

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΝΟΜΟΣ ΚΥΚΛΑΔΩΝ  
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΠΑΡΟΥ

**Προμελέτη έργων εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης  
του ΒΙΟΚΑ Παροικίας Πάρου με σκοπό  
την Τριτοβάθμια Επεξεργασία Λυμάτων και την  
αξιοποίησή τους για άρδευση χωρίς περιορισμούς**

Μελέτη  
Ευαγγελία Περιμένη  
Πολιτικός Μηχανικός  
Περρικού 32, 115 24 Αθήνα, Τηλ. 2106974600

Ιούλιος 2019



## Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1.	Ανάθεση μελέτης.....	1
1.2.	Αντικείμενο μελέτης.....	1
2.	Υφισταμένη εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων.....	2
2.1.	Γενικά.....	2
2.2.	Χαρακτηριστικά εισερχομένων λυμάτων.....	2
2.3.	Χαρακτηριστικά εκροής.....	5
2.4.	Συνοπτική τεχνική περιγραφή.....	6
2.4.1.	Φρεάτιο εισόδου.....	6
2.4.2.	Προεπεξεργασία.....	6
2.4.3.	Μετρητής παροχής - Μεριστής βιοαντιδραστήρων.....	7
2.4.4.	Βιολογικοί αντιδραστήρες.....	7
2.4.5.	Δεξαμενή τελικής καθίζησης.....	7
2.4.6.	Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος.....	8
2.4.7.	Απολύμανση.....	8
2.4.8.	Επεξεργασία ιλύος.....	8
2.4.9.	Υποδοχή βοθρολυμάτων.....	9
2.4.10.	Μονάδες απόσμησης.....	9
2.5.	Αξιολόγηση – Προτάσεις βελτιώσεων.....	9
2.5.1.	Προεπεξεργασία.....	9
2.5.2.	Υποδοχή βοθρολυμάτων.....	10
2.5.3.	Επεξεργασία ιλύος.....	12
2.6.	Προϋπολογισμός έργων βελτίωσης.....	12
3.	ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ.....	13
3.1.	Γενικά.....	13
3.2.	Διεθνής εμπειρία.....	13
3.2.1.	Η.Π.Α.....	14
3.2.2.	Κεντρική και Νότια Αμερική.....	15
3.2.3.	Αυστραλία.....	15
3.2.4.	Ισραήλ.....	15
3.2.5.	Κύπρος.....	15
3.2.6.	Ισπανία.....	16
3.3.	Εμπειρία επαναχρησιμοποίησης στην Ελλάδα.....	16
3.3.1.	Κως.....	16
3.3.2.	Χαλκίδα.....	17

3.4.	Υδατικό ισοζύγιο Πάρου .....	17
3.5.	Υφιστάμενη Νομοθεσία .....	18
3.5.1.	Άρδευση.....	19
3.5.2.	Αστική και περιαστική χρήση .....	21
3.5.3.	Τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων.....	22
3.5.4.	Βιομηχανική χρήση .....	23
3.5.5.	Άδεια επαναχρησιμοποίησης .....	23
3.6.	Δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης.....	26
4.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ .....	28
4.1.	Μονάδα υπερδιήθησης (UF).....	28
4.1.1.	Γενικά.....	28
4.1.2.	Χαρακτηριστικά μεγέθη .....	28
4.1.3.	Υδροληψία και δεξαμενή τροφοδότησης.....	29
4.1.4.	Τροφοδότηση της μονάδας UF.....	29
4.1.5.	Μονάδα υπερδιήθησης.....	30
4.1.6.	Απολύμανση .....	33
4.1.7.	Δεξαμενή καθαρών .....	34
4.1.8.	Εγκαθιστάμενος εξοπλισμός .....	34
4.1.9.	Κόστος κατασκευής.....	35
4.1.10.	Δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης .....	36
4.2.	Μονάδα MBR .....	37
4.2.1.	Αντλιοστάσιο τροφοδότησης MBR.....	37
4.2.2.	Λεπτοεσχάρωση .....	38
4.2.3.	Βιολογική επεξεργασία .....	38
4.2.4.	Μεμβράνες διήθησης.....	48
4.2.5.	Περίσσεια ιλύος.....	51
4.2.6.	Απολύμανση .....	51
4.2.7.	Επεξεργασία ιλύος .....	52
4.2.8.	Δεξαμενή καθαρών .....	53
4.2.9.	Εγκαθιστάμενος εξοπλισμός .....	53
4.2.10.	Τρόπος λειτουργίας .....	54
4.2.11.	Προϋπολογισμός μονάδας MBR.....	55
4.2.12.	Δαπάνες λειτουργίας.....	55
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
6.	ΔΑΠΑΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	59
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΕΛ ΠΑΡΟΙΚΙΑΣ.....	57
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ. ΠΡΟΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	81

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ανάθεση μελέτης

Με την Απόφαση υπ' αριθμόν 56/2014 του Διοικητικού Συμβουλίου της ΔΕΥΑ Πάρου ανατέθηκε η εκπόνηση της Προμελέτης Έργων εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης του ΒΙΟ.ΚΑ. Παροικίας Πάρου με σκοπό τη τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων και την αξιοποίησή τους για άρδευση χωρίς περιορισμούς στη Πολιτικό Μηχανικό κ. Ευαγγελία Περιμένη. Η σχετική σύμβαση ανάθεσης υπογράφηκε στις 04/11/2014.

### 1.2. Αντικείμενο μελέτης

Στο αντικείμενο της μελέτης περιλαμβάνονται τα εξής:

- (1) Εξέταση και αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων ως προς το σύστημα τριτοβάθμιας επεξεργασίας και η μέθοδος διάθεσης που επιλέγεται, της διαθεσιμότητας χώρου για τα έργα αναβάθμισης, καθώς επίσης της ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης των στοιχείων των επιμέρους λύσεων.
- (2) Σχεδιασμό μονάδων τριτοβάθμιας επεξεργασίας με αναλυτική περιγραφή των έργων που απαιτούνται και στοιχεία κόστους κατασκευής και λειτουργίας.
- (3) Προσδιορισμό τυχόν λειτουργικών προβλημάτων της υφιστάμενης μονάδας και προτάσεις για τυχόν βελτιώσεις επιμέρους υφιστάμενων μονάδων.

Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους ενότητες:

- Στο Κεφάλαιο 2, γίνεται μία σύντομη περιγραφή της υφιστάμενης εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, αξιολογούνται τα χαρακτηριστικά εισόδου και εξόδου του ΒΙΟ.ΚΑ Παροικίας και προτείνονται βελτιώσεις των υφιστάμενων μονάδων, που συνοδεύονται από προϋπολογισμό των σχετικών εργασιών.
- Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης ως προς την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων στον ελληνικό και διεθνή χώρο, καθώς επίσης και εξέταση του υφιστάμενου νομοθετικού πλαισίου σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων. Τέλος παρουσιάζονται οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων της ΕΕΛ Παροικίας, λαμβάνοντας υπόψη το υδατικό ισοζύγιο της Πάρου.
- Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η προμελέτη των έργων τριτοβάθμιας επεξεργασίας της ΕΕΛ Παροικίας. Ειδικότερα εξετάζεται η κατασκευή μονάδας τριτοβάθμιας επεξεργασίας με υπερδιήθηση (Ultra Filtration) και η κατασκευή μονάδας βιολογικής βαθμίδας με μεμβράνες διήθησης για το διαχωρισμό υγρών και στερεών. Η προμελέτη των έργων τριτοβάθμιας επεξεργασίας συνοδεύεται με εκτίμηση του κόστους κατασκευής κάθε εναλλακτικής λύσης, καθώς επίσης και των ετήσιων δαπανών λειτουργίας και συντήρησης.
- Στο Κεφάλαιο 5 αναγράφονται τα συμπεράσματα της μελέτης
- Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται ο Προϋπολογισμός (Δαπάνη Κατασκευής) των προτεινόμενων νέων έργων

## 2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

### 2.1. Γενικά

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ) Παροικίας λειτουργεί από το 2001 και επεξεργάζεται αστικά λύματα και βοθρολύματα. Ο σχεδιασμός της ΕΕΛ έχει γίνει για την επεξεργασία των παρακάτω υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων :

Παράμετρος		Α' Φάση		Β' Φάση	
		Χειμ.	Καλ.	Χειμ.	Καλ.
Μέση ημερήσια παροχή	[m <sup>3</sup> /d]	1.080	3.740	1.620	6.160
BOD <sub>5</sub>	[kg/d]	420	1.445	630	2.380
	[mg/l]	389	386	389	386
SS	[kg/d]	452	1.556	678	2.562
	[mg/l]	419	416	419	416
TN	[kg/d]	65	223	97	367
	[mg/l]	60	60	60	60

Τα όρια εκροής πρέπει να ικανοποιούν τα παρακάτω όρια :

- BOD<sub>5</sub> < 25 mg/l
- SS < 35 mg/l
- Ολικό άζωτο < 15 mg/l
- Νιτρικά < 10 mg/l

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων είναι σύστημα παρατεταμένου αερισμού, που επιτυγχάνει βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (νιτροποίηση - απονιτροποίηση) με παράλληλη σταθεροποίηση της παραγόμενης ιλύος. Τα επεξεργασμένα λύματα μετά από χλωρίωση διατίθενται στη θάλασσα μέσω υποθαλάσσιου αγωγού.

Η σταθεροποιημένη ιλύς αφυδατώνεται σε συγκρότημα πάχυνσης – αφυδάτωσης σε ποσοστό >20% και διατίθεται σε ΧΥΤΑ.

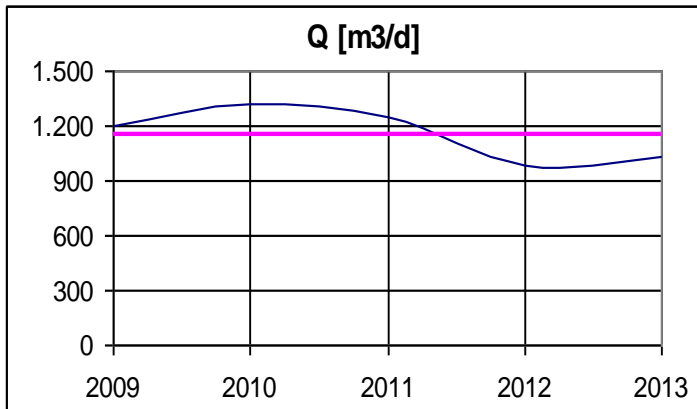
### 2.2. Χαρακτηριστικά εισερχομένων λυμάτων

Η ΔΕΥΑ Πάρου χορήγησε ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των εισερχομένων λυμάτων, τα οποία παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι της παρούσας.

Με βάση τα χορηγηθέντα στοιχεία, η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων τη τελευταία τετραετία ήταν της τάξης των 1.200m<sup>3</sup>/d. Γενικά παρατηρείται μείωση της παροχής ακαθάρτων τα έτη 2011 και 2012 και μικρή ανάκαμψη το έτος 2013.

Για τη διακύμανση της παροχής κατά την εξεταζόμενη περίοδο παρατηρούνται τα εξής:

- Η μέση ημερήσια χειμερινή παροχή (Οκτώβριος έως Μάιος) ανήλθε σε 1.095 m<sup>3</sup>/d, που αντιπροσωπεύει το 100% της αντίστοιχης παροχής σχεδιασμού.

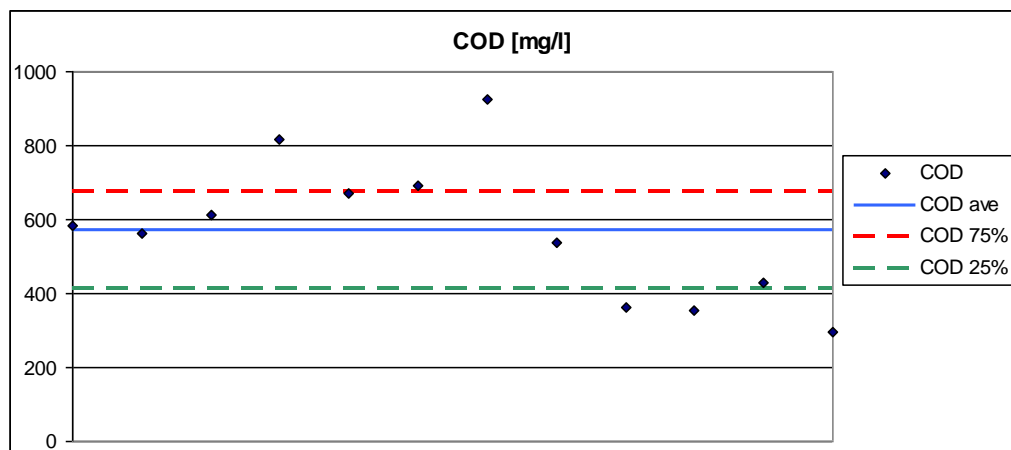


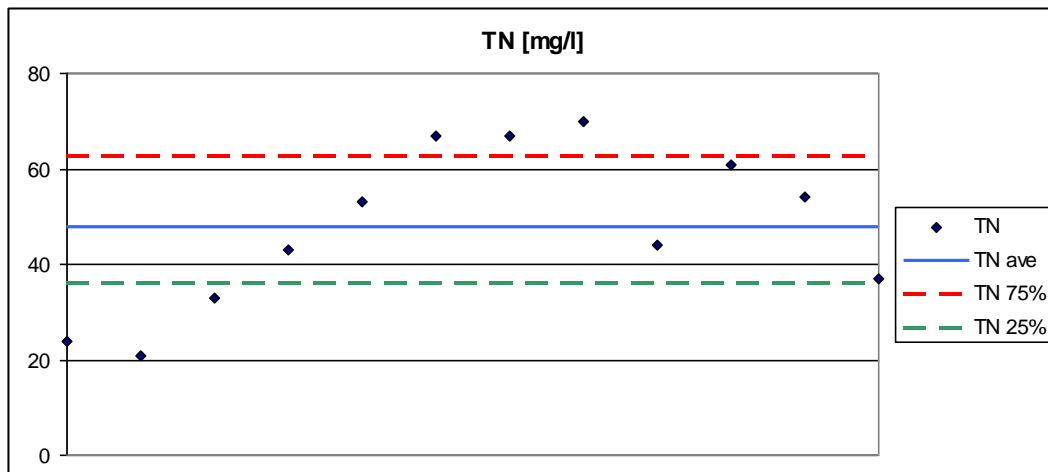
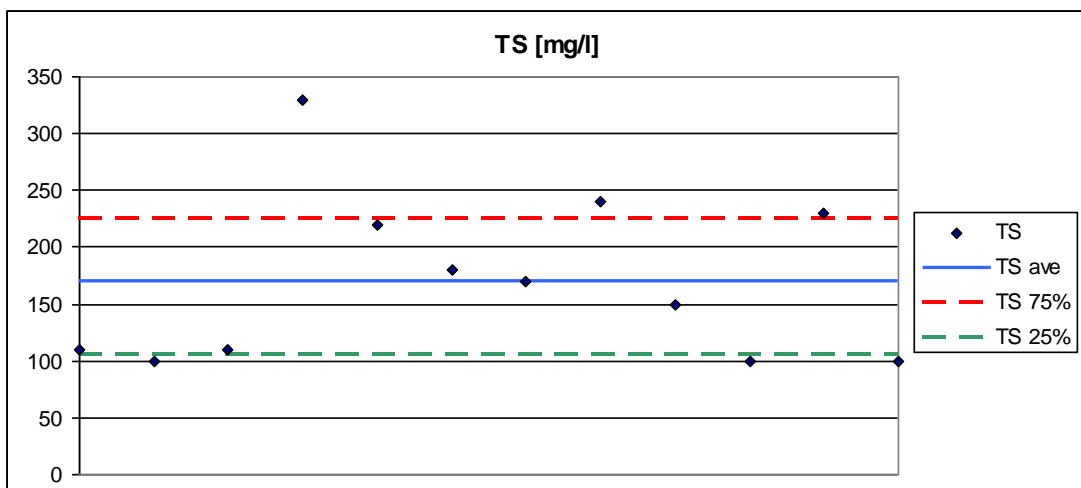
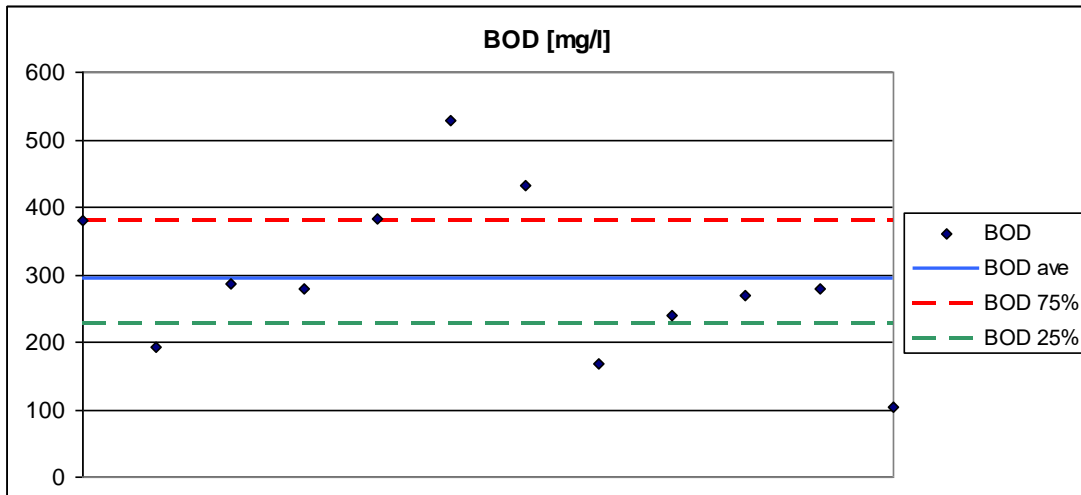
- Η μέση ημερήσια θερινή παροχή (Ιούνιος έως Σεπτέμβριος) ανήλθε 1.350 m<sup>3</sup>/d, που αντιστοιχεί στο 35% της αντίστοιχης παροχής σχεδιασμού.
- Ο μήνας με τη μεγαλύτερη παροχή είναι ο Αύγουστος. Η μέση ημερήσια παροχή τον Αύγουστο ανήλθε σε περίπου 1.650 m<sup>3</sup>/d, δηλαδή στο 45% της παροχής σχεδιασμού.

Οι συγκεντρώσεις των ρυπαντικών φορτίων στην είσοδο της ΕΕΛ είναι γενικά συμβατές με τις συγκεντρώσεις φορτίων σχεδιασμού, με εξαίρεση τα αιωρούμενα στερεά, που είναι σημαντικά μικρότερες από τις συγκεντρώσεις σχεδιασμού. Παρότι, στον ελλαδικό χώρο είναι σύνηθες η συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών να είναι μικρότερη από τη συγκέντρωση BOD<sub>5</sub>, θα πρέπει να εξασφαλιστεί η αντιπροσωπευτική δειγματοληψία, δεδομένου ότι οι συγκεντρώσεις TSS στα εισερχόμενα λύματα παρουσιάζονται εξαιρετικά μικρές.

Παράμετρος		Average	Percentile 85%	Σχεδιασμού
BOD <sub>5</sub>	[mg/l]	295	400	390
TSS	[mg/l]	170	235	415
TN	[mg/l]	48	67	60

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η διακύμανση των συγκεντρώσεων των ρυπαντικών φορτίων στην είσοδο της ΕΕΛ.





Συνοπτικά προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

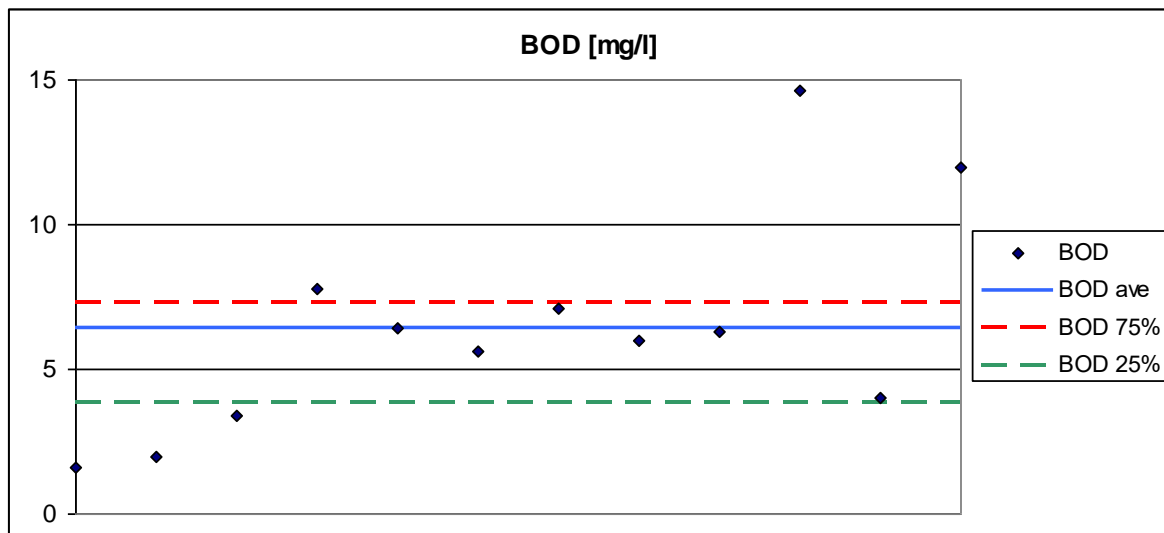
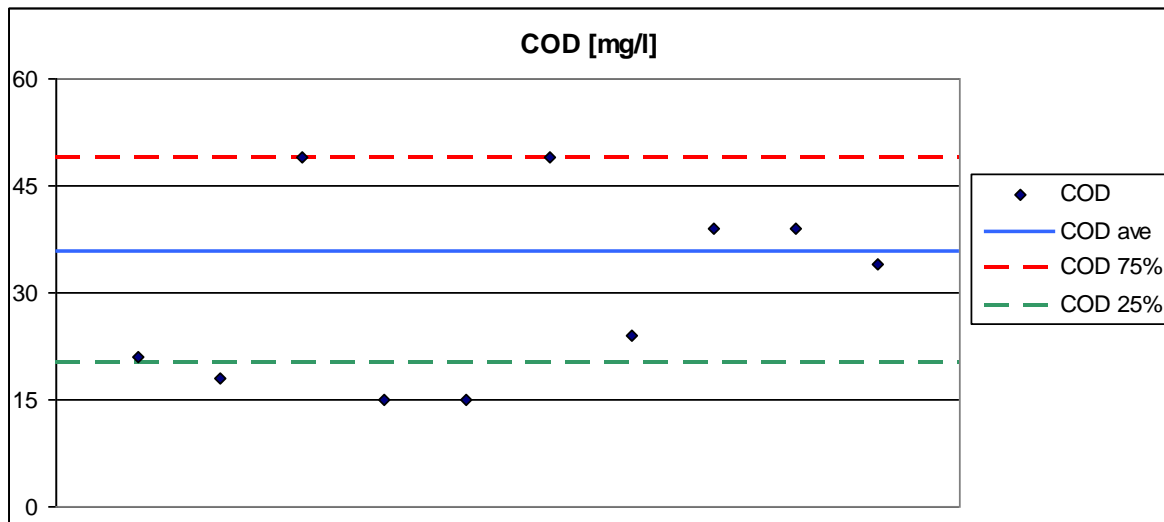
- Στην υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων καταλήγει τους καλοκαιρινούς μήνες περίπου το 35% του φορτίου σχεδιασμού (υδραυλικού και ρυπαντικού) θερινής λειτουργίας της εγκατάστασης. Κατά την περίοδο αυτήν βρίσκονται σε λειτουργία οι δύο από τους τρεις βιολογικούς αντιδραστήρες, ενώ λειτουργεί η μία δεξαμενή τελικής καθίζησης.

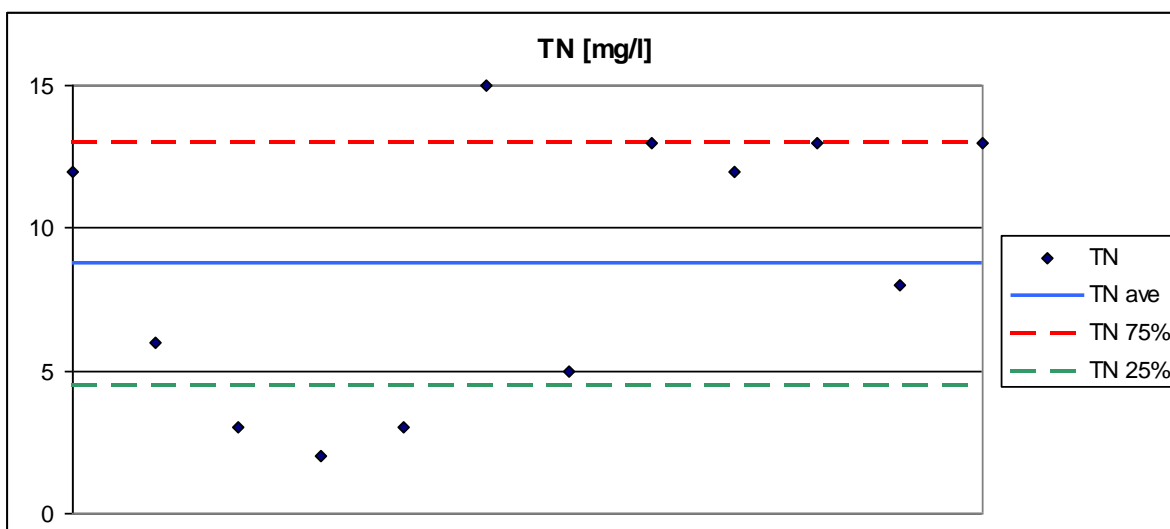
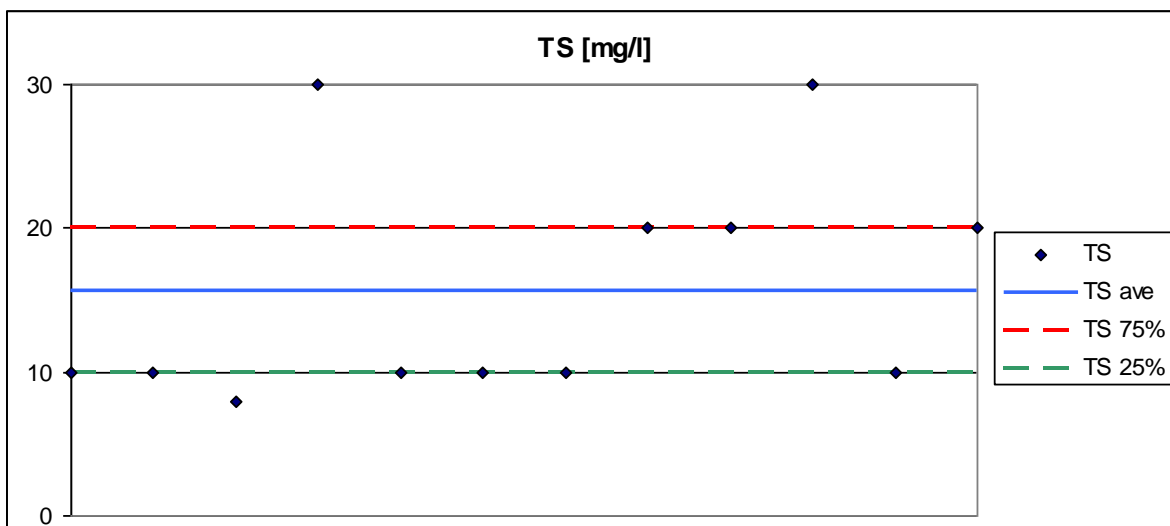


- Το χειμώνα καταλήγει στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων το 100% περίπου του φορτίου σχεδιασμού χειμερινής λειτουργίας της εγκατάστασης. Κατά την περίοδο αυτήν λειτουργεί ο ένας από τους τρεις βιολογικούς αντιδραστήρες και η μία δεξαμενή τελικής καθίζησης.

### 2.3. Χαρακτηριστικά εκροής

Λαμβάνοντας υπόψη τα χορηγηθέντα στοιχεία, τα επεξεργασμένα λύματα ικανοποιούν τα όρια εκροής. Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η διακύμανση των συγκεντρώσεων στην εκροή της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων Παροικιάς.





## 2.4. Συνοπτική τεχνική περιγραφή

### 2.4.1. Φρεάτιο εισόδου

Ο Κεντρικός Αποχετευτικός Αγωγός του Δήμου Πάρου καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου, στο οποίο καταλήγουν επίσης και οι καταθλιπτικοί αγωγοί των στραγγιδίων και των βοθρολυμάτων. Από το φρεάτιο αυτό με αγωγό διαμέτρου Φ315 τροφοδοτείται η μονάδα της προεπεξεργασίας, ενώ στο φρεάτιο υπάρχει υπερχείλιση υψηλής στάθμης για τη γενική παράκαμψη των έργων.

### 2.4.2. Προεπεξεργασία

Η προεπεξεργασία περιλαμβάνει την εσχάρωση και την εξάμμωση των λυμάτων.

Η μονάδα εσχάρωσης αποτελείται από μια μηχανικά καθαριζόμενη εσχάρα με διάκενα 10 mm και μία χειροκαθαριζόμενη εσχάρα παράκαμψης με διάκενα 20 mm καθώς και τον συναφή εξοπλισμό για τη μεταφορά και συμπίεση των εσχαρισμάτων, δηλαδή μεταφορικό κοχλία και κάδο συλλογής.

Η διώρυγα της αυτόματης εσχάρας απομονώνεται με χειροκίνητα θυροφράγματα, ενώ η διώρυγα της χειροκαθαριζόμενης εσχάρας λειτουργεί υπερχειλιστικά.

Η μονάδα εξάμμωσης-απολίπανσης αποτελείται από δύο παράλληλες αεριζόμενους εξαμμωτές ωφέλιμης χωρητικότητας  $2 \times 35 \text{ m}^3$ . Η απομόνωση των εξαμμωτών γίνεται με χειροκίνητα θυροφράγματα, έτσι ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση της μίας εκ των δύο δεξαμενών.

Για την επίτευξη σπειροειδούς κίνησης των λυμάτων, κατά μήκος κάθε εξαμμητή τοποθετούνται διαχυτήρες για τη διοχέτευση αέρα. Η διοχέτευση του αέρα γίνεται από δύο φυσητήρες δυναμικότητας 180 m<sup>3</sup>/h (ο ένας εφεδρικός), που είναι τοποθετημένοι στο κτίριο φυσητήρων.

Η συλλεγόμενη άμμος απομακρύνεται με αντλίες άμμου τύπου Vortex που είναι ενσωματωμένες στη παλινδρομική γέφυρα και οδηγείται σε συγκρότημα αμμοδιαχωριστή που εγκαθίσταται στο κτίριο προεπεξεργασίας.

Πλευρικά σε κάθε εξαμμητή κατασκευάζεται πέτασμα για τη δημιουργία πλευρικής ζώνης ηρεμίας. Στην επιφάνεια της ζώνης ηρεμίας συγκεντρώνονται τα επιπλέοντα λίπη τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται από επιφανειακούς σαρωτές, που βρίσκονται στην παλινδρομική γέφυρα, προς φρεάτια συλλογής λιπών που βρίσκονται στα κατάντη των εξαμμητών.

### 2.4.3. Μετρητής παροχής - Μεριστής βιοαντιδραστήρων

Από την έξοδο των εξαμμητών τα προεπεξεργασμένα λύματα οδηγούνται με βαρύτητα στο μεριστή των βιολογικών αντιδραστήρων, ανάντη του οποίου έχει κατασκευαστεί ο μετρητής παροχής σε διώρυγα με στένωση Venturi.

Στον ανάντη θάλαμο του μεριστή παροχής καταλήγουν τα λύματα καθώς επίσης και η ανακυκλοφορία από το παρακείμενο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας. Στη συνέχεια το ανάμικτο υγρό διανέμεται στους τρεις βιολογικούς αντιδραστήρες που έχουν κατασκευαστεί. Στο μεριστή υπάρχει πρόβλεψη για το μερισμό της συνολικής παροχής σε τέσσερις βιολογικούς αντιδραστήρες (τρεις υφιστάμενους και ένας μελλοντικός).

### 2.4.4. Βιολογικοί αντιδραστήρες

Έχουν κατασκευαστεί τρεις βιολογικοί αντιδραστήρες για τη νιτροποίηση και απονιτροποίηση των λυμάτων, ενώ υπάρχει πρόβλεψη για τη κατασκευή και ενός τέταρτου σε επόμενη φάση. Λόγω των μειωμένων υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων στην είσοδο της ΕΕΛ λειτουργούν μόνο οι δύο βιολογικοί αντιδραστήρες.

