

# ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΦΟΡΕΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (Φο.Δ.Σ.Α.) ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

## «ΣΥΜΦΩΝΙΑ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΧΥΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ»



### ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΥΤΑ ΝΟΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ  
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ (ΕΕΣ) ΤΟΥ  
Χ.Υ.Τ.Α. ΤΟΥ Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (Χ.Υ.Τ.Α. ΜΑΥΡΟΡΑΧΗΣ)

#### ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ:

1.  **ΕΠΤΑ Α.Ε.**
2.  **ENVIROPLAN S.A.**  
Consultants & Engineers  
**ENVIROPLAN Α.Ε.**

#### ΕΔΡΑ ΣΥΜΠΡΑΞΗΣ:

ΗΝΙΟΧΟΥ 16  
ΧΑΛΑΝΔΡΙ, ΤΚ 15232  
ΤΗΛ. 210-6086300  
FAX. 210-6086302  
E-MAIL: info@epta.gr

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

ΤΕΛΙΚΗ ΥΠΟΒΟΛΗ

---

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑ-  
ΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ (ΕΕΣ) ΤΟΥ Χ.Υ.Τ.Α. ΤΟΥ Ν.  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (Χ.Υ.Τ.Α. ΜΑΥΡΟΡΑΧΗΣ)**

---

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ.....</b>	<b>9</b>
<b>2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ .....</b>	<b>10</b>
2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ Ε.Ε.Σ. ....	10
2.1.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	10
2.1.2 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ – Α/Σ ΑΡΧΙΚΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ – ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΠΛΥΜΜΗΡΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ.....	10
2.1.3 ΜΟΝΑΔΑ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΚΡΟΚΙΔΩΤΙΚΩΝ – ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΘΙΣΤΗΣΗΣ .....	12
2.1.4 ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (SBR) – Α/Σ ΙΛΥΟΣ .....	14
2.1.5 ΜΟΝΑΔΑ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ.....	15
2.1.6 ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΑΧΕΙΑΣ ΑΝΑΜΙΞΗΣ ΚΑΙ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ – ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΑΥΓΑΣΗΣ.....	16
2.1.7 ΜΟΝΑΔΑ ΦΙΛΤΡΑΝΣΗΣ – ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ.....	16
2.1.8 ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ ΑΛΜΗΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ.....	19
2.1.9 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΛΜΗΣ .....	20
2.1.10 ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ .....	20
2.1.11 ΜΟΝΑΔΑ ΠΑΧΥΝΣΗΣ – ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΑΣΠΗΣ.....	21
2.1.12 ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΥΔΑΤΙΣΣΗΣ.....	21
2.1.13 ΚΤΙΡΙΟ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	22
2.1.14 Α/Σ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ .....	23
2.1.15 ΛΟΙΠΑ ΕΡΓΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ .....	23
2.2 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ Ε.Ε.Σ. ....	24
<b>3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ     ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....</b>	<b>26</b>
3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	26
3.1.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	26
3.1.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	26
3.1.2.1 Κλιματολογικά στοιχεία σχεδιασμού.....	26
3.1.2.2 Συντελεστές απορροής - κατεΐσδυσης.....	28
3.1.2.3 Σενάρια υπολογισμού .....	29
3.1.2.3.1 Με βάση τα κλιματολογικά Μ.Σ. Σερρών – Μέσες μηνιαίες τιμές.....	30
3.1.2.3.2 Με βάση τα κλιματολογικά Μ.Σ. Σερρών με βροχερότερο μήνα 25- ετίας.....	36
3.1.2.3.3 Με βάση τα κλιματολογικά Μ.Σ. Άνω Θεοδωράκι – Μέσες μηνιαίες τιμές.....	42

3.1.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	48
3.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	51
3.3	ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΡΟΗΣ .....	52
<b>4.</b>	<b>ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</b>	<b>53</b>
4.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	53
4.2	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	53
4.3	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	56
4.3.1	ΓΕΝΙΚΑ .....	56
4.3.2	ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΔΙΑΛΕΙΠΟΥΣΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (SBR).....	57
4.3.3	ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΜΕ ΒΥΘΙΖΟΜΕΝΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ (S-MBR).....	60
4.3.4	ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΜΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ (R-MBR) .....	62
4.3.5	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ – ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	63
4.3.5.1	Λειτουργικό κόστος .....	63
4.3.5.2	Επενδυτικό κόστος.....	67
4.3.6	ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	67
4.4	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	69
<b>5.</b>	<b>ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ .....</b>	<b>70</b>
5.1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ – Α/Σ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	70
5.1.1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ .....	70
5.1.2	Α/Σ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	71
5.2	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ .....	72
5.2.1	ΓΕΝΙΚΑ .....	72
5.2.2	ΜΕΡΙΣΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	72
5.2.3	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	72
5.2.4	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ – ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	73
5.3	ΜΟΝΑΔΑ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ .....	74
5.4	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO).....	76
5.4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	76
5.4.2	ΣΥΣΤΗΜΑ RO.....	76
5.5	ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ .....	79
5.5.1	ΓΕΝΙΚΑ .....	79
5.5.2	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΙΛΥΟΣ.....	79
5.5.3	ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ .....	79
5.6	Α/Σ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ.....	82

5.7	ΚΤΙΡΙΟ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ .....	83
5.8	ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	83
5.9	ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΈΡΓΑ – ΈΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....	83
<b>6.</b>	<b>ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ .....</b>	<b>85</b>
6.1	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	85
6.2	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ .....	86
6.3	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ .....	87
6.3.1	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	87
6.3.2	ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ .....	87
6.3.3	ΗΛΙΚΙΑ ΙΛΥΟΣ ΓΙΑ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗ.....	88
6.3.4	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ – ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΕΡΕΩΝ .....	89
6.3.5	ΌΓΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	92
6.3.6	ΕΠΙΛΟΓΗ ΟΓΚΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	92
6.3.7	ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΑΝΑΜΙΚΤΟΥ ΥΓΡΟΥ.....	93
6.3.8	ΠΑΡΟΧΗ ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ .....	94
6.3.9	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	94
6.3.10	ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ.....	96
6.3.11	ΔΟΣΟΜΕΤΡΗΣΗ ΓΛΥΚΕΡΟΛΗΣ.....	97
6.4	ΜΟΝΑΔΑ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ (UF) .....	99
6.5	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO).....	100
6.6	ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ .....	102
6.7	ΠΑΡΑΓΩΓΗ – Α/Σ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ.....	104
<b>7.</b>	<b>ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ Α/Σ.....</b>	<b>106</b>
<b>8.</b>	<b>ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ .....</b>	<b>110</b>
8.1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ .....	110
8.1.1	ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	110
8.1.2	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ.....	111
8.1.3	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΕΡΙΣΤΗΡΑΣ (FLOW JET).....	112
8.2	ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	115
8.2.1	ΘΥΡΟΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ .....	115
8.2.2	ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	116
8.2.3	ΦΥΣΗΤΗΡΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	117
8.2.4	ΔΙΑΧΥΤΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	120

8.2.5	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ .....	122
8.2.6	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΓΛΥΚΕΡΟΛΗΣ.....	123
8.3	ΜΟΝΑΔΑ ΥΠΕΡΙΔΙΟΧΗΣΗΣ (UF).....	125
8.3.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ UF.....	125
8.3.2	ΠΡΟΦΙΛΤΡΟ .....	126
8.3.3	ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ ΥΠΕΡΙΔΙΟΧΗΣΗΣ.....	126
8.3.4	ΑΝΤΛΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ UF.....	127
8.3.5	ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ UF.....	127
8.3.6	ΑΝΤΛΙΑ ΕΚΠΛΥΣΗΣ UF.....	128
8.3.7	ΑΝΤΛΙΕΣ ΙΛΥΟΣ.....	129
8.3.8	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ .....	129
8.3.9	ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ CONTAINERS.....	130
8.3.10	ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΧΥΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	130
8.4	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΑΥΓΑΣΜΕΝΩΝ.....	132
8.5	ΜΟΝΑΔΑ R.O.....	134
8.5.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΑΔΑΣ R.O. ....	134
8.5.2	ΦΙΛΤΡΟ ΦΥΣΣΙΓΓΙΩΝ.....	136
8.5.3	ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ.....	136
8.5.4	ΑΝΤΛΙΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ .....	137
8.5.5	ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.....	137
8.5.6	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ .....	138
8.5.7	ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΑΛΜΗΣ – ΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ .....	138
8.5.8	ΜΕΜΒΡΑΝΟΘΗΚΕΣ – ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ .....	139
8.5.9	ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΈΚΠΛΥΣΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ - ΧΗΜΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ.....	140
8.5.10	ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΧΥΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	140
8.5.11	ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ CONTAINERS.....	143
8.5.12	ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	144
8.6	ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ .....	145
8.6.1	ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΥ.....	145
8.6.2	ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ.....	146
8.6.3	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ .....	148
8.6.4	ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ.....	149
8.6.5	ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟΣ ΚΟΧΛΙΑΣ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	151
8.6.6	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΜΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ.....	151
8.7	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ.....	154
8.7.1	ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ .....	154
8.8	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΝΕΡΟ.....	156
8.8.1	ΠΙΕΣΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	156

8.9	ΌΡΓΑΝΑ .....	157
8.9.1	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ .....	157
8.9.2	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ .....	158
8.9.3	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΩΣΗΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ (MLSS).....	159
<b>9.</b>	<b>ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....</b>	<b>161</b>
9.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	161
9.2	ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ .....	161
9.3	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ .....	163
9.4	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	166
9.5	ΛΟΙΠΕΣ ΗΜ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....	167
9.6	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Μ/Σ ΚΑΙ Η/Ζ.....	168
9.6.1	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ.....	169

---

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

---

Πίνακας 1: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Σερρών (Χρονοσειρά 1971-2013).....	26
Πίνακας 2: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Άνω Θεοδωράκι (Μελέτη Εφαρμογής) .....	27
Πίνακας 3: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 1 .....	30
Πίνακας 4: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 1 .....	31
Πίνακας 5: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 1 .....	32
Πίνακας 6: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 2 .....	33
Πίνακας 7: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 2 .....	34
Πίνακας 8: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 2 .....	35
Πίνακας 9: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 max .....	36
Πίνακας 10: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 max .....	37
Πίνακας 11: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 max .....	38
Πίνακας 12: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 max .....	39
Πίνακας 13: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 max .....	40
Πίνακας 14: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 max .....	41
Πίνακας 15: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 .....	42
Πίνακας 16: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 .....	43
Πίνακας 17: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 .....	44
Πίνακας 18: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 .....	45
Πίνακας 19: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 .....	46
Πίνακας 20: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 .....	47
Πίνακας 21: Τιμές ρυπαντικών παραμέτρων στραγγιδίων κυττάρων 1-3 .....	51
Πίνακας 22: Τιμές ρυπαντικών παραμέτρων σχεδιασμού.....	51
Πίνακας 23: Τιμές ρυπαντικών παραμέτρων στην είσοδο της μονάδας RO .....	52
Πίνακας 24: Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγιδίων .....	52
Πίνακας 25: Υδραυλικό – ρυπαντικό φορτίο ανεπεξέργαστων στραγγιδίων .....	85



Πίνακας 26: Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγιδίων .....	85
Πίνακας 27: Υπολογισμός όγκου απονιτροποίησης.....	87
Πίνακας 28: Υπολογισμός ηλικία ιλύος νιτροποίησης.....	89
Πίνακας 29: Υπολογισμός παραγωγής ιλύος .....	91
Πίνακας 30: Υπολογισμός όγκου νιτροποίησης .....	92
Πίνακας 31: Επιλεγόμενοι όγκοι βιολογικής επεξεργασίας – Λειτουργικές παράμετροι.....	92
Πίνακας 32: Υπολογισμός ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού .....	93
Πίνακας 33: Υπολογισμός περίσσειας ιλύος .....	94
Πίνακας 34: Υπολογισμός απαιτούμενου οξυγόνου (AOR).....	94
Πίνακας 35: Υπολογισμός απαιτούμενου οξυγόνου (SOR) .....	95
Πίνακας 36: Υπολογισμός φυσητήρων αερισμού .....	96
Πίνακας 37: Υπολογισμός δοσομέτρησης θρεπτικών.....	97
Πίνακας 38: Υπολογισμός δοσομέτρησης γλυκερόλης.....	98
Πίνακας 39: Σχεδιασμός μονάδας υπερδιήθησης (UF) .....	99
Πίνακας 40: Σχεδιασμός μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO).....	100
Πίνακας 41: Σχεδιασμός μονάδας αφυδάτωσης ιλύος .....	102
Πίνακας 42: Σχεδιασμός παρασκευής – δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη .....	103
Πίνακας 43: Υπολογισμός στραγγιδίων αφυδάτωσης .....	104
Πίνακας 44: Υπολογισμός Α/Σ .....	108

## **1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ**

Η παρούσα μελέτη αφορά στο στάδιο της Τεχνικής Προμελέτης του έργου: «ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΥΤΑ ΝΟΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ» και εκπο-  
νείται στο πλαίσιο της «ΣΥΜΦΩΝΙΑ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΝΑ-  
ΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΧΥΤΑ ΚΕΝΤΡΙ-  
ΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ» με βάση την υπ' αρ. 831/2015 (ΑΔΑ: ΩΑΑ5ΟΞΧΝ-Ψ7Ξ) απόφαση  
της Εκτελεστικής Επιτροπής του Περιφερειακού Συνδέσμου Φορέων Διαχείρισης Στε-  
ρεών Αποβλήτων (Φο.Δ.Σ.Α.) Κεντρικής Μακεδονίας, του από 27.01.2016 ιδιωτικού  
συμφωνητικού, που αφορά στην σύμβαση πλαίσιο της υπ' αριθμ. 3609/30.03.2016  
πρόσκλησης και του φακέλου έργου της επιμέρους σύμβασης που την συνοδεύει και  
ανατέθηκε σύμπραξη των εταιρειών «ΕΝΕΡΓΕΙΑ-ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ-ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ Α.Ε.  
δ.τ. ΕΠΤΑ Α.Ε. & ENVIROPLAN ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ – ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ & ΤΕΧΝΙ-  
ΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΕ δ.τ. ENVIROPLAN ΑΕ».

Αντικείμενο της μελέτης είναι ο σχεδιασμός της επέκτασης και αναβάθμισης των υφι-  
στάμενων έργων διαχείρισης στραγγισμάτων (ΕΕΣ) του Χ.Υ.Τ.Α. Μαυροράχης.

## **2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ**

### **2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ Ε.Ε.Σ.**

#### **2.1.1 Γενικά**

Η Ε.Ε.Σ. Μαυροράχης έχει δυναμικότητα επεξεργασίας 350 m<sup>3</sup>/d και περιλαμβάνει τις ακόλουθες μονάδες και υποδομές:

- Δεξαμενή εξισορρόπησης – Προσωρινής αποθήκευσης στραγγιδίων ΧΥΤΑ.
- Δεξαμενή χημικής καθίζησης στραγγιδίων.
- Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας (SBR).
- Δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας (SBR).
- Δεξαμενή εξισορρόπησης εκρών βιολογικής βπεξεργασίας – Ανακυκλοφορίας στραγγιδίων στο ΧΥΤΑ.
- Δεξαμενή χημικής διαύγασης εκρών βιολογικής επεξεργασίας.
- Μονάδα φίλτρανσης.
- Μονάδα αντίστροφης όσμωσης.
- Εξάτμιση συμπυκνώματος αντίστροφης όσμωσης.
- Δεξαμενή άρδευσης όπου καταλήγουν τα επεξεργασμένα στραγγίδια του ΧΥΤΑ.
- Δεξαμενή πάχυνσης και ομογενοποίησης της ιλύος
- Μονάδα αφυδάτωσης της ιλύος.
- Αντλιοστάσιο στραγγιδίων (παραγόμενα κατά την επεξεργασία).
- Κτιριακές Βοηθητικές εγκαταστάσεις όπως αίθουσα φυσητήρων, χώροι χημικών, λεβητοστάσιο, αίθουσα ελέγχου κ.α..

#### **2.1.2 Δεξαμενή εξισορρόπησης – Α/Σ αρχικής τροφοδοσίας – Δεξαμενή αποθήκευσης πλυμμηρικών παροχών**

Από το Α/Σ στραγγιδίων τα υγρά οδηγούνται στην δεξαμενή εξισορρόπησης αφού πρώτα διέλθουν από κανάλι συλλογής και απομάκρυνσης της άμμου. Ο αγωγός τροφοδοσίας της δεξαμενής εξισορρόπησης και προαερισμού είναι διατομής Φ 200 HDPE. Στην ίδια μονάδα καταλήγουν με βαρύτητα και τα στραγγίδια από το προσωπικό του έργου αφού πρώτα διέλθουν από φρεάτιο εσχарισμού τους με αγωγό διατομής Φ 200 HDPE, όπως και από το Α/Σ στραγγιδίων.

Η δεξαμενή εξισορρόπησης αποτελείται από 4 συνολικά δεξαμενές δομικά συνεχόμενες μεταξύ τους. Η πρώτη δεξαμενή - δεξαμενή εκροής του καταθλιπτικού αγωγού είναι συνολικού ενεργού όγκου  $360 \text{ m}^3$  και διαστάσεων πλάτους 8,0 m, μήκους 15,0 και ενεργού ύψους υγρών 3,0 m.

Η δεξαμενή αυτή εξοπλίζεται με διάχυση αέρα στον πυθμένα. Ο αέρας -  $725 \text{ m}^3/\text{h}$  - στα 400 mbar κατανέμεται από διαχυτές μεσαίας φυσσαλίδας, τοποθετημένους στον πυθμένα της δεξαμενής. Οι φυσητήρες έχουν εγκατεστημένη ισχύ  $11,00 \text{ kW}$ . Τοποθετούνται δύο φυσητήρες εκ των οποίων ο ένας είναι εφεδρικός. Οι φυσητήρες τοποθετούνται εντός του κτιρίου φυσητήρων σε κοινό χώρο με τον εξοπλισμό των μονάδων SBR.

Η δεξαμενή είναι ανοικτή στην στέψη της. Η συνεχής τροφοδοσία αέρα δεν δημιουργεί πρόβλημα οσμών, ή χώρους εστίασης εντόμων. Εντός της δεξαμενής εξισορρόπησης - προαερισμού κατασκευάζεται αντλιοστάσιο ανύψωσης των στραγγιδίων προς το φρεάτιο εισόδου της μονάδας κροκίδωσης.

Το αντλιοστάσιο εξοπλίζεται με 2 αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική, εγκατεστημένης ισχύος  $2,3 \text{ kW}$  η καθεμία. Οι αντλίες μεταφέρουν τα στραγγίδια προς την μονάδα κροκίδωσης ανάντη της χημικής καθίζησης με αγωγό  $\Phi 110 \text{ HDPE}$ .

Ομότοιχα της δεξαμενής εξισορρόπησης υπάρχει τρίδυμο συγκρότημα δεξαμενών αποθήκευσης πλεοναζουσών παροχών, αποθηκευτικής ικανότητας  $3.300 \text{ m}^3$ . Έκαστη δεξαμενή είναι όγκου  $1.100 \text{ m}^3$ . Η δεξαμενή φέρει στην οροφή της πλάκα από σκυρόδεμα και ανθρωποθυρίδες πρόσβασης προς τον πυθμένα της. Αγωγοί εξαερισμού υπάρχουν σε τουλάχιστον 4 σημεία της στην επιφάνεια της οροφής. Οι ανθρωποθυρίδες είναι σκεπασμένες με χυτοσιδηρά καλύμματα.

Ομότοιχα με την πρώτη δεξαμενή αποθήκευσης, με τα ίδια χαρακτηριστικά κατασκευάζονται 2 ακόμη δεξαμενές, εν σειρά διατεταγμένες. Από τον πυθμένα κάθε δεξαμενής αγωγός  $\Phi 200$ , τοποθετημένος στο χαμηλότερο σημείο του πυθμένα, συνδέεται με συλλεκτήριο αγωγό  $\Phi 200$  ο οποίος διασχίζει το σύνολο του μήκους των δεξαμενών, στο εξωτερικό τους. Ο αγωγός αυτός είναι ανοικτός και ανάντη του σημείου σύνδεσής του με τον συλλεκτήριο αγωγό φέρει δικλείδα. Η δικλείδα αυτή ρυθμίζεται για την εκ-

κένωση των δεξαμενών τοποθετημένες εντός φρεατίου εξωτερικά της δεξαμενής.

### **2.1.3 Μονάδα προσθήκης κροκιδωτικών – Δεξαμενή χημικής καθί- ζησης**

Η μονάδα είναι δομικά συνεχόμενη με την δεξαμενή προαερισμού και χωροθετείται πλησίον της δεξαμενής χημικής καθίζησης. Στην δεξαμενή ταχείας ανάμιξης προστίθεται το χημικό κροκιδωτικό μέσο (θειικό αργίλιο) με δοσομετρική αντλία και με τη βοήθεια αναδευτήρα γίνεται πλήρης ανάμιξή του με τα στραγγίδια. Η δεξαμενή έχει ενεργό όγκο 2,80 m<sup>3</sup> και είναι εξοπλισμένη με υποβρύχιο αναδευτήρα εγκατεστημένης ισχύος 4,00 kW.

Εντός της δεξαμενής ταχείας ανάμιξης είναι τοποθετημένο και pHμετρο για τον έλεγχο της οξύτητας του συστήματος και την προσθήκη υδρασβέστου αν απαιτηθεί. Οι δοσομετρικές αντλίες του καυστικού νατρίου, του θειικού αργιλίου και τα δοχεία αποθήκευσής είναι εγκατεστημένα στην μονάδα αφυδάτωσης σε διαμορφωμένους ανεξάρτητους χώρους και με δικές τους εισόδους. Για κάθε διεργασία υπάρχουν δύο δοσομετρικές αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Οι αντλίες είναι εγκατεστημένες ισχύος 0,3 kW.

Τα στραγγίδια, μέσω υπερχειλίσης οδηγούνται στη μονάδα κροκίδωσης η οποία περιλαμβάνει δεξαμενή ενεργού όγκου 20,7 m<sup>3</sup>. Επί της στέψης των τοιχείων και σε γέφυρα είναι εγκατεστημένοι δύο καθέτου άξονα αναδευτήρες (τύπου paddle mixers), εγκατεστημένης ισχύος 0,8 kW.

Από την μονάδα κροκίδωσης τα στραγγίδια οδηγούνται στην μονάδα χημικής καθίζησης. Η δεξαμενή αυτή λειτουργεί ως δεξαμενή καθίζησης των φλόκων που έχουν σχηματισθεί μετά την προσθήκη των χημικών στα υγρά. Η δεξαμενή είναι κυκλική, διαμέτρου 8,0 m, με επιφανειακή γέφυρα και περιστρεφόμενο ξέστρο πυθμένα για την συσώρευση της λάσπης στον πυθμένα της. Η δεξαμενή τροφοδοτείται από το φρεάτιο εξόδου της μονάδας κροκίδωσης με αγωγό διαμέτρου Φ 200, τοποθετημένο εσωτερικά και ομοαξονικά της κεντρικής κολώνας της δεξαμενής. Η γέφυρα είναι εξοπλισμένη με επιφανειακό ξέστρο για τη συλλογή και την κατευθυνόμενη απομάκρυνση των επιπλεό-

ντων καθώς και με ξέστρο πυθμένα που συλλέγει την ιλύ προς κεντρικό κώνο.

Οι κατευθύνσεις της ροής των στραγγιδίων κατά την τροφοδοσία τους μέσα στην δεξαμενή είναι ακτινικές και από το κέντρο (τις θυρίδες εισόδου) προς την περιφέρεια (τα εξωτερικά τοιχεία) των δεξαμενών. Κατά την ακτινική και προς την περιφέρεια κίνηση των στραγγιδίων, σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 0.2 mm καθιζάνουν προς τα κατώτερα στρώματα. Αποτέλεσμα των παραπάνω διεργασιών είναι η διαστρωμάτωση των στραγγιδίων σε στρώσεις διαφορετικών περιεκτικοτήτων σε στερεά με αύξηση των περιεκτικοτήτων αυτών από την επιφάνεια προς τον πυθμένα.

Το διαυγές υγρό της επιφανειακής στρώσης υπερχειλίζει περιμετρικά της δεξαμενής, εντός καναλιού πλάτους 0,4 m, και βάθος 0,40 μέτρων, κατασκευασμένο με ελαφρά κλίση ώστε το υγρό να συγκεντρώνεται σε εξωτερικό φρεάτιο και τελικά να καταλήγει στο αντλιοστάσιο τροφοδοσίας των SBR.

Το σύστημα απομάκρυνσης των επιπλεόντων αποτελείται από επιφανειακό ξέστρο, χοάνη συλλογής και ένα διπλό φρεάτιο συλλογής. Κατά τακτά χρονικά διαστήματα τα επιπλέοντα αντλούνται από το φρεάτιο με βυτιοφόρο όχημα και απομακρύνονται προς τον χώρο διάθεσής τους. Από τον πυθμένα και μέσω αγωγού και δικλείδας τα στραγγίδια των επιπλεόντων οδηγούνται στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων της εγκατάστασης.

Ο πυθμένας της δεξαμενής είναι διαμορφωμένος με κλίση (10%) ώστε να διευκολύνει την μεταφορά της ιλύος προς το κέντρο. Περιμετρικά της βάσεως της κολώνας υπάρχει περιφερειακό κωνικό φρεάτιο στο οποίο συσσωρεύεται η ιλύς κατά την κυκλική κίνηση του ξέστρου του πυθμένα. Το ξέστρο αυτό είναι κατασκευασμένο από λάμες ανοξείδωτου χάλυβα και είναι αναρτημένο από τη γέφυρα με ειδικό σχήμα ώστε να μετακινεί την λάσπη προς το κεντρικό φρεάτιο συλλογής της ιλύος καλύπτοντας ολόκληρη την επιφάνεια του πυθμένα της δεξαμενής, χωρίς να αφήνει περιοχές συσσώρευσης ιλύος.

Η λάσπη από τις δεξαμενές καθίζησης οδηγείται στο αντλιοστάσιο μεταφοράς της προς την δεξαμενή πάχυνσης. Για το σκοπό αυτό είναι εγκατεστημένες δύο αντλίες ελικοειδούς ρότορα θετικής εκτόπισης (Mohno pumps) εγκατεστημένης ισχύος 1,5 kW με πα-

ροχή 1,7 - 8,8 m<sup>3</sup>/h σε 20 m η καθεμία.

#### **2.1.4 Μεριστής παροχής βιολογικής επεξεργασίας – Βιολογική επεξεργασία (SBR) – Α/Σ ιλύος**

Από την μονάδα καθίζησης τα στραγγίδια οδηγούνται στον μεριστή παροχής των δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας (SBR), με αγωγό Φ200 HDPE. Ουσιαστικά ο μερισμός της παροχής γίνεται με αντλιοστάσια, έκαστο ανεξάρτητο για την κάθε μονάδα SBR. Εντός του αντλιοστασίου βρίσκονται τέσσερα ζεύγη αντλιών. Από κάθε ζεύγος αντλιών η μία αποτελεί καθαρή εφεδρεία. Οι αντλίες (8 συνολικά) είναι εγκατεστημένης ισχύος 4,0 kW με παροχή 59,7 m<sup>3</sup>/h στα 9,89 m. Έκαστο ζεύγος αντλιών λειτουργεί με εναλλαγή της λειτουργίας τους για την ομοιόμορφη φθορά τους. Ο κοινός καταθλιπτικός αγωγός που τροφοδοτεί κάθε μία δεξαμενή είναι διατομής Φ 160 από HDPE.

Εντός του αντλιοστασίου υπάρχει υποβρύχιος αναδευτήρας για την ανάμιξη των στραγγιδίων και την αποφυγή καθιζήσεων. Ο αναδευτήρας είναι εγκατεστημένης ισχύος 3,7 kW. Στο αντλιοστάσιο εγχέεται ποσότητα φωσφορικού οξέος που απαιτείται ως θρεπτικό συστατικό για την ανάπτυξη της βιομάζας, με χρήση δοσομετρικών αντλιών (0 - 7,5 L/h, 0,3 kW) που είναι εγκατεστημένες στο κτίριο της αφυδάτωσης.

Η μονάδα βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνει 4 κυκλικές δεξαμενές, ωφέλιμου όγκου 2.204 m<sup>3</sup> η καθεμία. Οι δεξαμενές έχουν ύψος 5,5 m, ενεργό βάθος 5,0 m και διάμετρο 23,7 m. Η λειτουργία των δεξαμενών γίνεται σύμφωνα με τον κύκλο SBR, ο οποίος εκτελείται με τη βοήθεια συστήματος αυτοματισμού (PLC), το οποίο βρίσκεται στο κεντρικό κτίριο διοίκησης του έργου. Οι κυκλικές δεξαμενές στον πυθμένα τους έχουν ομοιόμορφη κλίση προς το κέντρο τους, για την απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος.

Από το χαμηλότερο σημείο των δεξαμενών, αγωγός τροφοδοτεί το ομότιχο αντλιοστάσιο μεταφοράς της ιλύος πρὸς την μονάδα πάχυνσης. Κάθε δεξαμενή φέρει το δικό της ανεξάρτητο αντλιοστάσιο ιλύος, με εγκατεστημένες δύο αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική. Οι αντλίες (8 συνολικά εγκατεστημένες εκ των οποίων οι 4 εφεδρικές) είναι εγκατεστημένης ισχύος 1,4 kW, με παροχή 33,4 m<sup>3</sup>/h σε 4,98 m. Ανά ζεύγος οι αντλίες φέρουν αυτοματισμό εναλλαγής της λειτουργίας τους για την ομοιόμορφη

φθορά τους.

Η απομάκρυνση του υπερκείμενου, μετά την αερόβια επεξεργασία, λαμβάνει χώρα μέ-  
σω ειδικής διάταξης σταδιακής εκροής του υγρού, με χαμηλές ταχύτητες, ώστε να μην  
δημιουργούνται αναταράξεις της καθιζάνουσας λάσπης. Οι διατάξεις υπερχειλίσας  
διαθέτουν ηλεκτροβάνια στον αγωγό εξόδου τους. Το άνοιγμα της ηλεκτροβάνας γίνε-  
ται έπειτα από ενεργοποίηση της από το σύστημα αυτοματισμού, το οποίο ρυθμίζει και  
τον χρόνο που διαρκεί η εκκένωση, σύμφωνα πάντα με το πρόγραμμα λειτουργίας των  
SBR.

Ο αερισμός κάθε δεξαμενής γίνεται μέσω εγκατεστημένου δικτύου 384 διαχυτών στον  
πυθμένα. Οι διαχυτές είναι λεπτής φυσαλίδας, με ικανότητα παροχής  $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . κατάλ-  
ληλα διαστασιολογημένοι για την αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου σύμφωνα με  
τις απαιτήσεις των εκροών. Η τροφοδοσία των δεξαμενών με αέρα γίνεται από φυση-  
τήρες τοποθετημένους στο αντίστοιχο κτίριο. Συνολικά είναι εγκατεστημένοι 5 φυση-  
τήρες, εκ των οποίων ο ένας είναι κοινός εφεδρικός, ενώ ο κάθε ένας εκ των υπολοί-  
πων τροφοδοτεί μία δεξαμενή SBR. Κάθε φυσητήρας έχει δυναμικότητα  $3.334 \text{ m}^3/\text{h}$  σε  
μανομετρικό 600 mbar και εγκατεστημένη ισχύ 90 kW.

Σε κάθε δεξαμενή SBR βρίσκονται δύο αναδευτήρες, εκ των οποίων ο ένας αποτελεί  
καθαρή εφεδρεία. Οι αναδευτήρες αυτοί αφενός δημιουργούν συνθήκες ανάμιξης στο  
υγρό κατά τη φάση όπου οι δεξαμενές λειτουργούν ως δεξαμενές απονιτροποίησης.

### ***2.1.5 Μονάδα εξισορρόπησης και ανακυκλοφορίας επεξεργασμένων στραγγιδίων***

Από την έξοδο των SBR τα επεξεργασμένα στραγγίδια οδηγούνται στη μονάδα εξισορ-  
ρόπησης και ανακυκλοφορίας. Η μονάδα αποτελείται από δύο διαμερίσματα. Στο πρώτο  
διαμέρισμα καταλήγουν τα υγρά από το SBR τα οποία στη συνέχεια οδηγούνται στη  
μονάδα χημικής διάλυσης ανάντη της αντίστροφης όσμωσης. Σε περίπτωση που δια-  
κόπτεται η λειτουργία της τροφοδοσίας της αντίστροφης όσμωσης, τα στραγγίδια οδη-  
γούνται στο δεύτερο διαμέρισμα, μέσω του οποίου καταλήγουν στο Α/Σ ανακυκλοφορί-  
ας προς το χώρο του ΧΥΤΑ. Το Α/Σ περιλαμβάνει δύο υποβρύχιες αντλίες (η μία εφε-



δρική) δυναμικότητας  $16 \text{ m}^3/\text{h}$  σε  $59,9 \text{ m}$  και εγκατεστημένης ισχύος  $14,4 \text{ kW}$  η καθεμία.

### **2.1.6 Φρεάτιο ταχείας ανάμιξης και κροκίδωσης – Δεξαμενή διαύγασης**

Ο βαθμός επεξεργασίας των στραγγιδίων δεν θεωρείται ικανοποιητικός για την επαναχρησιμοποίησή τους για αρδευτικούς σκοπούς και για το λόγο αυτό η εγκατάσταση διαθέτει μονάδα μεπεπεξεργασίας. Σε περίπτωση που δεν απαιτείται επαναναχρησιμοποίηση, τότε τα στραγγίδια από την έξοδο των SBR καταλήγουν στην στο Α/Σ ανακυκλοφορίας προς τον ΧΥΤΑ.

Η μετεπεξεργασία περιλαμβάνει αρχικά κροκίδωση για την συσσωμάτωση των διαφευγόντων αιωρούμενων στερεών από την βιολογική επεξεργασία. Η μονάδα χημικής κροκίδωσης και διαύγασης είναι πανομοιότυπη με την μονάδα που βρίσκεται ανάντη των SBR τόσο σε διαστάσεις δεξαμενών όσο και στον εγκατεστημένο Η/Μ εξοπλισμό. Η μοναδική διαφοροποίηση είναι η δυναμικότητα των αντλιών ιλύος, η οποία είναι  $0,3 - 2,0 \text{ m}^3/\text{h}$  σε  $20 \text{ m}$  η καθεμία.

### **2.1.7 Μονάδα φίλτρανσης – Μονάδα αντίστροφης όσμωσης**

Στη μονάδα φίλτρανσης πραγματοποιείται η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών τα οποία σχηματίσθηκαν κατά την διαδικασία της χημικής κροκίδωσης και δεν απομακρύνθηκαν στη δεξαμενή καθίζησης. Η μονάδα αποτελείται από δύο κατακόρυφα κυλινδρικά φίλτρα άμμου (το ένα εφεδρικό), διαμέτρου  $0,91 \text{ m}$ , ύψους  $1,28 \text{ m}$  και δυναμικότητας  $17 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η τροφοδοσία τους γίνεται από αντλητικό συγκρότημα στην έξοδο της δεξαμενής διαύγασης. Κάθε φίλτρο είναι εξοπλισμένο με σύστημα αυτόματης αντίστροφης έκπλυσης με καθαρό νερό που παρέχεται από την δεξαμενή άρδευσης.

Τα φιλτραρισμένα υγρά οδηγούνται για την τελική τους επεξεργασία σε σύστημα αντίστροφης όσμωσης (RO), δυναμικότητας  $350 \text{ m}^3/\text{d}$ . Οι ανεξάρτητες συστοιχίες μεμβρανών τοποθετούνται σε κοινό μεταλλικό πλαίσιο. Το υλικό κατασκευής του πλαισίου είναι ανοξείδωτο ατσάλι για να εξασφαλίζεται με τον τρόπο αυτό ο προβλεπόμενος χρόνος ζωής του συστήματος. Το πλεονέκτημα της εγκατεστημένης μονάδας με συστοιχίες

μεμβρανών είναι η σχεδόν εξολοκλήρου συναρμολόγηση των συστοιχιών στο εργοστάσιο κατασκευής με συνέπεια να απαιτείται μικρός χρόνος εγκατάστασης της μονάδας στο χώρο του ΧΥΤΑ.

Η προφίλτραση των στραγγισμάτων επιτυγχάνεται αρχικά σε πολυστρωματικά φίλτρα (αμμόφιλτρα) με δυνατότητα αντίστροφης έπλυσης και στη συνέχεια σε φίλτρα φυσιγγίων. Η απαιτούμενη πίεση ανάντη επιτυγχάνεται από την εσωτερική αντλία πίεσης. Ανεπεξέργαστα ή επεξεργασμένα στραγγίσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντίστροφη έκπλυση των αμμόφιλτρων.

Η αντίστροφη έκπλυση ξεκινάει αυτόματα σε συγκεκριμένη πτώση πίεσης στο αμμόφιλτρο ή περιοδικά ύστερα από κάποιο συγκεκριμένο (προκαθορισμένο) χρόνο λειτουργίας. Η αντίστροφη έκπλυση μπορεί επίσης να ξεκινήσει χειρωνακτικά.

Τα φίλτρα φυσιγγίων (fine filters) τοποθετούνται κατάντη των αμμόφιλτρων και εγγυώνται την μέγιστη δυνατή προστασία της μονάδας αντίστροφης όσμωσης. Τα φυσιγγία πρέπει να αλλάζονται όταν η πτώση πίεσης έχει φτάσει την τιμή των 2 bar – 2.5 bar. Ο χρόνος αλλαγής των φυσιγγίων θα εμφανίζεται στην οθόνη ελέγχου.

Επίσης, η τιμή του pH των στραγγισμάτων πρέπει να ρυθμίζεται στο 6.0 - 6.5 έτσι ώστε να αποφεύγονται πιθανές επικαθίσεις.

Οι αντλίες υψηλής πίεσης τροφοδοτούν τις συστοιχίες μεμβρανών του 1ου σταδίου στην κατάλληλη πίεση λειτουργίας. Η δικλείδα ελέγχου της πίεσης του συμπυκνώματος ελέγχει το ρυθμό απομάκρυνσης των επεξεργασμένων. Η ποιότητα των επεξεργασμένων ελέγχεται on line με τη μέτρηση της αγωγιμότητας. Τα επεξεργασμένα στη συνέχεια οδηγούνται στη δεξαμενή αποθήκευσης για την περαιτέρω διάθεσή τους για άρδευση.

Τα επεξεργασμένα στραγγίδια αποθηκεύονται στη δεξαμενή επεξεργασμένων. Η δεξαμενή αυτή είναι εξοπλισμένη με κατάλληλες αντλίες επεξεργασμένων και φλοτεροδιακόπτες. Κατά τη διακοπή λειτουργίας της μονάδας αντίστροφης όσμωσης και πριν τον χημικό καθαρισμό των μεμβρανών, προηγείται η έκπλυση της μονάδας με τα επεξεργασμένα στραγγίσματα. Τα επεξεργασμένα χρησιμοποιούνται για την έκπλυση των φίλ-

τρων, όπως και για την έκπλυση άλλων τμημάτων της μονάδας.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, υπάρχουν πάντοτε αρκετές ποσότητες επεξεργασμέ-  
νων στραγγιδίων για τις παραπάνω ανάγκες έκπλυσης.

Ο καθαρισμός των μεμβρανών είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για  
την εξασφάλιση της λειτουργίας του συστήματος. Οι ανόργανες επικαλύψεις π.χ. εξαι-  
τίας κρυσταλλοποίησης, είναι γνωστές ως «επικαθίσεις μεμβρανών» (membrane  
scaling), ενώ οι οργανικές είναι γνωστές ως «εμφράξεις μεμβρανών» (membrane  
fouling). Με τις κατάλληλες διεργασίες, οι επικαθίσεις αυτές των μεμβρανών μπορούν  
να απομακρυνθούν.

Οι μονάδες είναι εφοδιασμένες με ένα εσωτερικό κύκλωμα καθαρισμού το οποίο μπορεί  
να ενεργοποιηθεί είτε αυτόματα είτε χειρωνακτικά. Τα απαιτούμενα χημικά μέσα καθα-  
ρισμού τροφοδοτούνται στις μεμβράνες μέσω δοσομετρικών συστημάτων. Τα χημικά  
μέσα εγγυώνται τη μέγιστη σταθερότητα και αποδοτικότητα του συστήματος και εξα-  
σφαλίζουν τον προβλεπόμενο χρόνο ζωής του.

Η μονάδα αντίστροφης όσμωσης τοποθετείται εντός κτιρίου με διαστάσεις 21,55 μήκος  
και πλάτος 10,40 μέτρων. Το κτίριο είναι καταμετρημένο σε δύο χώρους. Στον μεγαλύ-  
τερο χώρο επιφανείας 14,20 x 10,40 m τοποθετείται το ενιαίο σύστημα της αντίστρο-  
φης όσμωσης, συμπεριλαμβανομένων των φίλτρων, των δοχείων ανακυκλοφορίας, των  
μεμβρανών, του κομπρεσέρ εξατμιστή κ.λ.π.

Στο δεύτερο τμήμα του του κτιρίου επιφανείας 6,75 x 10,40 m με ανεξάρτητη είσοδο  
επίσης, τοποθετούνται ο ατμολέβητας, η δεξαμενή πετρελαίου, το θερμοδοχείο και η  
δεξαμενή συμπυκνωμάτων ατμού. Τμήμα του δεύτερου χώρου διαστάσεων 2,90 x 6,35  
m χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση του εξοπλισμού των αντλιών και δοχείων δοσο-  
μέτρησης του υποχλωριώδους νατρίου και του μεταδιθειώδους νατρίου για την χλωρί-  
ωση και την αποχλωρίωση της παροχής τροφοδοσίας της RO, όπως επίσης και για την  
τοποθέτηση των φυσητήρων της μονάδας εξισορρόπησης και ανακυκλοφορίας των  
στραγγισμάτων. Σε ανεξάρτητο εσωτερικό χώρο του τμήματος αυτού του κτιρίου με  
εσωτερική πόρτα και σε επιφάνεια κτιρίου 2,90 x 3,60 m τοποθετείται επίσης το σύ-

στημα ελέγχου της αντίστροφης όσμωσης και γραφεία εξυπηρέτησης του προσωπικού.  
Ο χώρος αυτός φέρει ανεξάρτητη είσοδο.

Εξωτερικά του κτιρίου της αντίστροφης όσμωσης σε κατάλληλα διαμορφωμένο δάπεδο τοποθετείται ο εξατμιστής.

### **2.1.8 Εξατμιστής άλμης αντίστροφης όσμωσης**

Η παραγόμενη άλμη από την εγκατάσταση της αντίστροφης όσμωσης οδηγείται σε εξατμιστή δύο (2) σταδίων, προσπίπτουσας μεμβράνης (Falling Film) και εξαναγκασμένης ανακυκλοφορίας (Forced Recirculation). Οι εξατμιστές είναι κατασκευασμένοι κατά κύριο λόγο από χάλυβα με ελαστική επικάλυψη και γραφίτη.

Ο εξατμιστής προσπίπτουσας μεμβράνης έχει μεγάλη ενεργειακή απόδοση και είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να είναι οικονομικά αποδοτικός, καθώς συμπυκνώνει με μεγάλη απόδοση ανά επιφάνεια μεταφοράς θερμότητας. Ο τύπος του εξατμιστή με εξαναγκασμένη Ανακυκλοφορία είναι πολύ σταθερός και στιβαρός, καθώς δύναται να επεξεργαστεί με υψηλή απόδοση υγρά με υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά.

Ο βαθμός ελάττωσης των ρυπαντών είναι ιδιαίτερα υψηλός σε όλους τους τύπους εξατμιστών, ωστόσο το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής συνίσταται στην ελαχιστοποίηση του εναπομείναντος συμπυκνώματος. Συγχρόνως, στις μονάδες αυτές παρατηρείται πολύ χαμηλή ανάγκη για συντηρήσεις και καθαρισμό, γεγονός το οποίο συνεισφέρει στην επίτευξη μεγάλων βαθμών διαθεσιμότητας.

Το σύστημα εξάτμισης λειτουργεί υπό κενό, έτσι ώστε να μειώνεται η θερμοκρασία και να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος διάβρωσης.

Η εγκατεστημένη ισχύς των εξατμιστών κυμαίνεται περί τα 60 kW, μη συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών απαιτήσεων του βοηθητικού εξοπλισμού. Η απαιτούμενη παροχή του ατμού ανέρχεται σε 3.100 kg/h (1,5 bar g), ενώ για τη συντήρηση του εξοπλισμού απαιτείται παροχή νερού 1m<sup>3</sup>/h στους 30°C.

### **2.1.9 Δεξαμενή αποθήκευσης άλμης**

Η άλμη της αντίστροφης όσμωσης και του εξατμιστή καταλήγει σε δεξαμενή αποθήκευσης, διαστάσεων 13,3 μέτρων πλάτους, μήκους 4,0 μέτρων και βάθους 5,00 μέτρων εκ των οποίων τα 4,50 αποτελούν τον ενεργό όγκο της. Η άλμη με την βοήθεια κατάλληλων αντλητικών συστημάτων ανακυκλοφορείται στην λεκάνη του ΧΥΤΑ μέσω δύο αντλιών ελικοειδούς ρότορα θετικής εκτόπισης (Mohno pumps) εγκατεστημένης ισχύος 3,00 KW με παροχή 8,5 m<sup>3</sup>/h σε 60 m.

#### **2.1.10 Μονάδα αποθήκευσης επεξεργασμένων στραγγιδίων**

Η εκροή του συστήματος επεξεργασίας οδηγείται σε δεξαμενή καθαρών από την οποία στη συνέχεια οδηγείται προς άρδευση του περιβάλλοντος χώρου. Η τροφοδοσία της μονάδας γίνεται από την έξοδο της αντίστροφης όσμωσης με αγωγό Φ 75 από HDPE. Τα επεξεργασμένα στραγγίδια προ της εισόδου τους στην δεξαμενή, διέρχονται από πύργο απαερίωσης, εγκατεστημένης ισχύος 5,5 kW. Στον πύργο, τα υγρά κατέρχονται κατ' αντιρροή με ρεύμα αέρα. Συγκεκριμένα, το καθοδικό ρεύμα της προς επεξεργασία ροής, έρχεται σε επαφή με το ανοδικό ρεύμα του αέρα, το οποίο εισέρχεται από το κάτω μέρος του πύργου, με τη βοήθεια ανεμιστήρα, σχηματίζοντας έτσι το μίγμα αερίου – υγρού. Το υγρό (προϊόν της αντίστροφης όσμωσης), εμπλουτίζεται με το οξυγόνο του αέρα και αποκτά συγκέντρωση μεγαλύτερη από 5 mg/lit ενώ παράλληλα αποβάλλει το υπερβάλλον διοξείδιο του άνθρακα με παράλληλη αύξηση του pH στα επιθυμητά όρια χωρίς την προσθήκη βάσης.

Η δεξαμενή φέρει πλάκα οροφής και κλίμακες πρόσβασης στον πυθμένα για τον καθαρισμό της. Η δεξαμενή καθαρών είναι διαστάσεων 8 μέτρα πλάτους x 21,6 μέτρα μήκους και 5,80 μέτρων βάθους. Σε οικίσκους πλευρικά της δεξαμενής τοποθετούνται δύο δίδυμα πιεστικά συγκροτήματα. Το πρώτο δίδυμο πιεστικό συγκρότημα είναι παροχής 10 m<sup>3</sup>/h σε 6 bar μανομετρικό, εγκατεστημένης ισχύος 21 kW και χρησιμοποιείται για την ανακυκλοφορία των επεξεργασμένων ενώ το δεύτερο δίδυμο συγκρότημα παροχής 5 m<sup>3</sup>/h σε 10 bar μανομετρικό, εγκατεστημένης ισχύος 4 kW χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την άρδευση.

