



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΦΟΔΣΑ)  
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ  
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΧΥΤΑ ΝΟΜΟΥ ΠΕΛΛΑΣ (ΧΥΤΑ ΕΔΕΣΣΑΣ ΚΑΙ ΧΥΤΑ ΓΙΑΝΝΙΤΣΩΝ)

ΧΩΡΟΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ  
(Χ.Υ.Τ.Α.) ΕΔΕΣΣΑΣ

Ο Ρ Ι Σ Τ Ι Κ Η Μ Ε Λ Ε Τ Η

ΤΕΥΧΟΣ Α: ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ / ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ  
ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

ΕΝΩΣΗ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ/ ΜΕΛΕΤΗΤΩΝ:

- ΕΠΤΑ Α.Ε.
- ENVIROPLAN Α.Ε.

ΝΟΜΙΜΑ ΚΟΙΝΗ ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ

ΣΤΑΜΑΤΕΛΟΠΟΥΛΟΥ - ΜΠΟΥΡΚΑ ΜΑΡΙΑ

ΚΟΙΝΗ ΕΔΡΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ:

Ηνιόχου 16, Τ.Κ. 15238 Χαλάνδρι Αττικής  
τηλ. 210- 6086300, fax. 210- 6086302  
e-mail: info@epta.gr

ΣΥΝΤΑΞΗ - ΕΛΕΓΧΟΣ - ΘΕΩΡΗΣΗ

	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ Ο ΑΝΑΔΟΧΟΣ	ΣΤΑΜΑΤΕΛΟΠΟΥΛΟΥ - ΜΠΟΥΡΚΑ ΜΑΡΙΑ ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΑΝΑΔΟΧΟΥ		
	ΕΠΤΑ Α.Ε. - ENVIROPLAN Α.Ε. ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ		
ΟΙ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ	ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ ΔΙΠΛ. ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc (για κατηγορία 13)		
	ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΛΑΡΑΚΗΣ ΔΙΠΛ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (για κατηγορία 09)		
	ΣΤΑΥΡΟΣ ΨΩΜΑΣ ΔΡ. ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (για κατηγορία 18)		
ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΤΜΗΜ. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΕΩΝ & ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ	ΕΛΕΝΗ ΜΠΑΚΙΡΤΖΗ ΔΙΠΛ. ΑΓΡ. ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc		
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ Δ/ΝΣΗΣ ΤΕΧΝ. ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΤΑΤΣΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΔΡ. ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ		

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠ. ΑΡ.

ΑΠΟΦΑΣΗ

---

**ΤΕΥΧΟΣ Α: ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ / ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ**

---

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

1.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΑΙΩΝ ΝΕΩΝ ΕΡΓΩΝ .....	10
1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.2	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΕΣ .....	12
1.2.1	Γενικά στοιχεία εγκατάστασης .....	12
1.2.2	Παράμετροι διαστασιολόγησης.....	13
1.2.2.1	Φορτία εισόδου .....	13
1.2.2.2	Απαιτήσεις εκροής – Διάθεση επεξεργασμένων .....	13
1.2.3	Περιγραφή επιμέρους τμημάτων ΕΕΣ .....	14
1.2.3.1	Φρεάτιο εισόδου.....	14
1.2.3.2	Δεξαμενή εξορρόπησης – αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων .....	15
1.2.3.3	Μονάδα κροκίδωσης .....	15
1.2.3.4	Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης .....	16
1.2.3.5	Δοσομέτρηση θρεπτικών .....	17
1.2.3.6	Δεξαμενή αερισμού.....	17
1.2.3.7	Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.....	18
1.2.3.8	Α/Σ ανακυκλοφορίας – απομάκρυνσης περίσσειας λάσπης .....	18
1.2.3.9	Προσωρινή αποθήκευση επεξεργασμένων – Α/Σ τροφοδοσίας υγροβιότοπου.....	19
1.2.3.10	Τεχνητός υγροβιότοπος.....	19
1.2.3.11	Διάταξη απολύμανσης.....	20
1.2.3.12	Δεξαμενή καθαρών – Α/Σ διάθεσης επεξεργασμένων .....	20
1.2.3.13	Δεξαμενή πάχυνσης – Α/Σ διάθεσης ιλύος.....	21
1.2.3.14	Κτίρια εξυπηρέτησης.....	21
1.2.3.15	Σύστημα αυτοματισμών .....	21
1.3	ΕΡΓΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ / ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΕΕΣ .....	22
1.3.1	Λειτουργικά και Κατασκευαστικά προβλήματα Υφιστάμενης ΕΕΣ.....	22

1.3.2	Βασικές επιλογές επανασχεδιασμού ΕΕΣ .....	24
1.3.3	Προτεινόμενα έργα.....	34
1.3.3.1	Εξισορρόπηση ροής .....	36
1.3.3.2	Παρεμβάσεις στην υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα .....	36
1.3.3.3	Μονάδα διήθησης.....	40
1.3.3.4	Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (RO).....	40
1.3.3.5	Δεξαμενή εξισορρόπησης μεταξύ βιολογικού σταδίου και RO .....	44
1.3.4	Απαιτήσεις έργων Π/Μ.....	44
1.3.5	Απαιτήσεις έργων Η/Μ.....	45
2.	ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ.....	50
2.1	Εισαγωγή.....	50
2.1.1	Βασικές Αρχές Σχεδιασμού .....	50
2.1.2	Παράμετροι σχεδιασμού .....	53
2.2	Έργα Εισόδου.....	55
2.2.1	Συλλογή βροχοστραγγιδίων .....	55
2.2.2	Αντλιοστάσιο εξισορρόπησης.....	55
2.3	Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας.....	57
2.3.1	Προσθήκη θρεπτικών .....	57
2.3.2	Προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα.....	58
2.3.3	Μονάδα απονιτροποίησης – αερισμού .....	59
2.3.3.1	Νιτροποίηση .....	60
2.3.3.2	Οξειδωση οργανικών ενώσεων άνθρακα .....	62
2.3.3.3	Απονιτροποίηση .....	63
2.3.3.4	Παραγωγή λάσπης.....	68
2.3.3.5	Ηλικία και περίσσεια λάσπης .....	70
2.3.3.6	Υπολογισμοί – Έλεγχος τιμών .....	71
2.3.4	Αερισμός μικτού υγρού.....	79

2.3.5	Ανακυκλοφορία μικτού υγρού .....	84
2.3.6	Απομάκρυνση φωσφόρου .....	85
2.4	Δευτεροβάθμια Καθίζηση.....	88
2.5	Α/Σ Ανακυκλοφορίας και Απορριψησ Περίσσειας Ιλύος.....	89
2.5.1	Ανακυκλοφορία ιλύος .....	89
2.5.2	Απόρριψη περίσσειας ιλύος .....	91
2.6	Μοναδα Διήθησης .....	92
2.7	Μοναδα Αντιστροφης Οσμωσης (R.O.) .....	93
2.8	Αποθηκευση – Διαθεση Επεξεργασμενων .....	108
2.8.1	Απολύμανση .....	108
2.8.2	Δεξαμενή καθαρών – διάθεσης.....	110
2.9	Επεξεργασία Λάσπης.....	111
2.9.1	Δεξαμενή πάχυνσης.....	111
2.9.2	Απαγωγή παχυμένης ιλύος .....	112
2.10	Ισοζυγία Μαζας .....	113
2.10.1	Ισοζύγιο μάζας συνολικής διεργασίας.....	113
2.10.2	Ισοζύγιο μάζας μονάδας αντίστροφης όσμωσης .....	115
2.11	Βιβλιογραφικες Αναφορες .....	116
3.	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ .....	117
3.1	Γενικά – Δεδομένα Σχεδιασμού .....	117
3.1.1	Γενικά .....	117
3.1.1.1	Παραδοχές.....	118
3.1.1.2	Προσδιορισμός υδραυλικών φορτίων.....	118
3.1.1.3	Τύποι σωλήνων κατά τμήμα έργου.....	118
3.1.2	Υδραυλικοί υπολογισμοί σε αγωγούς με φυσική ροή. ....	119
3.1.2.1	Θεωρητικά στοιχεία υδραυλικών υπολογισμών για φυσική ροή. ....	119
3.1.2.2	Υπολογισμοί.....	124

3.1.3	Υδραυλικοί υπολογισμοί καταθλιπτικών αγωγών - αντλιοστασίων. ....	129
4.	ΕΡΓΑ ΠΜ.....	140
4.1	Εισαγωγή.....	140
4.1.1	Έργα από σκυρόδεμα .....	141
4.1.2	Χαλύβδινες κατασκευές .....	143
4.1.3	Σωληνώσεις.....	144
4.2	Απαιτήσεις Εργων ΠΜ.....	145
4.2.1	Συλλογή βροχοστραγγισμάτων – Α/Σ εξισορρόπησης .....	145
4.2.2	Παρεμβάσεις στην υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα.....	145
4.2.3	Μονάδα διήθησης.....	146
4.2.4	Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (RO) .....	146
4.2.5	Αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων.....	148
5.	ΕΡΓΑ Η/Μ.....	149
5.1	Εισαγωγή.....	149
5.1.1	Συνοπτική περιγραφή .....	149
5.1.2	Κατάλογος Η/Μ Εξοπλισμού .....	153
5.2	Απαιτήσεις Εργων – Προδιαγραφές νεου ΗΜ Εξοπλισμού.....	156
5.2.1	Συλλογή βροχοστραγγισμάτων – Εξισορρόπηση ροής.....	156
5.2.1.1	Αντλίες εξισορρόπησης.....	156
5.2.2	Βιολογικός αντιδραστήρας.....	160
5.2.2.1	Δοσομέτρηση θρεπτικών – εξωτερικής πηγής άνθρακα .....	160
5.2.2.2	Υποβρύχιος αναμίκτης δεξαμενής προ-απονιτροποίησης.....	161
5.2.2.3	Δίκτυο υποβρύχιας διάχυσης οξικής ζώνης.....	162
5.2.2.4	Φυσητήρες αερισμού .....	163
5.2.2.5	Αντλίες ανακυκλοφορίας μικτού υγρού .....	164
5.2.2.6	Υποβρύχιος αναμίκτης δεξαμενής μετα-απονιτροποίησης.....	164
5.2.2.7	Αντλίες ανακυκλοφορίας και απόρριψης περίσσειας ιλύος .....	165

5.2.3	Μονάδα Διήθησης .....	166
5.2.3.1	Αντλίες τροφοδοσίας .....	166
5.2.3.2	Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο τυμπάνου .....	167
5.2.4	Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.) .....	169
5.2.5	Αποθήκευση – Διάθεση επεξεργασμένων & συμπυκνώματος .....	171
5.2.5.1	Δοσομέτρηση απολυμανικού μέσου .....	171
5.2.5.2	Διάθεση επεξεργασμένων .....	172
5.2.5.3	Διάθεση συμπυκνώματος μονάδας RO .....	172
5.2.6	Έργα επεξεργασίας λάσπης .....	173
5.2.7	Δίκτυα σωληνώσεων .....	173
5.2.7.1	Σωληνώσεις .....	173
5.2.7.2	Δικλείδες - Εξαρτήματα .....	174
6.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	179
6.1	Εισαγωγή .....	179
6.2	Γενικός Αρχικός Σχεδιασμού .....	179
6.2.1	Γενικές αρχές σχεδιασμού ελέγχου αντλητικών συγκροτημάτων .....	181
6.2.2	Γενικές αρχές σχεδιασμού διακοπών συναγερμού – ασφαλείας .....	183
6.2.3	Γενικές αρχές σχεδιασμού διακοπών συναγερμού – ασφαλείας .....	183
6.3	Παραμετροποίηση .....	183
6.4	Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου .....	192
6.4.1	Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLCs) .....	192
6.4.2	Επικοινωνιακός εξοπλισμός .....	196
6.4.3	Συσκευές επικοινωνίας από απόσταση .....	198
6.4.4	Κεντρικός Η/Υ – Θέσεις εργασίας – Περιφερειακά .....	199
6.4.5	Μονάδες ελέγχου ΕΕΣ .....	199
6.5	Όργανα Μετρησης – αισθητήρια .....	209
6.5.1	Μετρητές στάθμης υπερήχων .....	213

6.5.2	Μετρητές διαλυμένου οξυγόνου .....	213
6.5.3	Μετρητές στερεών και θολότητας.....	214
6.5.4	Μετρητές παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου.....	215
6.5.5	Μετρητές pH .....	216
6.5.6	Μετρητές ORP .....	216
6.5.7	Διακόπτες στάθμης δοχείων .....	217
6.5.8	Πλωτεροδιακόπτες .....	217
7.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....	219
7.1	Δομή Συστηματος διανομής ενέργειας .....	219
7.2	Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις .....	219
7.2.1	Κανονισμοί και Πρότυπα .....	219
7.2.2	Δεδομένα Μελέτης .....	220
7.2.3	Επιθεώρηση και Δοκιμές .....	220
7.2.4	Κινητήρες.....	221
7.2.5	Καλώδια και υλικά όδευσης .....	222
7.2.6	Γειώσεις .....	236
7.3	Λίστα Καταναλωτών – Απαιτήσεις H/Z.....	238
8.	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΕΣ.....	246
8.1	Εισαγωγή.....	246
8.2	Συντήρηση H/M Εξοπλισμού .....	250
8.2.1	Υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα.....	250
8.2.2	Αντλητικά συγκροτήματα σε ξηρά φρεάτια .....	256
8.2.3	Αντλίες προοδευτικής κοιλότητας .....	258
8.2.4	Δοσομετρικές αντλίες .....	260
8.2.5	Υποβρύχιοι αναμίκτες .....	261
8.2.6	Λοβοειδείς φυσητήρες .....	262
8.2.7	Διαχυτές.....	266



8.2.8	Ηλεκτροκινητήρες .....	268
8.2.9	Υποσταθμός Μέσης Τάσης .....	270
8.2.10	Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος .....	275
8.2.11	Βασικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός.....	276
8.3	Λειτουργικά Προβλήματα – Αντιμετώπιση .....	278
8.3.1	Ποιοτικά Χαρακτηριστικά υγρών προς επεξεργασία.....	278
8.3.2	Παροχές υγρών προς επεξεργασία .....	281
8.3.3	Αερισμός υγρών.....	284
8.3.4	Έλεγχος στερεών .....	287
8.3.5	Λειτουργία καθίζησης .....	290
8.3.6	Ανάπτυξη μικροοργανισμών – νηματοειδή βακτήρια .....	291
8.4	Εργαστηριακές Μετρήσεις και Έλεγχοι .....	294
8.4.1	Ορισμοί.....	294
8.4.2	Οδηγίες δειγματοληψίας .....	297
8.5	Μετρα Ασφαλείας κατά τη Λειτουργία .....	298
8.5.1	Φυσικοί κίνδυνοι .....	299
8.5.2	Χημικοί κίνδυνοι.....	302
8.5.3	Βιολογικοί κίνδυνοι.....	307
8.5.4	Κίνδυνοι σχετικά με το θόρυβο.....	311
8.5.5	Κίνδυνοι σχετικά με τον Η/Μ εξοπλισμό .....	312
8.5.6	Κίνδυνοι εσωτερικών χώρων .....	313
8.6	Βιβλιογραφικές Αναφορές .....	314
9.	ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΕΣ .....	316
9.1	Κόστος Ηλεκτρικής ενέργειας .....	316
9.2	Κόστος Χημικών.....	324
9.3	Κόστος Συντήρησης – Ανταλλακτικών – Αναλωσιμών.....	324
9.4	Κόστος Προσωπικού.....	325

9.5	Εκτίμηση Συνολικού Κόστους .....	325
9.6	Συμπεράσματα .....	326
10.	ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	328
10.1	Εργα Π/Μ.....	328
10.2	Δίκτυα Σωληνώσεων .....	329
10.3	ΗΜ Εξοπλισμός .....	330
11.	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ .....	332
	ΣΧΕΔΙΑ – ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ .....	345

---

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

---

Πίνακας 1: Φορτία (αρχικού) σχεδιασμού στραγγισμάτων εισόδου στην ΕΕΣ ΧΥΤΑ Έδεσσας13

Πίνακας 2: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Έδεσσας (αρχικός σχεδιασμός)13

26

27

29

30

31

32

Πίνακας 9: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Έδεσσας32

Πίνακας 10: Μέσες αποδόσεις (%) αφαίρεσης ρύπων στραγγισμάτων από μεμβράνες RO 42

## 1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑΓΚΑΙΩΝ ΝΕΩΝ ΕΡΓΩΝ

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα Μελέτη αφορά στην αξιολόγηση των υφιστάμενων έργων διαχείρισης των στραγγιδίων του Χ.Υ.Τ.Α. Έδεσσας στο Νομό Πέλλας και τον προσδιορισμό των αναγκαίων νέων έργων έτσι, ώστε η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγιδίων (ΕΕΣ) να λειτουργήσει αποδοτικά σε βαθμό που να ικανοποιεί τις προδιαγραφές περί διάθεσης των επεξεργασμένων στον τελικό αποδέκτη.

Ως βασική αρχή σχεδιασμού για την αναβάθμιση της υφιστάμενης ΕΕΣ είναι η ενσωμάτωση στα νέα έργα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων, υποδομών και ΗΜ εξοπλισμού που δύνανται να λειτουργήσουν αποτελεσματικά κατόπιν επισκευών ή/και τροποποιήσεων έτσι, ώστε αφενός να μειωθεί κατά το δυνατόν το κόστος (ανα)κατασκευής της ΕΕΣ και αφετέρου να εξασφαλιστεί μια ορθολογική λειτουργική κατάσταση

Για τη σύνταξη της Μελέτης ελήφθησαν υπόψη :

**α)** η με Α.Π. οικ 206604/30-12-2011 Απόφαση (ΑΔΑ: ΒΟΝΤ0-8Κ7) της ΕΥΠΕ –Τμήμα Β΄ της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος του Υ.Π.Ε.Κ.Α. για την Ανανέωση, Τροποποίηση και κωδικοποίηση των περιβαλλοντικών όρων που έχουν επιβληθεί με την ΚΥΑ 105376/27-8-2001 για το έργο : «Εγκατάσταση Ανάκτησης Υλικών και Κατασκευή Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) στη θέση “Άσπρο Κεφάλι” (Υφιστάμενος ΧΔΑ Έδεσσας) και αποκατάσταση του υφιστάμενου ΧΔΑ» του Ν. Πέλλας»,

**β)** η με Α.Π. 9485/09/10-3-2010 Απόφαση Νομάρχη Πέλλας με θέμα : «Άδεια διάθεσης απορριμμάτων και λειτουργίας Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) της 2<sup>ης</sup> Δ.Ε. Πέλλας στη θέση “Άσπρο Κεφάλι” (Υφιστάμενος ΧΔΑ Έδεσσας) και αποκατάσταση του υφιστάμενου ΧΔΑ» του Ν. Πέλλας»,

**γ)** το με Α.Π. 48842/4530/3-12-2015 έγγραφο του Τμήματος Διαχείρισης Αστικών, Βιομηχανικών και συναφών Αποβλήτων της Δ/νσης Προστασίας Βιοποικιλότητας, Εδάφους και Διαχείρισης Αποβλήτων της Γενικής Δ/νσης Περιβαλλοντικής Πολιτικής του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας με θέμα : «Ζητήματα λειτουργίας και περιβαλλοντικής αδειοδότησης ΧΥΤΑ 2<sup>ης</sup> Δ.Ε. Π.Ε. Πέλλας στη θέση “Άσπρο Κεφάλι”. Τροποποίηση ΑΕΠΟ, Ανανέωση άδειας λειτουργίας»,

- δ)** η με αρ. Οικ. 3610/84 (ΦΕΚ 912Β/31-12-84) Απόφαση Νομάρχη Πέλλας «Όροι διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων» στο Ν. Πέλλας,
- ε)** η Μελέτη Εφαρμογής του έργου «Χ.Υ.Τ.Α 2<sup>ης</sup> ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ Ν. ΠΕΛΛΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ "ΑΣΠΡΟ ΚΕΦΑΛΙ" (ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΧΔΑ ΕΔΕΣΣΑΣ) ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΔΑ» για την κατασκευή της υφιστάμενης ΕΕΣ,
- στ)** οι επισκέψεις / αυτοψίες επί τόπου του έργου και η ανταλλαγή απόψεων με στελέχη του Περιφερειακού Συνδέσμου Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) Κεντρικής Μακεδονίας με βάση την μέχρι σήμερα λειτουργία του έργου,
- ζ)** η συλλογή και επεξεργασία διαθέσιμων στοιχείων π.χ. τα αποτελέσματα εργαστηριακών αναλύσεων σε δείγματα εισόδου, ενδιάμεσων σταδίων και εξόδου της ΕΕΣ και τις παρεμβάσεις που κατά καιρούς πραγματοποιήθηκαν,
- η)** οι συναντήσεις με ειδικούς επιστήμονες για την αντιμετώπιση βασικών προβλημάτων της ΕΕΣ έτσι, ώστε να βρεθούν στοχευμένες και αξιόπιστες τεχνικές λύσεις και,
- θ)** οι κανόνες της επιστήμης και της τέχνης, η διεθνής εμπειρία και πρακτική για τη βέλτιστη κατασκευή και λειτουργία παρομοίων συστημάτων και εγκαταστάσεων.

Μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία, τα επεξεργασμένα στραγγίσματα θα διατίθενται σε παρακείμενο **ρέμα βόρεια του ΧΥΤΑ** που καταλήγει, μέσω λοιπών ρεμάτων, στην περιφερειακή Τάφρο Ν66 σε θέση πλησίον και ανατολικά του οικισμού Μαυροβούνι. Ως εναλλακτική λύση, στην περίπτωση αδυναμίας διάθεσης των επεξεργασμένων στον αποδέκτη προτείνεται η μεταφορά αυτών με βυτία σε αδειοδοτημένες ΕΕΛ.

Μικρή ποσότητα των επεξεργασμένων δύναται να διατίθεται για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι).

Τα παραπροϊόντα της εγκατάστασης μαζί με την παχυμένη περίσσεια λάσπη θα οδηγούνται για ταφή στο ΧΥΤΑ, δεδομένου ότι αποτελούν εσωτερικά απόβλητα του ΧΥΤΑ.

## 1.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΕΣ

### 1.2.1 Γενικά στοιχεία εγκατάστασης

Λαμβάνοντας υπόψη την Μελέτη Εφαρμογής του έργου, η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων της 2<sup>ης</sup> Διαχειριστικής Ενότητας Ν. Πέλλας (Έδεσσας) σχεδιάστηκε για μέγιστη ημερήσια παροχή στραγγισμάτων της τάξης των 56,4m<sup>3</sup>/d.

Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων επιλέχθηκε η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) με παρατεταμένο αερισμό (extended aeration) εντός βιολογικού αντιδραστήρα πλήρους μίξης με ταυτόχρονη βιολογική απομάκρυνση αζώτου (νιτροποίηση - απονιτροποίηση) και καθίζηση. Η εκροή υφίσταται τριτοβάθμια επεξεργασία σε τεχνητό υδροβιότοπο.

Συνολικά, η ΕΕΣ περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Φρεάτιο εισόδου / εκτροπής
- Δεξαμενή εξισορρόπησης – αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων
- Μονάδα κροκίδωσης
- Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης
- Διάταξη δοσομέτρησης θρεπτικών
- Δεξαμενή αερισμού
- Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης
- Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας / περίσσειας λάσπης
- Δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης – αντλιοστάσιο τροφοδοσίας τεχνητού υδροβιότοπου
- Τεχνητός υδροβιότοπος αποτελούμενος από δύο (2) λεκάνες
- Διάταξη απολύμανσης
- Δεξαμενή αποθήκευσης και αντλιοστάσια διάθεσης επεξεργασμένων στραγγισμάτων
- Δεξαμενή πάχυνσης / προσωρινής αποθήκευσης ιλύος και αντλιοστάσιο διάθεσης ιλύος



Επιπλέον των ανωτέρω κατασκευάστηκε Κτίριο Εξυπηρέτησης για τη στέγαση του μηχανολογικού εξοπλισμού (δοσομετρικές αντλίες και δοχεία χημικών, φυσητήρες, ηλεκτρικοί πίνακες κλπ), καθώς και οικίσκος πλησίον της δεξαμενής αποθήκευσης επεξεργασμένων στραγγιδίων.

## 1.2.2 Παράμετροι διαστασιολόγησης

### 1.2.2.1 Φορτία εισόδου

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα της Μελέτης Εφαρμογής του έργου, τα ρυπαντικά και υδραυλικά φορτία σχεδιασμού της ΕΕΣ ελήφθησαν ως κάτωθι :

**Πίνακας 1: Φορτία (αρχικού) σχεδιασμού στραγγισμάτων εισόδου στην ΕΕΣ ΧΥΤΑ Έδεσσας**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Παροχή σχεδιασμού	56,4 m <sup>3</sup> /d
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD <sub>5</sub> )	12.480 mg/l
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	19.310 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (SS)	1.200 mg/l
Ολικό άζωτο (TN)	1.250 mg/l
Ολικός φώσφορος (TP)	6 mg/l

### 1.2.2.2 Απαιτήσεις εκροής – Διάθεση επεξεργασμένων

Σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό, η εκροή στην έξοδο της ΕΕΣ πρέπει να τηρεί τα κάτωθι ποιοτικά όρια :

**Πίνακας 2: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Έδεσσας (αρχικός σχεδιασμός)**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	ΤΙΜΗ
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, BOD <sub>5</sub>	mg/l	≤ 25
Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, COD	mg/l	≤ 125
Αιωρούμενα στερεά, SS	mg/l	≤ 35
Διαλυμένο οξυγόνο, DO	mg/l	> 5
Ολικό άζωτο (TN)	mg/l	≤ 15
Ολικός φώσφορος (TP)	mg/l	≤ 2
Κολοβακτηριοειδή ολικά	TC/100ml	≤ 50

Σύμφωνα με την ΑΕΠΟ του έργου που εκδόθηκε από την ΕΥΠΕ με Α.Π. 206604/30-12-2011 (προς τροποποίηση) προβλέπεται:

*«Προκειμένου να γίνει επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για περιορισμένη ή απεριόριστη άρδευση επιλεγμένων καλλιεργειών ή άλλων εκτάσεων, ... θα πρέπει να τηρούνται τα όρια που τίθενται στα Παραρτήματα του άρθρου 16 της ΚΥΑ 145116/2011.»* και

*«Παράλληλα, μπορεί να διενεργείται ανακυκλοφορία στη μάζα των απορριμμάτων και μετά την προεπεξεργασία τους. Η ανακυκλοφορία δεν θα αποτελεί την κύρια μέθοδο διάθεσης των στραγγισμάτων».*

Καθώς μέχρι σήμερα δεν έχουν εξασφαλισθεί οι απαραίτητες άδειες, ούτε η ποιότητα εκροής είναι κατάλληλη για άρδευση, η τακτική που ακολουθείται με τα επεξεργασμένα στραγγίσματα είναι η συνεχής ανακυκλοφορία στο σώμα των απορριμμάτων.

### **1.2.3 Περιγραφή επιμέρους τμημάτων ΕΕΣ**

#### **1.2.3.1 Φρεάτιο εισόδου**

Τα στραγγίσματα του ΧΥΤΑ και του ΧΔΑ μέσω του δικτύου συλλογής καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης. Το φρεάτιο είναι διαστάσεων 3,0m x 1,3m και από αυτό, μέσω ηλεκτροκίνητου ρυθμιζόμενου υπερχειλιστή προβλέπεται να τροφοδοτείται το πρώτο διαμέρισμα της μονάδας κροκίδωσης.



Ανάντη του υπερχειλιστή προβλέφθηκε η εγκατάσταση μετρητή παροχής του οίκου E+H, τύπου υπερήχων. Για τη δημιουργία των επιθυμητών συνθηκών ροής και τη σωστή λειτουργία του μετρητή διαμορφώθηκε στο φρεάτιο ειδική διάταξη από ανοξείδωτο χάλυβα.

Εναλλακτικά και μέσω ανύψωσης του υπερχειλιστή και χειρισμού θυροφράγματος είναι δυνατή η διοχέτευση των στραγγιδίων στο φρεάτιο παράκαμψης της εγκατάστασης και η εν συνεχεία τροφοδοσία της δεξαμενής αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων



### **1.2.3.2 Δεξαμενή εξισορρόπησης – αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων**

Όταν η παροχή εισόδου στο σύστημα υπερβαίνει τη παροχή σχεδιασμού, αυτή οδηγείται στη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ρύθμισης και οδήγησης του υπερχειλιστή εισόδου στην μονάδα κροκίδωσης από το σύστημα αυτοματισμού.

Έχει κατασκευαστεί δεξαμενή ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 30,0 x 10,0 x 5,0m (Μ x Π x Υ<sub>ωφ</sub>) ωφέλιμου όγκου της τάξης των 1.500m<sup>3</sup> στην οποία προβλέφθηκε η εγκατάσταση δύο (2) υποβρύχιων αντλιών (1+1R) παροχής 17m<sup>3</sup>/hr και εγκατεστημένης ισχύος 1,3kW έκαστη, για την άντληση των αποθηκευμένων στραγγιδίων προς το φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής αερισμού σε περιόδους μειωμένης παροχής εισόδου.



### **1.2.3.3 Μονάδα κροκίδωσης**

Η μονάδα κροκίδωσης περιλαμβάνει φρεάτιο ταχείας ανάμιξης διαστάσεων κάτοψης 1,0 x 1,5m. Το φρεάτιο διαστασιολογήθηκε έτσι, ώστε να παρέχει χρόνο παραμονής πλέον των 10min και σε αυτό να γίνεται δοσομέτρηση χημικών (διάλυμα θειικού αργιλίου) για την κροκίδωση των στραγγιδίων σε συνθήκες άμεσης ανάμιξης.



Για την ταχεία μίξη των στραγγιδίων με τα χημικά, το φρεάτιο είναι εφοδιασμένο με κάθετο αναδευτήρα από ανοξείδωτο χάλυβα, εγκ. ισχύος 0,37kW, που εδράζεται σε δοκούς επίσης από ανοξείδωτο χάλυβα στα τοιχεία της δεξαμενής.

Στη συνέχεια τα στραγγίδια προβλέπεται να οδηγούνται στο θάλαμο κροκίδωσης ο οποίος είναι διαστάσεων κάτοψης 0,80 x 1,5m. Το φρεάτιο είναι διαστασιολογημένο για χρόνο παραμονής σε αυτό πλέον των 30min που απαιτείται για την συσσωμάτωση των κροκίδων. Στο φρεάτιο προβλέπεται να γίνεται προσθήκη διαλύματος πολυηλεκτρολύτη με σκοπό την υποβοήθηση της διεργασίας συσσωμάτωσης.

Η δεξαμενή συσσωμάτωσης είναι εφοδιασμένη με αργόστροφο αναδευτήρα τύπου πτερυγίων για την υποβοήθηση της διαδικασίας συσσωμάτωσης. Ο αναδευτήρας είναι



κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα, εγκ. ισχύος 0,37kW, που εδράζεται σε δοκούς επίσης από ανοξείδωτο χάλυβα στα τοιχεία της δεξαμενής.

Η δοσομέτρηση των χημικών προβλέπεται να γίνεται μέσω δοσομετρικών αντλιών εγκατεστημένων στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ. Για κάθε δοσομετρούμενο χημικό προβλέφθηκε μιας (1) αντλία του οίκου PCM, τύπος LG2P 20T, παροχής 20 lt/hr.

Για την παρασκευή και δοσομέτρηση των απαιτούμενων χημικών (διάλυμα θειικού αργιλίου και πολυηλεκτρολύτη) προβλέφθηκε να εγκατασταθούν εντός του κτιρίου στέγασης του εξοπλισμού δύο (2) συστήματα παρασκευής / αποθήκευσης διαλύματος. Τα συστήματα, τύπου διαλλειπτόμενου έργου, περιλαμβάνουν χοάνη προσθήκης και διαβροχής της προς διάλυση σκόνης και δοχείο από PP ωφέλιμου όγκου 920lt, εφοδιασμένο με αναδευτήρα ισχύος 0,37kW.



#### **1.2.3.4 Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης**

Τα στραγγίδια μετά τη μονάδα κροκίδωσης προβλέπεται να οδηγούνται στην μονάδα πρωτοβάθμιας καθίζησης, ορθογωνικής κάτοψης κωνικού τύπου από οπλισμένο σκυρόδεμα, κάτοψης 3,0 x 3,0m και βάθους υγρών 4,2m.



Στη δεξαμενή και σε συνθήκες ηρεμίας αναμένεται να λαμβάνει χώρα η καθίζηση των κροκίδων και η απομάκρυνση σημαντικού μέρους του οργανικού φορτίου των στραγγιδίων. Η εκροή των πρωτοβάθμιων εκροών γίνεται μέσω υπερχειλιστή πλάτους 3,0m προς το κανάλι εκροής το οποίο έχει διαμορφωθεί στην πλευρά εξόδου της δεξαμενής. Το

κανάλι είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και καταλήγει σε αγωγό HDPE Φ140 ο οποίος καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής αερισμού.

Η ιλύς που καθιζάνει στο κώνο της δεξαμενής συγκέντρωσης 1,5-3% περίπου αντλείται προς τη μονάδα πάχυνσης της. Για την άντληση της ιλύος που καθιζάνει στο κώνο της δεξαμενής προβλέφθηκε η εγκατάσταση μίας (1) υποβρύχιας αντλίας του οίκου FLYGT, τύπος CP3085, παροχής 10 m<sup>3</sup>/hr και εγκατεστημένης ισχύος 0,9kW.

Τέλος, κατά το σχεδιασμό προβλέφθηκε η παράκαμψη της μονάδας κροκίδωσης – πρωτοβάθμιας καθίζησης και η απευθείας διοχέτευση των στραγγιδίων στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής αερισμού μέσω αγωγού HDPE Φ160, μέσω ανύψωσης του υπερχειλιστή εισόδου στο φρεάτιο ταχείας ανάμιξης και κατάλληλο χειρισμό θυροφραγμάτων στο φρεάτιο παράκαμψης.

#### **1.2.3.5 Δοσομέτρηση θρεπτικών**

Για την εξασφάλιση τροφικής επάρκειας στο σύστημα, προβλέφθηκε η δοσομέτρηση θρεπτικών μέσω δύο (2) δοσομετρικών αντλιών (1+1R) ρυθμιζόμενης παροχής έως 50 lt/hr του οίκου PCM, εγκατεστημένων στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ.

Οι αντλίες, οι οποίες προβλέπεται να δοσομετρούν στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής αερισμού, αναρροφούν το διάλυμα από δοχείο παρασκευής / αποθήκευσης, τύπου διαλλειπτόμενου έργου που περιλαμβάνει χοάνη προσθήκης και διαβροχής της προς διάλυση σκόνης και δοχείο από PP ωφέλιμου όγκου 920lt, εφοδιασμένο με αναδευτήρα ισχύος 0,37kW.

#### **1.2.3.6 Δεξαμενή αερισμού**

Η δεξαμενή αερισμού είναι ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 24,0 x 10,0 x 3,75m (Μ x Π x Υ<sub>ωφ</sub>) ωφέλιμου όγκου 900m<sup>3</sup>, εξοπλισμένη με υποβρύχιο αναδευτήρα και διαχυτές.



Για τον αερισμό των στραγγιδίων έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ δύο (2) φυσητήρες (1+1R) τύπου περιστρεφόμενων λοβών του οίκου ROBUSCHI μοντέλο L85/3P, εγκατεστημένης ισχύος 30kW και παροχής αέρα της τάξης των 1200Nm<sup>3</sup>/hr σε 450mbar έκαστος. Η ρύθμιση της λειτουργίας τους προβλέπεται να γίνεται μέσω inverter και βάση της μέτρησης της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου στην δεξαμενή αερισμού.



Για τη  
οξυγόνο  
πυθμένα της

πρόσδοση του απαιτούμενου  
προβλέφθηκε ολική διάστρωση του  
δεξαμενής με διαχυτές λεπτής

φυσσαλλίδας του οίκου Wilfley-Weber, τύπου DPR-10-21 (DURA DISC 10"). Εγκαταστάθηκαν συνολικά 336 διαχυτές, σε τέσσερις (4) συστοιχίες των 84 διαχυτών έκαστη. Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς του αέρα είναι 168,3 x 3mm και τροφοδοτεί τέσσερις κλάδους 114x3mm για την παροχέτευση του αέρα σε κάθε διαμέρισμα αερισμού. Στο πυθμένα κάθε διαμερίσματος διαμορφώθηκαν τέσσερις (4) συστοιχίες διαχυτών επί αγωγών από PE Φ90 10 atm. Τα τμήματα των αγωγών αέρα που είναι εντός των λυμάτων είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Τέλος στη δεξαμενή εγκαταστάθηκε υποβρύχιος αναδευτήρας οριζοντίου άξονα του οίκου FLYGT, τύπος SR4650, εγκατεστημένης ισχύος 6,7kW αφενός για τη διατήρηση της βιομάζας σε αιώρηση σε περιόδους παύσης των φυσητήρων και αφετέρου για τη διαμόρφωση ανοξικών συνθηκών στον αντιδραστήρα έτσι, ώστε να λαμβάνει χώρα η διεργασία της απονιτροποίησης.

#### **1.2.3.7 Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης**

Η εκροή της δεξαμενής αερισμού και μέσω αγωγού HDPE, PN6 διαμέτρου Φ160 προβλέφθηκε να οδηγείται κεντρικά στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης. Η δεξαμενή είναι ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα, κάτοψης 3,0 x 3,0m με ωφέλιμο βάθος υγρών 3,75 m. Η δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με τύμπανο ηρεμίας, τριγωνικό υπερχειλιστή και διάφραγμα επιπλεόντων από ανοξείδωτο χάλυβα.

Η εκροή των επεξεργασμένων στραγγιδίων γίνεται υπεράνω τριγωνικού υπερχειλιστή από ανοξείδωτο χάλυβα προς κανάλι συλλογής/ εκροής και τέλος στη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του υγροβιότοπου.

#### **1.2.3.8 Α/Σ ανακυκλοφορίας – απομάκρυνσης περίσσειας λάσπης**

Για την ανακυκλοφορία της καθιζάνουσας ιλύος από τον κώνο της δεξαμενής καθίζησης στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής αερισμού προβλέφθηκε μια (1) υποβρύχια αντλία του οίκου

FLYGT μοντέλο CP3085 LT, εγκατεστημένης ισχύος 0,9kW, παροχής 10m<sup>3</sup>/hr. Μια (1) όμοια αντλία προβλέφθηκε για την απόρριψη της περίσσειας ιλύος στη δεξαμενή πάχυνσης/ προσωρινής αποθήκευσης ιλύος, ενώ μια τρίτη όμοια αντλία παραδόθηκε ως εφεδρική στην αποθήκη.

#### **1.2.3.9 Προσωρινή αποθήκευση επεξεργασμένων – Α/Σ τροφοδοσίας υδροβιότοπου**

Τα στραγγίδια από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης προβλέπεται να εκρέουν σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας των κατάντη έργων.

Η δεξαμενή είναι διαστάσεων 3,0 x 3,0 x 2,7m (H<sub>ωφ</sub>) και ωφέλιμου όγκου 24,3m<sup>3</sup> και είναι εφοδιασμένη με δύο (2) υποβρύχιες αντλίες (1+1R) του οίκου FLYGT, μοντέλο CP3127 SH, παροχής 20m<sup>3</sup>/hr στα 28ΜΥΣ, εγκατεστημένης ισχύος 7,4 kW για την άντληση των υγρών προς το φρεάτιο τροφοδοσίας των λεκανών του υδροβιότοπου.



#### **1.2.3.10 Τεχνητός υδροβιότοπος**

Τα βιολογικώς επεξεργασμένα στραγγίσματα, μέσω καταθλιπτικού αγωγού (HDPE Φ90 6atm) φθάνουν στον υδροβιότοπο και ειδικότερα στον μεριστή παροχής προς τις δύο (2) λεκάνες. Ο μεριστής είναι εφοδιασμένος με θυροφράγματα έτσι, ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση των λεκανών.

Με βάση τον αρχικό σχεδιασμό, κατασκευάστηκαν δύο (2) λεκάνες, επιφανείας 1.450m<sup>2</sup> περίπου έκαστη. Η ροή προβλέφθηκε να διανέμεται στην είσοδο με διάτρητο αγωγό Φ125 (από HDPE), με οπές 4mm, ανά 50 - 70cm σε χαλίκια 5 - 10cm και μέσω αυτών στο κυρίως υπόστρωμα του υδροβιότοπου.



Για το κυρίως υπόστρωμα επιλέχθηκε χαλίκι μεγέθους 4 mm περίπου, ύψους 80cm περίπου. Η στάθμη του νερού προβλέφθηκε να είναι ρυθμιζόμενη σε ύψος 0,3 -



0,75m από τον πυθμένα, ενώ οι υπολογισμοί επάρκειας της μονάδας έγιναν με  $h = 0,65m$ . Ο πυθμένας μονώθηκε με τρόπο παρόμοιο του πυθμένα του ΧΥΤΑ.

Μέσα στο υπόστρωμα από χαλίκια και σε βάθος ριζώματος μέχρι 30 cm επιλέχθηκε να φυτευθούν *Fragmites australis* ή/και *Typha latifolia* (καλάμους ή ψαθιά αντίστοιχα).

Στην έξοδο κάθε λεκάνης προβλέφθηκε ειδικό φρεάτιο ρύθμισης της στάθμης υγρού στον υδροβιότοπο με περιστρεφόμενη καμπύλη από αγωγό HDPE.

#### **1.2.3.11 Διάταξη απολύμανσης**

Τα στραγγίδια από τον υδροβιότοπο οδηγούνται σε δεξαμενή χλωρίωσης όπου προβλέπεται να γίνεται προσθήκη διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου για την απολύμανση τους.



Η δοσομέτρηση του διαλύματος προβλέπεται να γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών (2) αντλιών (1+1R), του οίκου PCM, παροχής 11 lt/hr έκαστη, οι οποίες είναι εγκατεστημένες σε ιδιαίτερο χώρο οικίσκου που κατασκευάστηκε πλησίον της μονάδας.

Στον ίδιο χώρο εγκαταστάθηκε και το δοχείο αποθήκευσης του διαλύματος χωρητικότητας 500L.

#### **1.2.3.12 Δεξαμενή καθαρών – Α/Σ διάθεσης επεξεργασμένων**

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα μετά την απολύμανση υπερχειλίζουν προς δεξαμενή αποθήκευσης εκροής, ομότοιχη με τη δεξαμενή χλωρίωσης. Η δεξαμενή είναι διαστάσεων 12,0 x 6,0 x 3,0m ( $H_{\omega\phi}$ ) και ωφέλιμου όγκου 216m<sup>3</sup>.

Για τη διάθεση των επεξεργασμένων εγκαταστάθηκαν στη δεξαμενή τέσσερις (4) αντλίες υποβρύχιου τύπου σε οριζόντια τοποθέτηση με μανδύα ψύξης. Οι δύο (2) αντλίες (1+1R), του οίκου LOWARA, είναι παροχής 24m<sup>3</sup>/hr στα 70ΜΥΣ και εγκατεστημένης ισχύος 7,5kW έτσι, ώστε



να χρησιμοποιούνται για την ανακυκλοφορία των στραγγιδίων στο ΧΥΤΑ. Οι λοιπές δύο (2) αντλίες (1+1R), επίσης του οίκου LOWARA, είναι παροχής 18m<sup>3</sup>/hr στα 61ΜΥΣ και εγκατεστημένης ισχύος 5,5kW έτσι, ώστε να χρησιμοποιούνται για άρδευση.

#### **1.2.3.13 Δεξαμενή πάχυνσης – Α/Σ διάθεσης ιλύος**

Η περίσσεια ιλύς που αντλείται από τη δεξαμενή καθίζησης και η πρωτοβάθμια ιλύ προβλέπεται να οδηγείται σε δεξαμενή πάχυνσης για την περαιτέρω συμπύκνωσή της προ της τελικής της διάθεσης.

Έχει κατασκευαστεί μια (1) δεξαμενή πάχυνσης από οπλισμένο σκυρόδεμα τετραγωνικής διατομής με διαστάσεις κάτοψης 3,4 x 3,0 m και συνολικό ενεργό όγκο της τάξης των 45m<sup>3</sup>. Για την απομάκρυνση της παχυμένης ιλύος εγκαταστάθηκε μια (1) υποβρύχια αντλία παροχής 10m<sup>3</sup>/hr με αγωγό σύνδεσης σε βυτιοφόρο, ωστόσο δεν υπάρχει πρόβλεψη για την απομάκρυνση των διαυγαζόντων προς επανεπεξεργασία π.χ. μέσω αγωγού ή καναλιών υπερχειλίσης.

#### **1.2.3.14 Κτίρια εξυπηρέτησης**

Για την εξυπηρέτηση της ΕΕΣ και τη στέγαση του εξοπλισμού κατασκευάστηκε κεραμοσκεπές κτίριο με φέρων οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες από οπτοπλινθοδομές, κάτοψης 10,0x5,0m και εμβαδού της τάξης των 50m<sup>2</sup>, στο οποίο διαμορφώθηκαν οι κάτωθι χώροι :



- Χώρος ηλεκτρικών πινάκων με ανεξάρτητη είσοδο για τη στέγαση του ηλεκτρικού πίνακα κίνησης της μονάδας διαστάσεων 2,70 x 5,0m
- Χώρος για τη στέγαση των χημικών διαστάσεων 3,0 x 5,0 m
- Χώρος για τη στέγαση των φυσητήρων διαστάσεων 3,5 x 5,0 m

Πλησίον της δεξαμενής απολύμανσης κατασκευάστηκε οικίσκος διαστάσεων κάτοψης 2,5 m x 2,5 m για τη στέγαση του εξοπλισμού απολύμανσης .

#### **1.2.3.15 Σύστημα αυτοματισμών**

Στην υφιστάμενη εγκατάσταση η παρακολούθηση γίνεται με SCADA και μιμικά διαγράμματα μέσω υπολογιστή εγκατεστημένου σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης έτσι, ώστε να ελέγχεται η λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων, των φυσητήρων αερισμού, το

διαλυμένο οξυγόνο, η παροχή, η στάθμη των δεξαμενών κλπ λειτουργικές παράμετροι της εγκατάστασης.

### **1.3 ΕΡΓΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ / ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΕΕΣ**

#### ***1.3.1 Λειτουργικά και Κατασκευαστικά προβλήματα Υφιστάμενης ΕΕΣ***

Λαμβάνοντας υπόψη

- την υφιστάμενη κατάσταση ως αυτή διαπιστώθηκε με επισκέψεις / αυτοψίες στο χώρο,
- τη συλλογή και επεξεργασία διαθέσιμων στοιχείων π.χ. τα αποτελέσματα εργαστηριακών αναλύσεων σε δείγματα εισόδου, ενδιάμεσων σταδίων και εξόδου της ΕΕΣ και τις παρεμβάσεις που κατά καιρούς πραγματοποιήθηκαν,
- την ανταλλαγή απόψεων με στελέχη του Περιφερειακού Συνδέσμου Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) Κεντρικής Μακεδονίας με βάση την μέχρι σήμερα λειτουργία του έργου και,
- συναντήσεις με ειδικούς επιστήμονες για την αντιμετώπιση βασικών προβλημάτων της ΕΕΣ έτσι, ώστε να βρεθούν στοχευμένες και αξιόπιστες τεχνικές λύσεις

επιχειρείται στη συνέχεια η καταγραφή λειτουργικών και κατασκευαστικών προβλημάτων της υφιστάμενης εγκατάστασης :

1. Η ΕΕΣ σχεδιάστηκε έτσι, ώστε να εξυπηρετεί φορτία που είτε δεν υφίστανται, είτε υπερτιμήθηκαν. Έτσι π.χ. εκτιμήθηκε υδραυλικό φορτίο της τάξης των 56,4m<sup>3</sup>/d αντί των περίπου 30m<sup>3</sup>/d που τελικώς επεξεργάζεται η εγκατάσταση, ενώ αντί οργανικού φορτίου εισόδου (σε τιμές BOD<sub>5</sub>) της τάξης των 12.500mg/l η μονάδα επεξεργάζεται φορτίο της τάξης των 700mg/l. Αντίστοιχα οι τιμές σχεδιασμού σε COD και SS ελήφθησαν περίπου 19.000mg/l και 1.200mg/l αντίστοιχα με τις μετρούμενες τελικά συγκεντρώσεις εισόδου να μην ξεπερνούν τα 5.500mg/l και 250mg/l αντίστοιχα. Το γεγονός οδήγησε στην υποτίμηση βασικών παραμέτρων της εύρυθμης λειτουργίας βιολογικών συστημάτων κυρίως όσον αφορά στις συνιστώμενες αναλογίες BOD<sub>5</sub>:N και COD:N και στην υπερδιαστασιολόγηση των επιμέρους μονάδων με αποτέλεσμα την αδυναμία επίτευξης ικανής ποσότητας βιομάζας στο βιοαντιδραστήρα.

2. Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων επιλέχθηκε η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) με παρατεταμένο αερισμό (extended aeration) εντός βιολογικού αντιδραστήρα πλήρους μίξης με ταυτόχρονη βιολογική απομάκρυνση αζώτου (νιτροποίηση - απονιτροποίηση) και καθίζηση. Ωστόσο, η απουσία διακριτής ανοξικής ζώνης, σε συνδυασμό με τις υψηλές συγκεντρώσεις εισόδου σε αμμωνιακά, δεν επιτρέπει την επιθυμητή απομάκρυνση ολικού αζώτου στην εκροή. Ο υφιστάμενος υποβρύχιος αναμίκτης οριζοντίου άξονα στη δεξαμενή αερισμού επί της ουσίας υποβοηθά μόνο για τη διατήρηση της βιομάζας σε αιώρηση σε περιόδους παύσης των φυσητήρων. Ο επιλεγόμενος χρόνος διακοπής του αερισμού της τάξης μόλις των 2hr/d – σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής – δεν δύναται να δημιουργήσει ικανές ανοξικές συνθήκες στον αντιδραστήρα έτσι, ώστε να πραγματοποιείται επαρκώς η διεργασία απονιτροποίησης.
3. Η μονάδα προεπεξεργασίας (κροκίδωση – πρωτοβάθμια καθίζηση) σχεδιάστηκε για την απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών και κατ' επέκταση μέρους οργανικού φορτίου. Ωστόσο, λόγω της σημαντικής υπερτίμησης των αντίστοιχων συγκεντρώσεων εισόδου, η μονάδα επί της ουσίας επιδεινώνει την αδυναμία δημιουργίας βιομάζας στον κατάντη βιοαντιδραστήρα.
4. Για την απομάκρυνση της παχυμένης ιλύος εγκαταστάθηκε μια (1) υποβρύχια αντλία με αγωγό σύνδεσης σε βυτιοφόρο, ωστόσο δεν υπάρχει πρόβλεψη για την απομάκρυνση των διαυγαζόντων προς επανεπεξεργασία π.χ. μέσω αγωγού ή καναλιών υπερχείλισης.
5. Για την τριτοβάθμια επεξεργασία των στραγγισμάτων επιλέχθηκε η χρήση τεχνητού υδροβιότοπου με υπόστρωμα από χαλίκια και φύτευση υδροαχαρών φυτών (*Fragmites australis* ή/και *Typha latifolia*) τα οποία θεωρήθηκαν ιδιαίτερα ανθεκτικά και αποδοτικά σε δύσκολα απόβλητα. Ωστόσο, υποτιμήθηκαν οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες – κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα – στην περιοχή του έργου που σε συνδυασμό με την υψηλή αγωγιμότητα των εκροών και την πλημμελή συντήρηση του υδροβιότοπου οδήγησε σε σύντομο χρονικό διάστημα στην πλήρη απαξίωσή του ως μονάδα (τριτοβάθμιας) επεξεργασίας με αποτέλεσμα την αδυναμία επίτευξης των επιθυμητών ορίων εκροής.



6. Με την πάροδο του χρόνου διαπιστώθηκε αδυναμία επαρκούς συντήρησης του Η/Μ εξοπλισμού με αποτέλεσμα επιμέρους μονάδες να υπολειμθούν ή/και να τεθούν σε αχρηστία. Έτσι π.χ. παρατηρείται δυσλειτουργία των διατάξεων υποβρύχιας διάχυσης στην οξική ζώνη, προφανώς λόγω βλάβης είτε στους αγωγούς τροφοδοσίας, είτε σε διαχυτικά στοιχεία με αποτέλεσμα την ανομοιομορφία και ελλιπή οξυγόνωση, ενώ η μονάδα προεπεξεργασίας (κροκίδωση – πρωτοβάθμια καθίζηση) είναι πλέον εκτός λειτουργίας.
7. Λόγω έλλειψης φυσικού αποδέκτη, στην ΑΕΠΟ του έργου (προς τροποποίηση) προβλέπεται η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για περιορισμένη ή απεριόριστη άρδευση επιλεγμένων καλλιεργειών ή άλλων εκτάσεων κατά τα οριζόμενα στην ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354/Β/8-3-2011), καθώς και η ανακυκλοφορία στη μάζα των απορριμμάτων και μετά την προεπεξεργασία τους, χωρίς αυτή να αποτελεί την κύρια μέθοδο διάθεσης των στραγγισμάτων. Καθώς μέχρι σήμερα δεν έχουν εξασφαλισθεί οι απαραίτητες άδειες, ούτε η ποιότητα εκροής είναι κατάλληλη για άρδευση, η τακτική που ακολουθείται με τα επεξεργασμένα στραγγίσματα είναι η συνεχής ανακυκλοφορία στο σώμα των απορριμμάτων. Η πράξη όμως έχει αποδείξει, ότι τα συνεχώς ανακυκλοφορούντα στον Χ.Υ.Τ.Α. στραγγίσματα δεν μπορούν να συγκρατηθούν από το σώμα των σκουπιδιών του Χ.Υ.Τ.Α., αφού αυτά σύντομα κορέννυνται με νερό. Η μέθοδος αυτή δημιουργεί προφανή λειτουργικά προβλήματα στο σύνολο της λειτουργίας του ΧΥΤΑ και της εγκατάστασης επεξεργασίας καθώς υπάρχει αυξημένος κίνδυνος να εκδηλωθούν φαινόμενα υπερχειλίσεων.

### **1.3.2 Βασικές επιλογές επανασχεδιασμού ΕΕΣ**

Βασικός παράγοντας επιτυχίας για το σωστό σχεδιασμό ενός αποτελεσματικού συστήματος επεξεργασίας των στραγγισμάτων από ΧΥΤΑ είναι αφενός η γνώση της ποσότητας και σύστασής τους και αφετέρου οι απαιτήσεις για τη διάθεση της εκροής.

Η ποσότητα των στραγγισμάτων μπορεί να προβλεφθεί από τα δεδομένα βροχόπτωσης και άλλα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής. Όμως ο υπολογισμός αυτός εμπεριέχει πάντα αβεβαιότητα. Επιπλέον, η ποσότητα των στραγγισμάτων παρουσιάζει σημαντική διακύμανση στη διάρκεια του έτους σε συνάρτηση με την βροχόπτωση.

Το υδατικό ισοζύγιο του υπό μελέτη ΧΥΤΑ έχει υπολογιστεί στην Μελέτη Εφαρμογής του έργου σύμφωνα με τα στοιχεία του Μ.Σ. ΕΔΕΣΣΑΣ και χρονοσειρά 1975-1996 (δυσμενέστερες τιμές) ενώ έχουν ληφθεί πιο πρόσφατα δεδομένα και από άλλους μετεωρολογικούς σταθμούς. Συγκεκριμένα:

- Το μέγιστο μηνιαίο ύψος βροχής έχει τιμή 423,3mm ύψους βροχής (Δεκέμβριος 2002), με την οποία προκύπτει μέγιστη παραγωγή βροχοστραγγιδίων της τάξης των **450m<sup>3</sup>/d**.
- Η μέγιστη ημερήσια παραγωγή για το βροχερότερο μήνα του έτους (Δεκέμβριος) για τη Β' Φάση ανέρχεται σε **56,4m<sup>3</sup>/d**, ενώ η μέση ημερήσια παραγωγή σε ετήσια βάση ανέρχεται σε 28,2m<sup>3</sup>/d. Για όλα τα υπόλοιπα σενάρια, η υπολογιζόμενη παροχή υπολείπεται της ανωτέρω παροχής.

Τα στραγγίσματα αυτά φέρουν σημαντικό ρυπαντικό φορτίο :

- COD αποτελούμενο από οργανικές ενώσεις βιολογικά αποικοδομήσιμες (BOD) και οργανικές ενώσεις βιολογικά μη αποικοδομήσιμες (σκληρό COD)
- Άζωτο, κυρίως αμμωνιακό άζωτο και λιγότερο οργανικό ή νιτρικό
- Χλωριούχα άλατα και ανόργανα άλατα (όπως ασβεστίου, μαγνησίου , σιδήρου κλπ.)
- Υψηλή αγωγιμότητα οφειλόμενη στα ανόργανα άλατα
- Βαρέα μέταλλα
- Υψηλή συγκέντρωση σε ολικά διαλυτά στερεά (TDS)
- Αλογονομένες οργανικές ενώσεις AOX , συμπεριλαμβανόμενες στο σκληρό COD
- Οργανικές ενώσεις που δημιουργούν χρώμα

Η ποιότητα και η συγκέντρωση των ρύπων μεταβάλλεται και εξαρτάται από την ηλικία των στραγγισμάτων :

**νεαρά στραγγίσματα**, παραγόμενα στους πρώτους μήνες ζωής του ΧΥΤΑ , τα οποία έχουν:

- πολύ μεγάλη συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις (COD, BOD)
- σχετικά χαμηλό άζωτο
- υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- υψηλή συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

**μέσης ηλικίας Α** στραγγίσματα παραγόμενα στον 3<sup>ο</sup> με 4<sup>ο</sup> χρόνο του ΧΥΤΑ, τα οποία έχουν:

- μεγάλη σχετικά συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις (COD, BOD)
- μεγαλύτερο άζωτο
- σημαντική συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- υψηλή συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

**μέσης ηλικίας B** στραγγίσματα παραγόμενα στον 6<sup>ο</sup> με 8<sup>ο</sup> χρόνο του ΧΥΤΑ, τα οποία έχουν:

- μικρότερη σχετικά συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις (COD), με σημαντικά χαμηλότερο BOD
- το άζωτο στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις
- μικρότερη αλλά σημαντική συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- σημαντική συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

**μεγάλης ηλικίας** στραγγίσματα, παραγόμενα από ΧΥΤΑ μεγάλης ηλικίας, τα οποία έχουν:

- μικρή συγκέντρωση σε οργανικές ενώσεις και σκληρό COD, με σημαντικά χαμηλότερο BOD
- το άζωτο σε χαμηλή συγκέντρωση
- μικρή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων
- μικρή συγκέντρωση ανόργανων και χλωριούχων

Ως εκ τούτου, η ακριβής σύσταση των στραγγισμάτων δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια εκ των προτέρων κι επομένως συχνά εφαρμόζονται τιμές από τη διεθνή εμπειρία.

Η σύνθεση των στραγγισμάτων εμφανίζει μεταβολές λόγω βιοχημικών δράσεων που συμβαίνουν στον ΧΥΤΑ, αλλά και λόγω της έκπλυσης που υφίσταται από τις βροχοπτώσεις, με πιθανότερες τάσεις τον περιορισμό των περιεκτικοτήτων αρκετών ρύπων, τον περιορισμό του BOD ως ποσοστό του COD, την αύξηση των Cl, NH<sub>4</sub>, K, Na κλπ. Στη Διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα εκτιμήσεων των διαφόρων παραμέτρων ανάλογα με την ηλικία ή/και τη φάση αποδόμησης :

**Πίνακας 3: Σύσταση Στραγγισμάτων σε σχέση με την ηλικία του ΧΥΤΑ**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ (Τιμή σε mg/ltr)	Νέος ΧΥΤΑ (κάτω από 2 έτη)		Ώριμος ΧΥΤΑ
	Εύρος	Τυπικές τιμές	Τιμές άνω δεκαετίας
BOD <sub>5</sub>	2.000-30.000	10.000	100-200
TOC	1.500-20.000	6.000	60-160

COD	3.000-60.000	18.000	100-500
TSS	200-2.000	500	100-400
Οργανικό N	10-800	200	80-120
NH <sub>3</sub> -N	10-800	200	20-40
NO <sub>3</sub>	5-40	25	5-40
Ολικός P	5-100	30	5-10
Ορθοφωσφορικά	4-80	20	5-8
Αλκαλικότητα σε CaCO <sub>3</sub>	1.000-10.000	3.000	200-1.000
pH	4,5-7,5	6	6,6-7,5
Ολική σκληρότητα (CaCO <sub>3</sub> )	300-10.000	3.500	200-500
Ca	200-3.000	1.000	100-400
Mg	50-1.500	250	50-200
K	200-1.000	300	50-400
Na	200-2.500	500	100-200
Cl	200-3.000	500	100-400
SO <sub>4</sub>	50-1.000	300	20-50
Ολικός Fe	50-1.200	60	20-200

Πηγή : G. Tchobanoglous, H. Theisen, S. A. Vigil "Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues"

**Πίνακας 4: Σύσταση Στραγγισμάτων με διαφορές μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογένεσης**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Ο.	Εύρος
<b>Οξική ζύμωση</b>		
pH	6,1	4,5 – 7,5
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	13.000	4.000 – 40.000
COD (mg/l)	22.000	6.000 – 60.000
SO <sub>4</sub> (mg/l)	500	70 – 1.750
Ca (mg/l)	120	10 – 2.500
Mg (mg/l)	470	50 – 1.150
Fe (mg/l)	780	20 – 2.100

Mn (mg/l)	25	0,3 – 65
Zn (mg/l)	5	0,1 – 120
<b>Μεθανογένεση</b>		
pH	8,0	7,5 – 9,0
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	180	20-550
COD (mg/l)	3.000	500-4.500
SO <sub>4</sub> (mg/l)	80	10 – 420
Ca (mg/l)	60	20 – 600
Mg (mg/l)	180	40 – 350
Fe (mg/l)	15	3 – 280
Mn (mg/l)	0,7	0,03 – 45
Zn (mg/l)	0,6	0,3 – 4

Πηγή : H.J. Ehrig "Leachate Quality in Sanitary Landfilling : Process Technology and Environmental Impact"

**Πίνακας 5: Σύσταση Στραγγισμάτων χωρίς διαφορές μεταξύ φάσης οξικής ζύμωσης και μεθανογένεσης**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Ο.	Εύρος
Cl (mg/l)	2.100	100 – 5.000
Na (mg/l)	1.350	50 – 4.000
K (mg/l)	1.100	10 – 2.500
Αλκαλικότητα (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	6.700	300 – 11.500
NH <sub>4</sub> (mgN/l)	750	30 – 3.000
Οργανικό N (mgN/l)	600	10 – 4.250
Ολικό N (mgN/l)	1.250	50 – 5.000
NO <sub>3</sub> (mgN/l)	3	0,1 – 50
NO <sub>2</sub> (mgN/l)	0,5	0 – 25
Ολικός P (mg/l)	6	0,1 – 30
AOX (μg Cl/l)	2.000	320 – 3.500
As (μg/l)	160	5 – 1.600
Cd (μg/l)	6	0,5 – 140
Co (μg/l)	55	4 – 950
Ni (μg/l)	200	20 – 2.050
Pb (μg/l)	90	8 – 1.020
Cr (μg/l)	300	30 – 1.600
Cu (μg/l)	80	4 – 1.400
Hg (μg/l)	10	0,2 – 50

Πηγή : H.J. Ehrig "Leachate Quality in Sanitary Landfilling : Process Technology and Environmental Impact"

**Πίνακας 6: Σύσταση Στραγγισμάτων σε σχέση με το βαθμό σταθεροποίησης του ΧΥΤΑ**

**Table 6-1. Landfill Constituent Concentration Ranges as a Function of the Degree of Landfill Stabilization**

Parameter	Phase II Transition		Phase III Acid Formation		Phase IV Methane Formation		Phase V Final Maturation	
	Conventional*	Recirculating#	Conventional*	Recirculating#	Conventional*	Recirculating#	Conventional*	Recirculating#
BOD, mg/l	100-10,000	0-6893	1000-57,000	0-28,000	600-3400	100-10,000	4-120	100
COD, mg/l	480-18,000	20-20,000	1500-71,000	11,600-34,550	580-9760	1800-17,000	31-900	770-1000
TVA, mg/l as Acetic Acid	100-3000	200-2700	3000-18,800	1-30,730	250-4000	0-3900	0	--
BOD/COD	0.23-0.87	0.1-0.98	0.4-0.8	0.45-0.95	0.17-0.64	0.05-0.8	0.02-0.13	1.05-0.08
Ammonia, mg/l-N	120-125	76-125	2-1030	0-1800	6-430	32-1850	6-430	420-580
pH	6.7	5.4-8.1	4.7-7.7	5.7-7.4	6.3-8.8	5.9-8.6	7.1-8.8	7.4-8.3
Conductivity, $\mu$ mhos/cm	2450-3310	2200-8000	1600-17,100	10,000-18,000	2900-7700	4200-16,000	1400-4500	--

\*Pohland and Harper, 1986

#Natale and Anderson, 1985; Watson, 1993; Miller, et al, 1994; Lechner, et al, 1993

Στην υπό μελέτη περίπτωση, η υφιστάμενη ΕΕΣ διαστασιολογήθηκε και κατασκευάστηκε με βάση τη σύσταση των νεαρών στραγγισμάτων, καθώς στην ηλικία αυτή το οργανικό φορτίο είναι το μεγαλύτερο.

Η ηλικία αυτή έχει άζωτο, σε τέτοια τιμή, που καθιστά δυνατή τη βιολογική απομάκρυνσή του. Ωστόσο, ο σχεδιασμός της εγκατάστασης έγινε με βιολογικές διεργασίες και με βάση τους οργανικούς ρύπους, παραβλέποντας τους ανόργανους.

Οι βιολογικές διεργασίες λειτουργούν ικανοποιητικά για την αφαίρεση του ευκολο-αποικοδομήσιμου άνθρακα, για πλήρη νιτροποίηση και για πλήρη απονιτροποίηση μόνο νεαρών στραγγιδίων, ενώ για μεγαλύτερες ηλικίες στραγγισμάτων αφαιρούν μερικώς το άζωτο και αποτυγχάνουν να αφαιρέσουν σε όλες τις ηλικίες:

- το σκληρό COD (500 - 800 mg/l)
- τις αλογονομένες χημικές ενώσεις ΑΟΧ
- χλωριούχα άλατα
- χρώμα
- την υψηλή αγωγιμότητα
- τα βαρέα μέταλλα (ολικώς)

Οι βιολογικές διεργασίες δεν μπορούν από μόνες τους να επιτύχουν εκροές έτσι, ώστε τα επεξεργασμένα στραγγίδια να μπορούν να διατεθούν σε φυσικούς αποδέκτες (ρυάκια, ποτάμια, λίμνες, θάλασσες) ή/και προς άρδευση.

Στις μέσες ηλικίες, η αφαίρεση του αζώτου καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη να γίνει βιολογικά, λόγω έλλειψης επαρκούς βιοαποικοδομησίμου οργανικού άνθρακα. Έτσι πολλές εγκαταστάσεις προσθέτουν διάφορες χημικές ενώσεις που περιέχουν οργανικό άνθρακα. Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει την ενδεικτική ποιότητα των επεξεργασμένων στραγγισμάτων με βάση μόνο βιολογικές διεργασίες.

**Πίνακας 7: Ενδεικτικά ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγισμάτων με βιολογικές διεργασίες**

Παράμετρος	Ενδεικτική ποιότητα βιολογικά επεξεργασμένων στραγγισμάτων
COD	500 – 800 mg/l
Ολικό N	300 – 500 mg/l
Χλωριούχα	2000 mg/l
TDS, ολικά διαλυτά στερεά	5000 – 6000 mg/l
Αγωγιμότητα	10000 – 12000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Η υφιστάμενη εγκατάσταση κατασκευάστηκε παραβλέποντας ότι τα επεξεργασμένα στραγγίσματα περιέχουν σκληρό COD (500 – 800 mg/l), σημαντικό μέρος αζώτου, χρώμα, υψηλή συγκέντρωση χλωριούχων και ολικών διαλυτών στερεών και υψηλή αγωγιμότητα. Για το λόγο αυτό, το υφιστάμενο σύστημα επεξεργασίας των στραγγισμάτων κρίθηκε σκόπιμο να αναβαθμιστεί / επεκταθεί με την προσθήκη τριτοβάθμιας επεξεργασίας τεχνολογίας αντίστροφης όσμωσης (Reverse Osmosis) έτσι, ώστε να εξασφαλιστούν τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά για τη διάθεση της καθαρής εκροής.

Επιπρόσθετα, με βάση την μέχρι σήμερα λειτουργία του έργου, τα διαθέσιμα στοιχεία και την εμπειρία του Φορέα Διαχείρισης σημειώνεται ότι

- Η ημερήσια παροχή εισερχομένων στραγγισμάτων δεν ξεπερνά τα 30m<sup>3</sup>/d
- Η σύσταση των στραγγισμάτων σήμερα προσομοιάζει με αυτήν ενός ΧΥΤΑ μέσης ηλικίας.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, θεωρούνται ως ρεαλιστικά ρυπαντικά και υδραυλικά φορτία για τον (επανα)σχεδιασμό της υφιστάμενης ΕΕΣ τα κάτωθι:

Με βάση τα ανωτέρω, παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί τα ρυπαντικά και υδραυλικά φορτία (επανα)σχεδιασμού της ΕΕΣ :



**Πίνακας 8: Δεδομένα (επανα)σχεδιασμού ΕΕΣ ΧΥΤΑ Έδεσσας**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Παροχή σχεδιασμού	30 m <sup>3</sup> /d
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD <sub>5</sub> )	700 mg/l
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	5.500 mg/l
Ολικό άζωτο (TN)	1.300 mg/l
Ολικός φώσφορος (TP)	15 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (SS)	250 mg/l
Αγωγιμότητα	22mS/cm

Ως φυσικός αποδέκτης για τη διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων προτείνεται παρακείμενο ανώνυμο ρέμα βόρεια του ΧΥΤΑ που καταλήγει, μέσω λοιπών ρεμάτων, στην περιφερειακή Τάφρο N66 σε θέση πλησίον και ανατολικά του οικισμού Μαυροβούνι. Ως εκ τούτου, τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων στραγγισμάτων στην έξοδο της ΕΕΣ θα πρέπει να συμμορφώνονται με την με αρ. Οικ. 3610/84 (ΦΕΚ 912Β/31-12-84) Απόφαση Νομάρχη Πέλλας «Όροι διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων» στο Ν. Πέλλας :

**Πίνακας 9: Ποιότητα στραγγισμάτων εξόδου ΕΕΣ ΧΥΤΑ Έδεσσας**

Παράμετρος		Ανώτατα Όρια Εκροής
1. ΡΗ		6 – 8,5
σε στιγμιαία δείγματα		5,5 - 9
2. Θερμοκρασία (μέγιστη) 30 ° C στην είσοδο του αποδέκτη και 35 ° C στην έξοδο του εργοστασίου		30 °C στην έξοδο του εργοστασίου
3. Χρώμα: Την απορρόφηση χρωματικών μονάδων κλίμακος Κοβαλτίου - Λευκοχρύσου		Την απορρόφηση 50 χρωματικών μονάδων κλίμακος Κοβαλτίου - Λευκοχρύσου
4. Επιπλέοντα (διάμετρος) 0,50 cm		Μηδέν
5. Αιωρούμενα στερεά	mg/l	5 - 35
6. BODs	»	40
7. COD	»	30-120
8. Λίπη - Έλαια		8
9. Ορυκτά - έλαια		0,5 - 5
10. Αργίλιο	»	5
11. Αρσενικό	»	0,01 -0,05

Παράμετρος		Ανώτατα Όρια Εκροής
12. Βάριο	»	8
13. Βόριο	»	1
14. Κάδμιο	»	0,01 - 0,05
15. Χρώμιο (+3)	»	Ολικό Cr
16. Χρώμιο (+6)	»	0,01 - 0,05
17. Σίδηρος ολικός	»	15
18. Μαγγάνιο	»	1,5
19. Υδράργυρος	»	0,001 - 0,01
20. Νικέλιο	»	0,05 - 0,5
21. Μόλυβδος	»	0,05 - 0,1
22. Χαλκός	»	0,05 - 0,2
23. Σελήνιο	»	0,05
24. Κασσίτερος	»	5
25. Ψευδάργυρος	»	0,1 - 0,5
26. Κυανιούχα	»	0,2
27. Χλώριο Ελεύθερο	»	0,5
28. Θειώδη	»	1
29. Θειούχα	»	1
30. Φθοριούχα	»	15
31. Φώσφορος	»	0,3 - 3
32. Νιτρώδη NO <sub>2</sub>	»	7
33. Νιτρικά NO <sub>3</sub>	»	100
34. Ολική Αμμωνία	»	20
35. Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (εκτός NO <sub>2</sub> και NO <sub>3</sub> )	»	5 - 30
36. Άργυρος	»	0,2
37. Φαινόλες ολικές	»	0,5
38. Σύνολο τοξικών (As, Cd, Or, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Zn CN, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH) τέτοιο ώστε: $\frac{Y_1}{\Sigma_1} + \frac{Y_2}{\Sigma_2} + \frac{Y_3}{\Sigma_3} + \dots + \frac{Y_n}{\Sigma_n} \leq 3,$ όπου Y <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> , ..., Y <sub>n</sub> υπάρχουσα συγκέντρωση αντιστοίχου μετάλλου ή χημικής ένωσης		
39. Κολοβακτηριοειδή ολικά K/100 ml		500
40. Κολοβακτηριοειδή κοπρανώδη K/100 ml		100

Ως εναλλακτική λύση, στην περίπτωση αδυναμίας διάθεσης των επεξεργασμένων στον αποδέκτη προτείνεται η μεταφορά αυτών με βυτία σε αδειοδοτημένες ΕΕΛ.

Μικρή ποσότητα των επεξεργασμένων δύναται να διατίθεται για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι).

Τα παραπροϊόντα της εγκατάστασης μαζί με την παχυμένη περίσσεια λάσπη θα οδηγούνται για ταφή στο ΧΥΤΑ, δεδομένου ότι αποτελούν εσωτερικά απόβλητα του ΧΥΤΑ.

### **1.3.3 Προτεινόμενα έργα**

Για την αναβάθμιση της υφιστάμενης ΕΕΣ επιχειρείται η ενσωμάτωση στα νέα έργα των υφιστάμενων εγκαταστάσεων, υποδομών και ΗΜ εξοπλισμού που δύνανται να λειτουργήσουν αποτελεσματικά κατόπιν επισκευών ή/και τροποποιήσεων έτσι, ώστε αφενός να μειωθεί κατά το δυνατόν το κόστος (ανα)κατασκευής της ΕΕΣ και αφετέρου να εξασφαλιστεί μια ορθολογική λειτουργική κατάσταση.

Σε γενικές γραμμές και όσον αφορά στις διεργασίες που απαιτείται να λάβουν χώρα στην εγκατάσταση σημειώνεται ότι με βάση τα αποτελέσματα διαχρονικών εργαστηριακών αναλύσεων

- η διεργασία της νιτροποίησης συντελείται σε σχετικά ικανοποιητικό βαθμό,
- υστερεί σημαντικά η διεργασία της απονιτροποίησης με αποτέλεσμα να μην καθίσταται ασφαλής η διάθεση της απορροής σε φυσικό αποδέκτη,
- καταγράφεται (εύλογη) αδυναμία ικανής απομάκρυνσης χλωριώντων και διαλυμένων στερεών στη βιολογική επεξεργασία με αποτέλεσμα οι τιμές αγωγιμότητας στην απορροή να αποκλίνουν από τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη και,
- ο υφιστάμενος τεχνητός υδροβιότοπος αδυνατεί να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις τριτοβάθμιας επεξεργασίας των στραγγισμάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, αλλά και τα προβλήματα της υφιστάμενης εγκατάστασης ως περιγράφονται σε προηγούμενη παράγραφο της παρούσας, παρατίθενται στη συνέχεια οι παρεμβάσεις που κρίνονται σκόπιμες έτσι, ώστε η εγκατάσταση, μετά την αναβάθμισή της, να περιλαμβάνει συνοπτικά τις κάτωθι επιμέρους μονάδες :

1. Δεξαμενή συλλογής βροχοστραγγιδίων και αντλιοστάσιο εξισορρόπησης

2. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας που περιλαμβάνει εν σειρά

- Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης θρεπτικών
- Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης εξωτερικής πηγής άνθρακα
- Δεξαμενή προ – απονιτροποίησης
- Δεξαμενή νιτροποίησης – αερισμού
- Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας μικτού υγρού
- Δεξαμενή μετα – απονιτροποίησης
- Δεξαμενή επαναερισμού
- Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης

- Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και απόρριψης περίσσειας ιλύος
3. Μονάδα διήθησης που περιλαμβάνει
- Δεξαμενή και αντλιοστάσιο τροφοδοσίας (Α/Σ εκρών βιολογικής βαθμίδας)
  - Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου
4. Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (RO) που περιλαμβάνει
- Δεξαμενή και αντλιοστάσιο τροφοδοσίας
  - Μονάδα RO δύο (2) σταδίων
  - (Ενδιάμεση) δεξαμενή και αντλιοστάσιο διηθήματος
  - Λεκάνες απόθεσης και αντλιοστάσιο διάθεσης συμπυκνώματος RO
5. Μονάδα διάθεσης επεξεργασμένων που περιλαμβάνει
- Δεξαμενή χλωρίωσης
  - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης απολυμαντικού μέσου
  - Δεξαμενή καθαρών – διάθεσης
6. Μονάδα επεξεργασίας ιλύος που περιλαμβάνει
- Δεξαμενή πάχυνσης – αποθήκευσης ιλύος
  - Αντλιοστάσιο απαγωγής παχυμένης ιλύος
7. Κτιριακές εγκαταστάσεις, ήτοι
- Κτίριο εξυπηρέτησης ΕΕΣ (υφιστάμενο)
  - Οικίσκος απολύμανσης (υφιστάμενο)
8. Σύστημα αυτοματισμών – μετρήσεων και τηλεελέγχου – τηλεχειρισμού της μονάδας
9. Λοιπά έργα και Έργα υποδομής

### **1.3.3.1 Εξισορρόπηση ροής**

Σύμφωνα με την Μελέτη Εφαρμογής του έργου, η υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων (ΕΕΣ) έχει κατασκευαστεί για το συνολικό χρονικό ορίζοντα του έργου. Η χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων έχει υπολογιστεί έτσι, ώστε να επαρκεί για την αποθήκευση των παραγόμενων στραγγισμάτων για 3-4 ημέρες με βάση τον πιο βροχερό μήνα της 20-ετίας. Με βάση την μελέτη, το μέγιστο μηνιαίο ύψος βροχής έχει τιμή 423,3mm ύψους βροχής (Δεκέμβριος 2002), με την οποία έχει διαστασιολογηθεί η δεξαμενή. Προκύπτει μέγιστη παραγωγή 450m<sup>3</sup>/d, οπότε ο ωφέλιμος όγκος της δεξαμενής 1.500 m<sup>3</sup> **επαρκεί** για τρεις (3) ημέρες.

### **1.3.3.2 Παρεμβάσεις στην υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα**

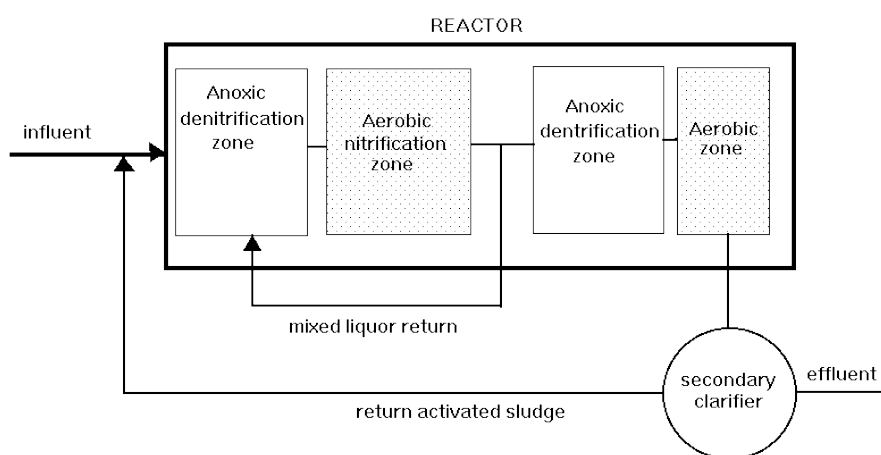
Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση, τις απαιτήσεις της Υπηρεσίας, τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τις προδιαγραφές για τη διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων, γίνονται οι κάτωθι βασικές επιλογές :

- Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων, προτείνεται η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) με παρατεταμένο αερισμό (extended aeration) και ταυτόχρονη σταθεροποίηση της ιλύος και βιολογική απομάκρυνση των θρεπτικών (αζώτου).
- Για τις διεργασίες της νιτροποίησης – αερισμού και της απονιτροποίησης προτείνονται επάλληλες αερόβιες (οξικές) και ανοξικές ζώνες συνεχούς ροής. Στην οξική ζώνη λαμβάνει χώρα η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και η νιτροποίηση του αζώτου, ενώ για την απομάκρυνση του αζώτου χρησιμοποιείται η βασική φιλοσοφία της μεθόδου A/O (Anoxic / Oxidic) με την τοποθέτηση μπροστά από τον βιοαντιδραστήρα, μιας ανοξικής δεξαμενής, όπου έρχονται σε επαφή τα ανεπεξέργαστα λύματα με ανακυκλοφορία νιτροποιημένης απορροής και υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου λαμβάνει χώρα η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (αναγωγή σε αέριο άζωτο και διαφυγή στην ατμόσφαιρα).
- Λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων αμμωνιακών στην είσοδο και των αυστηρών προδιαγραφών, όσον αφορά στη συγκέντρωση νιτρικών και ολικού αζώτου, στην έξοδο κρίνεται ότι, πέραν της προ-ανοξικής ζώνης (pre-denitrification) απαιτείται και πρόσθετη διεργασία μετά – απονιτροποίησης (post-denitrification) κυρίως για να επεξεργάζονται επαρκώς (μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα) τα στραγγίσματα

μέσης και μεγάλης ηλικίας.

- Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών διεργασιών θα απαιτηθεί πηγή εξωτερικού άνθρακα, αλλά και ποσότητες βασικών θρεπτικών υλικών έτσι, ώστε να τηρούνται κατά το δυνατόν οι απαραίτητες συνήθειες (C, N, P) στα σταγγίσματα προς επεξεργασία.

Επί της ουσίας και όσον αφορά στη βιολογική επεξεργασία επιλέγεται η **μέθοδος Bardenpho τεσσάρων (4) σταδίων** συνεχούς ροής :



**Εικόνα 1: Απλοποιημένο σχήμα βιοαντιδραστήρα τεσσάρων (4) σταδίων (Bardenpho)**

Προκειμένου να επιτευχθούν τα ανωτέρω απαιτούνται μια σειρά από παρεμβάσεις που αφορούν σε έργα Π/Μ και Η/Μ :

1. Προτείνεται η κατασκευή διακριτού αντλιοστασίου με εγκατάσταση νέων υποβρυχίων αντλιών μικρότερης παροχετευτικότητας, παραπλεύρως της υφιστάμενης δεξαμενής βροχοστραγγιδίων, όπου θα καταλήγουν τα στραγγίσματα του ΧΥΤΑ για να καταθλιβούν με σταθερή παροχή μέσω ζεύγους νέων υποβρυχίων αντλιών (1+1R), κατά το δυνατόν ομοιόμορφα κατανεμημένα εντός της ημέρας, προς περαιτέρω επεξεργασία (σ.σ. με χρήση inverter και μετρητή παροχής). Στην περίπτωση αυτή η δεξαμενή βροχοστραγγιδίων θα λειτουργεί ουσιαστικά ως δεξαμενή αποθήκευσης υπερβάλλουσας παροχής, η οποία θα οδηγείται προς περαιτέρω επεξεργασία εν ευθέτω χρόνω.

2. Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P). Η συνήθης αναλογία είναι  $BOD_5:N:P = 100:5:1$  ή  $COD:N:P = 500:5:1$ . Λαμβάνοντας υπόψη τις διαχρονικές και πλέον πρόσφατες εργαστηριακές αναλύσεις δειγμάτων εισόδου, κρίνεται επιτακτική η προσθήκη πηγής άνθρακα και διαλύματος φωσφορικού οξέος. Η προσθήκη αυτή γίνεται και σήμερα, όμως χειροκίνητα με ευθύνη του χειριστή. Επιβάλλεται η αυτοματοποίηση της διαδικασίας με κατάλληλα δοσομετρικά συστήματα συναρτήσει της εισερχόμενης παροχής.
3. Λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία προς επεξεργασία κρίνεται, υπό προϋποθέσεις, ότι **το ήμισυ του υφιστάμενου βιοαντιδραστήρα επαρκεί** για τις απαιτήσεις της διεργασίας. Έτσι λοιπόν, κρίνεται επιτακτική, ως βασική αναπροσαρμογή, η ορθολογική αλληλουχία βασικών διεργασιών. Προτείνεται η κατασκευή μεσοτοιχιών διαχωρισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα στον αντιδραστήρα έτσι, ώστε να δημιουργηθούν διακριτές επάλληλες αερόβιες (οξικές) και ανοξικές ζώνες και η ΕΕΣ να λειτουργήσει με τη βασική φιλοσοφία της μεθόδου Bardenpho τεσσάρων (4) σταδίων συνεχούς ροής.
4. Η πρόσδοση οξυγόνου στη ζώνη νιτροποίησης – αερισμού και στη ζώνη επανααερισμού θα γίνεται με διάταξη υποβρύχιας διάχυσης που θα τροφοδοτείται από (υφιστάμενους) λοβοειδείς φυσητήρες.
5. Με την κατασκευή διακριτής ζώνης προ-απονιτροποίησης στον αντιδραστήρα απαιτείται η κατασκευή αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας μικτού υγρού για την υποβοήθηση της διεργασίας. Ως βέλτιστη λύση προτείνεται η εγκατάσταση υποβρυχίων αντλιών κατάντη της ζώνης νιτροποίησης – αερισμού. Οι αντλίες θα πρέπει να είναι εφοδιασμένες με inverter και μετρητή παροχής επί του καταθλιπτικού αγωγού έτσι, ώστε να είναι πάντα ελεγχόμενη η παροχή ανακυκλοφορίας.
6. Για την τελική καθίζηση κατάντη της διεργασίας νιτροποίησης – απονιτροποίησης προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η υφιστάμενη δεξαμενή καθίζησης μετά του παρελκόμενου εξοπλισμού για την ανακυκλοφορία και την απόρριψη της περίσσειας ιλύος.

7. Για την περαιτέρω απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών και την εξασφάλιση αποδοτικής λειτουργίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO) που ακολουθεί, τα διαυγάζοντα από τη δεξαμενή καθίζησης προτείνεται να διέρχονται από **μονάδα διήθησης** τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου.
8. Για την ορθή και εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης απαιτείται αφενός η εγκατάσταση και λειτουργία on line οργάνων (μετρητές Ρη – D.O. – MLSS – ORP, μετρητές στάθμης, μετρητές παροχής κλπ) έτσι, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα της άμεσης μεταβολής βασικών παραμέτρων και η λειτουργία να προσαρμόζεται στο μεταβαλλόμενο εισερχόμενο φορτίο στραγγισμάτων αξιοποιώντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις βιολογικές διεργασίες.
9. Τέλος, εύλογα θα απαιτηθεί η επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών και της υφιστάμενης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού.

Ως **βασικό πλεονέκτημα** του προτεινόμενου σχεδιασμού κρίνεται ο διαχωρισμός του βιοαντιδραστήρα σε δύο (2) όμοια τμήματα εκ των οποίων στην παρούσα φάση θα χρησιμοποιηθεί το ένα. Ως εκ τούτου, με τη θέση σε λειτουργία των νέων έργων το υφιστάμενο δεύτερο τμήμα θα αποτελέσει την εν δυνάμει επέκταση της ΕΕΣ χωρίς την απαίτηση σημαντικών νέων έργων (κυρίως Π/Μ).

Στην περίπτωση αυτή και εφόσον αναπροσαρμοστούν τα δεδομένα εισόδου, κυρίως όσον αφορά σε υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία (π.χ. νεαρά στραγγίδια) η ΕΕΣ θα δύναται να λειτουργήσει με δύο (2) παράλληλες γραμμές που είτε θα λειτουργούν αμφότερες με τη μέθοδο Bardenpho τεσσάρων (4) σταδίων συνεχούς ροής ως προτείνεται στην παρούσα, είτε θα τροποποιηθούν έτσι, ώστε να λειτουργήσουν με τη μέθοδο Bardenpho τεσσάρων (4) σταδίων με αντιδραστήρα μεμβρανών συνεχούς ροής.

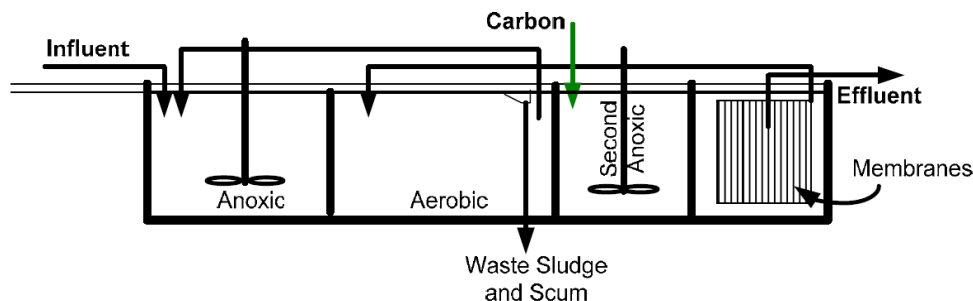


Figure 6-3. Common configuration for a membrane bioreactor 4-stage bardenpho treatment system

**Εικόνα 2: Απλοποιημένο σχήμα βιοαντιδραστήρα μεμβρανών τεσσάρων (4) σταδίων (Bardenpho)**



Στην περίπτωση αυτή, κατάντη της διεργασίας νιτροποίησης – απονιτροποίησης προτείνεται η προσθήκη μονάδας υπερδιήθησης (UF) με μεμβράνες σωληνοειδούς μορφής ξηρού τύπου (tubular side stream MBR) εγκατεστημένες με τον παρελκόμενο εξοπλισμό τους εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) τυποποιημένων διαστάσεων έτσι, ώστε το σύστημα να λειτουργήσει με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις MLSS προκειμένου να ανταποκριθεί στην επαυξημένη δυναμικότητα επεξεργασίας υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων.

#### **1.3.3.3 Μονάδα διήθησης**

Ως προαναφέρεται, για την εξασφάλιση της αποδοτικής λειτουργίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης που ακολουθεί, προτείνεται τα διαυγάζοντα από τη δεξαμενή καθίζησης να διέρχονται από μονάδα διήθησης, η οποία θα τοποθετηθεί στην πλάκα οροφής της δεξαμενής τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

Προτείνεται η **τοποθέτηση φίλτρου οριζοντίου περιστρεφόμενου τύμπανου** συνεχούς λειτουργίας με διαστάσεις πόρων διηθητικού μέσου μέχρι 40μm

Για την τροφοδοσία της μονάδας προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του υγροβιότοπου, όπου προβλέπεται να οδεύουν τα υπερκείμενα υγρά της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης. Τα επεξεργασμένα υγρά του φίλτρου, το οποίο θα αποτελεί ενιαία κατασκευή μαζί με τις αντλίες αντίστροφης πλύσης και απομάκρυνσης στραγγιδίων προς επανεπεξεργασία, θα οδηγούνται στην κατάντη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης. Θα υπάρχει η δυνατότητα με τη χρήση **δικλιδών** να γίνεται παράκαμψη της μονάδας και η παροχή να οδηγείται στην κατάντη μονάδα.

#### **1.3.3.4 Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (RO)**

Για την ολοκλήρωση των εργασιών αναβάθμισης της ΕΕΣ προτείνεται να εγκατασταθεί μονάδα αντίστροφης όσμωσης (RO) δύο (2) τουλάχιστον σταδίων δυναμικότητας **60m<sup>3</sup>/d** εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) τυποποιημένων διαστάσεων. Εντός του εμπορευματοκιβωτίου αυτού θα περιέχεται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για την διεργασία της αντίστροφης όσμωσης που θα περιλαμβάνει :

- Διατάξεις προεπεξεργασίας των στραγγισμάτων, φίλτρα, μετρητή pH, δοσομετρικά

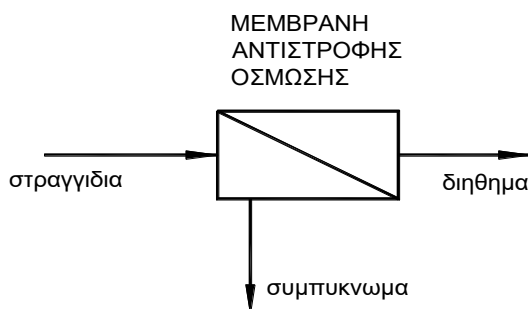
συστήματα κ.α.

- Κύκλωμα αντίστροφης όσμωσης υψηλής πίεσης, αποτελούμενο από αντλία υψηλής πίεσης, συστοιχίες μεμβρανών, εσωτερικές αντλίες για την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων, μετρητές παροχής, pH, αγωγιμότητας κ.α.
- Αυτοματοποιημένο σύστημα χημικών καθαρισμών των μεμβρανών
- Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Πλήρες σύστημα αυτοματισμού για την αυτόματη λειτουργία της μονάδας

Η αντίστροφη όσμωση είναι η μόνη διεργασία που μπορεί να επιτύχει την παραγωγή νερών υψηλής καθαρότητα αφού αφαιρεί όλους τους ρύπους σε βαθμό που αγγίζει το 99,9 % (συμπεριλαμβανομένων των χλωριούχων και της αγωγιμότητας).

Στην αντίστροφη όσμωση χρησιμοποιούνται μεμβράνες σε πίεση λειτουργίας 40 bar και άνω, που υπερβαίνει την οσμωτική πίεση και διασφαλίζει υψηλό βαθμό καθαρισμού, καθώς στην ουσία δεν αποτελεί επεξεργασία διαχωρισμού αλλά συμπύκνωσης του διαλύματος (με βαθμό συμπύκνωσης 25 έως 40% κ.ο.).

Το συμπυκνωμένο απόβλητο μπορεί να ανακυκλωθεί. Για την κατασκευή των μεμβρανών χρησιμοποιούνται εστέρες κυτταρίνης ή αρωματικά πολυαμίδια σε διαμόρφωση λεπτού φιλμ. Οι μεμβράνες τοποθετούνται σε κυλινδρικούς φορείς διαμέτρου έως και τριχοειδούς (hollow fibbers), πιατέλες ή σπирάλ πλαίσια τα οποία με την σειρά τους τοποθετούνται σε δοχεία πίεσης. Έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής, που εξαρτάται από την χρήση τους και την συχνότητα καθαρισμού. Ο καθαρισμός πραγματοποιείται μηχανικά ή με χρήση χημικών. Παρακάτω δίνεται ένα απλοποιημένο σχήμα μονάδας αντίστροφης όσμωσης ενός σταδίου επεξεργασίας.



**Εικόνα 3: Απλοποιημένο σχήμα μονάδας αντίστροφης όσμωσης ενός σταδίου επεξεργασίας**

Στην τεχνολογία των μεμβρανών χρησιμοποιούνται συνήθως οι όροι :

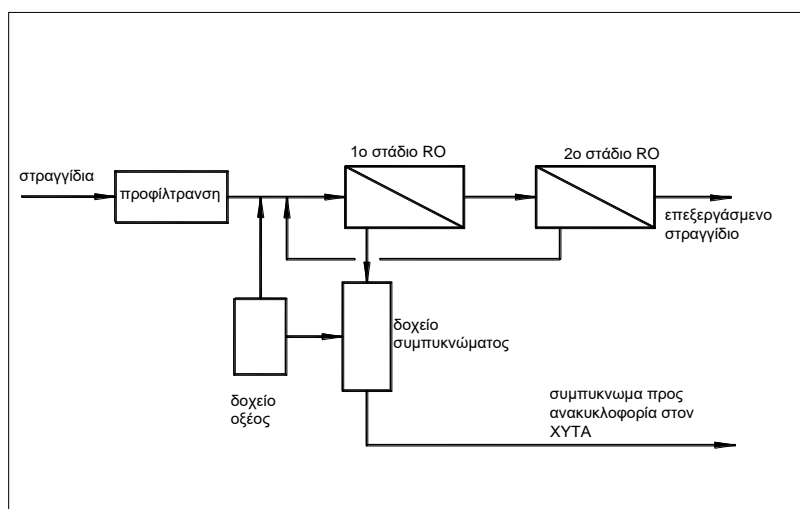
- λόγος ανάκτησης ,  $r$ , που παριστά το κλάσμα του διηθήματος/στραγγίδια
- λόγος απόρριψης - κλάσμα αφαίρεσης ρύπου,  $R$ , που παριστά το λόγο (συγκέντρωση τροφοδοσίας-συγκέντρωση διηθήματος)/(συγκέντρωση τροφοδοσίας)

Οι λόγοι απόρριψης για τους κύριους ρύπους των στραγγισμάτων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 10: Μέσες αποδόσεις (%) αφαίρεσης ρύπων στραγγισμάτων από μεμβράνες RO**

Παράμετροι	1 <sup>ο</sup> Στάδιο	2 <sup>ο</sup> Στάδιο	3 <sup>ο</sup> Στάδιο
COD	91,5	99,89	99,99
BOD	88,5	99,78	99,99
TOC	91,5	99,90	99,99
AOX	87,5	99,81	99,99
NH <sub>4</sub> - N	85,0	99,65	99,99
PO <sub>4</sub> - P	96,5	99,90	99,99

Στην επεξεργασία στραγγισμάτων, σύνηθες είναι το σχήμα δύο σταδίων :



**Εικόνα 4: Απλοποιημένο σχήμα αντίστροφης όσμωσης δύο σταδίων που συνήθως επιλέγεται για την επεξεργασία των στραγγισμάτων**

Τα προϊόντα της αντίστροφης όσμωσης είναι το επεξεργασμένο νερό, το **διήθημα** , πού είναι συνήθως το 60 - 75 % των αρχικών στραγγιδίων και το **συμπύκνωμα** πού είναι το 25 - 40 % των στραγγιδίων.

Τα στραγγίσματα από την έξοδο της βιολογικής επεξεργασίας θα αντλούνται προς τις μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης (RO). Στη συνέχεια, κατάλληλη εμβολοφόρα αντλία υψηλής πίεσης τροφοδοτεί τις μονάδες μεμβρανών του συστήματος αντίστροφης όσμωσης. Ειδικός αισθητήρας πίεσης ελέγχει την πίεση του ρευστού πριν την είσοδο στην αντλία προκειμένου να αποφευχθεί ο κίνδυνος λειτουργίας της αντλίας εν κενώ.

Μετά την αντλία υψηλής πίεσης τα στραγγίδια οδηγούνται σε ένα παλμικό αποσβεστήρα ο οποίος μετατρέπει την αυξομειούμενη πίεση της εμβολοφόρας αντλίας σε σταθερή. Αυτό περιέχει ένα θάλαμο πίεσης ο οποίος εσωτερικά χωρίζεται σε δύο τομείς από ένα ειδικό διάφραγμα.

Στη συνέχεια, τα στραγγίδια εισέρχονται στο εσωτερικό των υπομονάδων φίλτρων μεμβράνης (modules). Εκεί αντλούνται σε συγκεκριμένη πίεση λειτουργίας και διέρχονται μέσα από στοιβάδα μεμβρανών. Ειδικοί δίσκοι μεταξύ των μεμβρανών κατευθύνουν τη ροή. Το καθαρό νερό οδηγείται σε κανάλι διαμέσου του οποίου εξέρχεται από το φυσίγγιο του φίλτρου αφήνοντας πίσω τα διάφορα ξένα σωματίδια τα οποία παρακρατούνται από τις μεμβράνες και απομακρύνονται χωριστά υπό μορφή συμπυκνώματος.

Ειδικές αντλίες (Inline pumps) «ανυψώνουν» την πίεση του ρευστού, καθώς αυτό μεταφέρεται από μεμβράνη σε μεμβράνη.

Η πίεση εντός του μεταλλικού κελύφους των φίλτρων μεμβράνης ελέγχεται και ρυθμίζεται από ηλεκτροβαλβίδα, η οποία με τη σειρά της ελέγχεται από το PLC της εγκατάστασης.