Κάθε βιολογικός αντιδραστήρας ενεργού όγκου 1.720m<sup>3</sup> διαθέτει:

- Ανοξική ζώνη ενεργού όγκου 410m<sup>3</sup> για την απονιτροποίηση. Στην ανοξική ζώνη εισέρχεται ανάμικτο υγρό από το μεριστή παροχής, καθώς επίσης και νιτροποιημένες εκροές από το κατάντη άκρο της αερόβιας ζώνης. Κάθε διαμέρισμα είναι εξοπλισμένο με υποβρύχιο αναδευτήρα ισχύος 5 kW για να διατηρείται το ανάμικτο υγρό σε αιώρηση.
- Επαμφοτερίζουσα ζώνη ενεργού όγκου 510m<sup>3</sup>, στην οποία έχουν εγκατασταθεί και διαχυτήρες για την εξασφάλιση του αερισμού, καθώς επίσης και υποβρύχιοι αναδευτήρες, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία του διαμερίσματος αυτού ως ανοξικού.
- Αεριζόμενη ζώνη ενεργού όγκου 800m<sup>3</sup>, για τη νιτροποίηση των λυμάτων.

Η ανακυκλοφορία νιτροποιημένων εκροών (εσωτερική ανακυκλοφορία) επιτυγχάνεται με αντλίες αξονικής ροής, από το κατάντη άκρο κάθε αερόβιας ζώνης. Σε κάθε δεξαμενή έχουν εγκατασταθεί δύο (η μία εφεδρική αντλία) δυναμικότητας 45l/sec.

Για τον αερισμό έχουν εγκατασταθεί σε κάθε δεξαμενή 180 διαχυτήρες λεπτής φουσαλίδας. Ο αέρας παρέχεται από έξι φυσητήρες (οι δύο εφεδρικοί) δυναμικότητας 910 Nm<sup>3</sup>/h @ 600mbar, εγκατεστημένης ισχύος 30kW.

### 2.4.5. Δεξαμενή τελικής καθίζησης

Το ανάμικτο υγρό από την έξοδο των βιολογικών αντιδραστήρων οδηγείται στο μεριστή των δεξαμενών τελικής καθίζησης. Έχουν κατασκευαστεί τρεις δεξαμενές καθίζησης διαμέτρου 13,00m και σε επόμενη φάση θα κατασκευαστεί και μία τέταρτη όμοια δεξαμενή καθίζησης.

Οι δεξαμενές έχουν πλευρικό βάθους υγρού 2,20 m, με κλίση πυθμένα 10%. Το διαυγασμένο υγρό υπερχειλίζει περιμετρικά από οδοντωτό υπερχειλιστή και μέσω περιμετρικής διώρυγας οδηγείται προς το φρεάτιο εξόδου. Πριν από τον υπερχειλιστή τοποθετείται φράγμα

συγκράτησης επιπλεόντων, το οποίο είναι βυθισμένο 10 cm κάτω από την κατώτατη στάθμη του υγρού. Και ο υπερχειλιστής και το φράγμα αφρών είναι κατασκευασμένα απ'ανοξείδωτο χάλυβα.

Η καθιζάνουσα ιλύς σαρώνεται με τη βοήθεια ξέστρου ανηρτημένου από ακτινική μεταλλική γέφυρα και οδηγείται στο κεντρικό κώνο της δεξαμενής, από όπου οδηγείται προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος μέσω αγωγών διαμέτρου 200mm.

Λόγω των μειωμένων υδραυλικών φορτίων στην είσοδο της ΕΕΛ λειτουργεί μόνο η μία δεξαμενή τελικής καθίζησης.

#### **2.4.6. Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος**

Η ιλύς από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης οδηγείται στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου ιλύος.

Η ανακυκλοφορία επιτυγχάνεται από πέντε υποβρύχιες αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας  $80\text{m}^3/\text{h}$  @ 2,5m. Οι αντλίες καταθλίβουν στο μεριστή των βιολογικών αντιδραστήρων.

Από τον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου ιλύος αναρροφούν οι αντλίες περίσσειας ιλύος. Έχουν εγκατασταθεί δύο αντλίες θετικής εκτόπισης (η μία εφεδρική) δυναμικότητας  $30\text{m}^3/\text{h}$  @ 2 bar. Οι αντλίες τροφοδοτούν απ'ευθείας το συγκρότημα της μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης.

#### **2.4.7. Απολύμανση**

Τα επεξεργασμένα λύματα από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου της χλωρίωσης όπου γίνεται η προσθήκη διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου.

Το συγκρότημα δοσομέτρησης χλωρίου βρίσκεται εγκατεστημένο στο κτίριο χλωρίωσης και περιλαμβάνει δοσομετρικές αντλίες και δεξαμενή αποθήκευσης σε ξεχωριστό θάλαμο.

Ο όγκος της δεξαμενής επαφής ανέρχεται σε  $120\text{m}^3$  εξασφαλίζοντας χρόνο παραμονής 45min για τη μέση παροχή Α' Φάσης και 20min για τη παροχή αιχμής Α' Φάσης. Η δεξαμενή επαφής είναι μαιανδρικής μορφής εξασφαλίζοντας λόγο μήκος / πλάτος διαδρομής 40 / 1.

Σε περίπτωση που στο μέλλον απαιτηθεί η αποχλωρίωση των λυμάτων τότε αυτή θα γίνει στο φρεάτιο εξόδου της χλωρίωσης και θα κατασκευαστεί νέο φρεάτιο δειγματοληψίας δίπλα στο τελευταίο φρεάτιο αποχέτευσης που είναι στο γήπεδο των εγκαταστάσεων.

#### **2.4.8. Επεξεργασία ιλύος**

Η επεξεργασία της πλεονάζουσας σταθεροποιημένης ιλύος συνίσταται στην πάχυνση με μηχανικό τρόπο και στην αφυδάτωση με ταινιοφιλτρόπρεσες με στόχο την μείωση του όγκου της.

Η ιλύς από τις αντλίες περίσσειας ιλύος δυναμικότητας  $30\text{m}^3/\text{h}$  οδηγείται σε ενιαίο συγκρότημα πάχυνσης - αφυδάτωσης. Έχει εγκατασταθεί ένα συγκρότημα ονομαστικής δυναμικότητας  $225\text{kg DS}/\text{h}$ , που διαθέτει:

- Τράπεζα πάχυνσης με πλάτος ταινίας 1,5m και
- Ταινιοφιλτρόπρεσα με πλάτος ταινίας 1,5m

Για την υποβοήθηση της αφυδάτωσης γίνεται προσθήκη διαλύματος πολυηλεκτρολύτη. Το συγκρότημα παρασκευής και αποθήκευσης του διαλύματος χωρητικότητας 1.200 λίτρων συνοδεύεται από δύο (η μία εφεδρική) αντλίες δοσομέτρησης δυναμικότητας  $1.000\text{ l/h}$  @ 4 bar.

Η αφυδατωμένη ιλύς με μεταφορικό κοχλία διατίθεται σε κάδο, που εγκαθίσταται σε παρακείμενη αίθουσα.

#### 2.4.9. Υποδοχή βοθρολυμάτων

Τα βοθρολύματα διατίθενται σε δεξαμενή αποθήκευσης. Προβλέπεται μία θέση - φρεάτιο για εκκένωση βυτιοφόρων σε ειδικά κατασκευασμένη αεροστεγή υποδοχή, Φ150 που καταλήγει σε ανοικτό κανάλι, μέσω του οποίου τα βοθρολύματα οδηγούνται στη δεξαμενή αποθήκευσης. Πριν την είσοδο στη δεξαμενή αποθήκευσης έχει εγκατασταθεί χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με διάκενα 20 χιλιοστά για την συγκράτηση των ογκωδών στερεών.

Η δεξαμενή έχει ενεργό όγκο 280 m<sup>3</sup> και διαθέτει σύστημα διάχυσης για τον προαερισμό των βοθρολυμάτων. Έχουν εγκατασταθεί δύο (ο ένας εφεδρικός) φυσητήρες δυναμικότητας 280 Nm<sup>3</sup>/h @ 450 mbar.

Τα συλλεγόμενα βοθρολύματα μέσω αντλητικού συγκροτήματος (1+1 υποβρύχιες αντλίες των 20m<sup>3</sup>/h) οδηγούνται στο φρεάτιο εισόδου, ανάντη της προεπεξεργασίας.

#### 2.4.10. Μονάδες απόσμησης

Έχουν εγκατασταθεί δύο μονάδες απόσμησης και ειδικότερα:

- (1) Μονάδα απόσμησης της προεπεξεργασίας.
- (2) Μονάδα απόσμησης του κτιρίου αφυδάτωσης.
- (3) Μονάδα απόσμησης της δεξαμενής βοθρολυμάτων.

Η απαγωγή αέρα επτυγχάνεται μέσω δικτύου αεραγωγών από PVC. Η απαγωγή αέρα από τη δεξαμενή βοθρολυμάτων γίνεται με σωλήνα από PVC.

### 2.5. Αξιολόγηση – Προτάσεις βελτιώσεων

Όπως φαίνεται και από τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων, που παρουσιάστηκαν προηγούμενα, η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων λειτουργεί ικανοποιητικά. Εξάλλου, παρότι έχει σχεδόν συμπληρωθεί μία 15ετία λειτουργίας, ο εγκαθιστάμενος εξοπλισμός βρίσκεται σε καλή κατάσταση και λειτουργεί αποδοτικά, αποτέλεσμα των ικανοποιητικών εργασιών συντήρησης, που πραγματοποιεί το προσωπικό της ΔΕΥΑ Πάρου.

Εξάιρεση στη παραπάνω πολύ καλή κατάσταση όλων των επιμέρους μονάδων της ΕΕΛ Παροικίας αποτελούν τα έργα προεπεξεργασίας (εσχάρωση και εξάμμωση), δευτερευόντως η μονάδα υποδοχής βοθρολυμάτων και τέλος η μονάδα επεξεργασίας ιλύος. Ειδικότερα:

#### 2.5.1. Προεπεξεργασία

Στη μονάδα προεπεξεργασίας παρατηρείται σημαντική διάβρωση του εξοπλισμού, αποτέλεσμα του περιορισμένου εξαερισμού του χώρου, σε συνδυασμό με την ηλικία του εγκατεστημένου εξοπλισμού.

Κατά συνέπεια προτείνεται η καθαίρεση του υφιστάμενου εξοπλισμού της προεπεξεργασίας (εσχάρωση, εξάμμωση) και η κάλυψη των αναγκών προεπεξεργασίας με την τοποθέτηση νέας συμπαγούς, προκατασκευασμένης μονάδας επεξεργασίας. Ο υφιστάμενος Η/Μ εξοπλισμός θα καθαριστεί και θα μεταφερθεί σε αποθήκη της ΔΕΥΑ. Οι κτιριακές εγκαταστάσεις θα διατηρηθούν για την κάλυψη των αναγκών αποθήκευσης και δευτερευόντων αναγκών του προσωπικού λειτουργίας.

Για τον εσχарισμό, τη συμπύεση των εσχарισμάτων, την εξάμμωση, τον αερισμό και τη λιποσυλλογή των λυμάτων εγκαθίσταται μία (1) κλειστή, υπέργεια συμπαγής διάταξη επεξεργασίας εσχарισμάτων, μέγιστης δυναμικότητας 75 l/s, από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316.

Η διάταξη περιλαμβάνει τις εξής επί μέρους μονάδες:

α) Κυλινδρική εσχάρα τύπου τυμπάνου διακένων 6 mm με περιστρεφόμενο βραχίονα και ενσωματωμένη διάταξη έκπλυσης και συμπύεσης εσχарισμάτων.

β) Δεξαμενή εσχарισμού και εξάμμωσης με οριζόντιο κοχλία εναπόθεσης κατά μήκος της δεξαμενής και κεκλιμένο κοχλία επαγωγής της αφυδατωμένης άμμου.

γ) Συστήματα έκπλυσης εσχарισμάτων στην εσχάρα, εσχарισμάτων στη ζώνη συμπίεσης, κάδου τοποθέτησης εσχάρας μέσω ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων που συνδέονται στο PLC του πίνακα του εξοπλισμού.

δ) Σύστημα αερισμού με αεροσυμπιεστή.

στ) Ενσωματωμένο λιποσυλλέκτη με ξέστρο για την απομάκρυνση των λιπών από ανοξειδωτο χάλυβα AISI 304 και μία αντλία τροφοδοσίας λιπών στον κοχλία της εσχάρας, ώστε τα λίπη να ενσωματώνονται με τα εσχарίσματα στην αποκομιδή της εσχάρας.

ε) Κλειστές ορθογωνικές σέσουλες μήκους 1.500 mm από ανοξειδωτο χάλυβα και επιπλέον μήκος με σύστημα ενσάκισης των εσχарισμάτων και της άμμου πριν την αποκομιδή τους σε κάδους.

ζ) Δοχείο υπερχειλίσης λυμάτων σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης (παράκαμψη) με ενσωματωμένη χειροκαθαριζόμενη στατική εσχάρα με διάκενα 20 mm.

η) Πλήρη ηλεκτρικό πίνακα τροφοδοσίας και αυτομάτου ελέγχου της διάταξης με θερμοστάτη ελέγχου θερμοκρασίας, διάταξη αποφυγής υγρασίας και ανεμιστήρα, έξι (6) ελεύθερες επαφές λειτουργίας – βλάβης των ηλεκτρομειωτήρων του συγκροτήματος.

θ) Εξαρτήματα, όργανα, διακόπτες απομόνωσης και επιλογικοί, επαφές κλπ. υλικά για την αυτόματη λειτουργία της διάταξης και την προστασία του εξοπλισμού από μηχανική καταπόνηση, από υπέρταση κλπ και για τη χειροκίνητη λειτουργία της εσχάρας, των κοχλιών άμμου, της διεργασίας του αερισμού και του λιποσυλλέκτη.

ι) Αγωγοί σύνδεσης αεροσυμπιεστών, καλύμματα της δεξαμενής από ανοξειδωτο χάλυβα, φλάντζες για σύνδεση αγωγών απόσμησης.

Η μονάδα τοποθετείται υπέργεια σύμφωνα με την προσέλευση των λυμάτων που γίνεται μέσω του αγωγού προσαγωγής. Όλη η μονάδα είναι κατασκευασμένη από ανοξειδωτο χάλυβα και είναι καλυμμένη από ανοξειδωτο μη προσπελάσιμο κάλυμμα, ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα απόσμησης.

Η μονάδα θα τοποθετηθεί ανάντη της υφιστάμενης προεπεξεργασίας σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενώ διαμορφώνεται χώρος για πιθανή μελλοντική μονάδα.

Από την μονάδα θα εκκινεί νέος αγωγός HDPE Φ400, ο οποίος θα συνδεθεί με τον υφιστάμενο PVC Φ400 μέσω νέου φρεατίου, το οποίο θα οδηγεί τα προεπεξεργασμένα λύματα στον μεριστή του βιολογικού αντιδραστήρα.

## 2.5.2. Υποδοχή βοθρολυμάτων

Προτείνεται η αντικατάσταση της χειροκαθαριζόμενης εσχάρας βοθρολυμάτων με ένα αυτόματο συγκρότημα υποδοχής και προεπεξεργασίας (εσχάρωση και εξάμμωση) των βοθρολυμάτων, παρόμοιο με αυτό της προεπεξεργασίας λυμάτων.

Ειδικότερα καθαιρείται η διώρυγα της υφιστάμενης χειροκαθαριζόμενης εσχάρας και διαμορφώνεται φρεάτιο από σκυρόδεμα διαστάσεων 7,60x1,60m, στο οποίο θα εγκατασταθεί η μονάδα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων.

Η μονάδα υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων, δυναμικότητας 20l/s σχεδιάζεται για τη διάθεση ενός βυτιοφόρου των 15m<sup>3</sup> σε 15 min. Τα βοθρολύματα διέρχονται από τη λιθοπαγίδα και στη συνέχεια μέσω αγωγού καταλήγουν στο συγκρότημα προεπεξεργασίας. Μετά την εσχάρωση και εξάμμωση τα προεπεξεργασμένα βοθρολύματα οδηγούνται στην υφιστάμενη δεξαμενή αποθήκευσης.

Η διάθεση των βοθρολυμάτων γίνεται σε ταχυσύνδεσμο διαμέτρου DN150, που διαθέτει ηλεκτροβάνα DN150. Τα βυτιοφόρα θα εκκενώνουν με τη βαρύτητα, για το σκοπό αυτό



επιβάλλεται μια υψομετρική διαφορά τουλάχιστον 500mm της βάνας εξόδου των βυτιοφόρων με τον ταχυσύνδεσμο (είσοδος) της διάταξης. Μια μικρότερη υψομετρική διαφορά επιφέρει τη μείωση παροχής και επιβραδύνει το χρόνο εκκένωσης των βυτιοφόρων. Για το σκοπό αυτό το συγκρότημα προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων εγκαθίσταται στο φρεάτιο από σκυρόδεμα, που έχει στάθμη πυθμένα στο +25,40 (1,20m χαμηλότερα το δρόμου). Στο χώρο εγκατάστασης του συγκροτήματος βοθρολυμάτων διαμορφώνεται βαθύ φρεάτιο διαστάσεων 0,50x0,50m για τη συγκέντρωση των στραγγιδίων (πλύσεις συγκροτήματος κτλ.), τα οποία μέσω εγκατεστημένης φορητής αντλίας αποστράγγισης οδηγούνται στο υφιστάμενο δίκτυο στραγγιδίων.

Η λιθοπαγίδα εγκαθίσταται στο φρεάτιο σε κατάλληλα διαμορφωμένο βάθρο διαστάσεων 1,50x1,60m σε στάθμη +26,30, ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης εκκένωση των βυτιοφόρων.

Τα στόμια εξόδου των βυτιοφόρων συνδέονται, μέσω πλαστικού εύκαμπτου σωλήνα, με το ταχυσύνδεσμο της διάταξης. Στη συνέχεια στρέφοντας το κλειδί του επί τόπου επιλογικού διακόπτη (θέση ON) της ηλεκτροβάνας της διάταξης (συνολικά δύο θέσεις), ακολουθεί η εκκένωση των βοθρολυμάτων, αφού πρώτα διέλθουν από τη λιθοπαγίδα. Στη σωληνογραμμή εκκένωσης, ανάντη της λιθοπαγίδας, προβλέπεται διάταξη δειγματοληψίας ώστε να είναι δυνατή η λήψη δείγματος μέσω χειροκίνητης δικλείδας DN15.

Στο κέντρο της λιθοπαγίδας υπάρχει μεταλλικό έλασμα, το οποίο δεν επιτρέπει τη διέλευση λίθων, χονδρόκοκκων στερεών και μεταλλικών αντικειμένων προς τη διάταξη προεπεξεργασίας. Η εκκένωση της λιθοπαγίδας λαμβάνει χώρα (ανάλογα με τη ποσότητα βοθρολυμάτων και την ποσότητα σε πέτρες) μια με δύο φορές την εβδομάδα. Η απομάκρυνση των στερεών γίνεται από το πάνω στόμιο της λιθοπαγίδας, χειροκίνητα. Η τοποθέτηση των ηλεκτρικών βανών πριν τη διάταξη συμβάλλει στην έμφραξη του στομίου εισόδου της διάταξης, μέσω του PLC του ηλεκτρικού πίνακα, σε περίπτωση παρουσίας μέγιστης στάθμης πριν την εσχάρα της διάταξης προεπεξεργασίας.

Το συγκρότημα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων διαθέτει κυλινδρική εσχάρα με διάκενο 6mm και δεξαμενή εξάμμωσης για την απομάκρυνση του 95% των σωματιδίων άμμου > 0,25mm. Η κυλινδρική εσχάρα αποτελείται από κυκλικές τοξωτές ραβδώσεις, οι οποίες έχουν διάκενα μεταξύ τους 6mm και δημιουργούν ένα κυκλικό καλάθι εσχάρωσης σε κεκλιμένη θέση. Τα βοθρολύματα διαρρέουν την κυλινδρική εσχάρα από μέσα προς τα έξω και ο καθαρισμός των στερεών γίνεται αυτόματα, όταν η στάθμη των λυμάτων ανάντη της εσχάρας φθάσει μία ρυθμισίμη επιθυμητή τιμή.

Ο καθαρισμός των ραβδώσεων από τα στερεά γίνεται με βραχίονα, που φέρει οδοντωτή διάταξη, ώστε να εισέρχεται στις ραβδώσεις της εσχάρας και περιστρέφεται διευθύνοντας τα εσχαρίσματα στη χοάνη υποδοχής. Από τη χοάνη εναπόθεσης τα εσχαρίσματα μεταφέρονται, συμπιέζονται και εναποτίθενται στο κάδο απορριμμάτων.

Στη δεξαμενή εξάμμωσης τα βοθρολύματα ρέουν με τέτοια ταχύτητα ώστε να επιτυγχάνεται καθίζηση άμμου στο πυθμένα της δεξαμενής. Η απομάκρυνση της άμμου από το πυθμένα της διάταξης επιτυγχάνεται μέσω δύο κοχλίων. Ο ένας κοχλίας τοποθετημένος στο πυθμένα και κατά μήκος της δεξαμενής μεταφέρει την άμμο στο ανάντη άκρο της δεξαμενής από όπου παραλαμβάνεται από τον δεύτερο κεκλιμένο κοχλία, που μεταφέρει την άμμο μετά την σταδιακή αφυδάτωσή της εκτός της διάταξης προεπεξεργασίας. Και οι δύο κοχλίες λειτουργούν ταυτόχρονα ανά τακτικά χρονικά διαστήματα, που ελέγχονται μέσω του PLC του πίνακα.

Το συγκρότημα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων θα διαθέτει ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου με όλα τα απαραίτητα υλικά (διακόπτες, PLC, ρελέ προστασίας, ασφάλειες, όργανα, κτλ.), θα είναι πλήρως κλειστό, κατάλληλο για υπαίθρια τοποθέτηση.

Συνοπτικά προτείνεται η εγκατάσταση του παρακάτω εξοπλισμού:

- Μία μονάδα υποδοχής και προεπεξεργασίας (εσχάρωση, εξάμμωση) βοθρολυμάτων από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316, δυναμικότητας 20 l/s.

- Επέκταση του ηλεκτρικού πίνακα για τη τροφοδότηση της νέας μονάδας προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων
- Επέκταση του δικτύου βιομηχανικού νερού για την εξυπηρέτηση της νέας μονάδας βοθρολυμάτων
- Διαμόρφωση χώρου και έργα πολιτικού μηχανικού για την τοποθέτηση του συγκροτήματος

### 2.5.3. Επεξεργασία ιλύος

Προτείνεται η εγκατάσταση νέου συγκροτήματος φυγοκεντρητή για την επίτευξη ικανοποιητικής συγκέντρωσης αφυδατωμένης ιλύος (>20%), ο οποίος θα αντικαταστήσει τον υφιστάμενο εξοπλισμό αφυδάτωσης, ο οποίος θα παραμείνει σε λειτουργία (ως εναλλακτική λειτουργία).

Στην αίθουσα αφυδάτωσης θα εγκατασταθεί ένας φυγοκεντρητής δυναμικότητας 15 m<sup>3</sup>/h (210 kg DS/h) . Ο υφιστάμενος οριζόντιος μεταφορικός κοχλίας θα αντικατασταθεί με νέο κοχλία συνολικού μήκους περίπου 8m ο οποίος θα μπορεί να παραλάβει την αφυδατωμένη ιλύ είτε από το υφιστάμενο συγκρότημα ταινιοφιλτρόπρεσσας ή από τον φυγοκεντρητή. Η αφυδατωμένη ιλύς εν συνεχεία θα μεταφέρεται στον υφιστάμενο κεκλιμένο κοχλία μέσω του οποίου θα απορρίπτεται σε κάδο χωρητικότητας 1,1 m<sup>3</sup> στο παράπλευρο χώρο φόρτωσής της. Ο φυγοκεντρητής θα συνδεθεί με τα υφιστάμενα δίκτυα τροφοδοσίας περίσσειας ιλύος, βιομηχανικού νερού πλύσης και απόσμησης, καθώς και με το υφιστάμενο συγκρότημα πολυηλεκτρολύτη.

Συνοπτικά προτείνεται η εγκατάσταση του παρακάτω εξοπλισμού:

- Ένας φυγοκεντρικός διαχωριστής αφυδάτωσης ιλύος δυναμικότητας 15 m<sup>3</sup>/h.
- Ένας οριζόντιος μεταφορικός κοχλίας αφυδατωμένης ιλύος μήκους 8m.
- Ηλεκτρικό πίνακα για τη τροφοδότηση και τον έλεγχο λειτουργίας της νέας μονάδας επεξεργασίας ιλύος.

### 2.6. Προϋπολογισμός έργων βελτίωσης

Συνοπτικά ο προϋπολογισμός των έργων βελτίωσης της ΕΕΛ Παροικίας παρουσιάζονται στο παρακάτω Πίνακα:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΟΥ	ΕΡΓΑ Π.Μ.	ΕΡΓΑ Η/Μ	ΕΡΓΑ Χ/Μ	ΔΑΠΑΝΗ
1	ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	12.000	82.000	30.000	124.000
2	ΜΟΝΑΔΑ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ	4.000	45.000	16.500	65.500
3	ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0	81.000	27.000	108.000
	<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ1</b>	<b>16.000</b>	<b>208.000</b>	<b>73.500</b>	<b>297.500</b>



### 3. ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ

#### 3.1. Γενικά

Η θεώρηση των επεξεργασμένων λυμάτων ως υδάτινου πόρου διεθνώς, ιδιαίτερα στις άνυδρες περιοχές οφείλεται στις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε νερό σε συνδυασμό με τις περιορισμένες δυνατότητες των φυσικών υδάτινων πόρων, που περιορίζονται ακόμη περισσότερο από την κακή διαχείριση και την ποιοτική τους υποβάθμιση.

Ιδιαίτερα σε περιοχές με αρνητικό υδατικό ισοζύγιο όπως η περιοχή μελέτης, απαιτούνται σημαντικές δαπάνες, για την κάλυψη των αστικών κέντρων με πόσιμο νερό καλής ποιότητας (πχ. έργα αφαλάτωσης). Ωστόσο, οι ανάγκες σε καλής ποιότητας πόσιμο νερό αυξάνεται με την πάροδο των ετών καθώς εκτός από την αστικοποίηση, το ίδιο νερό χρησιμοποιείται στα αστικά κέντρα για πολλές χρήσεις μεταξύ των οποίων η άρδευση και γενικά οι αστικές χρήσεις με αποτέλεσμα να μειώνονται τα αποθέματα νερού που μπορούν να χρησιμοποιούνται για πόση. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της ΕΕ (ECReport EUR 14728 EN) η κατανάλωση νερού στις χώρες της ευρωζώνης για άρδευση και αστικές χρήσεις θα αυξάνεται κατά 10 και 15% αντίστοιχα ανά δεκαετία.

Δεδομένου ότι για πολλές αστικές ή βιομηχανικές χρήσεις, χρησιμοποιείται πόσιμο νερό ενώ κάλλιστα θα μπορούσε να αντικατασταθεί από νερό υποδεέστερης ποιότητας, είναι προφανές τα κατάλληλα επεξεργασμένα λύματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, υπό προϋποθέσεις και να αντικαταστήσουν πολύτιμους υδατικούς πόρους.

Ιστορικά ο τομέας της επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων ήταν συνώνυμος με την ανάπτυξη και εφαρμογή των φυσικών συστημάτων επεξεργασίας και κυρίως αυτών, που βασίζονται στην εφαρμογή τους στο έδαφος και σε βαθύτερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Με τα πρώτα δίκτυα αποχέτευσης σε μεγάλες πόλεις, στις αρχές του δέκατου ένατου αιώνα, τα αστικά υγρά απόβλητα χρησιμοποιήθηκαν στις λεγόμενες "sewage farms", δηλαδή «γεωργικές εκμεταλλεύσεις λυμάτων». Έτσι, από το 1900, ήταν γνωστές πολυάριθμες γεωργικές εκμεταλλεύσεις τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική (Reed and Crites, 1984 και Sterritt and Lester, 1988). Παρ' όλο, που σ' αυτές τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις ο κύριος σκοπός ήταν η διάθεση των αποβλήτων, η συμπτωματική χρήση τους στην άρδευση για φυτική παραγωγή και άλλες ευεργετικές χρήσεις ήταν μια πραγματικότητα.

#### 3.2. Διεθνής εμπειρία

Τα τελευταία χρόνια, ένας αριθμός σημαντικών έργων ανάκτησης - επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων έχουν κατασκευασθεί σε διάφορα μέρη του κόσμου, έργα που εντάσσονται σε ένα γενικότερο πλαίσιο αντιμετώπισης αναπτυξιακών προσπαθειών. Στο Grand Canyon National Park στην Arizona, το 1926, χρησιμοποιήθηκαν αρχικά επεξεργασμένα υγρά απόβλητα σε διπλό σύστημα υδροδότησης για τον καθαρισμό τουαλετών και μετά για άρδευση χλοοταπής, ψύξη και παραγωγή ατμού. Στην πόλη Pomona της California, άρχισε το 1929 ένα έργο επαναχρησιμοποίησης των υγρών αποβλήτων για άρδευση καλλωπιστικών κήπων και άλλων χώρων πρασίνου (Ongerth and Ongerth, 1982). Επίσης, το 1912, χρησιμοποιήθηκαν υγρά απόβλητα (αρχικά ανεπεξέργαστα και μετά επεξεργασμένα σε σηπτικές δεξαμενές) στο Golden Gate Park στο San Francisco, για τη διαβροχή χλωροταπής και υδατοτροφοδοσία λιμνοδεξαμενών αναψυχής. Μια συμβατική μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων κατασκευάστηκε στην ευρύτερη περιοχή αυτού του πάρκου το 1932 και η επαναχρησιμοποίηση της εκροής της συνεχίστηκε μέχρι το 1985 (Metcalf and Eddy, 1991).

Ένα από τα πιο σημαντικά έργα εμπλουτισμού υπογείων υδροφορέων με ανακτώμενα υγρά απόβλητα άρχισε το 1962 στην επαρχία Whittier Narrows στο Los Angeles της California. Μετά από εκτεταμένη και μακροχρόνια έρευνα εκτίμησης πιθανών επιδράσεων στη δημόσια υγεία, επί 20 συνεχή έτη, το τελικό συμπέρασμά της είναι ότι δεν παρατηρήθηκε καμία ανεπιθύμητη επίδραση.

Είναι πλέον διαπιστωμένο ότι με τη διαθέσιμη σήμερα τεχνολογία είναι εφικτή η παραγωγή από τα λύματα νερού καλής ποιότητας που είναι ασφαλές για την ανθρώπινη υγεία και κατάλληλο για μεγάλο αριθμό χρήσεων.

Μεγάλη εμπειρία στην επαναχρησιμοποίηση λυμάτων έχουν να επιδείξουν χώρες όπως η Αμερική, το Ισραήλ και η Αυστραλία. Στην Αμερική έχει αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο θεσμικό πλαίσιο που προσδιορίζει την ποιότητα των επεξεργασμένων λυμάτων αναλόγως των μεθόδων επαναχρησιμοποίησης τους, τα απαιτούμενα στάδια επεξεργασίας και τους αναγκαίους ποιοτικούς ελέγχους. Πρωτοπόρα θεωρείται η πολιτεία της Καλιφόρνια, της οποίας οι κανονισμοί τυγχάνουν διεθνούς αναγνώρισης και αποτελούν σε διεθνές επίπεδο τη βάση κατάρτισης του αντίστοιχου θεσμικού πλαισίου σε κάθε χώρα. Οι χρήσεις που επιτυχώς έχουν δοκιμαστεί στις ΗΠΑ είναι η άρδευση καλλιεργειών και χώρων αναψυχής, η επαναφόρτιση του υπόγειου υδροφορέα, η βιομηχανική χρήση, η περιβαλλοντική αναβάθμιση, η παραγωγή πόσιμου νερού και η αστική χρήση.

### 3.2.1. Η.Π.Α.

Η πρώτη συστηματική εκτίμηση της ποσότητας επαναχρησιμοποιούμενων αστικών λυμάτων ανά πολιτεία πραγματοποιήθηκε το 1970, όπου εκτιμήθηκε ότι χρησιμοποιήθηκαν 216 εκατ. m<sup>3</sup> επεξεργασμένων λυμάτων. Μέχρι το 2000, η ποσότητα αυτή αυξήθηκε σε 496 εκατ. m<sup>3</sup>. Τα επεξεργασμένα λύματα προέρχονταν από 234 ΕΕΛ και μεταφέρονταν σε περισσότερες από 4.800 τοποθεσίες. Σήμερα, η χρήση επεξεργασμένων λυμάτων εκτιμάται ότι κυμαίνεται μεταξύ 555 - 715 εκατ. m<sup>3</sup> ετησίως.

Στην Καλιφόρνια οι συνθήκες ευνοούν την επαναφόρτιση των υπόγειων υδροφορέων, καθώς σε πολλές αρκετές περιοχές ο ρυθμός άντλησης υπερβαίνει το ρυθμό φυσικής αναπλήρωσης των υπόγειων νερών. Για το λόγο αυτό σε ορισμένες περιοχές εφαρμόζεται τεχνητή επαναφόρτιση των υπόγειων υδάτων με τριτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα.

