

Σχεδιασμός Περιβαλλοντικών Εγκαταστάσεων και Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων



Σχεδιασμός Εγκατάστασης Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων για τις περιοχές: Μοίρες-Άγιοι
Δέκα

ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ 12: Γαλαθρή Ελένη 2016050011
Ζαγιάκου Λεντίνα-Αικατερίνη 2016050119
Τσαγκαράκη Δανάη 2016050105
Τσιροπούλα Αναστασία-Ζωή 2016050070

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ:

- 1.Περίληψη σελ. 3
2. Υπολογισμός παραμέτρων σχεδιασμού σελ. 5
 - 2.1 Υπολογισμός μόνιμου πληθυσμού μέχρι το έτος 2050 σελ. 5
 - 2.2 Υπολογισμός παροχών σχεδιασμού σελ. 7
 - 2.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά στην είσοδο σελ. 29
 - 2.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά στην έξοδο σελ. 31
3. Διάγραμμα Ροής σελ 32
4. Διαστασιολόγηση των επιμέρους διεργασιών επεξεργασίας λυμάτων σελ 35
 - 4.1 Δεξαμενή Βοθρολυμάτων σελ. 35
 - 4.2 Δεξαμενή Εσχάρωσης σελ 37
 - 4.3 Δεξαμενή Εξάμμιωσ ης σελ 39
 - 4.4 Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης σελ 41
 - 4.5 Δεξαμενή Αερισμού σελ.45
 - 4.6 Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης σελ.57
 - 4.7 Δεξαμενή Χλωρίωσης σελ.63
 - 4.8 Δεξαμενή Μερισμού σελ.65
 - 4.9 Δεξαμενή Κροκίδωσης σελ.67
 - 4.10 Δεξαμενή Συσσωμάτωσης σελ.69
 - 4.11 Δεξαμενή Χημικής Καθίζησης σελ.72
 - 4.12 Αμμόφιλτρο σελ.76
 - 4.13 Απολύμανση με ακτινοβολία UV σελ.81
 - 4.14 Δεξαμενή Πάχυνσης ιλύος σελ.85
 - 4.15 Δεξαμενή Ομογενοποίησης Ιλύος σελ.88
 - 4.16 Δεξαμενή Αναερόβια Χώνευσης σελ.89
 - 4.17 Δεξαμενή Αφυδάτωσης Ιλύος σελ.96
 - 4.18 Δεξαμενή Κομποστοποίησης σελ.101
5. Διάγραμμα P&I σελ.107
6. Κάτοψη Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων σελ.109
7. Υδραυλική Μηκοτομή σελ.110
8. Μηχανολογικός Εξοπλισμός Επιμερούς Διεργασιών σελ.111
 - 8.1. Μηχανολογικός Εξοπλισμός Επιμερούς Διεργασιών Λυμάτων σελ.111
 - 8.2 Μηχανολογικός Εξοπλισμός Επιμερούς Διεργασιών Ιλύος σελ.116
9. Εργασίες Κατασκευής σελ.120
10. Κοστολόγηση Κατασκευής σελ.125

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του μαθήματος Σχεδιασμός Περιβαλλοντικών Εγκαταστάσεων και Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων εκπονήθηκε μελέτη κατασκευής για Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων. Βρίσκεται στην περιοχή Μοίρες-Άγιοι Δέκα του Νομού Ηρακλείου και εξυπηρετεί τις ανάγκες και όλως των υπόλοιπων οικισμών που βρίσκονται στην περιοχή δηλαδή Αμπελούζος, Μητρόπολη, Ρουφάς, Πλούτη, Βουρβουλίτης, Καστέλλι Καινούργιου, Πλάτανος, Χουστουλιανά. Ύστερα από εξέταση διάφορων πιθανών θέσεων κρίθηκε η Μητρόπολη ως η κατάλληλη περιοχή προκειμένου να οριοθετηθεί η εγκατάσταση, η οποία θα καταλαμβάνει έκταση 34158.5 στρ.

Ορίστηκε ο ορίζοντας σχεδιασμού για 30 χρόνια από το 2020 έως 2050. Ο ελάχιστος ισοδύναμος πληθυσμός που σχεδιάστηκε να εξυπηρετεί το έργο είναι 10944 κάτοικοι με ελάχιστη παροχή εισερχόμενων λυμάτων 3100 m³/d ημερησίως (χειμώνα του 2020). Αντίστοιχα ο μέγιστος ισοδύναμος πληθυσμός είναι 16300 με μέγιστη παροχή 53800 m³/d ημερησίως (καλοκαίρι 2050).

Ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση του κέντρου λυμάτων που μελετήθηκε περιλαμβάνει: την προεπεξεργασία, την πρωτοβάθμια επεξεργασία, την δευτεροβάθμια επεξεργασία με σύστημα ενεργού ιλύος, την απολύμανση, την τριτοβάθμια επεξεργασία για επαναχρησιμοποίηση και τις διεργασίες για την επεξεργασία ιλύος. Παρατίθεται και παρακάτω αναλυτικό διάγραμμα ροής της εγκατάστασης.

Για κάθε μία από τις διεργασίες πραγματοποιήθηκε διαστασιολόγηση. Αρχικά σχεδιάστηκαν η εσχάρωση και η εξάμμωση δύο διεργασίες που αποτελούν την προεπεξεργασία των λυμάτων. Η σχάρα θα αποτελείται από 4 ράβδους και θα είναι μηχανικά καθοριζόμενη, τύπου παλινδρομικού ξέστρου. Ο εξαμμωτής θα είναι αεριζόμενος βάθους 3.5m, μήκους 15.2m και πλάτους 3.5m.

Το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας που είναι η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης που θα είναι κυκλικής διατομής διαμέτρου 28.6 m και βάθους 3 m. Κατά την είσοδο των λυμάτων στην δεξαμενή η παροχή είναι 16300 m³/day η συγκέντρωση των TSS είναι $C_{TSS,in}=260.9\text{mg/L}$ και η συγκέντρωση των BOD είναι $C_{BOD,in}=274.7\text{mg/L}$. Στην εκροή των διαυγών ισχύει αντίστοιχα $Q=16300\text{ m}^3/\text{day}$, $C_{TSS,in}=104.4\text{mg/L}$, $C_{BOD,in}=184\text{mg/L}$. Επίσης στην εκροή της ιλύς βρέθηκαν τα εξής $Q=50.03\text{ m}^3/\text{day}$, $C_{TSS}=51000\text{mg/L}$, $C_{BOD}=29536\text{mg/L}$.

Στην δευτεροβάθμια επεξεργασία που σημειώνονται οι βιολογικές διαδικασίες του εξαερισμού και της δευτεροβάθμιας καθίζησης. Σχεδιάστηκε δεξαμενή αερισμού με επιφάνεια 568,2 m² και παροχή αέρα για αερισμό 565000 m³/day. Στην δευτεροβάθμια καθίζηση επιλέχθηκε να κατασκευαστούν δύο δεξαμενές όγκου 2374 m³ η κάθε μια όπου θα δέχεται λύματα 8150 m³/day και συγκέντρωση στερεών 3500 mg/L. Η εκροή των διαυγών είναι 8150 m³/day και στην εκροή της ιλύς ισχύει $Q=160.4\text{ m}^3$ και συγκέντρωση στερεών 1200 mg/L. Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στην δεξαμενή μερισμού όγκου 2604 m³.

Ένα μέρος των λυμάτων οδηγούνται στην δεξαμενή χλωρίωσης με ημερήσια απαίτηση σε Cl₂ 22.13 kg/day και NaOCl 147.53 kg/day. Στη συνέχεια καταλήγουν στον τελικό αποδέκτη.

Το υπόλοιπο μέρος προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί για άρδευση υπόκειται σε κροκίδωση, συσσωμάτωση έπειτα στην δεξαμενή χημικής καθίζησης όγκου 560 m³ η οποία δέχεται παροχή 13000 m³/day και συγκέντρωση στερεών 273 kg/day. Η παροχή στην εκροή είναι ίδια με εκείνη την εισροή και τα ολικά στερεά είναι 91 kg/day. Η χημική ιλύς είναι 2.3 m³/day και τα στερεά 182 kg/day. Μετά οδηγείται στο αμμόφιλτρο και τέλος στην απολύμανση με UV.

Η πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και χημική ιλύς καταλήγουν στην δεξαμενή ομογενοποίησης ιλύος. Από εκεί οδηγούνται στην δεξαμενή πάχυνσης η οποία δέχεται παροχή ιλύος $880 \text{ m}^3/\text{day}$ και μάζα στερεών $4610.3 \text{ kg day}^{-1}$ από αυτή την ποσότητα υπερχειλίζουν $820 \text{ m}^3/\text{day}$ και 410 kg/day στερεών και οι υπόλοιπη ποσότητα παροχής και στερεών καταλήγει στην πυκνωμένη λάσπη. Στην συνέχεια η ιλύς καταλήγει στην αναερόβια χώνευση όπου παράγεται $1753 \text{ m}^3/\text{day}$ βιοαέριο και και μεθάνιο $1227 \text{ m}^3/\text{day}$. Τέλος υπόκειται αφυδάτωση και κομποστοποίηση προσκειμένου να διατεθεί ως κομπόστ.

Αφού ολοκληρώθηκε η διαστασιολόγηση των διεργασιών γίνεται και αναφορά στον εξοπλισμό που χρειάζεται η εγκατάσταση και πραγματοποιείται κοστολόγηση όπου βρέθηκε το κόστος κατασκευής 1517847 € και το κόστος λειτουργίας είναι 301459 € . Τέλος παρακάτω παρατίθεται και η κάτοψη της εγκατάστασης, το διάγραμμα P&I καθώς και η μηκοτομή για τις δεξαμενές που ρέει ρευστό με φυσική ροή.

\

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΙΜΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΕΤΟΣ 2050

	1991	2001	2011	2020	2050
Μοίρες-Καππαριανά	4571	5883	6379	6880	8851
Άγιοι Δέκα	865	796	785	821	953
Καστέλλι-Καινούργιου	406	299	329	360	484
Μητρόπολη	397	408	379	396	460
Αμπελούζος	348	284	320	323	334
Χουστουλιανά	331	337	309	324	375
Πλάτανος	278	243	234	244	284
Ρουφάς	163	95	82	86	99
Βουρβουλίτης	103	106	76	79	92
Πλούτη	84	72	48	50	58

Ο παραπάνω πίνακας τις χρονιές 1991 , 2001, 2011 συμπληρώθηκε με βάση τις απογραφές του που πραγματοποιήθηκαν ανά περιοχή. Ενώ , το 2020 και 2050 σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο.

Υπολογισμός μελλοντικού πληθυσμού

$$N = p \left(1 + \frac{e}{100} \right)^x$$

Όπου

N : μελλοντικός πληθυσμός

p : σημερινός πληθυσμός

e : Ρυθμός ανάπτυξης

x : χρόνια

Παράδειγμα 1

Αγίοι Δέκα

*Επειδή έχω μείωση πληθυσμού υποθέτω ότι έχω αύξηση 0.5% δηλαδή $e=0.5$

$$N_{2020} = 785 \left(1 + \frac{0.5}{100}\right)^9 \times 100 = 821 \text{ κάτοικοι}$$

$$N_{2050} = 821 \left(1 + \frac{0.5}{100}\right)^{30} \times 100 = 953 \text{ κάτοικοι}$$

*Επειδή έχω μείωση πληθυσμού υποθέτω ότι έχω αύξηση 0.5%

Παράδειγμα 2

Μοίρες

Ρυθμός αύξησης

$$e = \frac{N_{2011} - N_{2001}}{N_{2001}} = \frac{6379 - 5883}{5883} \times 100 = 8,43$$

στα 10 χρόνια

Άρα $8,43/10=0,843$ τον χρόνο

$$N_{2020} = 6379 \left(1 + \frac{0.843}{100}\right)^9 = 6880 \text{ κάτοικοι} \quad N_{2020} = 6379 \left(1 + \frac{0.843}{100}\right)^9 = 6880 \text{ κάτοικοι}$$

2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Πηγή	Κατανάλωση ανά άτομο (L/άτομο/day)
Σχολείο	20
Εστιατόριο	15
Καφετέρια	15
Bar	20
Γραφείο	30
Κατάλυμα	115
Ξενοδοχείο	150
Κομμωτήριο	40
Εκκλησία	2

Πίνακας: Κατανάλωση ανά άτομο για κάθε δραστηριότητα στην περιοχή μελέτης.

Εισόδημα	Κατανάλωση ανά άτομο (L/ατομο/day)
Χαμηλό	135
Μεσαίο	155
Υψηλό	190

Πίνακας: Κατανάλωση ανά άτομο σύμφωνα με το εισόδημα.

Παρακάτω ακολουθούν πίνακες υπολογισμού παροχών ανά πόλη, χωριό της περιοχής μελέτης για χειμώνα και καλοκαίρι του 2020 και του 2050:

ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ

Αμπελούζος 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή ατόμων (L/day)
Εστιατόριο	1	10	150

Καφετέρια	1	20	300
Κατάλυμα	1	1	115
Σχολείο	2	65	1300
Εκκλησία	3	12	24
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	5	16	3040
Μεσαίο	40	129	19995
Χαμηλό	55	178	24030
Συνολική Ημερήσια Παροχή Q=48954 L/day			

Αμπελούζος 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	12	180
Καφετέρια	1	20	300
Κατάλυμα	1	1	115
Σχολείο	2	75	1500
Εκκλησία	3	15	30
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	5	17	3230
Μεσαίο	35	116	18119
Χαμηλό	60	201	27135
Συνολική Ημερήσια Παροχή Q=50612 L/day			

Μητρόπολη 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	14	210
Καφετέρια	1	25	375
Κατάλυμα	1	1	115
Σχολείο	2	70	1400
Κομμωτήριο	1	4	160
Εκκλησία	1	5	10
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού

εισοδήματος			(L/day)
Υψηλό	10	40	7600
Μεσαίο	45	178	27621
Χαμηλό	45	178	24030
Συνολική Ημερήσια Παροχή Q = 61521 L/day			

Μητρόπολη 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	40	600
Καφετέρια	1	50	750
Κατάλυμα	1	2	230
Σχολείο	2	85	1700
Κομμωτήριο	1	5	200
Εκκλησία	1	7	14
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	46	8740
Μεσαίο	55	253	39215
Χαμηλό	35	161	21735
Συνολική Ημερήσια Παροχή Q = 73184 L/day			

Ρουφάς 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή ατόμων(L/day)
Εστιατόριο	1	10	150
Καφετέρια	1	10	150
Εκκλησία	1	8	16
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού(L/day)
Υψηλό	10%	8	1520
Μεσαίο	60%	52	8060
Χαμηλό	30%	26	3510
Συνολική Ημερήσια Παροχή: 13406 L/day			

Ρουφάς 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	12	150
Καφετέρια	1	12	150
Εκκλησία	1	10	20
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	10	1900
Μεσαίο	60	59	9145
Χαμηλό	30	30	4050
Συνολική ημερήσια παροχή Q=15415 L/day			

Πλούτη 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	1	8	120
Εκκλησία	1	5	10
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	5	950
Μεσαίο	60	30	4650
Χαμηλό	30	15	2025
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 7755 L/day			

Πλούτη 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	1	9	135
Εκκλησία	1	6	12
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	6	1140
Μεσαίο	60	35	5425
Χαμηλό	30	17	2295
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 9007 L/day			

Βουρβουλίτης 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εκκλησία	2	12	24
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	8	1520
Μεσαίο	60	47	7285
Χαμηλό	30	24	3240
Συνολική ημερήσια παροχή Q=12069 L/day			

Βουρβουλίτης 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εκκλησία	3	16	32
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	9	1710
Μεσαίο	60	55	8525
Χαμηλό	30	28	3780
Συνολική ημερήσια παροχή Q=14047 L/day			

Καστέλλι Καινούργιου 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Bar	2	12	480
Καφετέρια	1	12	180
Εκκλησία	1	10	20
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	36	6840
Μεσαίο	60	216	33480
Χαμηλό	30	108	14580
Συνολική ημερήσια παροχή: 55580 L/day			

Καστέλλι Καινούργιου 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Bar	2	28	560
Καφετέρια	1	14	210
Εκκλησία	1	10	20
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	48	9120
Μεσαίο	60	301	46655
Χαμηλό	30	135	19575
Συνολική ημερήσια παροχή Q=76140 L/day			

Πλάτανος 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	2	42	630
Εκκλησία	2	19	37
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	60	146	27816
Μεσαίο	20	49	6588
Χαμηλό	20	49	5856
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 40927 L/day			

Πλάτανος 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	2	49	731
Εκκλησία	2	21	43
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	60	170	32376
Μεσαίο	20	57	7668

Χαμηλό	20	57	6816
Συνολική ημερήσια παροχή Q=47634 L/day			

Χουστουλιανά 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	1	25	378
Καφετέρια	1	21	315
Σχολείο	2	84	1680
Εκκλησία	3	34	67
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού(L/day)
Υψηλό	60	194	36822
Μεσαίο	20	65	8721
Χαμηλό	20	65	7752
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 54055 L/day			

Χουστουλιανά 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	30	438
Καφετέρια	1	24	365
Σχολείο	2	97	1949
Εκκλησία	3	39	78
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού(L/day)
Υψηλό	60	225	42750
Μεσαίο	20	75	10125
Χαμηλό	20	75	9000
Συνολική ημερήσια παροχή: 62757 L/day			

Άγιοι Δέκα 2020

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Σχολείο	4	215	4300
Κατάλυμα	2	2	230
Γραφείο	5	20	600
Κομμωτήριο	2	15	600
Εστιατόριο	3	35	525
Καφετέρια	4	60	900
Εκκλησία	3	25	50
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμό (L/day)
Υψηλό	10	82	15599
Μεσαίο	70	575	89078.5
Χαμηλό	20	164	22167
Συνολική ημερήσια παροχή Q=133524,5 L/day.			

Άγιοι Δέκα 2050

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Σχολείο	4	225	4500
Κατάλυμα	2	2	230
Γραφείο	5	20	600
Κομμωτήριο	2	20	800
Εστιατόριο	2	40	600
Καφετέρια	4	65	975
Εκκλησία	3	30	60
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	95	25731
Μεσαίο	70	667	103400.5
Χαμηλό	20	191	18107
Συνολική ημερήσια παροχή Q=155003,5 L/day.			

Μοίρες 2020

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Σχολείο	8	1200	24000
Κατάλυμα	34	18	2070
Ξενοδοχείο	3	9	1350
Γραφείο	30	65	1950
Κομμωτήριο	5	55	2200
Εστιατόριο	9	160	2400
Καφετέρια	10	190	2850
Εκκλησία	5	42	84
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	25	1720	326880
Μεσαίο	65	4472	693160
Χαμηλό	10	688	92880
Συνολική ημερήσια παροχή $Q=1149744$ L/day			

Μοίρες 2050

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Σχολείο	8	1500	30000
Κατάλυμα	34	120	2070
Ξενοδοχείο	3	9	9000
Γραφείο	30	65	1950
Κομμωτήριο	5	70	2800
Εστιατόριο	2	220	3300
Καφετέρια	5	250	3750
Εκκλησία	3	45	90
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	25	2213	420422.5
Μεσαίο	65	5753	891738.25
Χαμηλό	10	885	119488.5

Συνολική ημερήσια παροχή $Q=1476959,25\text{L/day}$

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ

Αμπελούζος 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	15	225
Καφετέρια	1	45	675
Κατάλυμα	1	4	460
Εκκλησία	3	25	50
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	5	19	3610
Μεσαίο	65	251	38905
Χαμηλό	30	117	15795
Συνολική Ημερήσια Παροχή $Q= 59720 \text{ L/day}$			

Αμπελούζος 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	20	300
Καφετέρια	1	55	825
Κατάλυμα	1	4	460
Εκκλησία	3	25	50
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	5	20	3800
Μεσαίο	65	260	40300
Χαμηλό	30	120	16200
Συνολική Ημερήσια Παροχή $Q = 61935 \text{ L/day}$			

Μητρόπολη 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)

Εστιατόριο	1	60	900
Καφετέρια	1	55	825
Κομμωτήριο	1	10	400
Κατάλυμα	1	4	460
Εκκλησία	1	10	20
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Ημερήσια παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	48	190
Μεσαίο	65	309	155
Χαμηλό	25	118	135
Συνολική Ημερήσια Παροχή $Q = 75010$ L/day			

Μητρόπολη 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	1	75	1125
Καφετέρια	1	65	975
Κομμωτήριο	1	13	520
Κατάλυμα	1	4	460
Εκκλησία	1	13	26
Κατηγορία εισοδήματος			
Υψηλό	10	55	10450
Μεσαίο	65	359	55614
Χαμηλό	25	138	18630
Συνολική Ημερήσια Παροχή $Q = 87800$ L/day			

Ρουφάς 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	1	14	210
Καφετέρια	1	16	240
Εκκλησία	1	9	18
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	190	1900
Μεσαίο	60	155	9610
Χαμηλό	30	135	4185
Συνολική ημερήσια παροχή $Q = 16163$ L/day			

Ρουφάς 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)

Εστιατόριο	1	15	225
Καφετέρια	1	17	255
Εκκλησία	1	10	20
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	12	2280
Μεσαίο	60	71	11005
Χαμηλό	30	36	4860
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 18645 L/day			

Πλούτη 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	12	180
Εκκλησία	1	6	12
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	6	1140
Μεσαίο	60	36	5580
Χαμηλό	30	18	2430
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 9342 L/day			

Πλούτη 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	12	180
Εκκλησία	1	6	12
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	7	1330
Μεσαίο	60	42	5670
Χαμηλό	30	21	3255
Συνολική ημερήσια παροχή Q=10447 L/day			

Βουρβουλίτης 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εκκλησία	2	16	32
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	10	1900
Μεσαίο	60	59	9145
Χαμηλό	30	26	3510
Συνολική ημερήσια παροχή Q=14587 L/day			

Βουρβουλίτης 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εκκλησία	2	18	36
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	11	2090
Μεσαίο	60	66	10230
Χαμηλό	30	33	4455
Συνολική ημερήσια παροχή:16811 L/day			

Καστέλλι Καινούργιου 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Bar	2	30	600
Καφετέρια	1	15	225
Εκκλησία	1	10	20
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	43	8170
Μεσαίο	60	259	40145
Χαμηλό	30	130	17550
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 66710 L/day			

Καστέλλι Καινούργιου 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Bar	2	36	720
Καφετέρια	1	18	270
Εκκλησία	1	10	20
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	58	11020
Μεσαίο	60	349	54095
Χαμηλό	30	175	23625
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 89750 L/day			

Πλάτανος 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	2	53	788
Εκκλησία	2	23	46
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	60	176	33379
Μεσαίο	20	59	7906
Χαμηλό	20	59	7027
Συνολική ημερήσια παροχή Q= 49146L/day			

Πλάτανος 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Εστιατόριο	2	61	914
Εκκλησία	2	27	54
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	60	198	37620
Μεσαίο	20	66	8910
Χαμηλό	20	66	7920
Συνολική ημερήσια παροχή Q=5417 L/day			

Χουστουλιανά 2020

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή ατόμων(L/day)
Εστιατόριο	1	32	773
Καφετέρια	1	26	394
Σχολείο	2	-	-
Εκκλησία	3	42	84
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	60	233	44186
Μεσαίο	20	78	10465
Χαμηλό	20	78	9302
Συνολική ημερήσια παροχή: 64904 L/day			

Χουστουλιανά 2050

Ημερήσιες παροχές από πηγές			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Εστιατόριο	1	37	548
Καφετέρια	1	30	457
Σχολείο	2	-	-
Εκκλησία	3	49	98
Πληθυσμιακές ημερήσιες παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού(L/day)
Υψηλό	60	260	49476
Μεσαίο	20	87	11718
Χαμηλό	20	87	10416
Συνολική ημερήσια παροχή Q=72712 L/day			

Άγιοι Δέκα 2020

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής(L/day)
Σχολείο	4	0	0
Κατάλυμα	2	12	1380
Γραφείο	5	20	600
Κομμωτήριο	2	18	720
Εστιατόριο	2	42	630
Καφετέρια	5	72	1080
Εκκλησία	3	30	60
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	10	99	26595
Μεσαίο	70	690	106872.5
Χαμηλό	20	197	18715
Συνολική ημερήσια παροχή Q=15665,5 L/day			

Άγιοι Δέκα 2050

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Σχολείο	4	0	0
Κατάλυμα	2	12	1380
Γραφείο	5	20	600
Κομμωτήριο	2	24	960
Εστιατόριο	2	48	720
Καφετέρια	5	78	1170
Εκκλησία	3	36	72
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	20	114	21736

Μεσαίο	70	801	124124
Χαμηλό	10	229	30888
Συνολική ημερήσια παροχή Q=181650 L/day			

Μοίρες 2020

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Σχολείο	8	0	0
Κατάλυμα	34	120	13800
Ξενοδοχείο	3	60	9000
Γραφείο	30	65	1950
Κομμωτήριο	5	84	2640
Εστιατόριο	9	192	2880
Καφετέρια	10	228	3420
Εκκλησία	5	50	100
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	25	2064	392160
Μεσαίο	65	5366	831792
Χαμηλό	10	826	111456
Συνολική ημερήσια παροχή για 2020 Q=1369198 L/day			

Μοίρες 2050

Ημερήσιες παροχές πηγών			
Πηγή	Αριθμός πηγών	Πλήθος ατόμων	Συνολική παροχή πηγής (L/day)
Σχολείο	8	0	0
Κατάλυμα	34	120	13800
Ξενοδοχείο	3	60	9000
Γραφείο	30	65	1950
Κομμωτήριο	5	84	3360
Εστιατόριο	9	264	3960
Καφετέρια	10	300	4500

Εκκλησία	5	54	108
Ημερήσιες πληθυσμιακές παροχές			
Κατηγορία εισοδήματος	Ποσοστό (%)	Πληθυσμός	Συνολική παροχή πληθυσμού (L/day)
Υψηλό	25	2655	504497.5
Μεσαίο	65	6904	1070065.75
Χαμηλό	10	1062	1433863.5
Συνολική ημερήσια παροχή $Q=1754786,54\text{L/day}$			

ΠΑΡΟΧΕΣ

Χρονική Περίοδος	Παροχή Q (L/d)	Βοθρολύματα ($Q_{\text{βοθρ}}$) (L/d)	Όμβρια ύδατα ($Q_{\text{ομβρ}}$) (L/d)	Μέση αθροιστική παροχή ($Q_{\text{ολ}}$) (L/d)
Χειμώνα 2020	1577535.5	78876.8	94652.1	1751064.4
Θερινή 2020	1881432.5	94071.6	112885.9	2088390.1
Χειμώνα 2050	1980758.7	99037.9	118845.5	2198642.2
Θερινή 2050	2349953.5	117497.7	140997.2	2608448.4

Πίνακας: Παροχή για κάθε χρονική περίοδο

Ο Πίνακας συμπληρώθηκε ως εξής:

- Βοθρολύματα $Q_{\text{βοθρ}}=0,05 \times Q$
- Όμβρια ύδατα $Q_{\text{ομβρ}}=0,06 \times Q$
- Μέση αθροιστική παροχή $Q_{\text{ολ}}=Q+Q_{\text{βοθρ}}+Q_{\text{ομβρ}}$

π.χ

Για τον χειμώνα του 2020 :

$$Q_{\text{βοθρ}}=0,05 \times Q = 0,05 \times 1577535,5 = 78876,8 \text{ L/d}$$

$$Q_{\text{ομβρ}}=0,06 \times Q = 0,06 \times 1577535,5 = 94652,1 \text{ L/d}$$

$$Q_{\text{ολ}}=Q+Q_{\text{βοθρ}}+Q_{\text{ομβρ}}=1577535,5+78876,8+94652,1=1751064,4$$

Κατά τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται και οι μέσες αθροιστικές παροχές για το καλοκαίρι του 2020 ,χειμώνα του 2050, καθώς και για το καλοκαίρι του 2050.

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ

$$I.Π = \frac{\dot{Q}}{Q_{\text{κάτοικο}}}$$

Θεωρούμε :

$$Q_{\text{κάτοικο}} = 160 \frac{L}{d \cdot \text{κάτοικο}} = 160 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{d \cdot \text{κάτοικο}} Q_{\text{κάτοικο}} = 160 \frac{L}{d \cdot \text{κάτοικο}} = 160 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{d \cdot \text{κάτοικο}} \text{ του χειμώνα κι το καλοκαίρι}$$

- Χειμώνας 2020

$$I.Π = \frac{1751 \frac{m^3}{d}}{160 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{d \cdot \text{κάτοικο}}} = 10944 \text{ κάτοικοι}$$

- Καλοκαίρι 2020

$$I.Π = \frac{2088 \frac{m^3}{d}}{160 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{d \cdot \text{κάτοικο}}} = 13050 \text{ κάτοικοι}$$

- Χειμώνας 2050

$$I.Π = \frac{2199 \frac{m^3}{d}}{160 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{d \cdot \text{κάτοικο}}} = 13744 \text{ κάτοικοι}$$

- Καλοκαίρι 2050

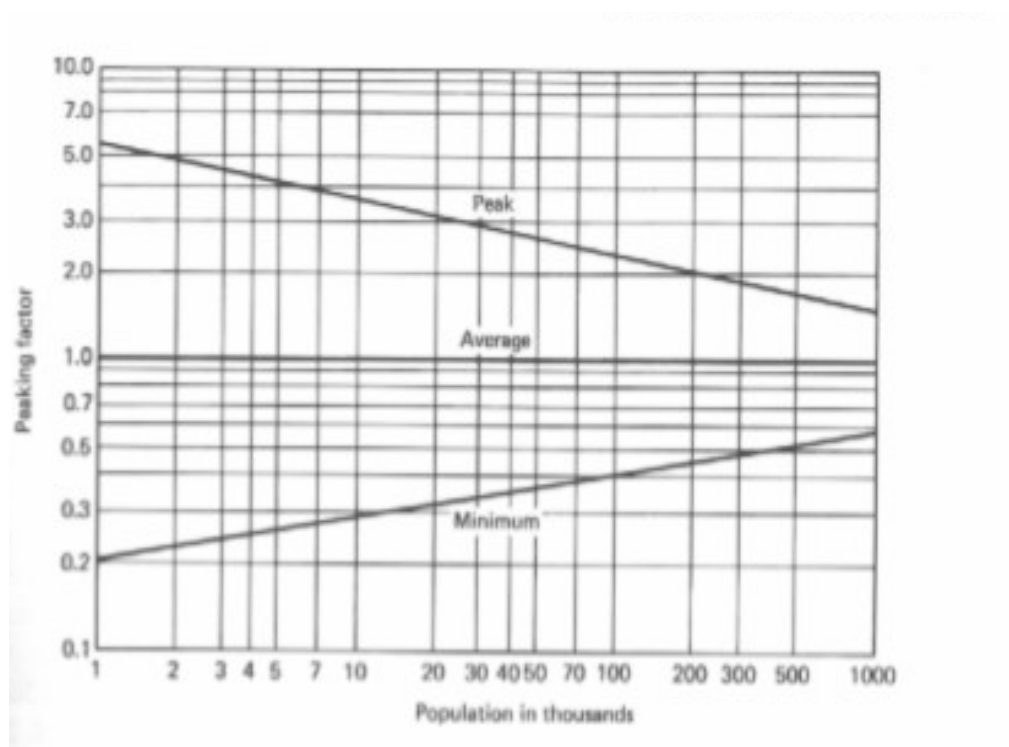
$$I.Π = \frac{2608 \frac{m^3}{d}}{160 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{d \cdot \text{κάτοικο}}} = 16300 \text{ κάτοικοι}$$

ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΙ	
Χειμώνας 2020	10944
Καλοκαίρι 2020	13050
Χειμώνας 2050	13744

Καλοκαίρι 2050	16300
----------------	-------

Πίνακας: Ισοδύναμοι Πληθυσμοί

ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ $Q_{\max}$ ΚΑΙ $Q_{\min}$



Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το παραπάνω διάγραμμα του Quasim και βάζοντας στον άξονα x τους κατοίκους που βρήκαμε παραπάνω έχουμε ότι:

ΧΕΜΩΝΑΣ 2020

Από διάγραμμα ισχύει:

- Συντελεστής αιχής $= \frac{Q_{\min}}{Q_{ave}} = 0,28$ Συντελεστής αιχής $= \frac{Q_{\min}}{Q_{ave}} = 0,28$
- $Q_{ave} = 10944 \frac{m^3}{d}$ $Q_{ave} = 10944 \frac{m^3}{d}$

- $Q_{min} = Q_{ave} \cdot 0,28 = 10944 \cdot 0,28 = 3064 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{min} = Q_{ave} \cdot 0,28 = 10944 \cdot 0,28 = 3064 \frac{m^3}{d}$
- $\text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{max}}{Q_{ave}} \text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{max}}{Q_{ave}} = 3,7$
- $Q_{max} = Q_{ave} \cdot 3,7 = 10944 \cdot 3,7 = 40493 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{max} = Q_{ave} \cdot 3,7 = 10944 \cdot 3,7 = 40493 \frac{m^3}{d}$

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2020

Από διάγραμμα ισχύει:

- $\text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{min}}{Q_{ave}} = 0,3 \text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{min}}{Q_{ave}} = 0,3$
- $Q_{ave} = 13050 \frac{m^3}{d} Q_{ave} = 13050 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{min} = Q_{ave} \cdot 0,3 = 13050 \cdot 0,3 = 3915 \frac{m^3}{d} Q_{min} = Q_{ave} \cdot 0,3 = 13050 \cdot 0,3 = 3915 \frac{m^3}{d}$
- $\text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{max}}{Q_{ave}} = 3,5 \text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{max}}{Q_{ave}} = 3,5$
- $Q_{max} = Q_{ave} \cdot 3,5 = 13050 \cdot 3,5 = 45675 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{max} = Q_{ave} \cdot 3,5 = 13050 \cdot 3,5 = 45675 \frac{m^3}{d}$

ΧΕΘΜΩΝΑΣ 2050

Από διάγραμμα ισχύει:

- $\text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{min}}{Q_{ave}} = 0,3 \text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{min}}{Q_{ave}} = 0,3$
- $Q_{ave} = 13744 \frac{m^3}{d} Q_{ave} = 13744 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{min} = Q_{ave} \cdot 0,3 = 13744 \cdot 0,3 = 4123 \frac{m^3}{d} Q_{min} = Q_{ave} \cdot 0,3 = 13744 \cdot 0,3 = 4123 \frac{m^3}{d}$
- $\text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{max}}{Q_{ave}} = 3,4 \text{Συντελεστής αιχής} = \frac{Q_{max}}{Q_{ave}} = 3,4$
- $Q_{max} = Q_{ave} \cdot 3,4 = 13744 \cdot 3,4 = 46730 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{max} = Q_{ave} \cdot 3,4 = 13744 \cdot 3,4 = 46730 \frac{m^3}{d}$

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ 2050

Από διάγραμμα ισχύει:

- $\text{Συντελεστής αιχμής} = \frac{Q_{\min}}{Q_{\text{ave}}} = 0,3$ $\text{Συντελεστής αιχμής} = \frac{Q_{\min}}{Q_{\text{ave}}} = 0,3$
- $Q_{\text{ave}} = 16300 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$ $Q_{\text{ave}} = 16300 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$
- $Q_{\min} = Q_{\text{ave}} \cdot 0,3 = 16300 \cdot 0,3 = 4890 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$ $Q_{\min} = Q_{\text{ave}} \cdot 0,3 = 16300 \cdot 0,3 = 4890 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$
- $\text{Συντελεστής αιχμής} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ave}}} = 3,3$ $\text{Συντελεστής αιχμής} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ave}}} = 3,3$
- $Q_{\max} = Q_{\text{ave}} \cdot 3,3 = 16300 \cdot 3,3 = 53790 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$
- $Q_{\max} = Q_{\text{ave}} \cdot 3,3 = 16300 \cdot 3,3 = 53790 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$

Συντελεστές Αιχμής

	Min	Average	Max
Χειμώνας 2020	0,28	1	3,7
Καλοκαίρι 2020	0,3	1	3,5
Χειμώνας 2050	0,3	1	3,4
Καλοκαίρι 2050	0,3	1	3,3

Πίνακας: Συντελεστές Αιχμής

Τελικές παροχές σχεδιασμού

	Min	Average	Max
Χειμώνας 2020	3064	10944	40493
Καλοκαίρι 2020	3915	13050	45675
Χειμώνας 2050	4123	13744	46730
Καλοκαίρι 2050	4890	16300	53790

Πίνακας: Τελικές παροχές σχεδιασμού (m^3/day)

Τελικές στρογγυλοποιημένες παροχές σχεδιασμού

	$Q_{\min}(\text{m}^3/\text{day})$	$Q_{\text{average}}(\text{m}^3/\text{day})$	$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{day})$
Χειμώνας 2020	3100	10900	40500
Καλοκαίρι 2020	3900	13000	45700
Χειμώνας 2050	4100	13700	46700
Καλοκαίρι 2050	4900	16300	53800

Πίνακας: Τελικές στρογγυλοποιημένες παροχές σχεδιασμού (m^3/day)

Οι παροχές που θα χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό των δεξαμενών είναι : $Q_{\max}$ του καλοκαιριού του 2050, $Q_{\min}$ του χειμώνα του 2020 και Q_{avg} χειμώνα του 2020 ή καλοκαίρι 2050.

2.3 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ

Ποιοτικά χαρακτηριστικά	Αστικά λύματα (mg/L)	Βοθρολύματα (mg/L)	Όμβρια ύδατα (mg/L)
BOD ₅	220	1500	55
COD	500	2000	120
TSS	230	1000	60
P	8	50	7
N _{tot}	40	100	10

Πίνακας: Τυπικές τιμές ποιοτικών χαρακτηριστικών για τα αστικά λύματα, τα Βοθρολύματα και τα όμβρια ύδατα

Για να βρούμε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στην είσοδο της ΕΕΛ για τη χειμερινή περίοδο όπου $Q_{αστ}=Q$, $Q_{βοθρ}=0,05 \cdot Q$, $Q_{ομβ}=0,06 \cdot Q$ και $Q_{ολ}=1,1 \cdot Q$ χρησιμοποιούμε τους παρακάτω τύπους:

- $Q_{αστ} = Q = 1751,1 \frac{m^3}{d} Q_{αστ} = Q = 1751,1 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{βοθρ} = 0,05 \cdot Q$ $Q_{βοθρ} = 0,05 \cdot Q$
- $Q_{ομβρ} = 0,06 \cdot Q$ $Q_{ομβρ} = 0,06 \cdot Q$
- $Q_{ολ} = 1,11 \cdot Q$ $Q_{ολ} = 1,11 \cdot Q$

$$BOD_5 = \frac{Q_{αστ} \cdot BOD_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot BOD_{βοθρ} + Q_{ομβ} \cdot BOD_{ομβ}}{Q_{ολ}}$$

$$= \frac{Q \cdot 220 + 0,05 \cdot Q \cdot 1500 + 0,06 \cdot Q \cdot 55}{1,11 \cdot Q} = 268,7 \text{ mg/L}$$

$$COD = \frac{Q_{αστ} \cdot COD_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot COD_{βοθρ} + Q_{ομβ} \cdot COD_{ομβ}}{Q_{ολ}}$$

$$= \frac{Q \cdot 500 + 0,05 \cdot Q \cdot 2000 + 0,06 \cdot Q \cdot 120}{1,11 \cdot Q} = 547,0 \text{ mg/L}$$

$$TSS = \frac{Q_{αστ} \cdot TSS_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot TSS_{βοθρ} + Q_{ομβ} \cdot TSS_{ομβ}}{Q_{ολ}} = \frac{Q \cdot 230 + 0,05 \cdot Q \cdot 1000 + 0,06 \cdot Q \cdot 60}{1,11 \cdot Q}$$

$$= 255,5 \text{ mg/L}$$

$$P = \frac{Q_{αστ} \cdot P_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot P_{βοθρ} + Q_{ομβ} \cdot P_{ομβ}}{Q_{ολ}} = \frac{Q \cdot 8 + 0,05 \cdot Q \cdot 50 + 0,06 \cdot Q \cdot 7}{1,1 \cdot Q} = 9,8 \text{ mg/L}$$

$$N_{tot} = \frac{Q_{αστ} \cdot N_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot N_{βοθρ} + Q_{ομβ} \cdot N_{ομβ}}{Q_{ολ}} = \frac{Q \cdot 40 + 0,05 \cdot Q \cdot 100 + 0,06 \cdot Q \cdot 10}{1,11 \cdot Q}$$

$$= 41,1 \text{ mg/L}$$

Ποιοτικά χαρακτηριστικά	Τιμές συγκεντρώσεων (mg/L)
BOD ₅	268,7

COD	547,0
TSS	255,5
P	9,8
N _{tot}	41,1

Πίνακας: Τιμές συγκεντρώσεων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κατά την χειμερινή περίοδο στην είσοδο των λυμάτων στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων.

