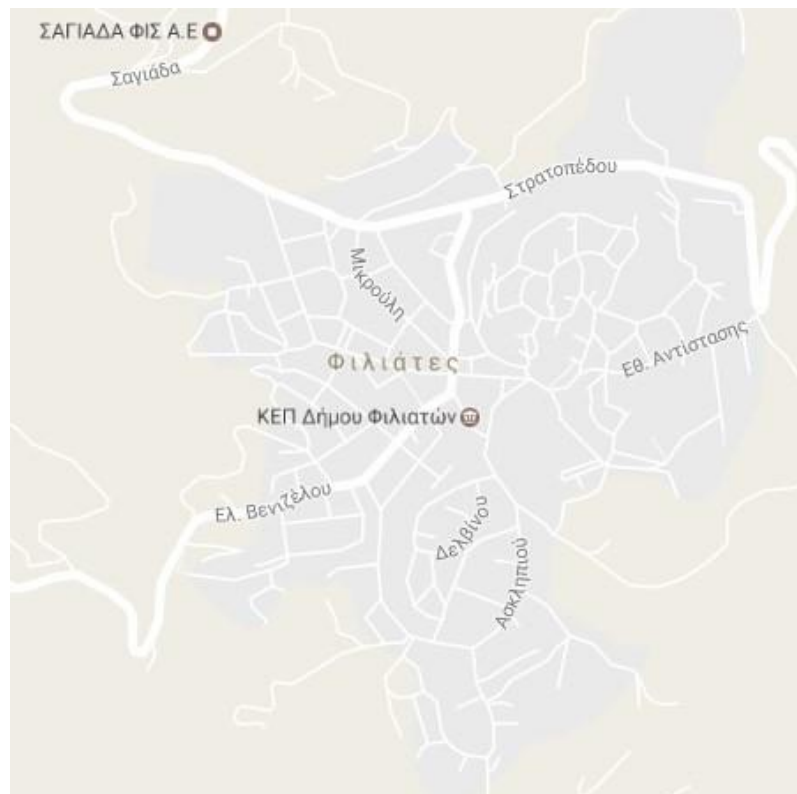


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΠΟΛΗ  
«ΦΙΛΙΑΤΩΝ» ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ – ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

**Δρ. Κακαβας Παναγιώτης**

Καθηγητής Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

**Λυτρίβης Βασίλειος**

**Μάντζας Στέφανος**

**Παρασκευάκης Νικόλαος**

ΠΑΤΡΑ 2017

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

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

*Πάτρα, 2017*

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Αντικείμενο της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας είναι η παρουσίαση του έργου αποχέτευσης και εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού για τον οικισμό «Φιλιππών» της Περιφέρειας Ηπείρου. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν οργανώνονται στο κείμενο αυτό ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται βασικές πληροφορίες για το έργο, παραδοχές για τους υπολογισμούς και πληθυσμιακά στοιχεία.

Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο εστιάζει στο δίκτυο ακαθάρτων που είναι το ένα μέρος του έργου. Παρουσιάζουμε τα δεδομένα, τους τύπους και τα τεχνικά έργα που απαιτήθηκαν.

Στο τρίτο και το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πλήρη στοιχεία για την μονάδα του βιολογικού καθαρισμού όπως υδραυλικοί υπολογισμοί, κατασκευές, διαδικασία, παραδοχές κ.λπ.

Στο πέμπτο κεφάλαιο συνοψίζονται τα μηχανολογικά στοιχεία που μελετήθηκαν και είναι απαραίτητα για την λειτουργία του έργου.

Τέλος, στο κεφάλαιο έξι παρουσιάζουμε τα βασικά συμπεράσματα που εξάγαμε ολοκληρώνοντας την εργασία μας.

## Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών:

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:

Λυτρίβης Βασίλειος

Μάντζας Στέφανος

Παρασκευάκης Νικόλαος

ΠΡΟΣ :

Α.Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

15/2/2016

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Υπόψη Καθηγητή Δρ. Κακαβά Παναγιώτη

Κατόπιν συνεννοήσεως με τους φοιτητές Στέφανο Μάντζα, Βασίλειο Λυτρίβη και Νικόλαο Παρασκευάκη, σας γνωστοποιούμε ότι δεν έχουμε κανένα απολύτως πρόβλημα ούτως ώστε οι εν λόγω φοιτητές να χρησιμοποιήσουν στοιχεία και πληροφορίες από την Μελέτη του έργου «Δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων και εγκατάσταση καθαρισμού λυμμάτων των Φιλατών» για να πραγματοποιήσουν την Πτυχιακή τους εργασία που έχει ως θέμα το εν λόγω έργο.

Για οποιαδήποτε άλλη πληροφορία είμαστε στη διάθεση σας.

Με εκτίμηση.

ΥΔΡΟΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ Ε.Π.Ε  
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ  
ΕΡΜΟΥ 18Α - 11527 ΑΘΗΝΑ  
ΤΗΛ. 2310/226347 - ΦΑΞ: 2310/261422  
Α.Φ.Μ. 998076703 - Δ.Ο.Υ. Β' ΓΕΩΡΓΙΟΥ

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ .....	7
1.1 ΠΛΥΘΗΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	7
1.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	16
1.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ.....	18
1.4 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ .....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ .....	23
2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	23
2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....	26
2.3 ΧΑΡΑΞΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ .....	28
2.4 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ .....	31
2.5 ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ .....	33
2.6 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ .....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ .....	71
3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ .....	71
3.2 ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ .....	74
3.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΛΕΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ.....	75
3.4 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΕ ΥΠΟΒΡΙΧΙΕΣ ΟΠΕΣ.....	76
3.5 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΣΧΑΡΩΣΗ.....	77
3.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ.....	78
3.7 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΙΜΗΟΦΦ (ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ) .....	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ε.Ε.Λ – ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ .....	103
4.1 ΒΑΣΙΚΑ ΚΡΗΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	103
4.2 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	107

4.3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	110
4.4 ΜΟΝΑΔΑ ΕΣΧΑΡΩΣΗΣ.....	118
4.5 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΙΜΗΟΦΦ.....	125
4.6 ΦΡΕΑΤΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 2ΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	129
4.7 ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ.....	131
4.8 ΛΙΜΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	145
4.9 ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ.....	154
4.10 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ.....	160
4.11 ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΞΟΔΟΥ – ΞΥΡΑΝΣΗ ΙΛΥΟΣ .....	164
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	168
5.1 ΕΙΔΑΓΩΓΗ.....	168
5.2 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....	169
5.3 ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ .....	171
5.4 ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ - ΟΜΒΡΙΩΝ.....	174
5.5 ΔΙΚΤΥΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ - ΑΡΔΕΥΣΗΣ .....	182
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	185
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	186
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ - ΕΙΚΟΝΩΝ.....	187

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ**

### **1.1 ΠΛΥΘΗΣΜΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Το έργο περιλαμβάνει την κατασκευή του δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων του Δήμου Φιλιατών. Η εξεταζόμενη περιοχή βρίσκεται 10 km περίπου βόρεια της πόλης της Ηγουμενίτσας, 10 km περίπου νοτίως των ελληνοαλβανικών συνόρων, 10 km περίπου ανατολικά του κόλπου της Σαγιάδας, και ανήκει διοικητικά στον Νομό Θεσπρωτίας.

#### **ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ**

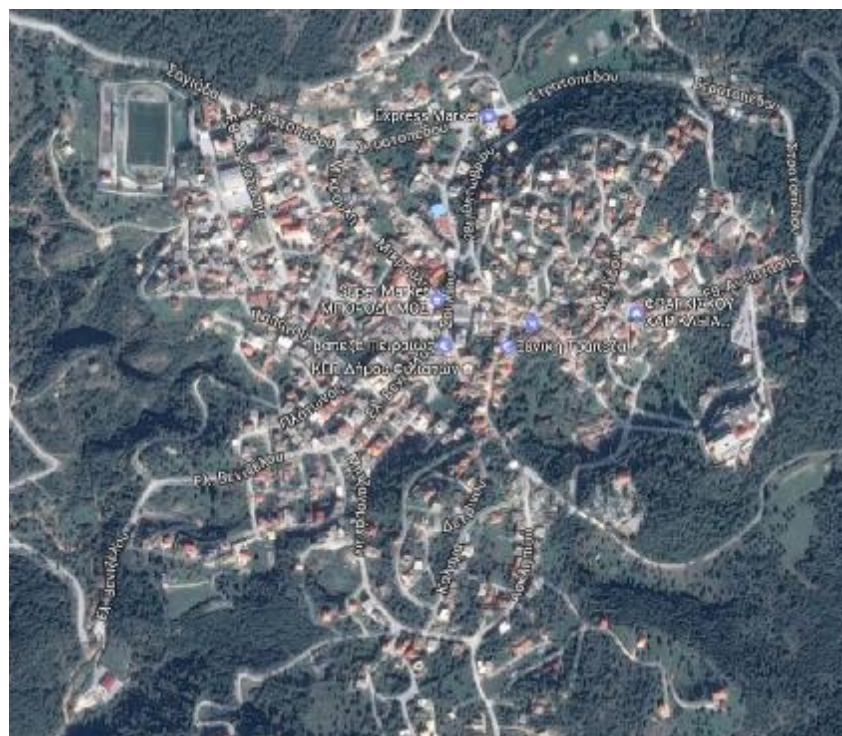
Η διαστασιολόγηση των αποχετευτικών δικτύων καθώς και των θαλάμων των αντλιοστασίων έγιναν για τον πληθυσμό της τεσσαρακονταετίας (2048), ενώ για τη διαστασιολόγηση των αντλιών λήφθηκε ο πληθυσμός της εικοσαετίας (2028). Για τον υπολογισμό του πληθυσμού, τόσο στην 20ετία όσο και στην 40ετία, θεωρήθηκε ετήσια αύξηση ίση με 1,0%.

**Πίνακας 1. Εξυπηρετούμενος πληθυσμός περιοχής μελέτης**

<b>Πληθυσμός 2008</b>	<b>Ετήσια αύξηση</b>	<b>Πληθυσμός 2028</b>	<b>Ετήσια αύξηση</b>	<b>Πληθυσμός 2048</b>
2.700	1%	3.300	1%	4.000



**Εικόνα 1. Αεροφωτογραφία google earth. (a)**



**Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία google earth. (b)**

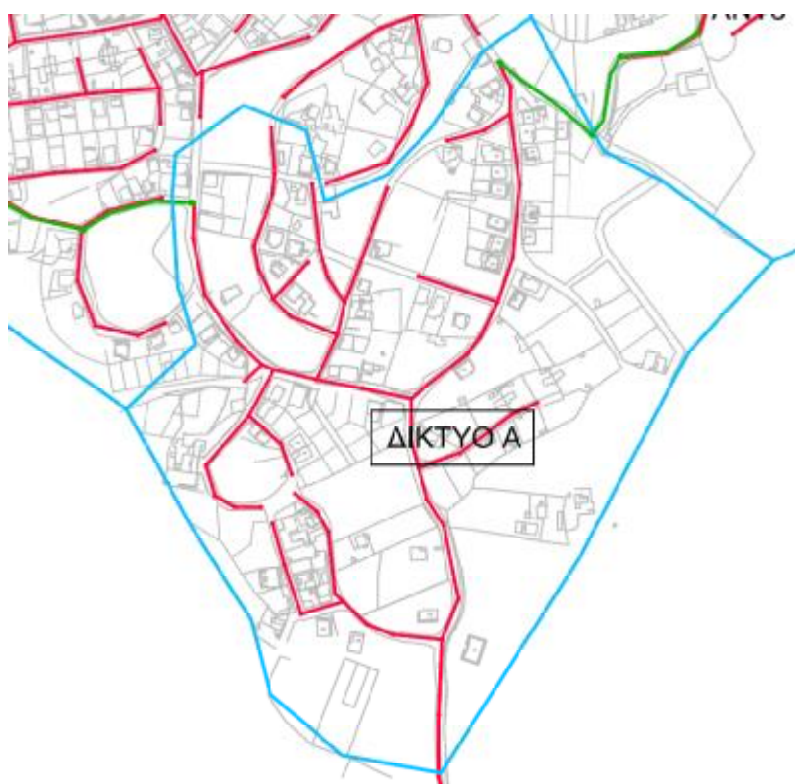


## ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Η πόλη των Φιλιατών είναι κτισμένη σε υψόμετρο 180-240m. Η ρυμοτομία στο μεγαλύτερο μέρος του οικισμού είναι δαιδαλώδης. Λόγω των πολλών υψωμάτων και της ανομοιόμορφης φοράς των κλίσεων του εδάφους, είναι απαραίτητη η κατασκευή συνολικά τεσσάρων υποδικτύων.

Η δομή του δικτύου είναι η εξής:

Το υποδίκτυο το οποίο θα εξυπηρετεί το νότιο τμήμα του οικισμού (υποδίκτυο Α), θα τροφοδοτεί το εξωτερικό αντλιοστάσιο αποκλειστικά με βαρύτητα.



**Εικόνα 3. Υποδίκτυο Α.**

Τα λύματα του υποδικτύου το οποίο θα εξυπηρετεί το κεντρικό και βορειοδυτικό τμήμα του οικισμού (υποδίκτυο Β), θα καταλήγουν με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ANT4. Από εκεί θα μεταφέρονται με άντληση στο φρεάτιο AB1α του υποδικτύου Α.

Τα λύματα του υποδικτύου το οποίο θα εξυπηρετεί μικρό μέρος του βορειοδυτικού τμήματος του οικισμού (υποδίκτυο Γ), θα καταλήγουν με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ANT2. Από εκεί θα μεταφέρονται με άντληση στο φρεάτιο A16 του υποδικτύου Β.



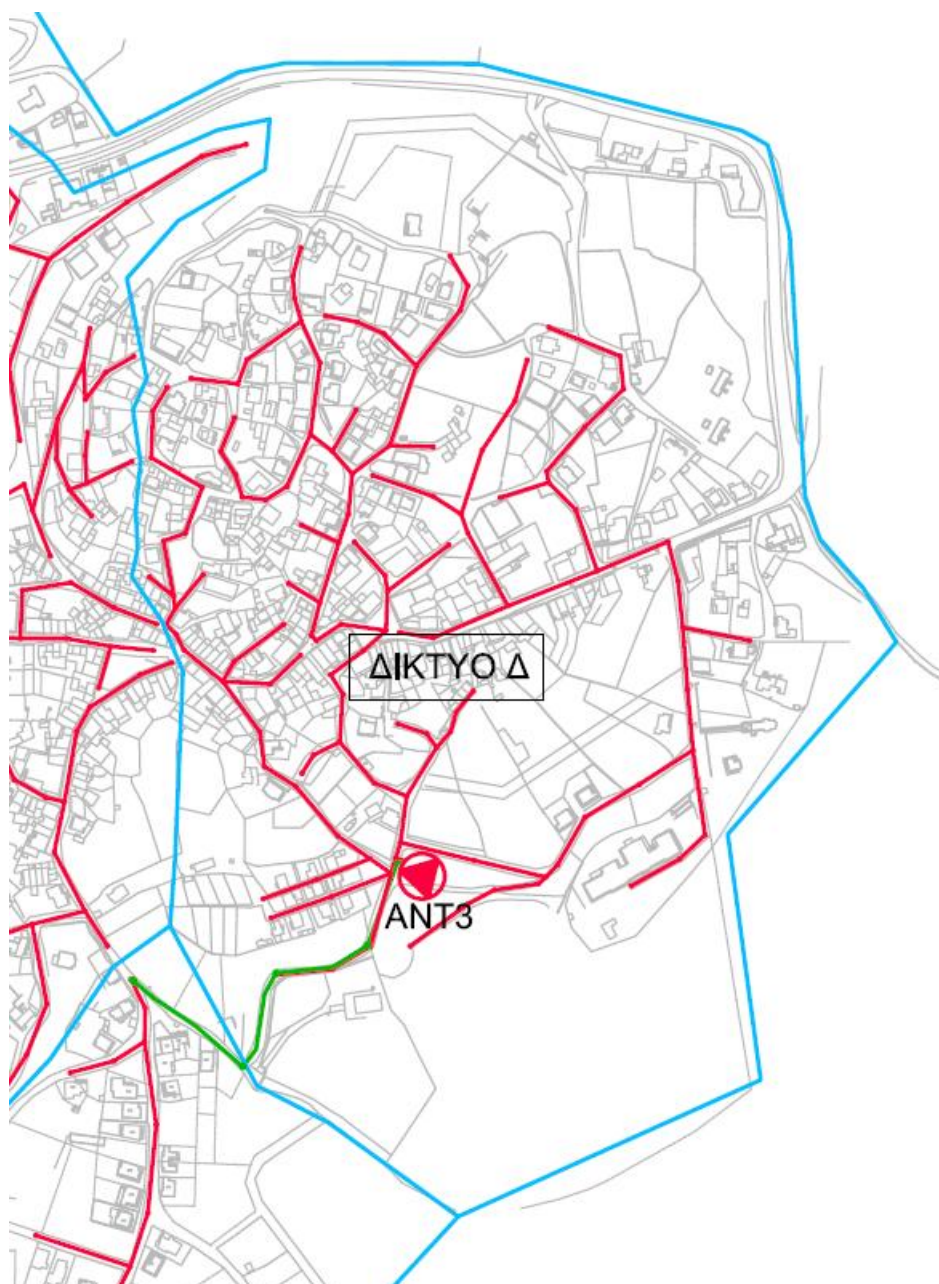
**Εικόνα 4. Υποδίκτυα Β και Γ.**

Τα λύματα του υποδικτύου Δ το οποίο θα εξυπηρετεί το ανατολικό τμήμα του οικισμού, θα καταλήγουν με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ANT3. Από εκεί θα μεταφέρονται με άντληση στο φρεάτιο ΑΟ1 του υποδικτύου Α.

Τα φρεάτια ΑΒ1α, Α16, ΑΟ1 και R7 θα κατασκευαστούν σύμφωνα με το τυπικό κατασκευαστικό Σχέδιο ΚΑ-606. Στα τμήματα των καταθλιπτικών αγωγών του εσωτερικού δικτύου αποχέτευσης έχει προβλεφθεί η κατασκευή 8 φρεατίων επίσκεψης (Σχέδιο ΚΑ-601).

Το συνολικό μήκος του δικτύου είναι 17.457,00 m. Από αυτά τα 16.417,00 m αποτελούν αγωγούς βαρύτητας και τα υπόλοιπα 1.040,00 m καταθλιπτικούς αγωγούς. Το μεγαλύτερο μέρος του δικτύου βαρύτητας θα κατασκευαστεί από

αγωγούς PVC διαμέτρου Φ200, ενώ σε μικρό τμήμα θα τοποθετηθούν αγωγοί Φ250 και Φ355. Οι καταθλιπτικοί αγωγοί θα είναι από πολυαιθυλένιο πίεσης 10 atm και ονομαστικής διαμέτρου 90, 125, 160 και 200.



**Εικόνα 5. Υποδίκτυο Δ.**

Τα φρεάτια επίσκεψης για τους αγωγούς ακαθάρτων θα κατασκευαστούν ανά 40 έως και 75 m καθώς και σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσης, αλλαγή κατά μήκος κλίσης, συμβολή αγωγών και τέρμα αγωγών. Τα φρεάτια θα είναι προκατασκευασμένα (Σχέδιο ΚΑ-607). Συνολικά θα κατασκευαστούν 443 φρεάτια από τα οποία 416 είναι εντός οικισμού και 27 εκτός οικισμού.

Τα λύματα θα μεταφερθούν από τον οικισμό στην Ε.Ε.Λ. η οποία θα κατασκευαστεί στα νότια του οικισμού με αγωγό Φ355, ο οποίος θα διέλθει μέσω αγροτικού δρόμου του οποίου η χάραξη μελετήθηκε στα πλαίσια της εν λόγω μελέτης.

Λόγω της μορφής της μηκοτομής του δρόμου αυτού, κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή ενός εξωτερικού αντλιοστασίου (ANT5) και καταθλιπτικού αγωγού PEHD Φ200 μήκους 345,1 μέτρων. Ο καταθλιπτικός αγωγός καταλήγει σε φρεάτιο εξόδου Ζ1 (Σχέδιο ΚΑ-610). Από το φρεάτιο έως την εγκατάσταση καθαρισμού ο αγωγός είναι βαρύτητας PVC Φ200 & Φ250.

Στον καταθλιπτικό αγωγό PEHD Φ200 έχει προβλεφθεί η κατασκευή δύο φρεατίων επίσκεψης (Σχέδιο ΚΑ-601), ενός φρεατίου αεραεξαγωγού (Σχέδιο ΚΑ-608) και ενός φρεατίου εκκενωτή (Σχέδιο ΚΑ-609).

### **ΜΗΚΗ ΑΓΩΓΩΝ**

Συνοπτικά τα μήκη των χρησιμοποιούμενων αγωγών ανά κατηγορία και διάμετρο αγωγού, είναι:

**Πίνακας 2. Μήκη αγωγών ανά κατηγορία**

<b>Αγωγοί ακαθάρτων PVC σειράς 41</b>	
Φ200	14012,00
Φ250	1867,00
Φ355	538,00
<b>Καταθλιπτικοί αγωγοί HDPE 10 atm</b>	
Φ90	251,00
Φ125	316,00
Φ160	245,00
Φ200	228,00



**Εικόνα 6. Οι θέσεις που θα διέλθουν οι αγωγοί.**

#### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

#### ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) της πόλης Φιλιατών σχεδιάζεται με βάση τα πληθυσμιακά δεδομένα της εικοσαετίας (Α φάση) ενώ λαμβάνεται μέριμνα για τη μελλοντική της επέκταση κατά την τεσσαρακονταετία (Β Φάση).

Με βάση τις εκτιμήσεις για τον πληθυσμό υπολογίζονται οι παροχές και τα ρυπαντικά φορτία στην είσοδο κάθε εγκατάστασης. Στις παροχές συναθροίστηκαν και οι υπόγειες εισροές στα δίκτυα. Οι ολικές τιμές της μέσης παροχής και της παροχής σχεδιασμού φαίνονται στον πίνακα 3.

**Πίνακας 3. Παροχές σχεδιασμού**

Έτος σχεδιασμού	Μέγιστη παροχή	Παροχή αιχμής	Υπόγεια εισροή	Μέση παροχή	Ελάχιστη παροχή
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2028	14,2*	28*	5	11,2*	8,75*
2048	16,2*	32*	5	12,5*	9,5*

\*Συμπεριλαμβάνεται και η υπόγεια εισροή

Όσον αφορά στα ρυπαντικά φορτία τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 4 και τα οποία χαρακτηρίζουν την ποιότητα των αστικών λυμάτων, αυτά υπολογίστηκαν με βάση τις ακόλουθες τιμές:

Οργανικό φορτίο : 60 gr BOD / κάτοικο / ημέρα

Αιωρούμενα στερεά : 70 gr TSS / κάτοικο / ημέρα

Ολικό άζωτο : 11 gr TKN / κάτοικο / ημέρα

Ολικός φωσφόρος : 2,5 gr P / κάτοικο / ημέρα

Παραγόμενη ιλύς (αχώνευτη) : 50 gr TSS / κάτοικο / ημέρα

Παραγόμενη ιλύς (χωνεμένη) : 25 gr TSS / κάτοικο / ημέρα

**Πίνακας 4. Ισοδύναμοι κάτοικοι, ρυπαντικά φορτία και παραγόμενη ιλύς**

Έτος	Ισοδύναμοι	BODs	TSS	TN	TP	αχώνευτη ιλύς kg/d	χωνεμένη ιλύς kg/d
2028	3.300	198	231	36	8	165	82
2048	4.000	240	280	44	10	200	100

## ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων θα γίνεται στον παραπόταμο Καλπακιώτικο, του ποταμού Καλαμά, ο οποίος δεν είναι χαρακτηρισμένος ως ευαίσθητος αποδέκτης (ΚΥΑ 5673/400/97 ΦΕΚ 192 Β/14-3-97 και την τροποποίηση αυτής ΦΕΚ 1811 Β/29-9-99).

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων θα πρέπει να ικανοποιούν τα όρια εξόδου που θέτει η οδηγία 91/271 του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.

Για την περιοχή του Δήμου Φιλιατών ισχύει η νομαρχιακή απόφαση του Νομού Θεσπρωτίας (Δ.Υ.Π./Οικ/2805/2001) «Χαρακτηρισμός των νερών του ποταμού Καλαμά στο σημείο της συμβολής του με τον παραπόταμο Καλπακιώτικο και καθορισμού όρων διάθεσης αποβλήτων σε αυτά στο Νομό Θεσπρωτίας».

Επιπλέον, περιορισμοί τίθενται για τη δυνατότητα χρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση όσον αφορά στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών, των διαλυμένων στερεών, καθώς και των παθογόνων μικροοργανισμών στην έξοδο της εγκατάστασης.

Με βάση τα παραπάνω αλλά και τα αναφερόμενα στην Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων του έργου, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων από την ΕΕΛ της πόλης Φιλιατών θα είναι:

**Πίνακας 5. Απαιτούμενες τιμές εκροών των ρυπαντικών παραμέτρων**

Παράμετρος	Απαιτούμενες Τιμές, mg/l
BOD <sub>5</sub>	<25
COD	<125
TSS	<40
TDS	450-1500
Ολικό Άζωτο (N)	<35
Ολικός Φωσφόρος (P)	<10
Υπολειμματικό Cl <sub>2</sub>	0,1
Ολικά Κολοβακτηριοειδή	<500 σε 100 ml
Fecal Κολοβακτηριοειδή	<100 σε 100 ml

## **1.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Το προτεινόμενο σύστημα επεξεργασίας είναι οι τεχνητοί υγρότοποι. Η εγκατάσταση επεξεργασίας εγκαθίσταται σε οικόπεδο περίπου 50 στρεμμάτων και αποτελείται από τις επιμέρους μονάδες:

### **1. Έργα Εισόδου - By Pass**

- α) Φρεάτιο εισόδου - κανάλι
- β) Εσχαρισμός
- γ) Μετρητής ροής
- δ) Διάταξη για παράκαμψη της εγκατάστασης

### **2. Πρωτοβάθμια Επεξεργασία**

- α) Φρεάτιο μερισμού παροχής
- β) Δεξαμενή Imhoff

### **3. Δευτεροβάθμια Επεξεργασία**

- α) Κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, Στάδιο I
- β) Κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, Στάδιο II
- γ) Φρεάτια τροφοδοσίας (Α και Β)

### **4. Τριτοβάθμια Επεξεργασία**

- α) Λίμνες ωρίμανσης
- β) Δεξαμενή χλωρίωσης - αποχλωρίωσης

### **5. Έργα Τελικής Διάθεσης**

- α) Φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας



β) Αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων

γ) Αντλιοστάσιο άρδευσης - ανακυκλοφορίας

Εκτός από τις παραπάνω λειτουργικές μονάδες θα εγκατασταθεί κτίριο ελέγχου με βοηθητικούς χώρους (αποθήκη, χώρος ηλεκτρολογικών πινάκων, εργαστήριο, WC), πίνακας ελέγχου για τη ρύθμιση και τον έλεγχο της λειτουργίας του Η/Μ εξοπλισμού (μηχανοκίνητη εσχάρα, αναδευτήρας αποχλωρίωσης, αντλίες, ηλεκτροκίνητα θυροφράγματα και δικλείδες), όπως και δίκτυο άρδευσης, εξωτερικού φωτισμού, έργα οδοποιίας, διευθέτησης ομβρίων υδάτων, πρασίνου και διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου.

Ο χώρος του γηπέδου θα περιφραχθεί, ενώ προβλέπονται δύο πύλες εισόδου στην εγκατάσταση από τους υπάρχοντες δρόμους πρόσβασης. Εσωτερικά της εγκατάστασης και περιμετρικά της κάθε μονάδας επεξεργασίας θα διαμορφωθεί βοηθητική οδός πρόσβασης και θα διαστρωθεί με αμμοχάλικο πάχους 0,15 m.

Για τις περιπτώσεις διακοπής ρεύματος προβλέπεται η λειτουργία μέσω ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Το Η/Ζ είναι κατάλληλο για την υποστήριξη της λειτουργίας του βασικού Η/Μ εξοπλισμού.

Από τη λειτουργία της ΕΕΛ δε δημιουργείται όχληση στο περιβάλλον, ούτε από θόρυβο αλλά ούτε και από οσμές. Επιπλέον, η κάλυψη των κλινών από υδροχαρή φυτά βελτιώνει την αισθητική του έργου, η οποία διαφέρει κατά πολύ από αυτή μίας τυπικής εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

### **1.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ**

Κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης πέρα από την επίτευξη των ορίων διάθεσης, ο οποίος είναι ο πρώτος και βασικός σκοπός της κατασκευής της, επιτυγχάνεται ο βέλτιστος συνδυασμός των παρακάτω κριτηρίων:

- Η επιλογή των μονάδων και ο σχεδιασμός τοποθέτησής τους στο χώρο γίνεται με βάση την εικοσαετία και την μελλοντική επέκταση της τεσσαρακονταετίας. Οι επιμέρους μονάδες (εσχάρα, δεξαμενή καθίζησης) μπορούν να λειτουργούν σε δύο γραμμές παράλληλα. Ο αριθμός των κλινών επιτρέπει επίσης την πλήρη λειτουργία της εγκατάστασης σε περιπτώσεις συντήρησης ή σφαλμάτων σε μία από τις επί μέρους μονάδες. Έτσι, επιτυγχάνεται ο βασικός στόχος της ευέλικτης λειτουργίας της εγκατάστασης για τις περιπτώσεις διακύμανσης των παροχών και των φορτίων. Ομοίως έχει επιλεγεί και ο μηχανολογικός εξοπλισμός, ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στις διακυμάνσεις των παροχών.
- Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών οχλήσεων, όπως οπτική ρύπανση με δημιουργία οπτικής απόκρυψης του χώρου μέσω κατάλληλης φύτευσης, παρόλο που το έργο από τη φύση του δεν προκαλεί όχληση στο περιβάλλον και η χρήση των φυτών βελτιώνουν την αισθητική του. Η εγκατάσταση δεν κινδυνεύει από υψηλά επίπεδα θορύβου.
- Ελαχιστοποίηση των ενεργειακών δαπανών καθώς και του κόστους λειτουργίας μέσω συστήματος αυτοματισμού που αποβλέπει στον περιορισμό της χρήσης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (ρύθμιση δοσομετρικών για χρήση χημικών) στο απολύτως αναγκαίο, καθώς και μέσω μετρήσεων μικροβιακού φορτίου για την αποφυγή της μονάδας χλωρίωσης.

Το διάγραμμα ροής της διεργασίας έχει ως εξής:

Τα λύματα οδηγούνται μέσω αγωγού βαρύτητας στο φρεάτιο - κανάλι εισόδου της εγκατάστασης, το οποίο στη συνέχεια χωρίζεται σε δύο κανάλια που τοποθετούνται δύο εσχάρες, η μία αυτοκαθαριζόμενη και η άλλη χειροκίνητη. Σε συνθήκες μόνιμης λειτουργίας όλη η παροχή περνά από την αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα. Οι εσχάρες απομονώνονται με την τοποθέτηση θυροφραγμάτων πριν την κάθε διαδρομή, για περιπτώσεις συντήρησης ή ιδιαίτερα αυξημένων παροχών. Τα εσχάρισματα θα μεταφέρονται με ειδικό κοχλία σε στραγγιστήριο απ' όπου στη συνέχεια τυχόν στραγγίσματα θα μεταφέρονται στην είσοδο της εγκατάστασης. Τα

εσχαρίσματα θα καταλήγουν σε κλειστά δοχεία αποθήκευσης απ' όπου σε τακτά χρονικά διαστήματα θα αποκομίζονται για υγειονομική ταφή. Τυχόν κακοσμίες θα αντιμετωπίζονται με χλωράσβεστο. Τα δύο κανάλια συγκλίνουν πάλι σε ένα όπου στραγγίζουν και τοποθετείται στένωση τύπου Venturi για τη μέτρηση της παροχής μετά από το απαιτούμενο μήκος ροής.

Μετά τη μέτρηση της παροχής τα λύματα συγκεντρώνονται στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, η οποία θα είναι τύπου Imhoff. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα εκροών και βέλτιστη λειτουργία των λιμνών σταθεροποίησης σε συνδυασμό με ελαχιστοποίηση της παραγόμενης ιλύος. Προβλέπεται η κατασκευή παράκαμψής της για έκτακτες περιπτώσεις ή για συντήρηση. Θα κατασκευαστεί δίδυμη δεξαμενή συνολικού ωφέλιμου όγκου  $420 \text{ m}^3$ , ώστε να αποφευχθούν υπερβολικά μεγάλοι χρόνοι καθίζησης κατά την περίοδο αρχικής λειτουργίας. Στον ειδικά διαμορφωμένο πυθμένα της δεξαμενής συγκεντρώνεται η λάσπη που καθιζάνει και υφίσταται αναερόβια χώνευση για τουλάχιστον 60 μέρες. Από εκεί απομακρύνεται σε επιλεγμένα τακτά χρονικά διαστήματα μέσω ειδικών δικλείδων τηλεσκοπικού τύπου, υπό την υδραυλική πίεση και καταλήγει με τη βοήθεια κατάλληλης διαμόρφωσης στις κλίνες ξήρανσης ιλύος. Τοποθετούνται αρχικά τέσσερις κλίνες ξήρανσης επιφάνειας  $208 \text{ m}^2$  έκαστη, ενώ αφήνεται χώρος για τη μελλοντική τοποθέτηση μίας πρόσθετης.

Η έξοδος από τις δύο δεξαμενές Imhoff καταλήγει στο φρεάτιο τροφοδοσίας για τη φόρτιση των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Η ανάγκη που υπάρχει για περιοδική φόρτιση των κλινών με κάποια συγκεκριμένη παροχή, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να παραμείνουν επί ένα διάστημα αφόρτιστες, οδήγησε στην επιλογή κατασκευής του φρεατίου. Ο όγκος του επιλέγεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εκκενώνει σε χρονικό διάστημα 3 min, για να τροφοδοτεί την κλίνη με στρώμα νερού που να μην υπερβαίνει τα 2 cm τη στιγμή της τροφοδοσίας. Κατά τη διαστασιολόγηση του φρεατίου δε λαμβάνεται υπόψη το πορώδες του υλικού πλήρωσης των κλινών και η δυνατότητα αποθήκευσης νερού σε αυτές. Η λειτουργία της εναλλάξ φόρτισης των κλινών γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητου θυροφράγματος που θα ανοίγει αυτόματα και θα εκκενώνει το φρεάτιο. Η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη και με αγωγό υπερχείλισης που καταλήγει στον αγωγό τροφοδοσίας των κλινών.

Κατά την Α φάση κατασκευής θα τοποθετηθούν 14 κλίνες για το Στάδιο Ι της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας επιφάνειας  $208 \text{ m}^2$  έκαστη, ενώ προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση επιπλέον 2 όμοιων κλινών κατά τη μελλοντική επέκταση. Οι

κλίνες θα είναι διατεταγμένες σε ζεύγη ανά δύο και τοποθετούνται σε δύο παράλληλες σειρές, ενώ η επιλογή λειτουργίας θα γίνεται αυτόματα μέσω ηλεκτροβάννας στην είσοδο κάθε κλίνης. Η ρύθμιση λειτουργίας γίνεται με βάση το πρόγραμμα αυτοματισμού που είναι εγκατεστημένος στον ηλεκτρικό πίνακα των κλινών. Σε κάθε περίπτωση, για την αντιμετώπιση ακραίων φαινομένων σφάλματος, παραμένει ανοικτή η δικλείδα μίας κλίνης.

Μετά το πρώτο στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας τα λύματα εισέρχονται στις δευτεροβάθμιες κλίνες του Σταδίου II με τη βοήθεια ενός δεύτερου φρεατίου τροφοδοσίας εξοπλισμένου επίσης, με ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα. Κατά την Α φάση θα κατασκευαστούν 6 κλίνες για το Στάδιο II επιφάνειας 208 m<sup>2</sup> η καθεμία ενώ προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση επιπλέον 2 όμοιων κλινών κατά τη μελλοντική επέκταση. Οι κλίνες θα είναι διατεταγμένες σε ζεύγη ανά δύο. Το σύστημα τροφοδοσίας λειτουργεί πανομοιότυπα με αυτό του φρεατίου και των κλινών του πρώτου σταδίου.

Στις κλίνες αυτές ένα μέρος των εναπομείναντων αιωρούμενων στερεών θα κατακρατείται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ η διαλυμένη οργανική ύλη και τα λεπτά σωματίδια θα αποσυντίθενται από τα αερόβια βακτηρίδια εντός των κλινών. Τα βακτηρίδια αυτά ενδημούν τόσο στις ρίζες των φυτών, όσο και στα στρώματα άμμου και χαλικιού των κλινών. Επίσης, λαμβάνει χώρα μερική νιτροποίηση.

Τα λύματα οδηγούνται στη συνέχεια για τριτοβάθμια επεξεργασία στις Λίμνες Ωρίμανσης. Θα κατασκευαστούν δύο λίμνες που θα λειτουργούν υδραυλικά στη σειρά κι έχουν εξ' αρχής συνολική επιφάνεια 6740 m<sup>2</sup>. Για την αποτελεσματική στεγανοποίηση των λιμνών ο πυθμένας τους θα καλύπτεται από μεμβράνη πολυαιθυλενίου, στρώση γεωφάσματος και υπόστρωμα 10 cm από λεπτόκοκκο διαβαθμισμένο υλικό, ώστε να εξαλειφθούν τυχόν εδαφικές ανωμαλίες. Η κύρια λειτουργία τους είναι η ελάττωση των παθογόνων οργανισμών, επιτυγχάνεται όμως και μείωση του οργανικού άνθρακα καθώς και του οξειδωμένου αζώτου (απονιτροποίηση).

Στα σημεία εισόδου και εξόδου και των δύο λιμνών θα κατασκευαστεί με τη βοήθεια λίθων λατομείου κατάλληλη στρώση φίλτρου πάχους 1 m περίπου. Η ακτίνα του φίλτρου θα είναι περίπου 10 m και θα ξεκινά εξωτερικά με χαλίκι 15 έως 50 mm για να καταλήγει στο σημείο εξόδου σε λίθους λίγο μεγαλύτερους από τη διάμετρο του αγωγού. Προβλέπεται ξεχωριστός αγωγός εκκένωσης για κάθε λίμνη.

Αν και τα επεξεργασμένα λύματα μετά τις λίμνες ωρίμανσης περιέχουν μικρές συγκεντρώσεις παθογόνων οργανισμών, διέρχονται από τη δεξαμενή χλωρίωσης, ώστε να πληρούνται πάντα τα όρια διάθεσης. Στο φρεάτιο αποχλωρίωσης τοποθετείται ταχύστροφος αναδευτήρας. Τα απαιτούμενα χημικά και τα δοσομετρικά συστήματα θα εγκατασταθούν σε χώρο του αντλιοστασίου άρδευσης - ανακυκλοφορίας. Επειδή η χλωρίωση είναι προαιρετική ανάλογα με τις τιμές μικροβιακού φορτίου στην έξοδο των λιμνών θα υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψής της. Για τα επεξεργασμένα λύματα υπάρχουν οι εξής δυνατότητες διάθεσης:

1. Άντληση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση ή/ και βιομηχανική χρήση στο χώρο της εγκατάστασης από το αντλιοστάσιο άρδευσης που βρίσκεται παραπλεύρως της δεξαμενής απολύμανσης. Τα επεξεργασμένα λύματα είναι κατάλληλα για την άρδευση της γύρω καλλιεργούμενης περιοχής.
2. Ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων λυμάτων μετά το στάδιο της απολύμανσης στο φρεάτιο τροφοδοσίας των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας σταδίου I, ώστε να αντιμετωπιστούν περιπτώσεις τυχόν σφάλματος του συστήματος. Η ανακυκλοφορία των λυμάτων εφόσον επιλεγεί θα γίνεται τις περιόδους χαμηλής φόρτισης της εγκατάστασης (πχ βράδυ)
3. Διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων μέσω του φρεατίου εξόδου στον παραπόταμο Καλπακιώτικο.

Για την Ε.Ε.Λ. προβλέπονται επίσης αγωγός παράκαμψης (By pass) όλης της εγκατάστασης (μετά τα έργα προεπεξεργασίας), στον οποίο συμβάλλουν και οι δευτερεύοντες αγωγοί παράκαμψης (της δεξαμενής Imhoff, της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, των λιμνών ωρίμανσης καθώς και της 2<sup>ης</sup> λίμνης ωρίμανσης). Οι αγωγοί παράκαμψης είναι απαραίτητοι για τις περιπτώσεις εκκένωσης / συντήρησης των έργων. Ο κύριος αγωγός παράκαμψης θα καταλήγει στην είσοδο της δεξαμενής απολύμανσης, όπου ανάλογα με την ποιότητα των υγρών θα οδηγεί τα λύματα προς χλωρίωση ή προς απευθείας διάθεση.

Για τις περιπτώσεις διακοπής ρεύματος προβλέπεται η λειτουργία μέσω ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Το Η/Ζ είναι κατάλληλο για την υποστήριξη της λειτουργίας του βασικού Η/Μ εξοπλισμού.

## **1.4 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ**

Για τη γενική διάταξη των έργων στο γήπεδο της εγκατάστασης λαμβάνεται υπόψη η μορφολογία του εδάφους που είναι αρκετά επικλινής και η απρόσκοπτη απομάκρυνση των όμβριων υδάτων. Η οδός εξυπηρέτησης ξεκινά από τη βόρειοανατολική είσοδο του χώρου, έχει πλάτος 4,0 m και θα διαστρωθεί με αμμοχάλικο σε πλάτος 0,15 m. Διατρέχει όλη την εγκατάσταση και καταλήγει στη νότια είσοδο αυτής με κατάλληλες κλίσεις. Προβλέπεται οδός περιμετρικά όλων των μονάδων και η πρόσβαση σε κάθε μία από αυτές γίνεται από τη βόρεια πλευρά τους.

Το κτίριο ελέγχου - αποθήκη τοποθετείται βορειοδυτικά του δρόμου πρόσβασης κοντά στην βόρεια πύλη εισόδου στο επίπεδο +54,50 m. Αντίστοιχα τα έργα εισόδου τοποθετούνται νοτιοανατολικά της οδού στο επίπεδο των +55,0m έως +54,50 m. Οι υπόλοιπες μονάδες εγκαθίστανται σε ταμπάνια, τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους από το δρόμο πρόσβασης. Το κάθε ταμπάνι εγκατάστασης έργων διαμορφώνεται με κατά μήκος κλίση 1% και κατά πλάτος 9%.

Τα αναλυτικά υψόμετρα των μονάδων δευτεροβάθμιας επεξεργασίας φαίνονται στο σχέδιο OP 102.

### **ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

Κατά το σχεδιασμό κάθε εγκατάστασης πέρα από την επίτευξη των ορίων διάθεσης, ο οποίος είναι ο πρώτος και βασικός σκοπός της κατασκευής της, επιδιώκεται ο βέλτιστος συνδυασμός των παρακάτω κριτηρίων:

- Ευελιξία στο σχεδιασμό των μονάδων της εγκατάστασης για την αποτελεσματική λειτουργία της τόσο κατά τη θέση σε λειτουργία όσο και με το πέρας της εικοσαετίας και της τεσσαρακονταετίας κάτω από διαφορετικές υδραυλικές και οργανικές φορτίσεις. Ομοίως επιλέγεται και ο μηχανολογικός εξοπλισμός.
- Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών οχλήσεων, όπως ο θόρυβος οι οσμές και η αισθητική ρύπανση
- Ελαχιστοποίηση των ενεργειακών δαπανών καθώς και του κόστους λειτουργίας.
- Υψηλή ποιότητα του Η/Μ εξοπλισμού.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ**

### **2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Η μελέτη ανατέθηκε, σύμφωνα με την υπ' αριθ. 23 / 2008 απόφαση του Νομάρχη Θεσπρωτίας και μετά από σύμβαση που υπογράφηκε στις 20.02.2008, στην εταιρία μελετών ΥΔΡΟΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ Ε.Π.Ε..

#### **ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

1. Μελέτη δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων υδάτων και εγκατάσταση καθαρισμού λυμάτων πόλης Φιλιατών - Οριστική μελέτη αποχέτευσης ακαθάρτων (Β. Ιωσηφίδης - Ι. Κατσούρας - Γ. Παπαναγιώτου, Οκτώβριος 2001)
2. Οριστική μελέτη αποχέτευσης πόλεως Φιλιατών (Αθήνα, Μάρτιος 1976)
3. Χάρτες της ΓΥΣ κλίμακας 1:50.000 (Φ.Χ. Φιλιάτες, Φ.Χ. Σαγιάδα).
4. Χάρτες-Τοπογραφικά διαγράμματα της ΓΥΣ κλίμακας 1:5.000 (4180/8, 4181/7, 4190/2, 4191/1)
5. Τοπογραφικός χάρτης του οικισμού που εκπονήθηκε από το τεχνικό γραφείο του Ιωάννη Σμυρόγλου.
6. Σύγχρονη βιβλιογραφία επί των αποχετεύσεων οικισμών αστικών περιοχών.

#### **ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

Όπως αναφέραμε προηγουμένως η εξεταζόμενη περιοχή βρίσκεται 10 km περίπου βόρεια της πόλης της Ηγουμενίτσας, 10 km περίπου νοτίως των ελληνοαλβανικών συνόρων, 10 km περίπου ανατολικά του κόλπου της Σαγιάδας, και ανήκει διοικητικά στον Νομό Θεσπρωτίας.

Η περιοχή παρουσιάζει ανώμαλη μορφολογία με λοφώδες ανάγλυφο. Ο οικισμός των Φιλιατών βρίσκεται στο ορεινό τμήμα της περιοχής και παρουσιάζει διακύμανση υψομέτρου μεταξύ 180 -240 m. Αποτελεί μέρος της υδρολογικής

λεκάνης του ποταμού Καλπακιώτικου, ο οποίος εκβάλλει στον ποταμό Καλαμά. Ο Καλπακιώτικος διαρρέει το πεδινό τμήμα της περιοχής (30 - 50 m) όπως φαίνεται στη φωτογραφία 1, το οποίο χαρακτηρίζεται από έντονη αρδευτική δραστηριότητα.