### **2.1.11 Μονάδα πάχυνσης – ομογενοποίησης λάσπης**

Η βιολογική λάσπη που απομακρύνεται από τις δεξαμενές SBR ως περίσσεια από τα ο-  
μότοιχα αντλιοστάσιά τους και η παραγόμενη από την μονάδα χημικής καθίζησης ανά-  
ντη των SBR και την μονάδα διαύγασης, οδηγούνται στη δεξαμενή πάχυνσης. Η δεξα-  
μενή είναι διαμέτρου 11 μέτρων και βάθους 4.30 μέτρων, εξοπλισμένη με ξέστρο δια-  
μετρικό για την ανάδευση της λάσπης. Από τον πυθμένα της δεξαμενής τροφοδοτού-  
νται δύο αντλίες ελικοειδούς ρότορα, εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Οι αντλίες  
οδηγούν την λάσπη στην μονάδα αφυδάτωσης.

Περιμετρικά της δεξαμενής υπάρχει κανάλι συλλογής των υπερκείμενων υγρών. Τα υ-  
γρά αυτά καταλήγουν σε φρεάτιο και μέσω του δικτύου στραγγιδίων και του αντλιο-  
στασίου προς επανεπεξεργασία.

Η κλίση του πυθμένα, μεγαλύτερη από εκείνη των καθιζήσεων, συγκεντρώνει την λά-  
σπη στον κεντρικό κώνο και τροφοδοτεί τις αντλίες του ελικοειδούς ρότορα. Οι δύο  
αντλίες λάσπης ελικοειδούς ρότορα θετικής εκτόπισης (Mohno pumps) είναι εγκατεστη-  
μένης ισχύος 2,2 kW με παροχή 2,4 - 12,3 m<sup>3</sup>/h σε 20 m.

### **2.1.12 Μονάδα αφυδάτωσης**

Από τον πυθμένα του παχυντή και μέσω της ειδικής αντλίας (θετικής εκτόπισης) γίνεται  
η τροφοδοσία της επόμενης βαθμίδας επεξεργασίας της λάσπης που είναι η μονάδα  
αφυδάτωσης. Η μονάδα αφυδάτωσης επιλέχθηκε με σύστημα φυγοκέντρησης. Η φυ-  
γόκεντρος είναι παροχής 10 m<sup>3</sup>/h με δυνατότητα συγκέντρωσης στερεών έως και 32%  
και εγκατεστημένης ισχύος 27,5 kW. Η κύρια επιλογή του συστήματος φυγοκέντρησης  
έγινε για τον περιορισμό των ποσοτήτων του νερού έκλυσης. Επίσης ο βαθμός απόδο-  
σης της φυγόκεντρος είναι ιδιαίτερα υψηλός με συγκέντρωση στερεών μεγαλύτερη  
των ταινιοφιλτροπρεσσών, με αποτέλεσμα να περιορίζει το λειτουργικό κόστος απομά-  
κρυνσης της λάσπης και να αυξάνεται η δυνατότητα αποθήκευσης σε ημέρες. Η διάτα-  
ξη της αφυδάτωσης της λάσπης βρίσκεται σε κλειστό χώρο κτιρίου, διαστάσεων 8,45 x  
13,60 m. Η λάσπη μετά τον παχυντή τροφοδοτείται αρχικά μαζί με πολυηλεκτρολύτη  
σε μικρό δοχείο κροκκίδωσης. Εκεί γίνεται μια προεπεξεργασία για αύξηση της απόδο-  
σης της αφυδάτωσης στην φυγόκεντρο που ακολουθεί.

Το σύστημα παρασκευής και δοσομέτρησης του πολυηλεκτρολύτη είναι εγκατεστημένο εντός του ιδίου χώρου. Η μονάδα παρασκευής του πολυηλεκτρολύτη είναι δυναμικότητας παρασκευής 1,5 m<sup>3</sup>/h. Σε ανεξάρτητο δομικά συνεχόμενο χώρο με το κτίριο τοποθετείται ο κάδος συλλογής της πίπτας της λάσπης. Η πίπτα μεταφέρεται αυτόματα από την έξοδο του φυγοκεντρικού διαχωριστή με σύστημα μεταφοράς (μεταφορικό κοχλίο). Ο κοχλίας είναι εγκατεστημένης ισχύος 2,2 kW και ικανότητα παροχής έως και 2.00 m<sup>3</sup>/h. Η τροφοδοσία των ποσοτήτων πολυηλεκτρολύτη γίνεται από δύο αντλίες ελικοειδούς ρότορα θετικής εκτόπισης (Mohno pumps) εγκατεστημένης ισχύος 2,2 kW με παροχή 0 - 1,5 m<sup>3</sup>/h σε 20 m.

Σε ανεξάρτητα τμήματα του κτιρίου και με ανεξάρτητες εισόδους βρίσκονται:

- Το γραφείο ελέγχου και παρακολούθησης της μονάδας με χώρους υγιεινής και μικρή κουζίνα
- Το δοχείο αποθήκευσης της υδρασβέστου και οι δοσομετρικές αντλίες τροφοδοσίας της χημικής καθίζησης
- Το δοχείο του θειικού οξέος και οι δοσομετρικές αντλίες για την τροφοδοσία της δεξαμενής διαύγασης του Α/Σ τροφοδοσίας και των SBR για την ρύθμιση του pH.
- Το δοχείο του καυστικού νατρίου και οι δοσομετρικές αντλίες για την τροφοδοσία της δεξαμενής διαύγασης του Α/Σ τροφοδοσίας των SBR για την ρύθμιση του pH.
- Το δοχείο του φωσφορικού οξέος και οι δοσομετρικές αντλίες για την τροφοδοσία της δεξαμενής διαύγασης και του Α/Σ τροφοδοσίας των SBR για την προσθήκη των θρεπτικών.
- Το δοχείο του θειικού αργιλίου και οι δοσομετρικές αντλίες για την τροφοδοσία της δεξαμενής χημικής καθίζησης.

### **2.1.13 Κτίριο φυσητήρων - ενέργειας**

Στον χώρο επεξεργασίας των στραγγιδίων βρίσκεται κτίριο διαστάσεων 18,6 x 13,2 m, το οποίο εξυπηρετεί τις ανάγκες της μονάδας σε αερισμό και τις απαιτήσεις του κτιρίου ενέργειας της εγκατάστασης. Το τμήμα του κτιρίου που χρησιμοποιείται ως κτίριο ενέργειας και ο εξοπλισμός του κτιρίου ενέργειας και η κατανομή χώρων περιγράφονται

στην συνέχεια.

- Χώρος ΔΕΗ διαστάσεων 4.30 x 4.00 μέτρων
- Χώρος Γ.Π.Μ.Τ. διαστάσεων 2.50 x 4.00 μέτρων
- Χώρος Μ/Τ. διαστάσεων 2.50 x 4.00 μέτρων
- Χώρος Γ.Π.Χ.Τ. διαστάσεων 3.50 x 6.00 μέτρων
- Χώρος Η/Ζ διαστάσεων 4.50 x 6.00 μέτρων

Έκαστος χώρος έχει την δική του ανεξάρτητη είσοδο.

Ο χώρος του κτιρίου για την τοποθέτηση των φυσητήρων είναι ενιαίος. Στο χώρο τοποθετούνται:

- Οι φυσητήρες των μονάδων SBR, 5 συνολικά, εκ των οποίων ο ένας είναι εφεδρικός
- Οι φυσητήρες της δεξαμενής εξισορρόπησης, 2 εκ των οποίων ο ένας είναι εφεδρικός.

#### **2.1.14 Α/Σ στραγγιδίων**

Από τις μονάδες χημικής καθίζησης, χημικής διαλύγασης, από την μονάδα πάχυνσης τα φρεάτια στραγγιδίων των SBR και την μονάδα αφυδάτωσης παράγονται στραγγίδια. Τα στραγγίδια οδηγούνται σε αντλιοστάσιο μέσω δικτύου αγωγών και με αντλιοστάσιο επιστρέφουν στην είσοδο της μονάδας εξισορρόπησης, όπου αναμειγνύονται με τα νεοεισερχόμενα στραγγίδια. Το αντλιοστάσιο είναι πλάτους 3,5 μέτρων, μήκους 2,50 μέτρων και βάθους 4,50 μέτρων. Οι αντλίες ανακυκλοφορίας των στραγγιδίων δύο συνολικά εγκατεστημένες εκ των οποίων η μία εφεδρική είναι εγκατεστημένης ισχύος 7.00 kW με παροχή 45 m<sup>3</sup>/h σε 18.00 m. Οι αντλίες λειτουργούν με εναλλαγή της λειτουργίας τους και με αισθητήρια στάθμης για την προστασία τους από εν ξηρώ λειτουργία.

#### **2.1.15 Λοιπά έργα εξυπηρέτησης έργου**

Στα λοιπά έργα κατατάσσονται τα δίκτυα μεταφοράς ενέργειας, ο εσωτερικός και εξωτερικός φωτισμός του έργου για την ασφάλεια του προσωπικού, τα δίκτυα μεταφοράς στραγγιδίων και αέρα. Ο χώρος των εγκαταστάσεων είναι περιφραγμένος και εσωτερικά υπάρχει οδοποιία πρόσβασης σε όλους τους χώρους των μονάδων.

Ο αυτοματισμός λειτουργίας των μονάδων δίνει την δυνατότητα επιλογής ρυθμίσεων, αυτόματης λειτουργίας ή χειροκίνητης και αλλαγή παραμέτρων ανάλογα με τα στοιχεία



προς επεξεργασία.

## **2.2 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ Ε.Ε.Σ.**

Τα στοιχεία για την περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης ελήφθησαν από την «Ε-  
τήσια Έκθεση Λειτουργίας ΜΕΣ Μαυροράχης – Έτος 2015» της Υπηρεσίας.

Από τις αρχές του 2015 ξεκίνησε η απόθεση απορριμμάτων στο Κύτταρο 3 της λεκάνης του ΧΥΤΑ με αποτέλεσμα την παραγωγή στραγγισμάτων και από αυτό. Στο Α' εξάμηνο του 2015 έγιναν προσπάθειες ένταξης των στραγγισμάτων του Κυττάρου 3 στην υπάρχουσα γραμμή επεξεργασίας (των στραγγισμάτων από τα Κύτταρα 1 & 2) όπου όμως παρουσιάστηκαν προβλήματα στη συνολική διαχείριση των στραγγισμάτων.

Από τα τέλη Ιουλίου 2015 δημιουργήθηκε μία ανεξάρτητη γραμμή επεξεργασίας των στραγγισμάτων του Κυττάρου 3, για την οποία δεσμεύτηκαν 2 δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας (SBR 1 & 4), καθώς και το Α/Σ ανακυκλοφορίας άλμης. Στη γραμμή αυτή γίνεται από τις 31.07.2015 προσθήκη ειδικών μικροοργανισμών για τη μείωση του υψηλού οργανικού φορτίου. Προς το παρόν έχει επιτευχθεί αισθητή μείωση π.χ. της τιμής COD από 41.000 ppm σε 6.200 ppm. Η ανωτέρω παρέμβαση είχε επίσης ως αποτέλεσμα η διαχείριση των στραγγισμάτων από τα Κύτταρα 1 & 2 από τις 31/07/2015 και μετά να πραγματοποιείται μόνο με 2 δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας (SBR 2 & 3), και η ανακυκλοφορία να επιβαρυνθεί στο μέγιστο με τις ποσότητες του Κυττάρου 3.

Η απόδοση απομάκρυνσης ρύπων στη βιολογική επεξεργασία έχει ως εξής:

BOD <sub>5</sub> :	90 – 97 %
COD:	48 – 72 %
NH <sub>4</sub> -N:	78 – 98 %
TN:	73 – 83 %

Οι αποδόσεις του ολικού και του αμμωνιακού αζώτου βρίσκονται γενικά σε ανεκτά όρια. Τα μικρότερα ποσοστά απόδοσης που παρατηρούνται ως προς το ολικό άζωτο σε σύγκριση με το αμμωνιακό, έχουν να κάνουν με τη χαμηλότερη απόδοση της απονιτροποίησης, ενώ επιτυγχάνεται καλύτερη νιτροποίηση. Αυτό οφείλεται κυρίως λόγω της μη

επαρκούς διαθεσιμότητας ηλεκτρονικού δότη (αποικοδομήσιμων οργανικών) κατά τις φάσεις της απονιτροποίησης. Επίσης, οι χαμηλές θερμοκρασίες που παρουσιάζονται τους χειμερινούς μήνες εμποδίζουν τη βιολογική δραστηριότητα και επιφέρουν μια πλήρη ανάσχεση της απονιτροποίησης.

Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στις διεργασίες νιτροποίησης – απονιτροποίησης παίζει ότι οι τιμές εισόδου του αμμωνιακού αζώτου είναι υψηλότερες από τις προβλεπόμενες στη μελέτη κατασκευής. Η φόρτιση αζώτου επηρεάζει αρνητικά την απόδοση των διεργασιών αυτών και επιβαρύνει τη βιομάζα (ακόμη και σε σημείο ανασταλτικό για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που οξειδώνουν το οργανικό φορτίο).

Η λειτουργία της μονάδας RO γενικά γίνεται κανονικά με κάποια μικρά διαλλείματα προκειμένου να αντιμετωπιστούν διάφορες βλάβες. Επίσης είναι σε εξέλιξη σύμβαση προμήθειας και εγκατάστασης νέας μονάδας RO, δυναμικότητας 200 m<sup>3</sup>/d προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι αυξημένες ανάγκες επεξεργασίας, μετά την έναρξη λειτουργίας και του κυττάρου 3.

Η λειτουργία των δύο εξατμιστών είναι ιδιαίτερα προβληματική. Ο ένας από τους δύο είναι ανενεργός από τον Αύγουστο του 2013 λόγω σημαντικής βλάβης ενώ ο άλλος παρουσιάζει συχνές βλάβες και παραμένει εκτός λειτουργίας για κάποια χρονικά διαστήματα.

### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### 3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

##### 3.1.1 Γενικά

Για τον υπολογισμό της παραγωγής των στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ Μαυροράχης πρέπει να επιλεγούν τα δεδομένα με βάση τα οποία θα υπολογισθεί η παροχή.

##### 3.1.2 Δεδομένα

###### 3.1.2.1 Κλιματολογικά στοιχεία σχεδιασμού

Στο πλαίσιο της παρούσας χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τον μετεωρολογικό σταθμό της ΕΜΥ που βρίσκεται στις Σέρρες, ο οποίος διαθέτει μεγάλη χρονοσειρά μετρήσεων και δεσμενέστερα στοιχεία σε σχέση με τον Μετεωρολογικό Σταθμό της ΕΜΥ που βρίσκεται στον Νομό Θεσσαλονίκης και είναι εγκατεστημένος στη Μίκρα. Ωστόσο τα στοιχεία του Μ.Σ. Σερρών, που αφορούν στο ύψος βροχόπτωσης, συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα που είχαν χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο της Μελέτης Εφαρμογής του έργου, από το σταθμό Άνω Θεοδωράκι του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης, προέκυψαν ευμενέστερα. Για το λόγο αυτό, υπέρ της ασφάλειας, οι υπολογισμοί της παρούσας έγιναν και με τα κλιματολογικά δεδομένα της Μελέτης Εφαρμογής, ήτοι του σταθμού Άνω Θεοδωράκι.

**Πίνακας 1: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Σερρών (Χρονοσειρά 1971-2013)**

ΜΗΝΑΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΣΥΝ.
ΟΛΙΚΟ	37,50	36,07	32,22	41,24	47,59	42,90	27,77	27,13	24,43	37,20	48,41	55,73	458,19

Από τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα εξάγονται τα κάτωθι συμπεράσματα:

- Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης στην ευρύτερη περιοχή μελέτης ανέρχεται στα **458,19mm**.
- Ο μήνας που παρουσιάζει το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης είναι ο Δεκέμβριος με

**55,73mm**, ενώ αντίστοιχα το μικρότερο ύψος εμφανίζει ο μήνας Σεπτέμβριος με **24,43mm**.

- Το μέγιστο ύψος βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους σημειώνεται το χειμώνα με 129,3 mm, ακολουθεί η άνοιξη με 121,05 mm το, κατόπιν φθινόπωρο με 110,04 mm και τέλος, το καλοκαίρι με 97,8 mm.
- Δεν παρατηρούνται ακραίες αποκλίσεις μεταξύ των διαφόρων μηνών ή εποχών ως προς τη μέση βροχόπτωση.

**Επίσης, με βάση τα στοιχεία μηνιαίας βροχόπτωσης που ελήφθησαν από το συγκεκριμένο Μ.Σ., για την 25-ετία 1986-2010, προκύπτει ότι η δυσμενέστερη τιμή, όσον αφορά το μέγιστο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης 25ετίας, ανέρχεται σε 196,5 mm και καταγράφηκε τον Δεκέμβριο του 2002.**

Παρατηρώντας τη συνολική χρονοσειρά της 25-ετίας προκύπτει πως ο δεύτερος βροχερότερος μήνας είναι ο Μάιος 1999 (132,30mm), τρίτος ο Νοέμβριος 1998 (127,1mm) και τέταρτος ο Νοέμβριος 2003 (119,8mm).

Ακολούθως παρατίθεται η διακύμανση του μηνιαίου ύψους βροχόπτωσης στη διάρκεια του έτους, σύμφωνα με μετρήσεις του σταθμού Άνω Θεοδωράκι (Μελέτη Εφαρμογής).

**Πίνακας 2: Ύψος βροχής ανά μήνα (σε mm) – Μ.Σ. Άνω Θεοδωράκι (Μελέτη Εφαρμογής)**

Μήνας	Μέσο Μηνιαίο Ύψος Βροχής σε (mm)
Ιανουάριος	66,5
Φεβρουάριος	63,9
Μάρτιος	47,9
Απρίλιος	40,5
Μάιος	48,1
Ιούνιος	44,1
Ιούλιος	22,9
Αύγουστος	34,2
Σεπτέμβριος	24,6
Οκτώβριος	52,3

<b>Μήνας</b>	<b>Μέσο Μηνιαίο Ύψος Βροχής σε (mm)</b>
<b>Νοέμβριος</b>	51,3
<b>Δεκέμβριος</b>	31,3
<b>Σύνολο:</b>	<b>527,6</b>

Φαίνεται πως τα στοιχεία από τον Μ.Σ. Άνω Θεοδωράκι είναι δυσμενέστερα, τόσο ως προς την συνολική ετήσια βροχόπτωση (527,6mm), όσο και ως προς το δυσμενέστερο μήνα (Ιανουάριος με 66,5mm).

Ακολούθως τα σενάρια παραγωγής στραγγισμάτων θα εξετασθούν με τα δεδομένα και των δύο σταθμών, ενώ για τον βροχερότερο μήνα της 25-ετίας θα ληφθούν τα στοιχεία από τον Μ.Σ. Σερρών (196,5mm).

#### *3.1.2.2 Συντελεστές απορροής - κατείσδυσης*

Προκειμένου να υπολογισθούν οι ποσότητες ομβρίων που μετατρέπονται σε στραγγίσματα και λαμβάνοντας υπόψη της διαφορετικές φάσεις πλήρωσης των κυψελών και τους διαφορετικούς τρόπους σφράγισης των πρανών δεχόμαστε στο πλαίσιο της παρούσας τα κάτωθι:

- Για τα τελειωμένα πρανή :
  - με πλήρη αποκατάσταση απορροή 90%
  - με προσωρινές μεμβράνες απορροή 75%
  - με σφράγιση με χώμα απορροή 50%
- Για τα προσωρινά πρανή:
  - με προσωρινή σφράγιση απορροή 50%
  - χωρίς καμία σφράγιση απορροή 0%

Στα παραπάνω, η ενδεχόμενη περαιτέρω στεγανοποίηση των τελειωμένων πρανών, από πιθανό ανάδοχο έργων διαχείρισης ή και αξιοποίησης βιοαερίου, θεωρείται πως αντιμετωπίζεται με την υποπερίπτωση χρήσης προσωρινών μεμβρανών.

### 3.1.2.3 Σενάρια υπολογισμού

Για τον υπολογισμό της παραγωγής στραγγισμάτων διακρίνονται δύο (2) σενάρια. Τα σενάρια αυτά ακολουθούν την χρονική εξέλιξη των φάσεων πλήρωσης των κυττάρων και πραγματοποιείται ο υπολογισμός παραγωγής των στραγγισμάτων σε συνδυασμό με τον προτεινόμενο τρόπο εκμετάλλευσης του χώρου.

Τα σενάρια αυτά είναι:

**ΣΕΝΑΡΙΟ 1:** Λειτουργία κυττάρου A3. Τα κύτταρα A1, A2 έχουν πληρωθεί. Τα τελειωμένα πρανή των A1, A2 φέρουν είτε τελική σφράγιση (πίνακας 3, πίνακας 9, πίνακας 15), είτε σφράγιση με προσωρινή μεμβράνη (πίνακας 4, πίνακας 10, πίνακας 16), είτε σφράγιση με χώμα (πίνακας 5, πίνακας 11, πίνακας 17) εκτός από το πρανές προς το A4 που φέρει προσωρινή σφράγιση, ενώ το πρανές του A1 προς την πλευρά του κυττάρου A3 απορρέει προς το A3 χωρίς σφράγιση.

**ΣΕΝΑΡΙΟ 2:** Λειτουργία κυττάρου A4. Τα κύτταρα A1, A2 και A3 έχουν πληρωθεί. Το απορριμματικό ανάγλυφο των A1, A2 και A3 φέρουν είτε τελική σφράγιση (πίνακας 6, πίνακας 12, πίνακας 18), είτε σφράγιση με προσωρινή μεμβράνη (πίνακας 7, πίνακας 13, πίνακας 19), είτε σφράγιση με χώμα (πίνακας 8, πίνακας 14, πίνακας 20) εκτός από το πρανές προς το A3 που φέρει προσωρινή σφράγιση, ενώ από το πρανές του A2 προς την πλευρά του κυττάρου A4 έχει αφαιρεθεί η προσωρινή σφράγιση, καθώς δέχεται απορρίμματα σε αυτή τη φάση.

3.1.2.3.1 Με βάση τα κλιματολογικά Μ.Σ. Σερρών – Μέσες μηνιαίες τιμές

**Πίνακας 3: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 1**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.97	271.78	6463.99	8.69	208.52	<b>97.11</b>
Φ	36.07	8.57	245.48	5167.40	6.95	184.55	
Μ	32.22	20.64	271.78	1837.23	2.47	59.27	
Α	41.24	41.56	263.01	401.00	0.54	13.37	
Μ	47.59	79.95	271.78	1531.89	2.06	49.42	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	114.07	263.01	1380.92	1.86	46.03	
I	27.77	132.94	271.78	893.90	1.20	28.84	
Α	27.13	118.68	271.78	873.30	1.17	28.17	
Σ	24.43	77.53	263.01	786.38	1.06	26.21	<b>3.97</b>
Ο	37.20	41.96	271.78	361.72	0.49	11.67	
Ν	48.41	16.40	263.01	5900.35	7.93	196.68	
Δ	55.73	5.47	271.78	9845.77	13.23	317.61	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>458.19</b>	<b>661.73</b>	<b>3199.96</b>	<b>35443.84</b>		<b>Μέγιστη 317.61</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Η Α1 και Α2 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με τελική σφράγιση</b></li> <li>► Λειτουργία Α3</li> </ul>							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b>							
Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =90%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50%							
Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 4: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 1**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.97	271.78	6989.35	9.39	225.46	<b>100.89</b>
Φ	36.07	8.57	245.48	5211.33	7.00	186.12	
Μ	32.22	20.64	271.78	1837.23	2.47	59.27	
Α	41.24	41.56	263.01	401.00	0.54	13.37	
Μ	47.59	79.95	271.78	1531.89	2.06	49.42	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	114.07	263.01	1380.92	1.86	46.03	
I	27.77	132.94	271.78	893.90	1.20	28.84	
Α	27.13	118.68	271.78	873.30	1.17	28.17	
Σ	24.43	77.53	263.01	786.38	1.06	26.21	<b>4.12</b>
Ο	37.20	41.96	271.78	361.72	0.49	11.67	
Ν	48.41	16.40	263.01	5900.35	7.93	196.68	
Δ	55.73	5.47	271.78	10658.61	14.33	343.83	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>458.19</b>	<b>661.73</b>	<b>3199.96</b>	<b>36825.97</b>		<b>Μέγιστη 343.83</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Η Α1 και Α2 απορρίμματα. Τελειωμένα πρανή με προσωρινές μεμβράνες</li> <li>► Λειτουργία Α3</li> </ul>							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b>							
Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =75%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50%							
Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							



**Πίνακας 5: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 1**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.97	271.78	7900.94	10.62	254.87	<b>111.58</b>
Φ	36.07	8.57	245.48	6088.15	8.18	217.43	
M	32.22	20.64	271.78	1837.23	2.47	59.27	
A	41.24	41.56	263.01	401.00	0.54	13.37	
M	47.59	79.95	271.78	1531.89	2.06	49.42	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	114.07	263.01	1380.92	1.86	46.03	
I	27.77	132.94	271.78	893.90	1.20	28.84	
A	27.13	118.68	271.78	873.30	1.17	28.17	
Σ	24.43	77.53	263.01	786.38	1.06	26.21	<b>4.56</b>
O	37.20	41.96	271.78	361.72	0.49	11.67	
N	48.41	16.40	263.01	6659.42	8.95	221.98	
Δ	55.73	5.47	271.78	12013.35	16.15	387.53	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>458.19</b>	<b>661.73</b>	<b>3199.96</b>	<b>40728.20</b>		<b>Μέγιστη 387.53</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Η Α1 και Α2 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με σφράγιση με χώμα</b></li> <li>► Λειτουργία Α3</li> </ul>							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b>							
Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =50%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50%							
Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 6: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 2**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ET (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.97	271.78	4207.03	5.65	135.71	<b>70.42</b>
Φ	36.07	8.57	245.48	3135.85	4.21	111.99	
M	32.22	20.64	271.78	711.65	0.96	22.96	
A	41.24	41.56	263.01	752.14	1.01	25.07	
M	47.59	79.95	271.78	1797.35	2.42	57.98	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	114.07	263.01	1620.22	2.18	54.01	
I	27.77	132.94	271.78	1048.80	1.41	33.83	
A	27.13	118.68	271.78	1024.63	1.38	33.05	
Σ	24.43	77.53	263.01	922.66	1.24	30.76	<b>2.88</b>
O	37.20	41.96	271.78	678.46	0.91	21.89	
N	48.41	16.40	263.01	3317.73	4.46	110.59	
Δ	55.73	5.47	271.78	6487.68	8.72	209.28	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>458.19</b>	<b>661.73</b>	<b>3199.96</b>	<b>25704.21</b>		<b>Μέγιστη 209.28</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Η A1, A2 και A3 απορρίμματα. Τελειωμένα πρανή με τελική σφράγιση</li> <li>► Λειτουργία A4</li> </ul>							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b>							
Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =90%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50%							
Επιφάνεια κυττάρου A4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 7: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 2**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.97	271.78	5192.43	6.98	167.50	<b>77.52</b>
Φ	36.07	8.57	245.48	3218.24	4.33	114.94	
Μ	32.22	20.64	271.78	711.65	0.96	22.96	
Α	41.24	41.56	263.01	752.14	1.01	25.07	
Μ	47.59	79.95	271.78	1797.35	2.42	57.98	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	114.07	263.01	1620.22	2.18	54.01	
I	27.77	132.94	271.78	1048.80	1.41	33.83	
Α	27.13	118.68	271.78	1024.63	1.38	33.05	
Σ	24.43	77.53	263.01	922.66	1.24	30.76	<b>3.17</b>
Ο	37.20	41.96	271.78	678.46	0.91	21.89	
Ν	48.41	16.40	263.01	3317.73	4.46	110.59	
Δ	55.73	5.47	271.78	8012.30	10.77	258.46	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>458.19</b>	<b>661.73</b>	<b>3199.96</b>	<b>28296.62</b>		<b>Μέγιστη 258.46</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με προσωρινές μεμβράνες</b></li> <li>► Λειτουργία Α4</li> </ul>							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b>							
Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =75%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50%							
Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 8: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων - Σενάριο 2**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορρόφησης απορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.97	271.78	6902.26	9.28	222.65	<b>97.58</b>
Φ	36.07	8.57	245.48	4862.87	6.54	173.67	
Μ	32.22	20.64	271.78	711.65	0.96	22.96	
Α	41.24	41.56	263.01	752.14	1.01	25.07	
Μ	47.59	79.95	271.78	1797.35	2.42	57.98	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	114.07	263.01	1620.22	2.18	54.01	
I	27.77	132.94	271.78	1048.80	1.41	33.83	
Α	27.13	118.68	271.78	1024.63	1.38	33.05	
Σ	24.43	77.53	263.01	922.66	1.24	30.76	<b>3.99</b>
Ο	37.20	41.96	271.78	678.46	0.91	21.89	
Ν	48.41	16.40	263.01	4741.50	6.37	158.05	
Δ	55.73	5.47	271.78	10553.34	14.18	340.43	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>458.19</b>	<b>661.73</b>	<b>3199.96</b>	<b>35615.88</b>		<b>Μέγιστη 340.43</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα. Τελειωμένα πρανή με σφράγιση σε χώμα</li> <li>► Λειτουργία Α4</li> </ul>							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b>							
Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =50%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							
Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50%							
Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

3.1.2.3.2 Με βάση τα κλιματολογικά Μ.Σ. Σερρών με βροχερότερο μήνα 25-ετίας

**Πίνακας 9: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 max**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.04	271.78	6742.89	9.06	217.51	<b>194.54</b>
Φ	36.07	6.55	245.48	5619.67	7.55	200.70	
Μ	32.22	15.79	271.78	2734.61	3.68	88.21	
Α	41.24	31.79	263.01	2122.01	2.85	70.73	
Μ	47.59	61.16	271.78	1531.89	2.06	49.42	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	87.26	263.01	1380.92	1.86	46.03	
I	27.77	101.70	271.78	893.90	1.20	28.84	
Α	27.13	90.79	271.78	873.30	1.17	28.17	
Σ	24.43	59.31	263.01	786.38	1.06	26.21	<b>7.95</b>
Ο	37.20	32.10	271.78	1291.53	1.74	41.66	
Ν	48.41	12.54	263.01	6766.18	9.09	225.54	
Δ	196.50	4.18	271.78	40263.32	54.12	1298.82	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>598.96</b>	<b>506.21</b>	<b>3199.96</b>	<b>71006.61</b>		<b>Μέγιστη 1298.82</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1 και Α2 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με τελική σφράγιση</b> ▶ Λειτουργία Α3							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =90% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 10: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 max**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ET (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.04	271.78	7289.85	9.80	235.16	<b>204.55</b>
Φ	36.07	6.55	245.48	5859.35	7.88	209.26	
M	32.22	15.79	271.78	2734.61	3.68	88.21	
A	41.24	31.79	263.01	2122.01	2.85	70.73	
M	47.59	61.16	271.78	1531.89	2.06	49.42	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	87.26	263.01	1380.92	1.86	46.03	
I	27.77	101.70	271.78	893.90	1.20	28.84	
A	27.13	90.79	271.78	873.30	1.17	28.17	
Σ	24.43	59.31	263.01	786.38	1.06	26.21	<b>8.36</b>
O	37.20	32.10	271.78	1291.53	1.74	41.66	
N	48.41	12.54	263.01	6766.18	9.09	225.54	
Δ	196.50	4.18	271.78	43129.35	57.97	1391.27	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>598.96</b>	<b>506.21</b>	<b>3199.96</b>	<b>74659.27</b>		<b>Μέγιστη 1391.27</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1 και Α2 απορρίμματα. Τελειωμένα πρανή με προσωρινές μεμβράνες ▶ Λειτουργία Α3							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών =97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =75% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 11: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1 max**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.04	271.78	8201.43	11.02	264.56	<b>225.72</b>
Φ	36.07	6.55	245.48	6736.17	9.05	240.58	
M	32.22	15.79	271.78	2765.57	3.72	89.21	
A	41.24	31.79	263.01	2122.01	2.85	70.73	
M	47.59	61.16	271.78	1531.89	2.06	49.42	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	87.26	263.01	1380.92	1.86	46.03	
I	27.77	101.70	271.78	893.90	1.20	28.84	
A	27.13	90.79	271.78	873.30	1.17	28.17	
Σ	24.43	59.31	263.01	786.38	1.06	26.21	<b>9.23</b>
O	37.20	32.10	271.78	1291.53	1.74	41.66	
N	48.41	12.54	263.01	7900.01	10.62	263.33	
Δ	196.50	4.18	271.78	47906.07	64.39	1545.36	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>598.96</b>	<b>506.21</b>	<b>3199.96</b>	<b>82389.19</b>		<b>Μέγιστη 1545.36</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1 και Α2 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με σφράγιση σε χώμα</b> ▶ Λειτουργία Α3							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =50% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 12: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 max**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/τών αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/τών (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.04	271.78	4519.10	6.07	145.78	<b>141.43</b>
Φ	36.07	6.55	245.48	3529.00	4.74	126.04	
M	32.22	15.79	271.78	1158.93	1.56	37.38	
A	41.24	31.79	263.01	1554.65	2.09	51.82	
M	47.59	61.16	271.78	1797.35	2.42	57.98	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	87.26	263.01	1620.22	2.18	54.01	
I	27.77	101.70	271.78	1048.80	1.41	33.83	
A	27.13	90.79	271.78	1024.63	1.38	33.05	
Σ	24.43	59.31	263.01	922.66	1.24	30.76	<b>5.78</b>
O	37.20	32.10	271.78	1112.04	1.49	35.87	
N	48.41	12.54	263.01	4070.39	5.47	135.68	
Δ	196.50	4.18	271.78	29265.36	39.34	944.04	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>598.96</b>	<b>506.21</b>	<b>3199.96</b>	<b>51623.14</b>		<b>Μέγιστη 944.04</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με τελική σφράγιση</b> ▶ Λειτουργία Α4							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =90% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							



**Πίνακας 13: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 max**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.04	271.78	5545.00	7.45	178.87	<b>160.20</b>
Φ	36.07	6.55	245.48	3978.56	5.35	142.09	
Μ	32.22	15.79	271.78	1158.93	1.56	37.38	
Α	41.24	31.79	263.01	1554.65	2.09	51.82	
Μ	47.59	61.16	271.78	1797.35	2.42	57.98	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	87.26	263.01	1620.22	2.18	54.01	
I	27.77	101.70	271.78	1048.80	1.41	33.83	
Α	27.13	90.79	271.78	1024.63	1.38	33.05	
Σ	24.43	59.31	263.01	922.66	1.24	30.76	<b>6.55</b>
Ο	37.20	32.10	271.78	1112.04	1.49	35.87	
Ν	48.41	12.54	263.01	4070.39	5.47	135.68	
Δ	196.50	4.18	271.78	34641.07	46.56	1117.45	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>598.96</b>	<b>506.21</b>	<b>3199.96</b>	<b>58474.30</b>		<b>Μέγιστη 1117.45</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ► Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με προσωρινές μεμβράνες</b> ► Λειτουργία Α4							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =75% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 14: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2 max**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	37.50	3.04	271.78	7254.83	9.75	234.03	<b>199.93</b>
Φ	36.07	6.55	245.48	5623.19	7.56	200.83	
Μ	32.22	15.79	271.78	1217.00	1.64	39.26	
Α	41.24	31.79	263.01	1554.65	2.09	51.82	
Μ	47.59	61.16	271.78	1797.35	2.42	57.98	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	42.90	87.26	263.01	1620.22	2.18	54.01	
I	27.77	101.70	271.78	1048.80	1.41	33.83	
Α	27.13	90.79	271.78	1024.63	1.38	33.05	
Σ	24.43	59.31	263.01	922.66	1.24	30.76	<b>8.17</b>
Ο	37.20	32.10	271.78	1112.04	1.49	35.87	
Ν	48.41	12.54	263.01	6197.07	8.33	206.57	
Δ	196.50	4.18	271.78	43600.59	58.60	1406.47	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>598.96</b>	<b>506.21</b>	<b>3199.96</b>	<b>72973.02</b>		<b>Μέγιστη 1406.47</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με σφράγιση σε χώμα</b> ▶ Λειτουργία Α4							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =50% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

3.1.2.3.3 Με βάση τα κλιματολογικά Μ.Σ. Άνω Θεοδωράκι – Μέσες μηνιαίες τιμές

**Πίνακας 15: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ET (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/τών αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/τών (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	66.50	3.75	271.78	12694.41	17.06	409.50	<b>150.43</b>
Φ	63.90	5.84	245.48	11493.95	15.45	410.50	
Μ	47.90	13.07	271.78	6535.70	8.78	210.83	
Α	40.50	25.60	263.01	3107.57	4.18	103.59	
Μ	48.10	47.55	271.78	771.66	1.04	24.89	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	44.10	67.75	263.01	1419.55	1.91	47.32	
I	22.90	80.51	271.78	737.13	0.99	23.78	
Α	34.20	73.69	271.78	1100.87	1.48	35.51	
Σ	24.60	50.65	263.01	791.86	1.06	26.40	<b>6.15</b>
Ο	52.30	28.80	271.78	4790.06	6.44	154.52	
Ν	51.30	14.66	263.01	6879.70	9.25	229.32	
Δ	31.30	6.72	271.78	4585.12	6.16	147.91	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>527.60</b>	<b>418.59</b>	<b>3199.96</b>	<b>54907.59</b>		<b>Μέγιστη 410.50</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1 και Α2 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με τελική σφράγιση</b> ▶ Λειτουργία Α3							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =90% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 16: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	66.50	3.75	271.78	13664.34	18.37	440.79	<b>155.94</b>
Φ	63.90	5.84	245.48	12425.96	16.70	443.78	
Μ	47.90	13.07	271.78	6535.70	8.78	210.83	
Α	40.50	25.60	263.01	3107.57	4.18	103.59	
Μ	48.10	47.55	271.78	771.66	1.04	24.89	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	44.10	67.75	263.01	1419.55	1.91	47.32	
I	22.90	80.51	271.78	737.13	0.99	23.78	
Α	34.20	73.69	271.78	1100.87	1.48	35.51	
Σ	24.60	50.65	263.01	791.86	1.06	26.40	<b>6.38</b>
Ο	52.30	28.80	271.78	4790.06	6.44	154.52	
Ν	51.30	14.66	263.01	6879.70	9.25	229.32	
Δ	31.30	6.72	271.78	4692.41	6.31	151.37	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>527.60</b>	<b>418.59</b>	<b>3199.96</b>	<b>56916.82</b>		<b>Μέγιστη 443.78</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1 και Α2 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με προσωρινές μεμβράνες</b> ▶ Λειτουργία Α3							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =75% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 17: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 1**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	66.50	3.75	271.78	15280.89	20.54	492.93	<b>172.53</b>
Φ	63.90	5.84	245.48	13979.30	18.79	499.26	
M	47.90	13.07	271.78	7593.67	10.21	244.96	
A	40.50	25.60	263.01	3107.57	4.18	103.59	
M	48.10	47.55	271.78	771.66	1.04	24.89	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	44.10	67.75	263.01	1419.55	1.91	47.32	
I	22.90	80.51	271.78	737.13	0.99	23.78	
A	34.20	73.69	271.78	1100.87	1.48	35.51	
Σ	24.60	50.65	263.01	791.86	1.06	26.40	<b>7.05</b>
O	52.30	28.80	271.78	4790.06	6.44	154.52	
N	51.30	14.66	263.01	7948.73	10.68	264.96	
Δ	31.30	6.72	271.78	5453.28	7.33	175.91	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>527.60</b>	<b>418.59</b>	<b>3199.96</b>	<b>62974.57</b>		<b>Μέγιστη 499.26</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1 και Α2 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με σφράγιση σε χώμα</b> ▶ Λειτουργία Α3							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 97.236 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =50% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση= 50.656m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 42.481m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α3 σε λειτουργία= 131.520m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 18: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ET (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορρόφησης απορ/των αW (m³/μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγ/των (m³/μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m³/h)	Ημερήσια παραγωγή (m³/d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m³/d)
I	66.50	3.75	271.78	8842.18	11.88	285.23	105.26
Φ	63.90	5.84	245.48	7667.60	10.31	273.84	
M	47.90	13.07	271.78	3887.61	5.23	125.41	
A	40.50	25.60	263.01	2004.08	2.69	66.80	
M	48.10	47.55	271.78	1454.46	1.95	46.92	Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m³/h)
I	44.10	67.75	263.01	1665.54	2.24	55.52	
I	22.90	80.51	271.78	864.87	1.16	27.90	
A	34.20	73.69	271.78	1291.65	1.74	41.67	
Σ	24.60	50.65	263.01	929.08	1.25	30.97	4.30
O	52.30	28.80	271.78	2950.34	3.97	95.17	
N	51.30	14.66	263.01	4062.99	5.46	135.43	
Δ	31.30	6.72	271.78	2801.33	3.77	90.37	
ΣΥΝΟΛΟ	527.60	418.59	3199.96	38421.72		Μέγιστη	
						285.23	

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:**

► Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα.

► Λειτουργία Α4

Τελειωμένα πρανή με τελική σφράγιση

**ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:**

Επιφάνεια τελικών πρανών =182.382 m², Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R<sub>1</sub>=90%

Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m², R<sub>2</sub>=0%

Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m², R<sub>3</sub>=50%

Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m², R<sub>2</sub>=0%

**Πίνακας 19: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορρόφησης απορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση ημε- ρήσια πα- ραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	66.50	3.75	271.78	10661.44	14.33	343.92	<b>115.59</b>
Φ	63.90	5.84	245.48	9415.73	12.66	336.28	
M	47.90	13.07	271.78	3887.61	5.23	125.41	
A	40.50	25.60	263.01	2004.08	2.69	66.80	
M	48.10	47.55	271.78	1454.46	1.95	46.92	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	44.10	67.75	263.01	1665.54	2.24	55.52	
I	22.90	80.51	271.78	864.87	1.16	27.90	
A	34.20	73.69	271.78	1291.65	1.74	41.67	
Σ	24.60	50.65	263.01	929.08	1.25	30.97	<b>4.73</b>
O	52.30	28.80	271.78	2950.34	3.97	95.17	
N	51.30	14.66	263.01	4062.99	5.46	135.43	
Δ	31.30	6.72	271.78	3002.58	4.04	96.86	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>527.60</b>	<b>418.59</b>	<b>3199.96</b>	<b>42190.36</b>		<b>Μέγιστη 343.92</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με προσωρινές μεμβράνες</b> ▶ Λειτουργία Α4							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =75% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							

**Πίνακας 20: Υπολογισμός παραγόμενων στραγγισμάτων – Σενάριο 2**

ΜΗΝΕΣ	P (mm)	ΕΤ (mm)	Μηνιαία πα- ραγωγή α- πορρόφησης απορ/των αW (m <sup>3</sup> /μήνα)	Μηνιαία παραγωγή στραγγ/των (m <sup>3</sup> /μήνα)	Ωριαία παραγωγή (m <sup>3</sup> /h)	Ημερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)	Μέση η- μερήσια παραγωγή (m <sup>3</sup> /d)
I	66.50	3.75	271.78	13693.54	18.41	441.73	<b>146.72</b>
Φ	63.90	5.84	245.48	12329.28	16.57	440.33	
Μ	47.90	13.07	271.78	5872.00	7.89	189.42	
Α	40.50	25.60	263.01	2004.08	2.69	66.80	
Μ	48.10	47.55	271.78	1454.46	1.95	46.92	<b>Μέση ω- ριαία πα- ραγωγή (m<sup>3</sup>/h)</b>
I	44.10	67.75	263.01	1665.54	2.24	55.52	
I	22.90	80.51	271.78	864.87	1.16	27.90	
Α	34.20	73.69	271.78	1291.65	1.74	41.67	
Σ	24.60	50.65	263.01	929.08	1.25	30.97	<b>6.00</b>
Ο	52.30	28.80	271.78	2950.34	3.97	95.17	
Ν	51.30	14.66	263.01	6068.11	8.16	202.27	
Δ	31.30	6.72	271.78	4429.72	5.95	142.89	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>527.60</b>	<b>418.59</b>	<b>3199.96</b>	<b>53552.67</b>		<b>Μέγιστη 441.73</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ:</b> ▶ Η Α1, Α2 και Α3 απορρίμματα. <b>Τελειωμένα πρανή με σφράγιση σε χώμα</b> ▶ Λειτουργία Α4							
<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΣΗΣ:</b> Επιφάνεια τελικών πρανών = 182.382 m <sup>2</sup> , Συντελεστής επιφανειακής απορροής: R <sub>1</sub> =50% Επιφάνεια πρανών προσωρινών χωρίς σφράγιση = 29.179m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0% Επιφάνεια πρανών προσωρινών με σφράγιση = 110.343m <sup>2</sup> , R <sub>3</sub> =50% Επιφάνεια κυττάρου Α4 σε λειτουργία= 55.770m <sup>2</sup> , R <sub>2</sub> =0%							



### **3.1.3 Συμπεράσματα**

Συνοψίζοντας τους προηγούμενους υπολογισμούς προκύπτει ότι το δυσμενέστερο σε-  
νάριο για την παραγωγή στραγγισμάτων είναι το σενάριο 1, ήτοι το στάδιο λειτουργίας  
της κυψέλης A3 με την κυψέλη A4 κενή. Στο συγκεκριμένο σενάριο (πίνακας 17), με τα  
κλιματολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Άνω Θεοδωράκι (μελέτη εφαρμογής), προκύπτει ότι η  
**μέση ημερήσια παραγωγή σε ετήσια βάση** για το σενάριο 1, ανέρχεται σε **172,53**  
**m<sup>3</sup>/d**. **Η μέγιστη ημερήσια παραγωγή** για το βροχερότερο μήνα του έτους (Δε-  
κέμβριος) για το ίδιο σενάριο, ανηγμένη **σε ημερήσια βάση**, ανέρχεται σε **499,26**  
**m<sup>3</sup>/d** γεγονός που δείχνει ως κατ' αρχάς βάσιμη την επιλογή της μελέτης εφαρμογής  
του έργου για Μονάδα Επεξεργασίας Στραγγισμάτων δυναμικότητας **520 m<sup>3</sup>/d** στην  
πλήρη ανάπτυξη του ΧΥΤΑ, όπου όμως παραβλέφθηκε η ανακυκλοφορία συμπυκνωμά-  
των αντίστροφης όσμωσης λόγω πιθανώς της υπεραισιόδοξης πρόβλεψης για την απο-  
τελεσματικότητα των εξατμιστήρων.