Για τη θερινή περίοδο ακολουθούμε την ίδια διαδικασία όμως οι παροχές είναι $Q_{αστ}=Q$, $Q_{βοθρ}=0,05 \cdot Q$, $Q_{ομβρ}=0,03 \cdot Q$ και $Q_{ολ}=1,08 \cdot Q$ χρησιμοποιούμε τους παρακάτω τύπους:

- $Q_{αστ} = Q = 2088,4 \frac{m^3}{d}$ $Q_{αστ} = Q = 2088,4 \frac{m^3}{d}$
- $Q_{βοθρ} = 0,05 \cdot Q$ $Q_{βοθρ} = 0,05 \cdot Q$
- $Q_{ομβρ} = 0,03 \cdot Q$ $Q_{ομβρ} = 0,03 \cdot Q$
- $Q_{ολ} = 1,08 \cdot Q$ $Q_{ολ} = 1,08 \cdot Q$

$$BOD_5 = \frac{Q_{αστ} \cdot BOD_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot BOD_{βοθρ} + Q_{ομβρ} \cdot BOD_{ομβρ}}{Q_{ολ}}$$

$$= \frac{Q \cdot 220 + 0,05 \cdot Q \cdot 1500 + 0,03 \cdot Q \cdot 55}{1,08 \cdot Q} = 274,7 \text{ mg/L}$$

$$COD = \frac{Q_{αστ} \cdot COD_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot COD_{βοθρ} + Q_{ομβρ} \cdot COD_{ομβρ}}{Q_{ολ}}$$

$$= \frac{Q \cdot 500 + 0,05 \cdot Q \cdot 2000 + 0,03 \cdot Q \cdot 120}{1,08 \cdot Q} = 558,9 \text{ mg/L}$$

$$TSS = \frac{Q_{αστ} \cdot TSS_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot TSS_{βοθρ} + Q_{ομβρ} \cdot TSS_{ομβρ}}{Q_{ολ}} = \frac{Q \cdot 230 + 0,05 \cdot Q \cdot 1000 + 0,03 \cdot Q \cdot 60}{1,08 \cdot Q}$$

$$= 260,9 \text{ mg/L}$$

$$P = \frac{Q_{αστ} \cdot P_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot P_{βοθρ} + Q_{ομβρ} \cdot P_{ομβρ}}{Q_{ολ}} = \frac{Q \cdot 8 + 0,05 \cdot Q \cdot 50 + 0,03 \cdot Q \cdot 7}{1,08 \cdot Q} = 9,9 \text{ mg/L}$$

$$N_{tot} = \frac{Q_{αστ} \cdot N_{αστ} + Q_{βοθρ} \cdot N_{βοθρ} + Q_{ομβρ} \cdot N_{ομβρ}}{Q_{ολ}} = \frac{Q \cdot 40 + 0,05 \cdot Q \cdot 100 + 0,03 \cdot Q \cdot 10}{1,08 \cdot Q}$$

$$= 41,5 \text{ mg/L}$$

Ποιοτικά χαρακτηριστικά	Τιμές συγκεντρώσεων (mg/L)
BOD ₅	274,7
COD	558,9
TSS	260,9
P	9,9
N _{tot}	41,5

Πίνακας: Τιμές συγκεντρώσεων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κατά την καλοκαιρινή περίοδο στην είσοδο

των λυμάτων στην ΕΕΛ.

2.4 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΞΟΔΟ

Ενώ κατά την έξοδο των λυμάτων από την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων η συγκέντρωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών θα πρέπει να είναι στα μέσα στα όρια που ορίζει ο νόμος.

Ρύπος (mg/L)	Σε φυσικό αποδέκτη	Για επαναχρησιμοποίηση
BOD ₅	<25	<10 mg/BOD ₅
COD	<125	
TSS	<35	≤2mg/L
TP	<2	
Λίπη	<10	
TN	<15	<15 mg/L
T.Coli Forms	<1000/TC 100ml	≤2TC/100ml για το 80% των δειγμάτων
NTU		≤2 διάμεση

Πίνακας: Νομικά όρια συγκεντρώσεων των ποιοτικών χαρακτηριστικών που πρέπει να έχουν τα λύματα κατά την έξοδο τους από την ΕΕΛ.

Για τον φυσικό αποδέκτη ορίζεται από την νομοθεσία (για θάλασσα βάσει της ΚΥΑ 5673/400/1997)

Για αστική επαναχρησιμοποίηση βάσει της ΚΥΑ 145116/2011 Πίνακας 3 και ΚΥΑ 191002/2013

3.ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ

Τα λύματα που εισρέουν σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας υγρών αποβλήτων υπόκεινται σε κάποιες επιμέρους διεργασίες.

Αρχικά πραγματοποιείται η προ επεξεργασία που περιλαμβάνει την εσχάρωση και την εξάμμωση.

1. Στην εσχάρωση πραγματοποιείται απομάκρυνση των ογκωδών στερεών αποβλήτων (κλαδιά, κουρέλια, κομμάτια ξύλου κλπ) με χρήση σχαρών. Η συγκεκριμένη διεργασία αποσκοπεί στην αποφυγή φραξίματος και καταστροφής των αντλιών καθώς και άλλου μηχανολογικού εξοπλισμού.
2. Η εξάμμωση γίνεται σε ειδικές δεξαμενές(εξαμμωτές) όπου απομακρύνονται κόκκοι άμμου, σωματίδια αργίλου ή άλλα σωματίδια γεωλογικής ή όχι υφής διαμέτρου μεγαλύτερη από 200 μ που δεν είναι οργανικά. Είναι σημαντική διεργασία καθώς δεν δημιουργούνται προβλήματα όπως φράξιμο σωληνώσεων, φθορά του μηχανολογικού εξοπλισμού και μείωση της απόδοσης σημαντικών μονάδων επεξεργασίας.

Το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας είναι η πρωτοβάθμια επεξεργασία όπου ολοκληρώνεται η πρωτοβάθμια καθίζηση .

3. Στη πρωτοβάθμια καθίζηση μέσω στήλης καθίζησης απομακρύνονται αιωρούμενα στερεά, οργανικά και ανόργανα, μεγέθους 0,1-0,001mm. Η απομάκρυνση αποσκοπεί στην μείωση του ρυπαντικού φορτίου (SS και BOD) που προορίζεται για τις επόμενες μονάδες βιολογικής επεξεργασίας ή τον τελικό αποδέκτη.

Έπειτα το υγρό υποβάλλεται στην δευτεροβάθμια επεξεργασία όπου σημειώνονται οι βιολογικές διαδικασίες του εξαερισμού και της δευτεροβάθμιας καθίζησης.

4. Σε μια δεξαμενή αερισμού εισάγεται η κατάλληλη ποσότητα αέρα ή καθαρού οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την κατανάλωση των οργανικών ουσιών. Επίσης ο αερισμός βοηθά τους μικροοργανισμούς να μην καθιζάνουν στον πυθμένα και να υπάρχει ομοιόμορφη συγκέντρωση των μικροοργανισμών, του οξυγόνου και των οργανικών ουσιών σε όλο τον όγκο της δεξαμενής.
5. Μέσω της δεξαμενής της δευτεροβάθμιας καθίζησης απομακρύνονται τα αιωρούμενα στερεά του ανάμικτου υγρού της δεξαμενής αερισμού, ώστε η εκροή του συστήματος να είναι απαλλαγμένη από στερεά που συμβάλλουν στο συνολικό BOD. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενεργούς λάσπης που έχει καθιζάνει στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης επιστρέφει στη δεξαμενή αερισμού έτσι ώστε να διατηρείται μια σταθερή ποσότητα σ' αυτή.

Αφού ολοκληρωθούν οι παραπάνω διεργασίες μερική ποσότητα οδηγείται για απολύμανση.

6. Η απολύμανση πραγματοποιείται με χρήση χλωρίου στην δεξαμενή χλωρίωσης. Σκοπεύει στην καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών προκειμένου το νερό να απορριφτεί στον αποδέκτη.

Η υπόλοιπη ποσότητα υγρού κατευθύνεται στην τριτοβάθμια επεξεργασία η οποία περιλαμβάνει την κροκίδωση, συσσωμάτωση, χημική καθίζηση, το αμμόφιλτρο και την απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία UV.

7. Η κροκίδωση πραγματοποιείται προκειμένου να αποσταθεροποιηθούν κολλοειδή σωματίδια που δεν καθιζάνουν και είναι αποτέλεσμα των συγκρούσεων των αιωρούμενων σωματιδίων.

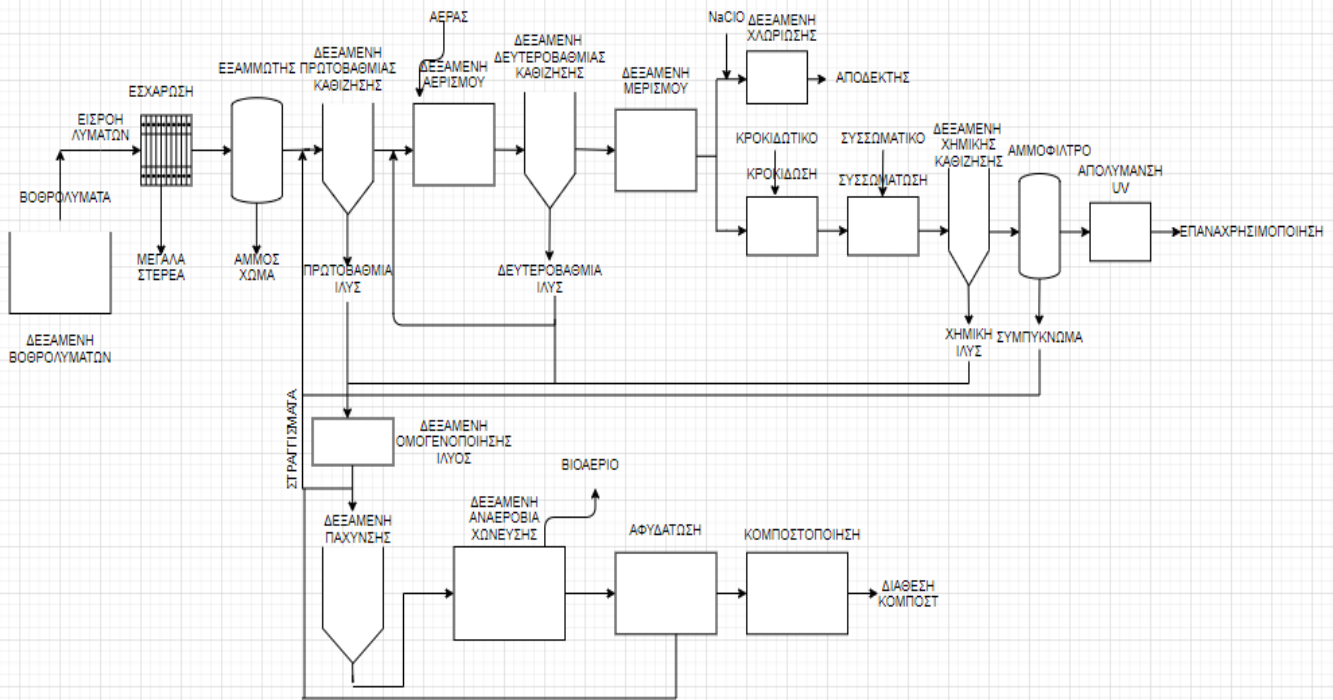
Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού χρησιμοποιούνται κροκιδωτικά τα οποία σχηματίζουν κροκίδες.

8. Με την χρήση αντιδραστηρίων συσσωμάτωσης, επιτυγχάνεται η συσσωμάτωση των αποσταθεροποιημένων κολλοειδών.
9. Στη δεξαμενή της χημικής καθίζησης πραγματοποιείται απομάκρυνση των μετάλλων χρησιμοποιώντας αντιδραστήρια κατακρήμνισης. Στη συγκεκριμένη διεργασία παράγεται ιλύς της χημικής καθίζησης.
10. Στα αμμόφλτρα τα λύματα διηθούνται μέσα από κλίνη άμμου και απομακρύνονται διακριτά αιωρούμενα στερεά.
11. Χρησιμοποιώντας υπεριώδη ακτινοβολία UV παρεμποδίζεται η κυτταρική ανάπτυξη. Το νερό που εκρέει από αυτή την τελευταία διεργασία επαναχρησιμοποιείται συνήθως για άρδευση.

Οι υλείς που προκύπτουν από την πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και χημική καθίζηση οδηγούνται για πάχυνση, αναερόβια χώνευση, αφυδάτωση και κομποστοποίηση.

12. Στην δεξαμενή πάχυνσης αφαιρείται μέρος της υγρασίας της ιλύος και προκύπτει μια εκροή ιλύος με μικρότερο όγκο.
13. Η ιλύς οδηγείται στη δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης όπου αναερόβια ετερότροφα βακτήρια συμβάλλουν στην πραγματοποίηση χημικών αντιδράσεων που την σταθεροποιούν.
14. Πραγματοποιείται αφυδάτωση της ιλύς όπου απομακρύνεται η υγρασία προκειμένου να αυξηθεί η συγκέντρωση των στερεών.

Τέλος υπόκειται σε κομποστοποίηση όπου οργανικές ενώσεις μετατρέπονται σε χουμικές ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για λίπασμα.



Ενεργοποιήστε τα Windows

Εικόνα: Διάγραμμα ροής για Εγκατάσταση Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων(ΕΕΥΑ)

4.ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

4.1 ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΑ

Τα βοθρολύματα είναι τα αστικά λύματα που συλλέγονται σε στεγανές ή απορροφητικές σηπτικές δεξαμενές. Εξαιτίας της παραμονής τους στις δεξαμενές, τα χαρακτηριστικά των βοθρολυμάτων είναι διαφοροποιημένα σε σχέση με αυτά των αστικών λυμάτων του δικτύου αποχέτευσης.

Μεταφέρονται στον χώρο επεξεργασίας με βυτιοφόρα οχήματα και στην συνέχεια επεξεργάζονται είτε σε εγκαταστάσεις αποκλειστικής επεξεργασίας βοθρολυμάτων είτε σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Εάν η επεξεργασία του γίνει σε ΕΕΛ είναι απαραίτητο να αποθηκευτούν σε δεξαμενή υποδοχής από την οποία θα τροφοδοτούνται σταδιακά, ώστε η αναλογία τους να μην υπερβεί το 10% της στιγμιαίας παροχής

$Q_{\min}$	3100	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	2,15 $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$
Q_{avg}	10900	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	7,57 $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$
$Q_{\max}$	53800	$\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	37,36 $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Πίνακας :Παροχές Σχεδιασμού

Ποιοτικά χαρακτηριστικά βοθρολυμάτων

Παράμετρος	Τιμή
BOD (mg/L)	800-1600
COD (mg/L)	1300-3000
TSS (mg/L)	800-1200
TN (mg/L)	80-150
N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	70-120
P (mg/L)	30-60

Πίνακας :Ποιοτικά χαρακτηριστικά βοθρολυμάτων

Το κανάλι εσχάρωσης βρίσκεται σε ύψος 3m πάνω από το επίπεδο του εδάφους

Τα βοθρολύματα τα υποδέχεται η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων με μέση παροχή 10900 m^3/d που υποδέχεται κατά μέσο όρο 20 βυτιοφόρα οχήματα την ημέρα .

Η χωρητικότητα του βυτιοφόρου οχήματος είναι 20 m^3 , άρα $Q_{\text{βθλ}}/\text{d} = 20 \text{ οχήματα}/\text{d} \times 20 \text{ m}^3/\text{όχημα} = 400 \text{ m}^3/\text{d}$

Έλεγχος του ποσοστού των βοθρολυμάτων ως προς την μέση ημερήσια παροχή

$$\% \beta \theta \lambda = \frac{400}{10900} \cdot 100 = 3,67\% \text{ αποδεκτό}$$

Επειδή θεωρούμε ότι τα βυτιοφόρα οχήματα καταφθάνουν την ίδια ώρα στην ΕΕΛ κάνω χρήση ενός συντελεστή ασφαλείας, 1,2 .

Οπότε ο όγκος της δεξαμενής των βοθρολυμάτων θα είναι $400 \cdot 1,2 = 480 \text{ m}^3$

Έστω ότι το ύψος της δεξαμενής αυτής είναι $H=4,8\text{m}$. Οπότε η επιφάνεια της να είναι 100 m^2

Για τετραγωνικής διατομής , το μήκος της πλευράς είναι $L=10\text{m}$

Η παροχή της αντλίας κατά τη Q_{av} :

$$Q_{av\theta\theta\lambda} = \frac{400}{24} = 16,67\text{ m}^3/\text{h}$$

Από διάγραμμα βρίσκεται ο συντελεστής μέγιστης αιχμής ίσος με 3,7 , άρα η μέγιστη παροχή της αντλίας θα είναι ίση με $3,7 \cdot 16,67 = 61,68\text{ m}^3/\text{h}$

Ομοίως βρίσκεται και ο συντελεστής ελάχιστης αιχμής ίσος με 0,28 και η ελάχιστη παροχή της αντλίας θα πρέπει να είναι $0,28 \cdot 16,67 = 4,67\text{ m}^3/\text{h}$

Το μανομετρικό ύψος της αντλίας υπολογίζεται ως : η κάθετη απόσταση μεταξύ του σημείου εισόδου και του σημείου εξόδου συν το μανομετρικό απωλειών που εκτιμάται $1\text{ m} : 3\text{m}+4,8\text{m}+1\text{m}=8,8\text{m}$

Θα χρησιμοποιηθεί φυγοκεντρική αντλία βορβόρου με παροχή $4\text{ m}^3/\text{h} < Q < 50\text{ m}^3/\text{h}$ & $h=9\text{m}$ και άλλη μία όμοια αντλία οι οποίες θα λειτουργούν εναλλάξ.

Χαρακτηριστικά Δεξαμενής Υποδοχής Βοθρολυμάτων	
Παράμετρος	Τιμή
Τύπος	Υπόγεια δεξαμενή
Μήκος	10 m
Πλάτος	10 m
Ύψος	4,8 m
Αντλία	
Τύπος	Αντλία βορβόρου φυγοκεντρική
Αριθμός αντλιών	2
Παροχή αντλίας	Κυμαινόμενη μεταξύ 4-50 m^3/h
Μανομετρικό ύψος αντλίας	9m
Λοιπός εξοπλισμός	
Ταχυσύνδεσμοι εκκένωσης βυτιοφόρων	3 τεμ
Φρεάτιο επίσκεψης	1 τεμ

4.2 ΕΣΧΑΡΩΣΗ

Η πρώτη φυσική διεργασία που συναντάται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων είναι η εσχάρωση. Η σχάρα είναι μία διάταξη με ανοίγματα, συνήθως με ομοιόμορφο μέγεθος, που έχει ως σκοπό την κατακράτηση των στερεών που υπάρχουν στα εισερχόμενα στερεά απόβλητα στην εγκατάσταση επεξεργασίας ή στην υπερχειλίση κατά τη διάρκεια καταιγίδων, στην περίπτωση παντοροϊκών συστημάτων συλλογής των αποβλήτων. Ο κύριος λόγος της εσχάρωσης είναι η απομάκρυνση των σωματιδίων μεγάλου μεγέθους από τη ροή, τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν ζημιά στον εξοπλισμό της εγκατάστασης σε επόμενα στάδια, να ελαττώσουν τη συνολική αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης ή να προκαλέσουν ρύπανση των υδάτινων ρευμάτων.

Στο στάδιο της προεπεξεργασίας χρησιμοποιούνται δύο βασικοί τύποι σχαρών, οι χονδρές σχάρες και οι λεπτές σχάρες. Οι χονδρές σχάρες έχουν άνοιγμα οπής που κυμαίνεται από 6 έως 150 (mm), οι λεπτές σχάρες έχουν καθαρό άνοιγμα οπής μικρότερο από 6 (mm). Οι μικροσχάρες που γενικά έχουν άνοιγμα οπής μικρότερο από 50 (μm), χρησιμοποιούνται κυρίως για την απομάκρυνση των λεπτά διαμερισμένων στερεών από την επεξεργασμένη εκροή.

Σχεδιασμός:

$Q_{\min}$	3100 m ³ /d	2,15 m ³ /min
Q_{avg}	10900 m ³ /d	7,57 m ³ /min
$Q_{\max}$	53800 m ³ /d	37,36 m ³ /min

Για τον σχεδιασμό της σχάρας που θα επιλέξουμε χρησιμοποιούμε τη μέγιστη παροχή που έχουμε υπολογίσει για το καλοκαίρι του 2050, υπολογίζοντας τις διαστάσεις της σχάρας και του καναλιού.

Συγκεκριμένα το πλάτος του καναλιού δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$W = \frac{\rho + \delta}{\delta} \cdot \frac{Q_{\max}}{u_{\text{διακ}} \cdot h_{\max}} + W_o (1)$$

Όπου:

ρ : πλάτος ράβδων

δ : πλάτος διακένων

$Q_{\max}$: μέγιστη παροχή

$U_{\text{διακ}}$: η ταχύτητα στα διάκενα

W : πλάτος σχάρας

W_o : ανοχή πλάτους για πλευρική στήριξη

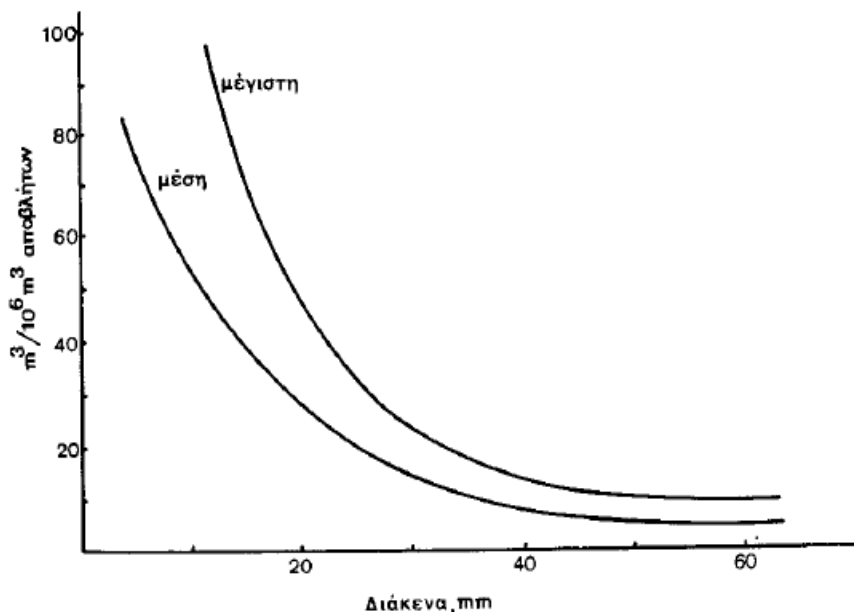
$$W = \frac{0,012m + 0,03m}{0,03m} \cdot \frac{0,623 \frac{m^3}{s}}{1,15 \frac{m}{s} \cdot 0,9m} = 0,84m$$

Στη συνέχεια, για να διαπιστώσουμε ότι η τιμή του πλάτους σχάρας είναι ικανοποιητική πραγματοποιούμε έλεγχο για την ταχύτητα στο κανάλι.

$$u = \frac{Q_{min}}{h_{min} \cdot W} = \frac{0,035 \frac{m^3}{s}}{0,1m \cdot 0,84m} = 0,42 \frac{m}{s} > 0,4 \frac{m}{s}$$

Πρέπει να σημειωθεί ότι η τιμή της ταχύτητας στα διάκενα δεν ταυτίζεται με την ταχύτητα στο κανάλι ($u_{διακ} \neq u_{καν}$).

Ποσότητα εσχαρισμάτων: Ανάλογα το πλάτος διακένων, προκύπτει γραφικά (από το παρακάτω διάγραμμα) η ποσότητα των συγκρατούμενων στερεών ανά m^3 αποβλήτων.



Σχ. 3-3: Ποσότητες συγκρατούμενων στερεών σε μηχανικές σχάρες¹².

Με τη βοήθεια του παραπάνω διαγράμματος βρίσκουμε ότι η ποσότητα των εσχαρισμάτων είναι ίση με:

$$Q_{εσχ} = \frac{15m^3}{10^6 m^3 αποβλήτων} \cdot Q_{average} = \frac{15m^3}{10^6 m^3 αποβλήτων} \cdot 10944 \frac{m^3}{d} = 0,164 \frac{m^3}{d} = 164 L/d$$

$$\text{Παροχή μάζας εσχαρισμάτων} = \text{πυκνότητα εσχαρισμάτων} \cdot Q_{\varepsilon\sigma\chi} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,164 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 131,2 \frac{\text{kg}}{\text{d}}$$

Με αντίστοιχο τρόπο βρίσκουμε $Q_{\varepsilon\sigma\chi,\max}=0,807 \text{ m}^3/\text{d}$ κι παροχή μάζας εσχαρισμάτων=645,6 kg/d κι $Q_{\varepsilon\sigma\chi,\min}=0,0465 \text{ m}^3/\text{d}$ κι παροχή μάζας εσχαρισμάτων=37,2 kg/d

Σχεδιαστικά Χαρακτηριστικά Διεργασίας Εσχάρωσης	
Σύστημα Καθαρισμού	Μηχανικό
Είδος Σχαρών	Καμπύλες
Πλάτος ράβδων ρ (m)	0,012
Πλάτος διάκενων δ (m)	0,03
Πλάτος για πλευρική στήριξη W_o (m)	0
$h_{\max}$ καναλιού σχάρας (m)	0,9
$h_{\min}$ καναλιού σχάρας (m)	0,1
Μέγιστη ταχύτητα ροής στα διάκενα $V_{\max}$ (m/s)	1,15
Πλάτος καναλιού W (m)	0,84
Ταχύτητα Ροής στο κανάλι $V_{\min}$ (m/s)	0,42
Ποσότητα εσχαρισμάτων m^3 εσχαρισμάτων/d	0,164
Παροχή μάζας εσχαρισμάτων (kg/day)	131,2

4.3 ΕΞΑΜΜΩΣΗ

Κατά την διεργασία της εξάμμωσης πραγματοποιείται απομάκρυνση άμμου, χώματος και άλλων ανόργανων σωματιδίων με διάμετρο μικρότερη των 200 μm με κύριες επιδιώξεις:

- Προστασία των κινούμενων τμημάτων του μηχανολογικού εξοπλισμού.
- Αποφυγή συσσώρευσης των σωματιδίων σε σωληνώσεις, κανάλια και δεξαμενές.
- Μείωση συχνότητας καθαρισμού των δεξαμενών χώνευσης ιλύος που συνήθως φράζει με άμμο.

Οι εξαμμοτές διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. Σταθερής ροής
2. Αεριζόμενους
3. Κυκλοειδούς ροής

Συχνά παράλληλα με την εξάμμωση πραγματοποιείται απομάκρυνση λιπών και ελαίων.

Σχεδιασμός:

Τεχνικά Χαρακτηριστικά Αεριζόμενων Εξαμμοτών	
Βάθος H (m)	2-5
Μήκος L (m)	7,5-20
Πλάτος W (m)	2,5-7
W / H^*	1-5

L / W *	3-5
Παροχή αέρα m ³ /(min·m)	0,2-0,5
Χρόνος παραμονής για μέγιστη παροχή (min)	2-5
Ποσότητα άμμου L/1000 m ³ λυμάτων	3,7-200
Απόσταση διαχυτήρων αέρα από τον πυθμένα του εξαμμωτή (m)	0,45-90
Χρόνος παραμονής σε υδραυλική φόρτιση αιχμής θ (min)	1-5
Παροχή αέρα ανά μονάδα μήκους q _{αέρα} m ³ /m·min	0,15-0,75
Υ ταχύτητα περιστροφής σωματιδίων άμμου m/s	0,3 m/s
Περιεκτικότητα αποβλήτων σε άμμο L/1000m ³	4-37

*για να επιτυγχάνεται η επιθυμητή ταχύτητα 0.3 m/s , οι σχέσεις μεταξύ των διαστάσεων πρέπει να είναι μεταξύ αυτών των ορίων.

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ:

- Ο σχεδιασμός της δεξαμενής εξαμμωσης θα πραγματοποιηθεί για τη μέγιστη παροχή σχεδιασμού $Q_{\max} = 53800 \text{ m}^3/\text{d} = 0,623 \text{ m}^3/\text{s}$
- Θεωρείται ως χρόνος παραμονής σε συνθήκες μέγιστης παροχής $\theta = 3 \text{ min}$
- Ο όγκος του εξαμμωτή θα είναι: $V = Q_{\max} \cdot t = 0.623 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 5 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} = 186,4 \text{ m}^3$
- Λόγος πλάτους - βάθος : $W/H=1$ και $W=3,5 \text{ m}$, οπότε $H=3,5 \text{ m}$
- Μήκος : $L = \frac{V}{W \cdot H} \rightarrow L = 15,2 \text{ m}$
- Γίνεται έλεγχος του λόγου $L/W=15,2/3,5 \rightarrow L/W=4,34$ (εντός ορίων)
- το οποίο και θα προσαυξηθεί κατά 15% λόγω εισροής- εκροής (δηλαδή προσθήκης αέρα) δηλαδή $L=17,5 \text{ m}$
- Γίνεται έλεγχος του νέου λόγου $L/W=17,5/3,5 \rightarrow L/W=5$ (εντός ορίων)
- Θεωρείται ως ικανοποιητική παροχή αέρα ανά μονάδα μήκους = $0,3 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m})$.
Απαιτούνται λοιπόν: $q_{\alpha\epsilon\rho\alpha} = 0,3 \cdot L = 0,3 \cdot 17,5 = 5,25 = 7560 \text{ m}^3/\text{day}$
- Θεωρείται ως μέγιστη παραγόμενη τιμή $\frac{15 \text{ Λάμμου}}{1000 \text{ m}^3 \text{ λυμάτων}} \cdot \frac{15 \text{ Λάμμου}}{1000 \text{ m}^3 \text{ λυμάτων}}$. Η παραγόμενη ποσότητα άμμου ανά ημέρα , λοιπόν , θα είναι

$$\text{Ποσότητα άμμου} = 15 \frac{L}{1000 \text{ m}^3} \cdot Q_{\alpha\epsilon\rho\epsilon} = 0,015 \frac{L}{\text{m}^3} \cdot 16300 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 244,5 \frac{L}{\text{d}}$$

Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού Εξαμμωτή	
Χρόνος παραμονής σε υδραυλική φόρτιση αιχμής θ (min)	3

Βάθος H (m)	3,5
Μήκος L (m)	15,2
Πλάτος W (m)	3,5
W / H	1:1
L / W	5:1
Απόσταση διαχυτήρων αέρα από τον πυθμένα του εξαμμωτή (m)	0,4
Παροχή αέρα ανά μονάδα μήκους (m ³ /m·min)	0,3
Ταχύτητα περιστροφής σωματιδίων άμμου U (m/s)	0,3
Περιεκτικότητα αποβλήτων σε άμμο	15 L/1000m ³
Απαίτηση σε αέρα Q _{air} (m ³ /min)	5,25
Περιεκτικότητα αποβλήτων σε άμμο	15 L/1000m ³

4.4 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Καθίζηση είναι φυσική διεργασία η οποία στοχεύει στην απομάκρυνση ουσιών οι οποίες καθιζάνουν με βαρύτητα. Στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης καθιζάνουν οι ουσίες οι οποίες δεν απομακρύνθηκαν στο στάδιο της προεπεξεργασίας (μηχανικής επεξεργασίας). Τα υγρά απόβλητα οδηγούνται στη δεξαμενή όπου παραμένουν για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα και τα περισσότερα αιωρούμενα σωματίδια κατακάθονται με τη βοήθεια της βαρύτητας. Με την καθίζηση απομακρύνονται από τα απόβλητα καθιζάνουσες, αιωρούμενες και επιπλέουσες ουσίες, οι οποίες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 5 - 50 mg/L ανάλογα με την φύση του αποδέκτη στον οποίο καταλήγουν τα κατεργασμένα λύματα.

Σχεδιασμός:

Q_{max}	53800m ³ /d
Q_{avg}	16300m ³ /d
Q_{max2020}	40500 m ³ /d
Q_{avg2020}	10900 m ³ /d
TSS	260.9 mg/L
BOD	274,7 mg/L

$Q_{avg} > 3800 \text{ m}^3/\text{d}$ άρα η δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης θα σχεδιαστεί με την μέση παροχή Q_{avg} .

Συντελεστής ασφάλειας = 1.5. Άρα οι παροχές μετασχηματίζονται:

- $Q_{max}=80700 \text{ m}^3/\text{d}$
- $Q_{avg}=24450 \text{ m}^3/\text{d}$
- $Q_{max2020}=60750 \text{ m}^3/\text{d}$
- $Q_{avg2020}=16350 \text{ m}^3/\text{d}$

Άρα ορίζουμε $Q=Q_{avg}=24450 \text{ m}^3/\text{d}$

Έστω ότι η επιφανειακή φόρτιση ισούται με $E\Phi=38\text{m/d}$

Ισχύει ότι

$$E\Phi_{avg} = \frac{Q_{avg}}{A} \rightarrow A = \frac{Q}{E\Phi} = \frac{24450}{38} = 643,42\text{m}^2$$

Η επιφάνεια της κυλινδρικής δεξαμενής είναι $A=643.42\text{m}^2$

Άρα

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 643,42}{\pi}} = 28,6\text{m}$$

Έχει διάμετρο $D=28.6\text{m}$

Έστω ότι το βάθος της δεξαμενής είναι $H=3\text{ m}$ ο όγκος θα είναι ίσος:

$$V = H \cdot A = 3 \cdot 643,42 = 1930,26\text{m}^3$$

$$\tau = \frac{V}{Q_{avg}} = \frac{1930,26}{24450} = 0,079\text{d ή } \tau = 1,9\text{h (χρόνος παραμονής)}$$

Ο ενδεδειγμένος χρόνος παραμονής είναι $\tau=1.0 - 2.5\text{ h}$ η τιμή του χρόνου παραμονής είναι εντός ορίων.

Έλεγχος $E\Phi$

$$E\Phi_{max} = \frac{Q_{max}}{A} = \frac{80700}{643,42} = 125,42\text{ m/d}$$

$$E\Phi_{max2020} = \frac{Q_{max2020}}{A} = \frac{60750}{643,42} = 94,4\text{ m/d}$$

Για Q_{max} οι τιμές για $E\Phi$ είναι 70-130 m/d οπότε οι τιμές μας είναι εντός ορίων.

$$E\Phi_{avg2020} = \frac{Q_{avg2020}}{A} = \frac{16350}{643,42} = 25,4\text{ m/d}$$

Για Q_{avg} οι τιμές για $E\Phi$ είναι 30-70 m/d, η τιμή μας είναι οριακά εκτός ορίων οπότε είναι δεκτή.

Η περιφέρεια της δεξαμενής κυκλικής καθίζησης : $L=D \cdot \pi=28,6 \cdot 3,14=89,8\text{m}$

Η φόρτιση του υπερχειλιστή Q_{max} :

$$\Phi Y = \frac{80700}{89,8} = 898,66\text{ m}^2/\text{d}$$

Για τον φόρτιση του υπορχεμιστή οι τιμές είναι μεταξύ 125-500 , άρα είναι εκτός ορίων
οπότε επιλέγω υπερρχεμιστή διπλής ακμής : $\Phi Y=449,33\text{m}^2/\text{d}$ που είναι εντός ορίων.

Από το διάγραμμα βλέπουμε ότι για χρόνο παραμονής $\tau=1,9\text{ h}$ η απομάκρυνση για το BOD_5 είναι 33% ενώ για τα TSS είναι 60%

Γνωρίζουμε ότι κατά την είσοδο την λυμάτων η συγκέντρωση των TSS είναι $C_{\text{TSS},\text{in}}=260,9\text{mg/L}$ ή $C_{\text{TSS},\text{in}}=0,2609\text{ kg/m}^3$ και η συγκέντρωση των BOD είναι $C_{\text{BOD},\text{in}}=274,7\text{mg/L}$ ή $C_{\text{BOD},\text{in}}=0,2747\text{ kg/m}^3$

Απομάκρυνση TSS

Όποτε με ιλύ απομακρύνονται TSS : $0,60 \cdot 0,2609 \cdot 16300 = 2551,6\text{kg/d}$

Απομάκρυνση BOD

Όποτε με ιλύ απομακρύνονται BOD : $0,33 \cdot 0,2747 \cdot 16300 = 1477,6\text{ kg/d}$

Στον υπερκείμενο ισχύει:

$$\text{TSS} = 0,40 \cdot 260,9\text{ mg/L} = 104,4\text{mg/L}$$

$$\text{BOD} = 0,67 \cdot 274,7\text{ mg/L} = 184,0\text{mg/L}$$

Έστω ότι :

Η συγκέντρωση στερεών ιλύος ($C_\lambda=5\%$)

Πυκνότητα ιλύος ($s=1,02\text{ gr/cm}^3$)

Παροχή ιλύος

$$Q_\lambda = \frac{M}{1000 \cdot C_\lambda \cdot s} = \frac{2551,6}{1000 \cdot 0,05 \cdot 1,02} = 50,03\text{ m}^3/\text{d}$$

Υπολογισμός της ισχύος του ηλεκτροκινητήρα:

$$P = \frac{T\omega}{\eta}$$

Όπου

P: Ισχύς του ηλεκτροκινητήρα

η : Απόδοση ηλεκτροκινητήρα $\rightarrow \eta=0,75$

T: Ροπή στρέψης του ξέστρου

ω : Γωνιακή ταχύτητα ξέστρου

Όμως

Η γωνιακή ταχύτητα υπολογίζεται ως:

$$\omega = \frac{0.05 \text{ rpm} \cdot 2 \cdot 3.14}{60 \text{ s/min}} = 0,0052 \text{ rad/s}$$

και

Η ροπή στρέψης του ξέστρου υπολογίζεται ως:

$$T = W \cdot r^2 \cdot \Sigma A \cdot \Sigma KT$$

W: Συντελεστής φόρτισης ξέστρου $\rightarrow W = 130 \text{ N/m}$

r: Ακτίνα της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης $\rightarrow r = 28,6/2 = 14,3 \text{ m}$

ΣA : Συντελεστής Ασφάλειας $\rightarrow \Sigma A = 1,6$

ΣKT : Συντελεστής Απωλειών λόγω κιβωτίου ταχυτήτων $\rightarrow \Sigma KT = 1,7$

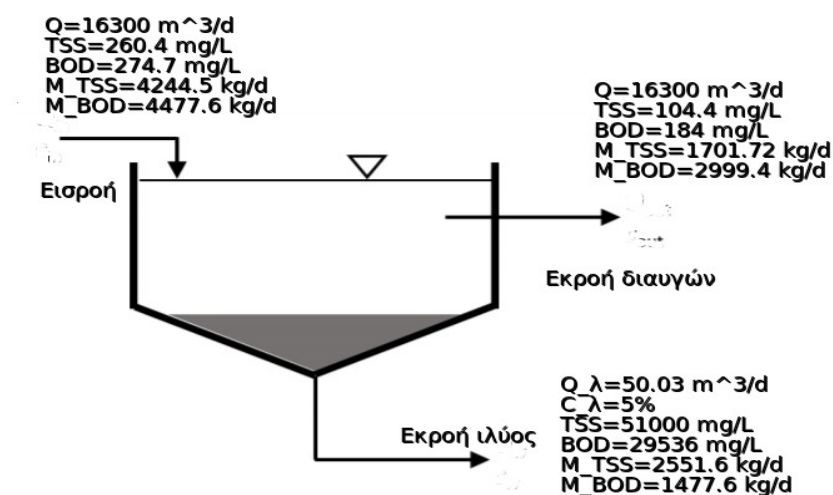
Άρα

$$T = 130 \cdot 14,3^2 \cdot 1,6 \cdot 1,7 = 72307,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Άρα η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα ισούται:

$$P = \frac{72307,7 \cdot 0,0052}{0,75} = 501,3 \text{ W} \text{ ή } P = 0,501 \text{ kW}$$

Ισοζύγιο Μάζα



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΠΚ	
Παράμετρος	Τιμή
Τύπος	Κυκλική διατομή
Διάμετρος	28,6 m
Βάθος	3 m
Κλίση πυθμένα	6%
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου	0,05rpm
Ισχύς ηλεκτροκινητήρα	0,501kW
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	
Ξέστρο πυθμένα	✓
Γέφυρα	✓
Ξέστρο επιφάνειας	✓
Διάταξη απομάκρυνσης επιπλεόντων	✓
Υπερχειλιστής	Διπλής ακμής
Ηλεκτροκινητήρας	✓

4.5ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Σκόπος του συστήματος της ενεργού ιλύος είναι η απομάκρυνση των διαλυμένων οργανικών αποβλήτων με βιολογικές διαδικασίες. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει α. την Δεξαμενή Αερισμού όπου μικροοργανισμοί που βρίσκονται σε αιώρηση καταναλώνουν τις οργανικές ουσίες χρησιμοποιώντας οξυγόνο, που προστίθεται στη μάζα των αποβλήτων με ειδικές διατάξεις αερισμού και β. Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης, όπου καθιζάνουν και απομακρύνονται από τη μάζα των αποβλήτων οι παραπάνω μικροοργανισμοί. Η βασική βιολογική διαδικασία στην ενεργό ιλύ είναι η χρησιμοποίηση των οργανικών ουσιών από τους μικροοργανισμούς και η οξείδωση τους σε σταθερής βιολογικά μορφής τελικά προϊόντα κάτω από αερόβιες συνθήκες. Οι οργανικές ουσίες χρησιμοποιούνται σαν τροφή από τους μικροοργανισμούς για την απόκτηση ενέργειας και την αναπαραγωγή τους.