Στις παράκτιες περιοχές, όπου λαμβάνει χώρα υπέρμετρη άντληση των υπόγειων υδάτων, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα έχει υποβιβαστεί σε επίπεδα που έχουν προκαλέσει τη διείσδυση θαλασσινού νερού στον υδροφορέα. Σε τέτοιες περιοχές, επεξεργασμένα λύματα, εισάγονται στους υδροφορείς κατά μήκος της ακτής, προκειμένου να λειτουργήσουν σαν "φράγμα" στη διείσδυση του θαλασσινού νερού, προστατεύοντας με τον τρόπο αυτό τα γλυκά υπόγεια νερά. Η πιο χαρακτηριστική περίπτωση είναι η επαναφόρτιση στο "Montebello Forebay" στην περιοχή του Whittier με επεξεργασμένα λύματα, η οποία εφαρμόζεται από το 1962.

Άλλο παράδειγμα επαναχρησιμοποίησης λυμάτων για επαναφόρτιση του υπόγειου υδροφορέα είναι στην περιοχή Orange County της California όπου το 1956 μετά από μία περίοδο υπεράντλησης, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα έπεσε κάτω από το επίπεδο της θάλασσας, προκαλώντας έντονη υφαλμύριση που εκτάθηκε σε απόσταση 8 km. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος υιοθετήθηκε η λύση της επαναφόρτισης του υδροφορέα με νερό αντλούμενο από μεγάλο βάθος αναμεμιγμένο με εκροές από την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της περιοχής.

Τον Οκτώβριο του 2004 τέθηκε σε λειτουργία το πρόγραμμα ανάκτησης νερού γνωστό ως "Σύστημα Αναπλήρωσης Υπόγειου Νερού" (GWR) προκειμένου να παρέχεται πόσιμο νερό σε 144.000 νοικοκυριά. Τα επεξεργασμένα λύματα, αντί να διατεθούν στη θάλασσα, μετά από πρόσθετη επεξεργασία (μικροφίλτραση, αντίστροφη όσμωση και υπεριώδη ακτινοβολία σε συνδυασμό με προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου) διηθούνται στον υπόγειο υδροφορέα με τον ίδιο φυσικό τρόπο που διηθούνται και τα όμβρια. Επεξεργασμένα λύματα εισάγονται επίσης κατά μήκος της ακτής προκειμένου να δημιουργηθεί ένα φράγμα στη διείσδυση του θαλασσινού νερού από τον Ειρηνικό Ωκεανό και να διατηρηθούν τα αποθέματα υπόγειου νερού ανέπαφα.

Η πρώτη φάση του Προγράμματος είναι σήμερα σε λειτουργία και τροφοδοτεί με 20.000m<sup>3</sup> καθαρό νερό τον υδροφορέα, προκειμένου να λειτουργήσει σαν φράγμα και να προφυλάξει την

υφαλμύρινσή του. Το 2005 ξεκίνησε η κατασκευή πρόσθετων έργων για την αύξηση της παραγωγής σε 150.000m<sup>3</sup> την ημέρα.

### 3.2.2. Κεντρική και Νότια Αμερική

Στην Αργεντινή, λύματα χαμηλής ποιότητας (μετά από πρωτοβάθμια επεξεργασία ή δεξαμενές σταθεροποίησης) χρησιμοποιούνται για την απεριόριστη άρδευση λαχανικών, με αποτέλεσμα την έκθεση της υγείας των καταναλωτών και των γεωργών σε σοβαρό κίνδυνο, εφόσον δεν υπάρχουν περιορισμοί για το είδος των καλλιεργειών που αρδεύονται με τα χαμηλής ποιότητας λύματα.

Στο Σαν Πάολο της Βραζιλίας έχουν γίνει επιτυχημένες πιλοτικές εγκαταστάσεις για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων μετά από τριτοβάθμια επεξεργασία (κροκίδωση, φίλτρανση, χλωρίωση). Τα λύματα χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, στο πότισμα αστικών πάρκων και κήπων, στην έκπλυση τουαλετών, στο πλύσιμο δρόμων και πεζοδρομίων, στη δημιουργία λιμνών αναψυχής και στον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Επίσης η χρήση για άρδευση, ανεπεξέργαστων λυμάτων ή χρήση μετά από μερική επεξεργασία σε δεξαμενές σταθεροποίησης είναι πολύ διαδεδομένη στο Περού, ιδιαίτερα σε πόλεις της παραλιακής άνυδρης ζώνης.

### 3.2.3. Αυστραλία

Στην Αυστραλία επαναχρησιμοποιείται σήμερα περίπου το 10 % των λυμάτων. Η επαναχρησιμοποίηση εφαρμόζεται για λόγους όπως:

- το έλλειμμα νερού για αρδευτικούς σκοπούς ή βιομηχανική χρήση σε συγκεκριμένες περιοχές της χώρας
- η ανάγκη μείωσης του όγκου των εκροών σε υδάτινους αποδέκτες,
- οι απαιτήσεις για αύξηση της ποσότητας επαναχρησιμοποιούμενου νερού, ως μέρος της συνολικής στρατηγικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων.

### 3.2.4. Ισραήλ

Σήμερα στο Ισραήλ το 92% των αστικών λυμάτων συλλέγεται σε αποχετευτικά δίκτυα από τα οποία το 42% χρησιμοποιείται για άρδευση και το 30% για εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων. Η τάση που διαμορφώνεται είναι η συνεχής ώθηση προς προχωρημένα στάδια επεξεργασίας, ώστε τα επεξεργασμένα λύματα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε γεωργικές καλλιέργειες.

Η ποσότητα των επαναχρησιμοποιούμενων λυμάτων ικανοποιεί περίπου το 20% των υδατικών αναγκών στο Ισραήλ, με το 1/3 αυτού να καταναλώνεται στην άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών. Το Ισραήλ έχει ιδιαίτερα αυστηρά κριτήρια ποιότητας των λυμάτων για απεριόριστη χρήση στην άρδευση. Στα μεγαλύτερα έργα επαναχρησιμοποίησης εφαρμόζεται προχωρημένη επεξεργασία των λυμάτων, ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη από τις προδιαγραφές ποιότητα.

### 3.2.5. Κύπρος

Στην Κύπρο, το σύνολο σχεδόν των επεξεργασμένων λυμάτων, που ανέρχονται σε 25 εκατ. m<sup>3</sup>/έτος, επαναχρησιμοποιούνται. Εκτιμάται ότι το 55% - 60% χρησιμοποιείται για την άρδευση χώρων αναψυχής (πάρκα, γήπεδα γκολφ, κήποι ξενοδοχείων κτλ.) και περίπου 10 εκατ. m<sup>3</sup> χρησιμοποιούνται για άρδευση καλλιεργειών.

Τα κριτήρια επαναχρησιμοποίησης που ισχύουν στην Κύπρο είναι αυστηρότερα από αυτά του Π.Ο.Υ., διασφαλίζοντας την καλύτερη δυνατή επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση.

### 3.2.6. Ισπανία

Το πλέον γνωστό και φιλόδοξο παράδειγμα επαναχρησιμοποίησης στην Ισπανία είναι αυτό της Βαρκελώνης. Το σχέδιο προβλέπει την επαναχρησιμοποίηση 50 εκατ. m<sup>3</sup> τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων για χρήσεις όπως: ενίσχυση παροχής ποταμών και υδροβιότοπων, τεχνητό εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων και αντιμετώπιση της υφαλμύρωσης και τέλος άρδευση καλλιεργειών και κοινόχρηστων χώρων αναψυχής.

Προβλέπεται η παραγωγή νερού με επεξεργασία των δευτεροβάθμιων εκροών σε δύο γραμμές:

- Από τη μία γραμμή, μετά από δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασία (κροκίδωση, διήθηση και απολύμανση με UV) θα καλύπτονται το σύνολο των παραπάνω αναγκών με εξαίρεση τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων.
- Στη δεύτερη γραμμή, περίπου 20.000 m<sup>3</sup>/ημέρα θα υφίστανται επιπλέον της τριτοβάθμιας επεξεργασίας επεξεργασία με μεμβράνες (υπερδιήθηση και αντίστροφη όσμωση) πριν την διάθεσή τους για εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων.

Ο προϋπολογισμός των έργων (τριτοβάθμια επεξεργασία, αντλιοστάσια, δίκτυα μεταφοράς μήκους 18km, δεξαμενές, κτλ.) ανέρχεται σε 100 εκατ. €.

### 3.3. Εμπειρία επαναχρησιμοποίησης στην Ελλάδα

Η επαναχρησιμοποίηση λυμάτων στην Ελλάδα δεν έχει τύχει μέχρι σήμερα ευρείας εφαρμογής. Το 80% περίπου του πληθυσμού της χώρας είναι συνδεδεμένο με δίκτυα αποχέτευσης, τα οποία καταλήγουν σε περίπου 200 εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, συνολικής δυναμικότητας πάνω από 1,9 εκατ. m<sup>3</sup>/d. Η περιορισμένη μέχρι σήμερα εφαρμογή της επαναχρησιμοποίησης στην Ελλάδα, δεν οφείλεται τόσο στην έλλειψη τεχνολογίας, αλλά κυρίως στο, μέχρι πρόσφατα, ασαφές θεσμικό πλαίσιο, στη πολυδιάσπαση αρμοδιοτήτων και την έλλειψη ολοκληρωμένης πολιτικής κοστολόγησης του νερού κτλ. Επισημαίνεται ότι η ανάλυση των δεδομένων (υδατικό ισοζύγιο των περιοχών) δείχνει ότι το 83% των εκροών παράγεται σε περιοχές με ελλειμματικό ισοζύγιο, γεγονός που καθιστά την επαναχρησιμοποίηση ιδιαίτερα ελκυστική.

Σε αρκετές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων επεξεργασμένα λύματα χρησιμοποιούνται στο δίκτυο βιομηχανικού νερού των ΕΕΛ, καλύπτοντας τις ανάγκες πλύσης και άρδευσης του γηπέδου. Γενικά για τις ανάγκες του βιομηχανικού νερού χρησιμοποιούνται δευτεροβάθμιες εκροές, μετά από απολύμανση, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις, για την παραγωγή βιομηχανικού νερού προβλέπεται διήθηση των λυμάτων κυρίως σε περιστρεφόμενα φίλτρα και σε μερικές περιπτώσεις σε αμμόφιλτρα.

Οι εφαρμογές άμεσης ή έμμεσης επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων ανέρχονται σε περίπου 15 (Αγγελάκης, 2008). Η πλειονότητα αυτών αφορά περιπτώσεις έμμεσης επαναχρησιμοποίησης για άρδευση, δηλαδή τα επεξεργασμένα λύματα διατίθενται σε κάποιον ποταμό και στη συνέχεια, αφού αναμειχθούν με το νερό του αποδέκτη, χρησιμοποιούνται για άρδευση. Τέτοιες περιπτώσεις έμμεσης επαναχρησιμοποίησης για άρδευση αποτελούν η Θεσσαλονίκη, η Λάρισα, η Καρδίτσα, η Λαμία, η Τρίπολη και άλλες.

Οι πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις ΕΕΛ στις οποίες γίνεται συστηματική επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για αρδευτικούς σκοπούς σε συνδυασμό με τριτοβάθμια επεξεργασία, είναι αυτές της Κω και της Χαλκίδας, όπου εξυπηρετείται συνολικά αρδευόμενη έκταση 560,000 στρ.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις άμεσης επαναχρησιμοποίησης λυμάτων από ΕΕΛ στην Ελλάδα.

#### 3.3.1. Κως

Από το τέλος του 2006 λειτουργεί στην ΕΕΛ της νήσου Κω μονάδα τριτοβάθμιας επεξεργασίας, με στόχο την ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων για άρδευση χώρων αστικού

πρασίνου, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα έντονα προβλήματα λειψυδρίας που παρουσιάζονται ιδιαίτερα κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Η τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων επιτυγχάνεται με φίλτρανση της δευτεροβάθμιας εκροής (Φίλτρο κλίνης άμμου) και στη συνέχεια απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία (UV).

Η εγκατάσταση σχεδιάστηκε ώστε να επεξεργάζεται μέση παροχή 5.400 m<sup>3</sup>/d, με δυνατότητα επέκτασης, ώστε μελλοντικά να καλύψει το σύνολο της εισερχόμενης παροχής της ΕΕΛ.

### 3.3.2. Χαλκίδα

Από το τέλος του 1998 λειτουργεί στην ΕΕΛ της Χαλκίδας μονάδα τριτοβάθμιας επεξεργασίας δυναμικότητας 4.000 m<sup>3</sup>/d, η οποία περιλαμβάνει κροκίδωση, φίλτρανση σε τριστρωματικά φίλτρα πίεσεως και απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία (UV).

Με την τριτοβάθμια επεξεργασμένη εκροή αρδεύεται η νησίδα Πασσά και χώροι πρασίνου σε γειτονική περιοχή της Εύβοιας, μέσω υποθαλάσσιου αγωγού. Μελλοντικά η εκροή της ΕΕΛ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση δενδροφυτεύσεων στο λόφο Μπαταριά στη Βοιωτική Ακτή, καθώς επίσης για διάφορες χρήσεις στις παρακείμενες βιομηχανίες.

### 3.4. Υδατικό ισοζύγιο Πάρου

Η **υδροδότηση** του νησιού πραγματοποιείται από τον υπόγειο υδροφόρο, μέσω εκτεταμένου δικτύου γεωτρήσεων ύδρευσης. Από το 2002 λειτουργεί μονάδα αφαλάτωσης στη Νάουσα. Φορέας για την ύδρευση του νησιού είναι η ΔΕΥΑ Πάρου, που διαθέτει:

- Εξήντα (60) γεωτρήσεις για ύδρευση, που καλύπτουν το 82% των υδρευτικών αναγκών του νησιού, με συνήθη ημερήσια απόληψη 2.000m<sup>3</sup> και μέγιστη 4.000m<sup>3</sup> το χειμώνα και 12.000 m<sup>3</sup> το καλοκαίρι, φτάνοντας τα 14.500m<sup>3</sup> κατά τη διάρκεια της περιόδου αιχμής (Αύγουστος)
- Δεξαμενές 29 συνολικής χωρητικότητας περίπου 12.000m<sup>3</sup>.
- Δίκτυα ύδρευσης τροφοδοτικά και διανομής, συνολικού μήκους περί τα 450 km

Κατά γενική εκτίμηση η Πάρος στο σύνολο της υδρεύεται ικανοποιητικά κατά τον χειμώνα, ενώ κατά τους θερινούς μήνες παρουσιάζονται πολλά προβλήματα, που σχετίζονται κυρίως με την επάρκεια και λιγότερο με την ποιότητα του διαθέσιμου νερού και την λειτουργία των έργων ύδρευσης. Ειδικά στη Παροικιά ο μεγάλος αριθμός τουριστών κατά τη θερινή περίοδο, προκαλεί προβλήματα αυξημένης ζήτησης με αποτέλεσμα η ύδρευση να διακόπτεται κατά διαστήματα.

Οι **αρδευτικές ανάγκες** εξυπηρετούνται από πηγάδια και ιδιωτικές γεωτρήσεις (οι περισσότερες από αυτές δεν έχουν άδειες) για αυτό και η κατανάλωση είναι δύσκολο να εκτιμηθεί λόγω έλλειψης καταγεγραμμένων στοιχείων. Πάντως οι ποσότητες νερού άρδευσης (που διαχειρίζεται η ΔΕΥΑΠ) δεν θεωρούνται σημαντικές.

Συνολικά παρατηρείται ότι ο μέσος όρος των υδάτινων εισροών - εκροών συνεχώς φθίνει, η στάθμη του υδροφόρου επίσης μειώνεται και η ποιότητα των γλυκών νερών χειροτερεύει. Συνεπώς εκφράζονται ανησυχίες ότι το πρόβλημα του αρνητικού υδατικού ισοζυγίου στη Πάρο θα ενταθεί σημαντικά λόγω:

- (α) της αύξησης της τουριστικής δραστηριότητας και
- (β) της αυξανόμενης τάσης να χρησιμοποιείται καλής ποιότητας πόσιμο νερό για διάφορες αστικές και περιαστικές χρήσεις καθώς επίσης και για άρδευση.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων είναι μία ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα λύση για τη παραγωγή νερού κατάλληλου για άρδευση, καθώς επίσης για αστική και περιαστική χρήση. Με την διαμόρφωση κατάλληλης νομοθεσίας παρέχεται πλέον η δυνατότητα ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης νερού, ενώ με τη χρήση νέων τεχνολογιών, μπορεί να παραχθεί νερό καλής ποιότητας, χωρίς να εγκυμονούνται κίνδυνοι για την δημόσια υγεία.



### 3.5. Υφιστάμενη Νομοθεσία

Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων στην Ελλάδα διέπεται από τους όρους και τους περιορισμούς της Κοινής Υπουργικής Απόφασης 145116/2011 (ΦΕΚ 354/08/03/2011). Στόχοι της απόφασης είναι αφενός μεν η αξιοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων και αφετέρου η εξοικονόμηση υδατικού δυναμικού μέσω της επαναχρησιμοποίησης. Στους σκοπούς της προαναφερθείσας απόφασης συμπεριλαμβάνεται και η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου μέσω της τροφοδότησης των υπογείων υδροφορέων.

Η ΚΥΑ αναφέρεται σε προγραμματισμένη επαναχρησιμοποίηση δηλαδή στη σκόπιμη και ελεγχόμενη επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, δηλαδή αστικά λύματα και βιομηχανικά υγρά απόβλητα που, σύμφωνα με τη ΚΥΑ 5673/1997 (Παράρτημα ΙΙΙ) είναι βιοαποικοδομήσιμα, ασχέτως μεγέθους εγκατάστασης. Η επαναχρησιμοποίηση επιτρέπεται υπό ειδικούς όρους που περιλαμβάνονται στην ΚΥΑ, για τις ακόλουθες χρήσεις:

- γεωργική χρήση – άρδευση
- αστική και περιαστική χρήση
- τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων
- βιομηχανική χρήση

Επίσης η ίδια ΚΥΑ αναφέρεται στους όρους επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων βιομηχανικών υγρών αποβλήτων από βιομηχανίες, εκτός των αναφερομένων στο Παράρτημα ΙΙΙ της ΚΥΑ 5673/1997, ανεξάρτητα του μεγέθους τους, των οποίων τα υγρά απόβλητα είναι μη επικίνδυνα ή έχουν καταστεί μη επικίνδυνα μετά από προβλεπόμενη επεξεργασία. Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων της κατηγορίας αυτής μπορεί να γίνει για:

- βιομηχανική χρήση
- περιορισμένη άρδευση μέσω υπεδαφίου συστήματος και
- τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων μόνο μέσω διήθησης

Οι μέγιστες συγκεντρώσεις μετάλλων στα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα πριν την επαναχρησιμοποίησή τους πρέπει να ικανοποιούν τις οριακές τιμές του παρακάτω Πίνακα (ΚΥΑ 145116/2011, Παράρτημα ΙΙ)

Βαρέα μέταλλα	Μέγιστη συγκέντρωση [mg/l]
Al (αργίλιο)	5
As (αρσενικό)	0.1
Be (βηρύλλιο)	0.1
Cd (κάδμιο)	0.01
Co (κοβάλτιο)	0.05
Cr (χρώμιο)	0.1
Cu (χαλκός)	0.2
F (φθόριο)	1.0
Fe (σίδηρος)	3.0
Li (λίθιο)	2.5
Mn (μαγγάνιο)	0.2
Mo (μολυβδαίνιο)	0.01
Ni (νικέλιο)	0.2
Pb (μόλυβδος)	0.1
Se (σελήνιο)	0.02

Βαρέα μέταλλα	Μέγιστη συγκέντρωση [mg/l]
V (βανάδιο)	0.1
Zn (ψευδάργυρος)	2.0
Hg (υδράργυρος)	0.002
B (Βόριο)	2

Εξάλλου τα ανακτημένα υγρά απόβλητα πρέπει να ικανοποιούν τα όρια ουσιών προτεραιότητας και τοξικότητας, που ορίζονται στο παράρτημα IV της ΚΥΑ 145116/2011.

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Παροικίας επεξεργάζεται αποκλειστικά αστικά λύματα, συνεπώς δεν αναμένονται υπερβάσεις των οριακών τιμών που καθορίζονται για επαναχρησιμοποίηση. Συνεπώς η εκροή μπορεί να αξιοποιηθεί για μία από τις ακόλουθες χρήσεις:

- γεωργική χρήση – άρδευση
- αστική και περιαστική χρήση
- τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων
- βιομηχανική χρήση

### 3.5.1. Άρδευση

Η άρδευση είναι μία από τις πιο διαδεδομένες εφαρμογές επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων. Σε αυτή περιλαμβάνονται η άρδευση καλλιεργειών (αγροτική άρδευση), η άρδευση αστικών και περιαστικών εκτάσεων και η άρδευση δασικών ή αναδασωτέων εκτάσεων. Τα κύρια πλεονεκτήματα της επαναχρησιμοποίησης για άρδευση είναι:

- Ευνοείται η ανάπτυξη καλλιεργειών σε περιοχές με έλλειψη νερού
- Αυξάνεται η γεωργική απόδοση, λόγω της επιμήκυνσης της καλλιεργητικής περιόδου και της δυνατότητας για πολλαπλές καλλιεργητικές περιόδους
- Βελτιώνεται η γονιμότητα και παραγωγικότητα του εδάφους με τη προσθήκη οργανικής ύλης και θρεπτικών
- Περιορίζεται ο κίνδυνος της υφαλμύρωσης, λόγω του έμμεσου εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων

Η άρδευση γεωργικών εκτάσεων απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού και αποτελεί την κύρια κατανάλωση νερού στις περισσότερες χώρες. Παγκοσμίως η κατανάλωση νερού για άρδευση αποτελεί το 70% της συνολικής κατανάλωσης, ενώ στην Ελλάδα είναι της τάξης του 85%. Σύμφωνα με τη μελέτη διαχείρισης των υδατικών πόρων του Νομού Κυκλάδων (2004) οι ετήσιες ανάγκες της Πάρου για ύδρευση ανέρχονται σε 1.675.267 m<sup>3</sup> νερό, ενώ για την άρδευση απαιτούνται 1.786.366 m<sup>3</sup> νερό.

Η επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων για άρδευση διακρίνεται σε δύο τύπους ανάλογα με το είδος των καλλιεργειών, το σύστημα άρδευσης και την προσβασιμότητα του κοινού στις αρδευόμενες εκτάσεις:

- Περιορισμένη άρδευση και
- Απεριοριστή άρδευση

#### 3.5.1.1 Περιορισμένη άρδευση

Με τον όρο περιορισμένη άρδευση νοείται η εφαρμογή επεξεργασμένων λυμάτων σε καλλιέργειες, που τα προϊόντα τους καταναλώνονται μετά από θερμική ή άλλη επεξεργασία, δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, ή δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος.

Ενδεικτικά η περιορισμένη άρδευση μπορεί να εφαρμόζεται σε καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, καλλιέργειες σπόρων, λιβάδια, δέντρα (μη συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων), με την προϋπόθεση ότι κατά τη συλλογή οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος. Στη περίπτωση της περιορισμένης άρδευσης δεν επιτρέπεται η μέθοδος του καταιονισμού ενώ απαγορεύεται γενικά πρόσβαση του κοινού στην αρδευόμενη έκταση. Στη περίπτωση, που υπάρχει πιθανότητα πρόσβασης σε ανθρώπους (εκτός των χρηστών) και σε ζώα πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα (πχ. περίφραξη, απαγόρευση βοσκής ζώων κτλ.)

Η ελάχιστη επεξεργασία λυμάτων, που απαιτείται για την περιορισμένη άρδευση, είναι δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, που ακολουθείται από απολύμανση, έτσι ώστε η εκροή να έχει συγκεντρώσεις BOD<sub>5</sub> και SS χαμηλότερες από 25 και 35 mg/l αντίστοιχα, για το 95% των δειγμάτων και περιπτωματικά κολοβακτηρίδια λιγότερα από 200 EC/100 ml (διάμεση τιμή). Οι συγκεντρώσεις αζώτου στην εκροή πρέπει να είναι μικρότερες από 45 mg/l. Σε περιπτώσεις μεγάλων χρόνων αποθήκευσης των λυμάτων σε επιφανειακούς ταμιευτήρες, απαιτείται προχωρημένη επεξεργασία για την απομάκρυνση θρεπτικών, ώστε η τελικά παραγόμενη εκροή να έχει συγκεντρώσεις αζώτου μικρότερες από 15 mg/l και εάν κρίνεται αναγκαίο και συγκεντρώσεις φωσφόρου μικρότερες από 2 mg/l, σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/1997.

Για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να εφαρμοστούν εναλλακτικοί μέθοδοι, εφόσον στη μελέτη σχεδιασμού της μονάδας τεκμηριώνεται η επάρκεια, η αποτελεσματικότητα και κυρίως η ευχέρεια ελέγχου της αποτελεσματικότητας της απολύμανσης. Ειδικότερα:

- Στη περίπτωση της χλωρίωσης θα πρέπει:
  - Το γινόμενο του υπολειμματικού χλωρίου επί το χρόνο επαφής:  $\geq 30 \text{ mg-min / lt}$
  - Χρόνος επαφής:  $\geq 30 \text{ min}$
  - Λόγος μήκους προς πλάτος της δεξαμενής επαφής:  $\geq 40$
- Στη περίπτωση της απολύμανσης με UV θα πρέπει:
  - Ελάχιστη δόση στο τέλος ζωής των λαμπτήρων:  $\geq 70 \text{ mWsec/cm}^2$
  - Η τιμή διαπερατότητας δεν θα λαμβάνεται μεγαλύτερη από 50%

Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στη Πάρο είναι γενικά περιορισμένες και έχουν μικρό μέγεθος. Το είδος των καλλιεργειών και το μέγεθος των εκτάσεων δεν δικαιολογούν την υιοθέτηση της λύσης της περιορισμένης άρδευσης (άρδευση σε καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, καλλιέργειες σπόρων, λιβάδια και σε μη οπωροφόρα δέντρα).

### 3.5.1.2 Απεριόριστη άρδευση

Με τον όρο απεριόριστη άρδευση, νοείται η εφαρμογή των επεξεργασμένων λυμάτων χωρίς περιορισμούς. Η απεριόριστη άρδευση εφαρμόζεται σε όλα τα είδη καλλιεργειών όπως ανθοκομικά, λαχανικά, αμπέλια ή καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά. Κατά την απεριόριστη άρδευση επιτρέπονται διάφορα συστήματα άρδευσης του ανακτημένου νερού, περιλαμβανομένου και του καταιονισμού, ενώ δεν απαιτούνται περιορισμοί στην πρόσβαση.

Η ελάχιστη επεξεργασία που απαιτείται για την απεριόριστη άρδευση είναι δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, που ακολουθείται από κατάλληλη τριτοβάθμια επεξεργασία (πχ. κροκίδωση και διύλιση) και απολύμανση. Οι συγκεντρώσεις BOD<sub>5</sub> και SS πρέπει να είναι μικρότερες από 10 mg/l (για το 80% των δειγμάτων) και οι τιμές θολότητας μικρότερες από 2 NTU (διάμεση τιμή). Τα περιπτωματικά κολοβακτηρίδια πρέπει να είναι λιγότερα από 5 EC/100 ml (για το 80% των δειγμάτων) και λιγότερα από 50 EC/100 ml (για το 95% των δειγμάτων).

Οι απαιτήσεις ως προς την απομάκρυνση αζώτου είναι κοινές με τις αντίστοιχες στην περίπτωση της απεριόριστης άρδευσης. Στη περίπτωση άρδευσης σε περιοχές, που έχουν χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητες λόγω νιτρορύπανσης, απαιτείται η απομάκρυνση του αζώτου



(νιτροποίηση και απονιτροποίηση), ώστε οι συγκεντρώσεις αμμωνιακού και ολικού αζώτου στην εκροή να είναι μικρότερες από 2 mg/lit και 15 mg/lit αντίστοιχα.

Για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να εφαρμοστούν εναλλακτικοί μέθοδοι, εφόσον στη μελέτη σχεδιασμού της μονάδας τεκμηριώνεται η επάρκεια, η αποτελεσματικότητα και κυρίως η ευχέρεια ελέγχου της αποτελεσματικότητας της απολύμανσης. Ειδικότερα:

- Στη περίπτωση της χλωρίωσης θα πρέπει:
  - Συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου:  $\geq 2$  mg / lit
  - Χρόνος επαφής:  $\geq 60$  min
  - Λόγος μήκους προς πλάτος της δεξαμενής επαφής:  $\geq 40$
- Στη περίπτωση της απολύμανσης με UV θα πρέπει:
  - Ελάχιστη δόση στο τέλος ζωής των λαμπτήρων:  $\geq 60$  mWsec/cm<sup>2</sup>
  - Η τιμή διαπερατότητας δεν θα λαμβάνεται μεγαλύτερη από 70%

### 3.5.1.3 Μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής του συστήματος άρδευσης

Για την περιορισμένη ή την απεριόριστη άρδευση απαιτείται εκπόνηση μελέτης σχεδιασμού και εφαρμογής του συστήματος άρδευσης, που περιλαμβάνει:

- (1) Το υδατικό ισοζύγιο, σε σχέση με τις αρδευόμενες καλλιέργειες και το ισοζύγιο οργανικού φορτίου, θρεπτικών και κρίσιμων ιχνοστοιχείων, προκειμένου να προσδιοριστεί η ανά μονάδα αρδευόμενης έκτασης επιτρεπόμενη φόρτιση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα.
- (2) Τον υπολογισμό της συνολικά απαιτούμενης έκτασης
- (3) Τα προγράμματα παρακολούθησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών των λυμάτων και, κατά περίπτωση, τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του εδάφους των αρδευόμενων καλλιεργειών
- (4) Τα τυχόν απαιτούμενα πρόσθετα μέτρα και όρια για τη συγκεκριμένη εφαρμογή (ενδεχόμενη περίφραξη, τρόπος άρδευσης, ελάχιστες αποστάσεις της εφαρμογής από υδροληψίες ή άλλες χρήσεις κτλ.
- (5) Μέτρα ενημέρωσης και προστασίας για τους χρήστες και τους καταναλωτές, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται με ευθύνη του φορέα υλοποίησης της άρδευσης. Ο φορέας υλοποίησης της άρδευσης μπορεί να είναι ο φορέας διαχείρισης ή ο άμεσος χρήστης του ανακτημένου νερού

Για το περιεχόμενο της μελέτης γνωμοδοτούν η Διεύθυνση Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης και οι αρμόδιες Διευθύνσεις Υγείας και Αγροτικής Οικονομίας της Περιφέρειας.

### 3.5.2. **Αστική και περιαστική χρήση**

Η αστική και περιαστική χρήση περιλαμβάνει:

- Άρδευση αστικού και περιαστικού πρασίνου, όπως πάρκα, εγκαταστάσεις αναψυχής, αθλητικά γήπεδα, γήπεδα γκολφ, νεκροταφεία, νησίδες αυτοκινητοδρόμων, πρηνή, κήποι κτλ.
- Άρδευση δασικών και αναδασωτέων εκτάσεων
- Πυρόσβεση, πλύσιμο δρόμων, συμπύκνωση εδαφών
- Ενίσχυση παροχής επιφανειακών ρευμάτων

Η ελάχιστη επεξεργασία που απαιτείται για την αστική και περιαστική χρήση επεξεργασμένων λυμάτων είναι δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, που ακολουθείται από προχωρημένη επεξεργασία και απολύμανση. Οι συγκεντρώσεις BOD<sub>5</sub> και SS πρέπει να είναι μικρότερες από 10 mg/l και 2 mg/l αντίστοιχα, ενώ θολότητα μικρότερη από 2 NTU. Τα ολικά κολοβακτηρίδια

πρέπει να είναι λιγότερα από 2 TC/100 ml (για το 80% των δειγμάτων) και λιγότερα από 20 TC/100 ml (για το 95% των δειγμάτων).

Εξάλλου θα πρέπει να επιτυγχάνεται απομάκρυνση αζώτου μέσω νιτροποίησης και απονιτροποίησης, ώστε οι συγκεντρώσεις αμμωνιακού και ολικού αζώτου στην εκροή να είναι μικρότερες από 2 mg/lit και 15 mg/lit αντίστοιχα.

Με τον όρο προχωρημένη επεξεργασία νοείται κατάλληλο σύστημα μεμβρανών (υπερδιήθησης) των δευτεροβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων ή εναλλακτικά η εφαρμογή βιολογικών αντιδραστήρων μεμβράνης (συστήματα MBR).