Επιπρόσθετα, με δεδομένα τα πλημμυρικά φαινόμενα που παρουσιάστηκαν στα προη-  
γούμενα χρόνια λειτουργίας του ΧΥΤΑ, με αποτέλεσμα ανεπιθύμητες υπερχειλίσει-  
ς στραγγισμάτων κ.λ.π. και με επιπλέον δεδομένο ότι προφανώς συχνά ξεπερνιέται η  
μέση μηνιαία βροχόπτωση, θεωρούμε, ότι πρέπει να εξετασθούν με ιδιαίτερο ενδιαφέ-  
ρον τα αποτελέσματα του σεναρίου 1 max, όταν στα κλιματολογικά στοιχεία του Μ.Σ.  
Σερρών αντικαθίσταται η βροχόπτωση Δεκεμβρίου με την τιμή του βροχερότερου Δε-  
κεμβρίου της 25-ετίας. Στην περίπτωση αυτή το δυσμενέστερο σενάριο δίνει ημερήσια  
παραγωγή στραγγισμάτων τριπλάσια της ποσότητας της μελέτης εφαρμογής, ήτοι  
**1.545,36 m<sup>3</sup>/d**, (πίνακας 11). Στην προκειμένη περίπτωση η επιλογή τέτοιας δυναμι-  
κότητας για την μονάδα είναι εξαιρετικά αντιοικονομική και άλλωστε αναφέρεται σε τε-  
λειωμένα πρηνή των A1, A2 με σφράγιση χώμα. Ο φορέας πρέπει να επιδιώξει τα τε-  
λειωμένα πρηνή να έχουν σφράγιση τουλάχιστον με προσωρινή μεμβράνη.

Στην περίπτωση αυτή έχουμε για τις δύο περιπτώσεις μετεωρολογικών στοιχείων:

- Για τον Μ.Σ Σερρών,  $Q_{max} = \mathbf{343,83\ m^3/d}$ , (πίνακας 4)
- Για τον Μ.Σ Άνω Θεοδωράκι,  $Q_{max} = \mathbf{443,78\ m^3/d}$ , (πίνακας 16)

Επίσης σημειώνεται πως η μέγιστη μηνιαία βροχόπτωση 25-ετίας, με βάση τόσο την

ισχύουσα νομοθεσία, όσο και την εφαρμοζόμενη πρακτική, δεν αφορά τη δυναμικότητα των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Στραγγισμάτων αλλά μόνο τη χωρητικότητα της δεξαμενής βροχοστραγγισμάτων, κάτι το οποίο όμως στον εν λόγω ΧΥΤΑ έχει υπερκαλυφθεί μέσω της υφιστάμενης δεξαμενής βροχοστραγγισμάτων και ενός επιπρόσθετου κατασκευασθέντος lagoon μεγάλης χωρητικότητας.

Από όλα τα παραπάνω, και εξετάζοντας αυτό που ενδιαφέρει τη διαστασιολόγηση της ΕΕΣ, που είναι η μέγιστη ημερήσια παροχή για τον βροχερότερο μήνα του έτους, με βάση τις μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης, ισχύουν τα ακόλουθα:

α) Αν δεν γίνει καμιά περαιτέρω στεγανοποίηση περατωμένων πρανών, η παροχή υπολογίζεται σε 499,26 m<sup>3</sup>/d και υπέρ στρογγύλευσης 500 m<sup>3</sup>/d. Αν συνεκτιμηθεί πως το συμπύκνωμα της αντίστροφης όσμωσης (max 30%) χωρίς εξάτμιση θα ανακυκλοφορείται, αυτό θα έδινε μια παροχή 650 m<sup>3</sup>/d.

β) Αν γίνει περαιτέρω στεγανοποίηση των περατωμένων πρανών με προσωρινές μεμβράνες, τότε η παροχή υπολογίζεται σε 443,78 m<sup>3</sup>/d και υπέρ στρογγύλευσης 450 m<sup>3</sup>/d. Αν συνεκτιμηθεί πως το συμπύκνωμα της αντίστροφης όσμωσης (max 30%) χωρίς εξάτμιση θα ανακυκλοφορείται, αυτό θα έδινε μια παροχή 585 m<sup>3</sup>/d.

Από τα παραπάνω και από όσα έχουν μέχρι τώρα συζητηθεί με τον φορέα, φαντάζει πιθανότερη η πρώτη εκδοχή, αυτή των 650 m<sup>3</sup>/d.

Για την τελική επιλογή, λαμβάνονται υπόψη και τα ακόλουθα:

- 1 Η προσαύξηση λόγω της ανακυκλοφορίας του συμπυκνώματος ΑΟ δεν επέρχεται μόνο σε ετήσια βάση αλλά σε ημερήσια, οδηγώντας σε σημαντική περαιτέρω αύξηση της απαιτούμενης δυναμικότητας.
- 2 Στην επιλογή παροχής σχεδιασμού πρέπει να ληφθούν υπόψη και τα στραγγίδια που προκύπτουν κατά την αφυδάτωση της περίσσειας ιλύος.
- 3 Η προαναφερθείσα προσαύξηση αμβλύνεται λόγω της εξατμισοδιαπνοής που ενισχύεται ιδιαίτερα τους θερμούς μήνες.
- 4 Η προαναφερθείσα προσαύξηση επίσης αμβλύνεται λόγω της έστω και μερικής λει-

τουργίας των εξατμιστήρων (εφόσον αυτή συνεχιστεί και για όσο συνεχισθεί).

- 5 Η ΕΕΣ θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη από την προκύπτουσα ως δυναμικότητα με βάση τη μέση μηνιαία τιμή βροχόπτωσης, προκειμένου να μπορεί να ανταπεξέλθει κατά τους μήνες με μεγαλύτερη από τη μέση τιμή, όπως επίσης και για την ευχερέστερη δυνατότητα για σταδιακή επεξεργασία ποσοτήτων που θα έχουν συσσωρευτεί είτε στη δεξαμενή βροχοστραγγισμάτων είτε στο lagoon απόθηκευσης.
- 6 Η υπέρμετρη υπερδιαστασιολόγηση εγκαταστάσεων πρέπει να αποφεύγεται, καθώς απαιτεί δέσμευση κεφαλαίων αλλά οδηγεί συχνά και σε αυξημένο λειτουργικό κόστος.

Με βάση όλα τα προαναφερθέντα προτείνεται η ΕΕΣ μετά από τα έργα επέκτασης, να έχει συνολική δυναμικότητα  $750 \text{ m}^3/\text{d}$ . Σημειώνεται πως η υφιστάμενη ΕΕΣ έχει δυναμικότητα  $350 \text{ m}^3/\text{d}$ , οπότε απαιτείται επιπρόσθετη δυναμικότητα  $400 \text{ m}^3/\text{d}$ . Ειδικά δε, όσον αφορά το τμήμα της Αντίστροφης Όσμωσης, η εγκατεστημένη μονάδα έχει δυναμικότητα  $360 \text{ m}^3/\text{d}$ , η υπό εγκατάσταση μονάδα έχει δυναμικότητα  $200 \text{ m}^3/\text{d}$ , οπότε η ανάγκη επέκτασης ΑΟ φαίνεται να ανέρχεται σε  $190 \text{ m}^3/\text{d}$ .

### 3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Η εκτίμηση των ρυπαντικών φορτίων έγινε με βάση τις χημικές αναλύσεις της Υπηρεσί-  
ας όπως καταγράφηκαν στην Ετήσια Έκθεση Λειτουργίας ΜΕΣ Μαυροράχης - Έτος  
2015, § 3.2. Ακόμη, η σχετική συνεισφορά των υφιστάμενων Κυττάρων Κ1&2 (ώριμα  
στραγγίσματα) και του καινούργιου Κυττάρου Κ3 (φρέσκα στραγγίσματα) έγινε με βά-  
ση το υδραυλικό ισοζύγιο για τη δυσμενέστερη περίπτωση.

Όπως αναμενόταν, οι τιμές βρίσκονται περίπου στο ενδιάμεσο διάστημα, με αυξημένες  
ωστόσο τιμές αζώτου:

**Πίνακας 21: Τιμές ρυπαντικών παραμέτρων στραγγιδίων κυττάρων 1-3**

Παράμετρος	Κύτταρο 1	Κύτταρο 2	Μ.Ο. Κ1-2	Κύτταρο 3	Μ.Ο. Κ1-2-3
<b>Q (m<sup>3</sup>/d)</b>	-	-	172,38	350,79	523,17
<b>BOD<sub>5</sub> (mg/L)</b>	687,3	660	674	14.191,80	9.738
<b>COD (mg/L)</b>	2.996,70	3.683,10	3340	21.561,40	15.558
<b>NH<sub>4</sub>-N (mg/L)</b>	1.475,30	1.687,90	1582	1.167,60	1.304
<b>TN (mg/L)</b>	1.832,10	1.993,60	1913	1.606,50	1.707
<b>SS (mg/L)</b>	99,7	62	81	1.328,40	917

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, τα δεδομένα σχεδιασμού της επέκτασης της εγκατά-  
στασης, όσον αφορά στα ρυπαντικά φορτία, επιλέγονται ως ακολούθως:

**Πίνακας 22: Τιμές ρυπαντικών παραμέτρων σχεδιασμού**

Παράμετρος	Μον. Μέτρησης	Τιμή
<b>BOD<sub>5</sub></b>	mg/L	10.000
<b>COD</b>	mg/L	16.000
<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	mg/L	1.300
<b>TN</b>	mg/L	1.700
<b>SS</b>	mg/L	950

Σημειώνεται ότι τα δεδομένα σχεδιασμού έχουν λάβει συντηρητικές τιμές υπέρ ασφα-  
λείας και δεν πρόκειται να διαφοροποιηθούν μελλοντικά, όταν θα αρχίσει η πλήρωση  
του κυττάρου K4, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι συγκεντρώσεις ρύπων των στραγγιδίων  
από το K3, αφορούν σε «νέα» στραγγίδια (το αντίστοιχο θα συμβαίνει όταν το K4 θα  
παράγει «νέα» στραγγίδια και το K3 ώριμα).

Όσον αφορά στη διαστασιολόγηση της Μονάδας Αντίστροφης Όσμωσης, θα ληφθούν  
υπόψη οι μέσες τιμές ρύπων (Μ.Ο.) που παρουσιάζονται στον κατωτέρω πίνακα ρυπα-  
ντών (Δεξαμενή Εξισορρόπησης έτους 2015 - στοιχεία Υπηρεσίας).

**Πίνακας 23: Τιμές ρυπαντικών παραμέτρων στην είσοδο της μονάδας RO**

Παράμετρος	Conductivity μS/cm	Cl mg/L	CaCO <sub>3</sub> mg/L	Si mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L
<b>MIN</b>	19.800	3.300	1.120		355
<b>MAX</b>	26.900	4.130	1.645		1.050
<b>Μ.Ο.</b>	<b>22.600</b>	<b>3.750</b>	<b>1.400</b>	<b>19,4</b>	<b>655</b>

### 3.3 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΚΡΟΗΣ

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τελικής εκροής από την εγκατάσταση θα είναι σύμφω-  
να με την απόφαση 30/οικ. 2885/21-06-2010 (ΦΕΚ 1079/Β/15-7-2010) Νομάρχη Θεσ-  
σαλονίκης «περί των ειδικών όρων διάθεσης λυμάτων βιομηχανικών αποβλήτων σε φυ-  
σικούς αποδέκτες του Ν. Θεσσαλονίκης», για διάθεση των επεξεργασμένων υγρών α-  
ποβλήτων στο χείμαρρο Μπογδάνο.

**Πίνακας 24: Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγιδίων**

Παράμετρος	Μον. Μέτρησης	Τιμή
<b>BOD<sub>5</sub></b>	mg/L	≤25
<b>COD</b>	mg/L	≤125
<b>Ολικό Άζωτο</b>	mg/L	≤15
<b>Αγωγιμότητα</b>	μS/cm	≤1.000
<b>SS</b>	mg/L	≤35

## **4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

### **4.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Τα στραγγίδια ΧΥΤΑ είναι ένα ιδιαίτερο είδος υγρών αποβλήτων που χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντικών φορτίων. Η σύστασή τους επηρεάζεται από τις βιολογικές, χημικές και φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στη μάζα των απορριμμάτων, το ύψος βροχόπτωσης και τα υλικά επικάλυψης των κυττάρων του ΧΥΤΑ.

Οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Στραγγιδίων (Ε.Ε.Σ.) αποτελούν εδώ και δεκαετίες τη λύση στην αντιμετώπιση των δυνητικών αρνητικών επιπτώσεων των στραγγιδίων στο περιβάλλον και οι οποίες αφορούν κυρίως στην υποβάθμιση της ποιότητας των υπογείων και επιφανειακών υδάτων. Οι Ε.Ε.Σ. σχεδιάζονται βάσει των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών των στραγγιδίων ενώ παράλληλα λαμβάνεται μέριμνα για την ευελιξία, την επεκτασιμότητα και την προσαρμογή τους στη διαχρονική μεταβολή των χαρακτηριστικών αυτών.

### **4.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΗΜΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η βιολογική επεξεργασία είναι η συνηθέστερη μέθοδος επεξεργασίας που εφαρμόζεται σήμερα στα στραγγίδια ΧΥΤΑ, διότι έχει τη δυνατότητα να μειώνει σημαντικά τα ποσοστά του βιοαποικοδομήσιμου άνθρακα και του αζώτου. Με εξαίρεση όμως λίγες μονάδες με χαμηλές συγκεντρώσεις ρύπων, η βιολογική επεξεργασία συνοδεύεται από φυσικοχημικές διεργασίες προκειμένου η τελική εκροή να τηρεί τις αυστηρές προδιαγραφές διάθεσης ή επαναχρησιμοποίησης των υγρών. Στο επόμενο υποκεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι πιο σημαντικές μέθοδοι βιολογικής επεξεργασίας.

Οι βιολογικές διαδικασίες έχουν αποδειχθεί ότι είναι αρκετά αποδοτικές στην απομάκρυνση οργανικών και αζωτούχων ενώσεων από «νέα» στραγγίδια, όταν ο λόγος  $BOD_5/COD$  είναι μεγάλος ( $>0,3$ ). Με το πέρασμα του χρόνου όμως και με την παρουσία σχετικά μη βιοαποδομήσιμων ενώσεων, οι μέθοδοι αυτές γίνονται λιγότερο αποτελεσματικές. Επομένως είναι απαραίτητη η μετεπεξεργασία της εκροής από τη βιολογική επεξεργασία, με κάποιου είδους φυσικοχημική διεργασία. Οι συνηθέστερες μέθοδοι μετεπεξεργασίας είναι:

– Αντίστροφη Όσμωση

Πρόκειται για φυσική διεργασία διαχωρισμού διαμέσου ημιπερατής μεμβράνης, όπου το υγρό βρίσκεται σε πίεση υψηλότερη από την φυσική οσμωτική του πίεση. Είναι σε θέση να απομακρύνει κάθε διαλυμένο ανόργανο ή οργανικό συστατικό από τα υγρά αλλά απαιτεί κατάλληλη προεπεξεργασία προκειμένου να αποφευχθεί η έμφραξη των μεμβρανών (φίλτρωση, μείωση pH, έγχυση αντι-καθαλατωτικών). Η εκροή είναι υψηλών προδιαγραφών ενώ το ρεύμα του παραπροϊόντος (άλμη) δύναται να επεξεργαστεί περαιτέρω (εξάτμιση) ή να διατεθεί στον ΧΥΤΑ. Η τεχνολογία αυτή εφαρμόζεται ήδη στην υπό μελέτη υφιστάμενη εγκατάσταση.

– Κροκίδωση - Καθίζηση - Φίλτρωση - Προσρόφηση

Είναι σειρά φυσικοχημικών διεργασιών που περιλαμβάνουν προσθήκη χημικών για τη δημιουργία συσσωματωμάτων (κροκίδων) που απομακρύνονται με καθίζηση. Τα αιωρούμενα στερεά που διαφεύγουν στην εκροή εγκλωβίζονται σε φίλτρα άμμου (μικροδιήθηση) ενώ τα υπολείμματα των μη βιοαποικοδομήσιμων οργανικών (COD) και των αλογονομένων οργανικών ενώσεων (ΑΟΧ) προσροφώνται σε φίλτρα ενεργού άνθρακα. Το τελικό προϊόν υπολείπεται σε ποιότητα αυτού της αντίστροφης όσμωσης

– Χημική οξείδωση - Βιολογική επεξεργασία ή Προσρόφηση

Πρόκειται για λιγότερο διαδεδομένη φυσικοχημική και βιολογική διεργασία. Περιλαμβάνει την προσθήκη ισχυρού οξειδωτικού παράγοντα (όζον ή υπεροξείδιο του υδρογόνου) στα υγρά ώστε το μη βιοαποικοδομήσιμο COD να μετατραπεί σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Μπορεί όμως να λαμβάνει χώρα και μερική οξείδωση, η οποία τελικά παράγει βιοαποικοδομήσιμα συστατικά. Για το λόγο αυτό ακολουθεί είτε βιολογική επεξεργασία είτε φίλτρα ενεργού άνθρακα. Τα οξειδωτικά που χρησιμοποιούνται έχουν υψηλό κόστος.

Η περίσσεια ιλύος που παράγεται κατά τη βιολογική επεξεργασία καθώς και η ιλύς της μετεπεξεργασίας πρέπει να αφυδατωθούν πριν διατεθούν στο ΧΥΤΑ. Συνήθως η ιλύς

οδηγείται είτε σε παχυντή βαρύτητας όπου συμπυκνώνεται περαιτέρω (μεγάλος χρόνος παραμονής) είτε σε μικρότερες ημερήσιες δεξαμενές ιλύος (μικρότερο βαθμός συμπίκνωσης). Η μείωση της υγρασίας επιτυγχάνεται με χρήση Η/Μ εξοπλισμού (ταινιοφίλτροπρεσσες ή φυγοκεντρικοί διαχωριστές) και προσθήκη οργανικών κροκιδωτικών υφολού μοριακού βάρους (πολυηλεκτρολύτες).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω καθώς και την εμπειρία που έχει αποκτηθεί από την μέχρι σήμερα λειτουργία της υφιστάμενης εγκατάστασης, το τελικό σχήμα της προτεινόμενης επεξεργασίας της επέκτασης της Ε.Ε.Σ. προτείνεται να είναι το ακόλουθο:

- Δεξαμενή εξισορρόπησης – Α/Σ τροφοδοσίας βιολογικής επεξεργασίας
- Βιολογική επεξεργασία με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος σε αιώρηση
- Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (RO)
- Έργα διάθεσης επεξεργασμένων στραγγιδίων
- Μονάδα επεξεργασίας ιλύος
- Α/Σ διάθεσης συμπυκνώματος RO (άλμης)
- Κτίριο εξυπηρέτησης

Τα παραγόμενα στραγγίσματα από τα κύτταρα Α1, Α2, Α3 και Α4, θα οδηγούνται μέσω του δικτύου συλλογής στη νέα δεξαμενή εξισορρόπησης. Στη δεξαμενή θα εγκατασταθούν υποβρύχιες αντλίες οι οποίες θα τροφοδοτούν το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας καθώς και εξοπλισμός προαερισμού και ανάδευσης (στο πρώτο διαμέρισμα). Όταν η δεξαμενή είναι γεμάτη, τότε τα υγρά θα οδηγούνται στην υπό κατασκευή λιμνοδεξαμενή αποθήκευσης και όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν θα οδηγούνται με άντληση στη νέα μονάδα για επεξεργασία.

Ακολουθεί η βιολογική επεξεργασία των στραγγιδίων σε δεξαμενές όπου η βιομάζα θα βρίσκεται υπό αιώρηση. Στη φάση αυτή θα απομακρύνεται το βιοδιασπάσιμο COD μαζί με το μεγαλύτερο μέρος του εισερχόμενου αζώτου, μέσω των διεργασιών της νιτροποίησης και απονιτροποίησης. Ο αερισμός του ανάμικτου υγρού θα γίνεται με σύστημα υποβρύχιας διάχυσης (υποβρύχιοι διαχυτές ή jet aerators).



Τα βιολογικώς επεξεργασμένα στραγγίσματα θα οδηγούνται στη μονάδα αντίστροφης όσμωσης, στην οποία θα γίνεται η τελική επεξεργασία τους και θα διαχωρίζεται το νερό από τα διαλυμένα άλατα και το υπολειπόμενο οργανικό φορτίο. Το διήθημα θα οδηγείται για επαναχρησιμοποίηση (άρδευση) ή στον αποδέκτη μέσω των υφιστάμενων έργων διάθεσης. Ανάλογα με την ιδιαίτερη τεχνολογία βιολογικής επεξεργασίας που θα επιλεγεί (SBR ή MBR), ανάντη της μονάδας RO θα εγκατασταθεί αντίστοιχη μονάδα προκατεργασίας. Σε περίπτωση που είναι επιθυμητή η μείωση του όγκου της άλμης, τότε θα μπορεί αν χρησιμοποιούνται, στον βαθμό που αυτό κριθεί επιθυμητό, οι υφιστάμενοι εξατμιστές, όμως δεν θα κατασκευαστούν νέοι. Η λύση αυτή προσφέρει παραγωγή περισσότερου καθαρού νερού και σημαντική μείωση του συμπυκνώματος. Παρουσιάζει όμως σημαντικά μειονεκτήματα που την καθιστούν ασύμφορη, όπως υψηλό κόστος συντήρησης εξοπλισμού, μεγάλες απαιτήσεις ενέργειας και λειτουργικά προβλήματα (δημιουργία αφρισμού και καθαλατώσεων).

Η λάσπη από τη βιολογική επεξεργασία θα οδηγείται μέσω Α/Σ στη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης και από εκεί στη μονάδα αφυδάτωσης. Η εγκατάσταση συμπληρώνεται με όλα τα βοηθητικά κτίρια και έργα υποδομής όπως κτίριο εξυπηρέτησης, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, οδικό δίκτυο, δίκτυο άρδευσης, δίκτυο όμβριων υδάτων. Θα γίνει αναβάθμιση (εφ' όσον απαιτείται) του υποσταθμού Μ.Τ. ώστε να καλυφθούν τα φορτία της επέκτασης. Η επέκταση θα τροφοδοτείται από δικό της Γ.Π.Χ.Τ.

#### **4.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

##### **4.3.1 Γενικά**

Η βιολογική επεξεργασία των στραγγιδίων βασίζεται στη μέθοδο της ενεργού ιλύος και έχει στόχο την απομείωση του εισερχόμενου BOD<sub>5</sub>, COD και αμμωνιακού αζώτου. Στη συντριπτική πλειοψηφία των μονάδων αυτών, η βιομάζα βρίσκεται σε αιώρηση εντός του βιοαντιδραστήρα. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου, ώστε αυτό στη συνέχεια να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα ως αέριο άζωτο. Τα συστήματα βιολογικής επεξεργασίας που εξετάζονται παρακάτω χρησιμοποιούνται ευρέως στην επεξεργασία στραγγιδίων και είναι τα εξής:

1. Αντιδραστήρας διαλείπουσας λειτουργίας (**Sequential BioReacor**)
2. Βιοαντιδραστήρας μεμβρανών με βυθιζόμενες μεμβράνες (**Submerged – Membrane BioReactor**)
3. Βιοαντιδραστήρας μεμβρανών με εξωτερικές μεμβράνες (**Recirculated - Membrane BioReactor**)

#### **4.3.2 Αντιδραστήρας διαλείπουσας λειτουργίας (SBR)**

Η επεξεργασία λυμάτων σε αντιδραστήρες SBR βασίζεται στη μέθοδο της ενεργού ιλύος και είναι ίδια με αυτή των συμβατικών συστημάτων. Πρόκειται για συστήματα που επιλέγονται συνήθως για την επεξεργασία λυμάτων μικρών οικισμών και βιομηχανικών αποβλήτων. Ανάλογα με τις απαιτήσεις εκροής, η επεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνει και απομάκρυνση του αζώτου, μέσω των διεργασιών της νιτροποίησης και απονιτροποίησης.

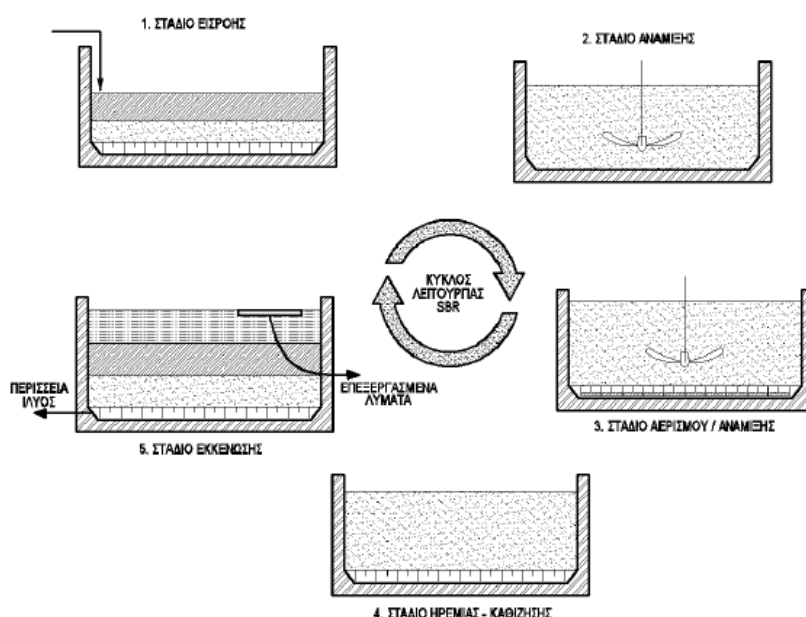
Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των αντιδραστήρων αυτού του τύπου είναι ότι όλες οι βιοχημικές και φυσικές διεργασίες λαμβάνουν χώρα σε μια και μόνο δεξαμενή, σε διακριτές εναλλασσόμενες φάσεις και πάντα με την ίδια σειρά. Οι φάσεις αυτές είναι συνήθως πέντε ως εξής:

- Φάση I: Στάδιο εισροής

Κατά τη φάση αυτή γίνεται η εισαγωγή των ανεπεξέργαστων λυμάτων στη δεξαμενή. Η φάση τερματίζεται όταν η δεξαμενή γεμίσει ή όταν ολοκληρωθεί ο προκαθορισμένος χρόνος πλήρωσης.

- Φάση II: Στάδιο ανάμιξης

Τα εισερχόμενα λύματα χρησιμοποιούνται σαν πηγή άνθρακα προκειμένου το νιτροποιημένο άζωτο που βρίσκεται ήδη εντός της δεξαμενής να μετατραπεί σε αέριο και να απομακρυνθεί. Η αιώρηση της βιομάζας επιτυγχάνεται με χρήση υποβρύχιου αναδευτήρα. Εάν οι συγκεντρώσεις του νιτροποιημένου αζώτου είναι πολύ υψηλές (όπως συμβαίνει συνήθως με τα στραγγίσματα των Χ.Υ.Τ.Α.) τότε γίνεται και προσθήκη εξωτερικής πηγής άνθρακα (συνήθως μεθανόλης).



**Εικόνα 1: Φάσεις Λειτουργίας SBR**

- Φάση III: Στάδιο αερισμού

Γίνεται η αποικοδόμηση του βιοδιασπώμενου οργανικού φορτίου με παροχή οξυγόνου είτε μέσω συστημάτων υποβρύχιας διάχυσης είτε μέσω επιφανειακών αεριστήρων. Παράλληλα επιτυγχάνεται και η νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου.

- Φάση IV: Στάδιο ηρεμίας

Γίνεται παύση λειτουργίας του συστήματος αερισμού προκειμένου να επιτευχθούν συνθήκες ηρεμίας και να γίνει ο διαχωρισμός στερεής και υγρής φάσης.

- Φάση V: Στάδιο εκκένωσης

Αποτελεί την τελευταία φάση κατά την οποία απομακρύνονται υπό συνθήκες ηρεμίας τα επεξεργασμένα λύματα με χρήση τηλεσκοπικής δικλείδας, επιπλέοντος υπερχειλιστή ή άλλης διάταξης. Στην ίδια φάση απομακρύνεται και η περίσσεια ιλύος, συνήθως με χρήση υποβρύχιας αντλίας, σε ποσότητες που εξασφαλίζουν την επιθυμητή τιμή ηλικίας λάσπης και την σταθεροποίησή της ώστε να είναι δυνατή η απλή διαχείρισή της (π.χ. πάχυνση – αφυδάτωση).

Οι αντιδραστήρες SBR έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στην απομάκρυνση οργανικού

άνθρακα και θρεπτικών συστατικών από αστικά λύματα (με αποδόσεις 90-97% για το BOD<sub>5</sub> και το NH<sub>4</sub>-N). Χαρακτηρίζονται από ευελιξία στη λειτουργία και πλήθος επιλογών στη ρύθμιση των διεργασιών ανάλογα με τις απαιτήσεις εκροής. Αυτό επιτυγχάνεται με τη ρύθμιση της σειράς και του χρόνου διάρκειας της κάθε φάσης του κύκλου λειτουργίας πέρα από την επιλογή των παραμέτρων σχεδιασμού του συστήματος, η οποία είναι αντίστοιχη των συμβατικών συστημάτων συνεχούς λειτουργίας (συγκέντρωση MLSS, ηλικία ιλύος). Όταν η εναλλαγή των φάσεων λειτουργίας είναι αυτοματοποιημένη τότε απαιτείται ελάχιστη απασχόληση προσωπικού.

Το γεγονός ότι τα συστήματα αυτά δεν απαιτούν ξεχωριστές δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης και απονιτροποίησης (και επομένως και τον Η/Μ εξοπλισμό που εγκαθίσταται σε αυτές), μειώνει σημαντικά τις απαιτήσεις επιφάνειας εγκατάστασης, το κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος.

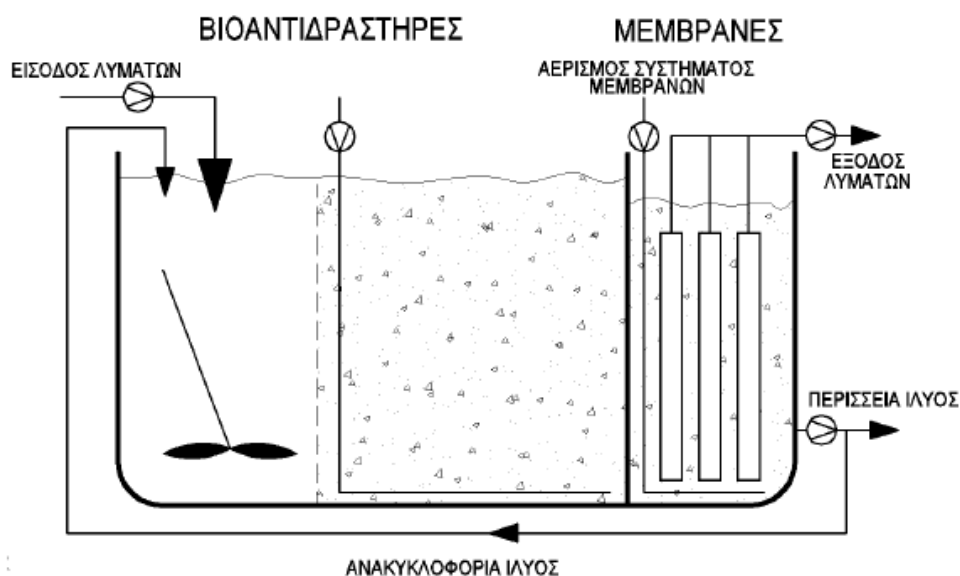
Στα μειονεκτήματα των συστημάτων SBR περιλαμβάνονται:

- η περιορισμένη δυνατότητα ρύθμισης της ηλικίας ιλύος (σε υψηλότερες τιμές) διότι η απαιτούμενη αύξηση των MLSS μειώνει την απόδοση της διαύγασης κατά τη φάση ηρεμίας
- η απαίτηση εξειδικευμένου εξοπλισμού ελέγχου και αυτοματισμού σε πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα
- η κατασκευή μονάδας τριτοβάθμιας επεξεργασίας όταν οι απαιτήσεις εκροής είναι υψηλές
- η κατασκευή δεξαμενής εξισορρόπησης παροχών

Τα συστήματα SBR έχουν εφαρμοστεί ευρέως στην επεξεργασία των στραγγιδίων που παράγονται στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Παρ' όλη την επιτυχημένη εφαρμογή τους στην επεξεργασία αστικών λυμάτων, στην περίπτωση των στραγγισμάτων η απόδοση της επεξεργασίας περιορίζεται λόγω των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών αυτού του είδους των αποβλήτων και των σημαντικών μεταβολών της ποιότητας και της παροχής τους. Η απόδοση απομάκρυνσης για το COD, BOD<sub>5</sub> και NH<sub>4</sub>-N κυμαίνεται στο 40-50%, 70-80% και 60-70% αντίστοιχα.

#### **4.3.3 Βιοαντιδραστήρας μεμβρανών με βυθιζόμενες μεμβράνες (S-MBR)**

Το σύστημα βιοαντιδραστήρων μεμβρανών (MBR) αποτελεί σχετικά πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της επεξεργασίας λυμάτων. Η μέθοδος αυτή, ουσιαστικά, αποτελεί συνδυασμό της κλασσικής και ευρέως διαδεδομένης μεθόδου ενεργού ιλύος με την διύλιση (υπερδιύλιση UF), καταργώντας έτσι την χρήση δεξαμενών τελικής καθίζησης ως μέσο διαύγασης της τελικής εκροής και συμπύκνωσης της παραγόμενης ιλύος. Η καινοτομία της μεθόδου έγκειται στη χρήση ειδικών μεμβρανών νέας τεχνολογίας, οι οποίες βρίσκονται βυθισμένες στο ανάμικτο υγρό (submerged ή immersed MBR) και μέσω των οποίων διακινούνται τα υγρά. Το σύστημα iMBR εφαρμόζει σε γενικές γραμμές τις αρχές λειτουργίας ενός τυπικού συστήματος ενεργού ιλύος με τη διαφορά ότι οι συγκεντρώσεις ανάμικτου υγρού κυμαίνονται από 8 έως 12 kg/m<sup>3</sup> ενώ η ηλικία της λάσπης διαμορφώνεται στις 30-60 μέρες, ελαχιστοποιώντας τον υδραυλικό χρόνο παραμονής και την πλεονάζουσα ιλύ, η οποία προκύπτει πλήρως σταθεροποιημένη. Βασική παράμετρος σχεδιασμού του συστήματος αποτελεί η φόρτιση των μεμβρανών η οποία για στραγγίδια ΧΥΤΑ δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 25 L/m<sup>2</sup>·h.



**Εικόνα 2: Διάταξη MBR με βυθιζόμενες μεμβράνες (S-MBR)**

Οι δεξαμενές τελικής καθίζησης αντικαθίστανται από μονάδες διύλισης μέσω μεμβρανών (τύπου UF) με πόρους έως 0,01  $\mu\text{m}$ . Η ανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος γίνεται με ταχείς ρυθμούς της τάξης των 5Q (όπου Q η παροχή σχεδιασμού) σε αντίθεση με τα κλασσικά συστήματα ενεργού ιλύος που η ανακυκλοφορία παίρνει τιμές έως 1,5Q.

Η υψηλή συγκέντρωση της βιομάζας στο βιολογικό αντιδραστήρα, έχει ως συνέπεια την επίτευξη πλήρους διάσπασης της οργανικής ύλης και την υψηλού βαθμού νιτροποίηση του οργανικού και αμμωνιακού αζώτου. Η τελική εκροή από το σύστημα είναι υψηλής ποιότητας με σχεδόν μηδενική συγκέντρωση στερεών. Για το λόγο αυτό η τεχνολογία S-MBR εφαρμόζεται όταν η τελική διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται σε ευαίσθητους αποδέκτες ή όταν αυτά επαναχρησιμοποιούνται για αρδευτικούς σκοπούς.

Λειτουργικά, τα συστήματα S-MBR λύνουν όλα τα προβλήματα που σχετίζονται με την καθιζησιμότητα της ιλύος μειώνοντας παράλληλα και τις απαιτήσεις επίβλεψης. Λόγω της υψηλής συγκέντρωσης βιομάζας, απαιτούν μικρούς όγκους και επομένως μικρές επιφάνειες εγκατάστασης. Δεδομένου ότι ο βιοαντιδραστήρας λειτουργεί κάτω από συνθήκες έντονης βιοδιάσπασης της οργανικής ύλης, η πλεονάζουσα ιλύς είναι ποσοτικά πάρα πολύ λίγη σε σχέση με την κλασσική μονάδα ενεργού ιλύος και σημαντικά περιορισμένη σε σχέση με τον παρατεταμένο αερισμό.

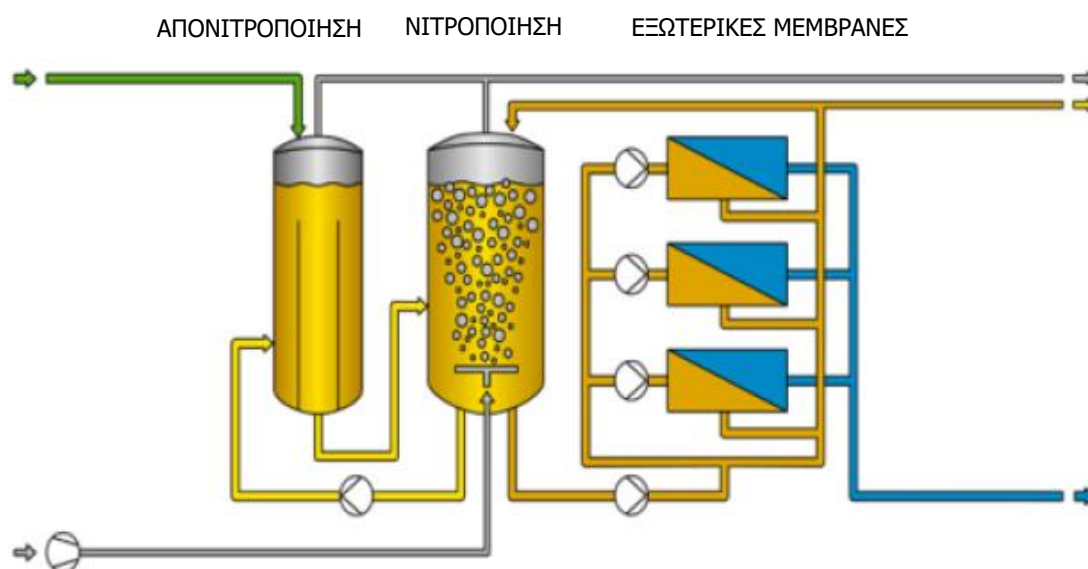
Το κυριότερο μειονέκτημα των συστημάτων S-MBR είναι το αυξημένο πάγιο κόστος των μεμβρανών καθώς και το αυξημένο λειτουργικό κόστος λόγω της απαίτησης αντικατάστασης των μεμβρανών μετά από κάποιο χρόνο λειτουργίας.

Το πρόβλημα της έμφραξης των μεμβρανών χρήζει προσοχής καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αστοχία της εγκατάστασης και αντιμετωπίζεται τόσο με την βελτιωμένη ποιότητα μεμβρανών όσο και με την κατάλληλη προεπεξεργασία των λυμάτων. Ως τέτοια νοείται ο αερισμός και η λεπτοεσχάρωση (1-3 mm) των εισερχόμενων λυμάτων. Ο καθαρισμός των μεμβρανών επιτυγχάνεται μέσω αερισμού (scouring) ή με αντίστροφη έκπλυση και κατά τακτά χρονικά διαστήματα με χρήση χημικών διαλυμάτων (υποχλωριώδες νάτριο και κιτρικό οξύ). Ο αναμενόμενος μέσος χρόνος ζωής μιας τέτοιας μεμβράνης κυμαίνεται από 5-10 χρόνια, γεγονός που εξαρτάται από την ποιότητα των εισερχόμενων λυμάτων, την ποιότητα της μεμβράνης και την μέθοδο προεπεξεργασίας.

Η λειτουργία των συστημάτων S-MBR απαιτεί την κατά το δυνατόν σταθερή παροχή κι επομένως η κατασκευή δεξαμενής εξισορρόπησης παροχών είναι απαραίτητη.

#### **4.3.4 Βιοαντιδραστήρας μεμβρανών με εξωτερικές μεμβράνες (R-MBR)**

Το σύστημα ανήκει στην κατηγορία των MBR και είναι αυτό που επιλέγεται ευρέως για τη βιολογική επεξεργασία «δύσκολων» βιομηχανικών αποβλήτων και στραγγιδίων ΧΥ-ΤΑ. Η βασικότερη διαφορά του από το S-MBR είναι ότι οι μεμβράνες τοποθετούνται εκτός του βιοαντιδραστήρα (sidestream), μέσα σε δοχεία πίεσεως.



**Εικόνα 3: Διάταξη MBR με εξωτερικές μεμβράνες (R-MBR)**

Οι μεμβράνες διαχωρισμού είναι «σωληνοειδείς» (tubular) και η τροφοδοσία τους γίνεται με χρήση εξωτερικής αντλίας. Η φίλτρωση που εφαρμόζεται είναι τύπου «cross flow» κι επομένως υπάρχει συνεχώς ένα ρεύμα παραπροϊόντος (ιλύς), το οποίο επιστρέφει στον βιοαντιδραστήρα. Από το ίδιο ρεύμα είναι δυνατόν να γίνει και η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος.

Δύο είναι τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας. Πρώτον επιτρέπει

την εφαρμογή υψηλών φορτίσεων στις μεμβράνες, γεγονός που μειώνει την απαιτούμενη επιφάνειά τους άρα και το πλήθος τους. Για επεξεργασία στραγγιδίων ΧΥΤΑ, η φόρτιση σχεδιασμού λαμβάνεται  $60 - 90 \text{ L/m}^2 \cdot \text{h}$  δηλαδή 2,5 - 3,0 φορές μεγαλύτερη από αυτή των S-MBR. Δεύτερον, ο ρυθμός έμφραξης (fouling rate) των μεμβρανών είναι ιδιαίτερα χαμηλός με αποτέλεσμα η παραγωγή να παραμένει σταθερά υψηλή ενώ η χρήση χημικών για τον καθαρισμό τους να περιορίζεται σημαντικά. Αυτό οφείλεται στην επίτευξη μιας ταχύτητας ροής 2-4 m/s γύρω από τις μεμβράνες, η οποία είναι ικανή να παρασύρει τις επικαθίσεις (cake layer) και να διατηρεί την επιφάνειά τους καθαρή.

Η συγκέντρωση των MLSS στα R-MBR κυμαίνεται στα  $15 - 25 \text{ g/m}^3$  (διπλάσια από αυτή των S-MBR) και η επιφάνεια του βιοαντιδραστήρα είναι μειωμένη. Απαιτούν όμως ξεχωριστό στεγασμένο χώρο (συνήθως container) για την εγκατάσταση των μεμβρανών.

#### ***4.3.5 Λειτουργικό – επενδυτικό κόστος συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας***

##### ***4.3.5.1 Λειτουργικό κόστος***

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται συγκεντρωτικά το μηνιαίο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης για τα τρία σενάρια βιολογικής επεξεργασίας και για εισερχόμενη παροχή  $400 \text{ m}^3/\text{d}$ . Στους υπολογισμούς δεν ελήφθη υπόψη το εργατικό κόστος λαμβάνοντας υπόψη ότι η Υπηρεσία διαθέτει ήδη προσωπικό για τη λειτουργία της υφιστάμενης μονάδας ενώ η ίδια θα καθορίσει πως θα ανακατανεμηθεί το προσωπικό αυτό και σε πόσες βάρδιες. Κάθε σενάριο συνοδεύεται από παρατηρήσεις οι οποίες ελήφθησαν υπόψη στους υπολογισμούς. Όλα τα κόστη νοούνται χωρίς Φ.Π.Α.



<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΕΣ (Σύστημα SBR) - Q=400 m<sup>3</sup>/d</b>					
<b>A/A</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΤ.</b>	<b>ΜΟΝ. ΚΟ- ΣΤΟΣ</b>	<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟ- ΣΤΟΣ</b>
				<b>€/Μονάδα</b>	<b>€</b>
<b>1</b>	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	kWh	121.196	0,11	13.331,5
<b>2</b>	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ				5.742,0
<b>3</b>	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ				
<b>4</b>	ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ (θέρμανση, εργαστήριο, κλπ.)		1	200	200,0
<b>5</b>	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ		1	1.000	1.000,0
	<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (€):</b>	<b>20.273,6</b>			
	<b>(€/m<sup>3</sup>):</b>	<b>1,69</b>			

Παρατηρήσεις:

1. Ο πίνακας κατανάλωσης ενέργειας δεν περιλαμβάνει την ανακυκλοφορία του συμπυκνώματος και το σύστημα αντίστροφης όσμωσης
2. Το κόστος χημικών δεν περιλαμβάνει τα χημικά του συστήματος αντίστροφης όσμωσης
3. Το κόστος συντήρησης εξοπλισμού δεν περιλαμβάνει το σύστημα αντίστροφης όσμωσης
4. Υποχρεωτικά το σύστημα αντίστροφης όσμωσης θα πρέπει να περιλαμβάνει διάταξη προεπεξεργασίας των υγρών (φίλτρα θολότητας με χρήση κροκιδωτικών). Για το λόγο αυτό το CAPEX της αντίστροφης όσμωσης θα είναι αυξημένο. Ακόμα πιο αυξημένο θα είναι το OPEX της αντίστροφης όσμωσης λόγω της απαίτησης για συχνότερη αλλαγή μεμβρανών.

<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΕΣ (Σύστημα S-MBR με βυθιζόμενες μεμβράνες) - Q=400 m<sup>3</sup>/d</b>					
<b>A/A</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΤ.</b>	<b>ΜΟΝ. ΚΟ- ΣΤΟΣ</b>	<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟ- ΣΤΟΣ</b>
				<b>€/Μονάδα</b>	<b>€</b>
<b>1</b>	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	kWh	232.045	0,11	25.525,0
<b>2</b>	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ				5.951,3
<b>3</b>	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ				
<b>4</b>	ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ (θέρμανση, εργαστήριο, κλπ.)		1	200	200,0
<b>5</b>	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΜ-ΒΡΑΝΩΝ (5 έτη)		1	3.000	3.000,0
<b>6</b>	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙ-ΣΜΟΥ		1	2.800	2.800,0
	<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (€):</b>	<b>37.476,3</b>			
	<b>(€/m<sup>3</sup>):</b>	<b>3,12</b>			

Παρατηρήσεις:

1. Ο πίνακας κατανάλωσης ενέργειας δεν περιλαμβάνει την ανακυκλοφορία του συμπυκνώματος και το σύστημα αντίστροφης όσμωσης
2. Το κόστος χημικών δεν περιλαμβάνει τα χημικά του συστήματος αντίστροφης όσμωσης
3. Το κόστος συντήρησης εξοπλισμού δεν περιλαμβάνει το σύστημα αντίστροφης όσμωσης
4. Το OPEX της αντίστροφης όσμωσης θα είναι σημαντικά μειωμένο λόγω της άριστης ποιότητας εκροής από το MBR (αντικατάσταση μεμβρανών σε πιο αραιά διαστήματα).