Δεξαμενή αερισμού

$Q_{\min}$	3100 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	2,15 $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$
Q_{avg}	16300 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	11,32 $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$
$Q_{\max}$	53800 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	37,36 $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

Η συγκέντρωση του BOD στην έξοδο της ΔΠΚ (BOD_{in}) είναι $184 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

Η μαζική παροχή εισόδου του BOD είναι $W_{\text{BOD, in}} = 2999,4 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$

Η μαζική παροχή εξόδου του BOD είναι $W_{\text{BOD, out}} = 250 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$

Ο ρυθμός κατανάλωσης BOD στη ΔΑ είναι $W_{\text{BOD,απομακρ}}=2749,4 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$

Συντελεστής	Τιμή
$\mu_{\max}$	0,734 d ⁻¹
μ_N	0,41 d ⁻¹
K_N	0,75 mg·L ⁻¹
k_{nd}	0,08 d ⁻¹
K_o	0,50 mg·L ⁻¹
T	20 °C

μ_N : Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των νιτροποιητών (d⁻¹)

$\mu_{\max}$: Μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των νιτροποιητών (d⁻¹)

k_{nd} : Ειδικός ρυθμός αποδόμησης των νιτροποιητών (d⁻¹)

K_N : Σταθερά κορεσμού νιτροποιητών ως προς το αμμωνιακό άζωτο (NH₄⁺-N) (mg L⁻¹)

K_o : Σταθερά κορεσμού νιτροποιητών ως προς το διαλυμένο οξυγόνο(DO) (mg L⁻¹)

$$\mu_{\max} = 0,45 \cdot \exp(0,098 \cdot (T - 15)) = 0,45 \cdot \exp(0,098 \cdot (20 - 15)) = 0,734 \text{ d}^{-1}$$

Ειδικός ρυθμός ανάπτυξης των νιτροποιητών

$$\mu_N = \mu_{\max} \left(\frac{[NH_4^+ - N]}{K_N + [NH_4^+ - N]} \right) \left(\frac{[DO]}{K_o + [DO]} \right)$$

[NH₄⁺- N] :Συγκέντρωση αμμωνιακών εντός της ΔΑ , έχει την τιμή εξόδου από το σύστημα (συνήθως 0,5-1,5 mg·L⁻¹) .Έστω ότι [NH₄⁺- N]=1,5 mg·L⁻¹

[DO] :Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου εντός της δεξαμενής (1,5 – 2,5 mg·L⁻¹) .Έστω ότι [DO]= 2,2 mg·L⁻¹

$$\mu_N = 0,734 \cdot \left(\frac{1,5}{0,75 + 1,5} \right) \cdot \left(\frac{2,2}{0,50 + 2,2} \right) = 0,40 \text{ d}^{-1}$$

Χρόνος παραμονής στερεών στη δεξαμενή αερισμού

$$SRT \geq \frac{1}{\mu_N - k_{nd}}$$

$$SRT \geq \frac{1}{0,40 - 0,08} = 3,1 \text{ d}$$

Για ασφάλεια έστω ότι είναι $SRT \geq 4,65$ d

Ρυθμός παραγωγής βιομάζας στη ΔΑ :

$$WTSS = WBOD_{\text{απομακρ}} \cdot Y$$

WTSS : Ρυθμός παραγωγής βιομάζας ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$)

WBOD_{απομακρ} : Ρυθμός απομάκρυνσης (κατανάλωσης) BOD ($2749,4 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$)

Y : Συντελεστής απόδοσης μετατροπής του BOD σε VSS ($\text{kg} \cdot \text{VSS} / \text{kg} \cdot \text{BOD}$)

- Y = 0,6-0,8 για συστήματα με ΔΠΚ
- Y = 0,8-1,0 για συστήματα χωρίς ΔΠΚ

Το σύστημα μας είναι με ΔΠΚ , έστω ότι Y=0,7

$$WTSS = 2749,4 \cdot 0,7 = 1924,6 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

Συνολική μάζα των μικροοργανισμών στη ΔΑ

$$MTSS = WTSS \cdot SRT$$

MTSS : Συνολική μάζα μικροοργανισμών στη ΔΑ (mg ή kg)

$$MTSS = 1924,6 \cdot 4,65 = 8949,4 \text{ kg}$$

Συγκέντρωση μικροοργανισμών (MLSS) εντός της ΔΑ

$$MLSS = \frac{M_{TSS}}{V_{\Delta A}}$$

MLSS : Συγκέντρωση μικροοργανισμών στη ΔΑ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ή $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

V_{ΔΑ} : Όγκος της ΔΑ (m^3)

Υποθέτουμε ότι το σύστημα λειτουργεί με **MLSS=3,5 kg·m⁻³**, οπότε ο ωφέλιμος όγκος προκύπτει

$$V_{\Delta A} = \frac{M_{TSS}}{MLSS} = \frac{8949,4}{3,5} = 2557 \text{ m}^3$$

Έλεγχος συγκέντρωσης του BOD_{out} για τον όγκο που υπολογίσαμε

$$BOD_{out} = \frac{BOD_{in}}{1 + HRT \cdot k \cdot MLSS}$$

HRT : Υδραυλικός Χρόνος Παραμονής στη ΔΑ (d) ($HRT = V_{\Delta A} / Q_{\text{avg}} = 2557 / 16300 = 0,157$ d)

BOD_{in} : Συγκέντρωση του BOD στην είσοδο της ΔΑ ($184 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)

BOD_{out} : Συγκέντρωση του BOD στην έξοδο της ΔΑ (mg·L⁻¹)

k : Ρυθμός απομάκρυνσης του BOD (με εύρος 0,016-0,043 L·mg⁻¹·d⁻¹ , τυπική τιμή 0,025 L·mg⁻¹·d⁻¹)

$$BOD_{out} = \frac{184}{1 + 0,157 \cdot 0,025 \cdot 3500} = 12,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

Έλεγχος λόγου της παροχής BOD προς τη συνολική μάζα των μικροοργανισμών στη ΔΑ

$$\frac{F}{M} = \frac{Q(BOD_{in} - BOD_{out})}{MLSS \cdot V_{\Delta A}}$$

$$\frac{F}{M} = \frac{16300 \cdot (184 \cdot 10^{-3} - 12,5 \cdot 10^{-3})}{3,5 \cdot 2557} = 0,31 \text{ d}^{-1} \text{ εντός ορίων}$$

Παροχή ανακυκλοφορίας

$$Q_R = Q \frac{MLSS}{X_w - MLSS}$$

X_w : Συγκέντρωση στερεών στην δευτεροβάθμια ίλυ (mg · m⁻³)

Για MLSS= 3500 mg/L και X_w=12000 mg/L

$$Q_R = 16300 \frac{3500}{12000 - 3500} = 6712 \text{ m}^3/\text{d}$$

Ρυθμός ανακυκλοφορίας ιλύος

$$r = \frac{Q_R}{Q}$$

r : Ρυθμός ανακυκλοφορίας ιλύος στη ΔΑ (-)

Q : Ογκομετρική παροχή από τη ΔΠΚ προς τη ΔΑ (m³/d)

Q_R : Ογκομετρική παροχή ανακυκλοφορίας ιλύος από τη ΔΔΚ προς τη ΔΑ (m³/d)

$$r = \frac{6712}{16300} = 0,41$$

Σύστημα Αερισμού της Δεξαμενής Αερισμού

Το οξυγόνο καταναλώνεται στη ΔΑ κυρίως για δύο διεργασίες

α.Οξείδωση αμμωνιακού αζώτου (νιτροποίηση)

β.Οξείδωση οργανικού άνθρακα (από ετερότροφους μικροοργανισμούς)

Συνολική στοιχειομετρική κατανάλωση οξυγόνου

$$\dot{M}_{O_2,ολικό} = \dot{M}_{O_2,νιτροποίησης} + \dot{M}_{O_2,ετερότροφων}$$

$\dot{M}_{O_2,ολικό}$: Συνολικός (στοιχειομετρικός) ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου ($kgO_2 \cdot d^{-1}$)

$\dot{M}_{O_2,νιτροποίησης}$: Ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου για νιτροποίηση ($kgO_2 \cdot d^{-1}$)

$\dot{M}_{O_2,ετερότροφων}$: Ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου για νιτροποίηση ($kgO_2 \cdot d^{-1}$)

Ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου για νιτροποίηση

$$\dot{M}_{O_2,νιτροποίησης} = 4,33 \cdot \dot{M}_{NH_4^{+}-N,oxidized}$$

$\dot{M}_{NH_4^{+}-N,oxidized}$: Ρυθμός οξείδωσης αμμωνιακού αζώτου

4,33 : Απαίτηση σε οξυγόνο ανά μονάδα βάρους αζώτου ($kgO_2 \cdot kgN_2^{-1}$) ($kgO_2 \cdot kgN_2^{-1}$)

$$\dot{M}_{NH_4^{+}-N,oxidized} = \dot{M}_{NH_4^{+}-N,απομακρύνεται} - \dot{M}_{NH_4^{+}-N,σύνθεσης}$$

$\dot{M}_{NH_4^{+}-N,απομακρύνεται}$: Ολικός ρυθμός κατανάλωσης αμμωνιακού αζώτου ($kgN_2 \cdot d^{-1}$)

$\dot{M}_{NH_4^{+}-N,σύνθεσης}$: Ρυθμός κατανάλωσης αμμωνιακού αζώτου για σύνθεση βιομάζας ($kgN_2 \cdot d^{-1}$)

Ρυθμός κατανάλωσης αμμωνιακού αζώτου για σύνθεση βιομάζας ($kgN_2 \cdot d^{-1}$)

Ρυθμός κατανάλωσης αμμωνιακού αζώτου για σύνθεση βιομάζας ($kgN_2 \cdot d^{-1}$)

Ρυθμός κατανάλωσης αμμωνιακού αζώτου για σύνθεση βιομάζας

$$\dot{M}_{NH_4^{+}-N,σύνθεσης} = \left[0,125 \cdot Y - \frac{0,125 \cdot x_d \cdot k_{nd}}{F/M} \right] \cdot \dot{M}_{BOD,απομακρ}$$

$\dot{M}_{BOD,απομακρ}$: Ρυθμός απομάκρυνσης (κατανάλωσης) BOD ($kg \cdot d^{-1}$)

Y : Συντελεστής απόδοσης μετατροπής του BOD σε VSS (0,6-0,8) ($kg \cdot VSS / kg \cdot BOD$)

k_{nd} : Ρυθμός ενδογενούς αναπνοής (0,06 – 0,2 d^{-1} , τυπική τιμή 0,12 d^{-1})

x_d : Βιοαποδομήσιμο κλάσμα των MLSS (0,6 – 0,8) (-)

0,125 : Κλάσμα της μάζας αζώτου στη βιομάζα ($kg \cdot N / kg \cdot VSS$)

Καταλήγουμε στην σχέση για νιτροποίηση

$$\dot{M}_{O_2, \text{νιτροποίησης}} = 4,33 \cdot \left[Q \cdot ([N - NH_3]_{in} - [N - NH_3]_{out}) - \left(0,125 \cdot Y - \frac{0,125 \cdot k_{nd} \cdot x_d}{\frac{F}{M}} \right) \cdot \dot{M}_{BOD, \text{απομακρ.}} \right]$$

$$\cdot 4,33 \cdot \left[Q \cdot ([N - NH_3]_{in} - [N - NH_3]_{out}) - \left(0,125 \cdot Y - \frac{0,125 \cdot k_{nd} \cdot x_d}{\frac{F}{M}} \right) \cdot \dot{M}_{BOD, \text{απομακρ.}} \right]$$

Όπου

$$\dot{M}_{BOD, \text{απομακρ.}} = (BOD_{in} - BOD_{out}) \cdot Q = (184 - 12,5) \cdot 10^{-3} \cdot 16300 = 2795,45 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

Θεωρώ τυπική τιμή $[N - NH_3]_m = 45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

$$\begin{aligned} \dot{M}_{O_2, \text{νιτροποίησης}} &= 4,33 \cdot \left[16300 \cdot (45 - 1,5) \cdot 10^{-3} - \left(0,125 \cdot 0,7 - \frac{0,125 \cdot 0,08 \cdot 0,6}{0,31} \right) \cdot 2795,45 \right] \\ &= 2245,3 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} \end{aligned}$$

Ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου από τους ετερότροφους μικροοργανισμούς

$$\dot{M}_{O_2, \text{ετερότροφων}} = Y_{O_2} (BOD_{in} - BOD_{out}) Q + k_d \cdot MLSS \cdot V_{\Delta A}$$

$$\begin{aligned} Y_{O_2}: \text{ Συντελεστής κατανάλωσης οξυγόνου για την οξείδωση του } BOD (0,5 - 0,7 \text{ kg } O_2 \\ \cdot \text{ kg } BOD^{-1}) \cdot \dot{M}_{O_2, \text{ετερότροφων}} &= 0,6 \cdot (184 - 12,5) \cdot 10^{-3} \cdot 16300 + 0,1 \cdot 3,5 \cdot 2557 \\ &= 2572,22 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} \end{aligned}$$

$$k_d: \text{ Ρυθμός ενδογενούς αναπνοής ετερότροφων μικροοργανισμών } (0,05 - 0,015 \text{ kg } O_2 \cdot \text{ kg } V_{SS}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$$

Τελικά

$$\dot{M}_{O_2, \text{ολικό}} = 2245,3 + 2577,2 = 4817,5 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

Συντελεστής απόδοσης αερισμού

$$\varepsilon_{\pi} = \frac{\dot{M}_{O_2, \text{ολικό, στοιχειομετρικό}}}{\dot{M}_{O_2, \text{ολικό, συστήματος αερισμού}}} \rightarrow \dot{M}_{O_2, \text{ολικό, σύστημα αερισμού}} = \frac{\dot{M}_{O_2, \text{ολικό, στοιχειομετρικό}}}{\varepsilon_{\pi}}$$

$$\dot{M}_{O_2, \text{ολικό, σύστημα αερισμού}}: \text{ Απαιτούμενος ρυθμός παροχής οξυγόνου στη } \Delta A (\text{kg } O_2 \cdot \text{d}^{-1})$$

$$\dot{M}_{O_2, \text{ολικό, στοιχειομετρικό}}: \text{ Συνολικός στοιχειομετρικός ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου } (\text{kg } O_2 \cdot \text{d}^{-1})$$

Επιλέγεται τύπος διαχυτήρα , κεραμικός δίσκος – πλέγμα . Σε αυτή την περίπτωση , η παροχή αέρα / Διαχυτήρα είναι 0,01-0,1 m³/min και το ϵ_{π} αφορά απόδοση 25-35%.

Έστω ότι $\epsilon_{\pi}=30\%$

$$\dot{M}_{O_2, \text{ολικό, συστήματος αερισμού}} = \frac{4817,4}{0,3} = 16058,3 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

Απαιτούμενη παροχή αέρα για τον αερισμό της ΔΑ

$$Q_{air} = \frac{4,31 \cdot \dot{M}_{O_2, \text{ολικό, συστήματος αερισμού}}}{\rho_{air}}$$

4,31: Αναλογία μάζας αέρα προς μάζα οξυγόνου στον ατμοσφαιρικό αέρα (kg_{air} · kg_{O₂}⁻¹)
 ρ_{air} : Πυκνότητα αέρα (1,225 kg_{air} · m_{air}⁻³)

$$Q_{air} = \frac{4,31 \cdot 16058,3}{1,225} = 56500 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

Πλήθος απαιτούμενων διαχυτήρων

$$N = \frac{Q_{air}}{Q_{\text{διαχυτήρα}}}$$

$Q_{\text{διαχυτήρα}}$: Παροχή αέρα ανά διαχυτήρα (m_{air}³ · d⁻¹)

Για κεραμικούς δίσκους το εύρος τιμών παροχής αέρα είναι 0,01-0,1 m³/min. Επιλέγεται η τιμή 0,060 m³/min.

$$N = \frac{56500}{0,06 \cdot 1440} = 654 \text{ διαχυτήρες}$$

Επιφάνεια Δεξαμενής Αερισμού

$$A_{\Delta A} = \frac{V_{\Delta A}}{H_{\Delta A}}$$

$H_{\Delta A}$: Ωφέλιμο ύψος ΔA (τυπική τιμή 4,5 m)

$$A_{\Delta A} = \frac{2557}{4,5} = 568,2 m^2$$

Απόσταση κατά μήκος

$$Απόσταση_L = \frac{L - N_L \cdot d_{\text{διαχυτήρα}}}{N_L + 1}$$

$Απόσταση_L$: Απόσταση διαχυτήρων κατά το μήκος της ΔA (-)

N_L : Αριθμός διαχυτήρων κατά μήκος της ΔA (-)

L : Πλάτος ΔA (m)

$d_{\text{διαχυτήρα}}$: Διάμετρος διαχυτήρων (τυπική τιμή 25 cm)

Απόσταση κατά πλάτος

$$Απόσταση_W = \frac{W - N_W \cdot d_{\text{διαχυτήρα}}}{N_W + 1}$$

$Απόσταση_W$: Απόσταση διαχυτήρων κατά το πλάτος της ΔA (-)

N_W : Αριθμός διαχυτήρων κατά πλάτος της ΔA (-)

W : Πλάτος ΔA (m)

$d_{\text{διαχυτήρα}}$: Διάμετρος διαχυτήρων (τυπική τιμή 25 cm)

Αρχικά υπολογίζεται το Μήκος και το Πλάτος της ΔA . Έστω ότι Μήκος = 2·Πλάτος

Ισχύει ότι

$$V_{\Delta A} = H \cdot W \cdot L \rightarrow V_{\Delta A} = H \cdot 2W^2 \rightarrow 2557 = 4,5 \cdot 2W^2 \rightarrow W = 16,9 m$$

Άρα το μήκος θα ισούται:

$$L = 2W = 2 \cdot 16,9 = 33,8 m$$

Επίσης

$$N = N_L \cdot N_W \text{ και } \frac{N_L}{N_W} = \frac{L}{W}$$

Επομένως

$$\frac{N_L}{N_W} = \frac{33,8}{16,9} = 2 \rightarrow N_L = 2 \cdot N_W$$

και

$$N = N_L \cdot N_W \rightarrow N = \frac{N_L \cdot N_L}{2} \rightarrow N_L^2 = 2 \cdot 654 \rightarrow N_L = 36$$

$$N_W = \frac{N_L}{2} = \frac{36}{2} = 18$$

$$N = N_W \cdot N_L = 36 \cdot 18 = 648$$

Θα χρειαστούμε 648 διαχυτήρες

Η απόσταση μεταξύ των διαχυτήρων κατά μήκος θα ισούται

$$\text{Απόσταση}_L = \frac{33,8 - 36 \cdot 0,25}{36 + 1} = 0,67m$$

Η απόσταση μεταξύ των διαχυτήρων κατά πλάτος θα ισούται

$$\text{Απόσταση}_W = \frac{16,9 - 18 \cdot 0,25}{18 + 1} = 0,65m$$

Απαιτούμενη ισχύς φυσητήρα

$$P_{\text{φυσητ}} = \frac{Q_{\text{air}} \cdot \rho_{\text{air}} \cdot R \cdot T_{\pi}}{29,7 \cdot n \cdot e} \left[\left(\frac{P_{\Delta A}}{P_{\text{inlet}}} \right)^{0,283} - 1 \right]$$

R : Παγκόσμια σταθερά των αερίων ($8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)

T_{π} : Απόλυτη θερμοκρασία εισόδου στον φυσητήρα (K)

e: Συντελεστής (0,283)

n: Απόδοση του συστήματος (0,7 – 0,9) (-)

$P_{\Delta A}$: Απόλυτη πίεση του αέρα στην έξοδο του συστήματος (στους διαχυτήρες) , (mH₂O)

P_{inlet} : Απόλυτη πίεση του αέρα στην είσοδο του φυσητήρα , (m H₂O)

Απόλυτη πίεση στην έξοδο των διαχυτήρων

$$P_{\Delta A} = P_{atm} + P_{υδροστατική, \Delta A} + P_{απωλειών}$$

P_{atm} : Απόλυτη πίεση της ατμόσφαιρας (10,3 mH₂O)

$P_{υδροστατική, \Delta A}$: Υδροστατική πίεση στην έξοδο των διαχυτήρων (4,5 m H₂O)

$P_{απωλειών}$: Πτώση πίεσης στο δίκτυο μεταφοράς αέρα (m H₂O)

Πτώση πίεσης λόγω απωλειών

$$P_{απωλειών} = 0,1586 \cdot f \frac{L_{αγωγού} + L_{ισοδύναμο}}{D_{αγωγού}} \left(\frac{V_{αγωγού}}{334,1} \right)^2 \cdot \rho_{air}$$

f: Συντελεστής τριβών

$L_{αγωγού}$: Ολικό μήκος του αγωγού μεταφοράς αέρα από το φυσητήρα έως τους διαχυτήρες (m)

$L_{ισοδύναμο}$: Ισοδύναμο μήκος των τοπικών απωλειών στο δίκτυο του αέρα (m)

$D_{αγωγού}$: Διάμετρος του αγωγού μεταφοράς αέρα (m)

$V_{αγωγού}$: Ταχύτητα του αέρα στον αγωγό μεταφοράς (m · min⁻¹)

Συντελεστής τριβών

$$f = 0,029 \frac{(D_{αγωγού})^{0,027}}{(Q_{air})^{0,148}}$$

Ολικό μήκος αγωγού μεταφοράς αέρα από το φυσητήρα προς τη ΔΑ

$$L_{αγωγού} = L_{απόσταση} + L + 2 \cdot H_{\Delta A}$$

$L_{απόσταση}$: Απόσταση του φυσητήρα από τη ΔΑ (m)

$L_{\Delta A}$: Μήκος της ΔΑ (m)

Θεωρούμε ότι η απόσταση μεταξύ του φυσητήρα και την δεξαμενής αερισμού είναι ίση με 12 m

$$L_{αγωγού} = 12 + 33,8 + 2 \cdot 4,5 = 54,8m$$

Ισοδύναμο μήκος των τοπικών απωλειών στο δίκτυο του αέρα

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 55,4 \cdot C \cdot D_{\text{αγωγού}}^{1,2}$$

C : Συντελεστής αντίστασης ειδικού εξαρτήματος (-)

Για να υπολογιστεί ο συντελεστής αντίστασης ειδικού εξαρτήματος απαραίτητος είναι ο παρακάτω πίνακας:

Εξάρτημα	C
Γωνία με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας	0,33
Γωνία με μέση ακτίνα καμπυλότητας ή ταυ με συστολή 25%	0,42
Πρότυπη γωνία ή ταυ με συστολή 50%	0,67
Ταυ με πλευρική έξοδο Σφαιρική βάνα	1,33
Σφαιρική βάνα	2
Γωνιακή βάνα	0,9

Υπολογίζεται :

$$C_{\text{ολικό}} = 0,67 + 2 + 4 \cdot 0,42 = 4,35$$

Αρχικά πρέπει να επιλεγθεί απο τον παρακάτω πίνακα η τιμή της διαμέτρου του αγωγού και να πραγματοποιηθούν δοκιμές προκειμένου η τιμή της ταχύτητας του αέρα να βρεθεί εντός της κλάσης της διαμέτρου που επιλέχθηκε. Ύστερα από δοκιμές επιλέγεται διάμετρος αγωγού 0,25 m

Διάμετρος αγωγού (m)	Εύρος ταχύτητας $V_{\text{αγωγού}}$ ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)
0,075-0,225	360-540
0,1-0,25	540-900
0,3-0,6	800-1200
0,75-1,5	1100-2000

$$V_{\text{αγωγού}} = \frac{Q_{\text{air}}}{\frac{\pi \cdot D_{\text{αγωγού}}^2}{4}} = \frac{56500 \cdot 1440^{-1}}{\frac{\pi \cdot (0,25)^2}{4}} = 799,3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

Το ισοδύναμο μήκος των τοπικών απωλειών στο δίκτυο του αέρα υπολογίζεται:

$$L_{\text{ισοδύναμο}} = 55,4 \cdot 4,35 \cdot 0,25^{1,2} = 45,7 \text{ m}$$

Πλέον είναι εύκολο να υπολογιστεί και ο συντελεστής τριβής

$$f = 0,029 \frac{(0,25)^{0,027}}{(39,24)^{0,148}} = 0,016$$

Επομένως μπορεί να υπολογιστεί το $P_{απωλειών}$

$$P_{απωλειών} = 0,1586 \cdot 0,016 \cdot \frac{54,8 + 45,7}{0,25} \left(\frac{799,7}{334,1} \right)^2 \cdot 1,225 = 7,3 mH_2O$$

και η απόλυτη πίεση θα ισούται :

$$P_{\Delta A} = P_{atm} + P_{υδροστατική, \Delta A} + P_{απωλειών} = 10,3 + 4,5 + 7,3 = 22,1 mH_2O$$

Τελικά , η απαιτούμενη ισχύς του Φυσητήρα είναι:

$$P_{φυσητ} = \frac{56500 \cdot 86400^{-1} \cdot 1,225 \cdot 8,314 \cdot 293}{29,7 \cdot 0,8 \cdot 0,283} \left[\left(\frac{22,1}{10,3} \right)^{0,283} - 1 \right] = 70 kW$$

Χαρακτηριστικά Δεξαμενής Αερισμού	
Χρόνος παραμονής στερεών (days)	4,65 days
Ρυθμός παραγωγής βιομάζας (kg/d)	1924,6
Συνολική μάζα μικροοργανισμών (kg)	8949,4
Ωφέλιμος όγκος (m ³)	2557
Παροχή ανακυκλοφορίας (m ³ /d)	6712
Ρυθμός ανακυκλοφορίας ιλύος	0,41
Συνολική στοιχειομετρική κατανάλωση οξυγόνου (kg/d)	4817,5
Επιφάνεια δεξαμενής (m ²)	568,2
Πλάτος δεξαμενής (m)	16,9
Μήκος δεξαμενής (m)	33,8
Χαρακτηριστικά Διαχυτήρων	

Τύπος	Κεραμικός δίσκος - πλέγμα
Απόδοση (%)	30
Ρυθμός παροχής οξυγόνου (kg/d)	16058,3
Παροχή αέρα για αερισμό (m ³ /d)	565000
Πλήθος	648
Απόσταση κατά μήκος (m)	0,67
Απόσταση κατά πλάτος (m)	0,65
Απόλυτη πίεση στην έξοδο (m H ₂ O)	22,1
Ισχύς φυσητήρα (kW)	70

4.6 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Στις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης πραγματοποιείται απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών του ανάμικτου υγρού της Δ.Α. (διαύγαση) ώστε η εκροή του συστήματος να είναι απαλλαγμένη από στερεά που συμβάλλουν στο συνολικό BOD και πύκνωση των στερεών, ώστε να διατηρείται εύκολα η συγκέντρωση των MLSS στη δεξαμενή αερισμού με την επανακυκλοφορία. Οι δευτεροβάθμιες καθιζήσεις διακρίνονται σε κυκλικής, ορθογωνικής και τετραγωνικής διατομής. Οι ορθογώνιες και οι τετράγωνες χρησιμοποιούνται σπανιότερα, αν και παρουσιάζουν ευκολία στην κατασκευή.

Υπάρχουν και τρία είδη υπερχειλιστών: υπερχειλιστής διάτρητων σωλήνων, μαιανδρικός υπερχειλιστής και υπερχειλιστής διπλής ακμής

Τα είδη μηχανισμών συλλογής και απομάκρυνσης της λάσπης είναι δύο. Το πρώτο είναι το μηχανικό ξέστρο, που μεταφέρει οριζόντια τη λάσπη σε ένα κεντρικό σημείο συλλογής. Το δεύτερο είδος μηχανισμού συλλογής είναι μια περιστρεφόμενη διάταξη αναρρόφησης της λάσπης, που παρουσιάζει βασικό πλεονέκτημα της δυνατότητας ταχείας απομάκρυνσης της λάσπης, που συχνά απαιτείται για επανακυκλοφορία κατά τη λειτουργία του συστήματος της ενεργού ιλύος.

Σχεδιασμός:

$Q_{avg,2020}$	10900 m ³ /day
$Q_{max,2020}$	40500 m ³ /day
$Q_{avg,2050}$	16300 m ³ /day
$Q_{max,2050}$	53800 m ³ /day

Επιλέχθηκε να σχεδιαστεί δεξαμενή κυκλικής διατομής.

Επιφάνεια της δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης:

$$A = \frac{Q \cdot (1 + r) \cdot MLSS}{24 \cdot U_{στερεών} \cdot 1000}$$

Όπου:

Q = ογκομετρική παροχή από την ΔΔΚ προς την ΔΑ ($m^3 \cdot day^{-1}$)

r = ρυθμός ανακυκλοφορίας ιλύος στη δεξαμενή αερισμού

$MLSS$ = συγκέντρωση στερεών στην ΔΑ ($kg \cdot m^{-3}$)

$U_{στερεών}$ = παροχή στερεών ($kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)

- Για $Q = Q_{avg,2050} = 16300 m^3 day^{-1}$

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα των τυπικών τιμών της φόρτισης των στερεών επιλέχθηκε

$U_{στερεών} = 3 kg m^{-2} h^{-1}$

Τύπος συστήματος ενεργού ιλύος	Φόρτιση στερεών $kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$
	Μέση
Συμβατική	3-6

Επομένως:

$$A = \frac{Q_{avg,2050} \cdot (1+r) \cdot MLSS}{24 \cdot U_{στερεών} \cdot 1000} = \frac{16300 m^3 day^{-1} \cdot (1+0,41) \cdot 3500 mg L^{-1}}{24 h \cdot day^{-1} \cdot 3 \cdot kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot 1000} = 1117 m^2$$

- Για $Q = Q_{max,2050} = 53800 m^3 day^{-1}$

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα των τυπικών τιμών της φόρτισης των στερεών επιλέχθηκε

$U_{στερεών} = 11 kg m^{-2} h^{-1}$

Τύπος συστήματος ενεργού ιλύος	Φόρτιση στερεών $kg m^{-2} h^{-1}$
	Μέγιστη
Συμβατική	11

Επομένως:

$$A = \frac{Q_{avg,2050} \cdot (1+r) \cdot MLSS}{24 \cdot U_{στερεών} \cdot 1000} = \frac{53800 m^3 \cdot day^{-1} \cdot (1+0,41) \cdot 3500 mg \cdot L^{-1}}{24 h day^{-1} \cdot 11 kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot 1000} = 1006 m^2$$

$$\text{Επιλέχθηκε } A = \max \{1006 m^2, 1117 m^2\} \rightarrow \{1006 m^2, 1117 m^2\} \rightarrow A = 1117 m^2$$

Επιφανειακή Φόρτιση της ΔΔΚ:

$$EF = \frac{Q}{A}$$

Όπου:

Q = ογκομετρική παροχή ($m^3 day^{-1}$)

A = επιφάνεια ΔΔΚ (m^2)

- Για $Q = Q_{avg,2050} = 16300 m^3 day^{-1}$

$$EF = \frac{Q_{avg,2050}}{A} = \frac{16300 m^3 day^{-1}}{1117 m^2} = 14,6 m day^{-1} \quad (\text{οριακά εκτός ορίων})$$

- Για $Q = Q_{\max,2050} = 53800 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}$

$$E\Phi = \frac{Q_{\max,2050}}{A} = \frac{53800 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{1117 \text{ m}^2} = 48,2 \text{ mday}^{-1} \quad (\text{εντός ορίων})$$

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα των τυπικών τιμών των επιφανειακών φορτίσεων ισχύει ότι η επιφανειακή φόρτιση για την $Q_{\text{avg},2050}$ είναι οριακά εκτός ορίων και $Q_{\max,2050}$ είναι εντός ορίων.

Τύπος συστήματος ενεργού ιλύος	Επιφανειακή Φόρτιση m day^{-1}	
	Μέση	Μέγιστη
Συμβατική	16-32	40-48

Έλεγχος των επιφανειακών φορτίσεων και για το έτος 2020:

- Για $Q = Q_{\text{avg},2020} = 10900 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}$

$$E\Phi = \frac{Q_{\text{avg},2020}}{A} = \frac{10900 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{1117 \text{ m}^2} = 9,8 \text{ mday}^{-1} \quad E\Phi = \frac{Q_{\text{avg},2020}}{A} = \frac{10900 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{1117 \text{ m}^2} = 9,8 \text{ mday}^{-1}$$

(οριακά εκτός ορίων)

- Για $Q = Q_{\max,2020} = 40500 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}$

$$E\Phi = \frac{Q_{\max,2020}}{A} = \frac{40500 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{1117 \text{ m}^2} = 36,2 \text{ mday}^{-1} \quad (\text{οριακά εκτός ορίων})$$

Η δύο παραπάνω φορτίσεις μπορεί να είναι εκτός ορίων ωστόσο δεν αποκλίνουν και πολύ από τα όρια.

Διάμετρος της ΔΔΚ:

$$D_{\Delta\Delta K} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1117 \text{ m}^2}{\pi}} = 37,7 \text{ m}$$

Επειδή πρόκειται για μεγάλη διάμετρο επιλέχθηκε να κατασκευαστούν δύο όμοιες δεξαμενές της μισής επιφάνειας η καθεμία οπότε $A = 558,5 \text{ m}^2$ και κάθε μια από αυτές θα δέχεται και την μισή παροχή. Προκύπτουν οι εξής επιφανειακές φορτίσεις:

- $E\Phi = \frac{Q_{\text{avg},2050}}{A} = \frac{8150 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{558,5 \text{ m}^2} = 14,6 \text{ mday}^{-1}$ (οριακά εκτός ορίων)
- $E\Phi = \frac{Q_{\max,2050}}{A} = \frac{26900 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{558,5 \text{ m}^2} = 48,2 \text{ mday}^{-1}$ (εντός ορίων)

Έλεγχος:

- $E\Phi = \frac{Q_{\text{avg},2020}}{A} = \frac{5450 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{558,5 \text{ m}^2} = 9,8 \text{ mday}^{-1}$ $E\Phi = \frac{Q_{\text{avg},2020}}{A} = \frac{5450 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{558,5 \text{ m}^2} = 9,8 \text{ mday}^{-1}$
(οριακά εκτός ορίων)
- $E\Phi = \frac{Q_{\max,2020}}{A} = \frac{20250 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}}{558,5 \text{ m}^2} = 36,2 \text{ mday}^{-1}$ (οριακά εκτός ορίων)

Επομένως για κάθε δεξαμενή ισχύει:

$$D_{\Delta\Delta K} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 558,5m^2}{\pi}} = 26,7m$$

Βάθος των ΔΔΚ:

Τα βάθος κάτω από τον υπερχειλιστή πρέπει να είναι $\geq 3,1$. Επιλέχθηκε να είναι 3,8 και σύμφωνα με τα $MLSS=3500mg\ L^{-1}$ προκύπτει ότι το βάθος της δεξαμενής είναι:

$$H_{\Delta\Delta K} = 3,8 + 0,45 = 4,25m$$

Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα που ισχύει για τις διαμέτρους το $H_{\Delta\Delta K}$ έχει αποδεκτή τιμή αφού είναι μεγαλύτερο από 3,4 που είναι το ελάχιστο αποδεκτό βάθος που αντιστοιχεί στην διάμετρο.

Διάμετρος (m)	Ελάχιστο βάθος (m)	Βάθος σχεδιασμού (m)
<12	3,0	3,4
12-21	3,4	3,7
21-30	3,7	4,0
30-43	4	4,3
>43	4,3	4,6

Όγκος των ΔΔΚ:

$$V = A \cdot H = 558,5m^2 \cdot 4,25m^2 = 2374m^3$$

Υδραυλικός χρόνος παραμονής:

$$HRT = \frac{V}{Q} = \frac{2374m^3}{16300m^3 day^{-1}} = 0,15day \approx 4h$$

Κλίση πυθμένα:

Επιλέχθηκε 4%

Μήκος του υπερχειλιστή:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot \frac{D}{2} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{26,7m}{2} = 84m$$

Φόρτιση υπερχειλιστή:

$$\Phi Y = \frac{Q_{max,2050}}{L} = \frac{26900m^3 day^{-1}}{84m} = 320,2m^2 \cdot day^{-1} \quad \Phi Y = \frac{Q_{max,2050}}{L} = \frac{26900m^3 day^{-1}}{84m} = 320,2m^2 \cdot day^{-1}$$

(εκτός ορίων)

Σύμφωνα με την Q_{avg} θα πρέπει $\Phi Y < 186 m^2 \cdot day^{-1}$

Επιλέχθηκε υπερχειλιστής διπλής ακμής με $\Phi Y=160,1 m^2 \cdot day^{-1}$ εντός ορίων.

Ογκομετρική παροχή ιλύος:

Ισοζύγιο ιλύος:

$$SRT = \frac{V_{\Delta A} \cdot MLSS}{(Q - Q_w) \cdot X_{εκροής} + Q_w \cdot X_w}$$

Όπου:

SRT: χρόνος παραμονής στερεών στην ΔΑ (day)

Q: ογκομετρική παροχή από την ΔΔΚ προς την ΔΑ ($m^3 \cdot day^{-1}$)

Q_w : ογκομετρική παροχή ιλύος ($m^3 \cdot day^{-1}$)

$V_{\Delta A}$: όγκος ΔΑ (m^3)

MLSS: συγκέντρωση στερεών στη ΔΑ ($mg \cdot m^{-3}$)

X_w : συγκέντρωση στερεών στη υλή ($mg \cdot L^{-1}$)

$X_{εκροής}$: συγκέντρωση των στερεών στον υπερχειλιστή της ΔΔΚ ($mg \cdot L^{-1}$)

Επειδή τα στερεά στην υπερχείλιση της ΔΔΚ ($X_{εκροής}$) είναι πολύ μικρά σε σχέση με την συγκέντρωση των στερεών της ιλύος (X_w) μπορεί να θεωρηθεί $X_{εκροής} \approx 0$.

Επομένως προκύπτει

$$Q_w = \frac{V_{\Delta A} \cdot MLSS}{SRT \cdot X_w} = \frac{2557m^3 \cdot 3500mg \cdot L^{-1}}{4,65day \cdot 12000mg \cdot L^{-1}} = 160,4m^3 \cdot day^{-1}$$

Υπολογισμός ισχύος του ηλεκτροκινητήρα:

$$P = \frac{T\omega}{\eta}$$

Όπου:

P: ισχύς του ηλεκτροκινητήρα

η : απόδοση ηλεκτροκινητήρα

T: ροπή στρέψης του ξέστρου

ω : γωνιακή ταχύτητα ξέστρου

Η γωνιακή ταχύτητα:

$$\omega = \frac{0,05rpm \cdot 2 \cdot 3.14}{60s/min} = 0,0052rad s^{-1}$$

Η ροπή στρέψης του ξέστρου:

$$T = W \cdot r^2 \cdot \Sigma A \cdot \Sigma KT$$

W: συντελεστής φόρτισης ξέστρου (N/m)

r: ακτίνα της ΔΔΚ (m)

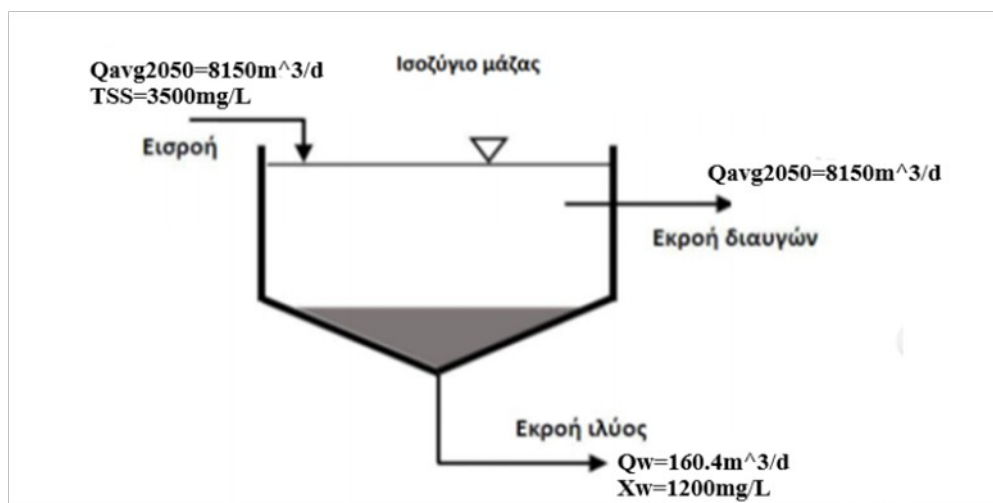
ΣA : συντελεστής ασφάλειας

ΣKT : συντελεστής απωλειών λόγω κιβωτίου ταχυτήτων

Επιλέχθηκαν τιμές για καθένα από τα παραπάνω μεγέθη εκτός από την ακτίνα που ισούται με 19,75m.

$$T = W \cdot r^2 \cdot \Sigma A \cdot \Sigma KT = 130Nm^{-1} \cdot (13,35m)^2 \cdot 1,5 \cdot 1,8 = 62556,1N \cdot m$$

$$P = \frac{62556,1N \cdot m \cdot 0,0052rad \cdot s^{-1}}{0,75} = 434W \text{ ή } P = 0,4kW$$



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΔΚ	
Παράμετρος	Τιμή
Τύπος	Κυκλική διατομή
Αριθμός δεξαμενών	2
Διάμετρος (m)	26,7
Βάθος (m)	4,25
Κλίση πυθμένα (%)	4
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου (rpm)	0,05
Ισχύς ηλεκτροκινητήρα (W)	434
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	
Ξέστρο πυθμένα	✓
Γέφυρα	✓
Ξέστρο επιφάνειας	✓
Διάταξη απομάκρυνσης επιπλεόντων	✓
Υπερχειλιστής	Διπλής ακμής
Ηλεκτροκινητήρας	✓

Πίνακας: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού δευτεροβάθμιας δεξαμενής καθίζησης.