Το **διήθημα (permeate)** θα καταλήγει στην (υφιστάμενη) δεξαμενή απολύμανσης, απ' όπου θα υπερχειλίζει σε (υφιστάμενη) ομότιχη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων για την τελική διάθεσή τους.

Λόγω της υψομετρικής διαφοράς χωροθέτησης των μονάδων (σ.σ. νέα μονάδα RO – υφιστάμενη μονάδα απολύμανσης) κρίνεται αναγκαία η πρόβλεψη για ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής διηθήματος και Α/Σ τροφοδοσίας αυτού προς τη δεξαμενή απολύμανσης.

Το **συμπύκνωμα (concentrate)** θα καταλήγει στις δύο (2) λεκάνες του υφιστάμενου υγροβιότοπου, οι οποίες θα λειτουργούν ως δεξαμενές προσωρινής συλλογής – απόθεσης εξασφαλίζοντας ιδιαίτερα μεγάλους χρόνους αποθήκευσης έτσι, ώστε να δύνανται να λειτουργήσουν και ως δεξαμενές εξατμισοδιαπνοής.

Για την περίπτωση υπερπλήρωσης των λεκανών, απαιτείται να ληφθεί μέριμνα για την

ανακυκλοφορία του συμπυκνώματος στο ΧΥΤΑ, καθώς αποτελεί εσωτερικό απόβλητό του. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η κατασκευή (νέου) αντλιοστασίου που θα επικοινωνεί υδραυλικά με τις λεκάνες έτσι, ώστε να καθίσταται δυνατή η απόρριψη του συμπυκνώματος στο σώμα του ΧΥΤΑ.

#### **1.3.3.5 Δεξαμενή εξισορρόπησης μεταξύ βιολογικού σταδίου και RO**

Καθώς κρίνεται ότι η μονάδα αντίστροφης όσμωσης ονομαστικής δυναμικότητας της τάξης των 60m<sup>3</sup>/d θα λειτουργεί σε συγκεκριμένες βάρδιες εντός του 24ώρου, απαιτείται η κατασκευή δεξαμενής εξισορρόπησης μεταξύ του βιολογικού σταδίου και της μονάδας RO. Στα πλαίσια αυτά, εκτιμάται ότι η (υπερ)επαρκεί η πρόβλεψη για μια (1) δεξαμενή χωρητικότητας της τάξης των 60m<sup>3</sup> από οπλισμένο σκυρόδεμα.

#### **1.3.4 Απαιτήσεις έργων Π/Μ**

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης, τα προτεινόμενα και προβλεπόμενα έργα Π/Μ περιλαμβάνουν μικρής κλίμακας παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές καθώς και νέες κατασκευές που συνοπτικά αφορούν :

- Κατασκευή νέου αντλιοστασίου εξισορρόπησης και υδραυλική διασύνδεσή του μέσω νέου αγωγού (HDPE Φ 315 10atm) με το υφιστάμενο φρεάτιο εισόδου.
- Κατασκευή υπερχειλίσας για την υδραυλική διασύνδεση του νέου αντλιοστασίου με την υφιστάμενη δεξαμενή συλλογής βροχοστραγγιδίων
- Κατασκευή των απαραίτητων σωληνώσεων για τη διασύνδεση του υφιστάμενου αντλιοστασίου της δεξαμενής βροχοστραγγιδίων με το νέο αντλιοστάσιο εξισορρόπησης.
- Φραγή οδεύσεων από και προς την υφιστάμενη μονάδα κροκίδωσης και τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, οι οποίες καταργούνται.
- Κατασκευή μεσοτοιχιών διαχωρισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα στην υφιστάμενη δεξαμενή αερισμού.
- Επιθεώρηση και συντήρηση των υφιστάμενων υδραυλικών διασυνδέσεων επικοινωνίας μεταξύ της δεξαμενής αερισμού και δευτεροβάθμιας καθίζησης.
- Κατασκευή δεξαμενής και αντλιοστασίου τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO).

- Κατασκευή βάσης από οπλισμένο σκυρόδεμα για την τοποθέτηση του εμπορευματοκιβωτίου (container) της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO) και της (ενδιάμεσης) δεξαμενής διηθήματος.
- Τοποθέτηση σωληνωτού αγωγού υπερχειλίσης στην (υφιστάμενη) δεξαμενή πάχυνσης για την όδευση των διαυγαζόντων στο φρεάτιο εισόδου.
- Εκκένωση και συντήρηση της μόνωσης των λεκανών του υδροβιότοπου για τη χρήση τους ως δεξαμενές συλλογής συμπυκνώματος της μονάδας RO.
- Κατασκευή νέου αντλιοστασίου (τελικής) διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας RO και υδραυλική διασύνδεσή του με τις λεκάνες και το υφιστάμενο δίκτυο επανακυκλοφορίας στραγγισμάτων.
- Υδραυλική σύνδεση του φρεατίου εξόδου των λεκανών του υδροβιότοπου με το νέο αντλιοστάσιο (τελικής) διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας RO.
- Ανύψωση τοιχίων των φρεατίων εξόδου των λεκανών έως τη στάθμη της στέψης των λεκανών
- Κατασκευή διάταξης υπερχειλίσης και αντίστοιχο φρεάτιο κατάντη της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης για τη διάθεση των επεξεργασμένων στον φυσικό αποδέκτη (ρέμα).

### **1.3.5 Απαιτήσεις έργων Η/Μ**

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης όσον αφορά σε έργα Η/Μ, περιλαμβάνονται παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές ή/και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού, που ανά τμήμα έργου περιλαμβάνουν συνοπτικά τα κάτωθι :

#### **Συλλογή βροχοστραγγισμάτων – Εξισορρόπηση ροής**

- Εγκατάσταση δύο (2) νέων υποβρύχιων αντλιών (1+1R) στο (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης προς περαιτέρω επεξεργασία
- Συντήρηση και επανεγκατάσταση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών στην (υφιστάμενη) δεξαμενή συλλογής μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης προς το (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης.
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Ένας (1) ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής στη γραμμή κατάθλιψής του αντλιοστασίου εξισορρόπησης.
  - Ένας (1) μετρητής pH στη γραμμή κατάθλιψης του αντλιοστασίου εξισορρόπησης.

- Ένας (1) μετρητής στάθμης υπερήχων στο (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης
- Δύο (2) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στο (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης πλέον τέσσερεις (4) στην υφιστάμενη δεξαμενή συλλογής

### ***Προσθήκη θρεπτικών – εξωτερικής πηγής άνθρακα***

- Συντήρηση και επανεγκατάσταση των δύο (2) υφιστάμενων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος φωσφορικού οξέος ( $H_3PO_4$ ) και τη διασύνδεσή τους με το (υφιστάμενο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος
- Εγκατάσταση δύο (2) νέων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος εξωτερικής πηγής άνθρακα και τη διασύνδεσή τους με το (νέο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος. Μια όμοια τρίτη αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

### ***Βιολογικός αντιδραστήρας***

- Απεγκατάσταση του υφιστάμενου υποβρύχιου αναμίκτη, συντήρηση και παράδοση ως εφεδρεία στην αποθήκη ή/και προς έτερη χρήση από τον ΚΤΕ
- Εγκατάσταση εντός των ανοξικών δεξαμενών (προ-απονιτροποίηση και μετα-απονιτροποίηση) δύο (2) νέων υποβρύχιων αναμικτών οριζοντίου άξονα (1 ανά δεξαμενή).
- Απεγκατάσταση, συντήρηση και επανεγκατάσταση μέρους των υφιστάμενων διαχυτών λεπτής φυσαλίδας από μεμβράνη EPDM στην οξική ζώνη και στη ζώνη επαναερισμού. Το δίκτυο των διαχυτών θα καλύπτει όλη την επιφάνεια του πυθμένα έκαστης ζώνης. Οι λοιποί διαχυτές επίσης θα απεγκατασταθούν και, όσοι εξ αυτών κριθούν λειτουργικοί, θα συντηρηθούν και θα παραδοθούν ως εφεδρεία στην αποθήκη ή/και προς έτερη χρήση από τον ΚΤΕ
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων φυσητήρων (1+1R) αερισμού. Κατασκευή αναμονών επί του συλλεκτηρίου αγωγού αέρα για τη σύνδεση με τα νέα δίκτυα διάχυσης.
- Εγκατάσταση μιας (1) νέας υποβρύχιας αντλίας μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την ανακυκλοφορία μικτού υγρού. Μια δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών ανακυκλοφορίας και απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος. Μια τρίτη όμοια αντλία υφίσταται ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Ανακατασκευή και αλλαγή οδεύσεων των σωληνώσεων των αντλιών ανακυκλοφορίας ιλύος μετά του παρελκομένου εξοπλισμού (δικλείδες κλη) και μικροϋλικών στήριξης.
- Συντήρηση υφιστάμενων και εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Ένας (1) μετρητής D.O. (υφιστάμενος)
  - Ένας (1) μετρητής MLSS
  - Δύο (2) μετρητές δυναμικού οξειδοαναγωγής (ORP, ένας ανά ανοξική δεξαμενή)
  - Δύο (2) ηλεκτρομαγνητικοί μετρητές παροχής (ένας ανά αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας μικτού υγρού – λάσπης)

#### ***Μονάδα διήθησης***

- Εγκατάσταση δύο (2) νέων υποβρύχιων αντλιών (1+1R) στην υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης – Α/Σ τροφοδοσίας υδροβιότοπου μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την τροφοδοσία της μονάδας διήθησης
- Απεγκατάσταση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών, συντήρηση και παράδοση ως εφεδρεία στην αποθήκη ή/και προς έτερη χρήση από τον ΚΤΕ
- Εγκατάσταση ενός (1) αυτοκαθαριζόμενου φίλτρου, τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου, μετά του παρελκόμενου εξοπλισμού, σωληνογραμμών και δικλείδων
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Τέσσερις (4) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας διήθησης

#### ***Μονάδα αντίστροφης όσμωσης***

- Εγκατάσταση δύο (2) κατακόρυφων φυγοκεντρικών πολυβάθμιων αντλιών (1+1R) μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την τροφοδοσία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO)
- Τέσσερις (4) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη (νέα) δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO)



- Εγκατάσταση μιας (1) μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO) δύο (2) σταδίων, πλήρης εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) μετά όλων των απαραίτητων παρελκόμενων και βοηθητικών διατάξεων ελέγχου – λειτουργίας
- Εγκατάσταση δύο (2) πολυβάθμιων κατακόρυφων αντλιών (1+1R) μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την ενδιάμεση άντληση του διηθήματος της μονάδας RO προς την υφιστάμενη δεξαμενή απολύμανσης.

### ***Απολύμανση – Αποθήκευση – Διάθεση επεξεργασμένων & συμπυκνώματος***

- Συντήρηση των (2) υφιστάμενων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) και τη διασύνδεσή τους με το (υφιστάμενο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος όπου θα προβλεφθεί διακόπτης στάθμης.
- Συντήρηση των (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων που σήμερα χρησιμοποιούνται για την ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ – κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες – για τη διατήρηση της υγρασίας εντός της σκούμαζας
- Αποξήλωση, συντήρηση των (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών που προβλέφθηκαν για την άρδευση χώρων πρασίνου και επανεγκατάστασή τους στο νέο αντλιοστάσιο διάθεσης συμπυκνωμάτων της μονάδας RO παραπλεύρως των υφιστάμενων λεκανών του υδροβιότοπου μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων υδραυλικής διασύνδεσης με τις λεκάνες (για την αναρρόφηση) και το υφιστάμενο δίκτυο ανακυκλοφορίας (για την απόρριψη).
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Δύο (2) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη δεξαμενή επεξεργασμένων
  - Τέσσερις (4) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στο αντλιοστάσιο συμπυκνωμάτων

### ***Έργα επεξεργασίας λάσπης***

- Συντήρηση της μιας (1) υφιστάμενης υποβρύχιας αντλίας παχυμένης ιλύος. Μια δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Τοποθέτηση σωληνωτού αγωγού υπερχειλίσης για την όδευση των διαυγαζόντων στο φρεάτιο εισόδου.
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:

- Δύο (2) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη δεξαμενή πάχυνσης

#### ***Αυτοματισμοί – Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις***

- Επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού.
- Επέκταση της υφιστάμενης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για τη λειτουργική διασύνδεση του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού με τον υφιστάμενο ΓΠΧΤ και το υφιστάμενο Η/Ζ.

## 2. ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν Κεφάλαιο παρατίθενται υγιεινολογικοί υπολογισμοί για τη διαστασιολόγηση των μονάδων και υπομονάδων της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ) και την επιλογή του αντίστοιχου Η/Μ εξοπλισμού. Στα πλαίσια αυτά, πραγματοποιείται έλεγχος επάρκειας των υφιστάμενων μονάδων έτσι, ώστε να διατηρηθούν όσες εξ' αυτών κρίνονται κατάλληλες και να προταθούν τα όποια νέα έργα για τη βελτίωση της λειτουργικότητας της μονάδας.

Όλοι οι υπολογισμοί γίνονται με πλήρη τεκμηρίωση και αναφορά σε διεθνή και έγκυρη βιβλιογραφία και στην εφαρμοζόμενη τεχνολογία και σε συμφωνία με τις Τεχνικές αλλά και Διεθνείς Προδιαγραφές.

#### 2.1.1 Βασικές Αρχές Σχεδιασμού

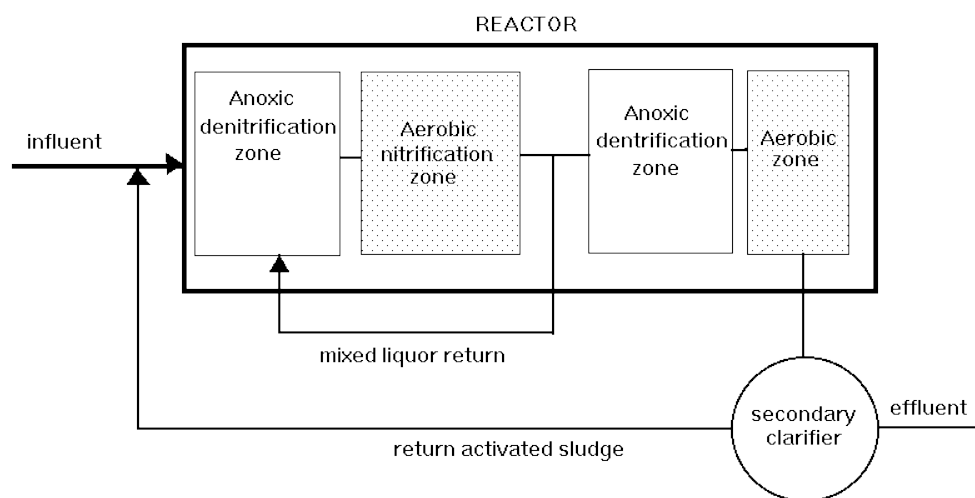
Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση, τις απαιτήσεις της Υπηρεσίας, τις διαθέσιμες τεχνολογίες και τις προδιαγραφές για τη διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων, γίνονται οι κάτωθι βασικές επιλογές :

- Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων, προτείνεται η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) με ταυτόχρονη σταθεροποίηση της ιλύος και βιολογική απομάκρυνση των θρεπτικών (αζώτου).
- Για τις διεργασίες της νιτροποίησης – αερισμού και της απονιτροποίησης προτείνονται επάλληλες αερόβιες (οξικές) και ανοξικές ζώνες συνεχούς ροής. Στην οξική ζώνη λαμβάνει χώρα η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και η νιτροποίηση του αζώτου, ενώ για την απομάκρυνση του αζώτου χρησιμοποιείται η βασική φιλοσοφία της μεθόδου Α/Ο (Anoxic / Oxidic) με την τοποθέτηση μπροστά από τον βιοαντιδραστήρα, μιας ανοξικής δεξαμενής, όπου έρχονται σε επαφή τα ανεπεξέργαστα λύματα με ανακυκλοφορία νιτροποιημένης απορροής και υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου λαμβάνει χώρα η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (αναγωγή σε αέριο άζωτο και διαφυγή στην ατμόσφαιρα).
- Λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων αμμωνιακών στην είσοδο και των αυστηρών προδιαγραφών, όσον αφορά στη συγκέντρωση νιτρικών και ολικού αζώτου, στην έξοδο κρίνεται ότι, πέραν της προ-ανοξικής ζώνης (pre-denitrification) απαιτείται και πρόσθετη διεργασία μετά – απονιτροποίησης (post-denitrification) κυρίως για να

επεξεργάζονται επαρκώς (μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα) τα στραγγίσματα μέσης και μεγάλης ηλικίας.

- Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών διεργασιών θα απαιτηθεί πηγή εξωτερικού άνθρακα, αλλά και ποσότητες βασικών θρεπτικών υλικών έτσι, ώστε να τηρούνται κατά το δυνατόν οι απαραίτητες συνήθειες (C, N, P) στα σταγγίσματα προς επεξεργασία.

Επί της ουσίας και όσον αφορά στη βιολογική επεξεργασία επιλέγεται η **μέθοδος Bardenpho τεσσάρων (4) σταδίων** συνεχούς ροής :



Η εγκατάσταση, μετά την αναβάθμισή της, θα περιλαμβάνει συνοπτικά τις κάτωθι επιμέρους μονάδες :

1. Δεξαμενή συλλογής βροχοστραγγιδίων και αντλιοστάσιο εξισορρόπησης
2. Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας που περιλαμβάνει εν σειρά
  - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης θρεπτικών
  - Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης εξωτερικής πηγής άνθρακα
  - Δεξαμενή προ – απονιτροποίησης
  - Δεξαμενή νιτροποίησης – αερισμού
  - Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας μικτού υγρού
  - Δεξαμενή μετα – απονιτροποίησης
  - Δεξαμενή επαναερισμού
  - Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης
  - Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και απόρριψης περίσσειας ιλύος

3. Μονάδα διήθησης που περιλαμβάνει

- Δεξαμενή και αντλιοστάσιο τροφοδοσίας (Α/Σ εκρών βιολογικής βαθμίδας)
- Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου

4. Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (RO) που περιλαμβάνει

- Δεξαμενή και αντλιοστάσιο τροφοδοσίας
- Μονάδα RO δύο (2) σταδίων
- (Ενδιάμεση) δεξαμενή και αντλιοστάσιο διηθήματος
- Λεκάνες απόθεσης και αντλιοστάσιο διάθεσης συμπυκνώματος RO

5. Μονάδα διάθεσης επεξεργασμένων που περιλαμβάνει

- Δεξαμενή χλωρίωσης
- Διάταξη αποθήκευσης – δοσομέτρησης απολυμαντικού μέσου
- Δεξαμενή καθαρών – διάθεσης

6. Μονάδα επεξεργασίας ιλύος που περιλαμβάνει

- Δεξαμενή πάχυνσης – αποθήκευσης ιλύος
- Αντλιοστάσιο απαγωγής παχυμένης ιλύος

7. Κτιριακές εγκαταστάσεις, ήτοι

- Κτίριο εξυπηρέτησης ΕΕΣ (υφιστάμενο)
- Οικίσκος απολύμανσης (υφιστάμενο)

8. Σύστημα αυτοματισμών – μετρήσεων και τηλεελέγχου – τηλεχειρισμού της μονάδας

9. Λοιπά έργα και Έργα υποδομής

Οι επιμέρους μονάδες διαστασιολογούνται, **λαμβάνοντας υπόψη την επιστροφή των παραγομένων στραγγιδίων κατά τη λειτουργία της ΕΕΣ έτσι, ώστε να λαμβάνονται υπόψη τα πραγματικά ρυπαντικά φορτία προς επεξεργασία** και να διαστασιολογείται με τον ορθότερο τρόπο η Εγκατάσταση.

### 2.1.2 Παράμετροι σχεδιασμού

Λαμβάνοντας υπόψη πραγματικά δεδομένα ως αυτά προέρχονται από μετρήσεις της Υπηρεσίας, τα ρυπαντικά και υδραυλικά φορτία (επανα)σχεδιασμού της ΕΕΣ (βλ Πίνακα 8) έχουν ως κάτωθι :

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Παροχή σχεδιασμού	30 m <sup>3</sup> /d
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD <sub>5</sub> )	700 mg/l
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	5.500 mg/l
Ολικό άζωτο (TN)	1.300 mg/l
Ολικός φώσφορος (TP)	15 mg/l
Αιωρούμενα στερεά (SS)	250 mg/l
Αγωγιμότητα	22mS/cm

Ως φυσικός αποδέκτης για τη διάθεση των επεξεργασμένων στραγγισμάτων προτείνεται παρακείμενο ανώνυμο ρέμα βόρεια του ΧΥΤΑ που καταλήγει, μέσω λοιπών ρεμάτων, στην περιφερειακή Τάφρο N66 σε θέση πλησίον και ανατολικά του οικισμού Μαυροβούνι. Ως εκ τούτου, τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων στραγγισμάτων στην έξοδο της ΕΕΣ θα πρέπει να συμμορφώνονται με την με αρ. Οικ. 3610/84 (ΦΕΚ 912Β/31-12-84) Απόφαση Νομάρχη Πέλλας «Όροι διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων» στο Ν. Πέλλας (βλ Πίνακα 9):

Παράμετρος		Ανώτατα Όρια Εκροής
1. ΡΗ σε στιγμιαία δείγματα		6 – 8,5 5,5 - 9
2. Θερμοκρασία (μέγιστη) 30 ° C στην είσοδο του αποδέκτη και 35 ° C στην έξοδο του εργοστασίου		30 °C στην έξοδο του εργοστασίου
3. Χρώμα: Την απορρόφηση χρωματικών μονάδων κλίμακος Κοβαλτίου - Λευκοχρύσου		Την απορρόφηση 50 χρωματικών μονάδων κλίμακος Κοβαλτίου - Λευκοχρύσου
4. Επιπλέοντα (διάμετρος) 0,50 cm		Μηδέν
5. Αιωρούμενα στερεά	mg/l	5 - 35
6. BODs	»	40
7. COD	»	30-120
8. Λίπη - Έλαια		8
9. Ορυκτά - έλαια		0,5 - 5
10. Αργίλιο	»	5
11. Αρσενικό	»	0,01 -0,05
12. Βάριο	»	8

Παράμετρος		Ανώτατα Όρια Εκροής
13. Βόριο	»	1
14. Κάδμιο	»	0,01 - 0,05
15. Χρώμιο (+3)	»	Ολικό Cr
16. Χρώμιο (+6)	»	0,01 - 0,05
17. Σίδηρος ολικός	»	15
18. Μαγγάνιο	»	1,5
19. Υδράργυρος	»	0,001 - 0,01
20. Νικέλιο	»	0,05 - 0,5
21. Μόλυβδος	»	0,05 - 0,1
22. Χαλκός	»	0,05 - 0,2
23. Σελήνιο	»	0,05
24. Κασσίτερος	»	5
25. Ψευδάργυρος	»	0,1 - 0,5
26. Κυανιούχα	»	0,2
27. Χλώριο Ελεύθερο	»	0,5
28. Θειώδη	»	1
29. Θειούχα	»	1
30. Φθοριούχα	»	15
31. Φώσφορος	»	0,3 - 3
32. Νιτρώδη NO <sub>2</sub>	»	7
33. Νιτρικά NO <sub>3</sub>	»	100
34. Ολική Αμμωνία	»	20
35. Ολικό άζωτο κατά Kjeldahl (εκτός NO <sub>2</sub> και NO <sub>3</sub> )	»	5 - 30
36. Άργυρος	»	0,2
37. Φαινόλες ολικές	»	0,5
38. Σύνολο τοξικών (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Zn CN, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH) τέτοιο ώστε: $\frac{Y_1}{\Sigma_1} + \frac{Y_2}{\Sigma_2} + \frac{Y_3}{\Sigma_3} + \dots + \frac{Y_v}{\Sigma_v} \leq 3,$ όπου Y <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> , ..., Y <sub>v</sub> υπάρχουσα συγκέντρωση αντιστοίχου μετάλλου ή χημικής ένωσης		
39. Κολοβακτηριοειδή οικά K/100 ml		500
40. Κολοβακτηριοειδή κοπρανώδη K/100 ml		100

Ως εναλλακτική λύση, στην περίπτωση αδυναμίας διάθεσης των επεξεργασμένων στον αποδέκτη προτείνεται η μεταφορά αυτών με βυτία σε αδειοδοτημένες ΕΕΛ.

Μικρή ποσότητα των επεξεργασμένων δύναται να διατίθεται για επανακυκλοφορία στο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών υγρασίας εντός της απορριμματικής μάζας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως το καλοκαίρι).

Τα παραπροϊόντα της εγκατάστασης μαζί με την παχυμένη περίσσεια λάσπη θα οδηγούνται για ταφή στο ΧΥΤΑ, δεδομένου ότι αποτελούν εσωτερικά απόβλητα του ΧΥΤΑ.

## 2.2 ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

### 2.2.1 Συλλογή βροχοστραγγιδίων

Σήμερα, τα στραγγίσματα του ΧΥΤΑ και του ΧΔΑ μέσω του δικτύου συλλογής καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης, απ' όπου μέσω ηλεκτροκίνητου ρυθμιζόμενου υπερχειλιστή προβλέπεται να τροφοδοτείται το πρώτο διαμέρισμα της μονάδας κροκίδωσης. Εναλλακτικά και μέσω ανύψωσης του υπερχειλιστή και χειρισμού θυροφράγματος είναι δυνατή η διοχέτευση των στραγγιδίων στο φρεάτιο παράκαμψης της εγκατάστασης και η εν συνεχεία τροφοδοσία της δεξαμενής αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων, η χωρητικότητα της οποίας έχει υπολογιστεί έτσι, ώστε να επαρκεί για την αποθήκευση των παραγόμενων στραγγισμάτων για 3-4 ημέρες με βάση τον πιο βροχερό μήνα της 20-ετίας. Με βάση την μελέτη, το μέγιστο μηνιαίο ύψος βροχής έχει τιμή 423,3mm ύψους βροχής (Δεκέμβριος 2002), με την οποία έχει διαστασιολογηθεί η δεξαμενή. Προκύπτει μέγιστη παραγωγή 450m<sup>3</sup>/d, οπότε ο ωφέλιμος όγκος της δεξαμενής 1.500 m<sup>3</sup> **επαρκεί** για 3 ημέρες.

Για την άντληση των αποθηκευμένων στραγγιδίων προς το φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής αερισμού σε περιόδους μειωμένης παροχής εισόδου προβλέφθηκε η εγκατάσταση δύο (2) υποβρύχιων αντλιών (1+1R) παροχής 17m<sup>3</sup>/hr κατάλληλο μανομετρικό έκαστη.

### 2.2.2 Αντλιοστάσιο εξισορρόπησης

Με την παρούσα, προτείνεται να κατασκευαστεί (νέο) αντλιοστάσιο παραπλεύρως της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων, όπου πλέον θα καταλήγει απευθείας νέος αγωγός παροχέτευσης των στραγγισμάτων από το υφιστάμενο φρεάτιο εισόδου, χωρίς όποια δυνατότητα τροφοδοσίας της υφιστάμενης μονάδας κροκίδωσης – πρωτοβάθμιας καθίζησης η οποία **καταργείται**.

Προκειμένου να εξασφαλίζεται η **βαθμιαία παροχέτευση** στραγγισμάτων προς περαιτέρω επεξεργασία, επιλέγεται η τοποθέτηση δύο νέων (2) **υποβρυχίων αντλιών** (1+1R).

Ο ελάχιστος ενεργός όγκος ενός αντλιοστασίου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = \sum_{i=1-n} \frac{0,9 \times Q_i}{z}$$

όπου i : 1 έως n



$n$  : ο αριθμός των ενεργών αντλιών του αντλιοστασίου

$V$  : ο ελάχιστος ενεργός όγκος σε  $m^3$

$Q_i$  : η παροχή της  $i$  αντλίας σε  $l/s$

$z$  : ο μέγιστος αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα ( $\leq 10/hr$ , Διεθνείς προδιαγραφές)

Με παροχή έκαστης κύριας αντλίας της τάξης των  $Q_i \simeq 1,7l/s$  ( $6m^3/hr$ ) προκύπτει ότι ο ελάχιστος απαιτούμενος ωφέλιμος (λειτουργικός) όγκος του υγρού θαλάμου πρέπει να είναι της τάξης των :

$$V \geq \sum_{i=1} \frac{0,9 \times Q_i}{10} \approx 0,2m^3$$

Επιλέγεται να κατασκευαστεί θάλαμος διαστάσεων  $2,0 \times 2,0 \times 2,4m$  (ανώτατη – κατώτατη στάθμη λειτουργίας αντλιών σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας) με ωφέλιμο όγκο υγρού θαλάμου  $9,6m^3$ .

Εντός του αντλιοστασίου επιλέγεται η τοποθέτηση δύο (2) **υποβρυχίων αντλιών** (1+1R) παροχής της τάξης των  $6m^3/hr$  σε κατάλληλο μανομετρικό λειτουργίας έκαστη για την παροχέτευση των στραγγισμάτων προς περαιτέρω επεξεργασία.

Κάθε αντλία θα διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό, επί του οποίου τοποθετείται **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** για την στιγμιαία ή/και αθροιστική καταγραφή των προς επεξεργασία στραγγισμάτων. Η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) σε κάθε αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχτευτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο.

Σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης τα στραγγίσματα θα υπερχειλίζουν από το αντλιοστάσιο στη δεξαμενή συλλογής. Για την άντληση των αποθηκευμένων στραγγιδίων από την υφιστάμενη δεξαμενή προς το (νέο) Α/Σ εξισορρόπησης της δεξαμενής αερισμού σε περιόδους μειωμένης παροχής εισόδου θα χρησιμοποιηθούν οι δύο (2) υφιστάμενες **υποβρύχιες αντλίες** (1+1R).

## 2.3 ΜΟΝΑΔΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 2.3.1 Προσθήκη θρεπτικών

Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P).

Τα στραγγίσματα των απορριμμάτων είναι συνήθως φτωχά σε θρεπτικά συστατικά και πολλές φορές απαιτείται προσθήκη χημικών διαλυμάτων δεδομένου ότι σε περίπτωση ανεπάρκειας, τα υπάρχοντα βακτήρια

- δεν παράγουν νέα κύτταρα
- συνεχίζουν να αποικοδομούν οργανικό φορτίο χωρίς να έχουν τη δυνατότητα να

διοχετεύουν την παραγόμενη ενέργεια για σύνθεση νέων κυττάρων

- παράγουν εξωκυτταρικούς πολυσακχαρίτες που προκαλούν μη νηματοειδή διόγκωση με συνέπεια την μείωση του ρυθμού αποικοδόμησης οργανικού φορτίου

Η συνήθης αναλογία είναι  $BOD_5:N:P = 100:5:1$  ή  $COD:N:P = 500:5:1$  [1], [2], [4], [7]

Δεδομένου ότι τα στραγγίσματα ενός ΧΥΤΑ είναι μεταβαλλόμενης σύστασης λόγω εποχικών διακυμάνσεων (βροχοπτώσεις που προκαλούν αραίωση των συγκεντρώσεων, θερμοκρασιακές αλλαγές κλπ) αλλά και λόγω της παλαιότητας των απορριμμάτων, απαιτείται η διερεύνηση της απαίτησης προσθήκης θρεπτικών κατά τη λειτουργία του έργου.

### Προσθήκη δ/τος ουρίας

Λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία εισόδου, εκτιμάται ότι για τα  $21\text{kgBOD}_5/\text{d}$  εισόδου απαιτείται (ελάχιστη) ποσότητα αζώτου της τάξης των  $1,05\text{kgN}/\text{d}$  στην είσοδο του βιοαντιδραστήρα.

Θεωρώντας φορτίο N στην ΕΕΣ της τάξης των  $1.300\text{mg}/\text{l}$ , η εισερχόμενη ποσότητα για την παροχή σχεδιασμού των  $30\text{m}^3/\text{d}$  εκτιμάται σε  $39\text{kgN}/\text{d}$  κι επομένως κρίνεται ότι όχι μόνο ΔΕΝ θα απαιτηθεί η προσθήκη θρεπτικών (π.χ. διάλυμα ουρίας), αλλά θα απαιτηθεί εξωτερική πηγή άνθρακα προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή αναλογία  $BOD_5:N$  (βλ επόμενη παράγραφο).

### **Προσθήκη δ/τος φωσφορικού οξέος**

Λαμβάνοντας επίσης υπόψη τα φορτία εισόδου, εκτιμάται ότι για τα 21kgBOD<sub>5</sub>/d εισόδου απαιτείται (ελάχιστη) ποσότητα φωσφόρου της τάξης των 0,21kgP/d στην είσοδο του βιοαντιδραστήρα.

Για τη συγκεκριμένη φάση, θεωρώντας φορτίο P στην ΕΕΣ της τάξης των 15mg/l, η εισερχόμενη ποσότητα για την παροχή σχεδιασμού των 30m<sup>3</sup>/d εκτιμάται σε 0,45kgTP/d κι επομένως – με βάση αυτήν την αρχική προσέγγιση – ΔΕΝ απαιτείται προσθήκη θρεπτικών έτσι, ώστε η εισερχόμενη ποσότητα P να ανέλθει στο επιθυμητό επίπεδο.

Ωστόσο, δεδομένου ότι θα απαιτηθεί προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα, αναμένεται συνολικό οργανικό φορτίο (σε τιμές BOD<sub>5</sub>) στο βιοαντιδραστήρα της τάξης των 113,8kgBOD<sub>5</sub>/d ως αυτό υπολογίζεται σε επόμενη παράγραφο της παρούσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, εκτιμάται ότι θα απαιτηθεί προσθήκη θρεπτικών έτσι, ώστε η εισερχόμενη ποσότητα P να ανέλθει στο επιθυμητό επίπεδο της τάξης των 1,15kg/d. Προτείνεται η χρήση υγρού φωσφορικού οξέος (περιεκτικότητα 85%, MB : 98, AB : 31, ειδικό βάρος 1,69), οπότε για απαιτούμενη ποσότητα P της τάξης των

$$1,15 - 0,45 \simeq 0,7\text{kgP/d}$$

η απαίτηση δ/τος ανέρχεται σε

$$\frac{0,7 \times 98/31}{85\% \times 1,69} \approx 1,5\text{L/d}$$

Για τη δοσομέτρηση, επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν οι υφιστάμενες δύο (2) δοσομετρικές αντλίες ρυθμιζόμενης παροχής 0–50L/hr (1+1R) μαζί με το υφιστάμενο δοχείο αποθήκευσης του διαλύματος.

### **2.3.2 Προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα**

Ως ήδη αναφέρθηκε, θα απαιτηθεί εξωτερική πηγή άνθρακα προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή αναλογία BOD<sub>5</sub>:N = 100 ή COD:N = 500:5

Η εξωτερική πηγή άνθρακα προστίθεται συνήθως υπό μορφή διαλύματος μεθανόλης, αιθανόλης, γλυκερίνης, οξικού οξέος κλπ.

Ο προσδιορισμός των ποσοτήτων γίνεται θεωρητικά, ωστόσο δοκιμάζεται και προσδιορίζεται εκ νέου εμπειρικά με βάση τη λειτουργία της εγκατάστασης. Δεδομένου ότι

αποτελεί σημαντική παράμετρο λειτουργίας, ο προσδιορισμός αυτός επιχειρείται σε επόμενη παράγραφο της παρούσης έτσι, ώστε να ληφθούν υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά της διεργασίας νιτροποίησης – απονιτροποίησης (πλέον της επανατροπής των στραγγισμάτων προς επανεπεξεργασία από τις επιμέρους μονάδες της ΕΕΣ).

### **2.3.3 Μονάδα απονιτροποίησης – αερισμού**

Για τη βιολογική επεξεργασία των στραγγισμάτων, προτείνεται η μέθοδος της ενεργού ιλύος (activated sludge) με παρατεταμένο αερισμό (extended aeration) και ταυτόχρονη σταθεροποίηση της ιλύος και βιολογική απομάκρυνση των θρεπτικών (αζώτου).

Στην περίπτωση αυτή, η νιτροποίηση – αερισμός και η απονιτροποίηση των λυμάτων γίνεται σε επάλληλες αερόβιες (οξικές) και ανοξικές ζώνες. Στην οξική ζώνη λαμβάνει χώρα η απομάκρυνση του οργανικού φορτίου και η νιτροποίηση του αζώτου, ενώ για την απομάκρυνση του αζώτου χρησιμοποιείται η βασική φιλοσοφία της μεθόδου Α/Ο (Anoxic / Oxic) με την τοποθέτηση μπροστά από τον βιοαντιδραστήρα, μιας ανοξικής δεξαμενής, όπου έρχονται σε επαφή τα ανεπεξέργαστα υγρά με ανακυκλοφορία νιτροποιημένης απορροής και υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου λαμβάνει χώρα η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου (αναγωγή σε αέριο άζωτο και διαφυγή στην ατμόσφαιρα).

Ωστόσο, λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων αμμωνιακών στην είσοδο και των αυστηρών προδιαγραφών, όσον αφορά στη συγκέντρωση νιτρικών και ολικού αζώτου, στην έξοδο κρίνεται ότι, πέραν της προ-ανοξικής ζώνης (pre-denitrification) απαιτείται και πρόσθετη διεργασία μετά – απονιτροποίησης (post-denitrification).

Για τη διαστασιολόγηση της μονάδας λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω κριτήρια [1], [2], [4], [7] :

Φόρτιση στερεών	[kgBOD <sub>5</sub> /kg MLSS d]	≤ 0,10
Ογκομετρική φόρτιση	[kgBOD <sub>5</sub> /m <sub>3</sub> d]	≤ 0,4
Συγκέντρωση ανάμικτου υγρού (MLSS)	[mg/l]	3.000 – 6.000
Ηλικία ιλύος, (SRT)	[d]	≥ 20

Επιπλέον σημειώνεται ότι στην Μελέτη Εφαρμογής του υφιστάμενου έργου, ελήφθη η τιμή των **12°C** για τα στραγγίσματα προς επεξεργασία (χειμώνας – δυσμενέστερη περίπτωση) η οποία κρίνεται ρεαλιστική για τον (επανα)σχεδιασμό της ΕΕΣ.

Ο αντίστοιχος υπολογισμός και κατ' επέκταση ο έλεγχος επάρκειας της ΕΕΣ για το θέρος

κρίνεται άνευ σημασίας δεδομένου ότι η ημερήσια παροχή σχεδιασμού των 30m<sup>3</sup>/d είναι πολλαπλάσια των παροχών κατά τους θερινούς μήνες (ΜΑΪ – ΣΕΠ) και εύλογα η διαστασιολόγηση της εγκατάστασης που (επανα)σχεδιάζεται με το δυσμενέστερο σενάριο παροχών (χειμώνας) υπερεπαρκεί.

### **Αρχική προσέγγιση σχεδιασμού**

Για το μέγιστο (θεωρητικά) αναμενόμενο ημερήσιο φορτίο BOD<sub>5</sub> των 21kg/d (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση) και ογκομετρική φόρτιση (F/V) της τάξης των 0,4kgBOD/m<sup>3</sup>d, ο ελάχιστος (συνολικός) απαιτούμενος όγκος, χωρίς να υπολογίζεται η επανατροπή των παραγομένων στραγγιδίων από τη διεργασία πάχυνσης και η προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα, υπολογίζεται σε

$$\frac{F}{V} = 0,4 \quad V \geq \frac{21 \text{ kg/d}}{0,4 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}} \approx 53 \text{ m}^3$$

Ο υφιστάμενος βιολογικός αντιδραστήρας αποτελείται από μια (1) δεξαμενή αερισμού διαστάσεων 24,0 x 10,0 x 3,75m (Μ x Π x Υ<sub>ωφ</sub>) ωφέλιμου όγκου 900m<sup>3</sup> και ως εκ τούτου, κρίνεται επί της αρχής ότι (υπερ)**επαρκεί** για τις απαιτήσεις της διεργασίας.

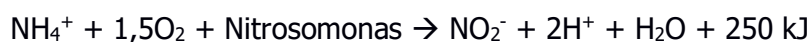
#### **2.3.3.1 Νιτροποίηση**

Είναι η βιολογική οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικά από μία ομάδα αερόβιων μικροοργανισμών που λέγονται νιτροποιητές. Τα αερόβια αυτοτροφικά βακτηρίδια Nitrosomonas και Nitrobacter που βρίσκονται στα απόβλητα αναπτύσσονται στην ΔΑ:

(α) χρησιμοποιώντας ως πηγή άνθρακα το CO<sub>2</sub> (που βρίσκεται στα απόβλητα από την οξείδωση των οργανικών ενώσεων άνθρακα) για να συνθέσουν νέα κύτταρα (C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub>) σύμφωνα με την αντίδραση:



(β) Λαμβάνοντας ενέργεια από την οξείδωση των αμμωνιακών (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) σύμφωνα με τις ακόλουθες αντιδράσεις:



και συνολικά:



Αγνοώντας την ποσότητα του αζώτου που χρησιμοποιείται στη σύνθεση νέων κυττάρων (2-5% των NH<sub>4</sub>-N) η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται είναι 4,57 g O<sub>2</sub>/g

νιτροποιούμενου  $\text{NH}_4\text{-N}$ .

Μία συνολική αντίδραση που λαμβάνει υπόψιν της τη σύνθεση νέων κυττάρων είναι η ακόλουθη:

$\text{NH}_4^+ + 1,83\text{O}_2 + 1,98\text{HCO}_3^- \rightarrow 0,0521\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 + 0,98\text{NO}_3^- + 1,041\text{H}_2\text{O} + 1,88\text{H}_2\text{CO}_3$   
από την οποία υπολογίζεται ότι για την οξειδωση 1g  $\text{NH}_4\text{-N}$  απαιτούνται 4,2 g $\text{O}_2$  και καταστρέφονται 8,6g αλκαλικότητας ως  $\text{HCO}_3^-$ , ενώ παράγονται 0,17g κυττάρων βιομάζας.

### **Ταχύτητα νιτροποίησης**

Η ταχύτητα νιτροποίησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO) και το pH.

Γενικά με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και η ταχύτητα νιτροποίησης (9-10% ανά °C). Η βέλτιστη περιοχή pH για τη διαδικασία της νιτροποίησης είναι 7,5-8,5 ενώ σε μικρές και μεγάλες τιμές pH η διαδικασία μπορεί να σταματήσει. Στα αστικά απόβλητα δεν αναμένεται να υπάρχει επίδραση του pH. Όσο αφορά τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO), αυτή συνίσταται να έχει μία ελάχιστη τιμή της τάξης των 1-2mg/l.

Ο ρυθμός νιτροποίησης  $\mu_n$  δύναται να υπολογιστεί ως κάτωθι [4] :

$$\mu_n = \left( \frac{\mu_{n,m} N}{K_n + N} \right) \left( \frac{\text{DO}}{K_o + \text{DO}} \right) - k_{dn}$$

όπου  $\mu_n$  : Ο ρυθμός νιτροποίησης ( $\text{d}^{-1}$ )

$\mu_{n,m}$  : Ο μέγιστος ειδικός ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών βακτηριδίων ( $\text{d}^{-1}$ ).  
Εξαρτάται από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση:  $\mu_{n,m} = 0,75 * 1,07^{(T-20)}$

N : Η συγκέντρωση αζώτου στην εκροή ( $\text{g/m}^3$ )

$K_n$  : Σταθερά ημιταχύτητας ( $\text{g/m}^3$ ), εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση:  $K_n = 0.74 * 1.053^{(T-20)}$

$k_{dn}$  : Συντελεστής ενδογενούς αποσύνθεσης νιτροποιητικών βακτηριδίων ( $\text{d}^{-1}$ ), εξαρτώμενος από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση:  $k_{dn} = 0,08 * 1,04^{(T-20)}$

DO : Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στην εκροή (mg/l)

$K_o$  : Συντελεστής ημι-κορεσμού για το DO (συνήθως 0,5  $\text{g/m}^3$ )

T : Η θερμοκρασία των λυμάτων (°C)

### **Ηλικία λήψης νιτροποίησης**

Η απαραίτητη ηλικία λήψης για την διαδικασία της νιτροποίησης  $SRT_N$  (d) δίνεται από τη σχέση:

$$SRT_N = \frac{1}{\mu_n}$$

### **2.3.3.2 Οξείδωση οργανικών ενώσεων άνθρακα**

Τα αερόβια ετεροτροφικά βακτηρίδια που βρίσκονται στα λύματα αναπτύσσονται στη Δεξαμενή Αερισμού (ΔΑ) σε συνθήκες επάρκειας πηγής άνθρακα και θρεπτικών συστατικών :

- (α) χρησιμοποιώντας ως πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων (COHNS) για να συνθέσουν νέα κύτταρα ( $C_5H_7NO_2$ ) και,
- (β) λαμβάνοντας ενέργεια από την οξείδωση των οργανικών ενώσεων του άνθρακα σύμφωνα με την αντίδραση
- $$CONHS + O_2 + \text{θρεπτικά} + \text{βακτηρίδια} \rightarrow C_5H_7NO_2 + NH_3 + H_2O + \text{άλλα τελικά προϊόντα}$$

Σε περιόδους ανεπάρκειας διαθεσίμων οργανικών ενώσεων τα βακτηρίδια οξειδώνουν τα κύτταρά τους (ενδογενής μεταβολισμός) για να εξασφαλίσουν την απαραίτητη ενέργεια για να επιζήσουν, σύμφωνα με την αντίδραση

$$C_5H_7NO_2 + 5O_2 + \text{βακτηρίδια} \rightarrow 5O_2 + NH_3 + 2H_2O + \text{άλλα σταθερά τελικά προϊόντα}$$

από την οποία υπολογίζεται ότι για την οξείδωση 1g κυττάρου (ως  $C_5H_7NO_2$ ) απαιτούνται 1,42g $O_2$ .

### **Παραγωγή βιομάζας**

Η παραγωγή της βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων στη ΔΑ είναι :

$$A = \frac{Q * Y * (S_o - S)}{1 + k_d * SRT_A}$$

Η παραγωγή της βιομάζας των οργανικών στερεών που αποτελούν κατάλοιπα του ενδογενούς μεταβολισμού δίνεται από τη σχέση :

$$B = \frac{f_d * k_d * Q * Y * (S_o - S) * SRT_A}{1 + k_d * SRT_A}$$

Η παραγωγή βιομάζας των νιτροποιητικών βακτηριδίων δίνεται από τη σχέση :

$$C = \frac{Q * Y_n * (NOx)}{1 + k_{dn} * SRT_A}$$

Η συνολική παραγωγή βιομάζας  $P_{x,bio}$  στη δεξαμενή αερισμού είναι:

$$P_{x,bio} = (A) + (B) + (C) \text{ σε kg VSS/d}$$

όπου

$Q$  : η ογκομετρική παροχή των λυμάτων που εισέρχεται στο βιολογικό αντιδραστήρα ( $m^3/d$ ).

$Y$  : η σταθερά σύνθεσης βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων ( $kgVSS/kg \text{ bCOD}$ ) με σύνηθες τιμές 0,3-0,5 και τυπική τιμή 0,40.

$Y_n$  : η σταθερά σύνθεσης βιομάζας των νιτροποιητικών βακτηριδίων ( $kgVSS/kg \text{ bCOD}$ ) με σύνηθες τιμές 0,10-0,15 και τυπική τιμή 0,12.

$S_o$  : η συγκέντρωση βιοδιασπάσιμου COD ( $bCOD$ ) στην είσοδο ( $kgbCOD/m^3$ ) με συνήθη αναλογία  $bCOD = 1,6 * BOD_5$ .

$S$  : η συγκέντρωση βιοδιασπάσιμου COD ( $bCOD$ ) στην έξοδο ( $kgbCOD/m^3$ ) με συνήθη αναλογία  $bCOD = 1,6 * BOD_5$ . Στους υπολογισμούς μπορεί για ασφάλεια να ληφθεί  $S = 0$ .

$k_d$  : η σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων ( $d^{-1}$ ). Εξαρτάται από τη θερμοκρασία με τη σχέση  $k_d = 0,06 * 1,04^{(T-20)}$

$k_{dn}$  : ο συντελεστής ενδογενούς αποσύνθεσης νιτροποιητικών βακτηριδίων ( $d^{-1}$ ), εξαρτώμενος από τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση:  $k_{dn} = 0,08 * 1,04^{(T-20)}$

$f_d$  : ο συντελεστής παραγωγής καταλοίπων ενδογενούς μεταβολισμού με τυπική τιμή 0,15.

$NOx$  : η συγκέντρωση  $NH_4-N$  στην είσοδο που πρόκειται να νιτροποιηθεί ( $kgN/m^3$ ). Για τον υπολογισμό λαμβάνεται εμπειρική τιμή:  $NOx = 80\% \times TN$

$SRT_A$  : η αερόβια ηλικία ιλύος ( $d$ )

### 2.3.3.3 Απονιτροποίηση

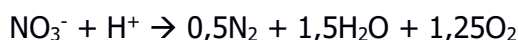
Η απονιτροποίηση πραγματοποιείται από ετεροτροφικά βακτηρίδια που βρίσκονται στα απόβλητα σε ανοξικές συνθήκες (χωρίς οξυγόνο αλλά με την παρουσία νιτρικών) σε ανοξικές δεξαμενές (ΑΟΔ). Τα βακτηρίδια αυτά

(α) χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα τις οργανικές ενώσεις των αποβλήτων ( $COHNS$ ) για



να συνθέσουν νέα κύτταρα ( $C_5H_7NO_2$ ) και

(β) λαμβάνουν ενέργεια σύμφωνα με την ακόλουθη αντίδραση



Κατά την απονιτροποίηση, σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, παράγονται  $2,86gO_2 / gNO_3-N$ . Σε περιόδους ανεπάρκειας διαθέσιμων οργανικών ενώσεων τα βακτηρίδια οξειδώνουν τα κύτταρά τους (ενδογενής μεταβολισμός) για να εξασφαλίσουν την απαιτούμενη ενέργεια για να επιζήσουν.

Στη βιολογική απονιτροποίηση, πρωταρχικός στόχος είναι η απομάκρυνση των νιτρικών με βιολογικές μεθόδους. Ως εκ τούτου, βασική σχεδιαστική παράμετρος για τη διεργασία απονιτροποίησης είναι η ποσότητα του BOD ή του bCOD που απαιτείται για να δώσει μια επαρκή ποσότητα του δότη ηλεκτρονίων για την απομάκρυνση των νιτρικών. Ως γενικός κανόνας θεωρείται ότι  $4g$  BOD απαιτούνται ανά  $g$   $NO_3$  που ανάγεται, ωστόσο η πραγματική τιμή εξαρτάται από τη λειτουργία του συστήματος και το είδος του δότη ηλεκτρονίων που χρησιμοποιείται για την απονιτροποίηση.

Για την υπό μελέτη περίπτωση, ως ήδη αναφέρθηκε, θα απαιτηθεί εξωτερική πηγή άνθρακα προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή αναλογία  $BOD_5:N = 100$  ή  $COD:N = 500:5$ . Στη Διεθνή βιβλιογραφία ποικίλουν τα χαρακτηριστικά και οι προτεινόμενες αναλογίες των εξωτερικών πηγών άνθρακα. Έτσι π.χ.

✓ κατά το **ATV-DVWK-A 131E** προτείνονται πηγές με τα κάτωθι χαρακτηριστικά [6] :

**Table 4: Characteristics of external carbon sources**

Parameter	Unit	Methanol	Ethanol	Acetic acid
Density	kg/m <sup>3</sup>	790	780	1,060
COD	kg/kg	1.50	2.09	1.07
COD	kg/L	1.185	1.630	1.135

και η γενική θεώρηση, ως ικανοποιητική αναλογία, της τάξης των  $5g$  COD /  $g$   $NO_3-N$  προς απονιτροποίηση ενώ,

✓ κατά την **U.S. EPA** προτείνονται πηγές με τα κάτωθι χαρακτηριστικά [10] :

	Methanol	Ethanol	MicroCg™	MicroCglycerin™	56% Acetic Acid	30% Sodium Acetate
COD mg/L	1,200,000	1,650,000	670,000	1,016,000	577,000	222,480
Bulk Density lbs/gal.	6.6	6.6	10.2	9.92	9.09	9.8
Yield g COD/g COD	0.41	0.55	0.6	0.55	0.53	0.53
Total COD/N	4.82	6.36	6.45	6.36	6.09	6.09
Total dose gal substrate/lb NO <sub>3</sub> N	0.48	0.46	1.15	0.77	1.19	3.09

Table 11.1 Reactor Characterization for Some External Carbon Sources

Μια συνάρτηση που απεικονίζει ρεαλιστικά τον προσδιορισμό του απαιτούμενου λόγου bCOD / NO<sub>3</sub>-N για τη διεργασία είναι η ακόλουθη [1], [7], [12] :

$$\frac{\text{g bCOD}}{\text{g NO}_3 - \text{N}} = \frac{2,86}{1 - 1,42 * Y_n}$$

όπου  $Y_n$  : Η καθαρή απόδοση βιομάζας (g VSS/ g bCOD)

$$Y_n = \frac{Y}{1 + k_{dn} * SRT_{dn}}$$

Ο χρόνος παραμονής των στερεών (SRT) για την κατανάλωση της εξωτερικής πηγής άνθρακα που απαιτείται για την απονιτροποίηση κυμαίνεται από 1 – 5 ημέρες, ανάλογα με την πηγή άνθρακα [11] :

Table 1.8 Values for Operational Parameters for Denitrification<sup>8</sup>

Treatment process	Type of reactor	Design parameter				
		$\theta_c, \text{d}^a$	$\theta, \text{h}^a$	MLVSS, mg/L	pH	Temperature coefficient <sup>b</sup>
Single-stage nitrification	Plug-flow	8–20	6–15	2,000–3,500	7.0–8.0 <sup>c</sup>	1.08–1.10
Denitrification <sup>d</sup>	Plug-flow	1–5	0.2–2	1,000–2,000 <sup>e</sup>	6.5–7	1.14–1.16

<sup>a</sup> Indicated values for  $\theta_c$  and  $\theta$  are for 20°C.

<sup>b</sup> Temperature coefficient to be used in the equation  $K_T = K_{20} \theta^{T-20}$

<sup>c</sup> Lower values have been reported.

<sup>d</sup> Methanol requirement can be computed using Eq. 11-18.

<sup>e</sup> Higher values may be observed depending on the degree of solids carryover.

Note: mg/L = g/m<sup>3</sup>

Έτσι π.χ. για χρήση μεθανόλης λαμβάνεται ηλικία λάσπης ( $SRT_{dn}$ ) της τάξης των 5d (τυπική τιμή), συντελεστής ενδογενούς αποσύνθεσης  $k_d$  της τάξης των  $0,05 \text{ d}^{-1}$  (τυπική τιμή) και απόδοση σύνθεσης  $Y$  της τάξης των  $0,18 \text{ gVSS/g bCOD}$  (τυπική τιμή) και εκτιμάται δόση της τάξης των  $3,6 \text{ g bCOD / g NO}_3\text{-N}$  προς απονιτροποίηση [1], [7]

Σημειώνεται ότι η μεθανόλη ως εξωτερική πηγή άνθρακα απαιτεί μεγαλύτερους χρόνους μεταβολισμού σε σχέση με λοιπές πηγές (γλυκερόλη, οξικό οξύ, MicroC™) [10]

Σε κάθε περίπτωση ο θεωρητικός προσδιορισμός των ποσοτήτων πρέπει να δοκιμάζεται και να προσδιορίζεται εκ νέου εμπειρικά με βάση τη λειτουργία της εγκατάστασης.

### **Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης**

Βασική παράμετρος σχεδιασμού της διεργασίας απονιτροποίησης είναι ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης (SDNR) ο οποίος εξαρτάται από τα νιτρικά που απομακρύνονται, τον όγκο της ανοξικής ζώνης, τη συγκέντρωση των πτητικών αιωρούμενων στερεών του μικτού υγρού και τη θερμοκρασία.

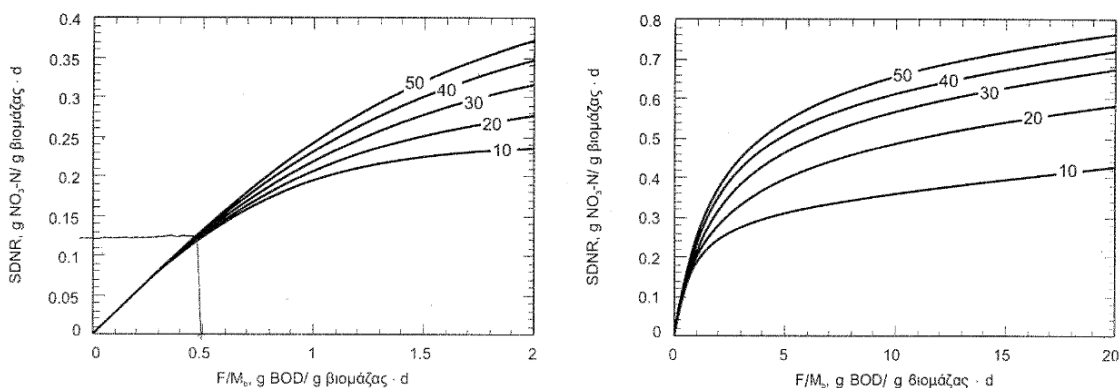
Σε προ-ανοξικές δεξαμενές οι τιμές του SDNR λαμβάνουν τιμές  $0,04\text{--}0,42 \text{ gNO}_3\text{-N/kgMLVSS d}$

Με βάση τους παρατηρούμενους ρυθμούς απονιτροποίησης, έχουν αναπτυχθεί εμπειρικές σχέσεις που συσχετίζουν τον ειδικό ρυθμό απονιτροποίησης με το λόγο  $F/M$  σε προ-ανοξικές δεξαμενές :

$$SDNR = 0,03 \cdot (F/M) + 0,029$$

όπου  $F/M$ : τα  $\text{g}$  του εφαρμοζόμενου  $\text{BOD/g MLVSS d}$  στην ανοξική δεξαμενή

Περαιτέρω, με βάση μοντέλα προσομοίωσης, έχουν αναπτυχθεί διαγράμματα των ειδικών ρυθμών απονιτροποίησης με βάση τη συγκέντρωση της βιομάζας στους  $20^\circ\text{C}$  έναντι του λόγου τροφής προς μικροοργανισμούς για διάφορα ποσοστά εύκολα βιοαποικοδομήσιμου οργανικού φορτίου [1], [7] :



Η διαδικασία του σχεδιασμού απαιτεί διόρθωση των τιμών του ειδικού ρυθμού απονιτροποίησης λαμβάνοντας υπόψη τη θερμοκρασία λειτουργίας και τον εσωτερικό ρυθμό ανακυκλοφορίας.

Για τιμές  $F/M \leq 1.0$  δεν απαιτείται διόρθωση για την εσωτερική ανακυκλοφορία, ενώ για τη διόρθωση της θερμοκρασίας χρησιμοποιείται εξίσωση :

$$SDNR_T = SDNR_{T_{20}} * \theta^{T-20}$$

όπου  $\theta$  : ο συντελεστής διόρθωσης (1,026)

$T$  : η θερμοκρασία των υγρών (°C)

### **Απαιτούμενος όγκος απονιτροποίησης – Ισοζύγιο αζώτου**

Ο απαραίτητος όγκος της ανοξικής δεξαμενής για την απονιτροποίηση αγνοώντας την αποσύνθεση των βακτηριδίων υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$V_{nox} = \frac{N_{DN}}{SDNR * MLVSS}$$

όπου  $V_{nox}$  : Ο όγκος της ανοξικής δεξαμενής (m<sup>3</sup>)

$SDNR$  : Ο ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης (gNO<sub>3</sub>-N/kgMLVSS d)

$N_{DN}$  : Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση (g NO<sub>3</sub>-N/d).

$MLVSS$  : Η συγκέντρωση πτητικών αιωρούμενων στερεών του μικτού υγρού (mg/L)

Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση  $N_{DN}$  δίνονται από τη σχέση:

$$N_{DN} = Q*(AMo-AM) - a_N*\Delta X_B - Q*N$$

όπου  $N_{DN}$  : Τα νιτρικά προς απονιτροποίηση (kg NO<sub>3</sub>-N/d)

$Q$  : Η ογκομετρική παροχή (m<sup>3</sup>/d)

$AMo$  : Η συγκέντρωση αμμωνιακών στην είσοδο (kg NH<sub>4</sub>-N/m<sup>3</sup>)

$AM$  : Η συγκέντρωση αμμωνιακών στην έξοδο (kg NH<sub>4</sub>-N/m<sup>3</sup>)

$a_N$  : Το ποσοστό της μάζας του αζώτου που δεσμεύεται στη βιομάζα των ετεροτροφικών βακτηριδίων (kgN/KgVSS). Συνήθως αποτελεί ένα ποσοστό της τάξης του 5-15%.

$\Delta X_B$  : Η παραγωγή της βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων (kgVSS/d).

$N$  : Η συγκέντρωση νιτρικών στην εκροή (kg NO<sub>3</sub>-N/m<sup>3</sup>)

### **Μετα-απονιτροποίηση με προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα**

Ο απαιτούμενος όγκος της δεξαμενής μετά-απονιτροποίησης  $V_{pdn}$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$(MLSS) * V_{pdn} = P_{x,TSS,pdn} * SRT_{pdn}$$

όπου

$MLSS$  : η συγκέντρωση των ολικών αιωρουμένων στερεών ( $kg/m^3$ ) εντός της δεξαμενής

$P_{x,TSS,pdn}$  : Η συνολική παραγωγή ολικών αιωρουμένων στερεών  $P_{x,TSS}$  ( $kg/d$ ) στη δεξαμενή ( $kg/d$ ) (σ.σ. υπολογίζεται στη συνέχεια)

$SRT_{pdn}$  : η ηλικία ιλύος εντός της δεξαμενής ( $d$ ) που κυμαίνεται από 1 – 5 ημέρες, ανάλογα με την πηγή άνθρακα.

### **2.3.3.4 Παραγωγή λάσπης**

#### **Παραγωγή ιλύος στη δεξαμενή αερισμού – νιτροποίησης**

Η εξερχόμενη λάσπη από το βιοαντιδραστήρα διαχωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες στερεών:

A : Η παραγόμενη λάσπη που οφείλεται στην παραγωγή βιομάζας από τα ετεροτροφικά βακτηρίδια. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, δίνεται από τη σχέση:

$$A = \frac{Q * Y * (S_o - S)}{1 + k_d * SRT_A}$$

B : Η παραγόμενη λάσπη που οφείλεται στην παραγωγή βιομάζας των οργανικών στερεών που αποτελούν κατάλοιπα του ενδογενούς μεταβολισμού. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, δίνεται από τη σχέση:

$$B = \frac{f_d * k_d * Q * Y * (S_o - S) * SRT_A}{1 + k_d * SRT_A}$$

C : Η παραγόμενη λάσπη που οφείλεται στην παραγωγή βιομάζας από τα νιτροποιητικά (αυτοτροφικά) βακτηρίδια. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, δίνεται από τη σχέση:

$$C = \frac{Q * Y_n * (NOx)}{1 + k_{dn} * SRT_A}$$

Οι όροι A, B, C αποτελούν τη συνολική παραγωγή βιομάζας  $P_{x,bio}$  στη δεξαμενή αερισμού. Δηλ.:

$$P_{x,bio} = (A) + (B) + (C) \text{ σε } kg \text{ VSS/d}$$

Σημειώνεται ότι παραγόμενη βιομάζα ( $P_{x,bio}$ ) περιέχει και ανόργανα στερεά. Το ποσοστό

των πτητικών στερεών της παραγόμενης βιομάζας είναι περίπου το 85% επί των συνολικών στερεών αυτής.

D : Τα μη βιοδιασπάσιμα οργανικά στερεά της εισροής (nbVSS). Η ποσότητα τους λαμβάνεται ως ποσοστό 10% των ολικών VSS στην είσοδο.

E : Τα ανόργανα στερεά της εισροής. Η ποσότητά τους είναι :  $E = Q * (TSS_o - VSS_o)$  όπου

$TSS_o$  : η συγκέντρωση των ολικών αιωρουμένων στερεών στην είσοδο ( $kg/m^3$ )

$VSS_o$  : η συγκέντρωση των πτητικών αιωρουμένων στερεών στην είσοδο ( $kg/m^3$ )

Η συνολική παραγωγή πτητικών αιωρουμένων στερεών  $P_{x,VSS}$  στη δεξαμενή αερισμού δίνεται από τη σχέση:

$$P_{x,VSS} = P_{x,bio} + Q * (nbVSS)$$

Η συνολική παραγωγή ολικών αιωρουμένων στερεών  $P_{x,TSS}$  στη δεξαμενή δίνεται από τη σχέση:

$$P_{x,TSS} = P_{x,bio} / 0,85 + Q * (nbVSS) + Q * (TSS_o - VSS_o)$$

### **Παραγωγή ιλύος στη δεξαμενή μετα-απονιτροποίησης**

Η παραγωγή βιομάζας  $P_{x,bio,pdn}$  εντός της δεξαμενής δίνεται από τη σχέση:

$$P_{x,bio,pdn} = \frac{Q * Y * (S_o - S)}{1 + k_d * SRT_{pdn}} + \frac{f_d * k_d * Q * Y * (S_o - S) * SRT_{pdn}}{1 + k_d * SRT_{pdn}}$$

Η συνολική παραγωγή ολικών αιωρουμένων στερεών  $P_{x,TSS}$  στη δεξαμενή μετα-απονιτροποίησης δίνεται από τη σχέση:

$$P_{x,TSS,total} = P_{x,bio,pdn} / 0,85 + Q * TSS_o$$

όπου

Q : η ογκομετρική παροχή των λυμάτων που εισέρχεται στο βιολογικό αντιδραστήρα ( $m^3/d$ ).

Y : η σταθερά σύνθεσης βιομάζας των ετεροτροφικών βακτηριδίων ( $kgVSS/kg bCOD$ ) με τιμές 0,17 και 0,18 για  $10^\circ C$  και  $20^\circ C$  αντίστοιχα..

$S_o$  : η συγκέντρωση βιοδιασπάσιμου COD (bCOD) στην είσοδο ( $kgbCOD/m^3$ ). Ισχύει:  $bCOD = 1,6 * BOD_5$ .

- $S$  : η συγκέντρωση βιοδιασπάσιμου COD (bCOD) στην έξοδο ( $\text{kgbCOD}/\text{m}^3$ ). Ισχύει:  $\text{bCOD} = 1,6 * \text{BOD}_5$ . Στους υπολογισμούς μπορεί για ασφάλεια να ληφθεί  $S = 0$ .
- $k_d$  : η σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων ( $\text{d}^{-1}$ ) με τιμές 0,04 και 0,05 για  $10^\circ\text{C}$  και  $20^\circ\text{C}$  αντίστοιχα
- $f_d$  : Συντελεστής παραγωγής καταλοίπων ενδογενούς μεταβολισμού με τυπική τιμή 0,15.
- $Q * \text{TSS}_o$  : η ποσότητα των ολικών αιωρουμένων στερεών στην είσοδο ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Για τη συγκεκριμένη περίπτωση λαμβάνεται ότι είναι ίση με την παραγωγή στερεών από τον ανάντη βιοαντιδραστήρα ( $=P_{x,\text{TSS}}$ ).
- $\text{SRT}_{\text{pdn}}$  : η ηλικία ιλύος (d) εντός της δεξαμενής

### 2.3.3.5 Ηλικία και περίσσεια λάσσης

Η αερόβια ηλικία ιλύος  $\text{SRT}_A$  είναι ο μέσος χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών εντός του συστήματος αερισμού και δίνεται από τη σχέση:

$$\text{SRT}_A = \frac{X_{\text{VSS}} * V_A}{P_{x,\text{VSS}}} \quad \text{ή} \quad \text{SRT}_A = \frac{X_{\text{TSS}} * V_A}{P_{x,\text{TSS}}}$$

όπου

- $V_A$  : ο όγκος της δεξαμενής αερισμού ( $\text{m}^3$ ).
- $X_{\text{VSS}}$  : η συγκέντρωση των πτητικών αιωρουμένων στερεών εντός της δεξαμενής αερισμού ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).
- $X_{\text{TSS}}$  : η συγκέντρωση των ολικών αιωρουμένων στερεών εντός της δεξαμενής αερισμού ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).
- Θεωρώντας περιεκτικότητα της περίσσειας λάσσης  $X_r$ , ο όγκος της περίσσειας (δευτεροβάθμιας) ιλύος είναι:

$$Q_x = \frac{P_{x,\text{TSS}}}{X_r}$$

- όπου  $Q_x$  : ο όγκος της περίσσειας ιλύος ( $\text{m}^3/\text{d}$ )
- $P_{x,\text{TSS}}$  : η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσση ( $\text{kgSS}/\text{d}$ )
- $X_r$  : η συγκέντρωση της περίσσειας λάσσης ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- Η περίσσεια λάσσης που πρέπει να απομακρυνθεί από το σύστημα είναι:

$$P_s = P_{x,\text{TSS}} - \text{TSS}_{\text{out}} * Q$$

όπου  $P_s$  : Η περίσσεια λάσπης που πρέπει να απομακρυνθεί από το σύστημα (kgSS/d)

$P_{x,TSS}$  : Η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη (kgSS/d)

$TSS_{out}$  : Η συγκέντρωση στερεών στην εκροή (kgSS/m<sup>3</sup>)

$Q$  : Η ημερήσια παροχή (m<sup>3</sup>/d)

### **Ολική Ηλικία Λάσπης (SRT)**

Η Ολική Ηλικία Λάσπης (SRT) ή Χρόνος Παραμονής Στερεών (Solids Retention Time, SRT) ορίζεται ως το πηλίκο της συνολικής μάζας των μικροοργανισμών στο σύνολο των δεξαμενών προς τη μάζα των απομακρυνόμενων από τον βιοαντιδραστήρα ανά μονάδα χρόνου, δηλαδή :

$$SRT = \frac{V_t \times MLSS}{P_s}$$

όπου  $SRT$  : Η ηλικία λάσπης (d)

$V_t$  : Ο ολικός όγκος της δεξαμενής απονιτροποίησης αερισμού (m<sup>3</sup>)

$MLSS$  : Η συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών στο σύστημα (kgSS/m<sup>3</sup>)

$P_s$  : Η συνολικά εξερχόμενη από το βιοαντιδραστήρα λάσπη (kgSS/d)

### **2.3.3.6 Υπολογισμοί – Έλεγχος τιμών**

Για λόγους απλότητας λειτουργίας κρίνεται ότι πρέπει να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή σταθερότητα ως προς τη συγκέντρωση  $MLSS$  στις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας καθ' όλο το 24ωρο και καθ' όλες τις ημέρες (εργάσιμες ή αργίες) του χρόνου. Υπολογίζονται οι αρχικές παράμετροι σχεδιασμού τόσο της μονάδας αερισμού – απονιτροποίησης, όσο και των κατάντη μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και λάσπης, έτσι, ώστε να προσδιοριστούν οι παροχές και τα φορτία στραγγιδίων που προκύπτουν κατά τη λειτουργία της ΕΕΛ και στη συνέχεια οι υπολογισμοί επαναλαμβάνονται (μέσω των αντίστοιχων Spreadsheet) προκειμένου να διαστασιολογηθούν όλες οι επιμέρους μονάδες επεξεργασίας με τις νέες παροχές και φορτία που προκύπτουν με το **συνυπολογισμό των στραγγιδίων** :

## **1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**



## **ΕΙΣΟΔΟΣ**

Θερμοκρασία υγρών	°C	12
<b>Πραγματική Ημερήσια παροχή σχεδιασμού <sup>(1)</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>35,2</b>
Παροχή λυμάτων στην έξοδο της καθίζησης	m <sup>3</sup> /d	29,0
<b>Οργανικό φορτίο BOD<sub>5</sub> εισόδου <sup>(1)</sup></b>	<b>kgBOD/d</b>	<b>24,1</b>
Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> εισόδου, Bo	mgBOD/l	684,3
<b>Οργανικό φορτίο bCOD εισόδου</b>	<b>kgbCOD/d</b>	<b>38,6</b>
Συγκέντρωση bCOD εισόδου, So	mgbCOD/l	1.094,9
<b>Φορτίο στερεών εισόδου <sup>(1)</sup></b>	<b>KgSS/d</b>	<b>13,2</b>
Συγκέντρωση στερεών εισόδου, Ao	mgSS/l	374,1
<b>Φορτίο αζώτου TN εισόδου <sup>(1)</sup></b>	<b>KgN/d</b>	<b>36,8</b>
Συγκέντρωση αζώτου TN εισόδου, TNo	mgN/l	1.046,0
<b>Φορτίο φωσφόρου P εισόδου <sup>(1)</sup></b>	<b>KgP/d</b>	<b>0,8</b>
Συγκέντρωση φωσφόρου P εισόδου	mgP/l	23,5
Ποσοστό πτητικών στερεών εισόδου	kgVSS/kgSS	0,70

## **ΕΞΟΔΟΣ**

Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> εξόδου, B	mgBOD/l	40,0
Συγκέντρωση στερεών εξόδου, Ae	mgSS/l	35
Συγκέντρωση αζώτου TN εξόδου	mgN/l	30
Συγκέντρωση αμμωνίας NH <sub>4</sub> εξόδου, AM	mgNH <sub>4</sub> -N/l	5
Συγκέντρωση νιτρικών NO <sub>3</sub> εξόδου	mgNO <sub>3</sub> -N/l	25
Συγκέντρωση Περίσσειας βιολογικής ιλύος, Cl	kgSS/m <sup>3</sup>	8,0

## **2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ**

### **1ο ΣΤΑΔΙΟ**

Οργανικό φορτίο bCOD εισόδου	kgbCOD/d	38,6
Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> εισόδου, Bo	mgBOD/l	684,3
Οργανικό φορτίο bCOD εισόδου	kgbCOD/d	38,6
Συγκέντρωση bCOD εισόδου, So	mgbCOD/l	1.094,9

Φορτίο αζώτου TN εισόδου	KgN/d	36,8
Φορτίο νιτρικών NO <sub>3</sub> στην έξοδο της ΔΑ	kgNO <sub>3</sub> -N/d	8,8
	mgNO <sub>3</sub> -N/l	250,0
Εκτίμηση απομάκρυνσης Αζώτου στην ιλύ (5% του εισ. BOD)	kgNO <sub>3</sub> -N/d	1,9
	mgNO <sub>3</sub> -N/l	54,74
Εκτίμηση απονιτροποίησης (15% του εισ. BOD)	kgNO <sub>3</sub> -N/d	5,8
	mgNO <sub>3</sub> -N/l	164,23
Άζωτο προς απονιτροποίηση με εξωτετρική πηγή άνθρακα	kgNO <sub>3</sub> -N/d	20,3
	mgNO <sub>3</sub> -N/l	577,03
Απαιτούμενη προσθήκη C	kgCOD/kgNO <sub>3</sub> -N)	5,00
	kgCOD/d	101,61
COD CH <sub>3</sub> COOH	g/l	1.135,0
COD CH <sub>3</sub> COOH 56%	g/l	635,6
Απαιτούμενη ποσότητα CH <sub>3</sub> COOH 56%	l/d	159,9
Προστιθέμενο bCOD στον αντιδραστήρα	kgbCOD/d	101,6
Πραγματικό Οργανικό φορτίο bCOD στον αντιδραστήρα	kgbCOD/d	140,2
	mgbCOD/l	3.980,0
Πραγματικό Οργανικό φορτίο BOD στον αντιδραστήρα	kgbBOD/d	87,6
	mgbBOD/l	2.487,5

## 2ο ΣΤΑΔΙΟ (ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ)

Φορτίο νιτρικών NO <sub>3</sub> στην είσοδο της δεξαμενής	KgN/d	8,8
	mgN/l	250,0
Φορτίο νιτρικών NO <sub>3</sub> στην έξοδο της δεξαμενής	kgNO <sub>3</sub> -N/d	0,9
	mgNO <sub>3</sub> -N/l	25,0
Άζωτο προς απονιτροποίηση με εξωτετρική πηγή άνθρακα	kgNO <sub>3</sub> -N/d	7,9
	mgNO <sub>3</sub> -N/l	225,0
Απαιτούμενη προσθήκη C	kgCOD/kgNO <sub>3</sub> -N)	5,0
	kgCOD/d	39,62

COD CH <sub>3</sub> COOH 56%	g/l	635,6
Απαιτούμενη ποσότητα CH <sub>3</sub> COOH 56%	l/d	62,3
Προστιθέμενο bCOD στον αντιδραστήρα	kgbCOD/d	39,6
Πραγματικό Οργανικό φορτίο bCOD στον αντιδραστήρα	kgbCOD/d	41,9
	mgbCOD/l	1.189,0
Πραγματικό Οργανικό φορτίο BOD στον αντιδραστήρα	kgBOD/d	26,2
	mgBOD/l	743,1

### 3. ΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

#### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Συγκέντρωση DO στη δεξαμενή αερισμού	mg/l	2,0
Σταθερά K <sub>O</sub>	mg/l	0,50
Συγκέντρωση αζώτου εξόδου, N	mg/l	30,0

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Σταθερά K <sub>n</sub>	mg/l	0,49
Μέγιστος ρυθμός αύξησης των νιτροποιητικών βακτηριδίων, μ <sub>n,m</sub>	d <sup>-1</sup>	0,44
Συντελεστής αποσύνθεσης των νιτροποιητικών βακτηριδίων k <sub>dn</sub>	d <sup>-1</sup>	0,073
Ρυθμός νιτροποίησης μ <sub>N</sub>	d <sup>-1</sup>	0,27
Ηλικία λάσπης νιτροποίησης, SRT <sub>N</sub>	d	3,7

### 4. ΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

#### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Αερόβια ηλικία λάσπης, SRT <sub>A</sub>	d	25,2
Όγκος δεξαμενής αερισμού, V <sub>ΔΑ</sub>	m <sup>3</sup>	216,0
Σταθερά σύνθεσης βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων, Y	kgVSS/kgbCOD	0,40
Σταθερά σύνθεσης βιομάζας νιτροποιητικών βακτηριδίων, Y <sub>n</sub>	kgVSS/kgbCOD	0,12
Σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων, k <sub>d</sub>	d <sup>-1</sup>	0,044
Σταθερά αποσύνθεσης των νιτροποιητικών βακτηριδίων, k <sub>dn</sub>	d <sup>-1</sup>	0,073
Οργανικό φορτίο bCOD εισόδου	kgbCOD/d	140,2

Συγκέντρωση bCOD εισόδου,  $S_o$  mgbCOD/l 3.980,0

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Παραγωγή βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων,  $A$  kgVSS/d 26,6

Παραγωγή βιομάζας καταλοίπων ενδογενούς μεταβολισμού,  $B$  kgVSS/d 4,4

Παραγωγή βιομάζας νιτροποιητικών βακτηριδίων,  $C$  kgVSS/d 1,2

Συνολική παραγωγή βιομάζας στη δεξαμενή αερισμού,  $P_{x,bio}$  kgVSS/d 32,3

Ποσότητα μη βιοδιασπάσιμων VSS,  $Q^*(nbVSS)$  kgVSS/d 0,9

Παραγωγή ολικών VSS,  $P_{x,VSS}$  kgVSS/d 33,2

Παραγωγή ολικών TSS,  $P_{x,TSS}$  kgTSS/d 42,9

Ποσοστό πτητικών στερεών στους βιοαντιδραστήρες kgVSS/kgTSS 0,77

Συγκέντρωση VSS στους βιοαντιδραστήρες,  $MLVSS$  kgVSS/m<sup>3</sup> 3,87

**Συγκέντρωση TSS στους βιοαντιδραστήρες,  $MLSS$  kgSS/m<sup>3</sup> 5,00**

### 5. ΑΝΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΠΡΟΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

#### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Συγκέντρωση DO στη δεξαμενή απονιτροποίησης mg/l 0,1

Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης στους 20°C,  $SDNR_{20}$  kgNO<sub>3</sub>-N/kgMLVSS.d 0,10

Συγκέντρωση αμμωνιακών στην είσοδο gNH<sub>4</sub>-N/m<sup>3</sup> 1.046,0

Φορτίο αμμωνιακών στην είσοδο kgNH<sub>4</sub>-N/d 36,8

Συγκέντρωση αμμωνιακών στην έξοδο gNH<sub>4</sub>-N/m<sup>3</sup> 5,0

Φορτίο αμμωνιακών στην έξοδο kgNH<sub>4</sub>-N/d 0,2

Ποσοστό δέσμευσης του N στη βιομάζα των ετεροτροφικών βακτηριδίων gN/gVSS 0,120

Συγκέντρωση νιτρικών NO<sub>3</sub> εξόδου gNO<sub>3</sub>-N/m<sup>3</sup> 250,0

Φορτίο νιτρικών NO<sub>3</sub> στην έξοδο kg/d 7,3

#### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Ειδικός ρυθμός απονιτροποίησης σε θερμοκρασία  $T$ ,  $SDNR_T$  kgNO<sub>3</sub>-N/kgMLVSS.d 0,081

Παραγωγή βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων kgVSS/d 26,6

Απομακρυνόμενο άζωτο με την περίσσεια ιλύ kgTN/d 3,2

Νιτρικά προς απονιτροποίηση	kgNO <sub>3</sub> -N/d	26,4
Ελάχιστος Όγκος προανοξικής δεξαμενής, V <sub>ΑΟΔ</sub>	m <sup>3</sup>	83,6
<b>Επιλεγόμενος όγκος προανοξικής δεξαμενής</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>108,0</b>

## 6. ΑΝΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ - ΜΕΤΑ-ΠΡΟΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Min Ηλικία λήσης μετα-απονιτροποίησης, SRT <sub>pdn</sub>	d	3,00
---	---	------

<b>Ολική συγκέντρωση MLSS</b>	<b>kgSS/m<sup>3</sup></b>	<b>5,00</b>
-------------------------------	---------------------------	-------------

Σταθερά σύνθεσης βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων, Y	kgVSS/kgbCOD	0,17
--	--------------	------

Σταθερά αποσύνθεσης των ετεροτροφικών βακτηριδίων, k <sub>d</sub>	d <sup>-1</sup>	0,040
---	-----------------	-------

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Πραγματικό Οργανικό φορτίο bCOD στη δεξαμενή	kgbCOD/d	41,9
	mgbCOD/l	1.189,0

Φορτίο εισερχόμενων παραγόμενων στερεών, P <sub>x,TSS</sub>	kgSS/d	42,9
---	--------	------

Παραγωγή βιομάζας ετεροτροφικών βακτηριδίων	kgVSS/d	6,36
---	---------	------

Παραγωγή κατάλοιπων VSS	kgVSS/d	0,15
-------------------------	---------	------

Συνολική παραγωγή βιομάζας (VSS), P <sub>x,bio,pdn</sub>	kgVSS/d	6,51
--	---------	------

Συνολικό φορτίο Στερεών	kgSS/d	50,5
-------------------------	--------	------

Ελάχιστος Όγκος δεξαμενής μετα-απονιτροποίησης, V <sub>PDN</sub>	m <sup>3</sup>	30,3
--	----------------	------

<b>Επιλεγόμενος Όγκος δεξαμενής μετα-απονιτροποίησης, V<sub>PDN</sub></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>55,8</b>
---	----------------------	-------------

## 7. ΕΠΑΝΑΕΡΙΣΜΟΣ

### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Υδραυλικός χρόνος παραμονής	h	5,0
-----------------------------	---	-----

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Ελάχιστος Όγκος δεξαμενής μεταερισμού, V <sub>PAER</sub>	m <sup>3</sup>	7,3
--	----------------	-----

<b>Επιλεγόμενος Όγκος δεξαμενής μεταερισμού, V<sub>PAER</sub></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>36,0</b>
---	----------------------	-------------

## 8. ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Παραγωγή ολικών VSS, P <sub>x,VSS</sub>	kgVSS/d	39,7
---	---------	------

Ανόργανη λήση στην εκροή του βιοαντιδραστήρα, ΔΑ	kgFSS/d	10,80
--	---------	-------

Παραγωγή ολικών TSS, $P_{x,TSS}$	kgSS/d	50,53
Ολικά Στερεά στην εκροή, $Q \cdot TSS_{out}$	kgSS/d	1,02
<b>Ποσότητα περίσσειας βιολογικής ιλύος, <math>P_s</math></b>	<b>kgSS/d</b>	<b>49,5</b>

#### 9. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ

Γραμμές εν λειτουργία		1
<b>ΠΡΟ-ΑΝΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ (pre - DN)</b>		
Μήκος	m	6,00
Πλάτος	m	4,80
Ύψος υγρών	m	3,75
<b><math>V_{pre-DN}</math> (ανά γραμμή λειτουργίας)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>108,00</b>
<b>ΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ (oxic)</b>		
Μήκος	m	12,00
Πλάτος	m	4,80
Ύψος υγρών	m	3,75
<b><math>V_{oxic}</math> (ανά γραμμή λειτουργίας)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>216,00</b>
<b>ΜΕΤΑ-ΑΝΟΞΙΚΗ ΖΩΝΗ (post- DN)</b>		
Μήκος	m	3,10
Πλάτος	m	4,80
Ύψος υγρών	m	3,75
<b><math>V_{post-DN}</math> (ανά γραμμή λειτουργίας)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>55,80</b>
<b>ΖΩΝΗ ΕΠΑΝΑΕΡΙΣΜΟΥ (re-aeration)</b>		
Μήκος	m	2,00
Πλάτος	m	4,80
Ύψος υγρών	m	3,75
<b><math>V_{re-aer}</math> (ανά γραμμή λειτουργίας)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>36,00</b>
<b>Συνολικός όγκος, <math>V_t</math></b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>415,8</b>
Ποσοστό ανοξικού όγκου		39,4%

#### ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΙΜΩΝ

<b>Φόρτιση ξηράς ουσίας, F/M</b>	<b>kgBOD/kgMLSS d</b>	<b>0,042</b>
<b>Ογκομετρική Φόρτιση, F/V</b>	<b>kgBOD/m<sup>3</sup></b>	<b>0,21</b>
<b>Ολική Ηλικία λάσπης, (SRT)</b>	<b>d</b>	<b>41,1</b>

(<sup>1</sup>) στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Παρατηρείται ότι με λειτουργία **τμήματος του υφιστάμενου βιοαντιδραστήρα επαρκεί** (κατόπιν σχετικών παρεμβάσεων) και **σταθερή συγκέντρωση MLSS = 5.000mg/lt** υπολογίζεται ότι τόσο η Ολική Ηλικία Λάσπης,  $\theta_c$  (SRT), όσο και η φόρτιση στερεών είναι εντός των Διεθνών Προδιαγραφών. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, **κρίνεται ότι όλες οι παραδοχές είναι αποδεκτές.**

Για τη Φάση σχεδιασμού επιλέγεται η (ανα)κατασκευή της δεξαμενής αερισμού με την κατασκευή μεσοτοιχιών από οπλισμένο σκυρόδεμα έτσι, ώστε να περιλαμβάνονται εν σειρά

- η **προ-ανοξική ζώνη** (προ-απονιτροποίηση) με διαστάσεις 6,00x4,80x3,75m ( $H_{\omega\phi}$ ) και ωφέλιμη χωρητικότητα 108,0m<sup>3</sup>
- η **οξική ζώνη** (αερισμός – νιτροποίηση) με διαστάσεις 12,00x4,80x3,75m ( $H_{\omega\phi}$ ) και ωφέλιμη χωρητικότητα 216,0m<sup>3</sup>
- η **μετα-ανοξική ζώνη** (μετα-απονιτροποίηση) με διαστάσεις 3,10x4,80x3,75m ( $H_{\omega\phi}$ ) και ωφέλιμη χωρητικότητα 55,8m<sup>3</sup>.
- η **ζώνη επαναερισμού** με διαστάσεις 2,00x4,80x3,75m και ωφέλιμη χωρητικότητα 36,0m<sup>3</sup>.

Σε κάθε μεσοτοιχία θα προβλεφθούν οι κατάλληλες οπές υδραυλικής επικοινωνίας με το αντίστοιχο κατάντη τμήμα. Με βάση τα ανωτέρω, ο συνολικός ενεργός όγκος του αντιδραστήρα θα ανέρχεται σε 415,8m<sup>3</sup>.

Το υφιστάμενο δεύτερο τμήμα θα αποτελέσει την εν δυνάμει επέκταση της ΕΕΣ χωρίς την απαίτηση σημαντικών νέων έργων (κυρίως Π/Μ) στην περίπτωση που διαφοροποιηθούν σημαντικά τα δεδομένα εισόδου όσον αφορά σε υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία (π.χ. νεαρά στραγγίδια), οπότε η η ΕΕΣ θα δύναται να λειτουργήσει με δύο (2) παράλληλες γραμμές με ενδεχόμενη προσθήκη μονάδας υπερδιήθησης (UF)

Σε κάθε ανοξικό διαμέρισμα θα απαιτηθεί διάταξη μηχανικής ανάδευσης έτσι, ώστε το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη και να μην δημιουργούνται ανομοιογενείς ζώνες και αποθέσεις στον πυθμένα. Η προσδιδόμενη ισχύς πρέπει να εξασφαλίζει ειδική παροχή ανάδευσης της τάξης των 5-8w/m<sup>3</sup> (Διεθνείς Προδιαγραφές). Συνεπώς, η προσδιδόμενη ισχύς στο διαμέρισμα προ-απονιτροποίησης πρέπει να είναι της

τάξης των :

$$108,0\text{m}^3 \times 8\text{w/m}^3 \geq 0,9\text{kW}$$

Στην (υφιστάμενη) δεξαμενή είναι εγκατεστημένος ένας (1) υποβρύχιος αναμίκτης οριζοντίου άξονα εγκατεστημένης ισχύος 6,7kW, που εύλογα (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας. Ωστόσο, για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας και σημαντικής μείωσης λειτουργικού κόστους προτείνεται να τοποθετηθεί νέος αναμίκτης ισχύος της τάξης των 1,5kW και ο υφιστάμενος αναμίκτης να συντηρηθεί και να παραδοθεί προς έτερη χρήση στον ΚΤΕ (π.χ. σε άλλο έργο). Αντίστοιχα, στο διαμέρισμα μετα-απονιτροποίησης θα πρέπει να τοποθετηθεί ένας (1) υποβρύχιος αναμίκτης οριζοντίου άξονα ισχύος της τάξης των 1,5kW.

Κάθε αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.

Σημειώνεται ότι, λαμβάνοντας υπόψη τα εισερχόμενα φορτία σχεδιασμού, υπολογίζεται η απαίτηση εξωτερικής πηγής άνθρακα σε κάθε μια από τις ανοξικές ζώνες

### **2.3.4 Αερισμός μικτού υγρού**

Στις οξικές ζώνες παρέχεται αέρας, ο οποίος υπολογίζεται έτσι, ώστε να έχει πολλαπλή λειτουργία, ήτοι να :

- δίνει στα λύματα την απαραίτητη ενέργεια ανάδευσης ώστε η ενεργός ιλύς να βρίσκεται διαρκώς σε αιώρηση,
- παρέχει τις απαιτούμενες ποσότητες οξυγόνου έτσι, ώστε να ικανοποιείται η ζήτηση για το BOD<sub>5</sub> και το N για όλες τις συνθήκες λειτουργίας,

Το οξυγόνο χρησιμοποιείται από τους μικροοργανισμούς για τη σύνθεση νέων κυττάρων και τον ενδογενή μεταβολισμό τους. Ο ρυθμός κατανάλωσης του οξυγόνου για τη σύνθεση, είναι ανάλογος της ποσότητας των οργανικών ουσιών που καταναλώνονται και για τον ενδογενή μεταβολισμό, ανάλογος της μάζας των μικροοργανισμών. Η απαίτηση σε οξυγόνο αναλύεται σε απαίτηση για την αποικοδόμηση των οργανικών ενώσεων (άνθρακας) και απαίτηση για την οξείδωση των ενώσεων του αζώτου. **Η προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα δεν λαμβάνεται υπόψη, καθώς θεωρείται ότι αυτή αναλώνεται κατά την ενδογενή αναπνοή των νιτρικών.**



Η διαστασιολόγηση του συστήματος αερισμού των βιολογικών αντιδραστήρων γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω :

Η μέση ζήτηση οξυγόνου στους βιολογικούς αντιδραστήρες δίνεται από την σχέση:

$$AOR = 0,60 \times B + 4,60 \times N_H - 2,90 \times N_D + 0,072 \times M_S \times 1,07^{(T-20)}$$

όπου AOR : η ημερήσια ζήτηση οξυγόνου

B : η ημερήσια ποσότητα απομακρυνόμενου BOD<sub>5</sub> [kg/d]

N<sub>H</sub> : η ημερήσια ποσότητα νιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

N<sub>D</sub> : η ημερήσια ποσότητα απονιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

M<sub>S</sub> : η ποσότητα αναμίκτου υγρού στον βιολογικό αντιδραστήρα

T : η θερμοκρασία ανάμικτου υγρού [°C]

Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες εφαρμόζεται η σχέση:

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

όπου SOR : η ζήτηση οξυγόνου σε τυπικές συνθήκες [kgO<sub>2</sub>/d]

C<sub>20</sub> : η συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε Τ.Σ. (= 9,08 mg/l)

C<sub>T</sub> : η συγκέντρωση κορεσμού σε καθαρό νερό (για θερμοκρασία T°C)

DO : το διαλυμένο οξυγόνο στο ανάμικτο υγρό (DO = 2,0 mg/l)

α : διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό (α = 0,85)

β : συντελεστής αναγωγής της συγκέντρωσης κορεσμού (β = 0,95)

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών :

#### 1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

<b>Πραγματική Ημερήσια Παροχή<sup>(1)</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/ημ</b>	<b>35,2</b>
<b>Οργανικό φορτίο BOD<sub>5</sub> εισόδου<sup>(1)</sup></b>	<b>kgBOD/d</b>	<b>87,6</b>
Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> εισόδου, B <sub>0</sub>	mgBOD/l	2.488
Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> εξόδου, B	mgBOD/l	40
	kg/d	1,2
Παροχή λυμάτων στην έξοδο	m <sup>3</sup> /ημ	29,0
Θερμοκρασία λυμάτων, T	°C	12

## 2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Απομακρυνόμενο BOD <sub>5</sub>	kg/d	86,4
Νιτρικά προς νιτροποίηση, N <sub>H</sub>	kg/d	36,8
Νιτρικά προς απονιτροποίηση, N <sub>D</sub>	kg/d	26,4
Όγκος βιοαντιδραστήρα, V	m <sup>3</sup>	415,8
Ολική συγκέντρωση MLSS, T	kgSS/m <sup>3</sup>	5,00
Ανάμικτο υγρό στον βιοαντιδραστήρα, M <sub>s</sub>	kgSS	2.079

## 3. ΜΕΣΗ ΖΗΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (AOR)

Συντελεστής θερμοκρασίας, $F=1,07^{(T-20)}$		0,58
<b>Ημερήσια ζήτηση οξυγόνου, AOR</b>	<b>kgO<sub>2</sub>/d</b>	<b>231,9</b>

## 4. ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ - ΑΝΑΓΩΓΗ ΣΕ ΤΥΠΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου σε Τ.Σ., C <sub>20</sub>	mg/l	9,08
Συγκέντρωση κορεσμού σε καθαρό νερό για θερμοκρασία T, C <sub>T</sub>	mg/l	10,83
Διαλυμένο οξυγόνο στο ανάμικτο υγρό, D.O.	mg/l	2,0
Διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό, α	-	0,85
Συντελεστής αναγωγής της συγκέντρωσης κορεσμού, β	-	0,95
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας, 1,024 <sup>(T-20)</sup>	-	0,827
<b>Συνολική απαίτηση οξυγόνου σε Τ.Σ., SOR</b>	<b>kgO<sub>2</sub>/d</b>	<b>361,4</b>

<sup>(1)</sup> στον βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα φορτία των στραγγιδίων

Ο αερισμός προβλέπεται να γίνεται μέσω διαχυτών λεπτής φυσαλίδας από μεμβράνη EPDM. Το δίκτυο των διαχυτών θα καλύπτει όλη την επιφάνεια του πυθμένα της οξικής ζώνης. Λοβοειδείς φυσητήρες θετικής εκτόπισης θα τροφοδοτούν με αέρα τους διαχυτές προσδίδοντας ταυτόχρονα και την απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης στο μικτό υγρό.

Το ωφέλιμο βάθος των δεξαμενών είναι 3,75m. Οι διαχυτές τοποθετούνται σε απόσταση περίπου 0,3m από τον πυθμένα, συνεπώς το βάθος εμβάπτισής τους θα είναι περίπου  $d_d \simeq 3,5m$

Στην υφιστάμενη εγκατάσταση, έχουν τοποθετηθεί συνολικά 336 διαχυτές λεπτής φυσαλίδας από μεμβράνη EPDM του οίκου WILFLEY WEBER (τύπος DUPA-DISC, μοντέλο DPR-10-21), σε τέσσερις (4) συστοιχίες των 84 διαχυτών έκαστη.

Βάσει των διαγραμμάτων αποδόσεων του κατασκευαστικού οίκου των διαχυτών, η

απόδοση μεταφοράς οξυγόνου (Standard Oxygen Transfer Efficiency, SOTE) 1,5% ανά ft βάθους (4,92% ανά m βάθους) για πυκνότητα διάστροφησης  $\sim 1 \text{ dif/m}^2$ , ήτοι η απόδοση των διαχυτών για το συνολικό βάθος εμπάπτισης είναι της τάξης του

$$E_{\text{diff}} = 3,5\text{m} \times 4,92\%/m \simeq 17,0\%$$

### Απαιτούμενη ποσότητα αέρα

Για τη Φάση Σχεδιασμού, η μέγιστη απαιτούμενη παροχή οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού, σε Πρότυπες Συνθήκες, έχει υπολογισθεί σε  $361,4 \text{ KgO}_2/\text{d}$ , οπότε η ελάχιστη συνολική παροχή αέρα πρέπει να είναι (16ωρη παροχή) της τάξης των :

$$Q_{\text{air,ολ}} = \frac{361,4}{0,3 \times 0,17 \times 16} \approx 440 \text{ Nm}^3/\text{hr}$$

Για τον αερισμό των στραγγιδίων έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ δύο (2) φυσητήρες (1+1R) τύπου περιστρεφόμενων λοβών του οίκου ROBUSCHI μοντέλο L85/3P, εγκατεστημένης ισχύος  $30 \text{ kW}$  με κινητήρα μεταβλητών στροφών (μέσω inverter) και δυναμικότητα παροχής αέρα της τάξης των  $1200 \text{ Nm}^3/\text{hr}$  σε  $450 \text{ mbar}$  έκαστος, που εύλογα (υπερ)**επαρκούν** για τις ανάγκες της διεργασίας.

### Ισχύς ανάδευσης

Σύμφωνα με τις Διεθνείς προδιαγραφές η απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης για συστήματα υποβρύχιας διάχυσης ομοιόμορφα κατανεμημένα στο δάπεδο των δεξαμενών, κυμαίνεται περίπου σε  $5\text{-}20 \text{ w/m}^3$  δεξ, ενώ σε συστήματα επιφανειακού αερισμού κυμαίνεται από  $20\text{-}40 \text{ w/m}^3$ . Η προσδιδόμενη ισχύς ανάμιξης από ένα σύστημα διάχυσης δίνεται από τη σχέση [1], [14] :

$$P_c = k \times Q_a \times l_n \left( \frac{h + 10,33}{10,33} \right)$$

όπου  $P_c$  : η προσδιδόμενη ισχύς (kW)

$k$  : σταθερά (1,689)

$Q_a$  : η παροχή αέρα ( $\text{m}^3/\text{min}$ )

$h$  : η πίεση κατάθλιψης (m νερού)

κι επομένως η προσδιδόμενη ισχύς ανάδευσης κατά τη λειτουργία του συστήματος αερισμού εκτιμάται σε  $3,53 \text{ kW}$  δηλαδή  $16,3 \text{ w/m}^3$  δεξ, με αποτέλεσμα το περιεχόμενο έκαστης δεξαμενής να βρίσκεται σε ικανοποιητική αιώρηση και μίξη.

Επιπρόσθετα σημειώνεται ότι με επιφάνεια οξική ζώνης  $12,0 \times 4,8 = 57,6 \text{ m}^2$  και παροχή

αέρα της τάξης των 440Nm<sup>3</sup>/hr εξασφαλίζεται, κατά τη λειτουργία του συστήματος αερισμού, παροχή αέρα της τάξης των 7,6Nm<sup>3</sup>/hr ανά m<sup>2</sup> δεξαμενής (>>2Nm<sup>3</sup>/hr ανά m<sup>2</sup> δεξαμενής, Διεθνείς Προδιαγραφές).

