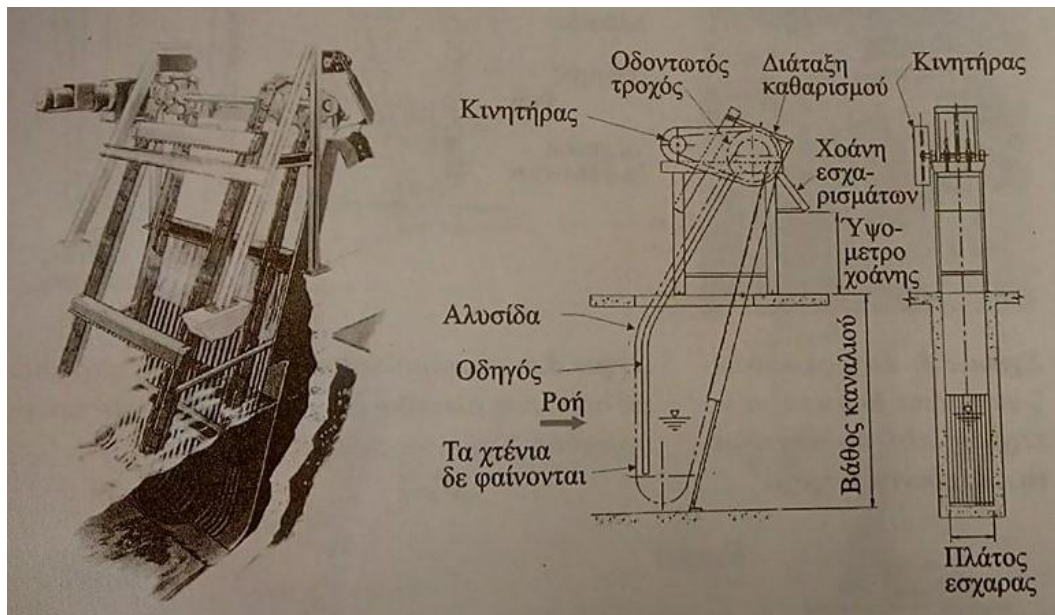
Οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων αποτελούνται από διάφορα στάδια. Αυτά είναι :

- Η προεπεξεργασία
- Η πρωτοβάθμια επεξεργασία
- Η δευτεροβάθμια επεξεργασία
- Η τριτοβάθμια επεξεργασία
- Επεξεργασία ιλύος

Η προεπεξεργασία αφορά τις απαραίτητες διεργασίες που πρέπει να γίνουν ώστε να προστατευτεί η μονάδα από τυχόν φθορές που μπορεί να συμβούν από μεγάλα αντικείμενα που εισέρχονται μαζί με τα λύματα όπως πέτρες, κλαδιά, σακούλες ή πλαστικά. Στην προεπεξεργασία έχουμε συνήθως εσχάρες και αμμοσυλλέκτη.



Εικόνα 4. Σκαριφήματα εσχάρων.



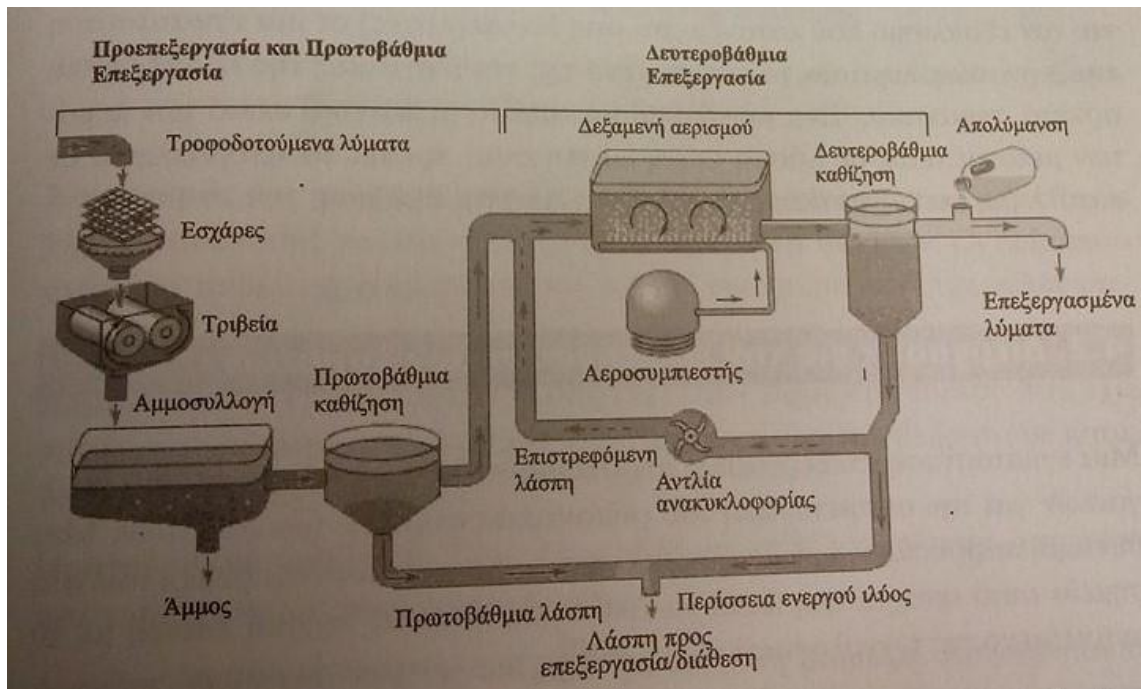
Εικόνα 5. Σκαρίφημα εσχάρας, αυτοκαθαριζόμενη.



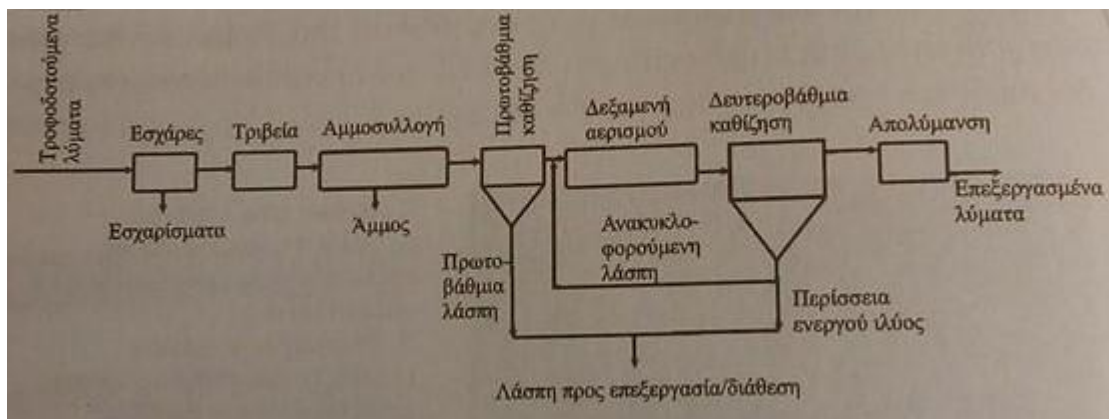
Εικόνα 6. Σκαρίφημα αμμοσυλλέκτη.

Η πρωτοβάθμια επεξεργασία εφαρμόζεται σε μεγάλες μονάδες και αποτελείται από μια δεξαμενή αερισμού και μια μικρή δεξαμενή καθίζησης.

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία είναι η βασική επεξεργασία που εφαρμόζεται, αποτελείται από δεξαμενές αερισμού και μεγάλες δεξαμενές καθίζησης. Στην δευτεροβάθμια επεξεργασία έχουμε την εφαρμογή της μεθόδου ενεργού ιλύος. Η μέθοδος ενεργού ιλύος έχει αρκετές παραλλαγές.



Εικόνα 7. Γενική διάταξη μονάδας.



Εικόνα 8. Διάγραμμα ροής μονάδας.

Η τριτοβάθμια επεξεργασία αφορά την επαναχρησιμοποίηση του νερού που πρόκειται να αφεθεί στον φυσικό αποδέκτη. Η παραλλαγές που χρησιμοποιούνται είναι ιδιαίτερα ακριβές και δεν εφαρμόζονται εύκολα.

Η επεξεργασία ιλύος αφορά τις διεργασίες για την επαναχρησιμοποίηση ή/και ανάκτηση συστατικών από την παραγόμενη ιλύ (βιομάζα) όπως παραγωγή ενέργειας από την καύση της ή ανάκτηση αζώτου/φωσφόρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το έτος 2000 τέθηκε σε λειτουργία η Α΄ Φάση των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων (<http://www.deyaagriniou.gr/bio.php>) (Ε.Ε.Λ) του Δήμου Αγρινίου & της Μείζονος Περιοχής. Η μονάδα αυτή εξυπηρετεί ισοδύναμο πληθυσμό 60.000 κατοίκων, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη.



Εικόνα 9. Ο βιολογικός καθαρισμός

Προβλέπεται με την επέκταση των εγκαταστάσεων να καλύπτει ισοδύναμο πληθυσμό 120.000 κατοίκων, εξυπηρετώντας όχι μόνο τον Δήμο Αγρινίου, αλλά και τους Δήμους Νεάπολης, Στράτου, Αγγελοκάστρου, Θεσιέων, Μακρυνείας, Αρακύνθου, καθώς και των παραλίμνιων οικισμών του Δήμου Θέρμου.



Εικόνα 10. Μακέτα εγκαταστάσεων.

Για τον σκοπό αυτό ζητήθηκε η συνδρομή της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδος και έχει υποβληθεί από την ΔΕΥΑΑ τεχνικό δελτίο, προκειμένου να χρηματοδοτηθεί η μελέτη επέκτασης των Ε.Ε.Λ., καθώς η ενέργεια αυτή αφορά οκτώ συνολικά όμορους δήμους.

Η κατασκευή της μονάδα ξεκίνησε το 1995 αφού διενεργήθηκε διεθνής διαγωνισμός και το έργο είχε ενταχθεί στα χρηματοδοτούμενα από το Ταμείο Συνοχής έργα. Το συνολικό κόστος του υπερέβη τα 10.000.000 ευρώ. Περιλάμβανε εκτός από τις βασικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας τα αντλιοστάσια εκτροπής, τον κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό αλλά και τον αγωγό λυμάτων του Δήμου Αγγελοκάστρου.

Το έτος 2004 χρηματοδοτήθηκε από την Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος η κατασκευή μονάδας επεξεργασίας βοθρολυμάτων συνολικού ύψους 350.000 ευρώ. Η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 2005, οπότε και αυτή τέθηκε σε λειτουργία, δίνοντας έτσι λύση στο χρόνιο πρόβλημα της αυθαίρετης και παράνομης διάθεσης των βοθρολυμάτων της περιοχής στους υδάτινους αποδέκτες.

Η μονάδα του Βιολογικού Καθαρισμού Αγρινίου θεωρείται και είναι μια από τις πλέον άρτιες και σύγχρονες μονάδες, λειτουργώντας με ποιοτικά χαρακτηριστικά εξόδου, σημαντικά χαμηλότερα από αυτά που ορίζονται στην σχετική Κοινή Υπουργική Απόφαση, βάση και της οποίας λειτουργεί η μονάδα.



Εικόνα 11. Δεξαμενές αερισμού

Στον χώρο των εγκαταστάσεων του Βιολογικού Καθαρισμού λειτουργεί επίσης πλήρως εξοπλισμένο χημείο, στο οποίο διενεργούνται αναλύσεις του πόσιμου νερού, αλλά και οι αναλύσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών επεξεργασίας και εκροής των λυμάτων του Βιολογικού.

Το όλο έργο, λόγω του μεγάλου κόστους, χωρίστηκε σε δυο φάσεις.

Η Α' ΦΑΣΗ, η οποία και έχει ολοκληρωθεί, περιλαμβάνει:

- Την Α' Φάση των ΕΕΛ, δηλαδή δυο γραμμές επεξεργασίας (δυναμικότητας 60.000 ι.π.) από τις τέσσερις που έχουν μελετηθεί.
- Τον Κεντρικό Συλλεκτήριο Αγωγό από το Αγρίνιο μέχρι τις ΕΕΛ, μήκους 12 χλμ, με δυνατότητα κάλυψης και της Β' Φάσης.
- Το αντλιοστάσιο Εκτροπής Αγρινίου, για τη διοχέτευση των λυμάτων στον ΚΣΑ
- Τους αγωγούς μεταφοράς των λυμάτων του Αγγελόκαστρου και Καλυβίων στις ΕΕΛ.
- Τα αντλιοστάσια Εκτροπής Αγγελόκαστρου και Καλυβίων για τη μεταφορά των λυμάτων στις ΕΕΛ.

Η Β' ΦΑΣΗ προβλέπει:

- Την κατασκευή του αγωγού μεταφοράς των λυμάτων των οικισμών βόρεια της Τριχωνίδας (Δήμοι Θεσπιέων και Παραβόλας)
- Τα απαιτούμενα αντλιοστάσια εκτροπής και προώθησης.
- Την κατασκευή της Β' Φάσης των ΕΕΛ, δηλαδή τις απομένουσες δυο γραμμές επεξεργασίας.

A. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

(Σύστημα παρατεταμένου αερισμού, με νιτροποίηση – απονιτροποίηση, απομάκρυνση φωσφόρου και τριτοβάθμια επεξεργασία)

ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ

Τα λύματα του πολεοδομικού συγκροτήματος του Αγρινίου συλλέγονται τελικά στο Κεντρικό Αντλιοστάσιο το οποίο έχει κατασκευαστεί σε απόσταση 9.5 χλμ περίπου ανατολικά της θέσης των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων, πλησίον του νοτιοανατολικού ορίου του Αεροδρομίου.



Εικόνα 12. Κεντρικό αντλιοστάσιο.

Ο σχεδιασμός του αντλιοστασίου έχει γίνει ώστε μελλοντικά να εξυπηρετήσει παράλληλα και το σύνολο των βόρειων παραλίμνιων οικισμών της Τριχωνίδας μετά την κατασκευή των δικτύων τους και των έργων μεταφοράς ως την θέση αυτήν. Το Κεντρικό Α/Σ είναι ένα ιδιαίτερο σύνθετο τεχνολογικά έργο εφ' όσον καλείται να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά και ασφαλώς εξαιρετικά δυσχερείς λειτουργικές παραμέτρους, δηλαδή την κατάθλιψη σε πολύ μεγάλη απόσταση έντονα μεταβαλλόμενων παροχών ανεπεξεργαστων λυμάτων.

Πέραν των τριών αντλητικών συγκροτημάτων, το έργο είναι εξοπλισμένο με Η/Ζ ικανό να καλύπτει τη λειτουργία του συστήματος στις περιπτώσεις προσωρινής διακοπής της ηλεκτροδότησης από τη ΔΕΗ, προχωρημένο σύστημα απόσμησης, αυτόματα ελεγχόμενες ηλεκτροβάνες, ηλεκτρομαγνητικούς μετρητές παροχής και πλήρη σειρά οργάνων ελέγχου. Το αντλιοστάσιο διαθέτει ακόμη υψηλού επιπέδου σύστημα αυτοματισμού, ελεγχόμενο από το επιτελικό κέντρο διαχείρισης της μονάδας επεξεργασίας.

Από το Κεντρικό Αντλιοστάσιο τα λύματα καταθλίβονται προς την μονάδα προεπεξεργασίας των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων μέσω δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού PVC 6 atm, ονομαστικής διαμέτρου κάθε κλάδου 630 mm.



Εικόνα 13. Αντλιοστάσιο

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η προκαταρκτική επεξεργασία είναι αμιγώς μηχανική διαδικασία και έχει στόχο την απομάκρυνση κυρίως ανόργανων και αδρανών υλικών, ξένων προς τα λύματα τα οποία δεν είναι δυνατόν να υποστούν βιολογική επεξεργασία ενώ παράλληλα μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές φθορές στα μηχανήματα και τις σωληνώσεις που ακολουθούν. Η προκαταρκτική επεξεργασία αποτελείται από την εσχάρωση και την εξάμμωση.

Στο συγκεκριμένο σύστημα επεξεργασίας των λυμάτων του Αγρινίου και για ειδικούς λόγους που σχετίζονται με το ευαίσθητο τεχνικά και μεγάλου μήκους έργο κατάθλιψης, η πλήρη μονάδα εσχάρωσης είναι εγκατεστημένη στο κτίριο του κεντρικού Α/Σ, ανάντη των αντλητικών συγκροτημάτων. Αποτελείται από ζεύγος επίπεδων εσχάρων, αυτόματα καθαριζόμενων. Στις εσχάρες, οι οποίες έχουν απόσταση ράβδων 10 mm, κατακρατούνται όλα τα στερεά υλικά που έχουν αντίστοιχες διαστάσεις και συνίστανται κυρίως από ξύλα, κουρέλια, πλαστικά υλικά, κουτιά, κ.α.. Τα υλικά αυτά συλλέγονται με αυτοματοποιημένες διαδικασίες σε κάδους, αφού έχουν πρώτα συμπυκνωθεί και στη συνέχεια μεταφέρονται στους χώρους απόθεσης των απορριμμάτων.

Η επόμενη διαδικασία της προκαταρκτικής επεξεργασίας, δηλαδή η εξάμμωση – λιποσυλλογή, συντελείται στην πρώτη μονάδα που συναντάται στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων, αμέσως μετά την προσαγωγή των λυμάτων από το Κεντρικό Αντλιοστάσιο. Αποτελείται από ζεύγος επιμήκων πρισματικών δεξαμενών, εγκατεστημένων εντός του ίδιου κτιρίου με την μονάδα επεξεργασίας της ιλύος. Η αμμοκράτηση γίνεται με υποβρύχια διάχυση αέρα με μοντελοποιημένη διαδικασία που έχει τη δυνατότητα να διατηρεί σε εναιώρηση τα οργανικά και τα αιωρούμενα φορτία ενώ επιτρέπει την ευχερή καθίζηση της άμμου και των λοιπών λεπτομερών αδρανών. Παράλληλα, σε πλευρικό δίαυλο επιτυγχάνεται η συγκέντρωση των λιπών και των ελαίων που είναι ανεπιθύμητα στην εξέλιξη της διαδικασίας επεξεργασίας. Τόσο τα λίπη συλλέγονται σε κάδους και δοχεία αντίστοιχα και απομακρύνονται από τη μονάδα προς τους χώρους απόθεσης των απορριμμάτων.



Εικόνα 14. Μηχανικά αυτοκαθοριζόμενες εσχάρες.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Μετά την απομάκρυνση των «ξένων» υλικών στην προκαταρκτική επεξεργασία, τα λύματα περιέχουν σημαντικές ποσότητες αιωρούμενων και διαλυμένων στο νερό

στερεών τα οποία αποτελούν άριστες πηγές τροφής για πρωτόζωα, μούχλες, φύκη και πολλές ποικιλίες από βακτήρια που περιέχονται στην ενεργό ιλύ.

Έτσι τα διαλυμένα στερεά, με αμιγείς βιολογικές διαδικασίες αυστηρά ελεγχόμενες, μετατρέπονται σε αιωρούμενα τα οποία στη συνέχεια και υπό συνθήκες ηρεμίας καθιζάνουν στις δεξαμενές καθίζησης, απαλλάσσοντας παράλληλα το νερό από το διαλυμένο οργανικό φορτίο.

Μετά την εξάμμωση τα λύματα παροχετεύονται στο ζεύγος των δεξαμενών βιολογικής αποφωσφόρωσης όπου υπό αναερόβιες συνθήκες απομακρύνεται ο φώσφορος με τη μετατροπή των οχλουσών ενώσεων του σε ενώσεις μη οχλούσες το περιβάλλον.

Στις δεξαμενές αυτές η διατήρηση των λυμάτων σε εναιώρηση επιτυγχάνεται με δυο βραδύστροφους επιδαπέδιους αναδευτήρες κατακόρυφου άξονα.

Στη συνέχεια τα λύματα εισέρχονται στον κυρίως βιολογικό αντιδραστήρα που αποτελείται από δυο δεξαμενές μορφής οξειδωτικής τάφρου. Η διαδικασία νιτροποίησης – απονιτροποίησης συντελείται εντός των δεξαμενών αυτών σε ελεγχόμενα μεταβαλλόμενου όγκου αεριζόμενες και ανοξικές ζώνες.

Στις ανοξικές ζώνες και υπό συνθήκες πολύς μικρής συγκέντρωσης οξυγόνου αναπτύσσονται ετερότροφα βακτήρια. Αυτά καταναλώνουν το οξυγόνο των νιτρικών αλάτων και μετατρέπουν τα νιτρικά σε άζωτο το οποίο ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Ταυτόχρονα, στις ίδιες ζώνες, οι μικροοργανισμοί καταναλώνουν και ενώσεις άνθρακα και έτσι απομακρύνουν ένα μέρος του οργανικού φορτίου που υπάρχει στα λύματα.

Στις αεριζόμενες ζώνες παρέχεται αέρας από οχτώ επιφανειακούς αεριστήρες (ρότορες) οριζοντίου άξονα και οι συνθήκες μεταβάλλονται σε έντονα αερόβιες. Στις συνθήκες αυτές, άλλου είδους μικροοργανισμοί οι οποίοι είναι αυτότροφα βακτήρια, προκαλούν τη διαδικασία της νιτροποίησης μετατρέποντας την αμμωνία που υπάρχει στα λύματα σε νιτρικά ιόντα. Ταυτόχρονα, καταναλώνεται και το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού φορτίου και απελευθερώνεται στον αέρα ως διοξείδιο του άνθρακα.

ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Το Αγρίνιο συνδέεται με υπεραστικές συγκοινωνίες με Μεσολόγγι, Πάτρα, Αθήνα, Άρτα, Ιωάννινα, Λευκάδα και Καρπενήσι.

Οι ΕΕΛ απέχουν 12 χιλιόμετρα από το Αγρίνιο προς τα δυτικά, κοντά στο δημοτικό διαμέρισμα Καλυβίων.

Από την Εθνική Οδό Αντιρρίου – Αγρινίου η πρόσβαση μπορεί να γίνει και μέσω Αγγελόκαστρου.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Επειδή η βιολογική διαδικασία και ειδικότερα η διαδικασία του αερισμού αποτελεί το ιδιαίτερα ενεργοβόρο τμήμα του έργου, έχει σχεδιαστεί ένα πολυεπίπεδο σύστημα ελέγχου της μονάδας αυτής με στόχο την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη μεταβαλλόμενη βύθιση των αεριστήρων μέσω αυτόματα ελεγχόμενων κινητών υπερχειλιστών καθώς και με την τοποθέτηση οχτώ βραδύστροφων αναδευτήρων χαμηλής κατανάλωσης ισχύος για τη διατήρηση της εναιώρησης των λυμάτων στις περιπτώσεις μικρής ζήτησης οξυγόνου.

Μετά τη διαδικασία νιτροποίησης – απονιτροποίησης, τα απαλλαγμένα από το διαλυμένο ρυπαντικό φορτίο λύματα οδηγούνται στο ζεύγος δεξαμενών καθίζησης όπου γίνεται η τελευταία υποβοηθητική πράξη της βιολογικής επεξεργασίας.

Εκεί δίδεται ο απαραίτητος χρόνος στα αιωρούμενα σωματίδια και τους μικροοργανισμούς (ενεργός ιλύς), να πυκνώσουν και να καθιζάνουν στον πυθμένα των δεξαμενών ώστε από την επιφάνειά τους να υπερχειλίσουν τα απαλλαγμένα φορτίων λύματα.

Το υπερχειλίζον αυτό υγρό, στο συγκεκριμένο έργο οδηγείται για ιδιαίτερα προωθημένη επεξεργασία σε φίλτρα διύλισης και στη συνέχεια για απολύμανση πριν την ασφαλή επιστροφή του στο φυσικό περιβάλλον.

Η καθιζάνουσα στον πυθμένα των δεξαμενών ενεργός ιλύς ακολουθεί δυο δρόμους. Το μέγιστο μέρος της επιστρέφει με άντληση στην αρχή του βιολογικού αντιδραστήρα ώστε να αποτελέσει «μαγιά» και βοήθεια στις διεργασίες, ενώ η περίσσεια αντλείται στη μονάδα επεξεργασίας ιλύος για πάχυνση και αφυδάτωση.

Κατά τη βιολογική διαδικασία τα λύματα απαλλάσσονται περίπου από το 95% του οργανικού τους φορτίου και των στερεών, από το 80% του αζώτου και από το 60% του φωσφόρου.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ

Η περίσσεια ιλύος οδηγείται για σταθεροποίηση είναι ένα υγρό που περιέχει ποσότητα πλήρως σταθεροποιημένων βιολογικά στερεών της τάξης του 1%.

Για να είναι δυνατή η ευχερής και ασφαλής απομάκρυνση και διάθεση της σταθεροποιημένης ιλύος απαιτείται η μέγιστη δυνατή συμπύκνωση και αφυδάτωσή της.

Η διαδικασία αυτή γίνεται κυρίως με μηχανικά μέσα και με την υποβοήθηση χημικών διεργασιών που στοχεύουν στην επιτάχυνση των διεργασιών. Ειδικότερα με την προσθήκη διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, η περίσσεια ιλύος υφίσταται αρχικά πάχυνση σε τράπεζα με ιμάντα όπου αυξάνει την πυκνότητά της σε ποσοστό περίπου 5%.

Στη συνέχεια η υδαρής μάζα οδηγείται σε ταινιοφιλτρόπρεσσα για την μέγιστη δυνατή αφυδάτωση, δηλαδή την αύξηση της περιεκτικότητας των στερεών σε ποσοστό άνω του 20%.

Το παραγόμενο υλικό έχει τη μορφή υγρού χώματος, συλλέγεται σε ειδικούς κάδους και στη χειρότερη περίπτωση απάγεται προς εναπόθεση μαζί με τα απορρίμματα. Και τούτο γιατί στην καλύτερη περίπτωση της κοινωνικής αποδοχής, το υλικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί, απολύτως ασφαλώς, ως βελτιωτικό του εδάφους στις καλλιεργούμενες εκτάσεις της περιοχής.

ΠΡΟΩΘΗΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ – ΔΙΥΛΙΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Η πολυπλοκότητα του υδατικού συστήματος της ευρείας περιοχής των έργων οδηγεί αυτονόητα στην ανάγκη της μέγιστης δυνατής ποιοτικής προστασίας των υδατικών πόρων σε συνδυασμό με τη χρήση τους σε αειφόρο προοπτική. Για τον λόγο αυτόν, μετά την ολοκλήρωση της βιολογικής επεξεργασίας και την καθίζηση, τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται σε διυλιστήριο η λειτουργία του οποίου στηρίζεται στις αρχές λειτουργίας των γνωστών μονάδων επεξεργασίας του πόσιμου νερού.

Με τη διαδικασία αυτή συντελείται εξαιρετική απομείωση των αιωρούμενων στερεών καθώς και του οργανικού φορτίου αλλά και των λοιπών ρυπαντών που αυτά φέρουν ώστε μετά τη διύλιση τα αναφερόμενα φορτία να ευρίσκονται σε επίπεδα υποδιπλάσια των θεσπισθέντων από τους περιβαλλοντικούς όρους.

Στη συνέχεια το τελικώς επεξεργασμένο νερό απολυμαίνεται με τη χρήση υποχλωριώδους νατρίου.

Το τελικό αποτέλεσμα της επεξεργασίας είναι πλέον κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση προς άρδευση οποιωνδήποτε καλλιεργειών ενώ κατά τη μη αρδευτική περίοδο μπορεί να διατίθεται άφοβα στον Αχελώο εμπλουτίζοντας το δυναμικό του.

ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Το ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ, το οποίο έχει ανεγερθεί κεντροβαρικά ως προς την τελική μορφή των ΕΕΛ, όταν δηλαδή θα κατασκευασθούν και οι δεξαμενές της Β' Φάσης, περιλαμβάνει τα εξής:

- Την αίθουσα ελέγχου των Εγκαταστάσεων
- Τα γραφεία της διοίκησης
- Το χημικό εργαστήριο
- Το ηλεκτρικό κτίριο
- Βοηθητικούς χώρους (εστιατόριο, αποθήκη, μηχανουργείο)
- Την αίθουσα πολλαπλών χρήσεων

Β. ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

Ο αγωγός μεταφοράς των αστικών λυμάτων του Αγρινίου προς τις ΕΕΛ, αποτελείται από διάφορα τμήματα:

Το τμήμα από το Αντλιοστάσιο Εκτροπής Αγρινίου (περιοχή δυτικά του νεκροταφείου) μέχρι το Αντλιοστάσιο Πόλης (περιοχή νότια του Δοκιμίου) είναι αγωγός βαρύτητας, έχει συνολικό μήκος 3.000 μ και διατομή που σταδιακά αυξάνει από 600 σε 800 και τελικά σε 1000 χλστ.

Το τμήμα από το Αντλιοστάσιο πόλης μέχρι τις ΕΕΛ, μήκους 9.300 μ είναι καταθλιπτικός αγωγός και κατασκευάστηκε από δυο σωλήνες διατομής 630 χλστ (δίδυμος αγωγός).

Το τμήμα από το Αντλιοστάσιο του Αγγελόκαστρου μέχρι τις ΕΕΛ, μήκους 5 χλμ είναι αγωγός πίεσεως 200 χλστ.

Το τμήμα από τα Καλύβια μέχρι το Αντλιοστάσιο Καλυβίων, μήκους 1 χλμ είναι αγωγός βαρύτητας διαμέτρου 250 χλστ.

Η προμήθεια των σωλήνων έγινε από τη βιομηχανία Α.Γ. ΠΕΤΖΕΤΑΚΙΣ Α.Ε., μετά από διεθνή διαγωνισμό, με σύμβαση που υπογράφηκε στις 11-6-97.

Την τοποθέτηση των σωλήνων ανέλαβε η Τεχνική Κατασκευαστική Εταιρία ΟΔΥΣΣΕΥΣ ΑΤΕ, μετά από τη διεθνή διαγωνισμό, με σύμβαση που υπογράφηκε στις 15-10-97.



Εικόνα 15. Εκσκαφή και τοποθέτηση του αγωγού.

Γ. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΕΚΤΡΟΠΗΣ

Τα αντλιοστάσια εκτροπής είναι ο τελευταίος κρίκος στην αλυσίδα των έργων του Βιολογικού Καθαρισμού. Είναι οι εγκαταστάσεις εκείνες που εκτρέπουν τα υγρά

αστικά απόβλητα από τη συνήθη τους ροή και τα διοχετεύουν στους αγωγούς που θα τα μεταφέρουν στις ΕΕΛ.

Τα τρία αντλιοστάσια που είναι απαραίτητα για τη συμπλήρωση της πρώτης φάσης των έργων, δηλαδή αυτό του Αγρινίου, που είναι και το σημαντικότερο, αλλά και του Αγγελόκαστρου και των Καλυβίων, μελέτησε και κατασκεύασε η Τεχνική Κατασκευαστική Εταιρία ΑΡΓΩ ΑΤΕ, μετά το σχετικό διαγωνισμό, με σύμβαση που υπογράφηκε στις 24-12-98.

ΜΕΛΕΤΕΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

Την όλη διαδικασία εκπόνησης μελετών, τευχών δημοπράτησης, αξιολόγησης προσφορών, τεχνικής υποστήριξης και επίβλεψης, έχει αναλάβει το γραφείο «SIGMA Υδατικές και Περιβαλλοντικές Μελέτες» με υπεύθυνο το διδάκτορα μηχανικό Σπύρο Φράγκο, με έδρα την Πάτρα, με σύμβαση που υπογράφηκε στις 5-12-93.

ΑΙΘΟΥΣΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

Η σημασία που δίνει η ΔΕΥΑ Αγρινίου στην προστασία του περιβάλλοντος, αντικατοπτρίζεται στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων, της οποίας ο κύριος προορισμός είναι να αποτελέσει ένα φόρου, συζητήσεων και προβληματισμών πάνω στα περιβαλλοντικά ζητήματα, σε μια ευρεία κλίμακα επιπέδων.

Θα μπορέσει δηλαδή η αίθουσα να φιλοξενήσει ένα συνέδριο πανεπιστημιακών ή μια σύνοδο εκπροσώπων φορέων ή να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, αλλά πάνω απ' όλα θα χρησιμεύσει στην εκπαίδευση, σε συνεργασία με τα σχολεία της περιοχής και την Πανεπιστημιακή σχολή Αγρινίου.

Η αίθουσα είναι εξοπλισμένη με σύγχρονα μέση προβολής και μικροφωνικών εγκαταστάσεων, διαθέτει γραφείο μεταφραστικών και μπορεί να φιλοξενήσει 150 συνέδρους.



Εικόνα 16. Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.

2.2 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ ΥΠΕΚΑ

Αθήνα, 30/03/12 Αρ. Πρωτ.: 431

ΘΕΜΑ: Εθνική Βάση Δεδομένων των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων

ΣΧΕΤ: α) Η υπ. αριθ. 5673/400/1997 ΚΥΑ «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων» (Β´192) που εκδόθηκε σε συμμόρφωση με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ και τροποποιήθηκε με την υπ. Αριθ. 19661/1982/1999 ΚΥΑ (Β´1811) και την υπ. Αριθ. 48392/939/2002 ΚΥΑ (Β´ 405).

Σε εφαρμογή των διατάξεων των άρθρων 15, 16 και 17 της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ και του άρθρου 4 της Συνθήκης της Ε.Ε., καθώς και με όσα προβλέπονται στη (α) σχετική ΚΥΑ (§ 11, 12 και 13) με την οποία ενσωματώθηκε η εν λόγω Οδηγία στο εθνικό δίκαιο, ολοκληρώθηκε και λειτουργεί από την Ε.Γ.Υ. η Εθνική Βάση Δεδομένων των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων της χώρας, η οποία αναρτήθηκε στην ιστοσελίδα του Υπουργείου (www.ypeka.gr).

Στόχος της Βάσης είναι η άμεση παρακολούθηση της πορείας εφαρμογής της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ στην Ελλάδα με την εισαγωγή μέσω διαδικτύου των τεχνικών και λειτουργικών δεδομένων κάθε εγκατάστασης από τους αρμόδιους φορείς λειτουργίας τους. Στα ανωτέρω δεδομένα θα είναι δυνατή η πρόσβαση κάθε ενδιαφερόμενου (φορείς, πολίτες, κλπ.) για την ενημέρωσή του σε θέματα συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των αστικών λυμάτων.

Κατόπιν των ανωτέρω, σας γνωρίζουμε ότι οι φορείς λειτουργίας των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων, πέραν των προβλεπόμενων από τις σχετικές ΑΕΠΟ στοιχείων, τα οποία είναι υποχρεωμένοι να αποστέλουν στην Ε.Γ.Υ., πρέπει να καταχωρούν στη Βάση αυτή, απευθείας όλα τα σχετικά στοιχεία και λειτουργικά δεδομένα των εγκαταστάσεών τους. Η καταχώρηση των δεδομένων πρέπει να γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και να ολοκληρώνεται οπωσδήποτε στα τέλη κάθε έτους, ώστε να είναι εφικτή η σύνταξη και η έγκαιρη αποστολή στην Ε.Ε των προβλεπόμενων εκθέσεων εφαρμογής της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ στη χώρα μας (συλλογή, επεξεργασία και διάθεσης των αστικών λυμάτων και της ιλύος).

Καλούνται οι αρμόδιες για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων Υπηρεσίες να περιλαμβάνουν σχετικό όρο στις Αποφάσεις Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων που εκδίδουν.

Η παρούσα εγκύκλιος να αναρτηθεί στην ιστοσελίδα του ΥΠΕΚΑ. Παρέχεται εντολή σε όλα τα αρμόδια όργανα για την πιστή εφαρμογή της.