Η ευρύτερη περιοχή παρουσιάζει επίσης αρχαιολογικό ενδιαφέρον. Στην περιοχή εκβολής του Καλπακιώτικου στον Καλαμά (Ερ. Παλαιοκάστρου) υπάρχει αρχαίο θέατρο. Στην ίδια περιοχή στις όχθες του Καλπακιώτικου υπάρχουν τάφοι διάσπαρτοι. Επίσης στον λόφο της Μιχάλιαρης που βρίσκεται νότια των Φιλιατών, υπάρχουν βυζαντινές αρχαιότητες διάσπαρτες.

## **ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Για τις ανάγκες της μελέτης ελήφθησαν υπόψη, τόσο οι πληθυσμιακές μεταβολές των προηγούμενων δεκαετιών όσο και οι εκτιμήσεις της δημοτικής αρχής για την μελλοντική αύξηση του πληθυσμού. Ο Δήμος εκτιμά ότι οι κάτοικοι σήμερα ανέρχονται στους 2.700.

**Πίνακας 6. Πληθυσμιακά δεδομένα στον Δήμο Φιλιατών για τα διάφορα έτη.**

<b>Απογραφή 1971</b>	<b>Απογραφή 1981</b>	<b>Απογραφή 1991</b>	<b>Απογραφή 2001</b>
2.579	2.439	2.591	2.440

Για τον υπολογισμό του πληθυσμού, τόσο στην 20ετία όσο και στην 40ετία, θεωρήθηκε ετήσια αύξηση ίση με 1,0%. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις του πληθυσμού για τα έτη 2028 και 2048. Ο πληθυσμός της εικοσαετίας (2028) χρησιμοποιείται για την διαστασιολόγηση των αντλιών, ενώ ο πληθυσμός της τεσσαρακονταετίας (2048) για το σχεδιασμό των αποχετευτικών δικτύων των καταθλιπτικών αγωγών και των θαλάμων των αντλιοστασίων. Με αφετηρία τον σημερινό πληθυσμό των 2.700 κατοίκων (έτος 2008), προκύπτει ο πληθυσμός της 20ετίας, καθώς και ο πληθυσμός της 40ετίας με βάση τον γενικό τύπο:

$$P_n = P_0 (1+\varepsilon)^n \quad \text{όπου:}$$

$P_0$  : πληθυσμός αφετηρίας

$P_n$  : πληθυσμός μετά από  $n$  έτη

$\varepsilon$  : ετήσια αύξηση (0.01 -> 1%)



**Πίνακας 7. Μελλοντική κατανομή του πληθυσμού στον Δήμο Φιλιατών.**

<b>Πληθυσμός 2008</b>	<b>Ετήσια αύξηση</b>	<b>Πληθυσμός 2028</b>	<b>Ετήσια αύξηση</b>	<b>Πληθυσμός 2048</b>
2.700	1%	3.300	1%	4.000

## 2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Για τον υπολογισμό των παροχών διαστασιολόγησης λήφθηκαν υπόψη μας τα παρακάτω:

α) Το δίκτυο αποχέτευσης θα διαστασιολογηθεί με την παροχή 40ετίας.

β) Οι αντλίες θα διαστασιολογηθούν με την παροχή 20ετίας, ενώ οι θάλαμοι των αντλιοστασίων και οι καταθλιπτικοί αγωγοί θα διαστασιολογηθούν με την παροχή 40ετίας.

Θεωρώντας ότι η κατανάλωση ανά κάτοικο είναι 200 l/κατ.ημέρα, και ότι το 80% της κατανάλωσης του νερού καταλήγει στο δίκτυο ακαθάρτων η μέση παροχή ανά κάτοικο υπολογίζεται σε:

$$Q_{\text{μεσ.ημ.κατ.}} = 200 \text{ l/κατ.ημ.} \cdot 0,8 = 160 \text{ l/κατ.ημ.}$$

Για τον υπολογισμό της συνολικής μέσης ημερήσιας παροχής, πολλαπλασιάζουμε την ειδική παροχή  $Q_{\text{μεσ.ημ.κατ.}}$  επί τον αριθμό των κατοίκων  $E$ .

$$Q_{\text{μεσ.ημ.}} = Q_{\text{μεσ.ημ.κατ.}} \cdot E$$

Η μέση ωριαία παροχή λαμβάνεται ίση με την μέση ημερήσια, ενώ η ελάχιστη ωριαία υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q_{\text{ελάχιστη.}} = 24/40 Q_{\text{μεσ.ημ.}}$$

Για τον υπολογισμό της μέγιστης ωριαίας παροχής, θεωρούμε ότι η μέγιστη ημερήσια παροχή είναι κατά 50% μεγαλύτερη από την μέση ημερήσια και παίρνουμε υπ' όψη

$$P = 1.5 + (2.5 / (Q_{\text{μεσ.ημ.}}) \cdot 0,5)$$

έναν συντελεστή ωριαίας αιχμής  $P$  ο οποίος υπολογίζεται από την σχέση: όπου η  $Q_{\text{μεσ.ημ.}}$  δίνεται σε l/s. ( $1.5 < P < 3.0$ )

Για τον προσδιορισμό των παροχών διαστασιολόγησης θα πρέπει να πάρουμε υπ' όψη μας τις υπόγειες εισροές.

Για τον υπολογισμό των υπόγειων εισροών παίρνουμε υπ' όψη ότι το μήκος του δικτύου ακαθάρτων είναι 18,1 km και ο συντελεστής εισροής είναι  $\sigma = 0,276 \text{ l(s} \cdot \text{Km)}$

Προκύπτει παροχή εισροής

$$Q = 5 \text{ l/s}$$

### Υπολογισμός παροχών 20ετίας

Ο πληθυσμός της πόλης των Φιλιατών το 2020 εκτιμάται σε: 3.300 κατοίκους.

Η μέση ημερήσια παροχή είναι:  $Q_{\text{μεσ.ημ.κατ.}} = 3.300 \times 0,16 \text{ m}^3/\text{κατ.ημ.} = 528 \text{ m}^3/\text{ημέρα} = 6,11 \text{ l/s}$

Ο συντελεστής αιχμής της ωριαίας κατανάλωσης υπολογίζεται σε:

$$P = 1,5 + (2,5/6,11^{0,5}) = 2,51$$

Προκύπτουν οι παρακάτω παροχές διαστασιολόγησης:

$$Q_{\text{μεσ.ημ.}} = Q_{\text{μεσ.ωρ.}} = 6,11 + 5 = 11,2 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{ελ.ωρ.}} = 24/40 \times 6,11 + 5 = 8,75 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{μεγ.ωρ.}} = 1,5 \times 2,51 \times 6,11 + 5,00 = 28 \text{ l/s}$$

### Υπολογισμός παροχών 40ετίας

Ο πληθυσμός της πόλης των Φιλιατών το 2040 εκτιμάται σε 4.000 κατοίκους.

Η μέση ημερήσια παροχή υπολογίζεται σε:

$$Q_{\text{μεσ.ημ.κατ.}} = 4.000 \times 0,16 \text{ m}^3/\text{κατ.ημ.} = 640 \text{ m}^3/\text{ημέρα} = 7,41 \text{ l/s}$$

Ο συντελεστής αιχμής της ωριαίας κατανάλωσης αιχμής εκτιμάται σε:

$$P = 1,5 + 2,5/7,41^{0,5} = 2,41$$

Προκύπτουν οι παρακάτω παροχές διαστασιολόγησης:

$$Q_{\text{μεσ.ημ.}} = 7,41 + 5 = 12,50 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{ελ.ωρ.}} = 24/40 \times 7,41 + 5,00 = 9,50 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{μεγ.ωρ.}} = 1,5 \times 2,41 \times 7,41 + 5,00 = 32,00 \text{ l/s}$$

Θεωρούμε ομοιόμορφη κατανομή πληθυσμού σε όλο τον οικισμό.

Κατά συνέπεια η παροχή σε κάθε υποδίκτυο θα υπολογιστεί με βάση την αποχετευόμενη επιφάνειά του.

## 2.3 ΧΑΡΑΞΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

#### Αγωγοί υπό πίεση (καταθλιπτικοί αντλιοστασίων ακαθάρτων)

Οι υδραυλικού υπολογισμοί των απωλειών λόγω τριβών ( $\Delta H$ ) γίνονται, σε αγωγό μήκους  $L$  σύμφωνα με τον τύπο του Colebrook:

$$\Delta H = J * L$$

Όπου

$$J = (\lambda/D) * (v^2/2 * g)$$

Και

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

Η περιγραφή των μεταβλητών δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

J	Η κλίση της γραμμής ενέργειας
$\lambda$	ο συντελεστής απωλειών
D	η εσωτερική διάμετρος του αγωγού σε m
V	η ταχύτητα ροής σε m/s
g	η επιτάχυνση της βαρύτητας σε (m/s <sup>2</sup> )
k	ο συντελεστής τραχύτητας σε m
Re	ο αριθμός Reynolds

Οι τοπικές απώλειες  $h_T$  οι οποίες προκύπτουν λόγω αλλαγής κατεύθυνσης, απότομης διεύρυνσης ή στένωσης, και ειδικών τεμαχίων (δικλείδων, βαλβίδων αντεπιστροφής κλπ.), εκφράζονται συναρτήσει του ύψους κινητικής ενέργειας. Η τιμή του συντελεστή  $\zeta_T$  εκφράζεται για κάθε περίπτωση με την βοήθεια των δεδομένων της διεθνούς βιβλιογραφίας.

$$h_T = \zeta_T \frac{v^2}{2g}$$

### Αγωγοί με ελεύθερη ροή (ακαθάρτων)

Για κάθε αγωγό η ταχύτητα και παροχή που αντιστοιχούν στην περίπτωση πλήρωσης υπολογίζονται με την παρακάτω μορφή της εξίσωσης των Prandtl - Colebrook.

$$Q_v = F \times u_v$$

$$u_v = 2,0 \ln \left( \frac{2,5 \times v}{D \times \sqrt{2gDJ}} + \frac{k}{3,71} \right) \times \sqrt{2gDJ}$$

όπου

$u_v$	η ταχύτητα ροής σε πλήρη αγωγό
$Q_v$	παροχή αγωγού (m <sup>3</sup> /s)
F	η επιφάνεια του αγωγού σε τομή
v	κινηματικό ιξώδες (m <sup>2</sup> /s)
J	κλίση πυθμένα αγωγού
k	τραχύτητα αγωγού (m)

Μετά τον υπολογισμό ταχύτητας και παροχής για πλήρη αγωγό, η ταχύτητα και το ποσοστό πλήρωσης για συγκεκριμένες παροχές, οι οποίες προκύπτουν εφαρμόζοντας την μεθοδολογία που παρουσιάστηκε παραπάνω, υπολογίζονται με την βοήθεια των νομογραφημάτων της βιβλιογραφίας. Οι υδραυλικοί υπολογισμοί έγιναν με το λογισμικό ΔΙΚΑΠ (ZBWV).

## **2.4 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ**

### **Υπολογισμός μανομετρικού ύψους των αντλιών**

Το μανομετρικό των αντλιών πρέπει να αντισταθμίζει τις απώλειες κατά μήκος της σωληνογραμμής της αντλίας, όπως επίσης και την υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο άκρων του καταθλιπτικού αγωγού. Το μανομετρικό της αντλίας θα υπολογισθεί με την παροχή της 20ετίας.

### **Ισχύς αντλιών και ηλεκτροκινητήρων**

Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$N = \frac{H \times Q_{pm}}{10,2 \times \eta}$$

όπου N: η απαιτούμενη ισχύς σε KW

$Q_{pm}$ : η παροχή της αντλίας σε l/s

$\eta$ : ο βαθμός απόδοσης

H: το απαιτούμενο μανομετρικό σε bar

Για τον υπολογισμό της απαραίτητης ισχύος του ηλεκτροκινητήρα προσθέτουμε περιθώριο ασφαλείας 30%.

### **Αντιπληγματική προστασία**

Απότομη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών, προκαλεί απότομη αύξηση της πίεσης στην έξοδο των αντλιών, η οποία μεταδίδεται στους αγωγούς. Η πίεση αυτή πρέπει να εκτιμηθεί και, εάν απαιτηθεί, να περιορισθεί.

Η μέγιστη πίεση που προκαλείται από την απότομη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών δίνεται από τη σχέση:

$$H_{ολισθ} = H + \frac{a \times v}{g}$$

$H_{ολική}$  : πίεση κατά την διάρκεια του πλήγματος

$H(m)$ : η πίεση στον καταθλιπτικό αγωγό κατά την ώρα λειτουργίας των αντλιών

$V(m/sec)$  : η ταχύτητα στον καταθλιπτικό αγωγό για την 40ετία

$a$  (m/sec) : η ταχύτητα μετάδοσης ελαστικών κυμάτων.

$g$  (m/sec<sup>2</sup>) : η επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 9,81 m/sec<sup>2</sup>

Η ταχύτητα μετάδοσης των ελαστικών κυμάτων πίεσης σε αγωγό από ομοιογενές υλικό με χαρακτηριστικά σταθερά σε όλο το μήκος του, υπολογίζεται με τον τύπο:

$$a = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{D}{e} \times \frac{\varepsilon}{E}}}$$

όπου

$\varepsilon$ : το μέτρο ελαστικότητας (όγκου) του νερού ίσο με  $2,1 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup>.

$E$ : το μέτρο ελαστικότητας του υλικού των σωλήνων, για PEHD ίσο με  $0,8 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup>.

$D$ : η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα

$e$ : το πάχος του σωλήνα.



## **2.5 ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ**

### **Βασικές αρχές χάραξης δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων**

Τα εσωτερικά δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό των αγωγών ροή με ελεύθερη επιφάνεια.

Όσο αφορά το δίκτυο ακαθάρτων το επιτρεπόμενο ποσοστό πλήρωσης λαμβάνεται σύμφωνα με το ΠΔ 696/74 ίσο με 50% για σωλήνες διαμέτρου έως και 400 mm, και ίσο με 60% για σωλήνες διαμέτρου 500 και 600 mm.

Για την αποφυγή τοποθέτησης αγωγών μεγάλης διαμέτρου επιλέγεται σαν ελάχιστη κλίση του πυθμένα των αγωγών 0.005, εκτός από τμήματα στα οποία η φορά της κλίσης του εδάφους είναι αντίθετη με εκείνη του πυθμένα των αγωγών, στα οποία είναι δυνατόν να επιλεγεί κλίση ίση με 0.003, έτσι ώστε να αποφευχθούν τα πολύ μεγάλα βάθη εκσκαφών.

Οι ταχύτητες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 6 m/s για να μην παρουσιασθούν φαινόμενα φθοράς.

### **Επιλογή υλικού σωλήνων**

Οι σωλήνες που διατίθενται στην αγορά για την κατασκευή δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων είναι:

1. αργιλλοπυριτικοί
2. πλαστικοί από σκληρό PVC
3. τσιμεντοσωλήνες με εσωτερική προστασία εποξειδικού υλικού.

Από τα παραπάνω υλικά προτείνεται να χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο αποχέτευσης ακαθάρτων σωλήνες από PVC σειράς 41. Οι σωλήνες θα εγκιβωτιστούν με άμμο. Οι σωλήνες από PVC προτιμώνται έναντι των αργιλλοπυριτικών παρά το γεγονός ότι για τους αργιλλοπυριτικούς σωλήνες υπάρχει η μακροχρόνια εμπειρία από την χρησιμοποίησή τους (δεν υφίστανται αλλοιώσεις με την πάροδο του χρόνου, τις μεταβολές της θερμοκρασίας και την επίδραση οξέων, αλκαλίων κ.λπ.): Σοβαρό μειονέκτημα της χρήσης αργιλλοπυριτικών σωλήνων αποτελεί η έλλειψη στεγανότητας στις θέσεις κατασκευής των αρμών (συνδέσεις οι οποίες είναι και περισσότερες συγκριτικά με τις απαιτούμενες στους αγωγούς από πλαστικό ή τσιμεντοσωλήνες). Επίσης οι σωλήνες από PVC προτιμώνται και έναντι του προστατευόμενου εσωτερικά τσιμεντοσωλήνα γιατί πρόκειται για ομοιογενές ανθεκτικό υλικό στο σύνολο της μάζας του, ενώ η ασφάλεια του υλικού των τσιμεντοσωλήνων βασίζεται στις εποξειδικές ρητίνες που χρησιμοποιούνται για

εσωτερική προστασία. Επιπλέον για μικρές διαμέτρους, όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στο υπο μελέτη δίκτυο, οι συνθήκες επάλειψης είναι τέτοιες που δεν εγγυώνται την ποιότητα της κατασκευής.

### **Φρεάτια επίσκεψης ή συμβολής**

Φρεάτια επίσκεψης για τους αγωγούς ακαθάρτων θα κατασκευαστούν ανά 40 έως και 75 m καθώς και σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσης, αλλαγή κατά μήκος κλίσης, συμβολή αγωγών και τέρμα αγωγών. Τα φρεάτια θα είναι προκατασκευασμένα (Σχέδιο KA- 607). Συνολικά θα κατασκευαστούν 443 φρεάτια από τα οποία 416 είναι εντός οικισμού και 27 εκτός οικισμού.

### **Υποδίκτυα**

Η πόλη των Φιλιατών είναι κτισμένη σε υψόμετρο 180-240m. Η ρυμοτομία στο μεγαλύτερο μέρος του οικισμού είναι δαιδαλώδης.

Λόγω των πολλών υψωμάτων και της ανομοιόμορφη φοράς των κλίσεων του εδάφους, είναι απαραίτητη η κατασκευή συνολικά τεσσάρων υποδικτύων.

Η δομή του δικτύου είναι η εξής:

Το υποδίκτυο το οποίο θα εξυπηρετεί το νότιο τμήμα του οικισμού (υποδίκτυο Α), θα τροφοδοτεί το εξωτερικό αντλιοστάσιο αποκλειστικά με βαρύτητα.

Τα λύματα του υποδικτύου το οποίο θα εξυπηρετεί το κεντρικό και βορειοδυτικό τμήμα του οικισμού (υποδίκτυο Β), θα καταλήγουν με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ANT4. Από εκεί θα μεταφέρονται με άντληση στο φρεάτιο AB1α του υποδικτύου Α. Τα λύματα του υποδικτύου το οποίο θα εξυπηρετεί μικρό μέρος του βορειοδυτικού τμήματος του οικισμού (υποδίκτυο Γ), θα καταλήγουν με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ANT2. Από εκεί θα μεταφέρονται με άντληση στο φρεάτιο A16 του υποδικτύου Β.

Τα λύματα του υποδικτύου Δ το οποίο θα εξυπηρετεί το ανατολικό τμήμα του οικισμού, θα καταλήγουν με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο ANT3. Από εκεί θα μεταφέρονται με άντληση στο φρεάτιο AO1 του υποδικτύου Α.

Τα φρεάτια AB1α, A16, AO1 και R7 θα κατασκευαστούν σύμφωνα με το τυπικό κατασκευαστικό Σχέδιο KA-606.

Με την προτεινόμενη χάραξη επιδιώχθηκε η μείωση του συνολικού αριθμού αντλιοστασίων αλλά και η κατά το δυνατόν ελαχιστοποίηση της έκτασης του οικισμού που αποχετεύεται με αντλιοστάσια, ιδίως εκείνων που βρίσκονται ανάντι. Με τον τρόπο αυτό ενδεχόμενες διακοπές λειτουργίας αντλιοστασίων θα δημιουργήσουν πρόβλημα σε όσο το δυνατόν μικρότερο τμήμα του οικισμού.

Στα τμήματα των καταθλιπτικών αγωγών του εσωτερικού δικτύου αποχέτευσης έχει προβλεφθεί η κατασκευή 8 φρεατίων επίσκεψης (Σχέδιο ΚΑ-601).

Τα βάθη τοποθέτησης των αγωγών ακαθάρτων είναι 1,80 και 2,5 μέτρα. Σε λίγα σημεία για λόγους που αναφέρθηκαν ήδη (αντίθετη φορά κλίσης αγωγών από φορά κλίση εδάφους, μείωση του αριθμού των αντλιοστασίων) , το βάθος εκσκαφής είναι μεγαλύτερο και σε μία περίπτωση έως 7 m.

Η κλίση των αγωγών θα ακολουθεί όπου είναι δυνατόν την κλίση του εδάφους. Σε ορισμένα τμήματα (αντίθετη φορά κλίσης αγωγών από φορά κλίση εδάφους), επιλέχθηκαν μικρότερες κλίσεις, οι οποίες όμως δεν είναι πιο χαμηλές από 3‰, για να αποφευχθούν οι αποθέσεις στερεών.

Το μεγαλύτερο μέρος του δικτύου θα κατασκευαστεί από αγωγούς Φ200, που είναι η μικρότερη επιτρεπτή διάμετρος σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς. Σε μικρό τμήμα θα τοποθετηθούν αγωγοί Φ250 και Φ355.

Τα λύματα θα μεταφερθούν από τον οικισμό στην Ε.Ε.Λ. η οποία θα κατασκευαστεί στα νότια του οικισμού με αγωγό Φ355, ο οποίος θα διέλθει μέσω αγροτικού δρόμου του οποίου η χάραξη μελετήθηκε στα πλαίσια της εν λόγω μελέτης.

Λόγω της μορφής της μηκοτομής του δρόμου αυτού, κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή ενός εξωτερικού αντλιοστασίου (ΑΝΤ5) και καταθλιπτικού αγωγού PEHD Φ200 μήκους 345,1 μέτρων. Ο καταθλιπτικός αγωγός καταλήγει σε φρεάτιο εξόδου Ζ1 (Σχέδιο ΚΑ-610). Από το φρεάτιο έως την εγκατάσταση καθαρισμού ο αγωγός είναι βαρύτητας PVC Φ200 & Φ250.

Στον καταθλιπτικό αγωγό PEHD Φ200 έχει προβλεφθεί η κατασκευή δύο φρεατίων επίσκεψης (Σχέδιο ΚΑ-601), ενός φρεατίου αεραεξαγωγού (Σχέδιο ΚΑ-608) και ενός φρεατίου εκκενωτή (Σχέδιο ΚΑ-609).

Το συνολικό μήκος του δικτύου είναι 17.457,00 m. Από αυτά τα 16.417,00 m αποτελούν αγωγούς βαρύτητας (διαμέτρου Φ200, Φ250 και Φ355) και τα υπόλοιπα 1.040,00 m καταθλιπτικούς αγωγούς από πολυαιθυλένιο πίεσης 10 atm και ονομαστικής διαμέτρου 90, 125, 160 και 200.

## **2.6 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ**

### **Διαστασιολόγηση αντλιοστασίου ANT2**

Το αντλιοστάσιο ANT2 διοχετεύει τα λύματα στο φρεάτιο A16 . Το φρεάτιο ανάντι του αντλιοστασίου είναι το FA12.

Υπολογισμός παροχής αντλιοστασίου

*α. Παροχή για την 20ετία:*

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 20ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{max}$  (παροχή αιχμής): 1,06 l/s

$Q_{min}$  : 0,33 l/s

$Q_{μέση}$  : 0,42 l/s

*β. Παροχή για την 40ετία:*

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 40ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{max}$  (παροχή αιχμής): 1,21 l/s

$Q_{min}$  : 0,36 l/s

$Q_{μέση}$  : 0,47 l/s

Η αντλία, ο θάλαμος του αντλιοστασίου και ο καταθλιπτικός αγωγός θα διαστασιολογηθούν με την παροχή της  $Q=5l/s$ , για να εξασφαλιστούν οι ελάχιστες επιτρεπτές ταχύτητες στον καταθλιπτικό αγωγό. Έτσι επιλέγουμε δύο αντλίες (1 + 1 εφεδρική) παροχής 5 l/s η κάθε μία (18m<sup>3</sup>/h). Για την παροχή αυτή έχουμε για τις πιθανές διαμέτρους των καταθλιπτικών αγωγών από PEHD , PN 10 atm.

για Φ90  $u = 1,01 \text{ m/s}$  (Δεσωτ =79,2 mm)

για Φ110  $u = 0,68 \text{ m/s}$  (Δεσωτ =96,8 mm)

Επιλέγουμε αγωγό διαμέτρου Φ90.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία του αντλιοστασίου, είναι ως εκ τούτου:

Παροχή	: 18 m <sup>3</sup> /h
Διάμετρος καταθλιπτικού αγωγού	: 90 mm
Υλικό καταθλιπτικού αγωγού	: PEHD
Μήκος καταθλιπτικού αγωγού	: 134,85 m
Στάθμη πυθμένα αγωγού εισροής	: +182,55 m

Το αντλιοστάσιο έχει τυπική μορφή, με θάλαμο συγκέντρωσης των λυμάτων και εγκατάσταση ηλεκτρικού και μηχανολογικού εξοπλισμού. Η λειτουργία του αντλιοστασίου είναι αυτόματη, με κριτήριο εκκίνησης ή στάσης των αντλητικών συγκροτημάτων τη στάθμη των λυμάτων στο θάλαμο αναρρόφησης. Επίσης θα εγκατασταθεί κατάλληλος αναδευτήρας για την αποφυγή αποθέσεων.

### **Αντλητικά συγκροτήματα και σωληνώσεις**

Στον πυθμένα του υγρού τμήματος του αντλιοστασίου εγκαθίστανται δύο (2) όμοια αντλητικά συγκροτήματα, από τα οποία το ένα (1) εφεδρικό. Το αντλητικό συγκρότημα αναρροφά τα λύματα από το θάλαμο αναρρόφησης και καταθλίβει σε ιδιαίτερο χαλυβδοσωλήνα, ο οποίος φέρει βάνα διακοπής και βαλβίδα αντεπιστροφής. Οι σωληνώσεις κατάθλιψης συνδέονται με τον καταθλιπτικό αγωγό που είναι από PEHD.

### **Αντιπληγματική προστασία**

Η ταχύτητα μετάδοσης των ελαστικών κυμάτων πίεσης σε αγωγό από ομοιογενές υλικό με χαρακτηριστικά σταθερά σε όλο το μήκος του, υπολογίζεται με τον τύπο:

$$a = \frac{1.435}{\sqrt{1 + \frac{79,2}{5,4} \times \frac{2,1 \times 10^4}{0,8 \times 10^4}}} = 228,3 \text{ m/sec}$$

Και επομένως η μέγιστη πίεση που προκαλείται από την απότομη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών είναι:

$$H_{ολική} = 13 + \frac{1,0 \times 228,32}{9,81} = 36,63m$$

Οι σωλήνες του καταθλιπτικού αγωγού επιλέγονται ονομαστικής πίεσης 10,0 atm. και επειδή:

$$H_{ολική} < H = 100 \text{ m}$$

δεν απαιτείται ιδιαίτερη αντιπληγματική προστασία.

### Υπολογισμός μανομετρικού ύψους των αντλιών

#### Απώλειες μέσα στο χώρο του αντλιοστάσιου

α) Γραμμικές

Παροχή	Q = 5 l/sec.
Διάμετρος	D = 80 mm
Υλικό	Χαλυβδοσωλήνας
Μήκος σωλήνα	l = 3,0 m
Κλίση (συντελεστής απωλειών):	0,015
Απώλειες	0,015 x 3,0 = 0,05 m

β) Ειδικά τεμάχια

Ταχύτητα V = 1,0 m/sec

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{1,00^2}{19,62} = 0,05m$$

Είσοδος στον καταθλιπτικό	ζ=0,3
Συστολή	ζ=0,04
Δύο γωνίες 90 :	ζ = 0,3*2 = 0,6
Βαλβίδα αντεπιστροφής :	ζ = 2,8
Δικλείδα :	ζ = 0,18
	Σζ = 3,96

Απώλειες 0,05 x 3,96 = 0,198 m

### Απώλειες στον κύριο καταθλιπτικό αγωγό

α) Γραμμικές

Παροχή  $Q = 5 \text{ l/sec}$

Διάμετρος  $D = 79,8 \text{ mm}$ , εσωτερική

Μήκος σωλήνα  $L = 134.85 \text{ m}$

Κλίση (συντελεστής απωλειών):  $0,017$

Απώλειες  $134.85 \times 0,017 = 2,29 \text{ m}$

β) Τοπικές απώλειες

β1) Συντελεστής απωλειών διεύρυνσης  $\zeta_{\epsilon} = 1,0 \text{ m}$

β2) Συντελεστές απωλειών αλλαγής κατεύθυνσης

Ο καταθλιπτικός αγωγός έχει τέσσερις γωνίες (1 γωνία 90μοιρών, 1 γωνία 60 μοιρών, 2 γωνίες 45 μοιρών και μία γωνία 15 μοιρών:

$$\zeta_{\kappa} = 0.32 + 0.2 + 2 \times 0.14 + 0.07 = 0.87.$$

$$\Sigma \zeta = \zeta_{\epsilon} + \zeta_{\kappa} = 1.87$$

Σύνολο τοπικών απωλειών:  $\Sigma \zeta \times 0.051 = 0,10 \text{ m}$ .

γ) Γεωμετρικό ύψος άντλησης

Ανώτατη στάθμη προώθησης  $= + 191,84 \text{ m}$

Κατώτατη στάθμη αναρρόφησης  $= + 182,30 \text{ m}$

Διαφορά  $= 9,54 \text{ m}$

ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ:  $0,05 + 0,21 + 2,29 + 0,10 + 9,54 = 12,19 \text{ m}$

Επιλέγεται μανομετρικό ύψος  $= 13 \text{ m}$

Επιλέγουμε αντλία με παροχή = 18 m<sup>3</sup>/h ή 5l/sec και μανομετρικό ύψος = 13m.  
Η ταχύτητα είναι 1,0m/s. Για την ταχύτητα αυτή και το μανομετρικό αυτό θα γίνει έλεγχος για την αντιπληγματική προστασία.

Επιλέγονται δύο αντλίες, με P<sub>N</sub> = 1,5 KW και στροφές 1.450/min .

### **Υπολογισμός ενεργού όγκου της δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων**

Αφού η ισχύς του κινητήρα είναι μικρότερη από 50KW, είναι Z<12, όπου Z ο αριθμός των εκκινήσεων ανά ώρα.

Για να μη έχουμε πάντως πολλές εκκινήσεις ανά ώρα επιλέγουμε Z = 10.

Έτσι ο απαιτούμενος ενεργός όγκος του φρεατίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V = 0,9 \times \frac{Q_{pm}}{Z} = 0,9 \times \frac{5}{10} = 0,45m^3$$

όπου

Q<sub>pm</sub>: η μέση παροχευτικότητα της αντλίας σε l/s

Z: ο αριθμός των εκκινήσεων.

Έτσι επιλέγουμε επιφάνεια 2,1 x 1,8 και βάθος ωφέλιμο 0,3m.

### **Ισχύς αντλιών και ηλεκτροκινητήρων**

Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα υπολογίζεται από την σχέση :

$$N = \frac{1,3 \times 5}{10,2 \times 0,6} = 1,04KW$$

Προσθέτοντας περιθώριο ασφαλείας 30% ο απαιτούμενος κινητήρας είναι 1,04x1,3 = 1,35KW.

Επιλέγουμε κινητήρα ισχύος 1,5 KW.



### Αριθμός εκκινήσεων της αντλίας

Για την μέση παροχή της ημέρας  $Q_{\text{μεσ.}}=0,47 \text{ l/s}$  ο απαιτούμενος χρόνος για την εκκένωση του φρεατίου όταν αρχίσει η λειτουργία της αντλίας είναι:

$$t_1 = \frac{1134\text{l}}{(5,00 - 0,47)\text{l/s}} = 250,33\text{s} = 4,17 \text{ min}$$

Ο χρόνος για την πλήρωση του φρεατίου από την στιγμή της διακοπής ως την στιγμή της έναρξης νέας λειτουργίας είναι:

$$t_2 = \frac{1134\text{l}}{0,47} = 2413\text{s} = 40,21 \text{ min}$$

Αρά διάρκεια μιας εκκίνησης:

$$t = t_1 + t_2 = 4,17 + 40,21 = 44,38 \text{ min}$$

και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{44,38} = 1,35 < 10$$

Κατά την περίοδο ελάχιστης παροχής  $Q_{\text{min}} = 0,36 \text{ l/s}$  είναι:

$$t_1 = \frac{1134\text{l}}{(5 - 0,36)\text{l/s}} = 244,4\text{s} = 4,07 \text{ min}$$

Και

$$t_2 = \frac{1134\text{l}}{0,36} = 3150\text{s} = 52,5 \text{ min}$$

Αρά διάρκεια μιας εκκίνησης:

$$t = t_1 + t_2 = 56,57 \text{ min}$$

και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{56,57} = 1 < 10$$

### Κόστος λειτουργίας αντλιοστασίου

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο:

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο ( A.T.V., Lehrbuch far Abwassertechnik 1982) :

$$K_E = \frac{8.760 \times Q \times H}{102 \times \eta_A} \times K$$

όπου:

$K_E$ : Ετήσιο κόστος λειτουργίας

$Q$ : Μέση παροχή (20ετίας) σε l/s

$H$  : Ύψος προώθησης σε m

$K$  : Τιμή ανά κιλοβατώρα

$\eta_A$  : Βαθμός απόδοσης '

Έχουμε  $Q$  : 0,42 l/s

$H$  : 13m

$K$  : 0,075€/Kwh

$\eta_A$  : 0,6

έτσι προκύπτει:

$$K_E = \frac{8.760 \times 0,42 \times 13}{102 \times 0,6} \times 0,075 = 58,61 \text{ €/έτος}$$

### Υπολογισμός χρόνου παραμονής λυμάτων

Χρόνος παραμονής στον Θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_A = \frac{V}{Q_{\min}}$$

όπου:

$V$  : ο ενεργός όγκος του αντλιοστασίου

$Q_{\min}$  : η ελάχιστη παροχή

προκύπτει:

$$t_A = \frac{1134l}{0,33 \text{ l/s}} = 3436S$$

### **Χρόνος παραμονής στον καταθλιπτικό αγωγό**

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον καταθλιπτικό αγωγό υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_k = L_k / v_k$$

όπου

$L_k$  : το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού

$v_k$  : η ταχύτητα στον καταθλιπτικό αγωγό προκύπτει:

$$t_k = 184 / 1,01 = 182 \text{ sec.}$$

Ο μέγιστος συνολικός χρόνος παραμονής είναι:

$$t_n = t_A + t_k = 3618 \text{ sec.} = 60,3 \text{ min.}$$

### **Διαστασιολόγηση αντλιοστασίου ANT3**

Το αντλιοστάσιο ANT3 διοχετεύει τα λύματα στο φρεάτιο AO1. Το φρεάτιο ανάντι του αντλιοστασίου είναι το R17.

### **Υπολογισμός παροχής αντλιοστασίου**

α. Παροχή για την 20ετία:

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 20ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{\max}$  (παροχή αιχμής): 9,64 l/s

$Q_{\min}$  : 3,01 l/s

$Q_{\text{μέση}}$  : 3,86 l/s

*β. Παροχή για την 40ετία:*

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 40ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{max}$  (παροχή αιχμής): 10,69 l/s

$Q_{min}$  : 3,17 l/s

$Q_{μέση}$  : 4,18 l/s

Η αντλία θα διαστασιολογηθεί με την παροχή της 20ετίας, ενώ ο θάλαμος του αντλιοστασίου και ο καταθλιπτικός αγωγός θα διαστασιολογηθούν με την παροχή της 40ετίας.

Έτσι επιλέγουμε δύο αντλίες (1 + 1 εφεδρική) παροχής 9.72 l/s η κάθε μία (34,5m<sup>3</sup>/h) ενώ για την παροχή 40ετίας η παροχή θα είναι 10.83l/s (39m<sup>3</sup>/h).

Για την παροχή αυτή έχουμε για τις πιθανές διαμέτρους των καταθλιπτικών αγωγών από PEHD , PN 6atm.

για Φ110  $u = 1,30$  m/s (Δεσωτ =96,8 mm)

για Φ125  $u = 1,01$  m/s (Δεσωτ =110,2 mm)

Επιλέγουμε αγωγό διαμέτρου Φ125 για λόγους αντιπληγματικής προστασίας.

Τα Χαρακτηριστικά στοιχεία του αντλιοστασίου, είναι ως εκ τούτου:

Παροχή	: 34,5 m <sup>3</sup> /h
Διάμετρος καταθλιπτικού αγωγού	: 125 mm
Υλικό καταθλιπτικού αγωγού	: PEHD, 6atm
Μήκος καταθλιπτικού αγωγού	: 315,65 m
Στάθμη πυθμένα αγωγού εισροής	: +180,52 m

Το αντλιοστάσιο έχει τυπική μορφή, με θάλαμο συγκέντρωσης των λυμάτων και εγκατάσταση ηλεκτρικού και μηχανολογικού εξοπλισμού. Η λειτουργία του αντλιοστασίου είναι αυτόματη, με κριτήριο εκκίνησης ή στάσης των αντλητικών συγκροτημάτων τη στάθμη των λυμάτων στο θάλαμο αναρρόφησης.

Επίσης θα εγκατασταθεί κατάλληλος αναδευτήρας για την αποφυγή αποθέσεων.

## Αντλητικά συγκροτήματα και σωληνώσεις

Στον πυθμένα του υγρού τμήματος του αντλιοστασίου εγκαθίστανται δύο (2) όμοια αντλητικά συγκροτήματα, από τα οποία το ένα (1) εφεδρικό. Το αντλητικό συγκρότημα αναρροφά τα λύματα από το θάλαμο αναρρόφησης και καταθλίβει σε ιδιαίτερο χαλυβδοσωλήνα, ο οποίος φέρει βάνα διακοπής και βαλβίδα αντεπιστροφής. Οι σωληνώσεις κατάθλιψης συνδέονται με τον καταθλιπτικό αγωγό που είναι από PEHD.

## Αντιπληγματική προστασία

Η ταχύτητα μετάδοσης των ελαστικών κυμάτων πίεσης σε αγωγό από ομοιογενές υλικό με χαρακτηριστικά σταθερά σε όλο το μήκος του, υπολογίζεται με τον τύπο:

$$a = \frac{1.435}{\sqrt{1 + \frac{110,2}{7,4} \times \frac{2,1 \times 10^4}{0,8 \times 10^4}}} = 226,6 \text{ m/sec}$$

Και επομένως η μέγιστη πίεση που προκαλείται από την απότομη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών είναι:

$$H_{\text{ολισμ}} = 33,0 + \frac{1,12 \times 226,6}{9,81} = 57,91 \text{ m}$$

Οι σωλήνες του καταθλιπτικού αγωγού επιλέγονται ονομαστικής πίεσης 10,0 atm και επειδή:

$$H_{\text{ολική}} < H = 100 \text{ m}$$

δεν απαιτείται ιδιαίτερη αντιπληγματική προστασία.

## Υπολογισμός μανομετρικού ύψους των αντλιών

### Απώλειες μέσα στο χώρο του αντλιοστασίου

A) Γραμμικές

Παροχή Q: 9,72 l/sec(20ετία) Q=10.83 l/sec (40ετία)

Διάμετρος D: 100mm

Υλικό Χαλυβδοσωλήνας

Μήκος σωλήνα  $l = 3.0 \text{ m}$

Κλίση (συντελεστής απωλειών) :  $0,017$  (20ετία),  $0,021$  (40 ετία)

Απώλειες  $0,017 \cdot 3,0 = 0,05 \text{ m}$  (20ετία),  $0,021 \cdot 3,0 = 0,06 \text{ m}$  (40ετία)

B) Ειδικά τεμάχια

Ταχύτητα  $V = 1,23 \text{ m/sec}$  (20ετία),  $v = 1,38 \text{ m/s}$ , (40ετία)

$$\frac{v^2}{2g} = 0,08 \text{ m} \quad (20\epsilon\tau\iota\alpha)$$

$$\frac{v^2}{2g} = 0,10 \text{ m} \quad (40\epsilon\tau\iota\alpha)$$

Είσοδος στον καταθλιπτικό:  $\zeta = 0,3$

Διαστολή:  $\zeta = 0,07$

Δύο γωνίες  $90^\circ$ :  $\zeta = 0,32 \times 4 = 0,64$

Βαλβίδα αντεπιστροφής:  $\zeta = 2,8$

Δικλείδα:  $\zeta = \underline{0,18}$

$$\Sigma\zeta = 3,99$$

Απώλειες  $0,08 \times 3,99 = 0,32 \text{ m}$ .(20ετία)

Απώλειες  $0,10 \times 3,99 = 0,40 \text{ m}$ .(40ετία)

### **Απώλειες στον κύριο καταθλιπτικό αγωγό**

α) Γραμμικές

Παροχή  $Q = 9,72 \text{ l/sec}$  (20ετία),  $Q = 10,83 \text{ l/sec}$  (40ετία)

Διάμετρος  $D = 125 \text{ mm}$ , εσωτερική  $D = 110.8 \text{ mm}$

Μήκος σωλήνα  $L = 315.65 \text{ m}$

Κλίση (συντελεστής απωλειών): 0,0116 (20ετία), 0,0143 (40ετία).

Απώλειες  $315.65 \times 0,0116 = 3,66 \text{ m}$  (20ετία)

$315.65 \times 0,0143 = 4,51 \text{ m}$  (40ετία)

β) Τοπικές απώλειες

β1) Συντελεστής απωλειών διεύρυνσης

Τιμή συντελεστή  $\zeta_{\epsilon}=1,0$

β2) Συντελεστές απωλειών αλλαγής κατεύθυνσης

Λαμβάνουμε υπ' όψη μας εννέα αλλαγές κατεύθυνσης: δύο γωνίες 90 μοιρών, μία γωνία 60 μοιρών, τρεις γωνίες 45 μοιρών, μία γωνία 30 μοιρών, δύο γωνίες 15 μοιρών.

Προκύπτει  $\zeta_{\kappa}=2\chi 0.32+0.2+3\chi 0.14+0.07+2\chi 0.06 = 1.45$

Ο συνολικός συντελεστής τοπικών απωλειών υπολογίζεται σε:

$\Sigma \zeta = \zeta_{\epsilon} + \zeta_{\kappa} = 2,45$

Σύνολο τοπικών απωλειών:

0,13 για 20ετία

0,16 για 40ετία

γ) Γεωμετρικό ύψος άντλησης

Ανώτατη στάθμη προώθησης  $+207,47 \text{ m}$

Κατώτατη στάθμη αναρρόφησης  $+180,27 \text{ m}$

Διαφορά  $= 27,20 \text{ m}$

ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ:  $0,05 + 0,32 + 3,66 + 0,13 + 27,20 = 31,36 \text{ m}$  (20ετία)

$0,06 + 0,40 + 4,51 + 0,16 + 27,20 = 32,33 \text{ m}$  (40ετία)

Επιλέγεται μανομετρικό ύψος  $= 32 \text{ m}$

Επιλέγουμε αντλία με παροχή = 34,5 m<sup>3</sup>/h ή

9.72 l/sec και μανομετρικό ύψος = 32 m.

Για την παροχή αντλίας της 40ετίας που είναι ίση με 10.83 l/s, η ταχύτητα είναι, u = 1,12 m/s και το απαιτούμενο μανομετρικό υπολογίζεται ότι είναι H = 33 m. Για την ταχύτητα αυτή και το μανομετρικό αυτό θα γίνει έλεγχος για την αντιπληγματική προστασία.

Επιλέγονται δύο αντλίες, με P<sub>N</sub> = 7,5 KW και στροφές 1.450/min.

### Υπολογισμός ενεργού όγκου της δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων

Αφού η ισχύς του κινητήρα είναι μικρότερη από 50KW, είναι Z < 12, όπου Z ο αριθμός των εκκινήσεων ανά ώρα.

Για να μη έχουμε πάντως πολλές εκκινήσεις ανά ώρα επιλέγουμε Z = 10.

Έτσι ο απαιτούμενος ενεργός όγκος του φρεατίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V = 0,9 \times \frac{Q_{pm}}{Z} = 0,9 \times \frac{10,83}{10} = 0,97 \text{ m}^3$$

όπου

Q<sub>pm</sub>: η μέση παροχεταιυτικότητα της αντλίας σε l/s

Z : ο αριθμός των εκκινήσεων

Έτσι επιλέγουμε επιφάνεια 2,1 x 1,8 και βάθος ωφέλιμο 0,3m.

### Ισχύς αντλιών και ηλεκτροκινητήρων

Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα υπολογίζεται από την σχέση:

$$N = \frac{3,2 \times 10,83}{10,2 \times 0,6} = 5,66 \text{ kW}$$



Προσθέτοντας περιθώριο ασφαλείας 30% ο απαιτούμενος κινητήρας είναι  $5,66 \times 1,3 = 7,36 \text{KW}$ .

Επιλέγουμε κινητήρα ισχύος 7,5 KW.

### **Αριθμός εκκινήσεων της αντλίας**

Για την μέγιστη αναμενόμενη παροχή θα υπάρχει διαρκής λειτουργία.

Για την μέση παροχή της ημέρας  $Q_{\text{μεσ}} = 4,18 \text{ l/s}$  ο απαιτούμενος χρόνος για την εκκένωση του φρεατίου όταν αρχίσει η λειτουργία της αντλίας είναι:

$$t_1 = \frac{1134 \text{ l}}{(10,83 - 4,18) \text{ l/s}} = 171,3 \text{ s} = 2,85 \text{ min}$$

Ο χρόνος για την πλήρωση του φρεατίου από την στιγμή της διακοπής ως την στιγμή της έναρξης νέας λειτουργίας είναι:

$$t_2 = \frac{1134 \text{ l}}{4,18} = 271,29 \text{ s} = 4,52 \text{ min}$$

Αρά διάρκεια μιας εκκίνησης:

$$t = t_1 + t_2 = 2,85 + 4,52 = 7,37 \text{ min}$$

και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{7,37} = 8,14 < 10$$

Κατά την περίοδο ελάχιστης παροχής  $Q_{\text{min}} = 3,17 \text{ l/s}$  είναι:

$$t_1 = \frac{1134}{(10,83 - 3,18) \text{ l/s}} = 148,23 \text{ s} = 2,47 \text{ min}$$

και

$$t_2 = \frac{1.134l}{3,18} = 356,6s = 5,94\text{min}$$

Αρά διάρκεια μιας εκκίνησης:

$$t = t_1 + t_2 = 8,41 \text{ min}$$

και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{8,41} = 7,13 < 10$$

### Κόστος λειτουργίας αντλιοστασίου

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο:

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο ( A.T.V., Lehrbuch far Abwassertechnik 1982) :

$$K_E = \frac{8.760 \times Q \times H}{102 \times \eta_A} \times K$$

όπου:

Κ<sub>Ε</sub> : Ετήσιο κόστος λειτουργίας

Q: Μέση παροχή σε l/s H :

Ύψος προώθησης σε m

K : Τιμή ανά κιλοβατώρα

η<sub>Α</sub> : Βαθμός απόδοσης

Έχουμε Q : 3.86 l/s

H : 32m

$K : 0,075\text{€/Kwh}$

$\eta_A : 0,6$

έτσι προκύπτει:

$$K_E = \frac{8.760 \times 3,86 \times 32}{102 \times 0,6} \times 0,075 = 1326\text{€/έτος}$$

### Υπολογισμός χρόνου παραμονής λυμάτων

Χρόνος παραμονής στον Θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου.