<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΕΣ (Σύστημα R-MBR με εξωτερικές μεμβράνες) - Q=400 m<sup>3</sup>/d</b>					
<b>A/A</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΜΟΝΑΔΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΤ.</b>	<b>ΜΟΝ. ΚΟ- ΣΤΟΣ</b>	<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ</b>
				<b>€/Μονάδα</b>	<b>€</b>
<b>1</b>	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	kWh	161.100	0,11	17.721,0
<b>2</b>	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ				4.850,0
<b>3</b>	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ				
<b>4</b>	ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ (θέρμανση, εργαστήριο, κλπ.)		1	200	200,0
<b>5</b>	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΜ-ΒΡΑΝΩΝ (5 έτη)		1	2.250	2.250,0
<b>6</b>	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙ-ΣΜΟΥ		1	2.500	2.500,0
	<b>ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ (€):</b>	<b>27.521,0</b>			
	<b>(€/m<sup>3</sup>):</b>	<b>2,29</b>			

Παρατηρήσεις:

1. Ο πίνακας κατανάλωσης ενέργειας δεν περιλαμβάνει την ανακυκλοφορία του συμπυκνώματος και το σύστημα αντίστροφης όσμωσης
2. Το κόστος χημικών δεν περιλαμβάνει τα χημικά του συστήματος αντίστροφης όσμωσης
3. Το κόστος συντήρησης εξοπλισμού δεν περιλαμβάνει το σύστημα αντίστροφης όσμωσης
4. Το OPEX της αντίστροφης όσμωσης θα είναι σημαντικά μειωμένο λόγω της άριστης ποιότητας εκροής από το MBR (αντικατάσταση μεμβρανών σε πιο αραιά διαστήματα)

#### 4.3.5.2 Επενδυτικό κόστος

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται εκτίμηση του συνολικού επενδυτικού κόστους για κάθε σενάριο βιολογικής επεξεργασίας. Διευκρινίζεται ότι το κόστος είναι συνολικό δηλαδή περιλαμβάνεται σε αυτό εργολαβικό όφελος, απρόβλεπτα, αναθεώρηση και Φ.Π.Α. 24% και αναφέρεται σε πλήρη μονάδα επέκτασης (με μονάδα αντίστροφης όσμωσης δυναμικότητας 200 m<sup>3</sup>/d και μονάδα αφυδάτωσης)

ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	Συνολικό Κόστος (€)
<b>SBR</b>	2.600.000 - 3.200.200
<b>R-MBR (side stream)</b>	4.650.000 - 5.100.000
<b>S-MBR (εμβυπτιζόμενο)</b>	3.200.000 - 3.800.000

#### 4.3.6 Επιλεγόμενο σύστημα βιολογικής επεξεργασίας

Τα συστήματα SBR και MBR χρησιμοποιούνται ευρέως για την βιολογική επεξεργασία στραγγιδίων από ΧΥΤΑ. Σε πολλές χώρες τα MBR έχουν αντικαταστήσει τα SBR λόγω της υψηλής τους απόδοσης επεξεργασίας. Στην Ελλάδα δεν υπάρχει προς το παρόν αξιόλογη εμπειρία από λειτουργία τέτοιων συστημάτων.

Η βασική διαφοροποίηση των δύο συστημάτων είναι η χρήση μεμβρανών στη βιολογική διεργασία, η οποία βελτιώνει σημαντικά την απόδοση επεξεργασίας. Σε σύγκριση με τα συστήματα SBR, τα MBR έχουν κατά 25-40% καλύτερη απόδοση στη μείωση BOD<sub>5</sub>, COD, NH<sub>3</sub> και TN. Αυτό οφείλεται στη δυνατότητα των MBR να λειτουργούν σε υψηλότερες ηλικίες ιλύος και MLVSS. Οι υψηλές συγκεντρώσεις βιομάζας στα MBR ευνοούν την κατανάλωση ακόμα και των αργά βιοδιασπώμενων οργανικών ενώσεων. Επιπλέον οι πολύ μικροί πόροι των μεμβρανών συγκρατούν εντός του βιολογικού αντιδραστήρα τις μεγαλομοριακές ενώσεις που δεν έχουν διασπαστεί ενώ η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στην τελική εκροή είναι σχεδόν μηδενική.

Στα συστήματα SBR δεν επιτρέπονται υψηλές συγκεντρώσεις βιομάζας (και επομένως υψηλές ηλικίες ιλύος) διότι επηρεάζουν αρνητικά τη διεργασία της διαύγασης κατά τη

φάση ηρεμίας (διαφυγή στερεών). Όταν απαιτείται υψηλή ποιότητα εκροής τότε συνο-  
δεύονται από συστήματα αντίστροφης όσμωσης, τα οποία απαιτούν την ύπαρξη προ-  
κατεργασίας ανάντη των μεμβρανών, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης αιωρούμενων  
στερεών. Αντιθέτως τα συστήματα MBR παράγουν εκροή με χαμηλή συγκέντρωση  
στερεών ( $<5 \text{ mg/L}$ ), η οποία μπορεί να οδηγηθεί απευθείας στο σύστημα RO αφού  
διέλθει από διάταξη φίλτρανσης με φυσίγγια και όχι από φίλτρα άμμου. Επίσης, η άρι-  
στη ποιότητα εκροής των MBR εξασφαλίζει μεγαλύτερο βαθμό ανάκτησης στο RO και  
μακροζωία των μεμβρανών, γεγονός που μειώνει και το λειτουργικό κόστος.

Από τους πίνακες του λειτουργικού κόστους φαίνεται πως η ευθέως φθηνότερη λει-  
τουργικά λύση, είναι αυτή του SBR, με δεύτερη το R-MBR και τρίτη το S-MBR. Σημειώ-  
νεται όμως ότι η διαφορά SBR και R-MBR μειώνεται σημαντικά, λόγω του ότι στη δεύ-  
τερη περίπτωση μειώνεται το κόστος λειτουργίας της αντίστροφης όσμωσης που ακο-  
λουθεί, ενώ αντίθετα τα προβλήματα και το κόστος λειτουργίας αυξάνονται στην περι-  
πτωση του SBR. Επιπλέον το R-MBR σε σχέση με το S-MBR απαιτεί μικρότερους όγκους  
δεξαμενών, μικρότερη επιφάνεια μεμβρανών, πιο αραιούς χημικούς καθαρισμούς και  
λειτουργεί το ίδιο αποτελεσματικά σε μεγάλο εύρος MLSS.

Με βάση τα παραπάνω, η επιλεγόμενη λύση για το σύστημα βιολογικής επεξεργασίας  
της επέκτασης της Ε.Ε.Σ. Μαυροράχης είναι το σύστημα R-MBR.

#### **4.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Ανακεφαλαιώνοντας, η επέκταση της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Στραγγιδίων του Χ.Υ.Τ.Α. Μαυροράχης, θα περιλαμβάνει τα εξής:

- Δεξαμενή εξισορρόπησης – Α/Σ τροφοδοσίας βιολογικής επεξεργασίας
  - Συλλογή – αποθήκευση των παραγόμενων στραγγιδίων από τα κύτταρα 3 και 4
  - Μεταφορά των στραγγιδίων στη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας
- Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας (δυναμικότητα 400 m<sup>3</sup>/d)
  - Μεριστής παροχής - Δύο γραμμές βιολογικής επεξεργασίας
  - Δεξαμενές προαπονιτροποίησης με λειτουργία υπό ανοξικές συνθήκες
  - Δεξαμενές αερισμού – νιτροποίησης με αερισμό τύπου υποβρύχιας διάχυσης
- Μονάδα υπερδιήθησης (UF) (δυναμικότητα 400 m<sup>3</sup>/d)
  - Διαχωρισμός των επεξεργασμένων υγρών σε συστοιχίες μεμβρανών που βρίσκονται εκτός των δεξαμενών αερισμού (δυναμικότητα 400 m<sup>3</sup>/d)
  - Αντλίες τροφοδοσίας – ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού
  - Αντλίες περισσείας ιλύος
- Μονάδα αντίστροφης όσμωσης (RO) (δυναμικότητα 200 m<sup>3</sup>/d)
  - Απομάκρυνση διαλυμένων στερεών και υπολειπόμενου οργανικού φορτίου
  - Θα λειτουργήσει μαζί με την υπό προμήθεια εγκατάσταση RO
- Μονάδα επεξεργασίας ιλύος
  - Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος
  - Μονάδα αφυδάτωσης ιλύος με χρήση φυγοκέντρου
- Βοηθητικά κτίρια
- Αυτοματισμοί και διανομή ισχύος
- Έργα υποδομής

## 5. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ

### 5.1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ – Α/Σ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡ- ΓΑΣΙΑΣ

#### 5.1.1 Δεξαμενή εξισορρόπησης

Η δεξαμενή εξισορρόπησης δέχεται τα στραγγίδια από τα κύτταρα 3 και 4 του ΧΥΤΑ καθώς και τα προσωρινά αποθηκευμένα στραγγίδια της λιμνοδεξαμενής (lagoon). Η δεξαμενή αποτελείται από τρία ισοδύναμα διαμερίσματα με ενεργό όγκο  $525 \text{ m}^3$  το καθένα. Επομένως ο συνολικός αποθηκευτικός της χώρος είναι  $1.575 \text{ m}^3$ , ο οποίος παρέχει αποθηκευτική ικανότητα 3,9 ημερών για την παραγωγή στραγγιδίων με βάση τη βροχόπτωση του δυσμενέστερου μήνα της 20ετίας.

Η δεξαμενή είναι ανοικτή, κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα κι έχει συνολικές διαστάσεις  $31,60 \times 10,80 \times 6,00 \text{ m}$  (ΜxΠxΥ) με μέγιστη στάθμη υγρών 5,25 m. Κάθε διαμέρισμα έχει καθαρή επιφάνεια  $10,00 \times 10,00 \text{ m}$  (ΜxΠ). Η επικοινωνία των διαμερισμάτων γίνεται διαμέσου στατικού υπερχειλιστή πλάτους 1,0 m (σε περίπτωση αυξημένης παραγωγής στραγγιδίων). Στο τρίτο διαμέρισμα τοποθετείται αγωγός υπερχείλισης HDPE Ø200, απ' όπου τα στραγγίδια οδηγούνται με βαρύτητα στη λιμνοδεξαμενή αποθήκευσης.

Για την επαρκή ανάμιξη των στραγγισμάτων και την αποφυγή επικαθίσεων στο πρώτο διαμέρισμα, τοποθετείται ένας (1) υποβρύχιος αναδευτήρας εγκατεστημένης ισχύος 3,7 kW, εξοπλισμένος με σύστημα ανέλκυσης για την αφαίρεση και συντήρησή του. Ο αναδευτήρας είναι υποβρύχιος, οριζόντιου άξονα. Η πτερωτή του είναι ειδικού τύπου, κατασκευασμένη από ειδικό ανοξείδωτο χάλυβα.

Επιπλέον το πρώτο διαμέρισμα εξοπλίζεται με διάταξη προαερισμού των στραγγιδίων (έγχυση αέρα) τύπου jet aerator με δυναμικότητα παροχής αέρα ίση με  $550 \text{ Nm}^3/\text{h}$ . Η διάταξη περιλαμβάνει υποβρύχια αντλία, εγκατεστημένης ισχύος 15,0 kW καθώς και ανοξείδωτους σωλήνες αναρρόφησης και έγχυσης αέρα.

Στα σημεία τοποθέτησης του παραπάνω Η/Μ εξοπλισμού υπάρχει πρόσβαση μέσω κλί-  
μακας και σταθερής πλατφόρμας. Άνωθεν του εξοπλισμού τοποθετείται μηχανισμός α-  
νέλκυσης – καθέλκυσης. Η απομάκρυνση του εξοπλισμού για συντήρηση είναι δυνατή  
χωρίς την εκκένωση του διαμερίσματος.

### **5.1.2 Α/Σ τροφοδοσίας βιολογικής επεξεργασίας**

Εντός του πρώτου διαμερίσματος της δεξαμενής εξισορρόπησης εγκαθίσταται το Α/Σ  
τροφοδοσίας βιολογικής επεξεργασίας το οποίο αποτελείται από δύο (2) αντλίες εκ των  
οποίων η μία είναι εφεδρική, με δυναμικότητα 20 m<sup>3</sup>/h στα 7,6 m η καθεμία. Οι αντλίες  
τοποθετούνται εντός φρεατίου, υποβαθμισμένου σε σχέση με τον υπόλοιπο πυθμένα,  
ώστε σε περιπτώσεις που απαιτείται εκκένωση της δεξαμενής, αυτό να γίνεται με τον  
πλέον ευχερέστερο τρόπο. Κάθε αντλία τοποθετείται επί κατάλληλου πέλματος επικαθί-  
σεως που στερεώνεται στο σκυρόδεμα του πυθμένα του υγρού θαλάμου και περιλαμ-  
βάνει την φλάντζα με τον καταθλιπτικό αγωγό και κατάλληλο κατακόρυφο οδηγό ανέλ-  
κυσης - καθέλκυσης εκάστης αντλίας, κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα AISI  
304. Επίσης κάθε αντλία φέρει καταθλιπτικό αγωγό AISI 304 DN 80 (στη συνέχεια  
HDPE Ø90), ο οποίος οδηγεί τα υγρά στη βιολογική επεξεργασία.

Οι αντλίες φέρουν σύστημα αυτοματισμού εναλλαγής της λειτουργίας τους για την ο-  
μοιόμορφη φθορά τους καθώς και inverter για την ακριβή ρύθμιση της παροχής τους.  
Η λειτουργία τους ελέγχεται μέσω διακοπών στάθμης. Η κατάσταση λειτουργίας των  
αντλιών καθώς και η στάθμη του Α/Σ απεικονίζεται στο κέντρο ελέγχου της εγκατάστα-  
σης.



## **5.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ**

### **5.2.1 Γενικά**

Το σύστημα της βιολογικής επεξεργασίας που εφαρμόζεται είναι αυτό της ενεργού ιλύος με ταυτόχρονη σταθεροποίηση της βιολογικής ιλύος και προχωρημένη νιτροποίηση και απονιτροποίηση, ενώ ο διαχωρισμός ιλύος – επεξεργασμένων γίνεται σε σύστημα εξωτερικών μεμβρανών (R-MBR). Στη βιολογική επεξεργασία γίνεται προσθήκη θρεπτικών και εξωτερικής πηγής άνθρακα.

Κατασκευάζονται δύο παράλληλες και ισοδύναμες γραμμές επεξεργασίας.

### **5.2.2 Μεριστής παροχής**

Ο αγωγός των αντλιών τροφοδοσίας της βιολογικής επεξεργασίας καταλήγει στο φρεάτιο μερισμού. Το φρεάτιο είναι ορθογωνικό, αποτελεί ενιαίο δομικό σύνολο με την μονάδα βιολογικής επεξεργασίας κι έχει εσωτερικές διαστάσεις 1,50x4,40x1,40 m. Διαθέτει δύο υπερχειλιστές με θυροφράγματα πλάτους 0,70 m (ένα για κάθε γραμμή βιολογικής επεξεργασίας). Η επιφάνεια του φρεατίου καλύπτεται με εσχαρωτό δάπεδο.

Στο φρεάτιο καταλήγει και ο αγωγός ανακυκλοφορίας της ιλύος (AISI 304 DN 200), από τη διάταξη των μεμβρανών διαχωρισμού. Επίσης εντός του φρεατίου γίνεται η προσθήκη των απαραίτητων χημικών για τη βιολογική επεξεργασία (φωσφορικό οξύ ως θρεπτικό συστατικό και γλυκερόλη ως εξωτερική πηγή άνθρακα)

### **5.2.3 Δεξαμενές απονιτροποίησης**

Τα στραγγίσματα από το φρεάτιο μερισμού εισέρχονται στις δεξαμενές απονιτροποίησης όπου υπό ανοξικές συνθήκες και με την προσθήκη γλυκερόλης, τα νιτρικά ιόντα μετατρέπονται σε αέριο άζωτο.

Κατασκευάζονται δύο (2) δεξαμενές από οπλισμένο σκυρόδεμα, ενεργού όγκου 400 m<sup>3</sup> η καθεμία. Κάθε δεξαμενή έχει εσωτερικές διαστάσεις 10,00 x 8,00 x 5,70 μ (ύψος) m με βάθος υγρού 5,00 m. Σε κάθε δεξαμενή εγκαθίστανται δύο (2) υποβρύχιοι αναδευτήρες με ισχύ 2,0 kW ο καθένας.

Η μεταφορά των υγρών στις δεξαμενές αερισμού που ακολουθούν γίνεται διαμέσου

υποβρύχιων οπών με διαστάσεις 1,00x1,00 m

#### **5.2.4 Δεξαμενές αερισμού – νιτροποίησης**

Κάθε μία από τις δύο γραμμές περιλαμβάνει μία δεξαμενή αερισμού όγκου 1.600 m<sup>3</sup>, διαστάσεων 32,00 x 10,00 x 5,70 m (ύψος), με βάθος υγρού 5,00 m. Το σύστημα αερισμού που επιλέγεται είναι η υποβρύχια διάχυση αέρα με σύστημα φυσητήρων και διαχυτήρων λεπτής φυσαλίδας που εγκαθίστανται σε όλη την επιφάνεια του πυθμένα του αερισμού (ολική διάστρωση).

Ο απαιτούμενος αέρας παρέχεται από έξι (6) φυσητήρες, (τέσσερις σε λειτουργία και δύο εφεδρικοί), δυναμικότητας 550 Nm<sup>3</sup>/h στα 550 mbar έκαστος, οι οποίοι εγκαθίστανται στο κτίριο φυσητήρων. Κάθε φυσητήρας διαθέτει φίλτρο αναρρόφησης, σιγαστήρες στην αναρρόφηση και στη κατάθλιψη, βαλβίδα ασφαλείας και βαλβίδα αντεπιστροφής και είναι ηχομονωμένος με κλωβό. Η λειτουργία τους ρυθμίζεται μέσω ρυθμιστή στροφών (inverter), σε συνεργασία με τους μετρητές διαλυμένου οξυγόνου.

Σε κάθε δεξαμενή νιτροποίησης εγκαθίστανται 720 διαχυτές λεπτής φυσαλίδας ελαστικής μεμβράνης. Εγκαθίσταται επίσης ένας μετρητής διαλυμένου οξυγόνου και ένας μετρητής αιωρούμενων στερεών, για τον έλεγχο της διεργασίας.

### 5.3 ΜΟΝΑΔΑ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ

Ο διαχωρισμός των επεξεργασμένων υγρών από τα αιωρούμενα στερεά του ανάμικτου υγρού γίνεται με χρήση μεμβρανών υπερδιήθησης (UF) οι οποίες τοποθετούνται εξωτερικά της δεξαμενής αερισμού (εντός container), με χρήση σωληνοειδών μεμβρανών (tubular membranes).

Η μονάδα περιλαμβάνει δύο παράλληλους και ισοδύναμους βρόγχους καθένας από τους οποίους περιέχει 5 στοιχεία μεμβρανών (συνολικά δέκα στοιχεία). Οι μεμβράνες έχουν διάμετρο 5,2 mm, διάμετρο πόρων 30 nm και είναι κατασκευασμένες από PVDF. Το ανάμικτο υγρό τροφοδοτείται στο εσωτερικό του σωλήνα της μεμβράνης και η διήθηση γίνεται από μέσα προς τα έξω. Οι μεμβράνες τοποθετούνται εντός μεμβρανοδοχείου κατασκευασμένο από PVC. Το μεμβρανοδοχείο έχει διαστάσεις 8" x 3,0 m (διάμετρος x μήκος), με στόμιο εισόδου Φ220 και στόμιο εξόδου (διήθημα) Φ75.

Η αντλία τροφοδοσίας της μονάδας (220 m<sup>3</sup>/h) παραλαμβάνει το ανάμικτο υγρό από την δεξαμενή αερισμού και το ανακυκλοφορεί συνεχώς προς το φρεάτιο μερισμού της βιολογικής επεξεργασίας. Από το συγκεκριμένο κύκλωμα ανακυκλοφορίας, το ανάμικτο υγρό παραλαμβάνεται (εντός του container UF) από τις δύο αντλίες ανακυκλοφορίας, οι οποίες τροφοδοτούν τους δύο παράλληλους βρόγχους υπερδιήθησης (UF loops). Οι αντλίες οδηγούν το υγρό εσωτερικά των σωληνοειδών μεμβρανών και το μεν διήθημα συλλέγεται εξωτερικά των σωλήνων (tubes) το δε συμπυκνωμένο μικτό υγρό επιστρέφει μέσω της γραμμής ανακυκλοφορίας της αντλίας τροφοδοσίας στη βιολογική επεξεργασία.

Κάθε βρόγχος υπερδιήθησης συνίσταται από συγκεκριμένο αριθμό στοιχείων μεμβρανών (5) συνδεδεμένων σε σειρά, ώστε να επιτυγχάνεται η αναγκαία συνολική επιφάνεια μεμβρανών. Λόγω της βεβαισμένης και ισχυρά τυρβώδους ροής μέσα από τις μεμβράνες, το σύστημα λειτουργεί με ιδιαίτερα μεγάλες συγκεντρώσεις MLSS, καθώς και με πολύ μεγάλες σχετικές παροχές διηθήματος (flux).

Κατά διαστήματα τα στοιχεία μεμβρανών απαιτείται να ξεπλένονται (washed-flushed) με διήθημα το οποίο αποθηκεύεται στην εντός του container, στη δεξαμενή έκπλυσης

και χημικών καθαρισμών (CIP & wash tank). Για το λόγο αυτό εγκαθίσταται μία αντλία έκπλυσης με δυναμικότητα  $120 \text{ m}^3/\text{h}$ . Σε σχετικά αραιά χρονικά διαστήματα (κάθε 6-10 εβδομάδες) απαιτείται επίσης χημικός καθαρισμός των μεμβρανών. Ο χημικός καθαρισμός γίνεται επίσης με την χρήση του ίδιου εξοπλισμού (wash pump και wash tank) που χρησιμοποιείται για την έκπλυση των μεμβρανών με την επιπλέον προσθήκη κατάλληλων χημικών καθαριστικών. Η διαδικασία είναι αυτόματη και ελεγχόμενη από το PLC της εγκατάστασης. Είναι δυνατόν να διενεργείται χημικός καθαρισμός στον έναν βρόγχο, ενώ ο άλλος βρίσκεται σε λειτουργία.

Λόγω της ανακυκλοφορίας εντός κλειστών βρόγχων ο χειριστής του συστήματος δεν έρχεται σε επαφή με το μικτό υγρό, ή aerosols, με προφανή οφέλη αναφορικά με την ασφάλειά του.

Τα διαυγασμένα υγρά οδηγούνται στην αντίστοιχη δεξαμενή αποθήκευσης με ενεργό όγκο  $250 \text{ m}^3$ . Στη δεξαμενή εγκαθίστανται δύο υποβρύχιες αντλίες τροφοδοσίας της νέας μονάδας αντίστροφης όσμωσης (η μία εφεδρική), με δυναμικότητα  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  στα 3,1 m η καθεμία. Εγκαθίστανται επίσης και οι δύο υφιστάμενες αντλίες οι οποίες μεταφέρουν τα υγρά στο υφιστάμενο σύστημα RO.

## **5.4 ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)**

### **5.4.1 Εισαγωγή**

Η τριτοβάθμια επεξεργασία των διαυγασμένων υγρών στηρίζεται στη μέθοδο της αντί-στροφης όσμωσης δύο σταδίων. Το σύστημα έχει δυναμικότητα 200 m<sup>3</sup>/d (τροφοδοσί-α) και περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

- Σύστημα προεπεξεργασίας που αποτελείται από:
  - 2 σακόφιλτρα για απομάκρυνση των μεγάλων σωματιδίων
  - δεξαμενή όγκου 3,00 m<sup>3</sup> για τη ρύθμιση του pH
  - φίλτρα φυσιγγίων πριν την είσοδο στην αντίστροφη όσμωση.
- Σύστημα αντίστροφης όσμωσης με χρήση μεμβρανών σπειροειδούς τύλιξης (1<sup>ο</sup> πέρασμα - 1<sup>st</sup> pass)
- Σύστημα μετεπεξεργασίας με αντίστροφη όσμωση με χρήση μεμβρανών σπειροειδούς τύλιξης (2<sup>ο</sup> πέρασμα - 2<sup>nd</sup> pass)

Η απόδοση απομάκρυνσης των διαλυμένων αλάτων θα είναι τουλάχιστον 99,5% και ο συνολικός βαθμός ανάκτησης τουλάχιστον 70%. Για την ομαλή και αυτόματη λειτουργία του συστήματος αντίστροφης όσμωσης προβλέπονται όλα τα απαραίτητα μετρητικά όργανα (πίεσης, θερμοκρασίας, παροχής, αγωγιμότητας, κ.λπ.). Το σύνολο του εξοπλισμού εγκαθίσταται σε δύο μεταλλικά εμπορευματοκιβώτια κατάλληλα τροποποιημένα

### **5.4.2 Σύστημα RO**

Τα διαυγασμένα υγρά οδηγούνται στην πλαστική δεξαμενή ρύθμισης του pH (εντός του container), όγκου 3 m<sup>3</sup>. Στη δεξαμενή προστίθεται με δοσομετρική αντλία (75 L/h στα 4 bar) θειικό οξύ ώστε η τιμή του pH να είναι μικρότερη του 7,0. Μία αντλία ανακυκλοφορίας (5,0 m<sup>3</sup>/h στα 15 m) καθώς και όργανα μέτρησης – ρύθμισης pH και αγωγιμότητας ρυθμίζουν τη διεργασία.

Η αντλία τροφοδοσίας του 1<sup>ου</sup> περάσματος παραλαμβάνει τα υγρά από τη δεξαμενή ρύθμισης pH και με σκοπό την απομάκρυνση των αιωρουμένων σωματιδίων, τα οδηγεί διαδοχικά σε δύο φίλτρα σακούλας και ένα φίλτρο φυσιγγίων 5 μm. Στη συνέχεια τα υγρά παραλαμβάνονται από την αντλία υψηλής πίεσης του 1<sup>ου</sup> περάσματος (9,5 m<sup>3</sup>/h

στα 80 bar) αφού προηγουμένως έχει γίνει προσθήκη αντικαθαλατωτικού χημικού για την αποφυγή ανόργανων επικαθίσεων (αλάτων) στις μεμβράνες. Η αντλία υψηλής πίεσης δημιουργεί την κατάλληλη πίεση ώστε τα διαλυτά συστατικά (οργανικά και ανόργανα) να απορριφθούν από τις μεμβράνες. Τα υγρά διαχωρίζονται σε δύο ρεύματα. Το μεν ρεύμα του συμπυκνώματος, όπου είναι συσσωρευμένοι οι περισσότεροι ρύποι της τροφοδοσίας, το δε ρεύμα του διηθήματος που οδεύει προς το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας. Το συμπύκνωμα οδηγείται σε παρακείμενο φρεάτιο κι από εκεί με αντλία στην υφιστάμενη δεξαμενή άλμης. Λόγω του κινδύνου έμφραξης των μεμβρανών, εγκαθίσταται αντλία ανακυκλοφορίας (45 m<sup>3</sup>/h στα 34,8 m) η οποία δημιουργεί συνεχώς αυξημένη ροή μέσω των μεμβρανών ώστε να επιτυγχάνεται ισχυρά τυρβώδης ροή.

Το διήθημα του 1<sup>ου</sup> σταδίου οδηγείται σε ενδιάμεση δεξαμενή (1,5 m<sup>3</sup>), παραλαμβάνεται από την αντλία τροφοδοσίας του 2<sup>ου</sup> σταδίου (8,2 m<sup>3</sup>/h στα 23 bar) και οδηγείται στις μεμβράνες του 2<sup>ου</sup> σταδίου. Το συμπύκνωμα από το 2<sup>ο</sup> στάδιο, λόγω της σχετικά καλής του ποιότητας, ανακυκλοφορεί στην δεξαμενή ρύθμισης του pH (ανάμιξη με το ρεύμα της τροφοδοσίας) ενώ το διήθημα οδηγείται στην δεξαμενή καθαρών. Το στάδιο αυτό διαθέτει επίσης αντλία ανακυκλοφορίας δυναμικότητας 18 m<sup>3</sup>/h στα 35 m. Όταν η ροή του καθαρού νερού είναι μειωμένη λόγω επικαθίσεων, πραγματοποιείται χημικός καθαρισμός των μεμβρανών με χρήση κατάλληλων χημικών διαλυμάτων.

Σε όλα τα προαναφερόμενα στάδια ενσωματώνεται βοηθητικός εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για τη λειτουργία της μονάδας (μεταδότες πίεσης, ροόμετρα, μανόμετρα, σταθμήμετρα, όργανα μέτρησης pH, θερμοκρασίας, αγωγιμότητας). Το υλικό κατασκευής των σωλήνων είναι PE, PVC και ανοξείδωτος χάλυβας. Το υλικό κατασκευής των αντλιών είναι ανοξείδωτος χάλυβας 316 L SS.

Η όλη διεργασία ελέγχεται αυτόματα με PLC, που περιλαμβάνει οθόνη αφής και πίνακα ελέγχου - χειρισμών.

### **5.4.3 Δεξαμενή αποθήκευσης άλμης**

Η άλμη της αντίστροφης όσμωσης καταλήγει σε δεξαμενή αποθήκευσής, διαστάσεων 10 μέτρων μήκους, 6,0 μέτρων πλάτους και βάθους 3,10 μέτρων εκ των οποίων τα

2,50 αποτελούν τον ενεργό βάθος. Ο ενεργός όγκος της δεξαμενής είναι 150m<sup>3</sup>. Η άλ-  
μη με την βοήθεια κατάλληλων αντλητικών συστημάτων ανακυκλοφορείται στην λεκά-  
νη του ΧΥΤΑ μέσω δύο αντλιών ελικοειδούς ρότορα θετικής εκτόπισης (Mohno pumps),  
με παροχή 3,5 m<sup>3</sup>/h στα 6 bar.

## **5.5 ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ**

### **5.5.1 Γενικά**

Η μονάδα επεξεργασίας ιλύος στεγάζεται στο αντίστοιχο κτίριο και σχεδιάζεται για την πλήρη επεξεργασία της περίσσειας ιλύος σε 5ήμερη εβδομαδιαία και 7ωρη ημερήσια λειτουργία.

### **5.5.2 Δεξαμενή ιλύος**

Πλησίον του κτιρίου αφυδάτωσης, κατασκευάζεται δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης ιλύος, στην οποία καταλήγει η περίσσεια ιλύος από το αντίστοιχο αντλιοστάσιο. Η δεξαμενή κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα κι έχει ενεργό όγκο 122 m<sup>3</sup>. Η τροφοδοσία της γίνεται από αγωγό Φ90. Για λόγους ασφαλείας διαθέτει αγωγό υπερχείλισης Φ160 σε απόσταση 0,30 m από τη στέψη της, ο οποίος καταλήγει στο Α/Σ στραγγιδίων. Η τροφοδοσία των αντλιών ιλύος γίνεται με αγωγό Φ200 που βρίσκεται στον πυθμένα της δεξαμενής. Η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με διακόπτη χαμηλής στάθμης για την παύση λειτουργίας των αντλιών ιλύος και διακόπτη υψηλής στάθμης για τη διακοπή της τροφοδοσίας της.

### **5.5.3 Μονάδα αφυδάτωσης ιλύος**

Η μεταφορά της περίσσειας ιλύος προς τη μονάδα αφυδάτωσης γίνεται με το αντίστοιχο Α/Σ, το οποίο είναι εγκατεστημένο εντός του κτιρίου αφυδάτωσης. Το Α/Σ αποτελείται από δύο αντλίες, εκ των οποίων η μία εφεδρική, δυναμικότητας 20,0 m<sup>3</sup>/h η καθεμία. Η δυναμικότητα των αντλιών υπολογίστηκε με δεδομένο την 5ήμερη εβδομαδιαία και 7ωρη ημερήσια λειτουργία της γραμμής επεξεργασίας ιλύος και με δεδομένο ότι στη δεξαμενή συγκέντρωσης δεν επιτυγχάνεται περαιτέρω συμπύκνωση της ιλύος.

Οι αντλίες είναι ελικοειδούς ρότορα, ρυθμιζόμενης παροχής μέσω μετατροπέα συχνότητας. Κάθε αντλία φέρει στον αγωγό τροφοδοσίας και εξόδου μαχαιρωτή δικλείδα. Η διάμετρος των αγωγών διακίνησης ιλύος είναι DN 80. Το υλικό κατασκευή των αγωγών είναι ανοξείδωτος χάλυβας. Η λειτουργία των αντλιών γίνεται με χρονοπρόγραμμα που υλοποιείται από το PLC. Η λειτουργία τους εναλλάσσεται αυτόματα για την ομοιόμορφη



φθορά τους.

Η αφυδάτωση της ιλύος γίνεται με χρήση φυγοκεντρικού διαχωριστή δυναμικότητας 20 m<sup>3</sup>/h. Ο φυγοκεντρικός διαχωριστήρας αποτελείται από ένα περιστρεφόμενο τύμπανο κυλινδρo-κωνικού σχήματος και έναν ατέρμονα κοχλία που θα περιστρέφεται εντός του τυμπάνου με την ίδια φορά αλλά με ελαφρώς λιγότερες στροφές. Με την περιστροφή του τυμπάνου, η ιλύς βρίσκεται υπό την επίδραση της φυγοκεντρικής δύναμης, με αποτέλεσμα τα συστατικά μέρη της να διαχωρίζονται ανάλογα με το ειδικό βάρος. Έτσι, τα στερεά συστατικά εξωθούνται προς την περιφέρεια του τυμπάνου, ενώ τα υγρά σχηματίζουν ομόκεντρους δακτυλίους.

Σε ειδικό τεμάχιο, στο άκρο του σωλήνα τροφοδοσίας, γίνεται η ανάμειξη της ιλύος με κατάλληλο διάλυμα πολυηλεκτρολύτη. Η αφυδατωμένη ιλύς έχει περιεκτικότητα σε στερεά τουλάχιστον 18%.

Η αφυδατωμένη ιλύς μεταφέρεται, μέσω κεκλιμένου κοχλία, δυναμικότητας 8,0 m<sup>3</sup>/h, εκτός του κτιρίου αφυδάτωσης σε παράπλευρο κλειστό υπόστεγο, όπου γίνεται η απ' ευθείας διάθεσή της σε ανοικτό μεταφερόμενο κάδο. Για την παρασκευή του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη εγκαθίσταται μία μονάδα προετοιμασίας δυναμικότητας 1.500 L/h. Η μονάδα είναι κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα, ενώ η διάταξη περιλαμβάνει χοάνη υποδοχής του υλικού, δοσομετρικό κοχλία της σκόνης και τμήμα διάλυσης - ωρίμανσης του διαλύματος, που αποτελείται από τρία διαμερίσματα εξοπλισμένα με κατακόρυφο αναδευτήρα. Η δοσομέτρηση του διαλύματος γίνεται με δύο δοσομετρικές αντλίες, (η μία εφεδρική), δυναμικότητας 400 - 1.900 L/h. Οι αντλίες είναι θετικής εκτόπισης και διαθέτουν ρύθμιση της παροχής τους.

Το σύνολο του εξοπλισμού της μονάδας επεξεργασίας ιλύος, εγκαθίσταται εντός κλειστού κτιρίου, με ωφέλιμη επιφάνεια 42 m<sup>2</sup> περίπου. Στο δάπεδο του κτιρίου προβλέπεται διάταξη συλλογής των στραγγισμάτων κάτω από το σύστημα αφυδάτωσης. Το κτίριο διαθέτει ανυψωτικό μηχανισμό σε μονοράγα για την απομάκρυνση των προς επίσκευή των βαρύτερων και μη αποσυναρμολογούμενων τεμαχίων του εξοπλισμού.

Τέλος το κτίριο αφυδάτωσης, το υπόστεγο και η δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος, καλύπτονται από σύστημα απόσμησης. Η δυναμικότητα του συστήματος είναι 2.000 m<sup>3</sup>/h κι

επαρκεί για την ανανέωση του αέρα των παραπάνω χώρων, με ρυθμό μεγαλύτερο από 8 φορές ανά ώρα.

## **5.6 Α/Σ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ**

Το αντλιοστάσιο κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα κι ο υγρός του θάλαμος έχει διαστάσεις 2,50x2,10x2,95 m. Το Α/Σ δέχεται τα στραγγίδια από τις επιμέρους μονάδες επεξεργασίας και τα οδηγεί στη δεξαμενή εξισορρόπησης. Ο ενεργός όγκος του Α/Σ είναι 5,0 m<sup>3</sup>.

Τοποθετούνται δύο υποβρύχιες αντλίες (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 20 m<sup>3</sup>/h στα 7,4 m η καθεμία. Οι αντλίες είναι υποβρύχιου τύπου και οι καταθλιπτικοί αγωγοί τους (συνδέονται σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό (AISI 304 DN 80). Κάθε καταθλιπτικός αγωγός προ της σύνδεσής του στον κοινό συλλέκτη, φέρει δικλείδα αντεπιστροφής και δικλείδα απομόνωσης, που βρίσκονται εγκατεστημένα σε παράπλευρο ανεξάρτητο ξηρό φρεάτιο δικλείδων. Όλοι οι εντός του αντλιοστασίου αγωγοί (βανοστάσιο, υγρός θάλαμος) είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Κάθε αντλία τοποθετείται επί κατάλληλου πέλματος επικαθίσεως που στερεώνεται στον πυθμένα του υγρού θαλάμου και περιλαμβάνει την φλάντζα με τον καταθλιπτικό αγωγό και κατάλληλο κατακόρυφο οδηγό ανέλκυσης - καθέλκυσης DN 50, κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα. Στην πλάκα του αντλιοστασίου υπάρχουν ανοίγματα πάνω από κάθε αντλία, με καλύμματα από λαμαρίνα.

## **5.7 ΚΤΙΡΙΟ ΦΥΣΗΤΗΡΩΝ**

Το κτίριο φυσητήρων κατασκευάζεται πλησίον της βιολογικής επεξεργασίας και έχει διαστάσεις 15,30x6,90x4,20 m. Σε αυτό εγκαθίστανται οι έξι φυσητήρες αερισμού της βιολογικής επεξεργασίας. Όλοι οι φυσητήρες φέρουν ηχομονωτικό κάλυμμα.

Στην οροφή εγκαθίσταται ανυψωτικός μηχανισμός (μονοράγα και βαρούλκο) για τη μεταφορά των φυσητήρων. Επίσης υπάρχει η κατάλληλη ηχομόνωση έτσι ώστε η στάθμη θορύβου να μην υπερβαίνει τα 65 dBA σε απόσταση 1,00m από τον εξωτερικό τοίχο του κτιρίου όταν λειτουργούν όλοι οι φυσητήρες (τέσσερις), αλλά και τα 60db στα όρια του γηπέδου της ΕΕΛ.

Το κτίριο φέρει μηχανικό εξαερισμό, μέσω δύο αξονικών ανεμιστήρων και περσίδων για την τροφοδοσία του απαιτούμενου αέρα και την ψύξη του περιβάλλοντος χώρου.

## **5.8 ΚΤΙΡΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Στο Κτίριο Ενέργειας γίνεται ο υποβιβασμός της μέσης τάσης του δικτύου της ΔΕΗ σε χαμηλή τάση για την ηλεκτροδότηση της Εγκατάστασης. Το κτίριο του Υποσταθμού - Ηλεκτρικής Ενέργειας είναι μονώροφο και έχει συνολική επιφάνεια 65 m<sup>2</sup> περίπου. Στο κτίριο υπάρχουν οι παρακάτω ανεξάρτητοι χώροι για την εγκατάσταση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού:

- Χώρος πεδίου άφιξης και μέτρησης της ΔΕΗ.
- Χώρος Πίνακα Μέσης Τάσης.
- Χώρος Μετασχηματιστή.
- Χώρος Πίνακα χαμηλής τάσης.
- Χώρος τοποθέτησης ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους (H/Z)
- Χώρος αποθήκης

Το κτίριο τηρεί τις προδιαγραφές της Δ.Ε.Η.

## **5.9 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΈΡΓΑ – ΈΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

Στον χώρο των εγκαταστάσεων υπάρχει πλήρες εσωτερικό οδικό δίκτυο ασφαλτοστρωμένων δρόμων που εξασφαλίζει άνετη πρόσβαση σε όλες τις μονάδες. Όλοι οι εσωτερικοί δρόμοι είναι πλάτους 4 m. Περιμετρικά όλων των μονάδων και σε επικοινωνία

νία μεταξύ τους τοποθετούνται πλάκες πεζοδρομίου.

Για την αποστράγγιση του εσωτερικού χώρου της εγκατάστασης, το δίκτυο οδοποιίας και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου έχουν κλίσεις 1% ώστε να επιτρέπουν την επιφανειακή απορροή και συλλογή των ομβρίων υδάτων.

Περιμετρικά σε όλο το διαθέσιμο οικόπεδο, γίνεται περίφραξη με δικτυωτό συρματόπλεγμα από γαλβανισμένο σύρμα πάχους 2 mm και οπών 50 mm στερεούμενο ανά αποστάσεις 2.0 m περίπου, πάνω σε γαλβανισμένους ορθοστάτες.

Στην είσοδο της εγκατάστασης τοποθετείται δίφυλλη μεταλλική, συρόμενη πόρτα που κλειδώνει με ασφάλεια. Για το άνοιγμα της θύρας υπάρχει κατάλληλος σερβομηχανισμός. Για την κάλυψη των αναγκών σε πόσιμο νερό κατασκευάζεται πλήρες δίκτυο ύδρευσης. Για την εξοικονόμηση πόσιμου νερού κατασκευάζεται ξεχωριστό δίκτυο βιομηχανικού νερού. Το δίκτυο βιομηχανικού νερού διαστασιολογείται για να καλύψει κατ'ελάχιστον το σύνολο των παρακάτω παροχών:

- Παροχές έκπλυσης εξοπλισμού επεξεργασίας ιλύος
- Πλύση δεξαμενών και λοιπών χώρων ΕΕΣ
- Άρδευση του χώρου της ΕΕΛ
- Την λειτουργία πυροσβεστικών κρουών – δίκτυο πυρόσβεσης

## 6. ΥΓΙΕΙΝΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

### 6.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στα δεδομένα σχεδιασμού της εγκατάστασης περιλαμβάνονται:

1. Η ημερήσια παροχή στραγγιδίων στην είσοδο (υδραυλικό φορτίο)
2. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ανεπεξέργαστων στραγγιδίων (ρυπαντικό φορ-  
τίο)
3. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τελικής εκροής.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που παρουσιάζονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 3, τα  
χαρακτηριστικά των ανεπεξέργαστων στραγγιδίων είναι τα ακόλουθα:

**Πίνακας 25: Υδραυλικό – ρυπαντικό φορτίο ανεπεξέργαστων στραγγιδίων**

Παράμετρος	Μον. Μέτρησης	Τιμή
Ημερήσια παροχή	m <sup>3</sup> /h	400
BOD <sub>5</sub>	mg/L	10.000
COD	mg/L	16.000
NH <sub>4</sub> -N	mg/L	1.300
TN	mg/L	1.700
SS	mg/L	950

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της τελικής εκροής από την εγκατάσταση θα είναι σύμφω-  
να με την απόφαση 30/οικ. 2885/21-06-2010 (ΦΕΚ 1079/Β/15-7-2010) Νομάρχη Θεσ-  
σαλονίκης «περί των ειδικών όρων διάθεσης λυμάτων βιομηχανικών αποβλήτων σε φυ-  
σικούς αποδέκτες του Ν. Θεσσαλονίκης», για διάθεση των επεξεργασμένων υγρών α-  
ποβλήτων στο χείμαρρο Μπογδάνο.

**Πίνακας 26: Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων στραγγιδίων**

Παράμετρος	Μον. Μέτρησης	Τιμή
BOD <sub>5</sub>	mg/L	≤25
COD	mg/L	≤125

Παράμετρος	Μον. Μέτρησης	Τιμή
<b>Ολικό Άζωτο</b>	mg/L	≤15
<b>Αγωγιμότητα</b>	μS/cm	≤1.000
<b>SS</b>	mg/L	≤35

## 6.2 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

Η δεξαμενή εξισορρόπησης έχει συνολικό ενεργό όγκο 1.575 m<sup>3</sup> (3 διαμερίσματα x 525 m<sup>3</sup> ανά διαμέρισμα) και ο χρόνος παραμονής των στραγγιδίων στην παροχή σχεδιασμού είναι 3,9 ημέρες.

Στο πρώτο διαμέρισμα της δεξαμενής (διαμέρισμα τροφοδοσίας) εγκαθίσταται ο κάτωθι εξοπλισμός:

- Δύο (2) αντλίες τροφοδοσίας βιολογικής επεξεργασίας (η μία εφεδρική) με δυναμικότητα 20 m<sup>3</sup>/h στα 7,6 m η καθεμία.
- Μία (1) διάταξη προαερισμού των στραγγιδίων (έγχυση αέρα) τύπου jet aerator με δυναμικότητα παροχής αέρα ίση με 550 Nm<sup>3</sup>/h.
- Ένας (1) υποβρύχιος αναδευτήρας εγκατεστημένης ισχύος 3,7 kW.

## 6.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

### 6.3.1 Κριτήρια σχεδιασμού

Η μονάδα βιολογικής επεξεργασίας σχεδιάζεται με τα εξής κριτήρια:

- Ηλικία ιλύος στο αερόβια τμήμα:  $\geq 20$  d
- MLSS: 10.000 – 25.000 mg/L
- Λόγος F/M:  $\leq 0,15$  kgBOD<sub>5</sub>/kgMLSS/d
- Θερμοκρασίες υγρών: Χειμώνας 15 °C, Καλοκαίρι 25 °C
- BOD<sub>5</sub>  $\leq 100$  mg/L (στην έξοδο του UF)
- COD  $\leq 500$  mg/L (στην έξοδο του UF)
- Αμμωνιακό άζωτο  $\leq 10$  mg/L (στην έξοδο του UF)
- Νιτρικό άζωτο  $\leq 180$  mg/L (στην έξοδο του UF)

### 6.3.2 Απονιτροποίηση

Ο απαιτούμενος όγκος απονιτροποίησης υπολογίζεται με την παρακάτω μέθοδο:

i. Υπολογισμός ρυθμού απονιτροποίησης

$$\mu_{dn} = 6,4 \cdot 10^{10} \cdot e^{-15.580/(1,987 \cdot T)} \dots (d^{-1})$$

όπου:  $\mu_{DN}$ : Ρυθμός απονιτροποίησης, ( $d^{-1}$ )

ii. Υπολογισμός απαιτούμενου όγκου

$$V_{dn} = \frac{N_{dn}}{\mu_{dn} \cdot X_v} \dots (m^3)$$

όπου:  $V_{DN}$ : Ο ενεργός όγκος των δεξαμενών SBR, ( $m^3$ )

$N_{DN}$ : Μάζα νιτρικού αζώτου προς απομάκρυνση, (kg/d)

**Πίνακας 27: Υπολογισμός όγκου απονιτροποίησης**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Απονιτροποίηση</b>		
Μάζα αζώτου στη βιομάζα (kg/d)	102,0	102,0



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Απονιτροποίηση</b>		
Μάζα αζώτου που νιτροποιείται (kg/d)	574,00	574,00
Μάζα νιτρικού αζώτου στην έξοδο (kg/d)	72,00	72,00
Ρυθμός απονιτροποίησης, $\mu_N$ (d <sup>-1</sup> )	0,0568	0,1442
Απαιτούμενος ανοξικός όγκος, $V_{DN}$ (m <sup>3</sup> )	731,1	336,9

### 6.3.3 Ηλικία ιλύος για νιτροποίηση

Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται είναι αυτή που προτείνεται από τους Metcalf & Endy (*WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT, DISPOSAL, REUSE, 2<sup>ND</sup> EDITION, McGRAW-HILL 1979*), η οποία περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα και υπολογισμούς:

- i. Υπολογισμός μέγιστου ρυθμού ανάπτυξης νιτροποιητικών βακτηριδίων για τις δεδομένες συνθήκες λειτουργίας

$$\mu_{N'm} = 0,5e^{0,098(T-15)} \frac{DO}{K_o + DO} [1 - 0,833(7,2 - pH)] \dots (d^{-1})$$

όπου:  $\mu_{N'm}$  : Μέγιστος ρυθμός αύξησης νιτροποιητών, (d<sup>-1</sup>)

T: Θερμοκρασία, (°C)

D.O.: Διαλυμένο οξυγόνο, (mg/L)

K<sub>o</sub>: Σταθερά κορεσμού οξυγόνου, (mg/L)

- ii. Υπολογισμός μέγιστου ρυθμού χρήσης υποστρώματος

$$k_N = \frac{\mu_{N'm}}{Y_n} \dots (d^{-1})$$

όπου: k<sub>N</sub>: Μέγιστος ρυθμός χρήσης υποστρώματος, (d<sup>-1</sup>)

Y<sub>n</sub>: Συντελεστής παραγωγής νιτροποιητικών βακτηριδίων, (mgVSS/mgNH<sub>4</sub>-N)

- iii. Υπολογισμός ελάχιστης αερόβιας ηλικίας ιλύος

$$\frac{1}{\theta_c} = Y_n k_N - k_{dn} \dots (d)$$

$$k_{dn} = 0,05 \cdot 1,04^{(T-20)} \dots (d^{-1})$$

όπου:  $\theta_c$ : Ελάχιστη ηλικία ιλύος σχεδιασμού, (d)

$k_{dn}$ : Σταθερά αποσύνθεσης, (d<sup>-1</sup>)

**Πίνακας 28: Υπολογισμός ηλικία ιλύος νιτροποίησης**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Νιτροποίηση (ηλικία ιλύος)</b>		
Θερμοκρασία, $T$ (°C)	15	25
pH	7,2	7,2
Σταθερά κορεσμού οξυγόνου, $K_O$ (mg/L)	1,3	1,3
Διαλυμένο οξυγόνο, D.O. (mg/L)	2	2
Συντελεστής παραγωγής νιτροποιητικών βακτηριδίων, $Y_N$ (mgVSS/mgN-NH <sub>4</sub> )	0,12	0,12
Σταθερά αποσύνθεσης, $k_{d,N}$ (d <sup>-1</sup> )	0,041	0,061
Σταθερά ημικορεσμού αμμωνίας, $K_N$ (mg/L)	0,40	1,31
Μέγιστος ρυθμός αύξησης νιτροποιητικών βακτ., $\mu_N^m$ (d <sup>-1</sup> )	0,30	0,81
Μέγιστος ρυθμός χρήσης υποστρώματος, $k_N$ (d <sup>-1</sup> )	2,53	6,73
Ελάχιστη ηλικία ιλύος σχεδιασμού, $\theta_c^m$ (d)	3,82	1,34
Ηλικία ιλύος σχεδιασμού, $\theta_c^d$ (d)	35,59	38,32

### 6.3.4 Παραγωγή βιομάζας – Συνολική παραγωγή στερεών

Η παραγωγή της βιομάζας από την βιολογική επεξεργασία υπολογίζεται με την ακόλουθη διαδικασία.