Ο ΕΙΔΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ

Α. ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗΣ

2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του ΥΠΕΚΑ, έχουμε τα παρακάτω :

Τα εισερχόμενα φορτία του βιολογικού καθαρισμού είναι τα εξής :

Δυναμικότητα κατασκευασμένης εγκατάστασης:	65.000 Ι.Κ.	
	<u>Μέσο (Ετήσιος Μέσος Όρος)</u>	<u>Μέγιστο</u>
Συνολικό εισερχόμενο φορτίο στην Ε.Ε.Λ. (Kg BOD ₅ /day):	1.053	1.673
Εισερχόμενο φορτίο από λύματα (Kg BOD ₅ /day):	936	1.440
Εισερχόμενο φορτίο από βοθρολύματα (Kg BOD ₅ /day):	117	233

Η παροχή των λυμάτων είναι η εξής :

	<u>Μέσο (Ετήσιος Μέσος Όρος)</u>	<u>Μέγιστο</u>
Συνολική εισερχόμενη παροχή στην Ε.Ε.Λ. (m ³ /day):	14.465	15.170
Εισερχόμενη παροχή λυμάτων (m ³ /day):	14.400	15.100
Εισερχόμενη παροχή βοθρολυμάτων (m ³ /day):	65	70

Η γραμμή επεξεργασίας αποτελείται από τα εξής στάδια :

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
 - Βιολογική
- Απολύμανση
 - Χλωρίωση
- Περαιτέρω επεξεργασία
 - Φίλτρα άμμου

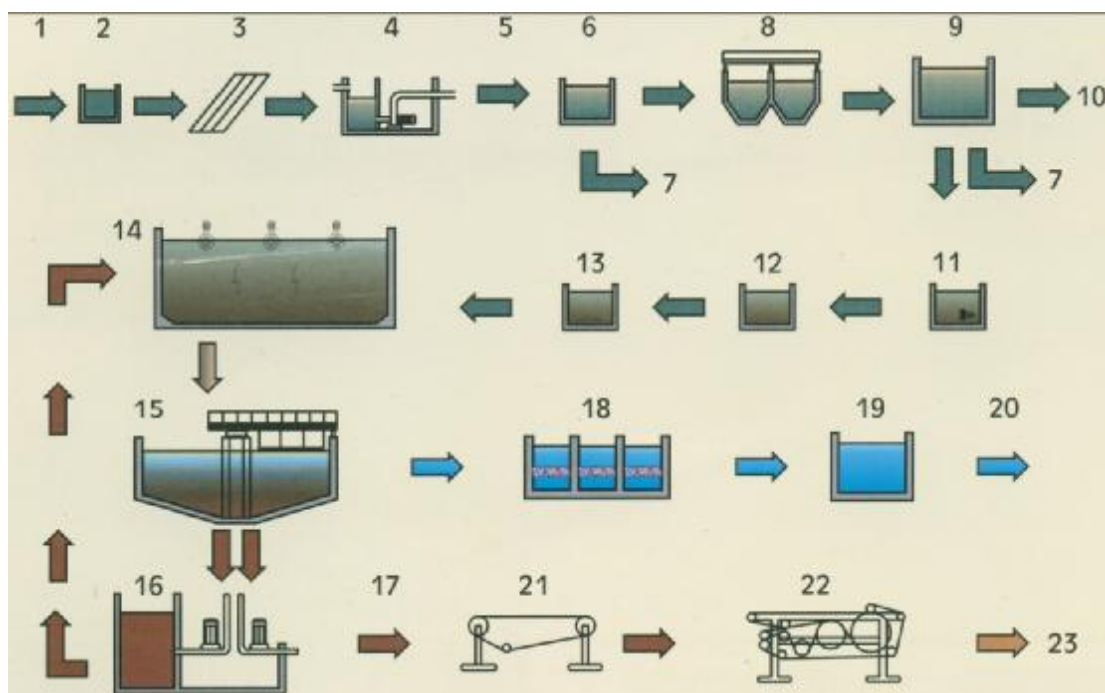
Στοιχεία αποδέκτη :

Κωδικός:	GR2310030110
Όνομασία:	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΧΕΛΩΟΣ
Κατηγορία:	Ποτάμι
Χαρακτηρισμός:	Ευαίσθητος

Διάθεση παραγόμενης λυματολάσπης :

	Ξηρά	Στερεά
	(Kg DS/έτος)	
Σύνολο:	3.000.000	
Γεωργία - Έδαφος:	-	
Διάθεση σε ΧΥΤΑ:	3.000.000	
Καύση:	-	
Άλλη μέθοδος:	-	
Ποσοστό στερεών της αφυδατωμένης λάσπης (%):	-	

2.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ – ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Διάγραμμα 1. Λειτουργία μονάδας.

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η ροή λειτουργίας της μονάδας. Παρακάτω σας αναφέρουμε τις απαραίτητες επεξηγήσεις.

Στη θέση 1 έχουμε την εισροή των βοθρολυμάτων στη μονάδα μέσω του κεντρικού αγωγού. Στη θέση 2 γίνεται η συγκέντρωση των λυμάτων σε φρεάτιο (φρεάτιο εισόδου) για να μπορούμε να διαχειριστούμε καλύτερα την παροχή των λυμάτων εντός της μονάδας.

Στη θέση 3 γίνεται το πρώτο βήμα επεξεργασίας των λυμάτων μέσω της μεθόδου της εσχάρωσης (μέρος της προεπεξεργασία). Στο βήμα 4 έχουμε το κεντρικό αντλιοστάσιο της μονάδας. Μέσω του κεντρικού συλλεκτικού αγωγού τα λύματα καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου του βιολογικού καθαρισμού. Στο βήμα 8 έχουμε την επεξεργασία (προεπεξεργασία) της εξάμμωσης, όπου αφαιρείται η μεγαλύτερη ποσότητα άμμου που εμπεριέχεται στο υγρό.

Στο βήμα 9 έχουμε την επιλογή A και B φάσης (αφορά την μελλοντική κατάσταση μετά την επέκταση της μονάδας). Στο βήμα 11 είναι η προαξονική δεξαμενή. Στη θέση 12 έχουμε τη δεξαμενή επιλογής μικροοργανισμών. Στο βήμα 13 είναι η δεξαμενή αποφωσφόρωσης όπου πραγματοποιείται η απομάκρυνση του φωσφόρου. Στο βήμα 14 είναι η δεξαμενή δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, όπου γίνεται η βασική επεξεργασία των λυμάτων. Στη θέση 15 είναι η δεξαμενή τελικής καθίζησης.

Στο βήμα 16 και 17 είναι η ανακυκλοφορία ιλύος και περίσσειας ιλύος αντίστοιχα. Στη θέση 18 είναι οι κλίνες τριτοβάθμιας επεξεργασίας. Στη θέση 19 είναι η δεξαμενή επαφής απολύμανσης. Στη θέση 21 γίνεται η πάχυνση της ιλύος και στη θέση 23 έχουμε την απομάκρυνση της επεξεργασμένης ιλύος.

Οι προδιαγραφές των εκροών είναι οι παρακάτω :

Βιομηχανικά απαιτούμενο οξυγόνο BOD ₅	: <20 mg/l
Αιωρούμενα στερεά	: <25 mg/l
Ολικό άζωτο	: <10 mg/l
Κολοβακτηρίδια περιττωμάτων	: 100FC/100ml
Υπολειματικό χλώριο	: <1 mg/l
Ποσοστό στερεών ιλύος	: >22%

Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας :

- Σχάρες : 2 τεμάχια , πλάτους 800mm με διάκενο 8mm
- Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης 3 * 305 lit/sec , H=27,17m
- Δίδυμη δεξαμενή αμμοσυλογής , μήκους 15μ , πλαΐτους 2,5μ, 1.5μ κανάλι λιπών, ύψος 3.40μ
- Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας
- Φρεάτιο επιλογής μικροοργανισμών : V=135,6 m³/δεξ
- Δεξαμενή αποφωσφόρισης : V=462 m³/δεξ
- Δεξαμενή αερισμού (ανοξική, οξειδωτική ζώνη) : V=6.205 m³
- Δεξαμενή β καθίζησης διαμέτρου 30μ, μέσου βάθους 3,97μ.
- Αντλιοστάσιο αφρών : 2*9,70 lit/sec , H=13.5m
- Αντλιοστάσιο στραγγιδίων : 2*59,7 lit/sec , H=13,7m
- Αντλιοστάσιο ιλύος (ανακυκλοφορίας και περισσειας) :
Ανακυκλοφορία : 4*125 lit/sec , H=4,5m

Περίσσεια : 2*27,77 lit/sec , H=15m
- Μονάδα επεξεργασίας ιλύος :
Μηχανική τράπεζα πάχυνσης : L*N*H = 5.96*2.95*1.35

Παροχή λάσπης $96\text{m}^3/\text{h}$

Ταινιοφιλτρόπρεσσα : $L \cdot N \cdot H = 6,66 \cdot 3,01 \cdot 2,37$

Παροχή λάσπης $96\text{m}^3/\text{h}$

- Δοσομετρικές αντλίες πουηλεκτρολίτη 300 – 3000 l/h 15m
- Μονάδα τριτοβάθμιας επεξεργασίας
- Μονάδα διύλισης επιφάνεια φίλτρανσης $25,2 \text{ m}^2/\text{κλίμη}$

2.5 ΣΧΕΔΙΑ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

2.5.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Τον περασμένο Ιούλιο πραγματοποιήσαμε επίσκεψη – αυτοψία στις εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού. Είχαμε την ευκαιρία να ξεναγηθούμε στις εγκαταστάσεις και να δούμε την λειτουργία του βιολογικού.



Εικόνα 17. Είσοδος βιολογικού καθαρισμού.

Όπως θα δείτε στις φωτογραφίες που τραβήξαμε, ξεναγηθήκαμε σε όλη τη διαδικασία λειτουργίας του βιολογικού καθαρισμού.



Εικόνα 18. Μακέτα βιολογικού καθαρισμού

Εδώ βλέπουμε τον βιολογικό καθαρισμό στην μελλοντική του κατάσταση μετά την επέκτασή του, β φάση.



Εικόνα 19. Χημικό εργαστήριο

Η μονάδα του βιολογικού καθαρισμού διαθέτει ένα άρτια εξοπλισμένο χημικό εργαστήριο για την παρακολούθηση και μελέτη των δειγμάτων από τα στάδια επεξεργασίας.



Εικόνα 20. Επιτοίχιο διάγραμμα μονάδας.



Εικόνα 21. Δεξαμενή εξάμμωσης.

Πρόκειται για το στάδιο της προεπεξεργασίας. Είναι η δεύτερη διεργασία που πραγματοποιείται μετά την εσχάρωση.

Εσχαρισμός (εσχάρες) : Πραγματοποιείται στην αρχή των εγκαταστάσεων για την κατακράτηση ευμεγεθών στερεών.

Αμμοσυλλογή (αμμοσυλλέκτης) : Πραγματοποιείται μετά τον εσχαρισμό, αφαιρείται η άμμος για να μην προκαλέσει προβλήματα στα μηχανήματα της μετέπειτα επεξεργασίας.



Εικόνα 22. Είσοδος στη δεξαμενή αερισμού



Εικόνα 23. Δεξαμενή αερισμού

Αερόβια βιολογική επεξεργασία με αιωρούμενη βιομάζα. Σε αυτή την μέθοδο είναι απαραίτητη η εισροή οξυγόνου για τους μικροοργανισμούς και πραγματοποιείται συνεχόμενη ανάδευση. Η πιο συνήθης ονομασία είναι «μέθοδος ενεργού ιλύος».



Εικόνα 24. Κανάλια δεξαμενής αερισμού



Εικόνα 25. Δεξαμενές καθίζησης.

Δευτεροβάθμια καθίζηση : πραγματοποιείται ο διαχωρισμός διαυγασμένου νερού και μικροοργανισμών.



Εικόνα 26.Υπερχείλιση δεξαμενής καθίζησης.



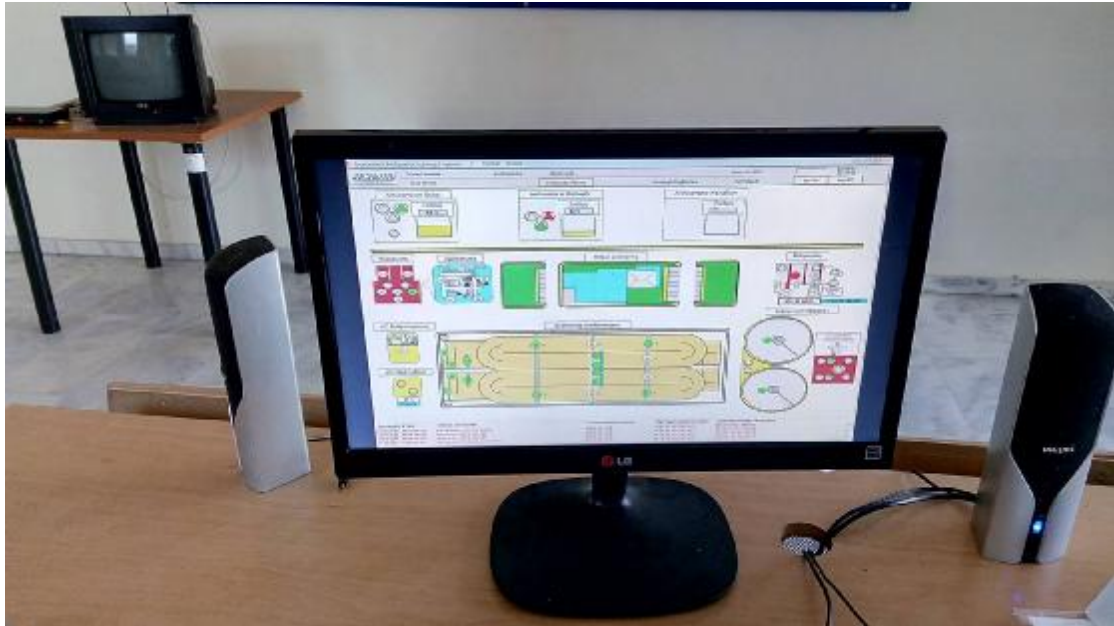
Εικόνα 27. Καθαρισμός επιπλεόντων στην δεξαμενή καθίζησης.



Εικόνα 28. Σχηματισμών συσσωμάτων.



Εικόνα 29. Μαιανδρική διαδρομή



Εικόνα 30. Πρόγραμμα διαχείρισης βιολογικού.

Η διαχείριση ολόκληρης της μονάδας γίνεται από τον υπολογιστή, παραπάνω εικόνα, όπου είναι εγκατεστημένο το πρόγραμμα διαχείρισης των επιμέρους λειτουργιών ολόκληρης της διαδικασίας.

Στη συγκεκριμένη οθόνη αναφέρονται, οι παροχές που διακινούνται ανάμεσα στα στάδια επεξεργασίας και η ποσότητα οξυγόνου που εισέρχεται στα βοθρολύματα.

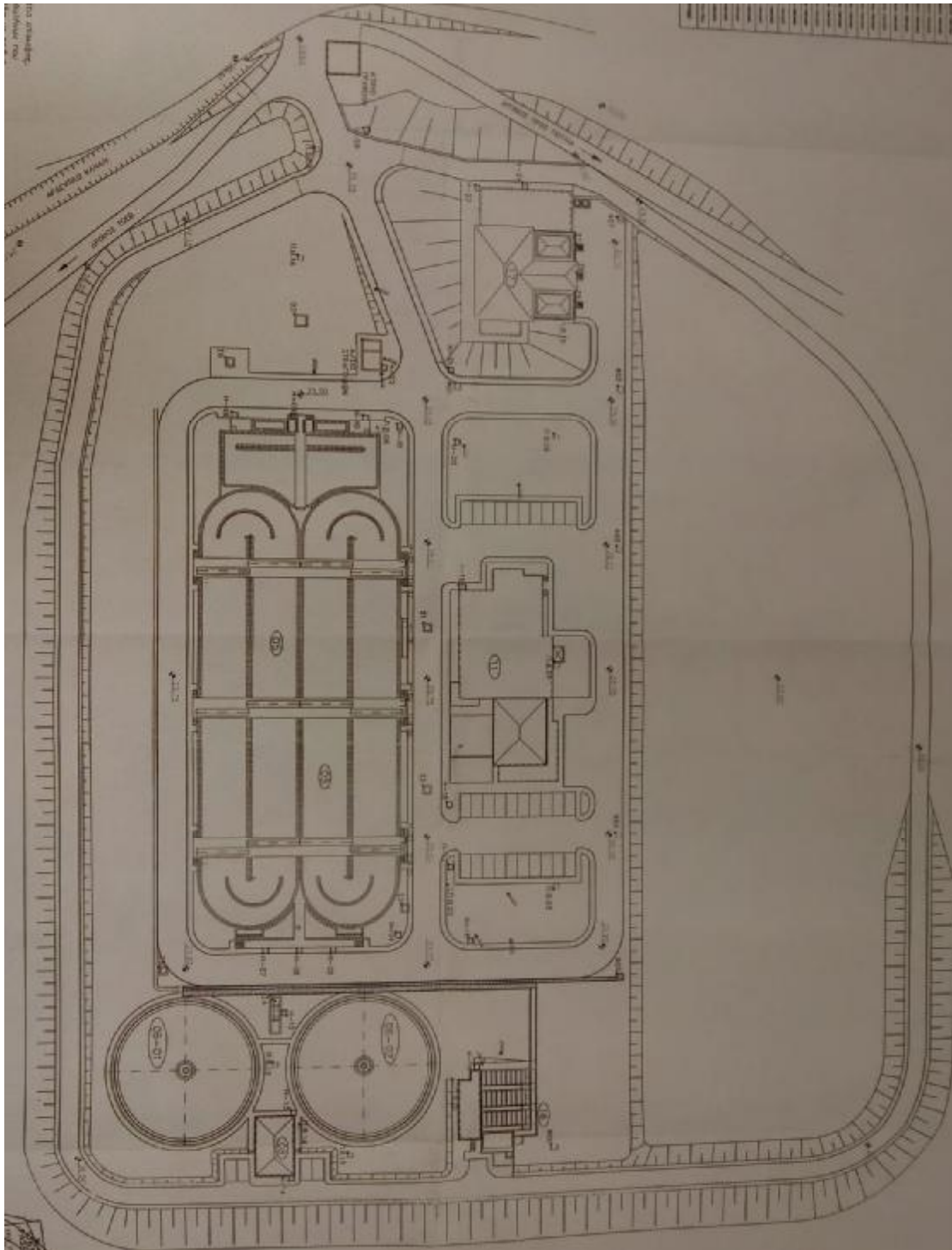
2.5.2 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΟΝΑΔΑΣ

Στη συνέχεια σας παρουσιάζουμε αποσπάσματα από τα κατασκευαστικά σχέδια της μονάδας με τις απαραίτητες επεξηγήσεις.

ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε. PASSAVANT WERKE A.G... ΘΕΡΜΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΤΗΛ (051) - ΑΡΧΗΘ - ΤΑΧ (051) - 489211 ΑΡΜ ΥΠΗΡΕΣ - Ζ ΛΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Ε.Υ.Α. ΑΓΡΙΝΙΟΥ			
09	19.01.99	ΤΣΓ	ΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΘΕΙ
08			
07	07.05.98	ΤΣΠ	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
06	11.11.97	ΤΣΓ	ΠΡΟΣΒΟΗ ΦΡΕΑΤΩΝ-ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΑ ΑΜΜΟΦΙΛΤΡΑ-ΔΕΤΑΜΕΝΕΙ ΣΙΔΗΡΟΥ
05	21.10.97	ΤΣΓ	ΠΡΟΣΒΟΗ ΦΡΕΑΤΩΝ
04	01.10.97	ΤΣΠ	ΕΡΓΑ ΕΞΟΔΟΥ - ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ - ΦΡΕΑΤΑ ΣΤΡΑΓΓΙΔΩΝ
03	25.07.96	ΤΣΠ	ΑΜΜΟΦΙΛΤΡΑ
02	12.06.96	ΤΣΠ	-
01	15.05.95	ΤΣΠ	ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΑΡΧΗΘ	ΥΠΗΡΕΣΗΜΑ	ΕΛΕΓΧΟΝΤΕΣ	ΑΝΑΒΕΩΡΗΣΗ
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ		ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΙΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΔΗΜΟΥ ΑΓΡΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΙΖΟΝΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	
ΚΟΙΝΟΠΡΑΞΙΑ ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε. PASSAVANT WERKE A.G ΘΕΡΜΗ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ		ΘΕΜΑ	ΚΑΜΑΚΑ
		ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ	
		1:500	
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ	ΚΑΕ	22.09.95	ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ 2851-DR-00-GA-11
ΜΕΛΕΤΗΘΗΣ	ΚΑΝ	22.09.95	
ΕΛΕΓΧΘΗΣ	ΤΣΠ	22.09.95	
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΔΩΣΗ	ΟΙΝ	22.09.95	
			ΑΡ.ΦΥΛΛΟΥ
			1/1

Σχέδιο 7. Υπόμνημα σχεδίου γενικής διάταξης.

Τα κατασκευαστικά σχέδια τα προμηθευτήκαμε κατόπιν αιτήσεως μας στην αρμόδια υπηρεσία.



Σχέδιο 8. Γενική διάταξη μονάδας.

Παραπάνω βλέπουμε την συνολική διάταξη της μονάδας. Παρατηρούμε ότι ο χώρος για την επέκταση της μονάδας (β φάση) έχει ήδη προβλεφθεί και δεσμευτεί.

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΡΓΟΥ

- 00) ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ
- 01) Α/ΣΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ (αρχείο)
- 02) ΕΣΧΑΡΩΣΗ (αρχείο)
- 03) ΚΑΝΑΛΙ Μ. ΠΑΡΟΧΗΣ (αρχείο)
- 04) ΕΞΑΜΜΩΣΗ (αρχείο)
- 05) ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ
- 06) ΔΕΞΙΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
- 07) ΔΕΞΙΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ (αρχείο)
- 08) Α\ΣΙΟ ΙΛΥΟΣ
- 09) ΚΤΙΡΙΟ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ (αρχείο)
- 10) Α/ΣΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ (αρχείο)
- 11) ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΚΗΣΗΣ
- 12) ΦΥΛΑΚΙΟ
- 13) Α/ΣΙΟ ΠΟΛΗΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ
- 14) ΔΙΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ ΕΣΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΠΟΣΙΜΟΥ
- 15) ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ, ΕΠΙ-
ΣΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΟΜΒΡΙΩΝ
- 16) ΦΙΛΤΡΑΝΣΗ
- 17) ΚΤΙΡΙΟ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ – ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ

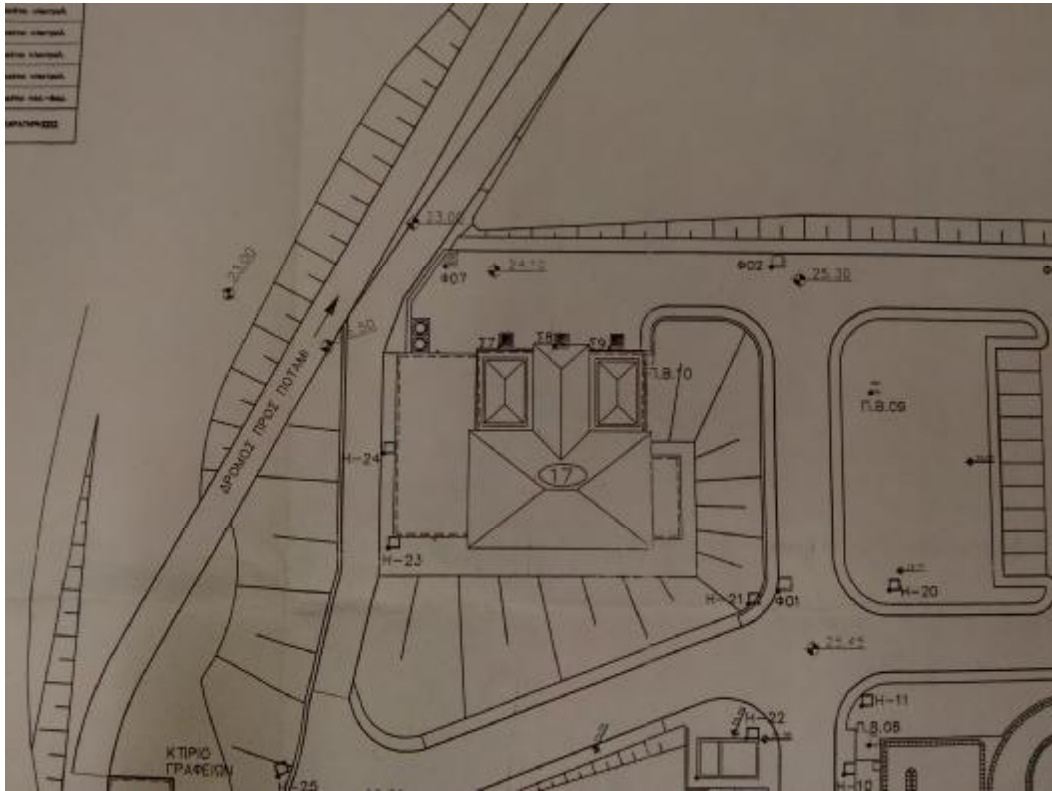


ΧΑΛΙΚΟΣΤΡΩΤΟΣ ΔΡΟΜΟΣ



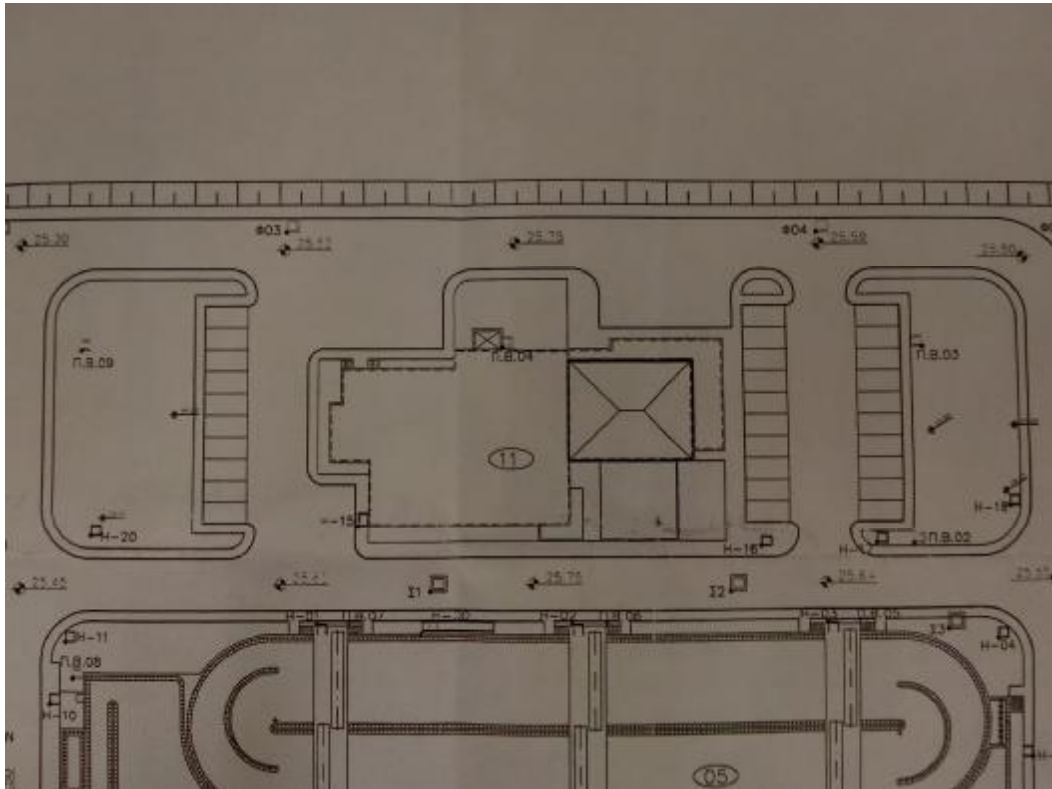
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΔΡΟΜΟΣ

Σχέδιο 9. Επεξηγήσεις σχεδίου γενικής διάταξης.



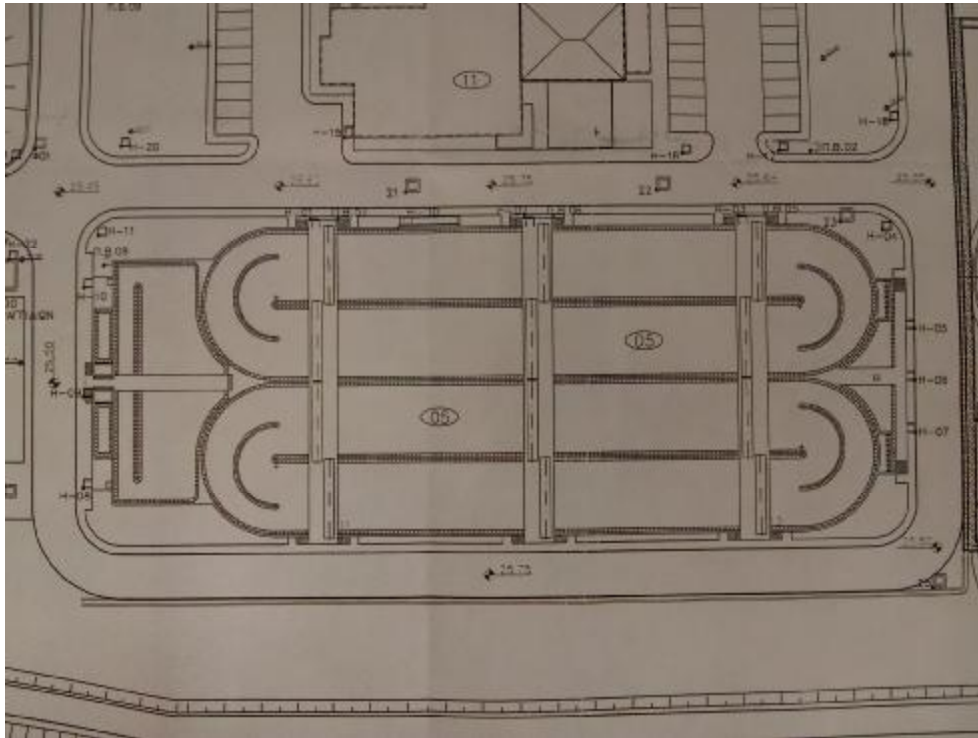
Σχέδιο 10. Κτίριο αφυδάτωσης – εξάμμωσης.

Στο εν λόγω κτίριο γίνεται η προεπεξεργασία των λυμάτων.



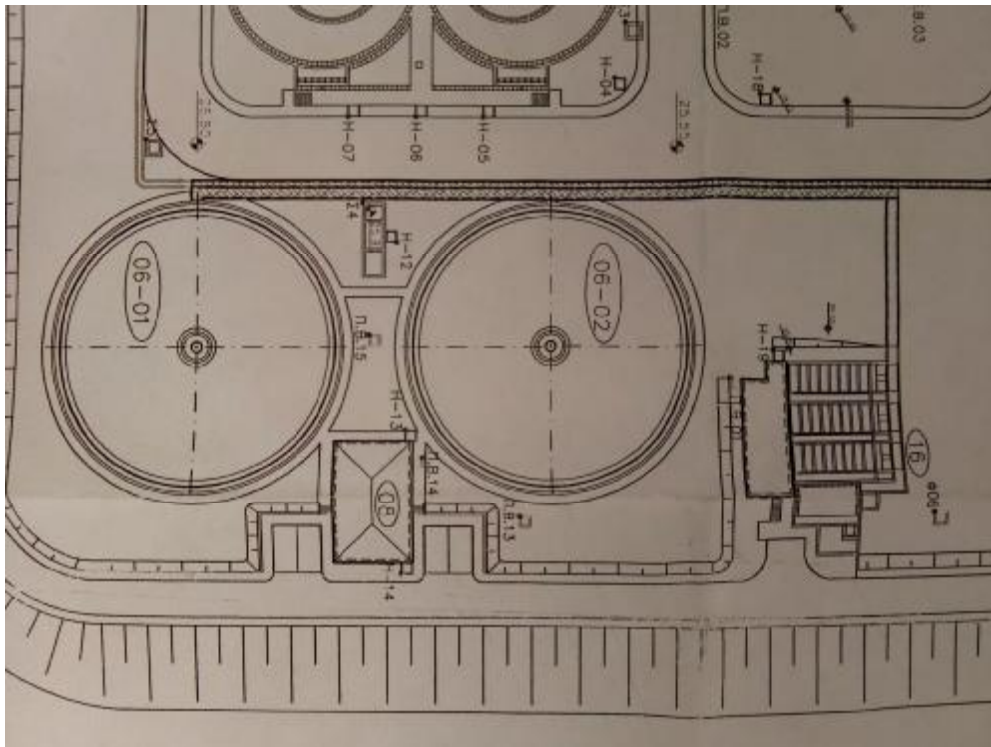
Σχέδιο 11. Κτίριο διοίκησης

Στο κτίριο διοίκησης υπάρχουν όλα τα γραφεία προσωπικού – το χημικό εργαστήριο – μια αίθουσα επισκεπτών – ο χώρος διοίκησης της μονάδας.



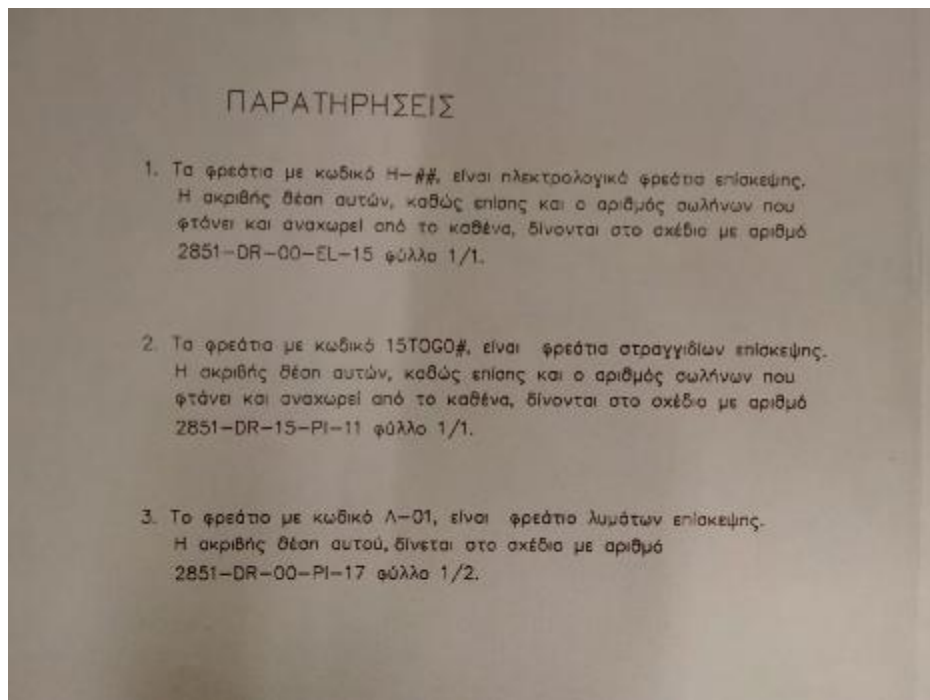
Σχέδιο 12. Δεξαμενές αερισμού.

Εδώ πραγματοποιείται ο βασικός αερισμός των λυμάτων. Ανάλογα με τις συνθήκες – ποσότητα οξυγόνου πραγματοποιείται η ανάλογη διεργασία.

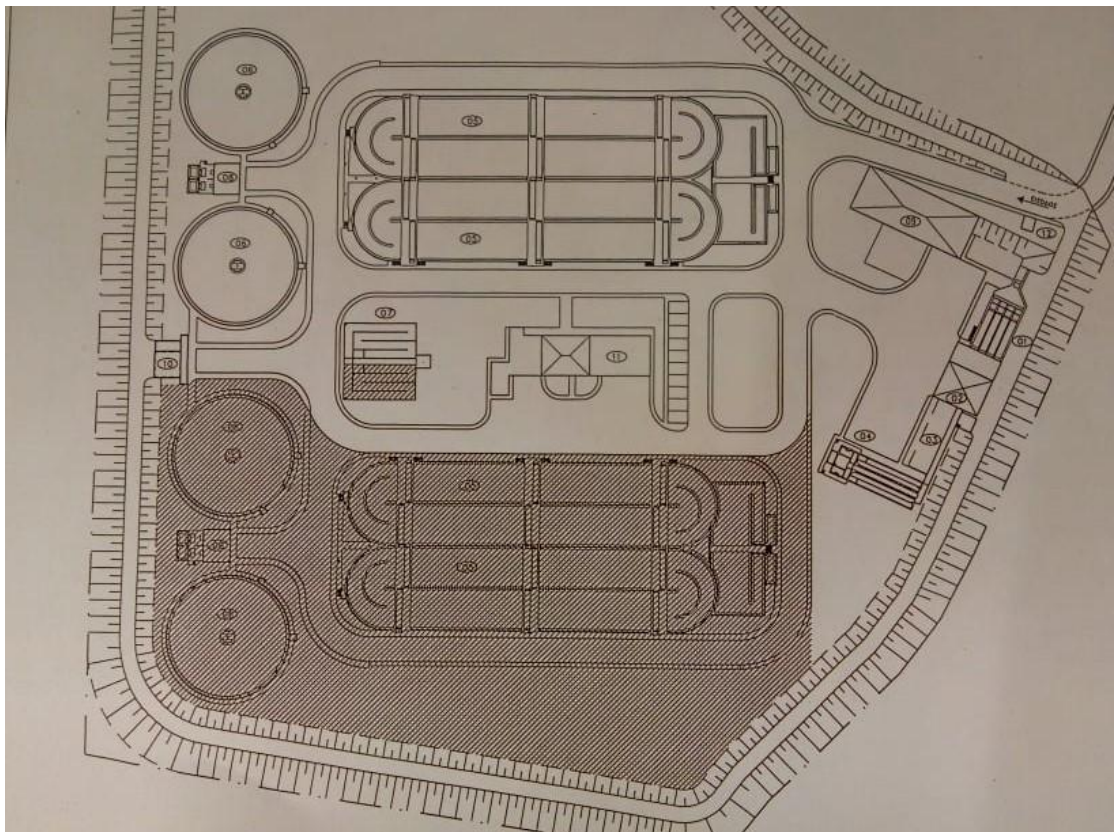


Σχέδιο 13. Δεξαμενές καθίζησης

Οι δεξαμενές καθίζησης ολοκληρώνουν την διαδικασία της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.