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_A = \frac{V}{Q_{\min}}$$

όπου:

$V$  : ο ενεργός όγκος του αντλιοστασίου

$Q_{\min}$  : η ελάχιστη παροχή

προκύπτει:

$$t_A = \frac{1134\text{l}}{3,0\text{l/s}} = 376,74\text{s}$$

### Χρόνος παραμονής στον καταθλιπτικό αγωγό

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον καταθλιπτικό αγωγό υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_k = Lk / V_k$$

όπου

$L_k$ : το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού

$v_k$ : η ταχύτητα στον καταθλιπτικό αγωγό προκύπτει:

$$t_k = 315,65 / 1,01 = 312,52 \text{ sec.}$$

Ο μέγιστος συνολικός χρόνος παραμονής είναι:

$$t_n = t_A + t_k = 711 \text{ sec.} = 11,49 \text{ min.}$$

### Διαστασιολόγηση αντλιοστασίου ANT4

Το αντλιοστάσιο ANT4 διοχετεύει τα λύματα στο φρεάτιο AB1a. Το φρεάτιο ανάντι του αντλιοστασίου είναι το A21.

### Υπολογισμός παροχής αντλιοστασίου

α. Παροχή για την 20ετία:

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 20ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{max}$  (παροχή αιχμής): 15,12 l/s

$Q_{min}$  : 4,73 l/s

$Q_{μέση}$  : 6,05 l/s

β. Παροχή για την 40ετία:

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 40ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{max}$  (παροχή αιχμής): 17,28 l/s

$Q_{min}$  : 5,13 l/s

$Q_{μέση}$  : 6,75 l/s

Η αντλία θα διαστασιολογηθεί με την παροχή της 20ετίας, ενώ ο θάλαμος του αντλιοστασίου και ο καταθλιπτικός αγωγός θα διαστασιολογηθούν με την παροχή της 40ετίας.

Έτσι επιλέγουμε δύο αντλίες (1 + 1 εφεδρική) παροχής 15.14 l/s η κάθε μία ( $54.5\text{m}^3/\text{h}$ ) ενώ για την παροχή 40ετίας η παροχή θα είναι 17.36l/s ( $62.5\text{m}^3/\text{h}$ ).

Για την παροχή αυτή έχουμε για τις πιθανές διαμέτρους των καταθλιπτικών αγωγών από PEHD , PN 6atm.

για  $\Phi 140$   $u = 1,25$  m/s (Δεσωτ =123,4 mm)

για  $\Phi 160$   $u = 0,96$  m/s (Δεσωτ =141 mm)

Επιλέγουμε αγωγό διαμέτρου  $\Phi 160$  για λόγους αντιπληγματικής προστασίας.

Τα Χαρακτηριστικά στοιχεία του αντλιοστασίου, είναι ως εκ τούτου:

Παροχή :  $54.5 \text{ m}^3/\text{h}$

Διάμετρος καταθλιπτικού αγωγού	: 160 mm
Υλικό καταθλιπτικού αγωγού	: PEHD
Μήκος καταθλιπτικού αγωγού	: 244.9 m
Στάθμη πυθμένα αγωγού εισροής	: +181,05 m

Το αντλιοστάσιο έχει τυπική μορφή, με θάλαμο συγκέντρωσης των λυμάτων και εγκατάσταση ηλεκτρικού και μηχανολογικού εξοπλισμού. Η λειτουργία του αντλιοστασίου είναι αυτόματη, με κριτήριο εκκίνησης ή στάσης των αντλητικών συγκροτημάτων τη στάθμη των λυμάτων στο θάλαμο αναρρόφησης.

Επίσης θα εγκατασταθεί κατάλληλος αναδευτήρας για την αποφυγή αποθέσεων.

### **Αντλητικά συγκροτήματα και σωληνώσεις**

Στον πυθμένα του υγρού τμήματος του αντλιοστασίου εγκαθίστανται δύο (2) όμοια αντλητικά συγκροτήματα, από τα οποία το ένα (1) εφεδρικό. Το αντλητικό συγκρότημα αναρροφά τα λύματα από το θάλαμο αναρρόφησης και καταθλίβει σε ιδιαίτερο χαλυβδοσωλήνα, ο οποίος φέρει βάννα διακοπής και βαλβίδα αντεπιστροφής. Οι σωληνώσεις κατάθλιψης συνδέονται με τον καταθλιπτικό αγωγό που είναι από PEHD.

### **Αντιπληγματική προστασία**

Η ταχύτητα μετάδοσης των ελαστικών κυμάτων πίεσης σε αγωγό από ομοιογενές υλικό με χαρακτηριστικά σταθερά σε όλο το μήκος του, υπολογίζεται με τον τύπο:

$$a = \frac{1.435}{\sqrt{1 + \frac{141}{9.5} \times \frac{2.1 \times 10^4}{0.8 \times 10^4}}} = 227 \text{ m/sec}$$

Και επομένως η μέγιστη πίεση που προκαλείται από την απότομη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών είναι:

$$H_{ολική} = 31.5 + \frac{1.11 \times 227}{9.81} = 57.18 \text{ m}$$

Οι σωλήνες του καταθλιπτικού αγωγού επιλέγονται ονομαστικής πίεσης 10,0 atm. και επειδή:

$$H_{ολική} < H = 100 \text{ m}$$

δεν απαιτείται ιδιαίτερη αντιπληγματική προστασία.

### Υπολογισμός μανομετρικού ύψους των αντλιών

#### Απώλειες μέσα στο χώρο του αντλιοστασίου

α) Γραμμικές

Παροχή Q = 15,14 l/sec (20ετία), Q=17,36 l/sec( 40ετία).

Διάμετρος D = 100 mm

Υλικό Χαλυβδοσωλήνας

Μήκος σωλήνα l = 3,0 m

Κλίση γραμμής ενέργειας: 0,04 (20ετία), 0052 (40ετία)

Απώλειες 0,04 x 3,0 = 0,12 m (20ετία), 0,052x3,0=0,16m

β) Ειδικά τεμάχια

Ταχύτητα V = 1,92 m/sec (20ετία), V = 2,21 m/sec (40ετία)

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{1,92^2}{19,62} = 0,19m \quad (20ετία)$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{2,21^2}{19,62} = 0,25m \quad (40ετία)$$

Απώλειες εισόδου ζ=0,30

Διαστολή ζ = 0,09

Δύο γωνίες 90°: ζ = 0,32 x 2 = 0,64

Βαλβίδα αντεπιστροφής: ζ = 2,8

Δικλείδα : ζ = 0,18

$$\Sigma \zeta = 4,01$$

Απώλειες 0,19 x 4,01 = 0,76 m (20ετία)

Απώλειες  $0,25 \times 4,01 = 1,00$  m (40ετία)

### **Απώλειες στον κύριο καταθλιπτικό αγωγό**

α) Γραμμικές

Παροχή  $Q = 15,14$  l/sec (20ετία),  $Q = 17,36$  l/sec (40ετία)

Διάμετρος  $D = 160$  mm, εσωτερική  $D = 141,8$  mm

Μήκος σωλήνα  $L=244,9$ m

Κλίση (συντελεστής απωλειών) :  $0,0077$  (20ετία),  $0,0106$ (40ετία)

Απώλειες  $244,9 \times 0,0077 = 1,88$  m (20ετία)

$$244,9 \times 0,0106 = 2,60 \text{ m (40ετία)}$$

β) Τοπικές απώλειες

β1) Συντελεστής απωλειών εκτόνωσης

Ο συντελεστής επιλέγεται ίσος με  $\zeta=1,0$

β2) Συντελεστής απωλειών αλλαγής κατεύθυνσης

Λαμβάνουμε υπ' όψη μας έξι αλλαγές κατεύθυνσης: Μία γωνία 90 μοιρών, δύο γωνίες 60 μοιρών. Ο συντελεστής απωλειών υπολογίζεται σε  $\zeta_k=0,32+2 \times 0,2+3 \times 0,07=0,93$

Ο συνολικός συντελεστής απωλειών υπολογίζεται σε  $\Sigma \zeta=\zeta+\zeta_k=1,93$  Σύνολο τοπικών απωλειών:  $1,93 \times 0,050=0,10$  m (20ετία).  $1,93 \times 0,063=0,12$  m (40ετία)

γ) Γεωμετρικό ύψος άντλησης

Ανώτατη στάθμη προώθησης +207,66 m

Κατώτατη στάθμη αναρρόφησης +180,70 m

Διαφορά 26,96 m

ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ:  $0,12 + 0,76 + 1,88 + 0,11 + 26,96 = 29,83$  m

$$0,16 + 1,00 + 2,60 + 0,12 + 26,96 = 30,84 \text{ m}$$

Επιλέγεται μανομετρικό ύψος =  $30,5$  m



Επιλέγουμε αντλία με παροχή =54,5m<sup>3</sup>/h ή 15,14l/sec και μανομετρικό ύψος = 30,5m.

Για την παροχή 40ετίας η οποία είναι ίση με 17,22 l/s η ταχύτητα είναι ίση με  $u = 1,11\text{m/s}$  και το απαιτούμενο μανομετρικό υπολογίζεται ότι είναι  $H=31,5\text{m}$ . Για την ταχύτητα αυτή και το μανομετρικό αυτό έγινε έλεγχος αντιπληγματικής προστασίας.

Επιλέγονται δύο αντλίες, με  $P_N = 5,0\text{KW}$  και στροφές 1.450/min.

### **Υπολογισμός ενεργού όγκου της δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων**

Αφού η ισχύς του κινητήρα είναι μικρότερη από 50KW, είναι  $Z < 12$ , όπου Z ο αριθμός των εκκινήσεων ανά ώρα.

Για να μη έχουμε πάντως πολλές εκκινήσεις ανά ώρα επιλέγουμε  $Z = 10$ .

Έτσι ο απαιτούμενος ενεργός όγκος του φρεατίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V = 0,9 \times \frac{Q_{pm}}{Z} = 0,9 \times \frac{17,36}{10} = 1,56\text{m}^3$$

όπου  $Q_{pm}$ : η μέση παροχευτικότητα της αντλίας σε l/s

Z: ο αριθμός των εκκινήσεων.

Έτσι επιλέγουμε επιφάνεια 2,0 x 1,8 και βάθος ωφέλιμο 0,5m.

### **Ισχύς αντλιών και ηλεκτροκινητήρων**

Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα υπολογίζεται από την σχέση :

$$N = \frac{6,05 \times 3,5}{10,2 \times 0,6} = 3,46\text{KW}$$

Προσθέτοντας περιθώριο ασφαλείας 30% ο απαιτούμενος κινητήρας είναι  $3,46 \times 1,3 = 4,5\text{KW}$ .

Επιλέγουμε κινητήρα ισχύος 5,0 KW.

### **Αριθμός εκκινήσεων της αντλίας**

Για την μέση παροχή της ημέρας  $Q_{\text{μέσ}}=6,75$  l/s ο απαιτούμενος χρόνος για την εκκένωση του φρεατίου όταν αρχίσει η λειτουργία της αντλίας είναι:

$$t_1 = \frac{1890l}{(17,22 - 6,75)l/s} = 180,51s = 3 \text{ min}$$

Ο χρόνος για την πλήρωση του φρεατίου από την στιγμή της διακοπής ως την στιγμή της έναρξης νέας λειτουργίας είναι:

$$t_2 = \frac{1890l}{6,48} = 292s = 4,86 \text{ min}$$

Άρα διάρκεια μιας εκκίνησης:

$$t = t_1 + t_2 = 7,86 \text{ min}$$

και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{7,86} = 7,63 < 10$$

Κατά την περίοδο ελάχιστης παροχής  $Q_{\text{min}}=5,13$  l/s είναι:

$$t_1 = \frac{1890l}{(17,22 - 5,13)l/s} = 156,32s = 2,60 \text{ min}$$

Και

$$t_2 = \frac{1890l}{5,13} = 368,42s = 6,14 \text{ min}$$

Άρα διάρκεια μιας εκκίνησης:

$$t = t_1 + t_2 = 8,74 \text{ min}$$

και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{8,74} = 6,86 < 10$$

### Κόστος λειτουργίας αντλιοστασίου

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο (A.T.V., Lehrbuch far Abwassertechnik 1982) :

$$K_E = \frac{8.760 \times Q \times H}{102 \times \eta_A} \times K$$

Όπου :

$K_E$  : Ετήσιο κόστος λειτουργίας

Q: Μέση παροχή σε l/s

H : Ύψος προώθησης σε m

K : Τιμή ανά κιλοβατώρα

$\eta_A$  : Βαθμός απόδοσης

Έχουμε

Q : 6,05 l/s H : 30,5m

K : 0,075€/kwh

$\eta_A$  : 0,6

$$K_E = \frac{8.760 \times 6,05 \times 30,5}{102 \times 0,6} \times 0,075 = 1980,93 \text{ €/έτος}$$

### Υπολογισμός χρόνου παραμονής λυμάτων

Χρόνος παραμονής στον Θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου.

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_A = \frac{V}{Q_{\min}}$$

όπου:

$V$ : ο ενεργός όγκος του αντλιοστασίου

$Q_{min}$ : η ελάχιστη παροχή (20ετίας)

προκύπτει:

$$t_A = \frac{1890l}{4,73l/s} = 399,58s$$

### **Χρόνος παραμονής στον καταθλιπτικό αγωγό**

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον καταθλιπτικό αγωγό υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_k = L_k / v_k$$

όπου

$L_k$ : το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού

$v_k$ : η ταχύτητα στον καταθλιπτικό αγωγό (παροχή 20ετίας)

προκύπτει:

$$t_k = 244,9 / ,96 = 255,1 \text{ sec.}$$

Ο μέγιστος συνολικός χρόνος παραμονής είναι:

$$t_n = t_A + t_k = 654,68 \text{ sec.} = 10,9 \text{ min.}$$

### Διαστασιολόγηση αντλιοστασίου ANT5

Το εξωτερικό αντλιοστάσιο ANT5 διοχετεύει τα λύματα στο φρεάτιο Z1. Το φρεάτιο ανάντι του αντλιοστασίου είναι το AA20.

α. Παροχή για την 20ετία:

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 20ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{max}$  (παροχή αιχμής): 28l/s

$Q_{min}$  : 8,75 l/s  $Q_{μέση}$  : 11,2 l/s

β. Παροχή για την 40ετία:

Η συνολική παροχή ακαθάρτων για την 40ετία έχει υπολογισθεί ως εξής:

$Q_{max}$  (παροχή αιχμής): 32 l/s  $Q_{mn}$  : 9,5 l/s

$Q_{μέση}$  : 15,5 l/s

Η αντλία θα διαστασιολογηθεί με την παροχή της 20ετίας, ενώ ο θάλαμος του αντλιοστασίου και ο καταθλιπτικός αγωγός θα διαστασιολογηθούν με την παροχή της 40ετίας.

Έτσι επιλέγουμε δύο αντλίες (1 + 1 εφεδρική) παροχής 28.06 l/s η κάθε μία (101m<sup>3</sup>/h) ενώ για την παροχή 40ετίας η παροχή θα είναι 32.08l/s (115,5m<sup>3</sup>/h).

Για την παροχή αυτή έχουμε για τις πιθανές διαμέτρους των καταθλιπτικών αγωγών από PEHD , PN 6atm.

για  $\Phi 200$   $u = 1,13$  m/s (Δεσωτ =176,2 mm)

για  $\Phi 225$   $u = 0,89$  m/s (Δεσωτ =198,2 mm)

Επιλέγουμε αγωγό διαμέτρου  $\Phi 200$ .

Τα Χαρακτηριστικά στοιχεία του αντλιοστασίου, είναι ως εκ τούτου:

Παροχή : 101 m<sup>3</sup>/h

Διάμετρος καταθλιπτικού αγωγού : 200 mm

Υλικό καταθλιπτικού αγωγού : PEHD, 6atm

Μήκος καταθλιπτικού αγωγού	: 345,10 m
Στάθμη πυθμένα αγωγού εισροής	: +192,80 m

Το αντλιοστάσιο έχει τυπική μορφή, με θάλαμο συγκέντρωσης των λυμάτων και εγκατάσταση ηλεκτρικού και μηχανολογικού εξοπλισμού. Η λειτουργία του αντλιοστασίου είναι αυτόματη, με κριτήριο εκκίνησης ή στάσης των αντλητικών συγκροτημάτων τη στάθμη των λυμάτων στο θάλαμο αναρρόφησης.

Επίσης θα εγκατασταθεί κατάλληλος αναδευτήρας για την αποφυγή αποθέσεων.

### **Αντλητικά συγκροτήματα και σωληνώσεις**

Στον πυθμένα του υγρού τμήματος του αντλιοστασίου εγκαθίστανται δύο (2) όμοια αντλητικά συγκροτήματα, από τα οποία το ένα (1) εφεδρικό. Το αντλητικό συγκρότημα αναρροφά τα λύματα από το θάλαμο αναρρόφησης και καταθλίβει σε ιδιαίτερο χαλυβδοσωλήνα, ο οποίος φέρει βάννα διακοπής και βαλβίδα αντεπιστροφής. Οι σωληνώσεις κατάθλιψης συνδέονται με τον καταθλιπτικό αγωγό που είναι από PEHD.

### **Αντιπληγματική προστασία**

Η ταχύτητα μετάδοσης των ελαστικών κυμάτων πίεσης σε αγωγό από ομοιογενές υλικό με χαρακτηριστικά σταθερά σε όλο το μήκος του, υπολογίζεται με τον τύπο:

$$a = \frac{1.435}{\sqrt{1 + \frac{176,2}{11,9} \times \frac{2,1 \times 10^4}{0,8 \times 10^4}}} = 227,3 \text{ m/sec}$$

Και επομένως η μέγιστη πίεση που προκαλείται από την απότομη διακοπή της λειτουργίας των αντλιών είναι:

$$H_{ολική} = 19,0 + \frac{1,30 \times 227,3}{9,81} = 49,12 \text{ m}$$

Οι σωλήνες του καταθλιπτικού αγωγού επιλέγονται ονομαστικής πίεσης 100,0 atm. και επειδή:

Χολική < H = 100 m

δεν απαιτείται ιδιαίτερη αντιπληγματική προστασία.

### **Υπολογισμός μανομετρικού ύψους των αντλιών**

### **Απώλειες μέσα στο χώρο του αντλιοστάσιου**

α) Γραμμικές

Παροχή Q = 28,06 l/sec (20ετία), Q = 32,08 l/sec (40ετία).

Διάμετρος D = 150 mm

Υλικό Χαλυβδοσωλήνας

Μήκος σωλήνα l = 3,0 m

Κλίση (συντελεστής απωλειών): 0,0169 (20ετία), 0.022 (40ετία).

Απώλειες 0,017 x 3,0 = 0,05 m (20ετία), 0,022x3=0,07m (40ετία)

β) Ειδικά τεμάχια

Ταχύτητα στον αγωγό V = 1,58 m/sec (20ετία), v=1,82m/s, (40ετία)

$$\frac{v^2}{2g} = 0,130m \quad (20ετία)$$

$$\frac{v^2}{2g} = 0,17m \quad (40ετία)$$

Είσοδος ζ= 0,3

Διαστολή ζ= 0,07

Δύο γωνίες 90°:  $\zeta = 0,32 \times 2 = 0,64$

Βαλβίδα αντεπιστροφής:  $\zeta = 2,8$

Δικλείδα:  $\zeta = 0,18$

$\Sigma\zeta = 3,99$

Απώλειες  $0,13 \times 3,99 = 0,52$  m.(20ετία)

Απώλειες  $0,17 \times 3,99 = 0,68$  m.(40ετία)

### **Απώλειες στον κύριο καταθλιπτικό αγωγό**

α) Γραμμικές

Παροχή  $Q = 28,06$  l/sec (20ετία),  $Q = 32,08$  l/sec (40ετία)

Διάμετρος  $D = 200$  mm, εσωτερική  $D = 177,2$  mm

Μήκος σωλήνα  $L = 345,1$  m

Κλίση (συντελεστής απωλειών): 0,00813 (20ετία), 0,0105 (40ετία).

Απώλειες  $345,1 \times 0,00813 = 2,81$  m (20ετία)

$345,1 \times 0,0105 = 3,64$  m (40ετία)

β) Τοπικές απώλειες

β1) απώλειες απότομης εκτόνωσης

Ο συντελεστής απωλειών εκτιμάται σε  $\zeta=1,0$

β2) Απώλειες αλλαγής κατεύθυνσης. Λαμβάνουμε υπ' όψη μας έξι αλλαγές κατεύθυνσης, με γωνίες 90, 70, 60, 45, 30 και 25 μοιρών.

Ο συντελεστής απωλειών λόγω αλλαγών κατεύθυνσης υπολογίζεται σε  $\zeta_k=0,32+0,25+0,2+0,14+0,07+0,06 = 1,04$

Το σύνολο των συντελεστών τοπικών απωλειών υπολογίζεται σε  $\Sigma\zeta=2,04$



Σύνολο τοπικών απωλειών:	2,04X0,069=0,14m	(20ετία),
	2,04x0,086=0,18m	(40ετία).

γ) Γεωμετρικό ύψος άντλησης

Ανώτατη στάθμη προώθησης	+205,80 m
--------------------------	-----------

Κατώτατη στάθμη αναρρόφησης	+192,30 m
-----------------------------	-----------

Διαφορά	13,50 m
---------	---------

ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ: 0,13 + 0,52 + 2,81 + 0,14 + 13,50 = 17,10 m (20ετία)

0,17 + 0,68 + 3,64 + 0,18 + 13,50 = 18,17m (40ετία)

Επιλέγεται μανομετρικό ύψος = 18 m

Επιλέγουμε αντλία με παροχή = 101 m<sup>3</sup>/h ή 28,06l/sec και

μανομετρικό ύψος = 18m.

Για την παροχή της 40ετίας που είναι ίση με 32.08 l/s, η ταχύτητα είναι, u = 1,30 m/s και το απαιτούμενο μανομετρικό υπολογίζεται ότι είναι H = 18 m. Για την ταχύτητα αυτή και το μανομετρικό αυτό θα γίνει έλεγχος για την αντιπληγματική προστασία.

Επιλέγονται δύο αντλίες, με P<sub>N</sub> = 4,5 Kw και στροφές 1.450/min.

### Υπολογισμός ενεργού όγκου της δεξαμενής συγκέντρωσης λυμάτων

Αφού η ισχύς του κινητήρα είναι μικρότερη από 50KW, είναι Z<12, όπου Z ο αριθμός των εκκινήσεων ανά ώρα.

Για να μη έχουμε πάντως πολλές εκκινήσεις ανά ώρα επιλέγουμε Z = 10.

Έτσι ο απαιτούμενος ενεργός όγκος του φρεατίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V = 0,9 \times \frac{Q_{pm}}{Z} = 0,9 \times \frac{32,08}{10} = 2,89 m^3$$

όπου

$Q_{pm}$ : μέση παροχευτικότητα της αντλίας σε l/s

Z: ο αριθμός των εκκινήσεων.

Έτσι επιλέγουμε επιφάνεια 2,1 x 1,8 και βάθος ωφέλιμο 0,8m.

### **Ισχύς αντλιών και ηλεκτροκινητήρων**

Η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα υπολογίζεται από την σχέση :

$$N = \frac{11,2 \times 1,8}{10,2 \times 0,6} = 3,29kW$$

Προσθέτοντας περιθώριο ασφαλείας 30% ο απαιτούμενος κινητήρας είναι  $3,29 \times 1,3 = 4,28KW$ .

Επιλέγουμε κινητήρα ισχύος 4,5 KW.

### **Αριθμός εκκινήσεων της αντλίας**

Για την μέγιστη αναμενόμενη παροχή θα υπάρχει διαρκής λειτουργία.

Για την μέση παροχή της ημέρας  $Q_{μεσ.} = 12,5$  l/s ο απαιτούμενος χρόνος για την εκκένωση του φρεατίου όταν αρχίσει η λειτουργία της αντλίας είναι:

$$t_1 = \frac{3024l}{(32,08 - 12,5)l/s} = 154,44s = 2,57 \text{ min}$$

Ο χρόνος για την πλήρωση του φρεατίου από την στιγμή της διακοπής ως την στιγμή της έναρξης νέας λειτουργίας είναι:

$$t_2 = \frac{3024l}{12,5} = 241,92s = 4,03 \text{ min}$$

Άρα διάρκεια μιας εκκίνησης:

$$t = t_1 + t_2 = 2,57 + 4,03 = 6,60$$

min και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{6,60} = 9,09 < 10$$

Κατά την περίοδο ελάχιστης παροχής  $Q_{\min}=9,50$  l/s είναι:

$$t_1 = \frac{3024l}{(32,08 - 9,5)l/s} = 133,92s = 2,23 \text{ min}$$

και

$$t_2 = \frac{3024l}{9,5} = 318,3s = 5,3 \text{ min}$$

Άρα διάρκεια μιας εκκίνησης

$$t = t_1 + t_2 = 7,53 \text{ min}$$

και επομένως αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα:

$$Z = \frac{60}{7,53} = 7,97 < 10$$

### **Κόστος λειτουργίας αντλιοστασίου**

Το ετήσιο κόστος λειτουργίας του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο

( A.T.V., Lehrbuch für Abwassertechnik 1982) :

$$K_E = \frac{8.760 \times Q \times H}{102 \times \eta_A} \times K$$

Όπου :

ΚΕ : Ετήσιο κόστος λειτουργίας

Q : Μέση παροχή (20ετίας) l/sec

H : Ύψος προώθησης σε m

K : Τιμή ανά κιλοβατώρα

$\eta_A$  : Βαθμός απόδοσης

Έχουμε

Q : 11,2 l/s H : 18m

K : 0,075€/Kwh

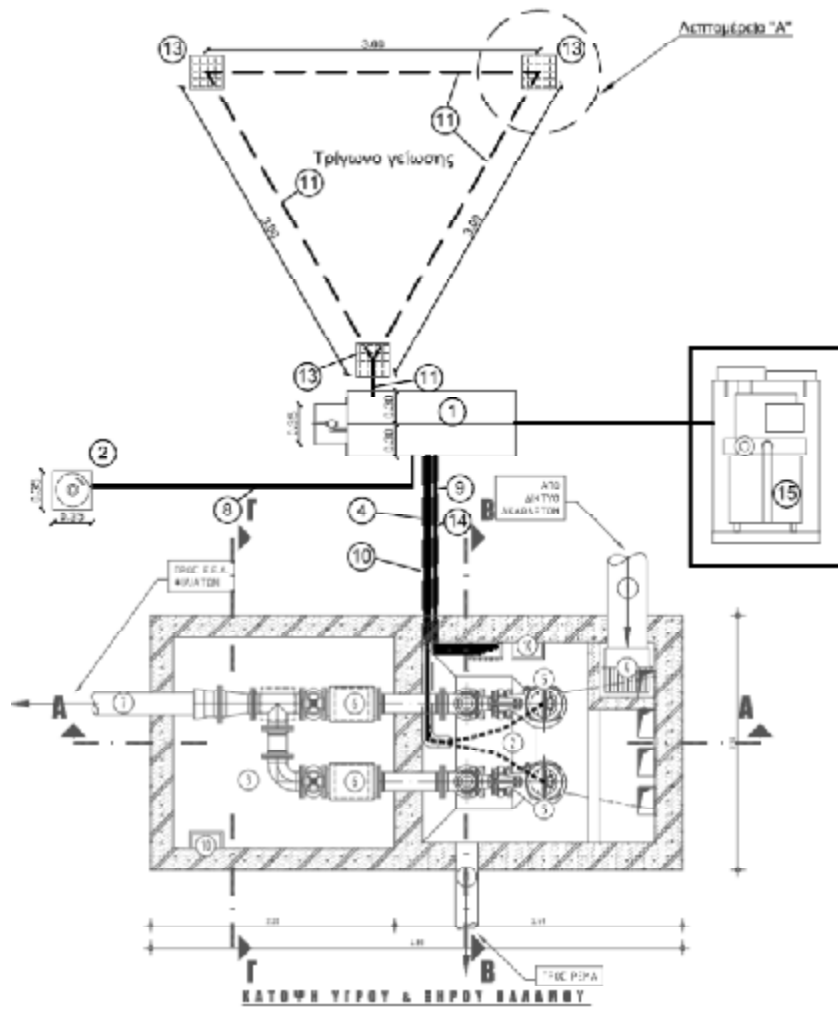
$\eta_A$  : 0,6

έτσι προκύπτει:

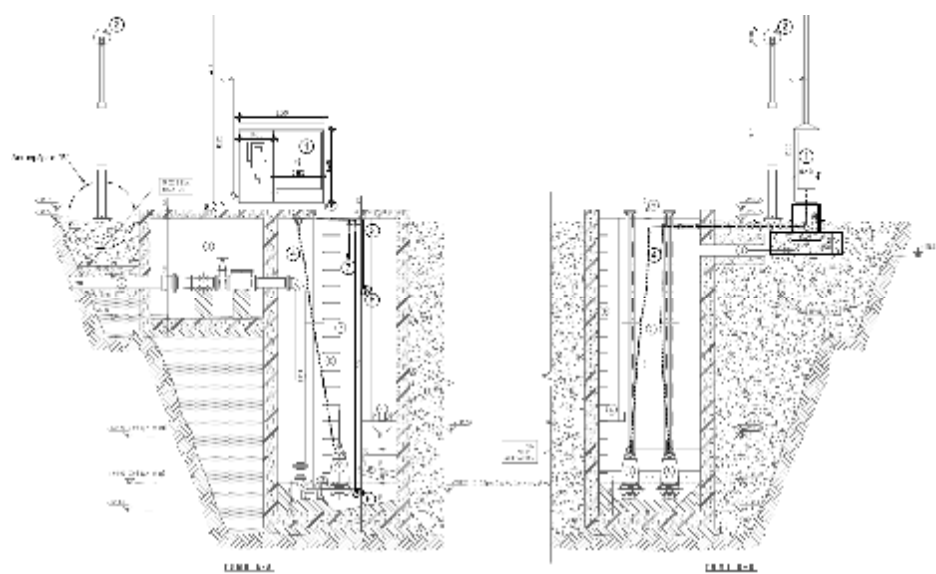
$$K_E = \frac{8.760 \times 11.2 \times 18}{102 \times 0.6} \times 0.075 = 2164,24 \text{ €/έτος}$$

### ΤΙΤΟΜΝΗΜΑ

- ① ΑΓΩΓΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ PVC  $\phi$ 355
- ② ΤΥΡΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ
- ③ ΞΗΡΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ
- ④ ΑΝΟΞΕΩΔΩΤΟΣ ΕΣΧΑΡΟΚΑΛΩΣ
- ⑤ 1+1 ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ (Q =100m<sup>3</sup>/h, H =18m, OUTLET DN100)
- ⑥ ΓΡΑΜΜΗ ΚΑΤΑΘΛΗΨΗΣ DN150, 10atm. (ΣΤΕΓΑΝΗ DN100/DN150, ΣΥΓΚΟΛΗΤΟΣ ΧΑΛΥΒΙΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ, ΤΕΜΑΧΙΟ ΔΙΕΛΕΥΣΗΣ, ΑΝΤΙΠΕΡΙΦΟΡΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ, ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ, ΣΤΕΓΑΝΗ DN150/DN200, ΤΕΜΑΧΙΟ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ DN150/HDPE $\phi$ 200)
- ⑦ ΚΑΤΑΘΛΗΠΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ HDPE  $\phi$ 200, 6 atm.
- ⑧ ΑΓΩΓΟΣ ΠΙΠΕΡΧΛΩΡΙΔΗΣ PVC  $\phi$ 200
- ⑨ ΚΑΛΥΜΜΑ ΑΠΟ ΜΠΑΚΛΑΒΟΤΗ ΛΑΜΑΡΙΝΑ
- ⑩ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΕΣ ΒΑΘΜΙΔΕΣ



Εικόνα 7. Κάτοψη.



Εικόνα 8. Τομές

### Υπολογισμός χρόνου παραμονής λυμάτων

Χρόνος παραμονής στον Θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_A = \frac{V}{Q_{\min}}$$

όπου:

$V$ : ο ενεργός όγκος του αντλιοστασίου

$Q_{\min}$ : η ελάχιστη παροχή

προκύπτει:

$$t_A = \frac{3024l}{8,75 \text{ l/s}} = 345,6s$$

### Χρόνος παραμονής στον καταθλιπτικό αγωγό

Ο μέγιστος χρόνος παραμονής των λυμάτων στον καταθλιπτικό αγωγό υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_k = L_k / v_k$$

όπου

$L_k$ : το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού

$v_k$ : η ταχύτητα στον καταθλιπτικό αγωγό

προκύπτει:

$$t_k = 345,1 / 1,13 = 305,4 \text{ sec.}$$

Ο μέγιστος συνολικός χρόνος παραμονής είναι:

$$t_n = t_A + t_k = 651 \text{ sec.} = 10,85 \text{ min.}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

### 3.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ) του Δήμου Φιλατών σχεδιάζεται με βάση τα πληθυσμιακά δεδομένα της εικοσαετίας (Α φάση) ενώ λαμβάνεται μέριμνα για τη μελλοντική της επέκταση κατά την τεσσαρακονταετία (Β Φάση). Η εξεταζόμενη περιοχή βρίσκεται 10 km περίπου βόρεια της πόλης της Ηγουμενίτσας, 10 km περίπου νοτίως των ελληνοαλβανικών συνόρων, 10 km περίπου ανατολικά του κόλπου της Σαγιαδάς, και ανήκει διοικητικά στον Νομό Θεσπρωτίας.

Πίνακας 8. Μελλοντική κατανομή του πληθυσμού στην πόλη των Φιλατών

Πληθυσμός 2008	Ετήσια αύξηση	Πληθυσμός 2028	Ετήσια αύξηση	Πληθυσμός 2048
2700	1,0%	3.300	1,0%	4.000

Πίνακας 9. Παροχές σχεδιασμού εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων

Έτος σχεδιασμού	Μέγιστη παροχή	Παροχή αιχμής	Υπόγεια εισροή	Μέση παροχή	Ελάχιστη παροχή
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2028	14,2*	28*	5	11,2*	8,75*
2048	16,2*	32*	5	12,5*	9,5*

Με βάση τις παραπάνω παροχές εκτελέστηκαν οι υδραυλικοί υπολογισμοί της εγκατάστασης που παρατίθενται στη συνέχεια.

## ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στην παράγραφο αυτή αναφέρονται οι τύποι υπολογισμού των απωλειών ενέργειας που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της υδραυλικής μηκοτομής στις περιπτώσεις παροχής αιχμής και μέσης παροχής. Οι υπολογισμοί για ροή σε αγωγούς υπό πίεση και σε κανάλια έγιναν με τη βοήθεια του προγράμματος υδραυλικών υπολογισμών Visual HydroCalc. Το προτεινόμενο σύστημα επεξεργασίας είναι οι τεχνητοί υγρότοποι. Η εγκατάσταση επεξεργασίας εγκαθίσταται σε οικόπεδο περίπου 50 στρεμμάτων και αποτελείται από τις επιμέρους μονάδες:

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

#### Αγωγοί υπό πίεση

Οι γραμμικές απώλειες υπολογίζονται από τον τύπο DARCY-WEISBACH:

$$h = \lambda \frac{L \times u^2}{D \times 2g} \quad (1)$$

L	μήκος αγωγού (m)
D	διάμετρος αγωγού (m)
U	ταχύτητα ροής (m/sec)
g	επιτάχυνση βαρύτητας (m <sup>2</sup> /sec)
λ	συντελεστής απωλειών

Ισχύει ο τύπος Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{k_s}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} \right) \quad (2)$$

όπου Re : (U.D)/ν, αριθμός Reynolds



U : ταχύτητα

ks : ισοδύναμη τραχύτητα

v : κινηματική συνεκτικότητα

### Αγωγοί ελεύθερης ροής

Οι γραμμικές απώλειες υπολογίζονται από τον τύπο του Manning :

$$Q = \frac{1}{n} \times E \times R^{2/3} \times J^{1/2} \quad (3)$$

$$u = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times J^{1/2} \quad (4)$$

E	εμβαδόν
R	υδραυλική ακτίνα
J	κλίση
n	συντελεστής τραχύτητας

Θεωρείται συντελεστής τραχύτητας:

$$\frac{1}{n} = 62,50 \quad (5)$$

### 3.2 ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Ο υπολογισμός των τοπικών απωλειών σε σωληνώσεις γίνεται από τη σχέση:

$$h_r = \Sigma K \frac{u^2}{2g} \quad (6)$$

όπου K : συντελεστής τοπικών απωλειών

Για τους υπολογισμούς έχουν ληφθεί υπόψη οι παρακάτω συντελεστές τοπικών απωλειών:

1,0 είσοδος σε φρεάτιο

0,5 έξοδος από φρεάτιο

0,75 στροφή 90°

0,30 στροφή 45°

0,15 στροφή 22,5°

Σε περιπτώσεις διαστολών ο k δίδεται από την σχέση (D1 και D2 οι αντίστοιχες διαμέτροι):

$$k = \left( 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right)^2 \quad (7)$$

### 3.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΛΕΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Εφαρμόζεται η σχέση:

$$Q = \frac{2}{3} \times \mu \times \sqrt{2g} \times L \times h^{3/2} \quad (8)$$

h	ύψος φλέβας (m)
Q	παροχή (m <sup>3</sup> /sec)
L	μήκος υπερχειλιστή (m)
μ	0,62

### 3.4 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΕ ΥΠΟΒΡΙΧΙΕΣ ΟΠΕΣ

Εφαρμόζεται η σχέση:

$$h = \left( \frac{l}{2g} \right) \left( \frac{Q}{C \times A} \right)^2$$

(9)

Οπού

Q : παροχή (m<sup>3</sup>/sec)

C : συντελεστής απωλειών = 0,62 για πετάσματα δεξαμενής

A : εμβαδόν οπής (m<sup>2</sup>)

### 3.5 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΣΧΑΡΩΣΗ

Για τον υπολογισμό των απωλειών χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\Delta h = \zeta_R \times \frac{u^2}{2g} \quad (m) \quad (10)$$

$$\zeta_R = \beta \times \left( \frac{s + \eta}{e} \right)^{4/3} \times \frac{1}{\left( \frac{s}{e} + 1 \right)^2} \times \sin \delta \quad (-) \quad (11)$$

- $\beta$  : συντελεστής μορφής
- $\delta$  : η κλίση τοποθέτησης της σχάρας
- $s$  : διάκενα μεταξύ των ράβδων
- $e$  : πάχος ράβδων
- $Q$  : παροχή υπολογισμού
- $\theta$  : ανώτερη επιτρεπτή ταχύτητα ροής διαμέσου των ράβδων
- $\eta$  : ποσοστό πλήρωσης της σχάρας

Το βάθος ροής ανάντι της στένωσης μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια από τις εμπειρικές σχέσεις που προέκυψαν από πειράματα του Εργαστηρίου Υδραυλικής του Πολυτεχνείου της Στουτγάρδης:

$$Q = 0,01744 \times \beta_2 \chi h^{1,5} + 0,00091 \times h^{2,5}$$

όπου,

- $Q$  : η παροχή σε l/s
- $\beta_2$  : το πλάτος στένωσης (cm)
- $h$  : το βάθος ροής (cm)

### 3.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ

#### ΜΟΝΑΔΑ ΕΣΧΑΡΩΣΗΣ

Τα χαρακτηριστικά της μονάδας εσχάρωσης είναι τα ακόλουθα:

- Αριθμός εσχάρων : 2
- Παροχή αιχμής τεσσαρακονταετίας : 32,0 l/s
- μέγιστη ταχύτητα διαμέσου των ράβδων

(για ποσοστό έμφραξης 35%) : 1 m/s

- πάχος ράβδων, s : 6 mm
- απόσταση ράβδων, e : 6 mm
- β (συντελεστής μορφής) : 2
- δ (γωνία τοποθέτησης

ως προς την κατακόρυφη διεύθυνση) : 75°

- η (ποσοστό έμφραξης) : 0,25

Το πλάτος της εσχάρας προκύπτει από τον τύπο:

$$B_R = \frac{s+e}{e} \times \left( \frac{1}{1-n} \right) \times \frac{Q}{v \times h}$$

όπου,  $B_R$  : πλάτος καναλιού στην θέση της σχάρας, m

v : ανώτερη επιθυμητή ταχύτητα ροής διαμέσου των ράβδων (1,0 m/s)

h : επιθυμητό βάθος ροής (0,30m)

Q : η παροχή αιχμής σε m<sup>3</sup>/s

Οπότε: ΒΓ = 0,213 m και τελικά επιλέγουμε πλάτος εσχάρας 0,3 m.

Το βάθος ροής κατάντη της σχάρας θεωρείται ίσο με 0,27m οι δε απώλειες ενέργειας κατά την διέλευση μέσα από την σχάρα υπολογίζονται στα 0,08m. Έτσι η στάθμη του πυθμένα στην έξοδο της σχάρας θα τοποθετηθεί στα + 54,54m, ώστε η σχάρα να μπορεί να «στραγγίζει» και να είναι δυνατός ο καθαρισμός της μίας εκ των δύο γραμμών.

### **ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ**

Η μέτρηση παροχής θα γίνεται αμέσως κατάντη της μονάδας εσχάρωσης. Θα κατασκευαστεί μία αύλακα τύπου Venturi. Η διαστασιολόγηση του μετρητή παροχής γίνεται για παροχή ίση με το 125% της παροχής αιχμής της τεσσαρακονταετίας:

$$32,0 \times 1,25 = 40,0 \text{ l/s}$$

Για την ικανοποιητική λειτουργία του μετρητή παροχής θα τηρούνται οι παρακάτω δύο απαιτήσεις:

- η στάθμη του καναλιού θα βρίσκεται πιο ψηλά από τον κατάντη υπερχειλιστή, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική στράγγιση του καναλιού για να μη παραμένουν στο κανάλι στάσιμα λύματα και
- η διαφορά στάθμης ανάντη-κατάντη να μη ξεπερνά το 70%, ώστε να υπάρχει αξιοπιστία στη μέτρηση για όλο το εύρος των παροχών.

Η στένωση τοποθετείται σε απόσταση τουλάχιστο 10 b από την αρχή της διώρυγας όπου b το πλάτος της διώρυγας. Έτσι η ροή θα ομαλοποιείται και θα έχουμε στο σημείο της μέτρησης ομοιόμορφη ροή. Η ικανοποίηση των παραπάνω κριτηρίων σημαίνει σημαντική απώλεια υδραυλικού φορτίου που είναι όμως αναγκαία για τη σωστή λειτουργία της μονάδας.

Επιλέγεται ορθογωνική διώρυγα με τα εξής χαρακτηριστικά:

πλάτος καναλιού	0,4 m
μήκος καναλιού (συνολικά)	6,0 m
μήκος στένωσης	1,6 m

- βάθος καναλιού : 1,25 m
- πλάτος στη στένωση: 0,16 m
- μέγιστη μετρούμενη παροχή : 180 m<sup>3</sup>/hr

Για να έχουμε κρίσιμη ροή στην έξοδο του Venturi η στάθμη του πυθμένα του θα τοποθετηθεί στα +54,45m. Το βάθος ροής ανάντη της στένωσης, από της καμπύλες που δίνει ο κατασκευαστής, για παροχή 125% της παροχής αιχμής υπολογίζεται σε 26cm περίπου. Η γεωδαιτική διαφορά του πυθμένα ανάμεσα στην είσοδο και την έξοδο εκτιμάται σε 9 cm. Προκύπτει στάθμη ροής στην είσοδο του Venturi +54,74m. Αντίστοιχα στην έξοδο του Venturi η στάθμη ροής είναι +54.40 ώστε να μπορεί να στραγγίζει το κανάλι.

### **ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ**

Τα λύματα μετά τη μέτρηση παροχής στη στένωση Venturi οδηγούνται στο φρεάτιο μερισμού πάνω από υπερχειλιστή λεπτής στέψης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	32,0
Πλάτος υπερχειλιστή (m)	0,5
Ύψος φλέβας υπερχειλιστή (m)	0,107

Προκύπτει στάθμη υγρού κατόντη του υπερχειλιστή +54.29m.

### **ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕΡΙΣΜΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΙΜHOFF**

Ο αγωγός ο οποίος μεταφέρει τα λύματα από το φρεάτιο μερισμού παροχής στη δεξαμενή Imhoff, Φ200, έχει τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:



Παροχή (l/s)	32,0
Ταχύτητα (m/s)	1,02
Γραμμικές απώλειες (m)	0,062
Τοπικές απώλειες (m)	0,079
Συνολικές απώλειες (m)	0,141

Οι απώλειες στον αγωγό δηλαδή υπολογίζονται στα 0,14cm περίπου και προκύπτει στάθμη υγρού ανάντη της δεξαμενής Imhoff στο +54.15m. ο παραπάνω υπολογισμός έχει πραγματοποιηθεί για τη μία γραμμή επεξεργασίας και για το σύνολο της παροχής αιχμής.

#### **ΔΕΞΑΜΕΝΗ IMHOFF**

Η είσοδος των λυμάτων στην δεξαμενή Imhoff γίνεται μέσω ορθογωνικής οπής διαστάσεων 0.60x0.40. Οι απώλειες ενέργειας που προκαλούνται λόγω της διέλευσης μέσω της παραπάνω οπής είναι:

Παροχή (l/s)	32,00
Γραμμικές απώλειες (m)	0,002

Στη συνέχεια τα λύματα εισέρχονται στον κυρίως θάλαμο της δεξαμενής Imhoff μέσω ενός συστήματος 8 ορθογωνικών οπών διαστάσεων 0.30x0.40. Οι απώλειες ενέργειας που προκαλούνται λόγω της διέλευσης μέσω των παραπάνω οπών είναι:

Παροχή (l/s)	32,00
Γραμμικές απώλειες (m)	0,000

Η στάθμη υγρού εντός της αναερόβιας δεξαμενής έτσι ώστε να στραγγίζει το φρεάτιο εισόδου και το κανάλι τροφοδοσίας λαμβάνεται στο +53.95m.