- ι. Υπολογισμός παραγωγής ετερότροφων μικροοργανισμών

$$A = \frac{QY(S_o - S)(1 \text{ kg}/10^3 \text{ g})}{1 + k_d \theta_c} \dots (\text{kgVSS/d})$$

όπου  $Y$ : Συντελεστής παραγωγής στερεών (mgVSS/mgBOD<sub>5</sub>)

$k_d$ : Συντελεστής ενδογενούς μεταβολισμού (d<sup>-1</sup>)

$S_o$ ,  $S$ : BOD<sub>5</sub> ανεπεξέργαστων κι επεξεργασμένων λυμάτων αντίστοιχα (mg/L)

- ii. Υπολογισμός υπολειμμάτων βιομάζας από τον ενδογενή μεταβολισμό

$$B = \frac{f_d \cdot k_d \cdot QY(S_o - S)(1 \text{ kg}/10^3 \text{ g})}{1 + k_d \theta_c} \dots (\text{kgVSS/d})$$

όπου  $f_d$ : Κλάσμα νεκρών μικροοργανισμών

- iii. Υπολογισμός παραγωγής νιτροποιητικών βακτηριδίων

$$C = \frac{QY_n(\text{NO}_x)(1 \text{ kg}/10^3 \text{ g})}{1 + k_{dn} \theta_c} \dots (\text{kgVSS/d})$$

όπου  $Y_n$ : Συντελεστής παραγωγής νιτροποιητών (kgVSS/kgNH<sub>4</sub>-N)

$\text{NO}_x$ : Συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου στα ανεπεξέργαστα λύματα, το οποίο νιτροποιείται (mg/L)

$k_{dn}$ : Συντελεστής ενδογενούς μεταβολισμού για τα νιτροποιητικά βακτηρίδια (d<sup>-1</sup>)

- iv. Υπολογισμός μη βιοαποικοδομήσιμων πτητικών στερεών εισόδου

$$D = a \cdot f \cdot Q \cdot \text{TSS}_o \dots (\text{kgVSS/d})$$

όπου  $a$ : Κλάσμα μη βιοαποικοδομήσιμων πτητικών στερεών εισόδου

$f$ : Κλάσμα πτητικών στερεών στα στερεά εισόδου

$\text{TSS}_o$ : Συγκέντρωση στερεών εισόδου (mg/L)

- v. Υπολογισμός συνολικής παραγωγής βιομάζας

$$P_{x,VSS} = A + B + C + D \dots (\text{kgVSS/d})$$

Η συνολική παραγωγή στερεών περιλαμβάνει επίσης τα εξής:

- Τα ανόργανα στερεά στα εισερχόμενα λύματα
- Το ανόργανο τμήμα της βιομάζας που προσδιορίζεται από την τυπική σύσταση των κυττάρων

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η συνολική παραγωγή στερεών στην εγκατάσταση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$P_{x,TSS} = \frac{A + B + C}{0,85} + D + Q(\text{TSS}_o - \text{VSS}_o) \dots (\text{kgTSS/d})$$

Το κλάσμα των πτητικών στερεών στο σύνολο των παραγόμενων στερεών είναι

$$\lambda = \frac{X_{VSS}}{X_{TSS}} = \frac{P_{X,VSS}}{P_{X,TSS}}$$

**Πίνακας 29: Υπολογισμός παραγωγής ιλύος**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Σταθερές - Συντελεστές</b>		
Συντελεστής παραγωγής στερεών, <b>Y</b> (mgVSS/mgBOD)	0,6	0,6
Μέγιστος ρυθμός χρήσης υποστρώματος, <b>k</b> (d <sup>-1</sup> )	5,0	5,0
Συγκέντρωση υποστρώματος στο ήμισυ του μέγιστου ρυθ- μού χρήσης, <b>K<sub>s</sub></b> (mg/L)	60,0	60,0
Ηλικία ιλύος σχεδιασμού, <b>θ<sub>c</sub></b> (d)	23,6	29,5
Συντελεστής ενδογενούς μεταβολισμού, <b>k<sub>d</sub></b> (d <sup>-1</sup> )	0,044	0,044
Κλάσμα νεκρών μικροοργανισμών, <b>f<sub>d</sub></b> (kgVSS/kgVSS)	0,1	0,1
Συντελεστής ενδογενούς μεταβολισμού για τα νιτροποιητικά βακτήρια, <b>k<sub>dn</sub></b> (d <sup>-1</sup> )	0,037	0,037
Συντελεστής παραγωγής νιτροποιητών, <b>Y<sub>n</sub></b> (kgVSS/kgNH <sub>4</sub> -N)	0,12	0,12
Κλάσμα πτητικών στερεών στα στερεά εισόδου, <b>f</b>	0,70	0,70
Κλάσμα μη βιοδιασπάσιμων πτητικών, <b>a</b>	0,10	0,10
MLSS, (mg/L)	4.000	4.000
MLVSS, (mg/L)	3.088	3.063
<b>Παραγωγή ιλύος</b>		
Βιομάζα ετεροτροφικών βακτηρίων, <b>A</b> (kgVSS/d)	141,5	109,3
Υπολείμματα μικροοργανισμών, <b>B</b> (kgVSS/d)	13,96	13,45
Βιομάζα νιτροποιητικών βακτηρίων, <b>C</b> (kgVSS/d)	3,1	2,4
Μη βιοδιασπάσιμα VSS στην είσοδο, <b>D</b> (kgVSS/d)	4,7	4,1
Συνολική παραγωγή βιομάζας, <b>P<sub>X,VSS</sub></b> (kgVSS/d)	<b>163,3</b>	<b>129,3</b>
Συνολική παραγωγή στερεών, <b>P<sub>X,TSS</sub></b> (kgSS/d)	<b>211,5</b>	<b>168,9</b>

### 6.3.5 Όγκος αερισμού - νιτροποίησης

Ο απαιτούμενος όγκος των δεξαμενών αερισμού - νιτροποίησης, προκύπτει από την σχέση:

$$P_{X,VSS} \cdot \theta_c = X_{VSS} \cdot V_A \dots\dots(m^3)$$

**Πίνακας 30: Υπολογισμός όγκου νιτροποίησης**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Όγκος αερισμού - νιτροποίησης</b>		
Απαιτούμενος όγκος δεξαμενών αερισμού, <b>V</b> (m <sup>3</sup> )	3.200,0	3.200,0

### 6.3.6 Επιλογή όγκου δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας

Η τελική επιλογή του όγκου των δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 31: Επιλεγόμενοι όγκοι βιολογικής επεξεργασίας – Λειτουργικές παράμετροι**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Τελικοί όγκοι – Λειτουργικές παράμετροι</b>		
Απαιτούμενος όγκος αερισμού (m <sup>3</sup> )	3.200,0	3.200,0
Απαιτούμενος ανοξικός όγκος (m <sup>3</sup> )	731,1	336,9
Αριθμός γραμμών λειτουργίας	2	2
Επιλεγόμενος όγκος αερισμού ανά γραμμή (m <sup>3</sup> )	1.600,0	1.600,0
Επιλεγόμενος ανοξικός όγκος ανά γραμμή (m <sup>3</sup> )	400,0	400,0
Συνολικός όγκος αερισμού (m <sup>3</sup> )	3.200,0	3.200,0
Συνολικός ανοξικός όγκος (m <sup>3</sup> )	800	800
Χρόνος παραμονής, τ (h)	240,0	240,0
Ογκομετρική φόρτιση (kgBOD/m <sup>3</sup> )	1,00	1,00
F/M (kgBOD <sub>5</sub> /kgMLSS.d)	0,067	0,077
Ηλικία ιλύος (aer)	35,59	38,32
Ηλικία ιλύος (tot)	44,49	47,90

Κατασκευάζονται δύο παράλληλες γραμμές βιολογικής επεξεργασίας. Κάθε γραμμή αποτελείται από μία δεξαμενή απονιτροποίησης ωφέλιμου όγκου 400 m<sup>3</sup> και μια δεξαμενή νιτροποίησης ωφέλιμου όγκου 1.600 m<sup>3</sup>.

Σε κάθε δεξαμενή απονιτροποίησης τοποθετούνται δύο υποβρύχιοι αναδευτήρες με εγκατεστημένη ισχύ 2,0 kW ο καθένας.

### 6.3.7 Ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού

Η ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού υπολογίζεται από την σχέση:

$$R_N = \frac{N_D}{(NO_3 - N)_{EFF}} \cdot 100 \text{ .....}(\%)$$

όπου:  $N_D$ : η μάζα του αζώτου προς απονιτροποίηση (kg/d)

$NO_3-N$ : η μάζα του νιτρικού αζώτου στην εκροή, (kg/d)

**Πίνακας 32: Υπολογισμός ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού</b>		
Μάζα αζώτου που νιτροποιείται (kg/d)	574,0	574,0
Μάζα νιτρικού αζώτου στην έξοδο (kg/d)	72,0	72,0
Απαιτούμενος λόγος ανακυκλοφορίας νιτρικών $R_N(\%)$	797,2	797,2
Απαιτούμενη παροχή ανακυκλοφορίας νιτρικών, $Q_{RN}$ (m <sup>3</sup> /h)	144,9	144,9
Αριθμός αντλιών σε λειτουργία	1,0	1,0
Απαιτούμενη παροχή ανά αντλία, $Q_R$ (m <sup>3</sup> /h)	144,9	144,9

Στην επιλεγόμενη τεχνολογία βιολογικής επεξεργασίας (R-MBR) η ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού πραγματοποιείται από την αντλία τροφοδοσίας των μεμβρανών (UF), η δυναμικότητα της οποίας είναι πολλαπλάσια της παροχής εισόδου.

Επιλέγεται η εγκατάσταση δύο αντλιών τροφοδοσίας UF (η μία εφεδρική), δυναμικότητας 220 m<sup>3</sup>/h στα 20 m η καθεμία. Η παροχή ανακυκλοφορίας είναι:

$$220 \text{ m}^3/\text{h} - 20 \text{ m}^3/\text{h} (\text{παροχή διηθήματος}) = 200 \text{ m}^3/\text{h} > 144,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 6.3.8 Παροχή περίσσειας ιλύος

Η περίσσεια ιλύος απομακρύνεται από την γραμμή ανακυκλοφορίας, αμέσως μετά τη μονάδα UF και η παροχή της υπολογίζεται ως εξής:

**Πίνακας 33: Υπολογισμός περίσσειας ιλύος**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Παροχή περίσσειας ιλύος</b>		
Συγκέντρωση ιλύος, $X_s$ (mg/L)	15.000	13.000
Συνολική παραγωγή ιλύος, $P_{X,TSS}$ (kgSS/d)	1.348,6	1.085,7
Παροχή περίσσειας ιλύος, $Q_w$ (m <sup>3</sup> /d)	89,9	83,5

Για την απομάκρυνση της ιλύος, εγκαθίστανται δύο αντλίες ελικοειδούς ρότορα (η μία εφεδρική), δυναμικότητας 2,0 - 7,5 m<sup>3</sup>/h στα 4 bar η καθεμία.

### 6.3.9 Σύστημα αερισμού

Ο υπολογισμός του απαιτούμενου οξυγόνου σε πραγματικές συνθήκες (AOR) γίνεται από την σχέση του Eckenfelder

$$AOR = \alpha \cdot BOD_{rem} + R_N - R_{DN} + 0,024 \cdot X_V \cdot V_{tot} \cdot 3,1 \cdot 1,07^{(T-20)} \dots (kg/d)$$

όπου: α: Συντελεστής (0,60)

$BOD_{rem}$ :  $BOD_5$  που απομακρύνεται, (kg/d)

$X_V$ : Συγκέντρωση MLVSS, (mg/L)

$V_{tot}$ : Όγκος βιολογικής επεξεργασίας, (m<sup>3</sup>)

$R_N$ : Απαιτούμενο οξυγόνο για την οξείδωση του N-NH<sub>4</sub> [ $R_N: 4,57 \cdot N_{ox}$ ], (kgO<sub>2</sub>/d)

$R_{DN}$ : Παραγόμενο οξυγόνο κατά την απονιτροποίηση [ $R_{DN}: 2,85 \cdot DN$ ], (kgO<sub>2</sub>/d)

**Πίνακας 34: Υπολογισμός απαιτούμενου οξυγόνου (AOR)**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Απαιτούμενο οξυγόνο σε πραγματικές συνθήκες (AOR)</b>		
Απομακρυνόμενο $BOD_5$ , $BOD_{rem}$ (kg/d)	3.996,00	3.996,00
Οξειδούμενη ποσότητα αμμωνίας, $N_{ox}$ (kg/d)	574,0	574,0

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Απαιτούμενο οξυγόνο σε πραγματικές συνθήκες (AOR)</b>		
Άζωτο που απονιτροποιείται, $N_{DN}$ (kg/d)	502,0	502,0
Απαιτούμενο οξυγόνο σε πραγματικές συνθήκες, AOR (kg/d)	6.153,7	7.902,3

Οι απαιτήσεις οξυγόνου σε κανονικές (τυπικές) συνθήκες δίνονται από τη σχέση:

$$SOR = \frac{AOR}{n} = AOR / [a \cdot \left( \frac{bC_w - C_o}{C_s} \right) \cdot 1,024^{(T-20)}]$$

όπου:

$a =$  Συντελεστής ανάμικτου υγρού =  $e^{-0,056 \cdot MLSS}$

$b =$  Συντελεστής κορεσμού οξυγόνου (=1)

$C_o =$  Η επιθυμητή συγκέντρωση DO στο ανάμικτο υγρό (2 mg/L)

$C_s =$  Η συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου στο καθαρό νερό σε τυπικές συνθήκες (= 9,08 mg/L)

$C_w =$  Η συγκέντρωση κορεσμού του οξυγόνου για τη θερμοκρασία σχεδιασμού (mg/L)

**Πίνακας 35: Υπολογισμός απαιτούμενου οξυγόνου (SOR)**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Απαιτούμενο οξυγόνο σε τυπικές συνθήκες (SOR)</b>		
Διαλυτότητα οξυγόνου στο καθαρό νερό στις δεδομένες συνθήκες, $C_w$ (mg/L)	10,07	8,24
Συντελεστής διόρθωσης κορεσμού, $\beta$	1	1
Συντελεστής διόρθωσης διαλυτότητας οξυγόνου λόγω υψομέτρου, $E$	1	1
Διαλυτότητα οξυγόνου στο καθαρό νερό σε τυπικές συνθήκες, $C_s$ (mg/L)	9,08	9,08
Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στην δεξαμενή αερισμού, $C_L$ (mg/L)	2	2
Συντελεστής διόρθωση μεταφοράς οξυγόνου, $a$	0,43	0,48
Συντελεστής διόρθωσης απαιτούμενου οξυγόνου, $n$	0,34	0,37
Απαιτούμενο οξυγόνο σε τυπικές συνθήκες, <b>SOR</b> (kg/d)	18.057,5	21.150,5



Η τελική επιλογή του συστήματος αερισμού γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση των διαχυτών, την πυκνότητα του αέρα και την περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 36: Υπολογισμός φυσητήρων αερισμού**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Σύστημα αερισμού (υποβρύχια διάχυση)</b>		
Απαιτούμενο οξυγόνο σχεδιασμού σε τυπικές συνθήκες (kg/d)	18.057,5	21.150,5
Αριθμός φυσητήρων σε λειτουργία	4	4
Μέγιστος αριθμός ωρών λειτουργίας φυσητήρα, (h/d)	24,0	24,0
Απαιτούμενο οξυγόνο σχεδιασμού σε τυπικές συνθήκες ανά φυσητήρα (kg/h)	188,1	220,3
Περιεκτικότητα αέρα σε οξυγόνο	23,2%	23,2%
Πυκνότητα αέρα $\rho_{air}$ , (kg/m <sup>3</sup> )	1,20	1,20
Οξυγονωτική ικανότητα διαχυτών (%/m)	6,25	6,25
Βάθος εγκατάστασης διαχυτών (m)	4,80	4,80
Απαιτούμενη παροχή ανά φυσητήρα (Nm <sup>3</sup> /h)	2.252,1	2.637,9
Επιλεγόμενη παροχή ανά φυσητήρα (Nm <sup>3</sup> /h)	2.700	2.700
Πλήθος διαχυτών ανά δεξαμενή	720	720

Για το σύστημα αερισμού εγκαθίστανται:

- Έξι (6) φυσητήρες τύπου λοβών, δυναμικότητας 2.700 Nm<sup>3</sup>/h στα 600 mbar ο καθένας. Σε κάθε γραμμή δύο φυσητήρες θα είναι σε λειτουργία κι ένας σε εφεδρεία
- 1.440 διαχυτές λεπτής φυσαλίδας - 720 σε κάθε δεξαμενή

### **6.3.10 Δοσομέτρηση θρεπτικών**

Η απαιτούμενη αναλογία BOD<sub>5</sub> και P για την αποτελεσματικότητα της βιολογικής επεξεργασίας είναι:

$$\frac{BOD_5}{P} = \frac{100}{1}$$

Από την σύσταση των εισερχόμενων στραγγισμάτων προκύπτει ότι η αναλογία αυτή είναι:

$$\frac{BOD_5}{P} = \frac{10.000}{20} = \frac{500}{1}$$

Σαν θρεπτικό χρησιμοποιείται διάλυμα φωσφορικού οξέος 85%, η δοσολογία του οποίου υπολογίζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 37: Υπολογισμός δοσομέτρησης θρεπτικών**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Δοσομέτρηση φωσφορικού οξέος</b>		
Απαιτούμενος λόγος BOD <sub>5</sub> :TP	100	100
Προστιθέμενος φωσφόρος εισόδου (kg/d)	32	32
Πυκνότητα διαλύματος H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (kg/L)	1,685	1,685
Περιεκτικότητα διαλύματος H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> σε οξύ (%)	85,0	85,0
Περιεκτικότητα H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> σε φώσφορο (kg/kg)	0,316	0,316
Απαιτούμενη ποσότητα διαλύματος H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (kg/d)	119,1	119,1
(L/d)	70,7	70,7
(L/h)	3,1	3,1
Δοσομετρικές αντλίες (σύνολο)	2	2
Δοσομετρικές αντλίες σε λειτουργία	1	1
Απαιτούμενη δυναμικότητα δοσομετρικών αντλιών (L/h)	3,1	3,1
Χρόνος αποθήκευσης (d)	20	20
Απαιτούμενος όγκος δοχείου αποθήκευσης (L)	1.414,1	1.414,1

Εγκαθίστανται δύο (2) δοσομετρικές αντλίες διαλύματος φωσφορικού οξέος (η μία εφεδρική), με δυναμικότητα 20 L/h στα 10 bar η καθεμία.

### **6.3.11 Δοσομέτρηση γλυκερόλης**

Η γλυκερόλη χρησιμοποιείται σαν εξωτερική πηγή άνθρακα στη διεργασία της απονιτροποίησης, όταν το εισερχόμενο οργανικό φορτίο δεν επαρκεί για το σκοπό αυτό. Θεωρητικά απαιτούνται περίπου 3,0 g BOD<sub>5</sub>/g NO<sub>3</sub>-N. Στον ακόλουθο πίνακα γίνεται έλεγχος για την επάρκεια του οργανικού φορτίου, για ημερήσιο BOD<sub>5</sub> 4.000 kg και 2.000 kg

**Πίνακας 38: Υπολογισμός δοσομέτρησης γλυκερόλης**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Σενάριο Α	Σενάριο Β
<b>Δοσομέτρηση γλυκερόλης</b>		
Οργανικό φορτίο BOD <sub>5</sub> στραγγιδίων (kg/kg)	4.000	2.000
Άζωτο προς απονιτροποίηση (kg/kg)	680	680
Απαιτούμενος λόγος BOD <sub>5</sub> :NO <sub>3</sub> -N για απονιτροποίηση (g/g)	3,5	3,5
Απαιτούμενο BOD <sub>5</sub> εισόδου (kg/d)	2.380	2.380
Προστιθέμενο BOD <sub>5</sub> εισόδου (kg/d)	-	380
COD C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (g/g)		1,22
BOD <sub>5</sub> C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (g/g)		1,05
Απαιτούμενη ποσότητα C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (kg/d)		362
Πυκνότητα C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (g/mL)		1,26
Απαιτούμενη ποσότητα C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (L/d)		287,4
(L/h)		12,5
Δοσομετρικές αντλίες (σύνολο)		2
Δοσομετρικές αντλίες σε λειτουργία		1
Απαιτούμενη δυναμικότητα δοσομετρικών αντλιών (L/h)		12,5
Χρόνος αποθήκευσης (d)		10
Απαιτούμενος όγκος δοχείου αποθήκευσης (L)		2.874,5

Εγκαθίστανται δύο (2) δοσομετρικές αντλίες γλυκερόλης (η μία εφεδρική), με δυναμικότητα 50 L/h στα 10 bar η καθεμία.

#### 6.4 ΜΟΝΑΔΑ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ (UF)

Κριτήριο σχεδιασμού της μονάδας υπερδιήθησης είναι η υδραυλική φόρτιση των μεμβρανών (Flux), η οποία επιλέγεται να είναι  $65 \text{ L/m}^2\cdot\text{h}$  κατά μέγιστο.

**Πίνακας 39: Σχεδιασμός μονάδας υπερδιήθησης (UF)**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Μονάδα Υπερδιήθησης (UF)</b>		
Παροχή διαυγασμένων υγρών ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	16,67	16,67
Flux σχεδιασμού ( $\text{L/m}^2/\text{h}$ )	65	65
Απαιτούμενη επιφάνεια μεμβρανών	256,4	256,41
Πλήθος συστοιχιών μεμβρανών	2	2
Πλήθος στοιχείων μεμβρανών ανά συστοιχία	5	5
Απαιτούμενη επιφάνεια στοιχείου μεμβρανών	25,6	25,6
Επιλεγόμενη επιφάνεια στοιχείου μεμβρανών	27	27
Flux λειτουργίας ( $\text{L/m}^2\cdot\text{h}$ )	61,7	61,7

Εγκαθίστανται δύο (2) παράλληλες συστοιχίες (loop) μεμβρανών όπου η καθεμία θα ενσωματώνει πέντε (5) στοιχεία μεμβρανών (συνολικά δέκα στοιχεία).

Η τροφοδοσία της μονάδας θα γίνεται από δύο οριζόντιες φυγοκεντρικές αντλίες (η μία εφεδρική), δυναμικότητας  $220 \text{ m}^3/\text{h}$  στα 20 m η καθεμία (θα λειτουργούν και ως αντλίες ανακυκλοφορίας ανάμικτου υγρού).

Η ανακυκλοφορία των υγρών εντός των συστοιχιών θα γίνεται από δύο οριζόντιες φυγοκεντρικές αντλίες (η μία εφεδρική), δυναμικότητας  $250 \text{ m}^3/\text{h}$  στα 40 m η καθεμία.

Η πλύση των μεμβρανών θα γίνεται από μία (1) οριζόντια φυγοκεντρική αντλία δυναμικότητας  $120 \text{ m}^3/\text{h}$  στα 20 m.

## 6.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (RO)

Τα κριτήρια σχεδιασμού της μονάδας RO είναι τα ακόλουθα:

Ποιοτικά χαρακτηριστικά εισόδου:

- BOD<sub>5</sub> ≤ 100 mg/L
- COD ≤ 500 mg/L
- Αιωρούμενα στερεά (mg/L) ≤ 10 mg/L
- pH 6,5-8,5
- Αμμωνιακό άζωτο ≤ 10 mg/L
- Νιτρικό άζωτο ≤ 180 mg/L
- Αγωγιμότητα 22.600 μS/cm
- Χλωριόντα 3.750 mg/L
- CaCO<sub>3</sub> 1.400 mg/L
- Si 19,4 mg/L
- SO<sub>4</sub> 655 mg/L

Ποιοτικά χαρακτηριστικά εξόδου:

- BOD<sub>5</sub> ≤ 25 mg/L
- COD ≤ 125 mg/L
- Αιωρούμενα στερεά (mg/L) ≤ 5 mg/L
- Αγωγιμότητα <1.000 μS/cm
- Ολικό N ≤ 15 mg/L

**Πίνακας 40: Σχεδιασμός μονάδας αντίστροφης όσμωσης (RO)**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (RO)</b>		
Παροχή τροφοδοσίας RO (m <sup>3</sup> /d)	200,00	200,00
Βαθμός ανάκτησης (%)	70,00	70,00
Παροχή εξόδου RO (m <sup>3</sup> /d)	140,00	140,00
Παροχή συμπυκνώματος (m <sup>3</sup> /d)	60,00	60,00
Αριθμός σταδίων επεξεργασίας	2	2
Πλήθος μεμβρανών ανά μεμβρανοδοχείο	5	5
Πλήθος μεμβρανοδοχείων 1 <sup>ου</sup> σταδίου	6	6

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης (RO)</b>		
Πλήθος μεμβρανοδοχείων 2 <sup>ου</sup> σταδίου	2	2
Συνολικό πλήθος μεμβρανών	40	40

Εγκαθίσταται σύστημα RO δύο σταδίων με χρήση μεμβρανών σπειροειδούς τυλίγματος υψηλής απόρριψης αλάτων, με βαθμό ανάκτησης 70%. Η τροφοδοσία του 1<sup>ου</sup> σταδίου γίνεται με αντλία υψηλής πίεσης δυναμικότητας 9,5 m<sup>3</sup>/h στα 80 bar και του 2<sup>ου</sup> σταδίου με αντλία δυναμικότητας 8,2 m<sup>3</sup>/h στα 23 bar.

## 6.6 ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Ο εξοπλισμός αφυδάτωσης επιλέγεται σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια σχεδιασμού:

- Ημέρες λειτουργίας: 5 ανά εβδομάδα
- Ώρες λειτουργίας: 7 ανά ημέρα (κατά μέγιστο)
- Περιεκτικότητα αφυδατωμένης ιλύος σε στερεά: 18% (κατ' ελάχιστον)

**Πίνακας 41: Σχεδιασμός μονάδας αφυδάτωσης ιλύος**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Αφυδάτωση ιλύος</b>		
Ποσότητα ιλύος προς αφυδάτωση (kgSS/d)	1.348,6	1.085,7
Πυκνότητα εισερχομένης ιλύος (kgSS/m <sup>3</sup> )	15,0	13,0
Παροχή ιλύος προς αφυδάτωση (m <sup>3</sup> /d)	89,9	83,5
Ημέρες λειτουργίας την εβδομάδα (d/week)	5	5
Ημερήσια ποσότητα ιλύος προς αφυδάτωση (για πενθήμερη λειτουργία) (kgSS/d)	1.888,0	1.520,0
Ημερήσια παροχή ιλύος προς αφυδάτωση (για πενθήμερη λειτουργία) (m <sup>3</sup> /d)	125,9	116,9
Μέγιστες ώρες λειτουργίας την ημέρα (h/d)	7,0	7,0
Ποσότητα ιλύος προς αφυδάτωση (kgSS/h)	269,7	217,1
Παροχή ιλύος προς αφυδάτωση (m <sup>3</sup> /h)	18,0	16,7
Αριθμός εγκατεστημένων αντλιών ιλύος	2	2
Αριθμός αντλιών σε λειτουργία	1	1
Απαιτούμενη παροχή ανά αντλία (m <sup>3</sup> /h)	18,0	16,7

Για τη μονάδα αφυδάτωσης εγκαθίστανται:

- Ένας φυγοκεντρικός διαχωριστής δυναμικότητας 20 m<sup>3</sup>/h
- Δύο αντλίες ιλύος τύπου ελικοειδούς ρότορα (η μία εφεδρική), δυναμικότητας 25 m<sup>3</sup>/h στα 2 bar η καθεμία.

Ο σχεδιασμός του συγκροτήματος προετοιμασίας πολυηλεκτρολύτη γίνεται θεωρώντας ότι η μέγιστη απαίτηση στερεού πολυμερούς είναι 0,008 kg/kgSS.

**Πίνακας 42: Σχεδιασμός παρασκευής – δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Συγκρότημα παρασκευής και δοσομέτρησης διαλύμα- τος πολυηλεκτρολύτη</b>		
Απαίτηση πολυηλεκτρολύτη (kg/tnSS)	8,0	8,0
Μέγιστη ημερήσια απαίτηση πολυηλεκτρολύτη (kg/d)	15,1	12,2
Μέγιστη ωριαία απαίτηση (kg/h)	2,2	1,7
Περιεκτικότητα % κατά βάρος	0,2	0,2
Απαιτούμενη δυναμικότητα μονάδας (L/h)	1.078,9	868,6

Για το συγκρότημα παρασκευής και δοσομέτρησης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη εγκα-  
θίστανται:

- Ένα συγκρότημα παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη δυναμικότητας 1.500 L/h
- Δύο αντλίες τροφοδοσίας διαλύματος τύπου ελικοειδούς ρότορα (η μία εφεδρι-  
κή), δυναμικότητας 400 – 1.900 L/h στα 2 bar η καθεμία.

Επιπλέον στη μονάδα αφυδάτωσης εγκαθίστανται:

- Ένας κεκλιμένος κοχλίας δυναμικότητας 8 m<sup>3</sup>/h
- Ένα πιεστικό συγκρότημα πλύσης του φυγοκέντρου με δύο αντλίες, δυναμικό-  
τητας 5,7 m<sup>3</sup>/h στα 4 bar η καθεμία - η μια αντλία είναι εφεδρική
- Μια μονάδα επεξεργασίας οσμών που καλύπτει το κτίριο αφυδάτωσης και το  
χώρο απόθεσης ιλύος, δυναμικότητας 2.000 m<sup>3</sup>/h. Η εναλλαγή του αέρα στους  
χώρους αυτούς είναι 8 φορές/h.



## 6.7 ΠΑΡΑΓΩΓΗ – Α/Σ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί υπολογίζονται οι ποσότητες των στραγγιδίων που παράγο-  
νται στην εγκατάσταση και οδηγούνται στη δεξαμενή εξισορρόπησης.

**Πίνακας 43: Υπολογισμός στραγγιδίων αφυδάτωσης**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Χειμώνας	Θέρος
<b>Παραγωγή στραγγιδίων αφυδάτωσης</b>		
Σύνολο στερεών 5ήμερη λειτουργία (kgSS/d)	1.888,0	1.520,0
Συγκέντρωση περίσσειας ιλύος (%)	1,50	1,30
Συγκέντρωση αφυδατωμένης λάσπης (%)	18	18
Ώρες λειτουργίας αφυδάτωσης (max) (h/d)	7,0	7,0
Παραγωγή στραγγιδίων αφυδάτωσης (m <sup>3</sup> /d)	115,4	108,5
Λοιπές παροχές στραγγιδίων (m <sup>3</sup> /d)	1,0	1,0
Συνολική παροχή στραγγισμάτων (m <sup>3</sup> /d)	116,38	109,48
(m <sup>3</sup> /h)	16,63	15,64

Εγκαθίστανται δύο υποβρύχιες αντλίες στραγγιδίων (η μία εφεδρική), δυναμικότητας  
20 m<sup>3</sup>/h στα 7,4 m η καθεμία.

Η σχέση που προσδιορίζει τον ελάχιστο ωφέλιμο όγκο του Α/Σ είναι:

$$V_i = \frac{0.9 \cdot D_i}{f}$$

όπου:

- $V_i$  ο όγκος του Α/Σ, σε m<sup>3</sup>
- $D_i$  η συνολική παροχευτικότητα των αντλιών, σε L/s
- $f$  ο επιθυμητός αριθμός start-stop των αντλιών (=10), σε h<sup>-1</sup>

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι ο ελάχιστος ενεργός όγκος του Α/Σ στραγγιδι-  
ων πρέπει να είναι  $0,5 \text{ m}^3$ . Ο επιλεγόμενος ενεργός όγκος για το Α/Σ στραγγιδίων είναι  
 $5 \text{ m}^3$ .

## 7. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ Α/Σ

Η ταχύτητα του αντλούμενου υγρού είναι συνάρτηση της παροχής  $Q$

$$Q = \pi \frac{D^2}{4} * U$$

όπου :

- ✓  $Q$  η παροχή
- ✓  $D$  η εσωτερική διάμετρος του αγωγού
- ✓  $U$  η ταχύτητα του αντλούμενου ρευστού

Οι απώλειες τριβής σε σωλήνα μήκους  $L$  και διαμέτρου  $D$  υπολογίζονται από τη σχέση (Τύπος Darcy-Weisbach):

$$J = \lambda \frac{1}{D} * \frac{U^2}{2g}$$

όπου :

- ✓  $\lambda$  ο συντελεστής τριβής για το δεδομένο υλικό του αγωγού
- ✓  $U$  η ταχύτητα των λυμάτων στον αγωγό

Ο υπολογισμός του συντελεστή τριβής  $\lambda$  προκύπτει από τη σχέση White-Colebrook

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

Ο αριθμός Reynolds υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Re = \frac{U * d}{\nu}$$

όπου:

- ✓  $U$  ταχύτητα ροής, m/s
- ✓  $\nu$  κινηματικό ιξώδες λυμάτων, m<sup>2</sup>/s

Οι τιμές του κινηματικού ιξώδους για διάφορες θερμοκρασίες παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

Θερμοκρασία (°C)	0	5	10	15	20
* 10 <sup>6</sup>	1,79	1,52	1,31	1,14	1,01

Ο υπολογισμός των απωλειών τριβής στα επιμέρους εξαρτήματα δίνεται από τη σχέση :

$$H_{\zeta} = \sum \zeta_i * \frac{U^2}{2g}$$

όπου ζι ο συντελεστής τριβής του εξαρτήματος Ι

Το ζι υπολογίζεται από τη σχέση ζ\*τεμ

<b>ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>	<b>ζ</b>
Καμπύλη 90 μοιρών	0,40
Καμπύλη 45 μοιρών	0,30
Καμπύλη 30 μοιρών	0,20
Είσοδος	0,50
Εξοδος	1,00
Βάνα ελαστικής έμφραξης	0,18
Αντεπίστροφη τύπου μπάλας	0,60

**Πίνακας 44: Υπολογισμός Α/Σ**

<b>ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ</b>					
			<b>Α/Σ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</b>	<b>Α/Σ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>	<b>Α/Σ Ρ.Ο.</b>
ΠΑΡΟΧΗ	Q	m <sup>3</sup> /h	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>	<b>10,0</b>
		m <sup>3</sup> /s	<b>0,006</b>	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>
ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΓΩΓΟΥ			HDPE, 10atm 3ης γενιάς	HDPE, 10atm 3ης γενιάς	HDPE, 10 atm 3ης γενιάς
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ	k	mm	0,10	0,10	0,10
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	DN (ή Φ)		Φ90	Φ90	Φ75
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	D	mm	78,40	78,40	65,40
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	U	m/s	1,15	1,15	0,83
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΤΛΟΥΜΕΝΟΥ ΥΓΡΟΥ	T	°C	20	20	20
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΟ ΙΞΩΔΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	v	m <sup>2</sup> /sec	1,01	1,01	1,01
ΑΡΙΘΜΟΣ Reynolds	Re	-	89.376	89.376	53.571
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΩΝ	λ	-	0,02327	0,02327	0,02519
ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΙΕΣΗΣ	J	m/m	0,02006	0,02006	0,01344
ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ	L	m	65,0	36,0	20,0
<b>ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>H<sub>v</sub></b>	<b>m</b>	<b>1,304</b>	<b>0,722</b>	<b>0,269</b>
<b>ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΣΤΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>					
Για τα επιμέρους εξαρτήματα οι τοπικές απώλειες λαμβάνονται ίσες με το 10% των γραμμικών απωλειών					
<b>ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ Ε- ΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ</b>	<b>H<sub>ζ</sub></b>	<b>m</b>	<b>0,13</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>

ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΥΤΑ ΝΟΜΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟ-  
ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙ-  
ΣΜΑΤΩΝ (ΕΕΣ) ΤΟΥ Χ.Υ.Τ.Α. ΤΟΥ Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (Χ.Υ.Τ.Α. ΜΑΥΡΟΡΑΧΗΣ)

<b>ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b>	<b>H'<sub>tot</sub></b>	<b>m</b>	<b>1,43</b>	<b>0,79</b>	<b>0,28</b>
<b>ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ:</b>			<b>ΑΣ-ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ</b>	<b>ΑΣ-ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>	<b>ΑΣ-R.O.</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΓΩΓΩΝ</b>	<b>m</b>	<b>H<sub>tot</sub></b>	1,43	0,79	0,28
<b>ΓΑΙΩΔΕΤΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	<b>m</b>	<b>H<sub>geo</sub></b>	5,90	6,40	2,50
<b>ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΠΟΙΗΣΗ</b>	<b>m</b>		0,27	0,21	0,32
<b>ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ</b>	<b>m</b>	<b>H<sub>o</sub></b>	<b>7,60</b>	<b>7,40</b>	<b>3,10</b>
<b>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΑΣ</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>Q</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>10,00</b>

## 8. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στις παρακάτω σελίδες του παρόντος κεφαλαίου, παρουσιάζεται ανά μονάδα, ο κύριος ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός με τα χαρακτηριστικά του.

### 8.1 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ

#### 8.1.1 Αντλίες τροφοδοσίας βιολογικής επεξεργασίας

Ποσότητα αντλιών	2 τεμ. (1+1R)
Τύπος αντλίας	Υποβρύχια φυγοκεντρική
Παροχή (Q) /αντλία	20 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό /αντλία	7,6 m
Στροφές λειτουργίας/αντλία	1.450 rpm
Κινητήρας	2 kW, 400V, 50Hz, IP55

Εντός της δεξαμενής τοποθετούνται δύο αντλίες (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική) με σκοπό την τροφοδοσία της βιολογικής βαθμίδας με σταθερή παροχή. Για την ομοιόμορφη φθορά τους, οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή μέσω του συστήματος αυτοματισμού της εγκ/σης. Οι αντλίες θα ελέγχονται από ρυθμιστή στροφών και ηλεκτρομαγνητικό μετρητή παροχής.

Η παραπάνω υποβρύχια αντλία λυμάτων συνοδεύεται από δέκα (10) μέτρα καλώδια κινητήρα (4G1,5+2x1,5mm<sup>2</sup>), πέλμα επικάθισης που πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής, άνω μηχανισμό στερέωσης για οδηγούς ράβδους. Οι αντλίες θα μπορούν να ανυψωθούν έξω από τον θάλαμο χωρίς να χρειάζεται να αποσυνδεθούν οι συνδέσεις στο σωλήνα κατάθλιψης

Ο κινητήρας είναι κατακόρυφος ασύγχρονος, επαγωγικός, τριφασικός με βραχυκυκλωμένο δρομέα. Εδράζεται πάνω στην κεφαλή του αντλητικού συγκροτήματος και είναι ενσωματωμένος στο ίδιο κέλυφος με την αντλία.

Ο κινητήρας είναι εμβαπτιζόμενου τύπου και κλάσης μόνωσης F που σημαίνει μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 155 °C. Οι κινητήρες είναι σχεδιασμένοι για να αποδίδουν την ονομαστική τάση λειτουργίας τους έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν συνεχώς και

χωρίς ανωμαλίες με αποκλίσεις της τάξεως του 5% από την ονομαστική συχνότητα και τάση. Διακυμάνσεις τάσης της τάξεως του 10% είναι πιθανές χωρίς να υπερθερμανθεί ο κινητήρας.

Η πτερωτή είναι στατικά και υδροδυναμικά ζυγοσταθμισμένη, με αποτέλεσμα την αποφυγή κραδασμών, που σημαίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στα ρουλεμάν.

#### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χυτά μέρη	: Χυτοσίδηρος
Άξονας	: Ανοξείδωτος χάλυβας
Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες	: Ανοξείδωτος χάλυβας
Πτερωτή	: Χυτοσίδηρος 1691 GG25
Δακτύλιος στεγανότητας O-rings	: Nitrile rubber

Το εξωτερικό περίβλημα της αντλίας είναι περασμένο πρώτο χέρι με PVC εποξειδικό και μεταβαμμένο με chloric rubber paint. Το κιβώτιο ενώσεων είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο από τα υγρά που μπορεί να το περιβάλλουν διότι διαθέτει διπλό στεγανωτικό (seal unit).

Η αντλία ψύχεται από τον αέρα και από το περιβάλλον ρευστό. Η αντλία έχει δύο (2) μηχανικούς στυπιοθλίπτες, οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον και απομονώνουν - σφραγίζουν τον κινητήρα από το υδραυλικό τμήμα της αντλίας. Η ύπαρξη δύο μηχανικών στυπιοθλιπτών έχει σαν αποτέλεσμα την πλήρη προστασία του κινητήρα, αφού και αν ακόμα περάσει νερό από τον κάτω στυπιοθλίπτη, ο κινητήρας προστατεύεται από τον άνω μηχανικό στυπιοθλίπτη.

#### **8.1.2 Υποβρύχιος αναδευτήρας**

Ποσότητα	1 τεμ.
Τύπος	Υποβρύχιος με προπέλα 3 πτερυγίων
Διάμετρος προπέλας	580mm
Ταχύτητα προπέλας	475 rpm
Κινητήρας	3.7 kW, 400V, 50Hz, IP55

Εντός της δεξαμενής σε κατάλληλη θέση τοποθετείται ένας υποβρύχιος αναδευτήρας.



Ο παραπάνω αναδευτήρας συνοδεύεται από δέκα (10) μέτρα καλώδια κινητήρα (4G2,5+2x1,5mm<sup>2</sup>), από εξαρτήματα προστασίας καλωδίων και θερμικούς διακόπτες. Το κιβώτιο ενώσεων είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο από τα υγρά που μπορεί να το περιβάλλουν και από το δοχείο του στάτορα. Ο κινητήρας είναι τριφασικός, ασύγχρονος, επαγωγικός, βραχυκυκλωμένου δρομέα και μπορεί να έχει μέχρι και 15 εκκινήσεις την ώρα. Ο κινητήρας ψύχεται από το υγρό που τον περιβάλλει.

Ο αναδευτήρας θα είναι ανηρτημένος σε ειδική διάταξη (οδηγό), ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτησή του και η απομάκρυνσή του από την δεξαμενή, χωρίς να είναι αναγκαία η εκκένωσή της. Για το σκοπό αυτό το κέλυφος του αναδευτήρα διαθέτει κατάλληλο άγκιστρο, στο οποίο θα είναι μόνιμα προσδεδεμένη αλυσίδα.

Η διάταξη εγκατάστασης είναι τέτοια ώστε να μην απαιτείται είσοδος του προσωπικού στο υγρό φρεάτιο ή την δεξαμενή και να διευκολύνεται η ανέλκυση και η καθέλκυση του αναδευτήρα. Για την στήριξη και οδήγηση του αναδευτήρα στην θέση έδρασης χρησιμοποιείται κοιλοδοκός από ανοξείδωτο χάλυβα, διατομής και μήκους οδηγών αναλόγων του φορτίου.

#### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χυτά μέρη:	Ανοξείδ. χάλυβας
Άξονας:	Ανοξείδ. χάλυβας
Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες:	Ανοξείδ. χάλυβας
Δακτύλιοι στεγανότητας O-rings:	Nitrile rubber
Προπέλα:	Ανοξείδ. χάλυβας

#### **8.1.3 Υποβρύχιος αεριστήρας (Flow jet)**

Ποσότητα	1 τεμ.
Τύπος αντλίας	Υποβρύχια φυγοκεντρική
Παροχή αέρα	1m <sup>3</sup> αέρα / 1m <sup>3</sup> στραγγίσματος
Στροφές λειτουργίας/αντλία	1.450 rpm
Κινητήρας	25 kW, 400V, 50Hz, IP55

Στη δεξαμενή τοποθετείται ένα σύστημα αερισμού – ανάδευσης. Η υποβρύχια αντλία αερισμού - ανάδευσης ακαθάρτων συνοδεύεται από :

- 10 m καλώδιο κινητήρα
- πέλμα επικάθισης που πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής
- κοχλίες και παξιμάδια στήριξης από ανοξείδωτο χάλυβα.
- Τζιφάρι
- Κατακόρυφο ανοξείδωτο σωλήνα

Το τζιφάρι είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και συνδεέται με την αντλία – φυσητήρα με φλατζωτό σύνδεσμο T. Στο άνω μέρος του T τοποθετείται ανοξείδωτος σωλήνας DN150 ο οποίος φτάνει μέχρι την ανωδομή της δεξαμενής. Από αυτόν τον σωλήνα γίνεται η αναρρόφηση αέρα.

Η παραπάνω υποβρύχια αντλία λυμάτων συνοδεύεται από δέκα (10) μέτρα καλώδια κινητήρα (4G1,5+2x1,5mm<sup>2</sup>), πέλμα επικάθισης που πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής, άνω μηχανισμό στερέωσης για οδηγούς ράβδους. Οι αντλίες θα μπορούν να ανυψωθούν έξω από τον θάλαμο χωρίς να χρειάζεται να αποσυνδεθούν οι συνδέσεις στο σωλήνα κατάθλιψης

Ο κινητήρας είναι κατακόρυφος ασύγχρονος, επαγωγικός, τριφασικός με βραχυκυκλωμένο δρομέα. Εδράζεται πάνω στην κεφαλή του αντλητικού συγκροτήματος και είναι ενσωματωμένος στο ίδιο κέλυφος με την αντλία. Ο κινητήρας είναι εμβαπτιζόμενου τύπου και κλάσης μόνωσης F που σημαίνει μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 155°C.