Σχέδιο 14. Παρατηρήσεις που αφορούν το σχέδιο γενικής διάταξης.



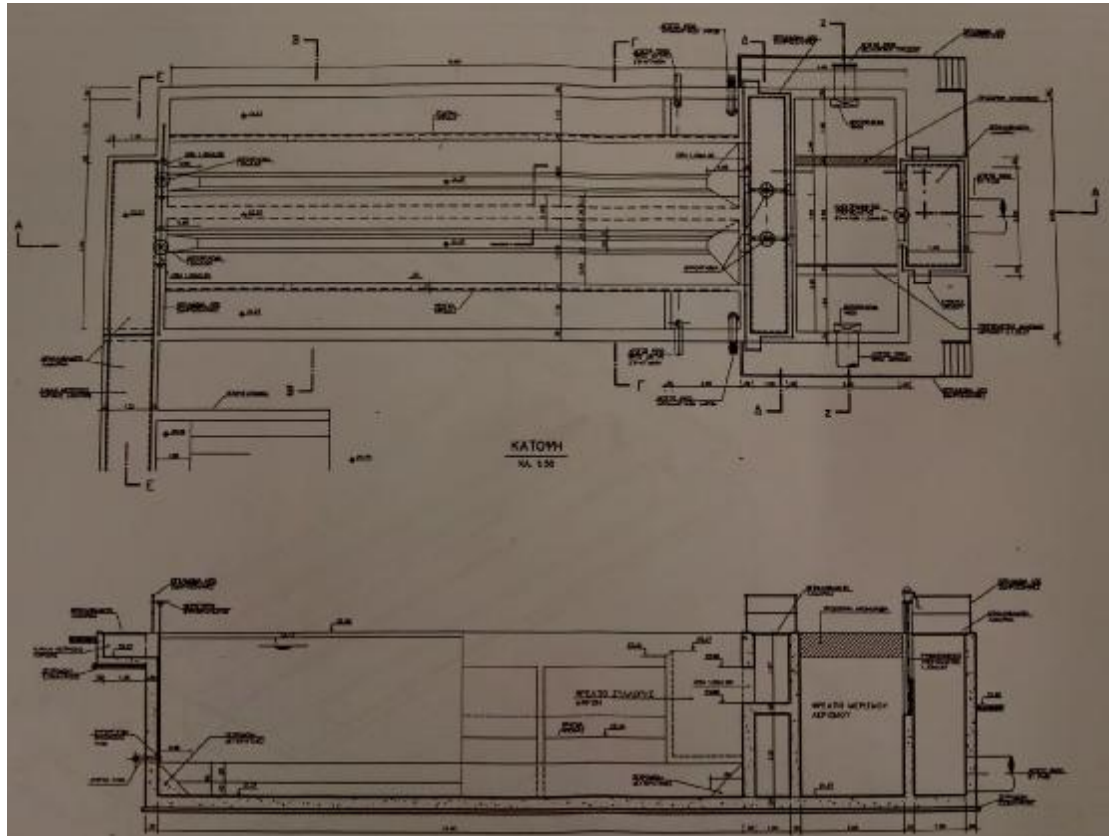
Σχέδιο 15. Ολοκληρωμένη διάταξη, α και β φάση.

Υπόμνημα σχεδίου α και β φάσης

1. Αντλιοστάσιο εισόδου
2. Εσχάρωση
3. Κανάλι μέτρησης παροχής
4. Εξάμμωση
5. Βιολογικός αντιδραστήρας
6. Δεξαμενή καθίζησης
7. Δεξαμενή χλωρίωσης
8. Αντλιοστάσιο ιλύος
9. Κτίριο αφυδάτωσης
10. Αντλιοστάσιο εξόδου
11. Κτίριο διοίκησης
12. Φυλάκιο

2.5.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ

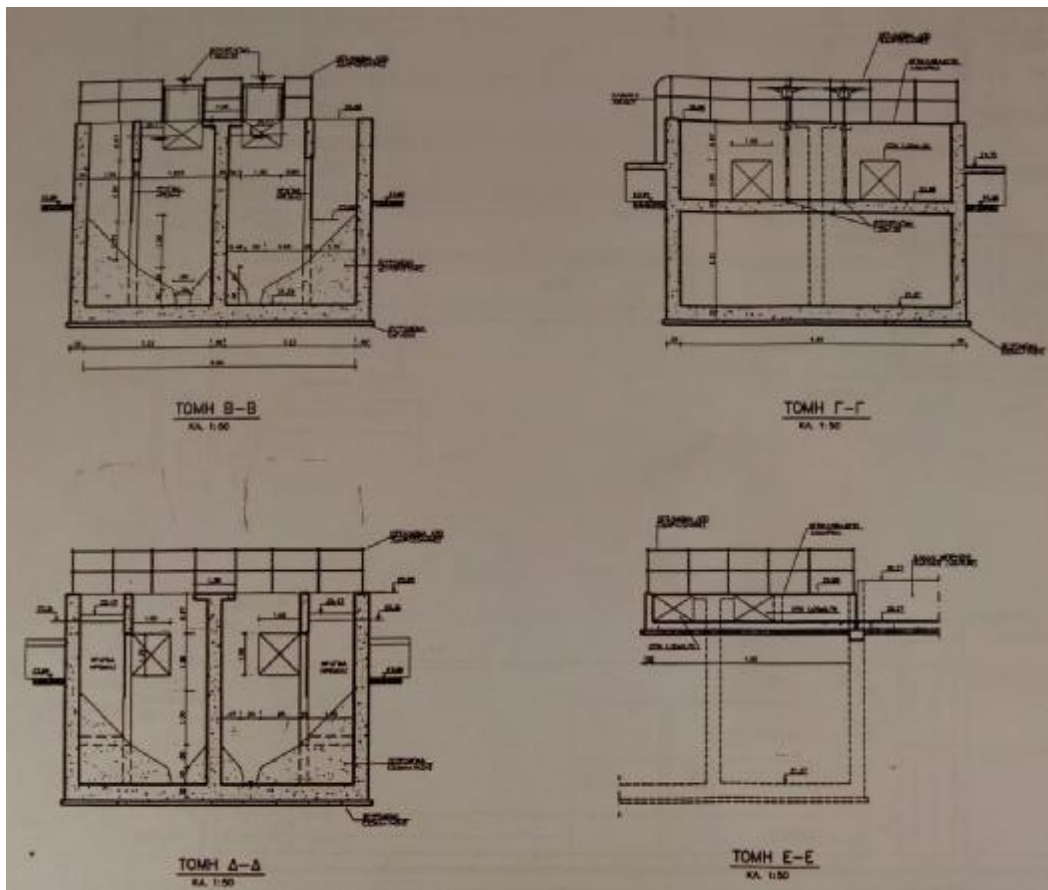
Εξαμμωτής



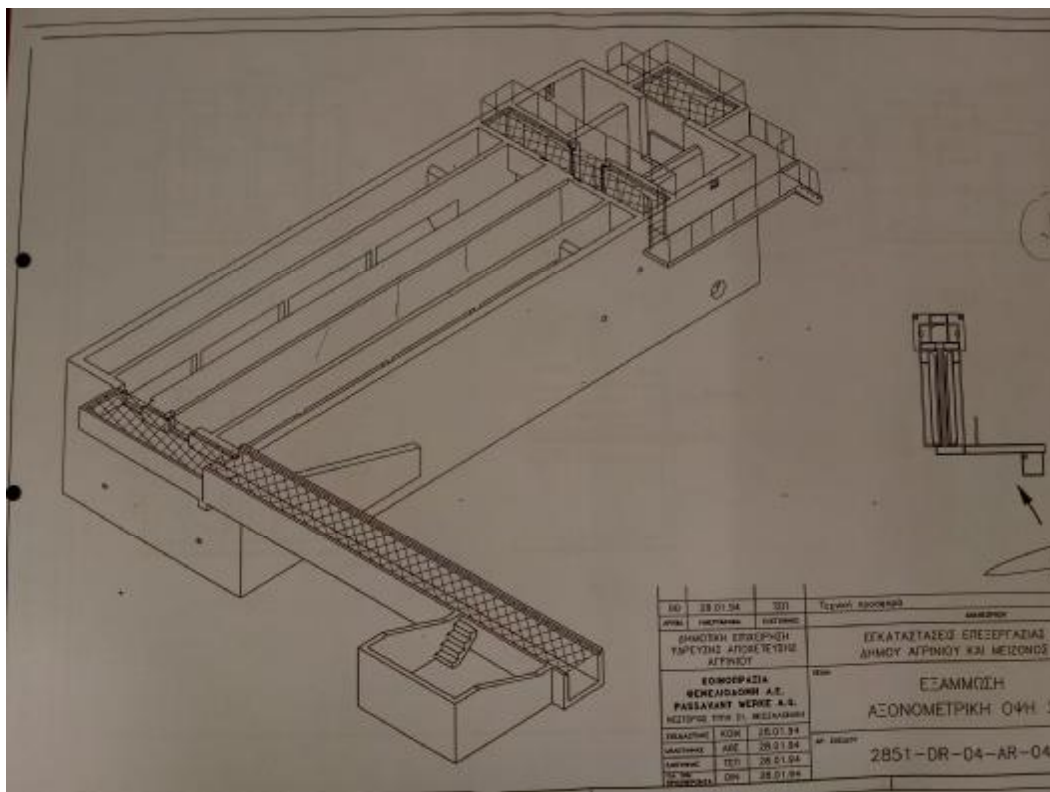
Σχέδιο 16. Κάτοψη - Τομή εξαμμωτή.

Όπως έχουμε αναφέρει, ο εξαμμωτής μετέχει στη διαδικασία επεξεργασίας των λυμάτων στο στάδιο της πρόεπεξεργασίας.

Στον εξαμμωτή πραγματοποιείται η απομάκρυνση της άμμου που βρίσκεται εντός των λυμάτων.

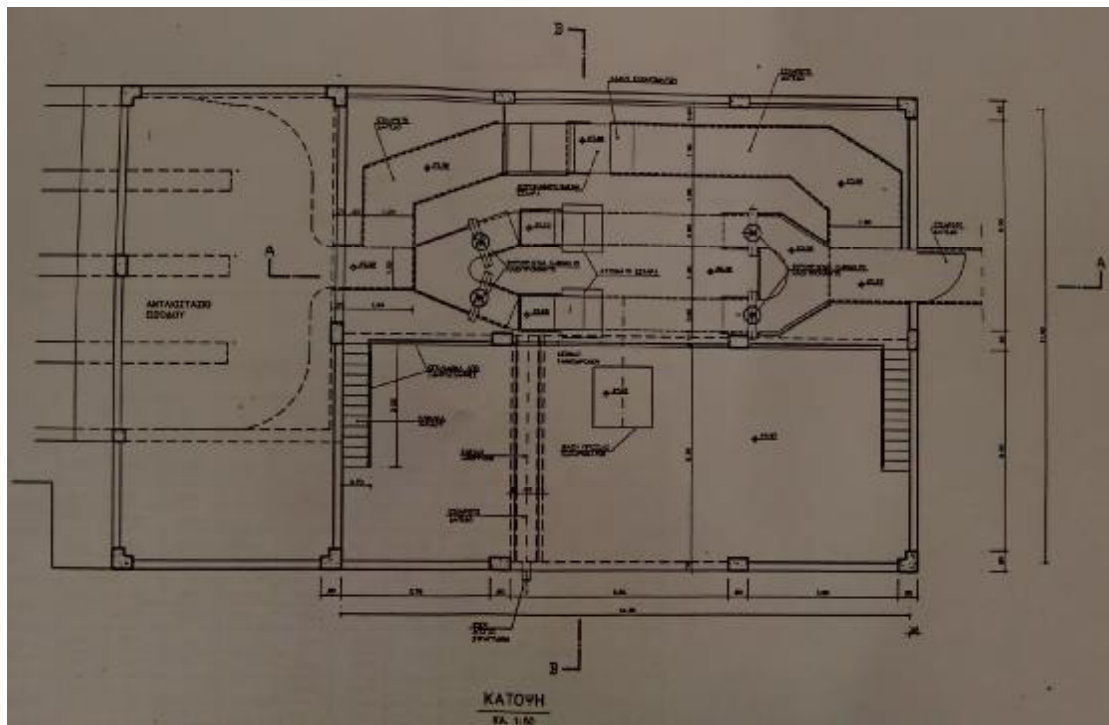


Σχέδιο 17. Τομές εξαμμωτή.



Σχέδιο 18. Αξονομετρικό εξαμμωτή.

Εσχάρωση

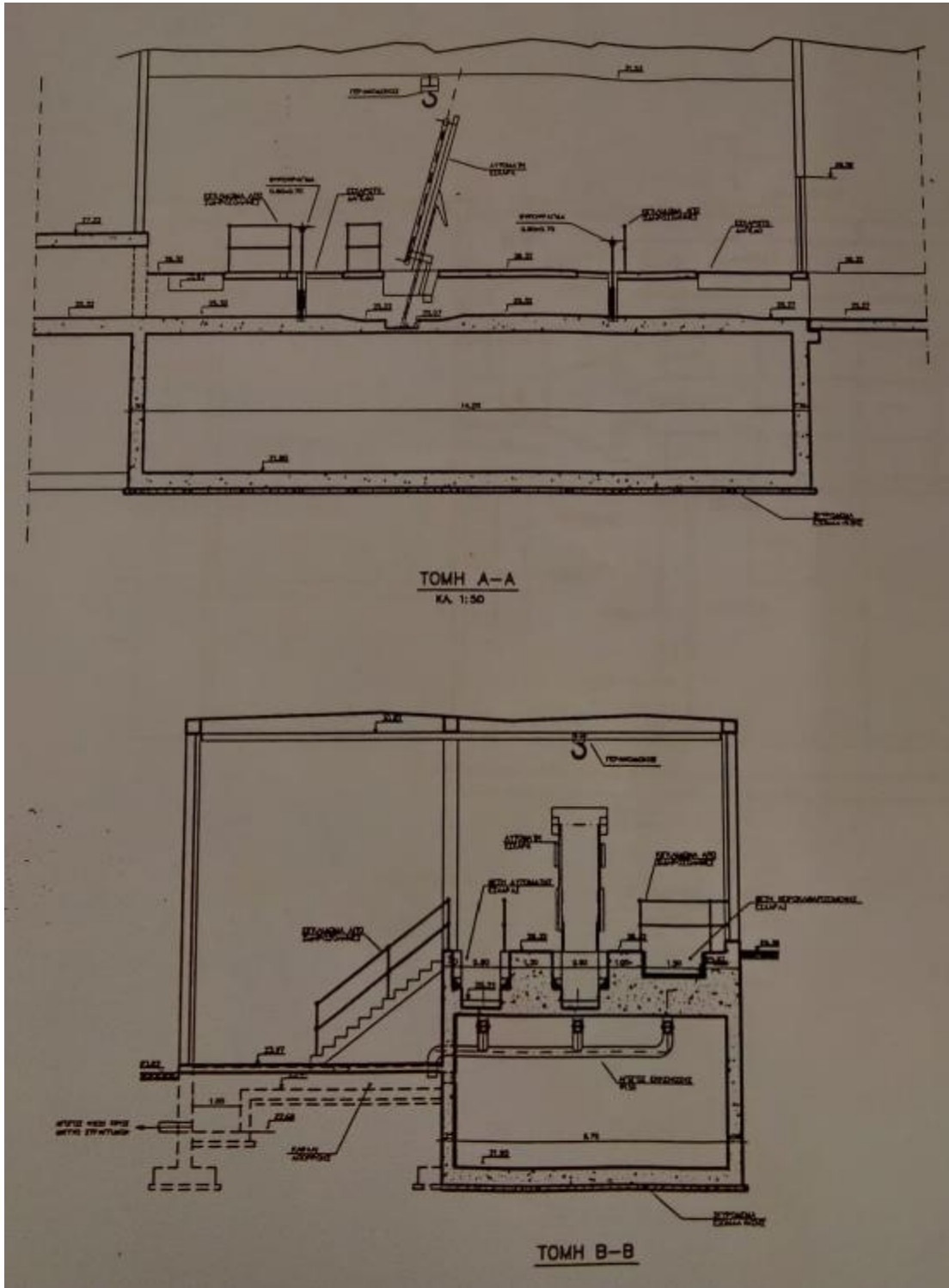


Σχέδιο 19. Κάτοψη μονάδας εσχάρωσης.

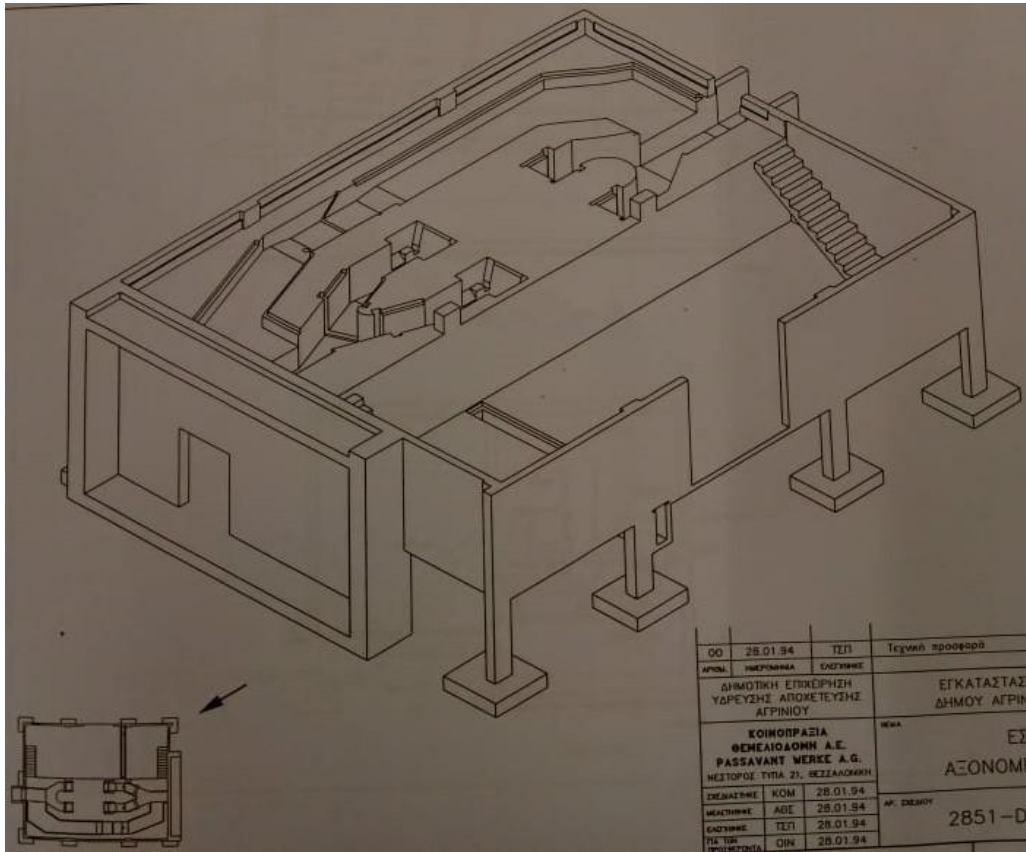
Όπως έχουμε αναφέρει, οι εσχάρες μετέχουν στη διαδικασία επεξεργασίας των λυμάτων στο στάδιο της πρόεπεξεργασίας.

Στις εσχάρες πραγματοποιείται η απομάκρυνση των αντικειμένων που βρίσκεται εντός των λυμάτων, όπως σακούλες – κλαριά – φύλλα – πλαστικά.

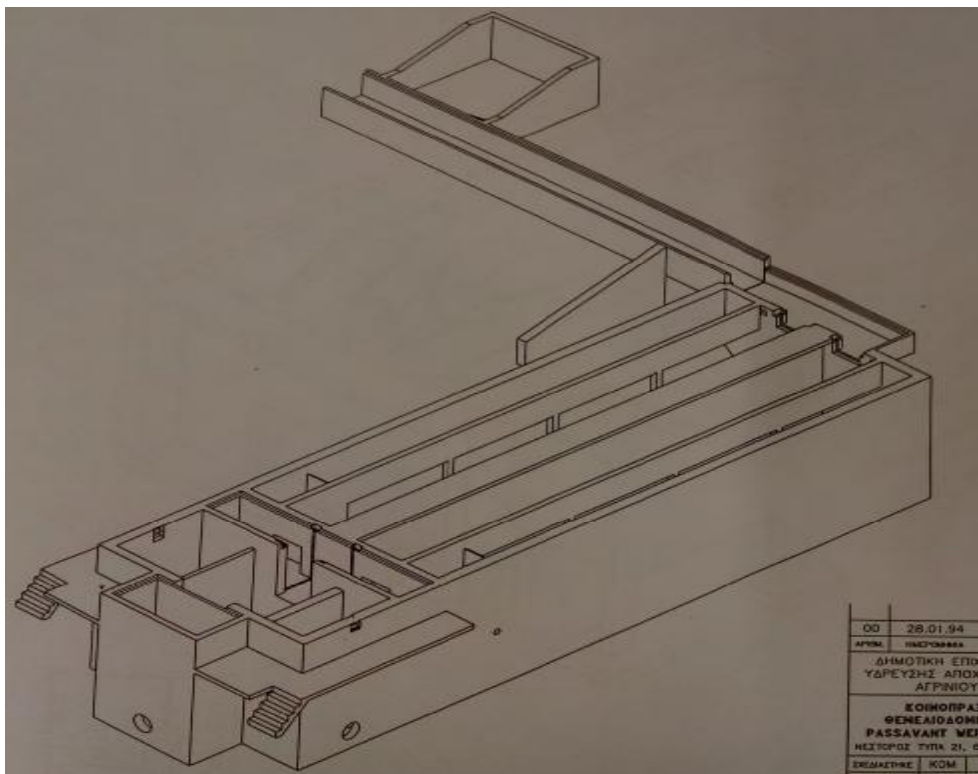
Οι εσχάρες καθαρίζονται μηχανικά.



Σχέδιο 20. Τομές εσχάρων.

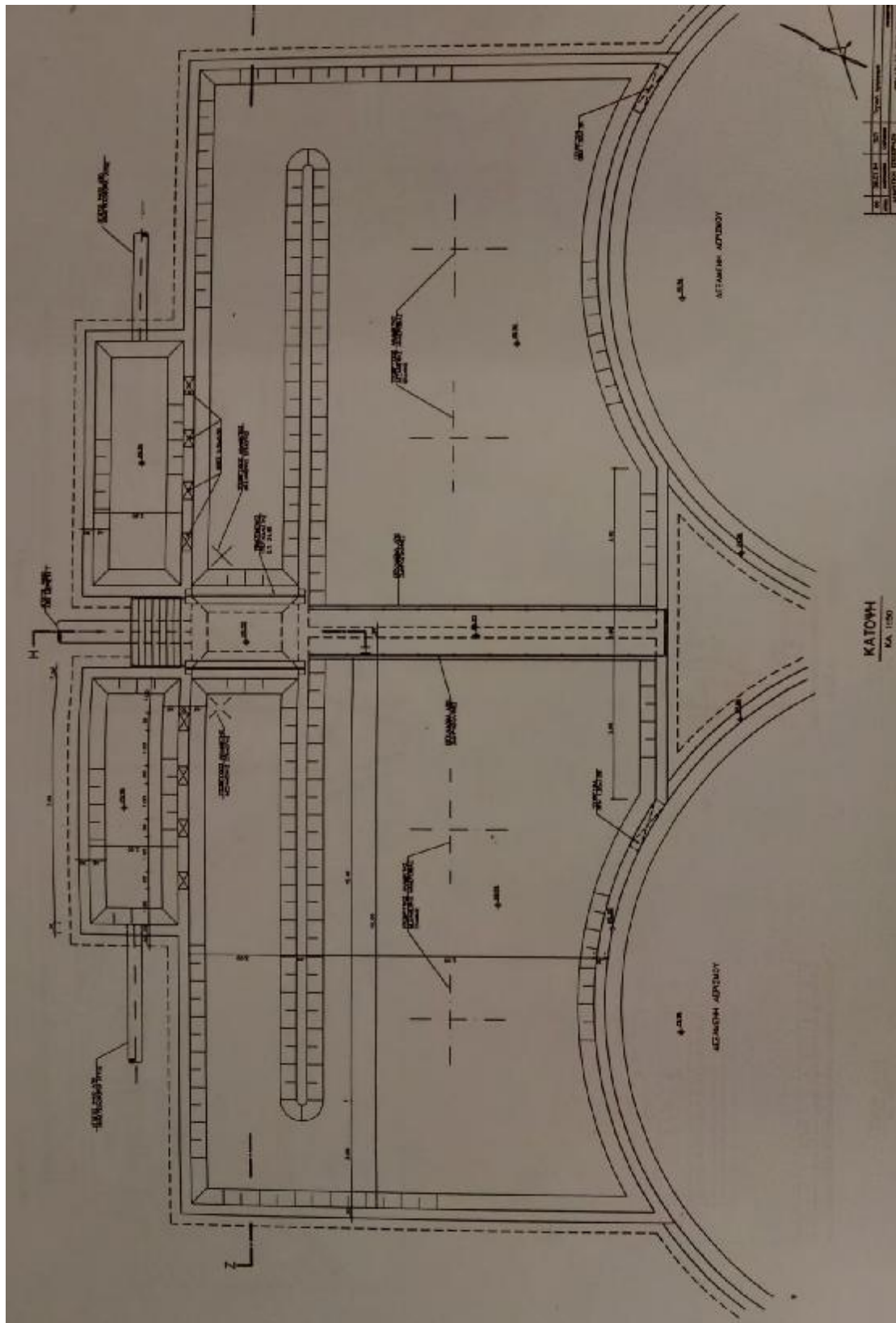


Σχέδιο 21. Αξονομετρικό μονάδας εσχάρων(α).

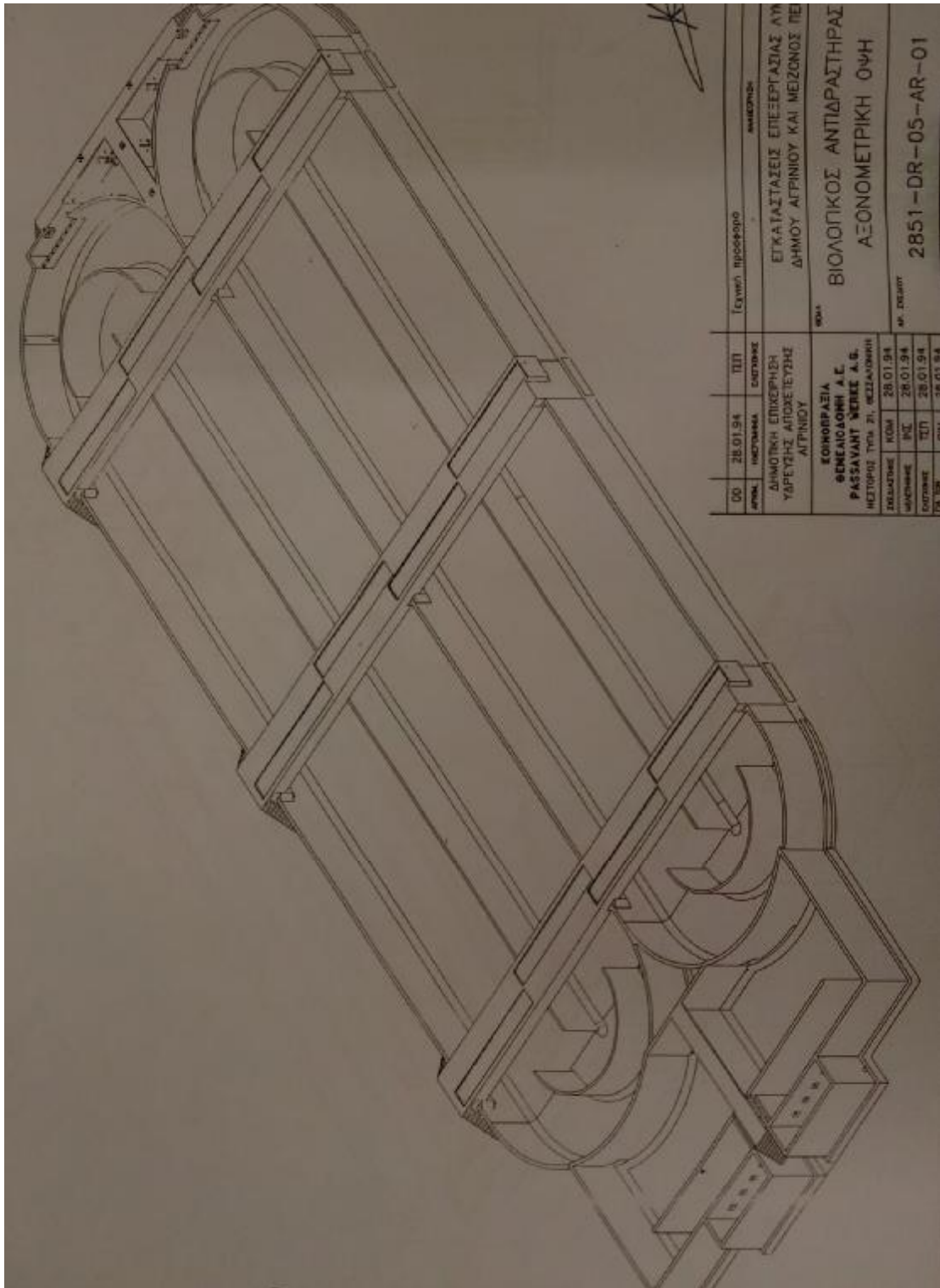


Σχέδιο 22. Αξονομετρικό μονάδας εσχάρων(β).

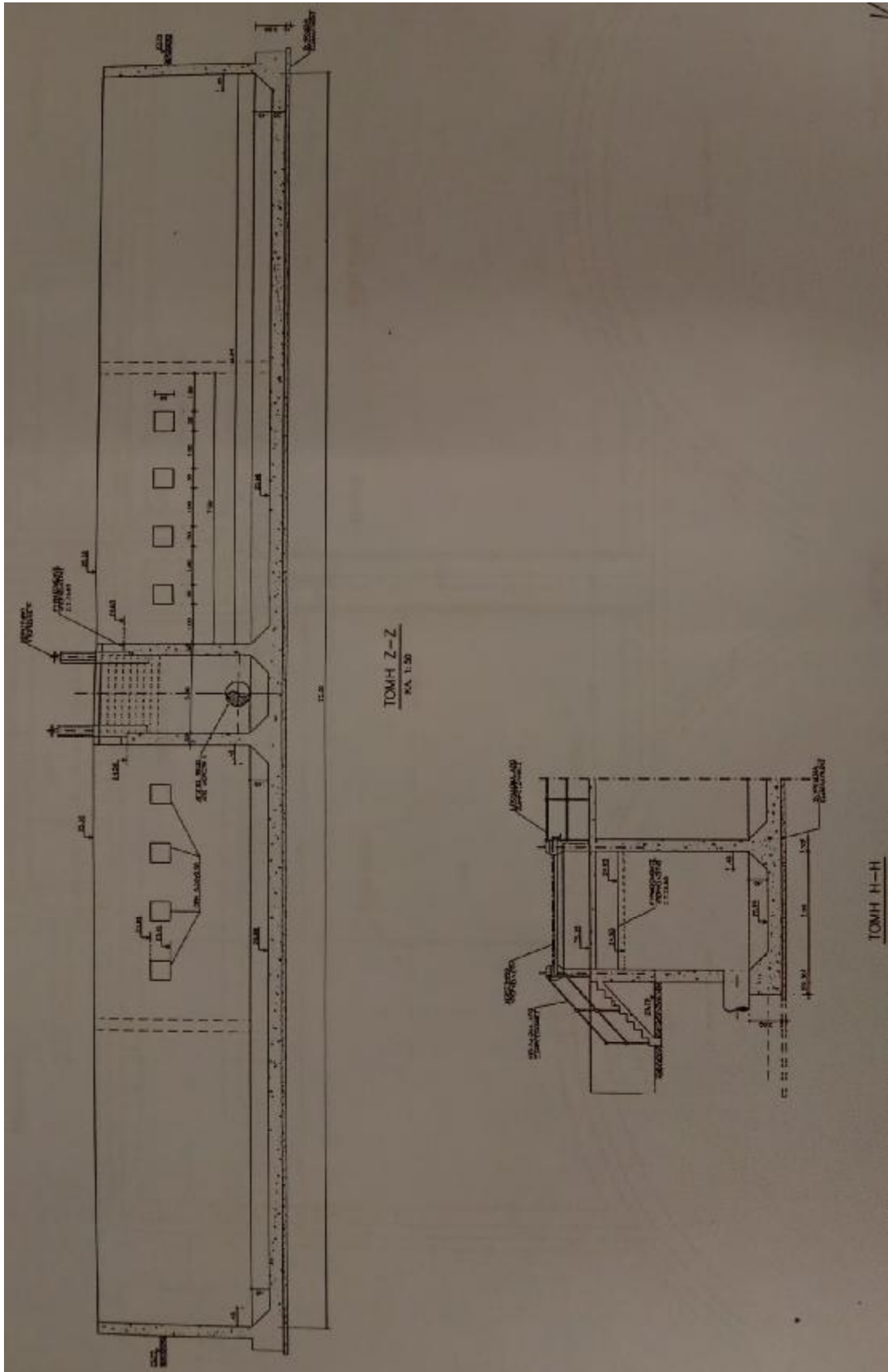
Δεξαμενή αερισμού



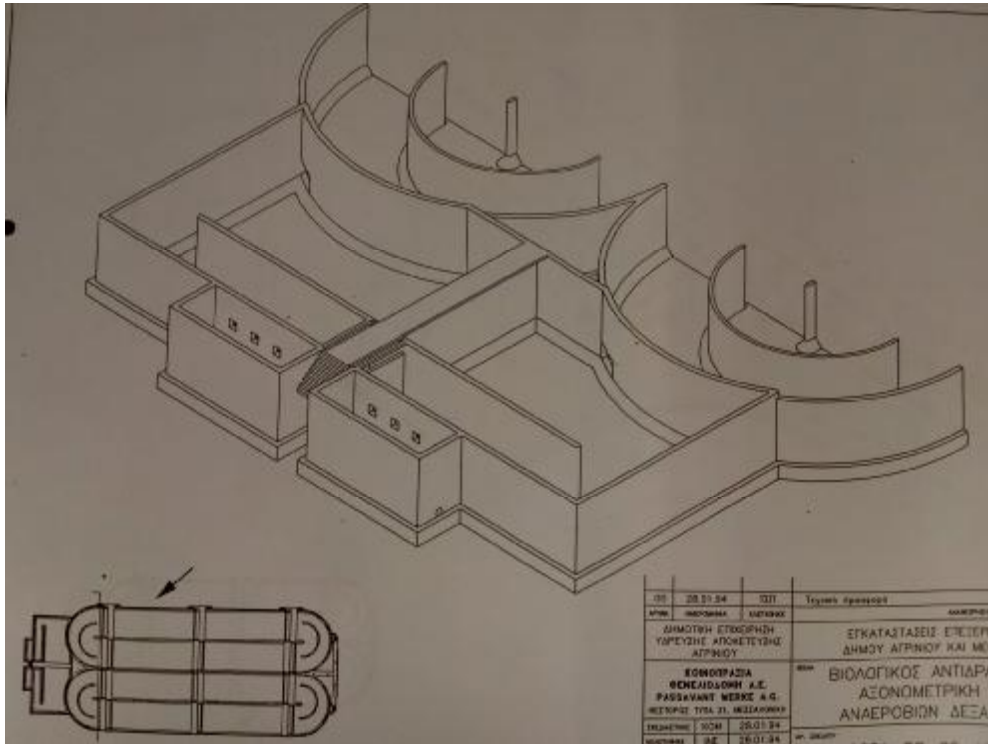
Σχέδιο 23. Κάτοψη αναερόβιων δεξαμενών



Σχέδιο 24. Αξονομετρικό δεξαμενών καθίζησης.