Η έξοδος των λυμάτων από τον κυρίως θάλαμο της δεξαμενής Imhoff γίνεται πάνω από υπερχειλιστή λεπτής στέψης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	32,00
Πλάτος υπερχειλιστή (m)	5,0
Ύψος φλέβας υπερχειλιστή (m)	0,023

Προκύπτει στάθμη υγρού κατόντη του υπερχειλιστή +53.65m ενώ η στάθμη υγρού στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής λαμβάνοντας υπόψη την απαραίτητη υψομετρική διαφορά για την στράγγιση του καναλιού εξόδου προκύπτει +53.50m.

#### **ΑΓΩΓΟΣ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΙΜΗΟΦΦ ΠΡΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Α**

Ο αγωγός ο οποίος μεταφέρει τα λύματα από το φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής Imhoff στο φρεάτιο σίφωνα Α Φ200 έχει τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	32,00
Ταχύτητα (m/s)	1,02
Γραμμικές απώλειες (m)	0,013
Τοπικές απώλειες (m)	0,079
Συνολικές απώλειες (m)	0,093

Με βάση τις εμφανιζόμενες απώλειες στον αγωγό προκύπτει στάθμη υγρού στο φρεάτιο τροφοδοσίας στα +53.41m.

#### **ΑΓΩΓΟΣ ΑΠΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Α ΠΡΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΛΙΝΩΝ ΣΤΑΔΙΟΥ Ι ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η εκροή μέσα από το φρεάτιο σίφωνα Α και η μεταφορά των λυμάτων στην είσοδο των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας γίνεται μέσω ενός αγωγού διαμέτρου Φ225 ο οποίος έχει τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	32,00
Ταχύτητα (m/s)	0,80
Γραμμικές απώλειες (m)	0,503
Τοπικές απώλειες (m)	0,101
Συνολικές απώλειες (m)	0,604

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω απώλειες αλλά και το απαραίτητο βάθος 0,8m για τη λειτουργία του φρεατίου τροφοδοσίας προκύπτει στάθμη υγρού στο φρεάτιο εισόδου των κλινών +52.00m.

#### **ΦΡΕΑΤΙΟ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ ΚΛΙΝΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΔΙΟ Ι**

Από το φρεάτιο δικλείδων δίνεται η δυνατότητα επιλογής λειτουργίας κάθε κλίνης δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Τα λύματα εισέρχονται στις κλίνες μέσω αγωγού Φ200 που έχει τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	32,00
Ταχύτητα (m/s)	1,02
Γραμμικές απώλειες (m)	0,013
Τοπικές απώλειες (m)	0,492
Συνολικές απώλειες (m)	0,505

Προκύπτει στάθμη υγρού κατόπιν του φρεατίου δικλείδων στο +51.50m.

#### **ΚΛΙΝΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΔΙΟΥ Ι**

Η διάθεση των λυμάτων στις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας - στάδιο Ι γίνεται μέσω διάτρητων αγωγών διατομής Φ160 τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του κάθε ενός εκ των οποίων είναι τα ακόλουθα:

Παροχή (l/s)	32,00
Ταχύτητα (m/s)	0,80
Γραμμικές απώλειες (m)	0,067
Τοπικές απώλειες (m)	0,048
Συνολικές απώλειες (m)	0,116

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει υψόμετρο πιεζομετρικής γραμμής στην έξοδο του διάτρητου αγωγού διανομής +51.38m.

Η συλλογή των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται μέσω αγωγών διατομής Φ200 οι οποίοι λειτουργούν με ελεύθερη επιφάνεια, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του κάθε ενός εκ των οποίων είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 10.Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
12,50	1,00	0,20	0,014	26,64	0,94	22,40	1,05	0,20	13,36	0,70

Σημειώνεται ότι οι ανωτέρω υδραυλικοί υπολογισμοί για τη συλλογή των λυμάτων πραγματοποιήθηκαν για την κλίση δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του σταδίου I που βρίσκεται στην υψηλότερη θέση (υψόμετρο εισόδου +51,30m) και αποτελεί την δυσμενέστερη περίπτωση. Με βάση αυτούς συνεχίζονται οι επόμενοι υπολογισμοί.

### **ΑΓΩΓΟΣ ΑΠΟ ΚΛΙΝΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΔΙΟΥ Ι ΠΡΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Β**

Ο αγωγός που μεταφέρει τα λύματα από τις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας στάδιο Ι προς το φρεάτιο τροφοδοσίας Β διατομής Φ200 λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 11. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
47,00	1,00	0,20	0,014	26,64	0,94	22,40	1,05	0,75	13,36	0,70

Προκύπτει στάθμη υγρού στο φρεάτιο τροφοδοσίας Β +43.86m.

Οι ανωτέρω υδραυλικοί υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για την κλίση δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του σταδίου Ι της οποίας η έξοδος βρίσκεται στη χαμηλότερη θέση (υψόμετρο εξόδου +44,10m) και αποτελεί την δυσμενέστερη περίπτωση.

### **ΑΓΩΓΟΣ ΑΠΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ Β ΠΡΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΛΙΝΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ**

Η εκροή μέσα από το φρεάτιο σίφωνα Β γίνεται μέσω ενός αγωγού διαμέτρου Φ200 ο οποίος έχει τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	23,00
Ταχύτητα (m/s)	0,73

Γραμμικές απώλειες (m)	0,212
Τοπικές απώλειες (m)	0,071
Συνολικές απώλειες (m)	0,284

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω απώλειες αλλά και το απαραίτητο βάθος 0,8m για τη λειτουργία του φρεατίου τροφοδοσίας προκύπτει στάθμη υγρού στο φρεάτιο εισόδου των κλινών +42.78m.

### **ΦΡΕΑΤΙΟ ΔΙΚΛΕΙΔΩΝ ΚΛΙΝΩΝ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΔΙΟΥ II**

Από το φρεάτιο δικλείδων δίνεται η δυνατότητα επιλογής λειτουργίας κάθε κλίνης δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του σταδίου II. Τα λύματα εισέρχονται στις κλίνες μέσω αγωγού Φ200 που έχει τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	23,00
Ταχύτητα (m/s)	0,73
Γραμμικές απώλειες (m)	0,006
Τοπικές απώλειες (m)	0,219
Συνολικές απώλειες (m)	0,225

Προκύπτει στάθμη υγρού κατόντη του φρεατίου δικλείδων στο +42.56m.

### **ΚΛΙΝΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΔΙΟΥ II**

Η διάθεση των λυμάτων στις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας - στάδιο II γίνεται μέσω διάτρητων αγωγών διατομής Φ160 τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του κάθε ενός εκ των οποίων είναι τα ακόλουθα:

Παροχή (l/s)	11,50
Ταχύτητα (m/s)	0,57
Γραμμικές απώλειες (m)	0,037
Τοπικές απώλειες (m)	0,025
Συνολικές απώλειες (m)	0,062

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει υψόμετρο ηεζομετρικής γραμμής στην έξοδο του διάτρητου αγωγού διανομής +42.49m.

Οι ανωτέρω υδραυλικοί υπολογισμοί για τη συλλογή των λυμάτων πραγματοποιήθηκαν για την κλίση δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του σταδίου II που βρίσκεται στην υψηλότερη θέση (υψόμετρο εισόδου +41,50m) και αποτελεί την δυσμενέστερη περίπτωση. Με βάση αυτούς συνεχίζονται οι επόμενοι υπολογισμοί.

Η συλλογή των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται μέσω αγωγών διατομής Φ200 οι οποίοι λειτουργούν με ελεύθερη επιφάνεια, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του κάθε ενός εκ των οποίων των οποίων είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 12. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
12,50	1,00	0,20	0,014	26,64	0,94	16,10	0,98	0,21	10,67	0,56

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα προκύπτει στάθμη υγρού στον αγωγό συλλογής κατάντη της κλίσης +37.41 m.

**ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟ ΚΛΙΝΕΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΔΙΟΥ ΙΙ ΠΡΟΣ ΛΙΜΝΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ 1**

Ο αγωγός που μεταφέρει τα λύματα από τις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας στάδιο ΙΙ προς τη λίμνη ωρίμανσης Ι (μέσω του φρεατίου συμβολής με τον αγωγό by pass) διατομής Φ250 λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 13. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού από κλίνη σταδίου ΙΙ προς φρεάτιο συμβολής				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
11,00	3,60	0,25	0,014	91,69	2,06	16,10	1,55	0,12	6,74	0,28

Προκύπτει στάθμη υγρού στο φρεάτιο συμβολής με τον αγωγό by pass +37.05m.

**Πίνακας 14.Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού φρεάτιο συμβολής προς λίμνη ωρίμανσης Ι				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
12,3	20,00	0,25	0,014	216,11	4,87	16,10	2,85	0,07	4,39	0,18

Οι ανωτέρω υδραυλικοί υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για την κλίση δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του σταδίου ΙΙ, της οποίας η έξοδος βρίσκεται στη χαμηλότερη θέση (υψόμετρο εξόδου +38,90m) και αποτελεί την δυσμενέστερη περίπτωση.

Προκύπτει στάθμη υγρού στον αγωγό μεταφοράς ανάντη της λίμνης ωρίμανσης Ι στα +35.55m.



## ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟ ΛΙΜΝΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ 1 ΣΕ ΛΙΜΝΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ 2

Η μεταφορά των λυμάτων από την πρώτη λίμνη ωρίμανσης στην δεύτερη (μέσω φρεατίου σύνδεσης των λιμνών) γίνεται με αγωγό διατομής Φ250 που λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια και έχει τα ακόλουθα υδραυλικά χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά αγωγού..**

Χαρακτηριστικά αγωγού από λίμνη ωρίμανσης I προς φρεάτιο σύνδεσης λιμνών				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
10,20	7,00	0,25	0,014	127,85	2,88	16,10	1,97	0,07	5,7	0,24

Προκύπτει στάθμη υγρού στον αγωγό μεταφοράς ανάντη της λίμνης ωρίμανσης II στα +33.04m.

## ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟ ΛΙΜΝΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ 2 ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Η μεταφορά των λυμάτων από την δεύτερη λίμνη ωρίμανσης στην δεξαμενή απολύμανσης γίνεται μέσω αγωγού διατομής Φ250 που λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια, τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του οποίου είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 16. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
5,50	5,00	0,25	0,014	108,05	2,43	16,10	1,75	0,05	6,2	0,26

Προκύπτει στάθμη υγρού στον αγωγό μεταφοράς ανάντη της δεξαμενής απολύμανσης στα +32.81m.

### **ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ**

Η είσοδος των επεξεργασμένων λυμάτων στην δεξαμενή απολύμανσης γίνεται μέσω τετραγωνικής οπής διαστάσεων 0.40x0.40. Οι απώλειες ενέργειας που προκαλούνται λόγω της διέλευσης μέσω της παραπάνω οπής είναι:

Παροχή (l/s)	32,00
Γραμμικές απώλειες (m)	0,005

Προκύπτει στάθμη υγρού εντός της δεξαμενής στα +32.78m.

Η έξοδος των επεξεργασμένων λυμάτων από την δεξαμενή απολύμανσης γίνεται πάνω από υπερχειλιστή λεπτής στέψης με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Παροχή (l/s)	32,00
Πλάτος υπερχειλιστή (m)	0,8
Ύψος φλέβας υπερχειλιστή (m)	0,078

Προκύπτει στάθμη υγρού κατάντη του υπερχειλιστή στα +32.55m.

## **ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΞΟΔΟΥ**

Τα λύματα από τη δεξαμενή απολύμανσης οδηγούνται μέσω αγωγού διατομής Φ250 τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του οποίου είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 17. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
7,40	1,00	0,25	0,014	48,32	1,09	32,00	1,16	0,11	14,13	0,59

Προκύπτει στάθμη υγρού στον αγωγό μεταφοράς ανάντη του φρεατίου εξόδου στα +32.39 .

## **ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ**

Η τελική διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται μέσω αγωγού διάθεσης διαμέτρου Φ315, ο οποίος λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια και τα χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται στα σχέδια: οριζοντιογραφία αγωγού διάθεσης και Μηκοτομή αγωγού διάθεσης (βλ. σχέδιο 24-07-EL-FI-OR 106 και 24-07-EL-FI-MH 202) καθώς και στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 18. Υδραυλικά στοιχεία αγωγών.**

Φρεάτιο	Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθ. πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού					
	Μήκος (τ)	Κλίση (%)	Διάμ. (τ)	Συντ. Τραχ.	Παροχή (l/s)	Ταχ. (τ/s)	Παροχή (l/s)	Ταχ. (τ/s)	Χρόνος (Tin)	Βαθμ. πλήρ.	Βάθος (στ)	$y_{max}/D$
SA0	30,0	3,00	0,2996	0,0140	155	2,20	32,00	1,73	0,29	0,21	9,2	0,31
SA1	62,9	2,50	0,2996	0,0140	141	2,01	32,00	1,62	0,65	0,23	9,7	0,32
SA2	54,4	0,37	0,2996	0,0140	54	0,77	32,00	0,80	1,13	0,59	16,5	0,55
SA3	73,9	0,34	0,2996	0,0140	52	0,74	32,00	0,78	1,58	0,61	17,0	0,57
SA4	81,5	0,36	0,2996	0,0140	54	0,76	32,00	0,79	1,71	0,60	16,7	0,56
SA5	83,9	0,36	0,2996	0,0140	54	0,76	32,00	0,79	1,76	0,60	16,7	0,56
SA6	75,2	0,33	0,2996	0,0140	51	0,73	32,00	0,77	1,63	0,62	17,1	0,57
SA7	84,6	0,41	0,2996	0,0140	57	0,81	32,00	0,84	1,69	0,56	16,0	0,53
SA8	82,3	0,36	0,2996	0,0140	54	0,76	32,00	0,79	1,72	0,60	16,7	0,56
SA9	87,7	0,40	0,2996	0,0140	57	0,80	32,00	0,83	1,77	0,57	16,1	0,54

### **ΑΓΩΓΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΙΛΥΟΣ ΑΠΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΙΜHOFF ΣΕ ΚΛΙΝΕΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ**

Προβλέπεται η τοποθέτηση αγωγού διαμέτρου Φ160 για την μεταφορά της ιλύος από την δεξαμενή Imhoff στις κλίνες ξήρανσης ιλύος. Η παροχή ιλύος ανέρχεται σε  $3.7\text{m}^3/\text{d}$  και φυσικά ο προβλεπόμενος αγωγός υπερεπαρκεί για την μεταφορά της παροχής αυτής.

### **ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ - ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**

Τα επεξεργασμένα λύματα ανακυκλοφορούν από το φρεάτιο του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας προς το φρεάτιο σίφωνα Α. Τα χαρακτηριστικά του καταθλιπτικού αγωγού μεταφοράς των λυμάτων είναι τα ακόλουθα:

Διατομή (mm)	125,0
Παροχή (l/s)	12,50
Ταχύτητα (m/s)	1,19
Γραμμικές απώλειες (m)	3,024
Τοπικές απώλειες (m)	0,855
Γεωδαιτικό (m)	21,4
Συνολικές απώλειες (m)	3,879
Μανομετρικό (m)	25,3

### **ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (BY-PASS)**

Ο κεντρικός αγωγός παράκαμψης της εγκατάστασης προβλέπει την παράκαμψη με σημείο αρχής τη θέση πριν τη δεξαμενή Imhoff (φρεάτιο μερισμού παροχής) και τη διοχέτευση των λυμάτων στη δεξαμενή απολύμανσης της εγκατάστασης. Ο αγωγός αυτός διαμέτρου Φ250 ο οποίος αποτελείται από πέντε τμήματα διαφορετικής κλίσης έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 19. Στοιχεία υπολογισμού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
85,0	11,15	0,25	0,014	181,00	3,68	32,00	2,78	0,51	7,1	0,28
69,5	10,10	0,25	0,014	172,00	3,50	32,00	2,68	0,43	7,3	0,29
39,0	7,15	0,25	0,014	145,00	2,95	32,00	2,37	0,27	8,0	0,32
24,3	2,00	0,25	0,014	77,00	1,56	32,00	1,49	0,27	11,3	0,45
23,8	2,00	0,25	0,014	77,00	1,56	32,00	1,49	0,27	11,3	0,45

Ο πυθμένας του κεντρικού αγωγού by-pass ξεκινά από υψόμετρο +50.15m και καταλήγει σε υψόμετρο +32.90m.

Αναλυτικά για τα πέντε τμήματα του αγωγού είναι:

Σημείο εκκίνησης	Τελικό σημείο
50.15m	43.75m
43.75m	36.70m
36.70	33.90m
33.90m	33.40m
33.40m	32.90m

### **ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ IMHOFF**

Ο αγωγός αυτός προβλέπει την παράκαμψη της δεξαμενής με σημείο αρχής το φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής και στη συνέχεια συμβάλλει στον κεντρικό αγωγό by pass σε κατάλληλο φρεάτιο συμβολής. Ο αγωγός αυτός διαμέτρου Φ250 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 20. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
25,00	13,40	0,25	0,014	176,89	3,98	32,00	3,02	0,14	6,85	0,29

Ο πυθμένας του κεντρικού αγωγού by-pass ξεκινά από υψόμετρο +53.15m και καταλήγει σε υψόμετρο +50.15m.

## **ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (BY-PASS)**

Ο αγωγός αυτός προβλέπει την παράκαμψη των έργων με σημείο αρχής το φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής Imhoff, ο οποίος συμβάλλει στον κεντρικό αγωγό by pass για τη διοχέτευση των λυμάτων στη δεξαμενή απολύμανσης της εγκατάστασης. Ο αγωγός αυτός διαμέτρου Φ250 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 21. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
16,50	15,00	0,25	0,014	187,15	4,21	32,00	3,15	0,09	6,65	0,28

Ο πυθμένας του συγκεκριμένου αγωγού by-pass ξεκινά από υψόμετρο +53.40m και καταλήγει σε υψόμετρο +50.15m.

## **ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΛΙΜΝΩΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ (BYPASS)**

Ο αγωγός αυτός προβλέπει την παράκαμψη των έργων με σημείο αρχής το φρεάτιο συμβολής πριν την πρώτη λίμνης ωρίμανσης, ο οποίος συμβάλλει στον κεντρικό αγωγό by pass για τη διοχέτευση των λυμάτων στη δεξαμενή απολύμανσης της εγκατάστασης. Ο αγωγός αυτός διαμέτρου Φ250 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 22. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
22,30	1,30	0,25	0,014	55,10	1,24	16,1	1,08	0,35	8,81	0,37

Ο πυθμένας του συγκεκριμένου αγωγού by-pass ξεκινά από υψόμετρο +37.00m και καταλήγει σε υψόμετρο +36.70m.

### **ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ 2<sup>ΗΣ</sup> ΛΙΜΝΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ (BYPASS)**

Ο αγωγός αυτός προβλέπει την παράκαμψη της δεύτερης λίμνης ωρίμανσης με σημείο αρχής το φρεάτιο σύνδεσης των λιμνών, ο οποίος συμβάλλει στον κεντρικό αγωγό by pass για τη διοχέτευση των λυμάτων στη δεξαμενή απολύμανσης της εγκατάστασης. Ο αγωγός αυτός διαμέτρου Φ250 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 23. Χαρακτηριστικά αγωγού.**

Χαρακτηριστικά αγωγού				Συνθήκες πλήρωσης		Στοιχεία υπολογισμού				
Μήκος	Κλίση	Διάμετρος	Συντ. Τραχ.	Παροχή	Ταχ.	Παροχή	Ταχ.	Χρόνος	Βάθος ροής	$y_{max}/D$
(m)	(%)	(m)		(l/s)	(m/s)	(l/s)	(m/s)	(min)	(cm)	
107,00	1,00	0,25	0,014	48,32	1,09	16,1	0,98	1,82	9,45	0,40

Ο πυθμένας του συγκεκριμένου αγωγού by-pass ξεκινά από υψόμετρο +34.50m και καταλήγει σε υψόμετρο +33.40m.



### **3.7 ΔΕΞΑΜΕΝΗ IMHOFF (ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ)**

Η παρούσα στατική μελέτη αφορά στην κατασκευή της δεξαμενής Imhoff, στα πλαίσια του έργου «Μελέτη Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων της πόλης Φιλιατών».

Τα υλικά κατασκευής είναι: Σκυρόδεμα: C25/30 και Χάλυβας οπλισμού και συνδετήρων: B500C. Η διαστασιολόγηση γίνεται σύμφωνα με τον ΕΚΩΣ και τον ΕΑΚ.

Η δεξαμενή Imhoff είναι ανοικτή ορθογωνική δεξαμενή, εξωτερικών διαστάσεων 14,20μΧ8,70μ και ύψους 9,50μ. Η δεξαμενή είναι εγκιβωτισμένη σε ύψος 8,30μ. Η στάθμη των λυμάτων είναι στα 8,25μ. Τα περιμετρικά τοιχία της δεξαμενής έχουν πάχος 35εκ, το κεντρικό τοιχίο έχει πάχος 30εκ, ενώ η πλάκα θεμελίωσης έχει πάχος 45εκ. Στα περιμετρικά τοιχία αφήνονται 3 οπές διαστάσεων 0,60μΧ0,40μ. Τίθεται ο κατάλληλος οπλισμός περίξ των οπών. Στον πυθμένα της δεξαμενής δημιουργούνται περιμετρικά πρισματικές επιφάνειες με ύψος 3,30μ στην περίμετρο που καταλήγουν στην πλάκα θεμελίωσης. Το πρόσθετο μόνιμο φορτίο λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς και τοποθετούνται συνδετήρες διάτμησης στην πλάκα θεμελίωσης. Η δεξαμενή χωρίζεται σε 2 ανεξάρτητα τμήματα, τα οποία μπορεί να λειτουργήσουν αυτόνομα. Κάθε τμήμα της δεξαμενής έχει ωφέλιμο μήκος 6,60μ και ωφέλιμο πλάτος 8,00μ. Στους υπολογισμούς εξετάζονται οι περιπτώσεις φόρτισης με πλήρη ή κενά τα 2 διαμερίσματα της δεξαμενής, καθώς και με το ένα διαμέρισμα πλήρες και το άλλο κενό. Σε κάθε διαμέρισμα κατασκευάζονται στο πλάτος της δεξαμενής και σε ύψος 4,60μ από την πλάκα θεμελίωσης, 4 πρισματικές επιφάνειες ύψους 2,80μ. Η παράπλευρη λοξή επιφάνεια παραλαμβάνεται από ισχυρή πλάκα πάχους 30εκ, η οποία φέρεται από τα περιμετρικά τοιχία. Κατά το πλάτος της κατασκευής κατασκευάζονται επίσης, δύο υψίκορμες δοκοί σε κάθε διαμέρισμα. Κατά το μήκος της δεξαμενής κατασκευάζονται στις δύο πλευρές, μικροί πρόβολοι πλάτους 0,70μ. Στον πρόβολο του άνω τμήματος υπάρχει στηθαίο ύψους 0,70μ, στο οποίο υπάρχουν ανά διαστήματα οπές 0,30μΧ0,40μ.

Στο άνω τμήμα της δεξαμενής κατασκευάζεται κεντρικά ανοικτό φρεάτιο εξωτερικών διαστάσεων 2,50μΧ1,75μ ύψους 2,60μ και εκατέρωθεν 2 μικρά φρεάτια εσωτερικών διαστάσεων 1,00μΧ1,00μ ύψους 0,90μ. Στο κάτω τμήμα της δεξαμενής κατασκευάζεται κεντρικά ανοικτό φρεάτιο εξωτερικών διαστάσεων 2,00μΧ1,45μ ύψους 1,45μ.

Οι αγωγοί, οι οποίοι εξέρχονται από την δεξαμενή είναι χαλύβδινοι και εγκιβωτίζονται με σκυρόδεμα C12/15.

Γίνεται σκυροδέτηση άοπλου σκυροδέματος καθαριότητας C12/15 πάχους 10εκ. για την έδραση της θεμελίωσης.

## **KANONISMΟΙ**

Τα εφαρμοζόμενα φορτία, η ανάλυση και η διαστασιολόγηση έγιναν με βάση τους ακόλουθους Κανονισμούς, όπως ισχύουν:

ΕΛΟΤ EN 1990 - Ευρωκώδικας 0 «Βάσεις σχεδιασμού»

ΕΛΟΤ EN 1991 - Ευρωκώδικας 1 «Δράσεις στους φορείς»

ΕΛΟΤ EN 1992 - Ευρωκώδικας 2 «Σχεδιασμός φορέων από σκυρόδεμα» και ειδικότερα το Μέρος 3: «Κατασκευές που συγκρατούν υγρά.»

ΕΛΟΤ EN 1993 - Ευρωκώδικας 3 «Σχεδιασμός φορέων από χάλυβα»

ΕΛΟΤ EN 1997 - Ευρωκώδικας 7 «Γεωτεχνικός σχεδιασμός»

ΕΛΟΤ EN 1998 - Ευρωκώδικας 8 «Αντισεισμικός σχεδιασμός» και ειδικότερα το Μέρος 4: «Σιλό, δεξαμενές και αγωγοί».

ΕΛΟΤ EN 206-1 Σκυρόδεμα - Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή και συμμόρφωση

Συμπληρωματικά, θα ληφθούν υπόψη και οι εκάστοτε ισχύοντες Ελληνικοί Κανονισμοί:

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (ΕΚΩΣ) 2000 (ΦΕΚ 1329 Β/6.11.2000) με τη συμπλήρωση του κειμένου και των σχολίων του κεφ. 18 (Αποφ. Δ17α/32/10/ΦΝ 429).

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (Ε.Α.Κ.) 2000 (ΦΕΚ 2184 Β 20.12.2000) όπως τροποποιήθηκε με τα ΦΕΚ 1153 Β/12.08.03 (Αποφ.Δ17α/113/1/ΦΝ.275/03) και ΦΕΚ 1154 Β/12.08.03 (Αποφ. Δ17α/115/9/ΦΝ.275/03).

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΧΑΛΥΒΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ(ΚΤΧ' 08)

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ(Κ.Τ.Σ.) ( ΦΕΚ 315Β/17-4-97)

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (ΦΕΚ 160Α/54, όπως αυτός ισχύει σήμερα)

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΧΑΛΥΒΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ(ΚΤΧ' 08)

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ(Κ.Τ.Σ.) ( ΦΕΚ 315Β/17-4-97)

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΓΙΑ ΕΡΓΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (Π.Δ. 244/29.2.80, ΦΕΚ 69Α/28.3.80) Προδιαγραφές του ΕΛΟΤ (ΕΛΟΤ 346 «Έτοιμο σκυρόδεμα», ΕΛΟΤ345 «Νερό ανάμειξης του σκυροδέματος», ΕΛΟΤ408 «Θραυστά αδρανή για συνήθη σκυροδέματα»

## **ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ**

### **ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

Για την κατασκευή της δεξαμενής Imhoff θα χρησιμοποιηθούν τα παρακάτω υλικά, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1:

Α. Σκυρόδεμα

Σκυρόδεμα καθαριότητας : C12/15

Σκυρόδεμα : C20/25

Β. Χάλυβας

Χάλυβας οπλισμού	: B500C
Χάλυβας συνδετήρων	: B500C
Γ. Ονομαστικές Επικαλύψεις Οπλισμών	
Πλάκα θεμελίωσης:	50 mm
Τοιχώματα:	40mm
Πλάκες, δοκοί:	30 mm

## **ΦΟΡΤΙΑ**

Κατά τη μελέτη ελήφθησαν υπόψη τα παρακάτω φορτία.

### 1. Ειδικά βάρη

Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος:	25,00 KN/m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος άοπλου σκυροδέματος:	24,00 KN/m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος γαιών:	20,00 KN/m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος νερού:	10,00 KN/m <sup>3</sup>
Ειδικό βάρος λυμάτων:	10,50 KN/m <sup>3</sup>

### 2. Κινητά φορτία

Δάπεδα κτιρίων - γενικά	3,50 KN/m <sup>2</sup>
Πρόβολοι:	5,00 kN/m <sup>2</sup>
Κινητό επί του επιχώματος:	10,00 KN/m <sup>2</sup>

### 3. Σεισμικές φορτίσεις

Η εκτίμηση των σεισμικών φορτίσεων για όλες τις κατασκευές γίνεται με βάση τον Ευρωκώδικα 8 και συμπληρωματικά με βάση τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Ε.Α.Κ.).

Περιοχή σεισμικότητας:	II
Κατηγορία εδάφους:	Γ
Σπουδαιότητα έργων:	$\gamma_3 = 1,15$
Σεισμική επιτάχυνση εδάφους:	$A=0.24g$
Συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς κτιρίων:	$q = 1,50-3,50$
Συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς δεξαμενών:	$q = 1,00,$
Συντελεστής επιρροής του εδάφους:	$\theta = 1,00$
Συντελεστής φασματικής ενίσχυσης:	2,5
Ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης "ζ":	5%
Χαρακτηριστική περίοδος TB:	0,20
Χαρακτηριστική περίοδος TC:	0,80
Συντελεστής συνδυασμού δράσεων γενικά	$\psi_2 = 0,30$

### 4. Υδροστατικές πιέσεις

Οι υδροστατικές πιέσεις εξετάζονται για την ανώτατη στάθμη λειτουργίας του υγρού μέσα στην δεξαμενή. Εξετάζονται όλες οι πιθανές φορτίσεις άδειων και γεμάτων διαμερισμάτων της δεξαμενής. Η φόρτιση LC4 (W1), αφορά την πλήρη

δεξαμενή, ενώ στην φόρτιση LC5 (W2), θεωρείται πλήρες το αριστερό διαμέρισμα και κενό το δεξιό.

#### 5. Υδροστατικές πιέσεις υπερχειλίσης

Ακόμη εξετάζεται, σαν ξεχωριστή φόρτιση, LC16 (Y1), η περίπτωση υπέρβασης της στάθμης λειτουργίας, μέχρι τη στέψη των περιμετρικών τοιχωμάτων. Η φόρτιση αυτή θεωρείται τυχηματική και δεν συμμετέχει στον έλεγχο ρηγμάτων, αλλά μόνο στον έλεγχο της οριακής κατάστασης αστοχίας.

#### 6. Ωθήσεις γαιών

Οι ωθήσεις γαιών θεωρούνται ενεργητικές όταν ασκούνται σε τοιχώματα ανοικτών δεξαμενών. Για τον προσδιορισμό των ωθήσεων γαιών εφαρμόζεται η κλασική θεωρία του Coulomb. Η LC6 (X) αφορά τις ωθήσεις γαιών,

Στον υπολογισμό των ωθήσεων γαιών λαμβάνεται κινητό φορτίο κυκλοφορίας επί της ελεύθερης επιφάνειας του επιχώματος  $10\text{kN/m}^2$ , LC7 (Q). Τα κινητά φορτία στην ελεύθερη επιφάνεια του επιχώματος θα λαμβάνονται μειωμένα κατά 70% ( $\psi=0,30$ ).

Οι δυναμικές ωθήσεις γαιών υπολογίζονται σύμφωνα με τον EC8 – Τμήμα 5 - Παράρτημα Ε. Οι πρόσθετες ωθήσεις γαιών λόγω σεισμού υπολογίζονται σύμφωνα με τον EC8 – Τμήμα 5, Παράρτημα Ε9. Οι περιπτώσεις φόρτισης LC10 και 11 εξετάζουν τις σεισμικές ωθήσεις γαιών κατά +x και -x, ενώ οι LC12 και 13 κατά +y και -y.

#### 7. Υδροδυναμικές πιέσεις

Οι σεισμικές φορτίσεις από το περιεχόμενο υγρό των δεξαμενών υπολογίζονται σύμφωνα με τον EC8 – Τμήμα 4, Παράρτημα Α2. Κατά τον υπολογισμό των σεισμικών δυνάμεων λαμβάνεται υπόψη τόσο η οριζόντια συνιστώσα του σεισμού (ως προς δύο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις), όσον και η κατακόρυφη συνιστώσα.

Σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία, εξετάζονται οι ωστικές δυναμικές πιέσεις των περιεχομένων υγρών που συμπαρασύρονται από την κίνηση των τοιχωμάτων, καθώς και οι πιέσεις "εκ μεταφοράς", που δημιουργούνται από τις ταλαντώσεις της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού. Οι υδροδυναμικές πιέσεις λαμβάνονται κατά Westergaard με τις σχετικές τροποποιήσεις και διορθώσεις για τη λιμενολεκάνη. Η LC8 αφορά τον σεισμό κατά x, ενώ η LC9 τον σεισμό κατά y. Οι υδροδυναμικές πιέσεις για πλήρες το ένα διαμέρισμα και κενό το άλλο υπολογίζονται στις LC14 κατά x και LC15 κατά y.

### **ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ**

Για τον υπολογισμό της έντασης των φερόντων στοιχείων της κατασκευής εξετάζονται διαφορετικές περιπτώσεις και συνδυασμοί φορτίσεων έτσι ώστε να προκύπτουν τα δυσμενέστερα εντατικά μεγέθη.

Οι συνδυασμοί καθώς και οι συντελεστές φορτίσεων ακολουθούν τα οριζόμενα στον Ευρωκώδικα 0 καθώς και στον Ευρωκώδικα 8. Όταν δρουν ταυτόχρονα πολλές μεταβλητές δράσεις εξετάζονται διάφοροι συνδυασμοί δράσεων, ώστε να προσδιορισθεί η δυσμενέστερη Sd. Οι φορτίσεις συνδυάζονται κατά το δυσμενέστερο

τρόπο αποκλείοντας ανακουφιστικές δράσεις. Έτσι η δεξαμενή υπολογίζεται αφ' ενός χωρίς το επίχωμα που την περιβάλλει όταν ελέγχεται σε υδροστατική πίεση (γεγονός που συμβαίνει κατά την δοκιμή στεγανότητας) και αφ' ετέρου κενή όταν ελέγχεται σε ωθήσεις γαιών. Εξετάζονται όλοι οι συνδυασμοί κενών ή γεμάτων γειτονικών διαμερισμάτων.

Για την Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS) εξετάζεται ο βραχυχρόνιος συνδυασμός των μεταβλητών δράσεων για τους βασικούς συνδυασμούς και ο μακροχρόνιος για τους τυχηματικούς. Οι συνδυασμοί φορτίσεων, οι οποίοι λαμβάνονται για την διαστασιολόγηση για την (ULS) παρουσιάζονται παρακάτω. Για την Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (SLS) εξετάζεται και ο βραχυχρόνιος και ο μακροχρόνιος συνδυασμός των μεταβλητών δράσεων. Στους συνδυασμούς δράσεων για τον έλεγχο σε οριακή κατάσταση λειτουργικότητας δεν συμμετέχουν οι τυχηματικές φορτίσεις, όπως η υπερπλήρωση των δεξαμενών, η απευθείας έκθεση στον ήλιο καθώς και οι σεισμικές δράσεις.

### **ΣΤΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ – ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

Η δεξαμενή προσομοιώνεται με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία κελύφους με κατάλληλη ανάλυση ώστε να αποδίδουν με ικανοποιητική ακρίβεια την αναπτυσσόμενη ένταση/παραμόρφωση. Για τη στατική και δυναμική ανάλυση του φέροντος οργανισμού χρησιμοποιούνται τα προγράμματα της SOFISTIK. Η κατασκευή προσομοιώνεται εξ ολοκλήρου με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία. Η στήριξη των κατασκευών στο έδαφος γίνεται με ελατήρια, έτσι ώστε να προσομοιώνεται η αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής. Η πλάκα θεμελίωσης θεωρείται ότι εδράζεται επί ελαστικού εδάφους με δείκτη αντίστασης εδάφους  $k_s=20.000\text{kN/m}^3$ . Για τη ανάλυση της βάσης έδρασης χρησιμοποιείται το πρόγραμμα επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων της SOFISTIK.

Ο αντισεισμικός υπολογισμός γίνεται με την ισοδύναμη στατική μέθοδο. Για τον υπολογισμό της έντασης των φερόντων στοιχείων των κατασκευών εξετάζονται διαφορετικές περιπτώσεις και συνδυασμοί φορτίσεων, όπως προαναφέρθηκε, έτσι ώστε να προκύπτουν τα δυσμενέστερα εντατικά μεγέθη, με τα οποία γίνεται η διαστασιολόγηση και η όπλιση της δεξαμενής για τους προβλεπόμενους από τους κανονισμούς συνδυασμούς των καταστάσεων σχεδιασμού σε αστοχία (ULS) και λειτουργικότητα (SLS).

Η ανάλυση των πεπερασμένων στοιχείων στο ASE βασίζεται στη μέθοδο των παραμορφώσεων και διαιρείται σε τέσσερα κύρια μέρη:

1. Υπολογισμός των μητρώων ακαμψίας των στοιχείων.
2. Συναρμολόγηση του ολικού μητρώου ακαμψίας.
3. Συναρμολόγηση του μητρώου φορτίσεων και υπολογισμός των μετακινήσεων.
4. Υπολογισμός των τάσεων και των αντιδράσεων στα στοιχεία.

Για τα επιφανειακά δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος εκλέγεται επιφανειακό στοιχείο κελύφους (quad element) με καμπτική και μεμβρανική συμπεριφορά, το οποίο ορίζεται από τέσσερις κόμβους, με έξι βαθμούς ελευθερίας σε κάθε κόμβο.

Το κάθε στοιχείο έχει μόνο μία γεωμετρική διάσταση, το πάχος του, το οποίο μπορεί να είναι και μεταβλητό σε κάθε θέση του στοιχείου. Επιπρόσθετα, κάθε στοιχείο μπορεί να ορισθεί έκκεντρα (προς τα πάνω ή κάτω) ως προς το επίπεδο των κόμβων του. Τα υπολογιζόμενα εντατικά μεγέθη του στοιχείου είναι οι ανηγμένες (ανά μέτρο πλάτους) καμπτικές ροπές, μεμβρανικές και τέμνουσες δυνάμεις και υπολογίζονται στο κέντρο του στοιχείου αλλά και στους κόμβους του.

Οι περιβάλλουσες των εντατικών μεγεθών και οι παραμορφώσεις, όπως προκύπτουν από τους συνδυασμούς φορτίσεων, υπολογίζονται με το υποπρόγραμμα MAXIMA, για όλους τους συνδυασμούς σχεδιασμού κατά τους ΕΚΩΣ - ΕΑΚ 2000. Κάθε περιβάλλουσα ακρότατου (μέγιστου ή ελάχιστου) εντατικού μεγέθους αποθηκεύεται ως μία ακόμη περίπτωση φόρτισης όπου, σε κάθε θέση κάθε στοιχείου, εκτός από την ακρότατη τιμή του υπόψη εντατικού μεγέθους σώζονται και οι “ταυτόχρονες” τιμές (που προκύπτουν από τον ίδιο ακριβώς συνδυασμό) των υπολοίπων εντατικών μεγεθών.

Με βάση τις περιβάλλουσες των εντατικών μεγεθών, τα επιμέρους στοιχεία από σκυρόδεμα διαστασιολογούνται κατά ΕΚΩΣ -2000. Για την διαστασιολόγηση των επιφανειακών στοιχείων χρησιμοποιείται το πρόγραμμα BEMESS.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ε.Ε.Λ – ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

### 4.1 ΒΑΣΙΚΑ ΚΡΗΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η εξεταζόμενη περιοχή βρίσκεται 10 km περίπου βόρεια της πόλης της Ηγουμενίτσας, 10 km περίπου νοτίως των ελληνοαλβανικών συνόρων, 10 km περίπου ανατολικά του κόλπου της Σαγιάδας, και ανήκει διοικητικά στον Νομό Θεσπρωτίας.

Η περιοχή παρουσιάζει ανώμαλη μορφολογία με λοφώδεις ανάγλυφο. Ο οικισμός των Φιλιατών βρίσκεται στο ορεινό τμήμα της περιοχής και παρουσιάζει διακύμανση υψομέτρου μεταξύ 180 -240 m. Αποτελεί μέρος της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Καλπακιώτικου, ο οποίος εκβάλλει στον ποταμό Καλαμά. Ο Καλπακιώτικος διαρρέει το πεδινό τμήμα της περιοχής (30 - 50 m), το οποίο χαρακτηρίζεται από έντονη αρδευτική δραστηριότητα.

Ο ποταμός Καλαμάς δεν συγκαταλέγεται στον κατάλογο των ευαίσθητων αποδεκτών σύμφωνα με την ΚΥΑ 5673/97.

#### ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Δημογραφικά στοιχεία

Τα έργα επεξεργασίας λυμάτων με τη μέθοδο των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας πρόκειται να εξυπηρετήσουν την πόλη των Φιλιατών κατά την επόμενη 40ετία. Βάσει των πληθυσμιακών στοιχείων του Δήμου Φιλιατών κατά την απογραφή του έτους 2001 εκτιμήθηκε ο πληθυσμός του οικισμού που θα εξυπηρετεί η Ε.Ε.Λ. σε χρονικό ορίζοντα 20ετών και 40ετών. Για τον υπολογισμό του πληθυσμού, τόσο στην 20ετία όσο και στην 40ετία, θεωρήθηκε ετήσια αύξηση ίση με 1,0% περίπου. Με βάση τον πληθυσμό των 2440 κατοίκων (έτος 2001), γίνεται εκτίμηση του σημερινού πληθυσμού (έτος έναρξης λειτουργίας έργου 2008) και στη συνέχεια προκύπτει ο πληθυσμός της 20ετίας, καθώς και ο πληθυσμός της 40ετίας με βάση τον γενικό τύπο:

$$\Pi_v = \Pi_0 \cdot (1+\epsilon)^v \quad (1)$$

όπου:

$\Pi_0$  : πληθυσμός αφετηρίας

$\Pi_v$  : πληθυσμός μετά από v έτη

$\varepsilon$  : ετήσια αύξηση (0,01)

Η εκτίμηση αύξησης του πληθυσμού τόσο κατά την εικοσαετία όσο και την τεσσαρακονταετία φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 24. Μελλοντική κατανομή του πληθυσμού στην πόλη των Φιλιατών**

Πληθυσμός 2008	Ετήσια αύξηση	Πληθυσμός 2028	Ετήσια αύξηση	Πληθυσμός 2048
2700	1,0%	3.300	1,0%	4.000

Παροχές - Ρυπαντικά φορτία

Για τον υπολογισμό της ποσότητας των αστικών λυμάτων θεωρήθηκε ότι κάθε κάτοικος καταναλώνει 200 λίτρα την ημέρα. Με την παραδοχή ότι το 80% αυτής της ποσότητας καταλήγει στην αποχέτευση, οι παροχές που προκύπτουν είναι υπολογισμένες με 160 λίτρα / κάτοικο / ημέρα. Οι παροχές που χρησιμοποιούνται για τους υδραυλικούς υπολογισμούς του δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων και των μονάδων της ΕΕΛ, είναι οι εξής:

- Μέση ημερήσια παροχή ( $Q=160 \text{ l/d/κάτοικο}$ )
- Μέγιστη ημερήσια παροχή ( $Q_m = 1,5 \times Q$ )
- Μέγιστη ωριαία παροχή ή παροχή αιχμής ( $Q_{max}=1,5 \times P \times Q$ )
- Ελάχιστη παροχή  $Q_{min}=(24/40) \times Q$

Ο συντελεστής αιχμής  $P$  υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

Και είναι:  $1,5 < P < 3,0$

Οι μέσες ημερήσιες παροχές χρησιμοποιούνται στους υγεινολογικούς υπολογισμούς της ΕΕΛ. Οι παροχές αιχμής χρησιμοποιούνται για τη διαστασιολόγηση της μονάδας εσχάρωσης, του μετρητή παροχής και της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας της ΕΕΛ, αλλά και για τους υδραυλικούς υπολογισμούς όλων των στοιχείων της ΕΕΛ. Οι μέσες παροχές χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας των αντλιοστασίων και στον υπολογισμό



του όγκου του θαλάμου αναρρόφησης αυτών. Τέλος, οι ελάχιστες παροχές χρησιμοποιούνται για έλεγχο υπέρβασης του χρόνου παραμονής ή για έλεγχο τήρησης των ελαχίστων επιτρεπόμενων ταχυτήτων στους επιλεχθέντες αγωγούς. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι υπολογιζόμενες παροχές της εγκατάστασης.

Στις παροχές αυτές αθροίστηκαν στη συνέχεια και οι υπόγειες εισροές στα δίκτυα, που κυμαίνονται ανάλογα με τη στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και από την κατάσταση του δικτύου, από 0,05 l/s έως 0,5 l/s (μέση τιμή 0,2 l/s) ανά εκτάριο εξυπηρετούμενης επιφάνειας, ή από 0,1 l/s έως 2 l/s (μέση τιμή 0,8 l/s) ανά χιλιόμετρο αγωγού. Για τον ημιορεινό οικισμό της παρούσας μελέτης θεωρήθηκε μια υπόγεια εισροή ίση με 0,3 l/s ανά χιλιόμετρο αγωγού δικτύου.