4.7 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

Η δεξαμενή χλωρίωσης έχει σκοπό την απολύμανση των υδάτων ώστε να αποφευχθεί η μετάδοση ασθενειών μέσω του νερού του αποδέκτη. Στην απολύμανση χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες χημικές ουσίες οι οποίες επιδρούν στο κύτταρο των μικροοργανισμών με αποτέλεσμα την καταστροφή τους. Η απολυμαντική ουσία μειώνει τον αρχικό πληθυσμό παθογόνων μικροοργανισμών κατά την διάρκεια συγκεκριμένου χρόνου επαφής. Το αποτέλεσμα της απολύμανσης μπορεί να επηρεαστεί από την θολερότητα του νερού, επειδή οι αιωρούμενες οργανικές ή ανόργανες ουσίες παίζουν τον ρόλο ασπίδας προστασίας των παθογόνων μικροοργανισμών. Συγκεκριμένοι μικροοργανισμοί, όπως τα πρωτόζωα, αντέχουν στην χλωρίωση και είναι δυνατόν στην περίπτωση που είναι φορείς παθογόνων βακτηρίων και ιών να τους αποδώσουν στο υδάτινο περιβάλλον, επιβαρύνοντας την μικροβιολογική του εικόνα. Η απολύμανση είναι το ο τελευταίο στάδιο επεξεργασίας και το μοναδικό με αποκλειστικό σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, αν και μερική απομάκρυνση ή καταστροφή τους γίνεται και στα άλλα στάδια επεξεργασίας.

Σχεδιασμός:

$Q_{\min}$	3100 m ³ /d	2,15m ³ /min
Q_{avg}	10900 m ³ /d	7,57m ³ /min
$Q_{\max}$	53800 m ³ /d	37,36 m ³ /min

Η διεργασία της χλωρίωσης έχει σχετικά μικρό χρόνο παραμονής. Έτσι, σχετίζεται με βάση την μέγιστη παροχή $Q_{\max}$ καθώς πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η λειτουργία της θα είναι ικανοποιητική και στην μέγιστη παροχή.

Χρόνος παραμονής : $t=30 \text{ min}$

Μέγιστη δόση χλωρίου : $C_{\max}=10\text{mg/L}$

Άρα

$$C_{\max} \cdot t = 10 \cdot 30 = 300 \text{ mg} \cdot \text{min/L}$$

Όγκος δεξαμενής :

$$V = Q_{\max} \cdot t = 37.36 \cdot 30 = 1120,8 \text{ m}^3$$

Έστω ότι το βάθος της δεξαμενής είναι $D=1,5 \text{ m}$

Επιφάνεια δεξαμενής :

$$A = \frac{V}{D} = \frac{1120,8}{1,5} = 747,2 \text{ m}^2$$

Έστω ότι πλάτος $W=15 \text{ m}$ και μήκος $49,8 \text{ m}$

Η δεξαμενή χωρίζεται σε 6 λωρίδες ώστε να επιτευχθεί η εμβόλιμη ροή, κάθε λωρίδα έχει πλάτος $W_{\lambda}=2,5 \text{ m}$

Συνολικό μήκος : $L_{ολ}=49,8 \cdot 6=299m$

$$\frac{L_{ολ}}{W_{\lambda}} = \frac{299}{2.5} = 119,6 > 40$$

Εμβαδόν της διατομής κάθε λωρίδας :

$$A_{\lambda} = W_{\lambda} \cdot D = 2,5 \cdot 1,5 = 3,75m^2$$

Ταχύτητα ροής για την μέγιστη παροχή :

$$u_{max} = \frac{Q_{max}}{A_{\lambda}} = \frac{37,36}{3,75} = 9,96 m/min$$

Ταχύτητα ροής για την μέση παροχή :

$$u = \frac{Q_{avg}}{A_{\lambda}} = \frac{7,57}{3,75} = 2,02 m/min$$

Η ταχύτητα ροής και για τις δύο παροχές είναι άνω των 2 m/min και έτσι δεν θα υπάρξει καθίζηση .

Με δεδομένο ότι ο όγκος της δεξαμενής είναι $V=1120,8m^3$ στη μέση παροχή ο χρόνος επαφής θα είναι :

$$t = \frac{V}{Q_{avg}} = \frac{1120,8}{10900} = 0,1d = 148min$$

στη

Οπότε η μέση συγκέντρωση :

$$C_{avg} = \frac{300}{148} = 2,03 mg/L$$

Η ημερήσια ποσότητα του χλωρίου:

$$M(Cl_2) = 10900 \cdot 2,03 = 22127 g/d = 22,13 kg/d$$

περίπτωση που χρησιμοποιηθεί υγρό NaOCl εμπορίου 15% w/w Cl_2 , οι απαιτήσεις σε NaOCl και είναι :

$$MNaOCl = \frac{MCl_2}{0.15} = \frac{22,13}{0,15} = 147,53 kg/d$$

και οι απαιτήσεις σε υγρό διάλυμα , λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα του διαλύματος NaOCl (1.1 kg/L) είναι:

$$Q_{NaOCl} = \frac{M_{NaOCl_2}}{\rho_{NaOCl}} = \frac{147,53}{1,1} = 134,1 \text{ L/d}$$

Χαρακτηριστικά δεξαμενής χλωρίωσης	
Μέγεθος	Τιμή
Βάθος, D (m)	1,5
Πλάτος, W (m)	15
Μήκος, L _{ολ} (m)	299
Αριθμός λωρίδων	6
Πλάτος λωρίδας (m)	2,5
Όγκος δεξαμενής, V (m ³)	1120,8
Επιφάνεια δεξαμενής, A (m ²)	747,2
Ημερήσια απαίτηση σε χλώριο MCl ₂ (kg/d)	22,13
Ημερήσια απαίτηση σε NaOCl (kg/d)	147,53

4.8 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕΡΙΣΜΟΥ

Μετά την ολοκλήρωση της δευτεροβάθμιας καθίζησης το νερό μεταφέρεται σε μια δεξαμενή η οποία ονομάζεται Δεξαμενή Μερισμού Παροχής. Η δεξαμενή αυτή κατασκευάζεται διότι η παροχή του ρεύματος επαναχρησιμοποίησης πρέπει να είναι σταθερή και ορίζεται ως το 60% της παροχής σχεδιασμού της εγκατάστασης ($Q_{\text{επαν.}} = 9,100 \text{ m}^3/\text{day}$). Η εναπομένουσα παροχή, η οποία έχει κυμαινόμενη τιμή, οδηγείται στην δεξαμενή χλωρίωσης για εναπόθεση στον υδάτινο αποδέκτη.

$Q_{\min}$	3900 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	162 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Q_{avg}	13000 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	542 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Ο Σχεδιασμός της Δεξαμενής Μερισμού θα γίνει σύμφωνα με την μέση παροχή του θέρους 2020

$$Q_{\text{avg}} = 542 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Επιλέγεται παροχή επαναχρησιμοποίησης

$$Q_{\text{επαν}} = 0.7 \cdot Q_{\text{avg}} = 379 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 9100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

Ο όγκος της δεξαμενής μερισμού για $t = 8 \text{ h}$ υπολογίζεται από την εξίσωση

$$V_{\text{μερισμού}} = (Q_{\text{επαν}} - Q_{\text{miin}}) \cdot t \Rightarrow V_{\text{μερισμού}} = (379 - 162) \cdot 8 \text{ h} = 1736 \text{ m}^3$$

Θεωρούμε συντελεστή ασφαλείας 1,5 επομένως ο τελικός όγκος της ΔΜ θα είναι :

$$V_{\text{μερισμού}} = 1736\text{m}^3 \cdot 1,5 = 2604\text{m}^3$$

Διαστάσεις δεξαμενής αερισμού: $V = H \cdot W \cdot L$

Επιλέγεται ύψος $H = 2,5\text{m}$

Έστω ότι $L = 2W$

Επομένως

$$V = 2,5 \cdot W \cdot 2W \Rightarrow 2604\text{m}^3 = 2,5\text{m} \cdot 2 \cdot W^2 \Rightarrow W = 22,8\text{m} \approx 23\text{m}$$

και

$$\text{και } L = 2 \cdot W \Rightarrow L = 45,6\text{m} \approx 46\text{m}$$

Χαρακτηριστικά Δεξαμενής Μερισμού	
$V_{\text{μερισμού}} (\text{m}^3)$	2604
Υψος $H (\text{m})$	2,5
Μήκος $L (\text{m})$	46
Πλάτος $W (\text{m})$	23

ΚΡΟΚΙΔΩΣΗ ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΣΗ

Τα κολλοειδή σωματίδια που απαντώνται στα υγρά απόβλητα φέρουν συνήθως αρνητικό στατικό ηλεκτρισμό στην επιφάνειά τους, με συνέπεια την αλληλοαπώθησή τους και την παραμονή τους σε αιώρηση. Η διεργασία της χημικής κατακρήμνησης περιλαμβάνει δύο φάσεις:

Κροκίδωση: κατά την οποία εξουδετερώνεται το ηλεκτρικό φορτίο των σωματιδίων διαμέτρου 0,01-1 μm , με αποτέλεσμα τη αποσταθεροποίηση του κολλοειδούς συστήματος. Στις ουσίες που προκαλούν κροκίδωση περιλαμβάνονται το θεικό αργίλιο ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), ο τριχλωριούχος σίδηρος (FeCl_3), το πολυχλωριούχο αργίλιο (PAC), κ.ά.

Συσσωμάτωση: κατά τον οποίο τα αποφορτισμένα σωματίδια συγκεντρώνονται για να σχηματίσουν συσσωματώματα. Συσσωμάτωση μπορεί να επιτευχθεί με προσθήκη ανιοντικών ή κατιοντικών πολυηλεκτρολυτών σε αποσταθεροποιημένο κολλοειδές σύστημα

Τα σχηματιζόμενα συσσωματώματα μπορούν να απομακρυνθούν με κάποια φυσική διεργασία διαχωρισμού (π.χ.: καθίζηση, επίπλευση, διήθηση)

4.9 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ

Η δεξαμενή κροκίδωσης θα σχεδιαστεί με βάση την παροχή επαναχρησιμοποίησης: $Q_{επαν} = 379 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Επιλέγεται χρόνος παραμονής: $t = 1,5 \text{ min} = 0,025 \text{ h}^{-1} \Rightarrow t = 1,5 \text{ min} = 0,025 \text{ h}^{-1}$

Επομένως ο όγκος της ΔΚ θα είναι:

$$V_{\text{κροκιδ.}} = Q_{επαν} \cdot t \Rightarrow V_{\text{κροκιδ.}} = 379 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot 0,025 \text{ h} = 9,475 \text{ m}^3$$

Η διάμετρος της δεξαμενής είναι:

$$D_{\text{κροκιδ}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_{\text{κροκιδ}}}{\pi}} \Rightarrow D_{\text{κροκιδ}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 9,475 \text{ m}^3}{\pi}} = 2,29 \text{ m} = H_{\text{κροκιδ.}}$$

Βάσει της διαμέτρου κροκίδωσης μπορεί να γίνει ο υπολογισμός της διαμέτρου φτερωτής του αναδευτήρα $d_{\varphi} d_{\varphi}$:

$$H_{\text{κροκιδ.}} = D_{\text{κροκιδ}} = 3 \cdot d_{\varphi} \Rightarrow d_{\varphi} = \frac{D_{\text{κροκιδ}}}{3} = \frac{2,29 \text{ m}}{3} = 0,76 \text{ m}$$

Η επιφάνεια της δεξαμενής υπολογίζεται ως εξής:

$$A_{\text{κροκιδ}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{κροκιδ}}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 2,29^2 \text{ m}^2}{4} = 4,12 \text{ m}^2$$

Το πλάτος των πλευρικών πτερυγίων θα είναι:

$$W_{\pi} = 0,1 \cdot D_{\text{κροκιδ}} = 0,1 \cdot 2,29 \text{ m} = 0,23 \text{ m}$$

Επομένως θα βάλουμε 4 πτερύγια.

Επιλέγω:

Βαθμίδα ταχύτητας: $G = 850 \text{ s}^{-1}$

Δυναμικό ιξώδες: $\mu = 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Αριθμός ισχύος της φτερωτής ανάδευσης: $N_p = 3,5 N_p = 3,5$

Πυκνότητα του αποβλήτου : $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Ο ρυθμός περιστροφής n θα υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$n = \sqrt[3]{\frac{G^2 \cdot V_{\kappa\rho\sigma\kappa\iota\delta} \cdot \mu}{N_p \cdot \rho \cdot d_\phi^5}} = \sqrt[3]{\frac{850^2 \cdot 9,475 \cdot 1,005 \cdot 10^{-3}}{3,5 \cdot 1000 \cdot 0,76^5}} \Rightarrow$$

$$n = 1,98 \text{ s}^{-1} \text{ ή } 118,8 \text{ rpm}$$

Η ισχύς P του κινητήρα υπολογίζεται ως εξής:

$$P = N_p \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d_\phi^5 \Rightarrow P = 3,5 \cdot 1000 \cdot$$

$$\Rightarrow P = 6888,6 \text{ W ή } 6,9 \text{ kW}$$

Για την επαλήθευση σωστού αριθμού περιστροφών, προκειμένου να υπάρχουν συνθήκες ταχείας ανάδευσης, γίνεται υπολογισμός του αριθμού Reynolds και πρέπει να ισχύει $\Re > 10^4$

$$\Re = \frac{d_\phi^2 \cdot \rho \cdot n}{\mu} \Rightarrow \Re = \frac{(0,76 \text{ m})^2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 1,98 \text{ s}^{-1}}{1,005 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}} = 1,137,958 > 10^4$$

Επομένως το n είναι αποδεκτό και η ροή θεωρείται τυρβώδης.

Απαίτηση σε κροκιδωτικό

Για την κροκίδωση των λυμάτων επιλέγεται Χλωριούχο Πολυαργίλιο (Polyaluminum Chloride, PAC) με περιεκτικότητα 17% Al_2O_3

Αρχικά υπολογίζεται η απαιτούμενη μαζική παροχή του Al_2O_3 με βάση το $Q_{\text{επαν}}$.

$$M^{\text{Al}_2\text{O}_3} = \Delta\text{όση } \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot Q_{\text{επαν}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M^{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,015 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 9100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} = 136,5 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

Έτσι η ημερήσια απαίτηση σε PAC υπολογίζεται με την απλή μέθοδο των τριών όπως φαίνεται παρακάτω

Στα 100 kg PAC περιέχονται	17 kg Al_2O_3
στα x kg PAC περιέχονται	136,5 kg Al_2O_3
Οι απαιτήσεις σε PAC είναι :	$\frac{136,5 \text{ kg Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 \text{ kg PAC}}{17 \text{ kg Al}_2\text{O}_3} = 802,9 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$

Η μηνιαία απαίτηση σε PAC υπολογίζεται στα:

$$802,9 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot 30 \frac{\text{d}}{\text{month}} = 24,087 \text{ kg PAC ή } 24 \text{ tn}$$

Χαρακτηριστικά Δεξαμενής Κροκίδωσης	
Παροχή Επαναχρησιμοποίησης $Q_{επαν} (m^3 \cdot d^{-1})$	91009100
Ύψος H (m)	2,29
Διάμετρος D (m)	2,29
Επιφάνεια A (m^2)	4,2
Όγκος V (m^3)	9,475
Αριθμός περιστροφών Αναδευτήρα n (s^{-1})	1,98
Ισχύς Αναδευτήρα P (kW)	6,9
Διαστάσεις φτερωτής και πτερυγίων	
Διάμετρος d_{φ} (m)	0,76
Πλάτος πτερυγίων Wπ (m)	0,23
Μηνιαία απαίτηση σε κροκιδωτικό	
PAC (tn)	24

4.10 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΣΗΣ

Η δεξαμενή συσσωμάτωση θα αποτελείται από δύο δεξαμενές σε σειρά, για την επεξεργασία δευτεροβάθμιας εκροής μετά από κροκίδωση, με παροχή $9100m^3 \cdot d^{-1}$

Επιλέγουμε:

Θερμοκρασία σχεδιασμού: 20°C.

Βαθμίδα ταχύτητας ανά δεξαμενή:

$$G_1 = G_2 = 40 \text{ } s^{-1},$$

$$G_2 = 30 s^{-1}$$

$$G \cdot t = 2 \cdot 10^4$$

Ταχύτητα πτερυγίου στην πρώτη και δεύτερη δεξαμενή είναι: $0,6m \cdot s^{-1}$ και $0,5m \cdot s^{-1}$
 $0,6m \cdot s^{-1}$ και $0,5m \cdot s^{-1}$

Κάθε δεξαμενή είναι παραλληλεπίπεδη ορθογωνικής διατομής με ύψος H=2 m και πλάτος W=2,5 m.

Η κάθε φτερωτή φέρει 4 πτερύγια και έχει διάμετρο 1,25 m.

Ο συνολικός χρόνος παραμονής του αποβλήτου στις δεξαμενές υπολογίζεται ως:

$$\tau = \frac{G \cdot t}{G} = \frac{2 \cdot 10^4}{30 \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{60}{min}} = 11,1min$$

Ο συνολικός όγκος των δεξαμενών συσσωμάτωσης ($V_{\text{συσσ}}$) υπολογίζεται από τον τύπο :

$$V_{\text{συσσ}} = \tau_{\text{συσσ}} \cdot Q_{\text{επαν.}} = 11,1 \text{ min} \cdot \frac{1 \text{ d}}{1440 \text{ min}} \cdot 9,100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \approx 70 \text{ m}^3$$

Θα σχεδιαστούν δύο δεξαμενές οπότε ο όγκος της κάθε δεξαμενής θα είναι: $V_{\Delta} = 35 \text{ m}^3$

$$V_{\Delta} = W \cdot L \cdot H \quad \text{και} \quad \text{αφού} \quad W = 2,5 \text{ m}, H = 2 \text{ m} \Rightarrow L = 7 \text{ m}$$

Προκύπτει ότι $L = 7 \text{ m}$

Η απαίτηση σε ισχύ για κάθε δεξαμενή δίνεται από την σχέση:

- Για τη δεξαμενή 1

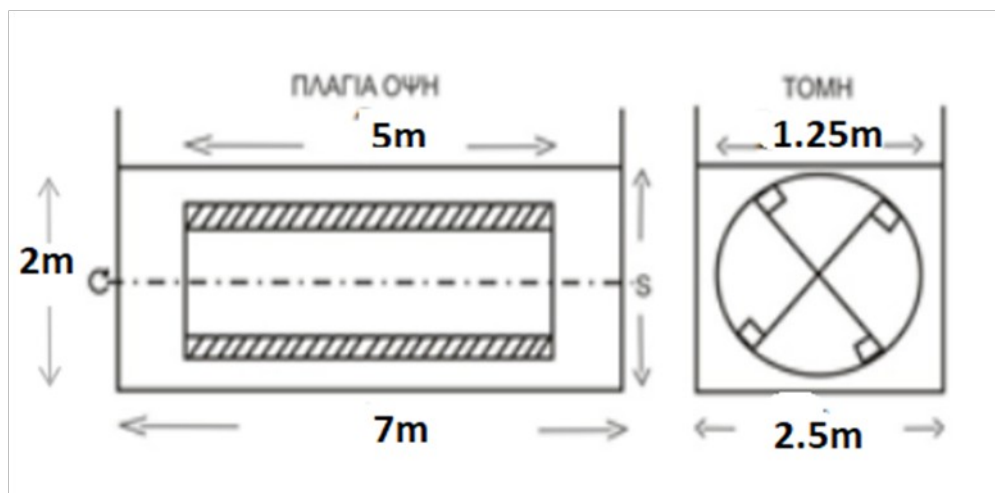
$$P_1 = G_1^2 \cdot V_1 \cdot \mu =$$

$$\Rightarrow P_1 = 56 \text{ W}$$

- Για τη δεξαμενή 2

$$P_2 = G_2^2 \cdot V_2 \cdot \mu \Rightarrow P_2 = 32 \text{ W}$$

Θεωρούμε ότι ο άξονας περιστροφής κάθε φτερωτής έχει 4 πτερύγια μήκους 5m και πλάτους w_{φ}



- Για την δεξαμενή 1

Θεωρούμε ότι η ταχύτητα του νερού στο άκρο του πτερυγίου είναι το 75% της πραγματικής γραμμικής ταχύτητας του πτερυγίου σε αυτό το σημείο, άρα:

$$U_{p1} = 0,60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 0,75 = 0,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$U_{p2} = 0,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 0,75 = 0,375 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Για την συνολική επιφάνεια πτερυγίων (A_p) στην κάθε φτερωτή ισχύει: $A_p = 4 \cdot L \cdot w$

Το πλάτος των περυγίων στη κάθε δεξαμενή υπολογίζεται ως:

$$P_1 = \frac{C_D \cdot A_{P1} \cdot \rho \cdot U_{P1}^3}{2} = 56 = 1,8(4 \cdot 5 \cdot w m^2) \cdot 1000 kg \cdot m^{-3}.$$

Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της φτερωτής για τη 1η δεξαμενή υπολογίζεται ως εξής:

$$U_{P1} = \omega_1 \cdot R \Rightarrow 0,45 m s^{-1} = \omega_1 \cdot \frac{1,25}{2} \cdot \frac{2\pi}{\text{στροφή}} \cdot \frac{1 min}{60 sec}$$

$$\Rightarrow \omega_1 = 6,9 rpm$$

Το πλάτος των περυγίων για τη δεξαμενή 2 υπολογίζεται ως εξής:

$$P_2 = \frac{C_D \cdot A_{P2} \cdot \rho \cdot U_{P2}^3}{2} \Rightarrow 32 W = 1,8(4 \cdot 5 \cdot w \cdot m^2) 1000 kg \cdot m^{-3}$$

$$\Rightarrow w = 0,033 m = 3,3 cm$$

Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της φτερωτής για τη 2η δεξαμενή υπολογίζεται ως εξής:

$$U_{P2} = \omega_2 \cdot R \Rightarrow 0,375 m s^{-1} = \omega_2 \cdot \frac{1,25}{2} \cdot \frac{2\pi}{\text{στροφή}} \cdot \frac{1 min}{60 sec}$$

$$\Rightarrow \omega_2 = 5,7 rpm$$

Χαρακτηριστικά Δεξαμενής Συσσωμάτωσης	
Παροχή Επαναχρησιμοποίησης $Q_{επαν}$ ($m^3 \cdot d^{-1}$)	9100
Ύψος H (m)	2,0
Πλάτος W	2,5
Μήκος L (m)	7
Όγκος V (m^3)	70
Αριθμός δεξαμενών	2
Ισχύς Αναδευτήρα 1 δεξαμενής 1 P1 (W)	56
Ισχύς Αναδευτήρα 2 δεξαμενής 2 P2 (W)	32
Διαστάσεις περυγίων	
Διάμετρος $\varphi_{\text{φτερωτής}}$ (m)	1,25
Αριθμός περυγίων ανά φτερωτή	4
Μήκος περυγίων 1ης και 2η δεξαμενής (m)	5
Πλάτος περυγίου 1ης δεξαμενής $w_{\varphi 1}$ (cm)	3,43,4

Πλάτος πτερυγίου 2ης δεξαμενής $W_{\varphi 2}$ (cm)	3,3
---	-----

4.11 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Προκειμένου ,το νερό που προκύπτει από δευτεροβάθμια καθίζηση,να γίνει κατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση ,απαιτείται να αφαιρεθούν τα κολλοειδή στερεά ,μέσω των προηγούμενων διεργασιών ,την κροκίδωση κι την συσσωμάτωση. Εφόσον έχει καταστραφεί το κολλοειδές κι έχουν ενσωματωθεί τα διάφορα στερεά που υπάρχουν ,αυτό που ακολουθεί είναι η απομάκρυνση της παραγόμενης ιλύος .Αυτό επιτυγχάνεται είτε με δεξαμενή καθίζησης ,να καθιζάνουν σε κάποιο συγκεκριμένο χρόνο, είτε με επίπλευση επιλέγοντας το κατάλληλο κροκιδωτικό κι συσσωματικό ,είτε με διήθηση ,που αποφεύγεται γιατί σε αυτή την φάση τα φίλτρα φράζουν πιο εύκολα .Επιλέγεται η χρήση της δεξαμενής καθίζησης για να απομακρυνθεί το μεγαλύτερο ποσοστό της λάσπης .

Η διαφορά της χημικής από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια καθίζηση , είναι ότι σε αυτές, δε γίνεται προσθήκη χημικών μέσων για να αυξηθεί το ποσοστό απομάκρυνσης στερεών και BOD , καθώς και ότι στην πρώτη τα στερεά καθιζάνουν πιο εύκολα σε σχέση με τις άλλες.

Χαρακτηριστικά Σχεδιασμού ΔΧΚ	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΙΜΕΣ
Χρόνος (min)	40-100
H	3-5
Επιφανειακή φόρτιση ($m^3 m^{-2} d^{-1}$)	24-72

:

- Επιλέγεται παροχή επαναχρησιμοποίησης:

$$Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu} = 0,7 \cdot Q_{avg} = 0,7 \cdot 13000 \frac{m^3}{day} = 9100 \frac{m^3}{day}$$

Θεωρούμε κυλινδρική δεξαμενή με κωνικό πυθμένα με κλίση.

- Επιλέγεται επιφάνεια δεξαμενής

$$E\Phi = 65 \frac{m^3}{m^2 \cdot day}$$

- Επιφάνεια της δεξαμενής A:

$$E \cdot \Phi = \frac{Q_E}{A} \rightarrow A = \frac{Q_E}{E \cdot \Phi} = \frac{9100 \frac{m^3}{day}}{65 \frac{m^3}{m^2 \cdot day}} = 140 m^2$$

- Η διάμετρος της δεξαμενής θα είναι:

$$A = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \rightarrow$$

$$\rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 140m^2}{\pi}} \Rightarrow d \simeq 13m > 2m$$

Οπότε ακολουθείται σχεδιασμός αντίστοιχος με την ΔΠΚ

- Επιλέγεται βάθος δεξαμενής $h = 4\text{ m}$
- Όγκος δεξαμενής

$$A = \frac{V}{h} \rightarrow V = A \cdot h = 140m^2 \cdot 4m = 560m^3$$

- Έλεγχος χρόνου παραμονής:

$$\tau = \frac{V}{Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu}} = \frac{560m^3}{9100 \frac{m^3}{day}} = 88,6min \quad \tau = \frac{V}{Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu}} = \frac{560m^3}{9100 \frac{m^3}{day}} = 88,6min$$

εντός ορίων

- Η απομακρυνόμενη ιλύς έχει συγκέντρωση στερεών περίπου $C_{\chi\eta\mu.\iota\lambda\acute{o}\varsigma} = 8\% = 8g/100ml$
- Το ισοζύγιο για τον υπολογισμό της $Q_{\chi\eta\mu.\iota\lambda\acute{o}\varsigma}$:

$$Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu} \cdot C = Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu} \cdot C_{out} \quad Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu} \cdot C = Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu} \cdot C_{out} + Q_{\chi\eta\mu.\iota\lambda\acute{o}\varsigma} \cdot C_{\chi\eta\mu.\iota\lambda\acute{o}\varsigma}$$

$$Q_{\chi\eta\mu.\iota\lambda\acute{o}\varsigma} = \frac{9100 \frac{m^3}{day} \cdot (30 - 10) \frac{mg}{L}}{1000 \frac{mL}{L} \cdot 0,08 \frac{g}{mL} \cdot 1000 \frac{mg}{g}} = 2,3 \frac{m^3}{day}$$

- Θεωρώντας μια τιμή για τη συγκέντρωση των TSS στην εισροή ίση με $30mg/L$:

$$Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu} \cdot C_{TSS} = 9100 \frac{m^3}{d} \cdot 30 \frac{mg}{L} \cdot 1000 \frac{L}{m^3} \cdot \frac{1kg}{10^6 mg} = 273 \frac{kg}{d}$$

- Αντίστοιχα θεωρώντας μια τιμή για τη συγκέντρωση των στερεών στην εκροή του υγρού ίση με $10mg/L$, η μάζα τους θα είναι:

$$Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu} \cdot C_{TSS} = 10 \frac{mg}{L} \cdot 9100 \frac{m^3}{d} \cdot \frac{1L}{10^{-3}m^3} \cdot \frac{1kg}{10^3g} = 91 \frac{kg}{d}$$

- Επομένως, η μάζα των στερεών στην ιλύ θα είναι:

$$M_{\text{ιλύος}} = M_{\varepsilon\text{ισροής}} - M_{\varepsilon\kappa\rho\sigma\acute{\eta}\varsigma} = 273 - 91 = 182 \frac{kg}{d}$$

Ισχύς ηλεκτοκινητήρα

$$P = \frac{T\omega}{\eta}$$

Όπου

P: Ισχύς του ηλεκτροκινητήρα

η: Απόδοση ηλεκτροκινητήρα $\rightarrow \eta=0,75$

T: Ροπή στρέψης του ξέστρου

ω: Γωνιακή ταχύτητα ξέστρου

Όμως

Η γωνιακή ταχύτητα υπολογίζεται ως:

$$\omega = \frac{0,05rpm \times 2 \times 3,14}{60s/min} = 0,0052 rad/s$$

και

Η ροπή στρέψης του ξέστρου υπολογίζεται ως:

$$T = W \cdot r^2 \cdot \Sigma A \cdot \Sigma KT$$

W: Συντελεστής φόρτισης ξέστρου $\rightarrow W = 130 N/m$

r: Ακτίνα της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης $\rightarrow r=13/2=6,5m$

ΣΑ : Συντελεστής Ασφάλειας $\rightarrow \Sigma A=1,6$

ΣΚΤ : Συντελεστής Απωλειών λόγω κιβωτίου ταχυτήτων $\rightarrow \Sigma KT=1,7$

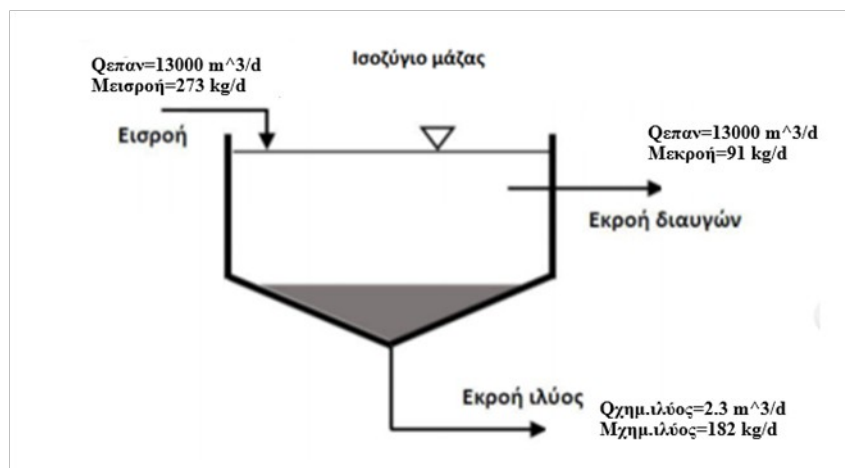
Άρα

$$T = 130 \cdot 6,5^2 \cdot 1,6 \cdot 1,7 = 14939,6 N \cdot m$$

Άρα η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα ισούται:

$$P = \frac{14939,6 \cdot 0,0052}{0,75} = 103,6W \text{ ή } P = 0,104kW$$

Ισοζύγιο Μάζας



Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά δεξαμενής χημικής καθίζησης	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Χρόνος παραμονής (min)	88,6
Όγκος δεξαμενής (m^3)	560
Βάθος (m)	4
Διάμετρος (m)	13
Κλίση πυθμένα (%)	10
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου (rpm)	0,05
Ισχύς ηλεκτροκινητήρα (kW)	0.104
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	
Ξέστρο πυθμένα	✓
Γέφυρα	✓
Ξέστρο επιφάνειας	✓
Διάταξη απομάκρυνσης επιπλεόντων	✓
Υπερχειλιστής	✓
Ηλεκτροκινητήρας	✓

Πίνακας: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού δεξαμενής χημικής καθίζησης.

4.12 ΑΜΜΟΦΙΛΤΡΟ

Η διήθηση είναι μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνολογίες διαχωρισμού της στερεής φάσης από την υγρή. Στη μονάδα που μελετάται θα χρησιμοποιηθεί συμβατικό φίλτρο διήθησης χώρου ανοδικής ροής (Metcalf&Eddy).

Για την ικανοποίηση των ορίων ποιότητας εκροής επιλέγεται ο σχεδιασμός μιας μονοστρωματικής κλίνης άμμου, ομοιόμορφα κατανεμημένης με τα εξής χαρακτηριστικά (Metcalf&Eddy):

Σχεδιαστικά Χαρακτηριστικά Αμμόφιλτρου

Βάθος φίλτρου H (m)	0,9-1,8
Διάμετρος κόκκων άμμου d (mm)	1-3
Συντελεστής ομοιομορφίας	1,2-1,6
Ρυθμός διήθησης $U \frac{m^3}{m^2 \cdot day}$	5 - 25
Σχετική πυκνότητα $\rho_{\text{άμμου}} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$	2550 – 2650
Πορώδες (ε)	0,40 – 0,46
Σφαιρικότητα (Φ)	0,75 – 0,85

Το **βάθος** του φίλτρου σύμφωνα με τη νομοθεσία πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,4 m, επομένως επιλέγεται η τιμή **H=1,4 m**. Τα υπόλοιπα τυπικά δεδομένα για το σχεδιασμό του φίλτρου είναι:

- Ενεργό μέγεθος $d=1\text{mm}$
- Συντελεστής ομοιομορφίας 1,5
- Ρυθμός διήθησης $120 \frac{L}{m^2 \cdot min} = 7,2 \frac{m^3}{m^2 \cdot h} < 8 \frac{m^3}{m^2 \cdot h} \quad 120 \frac{L}{m^2 \cdot min} = 7,2 \frac{m^3}{m^2 \cdot h} < 8 \frac{m^3}{m^2 \cdot h}$
- Σχετική πυκνότητα $\rho_{\text{άμμου}} \rightarrow \rho_{\text{άμμου}} = 2600 \frac{kg}{m^3} \rightarrow \rho_{\text{άμμου}} = 2600 \frac{kg}{m^3}$
- Πορώδες $\varepsilon \rightarrow \varepsilon=0,43$
- Σφαιρικότητα $\Phi \rightarrow \Phi=0,82$

- Από το ρυθμό διήθησης, υπολογίζεται η επιφάνεια του φίλτρου από την παρακάτω σχέση:

$$A = \frac{Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu.}}{P_{\nu\theta\mu\acute{o}\varsigma\delta\iota\eta\theta\eta\sigma\eta\varsigma}} = \frac{9100 \frac{m^3}{d}}{120 \frac{l}{m^2 \cdot min}} = \frac{9100 \frac{m^3}{d} \cdot \frac{1d}{1440min}}{120 \frac{10^{-3}m^3}{m^2 \cdot min}}$$

$$\rightarrow A = 52,6m^2$$

- Έτσι, η διάμετρος του φίλτρου θα είναι $D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 52,6}{3,14}} = 8,2m$
- Το ύψος του φίλτρου $H_{\text{φίλτρου}}$ πρέπει να είναι περίπου 20% μεγαλύτερο από το έδαφος της άμμου, προκειμένου να υπάρχει ελεύθερος χώρος για την αιώρηση της άμμου κατά τη διαδικασία έκπλυσης του αμμόφιλτρου. Δηλαδή:

$$H_{\text{φίλτρου}} = H_{\text{άμμου}} + 20\% \cdot H_{\text{άμμου}} = 1,4 + 1,4 \cdot 0,2 = 1,68m$$

- Ο όγκος της άμμου στο αμμόφιλτρο υπολογίζεται ως :

$$V_{\text{άμμου}} = H_{\text{άμμου}} \cdot A = 1,4m \cdot 52,6m^2 = 73,6m^3$$

- Η ταχύτητα διήθησης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{Q_E}{A_\phi} = \frac{9100 \frac{m^3}{d} \cdot \frac{1d}{24h \cdot 60min \cdot 60s}}{52,6m^2} = 2 \cdot 10^{-3} \frac{m}{s}$$

- Ο χρόνος παραμονής (εντός της κλίνης άμμου) υπολογίζεται ως :

$$\tau = \frac{\varepsilon \cdot V_{\text{άμμου}}}{Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu.}} = \frac{\varepsilon \cdot V_{\text{άμμου}}}{Q_{\varepsilon\pi\alpha\nu.}} = \frac{0,43 \cdot 73,6m^3}{9100 \frac{m^3}{d}} = 0,0035d = 5min$$

- Η απώλεια του μανομετρικού ύψους (πτώση πίεσης ΔP) εξαρτάται από το είδος ροής του ρευστού στο φίλτρο. Έτσι, προσδιορίζεται ο ρυθμός Reynolds

$$N_{\Re} = \frac{\Phi \cdot \rho \cdot d_p \cdot U}{\mu} = \frac{0,82 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \frac{m}{s}}{1,002 \cdot \frac{10^{-3}kg}{m \cdot s}} = 1,64$$

- Αφού $Re < 6$ χρησιμοποιείται η εξίσωση Carman – Kozeny για να προσδιοριστεί η πτώση πίεσης στο φίλτρο. Η πτώση πίεσης h είναι

$$h_{\text{άμμου}} = L \cdot \frac{k \cdot \mu}{\rho \cdot g} \cdot \frac{(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \cdot \left(\frac{\alpha}{u} \right)_{\text{άμμου}}^2 \cdot U$$

Σταθερά Kozeny $k = 5$

Δυναμικό ιξώδες νερού $\mu = 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$

Πυκνότητα νερού $\rho = 998,7 \text{ kg}/\text{m}^3$

Επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

- Υπολογισμός πτώσης πίεσης στην αρχή λειτουργίας του φίλτρου

$$\left(\frac{\alpha}{u}\right)_{\alpha\mu\mu\sigma\upsilon} = \frac{6}{\varphi \cdot d_{\epsilon\sigma}} = \frac{6}{0,82 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 7,3 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{m}}$$

Σταθερά Kozeny $k = 5$

Δυναμικό ιξώδες νερού $\mu = 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$

Πυκνότητα νερού $\rho = 998,7 \text{ kg}/\text{m}^3$

Επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

$$\mu = 1,002 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}}$$

$$h_{\alpha\mu\mu\sigma\upsilon} = L \cdot \frac{k \cdot \mu}{\rho \cdot g} \cdot \frac{(1 - \epsilon)^2}{\epsilon^3} \cdot \left(\frac{\alpha}{u}\right)_{\alpha\mu\mu\sigma\upsilon}^2 \cdot U =$$

$$1,4 \text{ m} \cdot \frac{5 \cdot 1,002 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\text{m}^2}}{998,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot \frac{(1 - 0,43)^2}{0,43^3} \cdot \left(7,3 \cdot 10^3 \frac{1}{\text{m}}\right)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$h_{\alpha\mu\mu\sigma\upsilon} = 0,3 \text{ m}$$

Άρα η πτώση πίεσης στο φίλτρο θα είναι $h = 30 \text{ cm H}_2\text{O}$.