Για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να εφαρμοστούν εναλλακτικοί μέθοδοι, εφόσον στη μελέτη σχεδιασμού της μονάδας τεκμηριώνεται η επάρκεια, η αποτελεσματικότητα και κυρίως η ευχέρεια ελέγχου της αποτελεσματικότητας της απολύμανσης. Ειδικότερα:

- Στη περίπτωση της χλωρίωσης θα πρέπει:
  - Συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου:  $\geq 2 \text{ mg / lit}$
  - Χρόνος επαφής:  $\geq 60 \text{ min}$
  - Λόγος μήκους προς πλάτος της δεξαμενής επαφής:  $\geq 40$
- Στη περίπτωση της απολύμανσης με UV θα πρέπει:
  - Ελάχιστη δόση στο τέλος ζωής των λαμπτήρων:  $\geq 60 \text{ mWsec/cm}^2$
  - Η τιμή διαπερατότητας δεν θα λαμβάνεται μεγαλύτερη από 70%

Για το περιεχόμενο της μελέτης σχεδιασμού και εφαρμογής της επαναχρησιμοποίησης για αστικές και περιαστικές δραστηριότητες, γνωμοδοτούν η Διεύθυνση Υδάτων της Αποκεντρωμένης Διοίκησης, η αρμόδια Διεύθυνση Υγείας της Περιφέρειας και στη περίπτωση δασικών εκτάσεων η αρμόδια Διεύθυνση Δασών της Αποκεντρωμένης Διοίκησης.

### 3.5.3. Τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων

Η τροφοδότηση (εμπλουτισμός) των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα αποβλέπει κυρίως:

- Στη δημιουργία υδραυλικού φράγματος, το οποίο θα παρεμποδίζει τη διείσδυση και την ανάμιξη του θαλάσσιου νερού με το γλυκό νερό
- Στην αποθήκευση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για μελλοντική χρήση ή για εξισορρόπηση των διακυμάνσεων ζήτησης νερού
- Στην ανύψωση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, που μπορεί να φθίνει, λόγω υπερεκμετάλλευσης και επειδή η φυσική ανανέωση γίνεται με αργό ρυθμό
- Στον έλεγχο πιθανών καθιζήσεων του εδάφους

Οι δύο κύριες μέθοδοι εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα είναι:

- Επιφανειακή διάχυση ή διήθηση και
- Γεωτρήσεις άμεσου εμπλουτισμού

Η βασική διαφορά των δύο παραπάνω μεθόδων, είναι η πρόσθετη επεξεργασία που επιτυγχάνεται κατά την επιφανειακή διάχυση μέσω της κατείσδυσης στα εδαφικά στρώματα.

Στη περίπτωση εμπλουτισμού του υπόγειου υδροφορέα με τη μέθοδο της διήθησης δια μέσου εδαφικού στρώματος, θα πρέπει να ικανοποιούνται τα όρια του Πίνακα 1 της ΚΥΑ 145116/2011, δηλαδή οι ειδικές απαιτήσεις που καθορίζονται για την περιορισμένη άρδευση (βλ. παρ.3.5.1.1). Ειδικά για την υπεδάφια διάθεση μέσω διήθησης δια μέσου εδαφικού στρώματος σε υδατικά συστήματα του Άρθρου 7 του ΠΔ.51/2007 (υδατικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την

απόληψη πόσιμου ύδατος) θα πρέπει να ικανοποιούνται οι όροι του Πίνακα 3 της 145116/2011, δηλαδή οι απαιτήσεις που καθορίζονται για αστική ή περιαιστική χρήση (βλ. παρ. 3.5.2).

Λαμβάνοντας υπόψη το χαρακτήρα της Πάρου και την έλλειψη των απαραίτητων εκτάσεων, στη Πάρο δεν είναι εφαρμόσιμος ο εμπλουτισμός του υπόγειου υδροφορέα με τη μέθοδο της διήθησης δια μέσου εδαφικού στρώματος

Στη περίπτωση του άμεσου εμπλουτισμού μέσω γεωτρήσεων, θα πρέπει να ικανοποιούνται τα όρια του Πίνακα 3 της ΚΥΑ 145116/2011, δηλαδή οι ειδικές απαιτήσεις που καθορίζονται για αστική και περιαιστική χρήση (βλ. παρ. 3.5.2).

Ανεξάρτητα από τον απαιτούμενο ελάχιστο βαθμό επεξεργασίας, σε κάθε περίπτωση απαιτείται η εκπόνηση ειδικής υδρογεωλογικής μελέτης, με την οποία μεταξύ άλλων εξετάζεται:

- (1) Το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα
- (2) Τα υπάρχοντα γεωλογικά στρώματα και η υδραυλική αγωγιμότητα του κάθε στρώματος
- (3) Το βάθος στο οποίο θα πραγματοποιείται ο εμπλουτισμός

Η μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής του εμπλουτισμού, στην οποία θα προσαρτάται και η παραπάνω ειδική υδρογεωλογική μελέτη, θα περιλαμβάνει:

- (1) Εξέταση των συγκεντρώσεων στα επεξεργασμένα λύματα των ουσιών που περιλαμβάνονται στη ΚΥΑ 39626/2009 (Καθορισμός μέτρων για την προστασία των υπόγειων νερών)
- (2) Εξειδίκευση των προβλεπόμενων στη παραπάνω ΚΥΑ, λαμβάνοντας υπόψη τη μέθοδο εφαρμογής, τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων και την κατάσταση του υπόγειου υδροφορέα
- (3) Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του εισαγομένου ανακτημένου ύδατος
- (4) Πρόγραμμα παρακολούθησης ποιοτικών χαρακτηριστικών των επαναχρησιμοποιούμενων υγρών αποβλήτων και τα απαιτούμενα προγράμματα παρακολούθησης των χαρακτηριστικών των υπόγειων υδάτων
- (5) Την επιτυγχανόμενη αραίωση με τα ύδατα του υπόγειου υδροφορέα.

#### **3.5.4. Βιομηχανική χρήση**

Ένας σημαντικός τρόπος επαναχρησιμοποίησης, που τα τελευταία χρόνια επεκτείνεται, είναι η χρήση επεξεργασμένων λυμάτων στη βιομηχανία, δεδομένου ότι οι απαιτήσεις ποιότητας για το χρησιμοποιούμενο νερό είναι λιγότερο αυστηρές από αυτές του πόσιμου.

Οι κυριότερες χρήσεις στη βιομηχανία είναι:

- Νερό σε κλειστά συστήματα ψύξης (πύργοι ψύξης)
- Νερό σε συστήματα ψύξης ανοικτού κυκλώματος (π.χ. ψύξη αντλιών, συμπιεστών κτλ.)
- Νερό τροφοδοσίας συστημάτων παραγωγής ατμού (λέβητες)
- Νερό παραγωγικής διαδικασίας

Η βιομηχανική χρήση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων δεν εφαρμόζεται σε βιομηχανίες προϊόντων, τα οποία προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στη περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν βιομηχανικές μονάδες, οι οποίες θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν επεξεργασμένα υγρά απόβλητα.

#### **3.5.5. Άδεια επαναχρησιμοποίησης**

Για την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων απαιτείται άδεια, η οποία εκδίδεται από τον Γενικό Γραμματέα της Αποκεντρωμένης Διοίκησης, μετά από εισήγηση

της Διεύθυνσης Υδάτων και γνωμοδότηση των αρμόδιων υπηρεσιών, οι οποίες ελέγχουν τη μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής της επαναχρησιμοποίησης.

Οι άδειες επαναχρησιμοποίησης περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα ακόλουθα:

- Τους όρους και τις προϋποθέσεις της επαναχρησιμοποίησης, ανάλογα με την συγκεκριμένη χρήση
- Τη ποσότητα των επεξεργασμένων λυμάτων με τον καθορισμό ανώτατων ορίων ανάλογα με τη συγκεκριμένη χρήση
- Τον Φορέα παροχής ανακτημένου νερού
- Τη χρονική περίοδο επαναχρησιμοποίησης
- Τις υποχρεώσεις του χρήστη
- Τη διάρκεια της άδειας και
- Τις προϋποθέσεις ανάκλησης, τροποποίησης, κατάργησης ή ανανέωσης της άδειας

Ο Φορέας παροχής ανακτημένου νερού (πχ. ΔΕΥΑ Πάρου) υποχρεούται να:

- Πραγματοποιεί τις απαιτούμενες δειγματοληψίες και αναλύσεις, που ορίζονται στη ΚΥΑ 145116/2011
- Καταγράφει τα αποτελέσματα των αναλύσεων σε θεωρημένο από τη Διεύθυνση Υδάτων Μητρώο, στο οποίο πρέπει να καταγράφει επίσης και όλα τα συμβάντα κατά την λειτουργία των εγκαταστάσεων, περιλαμβανομένων και των μέτρων που ελήφθησαν.
- Διακόπτει τη διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων προς επαναχρησιμοποίηση, στη περίπτωση που δεν ικανοποιούνται τα καθορισθέντα όρια.
- Ορίζει υπεύθυνο λειτουργίας, τα στοιχεία του οποίου κοινοποιούνται στη Διεύθυνση Υδάτων της Περιφέρειας.

Αντίστοιχα ο Φορέας Διαχείρισης ή Χρήστης (πχ. αγρότες, ή Δήμος) υποχρεούται να:

- Αναρτά σε όλους τους χώρους, που γίνεται χρήση ανακτημένου σχετική σήμανση
- Υλοποιεί τα προγράμματα παρακολούθησης, που έχουν καθοριστεί από τη μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής της επαναχρησιμοποίησης

Πίνακας 1: Όρια για μικροβιολογικές και συμβατικές παραμέτρους για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων

	Μικροβιολογικοί Παράμετροι	BOD <sub>5</sub>	SS	Θολότητα	Ελάχιστη απαιτούμενη επεξεργασία
		[mg/l]	[mg/l]	[NTU]	
<b>Περιορισμένη άρδευση</b> <b>Βιομηχανική Χρήση</b> (νερό ψύξης μιας χρήσης) <b>Τροφοδότηση ή εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων</b> , (μέσω επιφανειακής διήθησης)	≤ 200 EC / 100 ml (διάμεση τιμή)	Σύμφωνα με τη ΚΥΑ 5673/400/1997	Σύμφωνα με τη ΚΥΑ 5673/400/1997	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία</li> <li>• Απολύμανση</li> </ul>
<b>Απεριόριστη Άρδευση</b> <b>Βιομηχανική χρήση</b> (πλην νερού ψύξης μίας χρήσης)	≤ 5 EC / 100 ml (80% των δειγμάτων) και ≤ 50 EC / 100 ml (για το 95% των δειγμάτων)	≤ 10 (για το 80% των δειγμάτων)	≤ 10 (για το 80% των δειγμάτων)	≤ 2 (διάμεση τιμή)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία</li> <li>• Τριτοβάθμια επεξεργασία</li> <li>• Απολύμανση</li> </ul>
<b>Αστική – Περιαστική Χρήση</b> <b>Τροφοδότηση ή εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων</b> (με γεώτρηση ή μέσω επιφανειακής διήθησης εφόσον χρησιμοποιούνται για απόληψη πόσιμου ύδατος)	≤ 2 TC / 100 ml (για το 80% των δειγμάτων) και ≤ 20 TC / 100 ml (για το 95% των δειγμάτων)	≤ 10 (για το 80% των δειγμάτων)	≤ 2 (για το 80% των δειγμάτων)	≤ 2 (διάμεση τιμή)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία</li> <li>• Προχωρημένη επεξεργασία</li> <li>• Απολύμανση</li> </ul>

### 3.6. Δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη νομοθεσία οι δυνατές χρήσεις επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών λυμάτων της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων Παροικίας είναι οι ακόλουθες:

- γεωργική χρήση: απεριόριστη άρδευση
- αστική και περιαστική χρήση
- τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων

Στη περίπτωση υιοθέτησης της απεριόριστης άρδευσης απαιτείται η κατασκευή πρόσθετων έργων τριτοβάθμιας επεξεργασίας και ειδικότερα:

- Μονάδα κροκίδωσης και διύλισης, που θα επιτυγχάνει  $BOD_5 \leq 10 \text{ mg/l}$  και  $SS \leq 10 \text{ mg/l}$  (για το 80% των δειγμάτων).
- Μονάδα απολύμανσης, ώστε τα περιπτωματικά κολοβακτηρίδια να είναι λιγότερα από 5 EC/100 ml (για το 80% των δειγμάτων) και λιγότερα από 50 EC/100 ml (για το 95% των δειγμάτων).

Στη περίπτωση της αστικής και περιαστικής χρήσης, καθώς επίσης και για αξιοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων τα απαιτούμενα έργα τριτοβάθμιας επεξεργασίας περιλαμβάνουν:

- Μονάδα υπεδιήθησης, που θα επιτυγχάνει  $BOD_5 \leq 10 \text{ mg/l}$ , και  $SS \leq 2 \text{ mg/l}$  (για το 80% των δειγμάτων).
- Μονάδα απολύμανσης, ώστε τα ολικά κολοβακτηρίδια να είναι λιγότερα από 2 TC/100 ml (για το 80% των δειγμάτων) και λιγότερα από 20 TC/100 ml (για το 95% των δειγμάτων).

Εναλλακτικά αντί της υπερδιήθησης μπορεί να εφαρμοστεί βιολογικός αντιδραστήρας με μεμβράνες για το διαχωρισμό υγρών στερεών (MBR).

Όσον αφορά την **γεωργική χρήση** των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων, επισημαίνεται ότι στην ευρύτερη περιοχή μελέτης η γεωργική ανάπτυξη είναι περιορισμένη. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις στην Πάρο έχουν γενικά μικρό μέγεθος, πράγμα που είναι χαρακτηριστικό όλων των νησιών των Κυκλάδων. Στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις της Πάρου επικρατούν οι ετήσιες καλλιέργειες με 31.034 στρέμματα, ενώ οι δενδρώδεις καταλαμβάνουν μόνο 6.502 στρέμματα, οι κηπευτικές καλλιέργειες με 1.307 στρέμματα και τα αμπέλια 7.005 στρέμματα. Οι αρδευόμενες εκτάσεις είναι της τάξης των 5.068 στρεμμάτων λόγω έλλειψης οργανωμένων αρδευτικών δικτύων που οφείλεται στην ανεπάρκεια των υδατικών πόρων.

Κατηγορίες καλλιεργειών	Συνολική έκταση		Αρδευόμενη έκταση	
	[στρ.]	[%]	[στρ.]	[%]
Κηπευτικά – Θερμοκήπια	1.307	2,4%	1.097	21,6%
Αμπέλια	7.005	12,7%	47	1,0%
Δενδρώδη	6.502	11,8%	2.570	50,7%
Λοιπές καλλιέργειες	31.034	56,1%	1.354	26,7%
Αγρανάπαυση	9.406	17,0%	0	0,0%
Σύνολο	55.254	100,0%	5.068	100,0%

Συνεπώς η χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων για γεωργική άρδευση στη περιοχή μελέτης θα είναι περιορισμένη και δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί σαν αποκλειστικός αποδέκτης επεξεργασμένων εκροών.

Αντίθετα η **αστική και περιαστική χρήση** επεξεργασμένων λυμάτων στη περιοχή μελέτης θα περιορίσει τη κατανάλωση πόσιμου νερού για αυτές τις χρήσεις (άρδευση αστικού και

περιαστικού πρασίνου, πυρόσβεση, καθαρισμός οδών, κτλ.). Επισημαίνεται ότι τα επεξεργασμένα λύματα, τα οποία είναι κατάλληλα για αστική και περιαστική χρήση είναι και για απεριόριστη άρδευση, καθώς επίσης και για **εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων**.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω προτείνεται ο σχεδιασμός των έργων τριτοβάθμιας επεξεργασίας της ΕΕΛ Παροικίας να γίνει έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα όρια που καθορίζονται στο Πίνακα 3 της ΚΥΑ 145116/2011. Συνεπώς τα επεξεργασμένα λύματα θα μπορούν αξιοποιηθούν:

- για αστική και περιαστική χρήση,
- για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων και για
- απεριόριστη άρδευση.

Τονίζεται ότι για την επιτυχία το εγχειρήματος της επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων μεγάλη σημασία έχει η ενημέρωση του κοινού σχετικά με την χρησιμότητα και την ασφάλεια του ανακτημένου νερού, ώστε να το εμπιστευτεί και να αγκαλιάσει την προσπάθεια. Μέχρις ότου εξοικειωθεί το κοινό και οι αγρότες στη χρήση επεξεργασμένων λυμάτων, δεν κρίνεται σκόπιμο η κατασκευή δικτύου διανομής, το κόστος του οποίου είναι σημαντικό.

Σε πρώτη φάση κρίνεται σκόπιμο να κατασκευαστεί μία μονάδα τριτοβάθμιας επεξεργασίας, μικρής σχετικά δυναμικότητας με δυνατότητα επέκτασης. Το ανακτημένο νερό θα αποθηκεύεται σε κλειστή δεξαμενή, από όπου θα παραλαμβάνεται περιοδικά από τα βυτιοφόρα οχήματα διανομής, τα οποία θα έχουν και την δυνατότητα της απ' ευθείας άρδευσης των δημοτικών χώρων πρασίνου. Οι ιδιώτες που θα θελήσουν να χρησιμοποιήσουν το ανακτημένο νερό θα πρέπει να διαθέτουν δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης.

Προβλέπεται, σε πρώτη φάση, η κατασκευή μονάδας τριτοβάθμιας επεξεργασίας δυναμικότητας 200m<sup>3</sup>/d με δυνατότητα επέκτασης σε 400m<sup>3</sup>/d. Εξετάζονται δύο εναλλακτικές λύσεις:

- (1) Κατασκευή μονάδας υπερδιήθησης, στην οποία θα οδηγούνται δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα.
- (2) Κατασκευή βιολογικής βαθμίδας με μονάδα διήθησης για το διαχωρισμό υγρών – στερεών, στην οποία θα οδηγούνται πρωτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα.

Επιπλέον, και για τις δύο εναλλακτικές λύσεις προβλέπεται αφενός εξοπλισμός για την εργαστηριακή μέτρηση κολοβακτηριδίων σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων και ειδικά στο επεξεργασμένο νερό που θα δοθεί προς άρδευση και αφετέρου υδροφόρο όχημα 10 m<sup>3</sup> για την διανομή του νερού άρδευσης. Σημειώνεται ότι η δειγματοληψία από την δεξαμενή καθαρών κάθε εναλλακτικής λύσης θα γίνεται χειροκίνητα από την προβλεπόμενη ανθρωποθυρίδα.

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	Έργα Π-Μ	Έργα Η-Μ	Σύνολο
Εργαστηριακός εξοπλισμός μέτρησης κολοβακτηριδίων (E. Coli )		1.500	1.500
Αγορά υδροφόρου οχήματος 10 m <sup>3</sup> για την διανομή του νερού άρδευσης		120.000	120.000
<b>Σύνολο</b>	-	<b>121.500</b>	<b>121.500</b>



## 4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Στο Κεφάλαιο αυτό της μελέτης γίνεται η διαστασιολόγηση των δύο εναλλακτικών μεθόδων τριτοβάθμιας επεξεργασίας, που παρουσιάστηκαν παραπάνω.

### 4.1. Μονάδα υπερδιήθησης (UF)

#### 4.1.1. Γενικά

Η τριτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων με υπερδιήθηση περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους μονάδες:

- υδροληψία από την έξοδο των δεξαμενών τελικής καθίζησης και δεξαμενή τροφοδότησης
- προσθήκη κροκιδωτικών
- υπερδιήθηση και απολύμανση
- αποθήκευση επεξεργασμένων λυμάτων

Η μονάδα υπερδιήθησης θα τροφοδοτείται από την εκροή των δευτεροβάθμιων και σχεδιάζεται για τα παρακάτω χαρακτηριστικά εισόδου:

Παράμετρος		Α' Φάση	Β' Φάση
Μέση παροχή ανακτόμενου νερού	[m <sup>3</sup> /d]	200	400
BOD <sub>5</sub>	[mg/l]	25	25
COD	[mg/l]	100	100
SS	[mg/l]	25	25
TOC	[mg/l]	10	10

Τα επεξεργασμένα λύματα (80% των δειγμάτων) της μονάδας υπερδιήθησης (UF) θα ικανοποιούν τα παρακάτω όρια:

- BOD<sub>5</sub>: ≤ 10 mg/l
- SS: ≤ 2 mg/l
- Θολότητα: ≤ 2 NTU
- Ολικά κολοβακτηρίδια: ≤ 2 FC / 100 ml (για το 80% των δειγμάτων)
- Ολικά κολοβακτηρίδια: ≤ 20 FC / 100 ml (για το 95% των δειγμάτων)

#### 4.1.2. Χαρακτηριστικά μεγέθη

Κατά την υπερδιήθηση (ultrafiltration) τα δευτεροβάθμια λύματα διέρχονται από μεμβράνες κοίλης ίνας, με διάμετρο πόρων 0,01 μm. Η φορά διήθησης είναι από τα έξω προς τα μέσα. Η μέγιστη πίεση λειτουργίας είναι 0,3-1,4bar. Κατά την διήθηση τα στερεά, καθώς επίσης και κύστες, ωκύστες, οργανικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους, ιοί κτλ. συγκρατούνται στην εξωτερική πλευρά της μεμβράνης, ενώ το διαυγασμένο υγρό, απαλλαγμένο από τα στερεά και το μικροβιακό φορτίο αναρροφάται από το εσωτερικό της μεμβράνης. Τα στερεά απομακρύνονται από την επιφάνεια των μεμβρανών κατά την διαδικασία της αντίστροφης πλύσης και οδηγούνται μέσω του δικτύου στραγγιδίων στην είσοδο της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

Τα κύρια πλεονεκτήματα χρήσης μεμβρανών είναι τα ακόλουθα:

- απομάκρυνση παρασίτων, βακτηριδίων και θολότητας
- δυνατότητα επεξεργασίας με υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών
- υψηλά ποσοστά ανάκτησης
- χαμηλό ενεργειακό κόστος και κατανάλωση χημικών



Για το σχεδιασμό του συστήματος τροφοδοσίας των μεμβρανών πρέπει να ληφθεί υπόψη η διακοπτόμενη λειτουργία της υπερδιήθησης, δεδομένου ότι η παροχή τροφοδοσίας διακόπτεται για αντίστροφη πλύση, τον καθαρισμό συντήρησης και τον χημικό για χημικό καθαρισμό. Για το σχεδιασμό της μονάδας διήθησης γίνονται οι εξής υποθέσεις:

- Ώρες λειτουργίας της μονάδας: 18 h/d
- Πραγματικός χρόνος διήθησης:  $\approx 85\%$
- Ειδική υδραυλική φόρτιση (flux):  $55 \text{ lt/m}^2 \cdot \text{h}$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η παροχή στραγγιδίων είναι της τάξης του 10% της παροχής διαυγασμένου υγρού και προκειμένου να εξασφαλιστεί παροχή διαυγασμένων  $200 \text{ m}^3/\text{d}$  ( $400 \text{ m}^3/\text{d}$  τη Β' Φάση), η ημερήσια παροχή τροφοδότησης της μονάδας γίνεται για παροχή:  $1,1 \times 200 \text{ m}^3/\text{d} = 220 \text{ m}^3/\text{d}$  και η ωριαία παροχή ανέρχεται:

$$220 \text{ m}^3/\text{d} \div 18 \text{ h/d} \approx 12,5 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ή } 25 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (B' Φάση)}$$

Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πραγματικός χρόνος διήθησης ανέρχεται σε 85%, η απαιτούμενη επιφάνεια διήθησης ανέρχεται σε:

- Α' Φάση:  $12,5 \text{ m}^3/\text{d} \div [85\% \times 55 \text{ lt/m}^2 \cdot \text{h}] \approx 270 \text{ m}^2$
- Β' Φάση:  $25 \text{ m}^3/\text{d} \div [85\% \times 55 \text{ lt/m}^2 \cdot \text{h}] \approx 535 \text{ m}^2$

Σε Α' Φάση προβλέπεται η εγκατάσταση μίας συστοιχίας, που αποτελείται από δύο σειρές των δύο modules εκάστη. Συνεπώς η συνολική ενεργή επιφάνεια διήθησης ανέρχεται σε  $2 \times 2 \times 72 \text{ m}^2 = 288 \text{ m}^2 > 270 \text{ m}^2$ . Σε επόμενη φάση θα εγκατασταθεί μία ακόμη πανομοιότυπη συστοιχίας, ώστε η συνολική επιφάνεια διήθησης να ανέρχεται σε:  $2 \times [2 \times 2 \times 72 \text{ m}^2] = 576 \text{ m}^2 > 535 \text{ m}^2$ .

#### 4.1.3. Υδροληψία και δεξαμενή τροφοδότησης

Η εκροή από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης καταλήγουν σήμερα στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής επαφής. Θα κατασκευαστεί δεξαμενή τροφοδότησης της τριτοβάθμιας επεξεργασίας ενεργού όγκου  $200 \text{ m}^3$ , έτσι ώστε το σύνολο της διερχόμενης παροχής να καταλήγει στη δεξαμενή τροφοδότησης και μόνο υπερχειλίζουσα παροχή (υπερβάλλουσα παροχή) να οδηγείται στην υφιστάμενη δεξαμενή επαφής.

Η δεξαμενή τροφοδότησης διαστασιολογείται για τη Β' Φάση των έργων. Η δεξαμενή έχει διαστάσεις  $6,00 \times 7,00 \text{ m}$ , με βάθος υγρού  $5,0 \text{ m}$  έχει ενεργό όγκο  $210 \text{ m}^3$ , που αντιστοιχεί στο 50% περίπου της μέσης παροχής Β' Φάσης ( $400 \text{ m}^3/\text{d}$ ).

Από τη δεξαμενή τροφοδότησης τα δευτεροβάθμια επεξεργασμένα λύματα, μέσω αντλιών θα οδηγούνται στη νέα μονάδα τριτοβάθμιας επεξεργασίας. Για το σκοπό αυτό, διαμορφώνεται φρεάτιο στο πυθμένα της δεξαμενής για την εγκατάσταση των υποβρύχιων αντλιών τροφοδότησης. Σε πρώτη φάση εγκαθίστανται δύο (ή μία εφεδρική) αντλία δυναμικότητας  $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$ , ισχύος  $5,5 \text{ kW}$ , που θα ελέγχεται από ρυθμιστή στροφών (inverter). Μία παρόμοια αντλία θα εγκατασταθεί σε επόμενη φάση για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών. Οι αντλίες τροφοδοσίας θα ελέγχονται από ρυθμιστές στροφών (inverter), ώστε να διατηρείται σταθερή παροχή, υπό την συνεχή μέτρηση της πτώσης πίεσης από τα στοιχεία (modules) των μεμβρανών.

Στη δεξαμενή εγκαθίσταται ένας υποβρύχιος αναδευτήρας για την ανάδευση του περιεχομένου της, καθώς και διακόπτης χαμηλής στάθμης για τον έλεγχο των αντλιών τροφοδότησης της μονάδας UF.

#### 4.1.4. Τροφοδότηση της μονάδας UF

Κάθε γραμμή υπερδιήθησης (μία γραμμή για την Α' Φάση και μία δεύτερη για τη Β' Φάση) διαθέτει:

- Διάταξη δοσομέτρησης κροκιδωτικού και στατικός αναμίκτης για τη βελτίωση της κροκιδώσης των αιωρούμενων στερεών
- Ένα αυτοκαθαριζόμενο προφίλτρο (auto strainer) συνεχούς ροής, που λειτουργεί υπό πίεση
- Μετρητής παροχής και πίεσης τροφοδοσίας για τον έλεγχο της διερχόμενης παροχής και της πίεσης που δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 3 bar

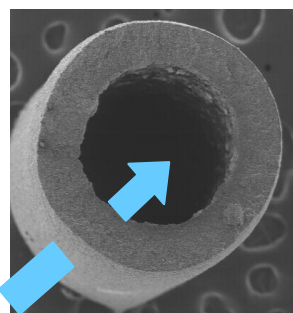
Για την κροκιδώση προτείνεται να χρησιμοποιηθεί θειικό αργίλιο με μέγιστη δόση 20 mg/l. Συνεπώς η μέγιστη δυναμικότητα δοσομέτρησης (ανά γραμμή) ανέρχεται σε:  $12,5 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,02 \approx 0,3 \text{ kg/h}$  ή 3 l/h. Εγκαθίστανται δύο αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 300 ml/h εκάστη. Σε επόμενη φάση θα εγκατασταθεί μία ακόμη παρόμοια αντλία. Η μέση δόση εκτιμάται σε 10mg/l, συνεπώς η ημερήσια κατανάλωση ανέρχεται σε 2 lt (Α΄ Φάση) και 4 lt (Β΄ Φάση). Το διάλυμα θα αποθηκεύεται σε δοχείο ενεργού όγκου 200 λίτρων, που επαρκεί για 50 περίπου ημέρες (Β΄ Φάση).

Στη συνέχεια τα λύματα κάθε γραμμής διέρχονται από ένα αυτοκαθαριζόμενο προφίλτρο (auto strainer) συνεχούς ροής, που λειτουργεί υπό πίεση. Το διάκενο φίλτρασης θα είναι μικρότερο από 200μm κατά μέγιστο. Το φίλτρο λειτουργεί υπό πίεση, είναι αυτοκαθαριζόμενο με βάση τη διαφορική πίεση. Η λειτουργία του είναι συνεχής ακόμη και κατά τη φάση αυτοκαθαρισμού. Η πλύση διαρκεί 15 έως 30 sec.

Σε κάθε γραμμή τροφοδοσίας, μετά το προφίλτρο, προβλέπονται όργανα συνεχούς μέτρησης παροχής και πίεσης τροφοδοσίας, ώστε, μέσω του PLC, να ελέγχονται τόσο η παροχή αλλά και η πίεση τροφοδοσίας προς κάθε γραμμή επεξεργασίας, πριν την τροφοδότηση των συστοιχιών διήθησης.

#### 4.1.5. Μονάδα υπερδιήθησης

Κάθε γραμμή τροφοδοσίας (μία για τη Α΄ Φάση και μία για τη Β΄ Φάση) τροφοδοτεί μία συστοιχία μεμβρανών. Τα στοιχεία μεμβρανών, modules, είναι τοποθετημένα σε μεταλλικό πλαίσιο, και η παροχή κάθε συστοιχίας μοιράζεται στα στοιχεία (modules) μεμβρανών, μέσω σωληνώσεων και ηλεκτροπνευματικών βαλβίδων. Ο αυτοματισμός των ηλεκτροπνευματικών βαλβίδων ελέγχεται από τον κεντρικό ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου της μονάδας.



Flow Direction  
(Outside-in)

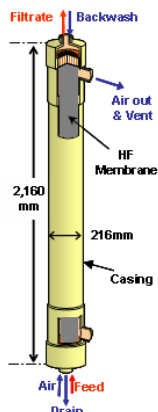
Cross Section

Η διατομή ενός κλώνου μεμβράνης κοίλης ίνας είναι όπως στο σχήμα και η φορά διήθησης είναι από έξω προς τα μέσα. Μία ομάδα από κλώνους κοίλων μεμβρανών εγκαθίσταται μέσα σε σωληνωτό περίβλημα, ώστε να διαμορφωθεί το στοιχείο (module) μεμβράνης διήθησης. Μέσα στο σωληνωτό περίβλημα εισέρχονται τα ανεπεξέργαστα λύματα, ενώ τα διαυγασμένα εξέρχονται μέσω κατάλληλης διάταξης από το ένα ή/και τα δύο άκρα του περιβλήματος.

Ένα σύνολο modules μεμβρανών διαμορφώνει μία συστοιχία μεμβρανών διήθησης, που εγκαθίσταται σε ένα μεταλλικό πλαίσιο. Κάθε συστοιχία έχει συλλέκτη τροφοδοσίας προς τα επιμέρους modules, συλλέκτη

τροφοδοσίας αέρα καθαρισμού, συλλέκτη νερών και αέρα κατά την διάρκεια της αντίστροφης πλύσης και συλλέκτη διαυγασμένων.

Για την υπερδιήθηση των λυμάτων προβλέπεται σε Α΄ Φάση μίας συστοιχίας μεμβρανών αποτελούμενη από τέσσερα modules ενεργής επιφάνειας διήθησης  $288\text{m}^2$ . Σε επόμενη φάση θα εγκατασταθεί μία παρόμοια συστοιχία.

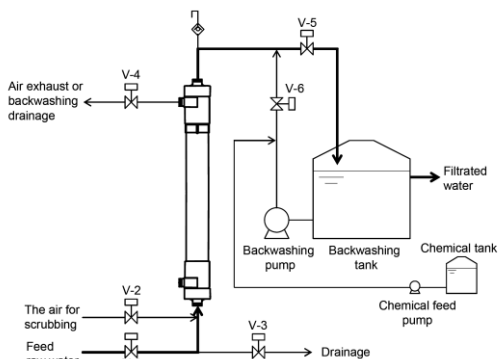


Κατά την διαδικασία υπερδιήθησης, τα λύματα εισέρχονται στα στοιχεία (modules) των μεμβρανών, μέσω ανοίγματος στο κάτω μέρος και εξέρχονται από το πάνω μέρος. Από εκεί, μέσω συλλέκτη, οδηγούνται προς την δεξαμενή αποθήκευσης. Στη σωληνογραμμή εξόδου κάθε συστοιχίας, που καταλήγει στη δεξαμενή καθαρών εγκαθίστανται:

- Μετρητής πίεσης, ώστε να ελέγχεται διαφορική πίεση των μεμβρανών
- Μονάδα απολύμανσης της εκροής με UV και
- Μετρητής θολότητας, για να καταλήξει στην δεξαμενή αποθήκευσης & διάθεσης.