Οι κινητήρες είναι σχεδιασμένοι για να αποδίδουν την ονομαστική τάση λειτουργίας τους έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν συνεχώς και χωρίς ανωμαλίες με αποκλίσεις της τάξεως του 5% από την ονομαστική συχνότητα και τάση. Διακυμάνσεις τάσης της τάξεως του 10% είναι πιθανές χωρίς να υπερθερμανθεί ο κινητήρας.

Η πτερωτή είναι στατικά και υδροδυναμικά ζυγοσταθμισμένη, με αποτέλεσμα την αποφυγή κραδασμών, που σημαίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στα ρουλεμάν.

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χυτά μέρη : Χυτοσίδηρος

Άξονας : Ανοξειδωτος χάλυβας

Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες : Ανοξειδωτος χάλυβας

Πτερωτή : Χυτοσίδηρος 1691 GG25

Δακτύλιος στεγανότητας O-rings: Nitrile rubber

Το εξωτερικό περίβλημα της αντλίας είναι περασμένο πρώτο χέρι με PVC εποξειδικό και μεταβαμμένο με chloric rubber paint. Το κιβώτιο ενώσεων είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο από τα υγρά που μπορεί να το περιβάλλουν διότι διαθέτει διπλό στεγανωτικό (seal unit).

Η αντλία ψύχεται από τον αέρα και από το περιβάλλον ρευστό. Η αντλία έχει δύο (2) μηχανικούς στυπιοθλίπτες, οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον και απομονώνουν - σφραγίζουν τον κινητήρα από το υδραυλικό τμήμα της αντλίας. Η ύπαρξη δύο μηχανικών στυπιοθλιπτών έχει σαν αποτέλεσμα την πλήρη προστασία του κινητήρα, αφού και αν ακόμα περάσει νερό από τον κάτω στυπιοθλίπτη, ο κινητήρας προστατεύεται από τον άνω μηχανικό στυπιοθλίπτη.

## 8.2 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 8.2.1 Θυροφράγματα απομόνωσης

Αριθμός	2 τεμ.
Είδος	καναλιού, χειροκίνητο
Πλάτος θυρίδας	700 mm
Ύψος θυρίδας	700mm
Ύψος χειρισμού (από δάπεδο εργασίας)	900 mm
Υλικό κατασκευής	AISI 304
Τύπος κοχλία ανέλκυσης	τραπεζοειδής
Υλικό στεγάνωσης	TEFLON

Στο μεριστή της βιολογικής επεξεργασίας τοποθετούνται θυροφράγματα καναλιού πλάτους 700 mm για την απομόνωση κάθε δεξαμενής. Τα θυροφράγματα είναι μεταλλικές κατασκευές και αποτελούνται από τα ακόλουθα μέρη:

- Θυρίδα απομόνωσης (inox 304)
- Πλαίσιο θυρίδας (inox 304)
- Κοχλία ανέλκυσης
- Χειροστρόφαλο (βολάν) ανέλκυσης

Το πλαίσιο της θυρίδας κατασκευάζεται από στραντζαριστό προφίλ ειδικής διατομής. Εντός του πλαισίου στερεώνεται το στεγανωτικό υλικό του θυροφράγματος (TEFLON) μέσα στο οποίο κυλιέται η θυρίδα. Η θυρίδα κατασκευάζεται από ισχυρό έλασμα ενισχυμένο κατά περίπτωση με πρόσθετα ελάσματα τα οποία εξασφαλίζουν την πλήρη ακαμψία της κατασκευής. Στο άνω μέρος της θυρίδας στερεώνεται ο κοχλίας ανέλκυσης ο οποίος έχει μήκος ανάλογο του ύψους της θυρίδας. Ο κοχλίας του θυροφράγματος κινείται μέσα σε ειδικό ορειχάλκινο τεμάχιο (φωλιά) το οποίο στερεώνεται στο ανώτερο σημείο της θυρίδας. Το ειδικό τεμάχιο και ο κοχλίας ανέλκυσης έχουν τραπεζοειδές σπείρωμα με βήμα 4mm. Στο επάνω μέρος του πλαισίου τοποθετείται και ο χειροστρόφαλος ανέλκυσης.

Στις δύο κάθετες πλευρές του πλαισίου του θυροφράγματος στερεώνονται επάνω στο

πλαίσιο από δύο στηρίγματα μέσω των οποίων γίνεται η ρύθμιση της επιπεδότητας και η αρχική στήριξη του θυροφράγματος. Η τελική στήριξη γίνεται με δευτερογενές σκυρόδεμα (γέμισμα) των αναμονών των τοιχίων εντός των οποίων τοποθετείται το θυρόφραγμα.

### **8.2.2 Υποβρύχιος αναδευτήρας απονιτροποίησης**

Ποσότητα	4 τεμ. (2 τεμ/ δεξαμενή)
Τύπος	Υποβρύχιος με προπέλα 3 πτερυγίων
Διάμετρος προπέλας	370mm
Ταχύτητα προπέλας	~ 700 rpm
Κινητήρας	2.0 kW, 400V, 50Hz, IP55

Εντός κάθε δεξαμενής απονιτροποίησης σε κατάλληλη θέση τοποθετούνται δύο υποβρύχιοι αναδευτήρες.

Ο παραπάνω αναδευτήρας συνοδεύεται από δέκα (10) μέτρα καλώδια κινητήρα (4G2,5+2x1,5mm<sup>2</sup>), από εξαρτήματα προστασίας καλωδίων και θερμικούς διακόπτες. Το κιβώτιο ενώσεων είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο από τα υγρά που μπορεί να το περιβάλλουν και από το δοχείο του στάτορα. Ο κινητήρας είναι τριφασικός, ασύγχρονος, επαγωγικός, βραχυκυκλωμένου δρομέα και μπορεί να έχει μέχρι και 15 εκκινήσεις την ώρα. Ο κινητήρας ψύχεται από το υγρό που τον περιβάλλει.

Ο αναδευτήρας θα είναι ανηρτημένος σε ειδική διάταξη (οδηγό), ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτησή του και η απομάκρυνσή του από την δεξαμενή, χωρίς να είναι αναγκαία η εκκένωσή της. Για το σκοπό αυτό το κέλυφος του αναδευτήρα διαθέτει κατάλληλο άγκιστρο, στο οποίο θα είναι μόνιμα προσδεδεμένη αλυσίδα.

Η διάταξη εγκατάστασης είναι τέτοια ώστε να μην απαιτείται είσοδος του προσωπικού στο υγρό φρεάτιο ή την δεξαμενή και να διευκολύνεται η ανέλκυση και η καθέλκυση του αναδευτήρα. Για την στήριξη και οδήγηση του αναδευτήρα στην θέση έδρασης χρησιμοποιείται κοιλοδοκός από ανοξείδωτο χάλυβα, διατομής και μήκους οδηγών αναλόγων του φορτίου.

#### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χυτά μέρη	: Ανοξείδ. χάλυβας
Άξονας	: Ανοξείδ. χάλυβας
Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες	: Ανοξείδ. χάλυβας
Δακτύλιοι στεγανότητας O-rings	: Nitrile rubber
Προπέλα	: Ανοξείδ. χάλυβας

### **8.2.3 Φυσητήρες αερισμού**

Ποσότητα	6 τεμ. (2+1 τεμ/ δεξαμενή)
Τύπος	Τρίλοβος φυσητήρας
Παροχή	~2.700 Nm <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό	600 mbar
Διάμετρος κατάθλιψης	~ 700 rpm
Κινητήρας	75 kW, 400V, 50Hz, IP55
Σύνδεση με τον κινητήρα δια μέσου	τραπεζοειδών ιμάντων

Οι φυσητήρες αερισμού, εγκαθίστανται στο κτιρίο φυσητήρων. Οι φυσητήρες είναι τοποθετημένοι σε επαρκή απόσταση μεταξύ τους, ώστε να διευκολύνεται η επιθεώρηση και η συντήρηση των μηχανημάτων.

Εγκαθίστανται συνολικά 6 φυσητήρες (δύο εν λειτουργία και ένας εφεδρικός για κάθε γραμμή). Η λειτουργία γίνεται με κυκλική εναλλαγή μέσω του συστήματος αυτοματισμού. Κάθε φυσητήρας αερισμού θα ελέγχεται από inverter για τη ρύθμιση λειτουργίας του σε συνδυασμό με το μετρητή διαλελυμένου οξυγόνου της κάθε δεξαμενής.

Το κέλυφος του φυσητήρα και τα καπάκια είναι κατασκευασμένο από ειδικό λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο EN-GJL-200 (GG 20) με ισχυρές ενισχυτικές πτερυγώσεις για να αποφεύγονται στρεβλώσεις στις πιέσεις λειτουργίας και να εξασφαλίζεται καλύτερη ικανότητα ψύξης. Το κέλυφος του φυσητήρα περιλαμβάνει κανάλια προ-εισόδου του αέρα έτσι ώστε να μειώνεται η στάθμη θορύβου και οι κραδασμοί μέσω εξουδετέρωσης των παλμών (pulsation cancellation)

Οι ρότορες-άξονες των φυσητήρων είναι κατασκευασμένοι από σφυρήλατο χάλυβα C 45 N σε ένα τεμάχιο (in one piece). Όλοι οι ρότορες φέρουν τρεις λοβούς έκαστος.

Οι εξωτερικές επιφάνειες των λοβών έχουν υποστεί φρεζάρισμα και έχουν λειανθεί με ακρίβεια ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε πολύ μικρές προκαθορισμένες ανοχές.

Κάθε φυσητήρας είναι εφοδιασμένος με τέσσερα (4) βαρέως τύπου έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) υπολογισμένα ώστε να διαθέτουν χρόνο ζωής άνω των 40.000 ωρών κάτω από τις δυσμενέστερες συνθήκες λειτουργίας. Διαθέτει δύο οδοντωτούς τροχούς που συγχρονίζουν την κίνηση των λοβών, με ελικοειδή οδόντωση και ειδική επιφανειακή σκλήρυνση και κατεργασία για τη διασφάλιση ομαλής λειτουργίας και μεγάλης διάρκειας ζωής. Οι οδοντωτοί τροχοί αυτοί είναι εγκλωβισμένοι σε στεγανό κέλυφος και λιπαίνονται με εκτίναξη ελαφρού ορυκτελαίου που διατηρείται σε σταθερή στάθμη μέσα στο κέλυφος. Με το ίδιο ορυκτέλαιο λιπαίνονται και τα δύο έδρανα αυτού του άκρου. Τα έδρανα του άλλου άκρου λιπαίνονται με τον αυτό τρόπο. Η στάθμη του ελαίου επιθεωρείται με υάλινο οπτικό ελαιοδείκτη.

Κάθε φυσητήρας παίρνει κίνηση από ηλεκτροκινητήρα αερόψυκτο, ασύγχρονο, τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέως, τριφασικό κατάλληλης ισχύος, προστασίας IP 55, κλάση μόνωσης F, με θερμίστορς για προστασία των τυλιγμάτων, κατάλληλο για λειτουργία σε 380V / 50 Hz. Το κέλυφος του κινητήρα είναι κατασκευασμένος από ειδικό λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο.

Οι ιμάντες μετάδοσης κίνησης είναι βαρέως τύπου, τύπου V, ανθεκτικοί στη ζέστη και αντιστατικοί με ελάχιστο συντελεστή ασφαλείας 1,5. Οι τροχαλίες είναι από χυτοσίδηρο EN-GJS-600 (GGG 60), διαιρούμενου τύπου και ζυγοσταθμισμένες εφόσον η διάμετρος τους ξεπερνάει τα 200 mm. Οι ιμάντες μετάδοσης κίνησης καλύπτονται πλήρως από κλειστό κάλυμμα ασφαλείας (προφυλακτήρα) για την αποφυγή ατυχημάτων. Το κάλυμμα είναι κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα με κατάλληλα ανοίγματα για τον επαρκή αερισμό του, και είναι σταθερά προσαρμοσμένο στον φυσητήρα και στη βάση του όλου συγκροτήματος.

Στην είσοδο του φυσητήρα τοποθετείται σιγαστήρας απορροφητικού τύπου που συν-

δύάζεται με το φίλτρο εισόδου. Στην έξοδο του φυσητήρα τοποθετείται επίσης σιγα-  
στήρας δύο θαλάμων που αποτελεί ταυτόχρονα και βάση του συγκροτήματος, χωρίς  
ηχοαπορροφητικά υλικά, που μπορεί να επιβαρύνουν τον αέρα εξόδου με στοιχεία από  
το υλικό πλήρωσης και ηχομόνωσης.

Η βάση/σιγαστήρας κατάθλιψης του συγκροτήματος φυσητήρα – κινητήρα φέρει δύο  
θέσεις G 'Ο' για την τοποθέτηση οργάνων μέτρησης στοιχείων αέρα κατάθλιψης (μανό-  
μετρο και προαιρετικά θερμόμετρο ) και τους διπλούς οδηγούς στήριξης του κινητήρα,  
με τρόπο τέτοιο ώστε να επιτυγχάνεται η κατάλληλη τάνυση των ιμάντων με το ίδιο  
βάρος του κινητήρα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Ο σωλήνας σύνδεσης περιλαμβάνει στο εσωτερικό του την βαλβίδα αντεπιστροφής του  
συγκροτήματος. Η πρόσβαση σε αυτή γίνεται πολύ απλά λύνοντας το καπάκι του σω-  
λήνα σύνδεσης ( cover plate ). Στο άκρο του σωλήνα σύνδεσης βρίσκεται ο ελαστικός  
αντικραδασμικός σύνδεσμος για την σύνδεση με τις σωληνώσεις κατάθλιψης.

Η βάση/σιγαστήρας κατάθλιψης του όλου συγκροτήματος φυσητήρα – κινητήρα επι-  
τρέπει εύκολη πρόσβαση στα σημεία λίπανσης και συντήρησης. Η βάση προσαρμόζεται  
σε επίπεδο και οριζόντιο έδαφος αφού παρεμβληθούν κατάλληλα αντικραδασμικά στη-  
ρίγματα με ελαστικά παρεμβύσματα κατάλληλων προδιαγραφών ώστε να φέρουν άνετα  
και με περιθώρια ασφαλείας το συνολικό βάρος της κατασκευής.

Κάθε φυσητήρας διαθέτει βαλβίδα ασφαλείας τύπου ελατηρίου, προσαρμοσμένη στο  
κέλυφος του σωλήνα σύνδεσης (Connection Housing) που απολήγει η βά-  
ση/σιγαστήρας του φυσητήρα. Το κέλυφος αυτό περικλείει την βαλβίδα αντεπιστροφής  
και μπορεί να φέρει σε κατάλληλη θέση και την βαλβίδα άφορτης εκκίνησης εάν απαι-  
τείται. Η βαλβίδα ασφαλείας είναι ρυθμισμένη ώστε να ανοίγει σε πίεση 0,05 bar παρα-  
πάνω από την ονομαστική πίεση λειτουργίας και έχει την δυνατότητα παροχέτευσης  
όλης της ποσότητας αέρος που παρέχει ο φυσητήρας.

Στην έξοδο του φυσητήρα και εντός του κελύφους του σωλήνα σύνδεσης υπάρχει εν-  
σωματωμένη βαλβίδα αντεπιστροφής τύπου κλαπέ από βουλκανισμένο Αλουμίνιο (alu-  
minium vulcanized).

Ο φυσητήρας στην έξοδο φέρει ειδικό ελαστικό αντικραδασμικό σύνδεσμο για την τη  
σύνδεση με την σωληνογραμμή που ακολουθεί.



Οι φυσητήρες συνοδεύονται με ηχομονωτικό θάλαμο, αυτός αποτελείται από εύκολα συναρμολογούμενα στοιχεία, κατασκευασμένα από γαλβανισμένη λαμαρίνα και άκαυστο ηχομονωτικό αφρώδες υλικό πολυουρεθάνης και διαθέτουν κατάλληλο ανεμιστήρα απαγωγής της θερμότητας που εκλύει το συγκρότημα.

Στην εξωτερική πλευρά του θαλάμου και σε θέση πλεονεκτική και ευανάγνωστη βρίσκονται το μανόμετρο λειτουργίας και ο δείκτης αλλαγής του ανταλλάξιμου στοιχείου φίλτρανσης του φίλτρου εισόδου.

#### **8.2.4 Διαχύτες δεξαμενών αερισμού**

Ποσότητα	: 1440 τεμ. (720/δεξαμενή)
Είδος	: Διαχύτες λεπτής φυσαλίδας ελαστικής μεμβράνης
Μέση διάμετρος φυσαλίδας	: μεταξύ 1.5 και 2.0 mm
Υλικό μεμβράνης	: EPDM
Διάμετρος διαχύτη	: 12"
Επιφάνεια μεμβράνης	: 0,06m <sup>2</sup>
Max θερμοκρασία αέρα	: 80° C

Σε κάθε δεξαμενή αερισμού θα τοποθετηθούν 720 (6 ομάδες με 15x8 διαχύτες) διαχύτες λεπτής φυσαλίδας ελαστικής μεμβράνης. Συνολικά θα τοποθετηθούν και στις 2 δεξαμενές 1440 διαχύτες.

Οι διαχύτες φέρουν ελαστική μεμβράνη από EPDM. Η μεμβράνη είναι διάτρητη σε όλη σχεδόν την επιφάνειά της με οπές σχήματος I ώστε η μέση διάμετρος της εκτοξευμένης φυσαλίδας να είναι μεταξύ 1.5 και 2.0 mm. Κατά την παύση λειτουργίας οι οπές της μεμβράνης κλείνουν και δεν επιτρέπουν έτσι τη διέλευση υγρού ούτε επίσης την έμφραξη από απόθεση στερεών.

Η μεμβράνη έχει πάχος βαθμιαία αυξανόμενο από 2 mm στην περιφέρεια σε 3 mm προς το κέντρο. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ομοιομορφία μεγέθους φυσαλίδων που εκτοξεύονται από όλη την επιφάνεια της μεμβράνης και η αποφυγή του φαινομένου "μπαλονοποίησης" της μεμβράνης. Το κεντρικό τμήμα της μεμβράνης έχει πάχος 5 mm και δεν φέρει οπές ώστε κατά τη παύση λειτουργίας να επικάθεται στην οπή παροχής αέρα στο διαχυτή και να την φράζει λειτουργώντας έτσι σαν βαλβίδα αντεπιστρο-

φής. Η μεμβράνη είναι κατασκευασμένη με τη μέθοδο έγχυσης του ελαστομερούς υλικού σε καλούπια (injection moulded) που εξασφαλίζει ομοιογένεια του υλικού. Η μεμβράνη εφαρμόζει και συγκρατείται πάνω σε κυκλική βάση από σκληρό πλαστικό υλικό PP-polypropylene). Η μεμβράνη είναι εφαρμοστή γύρω από το δίσκο και συσφίγγεται με περιφερειακό βιδωτό δακτύλιο έτσι ώστε να μην υπάρχουν διαρροές αέρα από την περιφέρεια της μεμβράνης.

Ο δίσκος με τη μεμβράνη στερεώνονται πάνω στον αγωγό (κλάδο) διανομής αέρα μέσω ειδικής ελαστικής σέλλας από EPDM. Για τη στερέωση της σέλλας πάνω στον αγωγό καθώς και του δίσκου στη σέλλα δεν απαιτούνται ούτε κολλήσεις ούτε σπειρώματα ώστε και η σύνδεση να είναι απόλυτα ελαστική (που να απορροφά τους κραδασμούς κατά τη λειτουργία) αλλά και η τοποθέτηση του διαχυτή πάνω στον αγωγό διανομής αέρα (καθώς και η μελλοντική του αφαίρεση) να αποτελεί απλή διαδικασία. Για την τοποθέτηση της σέλλας απαιτείται μόνο διάνοιξη απλής οπής διαμέτρου 1.25 ιντσών (32 mm) πάνω στον αγωγό (από PVC, PE ή INOX). Η μελλοντική προσθήκη διαχυτών είναι έτσι πολύ απλή διαδικασία που δεν απαιτεί την αποσυναρμολόγηση του δικτύου σωληνώσεων διανομής αέρα.

Η διάταξη των διαχυτήρων θα καλύπτει ομοιόμορφα τον πυθμένα της ζώνης αερισμού για την αποφυγή ασύμμετρων καταστάσεων παροχής οξυγόνου και ανάδευσης. Κάθε συστοιχία διάχυσης θα τροφοδοτείται με ξεχωριστό αγωγό τροφοδότησης, που θα απομονώνεται από τον αγωγό μεταφοράς με δικλείδα απομόνωσης και ρύθμισης της παροχής αέρα, τύπου πεταλούδας ή ισοδύναμου. Οι αγωγοί διανομής αέρα που θα φέρουν τους διαχυτές θα στηρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής σε ειδικά στηρίγματα από ανοξείδωτο χάλυβα, ρυθμίσιμα καθ' ύψος ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτηση των διαχυτών στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

Η διάμετρος των σωληνώσεων αέρα έχει υπολογιστεί, ώστε η ταχύτητα αέρα να μην ξεπερνά τα 15m/sec, ενώ στο δίκτυο αέρα προβλέπονται κατάλληλα εξαρτήματα σύνδεσης των σωληνώσεων, ικανά να παραλαμβάνουν τις διαμήκεις παραμορφώσεις τους, λόγω συστολοδιαστολών.

Οι σωληνώσεις αέρα, που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του νερού είναι κατασκευασμένες από πλαστικό (PVC, 16atm) επαρκούς αντοχής στη θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα. Το δίκτυο τροφοδοσίας των διαχυτών θα κατασκευαστεί ως εξής :

Η τροφοδοσία με αέρα πραγματοποιείται μέσω κεντρικού αγωγού από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304. Το δίκτυο σωληνώσεων πυθμένα αποτελείται από σωλήνες PVC, μέγιστης πίεσης 16 Atm, με στηρίγματα από ανοξείδωτο χάλυβα, με δυνατότητα κατακόρυφης ρύθμισης, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ευθυγράμμισή τους επί τόπου του έργου.

### **8.2.5 Δοσομετρικές αντλίες θρεπτικών**

Ποσότητα :	2 τεμ (1+1)
Τύπος Αντλίας:	Διαφραγματική δοσομετρική με μηχανική κίνηση διαφράγματος
Παροχή παροχή:	20 lt/h (με χρήση Frequency inverter για μεταβλητή συχνότητα τροφοδοσίας ) Hz.
Ρύθμιση παροχής:	Χειροκίνητη 0-100% (μήκους εμβολισμού). Αυτόματο με αναλογικό σήμα 0/4-20mA στο Frequency inverter.
Μέγιστη πίεση:	10 Bar.
Υλικό κεφαλής:	PVC
Στόμια σύνδεσης:	PVC, DN 8 για σωλήνα 12x1 ή εύκαμπτη σωλήνα 12x3
Ηλεκτροκινητήρας:	Τριφασικός 220-240/380-420 V, 90 W, IP 65/F

Παραπλεύρως και σε στεγασμένο χώρο των δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας τοποθετούνται δύο αντλίες δοσομέτρησης θρεπτικών. Η μία είναι εν λειτουργία και η άλλη είναι εφεδρική. Οι αντλίες λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή μέσω του συστήματος αυτοματισμού για ομοιόμορφη φθορά. Οι αντλίες θα αναρροφούν από δοχείο χωρητικότητας 1.500lt.

Οι αντλίες θα λειτουργούν με μετατροπέα συχνότητων ώστε να δίνεται η δυνατότητα αναλογικής λειτουργίας. Η λειτουργία των δοσομετρικών αντλιών χλωρίωσης θα ρυθμίζεται αναλογικά, (4-20mA) βάσει της μέτρησης παροχής. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα χειροκίνητης ρύθμισης της παροχής. Η λειτουργία των μηχανικά επενεργούμενων διαφραγματικών αντλιών στηρίζεται στην παλινδρομική κίνηση μιας ράβδου (μοχλός κίνησης) η οποία ασφαρίζεται στο κέντρο του διαφράγματος. Η εμπρόσθια κίνηση της ράβδου μειώνει τον όγκο του θαλάμου του δοσομετρούμενου υγρού αναγκάζοντας το

υγρό να εξέλθει από την βαλβίδα κατάθλιψης. Η πίεση που απομακρύνει το υγρό ε-  
φαρμόζεται επίσης και την βαλβίδα αναρρόφησης αναγκάζοντάς την να κλείσει εξ-  
ασφαλίζοντας την ροή μόνο κατά την επιθυμητή διεύθυνση. Η αντίθετη κίνηση της ρά-  
βδου μειώνει την πίεση εντός του θαλάμου του υγρού, αυξάνοντας τον όγκο του. Η  
απότομη μείωση της πίεσης προκαλεί το κλείσιμο της βαλβίδας κατάθλιψης εξαιτίας της  
εξωτερικής πίεσης και επιτρέπει το άνοιγμα της βαλβίδας αναρρόφησης. Με αυτό τον  
τρόπο οδηγείται νέα ποσότητα υγρού στο θάλαμο και η διαδικασία επαναλαμβάνεται με  
την παλινδρομική κίνηση της ράβδου.

Η αντλία περιλαμβάνει ηλεκτροκινητήρα τριφασικό, ασύγχρονο προστασίας IP 65, κα-  
τηγορίας μονώσεως F. Από τον ηλεκτρομειωτήρα εξάγεται εκκεντροφόρος άξονας ο  
οποίος καθώς περιστρέφεται κινεί παλινδρομικό έμβολο. Στο άλλο άκρο του εμβόλου,  
υπάρχει εύκαμπτη μεμβράνη, η οποία πάλλεται εντός κεφαλής από ανοξειδωτο χάλυβα.

### **8.2.6 Δοσομετρικές αντλίες γλυκερόλης**

Ποσότητα :	2 τεμ (1+1)
Τύπος Αντλίας:	Διαφραγματική δοσιμετρική με μηχανική κίνηση δια- φράγματος
Παροχή παροχή:	50 lt/h (με χρήση Frequency inverter για μεταβλητή συχνότητα τροφοδοσίας ) Hz.
Ρύθμιση παροχής:	Χειροκίνητη 0-100% (μήκους εμβολισμού). Αυτόματο με αναλογικό σήμα 0/4-20mA στο Frequency inverter.
Μέγιστη πίεση:	10 Bar.
Υλικό κεφαλής:	PVC
Στόμια σύνδεσης:	PVC, DN 8 για σωλήνα 12x1 ή εύκαμπτη σωλήνα 12x3
Ηλεκτροκινητήρας:	Τριφασικός 220-240/380-420 V, 90 W, IP 65/F

Παραπλεύρως και σε στεγασμένο χώρο των δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας τοπο-  
θετούνται δύο αντλίες δοσομέτρησης γλυκερόλης. Η μία είναι εν λειτουργία και η άλλη  
είναι εφεδρική. Οι αντλίες λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή μέσω του συστήματος αυ-  
τοματισμού για ομοιόμορφη φθορά. Οι αντλίες θα αναρροφούν από δοχείο χωρητικό-  
τητας 3.000lt.

Οι αντλίες θα λειτουργούν με μετατροπέα συχνότητων ώστε να δίνεται η δυνατότητα

αναλογικής λειτουργίας. Η λειτουργία των δοσομετρικών αντλιών χλωρίωσης θα ρυθμίζεται αναλογικά, (4-20mA) βάσει της μέτρησης παροχής. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα χειροκίνητης ρύθμισης της παροχής.

Η λειτουργία των μηχανικά επενεργούμενων διαφραγματικών αντλιών στηρίζεται στην παλινδρομική κίνηση μιας ράβδου (μοχλός κίνησης) η οποία ασφαρίζεται στο κέντρο του διαφράγματος. Η εμπρόσθια κίνηση της ράβδου μειώνει τον όγκο του θαλάμου του δοσομετρούμενου υγρού αναγκάζοντας το υγρό να εξέλθει από την βαλβίδα κατάθλιψης. Η πίεση που απομακρύνει το υγρό εφαρμόζεται επίσης και την βαλβίδα αναρρόφησης αναγκάζοντάς την να κλείσει εξασφαλίζοντας την ροή μόνο κατά την επιθυμητή διεύθυνση. Η αντίθετη κίνηση της ράβδου μειώνει την πίεση εντός του θαλάμου του υγρού, αυξάνοντας τον όγκο του. Η απότομη μείωση της πίεσης προκαλεί το κλείσιμο της βαλβίδας κατάθλιψης εξαιτίας της εξωτερικής πίεσης και επιτρέπει το άνοιγμα της βαλβίδας αναρρόφησης. Με αυτό τον τρόπο οδηγείται νέα ποσότητα υγρού στο θάλαμο και η διαδικασία επαναλαμβάνεται με την παλινδρομική κίνηση της ράβδου.

Η αντλία περιλαμβάνει ηλεκτροκινητήρα τριφασικό, ασύγχρονο προστασίας IP 65, κατηγορίας μονώσεως F. Από τον ηλεκτρομειωτήρα εξάγεται εκκεντροφόρος άξονας ο οποίος καθώς περιστρέφεται κινεί παλινδρομικό έμβολο. Στο άλλο άκρο του εμβόλου, υπάρχει εύκαμπτη μεμβράνη, η οποία πάλλεται εντός κεφαλής από ανοξείδωτο χάλυβα.

### **8.3 ΜΟΝΑΔΑ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗΣ (UF)**

Η μονάδα θα μπορεί να επεξεργάζεται ποσότητα στραγγισμάτων ίση με 400 m<sup>3</sup>/ημέρα. Το σύνολο του απαιτούμενου εξοπλισμού θα είναι τοποθετημένο σε container. Στη συνέχεια περιγράφεται ο βασικός εξοπλισμός που περιλαμβάνει η μονάδα.

#### **8.3.1 Περιγραφή Μονάδας UF**

Η αντλία τροφοδοσίας (UF feed pump) παραλαμβάνει το μικτό υγρό από την δεξαμενή αερισμού και το ανακυκλοφορεί συνεχώς πίσω στην δεξαμενή απονιτροποίησης. Από το συγκεκριμένο κύκλωμα ανακυκλοφορίας (main rig) το μικτό υγρό παραλαμβάνεται (εντός του container UF) από τις δύο (2) αντλίες ανακυκλοφορίας (UF Recirculation pumps), οι οποίες τροφοδοτούν τους δύο (2) παράλληλους βρόγχους Υπερδιήθησης (UF loops).

Οι αντλίες ανακυκλοφορίας (UF Recirculation pumps) οδηγούν το μικτό υγρό εσωτερικά των σωληνοειδών μεμβρανών (tubular membranes) και το μεν διήθημα συλλέγεται εξωτερικά των σωλήνων (tubes) το δε συμπυκνωμένο μικτό υγρό επιστρέφει μέσω της γραμμής ανακυκλοφορίας (main rig) της αντλίας τροφοδοσίας (UF feed pump) πίσω στην δεξαμενή απονιτροποίησης. Κάθε βρόγχος Υπερδιήθησης (UF loop) συνίσταται από συγκεκριμένο αριθμό στοιχείων μεμβρανών (UF modules) συνδεδεμένων σε σειρά, ώστε να επιτυγχάνεται η αναγκαία συνολική επιφάνεια μεμβρανών.

Λόγω της βεβαισμένης και ισχυρά τυρβώδους ροής μέσα από τις μεμβράνες το σύστημα λειτουργεί με ιδιαίτερα μεγάλες συγκεντρώσεις MLSS, καθώς και με πολύ μεγάλες σχετικές παροχές διηθήματος (flux). Κατά διαστήματα τα στοιχεία μεμβρανών (membrane modules) απαιτείται να ξεπλένονται (washed-flushed) με διήθημα το οποίο αποθηκεύεται στην εντός του container δεξαμενή έκπλυσης και χημικών καθαρισμών (CIP & wash tank) με την βοήθεια της αντίστοιχης αντλίας έκπλυσης (wash pump).

Σε σχετικά αραιά χρονικά διαστήματα (κάθε 6-10 εβδομάδες) απαιτείται επίσης χημικός καθαρισμός των μεμβρανών. Ο χημικός καθαρισμός γίνεται επίσης με την χρήση του ίδιου εξοπλισμού (wash pump και wash tank) που χρησιμοποιείται για την έκπλυση των

μεμβρανών με την επιπλέον προσθήκη κατάλληλων χημικών καθαριστικών. Η διαδικασία είναι αυτόματη και ελεγχόμενη από το PLC της εγκατάστασης.

Είναι δυνατόν να διενεργείται χημικός καθαρισμός στον έναν βρόγχο, ενώ ο άλλος βρίσκεται σε λειτουργία.

Λόγω της ανακυκλοφορίας εντός κλειστών βρόγχων ο χειριστής του συστήματος δεν έρχεται σε επαφή με το μικτό υγρό, ή aerosols, με προφανή οφέλη αναφορικά με την ασφάλεια των χειριστών.

### **8.3.2 Πρόφιλτρο**

Το πρόφιλτρο θα είναι τύπου basket screen, με διάκενα 1mm και θα είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316. Θα υπάρχει και ένα εφεδρικό.

### **8.3.3 Μεμβράνες υπερδιήθησης**

Συστοιχίες (loop)	2
Μεμβράνες / loop	5
Τύπος μεμβρανών	σωληνοειδείς μεμβράνες ( tubular membrane )
Επιφάνεια μεμβρανών	270 m <sup>2</sup> (135 m <sup>2</sup> / loop)
Διαστάσεις στοιχείου	8" x 3 m
Διάμετρος μεμβράνης	5,2 mm
Πόρος μεμβράνης	30 nm
Υλικό μεμβρανοδοχείου	PVC
Υλικό μεμβράνης	PVDF

Η διαύγαση των υγρών γίνεται με την τεχνολογία της υπερδιήθησης (Ultrafiltration), με χρήση σωληνοειδών μεμβρανών (tubular membranes), που τοποθετούνται εξωτερικά των δεξαμενών αερισμού (Side stream). Εγκαθίστανται δύο συστοιχίες (loop) μεμβρανών, με πέντε στοιχεία μεμβρανών σε κάθε loop.

Οι μεμβράνες έχουν διάμετρο πόρων 30 nm και κατασκευάζονται από ενισχυμένο PVDF. Έχουν διάμετρο 5,2 mm και τοποθετούνται εντός μεμβρανοδοχείου κατασκευασμένο από PVC. Το μεμβρανοδοχείο έχει διαστάσεις 8" x 3,0 m (διάμετρος x μήκος), με στόμιο εισόδου Φ220 και στόμιο εξόδου (διήθημα) Φ75.

Ο συγκεκριμένος τύπος μεμβρανών χαρακτηρίζεται από υψηλή υδραυλική φόρτιση, υψηλή απόδοση, μικρό βαθμό έμφραξης και είναι κατάλληλος για χρήση σε :

- Προεπεξεργασία μονάδων νανοδιήθησης (NF) και αντίστροφης όσμωσης (RO)
- Επεξεργασία λυμάτων και βιοαντιδραστήρες μεμβρανών (MBR)
- Ανάκτηση νερού από εκπλύματα φίλτρων άμμου
- Εφαρμογές πόσιμου νερού

### **8.3.4 Αντλία τροφοδοσίας UF**

Αριθμός	1+1 τεμ.
Τύπος αντλίας	Οριζόντια, φυγοκεντρική, επιφανείας
Παροχή (Q)	220 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό	20m
Κινητήρας	11 kW, 400 V, 50 Hz, IP 55

Το αντλητικό συγκρότημα επιφανείας αποτελείται από οριζόντια φυγοκεντρική μονο-βάθμια αντλία επιφανείας και ηλεκτροκινητήρα. Τα ανωτέρω (αντλία - ηλεκτροκινητήρας) θα είναι προσαρμοσμένα πάνω σε χαλύβδινη βάση (st 37) ισχυρής κατασκευής σε ευθύγραμμη διάταξη μεταξύ τους και συζευγμένα μέσω ελαστικού συνδέσμου κόμπλερ, αναλόγου ισχύος. Η στεγανοποίηση θα γίνεται με μηχανικό στυπιοθλίπτη βαρέως τύπου. Η σύνδεση αντλίας-κινητήρας θα γίνεται μέσω σταθερού συνδέσμου (κόμπλερ). Η κάθε αντλία θα φέρει βάννα στην αναρόφηση και βάννα και αντεπίστροφο στην κατάθλιψη. Το υλικό κατασκευής του άξονα και της πτερωτής είναι ανοξείδωτος χάλυβας, ποιότητας AISI 316L/ DIN1.4408.

### **8.3.5 Αντλίες ανακυκλοφορίας UF**

Αριθμός	2 τεμ. (1/loop)
Τύπος αντλίας	Οριζόντια, φυγοκεντρική, επιφανείας
Παροχή (Q)	250 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό	40m
Κινητήρας	55 kW, 400 V, 50 Hz, IP 55

Το αντλητικό συγκρότημα επιφανείας αποτελείται από οριζόντια φυγοκεντρική μονο-βάθμια αντλία επιφανείας και ηλεκτροκινητήρα. Τα ανωτέρω (αντλία - ηλεκτροκινητήρας) θα είναι προσαρμοσμένα πάνω σε χαλύβδινη βάση (st 37) ισχυρής κατασκευής σε ευθύγραμμη διάταξη μεταξύ τους και συζευγμένα μέσω ελαστικού συνδέσμου κόμπλερ,



αναλόγου ισχύος. Η στεγανοποίηση θα γίνεται με μηχανικό στυπιοθλίπτη βαρέως τύ-  
που. Η σύνδεση αντλίας- κινητήρας θα γίνεται μέσω σταθερού συνδέσμου (κόμπλερ). Η  
κάθε αντλία θα φέρει βάννα στην αναρόφηση και βάννα και αντεπίστροφο στην κατά-  
θλιψη.

Το υλικό κατασκευής του άξονα και της πτερωτής είναι ανοξείδωτος χάλυβας, ποιότη-  
τας AISI 316L/ DIN1.4408.

### **8.3.6 Αντλία έκπλυσης UF**

Αριθμός	1 τεμ.
Τύπος αντλίας	Οριζόντια, φυγοκεντρική, επιφανείας
Παροχή (Q)	120 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό	20m
Κινητήρας	11 kW, 400 V, 50 Hz, IP 55

Περιστασιακά τα στοιχεία των μεμβρανών υπερδιήθησης απαιτείται να ξεπλένονται και  
να καθαρίζονται χημικά. Αυτό επιτυγχάνεται με την αντλία έκπλυσης (wash pump) και  
τη χρήση του διηθήματος που αποθηκεύεται στην αντίστοιχη δεξαμενή έκπλυσης &  
χημικών καθαρισμών (CIP & wash tank). Η διαδικασία πλύσης είναι αυτόματα ελεγχό-  
μενη από το PLC της εγκατάστασης.

Το αντλητικό συγκρότημα επιφανείας αποτελείται από οριζόντια φυγοκεντρική μονο-  
βάθμια αντλία επιφανείας και ηλεκτροκινητήρα. Τα ανωτέρω (αντλία - ηλεκτροκινητή-  
ρας) θα είναι προσαρμοσμένα πάνω σε χαλύβδινη βάση (st 37) ισχυρής κατασκευής σε  
ευθύγραμμη διάταξη μεταξύ τους και συζευγμένα μέσω ελαστικού συνδέσμου κόμπλερ,  
αναλόγου ισχύος. Η στεγανοποίηση θα γίνεται με μηχανικό στυπιοθλίπτη βαρέως τύ-  
που. Η σύνδεση αντλίας- κινητήρας θα γίνεται μέσω σταθερού συνδέσμου (κόμπλερ). Η  
κάθε αντλία θα φέρει βάννα στην αναρόφηση και βάννα και αντεπίστροφο στην κατά-  
θλιψη.

Το υλικό κατασκευής του άξονα και της πτερωτής είναι ανοξείδωτος χάλυβας, ποιότη-  
τας AISI 316L/ DIN1.4408.

### **8.3.7 Αντλίες ιλύος**

Ποσότητα αντλιών	1 τεμ.
Τύπος αντλίας	Κοχλιωτή, θετικής εκτόπισης
Παροχή λειτουργίας	2-7,5 m <sup>3</sup> /h
Κινητήρας	7 kW, 400 V, 50 Hz, IP 55

Η αντλία αποτελείται από ένα ελικοειδή ρότορα, που στρέφεται μέσα σε ένα ελικοειδή στάτορα. Ο ρότορας είναι υψηλής ακριβείας από ειδικά επεξεργασμένο επιχρωμιωμένο χάλυβα, κατάλληλης σκληρότητας, ο στάτορας είναι διαμορφωμένος από ειδικό ελαστομερές (νιτρίλη NBR) τοποθετημένο μέσα σε μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα (molded to metal). Η γεωμετρία και οι διαστάσεις αυτών των μερών είναι τέτοιες ώστε όταν ο ρότορας τοποθετείται στον στάτορα, δημιουργείται μία διπλή σειρά από στεγανές κοιλότητες. Κατά την περιστροφή αυτές οι κοιλότητες προωθούνται κατά την έννοια του άξονα χωρίς να μεταβάλλεται το σχήμα τους ή ο όγκος τους, μεταφέροντας την αντλούμενη ουσία από την είσοδο της αντλίας στην έξοδο. Ο άξονας της αντλίας ο οποίος μεταφέρει την κίνηση από το τον ηλεκτρομειωτήρα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα επιχρωμιωμένο.

Το περίβλημα είναι από χυτοσίδηρο GG25 και φέρει καλύμματα τα οποία δύναται να αφαιρεθούν προκειμένου να γίνει καθαρισμός της αντλίας χωρίς να αποσυναρμολογηθεί. Πλησίον του εγκάρσιου στομίου στον διαμήκη άξονα της αντλίας (αναρρόφηση) υπάρχει στόμιο προσαγωγής νερού. Το εγκάρσιο στόμιο προς τον διαμήκη άξονα της αντλίας δύναται να περιστραφεί κατά 90°. Τα στόμια (είσοδος – έξοδος) της αντλίας δύναται να αντιστραφούν με απλή αλλαγή της περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα.

Η κίνηση δίδεται από ηλεκτροκινητήρα τριφασικό, βραχυκυκλωμένου δρομέα 400V, 50Hz, προστασίας IP55, κλάσης μόνωσης F. Ο ηλεκτρομειωτήρας είναι προσαρμοσμένος μέσω φλαντζών στο σώμα των αντλιών και ο κινητήριος άξονας της αντλίας είναι απευθείας συνδεδεμένος με το άξονα του ηλεκτρομειωτήρα.

### **8.3.8 Δοσομετρικές αντλίες**

Δοσομετρική αντλία αντιαφριστικού (1+1) : 30 L/h , 2 bar, 0,09 kW.

Αναρρόφηση από δοχείο 200 lt.

### **8.3.9 Μεταλλικά Containers**

Όλη η διάταξη υπερδιήθησης είναι εργονομικά τοποθετημένη εντός ενός κατάλληλα τροποποιημένου container 40 ft, HC. Σε ένα επιπλέον container 20 ft HC είναι εγκατεστημένος επιπλέον βοηθητικός εξοπλισμός (π.χ. οι δοσιμετρικές διατάξεις των βοηθητικών χημικών).

#### **8.3.10 Πίνακας ισχύος ελέγχου**

Ο πίνακας της μονάδας θα είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τους ισχύοντες κανονισμούς και θα φέρει πιστοποιητικό πιστότητας (CE). Θα είναι βιομηχανικής στιβαρής κατασκευής από λαμαρίνα DKP πάχους 1,5mm (2mm η πόρτα του και 3mm η πλάτη στήριξης υλικών) η οποία έχει υποστεί ειδική κατεργασία (απολίπανση – φωσφάτωση) απομάκρυνσης σκόνης ή σκουριάς, η δε βαφή είναι ηλεκτροστατική πάχους 50μm.

Η όλη κατασκευή θα είναι κατάλληλης στεγανότητας (IP43).

Ο πίνακας θα φέρει τα ηλεκτρολογικά όργανα τροφοδότησης κανονικής λειτουργίας και εκκίνησης των ηλεκτροκινητήρων, τα όργανα προστασίας, τα όργανα ενδείξεων και αυτοματισμού καθώς επίσης και κάθε απαραίτητη για την ασφαλή λειτουργία διάταξη, όπως αυτόματους διακόπτες ισχύος, διακόπτη επείγουσας παύσης λειτουργίας, ενδεικτικές λυχνίες, ψηφιακά όργανα, αμπερόμετρα, βολτόμετρα κ.λ.π.

Με αυτόν θα συνδέονται όλες οι διατάξεις ασφαλείας και τα όργανα ελέγχου, ώστε να είναι δυνατός ο πλήρης έλεγχος της μονάδας ή η αυτόματη διακοπή λειτουργίας της, εφόσον οι συνθήκες το απαιτούν (π.χ. αν ξεπεραστούν κάποια όρια ή παρουσιαστεί δυσλειτουργία γενικότερα κ.α.).

Θα περιλαμβάνει PLC που θα ελέγχει απόλυτα τον κύκλο λειτουργίας, δηλαδή λειτουργία αντλιών, φίλτρων, δοσομετρητών, ποιότητα τροφοδοτούμενων αποβλήτων, κ.λπ., προγραμματισμός απόπλυσης και χημικών καθαρισμών κ.λπ)

Η μονάδα θα έχει έτοιμες όλες τις ηλεκτρολογικές συνδέσεις των κυκλωμάτων ισχύος και αυτοματισμού.

Η όλη διεργασία θα ελέγχεται αυτόματα με PLC, που περιλαμβάνει οθόνη αφής 12" (ενσωματωμένο το touch screen) και πίνακα ελέγχου και χειρισμών.

Η διεργασία θα παρουσιάζεται από μια σειρά διαγραμμάτων ροής στην οθόνη αφής, στην οποία θα φαίνονται επίσης οι ακόλουθες πληροφορίες:

- Μεταβλητές της διεργασίας όπως ροή, πίεση, θερμοκρασία, pH σε συμφωνία πάντα με τα όργανα.
- Βάνες , ανοικτές ή κλειστές
- Αντλίες, ανοικτές ή κλειστές
- Συναγερμοί
- Γραφικές παραστάσεις των δεδομένων της διεργασίας

Ο έλεγχος της διεργασίας θα επιτυγχάνεται μέσω PLC και OCP το οποίο θα βρίσκεται εντός του ηλεκτρικού πίνακα διακοπών μέσα στο κοντέινερ.

## 8.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΑΥΓΑΣΜΕΝΩΝ

### 8.4.1.1 Αντλίες τροφοδοσίας μονάδας R.O.

Ποσότητα αντλιών	2 τεμ. (1+1R)
Τύπος αντλίας	Υποβρύχια φυγοκεντρική
Παροχή (Q) /αντλία	10 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό /αντλία	3,1 m
Στροφές λειτουργίας/αντλία	1450 rpm
Κινητήρας	2 kW, 400 V, 50 Hz, IP 55

Εντός της δεξαμενής τοποθετούνται δύο αντλίες (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική) με σκοπό την τροφοδοσία της μονάδας R.O. Για την ομοιόμορφη φθορά τους, οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή μέσω του συστήματος αυτοματισμού της εγκατάστασης.