**Πίνακας 25. Παροχές σχεδιασμού εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων**

Έτος σχεδιασμού	Μέγιστη παροχή	Παροχή αιχμής	Υπόγεια εισροή	Μέση παροχή	Ελάχιστη παροχή
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2028	14,2*	28*	5	11,2*	8,75*
2048	16,2*	32*	5	12,5*	9,5*

**\*Συμπεριλαμβάνεται και η υπόγεια εισροή**

Όσον αφορά στα ρυπαντικά φορτία τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 26 και τα οποία χαρακτηρίζουν την ποιότητα των αστικών λυμάτων, αυτά υπολογίστηκαν με βάση τις ακόλουθες τιμές:

- Οργανικό φορτίο :60 gr BOD / κάτοικο / ημέρα
- Αιωρούμενα στερεά :70 gr TSS / κάτοικο / ημέρα
- Ολικό άζωτο :11 gr TKN / κάτοικο / ημέρα
- Ολικός φώσφορος :2,5 gr P / κάτοικο / ημέρα
- Παραγόμενη ιλύς (αχώνευτη) :50gr TSS / κάτοικο / ημέρα
- Παραγόμενη ιλύς (χωνεμένη) :25gr TSS / κάτοικο / ημέρα

**Πίνακας 26. Ρυπαντικά φορτία εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων**

Έτος σχεδιασμού	Ισοδύναμοι κάτοικοι	BODs kg/d	TSS kg/d	TN kg/d	TP kg/d	αχώνευτη ιλύς kg/d	χωνεμένη ιλύς kg/d
2028	3.300	198	231	36	8	165	82
2048	4.000	240	280	44	10	200	100

## **4.2 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

Νομικό πλαίσιο για τα υγρά απόβλητα

### **Οδηγία 91/271/Ε.Ε.**

Σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 4 της οδηγίας οι οικισμοί με ισοδύναμο πληθυσμό (Ι.Π.) μεταξύ 2.000 και 15.000 υποχρεούνται να έχουν αποχετευτικό δίκτυο από την 01-01-2006. Επιπλέον όμως σύμφωνα με την ίδια οδηγία, τα αστικά λύματα που διοχετεύονται σε αποχετευτικά δίκτυα πριν την απόρριψή τους, για οικισμούς με ισοδύναμο πληθυσμό μεταξύ 2.000 και 15.000 κατοίκους και διάθεση σε γλυκά ύδατα και εκβολές ποταμών, πρέπει να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία από την 01-01-2006.

Για "κανονικούς αποδέκτες" γλυκών υδάτων και για οικισμούς με πληθυσμό από 2000 έως 10000 κατοίκους απαιτείται δευτεροβάθμια επεξεργασία των αποβλήτων.

Τα απαιτούμενα όρια εκροής αφορούν τιμές του BOD, COD και TSS και είναι:

- BOD5                      25 mg/l
- COD                        125 mg/l
- TSS                         60 mg/l

Τα απαιτούμενα όρια εκροής αφορούν τιμές του BOD, COD και TSS και είναι:

Στην οδηγία δεν υπάρχουν περιορισμοί για απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών.

### **Υπουργική απόφαση ΚΥΑ 5673/400/1997**

Η απόφαση αυτή (ΦΕΚ 192B/1997) είναι κατ' ουσία μετάφραση της οδηγίας της Ε.Ε. Στην τροποποίηση της 19661/1982/1999 (ΦΕΚ 1811B/1999) που έγινε στις 29-9-99 αναφέρεται συμπληρωματικά ο κατάλογος των «ευαίσθητων περιοχών» στην Ελλάδα. Στον κατάλογο αυτό έχει καταχωρηθεί δεν ανήκουν ο ποταμός Καλαμάς και ο παραπόταμος Καλπακιώτικος μέσω του οποίου τα επεξεργασμένα λύματα καταλήγουν στον ποταμό Καλαμά. Επομένως, σύμφωνα με τη συγκεκριμένη

νομοθετική διάταξη δεν απαιτείται απομάκρυνση των θρεπτικών αζώτου και φωσφόρου.

#### Νομαρχιακή απόφαση Νομού Θεσπρωτίας (Δ.Υ.Π./Οικ/2805)

Επιπλέον, τα επεξεργασμένα λύματα της εγκατάστασης επεξεργασίας θα συμφωνούν με τα όρια που θέτει η νομαρχιακή απόφαση της 9-5-2001 του νομού Θεσπρωτίας (Δ.Υ.Π./Οικ/2805), «Χαρακτηρισμός των νερών του ποταμού Καλαμά στο σημείο της συμβολής του με τον παραπόταμο Καλπακιώτικο και καθορισμού όρων διάθεσης αποβλήτων σε αυτά στο Νομό Θεσπρωτίας», σύμφωνα με την οποία θα πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθες τιμές εξόδου:

BOD5	40	mg/l
COD	150	mg/l
TSS	40	mg/l
TDS	1500	mg/l
NH <sub>4</sub>	15	mg/l
NO <sub>3</sub>	20	mg/l
NO <sub>2</sub>	0,6	mg/l
P	10	mg/l

Για να υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης των επεξεργασμένων για άρδευση τίθενται πρόσθετοι περιορισμοί για τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών, των διαλυμένων στερεών, καθώς και των παθογόνων μικροοργανισμών στην έξοδο της εγκατάστασης. Έτσι προτείνονται αντίστοιχα τα όρια τα οποία προκύπτουν από ξένη βιβλιογραφία και το διεθνή οργανισμό υγείας (WHO, World Health Organization):

■ Total N	5-30	mg/l
■ TDS	450-2000	mg/l
■ Fecal Coliforms	1000/	100ml

Με βάση όλα τα παραπάνω, για το σύστημα επεξεργασίας που προσφέρεται, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων θα είναι:

- BOD5 <25mg/l
- COD <125mg/l
- TSS <40mg/l
- TN <35mg/l
- TP <10mg/l
- FC <1000/100ml

### **4.3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Το προτεινόμενο σύστημα επεξεργασίας είναι οι τεχνητοί υγρότοποι. Η εγκατάσταση επεξεργασίας εγκαθίσταται σε οικόπεδο περίπου 50 στρεμμάτων και αποτελείται από τις επιμέρους μονάδες:

#### **1. Έργα Εισόδου - By Pass**

α) Φρεάτιο εισόδου - κανάλι

β) Εσχαρισμός

γ) Μετρητής ροής

δ) Διάταξη για παράκαμψη της εγκατάστασης

#### **2. Πρωτοβάθμια Επεξεργασία**

α) Φρεάτιο μερισμού παροχής

β) Δεξαμενή Imhoff

#### **3. Δευτεροβάθμια Επεξεργασία**

α) Κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, Στάδιο I

β) Κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, Στάδιο II

γ) Φρεάτια τροφοδοσίας (Α και Β)

#### **4. Τριτοβάθμια Επεξεργασία**

α) Λίμνες ωρίμανσης

β) Δεξαμενή χλωρίωσης - αποχλωρίωσης

## 5. Έργα Τελικής Διάθεσης

α) Φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας

β) Αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων

γ) Αντλιοστάσιο άρδευσης – ανακυκλοφορίας

Εκτός από τις παραπάνω λειτουργικές μονάδες θα εγκατασταθεί κτίριο ελέγχου με βοηθητικούς χώρους (αποθήκη, χώρος ηλεκτρολογικών πινάκων, εργαστήριο, WC), πίνακας ελέγχου για τη ρύθμιση και τον έλεγχο της λειτουργίας του Η/Μ εξοπλισμού (μηχανοκίνητη εσχάρα, αναδευτήρας αποχλωρίωσης, αντλίες, ηλεκτροκίνητα θυροφράγματα και δικλείδες), όπως και δίκτυο άρδευσης, εξωτερικού φωτισμού, έργα οδοποιίας, διευθέτησης ομβρίων υδάτων, πρασίνου και διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου.

Ο χώρος του γηπέδου θα περιφραχθεί, ενώ προβλέπονται δύο πύλες εισόδου στην εγκατάσταση από τους υπάρχοντες δρόμους πρόσβασης. Εσωτερικά της εγκατάστασης και περιμετρικά της κάθε μονάδας επεξεργασίας θα διαμορφωθεί βοηθητική οδός πρόσβασης και θα διαστρωθεί με αμμοχάλικο πάχους 0,15 m.

Για τις περιπτώσεις διακοπής ρεύματος προβλέπεται η λειτουργία μέσω ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Το Η/Ζ είναι κατάλληλο για την υποστήριξη της λειτουργίας του βασικού Η/Μ εξοπλισμού.

Από τη λειτουργία της ΕΕΛ δε δημιουργείται όχληση στο περιβάλλον, ούτε από θόρυβο αλλά ούτε και από οσμές. Επιπλέον, η κάλυψη των κλινών από υδροχαρή φυτά βελτιώνει την αισθητική του έργου, η οποία διαφέρει κατά πολύ από αυτή μίας τυπικής εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΡΟΗΣ**

Κατά το σχεδιασμό της εγκατάστασης πέρα από την επίτευξη των ορίων διάθεσης, ο οποίος είναι ο πρώτος και βασικός σκοπός της κατασκευής της, επιτυγχάνεται ο βέλτιστος συνδυασμός των παρακάτω κριτηρίων:

- Η επιλογή των μονάδων και ο σχεδιασμός τοποθέτησής τους στο χώρο γίνεται με βάση την εικοσαετία και την μελλοντική επέκταση της τεσσαρακονταετίας. Οι

επιμέρους μονάδες (εσχάρα, δεξαμενή καθίζησης) μπορούν να λειτουργούν σε δύο γραμμές παράλληλα. Ο αριθμός των κλινών επιτρέπει επίσης την πλήρη λειτουργία της εγκατάστασης σε περιπτώσεις συντήρησης ή σφαλμάτων σε μία από τις επί μέρους μονάδες. Έτσι, επιτυγχάνεται ο βασικός στόχος της ευέλικτης λειτουργίας της εγκατάστασης για τις περιπτώσεις διακύμανσης των παροχών και των φορτίων. Ομοίως έχει επιλεγεί και ο μηχανολογικός εξοπλισμός, ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στις διακυμάνσεις των παροχών.

- Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών οχλήσεων, όπως οπτική ρύπανση με δημιουργία οπτικής απόκρυψης του χώρου μέσω κατάλληλης φύτευσης, παρόλο που το έργο από τη φύση του δεν προκαλεί όχληση στο περιβάλλον και η χρήση των φυτών βελτιώνουν την αισθητική του. Η εγκατάσταση δεν κινδυνεύει από υψηλά επίπεδα θορύβου.
- Ελαχιστοποίηση των ενεργειακών δαπανών καθώς και του κόστους λειτουργίας μέσω συστήματος αυτοματισμού που αποβλέπει στον περιορισμό της χρήσης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (ρύθμιση δοσομετρικών για χρήση χημικών) στο απολύτως αναγκαίο, καθώς και μέσω μετρήσεων μικροβιακού φορτίου για την αποφυγή της μονάδας χλωρίωσης.

Το διάγραμμα ροής της διεργασίας έχει ως εξής:

Τα λύματα οδηγούνται μέσω αγωγού βαρύτητας στο φρεάτιο - κανάλι εισόδου της εγκατάστασης, το οποίο στη συνέχεια χωρίζεται σε δύο κανάλια που τοποθετούνται δύο εσχάρες, η μία αυτοκαθαριζόμενη και η άλλη χειροκίνητη. Σε συνθήκες μόνιμης λειτουργίας όλη η παροχή περνά από την αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα. Οι εσχάρες απομονώνονται με την τοποθέτηση θυροφραγμάτων πριν την κάθε διαδρομή, για περιπτώσεις συντήρησης ή ιδιαίτερα αυξημένων παροχών ( $>Q_{αιχμής}$ ). Τα εσχαρίσματα θα μεταφέρονται με ειδικό κοχλία σε στραγγιστήριο απ' όπου στη συνέχεια τυχόν στραγγίσματα θα μεταφέρονται στην είσοδο της εγκατάστασης. Τα εσχαρίσματα θα καταλήγουν σε κλειστά δοχεία αποθήκευσης απ' όπου σε τακτά χρονικά διαστήματα θα αποκομίζονται για υγειονομική ταφή. Τυχόν κακοσμίες θα αντιμετωπίζονται με χλωράσβεστο. Τα δύο κανάλια συγκλίνουν πάλι σε ένα όπου στραγγίζουν και τοποθετείται στένωση τύπου Venturi για τη μέτρηση της παροχής μετά από το απαιτούμενο μήκος ροής.



Μετά τη μέτρηση της παροχής τα λύματα συγκεντρώνονται στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, η οποία θα είναι τύπου Imhoff. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα εκροών και βέλτιστη λειτουργία των λιμνών σταθεροποίησης σε συνδυασμό με ελαχιστοποίηση της παραγόμενης ιλύος. Προβλέπεται η κατασκευή παράκαμψής της για έκτακτες περιπτώσεις ή για συντήρηση. Θα κατασκευαστεί δίδυμη δεξαμενή συνολικού ωφέλιμου όγκου  $420 \text{ m}^3$ , ώστε να αποφευχθούν υπερβολικά μεγάλοι χρόνοι καθίζησης κατά την περίοδο αρχικής λειτουργίας. Στον ειδικά διαμορφωμένο πυθμένα της δεξαμενής συγκεντρώνεται η λάσπη που καθιζάνει και υφίσταται αναερόβια χώνευση για τουλάχιστον 60 μέρες. Από εκεί απομακρύνεται σε επιλεγμένα τακτά χρονικά διαστήματα μέσω ειδικών δικλείδων τηλεσκοπικού τύπου, υπό την υδραυλική πίεση και καταλήγει με τη βοήθεια κατάλληλης διαμόρφωσης στις κλίνες ξήρανσης ιλύος. Τοποθετούνται αρχικά τέσσερις κλίνες ξήρανσης επιφάνειας  $208 \text{ m}^2$  έκαστη, ενώ αφήνεται χώρος για τη μελλοντική τοποθέτηση μίας πρόσθετης.

Η έξοδος από τις δύο δεξαμενές Imhoff καταλήγει στο φρεάτιο τροφοδοσίας για τη φόρτιση των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Η ανάγκη που υπάρχει για περιοδική φόρτιση των κλινών με κάποια συγκεκριμένη παροχή, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να παραμείνουν επί ένα διάστημα αφόρτιστες, οδήγησε στην επιλογή κατασκευής του φρεατίου. Ο όγκος του επιλέγεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εκκενώνει σε χρονικό διάστημα 3 min, για να τροφοδοτεί την κλίνη με στρώμα νερού που να μην υπερβαίνει τα 2 cm τη στιγμή της τροφοδοσίας. Κατά τη διαστασιολόγηση του φρεατίου δε λαμβάνεται υπόψη το πορώδες του υλικού πλήρωσης των κλινών και η δυνατότητα αποθήκευσης νερού σε αυτές. Η λειτουργία της εναλλάξ φόρτισης των κλινών γίνεται με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητου θυροφράγματος που θα ανοίγει αυτόματα και θα εκκενώνει το φρεάτιο. Η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη και με αγωγό υπερχείλισης που καταλήγει στον αγωγό τροφοδοσίας των κλινών.

Κατά την Α φάση κατασκευής θα τοποθετηθούν 14 κλίνες για το Στάδιο Ι της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας επιφάνειας  $208 \text{ m}^2$  έκαστη, ενώ προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση επιπλέον 2 όμοιων κλινών κατά τη μελλοντική επέκταση. Οι κλίνες θα είναι διατεταγμένες σε ζεύγη ανά δύο και τοποθετούνται σε δύο παράλληλες σειρές, ενώ η επιλογή λειτουργίας θα γίνεται αυτόματα μέσω ηλεκτροβάνας στην είσοδο κάθε κλίνης. Η ρύθμιση λειτουργίας γίνεται με βάση το

πρόγραμμα αυτοματισμού που είναι εγκατεστημένος στον ηλεκτρικό πίνακα των κλινών. Σε κάθε περίπτωση, για την αντιμετώπιση ακραίων φαινομένων σφάλματος, παραμένει ανοικτή η δικλείδα μίας κλίνης.

Μετά το πρώτο στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας τα λύματα εισέρχονται στις δευτεροβάθμιες κλίνες του Σταδίου II με τη βοήθεια ενός δεύτερου φρεατίου τροφοδοσίας εξοπλισμένου επίσης, με ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα. Κατά την Α φάση θα κατασκευαστούν 6 κλίνες για το Στάδιο II επιφάνειας 208 m<sup>2</sup> η καθεμία ενώ προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση επιπλέον 2 όμοιων κλινών κατά τη μελλοντική επέκταση. Οι κλίνες θα είναι διατεταγμένες σε ζεύγη ανά δύο. Το σύστημα τροφοδοσίας λειτουργεί πανομοιότυπα με αυτό του φρεατίου και των κλινών του πρώτου σταδίου.

Στις κλίνες αυτές ένα μέρος των εναπομείναντων αιωρούμενων στερεών θα κατακρατείται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ η διαλυμένη οργανική ύλη και τα λεπτά σωματίδια θα αποσυντίθενται από τα αερόβια βακτηρίδια εντός των κλινών. Τα βακτηρίδια αυτά ενδημούν τόσο στις ρίζες των φυτών, όσο και στα στρώματα άμμου και χαλικιού των κλινών. Επίσης, λαμβάνει χώρα μερική νιτροποίηση.

Τα λύματα οδηγούνται στη συνέχεια για τριτοβάθμια επεξεργασία στις Λίμνες Ωρίμανσης. Θα κατασκευαστούν δύο λίμνες που θα λειτουργούν υδραυλικά στη σειρά κι έχουν εξ' αρχής συνολική επιφάνεια 6740 m<sup>2</sup>. Για την αποτελεσματική στεγανοποίηση των λιμνών ο πυθμένας τους θα καλύπτεται από μεμβράνη πολυαιθυλενίου, στρώση γεωυφάσματος και υπόστρωμα 10 cm από λεπτόκοκκο διαβαθμισμένο υλικό, ώστε να εξαλειφθούν τυχόν εδαφικές ανωμαλίες. Η κύρια λειτουργία τους είναι η ελάττωση των παθογόνων οργανισμών, επιτυγχάνεται όμως και μείωση του οργανικού άνθρακα καθώς και του οξειδωμένου αζώτου (απονιτροποίηση).

Στα σημεία εισόδου και εξόδου και των δύο λιμνών θα κατασκευαστεί με τη βοήθεια λιθών λατομείου κατάλληλη στρώση φίλτρου πάχους 1 m περίπου. Η ακτίνα του φίλτρου θα είναι περίπου 10 m και θα ξεκινά εξωτερικά με χαλίκι 15 έως 50 mm για να καταλήγει στο σημείο εξόδου σε λίθους λίγο μεγαλύτερους από τη διάμετρο του αγωγού. Προβλέπεται ξεχωριστός αγωγός εκκένωσης για κάθε λίμνη.

Αν και τα επεξεργασμένα λύματα μετά τις λίμνες ωρίμανσης περιέχουν μικρές συγκεντρώσεις παθογόνων οργανισμών, διέρχονται από τη δεξαμενή χλωρίωσης,

ώστε να πληρούνται πάντα τα όρια διάθεσης. Στο φρεάτιο αποχλωρίωσης τοποθετείται ταχύστροφος αναδευτήρας. Τα απαιτούμενα χημικά και τα δοσομετρικά συστήματα θα εγκατασταθούν σε χώρο του αντλιοστασίου άρδευσης - ανακυκλοφορίας. Επειδή η χλωρίωση είναι προαιρετική ανάλογα με τις τιμές μικροβιακού φορτίου στην έξοδο των λιμνών θα υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψής της. Για τα επεξεργασμένα λύματα υπάρχουν οι εξής δυνατότητες διάθεσης:

1. Άντληση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση ή/ και βιομηχανική χρήση στο χώρο της εγκατάστασης από το αντλιοστάσιο άρδευσης που βρίσκεται παραπλεύρως της δεξαμενής απολύμανσης. Τα επεξεργασμένα λύματα είναι κατάλληλα για την άρδευση της γύρω καλλιεργούμενης περιοχής
2. Ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων λυμάτων μετά το στάδιο της απολύμανσης στο φρεάτιο τροφοδοσίας των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας σταδίου Ι, ώστε να αντιμετωπιστούν περιπτώσεις τυχόν σφάλματος του συστήματος. Η ανακυκλοφορία των λυμάτων εφόσον επιλεγεί θα γίνεται τις περιόδους χαμηλής φόρτισης της εγκατάστασης (πχ βράδυ)
3. Διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων μέσω του φρεατίου εξόδου στον παραπόταμο Καλπακιώτικο

Για την Ε.Ε.Λ. προβλέπονται επίσης αγωγός παράκαμψης (By pass) όλης της εγκατάστασης (μετά τα έργα προεπεξεργασίας), στον οποίο συμβάλλουν οι δευτερεύοντες αγωγοί παράκαμψης (της δεξαμενής Imhoff, των έργων μετά τις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, των λιμνών ωρίμανσης και της 2<sup>ης</sup> λίμνης ωρίμανσης. Οι αγωγοί παράκαμψης είναι απαραίτητοι για τις περιπτώσεις εκκένωσης / συντήρησης των έργων. Ο κύριος αγωγός παράκαμψης θα καταλήγει στην είσοδο της δεξαμενής απολύμανσης, όπου ανάλογα με την ποιότητα των υγρών θα οδηγή τα λύματα προς χλωρίωση ή προς απευθείας διάθεση.

Για τις περιπτώσεις διακοπής ρεύματος προβλέπεται η λειτουργία μέσω ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Το Η/Ζ είναι κατάλληλο για την υποστήριξη της λειτουργίας του βασικού Η/Μ εξοπλισμού.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα κύρια χαρακτηριστικά των μονάδων της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων του Δήμου Φιλιατών.

**Πίνακας 27. Χαρακτηριστικά μονάδων ΕΕΛ Δήμου Φιλιατών**

	Δεξ Imhoff	Κλίνη δευτεροβάθμιας επεξεργασίας στάδιο I	Κλίνη δευτεροβάθμιας επεξεργασίας στάδιο II	Κλίνες ξήρανσης ιλύος	Λίμνες ωρίμανσης	Δεξ. Χλωρίωσης
Επιφάνεια m <sup>2</sup> /κάτοικο	-	0,8	0,4	0,25	1,6	-
Συνολική απαιτούμενη επιφάνεια, (Α φάση)m <sup>2</sup>	67,5	2640	1320	825	4950	10

	Δεξ Imhoff	Κλίνη δευτεροβάθμιας επεξεργασίας στάδιο I	Κλίνη δευτεροβάθμιας επεξεργασίας στάδιο II	Κλίνες ξήρανσης ιλύος	Λίμνες ωρίμανσης	Δεξ. Χλωρίωσης
Αριθμός κλινών δεξαμενών (Α φάση)	2	14	6	4	2	1
Επιφάνεια ανά κλίνη m <sup>2</sup>		208	208	208	3140 /3600	-
Συνολική Επιφάνεια m <sup>2</sup>	80	2912	1248	832	6740	22,4
Συνολική απαιτούμενη επιφάνεια, (Α+Β φάση) m <sup>2</sup>	77	3200	1600	1000	6000	14,4
Αριθμός πρόσθετων κλινών κατά τη Β φάση	-	2	2	1	-	-
Επιφάνεια ανά κλίνη m <sup>2</sup>		208	208	208		

Στα πλαίσια παρακολούθησης της λειτουργίας της εγκατάστασης και της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης μεθόδου επεξεργασίας προβλέπονται σημεία ελέγχου για δειγματοληψία κι ανάλυση των ρυπαντικών παραμέτρων. Τα κρίσιμα σημεία είναι τα εξής:

1. Είσοδος λυμάτων: Κανάλι μέτρησης παροχής
2. Έξοδος πρωτοβάθμιας επεξεργασίας: Φρεάτιο τροφοδοσίας I
3. Έξοδος δευτεροβάθμιας επεξεργασίας: Φρεάτιο συμβολής
4. Έξοδος λιμνών ωρίμανσης: Φρεάτιο συμβολής
5. Έξοδος λυμάτων: Φρεάτιο εξόδου - δειγματοληψίας

Επίσης, κατά το σχεδιασμό των λιμνών λαμβάνεται μέριμνα η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα να είναι κατά 30 cm τουλάχιστον χαμηλότερα από τον πυθμένα των λιμνών.

### **ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ**

Για τη γενική διάταξη των έργων στο γήπεδο της εγκατάστασης λαμβάνεται υπόψη η μορφολογία του εδάφους που είναι αρκετά επικλινής και η απρόσκοπτη απομάκρυνση των όμβριων υδάτων. Η οδός εξυπηρέτησης ξεκινά από τη βορειοανατολική είσοδο του χώρου, έχει πλάτος 4,0 m και θα διαστρωθεί με αμμοχάλικο σε πλάτος 0,15 m. Διατρέχει όλη την εγκατάσταση και καταλήγει στη νότια είσοδο αυτής με κατάλληλες κλίσεις. Προβλέπεται οδός περιμετρικά όλων των μονάδων και η πρόσβαση σε κάθε μία από αυτές γίνεται από τη βόρεια πλευρά τους.

Το κτίριο ελέγχου - αποθήκη τοποθετείται βορειοδυτικά του δρόμου πρόσβασης κοντά στην βόρεια πύλη εισόδου στο επίπεδο +54,50 m. Αντίστοιχα τα έργα εισόδου τοποθετούνται νοτιοανατολικά της οδού στο επίπεδο των +55,0m έως +54,50 m. Οι υπόλοιπες μονάδες εγκαθίστανται σε ταμπάνια, τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους από το δρόμο πρόσβασης. Το κάθε ταμπάνι εγκατάστασης έργων διαμορφώνεται με κατά μήκος κλίση 1% και κατά πλάτος 9%.

Τα αναλυτικά υψόμετρα των μονάδων δευτεροβάθμιας επεξεργασίας φαίνονται στο σχέδιο OP 102.

#### 4.4 ΜΟΝΑΔΑ ΕΣΧΑΡΩΣΗΣ

Τα λύματα οδηγούνται με αγωγό βαρύτητας PVC Φ250 στο φρεάτιο - κανάλι εισόδου της εγκατάστασης, το οποίο στη συνέχεια χωρίζεται σε δύο όμοια κανάλια πλάτους 0,3 m και βάθους 1,0 m έκαστο, όπου τοποθετούνται δύο εσχάρες, η μία μηχανική αυτοκαθαριζόμενη και η άλλη χειροκίνητη (1 σε λειτουργία και 1 εφεδρική για περιπτώσεις συντήρησης ή αστοχίας της πρώτης εσχάρας). Το βάθος ροής θα είναι 0,3 m. Τα δύο κανάλια απομονώνονται με τη βοήθεια θυροφραγμάτων.

Για τη διαστασιολόγηση χρησιμοποιείται η βιβλιογραφία *Poepel, Lehrbuch fuer Abwassertechnik und Gewaesserschutz*. Σχεδιάζεται εξ αρχής για την παροχή αιχμής της τεσσαρακονταετίας (B φάση) ελέγχεται όμως η λειτουργία για την ελάχιστη παροχή και την παροχή αιχμής κατά την εικοσαετία. Όλη η παροχή θεωρείται ότι περνά από την αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα. Εφαρμόστηκαν τα παρακάτω:

- Αριθμός εσχάρων σε λειτουργία : 1
- Παροχή αιχμής : 32 l/s
- μέγιστη ταχύτητα διαμέσου των ράβδων  
(για ποσοστό έμφραξης 25%) : 1 m/s
- πάχος ράβδων, s : 6 mm
- απόσταση ράβδων, e : 6 mm
- β (συντελεστής μορφής) : 2
- δ (γωνία τοποθέτησης) : 75°

■ η (ποσοστό έμφραξης)

: 0,25

Το πλάτος της εσχάρας προκύπτει από τον τύπο:

$$BR = \frac{s+e}{e} \times \left( \frac{1}{1-n} \right) \times \frac{Q}{v \times h}$$

όπου,  $B_R$  : πλάτος καναλιού στην θέση της σχάρας, m

$v$  : ανώτερη επιθυμητή ταχύτητα ροής διαμέσου των ράβδων  
(1,0 m/s)

$h$  : επιθυμητό βάθος ροής (0,3 m)

$Q$  : η παροχή αιχμής σε  $m^3/s$

Οπότε:  $B_R = 0,213$  m και επιλέγουμε πλάτος κάθε εσχάρας 0,3 m. Η αναπτυσσόμενη ταχύτητα για Qαιχμής της A και B φάσης είναι 0,83 m/s και 0,95 m/s αντίστοιχα.

Για τον υπολογισμό των απωλειών χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\Delta h = \xi_R \times \frac{v^2}{2g}$$

και

$$\xi_R = \beta \times \left( \frac{\frac{s}{e}}{1-n} \right)^{\frac{4}{3}} + \frac{1}{\left( \frac{s}{e} + 1 \right)^2} \times \sin \delta$$

όπου,  $\xi_R$  : συντελεστής απωλειών

$\delta$  : η κλίση τοποθέτησης της σχάρας ( $75^\circ$ )

Η αναμενόμενη ποσότητα εσχарισμάτων κυμαίνεται σύμφωνα με την ATV μεταξύ 3 και 15 l/κατ.έτος. Θεωρώντας ότι με διάκενο 6 mm πρέπει να αναμένεται παραγωγή 15 l/κατ.έτος, η εβδομαδιαία παραγωγή εσχарισμάτων εκτιμάται ως εξής:

$$(3300 \times 15 \text{ l/κατ.έτος}) / 52 = 0,9 \text{ m}^3/\text{εβδομάδα για την εικοσαετία}$$

$(4000 \times 15 \text{ l/κατ.έτος}) / 52 = 1,1 \text{ m}^3/\text{εβδομάδα}$  για την τεσσαρακονταετία

Προβλέπονται για το λόγο αυτό 2 κάδοι εσχαρισμάτων χωρητικότητας  $1,1 \text{ m}^3$  έκαστος, όμοιοι με τους κάδους συλλογής απορριμμάτων του Δήμου.

Συνοψίζοντας, η μονάδα της εσχάρωσης θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Αριθμός καναλιών	2
Πλάτος καναλιού	0.3 m
πάχος ράβδων	6mm
απόσταση ράβδων	6mm
Βάθος ροής	0.3m
Βάθος καναλιού	0.9m
Δοχεία εσχαρισμάτων	2
Όγκος δοχείου	$1.1\text{m}^3$

Στο στάδιο της εσχάρωσης από τη μεριά της ασφάλειας δεν θεωρείται ότι απομακρύνεται ρυπαντικό φορτίο των λυμάτων.

#### Τεχνικές προδιαγραφές εσχάρας

Οι δύο εσχάρες θα είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα. Το πλάτος των εσχάρων θα είναι 0,3 m και η μέγιστη ταχύτητα διαμέσου των ράβδων εσχάρωσης θα είναι 1,0 m/s. Οι ράβδοι των εσχάρων θα είναι ορθογωνικής διατομής, το πάχος των ράβδων θα είναι 6 mm και η μεταξύ τους απόσταση θα είναι 6 mm.

Όσον αφορά την αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί βαθμιδωτή εσχάρα ή αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα με κτένι.

Στην πρώτη περίπτωση η εσχάρα θα είναι βαθμιδωτή και θα αποτελείται από ένα σταθερό και ένα κινητό μέρος ράβδων. Η περιστροφή των ράβδων προκαλεί τη σταδιακή ανύψωση των εσχαρισμάτων, βαθμίδα ανά βαθμίδα με κάθε περιστροφή, έως ότου τα εσχαρίσματα παραληφθούν από το τμήμα απόρριψης (σύστημα αυτοκαθαρισμού κατά την αρχή της αντιροής). Το υλικό κατασκευής της θα είναι ανοξείδωτος χάλυβας.



Επιθυμητή είναι η προστασία υπερφόρτωσης για σταμάτημα του κινητήρα σε περίπτωση μηχανικής υπερφόρτωσης. Η ρύθμιση του καθαρισμού της σχάρας θα γίνεται με χρονομετρητή. Το σύστημα αυτό θα λειτουργεί παράλληλα με σύστημα διαφορικής μέτρησης της στάθμης κατόπιν της εσχάρας. Επίσης, θα υπάρχει επιλογή αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας.

Στη δεύτερη περίπτωση εγκατάστασης μηχανικής εσχάρας με κτένι, θα τοποθετηθεί μία κάθετη αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα με κτένι, με ύψος απόρριψης 2,5 m. Το σχήμα των ράβδων θα είναι τετράγωνο. Το υλικό κατασκευής της εσχάρας (πλαίσιο, ράβδοι, καδένα και γρανάζια) θα είναι ανοξείδωτος χάλυβας.

Ο μηχανισμός καθαρισμού θα είναι εφοδιασμένος με κτένι κατάλληλης μορφής για τον αποτελεσματικό καθαρισμό ολόκληρης της επιφάνειας της εσχάρας χωρίς να προκαλείται κάμψη των ράβδων. Πλην του κτενιού, ο υπόλοιπος μηχανισμός θα είναι κατασκευασμένος όπως το πλαίσιο της σχάρας. Κατά την πορεία του κτενιού προς τα πάνω θα εξασφαλίζεται η πλήρης διείσδυσή του μεταξύ των ράβδων, ώστε να αποσπώνται όλα τα παγιδευμένα αντικείμενα. Ο μηχανισμός θα είναι ακόμη εφοδιασμένος με διάταξη που θα επιτρέπει στο κτένι να υποχωρεί πάνω από τυχόν σφηνωμένα αντικείμενα μεταξύ των ράβδων της εσχάρας, χωρίς να προκαλεί τη διακοπή της λειτουργίας του καθαρισμού. Θα λειτουργεί είτε αυτόματα, με ρυθμιζόμενο χρονοδιακόπτη, είτε με ενεργοποίησή του, λόγω διαφοράς στάθμης υγρού. Θα υπάρχει αυτόματη και χειροκίνητη επιλογή. Όταν λειτουργεί αυτόματα, θα σταματάει πάντοτε πάνω από την επιφάνεια των υγρών στο κανάλι με τη βοήθεια μετρητή στάθμης. Επίσης, θα υπάρχει διάταξη καθαρισμού του κτενιού, καθώς και ειδικά προσαρμοσμένη ποδιά ώστε τα εσχαρίσματα να οδηγούνται χωρίς απώλειες στον κάδο εσχαρισμάτων, που θα είναι τοποθετημένος κατάλληλα. Όλα τα κινητά μέρη της διάταξης θα λειτουργούν εκτός των λυμάτων και θα είναι επισκέψιμα, καθώς και τα σημεία λίπανσης.

#### Τεχνική περιγραφή μονάδας

Όπως αναφέρθηκε τα λύματα οδηγούνται με αγωγό βαρύτητας PVC Φ250 στο φρεάτιο - κανάλι εισόδου της εγκατάστασης, διαστάσεων 0,8 x 0,4 x 0,9 m, το οποίο στη συνέχεια χωρίζεται σε δύο όμοια κανάλια πλάτους 0,3 m και βάθους 0,9 m έκαστο, όπου τοποθετούνται δύο εσχάρες, η μία μηχανική αυτοκαθαριζόμενη και η

άλλη χειροκίνητη (1 σε λειτουργία και 1 εφεδρική για περιπτώσεις συντήρησης ή αστοχίας της πρώτης εσχάρας). Το βάθος ροής θα είναι 0,3 m.

Η μονάδα εδράζεται στο επίπεδο + 54,50 m ενώ το έδαφος διαμορφώνεται στο + 55,0 m.

Η μονάδα εσχάρωσης σχεδιάζεται, ώστε η στάθμη υγρού στην έξοδο του καναλιού, δηλαδή στο κανάλι μέτρησης παροχής, να είναι χαμηλότερα από τη στάθμη του πυθμένα κατάντη των εσχάρων. Με τον τρόπο αυτό τα κανάλια στραγγίζουν και γίνεται εύκολος ο καθαρισμός και η συντήρησή τους.

Κάθε εσχάρα θα φέρει εξέδρα επίσκεψης για επιθεώρηση, συντήρηση και επισκευή.

Ανάντη κάθε σχάρας εγκαθίστανται θυροφράγματα για την απομόνωση των καναλιών, ώστε να είναι δυνατή η πλήρης εκκένωσή τους για περιπτώσεις συντήρησης ή καθαρισμού.

Τα εσχάρισματα θα μεταφέρονται με ειδικό κοχλία σε στραγγιστήριο απ' όπου στη συνέχεια τυχόν στραγγίσματα θα μεταφέρονται στην είσοδο της εγκατάστασης και τα εσχάρισματα θα καταλήγουν σε κλειστά δοχεία αποθήκευσης. Τυχόν κακοσμίες θα αντιμετωπίζονται με χλωράσβεστο. Στη συνέχεια θα μεταφέρονται σε τακτά χρονικά διαστήματα για υγειονομική ταφή σε εγκεκριμένο χώρο, ώστε να μη δημιουργούνται εστίες συγκέντρωσης εντόμων ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες.

Για προστασία από την υγρασία η κατασκευή καλύπτεται με εξωτερική ασφατική επάλειψη. Για προστασία από τις διαβρωτικές ιδιότητες των λυμάτων το κανάλι εσωτερικά θα φέρει επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Τα δύο κανάλια συγκλίνουν πάλι σε ένα, όπου τοποθετείται στένωση τύπου Venturi για τη μέτρηση της παροχής.

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο KA-301.

#### ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

Η μέτρηση παροχής τοποθετήθηκε αμέσως κατάντι του καναλιού εσχάρωσης. Θα κατασκευαστεί μία αύλακα τύπου Venturi. Η διαστασιολόγηση του μετρητή παροχής γίνεται για παροχή ίση με το 125% της παροχής αιχμής:

$$32 \times 1,25 = 40 \text{ l/s}$$

Για την ικανοποιητική λειτουργία του μετρητή παροχής πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω δύο απαιτήσεις:

- η στάθμη του καναλιού θα βρίσκεται πιο ψηλά από τον κατάντι υπερχειλιστή, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική στράγγιση του καναλιού για να μη παραμένουν στο κανάλι στάσιμα λύματα και
- η διαφορά στάθμης ανάντι-κατάντι να μη ξεπερνά το 70% ώστε να υπάρχει αξιοπιστία στη μέτρηση για όλο το εύρος των παροχών.

Η στένωση τοποθετείται σε απόσταση τουλάχιστο 10 b από την αρχή της διώρυγας όπου b το πλάτος της διώρυγας. Έτσι η ροή θα ομαλοποιείται και θα έχουμε στο σημείο της μέτρησης ομοιόμορφη ροή. Η ικανοποίηση των παραπάνω κριτηρίων σημαίνει σημαντική απώλεια υδραυλικού φορτίου που είναι όμως αναγκαία για τη σωστή λειτουργία της μονάδας.

Επιλέγεται ορθογωνική διώρυγα με τα εξής χαρακτηριστικά	
πλάτος καναλιού	: 0,4 m
μήκος καναλιού (συνολικά)	: 6 m
μήκος στένωσης	: 1,6 m
βάθος καναλιού	: 1,25 m
πλάτος στη στένωση	: 0,16 m
μέγιστη μετρούμενη παροχή	: 180 m <sup>3</sup> /h

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο KA-301.

Ο μετρητής θα είναι τύπου υπερήχων, θα είναι κατάλληλα τοποθετημένος και θα περιέχει τα παρακάτω στοιχεία:

- Αισθητήριο στάθμης
- Πομπό σήματος
- Όργανο στιγμιαίας ένδειξης παροχής

- Καταγραφικό παροχής

Το αισθητήριο στάθμης θα μετρά τη στάθμη των λυμάτων με την εκπομπή σήματος υπερήχων. Ο πομπός σήματος θα δέχεται το σήμα και θα το μεταβιβάζει στο όργανο στιγμιαίας ένδειξης παροχής και στο καταγραφικό στο κτίριο ελέγχου.

Το αισθητήριο θα φέρει κάλυμμα προστασίας από τον ήλιο, αντιστάθμιση θερμοκρασίας και αντιστάσεις θέρμανσης για προστασία από παγετό.

#### ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕΡΙΣΜΟΥ

Από το κανάλι μέτρησης παροχής τα λύματα στραγγίζουν σε φρεάτιο μερισμού παροχής που υπερχειλίζει σε δύο διαμερίσματα για τη διοχέτευση των λυμάτων στη δίδυμη δεξαμενή Imhoff.

Το φρεάτιο είναι συνέχεια του μετρητή παροχής και της εσχάρας, εδράζεται στο επίπεδο + 53,30 m ενώ το έδαφος διαμορφώνεται στο + 54,50 m δηλαδή 0,5 m πιο κάτω από τη διαμόρφωση του εδάφους στην είσοδο του καναλιού εσχάρωσης.

Το φρεάτιο κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα με εξωτερική ασφαλική επάλειψη. Για προστασία από τις διαβρωτικές ιδιότητες των λυμάτων το φρεάτιο εσωτερικά θα φέρει επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Ο κυρίως θάλαμος έχει συνολικό ωφέλιμο όγκο 0,7 m<sup>3</sup> περίπου και οι εσωτερικές διαστάσεις έκαστου διαμερίσματος είναι 0,6 m x 0,5 m x 2,1 m ύψος στέψης σε συνέχεια του καναλιού εσχάρωσης. Η έξοδος των λυμάτων από τον κυρίως θάλαμο του φρεατίου γίνεται πάνω από δύο υπερχειλιστές λεπτής στέψης πλάτους 0,5 m έκαστος.

Στους αγωγούς εξόδου αλλά και μεταξύ των θαλάμων αυτών τοποθετούνται κατάλληλα θυροφράγματα, για την δυνατότητα λειτουργίας της μίας γραμμής επεξεργασίας. Τα λύματα οδηγούνται μέσω αγωγών PVC 0200 στα φρεάτια εισόδου των δεξαμενών Imhoff. Από το κεντρικό θάλαμο του φρεατίου μερισμού ξεκινά ο κεντρικός αγωγός BY PASS της εγκατάστασης PVC 0250. Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο KA-301.

## 4.5 ΔΕΞΑΜΕΝΗ IMHOFF

Σε εγκαταστάσεις φυσικών μεθόδων επεξεργασίας απαραίτητη είναι η προεπεξεργασία των λυμάτων για την απομάκρυνση των στερεών. Το ρόλο αυτό παίζει η δεξαμενή Imhoff που θα τοποθετηθεί μετά τη μονάδα εσχάρωσης και μέτρησης της παροχής και στην οποία επιτυγχάνεται καθίζηση στερεών αλλά και σταθεροποίηση της παραγόμενης ιλύος μέσω αναερόβιας χώνευσης που λαμβάνει χώρα στον πυθμένα της δεξαμενής. Η δεξαμενή αποτελείται από ένα τμήμα καθίζησης στην κορυφή και ένα τμήμα χώνευσης στον πυθμένα. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα εκροών και βέλτιστη λειτουργία των επόμενων σταδίων επεξεργασίας σε συνδυασμό με ελαχιστοποίηση της παραγόμενης ιλύος. Στη δεξαμενή αναμένεται να καθιζάνει το 50-60% των αιωρούμενων στερεών επιφέροντας μια ελάττωση του COD της τάξης του 30-40%. Τα στερεά συγκεντρώνονται στο χαμηλότερο τμήμα της δεξαμενής (τμήμα χώνευσης) όπου υφίστανται αναερόβια χώνευση για περίπου 60 μέρες.

Η δεξαμενή Imhoff σχεδιάζεται εξαρχής για την τεσσαρακονταετία. Τα κριτήρια σχεδιασμού της δεξαμενής Imhoff είναι τα ακόλουθα:

- Παροχή αιχμής 32,0 l/s ή 115 m<sup>3</sup>/h
- Χρόνος παραμονής για την παροχή αιχμής 1,5 h
- Φόρτιση επιφάνειας για παροχή αιχμής 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h
- Χρόνος χώνευσης ιλύος 60 μέρες
- Παραγωγή πρωτοβάθμιας ιλύος 1 l/κάτοικο και ημέρα

Σύμφωνα με τα παραπάνω για την οποία συνολικά θα ισχύουν:

- Απαιτούμενη επιφάνεια καθίζησης: 77,00 m<sup>2</sup>
- Απαιτούμενος όγκος καθίζησης: 172,50 m<sup>3</sup>
- Απαιτούμενος όγκος χώνευσης ιλύος: 240,00 m<sup>3</sup>

Επομένως, ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος δεξαμενής καθίζησης είναι:

$$172,5 + 240,0 = 412,5 \text{ m}^3$$

Με βάση τη διαστασιολόγηση της δεξαμενής κατασκευάζεται δίδυμη δεξαμενή από οπλισμένο σκυρόδεμα. Έτσι, επιτυγχάνεται ευελιξία στην λειτουργία της εγκατάστασης σε περιπτώσεις σφαλμάτων ή μειωμένης παροχής κατά την περίοδο θέσης σε λειτουργία. Επιπλέον αποφεύγεται με τον τρόπο αυτό κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας υπερβολικά μεγάλος χρόνος χώνευσης της ιλύος. Ως εκ τούτου, οι δύο δεξαμενές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

## Τεχνική περιγραφή

Η δεξαμενή εδράζεται στο επίπεδο + 45,10 m ενώ το έδαφος διαμορφώνεται στην είσοδο της δεξαμενής στο + 54,5 m. Σημειώνεται ότι το αρχικό έδαφος είναι επικλινές και βρίσκεται στο + 51,0 m κατά μέσο όρο.

Θα είναι συνολικού ωφέλιμου όγκου 420,00 m<sup>3</sup> και εσωτερικών διαστάσεων 6,60m x 8,00m και βάθος υγρών 8,25m. Η δεξαμενή θα φέρει εξωτερική ασφαλτική επάλειψη και εσωτερική επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Έκαστος αγωγός από το φρεάτιο μερισμού οδηγείται με τη βοήθεια αγωγών PVC Ø200, 6 atm, σε ξεχωριστό φρεάτιο εισόδου (ένα σε κάθε δεξαμενή). Από το φρεάτιο αυτό ξεκινά μεταλλικός αγωγός by pass DN 200 της δεξαμενής που καταλήγει στο φρεάτιο εξόδου αυτής. Στην κανονική λειτουργία τα λύματα εισέρχονται μέσω ορθογωνικής οπής διαστάσεων 0,60 x 0,40 m σε κεντρικό κανάλι τροφοδοσίας διαστάσεων: 6,60 x 0.5 x 0.7 m. Για την επιλογή παράκαμψης της δεξαμενής Imhoff και υπερχειλίσης των λυμάτων στον by pass τοποθετείται στην οπή εισόδου θυρόφραγμα διαστάσεων 0,6 x 0,4 m.

Τα λύματα εισέρχονται στην κάθε δεξαμενή από το κανάλι τροφοδοσίας μόνο διαμέσου του τμήματος καθίζησης και συγκεκριμένα μέσω 8 ορθογωνικών οπών διαστάσεων 0,30 x 0,40 m.

Η έξοδος των λυμάτων από τον έκαστο κυρίως θάλαμο της δεξαμενής Imhoff γίνεται πάνω από δύο υπερχειλιστές λεπτής στέψης πλάτους 2x2,5 m για κάθε δεξαμενή. Η υπερχειλίση οδηγεί σε κανάλι διαστάσεων 6,6 x 0,5 x 0,35 m (Μ x Π x Υ). Τα δύο κανάλια συγκλίνουν σε κοινό για τις δύο δεξαμενές φρεάτιο εξόδου της Imhoff, όπου και στραγγίζουν ώστε να αποφεύγεται αντίστροφη ροή των λυμάτων. Από εκεί τα λύματα συνεχίζουν την ροή τους στο φρεάτιο τροφοδοσίας των κλινών για την περιοδική φόρτιση και για τη διοχέτευσή τους στις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του πρώτου σταδίου. Τοποθετείται αγωγός PVC Ø200, 6 atm.