Ως ώρες λειτουργίας των φυσητήρων αερισμού, λαμβάνονται οι ώρες που απαιτούνται ημερησίως για την πρόσδοση του απαραίτητου οξυγόνου στην κάθε οξική ζώνη. Κατά τις λοιπές ώρες, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ελάχιστη παροχή αέρα της τάξης των 2Nm<sup>3</sup>/hr ανά m<sup>2</sup> δεξαμενής, θα απαιτηθεί (ελάχιστη) πρόσδοση αέρα της τάξης των 140Nm<sup>3</sup>/hr έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται ισχύς ανάδευσης της τάξης των 1,1kW δηλαδή περίπου 5,0w/m<sup>3</sup>. Αυτή η πρόσδοση αέρα (σ.σ. πνευματική ανάμιξη) δύναται να επιτευχθεί με λειτουργία των φυσητήρων σε χαμηλές στροφές (μέσω του inverter)

### **Απαιτούμενος αριθμός διαχυτών**

Ως προαναφέρεται, στην υφιστάμενη δεξαμενή έχουν τοποθετηθεί συνολικά 336 διαχυτές λεπτής φυσαλίδας σημαντικός αριθμός εκ των οποίων εκτιμάται ότι λειτουργεί ικανοποιητικά (σ.σ. με βάση επιτόπια οπτική παρατήρηση του προσδιδόμενου αέρα).

Η μέγιστη ονομαστική παροχή αέρα ανά (υφιστάμενο) διαχυτή είναι

$$q_d = 11,9\text{m}^3/\text{hr} (7,0\text{scfm})$$

Με παροχή αέρα ανά διαχυτή που δεν θα υπερβαίνει το 70% της μέγιστης ονομαστικής απόδοσης (Διεθνείς Προδιαγραφές), ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός διαχυτών στην οξική ζώνη υπολογίζεται σε :

$$N_t \geq \frac{Q_{\text{air}}}{q_d} = \frac{430}{11,9 \times 70\%} \approx 52\text{pcs}$$

Για τη συγκεκριμένη γεωμετρία της οξικής ζώνης, προτείνεται η τοποθέτηση 84 τεμαχίων εκ των υφισταμένων, κατόπιν σχετικής συντήρησης (π.χ. καθαρισμός, έκπλυση με οξύ) ή/και προμήθειας των απαραίτητων παρελκομένων (π.χ. ειδικές ελαστικές σέλλες από EPDM για τη στερέωσή τους πάνω στον επιδαπέδιο αγωγό διανομής αέρα όπου απαιτείται μόνο διάνοιξη απλής οπής διαμέτρου 32 mm)

Το δίκτυο διανομής αέρα στην οξική ζώνη θα αποτελείται από

- Έναν (1) κεντρικό (υφιστάμενο) αγωγό μεταφοράς από χάλυβα γαλβανισμένο εν θερμώ DN250
- Δύο (2) αγωγούς πτώσης στη δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα DN100. Ο αγωγός πτώσης που θα μεταφέρει τον αέρα στα επιμέρους δίκτυα θα είναι ανοξείδωτος

χαλύβδινος αγωγός μέχρι και την είσοδό του στο υγρό και στη συνέχεια HDPE Φ110 10atm.

- Κάθε αγωγός πτώσης θα τροφοδοτεί κλειστό δίκτυο επτά (7) επιδαπέδιων αγωγών από HDPE Φ75 10atm, με καθένα εξ αυτών να φέρει έξι (6) διαχυτές

Η αλλαγή υλικών (από πλαστικό σε χάλυβα) θα γίνεται με ειδικά τεμάχια αλλαγής υλικού. Οι επιδαπέδιοι αγωγοί θα στηρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής με στηρίγματα από ανοξείδωτο χάλυβα έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητά τους κατά το κατακόρυφο επίπεδο αλλά και η σχετικά χαλαρή στερέωσή τους κατά το οριζόντιο προκειμένου να εξυπηρετούνται οι επιμηκύνσεις των αγωγών λόγω θέρμανσης κατά τη λειτουργία.

Σε κάθε κλάδο διαχυτών θα προβλέπεται ειδικό σύστημα αποστράγγισης των συμπυκνωμάτων που ξεκινά με αγωγό ¾" από το πιο χαμηλό σημείο του δικτύου και απορρίπτει τα συμπυκνώματα μέσω βάνας μέσα στη δεξαμενή και ακριβώς πάνω από την επιφάνεια του υγρού. Θα προβλέπεται η εύκολη πρόσβαση στη βάνα αποστράγγισης των συμπυκνωμάτων με ειδικό κλειδί από σημείο του διαδρόμου πρόσβασης στη δεξαμενή.

### **2.3.5 Ανακυκλοφορία μικτού υγρού**

Ο υπολογισμός της ανακυκλοφορίας νιτρικών από αερόβια σε (προ)ανοξική ζώνη υπολογίζεται από τη σχέση :

$$R = \frac{N_D}{(NO_3 - N)_{EFF}}$$

όπου:  $N_D$  = η ημερήσια ποσότητα απονιτροποιούμενου αζώτου [kg/d]

$(NO_3-N)_{EFF}$  = η ημερήσια ποσότητα νιτρικών στην έξοδο [kg/d]

Για τη φάση σχεδιασμού, η ποσότητα απονιτροποιούμενου αζώτου έχει υπολογιστεί σε 26,4kg/d, οπότε για ποσότητα νιτρικών στην έξοδο της οξικής ζώνης της τάξης των 7,3kg/d ( $\leq 250\text{mg/l}$ ) η ελάχιστη απαίτηση ανακυκλοφορίας μικτού υγρού στην προ-ανοξική ζώνη εκτιμάται σε

$$R (\%) \simeq \mathbf{360\%}$$

Συνεπώς, για αναμενόμενη ημερήσια παροχή της τάξης των 35,2m<sup>3</sup>/d (συμπεριλαμβάνονται τα στραγγίδια προς επανεπεξεργασία), εκτιμάται ότι πρέπει να εξασφαλίζεται συνολική

παροχή ανακυκλοφορίας νιτρικών από την οξική ζώνη στην προ-ανοξική ζώνη της τάξης των  $130\text{m}^3/\text{d}$  δηλαδή περίπου  $10\text{m}^3/\text{hr}$  ( $\approx 13\text{h}/\text{d}$ )

Στο κατάντη τμήμα της οξικής ζώνης προτείνεται να τοποθετηθεί η μια (1) νέα υποβρύχια αντλία παροχής της τάξης των  $10\text{m}^3/\text{hr}$  που θα καταθλίβει στην είσοδο της προ-ανοξικής ζώνης, ενώ μια δεύτερη όμοια υφιστάμενη αντλία θα παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

Η αντλία θα διαθέτει κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα επί του οποίου θα τοποθετηθεί **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη της παροχής και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της ανακυκλοφορίας μικτού υγρού. Η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) στην αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχетеυτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο για όλες τις φάσεις λειτουργίας της ΕΕΣ.

### **2.3.6 Απομάκρυνση φωσφόρου**

Ο φώσφορος εμφανίζεται στα λύματα με την μορφή κυρίως ορθοφωσφορικών ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), πολυφωσφορικών ( $\text{P}_2\text{O}_7$ ) και οργανικών ενώσεων. Αποτελεί βασικό συστατικό για την σύνθεση του κυτταρικού ιστού των μικροοργανισμών και για την μεταφορά ενέργειας.

Η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου γίνεται από ειδικά βακτήρια (Acinetobacter) τα οποία όταν βρεθούν σε συνθήκες stress (έλλειψη οξυγόνου), αποθηκεύουν στα κύτταρα τους περισσότερη ποσότητα φωσφόρου από αυτή που χρειάζονται για τις πραγματικές ανάγκες μεταβολισμού των.

Τα βακτήρια (Acinetobacter) είναι αερόβια, όμως σε συνθήκες αναερόβιες υδρολύουν τα αποθηκευμένα πολυφωσφορικά παράγοντας έτσι ενέργεια, την οποία χρησιμοποιούν για πρόσληψη και αποθήκευση εντός των κυττάρων οργανικής ουσίας (άνθρακα), ενώ τα φωσφορικά με την υδρόλυση τους εξέρχονται από το κύτταρο και διαλύονται στα λύματα. Η έλλειψη διαλυμένου ( $\text{DO}$ ) αλλά και δεσμευμένου οξυγόνου ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) είναι απαραίτητη, έτσι ώστε άλλοι ετεροτροφικοί μικροοργανισμοί να μην έχουν την δυνατότητα αποθήκευσης οργανικού άνθρακα, λόγω έλλειψης πηγής ενέργειας.

Κατά την διέλευση του ανάμικτου υγρού από την ανοξική και στην συνέχεια αερόβια δεξαμενή, ο αποθηκευμένος οργανικός άνθρακας χρησιμοποιείται από τα βακτήρια αυτά ως τροφή. Η ενέργεια που παράγεται κατά την οξείδωση του άνθρακα της οργανικής ουσίας χρησιμοποιείται για την πρόσληψη των φωσφορικών που έχουν προηγουμένως υδροληθεί βρίσκονται στο υγρό και την σύνθεση τους εντός του κυττάρου σε πολυφωσφορικά.

Το αποτέλεσμα είναι ότι η ποσότητα των πολυφωσφορικών που αποθηκεύονται στα κύτταρα των βακτηριδίων είναι μεγαλύτερη από αυτήν που αποθηκεύουν τα ίδια βακτήρια σε κανονικές συνθήκες (αερόβιες - όχι stress).

Η ποσότητα αυτή, που σε κανονικές συνθήκες (ήτοι χρήση φωσφόρου από τα κύτταρα μόνο για την σύνθεση πρωτοπλάσματος) είναι 1,5-2% σε ξηρά στερεά, στην περίπτωση παρουσίας αναερόβιου αντιδραστήρα ανέρχεται σε 5—6% [δηλ. από 20-25% σε 70-80%] λόγω της πρόσληψης και αποθήκευσης των πολυφωσφορικών στην βιομάζα.

Η θεώρηση αυτή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επεξεργασία της ιλύος στην πάχυνση και αφυδάτωση, όπου επικρατούν αναερόβιες συνθήκες, θα έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση των πολυφωσφορικών μέσω υδρόλυσης και διοχέτευση τους στα στραγγιδια από όπου, πριν την ανακυκλοφορία τους στην είσοδο της εγκατάστασης, θα πρέπει ο φώσφορος να απομακρύνεται με χημική κατακρήμνιση. Ωστόσο πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι μεγάλο μέρος του φωσφόρου της ιλύος (περίπου 60-70%) βρίσκεται σε δεσμευμένη μορφή καθώς αντιδρά με το σίδηρο και το ασβέστιο που βρίσκονται στα λύματα.

Η παρουσία νιτρικών στην αναερόβια ζώνη εμποδίζει τον μηχανισμό της απομάκρυνσης του φωσφόρου εξ' αιτίας του ανταγωνισμού των βακτηριδίων της απονιτροποίησης. Πράγματι αυτά χρησιμοποιούν μέρος της οργανικής ουσίας μειώνοντας έτσι την σχέση BOD<sub>5</sub>/P που υπάρχει για τα Acinetobacter.

Οι συνθήκες έλλειψης οξυγόνου (stress) δημιουργούνται συνήθως με την προσθήκη μιας **αναερόβιας δεξαμενής**, πριν την ανοξική και αερόβια δεξαμενή, που δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για :

- την παραγωγή πτητικών οξέων από αναερόβια ζύμωση εύκολα βιοδιασπάσιμων οργανικών ενώσεων, και
- κατανάλωση των πτητικών οξέων από πολυφωσφορικά βακτήρια και παράλληλη έκλυση φωσφόρου.

Ο αναερόβιος χρόνος παραμονής πρέπει να είναι αρκετός ώστε να μεγιστοποιείται η απομάκρυνση οργανικού φορτίου από πολυφωσφορικά βακτήρια. Ιδιαίτερα υψηλοί χρόνοι παραμονής μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στην βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου καθώς έχουν σαν αποτέλεσμα την έκλυση φωσφόρου για την παραγωγή ενέργειας για απλή συντήρηση του κυττάρου που δεν συνοδεύεται από απόληψη οργανικών ενώσεων (Barnard 1984). Για αυτό το λόγο δεν συνηθίζεται ο σχεδιασμός της αναερόβιας ζώνης με χρόνους παραμονής μεγαλύτερους από 2,5hr, ενώ χρόνοι παραμονής από 0,25hr

έως 1,5hr της μέγιστης παροχής πλέον της ανακυκλοφορίας λάσπης θεωρείται ότι είναι αρκετοί.

Ο απομακρυνόμενος φώσφορος βρίσκεται στην παραγόμενη λάσπη και ακολουθεί την επεξεργασία της.

Στην υπό μελέτη περίπτωση, προβλέπεται αναερόβια (σηπτική) διεργασία ανάντη των βιοαντιδραστήρων όπου παράγεται χωνεμένη λάσπη και απομακρύνεται μαζί με την περίσσεια δευτεροβάθμια λάσπη. **Η ποσότητα του φωσφόρου που δεσμεύεται στην παραγόμενη λάσπη αποτελεί περίπου ένα ποσοστό 1,5% αυτής όταν δεν γίνεται απομάκρυνση του φωσφόρου σε αναερόβια δεξαμενή (σ.σ. βιολογική απομάκρυνση) και δύναται να φτάσει το 4,5% όταν γίνεται [4].**

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, ελέγχεται η καταλληλότητα της διεργασίας όσον αφορά στην **απομάκρυνση φωσφόρου** προκειμένου να διαπιστωθεί η απαίτηση για περαιτέρω επεξεργασία (π.χ. χημική κατακρήμνιση) έτσι, ώστε να επιτυγχάνονται τα απαιτούμενα όρια εκροής των **≤3mg/l** σύμφωνα με την υπ' αριθμ Οικ. 3610/84 (ΦΕΚ 912Β/31-12-84) Απόφαση Νομάρχη Πέλλας «Όροι διάθεσης λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες και καθορισμός των ανωτάτων επιτρεπτών ορίων» στο Ν. Πέλλας :

#### ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

<b>Πραγματική Ημερήσια παροχή σχεδιασμού <sup>(1)</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>35,2</b>
Παροχή λυμάτων στην έξοδο της καθίζησης	m <sup>3</sup> /d	29,0
Φορτίο φωσφόρου P εισόδου <sup>(2)</sup>	kgP/d	1,1

#### ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Ποσότητα περίσσειας βιολογικής ιλύος, Ps	kgSS/d	49,5
Ποσοστό δέσμευσης P επί της παραγόμενης λάσπης	%	1,5%
Δεσμευμένος Φώσφορος στην παραγόμενη ιλύ	kgP/d	0,8
Φώσφορος στην έξοδο του αντιδραστήρα	kg/d	0,3
	mg/l	11,5
Παροχή λυμάτων στην έξοδο της μονάδας R.O.	m <sup>3</sup> /d	19,3
Ποσοστό απομάκρυνσης φωσφόρου στην μονάδα R.O.	%	99%
Φώσφορος στην εκροή επεξεργασμένων	mg/l	0,1



**Απαιτείται Χημ. Αποφωσφόρωση;**

**ΟΧΙ**

- (<sup>1</sup>) στο βιοαντιδραστήρα, συμπεριλαμβάνονται τα στραγγίδια προς επανεπεξεργασία  
(<sup>2</sup>) συμπεριλαμβάνεται η προσθήκη δ/τος H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

Με βάση τα δεδομένα σχεδιασμού και τις απαιτήσεις εκροής, **κρίνεται ότι ΔΕΝ απαιτείται επιπλέον πρόβλεψη για τη διεργασία αποφωσφόρωσης (π.χ. χημική κατακρήμνιση)**, προκειμένου να εξασφαλίζονται οι προδιαγραφές για τη συγκέντρωση του φωσφόρου στην απορροή της ΕΕΣ.

## 2.4 ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ

Προβλέπεται η χρήση, κατόπιν συντήρησης της υφιστάμενης μονάδας δευτεροβάθμιας καθίζησης. Για τον έλεγχο επάρκειας και τον ανασχεδιασμό της διεργασίας λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι Προδιαγραφές [1], [2], [4], [7] :

Επιφανειακή φόρτιση (για την παροχή σχεδιασμού)	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> d]	≤ 12,00
Φόρτιση στερεών (για την παροχή σχεδιασμού + ανακυκλοφορία λάσπης)	[kg/m <sup>2</sup> d]	≤ 120,00

Για την παροχή σχεδιασμού των 30m<sup>3</sup>/d και επιφανειακή φόρτιση  $U_k \leq 12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ , η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια για τη διεργασία τελικής καθίζησης υπολογίζεται σε

$$S_{\Delta\Delta K, A} = \frac{Q}{U_k} = \frac{30 \text{ m}^3/\text{d}}{12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}} = 2,5 \text{ m}^2$$

Περαιτέρω, για την πραγματική ημερήσια παροχή των 35,2m<sup>3</sup>/d (χειμώνας, δυσμενέστερη παροχή σχεδιασμού με συνυπολογισμό των στραγγιδίων) και επιφανειακή φόρτιση  $U_k \leq 12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$ , η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια για τη μονάδα τελικής καθίζησης υπολογίζεται σε

$$S_{\Delta\Delta K, A} = \frac{Q}{U_k} = \frac{35,2 \text{ m}^3/\text{d}}{12 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}} \approx 3 \text{ m}^2$$

Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη δεξαμενή από οπλισμένο σκυρόδεμα τύπου αντεστραμμένου κώνου, ορθογωνικής κάτοψης διαστάσεων 3,0x3,0m και επιφάνειας 9,0m<sup>2</sup> (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας, καθώς εξασφαλίζει **επιφανειακή φόρτιση** για την

πραγματική ημερήσια παροχή (παροχή σχεδιασμού με συνυπολογισμό των στραγγιδίων) της τάξης των

$$q_{A,real} = \frac{35,2 \text{ m}^3/\text{d}}{9,0 \text{ m}^2} = 3,9 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$$

Αντίστοιχα, η **επιφανειακή φόρτιση** των στερεών, στην οποία συνυπολογίζεται και η παροχή της ανακυκλοφορίας λάσπης ( $\approx 167\%$ ) είναι της τάξης των :

$$q_{στ} = \frac{(Q + Q_r) \text{ m}^3/\text{d} \times \text{MLSS} (\text{kg}/\text{m}^3)}{S_{\Delta K} \times \text{m}^2} \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

$$q_{στ} = \frac{2,67 \times 30 \times 5,0}{(3,0 \times 3,0)} \approx 44,5 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ d}$$

Η καθιζανουσα **ιλύς** της δεξαμενής συλλέγεται στον κώνικο πυθμένα, απ' όπου ανακυκλοφορεί στη δεξαμενή προ-απονιτροποίησης ή απορρίπτεται περιοδικά (περίσσεια) προς τη δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης λάσπης.

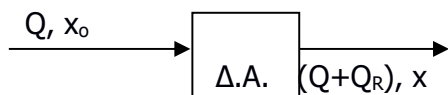
Τα **υπερκείμενα** υγρά εκρέουν υπεράνω τριγωνικού υπερχειλιστή από ανοξείδωτο χάλυβα προς κανάλι συλλογής/ εκροής για να οδεύσουν σε δεξαμενή προς περαιτέρω επεξεργασία (σ.σ. υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του υγροβιότοπου).

## 2.5 Α/Σ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

### 2.5.1 Ανακυκλοφορία ιλύος

Προκειμένου να διατηρείται η επιθυμητή συγκέντρωση MLSS στο ανάμικτο υγρό, μέρος της ιλύος από τον πυθμένα της δεξαμενής δευτεροβάθμιας (τελικής) καθίζησης θα ανακυκλοφορεί στο βιολογικό αντιδραστήρα, ενώ η περίσσεια ιλύος θα οδηγείται προς περαιτέρω επεξεργασία (αποθήκευση – πάχυνση).

Λαμβάνεται το ισοζύγιο μάζας :



$$Q_R, \quad x_u$$

$$Q x_o + Q_R x_u = (Q + Q_R) x$$

όπου :  $Q$  = η παροχή εισόδου,  $m^3/d$

$Q_R$  = η παροχή ανακυκλοφορίας,  $m^3/d$

$x_o$  = στερεά εισόδου,  $mg/l$

$x$  = στερεά δεξ. Αερισμού,  $MLSS$

$x_u$  = στερεά δεξ. διήθησης

### Παραδοχές

$MLSS = 5.000 mg/l$  (περιεκτικότητα στερεών στο βιολ αντιδραστήρα)

$x_u = 8.000 mg/l$  (περιεκτικότητα στερεών στη δεξ. Καθίζησης, σύνηθες τιμές 0,8 – 1,2%)

Θεωρώντας για λόγους ασφαλείας  $x_o \simeq 0$  η ανωτέρω σχέση γίνεται :

$$R = \frac{Q_R}{Q} = \frac{x}{x_u - x} = \frac{5000}{8000 - 5000} \approx 167\%$$

Ο λόγος  $Q_R/Q$  εκφράζει τον ελάχιστο ρυθμό ανακυκλοφορίας λάσπης που απαιτείται έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η επιθυμητή τιμή  $MLSS$  στο βιολογικό αντιδραστήρα.

Η δυνατότητα καθίζησης της λάσπης στη δευτεροβάθμια δεξαμενή στηρίζεται στον εμπειρικό Δείκτη όγκου λάσπης ( $SVI$ ) για τον οποίο έχει βρεθεί στην πράξη ότι [2]

- Για  $SVI < 50$ , η λάσπη καθιζάνει εξαιρετα
- Για  $SVI = 50 - 100$ , η λάσπη καθιζάνει πολύ καλά
- Για  $SVI = 100 - 150$ , η λάσπη καθιζάνει κανονικά
- Για  $SVI > 150$ , η λάσπη δεν καθιζάνει καλά (συσσωμάτωση)

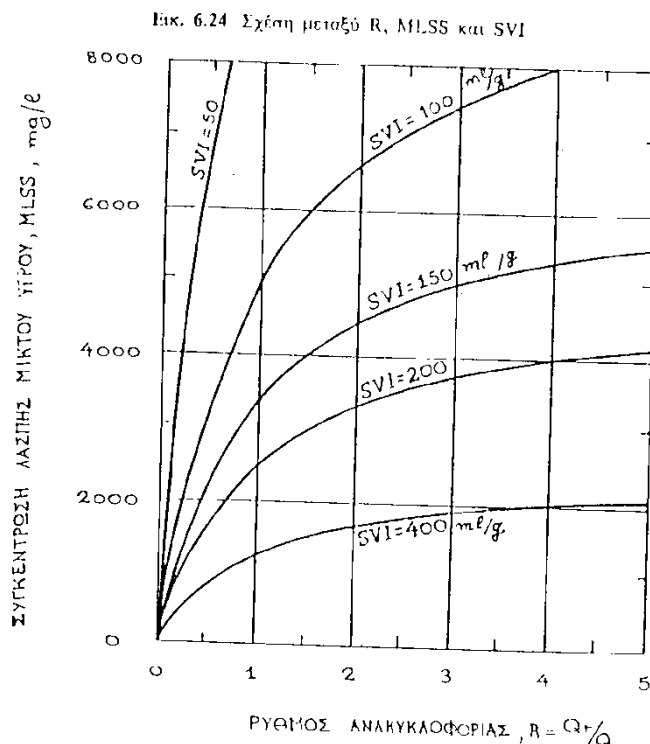
Από τη σχέση

$$R(\%) = \frac{100}{[(10^3 / (M \times SVI)) - 1]}$$

όπου  $M$  :  $kg MLSS/m^3$

$SVI$ : δείκτης όγκου λάσπης,  $ml/g$  (Standard Volume Index)

υπολογίζεται  **$SVI \simeq 125 \text{ ml/g}$**  κατά τη λειτουργία του έργου, γεγονός που σημαίνει (εμπειρικά) ότι **η λάσπη θα καθιζάνει κανονικά** :



Λαμβάνοντας υπόψη τους ανωτέρω υπολογισμούς, πρέπει να εξασφαλίζεται συνολική παροχή ανακυκλοφορίας της τάξης των  $1,67 \times 35,2 \simeq 60 \text{ m}^3/\text{d}$  (δυσμενέστερη περίπτωση, χειμώνας, πραγματική ημερήσια παροχή). Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη αντλία ανακυκλοφορίας ιλύος παροχής της τάξης των  $10 \text{ m}^3/\text{hr}$  (υπερ)**επαρκεί**, καθώς εξασφαλίζει την ανωτέρω παροχетеυτικότα μόλις σε  $6 \text{ hr/d}$ .

Για την εύρυθμη και αποδοτική λειτουργία της διεργασίας, προτείνεται να τοποθετηθεί επί του καταθλιπτικού αγωγού **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη της παροχής και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της ανακυκλοφορίας λάσπης. Επιπλέον, η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) στην αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχетеυτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο.

### 2.5.2 Απόρριψη περίσσειας ιλύος

Για τη δυσμενέστερη περίπτωση της φάσης σχεδιασμού (χειμώνας) η περίσσεια ιλύος που πρέπει να απομακρύνεται από το σύστημα έχει υπολογιστεί σε  $49,5 \text{ kg/d}$ . Θεωρώντας

συγκέντρωση στερεών στην ιλύ προς απομάκρυνση της τάξης των 8.000mg/lit ο όγκος της περίσσειας ιλύος εκτιμάται σε :

$$V_{\text{περ}} = \frac{49,5}{8,0} \approx 6,2 \text{ m}^3/\text{d}$$

Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη αντλία απόρριψης περίσσειας ιλύος παροχής, από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης προς τη δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης ιλύος. της τάξης των 10m<sup>3</sup>/hr (υπερ)**επαρκεί**.

## 2.6 ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Για την εξασφάλιση της αποδοτικής λειτουργίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης που ακολουθεί, προτείνεται τα διαυγάζοντα από τη δεξαμενή καθίζησης να διέρχονται από μονάδα διήθησης.

Οι παράμετροι σχεδιασμού της διεργασίας λαμβάνονται ως κάτωθι [1], [7] :

Συγκέντρωση στερεών στην είσοδο	[mg/l]	≤ 35
Συγκέντρωση στερεών στην έξοδο	[mg/l]	≤ 10
Ρυθμός διύλισης	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> min]	≤ 0,8

Για την τροφοδοσία της μονάδας προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του υγροβιότοπου, όπου προβλέπεται να οδεύουν τα υπερκείμενα υγρά της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης. Η δεξαμενή, διαστάσεων 3,0 x 3,0 x 2,7m (H<sub>ωφ</sub>) και ωφέλιμου όγκου 24,3m<sup>3</sup>, είναι σήμερα εφοδιασμένη με δύο (2) υποβρύχιες αντλίες (1+1R) του οίκου FLYGT, μοντέλο CP3127 SH, παροχής 20m<sup>3</sup>/hr στα 28ΜΥΣ, εγκατεστημένης ισχύος 7,4 kW για την άντληση των υγρών προς το φρεάτιο τροφοδοσίας των λεκανών του υγροβιότοπου.

Οι υφιστάμενες αντλίες θα απεγκατασταθούν, συντηρηθούν και παραδοθούν ως εφεδρεία στην αποθήκη, ενώ για την απρόσκοπτη και ομαλή τροφοδοσία της μονάδας προτείνεται να εγκατασταθούν δύο (2) νέες **υποβρύχιες αντλίες** (1+1R) παροχής της τάξης των 10m<sup>3</sup>/hr σε κατάλληλο μανομετρικό λειτουργίας έκαστη. Κάθε αντλία θα διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό.

Με μέγιστη ταχύτητα διύλισης 0,8m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> min για την μέγιστη αναμενόμενη ωριαία παροχή

σχεδιασμού των 10m<sup>3</sup>/hr (παροχή αντλιών εκροής επεξεργασμένων), η ελάχιστη επιφάνεια που απαιτείται είναι :

$$S \geq \frac{10\text{m}^3/\text{hr}}{0,8\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}} = 0,2\text{m}^2$$

Προτείνεται η **τοποθέτηση φίλτρου οριζοντίου περιστρεφόμενου τύμπανου** συνεχούς λειτουργίας με διαστάσεις πόρων διηθητικού μέσου μέχρι 40μm με (ωφέλιμη) επιφάνεια φίλτρανσης τουλάχιστον διπλάσια έτσι, ώστε η επιφανειακή φόρτιση που θα εξασφαλίζεται για την παροχή σχεδιασμού να είναι της τάξης των

$$q_{SS} = \frac{Q}{S} = \frac{10\text{m}^3/\text{hr}}{2,7\text{m}^2} = 0,4\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ min}$$

ενώ η ημερήσια ποσότητα στερεών που αναμένεται να απομακρύνεται εκτιμάται σε

$$SS_{ave} = \frac{(35 - 10)\text{mg/l}}{1000\text{mg/kd}} \times 30\text{m}^3/\text{d} \approx 0,75\text{kg/d}$$

Τα επεξεργασμένα υγρά του φίλτρου, το οποίο θα αποτελεί ενιαία κατασκευή μαζί με τις αντλίες αντίστροφης πλύσης και απομάκρυνσης στραγγιδίων προς επανεπεξεργασία, θα οδηγούνται στην κατάντη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης. Θα υπάρχει η δυνατότητα με τη χρήση **δικλείδων** να γίνεται παράκαμψη της μονάδας και η παροχή να οδηγείται στην κατάντη μονάδα.

## 2.7 ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (R.O.)

Τα βιολογικώς προεπεξεργασμένα στραγγίσματα, τα οποία είναι θα απαλλαγμένα από το μεγαλύτερο ρυπαντικό τους φορτίο καθώς και από τα αιωρούμενα στερεά, θα τροφοδοτούνται σε μονάδα αντίστροφης όσμωσης με σκοπό την σχεδόν πλήρη απομάκρυνση των υπολειπόμενων ρύπων (μη βιοαποικοδομήσιμο COD), αλλά και την κατακράτηση των ιόντων μετάλλου, κλπ στις συστοιχίες των μεμβρανών.

Στην μονάδα αντίστροφης όσμωσης θα γίνεται ο ουσιαστικός διαχωρισμός του διαλυτού και μη, ρυπαντικού φορτίου των στραγγισμάτων με ανάκτηση νερού κατάλληλου για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη και παράλληλη συμπύκνωση του ρυπαντικού φορτίου των στραγγισμάτων στην άλμη.

Η αντίστροφη όσμωση επιτυγχάνει διαχωρισμό και απομάκρυνση των ρύπων με τη χρήση ειδικών ημιπερατών μεμβρανών, οι οποίες πρακτικά δεν επιτρέπουν τη διέλευση των διαλυμένων συστατικών αλλά μόνο του διαλύτη (νερό).

Όταν εκατέρωθεν μιας ημιπερατής μεμβράνης υπάρχουν διαλύματα διαφορετικών συγκεντρώσεων, εμφανίζεται τάση εξισορρόπησης των συγκεντρώσεων αυτών, που μπορεί να πραγματοποιηθεί με το πέρασμα διαλύτη από το αραιότερο προς το πυκνότερο διάλυμα, φαινόμενο που ορίζεται ως όσμωση. Η τάση αυτή εκδηλώνεται ως πίεση στην πλευρά του αραιότερου διαλύματος (οσμωτική πίεση) που είναι μεγαλύτερη όσο πυκνότερο είναι το άλλο διάλυμα.

Αντίστροφα, για την απόληψη καθαρού νερού από διάλυμα θα πρέπει να ασκηθεί πίεση στο διάλυμα με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα, η οποία πίεση θα πρέπει να υπερνικά την οσμωτική πίεση (που θα προκαλούσε ακριβώς αντίθετη ροή του διαλύτη προς το πυκνό διάλυμα).

Η διεργασία της αντίστροφης όσμωσης περιγράφεται από την εξίσωση [8]

$$Q_f = \frac{K_w \times (\Delta P - \Delta \Pi) \times A}{d}$$

όπου  $Q_f$  : η παροχή τροφοδοσίας ( $m^3/hr$ )

$K_w$  : ειδικός συντελεστής διαπερατότητας ( $m^2/hr/atm$ )

$\Delta P$  : η διαφορά υδραυλικής πίεσης μεταξύ παροχής τροφοδοσίας και διηθήματος (atm)

$\Delta \Pi$  : η διαφορά οσμωτικής πίεσης μεταξύ παροχής τροφοδοσίας και διηθήματος (atm)

$A$  : η επιφάνεια της μεμβράνης ( $m^2$ )

$d$  : το πάχος της μεμβράνης (m)

Η αντίσταση  $R_w$  στο φαινόμενο της αντίστροφης όσμωσης είναι ανάλογη προς το πάχος της μεμβράνης και αντιστρόφως ανάλογη προς την επιφάνειά της :

$$R_w = \frac{d}{K_w \times A}$$

Ο λόγος ανάκτησης  $R$ , ήτοι το ποσοστό % της παροχής που μετατρέπεται σε καθαρό νερό (διήθημα – permeate) δίνεται από τη σχέση :

$$R = \frac{Q_p}{Q_f} \times 100$$

όπου  $Q_p$  : η παροχή διηθήματος ( $m^3/hr$ )

Από το λόγο ανάκτησης προκύπτει ο συντελεστής συμπύκνωσης CF που περιγράφεται από την εξίσωση

$$CF = \frac{1}{1 - R / 100}$$

Ένας σημαντικός όρος της διεργασίας είναι ο λόγος διέλευσης άλατος SP, ο οποίος εκφράζει το ποσοστό των αλάτων της τροφοδοσίας που διαπερνούν τις μεμβράνες μαζί με το διήθημα :

$$SP = \frac{C_p}{C_f} \times 100$$

όπου  $C_p$  : η συγκέντρωση διαλυμένων συστατικών στο διήθημα ( $mg/L$ )

$C_f$  : η συγκέντρωση διαλυμένων συστατικών στην τροφοδοσία ( $mg/L$ )

Το συμπληρωματικό του λόγου διέλευσης, είναι ο λόγος απόρριψης άλατος SR :

$$SR = 100\% - SP$$

Στην πράξη η ροή του νερού και η αφαίρεση των αλάτων είναι πάντα μικρότερες από τις θεωρητικά υπολογιζόμενες, λόγω του φαινομένου της πόλωσης της συγκέντρωσης.

Καθώς το νερό ρέει διαμέσου της επιφάνειας της μεμβράνης και τα άλατα συγκρατούνται από τη μεμβράνη, σχηματίζεται μια οριακή στιβάδα κοντά στην επιφάνεια της μεμβράνης, στην οποία η συγκέντρωση των αλάτων υπερβαίνει τη συγκέντρωση στον υπόλοιπο χώρο. Η πόλωση της συγκέντρωσης, δηλαδή ο σχηματισμός αυτής της στιβάδας αυξημένης συγκέντρωσης, έχει αρνητικές επιδράσεις στην απόδοση του συστήματος. Η οσμωτική πίεση γίνεται μεγαλύτερη στην επιφάνεια της μεμβράνης από τον υπόλοιπο όγκο του διαλύματος, μειώνοντας την καθαρή διαφορά πίεσης διαμέσου της μεμβράνης (ωθούσα πίεση) και κατά συνέπεια τη ροή του καθαρού νερού. Παράλληλα όμως αυξάνει και η ροή των αλάτων λόγω της μεγαλύτερης συγκέντρωσης στην επιφάνεια της μεμβράνης. Ακόμα αυξάνει η πιθανότητα επικαθίσεων στην επιφάνεια της μεμβράνης των μερικά διαλυτών



αλάτων που βρίσκονται τοπικά σε μεγαλύτερη συγκέντρωση, καθώς και η πιθανότητα αποθέσεων κolloειδών μεγαλομορίων.

Η πόλωση της συγκέντρωσης αντιμετωπίζεται με την επιλογή μεγαλύτερων ταχυτήτων ροής του διαλύματος και γενικά των συνθηκών ροής με κατάλληλη μηχανική σχεδίαση των μεμβρανών. Οι περιορισμοί της μέγιστης επιτρεπτής μετατροπής της μεμβράνης ή του ελάχιστου των μεμβρανών σχετίζονται με το παραπάνω.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι οι μεμβράνες με την πάροδο του χρόνου χάνουν την απόδοσή τους (π.χ. οι ινώδεις συμπύσσονται, οι μεμβράνες οξικής κυτταρίνης υδρολύονται, κλπ). Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ένας συντελεστής διόρθωσης (*MFDE, membrane flux decline coefficient*) που εκφράζει το ποσοστό της ροής νερού της μεμβράνης σε σχέση με την αρχική της ροή, καθώς και ένας συντελεστής διόρθωσης ροής με τη θερμοκρασία (*TCF, temperature correction factor*).

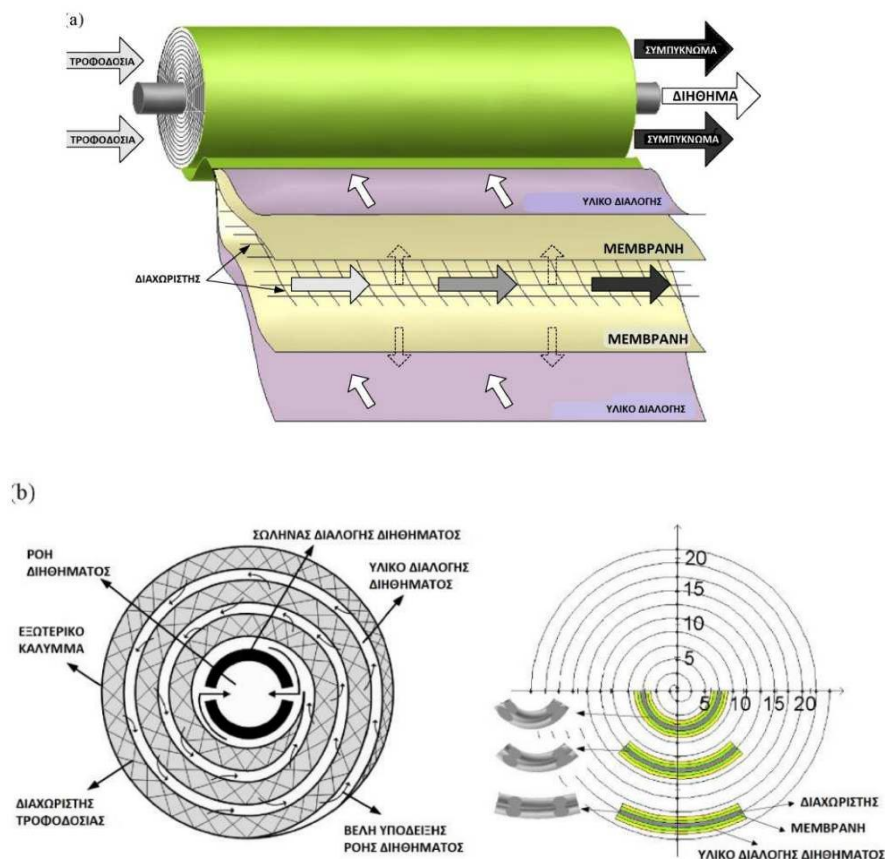
Συνοψίζοντας, ο διαχωρισμός με μεμβράνες είναι μια φυσική διεργασία, ώστε τα συστατικά που διαχωρίζονται δεν υφίστανται κάποια θερμική, χημική ή βιολογική αλλαγή. Λειτουργώντας σε συνθήκες πίεσης, επιτυγχάνει αποτελεσματικό διαχωρισμό ενώσεων χαμηλού μοριακού βάρους και ανοργάνων αλάτων. Έτσι, εφαρμόζοντας αντίστροφη όσμωση, μπορούν να επιτευχθούν υψηλά ποσοστά συγκράτησης :

#### Τυπικές αποδόσεις Αντίστροφης Όσμωσης

	Αντίστροφη όσμωση μονού σταδίου	Αντίστροφη όσμωση δύο σταδίων
Μονοσθενή ιόντα	96% έως 98%	>99,5%
Δισθενή ιόντα	98% έως 99,5%	>99,9%
Αμμώνιο σε pH 6,5	95%	>99,5%
Οργανικές μεγαλομοριακές ενώσεις	99% έως 99,8%	>99,9%

Για την υπό μελέτη περίπτωση προτείνεται **μονάδα αντίστροφης όσμωσης δύο (2) σταδίων** έτσι, ώστε να εξασφαλίζονται οι απαιτήσεις εκροής **με μεμβράνες σπειροειδούς διαμόρφωσης (Spiral Wound)**. Οι εν λόγω μεμβράνες προτιμώνται ευρέως αφενός λόγω του συμπαγούς χαρακτήρα τους (σ.σ. μια μεγάλη περιοχή της μεμβράνης μπορεί να είναι συσκευασμένη σε ένα μικρό όγκο, επιτυγχάνοντας έτσι εξοικονόμηση κόστους από την άποψη π.χ. δοχείων πίεσης, σωληνώσεων, αντλιών) και

αφετέρου επειδή ο σπειροειδής σχεδιασμός αυξάνει τη δυνατότητα υψηλής ανάκτησης των συστημάτων και εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της χαμηλής προσφοράς πίεσης.



**Σχηματική απεικόνιση μεμβράνης σπειροειδούς διαμόρφωσης (α) όψη, (β) τομή**

#### **ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ R.O.**

Όπως προαναφέρθηκε, οι απορροές του φίλτρου διήθησης θα οδηγούνται προς τη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης με σκοπό την σχεδόν πλήρη απομάκρυνση των υπολειπόμενων ρύπων (μη βιοαποικοδομήσιμο COD), αλλά και την κατακράτηση των ιόντων μετάλλου, κλπ στις συστοιχίες των μεμβρανών. Στη δεξαμενή θα καταλήγει επίσης το συμπύκνωμα του 2<sup>ου</sup> σταδίου της μονάδας.

**Η μονάδα διαστασιολογείται για την επεξεργασία ποσότητας 60m<sup>3</sup>/d σύμφωνα με την προς υποβολή ΜΠΕ για την τροποποίηση της ΑΕΠΟ.**

Λαμβάνοντας υπόψη ότι:

- η μονάδα θα λειτουργεί ημερησίως για χρόνο 22h/d και,
  - ο χρόνος που απαιτείται για πλύσεις της μονάδας εκτιμάται σε 2h/d
- ο καθαρός χρόνος λειτουργίας της μονάδας θα είναι της τάξης των  $22 - 2 = 20\text{h/d}$ .  
Επομένως ο απαιτούμενος ημερήσιος χρόνο για αποθήκευση θα είναι:  $24 - 20 = 4\text{h/d}$ .

Δεδομένου ότι η παροχή τροφοδοσίας (σχεδιασμού) θα είναι  $60,0\text{m}^3/\text{d}$  και ότι η παροχή συμπυκνώματος του 2<sup>ου</sup> σταδίου υπολογίστηκε σε  $7,0\text{m}^3/\text{d}$ , ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος  $V_{\min}$  για αποθήκευση – εξισορρόπηση της παροχής πρέπει να είναι της τάξης των

$$V_{\min} = \frac{(60,0+7,0)\text{m}^3/\text{d}}{24\text{ h/d}} * 4\text{ h} = 11,17\text{m}^3$$

Προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα με τα κάτωθι κατασκευαστικά χαρακτηριστικά :

- Μήκος δεξαμενής : 8,0 m
- Πλάτος δεξαμενής : 3,0 m
- Βάθος υγρών δεξαμενής : 2,50 m (άνω – κάτω στάθμη άντλησης)
- Ωφέλιμος όγκος δεξαμενής :  $60,0\text{ m}^3$
- Ωφέλιμος χρόνος αποθήκευσης: 21,5 h (για την παροχή σχεδιασμού)

### **ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ**

Λαμβάνοντας υπόψη τις αναμενόμενες αποδόσεις της μονάδας για παροχή σχεδιασμού της τάξης των  $60\text{m}^3/\text{d}$  και θεωρώντας ανάκτηση της τάξης του  $Y=70\%$  για το 1<sup>ο</sup> Στάδιο και  $Y=85\%$  για το 2<sup>ο</sup> Στάδιο, οι λειτουργικές παράμετροι της μονάδας για τη δυσμενέστερη περίπτωση (χειμώνα) δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί :

<b>ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ RO - 1ο ΣΤΑΔΙΟ</b>				
<b><u>ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ</u></b>	-	-	-	-
Παροχή τροφοδοσίας συστήματος	$Q_o$	60,0	$\text{m}^3/\text{d}$	
Χρονος λειτουργίας συστήματος	$t_o$	20,0	$\text{h/d}$	
Αγωγιμότητα τροφοδοσίας		21.037,4	$\mu\text{S/cm}$	
Θερμοκρασία	T	14,0	$^{\circ}\text{C}$	
Παροχή τροφοδοσίας 1ου Σταδίου	$Q_f$	67,0	$\text{m}^3/\text{d}$	

		17.709,9	gpd	
	$q_f$	14,8	gpm	
Παροχή διηθήματος	Q	46,9	m <sup>3</sup> /d	
		12.396,9	gpd	
	$q_p$	10,3	gpm	
Παροχή συμπυκνώματος	$Q_c$	20,1	m <sup>3</sup> /d	
		5.313,0	gpd	
	$q_c$	4,4	gpm	
Βαθμός ανάκτησης	Y	70,0%		
Συγκέντρωση στερεών τροφοδοσίας	$C_f$	13.043,2	mg/l	
	$m_f$	0,326	mole/l	$m_f = C_f / MW, MW = 40$
Συγκέντρωση στερεών συμπυκνώματος	$C_c$	40.434,0	mg/l	
Συγκέντρωση στερεών διηθήματος	$C_p$	61,2	mg/l	
Επιφάνεια Μεμβρανών	S	<b>2.400,0</b>	ft <sup>2</sup>	
		223,0	m <sup>2</sup>	
Συντελεστής επικαθίσεων	(FF)	0,95		
Εφαρμοζόμενη πίεση τροφοδοσίας	$P_f$	<b>580,0</b>	psi	
		40,0	bar	
Απιτούμενη πίεση διηθήματος	$P_p$	14,5	psi	
		1,0	bar	
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</b>	-	-	-	-
Μέση Συγκέντρωση στερεών πλευράς συμπυκνώματος	$C_{fc}$	26.738,6	mg/l	$C_{fc} = (C_f + C_p) / 2$
Βαθμός απόρριψης	R	99,5%		$R = (C_f - C_p) / C_f$
Οσμωτική πίεση τροφοδοσίας	$\pi_f$	104,8	psi	$\pi_f = 1,12 * (273 + T) * m_f$
		7,2	bar	
Μέση οσμωτική πίεση διηθήματος	$\pi_p$	0,5	psi	$\pi_p = \pi_f * (1 - R)$
		0,0	bar	
Συντελεστής πόλωσης συγκέντρωσης	$pf$	1,43		$pf = \text{EXP}(0,7 * Y), \text{DOW-FILMTEC}$
Μέση οσμωτική πίεση πλευράς συμπυκνώματος	$\pi$	<b>307,8</b>	psi	$\pi = \pi_f * (C_{fc} / C_f) * (pf)$
		<b>21,2</b>	bar	
Μέση παροχή πλευράς συμπυκνώματος	$q_{fc}$	9,6	gpm	$q_{fc} = (q_f + q_c) / 2$

Μέση πτώση πίεσης πλευράς συμπυκνώματος	$\Delta P_{fc}$	0,5	psi	$\Delta P_{fc}=0,01 \cdot q_{fc}^{1,7}$
		0,0	bar	
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας	(TCF)	0,68		$(TCF)=EXP\{3020 \cdot [1/298-1/(273+T)]\}$
Διαπερατότητα νερού	A	0,0592	gfd/psi	$A=0,07-0,0001 \cdot (n-200)$
Υπολογιζόμενη Παροχή διηθήματος	$Q_{calc}$	23.623,9	gpd	$Q_{calc} =$ $= A \cdot S \cdot (TCF) \cdot (FF) \cdot (P_r - \Delta P_{fc} / 2 - P_p - n + n_p)$
		<b>89,2</b>	m <sup>3</sup> /d	
<b>Έλεγχος <math>Q_{calc}-Q&gt;0</math></b>		<b>42,3</b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>ΔΕΚΤΟ</b>
Ειδική ροή διηθήματος (FLUX)	FLUX	5,17	gfd	FLUX=Q/S
		10,52	l/m <sup>2</sup> .h	
Χρόνος λειτουργίας για παροχή τροφ. συστήματος $Q_o'=30$ m <sup>3</sup> /d	t	10,0	h	$t=Q_o'/Q_o \cdot t_o$

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ RO - 2ο ΣΤΑΔΙΟ				
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ</b>	-	-	-	-
Παροχή τροφοδοσίας συστήματος	Q <sub>o</sub>	60,0	m <sup>3</sup> /d	
Χρονος λειτουργίας συστήματος	t <sub>0</sub>	20,0	h/d	
Αγωγιμότητα τροφοδοσίας		2.103,7	μS/cm	
Θερμοκρασία	T	14,0	°C	
Παροχή τροφοδοσίας 2ου Σταδίου	Q <sub>f</sub>	46,9	m <sup>3</sup> /d	
		12.396,9	gpd	
	q <sub>f</sub>	10,3	gpm	
Παροχή διηθήματος	Q	39,9	m <sup>3</sup> /d	
		10.537,4	gpd	
	q <sub>p</sub>	8,8	gpm	
Παροχή συμπυκνώματος	Q <sub>c</sub>	7,0	m <sup>3</sup> /d	
		1.859,5	gpd	
	q <sub>c</sub>	1,5	gpm	
Βαθμός ανάκτησης	Y	85,0%		
Συγκέντρωση στερεών τροφοδοσίας	C <sub>f</sub>	1.304,3	mg/l	
	m <sub>f</sub>	0,033	mole/l	m <sub>f</sub> =C <sub>f</sub> /MW, MW=40
Συγκέντρωση στερεών συμπυκνώματος	C <sub>c</sub>	7.956,4	mg/l	
Συγκέντρωση στερεών διηθήματος	C <sub>p</sub>	130,4	mg/l	
Επιφάνεια Μembranών	S	1.200,0	ft <sup>2</sup>	
		<b>111,5</b>	m <sup>2</sup>	
Συντελεστής επικαθίσεων	(FF)	0,95		
Εφαρμοζόμενη πίεση τροφοδοσίας	P <sub>f</sub>	<b>200,0</b>	psi	
		13,8	bar	
Απιτούμενη πίεση διηθήματος	P <sub>p</sub>	14,5	psi	
		1,0	bar	
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</b>	-	-	-	-
Μέση Συγκέντρωση στερεών πλευράς συμπυκνώματος	C <sub>fc</sub>	4.630,3	mg/l	C <sub>fc</sub> =(C <sub>f</sub> +C <sub>p</sub> )/2
Βαθμός απόρριψης	R	90,0%		R=(C <sub>f</sub> -C <sub>p</sub> )/C <sub>f</sub>

Οσμωτική πίεση τροφοδοσίας	$\pi_f$	10,5	psi	$\pi_f = 1,12 \cdot (273 + T) \cdot m_f$
		0,7	bar	
Μέση οσμωτική πίεση διηθήματος	$\pi_p$	1,0	psi	$\pi_p = \pi_f \cdot (1 - R)$
		0,1	bar	
Συντελεστής πόλωσης συγκέντρωσης	$p_f$	1,61		$p_f = \text{EXP}(0,7 \cdot Y)$ , DOW-FILMTEC
Μέση οσμωτική πίεση πλευράς συμπυκνώματος	$\pi$	<b>60,0</b>	psi	$\pi = \pi_f \cdot (C_{fc}/C_f) \cdot (p_f)$
		<b>4,1</b>	bar	
Μέση παροχή πλευράς συμπυκνώματος	$q_{fc}$	5,9	gpm	$q_{fc} = (q_f + q_c)/2$
Μέση πτώση πίεσης πλευράς συμπυκνώματος	$\Delta P_{fc}$	0,2	psi	$\Delta P_{fc} = 0,01 \cdot q_{fc}^{1,7}$
		0,0	bar	
Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας	(TCF)	0,68		$(TCF) = \text{EXP}\{3020 \cdot [1/298 - 1/(273 + T)]\}$
Διαπερατότητα νερού	A	0,1140	gfd/psi	$A = 0,125 - 0,011 \cdot [(n - 25)/35]$
Υπολογιζόμενη παροχή διηθήματος	$Q_{calc}$	11.141,1	gpd	$Q_{calc} = A \cdot S \cdot (TCF) \cdot (FF) \cdot (P_f - \Delta P_{fc}/2 - P_p - \pi + \pi_p)$
		<b>42,1</b>	m <sup>3</sup> /d	
<b>Έλεγχος <math>Q_{calc} - Q &gt; 0</math></b>		<b>2,2</b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>ΔΕΚΤΟ</b>
Ειδική ροή διηθήματος (FLUX)	FLUX	8,78	gfd	FLUX = Q/S
		17,88	l/m <sup>2</sup> .h	
Χρόνος λειτουργίας για παροχή τρωφ. συστήματος $Q_o' = 30 \text{ m}^3/\text{d}$	t	10,0	h	$t = Q_o'/Q_o \cdot t_o$

Οι υπολογισμοί έγιναν σύμφωνα με το εγχειρίδιο της εταιρείας DOW: "FILMTEC™ Reverse Osmosis Membranes, Technical Manual"

### **ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ**

Κατά τη λειτουργία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης παράγονται συμπυκνώματα που προβλέπεται να οδηγούνται προς επανατροπή στο κυρίως σώμα του ΧΥΤΑ.

Ο υφιστάμενος τεχνητός υδροβιότοπος, με τις δύο (2) διακριτές λεκάνες επιφανείας 1.450m<sup>2</sup> περίπου έκαστη, αδυνατεί να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις τριτοβάθμιας επεξεργασίας των στραγγισμάτων. Για το λόγο αυτό, δεν προτείνεται η χρήση του ως τμήμα της (τριτοβάθμιας) επεξεργασίας των στραγγισμάτων.

Δεδομένης ωστόσο της ικανής χωρητικότητας των λεκανών, εκτιμάται ότι αυτές δύνανται να χρησιμοποιηθούν ως δεξαμενές προσωρινής συλλογής – απόθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO) εξασφαλίζοντας ιδιαίτερα μεγάλους χρόνους αποθήκευσης έτσι, ώστε να δύνανται να λειτουργήσουν και ως δεξαμενές εξατμισοδιαπνοής.

Βεβαίως, για την περίπτωση υπερπλήρωσης των λεκανών, απαιτείται να ληφθεί μέριμνα για την ανακυκλοφορία του συμπυκνώματος στο ΧΥΤΑ, καθώς αποτελεί εσωτερικό απόβλητό του.

Για το λόγο αυτό, προτείνεται η κατασκευή (νέου) αντλιοστασίου που θα επικοινωνεί υδραυλικά με τις λεκάνες έτσι, ώστε να καθίσταται δυνατή η απόρριψη του συμπυκνώματος στο σώμα του ΧΥΤΑ.

Εντός του αντλιοστασίου επιλέγεται να τοποθετηθούν οι δύο (2) υφιστάμενες **υποβρύχιες αντλίες** (1+1R) παροχής 18m<sup>3</sup>/hr στα 61ΜΥΣ έκαστη, οι οποίες σήμερα είναι εγκατεστημένες στην υφιστάμενη δεξαμενή καθάρων – διάθεσης προκειμένου να χρησιμοποιείται μέρος των επεξεργασμένων για άρδευση χώρων πρασίνου με επεξεργασμένη απορροή που όμως ΔΕΝ προβλέπεται πλέον. Οι αντλίες, μέσω κατάλληλης συνδεσμολογίας, θα αναρροφούν προς απόρριψη του συμπυκνώματος στο ΧΥΤΑ μέσω του υφιστάμενου δικτύου ανακυκλοφορίας των στραγγισμάτων.

Ο ελάχιστος ενεργός όγκος του αντλιοστασίου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = \sum_i^n \frac{0,9 \times Q_i}{z}$$

Όπου

i : 1 έως n

n : ο αριθμός των ενεργών αντλιών του αντλιοστασίου

V : ο ελάχιστος ενεργός όγκος σε m<sup>3</sup>

Q<sub>i</sub> : η παροχή της i αντλίας σε l/s



z : ο μέγιστος αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα ( $\leq 10/\text{hr}$ , Διεθνείς Προδιαγραφές)

Με ελάχιστη παροχή έκαστης (κύριας) αντλίας της τάξης των  $Q_i=5\text{l/s}$  ( $18\text{m}^3/\text{hr}$ ) προκύπτει ότι ο ελάχιστος απαιτούμενος ωφέλιμος (λειτουργικός) όγκος του υγρού θαλάμου πρέπει να είναι :

$$V = \sum_{i=1}^1 \frac{0,9 \times Q_i}{z} = 0.45\text{m}^3$$

Επιλέγεται η κατασκευή αντλιοστασίου από οπλισμένο σκυρόδεμα που θα επικοινωνεί υδραυλικά με τις λεκάνες έτσι, ώστε να καθίσταται δυνατή η απόρριψη του συμπυκνώματος στο σώμα του ΧΥΤΑ με διαστάσεις :

Μήκος : 3,00m

Πλάτος : 2,00m

Ωφέλιμο βάθος υγρών : 1,50m (διαφορά ανώτατης – κατώτατης στάθμης)

δηλαδή, ο ωφέλιμος (ρυθμιστικός) όγκος του υγρού θαλάμου είναι της τάξης των

$$V_{r,p} = 3,00 \times 2,00 \times 1,50 = 9,0\text{m}^3$$

### **ΣΥΝΟΨΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ**

Λαμβάνοντας υπόψη ως παροχή σχεδιασμού της μονάδας της τάξης των **60m<sup>3</sup>/d** και συγκεντρώσεις ρύπων αυτές από την έξοδο του φίλτρου διήθησης κρίνεται ρεαλιστικός λόγος ανάκτησης τουλάχιστον της τάξης του 65% για την μονάδα αντίστροφης όσμωσης και οι αναμενόμενες αποδόσεις παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί :

<b>1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ - ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ</b>		
<b><u>ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</u></b>		
Ημερήσιος συνολικός χρόνος λειτουργίας μονάδας	h	22,0
Ημερήσιος χρόνος απαιτούμενων εκπλύσεων μονάδας	h	2,0
Ημερήσιος πραγματικός χρόνος λειτουργίας μονάδας	h	20,0
<b><u>ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ</u></b>		
<b>Πραγματική παροχή σχεδιασμού <sup>(1)</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>60,0</b>
	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>3,0</b>
Παροχή Ανακυκλοφορίας συμπυκνώματος 2ου σταδίου <sup>(2)</sup>	m <sup>3</sup> /d	7,0
	m <sup>3</sup> /h	0,4

Μεγιστος ρυθμός ροής διηθήματος (FLUX) 1ου σταδίου	l/m <sup>2</sup> .h	12,0
Μεγιστος ρυθμός ροής διηθήματος (FLUX) 2ου σταδίου	l/m <sup>2</sup> .h	20,0
Ρυθμός ανάκτησης 1ου σταδίου	%	70%
Ρυθμός ανάκτησης 2ου σταδίου	%	85%
<b>Αναμενόμενος Συνολικός Ρυθμός ανάκτησης, R (min)</b>	<b>%</b>	<b>66,5%</b>
Θερμοκρασία υγρών	°C	12
<b>2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</b>		
<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ</u></b>		
Ελάχιστος απαιτούμενος ημερήσιος χρόνος αποθήκευσης	h	4,0
Παροχή εισόδου στη δεξαμενή τροφοδοσίας	m <sup>3</sup> /d	67,0
Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος αποθήκευσης δεξαμενής	m <sup>3</sup>	11,2
Μήκος προτεινόμενης δεξαμενής	m	8,0
Πλάτος προτεινόμενης δεξαμενής	m	3,0
Ωφέλιμο ύψος υγρών προτεινόμενης δεξαμενής	m	2,5
Όγκος προτεινόμενης δεξαμενής	m <sup>3</sup>	60,0
Ημερήσιος χρόνος αποθήκευσης προτεινόμενης δεξαμενής	h	21,5
<b><u>ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u></b>		
Παροχή παραγόμενων συμπυκνωμάτων για την παροχή σχεδιασμού <sup>(1)</sup>	m <sup>3</sup> /d	20,1
Παροχή παραγόμενων συμπυκνωμάτων για την πραγματική παροχή	m <sup>3</sup> /d	9,7
Όγκος αποθήκευσης λιμνης αποθήκευσης Α	m <sup>3</sup>	1400,0
Όγκος αποθήκευσης λιμνης αποθήκευσης Β	m <sup>3</sup>	1420,0
Συνολικός όγκος αποθήκευσης συμπυκνωμάτων	m <sup>3</sup>	2820,0
Ημερήσιος χρόνος αποθήκευσης προτεινόμενης δεξαμενής για την παροχή σχεδιασμού	d	140,2
Ημερήσιος χρόνος αποθήκευσης προτεινόμενης δεξαμενής για την πραγματική παροχή	d	289,8
<b><u>ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΜΟΝΑΔΑΣ</u></b>		
Παροχή αντλιών τροφοδοσίας μονάδας	m <sup>3</sup> /h	3,4
Απαιτούμενη πίεση εισροής στη μονάδα	bar	1,0
Παροχή αντλιών τροφοδοσίας 1ου σταδίου	m <sup>3</sup> /h	3,4
Πίεση εκροής αντλιών τροφοδοσίας 1ου σταδίου	bar	40,0
Παροχή αντλιών τροφοδοσίας 2ου σταδίου	m <sup>3</sup> /h	2,3
Πίεση εκροής αντλιών τροφοδοσίας 2ου σταδίου	bar	15,0
<b><u>ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ</u></b>		

Παροχή σχεδιασμού της μονάδας	m <sup>3</sup> /h	3,0
Παροχή τροφοδοσίας 1ου σταδίου	m <sup>3</sup> /h	3,4
Παροχή συμπυκνώματος 1ου σταδίου	m <sup>3</sup> /h	1,0
Παροχή τροφοδοσίας 2ου σταδίου	m <sup>3</sup> /h	2,3
Παροχή συμπυκνώματος 2ου σταδίου (ανακυκλοφ. προς δεξ. τροφοδοσίας)	m <sup>3</sup> /h	0,4
Παροχή διηθήματος 2ου σταδίου	m <sup>3</sup> /h	2,0
<b>Συνολικός Ρυθμός ανάκτησης, R</b>	<b>%</b>	<b>66,5%</b>
<b><u>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ</u></b>		
Ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια μεμβρανών 1ου σταδίου	m <sup>2</sup>	195,5
Ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια μεμβρανών 2ου σταδίου	m <sup>2</sup>	99,7
<b>3. ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΑΣ</b>		
<b><u>ΒΑΘΜΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΦΟΡΤΙΩΝ</u></b>		
Βαθμός απόρριψης BOD <sub>5</sub>	%	99,0%
Βαθμός απόρριψης COD	%	99,0%
Βαθμός απόρριψης TN	%	90,5%
<b><u>ΦΟΡΤΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ</u></b>		
Οργανικό φορτίο BOD <sub>5</sub> εισόδου	kgBOD/d	1,2
Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> εισόδου	mgBOD/l	40,0
Οργανικό φορτίο COD εισόδου	kgbCOD/d	121,1
Συγκέντρωση bCOD εισόδου	mgbCOD/l	4170,3
Φορτίο αζώτου TN εισόδου	KgN/d	0,9
Συγκέντρωση αζώτου TN εισόδου	mgN/l	30,0
<b><u>ΦΟΡΤΙΑ ΕΞΟΔΟΥ - Διήθημα (permeate)</u></b>		
Οργανικό φορτίο BOD <sub>5</sub> , διηθήματος	kgBOD/d	0,0
Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> , διηθήματος	mgBOD/l	0,3
Οργανικό φορτίο COD , διηθήματος	kgbCOD/d	0,8
Συγκέντρωση COD, διηθήματος	mgbCOD/l	39,8
Φορτίο αζώτου TN , διηθήματος	KgN/d	0,0
Συγκέντρωση αζώτου TN, διηθήματος	mgN/l	2,4
<b><u>ΦΟΡΤΙΑ ΕΞΟΔΟΥ - Συμπύκνωμα (concentrate)</u></b>		
Οργανικό φορτίο BOD <sub>5</sub> , συμπυκνώματος	kgBOD/d	0,8

Συγκέντρωση BOD <sub>5</sub> , συμπυκνώματος	mgBOD/l	79,0
Οργανικό φορτίο COD , συμπυκνώματος	kgbCOD/d	119,7
Συγκέντρωση COD συμπυκνώματος	mgbCOD/l	12298,4
Φορτίο αζώτου TN , συμπυκνώματος	KgN/d	0,7
Συγκέντρωση αζώτου TN, συμπυκνώματος	mgN/l	69,7

(<sup>1</sup>) λαμβάνεται η παροχή που ορίζει η προταθείσα ΜΠΕ

(<sup>2</sup>) επιλέγεται η παροχή που υπολογίζεται από το ισοζύγιο μάζας της RO

(<sup>3</sup>) επιλέγονται οι Συγκεντρώσεις εκροής του φίλτρου διήθησης

Σημειώνεται ότι, θεωρώντας απομάκρυνση χλωριόντων της τάξης του 98% στη μονάδα αντίστροφης όσμωσης, το διήθημα αναμένεται να έχει συγκεντρώσεις πολύ μικρότερες του επιτρεπτού ορίου για διάθεση σε φυσικό αποδέκτη, καθώς σχεδόν το σύνολο αυτών θα καταλήγει στο συμπύκνωμα.

Το **διήθημα (permeate)** θα καταλήγει στην (υφιστάμενη) δεξαμενή απολύμανσης, απ' όπου θα υπερχειλίζει σε (υφιστάμενη) ομότοιχη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων για την τελική διάθεσή τους.

Λόγω της υψομετρικής διαφοράς χωροθέτησης των μονάδων (σ.σ. νέα μονάδα RO – υφιστάμενη μονάδα απολύμανσης) κρίνεται αναγκαία η πρόβλεψη για ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής διηθήματος και Α/Σ τροφοδοσίας αυτού προς τη δεξαμενή απολύμανσης. Για το λόγο αυτό, τοποθετείται δεξαμενή από PE χωρητικότητας 2.000L και ζεύγος υποβρυχίων αντλιών (1+1R) παροχής της τάξης των 5m<sup>3</sup>/hr στο κατάλληλο μανομετρικό έκαστη. Οι αντλίες θα τοποθετηθούν εντός του container της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

Το **συμπύκνωμα (concentrate)**, όπου συγκεντρώνονται όλα τα συστατικά των στραγγισμάτων, μπορεί να υποστεί διάφορους εναλλακτικούς τρόπους διάθεσης, όπως:

- Καύση σε κατάλληλα εξοπλισμένα συστήματα για διάθεση υψηλά μολυσμένων ρευστών.
- Στερεοποίηση με διάφορα συνδετικά υλικά και επακόλουθη απόθεση στον ΧΥΤΑ.
- Ελεγχόμενη διήθηση εντός του ΧΥΤΑ, με στόχο την βελτίωση της συμπεριφοράς του ως βιο-αντιδραστήρα.

Από τους παραπάνω τρόπους διάθεσης του συμπυκνώματος, συχνότερα επιλέγεται η ελεγχόμενη διήθηση στον ΧΥΤΑ, καθώς εμφανίζει πλεονεκτήματα από την ενεργειακή σκοπιά (π.χ. η οργανική ύλη δεν αποπλένεται από το ΧΥΤΑ, ώστε παραμένει εκεί

συμβάλλοντας στην παραγωγή βιοαερίου), οικολογική (οι ρυπαντές επιστρέφουν στην πηγή) αλλά και οικονομική σκοπιά (έχει το χαμηλότερο κόστος).

Αν και φαίνεται ότι η ελεγχόμενη διήθηση στον ΧΥΤΑ μπορεί να οδηγεί σε αύξηση της περιεκτικότητας των ρύπων των στραγγισμάτων, στην πράξη δεν έχει αποδειχτεί κάτι τέτοιο αλλά σταθεροποίηση της περιεκτικότητας των ρύπων, που αποδίδεται στους εξής λόγους :

- Ο ΧΥΤΑ λειτουργεί ως βιο-αντιδραστήρας, ώστε επιφέρει βιοχημική αποικοδόμηση στο συμπύκνωμα.
- Οι μικρο-οργανισμοί κατά τον μεταβολισμό των απορριμμάτων προκαλούν αποσύνθεση οργανικής και ανόργανης ύλης με μορφή επικαθήσεων (βακτηριογένεση) που αποτελούνται από οξείδια, σουλφίδια και ανθρακικές ενώσεις.
- Τα βαρέα μέταλλα συγκρατούνται με προσρόφηση στις επιφάνειες των περιεχομένων του ΧΥΤΑ, όπως στα αργιλικά ορυκτά ή στις χουμικές ενώσεις.
- Συμβαίνουν διεργασίες κρυστάλλωσης και δημιουργίας ορυκτών, κατά τις οποίες σχηματίζονται και επικάθονται στον ΧΥΤΑ αδιάλυτα άλατα.
- Λαμβάνουν χώρα χημικές ανόργανες διεργασίες, κατά τις οποίες δημιουργούνται ιζήματα ανθρακικών, θειούχων και θειικών ενώσεων.

## **2.8 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ – ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ**

### **2.8.1 Απολύμανση**

Η μέση συγκέντρωση κολοβακτηριδίων σε ανεπεξέργαστα λύματα λαμβάνεται ίση με :

$$\text{Colif}_{\text{in}} = 10^7 \text{ TC}/100\text{ml}$$

ενώ κατά τη συμβατική βιολογική επεξεργασία το μικροβιακό φορτίο θεωρείται ότι μειώνεται κατά  $2,0\log_{10}$  (Διεθνείς Προδιαγραφές) κι επομένως ο αριθμός των κολοβακτηριδίων πριν το στάδιο της απολύμανσης (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η μονάδα RO) εκτιμάται σε :

$$\text{Colif}_{\text{eff}} \simeq 10^5 \text{ TC}/100\text{ml}$$

Μετά το στάδιο απολύμανσης, η συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων απαιτείται να μην υπερβαίνει τα 500TC/100ml, ωστόσο για λόγους ασφαλείας λαμβάνεται ως μέγιστη επιτρεπτή η τιμή των 50TC/100ml κι επομένως, η απαιτούμενη μείωση κολοβακτηριδίων πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον της τάξης των

$$N_0/N = 10^5 / 500 \simeq 2000$$

όπου  $N_0$  : αρχική συγκέντρωση βακτηριδίων ( $Colif_{eff}$ )

$N$  : τελική συγκέντρωση βακτηριδίων

Το ιδεατό μοντέλο για απολύμανση ακολουθεί κινητική εξίσωση πρώτης τάξης

$$t = 1/k \ln (N_0/N)$$

$K$  : σταθερά απενεργοποίησης

$t$  : χρόνος έκθεσης, min

Η συγκέντρωση  $C$  του υπολειμματικού χλωρίου, δίνεται από τον τύπο

$$N/N_0 = (1+0,23 \times C \times t)^{-3}$$

ενώ η απαιτούμενη δόση  $C_0$  χλωρίου σε mg/l έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη μείωση κολοβακτηριδίων, δίνεται από τον τύπο

$$C_0 = C / (0,7 \times e^{-0,003t})$$

Σύμφωνα με τις Διεθνείς Προδιαγραφές μια μονάδα απολύμανσης απαιτείται να διαστασιολογείται με ελάχιστο χρόνο παραμονής της τάξης των 30min για την παροχή σχεδιασμού.

Για το σχεδιασμό της διεργασίας λαμβάνεται υπόψη η μέγιστη δυνατή παροχή των 5m<sup>3</sup>/hr (παροχή ενδιάμεσου Α/Σ διηθήματος) κι επομένως ο ελάχιστος απαιτούμενος όγκος υπολογίζεται σε

$$V_1 \geq 5m^3/hr \times 30/60 = 2,5m^3$$

Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η υφιστάμενη δεξαμενή διαστάσεων 5,00x1,00x2,00m ( $H_{ωφ}$ ) και ωφέλιμου όγκου της τάξης των 10,0m<sup>3</sup> που (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας εξασφαλίζοντας χρόνο παραμονής για την παροχή σχεδιασμού των 5m<sup>3</sup>/hr της τάξης των **120min**.

Με βάση τα ανωτέρω, εκτιμάται συγκέντρωση  $C$  υπολειμματικού χλωρίου της τάξης των 0,4mg/l για τη φάση σχεδιασμού και την παροχή των 5m<sup>3</sup>/hr, ενώ η απαιτούμενη δόση  $C_0$  υπολογίζεται σε 0,9mg/l και η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα χλωρίου εκτιμάται σε  $\simeq$  4gr/hr

Με περιεκτικότητα δ/τος NaOCl σε χλώριο 14% η απαιτούμενη ποσότητα, για την ωριαία παροχή της φάσης σχεδιασμού στη μονάδα θα είναι <0,05lt/hr και η ημερήσια κατανάλωση διαλύματος NaOCl εκτιμάται περίπου σε 0,1lt/d.

Η δοσομέτρηση του διαλύματος προτείνεται να γίνεται μέσω των δύο (2) υφιστάμενων **δοσομετρικών αντλιών** (1+1R) δυναμικότητας έως και 11,0L/h. Τα αντλητικά

συγκροτήματα και το δοχείο αποθήκευσης του διαλύματος είναι εγκατεστημένα σε (υφιστάμενο) παράπλευρο στεγασμένο χώρο.

### **2.8.2 Δεξαμενή καθαρών – διάθεσης**

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα μετά την απολύμανση θα υπερχειλίζουν σε (υφιστάμενη) ομότοιχη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων, ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 12,0 x 6,0 x 3,0m (H<sub>ωφ</sub>) με ωφέλιμο όγκο που ανέρχεται σε **216,0m<sup>3</sup>**

Εντός της δεξαμενής είναι εγκατεστημένες τέσσερις (4) αντλίες υποβρύχιου τύπου σε οριζόντια τοποθέτηση με μανδύα ψύξης εκ των οποίων οι δύο (2) αντλίες (1+1R), παροχής 24m<sup>3</sup>/hr στα 70ΜΥΣ έκαστη, χρησιμοποιούνται σήμερα για την ανακυκλοφορία των στραγγιδίων στο ΧΥΤΑ.

Δεδομένου ότι σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας τα επεξεργασμένα θα διατίθενται βαρυτικά σε φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα), προτείνεται οι αντλίες αυτές να παραμείνουν έτσι, ώστε μέρος των επεξεργασμένων να δύναται να ανακυκλοφορήσει, μέσω του υφιστάμενου δικτύου, στο κύριο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση της υγρασίας του (κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες).

Οι λοιπές δύο (2) αντλίες (1+1R), παροχής 18m<sup>3</sup>/hr στα 61ΜΥΣ έκαστη, εγκαταστάθηκαν προκειμένου να χρησιμοποιηθεί μέρος των επεξεργασμένων για άρδευση. Δεδομένου ωστόσο ότι ΔΕΝ προβλέπεται πλέον η άρδευση χώρων πρασίνου με επεξεργασμένη απορροή, οι αντλίες αυτές προτείνεται να χρησιμοποιηθούν για τη διάθεση του συμπυκνώματος της μονάδας αντίστροφης όσμωσης στο ΧΥΤΑ. Για το λόγο αυτό, ως προαναφέρεται, οι αντλίες προτείνεται να απεγκατασταθούν από τη δεξαμενή και να εγκατασταθούν σε νέο φρεάτιο παραπλεύρως των λεκανών απόθεσης του συμπυκνώματος (σ.σ. υφιστάμενος υγροβιότοπος) από τις οποίες, μέσω κατάλληλης συνδεσμολογίας, θα αναρροφούν προς απόρριψη του συμπυκνώματος στο ΧΥΤΑ επίσης μέσω του υφιστάμενου δικτύου ανακυκλοφορίας των στραγγισμάτων.

## 2.9 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΑΣΠΗΣ

### 2.9.1 Δεξαμενή πάχυνσης

Η περίσσεια λάσπη θα οδηγείται προς την υφιστάμενη δεξαμενή αποθήκευσης – πάχυνσης απ' όπου θα αντλείται περιοδικά προς απόρριψη στο σώμα του ΧΥΤΑ (σ.σ. θεωρείται εσωτερικό απόβλητο).

#### **Δεδομένα Σχεδιασμού (χειμώνας, δυσμενέστερη περίπτωση)**

Ποσότητα λάσπης προς επεξεργασία	$\simeq 49,5\text{kg/d (}6,2\text{m}^3\text{/d)}$
Συγκέντρωση στερεών στην ιλύ προς πάχυνση	$\simeq 8,0\text{kg/m}^3$
Συγκέντρωση στερεών στην παχυμένη ιλύ	$\simeq 10\text{-}20\text{kg/m}^3$
Συγκράτηση στερεών	$\simeq 90\%$
Φόρτιση στερεών	$\leq 40\text{kgSS/m}^2 \text{ d}$
Επιφανειακή Φόρτιση	$\leq 7,5\text{m}^3\text{/m}^2 \text{ d}$

Για τις ανάγκες της υφιστάμενης εγκατάστασης έχει κατασκευαστεί μια (1) δεξαμενή πάχυνσης από οπλισμένο σκυρόδεμα τετραγωνικής διατομής με διαστάσεις κάτοψης 3,4 x 3,0 m και συνολικό ενεργό όγκο της τάξης των 45m<sup>3</sup>.

Ως εκ τούτου, η υφιστάμενη δεξαμενή (υπερ)**επαρκεί** καθώς εξασφαλίζει φόρτιση στερεών της τάξης των 4,9kgSS/m<sup>2</sup> d και επιφανειακή φόρτιση της τάξης των 0,6m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> d

Επιπρόσθετα σημειώνεται ότι εξασφαλίζεται χρόνος παραμονής της λάσπης της τάξης των 7,3d (σ.σ. χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η περαιτέρω συμπύκνωσή της).

Θεωρώντας συγκράτηση στερεών της τάξης του 90% και συγκέντρωση παχυμένης λάσπης περίπου 1,5% η παχυμένη ιλύς προς απομάκρυνση υπολογίζεται σε

$$V_{\text{ΠΑΧ.}} = 0,90 \times 49,5 / 15 \simeq 3,0 \text{ m}^3\text{/d}$$

Με βάση τα παραπάνω, ο όγκος των στραγγιδίων προς επανεπεξεργασία εκτιμάται σε

$$V_{\text{στρ, Β}} = V - V_{\text{παχ}} = 6,2 - 3,0 \simeq 3,2\text{m}^3\text{/d}$$



### **2.9.2 Απαγωγή παχυμένης ιλύος**

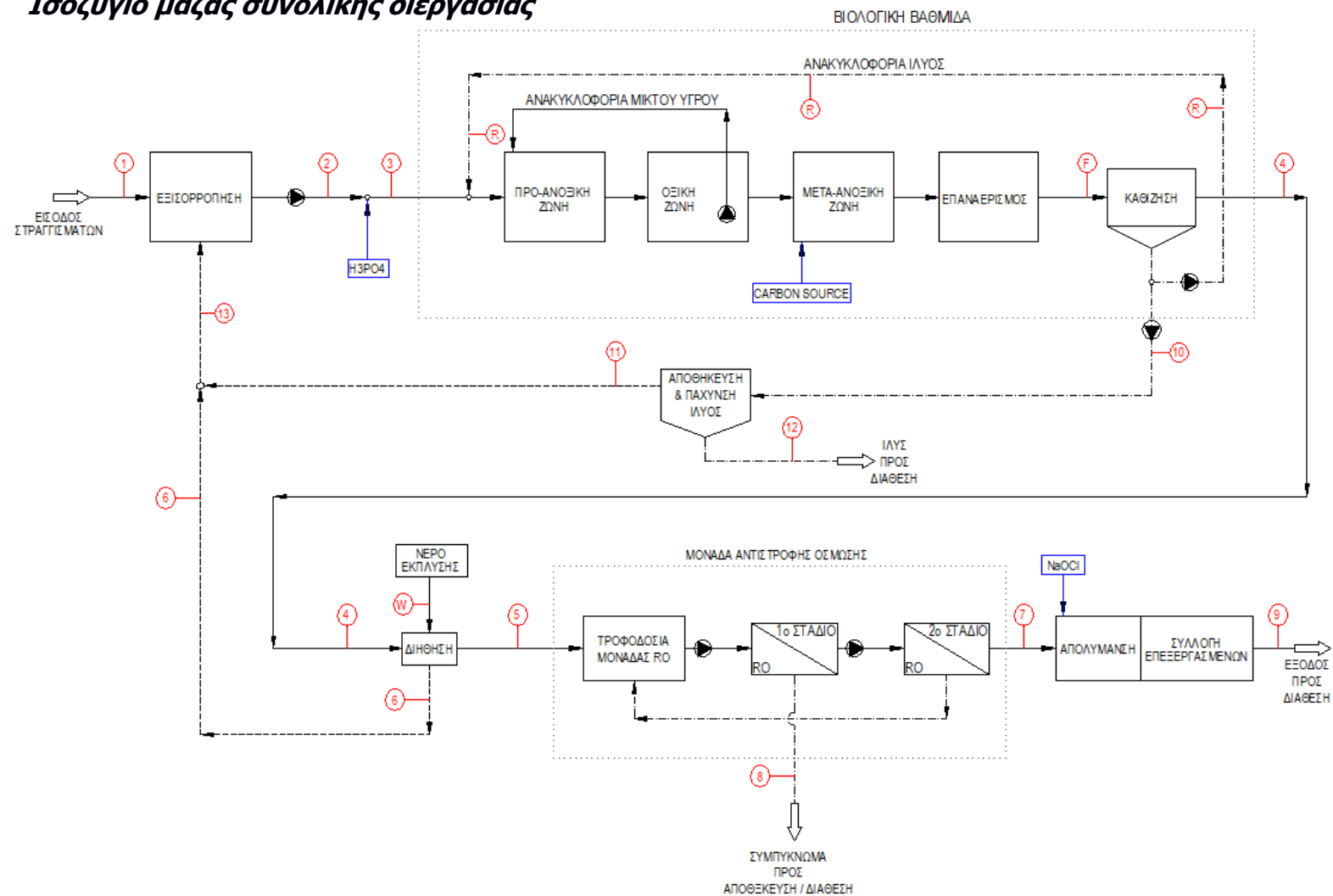
Για την απομάκρυνση της παχυμένης ιλύος εγκαταστάθηκε μια (1) υποβρύχια αντλία παροχής 10m<sup>3</sup>/hr με αγωγό σύνδεσης σε βυτιοφόρο, που κρίνεται ότι (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας.

Μια (1) δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως **εφεδρεία** στην αποθήκη.

## 2.10

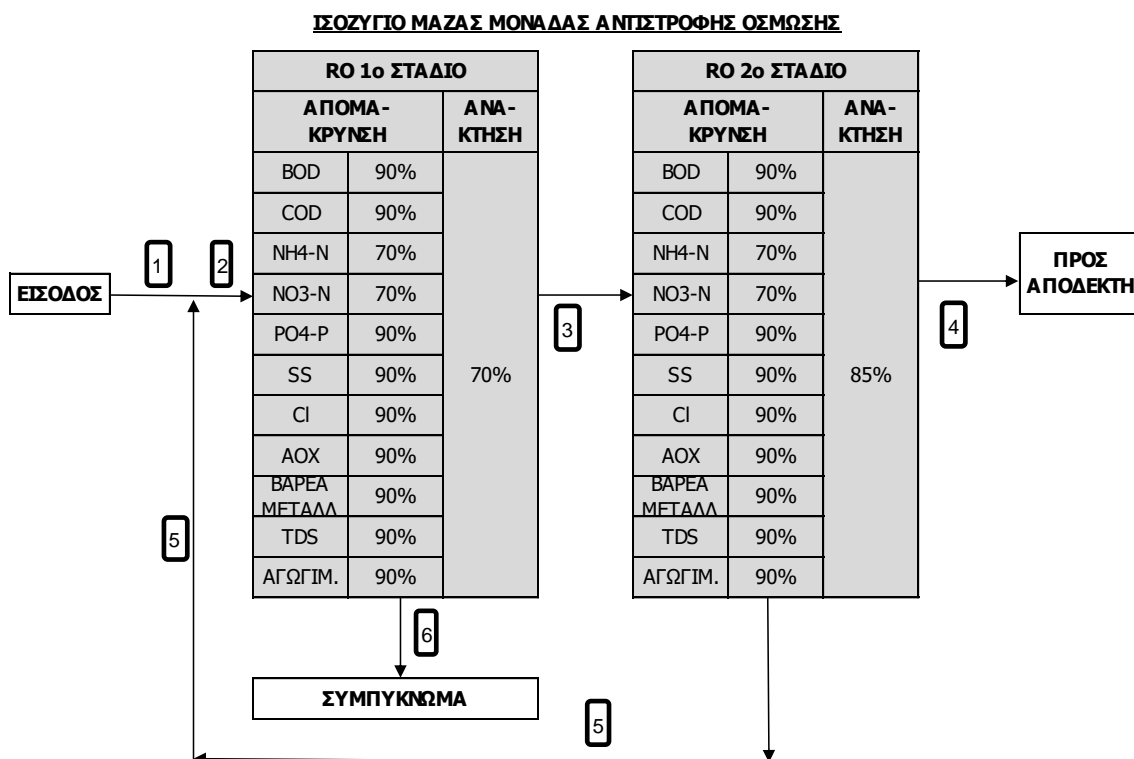
## ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ

### 2.10.1 Ισοζύγιο μάζας συνολικής διεργασίας



ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ																	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	MM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	W	F	R
Q	m3/d	30,00	35,22	35,22	29,03	29,03	2,00	19,30	9,73	19,30	6,19	3,22	2,97	5,22	2,00	93,93	58,71
BOD ολικό	kg/d	21,00	24,10	24,10	1,16	0,77	0,39	0,00	0,77	0,00	26,56	2,71	23,85	3,10	0,00	279,78	252,05
	mg/l	700,00	684,30	684,30	40,00	26,65	193,77	0,26	79,00	0,26	4.293,13	842,81	8.030,96	594,02	0,00	2.978,63	4.293,13
COD	kg/d	165,00	183,17	183,17	121,06	120,44	0,62	0,77	119,67	0,77	67,91	17,55	50,36	18,17	0,00	833,34	644,36
	mg/l	5.500,00	5.201,13	5.201,13	4.170,25	4.148,89	310,03	39,83	12.298,37	39,83	10.975,25	5.454,75	16.955,79	3.482,65	0,00	8.872,06	10.975,25
SS	kg/d	7,50	13,18	13,18	1,02	0,29	0,73	0,00	0,29	0,00	49,50	4,95	44,55	5,68	0,00	520,20	469,69
	mg/l	250,00	374,13	374,13	35,00	10,00	362,88	0,10	29,64	0,10	8.000,00	1.538,46	15.000,00	1.087,83	0,00	5.538,29	8.000,00
TN	kg/d	36,00	36,84	36,84	0,87	0,72	0,15	0,05	0,68	0,05	6,13	0,69	5,44	0,84	0,00	65,12	58,12
	mg/l	1.200,00	1.046,00	1.046,00	30,00	24,93	73,55	2,38	69,66	2,38	990,00	214,62	1.830,00	160,54	0,00	693,30	990,00
TP	kg/d	0,45	0,53	0,83	0,33	0,30	0,03	0,00	0,30	0,00	0,50	0,05	0,45	0,08	0,00	5,52	4,70
	mg/l	15,00	14,99	23,50	11,46	10,49	14,12	0,10	31,09	0,10	80,00	15,38	150,00	14,90	0,00	58,82	80,00

## 2.10.2 Ισοζύγιο μάζας μονάδας αντίστροφης όσμωσης



		1	2	3	4	5	6
ΠΑΡΟΧΗ	m3/d	60,0	67,0	46,9	39,9	7,0	20,1
BOD	kg/d	0,77	0,83	0,06	0,00	0,05	0,77
	mg/l	26,7	12,3	1,2	0,1	7,5	38,2
COD	kg/d	120,44	128,68	9,01	0,77	8,24	119,68
	mg/l	4.148,9	1.919,5	192,0	19,2	1.170,9	5.950,6
NH4-N	kg/d	0,30	0,36	0,07	0,02	0,06	0,28
	mg/l	5,0	5,3	1,6	0,5	7,9	14,0
NO3-N	kg/d	1,50	1,78	0,37	0,10	0,28	1,40
	mg/l	25,0	26,5	8,0	2,4	39,5	69,8
PO4-P	kg/d	0,30	0,33	0,02	0,00	0,02	0,30
	mg/l	10,5	4,9	0,5	0,0	3,0	15,0
SS	kg/d	0,29	0,31	0,02	0,00	0,02	0,29
	mg/l	10,0	4,6	0,5	0,0	2,8	14,3
Cl	kg/d	210,00	224,37	15,71	1,34	14,37	208,66
	mg/l	3.500,0	3.346,9	334,7	33,5	2.041,6	10.375,3
TDS	kg/d	818,40	874,41	61,21	5,20	56,01	813,20
	mg/l	13.640,0	13.043,2	1.304,3	130,4	7.956,4	40.434,0
ΑΓΩΓΙΜ.	μS/cm	22.000,0	21.037,4	2.103,7	210,4	12.832,8	65.216,1

## 2.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- "Wastewater Engineering, Treatment - Disposal - Reuse", Eddy & Metcalf  
4<sup>η</sup> Έκδοση, 2003 [1]
- ❖❖❖❖
- "Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων", Γ.Μαρκαντωνάτος, 1990 [2]
- ❖❖❖❖
- "Βασικές Αρχές και Σχεδιασμός Συστημάτων Επεξεργασίας Αποβλήτων",  
Α. Ι. Στάμος, Ζ. Σ. Βογιατζής, 2<sup>η</sup> Έκδοση, 1994 [3]
- ❖❖❖❖
- "Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων", Α. Ι. Στάμος, 1995 [4]
- ❖❖❖❖
- Abwasser Technische Vereinigung A-126, 2000 [5]
- ❖❖❖❖
- Abwasser Technische Vereinigung A-131E, 2000 [6]
- ❖❖❖❖
- "Μηχανική Υγρών Αποβλήτων", G. Tchobanoglous, F. Burton, H. Stensel,  
4<sup>η</sup> Έκδοση, 2006 [7]
- ❖❖❖❖
- "Ποιοτικά Χαρακτηριστικά και Επεξεργασία Νερού", Δρ Μ. Μήτρακας,  
2<sup>η</sup> Έκδοση, 2001 [8]
- ❖❖❖❖
- "Nutrient Control Design Manual", EPA, 2010 [9]
- ❖❖❖❖
- "External Carbon Sources for Nitrogen Removal", EPA, 2013 [10]
- ❖❖❖❖
- "The Activated Sludge Process, Part IV", P.S.A.T.S., 2014 [11]
- ❖❖❖❖
- "Αφαίρεση αζώτουχων ενώσεων", Επικ Καθ ΔΠΘ Π. Μελλίδης, [12]

### **3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

#### **3.1 ΓΕΝΙΚΑ – ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

##### ***3.1.1 Γενικά***

Στο παρόν παρουσιάζονται οι υδραυλικοί υπολογισμοί για τα δίκτυα διακίνησης των στραγγισμάτων και ιλύος που θα κατασκευαστούν εντός της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων (ΕΕΣ).

Ο υδραυλικός υπολογισμός της ροής των στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ και της ιλύος διαμέσου των εγκαταστάσεων επεξεργασίας έχει στόχο να εξασφαλίσει την καλή υδραυλική τους λειτουργία κάτω από τις αναμενόμενες συνθήκες φόρτισης.

Με τον υδραυλικό υπολογισμό επιτυγχάνεται η ορθή υψομετρική τοποθέτηση των μονάδων, ώστε να εξασφαλίζονται οι λειτουργικές συνθήκες που προδιαγράφουν οι υγιεινολογικοί υπολογισμοί.

Με δεδομένες τις διαστάσεις των μονάδων, ο έλεγχος της υδραυλικής λειτουργίας των εγκαταστάσεων γίνεται μέσω υψομετρικής τοποθέτησης υπερχειλιστών. Κάθε υπερχειλιστής ελέγχει τη ροή σε όλες τις μονάδες μέχρι τον ανάντη βρισκόμενο υπερχειλιστή.

Στο εν λόγω έργο τα στραγγίσματα του ΧΥΤΑ προσάγονται στο φρεάτιο εισόδου μέσω βαρυτικού αγωγού και από εκεί στο νέο αντλιοστάσιο εξισορρόπησης μέσω επίσης βαρυτικού αγωγού, το οποίο καταθλίβει προς τη δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας.

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από τη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων θα οδηγούνται μέσω βαρυτικού αγωγού προς τον αποδέκτη. Κατά περιόδους θα υπάρχει δυνατότητα επανακυκλοφορίας τους προς το κύτταρο του ΧΥΤΑ μέσω του υφιστάμενου αντλιοστασίου και του αντίστοιχου καταθλιπτικού αγωγού.

Η παραγόμενη ιλύς από τις βιολογικές διεργασίες και το συμπύκνωμα της μονάδας αντίστροφης όσμωσης θα οδηγούνται επίσης στο σώμα του ΧΥΤΑ μέσω του υφιστάμενου δικτύου ανακυκλοφορίας.

### 3.1.1.1 Παραδοχές

Οι παραδοχές και οι περιορισμοί που λαμβάνονται υπόψη για τον υδραυλικό σχεδιασμό δίνονται ακολούθως:

- Οι στάθμες των υφιστάμενων δομικών έργων.
- Στάθμη υπερχειλιστή στη δεξαμενή επεξεργασμένων στραγγισμάτων στο  $H=+399,80$  m
- Μέγιστη παροχή αντλιοστασίου εξισορρόπησης  $Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Οι υπολογισμοί γίνονται με τους περιορισμούς που θέτει η ισχύουσα νομοθεσία καθώς και η διεθνής και ελληνική βιβλιογραφία.

### 3.1.1.2 Προσδιορισμός υδραυλικών φορτίων

Οι υπολογισμοί λυμάτων γίνονται **με βάση τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας του προσφερόμενου εξοπλισμού όπως προκύπτει από τους υγιεινολογικούς υπολογισμούς.**

Τα υδραυλικά φορτία δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ <sup>(1)</sup>	$Q_0$	251,70 m <sup>3</sup> /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	$Q_1$	6,00 m <sup>3</sup> /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	$Q_2$	10,00 m <sup>3</sup> /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	$Q_3$	10,00 m <sup>3</sup> /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	$Q_4$	3,10 m <sup>3</sup> /h
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	$Q_5$	5,00 m <sup>3</sup> /h

<sup>(1)</sup> Έχει ληφθεί η παροχή αιχμής που προβλέπεται στην υφιστάμενη μελέτη εφαρμογής.

### 3.1.1.3 Τύποι σωλήνων κατά τμήμα έργου

Οι σωλήνες που προτείνεται να χρησιμοποιηθούν στις εγκαταστάσεις και κατά τμήματα έργου είναι οι ακόλουθοι

Εκτεθειμένοι σωλήνες (έξω από το έδαφος)

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξείδωτοι χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304.

#### Σωλήνες υπόγειοι και θαμμένοι κάτω από τεχνικά έργα

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες HDPE πιέσεως 10 ατμ.

#### Σωλήνες εμβαπτισμένοι σε δεξαμενές και αντλιοστάσια

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξείδωτοι χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304. Ειδικά για το επιδαπέδιο δίκτυο διάχυσης αέρα θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες PVC πιέσεως 10 ατμ.

#### Σωλήνες νερού

Για τα υπόγεια δίκτυα νερού, θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες από HDPE πιέσεως 10 Atm.

### **3.1.2 Υδραυλικοί υπολογισμοί σε αγωγούς με φυσική ροή.**

#### **3.1.2.1 Θεωρητικά στοιχεία υδραυλικών υπολογισμών για φυσική ροή.**

Κατωτέρω παρατίθενται οι εξισώσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της υδραυλικής μηκοτομής της εγκατάστασης.

#### Υπολογισμός απωλειών σε κλειστούς αγωγούς

Για τον υπολογισμό των απωλειών σε κλειστούς αγωγούς χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σχέσεις:

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Εξίσωση Darcy - Weisbach}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right) \quad \text{Εξίσωση White - Colebrook}$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} \quad \text{Αριθμός Reynolds}$$

Όπου  $J$  = απώλειες πιέσεως m/m

$Q$  = παροχή m<sup>3</sup>/s

$V$  = μέση ταχύτητα m/s



$D$  = εσωτερική διάμετρος m  
 $\Delta h$  = απώλειες πιέσεως m  
 $L$  = μήκος αγωγού m  
 $\lambda$  = συντελεστής τριβής  
 $\nu$  = ιξώδες  $m^2/s$   
 $k$  = τραχύτητα αγωγού σε mm

Υπολογισμός γραμμικών απωλειών σε ανοικτά κανάλια και αγωγούς.

Για τον υπολογισμό των απωλειών σε ανοικτά κανάλια και αγωγούς βαρύτητας χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση Manning:

$$J = V^2 \cdot \left( \frac{1}{K} \right)^2 \cdot R_H^{-\frac{2}{3}}$$

Όπου

$J$  = κλίση της γραμμής ενέργειας (m/m)

$K$  = συντελεστής τραχύτητας

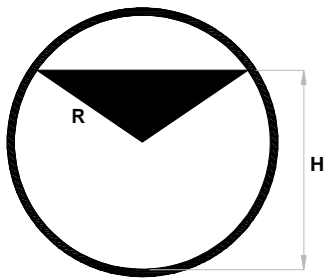
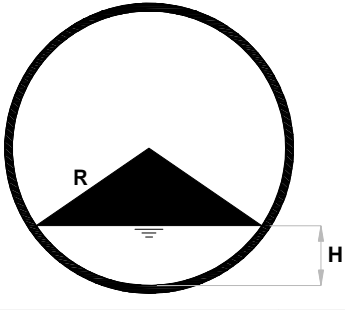
$V$  = μέση ταχύτητα m/s

$R_h$  = υδραυλική ακτίνα. Ισχύει  $R_h = (\text{Υγρή διατομή} / \text{βρεχόμενη περίμετρος})$  m

Για κανάλια ισχύει:

$$R_h = \frac{H \cdot W}{2 \cdot H + W} \quad (H = \text{μέσο βάθος ροής, } W = \text{πλάτος καναλιού})$$

Για αγωγούς ισχύει:

$H > R$	$H < R$
	
$\hat{\theta} = 2 \times \sigma\upsilon\nu^{-1} \left( \frac{H-R}{R} \right)$	$\hat{\theta} = 2 \times \sigma\upsilon\nu^{-1} \left( \frac{R-H}{R} \right)$

$A_{\text{υγρ}} = \pi R^2 - \frac{1}{2} R^2 (\hat{\theta} - \eta \mu(\hat{\theta}))$ $\Pi = 2\pi R - R \hat{\theta}$ $R_H = \frac{A_{\text{υγρ}}}{\Pi}$ <p>το <math>\theta</math> εκφράζεται σε ακτίνια</p>	$A_{\text{υγρ}} = \frac{1}{2} R^2 (\hat{\theta} - \eta \mu(\hat{\theta}))$ $\Pi = R \hat{\theta}$ $R_H = \frac{A_{\text{υγρ}}}{\Pi}$ <p>το <math>\theta</math> εκφράζεται σε ακτίνια</p>
---	--

#### Υπολογισμός κρίσιμου βάθους ροής σε κανάλια

Στις περιπτώσεις ροής σε κανάλια υπολογίζεται το κρίσιμο βάθος ροής με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$Q^2 = g b^2 H^3 \Rightarrow H = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}}$$

Όπου

$Q$ = παροχή της διώρυγας ( $\text{m}^3/\text{sec}$ ).

$b$ = πλάτος διώρυγας ( $\text{m}$ )

$g$  =  $9,81 \text{m}^2/\text{sec}$

#### Υπολογισμός τοπικών απωλειών

Οι τοπικές απώλειες,  $\Delta H$ , υπολογίσθηκαν από την εμπειρική σχέση:

$$\Delta H = K \frac{V^2}{2g}$$

Όπου

$V$ : η ταχύτητα στον αγωγό ( $\text{m}/\text{sec}$ )

$g$ =  $9,81 \text{m}^2/\text{sec}$

$K = 0,35$  για γωνία  $90^\circ$  ( $\Delta H_{90}$ )

$K = 0,19$  για γωνία  $45^\circ$  ( $\Delta H_{45}$ )

$K = 0,25$  για τάφ ( $\Delta H_T$ )

$K = 0,25$  για βάννα ( $\Delta H_V$ )

$K = 1,00$  για έξοδο ( $\Delta H_{\text{out}}$ )

$K = 0,50$  για είσοδο ( $\Delta H_{\text{in}}$ )

Για απότομη συστολή οι τοπικές απώλειες,  $\Delta H$ , υπολογίσθηκαν από τη σχέση:

$$\Delta H = K \times \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Όπου

$V_1, V_2$ : η μεγαλύτερη και η μικρότερη ταχύτητα ροής αντίστοιχα ( $m^3/sec$ )

$K = 0,5$ .