Η παραπάνω υποβρύχια αντλία λυμάτων συνοδεύεται από δέκα (10) μέτρα καλώδια κινητήρα (4G1,5+2x1,5mm<sup>2</sup>), πέλμα επικάθισης που πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής, άνω μηχανισμό στερέωσης για οδηγούς ράβδους. Οι αντλίες θα μπορούν να ανυψωθούν έξω από τον θάλαμο χωρίς να χρειάζεται να αποσυνδεθούν οι συνδέσεις στο σωλήνα κατάθλιψης

Ο κινητήρας είναι κατακόρυφος ασύγχρονος, επαγωγικός, τριφασικός με βραχυκυκλωμένο δρομέα. Εδράζεται πάνω στην κεφαλή του αντλητικού συγκροτήματος και είναι ενσωματωμένος στο ίδιο κέλυφος με την αντλία. Ο κινητήρας είναι εμβαπτιζόμενου τύπου και κλάσης μόνωσης F που σημαίνει μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 155°C.

Οι κινητήρες είναι σχεδιασμένοι για να αποδίδουν την ονομαστική τάση λειτουργίας τους έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν συνεχώς και χωρίς ανωμαλίες με αποκλίσεις της τάξεως του 5% από την ονομαστική συχνότητα και τάση. Διακυμάνσεις τάσης της τάξεως του 10% είναι πιθανές χωρίς να υπερθερμανθεί ο κινητήρας.

Η πτερωτή είναι στατικά και υδροδυναμικά ζυγοσταθμισμένη, με αποτέλεσμα την αποφυγή κραδασμών, που σημαίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στα ρουλεμάν.

#### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χυτά μέρη : Χυτοσίδηρος

Άξονας : Ανοξείδωτος χάλυβας

Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες : Ανοξείδωτος χάλυβας

Πτερωτή : Χυτοσίδηρος 1691 GG25

Δακτύλιος στεγανότητας O-rings: Nitrile rubber

Το εξωτερικό περίβλημα της αντλίας είναι περασμένο πρώτο χέρι με PVC εποξειδικό και μεταβαμμένο με chloric rubber paint.

Το κιβώτιο ενώσεων είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο από τα υγρά που μπορεί να το περιβάλλουν διότι διαθέτει διπλό στεγανωτικό (seal unit).

Η αντλία ψύχεται από τον αέρα και από το περιβάλλον ρευστό.

Η αντλία έχει δύο (2) μηχανικούς στυπιοθλίπτες, οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον και απομονώνουν - σφραγίζουν τον κινητήρα από το υδραυλικό τμήμα της αντλίας. Η ύπαρξη δύο μηχανικών στυπιοθλιπτών έχει σαν αποτέλεσμα την πλήρη προστασία του κινητήρα, αφού και αν ακόμα περάσει νερό από τον κάτω στυπιοθλίπτη, ο κινητήρας προστατεύεται από τον άνω μηχανικό στυπιοθλίπτη.

## **8.5 ΜΟΝΑΔΑ R.O.**

Η μονάδα Αντίστροφης Όσμωσης θα μπορεί να επεξεργάζεται ποσότητα στραγγισμάτων ίση με 200 m<sup>3</sup>/d. Το σύνολο του απαιτούμενου εξοπλισμού θα είναι τοποθετημένο σε container. Στη συνέχεια περιγράφεται ο βασικός εξοπλισμός που περιλαμβάνει η μονάδα.

### **8.5.1 Περιγραφή Μονάδας R.O.**

#### **Προεπεξεργασία αποβλήτων - Πρώτο Στάδιο Αντίστροφης Όσμωσης (RO1)**

- Τροφοδοσία & δεξαμενή ρύθμισης pH (από ΡΕ, όγκου 3,00κ.μ.)
- Αντλία ανακυκλοφορίας στη δεξαμενή τροφοδοσίας
- Αντλία τροφοδοσίας (RO1) (φυγόκεντρη αντλία)
- Σακόφιλτρα δυναμικότητας 10 κ.μ./ώρα
- Φίλτρο φυσιγγίων δυναμικότητας 10 κ.μ./ώρα
- Μαγνητικό επαγωγικό Παροχόμετρο
- Δεξαμενή αντικαθαλατωτικού (120 lt)
- Δοσομετρική Αντλία Αντικαθαλατωτικού, διαφραγματική
- Δεξαμενή Θεικού Οξέος (10 κ.μ. διπλού τοιχώματος με μετρητή στάθμης & με ανίχνευση υπερχειλίσσης)
- Αντλία υψηλής πίεσης RO1 (Αντλία εμβόλου)
- Αντλίες Ανακυκλοφορίας RO1
- Μεμβράνες & μεμβρανοδοχεία RO1
- Αντλία πλύσης RO (φυγόκεντρη αντλία)
- RO δεξαμενή έκπλυσης
- RO αντλία καθαρισμού

#### **Δεύτερο Στάδιο Αντίστροφης Όσμωσης (RO2)**

- Ενδιάμεση Δεξαμενή (όγκου 1,50 κ.μ.)
- Μαγνητικό επαγωγικό παροχόμετρο (RO2 Σωλήνας τροφοδοσίας)
- Αντλία υψηλής πίεσης RO2 (Φυγόκεντρη αντλία)
- Αντλία ανακυκλοφορίας RO2 (Φυγόκεντρη αντλία)
- Μεμβράνες & μεμβρανοδοχεία RO2

Σε όλα τα προαναφερόμενα στάδια θα ενσωματώνεται και όλος ο βοηθητικός εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για τη λειτουργία της μονάδας. Ενδεικτικά:

- Μεταδότες πίεσης
- Ροόμετρα
- Μανόμετρα
- Σταθμήμετρα
- Όργανα μέτρησης pH, θερμοκρασίας, πίεσης, αγωγιμότητας, pH

Όλο το σύστημα Αντίστροφης Όσμωσης θα είναι τοποθετημένο σε μονωμένο/α κοντέινερ με φωτισμό, κλιματισμό, μεμονωμένων τοιχωμάτων και βιομηχανικών δαπέδων. Όλες οι ενώσεις μέσα στο κοντέινερ θα είναι καλά κολλημένες και σταθεροποιημένες.

Το υλικό των σωλήνων που θα χρησιμοποιηθούν γενικά στο σύστημα θα είναι PE, PVC και ανοξείδωτος χάλυβας. Το υλικό κατασκευής των αντλιών θα είναι ανοξείδωτος χάλυβας 316 L SS. Τα στηρίγματα των σωλήνων θα είναι κατασκευασμένα από γαλβανισμένο χάλυβα. Τα ειδικά στηρίγματα θα έχουν ελαστική επικάλυψη στο σημείο επαφής με το στηριζόμενο υλικό (σωλήνες κλπ.).

Η μονάδα θα έχει έτοιμες όλες τις ηλεκτρολογικές συνδέσεις των κυκλωμάτων ισχύος και αυτοματισμού. Η όλη διεργασία θα ελέγχεται αυτόματα με PLC, που περιλαμβάνει οθόνη αφής 12" (ενσωματωμένο το touch screen) και πίνακα ελέγχου και χειρισμών.

Η διεργασία θα παρουσιάζεται από μια σειρά διαγραμμάτων ροής στην οθόνη αφής, στην οποία θα φαίνονται επίσης οι ακόλουθες πληροφορίες:

- Μεταβλητές της διεργασίας όπως ροή, πίεση, θερμοκρασία, pH σε συμφωνία πάντα με τα όργανα.
- Βάνες, ανοικτές ή κλειστές
- Αντλίες, ανοικτές ή κλειστές
- Συναγερμοί
- Γραφικές παραστάσεις των δεδομένων της διεργασίας

Ο έλεγχος της διεργασίας θα επιτυγχάνεται μέσω PLC και OCP το οποίο θα βρίσκεται



εντός του ηλεκτρικού πίνακα διακοπών μέσα στο κοντέινερ.

Όλα τα αναλογικά και ψηφιακά σήματα θα παρουσιάζονται στο OCP.

Ο πίνακας των διακοπών θα αποτελείται από το τμήμα του PLC και το MCB.

Στους πίνακες περιλαμβάνονται επίσης τα ακόλουθα:

- Εκκίνηση κινητήρων
- Απομόνωση για το βασικό εξοπλισμό
- PLC
- Κύρια απομόνωση
- Ασφάλειες
- Οθόνη αφής με όλες τις απαιτούμενες διεργασίες κλπ.
- OCP to PC. Θα ληφθεί μέριμνα για την εν λόγω διασύνδεση.

Το OCP (Operation Control Panel) θα έχει επιπλέον εξοπλισμό (κάρτα, έξοδο, software κλπ.) για μεταφορά οθόνης/δεδομένων από PLC σε PC γραφείου.

- Τηλεπαρακολούθηση.

Θα προβλεφθεί ειδικό modem (VPN) με κατάλληλο software.

### **8.5.2 Φίλτρο φυσιγίων**

Για την επίτευξη της μικροδιήθησης και φίλτρανσης θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα φίλτρα φυσιγίων με δυνατότητα εύκολης αντικατάστασης. Η τελική φίλτρανση θα επιτυγχάνει κατακράτηση  $\geq 99,9\%$  όλων των σωματιδίων, μεγέθους μεγαλύτερου του 5μm, που τυχόν διέφυγαν από τα προηγούμενα στάδια φίλτρανσης ή προστέθηκαν κατά την έκχυση των χημικών διαλυμάτων.

Το φίλτρο θα έχει δυναμικότητα 10κ.μ./ώρα.

### **8.5.3 Αντλίες τροφοδοσίας διαφόρων σταδίων**

Για την μεταφορά του παραγόμενου προϊόντος στο διάφορα στάδια επεξεργασίας της αντίστροφης όσμωσης, θα εγκατασταθούν κατάλληλες αντλίες.

Στην κατάθλιψη των αντλιών, η σωλήνωση θα είναι εφοδιασμένη με όλα τα απαραίτητα υδραυλικά εξαρτήματα. Οι αντλίες θα ελέγχονται από διάταξη ομαλής εκκίνησης και στάσης (frequency converter), ενώ η λειτουργία των αντλιών θα ελέγχεται από ηλεκτρικό φλοτέρ στις δεξαμενές, καθώς και από μονάδα αυτομάτου

ελέγχου PLC.

Τα βρεχόμενα μέρη των αντλιών θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας 316L.

Η αντλία ανακυκλοφορίας για τη ρύθμιση pH θα είναι δυναμικότητας : 5 m<sup>3</sup>/h, 5 m, 0,55 kW

Η αντλία τροφοδοσίας του 1<sup>ου</sup> σταδίου θα είναι δυναμικότητας : 9,5 m<sup>3</sup>/h, 45 m , 2,2 kW

Η αντλία τροφοδοσίας του 2<sup>ου</sup> σταδίου θα είναι δυναμικότητας : 8,2 m<sup>3</sup>/h , 35 m , 1,5 kW

#### **8.5.4 Αντλίες υψηλής πίεσης**

Για την ανύψωση της πίεσης κατά την είσοδο των αποβλήτων στο πρώτο στάδιο (1st stage) αλλά και για την ανάκτηση της πίεσης κατά την είσοδο των αποβλήτων στο δεύτερο στάδιο (2nd stage) θα χρησιμοποιούνται κατάλληλες αντλίες σύμφωνα με το σχεδιασμό του εκάστοτε κατασκευαστή.

Οι αντλίες θα ελέγχονται από μετατροπέα συχνότητας (inverter).

Τα βρεχόμενα μέρη των αντλιών θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας 316L.

Η αντλία υψηλής πίεσης του 1<sup>ου</sup> σταδίου θα είναι δυναμικότητας : 9,5 m<sup>3</sup>/h, 80 bar, 30 kW

Η αντλία υψηλής πίεσης του 2<sup>ου</sup> σταδίου θα είναι δυναμικότητας : 8,2m<sup>3</sup>/h, 23 bar, 15 kW

#### **8.5.5 Αντλίες ανακυκλοφορίας**

Λόγω του κινδύνου έμφραξης των μεμβρανών, εγκαθίσταται αντλίες ανακυκλοφορίας σε κάθε στάδιο η οποία δημιουργεί συνεχώς αυξημένη ροή μέσω των μεμβρανών ώστε να επιτυγχάνεται ισχυρά τυρβώδης ροή. Θα χρησιμοποιούνται κατάλληλες αντλίες σύμφωνα με το σχεδιασμό του εκάστοτε κατασκευαστή. Οι αντλίες θα ελέγχονται από μετατροπέα συχνότητας (inverter).

Τα βρεχόμενα μέρη των αντλιών θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας 316L.

Η αντλία ανακυκλοφορίας του 1<sup>ου</sup> σταδίου θα είναι δυναμικότητας: 45 m<sup>3</sup>/h, 34,8 m, 7,5 kW

Η αντλία ανακυκλοφορίας του 2<sup>ου</sup> σταδίου θα είναι δυναμικότητας: 18 m<sup>3</sup>/h, 35 m, 4 kW

### **8.5.6 Δοσομετρικές αντλίες**

Δοσομετρική αντλία θειϊκού οξέως : 75 L/h , 4 bar, 0,09 kW

Δοσομετρική αντλία αντικαθαλατωτικού : 0,2 L/h , 1,6 bar, 0,03 kW

### **8.5.7 Αντλίες απόρριψης άλμης – στραγγισμάτων χημικών καθαρισμών**

Θα τοποθετηθεί μία αντλία (υποβρύχια φυγοκεντρική) σε κάθε φρεάτιο (φρεάτιο απόρριψης άλμης και φρεάτιο συλλογής στραγγισμάτων χημικών καθαρισμών).

Αντλία απόρριψης άλμης : 6 m<sup>3</sup>/h, 7 m, 1,7 kW , ανοξείδωτη.

Αντλία στραγγισμάτων χημ. καθαρισμού : 6 m<sup>3</sup>/h, 7 m, 1,7 kW , ανοξείδωτη.

### **8.5.8 Αντλίες ανακυκλοφορίας άλμης**

Ποσότητα αντλιών	2 τεμ. (1+1R)
Τύπος αντλίας	Κοχλιωτή, θετικής εκτόπισης
Παροχή λειτουργίας	3,5 m <sup>3</sup> /h
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	6 bar
Κινητήρας	1,5 kW, 400V, 50Hz, IP55

Παραπλεύρως της δεξαμενής αποθήκευσης άλμης εγκαθίστανται 2 (μία εν λειτουργία και μια εφεδρική) κοχλιωτές αντλίες. Οι αντλίες φέρουν στην αναρρόφηση μαχαιρωτή βάνα και στην κατάθλιψη μαχαιρωτή βάνα και αντεπίστροφο τύπου μπάλας.

Η αντλίες αποτελούνται από ένα ελικοειδή ρότορα, που στρέφεται μέσα σε ένα ελικοειδή στάτορα. Ο ρότορας είναι υψηλής ακριβείας από ειδικά επεξεργασμένο επιχρωμιωμένο χάλυβα, κατάλληλης σκληρότητας, ο στάτορας είναι διαμορφωμένος από ειδικό ελαστομερές (νιτρίλη NBR) τοποθετημένο μέσα σε μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα (molded to metal). Η γεωμετρία και οι διαστάσεις αυτών των μερών είναι τέτοιες ώστε

όταν ο ρότορας τοποθετείται στον στάτορα, δημιουργείται μία διπλή σειρά από στεγανές κοιλότητες. Κατά την περιστροφή αυτές οι κοιλότητες προωθούνται κατά την έννοια του άξονα χωρίς να μεταβάλλεται το σχήμα τους ή ο όγκος τους, μεταφέροντας την αντλούμενη ουσία από την είσοδο της αντλίας στην έξοδο. Ο άξονας της αντλίας ο οποίος μεταφέρει την κίνηση από τον ηλεκτρομειωτήρα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 316.

Το περίβλημα των αντλιών είναι από χυτοσίδηρο GG25 και φέρει καλύμματα τα οποία δύνανται να αφαιρεθούν προκειμένου να γίνει καθαρισμός της αντλίας χωρίς να αποσυναρμολογηθεί. Πλησίον του εγκάρσιου στομίου στον διαμήκη άξονα της αντλίας (αναρρόφηση) υπάρχει στόμιο προσαγωγής νερού. Το εγκάρσιο στόμιο προς τον διαμήκη άξονα της αντλίας δύνανται να περιστραφεί κατά 90°. Τα στόμια (είσοδος – έξοδος) της αντλίας δύνανται να αντιστραφούν με απλή αλλαγή της περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα.

Η κίνηση δίδεται από ηλεκτροκινητήρα τριφασικό, βραχυκυκλωμένου δρομέα 400V, 50Hz, προστασίας IP55, κλάσης μόνωσης F. Ο ηλεκτρομειωτήρας είναι προσαρμοσμένος μέσω φλαντζών στο σώμα των αντλιών και ο κινητήριος άξονας της αντλίας είναι απευθείας συνδεδεμένος με το άξονα του ηλεκτρομειωτήρα

### **8.5.9 Μεμβρανοθήκες – Μεμβράνες**

Θα χρησιμοποιηθούν οι αναγκαίες και κατάλληλες μεμβρανοθήκες, οι οποίες θα είναι αναγνωρισμένου οίκου κατασκευασμένες από ενισχυμένο πολυεστέρα ή άλλο κατάλληλο υλικό. Οι μεμβρανοθήκες θα συνδέονται στο υπόλοιπο δίκτυο με ταχυσυνδέσμους ώστε να είναι εύκολη η απομάκρυνσή αυτών, χωρίς να λυθεί ολόκληρο το δίκτυο υψηλής πίεσης.

Θα χρησιμοποιηθούν μεμβράνες υψηλής απόρριψης αλάτων και υψηλής αντοχής στην έμφραξη. Κατά το πρώτο στάδιο της εγκατάστασης αντίστροφης όσμωσης θα χρησιμοποιηθούν ειδικές μεμβράνες σπироειδούς μορφής (spiral wound). Η μεμβράνη σχηματίζεται σε μορφή επίπεδου φακέλου και περιστρέφεται γύρω από έναν κεντρικό σωλήνα, ο οποίος συλλέγει το διήθημα.

Κάθε δοχείο πίεσης περιέχει πέντε (5) μεμβράνες και κάθε τρία μεμβρανοδοχεία (15 μεμβράνες) αποτελεί μία υπομονάδα (module). Το πρώτο στάδιο αποτελείται από έξι (6) μεμβρανοδοχεία και το κάθε ένα περιέχει πέντε (5) μεμβράνες.

Το δεύτερο στάδιο Α/Ο αποτελείται από δύο μεμβρανοδοχεία ( $2 \times 5 = 10$  μεμβράνες συνολικά) όμοια με αυτά του πρώτου σταδίου.

Όλες οι σωληνώσεις και τα υδραυλικά εξαρτήματα υψηλής πίεσης του προς κατεργασία προϊόντος (εισαγωγή των μεμβρανών) και του συμπυκνώματος (εξαγωγή) θα είναι κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα 316L, εξαιρετικά υψηλής αντοχής σε διαβρώσεις και καταπονήσεις, ενώ το διήθημα (προϊόν) θα εξέρχεται με σωληνώσεις από PVC ή άλλο συνθετικό υλικό.

#### **8.5.10 Ενσωματωμένο Σύστημα Έκπλυσης Μεμβρανών - Χημικού Καθαρισμού**

Το σύστημα έκπλυσης μεμβρανών θα αποτελείται από αντλία μεταφοράς προϊόντος από το διήθημα 2ου περάσματος στην είσοδο των μεμβρανών. Ύστερα από την ομαλή διακοπή λειτουργίας της μονάδας θα εκκινεί η προαναφερόμενη αντλία και μέσω του δικτύου θα ξεπλένει τις μεμβράνες.

Το σύστημα χημικού καθαρισμού θα φέρει όλες τις απαραίτητες διατάξεις.

Το σύστημα θα διασφαλίζει τον ταχύτερο χημικό καθαρισμό της μονάδας με απλό και λειτουργικό τρόπο χωρίς την απαίτηση χρήσης οιαδήποτε τύπου επιπρόσθετου εξοπλισμού. Η διαδικασία του χημικού καθαρισμού θα εκτελείται αυτόματα.

#### **8.5.11 Πίνακας Ισχύος Ελέγχου**

Ο πίνακας της μονάδας θα είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τους ισχύοντες κανονισμούς και θα φέρει πιστοποιητικό πιστότητας (CE). Θα είναι βιομηχανικής στιβαρής κατασκευής από λαμαρίνα DKP πάχους 1,5mm (2mm η πόρτα του και 3mm η πλάτη στήριξης υλικών) η οποία έχει υποστεί ειδική κατεργασία (απολίπανση – φωσφάτωση) απομάκρυνσης σκόνης ή σκουριάς, η δε βαφή είναι ηλεκτροστατική πάχους 50  $\mu\text{m}$ . Η όλη κατασκευή θα είναι κατάλληλης στεγανότητας (IP43).

Ο πίνακας θα φέρει τα ηλεκτρολογικά όργανα τροφοδότησης κανονικής λειτουργίας και εκκίνησης των ηλεκτροκινητήρων, τα όργανα προστασίας, τα όργανα ενδείξεων και αυτοματισμού καθώς επίσης και κάθε απαραίτητη για την ασφαλή λειτουργία διάταξη, όπως αυτόματος διακόπτης ισχύος, διακόπτη επείγουσας παύσης λειτουργίας, ενδεικτικές λυχνίες, ψηφιακά όργανα, αμπερόμετρα, βολτόμετρα κ.λ.π.

Με αυτόν θα συνδέονται όλες οι διατάξεις ασφαλείας και τα όργανα ελέγχου, ώστε να είναι δυνατός ο πλήρης έλεγχος της μονάδας ή η αυτόματη διακοπή λειτουργίας της, εφόσον οι συνθήκες το απαιτούν (π.χ. αν ξεπεραστούν κάποια όρια ή παρουσιαστεί δυσλειτουργία γενικότερα κ.α.).

Θα περιλαμβάνει PLC που θα ελέγχει απόλυτα τον κύκλο λειτουργίας, δηλαδή τροφοδοσία - προκατεργασία (λειτουργία αντλιών, φίλτρων, δοσομετρητών, ποιότητα τροφοδοτούμενων αποβλήτων, κ.λπ.), διεργασία αντίστροφης όσμωσης (λειτουργία συγκροτήματος υψηλής πίεσης, ποιότητα παραγόμενου προϊόντος, διάταξη αντίστροφης όσμωσης, προγραμματισμός απόπλυσης και χημικών καθαρισμών κ.λπ.) μετακατεργασία παραγόμενου προϊόντος (λειτουργία δοσομετρητών, ποιότητα παραγόμενου προϊόντος κ.λπ.) και αποθήκευση παραγόμενου προϊόντος.

Το PLC μέσω του οποίου θα εκτελείται ο αυτοματισμός, θα είναι προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής τελευταίας γενιάς, που θα έχει βιομηχανικές προδιαγραφές και πλήρη αξιοπιστία. Θα έχει σχεδιαστεί με σκοπό να εξυπηρετεί τις ανάγκες κάθε συστήματος αυτοματισμού και έχει μορφή ανοιχτής αρχιτεκτονικής για εύκολες και γρήγορες μελλοντικές επεκτάσεις του συστήματος.

Το PLC έχει τη δυνατότητα διασύνδεσης ή σύνδεσης με άλλες συσκευές όπως για παράδειγμα με συστήματα HMI, ελέγχου κίνησης, εισόδων - εξόδων, χρήσης βιομηχανικών δικτύων Ethernet, Profinet, Profibus, ASInterface, Modbus κ.λ.π., αλλά και ενσύρματης ή ασύρματης διασύνδεσης κέντρο ελέγχου.

Ο προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής θα είναι ταχείας λειτουργίας, θα φέρει επαρκή για την εφαρμογή μνήμη (Work Memory 75 kbyte, Load Memory 4 Mbyte), ρολόι πραγματικού χρόνου και θα υποστηρίζει backup χωρίς τη χρήση εξωτερικής πηγής.

Η οθόνη αφής θα έχει σύγχρονη βιομηχανική σχεδίαση και θα είναι κατάλληλη για χρήση σε εξαιρετικά βαρύ βιομηχανικό περιβάλλον.

Θα έχει μέγεθος 12" με μεγάλη γωνία θέασης και παρέχει την δυνατότητα διασύνδεσης ή σύνδεσης με άλλες συσκευές με διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως Profibus και Profinet (2 x PROFINET). Παρέχει ασφάλεια δεδομένων σε περίπτωση διακοπής ρεύματος τόσο για την συσκευή όσο και για την κάρτα μνήμης της συσκευής. Θα είναι εφοδιασμένη με κατάλληλο λογισμικό για την δημιουργία ιστορικού δεδομένων (data logging). Είναι σχεδιασμένη σε περιβάλλον Windows CE δίνοντας την δυνατότητα χρήσης πληθώρα εφαρμογών όπως PDF/Word/Excel Viewer, Internet Explorer, Media Player και Web Server.

Ο χειριστής θα μπορεί εξ' αποστάσεως να:

- κάνει χειρισμό της μονάδας
- ελέγχει την κατάσταση της μονάδας μέσω του πίνακα κατάστασης του ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού, των γραφικών παραστάσεων και του πίνακα σφαλμάτων
- κάνει ανάκτηση του αρχείου στο οποίο αποθηκεύονται οι καταγεγραμμένες μετρήσεις της μονάδας.

Η δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου είναι απαραίτητη για τη σωστή παρακολούθηση ενός τέτοιου συστήματος αντίστροφης ώσμωσης.

Ο Πίνακας Ισχύος θα είναι ενσωματωμένος στον πίνακα ελέγχου της μονάδας και θα περιλαμβάνει τα κυκλώματα ισχύος των αντλιών τροφοδοσίας, της αντλίας υψηλής πίεσης και των δοσομετρικών αντλιών, με τους αντίστοιχους διακόπτες (αυτόματους, προστασίας, τηλεχειριζόμενους ισχύος, κ.λπ.). Θα παρέχει ηλεκτρική τροφοδοσία σε όλα τα ηλεκτρονικά όργανα του συστήματος, καθώς και ηλεκτρική τροφοδοσία στους εξαεριστήρες και στα φώτα του container. Τέλος, θα συνεργάζεται αμφίδρομα με τους αυτοματισμούς του πίνακα ελέγχου και αυτοματισμών.

Για την απόλυτη προστασία της μονάδας σε περίπτωση λειτουργίας της εκτός των προδιαγραφόμενων παραμέτρων, υπάρχουν διατάξεις ασφαλείας, οι οποίες μέσω του πίνακα ελέγχου θα σημαίνουν συναγερμό ή θα διακόπτουν τη λειτουργία της αν αυτό απαιτηθεί.

Οι διατάξεις αυτές θα είναι ενδεικτικά οι ακόλουθες:

- Διακόπτης χαμηλής και υψηλής στάθμης στη δεξαμενή αποβλήτων,
- Θερμικός διακόπτης προστασίας σε κάθε ηλεκτροκινητήρα,
- Διακόπτης χαμηλής στάθμης στα δοχεία χημικών διαλυμάτων,
- Διακόπτης χαμηλής πίεσης στην είσοδο της αντλίας υψηλής πίεσης,
- Διακόπτης υψηλής πίεσης στη γραμμή παραγόμενου,
- Συναγερμός υψηλής αγωγιμότητας παραγόμενου προϊόντος στην έξοδο των μεμβρανών,
- Αυτοματισμός διακοπής λόγω χαμηλού ή υψηλού ρυθμού τροφοδοσίας αντικαθαλατωτικού.

#### **8.5.12 Μεταλλικά Containers**

Η μονάδα θα βρίσκεται εργονομικά εγκαταστημένη εντός μεταλλικών τυποποιημένων εμπορευματοκιβωτίων (container). Τα μεταλλικά εμπορευματοκιβώτια θα είναι κατασκευασμένα εξολοκλήρου από χάλυβα. Ο βασικός εξοπλισμός θα τοποθετηθεί σε container διαστάσεων 40' HC και ο βοηθητικός σε container διαστάσεων 40' HC.

Κάθε container θα φέρει πλήρη διάταξη ηχομόνωσης, ώστε οι εκπομπές θορύβου τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό του μέρος να συμφωνούν απόλυτα με τις ισχύουσες διατάξεις.

Για την εξασφάλιση των άνετων συνθηκών εργασίας εντός του κιβωτίου, κάθε κιβώτιο θα φέρει διάταξη εξαερισμού (για την απαγωγή θερμότητας) συνδεδεμένο με θερμοστάτη χώρου και σύστημα κλιματισμού (θέρμανση, ψύξη), το οποίο θα λειτουργεί κατά βούληση. Οι βάσεις στήριξης όλων των εξαρτημάτων της μονάδας, θα είναι κατασκευασμένες με δοκούς από ικανής διατομής ανοξείδωτο χάλυβα και αντικραδασμικά συστήματα όπου απαιτούνται.

Το δάπεδο είναι επιστρωμένο με πολυστρωματικό υλικό, κατηγορίας βιομηχανικού δαπέδου, με αντοχή στα χημικά και αντιολισθητική επιφάνεια. Η κάλυψη αρχίζει από το σοβατεπί (10cm από το δάπεδο). Επίσης θα υπάρχει και 2η πόρτα για λόγους ασφαλείας αλλά και για ευκολότερη προσέγγιση του ΗΜ εξοπλισμού κατά τη διαδικασία



συντήρησης.

#### **8.5.13 Σωληνώσεις και εξαρτήματα**

Το υλικό των σωλήνων θα είναι γενικά PE, PVC και ανοξείδωτος χάλυβας. Θα είναι κατάλληλες για το προς διακίνηση υλικό αλλά και την απαιτούμενη αντοχή στην εφαρμοζόμενη πίεση.

Τα στηρίγματα των σωλήνων θα είναι από γαλβανισμένο χάλυβα. Θα διαθέτουν ελαστική επικάλυψη στο σημείο επαφής με το στηριζόμενο υλικό (σωλήνες κλπ.) έτσι ώστε να μην καταπονούνται οι σωληνώσεις από τις εμφανιζόμενες δυνάμεις.

## 8.6 ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

### 8.6.1 Αντλίες τροφοδοσίας φυγοκέντρου

Ποσότητα αντλιών	2 τεμ. (1+1R)
Τύπος αντλίας	Κοχλιωτή, θετικής εκτόπισης
Παροχή λειτουργίας	20 m <sup>3</sup> /h
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	2 bar
Ταχύτητα περιστροφής ρότορα	~375 rpm
Κινητήρας	4 kW, 400V, 50Hz, IP55

Στο κτίριο αφυδάτωσης ιλύος εγκαθίστανται 2 (μία εν λειτουργία και μια εφεδρική) κοχλιωτές αντλίες για την τροφοδοσία του φυγόκεντρου με ιλύ από τη δεξαμενή ιλύος. Οι αντλίες φέρουν στην αναρρόφηση μαχαιρωτή βάνα και στην κατάθλιψη μαχαιρωτή βάνα και αντεπίστροφο τύπου μπάλας. Οι αντλίες θα ελέγχονται από ρυθμιστές στροφών έτσι ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης συγχρονισμός με το σύστημα αφυδάτωσης. Οι αντλίες θα είναι αλληλομανδαλωμένες λειτουργικά με τον φυγοκεντρικό διαχωριστή.

Η αντλίες αποτελούνται από ένα ελικοειδή ρότορα, που στρέφεται μέσα σε ένα ελικοειδή στάτορα. Ο ρότορας είναι υψηλής ακριβείας από ειδικά επεξεργασμένο επιχρωμιωμένο χάλυβα, κατάλληλης σκληρότητας, ο στάτορας είναι διαμορφωμένος από ειδικό ελαστομερές (νιτρίλη NBR) τοποθετημένο μέσα σε μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα (molded to metal). Η γεωμετρία και οι διαστάσεις αυτών των μερών είναι τέτοιες ώστε όταν ο ρότορας τοποθετείται στον στάτορα, δημιουργείται μία διπλή σειρά από στεγανές κοιλότητες. Κατά την περιστροφή αυτές οι κοιλότητες προωθούνται κατά την έννοια του άξονα χωρίς να μεταβάλλεται το σχήμα τους ή ο όγκος τους, μεταφέροντας την αντλούμενη ουσία από την είσοδο της αντλίας στην έξοδο. Ο άξονας της αντλίας ο οποίος μεταφέρει την κίνηση από το τον ηλεκτρομειωτήρα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα επιχρωμιωμένο.

Το περίβλημα των αντλιών είναι από χυτοσίδηρο GG25 και φέρει καλύμματα τα οποία δύνανται να αφαιρεθούν προκειμένου να γίνει καθαρισμός της αντλίας χωρίς να αποσυρμαρμολογηθεί. Πλησίον του εγκάρσιου στομίου στον διαμήκη άξονα της αντλίας (αναρ-

ρόφηση) υπάρχει στόμιο προσαγωγής νερού. Το εγκάρσιο στόμιο προς τον διαμήκη άξονα της αντλίας δύναται να περιστραφεί κατά 90°. Τα στόμια (είσοδος – έξοδος) της αντλίας δύναται να αντιστραφούν με απλή αλλαγή της περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα.

Η κίνηση δίδεται από ηλεκτροκινητήρα τριφασικό, βραχυκυκλωμένου δρομέα 400V, 50Hz, προστασίας IP55, κλάσης μόνωσης F. Ο ηλεκτρομειωτήρας είναι προσαρμοσμένος μέσω φλαντζών στο σώμα των αντλιών και ο κινητήριος άξονας της αντλίας είναι απευθείας συνδεδεμένος με το άξονα του ηλεκτρομειωτήρα

### **8.6.2 Φυγοκεντρικός διαχωριστήρας**

Ποσότητα	1 τεμ.
Δυναμικότητα	20 m <sup>3</sup> /h
Ποσοστό συγκέντρωσης στερεών εισόδου	2 %
Ποσοστό συγκέντρωσης στερεών αφυδατωμένης ιλύος	≥ 18%
Συγκράτηση στερεών	≥ 95 %
Κινητήρας	4 kW, 400V, 50Hz, IP55

Ο οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστήρας αποτελείται από περιστρεφόμενο τύμπανο και κοχλία που περιστρέφεται εντός του τυμπάνου. Ο διαχωριστήρας είναι σχεδιασμένος και κατασκευασμένος να λειτουργεί σε ταχύτητα περιστροφής τυμπάνου έως και 4200 rpm (3549G). Όλα τα μέρη του διαχωριστήρα που έρχονται σε επαφή με την λάσπη είναι από ανοιξείδωτο χάλυβα ποιότητας 316. Το γρاناζοκιβώτιο είναι πλανητικό δύο σταδίων. Η μέγιστη ροπή ανέρχεται σε 2.5 kNm και η μέγιστη διαφορική ταχύτητα σε 23 rpm.

Ο σκελετός στήριξης είναι από χάλυβα βαμμένο κατάλληλα για αντιδιαβρωτική προστασία και φέρει ειδικά αντικραδασμικά πέλματα. Ο κοχλίας είναι κατασκευασμένος από ανοιξείδωτο χάλυβα 316. Αποτελείται από πτερύγια που στην βάση τους έχουν ειδικές θύρες για την ομοιόμορφη κατανομή της παροχής σε όλο τον όγκο του κυλινδρικού τμήματος του τυμπάνου. Για αντοχή σε διάβρωση έχουν επικάλυψη απο καρβίδιο βολφραμίου. Η ζώνη τροφοδοσίας στον κοχλία είναι ειδικά σχεδιασμένη για υψηλές δυνα-

μικρότητες και αποτελείται από αντικαθιστώμενα τεμάχια με ειδική προστασία (καρβίδιο βολφραμίου).

Το τύμπανο είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα 316. Η στάθμη του υγρού ρυθμίζεται μέσω ειδικών διαφραγμάτων τα οποία βρίσκονται στη μεριά του τυμπάνου απ' όπου εξέρχονται τα υγρά. Η περιοχή εξόδου των στερεών είναι προστατευμένη με επικάλυψη από καρβίδιο βολφραμίου.

Το μήκος του τυμπάνου είναι ~1500 mm και η διάμετρος 360 mm.

Οι ηλεκτροκινητήρες για την περιστροφή του τυμπάνου και του κοχλία είναι με οδήγηση μεταβλητής συχνότητας, υψηλής απόδοσης, ισχύος 22kW και 5.5kW αντίστοιχα. Το εύρος διαφορικής ταχύτητας είναι από 0 έως 23 rpm.

Το σύστημα ελέγχου και αυτοματισμού περιλαμβάνει τον ελεγκτή (controller) με τα αισθητήρια ταχύτητας, δονήσεων και ροπής. Σε οθόνης αφής 7" τοπικά εμφανίζονται τα κύρια χαρακτηριστικά λειτουργίας όπως η ταχύτητα περιστροφής τυμπάνου, η διαφορική ταχύτητα, η ροπή, τα σημεία ελέγχου set points ροπής, διαφορικής ταχύτητας, ταχύτητας περιστροφής τυμπάνου καθώς και άλλες πληροφορίες (θερμοκρασίες εδράνων), alarms κλπ. Η επιλογή των παραμέτρων λειτουργίας πραγματοποιείται μέσω της οθόνης αφής.

Σε ειδικό τεμάχιο, στο άκρο του σωλήνα τροφοδοσίας, γίνεται η ανάμειξη της ιλύος με κατάλληλο διάλυμα πολυηλεκτρολύτη. Στη συνέχεια από την ζώνη τροφοδοσίας του κοχλία οδηγείται η ιλύς στο κυλινδρικό μέρος του τυμπάνου όπου η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρος δύναμη επιταγχύνει την διαδικασία διαχωρισμού, λόγω του διαφορετικού ειδικού βάρους μεταξύ της υγρής φάσης και των στερεών.

Τα στερεά συσσωρεύονται στην περιφέρεια του τυμπάνου. Ο κοχλίας ο οποίος περιστρέφεται σε ταχύτητα μικρότερη της ταχύτητας περιστροφής του τυμπάνου μεταφέρει τα στερεά στο κωνικό τμήμα και τελικά αυτά εξωθούνται από τις οπές απόρριψης στερεών. Τα υγρά απομακρύνονται από το απέναντι άκρο του τυμπάνου μέσω των διαφραγμάτων τα οποία ρυθμίζουν και την στάθμη υγρού.

Οι κύριοι παράμετροι που επιδρούν στο αποτέλεσμα της ξηρότητας των εξερχόμενων

στερεών αλλά και του ποσοστού ανάκτησης αυτών είναι η διαφορική ταχύτητα καθώς και η στάθμη υγρού.

Τέλος η διαδικασία πλύσης του μηχανήματος ξεκινά όταν σταματά η τροφοδοσία με λάσπη και η απαιτούμενη παροχή νερού είναι ~10m<sup>3</sup>/hr σε πίεση 2-3barg για 15λεπτά.

### **8.6.3 Συγκρότημα παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη**

Ποσότητα	1 τεμ.
Δυναμικότητα	1500 lt/h
Υλικό κατασκευής δεξαμενών, χοάνης, αναδευτήρων, κοχλία τροφοδοσίας	AISI 304 SS
Αριθμός διαμερισμάτων	3
Αριθμός αναδευτήρων	3 κεκλιμένων πτερυγίων
Ισχύς αναδευτήρων δεξ/νων παρασκευής και ωρίμανσης διαλύματος	0,24 kW
Στροφές λειτουργίας 1 <sup>ου</sup> & 2 <sup>ου</sup> θαλάμου	140 RPM
Ισχύς αναδευτήρα δεξ/νης αποθήκευσης έτοιμου διαλύματος πολυηλεκτρολύτη	0,24 kW
Στροφές λειτουργίας 3 <sup>ου</sup> θαλάμου	70 RPM
Εγκατεστημένη ισχύς συνολική	0,96 kW

Το συγκρότημα παρασκευής διαλύματος πολυηλεκτρολύτη τοποθετείται στο κτίριο μηχανικής αφυδάτωσης αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

1. Αυτόματο τροφοδότη σκόνης πολυηλεκτρολύτη
2. Σύστημα διάβρεξης και προδιάλυσης σκόνης in-line.
3. Τρεις δεξαμενές (παρασκευής, ωρίμανσης, αποθήκευσης έτοιμου διαλύματος πολυηλεκτρολύτη).
4. Τρεις αναδευτήρες δεξαμενών (σταθερών στροφών για τα διαμερίσματα παρασκευής και ωρίμανσης, και αργόστροφο αναδευτήρα για τη δεξαμενή αποθήκευσης έτοιμου διαλύματος πολυηλεκτρολύτη)
5. Εξοπλισμό αυτοματισμού λειτουργίας αποτελούμενο από ηλεκτροβάνα, μετρητή ροής νερού, μειωτή πίεσης κ.λ.π.
6. Ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου.

Αποτελείται από τρία κύρια μέρη: το δοχείο προετοιμασίας / αποθήκευσης του διαλύ-

ματος, τον αναδευτήρα και τέλος από τη χοάνη αποθήκευσης της σκόνης. Η επιθυμητή ποσότητα σκόνης τοποθετείται εντός της χοάνης και από εκεί καταλήγει εντός του δοχείου όπου παρασκευάζεται το τελικό διάλυμα. Για την διάλυση της σκόνης χρησιμοποιείται κατάλληλος ταχύστροφος αναδευτήρας.

Η όλη λειτουργία πραγματοποιείται αυτόματα μέσω αισθητήριων στάθμης, συστήματος τροφοδοσίας νερού και δοσομετρικής βάνας τροφοδοσίας της σκόνης.

Το συγκρότημα πολυηλεκτρολύτη για την προετοιμασία του διαλύματος συνδέεται με το δίκτυο πόσιμου δίκτυο πόσιμου νερού της εγκατάστασης και η σωληνογραμμή διαθέτει όλα τα απαραίτητα υδραυλικά εξαρτήματα: μετρητή παροχής, ρυθμιστή πίεσης, αυτόματο διακόπτη, ηλεκτροβάνα κτλ.

Όλα τα βρεχόμενα μεταλλικά μέρη (δοχεία, σωληνώσεις, αναδευτήρες) καθώς και κάθε είδους κοχλίες, περικόχλια, ροδέλες κ.λπ. θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας AISI 304. Τα μη βρεχόμενα μεταλλικά μέρη (γέφυρες, κιγκλιδώματα κ.λπ.) θα είναι από χάλυβα γαλβανισμένο εν θερμώ και με προστατευτική βαφή για διαβρωτικό περιβάλλον.

#### **8.6.4 Δοσομετρικές αντλίες διαλύματος πολυηλεκτρολύτη**

Ποσότητα αντλιών	2 τεμ. (1+1R)
Τύπος αντλίας	Κοχλιωτή, θετικής εκτόπισης
Παροχή λειτουργίας	400 - 1900 lt/h
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	2 bar
Κινητήρας	0,55 kW, 400 V, 50 Hz, IP 55

Το διάλυμα από το συγκρότημα πολυηλεκτρολύτη θα οδηγείται ανάντη του φυγοκεντρικού διαχωριστή, μέσω 2 δοσομετρικών αντλιών (εκ των οποίων η μία εφεδρική), ρυθμιζόμενης παροχής. Οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή, μέσω του συστήματος αυτοματισμού για την ομοιόμορφη φθορά τους. Οι αντλίες θα ελέγχονται από ρυθμιστές στροφών έτσι ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης συγχρονισμός με το σύστημα αφυδάτωσης. Οι αντλίες δοσομέτρησης του πολυηλεκτρολύτη θα είναι αλληλομανδαλωμένες λειτουργικά με τον φυγοκεντρικό διαχωριστή.

Οι αντλίες αποτελούνται από ένα ελικοειδή ρότορα, που στρέφεται μέσα σε ένα ελικοειδή στάτορα. Ο ρότορας είναι υψηλής ακριβείας από ειδικά επεξεργασμένο επιχρωμιω-

μένο χάλυβα, κατάλληλης σκληρότητας, ο στάτορας είναι διαμορφωμένος από ειδικό ελαστομερές (νιτρίλη NBR) τοποθετημένο μέσα σε μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα (molded to metal). Η γεωμετρία και οι διαστάσεις αυτών των μερών είναι τέτοιες ώστε όταν ο ρότορας τοποθετείται στον στάτορα, δημιουργείται μία διπλή σειρά από στεγανές κοιλότητες. Κατά την περιστροφή αυτές οι κοιλότητες προωθούνται κατά την έννοια του άξονα χωρίς να μεταβάλλεται το σχήμα τους ή ο όγκος τους, μεταφέροντας την αντλούμενη ουσία από την είσοδο της αντλίας στην έξοδο. Ο άξονας της αντλίας ο οποίος μεταφέρει την κίνηση από τον ηλεκτρομειωτήρα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα επιχρωμιωμένο.

Ο ρότορας λαμβάνει κίνηση από τον κινητήριο άξονα της αντλίας μέσω μιας διάταξης άξονα (βάκτρο) που περιλαμβάνει δύο συνδέσμους με πείρους των οποίων η λίπανση γίνεται μέσω γράσου. Ο πρώτος πείρος διαπερνά εγκάρσια το ζεύγος κινητήριος άξονας – βάκτρο και ο δεύτερος διαπερνά το ζεύγος βάκτρο – ρότορα. Στα σημεία που διαπερνούν εγκάρσια οι πείροι (αρθρωση) υπάρχει ελαστικό προστατευτικό χιτώνιο. Η διάταξη αυτή επιτρέπει την κίνηση του άξονα υπό γωνία, για να αντισταθμίζεται η διαρκής εγκάρσια μετατόπιση του ρότορα μέσα στο στάτορα. Οι πείροι και τα προστατευτικά χιτώνια είναι από εργαλειοχάλυβα.

Το περίβλημα των αντλιών είναι από χυτοσίδηρο GG25 και φέρει καλύμματα τα οποία δύναται να αφαιρεθούν προκειμένου να γίνει καθαρισμός της αντλίας χωρίς να αποσυναρμολογηθεί. Τα στόμια (είσοδος – έξοδος) της αντλίας δύναται να αντιστραφούν με απλή αλλαγή της περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα.

Η κίνηση δίδεται από ηλεκτροκινητήρα τριφασικό, βραχυκυκλωμένου δρομέα 400V, 50Hz, προστασίας IP55, κλάσης μόνωσης F. Ο ηλεκτρομειωτήρας είναι προσαρμοσμένος μέσω φλαντζών στο σώμα των αντλιών και ο κινητήριος άξονας της αντλίας είναι απευθείας συνδεδεμένος με το άξονα του ηλεκτρομειωτήρα

### **8.6.5 Κεκλιμένος μεταφορικός κοχλίας αφυδατωμένης ιλύος**

Ποσότητα αντλιών	1 τεμ.
Τύπος κοχλία	χωρίς άξονα, κεκλιμένος
Διάμετρος κοχλία	200 mm
Μεταφορική ικανότητα	8 m <sup>3</sup> /h
Κινητήρας	1,5 kW, 400 V, 50 Hz, IP 55

Εντός του κτιρίου αφυδάτωσης τοποθετείται ο μεταφορικός κοχλίας αφυδατωμένης ιλύος. Ο κοχλίας παραλαμβάνει την λάσπη από το φυγόκεντρο και την μεταφέρει στον κάδο αποκομιδής χωρητικότητας 8 m<sup>3</sup>. Ο κοχλίας μεταφοράς αφυδατωμένης ιλύος αποτελείται από το κέλυφος, μέσα στο οποίο περιστρέφεται ο κοχλίας, τον κοχλία μεταφοράς και τον ηλ/ρα με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

Το κέλυφος του κοχλία κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 304 και επενδύεται εσωτερικά με φύλλο πολυαιθυλενίου. Έχει διατομή ημικυκλική σχήματος U. Το άνω επίπεδο τμήμα του κελύφους μπορεί να είναι ανοικτό ή κλειστό με καπάκια περιστρεφόμενα σε κατάλληλους στροφείς (μεντεσέδες) τοποθετημένους στο κέλυφος, ώστε να μπορούν να ανοίγουν για την επιθεώρηση του κοχλία.