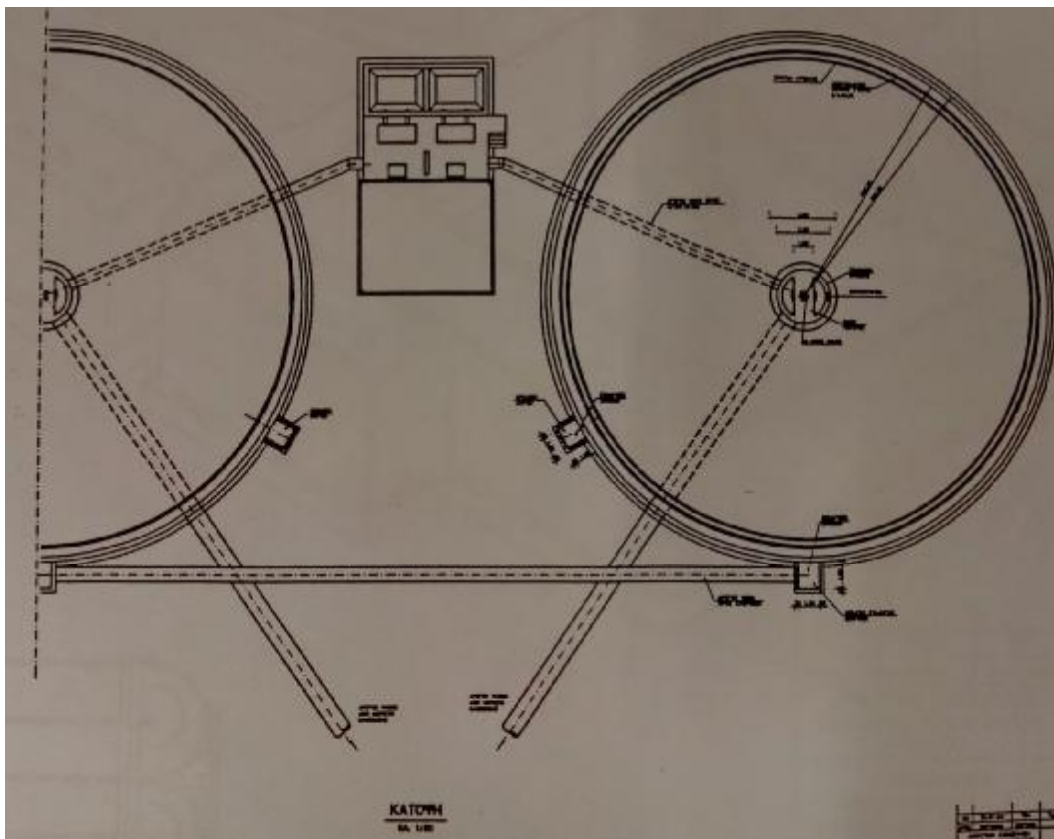


Σχέδιο 25. Τομές δεξαμενής αερισμού.



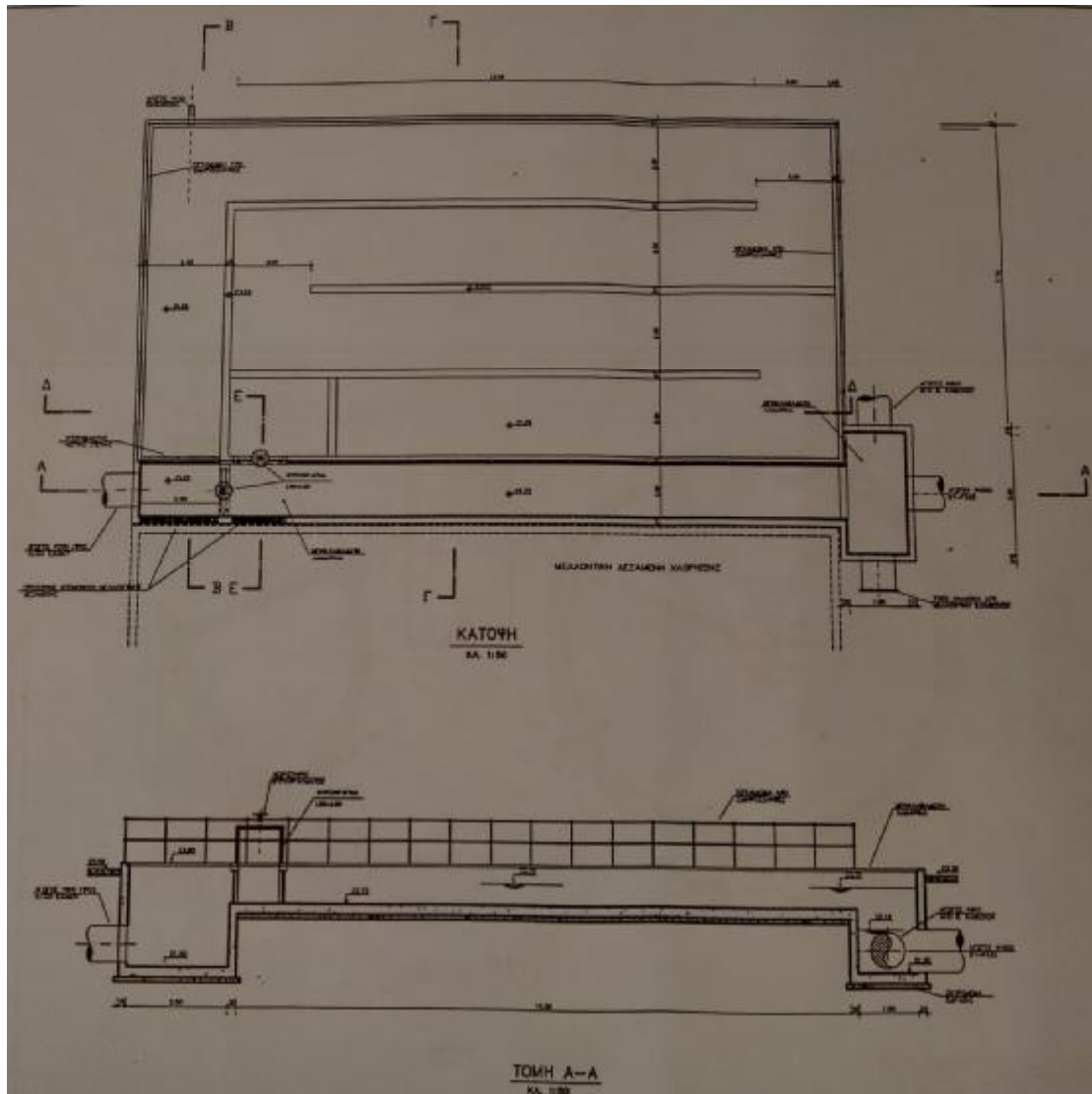
Σχέδιο 26. Αξονομετρικό αναερόβιων δεξαμενών.

Δεξαμενές καθίζησης

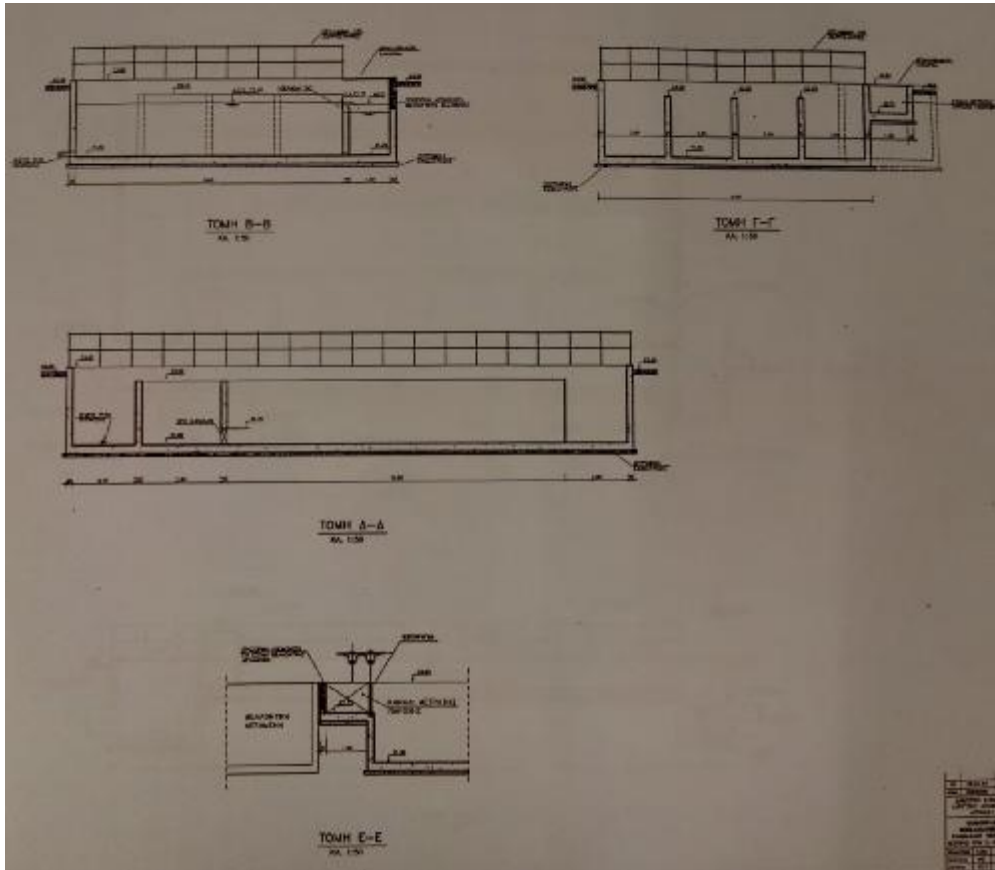


Σχέδιο 27. Κάτοψη δεξαμενών καθίζησης

Χλωρίωση

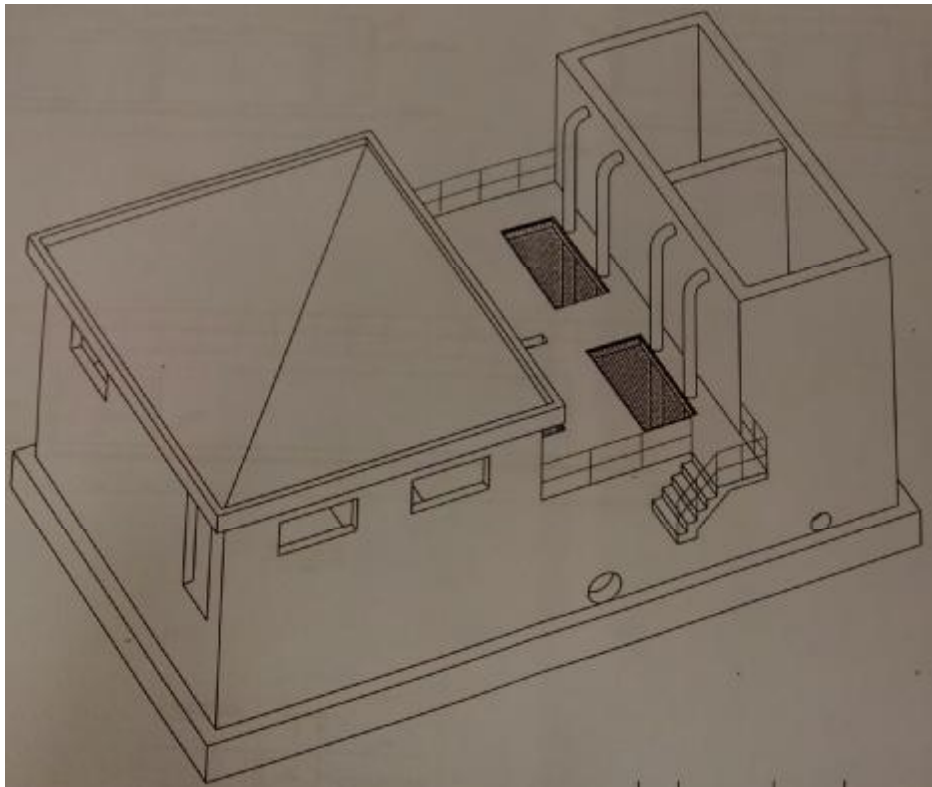


Σχέδιο 28. Κάτοψη - τομή δεξαμενής χλωρίωσης.



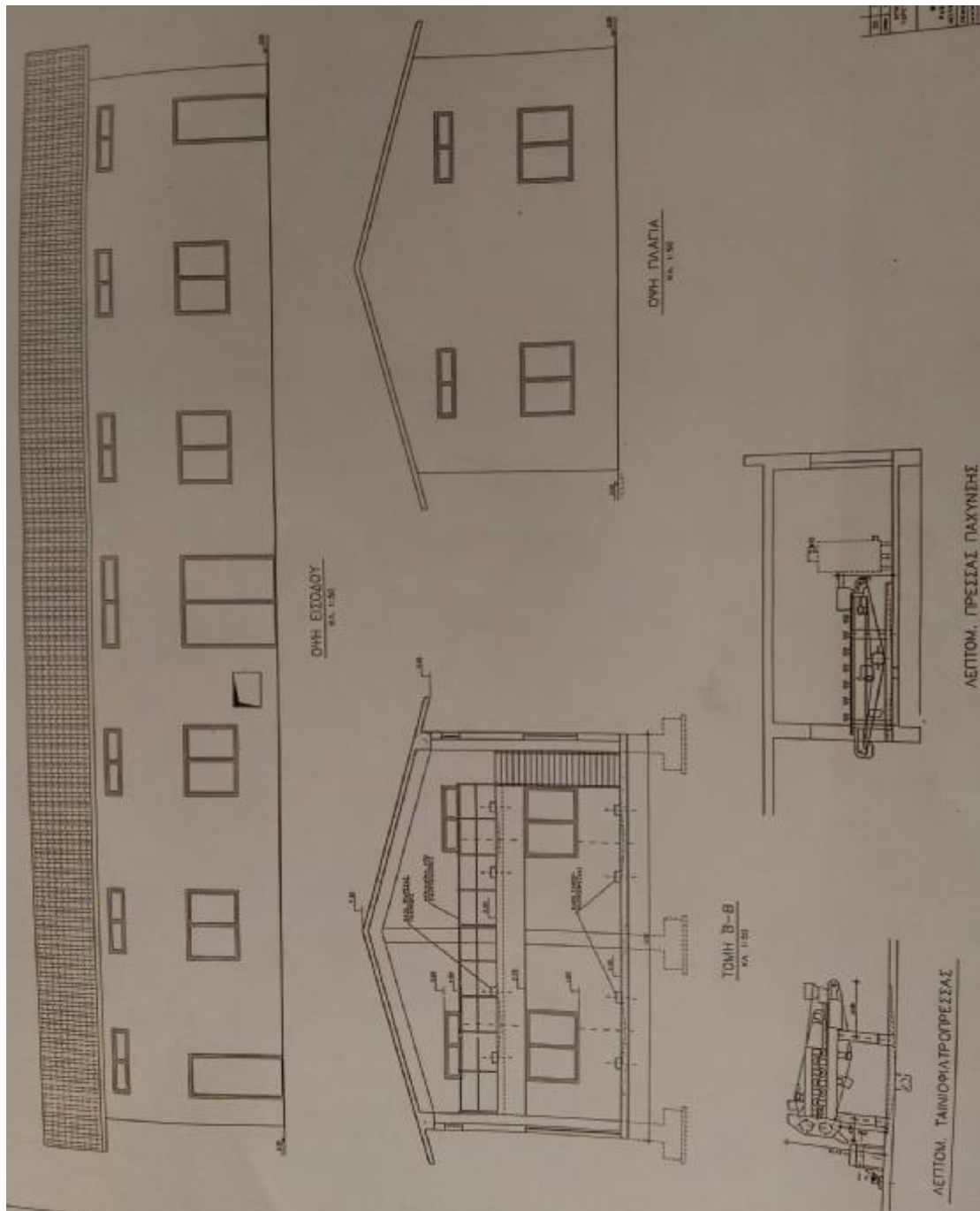
Σχέδιο 29. Τομές δεξαμενές χλωρίωσης.

Αντλιοστάσιο ιλύος



Σχέδιο 30. Αξονομετρικό αντλιοστασίου ιλύος.

Κτίριο αφυδάτωσης ιλύος



Σχέδιο 31. Τομές - όψεις κτιρίου αφυδάτωσης ιλύος.

2.6 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΑΓΡΙΝΙΟΥ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΥΠΕ
(ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ)
ΤΜΗΜΑ Β'

Αθήνα, 15 Δεκεμβρίου 2011

Α.Π. 205917

Ταχ. Δ/ση : Λ. Αλεξάνδρας 11
Τ.Κ. : 114 73
Πληροφορίες: Αθ. Καϊπατζή
Τηλέφωνο : 210 6417802
F.A.X. : 210 6430625

ΠΡΟΣ: ΔΕΥΑ Αγρινίου
Δ. Βότση 7, 301 00 Αγρίνιο
Νομός Αιτωλοακαρνανίας
(συν. 3 φάκελοι δικαιολογητικών)

ΘΕΜΑ: Ενημέρωση σχετικά με τη διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης για την ανανέωση (παράταση ισχύος) των περιβαλλοντικών όρων που έχουν επιβληθεί με την ΚΥΑ 106796/2006 για τα έργα: α) Αποχέτευση και επεξεργασία λυμάτων μείζονος περιοχής Αγρινίου και β) Αποχετευτικό δίκτυο Δήμου Στράτου και σύνδεση με το βιολογικό καθαρισμό Αγρινίου, στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας

ΣΧΕΤ.: (α) Το υπ' αρ. 635/9.12.2011 έγγραφό σας, για την υποβολή φακέλου δικαιολογητικών για την ανανέωση (παράταση ισχύος) των περιβαλλοντικών όρων που έχουν επιβληθεί για τα έργα του θέματος (Α.Π. 205917/12.12.11 της ΕΥΠΕ).
(β) Η ΚΥΑ 106796/17.8.2006 «Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων για τα έργα: α) Αποχέτευση και επεξεργασία λυμάτων μείζονος περιοχής Αγρινίου και β) Αποχετευτικό δίκτυο Δήμου Στράτου και σύνδεση με το βιολογικό καθαρισμό Αγρινίου, που βρίσκονται στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας».
(γ) Ο Ν.4014/19.9.2011 (ΦΕΚ 209/Α/21.9.11) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος».

Σε απάντηση στο ανωτέρω (α) σχετικό έγγραφό σας, που αφορά σε αίτημά σας για την ανανέωση (παράταση ισχύος) των περιβαλλοντικών όρων που έχουν επιβληθεί για το έργο του θέματος (σχετ. β'), σας γνωρίζουμε ότι:

Σύμφωνα με την παράγραφο 8γ του άρθρου 2 του (γ) σχετικού Νόμου, η ισχύς των υφιστάμενων Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) παρατείνεται μέχρι τη συμπλήρωση 10ετίας από την έκδοσή τους, εφόσον δεν έχει επέλθει ουσιαστική μεταβολή των δεδομένων βάσει των οποίων αυτές έχουν εκδοθεί.

Κατόπιν αυτού και εφόσον δεν προτείνεται καμία αλλαγή στα βασικά χαρακτηριστικά του έργου, όπως αυτό έχει εγκριθεί με την προαναφερόμενη (β) σχετική ΚΥΑ, σας ενημερώνουμε ότι οι περιβαλλοντικοί όροι που έχουν επιβληθεί για το έργο του θέματος ισχύουν έως τις 17 Αυγούστου 2016.



ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ

Ε. ΑΛΕΥΡΑ

Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΗΣ ΕΥΠΕ
Ε. ΤΟΛΕΡΗΣ

ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ

ΣΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΕ
Κορίνθου 293, 262 21 Πάτρα

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΝΟΜΗ

- ΕΥΠΕ (συν. 1 φάκελος δικαιολογητικών)
- Χρον. Αρχείο
- Τμήμα Β'
- Αθ. Καϊτατζή
- Β. Πάτση

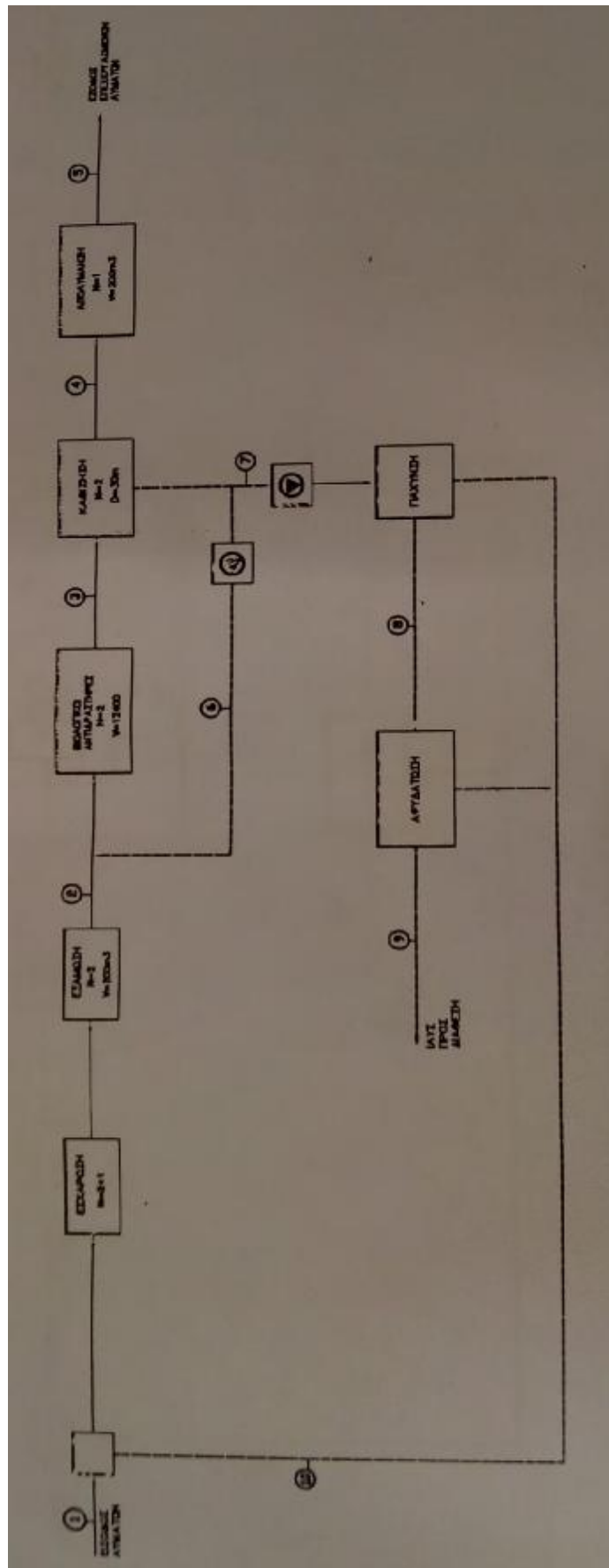
β6\C\ΥΡΕΗΟΔΕ\Eype B\205917-11.doc

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΛΕΓΧΟΙ - ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

3.1.1 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ ΘΕΡΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q	m ³ /d	14400	14400	25488	14400	14400	11088	330	110	15	315
BOD5	Kg/d	3800	3800		216	216					
SS	Kg/d	4850	4850	114696	360	360	144000	3300	3300	3300	
VSS	Kg/d	3396	3396	66524	208,8	208,8	83520	1914	1914	1914	
NH4-N	Kg/d	432	432		5,78	5,78					
NO3-N	Kg/d	0	0		109,44	109,44					
Οργ.N	Kg/d	288	288		28,80	28,80					
TNK	Kg/d	720	720		144	144					
P	Kg/d	150	150		28,8	28,8					
Fc	No/100ml	30*10 ⁶	30*10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ²					

Πίνακας 5. Ισοζύγιο μάζας θερινής περιόδου.

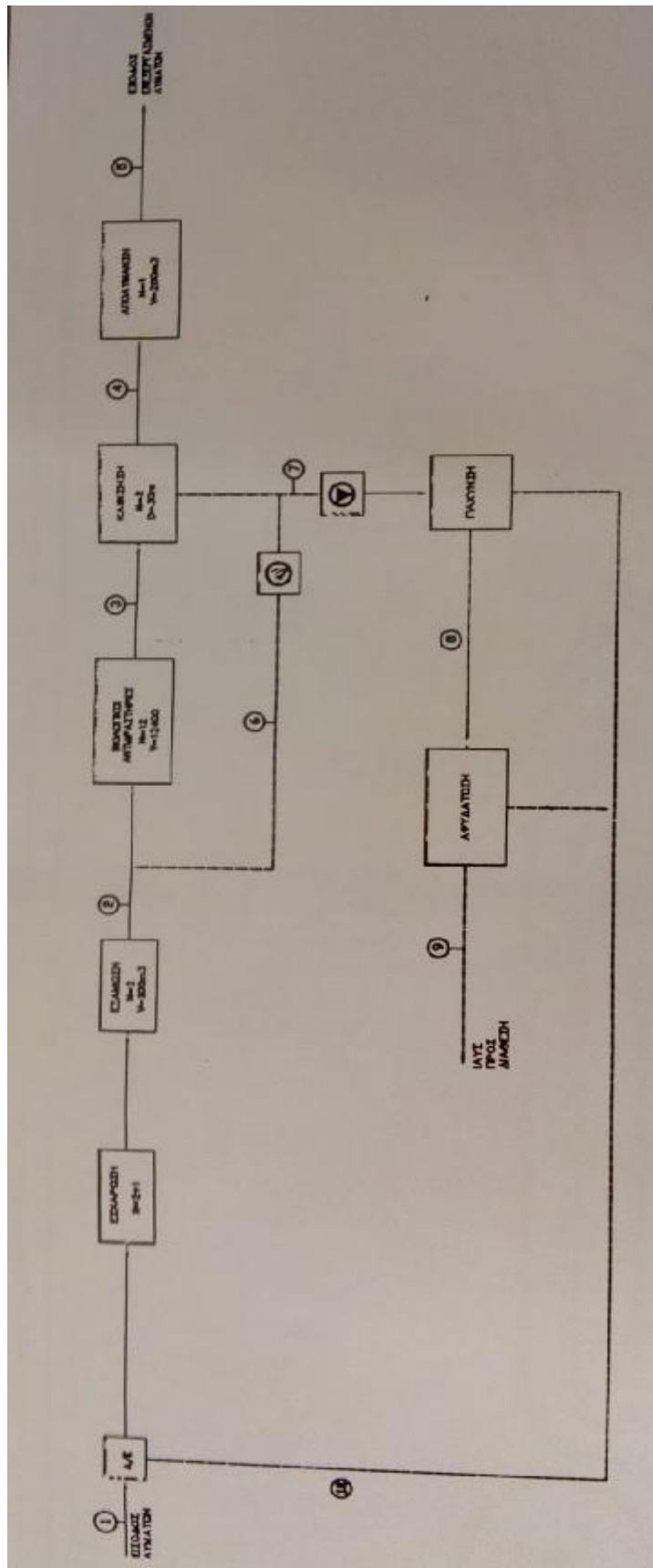


Διάγραμμα 2. Ισοζύγιο μάζας θερινής περιόδου.

3.1.2 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q	m ³ /d	10800	10800	20952	10800	10800	10152	330	110	15	315
BOD5	Kg/d	3800	3800		203	203					
SS	Kg/d	4850	4850	104780	270	270	101520	3300	3300	3300	
VSS	Kg/d	3395	3395	60761	156,6	156,6	58882	1914	1914	1914	
NH4-N	Kg/d	432	432		7,02	7,02					
NO3-N	Kg/d	0	0		79,36	79,36					
Οργ.Ν	Kg/d	288	288		21,60	21,60					
TNK	Kg/d	720	720		106	106					
P	Kg/d	150	150		21,6	21,6					
Fc	No/100ml	30*10 ⁶	30*10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ²					

Πίνακας 6. Ισοζύγιο μάζας χειμερινής περιόδου.



Διάγραμμα 3. Ισοζύγιο μάζας χειμερινής περιόδου.

3.2 ΑΞΙΟΛΟΓΙΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Σύμφωνα με την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ και την ΚΥΑ 5673/400/1997 που θεσπίζουν τα κριτήρια και τις απαιτήσεις συμμόρφωσης, έχουμε τα εξής :

Έτος	BOD5	COD	TSS	T-N	T-P
2016	✓	✓	✓	✓	✓
2015	✓	✓	✓	✓	✓
2014	✓	✓	✓	✓	✓
2013	✓	✓	✓	✓	✓
2012	✓	✓	✓	✓	✓
2011	✓	✓	✓	✓	✓

Πίνακας 7. Στοιχεία ΥΠΕΚΑ.

ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΞΟΔΟΥ

Έτος 2017

Μήνας	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	N (ολικό άζωτο) (mg/l)	P (ολικός φώσφορος) (mg/l)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	5	16	<1	9,5	1,2
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	6	17	<1	10	1,3
ΜΑΡΤΙΟΣ	6	18	<1	10	1,2
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	5	17	<1	8	1,4
ΜΑΙΟΣ	4	15	<1	6	1
ΙΟΥΝΙΟΣ	5	15	<1	7	1,1

ΙΟΥΛΙΟΣ	5	16	<1	8	1,3
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	5	15	<1	8	1,2
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	4	15	<1	10	1,5

ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΙΣΟΔΟΥ

Έτος 2017

Μήνας	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	SS (mg/l)	N (ολικό άζωτο) (mg/l)	P (ολικός φώσφορος) (mg/l)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	80	190	20	12	1,5
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	85	210	23	14	1,6
ΜΑΡΤΙΟΣ	70	180	21	14	1,6
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	70	180	20	17	1,6
ΜΑΙΟΣ	80	200	19	15	1,8
ΙΟΥΝΙΟΣ	80	190	20	14	1,8
ΙΟΥΛΙΟΣ	70	180	18	15	1,7
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	80	200	18	18	1,8
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	90	220	22	20	1,9

Οι μετρήσεις που αναφέρονται εντός των αποδεκτών ορίων.

<i>Παράμετροι (mg/l)</i>	<i>Είσοδος ΒΙΟ.ΚΑ.</i>	<i>Έξοδος ΒΙΟ.ΚΑ. (πριν την χλωρίωση)</i>			
		22/8/16	15/2/16	2/6/16	22/8/16
BOD₅	10	2	3,5	3,4	<2
COD	14	21	<LOQ (15)	<LOQ (15)	<LOQ (15)
pH	7,5	8,4	8,2	7,8	7,1
Αιωρούμενα στέρεα (SS)	15	5	6	2	4

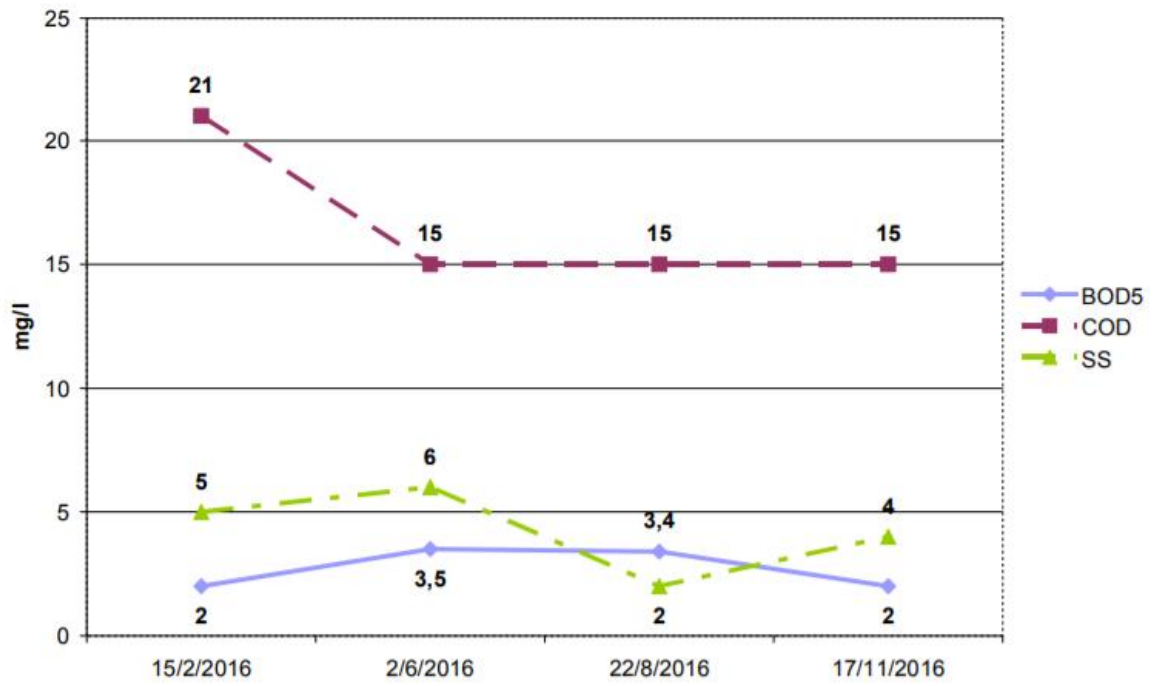
Πίνακας 8. Φυσικοχημικές παράμετροι.

<i>Παράμετροι (mg/l)</i>	<i>Είσοδος ΒΙΟ.ΚΑ.</i>	<i>Έξοδος ΒΙΟ.ΚΑ. (πριν την χλωρίωση)</i>				<i>Μέσος όρος (mg/l)</i>
		22/8/16	15/2/16	2/6/16	22/8/16	
Άζωτο νιτρικών	*	6,78	2,06	7,64	6,39	
Άζωτο νιτρωδών	0,17	< LOQ (0,006)	0,26	0,16	0,16	
Αμμωνιακό άζωτο	6,4	0,06	1,89	0,32	0,19	
Ολικό Άζωτο (TN)		6,84	4,21	8,12	6,74	6,48
Ολικός Φόσφορος (TP)	*	1,20	0,85	1,5	1,22	1,19

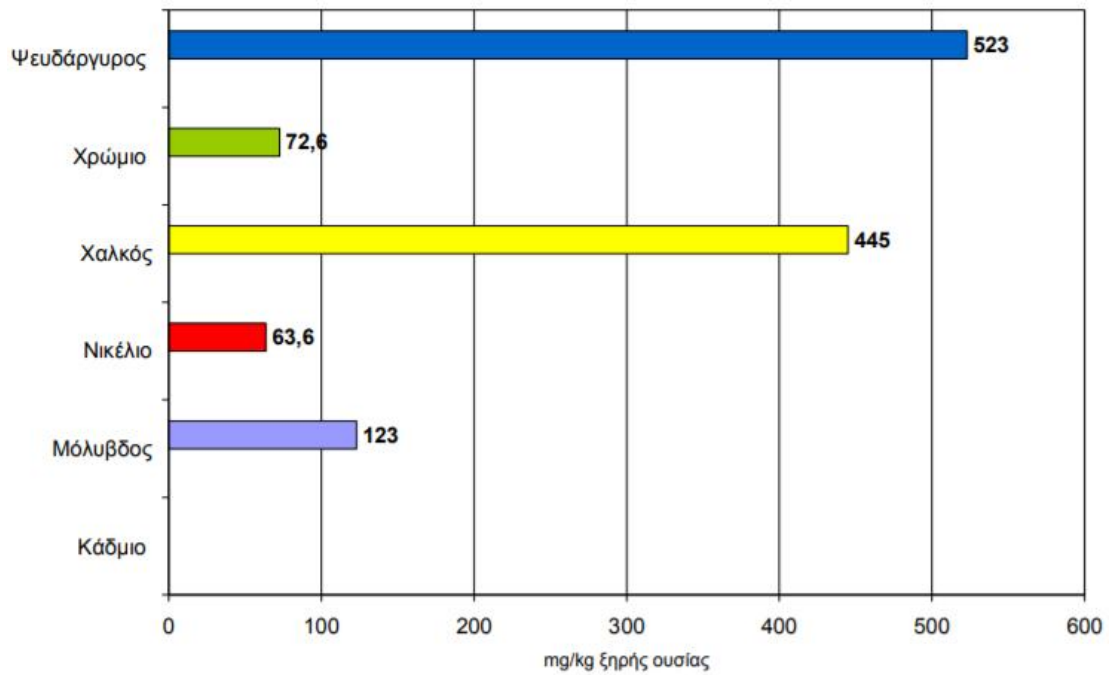
Πίνακας 9. Θρεπτικά στοιχεία.