Υπολογισμός απωλειών άνω ορθογωνικών υπερχειλιστών

Ο υπολογισμός της στάθμης ( $h$ ) πάνω από ορθογωνικούς υπερχειλιστές γίνεται από τη σχέση του υπερχειλιστή στέψης:

$$Q = \mu L h \sqrt{2gh} \Rightarrow h = 0,683 \left( \frac{Q}{L} \right)^{(2/3)}$$

όπου

$Q$ : παροχή ( $m^3/sec$ )

$\mu$ : σταθερά ( $=0,40$ )

$L$ : πλάτος υπερχειλιστή ( $m$ )

Υπολογισμός απωλειών άνω τριγωνικών υπερχειλιστών

Ο υπολογισμός της στάθμης  $\Delta H$  πάνω από τριγωνικούς υπερχειλιστές με γωνία  $90^\circ$  γίνεται από τη σχέση του Thompson:

$$\Delta H = \left( \frac{Q}{1.42} \right)^{0.4}$$

όπου  $Q$  = παροχή από κάθε άνοιγμα του υπερχειλιστή ( $m^3/sec$ ).

Υπολογισμός απωλειών για ροή διαμέσου υποβρύχιων οπών.

Ο υπολογισμός των απωλειών για ροή διαμέσου υποβρύχιων οπών γίνεται από τη σχέση:

$$Q = 0,62 \cdot A \cdot (2gh)^{1/2}$$

όπου

$Q$ : η παροχή ( $m^3/sec$ ).

$A$ : η επιφάνεια της οπής ( $m^2$ ).

$h$ : απώλειες ( $m$ ).

Υπολογισμός απωλειών για ροή διαμέσου εσχάρων.

Για ροή διαμέσου σχάρας ισχύει:

$$w = \frac{b + S}{S} \times \frac{Q}{V \times h_0}$$

Όπου

w = πλάτος σχάρας, (m)

b = πλάτος ράβδων, (mm)

S = άνοιγμα ράβδων, (mm)

Q = παροχή λυμάτων, (m<sup>3</sup>/s)

V = ταχύτητα νερού μέσω των ράβδων, (m/s)

h = ύψος στάθμης καναλιού, (m)

Η πτώση στάθμης κατά τη διέλευση από την κάθε εσχάρα δίνεται από τη σχέση.

$$\Delta H = \frac{1}{0,7} \left( \frac{V^2 - V_{\delta}^2}{2g} \right)$$

Όπου

V = ταχύτητα νερού μέσω των ράβδων, (m/s)

V<sub>δ</sub> = η ταχύτητα στο κανάλι, δηλαδή:

$$V_{\delta} = \frac{Q}{h \times w}$$

Υπολογισμός απωλειών για ροή εντός μαιανδρικών δεξαμενών.

Ο υπολογισμός της ανύψωσης της στάθμης ΔH σε δεξαμενές μαιανδρικού σχήματος γίνεται από τη σχέση:

$$\Delta H = (2N - 1) \frac{V^2}{2g}$$

Όπου

N: ο αριθμός των διαύλων της δεξαμενής

V: η ταχύτητα ροής εντός των διαύλων (m/sec)

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

### 3.1.2.2 Υπολογισμοί

#### ΠΑΡΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	Q0	251,70	(m <sup>3</sup> /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	Q1	6,00	(m <sup>3</sup> /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	Q2	10,00	(m <sup>3</sup> /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	Q3	10,00	(m <sup>3</sup> /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	Q4	3,10	(m <sup>3</sup> /hr)
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	Q5	5,00	(m <sup>3</sup> /hr)

#### 1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ

-

#### ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

		=Q5	
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	5,0	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0014	(m <sup>3</sup> /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	b	0,800	(m)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	Δh <sub>un</sub>	0,010	(m)
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>un</sub></b>	<b>0,010</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>	<b>H<sub>ΥΠΕΡΧ</sub></b>	<b>+399,800</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(1)</b>	<b>+399,810</b>	<b>(m)</b>

-

#### 2 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

-

#### ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

		=Q5	
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	5,0	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0014	(m <sup>3</sup> /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	b	0,800	(m)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	Δh <sub>un</sub>	0,010	(m)
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>un</sub></b>	<b>0,010</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>	<b>H<sub>ΥΠΕΡΧ</sub></b>	<b>+399,900</b>	<b>(m)</b>

<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>		<b>ΑΣΥ(2)</b>	<b>+399,910</b>	<b>(m)</b>
<b>3 ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ</b>				
-				
<b>ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>				
=Q5				
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	5,0	(m <sup>3</sup> /hr)	
		0,0014	(m <sup>3</sup> /s)	
ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	b	1,000	(m)	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	Δh <sub>un</sub>	0,009	(m)	
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>un</sub></b>	<b>0,009</b>	<b>(m)</b>	
<b>ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>	<b>H<sub>ΥΠΕΡΧ</sub></b>	<b>+400,000</b>	<b>(m)</b>	
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(3)</b>	<b>+400,009</b>	<b>(m)</b>	
-				
<b>4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΜΩΣΗΣ</b>				
Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.				
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(4)</b>	<b>+380,800</b>	<b>(m)</b>	
-				
<b>5 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΜΩΣΗΣ</b>				
Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.				
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(5)</b>	<b>+380,200</b>	<b>(m)</b>	
-				
<b>6 ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΤΥΜΠΑΝΟΥ</b>				
Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.				
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(6)</b>	<b>+382,400</b>	<b>(m)</b>	
-				
<b>7 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ</b>				
Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.				
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(7)</b>	<b>+378,700</b>	<b>(m)</b>	
-				
<b>8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΣΗΣΗΣ</b>				
<b>ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΤΡΙΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>				
=Q1				
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	6,0	(m <sup>3</sup> /hr)	

		0,0017	(m <sup>3</sup> /s)
ΜΗΚΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	L	3,0	(m)
ΓΩΝΙΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	θ	90	GRAD
ΒΗΜΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	α	0,050	m
ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΡΙΓΩΝΙΚΩΝ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΩΝ	N	21	
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΑ ΤΡΙΓ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	q1	7,94E-05	(m <sup>3</sup> /s)
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh</b>	<b>0,038</b>	<b>m</b>
<b>ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>	<b>H<sub>ΥΠΕΡΧ</sub></b>	<b>+379,100</b>	<b>m</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(8)</b>	<b>+379,138</b>	<b>m</b>

-

## 9 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΑΝΑΕΡΙΣΜΟΥ

### ΡΟΗ ΕΝΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΓΩΓΟΥ

		=Q1 + Q3	
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	16,0	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0044	(m <sup>3</sup> /s)
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ	ν	1,100	mm <sup>2</sup> /s
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	200	(mm)
SDR	-	17	
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	0,1765	(m)
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	2	(m)
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	0,182	(m/s)
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	29166	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	0,3000	(mm)
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ <sub>ΤΕΛ</sub>	0,028	
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	0,000	(mm)
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	Δh <sub>γ</sub>	0,001	(m)
ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	K	3,000	
ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	Δh <sub>τ</sub>	0,005	(m)
<b>ΤΕΛΙΚΕΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh</b>	<b>0,006</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(9)</b>	<b>+379,144</b>	<b>m</b>

-

## 10 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

### ΡΟΗ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΥΠΟΒΡΥΧΙΑΣ ΟΠΗΣ

		=Q1 + Q3	
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	16,0	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0044	(m <sup>3</sup> /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΟΠΗΣ	W	1,0000	(m)
ΜΗΚΟΣ ΟΠΗΣ	L	1,0000	(m)
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΠΗΣ	A	1,0000	(m <sup>2</sup> )
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΗΣ ΟΠΗΣ</b>	<b>Δh</b>	<b>0,0000</b>	<b>(m)</b>
ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	Δh <sub>ΑΣ</sub>	0,0100	(m)
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(10)</b>	<b>+379,154</b>	<b>(m)</b>

## 11 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

### ΡΟΗ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΥΠΟΒΡΥΧΙΑΣ ΟΠΗΣ

		=Q1 + Q2 + Q3	
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	26,0	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0072	(m <sup>3</sup> /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΟΠΗΣ	W	1,0000	(m)
ΜΗΚΟΣ ΟΠΗΣ	L	1,0000	(m)
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΠΗΣ	A	1,0000	(m <sup>2</sup> )
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΗΣ ΟΠΗΣ</b>	<b>Δh</b>	<b>0,0000</b>	<b>(m)</b>
ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	Δh <sub>ΑΣ</sub>	0,0100	(m)
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(11)</b>	<b>+379,164</b>	<b>(m)</b>

## 12 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ

### ΡΟΗ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΥΠΟΒΡΥΧΙΑΣ ΟΠΗΣ

		=Q1 + Q2 + Q3	
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	26,0	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0072	(m <sup>3</sup> /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΟΠΗΣ	W	1,0000	(m)
ΜΗΚΟΣ ΟΠΗΣ	L	1,0000	(m)
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΠΗΣ	A	1,0000	(m <sup>2</sup> )
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΤΗΣ ΟΠΗΣ</b>	<b>Δh</b>	<b>0,0000</b>	<b>(m)</b>
ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	Δh <sub>ΑΣ</sub>	0,0100	(m)
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(12)</b>	<b>+379,174</b>	<b>(m)</b>



### 13 ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Ο υπολογισμός γίνεται σε περίπτωση υπερχείλισης προς τη δεξαμενή συλλογής βροχοστραγγιδίων

#### ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

			=Q0
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	251,7	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0699	(m <sup>3</sup> /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	b	0,800	(m)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	$\Delta h_{un}$	0,135	(m)
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b><math>\Delta h_{un}</math></b>	<b>0,135</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>	<b>H<sub>ΥΠΕΡΧ</sub></b>	<b>+379,000</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(13)</b>	<b>+379,135</b>	<b>(m)</b>

### 14 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ

Η ανώτατη στάθμη στη δεξαμενή καθορίζεται μέσω συστήματος αντίληψης στάθμης.

<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(14)</b>	<b>+379,000</b>	<b>(m)</b>
-----------------------------	----------------	-----------------	------------

### 15 ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΘΑΛΑΜΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ

#### ΡΟΗ ΕΝΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟ ΑΓΩΓΟΥ

			=Q0
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	251,7	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0699	(m <sup>3</sup> /s)
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ	v	1,100	mm <sup>2</sup> /s
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	315	(mm)
SDR	-	17	
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	0,2779	(m)
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	40	(m)
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	1,153	(m/s)
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	291317	
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	0,3000	(mm)
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	$\lambda_{TEL}$	0,021	
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	0,005	(mm)

ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	$\Delta h_v$	0,204	(m)
ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	K	3,000	
ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	$\Delta h_T$	0,203	(m)
<b>ΤΕΛΙΚΕΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b><math>\Delta h</math></b>	<b>0,408</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(15)</b>	<b>+379,542</b>	<b>m</b>

## 16 ΦΡΕΑΤΙΟ ΕΙΣΟΔΟΥ - ΘΑΛΑΜΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ

### ΡΟΗ ΥΠΕΡΑΝΩ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ

		=Q0	
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	Q	251,7	(m <sup>3</sup> /hr)
		0,0699	(m <sup>3</sup> /s)
ΠΛΑΤΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	b	0,500	(m)
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ	$\Delta h_{un}$	0,184	(m)
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b><math>\Delta h_{un}</math></b>	<b>0,184</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ</b>	<b>H<sub>ΥΠΕΡΧ</sub></b>	<b>+379,700</b>	<b>(m)</b>
<b>ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΟΥ</b>	<b>ΑΣΥ(16)</b>	<b>+379,884</b>	<b>(m)</b>

### 3.1.3 Υδραυλικοί υπολογισμοί καταθλιπτικών αγωγών - αντλιοστασίων.

Για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών σε αγωγούς υπό πίεση ισχύουν:

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Εξίσωση Darcy - Weisbach}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \right) \quad \text{Εξίσωση White - Colebrook}$$

Όπου  $J$  = απώλειες πίεσεως m/m

$Q$  = παροχή m<sup>3</sup>/s

$V$  = μέση ταχύτητα m/s

$Re$  = Αριθμός Reynolds ( $Re = V \cdot D / \nu$ )

$D$  = εσωτερική διάμετρος m

$\Delta h$  = απώλειες πίεσεως m

$L$  = μήκος αγωγού m

$\lambda$  = συντελεστής τριβής

$\nu$  = ιξώδες  $\text{m}^2/\text{s}$

$k$  = τραχύτητα αγωγού σε mm

Για τον υπολογισμό των τοπικών απωλειών σε αγωγούς υπό πίεση ισχύει:

$$\Delta H = K \times \frac{V^2}{2g} \quad \text{Όπου: } V = \text{η ταχύτητα στον αγωγό (m/sec)}$$

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{sec}$$

$K$  = συντελεστής τοπικών απωλειών, εξαρτώμενος από τις συνθήκες ροής και από το είδος του εξαρτήματος

Οι παροχές των αντλιών που ελήφθησαν είναι αυτές που αναφέρονται στις συνθήκες λειτουργίας του κάθε αντλιοστασίου στη δυσμενέστερη περίπτωση και οι οποίες έχουν προκύψει από τους υγιεινολογικούς υπολογισμούς. Το γεωδαιτικό ύψος που αναφέρεται στους υπολογισμούς είναι η διαφορά από την κατώτατη στάθμη εκάστου αντλιοστασίου έως την ανώτατη στάθμη του αντίστοιχου καταθλιπτικού αγωγού.

Στο παρόν δε γίνονται υπολογισμοί για τα υφιστάμενα αντλιοστάσια, καθώς δεν προβλέπεται οποιαδήποτε παρέμβαση σε ότι αφορά στη λειτουργία τους.

Ακολουθούν φύλλο υπολογισμού των νέων αντλιοστασίων του έργου.

### **Αντλιοστάσιο εξισορρόπησης**

#### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ	Q	$\text{m}^3/\text{hr}$	6
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	No	τεμ	2
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	No	τεμ	1
ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q	$\text{m}^3/\text{hr}$	6
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	Hgeo	m	3,30
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΥ	$\rho$	$\text{kg}/\text{m}^3$	1050
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟΥ	$\nu$	$\text{mm}^2/\text{s}$	1,200

-

#### **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ**

#### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	ΤΜΗΜΑ 1	ΤΜΗΜΑ 2	ΤΜΗΜΑ 3	ΤΜΗΜΑ 4
ΠΑΡΟΧΗ	Q	$\text{m}^3/\text{hr}$	6	6	6	6
	q	$\text{m}^3/\text{s}$	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017

ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	-	-	AISI304	AISI304	PE PN10	AISI304
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	mm	73,03	73,03	75	73,03
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	m	0,0690	0,0690	0,0662	0,0690
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	m/s	0,446	0,446	0,485	0,446
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-	25631	25631	26736	25631

-

#### **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ**

ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	4	1	12	4
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	mm	1,5	1,5	0,3	1,5
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ		0,052	0,052	0,033	0,052
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	m/m	0,008	0,008	0,006	0,008
<b>ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>γ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>γ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,14</b>			

-

<b><u>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</u></b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 2</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 3</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 4</b>
ΓΩΝΙΕΣ 90°	(k= 0,30)	No	2		1	3
ΓΩΝΙΕΣ 45°	(k= 0,17)	No			1	
ΤΑΥ	(k= 0,25)	No	1	1		
ΣΥΡΤΑΡΩΤΗ ΒΑΝΑ	(k= 0,12)	No	1			
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΜΠΑΛΑΣ	(k= 4,00)	No	1			
ΕΞΟΔΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗ	(k= 1,00)	No				1
<b>ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>	<b>ΣK</b>		<b>4,97</b>	<b>0,25</b>	<b>0,47</b>	<b>1,90</b>
<b>ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,050</b>	<b>0,003</b>	<b>0,006</b>	<b>0,019</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,078</b>			

-

<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ</b>	<b>Δh<sub>F</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,22</b>			
<b>ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	<b>H</b>	<b>m</b>	<b>3,30</b>			
<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΩΝ</b>	<b>Δh</b>	<b>m</b>	<b>3,52</b>			

#### **Επεξήγηση τμημάτων**

ΤΜΗΜΑ 1: ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ 2: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΒΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ 3: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

ΤΜΗΜΑ 4: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΕΡΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

### **Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας μικτού υγρού**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ	Q	m <sup>3</sup> /hr	10
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	No	τεμ	1
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	No	τεμ	1
ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q	m <sup>3</sup> /hr	10
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H <sub>geo</sub>	m	1,50
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΥ	ρ	kg/m <sup>3</sup>	1050
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟΥ	ν	mm <sup>2</sup> /s	1,200
-			
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>			
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΥΜΒ	ΜΜ	ΤΜΗΜΑ 1
ΠΑΡΟΧΗ	Q	m <sup>3</sup> /hr	10
	q	m <sup>3</sup> /s	0,0028
ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	-	-	AISI304
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	mm	88,9
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	m	0,0849
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	m/s	0,491
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-	34733
-			
<b><u>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</u></b>			
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	25
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	mm	1,5
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ		0,048
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	m/m	0,007
<b>ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>v</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,17</b>

<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b><math>\Sigma \Delta h_v</math></b>	<b>m</b>	<b>0,17</b>
-			
<b><u>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</u></b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>
ΓΩΝΙΕΣ 90°	(k= 0,30)	No	5
ΔΙΑΣΤΟΛΗ 25°	(k= 0,30)	No	1
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΜΠΑΛΑΣ	(k= 4,00)	No	1
ΕΞΟΔΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗ	(k= 1,00)	No	1
<b>ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>	<b>ΣΚ</b>		<b>6,80</b>
<b>ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b><math>\Delta h_T</math></b>	<b>m</b>	<b>0,084</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b><math>\Sigma \Delta h_T</math></b>	<b>m</b>	<b>0,084</b>
-			
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ</b>	<b><math>\Delta h_F</math></b>	<b>m</b>	<b>0,26</b>
<b>ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	<b>H</b>	<b>m</b>	<b>1,50</b>
<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΩΝ</b>	<b><math>\Delta h</math></b>	<b>m</b>	<b>1,76</b>

### **Επεξήγηση τμημάτων**

ΤΜΗΜΑ 1: ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΕΡΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

### **Αντλιοστάσιο εκροών βιολογικής βαθμίδας**

<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>				
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ	Q	m <sup>3</sup> /hr	10			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	No	τεμ	2			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	No	τεμ	1			
ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q	m <sup>3</sup> /hr	10			
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H <sub>geo</sub>	m	3,70			
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΥ	ρ	kg/m <sup>3</sup>	1050			
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟΥ	ν	mm <sup>2</sup> /s	1,200			
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 2</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 3</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 4</b>
ΠΑΡΟΧΗ	Q	m <sup>3</sup> /hr	10	10	10	10
	q	m <sup>3</sup> /s	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	-	-	AISI304	AISI304	PE PN10	AISI304
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	mm	73,03	73,03	75	73,03
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	m	0,0690	0,0690	0,0662	0,0690
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	m/s	0,743	0,743	0,808	0,743
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-	42718	42718	44560	42718
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	6	1	20	4
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	mm	1,5	1,5	0,3	1,5
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ		0,051	0,051	0,032	0,051
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	m/m	0,021	0,021	0,016	0,021
<b>ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>v</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,12</b>	<b>0,02</b>	<b>0,32</b>	<b>0,08</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>v</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,55</b>			
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 2</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 3</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 4</b>
ΓΩΝΙΕΣ 90°	(k= 0,30)	No	2		1	3

ΓΩΝΙΕΣ 45°	(k= 0,17)	No			1	
ΤΑΥ	(k= 0,25)	No	1	1		
ΣΥΡΤΑΡΩΤΗ ΒΑΝΑ	(k= 0,12)	No	1			
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΜΠΑΛΑΣ	(k= 4,00)	No	1			
ΕΞΟΔΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗ	(k= 1,00)	No				1
<b>ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>	<b>ΣΚ</b>		<b>4,97</b>	<b>0,25</b>	<b>0,47</b>	<b>1,90</b>
<b>ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,140</b>	<b>0,007</b>	<b>0,016</b>	<b>0,053</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,216</b>			
-						
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ</b>	<b>Δh<sub>F</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,76</b>			
<b>ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	<b>H</b>	<b>m</b>	<b>3,70</b>			
<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΩΝ</b>	<b>Δh</b>	<b>m</b>	<b>4,46</b>			

### Επεξήγηση τμημάτων

ΤΜΗΜΑ 1: ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ 2: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΒΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ 3: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

ΤΜΗΜΑ 4: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΕΡΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ



### **Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας μονάδας αντίστροφης όσμωσης**

<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>				
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ (max)	Q	m <sup>3</sup> /hr	3,5			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	No	τεμ	2			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	No	τεμ	1			
ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q	m <sup>3</sup> /hr	3,5			
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H <sub>geo</sub>	m	0			
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ	H <sub>out</sub>	m	10			
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΥ	ρ	kg/m <sup>3</sup>	1050			
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟΥ	ν	mm <sup>2</sup> /s	1,200			
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 2</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 3</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 4</b>
ΠΑΡΟΧΗ	Q	m <sup>3</sup> /hr	3,5	3,5	3,5	3,5
	q	m <sup>3</sup> /s	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	-	-	AISI304	AISI304	AISI304	PE PN10
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	mm	60,3	60,3	60,3	63
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	m	0,0573	0,0573	0,0573	0,0556
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	m/s	0,377	0,377	0,377	0,401
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-	18012	18012	18012	18567
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	1	1	6	8
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	mm	1,5	1,5	1,5	0,3
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ		0,056	0,056	0,056	0,035
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	m/m	0,007	0,007	0,007	0,005
<b>ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>v</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>v</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,10</b>			
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 2</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 3</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 4</b>

ΓΩΝΙΕΣ 90°	(k= 0,30)	No			3	1
ΓΩΝΙΕΣ 45°	(k= 0,17)	No				2
ΤΑΥ	(k= 0,25)	No		1	1	
ΔΙΑΣΤΟΛΗ 25°	(k= 0,30)	No	1			
ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΒΑΝΑ	(k= 0,30)	No	1	1		
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΟ ΚΛΑΠΕ	(k= 1,70)	No		1		
ΕΙΣΟΔΟΣ	(k= 0,25)	No	1			
<b>ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>	<b>ΣΚ</b>		<b>0,85</b>	<b>2,25</b>	<b>1,15</b>	<b>0,64</b>
<b>ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,006</b>	<b>0,016</b>	<b>0,008</b>	<b>0,005</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,036</b>			
-						
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ</b>	<b>Δh<sub>F</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,134</b>			
<b>ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	<b>H</b>	<b>m</b>	<b>0,000</b>			
<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ</b>	<b>H<sub>out</sub></b>	<b>m</b>	<b>10,000</b>			
<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΩΝ</b>	<b>Δh</b>	<b>m</b>	<b>10,134</b>			

### Επεξήγηση τμημάτων

ΤΜΗΜΑ 1: ΑΓΩΓΟΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ 2: ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ 3: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΕΡΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

ΤΜΗΜΑ 4: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

### **Αντλιοστάσιο διηθήματος μονάδας αντίστροφης όσμωσης**

<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>				
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΩΝ (max)	Q	m <sup>3</sup> /hr	5			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ	No	τεμ	2			
ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	No	τεμ	1			
ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Q	m <sup>3</sup> /hr	5			
ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ	H <sub>geo</sub>	m	21,6			
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ	H <sub>out</sub>	m	10			
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΕΥΣΤΟΥ	ρ	kg/m <sup>3</sup>	1050			
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΡΕΥΣΤΟΥ	ν	mm <sup>2</sup> /s	1,200			
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 2</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 3</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 4</b>
ΠΑΡΟΧΗ	Q	m <sup>3</sup> /hr	5	5	5	5
	q	m <sup>3</sup> /s	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	-	-	AISI304	AISI304	AISI304	PE PN10
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	Φ	mm	60,3	60,3	60,3	63
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	D	m	0,0573	0,0573	0,0573	0,0556
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ	u	m/s	0,539	0,539	0,539	0,573
ΑΡΙΘΜΟΣ REYNOLDS	Re	-	25731	25731	25731	26524
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	1	1	6	120
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΟΥ	k	mm	1,5	1,5	1,5	0,3
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	λ		0,055	0,055	0,055	0,034
ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ	J	m/m	0,014	0,014	0,014	0,010
<b>ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>γ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,09</b>	<b>1,23</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>γ</sub></b>	<b>m</b>	<b>1,35</b>			
-						
<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>						
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΥΜΒ</b>	<b>ΜΜ</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 1</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 2</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 3</b>	<b>ΤΜΗΜΑ 4</b>

ΓΩΝΙΕΣ 90°	(k= 0,30)	No			3	1
ΓΩΝΙΕΣ 45°	(k= 0,17)	No				2
ΤΑΥ	(k= 0,25)	No		1	1	
ΔΙΑΣΤΟΛΗ 25°	(k= 0,30)	No	1			
ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΒΑΝΑ	(k= 0,30)	No	1	1		
ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΟ ΚΛΑΠΕ	(k= 1,70)	No		1		
ΕΙΣΟΔΟΣ	(k= 0,25)	No	1			
<b>ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ</b>	<b>ΣΚ</b>		<b>0,85</b>	<b>2,25</b>	<b>1,15</b>	<b>0,64</b>
<b>ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>Δh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,013</b>	<b>0,033</b>	<b>0,017</b>	<b>0,011</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>ΣΔh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,074</b>			
-						
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΩΝ</b>	<b>Δh<sub>τ</sub></b>	<b>m</b>	<b>1,420</b>			
<b>ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	<b>H</b>	<b>m</b>	<b>21,600</b>			
<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΚΡΟΗΣ</b>	<b>H<sub>out</sub></b>	<b>m</b>	<b>10,000</b>			
<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΛΙΩΝ</b>	<b>Δh</b>	<b>m</b>	<b>33,020</b>			

### Επεξήγηση τμημάτων

ΤΜΗΜΑ 1: ΑΓΩΓΟΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ 2: ΑΓΩΓΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ ΕΚΑΣΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ 3: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΕΡΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

ΤΜΗΜΑ 4: ΚΟΙΝΟΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

## 4. ΕΡΓΑ ΠΜ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης, τα προτεινόμενα και προβλεπόμενα έργα Π/Μ περιλαμβάνουν μικρής κλίμακας παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές καθώς και νέες κατασκευές που συνοπτικά αφορούν :

- Κατασκευή νέου αντλιοστασίου εξισορρόπησης και υδραυλική διασύνδεσή του μέσω νέου αγωγού (HDPE Φ 315 10atm) με το υφιστάμενο φρεάτιο εισόδου.
- Κατασκευή υπερχειλίσας για την υδραυλική διασύνδεση του νέου αντλιοστασίου με την υφιστάμενη δεξαμενή συλλογής βροχοστραγγιδίων
- Κατασκευή των απαραίτητων σωληνώσεων για τη διασύνδεση του υφιστάμενου αντλιοστασίου της δεξαμενής βροχοστραγγιδίων με το νέο αντλιοστάσιο εξισορρόπησης.
- Φραγή οδύσεων από και προς την υφιστάμενη μονάδα κροκίδωσης και τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, οι οποίες καταργούνται.
- Κατασκευή μεσοτοιχιών διαχωρισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα στην υφιστάμενη δεξαμενή αερισμού.
- Επιθεώρηση και συντήρηση των υφιστάμενων υδραυλικών διασυνδέσεων επικοινωνίας μεταξύ της δεξαμενής αερισμού και δευτεροβάθμιας καθίζησης.
- Κατασκευή δεξαμενής και αντλιοστασίου τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO).
- Κατασκευή βάσης από οπλισμένο σκυρόδεμα για την τοποθέτηση του εμπορευματοκιβωτίου (container) της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO) και της (ενδιάμεσης) δεξαμενής διηθήματος.
- Τοποθέτηση σωληνωτού αγωγού υπερχειλίσας στην (υφιστάμενη) δεξαμενή πάχυνσης για την όδευση των διαυγαζόντων στο φρεάτιο εισόδου.
- Εκκένωση και συντήρηση της μόνωσης των λεκανών του υγροβιότοπου για τη χρήση τους ως δεξαμενές συλλογής συμπυκνώματος της μονάδας RO.
- Κατασκευή νέου αντλιοστασίου (τελικής) διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας RO και υδραυλική διασύνδεσή του με τις λεκάνες και το υφιστάμενο δίκτυο επανακυκλοφορίας στραγγισμάτων.
- Υδραυλική σύνδεση του φρεατίου εξόδου των λεκανών του υγροβιότοπου με το νέο αντλιοστάσιο (τελικής) διάθεσης του συμπυκνώματος της μονάδας RO.

- Ανύψωση τοιχίων των φρεατίων εξόδου των λεκανών έως τη στάθμη της στέψης των λεκανών
- Κατασκευή διάταξης υπερχειλίσσης και αντίστοιχο φρεάτιο κατάντη της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης για τη διάθεση των επεξεργασμένων στον φυσικό αποδέκτη (ρέμα).

#### **4.1.1 Έργα από σκυρόδεμα**

Όλες οι εργασίες από σκυρόδεμα θα πραγματοποιηθούν, σύμφωνα με τις ισχύουσες σχετικές διατάξεις. Οι επιμέρους μονάδες του έργου κατατάσσονται στις παρακάτω δύο (2) κατηγορίες κατασκευών:

- Κατηγορία 1: Κατασκευές, οι οποίες δεν υπόκεινται σε υδροστατική πίεση ή / και σε ωθήσεις γαιών. Ενδεικτικά, σε αυτή την κατηγορία ανήκουν:
  - Τα κτίρια στα οποία επικρατούν εν γένει ξηρές συνθήκες, όπως το κτίριο διοίκησης, το κτίριο υποσταθμού, τα κτίρια εξυπηρέτησης κτλ.
  - Οι ανωδομές (υπέργειες κατασκευές) κτιρίων, αντλιοστασίων και δεξαμενών που δεν είναι άμεσα βρεχόμενες και δεν υπόκεινται σε ενδεχόμενη έντονη δράση υδρατμών ή διαβροχή, λόγω των λειτουργιών που στεγάζουν.
- Κατηγορία 2: Κατασκευές που υπόκεινται σε υδροστατική πίεση ή / και σε ωθήσεις γαιών, δηλαδή συγκρατούν υγρά ή /και έρχονται σε επαφή με το έδαφος. Ενδεικτικά, σε αυτή την κατηγορία ανήκουν:
  - Δεξαμενές υγροί θάλαμοι αντλιοστασίων
  - Τμήματα κτιρίων στα οποία γίνεται διακίνηση υγρών.
  - Οι ανωδομές (υπέργειες κατασκευές) κτιρίων, αντλιοστασίων και δεξαμενών που ενώ δεν είναι άμεσα βρεχόμενες, υπόκεινται σε ενδεχόμενη έντονη δράση υδρατμών ή διαβροχή, λόγω των λειτουργιών που στεγάζουν.
  - Λοιπές κατασκευές μόνιμα ή περιοδικά υγρές, όπως: Αποστραγγιστικές τάφροι, Οχετοί υγρών ή και εξυπηρέτησης δικτύων υποδομής κτλ.

#### **Υλικά**

Στο έργο θα χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω κατηγορίες σκυροδέματος και οπλισμού:

- Σκυρόδεμα καθαριότητας: C 8/10 τουλάχιστον
- Άοπλο ή ελαφρά οπλισμένο σκυρόδεμα διαμορφώσεων, ρύσεων και εγκιβωτισμών, κρασπεδόρειθρων, επενδύσεων τάφρων κτλ.: C 16/20 τουλάχιστον

- Οπλισμένο σκυρόδεμα: - κατασκευές κατηγορίας 1: C 20/25 τουλάχιστον - κατασκευές κατηγορίας 2: C 25/30 τουλάχιστον - για κατασκευές εκτεθειμένες σε δυσμενείς παράγοντες, σύμφωνα με το EN 206-1 και τους χωνευτές ιλύος: C 30/37 τουλάχιστον
- Στοιχεία από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα: C 25/30 και όχι μικρότερη από την κατηγορία κατασκευής της μονάδας.

Στην περίπτωση που η ανωδομή μίας μονάδας κατατάσσεται, σε άλλη κατηγορία κατασκευής από την υποδομή της, θα πρέπει να εφαρμόζεται η υψηλότερη ποιότητα σκυροδέματος στο σύνολο του φορέα.

Στα τμήματα του έργου που έρχονται σε επαφή με υγρό περιβάλλον (π.χ. δεξαμενές φρεάτια κτλ.) θα χρησιμοποιηθεί στεγανωτικό μάζας.

Ο χάλυβας οπλισμού για όλες τις κατασκευές, σε ράβδους, πλέγματα και συνδετήρες θα είναι ποιότητας B500C.

### ***Έλεγχος σε ρηγμάτωση***

Βασικό κριτήριο για την διαστασιολόγηση των φερόντων στοιχείων των μονάδων που ανήκουν στην κατηγορία 2, είναι ο περιορισμός του εύρους των ρωγμών που προκύπτουν από κάμψη ή καθαρό εφελκυσμό για τους πιο δυσμενείς συνδυασμούς δράσεων στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας. Για τα έργα της συγκεκριμένης κατηγορίας 2 το εύρος ρωγμών δεν πρέπει να ξεπερνά τα οριζόμενα στον Ευρωκώδικα 2, Τμήμα 3, παρ.7.3.1. Για τα έργα της κατηγορίας 1, ακολουθούνται τα οριζόμενα στον Ευρωκώδικα 2, Τμήμα 1, παρ.7.3.1.

### ***Τεχνική περιγραφή Τοποθέτησης Βλήτρων***

Καθαρισμός της επιφάνειας σκυροδέματος από αποσαθρώσεις ή άλλα υλικά (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-01-01).

Προετοιμασία της υπάρχουσας επιφάνειας του σκυροδέματος με εκτράχυνση σε βάθος έως 5χιλ. με κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό ή με υδραμμοβολή, έτσι ώστε να απομακρυνθεί η εξωτερική επιδερμική στρώση τσιμεντοπολτού και να αποκαλυφθούν τα αδρανή (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-01-02).

Διάνοιξη των οπών του σκυροδέματος στις θέσεις όπου προβλέπεται η τοποθέτηση των βλήτρων (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-03-02). Η οπή διανοίγεται με διάμετρο μεγαλύτερη αυτής

του βλήτρου για να υπάρξει ο απαραίτητος χώρος για την κόλλα. Η διάμετρος της οπής και το βάθος της (μήκος αγκύρωσης) σε σχέση με τη διάμετρο του συνδέσμου, καθορίζεται στα αντίστοιχα σχέδια (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-12-01).

Εκτράχυνση των παρειών της οπής. Για την αποφυγή εισχώρησης ξένων ουσιών στο εσωτερικό τους, οι οπές θα προστατεύονται με προσωρινή σφράγιση.

Πριν την οριστική τοποθέτηση και πάκτωση του βλήτρου, η οπή καθαρίζεται επιμελώς με αναρρόφηση της σκόνης από το εσωτερικό της.

Ακολουθεί η εισαγωγή επαρκούς ποσότητας εποξειδικού συγκολλητικού υλικού (τύπου HIT-RE 500 της HILTI) στην οπή και η έμπηξη του βλήτρου περιστροφικά έτσι, ώστε αφ' ενός να γεμίσει πλήρως το διάκενο και αφ' ετέρου να απομακρύνεται ο εγκλωβισμένος αέρας.

Απαγορεύεται η μετατόπιση του βλήτρου ή η επιβολή φορτίου πριν παρέλθει το 50% του χρόνου ανάπτυξης πλήρους αντοχής του συγκολλητικού υλικού, όπως αυτός αναφέρεται στις οδηγίες χρήσεως του υλικού, και σε κάθε περίπτωση όχι νωρίτερα από την παρέλευση 24 ωρών.

#### **4.1.2 Χαλύβδινες κατασκευές**

Γενικά οι χαλύβδινες κατασκευές θα γίνουν σύμφωνα με τις ισχύουσες σχετικές διατάξεις. Ο μορφοχάλυβας θα είναι ποιότητας S235 (FE 360). Οι κατασκευές θα αποτελούνται από πλαισιωτούς φορείς επί των οποίων επικάθονται τεγίδες και η επικάλυψη. Η προστασία των επιφανειών από διάβρωση και οξείδωση θα γίνεται ως εξής:

- Αμμοβολή κατά Sa 21/2
- Εποξικό primer πάχους ξηράς στρώσης (ΠΞΣ) 100 μm
- Βαφή με εποξικό χρώμα ΠΞΣ 160 μm
- Τελική στρώση με αλειφατικού τύπου πολυουρεθάνη ΠΞΣ 40 μm

Η οροφή και οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιριακών έργων, που θα κατασκευαστούν από μορφο-χάλυβα, θα επικαλυφθούν με θερμομονωτικά πάνελ. Τα πάνελ θα είναι σύνθετα – αυτοφερόμενα δομικά στοιχεία από δύο διαμορφωμένα ελασματόφυλλα μεταξύ των οποίων θα υπάρχει σκληρός αφρός πολυουρεθάνης, ελάχιστου πάχους 4cm, ή μεγαλύτερου, σύμφωνα με την μελέτη θερμομόνωσης. Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, τα ελάσματα θα είναι χαλύβδινα, ελάχιστου πάχους 0,5mm, γαλβανισμένα εν θερμώ Z275 (275 gr/m<sup>2</sup>), σύμφωνα με το EN 10147, με εποξειδικό υπόστρωμα πάχους 10μm και οργανική επίστρωση πάχους 25μm. Όπου απαιτείται, τα πάνελ θα είναι πυράντοχα με πετροβάμβακα, ελάχιστου πάχους 5cm. Η μορφή των ελασμάτων και η



χρωματική απόχρωση θα καθοριστεί στην αρχιτεκτονική και θα είναι της έγκρισης της Υπηρεσίας.

#### 4.1.3 Σωληνώσεις

Οι σωληνώσεις, που θα εγκατασταθούν στο έργο, θα είναι σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα:

Διακινούμενο ρευστό	Τρόπος τοποθέτησης	Υλικό σωληνογραμμής
Στραγγίσματα	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 10 atm για βαρυτικούς και καταθλιπτικούς
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304 και PVC 10 atm για τη μονάδα διήθησης (MBR)
Ιλύς	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 10 atm για βαρυτικούς και καταθλιπτικούς
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
Δίκτυο ακαθάρτων	Επιχωμένοι σωλήνες	HDPE 10atm για βαρυτικούς και καταθλιπτικούς
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
Αέρας	Επιχωμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
	Εκτεθειμένοι σωλήνες	Ανοξείδωτος χάλυβας τουλάχιστον AISI 304
	Σωλήνες εντός υγρών	HDPE 10atm

## 4.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ ΠΜ

### 4.2.1 Συλλογή βροχοστραγγισμάτων – Α/Σ εξισορρόπησης

Προτείνεται να κατασκευαστεί (νέο) αντλιοστάσιο παραπλεύρως της υφιστάμενης δεξαμενής αποθήκευσης βροχοστραγγιδίων, η οποία **επαρκεί** για τις ανάγκες της εγκατάστασης. Στο αντλιοστάσιο, θα καταλήγει απευθείας ο νέος αγωγός παροχέτευσης των στραγγισμάτων από το υφιστάμενο φρεάτιο εισόδου, χωρίς όποια δυνατότητα τροφοδοσίας της υφιστάμενης μονάδας κροκίδωσης – πρωτοβάθμιας καθίζησης η οποία **καταργείται**.

Επιλέγεται να κατασκευαστεί θάλαμος διαστάσεων 2,0 x 2,0 x 2,4m (ανώτατη – κατώτατη στάθμη λειτουργίας αντλιών σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας), από οπλισμένο σκυρόδεμα, με ωφέλιμο όγκο υγρού θαλάμου 9,6m<sup>3</sup>.

Σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης τα στραγγίσματα θα υπερχειλίζουν από το αντλιοστάσιο στη δεξαμενή συλλογής. Για την άντληση των αποθηκευμένων στραγγιδίων από την υφιστάμενη δεξαμενή προς το (νέο) Α/Σ εξισορρόπησης της δεξαμενής αερισμού σε περιόδους μειωμένης παροχής εισόδου θα χρησιμοποιηθούν οι δύο (2) υφιστάμενες **υποβρύχιες αντλίες** (1+1R).

### 4.2.2 Παρεμβάσεις στην υφιστάμενη βιολογική βαθμίδα

Για τη Φάση σχεδιασμού επιλέγεται η (ανα)κατασκευή της δεξαμενής αερισμού με την κατασκευή μεσοτοιχιών από οπλισμένο σκυρόδεμα έτσι, ώστε να περιλαμβάνονται εν σειρά

- η **προ-ανοξική ζώνη** (προ-απονιτροποίηση) με διαστάσεις 6,00x4,80x3,75m (H<sub>ωφ</sub>) και ωφέλιμη χωρητικότητα 108,0m<sup>3</sup>
- η **οξική ζώνη** (αερισμός – νιτροποίηση) με διαστάσεις 12,00x4,80x3,75m (H<sub>ωφ</sub>) και ωφέλιμη χωρητικότητα 216,0m<sup>3</sup>
- η **μετα-ανοξική ζώνη** (μετα-απονιτροποίηση) με διαστάσεις 3,10x4,80x3,75m (H<sub>ωφ</sub>) και ωφέλιμη χωρητικότητα 55,8m<sup>3</sup>.
- η **ζώνη επανααερισμού** με διαστάσεις 2,00x4,80x3,75m και ωφέλιμη χωρητικότητα 36,0m<sup>3</sup>.

Σε κάθε μεσοτοιχία θα προβλεφθούν οι κατάλληλες οπές υδραυλικής επικοινωνίας με το αντίστοιχο κατάντη τμήμα. Με βάση τα ανωτέρω, ο συνολικός ενεργός όγκος του αντιδραστήρα θα ανέρχεται σε 415,8m<sup>3</sup>.

Το υφιστάμενο δεύτερο τμήμα – όπου *δεν προβλέπεται όποια επέμβαση, όσον αφορά σε έργα Π/Μ* – θα αποτελέσει την εν δυνάμει επέκταση της ΕΕΣ χωρίς την απαίτηση σημαντικών νέων έργων (κυρίως Π/Μ) στην περίπτωση που διαφοροποιηθούν σημαντικά τα δεδομένα εισόδου όσον αφορά σε υδραυλικά και ρυπαντικά φορτία (π.χ. νεαρά στραγγίδια), οπότε η ΕΕΣ θα δύναται να λειτουργήσει με δύο (2) παράλληλες γραμμές.

Περαιτέρω, προβλέπεται η επιθεώρηση και συντήρηση των υφιστάμενων υδραυλικών διασυνδέσεων επικοινωνίας μεταξύ της δεξαμενής αερισμού και δευτεροβάθμιας καθίζησης έτσι, ώστε οι δεξαμενές να λειτουργήσουν συνδυαστικά και αποδοτικά με βάση το νέο σχεδιασμό.

#### **4.2.3 Μονάδα διήθησης**

Για την εξασφάλιση της αποδοτικής λειτουργίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης που ακολουθεί, προτείνεται τα διαυγάζοντα από τη δεξαμενή καθίζησης να διέρχονται από μονάδα διήθησης, η οποία θα τοποθετηθεί στην πλάκα οροφής της δεξαμενής τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

Για την τροφοδοσία της μονάδας προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του υγροβιότοπου, κάτοψης διαστάσεων κάτοψης 3,0 x 3,0 x 2,7m (H<sub>ωφ</sub>) και ωφέλιμου όγκου 24,3m<sup>3</sup>, όπου προβλέπεται να οδεύουν τα υπερκείμενα υγρά της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης.

#### **4.2.4 Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (RO)**

Τα βιολογικώς επεξεργασμένα υγρά, τα οποία είναι θα απαλλαγμένα από το μεγαλύτερο ρυπαντικό τους φορτίο καθώς και από τα αιωρούμενα στερεά, θα τροφοδοτούνται σε μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.)

Η μονάδα αντίστροφης όσμωσης θα τοποθετηθεί πλήρης σε εμπορευματοκιβώτιο (container) που θα εδράζεται σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 14,5x4,5m

Η μονάδα θα λειτουργεί σε συγκεκριμένες βάρδιες εντός του 24ώρου. Ως εκ τούτου, απαιτείται η κατασκευή δεξαμενής εξισορρόπησης μεταξύ του βιολογικού σταδίου και της μονάδας RO. Προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής ορθογωνικής κάτοψης από οπλισμένο σκυρόδεμα με τα κάτωθι κατασκευαστικά χαρακτηριστικά :

- Μήκος δεξαμενής : 8,0 m
- Πλάτος δεξαμενής : 3,0 m

- Βάθος υγρών δεξαμενής : 2,50 m (άνω – κάτω στάθμη άντλησης)
- Ωφέλιμος όγκος δεξαμενής : 60,0 m<sup>3</sup>

Οι αντλίες τροφοδοσίας θα στεγάζονται παράπλευρα της δεξαμενής σε οικίσκο διαστάσεων 2,0x3,0m.

Το **διήθημα (permeate)** θα καταλήγει στην (υφιστάμενη) δεξαμενή απολύμανσης, απ' όπου θα υπερχειλίζει σε (υφιστάμενη) ομότιχη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων για την τελική διάθεσή τους.

Λόγω της υψομετρικής διαφοράς χωροθέτησης των μονάδων (σ.σ. νέα μονάδα RO – υφιστάμενη μονάδα απολύμανσης) κρίνεται αναγκαία η πρόβλεψη για ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής διηθήματος και Α/Σ τροφοδοσίας αυτού προς τη δεξαμενή απολύμανσης. Για το λόγο αυτό, τοποθετείται δεξαμενή από PE χωρητικότητας 2.000L και ζεύγος υποβρυχίων αντλιών (1+1R) παροχής της τάξης των 5m<sup>3</sup>/hr στο κατάλληλο μανομετρικό έκαστη. Οι αντλίες θα τοποθετηθούν εντός του container της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

Το **συμπύκνωμα (concentrate)** θα καταλήγει στις δύο (2) λεκάνες του υφιστάμενου υγροβιότοπου, οι οποίες θα λειτουργούν ως δεξαμενές προσωρινής συλλογής – απόθεσης εξασφαλίζοντας ιδιαίτερα μεγάλους χρόνους αποθήκευσης έτσι, ώστε να δύνανται να λειτουργήσουν και ως δεξαμενές εξατμισοδιαπνοής.

Σήμερα οι λεκάνες είναι πληρωμένες και δεν καθίσταται εφικτή η διαπίστωση τυχόν φθορών στη μόνωση τους. Ως εκ τούτου προτείνεται η εκκένωση, η αφαίρεση του φυτευτικού υλικού, η επιθεώρηση και η συντήρηση όπου κριθεί απαραίτητο των υλικών μόνωσης (γεωμεμβράνη, γεωύφασμα) μετά των απαραίτητων αγκυρώσεων στις στέψεις των λεκανών.

Βεβαίως, για την περίπτωση υπερπλήρωσης των λεκανών, απαιτείται να ληφθεί μέριμνα για την ανακυκλοφορία του συμπυκνώματος στο ΧΥΤΑ, καθώς αποτελεί εσωτερικό απόβλητό του. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η κατασκευή (νέου) αντλιοστασίου διαστάσεων 3,0 x 2,0 x 1,5m (ανώτατη – κατώτατη στάθμη λειτουργίας αντλιών σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας), από οπλισμένο σκυρόδεμα, με ωφέλιμο όγκο υγρού θαλάμου 9,0m<sup>3</sup> που θα επικοινωνεί υδραυλικά με τις λεκάνες έτσι, ώστε να καθίσταται δυνατή η απόρριψη του συμπυκνώματος στο σώμα του ΧΥΤΑ.

#### **4.2.5 Αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων**

Σε Κανονικές Συνθήκες, τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από την υφιστάμενη δεξαμενή απολύμανσης θα οδεύουν στην (επίσης υφιστάμενη) δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων για να καταλήξουν, μέσω διάταξης υπερχειλίσσης, σε (νέο) φρεάτιο και από εκεί μέσω βαρυτικού αγωγού σε παρακείμενο ρέμα. Η ροή που θα ακολουθούν τα επεξεργασμένα υγρά απόβλητα είναι βορειοανατολική μέχρι να συναντήσουν το Κορακόρρεμα, περίπου 450m κατάντι. Το ρέμα αυτό συμβάλει ανατολικά με το Κοιμισμένο Ρέμα (Νέα Ζωή – Μαυροβούνι), που ρέει νοτιοανατολικά έως την συμβολή του με τον π. Μαυροπόταμο. Ακολουθώντας νότια κατεύθυνση, ο Μαυροπόταμος συμβάλει στην περιφερειακή Τάφρο N66 σε θέση πλησίον και ανατολικά του οικισμού Μαυροβούνι. Ο αγωγός δέχεται παροχή στην κεφακλή του ίση με  $0.0014\text{m}^3/\text{sec}$ , κατηγορίας PVC  $\Phi 250$ , εκκινεί από το φρεάτιο υπερχειλίσσης, έχει συνολικό μήκος 281.16m και η εκροή του βρίσκεται στο όριο του οικοπέδου του ΧΥΤΑ στο υδατόρεμα στη θέση με συν/νες κατά ΕΓΣΑ 87,  $X = 338203.28$ ,  $Y = 4522558.21$ . Η χάραξη του αγωγού ακολουθεί την υφιστάμενη οδό 3 του ΧΥΤΑ μέχρι το πέρας αυτής και στην συνέχεια διασχίζοντας μη διαμορφωμένη έκταση καταλήγει στο ρέμα. Η υδραυλική επιλύση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Technologismiki Works 2017- Δίκτυα Αποχέτευσης.

**Στις υφιστάμενες δεξαμενές δεν προβλέπεται όποια επέμβαση, όσον αφορά σε έργα Π/Μ, πέραν της κατασκευής** διάταξης υπερχειλίσσης μήκους 0,8μ στη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων με καθαίρεση τμήματος του υφιστάμενου τοιχίου και κατασκευή αντίστοιχου φρεατίου εσωτερικών διαστάσεων 0,8x0,8x1,50μ (ΜxΠxΥ).

## 5. ΕΡΓΑ Η/Μ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### **5.1.1 Συνοπτική περιγραφή**

Για την κάλυψη των αναγκών της εγκατάστασης όσον αφορά σε έργα Η/Μ, περιλαμβάνονται παρεμβάσεις στις υφιστάμενες κατασκευές ή/και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού, που ανά τμήμα έργου περιλαμβάνουν συνοπτικά τα κάτωθι :

#### **Συλλογή βροχοστραγγισμάτων – Εξισορρόπηση ροής**

- Εγκατάσταση δύο (2) νέων υποβρύχιων αντλιών (1+1R) στο (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης προς περαιτέρω επεξεργασία
- Συντήρηση και επανεγκατάσταση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών στην (υφιστάμενη) δεξαμενή συλλογής μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης προς το (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης.
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Ένας (1) ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής στη γραμμή κατάθλιψής του αντλιοστασίου εξισορρόπησης.
  - Ένας (1) μετρητής pH στη γραμμή κατάθλιψης του αντλιοστασίου εξισορρόπησης.
  - Ένας (1) μετρητής στάθμης υπερήχων στο (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης
  - Δύο (2) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στο (νέο) αντλιοστάσιο εξισορρόπησης πλέον τέσσερεις (4) στην υφιστάμενη δεξαμενή συλλογής

#### **Προσθήκη θρεπτικών – εξωτερικής πηγής άνθρακα**

- Συντήρηση και επανεγκατάσταση των δύο (2) υφιστάμενων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος φωσφορικού οξέος ( $H_3PO_4$ ) και τη διασύνδεσή τους με το (υφιστάμενο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος
- Εγκατάσταση δύο (2) νέων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος εξωτερικής πηγής άνθρακα και τη διασύνδεσή τους με το (νέο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος. Μια όμοια τρίτη αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

### **Βιολογικός αντιδραστήρας**

- Απεγκατάσταση του υφιστάμενου υποβρύχιου αναμίκτη, συντήρηση και παράδοση ως εφεδρεία στην αποθήκη ή/και προς έτερη χρήση από τον ΚΤΕ
- Εγκατάσταση εντός των ανοξικών δεξαμενών (προ-απονιτροποίηση και μετα-απονιτροποίηση) δύο (2) νέων υποβρύχιων αναμικτών οριζοντίου άξονα (1 ανά δεξαμενή).
- Απεγκατάσταση, συντήρηση και επανεγκατάσταση μέρους των υφιστάμενων διαχυτών λεπτής φυσαλίδας από μεμβράνη EPDM στην οξική ζώνη και στη ζώνη επαναερισμού. Το δίκτυο των διαχυτών θα καλύπτει όλη την επιφάνεια του πυθμένα έκαστης ζώνης. Οι λοιποί διαχυτές επίσης θα απεγκατασταθούν και, όσοι εξ αυτών κριθούν λειτουργικοί, θα συντηρηθούν και θα παραδοθούν ως εφεδρεία στην αποθήκη ή/και προς έτερη χρήση από τον ΚΤΕ
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων φυσητήρων (1+1R) αερισμού. Κατασκευή αναμονών επί του συλλεκτηρίου αγωγού αέρα για τη σύνδεση με τα νέα δίκτυα διάχυσης.
- Εγκατάσταση μιας (1) νέας υποβρύχιας αντλίας μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την ανακυκλοφορία μικτού υγρού. Μια δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Συντήρηση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών ανακυκλοφορίας και απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος. Μια τρίτη όμοια αντλία υφίσταται ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Ανακατασκευή και αλλαγή οδεύσεων των σωληνώσεων των αντλιών ανακυκλοφορίας ιλύος μετά του παρελκομένου εξοπλισμού (δικλείδες κλπ) και μικροϋλικών στήριξης.
- Συντήρηση υφιστάμενων και εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Ένας (1) μετρητής D.O. (υφιστάμενος)
  - Ένας (1) μετρητής MLSS
  - Δύο (2) μετρητές δυναμικού οξειδοαναγωγής (ORP, ένας ανά ανοξική δεξαμενή)
  - Δύο (2) ηλεκτρομαγνητικοί μετρητές παροχής (ένας ανά αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας μικτού υγρού – λάσπης)

### ***Μονάδα διήθησης***

- Εγκατάσταση δύο (2) νέων υποβρύχιων αντλιών (1+1R) στην υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης – Α/Σ τροφοδοσίας υδροβιότοπου μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την τροφοδοσία της μονάδας διήθησης
- Απεγκατάσταση των δύο (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών, συντήρηση και παράδοση ως εφεδρεία στην αποθήκη ή/και προς έτερη χρήση από τον ΚΤΕ
- Εγκατάσταση ενός (1) αυτοκαθαριζόμενου φίλτρου, τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου, μετά του παρελκόμενου εξοπλισμού, σωληνογραμμών και δικλείδων
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Τέσσερις (4) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας διήθησης

### ***Μονάδα αντίστροφης όσμωσης***

- Εγκατάσταση δύο (2) κατακόρυφων φυγοκεντρικών πολυβάθμιων αντλιών (1+1R) μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την τροφοδοσία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO)
- Τέσσερις (4) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη (νέα) δεξαμενή τροφοδοσίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO)
- Εγκατάσταση μιας (1) μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO) δύο (2) σταδίων, πλήρης εντός εμπορευματοκιβωτίου (container) μετά όλων των απαραίτητων παρελκόμενων και βοηθητικών διατάξεων ελέγχου – λειτουργίας
- Εγκατάσταση δύο (2) πολυβάθμιων κατακόρυφων αντλιών (1+1R) μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την ενδιάμεση άντληση του διηθήματος της μονάδας RO προς την υφιστάμενη δεξαμενή απολύμανσης.

### ***Απολύμανση – Αποθήκευση – Διάθεση επεξεργασμένων & συμπυκνώματος***

- Συντήρηση των (2) υφιστάμενων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων για τη δοσομέτρηση δ/τος υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) και τη διασύνδεσή τους με το (υφιστάμενο) δοχείο αποθήκευσης – εργασίας του δ/τος όπου θα προβλεφθεί διακόπτης στάθμης.
- Συντήρηση των (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων που σήμερα χρησιμοποιούνται για την ανακυκλοφορία των



επεξεργασμένων στο ΧΥΤΑ – κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες – για τη διατήρηση της υγρασίας εντός της σκούμαζας

- Αποξήλωση, συντήρηση των (2) υφιστάμενων υποβρύχιων αντλιών που προβλέφθηκαν για την άρδευση χώρων πρασίνου και επανεγκατάστασή τους στο νέο αντλιοστάσιο διάθεσης συμπυκνωμάτων της μονάδας RO παραπλεύρως των υφιστάμενων λεκανών του υδροβιότοπου μετά των απαιτούμενων σωληνώσεων υδραυλικής διασύνδεσης με τις λεκάνες (για την αναρρόφηση) και το υφιστάμενο δίκτυο ανακυκλοφορίας (για την απόρριψη).
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Δύο (2) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη δεξαμενή επεξεργασμένων
  - Τέσσερις (4) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στο αντλιοστάσιο συμπυκνωμάτων

#### ***Έργα επεξεργασίας λάσπης***

- Συντήρηση της μιας (1) υφιστάμενης υποβρύχιας αντλίας παχυμένης ιλύος. Μια δεύτερη όμοια αντλία προβλέπεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.
- Τοποθέτηση σωληνωτού αγωγού υπερχειλίσης για την όδευση των διαυγαζόντων στο φρεάτιο εισόδου.
- Εγκατάσταση νέων on-line αισθητηρίων και οργάνων μέτρησης, ήτοι:
  - Δύο (2) πλωτεροδιακόπτες στάθμης στη δεξαμενή πάχυνσης

#### ***Αυτοματισμοί – Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις***

- Επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού.
- Επέκταση της υφιστάμενης ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για τη λειτουργική διασύνδεση του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού με τον υφιστάμενο ΓΠΧΤ και το υφιστάμενο Η/Ζ.

Ο (νέος) εξοπλισμός που προβλέπεται να εγκατασταθεί στην ΕΕΣ πρέπει να πληροί τουλάχιστον τις κάτωθι προϋποθέσεις :

- να είναι κατάλληλος για το συγκεκριμένο έργο,
- να έχει καλές αποδόσεις,
- να έχει σχετικά χαμηλό κόστος απόδοσης,
- να παρουσιάζει χαμηλό λειτουργικό κόστος (ενέργεια – συντήρηση),

- να επιδέχεται αυτοματοποίηση,
- να είναι λειτουργικά απλός,
- να είναι ευκολοσυντήρητος,
- να έχει δοκιμαστεί σε παρόμοια έργα.

Όλα τα μηχανήματα, συσκευές και υλικά θα πρέπει να ικανοποιούν τους ισχύοντες κανονισμούς ελληνικούς ή/και ξένους ή/και τους κανονισμούς που αναφέρονται στις επί μέρους προδιαγραφές των υλικών για το εν λόγω έργο.

Όλα τα μηχανήματα συσκευές εξαρτήματα και υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι καινούρια, άριστης ποιότητας και τυποποιημένα προϊόντα έγκυρων κατασκευαστών που ασχολούνται κανονικά με την παραγωγή τέτοιων υλικών, θα είναι χωρίς ελαττώματα, δεν θα φθείρονται εύκολα και θα μπορούν να λειτουργούν με την ελάχιστη συντήρηση.

Τα ομοειδή εξαρτήματα των όμοιων τμημάτων θα μπορούν να εναλλαχθούν μεταξύ τους, όπως και με τα ανταλλακτικά τους.

Τα εργοστάσια κατασκευής του εξοπλισμού θα δίνουν τη δυνατότητα για εύκολη και χωρίς περιορισμούς κάλυψη του Ιδιοκτήτη των έργων σε ανταλλακτικά.

### 5.1.2 Κατάλογος Η/Μ Εξοπλισμού

Στη συνέχεια παρατίθεται Πίνακας με το (νέο) κύριο εξοπλισμό που προτείνεται να εγκατασταθεί έτσι, ώστε σε συνδυασμό με τον υφιστάμενο εξοπλισμό που προτείνεται να διατηρηθεί, να υπάρξει ικανοποιητική ανταπόκριση στις διακυμάνσεις των υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων της ΕΕΣ :

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
<b>1. ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>		
<b>ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	ΤΜΧ	2
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ pH ΕΙΣΟΔΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	ΤΜΧ	2
<b>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>		
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	ΤΜΧ	4

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
<b>2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ</b>		
<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ</u></b>		
ΔΟΧΕΙΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΤΜΧ	1
ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΤΜΧ	3
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΤΜΧ	1
<b>3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ</b>		
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>		
ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	ΤΜΧ	2
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>		
ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ MLSS ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>		
ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΑΝΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>		
ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΠΑΝΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΤΜΧ	1
<b>4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΣΤΗΣΗΣ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ &amp; ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΙΛΥΟΣ</b>		
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	ΤΜΧ	1
<b>5. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ</b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ	ΤΜΧ	2
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	ΤΜΧ	4
<b>6. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ</b>		
ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΥΜΠΑΝΟΥ	ΤΜΧ	1
<b>7. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)</b>		
<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	ΤΜΧ	2
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	ΤΜΧ	4
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>		

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ</u></b>		
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	1
ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	2
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	4
<b><u>ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u></b>		
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	4
<b>8. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ &amp; ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</b>		
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</u></b>		
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	ΤΜΧ	1
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u></b>		
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	ΤΜΧ	2
<b>9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ</b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)	ΤΜΧ	1
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΠΙΕΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΙΛΥΟΣ	ΤΜΧ	1
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	ΤΜΧ	2
<b>10. ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</b>		
<b><u>ΔΙΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</u></b>		
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ - ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΗΛ. ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΕΣ	ΚΑ	1
ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ - ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΙΗΝΤΗΡΩΝ - ΗΛ ΠΙΝΑΚΩΝ	ΚΑ	1
<b><u>ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</u></b>		
PLC (ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ) ΕΕΣ	0,1	
ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	0,1	
ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	0,1	
<b>11. ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΗΛΜ</b>		
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΗΛΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΚΑ	1
ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ - ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	ΚΑ	1
ΤΜΧ = ΤΕΜΑΧΙΟ		
ΚΑ = ΚΑΤ' ΑΠΟΚΟΠΗ		

## 5.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΡΓΩΝ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΝΕΟΥ ΗΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στη συνέχεια παρατίθενται οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές που αφορούν στο (νέο) κύριο εξοπλισμό που προτείνεται να εγκατασταθεί (σ.σ. τα in situ όργανα μέτρησης και αισθητήρια περιγράφονται στο αντίστοιχο Κεφάλαιο αυτοματισμών της ΕΕΣ).

### 5.2.1 Συλλογή βροχοστραγγισμάτων – Εξισορρόπηση ροής

#### 5.2.1.1 Αντλίες εξισορρόπησης

Εντός του νέου αντλιοστασίου εξισορρόπησης επιλέγεται η τοποθέτηση δύο (2) **υποβρυχίων αντλιών** για την παροχέτευση των στραγγισμάτων προς περαιτέρω επεξεργασία με τεχνικά χαρακτηριστικά ως κάτωθι :

Τύπος	υποβρύχια, λυμάτων
Παροχή / Μανομετρικό	6m <sup>3</sup> /h σε 3,6 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	1.5 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Χυτοσίδηρος
Πτερωτή	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Τεμάχια	δύο (1+1R)

Τα παραπάνω αντλητικά συγκροτήματα θα συνοδεύονται από καλώδια κινητήρα, πέλμα επικάθισης που πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής, άνω μηχανισμό στερέωσης οδηγών ράβδων, **ανόδια Zn** και θερμικούς διακόπτες.

Η εγκατάσταση κάθε αντλητικού συγκροτήματος θα περιλαμβάνει και τη βάση στερεώσεως της αντλίας, την καμπύλη εδράσεως, τους ολισθητήρες και τον μηχανισμό ανύψωσης της. Η τοποθέτηση των αντλιών θα είναι "μόνιμη" με κατάλληλη καμπύλη "εδράσεως κατάθλιψης" με ειδικό σύνδεσμο που θα επιτρέπει την αυτόματη σύνδεση της αντλίας στον σωλήνα κατάθλιψης και κατάλληλους ολισθητήρες - οδηγούς ανύψωσης ή καθόδου της αντλίας από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι αντλίες θα μπορούν να βγουν εύκολα από το αντλιοστάσιο για συντήρηση και επισκευή, μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτό.

Εντός του αντλιοστασίου, κάθε αντλία θα διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό, επί του οποίου τοποθετείται **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** για την στιγμιαία ή/και αθροιστική καταγραφή των προς επεξεργασία στραγγισμάτων. Η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) σε κάθε αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχетеυτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο.

Κάθε κατακόρυφος αγωγός θα φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης προ της συμβολής του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό που τοποθετούνται εντός ξεχωριστού, ξηρού θαλάμου παραπλεύρως του υγρού έτσι, ώστε να υπάρχει άμεση και ευχερής πρόσβαση σε αυτές. Επιπλέον θα προβλέπεται η τοποθέτηση μανόμετρου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού.

***Οι υφιστάμενες δύο (2) αντλίες στη δεξαμενή βροχοστραγγιδίων θα συντηρηθούν και θα επανεγκατασταθούν στη δεξαμενή.***

### ***Ειδικές Προδιαγραφές***

Οι αντλίες θα είναι φυγοκεντρικές, υποβρύχιες κατάλληλες για λύματα και για συνεχή λειτουργία κάτω από συνθήκες πλήρους ή μερικής εμβάπτισης. Οι καμπύλες των αντλιών θα πληρούν τις απαιτήσεις του προτύπου ISO EN 9906 Παράρτ. Α.

Η πτερωτή θα είναι από χυτοσίδηρο DIN GGG50.7 (EN-GJS-500.7) ή GG25 (EN-GJL-250), υδροδυναμικά ζυγοσταθμισμένη, χωρίς οξείες στροφές, ανεμπόδιστης ροής (χωρίς εμφράξεις), για ομαλή δίοδο σφαιρικών στερεών της μέγιστης δυνατής διαμέτρου. Η πτερωτή θα μπορεί να χρησιμοποιείται για την άντληση υγρών που περιέχουν στερεά απόβλητα, ινώδη υλικά και άλλες ύλες που περιέχονται σε συνήθη ακάθαρτα νερά (λύματα). Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, η πτερωτή μπορεί να είναι είτε ημιανοικτού τύπου είτε κλειστού τύπου, με πλήρη πτερύγια (full vaned), τύπου καναλιού, μονοκάναλη για αντλίες με διάμετρο εξόδου ως DN 100 ή ολιγοκάναλη για μεγαλύτερες αντλίες είτε τύπου vortex (open impeller), όποτε αυτό είναι δυνατό ώστε ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης να είναι υψηλός. Η πτερωτή θα διαθέτει ελεύθερο πέρασμα σφαιρικού στερεού μεγέθους τουλάχιστον ίσου με το 80% της υδραυλικής διαμέτρου (στομίου εξόδου), για αντλίες με στόμιο εξόδου από DN 50 ως DN 100. Για αντλίες με στόμιο εξόδου DN 150 και μεγαλύτερο, το ελάχιστο ελεύθερο πέρασμα θα είναι 100mm

Η πτερωτή θα πρέπει να είναι στατικά και δυναμικά ζυγοσταθμισμένη, στερεωμένη στον άξονα με ασφαλή τρόπο, που θα επιτρέπει την εύκολη αποσυναρμολόγηση σε περίπτωση

συντήρησης. Ο άξονας θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα , ποιότητας DIN 1.4021 (AISI 420) ή καλύτερης.

Οι τριβείς θα είναι επαρκώς γρασσαρισμένοι εφ' όρου ζωής και υπολογισμένοι για συνεχή λειτουργία 50.000 ωρών, κατά ISO 281.

Η αντλία θα είναι εφοδιασμένη με ένα μηχανικό σύστημα στεγανοποίησης άξονα, το οποίο θα αποτελείται από δύο μηχανικούς στυπιοθλίπτες σε σειρά (άνω και κάτω) είτε θα είναι εφοδιασμένη με ένα ενιαίο μπλόκ που θα περιλαμβάνει τους δύο μηχανικούς στυπιοθλίπτες διατεταγμένους εν σειρά, εγκιβωτισμένους σε κλειστό σωληνοειδές προστατευτικό κιβώτιο από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι μηχανικοί στυπιοθλίπτες σε κάθε περίπτωση θα είναι δύο και θα λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, απομονώνοντας τον κινητήρα από το υδραυλικό τμήμα της αντλίας.

Η αντλία πρέπει να είναι εφοδιασμένη θάλαμο λαδιού για το σύστημα στεγανοποίησης του άξονα. Οι τάπες επιθεώρησης του λαδιού θα είναι προσιτές από το εξωτερικό μέρος της αντλίας. Το λάδι του συστήματος στεγανοποίησης δεν θα περιέχει κυκλικούς υδρογονάνθρακες και θα είναι εγκεκριμένο από το FDA ή άλλο διεθνή οργανισμό. Το λάδι θα μπορεί να λιπαίνει επίσης και τους στυπιοθλίπτες. Ο κινητήρας θα μπορεί να λειτουργήσει για ορισμένο χρονικό διάστημα χωρίς λάδι, χωρίς να προκαλείται βλάβη στους στυπιοθλίπτες.

Ο κινητήρας θα είναι ασύγχρονος, επαγωγικός, τριφασικός, με βραχυκυκλωμένο δρομέα, εδραζόμενος στην κεφαλή του αντλητικού συγκροτήματος και ενσωματωμένος στο ίδιο κέλυφος με την αντλία. Η κλάση μόνωσης θα είναι τουλάχιστον F και ο βαθμός προστασίας IP 68. Εάν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά, ο κινητήρας θα είναι σχεδιασμένος για συνεχή λειτουργία άντλησης (κατηγορία S1) ρευστών θερμοκρασίας 40°C.

Οι κινητήρες των αντλιών θα είναι επαναπεριελίξιμοι χωρίς να είναι συντηγμένοι σε ρητίνη, με το σύρμα περιέλιξης να προστατεύεται από αδιάβροχο επικάλυψη και θα διαθέτουν αισθητήρια ανίχνευσης θερμοκρασίας σε κάθε φάση για την προστασία από την υπερθέρμανση. Η αντλία θα πρέπει να διαθέτει αισθητήρα για την ανίχνευση πιθανής διαρροής και σε περίπτωση ανίχνευσης υγρασίας ο κινητήρας να τίθεται εκτός λειτουργίας και/ή να ενεργοποιείται συναγερμός. Η αντλία θα πρέπει να συνοδεύεται από τα ηλεκτρονικά συστήματα του κατασκευαστή στα οποία θα συνδέονται όλα τα αισθητήρια.

Τα καλώδια θα αποτελούνται από εύκαμπτους χάλκινους αγωγούς 660/1000 Volt μονωμένους και επενδυμένους με μόνωση κατάλληλη για υποβρύχια χρήση. Θα είναι αιωρούμενα, επαρκούς μήκους, ώστε να εκτείνονται από το κουτί διακλάδωσης μέχρι το

κουτί σύνδεσης στον κινητήρα. Το μήκος των καλωδίων θα είναι τέτοιο ώστε να υπάρχει τουλάχιστον 2,50 m εύρος από την άνω στάθμη σκυροδέματος του φρεατίου.

Τα καλώδια πρέπει να είναι μονοκόμματα προς τους ηλεκτρικούς πίνακες και να αποφεύγονται οι υπαίθριες συζεύξεις. Όπου αυτές είναι αναπόφευκτες, πρέπει να είναι κατάλληλες για λειτουργία σε συνθήκες καταιγισμού νερού (IP 65).

Το κιβώτιο σύνδεσης των καλωδίων πρέπει να είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο, με στυπιοθλίπτη, που θα εμποδίζει της είσοδο υγρού ή υγρασίας.

Όταν η αντλία θα λειτουργεί συνεχώς καλυμμένη εξ' ολοκλήρου από την στάθμη λυμάτων, ακόμη και στην χαμηλότερη στάθμη του αντλιοστασίου, ο κινητήρας θα ψύχεται από το περιβάλλον ρευστό. Προκειμένου για αντλία ξηρής εγκατάστασης ή για αντλία υγρής εγκατάστασης που λειτουργεί περιοδικά εκτός υγρού (στην χαμηλότερη στάθμη ο κινητήρας ή μέρος του αποκαλύπτεται), η ψύξη του κινητήρα θα πρέπει να γίνεται με ένα σύστημα ενεργής ψύξης, που θα περιλαμβάνει ερμητικά κλειστό και ανεξάρτητο κύκλωμα μανδύα ψύξης με υγρό μίγμα νερού-γλυκόλης ή άλλο κατάλληλο ψυκτικό μέσο, πτερωτή ανακυκλοφορίας του ψυκτικού και εναλλάκτη θερμότητας που θα ψύχεται από το αντλούμενο υγρό. Εναλλακτικά ο κινητήρας θα βρίσκεται σε θάλαμο πληρωμένο με ειδικό ιατρικό ψυκτικό λάδι (medical white oil) το οποίο θα κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα που θα περιλαμβάνει εναλλάκτη. Σε αντλίες με μέγεθος μεγαλύτερο από DN 80, η ανακυκλοφορία του ψυκτικού λαδιού θα είναι εξαναγκασμένη.

Σε κάθε περίπτωση το σύστημα ψύξης θα πρέπει να επαρκεί για συνεχή λειτουργία της αντλίας σε περιβάλλοντα χώρο θερμοκρασίας μέχρι 40°C. Σύστημα με χιτώνιο ψύξης στο οποίο θα ανακυκλοφορεί το αντλούμενο λύμα, ως ψυκτικό μέσον, δεν θα γίνεται αποδεκτό. Τα κελύφη της αντλίας και του κινητήρα (ανεξάρτητα συζευγμένα με στεγανή Φλάντζα) και τα κύρια εξαρτήματα της αντλίας θα είναι από φαιό χυτοσίδηρο (grey cast iron) ή ελατό σφαιροειδή χυτοσίδηρο προδιαγραφών κατά DIN GG20 (EN-GJL-200), GG25 (EN-GJL-250) ή GGG50.7 (EN-GJS-500.7), με λείες επιφάνειες ελεύθερες από φυσαλίδες ή άλλες ανωμαλίες. Όλα τα εκτεθειμένα παξιμάδια, βίδες και ροδέλες θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα, προδιαγραφών AISI 316 (DIN 1.4401), ASTM A 276/A 182, ή 316 Gr F 316 ή καλύτερης ποιότητας.

Το κέλυφος του κινητήρα πρέπει να διαθέτει κατάλληλες υποδοχές ενιαίες με το σώμα της αντλίας για την ανύψωση της αντλίας, στους οποίους θα συνδέεται μόνιμα ανοξείδωτη αλυσίδα ή συρματοσχοίνο σε προσπελάσιμο σημείο.



Κρίσιμες μεταλλικές επιφάνειες όπου απαιτείται υδατοστεγανότητα θα είναι μηχανικά κατεργασμένες και συναρμολογημένες με στεγανοποιητικούς δακτύλιους. Η συναρμογή τους θα επιτυγχάνεται με ελεγχόμενη επαφή και συμπίεση των στεγανοποιητικών δακτύλιων και στις τέσσερις πλευρές της αύλακάς τους, χωρίς να απαιτείται ειδική ροπή στήριξης στους κοχλίες που ασφαλίζουν τη συναρμογή. Ορθογωνικής διατομής φλάντζες, που απαιτούν ειδική ροπή στρέψης ή στεγανοποιητικές ουσίες δεν θα γίνονται αποδεκτές.

### **5.2.2 Βιολογικός αντιδραστήρας**

#### **5.2.2.1 Δοσομέτρηση θρεπτικών – εξωτερικής πηγής άνθρακα**

Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P).

Δεν προβλέπεται να απαιτηθεί προσθήκη δ/τος ουρίας, ωστόσο θα απαιτηθεί προσθήκη δ/τος φωσφορικού οξέος. Για τη δοσομέτρηση, επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν οι υφιστάμενες δύο (2) δοσομετρικές αντλίες ρυθμιζόμενης παροχής 0–50L/hr (1+1R) μαζί με το υφιστάμενο δοχείο αποθήκευσης του διαλύματος.

**Δεν προβλέπεται όποια επέμβαση όσον αφορά στη διάταξη δοσομέτρησης πέραν της συνήθους επιθεώρησής του και τη συντήρησή του.**

Περαιτέρω, προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιθυμητή αναλογία  $BOD_5:N = 100$  ή  $COD:N = 500:5$  θα απαιτηθεί εξωτερική πηγή άνθρακα, που προστίθεται συνήθως υπό μορφή διαλύματος μεθανόλης, αιθανόλης, γλυκερίνης, οξικού οξέος κλπ.

Η δοσομέτρηση προτείνεται να γίνεται μέσω κατάλληλων αντλιών με τεχνικά χαρακτηριστικά ως κάτωθι :

Τύπος : διαφραγματική ή εμβολοφόρα

Παροχή : 0 – 50L/hr

Πίεση λειτουργίας : 5 bar (max)

Ακρίβεια δοσομέτρησης :  $\pm 1\%$

Τροφοδοσία : 220 V, 50 Hz

Προστασία : IP 65

Τεμάχια : δύο (2) πλέον ένα (1) στην αποθήκη

Οι αντλίες θα είναι κατάλληλες για συνεχή λειτουργία (8000 ώρες / έτος) με δυνατότητα παροχής με μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση 1% σε όλο το πεδίο λειτουργίας τους.

Τα υλικά κατασκευής των αντλιών καθώς επίσης και των εξαρτημάτων που τις συνοδεύουν, θα πρέπει να είναι κατάλληλα για το αντλούμενο υγρό και τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.

#### **5.2.2.2 Υποβρύχιος αναμίκτης δεξαμενής προ-απονιτροποίησης**

Στην (υφιστάμενη) δεξαμενή αερισμού είναι εγκατεστημένος ένας (1) υποβρύχιος αναμίκτης οριζοντίου άξονα εγκατεστημένης ισχύος 6,7kW που (υπερ)**επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας προ-απονιτροποίησης. Ωστόσο, για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας και σημαντικής μείωσης λειτουργικού κόστους προτείνεται και ο υφιστάμενος αναμίκτης να συντηρηθεί και να παραδοθεί προς έτερη χρήση στον ΚΤΕ (π.χ. σε άλλο έργο) και να τοποθετηθεί ένας (1) νέος **υποβρύχιος αναμίκτης** με τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά :

Τύπος	υποβρύχιος, οριζοντίου άξονα
Τύπος προπέλας	αυτοκαθαριζόμενη, 2 ή 3 πτερύγων
Εγκ Ισχύς	1,5 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αναδευτήρα / κινητήρα	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες	Ανοξείδωτος χάλυβας
Προπέλα	Ανοξείδωτος Χάλυβας ή χυτοσίδηρος με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία
Τεμάχια	ένα (1)

Ο αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.

#### **Ειδικές Προδιαγραφές**

Η ταχύτητα περιστροφής των αναμικτών επιτυγχάνεται, είτε με απευθείας σύνδεση σε αργόστροφο ηλεκτροκινητήρα ή μέσω μειωτήρα στροφών.

Η προπέλα του αναδευτήρα αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας τουλάχιστον DIN 1.4571 (AISI 316) ή πολυουρεθάνη ή άλλο

κατάλληλο υλικό, απρόσβλητο στη χημική διάβρωση και ανθεκτικό στη μηχανική φθορά. Το κέλυφος του κινητήρα θα είναι από χυτοσίδηρο GG-25 (EN-GJL-250) ή από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304, με λείες επιφάνειες. Όλα τα εκτεθειμένα στο ρευστό παξιμάδια, βίδες και ροδέλες θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα προδιαγραφών AISI 304.

Ο κινητήρας του αναδευτήρα θα είναι επαγωγικός, τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, τοποθετημένος μέσα σε κέλυφος (περίβλημα), ο θάλαμος του οποίου θα είναι υδατοστεγής και θα είναι σχεδιασμένος για συνεχή λειτουργία ανάδευσης ρευστών θερμοκρασίας μέχρι 40°C και για 10 εκκινήσεις την ώρα.

Ο κινητήρας και ο αναδευτήρας θα είναι σχεδιασμένοι και συναρμολογημένοι από τον ίδιο κατασκευαστή. Οι ένσφαιροι τριβείς πρέπει να είναι υπολογισμένοι για συνεχή λειτουργία 50.000 ωρών, κατά ISO 281.

Για την στεγανοποίηση του άξονα, κάθε αναδευτήρας με κιβώτιο μειωτήρα στροφών θα είναι εφοδιασμένος με δύο εν σειρά, ανεξάρτητα, μηχανικά συστήματα στεγανοποίησης άξονα (μηχανικούς στυπιοθλίπτες), έναν εξωτερικό και έναν εσωτερικό, ανθεκτικούς στη φθορά και στη διάβρωση με δακτύλιους κατασκευασμένους εξ ολοκλήρου από καρβίδιο του πυριτίου (SiC) ή βολφραμίου (WC).

Οι αναδευτήρες χωρίς κιβώτιο μειωτήρα στροφών θα διαθέτουν τουλάχιστον ένα μηχανικό στυπιοθλίπτη (για την εξωτερική στεγανοποίηση) και για την εσωτερική στεγανοποίηση της πλευράς του κινητήρα είτε δεύτερο μηχανικό στυπιοθλίπτη είτε στεγανοποιητικό δακτύλιο από πολυμερή στεγανοποιητικά υλικά (Viton, NBR κλπ).

#### **5.2.2.3 Δίκτυο υποβρύχιας διάχυσης οξικής ζώνης**

Ο αερισμός στην οξική ζώνη προβλέπεται να γίνεται μέσω διαχυτών λεπτής φυσαλίδας από μεμβράνη EPDM. Το δίκτυο των διαχυτών θα καλύπτει όλη την επιφάνεια του πυθμένα των δεξαμενών αερισμού.

Στην υφιστάμενη δεξαμενή έχουν τοποθετηθεί συνολικά 336 διαχυτές λεπτής φυσαλίδας από μεμβράνη EPDM του οίκου WILFLEY WEBER (τύπος DUPA-DISC, μοντέλο DPR-10-21), σημαντικός αριθμός εκ των οποίων εκτιμάται ότι λειτουργεί ικανοποιητικά (σ.σ. με βάση επιτόπια οπτική παρατήρηση του προσδιδόμενου αέρα).

Ως εκ τούτου, για τη συγκεκριμένη γεωμετρία της οξικής ζώνης, προτείνεται η τοποθέτηση 84 τεμαχίων εκ των υφισταμένων, κατόπιν σχετικής συντήρησης (π.χ. καθαρισμός, έκπλυση με οξύ) ή/και προμήθειας των απαραίτητων παρελκομένων (π.χ. ειδικές ελαστικές

σέλλες από EPDM για τη στερέωσή τους πάνω στον επιδαπέδιο αγωγό διανομής αέρα όπου απαιτείται μόνο διάνοιξη απλής οπής διαμέτρου 32 mm)

Τέλος, καθώς κρίνεται ότι αρκετοί από την περίσσεια διαχυτών ( $336 - 84 = 252$  pcs) θα είναι επίσης λειτουργικοί, προτείνεται αυτοί να συντηρηθούν κατάλληλα και να αποθηκευτούν ως εφεδρεία στην αποθήκη.

Το δίκτυο διανομής αέρα στην οξική ζώνη θα αποτελείται από

- Έναν (1) κεντρικό (υφιστάμενο) αγωγό μεταφοράς από χάλυβα γαλβανισμένο εν θερμώ DN250
- Δύο (2) αγωγούς πτώσης στη δεξαμενή από ανοξείδωτο χάλυβα DN100. Ο αγωγός πτώσης που θα μεταφέρει τον αέρα στα επιμέρους δίκτυα θα είναι ανοξείδωτος χαλύβδινος αγωγός μέχρι και την είσοδό του στο υγρό και στη συνέχεια HDPE Φ110 10atm.
- Κάθε αγωγός πτώσης θα τροφοδοτεί κλειστό δίκτυο επτά (7) επιδαπέδιων αγωγών από HDPE Φ75 10atm, με καθένα εξ αυτών να φέρει έξι (6) διαχυτές

Η αλλαγή υλικών (από πλαστικό σε χάλυβα) θα γίνεται με ειδικά τεμάχια αλλαγής υλικού. Οι επιδαπέδιοι αγωγοί θα στηρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής με στηρίγματα από ανοξείδωτο χάλυβα έτσι, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητά τους κατά το κατακόρυφο επίπεδο αλλά και η σχετικά χαλαρή στερέωσή τους κατά το οριζόντιο προκειμένου να εξυπηρετούνται οι επιμηκύνσεις των αγωγών λόγω θέρμανσης κατά τη λειτουργία.

Σε κάθε κλάδο διαχυτών θα προβλέπεται ειδικό σύστημα αποστράγγισης των συμπυκνωμάτων που ξεκινά με αγωγό  $\frac{3}{4}$ " από το πιο χαμηλό σημείο του δικτύου και απορρίπτει τα συμπυκνώματα μέσω βάνας μέσα στη δεξαμενή και ακριβώς πάνω από την επιφάνεια του υγρού. Θα προβλέπεται η εύκολη πρόσβαση στη βάνα αποστράγγισης των συμπυκνωμάτων με ειδικό κλειδί από σημείο του διαδρόμου πρόσβασης στη δεξαμενή.

#### **5.2.2.4 Φυσητήρες αερισμού**

Για τον αερισμό των στραγγιδίων έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο εξυπηρέτησης της ΕΕΣ δύο (2) φυσητήρες (1+1R) τύπου περιστρεφόμενων λοβών του οίκου ROBUSCHI μοντέλο L85/3P, εγκατεστημένης ισχύος 30kW με κινητήρα μεταβλητών στροφών (μέσω **inverter**) και δυναμικότητα παροχής αέρα της τάξης των  $1200\text{Nm}^3/\text{hr}$  σε 450mbar έκαστος, που (υπερ)**επαρκούν** για τις ανάγκες της διεργασίας.

**Δεν προβλέπεται όποια επέμβαση όσον αφορά στους φυσητήρες πέραν της συνήθους επιθεώρησής τους και τη συντήρησή τους.**

#### **5.2.2.5 Αντλίες ανακυκλοφορίας μικτού υγρού**

Στο κατάντη τμήμα της οξικής ζώνης προτείνεται να τοποθετηθεί η μια (1) **υποβρύχια αντλία** που θα καταθλίβει στην είσοδο της προ-ανοξικής ζώνης, ενώ *προτείνεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη μια δεύτερη αντλία με όμοια τεχνικά χαρακτηριστικά :*

Τύπος	υποβρύχια, λυμάτων
Παροχή / Μανομετρικό	10m <sup>3</sup> /h σε 2 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	1.5 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Χυτοσίδηρος
Πτερωτή	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Τεμάχια	ένα (1) πλέον ένα (1) στην αποθήκη

Η εγκατεστημένη αντλία θα διαθέτει κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα επί του οποίου θα τοποθετηθεί **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη της παροχής και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της ανακυκλοφορίας μικτού υγρού. Η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) στην αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχетеυτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο για όλες τις φάσεις λειτουργίας της ΕΕΣ.

**Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο.**

#### **5.2.2.6 Υποβρύχιος αναμίκτης δεξαμενής μετα-απονιτροποίησης**

Προκειμένου το υγρό περιεχόμενο να βρίσκεται πάντα σε πλήρη αιώρηση και μίξη και να μην δημιουργούνται ανομοιογενείς ζώνες και αποθέσεις στον πυθμένα της δεξαμενής, προτείνεται να τοποθετηθεί ένας (1) **υποβρύχιος αναμίκτης** με τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά :

Τύπος	υποβρύχιος, οριζοντίου άξονα
Τύπος προπέλας	αυτοκαθαριζόμενη, 2 ή 3 πτερύγων
Εγκ Ισχύς	1,5 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αναδευτήρα / κινητήρα	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες	Ανοξείδωτος χάλυβας
Προπέλα	Ανοξείδωτος Χάλυβας ή χυτοσίδηρος με κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία
Τεμάχια	ένα (1)

Ο αναμίκτης θα είναι προσαρμοσμένος σε κατακόρυφο μεταλλικό στύλο με οδηγό ολίσθησης - ανέλκυσης για την επί τόπου ρύθμιση καθ' ύψος ή για την ανέλκυση του στην επιφάνεια της δεξαμενής μέσω χειροκίνητου ανυψωτικού μηχανισμού επί εγκατεστημένου ικριώματος άνωθεν.

***Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο.***

#### **5.2.2.7 Αντλίες ανακυκλοφορίας και απόρριψης περίσσειας ιλύος**

Για την ανακυκλοφορία της ιλύος από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης στον αντιδραστήρα υφίσταται μια (1) υποβρύχια αντλία παροχής 10m<sup>3</sup>/hr στο κατάλληλο μανομετρικό που κρίνεται ότι **επαρκεί** για τις ανάγκες της διεργασίας.

Μια (1) όμοια αντλία υφίσταται για την απόρριψη της περίσσειας ιλύος από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης στη δεξαμενή πάχυνσης, ενώ μια (1) τρίτη επίσης όμοια αντλία έχει παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη.

Για τις υφιστάμενες εγκατεστημένες αντλίες δεν προβλέπεται όποια επέμβαση *πέραν της συνήθους επιθεώρησής τους και τη συντήρησή τους.*

***Ειδικά για την αντλία ανακυκλοφορίας ιλύος θα απαιτηθεί*** ανακατασκευή και αλλαγή οδεύσεων των σωληνώσεων μετά του παρελκομένου εξοπλισμού (δικλείδες κλπ) και μικροϋλικών

στήριξης έτσι, ώστε να καταθλίβει στην είσοδο της προ-ανοξικής ζώνης, ενώ για την εύρυθμη και αποδοτική λειτουργία της διεργασίας, προτείνεται να τοποθετηθεί επί του καταθλιπτικού αγωγού **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη της παροχής και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της ανακυκλοφορίας λάσπης. Επιπλέον, η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) στην αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχетеυτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο.

### **5.2.3 Μονάδα Διήθησης**

#### **5.2.3.1 Αντλίες τροφοδοσίας**

Για την τροφοδοσία της μονάδας προτείνεται να χρησιμοποιηθεί η υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του υγροβιότοπου, όπου προβλέπεται να οδεύουν τα υπερκείμενα υγρά της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης. Για την παροχетеυση των υγρών στην μονάδα επιλέγεται η τοποθέτηση δύο (2) **υποβρύχιων αντλιών** με τεχνικά χαρακτηριστικά ως κάτωθι :

Τύπος	υποβρύχια, λυμάτων
Παροχή / Μανομετρικό	10m <sup>3</sup> /h σε 4,5 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	1.5 KW / 1450 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Χυτοσίδηρος
Πτερωτή	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξειδωτος χάλυβας
Τεμάχια	δύο (1+1R)

Τα παραπάνω αντλητικά συγκροτήματα θα συνοδεύονται από καλώδια κινητήρα, πέλμα επικάθισης που πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής, άνω μηχανισμό στερέωσης οδηγών ράβδων και θερμικούς διακόπτες.

Η εγκατάσταση κάθε αντλητικού συγκροτήματος θα περιλαμβάνει και τη βάση στερεώσεως της αντλίας, την καμπύλη εδράσεως, τους ολισθητήρες και τον μηχανισμό ανύψωσης της. Η τοποθέτηση των αντλιών θα είναι "μόνιμη" με κατάλληλη καμπύλη "εδράσεως κατάθλιψης" με ειδικό σύνδεσμο που θα επιτρέπει την αυτόματη σύνδεση της αντλίας στον σωλήνα κατάθλιψης και κατάλληλους ολισθητήρες - οδηγούς ανύψωσης ή καθόδου της

αντλίας από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι αντλίες θα μπορούν να βγουν εύκολα από το αντλιοστάσιο για συντήρηση και επισκευή, μέσω ανυψωτικού μηχανισμού άνωθεν, χωρίς να απαιτείται η κάθοδος ανθρώπου σ' αυτό.

Εντός του αντλιοστασίου, κάθε αντλία θα διαθέτει ανεξάρτητο κατακόρυφο καταθλιπτικό αγωγό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που καταλήγει σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (collector) από το ίδιο υλικό.

Κάθε κατακόρυφος αγωγός θα φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης προ της συμβολής του με τον κοινό καταθλιπτικό αγωγό. Επιπλέον θα προβλέπεται η τοποθέτηση μανόμετρου επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού.

***Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο.***

***Οι υφιστάμενες δύο (2) αντλίες στη δεξαμενή θα απεγκατασταθούν, συντηρηθούν και θα παραδοθούν ως εφεδρεία στην αποθήκη ή/και προς έτερη χρήση από τον ΚΤΕ.***

### **5.2.3.2 Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο τυμπάνου**

Για την εξασφάλιση της αποδοτικής λειτουργίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης που ακολουθεί, προτείνεται τα διαυγάζοντα από τη δεξαμενή καθίζησης να διέρχονται από μονάδα διήθησης.

Προτείνεται η τοποθέτηση φίλτρου οριζοντίου περιστρεφόμενου τύμπανου με τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά :

Τύπος:	περιστρεφόμενου οριζοντίου τυμπάνου
Ωφέλιμη επιφάνεια φίλτρανσης:	0,4 m <sup>2</sup> (ενδεικτικό)
Συνολική επιφάνεια φίλτρανσης:	0,7 m <sup>2</sup> (ενδεικτικό)
Διάσταση πόρων υφάσματος:	40 μm (ενδεικτικό)
Μέγιστη παροχή εισόδου:	10 l/s (ενδεικτικό)
Μέγιστη κατανάλωση ισχύος:	1,3 kW (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία :	400V/3~ / 50HZ
Τεμάχια :	ένα (1)



Το φίλτρο θα είναι τοποθετημένο **σε κατάλληλα διαμορφωμένο κανάλι από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304** με δυνατότητα φυσικής ροής των υπό επεξεργασία υγρών από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του τυμπάνου. Στην έξοδο του φίλτρου υπάρχει υπερχειλιστής που διατηρεί την ελάχιστη στάθμη υγρών στο κανάλι του φίλτρου.

Ο σκελετός του φίλτρου είναι από ανοξείδωτο χάλυβα, ενώ το διηθητικό μέσο από ειδικό ύφασμα πολυαμιδίου με διάσταση πόρων **40μm διαιρεμένο σε αντικαταστάσιμα πλαίσια**. Κατά τη λειτουργία το άνω μέρος της κυλινδρικής επιφάνειας φίλτρανσης βρίσκεται πάνω από τη στάθμη των υγρών έτσι, ώστε να διευκολύνεται η επιθεώρηση όλων των πλαισίων του διηθητικού μέσου, αλλά και το διαδοχικό αυτόματο ανάστροφο καθάρισμα της επιφάνειας φίλτρανσης.

Το φίλτρο θα αποτελεί ενιαία κατασκευή μαζί με τις αντλίες αντίστροφης πλύσης και απομάκρυνσης στραγγιδίων που βρίσκονται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους μέσα στο κανάλι κατάντη του φίλτρου.

Το συγκρότημα θα διαθέτει ενσωματωμένους **πρεσσοστάτες** που ελέγχουν τη λειτουργία της αντίστροφης πλύσης και της απομάκρυνσης των στραγγιδίων. Κοντά στο φίλτρο θα είναι εγκατεστημένος σε υδατοστεγές ερμάριο (IP65) κατάλληλο για εξωτερικό χώρο ο τοπικός ηλεκτρολογικός πίνακας τροφοδοσίας ισχύος και ελέγχου του φίλτρου με το απαραίτητο PLC που θα είναι κατασκευασμένος από τον ίδιο τον κατασκευαστή του φίλτρου.

Κατά τη λειτουργία το φίλτρο παραμένει στάσιμο μέχρις ότου οι πρεσσοστάτες δώσουν σήμα υψηλής ανάντη στάθμης και ενεργοποιήσουν έτσι για μικρό χρονικό διάστημα το σύστημα περιστροφής του φίλτρου και ταυτόχρονα την αντλία αντίστροφης πλύσης μέχρις ότου η ανάντη στάθμη πέσει πάλι σε χαμηλότερο σημείο. Για την περίπτωση ανόδου της στάθμης σε ακόμα υψηλότερο σημείο θα υπάρχει πρεσσοστάτης συναγερμού και λίγο υψηλότερα διάταξη υπερχειλίσης ασφαλείας κατάντη του φίλτρου. Τα στραγγίδια πλύσης θα συλλέγονται σε ειδικό ενσωματωμένο δοχείο από όπου θα απομακρύνονται με ιδιαίτερη αντλία στραγγιδίων η λειτουργία της οποίας ελέγχεται από πρεσσοστάτες.

#### **5.2.4 Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.)**

Για το σύνολο της διεργασίας προβλέπονται συνοπτικά τα κάτωθι :

- Εγκατάσταση δύο (2) νέων κατακόρυφων φυγοκεντρικών αντλιών (1+1R) μέγιστης παροχетеυτικότητας της τάξης των 3,5m<sup>3</sup>/hr μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την τροφοδοσία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.)
- Εγκατάσταση μιας (1) μονάδας αντίστροφης όσμωσης (R.O.) δυναμικότητας επεξεργασίας της τάξης των 60m<sup>3</sup>/d, δύο (2) σταδίων : το διήθημα των μεμβρανών του πρώτου σταδίου θα τροφοδοτεί το δεύτερο στάδιο. Το διήθημα του δεύτερου σταδίου θα καταλήγει στη δεξαμενή καθαρών της ΕΕΣ, αφού αποτελεί και το τελικό διήθημα της μονάδας RO, ενώ το συμπύκνωμα (άλμη) του δεύτερου σταδίου θα επανατροφοδοτεί το πρώτο στάδιο.
- Εγκατάσταση δύο (2) νέων πολυβάθμιων κατακόρυφων αντλιών (1+1R) μέγιστης παροχетеυτικότητας της τάξης των 5m<sup>3</sup>/hr μετά των σωληνώσεων κατάθλιψης για την (ενδιάμεση) άντληση του διηθήματος προς τη δεξαμενή απολύμανσης. Οι αντλίες θα εγκατασταθούν εντός του container της μονάδας αντίστροφης όσμωσης.

Η μονάδα αντίστροφης όσμωσης (R.O.) θα πρέπει να πληροί τουλάχιστον τις κάτωθι προϋποθέσεις :

- Να έχει ικανοποιητική διάρκεια ζωής
- Να έχει ικανοποιητική μηχανική αντοχή κατά τη συναρμολόγησή της σε στοιχεία και στην εφαρμοζόμενη πίεση κατά τη λειτουργία της
- Να έχει χημική, φυσική και θερμική σταθερότητα στο υγρό προς επεξεργασία
- Να έχει μεγάλη περατότητα στο νερό και συγχρόνως να έχει τη μεγαλύτερη δυνατή απόρριψη αλάτων

Ο βαθμός ανάκτησης της μονάδας θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος με 65% με απόδοση καθαρισμού τουλάχιστον 98% Σε κάθε περίπτωση, το σύστημα RO θα πρέπει να καλύπτει τα κάτωθι κριτήρια :

- Απαίτηση Ροής διηθήματος (permeate flux) 1<sup>ου</sup> Σταδίου  $\leq 12 \text{ L/m}^2/\text{h}$  (LMH)
- Απαίτηση Ροής διηθήματος (permeate flux) 2<sup>ου</sup> Σταδίου  $\leq 20 \text{ L/m}^2/\text{h}$  (LMH)

Η μονάδα θα είναι πλήρης εντός κατάλληλα τροποποιημένου και μονωμένου εμπορευματοκιβωτίου (container) τυποποιημένων διαστάσεων, που θα εδράζεται σε βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, με κατάλληλο υπόστρωμα δαπέδου βιομηχανικής χρήσης, μετά των απαραίτητων βοηθητικών διατάξεων ελέγχου – λειτουργίας.

Εντός του εμπορευματοκιβωτίου αυτού θα περιέχεται επίσης όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη διεργασία της αντίστροφης όσμωσης που θα περιλαμβάνει :

- Κύκλωμα αντίστροφης όσμωσης υψηλής πίεσης, αποτελούμενο από αντλία υψηλής πίεσης, συστοιχίες μεμβρανών, εσωτερικές αντλίες για την ανακυκλοφορία των στραγγισμάτων μετρητές παροχής, pH, αγωγιμότητας κ.α.
- Αυτοματοποιημένο σύστημα χημικών καθαρισμών των μεμβρανών, συμπεριλαμβανομένων των απαραίτητων μετρητών παραμέτρων λειτουργίας
- Αυτοματοποιημένο σύστημα ρύθμισης pH, συμπεριλαμβανομένων των απαραίτητων μετρητών παραμέτρων λειτουργίας
- Πίνακες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
- Πλήρες Σύστημα αυτοματισμού για την αυτόματη λειτουργία της μονάδας

Στο χώρο του container θα πρέπει να υπάρχει εγκατάσταση κλιματισμού - καθαρισμού αέρα (κλιματιστικά ή/και αερόθερμα βιομηχανικής χρήσης). Στον χώρο του container θα περιέχονται όλοι οι αγωγοί σύνδεσης με τα απαραίτητα εξαρτήματα (κλαπέ, βάνες, κλπ) καθώς και όλα τα απαραίτητα για τη λειτουργία του συστήματος: αντλίες, συμπιεστές, όργανα ελέγχου, συστήματα ρύθμισης pH, εγκατάσταση αερισμού-καθαρισμού αέρα κλπ. Θα περιλαμβάνονται μανόμετρα γλυκερίνης σε όλες τις γραμμές διηθήματος, τροφοδοσίας και συμπυκνώματος. Οι αντλίες υψηλής πίεσης των σταδίων - περασμάτων θα διαθέτουν ρυθμιστές στροφών (inverters).