- θεωρώντας ότι το φορτίο των στερεών στην είσοδο είναι $C_{in} = 10 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$
- θεωρώντας επιπλέον κι το φορτίο στην έξοδο θα πρέπει να είναι $2 \frac{\text{mgmg}}{\text{L L}}$
- βάσει του παρακάτω ισοζυγίου συμπυκνώματος

$$M_{\Sigma\text{ΥΜΠ}} = Q_{\epsilon\pi\alpha\nu} \cdot C_{in} - Q_{\delta\eta\theta} \cdot C_{\delta\eta\theta}$$

$$Q_{in} = Q_{\epsilon\pi\alpha\nu} = Q_{\delta\eta\theta}$$

- βρίσκουμε ότι στο συμπύκνωμα του φίλτρου θα έχουμε:

$$M_{\Sigma\Gamma\text{ΜΠ}} = 9100 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}} - 9100 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot 2 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \frac{\text{kg} \cdot 1000\text{L}}{10^6 \text{mg} \cdot \text{m}^3} = 73 \frac{\text{kg}}{\text{d}}$$

Χαρακτηριστικά σχεδιασμού αμμόφιλτρου	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Ύψος φίλτρου (m)	1,68
Διάμετρος φίλτρου (m)	8,2
Πτώση πίεσης (cm H ₂ O)	30

Πίνακας: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού αμμόφιλτρου

Σχεδιασμός έκπλυσης αμμόφιλτρου:

Η έκπλυση των φίλτρων λαμβάνει χώρα ως απόρροια της έμφραξης του διυλιστικού μέσου που σαν αποτέλεσμα έχει την δυσχερή λειτουργία της διύλισης. Για τον σχεδιασμό του συστήματος έκπλυσης των κλινών πρέπει να οριστούν κάποιες παραδοχές:

- $Q_{\text{έκπλυσης}} = 3 \cdot Q_{\text{επαν}}$
- $\tau_{\text{έκπλυσης}} = (5-10) \text{ min} \rightarrow \tau = 8 \text{ min}$
- Επιλέγεται συντελεστής ασφαλείας ($\sigma = 1.5$)

- Τότε ο όγκος δεξαμενής έκπλυσης είναι :

$$V_{\Delta.\text{έκπλυσης}} = Q_{\text{έκπλυσης}} \cdot \tau_{\text{έκπλυσης}} \cdot \sigma = 3 \cdot Q_{\text{επαν}} \cdot 8 \text{ min} \cdot 1,5$$

$$= 3 \cdot 9100 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{1\text{d}}{24 \cdot 60 \text{ min}} \cdot 9100 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{1\text{d}}{24 \cdot 60 \text{ min}} \cdot 8 \text{ min} \cdot 1,5 = 227,5 \text{ m}^3$$

- Υπολογισμός επιφάνειας δεξαμενής έκπλυσης αμμόφιλτρου

$$A_{\text{ΕΚΠΛΥΣΗΣ}} = \frac{V_{\Delta.\text{έκπλυσης}}}{h_{\Delta.\text{έκπλυσης}}} = \frac{227,5 \text{ m}^3}{1,4 \text{ m}} = 162,5 \text{ m}^2$$

- Η δεξαμενή έκπλυσης αμμόφιλτρου είναι κυλινδρική, με διάμετρο:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 162,5 \text{ m}^2}{\pi}} \Rightarrow d \simeq 14,4 \text{ m}$$

Χαρακτηριστικά σχεδιασμού δεξαμενής έκπλυσης αμμόφιλτρου	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Όγκος (m ³)	227,5
Διάμετρος (m)	14,4

Πίνακας: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού δεξαμενής έκπλυσης αμμόφιλτρου

Υπολογισμός όγκου δεξαμενής αποθήκευσης νερού έκπλυσης αμμόφιλτρου

Για την έκπλυση του αμμόφιλτρου είναι απαραίτητη η αποθήκευση του νερού το οποίο ανακυκλώνεται, γι' αυτό χρειάζεται η κατασκευή δεξαμενή αποθήκευσης ανθεκτική στη διάβρωση. Ο όγκος της δεξαμενής αποθήκευσης είναι:

$$V_{\Delta.έκπλυσης} = Q_{έκπλυσης} \cdot \tau_{έκπλυσης} \cdot \sigma$$

Όπου :

- $Q_{έκπλυσης} = Q_{επαν}$
- $\tau_{έκπλυσης} = (5-10)\text{min} \rightarrow \tau = 8\text{min}$
- Επιλέγεται συντελεστής ασφαλείας ($\sigma = 1,5$)

$$V_{\Delta.έκπλυσης} = 9100 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{1\text{d}}{24 \cdot 60\text{min}} \cdot 8\text{min} \cdot 1,5 = 75,8\text{m}^3$$

- Υπολογισμός επιφάνειας δεξαμενής αποθήκευσης νερού έκπλυσης αμμόφιλτρου

$$A_{ΕΚΠΛΥΣΗΣ} = \frac{V_{\Delta.έκπλυσης}}{h_{\Delta.έκπλυσης}} = \frac{75,8\text{m}^3}{1,4\text{m}} = 54\text{m}^2$$

- Η δεξαμενή αποθήκευσης νερού έκπλυσης αμμόφιλτρου είναι κυλινδρική, με διάμετρο:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 54\text{m}^2}{\pi}} \Rightarrow d \simeq 8,2\text{m}$$

Χαρακτηριστικά σχεδιασμού δεξαμενής αποθήκευσης νερού έκπλυσης αμμόφιλτρου	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Όγκος	75,8 m ³
Διάμετρος	8,2m

Πίνακας: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού δεξαμενής αποθήκευσης νερού έκπλυσης αμμόφιλτρου

4.13 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ UV

Το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος στο οποίο λαμβάνει χώρα η ακτινοβολία UV είναι μεταξύ 100 και 400nm. Το εύρος της UV ακτινοβολίας χαρακτηρίζεται από περαιτέρω από το μήκος κύματος ως κύμα μεγάλου μήκους (UV-A), γνωστό επίσης και ως ακτινοβολία κοντά στην υπεριώδη περιοχή, ως κύμα μεσαίου μήκους (UV-B) και ως βραχύ κύμα (UV-C) το οποίο είναι επίσης γνωστό ως ακτινοβολία μακριά από την UV περιοχή. Το μικροβιοκτόνο μήκος κύματος της UV ακτινοβολίας είναι περίπου μεταξύ των 220 και 320nm, κυρίως στην περιοχή της UV-C. Η παραγωγή της ακτινοβολίας UV γίνεται με λυχνίες που περιέχουν ατμούς υδραργύρου και φορτίζονται μέσω ενός ηλεκτρικού τόξου. Η ενέργεια που παράγεται από τη διέγερση των ατμών υδραργύρου που περιέχονται στη λυχνία, έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή UV φωτός. Γενικά τα συστήματα UV απολύμανσης ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες με βάση τις εσωτερικές παραμέτρους λειτουργίας της λυχνίας UV: συστήματα χαμηλής πίεσης –χαμηλής έντασης, χαμηλής πίεσης –υψηλής έντασης και συστήματα μέτριας πίεσης –υψηλής έντασης.

Χαρακτηριστικά	
Συνήθης χρόνος επαφής (sec)	20 – 30
Τυπική δόση σε Δ. εκροή (mJ/cm^2)	40 – 50
Διαπερατότητα (%)	
Δευτεροβάθμια εκροή (%)	45-70
Δευτεροβάθμια εκροή από αμμόφιλτρο (%)	56-79
Μέγιστη κατά το τέλος των λαμπτήρων (%)	70
Ενεργειακές απαιτήσεις ισχύς	
Καταναλισκόμενη (W)	70-100
Αποδιδόμενη (W)	25-27
Διάμετρος, (mm)	15-20
Χρόνος ζωής (h)	8000-12000
Τυπική δόση για απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση στην έξοδο του αμμόφιλτρου m^2	80-100

Σχεδιαστικές παράμετροι

Μέση παροχή αποβλήτου: $9100 \frac{m^3}{d}$

Τύπος συστήματος ακτινοβολήσης: κλειστού τύπου

Διάταξη συστήματος ακτινοβολήσης: κυλινδρικό κέλυφος με λαμπτήρα τοποθετημένο ομοαξονικά

Διαστάσεις κελύφους

Μήκος $I_K=1000mm$, Διάμετρος $D_K=200mm$

Τύπος λαμπτήρα: χαμηλής πίεσης, χαμηλής έντασης

Διαστάσεις λαμπτήρα

Μήκος $l_\lambda = 1000 \text{ mm}$

Διάμετρος $D_\lambda = 20 \text{ mm}$

Αποδιδόμενη ισχύς λαμπτήρα: 25 W

Διαπερατότητα αποβλήτου: 70%

Μείωση αποδιδόμενης ισχύος κατά το τέλος της ζωής του λαμπτήρα: 60%

Ελάχιστη δόση ακτινοβολίας : $60 \frac{\text{mJ}}{\text{cm}^2} = 60 \frac{\text{mWs}}{\text{cm}^2} \quad 60 \frac{\text{mJ}}{\text{cm}^2} = 60 \frac{\text{mWs}}{\text{cm}^2}$

Ο υπολογισμός της έντασης ακτινοβολίας γίνεται για τα σημεία που λαμβάνουν την μικρότερη δόση ακτινοβολίας (τα πλέον απομακρυσμένα από τον λαμπτήρα), δηλαδή το κέλυφος του συστήματος.

- Επιφάνεια του εσωτερικού του κελύφους:

$$A_k = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot l_k = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 0,628 \text{ m}^2 = 6280 \text{ cm}^2$$

- Προσπίπτουσα ακτινοβολία στο τέλος ζωής του λαμπτήρα:

$$[\text{Αποδιδόμενη ισχύς λαμπτήρα}] \cdot [\text{Μείωση ισχύος λόγω παλαιότητας}] \cdot [\text{Διαπερατότητα}] = 25 \text{ W} \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 10,5 \text{ W} = 10500 \text{ mW}$$

- Ένταση ακτινοβολίας:

$$\frac{[\text{Προσπίπτουσα ακτινοβολία}]}{[\text{Επιφάνεια κελύφους}]} = \frac{10500 \text{ mW}}{6280 \text{ cm}^2} = 1,67 \text{ mW/cm}^2$$

- Χρόνος επαφής (ακτινοβολήσης):

$$\frac{[\text{Ελάχιστη δόση}]}{[\text{Ένταση ακτινοβολίας}]} = \frac{60 \frac{\text{mW} \cdot \text{s}}{\text{cm}^2}}{1,67 \frac{\text{mW}}{\text{cm}^2}} = 36 \text{ s}$$

- Όγκος διάταξης:

$$[Ογκοσκελύφους] - [Ογκοσυχνίας] = (\pi \cdot r_k \cdot 2 \cdot l_k) - (\pi \cdot r_l \cdot 2 \cdot l_l) \\ = (3,14 \cdot 0,1m \cdot 2 \cdot 1m) - (3,14 \cdot 0,01m \cdot 2 \cdot 1m) = 0,030635m^3$$

- Μέγιστη επιτρεπόμενη παροχή ανά διάταξη:

$$\frac{[Ογκος\ διατάξης]}{[Χρόνος\ επαφής]} = \frac{0,030635m^3}{36s} = 0,00085m^3/s$$

- Αριθμός διατάξεων:

$$\frac{[Παροχή]}{[Παροχή\ ανά\ διάταξη]} = \frac{0,105\frac{m^3}{s}}{0,00085\frac{m^3}{s}} = 124$$

Άρα απαιτούνται 124 διατάξεις απολύμανσης τοποθετημένες εν παραλλήλω.

Χαρακτηριστικά σχεδιασμού διάταξης UV	
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΙΜΗ
Εσωτερική επιφάνεια κελύφους (cm ²)	6280
Χρόνος επαφής (sec)	36
Όγκος διάταξης (m ³)	0,030635
Μέγιστη παροχή ανά διάταξη (m ³ /s)	0,00085
Αριθμός διατάξεων	124

4.14 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Σκοπός της πάχυνσης της λάσπης είναι η μείωση του όγκου της η οποία επιτυγχάνεται με τη μείωση της περιεχόμενης σ' αυτήν υγρασία. Η μείωση του όγκου της λάσπης είναι απαραίτητη καθώς επιφέρει μείωση του κόστους επεξεργασίας της αυξάνοντας ταυτόχρονα την απόδοση της. Η πάχυνση μπορεί να επιτευχθεί με έναν από τους εξής τρόπους: με βαρύτητα, με επίπλευση αέρα και με μηχανικά μέσα

Στη δεξαμενή μας η πύκνωση της λάσπης θα γίνεται με τη βαρύτητα, θα είναι κυκλική και θα αποτελείται από δύο ζώνες. Η άνω ζώνη θα είναι η ζώνη διάλυσης - καθίζησης ενώ η κάτω ζώνη θα είναι η ζώνη αποθήκευσης-πύκνωσης. Είναι σημαντικό στην ζώνη αποθήκευσης-πύκνωσης να προβλεφθεί αρκετός χώρος προκειμένου να μην δημιουργηθούν αναερόβιες συνθήκες ή συνθήκες απονιτροποίησης. Η εισροή της ιλύος εντός της δεξαμενής θα γίνεται μέσω φρέατος στο κέντρο της δεξαμενής. Η συλλογή της λάσπης θα γίνεται μηχανικά με ξέστρο. Η παχυμένη ιλύς αντλείται από τον πυθμένα της δεξαμενής ενώ το υπερκείμενο υγρό συλλέγεται από τους υπερχειλιστές

Σχεδιασμός:

	ΔΠΚ	ΔΔΚ	ΔΧΚ
$Q_{\eta\mu,w}$	$50,03 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	$160,4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	$2,3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
C_{TSS}	5%	1,2%	8%
M_{TSS}	$2551,6 \text{ kgd}^{-1}$	$1924,8 \text{ kgd}^{-1}$	$182 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$

Επιφάνεια της δεξαμενή πάχυνσης ιλύος:

Αρχικά υπολογίζεται η επιφάνεια ΔΠ για την δυσμενέστερη περίπτωση (δηλαδή να δέχεται μόνο δευτεροβάθμια ιλύ)

$$A = \frac{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} \cdot C_{TSS,\Delta\Delta K}}{U_{στερεών}}$$

Όπου,

A = επιφάνεια της ΔΠ (m^2)

$U_{στερεών}$ = φόρτιση στερεών ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$)

Επιλέχθηκε $U_{στερεών} = 35 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$

Επομένως:

$$A = \frac{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} \cdot C_{TSS,\Delta\Delta K}}{U_{στερεών}} = \frac{160,4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{1,2 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg}}{1000 \text{ gr}}}{35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}} \rightarrow A = 55 \text{ m}^2$$

Διάμετρος:

$$D_{\pi\alpha\chi} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 55 \text{ m}^2}{\pi}} \rightarrow D_{\pi\alpha\chi} = 8,4 \text{ m} \quad D_{\pi\alpha\chi} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 55 \text{ m}^2}{\pi}} \rightarrow D_{\pi\alpha\chi} = 8,4 \text{ m} < 20 \text{ m (εντός ορίων)}$$

Φόρτιση στερεών μείγματος της ομογενοποιημένης ιλύος:

$$U_{στερεών,μείγματος} = \frac{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Pi K} \cdot C_{TSS,\Delta\Pi K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} \cdot C_{TSS,\Delta\Delta K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\chi K} \cdot C_{TSS,\Delta\chi K}}{A}$$

$$= \frac{\left(50,03 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{5 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} + 160,4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{1,2 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} + 2,3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{8 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} \right) \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg}}{1000 \text{ g}}}{55 \text{ m}^2}$$

$$\rightarrow U_{στερεών,μείγματος} = 83,8 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$$

Επιφανειακή Φόρτιση:

$$E\Phi_{μείγματος} = \frac{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Pi K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\chi K}}{A} = \frac{50,03 \text{ m}^3 \text{d}^{-1} + 160,4 \text{ m}^3 \text{d}^{-1} + 2,3 \text{ m}^3 \text{d}^{-1}}{55 \text{ m}^2}$$

$$\rightarrow E\Phi_{μείγματος} = 3,8 \text{ m d}^{-1}$$

Απαιτούμενη παροχή αραίωσης

Επειδή $E\Phi_{μείγματος}$ είναι μικρότερη από $16 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$, προστίθεται ποσότητα νερού από την εκροή της ΔΔΚ, ώστε η $E\Phi_{μείγματος}$ να φτάσει την $E\Phi_{\min} = 16 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$. Η απαιτούμενη παροχή αραίωσης υπολογίστηκε ως εξής:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{αραιώσεως}} &= A \cdot E\Phi_{\min} - (\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Pi K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\chi K}) \\
 &= 55\text{m}^2 \cdot 16\text{md}^{-1} - (50,03\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1} + 160,4\text{m}^3 \text{d}^{-1} + 2,3\text{m}^3 \text{d}^{-1}) \rightarrow Q_{\text{αραιώσεως}} \\
 &= 667,3\text{m}^3 \text{d}^{-1}
 \end{aligned}$$

Συνολική παροχή του μείγματος στερεών και νερού:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ολικό}} &= Q_{\text{αραιώσεως}} + (\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Pi K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\chi K}) \\
 &= 667,3\text{m}^3 \text{d}^{-1} + (50,03\text{m}^3 \text{d}^{-1} + 160,4\text{m}^3 \text{d}^{-1} + 2,3\text{m}^3 \text{d}^{-1}) \\
 \rightarrow Q_{\text{ολικό}} &= 880\text{m}^3 \text{d}^{-1}
 \end{aligned}$$

Συγκέντρωση στερεών στο αραιωμένο μείγμα:

$$\begin{aligned}
 C_{\text{μείγματος}} &= \frac{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Pi K} \cdot C_{TSS,\Delta\Pi K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} \cdot C_{TSS,\Delta\Delta K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\chi K} \cdot C_{TSS,\Delta\chi K}}{Q_{\text{ολικό}}} \\
 &= \frac{\left(50,03\text{m}^3 \text{d}^{-1} \cdot \frac{5\text{gr}}{100\text{mL}} + 160,4\text{m}^3 \text{d}^{-1} \cdot \frac{1,2\text{gr}}{100\text{mL}} + 2,3\text{m}^3 \text{d}^{-1} \cdot \frac{8\text{gr}}{100\text{mL}} \right) \frac{10^3\text{mL}}{\text{L}} \frac{10^3\text{mg}}{\text{g}}}{880,03\text{m}^3 \text{d}^{-1}} \\
 \rightarrow C_{\text{μείγματος}} &= 5239\text{mgL}^{-1} \text{ ή } 0,52\%
 \end{aligned}$$

Βάθος:

- Επιλέχθηκε βάθος 1,4m για την ζώνη καθίζησης
- Επιλέχθηκε συγκέντρωση της πυκνωμένης λάσπης 7% για την ζώνη πύκνωσης. Επομένως:

$$C_{\text{πυκν}} = \frac{7 + 0,52}{2} = 3,76\%$$

Το βάθος της ζώνης πύκνωσης:

$$\begin{aligned}
 H_{\text{πύκνωσης}} &= \frac{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Pi K} \cdot C_{TSS,\Delta\Pi K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\Delta K} \cdot C_{TSS,\Delta\Delta K} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\chi K} \cdot C_{TSS,\Delta\chi K}}{C_{\text{πύκνωσης}} \cdot A} \\
 &= \frac{\left(50,03\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{5\text{gr}}{100\text{mL}} + 160,4\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{1,2\text{gr}}{100\text{mL}} + 2,3\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{8\text{gr}}{100\text{mL}} \right)}{\frac{2,76\text{g}}{100\text{mL}} \cdot 55\text{m}^2} \\
 &\cdot 1\text{d} \rightarrow H_{\text{πύκνωσης}} = 2,23\text{m}
 \end{aligned}$$

Το συνολικό βάθος του υγρού είναι:

$$\begin{aligned}
 H_{\text{παχ.}} &= H_{\text{καθ.}} + H_{\text{πυκν.}} = 1,4 + 2,23 \rightarrow H_{\text{παχ.}} = 3,6\text{m} \\
 H_{\text{παχ.}} &= H_{\text{καθ.}} + H_{\text{πυκν.}} = 1,4 + 2,23 \rightarrow H_{\text{παχ.}} = 3,6\text{m} \text{ (εντός ορίων)}
 \end{aligned}$$

Όγκος του παχυντή:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{παχ.}} &= A \cdot H_{\text{παχ.}} = 55\text{m}^2 \cdot 3,6\text{m} \rightarrow V_{\text{παχ.}} = 198\text{m}^3 \\
 V_{\text{παχ.}} &= A \cdot H_{\text{παχ.}} = 55\text{m}^2 \cdot 3,6\text{m} \rightarrow V_{\text{παχ.}} = 198\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Χρόνος παραμονής:

$$\tau_{\text{παχ.}} = \frac{V_{\text{παχ.}}}{Q_{\text{ολικό}}} = \frac{198\text{m}^3}{880\text{m}^3 \text{d}^{-1}} \rightarrow \tau_{\text{παχ.}} = 0,225\text{d} \approx 5,4\text{h}$$

Ροπή ξέστρου:

$$T = W \cdot R^2$$

Όπου,

T= ροπή στρέψης του ξέστρου (kg· m)

W= ομοιόμορφο φορτίο, χαρακτηριστικό της λάσπης (kg ·m⁻¹)

R= ακτίνα της δεξαμενής πάχυνσης (m)

Επιλέχθηκε ομοιόμορφο φορτίο W=40 kg ·m⁻¹

$$T = W \cdot R^2 = 40kg \cdot m^{-1}(4.2m)^2 \rightarrow T = 705,6kg \cdot m$$

Ισχύς ηλεκτροκινητήρα:

$$P = \frac{T \cdot g \cdot u}{R \cdot n}$$

Όπου,

P= ισχύς (Watt)

T= ροπή στρέψης του ξέστρου (kg ·m)

g= επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m·s⁻¹)

u= γραμμική ταχύτητα του ξέστρου (2 m· min⁻¹)

R= ακτίνα του ξέστρου σε (m)

n= απόδοση του κινητήρα

$$P = \frac{T \cdot g \cdot u}{R \cdot n} = \frac{705,6kg \cdot m \cdot 9,81m \cdot s^{-1} \cdot 2m \cdot min^{-1} \cdot \frac{min}{60sec}}{4,2m \cdot 0,7} \rightarrow P = 78,5W$$

Ισοζύγιο μάζας στερεών:Εισροή ιλύος

Η μάζα των στερεών στην εισροή ιλύος:

$$\begin{aligned} M_{\text{ιλύος}} &= \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΠΚ}} \cdot C_{TSS,\Delta\text{ΠΚ}} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΔΚ}} \cdot C_{TSS,\Delta\text{ΔΚ}} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΧΚ}} \cdot C_{TSS,\Delta\text{ΧΚ}} = \\ &\left(50,03m^3 \cdot d^{-1} \cdot \frac{5gr}{100mL} + 160,4m^3 \cdot d^{-1} \cdot \frac{1,2gr}{100mL} + 2,3m^3 \cdot d^{-1} \cdot \frac{8gr}{100mL} \right) \frac{10^6mL}{m^3} \frac{kg}{1000g} \rightarrow M_{\text{ιλύος}} \\ &= 4610,3kg \cdot d^{-1} \end{aligned}$$

Πυκνωμένη ιλύς

Παροχή:

$$Q_{\text{in}} \cdot C_{\text{in}} = Q_{\text{πυκν.}} \cdot C_{\text{πυκν.}} + Q_{\text{υπερ.}} \cdot C_{\text{υπερ.}}$$

Όπου,

Q_{in}=Q_{ιλύος}

$$C_{\text{in}} = \frac{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΠΚ}} \cdot C_{\Delta\text{ΠΚ}} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΔΚ}} \cdot C_{\Delta\text{ΔΚ}} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΧΚ}} \cdot C_{\Delta\text{ΧΚ}}}{\dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΠΚ}} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΔΚ}} + \dot{Q}_{\eta\mu,w,\Delta\text{ΧΚ}}}$$

Q_{πυκν.} , C_{πυκν.} : Παροχή και συγκέντρωση της πυκνωμένης ιλύος

Q_{υπερ.} , C_{υπερ.} : Παροχή και συγκέντρωση της υπερχειλίσσης

Επομένως,

$$Q_{\text{ιλδς}} \cdot C_{\text{ιλδς}} = Q_{\text{πυκν.}} \cdot C_{\text{πυκν.}} + Q_{\text{υπερ.}} \cdot C_{\text{υπερ.}} \rightarrow$$

$$Q_{\text{ιλδς}} \cdot C_{\text{ιλδς}} = Q_{\text{πυκν.}} \cdot C_{\text{πυκν.}} + (Q_{\text{ολ.}} - Q_{\text{πυκν.}}) \cdot C_{\text{υπερ.}} \rightarrow$$

$$Q_{\text{πυκν.}} = \frac{Q_{\text{ιλδς}} \cdot C_{\text{ιλδς}} - Q_{\text{ολ.}} \cdot C_{\text{υπερ.}}}{C_{\text{πυκν.}} - C_{\text{υπερ.}}}$$

$$= \frac{\left(50,03 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{5 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} + 160,4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{1,2 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} + 2,3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{8 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} \right) - 880 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{0,05 \text{ gr}}{100 \text{ mL}}}{\frac{7 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} - \frac{0,05 \text{ gr}}{100 \text{ mL}}}$$

$$\rightarrow Q_{\text{πυκν.}} = 60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

Η μάζα των στερεών στην πυκνωμένη ιλύ είναι:

$$M_{\text{πυκν.}} = Q_{\text{πυκν.}} \cdot 7\% = 60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{7 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg}}{1000 \text{ g}}$$

$$\rightarrow M_{\text{πυκν.}} = 4200 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

Το ποσοστό απομάκρυνσης είναι:

$$\text{Ποσοστό απομάκρυνσης} = \frac{M_{\text{πυκν.}}}{Q_{\text{ιλδς}} \cdot C_{\text{ιλδς}}}$$

$$= \frac{4200 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}}{\left(50,03 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{5 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} + 160,4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{1,2 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} + 2,3 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{8 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} \right) \frac{10^6 \text{ mL}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg}}{1000 \text{ g}}}$$

$$\rightarrow \text{Ποσοστό απομάκρυνσης} = 0,91\%$$

Υπερχείλιση:

Παροχή:

$$Q_{\text{υπερχ.}} = Q_{\text{ολ.}} - Q_{\text{πυκν.}} = 880 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} - 60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} = 820 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

Η μάζα στερεών στην υπερχείλιση είναι:

$$M_{\text{υπερχ.}} = Q_{\text{υπερχ.}} \cdot 0,05\% = 820 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \frac{0,05 \text{ gr}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg}}{1000 \text{ g}} \rightarrow$$

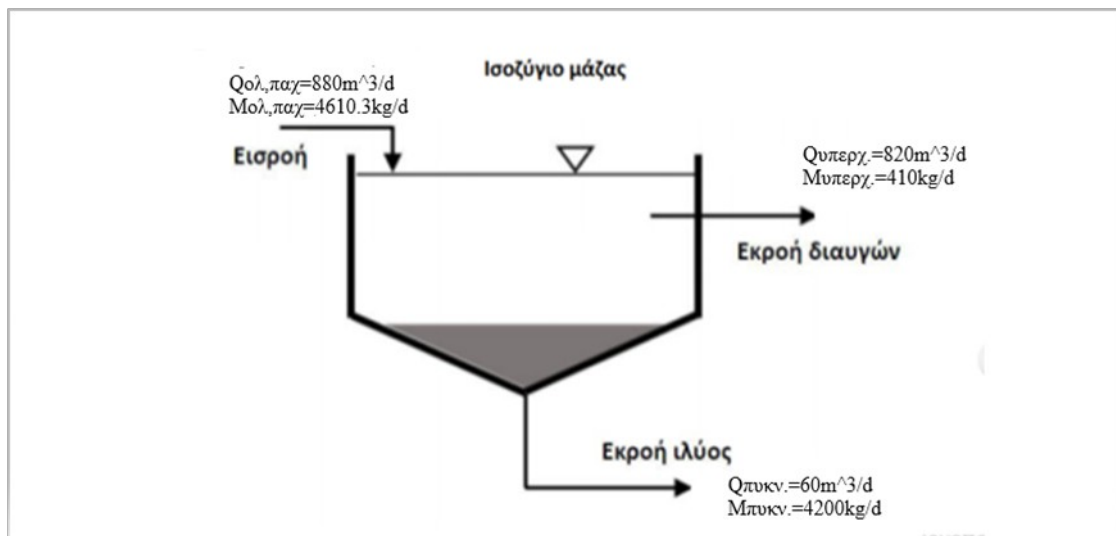
$$M_{\text{υπερχ.}} = 410 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$$

Κλίση πυθμένα:

Επιλέχτηκε κλίση πυθμένα 1:5

Μήκος υπερχειλιστή:

$$L_{\text{υπερχ.}} = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi 4,2 \text{ m} \rightarrow L_{\text{υπερχ.}} = 26,4 \text{ m}$$



Χαρακτηριστικά ΑΧ	
Παράμετρος	Τιμή
Διάμετρος	8,4m
Ύψος	3,6m
Μήκος υπερχειλιστή	26,4m
Κλίση πυθμένα	1:5
Ροπή ξέστρου	705,6kgm
Ισχύς ηλεκτροκινητήρα	78,5W
Εξοπλισμός	
Ξέστρο με κάθετες μπάρες	✓
Ηλεκτροκινητήρας	✓

4.15 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Στην δεξαμενή ομογενοποίησης ιλύος συγκεντρώνονται οι ιλύες που προέρχονται από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και χημικής καθίζησης. Η δεξαμενή ομογενοποίησης λειτουργεί και ως και ως δεξαμενή εξισορρόπησης της ροής ιλύος, παρέχοντας σταθερή παροχή προς την δεξαμενή πύκνωσης της ιλύος. Η ΔΟΙ είναι αεριζόμενη ώστε να αποφευχθούν αναερόβιες συνθήκες.

Σχεδιασμός:

Όγκος:

$$V_{ΔΟΙ} = \frac{1}{6} d \cdot \dot{Q}_{\eta\mu} \cdot \sigma$$

Όπου,

$V_{\Delta OI}$: όγκος της ΔΟΙ (m^3)

$\dot{Q}_{\eta\mu}$: $Q_{ολικό}$ $\dot{Q}_{\eta\mu}$: $Q_{ολικό}$ ($m^3 \cdot d^{-1}$)

σ : συντελεστής ασφαλείας

Επομένως,

$$V_{\Delta OI} = \frac{1}{6} d \cdot \dot{Q}_{\eta\mu} \cdot \sigma = \frac{1}{6} d \cdot 880 m^3 \cdot d^{-1} \cdot 2 = 293 m^3$$

Ύψος:

Επιλέχθηκε ύψος δεξαμενής $H=5m$

Διάμετρος:

Προκύπτει διάμετρος

$$V = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot H \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot H}} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot 293 m^3}{\pi \cdot 5 m}} \rightarrow D = 8,6 m$$

Χαρακτηριστικά ΔΟΙ	
Παράμετρος	Τιμή
Διάμετρος (m)	8,6
Ύψος (m)	5
Όγκος (m^3)	293

4.16 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

Κατά την αναερόβια χώνευση λαμβάνει χώρα η αποσύνθεση της οργανικής και ανόργανης ιλύος απουσία μοριακού οξυγόνου. Σκοπός της είναι αφενός η σταθεροποίηση της συμπυκνωμένης ιλύος που προέρχεται από της δεξαμενή πάχυνσης και αφετέρου η παραγωγή ικανής ποσότητας βιοαερίου έτσι ώστε να μπορεί να καλυφθεί μέρος των ενεργειακών απαιτήσεων της εγκατάστασης και στην καλύτερη περίπτωση να είναι εφικτή η επίτευξη κέρδους από την πώληση της περίσσειας της παραγόμενης ενέργειας.

Η αναερόβια χώνευση είναι μία γενικά περίπλοκη βιοχημική διεργασία όπου λαμβάνουν μέρος μία σειρά από μικροοργανισμούς. Η πρώτη φάση της διακρίνεται από τον σχηματισμό οργανικών οξέων, κυρίως οξικού οξέος, από ειδικά οξεογενή βακτήρια, ενώ στην δεύτερη φάση τα οργανικά οξέα μετατρέπονται παρουσία ειδικών μεθανιογενών βακτηρίων σε κορεσμένους υδρογονάνθρακες (μεθάνιο) και σε άλλα προϊόντα όπως διοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και νερό.

$Q_{\text{εισόδου}}$	$60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
C_{TSS}	7%

Ποιοτικά χαρακτηριστικά:

$T=36^\circ\text{C}$

$VSS=60\% \text{ TSS}$

Χρόνος παραμονής (SRT):

$$\%VSS_d = 13,7 \cdot \ln SRT + 18,9 \rightarrow 60\% = 13,7 \cdot \ln SRT + 18,9 \rightarrow SRT = 20d$$

Όγκος ιλύος στον αναερόβιο χωνευτή:

$$V_{AX} = V_{\text{ιλύος}} = SRT \cdot Q_{\text{εισόδου}} = 20d \cdot 60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \rightarrow V_{AX} = V_{\text{ιλύος}} = 1200 \text{ m}^3$$

Επιφάνεια αναερόβιου χωνευτή:

Θεωρώντας βάθος δεξαμενής $H=6\text{m}$ τότε:

$$A_{AX} = \frac{V_{\text{ιλύος}}}{H} = \frac{1200 \text{ m}^3}{6 \text{ m}} \rightarrow A_{AX} = 200 \text{ m}^2$$

Διάμετρος:

$$D_{AX} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{AX}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 200 \text{ m}^2}{\pi}} \rightarrow D_{AX} = 16 \text{ m}$$

Ύψος:

Το ύψος προσαυξάνεται κατά 0,5m, για προσωρινή αποθήκευση του βιοαερίου.

Συνεπώς,

$$H_{AX} = 6 \text{ m} + 0,5 \text{ m} \rightarrow H_{AX} = 6,5 \text{ m}$$

Συνολικός όγκος του αναερόβιου χωνευτή:

$$V_{AX} = A_{AX} \cdot H_{AX} = 200 \text{ m}^2 \cdot 6,5 \text{ m} \rightarrow V_{AX} = 1300 \text{ m}^3$$

Ισοζύγιο στερεών και βιοαερίου:

Η παροχή στερεών στην είσοδο είναι $4200 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$

Το 1 kg εισερχόμενων Ολικών στερεών (TSS), αποτελείται από 0,3 kg Μη Πτητικά Στερεά (NVSS) και 0,7 Πτητικά Στερεά (VSS). Από τα πτητικά στερεά το 60% απομακρύνεται καθώς μετατρέπεται σε βιοαέριο. Τα υπόλοιπα 40% VSS μαζί με τα 0,3 kg (NVSS) αποτελούν τα $TSS_{\text{εξόδου}}$ τα οποία εξέρχονται ως ιλύς και οδηγούνται για περαιτέρω επεξεργασία.

Συγκέντρωση στερεών στην έξοδο του Αναερόβιου Χωνευτή:

$$\begin{aligned} VSS_{\text{εξόδου}} &= \frac{M_{\text{εισόδου}} \cdot (0,7 \text{ kg VSS} \cdot 40\%)}{1 \text{ kg TSS}} = \frac{4200 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot (0,7 \text{ kg VSS} \cdot 40\%)}{1 \text{ kg TSS}} \rightarrow VSS_{\text{εξόδου}} \\ &= 1176 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NVSS_{\text{εξόδου}} &= \frac{M_{\text{εισόδου}} \cdot (0,3 \text{ kg NVSS})}{1 \text{ kg TSS}} = \frac{4200 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} \cdot (0,3 \text{ kg NVSS})}{1 \text{ kg TSS}} \rightarrow NVSS_{\text{εξόδου}} \\ &= 1260 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1} \end{aligned}$$

$$TSS_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon} = VSS_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon} + NVSS_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon} = 1176kg \cdot d^{-1} + 1260kg \cdot d^{-1}$$

$$\rightarrow TSS_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon} = 2436kg \cdot d^{-1}$$

$$C_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon} = \frac{TSS_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon}}{Q_{\varepsilon\iota\sigma\delta\delta\sigma\upsilon}} = \frac{2436kg \cdot d^{-1}}{60m^3 \cdot d^{-1}} \rightarrow C_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon} = 41kg \cdot m^3 = 0,041gr \cdot ml^{-1} \rightarrow C_{\varepsilon\xi\delta\delta\sigma\upsilon} = 4,1\%$$

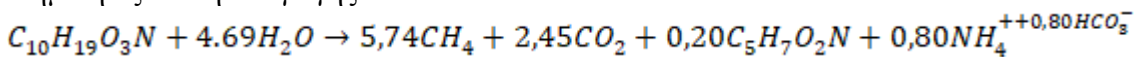
Η ποσότητα των VSS που μετατρέπονται σε βιοαέριο:

$$VSS_{destroyed} = \frac{M_{\varepsilon\iota\sigma\delta\delta\sigma\upsilon} \cdot (0,7kgVSS \cdot 60\%)}{1kgTSS} = \frac{4200kg \cdot d^{-1} \cdot (0,7kgVSS \cdot 60\%)}{1kgTSS} \rightarrow VSS_{destroyed}$$

$$= 1764kg \cdot d^{-1}$$

Παραγόμενος όγκος βιοαερίου και μεθανίου την ημέρα:

Χημική εξίσωση αναγωγής VSS:



Για 201 kg VSS παράγονται 91,84 kg CH₄ άρα για $1764kg \cdot d^{-1}$ θα παραχθούν 806 kg $\cdot d^{-1}$ CH₄.

Για $P_{CH_4} = 0,657 kg \cdot m^{-3}$ → ο όγκος του παραγόμενου CH₄ θα είναι $1227m^3 \cdot d^{-1}$ ενώ ο όγκος του βιοαερίου θα είναι $1753m^3 \cdot d^{-1}$.

Ενέργεια του βιοαερίου:

$$E_{\beta\iota\omicron\alpha\epsilon\rho\iota\upsilon} = E_{CH_4} = 806kg \cdot d^{-1} \cdot 50,1MJ \cdot kg^{-1} = 40380MJ \cdot d^{-1} \rightarrow$$

$$E_{\beta\iota\omicron\alpha\epsilon\rho\iota\upsilon} = 40,4GJ \cdot d^{-1} = 467kW$$

Απαιτούμενη ισχύς για την ανάδευση της ιλύος:

$$P = \frac{V_{\iota\lambda\upsilon\sigma\varsigma} \cdot 0,005kW}{1m^3 \iota\lambda\upsilon\sigma\varsigma} = \frac{1200m^3 \cdot 0,005kW}{1m^3 \iota\lambda\upsilon\sigma\varsigma} \rightarrow P = 6kW$$

Λόγος ακτίνας : βάθους :

$$\frac{R_{AX}}{H_{AX}} = \frac{8m}{6,5m} = 1,2 > 0,7 \text{ Αποτελεσματική ανάμειξη}$$

Θερμότητα που απαιτείται για θέρμανση της ιλύος:

$$q_s = Q \cdot C_s \cdot (T_2 - T_1)$$

Όπου,

q_s = Απαιτούμενη θερμότητα ανά ημέρα ($kJ \cdot d^{-1}$)

Q = Μάζα της λάσπης (στερεό+ υγρό) ($kg \cdot d^{-1}$)

C_s = Ειδική θερμότητα ιλύος ($=4,2 kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)

T_1 = θερμοκρασία ιλύος στην εισροή ($^\circ C$)

T_2 = θερμοκρασία στο χωνευτή ($=36^\circ C$)

Επιλέχθηκε θερμοκρασία ιλύος στην εισροή $T_1 = 15^\circ C$

$$q_s = Q \cdot C_s \cdot (T_2 - T_1) = \frac{4200kgd^{-1}}{7\% \text{στερεά}} \cdot 4,2kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1} \cdot (36 - 15)^\circ C = 5292000kJ \cdot d^{-1} \rightarrow q_s$$

$$= 61,3kW$$

Απώλειες θερμότητας:

$$q = U \cdot A \cdot (T_2 - T_1)$$

Όπου,

q= απώλειες θερμότητας (W)

U=σταθερά μεταφορά θερμότητας ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)

A= επιφάνεια μέσω της οποίας γίνεται η απώλεια (m^2)

T₁=θερμοκρασία αέρα ή εδάφους ($^\circ\text{C}$)

T₂=θερμοκρασία λάσπης στο χωνευτή ($^\circ\text{C}$)

Από τον πίνακα των σημειώσεων χαρακτηριστικές τιμές της σταθεράς μεταφοράς θερμότητας U.
Προκύπτουν:

- Τα τοιχώματα του χωνευτή που θα βρίσκονται πάνω από το έδαφος θα κατασκευαστούν από σκυρόδεμα πάχους 300 mm με μόνωση στρώματος αέρα πάχους 25 mm και 100 mm τούβλα. Ο συντελεστής $U=1,53 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.
- Τα τοιχώματα που θα βρίσκονται κάτω από το έδαφος καθώς και ο πυθμένας, θα κατασκευαστούν από σκυρόδεμα πάχους 300 mm και το έδαφος αναμένεται να είναι ξηρό. Ο συντελεστής $U=0,34 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.
- Το καπάκι του χωνευτή θα κατασκευαστεί από σκυρόδεμα πάχους 100 mm με μόνωση πάχους 25 mm. Ο συντελεστής $U=1,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Υπολογισμός απωλειών:

- Απώλειες από καπάκι

Θεωρείται ελάχιστη θερμοκρασία αέρα 3°C

$$\begin{aligned} q_{\text{καπ}} &= U_{\text{καπ}} \cdot A_{\text{καπ}} \cdot (T|AX - T_{\text{αέρας}}) = U_{\text{καπ}} \cdot \frac{\pi \cdot D_{\text{καπ}}^2}{4} (T|AX - T_{\text{αέρας}}) \\ &= 1,4 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot \frac{\pi \cdot (1\text{m})^2}{4} (36 - 3)^\circ\text{C} \cdot \frac{86400\text{s}}{1\text{d}} \cdot \frac{1\text{kJ}}{1000\text{J}} \rightarrow \end{aligned}$$

$$q_{\text{καπ}} = 3135,1 \text{ kJ} \cdot \text{d}^{-1}$$

- Απώλειες άνω μέρος χωρίς το καπάκι

$$\begin{aligned} q_{\text{άνω}} &= U_{\text{άνω}} \cdot A_{\text{άνω}} \cdot (T|AX - T_{\text{αέρας}}) = U_{\text{άνω}} \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_{\text{AX}}^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_{\text{καπ}}^2}{4} \right) \cdot (T|AX - T_{\text{αέρας}}) \\ &= 1,4 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot \left(\frac{\pi \cdot (16\text{m})^2}{4} - \frac{\pi \cdot (1\text{m})^2}{4} \right) (36 - 3)^\circ\text{C} \cdot \frac{86400\text{s}}{1\text{d}} \cdot \frac{1\text{kJ}}{1000\text{J}} \rightarrow \end{aligned}$$

$$q_{\acute{\alpha}\nu\omega} = 799034,5kJ \cdot d^{-1}$$

- Απώλειες από τοιχώματα πάνω από το έδαφος

Θεωρείται ελάχιστη θερμοκρασία αέρα 3°C

$$\begin{aligned} q_{\text{τοιχ.άνω}} &= U_{\text{τοιχ.άνω}} \cdot A_{\text{τοιχ.άνω}} \cdot (T|AX - T_{\text{αέρας}}) = U_{\text{τοιχ.άνω}} \cdot \pi \cdot D_{AX} \cdot 2,17m \cdot (T|AX - T_{\text{αέρας}}) \\ &= 1,53Js^{-1}m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1} \cdot \pi \cdot 16m \cdot 2,17 \cdot (36 - 3)^\circ C \cdot \frac{86400s}{1d} \cdot \frac{1kJ}{1000J} \rightarrow \\ q_{\text{τοιχ.άνω}} &= 475585,4kJ \cdot d^{-1} \end{aligned}$$