<i>Βαρέα Μέταλλα</i>	<i>Συγκέντρωση [mg/kg ξηρή ουσίας]</i>
Κάδμιο (Cd)	< 2,0 (LOD)
Μόλυβδος (Pb)	123
Νικέλιο (Ni)	63,6
Χαλκός (Cu)	445
Χρώμιο (Cr)	72,6
Ψευδάργυρος (Zn)	523

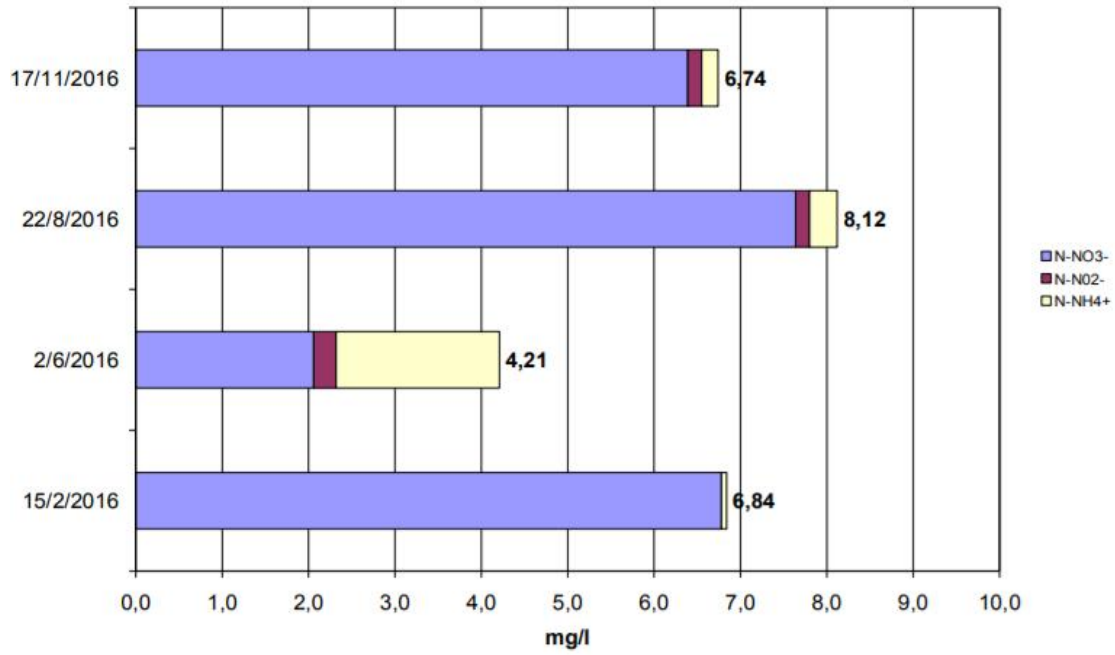
Πίνακας 10. Βαρέα μέταλλα στη λάσπη.



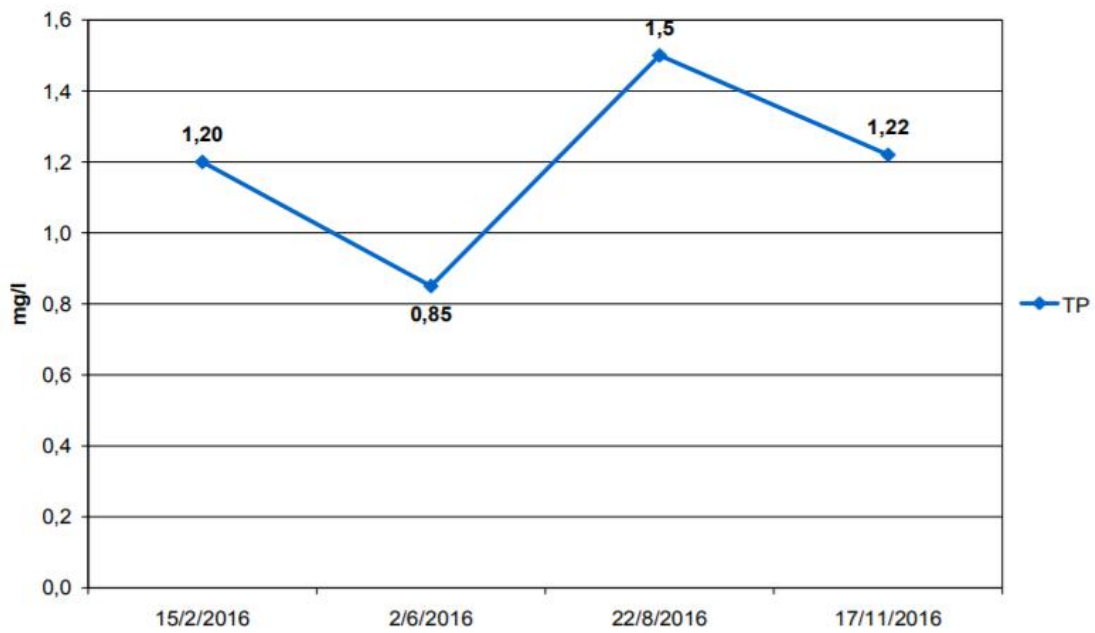
Διάγραμμα 4.



Διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 6.



Διάγραμμα 7.

Με βάση τις πληροφορίες των ανωτέρω στοιχείων επισημάνουμε τα κάτωθι :

- Ο Βιολογικός Καθαρισμός Αγρινίου (φορέας Δ.Ε.Υ.Α. Αγρινίου) έχει δυναμικότητα 65.000 κατοίκων σε ισοδύναμο πληθυσμό και λειτουργεί βάσει της υπ' αριθ. 165627/29-01-2013 Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων η οποία ισχύει έως την 29-01-2023.
- Αποδέκτης των επεξεργασμένων λυμάτων έχει ορισθεί ο Αχελώος ποταμός.
- Η διάθεση της παραγόμενης λάσπης γίνεται ως εδαφοβελτιωτικό με την περιεκτικότητά της σε βαρέα μέταλλα να βρίσκεται εντός των ορίων που τίθενται από την ΚΥΑ 80568/4225/1991
- Πολύ χαμηλό φορτίο στα εισερχόμενα λύματα λόγω πολλών εισροών όμβριων και άλλων υδάτων στο αποχετευτικό δίκτυο.
- Η γενικότερη λειτουργία της ΕΕΛ είναι ικανοποιητική, με καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων και συνεχή παρακολούθηση από τη Δ.Ε.Υ.Α. Αγρινίου.

3.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΠΕΚΤΑΣΗ



Εικόνα 31. Β φάση βιολογικού, επέκταση.

Η μελλοντική επέκταση του βιολογικού καθαρισμού, όπως την βλέπετε στην παραπάνω εικόνα, πρόκειται να υλοποιηθεί το επόμενο προσεχές διάστημα, σύμφωνα με τις πληροφορίες που πήραμε από την ΔΕΥΑΚ.

Η β' φάση πρακτικά διπλασιάζει την δυναμικότητα της υφιστάμενης μονάδας. Τυπικά είναι η δημιουργία μιας παρόμοιας μονάδας με την υφιστάμενη.

3.4 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

3.4.1 ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Θεωρώντας την ιστορική ανάπτυξη των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι Μινωίτες υδραυλικοί ε γνώριζαν βασικές αρχές της υδραυλικής και υγιεινολογικής μηχανικής (Angelakis and Spydidakis, 1995). Χωρίς αυτή την παραδοχή, δεν θα μπορούσε να ερμηνευθεί πως σε πολλές πόλεις της εποχής εκείνης (c.a. 3000 – 1100 B.C) εγκαταστάσεις αποχέτευσης, που σώζονται σήμερα προκαλούν το θαυμασμό σημερινών ειδικών επιστημόνων για τα τέλεια κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τους. Επίσης, διατυπώνεται η άποψη ότι κατά το Μινωικό πολιτισμό γινόταν εφαρμογή υγρών αποβλήτων στο έδαφος με σκοπό την άρδευση και την επεξεργασία τους (Angelakis and Spydidakis, 1995).

Μια συνοπτική αλλά σχετικά ολοκληρωμένη θεώρηση των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας παρατίθεται σ' αυτό το τμήμα. Στη συνέχεια ιχνογραφείται η ιστορική εξέλιξη και περιγράφονται τα βασικά αντικείμενα, που θεωρούνται κατά την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων.

Τα Φυσικά Συστήματα Επεξεργασίας στις ΗΠΑ και Άλλες Χώρες

Ουσιαστικά, η εφαρμογή φυσικών συστημάτων επεξεργασίας στις ΗΠΑ και άλλες χώρες χρονολογείται από τη δεκαετία του 1870. Όπως στην Ευρώπη, έτσι και στις ΗΠΑ και άλλες περιοχές η «γεωργία – λυμάτων» (sewage farming), που είναι ένας πολύ παλαιός όρος και αναφέρεται συχνά στη βιβλιογραφία, έγινε πολύ γρήγορα ευρύτατα γνωστός ως μια πρώτη προσπάθεια ελέγχου της υδατικής ρύπανσης. Στο πρώτο ήμισυ του εικοστού αιώνα αυτά τα συστήματα αντικαταστάθηκαν είτε με επιτόπια συστήματα επεξεργασίας είτε με: α) εφαρμογή σε ειδικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις (φάρμες), όπου οι επεξεργασμένες εκροές χρησιμοποιούνταν για φυτική παραγωγή, β) συστήματα άρδευσης διαφόρων περιβαλλόντων και κοινόχρηστων χώρων και γ) εγκαταστάσεις εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων. Αυτά τα νέα σχετικά συστήματα επεξεργασίας τείνουν να

επικρατήσουν κυρίως στα δυτικές και νότιες πολιτείες, όπου η αξία του νερού των υγρών αποβλήτων αποτελούσε ένα πρόσθετο πλεονέκτημα.

Στις ΗΠΑ ο αριθμός των δημοτικών επιχειρήσεων φυσικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων που εξυπηρετούν πληθυσμό 6,6 εκατομμυρίων περίπου, αυξήθηκε από το 304 το 1940 σε 571 το 1972. Ακόμη όμως, ο αριθμός των συστημάτων αυτών αντιπροσωπεύει μόνο ένα μικρό ποσοστό, στις άνω από 15000 δημοτικές επιχειρήσεις που εκτιμάται ότι λειτουργούν στις ΗΠΑ. Με την ψήφιση του Ν.1972 για καθαρό νερό το ενδιαφέρον για τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας, που βασίζονται στο έδαφος, έχει αναθεωρηθεί σημαντικά, ως αποτέλεσμα της έμφασης που δίδεται στην επαναχρησιμοποίηση του νερού, της ανακύκλησης του νερού και των θρεπτικών στοιχείων και τη χρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων για την άρδευση φυτικών καλλιεργειών. Συγχρόνως, άρχισε να παρέχεται νομοθετικά οικονομική υποστήριξη για έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογίας στα αντικείμενα των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας. Αυτό οδήγησε στην ισότιμη αναγνώρισή της, ως τεχνικής διαχείρισης στον τομέα της μηχανικής υγρών αποβλήτων (Metcalf and Eddy, 1991)³⁹.

Οι πιο πρόσφατες κατακτήσεις, στα αντικείμενα των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, είναι οι τεχνητοί υδροβιότοποι με αναδυόμενα φυτά και συστήματα με επιπλέοντα υδροχαρή φυτά. Το ενδιαφέρον στην εφαρμογή των τεχνητών υδροβιότοπων αναπτύχθηκε ως αποτέλεσμα της ανανέωσης της λειτουργικότητας των φυσικών υδροβιότοπων σε συνδυασμό με την εμπειρία που έχει αποκτηθεί από άλλα φυσικά συστήματα επεξεργασίας. Επιπλέοντα υδροχαρή φυτά εφαρμόστηκαν αρχικά για αναβάθμιση εκρών τεχνητών λιμνών επεξεργασίας και σταθεροποίησης υγρών αποβλήτων. Περισσότερη, όμως, τεχνολογία, σε αυτόν τον τομέα, αποκτήθηκε με την εφαρμογή των συστημάτων υδροχαρών φυτών.

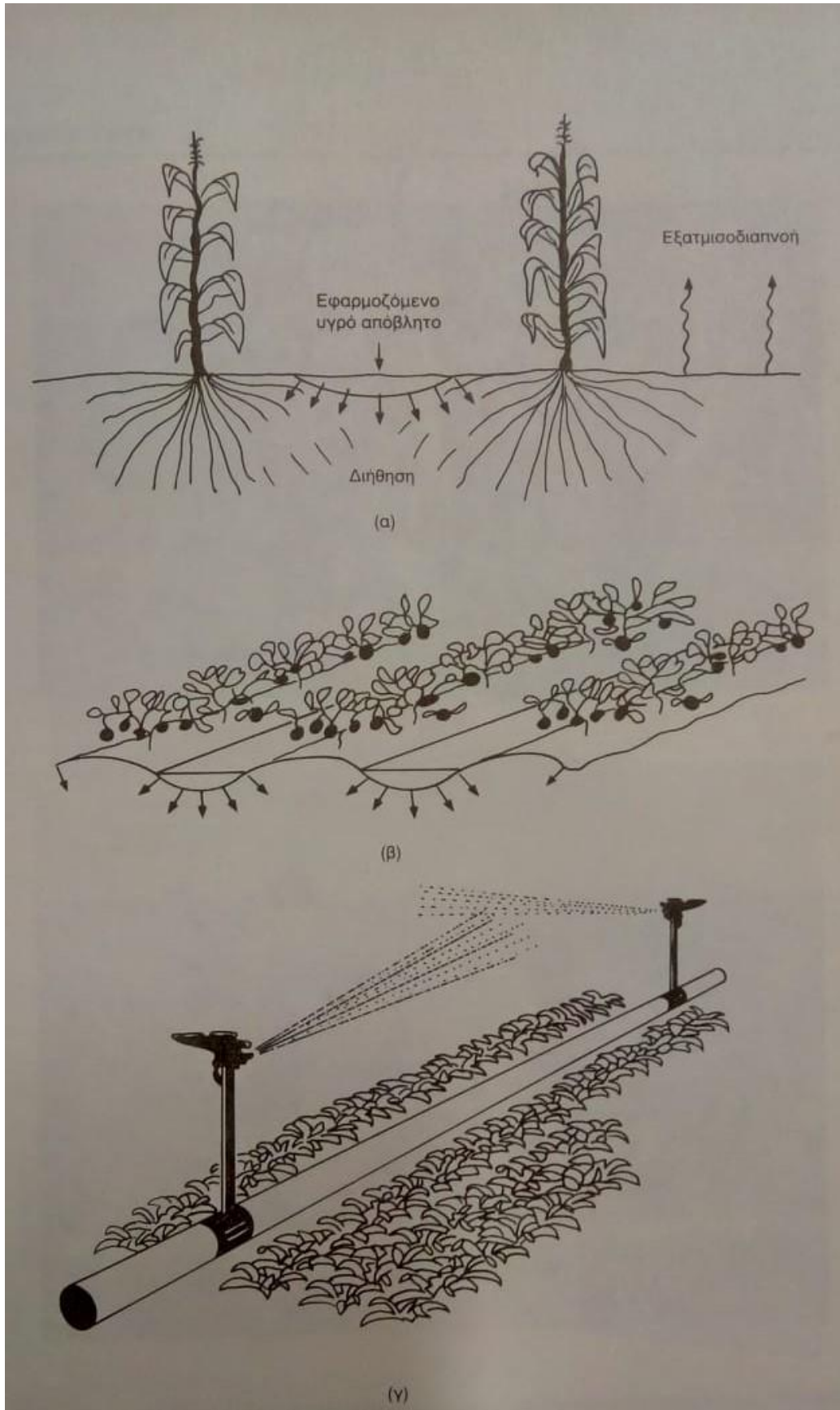
Βραδεία Εφαρμογή. Η βραδεία εφαρμογή αποτελεί τον επικρατέστερο σήμερα τύπο φυσικού συστήματος επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Αυτό, συνοπτικά, περιλαμβάνει την ελεγχόμενη εφαρμογή του προεπεξεργασμένου αποβλήτου σε έδαφος με φυτική βλάστηση, με σκοπό την περαιτέρω επεξεργασία του και την ικανοποίηση εξατμισοδιαπνευστικών αναγκών της φυτικής βλάστησης (Αγγελάκης, 1989)². Το εφαρμοζόμενο απόβλητο είτε χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση εξατμισοδιαπνευστικών αναγκών ή διηθείται και κατεισδύει στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Κάθε πιθανή επιφανειακή απορροή, συνήθως, συγκεντρώνεται και επαναεφαρμόζεται στο σύστημα. Η επεξεργασία του αποβλήτου διενεργείται καθώς αυτό διηθείται στο έδαφος. Στις περισσότερες περιπτώσεις το απόβλητο κατεισδύει στον υποκείμενο υπόγειο υδροφόρο, αλλά είναι δυνατό να συναντηθεί με επιφανειακό νερό ή ακόμη και να ανακτηθεί με στραγγιστικά

ή φρεατικά έργα. Η ταχύτητα εφαρμογής του αποβλήτου, δηλαδή το υδραυλικό φορτίο εφαρμογής (ύψος νερού κατά μονάδα επιφάνειας) και η επιλογή και η διαχείριση της φυτικής βλάστησης αποτελούν βασικά στοιχεία σχεδιασμού του συστήματος. Τέτοια αντικείμενα περιγράφονται σε ιδιαίτερα μέρη αυτού του Κεφαλαίου.

Η εφαρμογή του υγρού αποβλήτου στο έδαφος μπορεί να γίνει με μια ποικιλία μεθόδων, όπως είναι οι επιφανειακές μέθοδοι (λεκάνες, αύλακες και άλλες) ή με καταιονισμό. Με σκοπό την επικράτηση ακόρεστων συνθηκών στο έδαφος επιβάλλεται η μη συνεχής εφαρμογή του αποβλήτου σε αυτό. Οι ενδιάμεσοι κύκλοι εφαρμογής κυμαίνονται συνήθως από 4 – 10 ημέρες. Η σχετικά βραδεία εφαρμογή του αποβλήτου, σε συνδυασμό με την παρουσία της φυτικής βλάστησης και την ενδογενή δυνατότητα του εδαφικού οικοσυστήματος, δημιουργούν στα συστήματα βραδείας εφαρμογής υψηλό δυναμικό επεξεργασίας.

Ταχεία Διήθηση ή Εφαρμογή. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται επίσης SAT (Soil – Aquifer – Treatment, δηλαδή Έδαφος – Υδροφορέας – Επεξεργασία). Με τα συστήματα αυτά το υγρό απόβλητο, που έχει υποστεί προεπεξεργασία, εφαρμόζεται σε αβαθείς επιφανειακές λεκάνες διήθησης και επαναλαμβανόμενους κύκλους. Η εφαρμογή του αποβλήτου είναι δυνατή και με εκτοξευτές υψηλής ταχύτητας. Συνήθως, σε τέτοιες περιπτώσεις δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη φυτικής βλάστησης πλην τις περιπτώσεις όπου η εφαρμογή του αποβλήτου διενεργείται με εκτοξευτές. Επειδή σε τέτοια συστήματα τα φορτία και οι ταχύτητες εφαρμογής είναι σχετικά υψηλά, οι απώλειες με εξάτμιση είναι μικρές και γι' αυτό ο μεγαλύτερος όγκος του εφαρμοζόμενου αποβλήτου κατεισδύει στο έδαφος, όπου διενεργείται περαιτέρω επεξεργασία του.

Τα συστήματα ταχείας διήθησης περιλαμβάνουν επεξεργασία, που ακολουθείται από: α) Εμπλουτισμό υπόγειου υδροφορέα για αναπλήρωση και/ή προστασία του κυρίως από διείσδυση και ανάμειξη με αλμυρό νερό, β) ανάκτηση με στράγγιση ή άντληση και γ) φυσική ροή του υπόγειου νερού και απόληξη σε επιφανειακή πηγή. Το δυναμικό επεξεργασίας με τέτοια συστήματα είναι κατά κάποιον τρόπο μικρότερο από αυτό των συστημάτων βραδείας εφαρμογής, εξαιτίας κατακράτησης σε πιο περατά εδάφη εφαρμογής και με μεγαλύτερες ταχύτητες του υδραυλικού φορτίου.



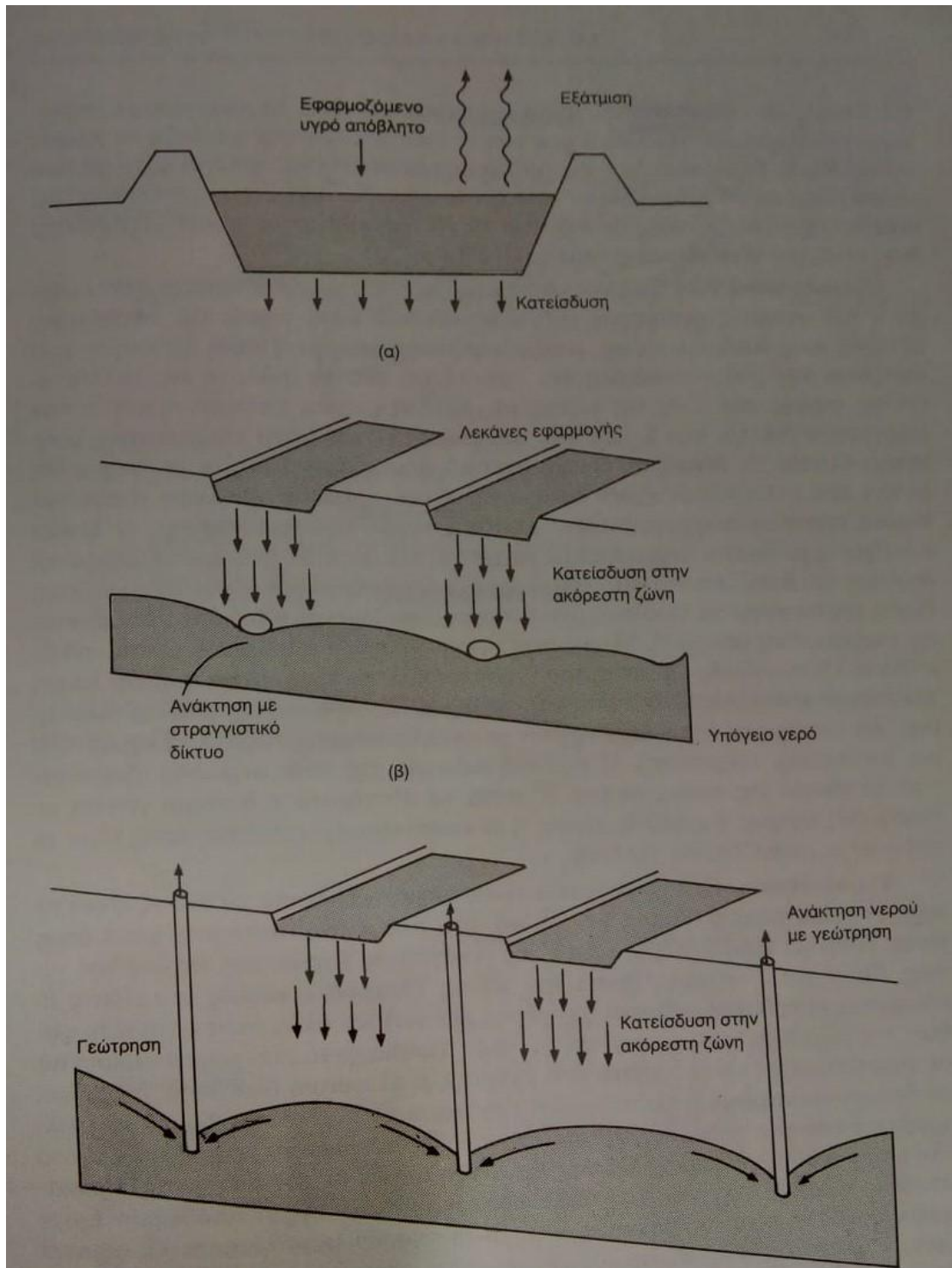
Εικόνα 32. Βραδεία εφαρμογή: α) υδραυλική ροή, β) επιφανειακή εφαρμογή, γ) με καταιονισμό.



(a)



Εικόνα 33. Διανομή υγρών αποβλήτων σε σύστημα βραδείας εφαρμογής με την μέθοδο των αυλακίων : α) ανεξάρτητη τάφρο εφοδιασμού, β) σωλήνα με ρυθμιζόμενες εξόδους.



Εικόνα 34. Σύστημα ταχείας διήθησης: α) υδραυλική ροή, β) ανάκτηση με στραγγιστικό δίκτυο, γ) ανάκτηση με γεωτρήσεις.

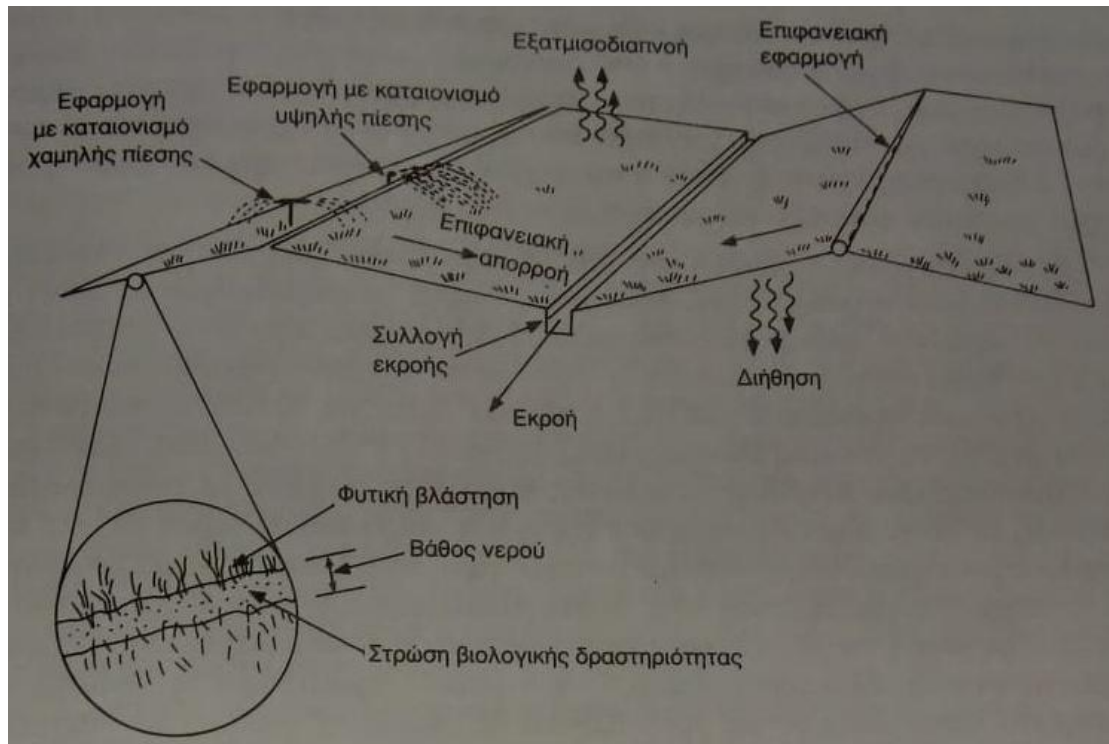
Επιφανειακή Ροή. Τα συστήματα επιφανειακής ροής βασίζονται στην εφαρμογή του προεπεξεργασμένου υγρού αποβλήτου κατά μήκος της υψηλότερης πλευράς μια διαβαθμισμένης, κεκλιμένης επιφάνειας με φυτική βλάστηση, που επιτρέπει την ροή του σε όλη την έκτασή της και τη συλλογή της επεξεργασμένης

εκροής στο τέλος της κλίσης της. Μια σχηματική απεικόνιση αυτών των διεργασιών δίδεται παρακάτω. Συνήθως, τα συστήματα επιφανειακής ροής εφαρμόζονται σε θέσεις με εδάφη σχετικά αδιαπέρατα, αν και οι διεργασίες αυτών των συστημάτων έχουν εφαρμογή σε μια ποικιλία εδαφικών τύπων και κυρίως υδραυλικών αγωγιμοτήτων, επειδή η περατότητα του εδάφους σε τέτοια συστήματα μειώνεται σημαντικά με το χρόνο. Με αυτά τα συστήματα η εδαφική διήθηση του αποβλήτου είναι περιορισμένη και αποτελεί μειωμένη υδραυλική δίοδο του αποβλήτου. Ο κύριος όγκος του εφαρμοζόμενου αποβλήτου συλλέγεται ως επιφανειακή απορροή. Μέρος του εφαρμοζόμενου αποβλήτου εξατμιοδιαπνέεται. Οι συνολικές απώλειες του υγρού αποβλήτου εξαρτώνται από την εποχή του έτους, τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και το είδος της φυτικής βλάστησης. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν με εναλλασσόμενες περιόδους εφαρμογής και ανάπαυσης (ξήρανσης). Η χρονική διάρκεια της κάθε περιόδου εξαρτάται από το σκοπό της επεξεργασίας. Σ' αυτά τα συστήματα η διανομή γίνεται με εκτοξευτές υψηλής ή χαμηλής πίεσης ή με επιφανειακές μεθόδους, όπως είναι οι σωλήνες με ρυθμιζόμενες εξόδους.

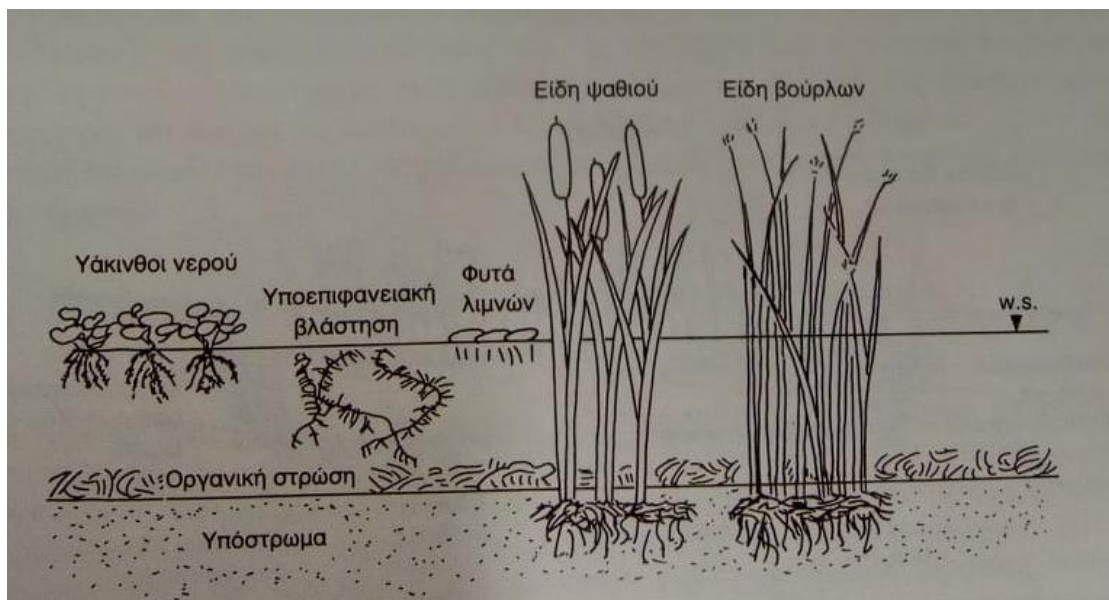
Υγροβιότοποι. Οι υγροβιότοποι είναι τμήματα εδάφους κατακλυζόμενα με νερό συνήθως μικρού βάθους (< 0,6 m), στα οποία αναπτύσσονται φυτά όπως είναι: διάφορα είδη κύπερης (φυτά της οικογένειας *Cyperaceae*, κυρίως του γένους *Carex* spp.), καλάμια (φυτά του γένους *Phragmites*, κυρίως του είδους *P. Communis*), είδη βούρλων (φυτά του γένους *Scirpus*) και άλλα όπως είναι είδη ψαθίου και αφράτου (φυτά του γένους *Typha*). Τυπικά φυτά που χρησιμοποιούνται σε υγροβιότοπους αναφέρονται παρακάτω. Η φυτική βλάστηση προσφέρει το βασικό υπόστρωμα ανάπτυξης των βακτηριακών μεμβρανών, βοηθά στο φιλτράρισμα και την προσρόφηση συστατικών του αποβλήτου, μεταφέρει οξυγόνο στη μάζα νερού και περιορίζει την ανάπτυξη αλγών με τον έλεγχο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο οι τεχνητοί, όσο και οι φυσικοί υγροβιότοποι. Οι φυσικοί όμως υγροβιότοποι έχουν περιορισμένη χρήση στην αποδοχή και/ή περαιτέρω επεξεργασία εκρών δευτεροβάθμιας ή ακόμη προωθημένης επεξεργασίας.

Φυσικοί υγροβιότοποι. Από μια κανονιστική άποψη οι φυσικοί υγροβιότοποι μπορούν να θεωρηθούν ως υδατικοί αποδέκτες. Έτσι, στις περισσότερες περιπτώσεις, που οι φυσικοί υγροβιότοποι δέχονται εκροές δευτεροβάθμιας ή προωθημένης επεξεργασίας, πληρούν κανονιστικές απαιτήσεις. Επιπλέον, το κύριο αντικείμενο χρησιμοποίησης φυσικών υγροβιότοπων, ως αποδεκτών εκρών επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, είναι η ενίσχυση προϋπάρχοντος εθίμου. Τροποποιήσεις σε υπάρχοντες υγροβιότοπους με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών

επεξεργασίας πρέπει γενικά να αποφεύγονται, γιατί μπορεί να προξενήσουν προβλήματα στο φυσικό οικοσύστημα.



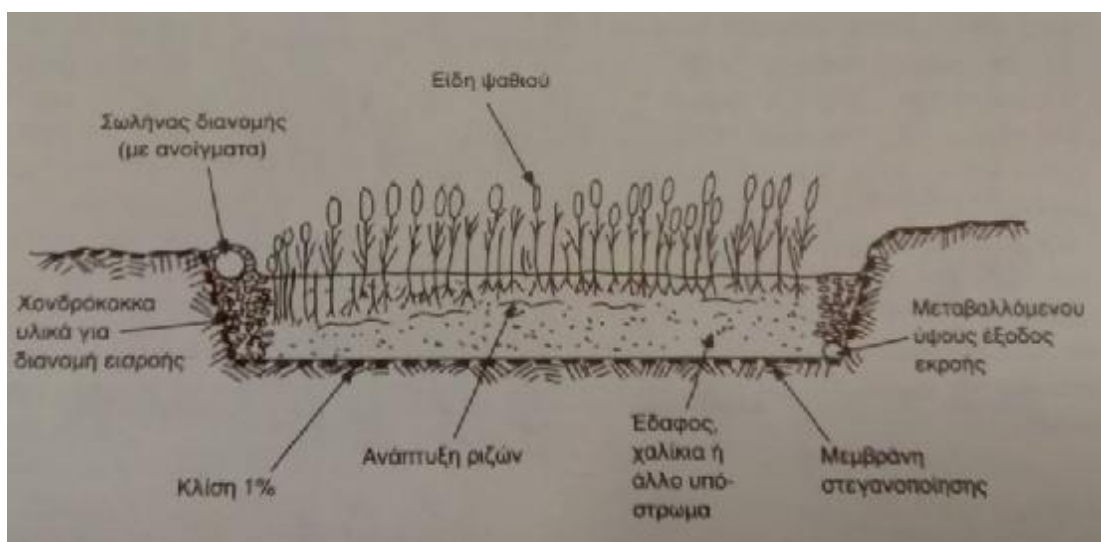
Εικόνα 35. Επιφανειακή ροή



Εικόνα 36. Υδροχαρή φυτά.