Από την έξοδο του καθαρού διηθήματος από τα UF, προβλέπεται και γραμμή τροφοδοσίας προς την δεξαμενή νερού αντίστροφης πλύσης (backwash), μέσω αυτόματης διάταξης (φλοτεροδιακόπτη), ώστε η δεξαμενή νερού πλύσης να έχει πάντα διαθέσιμο νερό για τις ανάγκες πλύσης των μεμβρανών.

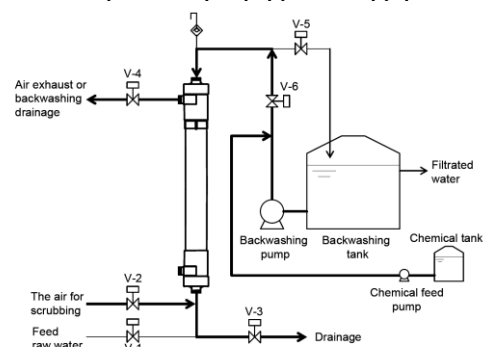
#### 4.1.5.1 Κύκλος διήθησης



Ο πλήρης κύκλος διήθησης σε κάθε συστοιχία διαρκεί περίπου στα 30 min. Η διαδικασία διήθησης διαρκεί περίπου 25min. Στη συνέχεια ακολουθεί η αντίστροφη πλύση των modules για 1 min περίπου και ο καθαρισμός των μεμβρανών με αέρα (air scrubbing) επίσης για ένα λεπτό. Ακολουθεί η εκκένωση των modules προς το δίκτυο στραγγιδίων και στη συνέχεια ξεκινάει ο νέος κύκλος διήθησης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μονάδα θα λειτουργεί 18h/d, ο αριθμός κύκλων λειτουργίας ισούται με:  $18\text{h} \times 60\text{min} \div 30\text{min}/\text{κύκλος} = 36$  κύκλοι / ημέρα. Το διαυγασμένο νερό οδηγείται σε δεξαμενή πλύσης όγκου  $2\text{m}^3$ , που εγκαθίσταται στο μεταλλικό πλαίσιο μαζί με τις μεμβράνες. Η υπερχειλίζουσα παροχή οδηγείται στη δεξαμενή καθαρών διερχόμενη από in line μονάδα UV.

#### 4.1.5.2 Αντίστροφη πλύση

Ο κύκλος αντίστροφης πλύσης γίνεται σε κάθε συστοιχία χωριστά. Η αντλία πλύσης τροφοδοτεί με αντίστροφη ροή διηθημένα λύματα από την δεξαμενή νερού αντίστροφης πλύσης προς τις μεμβράνες, με δυναμικότητα περίπου 1,5 φορά τη παροχή της τροφοδοσίας διήθησης.



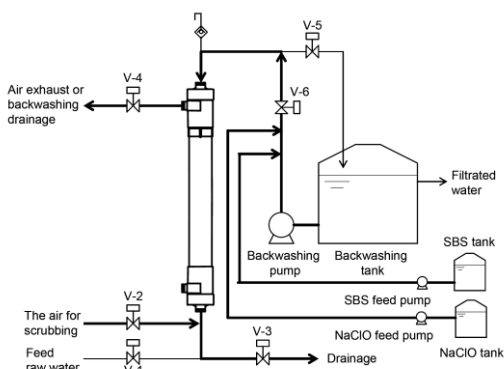
Για την αντίστροφη πλύση εγκαθίστανται δύο αντλίες (η μία εφεδρική), που ελέγχονται από inverter, δυναμικότητας  $18,5 \text{ m}^3/\text{h}$  και ισχύος  $7,5\text{kW}$ . Δεδομένου ότι η αντίστροφη πλύση λειτουργεί 60 sec / κύκλο, η απαιτούμενη ποσότητα νερού ανέρχεται σε

0,31m<sup>3</sup> / κύκλο. Προβλέπεται δεξαμενή πλύσης όγκου 2m<sup>3</sup>, που επαρκεί για 6 περίπου πλύσεις. Η ποσότητα του νερού πλύσης που οδηγείται στα στραγγίδια ημερησίως ανέρχεται σε: (18,5m<sup>3</sup>/h /3.600) x 60sec x 36 κύκλοι/d = 11,10 m<sup>3</sup>/d.

Για τον καθαρισμό με αέρα απαιτούνται 6-9 Nm<sup>3</sup>/h ανά module. Εγκαθίστανται δύο (ο ένας εφεδρικός) φυσητήρες πλύσης δυναμικότητας 36 Nm<sup>3</sup>/h στα 400 mbar (3 kW).

Η παροχή του νερού πλύσης και του αέρα καθαρισμού ελέγχονται από μετρητές παροχής, ώστε να μην υπερβαίνουν το επιτρεπτά όρια των μεμβρανών.

#### 4.1.5.3 Καθαρισμός Συντήρησης - TMC



Μία φορά την ημέρα προβλέπεται να γίνεται αυτόματα ο καθαρισμός συντήρησης των modules, που διαρκεί περίπου 25 min. Κατά τη διαδικασία αυτή τα modules των μεμβρανών εμποτίζονται με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (300 mg/l), το οποίο παραμένει εντός αυτών για χρονικό διάστημα 20 λεπτών, πριν ξεπλυθούν για να είναι έτοιμα προς κανονική λειτουργία. Μία φορά την εβδομάδα θα γίνεται μία επιπλέον παρόμοια διαδικασία, αλλά με χρήση διαλύματος κιτρικού οξέος (5.000 mg/l).

Το υποχλωριώδες νάτριο (12,5% σε ενεργό χλώριο) έχει μέση συγκέντρωση 146.000 mg/lit και δεδομένου

ότι η αντλία πλύσης έχει δυναμικότητα 18,5m<sup>3</sup>/h, απαιτούνται [18.650l/h x 300 mg/l] ÷ 146.000mg/l ≈ 38,5 l/h υποχλωριώδες νάτριο. Εγκαθίστανται δύο αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 40 lt/h @ 3bar. Η κατανάλωση NaOCl (ανά κύκλο TMC) ανέρχεται σε [0,34m<sup>3</sup> x 300mg/l] ÷ 146.000mg/l ≈ 0,7 lt / κύκλο TMC, συνεπώς η μηνιαία κατανάλωση σε 21 λίτρα (ένας κύκλος TMC / ημέρα). Εγκαθίσταται μία δεξαμενή NaOCl όγκου 100 λίτρων, που επαρκεί για περισσότερο από δύο μήνες, περιλαμβανόμενης και της κατανάλωσης για το χημικό καθαρισμό (25 λίτρα / μήνα).

Σημειώνεται ότι παρέχεται η δυνατότητα εξουδετέρωσης των νερών που αποβάλλονται στο δίκτυο στραγγιδίων μετά από τον καθαρισμό συντήρησης (TMC). Έτσι, σε περίπτωση που απαιτηθεί, υπάρχει η δυνατότητα συλλογής των νερών τα οποία περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις υποχλωριώδους νατρίου σε δεξαμενή εξουδετέρωσης όγκου 1.000lt. Για την εξουδετέρωση - αποχλωρίωση χρησιμοποιείται μεταθειώδες νάτριο (sodium bisulphate, SBS) σε στοιχειομετρία 1,5 – 3,0 mg/l για κάθε 1mg/l ελεύθερο χλώριο. Εγκαθίσταται μία δεξαμενή αποθήκευσης SBS όγκου 100 λίτρων και δύο δοσομετρικές αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 20 lt/h @ 3bar για την τροφοδοσία του διαλύματος αποχλωρίωσης στην δεξαμενή εξουδετέρωσης. Μετά την εξουδετέρωση τα νερά από τον καθαρισμό συντήρησης (TMC) οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων.

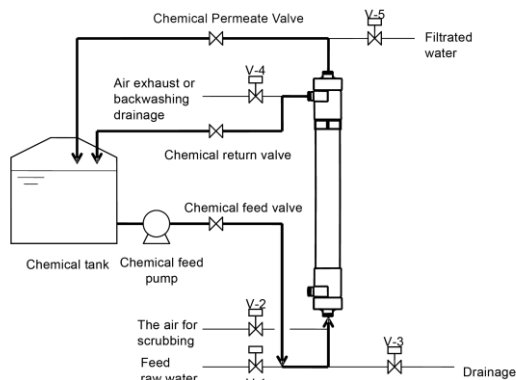
Το διάλυμα κιτρικού οξέως (50% σε κιτρικό οξύ) έχει μέση συγκέντρωση 620.000 mg/lit και δεδομένου ότι η αντλία πλύσης έχει δυναμικότητα 18,5m<sup>3</sup>/h, απαιτούνται [18.650l/h x 5.000mg/l] ÷ 620.000mg/l ≈ 150 l/h. Εγκαθίστανται δύο αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 150 lt/h @ 3bar. Η κατανάλωση κιτρικού οξέως (ανά κύκλο TMC) ανέρχεται σε [0,34m<sup>3</sup> x 5.000mg/l] ÷ 620.000mg/l ≈ 2,8 lt / κύκλο TMC με κιτρικό οξύ, συνεπώς η μηνιαία κατανάλωση είναι 11,5 λίτρα (ένας κύκλος TMC / εβδομάδα). Εγκαθίσταται μία δεξαμενή κιτρικού οξέως όγκου 100 λίτρων, που επαρκεί για περισσότερο από 8 μήνες.

Οι δεξαμενές χημικών, μαζί με τις δοσομετρικές αντλίες εγκαθίσταται στο μεταλλικό πλαίσιο μαζί με τις μεμβράνες.



#### 4.1.5.4 Χημικός καθαρισμός - CIP

Μία φορά το μήνα θα γίνεται χημικός καθαρισμός με συνεχή ανακυκλοφορία χημικού διαλύματος, κατάλληλης συγκέντρωσης. Αυτή η διαδικασία διαρκεί 2-3 ώρες, όπου το χημικό διάλυμα κυκλοφορεί συνεχώς μέσα στα στοιχεία των μεμβρανών, τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό των κοίλων ινών. Η αντλία χημικού καθαρισμού αναρροφά από μία δεξαμενή χημικών και τροφοδοτεί με διάλυμα τα modules, το οποίο στη συνέχεια επιστρέφει στη δεξαμενή ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής ανακυκλοφορία του χημικού διαλύματος μέσω των modules.



Η αντλία για το χημικό καθαρισμό (ανακυκλοφορία χημικών) ανέρχεται σε 12,5m<sup>3</sup>/h (ίδιας δυναμικότητας με την αντλία τροφοδότησης

της συστοιχίας). Για το χημικό καθαρισμό χρησιμοποιείται NaOCl (με συγκέντρωση 3.000 mg/l).

Εγκαθίσταται μία δεξαμενή χημικού καθαρισμού όγκου 1.000 λίτρων, από την οποία θα αναρροφά η αντλία ανακυκλοφορίας χημικών.

Δεδομένου ότι η εμπορική συγκέντρωση του NaOCl είναι 12,5%, απαιτείται αραιώση  $12,5 / 0,3 \approx 41,7$ , συνεπώς στο δοχείο χημικών γίνεται προσθήκη  $1000\text{lt} \div 41,7 = 24 \text{ lt}$  αρχικού διαλύματος. Στη συνέχεια γίνεται πλήρωση του δοχείου με βιομηχανικό νερό, ώστε να διαμορφώνεται διάλυμα συγκέντρωσης 3.000 ppm. Το δοχείο χημικών τροφοδοτείται από τη δεξαμενή και την αντλία NaOCl για το καθαρισμό συντήρησης (TMC). Η αντλία θα λειτουργεί  $24 \text{ lt} \div 40 \text{ lt/h} \approx 36\text{min}$ .

Σε περίπτωση που απαιτηθεί, παρέχεται, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, η δυνατότητα εξουδετέρωσης των νερών που αποβάλλονται μετά από τον CIP χημικό καθαρισμό και περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις υποχλωριώδους νατρίου. Για την αποχλωρίωση χρησιμοποιείται μεταθειώδες νάτριο (sodium bisulphate, SBS) το οποίο τροφοδοτείται από την δεξαμενή και την αντλία SBS για το καθαρισμό συντήρησης (TMC). Το διάλυμα SBS τροφοδοτείται στην δεξαμενή εξουδετέρωσης στην οποία συγκεντρώνονται και τα απόβλητα νερά μετά από τον CIP χημικό καθαρισμό. Μετά την εξουδετέρωση τους, τα απόβλητα νερά από τον CIP χημικό καθαρισμό οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων.

#### 4.1.6. Απολύμανση

Τα διαυγασμένα λύματα καταλήγουν στη δεξαμενή καθαρών. Ανάντη της δεξαμενής καθαρών εγκαθίσταται μία in line μονάδα UV για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων. Το μικροβιακό φορτίο μετά τη μονάδα διήθησης εκτιμάται σε  $10^3 \text{ FC}/100\text{ml}$ .

Η μείωση των FC κατά την απολύμανση με UV απεικονίζεται από την κάτωθι κινητική Α΄ τάξης:

$$\frac{N}{N_0} = e^{-kD}, \text{ όπου:}$$

$$N/N_0 = 1/1000$$

D = απαιτούμενη δόση ακτινοβολίας

k = σταθερά, που λαμβάνεται ίση με  $1,30 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\mu\text{Wsec}$

Επιλύοντας τη παραπάνω σχέση, η απαιτούμενη δόση ακτινοβολίας ανέρχεται σε 53,2 mWsec / cm<sup>2</sup>. Για το σκοπό αυτό στο καταθλιπτικό αγωγό της αντλίας διαυγών εγκαθίσταται μία μονάδα απολύμανσης UV in-με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Παροχή σχεδιασμού: 12,5m<sup>3</sup>/h

- Μετάδοση UV ανά cm: 70%
- Δόση UV (στο τέλος του χρόνου ζωής των λυχνιών): 80 mWsec/cm<sup>2</sup>
- Aging factor: 0,85
- Fouling factor: 0,85
- Quartz transparency: 0,95

#### 4.1.7. Δεξαμενή καθαρών

Τα διαυγασμένα και απολυμασμένα λύματα, οδηγούνται στη δεξαμενή καθαρών, διαστάσεων 6,000x7,00m, ενεργού όγκου 215m<sup>3</sup>. Από τη δεξαμενή καθαρών αναρροφά το πιεστικό συγκρότημα νερού επαναχρησιμοποίησης, ενώ παράλληλα προβλέπεται και διάταξη τροφοδότησης βυτιοφόρων οχημάτων. Το πιεστικό συγκρότημα θα έχει δυναμικότητα 18m<sup>3</sup>/h στα 40m

Παρότι το αποθηκευόμενο νερό έχει ήδη απολυμανθεί με UV, προβλέπεται σε τακτά χρονικά διαστήματα (πχ. μία ώρα την ημέρα) και τροφοδότηση της δεξαμενής καθαρών με υποχλωριώδες νάτριο, ώστε να εξασφαλίζεται υπολειμματική απολυμαντική δράση. Για το σκοπό αυτό στη δεξαμενή εγκαθίσταται και ένας υποβρύχιος αναδευτήρας, ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής ανάμιξη του NaOCl.

Η δεξαμενή θα διαθέτει υπερχειλίση υψηλής στάθμης, που θα οδηγεί την υπερχειλίζουσα παροχή στο φρεάτιο Φ34 του υποθαλάσσιου αγωγού.

Στη δεξαμενή καθαρών εγκαθίσταται ένας μετρητής στάθμης για τον έλεγχο λειτουργίας του πιεστικού συγκροτήματος, καθώς επίσης και δύο διακόπτες στάθμης (min – max) για τη προστασία του πιεστικού συγκροτήματος και την σήμανση συναγερμού.

#### 4.1.8. Εγκαθιστάμενος εξοπλισμός

Συνοπτικά για τη παραγωγή 200 m<sup>3</sup>/d διαυγασμένων λυμάτων, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες της Α' Φάσης, προβλέπεται η εγκατάσταση του παρακάτω εξοπλισμού.

- (1) Δεξαμενή τροφοδότησης:
  - Δύο υποβρύχιες αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 12,5m<sup>3</sup>/h @ 3bar (5,5 kW), που θα ελέγχονται από inverter
  - Ένας υποβρύχιος αναδευτήρας ισχύος 1,5 kW
  - Διακόπτης χαμηλής στάθμης τύπου πλωτήρα για τη προστασία της λειτουργίας των αντλιών
- (2) Τροφοδότηση μονάδας UF
  - Δοχείο κροκιδωτικού όγκου 200 λίτρων με μετρητή στάθμης
  - Δύο δοσομετρικές αντλίες κροκιδωτικού δυναμικότητας 300ml/h @ 3 bar
  - Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο (auto strainer) συνεχούς ροής, με διάκενο φίλτρασης μικρότερο από 200μm, δυναμικότητας 12,5m<sup>3</sup>/h
  - Μετρητής παροχής νερού τροφοδοσίας
  - Δύο μετρητές πίεσης γραμμής τροφοδοσίας (ανάντη και κατάντη του φίλτρου)
  - Πιεσόμετρα
- (3) Μονάδα UF
  - Μονάδα UF μονταρισμένη σε μεταλλική βάση, που θα περιλαμβάνει:
    - Στοιχεία διήθησης ελάχιστης ενεργής επιφάνειας 270m<sup>2</sup>
    - Μετρητής θολότητας στη γραμμή διαυγασμένων
    - Δοχείο ανίστροφης πλύσης χωρητικότητας 2m<sup>3</sup> με μετρητή στάθμης και υπερχειλίση προς τη δεξαμενή καθαρών
    - Δύο αντλίες πλύσης (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 18,5m<sup>3</sup>/h, ελεγχόμενη από inverter
    - Δύο μετρητές πίεσης γραμμής πλύσης

- Δύο φυσητήρες πλύσης (ο ένας εφεδρικός) δυναμικότητας 36 Nm<sup>3</sup>/h @ 400 mbar, που ελέγχεται από inverter
- Μετρητές πίεσης γραμμής αέρα
- Μετρητής παροχής αέρα
- Δοχείο NaOCl χωρητικότητας 100 λίτρων με μετρητή στάθμης
- Δύο δοσομετρικές αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 40 lt/h @ 3bar, ελεγχόμενη από inverter
- Δοχείο κιτρικού οξέως χωρητικότητας 100 λίτρων με μετρητή στάθμης
- Δύο δοσομετρικές αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 150 lt/h @ 3bar ελεγχόμενη από inverter
- Δοχείο SBS (sodium bisulphate) χωρητικότητας 100 λίτρων με μετρητή στάθμης
- Δύο δοσομετρικές αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 20 lt/h @ 3bar ελεγχόμενη από inverter για την εξουδετέρωση κατά τη φάση TMC
- Δύο (η μία εφεδρική) αντλίες ανακυκλοφορίας χημικών δυναμικότητας 12,5m<sup>3</sup>/h @ 3 bar, ελεγχόμενη από inverter
- Μία δεξαμενή χημικών 1.000 λίτρων, με αναδευτήρα
- Ένα δοχείο εξουδετέρωσης CIP (SBS: sodium bisulphate) χωρητικότητας 1.000 λίτρων με μετρητή στάθμης
- Δύο δοσομετρικές αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 20 lt/h @ 3bar ελεγχόμενη από inverter για την εξουδετέρωση κατά τη φάση CIP
- Ένας επίτοιχος ανεμιστήρας δυναμικότητας 500m<sup>3</sup>/h

(4) Δεξαμενή καθαρών:

- Ένας υποβρύχιος αναδευτήρας ισχύος 1,5 kW
- Μία μονάδα απολύμανσης με UV in line στη γραμμή τροφοδότησης της δεξαμενής καθαρών
- Σύνδεση με τη δοσομετρική αντλία NaOCl από τη παρακείμενη χλωρίωση
- Αντλία πλήρωσης υδροφόρου οχήματος δυναμικότητας 50m<sup>3</sup>/h @ 5m
- Δύο διακόπτες στάθμης (min – max) στη δεξαμενή καθαρών
- Ένας μετρητής στάθμης στη δεξαμενή καθαρών

Σε επόμενη Φάση προβλέπεται η εγκατάσταση του παρακάτω εξοπλισμού για τη παραγωγή 400m<sup>3</sup>/d τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων:

- Μία ακόμη αντλία τροφοδότησης
- Μία ακόμη αντλία κροκιδωτικού
- Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο
- Μετρητές παροχής και πίεσης
- Μονάδα UF μονταρισμένη σε μεταλλική βάση παρόμοια με αυτή της Α΄ Φάσης
- Μία ακόμη μονάδα απολύμανσης με UV in line στη γραμμή τροφοδότησης της δεξαμενής καθαρών

#### 4.1.9. Κόστος κατασκευής

Συνοπτικά ο προϋπολογισμός των έργων τριτοβάθμιας επεξεργασίας με τη κατασκευή μονάδας υπερδιήθησης (Ultra Filtration) παρουσιάζονται στο παρακάτω Πίνακα:

Α/Α	ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΟΥ	ΕΡΓΑ Π.Μ.	ΕΡΓΑ Η/Μ	ΕΡΓΑ Χ/Μ	ΔΑΠΑΝΗ
1	ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (UF)	107.000	160.000	51.000	318.000
	<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ1</b>	<b>107.000</b>	<b>160.000</b>	<b>51.000</b>	<b>318.000</b>

#### 4.1.10. Δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης

Η κατανάλωση ενέργειας, για τη λειτουργία του συστήματος UF εκτιμάται σε 130 kWh/d. Λαμβάνοντας υπόψη τιμή ηλεκτρικού ρεύματος 0,15€ / kWh, η ετήσια δαπάνη ανέρχεται σε : 7.120 € / έτος

Η κατανάλωση ενέργειας, περιλαμβανομένων και των βοηθητικών καταναλώσεων εκτιμάται σε 0,15 kWh/m<sup>3</sup>.

Οι αναμενόμενες καταναλώσεις χημικών (ανά έτος) εκτιμώνται ως εξής:

- Θειικό αργίλιο: 730 lt/έτος
- Υποχλωριώδες νάτριο: 600 lt/έτος
- Κιτρικό οξύ: 150 lt/έτος

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω μέσες καταναλώσεις και τις τιμές μονάδας, η ετήσια δαπάνη χημικών για τη πλύση των μεμβρανών ανέρχεται σε : 620 € / έτος.

Η επίβλεψη λειτουργίας της μονάδας θα γίνεται από το προσωπικό, που λειτουργεί την ΕΕΛ. Εκτιμάται ότι απαιτούνται περί τις 300 εργατοώρες ετησίως, συνεπώς η σχετική δαπάνη ανέρχεται σε: 3.000€.

Συνεπώς η συνολική δαπάνη για την παραγωγή 200m<sup>3</sup>/d x 365d = 73.000 m<sup>3</sup> ετησίως ανέρχεται σε 10.740 €, δηλαδή σε 0,15 € / m<sup>3</sup> ανακτόμενου νερού.



## 4.2. Μονάδα MBR

Κατά την προεπεξεργασία και πριν τον υφιστάμενο μεριστή της βιολογικής βαθμίδας, μέσω ενός αντλιοστασίου θα τροφοδοτείται η μονάδα MBR. Τα επεξεργασμένα λύματα θα αποθηκεύονται σε δεξαμενή. Η περίσσεια ιλύς από τη μονάδα MBR οδηγείται σε δεξαμενή ομογενοποίησης, στην οποία καταλήγει και η περίσσεια ιλύς από το υφιστάμενο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας – περίσσειας ιλύος. Η ομογενοποιημένη ιλύς μέσω αντλιών θετικής εκτόπισης οδηγείται στην υφιστάμενη μονάδα αφυδάτωσης της ιλύος.

Ο σχεδιασμός της νέας μονάδας MBR γίνεται για 200m<sup>3</sup>/d σε Α' Φάση και 400m<sup>3</sup>/d σε Β' Φάση. Τα φορτία σχεδιασμού της μονάδας MBR είναι τα ακόλουθα:

Παράμετρος		Α' Φάση	Β' Φάση
Μέση ημερήσια παροχή	[m <sup>3</sup> /d]	200	400
Μέγιστη ωριαία παροχή	[m <sup>3</sup> /h]	12,5	25
BOD <sub>5</sub>	[kg/d]	60	120
	[mg/l]	300	300
SS	[kg/d]	65	130
	[mg/l]	325	325
TN	[kg/d]	10	20
	[mg/l]	50	50
TP	[kg/d]	2,6	5,2
	[mg/l]	13	13

Η θερμοκρασία των λυμάτων λαμβάνεται ίση με:

- Χειμώνας: 15°C
- Καλοκαίρι: 22°C

Το ποσοστό των εξαερώσιμων στερεών (VS / SS) λαμβάνεται ίσο με 70%.

Τα επεξεργασμένα λύματα (80% των δειγμάτων) της μονάδας MBR θα ικανοποιούν τα παρακάτω όρια:

- BOD<sub>5</sub>: ≤ 10 mg/l
- SS: ≤ 2 mg/l
- TN: ≤ 10 mg/l
- NH<sub>4</sub>-N: < 2 mg/l
- NO<sub>3</sub>-N : ≤ 5 mg/l
- Ολικά κολοβακτηρίδια: ≤ 2 FC / 100 ml (για το 80% των δειγμάτων)
- Ολικά κολοβακτηρίδια: ≤ 20 FC / 100 ml (για το 95% των δειγμάτων)

### 4.2.1. Αντλιοστάσιο τροφοδότησης MBR

Η μονάδα MBR θα τροφοδοτείται με προεπεξεργασμένα λύματα, δηλαδή με λύματα μετά την εσχάρωση και εξαμμωση. Για το σκοπό αυτό, ανάντη του μεριστή παροχής του βιολογικού αντιδραστήρα κατασκευάζεται το αντλιοστάσιο τροφοδότησης της μονάδας MBR, διαστάσεων 1,00x1.50m. Στο αντλιοστάσιο εγκαθίστανται δύο (ή μία εφεδρική) αντλίες τροφοδότησης της νέας μονάδας δυναμικότητας 25m<sup>3</sup>/h @ 5,2m, οι οποίες ελέγχονται από inverter.

Για τη προστασία των αντλιών στο αντλιοστάσιο εγκαθίσταται ένας διακόπτης χαμηλής στάθμης τύπου πλωτήρα. Οι αντλίες θα λειτουργούν με χρονοπρόγραμμα.

#### 4.2.2. Λεπτοεσχάρωση

Σύμφωνα με τους κατασκευαστές των μεμβρανών είναι απαραίτητη η λεπτοεσχάρωση των λυμάτων ανάντη της βιολογικής βαθμίδας, για την αποφυγή διαφυγής στερεών και ινών που θα μπορούσαν να φράξουν τις μεμβράνες και να δημιουργήσουν προβλήματα στη λειτουργία της μονάδας διαχωρισμού υγρών – στερεών. Επιλέγεται ένα λεπτοκόσκινο δυναμικότητας 25m<sup>3</sup>/h (μέγιστη ωριαία παροχή Β' Φάσης) με διάκενο εσχαρισμού 3mm (perforated).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ημερήσια ποσότητα εσχαρισμάτων για εσχάρωση ανοίγματος 3mm σε προεπεξεργασμένα λύματα ανέρχεται σε 250 l/1.000 m<sup>3</sup> λυμάτων. Συνεπώς η ημερήσια ποσότητα εσχαρισμάτων υπολογίζεται ίση με:

$$250\text{l}/1.000\text{ m}^3 \times 400\text{ m}^3/\text{d} \approx 0,10\text{ m}^3/\text{d}\text{ εσχαρίσματα}$$

Για τη συλλογή των εσχαρισμάτων εγκαθίσταται ένας κάδος χωρητικότητας 1,1 m<sup>3</sup>, που θα εκκενώνεται μία φορά την εβδομάδα.

Το λεπτοκόσκινο είναι μία προκατασκευασμένη (compact) μονάδα εσχαρισμού λυμάτων κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα 304L. Αποτελείται από ένα περιστρεφόμενο τύμπανο που εμπεριέχεται σε δεξαμενή εσχαρισμού, με σύστημα έκπλυσης με καταιονισμό και εσωτερικό κοχλία απόρριψης των εσχαρισμάτων στην χοάνη εξόδου. Το τύμπανο είναι κατασκευασμένο από διάτρητη λαμαρίνα με οπές 3mm, κατάλληλη για εφαρμογές με μεμβράνες (MBR).

Τα λύματα, εισέρχονται στο εσωτερικό του τυμπάνου και τα στερεά κατακρατούνται στην επιφάνειά, ενώ τα υγρά εκρέουν στο κάτω μέρος του κόσκινου. Ο καθαρισμός του περιστρεφόμενου κόσκινου γίνεται μέσω ακροφυσίων (μπεκ) με νερό πλύσης υψηλής πίεσης. Τα εσχαρίσματα μέσω της πλύσης, συλλέγονται εσωτερικά του τυμπάνου σε χοάνη με κοχλία, μέσω του οποίου απορρίπτονται στην έξοδο των στερεών.

Το λεπτοκόσκινο εγκαθίσταται πάνω σε πλάκα από σκυρόδεμα διαστάσεων 1,90x2,50 m, στη στέψη της ανοξικής ζώνης του νέου βιολογικού αντιδραστήρα. Τα εσχαρισμένα υγρά εκρέουν από το κάτω μέρος του λεπτοκόσκινου μέσω ανοίγματος στην ανοξική ζώνη του βιολογικού αντιδραστήρα.

#### 4.2.3. Βιολογική επεξεργασία

Κατασκευάζεται ένας βιολογικός αντιδραστήρας που διαθέτει διακριτές ζώνες (ανοξική, και αερόβια). Στο κατάντη άκρο της αερόβιας ζώνης κατασκευάζεται μία δεξαμενή MBR για την εγκατάσταση των μεμβρανών. Τα κύρια χαρακτηριστικά της βιολογικής βαθμίδας είναι τα παρακάτω:

- Ανοξική ζώνη (D) ενεργού όγκου 100 m<sup>3</sup> με διαστάσεις
  - Μήκος: 8,20 m
  - Πλάτος: 2,50 m
  - Βάθος υγρού: 5,0 m
- Αερόβια ζώνη (A) ενεργού όγκου 170 m<sup>3</sup> με διαστάσεις
  - Μήκος: 8,20 m
  - Πλάτος: 4,20 m
  - Βάθος υγρού: 5,0m

Κατάντη του βιολογικού αντιδραστήρα κατασκευάζεται η δεξαμενή διήθησης, ενεργού όγκου 46,4 m<sup>3</sup> με διαστάσεις με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Δύο συνολικά δεξαμενές MBR:
  - Μήκος: 4,20 m
  - Πλάτος: 2,30 m
  - Βάθος υγρού: 4,80 m

Για τον καθαρισμό των μεμβρανών παρέχεται αέρας και συνεπώς οξυγόνο στη δεξαμενή μεμβρανών με συνέπεια να δημιουργούνται αερόβιες συνθήκες, στις οποίες συνεχίζεται η

οξειδωση του οργανικού φορτίου. Για το λόγο αυτό τμήμα των δεξαμενών μεμβρανών, καθώς επίσης και το ως άνω προσδιδόμενο οξυγόνο λαμβάνονται υπόψη ως πρόσθετος αερόβιος όγκος για την διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού των βιολογικών αντιδραστήρων.