Οι μεμβράνες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι σπειροειδούς διαμόρφωσης (Spiral Wound), κατάλληλες για διήθηση στραγγισμάτων.

Τα χημικά αναλώσιμα (χημικά καθαρισμού, αντικαθαλωτικό, θειικό οξύ κλπ), θα είναι κατάλληλα για την επεξεργασία στραγγισμάτων με την μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης. Η μονάδα θα πρέπει να διαθέτει σύστημα ρύθμισης του pH, με δοσομέτρηση διαλύματος θειικού οξέος ( $H_2SO_4$ ). Για τη δοσομέτρηση του θειικού οξέος, θα πρέπει να περιλαμβάνεται και εφεδρική δοσομετρική αντλία.

Θα περιλαμβάνεται επίσης, το σύστημα αποθήκευσης του θειικού οξέος, χωρητικότητας τουλάχιστον 2 m<sup>3</sup> με όλον τον εξοπλισμό ελέγχου και προστασίας (δεξαμενή διπλών τοιχωμάτων, αισθητήρες διαρροής, αγωγός πλήρωσης) έτσι, ώστε να διασφαλίζεται η προστασία των εργαζομένων. Το σύστημα αποθήκευσης θειικού οξέος θα τοποθετηθεί εκτός του container, οπότε οι όποιοι αισθητήρες θα πρέπει να είναι προφυλαγμένοι από καιρικές συνθήκες.

Το σύστημα χημικού καθαρισμού θα αποτελείται από:

- Δοχείο αποθήκευσης χημικών ουσιών, από πολυαιθυλένιο υψηλής αντοχής στη διάβρωση, η χωρητικότητα του οποίου επαρκεί πλήρως για τον καθαρισμό όλων των μεμβρανών του συστήματος.
- Κατάλληλη φυγοκεντρική αντλία τροφοδοσίας από ανοξείδωτο χάλυβα. Η παροχή της προτεινόμενης αντλίας θα επαρκεί για τον ταυτόχρονο χημικό καθαρισμό όλων των μεμβρανών της μονάδας
- Ροόμετρο και βάνα ρύθμισης του ρυθμού ανακυκλοφορίας.

Η μονάδα R.O. θα διαθέτει οπτικοποιημένο σύστημα ελέγχου, καταγραφής και ρύθμισης των παραμέτρων λειτουργίας (βιομηχανικό Programmable Logic Controller (PLC) και Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA). Το SCADA θα πρέπει να έχει δυνατότητα παροχής επεξεργασίμων δεδομένων σε ψηφιακή μορφή.

### **5.2.5 Αποθήκευση – Διάθεση επεξεργασμένων & συμπυκνώματος**

#### **5.2.5.1 Δοσομέτρηση απολυμανικού μέσου**

Τα διήθημα από την μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (R.O.) θα καταλήγει, μέσω ενδιάμεσου αντλιοστασίου, σε υφιστάμενη δεξαμενή, όπου θα απολυμαίνεται με χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου περιεκτικότητας της τάξης των 140 gr/ltr σε ενεργό χλώριο.

Για τη δοσομέτρηση, επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν οι υφιστάμενες δύο (2) δοσομετρικές αντλίες ρυθμιζόμενης παροχής 0–11L/hr (1+1R) μαζί με το υφιστάμενο δοχείο αποθήκευσης του διαλύματος.

*Δεν προβλέπεται όποια επέμβαση όσον αφορά στη διάταξη δοσομέτρησης πέραν της συνήθους επιθεώρησής του και τη συντήρησή του.*

#### **5.2.5.2 Διάθεση επεξεργασμένων**

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα μετά την απολύμανση θα υπερχειλίζουν σε (υφιστάμενη) ομότοιχη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων

Εντός της δεξαμενής είναι εγκατεστημένες τέσσερις (4) αντλίες υποβρύχιου τύπου σε οριζόντια τοποθέτηση με μανδύα ψύξης εκ των οποίων οι δύο (2) αντλίες (1+1R) του οίκου LOWARA, παροχής 24m<sup>3</sup>/hr στα 70ΜΥΣ έκαστη, χρησιμοποιούνται σήμερα για την ανακυκλοφορία των στραγγιδίων στο ΧΥΤΑ.

Δεδομένου ότι σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας τα επεξεργασμένα θα διατίθενται βαρυτικά σε φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα), προτείνεται οι αντλίες αυτές να παραμείνουν έτσι, ώστε μέρος των επεξεργασμένων να δύναται να ανακυκλοφορήσει, μέσω του υφιστάμενου δικτύου, στο κύριο σώμα του ΧΥΤΑ για τη διατήρηση της υγρασίας του (κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες).

*Δεν προβλέπεται όποια επέμβαση όσον αφορά στις αντλίες πέραν της συνήθους επιθεώρησής τους και τη συντήρησή τους.*

#### **5.2.5.3 Διάθεση συμπυκνώματος μονάδας RO**

Ως προαναφέρεται, στη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων υφίστανται δύο (2) επιπλέον αντλίες (1+1R) του οίκου LOWARA, παροχής 18m<sup>3</sup>/hr στα 61ΜΥΣ έκαστη, οι οποίες εγκαταστάθηκαν προκειμένου να χρησιμοποιηθεί μέρος των επεξεργασμένων για άρδευση.

Δεδομένου ωστόσο ότι ΔΕΝ προβλέπεται πλέον η άρδευση χώρων πρασίνου με επεξεργασμένη απορροή, οι αντλίες αυτές προτείνεται να χρησιμοποιηθούν για τη διάθεση του συμπυκνώματος της μονάδας αντίστροφης όσμωσης στο ΧΥΤΑ. Για το λόγο αυτό, οι αντλίες προτείνεται να απεγκατασταθούν από τη δεξαμενή και να εγκατασταθούν σε νέο φρεάτιο παραπλεύρως των λεκανών απόθεσης του συμπυκνώματος (σ.σ. υφιστάμενος υγροβιότοπος) από τις οποίες, μέσω κατάλληλης συνδεσμολογίας, θα αναρροφούν προς απόρριψη του συμπυκνώματος στο ΧΥΤΑ επίσης μέσω του υφιστάμενου δικτύου ανακυκλοφορίας των στραγγισμάτων.

**Δεν προβλέπεται όποια επέμβαση όσον αφορά στις αντλίες πέραν της συνήθους επιθεώρησής τους και τη συντήρησή τους και των απαιτούμενων σωληνώσεων υδραυλικής διασύνδεσης με τις λεκάνες (για την αναρρόφηση) και το υφιστάμενο δίκτυο ανακυκλοφορίας (για την απόρριψη)**

### **5.2.6 Έργα επεξεργασίας λάσπης**

Για την απομάκρυνση της παχυμένης ιλύος εγκαταστάθηκε μια (1) υποβρύχια αντλία παροχής 10m<sup>3</sup>/hr με αγωγό σύνδεσης σε βυτιοφόρο, που κρίνεται ότι (υπερ)επαρκεί για τις ανάγκες της διεργασίας.

**Δεν προβλέπεται όποια επέμβαση όσον αφορά στην αντλία πέραν της συνήθους επιθεώρησής της και τη συντήρησή της, ενώ προβλέπεται να παραδοθεί ως εφεδρεία στην αποθήκη μια (1) δεύτερη αντλία με όμοια τεχνικά χαρακτηριστικά:**

Τύπος	υποβρύχια, λυμάτων
Παροχή / Μανομετρικό	10m <sup>3</sup> /h σε 3,0 mΥΣ (50 Hz)
Εγκ Ισχύς	0.9 KW / 2900 RPM (ενδεικτικό)
Τροφοδοσία	400V/3~ / 50HZ
Βαθμός προστασίας	IP 68
Κέλυφος αντλίας	Χυτοσίδηρος
Πτερωτή	Χυτοσίδηρος
Άξονας	Ανοξείδωτος χάλυβας
Τεμάχια	ένα (1)

**Όσον αφορά στις Ειδικές Προδιαγραφές ισχύουν τα αναφερόμενα σε προηγούμενη παράγραφο.**

### **5.2.7 Δίκτυα σωληνώσεων**

#### **5.2.7.1 Σωληνώσεις**

Οι σωλήνες που προτείνεται να χρησιμοποιηθούν στις εγκαταστάσεις και κατά τμήματα έργου είναι οι ακόλουθοι

Εκτεθειμένοι σωλήνες (έξω από το έδαφος)

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξείδωτοι

χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304.

#### Σωλήνες υπόγειοι και θαμμένοι κάτω από τεχνικά έργα

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες HDPE πιέσεως 10 ατμ.

#### Σωλήνες εμβαπτισμένοι σε δεξαμενές και αντλιοστάσια

Για τα δίκτυα διακίνησης στραγγισμάτων και ιλύος θα χρησιμοποιηθούν ανοξείδωτοι χαλυβδοσωλήνες ποιότητας AISI 304. Ειδικά για το επιδαπέδιο δίκτυο διάχυσης αέρα θα χρησιμοποιηθούν πλαστικοί σωλήνες PVC πιέσεως 10 ατμ.

#### Σωλήνες νερού

Για τα υπόγεια δίκτυα νερού, θα χρησιμοποιηθούν σωλήνες από HDPE πιέσεως 10 Atm. Περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα υλικά σύνδεσης, όδευσης και στήριξης (καμπύλες, ταυ, φλάντζες, στηρίγματα, βίδες, παξιμάδια, ροδέλλες, μούφες, κλπ).

### **5.2.7.2 Δικλείδες - Εξαρτήματα**

Οι δικλείδες θα είναι κατάλληλες για την μέγιστη πίεση λειτουργίας του συστήματος περιλαμβανομένων και της πίεσης πλήγματος. Όλες οι δικλείδες του ίδιου τύπου θα πρέπει να είναι του ίδιου κατασκευαστή. Οι διαστάσεις τους πρέπει να είναι σύμφωνες με EN 558-1.

#### **Συρταρωτές δικλείδες (Gate valve)**

Οι συρταρωτές δικλείδες θα είναι σύμφωνες με DIN 3352. Το σώμα, το κάλυμμα και ο σύρτης θα είναι από χυτοσίδηρο GG25 (για μέχρι και PN 10) και από ελατό χυτοσίδηρο GGG50 (για μεγαλύτερες πιέσεις λειτουργίας). Οι δικλείδες θα κλείνουν δεξιόστροφα με χυτοσιδηρό χειροτροχό, επάνω στον οποίο θα υπάρχει η ένδειξη της φοράς περιστροφής για το κλείσιμο. Θα υπάρχει επίσης δείκτης, που θα δείχνει εάν η δικλείδα είναι ανοικτή ή κλειστή. Στην περίπτωση που οι δικλείδες τοποθετηθούν σε χαμηλά σημεία θα πρέπει να έχουν ράβδο προέκτασης με κατάλληλα στηρίγματα, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία της δικλείδας από το επίπεδο εργασίας. Όπου απαιτηθεί ή ζητηθεί οι χειροκίνητες δικλείδες θα μπορούν να δεχθούν όργανα (τερματικοί διακόπτες) για την τηλεένδειξη της θέσης τους.

### **Δικλείδες πεταλούδας (butterfly valve)**

Οι δικλείδες πεταλούδας θα είναι Wafer ή lug type (για διαμέτρους μέχρι και 500 mm) και φλαντζωτές για μεγαλύτερες διαμέτρους. Εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά, το σώμα της δικλείδας θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25. Ο δίσκος θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ή σφαιροειδή χυτοσίδηρο GGG50 και ο άξονας από ανοξείδωτο χάλυβα. Η έδρα θα είναι πλήρως αντικαταστάσιμη κατασκευασμένη από EPDM (για εφαρμογές σε νερό και λύματα) και από Teflon (για εφαρμογές σε αέρα και βιοαέριο). Ο χειρισμός της δικλείδας θα γίνεται για διαμέτρους μέχρι 200 mm με μοχλό και για μεγαλύτερες διαμέτρους με χειροτροχό. Όπου απαιτηθεί ή ζητηθεί, οι χειροκίνητες δικλείδες θα μπορούν να δεχθούν όργανα (τερματικοί διακόπτες) για την τηλεένδειξη της θέσης.

### **Σφαιρικές δικλείδες**

Οι σφαιρικές δικλείδες χρησιμοποιούνται στα δίκτυα βιομηχανικού και πόσιμου νερού, όπως και στα δίκτυα αέρα και για διαστάσεις μέχρι 100 mm. Το σώμα τους και η χειρολαβή θα είναι από χυτοσίδηρο ενώ η σφαίρα θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και οι έδρες από ελαστικό υλικό. Η τελείως ανοικτή θέση της δικλείδας θα φαίνεται από την τελείως παράλληλη θέση της χειρολαβής με τον άξονα ροής του ρευστού δια μέσου της δικλείδας.

### **Δικλείδες αντεπιστροφής**

Οι δικλείδες αντεπιστροφής θα έχουν μεγάλη ταχύτητα κλεισίματος, με ελάχιστο πλήγμα και μικρές τοπικές απώλειες. Θα χρησιμοποιηθούν:

Αντεπίστροφο τύπου Socla (για στραγγίσματα και ιλύ). Το σώμα της βαλβίδας θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25 και η σφαίρα από χυτοσίδηρο με επένδυση από ελαστικό.

Αντεπίστροφο τύπου Swing (για στραγγίσματα και ιλύ). Το σώμα θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25 και η θύρα από χυτοσίδηρο με επένδυση από ελαστικό.

Αντεπίστροφο τύπου σάντουιτς (Wafer check valve) για την περίπτωση πόσιμου νερού - βιομηχανικού νερού. Το σώμα της βαλβίδας θα είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο GG25, ο δίσκος (διαίρετός σε δύο μέρη) όπως και το ελατήριο επαναφοράς θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Ο δακτύλιος στεγανότητας θα είναι από EPDM.



### **Σύνδεσμοι αποσυναρμολόγησης**

Οι σύνδεσμοι αποσυναρμολόγησης πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένοι, ώστε να είναι δυνατή η απομάκρυνση των εξαρτημάτων χωρίς να θιγούν οι σωλήνες ή να καταστραφούν οι φλάντζες. Ο σύνδεσμος αποσυναρμολόγησης θα είναι τύπου KSB, θα αποτελείται από δύο μικρού μήκους σωληνωτά τεμάχια, από τα οποία το ένα θα έχει εσωτερική διάμετρο ίση με την ονομαστική διάμετρο του συνδέσμου και το άλλο μεγαλύτερη, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα αξονικής μετακίνησης του ενός προς το άλλο, αυξομειούμενου του συνολικού μήκους του συνδέσμου κατά 2,5 cm τουλάχιστον. Θα είναι κατασκευασμένοι από χυτοσίδηρο ή ανοξείδωτο χάλυβα.

### **Μεταδότες κίνησης**

Οι μεταδότες κίνησης δικλίδων και θυροφραγμάτων θα σχεδιάζονται για κατηγορία χρόνου ζωής 2, σύμφωνα με την EN 12255-1. Γενικά, η ταχύτητα ανοίγματος ή κλεισίματος ενός θυροφράγματος θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του DIN 19569-4 και να κυμαίνεται μεταξύ 10 έως 50 cm/min, εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά στην Μελέτη.

### **Ηλεκτρικοί μεταδότες κίνησης (electrical actuators)**

Οι μεταδότες κίνησης θα εξασφαλίζουν το πλήρες κλείσιμο της δικλίδας ή του θυροφράγματος για τη διαφορική πίεση σχεδιασμού. Το διαθέσιμο περιθώριο ισχύος για το άνοιγμα θα είναι τουλάχιστον το 150% της μέγιστης ροπής κλεισίματος ή ανοίγματος, όποια από τις δύο είναι μεγαλύτερη. Ο κινητήρας θα είναι τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, με μόνωση κλάσεως "F", προστασία IP 67 ή καλύτερη, ανάλογα με τις επικρατούσες στο έργο συνθήκες, και θα έχει στην περιέλιξη του συστήματα προστασίας (θερμοδιακόπτη ή thermistor) από τις υπερθερμάνσεις (ένα σε κάθε φάση). Θα πρέπει να υπάρχει και δυνατότητα χειροκίνητης κίνησης (χειροστρόφαλος) για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Ο κινητήρας θα αποσυνδέεται αυτόματα κατά την διάρκεια της χειροκίνητης λειτουργίας. Το σύνολο του μεταδότη κίνησης θα βρίσκεται σε κοινό, στιβαρής κατασκευής στεγανό κέλυφος, προστατευμένο από τις καιρικές συνθήκες.

Το κέλυφος θα φέρει ακροδέκτες και επαφές για την ρευματοδότηση. Οι τριφασικοί ακροδέκτες θα προστατεύονται από χωριστά μονωτικά καλύμματα. Ο πίνακας των ακροδεκτών θα είναι έτσι σχεδιασμένος, ώστε οι ρυθμιστήρες που περιλαμβάνει να μην υφίστανται βλάβη από τυχόν βροχή, όταν έχει αφαιρεθεί το κάλυμμα. Εάν το απαιτούν οι τοπικές συνθήκες, θα πρέπει να προβλεφθούν θερμαντήρες για την αποφυγή

συμπυκνωμάτων κατά την στάση του ηλεκτροκινητήρα. Όταν ο μεταδότης θα λειτουργεί, ο θερμαντής θα τίθεται εκτός.

Ο ηλεκτροκίνητος μεταδότης κίνησης (actuator) θα διαθέτει:

2 τουλάχιστον σετ οριακών διακοπών (limit switch) για τις θέσεις «Ανοικτό» και «Κλειστό»

1 σετ διακοπών μέγιστης ροπής (torque switch) για τις θέσεις «Ανοικτό», και «Κλειστό» με δυνατότητα ρύθμισης

Ένδειξη θέσης: μηχανική, ψηφιακή (σε περιπτώσεις επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου της εγκατάστασης) και αναλογική (σε περίπτωση που η δικλείδα ή το θυρόφραγμα ορίζεται ως «ρυθμιστική»)

Τριπολικούς διακόπτες με μαγνητικές επαφές, με πηνίο ελλείψεως τάσεως και ηλεκτρική και μηχανική μανδάλωση

1 σετ κομβίων χειρισμού για τις θέσεις «Ανοικτό», «Κλειστό» και «Στάση»

Διακόπτης αναστροφής

Επιλογικό διακόπτη τριών θέσεων: «τοπικός έλεγχος» - «τηλεχειρισμός» -« εκτός» στη περίπτωση που απαιτείται τηλεχειρισμός του actuator

Τα παραπάνω θα βρίσκονται είτε σε τοπικό πίνακα (εφόσον υπάρχει οπτική επαφή με τον actuator) ή επί του actuator. Στην περίπτωση, που απαιτείται η επικοινωνία του μηχανισμού κίνησης των θυροφραγμάτων με το κέντρο ελέγχου της εγκατάστασης, θα παρέχεται η δυνατότητα σειριακής επικοινωνίας (π.χ. Profibus).

### **Πνευματικοί μεταδότες κίνησης (pneumatic actuators)**

Οι μεταδότες κίνησης θα εξασφαλίζουν το πλήρες κλείσιμο της δικλείδας για τη διαφορική πίεση σχεδιασμού. Το διαθέσιμο περιθώριο ισχύος για το άνοιγμα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το 150% της μέγιστης ροπής κλεισίματος ή ανοίγματος, όποια από τις δύο είναι μεγαλύτερη. Γενικά οι πνευματικοί μεταδότες θα είναι διπλής ενέργειας και εφ' όσον προδιαγράφεται σχετικά μονής ενέργειας με ελατήριο (spring type). Ο πνευματικός μεταδότης θα μπορεί να απομακρύνεται, χωρίς την ανάγκη αποσυναρμολόγησης και της δικλείδας, και να αντικαθίσταται από χειροτροχό. Η βάση στήριξης θα είναι σύμφωνη με το ISO 5211. Ο πνευματικός μεταδότης θα διαθέτει:

Ένδειξη θέσης: μηχανική, ψηφιακή (σε περιπτώσεις επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου της εγκατάστασης) και αναλογική (σε περίπτωση που η δικλείδα ορίζεται ως «ρυθμιστική»)

2 τουλάχιστον οριακούς διακόπτες (limit switch) για τις θέσεις «Ανοικτό», «Κλειστό»

Όταν απαιτείται αναλογική λειτουργία αυτή θα επιτυγχάνεται είτε:

με πνευματικό σήμα 3-15 psi και έξοδο 4-20 mA

με είσοδο σήματος 4-20 mA και έξοδο 4-20 mA (feedback position)

Το μέσο λειτουργίας θα είναι πεπιεσμένος αέρας, φιλτραρισμένος. Στη γραμμή του αέρα θα πρέπει να προβλεφθεί μεταψύκτης και ξηραντής, καθώς επίσης και διατάξεις ελαιοπαγίδας και υδατοπαγίδας. Η πίεση λειτουργίας θα είναι μικρότερη από 10 bar.

## **6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ**

### **6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Ο αυτόματος έλεγχος της εγκατάστασης απαιτεί την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου τοπικού συστήματος – Κέντρου Ελέγχου (ΚΕΛ) για την παρακολούθηση και διαχείριση της λειτουργίας των επιμέρους μονάδων. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη δημιουργία κατάλληλου τοπικού δικτύου για την επικοινωνία και μεταφορά δεδομένων μεταξύ του Κέντρου ελέγχου και των υπολοίπων στοιχείων (PLC, όργανα μέτρησης κλπ) που απαιτούνται για την σωστή λειτουργία της όλης εγκατάστασης.

Στην υφιστάμενη εγκατάσταση η παρακολούθηση γίνεται με SCADA και μιμικά διαγράμματα μέσω υπολογιστή εγκατεστημένου σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης. Στα πλαίσια της παρούσας θα απαιτηθεί η επέκταση του υφιστάμενου συστήματος αυτοματισμών για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού.

Στο ΚΕΛ θα μεταφέρονται όλα τα σήματα λειτουργίας/βλάβης με την ενεργοποίηση αντίστοιχου οπτικοακουστικού σήματος και δυνατότητα απομόνωσης του ηχητικού σήματος μέσω επιλογικού διακόπτη.

### **6.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

Το σύστημα μετρήσεων και τηλε-ελέγχου / τηλεχειρισμού πρέπει να :

- παρέχει στον χειριστή της μονάδας από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου και δια μέσου γραφικού περιβάλλοντος, επαρκείς, έγκυρες και έγκαιρες πληροφορίες για την λειτουργική κατάσταση της μονάδας,
- επιτρέπει την αυτόματη λειτουργία της μονάδας υπό κανονικές συνθήκες,
- επιτρέπει στον χειριστή την παρέμβαση στην λειτουργία της μονάδας από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου αν αυτός το κρίνει απαραίτητο,
- επιτρέπει την αυτόματη λειτουργία της μονάδας από τους τοπικούς σταθμούς ελέγχου αν υπάρχει απώλεια του κεντρικού σταθμού ελέγχου και,
- να πληροφορείται ο χειριστής άμεσα την όποια βλάβη 24 ώρες το 24ωρο, για όλο το χρόνο χωρίς να βρίσκεται παρών στο έργο.

Σημειώνεται ότι όλες οι κρίσιμες μετρήσεις λειτουργίας πρέπει να έχουν και τοπική ένδειξη.

Με το σύστημα επιτυγχάνεται αυτοματοποίηση των κυριότερων λειτουργιών, καθώς και

ρύθμιση των παραμέτρων λειτουργίας της επεξεργασίας μέσω του PLC.

Ειδικότερα οι γενικές δυνατότητες του συστήματος αυτομάτου ελέγχου και λειτουργίας των εγκαταστάσεων είναι οι παρακάτω :

- Όπου απαιτούνται χειρισμοί, που γίνονται σε αραιά χρονικά διαστήματα, κυρίως για λόγους συντήρησης (απομόνωση μονάδων, by pass, κλπ), τότε γίνονται τοπικά.
- Όπου απαιτούνται καθημερινοί χειρισμοί ιδιαίτερης σημασίας για την ποιότητα εκροής (ανακυκλοφορία, αερισμός, κλπ), για τις οποίες μάλιστα απαιτείται αξιολόγηση πληροφοριών και λειτουργικών χαρακτηριστικών, τότε γίνονται με το σύστημα αυτοματισμού.
- Όλα τα τηλεχειριζόμενα όργανα και εξοπλισμός ενεργοποιούνται και με τοπικό χειρισμό που έχει προτεραιότητα έναντι των άλλων.
- Χρησιμοποιούνται και αυτοματισμοί τοπικής σημασίας.
- Όλοι οι χρόνοι λειτουργίας (χρονοπρογραμματισμός) ρυθμίζονται από το SCADA μέσω του PLC.
- Όπου υπάρχει αυτοματισμός, αφ' ενός μεν πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης του αυτόματου συστήματος και αφ' ετέρου να είναι δυνατός ο τοπικός χειρισμός ή και ο τηλεχειρισμός.

Οι απαιτούμενοι αυτοματισμοί αφορούν στην αυτόματη λειτουργία των αντλητικών συγκροτημάτων (εξισορρόπησης, δοσομετρικών θρεπτικών, εκκένωσης κλπ), στην αυτόματη λειτουργία των αεριστήρων του συστήματος αερισμού, στον έλεγχο του διαλυμένου οξυγόνου, της εισερχόμενης παροχής και της στάθμης της δεξαμενής βροχοστραγγιδίων και στον έλεγχο της R.O.

Οι αυτοματισμοί επικεντρώνονται :

- στην κυκλική εναλλαγή της λειτουργίας ομοειδών στοιχείων
- στη στάση ξηρού (αντλίες)
- στη στάση λόγω ασυμμετρίας ηλεκτρικών φάσεων
- στο θέσιμο εκτός κύκλου εναλλαγής ενός στοιχείου που είναι σε βλάβη ή εκτός λόγω τοπικού χειρισμού.

Ως προαναφέρεται, το Κέντρο Ελέγχου της εγκατάστασης (ΚΕΛ) με το SCADA είναι εγκατεστημένο σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης. Στο ΚΕΛ καταλήγουν όλες οι πληροφορίες του συστήματος με σκοπό τον έλεγχο όλων των μονάδων επεξεργασίας, τη

συλλογή και απεικόνιση της κατάστασης λειτουργίας όλου του επιμέρους εξοπλισμού και την επεξεργασία των πληροφοριών και την προετοιμασία διαχειριστικών δελτίων.

Στις οθόνες του SCADA αναπαριστούνται οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας με διάγραμμα επεξεργασίας, τα οποία περιλαμβάνουν όλα τα στάδια επεξεργασίας, με τις επιμέρους μονάδες, όλα τα αντλιοστάσια καθώς και τις κύριες διαδρομές ροής. Γενικά για κάθε επιμέρους εξοπλισμό δίδονται οι παρακάτω πληροφορίες:

- Κατάσταση ελέγχου λειτουργίας (στο SCADA):
  - "τηλεχειρισμός / τοπικός έλεγχος"
  - "αυτόματη/ χειροκίνητη λειτουργία"
  - "σε λειτουργία/ σε συντήρηση/ συναγερμός" . "ON/OFF"
- Πλήκτρα ελέγχου λειτουργίας (στο SCADA) :
  - "τηλεχειρισμός / τοπικός έλεγχος"

#### **6.2.1 Γενικές αρχές σχεδιασμού ελέγχου αντλητικών συγκροτημάτων**

Κάθε αντλία πρέπει να διαθέτει τοπικό χειριστήριο με τις ακόλουθες λειτουργίες:

- α. μπουτόν εκκίνησης (START)
- β. μπουτόν στάσης (STOP)
- γ. Επιλογικό διακόπτη με θέσεις
  - Αυτόματο (AUTO)
  - Στάση (O)
  - Χειροκίνητο (MAN)

#### ***Μεταβιβαζόμενα σήματα***

Για κάθε κινητήρα αντλίας συνδέονται τα ακόλουθα σήματα στον τοπικό σταθμό ελέγχου και δια μέσου αυτού μεταβιβάζονται στον κεντρικό σταθμό ελέγχου και αντιστρόφως από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου μεταβιβάζονται εντολές προς τον τοπικό σταθμό ελέγχου :

- Ψηφιακό σήμα λειτουργικής κατάστασης των αντλιών (ON/OFF)
- Ψηφιακά σήματα θέσεων επιλογικού διακόπτη (AUTO/MAN)
- Ψηφιακό σήμα πτώσης θερμικού κινητήρα / συναγερμός
- Ψηφιακά σήματα για διαρροές εντός των κινητήρων (για τις υποβρύχιες αντλίες)
- Ψηφιακό σήμα ενεργοποίησης διακόπτη έκτακτης ανάγκης
- Για κάθε κινητήριο μηχανισμό θα καταγράφονται οι ώρες λειτουργίας του

### ***Επιλογικός διακόπτης***

Ο επιλογικός διακόπτης στο χειρισμό πεδίου είναι κυρίαρχος. Αν ο επιλογικός διακόπτης είναι στην θέση "ΑΥΤΟ" τότε επιτρέπεται και είναι δυνατή η αυτόματη εκκίνηση και στάση της αντλίας είτε σύμφωνα με το πρόγραμμα του τοπικού σταθμού ελέγχου, είτε δια μέσου εντολής από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου. Αν ο επιλογικός διακόπτης είναι στην θέση "ΜΑΝ" επιτρέπεται και είναι δυνατός ο χειρισμός μόνο από τα κομβία START / STOP του πεδίου.

### ***Προέλευση και προορισμός σημάτων***

Όλα τα σήματα εντολών ή κατάστασης των κινητήρων κατευθύνονται και πηγάζουν από τους τοπικούς σταθμούς ελέγχου που βρίσκονται πλησίον των πινάκων ηλεκτρικής τροφοδοσίας των κινητήρων.

### ***Ιεραρχία λειτουργίας***

Σε συγκροτήματα αντλιών που υπάρχουν Ν αντλίες κύριες και εφεδρικές τότε η ιεραρχία εκκίνησης όλων των αντλιών είναι ρυθμισμένη ώστε να εναλλάσσονται κυκλικά και ο χρόνος λειτουργίας όλων των αντλιών να ευρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Από την αρχή της εναλλασσόμενης ιεραρχίας εξαιρούνται οι αντλίες που ο επιλογικός διακόπτης αυτών είναι στη θέση "ΜΑΝ" ή "Ο" και σε αντλίες με ανόμοια χαρακτηριστικά (εκ σχεδιασμού). Στην περίπτωση αυτή η ιεραρχία ορίζεται από τον σχεδιαστή του προγράμματος των τοπικών σταθμών ελέγχου ή δια μέσου εντολής από τον κεντρικό σταθμό ελέγχου.

### 6.2.2 Γενικές αρχές σχεδιασμού διακοπών συναγερμού – ασφαλείας

Όλοι οι διακόπτες που παράγουν ψηφιακά σήματα (επαφές άνευ τάσης) για σήμανση συναγερμού ή για αναγκαστικό σταμάτημα της μονάδας ακολουθούν την αρχή σχεδιασμού «Ασφάλεια σε Περίπτωση Βλάβης» (Fail Safe). Αυτό σημαίνει πως αν επέλθει βλάβη στο όργανο ή στην καλωδίωση του οργάνου θα σημάνει συναγερμός στο κεντρικό σύστημα ελέγχου ή το σύστημα θα οδηγηθεί σε ασφαλή θέση. Έτσι ως παράδειγμα αναφέρεται ότι:

- αν επέλθει βλάβη στο κύκλωμα του επιλογικού διακόπτη κινητήρα, ο κεντρικός σταθμός ελέγχου θα λάβει την ένδειξη “MAN”
- αν χαλάσει ένας διακόπτης χαμηλής στάθμης στο σύστημα θα σημάνει συναγερμός χαμηλής στάθμης και το σύστημα θα οδηγηθεί σε ασφαλή θέση.

### 6.2.3 Γενικές αρχές σχεδιασμού διακοπών συναγερμού – ασφαλείας

Ο αριθμός και ο τύπος των οργάνων επιτήρησης και ελέγχου είναι τέτοιος ώστε:

- η ολοσχερής βλάβη ενός οργάνου δεν παρεμποδίζει την λειτουργία της μονάδας.
- η αστοχία στην λειτουργία ενός οργάνου δεν μειώνει την αποτελεσματική λειτουργία βασικών μονάδων.
- όλα τα αναλογικά όργανα μετρήσεων μεταδίδουν τις μετρήσεις με ρεύματα χαμηλής ισχύος 4-20 mA.
- οι μεταδότες δυο αγωγών (two cable transmitters) τροφοδοτούνται με 24 VDC.
- οι μεταδότες που απαιτούν τροφοδοσία εναλλασσόμενου ρεύματος τροφοδοτούνται με 220VAC.
- όλα τα όργανα αναλογικής ρύθμισης δέχονται σήμα ελέγχου 4-20 mA με τάση τροφοδοσίας 24VDC.

## 6.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

### *Συλλογή βροχοστραγγιδίων – Εξισορρόπηση παροχής*

Για την εύρυθμη λειτουργία της μονάδας απαιτείται η τροφοδότησή της με σταθερή παροχή έτσι, ώστε η τροφοδοσία των στραγγισμάτων προς επεξεργασία να γίνεται ελεγχόμενα.

Εντός του νέου Α/Σ εξισορρόπησης επιλέγεται η τοποθέτηση δύο (2) **υποβρυχίων αντλιών** (1 εφεδρεία). Οι εκκινήσεις και διακοπές της λειτουργίας τους θα ρυθμίζεται μέσω **μετρητή στάθμης τύπου υπερήχων**. Η λειτουργία των αντλιών θα εναλλάσσεται



κυκλικά και αυτόματα με σκοπό την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας θα προβλέπεται αυτόματη εμπλοκή της εφεδρικής με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ. Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας. Προβλέπονται εφεδρικοί **πλωτεροδιακόπτες** άνω – κάτω στάθμης για την αποφυγή της εν ξηρώ λειτουργίας τους, καθώς επίσης οπτική και ακουστική σήμανση συναγερμού στη στάθμη πλημμύρας. Η λειτουργία των αντλιών θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στο αντλιοστάσιο, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ.

Για την μέτρηση της παροχής θα εγκατασταθεί επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της παροχής. Η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας (inverter)** σε κάθε αντλία επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχетеυτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο για όλες τις φάσεις λειτουργίας της ΕΕΣ.

Προβλέπεται επίσης να εγκατασταθεί επί του κοινού καταθλιπτικού αγωγού των αντλιών **μετρητής pH** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη της παραμέτρου στο ΚΕΛ. Όλες οι μετρήσεις θα μεταφέρονται και θα καταγράφονται στο κέντρο ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης, ενώ σε περίπτωση υπέρβασης των προκαθορισμένων ορίων θα σημαίνει συναγερμός.

Σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης τα στραγγίσματα υπερχειλίζουν από το αντλιοστάσιο στη δεξαμενή συλλογής. Για την άντληση των αποθηκευμένων στραγγιδίων από την υφιστάμενη δεξαμενή προς το (νέο) Α/Σ εξισορρόπησης της δεξαμενής αερισμού σε περιόδους μειωμένης παροχής εισόδου θα χρησιμοποιηθούν οι δύο (2) **υφιστάμενες υποβρύχιες αντλίες** (1+1R), η λειτουργία των οποίων θα ελέγχεται από **πλωτεροδιακόπτες** άνω – κάτω στάθμης για την αποφυγή της εν ξηρώ λειτουργίας τους, καθώς επίσης οπτική και ακουστική σήμανση συναγερμού στη στάθμη πλημμύρας. Η λειτουργία των αντλιών θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ.

### ***Προσθήκη θρεπτικών και πηγής εξωτερικού άνθρακα***

Για την εύρυθμη λειτουργία των βιολογικών συστημάτων πρέπει να υπάρχουν οι απαραίτητες ποσότητες των βασικών θρεπτικών υλικών (C, N, P). Κρίνεται ότι θα απαιτηθεί η προσθήκη θρεπτικών και πηγής εξωτερικού άνθρακα προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες αποδόμησης του οργανικού φορτίου στους βιολογικούς

αντιδραστήρες.

Για τη δοσομέτρηση **υγρού φωσφορικού οξέος** επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν δύο (2) δοσομετρικές αντλίες (1+1R) ρυθμιζόμενης παροχής, ενώ ως πηγή εξωτερικού άνθρακα προτείνεται η χρήση **δ/τος οξικού οξέος**, το οποίο θα εγχέεται με δοσομετρικές αντλίες επίσης ρυθμιζόμενης παροχής. Οι αντλίες θα λειτουργούν σε μανδάλωση με τις αντλίες εξισορρόπησης της ροής, ενώ θα υπάρχει και δυνατότητα χειροκίνητης επιλογής λειτουργίας και χειροκίνητης ρύθμισης της παροχής του διαλύματος.

Η δοσομέτρηση θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στο (αντίστοιχο) δοχείο εργασίας, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας, θα δίνεται επίσης σήμα συναγερμού. Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης θα ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα συναγερμού στο Κέντρο Ελέγχου.

### **Δεξαμενή προ-απονιτροποίησης**

Η λειτουργία του υποβρύχιου αναμίκτη στην προ-ανοξική ζώνη θα ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται μέσω του PLC από το ΚΕΛ όπου θα υπάρχουν οπτικές ενδείξεις λειτουργίας / βλάβης. Η λειτουργία του θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Εντός της δεξαμενής προβλέπεται να εγκατασταθεί ένας (1) **μετρητής ORP** (δυναμικό οξειδοαναγωγής) για τον καλύτερο έλεγχο της διαδικασίας προ-απονιτροποίησης.

### **Δεξαμενή αερισμού**

Ο απαιτούμενος αέρας στο σύστημα διάχυσης θα προσδίδεται στην οξική ζώνη από **λοβοειδείς φυσητήρες** με κινητήρες μεταβλητών στροφών μέσω μετατροπών συχνότητας (**inverters**). Η ρύθμιση παροχής του αέρα στην οξική ζώνη θα γίνεται μεταβάλλοντας τις στροφές του ηλεκτροκινητήρα έκαστου φυσητήρα σε όλο το εύρος μεταξύ της ελάχιστης και μέγιστης αποδοσιμένης ισχύος. Η ρύθμιση αυτή θα γίνεται από το σύστημα ελέγχου μέσω των ενδείξεων οξυγονομέτρου έτσι, ώστε η συγκέντρωση οξυγόνου στο ανάμικτο υγρό να κυμαίνεται από 1,5-2,0 mg/lit κατά το δυνατόν στο σύνολο της αεριζόμενης περιοχής και ιδιαίτερα στο κατάντη τμήμα αυτής.

Προβλέπεται ένας (1) **μετρητής διαλυμένου οξυγόνου** στη δεξαμενή αερισμού που ελέγχει τη στάθμη του διαλυμένου οξυγόνου στα υγρά της δεξαμενής με ταυτόχρονη ψηφιακή ένδειξη του διαλυμένου οξυγόνου και της **θερμοκρασίας**.

Το αισθητήριο του οξυγονόμετρου (DO Sensor) θα είναι μονίμως εμβαπτισμένο εντός του υγρού έτσι, ώστε να ανιχνεύεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου εντός του αεριζόμενου ανάμικτου υγρού. Το σήμα του αισθητηρίου τροφοδοτείται σε μετατροπέα (transmitter) και μετατρέπεται σε τιμές διαλυμένου οξυγόνου (mg/l). Επιπλέον, τα ασθενή ρεύματα 4-20mA από τον μετατροπέα της διάταξης μέτρησης οδηγούνται στο PLC, όπου λαμβάνεται απόφαση για τη ρύθμιση της απαιτούμενης δυναμικότητας αερισμού στην οξική ζώνη. Βάση της παραπάνω μέτρησης η παροχή του οξυγόνου ρυθμίζονται οι στροφές λειτουργίας του κάθε φυσητήρα μέσω ενός μετατροπέα συχνότητας (inverter). Όταν η (μέση) τιμή οξυγόνου είναι χαμηλή, τότε εκκινούν οι φυσητήρες. Όταν η τιμή οξυγόνου στη δεξαμενή υπερβεί προκαθορισμένο set point (συνήθως 2,0mg/l), διακόπεται η λειτουργία τους. Όταν η τιμή οξυγόνου είναι χαμηλή (π.χ. <1,0mg/l) τότε λειτουργούν οι φυσητήρες σε μέγιστο αριθμό στροφών. Όταν η τιμή ανέρχεται τότε ο inverter «ρίχνει» τις στροφές των κινητήρων έως ότου φθάσουν στον ελάχιστο αριθμό στροφών στον οποίο αποδίδει έργο. Για τιμές οξυγόνου μεγαλύτερες του προκαθορισμένου set point οι φυσητήρες τίθενται εκτός λειτουργίας.

Επίσης, θα υπάρχει η δυνατότητα να παρακάμπτεται ο ανωτέρω αυτοματισμός και να λειτουργούν οι φυσητήρες με χρονοπρόγραμμα μέσω του PLC που θα ορίζει τις ακριβείς ώρες (της ημέρας) έναρξης του κάθε φυσητήρα καθώς και τη διάρκεια λειτουργίας τους, αλλά και η δυνατότητα χειρισμού από τοπικό χειριστήριο στο οποίο θα υπάρχει και επιλογικός διακόπτης λειτουργίας, καθώς και τοπικός διακόπτης ασφαλείας. Σε περίπτωση βλάβης θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ έτσι, ώστε να τεθεί σε λειτουργία μέσω χειρισμού δικλιδών ο εφεδρικός φυσητήρας.

Το λογισμικό στην αυτόματη λειτουργία θα προβλέπει εκτός των άλλων και τη λειτουργία των φυσητήρων με «κυκλική εναλλαγή», για την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ επίσης θα προβλέπεται αυτόματη εμπλοκή (λειτουργία) του εφεδρικού φυσητήρα σε περίπτωση βλάβης του κύριου φυσητήρα.

Δεδομένου ότι, πέραν της ηλικίας λάσπης, η επίδραση της **θερμοκρασίας** παίζει ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη και συντήρηση του πληθυσμού των νιτροβακτηρίων (ο ρυθμός νιτροποίησης ελαττώνεται κατά 50% για κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά 10 – 12°C), αυτή θα καταγράφεται μέσω των εμβαπτιζόμενων αισθητηρίων στις οξικές ζώνες, ως περιγράφεται ανωτέρω, έτσι ώστε η εποχιακή ελάττωση του ρυθμού νιτροποίησης να αντισταθμίζεται με την αύξηση των αιωρούμενων στερεών στο υγρό (εφόσον απαιτηθεί) σε συνδυασμό βέβαια με τις μετρήσεις και των λοιπών οργάνων.

Για τον περαιτέρω έλεγχο της λειτουργίας της βιολογικής επεξεργασίας προβλέπεται στην δεξαμενή αερισμού διάταξη **μέτρησης της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών (MLSS)** στο ανάμικτο υγρό έτσι, ώστε να βελτιστοποιείται ο ρυθμός ανακυκλοφορίας λάσπης. Στο Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας θα προβλέπεται η δυνατότητα ένδειξης καταγραφής και εκτύπωσης όλων των μετρήσεων εντός των δεξαμενών, καθώς και η δυνατότητα κατάστρωσης διαγραμμάτων και έκδοση στατιστικών στοιχείων για τον πλήρη έλεγχο του τρόπου λειτουργίας της μονάδος και των διεργασιών.

Η λειτουργία της **αντλίας εσωτερικής ανακυκλοφορίας μικτού υγρού** θα ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα μέσω του PLC από το ΚΕΛ ανάλογο με την παροχή των λυμάτων.

Για την μέτρηση της παροχής ανακυκλοφορίας μικτού υγρού θα εγκατασταθεί επί του καταθλιπτικού αγωγού **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της παροχής. Η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) στην αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχευτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο για όλες τις φάσεις λειτουργίας της ΕΕΣ. Όλες οι μετρήσεις θα μεταφέρονται και θα καταγράφονται στο κέντρο ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης. Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης θα ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα συναγερμού στο Κέντρο Ελέγχου.

#### **Δεξαμενή μετα-απονιτροποίησης**

Η λειτουργία του υποβρύχιου αναμίκτη στην μετα-ανοξική ζώνη θα ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται μέσω του PLC από το ΚΕΛ όπου θα υπάρχουν οπτικές ενδείξεις λειτουργίας / βλάβης. Η λειτουργία του θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Εντός της δεξαμενής προβλέπεται να εγκατασταθεί ένας (1) **μετρητής ORP** (δυναμικό οξειδοαναγωγής) για τον καλύτερο έλεγχο της διαδικασίας μετα-απονιτροποίησης.

#### **Ανακυκλοφορία ιλύος**

Η λειτουργία της αντλίας ανακυκλοφορίας ιλύος θα ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα μέσω του PLC από το ΚΕΛ ανάλογο με την παροχή των λυμάτων στην εγκατάσταση που θα υλοποιείται μέσω του PLC από το ΚΕΛ όπου θα υπάρχουν οπτικές ενδείξεις λειτουργίας / βλάβης. Ως έχει ήδη αναφερθεί, για τον περαιτέρω έλεγχο της λειτουργίας της βιολογικής επεξεργασίας θα εγκατασταθεί στη δεξαμενή αερισμού διάταξη μέτρησης της συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών (MLSS) έτσι, ώστε να βελτιστοποιείται ο ρυθμός ανακυκλοφορίας λάσπης, μέσω ισοζυγίου στερεών που θα υλοποιείται από το PLC θα

ρυθμίζεται η λειτουργία τους σε συνάρτηση με την παροχή και τον επιθυμητό ρυθμό ανακυκλοφορίας

Για την μέτρηση της παροχής ανακυκλοφορίας θα εγκατασταθεί επί του καταθλιπτικού αγωγού **ηλεκτρομαγνητικός μετρητής παροχής** έτσι, ώστε να υπάρχει ένδειξη και δυνατότητα ευελιξίας και ρύθμισης της παροχής. Η τοποθέτηση **μετατροπέα συχνότητας** (inverter) στην αντλία θα επιτρέπει τη ρύθμιση της παροχетеυτικότητας στο επιθυμητό επίπεδο για όλες τις φάσεις λειτουργίας της ΕΕΛ. Όλες οι μετρήσεις θα μεταφέρονται και θα καταγράφονται στο κέντρο ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης.

Η λειτουργία της αντλίας θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας. Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης θα ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα συναγερμού στο Κέντρο Ελέγχου.

#### **Απόρριψη περίσσειας λάσπης**

Η εκκίνηση – παύση της αντλίας απομάκρυνσης περίσσειας λάσπης θα ρυθμίζεται με χρονοπρόγραμμα μέσω του PLC ή/ και μέσω του μετρητή αιωρουμένων στερεών που είναι εγκατεστημένος στη δεξαμενή αερισμού.

Η λειτουργία της αντλίας θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή πάχυνσης, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Η λειτουργία της αντλίας θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας. Σε περίπτωση οποιασδήποτε βλάβης θα ενεργοποιείται οπτικοακουστικό σήμα συναγερμού στο Κέντρο Ελέγχου.

#### **Δεξαμενή και Α/Σ τροφοδοσίας μονάδας διήθησης**

Από την έξοδο της βιολογικής βαθμίδας (δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης), το μικτό υγρό υπερχειλίζει προς δεξαμενή (σ.σ. υφιστάμενη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης / αντλιοστάσιο τροφοδοσίας του υγροβιότοπου), από όπου μέσω **ζεύγους αντλιών** (1+1R) τροφοδοτείται η μονάδα διήθησης. Οι εκκινήσεις και διακοπές της λειτουργίας των αντλιών θα γίνονται μέσω πλωτεροδιακοπών υψηλής – χαμηλής στάθμης. Η λειτουργία των αντλιών θα εναλλάσσεται κυκλικά και αυτόματα με σκοπό την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας θα προβλέπεται αυτόματη εμπλοκή της εφεδρικής με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ.

### ***Μονάδα διήθησης***

Τα διαυγάζοντα από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης οδεύουν σε φίλτρο διήθησης για την περαιτέρω απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών και την εξασφάλιση αποδοτικής λειτουργίας των κατάντη μονάδων.

Το φίλτρο αποτελεί ενιαία κατασκευή μαζί με τις αντλίες αντίστροφης πλύσης και απομάκρυνσης στραγγιδίων που βρίσκονται σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους μέσα στο κανάλι κατάντη του φίλτρου. Το συγκρότημα διαθέτει ενσωματωμένους **πρεσσοστάτες** που ελέγχουν τη λειτουργία της αντίστροφης πλύσης και της απομάκρυνσης των στραγγιδίων. Κοντά στο φίλτρο είναι εγκατεστημένος σε υδατοστεγές ερμάριο (IP65) κατάλληλο για εξωτερικό χώρο ο τοπικός ηλεκτρολογικός πίνακας τροφοδοσίας ισχύος και ελέγχου του φίλτρου **με το απαραίτητο PLC** που είναι κατασκευασμένος από τον ίδιο τον κατασκευαστή του φίλτρου.

Κατά τη λειτουργία το φίλτρο παραμένει στάσιμο μέχρις ότου οι πρεσσοστάτες δώσουν σήμα υψηλής ανάντη στάθμης και ενεργοποιήσουν έτσι για μικρό χρονικό διάστημα το σύστημα περιστροφής του φίλτρου και ταυτόχρονα την αντλία αντίστροφης πλύσης μέχρις ότου η ανάντη στάθμη πέσει πάλι σε χαμηλότερο σημείο. Για την περίπτωση ανόδου της στάθμης σε ακόμα υψηλότερο σημείο υπάρχει πρεσσοστάτης συναγερμού και λίγο υψηλότερα διάταξη υπερχειλίσσης ασφαλείας κατάντη του φίλτρου. Τα στραγγίδια πλύσης συλλέγονται σε ειδικό ενσωματωμένο δοχείο από όπου απομακρύνονται με ιδιαίτερη αντλία στραγγιδίων η λειτουργία της οποίας ελέγχεται επίσης από πρεσσοστάτες.

### ***Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης***

Η μονάδα θα λειτουργεί με αυτοματισμό του κατασκευαστή, με τους επιμέρους εξοπλισμούς σε μανδάλωση μεταξύ τους. Ο κεντρικός σταθμός των μονάδων ελέγχου του ΧΥΤΑ θα ενημερώνεται από την τοπική μονάδα ελέγχου.

Τα επεξεργασμένα στραγγίσματα από τη μονάδα διήθησης οδεύουν σε δεξαμενή εξισορρόπησης απ' όπου τροφοδοτείται η μονάδα R.O. μέσω ζεύγους φυγοκεντρικών αντλιών (1+1R). Οι εκκινήσεις και διακοπές της λειτουργίας των αντλιών θα γίνονται μέσω πλωτεροδιακοπών υψηλής – χαμηλής στάθμης. Η λειτουργία των αντλιών θα εναλλάσσεται κυκλικά και αυτόματα με σκοπό την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας θα προβλέπεται αυτόματη εμπλοκή της εφεδρικής με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ.

Η λειτουργία τους θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση που εντέλλεται σήμα από τη

μονάδα RO για πλύση ή βλάβη καθώς και σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και στη στάθμη πλημμύρας. Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

Τα υγρά θα οδηγούνται μέσω αντλίας υψηλής πίεσης στις μεμβράνες του **1ου σταδίου** αντίστροφης όσμωσης. Το διήθημα των μεμβρανών του πρώτου σταδίου θα τροφοδοτεί το δεύτερο στάδιο. Το συμπύκνωμα (άλμη) του δεύτερου σταδίου θα επανατροφοδοτεί το πρώτο στάδιο της αντίστροφης όσμωσης.

Για την προστασία των μεμβρανών από επικαθήσεις (scaling/fouling) προβλέπεται η προεπεξεργασία των στραγγισμάτων σε φίλτρα σακούλας και φυσιγγίων για την συγκράτηση των υπολοίπων αιωρούμενων στερεών. Προ της τροφοδοσίας των φίλτρων σακούλας προστίθεται, μέσω δοσομετρικών αντλιών, ποσότητα οξέος για την ρύθμιση του pH και αντικαθαλατωτικό (antiscalant) για την πρόληψη της δημιουργίας επικαθήσεων αλάτων.

Από τα φίλτρα φυσιγγίου τα στραγγίσματα οδηγούνται στην αναρρόφηση αντλίας υψηλής πίεσης που στη συνέχεια τροφοδοτεί τις μεμβράνες αντίστροφης όσμωσης του 1ου σταδίου. Το διήθημα του 1ου σταδίου οδηγείται στην αναρρόφηση της αντλίας υψηλής πίεσης του **2ου σταδίου**.

Από την γραμμή τροφοδοσίας του 2ου σταδίου το συμπύκνωμα μέσω κατάλληλης ρυθμιστικής βαλβίδας οδηγείται στην είσοδο του 1ου σταδίου της εγκατάστασης. Στη ρυθμιστική διάταξη περιλαμβάνεται πέραν της βαλβίδας, μειωτήρας πίεσης και μανόμετρο. Για τη ρύθμιση του pH κατά την διαδικασία της αντίστροφης όσμωσης θα γίνεται προσθήκη θειικού οξέος. Η ρύθμιση γίνεται με δοσομετρικές αντλίες μανδαλωμένες με τις αντλίες τροφοδοσίας. Οι αντλίες είναι προστατευμένες από εν ξηρώ λειτουργία ενώ συναγερμός σημαίνει όταν η στάθμη των δοχείων είναι πολύ χαμηλή. Το pH της εισόδου ρυθμίζεται ώστε να διατηρείται μεταξύ 6,0 και 6,5 μέσω αναλογικού αισθητηρίου μέτρησης pH.

Για τον περιοδικό καθαρισμό των μεμβρανών τοποθετείται διάταξη χημικών αποτελούμενη από δεξαμενή χημικών και αντλία ανάμιξης χημικών.

Το όλο σύστημα ελέγχεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι πιέσεις και οι παροχές να κυμαίνονται σε ορισμένα πλαίσια. Ξαφνικές μεταβολές στις πιέσεις, που ελέγχονται από ψηφιακά μανόμετρα ή στις παροχές που επίσης ελέγχονται από ροόμετρα επιφέρει την αυτόματη διακοπή της λειτουργίας. Μεγάλη προσοχή επίσης δίδεται στην θερμοκρασία λειτουργίας



των κινητήρων των αντλιών καθώς και στα συστήματα ψύξης των ελαίων των ένσφαιρων τριβών καθότι οι υψηλές πιέσεις επιτυγχάνονται με πολύστροφες αντλίες.

Το **διήθημα** θα καταλήγει σε (ενδιάμεσο) αντλιοστάσιο απ' όπου θα καταθλίβεται προς τη δεξαμενή χλωρίωσης και στη συνέχεια προς τη δεξαμενή αποθήκευσης επεξεργασμένων, για να διατεθεί τελικά προς το παρακείμενο ρέμα. Μέρος των επεξεργασμένων εκροών θα οδηγείται, μέσω (υφιστάμενου) αντλιοστασίου, προς ανακυκλοφορία στο ΧΥΤΑ. Η **ποιότητα του διηθήματος** θα ελέγχεται συνεχώς με αναλογικά όργανα που μετρούν τα κύρια χαρακτηριστικά εξόδου (pH, αγωγιμότητα, παροχή).

Το **συμπύκνωμα** θα καταθλίβεται στις (υφιστάμενες) λεκάνες συλλογής και στη συνέχεια, μέσω (τελικού) αντλιοστασίου προς διάθεση στο ΧΥΤΑ.

Σε κάθε αντλιοστάσιο, οι εκκινήσεις και διακοπές της λειτουργίας των αντλιών θα γίνονται μέσω πλωτεροδιακοπών υψηλής – χαμηλής στάθμης. Σε περίπτωση βλάβης θα προβλέπεται ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ.

Η λειτουργία των αντλιών θα εναλλάσσεται κυκλικά και αυτόματα με σκοπό την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας θα προβλέπεται αυτόματη εμπλοκή της εφεδρικής (όπου προβλέπεται) με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ. Η λειτουργία τους θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού. Σήμα συναγερμού θα δίνεται και σε περίπτωση πολύ υψηλής στάθμης. Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

### ***Απολύμανση – διάθεση επεξεργασμένων***

Για τη **δοσομέτρηση του απολυμαντικού μέσου** επιλέγεται να χρησιμοποιηθούν δύο (2) **διαφραγματικές αντλίες** (1+1R) ρυθμιζόμενης παροχής, οι οποίες θα λειτουργούν σε μανδάλωση με τις αντλίες διηθήματος της μονάδας αντίστροφης όσμωσης, ενώ θα υπάρχει και δυνατότητα λειτουργίας με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται από το PLC στο κεντρικό σύστημα αυτοματισμού αλλά και δυνατότητα χειροκίνητης επιλογής λειτουργίας και χειροκίνητης ρύθμισης της παροχής του διαλύματος.

Η δοσομέτρηση θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στο (αντίστοιχο) δοχείο εργασίας, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ. Σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας, θα δίνεται επίσης σήμα συναγερμού.



Σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας τα επεξεργασμένα θα διατίθενται **βαρυτικά** σε φυσικό αποδέκτη (παρακείμενο ρέμα).

Για την περίπτωση επανακυκλοφορίας μικρής ποσότητας αυτών στο κύριο σώμα του ΧΥΤΑ προς διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών εργασίας που απαιτείται για τη βιοαποδόμηση των απορριμμάτων (κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες) θα χρησιμοποιηθεί (υφιστάμενο) ζεύγος υποβρύχιων αντλιών (1+1R), η λειτουργία των οποίων θα ρυθμίζεται με χρονοπρόγραμμα που θα υλοποιείται από το PLC και θα ελέγχεται με **πλωτεροδιακόπτη** που θα ορίζει τις ακριβείς ώρες (της ημέρας) έναρξης καθώς και τη διάρκεια λειτουργίας τους.

Η λειτουργία των αντλιών θα εναλλάσσεται κυκλικά και αυτόματα με σκοπό την ομοιόμορφη φθορά τους, ενώ σε περίπτωση βλάβης κύριας αντλίας θα προβλέπεται αυτόματη εμπλοκή της εφεδρικής με ταυτόχρονη ενεργοποίηση οπτικοακουστικού σήματος στο ΚΕΛ. Η λειτουργία τους θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης πολύ χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή, οπότε και θα δίνεται σήμα συναγερμού. Η λειτουργία των αντλιών θα είναι αυτόματη ή/και χειροκίνητη, με τοπικό χειριστήριο που θα διαθέτει διακόπτη ασφαλείας.

### ***Δεξαμενή πάχυνσης ιλύος***

Η εκκίνηση – παύση της αντλίας απομάκρυνσης παχυμένης λάσπης θα γίνεται τοπικά με ευθύνη του χειριστή.

Η λειτουργία της αντλίας θα διακόπτεται αυτόματα σε περίπτωση ανίχνευσης χαμηλής στάθμης στη δεξαμενή πάχυνσης, ενώ σε περίπτωση πολύ χαμηλής στάθμης θα δίνεται σήμα συναγερμού στο ΚΕΛ.

## **6.4 ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ**

### **6.4.1 Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLCs)**

Κάθε Τοπικός Σταθμός Ελέγχου (ΤΣΕ) είναι μία προγραμματιζόμενη μονάδα αυτοματισμού (Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής, PLC) η οποία αποτελείται από ανεξάρτητες, εναλλάξιμες κάρτες (modular system). Ειδικότερα για την επικοινωνία-διασύνδεση με το

περιβάλλον (συλλογή πληροφοριών και αποστολή εντολών), έκαστο PLC διαθέτει τυποποιημένες κάρτες (modules):

- ψηφιακών εισόδων (DI) για την συλλογή πληροφοριών τύπου ON-OFF από επαφές RELAY ελεύθερες δυναμικού. Οι κάρτες ψηφιακών εισόδων είναι των 16 εισόδων τουλάχιστον η κάθε μία και λειτουργούν στα 24 VDC, υπάρχει δε γαλβανική απομόνωση με το εσωτερικό κύκλωμα του προγραμματιζόμενου ελεγκτή (PLC).
- ψηφιακών εξόδων (DO) για την αποστολή εντολών σε κατάλληλες μονάδες. Οι κάρτες ψηφιακών εξόδων είναι των 16 εξόδων τουλάχιστον η κάθε μία και λειτουργούν στα 24 VDC. Η δυνατότητα εξόδου της κάθε εισόδου είναι 500 mA. Η κάρτα αυτοπροφυλάσσεται από υπερεντάσεις και υπερτάσεις και έχει γαλβανική απομόνωση από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC
- αναλογικών εισόδων (AI) για τη συλλογή μετρήσεων από όργανα τα οποία παρέχουν αναλογικό σήμα 4...20mA. Οι κάρτες αναλογικών εισόδων είναι 2, 4 ή 8 εισόδων με γαλβανική απομόνωση κάθε εισόδου από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC και ανάλυση 12 bit τουλάχιστον
- αναλογικών εξόδων (AO) για την ρύθμιση ειδικών μονάδων. Οι κάρτες αναλογικών εξόδων είναι 2, 4 ή 8 εξόδων με λειτουργία στην περιοχή 4...20 mA με ανάλυση 11 bit τουλάχιστον, με προστασία βραχυκύκλωσης και γαλβανική απομόνωση από το εσωτερικό κύκλωμα του PLC. Όλα τα καλώδια που φτάνουν στα PLC απαγορεύεται να συνδέονται απ' ευθείας στις κάρτες, αλλά πρέπει να τερματίζουν σε αριθμημένες κλεμμοσειρές του κάθε πίνακα.

Εκτός από τα παραπάνω, τα PLCs έχουν την δυνατότητα επικοινωνίας, ενημέρωσης και προγραμματισμού από τον κεντρικό Η/Υ του Κεντρικού Συστήματος Ελέγχου (ΚΕΛ).

Όλα τα PLCs μιας εγκατάστασης πρέπει να είναι του ίδιου κατασκευαστή και να διαφέρουν μόνο ως προς το πραγματικό πλήθος των αναλογικών και ψηφιακών εισόδων και εξόδων που απαιτείται ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εγκατάστασης. Ο πηγαίος κώδικας θα πρέπει να είναι δυνατόν να "φορτωθεί" σε όλα χωρίς μεταφράσεις (source code compatible)

Κάθε PLC πρέπει να διαθέτει τροφοδοτικό τάσης εισόδου 230VAC με σταθεροποιημένη τάση εξόδου, προστασία από βραχυκύκλωμα της εξόδου, γαλβανική απομόνωση πρωτεύοντος και δευτερεύοντος κυκλώματος και λοιπά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εξοπλισμού.

Όλα τα προγράμματα πρέπει να είναι γραμμένα σε μη πτητικό μέσο (nonvolatile) EPROM, EEPROM, FLASHEPROM, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση μπαταρίας για τη συντήρηση

των δεδομένων. Μόνο για το ρολόι πραγματικού χρόνου είναι απαραίτητη η μπαταρία, αλλά το ρολόι πραγματικού χρόνου πρέπει να συγχρονίζεται μέσω του κεντρικού PLC.

Κάθε PLC πρέπει να έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Τα προγράμματα λειτουργίας του ελεγκτή πρέπει να μπορούν να αποθηκευτούν εναλλακτικά σε μνήμη RAM, EPROM ή EEPROM για τη διατήρηση των στοιχείων της μνήμης RAM και του προγράμματος του ελεγκτή και την επαναφορά του προγράμματος εύκολα και χωρίς την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή σε περίπτωση για οποιονδήποτε λόγο χαθεί η μνήμη. Η εναλλακτική τοποθέτησή τους θα πρέπει να γίνεται με απλό και γρήγορο τρόπο χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία ή μεταφορά της συσκευής σε εργαστήριο
- Ο ελεγκτής πρέπει να είναι κατασκευασμένος με τρόπο τέτοιο, ώστε να μπορεί να επεκτείνεται με πρόσθεση ανεξάρτητων μονάδων εισόδου/εξόδου (modular). Η επέκταση του ελεγκτή θα πρέπει να γίνεται με απλό τρόπο χωρίς να απαιτούνται ειδικά εργαλεία ή μεταφορά της συσκευής σε εργαστήριο
- Η μνήμη του ελεγκτή θα πρέπει να έχει μέγεθος 96 kbytes τουλάχιστον για πρόγραμμα και δεδομένα
- Ο τυπικός χρόνος εντολής θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.1 ks για bitoperation και 0.2 ks για wordoperation
- Η οργάνωση των προγραμμάτων λειτουργίας του ελεγκτή θα πρέπει να γίνεται με προγράμματα δομημένα σε ενότητες
- Ο ελεγκτής θα πρέπει να είναι σύμφωνος με το IEC 1131 και θα υποστηρίζει τις παρακάτω εντολές:
  - ◇ Δυναμικές λογικές πράξεις (AND, OR, NOT)
  - ◇ Σύγκριση για ισότητα, ανισότητα, μεγαλύτερο, μικρότερο, μεγαλύτερο ή ίσο, μικρότερο ή ίσο
  - ◇ Αριθμητικές πράξεις (16 bit πράξεις μέχρι και εύρεση τετραγωνικής ρίζας)
  - ◇ Απαρίθμηση
  - ◇ Set/Reset εσωτερικών σημείων και εξόδων
  - ◇ Ολίσθηση κατά θέσεις δεξιά ή αριστερά
  - ◇ Χρονικά καθυστέρησης ενεργοποίησης / απενεργοποίησης, παλμού
  - ◇ Σύγκριση
  - ◇ Μανδάλωση (RS, Flip-Flop)
  - ◇ Διακλάδωση υπό συνθήκη και χωρίς συνθήκη

- ◇ Πράξεις επί πινάκων
- ◇ Μεταφορά ελέγχου σε υποπρογράμματα
- ◇ Στιγμιαία διέγερση των εξόδων (pulseoutput)

Κατά τον προγραμματισμό θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να δίνονται λογικές εκφράσεις, οι οποίες να περιέχουν συνδυασμό όλων των παραπάνω εντολών, υπό την μορφή παρενθέσεων

- Η συσκευή θα πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον 256 απαριθμητές για εσωτερικά γεγονότα και τουλάχιστον 256 εσωτερικά χρονικά για μέτρηση περιόδων
- Η συσκευή θα πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον 2048 εσωτερικές σημαίες για εσωτερικά γεγονότα ή δεδομένα, να έχει μπαταρία για διατήρηση των στοιχείων της RAM και ενσωματωμένο ρολόι πραγματικού χρόνου
- Θα πρέπει να παρέχει ένδειξη καταστάσεως κάθε ψηφιακής εισόδου/εξόδου με LED και δυνατότητα προσομοίωσης (SIMULATION) κάθε ψηφιακής και αναλογικής εισόδου/εξόδου
- Οι κάρτες ψηφιακών εισόδων θα πρέπει να έχουν τάση εισόδου 24 VDC και προστασία από υπερτάσεις
- Οι ψηφιακές εξοδοί θα πρέπει να είναι 24 VDC κατ' ελάχιστον 500 mA, ενώ οι αναλογικές εισοδοί θα πρέπει να διαθέτουν διακριτική ικανότητα (resolution) τουλάχιστον 12 bits, προστασία από υπερτάσεις, ανίχνευση κομμένου καλωδίου αισθητηρίου και δυνατότητες επιλογής (π.χ. με jumpers) του αναλογικού σήματος (π.χ. 0/4...20 mA, +10 V κτλ)
- Η κάρτα σειριακής επικοινωνίας RS 232 είτε RS 485 C/TTY του PLC θα πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:
  - ◇ Ταχύτητα μετάδοσης τουλάχιστον 9.600 bits/sec
  - ◇ Μηνύματα είτε σταθερού είτε μεταβλητού μήκους (μέχρι 255 bytes)
  - ◇ Ύπαρξη επιπρόσθετου ελέγχου επεκταμένης ισοτιμίας (parity), δηλαδή έλεγχος ισοτιμίας όχι μόνο σε επίπεδο byte αλλά και σε επίπεδο μηνύματος.
  - ◇ Στην περίπτωση αδυναμίας επικοινωνίας πρέπει να επαναλαμβάνονται οι προσπάθειες (πλήθος προσπαθειών και ρυθμός επανάληψης καθοριζόμενο από τον χρήστη) και επιπλέον να προσδιοριστούν το συγκεκριμένο είδος σφάλματος επικοινωνίας.

- ◇ Ύπαρξη δυνατότητας προγραμματισμού της προτεραιότητας κάθε συσκευής για την αποφυγή συγκρούσεων στην περίπτωση ταυτόχρονης εκπομπής.

#### **6.4.2 Επικοινωνιακός εξοπλισμός**

Η αρχή λειτουργίας των τοπικών δικτύων δύναται να είναι είτε Master-Slave, είτε tokenpassing. Η κάρτα επικοινωνίας θα πρέπει να ελέγχει όλη την ροή πληροφορίας και την ανταλλαγή δεδομένων με άλλους μικροελεγκτές ή με ηλεκτρονικούς υπολογιστές με διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Θα πρέπει να μπορεί να γίνει μεταφορά δεδομένων από και προς κάθε σταθμό στο δίκτυο.

Οι μονάδες αυτές θα πρέπει να διαθέτουν ανεξάρτητο επεξεργαστή επικοινωνίας έτσι, ώστε να μην επιβαρύνουν με καθυστερήσεις τον κύκλο εκτέλεσης του προγράμματος του μικροελεγκτή με το οποίο συνεργάζονται. Επίσης θα πρέπει να διαθέτουν σύστημα ελέγχου της ορθότητας μεταφοράς των δεδομένων στο εξωτερικό σύστημα με το οποίο επικοινωνούν (ύπαρξη ελέγχου ισοτιμίας (parity) κλπ)

#### **Σειριακή επικοινωνία (SerialCommunication)**

Η επικοινωνία του τύπου αυτού βασίζεται στα τυποποιημένα πρωτόκολλα σειριακής επικοινωνίας RS232C, TTY, RS422/RS485. Οι κάρτες που υλοποιούν μια τέτοιου τύπου επικοινωνία θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Τα υποστηριζόμενα πρωτόκολλα χαμηλού επιπέδου υλοποίησης της επικοινωνίας (Implementedprotocols) θα πρέπει να είναι τουλάχιστον τα ASCII και 3964
- Θα πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα τροποποίησης των παραμέτρων επικοινωνίας (TransmitionRate, Parity, Stopbit) με την χρήση ειδικού προγράμματος ή μέσω ειδικών για την εργασία αυτή μικροδιακοπών
- Θα πρέπει να υποστηρίζουν ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (TransmitionRate) ίσο με 9,6 kBit/sec
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της βλάβης της κάρτας (Fault ή Error)
- Ύπαρξη ενδεικτικών λυχνιών απεικόνισης της κατάστασης λειτουργίας (Transmitting - Receiving)
- Η σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας πάνω στην μονάδα θα πρέπει να γίνεται με τη χρήση τυποποιημένων βυσμάτων σειριακής επικοινωνίας (9-pin ή 15-pinsub-

Dmale ή femaleconnector) έτσι, ώστε να είναι εύκολη και γρήγορη η αντικατάσταση της μονάδας σε περίπτωση βλάβης

- Θα πρέπει να υπάρχει γαλβανική απομόνωση της θύρας επικοινωνίας από το υπόλοιπο σύστημα του μικροελεγκτή.

### ***Επικοινωνία Profibus (Profibus DP Communication)***

Η επικοινωνία του τύπου αυτού βασίζεται στο τυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας ProfibusDP (Master ή Slave). Οι κάρτες που υλοποιούν μια τέτοιου τύπου επικοινωνία θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Θα πρέπει να υποστηρίζουν μέγιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (TransmissionRate) ίσο με 12 MBit/sec και ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων τουλάχιστον ίσο με 9,6 kBit/sec
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της βλάβης της κάρτας (Fault ή Error)
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της κατάστασης λειτουργίας
- Υποστήριξη συνδέσεων πάνω στο δίκτυο Profibus τουλάχιστον 16
- Μέγιστη απόσταση: 1,2 km χωρίς αναμεταδότη
- Η σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας πάνω στην μονάδα θα πρέπει να γίνεται με την χρήση τυποποιημένων βυσμάτων έτσι, ώστε να είναι εύκολη και γρήγορη η αντικατάσταση της μονάδας σε περίπτωση βλάβης
- Θα πρέπει να υπάρχει γαλβανική απομόνωση της θύρας επικοινωνίας από το υπόλοιπο σύστημα του μικροελεγκτή.

### ***Κάρτες για υλοποίηση επικοινωνίας Ethernet (Industrial Ethernet Communication)***

Η επικοινωνία του τύπου αυτού βασίζεται στο τυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας υπολογιστών IndustrialEthernet με χρήση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας TCP/IP και UDP με αμφίδρομη επικοινωνία (full duplex) και ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 10/100 Mbits/sec . Οι κάρτες που υλοποιούν μια τέτοιου τύπου επικοινωνία θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές:

- Θα πρέπει να υποστηρίζουν μέγιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων (TransmissionRate) ίσο με 100 MBit/sec και ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων τουλάχιστον ίσο με 10 MBit/sec
- Ύπαρξη ενδεικτικής λυχνίας απεικόνισης της βλάβης της κάρτας (Fault ή Error)

- Ύπαρξη ενδεικτικών λυχνιών απεικόνισης της κατάστασης λειτουργίας (transmitting - receiving)
- Υποστήριξη ενεργών συνδέσεων (simultaneously operable connections) πάνω στο δίκτυο τουλάχιστον 5
- Θα πρέπει να υπάρχει γαλβανική απομόνωση της θύρας επικοινωνίας από το υπόλοιπο σύστημα του μικροελεγκτή
- Η σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας πάνω στην μονάδα θα πρέπει να γίνεται με τη χρήση τυποποιημένων βυσμάτων (RJ45), ώστε να είναι εύκολη και γρήγορη η αντικατάσταση της μονάδας σε περίπτωση βλάβης.

#### **6.4.3 Συσκευές επικοινωνίας από απόσταση**

Οι συσκευές αυτές είναι ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες, χρησιμοποιώντας τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, μπορούν να αποστείλουν μικρά μηνύματα κειμένου (SMS) σε κάποιους αριθμούς κινητών τηλεφώνων ενημερώνοντας τον κάτοχο του κινητού αυτού τηλεφώνου για κάποια κρίσιμα προβλήματα ή καταστάσεις στην λειτουργία κάποιου σταθμού.

Οι συσκευές αυτές διασυνδέονται με το σύστημα αυτοματισμού και ελέγχονται απ' αυτό σχετικά με το πότε και σε ποιόν αποδέκτη θα στείλουν μήνυμα SMS. Θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις:

- Δυνατότητα σύνδεσης και με όλα τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας (συχνότητες 900MHz και 1800MHz)
- Δυνατότητα αυτόματου «Login» με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας με το οποίο συνεργάζονται σε περίπτωση διακοπής και επανόδου της τάσης τροφοδοσίας τους
- Δυνατότητα αποθήκευσης του αριθμού «PIN» της κάρτας SIM την οποία χρησιμοποιούν για τη σύνδεση τους με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας
- Δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας τους με παλμούς (καθορισμένης διάρκειας και αριθμού) σε ειδικές για το σκοπό αυτό εισόδους και μέσω σειριακής θύρας με πρωτόκολλο RS232 (v.24/v28) και baudrate τουλάχιστον 19.200bps από τον μικροελεγκτή με τον οποίο συνεργάζονται
- Ισχύς εξόδου του πομπού του μόντεμ: 2W για το δίκτυο των 900MHz, 1W για το δίκτυο των 1.800MHz
- Δυνατότητα οπτικού ελέγχου της κατάστασης λειτουργίας τους με ενδεικτικές λυχνίες για τις ακόλουθες τουλάχιστον καταστάσεις: ένδειξη τροφοδοσίας, ένδειξη

σύνδεσης με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, ένδειξη σήματος του δικτύου κινητής τηλεφωνίας, ένδειξη αποστολής δεδομένων στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας.

#### **6.4.4 Κεντρικός Η/Υ – Θέσεις εργασίας – Περιφερειακά**

Ο κεντρικός υπολογιστής – με την κατάλληλη οθόνη γραφικών και εκτυπωτή – είναι υπεύθυνος για τις επικοινωνίες του συστήματος, ενώ παράλληλα έχει τον ρόλο Θέσης Εργασίας στον ΚΕΛ.

Στον ΚΕΛ απαιτείται πάντα ένα σύστημα μη διακοπτόμενης ηλεκτρικής τροφοδότησης (UPS) που ενεργοποιείται αυτόματα όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος και το οποίο καλύπτει όλο τον εξοπλισμό τουλάχιστον για 20 λεπτά. Το UPS πρέπει να έχει κάρτα επικοινωνίας με τον κεντρικό υπολογιστή και να διαθέτει θερμική προστασία, προστασία από υπερτάσεις, δυνατότητα λειτουργίας με διακυμάνσεις της τάσεως +20%, αυτόματη μεταγωγή από το δίκτυο της ΔΕΗ. Στον κεντρικό υπολογιστή πρέπει να λειτουργεί και το αντίστοιχο πρόγραμμα για το ομαλό κλείσιμό του, λόγω διακοπής της τροφοδοσίας του UPS από την ΔΕΗ.

Το σύνολο της εν λόγω εγκατάστασης αδιάλειπτης παροχής πρέπει να είναι αντιπαρασιτικού βαθμού N και VDE 0875/7.71 και να έχει αντικεραυνική προστασία σύμφωνη με το πρότυπο ANSI/IEEE C62.41 Category A&B και ANSI/IEEE C62.45.

#### **6.4.5 Μονάδες ελέγχου ΕΕΣ**

Ως προαναφέρεται, στην υφιστάμενη εγκατάσταση η παρακολούθηση γίνεται με SCADA και μιμικά διαγράμματα μέσω υπολογιστή εγκατεστημένου σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου διοίκησης.

Για τη λειτουργική διασύνδεση και τηλεέλεγχο του υφιστάμενου και νέου εξοπλισμού θα απαιτηθεί η επέκταση του υφιστάμενου συστήματος με τα απαραίτητα παρελκόμενα υλικά (τροφοδοτικά, διακόπτες, μικροαυτόματους, αντικεραυνικά γραμμής 220VAC, UPS, κλέμες, κλπ). Για το λόγο αυτό απαιτείται να ληφθεί υπόψη ο νέος εξοπλισμός που προτείνεται να εγκατασταθεί έτσι, ώστε να υπάρξει μια ρεαλιστική διαστασιολόγηση των έργων επέκτασης, τα οποία στηρίζονται στις κάτωθι βασικές παραδοχές :

1. Κάθε κινητήρας, εκτός εκείνων που λειτουργούν μέσω μετρούμενης τιμής από τα αναλογικά όργανα, λειτουργεί με χρονικό προγραμματισμό ή με «λογικές» μανδαλώσεις (θέμα προγραμματισμού PLC)



2. Για κάθε κινητήρα αντλίας , αναδευτήρα κλπ που έχει υποβρύχια τοποθέτηση προβλέπεται γενικά :

- 1 ψηφιακή έξοδος (DO), για την εκκίνηση/ παύση του ("run-stop")
- 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για επιβεβαίωση εκκίνησης/ παύσης του ("status") από ανοικτή επαφή ρελέ γραμμής.
- 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για βλάβη θερμικού (alarm 1)
- 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για διαρροές εντός των κινητήρων (για όσους κινητήρες διαθέτουν αισθητήρα υγρασίας) (alarm 2)
- 2 ψηφιακές εισόδους (DI), για θέση επιλογικού διακόπτη (σε θέση auto-man)

**Συνολικά δηλαδή 5D.I , 1 D.O**

Ειδικότερα σε όσους κινητήρες ελέγχονται οι στροφές με inverter , το PLC θα διαθέτει και μια αναλογική έξοδο A.O για την οδήγηση του inverter.

3. Για κάθε κινητήρα που βρίσκεται εκτός νερού προβλέπεται:

- 1 ψηφιακή έξοδος (DO), για την εκκίνηση/ παύση του ("run-stop")
- 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για επιβεβαίωση εκκίνησης/ παύσης του ("status") από ανοικτή επαφή ρελέ γραμμής.
- 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για βλάβη θερμικού (alarm 1)
- 2 ψηφιακές εισόδους (DI), για θέση επιλογικού διακόπτη (σε θέση auto-man)

**Συνολικά δηλαδή 4D.I , 1 D.O**

Ειδικότερα σε όσους κινητήρες ελέγχονται οι στροφές με inverter , το PLC θα διαθέτει και μια αναλογική έξοδο A.O για την οδήγηση του inverter.

4. Για τις δοσομετρικές αντλίες, που δεν έχουν θερμικό στον κινητήρα και επιλογικό διακόπτη "remote-manual" προβλέπεται:

- 1 ψηφιακή έξοδος (DO), για την εκκίνηση/ παύση του ("run-stop")
- 1 ψηφιακή είσοδος (DI), για επιβεβαίωση εκκίνησης/ παύσης του ("status") από ανοικτή επαφή ρελέ γραμμής.

**Συνολικά δηλαδή 1D.I , 1 D.O**

5. Προβλέπονται ψηφιακές εισοδοί για σήματα βλαβών σε κινητήρες ή πίνακες όπου δεν θα υπάρχει έλεγχος από το PLC (πχ. πίνακας Η/Ζ κλπ).
6. Όπου απαιτείται προβλέπονται ψηφιακές έξοδοι (πχ. ηλεκτροβάνες), ψηφιακές εισοδοί (πχ. φλοτεροδιακόπτες) και αναλογικές εισοδοί (πχ. παροχόμετρα), αναλογικές έξοδοι (οδήγηση inverters).
7. Για τις ηλεκτροβάνες προβλέπεται:
  - 2 ψηφιακές έξοδοι (DO), για το ανοίγμα/κλείσιμο τους ("open-close")
  - 2 ψηφιακή είσοδους (DI), για επιβεβαίωση τερματικής θέσης (πλήρως ανοικτή-πλήρως κλειστή)

#### **Συνολικά δηλαδή 2D.I , 2 D.O**

Στον παρακάτω πίνακα με τις εισόδους / εξόδους φαίνεται το πλήθος των απαιτούμενων (υφιστάμενων + νέων) σημάτων για την ορθή λειτουργία της ΕΕΣ:

**Σταθμός ελέγχου ΕΕΣ (PLC-00)**

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		<b>1. ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>						
		<b><u>ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</u></b>						
ΝΕΑ	MOTOR	CP-0101	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	5	1		1	PLC-00
ΝΕΑ	MOTOR	CP-0102	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	5	1		1	PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	FIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ			1		PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	QIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ pH ΕΙΣΟΔΟΥ			1		PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	LIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ			1		PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	1				PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	1				PLC-00
		<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0103	ΑΝΤΛΙΑ ΕΠΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	5	1			PLC-00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0104	ΑΝΤΛΙΑ ΕΠΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	5	1			PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	1				PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	1				PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	1				PLC-00
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	1				PLC-00



		<b>2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ</b>						
		<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ</u></b>						
NEA	MOTOR	PP-0201	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	4	1			PLC-00
NEA	MOTOR	PP-0202	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	4	1			PLC-00
NEA	INSTR	LS-0201	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	1				PLC-00
		<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-0203	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	4	1			PLC-00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-0204	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	4	1			PLC-00
ΥΦΙΣΤ	INSTR	LS-0202	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2				PLC-00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	AG-0201	ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΟΧΕΙΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ Δ/ΤΟΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ	4	1			PLC-00
		<b>3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ</b>						
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>						
NEA	MOTOR	AG-0301	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	5	1			PLC-00
NEA	MOTOR	CP-0301	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	5	1		1	PLC-00
NEA	INSTR	FIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ			1		PLC-00
NEA	INSTR	QIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ			1		PLC-00
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	RB-0401	ΦΥΣΗΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	4	1		1	PLC-00



ΥΦΙΣΤ	MOTOR	RB-0402	ΦΥΣΗΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	4	1		1	PLC-00
ΥΦΙΣΤ	INSTR	QIT-0401	ΜΕΤΡΗΤΗΣ DO ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ			1		PLC-00
NEA	INSTR	QIT-0402	ΜΕΤΡΗΤΗΣ MLSS ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ			1		PLC-00
		<b>ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>						
NEA	MOTOR	AG-0501	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	5	1			PLC-00
NEA	INSTR	QIT-0501	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ			1		PLC-00
		<b>4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ &amp; ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΙΛΥΟΣ</b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0701	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	5	1		1	PLC-00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0702	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	5	1			PLC-00
NEA	INSTR	FIT-0701	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ			1		PLC-00
		<b>5. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ</b>						
NEA	MOTOR	CP-0801	ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ	5	1			PLC-00
NEA	MOTOR	CP-0802	ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	5	1			PLC-00
NEA	INSTR	LSHH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSLL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	1				PLC-00
		<b>7. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)</b>						



		<b><u>ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1301	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	5	1			PLC-00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1302	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	5	1			PLC-00
NEA	INSTR	LSHH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSLL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	1				PLC-00
		<b>8. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ &amp; ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</b>						
		<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-1401	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl	4	1			PLC-00
NEA	INSTR	LS-1401	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	1				PLC-00
		<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1401	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	5	1			PLC-00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1402	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	5	1			PLC-00
NEA	INSTR	LSL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSLL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	1				PLC-00
		<b>9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ</b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1501	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	5	1			PLC-00



NEA	INSTR	LSL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	1				PLC-00
NEA	INSTR	LSLL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	1				PLC-00
		<b>10. ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</b>						
		<b><u>ΔΙΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	ΓΠΧΤ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ					
ΥΦΙΣΤ	PANEL	ΗΖ	ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ ΧΥΤΑ					
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	ΗΠ-3	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	5	1			PLC-00
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	ΗΠ-4	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)	5	1			PLC-00
		<b><u>ΗΛ. ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ</u></b>						
NEA	PANEL	MRP-1101	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	5	1			PLC-00
NEA	PANEL	FDP-0901	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	5	1			PLC-00
			<b>ΣΥΝΟΛΟ Ι/Ο</b>	<b>154</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	

**Τοπικός ΤΣΕ Διήθησης (PLC-L1)**

ΥΦΙΣΤ. / NEA	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		<b>6. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ</b>						
NEA	S-MOTOR	FD-0901	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΥΜΠΑΝΟΥ	7	1			PLC-L1
			<b>ΣΥΝΟΛΟ I/O</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

**Τοπικός ΤΣΕ Αντίστροφης Όσμωσης (PLC-L2)**

ΥΦΙΣΤ. / NEA	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	DI	DO	AI	AO	PLC ΑΦΙΞΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ
		<b>7. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)</b>						
		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>						
NEA	MOTOR	CP-1001	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	4	1		1	PLC-L2
NEA	MOTOR	CP-1002	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	4	1		1	PLC-L2
NEA	INSTR	LSHH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	1				PLC-L2
NEA	INSTR	LSH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	1				PLC-L2
NEA	INSTR	LSL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	1				PLC-L2
NEA	INSTR	LSLL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	1				PLC-L2





		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>						
NEA	S-MOTOR	MR-1101	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	20	5	2	5	PLC-L2
		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ</u></b>						
NEA	MOTOR	CP-1201	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	4	1			PLC-L2
NEA	MOTOR	CP-1202	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	4	1			PLC-L2
NEA	INSTR	LSHH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	1				PLC-L2
NEA	INSTR	LSH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	1				PLC-L2
NEA	INSTR	LSL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	1				PLC-L2
NEA	INSTR	LSLL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	1				PLC-L2
			<b>ΣΥΝΟΛΟ Ι/Ο</b>	<b>44</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	

Επιπλέον, προτείνεται η εγκατάσταση νέου Η/Υ με τα – κατ’ ελάχιστον – κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά :

- Επεξεργαστής: 3. 3GHz, DualCore, 4MBcache
- Μνήμη: 4GB - DDR-3
- Δίσκος: 500GBSATAIII (RAID 1)
- Κάρτα γραφικών: 1GB με 2 θύρες (DVI, HDMI)
- Λειτουργικό: MS Windows 8.1 Professional ή νεώτερο
- Εφαρμογή: MS Office 2013 Business ή νεώτερο
- Κάρτα δικτύου 10/100/1000Mbps, 2xUSB3. 0, 4xUSB2. 0, 1xSATA, κάρτα ήχου 5.1.

## 6.5 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ – ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ

Στον Η/Μ εξοπλισμό που προβλέπεται για τον έλεγχο, τηλεέλεγχο και αυτοματισμό των επιμέρους τμημάτων της εγκατάστασης, περιλαμβάνονται (νέα) βασικά Όργανα μέτρησης και αισθητήρια στο πεδίο ως κάτωθι :

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
<b>1. ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>			
			<b><u>ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</u></b>
ΝΕΑ	INSTR	FIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ
ΝΕΑ	INSTR	QIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ pH ΕΙΣΟΔΟΥ
ΝΕΑ	INSTR	LIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ
			<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</u></b>
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
<b>2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ</b>			

		<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ</u></b>	
NEA	INSTR	LS-0201	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ
<b>3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ</b>			
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>	
NEA	INSTR	FIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ
NEA	INSTR	QIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>	
NEA	INSTR	QIT-0402	ΜΕΤΡΗΤΗΣ MLSS ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>	
NEA	INSTR	QIT-0501	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ
<b>4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ &amp; ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΙΛΥΟΣ</b>			
NEA	INSTR	FIT-0701	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ
<b>5. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ</b>			
NEA	INSTR	LSHH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ
NEA	INSTR	LSH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ
NEA	INSTR	LSL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ
NEA	INSTR	LSLL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ
<b>7. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)</b>			
		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>	
NEA	INSTR	LSHH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO
NEA	INSTR	LSH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO
NEA	INSTR	LSL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO
NEA	INSTR	LSLL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>	
NEA	INSTR	MR-1101-AUT	ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΚ. ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ ΟΣΜΩΣΗΣ
		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ</u></b>	
NEA	INSTR	LSHH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ
NEA	INSTR	LSH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ
NEA	INSTR	LSL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ

NEA	INSTR	LSLL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ
<b><u>ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u></b>			
NEA	INSTR	LSHH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ
NEA	INSTR	LSH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ
NEA	INSTR	LSL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ
NEA	INSTR	LSLL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ
<b>8. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ &amp; ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</b>			
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</u></b>			
NEA	INSTR	LS-1401	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u></b>			
NEA	INSTR	LSL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ
NEA	INSTR	LSLL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ
<b>9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ</b>			
NEA	INSTR	LSL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ
NEA	INSTR	LSLL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ

Σημειώνεται ότι ο συμπαγής τυποποιημένος βιομηχανικός εξοπλισμός (π.χ. περιστρεφόμενο φίλτρο τυμπάνου, μονάδα R.O.) θα φέρει ενσωματωμένα όργανα ελέγχου και πίνακα ισχύος – αυτοματισμού (panel) που θα αποτελούν τμήμα της προμήθειας του κατασκευαστή.

Όλα τα όργανα και ο συναφής εξοπλισμός θα είναι βιομηχανικά προϊόντα προερχόμενα από κατασκευαστές πιστοποιημένους κατά ISO 9001, με αποδεδειγμένη καλή και αξιόπιστη λειτουργία σε παρόμοια έργα.

Όλα τα εξαρτήματα θα είναι κατασκευασμένα από δόκιμα υλικά, ανθεκτικής κατασκευής, αξιόπιστα, ενιαίου τύπου και μελετημένα έτσι, ώστε να διευκολύνεται η συντήρηση και η επισκευή. Τα γυαλιά όλων των ενδεικτικών οργάνων θα είναι τύπου ματ, μη ανακλαστικά. Τα όργανα θα έχουν αναλογική έξοδο 0/4...20 mA, και θα είναι κατάλληλα για μετρήσεις του ρευστού μέσου για το οποίο που προορίζονται και για όλο το εύρος θερμοκρασιών του. Τα όργανα θα συνοδεύονται από τα αντίστοιχα standard διαλύματα βαθμονόμησης και όποια άλλα διαλύματα απαιτούνται για τη λειτουργία και συντήρησή τους.

Τα γενικά χαρακτηριστικά των οργάνων αυτών θα είναι τα ακόλουθα:

- Ονομαστική τάση λειτουργίας (24VDC ή 230 V AC).
- Τα όργανα θα φέρουν υποχρεωτικά τη σήμανση "CE" σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες Νέας Προσέγγισης 73/23, 89/336 και 93/68.
- Τα όργανα μετρήσεως γενικά πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDE 0410 και τα πρότυπα IEC 51 και IEC 521.
- Η τάση δοκιμής για την αντοχή των οργάνων μετρήσεως θα είναι η κατάλληλη για την αντίστοιχη περιοχή μέτρησης σε σχέση με την απαιτούμενη κλάση ακρίβειας. Η κλάση ακριβείας θα αναφέρεται για την θερμοκρασία +20°C σύμφωνα με τους κανονισμούς VDE 0410.
- Το περίβλημα των οργάνων θα είναι στεγανό, για εκτόξευση νερού και σκόνης. Η στήριξη των οργάνων στους πίνακες θα είναι σύμφωνη προς το DIN 43835 και θα εξασφαλίζει εύκολη ανάγνωση. Κατά συνέπεια το ύψος τοποθέτησης από το διαμορφωμένο δάπεδο δε θα είναι μικρότερο από 600 mm και μεγαλύτερο από 1.600 mm.
- Η βαθμίδα μετρήσεως θα ανταποκρίνεται στις προδιαγραφές DIN 43802 και η διάταξη των ακροδεκτών ηλεκτρικής συνδέσεως στις προδιαγραφές DIN 43807.
- Τα όργανα που προγραμματίζονται θα πρέπει να έχουν δυνατότητα διασύνδεσης με φορητό υπολογιστή για τον προγραμματισμό και να διαθέτουν υποδοχή και τα αναγκαία εξαρτήματα για την διασύνδεση αυτή. Επίσης θα συνοδεύονται από τα αντίστοιχα λογισμικά για να είναι δυνατός ο προγραμματισμός από την Υπηρεσία.
- Η βλάβη ενός οργάνου δεν θα παρεμποδίζει τη λειτουργία της αντίστοιχης μονάδας
- Η αστοχία ενός οργάνου δεν θα μειώνει την αποτελεσματική λειτουργία βασικών μονάδων επεξεργασίας
- Μια μέτρηση εκτός ορίων θα πρέπει να αναγνωρίζεται από το σύστημα αυτοματισμού, να σηματοδοτείται και (στην περίπτωση που επιτρέπεται) η αντίστοιχη διαδικασία θα πρέπει να συνεχίζει να διεκπεραιώνεται κανονικά.
- Όλοι οι ενισχυτές των οργάνων μέτρησης θα ενημερώνουν το σύστημα αυτοματισμού μέσω αναλογικών σημάτων 4-20mA ή μέσω τυποποιημένου βιομηχανικού δικτύου επικοινωνίας. Κάθε όργανο θα διαθέτει επαφή συναγερμού και θα μεταδίδει αντίστοιχο σήμα σε περίπτωση βλάβης ή σε περίπτωση ένδειξης εκτός ορίων.
- Όπου απαιτείται αντιστάθμιση θερμοκρασίας (π.χ. μέτρηση διαλυμένου

οξυγόνου) θα γίνεται αυτόματα από το ίδιο όργανο.

- Οι καλωδιώσεις των οργάνων θα προστατεύονται από ασφάλειες.

### 6.5.1 Μετρητές στάθμης υπερήχων

Έκαστο σύστημα μέτρησης στάθμης με υπερήχους θα αποτελείται από το αισθητήριο και τον ενισχυτή/μεταδότη τα οποία μπορεί να αποτελούν ενιαίο σύνολο. Έκαστος μετρητής θα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- εμβέλεια και ελάχιστη απόσταση αναγνώρισης ανάλογες με την εφαρμογή
- ψηφιακή ένδειξη της στάθμης στον μεταδότη
- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογη της στάθμης
- ακρίβεια σήματος  $\pm 0,02$  mA
- δύο μεταγωγικές επαφές ορίου ρυθμιζόμενες
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας του όλου συστήματος και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- τάση τροφοδοσίας 230 V / 50 Hz

Ο μετρητής θα έχει τη δυνατότητα να καταγράφει και να αποθηκεύει το ακουστικού αποτύπωμα κενής δεξαμενής με τη βοήθεια του οποίου θα είναι δυνατή η αγνόηση παρεμβολών που δημιουργούνται από σταθερά εμπόδια εντός των δεξαμενών.

Το όργανο θα καλύπτει τα European EMC Standards EN 50 081-1 for interference emission και EN 50 082-2 for interference immunity.

### 6.5.2 Μετρητές διαλυμένου οξυγόνου

Έκαστο όργανο θα αποτελείται από αισθητήριο, ενισχυτή και την απαραίτητη καλωδίωση. Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου θα γίνεται από ηλεκτρόδιο κατάλληλου μήκους με ενσωματωμένο αισθητήριο για την αντιστάθμιση της θερμοκρασίας. Το όργανο θα είναι φωτομετρικού τύπου (οπτικής μέτρησης) για μεγαλύτερη αντοχή και πιο εύκολη συντήρηση. Το ηλεκτρόδιο θα τοποθετηθεί σε ειδικό κάλυμμα από πολυπροπυλένιο για να είναι δυνατή η αφαίρεσή του για αντικατάσταση/συντήρηση. Θα συνδέεται ηλεκτρικά με τον μεταδότη με ειδικό πολύκλωνο καλώδιο μεγάλης ακρίβειας μέτρησης, κατάλληλα προστατευμένο από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του περιβάλλοντος. Το όργανο θα έχει τουλάχιστον τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- εύρος μέτρησης 0 - 20 mg/L ή 0 - 200% SAT

- ανάλυση ενισχυτή/μεταδότη 0,01 mg/L ή 0,1% SAT
- ακρίβεια μέτρησης 0,5%
- αισθητήριο θερμοκρασίας ενσωματωμένο NTC, 10 kX σε 25 °C
- δύο έξοδοι 0/4...20 mA (διλ/νου οξυγόνου και θερμοκρασίας) ανάλογες των περιοχών μέτρησης
- δύο ρυθμιζόμενες μεταγωγικές επαφές ορίου
- ένδειξη σφάλματος
- σύστημα αυτοδιάγνωσης

### 6.5.3 Μετρητές στερεών και θολότητας

Έκαστο όργανο μέτρησης στερεών και θολότητας θα είναι οπτικού τύπου και θα αποτελείται από αισθητήριο και ενισχυτή/μεταδότη. Μέσω της διάθλασης και απορρόφησης που προκαλούν τα διαλυμένα στερεά σε παλμούς φωτός θα εξάγεται η αναλογία στερεών. Το αισθητήριο δεν θα έχει κινούμενα μέρη και θα είναι κατασκευασμένο από κατάλληλα υλικά για τις υφιστάμενες συνθήκες εργασίας, με προστασία IP 68. Η ακρίβεια μέτρησης θα είναι τουλάχιστον +1% για θερμοκρασία ρευστού μέχρι 50°C / 3 bar.

Στη περίπτωση που είναι εμβαπτιζόμενου τύπου θα εγκαθίσταται μέσα σε προστατευτικό σωλήνα PVC ή άλλο υλικό της έγκρισης της Υπηρεσίας και θα συνοδεύεται με τα απαραίτητα εξαρτήματα για την στερεή και ασφαλή τοποθέτησή τους. Στη περίπτωση, που η μέτρηση γίνεται σε αγωγό, το αισθητήριο θα φέρει βάνα σφαίρας για απομόνωση, ώστε σε περιόδους συντήρησης να μην τίθεται η γραμμή εκτός λειτουργίας.

Ο μετατροπέας - ενισχυτής θα έχει κατ' ελάχιστο τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ψηφιακή ένδειξη της μέτρησης σε mg/l (μέτρηση στερεών)
- δυνατότητα επιλογής εύρους μέτρησης με κομβίο επιλογής περιοχής μέτρησης
- αναλογικό σήμα εξόδου 0/4...20 mA
- αυτοέλεγχο καλής λειτουργίας και παροχή σήματος σε περίπτωση βλάβης
- δύο ρελέ ορίων (min/max) σε τιμές που θα εισάγονται επί τόπου
- δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των settings, σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος
- σύστημα αυτορύθμισης και απόρριψης εξωτερικού φωτισμού με χρήση φωτοτρανζίστορ αναφοράς τάση λειτουργίας 230 V / 50 Hz

Το όργανο θα συνοδεύεται από μονάδα αυτόματου καθαρισμού.

#### **6.5.4 Μετρητές παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου**

Ο μετρητής παροχής ηλεκτρομαγνητικού τύπου δεν θα παρεμβάλλει κανένα εμπόδιο στη ροή του υγρού (μηδενική πτώση πίεσεως), δεν θα έχει κινούμενα μέρη, θα είναι κατάλληλος για μετρήσεις σε διαβρωτικά υγρά και υγρά με αιωρήματα. Η μέτρηση πρέπει να είναι ανεξάρτητη από τις μεταβολές πυκνότητας, ιξώδους, πίεσεως και θερμοκρασίας με δυνατότητα μέτρησης και κατά τις δύο κατευθύνσεις.

Η διαστασιολόγηση του μετρητή θα διασφαλίζει ότι η ταχύτητα ροής του νερού θα κυμαίνεται από 0,5 m/s έως 10 m/s.