Στο φρεάτιο εξόδου της Imhoff, διαστάσεων 1,5 x 1,2 x 1,15 m, προβλέπεται αγωγός παράκαμψης της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Κατάλληλο θυρόφραγμα Ø 200 τοποθετείται για τη διακοπή της εξόδου των λυμάτων στο επόμενο στάδιο και την υπερχειλίσή τους στον αγωγό by pass, ο οποίος θα τοποθετηθεί σε υψηλότερο επίπεδο. Ο αγωγός παράκαμψης PVC Ø250, καταλήγει σε φρεάτιο συμβολής όπου θα συνδέεται με τον κεντρικό αγωγό παράκαμψης της εγκατάστασης.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η ιλύς συγκεντρώνεται στον πυθμένα της κάθε δεξαμενής από όπου μέσω αγωγού DN 150 και οδεύοντας με κλίση παράλληλη

στην κλίση του πυθμένα καταλήγει μέσα σε ειδικό φρεάτιο υπό την πίεση του υπερκείμενου υγρού μέσα στη δεξαμενή. Η εκκένωση της ιλύος της δεξαμενής στο φρεάτιο θα ρυθμίζεται χειροκίνητα με το άνοιγμα τηλεσκοπικών δικλείδων. Θα τοποθετηθούν δύο δικλείδες μία για τον αγωγό απομάκρυνσης ιλύος κάθε δεξαμενής. Στη συνέχεια η ιλύς οδηγείται στις κλίνες ξήρανσης ιλύος για αφυδάτωση υπό ελεύθερη ροή ανά τακτά διαστήματα. Τοποθετείται για το σκοπό αυτό αγωγός PVC Ø160, 6 atm.

Όλα τα παραπάνω βοηθητικά φρεάτια φέρουν κάλυμμα από μπακλαβωτή λαμαρίνα.

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο ΚΑ-302.

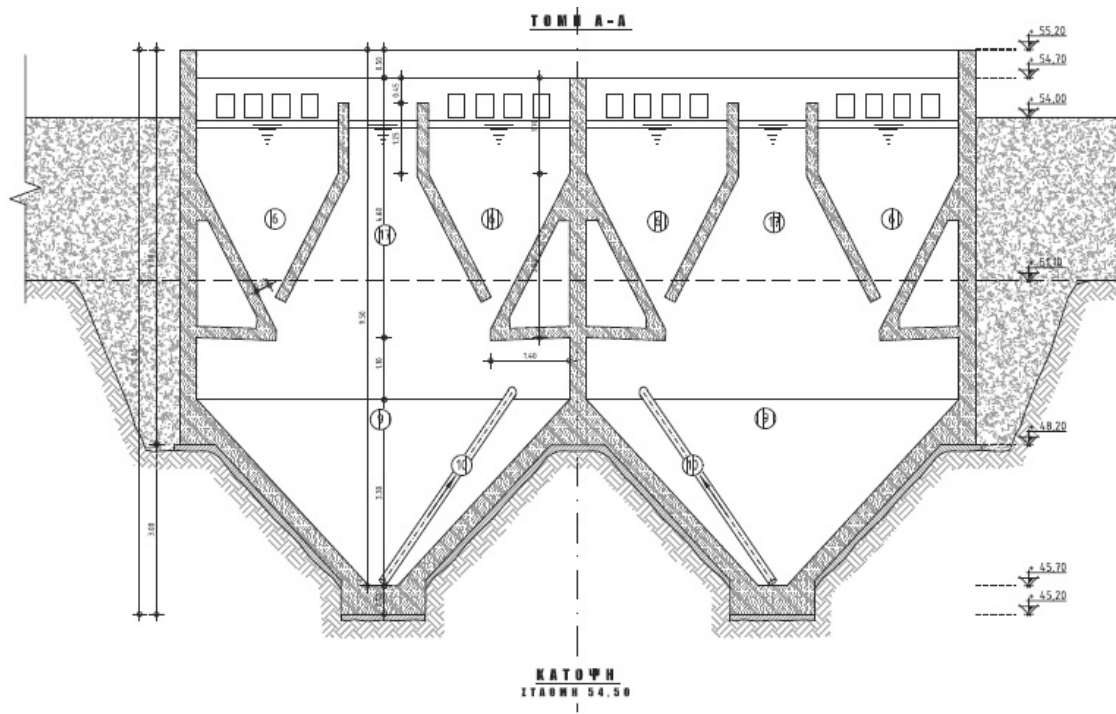
### **Απομάκρυνση ρυπαντικών φορτίων**

Για τον υπολογισμό των ρυπαντικών φορτίων που απομακρύνονται στη δεξαμενή Imhoff λαμβάνεται ποσοστό απομάκρυνσης στερεών 50%. Με την απομάκρυνση αυτή επιφέρεται ελάττωση του COD των εισερχομένων λυμάτων κατά 40%, οπότε λαμβάνοντας λόγο COD/BOD < 1,6 στα ανεπεξέργαστα λύματα προκύπτει απομάκρυνση του BOD της τάξης του 27%, ποσοστό λογικό δεδομένου ότι στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης επιτυγχάνεται απομάκρυνση του BOD 30%. Στη δεξαμενή δεν θεωρούμε ότι πραγματοποιείται απομάκρυνση θρεπτικών.

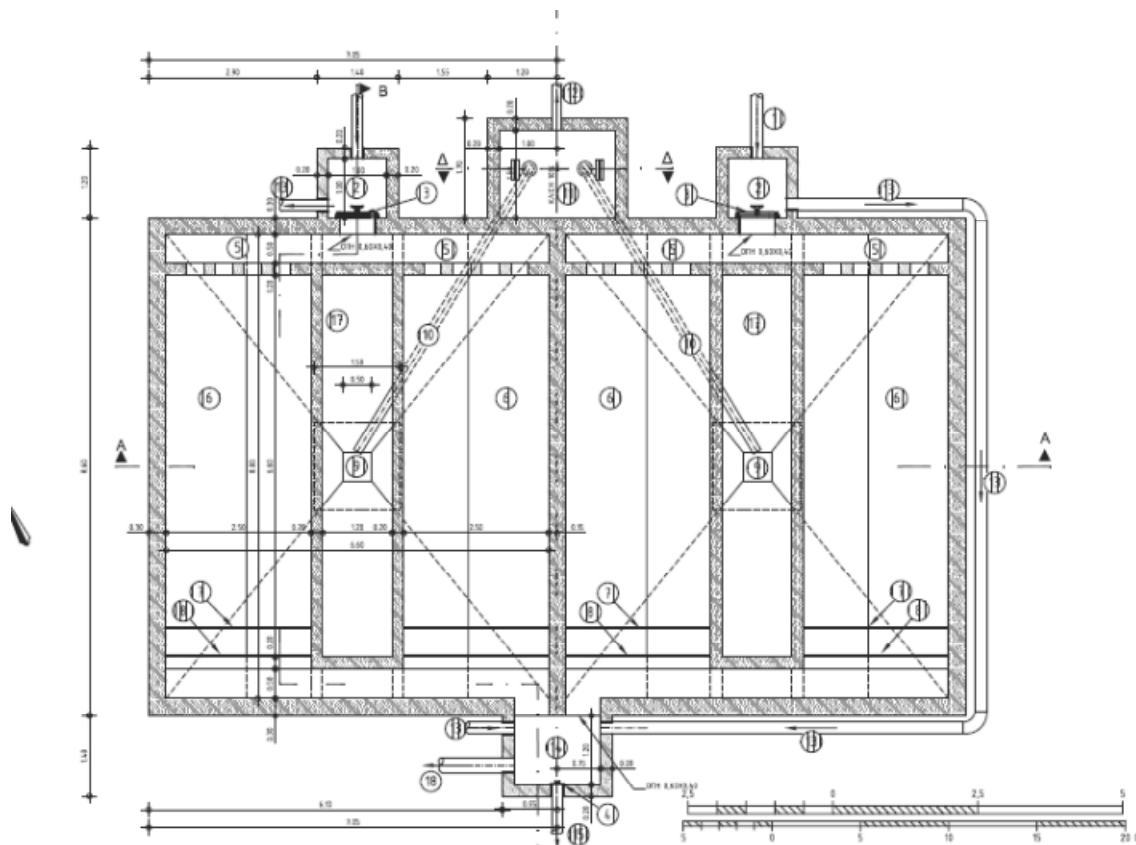
Με βάση τα παραπάνω τα ρυπαντικά φορτία των λυμάτων στην έξοδο της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας θα είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 28. Ρυπαντικά φορτία στην έξοδο της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας**

	<b>Α ΦΑΣΗ</b>		<b>Β ΦΑΣΗ</b>	
παροχή (m <sup>3</sup> /d)	<b>967,68</b>		<b>1080,0</b>	
ρυπαντικά φορτία	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l
BODs	144,5	149,4	175,2	162,2
TSS	115,5	119,4	140,0	129,6
TN	36,0	37,2	44,0	40,7
TP	8,0	8,3	10,0	9,3



Εικόνα 9. Τομή Α-Α



Εικόνα 10. Κάτοψη



#### 4.6 ΦΡΕΑΤΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ 2ΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Για την τροφοδοσία των κλινών τόσο του σταδίου I όσο και του σταδίου II, απαιτείται η κατασκευή φρεατίου, όπου όταν η στάθμη φτάνει σε συγκεκριμένο σημείο εκκενώνεται. Στην επιλογή κατασκευής φρεατίου οδήγησε η ανάγκη που υπάρχει για περιοδική φόρτιση των κλινών με κάποια συγκεκριμένη παροχή, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να παραμείνουν επί ένα διάστημα αφόρτιστες. Ο όγκος των φρεατίων τροφοδοσίας των κλινών, τόσο του σταδίου I όσο και του σταδίου II, επιλέγεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εκκενώνουν σε χρονικό διάστημα 3 min και να τροφοδοτούν μια κλίνη με στρώμα νερού που να μην υπερβαίνει τα 2 cm τη στιγμή της τροφοδοσίας.

Έτσι, για κάθε κλίνη επιφάνειας  $208m^2$ , η παροχή τροφοδοσίας θα είναι:

$$\frac{208m^2 \times 0.02m}{3 \text{ min}} = 1.39 \frac{m^3}{\text{min}} = 23 \frac{l}{s}$$

Θα κατασκευαστούν δύο όμοια φρεάτια A και B για την τροφοδοσία των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας σταδίου I και II αντίστοιχα, ωφέλιμου όγκου ίσου με  $4,6 m^3$  έκαστο και με δυνατότητα παροχής  $23,0 l/s$ . Τα φρεάτια θα είναι εσωτερικών διαστάσεων  $1,6 \times 3,6 \times 1,3 m$  ύψος στέψης (με μέγιστη στάθμη υγρών εντός των φρεατίων  $0,8m$ ) και θα φέρουν εξωτερική ασφαλική επάλειψη και εσωτερική επάλειψη με εποξειδική ρητίνη. Η κάθε δεξαμενή θα είναι εξοπλισμένη με αγωγό υπερχειλίσης PVC Ø200 που θα καταλήγει στον αγωγό τροφοδοσίας των κλινών.

Για την αποφυγή κορεσμού των κλινών σε κάθε περίπτωση λειτουργίας, κατά τη διαστασιολόγησή τους δε λαμβάνεται υπόψη το πορώδες του υλικού πλήρωσης των κλινών και η δυνατότητα αποθήκευσης νερού σε αυτές.

Για τη ρύθμιση της λειτουργίας των κλινών στα φρεάτια τοποθετούνται κατάλληλα αισθητήρια στάθμης.

Η εκροή των λυμάτων από τη δεξαμενή Imhoff καταλήγει μέσω αγωγού PVC Ø200, 6 atm, στο φρεάτιο τροφοδοσίας A για τη φόρτιση των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του Σταδίου I. Στο φρεάτιο αυτό εισέρχεται και ο καταθλιπτικός αγωγός ανακυκλοφορίας επεξεργασμένων λυμάτων HDPE DN 125, 6 atm.

Μετά το πρώτο στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας τα επεξεργασμένα λύματα από τα φρεάτια στράγγισης των κλινών εισέρχονται στο φρεάτιο τροφοδοσίας Β για τη φόρτιση των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του Σταδίου ΙΙ. Στο φρεάτιο τροφοδοσίας Β εισέρχονται τρεις αγωγοί PVC Ø200:

1. Από το πρώτο επίπεδο των κλινών τα στραγγίσματα συγκεντρώνονται στο φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων του δεύτερου κατά σειρά ζεύγους κλινών. Από το σημείο αυτό ξεκινά ο πρώτος αγωγός τροφοδοσίας του φρεατίου Β
2. Από το δεύτερο επίπεδο των κλινών σταδίου Ι τα στραγγίσματα από το ζεύγος κλινών που βρίσκονται δυτικά του φρεατίου οδεύουν απευθείας σε αυτό.
3. Στο ίδιο επίπεδο, τα στραγγίσματα από τα δύο ζεύγη κλινών που βρίσκονται ανατολικά του φρεατίου Β συγκεντρώνονται στο κοντινότερο φρεάτιο στραγγισμάτων και από εκεί οδεύουν στο φρεάτιο Β

Προβλέπεται επίσης σημείο υδροληψίας για τον καθαρισμό των φρεατίων.

Ο αγωγός εκκένωσης του φρεατίου τροφοδοσίας των κλινών σταδίου Ι επιλέγεται PVC Ø225 6 atm, ενώ του φρεατίου τροφοδοσίας των κλινών σταδίου ΙΙ είναι PVC Ø200 6 atm. Στην επιλογή αυτή καταλήγουμε για τη δυνατότητα διέλευσης της παροχής αιχμής από το φρεάτιο Ι. Στο φρεάτιο ΙΙ η παροχή αιχμής είναι μικρότερη των 23 l/s.

Το φρεάτιο Ι εδράζεται στο επίπεδο + 52,30 ενώ το έδαφος διαμορφώνεται στο + 53,50. Το φρεάτιο ΙΙ εδράζεται στο επίπεδο + 42,75 ενώ το έδαφος διαμορφώνεται στο +44,60.

Τα παραπάνω απεικονίζονται στα σχέδια ΚΑ-304 και ΚΑ-306.

#### **4.7 ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ**

Μετά την δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, τα λύματα οδηγούνται με ελεύθερη ροή και μέσω των φρεατίων τροφοδοσίας στις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας οι οποίες είναι κλίνες τεχνητών υγροτόπων.

Τα συστήματα τεχνητών υγροτόπων επεξεργασίας λυμάτων αξιοποιούν τις φυσικές διαδικασίες αφομοίωσης των ρύπων στους υγροτόπους. Αποτελούνται από λεκάνες μικρού βάθους γεμάτες με εδαφικά υλικά όπου καλλιεργούνται διάφορα υδροχαρή φυτά, όπως τα κοινά καλάμια, τα διάφορα είδη βούρλων και τα διάφορα είδη ψαθών. Στα συστήματα αυτά, με την ανάπτυξη στις ρίζες των φυτών ειδικών βακτηρίων, επιτυγχάνεται επιπρόσθετα φιλτράρισμα και προσρόφηση διαφόρων συστατικών των λυμάτων, μεταφέρεται οξυγόνο στη μάζα του νερού και περιορίζεται η ανάπτυξη αλγών εξαιτίας της αναπτυσσόμενης βλάστησης, με την οποία επιτυγχάνεται έλεγχος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Τα συστήματα αυτά χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, στους υγρότοπους με ελεύθερη επιφάνεια (free water surface) και στους υγρότοπους υποεπιφανειακής ροής (vegetated submerged bed). Τα πρώτα ονομάζονται έτσι, επειδή η επιφάνεια των λυμάτων βρίσκεται σε επαφή με τον αέρα. Στα συστήματα υποεπιφανειακής ροής τα λύματα ρέουν σε μια στρώση πορώδους υλικού (άμμος, χαλίκι). Μέσα στη στρώση αυτή βρίσκονται οι ρίζες των φυτών που βοηθούν στον καθαρισμό των λυμάτων. Τα συστήματα υποεπιφανειακής ροής χωρίζονται σε συστήματα οριζόντιας ροής και συστήματα κατακόρυφης ροής. Στα πρώτα η ροή των λυμάτων μέσα στο πορώδες υλικό γίνεται περίπου οριζόντια, ενώ στα δεύτερα η ροή των λυμάτων γίνεται από πάνω προς τα κάτω.

Στην εν λόγω ΕΕΛ κατασκευάζονται κλίνες τεχνητών υγροτόπων υποεπιφανειακής κατακόρυφης ροής. Στα συστήματα αυτά τα λύματα ρέουν σε μια στρώση πορώδους υλικού (άμμος, χαλίκι). Μέσα στη στρώση αυτή βρίσκονται οι ρίζες των φυτών που βοηθούν στον καθαρισμό των λυμάτων τα οποία ρέουν από πάνω προς τα κάτω.

Οι κλίνες των φυτών κατακόρυφης ροής αποτελούνται από σωλήνα εισροής, ο οποίος κατανέμει ομοιόμορφα τα λύματα κατά μήκος της επιφάνειας άμμου της κλίνης. Η άμμος είναι η επιφανειακή στρώση της κλίνης, η οποία φέρει στρώσεις

υλικών διαφορετικού μεγέθους κόκκων. Τα φυτά φυτεύονται στο επιφανειακό στρώμα άμμου και οι ρίζες διεισδύουν στα χαμηλότερα στρώματα. Οι ρίζες εξασφαλίζουν στην κλίνη επαρκές επίπεδο οξυγόνου για τα αερόβια μικρόβια που καθαρίζουν τα λύματα.

### **Επιλογή και διαχείριση φυτικής βλάστησης**

Η επιλογή του είδους των φυτών σε έναν τεχνητό υγρότοπο αποτελεί ένα από τα κρισιμότερα σημεία για την καλή απόδοση της λειτουργίας του. Επίσης, είναι και αυτός ο παράγοντας που καθορίζει το βάθος των κλινών, αφού κάθε είδος φυτού έχει και διαφορετική απαίτηση στο βάθος του ριζώματός του.

Η φυτική βλάστηση ασκεί σημαντικό και ολοκληρωμένο ρόλο στη λειτουργία των συστημάτων υδροβιότοπων με τη μεταφορά οξυγόνου δια μέσου του ριζικού συστήματος στον πυθμένα των λεκανών επεξεργασίας. Έτσι, εφοδιάζεται με 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 υδροβιότοπων. 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 νεροκαλάμων, 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 υδροβιότοπων, είναι το απαιτούμενο βάθος νερού και το βάθος ριζοβολίας στα συστήματα VSB. Τα είδη του γένους *Typha* αναπτύσσονται τείνουν να επικρατούν σε νερό βάθους πάνω από 0,15m. Τα είδη του γένους *Scirpus* αναπτύσσονται σε βάθος νερού από 0,05 έως 0,25m. Τα είδη του γένους *Phragmites* αναπτύσσονται σε βάθος νερού μέχρι 1,5m, 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 στα οποία αναπτύσσονται τα είδη του γένους *Scirpus*. Το ριζικό σύστημα των ειδών του γένους *Typha* επεκτείνεται μέχρι βάθους 0,3cm, ενώ αυτών του γένους *Phragmites* άνω των 0,6m και αυτών του γένους *Scirpus* άνω των 0,76m. Είδη των γενών *Phragmites* και *Scirpus* θεωρούνται κατάλληλα για

συστήματα υγροτόπων υποεπιφανειακής ροής, επειδή το βάθος ριζοβολίας τους επιτρέπει τη χρήση λεκανών μεγαλύτερου βάθους.

Γενικά, στους τεχνητούς υγροβιότοπους και ιδιαίτερα στα συστήματα VSB δεν απαιτείται συχνή συγκομιδή της φυτικής βλάστησης. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά των κυριότερων φυτών που χρησιμοποιούνται σε φυσικά συστήματα.

**Πίνακας 29. Χαρακτηριστικά διαφόρων ειδών φυτών υγροτόπων**

Είδος φυτών	Μέγιστη αντοχή σε αλατότητα [mg/l]	Βάθος ριζώματος [ $10^{-2}$ ] m	Επιθυμητό θερμοκρασιακό εύρος [°C]
Typha spp.	30.000	30	10-30
Phragmites	45.000	60	10-30
Scirpus spp.	20.000	76	16-27
Juncus spp.	20.000	-	16-26

#### **Τεχνικές προδιαγραφές φυτών τεχνητού υγρότοπου**

Στον τεχνητό υγρότοπο του εν λόγω έργου επιλέγεται η χρήση των *Phragmites australis* (κοινά καλάμια).

Οι νεαροί βλαστοί (φυντάνια) θα μεταφερθούν σε φυτώριο της περιοχής για περαιτέρω ανάπτυξη τους μέχρι τη στιγμή της τελικής φύτευσής τους στις κλίνες επεξεργασίας. Η φύτευση κάθε φυντανιού θα γίνει σε ένα πλαστικό δοχείο περίπου 9 cm με οπή μόνο στη βάση και όχι στις πλευρές και θα προστεθεί κατάλληλο λίπασμα. Τα φυτά θα μεγαλώσουν μέχρις ότου σχηματιστούν σε κάθε δοχείο 4 βλαστάρια με ρίζες. Μετά θα συσκευαστούν κατάλληλα για τη μεταφορά τους στη θέση οριστικής φύτευσης. Η μεταφορά θα γίνει με μεγάλη προσοχή για την αποφυγή ζημιών στους νέους βλαστούς. Αν είναι απαραίτητο θα κοπούν οι κορυφές ώστε να

παραμείνουν κλάδοι μήκους 45cm. Η μεταφορά τους στη θέση φύτευσης θα γίνει μόνο με κλειστά αυτοκίνητα. Καθημερινά θα μεταφέρονται μόνο όσα φυτά θα φυτευτούν την ίδια ημέρα. Εάν κατ' εξαίρεση παραμείνουν ορισμένα φυτά για διανυκτέρευση, θα αποσυσκευάζονται και θα ποτίζονται. Συνολικά πρόκειται να φυτευθούν 16.640 φυτά. Τα φυτά θα αποσυσκευάζονται και θα φυτεύονται την ίδια ημέρα της μεταφοράς τους από το φυτώριο. Τα πλαστικά δοχεία θα αφαιρούνται μόνο τη στιγμή της φύτευσης των φυτών. Τα φυτά θα φυτεύονται σε αποστάσεις 4 φυτών ανά m<sup>2</sup> με τον ακόλουθο τρόπο:

Οι γραμμές φύτευσης θα έχουν απόσταση 0,5 m. Τα φυτά θα φυτεύονται στις σειρές τους σε αποστάσεις κέντρων τους 0,5 m. Για κάθε φυτό θα δημιουργείται η κατάλληλη εκσκαφή στην άμμο που προηγουμένως θα έχει αποκτήσει επίπεδη επιφάνεια. Τότε θα αφαιρούνται τα πλαστικά δοχεία και τα φυτά θα τοποθετούνται κατακόρυφα, με το σημείο διαχωρισμού του υπογείου από το υπέργειο τμήμα τους 2 cm χαμηλότερα από την επιφάνεια τελικής διαμόρφωσης της επιφάνειας της άμμου. Μετά θα επιχώνονται οι ρίζες με άμμο και θα αποκαθίσταται η τελική της επιφάνεια. Θα ακολουθεί άρδευση μέχρι κορεσμό του εδάφους. Το απορρέον από την έξοδο της κλίνης νερό θα μπορεί να επαναχρησιμοποιείται. Μετά την πλήρη εγκατάσταση και εγκλιματισμό των φυτών η άρδευση θα γίνεται ανάλογα με τις εδαφικές και μετεωρολογικές συνθήκες και πιθανόν θα κυμαίνονται μεταξύ μιας και δύο εβδομάδων.

Σε περίπτωση έλλειψης νερού στο δίκτυο αποχέτευσης θα μεταφερθεί επαρκής ποσότητα νερού άρδευσης από οποιαδήποτε απόσταση απαιτηθεί.

### **Υλικά πλήρωσης κλινών**

Η επιλογή του μέσου πλήρωσης των κλινών του υδροβιότοπου είναι επίσης ένα πολύ κρίσιμο σημείο στον σχεδιασμό και λειτουργία ενός τεχνητού υδροβιότοπου, αφού επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ροής των στραγγισμάτων εντός της λεκάνης του, αλλά και την ποιότητα εκροής των λυμάτων.

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι καθαρό. Για το λόγο αυτό πριν την χρήση του θα πλένεται, για να έχει ποσοστό αργίλου και παιπάλης συνολικά μικρότερο από 2%. Είναι προτιμότερο να είναι πυριτικό και όχι ασβεστολιθικό.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού πλήρωσης θα βρίσκεται στα παρακάτω όρια:

Πίνακας 30. Κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού πληρώσεως κλινών για τις τρεις κατώτερες στρώσεις

Θέση υλικού	Ελάχιστη διάμετρος	Μέγιστη διάμετρος	Σχόλια
Στρώση πυθμένα	50mm	100mm	Πλυμένες κροκάλες
Δεύτερη στρώση	20mm	40mm	Πλυμένο χονδρό χαλίκι
Τρίτη στρώση	5mm	7mm	Πλυμένο λεπτό χαλίκι

Πίνακας 31. Κοκκομετρική διαβάθμιση για την επιφανειακή στρώση πλυμένης άμμου

Διάμετρος κόκκων	Ποσοστό βάρους
< 0,1 mm	< 2%
0,1 - 0,5 mm	30 - 40 %
0,5 - 1,0 mm	40%
> 1,00 mm	20 - 30 %

Η διαβάθμιση αυτή θα εξασφαλίζεται, εφόσον απαιτείται, με κοσκίνισμα του υλικού σε ένα ή και δύο κόσκινα για το κάθε ένα. Τα χαλίκια και οι κροκάλες θα είναι φυσικά υλικά, ενώ η άμμος φυσική ή τεχνητή (θραυστή). Ο συντελεστής ομοιομορφίας της άμμου θα είναι τουλάχιστον 0,8.

Επιλέγονται ως υλικά πλήρωσης των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας τέσσερις στρώσεις πλυμένων αδρανών που βρίσκουν μεγαλύτερη εφαρμογή στα περισσότερα εφαρμοζόμενα συστήματα παρέχοντας τα βέλτιστα υδραυλικά χαρακτηριστικά στο σύστημα, αποφεύγοντας τη δημιουργία καναλιών προνομιακής ροής ή και νεκρές ζώνες εντός του υγροβιότοπου. Από τον πυθμένα προς την επιφάνεια της κλίνης θα διαστρωθούν:

Κροκάλα	0,15 m (50 έως 100mm)
Χονδρό χαλίκι	0,15 m (20 έως 40mm)
Λεπτό χαλίκι	0,60 m (6 mm)
Άμμος χονδρή	0,15 m

Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην ακριβή τοποθέτηση των στρώσεων του υλικού πλήρωσης των κλινών, σύμφωνα με τα σχέδια.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση της άνω επιφάνειας άμμου από την επίπεδη επιφάνεια θα είναι 0,01 m.

### **Διαστασιολόγηση - Τεχνική Περιγραφή**

Ένα από τα κριτήρια σχεδιασμού των τεχνητών υγροτόπων αποτελεί η επιφάνεια ανά ισοδύναμο κάτοικο με βάση το οποίο σχεδιάζεται και ο τεχνητός υγρότοπος της πόλης Φιλιατών. Η επιλεγείσα επιφάνεια θα πρέπει να ικανοποιεί τα απαιτούμενα όρια εκροής οργανικού φορτίου.

Όσον αφορά τις κλίνες του σταδίου I αυτές σχεδιάζονται λαμβάνοντας επιφάνεια 0.8m<sup>2</sup>/κάτοικο.

Στις κλίνες αυτές ένα μέρος των εναπομεινάντων αιωρούμενων στερεών θα κατακρατείται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ η διαλυμένη οργανική ύλη και τα λεπτά σωματίδια θα αποσυντίθενται από τα αερόβια βακτηρίδια εντός των κλινών. Τα βακτηρίδια αυτά ενδημούν τόσο στις ρίζες των φυτών, όσο και στα στρώματα άμμου και χαλικιού των κλινών. Οι ρίζες εξασφαλίζουν στην κλίνη επαρκές επίπεδο οξυγόνου για τα αερόβια βακτηρίδια που καθαρίζουν τα λύματα. Επίσης, λαμβάνει χώρα μερική νιτροποίηση.



## Στάδιο I

Κατά την Α φάση κατασκευής θα τοποθετηθούν 14 όμοιες κλίνες, επιφάνειας 208 m<sup>2</sup> έκαστη (με εσωτερικές διαστάσεις 13,0 m x 16,0 m), και προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση επιπλέον 2 όμοιων κλινών κατά τη μελλοντική επέκταση την τεσσαρακονταετία. Οι κλίνες θα είναι διατεταγμένες σε ζεύγη ανά δύο και τοποθετούνται σε δύο παράλληλες σειρές - επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο διαμορφώνεται σε υψόμετρα εδάφους +50,30 έως +49,30 ακολουθώντας τα υψόμετρα της βοηθητικής οδού ανάντη των κλινών και +48,70 έως + 47,70 m κατάντη αυτών. Η διαμόρφωση αυτή επιβάλλεται λόγω της επικλινούς μορφολογίας του εδάφους.

Το δεύτερο επίπεδο διαμορφώνεται σε υψόμετρα εδάφους +46,70 έως +45,70 ακολουθώντας τα υψόμετρα της βοηθητικής οδού ανάντη των κλινών και μεταξύ των δύο επιπέδων και +45,10 έως + 44,10 m κατάντη αυτών.

Κάθε ταμπάνι - επίπεδο εγκατάστασης έργων διαμορφώνεται με κατά μήκος κλίση ίση με 1% και κατά πλάτος 9%. Τα δύο επίπεδα έχουν υψομετρική διαφορά 2 m.

Η στέψη των κλινών θα κυμανθεί ανάλογα σύμφωνα με τα σχετικά υψόμετρα που εμφανίζονται στο σχέδιο ΚΑ - 305 και στην οριζοντιογραφία ΟΡ 102. Κατά την κατασκευή τους πρέπει να προσεχθεί η τοποθέτηση των φρεατίων συλλογής στραγγισμάτων, ώστε να είναι δυνατή η απρόσκοπτη απομάκρυνσή τους με βαρύτητα.

Η τροφοδοσία των κλινών δευτεροβάθμιας επεξεργασίας του Σταδίου I γίνεται από το φρεάτιο τροφοδοσίας μέσω αγωγού PVC Ø225 - Ø200, ο οποίος καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου κάθε κλίνης.

Για την κάθε μία από τις κλίνες θα υπάρχει δυνατότητα απομόνωσης με τη βοήθεια δικλείδων ενώ η επιλογή λειτουργίας θα γίνεται αυτόματα μέσω ηλεκτροβάνας DN200 στην είσοδο κάθε κλίνης. Για την εξασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας της εγκατάστασης τοποθετείτε σε κάθε φρεάτιο εισόδου των κλινών και μία εφεδρική χειροκίνητη δικλείδα απομόνωσης. Το φρεάτιο εισόδου κάθε κλίνης κατασκευάζεται από σκυρόδεμα και είναι εσωτερικών διαστάσεων 1,5m x 1,0m x 0,95 m βάθος. Σύστημα αυτοματισμού εγκατεστημένο στον ηλεκτρικό πίνακα των κλινών ελέγχει και ρυθμίζει την φόρτιση διαφορετικής κάθε φορά κλίνης,

έτσι ώστε να είναι δυνατή η εναλλάξ λειτουργία τους. Σε κάθε περίπτωση μένει ανοικτή μία ηλεκτροβάννα οπότε εξασφαλίζεται η λειτουργία μίας τουλάχιστον κλίνης.

Στα φρεάτια τοποθετούνται όλα τα απαραίτητα τεμάχια συναρμογής, δικλείδες, ηλεκτροβάνες, συστολές για τη σύνδεση των αγωγών τροφοδοσίας των κλινών με τους αγωγούς διανομής των λυμάτων στις κλίνες.

Η παροχή κατανέμεται στην επιφάνεια της κλίνης με τη βοήθεια δύο επιμηκών διάτρητων αγωγών διανομής HDPE Ø160. Στις άκρες τους οι αγωγοί αυτοί θα φέρουν τάπες καθαρισμού για την περίπτωση που θα απαιτηθεί καθαρισμός τους. Για την προστασία της ελεύθερης επιφάνειας από τη δράση της ορμής πτώσης του νερού τοποθετούνται στις θέσεις των οπών διανομής πλάκες πεζοδρομίου.

Οι κλίνες κατασκευάζονται από σκυρόδεμα και έχουν εσωτερικό βάθος 1,60 m από τα οποία το 1,05 m καταλαμβάνουν τα υλικά πλήρωσης που είναι οι τέσσερις στρώσεις των πλυμένων αδρανών που προαναφέρθηκαν. Οι κλίνες θα φέρουν εξωτερική ασφαλική επάλειψη και εσωτερική επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Τα λύματα διέρχονται την κλίση από πάνω προς τα κάτω. Στο κατώτερο στρώμα συναντούν το δίκτυο των στραγγιστήριων που αποτελείται από οκτώ (8) διάτρητους αγωγούς από HDPE Ø110 τύπου Helidrain, οι οποίοι τοποθετούνται κατά μήκος της κλίνης και απέχουν μεταξύ τους 1,5m περίπου. Για το σκοπό αυτό οι κλίνες έχουν κατά μήκος κλίση πυθμένα 1%, ενώ η επιφάνεια της κλίνης πρέπει να είναι απόλυτα οριζόντια. Οι αγωγοί συλλέγονται σε έναν κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό HDPE Ø200 ο οποίος εξέρχεται από την κλίση σε παράπλευρο φρεάτιο συλλογής κοινό για κάθε ζεύγος κλινών. Η κατά πλάτος κλίση πυθμένα είναι 1,0%. Το φρεάτιο συλλογής είναι εσωτερικών διαστάσεων 1,25m x 1,0m x 0,60 m βάθος.

Αμέσως επάνω από τους αγωγούς στράγγισης/ συλλογής και κάθετα σε αυτούς τοποθετούνται διάτρητοι πλαστικοί αγωγοί HDPE Ø110 τύπου Helidrain για των αερισμό του σώματος του υλικού πλήρωσης της κλίνης. Η απόσταση μεταξύ τους είναι 2,9 m. Οι αγωγοί δεν θα φέρουν οπές στο κατακόρυφο τμήμα τους.

Για τις περιπτώσεις διακοπής ρεύματος προβλέπεται η λειτουργία μέσω ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους κατάλληλο για την υποστήριξη της λειτουργίας του βασικού Η/Μ εξοπλισμού.

Όπως προαναφέρθηκε, η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση της άνω επιφάνειας άμμου από την επίπεδη επιφάνεια είναι 0,01 m.

Συνοψίζοντας για τις κλίνες του σταδίου Ι ισχύουν τα εξής:

	A Φάση	B Φάση
Αριθμός κλινών	14	+ 2
Επιφάνεια ανά κάτοικο	0,8 m <sup>2</sup>	0,8 m <sup>2</sup>
Επιφάνεια κλίνης	208 m <sup>2</sup>	208 m <sup>2</sup>
Συνολική επιφάνεια	2912 m <sup>2</sup>	3328 m <sup>2</sup>

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο ΚΑ-305.

#### Στάδιο ΙΙ

Μετά τη διέλευση από τις κλίνες του πρώτου σταδίου της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, τα λύματα θα οδηγούνται στις κλίνες του δεύτερου σταδίου της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Στις κλίνες αυτές λαμβάνει χώρα επιπλέον αποδόμηση της οργανικής ύλης που παρέμεινε καθώς και περαιτέρω νιτροποίηση.

Τα επεξεργασμένα λύματα από τα φρεάτια στράγγισης όλων των κλινών του Σταδίου Ι καταλήγουν στο δεύτερο φρεάτιο τροφοδοσίας των κλινών σταδίου ΙΙ, το οποίο κατασκευάζεται και λειτουργεί όπως και προηγουμένως (βλ§4.5). Στο φρεάτιο αυτό εισέρχονται 3 αγωγοί συλλογής στραγγισμάτων. Ο πρώτος από το επάνω επίπεδο των κλινών σταδίου Ι ξεκινά από το φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων του κεντρικού χωροταξικά ζεύγους κλινών. Ο δεύτερος αγωγός έρχεται από το φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων όπου συλλέγονται τα στραγγίδια δύο ζευγών κλινών δεξιά του φρεατίου τροφοδοσίας των κλινών. Τέλος, ο τρίτος αγωγός εισέρχεται από το φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων όπου συλλέγονται τα στραγγίδια ενός ζεύγους κλινών αριστερά αυτού. Οι αγωγοί που μεταφέρουν τα λύματα από τις κλίνες σταδίου Ι στο φρεάτιο Β είναι PVC Ø200 ενώ ο αγωγός σύνδεσης του φρεατίου Β με τις κλίνες σταδίου ΙΙ είναι PVC Ø200, 6 atm.

Οι κλίνες του σταδίου ΙΙ θα είναι πανομοιότυπες με αυτές του σταδίου Ι. Κριτήριο σχεδιασμού χρησιμοποιείται η επιφάνεια ανά κάτοικο, η οποία λαμβάνεται αυτή τη φορά ίση με 0,4 m<sup>2</sup>/κάτοικο περίπου.

Για τα υλικά πλήρωσης, τη διάταξη τροφοδοσίας καθώς και τα δίκτυα στράγγισης και αερισμού ισχύουν όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Κατά την Α φάση θα κατασκευαστούν έξι όμοιες κλίνες επιφάνειας 208 m<sup>2</sup> έκαστη (με εσωτερικές διαστάσεις 13,0 m x 16,0 m) διατεταγμένες σε ζεύγη ανά δύο και τοποθετούνται σε ένα επίπεδο παράλληλο και κατάντη του επιπέδου των κλινών επεξεργασίας σταδίου Ι. Το επίπεδο διαμορφώνεται σε υψόμετρα εδάφους +41,50 έως +40,50 ακολουθώντας τα υψόμετρα της βοηθητικής οδού ανάντη των κλινών και +39,90 έως + 38,90 m κατάντη αυτών. Τηρείται πάλι κατά μήκος κλίση ίση με 1% και κατά πλάτος 9%. Η υψομετρική διαφορά του επιπέδου κλινών σταδίου ΙΙ με το ταμπάνι των κλινών σταδίου Ι είναι 3,6 m.

Η στέψη των κλινών θα κυμανθεί ανάλογα σύμφωνα με τα σχετικά υψόμετρα που εμφανίζονται στο σχέδιο ΚΑ - 307 και στην οριζοντιογραφία ΟΡ 102. Πρέπει να προσεχθεί η απρόσκοπτη ροή των στραγγισμάτων στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας.

Θα προβλεφθεί χώρος για την τοποθέτηση δύο πρόσθετων κλινών κατά τη τεσσαρακονταετία. Οι κλίνες κατασκευάζονται από σκυρόδεμα και έχουν βάθος 1,60 m από τα οποία το 1,05 m καταλαμβάνουν τα υλικά πλήρωσης. Επίσης, θα υπάρχει όπως και πριν η δυνατότητα απομόνωσης και λειτουργίας εκάστης των κλινών.

Και στις κλίνες αυτές η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση της άνω επιφάνειας άμμου από την επίπεδη επιφάνεια θα είναι 0,01 m.

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο ΚΑ-307.

Οι κλίνες του σταδίου ΙΙ θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

	Α Φάση	Β Φάση
Αριθμός κλινών	6	+ 2
Επιφάνεια ανά κάτοικο	0,38 m <sup>2</sup>	0,42m <sup>2</sup>
Επιφάνεια κλίνης	208 m <sup>2</sup>	208 m <sup>2</sup>
Συνολική επιφάνεια	1248 m <sup>2</sup>	1664 m <sup>2</sup>

Μετά το στάδιο αυτό τα λύματα εισέρχονται στις λίμνες ωρίμανσης όπου υφίστανται τριτοβάθμια επεξεργασία. Συγκεκριμένα, τα επεξεργασμένα λύματα από τα φρεάτια στράγγισης όλων των κλινών του Σταδίου II καταλήγουν μέσω κοινού αγωγού βαρύτητας PVC Ø200 στην 1<sup>η</sup> λίμνη ωρίμανσης. Σε ειδικό φρεάτιο συμβολής που κατασκευάζεται προβλέπεται η παράκαμψη της λίμνης με αγωγό PVC 0250 και η διοχέτευση των λυμάτων στον κεντρικό αγωγό by pass της εγκατάστασης που οδηγεί στην είσοδο της δεξαμενής χλωρίωσης.

### **Αποικοδόμηση BOD στις κλίνες**

Η προσομοίωση της αποικοδόμησης του BOD γίνεται με κινητικές αντιδράσεις πρώτης τάξης και εμβολοειδή (plug) ροή, με τη διαφορική εξίσωση:

$$\frac{C_e}{C_0} = e^{(-K_T \cdot t)} \quad (4.1)$$

όπου  $C_e$  και  $C_0$  είναι αντίστοιχα η συγκέντρωση των εκροών του συστήματος και της εισροής σε mg/l.

Η σταθερά αποικοδόμησης πρώτης τάξης,  $K_T$ , εξαρτάται από τη θερμοκρασία και δίνεται από τη σχέση:

$$K_T = K_{20} * (1,1)^{T-20} \quad (4.2)$$

όπου:

$K_{20}$ : η τιμή της σταθεράς στους 20°C η οποία εξαρτάται από το πορώδες του μέσου και είναι ίση με  $K_{20} = 37.31 * K_0 \cdot n^{4.172}$  (4.3)

όπου  $K_0$  (d<sup>-1</sup>) είναι η βέλτιστη τιμή της σταθεράς για ένα πορώδες μέσο, στο οποίο έχει αναπτυχθεί πλήρως η ζώνη του ριζικού συστήματος. Η βέλτιστη αυτή τιμή για τυπικά αστικά απόβλητα είναι  $K_0 = 1,839 \text{ d}^{-1}$

Όσον αφορά το πορώδες  $n$  του μέσου για διάφορα υλικά πλήρωσης των τεχνητών υγροτόπων ισχύουν τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 32. Χαρακτηριστικά τυπικών υποστρωμάτων τεχνητών υγροτόπων υποεπιφανειακής ροής (US. EPA, 1988)

Τύπος μέσου	Ενεργό πορώδες $n$ [-]	Υδραυλική αγωγιμότητα $k$ [m/d]
Μέση άμμος	0,42	420
Χονδρόκοκκη άμμος	0,39	480
Χαλικώδης άμμος	0,35	500

Για το σχεδιασμό του τεχνητού υγροβιότοπου επιλέγεται ως πληρωτικό υλικό η χαλικώδης άμμος καθώς βρίσκει μεγαλύτερη εφαρμογή στα περισσότερα εφαρμοζόμενα συστήματα παρέχοντας τα βέλτιστα υδραυλικά χαρακτηριστικά στο σύστημα αποφεύγοντας τη δημιουργία καναλιών προνομιακής ροής ή και νεκρές ζώνες εντός του υγροβιότοπου. Οπότε λαμβάνοντας από τον παραπάνω πίνακα  $n = 0,35$  προκύπτει η σταθερά  $K_{20} = 0,86 \text{ d}^{-1}$  και από τη σχέση (4.2) για τυπική θερμοκρασία λυμάτων το χειμώνα  $T = 12^\circ\text{C}$ , η τιμή της σταθεράς  $K_T = 0,401 \text{ d}^{-1}$ .

Γενικά, η ροή σε ένα σύστημα SFS δίνεται από το Νόμο του Darcy, δηλαδή,

$$Q = K \cdot A \cdot S \quad (4.4)$$

όπου:

Q: η μέση παροχή των αποβλήτων ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

K: υδραυλική αγωγιμότητα του μέσου πλήρωσης ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ )

A: επιφάνεια κάθετη στην κατεύθυνση ροής ( $\text{m}^2$ ),  $A = W \cdot d$ , όπου W το πλάτος της λεκάνης και d το βάθος

S: υδραυλική κλίση της λεκάνης,  $dh/Dl$  (m/m)

Από την παραπάνω εξίσωση και με βάση τις εξισώσεις ταχύτητας, προκύπτει ότι ο θεωρητικός χρόνος κράτησης, είναι συνάρτηση της υδραυλικής αγωγιμότητας του μέσου και του μήκους της λεκάνης και υπολογίζεται με την εξίσωση:

$$t = \frac{L}{K \cdot S} \quad (4.5)$$

Όπου L: το μήκος της λεκάνης

Ο πραγματικός χρόνος παραμονής του υγρού αποβλήτου στη λεκάνη είναι ο λόγος του όγκου των κενών του πορώδους υλικού, που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της λεκάνης, προς τη μέση παροχή, η οποία διέρχεται από το σύστημα:

$$t = \frac{V_u}{Q_0} = \frac{n \cdot V}{Q_0} = n \frac{W \cdot L \cdot d}{Q_0} = n \frac{A_s \cdot d}{Q_0} \quad (4.6)$$

όπου:

$V_u$ : ο όγκος των κενών του πορώδους υλικού

$Q_0$ : η μέση παροχή των αποβλήτων ( $m^3/d$ )

L: το μήκος της λεκάνης (m)

W: το πλάτος της λεκάνης (m)

d: το βάθος στρώσης πορώδους υλικού (m)

n: το πορώδες του υλικού

$A_s$ : η οριζόντια επιφάνεια της λεκάνης ( $m^2$ )

Αντικαθιστώντας την εξίσωση (4.6) στη σχέση (4.1) προκύπτει:

$$\frac{C_e}{C_0} = e^{\left[ \frac{K_T \cdot A_s \cdot d \cdot n}{Q} \right]} \quad \text{ή} \quad A_s = \frac{Q_0}{K_T \cdot d \cdot n} * \ln \frac{C_0}{C_e} \quad (4.7)$$

Από τη σχέση (4.7) λαμβάνοντας τις τιμές των παραμέτρων που υπολογίζονται από τις παραπάνω σχέσεις και για τις επιφάνειες των κλινών, προκύπτει η μείωση

του οργανικού φορτίου BOD<sub>5</sub> στις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας. Όσον αφορά τα αιωρούμενα στερεά, στους τεχνητούς υγρότοπους επιτυγχάνεται απομάκρυνση της τάξης του 60%. Όσον αφορά την απομάκρυνση θρεπτικών αν και παρατηρείται κάποια μικρή μείωση στους υγρότοπους, από τη μεριά της ασφάλειας δεν λαμβάνεται υπόψη μείωσή τους.