Ο κοχλίας είναι χωρίς άξονα και κατασκευάζεται είτε από ανοξείδωτο χάλυβα είτε από χάλυβα ειδικά επεξεργασμένο.

Ο ηλεκτρομειωτήρας μετάδοσης της κίνησης τοποθετείται στο ψηλότερο σημείο της κατασκευής προς το σημείο απόρριψης του μεταφερόμενου υλικού. Η κίνηση μεταδίδεται είτε απευθείας στον κοχλία, είτε με τροχαλίες και ιμάντες. Η όλη κατασκευή θα τοποθετηθεί υπό κλίση 27°.

### **8.6.6 Σύστημα απόσμησης κτιρίου αφυδάτωσης**

Αριθμός μονάδων	1 τεμ
Τύπος Μονάδος	Ενεργού άθρακα
Ονομαστική παροχή	2.000 m <sup>3</sup> /h
Ανεμιστήρας	1.5kW /400V/1450rpm ,50Hz

Για την εξουδετέρωση των ρύπων στο κτίριο αφυδάτωσης σε μη αντιληπτά επίπεδα



(απόδοση τουλάχιστον 99,5%) και διάρκεια ζωής φίλτρων τουλάχιστον 12 μήνες επιλέ-  
γεται σύστημα απόσμησης με δυναμικότητα  $2.000\text{m}^3/\text{h}$  .

Το σύστημα απόσμησης εξασφαλίζει τουλάχιστον 8 εναλλαγές αέρα την ώρα κατά τη  
διάρκεια της 8ωρης βάρδιας της μονάδας.

Η απόσμηση θα γίνεται με την μέθοδο της χημικής απορρόφησης των οσμηρών ουσιών  
του αέρα με την δίοδο του από κατάλληλες κλίνες χημικών.

Η απόδοση του συστήματος θα είναι τέτοια ώστε μετά την απόσμηση το επίπεδο των  
οσμηρών ουσιών να είναι τουλάχιστον χαμηλότερο από τα αντιληπτά επίπεδα.

Τα χημικά φίλτρα πληρούν τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- είναι άκαυστα (UL Class 1 ή 2), μη τοξικά
- τα χημικά φίλτρα που διαθέτουν εμποτισμό σε υπερμαγγανικό νάτριο και ο  
βαθμός εμποτισμού τους θα είναι μεγαλύτερος του 12%
- δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη μικροβίων και βακτηριδίων
- αντέχουν σε σχετική υγρασία από 10 έως 95%
- αντέχουν σε θερμοκρασίες από  $-20^{\circ}\text{C}$  έως  $50^{\circ}\text{C}$

Η μονάδα απόσμησης θα έχει ορθογωνικό σχήμα και θα είναι κατασκευασμένη από α-  
νοξειδωτα χαλυβδοελάσματα βαμμένα με ηλεκτροστατική βαφή.

Η πρόσβαση στη μονάδα θα γίνεται από αποσπώμενο καπάκι . Το καπάκι θα κλείνει ερ-  
μητικά με περιφερειακά τοποθετημένα ανοξειδωτα κλείστρα από AISI 316.

Πιο συγκεκριμένα το σύστημα θα αποτελείται από κατακόρυφη ορθογωνική δεξαμενή η  
οποία θα έχει στο κάτω μέρος κυλινδρικό στόμιο για τη σύνδεση με αεραγωγό εισόδου  
(περιλαμβάνεται και dumper για τη ρύθμιση της παροχής) και στο πάνω μέρος προ-  
σαρμοσμένο ειδικό καπάκι με θέση για ανεμιστήρα ενώ στο κάτω μέρος ειδικά κλιπς  
απο ανοξειδωτο χάλυβα AISI 316 για να προσαρμόζεται στη δεξαμενή και να στεγανο-  
ποιεί ερμητικά. Ο ανεμιστήρας θα συνδέεται σε σειρά με τη δεξαμενή στο ειδικά δια-  
μορφωμένο καπάκι αυτής. Η μονάδα απόσμησης στηρίζεται σε κατάλληλη ανοξειδωτη  
βάση βαρέως τύπου.

Η ροή του αέρα που περιέχει τις οσμές και τους ρύπους θα διέρχεται από τα στάδια  
φίλτρανσης του συστήματος απόσμησης όπου και θα καθαρίζεται.

Το σύστημα θα αναρροφά τις οσμές μέσω ανεμιστήρα. Οι ανεμιστήρες θα είναι αντιο-  
ξειδωτικού και αντιακρηκτικού τύπου. Το κέλυφος και η πτερωτή θα είναι κατασκευα-

σμένα από πολυπροπυλένιο με υψηλή αντοχή σε διάβρωση και οξείδωση. Όλες οι συν-  
δέσεις θα γίνονται με ανοξείδωτες κοχλιοσυνδέσεις.

Η πτερωτή θα περιστρέφεται από ηλεκτροκινητήρα με τη βοήθεια ιμάντων και τροχα-  
λιών. Ο ηλεκτροκινητήρας θα είναι επαγωγικός με τύλιγμα κλωβού, ταχύτητας περι-  
στροφής 1450 rpm. Ο ηλεκτροκινητήρας θα έχει βαθμό προστασίας τουλάχιστον IP55.  
Ο ηλεκτροκινητήρας θα συνδέεται με τριφασική παροχή 230-400V / 50 Hz /3ph.

Το δίκτυο των αεραγωγών θα σχεδιασθεί, ώστε η μέγιστη ταχύτητα να είναι μικρότερη  
των 15 m/sec.

## 8.7 ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ

### 8.7.1 Αντλίες στραγγιδίων

Ποσότητα αντλιών	2 τεμ. (1+1R)
Τύπος αντλίας	Υποβρύχια φυγοκεντρική
Παροχή (Q) /αντλία	20 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό /αντλία	7,4 m
Στροφές λειτουργίας/αντλία	1450 rpm
Κινητήρας	2 kW, 400V, 50Hz, IP55

Εντός του Α/Σ σταγγιδίων τοποθετούνται δύο αντλίες (μία σε λειτουργία και μία εφεδρική). Για την ομοιόμορφη φθορά τους, οι αντλίες θα λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή μέσω του συστήματος αυτοματισμού της εγκ/σης.

Η παραπάνω υποβρύχια αντλία λυμάτων συνοδεύεται από δέκα (10) μέτρα καλώδια κινητήρα (4G1,5+2x1,5mm<sup>2</sup>), πέλμα επικάθισης που πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής, άνω μηχανισμό στερέωσης για οδηγούς ράβδους. Οι αντλίες θα μπορούν να ανυψωθούν έξω από τον θάλαμο χωρίς να χρειάζεται να αποσυνδεθούν οι συνδέσεις στο σωλήνα κατάθλιψης.

Ο κινητήρας είναι κατακόρυφος ασύγχρονος, επαγωγικός, τριφασικός με βραχυκυκλωμένο δρομέα. Εδράζεται πάνω στην κεφαλή του αντλητικού συγκροτήματος και είναι ενσωματωμένος στο ίδιο κέλυφος με την αντλία. Ο κινητήρας είναι εμβαπτιζόμενου τύπου και κλάσης μόνωσης F που σημαίνει μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 155°C.

Οι κινητήρες είναι σχεδιασμένοι για να αποδίδουν την ονομαστική τάση λειτουργίας τους έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν συνεχώς και χωρίς ανωμαλίες με αποκλίσεις της τάξεως του 5% από την ονομαστική συχνότητα και τάση. Διακυμάνσεις τάσης της τάξεως του 10% είναι πιθανές χωρίς να υπερθερμανθεί ο κινητήρας.

Η πτερωτή είναι στατικά και υδροδυναμικά ζυγοσταθμισμένη, με αποτέλεσμα την αποφυγή κραδασμών, που σημαίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στα ρουλεμάν.

#### ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Χυτά μέρη : Χυτοσίδηρος

Άξονας : Ανοξείδωτος χάλυβας

Βίδες, παξιμάδια, ροδέλες : Ανοξείδωτος χάλυβας

Πτερωτή : Χυτοσίδηρος 1691 GG25

Δακτύλιος στεγανότητας O-rings: Nitrile rubber

Το εξωτερικό περίβλημα της αντλίας είναι περασμένο πρώτο χέρι με PVC εποξειδικό και μεταβαμμένο με chloric rubber paint. Το κιβώτιο ενώσεων είναι ολοκληρωτικά σφραγισμένο από τα υγρά που μπορεί να το περιβάλλουν διότι διαθέτει διπλό στεγανωτικό (seal unit). Η αντλία ψύχεται από τον αέρα και από το περιβάλλον ρευστό.

Η αντλία έχει δύο (2) μηχανικούς στυπιοθλίπτες, οι οποίοι λειτουργούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον και απομονώνουν - σφραγίζουν τον κινητήρα από το υδραυλικό τμήμα της αντλίας. Η ύπαρξη δύο μηχανικών στυπιοθλιπτών έχει σαν αποτέλεσμα την πλήρη προστασία του κινητήρα, αφού και αν ακόμα περάσει νερό από τον κάτω στυπιοθλίπτη, ο κινητήρας προστατεύεται από τον άνω μηχανικό στυπιοθλίπτη.

## 8.8 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΝΕΡΟ

### 8.8.1 Πιεστικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού

Ποσότητα αντλιών	2 τεμ.
Τύπος αντλιών	Ξηρού τύπου, φυγοκεντρικές
Παροχή (Q) /αντλία	20 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό ύψος (H) /αντλία	80 m
Εγκ/νη ισχύς αντλίας	7,5 kW
Πιεστικό δοχείο	500 lt

Παραπλεύρως της υφιστάμενης δεξαμενής καθαρών θα τοποθετηθεί ο πιεστικό συγκρότημα βιομηχανικού νερού θα καλύπτει τις κάτωθι ανάγκες:

- Πλύση δεξαμενών και λοιπών χώρων της ΕΕΛ
- Πλύση εξοπλισμού
- Πλύση σωληνώσεων διακίνησης ιλύος
- Πλύση φυγοκέντρου
- Πλήρωση δ/ξ εκπλυσεων (UF, R.O.)

Προσφέρεται πιεστικό συγκρότημα αυτόματο, πλήρως συναρμολογημένο, αποτελούμενο από δύο αντλίες 100% ανοξείδωτες, κατακόρυφες, πολυβάθμιες, ηλεκτρικό πίνακα, (κυκλική εναλλαγή αντλιών , αιχμή,εφεδρεία), βαλβίδες αντεπιστροφής, πλωτηροδιακόπτη για προστασία ξηράς λειτουργίας, αποφρακτικές βάννες, μανόμετρο , 2 πιεζοστάτες, αντικραδασμικά ποδαράκια και ανοξείδωτους συλλέκτες αναρρόφησης και κατάθλιψης (inox 1.4571), με εύκαμπτο σωλήνα για σύνδεση δοχείου διαστολής 500lt.

## 8.9 ΌΡΓΑΝΑ

### 8.9.1 Μετρητής παροχής στραγγιδίων

Θέση Τοποθέτησης	1 τεμ στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό των αντλιών τροφοδοσίας των δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας
Τύπος	ηλεκτρομαγνητικό
Διατομή	DN80
Πληκτρολόγιο - Ενδείξεις	Πληκτρολόγιο προγραμματισμού και ενσωματωμένο display για ένδειξη της στιγμιαίας ένδειξης, της αθροιστικής παροχής και σφαλμάτων
Σήματα εξόδου	0/4...20 mA ανάλογη της περιοχής μέτρησης, έξοδος παλμών για άθροιση παροχής
Ακρίβεια	±0,2%
Ελάχιστη αγωγιμότητα	≥ 50 μS/cm
Τάση τροφοδοσίας	230V/50HZ
Κατανάλωση ενέργειας	<15VA (συμπεριλαμβανομένου και του αισθητηρίου)
Βαθμός προστασίας	IP 67

Το ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- αισθητήριο σε ενιαίο σύνολο με τον ενισχυτή.
- φλάντζες από χάλυβα St 37-2/FE 410W B κατά EN1092-1 (DIN2501)
- σώμα χαλύβδινο
- εσωτερική επένδυση από Hard rubber
- ηλεκτρόδια από ανοξείδωτο χάλυβα 316L (1.4435)
- είναι κατάλληλο για πίεση νερού μέχρι 40 bar
- κατάλληλο για θερμοκρασία ρευστού μέχρι 50 οC
- θερμοκρασία περιβάλλοντος -25...90 βαθμούς Κελσίου
- ελάχιστη αγωγιμότητα ρευστού ≥ 50 μS/cm (≥ 20 μS/cm για απιονισμένο νερό)
- ακρίβεια μέτρησης (+/-) 0.2% της πραγματικής μέτρησης παροχής, και περιοχή μέτρησης 10%-120% της ονομαστικής παροχής.
- βαθμός προστασίας IP 67
- έχει με ενσωματωμένο ψηφιακό όργανο δύο γραμμών, 16 χαρακτήρων /

γραμμή, το οποίο δείχνει ταυτόχρονα τη στιγμιαία και αθροιστική ροή ή διά-  
φορα μηνύματα

- περιλαμβάνει έναν αθροιστή ( σήμα παλμών που αντιστοιχεί στην ολοκλήρω-  
ση της παροχής)
- τάση τροφοδοσίας 230 V AC
- έξοδοι:μία έξοδος αναλογική 4 – 20 mA HART ανάλογα της στιγμιαίας ροής  
και μία έξοδος παλμών ανάλογη της αθροιστικής ροής
- Όλα τα κυκλώματα των οργάνων είναι γαλβανικά απομονωμένα.
- Φορά μέτρησης : Ο μετρητής έχει την δυνατότητα μέτρησης και στις δύο κα-  
τευθύνσεις ροής (Μέσω MENU)
- Το παροχόμετρο είναι ηλεκτρομαγνητικά ενιαίου τύπου.

### 8.9.2 Μετρητής διαλυμένου οξυγόνου

Συνολικός αριθμός εγκατεστημένων μονάδων	2 τεμ. (1/δεξ. Αερισμού)
Αρχή Μέτρησης	Φωταύγεια, Οπτική
Μετρούμενη Παράμετρος	DO & Θερμοκρασία
Περιοχή Μέτρησης	0-20mg/L και 0-50°C
Ακρίβεια Μέτρησης	$\pm 0,1 \text{ mg/l O}_2 < 1 \text{ mg/l}$ και $\pm 0,2 \text{ mg/l O}_2 > 1 \text{ mg/l}$
Χρόνος Απόκρισης	40sec
Υλικό Κατασκευής	NORYL, ανοξείδωτος χάλυβας 316
Τρόπος Εγκατάστασης	Βυθιζόμενο
<b>Μεταδότης</b>	
Τροφοδοσία	100 - 230V AC, 50Hz
Αναλογικές έξοδοι	2 x 4-20 mA
Βαθμός προστασίας	IP 65

Τοποθετούνται συνολικά 2 μετρητές διαλυμένου οξυγόνου (1 δεξ/ αερισμού). Ο κάθε μετρητής έχει ενσωματωμένο αισθητήριο για τη μέτρηση θερμοκρασίας. Το σύστημα μέτρησης θα περιλαμβάνει:

Ψηφιακό αισθητήριο μέτρησης του διαλυμένου οξυγόνου, συνοδευόμενα από καλώδιο σύνδεσης, μήκους 10m το καθένα.

- Περιοχή μέτρησης DO, 0,1-20mg/L.
- Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας: 0°C έως +50°C

Για τη λειτουργία του δεν απαιτεί ροή υγρού όπως τα συμβατικά ηλεκτρόδια διαλυμένου οξυγόνου. Η μέτρηση δεν επηρεάζεται από την παρουσία ουσιών όπως H<sub>2</sub>S και άλλες που συνήθως επιμολύνουν τα συμβατικά ηλεκτρόδια και δρουν παρεμποδιστικά.

Το όργανο έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Εύρος μέτρησης: 0,0 – 20,0mg/L (ppm) με βήμα 0,01mg/L, 0-200% κορεσμό με βήμα 0,01% κορεσμό.
- Ευαισθησία: ±0,05%.
- Αισθητήριο θερμοκρασίας ενσωματωμένο NTC, 10kΩ σε 25°C.
- Χρόνος Απόκρισης (T90): <30sec.

Το όργανο θα είναι έτοιμο να συνδεθεί με τον ψηφιακό ελεγκτή, με τον οποίο θα γίνεται η διαχείριση των μετρήσεων, η δε εγκατάσταση του είναι εύκολη και γρήγορη με τεχνολογία plug'ή'play.

### 8.9.3 Μετρητής συγκέντωσης αιωρούμενων στερεών (MLSS)

Συνολικός αριθμός εγκατεστημένων μονάδων	2 τεμ. (1/δέξ. Αερισμού)
Αρχή Μέτρησης	Σκεδαζόμενο Υπέρυθρο Φως 90°
Μετρούμενη Παράμετρος	Αιωρούμενα Στερεά & Θολότητα
Περιοχή Μέτρησης	0,001-50g/L & 0,001-4000NTU
Ακρίβεια Μέτρησης	<1%
Χρόνος Απόκρισης	1-300sec
Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας	0°C έως +50°C
<b>Μεταδότης</b>	
Τροφοδοσία	100 - 230V AC, 50Hz
Αναλογικές έξοδοι	2 x 4-20 mA
Θερμοκρασία λειτουργίας	-20°C - +60°C
Υλικό κατασκευής	AI, PC, SS
Βαθμός προστασίας	IP 65

Το αισθητήριο μέτρησης MLSS , μοντέλο είναι κατάλληλο για βύθιση εντός υγρών.



Το σύστημα μέτρησης θα περιλαμβάνει:

Αισθητήριο μέτρησης Θολότητας & Αιωρούμενων Στερεών

- Δυνατότητα μέτρησης θολότητας 0,001 - 4.000FNU
- Αιωρούμενων στερεών 0,001 - 50g/l.
- Κατάλληλο για τοποθέτηση σε δεξαμενή
- Το αισθητήριο είναι έτοιμο να συνδεθεί με τον ψηφιακό ελεγκτή, με τον οποίο θα γίνεται η διαχείριση των μετρήσεων, η δε εγκατάσταση του να είναι εύκολη και γρήγορη με τεχνολογία plug'n'play.
- Τα αισθητήρια δεν έχουν κινούμενα μέρη και είναι κατασκευασμένα από κατάλληλα υλικά για τις υφιστάμενες συνθήκες εργασίας, με προστασία IP 68.
- Το όργανο θα είναι έτοιμο να συνδεθεί με τον ψηφιακό ελεγκτή, με τον οποίο θα γίνεται η διαχείριση των μετρήσεων, η δε εγκατάσταση του είναι εύκολη και γρήγορη με τεχνολογία plug'n'play.

## 9. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

### 9.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η εγκατάσταση της Ε.Ε.Σ θα τροφοδοτείται από το δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ. Για το λόγο αυτό θα κατασκευαστεί κτίριο ενέργειας το οποίο θα περιλαμβάνει τα κάτωθι:

- Την κυψέλη Μέσης Τάσης, "ΜΤ".
- Τον Μετασχηματιστή Ισχύος (Μ/Σ) Μέσης Τάσης.
- Το Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (Η/Ζ) για εφεδρική λειτουργία.
- Τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ), της εγκατάστασης απ' τον οποίο και τροφοδοτούνται οι τοπικοί υποπίνακες στις μονάδες UF και R.O.
- Την εγκατάσταση βελτίωσης συνημιτόνου
- Την Εγκατάσταση εξωτερικού Φωτισμού.
- Τις Εγκαταστάσεις Γείωσης του υποσταθμού.

### 9.2 ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ

- Απόφαση της Πολεοδομίας 3046 / 304 / 30-1-1989 (Κτιριοδομικός Κανονισμός) (Φ.Ε.Κ. 59 Δ / 3-2-1989) με τις τροποποιήσεις της
- Κανονισμό εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) που ισχύει στην Ελλάδα
- Κανονισμοί ΔΕΗ
- Κανονισμοί ΟΤΕ
- Ευρωπαϊκοί κανονισμοί EN και HD της CENELEC
- Πρότυπα ΕΛΟΤ
- Γερμανικά πρότυπα DIN
- Γερμανικά πρότυπα VDE
- Βρετανικά πρότυπα BS
- Διεθνή πρότυπα IEC

Σε περίπτωση ασυμφωνίας μεταξύ των παραπάνω προτύπων ισχύει η παρακάτω σειρά προτεραιότητας :

- Πρότυπα ΕΛΟΤ
- Κανονισμοί ΔΕΗ
- Κανονισμοί ΟΤΕ
- Ευρωπαϊκοί κανονισμοί EN και HD της CENELEC
- Η Παρούσα Προδιαγραφή

### **9.2.1 Γενικές αρχές σχεδιασμού**

Διανομή ενέργειας	400 - 230 V - 50 Hz
Κινητήρες ισχύος $\geq 1$ kW	400 V (3 φάσεις)
Φωτισμός	230 V (1 φάση)
Ρευματοδότες κοινοί (απλοί και SCHUKO)	230 V (1 φάση)
Ρευματοδότες ισχύος	400 V (3 φάσεις)
Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος	40 °C.

Η όλη ηλεκτρολογική εγκατάσταση και οι συσκευές θα επιθεωρούνται και θα δοκιμάζονται τακτικά παρουσία του Επιβλέποντα Μηχανικού. Οι δοκιμές στο εργοστάσιο μπορούν να 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 μετρήσεις των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων για αντίσταση γειώσεως, για αντίσταση μόνωσης κυκλωμάτων, για αντοχή μόνωσης διακοπών, αντοχή κύριων γραμμών μεταφοράς, κινητήρων, γεννητριών και μετασχηματιστών καθώς και δοκιμές αποδοχής από αρμόδια επιτροπή που θα έχει το δικαίωμα να συστήσει ο Εργοδότης.

Οι δοκιμές επί τόπου του έργου θα περιλαμβάνουν δοκιμές, πριν τη θέση της εγκατάστασης σε αποδοτική λειτουργία για όλο το ηλεκτρολογικό υλικό, καλωδιώσεις και βοηθητικές διατάξεις, καθώς και ενεργοποίηση του συστήματος και δοκιμή υπό φορτίο.

Όλα τα όργανα θα δοκιμασθούν κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία τους όταν ενεργοποιηθούν από την προβλεπόμενη πηγή ενέργειας.

Μετά την αποπεράτωση του έργου:

α. Θα υποβληθούν :

- Πιστοποιητικά ΔΕΗ
- Πιστοποιητικά συνήθων δοκιμών των συσκευών
- Πιστοποιητικά δοκιμών εγκαταστάσεων
- Πιστοποιητικά δοκιμών αγωγιμότητας

### **9.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΔΙΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ**

Η ηλεκτρική τροφοδοσία της εγκατάστασης θα γίνεται από το δίκτυο Μέσης Τάσης της Δ.Ε.Η. 15-20kV 50Hz. Τα καλώδια τροφοδοσίας (ηλεκτρική παροχή) από το Δίκτυο (Δ.Ε.Η.), θα εκκινούν από τον στύλο της Δ.Ε.Η., στα όρια της εγκατάστασης και μέσω υπόγειας όδευσης θα τροφοδοτούν τον Πίνακα Μέσης Τάσης "ΠΜΤ" της εγκατάστασης, που θα εγκατασταθεί σε ανεξάρτητο χώρο στο νέο κτίριο Υποσταθμού (Ενέργειας). Από τα καλώδια αυτά εκκινούν ουσιαστικά οι υποχρεώσεις του Αναδόχου, όσον αφορά την ηλεκτρολογική εγκατάσταση – διανομή ηλεκτρικής ισχύος.

Θα κατασκευασθεί κτίριο ενέργειας στο οποίο θα εγκατασταθούν σε ξεχωριστούς χώρους :

- Ο χώρος ΔΕΗ.
- Η κυψέλη Μέσης Τάσης.
- Ο Μετασχηματιστής μέσης τάσης.
- Ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης και το Πεδίο βελτίωσης συνημιτόνου.
- Το Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

Το κτίριο θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ. Ο χώρος των ηλεκτρικών πινάκων έχει επαρκείς διαστάσεις και η διάταξη των πεδίων θα επιτρέπει την άνετη και ασφαλή εργασία σε αυτά. Ο χώρος εγκατάστασης του Η/Ζ επιτρέπει την άνετη προσπέλαση του Η/Ζ από όλες τις πλευρές για τις ανάγκες συντήρησης και επισκευής. Στο κτίριο Ενέργειας θα κατασκευαστούν όλες οι απαραίτητες διατάξεις γείωσης.

Η όδευση των καλωδίων εσωτερικά του Κτιρίου Ενέργειας θα γίνει μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων καναλιών όδευσης ύψους τουλάχιστον 0,50m, ενώ η είσοδος και έξοδος των καλωδίων Μέσης και Χαμηλής Τάσης, θα γίνει είτε εναέρια για εγκατάσταση

πλησίον στύλου ΔΕΔΔΗΕ είτε υπόγεια μέσω κατάλληλων φρεατίων – υπόγειας όδευσης για απομακρυσμένη σύνδεση.

Η άφιξη της ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ, μέσω κατάλληλης όδευσης, θα φθάνει ως το κτίριο Ενέργειας και συγκεκριμένα στον χώρο του Πίνακα Μέσης Τάσης (ΜΤ). Ο εγκατεστημένος πίνακας ΜΤ του έργου, θα περιλαμβάνει την κυψέλη εισόδου, την κυψέλη μετρήσεων και την κυψέλη τροφοδοσίας του Μετασχηματιστή (Μ/Σ) Μέσης Τάσης (15-20kV / 400V, 50Hz). Επιπλέον των προαναφερθέντων κυψελών και του Μ/Σ, το κτίριο ενέργειας περιλαμβάνει και τον Γενικό Πίνακα Χ.Τ με πεδία άφιξης του Μ/Σ και Η/Ζ, πεδίο διόρθωσης συνφ και πεδία των διατάξεων τροφοδοσίας των τοπικών πινάκων της εγκατάστασης.

Τα καλώδια Μέσης Τάσης συνδέονται τόσο στον πίνακα Μέσης Τάσης και τον Μ/Σ Μέσης Τάσης, με χρήση ακροκιβωτίων Μέσης Τάσης. Οι κυψέλες θα είναι με σαφήνεια κωδικοποιημένες (άφιξη – αναχώρηση) για ασφαλή και εύκολο χειρισμό και συντήρηση. Σε περίπτωση σφάλματος ή ανωμαλίας (υπερθέρμανση, σπινθηρισμοί κλη) από το θερμίστορ του μετασχηματιστή δίνεται σχετικό σήμα και μέσω του αυτόματου διακόπτη θα γίνεται απόζευξη. Στην περίπτωση υπερέντασης ή διαρροής προς γη, μέσω των ρελέ δευτερογενούς προστασίας θα δίνεται εντολή στο πηνίο του αυτόματου διακόπτη και θα γίνεται απόζευξη. Η τροφοδοσία των ρελέ δευτερογενούς προστασίας θα γίνεται με ρεύμα από την συστοιχία συσσωρευτών 110 Vdc.

Εν συνεχεία, ο Μετασχηματιστής (Μ/Σ) Μέσης Τάσης τροφοδοτεί τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης. Ο Γ.Π.Χ.Τ τροφοδοτείται και από το Η/Ζ, μέσω της αυτόματης μεταγωγής. Ο πίνακας της αυτόματης μεταγωγής μπορεί να αποτελεί πεδίο του Γ.Π.Χ.Τ. ή και να είναι αυτόνομος.

Σύμφωνα με τις καταναλώσεις εξοπλισμού που θα εγκατασταθούν στο έργο (~635 KW) προβλέπεται Μ/Σ τυποποιημένης ισχύος 1000KVA ο οποίος έχει την ικανότητα να καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του έργου. Στο τέλος της παρούσης παρατίθεται σχετικός πίνακας καταναλώσεων και υπολογισμού υποσταθμού.

Ο Μ/Σ είναι τριφασικός, ξηρού τύπου, με συχνότητα λειτουργίας 50 Hz, διπλού τυλίγματος 20-15 KV. Η ομάδα ζεύξης θα είναι Dyn 11 Dyn11, με ουδέτερο στη χαμηλή τά-

ση.

Για την κάλυψη των αναγκών του έργου σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης επιλέγεται Η/Ζ συνεχούς/εφεδρικής ισχύος 200/220KVA. Ο υπολογισμός των αναγκών σε εφεδρική λειτουργία γίνεται για τις ελάχιστες δυνατές καταναλώσεις ώστε να εξασφαλίζεται κατά το δυνατόν η αδιάκοπη αποδοτική λειτουργία των εγκαταστάσεων. Σημειώνεται δε ότι κατά την διακοπή ηλεκτροδότησης από το δημόσιο δίκτυο δεν είναι απαραίτητο να λειτουργούν διεργασίες όπως η μηχανική αφυδάτωση. Ο υπολογισμός των φορτίων που κρίνονται απαραίτητα για την λειτουργία με εφεδρική ηλεκτροπαραγωγή φαίνονται επίσης στον συνημμένο πίνακα καταναλώσεων.

Η εκκίνηση και η παύση της λειτουργίας του Η/Ζ είναι αυτόματη ανάλογα με τις διακοπές ή την ακαταλληλότητα της ποιότητας του ρεύματος της ΔΕΗ (σε όλες ή και σε μια φάση). Αυτόματη είναι επίσης η μεταγωγή των φορτίων από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. στην γεννήτρια και η επαναφορά των φορτίων από την ηλεκτρογεννήτρια στο δίκτυο της Δ.Ε.Η., όταν αποκαθίσταται η ποιότητα του ρεύματος της Δ.Ε.Η. και στις τρεις φάσεις. Η ταχύτητα-στροφές του ηλεκτροκινητήρα και της ηλεκτρογεννήτριας είναι 1500rpm για συχνότητα 50 Hz. Η δεξαμενή καυσίμου θα επαρκεί τουλάχιστον για 8ωρη λειτουργία.

Η δυνατότητα κατανομής της διαθέσιμης ισχύος από το Η/Ζ στους επί μέρους τοπικούς πίνακες παρέχεται μέσω του συστήματος αυτοματισμού, με προτεραιότητες που θα μπορούν να ρυθμίζονται από το ΚΕΛ της εγκατάστασης.

Ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ.) θα βρίσκεται εντός ειδικού χώρου του Κτιρίου Ενέργειας και θα είναι τύπου πεδίων. Θα αποτελείται από τυποποιημένα και προκατασκευασμένα ερμάρια (κυψέλες) κατάλληλα για ελεύθερη έδραση πάνω σε δοκούς από σίδηρο μορφής, τοποθετημένους στην στέψη του καναλιού καλωδιώσεων. Οι πίνακες τύπου πεδίου θα έχουν προστασία IP 41.

Ο ΓΠΧΤ διαθέτει πεδίο άφιξης από τον Μ/Σ, πεδίο άφιξης από Η/Ζ, Πεδίο για τις απαιτούμενες μονάδες πυκνωτών για την διόρθωση του cosφ, πεδία τροφοδοσίας των τοπικών πινάκων της ΕΕΣ. Η εσωτερική διανομή θα γίνεται με χάλκινους ζυγούς με επι-

τρεπόμενη ένταση τουλάχιστον ίση με το άθροισμα των ονομαστικών εντάσεων των γενικών διακόπτων του πίνακα.

Το εξωτερικό δίκτυο καλωδιώσεων θα είναι καθόλα υπόγειο με καλώδια τουλάχιστον Ε1VV. Μέχρι 6,00χστ θα είναι μονόκλινα ενώ για μεγαλύτερες διαστάσεις θα είναι πολύκλινα. Ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης θα τροφοδοτεί το σύνολο των υποπινάκων και των φορτίων του έργου. Υποπίνακες θα φέρουν οι κάτωθι μονάδες :

- Μονάδα μεμβρανών (UF)
- Μονάδα Αντίστροφης όσμωσης (R.O.)
- Πιεστικό βιομηχανικού νερού

#### **9.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ**

Το καταναμεημένο σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου και τα κύρια στοιχεία του εξοπλισμού θα περιλαμβάνουν:

- Τοπικό έλεγχο και ενδείξεις μέσω Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών (PLC).
- Σύστημα Αυτόματης Πληροφόρησης και Ελέγχου (SCADA) για όλα τα τμήματα του έργου.
- Ηλεκτρονικό υπολογιστή για την απεικόνιση του συστήματος αυτοματισμού και την παραμετροποίηση των διεργασιών

Το σύστημα αυτοματισμού θα εξασφαλίζει την αυτόματη λειτουργία των μονάδων επεξεργασίας του Έργου, και όλων των παρεμφερών βοηθητικών και εφεδρικών εγκαταστάσεων, με το ελάχιστο δυνατό προσωπικό.

Σε κάθε περιοχή του έργου, οι μεμονωμένες εγκαταστάσεις θα ελέγχονται από Προγραμματιζόμενους Λογικούς Ελεγκτές (PLC) τοποθετημένους στους αντίστοιχους τοπικούς πίνακες ελέγχου. Αυτοί οι Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές θα επικοινωνούν με τον κεντρικό σταθμό SCADA μέσω οδών μεταβίβασης δεδομένων. Κάθε τοπικό σύστημα Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή θα παρακολουθεί τη λειτουργία και θα επιτελεί διαλογικές λειτουργίες ελέγχου μεταξύ των μηχανημάτων και των εγκαταστάσεων που βρίσκονται στη σφαίρα της λειτουργίας του. Όλα τα συστήματα ασφαλείας, οι κρίσιμοι συναγερμοί / διατάξεις αυτοματισμού ή τα συστήματα ελέγχου των διαφό-

ρων εγκαταστάσεων του έργου θα συνδέονται μεταξύ τους.

Η διάταξη και τοπολογία του συστήματος, θα ακολουθεί τη λογική του ηλεκτρομηχανολογικού σχεδιασμού της εγκατάστασης, έτσι ώστε περιφερειακές μονάδες να τοποθετούνται στα όρια των πινάκων ισχύος της εγκατάστασης. Οι μονάδες αυτοματισμού στα πλαίσια του καταναμεμένου ελέγχου θα επιτηρούν και θα ελέγχουν τις επιμέρους εγκαταστάσεις τόσο σε standby όσο και σε τηλεοπτικό mode. Συγκεκριμένα, οι τοπικοί σταθμοί ελέγχου ( μονάδας μεμβρανών και αντίστροφης όσμωσης) αφενός θα μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα, αφετέρου θα μεταφέρουν και θα δέχονται πληροφορίες από το SCADA στα πλαίσια του συνολικού συστήματος ελέγχου. Τα PLC θα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω δικτύου οπτικών ινών. Ο Η/Υ του Κέντρου Ελέγχου Λειτουργίας (ΚΕΛ) (το οποίο θα βρίσκεται στο κτήριο διοίκησης) θα προσδένεται και αυτός στο δίκτυο. Στο κέντρο έλεγχου θα εγκατασταθεί κατ' ελάχιστον εξοπλισμός ενός τουλάχιστον κεντρικού ηλεκτρονικού υπολογιστή με λογισμικά ελέγχου τύπου SCADA, αποθηκευτικές μονάδες για αποθήκευση δεδομένων λειτουργίας τουλάχιστον για τρία χρόνια, αποκλειστικές οθόνες απεικόνισης μινικού διαγράμματος, εφεδρική ηλεκτροδότηση συστοιχίας συσσωρευτών μπαταρίας UPS υποστήριξης όλων των συστημάτων για τουλάχιστον 30λεπτά και γενικά το σύνολο εξοπλισμού για πλήρη και κανονική λειτουργία ελέγχου των εγκαταστάσεων επεξεργασίας στραγγισμάτων

Η συνολική αρχιτεκτονική δομή και ο σχεδιασμός του συστήματος καταναμεμένου ελέγχου θα εξασφαλίζει τη βέλτιστη επιλογή των συνθηκών λειτουργίας του έργου, ενώ τα τεχνικά χαρακτηριστικά του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού θα καθιστούν εύκολη την μελλοντική επέκταση του συστήματος τόσο από πλευράς ελεγχόμενων εγκαταστάσεων όσο και από πλευράς αυξημένου βαθμού αυτοματοποίησης (τηλεχειρισμοί - τηλεπίβλεψη), με απλή προσθήκη υλικού (hardware) και λογισμικού (software).

## **9.5 ΛΟΙΠΕΣ ΗΜ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

Εκτός από τον ΗΜ εξοπλισμό του έργου προβλέπονται πλήρεις Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης των κτιρίων, ήτοι:

- Ισχυρά Ρεύματα. Φωτισμός χώρων για τους χώρους ΗΜ εξοπλισμού διεργασιών ~300LUX. Σε όλα τα κτίρια (Ενέργειας, Αφυδάτωσης και Φυσητήρων) θα



προβλεφθούν οι απαραίτητες απολήξεις κίνησης και φωτισμού (διακοπτικό υλικό και ρευματοδότες)

- Ασθενή Ρεύματα. Δίκτυο τηλεφώνων και δεδομένων. Σε κάθε κτίριο προβλέπεται η εγκατάσταση μίας τηλεφωνικής συσκευής που θα επικοινωνεί με το Κτίριο Διοίκησης . Για την εξυπηρέτηση του δικτύου αυτοματισμού των εγκαταστάσεων προβλέπεται δίκτυο δεδομένων προς όλους τους ελεγκτές και τους τοπικούς Γενικούς Πίνακες Χαμηλής Τάσης.
- Ύδρευση Νερού Πόλεως. Στο κτίριο Αφυδάτωσης προβλέπεται μία τουλάχιστον υδροληψία στην εξωτερική τοιχοποιία και εσωτερικά στα σημεία όπου απαιτείται η χρήση νερού πόλεως (πχ πολυηλεκτρολύτης κλπ). Θα προβλεφθεί επέκταση από το υφιστάμενο δίκτυο.
- Αποχέτευση. Οι αποχετεύσεις των κτιρίων όπως στραγγίδια πλύσης μηχανημάτων ή εκκροές διεργασιών προβλέπεται να οδηγηθούν μέσω δικτύου αποχέτευσης στην δεξαμενή αντλιοστασίου στραγγιδίων.
- Αντικεραυνική προστασία – Γειώσεις. Σε κάθε κτίριο θα εγκατασταθεί αντικεραυνική προστασία με κλωβό Faraday σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα όπως και θεμελιακή γείωση των κτιρίων με τις απαιτούμενες ισοδυναμικές συνδέσεις κλπ.

## 9.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Μ/Σ ΚΑΙ Η/Ζ

### Α. Επιλογή Μετασχηματιστή

Η ελάχιστη απαιτούμενη ισχύς του μετασχηματιστή προκύπτει από τον παρακάτω τύπο:  
 $P = P_{inst} * v / \cos\varphi$

όπου :

$P_{inst}$  : Συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε kW

$v$ : Συντελεστής ταυτοχρονισμού

$\cos\varphi$  : συντελεστής ισχύος

Επομένως ισχύει για:

$P_{inst}$  : 644,23

$v$ : 1

$\cos\varphi$  : 0,82

Ισχύς Μ/Σ (kVA):

785,7

Από τα παραπάνω επιλέγεται 1 Μ/Σ 1.000 KVA (σε παράλληλη λειτουργία ό-  
λων των καταναλωτών, δεν θα υπερφορτίζεται (λειτουργία στο 80% της ο-  
νομαστικής του ισχύος)

## B. Επιλογή Η/Ζ

Η ισχύς που θα πρέπει να καλύψει το Η/Ζ όπως φαίνεται και στον πίνακα καταναλωτών είναι ~116 kW.

Λαμβάνοντας συντελεστή ισχύος ίσο με 0,8 και ταυτοχρονισμό φορτίων ίσο με 1 προ-  
κύπτει ισχύς 145 KVA. Συνεπώς επιλέγεται Η/Ζ 165/150KVA εφεδρικής/ συνεχούς ι-  
σχύος.

### 9.6.1 Πίνακας καταναλωτών

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ						
No	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗΣ	P <sub>inst</sub> [kW]	P <sub>inst</sub> ΕΦΕΔΡ [kW]	ΗΛ.ΖΕΥΓΟΣ P <sub>Hz</sub> [kW]	Πίνακας τρο- φοδοσίας
<b>1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΡΟΧΟΣΤΡΑΓΓΙΣΜΑΤΩΝ</b>						
1	PUMP-1	Αντλία τροφοδοσίας βιολ. Βαθμ. Νο1	2,00			Γ.Π.Χ.Τ
2	PUMP-2	Αντλία τροφοδοσίας βιολ. Βαθμ. Νο2		2,00		Γ.Π.Χ.Τ
3	MIX-1	Αναδευτήρας	3,70		3,70	Γ.Π.Χ.Τ
4	FJ-1	Flow-Jet	25,00		25,00	Γ.Π.Χ.Τ
5	FL-1	Ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο		0,10		Γ.Π.Χ.Τ
6						
<b>2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ</b>						
7	MIX-2	Υποβρύχιος αναδευτήρας απονιτροποι- ησης 1 Νο1	2,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ
8	MIX-3	Υποβρύχιος αναδευτήρας απονιτροποι- ησης 1 Νο2	2,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ
9	MIX-4	Υποβρύχιος αναδευτήρας απονιτροποι- ησης 2 Νο1	2,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ

10	MIX-5	Υποβρύχιος αναδευτήρας απονιτροποι- ησης 2 Νο2	2,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ
11	BL-1	Φυσητήρας Αερισμού 1 Νο 1	75,00			Γ.Π.Χ.Τ
12	BL-2	Φυσητήρας Αερισμού 1 Νο 2	75,00			Γ.Π.Χ.Τ
13	BL-3	Φυσητήρας Αερισμού 1 Νο 3		75,00		Γ.Π.Χ.Τ
14	BL-4	Φυσητήρας Αερισμού 2 Νο 1	75,00			Γ.Π.Χ.Τ
15	BL-5	Φυσητήρας Αερισμού 2 Νο 2	75,00			Γ.Π.Χ.Τ
16	BL-6	Φυσητήρας Αερισμού 2 Νο 3		75,00		Γ.Π.Χ.Τ
17	DOS-1	Δοσομετρική αντλία θρεπτικών Νο1	0,09			Γ.Π.Χ.Τ
18	DOS-2	Δοσομετρική αντλία θρεπτικών Νο2		0,09		Γ.Π.Χ.Τ
19	DOS-3	Δοσομετρική αντλία γλυκερόλης Νο1	0,09			Γ.Π.Χ.Τ
20	DOS-4	Δοσομετρική αντλία γλυκερόλης Νο2		0,09		Γ.Π.Χ.Τ
21	DO-1	Οξυγονόμετρο Δ/Ξ αερισμού Νο1	0,10			Γ.Π.Χ.Τ
22	DO-1	Οξυγονόμετρο Δ/Ξ αερισμού Νο2	0,10			Γ.Π.Χ.Τ
23	SS-1	Μετρητής στερεών Δ/Ξ αερισμού Νο1	0,10			Γ.Π.Χ.Τ
24	SS-2	Μετρητής στερεών Δ/Ξ αερισμού Νο2	0,10			Γ.Π.Χ.Τ
25	PUMP-UF1	Αντλια τροφοδοσίας UF Νο1	11,00		11,00	ΥΠΟΠ.- UF
26	PUMP-UF2	Αντλια τροφοδοσίας UF Νο2		11,00		
27	PUMP-3	Αντλία ανακυκλοφορίας UF Νο1	55,00		55,00	
28	PUMP-4	Αντλία ανακυκλοφορίας UF Νο2	55,00			
29	PUMP-BW	Αντλία έκπλυσης UF	11,00			
30	PUMP-SL	Αντλία περίσσειας ιλύος UF	7,50			
31		Λοιπές κατανλώσεις μονάδας UF	12,00			
3. ΜΟΝΑΔΑ R.O.						
32	PUMP-5	Αντλία τροφοδοσίας R.O. 1	1,70			Γ.Π.Χ.Τ
33	PUMP-6	Αντλία τροφοδοσίας R.O. 2		1,70		Γ.Π.Χ.Τ
34	PUMP-7	Αντλία τροφοδοσίας Υφιστάμμενου R.O. 1	1,70			Γ.Π.Χ.Τ
35	PUMP-8	Αντλία τροφοδοσίας Υφιστάμμενου R.O. 2		1,70		Γ.Π.Χ.Τ
	R.O.	Αντλίας τροφοδοσίας 1ου περάσματος	2,20			ΥΠΟΠ.- R.O.
		Αντλια ανακυκλοφορίας ρυθμισης Ph	0,55			
36		Αντλία υψηλής πίεσης 1ου περάσματος	30,00			

37		Αντλία ανακυκλοφορίας 1ου περάσμα- τος Νο1	7,50			
38		Αντλία ανακυκλοφορίας 1ου περάσμα- τος Νο2	7,50			
39		Αντίσταση δ/ξ χημικού καθαρισμού	7,50			
40		Αντλίας τροφοδοσίας 2ου περάσματος	1,50			
41		Αντλία υψηλής πίεσης 2ου περάσματος	15,00			
42		Αντλία ανακυκλοφορίας 2ου περάσμα- τος	4,00			
43		Φυσητήρας	1,50			
44		Κομπρεσερ αέρα	0,75			
45		Λοιπά φορτία (Solenoid valve, αυτομα- τισμός κτλ)	2,00			
46		Φωτισμός , ρευματοδότες container, κλιματισμός	7,00			
47	PUMP-9	Αντλία αποστραγγίσης	1,70			
48	PUMP-10	Αντλία απομακρυνσης άλμης	1,70			
<b>4. Α/Σ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ</b>						
47	PUMP-11	Αντλία στραγγιδίων Νο1	2,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ
48	PUMP-12	Αντλία στραγγιδίων Νο2	2,00			Γ.Π.Χ.Τ
<b>5. ΜΟΝΑΔΑ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ</b>						
49	PUMP-13	Αντλία ιλύος Νο 1	4,00			Γ.Π.Χ.Τ
50	PUMP-14	Αντλία ιλύος Νο 2		4,00		Γ.Π.Χ.Τ
51	CFU-1	Φυγοκεντρικός διαχωριστής	25,00			Γ.Π.Χ.Τ
52	SCREW-1	Κοχλίας αποκομιδής αφυδατωμένης ιλύος	1,10			Γ.Π.Χ.Τ
53	POLY-1	Συγκρότημα παρασκευής πολυηλε- κτρολύτη	1,00			Γ.Π.Χ.Τ
54	PUMP-15	Αντλία πολυηλεκτρολύτη Νο 1	0,55			Γ.Π.Χ.Τ
55	PUMP-16	Αντλία πολυηλεκτρολύτη Νο 2		0,55		Γ.Π.Χ.Τ
56	OD-1	Σύστημα απόσμησης	1,50			Γ.Π.Χ.Τ
<b>6. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΛΜΗΣ</b>						
57	PUMP-15	Αντλία ανακυκλοφορίας άλμης Νο 1	1,50			Γ.Π.Χ.Τ
58	PUMP-16	Αντλία ανακυκλοφορίας άλμης Νο 2		1,50		Γ.Π.Χ.Τ
<b>6. ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ</b>						

59	-	Πιεστικό συγκρότημα βιομ. νερού	7,50			ΥΠ. ΠΙΕΣΤ.Β.Ν.
60	-	Καταναλώσεις Κτιρίου Ενέργειας	3,00		3,00	Γ.Π.Χ.Τ
61	-	Εξωτερικός φωτισμός	2,50		2,50	Γ.Π.Χ.Τ
62	-	Φωτισμός κτιρίων	2,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ
63	-	Αυτοματισμός	2,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ
64	-	Ρευματοδότες πεδίου	4,00		2,00	Γ.Π.Χ.Τ
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΓΙΑ ΟΛΗ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b>			<b>644,2</b>	<b>172,7</b>	<b>116,2</b>	