Τεχνητοί υγροβιότοποι. Οι τεχνητοί υγροβιότοποι έχουν όλες τις δυνατότητες των φυσικών υγροβιότοπων, αλλά χωρίς τους περιορισμούς, που αφορούν τη

διάθεση εκροών σε φυσικά οικοσυστήματα. Για την περαιτέρω επεξεργασία προεπεξεργασμένων υγρών αποβλήτων με συστήματα τεχνητών υδροβιότοπων έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί δυο τύποι: α) Αυτά της ελεύθερης επιφάνειας (FWS) και β) τα υποεπιφανειακής ροής (SFS). Τα FWS συστήματα αποτελούνται, συνήθως, από παράλληλες λεκάνες, κανάλια ή τάφρους με αδιαπέρατους πυθμένες, με αναφυόμενη φυτική βλάστηση και μικρό βάθος νερού (0,1-0,6 m). Σε τέτοια συστήματα εφαρμόζονται συνεχώς προεπεξεργασμένα υγρά απόβλητα και η περαιτέρω επεξεργασία τους διενεργείται, καθώς η εφαρμοζόμενη εκροή του ρέει με μικρή ταχύτητα δια μέσου των στελεχών και ριζωμάτων της υφιστάμενης φυτικής βλάστησης και του υφιστάμενου υποστρώματος. Επίσης, τα συστήματα αυτά μπορούν να σχεδιάζονται με σκοπό τη δημιουργία νέων εθίμων και ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης για την αποδοχή υδροβιότοπων ή ενίσχυση υφιστάμενων υδροβιότοπων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, αναπτύσσεται ένας συνδυασμός υδατικών επιφανειών, με βλάστηση και ανοικτών και μικρών νησίδων με την κατάλληλη βλάστηση και ενίσχυση της ροής του νερού με αναζωογόνηση των υφιστάμενων εθίμων. Ανάλογα, τα συστήματα τύπου SFS σχεδιάζονται με σκοπό την επίτευξη δευτεροβάθμιας ή προωθημένης επεξεργασίας. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται επίσης συστήματα 'ριζόσφαιρας' ή 'φίλτρων εδάφους – καλαμιών' και αναπτύσσονται μέσα σε κανάλια ή τάφρους με σχετικά στεγανούς πυθμένες που περιέχουν άμμο ή άλλα γήινα μέσα υποστήριξης της αναπτυσσόμενης (επιφανειακά) φυτικής βλάστησης.



Εικόνα 37. Εγκάρσια τομή ενός τυπικού SFS συστήματος.

Συστήματα Επιπλεόντων Υδροχαρών Φυτών. Τα συστήματα επιπλεόντων υδροχαρών φυτών ομοιάζουν στη βασική σύλληψή τους με αυτά των υγροβιότοπων ελευθέρως επιφανείας με τη διαφορά ότι τα χρησιμοποιούμενα φυτά είναι επιπλέοντα είδη, όπως είναι ο υάκινθος του νερού (*Eichhornia crassipes*) και διάφορα είδη της οικογένειας *Lemnaceae*. Σ' αυτά τα συστήματα το βάθος του νερού είναι συνήθως μεγαλύτερο από αυτό των συστημάτων των τεχνητών υγροβιότοπων (FWS) και συνήθως κυμαίνεται από 0,5 έως 1,8 m. Επίσης, σ' αυτά τα συστήματα εφαρμόζεται συνήθως συμπληρωματικός αερισμός για την αύξηση της ικανότητας επεξεργασίας και τη διατήρηση αερόβιων συνθηκών και βιολογικού ελέγχου της ανάπτυξης κουνουπιών. Τέτοια επιπλέοντα υδροχαρή έχουν επίσης, χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση αλγών από εκροές λιμνών σταθεροποίησης. Τα συνήθη υδραυλικά φορτία και η ειδική έκταση των συστημάτων επεξεργασίας με επιπλέοντα υδροχαρή φυτά είναι ισοδύναμα των αντίστοιχων συστημάτων τεχνητών υδροβιότοπων.

Υδατοκαλλιέργεια. Υδατοκαλλιέργεια είναι η ανάπτυξη ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών σε εκροές υγρών αποβλήτων για την παραγωγή πηγών φυτικών τροφών και κυρίως βιομάζας. Σε διάφορες χώρες, τα υγρά απόβλητα έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλαπλές περιπτώσεις υδατοκαλλιεργειών. Στις περισσότερες, όμως, περιπτώσεις το κύριο αντικείμενο τέτοιων συστημάτων ήταν η παραγωγή βιομάζας και η επεξεργασία του υγρού αποβλήτου αποτελούσε επί μέρους ή δευτερεύοντα σκοπό. Η επιτυγχανόμενη με τέτοια συστήματα επεξεργασία οφείλεται εξ ολοκλήρου στα βακτήρια, που αναπτύσσονται και εγκαθίστανται στα επιπλέοντα υδροχαρή φυτά (Reed *et al.*, 1988). Γενικά, ο συνδυασμός της υδατοκαλλιέργειας και της επεξεργασίας του υγρού αποβλήτου, ως μιας ενιαίας λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος, απαιτεί περαιτέρω έρευνα. Ιδιαίτερα, θα πρέπει να καθορισθεί η επικινδυνότητα για τη δημόσια υγεία, που μπορεί να οφείλεται στους υδρόβιους οργανισμούς που αναπτύσσονται σε τέτοια συστήματα.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα βασικά στοιχεία, που θα πρέπει να θεωρούνται για επιτυχή σχεδιασμό, εγκατάσταση και λειτουργία των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, συνοψίζεται στη γνώση των χαρακτηριστικών του εφαρμοζόμενου υγρού αποβλήτου, των μηχανισμών επεξεργασίας, των θέσεων – απόψεων για τη δημόσια υγεία και των ισχυουσών κανονιστικών απαιτήσεων. Έμφαση δίδεται στα συστήματα εφαρμογής στο έδαφος, τους υδροβιότοπους και τα υδροχαρή φυτά.

Χαρακτηριστικά Υγρών Αποβλήτων και Μηχανισμοί Επεξεργασίας.

Όπως περιγράφεται στην Εισαγωγή, η επεξεργασία του υγρού αποβλήτου με φυσικά συστήματα διενεργείται με φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες, που συμβαίνουν στο οικοσύστημα 'γήινοι σχηματισμοί – φυτό – υγρό απόβλητο'. Γενικά, τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας είναι ικανά για απομάκρυνση σε ικανοποιητικό βαθμό, όλων σχεδόν των κύριων και δευτερευόντων ρυπαντικών συστατικών των υγρών αποβλήτων. Τέτοια είναι τα αιωρούμενα στερεά, το οργανικό φορτίο, το άζωτο, ο φώσφορος, τα ανόργανα και οργανικά σε ίχνη και οι μικροοργανισμοί. Οι βασικές διεργασίες απομάκρυνσης αυτών των συστατικών αναφέρονται στη συνέχεια.

Αιωρούμενα Στερεά. Στα συστήματα που χαρακτηρίζονται από ροή της εφαρμοζόμενης εκροής στην εδαφική επιφάνεια, όπως σ' αυτά της επιφανειακής ροής, των υδροβιότοπων και των υδροχαρών φυτών, τα αιωρούμενα στερεά, απομακρύνονται μερικώς με καθίζηση, που ευνοείται από τις επικρατούσες μικρές ταχύτητες ροής και το μικρό βάθος νερού και μερικώς με φιλτράρισμα διαμέσου του εδαφικού βιολογικού φίλτρου και φυσικά της φυτικής βλάστησης. Συμπληρωματική απομάκρυνση στερεών συντελείται στην εδαφική διεπιφάνεια. Αντίθετα, στα συστήματα που χαρακτηρίζονται από ροή της εφαρμοζόμενης εκροής υποεπιφανειακά, όπως είναι η βραδεία εφαρμογή, η ταχεία διήθηση και οι υδροβιότοποι τύπου SFS, τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται κυρίως με φιλτράρισμά τους στο έδαφος ή στο υπέδαφος ή σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Σε μερικές, όμως, περιπτώσεις, όπως στα συστήματα ταχείας διήθησης, η καθίζηση στη διάρκεια εφαρμογής του αποβλήτου μπορεί να είναι σημαντική διεργασία απομάκρυνσης. Στα συστήματα βραδείας εφαρμογής και ταχείας διήθησης ο κύριος όγκος των στερεών απομακρύνεται πλησίον της εδαφικής επιφάνειας σε πολύ μικρό βάθος του εδάφους (Angelakis and Rolston, 1985)⁴. Έτσι, τείνει να μειώνεται η διηθητική ικανότητα του εδάφους και γι' αυτό τέτοια συστήματα θα πρέπει να σχεδιάζονται και να λειτουργούν με κύριο κριτήριο τη διατήρηση της αρχικής ταχύτητας διήθησης του εδάφους.

Οργανικό Φορτίο. Η αποδομούμενη οργανική ουσία, διαλυμένη ή σε αιώρηση που αποτελεί συστατικό υγρών αποβλήτων, απομακρύνεται με τη διεργασία της βιολογικής αποδόμησης. Οι μικροοργανισμοί, που διενεργούν βιολογική αποδόμηση, αναπτύσσονται υπό μορφή λεπτών μεμβρανών ή γλοιωδών εκκρίσεων τους στις επιφάνειες των εδαφικών σωματιδίων, της φυτικής βλάστησης ή των χρησιμοποιούμενων υποστρωμάτων και προϋποθέτουν την επικράτηση άκορεστων συνθηκών. Γενικά, τα φυσικά συστήματα επεξεργασίας σχεδιάζονται και λειτουργούν

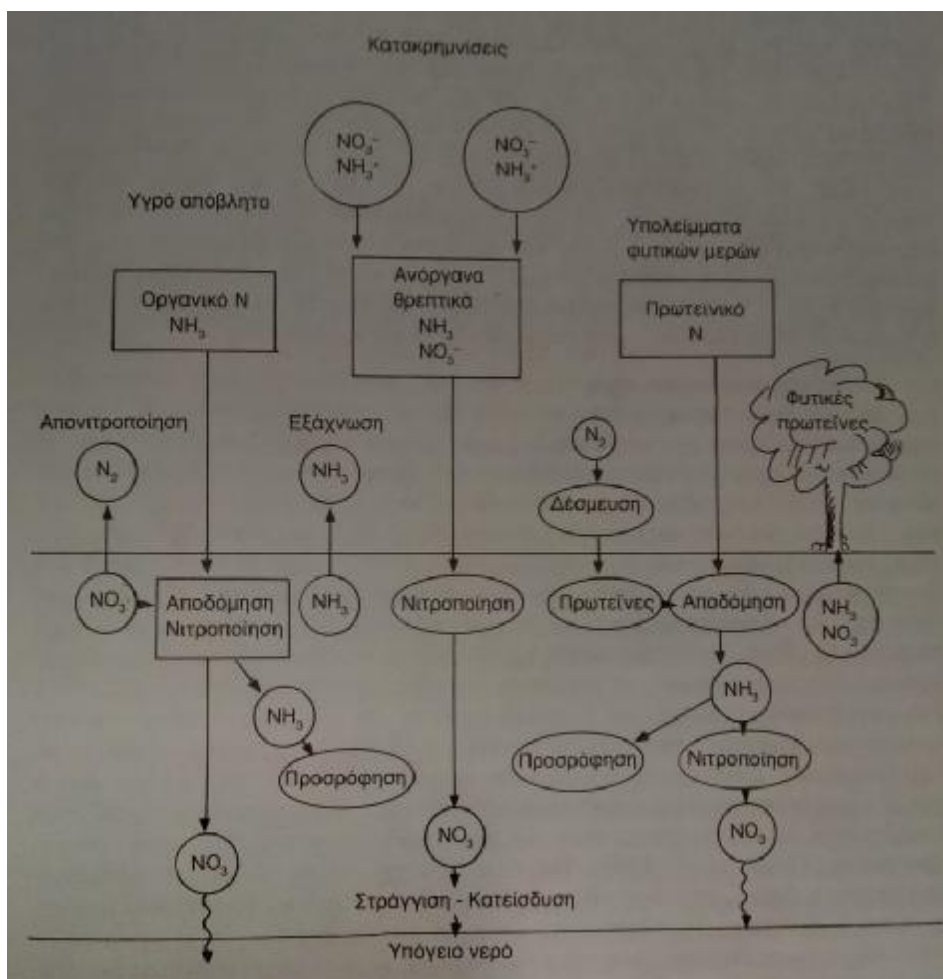
συνήθως υπό αερόβιες συνθήκες, με σκοπό να προάγεται η αποδόμηση με αερόβιους μικροοργανισμούς, που είναι πιο ταχεία και πλήρης διεργασία, σε σύγκριση με την αναερόβια αποδόμηση. Έτσι, περιορίζεται, επίσης, το δυναμικό ανεπιθύμητων οσμών, που προξενεί η αναερόβια αποδόμηση. Μια εξαίρεση, βέβαια, στην επικράτηση αερόβιων συνθηκών αποτελούν τα συστήματα που σχεδιάζονται με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απομάκρυνσης του αζώτου με απονιτροποίηση. Σε τέτοια συστήματα θα πρέπει να ευνοούνται περιοδικά και τοπικά ανοξικές συνθήκες, με σκοπό την επιτάχυνση της διεργασίας της απονιτροποίησης. Η ικανότητα των φυσικών συστημάτων για αερόβια αποδόμηση οργανικής ουσίας περιορίζεται, όταν το οξυγόνο προέρχεται κατευθείαν από την ατμόσφαιρα. Γι' αυτό τα συστήματα αυτά πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε, η ταχύτητα εφαρμογής του φορτίου BOD να είναι μικρότερη από την εκτιμώμενη ταχύτητα μεταφοράς οξυγόνου προς το σύστημα.

Αζωτο. Γενικά, ανάλογες διεργασίες με αυτές των οργανικών ουσιών συμβαίνουν και στην περίπτωση αζωτούχων ειδών, στο περιβάλλον έδαφος – νερό. Η μετατροπή και απομάκρυνση του αζώτου σε ένα φυσικό σύστημα περιλαμβάνει πολύπλοκες διεργασίες και αντιδράσεις που παρουσιάζονται συνοπτικά στο Σχήμα 1-6. Οι μηχανισμοί, που αφορούν την απομάκρυνση του αζώτου από υγρά απόβλητα, εξαρτώνται από τα παρόντα είδη του αζώτου. Συνήθως, η επικρατέστερη μορφή αζώτου είναι το οργανικό και το αμμωνιακό άζωτο, εκτός από την περίπτωση που τα υγρά απόβλητα έχουν υποστεί νιτροποίηση, κατά τη διάρκεια τριτοβάθμιας ή προωθημένης επεξεργασίας τους.

Οργανικό άζωτο. Το οργανικό άζωτο, που περιέχεται στα αιωρούμενα στερεά των υγρών αποβλήτων, απομακρύνεται όπως προαναφέρεται σε μεγάλο ποσοστό καθίζηση και φιλτράρισμα. Επίσης, το οργανικό άζωτο, υπό τη μορφή στερεών συστατικών του αποβλήτου, που συνήθως περιέχεται σε πολύπλοκες, μεγαλομοριακές οργανικές ενώσεις, όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λιγνίνη, μπορεί να ενσωματώνεται κατευθείαν στην οργανική μάζα ή στο χούμο του εδάφους. Ένα ποσοστό του οργανικού αζώτου υδρολύεται σε διαλυτά αμινοξέα και μπορεί να υποστεί περαιτέρω διάσπαση κατά την οποία ελευθερώνεται ιονισμένο αμμώνιο (NH_4^+).

Αμμωνιακό άζωτο. Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να ακολουθεί διάφορες δίοδους απομάκρυνσής του στα φυσικά συστήματα επεξεργασίας. Διαλυμένη αμμωνία μπορεί να απομακρυνθεί με εξάχνωσή της, ως αέριος αμμωνία, κατευθείαν στην ατμόσφαιρα. Το ποσοστό απομάκρυνσης με αυτή τη δίοδο είναι σχετικά μικρό (<10%), εκτός από την περίπτωση που χρησιμοποιούνται δεξαμενές σταθεροποίησης, όπου επικρατούν συνθήκες μακρού χρόνου κράτησης και υψηλού PH, που είναι ευνοϊκές για εξάχνωση της αμμωνίας. Το μεγαλύτερο ποσοστό του

εισερχόμενου και/ή παραγόμενου, σε ένα φυσικό σύστημα, αμμωνίου προσροφάται προσωρινά δια μέσου αντιδράσεων εναλλαγής ιόντων σε εδαφικά οργανικά και αργιλικά σωματίδια. Το προσροφημένο αμμώνιο είναι διαθέσιμο για πρόσληψη του από τα φυτά και/ή μικροοργανισμούς ή για μετατροπή του σε νιτρικό άζωτο, δια μέσου της βιολογικής νιτροποίησης. Επειδή το δυναμικό προσρόφησης του αμμωνίου σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας είναι πεπερασμένο, είναι απαραίτητη η νιτροποίησή του για περαιτέρω απελευθέρωσή του και αναγέννηση νέων περιοχών προσρόφησης. Αυτός ο κύκλος προσρόφησης – απόδοσης είναι ιδιαίτερα σημαντικός στα συστήματα επιφανειακής ροής, όπου η προσρόφηση περιορίζεται στην κεκλιμένη επιφάνεια ροής του υγρού αποβλήτου και επομένως το δυναμικό προσρόφησης είναι περιορισμένο.



Εικόνα 38. Μετατροπές αζώτου σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας.

Νιτρικό άζωτο. Το νιτρικό άζωτο φέρει αρνητικό φορτίο, δεν συγκρατείται με αντιδράσεις εναλλαγής και συνήθως παραμένει σε διάλυση και μεταφέρεται με τη ροή του νερού. Έτσι, όταν το νιτρικό άζωτο δεν απομακρύνεται με πρόσληψή του από

φυτά ή απονιτροποίησή του καταλήγει στους υποκείμενους υπόγειους φορείς. Σε συστήματα, με σημαντική κατείσδυση νερού, όπως αυτά της βραδείας εφαρμογής, της ταχείας διήθησης και της διάθεσης – εφαρμογής ιλύος, η μεταφορά νιτρικού αζώτου με το νερό κατείσδυσης, μπορεί να καταστεί επικίνδυνη για τη δημόσια υγεία. Γι' αυτό, τα συστήματα αυτά θα πρέπει να σχεδιάζονται και να λειτουργούν έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται ο αναγκαίος βαθμός απομάκρυνσης νιτρικών από την εκροή κατείσδυσης για ασφαλή προστασία των υπόγειων υδροφορέων. Όπως έχει προαναφερθεί, το νιτρικό άζωτο προσλαμβάνεται από τα φυτά, αλλά η απομάκρυνσή του με αυτή τη διεργασία, επιτυγχάνεται ουσιαστικά με τη συγκομιδή και απομάκρυνση από το σύστημα σημαντικού ποσοστού της παραγόμενης φυτικής βλάστησης. Αντίθετα, όταν η φυτική βλάστηση παραμένει στο σύστημα, το άζωτο που περιέχεται σ' αυτήν επαναεισάγεται στο σύστημα κυρίως ως οργανικό άζωτο. Ο κύριος διεργασιακός μηχανισμός απομάκρυνσης αζώτου από τα συστήματα βραδείας εφαρμογής είναι η πρόσληψη και η περιοδική συγκομιδή και απομάκρυνση της φυτικής βλάστησης.

Βιολογική απονιτροποίηση. Το νιτρικό άζωτο απομακρύνεται, επίσης, από τα φυσικά συστήματα με τη διεργασία της βιολογικής απονιτροποίησης και στη συνέχεια τη διάχυσή του στην ατμόσφαιρα, κυρίως ως οξειδίου του αζώτου ή ελεύθερου αζώτου. Επίσης, είναι δυνατή η διάλυση αερίων ειδών αζώτου στο εδαφικό νερό (Angelakis et al., 1989)⁶. Η βιολογική απονιτροποίηση αποτελεί το κύριο διεργασιακό μηχανισμό απομάκρυνσης αζώτου με τα συστήματα ταχείας διήθησης, επιφανειακής ροής και υδροχαρών φυτών. Η απονιτροποίηση διενεργείται με επαμφοτερίζοντα βακτήρια υπό ανοξικές συνθήκες. Γι' αυτήν την διεργασία δεν είναι απαραίτητο να επικρατούν ανοξικές συνθήκες σε ολόκληρο το σύστημα. Έτσι, απονιτροποίηση είναι δυνατό να συμβαίνει σε ανοξικές μικροπεριοχές, παρακείμενες σε ευρύτερες αερόβιες περιοχές (Rolston et al., 1976)⁵⁵. Για μεγιστοποίηση, όμως, της απονιτροποίησης θα πρέπει να βελτιστοποιούνται οι απαιτούμενες συνθήκες, γι' αυτήν τη διεργασία. Για την ολοκλήρωση της βιολογικής απονιτροποίησης, εντός των ανοξικών συνθηκών, απαιτείται και μια αυξημένη αναλογία άνθρακα/αζώτου. Μια αναλογία άνθρακα/αζώτου τουλάχιστον 2:1 είναι απαραίτητη για την ολοκλήρωση της διεργασίας απονιτροποίησης (Smith et al., 1988)⁶¹. Βιομάζα από τη φυτική βλάστηση ορισμένων συστημάτων, όπως αυτά των υδροχαρών φυτών, μπορεί να αποτελέσει μια μερική πηγή άνθρακα. Σε συστήματα, όμως, με υψηλά φορτία, όπως συνήθως σε αυτά της ταχείας διήθησης και της επιφανειακής ροής, η πηγή άνθρακα θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στο εφαρμοζόμενο υγρό απόβλητο. Έτσι, σε φυσικά συστήματα με εκροές δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, που έχουν συνήθως αναλογία

άνθρακα/αζώτου <1 , δεν μπορεί να μεγιστοποιηθεί η απομάκρυνση αζώτου, χωρίς να ληφθούν συμπληρωματικά μέτρα.

Φωσφόρος. Ο φωσφόρος στο έδαφος ευρίσκεται συνήθως υπό μορφή ορθοφωσφορικών αλάτων, που μπορούν να προσροφούνται από αργιλικά και ορισμένα οργανικά εδαφικά σωματίδια και να μεταφέρεται στη στερεά εδαφική μάζα. Οι κύριοι διεργασιακοί μηχανισμοί απομάκρυνσης του φωσφόρου σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας είναι η χημική κατακρήμνιση και η προσρόφηση. Μικρότερες ποσότητες φωσφόρου είναι δυνατό να απομακρυνθούν με πρόσληψη του από τα φυτά. Χημική κατακρήμνιση φωσφόρου με ασβέστιο (σε ουδέτερο προς αλκαλικό pH) και σίδηρο ή αλουμίνιο (σε όξινο pH) μπορεί να επιτυγχάνεται σε μικρότερες ποσότητες. Γενικά, η χημική κατακρήμνιση θεωρείται μια σημαντική διεργασία απομάκρυνσης του φωσφόρου. Η προσρόφηση του φωσφόρου είναι σχετικά ισχυρή και αντικαθίσταται στη μεταφορά του με την ροή του νερού κατείσδυσης. Παρ' όλο που το δυναμικό προσρόφησης του φωσφόρου είναι πεπερασμένο, αυτό θεωρείται σχετικά υψηλό ακόμη και σε αμμώδη εδάφη. Έτσι, σε ένα έργο ταχείας εφαρμογής ανεπεξέργαστων υγρών αποβλήτων, στο Calumet του Michigan, μετά από 88 έτη λειτουργίας του, η συγκέντρωση του φωσφόρου στον υποκείμενο υπόγειο υδροφορέα παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, 0,1 έως 0,4 mg/L (Uiga and Shedden, 1976)⁷². Η μακροχρόνια, όμως, εφαρμογή δημιουργεί αύξηση του διαλυμένου φωσφόρου στο επιφανειακό έδαφος (0,3 m), που οφείλεται στην επικράτηση κορεσμένων συνθηκών στη ζώνη προσρόφησης. Ο επιταχυνόμενος βαθμός απομάκρυνσης του φωσφόρου, με ένα φυσικό σύστημα επεξεργασίας, εξαρτάται από τον αντίστοιχο βαθμό επαφής του αποβλήτου με τη στερεά μάζα του εδάφους. Έτσι, τα συστήματα που χαρακτηρίζονται από ροή του εφαρμοζόμενου υγρού αποβλήτου στην επιφάνεια του εδάφους, όπως αυτά της επιφανειακής ροής και των υδροχαρών φυτών, έχουν περιορισμένο δυναμικό απομάκρυνσης του φωσφόρου.

Ίχνη Ανόργανων Στοιχείων. Η απομάκρυνση των ανόργανων στοιχείων, κυρίως των μετάλλων, διενεργείται με πρόσφυση (ένας όρος που περιλαμβάνει προσρόφηση και χημική κατακρήμνιση) και σε μικρότερο βαθμό με πρόσληψή του από τις ρίζες των φυτών. Γενικά, τα μέταλλα παραμένουν στο έδαφος ή στα ιζήματα των συστημάτων υδροχαρών φυτών. Το δυναμικό κατακρήμνισης μετάλλων στα περισσότερα εδάφη και στα διάφορα ιζήματα είναι γενικά υψηλό, ιδιαίτερα υπό συνθήκες pH >6 . Αντίθετα, υπό αναερόβιες συνθήκες και pH <6 , ορισμένα μέταλλα είναι περισσότερο διαλυτά και μπορούν να απελευθερώνονται στην εδαφική διάλυση. Η απομάκρυνση μετάλλων στα διάφορα φυσικά συστήματα ποικίλει και εξαρτάται από τη συγκέντρωσή τους στην εφαρμοζόμενη εκροή και τις τοπικές συνθήκες. Τα

ποσοστά απομάκρυνσής τους κυμαίνονται από 80 – 95%. Μικρότερα ποσοστά επιτυγχάνονται με συστήματα υδροβιότοπων τύπου FWS και επιπλεόντων υδροχαρών φυτών, που οφείλονται στην περιορισμένη επαφή του αποβλήτου με το έδαφος και τα ιζήματα και τις αναερόβιες συνθήκες, που συνήθως επικρατούν σ' αυτά.

Ίχνη Οργανικών. Ίχνη οργανικών ουσιών απομακρύνονται από τα υγρά απόβλητα, που εφαρμόζονται σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας, με τις διεργασίες της εξάχνωσης, της προσρόφησης και των βιολογικών ή φωτοχημικών διασπάσεων. Γενικά, τα φυσικά συστήματα είναι ικανά για απομάκρυνση μεγάλων ποσοστών οργανικών ουσιών στα ίχνη. Τα διαθέσιμα, όμως, δεδομένα είναι περιορισμένα για πρόβλεψη της αποτελεσματικότητας της απομάκρυνσης επί μέρους ουσιών.

Μικροοργανισμοί. Οι μηχανισμοί απομάκρυνσης των βακτηρίων και παρασίτων, όπως πρωτόζωα και έλμιοι, που είναι συνήθη στα περισσότερα φυσικά συστήματα επεξεργασίας, περιλαμβάνουν καθίζηση, προσρόφηση, ακτινοβολία, ξήρανση, εμπλοκή, ανταγωνιστικές επιδράσεις, φυσική φθορά και γενικά έκθεσή τους σε διάφορες αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι ιοί απομακρύνονται μόνο με φυσική φθορά και καταστροφή τους. Σε συστήματα βραδείας εφαρμογής και ταχείας διήθησης, που χαρακτηρίζονται από τη ροή του υγρού αποβλήτου δια μέσου του εδαφικού προφίλ, η απομάκρυνση των μικροοργανισμών θεωρείται σχεδόν πλήρης. Σε αμμοπηλώδη έως και αργιλοπηλώδη εδάφη, που συνήθως χρησιμοποιούνται σε συστήματα βραδείας εφαρμογής, πλήρης απομάκρυνση μικροοργανισμών επιτυγχάνεται κατά τη μεταφορά της εκροής του εφαρμοζόμενου αποβλήτου σε βάθος τουλάχιστον 1,5 m. Μεγαλύτερες αποστάσεις μεταφοράς απαιτούνται για υψηλότερα ποσοστά απομάκρυνσης με τα συστήματα ταχείας διήθησης, στα οποία η απόσταση μεταφοράς εξαρτάται, κυρίως, από το υδραυλικό φορτίο μεταφοράς και την υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους (US.EPA, 1981a)⁸². Στους υπόλοιπους τύπους φυσικών συστημάτων επεξεργασίας παρατηρούνται διαφοροποιούμενα ποσοστά απομάκρυνσης μικροοργανισμών, αλλά γενικά όχι σε τέτοιο βαθμό που να μην απαιτείται συμπληρωματική απολύμανση των λαμβανόμενων από αυτά τελικών εκροών, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που επιδιώκεται επαναχρησιμοποίηση τους.

3.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΩΝ

Οι τεχνητοί υγροβιότοποι αποτελούν μια σχετικά νέα τεχνολογία επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, που βασίζεται στη χρησιμοποίηση φυτών που αναφύονται όπως νεροκάλυμα, βούρλα και ψαθί. Σε τέτοια συστήματα, η εφαρμογή του αποβλήτου διενεργείται πάνω ή κάτω από την επιφάνεια του εδάφους (Reed et al., 1984). Με βάση αυτήν την αρχή, τα συστήματα των τεχνητών υγροβιότοπων διακρίνονται σε αυτά με ελεύθερη επιφάνεια νερού (FWS) και σε αυτά με βυθισμένη βάση ή υποεπιφανειακής ροής (SFS).

Στη συνέχεια, αναφέρονται στοιχεία προκαταρκτικού σχεδιασμού τέτοιων συστημάτων. Ο λεπτομερής σχεδιασμός που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων, το μέγεθος, την επιλογή και τον επιτόπιο σχεδιασμό των επί μέρους τμημάτων του, το δίκτυο μεταφοράς, τους σταθμούς άντλησης, όπως αναλυτικά περιγράφονται από την Metcalf and Eddy Inc., (1981). Περισσότερες πληροφορίες σχετικές με το σχεδιασμό τεχνητών υγροβιότοπων αναφέρονται από τους Mitsch et al., (1988), Reed et al., (1988), US.EPA (1990), Crites (1994) και άλλους. Ίσως, πρέπει να σημειωθεί ότι, αν και οι τεχνητοί υγροβιότοποι έχουν χρησιμοποιηθεί για μια ποικιλία εφαρμογών, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται εφαρμογές από υγρά απόβλητα απορροφητικών συστημάτων μέχρι διάφορα είδη βιομηχανικών αποβλήτων, στη συνέχεια γίνονται αναφορές, κυρίως, για τη χρήση των τεχνητών υγροβιότοπων στην επεξεργασία αστικών υγρών αποβλήτων. Πληροφορίες για άλλες εφαρμογές των τεχνητών υγροβιότοπων αναφέρονται από τους Hammer (1989) και Reedy and Smith (1987).

Εκτίμηση και Επιλογή Θέσης.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της θέσης, που πρέπει να θεωρούνται κατά το σχεδιασμό συστημάτων τεχνητών υγροβιότοπων, είναι η τοπογραφία, η εδαφολογία, η χρήση γης, η υδρολογία και το κλίμα της περιοχής.

Τοπογραφία. Με δεδομένο ότι τα συστήματα τεχνητών υγροβιότοπων με ελεύθερη επιφάνεια (FWS) σχεδιάζονται σε επίπεδες λεκάνες ή κανάλια και αυτά με βυθισμένη βάση (SRS) σχεδιάζονται και κατασκευάζονται με κλίσεις 1% ή ελαφρώς μεγαλύτερες γενικά, απαιτείται ομοιόμορφη τοπογραφία (από επίπεδη έως ελαφρώς κεκλιμένη). Είναι φανερό ότι τέτοια συστήματα μπορούν να κατασκευασθούν και σε ανομοιόμορφες εκτάσεις με μεγάλες κλίσεις, αλλά σε τέτοιες περιπτώσεις το κόστος εκσκαφής, ίσως, να είναι απαγορευτικό. Γενικά, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κατάλληλες θέσεις για υγροβιότοπους είναι αυτές με κλίσεις μικρότερες από 5%.

Εδαφολογία. Θέσεις με εδάφη ή υπεδάφη με μικρή σχετικά περατότητα (< 5 mm/h) είναι πιο επιθυμητές για συστήματα υδροβιότοπων, αφού ο αντικειμενικός σκοπός τους είναι η επεξεργασία υγρών αποβλήτων σε μια υδατική στρώση, πάνω από το χρησιμοποιούμενο εδαφικό υπόστρωμα. Έτσι, ελαχιστοποιούνται οι απώλειες του εφαρμοζόμενου υγρού αποβλήτου με διήθησή του στο έδαφος. Σε συστήματα υδροβιότοπων, όπως και σε αυτά της επιφανειακής ροής, οι πόροι στο επιφανειακό έδαφος τείνουν να απορροφούνται, εξαιτίας της κατακράτησης στερεών και των αναπτυσσόμενων αποικιών βακτηρίων. Επίσης, σε φυσικά εδάφη, είναι δυνατή η ελάττωση της περατότητάς τους με συμπίεσή τους κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου. Θέσεις με πολύ περατά εδάφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο στην περίπτωση κατασκευής μικρών συστημάτων με αργλικές βάσεις ή άλλα τεχνητά υποστρώματα. Άλλα εδαφικά και υπεδαφικά κριτήρια είναι τα ίδια σχεδόν, που απαιτούνται στα συστήματα επιφανειακής ροής.

Χρήση Γης. Γενικά, προτιμούνται ανοικτές γεωργικές εκτάσεις, ιδιαίτερα εκείνες που ευρίσκονται σε υπάρχοντες φυσικούς υδροβιότοπους. Οι τεχνητοί υδροβιότοποι επιδρούν αυξητικά και βελτιωτικά σε υπάρχοντες φυσικούς υδροβιότοπους με προσθήκη υδρόβιας δραστηριότητας και εξασφάλιση σταθεράς υδατοτροφοδοσίας τους. Σε πολλές περιπτώσεις επιδρούν θετικά στην ποιοτική αναβάθμιση των περιοχών εγκατάστασής τους.

Υδρολογία. Οι υδροβιότοποι πρέπει να ευρίσκονται έξω από περιοχές επιδεκτικές σε πλημμύρες εκτός όταν παρέχεται ιδιαίτερη προστασία τους από πλημμυρικά συμβάντα. Σε περιπτώσεις που συμβαίνουν μικρής έκτασης πλημμυρικά γεγονότα, ιδιαίτερα την περίοδο του χειμώνα, που η λειτουργία τους περιορίζεται, δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία τους.

Κλίμα. Η χρήση τεχνητών υδροβιότοπων είναι δυνατή ακόμη και σε ψυχρά κλίματα. Ως παράδειγμα αναφέρεται το FWS σύστημα του Listowel του Ontario, που καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και με θερμοκρασία του υγρού αποβλήτου μέχρι 3°C (US.EPA, 1984). Γενικά, όμως, η αποτελεσματικότητα λειτουργίας ενός συστήματος εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εφαρμοζόμενου υγρού αποβλήτου και τον επιδιωκόμενο σκοπό επεξεργασίας του. Έτσι, με δεδομένο ότι οι κύριοι μηχανισμοί επεξεργασίας είναι κυρίως βιολογικής φύσης, η απόδοση επεξεργασίας είναι σημαντικά εξαρτώμενη από την επικρατούσα θερμοκρασία. Γι' αυτό, απαιτείται αποθήκευση του εφαρμοζόμενου αποβλήτου, όταν δεν επιτυγχάνεται ο αντικειμενικός σκοπός κατασκευής του δεδομένου συστήματος.

Προεπεξεργασία Υγρών Αποβλήτων.

Το ελάχιστο επίπεδο προεπεξεργασίας υγρών αποβλήτων σε συστήματα υγροβιότοπων είναι εκροές πρωτοβάθμιας επεξεργασίας ή αεριζόμενων τεχνητών λιμνών με μικρό χρόνο κράτησης ή άλλων ισοδύναμων με αυτές. Το επίπεδο προεπεξεργασίας εξαρτάται από τα ποιοτικά κριτήρια που πρέπει να πληροί η τελική εκροή και την ικανότητα απομάκρυνσης του δεδομένου συστήματος. Σημειώνεται ότι σε τεχνητούς υγροβιότοπους έχουν χρησιμοποιηθεί και εκροές δευτεροβάθμιας επεξεργασίας ή ακόμη και προωθημένης επεξεργασίας, προκειμένου να αντιμετωπισθούν τοπικές κανονιστικές απαιτήσεις. Γενικά, όμως, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση εκρών οξειδωτικών τεχνητών λιμνών, που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις αλγών, επειδή αυτά όπως και στα συστήματα επιφανειακής ροής, δεν απομακρύνονται αποτελεσματικά και δημιουργούν διάφορα λειτουργικά προβλήματα. Επίσης, επειδή η απομάκρυνση φωσφόρου με τέτοια συστήματα είναι περιορισμένη, συνίσταται η απομάκρυνσή του κατά την προεπεξεργασία του αποβλήτου, ιδιαίτερα όταν υπάρχουν περιορισμοί ως προς τη συγκέντρωσή του στην τελική εκροή.



Εικόνα 39. Τυπικό σύστημα τεχνητού υγροβιότοπου.