Στους υπολογισμούς λήφθηκε ως συγκέντρωση BOD<sub>5</sub> εισόδου στις κλίνες του σταδίου I η συγκέντρωση εξόδου της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης και αντίστοιχα είσοδος στις κλίνες του σταδίου II λήφθηκε η έξοδος των κλινών του σταδίου I.

Πίνακας 33. Ρυπαντικά φορτία στην έξοδο των κλινών τεχνητού υγρότοπου

	<b>A ΦΑΣΗ</b>		<b>B ΦΑΣΗ</b>	
παροχή (m <sup>3</sup> /d)	<b>967,68</b>		<b>1080,0</b>	
ρυπαντικά φορτία	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l
BODs	79,0	81,7	91,5	84,8
TSS	46,2	47,7	56,0	51,9
TN	36,0	37,2	44,0	40,7
TP	8,0	8,3	10,0	9,3



## **4.8 ΛΙΜΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ**

Για την περαιτέρω επεξεργασία των λυμάτων χρησιμοποιούνται λίμνες σταθεροποίησης.

Οι λίμνες σταθεροποίησης είναι μια από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους επεξεργασίας λυμάτων. Πρόκειται για απλές και μικρού κόστους μεθόδους που είναι εφαρμόσιμες σε μικρές κοινότητες κυρίως λόγω των μεγάλων εκτάσεων που απαιτούνται. Απαιτούν μικρό κόστος κατασκευής και λειτουργίας, ενώ παράλληλα είναι απλές στην συντήρησή τους. Επίσης, λειτουργούν ικανοποιητικά σε αιχμές φορτίου ή σε διακοπτόμενη παροχή. Η επεξεργασία στις λίμνες γίνεται με συνδυασμό φυσικών, βιολογικών και χημικών διαδικασιών. Το μεγαλύτερο μέρος της επεξεργασίας γίνεται φυσικά, αλλά σε κάποια συστήματα χρησιμοποιείται τεχνητός αερισμός για την αύξηση της αποδοτικότητας του συστήματος και τη μείωση της απαιτούμενης επιφάνειας.

Ο σχεδιασμός βασίζεται σε παραμέτρους όπως το είδος του εδάφους, το μέγεθος της διαθέσιμης γης και το κλίμα. Σημαντικός παράγοντας σχεδιασμού είναι το είδος και η ποσότητα του προς επεξεργασία λύματος και ο βαθμός επεξεργασίας που απαιτείται. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους οι λίμνες διακρίνονται σε αναερόβιες (βάθους >5m), επαμφοτερίζουσες (βάθους 1,5-2,5m) και αερόβιες (βάθους 0,3-0,6m).

Βασικό πλεονέκτημα των λιμνών σταθεροποίησης, εκτός από την απομάκρυνση οργανικού άνθρακα και αζώτου μέσω της απονιτροποίησης που λαμβάνει χώρα στις λίμνες, αποτελεί και η μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών ώστε τα επεξεργασμένα λύματα να είναι κατάλληλα για άρδευση. Η μείωση των παθογόνων επιτυγχάνεται για χρόνους παραμονής των λυμάτων μεγαλύτερους των 10 ημερών. Κατά τη διάρκεια αυτή οι ιοί και τα βακτηρίδια είτε καταναλώνονται από άλλους οργανισμούς είτε καταστρέφονται, ενώ οι τυχόν εναπομείναντες οργανισμοί καθιζάνουν στον πυθμένα των λιμνών.

### **Διαστασιολόγηση - Τεχνική περιγραφή**

Στην ΕΕΛ Δήμου Φιλιατών με βάση την τοπογραφία του οικοπέδου κατασκευάζονται δύο επαμφοτερίζουσες λίμνες βάθους 2,0m και συνολικής επιφάνειας 6740m<sup>2</sup>. Αφήνεται πάντα 0,5 m ελεύθερη επιφάνεια από τη στέψη της

λίμνης. Οι λίμνες είναι χωμάτινες, θα λειτουργούν υδραυλικά σε σειρά και θα επαρκούν και για την παροχή σχεδιασμού της τεσσαρακονταετίας.

Οι λίμνες τοποθετούνται με υψομετρική διαφορά 2,5 m. Το πρώτο επίπεδο της λίμνης I διαμορφώνεται σε υψόμετρο εδάφους +36,0 και της λίμνης II στο +33,5.

Περιλαμβάνουν τρεις ζώνες:

- Ανώτερη αερόβια ζώνη όπου αερόβια βακτηρίδια χρησιμοποιούν το οξυγόνο που παράγεται από τα άλγη (φωτοσύνθεση) και τον επαναερισμό μέσω της επιφάνειας
- Κατώτερη ανοξική ζώνη στην οποία επαμφοτερίζοντα βακτηρίδια αποδομούν την οργανική ύλη χρησιμοποιώντας διάφορες πηγές οξυγόνου
- Αναερόβια ζώνη όπου γίνεται αποδόμηση ιλύος από αναερόβια βακτηρίδια

Η απαιτούμενη επιφάνεια ανά κάτοικο είναι ίση τουλάχιστον με 1,5 m<sup>2</sup>/ανά κάτοικο. Επίσης ελέγχεται ο χρόνος παραμονής, ο οποίος απαιτείται να είναι τουλάχιστο 10 μέρες για τη μέση παροχή της Β' φάσης. Το μέγιστο βάθος των λιμνών είναι 2 m εκ των οποίων το 0,5 m αποτελεί κατά το μέγιστο τον αποθηκευτικό όγκο για άρδευση.

Η έξοδος από την πρώτη λίμνη γίνεται με αγωγό υπερχειλίσης PVC 0250, ώστε να ρυθμίζεται η στάθμη του νερού στη λίμνη. Η σύνδεση μεταξύ των δύο λιμνών θα γίνει μέσω φρεατίου σύνδεσης διαστάσεων: 1,20 x 1,20 x 1,45 m. Από το φρεάτιο σύνδεσης εκκινεί αγωγός παράκαμψης της 2<sup>ης</sup> λίμνης ωρίμανσης, PVC 0250, ο οποίος συμβάλλει στον κεντρικό αγωγό by pass της εγκατάστασης. Όπως αναφέρθηκε και στην § 4.6.5 πριν την είσοδο των λυμάτων στην πρώτη λίμνη προβλέπεται επίσης δυνατότητα παράκαμψης των λιμνών. Στην κανονική λειτουργία από το φρεάτιο σύνδεσης τα επεξεργασμένα λύματα καταλήγουν στη δεύτερη λίμνη μέσω αγωγού PVC Ø250.

Για προστασία από την υγρασία το φρεάτιο καλύπτεται με εξωτερική ασφαλική επάλειψη. Για προστασία από τις πιθανόν διαβρωτικές ιδιότητες του υγρού εσωτερικά θα φέρει επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Στην είσοδο και στην έξοδο κάθε λίμνης θα κατασκευαστεί με τη βοήθεια λίθων λατομείου κατάλληλη στρώση φίλτρου πάχους 1 m περίπου. Η ακτίνα του φίλτρου θα είναι περίπου 10 m και θα ξεκινά εξωτερικά με χαλίκι 15 έως 50 mm για να καταλήγει στο σημείο εξόδου σε λίθους λίγο μεγαλύτερους από τη διάμετρο του αγωγού.

Προβλέπεται ξεχωριστός αγωγός εκκένωσης για κάθε λίμνη, PVC Ø125, 6 atm, ο οποίος λειτουργεί με τη βοήθεια δικλείδας DN 125 τοποθετημένη σε παρακείμενο φρεάτιο. Ο αγωγός εκκένωσης της πρώτης λίμνης καταλήγει σε φρεάτιο συμβολής με τον κεντρικό αγωγό by pass της εγκατάστασης (βλ σχέδιο OR 103). Ο αγωγός εκκένωσης της δεύτερης λίμνης καταλήγει απευθείας (διαμέσου του φρεατίου δικλείδας) στο φρεάτιο SA3 του αγωγού διάθεσης της εγκατάστασης.

Για την αποτελεσματική στεγανοποίηση των λιμνών ο πυθμένας τους θα καλύπτεται από μεμβράνη πολυαιθυλενίου, στρώση γεωυφάσματος και υπόστρωμα 10 cm από λεπτόκοκκο διαβαθμισμένο υλικό, ώστε να εξαλειφθούν τυχόν εδαφικές ανωμαλίες.

Η γεωμεμβράνη θα καλύψει όλη την έκταση κάθε λεκάνης (πυθμένας και πρανή) και θα αγκυρωθεί σε τάφρο περιμετρικά του ορίου της κάθε λεκάνης. Η αγκύρωση θα ξεκινά τουλάχιστον 0,5m από τη στέψη της λεκάνης και θα έχει διαστάσεις 0,5 x 0,5 m (Π x Β). Τα χαρακτηριστικά της τάφρου και η λεπτομέρεια σύνδεσης των λιμνών φαίνονται στο σχέδιο KA 308.

Η διάταξη των λιμνών στο χώρο γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ευνοείται η κίνηση του νερού από την πρώτη στη δεύτερη λίμνη κατά μήκος των λιμνών. Μεταξύ αλλά και περιμετρικά των λιμνών κατασκευάζεται βοηθητικός δρόμος σε ανάχωμα πλάτους περίπου 4,0 m για την εξυπηρέτηση των μονάδων, το οποίο θα διαστρωθεί με αμμοχάλικο 0,15 m.

Κατά την κατασκευή των λιμνών λαμβάνεται μέριμνα η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα να είναι κατά 30 cm τουλάχιστον χαμηλότερα από τον πυθμένα των λιμνών.

Στην κατάσταση της σταθερής λειτουργίας τα διαυγασμένα λύματα από τη λίμνη II οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης. Η σύνδεση της λίμνης με τη δεξαμενή γίνεται με τη βοήθεια αγωγού PVC Ø250 ο οποίος υπερχειλίζει και λειτουργεί με ελεύθερη επιφάνεια, ώστε να ρυθμίζεται η στάθμη νερού στη λίμνη. Εναλλακτικά, με τη βοήθεια δεύτερου αγωγού εξόδου από τη λίμνη μπορεί να παρακαμφτεί η δεξαμενή απολύμανσης και τα λύματα να διοχετευθούν στο αντλιοστάσιο άρδευσης - ανακυκλοφορίας. Ο αγωγός ξεκινά στην περίπτωση αυτή από τον πυθμένα της λίμνης και θα είναι PVC Ø250, 6 atm.

Στη λίμνη II θα εγκατασταθεί on line μετρητής pH.

Οι λίμνες θα έχουν τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

Αριθμός λιμνών	2
Επιφάνεια ανά κάτοικο	1,59 m <sup>2</sup>
Επιφάνεια λίμνης I και II	3140 m <sup>2</sup> και 3600 m <sup>2</sup>
Συνολική επιφάνεια	6740 m <sup>2</sup>
Χρόνος παραμονής	>10 μέρες (40ετία)
Μέσο βάθος	1,7 m
Μέγιστο βάθος	2 m
Μεμβράνη στεγανοποίησης	HDPE 1,5 mm
Στρώση γεωυφάσματος	≥360 g/m <sup>2</sup>

### Τοποθέτηση Γεωμεμβράνης

Στα χαρακτηριστικά του γεωυφάσματος και της γεωμεμβράνης περιλαμβάνεται και η συμπεριφορά τους σε έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV).

Η μεμβράνη, όταν θα προσκομίζεται επιτόπου, θα ελέγχεται, ώστε να είναι ομοιογενής, καθαρή από οποιαδήποτε ξένα υλικά ή έλαια και απαλλαγμένη από φθορές, σχισίματα, σπασίματα, φυσαλίδες, σπές, μικρορηγματώσεις ή άλλες φθορές που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη στεγανωτική ικανότητα της.

Η επιφάνεια του υποστρώματος πρέπει να είναι ομαλή και στον πυθμένα δεν πρέπει να υπάρχουν νερά.

Κατά την τοποθέτηση πρέπει να προτιμώνται καλές καιρικές συνθήκες (άπνοια - όχι βροχή - κανονική θερμοκρασία 150°C περίπου). Πάντως αν υπάρξουν συνθήκες ανέμου θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προσωρινής στερεώσεως της μεμβράνης.

Τα φύλλα θα διαστρώνονται με τη μεγάλη πλευρά κάθετη προς τη στέψη της διατομής του ρέματος, αρχίζοντας από πάνω προς τα κάτω και στο άνω μέρος θα αγκυρώνονται σε χαντάκι.

Η εργασία θα γίνεται με κάθε επιμέλεια ώστε να αποφευχθεί τραυματισμός της μεμβράνης ή αποτυχία συγκόλλησης.

Οι προς συγκόλληση επιφάνειες πρέπει να είναι καθαρές, χωρίς σκόνη, χρώμα, υγρασία και ξένες ουσίες.

Η συγκόλληση γίνεται είτε με τη μέθοδο της εξέλασης δηλαδή, με τετηγμένο πολυαιθυλένιο το οποίο με κατάλληλο μηχάνημα συνδέει τα δύο φύλλα της μεμβράνης είτε με την μέθοδο θερμής σφήνας, η οποία κινείται με μηχανικό τρόπο ανάμεσα στα δύο προς συγκόλληση φύλλα μεμβράνης τα οποία λιώνει και συγκολλά με πίεση και πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες του εργοστασίου κατασκευής της μεμβράνης.

Ο εξοπλισμός της συγκόλλησης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα προσαρμογής των θερμοκρασιών στη ζώνη επαφής, όπου το μηχάνημα λιώνει τη μεμβράνη, ώστε η αλλαγή των συνθηκών του περιβάλλοντος να μην επηρεάσει την ακεραιότητα της συγκόλλησης. Εάν παρατηρηθεί ασυνέχεια της συγκόλλησης το υλικό θα κόβεται, θα επικαλύπτεται και θα εφαρμόζεται εξέλαση για την επανασυγκόλληση.

Όλες οι επί τόπου κολλήσεις θα ελεγχθούν με εισαγωγή πεπιεσμένου αέρα μεταξύ δύο παράλληλων γραμμών κόλλησης (πίεση 2,15 atm) και διατήρηση της πίεσης για 5 min. Αν δεν παρατηρηθεί πτώση πίεσης στο διάστημα αυτό η κόλληση θεωρείται επαρκής.

Συνιστάται η άμεση κατασκευή προστατευτικής επίστρωσης της μεμβράνης μετά την τοποθέτηση της, ώστε να αποφευχθούν φθορές.

Στα σημεία σύνδεσης με κατασκευές από σκυρόδεμα συνιστάται η μεμβράνη να είναι χαλαρή, ώστε να παραληφθούν τυχόν μετακινήσεις.

### **Απομάκρυνση ρυπαντικών φορτίων**

#### Απομάκρυνση BOD<sub>5</sub>

Υπολογίστηκε η απόδοση της επαμφοτερίζουσας λίμνης κάνοντας την αποδοχή κινητικής πρώτου βαθμού για την απομάκρυνση της οργανικής τροφής και πλήρους μίξης στη λίμνη:

$$\frac{BOD_{eff}}{BOD_m} = \frac{1}{(1+k_T \cdot HRT)} \quad (4.8)$$

Όπου  $BOD_{eff}$  και  $BOD_{in}$  είναι αντίστοιχα η συγκέντρωση εξόδου και εισόδου των λιμνών σε mg/l και HRT ο χρόνος παραμονής στις λίμνες.

Η σταθερά  $K_T$  ρυθμού αντιδράσεως δίνεται από τη σχέση:

$$k_T = k_{20} * 1.05 * (T_{αέρα} - 20) \quad (4.9)$$

Όπου  $k_{20}$  η τιμή της σταθεράς της αντίδρασης στους 20°C ίση με 0,3.

$T_{αέρα}$  λαμβάνεται η μέση θερμοκρασία το χειμώνα (°C)

Εφαρμόζοντας την σχέση (4.8) υπολογίζεται η απομάκρυνση του  $BOD_5$  στις δύο λίμνες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 34. Αποτελέσματα απομάκρυνσης οργανικού άνθρακα στις λίμνες σταθεροποίησης**

Παράμετρος	Α φάση		Β φάση	
	1 <sup>η</sup> λίμνη	2 <sup>η</sup> λίμνη	1 <sup>η</sup> λίμνη	2 <sup>η</sup> λίμνη
$K_{20} [d^{-1}]$	0,3		0,3	
Ταέρα ΓΟ]	6		6	
$k_T [d^{-1}]$	0,152		0,152	
HRT [d]	6,5	6,6	6,5	6,6
A [m <sup>2</sup> ]	3150	3200	3150	3200

Παράμετρος	Α φάση		Β φάση	
$BOD_{εισόδου} [mg/l]$	81,7	41,1	84,8	45,0
$BOD_{εξόδου} [mg/l]$	41,1	20,5	45,0	23,7
% συνολική απομάκρυνση $BOD_5$	49,7	50,1	46,9	47,3

## Απομάκρυνση του αζώτου

Όσον αφορά την απομάκρυνση του ολικού αζώτου στις λίμνες, αυτή υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$TN_e = TN_o \cdot \exp[-k_T \cdot (HRT + 60,6 \cdot (pH - 6,6))] \quad (4.10)$$

Όπου:  $TN_e$  η συγκέντρωση ολικού αζώτου στην εκροή της λίμνης (mg/l)

$TN_o$  η συγκέντρωση ολικού αζώτου στην είσοδο της λίμνης (mg/l)

HRT ο χρόνος παραμονής στις λίμνες (d)

$k_T$  η σταθερά ρυθμού αντιδράσεως ( $d^{-1}$ ) που υπολογίζεται από τη σχέση

$k_T = k_{20} \cdot 1,039 \cdot (T_w - 20)$ , όπου  $k_{20} = 0,0064d^{-1}$  και  $T_w$  η θερμοκρασία υγρών στη λίμνη

Η θερμοκρασία των λυμάτων μέσα στη λίμνη, λόγω του μεγάλου χρόνου παραμονής και της μεγάλης επιφάνειας επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, μπορεί δε να εκτιμηθεί από την ακόλουθη σχέση:

$$T_w = \frac{A \cdot f \cdot T_{\text{αέρα}} + Q \cdot T_i}{A \cdot f + Q} \quad (4.11)$$

Όπου  $T_w$  η θερμοκρασία λίμνης ( $^{\circ}C$ )

$T_{\text{αέρα}}$  η θερμοκρασία αέρα ( $^{\circ}C$ )

$T_i$  η θερμοκρασία λυμάτων ( $^{\circ}C$ )

$A$  η επιφάνεια της λίμνης ( $m^2$ )

$f$  συντελεστής αναλογίας = 0,5

$Q$  η παροχή των λυμάτων ( $m^3/hr$ )

Η τιμή του pH στη σχέση (4.10) μπορεί να εκτιμηθεί από την εξίσωση  $pH = 7,3 \cdot \exp[0,0005 \cdot (A/k)]$ , όπου  $A/k$  είναι η αλκαλικότητα των εισερχομένων λυμάτων σε mg  $CaCO_3/l$ . Τα αποτελέσματα της απομάκρυνσης αζώτου στις δύο λίμνες φαίνονται παρακάτω:

Πίνακας 35. Αποτελέσματα απομάκρυνσης οργανικού αζώτου στις λίμνες σταθεροποίησης

Παράμετρος	Α φάση		Β φάση	
	1 <sup>η</sup> λίμνη	2 <sup>η</sup> λίμνη	1 <sup>η</sup> λίμνη	2 <sup>η</sup> λίμνη
$K_{20}$ [d <sup>-1</sup> ]	0,0064		0,0064	
T αέρα [°C]	6		6	
T <sub>l</sub> [°C]	12		12	
1	8,3	8,3	8,3	8,3
HRT [d]	6,5	6,6	6,5	6,6
A [m <sup>2</sup> ]	3150	3200	3150	3200
TNo [mg/l]	33,5	20,5	36,7	22,4
TNe [mg/l]	20,5	12,5	22,4	13,7
% συνολική απομάκρυνση TN	38,8	39,0	39,0	38,8

Απομάκρυνση παθογόνων μικροοργανισμών

Η μείωση των κωλοβακτηριδίων στις λίμνες σταθεροποίησης θεωρείται ότι ακολουθεί την κινητική πρώτης τάξης:

$$N_e = \frac{N_i}{1+k_T \cdot \theta} \quad (4.12)$$

Όπου

$N_e$  το πλήθος των κωλοβακτηριδίων στην είσοδο (FC/100ml)

$N_i$  το πλήθος των κωλοβακτηριδίων στην έξοδο (FC/100ml)

$\theta$  ο χρόνος παραμονής (d)

$k_T$  σταθερά ρυθμού αφαίρεσης των κωλοβακτηριδίων ισχυρά εξαρτημένη από τη θερμοκρασία και ίση με  $k_T = 2,6 \cdot 1,19 \cdot (T_w - 20)$

Στην περίπτωση των 2 λιμνών σε σειρά η παραπάνω σχέση γίνεται:

$$N_e = \frac{N_i}{(1 + k_{T1} \cdot \theta_1) \cdot (1 + k_{T2} \cdot \theta_2)} \quad (4.13)$$

Θεωρώντας συγκέντρωση FC των ανεπεξέργαστων λυμάτων  $10^7$ FC/100ml και



λαμβάνοντας υπόψη ότι κατά την επεξεργασία στους τεχνητούς υγροτόπους επιτυγχάνεται μείωση έως και 90-99%, λαμβάνεται μια συντηρητική συγκέντρωση εισόδου παθογόνων μικροοργανισμών  $N_0$  στις επαμφοτερίζουσες λίμνες ίση με  $10^6$ FC/100ml. Τα αποτελέσματα της απομάκρυνσης των παθογόνων μικροοργανισμών στις λίμνες παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 36. Αποτελέσματα απομάκρυνσης παθογόνων μ/ο στις λίμνες Σταθεροποίησης

Παράμετρος	A φάση	B φάση
$k_{T1}, k_{T2}$ [ $d^{-1}$ ]	0,338	0,348
$\theta_1$ [d]	6,5	5,8
$\theta_2$ [d]	6,6	5,9
$N_i$ [FC/100ml]	$10^6$	$10^6$
$N_e$ [FC/100ml]	$\sim 1,0 \cdot 10^5$	$\sim 1,1 \cdot 10^5$
% απομάκρυνση FC	90,4	89,2

## 4.9 ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ

Μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία στις λίμνες ωρίμανσης τα επεξεργασμένα λύματα αναμένεται ότι είναι κατάλληλα για άρδευση. Σύμφωνα όμως με τη νομαρχιακή απόφαση της 10-5-2001 του νομού Θεσπρωτίας Δ.Υ.Π./Οικ/2805 απαιτείται στην εγκατάσταση να υπάρχει η δυνατότητα πρόσθετης απολύμανσης με χλωρίωση. Για τον έλεγχο της δόσης του χλωριωτικού, αλλά και τη ρύθμιση του υπολειμματικού χλωρίου στα επιθυμητά όρια θα εφαρμοστεί επιπλέον αποχλωρίωση των επεξεργασμένων λυμάτων.

### Διαστασιολόγηση

#### Χλωρίωση

Η απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων θα γίνεται με τη χρήση υποχλωριώδους νατρίου NaOCl. Τα κριτήρια σχεδιασμού είναι:

- Συγκέντρωση κολοβακτηριδίων στην είσοδο:  $N_0 = 2 \times 10^5 \text{FC}/100\text{ml}$
- Συγκέντρωση κολοβακτηριδίων στην εκροή από την εγκατάσταση:  $N < 100 \text{FC}/100\text{ml}$
- Χρόνος επαφής λυμάτων στη δεξαμενή χλωρίωσης:  $t = 30 \text{ min.}$

Σύμφωνα μ' αυτά ο ωφέλιμος όγκος της δεξαμενής θα πρέπει να είναι:

$$V = \frac{30 \text{ min} \cdot (16 \text{ l / s} \times 60)}{1000} = 28,8 \text{ m}^3$$

Λαμβάνοντας ωφέλιμο βάθος 1,5 m απαιτείται δεξαμενή επιφάνειας 14,4 m<sup>2</sup>, η οποία θα είναι μαιανδρική. Στις δεξαμενές αυτές ο λόγος του μήκους της διαδρομής που διανύει το υγρό προς το πλάτος διαδρομής κυμαίνεται τουλάχιστον από 20/1 σε 40/1, ενώ τιμές πάνω του 40/1 είναι επιθυμητές.

Η απαιτούμενη δόση χλωρίου προκύπτει από την σχέση του Collins:

$$\frac{N}{N_0} = (1 + 0,23 \chi C \chi T)^{-3} \quad (4.14)$$

Όπου:

N : ο αριθμός FC στην έξοδο της χλωρίωσης (αριθμός FC/100ml)

N<sub>0</sub> : ο αριθμός FC στην είσοδο της χλωρίωσης (αριθμός FC/100ml)

C : η συγκέντρωση του υπολειμματικού χλωρίου (mg/l)

t : ο χρόνος παραμονής (min)

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης δόσης χλωρίου C<sub>0</sub>, εφαρμόζεται η σχέση:

$$C = 0,7 \cdot C_0 \cdot e^{-0,003t} \quad (4.15)$$

Γνωρίζοντας την απαιτούμενη ποσότητα προσθήκης χλωρίου και με βάση το ειδικό βάρος και την πυκνότητα του χρησιμοποιούμενου διαλύματος NaOCl υπολογίζεται η απαιτούμενη ποσότητα προσθήκης δ/τος NaOCl. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στη συνέχεια:

**Πίνακας 37. Χαρακτηριστικά συστήματος χλωρίωσης**

Παράμετρος	Τιμή
No [FC/100ml]	2,0·10 <sup>5</sup>
N [FC/100ml]	1000
t [min]	30
C [mg/l]	0,7
Co [mg/l]	1,1
Ειδικό βάρος NaOCl	1,20
d δ/τος NaOCl	0,14
Απαιτούμενη ποσότητα δ/τος NaOCl (lt/hr)	0,35

Επομένως απαιτείται η εγκατάσταση δοσομέτρησης διαλύματος NaOCl για παροχή διαλύματος έως 0,35l/h. Θα εγκατασταθούν δύο (2) δοσομετρικές αντλίες (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική) αντίστοιχης παροχής και κατάλληλου μανομετρικού, δυνατότητας διακύμανσης παροχών από 0 -100 % της παροχής της.

Κάθε αντλία θα είναι εφοδιασμένη με δικλείδα απομόνωσης και δικλείδα αντεπιστροφής. Οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή για την ομοιόμορφη φθορά τους. Ο έλεγχος της εκκίνησης και στάσης των αντλιών γίνεται αυτόματα με βάση την ένδειξη του μετρητή υπολειμματικού χλωρίου.

Για να υπάρχει επάρκεια διαθέσιμου αποθηκευτικού όγκου για το NaOCl είναι σκόπιμο να εξασφαλισθεί ο απαιτούμενος όγκος για αποθήκευση 15 ημερών.

Οπότε απαιτείται δοχείο αποθήκευσης χωρητικότητας τουλάχιστον  $V = 15 \times 0,35 \times 24 = 126 \text{ lt}$ .

Επιλέγεται δοχείο όγκου 150 lt από πολυαιθυλένιο, το οποίο εγκαθίσταται όπως και το σύστημα δοσομέτρησης στον ξηρό θάλαμο του αντλιοστασίου άρδευσης - ανακυκλοφορίας.

#### Αποχλωρίωση

Για την αποχλωρίωση των επεξεργασμένων λυμάτων, ώστε να μειωθεί το υπολειμματικό χλώριο σε συγκέντρωση 0,1 mg/l και να είναι δυνατή η τροφοδότηση των αποχλωριωμένων λυμάτων σε υδάτινο αποδέκτη χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα στις διάφορες μορφές ζωής, κατασκευάζεται φρεάτιο αποχλωρίωσης στην έξοδο του καναλιού χλωρίωσης διαστάσεων 0,8 x 0,8 m x 1,41 m βάθος υγρού και ωφέλιμο όγκο 0,9 m<sup>3</sup>. Η αποχλωρίωση των λυμάτων θα γίνεται με διάλυμα Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Η διαστασιολόγηση του συστήματος αποχλωρίωσης γίνεται με βάση τα παρακάτω:

- Ο απαιτούμενος χρόνος επαφής των λυμάτων με το χημικό μέσο για τη μέση παροχή είναι  $t = 50 \text{ sec}$
- Για κάθε mg/l υπολειμματικού χλωρίου απαιτούνται 1,5 mg/l αποχλωριωτικού
  - Η συγκέντρωση του υπολειμματικού χλωρίου στην εκροή λαμβάνεται 0,1 mg/l.

Με βάση τα παραπάνω ο θάλαμος επαφής των λυμάτων με το χημικό μέσο πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο:

$$V = 16,0 \text{ l/s} \times 50 \text{ sec} = 0,8 \text{ m}^3.$$

Επιλέγεται ωφέλιμος όγκος φρεατίου 0,9 m<sup>3</sup>.

Με βάση τα παραπάνω υπολογίζεται η απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος αποχλωρωτικού Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στη συνέχεια:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4-11:** Χαρακτηριστικά συστήματος αποχλωρίωσης

Παράμετρος	Τιμή
Co (mg/l)	1,1
Υπολειμματικό χλώριο εκροής (mg/l)	0,1
Αναλογία mg αποχλωρωτικού /mg υπολειμματικού χλωρίου	1,5
Ειδικό βάρος Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,48
d διαλύματος Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,30
Απαιτούμενη ποσότητα δ/τος Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (lt/hr)	0,08

Επομένως απαιτείται η εγκατάσταση δοσομέτρησης διαλύματος Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> για παροχή διαλύματος έως 0,1 l/h. Θα εγκατασταθούν δύο (2) δοσομετρικές αντλίες (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική) αντίστοιχης παροχής και κατάλληλου μανομετρικού και δυνατότητας διακύμανσης παροχών από 0 -100 % της παροχής της. Κάθε αντλία θα είναι εφοδιασμένη με δικλείδα απομόνωσης και δικλείδα αντεπιστροφής. Οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή για την ομοιόμορφη φθορά τους. Ο έλεγχος της εκκίνησης και στάσης των αντλιών γίνεται αυτόματα με βάση την ένδειξη του μετρητή υπολειμματικού χλωρίου.

Για να υπάρχει επάρκεια διαθέσιμου αποθηκευτικού όγκου για το Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> είναι σκόπιμο να εξασφαλισθεί ο απαιτούμενος όγκος για αποθήκευση 15 ημερών.

Οπότε απαιτείται δοχείο αποθήκευσης χωρητικότητας τουλάχιστον  $V = 15 \times 0,08 \times 24 = 29$  lt.

Επιλέγεται δοχείο όγκου 0,05 m<sup>3</sup> από πολυαιθυλένιο, το οποίο εγκαθίσταται όπως και το σύστημα δοσομέτρησης στον ξηρό θάλαμο του αντλιοστασίου άρδευσης - ανακυκλοφορίας.

## Τεχνική Περιγραφή

Παραπλεύρως της δεξαμενή και πριν από την είσοδο σε αυτή τοποθετείται το φρεάτιο συμβολής των αγωγών εξόδου δεύτερη λίμνη ωρίμανσης PVC Ø250 και του κεντρικού by pass της εγκατάστασης, PVC Ø250. Από το φρεάτιο αυτό αγωγός PVC Ø250 εισέρχεται στο εσωτερικό της δεξαμενής απολύμανσης. Κατασκευάζεται ορθογωνική δεξαμενή μαιανδρικής μορφής η οποία θα εδράζεται σε υψόμετρο +30.85. Το επίπεδο του διαμορφωμένου εδάφους είναι στο +33,50 στο ίδιο δηλαδή επίπεδο με τη δεύτερη λίμνη ωρίμανσης.

Οι εσωτερικές διαστάσεις της δεξαμενής είναι 8,00m x 3,65m x 2,45 m και αποτελείται από:

- α) Το φρεάτιο εισόδου διαστάσεων 0,80 m x 0,80 x 1.5 m και ωφέλιμου όγκου 0,95 m<sup>3</sup>. Τα λύματα από το φρεάτιο εισέρχονται στη δεξαμενή - θάλαμο επαφής μέσω τετραγωνικής οπής διαστάσεων 0,40 x 0,40 m, η οποία φέρει θυρόφραγμα αντίστοιχων διαστάσεων για την δυνατότητα παράκαμψης της δεξαμενής. Στο ίδιο φρεάτιο προβλέπεται αγωγός by pass για την παράκαμψη της δεξαμενής απολύμανσης, PVC Ø250 που οδηγεί τα λύματα απευθείας στο φρεάτιο αποχλωρίωσης. Για το σκοπό αυτό θα τοποθετηθεί θυρόφραγμα οπής Ø250. Είναι προφανές ότι στις περιπτώσεις λειτουργίας της παράκαμψης δεν λειτουργεί η διεργασία της αποχλωρίωσης.
- β) Το θάλαμο επαφής στον οποίο θα διαμορφωθούν τέσσερις (4) διάδρομοι πλάτους 0,8 m και μήκους 7,0 m με συνολικό μήκος διαδρομής 27,5 m. Ο λόγος μήκος/πλάτος διαδρομής είναι  $27,5/0,8 = 35,0$ . η επιφάνεια του θαλάμου επαφής είναι 22,0 m<sup>2</sup>, το βάθος υγρού 1,5m και ο ωφέλιμος όγκος αυτού 33,0 m<sup>3</sup>.

Η προσθήκη του NaOCl θα γίνεται στην είσοδο του θαλάμου επαφής, όπου θα επικρατούν συνθήκες ροής τέτοιες, ώστε να εξασφαλίζεται πλήρης ανάμιξη με τα επεξεργασμένα λύματα. Η επίτευξη των απαιτούμενων συνθηκών ροής εξασφαλίζεται με την κατασκευή τοιχίου υπερχειλίσης ύψους 1,25 m σε απόσταση 0,8 m από την είσοδο των λυμάτων στο κανάλι χλωρίωσης.

Η έξοδος των επεξεργασμένων λυμάτων από το θάλαμο επαφής στο φρεάτιο αποχλωρίωσης γίνεται πάνω από υπερχειλιστή λεπτής στέψης μήκους 0,8 m.

- γ) Το φρεάτιο αποχλωρίωσης διαστάσεων 0,80 m x 0,80 m και ωφέλιμου όγκου 0,9 m<sup>3</sup> από το οποίο εξέρχονται ο αγωγός PVC Ø250, 6 atm προς το φρεάτιο εξόδου της

εγκατάστασης και ο αγωγός PVC Ø250 προς το αντλιοστάσιο άρδευσης - ανακυκλοφορίας. Για την εναλλακτική αυτή λειτουργία οι αγωγοί φέρουν θυροφράγματα οπής Ø250.

Στο φρεάτιο αποχλωρίωσης θα τοποθετηθεί ένας ανοξείδωτος, ταχύστροφος αναδευτήρας για την ικανοποιητική ανάμιξη του αποχλωριωτικού μέσου με τα επεξεργασμένα λύματα. Επίσης, θα εγκατασταθεί ένας μετρητής υπολειμματικού χλωρίου.

Για προστασία από την υγρασία η δεξαμενή καλύπτεται με εξωτερική ασφαλική επάλειψη. Για προστασία από τις πιθανόν διαβρωτικές ιδιότητες του υγρού εσωτερικά θα φέρει επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο ΚΑ-309.

Τα χαρακτηριστικά της μονάδας απολύμανσης παρουσιάζονται στη συνέχεια συνοπτικά:

· Όγκος δεξαμενής χλωρίωσης	33,0 m <sup>3</sup>
· Χρόνος παραμονής	34 min
· Μήκος δεξαμενής χλωρίωσης	7,0 m
· Αριθμός διαδρόμων	4
· Πλάτος διαδρόμου	0,8 m
· Παροχή διαλύματος NaOCl	0,35 l/h
· Δοσομετρικές αντλίες NaOCl	2 (1 + 1)
· Δεξαμενές αποθήκευσης δ/τος NaOCl (1)	150 l
· Θάλαμος επαφής για αποχλωρίωση	0,9 m <sup>3</sup>
· Παροχή διαλύματος Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08 l/h
· Δοσομετρικές αντλίες Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2 (1 + 1)
· Δεξαμενές αποθήκευσης δ/τος Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (1)	50 l

#### **4.10 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

##### **Υπολογισμών αναγκών νερού άρδευσης**

Οι υδατικές ανάγκες των φυτών καθορίζονται κατά τους κρίσιμους μήνες (Μάιος - Σεπτέμβριος) ως εξής :

A.	Θάμνοι	2 λίτρα / ημέρα
B.	Δένδρα	3 λίτρα / ημέρα
Γ.	Χλοοτάπητας	3 m <sup>3</sup> / στρέμμα / ημέρα

Για τη διαστασιολόγηση των έργων του συστήματος άρδευσης, εκτός από τις υδατικές ανάγκες άρδευσης, ελήφθησαν υπόψη και οι παρακάτω απαιτήσεις:

α. Ελάχιστη συχνότητα αρδεύσεων (*εύρος άρδευσης*) (κατά την κρίσιμη περίοδο):

1. Θάμνοι και Δένδρα	1 φορά / 3 ημέρες
2. Χλοοτάπητας	1 φορά / 3 ημέρες

β. Μέγιστη ημερήσια διάρκεια λειτουργίας συστήματος άρδευσης: 8 ώρες / ημέρα

Οι απαιτούμενες ημερήσιες ποσότητες νερού άρδευσης εκτιμώνται και υπολογίζονται με βάση τις παραπάνω ειδικές καταναλώσεις, και τις διαστάσεις των επιφανειών που καλύπτουν τα φυτά.

Οι μέγιστες ανάγκες σε νερό εκτιμώνται σε 5,0 m<sup>3</sup>/ημέρα. Η ποσότητα νερού που κρίνεται απαραίτητη ανά δόση άρδευσης (Θάμνοι και Δένδρα: 1 φορά/3 ημέρες) είναι:

1. Θάμνοι και Δένδρα: 5,0 m<sup>3</sup> / δόση άρδευσης

Προκειμένου να διαστασιολογηθεί το δίκτυο πρέπει να υπολογιστεί στο ανωτέρω νούμερο της ημερησίας κατανάλωσης απόκλιση ασφαλείας τουλάχιστον της τάξεως του 15 %. Η τελική ποσότητα βάσει αυτού υπολογίζεται στα 5,8 m<sup>3</sup>/ημέρα. Η απόκλιση ασφαλείας είναι απαραίτητη σαν υπολογισμός κυρίως για να καλύψει τις ενδεχόμενες αυξημένες ανάγκες της καλοκαιρινής (κρίσιμης) περιόδου και των δύο - τριών πρώτων αρδευτικών περιόδων μετά τη φύτευση. Η ποσότητα



αυτή κρίνεται μειωμένη κατά 50% στη διάρκεια της περιόδου της άνοιξης και αντίστοιχα της περιόδου του φθινοπώρου, ενώ μειώνεται κατά τουλάχιστον 70% και πλέον σε μέσες καταναλώσεις για την περίοδο του χειμώνα.

### **Τεχνική περιγραφή - Διαστασιολόγηση**

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως μετά τη μονάδα απολύμανσης τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο εξόδου προς τελική διάθεση στον Καλπακιώτικο, ή εισέρχονται στο αντλιοστάσιο άρδευσης - ανακυκλοφορίας μέσω αγωγού PVC Ø250. Στο αντλιοστάσιο εισέρχεται επίσης, αγωγός PVC Ø250, 6 atm απευθείας από τη λίμνη ωρίμανσης II. Για την επιλογή λειτουργίας το Ø ποθετούνται στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου δύο (2) θυροφράγματα οπών Ø250 ένα στον κάθε αγωγό εισόδου.

Το αντλιοστάσιο άρδευσης κατασκευάζεται για την άρδευση των έργων πρασίνου της εγκατάστασης αλλά και για βιομηχανική χρήση του νερού στο χώρο αυτής.

Το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας απαιτείται διότι σε έκτακτες περιπτώσεις τα επεξεργασμένα λύματα θα ανακυκλοφορήσουν στο φρεάτιο φόρτισης των κλινών σταδίου I, στην είσοδο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας για βελτίωση των χαρακτηριστικών εκροής, εφόσον κρίνεται απαραίτητο. Η ανακυκλοφορία θα πρέπει να γίνεται τις χρονικές περιόδους μειωμένων παροχών.

Τα επεξεργασμένα λύματα εισέρχονται στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου που έχει διαστάσεις 1,9 x 3,2 x 3,0 m (βάθος). Το αντλιοστάσιο κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα και διαθέτει εσωτερικά ειδική διαμόρφωση. Θα εδράζεται σε υψόμετρο +30,20. Το επίπεδο του διαμορφωμένου εδάφους είναι στο +33,50 στο ίδιο δηλαδή επίπεδο με τη δεύτερη λίμνη και την δεξαμενή απολύμανσης.

Ο πυθμένας του υγρού θαλάμου είναι διαμορφωμένος με κατάλληλη κλίση 2%. Για λόγους επίσκεψης και εργασιών συντήρησης υπάρχει στην πλάκα οροφής του υγρού θαλάμου άνοιγμα με κάλυμμα από μπακλαβωτή λαμαρίνα. Επίσης, είναι εύκολα επισκέψιμος, καθώς υπάρχει κατάλληλη χυτοσιδηρή κλίμακα επίσκεψης.

Στον ξηρό χώρο του αντλιοστασίου διαστάσεων 3,5 x 3,2 x 3,0 m (βάθος) θα εγκατασταθεί κατάλληλο πιεστικό συγκρότημα για τη διοχέτευση των λυμάτων για άρδευση.

Θα εγκατασταθεί κατάλληλο πιεστικό συγκρότημα απ' όπου μέρος των λυμάτων θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση, πυρόσβεση και για την ικανοποίηση εσωτερικών αναγκών της εγκατάστασης σε βιομηχανικό νερό. Το πιεστικό συγκρότημα αποτελείται από δύο οριζόντιες αντλίες ξηρού τύπου (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική), παροχής 10 m<sup>3</sup>/h έκαστη. Το μανομετρικό των αντλιών είναι 55 m, που καλύπτει τις απαιτήσεις που προκύπτουν από τους υπολογισμούς των υδραυλικών απωλειών. Κάθε αντλία θα είναι εφοδιασμένη με δικλείδα απομόνωσης και δικλείδα αντεπιστροφής.

Οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή για την ομοιόμορφη φθορά τους. Σε περίπτωση βλάβης θα τίθεται σε λειτουργία αυτόματα η εφεδρική. Οι αντλίες θα εκκινούνται με βάση το εγκατεστημένο χρονοπρόγραμμα στο PLC. Η λειτουργία τους θα διακόπτεται και με τη βοήθεια του μετρητή στάθμης στο χώρο του αντλιοστασίου.

Επίσης, τοποθετούνται δύο αντλίες ανακυκλοφορίας (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική), με παροχευτικότητα ίση με τη μέση ημερήσια παροχή της Β φάσης, ήτοι 45 m<sup>3</sup>/h έκαστη και μανομετρικό τουλάχιστον 27 m ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις που προκύπτουν από τους υπολογισμούς των υδραυλικών απωλειών.

Κάθε αντλία θα είναι εφοδιασμένη στη γραμμή αναρρόφησης με τα κατάλληλα τεμάχια σύνδεσης με δικλείδα απομόνωσης και κατάλληλη συστολή, ενώ στη γραμμή κατάθλιψης τοποθετούνται δικλείδα απομόνωσης, δικλείδα αντεπιστροφής και όλα τα απαραίτητα τεμάχια σύνδεσης και συστολής, όπως αυτά αναφέρονται στο σχετικό σχέδιο. Οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή για την ομοιόμορφη φθορά τους. Σε περίπτωση βλάβης θα τίθεται σε λειτουργία αυτόματα η εφεδρική. Οι αντλίες θα εκκινούνται με βάση το εγκατεστημένο χρονοπρόγραμμα στο PLC ή μέσω διακοπών. Η λειτουργία τους θα διακόπτεται και με τη βοήθεια του μετρητή στάθμης στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου.

Ο καταθλιπτικός αγωγός ανακυκλοφορίας επιλέγεται HDPE Ø125 6atm.

Επίσης, ο ξηρός χώρος του αντλιοστασίου για λόγους επίσκεψης και εργασιών συντήρησης ή επισκευής του εξοπλισμού φέρει στην πλάκα οροφής του 3 καλύμματα από μπακλαβωτή λαμαρίνα. Επίσης, είναι εύκολα επισκέψιμος, καθώς υπάρχει κατάλληλη χυτοσιδηρή κλίμακα επίσκεψης.

Στον ξηρό χώρο πέρα από τις αντλίες που προαναφέρθηκαν τοποθετούνται τα συστήματα δοσομέτρησης των χημικών απολύμανσης λόγω γεινίασης του αντλιοστασίου με τη δεξαμενή.

Για προστασία από την υγρασία η κατασκευή καλύπτεται με εξωτερική ασφαλική επάλειψη. Για προστασία από τις πιθανές διαβρωτικές ιδιότητες του υγρού ο υγρός θάλαμος εσωτερικά θα φέρει επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο KA-310.

Τα χαρακτηριστικά των αντλιών φαίνονται στη συνέχεια:		
	Άρδευσης	Ανακυκλοφορίας
• Αριθμός αντλιών	2 (1 + 1)	2 (1 + 1)
• Δυναμικότητα αντλιών	10 m <sup>3</sup> /h	45 m <sup>3</sup> /h
• Μανομετρικό αντλίας	55 m	27 m
• Ισχύς αντλίας	7,5 kW	5,5kW

#### **4.11 ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΞΟΔΟΥ – ΞΥΡΑΝΣΗ ΙΛΥΟΣ**

Τα επεξεργασμένα λύματα μετά τη μονάδα απολύμανσης οδηγούνται στο φρεάτιο εξόδου. Από το φρεάτιο ξεκινά ο αγωγός διάθεσης PVC 315, μήκους 716 m περίπου μέσω του οποίου τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στον παραπόταμο Καλπακιώτικο που εκβάλλει στον ποταμό Καλαμά. Η μηκοτομή και η οριζοντιογραφία του αγωγού διάθεσης με τα αναλυτικά στοιχεία του αγωγού φαίνονται στα σχέδια MH 202 και OP 106 αντίστοιχα.