- Απώλειες από τοιχώματα κάτω από το έδαφος

Θεωρείται ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους 8°C

$$\begin{aligned} q_{\text{τοιχ.κάτω}} &= U_{\text{τοιχ.κάτω}} \cdot A_{\text{τοιχ.κάτω}} \cdot (T|AX - T_{\text{αέρας}}) \\ &= U_{\text{τοιχ.κάτω}} \cdot \pi \cdot D_{AX} \cdot 4,33m \cdot (T|AX - T_{\text{εδαφους}}) \\ &= 0,34Js^{-1}m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1} \cdot \pi \cdot 16m \cdot 4,33m \cdot (36 - 8)^\circ C \cdot \frac{86400s}{1d} \cdot \frac{1kJ}{1000J} \rightarrow q_{\text{τοιχ.κάτω}} \\ &= 178932,1kJ \cdot d^{-1} \end{aligned}$$

- Απώλειες από τον πυθμένα

Θεωρείται ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους 8°C

$$\begin{aligned} q_{\text{πυθμ}} &= U_{\text{πυθμ}} \cdot A_{\text{πυθμ}} \cdot (T|AX - T_{\text{αέρας}}) = U_{\text{πυθμ}} \cdot \frac{\pi \cdot D_{AX}^2}{4} \cdot (T|AX - T_{\text{εδαφους}}) \\ &= 0,34Js^{-1}m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1} \cdot \pi \cdot \end{aligned}$$

$$q_{\text{πυθμ}} = 165295,2kJ \cdot d^{-1}$$

Συνολικές απώλειες:

$$\begin{aligned} q_{\text{απωλ.ολ}} &= q_{\text{καπ}} + q_{\acute{\alpha}\nu\omega} + q_{\text{τοιχ.άνω}} + q_{\text{τοιχ.κάτω}} + q_{\text{πυθμ}} \\ 3135,1kJ \cdot d^{-1} &+ 799034,5kJ \cdot d^{-1} + 475585,4kJ \cdot d^{-1} + 178932,1kJ \cdot d^{-1} + 165295,2kJ \cdot d^{-1} \\ \rightarrow q_{\text{απωλ.ολ}} &= 1621982,3kJd^{-1} = 18,8kW \end{aligned}$$

Συνολικά απαιτούμενη θερμότητα:

$$\begin{aligned} q_{\text{ολ}} &= q_{\text{απωλ.ολ}} + q_s = 1621982kJ \cdot d^{-1} + 5292000kJ \cdot d^{-1} \rightarrow \\ q_{\text{ολ}} &= 6913982kJ \cdot d^{-1} = 80kW \end{aligned}$$

Περίσσεια ενέργειας:

$$E_{\text{διαθέσιμη}} = E_{\text{βιοαερίου}} - Q_{\text{ολ}} = 467 \text{ kW} - 80 \text{ kW} = 387 \text{ kW}$$

Διαστασιολόγηση αεριοφυλακίου για την αποθήκευση βιοαερίου

Επιλέχθηκε αεριοφυλάκιο πλωτής οροφής με τα εξής χαρακτηριστικά:

- $P = 2 \text{ kPa} = 2000 \text{ Pa}$
- $\tau = 3 \text{ d}$

Ο όγκος του βιοαερίου που παράγεται κατά το διάστημα 2 ημερών είναι:

$$V_{\text{βιοαερίου}} = Q_{\text{βιοαερίου}} \cdot \tau \rightarrow V_{\text{βιοαερίου}} = 1753 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot 3 \text{ d} = 5259 \text{ m}^3$$

Όγκος του αεριοφυλακίου:

$$P_{\text{απωλειών}} \cdot V_{\text{βιοαερίου}} = P_{\text{σχετ.}} \cdot V_{\text{αεροφουλ.}}$$

Όπου,

$P_{\text{απωλειών}}$: απόλυτη πίεση (101.325 kPa)

$P_{\text{σχετ.}}$: σχετική πίεση (kPa)

$V_{\text{βιοαερίου}}$: όγκος του παραγόμενου βιοαερίου ($V = \tau \cdot Q$)

$$P_{\text{απωλειών}} \cdot V_{\text{βιοαερίου}} = P_{\text{σχετ.}} \cdot V_{\text{αεροφουλ.}}$$

$$\rightarrow 101325 \text{ Pa} \cdot 5259 \text{ m}^3 = (101325 + 2000) \text{ Pa} \cdot V_{\text{αεροφουλ.}} \rightarrow$$

$$V_{\text{αεροφουλ.}} = 5157 \text{ m}^3$$

Επιλέχθηκε συντελεστής ασφαλείας 1,2 και προκύπτει,

$$V_{\text{αεροφουλ. Σχεδιασμού}} = 5157 \text{ m}^3 \cdot 1,2 = 6188 \text{ m}^3$$

Ύψος:

Επιλέχθηκε ύψος αεριοφυλακίου 8m

Διάμετρος:

Προκύπτει διάμετρος

$$V = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot H \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot H}} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6188 \text{ m}^3}{\pi \cdot 8 \text{ m}}} \rightarrow D = 31,4 \text{ m}$$

Χαρακτηριστικά Αναερόβιου Χωνευτή	
Τύπος	Κυλινδρικός Πλήρους μείξης
Ολικό Ύψος (m)	6,5
Διάμετρος (m)	16
Ωφέλιμος όγκος (m ³)	1200
Ολικός όγκος (m ³)	1300
Χρόνος παραμονής (d)	20
Ολικά αιωρούμενα στερεά εξόδου $TSS_{εξόδου}$ (kg · d ⁻¹)	2436
Συγκέντρωση στερεών στην έξοδο (%)	4,1
Παραγόμενος όγκος βιοαερίου ανά ημέρα ($m^3 \cdot d^{-1}$)	1753
Παραγόμενος όγκος μεθανίου ανά ημέρα ($m^3 \cdot d^{-1}$)	1227
Ενέργεια βιοαερίου (kW)	467
Απαιτούμενη ισχύς ανάδευσης ιλύος (kW)	6
Απαιτούμενη ισχύς θέρμανσης ιλύος (kW)	61,3
Ισχύς απωλειών θερμότητας ΑΧ (kW)	80
Όγκος αεριοφυλακίου αποθήκευσης βιοαερίου (m ³)	6188

4.17 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Κατά την αφυδάτωση στοχεύουμε στην αύξηση της συγκέντρωσης των στερεών της λάσπης σε υψηλά επίπεδα, απομακρύνοντας την υγρασία. Ο μειωμένος όγκος λάσπης που προκύπτει μετά την αφυδάτωση βρίσκεται σε μη υγρή μορφή, κάτι που καθιστά ευκολότερη και φθηνότερη τη μεταφορά της. Έτσι, ελαχιστοποιείται το κόστος περαιτέρω επεξεργασίας (π.χ. αποτέφρωσης) και η λάσπη δεν αποτελεί ρυπαντικό παράγοντα σε περίπτωση απόθεσης στο έδαφος, λόγω της αποστράγγισης. Η αφυδάτωση πραγματοποιείται είτε με φυσική εξάτμιση και αποστράγγιση του νερού της λάσπης μέσω κλινών και λιμνών ξήρανσης είτε με διάφορα μηχανικά μέσα όπως η φυγοκέντρωση και τα φίλτρα. Το πιο συνηθισμένο μηχανικό μέσο αφυδάτωσης είναι οι ταινιοφιλτρόπρεσσες οι οποίες αποτελούνται από μίαντες-ταινίες ανάμεσα στις οποίες διέρχεται η λάσπη και συμπιέζεται. Ένα μέρος του νερού της λάσπης διηθείται με βαρύτητα και απομακρύνεται υπό μορφή στραγγισμάτων και το υπόλοιπο συμπιέζεται ανάμεσα στις ταινίες. Η αφυδατωμένη λάσπη καταλήγει σε μεταφορική ταινία που βρίσκεται στην έξοδο ταινιοφιλτρόπρεσσας η οποία οδηγεί σε έναν αποθηκευτικό χώρο, ο οποίος διευκολύνει τη φόρτιση της αφυδατωμένης λάσπης στα μέσα μεταφοράς για τον τελικό χώρο της διάθεσής τους, στον οποίο πραγματοποιείται κομποστοποίηση της εναπομείναντας ιλύος, η οποία είναι χρήσιμη για τις καλλιέργειες της περιοχής.

$Q_{\text{εισόδου}}$	$60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$
C_{TSS}	4,1

Για τον σχεδιασμό της ταινιοφιλτροπρέσσας ορίζεται το ωράριο λειτουργίας στις 8 ώρες τη μέρα ,5 μέρες την εβδομάδα από Δευτέρα έως Παρασκευή.

Με βάση την παροχή ιλύος $Q_{\text{ιλύος}}$ και την πυκνότητα ιλύος ριλύος, υπολογίζονται τα στερεά που παράγονται κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας ,σε υγρή $Q_{\text{WS-wk}}$ και ξηρή $Q_{\text{DS-wk}}$ βάση.

$$Q_{\text{WS-wk}} = Q_{\text{ιλύος}} \cdot \rho_{\text{ιλύος}} \cdot 7 \text{ d} \cdot \text{wk}^{-1} = 60 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot 1,02 \text{ tn} \cdot \text{m}^{-3} 7 \text{ d} \cdot \text{wk}^{-1} = 428,4 \text{ tn} \cdot \text{wk}^{-1}$$

$$Q_{\text{DS-wk}} = Q_{\text{WS-wk}} \cdot C_{\text{ιλύος}} = 428,4 \text{ tnwk} - 14,1\% = 17,6 \text{ tn} \cdot \text{wk}^{-1}$$

Στη συνέχεια, υπολογίζονται η ημερήσια και ωριαία παραγωγή στερεών , σε ξηρή βάση , για τις ημέρες και ώρες λειτουργίας της ταινιοφιλτρόπρεσσας.

Θεωρούμε λειτουργία $8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ και $5 \text{ d} \cdot \text{wk}^{-1}$

$$\text{Ημερήσια παραγωγή} = \frac{Q_{\text{DS-wk}}}{5 \text{ d} \cdot \text{wk}^{-1}} = 3,5 \text{ tn} \cdot \text{d}^{-1}$$

$$\text{Ωριαία παραγωγή} = \frac{\text{Ημερήσια παραγωγή}}{8 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}} = 0,44 \text{ tn} \cdot \text{h}^{-1}$$

Θεωρούμε:

- Χρόνο λειτουργίας: $8h \cdot d^{-1}$ και $5d \cdot wk^{-1}$
- Ρυθμός φορτίου ταινιοφιλτρόπρεσσας : $250kg \cdot m^{-1} \cdot h^{-1}$ (Απο σχετικό πίνακα)
- Συγκέντρωση στερεών στην αφυδατωμένη ιλύ $C_{αφυδ.}: 22\%$
- Συγκέντρωση στερεών στα στραγγίδια $C_{στραγγ.}: 0,09\%$
- Παροχή νερού πλύσης: $5,4 L \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$
- Χρήση πολυηλεκτρολύτη: 6kg ανα kg ξηρών στερεών
- Ειδικες βαρύτητες:
 Τροφοδοσία ιλύος: $1,02 tn \cdot m^{-3}$
 Αφυδατωμένη ιλύς= $1,07 tn \cdot m^{-3}$
 Στραγγίδια= $1,01 tn \cdot m^{-3}$
- Συγκέντρωση πολυηλεκτρολύτη στο διάλυμα τροφοδοσίας: $1,5 g \cdot L^{-1}$

Η λειτουργία της ταινιοφιλτρόπρεσσας θα διαρκεί $8h \cdot d^{-1}$ και $5d \cdot wk^{-1}$, πρέπει να σχεδιαστεί μια δεξαμενή αποθήκευσης της ιλύος, στην οποία θα αποθηκεύεται η ιλύς για το χρονικό διάστημα από τη Παρασκευή (απόγευμα), έως Δευτέρα (πρωί), όπου το προσωπικό δεν θα βρίσκεται στην ΕΕΛ. Επομένως, για την διαστασιολόγηση της δεξαμενής θα λαμβάνουμε υπόψη 3 ημέρες τροφοδοσίας.

Ο όγκος της δεξαμενής υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{δεξ} = Q_{ιλύος} \cdot \tau \cdot \text{Συντ. Ασφαλείας} = 60m^3 d^{-1} \cdot 3d \cdot 1,5 = 270m^3$$

Θεωρούμε τη κατασκευή δεξαμενής τετραγωνικής διατομής με ύψος 4m

οπότε οι διαστάσεις της δεξαμενής προκύπτουν

$$\text{Μήκος} \cdot \text{Πλάτος} \cdot \text{Ύψος} = 8,5m \cdot 8,5m \cdot 4m$$

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο ωριαίος ρυθμός παραγωγής ιλύος για τα υγρά και ξηρά βιοστερεά (για αναερόβια χωνεμένη ιλύ, λαμβάνεται $\rho_{ιλύος} = 1,02tn \cdot m^{-3}$)

$$M_{WS-h} = \frac{Q_{\text{ιλύος}} \cdot 7d \cdot wk^{-1} \cdot 1,02tn \cdot m^{-3} \cdot \frac{1000kg}{1tn}}{5d \cdot wk^{-1} \cdot 8h \cdot d^{-1}}$$

$$= \frac{60 m^3 \cdot d^{-1} \cdot 7d \cdot wk^{-1} \cdot 1,02 tn \cdot m^{-3} \cdot \frac{1000kg}{1tn}}{5d \cdot wk^{-1} \cdot 8h \cdot d^{-1}} = 10710 kg \cdot h^{-1}$$

$$M_{DS-h} = M_{WS-h} \cdot C_{\text{ιλύος}} = Q_{DS-h} = 10710 kg \cdot h^{-1} \cdot 4,1\% = 439,11 kg \cdot h^{-1}$$

- Το πλάτος της ταινιοφιλτρόπρεσσας υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Πλάτος ταινίας} = \frac{M_{DS-h}}{\text{Φορτίο ταινιοφιλτρ.}} \Rightarrow \text{Πλάτος ταινίας} = \frac{439,11 kg \cdot h^{-1}}{250 kg \cdot m^{-1} \cdot h^{-1}} = 1,76 m$$

Επιλέγεται πλάτος ταινίας ίσο με 2 m

- Ισοζύγια στερεών

Αρχικά, υπολογίζεται το ισοζύγιο στερεών για τα ρεύματα εισόδου, αφυδατωμένης ιλύος και στραγγιδίων

$$M_{DS-h} = Q_{\text{αφυδ.}} \cdot C_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}} \cdot C_{\text{στραγγ.}}$$

$$\Rightarrow 439,11 kg \cdot h^{-1} = Q_{\text{αφυδ.}} \cdot \frac{22g}{100ml} \cdot \frac{10^6 ml}{1m^3} \cdot \frac{1kg}{1000g} \cdot 1,07 + Q_{\text{στραγγ.}} \cdot \frac{0,09g}{100ml} \cdot \frac{10^6 ml}{1m^3} \cdot \frac{1kg}{1000g} \cdot 1,01$$

$$\Rightarrow 439,11 kg \cdot h^{-1} = 235,4 kg \cdot m^{-3} \cdot Q_{\text{αφυδ.}} + 0,909 kg \cdot m^{-3} \cdot Q_{\text{στραγγ.}} \quad (1)$$

Απο την εξίσωση (1) προκύπτουν δύο άγνωστοι. Για την εύρεσή τους, αναπτύσσεται το ισοζύγιο παροχών ιλύος, νερού πλύσης, αφυδατωμένης ιλύος και διηθήματος. Επομένως,

$$Q_{\text{ιλύος}} + Q_{\text{πλύσης}} = Q_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}} = (5,4m^3 \cdot h^{-1} \cdot m^{-1} \cdot 2m) + \left(60m^3 \cdot d^{-1} \cdot \frac{7d \cdot wk^{-1}}{5d \cdot wk^{-1} \cdot 8h \cdot d^{-1}}\right) =$$

$$Q_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}} \Rightarrow 10,8m^3 \cdot h^{-1} + 10,5m^3 \cdot h^{-1} = Q_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}}$$

$$\Rightarrow 21,3m^3 \cdot h^{-1} = Q_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}} \Rightarrow 21,3m^3 \cdot h^{-1} = Q_{\text{αφυδ.}} + Q_{\text{στραγγ.}} \quad (2)$$

Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (1) και (2), υπολογίζονται οι παροχές της αφυδατωμένης ιλύος και των στραγγιδίων. Από την εξίσωση (2) έχουμε ότι:

$$(2) \Rightarrow Q_{\alpha\varphi\upsilon\delta} = 21,3m^3 \cdot h^{-1} - Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.} \Rightarrow Q_{\alpha\varphi\upsilon\delta} = 21,3m^3 \cdot h^{-1} - Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}$$

Αντικαθιστώντας στην εξίσωση (1) ,η παροχή στραγγιδίων είναι:

$$(1) \Rightarrow 439,11kg \cdot h^{-1} = 235,4 \cdot m^{-3} (21,3m^3 \cdot h^{-1} - Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}) + 0,909kg \cdot m^{-3} \cdot Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}$$

$$\Rightarrow Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.} = 19,50m^3 \cdot h^{-1}$$

Αντίστοιχα, αντικαθιστώντας το $Q_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}$ στην εξίσωση (2) έχουμε:

$$(2) \Rightarrow Q_{\alpha\varphi\upsilon\delta} = 1,8m^3 \cdot h^{-1} \Rightarrow Q_{\alpha\varphi\upsilon\delta} = 1,8m^3 \cdot h^{-1}$$

Η παροχή στερεών των στραγγισμάτων και της αφυδατωμένης ιλύος είναι:

$$M_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.} = 19,50m^3 \cdot h^{-1} \cdot \frac{0,09g}{100ml} \cdot \frac{10^6ml}{1m^3} \cdot \frac{1kg}{1000g} \cdot 1,01 = 17,7 kg \cdot h^{-1}$$

$$M_{\alpha\varphi\upsilon\delta.} = 1,8 \cdot m^3 \cdot h^{-1} \cdot \frac{22g}{100ml} \cdot \frac{10^6ml}{1m^3} \cdot \frac{1kg}{1000g} \cdot 1,07 = 423,37 kg \cdot h^{-1}$$

Η ποσοστιαία απομάκρυνση των στερεών υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Απομάκρυνση στερεών} = \frac{M_{DS-h.} - M_{\sigma\tau\rho\alpha\gamma\gamma.}}{M_{DS-h.}} = \frac{439,11kg \cdot h^{-1} - 19,5kg \cdot h^{-1}}{439,11kg \cdot h^{-1}} = 95,6\%$$

Τέλος, σχεδιάζεται η δεξαμενή τροφοδοσίας του πολυηλεκτρολύτη .

Απο τον Πίνακα, για μείγμα πρωτοβάθμιας ιλύος +WAS αναερόβια χωνεμένης , απαιτούνται 3-8 g ξηρού πολυηλεκτρολύτη ανά 1kg ξηρών στερεών. Επιλέγεται η μέση τιμή 5,5g ξηρού πολυηλεκτρολύτη ανά 1kg ξηρών στερεών και παρασκευή διαλύματος σε ημερήσια βάση . Η συγκέντρωση του πολυηλεκτρολύτη στο διάλυμα κυμαίνεται μεταξύ 1-2 kg πολυηλεκτρολύτη ανα L διαλύματος . Επιλέγεται περιεκτικότητα $1,5 \frac{kg}{L} \cdot L^{-1} \frac{kg}{L} \cdot L^{-1}$. Η τροφοδοσία γίνεται με δοσομετρική αντλία.

Υπολογίζεται η ημερήσια παροχή ξηρών στερεών (για 8ωρη λειτουργία)

$$M_{DS-h} = 8d \cdot h^{-1} \cdot M_{DS-d} = 8d \cdot h^{-1} \cdot 439,11kg \cdot h^{-1} = 3512,8 kg \cdot d^{-1}$$

Στη συνέχεια υπολογίζεται η ημερήσια απαίτηση σε πολυηλεκτρολύτη

$$M_{\text{πολυηλεκτρολύτη-d}} = \frac{6g \cdot M_{DS-d}}{1 kg \text{ ξηρών στερεών}} = \frac{6g \cdot \frac{1kg}{1000g} \cdot 3512,8kg \cdot d^{-1}}{1 kg \text{ ξηρών στερεών}} = 21,08kg \cdot d^{-1}$$

Η ημερήσια κατανάλωση διαλύματος πολυηλεκτρολύτη υπολογίζεται ως:

$$V_{\text{πολυηλεκτρολύτη-d}} = \frac{M_{\text{πολυηλεκτρολύτη-d}}}{C_{\text{πολυηλεκτρολύτη}}} = \frac{21,08kg \cdot d^{-1}}{1,5kg \cdot m^{-3}} = 14,05m^3$$

Θέτοντας συντελεστή ασφαλείας 1,2 προκύπτει

$$V_{\Delta\epsilon\chi.\text{πολυηλεκτρ.}} = 16,86 m^3$$

Για κυλινδρική δεξαμενή με βάθος ίσο με τη διάμετρο προκύπτουν οι διαστάσεις:

$$H_{\Delta\epsilon\chi.\text{πολυηλεκτρ.}} = 1,76m \quad , \quad D_{\Delta\epsilon\chi.\text{πολυηλεκτρ.}} = 1,76m$$

Υπολογίζεται παροχή της δοσομετρικής αντλίας ($L \cdot \min^{-1}$)

$$Q_{\text{δοσομ.αντλίας}} = \frac{12300L \cdot d^{-1}}{8h \cdot d^{-1}} \cdot \frac{1h}{60\min} = 26,5L \cdot \min^{-1}$$

Επιλέγεται εμβολοφόρος δοσομετρική αντλία ρυθμιζόμενης παροχής, με δυναμικότητα (

$$Q_{\text{δοσομ.αντλίας}} Q_{\text{δοσομ.αντλίας}}) 20 - 30.L \cdot \min^{-1} 20 - 30.L \cdot \min^{-1}$$

Χαρακτηριστικά Ταινιοφιλτρόπρεσσας	
Παράμετρος	Τιμή
Ρυθμός εισερχόμενης ιλύος ($kg \cdot h^{-1}$)	439,11
Πλάτος ταινίας (m)	2
Παροχή στραγγιδίων ($m^3 \cdot h^{-1}$)	19,50

Παροχή αφυδατωμένης ιλύος ($m^3 \cdot h^{-1}$)	1,8
Ποσοστιαία απομάκρυνση στερεών (%)	95,6
Ωράριο λειτουργίας	8h/d , 5d/wk
Χαρακτηριστικά δεξαμενής αποθήκευσης ιλύος (ορθογωνική)	
Μήκος (m)	8,5
Πλάτος (m)	8,5
Ύψος (m)	4
Χαρακτηριστικά δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη (κυλινδρική)	
Διάμετρος (m)	1,76
Ύψος (m)	1,76
Παροχή εμβόλου αντλίας ($L \cdot min^{-1}$)	20-30

4.18 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η κομποστοποίηση είναι μία αερόβια διεργασία κατά την οποία οργανικά υπολείμματα (υγρά οργανικά στερεά) οξειδώνονται σε βιολογικά σταθερές ουσίες (χούμους). Είναι μια οικονομικά αποδοτική και περιβαλλοντικά αποδεκτή εναλλακτική για τη σταθεροποίηση των βιοστερεών των υγρών αποβλήτων και μια διεργασία στην οποία η οργανική ύλη υποβάλλεται σε βιολογική αποδόμηση με ένα σταθερό τελικό προϊόν. Καθώς το οργανικό υλικό της ιλύος αποσυντίθεται το κομπόστ θερμαίνεται σε θερμοκρασίες εντός του εύρους της παστεριοποίησης από 50 έως 70 °C και καταστρέφονται οι εντερικοί παθογόνοι μικροοργανισμοί. Οι υψηλές θερμοκρασίες είναι εξαιρετικά χρήσιμες διότι εκτός του ότι εξολοθρεύονται όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί συγχρόνως μας δημιουργούν ένα ενεργό περιβάλλον γρήγορης βιοαποδόμησης ενός μεγάλου αριθμού επικίνδυνων ουσιών. Σημαντικό είναι όμως οι θερμοκρασίες μας να μην υπερβούν τους 70 °C διότι υπάρχει κίνδυνος αυτανάφλεξης του μείγματος. Οι τέσσερις βασικές λειτουργικές αρχές για την σωστή λειτουργία της μονάδας είναι ο αερισμός, η θερμοκρασία, το ποσοστό υγρασίας και το pH και πρέπει να είναι οι βέλτιστες. Οι υπάρχουσες τεχνολογίες κομποστοποίησης είναι οι εξής:

117 Κομποστοποίηση σε σύστημα σειραδίων Κομποστοποίηση σε αεριζόμενο δάπεδο Κομποστοποίηση σε κλειστούς κομποστοποιητές Κομποστοποίηση σε περιστρεφόμενα τύμπανα Στην συγκεκριμένη μελέτη επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε πρώτη τεχνολογία, δηλαδή Κομποστοποίηση σε σύστημα σειραδίων. Το προϊόν όταν εξέρχεται από την ταινιοφιλτράρεσσα βρίσκεται σε μια συγκέντρωση στερεών περίπου 20%. Η διεργασία όμως, απαιτεί μια συγκέντρωση

στερεών μεγαλύτερη του 40%. Για τον λόγο αυτόν θα προσθέσουμε μια συγκεκριμένη ποσότητα από πριονίδια τα οποία θα ανακτώνται σε ποσοστό 60%.

$Q_{\text{ιλύος}}$	$1,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
--------------------	---------------------------------------

Αρχικά, γίνεται υπολογισμός της ημερήσιας ποσότητας των κλαδεμάτων ($Q_{\text{κλαδ.}}$), που απαιτείται για την ανάμειξή τους με την αφυδατωμένη ιλύ. Θεωρούμε ότι τα κλαδέματα έχουν ειδικό βάρος ($\rho_{\text{κλαδ.}}$) $0,22 \text{ tn} \cdot \text{m}^{-3}$ και υγρασία 30%

$$Q_{\text{ιλύος}} = (1,8 \text{ m}^3 \cdot d \cdot 40 \text{ h/wk}) / 7 \text{ day/wk} = 10,23 d^{-1}$$

Η μαζική παροχή της ιλύος $M_{\text{ιλύος}}$:

$$M_{\text{ιλύος}} = Q_{\text{ιλύος}} \cdot \rho_{\text{ιλύος}} = 10,3 \text{ m}^3 \cdot d^{-1} \cdot 1,07 \text{ tn} \cdot d^{-1} = 11 \text{ tn} \cdot d^{-1}$$

Για να παραχθεί από την ανάμειξη υλικό με συγκέντρωση σε στερεά 40%, τότε:

$$0,2 \cdot M_{\text{ιλύος}} + 0,7 M_{\text{κλαδ.}} = 0,4 (M_{\text{ιλύος}} + M_{\text{κλαδ.}}) \Rightarrow M_{\text{κλαδ.}} = 0,667 \cdot M_{\text{ιλύος}} = 0,667 \cdot 11 = 7,3 \text{ tn} \cdot d^{-1}$$

Οπότε η ογκομετρική παροχή των κλαδεμάτων προκύπτει ως:

$$Q_{\text{κλαδ.}} = \frac{M_{\text{κλαδ.}}}{\rho_{\text{κλαδ.}}} = \frac{7,3 \text{ tn} \cdot d^{-1}}{0,22 \text{ tn} \cdot \text{m}^{-3}} = 33,35 \text{ tn} \cdot d^{-1}$$

Επομένως η συνολική παροχή ιλύος μετά την ανάμειξη είναι:

$$Q_{\text{μειγμ}} = Q_{\text{ιλύος}} + Q_{\text{κλαδ.}} \Rightarrow Q_{\text{μειγμ}} = 10,23 \text{ m}^3 \cdot d^{-1} + 33,35 \text{ tn} \cdot d^{-1} = 43,58 \text{ tn} \cdot d^{-1}$$

Η νέα πυκνότητα του μείγματος υπολογίζεται ως:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ιλύος}} \cdot \rho_{\text{ιλύος}} + Q_{\text{κλαδ.}} \cdot \rho_{\text{κλαδ.}} &= Q_{\text{μειγμ}} \cdot \rho_{\text{μειγμ}} \Rightarrow \\ \Rightarrow 10,32 \text{ tn} \cdot d^{-1} \cdot 1,07 \text{ tn} \cdot d^{-1} + 33,35 \text{ tn} \cdot d^{-1} \cdot 0,22 \text{ tn} \cdot \text{m}^{-3} &= 43,58 \text{ m}^3 \cdot d^{-1} \cdot \rho_{\text{μειγμ}} \\ \Rightarrow \rho_{\text{μειγμ}} &= 0,42 \text{ tn} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

Η μαζική παροχή του μείγματος ιλύ;-Κλαδέματα, είναι:

$$M_{\text{μειγμ}} = Q_{\text{μειγμ}} \cdot \rho_{\text{μειγμ}} = 43,58 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot 0,42 \text{ tn} \cdot \text{m}^{-3} = 18,38 \text{ tn} \cdot \text{d}^{-1}$$

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ποσότητα του παραγόμενου κόμποστ κυμαίνεται μεταξύ $0,7 - 2 \text{ tn}_{\text{κόμποστ}} \cdot \text{tn}_{\text{ιλύος}}^{-1}$ (ξηρή βάση) ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης, την υγρασία του τελικού προϊόντος και τον βαθμό ανάκτησης των κλαδεμάτων. Δηλαδή:

$$M_{\text{compost}}^{\min} = \frac{0,7 \text{ tn}(\text{compost}) \cdot M_{\text{ιλύος}} \cdot 0,2}{1 \text{ tn}_{\text{ξηρήσιλύος}}} = \frac{0,7 \text{ tn}(\text{compost}) \cdot 7,3 \cdot \text{tn} \cdot \text{d}^{-1} \cdot 0,2}{1 \text{ tn}_{\text{ξηρήσιλύος}}} = 1,02 \text{ tn} \cdot \text{d}^{-1}$$

$$M_{\text{compost}}^{\max} = \frac{2 \text{ tn}(\text{compost}) \cdot M_{\text{ιλύος}} \cdot 0,2}{1 \text{ tn}_{\text{ξηρήσιλύος}}} = \frac{2 \text{ tn}(\text{compost}) \cdot 7,3 \text{ tn} \cdot \text{d}^{-1} \cdot 0,2}{1 \text{ tn}_{\text{ξηρήσιλύος}}} = 2,92 \text{ tn} \cdot \text{d}^{-1}$$

Οπότε η αναμενόμενη παραγωγή κόμποστ θα κυμαίνεται μεταξύ $1,02 - 2,92 \text{ tn} \cdot \text{d}^{-1}$

Για τη πλήρη σταθεροποίηση της ιλύος απαιτούνται 60.d. Επομένως, το συνολικό μείγμα που παράγεται κατά το διάστημα των 60 d είναι

$$V_{\text{σειραδ.}} = Q_{\text{μειγμ}} \cdot 60 \text{ d} = 2614,8 \text{ m}^3$$

Στη συνέχεια επιλέγονται οι τυπικές τιμές διαστάσεων των σειραδίων.

- Ύψος: $H=2,5 \text{ m}$
- Πλάτος κορυφής: $W_k W_k=2 \text{ m}$
- Πλάτος βάσης: $W_\beta W_\beta=4,5 \text{ m}$

Σύμφωνα με τις παραπάνω διαστάσεις υπολογίζεται το εμβαδό τραπεζίου του κάθε σειραδίου:

$$E_{\text{σειραδ}} = \frac{W_k + W_\beta}{2} \cdot H = \frac{2 \text{ m} + 4,5 \text{ m}}{2} \cdot 2 \text{ m} = 6,5 \text{ m}^2$$

Οπότε το συνολικό μήκος των σειραδίων υπολογίζεται ως:

$$L_{\text{σειραδ.ολικό.}} = \frac{V_{\text{σειραδ}}}{E_{\text{σειραδ}}} = \frac{2614,8 \text{ m}^3}{6,5 \text{ m}^2} = 402 \text{ m}$$

Εάν θέσουμε μήκος κάθε

σειραδίου ($L_{\text{σειραδ.}} L_{\text{σειραδ.}}$) ίσο με 50m, τότε προκύπτουν 8 σειράδια

Επιλέγουμε τη δέσμευση χώρου για την ανάπτυξη 9 σειραδίων $= N_{\text{σειραδίων}}$

Το απαιτούμενο πλάτος του γηπέδου, λαμβάνοντας υπόψη τους διαδρόμους πλάτους

($W_{\text{διάδρομο}}$) 3m (ενδιάμεσα και περιμετρικά των σειραδίων) $\rightarrow$ δηλαδή 10 διάδρομοι, προκύπτει ότι:

$$W_{\text{γηπεδο}} = N_{\text{σειραδο}} \cdot W_{\beta} + N_{\text{σειραδο}} + 1 \cdot W_{\text{διάδρομο}} = 70,5m$$

Συνεπώς, η συνολική επιφάνεια του γηπέδου (υπολογίζοντας και διάδρομο πλατους 3m περιμετρικά των σειραδίων είναι:

$$A_{\text{σειραδο}} = [L_{\text{σειραδο}} + (2 \cdot W_{\text{διάδρομο}})] \cdot W_{\text{γηπεδο}} = 3948 \text{ m}^2$$

Επιπλέον του γηπέδου ανάπτυξης των σειραδίων, απαιτείται έκταση για τις βοηθητικές εγκαταστάσεις (χώρος κοσκίνησης, στέγαση μηχανημάτων, λιμνοδεξαμενές διαχείρισης ομβρίων, κλπ. Θεωρούμε ότι η συνολική έκταση για τη διεργασία της κομποστοποίησης ($A_{\text{ολικο}}$, $A_{\text{ολικο}}$) θα είναι μιάμιση φορά η έκταση που καταλαμβάνει το γήπεδο των σειραδίων. Επομένως η έκταση του χώρου κομποστοποίησης προκύπτει ως:

$$A_{\text{ολικο}} = 1,5 \cdot A_{\text{σειραδο}} = 1,5 \cdot 3948m^2 = 5922m^2$$

Τα στραγγίσματα κομποστοποίησης, λόγω βροχοπτώσεων και της περιεχόμενης υγρασίας, συλλέγονται σε λιμνοδεξαμενές. Οι λιμνοδεξαμενές σχεδιάζονται βάσει της βροχόπτωσης αιχμής 24ώρου των δύο τελευταίων δεκαετιών, για την τοποθεσία της ΕΕΛ, στη προκειμένη περίπτωση η τιμή της βροχόπτωσης λήφθηκε από τον κοντινότερο μετεωρολογικό σταθμό στην περιοχή σχεδιασμού και συγκεκριμένα από τον σταθμό στο Πετροκεφάλι Μοιρών.

Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού, η βροχόπτωση αιχμής του τελευταίου 24ώρου των τελευταίων ετών είναι $h = 89,6mm$

Θεωρώντας βάθος λιμνοδεξαμενής $d=1m$, υπολογίζεται η έκταση της λιμνοδεξαμενής ως:

$$A_{\text{σειραδο}} \cdot h + A_{\text{λιμνοδο}} \cdot h = A_{\text{λιμνοδο}} \cdot d \Rightarrow 3948m^2 \cdot 0,0896m + A_{\text{λιμνοδο}} \cdot 0,0896m = A_{\text{λιμνοδο}} \cdot 1m \\ \Rightarrow A_{\text{λιμνοδο}} = 388,5m^2$$

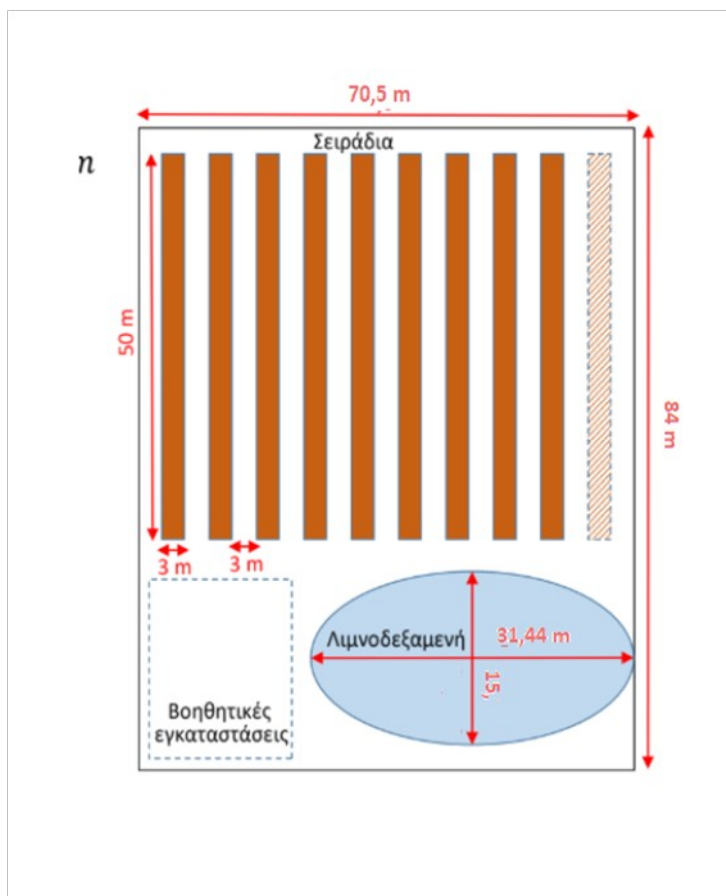
Θεωρούμε ότι η λιμνοδεξαμενή έχει ελλειπτικό σχήμα, με μήκος μικρού άξονα διπλάσιο αυτό του μεγάλου άξονα. Εάν a και b τα μήκη των ημιαξόνων, τότε $b=2a$. Το μήκος του κάθε ημιάξονα της έλλειψης προκύπτει ως εξής:

$$A_{\text{λιμνοδο}} = \pi \cdot a \cdot b = 2 \cdot \pi \cdot a^2 \Rightarrow 388,5m^2 = 23,14a \Rightarrow a = 7,86m$$

$$b = 15,7m$$

$$\text{Μήκος μικρού άξονα έλλειψης} = 2a = 15,72 \text{ m}$$

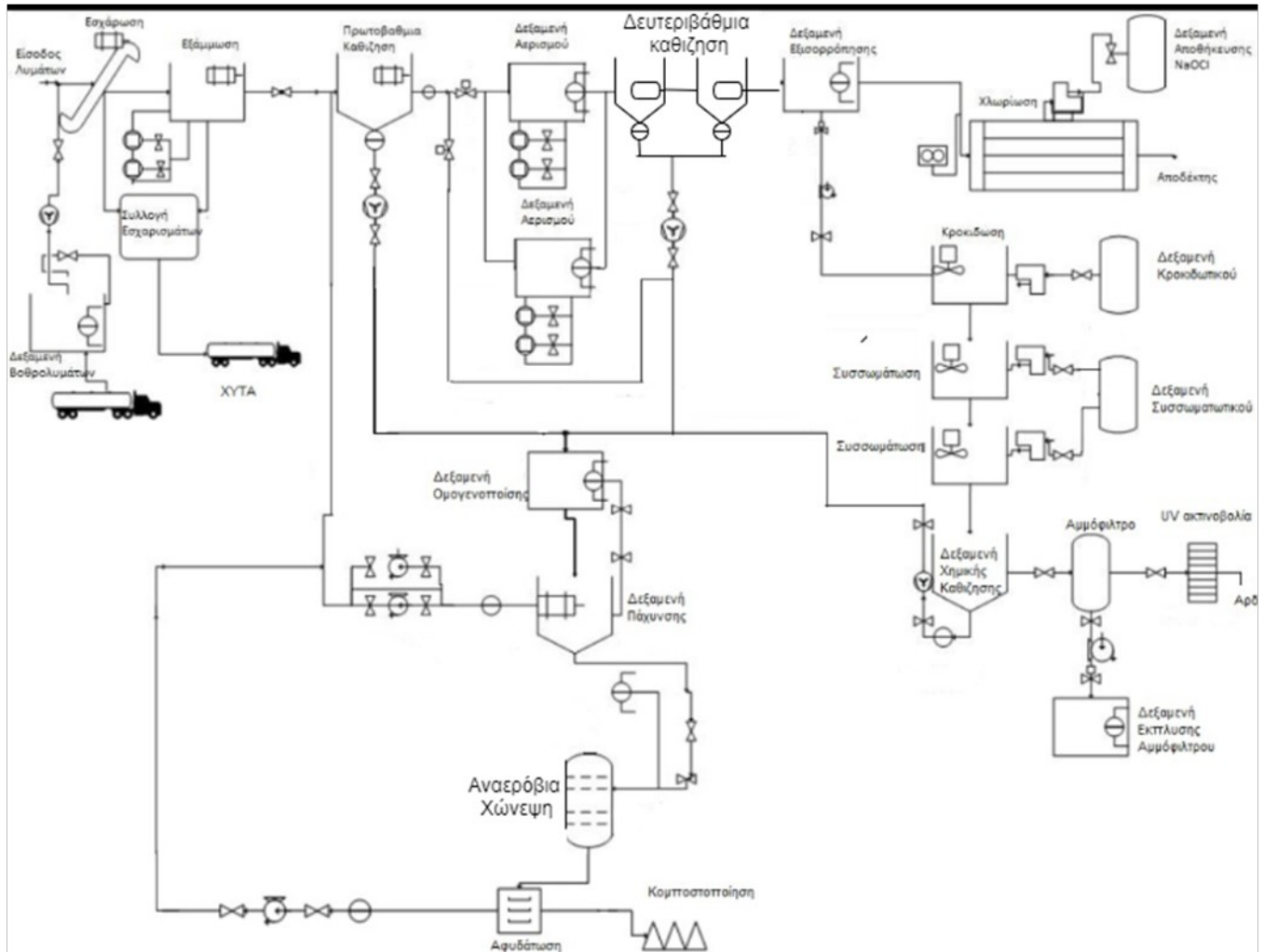
Μήκος μεγάλου άξονα έλλειψης = $2\beta = 31,4 \text{ m}$