Επιλογή και Διαχείριση της Φυτικής Βλάστησης.

Η φυτική βλάστηση ασκεί ένα πολύ σημαντικό και ολοκληρωμένο ρόλο στη λειτουργία των συστημάτων υγροβιότοπων με τη μεταφορά οξυγόνου δια μέσου του ριζικού συστήματος στον πυθμένα των λεκανών επεξεργασίας. Έτσι, εφοδιάζεται με το οξυγόνο το μέσο κάτω από την επιφάνεια του νερού, για ανάπτυξη και συγκράτηση των μικροοργανισμών που διενεργούν τη βασική επεξεργασία του

εφαρμοζόμενου αποβλήτου. Διάφορα είδη φυτών, που ριζοβολούν σε χονδρόκοκκα υποστρώματα και αναφύονται ή και βλαστάνουν πάνω από την επιφάνεια του νερού, χρησιμοποιούνται στα συστήματα υγροβιότοπων. Τα πιο συνήθη είδη φυτών είναι διάφορα είδη της οικογένειας *Cyperaceae*, κυρίως του γένους *Carex spp.* (είδη κύπερης) και των γενών *Scirpus*, *Typha* και *Phragmites*, δηλαδή βούρλων, ψαθιού και νεροκάλαμων, αντίστοιχα. Τα είδη αυτά συναντώνται σχεδόν παντού και είναι ανεκτικά στην υγρασία και τις χαμηλές θερμοκρασίες (ψύξη). Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά αυτών των φυτών, σχετικά βέβαια με το σχεδιασμό τεχνητών υγροβιότοπων, είναι το απαιτούμενο βάθος του νερού και το βάθος ριζοβολίας σε συστήματα FWS και SFS αντίστοιχα. Τα είδη του γένους *Typha* τείνουν να επικρατούν σε νερό βάθους πάνω από 0,15 m. Τα είδη του γένους *Scirpus* αναπτύσσονται σε βάθος νερού από 0,05 έως 0,25 m. Τα είδη του γένους *Phragmites* αναπτύσσονται σε βάθος νερού μέχρι 1,5 m, αλλά ο μεταξύ τους ανταγωνισμός περιορίζεται σε μικρά βάθη νερού. Τέλος, τα είδη της οικογένειας *Cyperaceae*, συναντώνται σε μικρά βάθη νερού μικρότερα ακόμη και από αυτά που αναπτύσσονται τα είδη του γένους *Scirpus*. Το ριζικό σύστημα των ειδών του γένους *Typha* επεκτείνεται μέχρι βάθους 0,3 cm, ενώ αυτών του γένους *Phragmites* άνω των 0,6 m και αυτών του γένους *Scirpus* άνω των 0,76 m. Είδη των γενών *Phragmites* και *Scirpus* θεωρούνται κατάλληλα για συστήματα SFS, επειδή το βάθος ριζοβολίας τους επιτρέπει τη χρήση λεκανών μεγαλύτερου βάθους.

Γενικά, στους τεχνητούς υγροβιότοπους και ιδιαίτερα στα συστήματα SFS δεν απαιτείται η συγκομιδή της φυτικής βλάστησης. Όμως, στα συστήματα FWS απαιτείται περιοδική καταστροφή της υπάρχουσας ξηράς βλάστησης με σκοπό τη διατήρηση συνθηκών ελεύθερης ροής και παρεμπόδιση της δημιουργίας ροής σε αύλακες. Συνήθως δεν ενδείκνυται συγκομιδή – απομάκρυνση της φυτικής βιομάζας με σκοπό την αύξηση της απομάκρυνσης θρεπτικών στοιχείων.

Σχεδιασμός Παραμέτρων.

Όπως προαναφέρεται, οι τεχνητοί υγροβιότοποι, ελεύθερης και υποεπιφανειακής ροής, αν και αποτελούν νέες τεχνολογίες, είναι σήμερα ευρύτατα διαδεδομένοι σε όλες σχεδόν τις ΗΠΑ. Οι Brown and Reed (1994) βασιζόμενοι σε μια προκαταρκτική επισκόπηση – θεώρηση τέτοιων συστημάτων στις ΗΠΑ, συμπεραίνουν ότι τα συστήματα αυτά είναι τόσο αξιόπιστα όσο και χαμηλού σχετικά κόστους, κυρίως σε ότι αφορά την απομάκρυνση του BOD και διαλυμένων στερεών κατά την επεξεργασία υγρών αποβλήτων. Αντίθετα, τα συστήματα αυτά υστερούν σε ότι αφορά την απομάκρυνση NH_3 , που πιθανόν οφείλεται σε περιορισμένο εφοδιασμό με οξυγόνο. Γι' αυτό απαιτείται πρόσθετη ερευνητική εργασία προσδιορισμού του

κατάλληλου σχεδιασμού σε περιπτώσεις εξειδικευμένων συστημάτων απομάκρυνσης ειδικών συστατικών – ρυπαντών των αποβλήτων (Brown and Reed, 1994).

Στα συστήματα τεχνητών υγροβιότοπων ο σχεδιασμός των βασικών παραμέτρων, όπως είναι ο υδραυλικός χρόνος κατακράτησης, η γεωμετρία (μήκος και πλάτος) λεκάνης, η ταχύτητα του φορτίου BOD₅ και η ταχύτητα υδραυλικού φορτίου, τυγχάνει πρωτίστης σημασίας.

Υδραυλικός Χρόνος Κράτησης. Για συστήματα FWS, που σχεδιάζονται για απομάκρυνση BOD, ο απαιτούμενος υδραυλικός χρόνος κράτησης μπορεί να υπολογισθεί με τη χρήση του ακόλουθου μοντέλου (Reed et al., 1988). Η εξίσωση στην οποία βασίζεται αυτό το μοντέλο είναι η ακόλουθη:

$$C_e / C_0 = L_0 \exp (- 0.7 K_T A_V^{1.75} LW dn / Q) \quad (1-21)$$

Όπου:

C_e = Απαιτούμενη συγκέντρωση BOD στην εκροή [ML⁻³],

C_0 = συγκέντρωση BOD στην εισροή [ML⁻³],

L_0 = εμπειρικός συντελεστής που βασίζεται στο κλάσμα BOD που δεν απομακρύνεται (0,52 περίπου για εκροή δευτεροβάθμιας επεξεργασίας),

A_V = ειδική επιφάνεια [L² L⁻³], 15,7 m² / m³ για τυπική φυτική βλάστηση,

L = μήκος του συστήματος [L],

W = πλάτος του συστήματος [L],

d = βάθος νερού [L],

n = αποδοτικό πορώδες μέσο του συστήματος (0,75 για τυπική αναφυόμενη φυτική βλάστηση),

K_T = σταθερά κινητικής εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία [T⁻¹],

$K_T = K_{20} \Theta^{(T-20)}$, όπου,

K_{20} = σταθερά σε θερμοκρασία 20 °C (0,0057 d⁻¹),

$\Theta = 1,10$ και T = θερμοκρασία νερού, °C και

$Q = (Q_e + Q_0) / 2$ [L³ T⁻¹] όπου,

Q_0 και Q_e = παροχές εισροής και εκροής αντίστοιχα [L³ T⁻¹].

Σημειώνεται ότι ο υδραυλικός χρόνος κράτησης, t δίδεται από την εξίσωση:

$$t = \frac{LWdn}{Q} \quad (1-22)$$

Σ' αυτήν την εξίσωση $LWdn$ ορίζεται ως ο όγκος πορώδους υποστρώματος σε m³.

Στην περίπτωση που η κλίση της βάσης του υγρότοπου ή η υδραυλική κλίση είναι ≥ 1 , πρέπει να θεωρείται ένας σχετικός πρόσθετος όρος στην Εξ. 1-21.

Έτσι αυτή γίνεται:

$$\frac{C_e}{C_0} = L_0 \exp (- 0.7 K_T A_V^{1.75} t / 4,63^{1/3}) = L_0 \exp (- 0.7 K_T A_V^{1.75} t / S^{1/3}) \quad (1-23)$$

Όπου,

S= υδραυλική κλίση.

Από τις Εξισώσεις 1-22 και 14-23 μπορούν να υπολογισθούν ο t(d) και η επιφάνεια,

A με τις επόμενες σχέσεις:

$$t = \frac{(\ln C_e - \ln C_0 - 0,654)}{301 K_T S^{1/3}} \quad (1-24)$$

$$A = \frac{Q(\ln C_e - \ln C_0 - 0,654)}{301 S^{1/3} K_T d} \quad (1-25)$$

Οι εξισώσεις 1-24 και 1-25 ισχύουν για: α) Οργανικό φορτίο < 11,2 kg BOD/ στρ.δ, β) Ειδική επιφάνεια, $A_v = 15,7 \text{ m}^2/\text{m}^3$. γ) Αποδοτικό πορώδες, $n = 0,75$, δ) Βάθος νερού < 45 cm, και ε) Κλάσμα BOD (μη καθιζάνοντα στερεά) = 0,52.

Για τα συστήματα SFS τεχνητών υδροβιότοπων έχει αναπτυχθεί ένα παρόμοιο μοντέλο υπολογισμού του χρόνου κράτησης, που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση του BOD (Reed et al., 1988). Γενικά, η ροή σε ένα σύστημα SFS δίδεται από το Νόμο του Darcy, δηλαδή,

$$Q = K * A_s * S \quad \text{ή} \quad A_s = Q / K * S \quad (1-26)$$

Όπου,

Q= ροή στη μονάδα του χρόνου [$L^3 T^{-1}$],

k= υδραυλική αγωγιμότητα [$L^3 L^{-2} T^{-1}$],

A_s = επιφάνεια κάθετος στην κατεύθυνση ροής, [L^2] $A_s = dW$ όπου,

W= πλάτος οδοστρώματος [L].

d= βάθος λεκάνης [L]. Συνίσταται η χρησιμοποίηση, d= 0.3, 0.6 και 0.8 για είδη των γενών *Typha*, *Phragmites* και *Scirpus*, αντίστοιχα, και

S= υδραυλική κλίση της λεκάνης dd / dx . Στη Δυτική Γερμανία χρησιμοποιούνται ταχύτητα ροής < 8,6 m/d, και $S = 8,6 / K$. Από την Εξ. 1-26 υπολογίζεται,

$$W = A_s / d = Q / dKS \quad (1-27)$$

Σημειώνεται ότι, στις Εξισώσεις 1-26 και 1-27 πρέπει να χρησιμοποιείται $Q = (Q_0 + Q_e) / 2$, εξαιτίας πιθανών αυξομειώσεων από κατακρημνίσεις, εξάτμιση και άλλες αιτίες.

Η απομάκρυνση BOD σε ένα σύστημα SFS υπολογίζεται με την εξίσωση κινητικής πρώτης τάξης, δηλαδή

$$C_0 / C_e = \exp (- K_T t) \quad (1-28)$$

Όπου,

C_0 = συγκέντρωση BOD στην εισροή [ML^{-3}]

t= χρόνος κράτησης πορώδους [T],

C_e = απαιτούμενη συγκέντρωση BOD στην εκροή [ML^{-3}], και

K_T = σταθερά εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία [T], που υπολογίζεται σύμφωνα με την Εξ. 1-21, δηλαδή,

$$K_T = K_{20} \Theta^{(T-20)} \quad (1-29)$$

Στην Εξ. 1-28 ο χρόνος t' ορίζεται ως ο θεωρητικός χρόνος κράτησης πορώδους, βασιζόμενος στο πορώδες του μέσου:

$$t' = L W d \alpha / Q \quad (1-30)$$

όπου,

α = πορώδες του υποστρώματος της λεκάνης

Ο πραγματικός χρόνος κράτησης t , είναι μια συνάρτηση της υδραυλικής αγωγιμότητας του μέσου και του μήκους της λεκάνης και υπολογίζεται με την εξίσωση:

$$t = L / K_S \quad (1-31)$$

Συνδυασμός των Εξισώσεων 1-22 και 1-28 δίδει:

$$C_e/C_0 = \exp (- K_T d \alpha / Q) \quad (1-32)$$

Όπου,

A = επιφάνεια υποστρώματος $A = L W [L^2]$.

Η επιφάνεια ενός υποστρώματος SFS υπολογίζεται από την Εξ. 1-32 δηλαδή,

$$A = [Q (\ln C_e - \ln C_0)] / K_T d \alpha \quad (1-33)$$

Τέλος, το απαιτούμενο και διαθέσιμο O_2 υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$\text{Απαιτ. } O_2 = N L_0, \text{ και} \quad (1-34)$$

$$\text{Διαθ. } O_2 = u A \quad (1-34a)$$

Όπου,

L_0 = οργανικό (BOD) φορτίο $[MT^{-1}]$,

N = εμπειρικός συντελεστής ίσος με 1.5,

u = συντελεστής μεταφοράς O_2 με τα αναφερόμενα φυτά $[ML^{-2}T^{-1}]$. Εκτιμάται ότι $u = 5 - 45 \text{ g/m}^2 \text{ ημ.}$ (Reed et al., 1987). Και

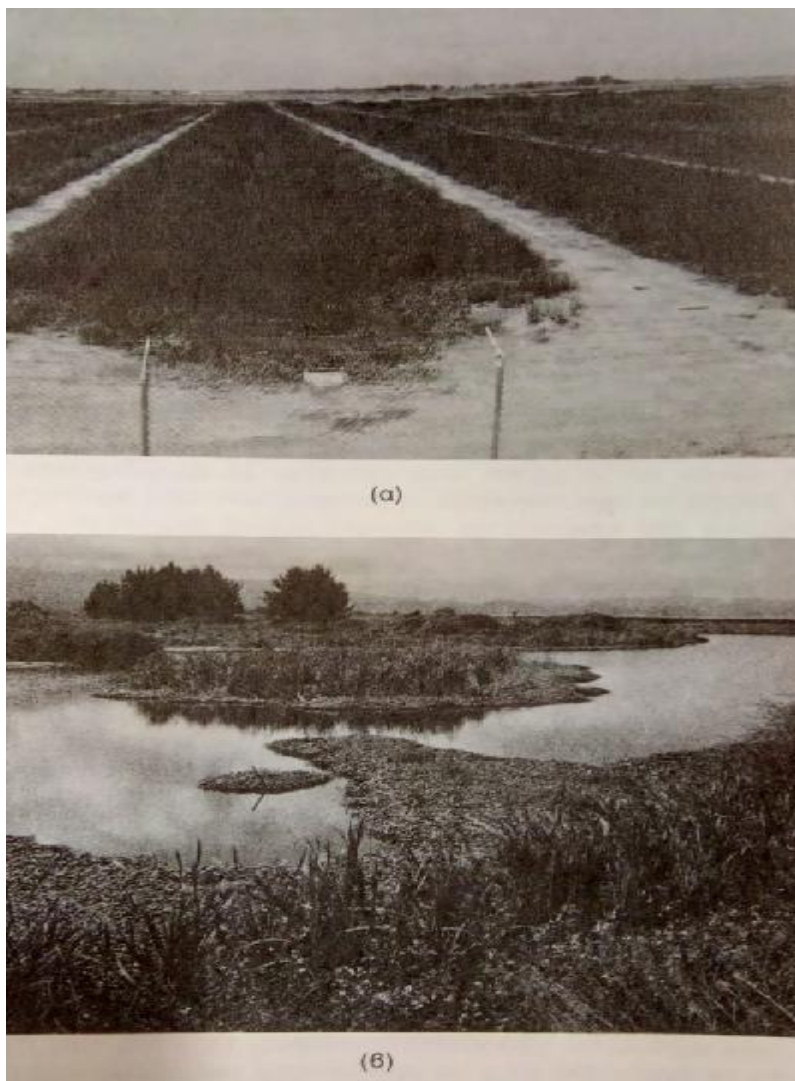
A = επιφάνεια του συστήματος SFS $[L^2]$.

Σημειώνεται ότι απαιτείται προσοχή στη χρήση των παραπάνω εξισώσεων κατά το σχεδιασμό συστημάτων τεχνητών υγροβιότοπων επειδή οι περισσότερες από αυτές βασίστηκαν σε δεδομένα περιορισμένου αριθμού συστημάτων. Γι' αυτό, όλες οι τιμές των παραμέτρων σχεδιασμού τέτοιων συστημάτων θα πρέπει προηγουμένως να ελέγχονται με τις συνιστώμενες τιμές τους. Επίσης, σε μεγάλα έργα συνίσταται να προηγούνται πιλοτικές μελέτες.

Γενικά, σε συστήματα τεχνητών υγροβιότοπων η απομάκρυνση του αζώτου σχετίζεται άμεσα με το χρόνο κατακράτησης. Η απομάκρυνση του αζώτου όμως, δεν

μπορεί να προσδιοριστεί με μοντέλα κινητικής πρώτης τάξης, επειδή η απομάκρυνσή του επηρεάζεται από άλλους παράγοντες, όπως είναι η μορφή του αζώτου, η αναλογία C:N, η γεωμετρία του συστήματος και η δομή της φυτικής βλάστησης. Γι' αυτό, στο σχεδιασμό συστημάτων τεχνητών υδροβιότοπων ο χρόνος κράτησης, που απαιτείται για την απομάκρυνση του αζώτου, πρέπει να βασίζεται σε δεδομένα πιλοτικών μελετών ή άλλων συστημάτων, που λειτουργούν σε σχετικές με αυτούς θέσεις και παρόμοια χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων. Σε συστήματα τύπου FWS φαίνεται ότι, εδαφικοί σχηματισμοί εναλλαγής φυτικής βλάστησης και ζώνης ελεύθερης ροής, ίσως διασφαλίζουν τον κατάλληλο συνδυασμό περιβαλλοντικών συνθηκών για βέλτιστη απομάκρυνση αζώτου.

Η διατήρηση τέτοιων σχηματισμών απαιτεί περιοδική συγκομιδή της βλάστησης, που αναπτύσσεται στην ελεύθερη ζώνη, τουλάχιστον σε ετήσια βάση. Τυπικά συστήματα FWS απεικονίζεται παρακάτω.



Εικόνα 40. Συστήματα FWS: α) αποδεχόμενο εκροές τεχνητών λιμνών οξειδωσης, β) σύστημα στην Arcata Ca.

Βάθος Νερού. Στα συστήματα FWS, το βάθος του νερού εξαρτάται από το βάθος, που απαιτεί η ανάπτυξη της φυτικής βλάστησης που επιλέγεται. Γενικά, σε ψυχρά κλίματα το λειτουργικό βάθος αυξάνει στη διάρκεια του χειμώνα, ώστε να επιτρέπεται η επιφανειακή ανάπτυξη πάγου και ο κατάλληλος αυξημένος χρόνος κράτησης, που απαιτείται υπό τέτοιες συνθήκες. Γι' αυτό στα FWS συστήματα πρέπει κατά το σχεδιασμό τους να προβλέπεται μια κατασκευή εξόδου που να επιτρέπει μεταβαλλόμενο λειτουργικό βάθος. Ένα τέτοιο σύστημα στο Listowel του Ontario της California έχει αυτή τη δυνατότητα, ώστε να λειτουργεί σε βάθος 0,1 m τους θερινούς μήνες και 0,3 m τους χειμερινούς.

Στα συστήματα SFS το βάθος τους σχετίζεται έτσι, ώστε να ελέγχεται το βάθος ριζοβολίας της φυτικής βλάστησης, επειδή η τροφοδοσία με οξυγόνο διενεργείται ουσιαστικά δια μέσου του ριζικού συστήματος.

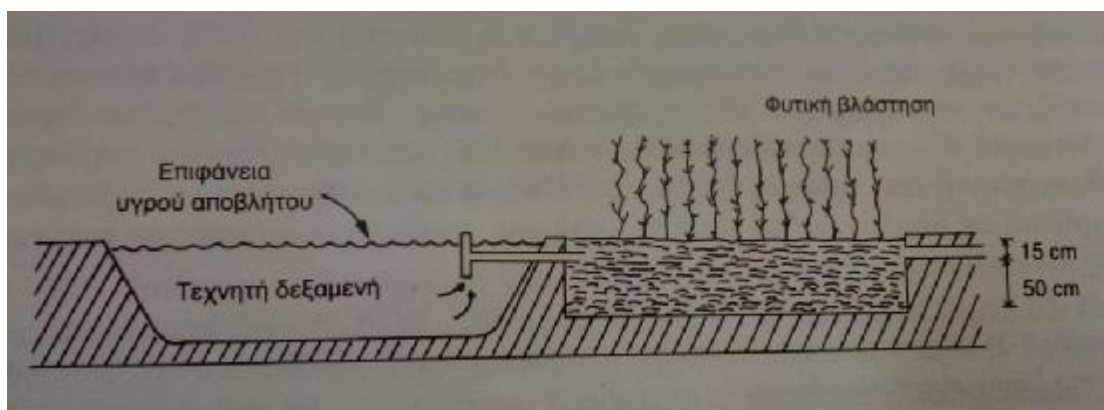
Γεωμετρία και Έκταση Λεκάνης. Η γεωμετρία της λεκάνης εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος (FWS ή SFS). Γι' αυτό, οι τύποι των δυο συστημάτων θεωρούνται στη συνέχεια χωριστά.

Συστήματα FWS. Γενικά, στα συστήματα FWS κύρια πηγή οξυγόνου είναι η ελεύθερη επιφάνειά τους, αλλά η ύπαρξη βιολογικής βλάστησης παρεμποδίζει τον επιφανειακό επαναερισμό, που είναι δυνατό να διενεργείται με τον άνεμο. Γι' αυτό, θα πρέπει να εφαρμόζονται μικρά οργανικά φορτία μέχρι 11 kg/ στρ. d (Reed et al., 1984). Αντίθετα, η ύπαρξη φυτικής βλάστησης επιδρά ανασταλτικά στην ανάπτυξη αλγών. Η απομάκρυνση των στερεών σε αιώρηση οφείλεται κυρίως στο μηχανισμό της καθίζησης και διενεργείται, κυρίως, σε μικρές αποστάσεις από το σημείο εισροής του αποβλήτου στο σύστημα. Η απομάκρυνση του αζώτου οφείλεται, κυρίως, στις διεργασίες της νιτροποίησης – απονιτροποίησης και λιγότερο στην πρόσληψή του από τα φυτά και γι' αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα εφαρμογής του οργανικού φορτίου και το χρόνο κράτησης. Ακόμη και αν τα φυτά που χρησιμοποιούνται συγκομίζονται περιοδικά, η απομάκρυνση αζώτου η οφειλόμενη στην πρόσληψή του από τα φυτά, αντιπροσωπεύει ένα ποσοστό 10 – 15% της συνολικής απομάκρυνσής του (Reed et al., 1987). Τέλος, η απομάκρυνση του φωσφόρου σε τέτοια συστήματα είναι περιορισμένη, εξαιτίας της περιορισμένης επαφής του αποβλήτου με το έδαφος.

Στα συστήματα FWS, η έκταση της λεκάνης (L x W) σχεδιάζεται με βάση τη Εξ. 1-22 και δεδομένα το χρόνο κράτησης και το βάθος του. Οδηγίες για μια σταθερή αναλογία πλάτους/ μήκους δεν έχουν ακόμη καθοριστεί. Μια σχετική μελέτη που έχει ανακοινωθεί, συνιστά επιμήκεις λεκάνες με αναλογία πλάτους/ μήκους = 1/10 για την επίτευξη ικανοποιητικής επεξεργασίας (Metcalf and Eddy, 1991). Με τη χρήση λεκανών μικρού πλάτους και μεγάλου σχετικά μήκους ελαττώνεται το δυναμικό για

περιορισμένη κυκλοφορία. Αυτό συνεπάγεται αυξημένη συγκέντρωση φορτίου στην είσοδο της λεκάνης, που μπορεί να οδηγήσει σε υπερφορτώσεις ιδιαίτερα στην περίπτωση που γίνεται υπέρβαση των κριτηρίων των σχετικών με τα εφαρμοζόμενα φορτία. Για την αποφυγή υπερφορτώσεων στην είσοδο της λεκάνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα οφιοειδές περικυκλικό κανάλι για σταδιακή τροφοδοσία. Τέτοιες κατασκευές αναφέρονται και συζητούνται διεξοδικά σε επόμενο υποκεφάλαιο. Τέτοια τυπικά συστήματα έχουν συνολικό πλάτος ισοδύναμο με το μήκος της λεκάνης. Το πλάτος τους διαχωρίζεται σε πολλαπλάσιες (τουλάχιστον δυο) παράλληλες λεκάνες με αναχώματα για καλύτερο υδραυλικό έλεγχο και λειτουργική ευκαμψία. Επίσης, με τις πολλαπλές λεκάνες δίνεται η δυνατότητα να τίθενται εκτός λειτουργίας τμήματα του συστήματος για διαφόρους διαχειριστικούς λόγους, όπως είναι η φροντίδα της φυτικής βλάστησης και η συντήρηση της λεκάνης.

Συστήματα SFS. Γενικά, στα συστήματα SFS η επιφάνεια του νερού διατηρείται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή του χρησιμοποιούμενου μέσου. Η επεξεργασία του υγρού αποβλήτου οφείλεται σε φυσικές και βιοχημικές αποκρίσεις του μέσου, καθώς επίσης στην επαφή του με το ριζικό σύστημα των φυτών (Reed et al., 1987). Τα επίπεδα απομάκρυνσης είναι ισοδύναμα των συστημάτων FWS και παρουσιάζουν μειωμένα προβλήματα, σχετικά με την ανάπτυξη κουνουπιών και δυσάρεστων οσμών. Για την κατασκευή των υποστρωμάτων χρησιμοποιούνται κυρίως έδαφος, άμμος και διάφορα άλλα χονδρόκοκκα ή ακόμη και πλαστικά ή άλλα αδρανή υλικά.



Εικόνα 41. Σύστημα υγροβιότοπου SFS με υπόστρωμα από χονδρόκοκκα υλικά.

Γενικά, η απομάκρυνση BOD και στερεών συστατικών σε αιώρηση διενεργείται με διήθηση, καθίζηση και αποδόμηση με αερόβιους και αναερόβιους μικροοργανισμούς. Η απομάκρυνση του φωσφόρου σε συστήματα SFS εξαρτάται, κυρίως, από το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα. Η απομάκρυνση μετάλλων ποικίλλει και επιτυγχάνεται, κυρίως, με κατακρήμνιση και προσρόφησή τους. Τέλος, η

απομάκρυνση των παθογόνων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δομή του υποστρώματος και την ταχύτητα ροής (Waston et al., 1987).



Εικόνα 42. Σύστημα SFS σε πειραματικό στάδιο στο Tennessee Tech.

Στα συστήματα SFS η επιφάνεια η κάθετη προς την κατεύθυνση ροής, A_s ορίζεται από την υδραυλική ικανότητα του συστήματος σύμφωνα με την Εξ. 1-26. Η ταχύτητα ροής K_S , θα πρέπει να λαμβάνει την οριακή τιμή 6,8 m/d για να ελαχιστοποιηθεί τοπικές επιβραδύνσεις οφειλόμενες σε βακτηριακές εκκρίσεις (Reed et al., 1988). Το απαιτούμενο πλάτος του συστήματος υπολογίζεται με την Εξ. 1-27 και είναι συνάρτηση της A_s και του βάθους του. Τέλος, το μήκος του συστήματος υπολογίζεται με την Εξ. 1-30. Ένα τυπικό μήκος ενός συστήματος SFS είναι μικρότερο από το πλάτος του.

Ρυθμός Εφαρμογής Φορτίου BOD_5 . Όπως στα συστήματα επιφανειακής ροής, έτσι και σε αυτά των τεχνητών υγροβιότοπων, τα φορτία BOD_5 θα πρέπει να ρυθμίζονται έτσι ώστε η ζήτηση οξυγόνου στο εφαρμοζόμενο απόβλητο να μην υπερβαίνει την ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου με τη φυτική βλάστηση. Επίσης, απαιτείται εμπειρία στη χρήση των κριτηρίων έκτασης – φορτίου (μάζα / επιφάνεια x χρόνο), επειδή το πραγματικό φορτίο δεν εφαρμόζεται ομοιόμορφα αλλά, συνήθως, παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις του κυρίως στις εισόδους, ενώ το οξυγόνο ουσιαστικά τροφοδοτείται ομοιόμορφα σε όλη την έκταση του συστήματος.

Εκτιμούμενοι ρυθμοί μεταφοράς οξυγόνου για αναφυόμενα φυτά κυμαίνονται από 5 έως 45 g/ m².d με μια μέση τιμή 20 g/ m².d, που θεωρείται τυπική για τα περισσότερα συστήματα (US.EPA, 1988). Έτσι, αυτός ο ρυθμός μεταφοράς οξυγόνου είναι συγκρίσιμος με τον ρυθμό μεταφοράς οξυγόνου σε συστήματα σταλαγματικών φίλτρων, που είναι την τάξης 28,5 g/ m².d (Schroeder, 1977). Το οξυγόνο μεταφέρεται από εκτιθεμένα στην ατμόσφαιρα φύλλα και στελέχη φυτών στο ριζικό τους σύστημα. Στα συστήματα SFS που οι ρίζες των φυτών είναι σε επαφή με την ροή της εκροής του εφαρμοζόμενου αποβλήτου, το μεταφερόμενο οξυγόνο στο ριζικό σύστημα είναι διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς που αποικούν σε αυτό και αποδοθούν το διαλυμένο BOD στη εκροή επαφής.

Το βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο πρέπει να προσδιορίζεται με βάση της τελικής απαίτησης, BOD_u. Βασιζόμενη σε μια αναλογία BOD_u / BOD₅ = 1.5, ο μέγιστος ρυθμός εφαρμοζόμενης BOD₅ σε ένα σύστημα SFS πρέπει θεωρητικά να μην υπερβαίνει τα 13,3 kg/ στρ.d. τυπικά, το ανώτατο συνιστώμενο όριο είναι 11 kg/ στρ.d (Water Pol. Control Ferer., 1990). Επειδή το φορτίο BOD παρουσιάζει αυξημένη συγκέντρωση στη είσοδο του συστήματος, συνίσταται όπως το τελικό φορτίο BOD να μην υπερβαίνει το ήμισυ του ρυθμού μεταφοράς οξυγόνου (Reed et al., 1988 και US.EPA, 1988). Βασιζόμενοι σ' αυτό το κριτήριο και σε μια αναλογία BOD_u / BOD₅ = 1.5, ο μέγιστος ρυθμός φορτίου BOD₅ θα πρέπει να μην υπερβαίνει τα 6,65 kg/ στρ.d. Για συστήματα που επεξεργάζονται υγρά απόβλητα με σημαντικό κλάσμα οργανικών ενώσεων που καθιζάνουν, το φορτίο θα πρέπει να είναι ακόμη μικρότερο και να διανέμεται κατά μήκος της λεκάνης με σταδιακή τροφοδοσία, έτσι ώστε να αποφεύγεται η επικράτηση αναερόβιων συνθηκών στην κορυφή – είσοδο της λεκάνης του συστήματος.

Στα συστήματα FWS, ο εφοδιασμός με οξυγόνο σε μια θεωρούμενη στήλη νερού είναι περιορισμένος σε σύγκριση με τα συστήματα SFS. Αυτό οφείλεται στο ότι το ριζικό σύστημα ευρίσκεται στο εδαφικό υπόστρωμα κάτω από τη στήλη του νερού και το μεταφερόμενο σε αυτό οξυγόνο καταναλώνεται στο εκτεταμένο βεθνικό περιβάλλον, που συνήθως παρατηρείται σε συστήματα υδροβιότοπων. Επίσης, η μεταφορά οξυγόνου δια μέσου της επιφάνειας του εδάφους με επαναερισμό, που προξενείται με τον άνεμο και τη φωτοσύνθεση, είναι περιορισμένη, εξαιτίας της παρουσίας πυκνής φυτικής βλάστησης. Έτσι, συστήματα τύπου FWS με πλήρη φυτική βλάστηση είναι κατάλληλα μόνο για μέσους ρυθμούς φορτίου BOD. Με δεδομένη έλλειψη δεδομένων στη σημερινή βιβλιογραφία, συνιστώνται κατά το σχεδιασμό τους φορτία, που να μην υπερβαίνουν το όριο των 6,65 kg/ στρ.d που προαναφέρεται. Σε συστήματα SFS αυτό θεωρείται ως ανώτατο επιτρεπόμενο όριο. Αναφέρεται πολύ επιτυχής επεξεργασία εκροών οξειδωτικών τεχνητών λιμνών με

εφαρμογή τους σε συστήματα FWS, πλήρους φυτικής βλάστησης και ρυθμούς φορτίου BOD μέχρι 6,0 kg/ στρ.d (Gearheart, 1988). Όπως προαναφέρεται, αυξημένη μεταφορά οξυγόνου μπορεί να επιτευχθεί σε συστήματα με αυξημένο πλάτος λεκάνης και χρησιμοποίηση εναλλακτικών τμημάτων με/και χωρίς φυτική βλάστηση, για βελτίωση του επιπέδου απομάκρυνσης αζώτου.

Ταχύτητα Υδραυλικού Φορτίου. Σε συστήματα τεχνητών υγροβιότοπων η ταχύτητα του υδραυλικού φορτίου εφαρμογής, L_w δεν είναι συνήθως πρωταρχική παράμετρος σχεδιασμού, αλλά είναι χρήσιμη, κυρίως, για τη σύγκριση διαφόρων συστημάτων μεταξύ τους. Οι ταχύτητες υδραυλικού φορτίου, που χρησιμοποιούνται στην πράξη, κυμαίνονται από 15 έως 50 $m^3/στρ.d$ (US.EPA, 1988). Το αντίστροφο της ταχύτητας του υδραυλικού φορτίου, δηλαδή η ειδική έκταση, A_c χρησιμοποιείται επίσης, για τη σύγκριση μελετών διαφόρων συστημάτων και ταχείς προκαταρκτικούς προσδιορισμούς για την απαιτούμενη έκταση. Η απαιτούμενη ειδική έκταση, στην πράξη, κυμαίνεται από 0,21 έως 0,69 $στρ./ (10^3.m^3.d)$. Σε κεντρικές παραλιακές πεδιάδες της California, που χρησιμοποιούνται εκροές δευτεροβάθμιας ή πρωτοβάθμιας επεξεργασίας, σε υγροβιότοπους για την ανάπτυξη υδρόβιας ζωής και υδροχαρούς βλάστησης σε κατοικημένες περιοχές, μια ειδική έκταση 0,21 $στρ./ (10^3.m^3.d)$ αποδείχθηκε πολύ αποτελεσματική.

Παράδειγμα. Προσδιορισμός των βασικών παραμέτρων σχεδιασμού ενός συστήματος υγροβιότοπων SFS. Σχεδιασμός ενός συστήματος SFS χρησιμοποιώντας τα παρακάτω δεδομένα:

1. Εισροή BOD = 130 mg/L.
2. Εκροή BOD = 20 mg/L.
3. Παροχή, $Q = 945,78 m^3/d$.
4. Φυτική βλάστηση φυτών του γένους *Typha spp.*
5. Ελάχιστη θερμοκρασία νερού = 6 °C
6. Υπόστρωμα λεκάνης: χονδρόκοκκος άμμος.
7. Κλίση λεκάνης = 0,01.

Λύση

1. Επιλογή βάθους λεκάνης με φυτά του γένους *Typha spp.* = 0,3 m
2. Επιλογή τιμών και παραμέτρων α , K και K_{20} από χονδρόκοκκο άμμο από τον Πίνακα 1-31 $\alpha = 0.39$, $K = 0.480 m^3/m^2.d$ και $K_{20} = 1.35$
3. Προσδιορισμός της τιμής της $K_{20} = 6^\circ C$
 $K_T = 1.35(1.1)^{(6-20)} = 0.36d^{-1}$
4. Προσδιορισμός του χρόνου κράτησης πορώδους, t' , χρησιμοποιώντας την Εξ. 1-28. Η εξίσωση αυτή, μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$t' = [-\ln (C_0 / C_e)] / K_T = [-\ln (20/130)] / 0.36 = 5.2 \text{ d}$$

5. Προσδιορισμός της επιφάνειας κάθετης στην κατεύθυνση ροής, A_s , χρησιμοποιώντας την Εξ. 1-26.

$$A_s = Q / KS = 945.78 / 480.06 = 197.01 \text{ m}^2$$

6. Προσδιορισμός του πλάτους της λεκάνης, W χρησιμοποιώντας την Εξ. 1-27.

$$W = A_s / d = 197.01 / 0.3 = 656.7 \text{ m}$$

7. Προσδιορισμός του μήκους της λεκάνης, L με την χρήση της Εξ. 1-30.

$$L = t'Q / W d \alpha = [5.2 (945.78)] / [656.7 (0.3) (0.39)] = 64.01 \text{ m}$$

8. Προσδιορισμός της απαιτούμενης έκτασης, A

$$A = LW = 64.01 * 656.7 = 42.04 \text{ στρ.}$$

9. Έλεγχος της ταχύτητας του υδραυλικού φορτίου ή της ειδικής έκτασης.

$$L_w = Q / L * W = 945.78 / 64.01 * 656.7 = 22.5 \text{ m}^3/\text{στρ.d,}$$

που είναι: $15 < L_w < 50$,

ή

$$A_c = 1 / L_w = 1 / 22.5 = 0.044$$

που είναι: $0,021 < 0,044 < 0,069$

10. Έλεγχος ταχύτητας φορτίου BOD_5 .

$$L_{BOD_5} = (945.78 \text{ m}^3/\text{d}) (130 \text{ mg/L}) = 122.95 \text{ kg/d}$$

Επίσης, $L_{BOD_5} = 122,95/42,0 = 2,92 \text{ kg/στρ.d}$, που είναι $L_{BOD_5} < 6,65 \text{ kg/στρ.d}$.