Το φρεάτιο εξόδου θα κατασκευασθεί εξολοκλήρου από σκυρόδεμα C16/20 και θα έχει εσωτερικές διαστάσεις 1,2 x 1,5 x 0,9 m βάθος υγρού και θα λειτουργεί και ως φρεάτιο δειγματοληψίας. Η οροφή του φρεατίου διαθέτει θυρίδα επίσκεψης καλυπτόμενη από χυτοσιδηρό κάλυμμα. Εδράζεται σε υψόμετρο +31.30. Το επίπεδο του διαμορφωμένου εδάφους είναι στο +33,50 στο ίδιο δηλαδή επίπεδο με όλα τα έργα τριτοβάθμιας επεξεργασίας (πλην της λίμνης ωρίμανσης I).

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο KA-311.

#### **ΚΛΙΝΕΣ ΞΥΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ**

Όπως έχει προαναφερθεί, στον ειδικά διαμορφωμένο πυθμένα της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης συγκεντρώνεται η λάσπη που καθιζάνει και υφίσταται αναερόβια χώνευση για τουλάχιστον 60 μέρες. Από εκεί απομακρύνεται σε επιλεγμένα τακτά χρονικά διαστήματα υπό την υδραυλική πίεση και καταλήγει με τη βοήθεια αγωγού PVC διαμέτρου Ø160 στις κλίνες ξήρανσης ιλύος.

Κατά την Α φάση κατασκευής θα τοποθετηθούν 4 όμοιες κλίνες, επιφάνειας 208 m<sup>2</sup> έκαστη (με εσωτερικές διαστάσεις 13,0 m x 16,0 m), και προβλέπεται χώρος για την εγκατάσταση επιπλέον 1 όμοιας κλίνης κατά τη μελλοντική επέκταση την τεσσαρακονταετία. Οι κλίνες θα είναι διατεταγμένες σε ζεύγη ανά δύο και τοποθετούνται σε δύο ταμπάνια νοτίως των έργων προεπεξεργασίας και της δεξαμενής Imhoff.

Όπως και στις κλίνες επεξεργασίας κάθε ταμπάνι - επίπεδο εγκατάστασης έργων διαμορφώνεται με κατά μήκος κλίση ίση με 1% και κατά πλάτος 9%.

Το πρώτο επίπεδο διαμορφώνεται σε υψόμετρα εδάφους +49,80 έως +49,40 ακολουθώντας τα υψόμετρα της βοηθητικής οδού ανάντη των κλινών και +48,20 έως +47,70 m κατάντη αυτών. Η υψομετρική διαφορά του επιπέδου με το επίπεδο τοποθέτησης της Imhoff είναι 3,7 m. Η διαμόρφωση αυτή επιβάλλεται λόγω της επικλινούς μορφολογίας του εδάφους.

Το δεύτερο επίπεδο διαμορφώνεται σε υψόμετρα εδάφους +47,10 έως +46,70 ακολουθώντας τα υψόμετρα της βοηθητικής οδού ανάντη των κλινών και μεταξύ των δύο επιπέδων και +45,50 έως + 45,10 m κατάντη αυτών. Η υψομετρική διαφορά των δύο επιπέδων είναι 1,1 m.

Ο αγωγός τροφοδοσίας από τη δεξαμενή Imhoff καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου κάθε κλίνης.

Για την κάθε μία από τις κλίνες θα υπάρχει δυνατότητα απομόνωσης και επιλογής λειτουργίας με τη βοήθεια δικλείδων DN150. Η επιλογή λειτουργίας θα γίνεται χειροκίνητα. Το φρεάτιο εισόδου κάθε κλίνης κατασκευάζεται από σκυρόδεμα και είναι εσωτερικών διαστάσεων 1,5m x 1,0m x 0,95 m βάθος. Στα φρεάτια τοποθετούνται όλα τα απαραίτητα τεμάχια συναρμογής, δικλείδες, για τη σύνδεση των αγωγών τροφοδοσίας των κλινών με τους αγωγούς διανομής της ιλύος στις κλίνες.

Η τροφοδοσία των κλινών γίνεται με τη βοήθεια διάτρητων αγωγών από χάλυβα DN 150. Στις άκρες τους οι αγωγοί αυτοί θα φέρουν τάπες καθαρισμού για την περίπτωση που θα απαιτηθεί καθαρισμός τους. Τοποθετούνται σε απόσταση περίπου 60 cm από την ελεύθερη επιφάνεια του υλικού πλήρωσης της κλίνης. Από τις οπές των αγωγών γίνεται η εκροή της νωπής ιλύος προς την επιφάνεια της κλίνης. Στα σημεία συνάντησης της ιλύος με την επιφάνεια της κλίνης τοποθετούνται πλάκες πεζοδρομίου για προστασία από τη διάβρωση.

Για προστασία από την υγρασία η κλίνες καλύπτονται με εξωτερική ασφαλική επάλειψη. Για προστασία από τις διαβρωτικές ιδιότητες της ιλύος και των στραγγισμάτων εσωτερικά θα φέρουν επάλειψη με εποξειδική ρητίνη.

Οι κλίνες θα είναι πανομοιότυπες με αυτές της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας όσον αφορά τις διαστάσεις, τα δίκτυα στραγγιδίων και αερισμού και θα διαφέρουν ως προς τα υλικά πλήρωσης.

Έτσι, η ιλύς στο κατώτερο στρώμα συναντά το δίκτυο των στραγγιστήριων αγωγών από HDPE Ø110 τύπου Helidrain, όπου συλλέγεται σε έναν κεντρικό συλλεκτήριο αγωγό HDPE Ø200 και εξέρχεται από την κλίνη σε παράπλευρο φρεάτιο συλλογής. Για το σκοπό αυτό οι κλίνες έχουν κλίση πυθμένα 1%, ενώ η επιφάνεια της κλίνης πρέπει να είναι απόλυτα οριζόντια. Το οριζόντιο της επιφάνειας του υλικού πλήρωσης αποκαθίσταται στη στρώση από χοντρό χαλίκι. Το φρεάτιο συλλογής έχει διαστάσεις 1,25 x 1,0 x 0,6 m.

Τα στραγγιδία από το φρεάτιο συλλογής στραγγιδίων οδηγούνται σε ενδιάμεσο φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων κλίνης σταδίου I και από εκεί στο φρεάτιο τροφοδοσίας των κλινών σταδίου II ώστε να διέλθουν από τη δευτεροβάθμια επεξεργασία. Η μεταφορά τους θα γίνει με αγωγό PVC Ø200.

Αμέσως επάνω από τους αγωγούς στράγγισης/ συλλογής και κάθετα με αυτούς τοποθετούνται διάτρητοι πλαστικοί αγωγοί HDPE Ø 110, τύπου Helidrain για τον αερισμό του σώματος του υλικού πλήρωσης της κλίνης. Οι αγωγοί δεν θα φέρουν οπές στο κατακόρυφο τμήμα τους.

Οι στρώσεις κάθε υλικού και η αντίστοιχη κοκκομετρία θα είναι:

- Κροκάλα                    0,1m (50 έως 100 mm)
- Χονδρό χαλίκι            0,1m (20 έως 40 mm)
- Λεπτό χαλίκι             0,1m (6mm)
- Άμμος χονδρή            0,1m

Όπως και στις κλίνες δευτεροβάθμιας επεξεργασίας, η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση της άνω επιφάνειας άμμου από την επίπεδη επιφάνεια είναι 0,01 m.

Οι κλίνες θα έχουν καθαρό βάθος 1,6 m.

Κριτήριο σχεδιασμού χρησιμοποιείται η επιφάνεια ανά κάτοικο, η οποία λαμβάνεται αυτή τη φορά ίση με 0,25 m<sup>2</sup>/κάτοικο.

Οι κλίνες θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

	A Φάση	B Φάση
Αριθμός κλινών	4	+ 1
Επιφάνεια ανά κάτοικο	0,25 m <sup>2</sup>	0,25 m <sup>2</sup>
Επιφάνεια κλίνης	208 m <sup>2</sup>	208 m <sup>2</sup>
Συνολική επιφάνεια	832 m <sup>2</sup>	1040 m <sup>2</sup>

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχέδιο ΚΑ-303.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

### **5.1 ΕΙΔΑΓΩΓΗ**

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθούν και θα περιγραφούν τα μηχανολογικά έργα καθώς και τα λοιπά έργα υποδομής της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων και του δικτύου αποχέτευσης του Δήμου Φιλιατών.

Στα έργα υποδομής γίνεται αναφορά για δίκτυα:

- Ύδρευσης
- Αποχέτευσης
- Βιομηχανικού νερού - Άρδευσης - Πυρόσβεσης
- Όμβριων εγκατάστασης
- Θέρμανσης - Ψύξης

Η λειτουργία της εγκατάστασης προβλέπεται να είναι αυτόματη, ώστε να απαιτείται ελάχιστο, αλλά εξειδικευμένο προσωπικό. Ωστόσο σε περίπτωση προβλημάτων στους αυτοματισμούς θα είναι εφικτή και χειροκίνητη λειτουργία των συστημάτων.

Όλος ο εξοπλισμός θα συνοδεύεται από πιστοποιητικά καταλληλότητας για εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και από πιστοποιητικά διασφάλισης ποιότητας σειράς ISO 9001 του κατασκευαστικού οίκου.



## **5.2 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

Για την κατασκευή των έργων υποδομής θα λαμβάνονται υπόψη οι πιο κάτω νόμοι, διατάγματα, εγκύκλιοι, αποφάσεις, κανονισμοί, κλπ. του Ελληνικού Κράτους, όπως ισχύουν σήμερα, καθώς και διεθνούς κύρους κανονισμοί ξένων κρατών:

1. ΠΕΡΙ ΓΕΝΙΚΟΥ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΝΔ 8/ΦΕΚ Α 124/09.06.73
2. ΓΕΝΙΚΟΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ Ν.1577/ΦΕΚ Α
3. ΠΕΡΙ ΕΓΚΡΙΣΕΩΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ  
ΦΕΚ Δ 362/04.07.79
4. ΠΕΡΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ  
ΒΔ/ΦΕΚ 270/23.6.1936
5. ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ  
ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΓΚ. ΥΠ. ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ 61800/37
6. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΤΙΡΙΩΝ Π.Δ. 71/ΦΕΚ 32Α/17-02- 88
7. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΥΑ  
80225/19.11.5 ΦΕΚ Β 59/11.04.55
8. ΠΕΡΙ ΕΓΚΡΙΣΕΩΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ  
ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΦΕΚ Β 269/08.04.71
9. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΕΕ / ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ:
10. ΔΙΑΝΟΜΗ ΚΡΥΟΥ ΚΑΙ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86
11. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2412/86
12. ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΧΩΡΩΝ  
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86 ΜΕΡΟΣ 1
13. ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86  
ΜΕΡΟΣ 2
14. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΧΩΡΩΝ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86
15. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86

16. ΜΟΝΙΜΑ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΜΕ ΝΕΡΟ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2451/86
17. ΔΙΑΝΟΜΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΕΡΙΩΝ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2471/86
18. ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ (ΕΛΟΤ), ΟΛΑ ΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ
19. ΓΕΡΜΑΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ (DIN)
20. ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ VDE
21. NATIONAL STANDARD PLUMBING CODE
22. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)

Οι κανονισμοί ξένων κρατών θα εφαρμόζονται στις περιπτώσεις, που οι Ελληνικοί κανονισμοί σιγούν ή δεν υπάρχει αντίθεση με τους ισχύοντες Ελληνικούς νόμους, κανονισμούς, διατάγματα κλπ.

### **5.3 ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

Το δίκτυο ύδρευσης έχει ως σκοπό την παροχή νερού σε κατάλληλη ποσότητα και πίεση, ώστε να ικανοποιούνται οι αντίστοιχες ανάγκες των κτιρίων της εγκατάστασης επεξεργασίας.

Από το δίκτυο διανομής προβλέπεται να τροφοδοτηθούν :

- Το κτίριο ελέγχου - αποθήκη

Το αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου περιλαμβάνει :

α) τα εσωτερικά δίκτυα διανομής κρύου νερού των κτιριακών εγκαταστάσεων

β) τα είδη κρουνοποιίας

Για την κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό, θα κατασκευαστεί δίκτυο ύδρευσης που θα εξυπηρετεί το κτίριο ελέγχου. Το δίκτυο ύδρευσης ξεκινά από τα όρια της εγκατάστασης, όπου θα κατασκευαστεί φρεάτιο, εντός του οποίου θα τοποθετηθεί ο κεντρικός διακόπτης παροχής και ο υδρομετρητής. Το δίκτυο ύδρευσης φαίνεται στο αντίστοιχο σχέδιο.

Η υδροδότηση του δικτύου ύδρευσης της εγκατάστασης προβλέπεται να γίνει από δίκτυο ύδρευσης της κοντινής κοινότητας, το οποίο θα φτάσει στο χώρο της εγκατάστασης με την απαραίτητη επέκταση του δικτύου και με ευθύνη του φορέα.

#### **ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

Οι υπολογισμοί της εγκατάστασης ύδρευσης γίνονται με βάση την ΤΟΤΕΕ 2411/86. Η εγκατάσταση των ειδών υγιεινής και του δικτύου των σωληνώσεων θα εκτελεσθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του ισχύοντα "Κανονισμού Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων" του ελληνικού κράτους, τις υποδείξεις της επιβλέψεως, καθώς επίσης και τους κανόνες της τεχνικής και της εμπειρίας, με τις μικρότερες δυνατές φθορές των δομικών στοιχείων του κτιρίου και με πολύ επιμελημένη δουλειά. Οι διατρήσεις πλακών, τοίχων και τυχόν λοιπόν φερόντων στοιχείων του κτιρίου για την τοποθέτηση υδραυλικών υποδοχέων ή διέλευσης σωληνώσεων θα εκτελούνται μετά από έγκριση της επιβλέψεως.

#### **Παροχές**

Οι γενικές παροχές θα γίνουν με πλαστικούς σωλήνες πολυαιθυλενίου. Όλες οι διαδρομές των σωληνώσεων και οι διατομές τους φαίνονται στα σχέδια.

## **Μόνωση Σωληνώσεων**

Όλες οι σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής ψυχρού νερού θα μονωθούν για την αποφυγή απωλειών θερμότητας. Η μόνωση των σωληνώσεων θα κατασκευαστεί από κοχύλια τύπου ARMAFLEX ή ισοδύναμους.

Οι σωληνώσεις του μονωτικού θα κολληθούν επάνω στους σωλήνες με την ειδική κόλλα που προβλέπεται για αυτό το σκοπό.

Κατά την εφαρμογή οι μεν διαμήκεις αρμοί θα στεγανοποιηθούν με συγκόλληση της επικάλυψης του μανδύα με ειδική κόλλα. Οι δε εγκάρσιοι με επικόλληση πλαστική ή υφασμάτινης ταινίας.

Πριν από τη μόνωση, οι επιφάνειες των σωλήνων θα καθαριστούν επιμελώς και θα απολυμανθούν τελείως.

Οι μονώσεις των σωληνώσεων στο ύπαιθρο θα προστατεύονται με πρόσθετη επικάλυψη με φύλλο αλουμινίου.

Κάθε φύλλο αλουμινίου θα είναι κατάλληλα κυλινδρισμένο και διαμορφωμένο στα άκρα (σχηματισμός αύλακα με "κορδονιέρα"), θα υπάρχει δε πλήρης επικάλυψη τουλάχιστον κατά 50 mm κατά γενέτειρα και περιφέρεια.

Η στερέωση των τμημάτων της επικάλυψης μεταξύ τους θα γίνεται με επικαδμιωμένες λαμαρινόβιδες κατάλληλες για εγκατάσταση στο ύπαιθρο και πλαστικές ροδέλες.

Με την ίδια μόνωση όπως οι σωλήνες θα μονωθούν και οι βάνες και τα υπόλοιπα όργανα και οι αντλίες.

## **ΔΙΚΤΥΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ**

Χάλκινοι σωλήνες κατά DIN-1786/ΕΛΟΤ-616 θα χρησιμοποιηθούν για όλα τα μεγέθη. Οι χάλκινοι σωλήνες θα είναι χωρίς ραφή (solid drawn) και θα είναι κατασκευασμένοι από υλικό κατά DIN-17671/φύλλο (1).

Τα εξαρτήματα θα είναι είτε τριχοειδούς συγκόλλησης, είτε με συμπίεση βιδωτά ή φλαντζωτά, σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς. Οι καμπύλες θα κατασκευαστούν από υλικό των ιδίων προδιαγραφών με τον παρακείμενο σωλήνα και θα συγκολληθούν είτε με ασημοκόλληση, είτε με χαλκοκόλληση.

Οι φλάντζες θα είναι από κρατέρωμα χυτευτό και κατάλληλες για χαλκοκόλληση επί του σωλήνα. Φλάντζες μέχρι Φ-78 mm μπορούν να συνδεθούν με το σωλήνα με τριχοειδή κόλληση ή με συμπίεση.

## **ΕΙΔΗ ΚΡΟΥΝΟΠΟΙΙΑΣ**

Τα είδη κρουνοποιίας και διανομής νερού θα είναι ορειχάλκινα.

Αναλυτικά προβλέπονται:

α) Αναμικτήρες ζεστού - κρύου νερού ορειχάλκινοι επιχρωμιωμένοι με περιστρεφόμενο ράμφος και μοχλό χειρισμού για χρήση σε νιπτήρες.

- ON/OFF (πάνω - κάτω)
- Ζεστό / κρύο νερό (αριστερά - δεξιά).

### **ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

Το δίκτυο ύδρευσης ξεκινά από τα όρια της εγκατάστασης, όπου θα κατασκευαστεί φρεάτιο, εντός του οποίου θα τοποθετηθεί ο κεντρικός διακόπτης παροχής και ο υδρομετρητής.

Οι σωληνώσεις του δικτύου θα είναι από HDPE 3ης γενιάς, διατομής Φ63, 10atm. Το συνολικό μήκος του κεντρικού αγωγού ύδρευσης, ανέρχεται σε 50 m.

## **5.4 ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ - ΟΜΒΡΙΩΝ**

### **ΓΕΝΙΚΑ - ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ**

Η εγκατάσταση αποχέτευσης ακαθάρτων - λυμάτων συγκεντρώνει τα λύματα, και τα απορρέοντα νερά από το σύνολο των υδραυλικών υποδοχέων και των λοιπών υδραυλικών εγκαταστάσεων στα κτίρια και τα οδηγεί μέσω κεντρικού αποχετευτικού αγωγού στο φρεάτιο εισόδου για επεξεργασία. Η διαστασιολόγηση των δικτύων γίνεται βάσει των εγκατεστημένων υδραυλικών υποδοχέων.

Επίσης μελετάται το πρόβλημα της διευθέτησης των όμβριων υδάτων και της αντιπλημμυρικής προστασίας του συνόλου του χώρου της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

### **ΔΙΚΤΥΑ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

Η μελέτη αποχέτευσης βασίζεται στα παρακάτω :

- α) Στο άρθρο 26 του Κτιριοδομικού Κανονισμού
- β) Στην ΤΟΤΕΕ 2412/86
- γ) Στην απόφαση ΓΙ/9900/3.12.1974/ΦΕΚ 1266 Β', "περί υποχρεωτικής κατασκευής αποχωρητηρίων"
- δ) Στο Π.Δ. 38/91

Η εγκατάσταση των ειδών υγιεινής και του δικτύου των σωληνώσεων θα εκτελεσθεί σύμφωνα με τις διατάξεις του ισχύοντα "Κανονισμού Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων" του ελληνικού κράτους, τις υποδείξεις της επιβλέψεως, καθώς επίσης και τους κανόνες της τεχνικής και της εμπειρίας, με τις μικρότερες δυνατές φθορές των δομικών στοιχείων του κτιρίου και με πολύ επιμελημένη δουλειά. Οι διατρήσεις πλακών, τοίχων και τυχόν λοιπόν φερόντων στοιχείων του κτιρίου για την τοποθέτηση υδραυλικών υποδοχέων ή διέλευσης σωληνώσεων θα εκτελούνται μετά από έγκριση της επιβλέψεως.

Η αποχέτευση των ακαθάρτων των κτιρίου ελέγχου καταλήγει σε φρεάτιο διαστάσεων 1x1x1m. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους τα λύματα με τη βοήθεια αντλίας λυμάτων παροχής 4 l/sec και μανομετρικού 3m μέσω καταθλιπτικού αγωγού καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης. Ο καταθλιπτικός αγωγός λυμάτων που καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης θα είναι τύπου HDPE 3<sup>ns</sup> γενιάς, διαμέτρου Φ75, 6 atm και έχει συνολικό μήκος 32 μέτρα.

Στον σχεδιασμό του δικτύου έχουν ληφθεί υπόψη οι υδραυλικοί υποδοχείς των κτιρίων. Όλοι οι υποδοχείς θα είναι Ελληνικής προέλευσης και της καλύτερης δυνατής ποιότητας.

Προβλέπεται η εγκατάσταση των παρακάτω ειδών:

- α) Νιπτήρας πορσελάνης με σιφόνι τύπου S.
- β) Λεκάνη W.C. ευρωπαϊκού τύπου με δοχείο έκπλυσης
- γ) Νεροχύτης ανοξείδωτοι δύο ή μίας σκάφης.
- δ) Χαρτοθήκη πορσελάνης για τα W.C.
- ε) Καθρέπτης μπιζουτέ για τους νιπτήρες.
- στ) Εταζέρα πορσελάνης για νιπτήρα
- ζ) Άγκιστρα μονά ή διπλά

## **ΑΠΟΡΡΟΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ**

Γενικά - Βασικές παραδοχές

Το δίκτυο απορροής όμβριων συγκεντρώνει τα νερά της βροχής από τα δώματα των κτιρίων και τα οδηγεί στον τελικό αποδέκτη (δίκτυο όμβριων περιβάλλοντος χώρου). Το σύνολο του δικτύου λειτουργεί σαν δίκτυο βαρύτητας.

Η διαστασιολόγηση του δικτύου γίνεται με την παραδοχή μέγιστης βροχόπτωσης ίσης με 300 lit / sec ανά εκτάριο βρεχομένης επιφανείας.

Περιγραφή

Το δίκτυο απορροής όμβριων από το κυρίως δώμα κάθε κτιρίου αποτελείται από κατακόρυφες υδρορροές από πλαστικό αγωγό u-PVC 6atm.

Όλες οι υδρορροές καταλήγουν σε φρεάτια ποδός για καθαρισμό και οδηγούνται σε υπόγειο δίκτυο από πλαστικούς σωλήνες που οδεύει περιμετρικά του κτιρίου και από εκεί τα όμβρια οδηγούνται στον τελικό αποδέκτη (κατάλληλα διαμορφωμένες τάφροι στον περιβάλλοντα χώρο).

## **ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η μελέτη διευθέτησης όμβριων υδάτων και αντιπλημμυρικής προστασίας του χώρου της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων. Η μελέτη αυτή περιλαμβάνει την επιλογή των εξισώσεων έντασης - βροχόπτωσης, των συντελεστών απορροής και την εκτίμηση των θέσεων και των διαστάσεων των απαιτούμενων αντιπλημμυρικών έργων για προστασία της ΕΕΛ και την ασφαλή απομάκρυνση των όμβριων υδάτων που συγκεντρώνονται εντός και εκτός του χώρου.

### **Αποδέκτες - Λεκάνες απορροής**

Αποδέκτες των ομβρίων υδάτων είναι φυσικό ρέμα κατάντη του χώρου της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων στη λεκάνη απορροής του οποίου βρίσκονται οι προβλεπόμενες εγκαταστάσεις.

Ως λεκάνες απορροής οι οποίες αποχετεύονται μέσω του δικτύου όμβριων θεωρείται οι εξωτερικές λεκάνες που συμβάλουν στο χώρο της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων και ο εσωτερικός χώρος αυτού.

### **Παροχή υπολογισμού**

Ο υπολογισμός της παροχής της κρίσιμης απορροής για τα έργα αποχέτευσης όμβριων έγινε με την ορθολογική μέθοδο:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A \quad (1.1)$$

όπου:

Q = η παροχή υπολογισμού (L/s)

C = ο συντελεστής απορροής (-) i = η ένταση της βροχόπτωσης (mm/h)

A = το εμβαδόν της λεκάνης (στρέμματα)

Για λόγους ασφαλείας ως παροχή υπολογισμού θεωρείται η μέγιστη αναμενόμενη για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη.

### **Συντελεστής απορροής**

Ο συντελεστής απορροής είναι η τιμή αυτή η οποία καθορίζει το ποσοστό της απορρέουσας ποσότητας βροχόπτωσης ως προς την προσπίπτουσα ποσότητα βροχόπτωσης.

Σε εξωτερικές λεκάνες, ελάχιστες τιμές που μπορούν να εφαρμοσθούν χωρίς περαιτέρω διερεύνηση των επί μέρους συνθηκών που επηρεάζουν το συντελεστή απορροής είναι:

για ορεινές λεκάνες	(κλίσεις 20% και άνω)	C3 = 0,60
για λοφώδεις λεκάνες	(κλίσεις 5 έως 20%)	C3 = 0,50
για πεδινές λεκάνες	(κλίσεις 0 έως 5%)	C3 = 0,30



Στην παρούσα μελέτη ο συντελεστής απορροής λήφθηκε ίσος με 0,50 για τις εσωτερικές λεκάνες και 0,70 για τις εξωτερικές λεκάνες.

### Χρόνος συρροής

Υπολογίζεται σε λεκάνες με φυσική κοίτη, από τη σχέση του Kirpich :

$$t = 3,97 \cdot \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

όπου:

t = ο χρόνος συρροής σε πρώτα λεπτά της ώρας (min)

L = το μήκος διαδρομής της φυσικής κοίτης (km)

H = η μέγιστη υψομετρική διαφορά (km)

Για τον υπολογισμό των απορροών ο χρόνος συρροής λαμβάνεται:

• στην κεφαλή:

$t_{\sigma} = 10$  min, όταν η λεκάνη αποτελείται από οδόστρωμα και εξωτερική λεκάνη.

• κατάντη της κεφαλής:

$$t_{\text{διαδρ.}} = \frac{L}{60 \cdot V}$$

(1.3)

όπου:

t<sub>διαδρ.</sub> = ο χρόνος διαδρομής (min)

L = το μήκος της διαδρομής από φρεάτιο σε φρεάτιο (m)

V = η ταχύτητα ροής όπως υπολογίζεται από τον τύπο του Manning (m/s)

### Σχέσεις έντασης - διάρκειας

Λόγω έλλειψης συγκεκριμένων δεδομένων έντασης διάρκειας βροχής για την συγκεκριμένη περιοχή θεωρήθηκε ότι η ένταση βροχής για φαινόμενα με περίοδο επαναφοράς 50 έτη και διάρκεια βροχής 10min ισούται με 100 mm/h. Η ένταση αυτή θεωρείται ιδιαίτερα υψηλή και καλύπτει με ασφάλεια τις απαιτήσεις της περιοχής μελέτης.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής :

$$i = \frac{314}{(t - 0.5)^{0.55}}$$

για περίοδο επαναφοράς T=50 έτη

Όπου :

i = η ένταση της κρίσιμης βροχόπτωσης (mm/h)

t = η κρίσιμη διάρκεια βροχής (min)

### **Σχέση υπολογισμού ανοικτών αγωγών**

Για το σύνολο των περιπτώσεων υπολογισμού αγωγών με ελεύθερη ροή εφαρμόζεται η συνθήκη συνέχειας σε συνδυασμό με τον τύπο του MANNING - STRICKLER:

$$Q = A \cdot V \quad (1.5)$$

$$V = \frac{1}{N} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (1.6)$$

$$R = \frac{A}{T} \quad (1.7)$$

Όπου:

Q = η παροχή στον αγωγό για δεδομένο βάθος (m<sup>3</sup>/s)

A = η υγρά διατομή (m<sup>2</sup>)

V = η ταχύτητα ροής (m/s)

n : ο συντελεστής τραχύτητας που εξαρτάται από τις ιδιότητες των τοιχωμάτων (m<sup>1/3</sup>/s)

n : 0,025 σε ανεπένδυτοι τάφροι

n : 0,016 σε επενδεδυμένες τάφροι

n : 0,016 σε σωληνωτούς αγωγούς

R = η υδραυλική ακτίνα (m)

T = η βρεχόμενη περίμετρος (m)

S = η κλίση της γραμμής ενέργειας σε απόλυτο αριθμητικό μέγεθος (m/m) (π.χ. S = 0.01). Για ομοιόμορφη ροή η κλίση S είναι ίση με την κλίση πυθμένα.

### Υπολογισμοί υδραυλικών στοιχείων

Ο καθορισμός των επί μέρους λεκανών απορροής που αντιστοιχούν στο κάθε τμήμα αγωγού του δικτύου όμβριων, ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών τους στοιχείων και ο προσδιορισμός των αναμενόμενων παροχών υπολογίστηκε σύμφωνα με τα σχετικά προβλεπόμενα στις ισχύουσες προδιαγραφές. Τα αποτελέσματα της διερεύνησης αυτής παρατίθενται σε παράρτημα στο τέλος του παρόντος τεύχους.

### Μέγιστες ταχύτητες ροής

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για παροχή σχεδιασμού των έργων, για την αποφυγή διάβρωσης, θα παίρνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 38. Μέγιστες ταχύτητες για την παροχή σχεδιασμού

Έργο	Ιδιότητες τοιχωμάτων	Μέγιστη ταχύτητα ( $V_{max}$ ) (m/s)
Ανεπένδυτες τάφροι σε έδαφος ημιβραχώδες	a. Λεπτή άμμος και ιλυοαργιλώδες έδαφος	0.75
	b. Αργιλώδες έδαφος	1.00
	c. Λεπτά χαλίκια	1.50
	d. Στιφρή άργιλος	1.80
	e. Χαλίκια (με τυχόν ύπαρξη αργίλου ή ιλύος)	2.00
	f. Χαλίκια	2.40
	g. Χαλίκια προς κροκάλες (μέχρι 0,15 m)	2.70
	h. Χαλίκια και κροκάλες (> 0,20 m)	3.00
Επενδεδυμένες τάφροι, αγωγοί και οχετοί	Σκυρόδεμα κατηγορίας B10	5.00
	Σκυρόδεμα κατηγορίας B15	6.00
	Σκυρόδεμα κατηγορίας B25 [ανθεκτικό σε επιφανειακή φθορά]	8.00

### Όρια ύψους πλήρωσης και παροχетеυτικότητας αγωγών

Όσο αφορά στους αγωγούς του δικτύου όμβριων το επιτρεπόμενο ποσοστό πλήρωσης λαμβάνεται σύμφωνα με το ΠΔ 696/74.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος πλήρωσης ( $y_{max}$ ) των σωληνωτών αγωγών κυκλικής διατομής σε σχέση με την εσωτερική διάμετρο αυτών (D), δηλαδή ο λόγος  $y_{max}/D$ , ορίζεται σε:

Για αγωγούς	$D < 0,40 \text{ m}$	$Y_{\max}/D = 0,50$
Για αγωγούς	$0,40 < D < 0,60 \text{ m}$	$Y_{\max}/D = 0,60$
Για αγωγούς	$D > 0,60 \text{ m}$	$Y_{\max}/D = 0,70$

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος πλήρωσης ( $y_{\max}$ ) των λοιπών (πλην κυκλικών) κλειστών αγωγών δικτύων αποχέτευσης, σε σχέση με το ελεύθερο μέγιστο ύψος της διατομής (H), ορίζεται σε:  $y_{\max}/H = 0,70$ , προκειμένου να εξασφαλίζεται ένα περιθώριο ασφάλειας (Freeboard) σχετικά με το μέγιστο ύψος πλήρωσης.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη παροχετευτικότητα (Q) των τριγωνικών ή τραπεζοειδών τάφρων, σε σχέση με την παροχετευτικότητα πλήρωσης ( $Q_{\max}$ ) ορίζεται σε:

$$Q/Q_{\max} = 0.75$$

### **Περιγραφή έργων διευθέτησης ομβρίων υδάτων**

Τα προβλεπόμενα έργα διευθέτησης ομβρίων είναι συνοπτικά τα παρακάτω:

- Τάφροι απορροής ομβρίων εξωτερικών λεκανών
- Τάφροι απορροής ομβρίων επιφάνειας ΕΕΛ

Τα έργα αυτά περιγράφονται στη συνέχεια ενώ οι αναλυτικοί υδραυλικοί υπολογισμοί τους παρουσιάζονται στο τέλος του παρόντος τεύχους.

### **Τάφροι αποχέτευσης ομβρίων εξωτερικών λεκανών**

Για την προστασία της ΕΕΛ από επιφανειακές απορροές ομβρίων κατασκευάζονται περιμετρικές τάφροι. Η μορφολογία του εδάφους και η διάταξη των προτεινόμενων έργων διαμορφώνει μια κατάσταση κατά την οποία προβλέπεται η άφιξη επιφανειακών απορροών στην ΕΕΛ από την λοφώδη περιοχή στα βόρεια της εγκατάστασης. Έτσι περιμετρικές τάφροι στην περιοχή της ΕΕΛ προβλέπονται μόνο κατά αυτήν την διεύθυνση. Πρόκειται για δύο τάφρους οι οποίες εκτρέπουν τις επιφανειακές απορροές από τα βόρεια παρακάμπτοντας έτσι την περιοχή στην οποία χωροθετείται η εγκατάσταση.

Και οι δύο είναι τριγωνικής μορφής τάφροι βάθους 0.80 m, πλάτους 2.00 m και κλίσης πρανών 1:1 και 2:3. και εκφορτίζονται στην κεντρική τάφρο.

### **Τάφροι αποχέτευσης ομβρίων εσωτερικών λεκανών**

Οι τάφροι αυτές έχουν ως στόχο την συγκέντρωση και ασφαλή απομάκρυνση των ομβρίων υδάτων που πέφτουν στην επιφάνεια του εδάφους στην οποία χωροθετείται η εγκατάσταση. Οι τάφροι τοποθετούνται παραπλεύρως του δρόμου πρόσβασης σε όλες τις μονάδες και είναι τριγωνικής διατομής με βάθος 0.80m και κλίση πρανών 1:1 και 2:3 εκφορτίζονται στην κεντρική τάφρο .

Η περιοχή κατάντι των λιμνών ωρίμανσης θεωρείται ότι δεν απαιτεί την κατασκευή τάφρου ομβρίων τόσο λόγω του ότι ποσότητα ομβρίων καταλήγει κατευθείαν στην λίμνη και λόγω της γεινίασης της περιοχής με τον αποδέκτη.

## **5.5 ΔΙΚΤΥΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ - ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

### **ΓΕΝΙΚΑ**

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται στα δίκτυα που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες άρδευσης, πυρόσβεσης, αποχέτευσης, γενικών χρήσεων εξοπλισμού και καθαριότητας του Έργου.

Το σύνολο των αναγκών θα εξυπηρετείται από δεξαμενές αποθήκευσης και πιεστικά συγκροτήματα έτσι ώστε αφ' ενός να καλύπτονται οι απαιτήσεις σε πίεση και αφετέρου να μπορεί να εξυπηρετείται το Έργο σε περίπτωση διακοπής της εξωτερικής τροφοδοσίας για ορισμένο χρονικό διάστημα.

Τα επεξεργασμένα λύματα είτε οδηγούνται στον αγωγό διάθεσης, είτε εισέρχονται στο αντλιοστάσιο άρδευσης - ανακυκλοφορίας, από όπου θα χρησιμοποιηθούν για άρδευση των έργων πρασίνου της εγκατάστασης με δυνατότητα εξυπηρέτησης αναγκών πυρόσβεσης και βιομηχανικού νερού της εγκατάστασης.

Θα εγκατασταθεί ένα δίκτυο σωληνώσεων για τις ανάγκες άρδευσης, πυρόσβεσης και γενικών χρήσεων. Θα διατρέχει το σύνολο της εγκατάστασης και θα δημιουργεί βρόγχο για την εξισορρόπηση των πιέσεων, την ομαλή διανομή της παροχής και τη δυνατότητα λειτουργίας του συστήματος ακόμη και στην περίπτωση δυσλειτουργίας τμήματος αυτού.

Τα δίκτυα Βιομηχανικού νερού - άρδευσης και πυρόσβεσης φαίνονται στο **ΣΧΕΔΙΟ OR-104**.

### **ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ & ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

Η μονάδα βιομηχανικού νερού γενικών χρήσεων, πυρόσβεσης και άρδευσης αποτελείται από:

- α) τη δεξαμενή,
- β) το αντλιοστάσιο (πιεστικό συγκρότημα) τροφοδοσίας και
- γ) το δίκτυο σωληνώσεων.

Ο υπολογισμός μελέτης έγινε εκτιμώντας τις μέγιστες καταναλώσεις που μπορούν να παρουσιασθούν σε ωριαία βάση με συντελεστή ταυτοχρονισμού 1. Για τον υπολογισμό των παροχών και πιέσεων θεωρήθηκε ότι:

- α) Ανάγκες Γενικών Χρήσεων (Πλύσεις χώρου, Εξοπλισμού κλπ)

Αριθμός σημείων ταυτόχρονης λειτουργίας: 2

Ελάχιστη απαιτούμενη παροχή σημείου:	8 m <sup>3</sup> /h
Ελάχιστη Πίεση στην έξοδο στο υψηλότερο σημείο:	2 bar

## **β) Ανάγκες Άρδευσης**

Σύμφωνα με τη μελέτη πρασίνου, οι ανάγκες άρδευσης εκτιμώνται σε 2 m<sup>3</sup> /h. Η πίεση στα φρεάτια διανομής των σωληνώσεων άρδευσης επιτρέπεται να είναι μεταξύ 0,8 και 4 bar.

Βάσει των παραπάνω επιλέγεται πιεστικό συγκρότημα ικανότητας 10 m<sup>3</sup>/h στα 55 m.

### **Δεξαμενή Βιομηχανικού Νερού και Άρδευσης**

Η δεξαμενή βιομηχανικού νερού και άρδευσης είναι η δεξαμενή αποθήκευσης προϊόντος επεξεργασμένων λυμάτων στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας - άρδευσης.

### **Πιεστικό Συγκρότημα Βιομηχανικού Νερού & Άρδευσης**

Το πιεστικό συγκρότημα θα εγκατασταθεί σε κλειστό χώρο δίπλα στη δεξαμενή αποθήκευσης προϊόντος αντίστροφης όσμωσης. Θα αναρροφά νερό από τον πυθμένα της δεξαμενής και θα καταθλίβει στο δίκτυο σωληνώσεων για την εξυπηρέτηση των αναγκών της εγκατάστασης.

Το πιεστικό συγκρότημα θα εδράζεται σε ενιαία-στιβαρή και άκαμπτη μεταλλική βάση και θα περιλαμβάνει:

- Δύο φυγοκεντρικές αντλίες (1 + 1) ικανότητας 10 m<sup>3</sup>/h στα 55 m η καθεμιά ισχύος 7.5kW
- Δικλείδες On/Off στην αναρρόφηση και την κατάθλιψη των αντλιών
- Βαλβίδες αντεπιστροφής στις καταθλίψεις των αντλιών,
- Θερμογαλβανισμένους συλλέκτες αναρρόφησης και κατάθλιψης
- Ακροσωλήνιο και φίλτρο για τη σύνδεση του πιεστικού δοχείου
- Πιεστικό δοχείο μεμβράνης 500 lit
- Πιεζοστάτη οθόνης (0-10 bar) για κάθε αντλία
- Μανόμετρο (0-10 bar)
- Αντικραδασμικούς συνδέσμους σε κάθε συλλέκτη
- Ηλεκτρικό Πίνακα Αυτοματισμού προστασίας IP54 με αυτόματη εναλλαγή αντλιών

### **Δίκτυο Σωληνώσεων Βιομηχανικού Νερού**

Η τοπολογία του υδραυλικού δικτύου θα είναι τύπου κλειστού βρόγχου, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη πίεση και εναλλακτική τροφοδοσία των καταναλώσεων σε περίπτωση προγραμματισμένης διακοπής ή έκτακτης κατάστασης, τμήματος του δικτύου. Από το περιμετρικό δίκτυο ξεκινούν αγωγοί που καταλήγουν στους διάφορους υδραυλικούς υποδοχείς. Το σύνολο του περιμετρικού δικτύου θα εγκατασταθεί εντός εδάφους και θα είναι από HDPE 3<sup>ης</sup> γενιάς PN10, διαμέτρου 090 κατά την έξοδο από το αντλιοστάσιο και για μήκος 5m, ενώ οι αγωγοί του δικτύου βρόγχου θα είναι διαμέτρου 063 για μήκος 923,5m.

Τα σημεία υδροληψίας που βρίσκονται πάνω στο κεντρικό δίκτυο απομονώνονται μέσω σφαιρικής βάνας (ball valve) DN40 μέσα σε φρεάτιο και τοποθετούνται περίπου ανά 50m. Κάθε σημείο συνδέεται με εύκαμπτο υδραυλό ρυθμιζόμενης παροχής μέσω συνδέσμου



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Έχοντας ολοκληρώσει την πτυχιακή μας εργασία, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επόπτη μας για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με τον εν λόγω θέμα.

Μετά την ενασχόληση μας με το παρόν θέμα, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα :

1. Την σπουδαιότητα των μαθημάτων «υδραυλικής» και «εγκαταστάσεων καθαρισμού λυμάτων», διότι μέσω αυτών των μαθημάτων είμασταν σε θέση να κατανοήσουμε το έργο.
2. Ο σχεδιασμός ενός έργου αποχέτευσης και εγκατάστασης κέντρου καθαρισμού λυμάτων είναι μεγάλο έργο και απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις και συνδυάζει αρκετές παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη.
3. Χρειάζεται διαρκής ενημέρωση τόσο για την μεθοδολογίες επεξεργασίας όσο και για τα μηχανήματα που συνεχώς εξελίσσονται.
4. Η κάθε περίπτωση είναι ξεχωριστή και χρήζει ειδικής μεταχείρισης.

## ***ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ***

1. Υδραυλική, Ιωάννης Β. Σούλης, 2010.
2. Επεξεργασία Λυμάτων, Στυλιανός Π. Τσώνης, Αναπληρωτής καθηγητής πανεπιστημίου Πατρών, 2004.

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ - ΕΙΚΟΝΩΝ**

Πίνακας 1. Εξυπηρετούμενος πληθυσμός περιοχής μελέτης .....	7
Πίνακας 2. Μήκη αγωγών ανά κατηγορία .....	12
Πίνακας 3. Παροχές σχεδιασμού .....	14
Πίνακας 4. Ισοδύναμοι κάτοικοι, ρυπαντικά φορτία και παραγόμενη ιλύς .....	14
Πίνακας 5. Απαιτούμενες τιμές εκροών των ρυπαντικών παραμέτρων .....	15
Πίνακας 6. Πληθυσμιακά δεδομένα στον Δήμο Φιλιατών για τα διάφορα έτη. ....	24
Πίνακας 7. Μελλοντική κατανομή του πληθυσμού στον Δήμο Φιλιατών. ....	25
Πίνακας 8. Μελλοντική κατανομή του πληθυσμού στην πόλη των Φιλιατών.....	71
Πίνακας 9. Παροχές σχεδιασμού εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων .....	71
Πίνακας 10. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	84
Πίνακας 11. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	85
Πίνακας 12. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	87
Πίνακας 13. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	88
Πίνακας 14. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	88
Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	89
Πίνακας 16. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	90
Πίνακας 17. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	91
Πίνακας 18. Υδραυλικά στοιχεία αγωγών. ....	92
Πίνακας 19. Στοιχεία υπολογισμού. ....	93
Πίνακας 20. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	94
Πίνακας 21. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	95
Πίνακας 22. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	95
Πίνακας 23. Χαρακτηριστικά αγωγού. ....	96
Πίνακας 24. Μελλοντική κατανομή του πληθυσμού στην πόλη των Φιλιατών.....	104
Πίνακας 25. Παροχές σχεδιασμού εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων .....	105
Πίνακας 26. Ρυπαντικά φορτία εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων .....	106
Πίνακας 27. Χαρακτηριστικά μονάδων ΕΕΛ Δήμου Φιλιατών .....	116
Πίνακας 28. Ρυπαντικά φορτία στην έξοδο της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας.....	127
Πίνακας 29. Χαρακτηριστικά διαφόρων ειδών φυτών υγροτόπων .....	133
Πίνακας 30. Κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού πληρώσεως κλινών για τις τρεις κατώτερες στρώσεις.....	135
Πίνακας 31. Κοκκομετρική διαβάθμιση για την επιφανειακή στρώση πλυμένης άμμου .....	135
Πίνακας 32. Χαρακτηριστικά τυπικών υποστρωμάτων τεχνητών υγροτόπων υποεπιφανειακής ροής (US. EPA, 1988).....	142
Πίνακας 33. Ρυπαντικά φορτία στην έξοδο των κλινών τεχνητού υγροτόπου.....	144

Πίνακας 34. Αποτελέσματα απομάκρυνσης οργανικού άνθρακα στις λίμνες σταθεροποίησης .....	150
Πίνακας 35. Αποτελέσματα απομάκρυνσης οργανικού αζώτου στις λίμνες σταθεροποίησης .....	152
Πίνακας 36. Αποτελέσματα απομάκρυνσης παθογόνων μ/ο στις λίμνες Σταθεροποίησης .....	153
Πίνακας 37. Χαρακτηριστικά συστήματος χλωρίωσης.....	155
Πίνακας 38. Μέγιστες ταχύτητες για την παροχή σχεδιασμού .....	179
Εικόνα 1. Αεροφωτογραφία google earth. (a) .....	8
Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία google earth. (b) .....	8
Εικόνα 3. Υποδίκτυο Α.....	9
Εικόνα 4. Υποδίκτυα Β και Γ. ....	10
Εικόνα 5. Υποδίκτυο Δ. ....	11
Εικόνα 6. Οι θέσεις που θα διέλθουν οι αγωγοί. ....	13
Εικόνα 7. Κάτοψη.....	69
Εικόνα 8. Τομές .....	69
Εικόνα 9. Τομή Α-Α .....	128
Εικόνα 10. Κάτοψη.....	128