Η επένδυση των αισθητηρίων θα είναι από σκληρό καουτσούκ ή νεοπρένιο και τα ηλεκτρόδια από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316 με προστασία IP 67. Το αισθητήριο θα έχει σύνδεση με φλάντζα κατά DIN και στη περίπτωση που η διάμετρος είναι μικρότερη της αντίστοιχης σωλήνωσης, πρέπει να συνοδεύεται με τεμάχια συστολής – διαστολής με μέγιστη συνολική κλίση 8° από το οριζόντιο. Στην περίπτωση μη αγωγίμου παρεμβύσματος ή οργάνου, θα συνδέεται αγωγός συνέχειας γείωσης μεταξύ των φλαντζών διατομής 6 mm<sup>2</sup>.

Ο μετατροπέας/ενισχυτής θα βρίσκεται είτε στο σώμα του οργάνου είτε εντός πίνακα και σε απόσταση ως 250 m από το αισθητήριο. Για την περίπτωση απομακρυσμένης εγκατάστασης οι συνδέσεις μεταξύ αισθητηρίου-σώματος και ηλεκτρονικού μετατροπέα θα πραγματοποιούνται μέσω ειδικών καλωδίων διπλής θωράκισης έναντι ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών τα οποία θα εξασφαλίζουν την μεταφορά του σήματος χωρίς απώλειες σε απόσταση τουλάχιστον 250 μέτρων. Σε κάθε περίπτωση θα διασφαλίζεται προστασία IP 67. Η περιοχή μέτρησης θα είναι από 10% έως 125% της ονομαστικής παροχής. Ο μετατροπέας θα διαθέτει:

- ηλεκτρολόγιο προγραμματισμού και οθόνη για την ένδειξη της στιγμιαίας ένδειξης (m<sup>3</sup>/h), της αθροιστικής παροχής και των σφαλμάτων κατά την λειτουργία του οργάνου
- την δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης των τεχνικών χαρακτηριστικών του μετρητή παροχής σε περίπτωση διακοπής ρεύματος
- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογο της στιγμιαίας παροχής
- ακρίβεια μέτρησης ±0,25% της πραγματικής μέτρησης παροχής
- σήμα παλμών που θα αντιστοιχεί στην ολοκλήρωση της παροχής



(παραμετροποίηση μετά από ενημέρωση και σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας)

- ένδειξη για την σήμανση της κατάστασης του αγωγού όταν αυτός είναι άδειος
- σήμα σφάλματος οργάνου
- τροφοδοσία 230 V / 50 Hz

Η εγκατάσταση του οργάνου θα γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή και θα είναι τέτοια ώστε να μην επηρεάζεται η ακρίβεια της μέτρησης και η συμπεριφορά του από παρακείμενους αγωγούς ηλεκτρικού ρεύματος (μέση ή χαμηλή τάση), τηλεφωνικά καλώδια και άλλους υπάρχοντες αγωγούς νερού, με βάση τις προδιαγραφές EN 50081-1, EN50082-2 που αφορούν στην ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα.

#### **6.5.5 Μετρητές pH**

Το αισθητήριο θα έχει ενσωματωμένη θερμοαντίσταση Pt 100 και ηλεκτρολύτη υπό μορφή πηγματος, χωρίς ανάγκη συμπληρώσεως, περιοχής θερμοκρασιών 0 °C-80 °C. Το αισθητήριο θα βρίσκεται σε σωλήνα από PVC ή άλλο κατάλληλο υλικό. Ο ενισχυτής/μεταδότης πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- ψηφιακή ένδειξη της μέτρησης
- περιοχή μέτρησης 0-14
- αυτόματη αντιστάθμιση της μέτρησης συναρτήσει της θερμοκρασίας
- σήμα εξόδου 0/4...20 mA ανάλογη της περιοχής μέτρησης
- δύο ρυθμιζόμενες μεταγωγικές επαφές ορίου
- τάση τροφοδοσίας 230 V / 50 Hz, βαθμό προστασίας IP 65
- σύστημα αυτοδιάγνωσης

#### **6.5.6 Μετρητές ORP**

Η μέτρηση του δυναμικού οξειδοαναγωγής (ORP-Redox) θα είναι συνεχής, και τα όργανα θα διαθέτουν τοπική ένδειξη ενώ θα διαθέτουν έξοδο (αναλογικό σήμα) για ενημέρωση στο κέντρο ελέγχου της μονάδας. Το σύστημα θα περιλαμβάνει αισθητήριο με τα κάτωθι χαρακτηριστικά :

- Εύρος μέτρησης : – 2000...2000mV
- Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας : – 5...+75 °C
- Μέγιστο σφάλμα μέτρησης :  $\pm 1$  της % μετρούμενης τιμής

- Μέγιστη πίεση δείγματος : 2 bar
- Αισθητήριο θερμοκρασίας : NTC 300 Ohm με αυτόματη αντιστάθμιση
- Βαθμονόμηση: Μέσω μενού 1 ή 2 σημείων
- Μέγιστη επιτρεπτή ταχύτητα ροής στο αισθητήριο: 3m/s
- Καθετήρα για το αισθητήριο

#### **6.5.7 Διακόπτες στάθμης δοχείων**

Διακόπτες στάθμης από υλικό ανθεκτικό σε χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της στάθμης σε δοχεία εργασίας – αποθήκευσης διαλυμάτων, την αποφυγή της «εν ξηρώ» λειτουργίας των δοσομετρικών αντλιών, την αναγγελία παραγγελίας ή/και προετοιμασίας διαλύματος, την αποφυγή υπερχείλισης κατά τη διαδικασία πλήρωσης των δοχείων κλπ. Έκαστο αισθητήριο είναι συνδεδεμένο σε ηλεκτρονικό μεταδότη με καλώδιο μεταβλητού μήκους. Με αυτούς τους διακόπτες, που δεν έχουν κινούμενα μέρη, εξασφαλίζονται τα κάτωθι :

- εύκολη τοποθέτηση,
- αξιόπιστη λειτουργία,
- ακρίβεια στον έλεγχο της στάθμης,
- μεγάλη διάρκεια ζωής ανεπηρέαστη από το χημικό περιβάλλον,
- μηδενική σχεδόν κατανάλωση ρεύματος,
- εύκολη συνδεσμολογία που συνεργάζεται άμεσα με όλα τα PLC και συστήματα ελέγχου χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτερες ρυθμίσεις.

#### **6.5.8 Πλωτεροδιακόπτες**

Διακόπτες στάθμης τύπου πλωτήρα ανώτατης (LSH), κατώτατης (LSL), πολύ υψηλής (LSHH), πολύ χαμηλής (LSLL) στάθμης σε αντλιοστάσια υγρού θαλάμου και δεξαμενές. Ανάλογα με τη θέση τους, δίνουν σήμα εκκίνησης – παύσης στους αντίστοιχους κινητήρες ή/και συναγερμού τόσο τοπικά όσο και στο ΚΕΛ (ανάλογα με την εφαρμογή) Κάθε διακόπτης θα είναι αυτοκαθαριζόμενος που δεν χρειάζεται συντήρηση. Θα χρησιμοποιεί μικροδιακόπτη για να εκκινεί και να σταματά τις αντλίες, με βάση μια προκαθορισμένη στάθμη. Ο μικροδιακόπτης θα προστατεύεται από μαλακό πολυπροπυλένιο, ανθεκτικό στην διάβρωση.

Ο διακόπτης θα κρέμεται βυθισμένος στο υγρό και η λειτουργία του δεν θα επηρεάζεται από επικαθίσεις λίπους και στερεών, αφού θα αυτοκαθαρίζεται μέσω της εμβαπτίσεως. Το υλικό του θα είναι το πολυπροπυλένιο, ενώ το καλώδιο ανάρτησης θα είναι από ελαστικό πολυχλωροπρένιο

Η θερμοκρασία λειτουργίας θα είναι 0 ... +60 °C και ο βαθμός προστασίας IP 68.

## 7. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

### 7.1 ΔΟΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Συνοπτικά στα νέα ηλεκτρολογικά έργα που αφορούν στην εν λόγω ΕΕΣ περιλαμβάνονται τα κάτωθι :

- Δίκτυο διανομής ενέργειας χαμηλής τάσης
- Τοπικοί υποπίνακες
- Τοπικά χειριστήρια
- Εγκαταστάσεις γείωσης
- Εσωτερικές ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις κτιρίων

Η ΕΕΣ τροφοδοτείται από το Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ), ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο κτίριο ηλεκτρικής ενέργειας του ΧΥΤΑ.

Η εγκατάσταση Χ.Τ. περιλαμβάνει τα δίκτυα διανομής από τον Γενικό Πίνακα Διανομής μέχρι τους πίνακες φωτισμού και κίνησης, τα κυκλώματα φωτισμού και κίνησης των κτιρίων καθώς και τα κυκλώματα κίνησης του απαιτούμενου εξοπλισμού της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

Για την απρόσκοπτη και ασφαλή λειτουργία σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης από τη ΔΕΗ έχει προβλεφθεί η εγκατάσταση συστήματος εφεδρικής ηλεκτροπαραγωγής (Η/Ζ) στο κτίριο ηλεκτρικής ενέργειας του ΧΥΤΑ.

### 7.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

#### 7.2.1 Κανονισμοί και Πρότυπα

Στις προδιαγραφές που ακολουθούν, όπου γίνεται μνεία προτύπων και κανονισμών, νοείται ότι αυτά αναφέρονται σαν οδηγοί για την αποδεκτή ποιότητα υλικών και εργασίας :

- Προδιαγραφές ΕΛΟΤ (Πρότυπο HD-384)
- Ηλεκτρολογικές Προδιαγραφές ΔΕΗ
- Γερμανικά πρότυπα VDE
- Γερμανικά πρότυπα DIN

- Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή ICE
- Διεθνής Επιτροπή Πιστοποίησης Συμβατότητας Ηλεκτρολογικού Εξοπλισμού CEE
- Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού CIE

### 7.2.2 Δεδομένα Μελέτης

Διανομή ενέργειας	400 / 230 V	(50 HZ)
Κινητήρες ισχύος από 0.37 έως 160KW	400 V	(3 φάσεις)
Κινητήρες ισχύος < 0.37	230 V	(1 φάση)
Φωτισμός	230 V	(1 φάση)
Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος	45	°C

### 7.2.3 Επιθεώρηση και Δοκιμές

Η όλη ηλεκτρολογική εγκατάσταση και οι συσκευές θα επιθεωρούνται και θα δοκιμάζονται τακτικά παρουσία του Επιβλέποντα Μηχανικού. Οι δοκιμές στο εργοστάσιο θα περιλαμβάνουν βασικές δοκιμές απόδοσης για κάθε τύπο συσκευής, συνήθεις δοκιμές που θα αποδεικνύουν ότι οι συσκευές έχουν συναρμολογηθεί σωστά και λειτουργούν ικανοποιητικά από άποψη ηλεκτρολογική και μηχανολογική, δοκιμές και μετρήσεις των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων για αντοχή μόνωσης διακοπών, αντοχή κύριων γραμμών μεταφοράς, κινητήρων, γεννητριών καθώς και δοκιμές από αρμόδια επιτροπή που έχει το δικαίωμα να συστήσει ο εργοδότης. Οι δοκιμές επί τόπου του έργου θα συμπεριλαμβάνουν δοκιμές, πριν τη θέση της ΕΕΣ σε αποδοτική λειτουργία για όλα τα ηλεκτρολογικά υλικά, καλωδιώσεις και βοηθητικές διατάξεις, καθώς και δοκιμή του συστήματος υπό φορτίο. Όλα τα όργανα θα δοκιμασθούν κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία τους όταν αυτά ενεργοποιηθούν από την προβλεπόμενη πηγή ενέργειας.

### **ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΓΗ**

Η δοκιμή αυτή συνίσταται στη μέτρηση της αντιστάσεως μονώσεως προς τη γη κάθε τμήματος της εγκαταστάσεως που συμπεριλαμβάνεται μεταξύ δύο διαδοχικών ασφαλειών ή βρίσκεται μετά τη τελευταία ασφάλεια. Η αντίσταση αυτή πρέπει να βρεθεί

όχι κατώτερη των 250.000 ΩΜ για αγωγούς διατομής μέχρι και 10 τ.χ. Παραπάνω από τη διατομή αυτή γίνεται δεκτό ότι η μόνωση μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα της διαμέτρου των αγωγών. Οι μετρήσεις θα γίνονται με τη βοήθεια ρεύματος τουλάχιστον 220 V και ο αρνητικός πόλος θα συνδέεται προς την ελεγχόμενη γραμμή. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών οι ασφάλειες, οι διακόπτες και οι λαμπτήρες θα είναι τοποθετημένοι σε θέση λειτουργίας, οι δε μόνιμες συσκευές κατανάλωσης θα είναι αποσυνδεδεμένες.

#### **ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΜΕΤΑΞΥ ΑΓΩΓΩΝ**

Οι μετρούμενες τιμές αντιστάσεως μονώσεως μεταξύ αγωγών θα είναι τουλάχιστον ίσες με τις οριζόμενες στην προηγούμενη δοκιμή. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών οι ασφάλειες και οι διακόπτες θα είναι τοποθετημένοι σε θέση λειτουργίας, ενώ οι λαμπτήρες και όλες οι συσκευές κατανάλωσης θα είναι αποσυνδεδεμένες. Οι δοκιμές θα εκτελεστούν και για τις μόνιμες ηλεκτρικές συσκευές της εγκατάστασης.

#### **ΔΟΚΙΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ**

Κατά τη δοκιμή αυτή ελέγχεται η ορθή σύνδεση των διακοπών (διακοπή φάσεως και όχι του ουδετέρου), η συνέχεια γειώσεων και η συνέχεια των αγωγών σε τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής και κανονική λειτουργία της εγκατάστασης. Εφόσον κατά τις δοκιμές είναι δυνατόν να τεθεί η εγκατάσταση υπό τάση, θα γίνει έλεγχος της ασφαλούς και καλής λειτουργίας της με χειρισμό των συσκευών κατανάλωσης.

#### **7.2.4 Κινητήρες**

Για ισχύ μεγαλύτερη του 1 kW οι ηλεκτρικοί κινητήρες θα είναι τριφασικοί, με τάση λειτουργίας 400V / 50HZ και κατάλληλοι για συνεχή λειτουργία υπό την ονομαστική ισχύ. Κινητήρες που εγκαθίστανται στο ύπαιθρο θα είναι κλειστού τύπου με φυσικό αερισμό ή αυτοαεριζόμενοι και βαθμό προστασίας IP55. Κινητήρες που εγκαθίστανται σε κλειστούς χώρους θα προστατεύονται κατάλληλα από την υγρασία και θα αερίζονται με φυσικό αερισμό ή θα είναι αυτοαεριζόμενοι, με βαθμό προστασίας IP 44.

Κινητήρες που βρίσκονται σε περιβάλλον αναθυμιάσεων εκρηκτικών αερίων θα είναι αντιαεκρηκτικού τύπου.

Οι περιελίξεις των κινητήρων θα είναι κατάλληλες ώστε να λειτουργούν και να αντέχουν στις επικρατούσες συνθήκες λειτουργίας.

Κάθε κινητήρας θα είναι εφοδιασμένος με τερματικό κυτίο για καλώδια ισχύος, θερμικής

προστασίας και γείωσης. Τα τερματικά κυτία των υποβρύχιων κινητήρων θα είναι απόλυτα υδατοστεγή.

Όλοι οι κινητήρες θα είναι κατάλληλα μονωμένοι και θα φέρουν πινακίδα με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους.

Κάθε κινητήρας βασικού μηχανήματος θα είναι εφοδιασμένος με θερμική προστασία που θα περιλαμβάνει σύστημα THERMISTOR με τρεις ανιχνευτές, ένα για κάθε φάση της περιέλιξης των κινητήρων. Το σύστημα θα είναι εγκατεστημένο στον πίνακα του εκκινητή και θα ελέγχει τις θερμοκρασίες της περιέλιξης, θέτοντας σε λειτουργία βοηθητικά κυκλώματα ή σύστημα κινδύνων όταν γίνει υπέρβαση των προκαθορισμένων θερμοκρασιών.

Η εκκίνηση των κινητήρων των αντλιών θα επιτυγχάνεται μέσω μονάδων ρυθμιστών ταχύτητας (inverter). Ο ρυθμιστής ταχύτητας θα τροφοδοτεί τον κινητήρα με μεταβλητή τάση και συχνότητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις ταχύτητας και ως την ονομαστική ισχύ εξόδου. Επίσης ο ρυθμιστής θα δύναται να αυτορυθμίζεται με αυτόματη μέτρηση των παραμέτρων του κινητήρα. Επίσης θα υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας για μεταβλητή ροπή. Ο ρυθμιστής ταχύτητας θα πληροί τους διεθνείς κανονισμούς IEC/EN 61800 / 61100, EN 50178.

#### **7.2.5 Καλώδια και υλικά όδευσης**

Όλα τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, θα συμφωνούν με τις απαιτήσεις των ακόλουθων προτύπων :

- VDE 0207, Teile 1-24 Προδιαγραφές μονωτικών υλικών και μανδύων για καλώδια.
- VDE 0250, Teile 1, 102, ..., 818 Κανονισμοί για μονωμένους αγωγούς εγκαταστάσεων ισχύος και φωτισμού.
- VDE 0271 Καλώδια με μόνωση PVC, (Y).
- VDE 0272 Καλώδια με μόνωση Πολυαιθυλένιο (2Y)
- VDE 0273 Καλώδια με μόνωση Δικτυωμένο Πολυαιθυλένιο (2X)
- VDE 0278 Εξαρτήματα, μούφες, ακροκεφαλές για καλώδια μέχρι 30 KV
- VDE 0282 Αγωγοί με μόνωση PVC
- VDE 0298 Χρήση και επιτρεπόμενες φορτίσεις για καλώδια τάσεως μέχρι 30 KV
- IEC 60502-2 Καλώδια ισχύος με μόνωση PVC

Για να είναι εγγυημένη η μακροχρόνια σωστή λειτουργία και αξιοπιστία των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσης πρέπει να υποστούν τις δοκιμές, σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ 1099,

843, 757, 698. Η εκλογή των καλωδίων και των συντελεστών απομειώσεως θα βασισθούν στα ακόλουθα:

- Θερμοκρασία εδάφους.
- Θερμική αγωγιμότητα εδάφους.
- Βάθος τοποθέτησεως καλωδίων χαμηλής τάσεως 0,6 m.
- Ομαδοποίηση καλωδίων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 και της ΔΕΗ.
- Εναέρια τοποθέτηση σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 και της ΔΕΗ.

Κάθε καλώδιο θα πρέπει να καλύπτει με επάρκεια τις συνθήκες μεγίστου φόρτου λειτουργίας και βραχυκυκλώματος καθώς και τις κλιματικές και λοιπές συνθήκες του τόπου του έργου. Για τον καθορισμό της διατομής των καλωδίων λαμβάνονται υπόψη κατ' ελάχιστον οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Στάθμη βραχυκυκλώματος
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος και τρόπος εγκαταστάσεως
- Πτώση τάσεως στα κυκλώματα των κινητήρων, οφειλόμενη στην εφαρμοζόμενη μέθοδο εκκινήσεως.
- Ρύθμιση θερμικών στοιχείων των αυτόματων διακοπών.
- Τοποθέτηση καλωδίων εναέρια, υπόγεια ή μέσα σε κανάλι.

### ***Καλώδια χαμηλής τάσης***

Τα καλώδια πρέπει να έχουν χάλκινους μονόκλωνους ή πολύκλωνους αγωγούς μέσα σε θερμοπλαστική μόνωση από PVC ή δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE και εξωτερικό μανδύα από PVC. Η κατασκευή τους θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο IEC 60502-2. Οι τύποι των καλωδίων θα είναι:

- Για το φωτισμό A05VV-U (μονόκλιωνα) ή A05VV-R (πολύκλιωνα), ονομαστικής τάσεως 300/500 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 563.
- Για τους κινητήρες του Η/Μ εξοπλισμού J1VV-U (μονόκλιωνα) ή J1VV-R (πολύκλιωνα), ονομαστικής τάσεως 600/1000 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ 843.
- Για τις παροχές των πινάκων κίνησης XLPE/PVC οπλισμένα, ονομαστικής τάσεως 600/1000 V και κατασκευής κατά IEC 502.
- Για την τροφοδοσία των υποβρύχιων αντλιών και αναδευτήρων τα καλώδια θα είναι H07RN-F, ονομαστικής τάσεως 450 V / 750 V και κατασκευής κατά ΕΛΟΤ



623 και VDE 0282.

Επιπλέον, κάθε καλώδιο ισχύος για την τροφοδοσία ηλεκτροκινητήρα θα έχει ελάχιστη ονομαστική διατομή 2,5 mm<sup>2</sup>, ενώ τα καλώδια ισχύος για την τροφοδοσία των φωτιστικών σωμάτων ή οργάνων δύνανται να έχουν ελάχιστη ονομαστική διατομή 1,5 mm<sup>2</sup>. Η διατομή του ουδέτερου θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

Κάθε καλώδιο ισχύος θα συνοδεύεται από αγωγό γείωσης καταλλήλου διατομής, ο οποίος θα είναι ενσωματωμένος στο καλώδιο ή θα είναι ξεχωριστό καλώδιο με θερμοπλαστική μόνωση (PVC), πράσινου/κίτρινου χρώματος, με διατομή καθορισμένη σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60364 και το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Η χρησιμοποίηση του χαλύβδινου οπλισμού των καλωδίων, των σωληνώσεων προστασίας των αγωγών των σωληνώσεων νερού κτλ. ως μοναδικών μέσων γείωσης, απαγορεύεται αυστηρά.

Τα καλώδια θα είναι συνεχή. Ενδιάμεση σύνδεση (μάτισμα) δεν επιτρέπεται.

Η τοποθέτηση των καλωδίων μέσα σε σωληνώσεις ή εναέρια κανάλια, θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις της ΔΕΗ και του προτύπου IEC 60364.

Τα καλώδια θα είναι πολυπολικά σύμφωνα το VDE 0250/69, 0271/69 (DIN 47705). Οι αγωγοί των καλωδίων μπορούν να είναι μονόκλωνοι μέχρι διατομής 4 mm<sup>2</sup> αλλά θα είναι πολύκλωνοι από 6 mm<sup>2</sup> και άνω.

Οι επιτρεπόμενες μέγιστες πτώσεις τάσης για τα διάφορα μέρη ενός ηλεκτρικού συστήματος φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Επιτρεπόμενες μέγιστες πτώσεις τάσης**

A/A	Στοιχεία του συστήματος	Συνθήκες λειτουργίας	Πτώση τάσης
1	Στα καλώδια τροφοδοσίας των κινητήρων	Κινητήρας που λειτουργεί στην ονομαστική ισχύ	5%
2	Στους ακροδέκτες των κινητήρων κατά την εκκίνηση σε βραχυκύκλωμα	Κατά την διάρκεια εκκίνησης του κινητήρα (σημ. I)	25%
3	Στις μπάρες των πινάκων τροφοδοσίας των κινητήρων	Κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του πιο μεγάλου κινητήρα (σημ. II)	15%
4	Στα καλώδια τροφοδοσίας των πινάκων φωτισμού	Με μέγιστο προβλεπόμενο φορτίο	1%
5	Στα καλώδια τροφοδοσίας των φωτιστικών σωμάτων		2%

Σημ. I α. Η διαθέσιμη τάση στους ακροδέκτες των κινητήρων κατά τη διάρκεια της εκκίνησης θα είναι τέτοια που να εγγυάται μία σίγουρη εκκίνηση των κινητήρων, ακόμη και για μέγιστο φορτίο, χωρίς βλάβη των κινητήρων.

- β. Η μέγιστη τιμή των 25% εννοείται σαν άθροισμα των πτώσεων τάσης στα καλώδια και τις μπάρες των πινάκων τροφοδοσίας των κινητήρων από τον αντίστοιχο Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης μέχρι την κατανάλωση.
- γ. Για κινητήρες μέσης τάσης, η αναγκαία τάση στους ακροδέκτες κατά την εκκίνηση θα είναι γενικά μεγαλύτερη από 75% της τάσης παροχής και έτσι οι συνθήκες εκκίνησης θα είναι αντικείμενο επαλήθευσης κατά περίπτωση. Θα ικανοποιείται όμως παντού η συνθήκη του προηγούμενου σημείου (α) αυτής της σημείωσης.

Σημ. II Η διαθέσιμη τάση στις μπάρες θα είναι τέτοια ώστε να μην εμποδίζει την λειτουργία των κινητήρων που είναι ήδη αναμμένοι και να επιτρέπει το κλείσιμο των επαφών των κινητήρων.

Για τα καλώδια μεταφοράς ενέργειας υποβρυχίων βυθιζόμενων συγκροτημάτων χρησιμοποιούνται εύκαμπτα καλώδια με μήκος επαρκές, ώστε να εκτείνονται από το κουτί συνδέσεως του κινητήρα μέχρι το κουτί συνδέσεως που βρίσκεται στο επίπεδο του ανοίγματος επισκέψεως της δεξαμενής. Τα εύκαμπτα καλώδια θα αποτελούνται από εύκαμπτους, χάλκινους αγωγούς 450 V / 750 V μονωμένους με ελαστικό μανδύα με εύκαμπτη μόνωση από ελαστικό κατάλληλο για υποβρύχια χρήση.

Τα εύκαμπτα καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος υπολογίζονται έτσι, ώστε να δέχονται όλο το ρεύμα που χρειάζεται ο κινητήρας για να λειτουργήσει κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρού περιβάλλοντος.

Οι συζεύξεις καλωδίων θα είναι πλήρως υδατοστεγείς σε συνθήκες καταιγισμού νερού και τροπικά κλίματα. Τα παρεμβύσματα εισόδου των καλωδίων θα πρέπει να είναι τελείως στεγανά.

Το σώμα των συζευκτών θα είναι από αλουμίνιο, ορείχαλκο ή άλλο υλικό ανθεκτικό στην διάβρωση. Θα είναι επίσης εφοδιασμένο με κρίκους για να κλειδώνει με λουκέτο ώστε να αποφεύγονται οι περιπτώσεις επέμβασης από αναρμόδια άτομα, βανδαλισμών κτλ.

Τα καλώδια θα παρέχουν τη δυνατότητα αποσυνδέσεως. Τα κουτιά αποσυνδέσεως θα είναι από χυτοσίδηρο, ανθεκτικά στις καιρικές συνθήκες, με χοντρούς ορειχάλκινους ακροδέκτες ώστε να διευκολύνεται η αποσύνδεση των καλωδίων ρεύματος / προστασίας της αντλίας κατά την αφαίρεσή της. Το κουτί θα είναι πλήρες, με υδατοστεγή παρεμβύσματα για τα καλώδια ρεύματος / προστασίας της αντλίας.

### ***Καλώδια οργάνων και ελέγχου***

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση οργάνων και τα κυκλώματα ελέγχου πρέπει να είναι πολύκλινα κατασκευασμένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατά VDE 0271 ονομαστικής διατομής 1,5 mm<sup>2</sup> με αριθμημένους κλώνους για σήμανση αναγνώρισης σε όλο το μήκος τους. Στα άκρα των καλωδίων θα στερεωθούν δακτύλιοι

με τα κωδικά στοιχεία τους. Σε σημεία διασύνδεσης των αγωγών, όπου η αλλαγή κωδικών είναι αναπόφευκτη, κάθε αγωγός θα φέρει διπλούς δακτυλίους σημάνσεως. Κάθε αλλαγή αρίθμησης θα σημειώνεται επάνω στο ηλεκτρικό διάγραμμα της εγκαταστάσεως στην οποία έγινε η αλλαγή.

Όπου προβλέπονται κυτία συνδέσεως ή διακλαδώσεως για τη διαλογή και σύνθεση της ομάδας καλωδίων οργάνων και ελέγχου μιας μονάδος του εξοπλισμού, τα κυτία αυτά θα είναι κατάλληλα για το σκοπό που προορίζονται και για επίτοιχη τοποθέτηση και θα φέρουν δύο σειρές ακροδεκτών τύπου κώ.

### ***Καλώδια μεταφοράς δεδομένων***

Για τη μεταφορά των δεδομένων θα χρησιμοποιηθούν καλώδια με χάλκινους αγωγούς χάλκινους αγωγούς μονόκλωνους ή πολύκλωνους των πιο κάτω τύπων:

- LiYCY(TP) όταν απαιτείται ηλεκτρική θωράκιση του μεταφερομένου σήματος.
- UTP-FTP κατ' ελάχιστον CATEGORY 5 σε εφαρμογές που δεν αναμένονται ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στη μετάδοση των δεδομένων.

Η κατασκευή των καλωδίων LiYCY(TP) πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές VDE 0812 και 0814 και έχει ως ακολούθως:

- Αγωγοί: Λεπτοπολύκλωνα συρματίδια χαλκού (VDE 0295 class 5)
- Μόνωση αγωγών: Από PVC με κωδικοποίηση χρωματισμών κατά DIN 47100 χωρίς επανάληψη χρωμάτων
- Συνεστραμμένοι αγωγοί: σε ζεύγη
- Θωράκιση: Πλέγμα επικασσιτερωμένου χαλκού με κάλυψη >90%
- Εξωτερικός μανδύας: PVC χρώματος γκρι, βραδύκαυστο κατά IEC 332.1
- Τάση λειτουργίας: 250 V (κορυφή 500 V)
- Περιοχή θερμοκρασιών: -30°C έως 80°C

Η κατασκευή των καλωδίων UTP-FTP πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές ISO/IEC DIS 11801 Class D, TIA/EIA 568A και TSB 36 και έχει ως ακολούθως:

- Αγωγοί: Μονόκλωνα συρματίδια καθαρού χαλκού διαμέτρου 0,5 mm (24 AWG)
- Μόνωση αγωγών: Πολυαιθυλένιο (PE) με κωδικοποίηση χρωματισμών
- Συνεστραμμένοι αγωγοί: σε ζεύγη με πολύ μικρό βήμα στρέψης.
- Θωράκιση (FTP μόνο): Φύλλο αλουμινίου με συνθετική επικάλυψη και αγωγός συνέχειας από επικασσιτερωμένο χαλκό.
- Εξωτερικός μανδύας: PVC χρώματος γκρι, βραδύκαυστος κατά IEC 332.1

- Περιοχή θερμοκρασιών: -30 °C έως 80 °C

Τα καλώδια θα είναι συνεστραμμένα (twist pair) 4 ή 25 αγωγών συχνότητας 100 MHz χωρητικότητας 46 pF/m, σύνθετης αντίστασης  $100 \Omega \pm 15 \Omega$  με απόσβεση 21,98 dB/100 m στα 100 MHz.

### ***Εγκατάσταση και οδεύσεις καλωδίων***

Όλα τα καλώδια πρέπει να εγκατασταθούν σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και τους κανόνες της τέχνης, ακολουθώντας κατά το δυνατόν ευθείες οδεύσεις. Ειδικότερα, θα εφαρμοστούν το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και τα VDE 100 και VDE 101.

Οι σωλήνες διέλευσης των καλωδίων διανομής θα είναι από PVC. Οι σωλήνες των καλωδίων από τους τοπικούς υποπίνακες έως τα μηχανήματα που οδεύουν σε δομικά στοιχεία θα είναι γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες, χωρίς μονωτική επένδυση, με διάμετρο και πάχος τοιχωμάτων σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

Καλώδια που οδεύουν σε τοιχία μπορούν να τοποθετούνται σε κλειστές διάτρητες γαλβανισμένες σχάρες, που στερεώνονται στο τοιχίο με εκτονωτικά βύσματα.

Όταν μία μονάδα του εξοπλισμού εξυπηρετείται από περισσότερα του ενός καλώδια, θα πρέπει να ληφθεί ειδική μέριμνα ώστε να εξασφαλισθεί η όδευση των καλωδίων από μία κοινή κατεύθυνση και ο τερματισμός τους με κανονική σειρά και συμμετρία.

Κάθε καλώδιο θα φέρει σε κάθε άκρο του σταθερή σήμανση με τον αριθμό του ο οποίος αναφέρεται στους καταλόγους των υλικών. Οι αναγνωριστικές πινακίδες θα έχουν κατάλληλο μέγεθος και μορφή που θα εγκρίνει η Υπηρεσία και θα είναι στερεωμένες κατά τρόπο ασφαλή επάνω στα καλώδια.

Πινακίδες αναγνωρίσεως θα τοποθετηθούν επίσης στην είσοδο και έξοδο των καλωδίων από υπόγεια κανάλια, οικοδομικά στοιχεία και γενικά σε κάθε περίπτωση αφανούς τοποθέτησης όπου απαιτείται να σημειώνεται και να αναγνωρίζεται η όδευση των καλωδίων. Η χρήση πινακίδων στερεωμένων με κόλλα απαγορεύεται.

Τα σημεία εξόδου και εισόδου των καλωδίων σε οικοδομικά στοιχεία ή βάσεις εδράσεως πινάκων θα στεγανώνονται. Η στεγάνωση θα πραγματοποιείται με κατάλληλο ελαστομερές υλικό και θα φέρει τελικό εξωτερικό στρώμα αδιάβροχης αποξειδικής ρητίνης πάχους όχι μικρότερου των 40 mm ή ελαφράς τσιμεντοκονίας κατά περίπτωση. Η εργασία αυτή θα γίνει και για κάθε εφεδρικό άνοιγμα. Ο Ανάδοχος είναι υπεύθυνος και για την προσωρινή στεγάνωση κάθε οπής διελεύσεως καλωδίου από οικοδομικό στοιχείο

κατά τη διάρκεια του σταδίου κατασκευής για λόγους προστασίας έναντι κατακλύσεως. Κατά τη διάρκεια της εργασίας στεγανώσεως θα πρέπει να επιδεικνύεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην υποστούν φθορές η επένδυση και η ενίσχυση του καλωδίου.

Όλα τα καλώδια ισχύος θα συνδέονται προς τους πίνακες κατά τρόπο που θα διασφαλίζει ότι η σωστή διαδοχή φάσεων, οι αριθμοί των φάσεων και τα χρώματα των αγωγών θα διατηρούνται σε όλη την εγκατάσταση.

Οι αγωγοί των καλωδίων χαμηλής τάσεως θα ταυτίζονται με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1η Φάση	L1
2η Φάση	L2
3η Φάση	L3
Ουδέτερος	N ή μπλε αγωγός
Γείωση	πράσινο ή κιτρινο/πράσινο

Τα μονοπολικά καλώδια ισχύος θα φέρουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά ταύτισης:

Φάση Καφέ	
Ουδέτερος	Μπλε
Γείωση	Πράσινο ή κιτρινο/πράσινο

Όλοι οι αγωγοί των καλωδίων θα τερματίζουν σε κατάλληλες χάλκινες λαβές ή ορειχάλκινους δακτυλίους με χρήση ειδικού εργαλείου. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται “κατσάρωμα” με τα χέρια ή πένσα.

Τα άκρα των καλωδίων μέσης και χαμηλής τάσεως θα στεγανώνονται κατάλληλα, όταν τα καλώδια βρίσκονται στα στροφεία, για να αποφεύγεται η είσοδος υγρασίας και όταν αποκόπτεται ένα κομμάτι από το καλώδιο που είναι στο στροφείο, το τέρμα του καλωδίου που απομένει θα στεγανώνεται αμέσως.

Οι έλξεις κατά την διάρκεια της τοποθέτησης δεν πρέπει να υπερβούν τις προδιαγραφόμενες τιμές του κατασκευαστή, και σε περίπτωση ελλείψεως αυτής, δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 6 kg/mm<sup>2</sup> διατομής. Για το σκοπό αυτό οι έλξεις θα γίνονται ή με το χέρι, ή μηχανοκίνητα με την προϋπόθεση όμως ότι διατίθεται όργανο ελέγχου της έλξης.

Όλα τα μήκη των καλωδίων που κόβονται από το στροφείο πρέπει να τοποθετούνται αμέσως στις προβλεπόμενες θέσεις αλλιώς πρέπει να στεγανώνονται αμέσως τα άκρα των.

Προκειμένου να κοπεί ένα τμήμα καλωδίου από το στροφείο, το στροφείο θα

τοποθετείται σε κατάλληλη θέση ώστε να διευκολύνεται η αφαίρεση του καλωδίου και να αποφεύγονται στροφές και διπλώσεις. Όταν το αποκοπτόμενο μήκος καλωδίου είναι μεγάλο θα χρησιμοποιούνται κατάλληλα ράουλα ή φορεία έλξεως καλωδίων. Η όδευση των καλωδίων θα είναι σύμφωνη με τα συμβατικά σχέδια.

Επέκταση των καλωδίων (μάτισμα) μέσω κατάλληλων μουφών δεν επιτρέπεται παρά μόνο στις περιπτώσεις που το μήκος της γραμμής είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο μήκος του καλωδίου ενός στροφείου και αφού ενημερωθεί η Υπηρεσία.

Οι αγωγοί κάθε καλωδίου που συνδέει στρεφόμενη μηχανή (κινητήρα ή γεννήτρια) θα φέρουν δακτυλίους με τα χαρακτηριστικά σύμβολα, ώστε να διευκολύνεται η σωστή σύνδεση κάθε μηχανής.

Όταν χρειάζεται να αφαιρεθεί η πλαστική επένδυση των καλωδίων, όπως π.χ. στο τέρμα των καλωδίων, θα αφαιρείται το ελάχιστο απαιτούμενο τμήμα και ο εκτιθέμενος αγωγός ή οπλισμός θα καλύπτεται επαρκώς με κατάλληλο πλαστικό δακτύλιο.

Τα καλώδια με μόνωση από PVC ή XLPE θα στερεώνονται στο τέρμα τους μέσω μηχανικών στυπιοθλιπτών σύμφωνα με το εφαρμοζόμενο πρότυπο. Οι στυπιοθλίπτες αυτοί θα είναι ορειχάλκινοι εκτός από τις περιπτώσεις καλωδίων με οπλισμό από ταινία αλουμινίου, όπου οι στυπιοθλίπτες θα είναι από αλουμίνιο. Οι στυπιοθλίπτες θα εξασφαλίζουν επαρκή στερέωση των καλωδίων μέσω του μεταλλικού οπλισμού τους, εξασφαλίζοντας ταυτοχρόνως και πλήρη σύνδεση προς γη. Θα παραδοθούν πλήρεις, με ορειχάλκινο στοιχείο σύνδεσης προς γη και κατάλληλο πλαστικό κάλυμμα μέσω του οποίου θα στεγανώνεται αποτελεσματικά το μεταξύ επενδύσεων του καλωδίου και στυπιοθλίπτου διάκενο.

Τα καλώδια μέσης τάσης θα στερεώνονται στο τέρμα τους μέσω συρρικνουμένων υπό την επίδραση της θερμότητας (heat shrink) στοιχείων, τα οποία θα έχουν υποστεί πλήρη εξομάλυνση τάσεων.

### ***Εσχάρες στηρίξεως καλωδίων***

Κατά τις ομαδικές οδεύσεις καλωδίων ισχυρών ρευμάτων ή γυμνών χάλκινων αγωγών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, μεταλλικές σχάρες, από διάτρητη γαλβανισμένη λαμαρίνα, ανοικτού ή κλειστού τύπου κατά περίπτωση, με τα ειδικά εξαρτήματα για τη στήριξη τους.

Οι εσχάρες οδεύσεως των καλωδίων κατασκευάζονται από χαλυβδοελάσματα, φέρουν ομοίου τύπου στοιχεία σύνδεσης και εγκαθίστανται σύμφωνα με τις οδηγίες του

εργοστασίου κατασκευής τους.

Οι καμπύλες και τα τεμάχια διακλάδωσης και σύνδεσης θα έχουν τυποποιημένη μορφή και οι εσωτερικές ακτίνες καμπυλότητας δεν θα είναι μικρότερες από 300 mm. Το σύστημα των εσχάρων θα είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE-1 και οι τιμές φόρτισης θα υπολογιστούν σύμφωνα με το DIN 4114 με συντελεστή ασφαλείας 1,7 κατ' ελάχιστο. Το γαλβάνισμα θα είναι σύμφωνο με το DIN EN 10412 με βάρος επικάλυψης 350 g/m<sup>2</sup>. Οι σχάρες θα είναι προγαλβανισμένες με τη μέθοδο SENDZIMIR Z 275 σύμφωνα με το DIN 17162.

Οι εσχάρες θα έχουν επαρκές πλάτος ώστε τα καλώδια να τοποθετούνται σε ένα επίπεδο και στις κανονικές μεταξύ τους αποστάσεις χωρίς να αλληλεπικαλύπτονται εξασφαλίζοντας ότι το 30% της επιφανείας του θα παραμένει κενό (εφεδρεία).

Τα καλώδια θα ασφαρίζονται επάνω στις εσχάρες με τη βοήθεια μονωτικών ιμάντων, οι οποίοι θα βιδώνονται επάνω στην εσχάρα με πλαστικούς κοχλίες και ροδέλες. Θα στερεώνονται ανά διαστήματα τέτοια που θα εξασφαλίζουν μια καθαρή και τακτοποιημένη εγκατάσταση.

Ειδική μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται στις κατακόρυφα τοποθετημένες εσχάρες, όπου πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα και επαρκή στοιχεία στερεώσεως των καλωδίων, ώστε να επιτυγχάνεται ασφάλεια και καλή κατανομή των φορτίων. Τα καλώδια που οδεύουν επάνω σε κατακόρυφες εσχάρες θα στερεωθούν κατά τρόπο ασφαλή ανά διαστήματα το πολύ 600 mm.

Οι βραχίονες στηρίξεως των εσχάρων κατασκευάζονται από γαλβανισμένο εν θερμώ χαλυβοέλασμα πάχους τουλάχιστον 2 mm και θα έχουν πλάτος τουλάχιστον 1 cm μεγαλύτερο από το πλάτος της σχάρας που στηρίζουν και θα είναι υπολογισμένα για μέγιστο φορτίο 50 kg. Οι αποστάσεις μεταξύ τους θα είναι τέτοιες ώστε οι μεν σχάρες πλάτους 100 mm – 300 mm να δέχονται φορτίο 100 kp/m ενώ οι σχάρες πλάτους 400 mm – 600 mm φορτίο 200 kp/m. Σε κάθε περίπτωση, η μεταξύ τους απόσταση δεν θα υπερβαίνει σε καμιά περίπτωση τα 1.200 mm. Η στερέωση των βραχιόνων αυτών θα είναι επαρκής για το μέγιστο φορτίο της εσχάρας.

Οι ορθοστάτες θα είναι από χαλυβοέλασμα γαλβανισμένο εν θερμώ πάχους τουλάχιστον 3 mm διπλού «π» μονοί ή διπλοί ανάλογα με τα φορτία των εσχάρων. Για εσχάρες πλάτους μεγαλύτερου από 200 mm μπορούν να χρησιμοποιηθούν ορθοστάτες μορφής. Οι ορθοστάτες αυτοί θα αναρτώνται από την οροφή και για την στήριξή τους θα χρησιμοποιηθούν κοινά βύσματα μεταλλικά με τις κατάλληλες βίδες.



Οι βίδες που θα χρησιμοποιηθούν για τις συνδέσεις των εσχάρων, των ειδικών τεμαχίων κτλ. θα είναι ειδικής μορφής για να μην τραυματίζονται τα καλώδια και πρέπει να είναι επιψευδαργυρωμένες.

Σε όποιες εσχάρες οδεύουν μαζί με άλλα καλώδια σημάτων, καλώδια που μεταφέρουν αναλογικά σήματα (0-20mA ή 4-20mA) τότε θα τοποθετείται στην εσχάρα ειδικό διαχωριστικό εξάρτημα κατά μήκος έτσι ώστε να διαχωρίζει την σχάρα σε δυο τμήματα. Το ένα θα περιέχει τα καλώδια των αναλογικών σημάτων και το άλλο τα υπόλοιπα καλώδια σημάτων.

### ***Κουτιά διακλάδωσης***

Τα πλαστικά κουτιά διακλάδωσης είναι κατασκευασμένα από PVC, ιδίων προδιαγραφών κατασκευής με τους ευθύγραμμους σωλήνες, με κάλυμμα πρεσσαριστό ή βιδωτό που θα εξασφαλίζει απόλυτη στεγανότητα. Η σύνδεσή τους με τους σωλήνες θα γίνεται πάντοτε μέσω των ειδικών ρακόρ σύνδεσης. Τα κουτιά θα είναι διαστάσεων 62 mm x 62 mm, 82 mm x 82 mm, 91 mm x 91 mm και 100 mm x 100 mm κατά περίπτωση προστασίας IP 55.

Τα χαλύβδινα κουτιά θα είναι κατασκευασμένα από χαλυβδοέλασμα πάχους 3 mm γαλβανισμένα ή από άριστης ποιότητας χυτοσίδηρο, στεγανά προστασίας IP 55, τετράγωνα ή ορθογώνια, κατάλληλα για σύνδεση με χαλύβδινους σωλήνες καλωδίων. Οι διαστάσεις τους θα είναι επαρκείς για την άνετη σύνδεση των καλωδίων ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητα τσακίσματα.

### ***Σωληνώσεις προστασίας των καλωδίων***

Οι σωληνώσεις προστασίας των καλωδίων, σταθερές και εύκαμπτες, πρέπει να γίνουν σύμφωνα με τα πρότυπα: ΕΛΟΤ HD 384, EN 50086, EN 60423, IEC 60023, IEC 60614. Οι σταθεροί χαλυβοσωλήνες όδευσης ηλεκτρικών καλωδίων θα είναι γαλβανισμένοι εν θερμώ (εντός και εκτός) μέσου τύπου (κόκκινη ετικέτα) υδραυλικοί ή ειδικοί ηλεκτρολογικοί σωλήνες και θα εγκαθίστανται με πλήρη σειρά βιδωτών εξαρτημάτων όπως στις υδραυλικές συνδέσεις. Θα είναι σύμφωνοι με το IEC 60423, με ελάχιστο πάχος τοιχωμάτων 1,5 mm. Κουρμπάρισμα των σωλήνων επιτρέπεται μόνον μέσω καταλλήλου κουρμπαδόρου για γωνίες άνω των 90°. Οι γωνίες 90° θα γίνονται με έτοιμες καμπύλες. Η σύνδεσή τους με τα κουτιά διακλάδωσης θα γίνεται στεγανά με περικόχλια μέσα – έξω. Δεν θα γίνονται δεκτές άνω των δύο αλλαγών διεύθυνσης, χωρίς ενδιάμεσο κουτί



διακλάδωσης.

Σε όλες τις κτιριακές εγκαταστάσεις, οι σωληνώσεις προστασίας θα είναι επίτοιχες ή χωνευτές ή θαμμένες στο πάτωμα κατά περίπτωση και θα διαταχθούν σε καθαρούς και απλούς σχηματισμούς, που θα εξασφαλίζουν εφεδρεία χώρου για μελλοντικές σωληνώσεις προς όλους τους ηλεκτρικούς πίνακες. Στα σημεία που τελειώνουν οι τοίχοι και οι οροφές, οι σωληνώσεις θα καλυφθούν κατάλληλα.

Μη μεταλλικές εντοιχισμένες σωληνώσεις δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν εκτός των κτιρίων για γραφεία και των χώρων για γραφεία των λοιπών κτιρίων. Σε περίπτωση χρήσης τους, θα είναι από PVC, κατάλληλοι για εγκατάσταση στο έδαφος και για εγκιβωτισμό σε σκυρόδεμα, τυποποιημένων διαμέτρων 23 mm, 29 mm κ.ο.κ.

Οι ευθύγραμμοι πλαστικοί σωλήνες για εμφανή τοποθέτηση θα είναι από PVC, κατάλληλοι για εμφανή εγκατάσταση σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα IEC και τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ 798.1 και 799. Οι σωλήνες θα είναι άκαυστοι, απρόσβλητοι από οξέα κτλ. και υψηλής αντοχής σε υπεριώδη ακτινοβολία. Θα συνοδεύονται από πλήρη σειρά εξαρτημάτων όπως καμπύλες, μούφες, κολάρα, ρακόρ κτλ.

Η πληρότητα των σωλήνων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 40%. Δεν θα γίνονται δεκτές άνω των δύο αλλαγών διεύθυνσης, χωρίς ενδιάμεσο κουτί διακλάδωσης ή φρεάτιο.

Οι χαλυβδοσωλήνες σπирάλ θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη σύνδεση μηχανημάτων και οργάνων με τα χαλύβδινα κουτιά διακλάδωσης. Οι σωλήνες θα είναι ανοξείδωτοι, επενδεδυμένοι με μανδύα από PVC και θα συνοδεύονται από τα απαραίτητα εξαρτήματα σύνδεσης.

Οι διάμετροι των σωληνώσεων προστασίας θα καθοριστούν με βάση τον αριθμό των καλωδίων που πρόκειται να διέλθουν μέσα απ' αυτές, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 60364, ή όπως απαιτηθεί για κάποια συγκεκριμένη θέση, σε καμία όμως περίπτωση δεν θα υπάρξει διάμετρος σωλήνα μικρότερη από 20 mm.

Οι χωνευτές σωληνώσεις καθώς και αυτές που οδεύουν μέσα σε ψευδοροφές θα φέρουν τα απαραίτητα στοιχεία για τις διακλαδώσεις προς τα φωτιστικά σώματα, τους διακόπτες, τους ρευματοδότες κτλ.

Όλες οι σωληνώσεις προστασίας θα εγκατασταθούν κατά τρόπο που να εξασφαλίζει τον εξαερισμό και την αποστράγγιση τους. Οι καμπύλες θα γίνονται από την ίδια τη σωλήνωση. Κυτία διακλαδώσεων ή ενώσεων, δεν επιτρέπεται να τοποθετηθούν σε δυσπρόσιτα σημεία.

Ολόκληρο το σύστημα των σωληνώσεων προστασίας θα καθαριστεί με επιμέλεια και θα

απομακρυνθούν οποιαδήποτε άχρηστα υλικά και ρύποι, πριν από τη διέλευση των καλωδίων μέσα από αυτό.

Στα σημεία που οι σωλήνες συνδέονται με κουτιά διακοπών, θα φέρουν ειδική κοχλιοτομημένη υποδοχή, η οποία όταν σφιχθεί θα είναι πρόσωπο με την εξωτερική παρειά του κουτιού. Οι σωλήνες θα στερεώνονται τότε επάνω στο κουτί με τη βοήθεια ενός μπρούτζινου, εσωτερικώς κοχλιοτομημένου δακτυλίου, ο οποίος θα βιδώνεται από το εσωτερικό του κουτιού επάνω στην κοχλιοτομημένη υποδοχή της σωληνώσεως. Η στερέωση των σωλήνων επάνω στο κουτί με χρήση κοχλιοτομημένων δακτυλίων απ' ευθείας χωρίς χρήση της κοχλιοτομημένης υποδοχής επιτρέπεται.

Όλα τα εκτεθειμένα στον αέρα τμήματα των σπειρωμάτων, θα υποστούν ψυχρό γαλβάνισμα μετά την εγκατάστασή των.

Στα σημεία καμπυλώσεως, οι σωλήνες θα στερεώνονται αποτελεσματικά σε απόσταση 225 mm εκατέρωθεν της καμπύλης. Στα σημεία συνδέσεων ή απότομων αλλαγών κατεύθυνσης και σε πρόσθετα σημεία που θα κρίνει η Υπηρεσία, θα τοποθετηθούν κατάλληλα σταθερά ή αφαιρετά κουτιά συνδέσεως. Σε μεγάλου μήκους γραμμές θα τοποθετηθούν χαλύβδινα ή χυτοσιδηρά κουτιά με θυρίδες επισκέψεως για να διευκολύνουν την έλξη των καλωδίων. Οι εγκιβωτισμένες στα δάπεδα σωληνώσεις θα είναι συνεχείς, χωρίς ενδιάμεσα κουτιά συνδέσεως, θαμμένα στο δάπεδο. Αν απαιτείται θα κατασκευαστούν φρεάτια από οπλισμένο σκυρόδεμα με χαλύβδινο κάλυμμα.

Στα σημεία που οι σωληνώσεις διαπερνούν αρμούς διαστολής θα τοποθετηθούν ειδικά κουτιά σύνδεσης, που θα μπορούν να απορροφούν τις συστολές/διαστολές. Τα κουτιά αυτά θα φέρουν εκατέρωθεν ακροδέκτες γειώσεως μέσω των οποίων θα συνδέονται προς το σύστημα γειώσεως με καταλλήλου διατομής πολύκλωνο χάλκινο αγωγό. Τα άκρα των σωληνώσεων οι οποίες εγκιβωτίζονται σε μπετόν, θα ταπώνονται προσωρινά πριν πέσει το μπετόν με κατάλληλες ορειχάλκινες τάπες.

Δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση σωληνώσεων προστασίας επάνω στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων.

Οι σωληνώσεις που οδεύουν κάτω από ψευδοπατώματα ή πάνω από ψευδοροφές και γενικά οι καλυμμένες σωληνώσεις θα στηρίζονται σε ειδικά στοιχεία εγκεκριμένα από την Υπηρεσία.

Τα καλύμματα των εξαρτημάτων των σωληνώσεων θα είναι επίπεδα και θα στερεώνονται στη μέση των με ορειχάλκινες βίδες κωνικής κεφαλής. Κάθε εξάρτημα θα συνοδεύεται και από ένα παρέμβυσμα από νεοπρένιο ή άλλο ισοδύναμο υλικό.

Σε εξωτερικές σωληνώσεις και γενικά όπου προβλέπεται από τις Προδιαγραφές θα τοποθετηθούν στεγανά κουτιά συνδέσεων.

Η εγκατάσταση των προστατευτικών σωληνώσεων θα είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την εύκολη αντικατάσταση των καλωδίων, χωρίς να απαιτούνται επεμβάσεις στα οικοδομικά στοιχεία και μερεμέτια.

Στις σωληνώσεις προστασίας μονοφασικών αγωγών φωτιστικών σωμάτων, ρευματοδοτών, διακοπών κτλ δεν επιτρέπεται στην ίδια σωλήνωση η συνύπαρξη δύο φάσεων.

Οι σωληνώσεις προστασίας υπογείων καλωδίων καθώς και τα αντίστοιχα φρεάτια, θα πληρούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Οι σωλήνες θα είναι από σκληρό PVC με κατάλληλες συνδέσεις.

Θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινοι σωλήνες διαμέτρου 100 mm και 150 mm με πάχος τοιχώματος 6 mm και διαμέτρου 200 mm με πάχος τοιχώματος 8 mm ή σωλήνες από PVC τυποποιημένων διαμέτρων.

Θα προβλεφθεί 20% εφεδρεία σωλήνων για κάθε όδευση και εν πάση περιπτώσει όχι λιγότερη από ένα σωλήνα ανά όδευση.

Θα χρησιμοποιηθούν μόνο ευθύγραμμα τμήματα σωλήνων και οι αλλαγές κατευθύνσεως θα γίνονται με φρεάτια, με μόνη εξαίρεση τις καμπύλες 90° για την είσοδο σε κτίρια. Όπου χρησιμοποιούνται τέτοιες καμπύλες, η ακτίνα καμπυλότητας θα είναι 800 mm για σωλήνες διαμέτρου 100 mm και 1.000 mm για σωλήνες διαμέτρου 150 mm και 200 mm. Οι σωλήνες προστασίας καλωδίων σε διασταυρώσεις με οδούς θα επεκτείνονται ένα μέτρο τουλάχιστον εκατέρωθεν της οδού.

Τα φρεάτια θα έχουν ελάχιστο βάθος από την επιφάνεια του εδάφους 800 mm προκειμένου για αγωγούς χαμηλής τάσεως και 1.200 mm προκειμένου για αγωγούς μέσης τάσεως. Σε περιπτώσεις που τα καλώδια περνούν σε ευθεία γραμμή μέσα από τα φρεάτια οι ελάχιστες διαστάσεις τους θα είναι 600 mm x 600 mm. Σε περιπτώσεις που το καλώδιο αλλάζει κατεύθυνση, οι ελάχιστες διαστάσεις του φρεατίου θα είναι 800 mm x 800 mm. Σε κάθε περίπτωση οι διαστάσεις των φρεατίων θα είναι επαρκείς για να πραγματοποιείται η ελάχιστη απαιτητή ακτίνα καμπυλότητας κάθε καλωδίου.

Το φρεάτιο θα έχει δυνατότητα αποστραγγίσεως και θα φέρει χυτοσιδηρό κάλυμμα βαρέως τύπου. Θα υπάρχουν ενδιάμεσα φρεάτια ανά 30 το πολύ μέτρα και 5 το πολύ μέτρα πριν από την κατάληξη σε καμπύλη 90°.

Μετά την εγκατάσταση των προστατευτικών σωληνώσεων και μέχρι την τοποθέτηση

των καλωδίων, οι σωληνώσεις θα ταπωθούν για να μην εισχωρήσουν σ' αυτές ξένες ύλες. Όλοι οι σωλήνες θα σφραγιστούν κατάλληλα για να αποφευχθεί η είσοδος υγρασίας, ποντικών και άλλων επιβλαβών ζωυφίων.

Στις περιπτώσεις που η τροφοδότηση μιας κατανάλωσης απαιτεί μη σταθερή σύνδεση (κινητήρες κτλ), ο αγωγός θα προστατεύεται στο μεταξύ του πέρατος της σταθερής σωλήνωσης και του κιβωτίου συνδέσεως τμήμα του με εύκαμπτο προστατευτικό σωλήνα από PVC ή εύκαμπτο χαλυβδοσωλήνα επενδεδυμένο εσωτερικά με PVC.

Η σύνδεση του εύκαμπτου σωλήνα και στα δύο άκρα θα είναι τελείως στεγανή και θα πραγματοποιηθεί μέσω καταλλήλων για τον σκοπό αυτό εξαρτημάτων προσαρμογής. Το μήκος της εύκαμπτης σωλήνωσης, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 400 mm.

Ο ακροδέκτης γειώσεως της εξυπηρετούμενης κατανάλωσης θα συνδέεται μέσω ξεχωριστού αγωγού γειώσεως με τη γείωση της σταθερής προστατευτικής σωλήνωσης. Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση του εύκαμπτου χαλύβδινου αγωγού, ως στοιχείου γειώσεως.

### ***Οχετοί καλωδίων***

Οι οχετοί των καλωδίων θα κατασκευαστούν από βαρέως τύπου γαλβανισμένα εν θερμώ χαλυβοελάσματα, σύμφωνα με το πρότυπο NEMA VE-1.

Κάθε τεμάχιο οχετού θα έχει διαμορφωμένα χείλη που θα επιτρέπουν την κατά μέτωπο σύνδεση με τα άλλα τεμάχια και θα συνοδεύεται από τα απαραίτητα στοιχεία συνδέσεως. Κάθε τεμάχιο οχετού θα φέρει ευκόλως αφαιρετά καλύμματα τα οποία θα στερεώνονται στον οχετό με γαλβανισμένες εν θερμώ βίδες.

Το σύστημα των οχετών καλωδίων θα φέρει επίσης τα απαραίτητα τεμάχια καμπύλων και διακλαδώσεων, η σχεδίαση και κατασκευή των οποίων θα επιτρέπει την εύκολη εγκατάσταση των καλωδίων και θα αποκλείει τη δημιουργία καμπυλώσεως των καλωδίων με μικρή και μη επιτρεπόμενη ακτίνα. Όλα τα εξαρτήματα των οχετών θα είναι κατασκευασμένα στο εργοστάσιο και θα φέρουν κατάλληλα καλύμματα. Η κατασκευή ή διαρρύθμιση εξαρτημάτων οχετών επί τόπου του έργου απαγορεύεται.

Σε περιπτώσεις κατακόρυφης όδευσης των οχετών, τα καλώδια θα στηρίζονται σε αυτούς με κατάλληλα για το σκοπό αυτό στηρίγματα, σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες από 500 mm.

Ολόκληρο το σύστημα οχετών θα έχει ηλεκτρική συνέχεια (γεφυρωμένο),

περιλαμβανομένου και του τροφοδοτούμενου εξοπλισμού μέσω μιας ταινίας χαλκού επαρκούς διατομής, που θα συνδέεται με ορειχάλκινους κοχλίες, περικόχλια και ροδέλες. Όλοι οι οχετοί θα διαστασιολογηθούν ώστε να δέχονται άνετα όλα τα προβλεπόμενα καλώδια και μία περίσσεια εφεδρείας 25%, σε καμία όμως περίπτωση οι διαστάσεις των οχετών θα είναι μικρότερες από 50 mm x 50 mm. Όλες οι καμπύλες, οι διακλαδώσεις και τα λοιπά στοιχεία των οχετών θα φέρουν τις απαραίτητες ενισχύσεις και θα κατασκευαστούν σύμφωνα με τα ίδια πρότυπα με τα οποία θα κατασκευαστούν και οι οχετοί.

Η στήριξη των οχετών στους τοίχους και στην οροφή θα γίνει μέσω καταλλήλων στιβαρών στοιχείων, που θα εξασφαλίσουν σταθερή και ασφαλή εγκατάσταση. Ο τρόπος και τα υλικά στήριξης θα εγκριθούν προηγουμένως από την Υπηρεσία.

Όταν απαιτείται τεμαχισμός τυποποιημένων τεμαχίων οχετών, οι δημιουργούμενες νέες ακμές θα προστατεύονται με ψυχρό γαλβάνισμα ή αντισοξιδωτική βαφή μινιού.

Ολόκληρο το σύστημα των οχετών θα κατασκευαστεί στο εργοστάσιο και θα εγκατασταθεί στο έργο πριν από οποιαδήποτε εργασία τοποθέτησεως καλωδίων.

#### **7.2.6 Γειώσεις**

##### ***Γείωση προστασίας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης***

Οι γυμνοί αγωγοί γείωσης θα είναι κατασκευασμένοι από χαλκό γειώσεων με αγωγιμότητα 98% σε σχέση με τον καθαρό χαλκό και θα είναι πολύκλωνοι.

Οι αγωγοί γείωσης των ηλεκτρικών καλωδίων θα είναι μεμονωμένοι αγωγοί της αυτής μόνωσης και κατασκευής με τους λοιπούς αγωγούς του κυκλώματος.

Οι συνδετήρες των αγωγών γείωσης με τις ράβδους γείωσης θα είναι ορειχάλκινοι τύπου ασφαλείας και κατασκευασμένοι από το ίδιο εργοστάσιο που κατασκεύασε και τις ράβδους γείωσης.

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 η διατομή των αγωγών γείωσης, εφ' όσον οι αγωγοί του κυκλώματος έχουν διατομή μικρότερη από 16 mm<sup>2</sup>, θα είναι της αυτής διατομής. Εάν οι αγωγοί του κυκλώματος έχουν διατομή 16 ως 35 mm<sup>2</sup>, ο αγωγός γείωσης θα είναι 16 mm<sup>2</sup>, ενώ, για διατομές αγωγών κυκλωμάτων μεγαλύτερες από 50 mm<sup>2</sup> ο αγωγός γείωσης θα έχει διατομή τουλάχιστον ίση προς το μισό της διατομής των αγωγών του κυκλώματος.

Χάλκινη πλεξίδα γείωσης (μπλεντάζ) θα χρησιμοποιηθεί για να εξασφαλισθεί η μεταλλική

συνέχεια των φλαντζωτών σωληνώσεων, των βιδωτών κατασκευών, των εσχαρών κτλ. και στις συνδέσεις μεταξύ πλακών και αγωγού από χαλκό και τις κατασκευές ή τις συσκευές που υπόκεινται σε κραδασμούς ή διαστολές. Η πλεξίδα πρέπει να είναι από γυμνό κασσιτερωμένο χαλκό, επίπεδη, πολύ εύκαμπτου τύπου. Οι συνδέσεις πρέπει να πραγματοποιούνται εξ' ολοκλήρου στον αέρα και το μήκος πρέπει να κυμαίνεται από 50 cm έως 20 cm.

Ο αγωγός γείωσης, κατά τη διέλευση των δομικών στοιχείων του έργου καθώς και τις υπαίθριες μεταλλικές κατασκευές (κιγκλιδώματα κτλ), θα είναι J1VV(NYY) διατομής 35 mm<sup>2</sup>.

### ***Γείωση προστασίας ουδέτερων κόμβων***

Ο αγωγός γείωσης των ουδέτερων κόμβων θα είναι καλώδιο τύπου J1VV (NYY). Η διατομή του καλωδίου γείωσης ουδέτερων κόμβων πρέπει να είναι ανάλογη με τους ενεργούς αγωγούς και ποτέ μικρότερη των 35 mm<sup>2</sup>.

### ***Ηλεκτρόδια γείωσης***

Τα ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να είναι ραβδόμορφα διαμέτρου 17 mm και μήκους 1,5m κατ' ελάχιστο, από πυρήνα συμπαγούς χάλυβα με ηλεκτρολυτική επικάλυψη στρώματος χαλκού πάχους 250 μm, συγκολλημένου στον πυρήνα (όχι περαστού) με τρόπο ώστε να προκύπτει μοριακή συνένωση των δυο υλικών αποκλείοντας το γαλβανικό φαινόμενο μεταξύ χαλκού και χάλυβα ή την ολίσθηση του χαλκού επικάλυψης πάνω στο σίδηρο. Η κεφαλή του ηλεκτροδίου θα είναι κωνική για την εύκολη εισαγωγή του περιλαίμιου γείωσης. Η άλλη άκρη του ηλεκτροδίου θα είναι αιχμηρή για την εύκολη διείσδυση του στο έδαφος. Και τα δύο άκρα θα φέρουν κοχλιοτόμηση ¾ in W για τη δυνατότητα επιμήκυνσής τους με κοχλιωτή ορειχάλκινη μούφα. Το κάθε ηλεκτρόδιο θα συνοδεύεται από χάλκινο περιλαίμιο τύπου σύσφιξης με τέσσερις κοχλίες για τη σύνδεση του αγωγού γείωσης σε αυτό.

Τα ηλεκτρόδια θα είναι επεκτάσιμα, δηλαδή το μήκος τους θα μπορεί να επαυξάνεται με κοχλίωση πρόσθετου τμήματος όμοιου ηλεκτροδίου μήκους 1,5 m ορειχάλκινου συνδέσμου με εσωτερικό σπείρωμα ¾ in W.

### ***Τρίγωνα γείωσης – πλάκες γείωσης***

Κάθε τρίγωνο γείωσης θα αποτελείται από τρεις ράβδους τύπου COOPERWELD που θα

εμφυτεύονται στο έδαφος σε σχήμα ισοπλεύρου τριγώνου πλευράς 3 m. Οι αγωγοί συνδέσεως των ράβδων του τριγώνου θα είναι από γυμνό ηλεκτρολυτικό πολύκλωνο χαλκό.

Οι μεταλλικές πλάκες γειώσεως χρησιμοποιούνται κυρίως στα τέρματα των γραμμών δικτύων οδικού φωτισμού. Τα υλικά των γειώσεων αυτών αναφέρονται στην σχετική προδιαγραφή.

### **7.3 ΛΙΣΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ Η/Ζ**

Η εγκατεστημένη και εφεδρική ισχύς της μονάδας με την ανάπτυξη του συνόλου των έργων (υφιστάμενων και νέων), που απαιτούνται για τη φάση σχεδιασμού, παρατίθεται στον Πίνακα καταναλωτών ισχύος που ακολουθεί :

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝ. ΙΣΧΥΣ (kW)	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ / ΕΦΕΔΡΕΙΑ	Η/Ζ	ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΑΠΟ	ΦΑΣΕΙΣ ΤΡΟΦΟΔ.	ΕΚΚΙΝΗΣΗ
		<b>1. ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>							
		<b><u>ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</u></b>							
ΝΕΑ	MOTOR	CP-0101	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	1,50	ΛΕΙΤ	Η/Ζ	ΗΠ-4	3 - Φ	INVERTER
ΝΕΑ	MOTOR	CP-0102	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	1,50	ΕΦΕΔ		ΗΠ-4	3 - Φ	INVERTER
ΝΕΑ	INSTR	FIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	0,10	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
ΝΕΑ	INSTR	QIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ pH ΕΙΣΟΔΟΥ	0,10	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
ΝΕΑ	INSTR	LIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΧΩΝ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	0,10	ΛΕΙΤ	Η/Ζ	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	0,02	ΛΕΙΤ	Η/Ζ	ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	0,02	ΛΕΙΤ	Η/Ζ	ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
		<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</u></b>							
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0103	ΑΝΤΛΙΑ ΕΠΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	1,30	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0104	ΑΝΤΛΙΑ ΕΠΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	1,30	ΕΦΕΔ		ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
		<b>2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ</b>							



		<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ</u></b>							
NEA	MOTOR	PP-0201	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	0,37	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L
NEA	MOTOR	PP-0202	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	0,37	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L
NEA	INSTR	LS-0201	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
		<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></u></b>							
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-0203	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,10	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-0203	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	0,10	ΕΦΕΔ		ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
ΥΦΙΣΤ	INSTR	LS-0202	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
		<b>3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ</b>							
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>							
NEA	MOTOR	AG-0301	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	1,50	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	3 - Φ	STAR-DELTA
NEA	MOTOR	CP-0301	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	1,50	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	3 - Φ	INVERTER
NEA	INSTR	FIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	0,10	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
NEA	INSTR	QIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	0,10	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>							
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	RB-0401	ΦΥΣΗΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	30,00	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	3 - Φ	INVERTER
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	RB-0402	ΦΥΣΗΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	30,00	ΕΦΕΔ		ΗΠ-4	3 - Φ	INVERTER
ΥΦΙΣΤ	INSTR	QIT-0401	ΜΕΤΡΗΤΗΣ DO ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	0,10	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L

NEA	INSTR	QIT-0402	ΜΕΤΡΗΤΗΣ MLSS ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	0,10	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
		<b>ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>							
NEA	MOTOR	AG-0501	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	1,50	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L
NEA	INSTR	QIT-0501	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	0,10	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
		<b>4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΣΤΗΣΗΣ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ &amp; ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΙΛΥΟΣ</b>							
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0701	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0,90	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	3 - Φ	INVERTER
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0702	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0,90	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
NEA	INSTR	FIT-0701	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0,10	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
		<b>5. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ</b>							
NEA	MOTOR	CP-0801	ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ	1,50	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	3 - Φ	STAR-DELTA
NEA	MOTOR	CP-0802	ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	1,50	ΕΦΕΔ		ΗΠ-4	3 - Φ	STAR-DELTA
NEA	INSTR	LSHH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSLL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
		<b>6. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ</b>							
NEA	S-MOTOR	FD-0901	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΥΜΠΑΝΟΥ	1,35	ΛΕΙΤ		FDP-0901	3 - Φ	D-O-L
		<b>7. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)</b>							

		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>							
NEA	MOTOR	CP-1001	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,55	ΛΕΙΤ		MRP-1101	3 - Φ	INVERTER
NEA	MOTOR	CP-1002	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	0,55	ΕΦΕΔ		MRP-1101	3 - Φ	INVERTER
NEA	INSTR	LSHH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSLL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>							
NEA	S-MOTOR	MR-1101	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	10,00	ΛΕΙΤ		MRP-1101	3 - Φ	D-O-L
		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ</u></b>							
NEA	MOTOR	CP-1201	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	1,10	ΛΕΙΤ		MRP-1101	3 - Φ	STAR-DELTA
NEA	MOTOR	CP-1202	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	1,10	ΕΦΕΔ		MRP-1101	3 - Φ	STAR-DELTA
NEA	INSTR	LSHH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSLL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		MRP-1101	1 - Φ	SWITCH
		<b><u>ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u></b>							
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1301	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	5,50	ΛΕΙΤ		ΗΠ-3	3 - Φ	STAR-DELTA

ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1302	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	5,50	ΕΦΕΔ		ΗΠ-3	3 - Φ	STAR-DELTA
NEA	INSTR	LSHH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-3	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-3	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-3	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSLL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-3	1 - Φ	SWITCH
<b>8. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ &amp; ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</b>									
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</u></b>									
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-1401	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl	0,10	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-3	1 - Φ	D-O-L
NEA	INSTR	LS-1401	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	0,02	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-3	1 - Φ	SWITCH
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u></b>									
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1401	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	7,50	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-3	3 - Φ	STAR-DELTA
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1402	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ)	7,50	ΕΦΕΔ		ΗΠ-3	3 - Φ	STAR-DELTA
NEA	INSTR	LSL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-3	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSLL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	0,02	ΛΕΙΤ	H/Z	ΗΠ-3	1 - Φ	SWITCH
<b>9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ</b>									
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1501	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	0,90	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L
NEA	INSTR	LSL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH
NEA	INSTR	LSLL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	0,02	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	SWITCH

10. ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ									
<u>ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</u>									
NEA	PLC	PLC-00	PLC (ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ) ΕΕΣ	0,10	ΛΕΙΤ	Η/Ζ	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
NEA	PLC	PLC-L1	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	0,10	ΛΕΙΤ		FDP-0901	3 - Φ	D-O-L
NEA	PLC	PLC-L2	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	0,10	ΛΕΙΤ		MRP-1101	3 - Φ	D-O-L
<u>ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ - ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ</u>									
NEA	LIGHT	LGT-01	ΟΔΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΕΣ	4,00	ΛΕΙΤ	Η/Ζ	ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
NEA	LIGHT	LGT-02	ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	0,50	ΛΕΙΤ		ΗΠ-3	1 - Φ	D-O-L
NEA	LIGHT	LGT-03	ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ	1,00	ΛΕΙΤ		ΗΠ-4	1 - Φ	D-O-L
<u>ΔΙΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</u>									
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	ΓΠΧΤ	ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΧΥΤΑ				ΔΕΗ	3 - Φ	D-O-L
ΥΦΙΣΤ	PANEL	ΗΖ	ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ ΧΥΤΑ				ΓΠΧΤ	3 - Φ	D-O-L
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	ΗΠ-3	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)				ΓΠΧΤ	3 - Φ	D-O-L
ΥΦΙΣΤ	M-PANEL	ΗΠ-4	ΗΛ. ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ (ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ)				ΓΠΧΤ	3 - Φ	D-O-L
<u>ΗΛ. ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ</u>									
NEA	PANEL	MRP-1101	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ				ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L
NEA	PANEL	FDP-0901	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΔΙΗΘΗΣΗΣ				ΗΠ-4	3 - Φ	D-O-L

ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΦΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ									
			ΣΥΝΟΛΟ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	124,77					
			ΣΥΝΟΛΟ ΕΦΕΔΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	49,05					
			ΣΥΝΟΛΟ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΧΩΡΙΣ ΕΦΕΔΡΕΙΕΣ	75,72					
			ΕΤΕΡΟΧΡΟΝΙΣΜΟΣ	1,00					
			ΣΥΝΟΛΟ (kW)	75,72					
			COSφ	0,85					
			ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ (kVA)	89,08					
ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΗΖ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΦΑΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ									
			ΣΥΝΟΛΟ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΝΑΓΚΗΣ ΗΖ (kW)	50,30					
			ΕΤΕΡΟΧΡΟΝΙΣΜΟΣ	1,00					
			ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kW)	50,30					
			ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΦΟΡΤΙΟ	0,90					
			ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ (kW)	50,30					
			COSφ	0,85					
			ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ ΓΙΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗ (kVA)	59,18					

## **8. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ – ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΕΣ**

### **8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η λειτουργία της ΕΕΣ θα γίνεται από προσωπικό που θα εκπαιδευτεί κατάλληλα. Για τη συντήρηση του εξοπλισμού, κύριου και βοηθητικού, θα πρέπει να παραδοθούν αναλυτικές οδηγίες ρύθμισης, λειτουργίας και συντήρησης ανά μονάδα έργου και εγχειρίδια των (νέων) κατασκευαστών.

Η «συντήρηση» περιλαμβάνει και αποκατάσταση των επιχρισμάτων, βαφών, μονώσεων, διαρροών εξοπλισμού και σωληνώσεων, καθαρισμός καναλιών και φρεατίων, συντήρηση και πότισμα των φυτών (κλάδεμα, ξεβοτάνισμα όλου του χώρου της εγκατάστασης κλπ) και λοιπές παρόμοιες εργασίες που απαιτούνται τόσο για την καλή και ομαλή λειτουργία όσο και την καλή συνολική εμφάνιση του χώρου της εγκατάστασης.

Οι εργασίες επισκευών βασικού εξοπλισμού (πχ αντλίες), πρέπει να γίνονται από τον προμηθευτή, κατασκευαστή ή εξουσιοδοτημένο επίσημο αντιπρόσωπο του και θα χρησιμοποιούνται γνήσια εξαρτήματα και ανταλλακτικά.

Οι εργασίες συντήρησης πρέπει να καταγράφονται σε ημερολόγιο λειτουργίας σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

Βλάβες που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και αυτοματισμό πρέπει να αναφέρονται άμεσα στην επίβλεψη, να αίρονται αμέσως και να περιγράφονται αναλυτικά στο ημερολόγιο λειτουργίας.

Σε κάθε περίπτωση, το ζητούμενο είναι με σωστή επίβλεψη της λειτουργίας και εργασίες συντήρησης οι βλάβες να περιορίζονται στο ελάχιστο και να διασφαλίζεται η άμεση αποκατάσταση των βλαβών αυτοματισμού και ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού καθώς και αλλαγές στο λογισμικό ανάλογα με τις απαιτήσεις των εγκαταστάσεων.

Στις αρμοδιότητες του/των συντηρητή/τών μιας ΕΕΣ είναι ο περιοδικός έλεγχος όλων των επιμέρους τμημάτων της εγκατάστασης. Ενδεικτικά, αλλά όχι περιοριστικά, αναφέρονται τα κάτωθι :

#### **Εργασίες προ της εκκίνησης**

- Επιθεώρηση κινητήρων και λοιπών κινουμένων μερών εγκατάστασης.
- Επιθεώρηση μεταλλικών μερών
- Αλλαγή λιπαντικών (όπου απαιτούνται)

- Βαφή καλυμμάτων και κιγκλιδωμάτων
- Δοκιμαστική θέση σε λειτουργία όλων των κινητήρων
- Υδραυλικές δοκιμές

Οι εργασίες αυτές πρέπει να γίνουν τουλάχιστον 15 ημέρες προ της προγραμματιζόμενης εκκίνησης.

### **Καθημερινές Εργασίες**

- Όπτική επιθεώρηση των κινούμενων μερών της εγκατάστασης
- Όπτική επιθεώρηση της καθαρότητας των εξερχομένων υγρών και των ενδείξεων-καταγραφών των οργάνων μέτρησης (ειδοποίηση του κατασκευαστή σε περίπτωση αστοχίας)
- Έλεγχος επάρκειας των διαλυμάτων χημικών

### **Μηνιαίες Εργασίες**

- Δειγματοληψία και εργαστηριακές αναλύσεις εξεταζόμενων παραμέτρων

### **Τριμηνιαίες Εργασίες**

- Αλλαγή λιπαντικών

### **Ετήσιες Εργασίες**

- Γενική συντήρηση της εγκατάστασης

Σε γενικές γραμμές πρέπει να τηρούνται κατ' ελάχιστον τα κάτωθι :

- Σε όλες τις αντλίες, αναδευτήρες, προωθητές και ηλεκτροκινητήρες να αλλάζονται τακτικά όλα τα σε συχνή φθορά υποκείμενα εξαρτήματα όπως ρουλεμάν, μηχανικοί στυπιοθλήπτες, τσιμούχες, δακτύλιοι καθώς και όλα τα υπόλοιπα μέρη αυτών στα οποία η φθορά είναι εμφανής όπως πχ σπηλαίωση σε φτερωτές αντλιών, παραμόρφωση στις φτερωτές ψύξης των ηλεκτροκινητήρων, βλάβες στις περιελίξεις στάτορα και ρότορα, στις μεμβράνες των δοσομετρικών αντλιών κλπ.
- Ρουλεμάν, κουζινέτα, τσιμούχες κλπ άλλων μηχανημάτων (πχ εσχάρες, αεριστές φυσητήρες, σαρωτές δεξαμενών καθίζησης και λοιπά) να αλλάζονται εάν κατόπιν ελέγχου εξακριβωθεί η αναγκαιότητα αυτή. Υπενθυμίζεται ότι τα όρια ασφαλούς λειτουργίας που ισχύουν είναι αυτά των τεχνικών φυλλαδίων των



κατασκευαστών.

- Καθαρισμός και συντήρηση των συστημάτων απόσμησης, έλεγχος των οργάνων ρύθμισης, ένδειξης και προστασίας, σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, αλλαγή τυχόν κατεστραμμένων ή άλλων τμημάτων του συστήματος και επαναρρύθμιση της λειτουργίας στα επιθυμητά όρια.
- καθαρισμός, συντήρηση και έλεγχος του αντλιοστασίου βιομηχανικού νερού και του συστήματος πίεσης : αντλίες, κινητήρες, βάνες, βαλβίδες αντεπιστροφής και τα συστήματα ρύθμισης και προστασίας που έχει.
- Καθαρισμός, συντήρηση και έλεγχος όλων των συσκευών και οργάνων ένδειξης, ρύθμισης και προστασίας της εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένου και του συστήματος του αυτοματισμού- τηλεχειρισμού καθώς και τον συνολικό εξοπλισμό του χημείου
- Σε ετήσια βάση να γίνεται έλεγχος της στεγανότητας των αγωγών.

Η συντήρηση περιλαμβάνει επιπλέον

- την αποκατάσταση των επιχρισμάτων, βαφών, μονώσεων, διαρροών εξοπλισμού και σωληνώσεων, καθαρισμός καναλιών και φρεατίων, συντήρηση και πότισμα των φυτών (κλάδεμα, ξεβοτάνισμα όλου του χώρου της εγκατάστασης κλπ) και λοιπές παρόμοιες εργασίες που απαιτούνται τόσο για την καλή και ομαλή λειτουργία όσο και την καλή συνολική εμφάνιση του χώρου της εγκατάστασης.
- τη συχνή και πλήρη απόξεση της λάσπης από τα τοιχώματα των φρεατίων ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία σηπτικών συνθηκών
- τη συνεχή παρακολούθηση των χαρακτηριστικών της λάσπης στον βιολογικό αντιδραστήρα
- την απομάκρυνση αφρών και ιλύος που τυχόν συσσωρεύονται σε ανοικτές δεξαμενές και φρεάτια
- τον καθαρισμό επιφανειών των υπερχειλιστών όπου κατακρατείται γλίτσα (slime)
- τη συνεχή πλύση στις θέσεις συγκέντρωσης ακαθαρσιών (scums)
- την απομάκρυνση στερεών παραπροϊόντων σε ελεγχόμενους χώρους διάθεσης

Στόχος της διαδικασίας συντήρησης είναι η εξασφάλιση της ορθής και ικανοποιητικής λειτουργίας του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Οι απαραίτητες εργασίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων :

Επιθεωρήσεις	Μελέτες αξιοπιστίας και συντήρησης
Προληπτικούς ελέγχους και επεμβάσεις	Διαχείριση ανταλλακτικών
Λίπανση	Τεχνική τεκμηρίωσης
Επισκευές	Τήρηση Προδιαγραφών
Περιοδικές Αντικαταστάσεις	Γνώση τεχνικών οδηγιών
Μετατροπές και μετασκευές	

Η συντήρηση, εκτός από τις απλές εργασίες που τη στοιχειοθετούν, είναι αναγκαίο να χαρακτηρίζεται από:

**Προσχεδιασμένες και οργανωμένες διαδικασίες**, ώστε να εξασφαλίζεται η οικονομική και συνεχής λειτουργία της μονάδας.


**Προγραμματισμό** των απαραίτητων ενεργειών και εργασιών, οι οποίες να στοχεύουν στη διατήρηση του υπάρχοντος εξοπλισμού σε άριστη κατάσταση και ετοιμότητα και στη βελτίωση του, με ανασκευές ή προσθήκες, οι οποίες κοστίζουν πολύ λιγότερο από πιθανές αντικαταστάσεις.

**Ενέργειες προληπτικής συντήρησης** του εξοπλισμού, οι οποίες εξασφαλίζουν αυξημένο χρόνο ζωής και μακροπρόθεσμα αποτελούν την πιο οικονομική μέθοδο συντήρησης. Οι ενέργειες αυτές μπορεί να προγραμματιστούν σε περιόδους λειτουργίας με χαμηλές εισερχόμενες παροχές, οπότε και μειώνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό η πιθανότητα αστοχίας του εξοπλισμού.

Στη συνέχεια ακολουθούν γενικές οδηγίες συντήρησης για το βασικό Η/Μ εξοπλισμό της μονάδας, σε κάθε περίπτωση όμως είναι αναγκαίο να ακολουθούνται οι ακριβείς οδηγίες συντήρησης και λειτουργίας, όπως αυτές περιγράφονται από τους κατασκευαστές.

## 8.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

### 8.2.1 Υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
 <p>Τυπική αντλία λυμάτων</p>	<p><u>Πριν από κάθε εργασία</u> συντήρησης θα πρέπει:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ η αντλία να αποσυνδέεται τελείως από το δίκτυο και να εξασφαλίζεται ότι δεν θα τεθεί σε λειτουργία από κάποια άλλη αιτία,</li> <li>▪ να προηγείται εκκένωση, εξαερισμός και έκπλυση του υγρού θαλάμου του αντλιοστασίου,</li> <li>▪ να εφοδιάζεται το προσωπικό με κατάλληλα μέσα προστασίας όπως γάντια, μάσκα, εργαλεία κ.λπ.,</li> <li>▪ να εξασφαλίζεται άμεση όδευση διαφυγής από το φρεάτιο του αντλιοστασίου.</li> </ul> <p>Οι υποβρύχιες αντλίες είναι μηχανήματα κατασκευασμένα για <u>συνεχή λειτουργία</u> χωρίς ανάγκη ειδικής παρακολούθησης και συντήρησης.</p> <p>Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άντληση υγρών <u>θερμοκρασίας</u> μέχρι 40°C και pH μεταξύ των τιμών 5 και 10.</p> <p>Το μέγιστο <u>βάθος ασφαλούς τοποθέτησης</u> κυμαίνεται στα 20m κάτω από την στάθμη των λυμάτων.</p> <p>Η <u>ελάχιστη στάθμη άντλησης</u> για αντλίες χωρίς μανδύα ψύξης είναι περίπου το μέσο του κορμού του ηλεκτροκινητήρα.</p> <p>Εφόσον η αντλία έχει μανδύα ψύξης μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί και σε χαμηλότερη στάθμη με την προϋπόθεση ότι δεν εισέρχεται αέρας μέσα στο κέλυφος.</p>

Κάθε κατασκευαστής προβλέπει διάφορα συστήματα προστασίας όπως εσωτερικά θερμικά στα τυλίγματα του στάτη ή και τα ρουλεμάν, αισθητήρα ανίχνευσης υγρασίας στην ελαιολεκάνη, το χώρο σύνδεσης των καλωδίων και άλλα ανάλογα τον κατασκευαστή και το μέγεθος της αντλίας. Θα πρέπει να πραγματοποιείται περιοδικός έλεγχος σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας. Ένα μέσο διάστημα για τον τακτικό έλεγχο είναι οι 2.000 - 2.500 ώρες λειτουργίας ή οι έξι μήνες ανάλογα με το ποιο θα συμπληρωθεί πρώτα. Κάθε 2 - 3 χρόνια ή 6.000 ώρες λειτουργίας η αντλία είναι σκόπιμο να αποστέλλεται σε εξουσιοδοτημένο συνεργείο του αντιπροσώπου του οίκου για γενικό έλεγχο και αντικατάσταση βασικών εξαρτημάτων που έχουν φθαρεί.

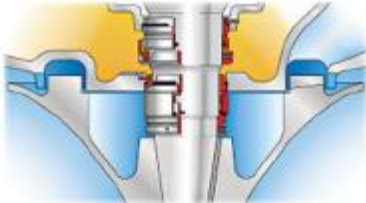
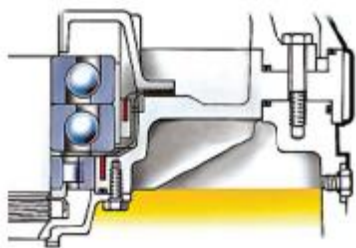
Κατά τη διάρκεια των τακτικών επιθεωρήσεων πρέπει να ελέγχονται:

- Η καλή κατάσταση του καλωδίου.
- Η κατάσταση του λαδιού στην ελαιολεκάνη.
- Η κατακόρυφη θέση των οδηγών ράβδων.
- Η καλή κατάσταση του συστήματος έλεγχου στάθμης.
- Το διάκενο μεταξύ πτερωτής και πώματος αναρρόφησης.

Κατά την προληπτική συντήρηση συνίσταται ο έλεγχος του σημείου λειτουργίας με αμπερομέτρηση ώστε να διαπιστωθεί η κατάσταση του υδραυλικού δικτύου που συνεργάζεται ο εξοπλισμός (πιθανή φραγή σωληνώσεων - βανών - ανεπίστροφων βαλβίδων).



- Αρχικά, για τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα απαιτούνται δύο μετρήσεις:
  - Έλεγχος μόνωσης με ειδικό όργανο. Ελέγχεται ο ηλεκτροκινητήρας μεταξύ φάσεων και μεταξύ φάσεων - γης. Οι ενδείξεις πρέπει να είναι μεγαλύτερες από 1 ΜΩ. Πολύ χαμηλές τιμές μόνωσης υποδεικνύουν πιθανώς εισχώρηση ελαίου ή μίγματος ελαίου - λύματος στο χώρο του ηλεκτροκινητήρα. Στην περίπτωση αυτή, προτείνεται ο καθαρισμός και στέγνωμα του ηλεκτροκινητήρα καθώς και η επαναμόνωσή του με βερνίκι καλής ποιότητας (π.χ. Sterling).
  - Έλεγχος ισορροπίας μεταξύ των φάσεων του ηλεκτροκινητήρα. Η αντίσταση κάθε τυλίγματος του ηλεκτροκινητήρα πρέπει να είναι ίση ή παρόμοια με τα άλλα δύο τυλίγματα.
- Κάθε ηλεκτροκινητήρας εμπεριέχει στα τυλίγματα του θερμικούς διακόπτες. Σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί περιέλιξη ηλεκτροκινητήρα είναι πολύ σημαντικό να

	<p>επαναποποθετηθούν νέοι θερμικοί διακόπτες καθώς και υλικά περιέλιξης κλάσης H.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Κατά τη <u>συνδεσμολογία</u> (σε τριφασικούς ηλεκτροκινητήρες) πρέπει να ελεγχθεί η φορά περιστροφής της αντλίας – αναδευτήρα (κλώτσημα αντιωρολογιακό) όπως επίσης και η ρύθμιση των θερμικών διακοπών του πίνακα να μην υπερβαίνει το ονομαστικό του εξοπλισμού.</li> <li>Το <u>καλώδιο</u> που χρησιμοποιείται πρέπει να διαθέτει πολύ καλές ιδιότητες υποβρύχιων εφαρμογών. Δεν συνίσταται η επανασύνδεσή του (μάτισμα) σε περίπτωση κοπής του. Τα καλώδια πρέπει να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε διάβρωση από λύματα καθώς και πολύ μικρή απορρόφηση. Όσον αφορά στην στεγανοποίηση από την μεριά της υποβρύχιας αντλίας σε συνδυασμό με τους κατάλληλους στυπιοθλίπτες καλωδίου πρέπει να εξασφαλίζουν απόλυτη στεγανότητα.</li> </ul>
<p>Μηχανικό μέρος αντλίας</p>  <p>Μηχανικός στυπιοθλίπτης</p>  <p>Έναφαιροι τριβείς έδρασης άξονα</p>	<p>Σε ένα υποβρύχιο αντλητικό σύστημα, ιδιαίτερα σημαντικό είναι η διατήρηση της στεγανότητάς του, οπότε και απαιτείται παρακολούθηση των μηχανικών στυπιοθλιπτών:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Με παρακολούθηση της κατάστασής τους, εξασφαλίζεται η μακροβιότητα της αντλίας. Η παρακολούθηση επιτυγχάνεται με έλεγχο και αντικατάσταση των λαδιών σε τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με την χρήση, αλλά σε γενικές γραμμές συνίσταται αλλαγή μια φορά το χρόνο για εξοπλισμό που λειτουργεί στο 50-70% της δυναμικότητάς του.</li> <li>Μια μικρή εισχώρηση λύματος στο ελαιοδοχείο (περίπου 10-20%) σε χρονικό διάστημα ενός χρόνου ή 4.000 ωρών είναι φυσιολογική. Αντικατάσταση του λαδιού και του δακτυλίου στεγανοποίησης (O-ring) έχει ως αποτέλεσμα τη λειτουργία της αντλίας, χωρίς πρόβλημα για άλλη μια περίοδο. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί εισχώρηση λύματος στο ελαιοδοχείο και προέρχεται από τον μηχανικό στυπιοθλίπτη και όχι από άλλο δακτύλιο στεγανότητας, απαιτείται η αντικατάσταση του μηχανικού στυπιοθλίπτη.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σημαντικό είναι κάθε φορά που πραγματοποιείται επέμβαση στην αντλία, ακόμα και για αντικατάσταση ελαίου, να αντικαθίστανται οι δακτύλιοι στεγανοποίησης.</li> <li>• Βασική αρχή: στην περίπτωση που αποσυναρμολογηθεί ο μηχανικός στυπιοθλίπτης που έχει δουλέψει, πρέπει να αντικατασταθεί, αφού δεν μπορεί να επιτευχθεί ξανά απόλυτη ταύτιση των συνεργαζόμενων μερών.</li> <li>• Σε περίπτωση αστοχίας του εσωτερικού μηχανικού στυπιοθλίπτη από υπερθέρμανση του ηλεκτροκινητήρα ή από υπερβολική εισχώρηση λύματος στο ελαιοδοχείο, συνήθως απαιτείται και η αντικατάσταση των ένσφαιρων τριβών της αντλίας.</li> <li>• Στους ένσφαιρους τριβείς πρέπει να χρησιμοποιείται γράσο αντοχής στην θερμοκρασία άνω των 155 βαθμών Κελσίου.</li> <li>• Κατά την επισκευή της αντλίας απαιτείται η αντικατάσταση των δακτυλίων στεγανότητας (O-rings) των μερών που αποσυναρμολογήθηκαν μετά από καλό καθαρισμό των συνεργαζόμενων εδρών.</li> <li>• Η σιλικόνη για τον λόγο της μικρής μηχανικής και χημικής αντοχής και σταθερότητας και της μη ομοιόμορφης κάλυψης των επιφανειών στεγανοποίησης δεν αποτελεί μέσο στεγανοποίησης. Το κόστος των O-rings είναι μικρό και η στεγανοποίηση εξασφαλισμένη.</li> </ul>
Υδραυλικό μέρος αντλίας	<p>Το υδραυλικό μέρος δεν απαιτεί ιδιαίτερη συντήρηση.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα λειτουργίας (2-3 χρόνια) ή κάτω από ιδιαίτερα δύσκολες συνθήκες λειτουργίας απαιτείται έλεγχος των δακτυλίων για φθορά και πιθανώς απαιτηθεί αντικατάστασή τους αν το διάκενο είναι μεγαλύτερο από κάποιο όριο. Μη αντικατάστασή των δακτυλίων φθοράς έχει ως συνέπεια τη μειωμένη υδραυλική απόδοση της αντλίας.</li> <li>• Σε εγκαταστάσεις με η ικανοποιητική εσχάρωση απαιτείται έλεγχος και καθαρισμός του υδραυλικού μέρους ανά τακτά χρονικά διαστήματα.</li> </ul>

Συνηθη προβλήματα σε υποβρύχιες αντλίες λυμάτων και πιθανές αιτίες:

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Θορυβώδης λειτουργία - Κραδασμοί	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ανάμιξη αέρα στα λύματα</li> <li>▪ Κλειστή βάνα εξόδου</li> <li>▪ Έμφραξη στον σωλήνα κατάθλιψης</li> <li>▪ Κακή στήριξη στη βάση της αντλίας</li> <li>▪ Λάθος φορά περιστροφής</li> <li>▪ Λειτουργία πολύ δεξιά ή αριστερά στο διάγραμμα λειτουργίας</li> <li>▪ Εμπλοκή στερεών στο υδραυλικό τμήμα</li> <li>▪ Κατεστραμμένα ρουλεμάν</li> <li>▪ Απώλεια ζυγοστάθμισης άξονα πτερωτής</li> <li>▪ Ανεπαρκές NPSH – σπηλαίωση</li> <li>▪ Λειτουργία πτερωτής εν ξηρώ</li> </ul>
Διακοπή ροής στον καταθλιπτικό αγωγό	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Εγκλωβισμός αέρα στο κέλυφος της αντλίας ή στον αγωγό κατάθλιψης</li> <li>▪ Διαρροή στον καταθλιπτικό αγωγό</li> <li>▪ Φθορά στην πτερωτή και το κέλυφος της αντλίας</li> <li>▪ Στάση από υπερθέρμανση του στάτη, λόγω ακινητοποίησης του περιστρεφόμενου μέρους</li> <li>▪ Λάθος στην σύνδεση της βαλβίδας αντεπιστροφής</li> <li>▪ Ολικό μανομετρικό ύψος υψηλότερο από το διαθέσιμο της συγκεκριμένης αντλίας</li> <li>▪ Κλειστή βάνα διακοπής</li> <li>▪ Έμφραξη στον καταθλιπτικό αγωγό</li> <li>▪ Κακή ρύθμιση διακένου μεταξύ πτερωτής και πώματος αναρρόφησης αντλίας</li> <li>▪ Λάθος φορά περιστροφής</li> </ul>
Ηλεκτρική διακοπή από θερμικό εκκινητή ή εσωτερικό θερμικό	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Εμπλοκή περιστρεφόμενου τμήματος</li> <li>▪ Πτώση τάσης μεγαλύτερη της κανονικής</li> <li>▪ Άντληση υγρού με υψηλή πυκνότητα ή μεγάλο ιξώδες</li> <li>▪ Λειτουργία σε πολύ μικρό μανομετρικό ύψος</li> <li>▪ Φθορά στα ρουλεμάν και τον άξονα</li> <li>▪ Υψηλή θερμοκρασία αντλούμενου υγρού</li> <li>▪ Κακή ψύξη του κινητήρα λόγω χαμηλής στάθμης στο φρεάτιο</li> <li>▪ Διακοπή μιας φάσης στο δίκτυο</li> <li>▪ Κακή ρύθμιση διακένου μεταξύ πτερωτής και πώματος αναρρόφησης αντλίας</li> </ul>

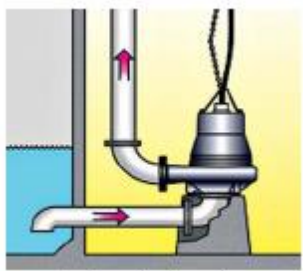
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χαμηλή ρύθμιση θερμικού</li> <li>Κακή μόνωση μεταξύ τυλιγμάτων στάτη και γης</li> <li>Βλάβη στο θερμικό</li> </ul> <p><b>Σημείωση:</b> Σε περίπτωση θερμικής διακοπής δεν πρέπει να γίνονται συνεχόμενες επαναφορές του θερμικού, εφόσον διακοπεί εκ νέου και δεν έχει εντοπισθεί το αίτιο.</p>
Μηχανική φθορά πτερωτής	<ul style="list-style-type: none"> <li>Σηλαιώση, λειτουργία εκτός ορίων NPSH</li> <li>Άντληση σκληρών υλικών (άμμου, χαλίκιων κ.λπ.)</li> </ul>
Χημική φθορά πτερωτής	<ul style="list-style-type: none"> <li>Λειτουργία σε έντονα διαβρωτικό υγρό (<math>\text{pH} &lt; 5</math> ή <math>\text{pH} &gt; 10</math>)</li> <li>Συχνή ρίψη στο φρεάτιο δραστικών χημικών για τον καθαρισμό του</li> <li>Παράλληλη διάβρωση μηχανικού στυπιοθλίπτη και κελύφους</li> </ul>
Φουσκωμένο καλώδιο	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υψηλή θερμοκρασία αντλούμενου υγρού</li> <li>Ακατάλληλος τύπος καλωδίου</li> </ul>
Συχνές εκκινήσεις - διακοπές	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κακή ρύθμιση ανώτατης – κατώτατης στάθμης</li> <li>Επιστροφή λυμάτων λόγω προβλήματος ή απουσίας βαλβίδας αντεπιστροφής</li> <li>Κακός υπολογισμός φρεατίου (μικρός ωφέλιμος όγκος)</li> <li>Λάθος επιλογή τάσης λειτουργίας των πηνίων των ρελέ</li> <li>Κακή κατάσταση των επαφών ισχύος και των συνδέσεων των ρελέ</li> </ul>
Αδυναμία διακοπής	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κλειστή βαλβίδα αντεπιστροφής ή βάνα διακοπή</li> <li>Αντλία μικρής παροχής σε σχέση με τις απαιτήσεις του αντλιοστασίου</li> <li>Κακή ρύθμιση στάθμης διακοπής</li> <li>Εμπλοκή στο σύστημα ελέγχου στάθμης</li> </ul>
Αδυναμία εκκίνησης	<ul style="list-style-type: none"> <li>Πρόβλημα στον εκκινητή</li> <li>Εμπλοκή στο σύστημα ελέγχου στάθμης</li> <li>Διακοπή ρεύματος</li> <li>Φθορά στο καλώδιο τροφοδοσίας</li> <li>Εμπλοκή πτερωτής</li> </ul> <p>Καμένος πυκνωτής εκκινήσεως εφόσον πρόκειται για μονοφασικό κινητήρα</p>
Θόρυβος από ηλεκτροκινητήρα χωρίς περιστροφή	<ul style="list-style-type: none"> <li>Εμπλοκή του περιστρεφόμενου μέρους</li> <li>Κακό ζευγάρι των τυλιγμάτων στη σύνδεση Υ-Δ</li> </ul>



### 8.2.2 Αντλητικά συγκροτήματα σε ξηρά φρεάτια

Οι αντλίες αυτού του τύπου είναι πολυβάθμιες ή μονοβάθμιες, κατακόρυφες ή οριζόντιες, και είναι συζευγμένες με τον ηλεκτροκινητήρα μέσω ελαστικού συνδέσμου (κόμπλερ), μέσω κοινού άξονα (μονομπλόκ), μέσω τροχαλιών και ιμάντων, κ.λπ. Διατίθενται με λειτουργικά χαρακτηριστικά ευρέως φάσματος (παροχή 1 - 5.000 m<sup>3</sup>/h, μανομετρικό ύψος 0,1 - 25 bar, στροφές λειτουργίας 750 - 3.000 rpm) και είναι κατάλληλες για την άντληση καθαρού ή ακάθαρτου νερού, ύδρευση, άρδευση, πυρόσβεση, βιομηχανική χρήση κ.λπ.