Έλεγχος Φορέων Εντόμων.

Γενικά, τα συστήματα των τεχνητών υγροβιότοπων και ιδιαίτερα αυτά τύπου FWS, αποτελούν ιδεώδεις κατοικίες αναπαραγωγής κουνουπιών. Γι' αυτό, ο έλεγχος των φορέων – εντόμων αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη τελική απόφαση κατασκευής συστημάτων τεχνητών υγροβιότοπων ιδιαίτερα των FWS. Έτσι, ο σχεδιασμός τέτοιων συστημάτων πρέπει να περιλαμβάνει βιολογικό έλεγχο κουνουπιών, όπως είναι η δημιουργία συνθηκών ανάπτυξης του είδους ψαριού *Gambusia affinis*, σε συνδυασμό βέβαια με χημικό έλεγχό τους. Σημειώνεται ότι είναι απαραίτητα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου άνω του 1mg/L για τη διατήρηση πληθυσμού ψαριών αυτού του είδους. Επίσης, αραίωση της φυτικής βλάστησης ίσως θεωρείται απαραίτητη για τον περιορισμό τμημάτων, που δεν είναι προσιτά στην ανάπτυξη του ιχθυο-πληθυσμού. Αντίθετα, στα συστήματα SFS ο πολλαπλασιασμός των κουνουπιών, δεν αποτελεί συνήθως ιδιαίτερο πρόβλημα, επειδή αυτά είναι σχεδιασμένα έτσι, ώστε να εμποδίζεται η είσοδος κουνουπιών στην υποεπιφανειακή ζώνη του νερού. Γι' αυτό το σκοπό η επιφάνειά τους είναι, συνήθως, καλυμμένη με χαλίκια, χονδρόκοκκη άμμο ή άλλα υλικά.

3.5 ΔΙΑΘΕΣΗ ΣΕ ΠΟΤΑΜΟΥΣ ΚΑΙ ΕΚΒΟΛΕΣ

Προσέγγιση Μονοδιάστατου Μοντέλου.

Γενικά, οι ποταμοί και οι εκβολές, κυρίως σε παράκτιες περιοχές, χαρακτηρίζονται από πολλαπλάσιο μήκος σχετικά με το βάθος ή το πλάτος τους. Έτσι, εισροές από σταθμούς επεξεργασίας υγρών αποβλήτων ή άλλες πηγές υφίστανται ταχεία μείξη και μια μονοδιάστατη προσέγγιση ενός τέτοιου συστήματος θεωρείται δικαιολογημένη. Σε μια τέτοια προσέγγιση οι κατά μήκος μεταβολές των συγκεντρώσεων ενός δεδομένου συστατικού αναλύονται ω μέσες τιμές εγκάρσιων διατομών. Η γενική εξίσωση συνέχειας της μάζας χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό συγκεντρώσεων συστατικών που υπόκεινται σε πρώτης τάξης κινητικής αποδόμησης. Έτσι:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -v \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left[(D_x + D_l) \frac{\partial C}{\partial x} \right] - kC + \sum n \quad (3-126)$$

Όπου,

x = κατά μήκος διεύθυνση ποταμού ή εκβολής [L], και

D_l = κατά μήκος συντελεστής υδροδυναμικής διασποράς [$L^3 L^{-1} T^{-1}$].

Η Εξ. 3-126 είναι σχεδόν η ίδια με την Εξ. 3-121 χωρίς τους αντίστοιχους όρους στις y και z διευθύνσεις. Μια άλλη ουσιαστική διαφορά της Εξ 3-126 είναι ότι περιλαμβάνει το συντελεστή υδροδυναμικής διασποράς, που είναι διάφορος από αυτόν της τυρβώδους διάχυσης. Ο όρος της διασποράς εμφανίζεται κατά τη χρησιμοποίηση μέσων όρων και στο συσχετισμό της εγκάρσιας ταχύτητας και των μεταβολών συγκέντρωσης κατά τη μαθηματική ανάλυση (Fischer, 1967 και Taylor, 1954). Σε φυσικά υδατορεύματα η διασπορά οφείλεται, κυρίως, στις μεταβολές της πλευρικής ταχύτητας. Για τον υπολογισμό του D_l χρησιμοποιείται συνήθως η ακόλουθη εμπειρική εξίσωση (Fischer, 1967):

$$D_l = 0.011 \frac{B^2 u^2}{Hu^*} \quad (3-127)$$

Όπου,

u = μέσος όρος εγκάρσιας ταχύτητας [LT^{-1}],

B = πλάτος του υδατορεύματος [L],

H = βάθος του υδατορεύματος [L],

u^* = διατμητική ταχύτητα = $\sqrt{g H s}$ [LT^{-1}],

g = επιτάχυνση οφειλόμενη στη βαρύτητα [LT^{-2}], και

s = κλίση του υδατορεύματος [LL^{-1}].

Η Εξ. 3-127, όμως, θεωρεί μια συγκέντρωση ενός συστατικού κατά προσέγγιση, επειδή δεν υπολογίζει στάσιμες ζώνες στις οποίες μπορεί να παγιδεύεται μάζα του και έτσι να προξενείται αύξηση του αποτελεσματικού συντελεστή διασποράς, D_i , που εξαρτάται από το σχήμα και το μέγεθος των στερεών μερών του μέσου. Έτσι, το σχήμα πειραματικών σφαιριδίων ενός μέσου μπορεί να αυξάνει ή να ελαττώνει τον D_i . Συνεχείς διαχωρισμοί των σφαιριδίων του μέσου αυξάνει τον D_i όταν οι μεταξύ τους διαχωρισμοί είναι μικροί. Στις εκβολές, αντίστροφες παλιρροιακές ροές καθώς επίσης δευτερεύοντα ρεύματα, που προξενούνται με κλίσεις αλμύρισης, τείνουν να αυξάνουν τον συντελεστή D_i (Holley et al., 1970). Σημειώνεται ότι η διασπορά είναι τυπικά πολύ μεγαλύτερη της τυρβώδους διάχυσης και έτσι, στην Εξ. 3-126, μπορεί να θεωρηθεί ότι $D_x = 0$.

Στιγμαία Πηγή. Στιγμαία απελευθέρωση ενός συστατικού σε ένα σημείο του υδατορεύματος είναι δυνατό να οφείλεται σε ένα ατύχημα. Αυτό, επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα μέσο προσδιορισμού του συντελεστή διασποράς με μια εσκεμμένη απελευθέρωση ενός συστατικού σε ίχνη όπως είναι το βάμμα ιωδίου. Η λύση της Εξ. 3-126, υπό συνθήκες στιγμιαίας απελευθέρωσης σε $x=0$, δίδεται με την εξίσωση:

$$C = \frac{M \exp(-kt)}{A \sqrt{4\pi D_i t}} \exp \left\{ - \left[\frac{(x-vt)^2}{4D_i t} \right] \right\} \quad (3-128)$$

Όπου,

M = μάζα που απελευθερώνεται [M], και

A = επιφάνεια εγκάρσιας διατομής [L^2].

Η κατανομή συγκεντρώσεων σε διαφορετικούς χρόνους, μετά την απελευθέρωση σε ένα ποταμό και σε συνάρτηση με την απόσταση, δίδεται στο Σχήμα 3-22. Κάθε τέτοια κατανομή ενός συστατικού έχει σχήμα μιας Gaussian καμπύλης, που η γενική της μορφής αποδίδεται με την εξίσωση:

$$C = C_m \exp \left(- \frac{x^2}{2\sigma^2} \right) \quad (3-129)$$

Όπου,

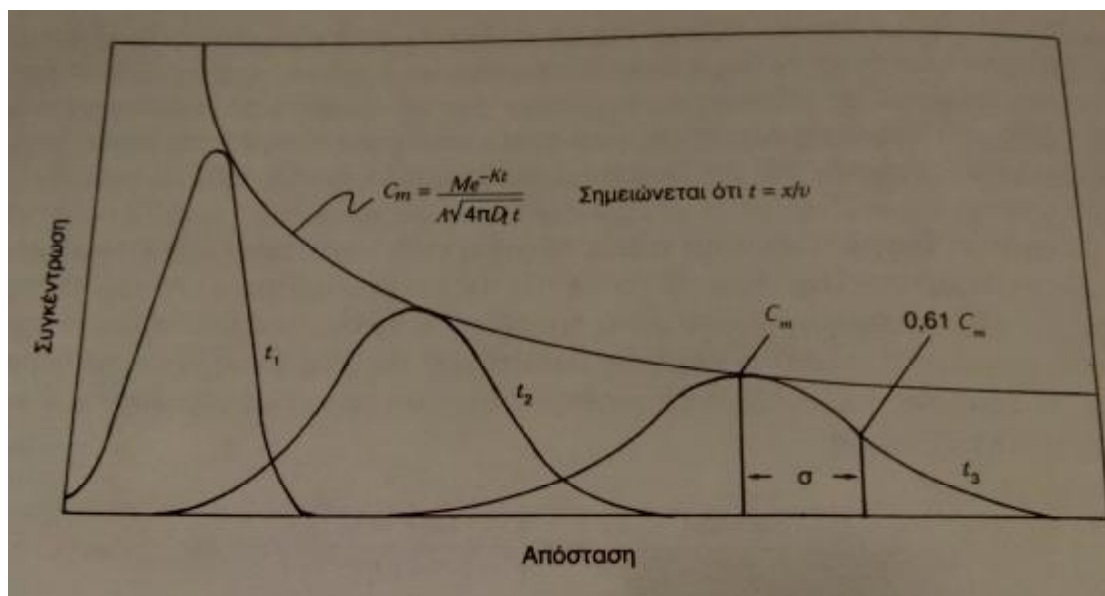
C_m = μέγιστη τιμή συγκέντρωσης που λαμβάνεται σε $x=0$ [ML^{-3}], και

σ = σταθερή απόκλιση = $\frac{1}{2}$ του πλάτους της καμπύλης στο σημείο, όπου $C = 0.61 C_m$.

Η ομοιότητα μεταξύ των εξισώσεων 3-128 και 3-129 είναι φανερή. Στη Εξ. 3-128, χρησιμοποιώντας $x=0$, λαμβάνεται:

$$C_m = \frac{M \exp(-kt)}{A \sqrt{4\pi D_i t}} \quad (3-130)$$

Η μέγιστη συγκέντρωση, C_m ελαττώνεται με το χρόνο, που οφείλεται στην κινητική μετατροπής (εκθετικός όρος στον αριθμητή) και στη διασπορά (τετραγωνική ρίζα στον παρονομαστή). Το κέντρο της διαδρομής τοποθετείται σε $x=ut$ προς τα κατάντη της ταχύτητας της ροής. Το πλάτος της διαδρομής, μετρούμενο με τη σταθερή απόκλισή του, $\sigma = \sqrt{2D_l t}$ αυξάνει με το χρόνο.



Διάγραμμα 8. Κατανομές συγκεντρώσεων από μια στιγμιαία πηγή σε έναν ποταμό.

Σε μια μελέτη πεδίου, ο συντελεστής D_l μπορεί να προσδιορισθεί από μετρούμενες μέγιστες συγκεντρώσεις και την Εξ. 3-130 και $k=0$. Εναλλακτικά, ο συντελεστής D_l μπορεί να προσδιορισθεί με σύγκριση της σταθεράς απόκλισης κατανομής της συγκέντρωσης με τη σχέση που δίδεται παραπάνω. Σε παλιρροιακές εκβολές οι μετρήσεις είναι προτιμότερο να αντιστοιχούν στον ίδιο χρόνο στη διάρκεια του παλιρροιακού κύκλου, παρ' όλο που η Εξ 3-128 ισχύει και για μεταβαλλόμενο χρόνο υδατορευμάτων.

Συνεχής Εκφόρτιση. Η λύση της Εξ 3-126 στην περίπτωση συνεχούς εκφόρτισης σε $x=0$ δίδεται από την εξίσωση:

$$C = \frac{M'}{A \sqrt{v^2 + 4kD_l}} \exp \left[\left(\frac{xv^2}{2D_l} \right) \left(1 \pm \frac{1}{v} \sqrt{v^2 + 4kD_l} \right) \right] \quad (3-131)$$

Όπου,

M' = ρυθμός εκφόρτισης $Q_d C_d$ [MT^{-1}],

Q_d = παροχή εκφόρτισης [$L^3 T^{-1}$], και

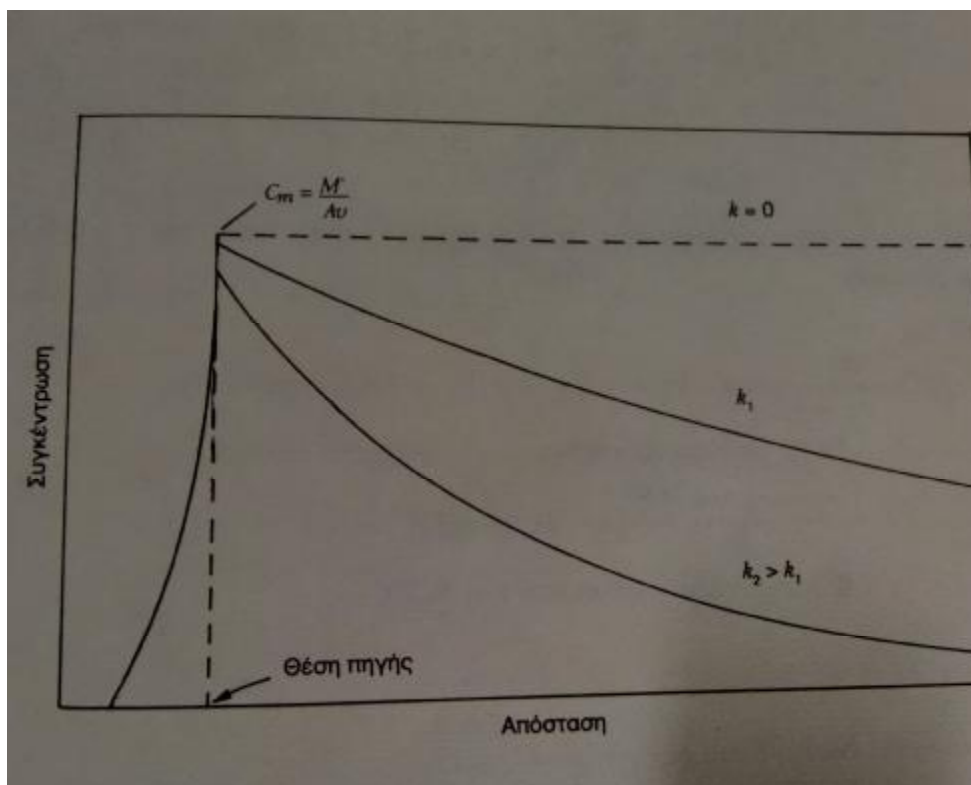
C_d = συγκέντρωση εκφόρτισης [ML^{-3}].

Σημειώνεται ότι στον εκθετικό όρο χρησιμοποιείται + για $x < 0$ και - για $x > 0$. Η Εξ. 3-131 δίδεται γραφικά στο Σχήμα 3-23. Για μια συντηρητική ουσία, όπου $k=0$, η συγκέντρωση κατάντη του σημείου εκφόρτισης είναι ομοιόμορφος και ισούται με M'

/A u. Η διεύθυνση ανάντη δεν επηρεάζεται σημαντικά από τη σταθερά k. Σε πολλές περιπτώσεις $4kD_l / u^2 \ll 1$. Ως παράδειγμα αναφέρεται ότι, για τις ακόλουθες τυπικές τιμές $u = 0.3 \text{ m/s}$, $k = 0.3 \text{ d}^{-1} = 3.5 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ και $D_l = 18.58 \text{ m}^2/\text{s}$, $4kD_l / u^2 = 0.0028$. Σ' αυτή την περίπτωση οι συγκεντρώσεις κατάντη της πηγής μπορούν να υπολογισθούν κατά προσέγγιση με την εξίσωση:

$$C = \frac{M'}{Au} \exp(-kx/u), \quad x > 0 \quad (3-132)$$

Συγκεντρώσεις υπολογισμένες με την Εξ 3-132 είναι ανεξάρτητες από το συντελεστή D_l . Έτσι, επαληθεύεται ότι, υπό συνθήκες συνεχούς εκφόρτισης σε ποταμούς, ο συντελεστής D_l θεωρείται αμελητέος.



Διάγραμμα 9. Συνεχής εκφόρτιση σε ποταμό.

Απώλεια Διαλυμένου Οξυγόνου. Στην περίπτωση συνεχούς εκφόρτισης εκροών υγρών αποβλήτων σε ένα ποταμό, η Εξ. 3-132 έχει εφαρμογή και για τη συγκέντρωση της BOD που υπόκειται σε πρώτης τάξης κινητική μετατροπής. Δηλαδή:

$$C_c = C_c^0 \exp(-kx/u) \quad (3-133)$$

Όπου,

$$C_c^0 = M' / Au.$$

Αυτή η προσέγγιση ισχύει τόσο για το ανθρακούχο όσο και για το αζωτούχο BOD. Σ' αυτή την περίπτωση, το x αναφέρεται στο σημείο όπου το αζωτούχο BOD αρχίζει να

αποδομείται. Έτσι, το αζωτούχο BOD μπορεί να θεωρηθεί ως μια εικονική πηγή BOD σε ένα σημείο κατάντη της πραγματικής πηγής, διαχωριζόμενο με το χρόνο μεταφοράς, $t=x/u$, ίσο με το χρόνο υστέρησής του.

Εκβολές

Γενικά ο όρος «εκβολή» αναφέρεται στο τμήμα των ποταμών στην περιοχή εκφόρτισης τους στη θάλασσα, όπου παρατηρούνται επιδράσεις παλιρροιών και αλμυρού νερού. Οι εκβολές μπορούν να ταξινομηθούν γεωμορφολογικά σε απλές παράκτιες εκβολές όπως η Potamac κατάντη της Washington D.C. ή σε Fjords ή μεγάλοι σχηματισμοί κόλπων όπως αυτού του San Francisco Bay ή ακόμη σε απλά δέλτα στη Μεσόγειο. Από μια υδροδυναμική άποψη, οι εκβολές μπορεί να είναι τύπου σφήνας αλμυρού νερού, μερικής μείξης ή πλήρους μείξης. Αυτοί οι όροι αναφέρονται στη δομή της αλμυρότητας της εκβολής. Στις εκβολές τύπου σφήνας, μια ευκρινής σφήνα του θαλάσσιου νερού εκτείνεται ανάντη στη ροή του υδατορεύματος εντός της εκβολής. Στις εκβολές μερικής μείξης, μια βαθμιαία κλίση αλμύρισης λαμβάνει χώρα μεταξύ της επιφάνειας (σε μικρότερη αλμύριση) και του πυθμένου (με μεγαλύτερη αλμύριση). Στις εκβολές πλήρους μείξης η αλμύριση είναι ομοιόμορφος πρακτικά στην κατακόρυφη διεύθυνση, αλλά αυξάνει προς τη θάλασσα περιοχή. Γενικά, η κατηγορία στην οποία εμπίπτει η κάθε εκβολή εξαρτάται από τη γεωμετρία της, τη ροή του γλυκού νερού και την παλιρροιακή συχνότητα και έκταση. Έτσι, ο τύπος της αλμυρής τύπου σφήνας τείνει να συμβαίνει υπό συνθήκες υψηλών παροχών γλυκού νερού και μικρού εύρους εκβολών.

Η μονοδιάστατη προσέγγιση έχει εφαρμογή σε μικρού εύρους και πλήρους μείξης εκβολές. Όπως αναφέρεται παραπάνω, η κατά μήκος διασπορά είναι συνήθως πολύ σημαντική σε σύγκριση με αυτήν σε ποταμούς και έτσι, δεν είναι δυνατό να αγνοηθεί ακόμη και υπό συνθήκες σταθερής εκφόρτισης. Μέχρι σήμερα, δεν είναι γνωστή αναλυτική λύση της εξίσωσης συνέχειας της μάζας υπό συνθήκες συνεχούς εκφόρτισης σε εκβολές. Γι' αυτό απαιτούνται αριθμητικές λύσεις της.

Στις εκβολές μερικής μείξης η κλίση της κατακόρυφου αλμύρισης αποτελεί δευτερεύουσα κυκλοφορία, αθροιστική στη μέση εγκάρσια της κατά μήκος ροή. Σ' αυτή την κυκλοφορία ης εκβολής το νερό, που υφίσταται αλμύριση, κινείται βραδέως ανάντη κατά μήκος του πυθμένου και βαθμηδόν εισέρχεται στο γλυκό νερό, που κινείται προς τη θάλασσα. Για τον υπολογισμό αυτής της κυκλοφορίας απαιτείται προσομοίωση με ένα δισδιάστατο ή δυο στρώσεων μοντέλο.

Ζώνες Μείξης.

Γενικά, σε μια μονοδιάστατη ανάλυση, υποτίθεται ότι η εκροή του υγρού αποβλήτου υφίσταται πλήρη μείξη με τη ροή του ρεύματος. Η υπόθεση της πλήρους μείξης, ίσως δεν ισχύει για την περιοχή εκφόρτισης και πιθανόν υφίσταται μια ζώνη, όπου η συγκέντρωση του θεωρούμενου συστατικού, είναι μεταξύ της τιμής της στην εκροή και αυτής της πλήρους μείξης. Η ζώνη αυτή δεν είναι σημαντική για ανάλυση του διαλυμένου οξυγόνου, επειδή το BOD υπό αποδόμηση είναι πολύ μειωμένη σε σύγκριση με το χρόνο μεταφοράς στη ζώνη μείξης. Σε περίπτωση όμως τοξικών συστατικών, τα χαρακτηριστικά της ζώνης αυτής θεωρούνται πολύ σημαντικά. Έτσι, επιδιώκεται ταχεία μείξη της εκροής με τον περιβάλλοντα όγκο νερού του αποδέκτη, με σκοπό τη μείωση της τοξικότητας.

Σε ποταμούς μικρού βάθους, επιτυγχάνονται συνθήκες κατακορύφου μείξης, σε πολύ μικρή απόσταση από το σημείο εκφόρτισης. Αναλύσεις της ζώνης μείξης, μπορούν να διεξαχθούν με προσομοίωση της εκφόρτισης, ως μιας επίπεδης πηγής, που επεκτείνεται σε όλο το βάθος του ποταμού. Για εκφορτίσεις με αγωγούς, ως μια πρώτη προσέγγιση, μπορεί να υποτεθεί ότι το εύρος της πηγής είναι ίσο με το βάθος του ποταμού, όπου για πολυσημειακούς διαχυτήρες, είναι κατάλληλη μια πηγή εύρους ίσου με το μήκος του διαχυτήρα. Η αντίστοιχη κατανομή της συγκέντρωσης ενός συστατικού δίδεται με την εξίσωση:

Για εκφορτίσεις σε ποταμούς μεγάλου βάθους, δεν επιτυγχάνεται μείξη της εκροής που εκφορτίζεται σε μεγάλες αποστάσεις και σε όλο το βάθος τους. Σε μια τέτοια περίπτωση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσέγγιση που περιγράφεται παρακάτω και αφορά θαλάσσια εκφόρτιση. Σε υφιστάμενες εκφορτίσεις, η αραιώση της εκροής προσδιορίζεται με μελέτες πεδίου, κατά τις οποίες σταθερές βαφές εκφορτίζονται στις εκροές με δεδομένο ρυθμό. Στη συνέχεια, μετρήσεις των συγκεντρώσεών τους σε διάφορα σημεία του αποδέκτη χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό της επιτυγχανόμενης αραιώσης.

Η έκταση της ζώνης μείξης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της εκροής αλλά και της ροής του ποταμού. Τυπικά, χαμηλές αραιώσεις και συνεπώς μεγάλες ζώνες μείξης των εκροών επιτυγχάνονται υπό συνθήκες μειωμένων ροών των ποταμών. Γι' αυτό απαιτούνται αναλύσεις δεδομένων ροής, προσδιοριστικών του μεγέθους, της διάρκειας και της συχνότητας των περιόδων χαμηλών ροών. Στις ΗΠΑ, συχνά ισχύουν κανονισμοί που περιγράφουν τη διάρκεια και τη συχνότητα χαμηλών ροών, που πρέπει να χρησιμοποιούνται στις αναλύσεις της ζώνης μείξης. Ως παράδειγμα αναφέρεται ότι, συνήθως, χρησιμοποιείται ροή που αντιστοιχεί σε 7 ημέρες χαμηλής ροής σε μέσο διάστημα επανάληψης 10 ετών (που σημειώνονται συνήθως με $7Q_{10}$).

Διάθεση σε Ποταμούς.

Πολλές εκφορτίσεις υγρών αποβλήτων σε ποταμούς και εκβολές διενεργούνται δια μέσου αγωγών ανοικτών άκρων με τις οποίες επιτυγχάνεται ελάχιστη αρχική μείξη. Σε αβαθή υδατορεύματα εκφορτίσεις ανοικτού άκρου στις όχθες πολλές φορές δημιουργεί ελεύθερη διάθεση στην υδατική επιφάνεια, με αποτέλεσμα να δημιουργείται υψηλό δυναμικό για πρόβλημα αφρού. Αυτά μπορεί να περιοριστούν με υποεπιφανειακή και σε μεγαλύτερη απόσταση εκφόρτιση εντός του ρεύματος. Σε περιπτώσεις πλωτών ποταμών και εκβολών απαιτείται προσοχή στη χορήγηση ειδικών αδειών κατά το σχεδιασμό και εγκατάσταση διαχυτήρων (Wright et al., 1991).

Σε έναν ποταμό μπορεί να επιτευχθεί ταχεία μείξη της εκροής του υγρού αποβλήτου με τη χρήση διαχυτήρος πολλών εξόδων. Γενικά, διαχυτήρας ορίζεται μια κατασκευή που χρησιμοποιείται για την εκφόρτιση εκροών δια μέσου μιας σειράς εξόδων κατά μήκος ενός αγωγού, που εκτείνεται εντός ενός ποταμού ή μιας παράκτιας περιοχής, κατά προτίμηση κάθετα προς την όχθη τους. Στην περίπτωση αβαθών ποταμών επιτυγχάνεται άμεσα κατακόρυφος μείξη της εκροής σε όλο το βάθος του ποταμού. Σ' αυτή την περίπτωση η ροπή εκφόρτισης μπορεί να προσελκύει εντός του πλούμιου της εκροής (φλέβας) τη ροή περιβάλλοντος νερού του ποταμού, που διαφορετικά δεν θα διερχόταν επάνω από τον διαχυτήρα, όπως δείχνεται παρακάτω (Adams, 1982).

3.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επόπτη και καθηγητή μας, κύριο Κακαβα Παναγιώτη για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με τον εν λόγω θέμα. Είχαμε την ευκαιρία να δούμε και να μάθουμε πάρα πολλά πράγματα που είναι ιδιαίτερος σημαντικά και ενδιαφέρων.

Από την πτυχιακή μας εργασία θα κρατήσουμε ότι ως μηχανικοί θα πρέπει να συμβάλλουμε στην προστασία του περιβάλλοντος σε όλους τους τομείς των κατασκευών αλλά και στην διαχείριση των υδάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Πληθυσμός – στοιχεία Αγρινίου :
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B3%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B9%CE%BF>
2. Επεξεργασία λυμάτων, Στυλιανός Π. Τσώνης, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2004.
3. Εθνική Βάση Δεδομένων των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων Αθήνα, 30/03/12 Αρ. Πρωτ.: 431
4. Κ. Χρυσικόπουλος «Εισαγωγή στις διεργασίες καθαρισμού Νερού & λυμάτων», εκδόσεις Τζιόλα 2017.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ – ΣΧΕΔΙΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1. Αεροφωτογραφία της πόλης του Αγρινίου.....	8
Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία του κέντρου της πόλης.....	9
Εικόνα 3. Εξυπηρετούμενοι οικισμοί.....	11
Εικόνα 4. Σκαριφήματα εσχάρων.....	20
Εικόνα 5. Σκαρίφημα εσχάρας, αυτοκαθαριζόμενη.....	21
Εικόνα 6. Σκαρίφημα αμμοσυλλέκτη	21
Εικόνα 7. Γενική διάταξη μονάδας	22
Εικόνα 8. Διάγραμμα ροής μονάδας	22
Εικόνα 9. Ο βιολογικός καθαρισμός.....	23
Εικόνα 10. Μακέτα εγκαταστάσεων.....	23
Εικόνα 11. Δεξαμενές αερισμού.....	24
Εικόνα 12. Κεντρικό αντλιοστάσιο.....	26
Εικόνα 13. Αντλιοστάσιο.....	27
Εικόνα 14. Μηχανικά αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες.....	28
Εικόνα 15. Εκσκαφή και τοποθέτηση του αγωγού.....	33
Εικόνα 16. Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.....	35
Εικόνα 17. Είσοδος βιολογικού καθαρισμού.....	42
Εικόνα 18. Μακέτα βιολογικού καθαρισμού.....	43
Εικόνα 19. Χημικό εργαστήριο.....	43
Εικόνα 20. Επιτοίχιο διάγραμμα μονάδας.....	44
Εικόνα 21. Δεξαμενή εξάμμωσης.....	44
Εικόνα 22. Είσοδος στη δεξαμενή αερισμού.....	45
Εικόνα 23. Δεξαμενή αερισμού.....	45
Εικόνα 24. Κανάλια δεξαμενής αερισμού.....	46
Εικόνα 25. Δεξαμενές καθίζησης.....	46
Εικόνα 26. Υπερχείλιση δεξαμενής καθίζησης.....	47
Εικόνα 27. Καθαρισμός επιπλεόντων στην δεξαμενή καθίζησης.....	48
Εικόνα 28. Σχηματισμών συσσωμάτων.....	49
Εικόνα 29. Μαιανδρική διαδρομή.....	49
Εικόνα 30. Πρόγραμμα διαχείρισης βιολογικού.....	50
Εικόνα 31. Β φάση βιολογικού, επέκταση.....	82
Εικόνα 32. Βραδεία εφαρμογή: α) υδραυλική ροή, β) επιφανειακή εφαρμογή, γ) με	

καταιονισμό.	86
Εικόνα 33. Διανομή υγρών αποβλήτων σε σύστημα βραδείας εφαρμογής με την μέθοδο των αυλακίων : α) ανεξάρτητη τάφρο εφοδιασμού, β) σωλήνα με ρυθμιζόμενες εξόδους.	87
Εικόνα 34. Σύστημα ταχείας διήθησης: α) υδραυλική ροή, β) ανάκτηση με στραγγιστικό δίκτυο, γ) ανάκτηση με γεωτρήσεις.	88
Εικόνα 35. Επιφανειακή ροή	90
Εικόνα 36. Υδροχαρή φυτά.	90
Εικόνα 37. Εγκάρσια τομή ενός τυπικού SFS συστήματος.	91
Εικόνα 38. Μετατροπές αζώτου σε φυσικά συστήματα επεξεργασίας.	95
Εικόνα 39. Τυπικό σύστημα τεχνητού υγροβιότοπου.	101
Εικόνα 40. Συστήματα FWS: α) αποδεχόμενο εκροές τεχνιτών λιμνών οξείδωσης, β) σύστημα στην Arcata Ca.	106
Εικόνα 41. Σύστημα υγροβιότοπου SFS με υπόστρωμα από χονδρόκοκκα υλικά. ..	108
Εικόνα 42. Σύστημα SFS σε πειραματικό στάδιο στο Tennessee Tech.	109
Πίνακας 1. Δημοτικές Ενότητες Δήμου Αγρινίου	9
Πίνακας 2. Άμεσα εξυπηρετούμενοι οικισμοί	10
Πίνακας 3. Έμμεσα εξυπηρετούμενοι οικισμοί.	10
Πίνακας 4. Πληθυσμιακά στοιχεία.	12
Πίνακας 5. Ισοζύγιο μάζας θερινής περιόδου.	72
Πίνακας 6. Ισοζύγιο μάζας χειμερινής περιόδου.	74
Πίνακας 7. Στοιχεία ΥΠΕΚΑ.	76
Πίνακας 8. Φυσικοχημικές παράμετροι.	78
Πίνακας 9. Θρεπτικά στοιχεία.	78
Πίνακας 10. Βαρέα μέταλλα στη λάσπη.	78
Σχέδιο 1. Πιθανή διαμόρφωση τον αποχετευτικού δικτύου μιας πόλης.	15
Σχέδιο 2. Γενική διαμόρφωση μικτού αποχετευτικού δικτύου.	16
Σχέδιο 3. Σύνδεση μίας κατοικίας σε μικτό αποχετευτικό δίκτυο.	17
Σχέδιο 4. Γενική διαμόρφωση ενός χωριστικού αποχετευτικού δικτύου.	18
Σχέδιο 5. Σύνδεση μιας κατοικίας σε χωριστικό αποχετευτικό δίκτυο.	18
Σχέδιο 6. Υγρά απόβλητα από τις εγκαταστάσεις λυμάτων	19
Σχέδιο 7. Υπόμνημα σχεδίου γενικής διάταξης.	51
Σχέδιο 8. Γενική διάταξη μονάδας.	52
Σχέδιο 9. Επεξηγήσεις σχεδίου γενικής διάταξης.	53

Σχέδιο 10. Κτίριο αφυδάτωσης – εξάμμωσης.	54
Σχέδιο 11. Κτίριο διοίκησης	54
Σχέδιο 12. Δεξαμενές αερισμού.....	55
Σχέδιο 13. Δεξαμενές καθίζησης	55
Σχέδιο 14. Παρατηρήσεις που αφορούν το σχέδιο γενικής διάταξης.....	56
Σχέδιο 15. Ολοκληρωμένη διάταξη, α και β φάση.....	56
Σχέδιο 16. Κάτοψη - Τομή εξαμμωτή.	58
Σχέδιο 17. Τομές εξαμμωτή.....	59
Σχέδιο 18. Αξονομετρικό εξαμμωτή.....	59
Σχέδιο 19. Κάτοψη μονάδας εσχάρωσης.....	60
Σχέδιο 20. Τομές εσχάρων.....	61
Σχέδιο 21. Αξονομετρικό μονάδας εσχάρων(α).	62
Σχέδιο 22. Αξονομετρικό μονάδας εσχάρων(β).	62
Σχέδιο 23. Κάτοψη αναερόβιων δεξαμενών	63
Σχέδιο 24. Αξονομετρικό δεξαμενών καθίζησης.....	64
Σχέδιο 25. Τομές δεξαμενής αερισμού.	65
Σχέδιο 26. Αξονομετρικό αναερόβιων δεξαμενών.	66
Σχέδιο 27. Κάτοψη δεξαμενών καθίζησης	66
Σχέδιο 28. Κάτοψη - τομή δεξαμενής χλωρίωσης.....	67
Σχέδιο 29. Τομές δεξαμενής χλωρίωσης.....	68
Σχέδιο 30. Αξονομετρικό αντλιοστασίου ιλύος.....	68
Σχέδιο 31. Τομές - όψεις κτιρίου αφυδάτωσης ιλύος.....	69
Διάγραμμα 1. Λειτουργία μονάδας.....	39
Διάγραμμα 2. Ισοζύγιο μάζας θερινής περιόδου.	73
Διάγραμμα 3. Ισοζύγιο μάζας χειμερινής περιόδου.	75
Διάγραμμα 4.....	79
Διάγραμμα 5.....	79
Διάγραμμα 6.....	80
Διάγραμμα 7.....	80
Διάγραμμα 8. Κατανομές συγκεντρώσεων από μια στιγμιαία πηγή σε έναν ποταμό.	115
Διάγραμμα 9. Συνεχής εκφόρτιση σε ποταμό.....	116