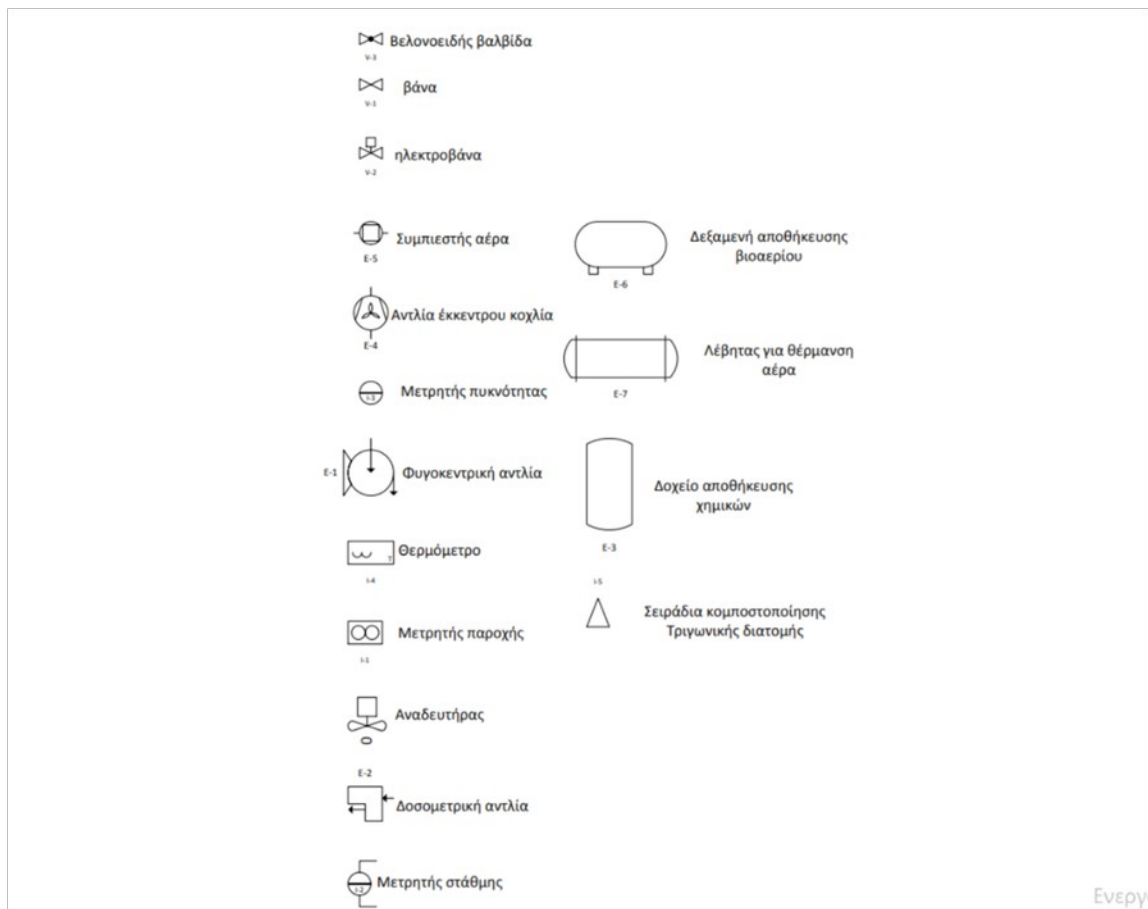
Χαρακτηριστικά Κομποστοποίησης	
Παράμετρος	Τιμή
Ημερήσια παραγωγή κόμποστ ($tn \cdot d^{-1}$) $tn \cdot d^{-1}$	1,02-2,92
Ημερήσια απαίτηση κλαδεμάτων ($tn \cdot d^{-1}$) $tn \cdot d^{-1}$	33,35
Μήκος σειραδίου (m)	50
Ύψος σειραδίου (m)	2,5

Πλάτος κορυφής σειραδίου (m)	2
Πλάτος βάσης σειραδίου (m)	4,5
Πλάτος διαχωριστικών διαδρόμων (m)	3
Αριθμος σειραδίων	9
Συνολική Έκταση	
Μήκος (m)	84
Πλάτος (m)	70,5
Επιφάνεια (m ²)	5922
Χαρακτηριστικά Λιμνοδεξαμενής	
Ελλειψοειδής επιφάνεια (m ²)	388,5
Βάθος (m)	1
Μήκος μικρού άξονα (m)	15,72
Μήκος μεγάλου άξονα (m)	31,44

5.ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ P&I

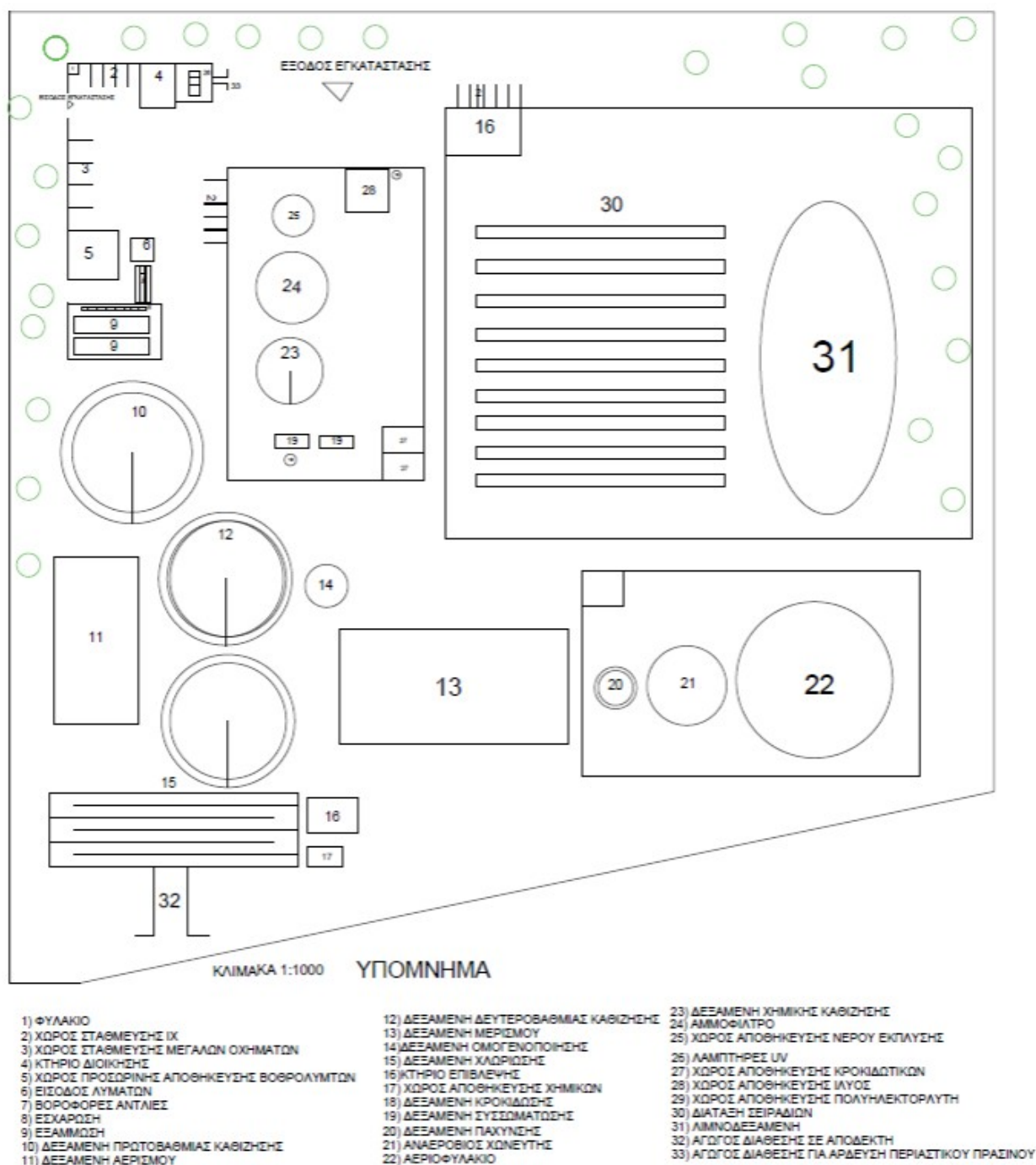


Εικόνα : Διάγραμμα P&I



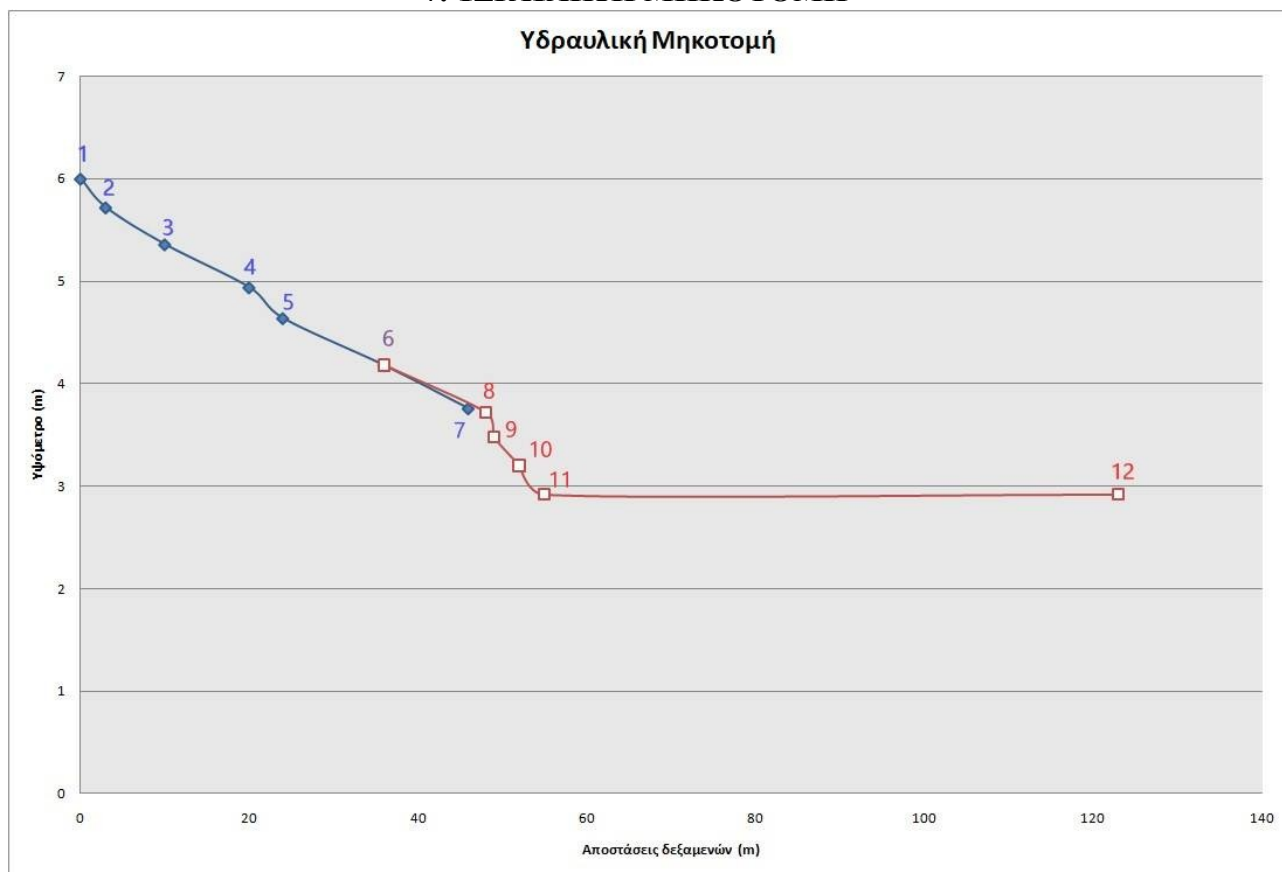
Εικόνα :Υπόμνημα Διαγράμματος P&I

6.ΚΑΤΟΨΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ



Εικόνα : Κάτοψη Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων

7. ΥΔΡΑΥΛΙΚΉ ΜΗΚΟΤΟΜΗ



Εικόνα : Υδραυλική Μηκοτομή της ΕΕΛ

Υπόμνημα Υδραυλικής Μηκοτομής		
1) Δεξαμενή Εσχάρωσης	5) Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης	9) Δεξαμενή Συσσωμάτωση
2) Δεξαμενή Εξάμωσης	6) Δεξαμενή Μερισμού	10) Δεξαμενή Χημικής Καθίζησης
3) Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης	7) Δεξαμενή Χλωρίωσης	11) Αμμόφιλτρο
4) Δεξαμενή Αερισμού	8) Δεξαμενή Συσσωμάτωση	12) Λαμπτήρες UV

Πίνακας : Υπόμνημα Υδραυλικής Μηκοτομής

8 .ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

8.1 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

Η δεξαμενή αυτή βρίσκεται σε κλειστό χώρο ώστε να μην εκλύονται οσμές στον περιβάλλοντα χώρο και δέχεται τα βοθρολύματα μέσω φρεατίων υποδοχής, τα οποία συνδέονται με τα βυτιοφόρα. Εντός της δεξαμενής θα υπάρχει αισθητήρας στάθμης ο οποίος θα δίνει εντολή σε φυγοκεντρική αντλία να τροφοδοτεί τα βοθρολύματα στο φρεάτιο της εισόδου.

ΕΣΧΑΡΩΣΗ

Για τη διεργασία της εσχάρωσης θα κατασκευαστούν δύο κανάλια σχάρας, ώστε να υπάρχει ευχέρεια καθαρισμού ή συντήρησης και εφεδρικής λειτουργίας. Σε κανονική λειτουργία λειτουργούν μόνο οι μηχανικές εσχάρες, ενώ σε περίπτωση έμφραξης ή διακοπής της λειτουργίας τους τα λύματα υπερχειλίζουν αυτόματα προς την παρακαμπτήρια εσχάρα. Σε περίπτωση σκόπιμης παράκαμψης των μηχανικών εσχάρων στην αρχή κάθε καναλιού, θα υπάρχουν χειροκίνητα μεταλλικά επίπεδα θυροφράγματα με τα οποία θα απομονώνεται το κανάλι για τυχόν επισκευές, συντήρηση ή καθαρισμό. Ο εξοπλισμός της εσχάρωσης προϋποθέτει την ύπαρξη αλυσίδων που θα χρησιμοποιούνται για την μεταφορά των εσχάρων. Η λειτουργία της αυτοκαθαριζόμενης εσχάρας θα γίνεται αυτόματα με μέτρηση της διαφορικής στάθμης και με χρονοδιακόπτη. Η εσχάρωση θα αποτελείται από δύο χονδρές σχάρες. Η μια θα είναι μηχανικά καθαριζόμενη χονδρή σχάρα παλινδρομικού (αναρριχόμενου) ξέστρου από ανοξείδωτο χάλυβα, ενώ η άλλη θα είναι μια χειροκαθαριζόμενη χονδρή σχάρα, η οποία θα χρησιμοποιείται ως εφεδρική. Επίσης, γίνεται χρήση ενός μηχανισμού κίνησης με οδοντωτούς τροχούς για την απόξεση των εσχαρισμάτων. Εν συνεχεία, τα εσχαρίσματα μεταφέρονται πάνω σε ταινιόδρομο όπου οδηγούνται σε ένα συμπίεστη εσχαρισμάτων. Οι εσχάρες, οι μεταφορικές διατάξεις και ο συμπίεστης εσχαρισμάτων θα πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους και να λειτουργούν ικανοποιητικά σαν μια ενιαία μονάδα. Για την ασφάλεια και τον έλεγχο του εξοπλισμού θα πρέπει να προβλεφθεί αλληλουχία εκκίνησης και στάσης του επιμέρους εξοπλισμού. Τέλος, τα εσχαρίσματα θα απομακρύνονται με κατάλληλη μεταφορική διάταξη (κοχλιομεταφορέα) σε κάδους απόρριψης ώστε μετά να διατεθούν στο ΧΥΤΑ. Τονίζεται ότι όλα τα μεταλλικά μέρη του συστήματος μεταφοράς και συμπίεσης των εσχαρισμάτων θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα καθώς επίσης και τα βρεχόμενα μέρη των εσχάρων συνιστάται να κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα. Τα στραγγίδια επιστρέφουν στη κύρια ροή των υγρών αποβλήτων απευθείας με βαρύτητα. Η μονάδα της εσχάρωσης θα είναι στεγασμένη σε κτίριο που θα κατασκευαστεί με αισθητικό τρόπο ακολουθώντας εξωτερικά την αρχιτεκτονική παράδοση της περιοχής. Το κτίριο θα διαθέτει σύστημα απόσμησης. Συγκεκριμένα, κάθε μονάδα εσχάρωσης θα πρέπει να αποτελείται από τις εσχάρες, το ξέστρο καθαρισμού, το πλευρικό πλαίσιο, την μονάδα οδήγησης και το σύστημα ελέγχου.

- Η σχάρα τοποθετείται κάθετα στη διεύθυνση ροής των λυμάτων και με κλίση ως προς την κατακόρυφο.
- Το ξέστρο καθαρισμού θα είναι από ατσάλι με δόντια και οι κινητήρες είναι εμβυπτιζόμενου ηλεκτρικού ή υδραυλικού τύπου.

- Οι αλυσίδες εσχάρωσης θα πρέπει να έχουν την απαιτούμενη αντοχή για την σωστή λειτουργία της διεργασίας.
- Το σύστημα ελέγχου θα πρέπει να διαθέτει λειτουργίες όπως αυτόματο, χειροκίνητο, επιτάχυνση, επιβράδυνση, παύση και θα πρέπει να περιέχει μετασχηματιστές, διακόπτες κυκλώματος, καλώδια και ρελέ ελέγχου.

ΕΞΑΜΜΩΣΗ

Στην εγκατάστασή μας, θα κατασκευαστούν δύο παράλληλοι, ορθογώνιοι αεριζόμενοι εξαμμοτές, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα συντήρησης και επισκευής της μιας εκ των δύο δεξαμενών, όταν αυτό είναι απαραίτητο. Οι δύο δεξαμενές θα είναι ενωμένες μεταξύ τους με μεσοτοιχία, εξοικονομώντας έτσι το κόστος ενός επιπλέον τοιχίου σκυροδέματος. Οι δεξαμενές θα είναι στεγασμένες (λόγω οσμών) και θα γίνεται επεξεργασία των αερίων με χημικές πλυντηρίδες (απόσμωση). Οι διάτρητοι σωλήνες θα τοποθετηθούν 0,5 m πάνω από τον πυθμένα. Έτσι, θα είναι δυνατή η ρύθμιση κάθε φορά του αέρα που θα εισέρχεται στον εξαμμοτή ανάλογα με την παροχή (όσο πιο μικρή η παροχή τόσο περισσότερο αέρα χρειάζεται). Επιπλέον, οι διάτρητοι σωλήνες θα είναι χοντρές φυσαλίδας, και θα τροφοδοτούνται από τους φυσητήρες της δεξαμενής αερισμού, που θα απομονώνονται με απλή βάνα. Όλοι οι αγωγοί αέρα θα είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα, ενώ θα πρέπει να εγκατασταθεί και δικλείδα απομόνωσης στον αγωγό τροφοδότησης κάθε δεξαμενής. Η κατάλληλη ταχύτητα περιστροφής που επιτρέπει την απομάκρυνση της άμμου, επιτυγχάνεται με ρύθμιση της παροχής αέρα. Η άμμος καθιζάνει στον πυθμένα και συσσωρεύεται σε χοάνη απ' όπου απομακρύνεται. Η ταχύτητα περιστροφής ρυθμίζει το μέγεθος των σωματιδίων (συνήθως 0,2 mm) που θα απομακρυνθούν. Όταν η ταχύτητα περιστροφής είναι πολύ μεγάλη η άμμος συμπαρασύρεται με τη ροή, ενώ όταν είναι πολύ μικρή, στα στερεά που καθιζάνουν περιέχονται πολλά οργανικά με αποτέλεσμα την έκλυση δυσοσμίων στους χώρους συγκέντρωσης της άμμου. Η δεξαμενή εξάμμωσης θα απομονώνεται ανάντη με χειροκίνητα θυροφράγματα, ενώ η έξοδος θα γίνεται με υπερχειλιστή ευρείας στέψης κατάλληλου μήκους, ώστε η διακύμανση της στάθμης του υγρού στη δεξαμενή να μη δημιουργεί προβλήματα στη σάρωση των ελαίων και λιπών. Για την απομάκρυνση της άμμου, οι εξαμμοτές θα διαθέτουν αρπαγές με κάδους συλλογής που μετακινούνται σε ράγες κεντρικά πάνω από το σημείο συλλογής και αποθήκευσης της άμμου. Στη συνέχεια, η άμμος θα σταθεροποιείται με άσβεστο και θα μεταφέρεται σε χωματερή, όπου θα γίνεται η διάθεσή της. Ο εξαμμοτής θα διαθέτει παλινδρομική γέφυρα που θα φέρει επιφανειακό ξέστρο και ξέστρο πυθμένα (ή αεραντλία / αντλία απομάκρυνσης άμμου), με πλατφόρμα επίσκεψης ελάχιστου πλάτους 0,60 m και κιγκλίδωμα προστασίας. Όλα τα βρεχόμενα μέρη της γέφυρας θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Η παλινδρομική γέφυρα θα κατασκευαστεί από μορφοσίδηρο και θα πρέπει να φέρει τροχούς κίνησης, οδηγούς κίνησης, ηλεκτροκινητήρα με σύστημα μετάδοσης της κίνησης στους τροχούς, διακόπτες πέρατος με κατάλληλο μηχανισμό ενεργοποίησης, ηλεκτρικό πίνακα προστασίας με όλα τα απαραίτητα στοιχεία λειτουργίας. Οι καταθλιπτικοί αγωγοί της άμμου θα κατασκευαστούν από ανοξείδωτο χάλυβα και θα οδηγούν το μίγμα νερού/άμμου σε διάταξη διαχωρισμού ανάλογης παροχής. Ο διαχωριστής άμμου θα είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα και θα διαθέτει σύστημα υπερχειλίστη των υγρών και κοχλία απομάκρυνσης άμμου. Τα υπερκείμενα υγρά θα οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης και η άμμος θα συγκεντρώνεται με κοχλιομεταφορέα σε κάδους όμοιους με αυτούς των εσχαρισμάτων. Οι αντλίες αποκομιδής της άμμου, οι σωληνώσεις και οι διατάξεις διαχωρισμού και πλύσης της άμμου θα πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους και να λειτουργούν ικανοποιητικά σαν μια ενιαία μονάδα. Για την ασφάλεια και τον έλεγχο του

εξοπλισμού θα πρέπει να προβλεφθεί αλληλουχία εκκίνησης και στάσης του επιμέρους εξοπλισμού. Θα πρέπει να προβλεφθούν διατάξεις μέτρησης, στάθμης, ή ανάλογη διάταξη για την προστασία από τυχόν υπερχειλίσεις.

ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ

Στην εγκατάστασή μας, θα κατασκευαστεί μια κυκλική δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης. Τα υγρά απόβλητα θα εισέρχονται στο κέντρο των δεξαμενών με έναν αγωγό που θα τοποθετηθεί στο τσιμέντο κάτω από τον πυθμένα τους. Στο κέντρο της δεξαμενής, τα υγρά απόβλητα θα εισέρχονται σε ένα κυκλικό φρεάτιο σχεδιασμένο να κατανέμει τη ροή ισοδύναμα σε όλες τις κατευθύνσεις. Ο πυθμένας της δεξαμενής θα είναι κεκλιμένος με λόγο περίπου 6% (κάθετα : οριζόντια) ώστε να σχηματίζεται ένας ανεστραμμένος κώνος και τα στερεά να συλλέγονται σε μια σχετικά μικρή χοάνη που τοποθετείται κοντά στο κέντρο της δεξαμενής. Η συλλογή της λάσπης θα γίνεται με ξέστρο που κινείται κυκλικά και συλλέγει τη λάσπη σε κεντρική χοάνη - δακτύλιο. Το ξέστρο θα εκτείνεται σε όλη τη διάμετρο της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης. Η δεξαμενή μας θα έχει μια κεντρική σκάλα που θα υποστηρίζει το μηχανισμό του ξέστρου, και θα προσεγγίζεται από ένα διάδρομο ή γέφυρα. Η συλλογή των επιπλεόντων θα γίνεται με ένα βραχίονα που εκτείνεται ως την περιφέρεια της δεξαμενής και κινείται με το μηχανισμό του ξέστρου συγκεντρώνοντας τα επιπλέοντα σε κεκλιμένη επιφάνεια και από εκεί σε ειδικό υποδοχέα. Η πρωτοβάθμια λάσπη μαζί με τα επιπλέοντα στερεά θα οδηγούνται στη συνέχεια στο σύστημα επεξεργασίας της ύλης (πάχυνση, χώνευση, αφυδάτωση κτλ). Η εκροή γίνεται από την περιφέρεια της δεξαμενής με υπερχειλιστή. Συγκεκριμένα, ο εξοπλισμός της κυκλικής δεξαμενής καθίζησης αποτελείται από:

- Μεταλλική γέφυρα με πεζοδρόμιο και προστατευτικά κιγκλιδώματα
- Χαλύβδινο ξέστρο πυθμένα αναρτημένο στη γέφυρα, για την σάρωση της καθιζάνουσας λάσπης προς το κεντρικό φρεάτιο
- Μηχανισμός κίνησης
- Σωλήνα εισόδου των λυμάτων με βυθισμένο περίβλημα ηρεμίας
- Οδοντωτό υπερχειλιστή
- Φράγμα συγκράτησης επιπλεόντων
- Μηχανισμό απαγωγής επιπλεόντων
- Τροχούς και οδηγούς όπου απαιτούνται
- Στεγανό κιβώτιο ηλεκτρολογικών
-

Το κεντρικό στήριγμα που φέρει το κεντρικό τριβέα της γέφυρας είναι βαριάς χαλύβδινης κατασκευής και εδράζεται σε εγκοπές στο πάνω μέρος του κεντρικού δακτύλιου. Ο κεντρικός δακτύλιος ηρεμίας κατασκευάζεται από σκυρόδεμα και παράλληλα αποτελεί το κεντρικό στήριγμα του ξέστρου. Το κάτω μέρος του φράγματος από όπου εξέρχονται τα υγρά, θα βρίσκεται σε ικανοποιητικό ύψος τόσο από τον πυθμένα της δεξαμενής ώστε να μην διαταράσσεται η ηρεμία ούτε να ανυψώνεται η καθιζάνουσα λάσπη. Ο μηχανισμός κίνησης της γέφυρας είναι τοποθετημένος κάτω από την γέφυρα και στο εξωτερικό άκρο της. Ο μηχανισμός κίνησης είναι τύπου διαφορικού κινητήρα και παίρνει κίνηση από ηλεκτροκινητήρα. Η ταχύτητα του ξέστρου στην περιφέρεια των δεξαμενών δε θα υπερβαίνει το 1m/min. Οι λεπίδες απόξεσης λάσπης θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και θα φέρουν στο κάτω άκρο τους λωρίδα από συνθετικό ελαστικό, που θα μπορεί να αντικατασταθεί. Οι υπόλοιπες σιδηροκατασκευές θα προστατεύονται από επαλείψεις

ρητινών, ή θα είναι κατά προτίμηση γαλβανισμένες εν θερμών. Οι κοχλίες στήριξης θα είναι ανοξείδωτοι. Ο υπερχειλιστής θα είναι οδοντωτός ανοξείδωτος και προστατεύεται από ανοξείδωτη κόφτρα. Τέλος, θα υπάρχει αισθητήρας στάθμης που θα είναι συνδεδεμένος με δύο αντλίες έκκεντρου κοχλία (η μία σε λειτουργία και η άλλη εφεδρική) με βάνες στην αρχή και στο τέλος ώστε η ιλύς να οδηγείται στην Δεξαμενή Ομογενοποίησης.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

Η προσθήκη του διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl) θα γίνεται μέσω μιας δοσομετρικής αντλίας με αυτόματη ρύθμιση συχνότητας και δυναμικότητας. Η λειτουργία των δοσομετρικής αντλίας θα ρυθμίζεται αναλογικά με την μέτρηση παροχής. Στην έξοδο των δεξαμενών θα υπάρχει συνεχής καταγραφή του υπολειμματικού χλωρίου από ένα χλωριόμετρο με ανώτερη και κατώτερη στάθμη συναγερμού (απαραίτητο λόγω της τοξικότητας του χλωρίου).

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η μέθοδος αερισμού που θα χρησιμοποιηθεί είναι η διοχέτευση φυσαλίδων αέρα, από τις οποίες το οξυγόνο μεταφέρεται στα απόβλητα. Επιλέγονται σωληνοειδείς πορώδεις διαχυτήρες που θα τοποθετηθούν σε σωλήνες διανομής αέρα κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής και η παροχή του αέρα θα γίνεται με δύο φυσητήρες. Η Δ.Α. σχεδιάζεται έτσι ώστε να ισοκατανέμει την απαιτούμενη παροχή O_2 σε όλο τον όγκο της και μπορεί να θεωρηθεί μια δεξαμενή ενός διαμερίσματος που λαμβάνει το 100% της συνολικής παροχής οξυγόνου. Οι πορώδεις διαχυτήρες παράγουν λεπτές – μέσες φυσαλίδες με τη διαβίβαση αέρα μέσα από πορώδες μέσο και τα πλεονεκτήματά τους είναι ότι επιτυγχάνουν καλή ανάμιξη, διατηρούν σταθερή τη θερμοκρασία στη Δ.Α. και παρέχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της παροχής αέρα – οξυγόνου.

Επομένως ο εξοπλισμός που εμπεριέχεται στο σύστημα αερισμού είναι: Διαχυτήρες κεραμικοί, οι οποίοι θα είναι εφοδιασμένοι με βαλβίδα αντεπιστροφής που θα εμποδίζει την είσοδο λυμάτων σε περίπτωση διακοπής της παροχής αέρα. Ο αριθμός των διαχυτήρων της δεξαμενής θα πρέπει να προσδιοριστεί από τον προμηθευτή λαμβάνοντας υπόψη τις διαστάσεις της δεξαμενής καθώς επίσης και την εξασφάλιση ικανοποιητικής οξυγόνωσης και ανάδευσης του ανάμικτου υγρού. Ωστόσο, η εκτίμηση μας είναι ότι θα γίνει χρήση 648 διαχυτήρων. Οι διαχυτήρες πρέπει να είναι βιομηχανικό προϊόν κατασκευαστή, που εμπειρία, η οποία πρέπει να αποδεικνύεται με κατάλογο έργων στα οποία εγκαταστάθηκε παρόμοιος εξοπλισμός του κατασκευαστή.

Οι αγωγοί διανομής αέρα που θα φέρουν τους διαχυτές θα στηρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής σε ειδικά στηρίγματα από ανοξείδωτο χάλυβα ή GRP, ρυθμίσιμα καθ' ύψος ώστε να παραλαμβάνουν τις διαμήκεις παραμορφώσεις τους, λόγω συστολοδιαστολών. Τέλος, οι διαχυτήρες θα συνδέονται με μετρητή στάθμης

ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ

Στη μονάδα μας επιλέξαμε την κυκλική δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης κεντρικής εισροής. Για την κυκλική Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης κεντρικής εισροής η διάταξη εισροής είναι παρόμοια με την Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης. Η επιφάνειά της καλύπτει 3-6% της συνολικής επιφάνειας της δεξαμενής και η ταχύτητα των αποβλήτων σ' αυτήν δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,05 m/s. Γύρω από τη διάταξη εισροής θα υπάρχει διάταξη συσσωμάτωσης (κόφτρα – δακτύλιος που περικλείει τη διάταξη εισροής) που δίνει τη δυνατότητα καλύτερης συσσωμάτωσης των MLSS και καλύτερης απόδοσης της Δεξαμενής

Δευτεροβάθμιας Καθίζησης. Επιπροσθέτως, ο υπερχειλιστής θα τοποθετηθεί στην περιφέρεια για λόγους ευκολίας στην κατασκευή. Επίσης, ο υπερχειλιστής πρέπει να προστατεύεται με κόφτρες επιπλεόντων που εκτείνονται 20-30 cm κάτω από την επιφάνεια. Για την συλλογή και απομάκρυνση της λάσπης θα γίνει χρήση μηχανικού ξέστρου.

Οι χοάνες συγκέντρωσης της λάσπης στον πυθμένα είναι κεντρικές αφού μπορούν να καθαρίζονται από τα στερεά που επικολλούνται στα τοιχώματά τους και μπορούν να τις φράξουν, με λεπίδες που περιστρέφονται με το μηχανισμό συλλογής. Η κλίση του πυθμένα για το μηχανικό ξέστρο είναι 8%. Για τη συλλογή των επιπλεόντων, θα τοποθετηθούν αντιδιαμετρικά δύο κεκλιμένες επιφάνειες συλλογής που θα εκτείνονται σε όλο το μήκος της ακτίνας της Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης, ώστε να γίνει πιο αποτελεσματική η απομάκρυνση των επιπλεόντων. Ο εξοπλισμός για την Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης είναι ίδιος με της Δεξαμενής Πρωτοβάθμιας Καθίζησης καθώς οι δεξαμενές είναι πανομοιότυπες αλλά με διαφορετικές διαστάσεις όπως είναι εμφανές στον σχεδιασμό. Έτσι, όπως και στην Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης, θα υπάρχει αισθητήρας βάθους που θα είναι συνδεδεμένος με δύο αντλίες έκκεντρου κοχλία (η μία σε λειτουργία και η άλλη εφεδρική) με βάνες στην αρχή και στο τέλος ώστε η ιλύς να οδηγείται μαζί με την ιλύ από την πρωτοβάθμια καθίζηση στην Δεξαμενή Ομογενοποίησης. Τέλος, για την ανακυκλοφορία της ιλύος από την Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης στην Δεξαμενή Αερισμού θα γίνεται χρήση των ίδιων αντλιών έκκεντρου κοχλία και θα υπάρχει βάνα τύπου πεταλούδας για απομόνωση καθώς και παροχόμετρο.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΣΩΜΑΤΩΣΗΣ

Για τη διεργασία της κροκίδωσης θα γίνει κατασκευή μιας κυλινδρικής δεξαμενής ταχείας ανάμιξης. Η δεξαμενή ταχείας ανάμιξης επιλέγεται έτσι ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη διασπορά της κροκιδωτικής ουσίας σε όλη τη δεξαμενή. Το είδος του αναδευτήρα που επιλέγεται για την εγκατάστασή μας είναι η τουρμπίνα ακτινικής ροής με επίπεδα κάθετα πτερύγια (VFBT). Η ταχύτητα περιστροφής του αναδευτήρα, για ανάμιξη οριζόντιας ροής, είναι $n = 118.8 \text{ rpm}$. Όταν χρησιμοποιούνται αναμικτήρες τουρμπίνας, επιβάλλεται να περιορίζεται ο στροβιλισμός του ρευστού. Ο στροβιλισμός, δηλαδή η κατάσταση στην οποία το υγρό που πρόκειται να αναμιχθεί περιστρέφεται μαζί με την προπέλα, μειώνει την αποτελεσματικότητα της ανάμιξης. Για να αποφευχθεί αυτή η περιστροφική κίνηση του ρευστού (Vortex) θα τοποθετηθούν τέσσερις (4) ανακλαστήρες (baffles) οι οποίοι θα εκτείνονται από τα τοιχώματα σε μήκος περίπου ένα δέκατο της διαμέτρου. Επίσης, για τη διεργασία της κροκίδωσης θα προστίθεται στη δεξαμενή κροκίδωσης κροκιδωτικό με χρήση δοσομετρικής αντλίας. Για τη διεργασία της συσσωμάτωσης θα κατασκευαστεί μια κυλινδρική δεξαμενή ενώ το είδος του αναμικτήρα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι αναμικτήρας με επίπεδα πτερύγια, τα οποία θα τοποθετηθούν σε κατάλληλη απόσταση πάνω σε ένα κάθετο άξονα, στο κέντρο της δεξαμενής. Έτσι, η συσσωμάτωση επιταχύνεται με ήπια ανάμιξη που προκαλείται από τα πτερύγια που κινούνται αργά, τα οποία περιστρέφουν το υγρό και επιταχύνουν την ανάμιξη. Επίσης, για τη διεργασία της συσσωμάτωσης θα προστίθεται στη δεξαμενή συσσωματωτικό μέσο με τη χρήση δοσομετρικής αντλίας.

ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΘΙΖΗΣΗ

Στην δεξαμενή αυτή κατασκευάστηκε, αντί για ξέστρο όπως στις άλλες δυο δεξαμενές καθίζησης (πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια), μια πιο οξεία χοάνη ώστε να φεύγει εύκολα η λάσπη, αφού η δεξαμενή είναι εξαιρετικά μικρή για να τοποθετηθεί ξέστρο. Θα είναι κυκλική και στη δεξαμενή θα τοποθετηθεί αισθητήρας βάθους, όπου όταν η λάσπη έχει ένα συγκεκριμένο ύψος, να δίνει εντολή στο διπλό αντλητικό συγκρότημα (έκκεντρου κοχλία, μία σε λειτουργία και η άλλη σε εφεδρεία) να απομακρύνει τη λάσπη. Στην συνέχεια, τα λύματα οδηγούνται σε αμμόφιλτρο για διήθηση μέσω φυγοκεντρικής αντλίας

ΑΜΜΟΦΙΛΤΡΟ

Η συγκεκριμένη μονάδα επεξεργασίας διαθέτει ένα αμμόφιλτρο συνολικής επιφάνειας $A = 56,2\text{m}^2$, διαμέτρου $D = 8,2\text{m}$ και όγκου $V = 73,6\text{m}^3$. Το συμπύκνωμα θα πηγαίνει στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων όπου θα οδηγούνται στη Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης ξανά. Για την πλύση του χρησιμοποιείται καθαρισμένο νερό από την έξοδο του φίλτρου, το οποίο αποθηκεύεται σε δεξαμενή δίπλα στο αμμόφιλτρο. Ο καθαρισμός του φίλτρου θα γίνεται μια φορά την ημέρα, θα διαρκεί 8 min και το νερό θα τροφοδοτείται με φυγοκεντρική αντλία. Η δεξαμενή αποθήκευσης νερού έκπλυσης θα διαθέτει φλοτέρ το οποίο θα είναι συνδεδεμένο με ηλεκτροκίνητη βάνα για την ρυθμιζόμενη διακοπή παροχής νερού για την πλύση του φίλτρου.

ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ UV

Για το σχεδιασμό της απολύμανσης με ακτινοβολία UV επιλέγεται η χρήση κλειστών συστημάτων εν παραλλήλω. Για την κατασκευή της δεξαμενής απολύμανσης με UV, η οποία αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα, επιλέχθηκαν 124 λυχνίες χαμηλής πίεσης – χαμηλής έντασης. Εξωτερικά, οι λυχνίες έχουν περίβλημα χαλαζία ώστε να μην έχουν άμεση επαφή με το νερό. Τα χαρακτηριστικά τους έχουν αναφερθεί αναλυτικά στον σχεδιασμό. Το σύστημα είναι εφοδιασμένο με αυτόματο σύστημα καθαρισμού και αυτόματο σύστημα ρύθμισης της έντασης της ακτινοβολίας σε συνάρτηση με τη ροή.

8.2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η δεξαμενή ομογενοποίησης θα δέχεται την ιλύ από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας, δευτεροβάθμιας και χημικής καθίζησης με χωριστό δίκτυο σωληνώσεων. Εκεί, θα γίνεται η μίξη και η ομογενοποίησή της με διάτρητο σωλήνα και παρέχεται αέρας από τους φυσητήρες της δεξαμενής αερισμού. Για την εγκατάστασή μας επιλέγουμε την κατασκευή μιας κυλινδρικής δεξαμενής. Επιπλέον, για να προβλέψουμε την περίπτωση που θα απαιτηθεί η

προσθήκη νερού ή για οποιαδήποτε άλλη ανάγκη η Δεξαμενή Μερισμού με μία φυγοκεντρική αντλία θα παρέχει νερό στην Δεξαμενή Ομογενοποίησης με συνοδευόμενη βάνα που μπορεί να διακόψει την παροχή. Έπειτα μέσω διπλού αντλητικού συστήματος (αντλίες έκκεντρου κοχλία, μία σε λειτουργία και μία άλλη εφεδρική) η ιλύς μεταφέρεται στην δεξαμενή πάχυνσης.