Ο σχεδιασμός του υδραυλικού τμήματος των αντλιών αυτών είναι ίδιος με αυτών των υποβρύχιων αντλητικών συγκροτημάτων. Έτσι, η συντήρηση για το υδραυλικό τμήμα της αντλίας, τα προβλήματα και ο τρόπος αντιμετώπισης τους ελάχιστα διαφοροποιούνται. Στη συνέχεια επισημαίνονται κάποια επιπλέον στοιχεία σχετικά με τα αντλητικά συγκροτήματα σε ξηρά φρεάτια.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
 <p>Αντλία σε ξηρό φρεάτιο</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Δεν εγκαθίστανται ποτέ σε χώρους όπου υπάρχει πιθανότητα πλημμύρας.</li> <li>▪ Η αναρρόφηση των αντλιών αυτών, εφόσον η στάθμη των λυμάτων στο φρεάτιο συλλογής είναι χαμηλότερα από το οριζόντιο επίπεδο που περνάει από το άνω σημείο του στομίου αναρρόφησης της αντλίας, επιτυγχάνεται μέσω διατάξεων αναρρόφησης και αισθητηρίων στάθμης (ποδοβαλβίδες κ.λπ.).</li> <li>▪ Το γεωδαιτικό ύψος αναρρόφησης δεν πρέπει να υπερβαίνει το συνιστώμενο από τον κατασκευαστή και το οποίο καθορίζεται κυρίως από την καμπύλη NPSH της αντλίας. Γενικά πρέπει να εγκαθίστανται όσο πιο κοντά γίνεται στην στάθμη του υγρού που θα αντλήσουν.</li> <li>▪ Κατά την πρώτη εκκίνησή τους πρέπει να γεμίσει ο σωλήνας αναρρόφησης και η αντλία με νερό, μέχρι να απομακρυνθεί ο αέρας από τις τάπες εξαέρωσης ή τα εξαεριστικά.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Κοινές εργασίες συντήρησης:</li> <li>▪ Περιοδικός έλεγχος της κατάστασης των ελαστικών συνδέσμων (κόμπλερ) ή άλλου τρόπου σύζευξης της αντλίας.</li> <li>▪ Έλεγχος διαρροών στο σημείο στεγανοποίησης. Μόνιμη διαρροή προκαλείται από κακή επαφή μεταξύ των επιφανειών του κινητού και του σταθερού τριβέα του στυπιοθλίπτη.</li> </ul>	

- Έλεγχος θερμοκρασίας εδράνων της αντλίας η οποία θα πρέπει να είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της. Η θερμοκρασία των ρουλεμάν μπορεί να φθάσει μέχρι και 50οC πάνω από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αλλά σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να ξεπερνά τους 80οC.
- Σε περίπτωση ελαιολίπαντης αντλίας ελέγχεται περιοδικά ο δείκτης στάθμης λαδιού συμπληρώνοντας αν χρειαστεί.
- Κάθε 2.000 ώρες λειτουργίας συνιστάται να γίνεται αλλαγή λαδιών και καθαρισμός των ρουλεμάν.
- Κατά τη διάρκεια λειτουργίας η αντλία πρέπει να εργάζεται αθόρυβα. Αν παρατηρηθούν κραδασμοί πρέπει να αναζητηθούν οι πιθανές αιτίες και να αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία.
- Ειδικές εργασίες συντήρησης: όπως περιγράφονται από τον κατασκευαστή.
- Περαιτέρω εργασίες συντήρησης: συνιστάται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο μια προσεκτική επιθεώρηση όλων των εσωτερικών τμημάτων της αντλίας με σκοπό τον καθαρισμό, την αντικατάσταση ή την επισκευή τμημάτων.


Συνηθή προβλήματα σε αντλίες ξηρού τύπου και πιθανές αιτίες:

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Η αντλία δεν δίνει καθόλου υγρό	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Υπερβολικό ύψος αναρρόφησης</li> <li>▪ Η αντλία είναι γεμάτη νερό αλλά η ποδοβαλβίδα είναι ελαττωματική και το νερό φεύγει πριν ξεκινήσει η αντλία</li> <li>▪ Η αντλία και ο σωλήνας αναρρόφησης περιέχουν αέρα και πρέπει να γεμίσουν με νερό</li> <li>▪ Λάθος φορά περιστροφής</li> <li>▪ Το μανομετρικό ύψος της εγκατάστασης ξεπερνά το μέγιστο που μπορεί να δώσει η αντλία</li> </ul>
Η παροχή της αντλίας είναι μικρότερη από την αναμενόμενη	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Φερτά υλικά έχουν μειώσει τα διάκενα των καναλιών της πτερωτής</li> <li>▪ Μεγαλύτερο μανομετρικό από αυτό που έχει υπολογιστεί</li> <li>▪ Φθαρμένα στεγανά ή δακτυλίδια στο πώμα αναρρόφησης</li> </ul>
Η αντλία απορροφά υψηλή ισχύ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ο άξονας έχει κάμψη και παρουσιάζονται τριβές μεταξύ των τμημάτων της αντλίας</li> </ul>
Γρήγορη φθορά των ρουλεμάν	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έλλειψη λιπαντικού</li> <li>▪ Πιθανή παρουσία υγρασίας στα ρουλεμάν</li> </ul>
Ο στυπιοθάλαμος στάζει	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Προβληματικά ρουλεμάν – φθορά στα ρουλεμάν</li> <li>▪ Ο άξονας και οι δακτύλιοι τριβής έχουν φθαρεί</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Λόγω απώλειας ζυγοστάθμισης τα κινούμενα μέρη προκαλούν κραδασμούς</li> </ul>
--	--

### 8.2.3 Αντλίες προοδευτικής κοιλότητας

Η αρχή λειτουργίας των αντλιών προοδευτικής κοιλότητας στηρίζεται στη δημιουργία σειράς προωθούμενων κοιλοτήτων καθώς ο ρότορας περιστρέφεται έκκεντρα μέσα σε έναν ελαστικό στάτη που φέρει αντίστοιχες διπλές κοχλιώσεις από αυτές του ρότορα.


ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Πριν από κάθε εργασία συντήρησης θα πρέπει:</li> <li>▪ η αντλία να αποσυνδέεται τελείως από το δίκτυο και να εξασφαλίζεται ότι δεν θα τεθεί σε λειτουργία από κάποια άλλη αιτία,</li> <li>▪ να καταργείται η πίεση στην αναρρόφηση και στα σημεία εκροής, απομονώνοντας την αντλία, από το υπόλοιπο της εγκατάστασης</li> <li>▪ να στραγγίζεται το σώμα των αντλιών.</li> <li>▪ Η κινητήρια μηχανή (συνήθως ο ηλεκτροκινητήρας) είναι συζευγμένη με την αντλία απ' ευθείας ή μέσω ηλεκτρομειωτήρα, ή ηλεκτρονικού ρυθμιστή στροφών.</li> <li>▪ Η στεγάνωση μεταξύ της αντλίας και του περιβάλλοντος εξασφαλίζεται με ένα μηχανικό στυπιοθλίπτη που αποτελείται από ένα σταθερό τριβέα άξονα ασφαλισμένο στο κέλυφος, ένα περιστρεφόμενο τμήμα στηριγμένο στον άξονα και ένα ελατήριο.</li> <li>▪ Συνίσταται όταν γίνονται εργασίες συντήρησης και μετακινηθεί ο στυπιοθλίπτης να μην επανατοποθετείται ο ίδιος αλλά να αντικαθίσταται με νέο.</li> <li>▪ Τα ρουλεμάν στα οποία περιστρέφεται ο άξονας έχουν λιπανθεί για όλο το χρόνο ζωής τους και δεν απαιτούνται επιπλέον εργασίες λίπανσης. Πρέπει να λιπανθούν μόνο σε περίπτωση που αφαιρεθούν και επανατοποθετηθούν</li> </ul>

Συνήθη προβλήματα σε αντλίες προοδευτικής κοιλότητας και πιθανές αιτίες:

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Η αντλία δεν εκκινεί	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Χαλασμένο σύστημα οδήγησης ρότορα ή ηλεκτροκινητήρα</li> <li>▪ Εμπλοκή ή έμφραξη στις τσιμούχες στεγανότητας</li> <li>▪ Φθορά στο σύστημα σύζευξης</li> <li>▪ Ίζημα ή άλλο ξένο σώμα στο εσωτερικό της αντλίας</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υψηλό ποσοστό στερεών στο αντλούμενο υγρό</li> </ul>
Χαμηλή παροχή ή ανεπαρκής πίεση εκροής	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φθορά στον στάτη ή στον ρότορα</li> <li>Διαρροή στον μηχανικό στυπιοθλίπτη</li> <li>Υψηλό ποσοστό στερεών στο αντλούμενο υγρό</li> <li>Χαμηλότερη θερμοκρασία υγρού από την προβλεπόμενη</li> <li>Υψηλή πίεση ή παροχή στην κατάθλιψη</li> <li>Χαμηλή πίεση εισόδου στην αναρρόφηση</li> <li>Εισαγωγή αέρα στην αναρρόφηση</li> <li>Χαμηλή ταχύτητα περιστροφής</li> <li>Έλεγχος στον καταθλιπτικό αγωγό και στις βαλβίδες</li> <li>Υψηλό ιξώδες του αντλούμενου υγρού</li> </ul>
Η αντλία διακόπτει συχνά τη λειτουργία της	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φθορά στον στάτη ή στον ρότορα</li> <li>Διαρροή στον μηχανικό στυπιοθλίπτη</li> <li>Φθορά στο σύστημα σύζευξης</li> <li>Υψηλό ποσοστό στερεών στο αντλούμενο υγρό</li> <li>Χαμηλότερη θερμοκρασία υγρού από την προβλεπόμενη</li> <li>Ξηρή λειτουργία αντλίας</li> <li>Χαμηλή πίεση εισόδου στην αναρρόφηση</li> <li>Εισαγωγή αέρα στην αναρρόφηση</li> <li>Ίζημα ή άλλο ξένο σώμα στο εσωτερικό της αντλίας</li> </ul>
Θορυβώδης λειτουργία ή παρουσία ακανόνιστων κραδασμών	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φθορά στον στάτη ή στον ρότορα</li> <li>Δεν είναι ευθυγραμμισμένος ο κινητήρας με την αντλία</li> <li>Φθορά στο σύστημα σύζευξης</li> <li>Υψηλή θερμοκρασία αντλούμενου υγρού</li> <li>Χαμηλή πίεση εισόδου στην αναρρόφηση</li> <li>Υψηλή ταχύτητα περιστροφής</li> <li>Φθορά στα ρουλεμάν</li> <li>Η αντλία λειτουργεί εν ξηρώ</li> </ul>
Θορυβώδης λειτουργία ή παρουσία ακανόνιστων κραδασμών	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φθορά στον μηχανικό στυπιοθλίπτη</li> <li>Αντίθετη περιστροφή του άξονα</li> <li>Φθορά στα ρουλεμάν</li> </ul>

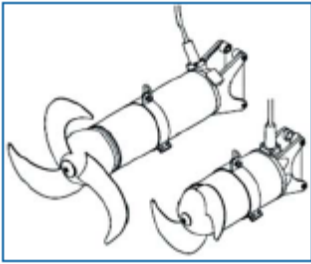
#### 8.2.4 Δοσομετρικές αντλίες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Συντήρηση και μέτρα ασφαλείας: Κατά τον έλεγχο λειτουργίας και τη συντήρηση των δοσομετρικών συστημάτων είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας του προσωπικού</li> <li>Περιοδικός έλεγχος της δεξαμενής αποθήκευση διαλύματος χλωρίου, ώστε ν' αποφεύγεται η εν ξηρώ λειτουργία της δοσομετρικής αντλίας. Συνίσταται η χρήση ηλεκτροδίου στάθμης</li> <li>Έλεγχος της λειτουργικότητας της αντλίας συχνά, ιδιαιτέρως αν χρησιμοποιείται σε διαβρωτικό περιβάλλον</li> <li>Περιοδικός έλεγχος των βαλβίδων – φίλτρων</li> <li>Περιοδικός καθαρισμός (2 – 4 φορές ανά έτος) έκαστης δοσομετρικής αντλίας με αποσταγμένο νερό για 5-10min</li> <li>Αναγκαίο είναι να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή.</li> </ul>


Συνήθη προβλήματα και πιθανές αιτίες :

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Η αντλία δεν λειτουργεί.	<p>Διακοπή ή αποσύνδεση των ηλεκτρικών συνδέσεων</p> <p>Πτώση τάσης</p> <p>Βλάβη στο ηλεκτρονικό κύκλωμα</p>
Η αντλία λειτουργεί αλλά δεν αντλεί	<p>Είσοδος αέρα από το σωληνάκι αναρρόφησης</p> <p>Έλλειψη φλάντζας (δακτυλίου) σε κάποια βάνα</p> <p>Λάθος συνδέσεις της αντλίας</p> <p>Εγκλωβισμός αέρα</p> <p>Πολύ μικρό μήκος ή συχνότητα εμβολισμού (κάτω από τα όρια)</p> <p>Βουλωμένες οι βαλβίδες αναρρόφησης-κατάθλιψης</p>
Διακυμάνσεις της παροχής	<p>Μερική έμφραξη των βαλβίδων</p> <p>Υπαρξη φυσαλίδων αέρα</p> <p>Υπερτροφοδοσία της αντλίας</p> <p>Σπάσιμο του διαφράγματος</p>
Διαρροή υγρού	<p>Χαλαρές συνδέσεις των σωληνώσεων</p> <p>Χαλαρές συνδέσεις της κεφαλής της αντλίας</p>

## 8.2.5 Υποβρύχιοι αναμίκτες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
 <p>Τυπικοί αναδευτήρες λυμάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Σύνολο συγκροτήματος αναδευτήρων: Απαιτείται τακτική επιθεώρηση και η προληπτική συντήρηση του με καθαρισμό του σε τακτά χρονικά διαστήματα.</li> <li>▪ Διάστημα επιθεώρησης: Καθορίζεται ανάλογα της καταπόνησης του συγκροτήματος αλλά δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να ξεπερνά τον ένα χρόνο.</li> <li>▪ Οι εργασίες συντήρησης και παρακολούθησης θα πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με το πρόγραμμα του κατασκευαστή.</li> <li>▪ Ισχυροί κραδασμοί ή μη ομαλή λειτουργία: Πιθανές αιτίες είναι: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Πολύ μικρή επικάλυψη της έλικας από το υγρό.</li> <li>▪ Είσοδος αέρα στην περιοχή της έλικας.</li> <li>▪ Λάθος φορά περιστροφής της έλικας.</li> </ul> </li> <li>▪ Μέρη της εγκατάστασης όπως εξαρτήματα στήριξης ή τμήματα του συνδέσμου είναι ελαττωματικά ή έχουν λυθεί. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει το συγκρότημα να τεθεί εκτός λειτουργίας και να επιθεωρηθεί.</li> <li>▪ Ηλεκτρικά καλώδια σύνδεσης κινητήρα: Καθαρισμός και έλεγχος για τυχόν φθορές της μόνωσης, μια φορά το μήνα.</li> <li>▪ Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος: Έλεγχος με αμπερόμετρο.</li> <li>▪ Ανυψωτικός μηχανισμός: Έλεγχος καλής λειτουργίας του, κάθε έξι μήνες.</li> <li>▪ Έλικα: Οπτικός έλεγχος για παρουσία φθορών ή ραγισμάτων από τραχιά ή διαβρωτικά μέσα ανάδευσης.</li> <li>▪ Μόνωση κινητήρα: μια φορά το χρόνο ή κάθε 4.000 ώρες λειτουργίας επιβάλλεται ο έλεγχος της αντίστασης της μόνωσης του κινητήρα και της καλής λειτουργίας των διατάξεων παρακολούθησης.</li> </ul>

### 8.2.6 Λοβοειδείς φυσητήρες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Συντήρηση και μέτρα ασφαλείας: Κατά τον έλεγχο λειτουργίας και τη συντήρηση του φυσητήρα είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας του προσωπικού</li> <li>▪ Ιδιαίτερα κατά την φάση οπτικού ελέγχου όταν ο φυσητήρας βρίσκεται σε λειτουργία το προσωπικό πρέπει να φοράει εξοπλισμό προστασίας από τον θόρυβο, γυαλιά και γάντια προστασίας.</li> <li>▪ Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στα κινούμενα μέρη του φυσητήρα καθώς και στον εξερχόμενο αέρα ο οποίος είναι σε πολύ υψηλή θερμοκρασία.</li> <li>▪ Προσοχή επίσης χρειάζεται στο σημείο αναρρόφησης το οποίο δεν πρέπει να προσεγγίζεται με ρούχα ή άλλα αντικείμενα που μπορούν να παρασυρθούν στην αναρρόφηση.</li> <li>▪ Αναγκαίο είναι να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή.</li> <li>▪ Όλες οι εργασίες συντήρησης πρέπει να γίνονται από εξειδικευμένο προσωπικό.</li> </ul>
Λίπανση	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Η λίπανση των οδοντωτών τροχών και των εδράνων που βρίσκονται από την αντίθετη πλευρά της κίνησης γίνεται μέσω ελαίου.</li> <li>▪ Η λίπανση των εδράνων στην πλευρά της κίνησης γίνεται μέσω γράσου. Τα εξωτερικά σημεία που απαιτούν λίπανση είναι: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Τάπα στάθμης λαδιού</li> <li>- Τάπα απομάκρυνσης λαδιού</li> <li>- Σύνδεση μανομέτρου</li> <li>- Τάπα πλήρωσης με λάδι</li> <li>- Γρασαδόρος σφαιρικός</li> </ul> </li> <li>▪ Η στάθμη του λαδιού στο κάρτερ των οδοντωτών τροχών μπορεί να ελεγχθεί αφαιρώντας την αντίστοιχη τάπα. Όταν το μηχάνημα είναι οριζοντιωμένο, θα παρατηρηθεί μια μικρή υπερχειλίση λαδιού από το άνοιγμα αυτό.</li> <li>▪ Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση αυξημένης ποσότητας λαδιού, με σκοπό την αποφυγή υπερθέρμανσής του. Το ίδιο ισχύει και για τα γρασολίπαντα ρουλεμάν.</li> <li>▪ Το πρώτο γρασάρισμα μπορεί να γίνει μετά 3.000 ώρες λειτουργίας με τη βοήθεια ειδικού γρασαδόρου κατά UNI B 2660.</li> <li>▪ Σωστή τακτική είναι και η χρήση ορυκτελαίου χωρίς πρόσθετα EP (π.χ. λάδι γενικών εφαρμογών ή υδραυλικό λάδι) ή συνθετικό λάδι βάσης οφελίνης.</li> </ul>	

- Για την απομάκρυνση του λαδιού, αφαιρείται κατ' αρχήν η τάπα πλήρωσης με λάδι και στη συνέχεια η τάπα αδειάσματος.

#### Καθαρισμός

- Για τον καθαρισμό των αποθέσεων σκόνης και ακαθαρσιών υνίσταται η χρήση πεπιεσμένου αέρα, ατμού ή κάποιου διαλυτικού, ανάλογα με τη φύση των αποθέσεων (πετρέλαιο, καύσιμο, κηροζίνη, αμμωνιακό ύδωρ, τριχλωροαιθυλένιο κ.λπ.).
- Κατά τη χρήση αέρα ή ατμού, πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία μη επιτρεπτών πιέσεων μέσα στο σώμα του φυσητήρα. Μέγιστη πίεση θεωρούνται τα 2 bar για τον αέρα και 1 bar για ατμό.
- Πριν την έναρξη λειτουργίας του μηχανήματος, τα εσωτερικά μέρη πρέπει να ξηραίνονται και να καθαρίζονται από κάθε είδους υπολείμματα.
- Καθαρισμός φίλτρου: Ένα πολύ βρώμικο φίλτρο μπορεί να προκαλέσει βλαβερή απώλεια πίεσης οπότε και χάνει την ικανότητα φιλτραρίσματος. Φίλτρα ξηρού τύπου καθαρίζονται με πεπιεσμένο αέρα και αν απαιτείται αντικαθίσταται το ανταλλακτικό φίλτρο.
- Βαλβίδα ασφάλειας: Απαιτείται τακτική λίπανση του βάκτρου της βαλβίδας.
- Τάση ιμάντων: Απαιτείται τακτικός έλεγχος της τάσης των ιμάντων και της κατάστασή τους, καθώς και ρύθμιση της τάσης και εάν είναι απαραίτητο αντικατάσταση των ιμάντων.
- Στεγανά: Ο άξονας των φυσητήρων κανονικής κατασκευής στεγανοποιείται με δακτυλίου στεγανότητας γράσου και λαδιού. Οι δακτύλιοι στεγανότητας δεν απαιτούν καμία συντήρηση. Αντικαθίστανται μόνον σε περίπτωση φθοράς τους.
- Συνίσταται καθημερινός οπτικός και ακουστικός έλεγχος των κινητήρων.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται όλες οι παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται και τη λειτουργία των φυσητήρων, προβλήματα που ενδεχομένως παρουσιαστούν, καθώς και πιθανές αιτίες τους :

Έλεγχος	Παράμετρος	Συχνότητα				Παρατηρήσεις
		Ώρες	Ημερησίως	Εβδομαδιαίως	Μηνιαίως	
Οπτικός	Πίεση λειτουργίας		1			Φυσητήρας σε λειτουργία
	Θερμοκρασία λειτουργίας		1			
	Απορροφούμενη ισχύς		1			
	Ροή υγρού ψύξης		1			
	Θόρυβος		1			
Λίπανση	Στάθμη λαδιού	500				Φυσητήρας εκτός λειτουργία
	Διαρροή λαδιού			1		
	Ιξώδες λαδιού	500				
	Αλλαγή λαδιού	4.000			6	



Φίλτρο	Δημιουργία κενού		1			
	Εμφραξη				2	
Μετάδοση κίνησης	Φθορά	2.000				Φυσητήρας εκτός λειτουργία
	Τάνυση ιμάντα	2.000				
	Αλλαγή ιμάντα	15.000			24	

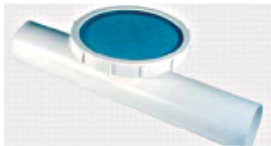
Συνήθη προβλήματα σε φυσητήρες και πιθανές αιτίες:

Πρόβλημα	Πιθανές Αιτίες
Ο κινητήρας δεν εκκινεί	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Λάθος ηλεκτρική εγκατάσταση _ Διακοπή στην ηλεκτρική τροφοδότηση</li> </ul>
Άμεση παύση κινητήρα, μετά την εκκίνησή του	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Λάθος ηλεκτρική σύνδεση</li> <li>▪ Οι ρότορες έρχονται σε επαφή</li> <li>▪ Εναποθέσεις στερεών στον θάλαμο συμπίεσης</li> <li>▪ Είσοδος ξένων σωμάτων στον φυσητήρα</li> <li>▪ Έμφραξη στο φίλτρο αέρα ή στον αγωγό αναρρόφησης ή στον αγωγό κατάθλιψης</li> <li>▪ Κλειστή η βάνα διακοπής</li> </ul>
Μηδενική παροχή του φυσητήρα – ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΑΜΕΣΗ ΛΗΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έμφραξη στο φίλτρο αέρα ή στον αγωγό αναρρόφησης</li> <li>▪ Βαλβίδα αντεπιστροφής τοποθετημένη αντίστροφα</li> <li>▪ Λάθος σχέση μετάδοσης κίνησης</li> <li>▪ Λάθος φορά περιστροφής</li> </ul>
Πίεση εξόδου διαφορετική από την αναγραφόμενη τιμή - ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΑΜΕΣΗ ΛΗΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Οι ρότορες έρχονται σε επαφή ή έχουν φθαρεί _ Κλειστή η βάνα διακοπής</li> <li>▪ Έμφραξη στο φίλτρο αέρα ή στον αγωγό αναρρόφησης ή στον αγωγό κατάθλιψης</li> </ul>
Θερμοκρασία εξόδου διαφορετική από την αναγραφόμενη τιμή - ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΑΜΕΣΗ ΛΗΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Έμφραξη στον αγωγό κατάθλιψης</li> <li>▪ Μικρός (υποδιαστασιοποιημένος) αγωγός κατάθλιψης</li> <li>▪ Λάθος σχέση μετάδοσης κίνησης</li> <li>▪ Υψηλή στάθμη λαδιού</li> </ul>
Υψηλή κατανάλωση ενέργειας	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Λάθος ηλεκτρική εγκατάσταση</li> <li>▪ Οι ρότορες έρχονται σε επαφή ή έχουν φθαρεί</li> <li>▪ Εναποθέσεις στερεών στο θάλαμο συμπίεσης</li> <li>▪ Είσοδος ξένων σωμάτων στο φυσητήρα</li> <li>▪ Έμφραξη στο φίλτρο αέρα ή στον αγωγό αναρρόφησης ή στον αγωγό κατάθλιψης</li> <li>▪ Λάθος σχέση μετάδοσης κίνησης</li> <li>▪ Λάθος φορά περιστροφής</li> </ul>

Διαρροή λαδιού ή / και υγρού	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Οι ρότορες έρχονται σε επαφή</li> <li>▪ Υψηλή στάθμη λαδιού</li> </ul>
Υψηλή θερμοκρασία λαδιού	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Εναποθέσεις στερεών στον θάλαμο συμπίεσης</li> <li>▪ Είσοδος ξένων σωμάτων στον φυσητήρα</li> <li>▪ Φθορά στα ρουλεμάν</li> <li>▪ Στεγανοποίηση κινητήρα</li> </ul>
<p>Ασυνήθιστος θόρυβος και κραδασμοί</p> <p><b>ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΑΜΕΣΗ ΛΗΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Εναποθέσεις στερεών στον θάλαμο συμπίεσης</li> <li>▪ Είσοδος ξένων σωμάτων στον φυσητήρα</li> <li>▪ Φθορά στα ρουλεμάν</li> <li>▪ Στεγανοποίηση κινητήρα</li> </ul>

### 8.2.7 Διαχυτές

Στα υποβρύχια συστήματα προσαγωγής αέρα χρησιμοποιούνται παράλληλα με τους φυσητήρες κατάλληλα διαχυτικά στοιχεία με σκοπό να προσδώσουν το απαραίτητο οξυγόνο στα λύματα για τον μεταβολισμό των μικροοργανισμών και να παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ ανάδευσης, ώστε οι μικροοργανισμοί να έρθουν σε άμεση επαφή με το διαλυμένο και το αιωρούμενο οργανικό φορτίο. Οι διαχυτές κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη και σχήματα όπως δισκοειδείς, κυλινδρικοί, οβάλ κ.λπ. Το υλικό του συνήθως είναι κεραμικό, πλαστικό ή εύκαμπτες διάτρητες μεμβράνες.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Προληπτική συντήρηση δίσκου αέρα:</li> <li>▪ Προφυλάσσει το διαχυτήρα από σωματίδια που μπορούν να προκαλέσουν έμφραξη στους πόρους του.</li> <li>▪ Το σύστημα αερισμού διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα απόδοσης, μειώνεται ο αριθμός των διακοπών διανομής αέρα και δεν επιτρέπεται η είσοδος των στερεών στο δίκτυο διανομής αέρα.</li> <li>▪ Περιλαμβάνει: έλεγχο, καθαρισμό και αντικατάσταση του φίλτρου αέρα του φυσητήρα, όποτε απαιτείται από τον κατασκευαστή.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Καθαρισμός: Οι μέθοδοι καθαρισμού που χρησιμοποιούνται για να αποκαταστήσουν την αποδοτικότητα των διαχυτήρων είναι: <ul style="list-style-type: none"> <li>- είτε διακοπτόμενης λειτουργίας (η δεξαμενή αερισμού τίθεται εκτός λειτουργίας),</li> <li>- είτε συνεχόμενης λειτουργίας (δεν απαιτείται πρόσβαση στη δεξαμενή).</li> </ul> </li> <li>▪ Κάποιες μέθοδοι καθαρισμού που χρησιμοποιούνται είναι η πλύση με όξινα ή αλκαλικά καθαριστικά, έγχυση αερίου, καθαρισμός με νερό υψηλής πίεσης (jetting) και καθαρισμός με αέρα υψηλής πίεσης (air bumping).</li> <li>▪ Έναρξη λειτουργίας δεξαμενής αερισμού: Κατά τη φάση αυτή, πρέπει να τηρηθούν όλα τα προτεινόμενα λειτουργικά βήματα για την εκκίνηση και τη διακοπή λειτουργίας της δεξαμενής.</li> <li>▪ Αν η δεξαμενή τεθεί σε λειτουργία σε περίοδο χαμηλών θερμοκρασιών, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να αποτραπεί βλάβη στο σύστημα από πάγο που ενδεχομένως επιπλέει στην επιφάνεια.</li> <li>▪ Οι δεξαμενές αερισμού δεν πρέπει να εκκενώνονται κατά την χειμερινή περίοδο, εκτός αν είναι απολύτως απαραίτητο, γιατί ο πάγος και το ψύχος μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή ζημιά στο σύστημα αερισμού.</li> <li>▪ Σε περίπτωση που οι δεξαμενές μείνουν εκτός λειτουργίας για περισσότερο από 2 εβδομάδες θα πρέπει να εκκενώνονται και να καθαρίζονται σχολαστικά. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να τηρούνται οι ακριβείς οδηγίες του κατασκευαστή για τον τρόπο και το χρόνο συντήρησης.</li> </ul>

- **Σύνηθες πρόβλημα:** Ένα σύνηθες πρόβλημα που εμφανίζεται το χειμώνα στον αγωγό μεταφοράς αέρα μεταξύ του φυσητήρα και του διαχυτήρα είναι η δημιουργία πάγου. Αυτό συμβαίνει γιατί μέρος της υγρασίας του αέρα εντός του αγωγού, συμπυκνώνεται σε πάγο, γεγονός που επιδεινώνεται από μικρές περιόδους ζεστού καιρού κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οπότε και ο πάγος μετατρέπεται σε νερό και συγκεντρώνεται από διάφορα σημεία στα χαμηλά σημεία του αγωγού. Σε ενδεχόμενη μείωση της θερμοκρασίας, το νερό μετατρέπεται ξανά σε πάγο, οπότε και παρατηρείται πλήρης έμφραξη του αγωγού.

## 8.2.8 Ηλεκτροκινητήρες

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αρχικά για τον έλεγχο ενός ηλεκτροκινητήρα απαιτούνται 2 μετρήσεις: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Έλεγχος μόνωσης του ηλεκτροκινητήρα με κατάλληλο όργανο. Ελέγχεται ο ηλεκτροκινητήρας μεταξύ φάσεων και μεταξύ φάσεων - γης. Οι ενδείξεις πρέπει να είναι μεγαλύτερες από 1 MΩ. Πολύ χαμηλές τιμές μόνωσης υποδεικνύουν πιθανώς εισχώρηση ελαίου ή μίγματος ελαίου – λύματος στον χώρο του ηλεκτροκινητήρα. Στην περίπτωση αυτή προτείνεται ο καθαρισμός και στέγνωμα του ηλεκτροκινητήρα καθώς και η επαναμόνωσή του με βερνίκι καλής ποιότητας (π.χ. Sterling).</li> <li>- Έλεγχος ισορροπίας μεταξύ των φάσεων του ηλεκτροκινητήρα. Η αντίσταση κάθε τυλίγματος του ηλεκτροκινητήρα πρέπει να είναι ίση ή παρόμοια με τα άλλα δύο τυλίγματα. Κάθε ηλεκτροκινητήρας εμπεριέχει στα τυλίγματα του θερμικούς διακόπτες. Σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί περιέλιξη ηλεκτροκινητήρα είναι πολύ σημαντικό να επανατοποθετηθούν νέοι θερμικοί διακόπτες καθώς και υλικά περιέλιξης κλάσης H.</li> </ul> </li> <li>• Κατά τη συνδεσμολογία πρέπει να ελεγχθεί η ρύθμιση των θερμικών διακοπών του πίνακα, ώστε να μην υπερβαίνει το ονομαστικό του εξοπλισμού (αναγράφεται στην ταμπέλα του εξοπλισμού).</li> <li>• Κατά τακτά διαστήματα θα πρέπει να γίνεται έλεγχος σωστής λειτουργίας με αμπερομέτρηση.</li> <li>• Σε υποβρύχια συστήματα το σημαντικότερο μέλημά, είναι η διατήρηση της στεγανότητάς του. Αυτό επιτυγχάνεται αντικαθιστώντας και ελέγχοντας το λάδι σε τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με τη χρήση του προϊόντος αλλά σε γενικές γραμμές και για εξοπλισμό που λειτουργεί στο 50-70% της δυναμικότητάς του, μία φορά το χρόνο. Είναι φυσιολογικό για ένα τέτοιο χρονικό διάστημα να έχουμε μια μικρή εισχώρηση λύματος και ανάμιξή του με το λάδι. Μέχρι κάποιο όριο, της τάξης του 20%, δεν αποτελεί λόγο ανησυχίας.</li> </ul> <p>Απλώς πραγματοποιείται αντικατάσταση του λαδιού και η αντλία</p>

	<p>αναμένεται να λειτουργήσει κανονικά μέχρι την επόμενη συντήρηση.</p> <p>Σημαντικό είναι κάθε φορά που πραγματοποιείται επέμβαση στον κινητήρα ενός υποβρύχιου συγκροτήματος, ακόμα και για αντικατάσταση ελαίου, να γίνεται αντικατάσταση των δακτυλίων στεγανοποίησης - Ο - .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Σε μη υποβρύχια συγκροτήματα, θα πρέπει να ελέγχονται οι ηλεκτροκινητήρες οπτικά και ακουστικά σε καθημερινή βάση. Επίσης πρέπει να καθαρίζονται τακτικά από σκόνες και ρύπους ώστε να εξασφαλίζεται η ψύξη τους.</li> <li>• Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται, ειδικά σε υποβρύχιες εφαρμογές, πρέπει να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή σε διάβρωση από λύματα καθώς και πολύ μικρή απορρόφηση (φούσκωμα). Δεν συνίσταται η επανασύνδεσή τους (μάτισμα) σε περίπτωση κοπής του.</li> </ul>
--	--

### **8.2.9 Υποσταθμός Μέσης Τάσης**

Κάθε υποσταθμός πρέπει να συντηρείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, τόσο από την πλευρά της μέσης τάσης όσο και από την πλευρά της χαμηλής τάσης. Η συντήρηση περιλαμβάνει τον έλεγχο της εγκατάστασης, τις απαραίτητες μετρήσεις και την κατά περίπτωση επέμβαση που θα κριθεί αναγκαία από τον έλεγχο του συνόλου των εγκαταστάσεων του υποσταθμού.

#### **ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

##### **Έλεγχος**

Ο έλεγχος ενός υποσταθμού πρέπει να πραγματοποιείται υποχρεωτικά από κάτοχο άδειας επίβλεψης ή εργοδηγού ΣΤ ειδικότητας υποσταθμών. Η εργασία στη συντήρηση του υποσταθμού προσώπων που δεν κατέχουν τις παραπάνω άδειες θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μόνο κάτω από την αδιάκοπη επίβλεψη αδειούχου συντηρητή ή εργοδηγού.

Ο έλεγχος του υποσταθμού περιλαμβάνει τις παρακάτω εργασίες :

- Οπτικό έλεγχο του συνόλου των εγκαταστάσεων του υποσταθμού. Ο οπτικός έλεγχος πραγματοποιείται στο μέτρο του δυνατού, πριν από τη διακοπή της μέσης τάσης. Σε αυτό το στάδιο, παρακολουθείται ό,τι μπορεί να υποπέσει στην αντίληψη του υπεύθυνου από οπτικής ή ακουστικής πλευράς (θόρυβοι, λάδια που έχουν διαφύγει, ενδεικτικές λυχνίες, οξειδώσεις, τυχόν σπινθηρισμοί κ.λπ.).
- Στη συνέχεια διακόπτονται τα φορτία χαμηλής τάσης που τροφοδοτούνται από τον υποσταθμό.
- Μετά την ολοκληρωτική εκφόρτιση του μετασχηματιστή, ακολουθεί η διακοπή της μέσης τάσης και η γείωση του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή.
- Σε περιπτώσεις που ο υποσταθμός περιλαμβάνει δύο ή περισσότερους παράλληλους μετασχηματιστές, είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί τμηματικά ο έλεγχος και η συντήρηση με την προϋπόθεση ότι κάθε μετασχηματιστής είναι σε δικό του περίφραγμα και μετά την απομόνωση του από τη χαμηλή και τη μέση τάση, ο χώρος του μετασχηματιστή είναι απαλλαγμένος από ζυγούς που συνεχίζουν να βρίσκονται σε μέση τάση.

Η δυνατότητα ανεξάρτητης διακοπής και συντήρησης των μετασχηματιστών επιβάλλεται ώστε να μη υπάρχει ανάγκη ολοκληρωτικής διακοπής της χαμηλής τάσης από τις τροφοδοτούμενες εγκαταστάσεις.

##### **Συντήρηση**

Μετά τον οπτικό έλεγχο και την απομόνωση του τμήματος για το οποίο απαιτείται συντήρηση, αρχίζει ο έλεγχος και η συντήρηση της εγκατάστασης τα οποία περιλαμβάνουν:

1. Μέτρηση της αντίστασης των γειώσεων

Σε αυτή τη φάση ελέγχεται η αντίσταση των γειώσεων με τη χρήση γειώμετρου. Ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα, η μέτρηση πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε Ιούλιο ή Αύγουστο για τον έλεγχο της γείωσης στην κρίσιμη εποχή που το έδαφος είναι ξηρό. Στην περίπτωση που η γείωση είναι ενιαία για τον ουδέτερο και τα μεταλλικά μέρη, η αντίσταση της δεν ξεπερνάει το 1Ω. Στην παραπάνω μέτρηση πρέπει να επαναλαμβάνεται και ο έλεγχος της καλής επαφής όλων των ακροδεκτών γείωσης. Ελέγχεται επίσης η κατάσταση των συνδέσεων των αγωγών γείωσης με τα αντίστοιχα ηλεκτρόδια.

2. Καθαρισμός μετασχηματιστή

Σε αυτό το στάδιο καθαρίζεται ολόκληρος ο μετασχηματιστής προσέχοντας για τυχόν διαφυγές λαδιού από κάποιο σημείο που δεν προσεγγίζεται όταν ο μετασχηματιστής βρίσκεται σε τάση.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον καθαρισμό των μονωτήρων και των ακροδεκτών των καλωδίων.

Επιβάλλεται επίσης, με ιδιαίτερη προσοχή, ο καθαρισμός του κρουνοῦ εκκένωσης ώστε να είναι δυνατή η λήψη καθαρού δείγματος από το λάδι του μετασχηματιστή.

3. Έλεγχος μόνωσης

Με τη βοήθεια ωμόμετρου, γίνεται μέτρηση της μόνωσης των εγκαταστάσεων χαμηλής και μέσης τάσης και του ίδιου του μετασχηματιστή. Η αντίσταση αυτή πρέπει να ξεπερνάει τα 1.000 Ω ανά βολτ για τη μέση τάση, τα 250 ΚΩ για τη χαμηλή τάση μέχρι 250 V σε σχέση με τη γη και τα 500 ΚΩ μεταξύ φάσεων χαμηλής τάσης.

Η παραπάνω διαδικασία, δεν απαλλάσσει από την υποχρέωση ελέγχου, σε ξεχωριστή φάση, των λαδιών του μετασχηματιστή.

4. Έλεγχος και καθαρισμός λαδιού

Το λάδι του μετασχηματιστή με την πάροδο του χρόνου ενδέχεται να δεχθεί υγρασία, σκουριές ή σκόνες, με αποτέλεσμα τη μείωση της μονωτικότητας του.

Για αυτό το λόγο, επιβάλλεται ο έλεγχος της κατάστασης του λαδιού σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τα διαστήματα αυτά κυμαίνονται ανάλογα με την κατάσταση και τη θέση του υποσταθμού από 6 μήνες μέχρι και 2 χρόνια.

Για τον έλεγχο του λαδιού ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:



- Παίρνουμε φιάλη χωρητικότητας 2 λίτρων περίπου, η οποία καθαρίζεται απλά (πλύσιμο και στέγνωμα). Η φιάλη πρέπει να αποτελείται από διαφανές υλικό, για να είναι εύκολος ο εποπτικός έλεγχος της.
- Αφού καθαριστεί καλά ο κρουινός εκκένωσης, πραγματοποιείται συλλογή μικρής ποσότητας λαδιού, σε ανεξάρτητο δοχείο, για να αποσυρθούν όσες σκόνες παρέμειναν μετά τον καθαρισμό του κρουινού. Στην συνέχεια η καθαρή φιάλη πληρώνεται με λάδι από τον καθαρισμένο κρουινό εκκένωσης.
- Πραγματοποιείται δοκιμή του λαδιού, με ειδικό όργανο διάσπασης, σε υψηλή τάση που παράγεται για αυτό το σκοπό. Η υψηλή τάση είναι ελεγχόμενη και ρυθμιζόμενη και παράγεται από εργαστηριακό μετασχηματιστή.

Το λάδι τροφοδοτείται σε ειδικό δοχείο διάσπασης, όπου υπάρχουν δύο ηλεκτρόδια τροφοδοτούμενα από την υψηλή τάση που προαναφέρθηκε.

Στη συνέχεια αφού ρυθμιστεί η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων (που βρίσκονται μέσα στο λάδι) αυξάνεται προοδευτικά η υψηλή τάση. Σε κάποιο σημείο θα αρχίσει η διάσπαση του μονωτικού λαδιού και η μεταφορά ηλεκτρικών φορτίων από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο υπό μορφή μικρών κεραυνών.

- Σημειώνεται η τάση με την οποία έγινε η διάσπαση του μονωτικού λαδιού.
- Αν η τάση είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο της πολικής τάσης λειτουργίας, γίνεται αποδεκτή η μονωτικότητα του λαδιού ως ικανοποιητική.
- Στην περίπτωση που η διάσπαση του λαδιού πραγματοποιηθεί με μικρότερη τάση, αποτελεί ένδειξη ότι το λάδι περιέχει αγωγίμες ουσίες, όπως είναι η υγρασία, σκόνη, σκουριές κ.λπ. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ο καθαρισμός του λαδιού. Για τον καθαρισμό του λαδιού χρησιμοποιείται συνδυασμός φίλτρων και φυγοκεντρικός ελαιοδιαχωριστήρας, ενώ παράλληλα το λάδι θερμαίνεται για την αφύγρυνση του.

Μετά τον καθαρισμό του λαδιού ακολουθεί νέα δοκιμή με τη διαδικασία της διάσπασης. Κατά αυτή τη μέτρηση, πρέπει η διάσπαση να πραγματοποιείται σε τριπλάσια τάση από τη μέση τάση που παρέχεται στο μετασχηματιστή.

Μετά τον έλεγχο και τον καθαρισμό του λαδιού ελέγχεται ο δείκτης στάθμης που βρίσκεται στο δοχείο διαστολής και αν απαιτείται συμπληρώνεται, ώστε να φθάσει στην κανονική στάθμη.

#### 5. Έλεγχος και καθαρισμός επαφών

Στο στάδιο της συντήρησης ελέγχονται όλες οι επαφές των διακοπών και των ασφαλειών και πραγματοποιείται ρύθμιση και καθαρισμός τους.

Σε αυτό το στάδιο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για να μην πραγματοποιηθεί επέμβαση σε αποζεύκτη ή διακόπτη ισχύος που παρά την διακοπή, διατηρεί στην είσοδο του τη μέση τάση.

Το γενικό μέσο διακοπής της μέσης τάσης στο χώρο του καταναλωτή, επιδέχεται έλεγχο και συντήρηση μόνο όταν διακοπεί η μέση τάση από τη ΔΕΗ και μετά από τη βραχυκύκλωση και γείωση της τροφοδοτικής γραμμής. Ειδικά οι επαφές των αυτομάτων διακοπών πρέπει να είναι απαλλαγμένες από υπολείμματα βολταϊκού τόξου (καρβουνιάσματα ακίδες) και να πατάνε πάνω σταθερά τμήματα τους με την ίδια πίεση. Τέλος, οι επαφές μετά το κλείσιμο τους πρέπει να παρουσιάζουν μηδενική αντίσταση. Ανάλογος καθαρισμός πρέπει να γίνεται στις υποδοχές των ασφαλειών μέσης τάσης και στα ίδια τα φυσίγγια των ασφαλειών.

Συνοπτικά οι επιμέρους ενέργειες συντήρησης έχουν ως εξής:

#### ***Σειρά ενεργειών συντήρησης υποσταθμού***

1. Οπτικός έλεγχος Υ/Σ σε λειτουργία
2. Σταδιακή διακοπή φορτίων χαμηλής τάσης
3. Διακοπή τροφοδότησης μετασχηματιστή (από πεδίο μέσης τάσης)
4. Διακοπή τροφοδότησης πεδίου μέσης τάσης (από ΔΕΗ ή κεντρικό πεδίο Μ.Τ.)
5. Έλεγχος δευτερεύοντος μετασχηματιστή (για ύπαρξη τάσης)
6. Δοκιμή όλου του δικτύου Μ.Τ.(με δοκιμαστικό μέσης τάσης για επιβεβαίωση διακοπής της Μ.Τ.)
7. Γείωση πρωτεύοντος μετασχηματιστή και γραμμών μη ηλεκτροδοτούμενων πεδίων μέσης τάσης
8. Εργασίες συντήρησης μετασχηματιστή και πεδίων μέσης τάσης. Δεν πραγματοποιείται επέμβαση σε πεδία που ο αποζεύκτης έχει τάση στην είσοδο.

#### ***Κύριες εργασίες συντήρησης Υ/Σ (Χωρίς Τάση)***

1. Καθαρισμός χώρου Μ/Σ και πεδίων Μ.Τ.&Χ.Τ
2. Καθαρισμός Μ/Σ (ψυγείο, σώμα, μονωτήρες, όργανα)
3. Καθαρισμός πεδίων Μ.Τ. και Χ.Τ. (μονωτήρες, όργανα ελέγχου, Μ/Σ. τάσης και έντασης, αποζεύκτες κ.λπ.)
4. Οπτικός έλεγχος Μ/Σ για τυχόν διαρροή λαδιού και λήψη μέτρων
5. Έλεγχος στάθμης λαδιού Μ/Σ (να είναι στην κανονική στάθμη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος)
6. Έλεγχος χρώματος αφυγραντήρα

- 7.** Αλλαγή αφυγραντήρα αν απαιτείται
- 8.** Έλεγχος διηλεκτρικής αντοχής λαδιού
- 9.** Έλεγχος κυκλώματος προστασίας και σήμανσης
- 10.** Έλεγχος στάθμης λαδιού καλωδίου Ν.Κ.Β.Α.- μέσης τάσης αν απολήγουν σε μονωτήρες λαδιού και συμπλήρωση αν απαιτείται
- 11.** Έλεγχος πλαστικών ακροκιβωτίων και ακροδεκτών
- 12.** Έλεγχος σύσφιξης κοχλιών γενικά (πεδίου, μετ/στη ροηφόρων ράβδων)
- 13.** Έλεγχος και συμπλήρωση φωτισμού χώρου Υ/Σ
- 14.** Οπτικός έλεγχος χρώματος λαδιού στους διακόπτες πτωχού ελαίου (αν υπάρχουν) και αλλαγή λαδιού αν παρατηρείται μαύρισμα στο χρώμα του
- 15.** Έλεγχος κατάστασης επαφών διακοπών γενικά και καθαρισμός ή αντικατάσταση τους ανάλογα με τη διαπιστούμενη φθορά
- 16.** Έλεγχος γειώσεων γενικά (επαφές, σφικτήρες, περιλαίμια, αντίσταση)
- 17.** Έλεγχος αερισμού μετασχηματιστή (φυσικού ή τεχνικού)

Σειρά ενεργειών μετά τη συντήρηση του υποσταθμού

- 1.** Έλεγχος θέσεων εργασίας και απομάκρυνση υλικών και εργαλείων
- 2.** Αφαίρεση γειώσεων μέσης τάσης. Όταν χρησιμοποιούνται γειωτές, αυτοί αποσυνδέονται μετά το κλείσιμο των πεδίων μέσης τάσης
- 3.** Κλείσιμο πεδίου μέσης τάσης και αφαίρεση γειωτών
- 4.** Τροφοδότηση με μέση τάση και έλεγχος άφιξης
- 5.** Τροφοδότηση μετασχηματιστή και έλεγχος (αν λειτουργεί κανονικά)
- 6.** Σταδιακή τροφοδότηση φορτίων χαμηλής τάσης
- 7.** Έλεγχος χαμηλής τάσης

### 8.2.10 Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος

A/A	Κατηγορία ελέγχου	200 ώρες	500 ώρες	1.000 ώρες
1.	Στάθμη λαδίου	E	E	E
2.	Φίλτρο λαδίου	A	A	A
3.	Αλλαγή λαδίου	A	A	A
4.	Έλεγχος στάθμης νερού	E	E	E
5.	Αλλαγή νερού			A
6.	Έλεγχος κολάρων		E	E
7.	Έλεγχος ψυγείου			E
8.	Έλεγχος στάθμης ρεζερβουάρ	E	E	E
9.	Αλλαγή φίλτρου πετρελαίου	A	A	A
10.	Έλεγχος φίλτρου αέρος	E		
11.	Αλλαγή φίλτρου αέρος		A	A
12.	Αλλαγή φίλτρου νερού			A
13.	Έλεγχος εναλλακτήρα	E	E	E
14.	Μπαταρίες	E	E	E
15.	Ντίζα στροφόμετρου	E	E	E
16.	Ντίζες ρεγουλατόρου	E	E	E
17.	Ιμάντες	E	E	A
18.	Έλεγχος ρυθμιστή υπερστρ.		E	E
19.	Καθαρισμός σημείων αερισμού γεννήτριας			E
20.	Έλεγχος καλωδιώσεων	E	E	E
21.	Έλεγχος λειτουργίας όλων των οργάνων	E	E	E
22.	Έλεγχος αντικραδασμικών	E	E	E
23.	Ελαστικές βάσεις γεννήτριας			E
24.	Έλεγχος χειροκίνητης διέγερσης	E	E	E
25.	Έλεγχος μπεκ			E
26.	Έλεγχος βαλβίδας			P
27.	Γρασάρισμα αντλίας νερού	E	E	E
28.	Μέτρηση συχνότητας	E	E	E
29.	Μέτρηση τάσης	E	E	E
30.	Έλεγχος ρελαί και διακοπών	E	E	E

### **8.2.11 Βασικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός**

Κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να ελέγχεται μετά την αποπεράτωση της, αλλά και αργότερα μετά τη θέση της σε λειτουργία ώστε να εξακριβωθεί, στο μέτρο του δυνατού, ότι πληροί τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD304, ή στη περίπτωση που η εγκατάσταση έχει κατασκευασθεί πριν από τη θέσπιση του παραπάνω Προτύπου, ότι αυτή παρέχει επαρκή ασφάλεια.

#### ***Προληπτική συντήρηση – Επανεέλεγχος***

Προληπτική συντήρηση πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ιδιαίτερα σε εξοπλισμό που, με βάση στατιστικά στοιχεία, παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα βλαβών. Αντίθετα, εξοπλισμός που δεν παρουσιάζει μεγάλη συχνότητα βλαβών, όπως ηλεκτρικές αντιστάσεις ή ηλεκτρικοί λέβητες, καταλαμβάνει δεύτερη σειρά στον κατάλογο προτεραιοτήτων συντήρησης.

Κατά τον επανεέλεγχο είναι ανάγκη να εξακριβώνεται ότι:

- το ηλεκτρολογικό υλικό δεν έχει υποστεί βλάβες ή φθορά από τη χρήση του, που μειώνουν το βαθμό της παρεχόμενης ασφάλειας,
- δεν έχουν γίνει επεμβάσεις που έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επισφαλών καταστάσεων,
- δεν έχει μεταβληθεί η χρήση του χώρου ή δεν έχουν αλλάξει οι συνθήκες που επικρατούν σε αυτόν, ή σε περίπτωση που συμβαίνει αυτό, ότι η ηλεκτρική εγκατάσταση είναι κατάλληλη για νέα ενδεχόμενη χρήση της ή νέες συνθήκες,
- δεν έχουν προστεθεί στο χώρο ξένα αγωγίμα στοιχεία που θα έπρεπε να έχουν περιληφθεί στην ισοδυναμική σύνδεση ή αν συμβαίνει αυτό, ότι έχουν γίνει οι κατάλληλες συνδέσεις,
- δεν έχουν γίνει διαρρυθμίσεις του χώρου που μεταβάλλουν την πρόσβαση των στοιχείων της εγκατάστασης.

Ο επανεέλεγχος πρέπει να περιλαμβάνει οπτική επιθεώρηση, καθώς και δοκιμές και μετρήσεις:

Η οπτική επιθεώρηση πρέπει να περιλαμβάνει εξακρίβωση των ακολούθων στοιχείων, στο μέτρο που έχουν εφαρμογή για την συγκεκριμένη εγκατάσταση:

- A. μέτρα προστασίας έναντι ηλεκτροπληξίας
- B. μέτρα προστασίας για την αποτροπή πρόκλησης πυρκαγιάς
- Γ. μέτρα προστασίας για την παρεμπόδιση εξάπλωσης της πυρκαγιάς
- Δ. εξακρίβωση ότι οι διατομές των αγωγών ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις
- E. επιλογή και ρύθμιση διατάξεων προστασίας

- Στ. ύπαρξη και επιλογή των κατάλληλων διατάξεων απομόνωσης και διακοπής
- Ζ. επιλογή του κατάλληλου υλικού ή λήψη απαιτούμενων μέτρων προστασίας του, σε σχέση με τις εξωτερικές επιδράσεις
- Η. δυνατότητα αναγνώρισης του ουδετέρου αγωγού και των αγωγών προστασίας
- Θ. δυνατότητα αναγνώρισης των κυκλωμάτων
- Ι. ύπαρξη σχεδίων, διαγραμμάτων και πινακίδων
- Ια. Επάρκεια των συνδέσεων των αγωγών
- Ιβ. Δυνατότητα πρόσβασης για τη συντήρηση, για την εκτέλεση χειρισμών ή για την αναγνώριση
- Ειδικότερα οι δοκιμές και μετρήσεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν είναι οι ακόλουθες:
- Α. μέτρηση αντίστασης της μόνωσης
- Β. εξακρίβωση της συνέχειας του αγωγού προστασίας, σε όσα σημεία αυτό κρίνεται αναγκαίο
- Γ. εξακρίβωση της ορθής λειτουργίας των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος, αν υπάρχουν

### ***Βασικές ενέργειες σε περιπτώσεις ανάγκης***

Βασικά σημεία που πρέπει να ελέγχονται και να επισκευάζονται ανά κατηγορία, όταν κρίνεται αναγκαίο ή σκόπιμο, είναι:

Στους ηλεκτροκινητήρες:

- ευθυγράμμιση αξόνων κινητήρα και φορτίου
- έλεγχος ηλεκτρικών επαφών
- καθαρισμός
- λίπανση και αλλαγή φθαρμένων εδράνων

Στο φωτισμό:

- καθαρισμός ή αλλαγή λαμπτήρων

Στα συστήματα ελέγχου:

- καθαρισμός διακοπών
- έλεγχος τερματικών, επαφών και λειτουργίας ηλεκτρονόμων

### 8.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Το σύστημα της ενεργού ιλύος είναι ένα δυναμικό σύστημα, που εξαρτάται άμεσα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Έτσι, κάτω από ορισμένες συνθήκες είναι δυνατή η ανάπτυξη συγκεκριμένου είδους μικροοργανισμών το οποίο κάτω από άλλες συνθήκες μπορεί να βρίσκεται σε ελάχιστα ποσοστά ή ακόμα να μην αναπτύσσεται στην ενεργό ιλύ. Συνεπώς, συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να αποτρέψουν ή να προάγουν την απόδοση της διεργασίας.

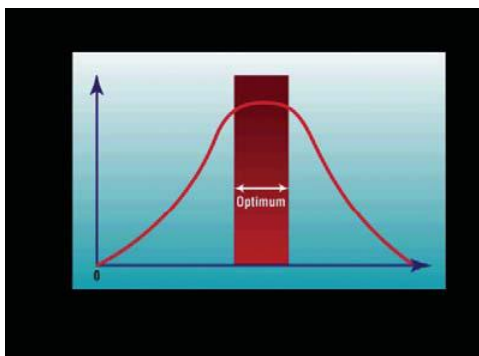
Για τον επιτυχημένο έλεγχο της διεργασίας, οι λειτουργοί της εγκατάστασης θα πρέπει να κατανοούν τις βιολογικές και χημικές διεργασίες, καθώς και να μπορούν να χρησιμοποιούν την κρίση τους και τη γνώση τους για την επίλυση έκτακτων καταστάσεων, αλλά και για τη βελτιστοποίηση του συστήματος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κύριες παράμετροι ελέγχου ενός συστήματος ενεργού ιλύος.

#### 8.3.1 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά υγρών προς επεξεργασία

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των εισερχομένων υγρών είναι δεδομένα και οι λειτουργοί της εγκατάστασης δεν μπορούν να έχουν τον άμεσο έλεγχο τους, αλλά παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του τύπου του μικροοργανισμού, ο οποίος θα κυριαρχήσει στο σύστημα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
BOD και COD Αποτελούν μέτρηση της οργανικής ύλης που θα χρησιμοποιηθεί από τους αναπτυσσόμενους μικροοργανισμούς για την αναπαραγωγή και ανάπτυξή τους, αφού οι περισσότεροι είναι ετερότροφοι.	<b><u>Χρησιμότητα:</u></b> Γνωρίζοντας το BOD και COD, καθώς και πληροφορίες σχετικά με το είδος των αναπτυσσόμενων μικροοργανισμών, είναι δυνατός ο προσδιορισμός του λόγου F/M, ο οποίος αποτελεί μια πολύ κρίσιμη παράμετρο ελέγχου της διεργασίας. <b><u>Διακυμάνσεις:</u></b> Διακυμάνσεις για μικρό χρονικό διάστημα (1-2 ώρες) θα έχουν μάλλον μικρή επίδραση στη διεργασία. Διακυμάνσεις μεγαλύτερων χρονικών διαστημάτων (πολλές ώρες ή ημέρες), μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σημαντική επίδραση στην κατάσταση της ενεργού ιλύος.

### Θερμοκρασία



Οι μικροοργανισμοί έχουν συγκεκριμένα θερμοκρασιακά όρια στα οποία η ανάπτυξή τους βελτιστοποιείται. Αν η θερμοκρασία της διεργασίας βρίσκεται εκτός αυτών των καθορισμένων ορίων, παρατηρείται μειωμένη ανάπτυξή τους.

Κατά τη διάρκεια κρύου καιρού, μπορεί να παρατηρηθεί μειωμένη ποιότητα επεξεργασίας λόγω των μικρότερων ρυθμών ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Το φαινόμενο αντιμετωπίζεται με αύξηση του χρόνου παραμονής των μικροοργανισμών στο σύστημα (MCRT ή ΘC), με σκοπό να υπάρχει αυξημένος χρόνος διαθέσιμος για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Ειδικότερα για τα συστήματα που έχουν σχεδιαστεί με τη διεργασία της νιτροποίησης, η βέλτιστη θερμοκρασία του ανάμικτου υγρού, θεωρείται στους 20-30 °C.

### pH

Η μέτρηση pH καθορίζει αν το εισερχόμενο λύμα είναι όξινο, ουδέτερο ή αλκαλικό. Για την αποφυγή προβλημάτων στη διεργασία, προτείνονται οι παρακάτω τιμές:

Βιολογική διεργασία	Εύρος
τιμών pH	

Απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου	→	
6,5 - 8,5		

Με διεργασία νιτροποίησης	→	
7,0 - 8,0		

Με διεργασία αποφωσφόρωσης	→	6,6 - 7,4
----------------------------	---	-----------

- Για τιμές  $pH < 2,0$  ή  $pH > 10,0$  ενδέχεται να παρατηρηθεί διακοπή της διεργασίας.
- Για τιμές  $pH \leq 4,0$  ενδέχεται να κυριαρχήσουν μύκητες (fungi) με επιβλαβή αποτελέσματα στη διεργασία της καθίζησης.

Σε συστήματα ενεργού ιλύος που

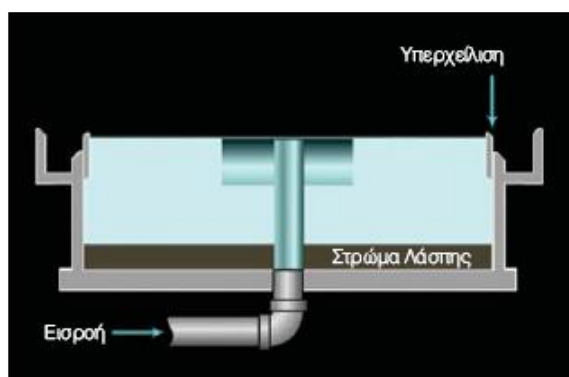


	<p>πραγματοποιείται νιτροποίηση, παρατηρείται “κατανάλωση” αλκαλικότητας.</p> <p>Ως γενικός κανόνας για τον έλεγχο της διεργασίας προτείνεται:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• η διατήρηση της αλκαλικότητας της εκροής σε επίπεδα της τάξης των 50 mg/L στην περίπτωση που η ρύθμιση πραγματοποιείται μέσω αυτοματισμών.</li> <li>• στην περίπτωση που δεν υπάρχει αυτόματος έλεγχος, τα επίπεδα αλκαλικότητας της εκροής συνίστανται στα 100 mg/L, ώστε να υπάρχει περιθώριο αντίδρασης από τους χειριστές.</li> </ul>
<p>Θρεπτικές ουσίες</p> <p>Η έλλειψη θρεπτικών υλών στα εισερχόμενα λύματα, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την υγιή ανάπτυξη των μικροοργανισμών (ενεργός ιλύς).</p> <p>Αν και υπάρχουν πολλές θρεπτικές ύλες για τους μικροοργανισμούς, οι σοβαρότερες επιπτώσεις προέρχονται από την έλλειψη Αζώτου (N) και Φωσφόρου (P).</p>	<p>Η ελάχιστη αναλογία του BOD προς το N και τον P είναι:</p> $\text{BOD} : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1$ <p>Όταν η συγκέντρωση των κύριων θρεπτικών συστατικών μειωθεί κάτω από τα συνιστώμενα όρια, τότε οι μικροοργανισμοί που συνήθως αναπτύσσονται δεν είναι πλέον ανταγωνιστικοί σε σχέση με άλλους ανεπιθύμητους μικροοργανισμούς.</p> <p>Προβλήματα μπορεί να παρουσιαστούν στην περίπτωση διοχέτευσης στο σύστημα αυξημένης ποσότητας βιομηχανικών αποβλήτων, κυρίως βιομηχανίας τροφίμων (κονσερβοποιία, βιομηχανίες χυμών, γαλακτοκομικές βιομηχανίες κ.λπ.) τα οποία περιέχουν αρκετά υψηλό BOD.</p> <p>Σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει πλέον ανάγκη προσθήκης διαλυμάτων θρεπτικών ουσιών, ώστε να διατηρηθεί μια υγιής ενεργός ιλύς.</p>

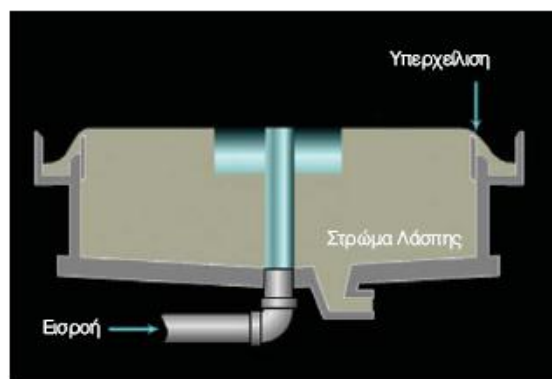
### 8.3.2 Παροχές υγρών προς επεξεργασία

**Παροχή Σχεδιασμού :** Οι βιολογικοί αντιδραστήρες, οι δεξαμενές καθίζησης, καθώς και οι αντλίες του συστήματος ενεργού ιλύος, κατασκευάζονται και επιλέγονται ώστε να δεχθούν συγκεκριμένη παροχή λυμάτων - την παροχή σχεδιασμού.

**Υδραυλική υπερφόρτιση :** Στην περίπτωση που η εισερχόμενη παροχή είναι σημαντικά υψηλότερη από την παροχή σχεδιασμού, η απόδοση της εγκατάστασης θα μειωθεί σημαντικά και μπορεί να προκληθεί παρασυρμός φλόκων «washing out» στη δεξαμενή καθίζησης (λόγω της μείωσης του χρόνου παραμονής των στερεών στη δεξαμενή). Το αποτέλεσμα είναι η αυξημένη περιεκτικότητα της εκροής σε ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), τα οποία προσδίδουν αυξημένη θολότητα.



Κανονικές συνθήκες παροχής



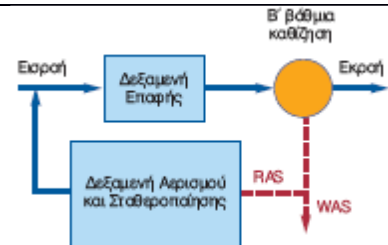
Συνθήκες υδραυλικής υπερφόρτισης

Στην περίπτωση του βιοαντιδραστήρα μπορεί να χρειαστεί αυξημένο χρονικό διάστημα για να ξεπεραστεί το πρόβλημα υπερφόρτισης, ανάλογα με την ποσότητα των στερεών που παρασύρθηκε στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης, καθώς και τον αριθμό των μικροοργανισμών που χρειάζεται να αναπτυχθούν από την αρχή. Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες λύσεις αντιμετώπισης του φαινομένου της υδραυλικής υπερφόρτισης.

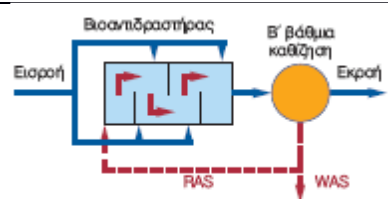
<b>ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ</b>	<b>ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ</b>
<p>Πρόβλεψη</p> <p>Σκοπός είναι να υπάρχει ετοιμότητα για τις περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων.</p>	<p>Συνίσταται να μπορεί να γίνει μια σχετική πρόβλεψη τέτοιων περιστατικών, παρατηρώντας τα φαινόμενα των τελευταίων χρόνων στην περιοχή, αλλά και παρακολουθώντας τις επίσημες προβλέψεις του καιρού.</p>
<p><b>Δεξαμενές Εξισορρόπησης</b></p> <p>Οι δεξαμενές εξισορρόπησης σχεδιάζονται για τη διαχείριση ωριαίων παροχών αιχμής και είναι αποτελεσματικές, μόνο στην περίπτωση μικρής διάρκειας επεισοδίων αυξημένης ροής.</p> <div data-bbox="240 719 1193 963"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Στην πρώτη περίπτωση, η εισερχόμενη παροχή βρίσκεται εντός των αναμενόμενων ορίων, οπότε και δεν υπάρχει ανάγκη άντλησης, προς ή από τη δεξαμενή εξισορρόπησης.</li> <li>• Στη δεύτερη περίπτωση, η εισερχόμενη παροχή είναι μεγαλύτερη από την παροχή σχεδιασμού, οπότε τμήμα της εισερχόμενης ροής αντλείται προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης. Η παροχή που τελικά θα οδηγηθεί στις επιμέρους διεργασίες της εγκατάστασης θα είναι η αναμενόμενη.</li> <li>• Στην τρίτη περίπτωση, η εισερχόμενη παροχή είναι πολύ μικρότερη από την αναμενόμενη, οπότε και ποσότητα λυμάτων αντλείται από τη δεξαμενή εξισορρόπησης, προς τα έργα εισόδου της εγκατάστασης επεξεργασίας, με σκοπό τη διατήρηση της παροχής σε σταθερά επίπεδα.</li> </ul>	
<p><b>Λίμνες Αποθήκευσης</b></p> <p>Σκοπός είναι να υπάρχει ετοιμότητα για τις περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων.</p> <div data-bbox="240 1641 600 1890"> </div>	<p>Αποτελούν μια μέθοδο προσωρινής αποθήκευσης αυξημένων ποσοτήτων λυμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση, η ικανότητα αποθήκευσης είναι κάποιος αριθμός ημερών που αντιστοιχούν σε αυξημένη εισερχόμενη παροχή. Και σε αυτήν την περίπτωση τα λύματα αντλούνται προς και από τις λίμνες αποθήκευσης, ανάλογα με το αν η εισερχόμενη παροχή είναι εντός των αναμενόμενων επιπέδων ή όχι.</p>

### Τρόπος λειτουργίας ΕΕΛ

Στην περίπτωση που ο σχεδιασμός της εγκατάστασης επεξεργασίας το επιτρέπει, η αποφυγή των προβλημάτων που δημιουργούνται λόγω των αυξημένων παροχών, μπορούν να αντιμετωπιστούν με εφαρμογή συγκεκριμένου τρόπου λειτουργίας της διεργασίας:



Ένας τρόπος είναι η λειτουργία της μονάδας αερισμού με τον τρόπο επαφής - σταθεροποίησης (contact stabilization mode). Η διάταξη αυτή, συνήθως χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις με μικρές εισερχόμενες παροχές. Η δεξαμενή αερισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις αυξημένων παροχών, ως δεξαμενή σταθεροποίησης της ροής οπότε και προστατεύεται η αναπτυγμένη βιομάζα και αποτρέπεται το φαινόμενο παράσυρσης των στερεών στην εκροή λόγω υδραυλικής υπερφόρτισης.



Ένας δεύτερος τρόπος λειτουργίας, είναι η λειτουργία της διεργασίας, με τη μέθοδο της εμβολικής ροής – βηματικής τροφοδοσίας. Σε αυτήν λοιπόν την περίπτωση, υπάρχει η δυνατότητα τροφοδοσίας των εισερχομένων λυμάτων από διάφορα σημεία στη δεξαμενή αερισμού, οπότε και παρατηρείται πιο ομοιόμορφη κατανομή της παροχής και του φορτίου κατά μήκος του αντιδραστήρα.

### Ανακυκλοφορία

Θα πρέπει να διαμορφωθεί ειδικό σχέδιο εφαρμογής και να εφαρμοστεί με προσοχή.

Θα πρέπει να εξεταστεί η αύξηση του ρυθμού ανακυκλοφορίας της ιλύος από τη δεξαμενή καθίζησης προς τη δεξαμενή αερισμού, ώστε να αποφευχθεί η διαφυγή των στερεών στην εκροή της δεξαμενής αερισμού.

### 8.3.3 Αερισμός υγρών

Ο αερισμός στο βιοαντιδραστήρα εξυπηρετεί δύο σκοπούς:

- την τροφοδότηση του συστήματος με διαλυμένο οξυγόνο, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί από τους αναπτυσσόμενους μικροοργανισμούς και
- την ανάδευση του συστήματος, ώστε να μην παρατηρείται καθίζηση των μικροοργανισμών από το ανάμικτο υγρό.

Τυπικά, οι απαιτήσεις συγκέντρωσης D.O. στο ανάμικτο υγρό είναι της τάξης των 2 mg /L ή/και περισσότερο, για να πραγματοποιηθεί επιτυχώς η διεργασία της νιτροποίησης, αλλά συνίσταται η διεξαγωγή πειραμάτων σε κάθε συγκεκριμένη εγκατάσταση, ώστε να καθοριστεί η βέλτιστη συγκέντρωση του D.O κάθε συγκεκριμένου συστήματος.

### ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΚΑΙ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Στη συνέχεια, συνοψίζονται κάποιες επισημάνσεις που αφορούν στη σχέση μεταξύ των επιπέδων συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου και των συστημάτων που είναι σχεδιασμένα για την απομάκρυνση θρεπτικών συστατικών.

<b>Συστήματα επεξεργασίας σχεδιασμένα για απομάκρυνση θρεπτικών συστατικών (N ή /και P) και επίπεδα συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου</b>	
<b>Δεξαμενές απονιτροποίησης:</b>	Θα πρέπει να εξασφαλίζεται η απουσία διαλυμένου οξυγόνου. Συγκεντρώσεις της τάξης ακόμα και του 0,2 mg/L μειώνουν το ρυθμό απονιτροποίησης στο μισό.
Σε χωριστές δεξαμενές νιτροποίησης και απονιτροποίησης όπου πραγματοποιείται εσωτερική ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού από τη δεξαμενή νιτροποίησης στη δεξαμενή απονιτροποίησης:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα, ώστε να μην ανακυκλοφορείται μεγάλη ποσότητα οξυγόνου στη δεξαμενή απονιτροποίησης.</li> <li>• Τα επίπεδα συγκέντρωσης στα σημεία ανακυκλοφορίας πρέπει να διατηρούνται στο 1 mg/L περίπου. Σημαντικό ρόλο σε αυτό, έχει και η επιλογή της αντλίας ανακυκλοφορίας.</li> </ul>
Σε συστήματα που περιλαμβάνουν και απομάκρυνση φωσφόρου:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τέλος δεξαμενής αερισμού: είναι απαραίτητη η παρουσία διαλυμένου οξυγόνου σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 2 mg/L, ώστε να εξασφαλιστεί η επιτυχής πρόσληψη του φωσφόρου από τους μικροοργανισμούς.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είσοδος της εγκατάστασης και γραμμή ανακυκλοφορίας από τη δεξαμενή καθίζησης προς την αναερόβια δεξαμενή: τα επίπεδα οξυγόνου θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν, λόγω των καταστροφικών αποτελεσμάτων της παρουσίας οξυγόνου στις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην αναερόβια δεξαμενή.</li> </ul>
--	--

### **ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΕΛΛΕΙΨΗΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ**

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά, οι ενδείξεις χαμηλής συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου και τα κυριότερα μέτρα πρόληψης. Σημειώνεται ότι οι οπτικές παρατηρήσεις αποτελούν σημαντικό αρχικό στάδιο για την αναγνώριση του προβλήματος, αλλά είναι απαραίτητο να ακολουθήσουν οι κατάλληλες εργαστηριακές αναλύσεις, ώστε να επιβεβαιωθεί η αρχική υπόθεση.

### **ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ**

Κυριαρχία νηματοειδών μικροοργανισμών

Αποτελεί την πρώτη ένδειξη χαμηλής συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου

Επηρεάζεται άμεσα η διαδικασία καθίζησης της λάσπης στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.

#### ***Θολή εκροή***

Αν η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου εξακολουθεί να μειώνεται, ακόμα και τα νηματοειδή βακτήρια παύουν να αναπτύσσονται στο ανάμικτο υγρό, ενώ η απόδοση του συστήματος αρχίζει να επηρεάζεται σοβαρά.

Σε αυτό το στάδιο, παρατηρείται αυξημένη θολότητα της εκροής και η απόδοση της επεξεργασίας αναμένεται να υποβαθμιστεί ιδιαίτερα γρήγορα.

#### ***Γκρι ή μαύρο χρώμα του ανάμικτου υγρού***

Παρατηρείται σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις έλλειψης διαλυμένου οξυγόνου.

Το χρώμα του ανάμικτου υγρού μετατρέπεται σε γκρι ή μαύρο και αποκτά έντονα άσχημη μυρωδιά (μυρωδιά σήψης).

## **ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ**

**Οπτικές παρατηρήσεις :** Περιοδικά, θα πρέπει να πραγματοποιείται οπτικός έλεγχος στο βιοαντιδραστήρα, ώστε να ελεγχθεί ότι:

- η ανάδευση και
- η παροχή οξυγόνου

πραγματοποιείται ομοιόμορφα σε όλο το σώμα του ανάμικτου υγρού και δε δημιουργούνται «νεκρά σημεία» τα οποία μπορούν να προκαλέσουν δημιουργία αναερόβιων συνθηκών.

**Δειγματοληψίες :** Συνίσταται η τακτική δειγματοληψία ανάμικτου υγρού, από διάφορες περιοχές και βάθη του βιοαντιδραστήρα και έλεγχος της ομοιομορφίας των δειγμάτων, όσον αφορά στα επίπεδα των αιωρούμενων στερεών.

## **Μετρήσεις DO**

Εξοπλισμός: Θα πρέπει να πραγματοποιούνται μετρήσεις του DO μέσω ειδικού εργαστηριακού εξοπλισμού (DO-μετρα).

Σωστή μέτρηση: Για να πραγματοποιηθούν σωστά οι μετρήσεις, θα πρέπει να προηγηθεί σωστή βαθμονόμηση (ή καλιμπράρισμα - calibration) του εργαστηριακού οργάνου, ενώ τα όργανα θα πρέπει να βαθμονομούνται από την αρχή, μετά από κάθε χρήση.

On line μετρήσεις: Στην περίπτωση on-line μετρητών DO, μειονέκτημα αποτελεί η μέτρηση της συγκέντρωσης σε ένα μόνο σημείο της δεξαμενής. Συνίσταται λοιπόν η πραγματοποίηση επιπλέον μετρήσεων από διάφορα σημεία και βάθη του βιοαντιδραστήρα.

## **Υπεραερισμός**

Ασφαλής τακτική: Ο υπεραερισμός του βιοαντιδραστήρα είναι μια τακτική που μπορεί να εξασφαλίσει εγγύηση για επαρκή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο ανάμικτο υγρό.

Κόστος ενέργειας: Είναι σημαντικό όμως η επιλογή αυτής της τακτικής, να μελετηθεί λεπτομερώς, αφού το κόστος της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία του εξοπλισμού αερισμού, αποτελεί ίσως το υψηλότερο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης.

### 8.3.4 Έλεγχος στερεών

Ο έλεγχος των στερεών στη διεργασία της ενεργού ιλύος αποτελεί μια πολύ σημαντική παράμετρο, αφού δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί επιτυχής επεξεργασία των εισερχόμενων λυμάτων, χωρίς τη κατάλληλη ποσότητα βιολογικών στερεών.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ						
<p>Ρυθμός απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος (WAS)</p> <p>Σκοπός: Αποφυγή υπερφόρτισης των δεξαμενών καθίζησης.</p> <p>Περιγραφή: Ποσότητα ενεργού ιλύος πρέπει να απομακρύνεται από τη δεξαμενή κατά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να αποφεύγεται υπερφόρτιση του συστήματος.</p>	<p><b>Υπολογισμός:</b></p> <p><math>M_w (kd/d) = Q_w (L/d) \times TSS_w (kg/L)</math></p> <p><math>M_w</math> = ο ζητούμενος ρυθμός απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος</p> <p><math>Q_w</math> = η παροχή της γραμμής περίσσειας ιλύος</p> <p><math>TSS_w</math> = η συγκέντρωση των στερεών στη γραμμή απομάκρυνσης περίσσειας ιλύος</p>	<p><b>Q<sub>w</sub></b> Μέτρηση μέσω ροόμετρου.</p> <p>Επειδή το κόστος των ροομέτρων είναι υψηλό, η μέτρησή του στα σημεία που υπάρχουν αντλίες, μπορεί να πραγματοποιηθεί με έναν ωρομετρική λειτουργίας της αντλίας, σε συνδυασμό με τη γνώση της δυναμικότητάς της.</p> <p><b>TSS<sub>w</sub></b> Η συγκέντρωση υπολογίζεται μέσω δειγματοληψίας και εργαστηριακής ανάλυσης, που αφορά στα ολικά αιωρούμενα στερεά.</p>						
<p>Λόγος Τροφή: Μικροοργανισμοί (F:M)</p> <p>Αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους ελέγχου της διεργασίας.</p> <p>Οι τυπικές τιμές του είναι:</p> <table><tr><td>Εύρος τιμών F/M</td><td>Βιολογική Διεργασία</td></tr><tr><td>0,2 - 0,5 (d<sup>-1</sup>)</td><td>Με απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου</td></tr><tr><td>≤ 0,1 (d<sup>-1</sup>)</td><td>Με διεργασία</td></tr></table>	Εύρος τιμών F/M	Βιολογική Διεργασία	0,2 - 0,5 (d <sup>-1</sup> )	Με απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου	≤ 0,1 (d <sup>-1</sup> )	Με διεργασία	<p><b>Υπολογισμός βάσει του BOD:</b></p> <p><math>F = BOD_{\text{εισόδου}} (mg/L) \times Q_{\text{εισόδου}} (L/d)</math></p> <p><math>M = MLVSS (mg/L) \times V_R (L)</math></p> <p><math>BOD_{\text{εισόδου}}</math> = BOD εισερχομένων λυμάτων (από εργαστηριακή ανάλυση)</p> <p><math>Q_{\text{εισόδου}}</math> = παροχή των εισερχομένων λυμάτων (μέσω ροόμετρου ή άλλης διάταξης π.χ. διάυλος Parshall)</p> <p><math>MLVSS</math> = η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στο βιοαντιδραστήρα. (μέσω εργαστηριακής ανάλυσης)</p> <p><math>V_R</math> = ο όγκος του βιοαντιδραστήρα</p>	<p>Αν <math>F : M &lt; F/M</math> στόχος → Μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών στο σύστημα → Αύξηση του ρυθμού απομάκρυνσης της ιλύος</p> <p>Στην ηλεκτρονική έκδοση παρουσιάζεται αναλυτικά παράδειγμα υπολογισμού της επιπλέον αναγκαίας ποσότητας ιλύος για απομάκρυνση, καθώς και ο αντίστοιχος αναγκαίος</p>
Εύρος τιμών F/M	Βιολογική Διεργασία							
0,2 - 0,5 (d <sup>-1</sup> )	Με απομάκρυνση ανθρακούχου ρύπου							
≤ 0,1 (d <sup>-1</sup> )	Με διεργασία							



<div>νιτροποίησης</div>		<div>ρυθμός απομάκρυνσης. Αν <math>F : M &gt; F/M</math> στόχος → Μικρός αριθμός μικροοργανισμών στο σύστημα → Μείωση του ρυθμού απομάκρυνσης της ιλύος</div>										
<div>Πραγματοποιώντας συνεχείς μετρήσεις του λόγου F/M, ανά τακτά χρονικά διαστήματα και κρατώντας αντίστοιχο αρχείο, αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο παρακολούθησης της λειτουργίας της ΜΕΥΑ.</div>	<div><div>Υπολογισμός βάσει του COD:</div><div><math display="block">(F : M)_{COD} = \frac{(F : M)_{BOD}}{BOD : COD}</math></div></div>	<div>Εφαρμόζεται στην περίπτωση που είναι απαραίτητη η άμεση λήψη στοιχείων όσον αφορά στη λειτουργία της εγκατάστασης (οπότε και η μέτρηση του BOD αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία).</div>										
<div>Μέση ηλικία λάσπης (MCRT) Αντιπροσωπεύει το μέσο χρόνο παραμονής των μικροοργανισμών στο βιολογικό αντιδραστήρα Τυπικές τιμές είναι:</div> <table><tr><td>Βιολογική Διεργασία</td><td>MCRT (d)</td></tr><tr><td>Τυπική</td><td>5-15</td></tr><tr><td>Νιτροποίηση</td><td>8-20</td></tr><tr><td>Ξεχωριστή νιτροποίηση</td><td>15-100</td></tr><tr><td>Παρατεταμένος Αερισμός</td><td>20-30</td></tr></table>	Βιολογική Διεργασία	MCRT (d)	Τυπική	5-15	Νιτροποίηση	8-20	Ξεχωριστή νιτροποίηση	15-100	Παρατεταμένος Αερισμός	20-30	<div><div>Υπολογισμός:</div><div><math display="block">MCRT = \frac{\text{Μσπερεών στη διεργασία}[kg]}{\text{Μσπερεών που αποκρανύνονται από τη διεργασία}[kg/d]}</math><math display="block">MCRT = \frac{(MLSS \times V_R) + \left( TSS_{καθίζηση} \times V_{καθίζηση} \right)}{\left( TSS_W \times Q_W \right) + \left( TSS_{εκροής} \times Q_{εκροής} \right)}</math></div><div>Μσπερεών στη διεργασία = Μάζα στερεών στο βιολογικό αντιδραστήρα + Μάζα στερεών στη δεξαμενή Β' βάθμιας καθίζησης = (MLSS x VR) + (TSSκαθίζησης x Vκαθίζησης) Μσπερεών που απομακρύνονται από τη διεργασία = Μάζα στερεών στη γραμμή περίσσειας ιλύος + Μάζα στερεών στη γραμμή επεξεργασμένων λυμάτων = (TSSw x Qw) + (TSSεκροής x Qεκροής)</div></div>	<div>Όλες οι παράμετροι είναι γνωστές από:</div> <div><div><div>• τα δεδομένα σχεδιασμού της εγκατάστασης (π.χ. όγκοι δεξαμενών) και από</div><div>• εργαστηριακές αναλύσεις</div></div><div>Ανακύπτει δυσκολία στην εκτίμηση τηςσυγκέντρωσης των στερεών που παραμένουν στο στρώμα λάσπης της δεξαμενής δευτεροβάθμιας αθίζησης. Αυτό οφείλεται στην ανομοιομορφία της συγκέντρωσης των</div></div>
Βιολογική Διεργασία	MCRT (d)											
Τυπική	5-15											
Νιτροποίηση	8-20											
Ξεχωριστή νιτροποίηση	15-100											
Παρατεταμένος Αερισμός	20-30											

		στερεών στο στρώμα της λάσπης ή/και στην μεταβολή του όγκου του στρώματος της λάσπης
Χρόνος παραμονής στερεών (SRT ή ΘC)	$SRT = \frac{(MLSS \times V_R)}{\left(TSS_W \times Q_w\right) + \left(TSS_{εκροής} \times Q_{εκροής}\right)}$	Δεν λαμβάνεται υπόψη η συγκέντρωση των στερεών στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν η ποσότητα των στερεών στη δεξαμενή καθίζησης, είναι μικρή σε σχέση με την ποσότητα των στερεών στο βιοαντιδραστήρα, δηλαδή στην περίπτωση που τα επίπεδα του στρώματος της λάσπης διατηρούνται μικρά.
Ανάμεσα στις παραμέτρους F:M και MCRT, χρησιμοποιείται: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ο λόγος F:M, στην περίπτωση που παρουσιάζονται έντονες διακυμάνσεις στο εισερχόμενο στην εγκατάσταση BOD.</li><li>• Η ηλικία της λάσπης MCRT, στην περίπτωση που οι διακυμάνσεις είναι πιο ήπιες και σταδιακές.</li></ul>		
Θερμοκρασία Κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής θερμοκρασίας, περισσότερη βιομάζα πρέπει να συντηρηθεί στο σύστημα.	Η θερμοκρασία επηρεάζει το ρυθμό μεταφοράς οξυγόνου, αλλά και το ρυθμό καθίζησης των στερεών, οπότε και είναι απαραίτητες κατάλληλες ρυθμίσεις στο βιοαντιδραστήρα, αλλά και στον αριθμό των δεξαμενών καθίζησης που βρίσκονται σε λειτουργία.	

### 8.3.5 Λειτουργία καθίζησης

Παρά το γεγονός ότι η «καρδιά» του συστήματος είναι ο βιοαντιδραστήρας, οι δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης είναι απαραίτητες για το διαχωρισμό των στερεών από το επεξεργασμένο υγρό. Αν η λειτουργία της καθίζησης δεν πραγματοποιείται σωστά, επηρεάζει άμεσα και τη λειτουργία του βιοαντιδραστήρα. Στη συνέχεια, θα εξεταστούν οι τρόποι υπολογισμού των κύριων παραμέτρου ελέγχου της δευτεροβάθμιας καθίζησης.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ
<p>Ανακυκλοφορία Ενεργού Ιλύος (RAS)</p> <p>Σκοπός: επίτευξη βέλτιστου στρώματος ενεργού ιλύος στη δεξαμενή καθίζησης και σταθεροποίησή του, καθώς και ανανέωση του πληθυσμού των μικροοργανισμών στη δεξαμενή αερισμού.</p> <p>Περιγραφή: Ποσότητα ενεργού ιλύος ανακυκλοφορεί από τη δεξαμενή καθίζησης στη δεξαμενή αερισμού.</p> <p>Τυπικές τιμές: Για μικρές ηλικίες λάσπης, το ποσοστό ανακυκλοφορίας κυμαίνεται από 25 - 50% της εισερχόμενης παροχής με τυπικές τιμές της τάξης του 30-40%. Για συστήματα με αυξημένες ηλικίες λάσπης, το ποσοστό ανακυκλοφορίας είναι της τάξης του 100-150% της εισερχόμενης στην εγκατάσταση παροχής.</p>	<p><b>Υπολογισμός:</b></p> <p>Ισοζύγιο μάζας στερεών γύρω από τη δεξαμενή καθίζησης.</p> $MLSS (Q_{εισ} + Q_R) = TSS_{εκρ} Q_{εκρ} + TSS_W Q_W + TSS_R Q_R$ $O_R = \frac{(MLSS \times Q_{εισ}) \left( TSS_{εκρ} \times Q_{εκρ} \right) (TSS_W \times Q_W)}{(TSS_R \times MLSS)}$ <p>MLSS = συγκέντρωση στερεών στο ανάμικτο υγρό και στην είσοδο της δεξαμενής καθίζησης</p> <p><math>Q_{εισ}</math> = η παροχή εισόδου</p> <p><math>TSS_{εκρ}</math> = η συγκέντρωση των στερεών στην εκροή (επεξεργασμένα λύματα)</p> <p><math>Q_{εκρ}</math> = η παροχή εκροής (επεξεργασμένων λυμάτων)</p> <p><math>TSS_W</math> = η συγκέντρωση των στερεών στη γραμμή περίσσειας ιλύος</p> <p><math>Q_W</math> = η παροχή της περίσσειας</p> <p><math>TSS_R</math> = η συγκέντρωση των στερεών στη γραμμή ανακυκλοφορίας</p>	<p>Όταν πραγματοποιείται το ισοζύγιο μάζας, πρέπει να εξασφαλίζεται ότι το βάθος του στρώματος ιλύος είναι σταθερό.</p> <p>Συνίσταται ο καθημερινός υπολογισμός των ισοζυγίων μάζας, ώστε να εξασφαλιστεί ο καλός έλεγχος της επεξεργασίας, καθώς και η σταθερή και αποδοτική λειτουργία</p>
<p><b>ΑΚΡΑΙΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ:</b></p> <p>Μηδενική ανακυκλοφορία</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>τα στερεά σταδιακά καταλαμβάνουν όλο τον όγκο της δεξαμενής καθίζησης και</li> </ul>		

- διαφεύγουν στην εκροή, μολύνοντας έτσι την έξοδο της επεξεργασίας.

Υπερβολική ανακυκλοφορία:

- δημιουργείται υδραυλική υπερφόρτιση της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης,
- εμποδίζεται η καθίζηση της ενεργού ιλύος παρουσιάζεται διαφυγή στερεών στην εκροή της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Ρυθμός επιφανειακής φόρτισης στερεών (SLR)

Περιγραφή: εκφράζει την ποσότητα των στερεών που εφαρμόζονται στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης προς την επιφάνεια της δεξαμενής.

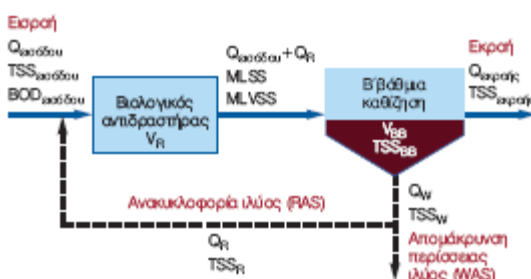
Τυπικές τιμές: για την περίπτωση συστημάτων παρατεταμένου αερισμού είναι μικρότερες των 170 kg/(m<sup>2</sup>.d).

#### Υπολογισμός:

$$SLR = \frac{MLSS(Q_{εισ} + Q_R)}{A_C}$$

$Q_{εισ}$  = η παροχή εισόδου

$Q_R$  = η παροχή ανακυκλοφορίας



MLSS = συγκέντρωση στερεών στο ανάμικτο υγρό και στην είσοδο της δεξαμενής καθίζησης

$A_C$  = η επιφάνεια της δεξαμενής καθίζησης

Στην περίπτωση που παρουσιάζεται δυσκολία στην καθίζηση των στερεών, ο ρυθμός επιφανειακής φόρτισης θα πρέπει να μειώνεται.

Βάθος στρώματος λάσπης

Τυπικά, το στρώμα λάσπης στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, κυμαίνεται από 0,15-0,9 m από τον πυθμένα της δεξαμενής.



Η μέτρηση πραγματοποιείται με συγκεκριμένο καθαρό, πλαστικό σωλήνα.

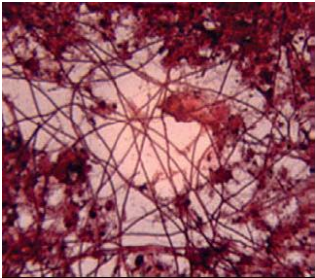
Η μέτρηση του βάθους του στρώματος λάσπης στη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, συνίσταται να γίνεται 1-3 φορές κάθε ημέρα. Το βέλτιστο βάθος κυμαίνεται από 0,3 - 0,6 m.

### 8.3.6 Ανάπτυξη μικροοργανισμών – νηματοειδή βακτήρια

Επίσης σημαντική παράμετρος ελέγχου της διεργασίας είναι τα χαρακτηριστικά των αναπτυσσόμενων μικροοργανισμών στην ενεργό ιλύ, τα οποία παρουσιάζουν άμεση

συσχέτιση με:

- Τα χαρακτηριστικά της ενεργού ιλύος,
- Την ικανότητα του συνόλου του συστήματος για την επεξεργασία των εισερχόμενων λυμάτων

<b>ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ</b>		
Είδος μικροοργανισμών Γενικά:	<p>Το είδος των μικροοργανισμών που θα αναπτυχθεί στην ενεργό ιλύ εξαρτάται από:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• τη σύνθεση των εισερχομένων στην εγκατάσταση λυμάτων (π.χ. επίπεδα σακχάρων, λιπών και ελαίων κ.λπ.),</li> <li>• την ηλικία της λάσπης,</li> <li>• το pH στον βιοαντιδραστήρα,</li> <li>• τη θερμοκρασία στον βιοαντιδραστήρα,</li> <li>• τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στον βιοαντιδραστήρα.</li> </ul>	
<p>Νηματοειδή βακτήρια</p> <p>Γενικά:</p> <p>Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, μπορούν να προκαλέσουν ιδιαίτερα προβλήματα στην επεξεργασία.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>δημιουργία ινών (filaments).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• σε κατάλληλες ποσότητες παίζουν το ρόλο του «σκελετού» του δημιουργούμενου φλόκου, με αποτέλεσμα τα συσσωματώματα της ενεργού ιλύος να καθιζάνουν σωστά στη δεξαμενή καθίζησης.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Παρουσία μεγάλων ποσοτήτων νηματοειδών βακτηρίων, η καθίζηση είναι ιδιαίτερα φτωχή. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται το φαινόμενο της «διογκωμένης ιλύος».</li> <li>• Σε μικρές ποσότητές τους, η δομή του δημιουργούμενου φλόκου είναι ασθενής, αφού δε δημιουργείται ο κατάλληλος «σκελετός», με αποτέλεσμα η καθίζηση να είναι προβληματική (λόγω θραύσης πλέον του φλόκου).</li> <li>• Παρουσία συγκεκριμένων νηματοειδών βακτηρίων (Nocardia ή Microthrix parvicella) μπορεί να αναπτυχθεί αφρισμός στις δεξαμενές αερισμού. Ιδιαίτερα στην περίπτωση του νηματοειδούς Nocardia, δημιουργείται αφρός καφέ χρώματος σε ιδιαίτερα μεγάλες ποσότητες που μπορεί να ξεχειλίσει από το βιοαντιδραστήρα.</li> </ul> </div> </div>	
Αντιμετώπιση νηματοειδών:	Ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης	Λύσεις

	<ul style="list-style-type: none"> <li>χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο βιοαντιδραστήρα</li> <li>χαμηλό pH</li> <li>αυξημένη συγκέντρωση εισερχόμενου στην εγκατάσταση BOD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>περαιτέρω αερισμός, μέσω ρύθμισης του μηχανολογικού εξοπλισμού</li> <li>προσθήκη χημικού μέσου (ασβέστης, καυστική σόδα ή όξινο ανθρακικό άλας) για την αύξηση του pH (<math>\leq 8,5</math>)</li> <li>χρήση βιοεπιλογέα πριν τη δεξαμενή αερισμού, οπότε και ευνοείται η ανάπτυξη μικροοργανισμών ανταγωνιστικών προς τους νηματοειδείς</li> </ul>
Προσωρινή αντιμετώπιση	<p>Χλωρίωση λυμάτων στη γραμμή ανακυκλοφορίας.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, γιατί αυξημένη χλωρίωση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα και την καταστροφή των επιθυμητών μικροοργανισμών στον βιοαντιδραστήρα.</li> </ul>	<p>Τυπικές δόσεις: <math>4\text{kg Cl}_2 / 1.000\text{ kg MLVSS/μέρα}</math> με αύξηση κατά <math>2\text{kg Cl}_2 / 1.000\text{ kg MLVSS/μέρα}</math> μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.</p> <p>Συνολική δόση = <math>M_{\text{MLVSS}} \times</math> Συνιστώμενη δόση</p> $M_{\text{MLVSS}} = C_{\text{MLVSS}} \times V_R$
Αντιμετώπιση Nocardia	<p><math>\theta_c &lt; 1</math> ημέρα (ζεστές ημέρες)</p>	<p>Φυσική απομάκρυνση και διάθεση</p> <p>Χλωρίωση</p>

## **8.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΈΛΕΓΧΟΙ**

### **8.4.1 Ορισμοί**

Κατά τη λειτουργία μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα τα οποία είναι απαραίτητο να αντιμετωπισθούν εγκαίρως ώστε η εκροή και η ιλύς να είναι μέσα στις επιθυμητές προδιαγραφές ποιότητας.

Κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν οι παρακάτω γενικοί ορισμοί :

#### **Βιομηχανικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biological Oxygen Demand - BOD)**

Είναι το στοιχειακό οξυγόνο που απαιτείται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών των λυμάτων από αερόβιους μικροοργανισμούς.

#### **Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand - COD)**

Είναι η ποσότητα του οξειδωτικού παράγοντα που απαιτείται για την οξείδωση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με εργαστηριακά μέσα.

#### **Αιωρούμενα στερεά (Suspended Solids - SS)**

Είναι τα περιεχόμενα στα λύματα στερεά (ανόργανα και οργανικά) διαμέτρου  $D \geq 0,1-1,0\mu$  που αποτελούν το κύριο αίτιο της θολότητας των λυμάτων.

#### **Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen - DO)**

Αποτελεί παράμετρο καθαρότητας γιατί αν βρίσκεται στην περιοχή κορεσμού σημαίνει περιορισμένο (ή και μηδενικό) οργανικό φορτίο.

#### **Ενεργός ιλύς (Activated Sludge)**

Είναι οι βιολογικές κροκίδες που σχηματίζονται με συνεχή παροχή αέρα (οξυγόνου) των λυμάτων.

#### **Μικρό υγρό (Mixed Liquor)**

Είναι το μίγμα ενεργού ιλύος και ακαθάρτων στη δεξαμενή αερισμού

#### **Πτητικά αιωρούμενα στερεά μικτού υγρού (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids - MLVSS)**

Παριστάνουν κατά βάση τα οργανικά στερεά και επομένως εκφράζουν τη μάζα των μικροοργανισμών.