Ο ενεργός όγκος της δεξαμενής MBR είναι ίσος με  $46,4 \text{ m}^3$ , ενώ κάθε module μεμβράνης καταλαμβάνει όγκο ίσο με  $1,38 \text{ m}^3$ . Δοθέντος ότι σε Α' Φάση εγκαθίστανται σε κάθε δεξαμενή δύο modules, ενώ σε επόμενη φάση τρία modules, ο διαθέσιμος αερόβιος όγκος σε κάθε δεξαμενή είναι ίσος με:

- Α' Φάση:  $46,4\text{m}^3 - 2 \times 1,38\text{m}^3 \approx 43 \text{ m}^3$
- Β' Φάση:  $46,4\text{m}^3 - 3 \times 1,38\text{m}^3 \approx 42 \text{ m}^3$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, ο διαθέσιμος όγκος βιολογικών αντιδραστήρων παρουσιάζεται στο παρακάτω πίνακα:

Ζώνες		Α' Φάση	Β' Φάση
Ανοξική ζώνη	[m <sup>3</sup> ]	100	100
Αερόβια ζώνη	[m <sup>3</sup> ]	213	212
Γενικό σύνολο	[m <sup>3</sup> ]	313	312

#### 4.2.3.1 Ηλικία ιλύος

Σε έναν βιολογικό αντιδραστήρα η ημερήσια παραγωγή οργανικών στερεών ( $P_V$ ) (kg/d) δίδεται από την σχέση:

$$P_V = P_{VH} + P_{VA} + P_{VS} \quad (1)$$

- $P_{VH}$  = ημερήσια παραγωγή ετεροτροφικής βιομάζας [kg/d]
- $P_{VA}$  = ημερήσια παραγωγή αυτοτροφικής βιομάζας [kg/d]
- $P_{VS}$  = ημερήσια μάζα μη βιοαποικοδομήσιμων στερεών [kg/d]

Εξάλλου η παραγωγή ετεροτροφικής και αυτοτροφικής βιομάζας καθώς επίσης και η ημερήσια μάζα μη βιοαποικοδομήσιμων στερεών δίδεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$P_{VH} = \frac{1 + f \times b_H \times \text{SRT}}{1 + b_H \times \text{SRT}} \times Y_H \times E \times S_i \quad (2)$$

$$P_{VA} = \frac{1}{1 + b_A \times \text{SRT}} \times Y_A \times N_H \quad (3)$$

$$P_{VS} = \alpha \cdot X_V \quad (4)$$

- $f$  = συντελεστής δημιουργίας αδρανούς ύλης κατά τη φθορά (0,20)
- $b_H$  = ταχύτητα φθοράς ετεροτροφικών μικροοργανισμών ( $= 0,06 \times 1,05^{(T-20)}$ )
- $\text{SRT}$  = ηλικία ιλύος [d]
- $S_i$  = ημερήσιο φορτίο ολικού  $\text{BOD}_5$  εισόδου [kg/d]
- $E$  = βαθμός απόδοσης ως προς  $\text{BOD}_5$  (βλ. παρ.4.2)
- $Y_H$  = συντελεστής μετατροπής ετεροτροφικής βιομάζας ( $= 0,65$ )
- $Y_A$  = συντελεστής μετατροπής αυτοτροφικής βιομάζας ( $= 0,15$ )

- $b_A$  = ταχύτητα φθοράς αυτοτροφικών μικροοργανισμών ( $=0,04 \times 1,029^{(T-20)}$ )
- $N_H$  = ημερήσια ποσότητα νιτροποιούμενου αζώτου (βλ. παρ.4.3)
- $X_V$  = ημερήσιο φορτίο οργανικών στερεών στα λύματα [ $=(VSS/SS) \times SS$ ] [kg/d]
- $\alpha$  = ποσοστό μη βιοδιασπάσιμων οργανικών στερεών των λυμάτων (0,20)

Στη συνέχεια η ημερήσια παραγωγή στερεών ( $P_S$ ) [kg/d] δίδεται από την σχέση:

$$P_S = (P_V/0,90) + P_P + P_{SS} \quad (5)$$

όπου:

- $P_S$  = ημερήσια μάζα στερεών [kg/d]
- $P_V$  = ημερήσια μάζα οργανικών στερεών [kg/d]
- $P_P$  = ημερήσια μάζα χημικής ιλύος (στη περίπτωση μας 0 kg/d)
- $P_{SS}$  = ημερήσιο φορτίο ανοργάνων στερεών στα λύματα ( $= [1-(VSS/SS)] \times SS$ )

Η ηλικία της ιλύος (SRT) [d] δίδεται από την σχέση:

$$SRT = \frac{M_S}{P_S} \quad (6)$$

όπου:

- $M_S$  = μάζα ανάμικτου υγρού στον βιοαντιδραστήρα ( $=MLSS \times VT$ ) [kg]
- $MLSS$  = συγκέντρωση ανάμικτου υγρού στο βιολογικό αντιδραστήρα [mg/l]

Η συγκέντρωση των οργανικών στερεών στον βιολογικό αντιδραστήρα (MLVSS) υπολογίζεται από την σχέση:

$$MLVSS = MLSS \times \frac{P_V}{P_S} \quad (7)$$

Επιλύνοντας τις παραπάνω σχέσεις (1-7) προκύπτει για όγκο βιολογικών αντιδραστήρων  $312m^3$  και συγκέντρωση ανάμικτου υγρού 10.000 mg/l προκύπτουν τα ακόλουθα:

Πίνακας 1: Υπολογισμός ηλικίας ιλύος

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		Α' ΦΑΣΗ		Β' ΦΑΣΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
<b>Vol.</b>	[m <sup>3</sup> ]	312	312	312	312	
<b>MLSS</b>	[mg/l]	10.000	10.000	10.000	10.000	κατ' εκτίμηση
<b>MLVSS</b>	[mg/l]	7.739	7.687	7.022	6.895	βλ. (7)
<b>M<sub>S</sub></b>	[kg]	3.120	3.120	3.120	3.120	Vol x MLSS
<b>E</b>	[%]	97,5%	97,6%	97,4%	97,5%	βλ. (10)
<b>N<sub>H</sub></b>	[kg/d]	6,5	6,6	13,0	13,1	βλ. Πίνακα 3
<b>P<sub>V</sub></b>	[kg/d]	66,7	64,8	92,0	86,6	βλ. (1) - (4)
<b>P<sub>S</sub></b>	[kg/d]	86,2	84,3	131,0	125,6	βλ. (5)
<b>SRT</b>	[d]	36,2	37,0	23,8	24,8	βλ. (6)

#### 4.2.3.2 Απομάκρυνση οργανικού φορτίου

Η ακόλουθη εμπειρική σχέση περιγράφει ικανοποιητικά την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης των λυμάτων κατά την επεξεργασία τους σε αερόβια συστήματα ενεργού ιλύος:



Η ανωτέρω σχέση περιγράφει συνοπτικά μια πληθώρα βιοχημικών αντιδράσεων που μπορούν να χωρισθούν σε τρεις βασικές μεταβολικές λειτουργίες:

- οξειδωση, δηλ. η μετατροπή της οργανικής ύλης σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό για την παραγωγή ενέργειας
- σύνθεση, δηλ. η μετατροπή τμήματος της οργανικής ύλης σε νέα βιομάζα με την παράλληλη κατανάλωση ενέργειας
- αυτο-οξειδωση δηλ. η μετατροπή τμήματος της βιομάζας σε  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$  για την παραγωγή ενέργειας

Το  $\text{BOD}_5$  εξόδου ( $\text{BOD}_{5(\text{EFF})}$ ) είναι το άθροισμα του σωματιδιακού  $\text{BOD}_5$  και του διαλυμένου  $\text{BOD}_5$ :

$$\text{BOD}_{5(\text{EFF})} = F + X \quad (8)$$

όπου:

- $F$  = διαλυμένο  $\text{BOD}_5$  στην εκροή
- $X$  = σωματιδιακό  $\text{BOD}_5$  στην εκροή ( $=0,65 \times \text{TSS}_{\text{EFF}}$ )

Για τον υπολογισμό του διαλυμένου  $\text{BOD}_5$  εφαρμόζεται η παρακάτω σχέση (κινητική Monod πρώτης τάξης):

$$\frac{1}{\text{SRT}} = \mu_{\text{HmT}} \times \frac{F}{K_H + F} - b_H$$

$$\text{ή ως προς } F: \quad F = \frac{k_H \times (1 + b_H \times \text{SRT})}{\text{SRT} \times (\mu_H - b_H) - 1} \quad (9)$$

όπου:

- $\text{SRT}$  = ηλικία ιλύος [d]
- $\mu_{\text{HmT}}$  = μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης ετεροτροφικών βακτηριδίων  
( $=6,00 \times 1,072^{(T-20)}$ )
- $K_H$  = σταθερά ημικορεσμού ( $=60 \text{ mg/l}$ )
- $b_H$  = ταχύτητα φθοράς ετεροτροφικών βακτηριδίων ( $=0,06 \times 1,05^{(T-20)}$ )

Ο βαθμός απομάκρυνσης  $\text{BOD}_5$ , δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$E = \frac{\text{BOD}_{\text{INF}} - \text{BOD}_{\text{EFF}}}{\text{BOD}_{\text{INF}}} \quad (10)$$

Λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία ιλύος, που υπολογίστηκε προηγούμενα, προκύπτει από τις σχέσεις (8), (9) και (10) ο βαθμός απομάκρυνσης  $\text{BOD}_5$ .

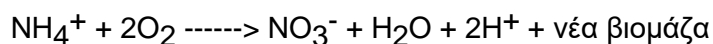
Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στην έξοδο των μεμβρανών αναμένεται να είναι μικρότερη του  $1 \text{ mg/l}$ , στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ο υπολογισμός της απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου.

Πίνακας 2: Υπολογισμός απομάκρυνσης οργανικού φορτίου

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		Α' ΦΑΣΗ		Β' ΦΑΣΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
SRT	[d]	36,2	37,0	23,8	24,8	βλ. Πίνακα 1
$\mu_{Hm(T)}$	[d <sup>-1</sup> ]	4,24	6,89	4,24	6,89	
TSS <sub>EFF</sub>	[mg/l]	2,00	2,00	2,00	2,00	
BOD <sub>(EFF)</sub>	[mg/l]	2,4	2,1	2,6	2,2	βλ.(8), (9)
E	[%]	97,5%	97,6%	97,4%	97,5%	βλ. (10)

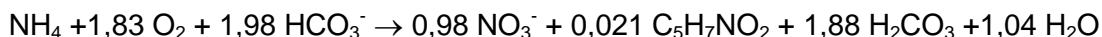
#### 4.2.3.3 Νιτροποίηση

Ο όρος νιτροποίηση χρησιμοποιείται για να περιγράψει την βιολογική οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικό άζωτο με ενδιάμεσο παραγόμενο προϊόν νιτρώδες άζωτο. Οι μικροοργανισμοί υπεύθυνοι για νιτροποίηση είναι τα αυτοτροφικά βακτηρίδια νιτροσομόνας και νιτροβακτηρίδιο. Η αντίδραση που περιγράφει το φαινόμενο είναι η ακόλουθη:



Ο συντελεστής παραγωγής νέας βιομάζας συνήθως θεωρείται ίσος με 0,15 gVSS/gNH<sub>3</sub>-N. Από την εμπειρική σχέση που περιγράφει το φαινόμενο της οξείδωσης της αμμωνίας και σύνθεσης νέας βιομάζας, προκύπτει ότι κατά την απομάκρυνση 1 g αμμωνιακού αζώτου:

- καταναλώνονται 4,60 g οξυγόνου
- παράγονται 0,15 g βιομάζας
- καταναλώνονται 0,08 g ανόργανου άνθρακα
- καταναλώνονται 7,14 g ανθρακικού ασβεστίου



Η ταχύτητα ανάπτυξης των νιτροποιητικών βακτηριδίων σε συστήματα ενεργού ιλύος εξαρτάται από την συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου, το διαλυμένο οξυγόνο (DO) και το pH. Η επίδραση της συγκέντρωσης αμμωνιακού αζώτου και DO περιγράφεται ικανοποιητικά από την ακόλουθη κινητική Monod.

$$\mu_N = \mu_{N\max(T)} \cdot \left[ \frac{\text{NH}_4 - \text{N}}{\text{NH}_4 - \text{N} + K_{N(T)}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{DO}}{\text{DO} + K_o} \right] \quad (11)$$

όπου:

- $\mu_N$  ρυθμός νιτροποίησης
- $\mu_{N\max(T)}$  μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης νιτροποιητών για T°C [d<sup>-1</sup>]
- NH<sub>4</sub>-N συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου στην έξοδο [mg/l]
- DO συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου [mg/l]
- $K_{N(T)}$  σταθερά κορεσμού αμμωνιακού αζώτου για T°C [mg/l]
- $K_o$  σταθερά κορεσμού οξυγόνου (=0,50 mg/l)

Η ταχύτητα ανάπτυξης των νιτροποιητών ελαττώνεται σημαντικά για τιμές pH < 7,2 και για pH > 9,0. Βέλτιστες τιμές pH για την ανάπτυξη νιτροποιητών κυμαίνονται από 7,2 μέχρι 8,8.

Συνεπώς για αστικά λύματα όπου το pH κυμαίνεται μεταξύ 7 και 8 η επίδραση του pH είναι αμελητέα. Η ταχύτητα ανάπτυξης των νιτροποιητών εξαρτάται και από άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως την θερμοκρασία και την παρουσία τοξικών ουσιών. Η επίδραση της θερμοκρασίας στην μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης των νιτροποιητών και στην σταθερά κορεσμού  $K_N$  περιγράφεται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$\mu_{Nmax(T)} = \mu_{Nmax} \times 1,123^{(T-20)} \quad (12)$$

$$K_{N(T)} = K_N \times 1,123^{(T-20)} \quad (13)$$

όπου:

- $\mu_{Nmax}$  μέγιστος ρυθμός νιτροποίησης για 20°C (=0,52 d<sup>-1</sup>)
- $K_N$  σταθερά κορεσμού αμμωνιακού αζώτου για 20°C (=1,00mg/l)

Ο ελάχιστος χρόνος παραμονής μικροοργανισμών ( $\Theta_{CN}$ ) για την επίτευξη νιτροποίησης συνδέεται με τον ρυθμό ανάπτυξης των νιτροποιητών με την σχέση:

$$\Theta_{CN} = \frac{1}{\mu_N - b_A} \quad (14)$$

όπου:

- $\mu_N$  ρυθμός νιτροποίησης βλ.(11)
- $b_A$  ταχύτητα φθοράς αυτοτροφικών μικροοργανισμών (= 0,04 × 1,029<sup>(T-20)</sup>)

Συνεπώς ο θεωρητικά απαιτούμενος ελάχιστος χρόνος παραμονής (min  $\Theta_{CN}$ ) προσδιορίζεται από τις σχέσεις (11) έως (14) με βάση την επιθυμητή συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου στην εκροή και την θερμοκρασία του ανάμικτου υγρού.

Ο χρόνος παραμονής στην αερόβια ζώνη ( $SRT_A$ ), δίνεται από την σχέση:

$$SRT_A = \frac{V_A}{V_{TOT}} \times SRT \quad (15)$$

όπου:

- $V_A/V_{TOT}$  ποσοστό του αντιδραστήρα που λειτουργεί ως αερόβια ζώνη
- $SRT$  ηλικία ιλύος που υπολογίστηκε από την σχέση (6)

Ο λόγος  $SRT_A/\Theta_{CN}$  είναι ο συντελεστής ασφαλείας (SF) της νιτροποίησης, ώστε να εξασφαλίζεται η νιτροποίηση σε πραγματικές συνθήκες, όπου οι μεταβολές στα φορτία και την θερμοκρασία είναι συνεχείς.

Η ποσότητα του νιτροποιούμενου αζώτου ( $N_H$ ) υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$N_H = TKN_{IFF} - NH_4-N_{EFF} - N_{opv} - N_{SL} \quad (16)$$

όπου:

- $TKN_{IFF}$  ημερήσιο φορτίο αζώτου στην είσοδο της εγκατάστασης [kg/d]
- $NH_4-N_{EFF}$  ημερήσιο φορτίο αμμωνίας στην εκροή (=2 mg/l x Q)
- $NO_{opvEFF}$  ημερήσιο φορτίο οργανικού αζώτου στην εκροή (=2 mg/l x Q)
- $N_{SL}$  άζωτο χρησιμοποιούμενο για σύνθεση (=5% του BOD εισόδου)

Με βάση τις σχέσεις (11) έως (16) στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζεται η διαστασιολόγηση της νιτροποίησης. Στη συνέχεια επιλύοντας τις σχέσεις (11), (12), (13) και (14) για  $\Theta_{CN} = SRT_A$ , δηλαδή για SF=1,0, υπολογίζεται η μέση ημερήσια συγκέντρωση αμμωνίας ( $NH_4-N_{EFF}$ ) στην εκροή.



Πίνακας 3: Νιτροποίηση

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		Α' ΦΑΣΗ		Β' ΦΑΣΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
$\mu_{N_{mT}}$	[d <sup>-1</sup> ]	0,29	0,66	0,29	0,66	βλ. (12)
$\mu_N$	[d <sup>-1</sup> ]	0,18	0,32	0,18	0,32	βλ. (11)
$b_N$	[d <sup>-1</sup> ]	0,03	0,04	0,03	0,04	
$\theta_{CN}$	[d]	6,8	3,6	6,8	3,6	βλ. (14)
$V_D/V_{o\lambda}$		32,1%	32,1%	32,1%	32,1%	
$SRT_N$	[d]	24,5	25,1	16,1	16,8	βλ. (15)
$SF$		3,61	7,01	2,37	4,69	
$N_{SL}$	[kg/d]	3,0	3,0	6,0	6,0	
$N_H$	[kg/d]	6,5	6,6	13,0	13,1	βλ. (16)
$NH_4-N_{EF}$	[mg/l]	0,3	0,2	0,4	0,3	

#### 4.2.3.4 Απονιτροποίηση

Απονιτροποίηση είναι η βιολογική αναγωγή σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου του νιτρικού αζώτου σε αέριο αζώτου (N<sub>2</sub>) ή μονοξειδίο του αζώτου. Η απονιτροποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί από μεγάλο αριθμό ετεροτροφικών βακτηριδίων που είναι σε θέση να οξειδώνουν την οργανική τροφή χρησιμοποιώντας νιτρικό άζωτο αντί του οξυγόνου. Η διάσταση των οργανικών ενώσεων κατά την απονιτροποίηση ακολουθεί τις ίδιες βιοχημικές αντιδράσεις με την αερόβια αναπνοή με την μόνη διαφορά ότι ο τελικός αποδέκτης των ηλεκτρονίων είναι το νιτρικό άζωτο. Προϋπόθεση για την επίτευξη ικανοποιητικής απονιτροποίησης είναι η επάρκεια οργανικού άνθρακα. Στη περίπτωση χρησιμοποίησης του άνθρακα των λυμάτων ο λόγος BOD/TKN θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,5.

Για την εκτίμηση της ταχύτητας απονιτροποίησης χρησιμοποιείται η σχέση που προτείνει η WPCF:

$$r_{dn} = 4,80 \times 10^{-10} \times \exp(-15.880/RT) \quad (17)$$

Ο απαιτούμενος ανοξικός όγκος δίνεται από την σχέση:

$$V_D = \frac{N_D}{r_{DN} \times MLVSS} \quad (18)$$

όπου:

- $N_D$  = η προς απομάκρυνση ποσότητα νιτρικού αζώτου, [kg/d]
- $r_{DN}$  = ταχύτητα απονιτροποίησης kgNO<sub>3</sub>-N/kgMLVSS
- MLVSS=η συγκέντρωση οργανικών στερεών στον βιολογικό αντιδραστήρα

Η ποσότητα του νιτροποιούμενου αζώτου δίδεται από την σχέση:

$$N_D = N_H - Q \times NO_3-N_{EFF} \quad (19)$$

Η ανακυκλοφορία νιτρικών δίνεται από τη σχέση:

$$R+r = \frac{N_D}{(NO_3-N)_{EFF}} \quad (20)$$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στο παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά λειτουργίας της απονιτροποίησης.

Πίνακας 4: Απονιτροποίηση

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		Α' ΦΑΣΗ		Β' ΦΑΣΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
$r_{dn}$	[d <sup>-1</sup> ]	0,04	0,08	0,04	0,08	βλ. (17)
$NO_3-N_{EFF}$	[mg/l]	5,00	5,00	5,00	5,00	
$N_D$	[kg/d]	5,5	5,6	11,0	11,1	βλ. (19)
$MLVSS$	[mg/l]	7.739	7.687	7.022	6.895	βλ. Πίνακα 1
$V_{Dαπαιτ.}$	[m <sup>3</sup> ]	17	9	37	19	βλ. (18)
$V_{D[ANOX]}$	[m <sup>3</sup> ]	100	100	100	100	
$R+r$	[%]	555%	555%	552%	552%	βλ. (20)

#### 4.2.3.5 Ανακυκλοφορία ιλύος

Από τις δεξαμενές μεμβρανών το ανάμικτο υγρό υπερχειλίζει σε θάλαμο διαστάσεων 4,00x2,50m και βάθους 4,40m, ενεργού όγκου 44,0m<sup>3</sup>, από όπου αναρροφούν οι αντλίες εξωτερικής ανακυκλοφορίας και μεταφέρουν την ανακυκλοφορία στην είσοδο της ανοξικής ζώνης. Στο φρεάτιο εγκαθίσταται και ένας αναδευτήρας για την ανάδευση του περιεχομένου και τον απαερισμό της ανακυκλοφορίας πριν την ανοξική ζώνη.

Η συγκέντρωση MLSS μέσα στις δεξαμενές μεμβρανών ανέρχεται σε 15.000 mg/l. Ο απαιτούμενος ρυθμός ανακυκλοφορίας δίνεται από την σχέση:

$$r = \frac{MLSS}{TS_{RS} - MLSS}$$

όπου:

- MLSS συγκέντρωση ανάμικτου υγρού [mg/l]
- $TS_{RS}$  συγκέντρωση στερεών στην ανακυκλοφορία [mg/l]

Για την εξασφάλιση της επαρκούς συγκέντρωσης αναμίκτου υγρού στο βιολογικό αντιδραστήρα, ο απαιτούμενος ρυθμός ανακυκλοφορίας ισούται με  $r = 2.0$

Για την επίτευξη ικανοποιητικής απονιτροποίησης είναι αναγκαία η ανακυκλοφορία νιτροποιημένων εκρών στην ανοξική ζώνη του βιολογικού αντιδραστήρα (βλ.παρ.4.4), που υπολογίστηκε ίσος με 560%. Συνεπώς η απαιτούμενη ανακυκλοφορία ανέρχεται σε:

- Α' Φάση: 560% x 200 m<sup>3</sup>/d ≈ 47 m<sup>3</sup>/h
- Β' Φάση: 560% x 400 m<sup>3</sup>/d ≈ 94 m<sup>3</sup>/h

Εγκαθίστανται δύο (η μία εφεδρική) υποβρύχιες αντλίες ανακυκλοφορίας δυναμικότητας 50m<sup>3</sup>/h @ 4,4m, για τη κάλυψη των αναγκών της Α' Φάσης. Σε επόμενη φάση θα εγκατασταθεί μία αντλία δυναμικότητας 95m<sup>3</sup>/h. Η αντλία θα τροφοδοτεί την ανοξική ζώνη του βιολογικού αντιδραστήρα και με τη βοήθεια ηλεκτροβανών θα απομακρύνει και περίσσεια λάσπη στη παρακείμενη δεξαμενή ιλύος.

#### 4.2.3.6 Ζήτηση οξυγόνου

Η ημερήσια απαίτηση οξυγόνου για την απομάκρυνση του άνθρακα και τη νιτροποίηση δίνεται από τη σχέση:

$$AOR = AOR_B + AOR_N - AOR_D \quad (21)$$

όπου:

- AOR ημερήσια ζήτηση οξυγόνου [kg/d]
- AOR<sub>B</sub> ημερήσια ποσότητα οξυγόνου για την απομάκρυνση του άνθρακα:

$$AOR_B = B \times \left[ 0,56 + \frac{0,15 \times SRT \times F}{1 + 0,17 \times SRT \times F} \right] \quad (22)$$

- AOR<sub>N</sub> ημερήσια ποσότητα οξυγόνου για τη νιτροποίηση:
- $$AOR_N = 4,30 \times N_H \quad (23)$$

- AOR<sub>D</sub> ημερήσια ποσότητα οξυγόνου που εκλύεται κατά την απονιτροποίηση:
- $$AOR_D = 2,90 \times N_D \quad (24)$$

- B απομακρυνόμενο BOD<sub>5</sub> σε [kg/d]
- SRT ηλικία ιλύος
- F συντελεστής θερμοκρασίας ενδογενούς αναπνοής (= 1,072<sup>(T-15)</sup>)
- N<sub>H</sub> νιτροποιούμενο άζωτο

Η ωριαία αιχμή της ζήτησης οξυγόνου (AOR<sub>max</sub>) σε [kg/h] προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:

$$AOR_{max} = [f_c \times (AOR_B - AOR_D) + f_N \times AOR_N] \div 24 \quad (25)$$

όπου:

- f<sub>c</sub> συντελεστής αιχμής για την οξείδωση του άνθρακα (=1,10)
- f<sub>N</sub> συντελεστής αιχμής για τη νιτροποίηση (=1,50)

Σύμφωνα με ATV-DVWK-A113E επειδή η ρυθμός ζήτησης οξυγόνου για την νιτροποίηση προέχει της απαίτησης οξυγόνου για την οξείδωση του άνθρακα, προκύπτουν δύο σειρές υπολογισμών, για f<sub>c</sub> = 1 και f<sub>N</sub> κατ' εκτίμηση και ομοίως για f<sub>N</sub> = 1 και f<sub>c</sub> εκτιμώμενο.

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες (καθαρό νερό) εφαρμόζεται η σχέση αναγωγής:

$$SOR = \frac{AOR \times C_{20}}{1,024^{T-20} \times \alpha \times (\beta \times C_T - DO)} \quad (26)$$

όπου:

- SOR ζήτηση οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες [kgO<sub>2</sub>/d]
- AOR απαιτούμενη ζήτηση οξυγόνου σε πραγματικές συνθήκες [kgO<sub>2</sub>/d]
- C<sub>20</sub> συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε Τ.Σ. (= 9,07 mg/l)
- C<sub>T</sub> συγκέντρωση κορεσμού σε καθαρό νερό (για θερμοκρασία T °C)
- DO διαλυμένο οξυγόνο στο ανάμικτο υγρό (DO = 2 mg/l)
- α συντελεστής αναγωγής της απόδοσης που δίνεται από τη σχέση  

$$\alpha = e^{-,084 \times MLSS} \quad (\alpha=0,43) \quad (27)$$
- β συντελεστής αναγωγής της συγκέντρωσης κορεσμού (β = 0,95).

Επιλύοντας τις σχέσεις (21) έως και (26) προκύπτουν τα αποτελέσματα του παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 5: Αερισμός

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		Α' ΦΑΣΗ		Β' ΦΑΣΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
<b>AOR<sub>B</sub></b>	[kg/d]	79,1	81,8	152,0	159,6	
<b>AOR<sub>N</sub></b>	[kg/d]	30,1	30,1	60,0	60,2	
<b>AOR<sub>D</sub></b>	[kg/d]	-16,1	-16,1	-32,0	-32,1	
<b>AOR</b>	[kg/d]	93,1	95,9	180,0	187,6	
<b>AORmax</b>	[kg/h]	4,5	4,6	10,0	10,3	
<b>SOR/AOR</b>		3,139	3,201	3,139	3,201	βλ. (26)
<b>SORmax</b>	[kg/h]	14,2	14,8	31,4	33,0	

Για τον καθαρισμό των μεμβρανών παρέχεται αέρας και συνεπώς οξυγόνο στις δεξαμενές μεμβρανών και κατά συνέπεια δημιουργούνται αερόβιες συνθήκες, στις οποίες συνεχίζεται η οξείδωση του οργανικού φορτίου. Το παραπάνω προσδιδόμενο οξυγόνο πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Συγκεκριμένα, για τον καθαρισμό των μεμβρανών της α' Φάσης παρέχονται συνολικά 180Nm<sup>3</sup>/h έως 240Nm<sup>3</sup>/h, ενώ για τη Β' Φάση 270Nm<sup>3</sup>/h έως 360Nm<sup>3</sup>/h. Θεωρώντας ότι η απόδοση του συστήματος αερισμού ανέρχεται σε 0,3kgO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> το παρεχόμενο οξυγόνο ισούται με:

- Α' Φάση: SOR = 40 kg/d ή 1,7 kg/h
- Β' Φάση: SOR = 60 kg/d ή 2,5 kg/h

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού του βιολογικού αντιδραστήρα γίνεται για 14 kg/h (Α' Φάση) και 30kg/h (Β' Φάση).

Στην αερόβια ζώνη του βιολογικού αντιδραστήρα εγκαθίσταται σύστημα διάχυσης με διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας με διάτρητη ελαστική μεμβράνη, που καλύπτουν ομοιόμορφα όλη την επιφάνεια του αεριζόμενου τμήματος της δεξαμενής. Συνολικά ανά δεξαμενή τοποθετούνται 60 διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας.

Πίνακας 6: Σύστημα διάχυσης

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		Β' Φάση	Α' Φάση
Βάθος υγρού	[m]	5,00	5,00
Βύθιση διαχυτήρων	[m]	4,80	4,80
Αριθμός διαχυτήρων	[#]	60	60
q / διαχυτήρα	[Nm <sup>3</sup> /h]	3,0	6,0
SOR / διαχυτήρα	[gr/Nm <sup>3</sup> .m]	17,0	17,0
SOR	[kgO <sub>2</sub> /h]	14,7	29,4
Q <sub>air</sub>	[Nm <sup>3</sup> /h]	180	360

Σε πρώτη φάση εγκαθίσταται ένας φυσητήρας για τον αερισμό του βιολογικού αντιδραστήρα δυναμικότητας 240 Nm<sup>3</sup>/h @ 550 mbar. Ο φυσητήρας είναι παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται για τη πλύση των μεμβρανών διήθησης, συνεπώς προβλέπεται και ένας ακόμη παρόμοιος φυσητήρας εφεδρικός των δύο άλλων, που θα μπορεί να χρησιμοποιείται είτε για τη πλύση των μεμβρανών, ή για τον αερισμό της αερόβιας ζώνης.

Οι φυσητήρες θα ελέγχονται από σύστημα ρύθμισης στροφών (inverter), ώστε να προσαρμόζεται η λειτουργία τους στις πραγματικές συνθήκες.

Σε επόμενη φάση είτε θα προστεθούν δύο παρόμοιοι φυσητήρες (ένας ακόμη για τον αερισμό και ένας ακόμη για τη πλύση των μεμβρανών) ή θα αντικατασταθούν από τρεις φυσητήρες δυναμικότητας 360 Nm<sup>3</sup>/h @ 550 mbar (ένας για τον αερισμό, ένας για τη πλύση των μεμβρανών και ένας κοινός εφεδρικός).

#### 4.2.4. Μεμβράνες διήθησης

Για τον διαχωρισμό υγρών – στερεών εγκαθίστανται μεμβράνες μικροδιήθησης με μέσο μέγεθος πόρων 0,08μm. Το ανάμικτο υγρό από την έξοδο των βιολογικών αντιδραστήρων οδηγείται με βαρύτητα στη δεξαμενή MBR. Το διαυγασμένο υγρό απομακρύνεται με τη βοήθεια αντλητικού συγκροτήματος προς τη δεξαμενή καθαρών, ενώ το ανάμικτο υγρό υπερχειλίζει προς το θάλαμο ιλύος, από όπου αναρροφά η αντλία ανακυκλοφορίας προς την ανοξική ζώνη.

Ειδικότερα κατασκευάζεται δεξαμενή MBR διαστάσεων 4,20x2,30 m, στην οποία εγκαθίστανται:

- σε πρώτη φάση δύο modules μεμβρανών συνολικής επιφάνειας  $A = 2 \times 280\text{m}^2 = 560\text{m}^2$
- σε επόμενη φάση προβλέπεται η εγκατάσταση ενός ακόμη module. Συνεπώς κατά τη Β' Φάση προβλέπεται συνολική επιφάνεια διήθησης ίση με  $A = 3 \times 280\text{m}^2 = 840\text{m}^2$

##### 4.2.4.1 Υδραυλική φόρτιση μεμβρανών

Η διήθηση λειτουργεί σε διαδοχικούς κύκλους, με στόχο αφενός μεν τη παραγωγή νερού απαλλαγμένου από αιωρούμενα στερεά και αφετέρου τη διατήρηση της αρχικής διηθητότητας των μεμβρανών για όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Ειδικότερα διήθηση διακόπτεται για μικρό χρονικό διάστημα (relaxation), ενώ συνεχίζει η λειτουργία του συστήματος καθαρισμού με αέρα (air scouring), ώστε να καθαρίζεται αποτελεσματικά η επιφάνεια της μεμβράνης. Γενικά η λειτουργία της διήθησης γίνεται σε επάλληλους κύκλους των 15min (14min διήθηση και 1min relaxation). Για τον υπολογισμό της υδραυλικής φόρτισης των μεμβρανών (flux) λαμβάνεται υπόψη ο πραγματικός χρόνος λειτουργίας των μεμβρανών, εφαρμόζοντας τη παρακάτω σχέση:

$$F = \frac{Q}{A} \times \frac{\Delta}{\delta} \quad \text{όπου:}$$

- Q : διερχόμενη παροχή [lt/h]
- A : συνολική επιφάνεια διήθησης [m<sup>2</sup>]
- Δ : διάρκεια κύκλου διήθησης [min]
- δ : καθарός χρόνος διήθησης ανά κύκλο [min]

Στους παρακάτω Πίνακες υπολογίζεται η υδραυλική φόρτιση των μεμβρανών για διάφορες φορτίσεις, τόσο για την Α' Φάση, όσο και για τη Β' Φάση.

Πίνακας 7: Φόρτιση μεμβρανών (Α' Φάση)

Διερχόμενη παροχή	Α' Φάση		Β' Φάση	
	Q	F [lmh]	Q	F [lmh]
Μέση ημερήσια παροχή	200 m <sup>3</sup> /d	16,3	400 m <sup>3</sup> /d	21,7
Παροχή αιχμής	12,5 m <sup>3</sup> /h	23,9	25 m <sup>3</sup> /h	31,9

Ο χημικός καθαρισμός πραγματοποιείται στα modules εντός της δεξαμενής MBR. Κατά τη περίοδο του χημικού καθαρισμού η μονάδα MBR τίθεται εκτός λειτουργίας (διακόπτεται η τροφοδότησή της από το αντλιοστάσιο εισόδου).

#### 4.2.4.2 Αντλίες διαυγών

Για την απομάκρυνση των διαυγασμένων παραπλεύρως της δεξαμενής μεμβρανών, σε ξηρό θάλαμο εγκαθίστανται δύο (η μία εφεδρική) αντλία διαυγασμένων δυναμικότητας  $30\text{m}^3/\text{h}$  @  $3,6\text{m}$ , που καταθλίβουν στη δεξαμενή καθαρών. Οι αντλίες έχουν επαρκή δυναμικότητα για την άντληση της μέγιστης ωριαίας παροχής της Β' Φάσης και θα ελέγχονται από ρυθμιστή στροφών, ώστε να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες τροφοδότησης της βιολογικής βαθμίδας. Στη γραμμή κατάθλιψης εγκαθίστανται:

- μετρητής παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου
- μετρητής πίεσης (γραμμή αναρρόφησης), που θέτει την αντλία εκτός λειτουργίας σε περίπτωση ανίχνευσης υψηλής πίεσης
- πιεσόμετρο

Με τον μετρητή παροχής υπολογίζεται η φόρτιση κάθε των μεμβρανών (flux), ενώ μέσω του μετρητή πίεσης ελέγχεται το μπλοκάρισμα (fouling) των μεμβρανών. Με την υπέρβαση μίας προκαθορισμένης τιμής, δίνεται σήμα στο ΚΕΛ της εγκατάστασης για την αναγκαιότητα καθαρισμού της μεμβράνης, ενώ διακόπτεται η λειτουργία της μονάδας στη περίπτωση ανίχνευσης πολύ υψηλής πίεσης.

Εξάλλου στη γραμμή κατάθλιψης των αντλιών διαυγασμένων εγκαθίσταται και μία μονάδα απολύμανσης UV in-line για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων.

#### 4.2.4.3 Αέρας πλύσης μεμβρανών

Ο συνεχής καθαρισμός με αέρα των μεμβρανών είναι απαραίτητος για να απομακρύνονται από την επιφάνειά τους οι επικαθίσεις. Η απαιτούμενη παροχή αέρα κυμαίνεται μεταξύ  $0,28\text{ Nm}^3/\text{h}$  και  $0,40\text{ Nm}^3/\text{h}$  ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας. Συνεπώς κατά την Α' Φάση η απαιτούμενη ποσότητα αέρα ανέρχεται σε:

- Μέση:  $90\text{ Nm}^3/\text{h}$  ανά module ή  $180\text{ Nm}^3/\text{h}$  σε Α' Φάση και  $270\text{ Nm}^3/\text{h}$  σε Β' Φάση
- Μέγιστη:  $120\text{ Nm}^3/\text{h}$  ανά module ή  $240\text{ Nm}^3/\text{h}$  σε Α' Φάση και  $360\text{ Nm}^3/\text{h}$  σε Β' Φάση

Για τον καθαρισμό με αέρα εγκαθίστανται στην αίθουσα φυσητήρων ένας φυσητήρας δυναμικότητας  $270\text{ Nm}^3/\text{h}$  @  $530\text{ mbar}$ , που ελέγχονται από inverter. Ο υπεύθυνος λειτουργίας επιλέγει την επιθυμητή παροχή σέρα.

Σε επόμενη φάση προβλέπεται η εγκατάσταση ενός ακόμη module μεμβρανών, με αντίστοιχη αύξηση της παροχής αέρα πλύσης.

Ο αέρας θα παρέχεται από ένα φυσητήρα δυναμικότητας  $240\text{ Nm}^3/\text{h}$  @  $550\text{ mbar}$ . Ο φυσητήρας είναι παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται για τον αερισμό, συνεπώς προβλέπεται και ένας ακόμη παρόμοιος φυσητήρας εφεδρικός των δύο άλλων, που θα μπορεί να χρησιμοποιείται είτε για τη πλύση των μεμβρανών, ή για τον αερισμό της αερόβιας ζώνης.

Σε επόμενη φάση είτε θα προστεθούν δύο παρόμοιοι φυσητήρες (ένας ακόμη για τον αερισμό και ένας ακόμη για τη πλύση των μεμβρανών) ή θα αντικατασταθούν από τρεις φυσητήρες δυναμικότητας  $360\text{ Nm}^3/\text{h}$  @  $550\text{ mbar}$  (ένας για τον αερισμό, ένας για τη πλύση των μεμβρανών και ένας κοινός εφεδρικός).

Οι φυσητήρες θα ελέγχονται από σύστημα ρύθμισης στροφών (inverter), ώστε να προσαρμόζεται η λειτουργία τους στις πραγματικές συνθήκες.

Από τον συλλέκτη τροφοδοτούνται τα modules, μέσω δύο αγωγών που διοχετεύουν τον αέρα στους διαχυτήρες χοντρής φυσαλίδας οι οποίοι βρίσκονται στο τμήμα αερισμού του κάθε module. Κάθε αγωγός τροφοδοσίας αέρα διαθέτει δύο αυτόματες δικλείδες (μία ανάντη για τη τροφοδότηση αέρα και μία κατάντη για την αντίστροφη πλύση των διαχυτήρων). Οι διαχυτήρες των modules συνδέονται και με τους δύο αγωγούς τροφοδοσίας αέρα κάθε συστοιχίας.



Το φράξιμο των πόρων των διαχυτήρων προκαλεί ανομοιόμορφη διάχυση του αέρα, με αποτέλεσμα ελλιπή καθαρισμό των επιφανειών των μεμβρανών. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητη η αντίστροφη πλύση των διαχυτήρων σε τακτά χρονικά διαστήματα (πχ. μία φορά την ημέρα). Ο καθαρισμός των διαχυτήρων ως εξής:

- Έκπλυση (flushing) των διαχυτήρων διάρκειας 1min έως 5min ανά περίοδο καθαρισμού.
- Εξαερισμός (purging) για το καθαρισμό των σωληνώσεων αέρα διάρκειας 30sec ανά περίοδο καθαρισμού

#### 4.2.4.4 Χημικός καθαρισμός μεμβρανών

Εκτός από το φυσικό καθαρισμό της επιφάνειας των μεμβρανών (καθαρισμός με αέρα) προβλέπεται και χημικός καθαρισμός των μεμβρανών για την αφαίρεση επικαθίσεων από τους πόρους, οι οποίες προκαλούνται από οργανικά και ανόργανα στοιχεία. Ο χημικός καθαρισμός πραγματοποιείται εντός της δεξαμενής MBR. Κατά τη περίοδο του καθαρισμού θα διακόπτεται η τροφοδότηση της μονάδας MBR με ανεπεξέργαστα λύματα και το σύνολο της παροχής στην ΕΕΛ θα διοχετεύεται στην υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα.

Ο χημικός καθαρισμός διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

- Βασικός καθαρισμός και
- Εντατικός καθαρισμός

Ο βασικός καθαρισμός γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα (ανά εξάμηνο ή όταν η διαφορική πίεση (TMP) ξεπεράσει μία προκαθορισμένη τιμή πχ. 50 kPa). Ο βασικός καθαρισμός διαρκεί λίγες ώρες (1 – 3hr) και πραγματοποιείται επί τόπου με τη χρήση αραιών χημικών αντιδραστηρίων (1.000ppm έως 2.000ppm).

Ο εντατικός καθαρισμός γίνεται όπως και βασικός καθαρισμός χρησιμοποιώντας πυκνότερα διαλύματα (2.000ppm – 6.000ppm) και ο χρόνος παραμονής του διαλύματος εσωτερικά των στοιχείων διήθησης αυξάνεται σε 6 περίπου ώρες. Ο εντατικός καθαρισμός πραγματοποιείται κάθε ένα έτος, ή ακολουθεί τον βασικό καθαρισμό, στη περίπτωση που δεν επανέλθει η διαπερατότητα της μεμβράνης στο επιθυμητό επίπεδο.

Τα χρησιμοποιούμενα χημικά καθαρισμού είναι διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου και διάλυμα κιτρικού οξέος. Το υποχλωριώδες νάτριο είναι κατάλληλο για την απομάκρυνση των οργανικών επικαθίσεων, ενώ το κιτρικό οξύ χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των επικαθίσεων από ανόργανα στερεά. Δεδομένου ότι σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων οι επικαθίσεις προέρχονται κυρίως από οργανικά στερεά το NaOCl είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο χημικό διάλυμα. Για το λόγο αυτό το στάδιο πλύσης με υποχλωριώδες νάτριο δεν ακολουθείται πάντα από στάδιο πλύσης με κιτρικό οξύ ( $C_6H_8O_7$ ), παρά μόνον όταν απαιτείται και κυρίως όταν υπάρχουν επικαθίσεις ανόργανων στοιχείων στις μεμβράνες, δηλαδή εφόσον τα λύματα έχουν υψηλές συγκεντρώσεις πχ.  $CaCO_3$ . Συνήθως σε αστικά λύματα διενεργούνται 4-5 χημικοί καθαρισμοί με υποχλωριώδες νάτριο και ένας καθαρισμός με κιτρικό οξύ.

Ο χημικός καθαρισμός πραγματοποιείται βαρυτικά με τη προσθήκη χημικών εσωτερικά κάθε στοιχείου διήθησης από δοχείο που βρίσκεται το πολύ 1.000mm ψηλότερα από τη στάθμη υγρού στη δεξαμενή μεμβρανών, ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν εξασκείται πίεση εσωτερικά κάθε στοιχείου διήθησης.

Πριν τη έναρξη της διαδικασίας πλύσης, στη δεξαμενή πλύσης διατίθενται χημικά του εμπορίου (32 lt υποχλωριώδες νάτριο και 40 lt κιτρικό οξύ) συγκεντρώσεων 12,5% και 50% αντίστοιχα. Στη δεξαμενή πλύσης γίνεται προσθήκη βιομηχανικού νερού για τη παρασκευή του κατάλληλου διαλύματος πλύσης. Ειδικότερα πχ.:

Παρασκευή NaOCl 4.000ppm: Δεδομένου ότι η εμπορική συγκέντρωση είναι 12,5%, απαιτείται αρραίωση  $12,5 / 0,4 \approx 31,3$ , συνεπώς στο δοχείο πλύσης γίνεται προσθήκη  $1000lt \div 31,3 = 32 lt$



αρχικού διαλύματος. Στη συνέχεια γίνεται πλήρωση του δοχείου με βιομηχανικό νερό, ώστε να εξασφαλίζεται διάλυμα 4.000 ppm.

Παρασκευή κτρικού οξέως 2.000ppm: Δεδομένου ότι η εμπορική συγκέντρωση είναι 50%, απαιτείται αραιώση  $50 / 2 \approx 25$  φορές, συνεπώς στο δοχείο πλύσης γίνεται προσθήκη  $1000\text{lt} \div 25 = 40\text{ lt}$  αρχικού διαλύματος. Στη συνέχεια γίνεται πλήρωση του δοχείου με βιομηχανικό νερό, ώστε να εξασφαλίζεται διάλυμα πυκνότητας 2.000 ppm.

Στο δοχείο πλύσης εγκαθίσταται μετρητής στάθμης υδροστατικής πίεσης για τον έλεγχο της προετοιμασίας των κατάλληλων διαλυμάτων πλύσης των μεμβρανών.

#### 4.2.5. Περίσσεια ιλύος

Η παραγόμενη ιλύς από την νέα βιολογική βαθμίδα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

*Πίνακας 8: Παραγωγή ιλύος*

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		Α' ΦΑΣΗ		Β' ΦΑΣΗ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
DS	[kg/d]	87	85	132	128	
Συγκέντρωση	[kg/m <sup>3</sup> ]	15,0				
Q	[m <sup>3</sup> /d]	5,8	5,6	8,8	8,4	

#### 4.2.6. Απολύμανση

Τα διαυγασμένα λύματα καταλήγουν στη δεξαμενή καθαρών, μέσω της αντλίας διήθησης διαστάσεων 5,70x7,00m με βάθος υγρού 5,0m, ενεργού όγκου 200m<sup>3</sup>. Με τη βιολογική επεξεργασία με μεμβράνες (MBR) το μικροβιακό φορτίο θα μειώνεται κατά 4,0 log<sub>10</sub>. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων στην είσοδο της ΕΕΛ είναι ίση με 10<sup>7</sup> FC/100ml, η συγκέντρωση κολοβακτηριδίων μετά την μονάδα MBR θα είναι ίση με 10<sup>3</sup> FC/100ml.

Για την απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων προβλέπεται μία in line μονάδα UV. Η μείωση των FC κατά την απολύμανση με UV απεικονίζεται από την κάτωθι κινητική Α' τάξης:

$$\frac{N}{N_0} = e^{-kD}, \text{ όπου:}$$

$$N/N_0 = 1/1000$$

D = απαιτούμενη δόση ακτινοβολίας

k = σταθερά, που λαμβάνεται ίση με  $1,30 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\mu\text{Wsec}$

Επιλύοντας τη παραπάνω σχέση, η απαιτούμενη δόση ακτινοβολίας ανέρχεται σε 53,2 mWsec / cm<sup>2</sup>. Για το σκοπό αυτό στο καταθλιπτικό αγωγό της αντλίας διαυγών εγκαθίσταται μία μονάδα απολύμανσης UV in-με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Παροχή σχεδιασμού: 20m<sup>3</sup>/h
- Μετάδοση UV ανά cm: 70%
- Δόση UV (στο τέλος του χρόνου ζωής των λυχνιών): 80 mWsec/cm<sup>2</sup>
- Aging factor: 0,85
- Fouling factor: 0,85
- Quartz transparency: 0,95

#### 4.2.7. Επεξεργασία ιλύος

Η ημερήσια παραγωγή ιλύος από την υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα, σύμφωνα με την εγκεκριμένη Οριστική Μελέτη της ΕΕΛ, παρουσιάζεται συνοπτικά στο παρακάτω Πίνακα. Στον ίδιο Πίνακα υπολογίζεται και η μέγιστη παραγωγή περισσειας ιλύος από την μονάδα MBR, που υπολογίστηκε στη παράγραφο 4.1.5 αυτού του Κεφαλαίου.

Πίνακας 8: Παραγωγή ιλύος

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ		ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
DS	[kg/d]	321	1.210	Υφιστάμενη ΕΕΛ
	[kg/d]	132	128	MBR
	[kg/d]	453	1.338	Σύνολο
Q	[m <sup>3</sup> /d]	32	121	Υφιστάμενη ΕΕΛ
	[m <sup>3</sup> /d]	9	9	MBR
	[m <sup>3</sup> /d]	41	130	Σύνολο

Συνεπώς η μέση συγκέντρωση της μικτής ιλύος (υφιστάμενη ΕΕΛ και μονάδα MBR) ανέρχεται σε 10 έως 11 kg/m<sup>3</sup>

Η ιλύς από την υφιστάμενη ΕΕΛ και από την μονάδα MBR θα οδηγείται μέσω αντλιών σε δεξαμενή διαστάσεων 4,50x4,50m και ενεργού όγκου 100m<sup>3</sup> που κατασκευάζεται παραπλεύρως της δεξαμενής καθαρών, από όπου θα τροφοδοτείται η υφιστάμενη μονάδα αφυδάτωσης της ιλύος. Ειδικότερα:

- Η περίσσεια ιλύς από την υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα, μέσω των υφιστάμενων αντλιών περίσσειας, που έχουν εγκατασταθεί στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας θα οδηγείται στη νέα δεξαμενή ιλύος.
- Η περίσσεια ιλύς από τη μονάδα MBR θα οδηγείται μέσω της αντλίας ιλύος (βλ. παρ. 4.5) στη νέα δεξαμενή ιλύος.
- Δίπλα στη νέα δεξαμενή ιλύος εγκαθίστανται δύο (η μία εφεδρική) αντλίες τροφοδότησης της υφιστάμενης αφυδάτωσης δυναμικότητας 5 – 30 m<sup>3</sup>/h @ 2bar. Οι αντλίες θα ελέγχονται από inverter και θα ελέγχονται από το πίνακα ελέγχου της αφυδάτωσης.

Για την ομογενοποίηση των δύο ρευμάτων λάσπης στη νέα δεξαμενή ιλύος εγκαθίσταται ένας υποβρύχιος αναδευτήρας. Ο αναδευτήρας θα λειτουργεί μερικές ώρες την ημέρα (περίπου 6h/d), ενώ τις υπόλοιπες θα διακόπτεται η λειτουργία του για την περαιτέρω πάχυνση της περισσειας ιλύος. Για το σκοπό αυτό προβλέπεται δικλείδα απομάκρυνσης του επιπολάζοντος υγρού, προς το δίκτυο στραγγιδίων της ΕΕΛ. Εξάλλου στη δεξαμενή ιλύος προβλέπεται υπερχειλίση υψηλής στάθμης, που οδηγεί την υπερχειλίση προς το δίκτυο στραγγιδίων.

Στη δεξαμενή ιλύος εγκαθίσταται ένας μετρητής στάθμης, καθώς επίσης και δύο διακόπτες στάθμης (min – max) για τη προστασία των αντλιών ιλύος και την σήμανση συναγερμού.

Στην ΕΕΛ έχει εγκατασταθεί ένα συγκρότημα πάχυνσης – αφυδάτωσης της ιλύος, που τροφοδοτείται από τις υφιστάμενες αντλίες περίσσειας. Δεδομένου ότι οι αντλίες περίσσειας θα καταθλίβουν στη νέα δεξαμενή ιλύος, το συγκρότημα πάχυνσης – αφυδάτωσης θα τροφοδοτείται από τις αντλίες θετικής εκτόπισης, που εγκαθίστανται δίπλα στη νέα δεξαμενή ιλύος.

Η δυναμικότητα της μονάδας πάχυνσης – αφυδάτωσης ανέρχεται σε 300 kg DS /h. Δεδομένου ότι η μέγιστη παραγωγή περισσειας ιλύος υπολογίστηκε ίση με 1.340 kg/d, η μονάδα αφυδάτωσης θα λειτουργεί:

$$1.340 \text{ kg/d} \times 7\text{d/week} \div 300 \text{ kg/h} \approx 31 \text{ ώρες} / \text{βδομάδα}.$$

#### 4.2.8. Δεξαμενή καθαρών

Τα διαυγασμένα και απολυμασμένα λύματα, μέσω των αντλιών διήθησης οδηγούνται στη δεξαμενή καθαρών, διαστάσεων 5,70x7,00m, ενεργού όγκου 200m<sup>3</sup>. Από τη δεξαμενή καθαρών αναρροφά το πιεστικό συγκρότημα νερού επαναχρησιμοποίησης, ενώ παράλληλα προβλέπεται και διάταξη τροφοδότησης βυτιοφόρων οχημάτων. Το πιεστικό συγκρότημα θα έχει δυναμικότητα 18m<sup>3</sup>/h στα 40m

Παρότι το αποθηκευόμενο νερό έχει ήδη απολυμανθεί με UV, προβλέπεται σε τακτά χρονικά διαστήματα (πχ. μία ώρα την ημέρα) και τροφοδότηση της δεξαμενής καθαρών με υποχλωριώδες νάτριο, ώστε να εξασφαλίζεται υπολειμματική απολυμαντική δράση. Για το σκοπό αυτό στη δεξαμενή εγκαθίσταται και ένας υποβρύχιος αναδευτήρας, ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής ανάμιξη του NaOCl.

Η δεξαμενή θα διαθέτει υπερχειλίση υψηλής στάθμης, που θα οδηγεί την υπερχειλίζουσα παροχή στο φρεάτιο Φ34 του υποθαλάσσιου αγωγού.

Στη δεξαμενή καθαρών εγκαθίσταται ένας μετρητής στάθμης για τον έλεγχο λειτουργίας του πιεστικού συγκροτήματος, καθώς επίσης και δύο διακόπτες στάθμης (min – max) για τη προστασία του πιεστικού συγκροτήματος και την σήμανση συναγερμού.

#### 4.2.9. Εγκαθιστάμενος εξοπλισμός

Συνοπτικά, για τη κατασκευή μίας ανεξάρτητης γραμμής βιολογικής επεξεργασίας με μεμβράνες (MBR) δυναμικότητας 200m<sup>3</sup>/d για τη τριτοβάθμια επεξεργασία μέρους της τελικής εκροής της ΕΕΛ Παροικίας, προβλέπεται η εγκατάσταση του παρακάτω εξοπλισμού:

- (1) Αντλιοστάσιο τροφοδότησης MBR:
  - Δύο υποβρύχιες αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 25m<sup>3</sup>/h @ 5,2m, που θα ελέγχονται από χρονοπρόγραμμα
  - Διακόπτης χαμηλής στάθμης τύπου πλωτήρα για τη προστασία της λειτουργίας των αντλιών
- (2) Βιολογικός αντιδραστήρας:
  - Ένα λεπτοκόσκινο δυναμικότητας 25m<sup>3</sup>/h με διάκενο εσχαρισμού 3mm (perforated)
  - Ένας υποβρύχιος αναδευτήρας ισχύος 1,5 kW
  - Έξι διαχυτήρες στην αερόβια ζώνη
  - Ένα DOμετρο για τον έλεγχο των φυσητήρων αερισμού
  - Ένας μετρητής στερεών για τον έλεγχο της ανακυκλοφορίας
- (3) Δεξαμενή μεμβρανών:
  - Δύο modules μεμβρανών επιφάνειας 2x280m<sup>2</sup> = 560m<sup>2</sup> σε Α΄Φάση. Μελλοντικά προβλέπεται η εγκατάσταση ενός ακόμη module
  - Δύο (η μία εφεδρική) αντλίες διαυγών δυναμικότητας 30m<sup>3</sup>/h @ 3,6m, που θα ελέγχεται με inverter.
  - Ένας μετρητής στάθμης στη δεξαμενή μεμβρανών
  - Μετρητής παροχής διαυγασμένων
  - Μετρητής πίεσης στη γραμμή διαυγασμένων και ένα πιεσόμετρο
  - Μία δεξαμενή 1.000 lt για τη πλύση των μεμβρανών, συνδεδεμένη με το δίκτυο βιομηχανικού νερού της ΕΕΛ
- (4) Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας:
  - Δύο υποβρύχιες αντλίες ανακυκλοφορίας δυναμικότητας 50m<sup>3</sup>/h @ 4,4m, που θα ελέγχονται με χρονοπρόγραμμα
  - Ένας υποβρύχιος αναδευτήρας ισχύος 1,1 kW
  - Δύο διακόπτες στάθμης (min – max) στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας
  - Ένας μετρητής στερεών για τον έλεγχο της ανακυκλοφορίας

- (5) Αίθουσα φυσητήρων:
- Τρεις φυσητήρες δυναμικότητας  $240 \text{ Nm}^3/\text{h}$  @ 550 mbar. Ένας θα λειτουργεί για τη πλύση των μεμβρανών, ένας για τον αερισμό και ο τρίτος κοινός εφεδρικός. Οι φυσητήρες ελέγχονται από inverter.
  - Ένας μετρητής παροχής στη γραμμή πλύσης των μεμβρανών
  - Ένας επίτοιχος ανεμιστήρας δυναμικότητας  $500\text{m}^3/\text{h}$
- (6) Δεξαμενή καθαρών:
- Ένας υποβρύχιος αναδευτήρας ισχύος 1,5 kW
  - Μία μονάδα απολύμανσης με UV in line της γραμμής κατάθλιψης των αντλιών διαυγασμένων
  - Σύνδεση με τη δοσομετρική αντλία NaOCl από τη παρακείμενη χλωρίωση
  - Αντλία πλήρωσης υδροφόρου οχήματος δυναμικότητας  $50\text{m}^3/\text{h}$  @ 5m
  - Δύο διακόπτες στάθμης (min – max) στη δεξαμενή καθαρών
  - Ένας μετρητής στάθμης στη δεξαμενή καθαρών
- (7) Δεξαμενή ιλύος:
- Ένας υποβρύχιος αναδευτήρας ισχύος 1,5 kW
  - Δύο (η μία εφεδρική) αντλίες θετικής εκτόπισης για τη τροφοδότηση της μονάδας αφυδάτωσης, δυναμικότητας  $5\text{-}30\text{m}^3/\text{h}$  @ 2 bar
  - Δύο διακόπτες στάθμης (min – max) στη δεξαμενή καθαρών
  - Ένας μετρητής στάθμης στη δεξαμενή καθαρών

#### 4.2.10. Τρόπος λειτουργίας

Τα προεπεξεργασμένα λύματα, μέσω αντλιοστασίου οδηγούνται στη μονάδα MBR. Οι αντλίες τροφοδότησης της μονάδας θα ελέγχονται με χρονοπρόγραμμα. Τα λύματα διέρχονται από λεπτοκόσκινο και διατίθενται στην ανοξική ζώνη του βιολογικού αντιδραστήρα. Τα εσχαρίσματα διατίθενται σε κάδο.

Ο αναδευτήρας της ανοξικής ζώνης θα λειτουργεί συνεχώς, ενώ ο φυσητήρας αερισμού θα ελέγχεται από ρυθμιστή στροφών, ώστε η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου να διατηρείται στα  $2\text{mg}/\text{lt}$ .

Η λειτουργία των μεμβρανών διήθησης θα ελέγχεται από τοπικό πίνακα με PLC, που θα είναι τμήμα της προμήθειας του κατασκευαστή των μεμβρανών. Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος διήθησης θα καθοριστεί από τον προμηθευτή του MBR, ο οποίος θα παράσχει και την σχετική εγγύηση.

Το διαυγασμένο υγρό μέσω αντλιών οδηγείται στη δεξαμενή καθαρών, ενώ η ανακυκλοφορία υπερχειλίζει στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας.

Με τον μετρητή παροχής, που εγκαθίσταται στη κατάθλιψη των αντλιών, υπολογίζεται η φόρτιση κάθε των μεμβρανών (flux), ενώ μέσω του μετρητή πίεσης ελέγχεται το μπλοκάρισμα (fouling) των μεμβρανών. Με την υπέρβαση μίας προκαθορισμένης τιμής, δίνεται σήμα στο ΚΕΛ της εγκατάστασης για την αναγκαιότητα καθαρισμού της μεμβράνης, ενώ διακόπτεται η λειτουργία της μονάδας στη περίπτωση ανίχνευσης πολύ υψηλής πίεσης. Στη περίπτωση ανίχνευσης υψηλής ή χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή μεμβρανών θα σημάνει συναγερμός: σε περίπτωση χαμηλής στάθμης διακόπτεται η λειτουργία των αντλιών αναρρόφησης, ενώ σε περίπτωση υψηλής στάθμης η λειτουργία των αντλιών τροφοδότησης του MBR. Ο χημικός καθαρισμός θα γίνεται σε ξεχωριστή δεξαμενή

Οι αντλίες ανακυκλοφορίας λειτουργούν με χρονοπρόγραμμα, ενώ μέσω ηλεκτροβάνας απομακρύνεται και περίσσεια ιλύς προς τη δεξαμενή ιλύος. Το χρονοπρόγραμμα καθορίζεται από τον υπεύθυνο λειτουργίας της μονάδας, με βάση τις μετρήσεις στερεών στο βιολογικό αντιδραστήρα και στο αντλιοστάσιο ιλύος. Στη περίπτωση ανίχνευσης υψηλής ή χαμηλής στάθμης στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας θα σημάνει συναγερμός: σε περίπτωση χαμηλής

στάθμης διακόπτεται η λειτουργία των αντλιών ανακυκλοφορίας, ενώ σε περίπτωση υψηλής στάθμης η λειτουργία των αντλιών τροφοδότησης του MBR.

Στη δεξαμενή καθαρών μία ώρα την ημέρα γίνεται προσθήκη NaOCl στη δεξαμενή και ο υποβρύχιος αναδευτήρας εξασφαλίζει ικανοποιητική ανάμιξη. Στη περίπτωση ανίχνευσης υψηλής ή χαμηλής στάθμης θα σημάνει συναγερμός: σε περίπτωση χαμηλής στάθμης διακόπτεται η λειτουργία του πιεστικού συγκροτήματος και / ή της αντλίας πλήρωσης της υδροφόρας, ενώ σε περίπτωση υψηλής στάθμης η λειτουργία των αντλιών τροφοδότησης του MBR.

Στη δεξαμενή ιλύος ο αναδευτήρας λειτουργεί έξι περίπου ώρες την ημέρα και σε κάθε περίπτωση δύο ώρες πριν την ενεργοποίηση των αντλιών τροφοδότησης της αφυδάτωσης. Η απομάκρυνση του επιπολάζοντος υγρού γίνεται χειροκίνητα. Οι αντλίες ιλύος ελέγχονται από το πίνακα της αφυδάτωσης. Στη περίπτωση ανίχνευσης υψηλής ή χαμηλής στάθμης θα σημάνει συναγερμός: σε περίπτωση χαμηλής στάθμης διακόπτεται η λειτουργία των αντλιών τροφοδότησης της αφυδάτωσης, ενώ σε περίπτωση υψηλής στάθμης η λειτουργία των αντλιών περισσείας ιλύος.

#### 4.2.11. Προϋπολογισμός μονάδας MBR

Συνοπτικά ο προϋπολογισμός κατασκευής της μονάδας MBR για τη τριτοβάθμια επεξεργασία παρουσιάζεται στο παρακάτω Πίνακα:

ΕΡΓΑΣΙΕΣ	Έργα Π-Μ	Έργα Η-Μ	Σύνολο
Αντλιοστάσιο τροφοδότησης MBR	6.000	9.000	15.000
Δεξαμενές βιολογικού αντιδραστήρα (αερόβια και ανοξική ζώνη)	40.000	40.000	80.000
Μονάδα MBR (δεξαμενή MBR και αντλιοστάσιο MBR)	35.000	130.000	165.000
Αίθουσα φυσητήρων	20.000	35.000	55.000
Δεξαμενή ιλύος και αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας	20.000	30.000	50.000
Δεξαμενή καθαρών	35.000	45.000	80.000
<b>Σύνολο</b>	<b>156.000</b>	<b>289.000</b>	<b>445.000</b>

#### 4.2.12. Δαπάνες λειτουργίας

Η κατανάλωση ενέργειας, για τη λειτουργία του συστήματος MBR περιλαμβανομένων και των βοηθητικών καταναλώσεων εκτιμάται σε 65.500 kWh/έτος. Λαμβάνοντας υπόψη τιμή ηλεκτρικού ρεύματος 0,15€ / kWh, η ετήσια δαπάνη ανέρχεται σε : 9.825 € / έτος

Οι αναμενόμενες καταναλώσεις χημικών για τη πλύση των μεμβρανών εκτιμώνται ως εξής:

- Υποχλωριώδες νάτριο: 200 lt/έτος
- Κιτρικό οξύ: 100 lt/έτος

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω μέσες καταναλώσεις και τις τιμές μονάδας, η ετήσια δαπάνη χημικών για τη πλύση των μεμβρανών ανέρχεται σε : 110 € / έτος.

Η επίβλεψη λειτουργίας της μονάδας θα γίνεται από το προσωπικό, που λειτουργεί την ΕΕΛ. Εκτιμάται ότι απαιτούνται περί τις 500 εργατοώρες ετησίως, συνεπώς η σχετική δαπάνη ανέρχεται σε: 5.000€.

Συνεπώς η συνολική δαπάνη για την επεξεργασία  $200\text{m}^3/\text{d} \times 365\text{d} = 73.000 \text{ m}^3$  ετησίως ανέρχεται σε 14.935 €, δηλαδή σε 0,21 € /  $\text{m}^3$  ανακτόμενου νερού.



## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- (1) Κατά τους χειμερινούς μήνες, στην υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων καταλήγει σήμερα περίπου το 100% του φορτίου σχεδιασμού χειμερινής λειτουργίας. Κατά την περίοδο αυτήν λειτουργεί ο ένας από τους τρεις βιολογικούς αντιδραστήρες και η μία δεξαμενή τελικής καθίζησης. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων καταλήγει το 35% περίπου του φορτίου σχεδιασμού θερινής λειτουργίας και βρίσκονται σε λειτουργία οι δύο από τους τρεις βιολογικούς αντιδραστήρες και η μία δεξαμενή τελικής καθίζησης.
- (2) Όπως φαίνεται και από τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων, που παρουσιάστηκαν προηγούμενα, η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων λειτουργεί ικανοποιητικά. Εξάλλου, παρότι έχει σχεδόν συμπληρωθεί μία 15ετία λειτουργίας, ο εγκαθιστάμενος εξοπλισμός βρίσκεται σε καλή κατάσταση και λειτουργεί αποδοτικά, αποτέλεσμα των ικανοποιητικών εργασιών συντήρησης, που πραγματοποιεί το προσωπικό της ΔΕΥΑ Πάρου.
- (3) Εξαιρέση στη παραπάνω πολύ καλή κατάσταση όλων των επιμέρους μονάδων της ΕΕΛ Παροικίας αποτελούν τα έργα προεπεξεργασίας (εσχάρωση και εξάμμωση), η μονάδα υποδοχής βοθρολυμάτων και τέλος η μονάδα επεξεργασίας ιλύος. Προτείνεται η αναβάθμιση των ως άνω μονάδων, με την αντικατάσταση του υφιστάμενου εξοπλισμού προεπεξεργασίας με ένα νέο συγκρότημα προεπεξεργασίας, με την εγκατάσταση ενός συγκροτήματος υποδοχής και προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων καθώς επίσης και με την εγκατάσταση πλήρους μονάδας φυγοκεντρική για την επεξεργασία της ιλύος.
- (4) Εξετάστηκε το νομικό πλαίσιο για την επαναχρησιμοποίηση της τριτοβάθμιας επεξεργασμένης εκροής της ΕΕΛ Παροικίας. Λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες και το υδατικό ισοζύγιο της Πάρου προτείνεται σε Α' Φάση η κατασκευή μίας μονάδας τριτοβάθμιας επεξεργασίας δυναμικότητας 200m<sup>3</sup>/d, έτσι ώστε τα επεξεργασμένα λύματα θα μπορούν αξιοποιηθούν για:
  - αστική και περιαστική χρήση,
  - τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων και για
  - απεριόριστη άρδευση.
- (5) Για την ικανοποίηση της ΚΥΑ 145116/2011, ώστε τα επεξεργασμένα λύματα να μπορούν να αξιοποιηθούν για τις παραπάνω χρήσεις είναι η εφαρμογή συστήματος υπερδιήθησης (UF). Ωστόσο κρίθηκε σκόπιμο εναλλακτικά της ως άνω λύσης να εξεταστεί και η εφαρμογή συστήματος βιολογικών αντιδραστήρων μεμβράνης (MBR), στην οποία συγχωνεύεται η δευτεροβάθμια με τη τριτοβάθμια επεξεργασία.
- (6) Η συνολική δαπάνη για την υλοποίηση της Εναλλακτικής λύσης I: Κατασκευή μονάδας τριτοβάθμιας επεξεργασίας με υπερδιήθηση (UF) ανέρχεται σε 318.000 €, ενώ η δαπάνη παραγωγής είναι της τάξης των 0,15€ / m<sup>3</sup>. Αντίστοιχα στη περίπτωση υιοθέτησης της λύσης II: Κατασκευή μονάδας MBR ανέρχεται σε 445.000 €, ενώ η δαπάνη παραγωγής εκτιμάται σε 0,21€ / m<sup>3</sup>.
- (7) Και στις δυο εναλλακτικές λύσεις προβλέπεται αφενός εξοπλισμός για την εργαστηριακή μέτρηση κολοβακτηριδίων και αφετέρου υδροφόρο όχημα 10 m<sup>3</sup> για την διανομή του νερού άρδευσης.
- (8) Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η κατασκευή μονάδας τριτοβάθμιας επεξεργασίας με υπερδιήθηση για την επεξεργασία τμήματος της δευτεροβάθμιας εκροής της ΕΕΛ Παροικίας είναι η οικονομικότερη λύση, τόσο όσον αφορά το κόστος κατασκευής, όσο και τη δαπάνη παραγωγής τριτοβάθμιας εκροής. Η υιοθέτηση της λύσης του MBR, δηλαδή η κατασκευή βιολογικού αντιδραστήρα με βυθισμένες μεμβράνες θα είχε ενδιαφέρον στη περίπτωση που η τριτοβάθμια επεξεργασία τμήματος της τελικής εκροής συνδυαζόταν με



την αναγκαιότητα επέκτασης της βιολογικής βαθμίδας της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων της Παροικίας.

## 6. ΔΑΠΑΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τα νέα έργα εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης του ΒΙΟΚΣ Παροικίας Πάρου με σκοπό την τριτοβάθμια επεξεργασία περιλαμβάνουν:

- Τα έργα προεπεξεργασίας, με την τοποθέτηση νέας συμπαγούς προκατασκευασμένης μονάδας εσχάρωσης, εξάμμωσης και λιποσυλλογής υπαιθρίως
- Τα έργα βοηρολυμάτων, με την τοποθέτηση νέας συμπαγούς προκατασκευασμένης μονάδας εσχάρωσης, εξάμμωσης και λιποσυλλογής υπεργείως, παρακείμενα της υφιστάμενης δεξαμενής βοηρολυμάτων
- Τα έργα τριτοβάθμιας επεξεργασίας, που περιλαμβάνουν δεξαμενή τροφοδότησης, μονάδα υπερδιήθησης με μεμβράνες, απολύμανση με μονάδα υπεριώδους ακτινοβολίας, δεξαμενή καθαρών

Παρακάτω παρατίθεται ο προϋπολογισμός των έργων.

<b>ΔΑΠΑΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ</b>					
Α/Α	ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΟΥ	ΕΡΓΑ Π.Μ.	ΕΡΓΑ Η/Μ	ΕΡΓΑ Χ/Μ	ΔΑΠΑΝΗ
1	ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	12.000	82.000	30.000	124.000
2	ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (UF)	107.000	160.000	51.000	318.000
3	ΜΟΝΑΔΑ ΒΟΗΡΟΛΥΜΑΤΩΝ	4.000	45.000	16.500	65.500
4	ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0	81.000	27.000	108.000
5	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	0	29.000	0	29.000
6	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ	10.330	0	0	10.330
	<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ1</b>	<b>133.330</b>	<b>397.000</b>	<b>124.500</b>	<b>654.830</b>
	ΓΕ & ΟΕ 18%				117.869,40
	<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ2</b>				<b>772.699,40</b>
	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ (15% του Σ2)				115.904,91
	<b>ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ3</b>				<b>888.604,31</b>
	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ				895,69
	ΜΕΛΕΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ				110.000
	<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>999.500</b>

Η Συντάξασα

Ε. Περιμένη  
Πολιτικός Μηχανικός



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΕΛ ΠΑΡΟΙΚΙΑΣ

<b>Έτος 2009</b>	
<b>Ημερομηνία</b>	<b>Μέση ημερήσια παροχή (m<sup>3</sup>)</b>
2-Ιαν	676
7-Ιαν	828
19-Ιαν	776
23-Ιαν	753
28-Ιαν	995
6-Φεβ	953
13-Φεβ	1434
20-Φεβ	1506
27-Φεβ	1461
6-Μαρ	1163
16-Μαρ	1154
23-Μαρ	1023
31-Μαρ	1340
10-Απρ	1491
4-Μαΐ	1410
8-Μαΐ	1560
29-Μαΐ	1293
4-Ιουν	1157
15-Ιουν	1322
26-Ιουν	1287
6-Ιουλ	1268
16-Ιουλ	1401
24-Ιουλ	1532
4-Αυγ	1527
7-Αυγ	1645
12-Αυγ	1647
18-Αυγ	1707
24-Αυγ	1584
28-Αυγ	1424
4-Σεπ	1245
10-Σεπ	1178
22-Σεπ	1073
7-Οκτ	953
23-Οκτ	867
3-Νοε	999
5-Νοε	1043
10-Νοε	906
17-Νοε	988
20-Νοε	924
7-Δεκ	907
11-Δεκ	985
17-Δεκ	1125
24-Δεκ	1364
28-Δεκ	1555
<i>Ετήσια παροχή: 437.669 m<sup>3</sup></i>	

<b>Έτος 2010</b>	
<b>Ημερομηνία</b>	<b>Μέση ημερήσια παροχή (m<sup>3</sup>)</b>
4-Ιαν	992
8-Ιαν	1068
13-Ιαν	1112
1-Φεβ	1575
5-Φεβ	1702
8-Φεβ	2148
24-Φεβ	2330
1-Μαρ	1522
5-Μαρ	1741
9-Μαρ	2003
12-Μαρ	1746
15-Μαρ	1806
19-Μαρ	1787
26-Μαρ	1642
29-Μαρ	1633
31-Μαρ	1750
6-Απρ	1586
12-Απρ	1531
16-Απρ	1065
19-Απρ	1384
23-Απρ	1462
26-Απρ	1379
30-Απρ	1450
17-Μαΐ	1340
21-Μαΐ	1025
25-Μαΐ	1375
2-Ιουν	1244
11-Ιουν	1264
14-Ιουν	1225
25-Ιουν	1314
6-Ιουλ	1367
16-Ιουλ	1319
30-Ιουλ	1497
6-Αυγ	1655
20-Αυγ	1788
27-Αυγ	1681
3-Σεπ	1448
10-Σεπ	1218
21-Σεπ	1028
4-Οκτ	953
27-Οκτ	885
12-Νοε	817
19-Νοε	827
26-Νοε	825
6-Δεκ	797
14-Δεκ	825
<i>Ετήσια παροχή: 481.811 m<sup>3</sup></i>	

<b>Έτος 2011</b>	
<b>Ημερομηνία</b>	<b>Μέση ημερήσια παροχή (m<sup>3</sup>)</b>
5-Ιαν	791
31-Ιαν	795
8-Φεβ	1450
1-Μαρ	1463
14-Μαρ	1870
21-Απρ	1567
26-Απρ	1568
29-Απρ	1914
24-Μαΐ	1407
30-Μαΐ	1507
9-Ιουν	1493
8-Ιουλ	1456
15-Ιουλ	1385
29-Ιουλ	1479
8-Αυγ	1555
23-Αυγ	1674
8-Σεπ	1353
13-Σεπ	1188
21-Σεπ	1148
28-Σεπ	1100
12-Οκτ	967
17-Οκτ	920
21-Οκτ	1287
3-Νοε	578
21-Νοε	753
29-Νοε	711
19-Δεκ	730
30-Δεκ	820
<i>Ετήσια παροχή: 453.863 m<sup>3</sup></i>	



Έτος 2012	
Ημερομηνία	Μέση ημερήσια παροχή (m <sup>3</sup> )
10-Ιαν	756
1-Φεβ	863
6-Φεβ	888
13-Φεβ	960
6-Μαρ	937
28-Μαρ	936
4-Απρ	920
17-Απρ	1042
3-Μαΐ	1082
7-Μαΐ	1110
17-Μαΐ	1045
28-Μαΐ	989
7-Ιουν	918
18-Ιουν	916
25-Ιουν	977
5-Ιουλ	991
9-Ιουλ	1072
13-Ιουλ	1068
23-Ιουλ	1144
27-Ιουλ	1275
6-Αυγ	1260
16-Αυγ	1382
17-Αυγ	1534
23-Αυγ	1375
7-Σεπ	1152
11-Σεπ	1005
27-Σεπ	924
3-Οκτ	925
12-Οκτ	874
23-Οκτ	835
30-Οκτ	946
12-Νοε	861
30-Νοε	840
13-Δεκ	935
<i>Ετήσια παροχή: 358.646 m<sup>3</sup></i>	

<b>Έτος 2013</b>	
<b>Ημερομηνία</b>	<b>Μέση ημερήσια παροχή (m<sup>3</sup>)</b>
8-Ιαν	920
14-Ιαν	975
21-Ιαν	1031
28-Ιαν	1155
7-Φεβ	999
11-Φεβ	1150
15-Φεβ	1209
19-Φεβ	991
28-Φεβ	1257
8-Μαρ	1050
14-Μαρ	945
22-Μαρ	1075
29-Μαρ	1040
2-Απρ	1017
9-Απρ	1027
18-Απρ	967
29-Απρ	962
13-Μαΐ	976
24-Μαΐ	1093
31-Μαΐ	890
11-Ιουν	936
17-Ιουν	990
26-Ιουν	1022
4-Ιουλ	963
12-Ιουλ	1289
18-Ιουλ	1232
29-Ιουλ	1515
6-Αυγ	1429
12-Αυγ	1598
19-Αυγ	1596
26-Αυγ	1550
28-Αυγ	1542
13-Σεπ	1398
23-Σεπ	991
2-Οκτ	972
10-Οκτ	844
18-Οκτ	865
31-Οκτ	835
11-Νοε	858
18-Νοε	754
25-Νοε	798
2-Δεκ	826
9-Δεκ	794
20-Δεκ	698
<i>Ετήσια παροχή: 377.745 m<sup>3</sup></i>	

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ**

**31.12.13**

**31.12.14**

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βοθρολύματα	Εισροή	Εξάμμιση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/lit)					
Αγωγιμότητα (μS/cm)		15660			16180
COD (mg/lit O <sub>2</sub> )		294			66
BOD <sub>5</sub> (mg/lit O <sub>2</sub> )		103			12
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/lit)		75.9			16.7
Ολικό N (mg/lit)		37			13
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/lit)		38.2			0.87
P (mg/lit)					1.9
SS (mg/lit)		100			20
pH		7.76			6.99
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα πορρυπαντικά					0
Θερμοκρασία (°C)		18.5			
E.coli					
Test κοιλίωσης (ml/l)					
MLSS (mg/lit)				5240	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:12.2.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βαθμολογία	Εισροή	Εξάμωση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/l)		~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)		10950			10500
COD (mg/l O <sub>2</sub> )		582			61
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )		38			1,6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		9,1			11,2
Ολικό N (mg/l)		24			12
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		27,4			0,62
P (mg/l)					4,81
SS (mg/l)		110			10
pH		7,72			7,08
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία (°C)		15,8			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/l)					
MLSS (mg/l)				1790	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:

14.3.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βαθρολόγημα	Εισροή	Εξάμωση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/lit)					
Αγωγιμότητα (μS/cm)		8920			
COD (mg/lit O <sub>2</sub> )		562			21
BOD <sub>5</sub> (mg/lit O <sub>2</sub> )		193			2
NO <sub>3</sub> (mg/lit)		11			5.7
Ολικό N (mg/lit)		21			6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/lit)		19.6			0.36
P (mg/lit)					4.68
SS (mg/lit)		100			10
pH		7.68			7.42
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία ( °C )		16.2			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/lit)					
MLSS (mg/lit)				2090	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:

23.4.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βοθρολύματα	Εισροή	Εξάμμιση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/l)		~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)		9310			9480
COD (mg/l O <sub>2</sub> )		612			18
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )		186			3,4
NO <sub>3</sub> (mg/l)		8,3			2
Ολικό N (mg/l)		33			1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		13,2			0,2
P (mg/l)					
SS (mg/l)		110			0
pH		7,68			7,46
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία (°C)		20			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/l)					
MLSS (mg/l)				3850	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:

31.5.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βαθρολόγημα	Εισροή	Εξάμωση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/l)		~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)		8980			10400
COD (mg/l O <sub>2</sub> )		817			49
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )		179			7,8
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		9,6			0
Ολικό N (mg/l)		43			0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		45,8			0,97
P (mg/l)					
SS (mg/l)		830			30
pH		7,75			7,12
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία ( °C )		24,3			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/l)					
MLSS (mg/l)				6520	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ



ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 18.6.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ			
	Εισροή	Εξάμωση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία				
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)	9790			10130
COD (mg/l O <sub>2</sub> )	671			<15
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	382			6,4
NO <sub>3</sub> (mg/l)	13,9			2,3
Ολικό N (mg/l)	53			2
NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> (mg/l)	53,2			0,6
P (mg/l)				5,82
SS (mg/l)	220			10
pH	7,62			7,47
Λίπη-έλαια				0
Επιπλέοντα				0
Απορρυπαντικά				
Θερμοκρασία (°C)	25,6			
E.coli				
Test καθίζησης (ml/l)				
MLSS (mg/l)			4520	
SVI				

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:

10.7.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βαφολόερασι	Εισροή	Εξάμωση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/lit)		~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)		11670			11100
COD (mg/lit O <sub>2</sub> )		692			<15
BOD <sub>5</sub> (mg/lit O <sub>2</sub> )		529			5,6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/lit)		15,2			12,1
Ολικό N (mg/lit)		67			15
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/lit)		70			0,7
P (mg/lit)					6,34
SS (mg/lit)		180			10
pH		7,5			7,58
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία (°C)		26.5			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/lit)					
MLSS (mg/lit)				3950	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:28.8.13

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 28.8.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ			
	Εισροή	Εξάμμιση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία				
CF (mg/lit)	~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)	16800			13800
COD (mg/lit O <sub>2</sub> )	925			49
BOD <sub>5</sub> (mg/lit O <sub>2</sub> )	432			7,1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/lit)	51			2,5
Ολικό N (mg/lit)	68			5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/lit)	67			2,64
P (mg/lit)				4,56
SS (mg/lit)	170			10
pH	7,43			6,99
Λίπη-έλαια				0
Επιπλέοντα				0
Απορρυπαντικά				
Θερμοκρασία ( °C )	27,2			
E.coli				
Test καθίζησης (ml/lit)				
MLSS (mg/lit)			3520(I)-3930(II)	
SVI				

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

ΗΜ/ΝΙΑ:

30.9.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βιοφράγματα	Εισροή	Εξάμωση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/lit)		~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)		20.800			18.510
COD (mg/lit O <sub>2</sub> )		537			24
BOD <sub>5</sub> (mg/lit O <sub>2</sub> )		168			6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/lit)		2.8			13.5
Ολικό N (mg/lit)		70			13
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/lit)		49.6			1.5
P (mg/lit)					7.74
SS (mg/lit)		240			20
pH		7.16			6.73
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία ( °C )		25.3			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/lit)					
MLSS (mg/lit)				3570(I)-2230(II)	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

30.10.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βοθρολύματα	Εισροή	Εξάμμιση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/lit)		~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)		21700			20800
COD (mg/lit O <sub>2</sub> )		364			39
BOD <sub>5</sub> (mg/lit O <sub>2</sub> )		239			6.3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/lit)		60.8			3.7
Ολικό N (mg/lit)		44			12
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/lit)		35.8			1.8
P (mg/lit)					2.06
SS (mg/lit)		150			20
pH		7.72			6.88
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία (°C)		21.9			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/lit)					
MLSS (mg/lit)				4840	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

27.11.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βοθρολύματα	Εισροή	Εξάμμιση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/l)		~1000			~1000
Αγωγιμότητα (μS/cm)		21300			18500
COD (mg/l O <sub>2</sub> )		356			39
BOD <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )		70			19.6
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		32.1			6.4
Ολικό N (mg/l)		61			13
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		54.2			18.2
P (mg/l)					2.9
SS (mg/l)		100			30
pH		7.51			6.70
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία (°C)		20.5			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/l)					
MLSS (mg/l)				6310(l)	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ**  
**11.12.13**

11.12.13

	ΠΑΡΟΙΚΙΑ				
	Βαθρολόγημα	Εισροή	Εξάμωση	Αερισμός	Εκροή
Δειγματοληψία					
Cl <sup>-</sup> (mg/lit)					
Αγωγιμότητα (μS/cm)		17160			17780
COD (mg/lit O <sub>2</sub> )		428			34
BOD <sub>5</sub> (mg/lit O <sub>2</sub> )		279			4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/lit)		74.6			20
Ολικό N (mg/lit)		54			8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/lit)		38.2			0.51
P (mg/lit)					3.48
SS (mg/lit)		230			10
pH		7.46			7.20
Λίπη-έλαια					0
Επιπλέοντα					0
Απορρυπαντικά					
Θερμοκρασία (°C)		17.8			
E.coli					
Test καθίζησης (ml/lit)					
MLSS (mg/lit)				5910	
SVI					

ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ  
ΜΑΥΡΗ ΜΑΡΙΑ



Ημερομηνία	Κυβικά αφυδατωμένης ιλύος (m <sup>3</sup> /d)
24-01-14	10
31-01-14	10
07-02-14	15
22-02-14	10
28-02-14	5
07-03-14	5
14-03-14	15
21-03-14	15
28-03-14	10
04-04-14	10
11-04-14	15
17-04-14	15
09-05-14	15
16-05-14	15
23-05-14	15
30-05-14	15
20-06-14	5
27-06-14	5
04-07-14	15
11-07-14	20
18-07-14	20
25-07-14	20
01-08-14	10
08-08-14	15
14-08-14	15
22-08-14	20
29-08-14	20
05-09-14	20
12-09-14	10
19-09-14	10
26-09-14	5
03-10-14	5
10-10-14	15
17-10-14	25

Ημερομηνία	Κυβικά αφυδατωμένης ιλύος (m <sup>3</sup> /d)
14-11-14	20
21-11-14	25
28-11-14	20
05-12-14	5
12-12-14	20
19-12-14	10
24-12-14	10

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

### ΠΡΟΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

<b>1. ΝΕΑ ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ</b>						
<b>ΕΡΓΑ Π.Μ.</b>	<b>Τιμή μονάδος</b>		<b>Ποσότητα</b>			<b>Δαπάνη</b>
1 Εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες (ποσοστό 50% των εκσκαφών)	27,90 €/m <sup>3</sup>	x	50	=		1.395,00 €
2 Εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες (ποσοστό 50% των εκσκαφών)	4,20 €/m <sup>3</sup>	x	50	=		210,00 €
3 Επιχώσεις	0,41 €/m <sup>3</sup>	x	20	=		8,20 €
4 Σκυρόδεμα C12/15	77,00 €/m <sup>3</sup>	x	20	=		1.540,00 €
5 Σκυρόδεμα C30/37	103,00 €/m <sup>3</sup>	x	30	=		3.090,00 €
6 Σιδηρός οπλισμός	0,98 €/kg	x	3.600	=		3.528,00 €
7 Ξυλότυποι επίπεδοι	8,20 €/m <sup>2</sup>	x	180	=		1.476,00 €
8 Μόνωση με ασφαλτικό υλικό	1,75 €/m <sup>2</sup>	x	50	=		87,50 €
9 Λοιπές εργασίες - στρογγύλευση	665,30 €/τεμ.	x	1	=		665,30 €
					<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Π.Μ.</b>	<b>12.000,00 €</b>
<b>2 ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (UF)</b>						
<b>ΕΡΓΑ Π.Μ.</b>	<b>Τιμή μονάδος</b>		<b>Ποσότητα</b>			<b>Δαπάνη</b>
1 Εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες (ποσοστό 50% των εκσκαφών)	27,90 €/m <sup>3</sup>	x	500	=		13.950,00 €
2 Εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες (ποσοστό 50% των εκσκαφών)	4,20 €/m <sup>3</sup>	x	800	=		3.360,00 €
3 Επιχώσεις	0,41 €/m <sup>3</sup>	x	200	=		82,00 €
4 Σκυρόδεμα C12/15	77,00 €/m <sup>3</sup>	x	15	=		1.155,00 €
5 Σκυρόδεμα C30/37	103,00 €/m <sup>3</sup>	x	220	=		22.660,00 €
6 Σιδηρός οπλισμός	0,98 €/kg	x	26.400	=		25.872,00 €
7 Ξυλότυποι επίπεδοι	8,20 €/m <sup>2</sup>	x	1.320	=		10.824,00 €
8 Καλύμματα με GRP	600,00 €/m <sup>2</sup>	x	5	=		3.000,00 €
9 Μόνωση με ασφαλτικό υλικό	1,75 €/m <sup>2</sup>	x	250	=		437,50 €
10 Κιγκλιδώματα από GRP	173,00 €/m	x	20	=		3.460,00 €
11 Οικοδομικές εργασίες κτηρίων	400,00 €/m <sup>2</sup>	x	55	=		22.000,00 €
12 Λοιπές εργασίες - στρογγύλευση	199,50 €/τεμ.	x	1	=		199,50 €
					<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Π.Μ.</b>	<b>107.000,00 €</b>
<b>3 ΜΟΝΑΔΑ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ</b>						
<b>ΕΡΓΑ Π.Μ.</b>	<b>Τιμή μονάδος</b>		<b>Ποσότητα</b>			<b>Δαπάνη</b>
1 Εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες (ποσοστό 50% των εκσκαφών)	27,90 €/m <sup>3</sup>	x	35	=		976,50 €
2 Εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες (ποσοστό 50% των εκσκαφών)	4,20 €/m <sup>3</sup>	x	35	=		147,00 €
3 Επιχώσεις	0,41 €/m <sup>3</sup>	x	15	=		6,15 €
4 Σκυρόδεμα C12/15	77,00 €/m <sup>3</sup>	x	2	=		154,00 €
5 Σκυρόδεμα C30/37	103,00 €/m <sup>3</sup>	x	10	=		1.030,00 €
6 Σιδηρός οπλισμός	0,98 €/kg	x	1.200	=		1.176,00 €
7 Ξυλότυποι επίπεδοι	8,20 €/m <sup>2</sup>	x	60	=		492,00 €
8 Λοιπές εργασίες - στρογγύλευση	18,35 €/τεμ.	x	1	=		18,35 €
					<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Π.Μ.</b>	<b>4.000,00 €</b>
<b>6 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b>						
<b>ΕΡΓΑ Π.Μ. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ</b>	<b>Τιμή μονάδος</b>		<b>Ποσότητα</b>			<b>Δαπάνη</b>
1 Σωληνώσεις πίεσεως PE Φ400 / PN 10	97,00 €/m	x	25	=		2.425,00 €
2 Εκσκαφή ορύγματος δικτύου σε έδαφος βραχώδες/ημιβραχώδες	8,80 €/m <sup>3</sup>	x	50	=		440,00 €
3 Εγκιβωτισμός σωλήνας με άμμο λατομείου	13,40 €/m <sup>3</sup>	x	20	=		268,00 €
4 Επίχωση ορύγματος με θραυστό αμμοχάλικο λατομείου	14,50 €/m <sup>3</sup>	x	15	=		217,50 €
5 Αποκατάσταση ασφαλτικών οδοστρωμάτων	18,50 €/m <sup>2</sup>	x	100	=		1.850,00 €
8 Πλακόστρωση πεζοδρομίων	13,80 €/m <sup>2</sup>	x	30	=		414,00 €
9 Προχυτά κράσπεδα από σκυρόδεμα	9,60 €/m	x	30	=		288,00 €
10 Καθαίρεσεις στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος	43,30 €/m <sup>3</sup>	x	100	=		4.330,00 €
11 Λοιπές εργασίες - στρογγύλευση	97,50 €/τεμ.	x	1	=		97,50 €
					<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Π.Μ.</b>	<b>10.330,00 €</b>
					<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ (1-6)</b>	<b>133.330,00 €</b>

<b>1. ΝΕΑ ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ</b>						
ΕΡΓΑ Η.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Συγκρότημα προεπεξεργασίας λυμάτων (επιμερισμός 70% του συνόλου σε Η/Μ)	70.000,00	€/τεμ.	x	1	=	70.000,00 €
2 Κάδοι αποκομιδής ιλύος	500,00	€/τεμ.	x	3	=	1.500,00 €
3 Δικλείδα απομόνωσης χειροκίνητη DN 200	1.000,00	€/τεμ.	x	1	=	1.000,00 €
4 Δικλείδα αντεπιστροφής DN 200	800,00	€/τεμ.	x	1	=	800,00 €
5 Αγωγοί και ειδικά τεμάχια	1.000,00	€/τεμ.	x	1	=	1.000,00 €
6 Μεταφορά, εγκατάσταση και σύνδεση των παραπάνω (10% του συνόλου)					=	7.430,00 €
7 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	270,00 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Η/Μ ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>						<b>82.000,00 €</b>
<b>2 ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (ΥΦ)</b>						
ΕΡΓΑ Η.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Μемβράνες Υπερδιήθησης (Ultrafiltration) (επιμερισμός 70% του συνόλου σε Η/Μ)	119.000,00	€/τεμ.	x	1	=	119.000,00 €
2 Υποβρύχια αντλία λυμάτων δεξαμενής εξισορρόπησης	2.500,00	€/τεμ.	x	2	=	5.000,00 €
3 Υποβρύχιος αναδευτήρας δεξαμενής εξισορρόπησης	3.000,00	€/τεμ.	x	1	=	3.000,00 €
4 Μονάδα απολύμανσης UV	5.000,00	€/τεμ.	x	1	=	5.000,00 €
5 Δοχείο αζουδετέρωσης CIP (1000 l)	400,00	€/τεμ.	x	1	=	400,00 €
6 Δοχείο χημικού καθαρισμού (1000 l)	400,00	€/τεμ.	x	1	=	400,00 €
7 Δοχείο κροκιδωτικού (200 l)	150,00	€/τεμ.	x	1	=	150,00 €
8 Δοσομετρικές αντλίες χημικών - κροκιδωτικού	1.000,00	€/τεμ.	x	6	=	6.000,00 €
9 Υποβρύχιος αναδευτήρας δεξαμενής καθαρών	3.000,00	€/τεμ.	x	1	=	3.000,00 €
10 Αντλία στραγγιδίων	1.000,00	€/τεμ.	x	2	=	2.000,00 €
11 Αγωγοί και ειδικά τεμάχια	1.000,00	€/τεμ.	x	1	=	1.000,00 €
12 Μεταφορά, εγκατάσταση και σύνδεση των παραπάνω (10% του συνόλου)					=	14.495,00 €
13 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	555,00 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Η/Μ</b>						<b>160.000,00 €</b>
<b>3 ΜΟΝΑΔΑ ΒΟΗΡΟΛΥΜΑΤΩΝ</b>						
ΕΡΓΑ Η.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Συγκρότημα προεπεξεργασίας βοηρολυμάτων (επιμερισμός 70% του συνόλου σε Η/Μ)	38.500,00	€/τεμ.	x	1	=	38.500,00 €
2 Δικλείδα απομόνωσης χειροκίνητη DN 80	500,00	€/τεμ.	x	1	=	500,00 €
3 Δικλείδα αντεπιστροφής DN 80	600,00	€/τεμ.	x	1	=	600,00 €
4 Αγωγοί και ειδικά τεμάχια	1.000,00	€/τεμ.	x	1	=	1.000,00 €
5 Μεταφορά, εγκατάσταση και σύνδεση των παραπάνω (10% του συνόλου)					=	4.060,00 €
6 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	340,00 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Η/Μ</b>						<b>45.000,00 €</b>
<b>4 ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ</b>						
ΕΡΓΑ Η.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Φυγοκεντρική (επιμερισμός 70% του συνόλου σε Η/Μ)	63.000,00	€/τεμ.	x	1	=	63.000,00 €
2 Κοχλίας οριζόντιος αφυδατωμένης ιλύος	8.000,00	€/τεμ.	x	1	=	8.000,00 €
3 Αγωγοί και ειδικά τεμάχια	2.000,00	€/τεμ.	x	1	=	2.000,00 €
4 Μεταφορά, εγκατάσταση και σύνδεση των παραπάνω (10% του συνόλου)					=	7.300,00 €
5 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	700,00 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Η/Μ</b>						<b>81.000,00 €</b>
<b>5 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ</b>						
ΕΡΓΑ Η/Μ	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Σύνδεση με υφιστάμενη εγκατάσταση	3.000,00	€/τεμ.	x	2	=	6.000,00 €
2 Ηλεκτρικός πίνακας διανομής	12.000,00	€/τεμ.	x	1	=	12.000,00 €
3 Σύστημα ελέγχου - αυτοματισμού	6.000,00	€/τεμ.	x	1	=	6.000,00 €
4 Εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση	2.000,00	€/τεμ.	x	1	=	2.000,00 €
6 Μεταφορά, εγκατάσταση και σύνδεση των παραπάνω (10% του συνόλου)					=	2.600,00 €
7 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	400,00 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Η/Μ</b>						<b>29.000,00 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ (1-6)</b>						<b>397.000,00 €</b>

<b>1. ΝΕΑ ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ</b>						
ΕΡΓΑ Χ.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Συγκρότημα προεπεξεργασίας λυμάτων (επιμερισμός 30% του συνόλου σε Χ/Μ)	30.000,00	€/τεμ.	x	1	=	30.000,00 €
2 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	0,00 €
						<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Χ/Μ 30.000,00 €</b>
<b>2 ΜΟΝΑΔΑ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ (UF)</b>						
ΕΡΓΑ Χ.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Μembranes Υπερδιήθησης (Ultrafiltration) (επιμερισμός 70% του συνόλου σε Η/Μ)	51.000,00	€/τεμ.	x	1	=	51.000,00 €
2 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	0,00 €
						<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Χ/Μ 51.000,00 €</b>
<b>3 ΜΟΝΑΔΑ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ</b>						
ΕΡΓΑ Χ.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Συγκρότημα επεξεργασίας βοθρολυμάτων (επιμερισμός 30% του συνόλου σε Η/Μ)	16.500,00	€/τεμ.	x	1	=	16.500,00 €
2 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	0,00 €
						<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Χ/Μ 16.500,00 €</b>
<b>4 ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ</b>						
ΕΡΓΑ Χ.Μ.	Τιμή μονάδος		Ποσότητα			Δαπάνη
1 Φυγοκεντητής (επιμερισμός 30% του συνόλου σε Η/Μ)	27.000,00	€/τεμ.	x	1	=	27.000,00 €
2 Μικρούλικά - Συνδέσεις - Στρογγυλοποίηση					=	0,00 €
						<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ Χ/Μ 27.000,00 €</b>
						<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ (1-6) 124.500,00 €</b>