ΠΑΧΥΝΣΗ

Στη δική μας μονάδα θα κατασκευαστεί παχυντής με βαρύτητα. Η δεξαμενή θα είναι κυκλική και το βάθος της αποτελείται από δύο ζώνες: i) Ζώνη διαύγασης – καθίζησης και ii) Ζώνη πύκνωσης και αποθήκευσης, στην οποία πρέπει να υπάρχει επαρκής χώρος τόσο για την πύκνωση όσο και την αποθήκευση της λάσπης, χωρίς όμως να δημιουργούνται προβλήματα αναερόβιων συνθηκών ή απονιτροποίησης. Το συνολικό βάθος της δεξαμενής είναι 3-3,7 m και το ελεύθερο ύψος 0,6-0,9 m. Η κλίση του πυθμένα είναι 1:5, ώστε να διευκολύνεται η συσσώρευση της λάσπης στη χοάνη συλλογής. Ο παχυντής διαθέτει σύστημα ανάδευσης που φέρει λεπίδες σάρωσης για τη συλλογή της παχυμένης ιλύος στο κέντρο του πυθμένα όπου έχει κατασκευασθεί κωνικό φρεάτιο με σωλήνα αναρρόφησης. Το ξέστρο του πυθμένα είναι διπλό, ανεπτυγμένο σε όλη τη διάμετρο του παχυντή και περιστρέφεται με κεντρικό μηχανισμό. Επιπλέον, φέρει κατακόρυφες ράβδους οι οποίες κατά την περιστροφή τους δημιουργούν διόδους στο νερό ώστε να απελευθερώνεται ευκολότερα από τη λάσπη και να οδεύει προς την υπερχειλίση (περιμετρικό κανάλι συλλογής), βοηθώντας τη διεργασία της πάχυνσης. Γενικά, ο μηχανισμός συλλογής της λάσπης είναι ίδιος όπως στις δεξαμενές καθίζησης. Το συμπύκνωμα από την διεργασία της πάχυνσης μεταφέρεται στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων, όπου συλλέγονται και τα υπόλοιπα στραγγίδια από την αφυδάτωση και το αμμόφιλτρο ενώ η περίσσεια ιλύς μέσω διπλού αντλητικού συστήματος (έκκεντρου κοχλία, μία σε λειτουργία και μία σε εφεδρεία) μεταφέρεται στον χωνευτή αφού πρώτα θερμανθεί με έναν εναλλάκτη θερμότητας.

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ

Στην εγκατάστασή μας θα σχεδιαστεί ένας κυλινδρικός αναερόβιος χωνευτής υψηλής φόρτισης. Η εισροή της παχυμένης λάσπης στον χωνευτή θα γίνεται με σωλήνα. Για την ανάμιξη του περιεχομένου του χωνευτή θα χρησιμοποιηθεί το βιοαέριο που θα παράγεται. Θα χρησιμοποιηθεί περιορισμένο σύστημα εισαγωγής αερίου. Στα περιορισμένα συστήματα, το αέριο συλλέγεται στην κορυφή του χωνευτή, συμπιέζεται και αποβάλλεται διαμέσου αγωγού περιορισμένης δέσμης. Οι αναερόβιοι χωνευτές κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και σπανιότερα από χάλυβα. Επίσης, για λόγους ασφαλείας, επειδή το παραγόμενο μεθάνιο είναι εύφλεκτο αέριο η συγκέντρωση του αερίου δε πρέπει να έρχεται σε επαφή με τον αέρα. Για το λόγο αυτό οι δεξαμενές προτιμάται να κατασκευάζονται με πλωτό κάλυμμα, ενώ σε περίπτωση σταθερού καλύμματος, όπως στη δικιά μας πρέπει όση ποσότητα λάσπης αφαιρείται, ίση ακριβώς να προστίθεται. Το παραγόμενο αέριο συλλέγεται σε αεροφυλάκιο, ενώ η υπερβάλλουσα ποσότητα του αερίου που δεν αξιοποιείται στην εγκατάσταση πηγαίνει για ελεγχόμενη καύση στο δαυλό και ύστερα η θερμική ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για την λειτουργία του εναλλάκτη. Ο συμπιεστής που στέλνει το βιοαέριο σε υψηλή πίεση για την προανάδευση της ιλύος συνδέεται με δύο σωλήνες που φέρουν διαχυτήρες. Τέλος, η

περίσσεια ιλύς μέσω δύο αντλιών έκκεντρου κοχλίας μεταφέρεται στην δεξαμενή αποθήκευσης χωνεμένης ιλύος.

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΧΩΝΕΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Μετά τη διεργασία της αναερόβιας χώνευσης η ιλύς θα οδηγείται μέσω διπλού αντλητικού συγκροτήματος (έκκεντρου κοχλίας, μία σε λειτουργία και μία σε εφεδρεία) και αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης λόγω του ότι η διεργασία της αφυδάτωσης δεν λειτουργεί. Η ταινιοφιλτρόπρεσσα σχεδιάστηκε να λειτουργεί 5 ημέρες την εβδομάδα και 8 ώρες την ημέρα, οπότε η ιλύς η οποία προορίζεται για αφυδάτωση θα πρέπει να μπορεί να αποθηκεύεται για το διάστημα εκείνο όπου η ταινιοφιλτρόπρεσσα δεν θα λειτουργεί. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατασκευή της δεξαμενής αποθήκευσης χωνεμένης ιλύος. Η δεξαμενή αυτή είναι ορθογωνικής διατομής, με μήκος $L = 8.5 \text{ m}$, πλάτος $W = 8.5 \text{ m}$ και ύψος $H = 4 \text{ m}$. Εκεί, υπάρχει φυσητήρας και διάτρητος σωλήνας για τον αερισμό της δεξαμενής

ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Στην εγκατάστασή μας, επιλέγεται το σύστημα των σειραδιών. Αρχικά, στο στάδιο της προεπεξεργασίας, η ιλύς θα αναμιγνύεται με έναν παράγοντα διόγκωσης, συγκεκριμένα με πλήρως ξηραμένο ροκανίδι. Έπειτα, ακολουθεί η αποσύνθεση υψηλού ρυθμού με αερισμό των σειραδιών του κομπόστ με μηχανική ανάμιξη. Για την ανάμιξη θα χρησιμοποιείται ένας ηλεκτρικός αυτοκινούμενος αναστροφέας τριγωνικών σωρών. Οι σειρές γυρίζονται και αναμιγνύονται περιοδικά κατά τη διάρκεια της περιόδου κομποστοποίησης. Επιπροσθέτως, η χρήση θερμομέτρου είναι απαραίτητη για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στο εσωτερικό των σωρών. Τέλος, η κομποστοποιημένη ιλύς μεταφέρεται σε τυμπανοειδές κόσκινο (Trommel) με σπές, όπου διαχωρίζεται το κομπόστ από τα ροκανίδια.

ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ

Αντλιοστάσιο Εισόδου για την εξασφάλιση φυσικής ροής θα τοποθετηθούν 3 αντλίες τύπου κοχλίας Αρχιμήδη για την ανύψωση των λυμάτων. Αυτού του τύπου οι αντλίες είναι κατάλληλες για υγρά αστικά απόβλητα και έχουν το πλεονέκτημα του μεγάλου χρόνου ζωής και της εύκολης συντήρησης. Οι δύο αντλίες θα είναι σε λειτουργία και η τρίτη σε εφεδρεία. Αντλιοστάσιο στραγγιδίων Θα απαιτηθεί ένα αντλιοστάσιο στραγγιδίων για να επιστρέψουν τα στραγγίδια πάχυνσης, αφυδάτωσης καθώς και τα νερά έκπλυσης. Η αντλία στραγγιδίων θα είναι καταδυόμενη τύπου φυγοκεντρική και θα είναι τοποθετημένη στο φρεάτιο συλλογής όπου καταλήγουν τα στραγγίδια από τις προαναφερθέντες διεργασίες με σκοπό την μεταφορά τους στην ΔΠΚ.

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Για την απρόσκοπτη λειτουργία μίας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων είναι απαραίτητη μία σειρά εξοπλισμού, η οποία περιλαμβάνει: - Τους απαιτούμενους ηλεκτροκινητήρες για την κίνηση των αντλιών, των αεριστήρων και των διαφόρων μηχανικών συστημάτων. Πιο συγκεκριμένα συνήθως χρησιμοποιούνται ασύγχρονοι, τριφασικοί κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα, με στροφές που συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 700- 1500 rpm. -

Μειωτήρα στις δεξαμενές αερισμού για την μείωση των στροφών του αεριστήρα, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι έντονες αναταράξεις των αποβλήτων. Επίσης, μειωτήρες τοποθετούνται στις μονάδες οι οποίες διαθέτουν ξέστρο όπως είναι αυτή της καθίζησης. - Αντλίες που χρησιμοποιούνται στα διάφορα αντλιοστάσια και είναι καταδυόμενου τύπου (υποβρύχιες), με ταχύτητα περιστροφής περίπου 1450 rpm. Επίσης, συνήθως, προβλέπεται μία εφεδρική αντλία για κάθε αντλιοστάσιο. - Τους απαραίτητους ηλεκτρολογικούς πίνακες για την ασφαλή και απρόσκοπτη λειτουργία των διαφόρων μονάδων. - Στις μονάδες που βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές, στις εγκαταστάσεις προστίθενται φίλτρα για την εξουδετέρωση των δυσάρεστων οσμών που δημιουργούνται από την βιολογική επεξεργασία. Αυτά είναι συνήθως ενεργού άνθρακα. - Μετρητή παροχής ο οποίος είναι απαραίτητος για την ρύθμιση της λειτουργίας μίας εγκατάστασης. Συνήθως τοποθετείται στην έξοδο της εγκατάστασης, επειδή έχει παρατηρηθεί ότι η τοποθέτηση του στην είσοδο των ανεπεξέργαστων λυμάτων, δημιουργεί ανωμαλίες στην λειτουργία του από επικαθίσεις που δημιουργούν τα αιωρούμενα στερεά που αυτά περιέχουν. - Το Σύστημα Εποπτικού Ελέγχου και Συλλογής Πληροφοριών (SCADA) με πρόσθετα όργανα on-line μετρήσεων παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο, υποστηρίζει και βελτιώνει την λειτουργία της εγκατάστασης. Μέσω του συστήματος αυτού γίνεται ο τηλε-έλεγχος και τηλεχειρισμός του Η/Μ εξοπλισμού της εγκατάστασης. Τέλος, ένα μεγάλο μέρος του μηχανολογικού εξοπλισμού αποτυπώνεται αναλυτικά στο P&I. Επιπλέον, στο P&I φαίνεται και το αυλάκι Parshall, το οποίο όμως δεν έχει σχεδιαστεί και διαστασιολογηθεί.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Στον χώρο του κτιρίου διοίκησης θα υπάρχει ο αναγκαίος εξοπλισμός για την ομαλή λειτουργία και τη παροχή ανέσεων για ασφαλή εργασία του προσωπικού. Αναλυτικά, στον χώρο των γραφείων θα υπάρχει η ανάλογη επίπλωση, δηλαδή γραφεία, καρέκλες, βιβλιοθήκη και αποθηκευτικά ντουλάπια. Επιπλέον, τα γραφεία θα είναι εξοπλισμένα με επιτραπέζιους υπολογιστές συνοδευόμενους από εκτυπωτή και scanner. Για την θέρμανση και ψύξη του χώρου θα υπάρχει κλιματιστικό. Όσον αφορά τον χώρο του χημείου, θα υπάρχουν πάγκοι, εργαστηριακά εργαλεία, όργανα μέτρησης, αντιδραστήρια, κλίβανοι, απαγωγός, ψυγείο και γραφεία για τους εργαζόμενους που θα κάνουν τις αναλύσεις και τα πειράματα. Για τον χώρο παρακολούθησης και αυτοματισμού θα εγκατασταθεί ο απαραίτητος ηλεκτρονικός εξοπλισμός με προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC), το εποπτικό σύστημα (SCADA) και τους πομποδέκτες για την επικοινωνία των επιμέρους σταθμών ελέγχου. Τέλος, οι τουαλέτες θα έχουν τα απαραίτητα είδη υγιεινής και η κουζίνα σκεύη, ψυγείο και άλλες ηλεκτρικές συσκευές.

9. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Στο Βιολογικό Καθαρισμό που μελετάμε θα κατασκευαστεί ένα κτίριο Διοίκησης που θα περιλαμβάνει το γραφείο, το εργαστήριο-χημείο, την κουζίνα και χώρο ηλεκτρονικών μηχανημάτων για την παρακολούθηση της ορθής λειτουργίας των δεξαμενών. Επιπλέον, θα υπάρχουν κτίρια στέγασης ορισμένων διεργασιών, και συγκεκριμένα της εσχάρωσης και εξάμμωσης, κτίριο αποθήκευσης για προφύλαξη ηλεκτρομηχανολογικών εργαλείων όπως ταινιοφιλτρώπρεσσα, αντλίες, άλλες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, λέβητα πετρελαίου και ό,τι άλλο χρειαστεί. Επίσης, θα στεγαστούν σε κτίριο οι διεργασίες της επαναχρησιμοποίησης του νερού, της αφυδάτωσης και της εξισορρόπησης βοθρολυμάτων.

Οι διαστάσεις των κτιριακών εγκαταστάσεων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κτίριο	Επιφάνεια m^2
Κτίριο Διοίκησης	63
εσχάρωσης-εξάμμωσης	187
Κροκίδωσης	4,12
Πρωτοβάθμιας καθίζησης	643.42
Δευτεροβάθμια καθίζηση	1117
Δεξαμενής Αερισμού	568,2
Δεξαμενή μερισμού	1041,6
Ομογενοποίησης	58
κομποστοποίησης	592
Χλωρίωσης	747,2
Κτίριο Βοθρολυμάτων	100
Συσσωμάτωσης	14
Πάχυνσης	55
Αναερόβιος χωνευτής	201
Χημικής καθίζησης	132
Χώρος αποθήκευσης νερού έκπλυσης	54
Αμμόφιλτρο	52,8
Λαμπτήρες UV	56
Φυλάκιο	2,25
αποθήκευσης ιλύος	72,25
δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη	9
Σύνολο	5769,84

ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Εκτός από τις εγκαταστάσεις και τις δεξαμενές επεξεργασίας των αστικών λυμάτων, είναι απαραίτητο να κατασκευαστούν οι κατάλληλοι χώροι στέγασης για το προσωπικό με βάση τους κανόνες ασφαλείας. Οι χώροι που θα αποτελούν το κτίριο διοίκησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

Κτίριο διοίκησης	Έκταση	Εξοπλισμός
Γραφεία	20	Έπιπλα γραφείου, Η/Υ

Αποθήκη	35	-
Εργαστήριο-Χημείο	15	Κλιματισμός, Πάγκκος, εργαστηριακά μηχανήματα
Τουαλέτες	7	Είδη υγιεινής
Αίθουσα εξοπλισμού	10	Ένδυμα εργασίας, ανταλλακτικά μηχανημάτων
Πίνακας ελέγχου τάσης	15	Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός
Σύνολο	102	

Πίνακας :Τμήματα κτιρίου διοίκησης

Πιο συγκεκριμένα, το χημείο και το γραφείο θα είναι πλήρως εξοπλισμένα με τα απαραίτητα όργανα για την διεξαγωγή πειραμάτων και ηλεκτρονικούς υπολογιστές με ενσωματωμένα χρήσιμα προγράμματα αντίστοιχα. Στον πρώτο όροφο του κτηρίου θα βρίσκονται το γραφείο, το εργαστήριο-χημείο και οι τουαλέτες ενώ στον δεύτερο όροφο θα υπάρχει ο χώρος παρακολούθησης της εγκατάστασης και η κουζίνα.

ΟΔΟΠΟΙΑ

Για την εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης είναι απαραίτητη η κατασκευή του δικτύου οδοποιίας το οποίο έχει σκοπό την διάνοιξη δρόμων μεταξύ των δεξαμενών για την εύκολη πρόσβαση σε όλα τα σημεία του βιολογικού. Αυτό αποσκοπεί στην εύκολη μετακίνηση των βυτίων σε όλο το χώρο της εγκατάστασης, στη μεταφορά των απαραίτητων πρώτων υλών και εργαλείων σε κάθε δεξαμενή και στην εύκολη πρόσβαση των εργαζομένων σε κάθε σημείο της εγκατάστασης. Δίπλα από το κτίριο διοίκησης θα φτιαχτεί χώρος στάθμευσης, και όλοι οι δρόμοι θα είναι ασφαλτοστρωμένοι με πλάτος 3 m. Η επιφάνεια της εγκατάστασης θα διαμορφωθεί με βάση την εξίσωση των χωματισμών και με κατάλληλες κλίσεις για την απορροή των όμβριων υδάτων. Η άσφαλτος είναι 21000m².

ΕΚΣΚΑΦΕΣ – ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ

Το σχέδιο της μηκοτομής στο οποίο παρουσιάζεται αναλυτικά το βάθος που θα κατασκευαστεί η κάθε δεξαμενή μας βοηθά ώστε να υπολογίσουμε το συνολικό μέγεθος των εκσκαφών που θα πραγματοποιηθούν. Στις εκσκαφές πρέπει να υπολογιστούν εκτός από τις δεξαμενές και οι υπόλοιπες κτιριακές εγκαταστάσεις. Πιο συγκεκριμένα, έχοντας διαστασιολογήσει κάθε δεξαμενή και γνωρίζοντας τα απαραίτητα εξαρτήματα που απαιτούνται σε κάθε μια ξεχωριστά θεωρήσαμε 1m εκσκαφή εδάφους για τη θεμελίωση των εξαρτημάτων.

Κτίριο	Επιφάνεια m ²
--------	--------------------------

Κτίριο Διοίκησης	63
εσχάρωσης-εξάμμωσης	187
Κροκίδωσης	4,12
Πρωτοβάθμιας καθίζησης	643,42
Δευτεροβάθμια καθίζηση	1117
Δεξαμενής Αερισμού	568,2
Δεξαμενή μερισμού	1041,6
Ομογενοποίησης	58
κομποστοποίησης	592
Χλωρίωσης	747,2
Κτίριο Βοθρολυμάτων	100
Συσσωμάτωσης	14
Πάχυνσης	55
Αναερόβιος χωνευτής	201
Χημικής καθίζησης	132
Χώρος αποθήκευσης νερού έκπλυσης	54
Αμμόφιλτρο	52,8
Λαμπτήρες UV	56
Φυλάκιο	2,25
αποθήκευσης ιλύος	72,25
δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη	9
Σύνολο	5769,84

Πίνακας :Εκκαφές

Όγκος κατασκευής σκυροδέματος

Για την κατασκευή των δεξαμενών και των κτιρίων της εγκατάστασης χρησιμοποιούμε ως υλικό το σκυρόδεμα. Πιο συγκεκριμένα, για να υπολογίσουμε την ποσότητα του σκυροδέματος που χρειαζόμαστε, γνωρίζουμε τον όγκο των δεξαμενών και θεωρούμε πάχος τοιχίου 0,4 m ενώ για την κατασκευή των κτιρίων πάχος ίσο με 0,2 m. Στον παρακάτω πίνακα, φαίνεται αναλυτικά η ποσότητα σκυροδέματος για κάθε δεξαμενή και κτίριο.

Πίνακας

Χρήση	Ποσότητα m^3
Κτίριο Διοίκησης	14
εσχάρωσης-εξάμμωσης	50.4
Κροκίδωσης	15
Πρωτοβάθμιας	2271

καθίζησης	
Δευτεροβάθμια καθίζηση	3975
Δεξαμενής Αερισμού	173
Δεξαμενή μερισμού	100
Ομογενοποίησης	293
κομποστοποίησης	108.4
Χλωρίωσης	407
Κτίριο Βοθρολυμάτων	
Συσσωμάτωσης	13
Πάχυνσης	259
Αναερόβιος χωνευτής	905
Χημικής καθίζησης	555
Χώρος αποθήκευσης νερού έκπλυσης	189
δεξαμενής αποθήκευσης ιλύος	28
Αμμόφιλτρο	198
Λαμπτήρες UV	1056
Φυλάκιο	4.8
δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη	20
Σύνολο	10.409

● Για τις ορθογωνικές δεξαμενές (ανοιχτές από πάνω) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:
 $b * H * W * 2 + b * H * L * 2 + b * W * L$
 όπου b το πάχος του σκυροδέματος,
 H το ύψος της δεξαμενής,
 W το πλάτος της
 και L το μήκος της δεξαμενής.

● Για τις κωνικές δεξαμενές (ανοιχτές από πάνω) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:
 $2 * \pi * R * H * b + \pi * R * \lambda * b,$
 όπου R η ακτίνα της δεξαμενής,
 H το ύψος της,
 b το πάχος του σκυροδέματος
 και λ η γενέτειρα (τύπος επιφάνειας κώνου).

● Για τις κυκλικές δεξαμενές (ανοιχτές από πάνω) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:
 $2 * \pi * R * H * b + \pi * R^2 * b,$
 όπου R η ακτίνα της δεξαμενής,
 H το ύψος της
 και b το πάχος του σκυροδέματος.

- Για τις κυκλικές δεξαμενές (κλειστή από πάνω μόνο της αναερόβιας χώνευσης) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:
 $2 * \pi * R * (H + R) * b$, με τα ίδια χαρακτηριστικά.
 Ο όγκος σκυροδέματος για όλα τα (ορθογωνικά) κτίρια υπολογίστηκε ως εξής:
 $b * H * W * 2 + b * H * L * 2 + b * W * L * 2$,
 όπου b το πάχος του σκυροδέματος,
 H το ύψος του κτηρίου,
 W το πλάτος του
 και L το μήκος του κτηρίου.
 Ο παραπάνω τύπος χρησιμοποιήθηκε και με κάποιες παραλλαγές στα κτίρια μεσοτοιχίας.
 Για τα διώροφα κτίρια (διοίκησης) χρησιμοποιήθηκε ο εξής τύπος:
 $b * H * W * 2 + b * H * L * 2 + b * W * L * 3$, με τα ίδια χαρακτηριστικά.

ΑΠΟΨΙΛΩΣΗ – ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ – ΔΕΝΔΡΟΦΥΤΕΥΣΗ

Δεν θα πραγματοποιηθεί καθαρισμός, μορφοποίηση και εξομάλυνση του εδάφους με αποψίλωση αφού το έδαφος βρίσκεται σε πολύ καλή κατάσταση και υπάρχουν ελάχιστα δέντρα τα οποία δεν ενοχλούν. Στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων θα υπάρξει, για την προστασία της, περίφραξη περιμετρικά του συνόλου της έκτασης της. Περιμετρικά της εγκατάστασης θα τοποθετηθούν 29 δενδρύλλια ,κάπου στην πράσινη περιοχή των 480 m², έτσι ώστε να μειωθεί η οπτική όχληση από τη μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων και για το πότισμα των χώρων πρασίνου θα χρησιμοποιείται νερό από την επαναχρησιμοποίηση του βιολογικού, με παροχή που θα κυμαίνεται ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες. Η συνολική επιφάνεια της περίφραξης θα είναι 778m.

ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Για την παροχή υπηρεσιών τηλεφωνίας και διαδικτύου θα γίνει σύνδεση του κτηρίου διοίκησης με το δίκτυο του ΟΤΕ.

ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Κατά τη φάση της κατασκευής η ηλεκτροδότηση θα πραγματοποιείται με χρήση γεννητριών. Στη φάση λειτουργίας η εγκατάσταση θα ηλεκτροδοτείται από το δίκτυο της Δ.Ε.Η.

ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Η σύνδεση των διεργασιών της επεξεργασίας λυμάτων καθώς και η διάθεση των λυμάτων θα πραγματοποιηθεί με ένα δίκτυο σωληνώσεων.

10.ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Κόστη μηχανολογικού εξοπλισμού

Για να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος του μηχανολογικού εξοπλισμού, θα εξετάσουμε αναλυτικά στην κάθε δεξαμενή που χρησιμοποιούμε τον εξοπλισμό που απαιτείται για την ομαλή λειτουργία της. Κάνοντας μια έρευνα αγοράς καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

Πίνακας :Εξοπλισμός δεξαμενής εσχάρωσης

Μηχανολογικός εξοπλισμός	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Μηχανικά καθαριζόμενη σχάρα	1	5500
Ξέστρο	1	2500
Σύνολο		8000

Πίνακας :Εξοπλισμός δεξαμενής εξάμμωσης

Μηχανολογικός εξοπλισμός	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Αμμοσυλέκτης	2	3000
Υπερχειλιστής	2	1000
Διάτρητος σωλήνας	2	180
Σύνολο		8360

Πίνακας :Εξοπλισμός δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης

Μηχανολογικός εξοπλισμός	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Ξέστρο	1	7000
Υπερχειλιστής	1	1000
Αισθητήρας στάθμης	1	700
Σύνολο		8.700

Πίνακας :Εξοπλισμός δεξαμενής αερισμού

Μηχανολογικός εξοπλισμός	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
--------------------------	------------------	------------

διαχυτήρες αερισμού λυμάτων μεμβράνης	496	25
Φυσητήρας	1	6000
Αισθητήρας Στάθμης	1	800
Σύνολο		19.200

Πίνακας :Εξοπλισμός δεξαμενής δευτεροβάθμιας καθίζησης

Μηχανολογικός εξοπλισμός	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Ξέστρο	1	9000
Υπερχειλιστής	1	1700
Αισθητήρας στάθμης	1	900
Σύνολο		14400

Πίνακας :Εξοπλισμός δεξαμενής κροκίδωσης

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Αναδευτήρας μίξης	1	5000
Ανακλαστήρες	2	500
Σύνολο		6000

Πίνακας :Εξοπλισμός συσσωμάτωσης

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Αναδευτήρας ταχείας μίξης	1	7000
Ανακλαστήρες	2	500
Σύνολο		8000

Πίνακας :Εξοπλισμός χημικής καθίζησης

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Υπερχειλιστής	1	900
Αισθητήρας στάθμης	1	900
Σύνολο		1800

Πίνακας :Εξοπλισμός αμμόφιλτρου

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Αμμόφιλτρο	1	6000
Άμμος	73.6 m^3	50/ m^3
Σύνολο		9680

Πίνακας :Εξοπλισμός απολύμανσης UV

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Λαμπτήρες	124	80
Κέλυφος	124	250
Σύνολο		31000

Πίνακας : Ομογενοποίηση

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Διάτρητος Σωλήνας	1	1000
Σύνολο		1000

Πίνακας :Εξοπλισμός κομποστοποίησης

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Τρακτέρ με φρέζα	1	55000
Ηλεκτρικός αυτοκινούμενος αναστροφέας	1	70000
Θερμόμετρο	1	800
Σύνολο		125800

Πίνακας :Εξοπλισμός πάχυνσης

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Ξέστρο πάχυνσης	1	5500
Υπερχειλίστης	1	2700
Σύνολο		8200

Πίνακας :Εξοπλισμός αναερόβιας χώνευσης

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Εναλλάκτης θερμότητας λάσπης χωνευτών	1	600
Θόλος εξαγωγής βιοαερίου	1	200
Σύνολο		800

Πίνακας : Αποθήκευση Χωνεμένης Ιλύος

Είδος μηχανολογικού εξοπλισμού	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Διάτρητος Σωλήνας	1	600

Φυσητήρας	1	2000
Σύνολο		2600

Πίνακας :Πρόσθετος εξοπλισμός εγκατάστασης

Επιπλέον εξοπλισμός εγκατάστασης	Αριθμός τεμαχίων	Κόστος (€)
Βάνα	15	90
Μετρητής Στάθμης	8	29
Εναλλάκτη θερμότητας	1	300
Ιμάντας	1	2000
Trommel	1	20000
Παροχόμετρο	1	300
Χλωριόμετρο	1	250
Κοχλίας μεταφοράς στερεών	3	4000
Σύστημα απόσμησης	1	13000
Σύνολο		49432

6.5 Κόστος αντλιών

Πίνακας 64:Κόστος αντλιών

Είδος αντλίας	Αριθμός αντλιών	Τιμή (€)	Συνολική αντλία (€)
Αντλία κοχλία Αρχιμήδη	3	7000	21000
Αντλία έκκεντρου κοχλία ΠΔΚ	4	450	1800
Αντλία έκκεντρου κοχλία ΔΔΚ	4	720	2880
Αντλία έκκεντρου κοχλία Χημικής καθίζησης	2	320	640
Αντλία έκκεντρου κοχλία Λάσπης	8	840	6720
Πνευματική αντλία τύπου Bernoulli	4	2091	8364
Φυγοκεντρική αντλία	8	772,44	6179,52

Δοσομετρική αντλία	4	473,46	1893,84
Σύνολο	34		50000

ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στο κόστος κατασκευής της μονάδας συμπεριλαμβάνονται:

1. Το κόστος των εκσκαφών και μεταφοράς μπαζών
2. Το κόστος των σκυροδετήσεων
3. Το κόστος της περίφραξης – αποψίλωσης – δενδροφύτευσης – οδοποιίας - κάδων
4. Το κόστος των αντλιών
5. Το κόστος των σωληνώσεων
6. Το κόστος μόνωσης
7. Το κόστος των οχημάτων
8. Το κόστος του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού
9. Το κόστος του εξοπλισμού του κτιρίου Διοίκησης

ΚΟΣΤΟΣ ΕΚΣΚΑΦΩΝ

Ακολουθεί η εκτίμηση του κόστους των εκσκαφών που θα λάβουν χώρα κατά την κατασκευή του έργου. Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες που συμβουλευτήκαμε, καταλήξαμε στην τιμή 6.30 €/m³ για την εκσκαφή και μεταφορά μπαζών. Τελικά, το κόστος εκσκαφής, έχοντας ως δεδομένο ότι ο συνολικός όγκος των εκσκαφών είναι 5500 m³, είναι περίπου **34.650 €**

ΚΟΣΤΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η εκτίμηση του κόστους των σκυροδετήσεων για την κατασκευή των δεξαμενών, των καναλιών και των κτηρίων που θα κατασκευαστούν εντός των ορίων της μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων σύμφωνα με την παρούσα μελέτη. Στα κόστη αυτά συμπεριλαμβάνεται η αγορά των υλικών του οπλισμένου σκυροδέματος και οι εργασίες σκυροδέτησης και μεταφοράς, διάστρωσης και συμπύκνωσης.

Χρήση	Ποσότητα m^3
Κτίριο Διοίκησης	14
εσχάρωσης-εξάμμωσης	50.4
Κροκίδωσης	15
Πρωτοβάθμιας καθίζησης	2271
Δευτεροβάθμια καθίζηση	3975
Δεξαμενής Αερισμού	173
Δεξαμενή μερισμού	100
Ομογενοποίησης	293
κομποστοποίησης	108.4
Χλωρίωσης	407
Κτίριο Βοθρολυμάτων	
Συσσωμάτωσης	13
Πάχυνσης	259
Αναερόβιος χωνευτής	905
Χημικής καθίζησης	555
Χώρος αποθήκευσης νερού έκπλυσης	189
δεξαμενής αποθήκευσης ιλύος	28
Αμμόφιλτρο	198
Λαμπτήρες UV	1056
Φυλάκιο	4.8
δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη	20
Σύνολο	10.409

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η εκτίμηση του κόστους των σκυροδετήσεων για την κατασκευή των δεξαμενών, των καναλιών και των κτηρίων που θα κατασκευαστούν εντός των ορίων της μονάδας επεξεργασίας αστικών λυμάτων σύμφωνα με την παρούσα μελέτη. Στα κόστη αυτά συμπεριλαμβάνεται η αγορά των υλικών του οπλισμένου σκυροδέματος και οι εργασίες σκυροδέτησης και μεταφοράς, διάστρωσης και συμπύκνωσης

Χρήση	Ποσότητα m^3	Τιμή ανά m^3	Τιμή (€)
Κτίριο Διοίκησης	14	63	882
εσχάρωσης-εξάμμωσης	50.4	63	3174
Κροκίδωσης	15	63	945
Πρωτοβάθμια καθίζησης	2271	63	143073
Δευτεροβάθμια καθίζηση	3975	63	250425
Δεξαμενής Αερισμού	173	63	10899
Δεξαμενή μερισμού	100	63	6300
Ομογενοποίησης	293	63	18459
Κομποστοποίησης	108.4	63	6829
Χλωρίωσης	407	63	25641
Κτίριο Βοθρολυμάτων		63	
Συσσωμάτωσης	13	63	819
Πάχυνσης	259	63	16.317
Αναερόβιος χωνευτής	905	63	57015
Χημικής καθίζησης	555	63	34965
Χώρος αποθήκευσης νερού έκπλυσης	189	63	11907
δεξαμενής αποθήκευσης ιλύος	28	63	1764
Αμμόφιλτρο	198	63	12474
Λαμπτήρες UV	1056	63	66528
Φυλάκιο	4.8	63	302.4
δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη	20	63	1200
Σύνολο	10.409		670000

ΚΟΣΤΟΣ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ – ΑΠΟΨΙΛΩΣΗΣ – ΔΕΝΔΡΟΦΥΤΕΥΣΗΣ – ΚΑΛΩΝ – ΟΔΟΠΟΙΑΣ

Για να γίνει η εκτίμηση του κόστους περίφραξης, αποψίλωσης, δένδροφύτευσης, οδοποιίας και των κάδων του οικοπέδου υπολογίστηκαν οι ποσότητες και οι αντίστοιχες τιμές βρέθηκαν μετά από επικοινωνία με τις ανάλογες επιχειρήσεις

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΤΙΜΗ (€)
Περίφραξη χώρου	749.2	10€ /m	7492
Δενδροφύτευση	56	5	336
Κάδοι απορριμμάτων	9	170	1530
Άσφαλτος δρόμων	21000	9€/m ²	189000
Λαμπτήρες δρόμου	20	80	1600
ΣΥΝΟΛΟ			199958

ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Είδος Εξοπλισμού	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ (euro)
Γραφείο	10	90
Γραφική ύλη	10	50
Καρέκλες	20	13
Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές	15	170
Εξοπλισμός εργαστηρίου	2	4000
Εξοπλισμός τουαλέτας	3	300
Πυροσβεστήρες	8	40
Κλιματιστικό	5	500
Εγκατάσταση Ηλεκτρολογικού εξοπλισμού	1	20000
ΣΥΝΟΛΟ		35930

ΚΟΣΤΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Οι σωλήνες είναι 15% το κόστος της σκυροδετησης , άρα 100500 ευρώ. Χρησιμοποιήθηκαν σωλήνες PVC, 10 atm, Φ250.

ΚΟΣΤΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ

Για την μόνωση των δεξαμενών μας επιλέγουμε στεγανοποιητική επίστρωση επιφανειών σκυροδέματος με υλικά τσιμεντοειδούς βάσεως.

Κτίριο	Επιφάνεια m^2	ΤΙΜΗ ΑΝΑ m^2
Κτίριο Διοίκησης	35	12
εσχάρωσης-εξάμμωσης	210	12
Κροκίδωσης	4.12	12
Πρωτοβάθμια καθίζησης	643.42	12
Δευτεροβάθμια καθίζηση	1117	12

Δεξαμενής Αερισμού	568,2	12
Δεξαμενή μερισμού	1058	12
Ομογενοποίησης	55	12
κομποστοποίησης	225	12
Χλωρίωσης	747.2	12
Κτίριο Βοθρολυμάτων		12
Συσσωμάτωσης	14	12
Πάχυνσης	55	12
Αναερόβιος χωνευτής	200	12
Χημικής καθίζησης	140	12
Χώρος αποθήκευσης νερού έκπλυσης	54	12
Αμμόφιλτρο	52.6	12
Λαμπτήρες UV	6.2	12
Φυλάκιο	2.25	12
αποθήκευσης ιλύος		12
δεξαμενής πολυηλεκτρολύτη	9	12
Σύνολο	5500	66000

ΚΟΣΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Θα χρειαστούμε 2 βυτιοφόρα για την μεταφορά των βοθρολυμάτων.

Κόστος βυτίου= 22.000 €

Κόστος τράκτορα=90000€

Επίσης, θα χρειαστούμε 3 οχήματα αποκομιδής απορριμμάτων και διατεθειμένου κόμποστ.

Κόστος/όχημα= 19.000 €

Συνολικό κόστος=191.000€

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΟΣΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς βρίσκουμε το κόστος κατασκευής της μονάδας 1297847 ευρώ ,προσθέτοντας την αμοιβή εργολάβου ,νομικά έξοδα κι τα απρόβλεπτα βρίσκουμε ως συνολικό κόστος της μονάδας

1297847 +150000+20000+50000=1517847ευρώ

ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στο λειτουργικό κόστος συμπεριλαμβάνονται

- Οι μισθοί εργαζομένων
- Το κόστος χημικών
- Λοιπά ετήσια έξοδα

ΚΟΣΤΟΣ ΜΙΣΘΩΝ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ

Στη συγκεκριμένη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων θα εργάζονται ένας υπεύθυνος εγκατάστασης (μηχανολόγος μηχανικός), τρεις χειριστές μηχανημάτων, δύο ηλεκτρολόγοι, δύο μηχανικοί περιβάλλοντος, τρεις εργάτες γενικών καθηκόντων, ένας χημικός (για το εργαστήριο), ένας καθαριστής, δύο φύλακες. Τα μισθολογικά έξοδα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΜΙΣΘΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΔΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΜΗΝΙΑΙΟΣ ΜΙΣΘΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ ετησίως
Υπεύθυνος εγκατάστασης (μηχανολόγος μηχανικός)	1	1200	14400
Χειριστής μηχανημάτων	3	900	10800
Ηλεκτρολόγος	2	1000	12000
Μηχανικοί περιβάλλοντος	2	1200	14400
Εργάτης γενικών καθηκόντων	3	800	9600
Χημικός εργαστηρίου	1	1200	14400
Καθαριστής	1	750	9000
Φύλακας	2	700	8400
Σύνολο			93.000

Κόστη χημικών

Για να πραγματοποιηθούν κάποιες διεργασίες στην εγκατάσταση, θα χρειαστούμε χημικά, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω για κάθε διεργασία:

Πίνακας 67:Κόστη χημικών

Τύπος χημικού	Ποσότητα	Τιμή (€)	Τελικό κόστος
Al ₂ (SO ₄) ₃ 18H ₂ O	16 kg/d	3€/kg	520€/έτος
NaOH	8,06 kg/d	16,13/kg	47452,8€/έτος

NaClO	222.13 kg/d	0,25€/kg	20360,36€/έτος
Na ₂ S ₂ O ₃	5kg/d	0,25€/kg	456,25€/έτος
Na ₂ SO ₃	5kg/d	0,38€/kg	693,5€/έτος
FeSO ₄	15 kg/d	0,75€/kg	4106,25€/έτος
Σύνολο			73589,16€/έτος

ΛΟΙΠΑ ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΔΑ

Σύμφωνα με διάφορα επιστημονικά άρθρα σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων βρήκαμε την εξής τυπική τιμή 0,5 kWh/m³. Θεωρώντας μια μέση παροχή εισόδου στην ΕΕΛ που μελετάμε ίση με αυτή της μέσης θερινής παροχής του 2050, δηλαδή ίση με **5380053800** m³/d, προκύπτει ότι η συνολική απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι 26900 kWh/d. Συνεπώς, η ετήσια απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι 9818500 kWh. Η χρέωση ηλεκτρικού ρεύματος είναι 0.12 €/kWh. Προσθέτουμε ένα ποσό για την κατανάλωση ενέργειας από τους εργαζομένους. Συνολικά, το κόστος κατανάλωσης της ενέργειας θα είναι περίπου 120000 €. Η τηλεφωνία με χρήση διαδικτύου χρεώνεται 80 €/μήνα άρα το ετήσιο κόστος είναι 960 €.

Εκτίμηση λειτουργικού κόστους

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	ΚΟΣΤΟΣ (€ / έτος)
Μισθολόγιο	93.000
Ηλεκτρική Ενέργεια	120000
Χημικά	73589
Υδρευση	2000
Τηλεφωνία-Ίντερνετ	960
Συντήρηση εξοπλισμού και κτηρίων	12000
Σύνολο	301549

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΟΣΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για την κοστολόγηση της ΕΕΛ της περιοχής μελέτης υπολογίστηκαν :

1. Κόστος κατασκευής της ΕΕΛ 1517847ευρώ/έτος
2. Κόστος λειτουργίας της ΕΕΛ 301549 ευρώ/έτος.

Βιβλιογραφία

- Σημειώσεις “Σχεδιασμός Περιβαλλοντικών Εγκαταστάσεων και Εκτίμηση Περιβάλλοντος” , eclass, Πολυτεχνείο Κρήτης
- Σωτηρία Κ. Πανακούλια , 2009, Διπλωματική Εργασία “Αποκεντρωμένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων από ξενοδοχειακές μονάδες στο βόρειο άξονα της Κρήτης ” , Πολυτεχνείο Κρήτης Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος .
- Τοπογραφικά Θέματα: Υπολογισμός Μελλοντικού Πληθυσμού (simigis.blogspot.com)
- Στάμος Α., Βογιατζής Ζ. ,1994, Βασικές αρχές Σχεδιασμού συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων
- Ευθύμιος Νταρακάς σημειώσεις μαθήματος ,*Τεχνική Περιβάλλοντος* , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Κυπριωτάκης Εμμανουήλ,2017, Διπλωματική Εργασία “ Επίδραση του ρυθμού ανακυκλοφορίας και αερισμού στην απόδοση του βιόφιλτρου για επεξεργασία υγρών αστικών αποβλήτων”, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
- <http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/19/alexandrou.pdf?sequence=1>
- <https://www.eetaa.gr/ekdoseis/pdf/059.pdf>
- <http://www.sbla.com.cy/book/export/html/14>
- <http://ikee.lib.auth.gr/record/122444/files/legontis.pdf>
- http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_gratziou.pdf
- https://monemvasia.gov.gr/download/apofaseis-symvouliou-2019/DS_2019-236.pdf
- http://www.dimos-archanon-asterousion.gr/files/3/523/oroi_timologio.pdf
- <http://www.technoroi.com/products32.php>
- <http://ww1.e-toolsmarket.com/>
- <https://www.akep.gr/AkepFiles/file-9284.pdf>
- https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS460/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%B1/EE01_SXARA.pdf
- <http://www.ecotech.gr/esxares>
- <http://www.caramondani.gr/wp-content/uploads/2019/07/06.pdf>
- <https://biotecs.gr/proionta-yphresies/biologiki-epeksergasia-lymatvn/#1466937417886-ef2a6bea-db06>
- <https://oikodomika.gr/%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82-%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%89%CE%BD-%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%89%CE%BD>