### **Λόγος U = F/M**

Είναι ο λόγος της τροφής (food), δηλαδή των οργανικών ουσιών εκφρασμένη σε KgBOD<sub>5</sub> εισερχομένων λυμάτων προς την ποσότητα των μικροοργανισμών (micro-organisms) εκφρασμένης σε kg MLSS των δεξαμενών αερισμού στη μονάδα του χρόνου (ημέρα).

Οι σημαντικότερες παράμετροι ελέγχου των λυμάτων της μονάδας διακρίνονται σε φυσικές και χημικές:

#### **ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ**

#### **ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**

##### **ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ**

Θερμοκρασία	Θερμόμετρο
Αγωγιμότητα	Ηλεκτρομετρία
Θολερότητα	Θολερομετρία
Χρώμα	Οπτική σύγκριση (φασματοφωτομετρία, GC)
Οσμή	Οσφρητικά (υποκείμενη εκτίμηση)
Στερεά (αιωρούμενα, πτητικά διαλυμένα κ.λ.π.)	Σταθμικά (μετά από διήθηση, ξήρανση, εξάτμιση κ.λ.π.)
Επιπλέοντα	Σταθμικά
Επιπλέοντα λίπη-λάδια	Σταθμικά (μετά από εκχύλιση)

##### **ΧΗΜΙΚΕΣ**

pH	Ηλεκτρομετρία
DO	Ογκομετρικά, ηλεκτρομετρικά
BOD	Ογκομετρικά, ηλεκτρομετρικά
COD	Ογκομετρικά
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Φασματοφωτομετρικά
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Φασματοφωτομετρικά
Χλώριο	Ογκομετρικά
P	Φασματοφωτομετρικά
Σκληρότητα	Ογκομετρικά
Αλκαλικότητα	Ογκομετρικά
Μέταλλα	Ατομική απορρόφηση, φασματοφωτομετρία
Οργανικά	GC, HPLC, φασματοφωτομετρία

##### **ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ**

Κολοβακτηρίδια	Μέθοδος μεμβρανών, Μικροσκοπικά
----------------	---------------------------------

#### **ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ**



### **Παροχή**

Απαραίτητη για να υπολογισθεί το ρυπαντικό φορτίο/μονάδα χρόνου. Η απουσία μετρητή παροχής επιβάλλει την επί τόπου μέτρηση με χρονόμετρο χειρός.

### **Θερμοκρασία**

Η ταχύτητα των αντιδράσεων διπλασιάζεται για κάθε 10°C που ανεβαίνει η θερμοκρασία. Επιτόπου μέτρηση με χρήση θερμομέτρου.

### **Οσμή**

Οφείλεται σε οργανικές κυρίως αλλά και ανόργανες ενώσεις καθώς και σε μικροβιακή δράση. Ανίχνευση με την όσφρηση. Πρότυπα -n- βουτανόλη -m- κρεσόλη.

### **Ολικά αιωρούμενα στερεά (Total suspended solids, TSS)**

Στερεά που συγκρατούνται σε φίλτρο με μέγεθος πόρων 0,45μm. Σταθμικός προσδιορισμός μετά από ξήρανση του ηθμού στους 103-105°C.

## **ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ**

### **pH**

Απευθείας μέτρηση της περιεκτικότητας του δείγματος σε οξέα και βάσεις με χρήση pH-μέτρου.

### **Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen, D.O.)**

Επί τόπου μέτρηση με χρήση DO-μέτρου.

### **Υπολειμματικό χλώριο**

Επί τόπου μέτρηση με kit ανίχνευσης χλωρίου.

### **Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD<sub>5</sub>)**

Ακολουθείται η μανομετρική μέθοδος για τον προσδιορισμό του οξυγόνου που καταναλώνει 1 δείγμα σε 5 ημέρες από τον πεπερασμένο χώρο του δοχείου ανάλυσης. Το υπό εξέταση δείγμα κλείνεται μαζί με μια ποσότητα ατμοσφαιρικού αέρα σε μια φιάλη μέτρησης. Το οξυγόνο που είναι αναγκαίο για την οξείδωση της οργανικής ρύπανσης στο νερό, συμπληρώνεται από το οξυγόνο του περιεχομένου μέσα στη φιάλη αέρα. Ένας

μαγνητικός αναμικτήρας, κινεί το δείγμα του νερού και έτσι επιτυγχάνεται ο εμπλουτισμός με οξυγόνο. Η κατανάλωση του οξυγόνου από τους μικροοργανισμούς μέσα την φιάλη, δημιουργεί μια υποπίεση που είναι αντίστοιχη προς την τιμή του BOD<sub>5</sub>. Η υποπίεση μετράται με ένα μανόμετρο το οποίο δείχνει κατευθείαν την τιμή του BOD<sub>5</sub>. Η τιμή του BOD<sub>5</sub> λαμβάνεται μετά 5 ημέρες. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πρέπει να κρατιέται στους 20 °C.

### **Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)**

Η συγκέντρωση των οργανικών ενώσεων προσδιορίζεται με την οξείδωση τους από το K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> σε όξινο περιβάλλον. Το δείγμα ζέεται με μίγμα γνωστής ποσότητας διχρωμικού καλίου και θειικού οξέος. Η περίσσεια του K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> προσδιορίζεται ογκομετρικά με πρότυπο διάλυμα Fe. Η ποσότητα του K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> που καταναλώθηκε είναι ανάλογη με την υπάρχουσα ποσότητα οργανικών ενώσεων που μπορούν να οξειδωθούν κάτω από ειδικές συνθήκες.

Τα χλωριούχα ιόντα παρεμποδίζουν γιατί οξειδώνονται προς στοιχειακό χλώριο. Με την προσθήκη HgSO<sub>4</sub>, δεσμεύονται τα χλωριούχα και σχηματίζονται ευδιάλυτα χλωριοσύμπλοκα του τύπου HgCl<sub>2</sub>. Υπάρχουν ορισμένες οργανικές ενώσεις που ενώ επιβαρύνουν βιολογικά το ύδωρ δεν προσδιορίζονται με τη μέθοδο αυτή (π.χ. CH<sub>3</sub>COOH), ενώ άλλες που δεν επιβαρύνουν βιολογικά τα νερά συμπροσδιορίζονται.

Δεν οξειδώνονται πλήρως οι ευθείας αλυσίδας αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και η πυριδίνη. Με προσθήκη Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, σαν καταλύτη έχουμε πιο αποτελεσματική οξείδωση των ευθείας αλυσίδας αλειφατικών υδρογονανθράκων. Η προσθήκη αυτή δημιουργεί ιζήματα αν υπάρχουν ιόντα χλωρίου, βρωμίου ή ιωδίου. Οι ευθείας αλυσίδας αλκοόλες και τα οξέα οξειδώνονται αποτελεσματικά με την παρουσία του καταλύτη ενώ οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (βενζόλιο, τολουόλιο) εξακολουθούν να μην προσβάλλονται.

Τα νιτρώδη ιόντα αποτελούν σημαντικό πρόβλημα γιατί αντιδρούν με το K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> και δίνουν τιμή COD ίση προς 1,4mg ανά mgN των νιτρωδών. Για να αποφευχθεί αυτή η επίδραση προστίθεται σουλφαμικό οξύ (NH<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>H) σε ποσότητα 10mg για κάθε mg N των νιτρωδών που τυχόν υπάρχουν.

### **8.4.2 Οδηγίες δειγματοληψίας**

1. Συλλογή δείγματος από σημείο όπου το απόβλητο είναι καλά αναμιγμένο. Ορισμένοι τύποι φραγμάτων και αγωγών ευνοούν την κατακράτηση στερεών ανάντη

(upstream) ενώ συσσωρεύουν επιπλέοντα στερεά και λάδια κατάντη (downstream). Γι' αυτό, τέτοια σημεία πρέπει να αποφεύγονται για δειγματοληψία. Σε περιπτώσεις χαμηλής ανατάραξης της μάζας του αποβλήτου καλό είναι να χρησιμοποιείται μηχανική ανάμιξη ή αερισμός εκτός και αν πρόκειται να προσδιοριστούν διαλυμένα αέρια ή πτητικές ουσίες.

**2.** Το δείγμα συλλέγεται από το κέντρο του αγωγού σε βάθος 0,4 ή 0,6 από τον πυθμένα, όπου η ταχύτητα είναι η μέση η υψηλότερη της μέσης τιμής και η πιθανότητα κατακάθισης στερεών είναι ελάχιστη. Με τη δειγματοληψία σ' αυτό το βάθος αποφεύγονται ουσίες που επιπλέουν όπως λάδια και λίπη.

**3.** Σε χειροκίνητη δειγματοληψία τοποθετείται το στόμιο του δοχείου συλλογής κάτω από την επιφάνεια του υγρού και προς το μέρος που έρχεται το υγρό για να αποφευχθεί περίσσεια του επιπλεόντος υλικού. Κρατούμε το χέρι μας όσο το δυνατό μακρύτερα από το στόμιο του δοχείου.

**4.** Είναι απαραίτητο να πληρώνονται τα δοχεία συλλογής μέχρι επάνω, αν πρόκειται να προσδιοριστούν πτητικές οργανικές ουσίες,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ , ελεύθερο χλώριο, pH, σκληρότητα,  $SO_2$ ,  $NH_4^+$ ,  $Fe^{++}$ , λάδια, οξύτητα ή αλκαλικότητα. Αντίθετα, όταν γίνεται δειγματοληψία για προσδιορισμό βακτηριδίων ή αιωρούμενων στερεών είναι απαραίτητο να μένει αέρα μέσα στο δοχείο συλλογής για να διευκολυνθεί η ανάμιξη πριν τη λήψη κάποιας ποσότητας από το δείγμα. Για τον προσδιορισμό του BOD συλλέγεται δείγμα πριν από το στάδιο της απολύμανσης.

**5.** Συλλέγεται ικανός όγκος δείγματος ώστε να είναι δυνατή η ανάλυση εις διπλούν και ο έλεγχος της ποιότητας της ανάλυσης (με διαίρεση του δείγματος ή σταθερή προσθήκη).

## **8.5 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

Ιδιαίτερα σημαντικοί παράγοντες που αφορούν τους εργαζόμενους σε μια ΕΕΣ είναι:

- η αναγνώριση των φυσικών, χημικών και βιολογικών κινδύνων, των κινδύνων που σχετίζονται με το θόρυβο και τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, καθώς και των κινδύνων που προέρχονται κατά την εργασία σε εσωτερικούς / κλειστούς χώρους, και
- η γνώση των τρόπων αντιμετώπισης των παραπάνω κινδύνων.


Τα προγράμματα υγιεινής και ασφάλειας συνήθως σχεδιάζονται σύμφωνα με οδηγούς οι οποίοι βασίζονται στους ισχύοντες νόμους ή κανονισμούς. Τα προγράμματα αυτά σχεδιάζονται για να προστατέψουν τους εργαζομένους από την αδικαιολόγητη έκθεσή τους σε φυσικούς, χημικούς και υγιεινολογικούς κινδύνους στο χώρο εργασίας τους.



Αν και οι υπεύθυνοι και οι επιβλέποντες της μονάδας, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή των προγραμμάτων ασφάλειας, κάθε εργαζόμενος -ανεξαρτήτως θέσης- φέρει προσωπική ευθύνη για την ασφάλειά του. Κάθε ένας σε συνεργασία με τη διοίκηση της εγκατάστασης μοιράζεται την ευθύνη για την προσωπική του ασφάλεια και αυτή των συναδέλφων του. Έκαστος πρέπει να ενδιαφέρεται πρωτίστως για τη δική του ασφάλεια και να αναλάβει σημαντικές πρωτοβουλίες ώστε να εξασφαλίσει την ασφάλεια στο χώρο εργασίας.

### 8.5.1 Φυσικοί κίνδυνοι

Οι φυσικοί κίνδυνοι που σχετίζονται με την επεξεργασία ενεργού ιλύος είναι τα ολισθήματα και οι πτώσεις, ο πνιγμός, οι τραυματισμοί όπως τα διαστρέμματα και οι εξαρθρώσεις, οι τραυματισμοί από κινούμενα μηχανήματα, καθώς και οι κίνδυνοι που οφείλονται στη χρήση πεπιεσμένου αέρα.

ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
Ολισθήματα, πτώσεις	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Σωστός φωτισμός των επιμέρους εγκαταστάσεων της μονάδας.</li> <li>_ Χρήση κατάλληλων υποδημάτων όπως για παράδειγμα μπότες εργασίας με αντιολισθητικές σόλες.</li> <li>_ Ανοικτές και χωρίς εμπόδια προσβάσεις στις δεξαμενές και στα κτίρια.</li> <li>_ Απομάκρυνση μπαζών και εργαλείων, μετά την περάτωση των εργασιών.</li> <li>_ Άμεσος καθαρισμός των διαρροών.</li> <li>_ Προσοχή στις συχνά διαβρεχόμενες περιοχές οι οποίες αποτελούν ολισθηρές επιφάνειες, λόγω ανάπτυξης αλγών – συνίσταται το στέγνωμα όλων των διαδρόμων διάβασης.</li> <li>_ Συχνή πλύση των περιοχών πρόσβασης γύρω από τους βιολογικούς αντιδραστήρες, λόγω ενδεχόμενης παρουσίας λιπαρών αφρών από τη δεξαμενή αερισμού, οι οποίοι καθιστούν τις συγκεκριμένες περιοχές ολισθηρές.</li> <li>_ Συχνή απομάκρυνση παγετού από τους διαδρόμους πρόσβασης, τα σκαλιά και τις περιοχές γύρω από τους βιολογικούς αντιδραστήρες και τις δεξαμενές καθίζησης.</li> </ul>

	<p>Διοχέτευση άμμου ή αλατιού ώστε να απομακρυνθεί ο πάγος και να βελτιωθούν οι συνθήκες κίνησης.</p> <p>_ Προσοχή για ενδεχόμενες διαρροές στη γραμμή ανακυκλοφορίας του ανάμικτου υγρού. Θα πρέπει να υπάρχει άμεση επιδιόρθωση και καθαρισμός των διαρροών.</p> <p>_ Κύριος εξοπλισμός ασφαλείας: αντιστολισθητικές επιφάνειες, προστατευτικά κιγκλιδώματα, κουπαστές σκάλας, αλυσίδες ασφαλείας σε σημεία εισόδου και φωτισμός για νυχτερινές εργασίες και για περιοχές χαμηλής ορατότητας.</p> <p>_ Ο απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας πρέπει να είναι άμεσα προσβάσιμος.</p>
Λοιποί τραυματισμοί	 <p>Κατά τις εργασίες συντήρησης στις οποίες είναι αναγκαία η μετακίνηση τμημάτων του μηχανολογικού εξοπλισμού, συνίσταται η χρήση μηχανισμών ανύψωσης και χρήση προστατευτικών κρανών και ειδικά ενισχυμένων με σίδερο μποτών ασφαλείας.</p> <p>_ Διατήρηση απόστασης ασφαλείας από τον εξοπλισμό με κινητά μέρη, καθώς και αποφυγή των χαλαρών ρούχων τα οποία μπορούν να πιαστούν στα κινητά μέρη του εξοπλισμού.</p> <p>_ Οι κύριοι άξονες περιστροφής των αντλιών μπορούν επίσης να δημιουργήσουν κινδύνους. Για το λόγο αυτό τα προστατευτικά μέρη αυτών πρέπει να αντικαθίστανται πριν τα τμήματα της μηχανής συναρμολογηθούν και τεθεί ξανά σε λειτουργία. Συνηθισμένοι έλεγχοι ασφαλείας μπορούν να εντοπίσουν ελλείψεις ή χαλαρά προστατευτικά για τα οποία πρέπει να αναληφθεί δράση προς την αντικατάσταση ή την επιδιόρθωσή τους.</p> <p>_ Οι μηχανισμοί μετάδοσης κίνησης στα ξέστρα των δεξαμενών καθίζησης μπορούν να δημιουργήσουν πιθανές επικίνδυνες καταστάσεις στην περίπτωση που εξαρτήματα ασφαλείας όπως οι διακόπτες και οι πείροι ασφαλείας δε λειτουργήσουν σωστά. Εάν</p>

	<p>αυτοί οι μηχανισμοί δε σταματήσουν αυτόματα τη λειτουργία του εξοπλισμού όταν αναπτύσσεται υψηλός αριθμός στροφών, ενδέχεται να αναπτυχθούν υπερβολικές δυνάμεις, οπότε και να προκληθεί τραυματισμός.</p> <p>_ Η εργασία σε συστήματα που περιέχουν πεπιεσμένο αέρα, επίσης μπορεί να ελλοχεύει κινδύνους. Επιπρόσθετα μέτρα και προφυλάξεις πρέπει να λαμβάνονται κατά την δοκιμή αντοχής πίεσης ενός αγωγού ή κατά την εργασία στην πλευρά του φυσητήρα από την οποία διοχετεύεται ο αέρας στην δεξαμενή ή σε οποιοδήποτε άλλο τμήμα του συστήματος διανομής του αέρα. Εάν η πίεση στο σύστημα διανομής του αέρα φθάσει σε υψηλά επίπεδα, υπάρχει η πιθανότητα έκρηξης και εκτόξευσης τμημάτων του συστήματος με υπερβολική δύναμη.</p>
<p>Πνιγμός</p>  	<p>_ Οι κουπαστές πρέπει να είναι συμβατές με τις απαιτήσεις όλων των σχετικών κωδικών ασφαλείας και οι αλυσίδες πρέπει να έχουν δεθεί σε όλα σημεία πρόσβασης.</p> <p>_ Είναι αναγκαία η ύπαρξη σωσιβίων, καθώς και σχοινιών και κονταριών διάσωσης.</p> <p>_ Οι βιολογικοί αντιδραστήρες αποτελούν έναν ειδικό κίνδυνο επειδή η αυξανόμενη ποσότητα αέρα του υγρού μίγματος μειώνει την πλευστότητα του ανθρώπινου σώματος αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο πνιγμού.</p> <p>_ Οποτεδήποτε είναι εφικτό ο αντιδραστήρας πρέπει να παύει να λειτουργεί και να αδειάζει, ειδικά όταν εκτελούνται εργασίες συντήρησης.</p> <p>_ Όταν η εργασία εκτελούνται πάνω από τον αντιδραστήρα, συνίσταται να σταματά η λειτουργία του συστήματος αερισμού.</p> <p>_ Όταν οι εργασίες γίνονται πάνω ή γύρω από ανοικτές δεξαμενές για παράδειγμα όταν επιθεωρούνται ο εξοπλισμός ή οι σωλήνες, όταν λαμβάνονται</p>

	<p>δείγματα, μετρίεται το βάθος της ιλύος ή προσεγγίζεται εξοπλισμός πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας. _ Ο απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας πρέπει να είναι άμεσα προσβάσιμος.</p>
--	--

### 8.5.2 Χημικοί κίνδυνοι

Η εργασία σε μια ΕΕΣ μπορεί να συνοδεύεται από κινδύνους που προέρχονται από τη χρήση χημικών ουσιών. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να θεσπίζονται απαιτήσεις ασφαλείας που σχετίζονται με τη χρήση χημικών ουσιών και οι οποίες είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν για πληθώρα σκοπών, όπως η ρύθμιση του pH, η τροφοδοσία θρεπτικών, ο έλεγχος των νηματοειδών οργανισμών ή η απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων.

Οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων μπορεί να είναι επικίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό και για το περιβάλλον. Μπορεί να είναι αναφλέξιμες, εκρηκτικές ή διαβρωτικές. Πολλές από αυτές είναι τοξικές και θέτουν σε κίνδυνο τον ανθρώπινο οργανισμό εάν καταπωθούν, εισπνευσθούν ή απορροφηθούν μέσω του δέρματος.

ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ – ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
Γενικά	<p><input type="checkbox"/> Ύπαρξη κατάλληλης σήμανσης και οδηγών ασφαλούς διαχείρισης των υλικών, οι οποίοι περιλαμβάνουν ζωτικές πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους που προκαλούνται από τις χημικές ουσίες, καθώς και τις απαραίτητες ενέργειες αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων.</p> <p><input type="checkbox"/> Κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού, σχετικά με τις τεχνικές και τις πρακτικές διαχείρισης των χημικών ουσιών που χρησιμοποιούνται σε κάθε ΕΕΣ.</p> <p><input type="checkbox"/> Δεν επιτρέπεται το φαγητό, το ποτό και το κάπνισμα κατά τη διάρκεια ή μετά το πέρας της εργασίας με επικίνδυνα ή τοξικά υλικά. Το κάπνισμα μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα όταν διαχειρίζονται εύφλεκτα ή εκρηκτικά υλικά. Επίσης υπάρχουν πιθανότητες μόλυνσης του ανθρώπινου οργανισμού μέσω της μεταφοράς μικροβίων από τα χέρια.</p>

	<p><input type="checkbox"/> Μετά την απομάκρυνση από τον τόπο εργασίας, συνίσταται η αφαίρεση όλου του προσωπικού προστατευτικού εξοπλισμού και το πλύσιμο των χεριών και του προσώπου.</p>
Χημικές ουσίες	<p>Οι συνηθέστερες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι:</p> <p>_ Το θειικό αργίλιο, και ο τριχλωριούχος σίδηρος για τον έλεγχο της ποσότητας των νηματοειδών οργανισμών.</p> <p>_ Η άνυδρη αμμωνία και ο τριχλωριούχος σίδηρος για την προσθήκη θρεπτικών στα υγρά απόβλητα. Ο τριχλωριούχος σίδηρος χρησιμοποιείται και ως κροκιδωτικό.</p> <p>_ Η καυστική σόδα και το υδροξείδιο του ασβεστίου για τη ρύθμιση του pH. Το υδροξείδιο του ασβεστίου χρησιμοποιείται και για κροκίδωση, θρόμβωση, καθίζηση και αφαίρεση ανθρακικών ιόντων.</p> <p>_ Το χλώριο για τον έλεγχο της ποσότητας των νηματοειδών οργανισμών, καθώς και για απολύμανση των λυμάτων.</p> <p>_ Τα πολυμερή για την βελτίωση της ικανότητας καθίζησης της ιλύος.</p> <p>_ Οι διαλύτες για την συντήρηση του εξοπλισμού και την καθαριότητα των χώρων εργασίας.</p> <p>_ Το φωσφορικό νάτριο για την προσθήκη θρεπτικών στα υγρά απόβλητα.</p>
Θειικό αργίλιο $Al_2(SO_4)_3$	<p><input type="checkbox"/> Η υγρή μορφή είναι διαβρωτική και πρέπει να αποφεύγεται η εισπνοή των αναθυμιάσεών της.</p> <p><input type="checkbox"/> Η στερεή φάση έχει τη μορφή σκόνης και είναι ιδιαίτερα διαβρωτική.</p> <p><input type="checkbox"/> Η προστασία των ματιών αποτελεί βασική προϋπόθεση κατά τη χρήση, αφού ενδέχεται να προκληθούν βλάβες στην όραση. Σε περίπτωση ατυχήματος είναι αναγκαίος ο άμεσος καθαρισμός με άφθονο νερό και για αρκετή ώρα.</p> <p><input type="checkbox"/> Η επαφή μεταξύ του θειικού αργιλίου και του οξειδίου του ασβεστίου (CaO) πρέπει να αποφεύγεται. Η αντίδραση των δύο χημικών ουσιών είναι άμεση (εξώθερμη αντίδραση) απελευθερώνοντας υδρογόνο και δημιουργώντας εκρηκτικές συνθήκες στην ατμόσφαιρα, ικανές να</p>



	<p>προκαλέσουν φωτιά.</p> <p><input type="checkbox"/> Απαιτείται η χρήση αναπνευστικής μάσκας ή αναπνευστικής συσκευής που να καλύπτει το σύνολο του προσώπου, κιάλια και ασπίδες προσώπου ανθεκτικά στο οξύ, λαστιχένια γάντια, λαστιχένιες φόρμες και ποδιές και λαστιχένιες μπότες.</p>
Τριχλωριούχος σίδηρος $\text{FeCl}_3$	<p><input type="checkbox"/> Είναι διαθέσιμος σε υγρή και σε κοκκώδη μορφή.</p> <p><input type="checkbox"/> Με την παρουσία φωτός και σε υψηλή θερμοκρασία, διαλύεται σε υδροχλωρικό οξύ, το οποίο είναι ιδιαίτερα διαβρωτικό.</p> <p><input type="checkbox"/> Η επαφή της ουσίας αυτής με το δέρμα ή τα μάτια προκαλεί σοβαρά εγκαύματα.</p> <p><input type="checkbox"/> Απαιτείται η χρήση αναπνευστικής μάσκας ή αναπνευστικής συσκευής που να καλύπτει το σύνολο του προσώπου, κιάλια και ασπίδες προσώπου ανθεκτικά στο οξύ, λαστιχένια γάντια, λαστιχένιες φόρμες και ποδιές και λαστιχένιες μπότες.</p> <p><input type="checkbox"/> Στους χώρους φύλαξης και διαχείρισης απαιτείται η εγκατάσταση, σε απόσταση 8μ από τους χώρους αυτούς, συστημάτων πλύσης έκτακτης ανάγκης για τα μάτια και το σώμα.</p> <p><input type="checkbox"/> Αρχικά οι πλύσεις πρέπει να γίνουν με αργό ρυθμό και εν συνεχεία πολύ γρήγορα έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα εγκαύματα. Συνίσταται και η εξουδετέρωση με νερό που περιέχει δισανθρακικά ιόντα (<math>\text{HCO}_3</math>).</p> <p><input type="checkbox"/> Όλες οι δεξαμενές, οι σωληνώσεις και οι βαλβίδες που έρχονται σε επαφή με τον τριχλωριούχο σίδηρο πρέπει να είναι είτε από λάστιχο είτε από ανθεκτικό στα οξέα πλαστικό.</p> <p><input type="checkbox"/> Οι αποθηκευτικές εγκαταστάσεις πρέπει να εξαερίζονται πολύ καλά.</p> <p><input type="checkbox"/> Τα δάπεδα, οι τοίχοι καθώς και ο εξοπλισμός που έρχεται σε επαφή με τον τριχλωριούχο σίδηρο πρέπει να είναι επικαλυπτόμενα με αντιδιαβρωτική μπογιά ή λαστιχένιο τάπητα.</p>
Άνυδρη αμμωνία	<p><input type="checkbox"/> Άχρωμο αέριο με οξεία μυρωδιά.</p> <p><input type="checkbox"/> Αντιδρά πολύ εύκολα με το χλώριο (κίνδυνος έκρηξης) και τα οξέα και αποτελεί μετριοπαθή κίνδυνος για πρόκληση φωτιάς.</p> <p><input type="checkbox"/> Κατά την εργασία με την αμμωνία συνίσταται η χρήση αναπνευστικών μασκών ή συσκευών και προστατευτικών εξαρτημάτων ματιών και γαντιών,</p>

	<p>αφού έχει ιδιαίτερα ενοχλητική δράση στα μάτια και στους πνεύμονες προκαλώντας εγκαύματα.</p> <p><input type="checkbox"/> Στους χώρους φύλαξης ή διαχείρισης, απαιτείται η εγκατάσταση και λειτουργία συστημάτων πλύσης έκτακτης ανάγκης για τα μάτια και το σώμα.</p>
Καυστική σόδα - NaOH	<p><input type="checkbox"/> Διαθέσιμη σε ξηρή ή υγρή μορφή.</p> <p><input type="checkbox"/> Η ανάμιξη οποιασδήποτε μορφής με νερό οδηγεί σε χημική αντίδραση, η οποία παράγει θερμότητα και υδρογόνο σε αέρια φάση, δημιουργώντας ενδεχομένως εκρηκτικές συνθήκες στην ατμόσφαιρα.</p> <p><input type="checkbox"/> Η ανάμιξη της καυστικής σόδας σε κλειστό δοχείο μπορεί να προκαλέσει την διάρρηξή του.</p> <p><input type="checkbox"/> Δεν είναι συμβατή με τα οξέα και με ορισμένα μέταλλα, όπως τον κασσίτερο, τον ψευδάργυρο και το αργίλιο προκαλώντας βίαιες αντιδράσεις.</p> <p><input type="checkbox"/> Η εξουδετέρωση τυχόν διαρροών γίνεται με τη βοήθεια εξασθετισμένων οξέων και μεγάλων ποσοτήτων νερού.</p> <p><input type="checkbox"/> Η καυστική σόδα είναι εξαιρετικά διαβρωτική για τα μάτια και το δέρμα και συνίσταται ανεπιφύλακτα η χρήση προστατευτικού ρουχισμού και προστατευτικών γυαλιών. Αναπνευστικές μάσκες πρέπει να χρησιμοποιούνται για την αποφυγή εισπνοής της σκόνης, των αναθυμιάσεων ή των σταγονιδίων.</p> <p><input type="checkbox"/> Συσκευές πλύσης έκτακτης ανάγκης για τα μάτια και το σώμα πρέπει να παρέχονται στον άμεσο χώρο φύλαξης ή διαχείρισης.</p>
Υδροξείδιο ασβεστίου Ca (OH) <sub>2</sub>	<p><input type="checkbox"/> Χρησιμοποιείται ως σκόνη, η οποία και μπορεί να είναι ιδιαίτερα ενοχλητική για το δέρμα και τους πνεύμονες.</p> <p><input type="checkbox"/> Στους χώρους διαχείρισης, πρέπει να εγκαθίστανται και να λειτουργούν συστήματα εξαερισμού και αποκονίωσης.</p> <p><input type="checkbox"/> Μπορεί να δημιουργήσει εγκαύματα εάν αναμιχθεί με οποιαδήποτε μορφή υγρασίας συμπεριλαμβανομένου και του ιδρώτα. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να πλυθεί η περιοχή επαφής με νερό και σαπούνι και εν συνεχεία με ξύδι, ενώ το έγκαυμα πρέπει να καλυφθεί με κατάλληλο επίδεσμο.</p> <p><input type="checkbox"/> Συνίσταται να χρησιμοποιείται ο απαραίτητος εξοπλισμός προστασίας για</p>

	τα μάτια, καθώς και αναπνευστικές μάσκες και κατάλληλα ρούχα.
Χλώριο - Cl <sub>2</sub>	<p><input type="checkbox"/> Διαθέσιμο ως αέριο, υγρό ή υπό τη μορφή σκόνης (συνήθως ως υποχλωριώδες ασβέστιο – Ca(ClO)<sub>2</sub>).</p> <p><input type="checkbox"/> Είναι σε ασυμβατότητα με πολλά υλικά και οι αντιδράσεις με αυτά μπορεί να προκαλέσουν φωτιές ή εκρήξεις.</p> <p><input type="checkbox"/> Είναι τοξικό ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις (θανατηφόρο σε συγκεντρώσεις αερίου χλωρίου της τάξης των 30mg/L αέρα).</p> <p><input type="checkbox"/> Όλες οι μορφές του χλωρίου είναι διαβρωτικές όταν αναμιχθούν με το νερό και επικίνδυνες εάν εισπνεύσουν ή έρθουν σε επαφή με τα μάτια ή το δέρμα.</p> <p><input type="checkbox"/> Η χρήση αναπνευστικών масκών ή συσκευών, προστατευτικού ρουχισμού και ειδικών ενισχυμένων με βουτύλιο προστατευτικών γαντιών είναι απαραίτητη.</p> <p><input type="checkbox"/> Ειδικές προφυλάξεις, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων εξαερισμού και ανίχνευσης διαρροών, απαιτούνται στους χώρους αποθήκευσης και διαχείρισης του χλωρίου. Οι χώροι αυτοί πρέπει να βρίσκονται χωριστά από τα άλλα τμήματα της εγκατάστασης. Επίσης πρέπει να είναι ασφαλείς και προστατευμένοι από δυσμενείς καιρικές συνθήκες και με καλή πρόσβαση, ενώ πρέπει να υπάρχει εξοπλισμός έκτακτης ανάγκης, όπως ειδικός αναπνευστικός εξοπλισμός, σταθμός πλύσης ματιών και ντους. Συνίσταται η αποφυγή παρουσίας υγρασίας, λιπών και ελαίων σε χώρους αποθήκευσης χλωρίου.</p> <p><input type="checkbox"/> Άμεση ιατρική βοήθεια για τους εργαζόμενους που δηλητηριάζονται από το χλώριο είναι απαραίτητη. Σε περίπτωση κατάποσης ή εισπνοής πρέπει να προκαλείται άμεσα εμετός.</p>
Πολυμερή	<p><input type="checkbox"/> Χρησιμοποιούνται υπό τη μορφή σκόνης, κόκκων ή ζελέ.</p> <p><input type="checkbox"/> Μπορούν να δημιουργήσουν ερεθισμούς στα μάτια, τη μύτη και το δέρμα. Χημικά εγκαύματα μπορούν να δημιουργηθούν εάν τα πολυμερή έρθουν σε επαφή με τα μάτια ή με το δέρμα.</p> <p><input type="checkbox"/> Η χρήση προστατευτικών γυαλιών, γαντιών και κατάλληλου ρουχισμού με μακριά μανίκια είναι απαραίτητη έτσι ώστε να αποφεύγεται η επαφή, ενώ απαραίτητη είναι και η χρήση αναπνευστικών масκών ή φίλτρων έτσι</p>

	<p>ώστε να αποφεύγεται η εισπνοή σκόνης ή αναθυμιάσεων.</p> <p><input type="checkbox"/> Οι διαρροές μπορούν να δημιουργήσουν εξαιρετικά ολισθηρές συνθήκες και πρέπει να καθαρίζονται άμεσα.</p>
Διαλυτικά	<p><input type="checkbox"/> Αρκετά είναι εύφλεκτα, καυστικά ή επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό.</p> <p><input type="checkbox"/> Η χρήση τους πρέπει να γίνεται πάντοτε σύμφωνα με τις αναγραφόμενες στις συσκευασίες τους οδηγίες χρήσης και μετά την κατανάλωσή τους πρέπει να απομακρύνονται με κατάλληλες τεχνικές.</p> <p><input type="checkbox"/> Συνίσταται χρήση τόσο συστημάτων εξαερισμού, όσο και αναπνευστικών масκών ή συσκευών κατάλληλά προστατευμένων, καθώς και προστατευτικών γαντιών.</p> <p><input type="checkbox"/> Πλησίον των χώρων χρήσης και αποθήκευσης διαλυτικών πρέπει να υπάρχουν τοποθετημένοι πυροσβεστήρες.</p> <p><input type="checkbox"/> Συνίσταται η αποθήκευση των διαλυτικών να γίνεται σε ειδικούς πυρασφαλείς θαλάμους ή δωμάτια, στα οποία να υπάρχουν προειδοποιητικές πινακίδες απαγόρευσης του καπνίσματος. Σε μεγαλύτερους αποθηκευτικούς χώρους πρέπει να είναι εγκατεστημένα συστήματα πυρασφάλειας.</p> <p>Η αποθήκευση των διαλυτικών δίπλα σε οξέα, καυστικές ουσίες ή ενώσεις του χλωρίου πρέπει να αποφεύγεται.</p>
Φωσφορικό νάτριο $\text{Na}_3\text{PO}_4$	<p><input type="checkbox"/> Μέτρια αλκαλική ένωση που μπορεί να δημιουργήσει εγκαύματα στα μάτια και να ερεθίσει τις βλεννογόνους μεμβράνες.</p> <p><input type="checkbox"/> Συνίσταται η χρήση αναπνευστικών масκών και προστατευτικών γυαλιών, ενώ είναι απαραίτητο κοντά στους χώρους διαχείρισης να υπάρχουν εγκατεστημένα συστήματα πλύσης των ματιών.</p> <p><input type="checkbox"/> Η έκθεση στο φωσφορικό νάτριο μπορεί να προκαλέσει χρόνιες δερματίτιδες.</p>

### 8.5.3 Βιολογικοί κίνδυνοι

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν έναν μεγάλο αριθμό από μικροοργανισμούς, μερικοί από τους οποίους είναι επιβλαβείς. Οι εργαζόμενοι σε μια ΕΕΣ βρίσκονται σε καθημερινό κίνδυνο έκθεσης σε μολυσματικούς παράγοντες.

ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ
----------	------------------------

			<b>ΜΕΤΡΑ</b>
Κατάποση – Εισπνοή - Επαφή			<p><input type="checkbox"/> Συνήθεις ασθένειες που σχετίζονται με τα επιμολυσμένα από τα υγρά απόβλητα: δυσεντερίες, ασιατική χολέρα, τυφοειδής πυρετός, φυματίωση και μολυσματική ηπατίτιδα.</p> <p><input type="checkbox"/> Ο κίνδυνος εμφάνισης αυτών των ασθενειών είναι σχετικά μικρός εάν λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας και προφυλάξεις.</p> <p><input type="checkbox"/> Ιοί: Απαιτείται η παρουσία ζωντανών κυττάρων για να αναπαραχθούν. Ποσοστό της τάξης του 50% των ιών που βρίσκονται στα υγρά απόβλητα απομακρύνονται από το στάδιο της προεπεξεργασίας. Οι ιοί συνεχίζουν να υπάρχουν στα υγρά απόβλητα κατά την είσοδό τους στους βιολογικούς αντιδραστήρες (δευτεροβάθμια επεξεργασία).</p> <p><input type="checkbox"/> Βακτήρια: Δεν απαιτείται ύπαρξη ζωντανών κυττάρων για την αναπαραγωγή τους, αλλά μπορούν να αναπτυχθούν απευθείας εντός των υγρών αποβλήτων.</p> <p><input type="checkbox"/> Παράσιτα: Συνήθως παρατηρείται έκθεση σε κύστες και αυγά μέσω των οποίων τα παράσιτα αναπαράγονται και είναι ικανά να επιβιώσουν σε αντίξοες συνθήκες.</p>
Ομάδα ιών	Τρόπος μετάδοσης	Ασθένεια	
Clostridium	Τοπική μόλυνση μέσω ανοιχτών πληγών	Τέτανος Γάγγραινα Γαστρεντερίτιδα	
Salmonella	Κατάποση	Γαστρεντερίτιδα Τυφοειδής πυρετός	
Shingella	Κατάποση	Γαστρεντερίτιδα Δυσεντερίτιδα	
Ομάδα ιών	Τρόπος μετάδοσης	Ασθένεια	
Αδενοιοί Ανεπαρκεία Επιπεφυκίτιδα Γαστρεντερίτιδα	Εισπνοή	Οξεία Αναπνευστική	
Ηπατίτιδα Α	Κατάποση	Μολυσματική Ηπατίτιδα	
Σπειροειδής Ιοί	Κατάποση	Οξεία Γαστρεντερίτιδα	

❑ Ο εξοπλισμός και οι επιφάνειες μπορεί να επιμολύνονται ως αποτέλεσμα της διαβροχής τους από υγρά απόβλητα ή του ψεκασμού τους από σταγονίδια ή αιωρούμενα σωματίδια. Οι περιοχές γύρω από τους βιολογικούς αντιδραστήρες είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε αυτού του είδους τις μολύνσεις.

❑ Προληπτικά μέτρα: Σωστή υγιεινή και καθαριότητα. Μετά από οποιαδήποτε επαφή με τα υγρά απόβλητα ή την ιλύ πρέπει να ακολουθεί πλύση των χεριών. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τις διάφορες εργασίες πρέπει να καθαρίζονται μετά από κάθε χρήση. Ο προστατευτικός ρουχισμός και οι φόρμες εργασίας πρέπει να αλλάζονται μετά το πέρας των εργασιών. Χρήση προστατευτικού εξοπλισμού: Για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης στους διάφορους τύπους βιολογικών κινδύνων. Κρίνεται επίσης υποχρεωτικό σε περίπτωση ανοικτών τραυμάτων, πληγών και εγκαυμάτων στα χέρια να χρησιμοποιούνται ειδικά προστατευτικά - αδιαπέραστα γάντια. Όταν στο χώρο εργασίας υπάρχει η παρουσία αιωρούμενων σωματιδίων ή άλλων ουσιών επιβάλλεται η χρήση μάσκας, προστατευτικών γυαλιών ή ακόμη και αναπνευστικής συσκευής

ανάλογα με την περίπτωση. Η προσωπική ένδυση και η ένδυση εργασίας πρέπει να φυλάσσονται σε ξεχωριστά ερμάρια.

□ Όλοι οι τραυματισμοί πρέπει να αντιμετωπίζονται άμεσα προκειμένου να προλαμβάνονται τυχόν μολύνσεις. Τα μικρά κοψίματα πρέπει να πλένονται προσεκτικά και εν συνεχεία να επιθέεται σε αυτά αντιβιοτική αλοιφή.

Οι πληγές πρέπει να καλύπτονται με επίδεσμο. Σε περίπτωση ενός πιο σοβαρού τραυματισμού ή άμεσης επαφής με το σώμα των υγρών αποβλήτων ή της λάσπης πρέπει να αναζητείται ιατρική βοήθεια και περίθαλψη.

□ Στο κουτί πρώτων βοηθειών πρέπει να φυλάσσονται εμβόλια διφθερίτιδας και αντιτετανικοί οροί, καθώς επίσης και όλα εκείνα τα απαιτούμενα, από την διεύθυνση υγιεινής της αρμόδιας νομαρχίας, εμβόλια.

□ Σημείωση: Όσον αφορά στην πιθανότητα έκθεσης του προσωπικού στον ιό HIV που προκαλεί το Σύνδρομο Επίκτητης Ανοσοποιητικής Ανεπάρκειας (AIDS) και την Ηπατίτιδα Β δεν υπάρχουν αναφορές που να σχετίζουν την μετάδοση των δύο

	αυτών ιών μέσω του νερού ή των υγρών αποβλήτων και δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα περιστατικά ανίχνευσης από επιμόλυνση. Οι τελευταίες επιστημονικές έρευνες υποδεικνύουν ότι είναι εξαιρετικά δύσκολο το AIDS να συσχετιστεί με την έκθεση εργαζομένων στα υγρά απόβλητα.
--	---

#### 8.5.4 Κίνδυνοι σχετικά με το θόρυβο

ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
<input type="checkbox"/> Χαρακτηριστικό παράδειγμα: εξοπλισμός αερισμού, ο οποίος παράγει υψηλά επίπεδα θορύβου.	<p>◆ Χρήση ωτασπίδων και άλλα προστατευτικά μέτρα για την ακοή.</p> <p>◆ Η είσοδος σε κτήρια πρέπει είναι περιορισμένη και να υπάρχουν πινακίδες που προειδοποιούν για τον επικείμενο κίνδυνο.</p> <p><input type="checkbox"/> Επισήμανση: όταν χρησιμοποιούνται προστατευτικά μέτρα για την ακοή, ο συναγερμός έκτακτης ανάγκης μπορεί να μην γίνει εύκολα αντιληπτός, γι' αυτό και πρέπει να είναι εγκατεστημένοι και οπτικοί συναγερμοί.</p>

Ο θόρυβος στις ΕΕΣ οφείλεται κυρίως στη λειτουργία των αεριστήρων, φυσητήρων, συμπιεστών, μεγάλων αντλιών, γεννητριών, εξοπλισμού φυγοκέντρωσης και άλλων μηχανημάτων που λειτουργούν σε μεγάλες ταχύτητες. Πηγή θορύβου μπορούν να αποτελέσουν και οι εσχάρες της προεπεξεργασίας. Ανάλογα με την απόσταση, οι μηχανικοί αεριστήρες μπορούν να προκαλέσουν ενόχληση σε παρακείμενες στην εγκατάσταση κατοικίες, ιδιαίτερα κατά τις βραδινές ώρες.

Ο παραγόμενος θόρυβος επηρεάζει α) το προσωπικό της ΕΕΣ και β) κατοίκους σε παρακείμενους στην εγκατάσταση οικισμούς, ανάλογα με την απόσταση από την ΕΕΣ. Σημειώνεται ότι η δημιουργία όχλησης από θόρυβο που παράγεται κατά τη λειτουργία της ΕΕΣ, εξαρτάται άμεσα από τα επίπεδα θορύβου που επικρατούν στην περιοχή γύρω από τη θέση χωροθέτησής της. Συνεπώς, κατά το στάδιο της επιλογής του χώρου



κατασκευής της ΕΕΣ πρέπει να επισημαίνονται τα επίπεδα θορύβου που επικρατούν στη γύρω περιοχή.

Η μέτρηση των επιπέδων του θορύβου, πραγματοποιείται από μετρητές στάθμης θορύβου που περιέχουν δίκτυα μέτρησης συχνοτήτων με ενδείξεις Α-, Β-, Γ- και Δ-. Η κλίμακα Α- είναι αυτή που συνήθως χρησιμοποιείται σε μετρήσεις πεδίου ενώ η μονάδα μέτρησης είναι το dB (decibel). (Η κλίμακα decibel είναι λογαριθμική, ξεκινά από το μηδέν και καταλήγει στο 130 όπου αντιστοιχεί στο όριο του πόνου που προκαλείται από την ένταση του παραγόμενου ήχου)

Η αύξηση των επιπέδων θορύβου που προκαλείται από μια ΕΕΣ κατά 3 dB-A σε σχέση με γύρω όρια, έχει ως αποτέλεσμα μικρή ως μηδαμινή επίπτωση στον περιβάλλοντα χώρο. Αύξηση της τάξης των 3-15 dB-A, προκαλεί μέτριες επιπτώσεις, ενώ αύξηση της τάξης των 15 dB-A και άνω, έχουν σημαντικές επιπτώσεις στον περιβάλλοντα χώρο. Για να προσδιοριστούν οι επιπτώσεις από μια ΕΕΣ στον περιβάλλοντα χώρο, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ωριαίες και εποχιακές διακυμάνσεις.

#### 8.5.5 Κίνδυνοι σχετικά με τον Η/Μ εξοπλισμό

##### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

- ☐ Κυρίως αφορά σε κινδύνους που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό και την αποθηκευμένη μηχανική και υδραυλική ενέργεια.
- ☐ Είναι απαραίτητο να υπάρχει συστηματική προσέγγιση σε ότι αφορά στην απαιτούμενη ασφάλεια των εργαζομένων κατά την εγκατάσταση, καθαρισμό, ρύθμιση και συντήρηση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- ☐ Η υψηλή τάση σε μέρη του εξοπλισμού, τα οποία μπορούν να αρχίσουν την λειτουργία τους αυτόματα ή με τηλεχειρισμό, μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό ή θάνατο.
- ☐ Απαραίτητη η εφαρμογή μιας συγκεκριμένης διαδικασίας «κλειδώματος» του Η/Μ εξοπλισμού κατά την οποία συμμετέχουν οι άμεσα εμπλεκόμενοι (χειριστές συντήρησης, λειτουργίας, επιβλέποντες, κλπ).
- ☐ Μόνο εξουσιοδοτημένο και καλά εκπαιδευμένο προσωπικό πρέπει να ασχολείται με την συντήρηση ή της ρυθμίσεις του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- ☐ Πριν από την απομάκρυνση της εξαρτήματος του εξοπλισμού για επισκευή ή

συντήρηση, όχι μόνο πρέπει να ενημερώνεται ο επιβλέπων της εγκατάστασης, αλλά της ο χειριστής του εξοπλισμού οφείλει να συμπληρώσει ένα απογραφικό δελτίο για την προσωρινή απόσυρση του εκάστοτε εξαρτήματος.

❑ Ο εξοπλισμός τίθεται εκτός λειτουργίας από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου της εγκατάστασης. Ο χειριστής του πίνακα ελέγχου οφείλει να έχει κλειστό το διακόπτη του της συντήρηση /επισκευή μηχανήματος, καθώς και να έχει τοποθετήσει πάνω στο διακόπτη αυτό καρτέλα που να περιλαμβάνει την ημερομηνία, το όνομα και την υπογραφή του εργαζόμενου που είναι υπεύθυνος για το προσωρινό «κλείδωμα» του μηχανήματος.

❑ Το επόμενο βήμα που ακολουθεί είναι η επιβεβαίωση ότι ο εξοπλισμός έχει απομονωθεί. Τούτο επιτυγχάνεται ως εξής:

α) ελέγχεται ο κεντρικός διακόπτης έτσι ώστε της να μην μπορεί να μετακινηθεί στη θέση «on»,

β) χρησιμοποιείται ένα βολτόμετρο για να επιβεβαιωθεί ότι ο διακόπτης είναι κλειστός

γ) πιέζονται όλοι οι «τοπικοί» διακόπτες που ενεργοποιούν το μηχάνημα προκειμένου να επαληθευτεί ότι κανένας από της δεν το ενεργοποιεί.

❑ Η καλή γνώση της λειτουργίας όλου του συστήματος πάνω στο οποίο θα γίνουν οι απαιτούμενες εργασίες είναι απαραίτητη προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες παρουσίασης επικίνδυνων καταστάσεων.

❑ Όταν οι εργασίες επισκευής έχουν ολοκληρωθεί, πρέπει να διαπιστωθεί ότι όλα τα τμήματα του εξοπλισμού είναι πλήρως συναρμολογημένα συμπεριλαμβανομένου και των προφυλακτῆρων και των προστατευτικών καλυμμάτων και να ελεγχθεί ότι όλο το προσωπικό έχει απομακρυνθεί από τον εξοπλισμό.

❑ Το τελευταίο βήμα είναι η ειδοποίηση του επιβλέποντα, του χειριστή και γενικότερα όλου του προσωπικού που εργάζεται σε αυτό τον τομέα της εγκατάστασης, ότι η διαδικασία «κλειδώματος» της λειτουργία του η/μ εξοπλισμού δεν ισχύει πλέον.

#### **8.5.6 Κίνδυνοι εσωτερικών χώρων**

Ως Εσωτερικοί Χώροι ορίζονται οι χώροι των οποίων το μέγεθος και το σχήμα είναι τέτοιο, που η είσοδος και η έξοδος σε αυτούς είναι περιορισμένοι, ενώ δεν ενδείκνυνται για τη συνεχή απασχόληση των εργαζομένων εντός τους. Επειδή οι χώροι αυτοί συνήθως περιέχουν ή πιθανόν να περιέχουν επικίνδυνο ατμοσφαιρικό αέρα, η εργασία εντός τους μπορεί να οδηγήσει σε παγίδευση ή ασφυξία των εργαζομένων ή γενικότερα να υφίστανται κίνδυνοι για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων, οπότε και απαιτείται

ειδική άδεια εισόδου.

Παραδείγματα τέτοιου είδους χώρων, θεωρούνται οι υγροί θάλαμοι των αντλιοστασίων και τα φρεάτια αγωγών. Υπάρχουν επίσης και άλλες εγκαταστάσεις που εξαιτίας των τοξικών, εύφλεκτων ή των καταστάσεων έλλειψης οξυγόνου στην ατμόσφαιρα μπορούν να προσεγγισθούν ως «εσωτερικοί χώροι».

#### **ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ**

□ Η είσοδος σε αυτού του είδους τους χώρους πρέπει να επιτρέπεται μόνο μετά από έκδοση ειδικής άδειας. Η άδεια αυτή υπογράφεται από τον επιβλέποντα, αναφέρει ρητά τις εργασίες που πρέπει να γίνουν, τους σχετικούς κινδύνους, τον ειδικό ρουχισμό και εξοπλισμό, την παρακολούθηση του αέρα και καταγραφή των ενδείξεων, το προσωπικό ασφαλείας και τις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης. Για όλους λοιπόν τους προαναφερόμενους λόγους η είσοδος σε τέτοιους χώρους πρέπει να επιτρέπεται μόνο σε κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

□ Πριν από την είσοδο σε έναν τέτοιο χώρο, πρέπει να ελέγχεται η ατμόσφαιρά του. Για το σκοπό αυτό συνίσταται η εγκατάσταση ανιχνευτών αερίων και συναγερμών ασφαλείας σε περίπτωση που οι τιμές των αερίων υπερβούν ένα προκαθορισμένο όριο. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν φορητές μονάδες ανίχνευσης αερίων, με ιδιαίτερη προτίμηση στη χρήση ανιχνευτή πολλαπλών αερίων.

□ Οι ελεγχόμενες παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται, αφορούν συνήθως την περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο, την αναφλεξιμότητα, και την παρουσία τοξικών αερίων. Τις περισσότερες φορές πριν την είσοδο στους χώρους αυτούς απαιτείται εξαερισμός.

□ Για την αποφυγή ατυχημάτων κατά την είσοδο εργαζομένων σε εσωτερικούς χώρους, πρέπει πριν από την είσοδό τους σ' αυτούς, να εφαρμόζονται διαδικασίες παύσης λειτουργίας του εξοπλισμού ή της ροής των υγρών αποβλήτων.

Σε όσους εισέρχονται σε κλειστούς χώρους, αλλά και σε όσους παρέχουν υποστηρικτική εργασία και παρακολούθηση, πρέπει να προμηθεύεται κατάλληλος αναπνευστικός εξοπλισμός. Ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να απαιτείται η πρόσδεση και η χρήση σκοινιών ασφαλείας.

#### **8.6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

Οδηγός Εσωτερικού Ελέγχου Λειτουργίας και Συντήρησης Μονάδων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων», Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 2006



«Οδηγός Εσωτερικού Ελέγχου Λειτουργίας και Ασφάλειας Χώρων Υγειονομικής Ταφής

Απορριμμάτων», Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 2006



«Οδηγός Διαχείρισης Ασφάλειας», Ε.Ε.Τ.Α.Α., τόμος Β1, Αθήνα 2000



«Εκτίμηση Επαγγελματικού Κινδύνου», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Β. Μουκριώτη, Θεσ/νίκη 2002



«Μέσα Ατομικής Προστασίας», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Β. Μουκριώτη, Θεσσαλονίκη 2002



«Σήμανση Ασφαλείας και Υγείας», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Β. Μουκριώτη, Θεσσαλονίκη 2002



«Έκθεση σε Χημικούς Παράγοντες», Τ.Ε.Ε.-Τ.Κ.Μ., Ν. Κάρναβος, Θεσσαλονίκη 2002



«Κανόνες Υγιεινής και Ασφάλειας», Α. Μαρούλης, Θεσσαλονίκη 2001



Πηγές Πληροφοριών :

- rcm.gr
- 
-

## 9. ΚΟΣΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΕΣ

Το κόστος λειτουργίας της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ αναλύεται σε :

- Κόστος Ηλεκτρικής ενέργειας
- Κόστος Χημικών
- Κόστος Συντήρησης – Ανταλλακτικών – Αναλωσίμων
- Κόστος Προσωπικού λειτουργίας

### 9.1 ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρατίθεται στη συνέχεια Πίνακας με τα ενεργειακά χαρακτηριστικά του συστήματος και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με βάση την μέση ημερήσια παροχή σχεδιασμού σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας, ήτοι διάθεση σε φυσικό αποδέκτη.

Σημειώνεται ότι λαμβάνεται υπόψη η απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς από το δίκτυο ανά κινητήρα και οι πραγματικές αποδόσεις του εξοπλισμού στο πεδίο, ώστε να αναχθούν ρεαλιστικά οι τελικές τιμές σε ώρες λειτουργίας και καταναλισκόμενη ισχύ.

Αρχικά υπολογίζεται η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας για κάθε καταναλωτή με βάση την απορροφούμενη ισχύ στο σημείο λειτουργίας του και τις εκτιμώμενες ώρες λειτουργίας του ανά ημέρα, λαμβάνοντας υπόψη τα πραγματικά δεδομένα σχεδιασμού (π.χ. παροχές εισόδου, λειτουργικές απαιτήσεις κλπ).

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας γίνονται οι κάτωθι βασικοί υπολογισμοί – παραδοχές :

- Για τα αντλητικά συγκροτήματα υπολογίζονται οι ώρες λειτουργίας με βάση το ημερήσιο υδραυλικό φορτίο (σε  $\text{m}^3/\text{d}$ ), τη δυναμικότητά του καταναλωτή (σε  $\text{m}^3/\text{hr}$ ) και τον αριθμό (n) ομοειδών καταναλωτών σε παράλληλη λειτουργία :  $\text{m}^3 \text{ d}^{-1} / \text{m}^3 \text{ h}^{-1} / n = \text{h/d}$
- Για τα συστήματα οξυγόνωσης γίνεται η παραδοχή ότι οι αντίστοιχοι καταναλωτές λειτουργούν στο 100% της δυναμικότητάς τους για την πρόσδοση της απαιτούμενης ποσότητας αέρα ως αυτή υπολογίζεται στους υγιεινολογικούς υπολογισμούς.
- Καταναλωτές που λειτουργούν σε μανδάλωση με κύριους καταναλωτές, θεωρείται ότι λειτουργούν τις ίδιες ώρες με αυτούς (σ.σ. τους κύριους καταναλωτές) με χρονοκαθυστέρηση κατά περίπτωση.
- Λοιποί καταναλωτές (π.χ. on line διατάξεις μέτρησης D.O., MLSS κλπ) θεωρείται ότι λειτουργούν σε 24ωρη βάση.

Προκειμένου να υπάρχει μια ρεαλιστική προσέγγιση, για τον υπολογισμό της κατανάλωσης, η δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την ισχύουσα Τιμολογιακή Πολιτική της ΔΕΗ για μεγάλους καταναλωτές Μέσης Τάσης, ήτοι μέσο κόστος της τάξης των 0,07€/kWh:

Παράμετρος	Μ.Μ.	Τιμή
Κατανάλωση	kWh/d	659,94
	kWh/m <sup>3</sup>	22,00
Εκτίμηση Κόστους	€/m <sup>3</sup>	1,54

### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΕΣ ΣΤΟ 100% ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΥΦΙΣΤ. / ΝΕΑ	ΕΙΔΟΣ	PID No	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΟΝ. ΙΣΧΥΣ (kW)	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (hrs/d)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWh/d)
		<b>1. ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>				
		<b><u>ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</u></b>				
ΝΕΑ	MOTOR	CP-0101	ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	1,50	6,00	9,00
ΝΕΑ	INSTR	FIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	0,10	24,00	2,40
ΝΕΑ	INSTR	QIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ pH ΕΙΣΟΔΟΥ	0,10	24,00	2,40
ΝΕΑ	INSTR	LIT-0101	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	0,10	24,00	2,40
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	0,02	0,10	0,00
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0101	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	0,02	0,10	0,00
		<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</u></b>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0103	ΑΝΤΛΙΑ ΕΠΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	1,30	0,00	0,00
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	0,00	0,00
ΝΕΑ	INSTR	LSHH-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	0,00	0,00
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	0,00	0,00
ΝΕΑ	INSTR	LSLL-0102	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	0,02	0,00	0,00
		<b>2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ</b>				

		<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ</u></b>				
NEA	MOTOR	PP-0201	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	0,37	6,00	2,22
NEA	MOTOR	PP-0202	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	0,37	6,00	2,22
NEA	INSTR	LS-0201	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	0,02	0,10	0,00
		<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ Δ/ΤΟΣ H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></u></b>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-0203	ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,10	6,00	0,60
ΥΦΙΣΤ	INSTR	LS-0202	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,02	0,10	0,00
		<b>3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ</b>				
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>				
NEA	MOTOR	AG-0301	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	1,50	20,00	30,00
NEA	MOTOR	CP-0301	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	1,50	13,00	19,50
NEA	INSTR	FIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	0,10	24,00	2,40
NEA	INSTR	QIT-0301	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	0,10	24,00	2,40
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	RB-0401	ΦΥΣΗΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟ)	30,00	5,70	171,00
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	RB-0401	ΦΥΣΗΤΗΡΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (ΓΙΑ ΑΝΑΔΕΥΣΗ)	10,00	18,30	183,00
ΥΦΙΣΤ	INSTR	QIT-0401	ΜΕΤΡΗΤΗΣ DO ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	0,10	24,00	2,40



NEA	INSTR	QIT-0402	ΜΕΤΡΗΤΗΣ MLSS ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	0,10	24,00	2,40
		<b>ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</b>				
NEA	MOTOR	AG-0501	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	1,50	20,00	30,00
NEA	INSTR	QIT-0501	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	0,10	24,00	2,40
		<b>4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΣΤΗΣΗΣ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ &amp; ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΙΛΥΟΣ</b>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0701	ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0,90	6,00	5,40
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-0702	ΑΝΤΛΙΑ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0,90	1,00	0,90
NEA	INSTR	FIT-0701	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	0,10	24,00	2,40
		<b>5. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ</b>				
NEA	MOTOR	CP-0801	ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ	1,50	3,00	4,50
NEA	INSTR	LSHH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSH-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSLL-0801	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	0,02	0,10	0,00
		<b>6. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ</b>				
NEA	S-MOTOR	FD-0901	ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΥΜΠΑΝΟΥ	1,35	3,00	4,05
		<b>7. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)</b>				

		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>				
NEA	MOTOR	CP-1001	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,55	10,50	5,78
NEA	INSTR	LSHH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSH-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSLL-1001	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	0,02	0,10	0,00
		<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>				
NEA	S-MOTOR	MR-1101	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	10,00	10,50	105,00
		<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ</u></b>				
NEA	MOTOR	CP-1201	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	1,10	3,90	4,29
NEA	INSTR	LSHH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSH-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSLL-1201	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00
		<b><u>ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u></b>				
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1301	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	5,50	0,60	3,30
NEA	INSTR	LSHH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00

NEA	INSTR	LSH-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSLL-1301	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	0,02	0,10	0,00
<b>8. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ &amp; ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</b>						
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	PP-1401	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ NaOCl	0,10	3,90	0,39
NEA	INSTR	LS-1401	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	0,02	0,10	0,00
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u></b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1401	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	7,50	0,00	0,00
NEA	INSTR	LSL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	0,02	0,02	0,00
NEA	INSTR	LSLL-1401	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	0,02	0,02	0,00
<b>9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ</b>						
ΥΦΙΣΤ	MOTOR	CP-1501	ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	0,90	0,50	0,45
NEA	INSTR	LSL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	0,02	0,10	0,00
NEA	INSTR	LSLL-1501	ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	0,02	0,10	0,00
<b>10. ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</b>						
<b><u>ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</u></b>						
NEA	PLC	PLC-00	PLC (ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ) ΕΕΣ	0,10	24,00	2,40

NEA	PLC	PLC-L1	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	0,10	24,00	2,40
NEA	PLC	PLC-L2	ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	0,10	24,00	2,40
		<b><u>ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ - ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ</u></b>				
NEA	LIGHT	LGT-01	ΟΔΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΕΣ	4,00	12,00	48,00
NEA	LIGHT	LGT-02	ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ	0,50	1,00	0,50
NEA	LIGHT	LGT-03	ΦΩΤΙΣΜΟΣ - ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΕΕΣ	1,00	1,00	1,00
		<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>659,94</b>

## 9.2 ΚΟΣΤΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ

Σε Κανονικές Συνθήκες λειτουργίας, η κατανάλωση χημικών συνίσταται στην κατανάλωση των κάτωθι υδατικών διαλυμάτων για τη λειτουργία του βιοαντιδραστήρα

- Φωσφορικό οξύ ( $H_3PO_4$ ) για την προσθήκη θρεπτικών
- Οξικό οξύ ( $CH_3COOH$ ) ως πηγή εξωτερικού άνθρακα
- Υποχλωριώδες νάτριο ( $NaOCl$ ) για την απολύμανση των επεξεργασμένων

Με βάση την ημερήσια παροχή σχεδιασμού της φάσης σχεδιασμού της ΕΕΣ επιχειρείται στη συνέχεια μια κατά το δυνατόν ρεαλιστική εκτίμησης κόστους :

ΔΙΑΛΥΜΑ	ΑΠΑΙΤΗΣΗ (L/d)	ΔΑΠΑΝΗ (€/L)	ΚΟΣΤΟΣ (€/d)
Απαιτήσεις δ/τος $H_3PO_4$	1,5	3,50	5,25
Απαιτήσεις δ/τος $CH_3COOH$	222,2	0,40	88,88
Απαιτήσεις δ/τος $NaOCl$	0,1	0,20	0,02
			<b>94,14</b>

Με βάση τα ανωτέρω, εκτιμάται κόστος χημικών της τάξης των 3,14€/m<sup>3</sup> για την ημερήσια παροχή σχεδιασμού των 300m<sup>3</sup>/d.

Πέραν των ανωτέρω θα απαιτηθούν χημικά για τη λειτουργία της μονάδας RO, ήτοι θειικό οξύ ( $H_2SO_4$ ) για τη ρύθμιση pH, αντικαθαλατωτικό (anti-scalant) κλπ. Δεδομένου ότι η κατανάλωση ρυθμιστικού διαλύματος pH και αντικαθαλατωτικού δεν μπορεί να εκτιμηθεί εξ' αρχής, θεωρείται ότι κόστος της τάξης των 0,6 – 1,0€/m<sup>3</sup> είναι ρεαλιστικό με βάση την εμπειρία από τη λειτουργία παρόμοιων μονάδων.

## 9.3 ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ – ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ – ΑΝΑΛΩΣΙΜΩΝ

Περιλαμβάνονται υλικά (ανταλλακτικά και αναλώσιμα) και εργασίες για την αντιμετώπιση συνήθων προβλημάτων καθώς επίσης και γενικά έξοδα – απρόβλεπτα.

Λαμβάνοντας υπόψη την υψηλή ποιότητα του προσφερομένου εξοπλισμού, τον προβλεπόμενο χρόνο ζωής του, το κόστος των ανταλλακτικών ανά επιμέρους μονάδα και με βάση την εμπειρία από τον Ελλαδικό χώρο, κρίνεται ότι συνολικό ποσοστό της τάξης του 8% επί του ετήσιου κόστους λειτουργίας, αποτελεί μια ρεαλιστική προσέγγιση.

#### 9.4 ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Η λειτουργία και συντήρηση της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων πρέπει να γίνεται από προσωπικό που θα εκπαιδευτεί κατάλληλα. Ο Κύριος του Έργου (ΚΤΕ) υποχρεούται να λειτουργεί, να συντηρεί και να φυλάσσει τις εγκαταστάσεις του έργου με ελάχιστη υποχρέωση μία (οκτάωρη) βάρδια τις εργάσιμες ημέρες.

Για την επίβλεψη της λειτουργίας της Εγκατάστασης κρίνεται ότι απαιτείται ένας (1) υπεύθυνος/η που πρέπει να είναι άτομο που ασκεί το επάγγελμα του Διπλωματούχου Μηχανικού με βασικές σπουδές ή εξειδίκευση στη λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, **κατά προτίμηση Χημικός Μηχανικός ή Περιβαλλοντολόγος Μηχανικός**, με προϋπηρεσία σε αντίστοιχη θέση ή/και ανάλογη εμπειρία.

Στο προσωπικό βάρδιας πρέπει να περιλαμβάνεται τουλάχιστον ένας (1) τεχνίτης / συντηρητής με προϋπηρεσία σε αντίστοιχη θέση ή ανάλογη εμπειρία σε απλές υδραυλικές ή/και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Λαμβάνοντας υπόψη την ποιότητα του εξοπλισμού και του συστήματος αυτοματισμών και ελέγχου, κρίνεται ότι ο υπεύθυνος Μηχανικός και ο τεχνίτης / συντηρητής δεν απαιτούνται επί τόπου του έργου σε 8ωρη βάρδια, παρά μόνο για προληπτικές ή/και διορθωτικές ενέργειες που τυχόν απαιτηθούν (π.χ. σύνταξη εκθέσεων ενημέρωσης για τη λειτουργία του έργου στους αρμόδιους φορείς, σοβαρές δυσλειτουργίες ή/και συνήθειες βλάβες). Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή, μπορούν να απασχοληθούν άτομα που ήδη εργάζονται για λογαριασμό του ΚΤΕ, χωρίς να επιβαρυνθεί ιδιαίτερα το αντικείμενο εργασίας τους

#### 9.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

Παράμετρος	Μ.Μ.	Τιμή
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	€/m <sup>3</sup>	1,54
Κόστος χημικών	€/m <sup>3</sup>	4,14
Κόστος συντήρησης	€/m <sup>3</sup>	2,00
Κόστος εργατικών	€/m <sup>3</sup>	0,50
<b>Κόστος λειτουργίας</b>	€/m <sup>3</sup>	<b>8,18</b>

## 9.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ανωτέρω εκτιμήσεις πρέπει να υπόκεινται σε τακτικές αναθεωρήσεις – επισκοπήσεις κυρίως λόγω των διαφοροποιήσεων που μπορούν να προέρχονται από τις ανάγκες του φορέα, πληθωριστικές τάσεις, νέες τεχνολογίες κλπ.

Απαιτείται δηλαδή η **συστηματική παρακολούθηση του κόστους λειτουργίας** μέσω της χρήσης μοντέλων πλήρους κοστολόγησης (Full Cost Accounting - FCA) και σχετικών software (τυποποιημένων ή και αναπτυγμένων για τις ανάγκες του φορέα).

Η χρησιμότητα τέτοιου είδους εργαλείων είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι προφέρουν ένα συστηματοποιημένο τρόπο για την αναγνώριση, τον υπολογισμό και την δημοσιοποίηση μέσω αναφορών, των πραγματικών εσόδων και εξόδων ενός Φορέα.

Ένα μοντέλο ολοκληρωμένης κοστολόγησης μπορεί να βοηθήσει :

- Στην αναγνώριση του πραγματικού Κόστους Διαχείρισης των Υγρών αποβλήτων
- Στη γνώση του Κόστους σε Εύρος Χρόνου, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα πρόληψης φαινομένων μεγάλων διακυμάνσεων στα έσοδα ή τα έξοδα
- Στην αξιολόγηση των επιμέρους υπηρεσιών
- Στη διαφάνεια προς τους Πολίτες σχετικά με τα Δημοτικά Τέλη
- Στην υιοθέτηση μιας επιχειρηματικής στάσης απέναντι στη διαχείριση των αποβλήτων
- Στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αποβλήτων

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι ήδη στο εξωτερικό λαμβάνεται υπόψη και το **κόστος αειφορίας** που εξασφαλίζει την απρόσκοπτη και περιβαλλοντικά ασφαλή λειτουργία του έργου. Αυτό το κόστος μεταφράζεται σε

- **κόστος ασφάλισης** του έργου ή ισοδύναμης χρηματοοικονομικής εγγύησης που πρέπει να πληρώνεται σε ετήσια βάση από το φορέα διαχείρισης. Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα κόστος που σκοπεύει είτε να αποζημιώσει τους θιγόμενους σε περίπτωση ατυχήματος ή σοβαρής αστοχίας του έργου, είτε να αποκαταστήσει σημαντικές φθορές που μπορεί να προέλθουν από απρόβλεπτους παράγοντες (σεισμοί, θεομηνίες κλπ). Παρά το γεγονός ότι στην ελληνική ασφαλιστική αγορά δεν υπάρχει ακόμη τέτοια εμπειρία, εκτιμάται ότι αυτό το κόστος θα είναι της τάξης του 0,5% του κόστους κατασκευής ανά έτος, για την φάση λειτουργίας του έργου, εφόσον η κατασκευή του έργου έχει γίνει με όλες τις διασφαλίσεις

ποιότητας και τους ελέγχους που απαιτούνται.

- **κόστος εκσυγχρονισμού και αναβάθμισης**, που πρέπει να προκύπτει από τα τέλη χρήσης του έργου κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Παρά το γεγονός ότι μέχρι σήμερα στην Ελλάδα τα έργα εκσυγχρονισμού είθισται να χρηματοδοτούνται με κονδύλια δημόσιων έργων, τα περιθώρια συνέχειας μιας τέτοιας προσέγγισης στενεύουν δραματικά. Αργά ή γρήγορα, αυτού του είδους χρηματοδοτήσεις θα γίνονται με ιδίους πόρους των φορέων διαχείρισης.

Ο πραγματικός προσδιορισμός του κόστους λειτουργίας αφορά σε εκείνες τις κατηγορίες κόστους που πρέπει υποχρεωτικά να συμπεριλαμβάνονται για έναν ακριβή προσδιορισμό των τελών χρήσης, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα του έργου.

Το θέμα βεβαίως είναι πόσο ολοκληρωμένα υπολογίζονται όλα αυτά. Για παράδειγμα, είναι συχνό το φαινόμενο στα κόστη προσωπικού να μην περιλαμβάνεται το προσωπικό διοικητικής υποστήριξης, ιδιαίτερα όταν αυτό εργάζεται σε γραφεία που δεν είναι εντός της Εγκατάστασης. Σε πολλές επίσης περιπτώσεις, υπάρχουν εργαζόμενοι μερικής απασχόλησης που είτε δεν υπολογίζονται καθόλου στο κοστολόγιο, είτε υπολογίζονται εξ' ολοκλήρου, ενώ μπορεί το 60-70% του χρόνου τους να απασχολούνται αλλού.

**Η συστηματική αναθεώρηση του υπολογισμού του κόστους είναι απαραίτητη προκειμένου αφενός να μπορούν να υπολογίζονται τα τέλη χρήσης του έργου για να μην απαξιωθεί ως τεχνικό έργο και αφετέρου να μην επιβάλλονται αυθαίρετα τέλη χωρίς έλεγχο της ανταποδοτικότητάς τους.**



## 10. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

### 10.1 Έργα Π/Μ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
<b><u>ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ</u></b>		
<u>ΓΕΝΙΚΑ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ</u>		
ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	m <sup>3</sup>	410,0
ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΦΥΤΕΥΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΩΝ	m <sup>3</sup>	2.240,0
<u>ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ</u>		
ΕΚΣΚΑΦΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΝ ΤΕΧΝ. ΕΡΓΩΝ - ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ - ΚΤΙΡΙΩΝ	m <sup>3</sup>	1105
ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΜΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ	m <sup>3</sup>	306
ΕΞΥΓΕΙΑΝΤΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΜΕ ΘΡΑΥΣΤΑ ΥΛΙΚΑ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ	m <sup>3</sup>	733
<u>ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ</u>		
ΕΚΣΚΑΦΗ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΥΠΟΓ. ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ ΓΑΙΩΔΕΣ	m <sup>3</sup>	450
ΕΓΚΙΒΩΤΙΣΜΟΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΜΕ ΑΜΜΟ	m <sup>3</sup>	25
ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΣΚΑΦΩΝ	m <sup>3</sup>	279
<b><u>ΓΕΩΜΕΜΒΡΑΝΕΣ - ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ</u></b>		
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ 500 g/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	650
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΓΕΩΜΕΜΒΡΑΝΗΣ HDPE ΠΑΧΟΥΣ 2mm	m <sup>2</sup>	650
<b><u>ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ</u></b>		
ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	m <sup>3</sup>	2
<b><u>ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ</u></b>		
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C20/25	m <sup>3</sup>	118
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C16/20	m <sup>3</sup>	7
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C12/15 (ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ)	m <sup>3</sup>	5
ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	m <sup>2</sup>	730
<b><u>ΟΠΛΙΣΜΟΙ</u></b>		
ΟΠΛΙΣΜΟΙ B500c	kg	13200
<b><u>ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΜ</u></b>		
ΣΙΔΗΡΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ	kg	100,0
ΕΣΧΑΡΕΣ ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΕΣ	kg	50,0
ΚΑΛΥΜΜΑΤΑ ΑΠΟ ΓΑΛΒ. ΛΑΜΑΡΙΝΑ	kg	150,0
ΚΓΙΚΛΙΔΩΜΑΤΑ	m	20,0
ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ	m <sup>2</sup>	9,0

## 10.2 ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ	ΠΟΣ.
<b><u>ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΚΤΥΑ</u></b>	-	-
ΑΓΩΓΟΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ PVC Φ 250	m	285
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 315	m	42
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 140	m	12
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 90	m	36
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 75	m	168
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 63	m	132
ΦΡΕΑΤΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	τμχ	7
<b><u>ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΩΝ</u></b>	-	-
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 200	m	6
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 100	m	12
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 80	m	60
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 65	m	54
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 50	m	24
ΣΩΛΗΝ. AISI 304 DN 20	m	6
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 110	m	30
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 75	m	80
ΣΩΛΗΝ. HDPE 10 atm Φ 20	m	18
ΣΩΛΗΝ. HDPE Φ 6x8	m	80
<b><u>ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ - ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</u></b>	-	-
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 100	τμχ	2
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ DN 65	τμχ	3
ΣΥΡΤΑΡΩΤΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΕΜΦΡΑΞΗΣ DN 65	τμχ	7
ΑΝΟΞ. ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ DN 50	τμχ	8
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ "ΜΠΑΛΑΣ" DN 80	τμχ	1
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ "ΜΠΑΛΑΣ" DN 65	τμχ	4
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ "ΚΛΑΠΕ" DN 65	τμχ	2
ΔΙΚΛΕΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ "ΚΛΑΠΕ" DN 50	τμχ	4
ΑΝΟΞ. ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΚΛΕΙΔΑ DN 20	τμχ	7
ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ	τμχ	7

Περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα υλικά σύνδεσης, όδευσης και στήριξης (καμπύλες, ταυ, φλάντζες, στηρίγματα, βίδες, παξιμάδια, ροδέλλες

### 10.3 ΗΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
<b>1. ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ - ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>		
<b><u>ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</u></b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ	ΤΜΧ	2
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ pH ΕΙΣΟΔΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΕΡΗΧΩΝ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ	ΤΜΧ	2
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</u></b>		
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ	ΤΜΧ	4
<b>2. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ</b>		
<b><u>ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ</u></b>		
ΔΟΧΕΙΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΤΜΧ	1
ΔΟΣ. ΑΝΤΛΙΑ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΤΜΧ	3
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ ΕΞ. ΠΗΓΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	ΤΜΧ	1
<b>3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ</b>		
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>		
ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
ΑΝΤΛΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	ΤΜΧ	2
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΠΡΟ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>		
ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ MLSS ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ</u></b>		
ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΔΕΞ ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ORP ΔΕΞ. ΜΕΤΑ-ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΑΝΑΕΡΙΣΜΟΥ</u></b>		
ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΑΕΡΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΕΠΑΝΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΤΜΧ	1
<b>4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΘΙΣΤΗΣΗΣ - ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ &amp; ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΙΛΥΟΣ</b>		
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	ΤΜΧ	1
<b>5. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ</b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΡΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ	ΤΜΧ	2
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΑΣ ΕΚΡΩΝ	ΤΜΧ	4
	ΤΜΧ	4

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Μ.Μ.	ΠΟΣ.
<b>6. ΜΟΝΑΔΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ</b>		
ΦΙΛΤΡΟ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΥΜΠΑΝΟΥ	ΤΜΧ	1
<b>7. ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)</b>		
<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	ΤΜΧ	2
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ RO	ΤΜΧ	4
<b><u>ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ</u></b>		
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ	ΤΜΧ	1
<b><u>ΔΕΞΑΜΕΝΗ &amp; ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ</u></b>		
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	1
ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	2
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΝΔ. ΔΕΞ. ΔΙΗΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	4
<b><u>ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ</u></b>		
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ	ΤΜΧ	4
<b>8. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ - ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ &amp; ΔΙΑΘΕΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</b>		
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ</u></b>		
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΟΧΕΙΟΥ Δ/ΤΟΣ NaOCl	ΤΜΧ	1
<b><u>ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ</u></b>		
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞ. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ	ΤΜΧ	2
<b>9. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ &amp; ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΙΛΥΟΣ</b>		
ΑΝΤΛΙΑ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΙΛΥΟΣ (ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΗ)	ΤΜΧ	1
ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΠΙΕΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΙΛΥΟΣ	ΤΜΧ	1
ΠΛΩΤΕΡΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ	ΤΜΧ	2
<b>10. ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</b>		
<b><u>ΔΙΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ</u></b>		
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ - ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΗΛ. ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΕΣ	ΚΑ	1
ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ - ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΚΙΗΝΤΗΡΩΝ - ΗΛ ΠΙΝΑΚΩΝ	ΚΑ	1
<b><u>ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ</u></b>		
PLC (ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ) ΕΕΣ	ΤΜΧ	1
ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	ΤΜΧ	1
ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤ. ΟΣΜΩΣΗΣ	ΤΜΧ	1
<b>11. ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΗΛΜ</b>		
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΗΛΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	ΚΑ	1
ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ - ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	ΚΑ	1
ΤΜΧ = ΤΕΜΑΧΙΟ		
ΚΑ = ΚΑΤ' ΑΠΟΚΟΠΗ		

## 11. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	A.T	ΚΩΔ. ΑΡΘΡΟΥ	ΚΩΔ. ΑΝΑΘΕΩΡΙΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΕΥΡΩ)	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ ΟΜΑΔΑΣ
<b>1. ΕΡΓΑ Π/Μ</b>									
1,1	Κατασκευή συμπτυκνωμένου αναχώματος από υλικά που έχουν προσκομισθεί επί τόπου	1	NAYΔΡ 5.01	ΥΔΡ 6079	m <sup>3</sup>	410,00	0,60	246,00	
1,2	Αφαίρεση φυτευτικών υλικών υδροβιότοπων	2	ΝΑΟΔΟ Α-1ΣΧ	ΟΔΟ-1110	m <sup>3</sup>	2.240,00	1,50	3.360,00	
1,3	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων-δεξαμενών-κτιρίων με χρήση μηχανικών μέσων σε εδάφη γαιώδη-ημιβραχώδη	3	ΝΑΟΙΚ 20.05.01ΣΧ	ΟΙΚ 2124	m <sup>3</sup>	1.105,00	4,70	5.193,50	
1,4	Επίχωση με προϊόντα εκσκαφών, εκβραχισμών ή κατεδαφίσεων	4	ΝΑΟΙΚ 20.10	ΟΙΚ 2162	m <sup>3</sup>	306,00	4,50	1.377,00	
1,5	Εξυγιαντικές στρώσεις με θραυστό υλικό λατομείου	5	ΝΑΟΙΚ 20.20	ΟΙΚ 2162	m <sup>3</sup>	733,00	17,60	12.900,80	
1,6	Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες	6	NAYΔΡ 3.10.01.01	ΥΔΡ 6081.1	m <sup>3</sup>	450,00	6,50	2.925,00	

1,7	Στρώσεις έδρασης και εγκιβωτισμός σωλήνων με άμμο προελεύσεως λατομείου	7	NAYΔΡ 5.07	ΥΔΡ 6069	m <sup>3</sup>	25,00	12,90	322,50	
1,8	Επιχώσεις ορυγμάτων με προϊόντα εκσκαφών χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις συμπίκνωσης	8	NAYΔΡ 5.03	ΥΔΡ 6066	m <sup>3</sup>	279,00	0,40	111,60	
1,9	Τοποθέτηση γεφυφάσματος βάρους 500 g/m <sup>2</sup>	9	ΝΑΟΙΚ 79.15.05ΣΧ	ΟΙΚ 7914	m <sup>2</sup>	650,00	5,20	3.380,00	
1,10	Τοποθέτηση γεωμεμβράνης HDPE, πάχους 2,0 mm	10	NAYΔΡ 14.04.03ΣΧ	ΥΔΡ 6361	m <sup>2</sup>	650,00	7,00	4.550,00	
1,11	Καθαιρέσεις στοιχείων κατασκευών από άοπλο σκυροδέμα με χρήση συνήθους κρουστικού εξοπλισμού	11	ΝΑΟΙΚ 22.10.01	ΟΙΚ 2226	m <sup>3</sup>	2,00	29,90	59,80	
1,12	Προμήθεια, μεταφορά επί τόπου, διάστρωση και συμπίκνωση σκυροδέματος με χρήση αντλίας ή πυργογερανού 'Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25'	12	ΝΑΟΙΚ 32.01.05	ΟΙΚ 3215	m <sup>3</sup>	118,00	95,00	11.210,00	
1,13	Προμήθεια, μεταφορά επί τόπου, διάστρωση και συμπίκνωση σκυροδέματος με χρήση αντλίας ή πυργογερανού 'Για	13	ΝΑΟΙΚ 32.01.04	ΟΙΚ 3214	m <sup>3</sup>	7,00	90,00	630,00	

	κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20'								
1,14	Προμήθεια, μεταφορά επί τόπου, διάστρωση και συμπύκνωση σκυροδέματος με χρήση αντλίας ή πυργογερανού 'Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15'	14	ΝΑΟΙΚ 32.01.03	ΟΙΚ 3213	m <sup>3</sup>	5,00	84,00	420,00	
1,15	Ξυλότυποι συνήθων χυτών κατασκευών	15	ΝΑΟΙΚ 38.03	ΟΙΚ 3816	m <sup>2</sup>	730,00	15,70	11.461,00	
1,16	Χαλύβδινοι οπλισμοί κατηγορίας B500C (S500s)	16	ΝΑΟΙΚ 38.20.02	ΟΙΚ 3873	kg	13.200,00	1,07	14.124,00	
1,17	Σιδηρά κουφώματα	17	ΝΑΟΙΚ 62.03ΣΧ	ΟΙΚ 6203	kg	100,00	8,40	840,00	
1,18	Εσχάρες γαλβανισμένες	18	ΝΑΟΙΚ 62.41ΣΧ	ΟΙΚ 6239	kg	50,00	6,20	310,00	
1,19	Καλύματα από γαλβ. λαμαρίνα	19	ΝΑΟΙΚ 62.41ΣΧ	ΟΙΚ 6239	kg	150,00	6,20	930,00	
1,20	Κιγκλιδώματα	20	ΝΑΟΙΚ 64.16.02ΣΧ	ΟΙΚ 6417	m	20,00	14,00	280,00	

1,21	Οικοδομικές εργασίες συμβατικών κτιρίων	21	ΟΙΚ ΝΑΤ1	ΟΙΚ 6417	m <sup>2</sup>	9,00	500,00	4.500,00	
1,22	Στεγανοποίηση του παλαιού ΧΑΔΑ με μεμβράνη PE 1,5mm	22	ΝΑΥΔΡ 14.04.02	ΥΔΡ 6361	m <sup>2</sup>	27.540,00	5,50	151.470,00	
1,23	Γεώφασμα προστασίας μεμβράνης 300gr/m2	23	ΝΑΥΔΡ 14.05.02	ΥΔΡ 6361	m <sup>2</sup>	27.540,00	1,70	46.818,00	
1,24	Επένδυση πρανών με γαιοκυψέλες και φυτική γη	24	ΝΑΟΔΟ Α.24.2	ΟΔΟ 1610	m <sup>2</sup>	27.540,00	10,50	289.170,00	
1,25	Εργασίες αποκατάστασης (εκσκαφή, διάστρωση κλπ) της έκτασης κατάντη του εν λειτουργία ΧΥΤΑ	25	ΝΑΟΔΟ Α.2 ΣΧ	ΟΔΟ 1123Α	Κατ' αποκοπή	1,00	15.000,00	15.000,00	
	<b>ΣΥΝΟΛΟ 1</b>								<b>581.589,20</b>
<b>2. ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ</b>									
2,1	Αγωγοί υπό πίεση από σωλήνες PVC-U, Ονομαστικής διαμέτρου D250 mm	26	ΝΑΥΔΡ 12.13.02.09ΣΧ	ΥΔΡ 6621.5	m	285,00	33,40	9.519,00	
2,2	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN	27	ΝΑΥΔΡ 12.14.01.15	ΥΔΡ 6621.7	m	42,00	57,80	2.427,60	



	12201-2 - Ονομ. διαμέτρου DN 315 mm / PN 10 atm								
2,3	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201- 2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2 - Ονομ. διαμέτρου DN 140 mm / PN 10 atm	28	NAYΔΡ 12.14.01.09	ΥΔΡ 6621.2	m	12,00	14,70	176,40	
2,4	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201- 2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2 - Ονομ. διαμέτρου DN 90 mm / PN 10 atm	29	NAYΔΡ 12.14.01.06	ΥΔΡ 6621.1	m	36,00	7,40	266,40	

2,5	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2 - Ονομ. διαμέτρου DN 75 mm / PN 10 atm	30	NAYΔP 12.14.01.05	ΥΔΡ 6621.1	m	168,00	5,40	907,20	
2,6	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2 - Ονομ. διαμέτρου DN 63 mm / PN 10 atm	31	NAYΔP 12.14.01.04	ΥΔΡ 6621.1	m	132,00	4,50	594,00	
2,7	Φρεάτια σύνδεσης	32	ΑΤΗΕ Ν\8749.5	ΗΛΜ 10	τμχ	7,00	415,00	2.905,00	
2,8	Σωληνώσεις AISI 304 DN 200	33	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.7	ΗΛΜ 5	m	6,00	27,30	163,80	
2,9	Σωληνώσεις AISI 304 DN 100	34	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.5	ΗΛΜ 5	m	12,00	15,70	188,40	

2,10	Σωληνώσεις AISI 304 DN 80	35	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.4	ΗΛΜ 5	m	60,00	13,40	804,00	
2,11	Σωληνώσεις AISI 304 DN 65	36	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.3	ΗΛΜ 5	m	54,00	11,65	629,10	
2,12	Σωληνώσεις AISI 304 DN 50	37	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.2	ΗΛΜ 5	m	24,00	9,90	237,60	
2,13	Σωληνώσεις AISI 304 DN 20	38	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.1	ΗΛΜ 5	m	6,00	6,40	38,40	
2,14	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2 - Ονομ. διαμέτρου DN 110 mm / PN 10 atm	39	NAYΔP 12.14.01.07	ΥΔP 6621.1	m	30,00	9,80	294,00	
2,15	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2 - Ονομ.	40	NAYΔP 12.14.01.05	ΥΔP 6621.1	m	80,00	5,40	432,00	

	διαμέτρου DN 75 mm / PN 10 atm								
2,16	Σωληνώσεις πίεσεως από σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) με συμπαγές τοίχωμα κατά ΕΛΟΤ EN 12201-2 - PE 100 (με ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή MRS10 = 10 MPa), με συμπαγές τοίχωμα, κατά EN 12201-2 - Ονομ. διαμέτρου DN 20 mm / PN 10 atm	41	NAYΔP 12.14.01.01ΣΧ	ΥΔP 6621.1	m	18,00	1,65	29,70	
2,17	Σωλην. HDPE Φ 6X8	42	NAYΔP 12.14.01.01ΣΧ	ΥΔP 6621.1	m	80,00	1,00	80,00	
2,18	Δικλείδα πεταλούδας DN 100	43	NAYΔP 13.04.02.20	ΥΔP 6651.1	τμχ	2,00	150,00	300,00	
2,19	Δικλείδα πεταλούδας DN 65	44	NAYΔP 13.04.02.20ΣΧ	ΥΔP 6651.1	τμχ	3,00	100,00	300,00	
2,20	Συρταρωτή δικλείδα ελαστικής έμφραξης DN 65	45	NAYΔP13.03.01.01ΣΧ	ΥΔP 6651.1	τμχ	7,00	161,82	1.132,74	
2,21	Ανοξ. σφαιρική δικλείδα DN 50	46	NAYΔP N\13.30.05	H\ΛM 85	τμχ	8,00	230,84	1.846,72	
2,22	Δικλείδα αντεπιστροφής λυμάτων "μπάλας" DN 80	47	ATHE N\8127.10.4	H\ΛM 12	τμχ	1,00	176,45	176,45	
2,23	Δικλείδα αντεπιστροφής	48	ATHE N\8127.10.3	H\ΛM 12	τμχ	4,00	154,01	616,04	

	λυμάτων "μπάλας" DN 65								
2,24	Δικλείδα αντεπιστροφής "κλαπέ" DN 65	49	ΑΤΗΕ Ν\8126.3.3	ΗΛΜ 12	τμχ	2,00	139,50	279,00	
2,25	Δικλείδα αντεπιστροφής "κλαπέ" DN 50	50	ΑΤΗΕ Ν\8126.3.2	ΗΛΜ 12	τμχ	4,00	116,99	467,96	
2,26	Ανοξ. σφαιρική δικλείδα DN 20	51	ΝΑΥΔΡ Ν\13.30.04	ΗΛΜ 85	τμχ	7,00	76,31	534,17	
2,27	Μανόμετρο γλυκερίνης	52	ΝΑΠΡΣ Η5.13ΣΧ	ΗΛΜ 31	τμχ	7,00	10,00	70,00	
	<b>ΣΥΝΟΛΟ 2</b>								<b>25.415,68</b>
<b>3. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ</b>									
3,1	Αντλία εξισορρόπησης στραγγισμάτων	53	ΑΤΗΕ Ν\9202.4.6	ΗΛΜ 80	τμχ	2,00	2.500,00	5.000,00	
3,2	Μετρητής παροχής εισόδου	54	ΑΤΗΕ Ν\8460.10	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	2.000,00	2.000,00	
3,3	Μετρητής pH εισόδου	55	ΑΤΗΕ Ν\8460.8	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	2.000,00	2.000,00	
3,4	Μετρητής στάθμης υπερήχων α/σ εξισορρόπησης	56	ΑΤΗΕ Ν\8460.4	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	2.000,00	2.000,00	
3,5	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης α/σ εξισορρόπησης	57	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.1	ΗΛΜ 81	τμχ	2,00	90,00	180,00	
3,6	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης δεξ. βροχοστραγγιδίων	58	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.2	ΗΛΜ 81	τμχ	4,00	90,00	360,00	
3,7	Δοχείο αποθήκευσης δ/τος εξ.πηγής άνθρακα	59	ΝΠΡΣ Ν\Η7.9.11	ΗΛΜ 30	τμχ	1,00	1.500,00	1.500,00	
3,8	Δοσ. αντλία δ/τος εξ. πηγής άνθρακα	60	ΑΤΗΕ Ν\9203.5	ΗΛΜ 87	τμχ	3,00	1.000,00	3.000,00	

3,9	Διακόπτης στάθμης δοχείου δ/τος εξ. πηγής άνθρακα	61	ΑΤΗΕ Ν\8891.10.1	ΗΛΜ 81	τμχ	1,00	150,00	150,00	
3,10	Υποβρύχιος αναδευτήρας δεξ. προ-απονιτροποίησης	62	ΑΤΗΕ Ν\9204.10	ΗΛΜ 80	τμχ	1,00	3.000,00	3.000,00	
3,11	Αντλία ανακυκλοφορίας μικτού υγρού	63	ΑΤΗΕ Ν\9202.2.10	ΗΛΜ 80	τμχ	2,00	2.500,00	5.000,00	
3,12	Μετρητής παροχής ανακυκλοφορίας μικτού υγρού	64	ΑΤΗΕ Ν\8460.11	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	2.000,00	2.000,00	
3,13	Μετρητής ORP δεξ. προ-απονιτροποίησης	65	ΑΤΗΕ Ν\8460.7	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	3.000,00	3.000,00	
3,14	Δίκτυο διάχυσης αέρα δεξαμενής αερισμού	66	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.7	ΗΛΜ 5	τμχ	1,00	2.000,00	2.000,00	
3,15	Μετρητής MLSS γραμμής αερισμού	67	ΑΤΗΕ Ν\8460.6	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	4.000,00	4.000,00	
3,16	Υποβρύχιος αναδευτήρας δεξ. μετα-απονιτροποίησης	68	ΑΤΗΕ Ν\9204.10	ΗΛΜ 80	τμχ	1,00	3.000,00	3.000,00	
3,17	Μετρητής ORP δεξ. μετα-απονιτροποίησης	69	ΑΤΗΕ Ν\8460.7	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	3.000,00	3.000,00	
3,18	Δίκτυο διάχυσης αέρα δεξαμενής επαναερισμού	70	ΑΤΗΕ Ν\8036.12.2	ΗΛΜ 5	τμχ	1,00	500,00	500,00	
3,19	Μετρητής παροχής ανακυκλοφορίας ιλύος	71	ΑΤΗΕ Ν\8460.12	ΗΛΜ 31	τμχ	1,00	2.000,00	2.000,00	
3,20	Αντλία εκροών βιολογικής βαθμίδας	72	ΑΤΗΕ Ν\9202.5.10	ΗΛΜ 80	τμχ	2,00	2.500,00	5.000,00	
3,21	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης α/σ εκροών	73	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.3	ΗΛΜ 81	τμχ	4,00	90,00	360,00	
3,22	Φίλτρο διήθησης τύπου τυμπάνου	74	ΑΤΗΕ Ν\8252.6	ΗΛΜ 8	τμχ	1,00	30.000,00	30.000,00	
3,23	Αντλία τροφοδοσίας μονάδας RO	75	ΑΤΗΕ Ν\9202.10.4	ΗΛΜ 80	τμχ	2,00	2.000,00	4.000,00	

3,24	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης δεξ. τροφοδοσίας μονάδας RO	76	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.4	ΗΛΜ 81	τμχ	4,00	90,00	360,00	
3,25	Προκατασκευασμένη διάταξη αντίστροφης όσμωσης	77	ΝΑΥΔΡ Ν\11.05.30	-	τμχ	1,00	300.000,00	300.000,00	
3,26	Ενδιάμεση δεξαμενή συλλογής διηθήματος	78	ΝΠΡΣ Η7.9.1ΣΧ	ΗΛΜ 30	τμχ	1,00	1.000,00	1.000,00	
3,27	Αντλία διηθήματος	79	ΑΤΗΕ Ν\9202.33.5	ΗΛΜ 80	τμχ	2,00	2.000,00	4.000,00	
3,28	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης ενδ. δεξ. διηθήματος	80	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.5	ΗΛΜ 81	τμχ	4,00	90,00	360,00	
3,29	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης δεξ. αποθήκευσης συμπτυνώματος	81	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.6	ΗΛΜ 81	τμχ	4,00	90,00	360,00	
3,30	Διακόπτης στάθμης δοχείου δ/τος NaOCl	82	ΑΤΗΕ Ν\8891.10.2	ΗΛΜ 81	τμχ	1,00	150,00	150,00	
3,31	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης δεξ. επεξεργασμένων	83	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.7	ΗΛΜ 81	τμχ	2,00	90,00	180,00	
3,32	Αντλία διάθεσης ιλύος (εφεδρεία στην αποθήκη)	84	ΑΤΗΕ Ν\9202.3.10	ΗΛΜ 80	τμχ	1,00	1.500,00	1.500,00	
3,33	Διακόπτης προστασίας από υπερπίεση των αντλιών ιλύος	85	ΝΠΡΣ Ν\Η6.1.7.9	ΗΛΜ 12	τμχ	1,00	200,00	200,00	
3,34	Πλωτεροδιακόπτης στάθμης δεξαμενής πάχυνσης	86	ΑΤΗΕ Ν\8891.11.8	ΗΛΜ 81	τμχ	2,00	90,00	180,00	
3,35	Αναβάθμιση - επέκταση ηλ. πινάκων κίνησης ΕΕΣ	87	ΑΤΗΕ Ν\18	-	κ.α.	1,00	20.000,00	20.000,00	

3,36	Καλωδιώσεις - συνδέσεις κινητήρων - ηλ. πινάκων	88	ΑΤΗΕ Ν19	-	κ.α.	1,00	5.000,00	5.000,00	
3,37	Σύστημα αυτοματισμού ΕΕΣ	89	ΑΤΗΕ Ν18821.101.1	ΗΛΜ 53	τμχ	1,00	30.000,00	30.000,00	
3,38	Συντήρηση υφιστάμενου ΗΛΜ εξοπλισμού	90	ΑΤΗΕ Ν20	-	κ.α.	1,00	20.000,00	20.000,00	
3,39	Σωληνώσεις - εξαρτήματα	91	ΑΤΗΕ Ν21	-	κ.α.	1,00	31.800,00	31.800,00	
	<b>ΣΥΝΟΛΟ 3</b>								<b>498.140,00</b>
<b>4. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>									
4,1	Δοκιμαστική λειτουργία (για 3 μήνες)	92	ΥΔΡ Ν1ΑΤ1	-	κ.α.	1,00	25.000,00	25.000,00	
	<b>ΣΥΝΟΛΟ 4</b>								<b>25.000,00</b>
	<b>Γενικό Σύνολο Δαπάνης Εργασιών (Σύνολα 1-4)</b>								<b>1.130.144,88</b>
	Εργολαβικό Όφελος (ΓΕ και ΟΕ) 18%								203.426,08
	<b>Σύνολο 1</b>								<b>1.333.570,96</b>
	Απρόβλεπτα (15%)								200.035,64
	<b>Σύνολο 2</b>								<b>1.533.606,60</b>
	Πρόβλεψη Αναθεώρησης								30.360,82
	<b>Σύνολο 3</b>								<b>1.563.967,42</b>
	ΦΠΑ (24%)								375.352,18
	<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>								<b>1.939.319,60</b>





## ΣΧΕΔΙΑ – ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
<b>T2-Γ</b>	<b>ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ</b>
T2-Γ-01	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ
T2-Γ-02	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΕΕΣ
T2-Γ-03	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ & ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΙΣΧΥΟΣ - ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΕΕΣ
<b>T2-Δ</b>	<b>ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ</b>
T2-Δ-01.1	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΕΣ
T2-Δ-01.2	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΣΟΖΥΓΙΩΝ ΜΑΖΑΣ
T2-Δ-02	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ
<b>T2-Μ</b>	<b>ΣΧΕΔΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ</b>
T2-Μ-01	ΝΕΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ & ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
T2-Μ-02	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ
T2-Μ-03	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ
T2-Μ-04	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ
T2-Μ-05	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ
T2-Μ-06	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ & ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ - ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ
T2-Μ-07	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΤΙΡΙΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΕΕΣ - ΔΙΑΤΑΞΗ ΗΛΜ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
T2-Μ-08	ΛΙΜΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ (ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΥΦΙΣΤ. ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΥΣ)