



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εκτίμηση και καταγραφή ενεργειακής
κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του
θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις
επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα**

Νικόλαος Γκολιόπουλος

Επιβλέπων καθηγητής: Μαμάης Δανιήλ, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2019

Η επιστήμη είναι δεδομένα. Ακριβώς όπως τα σπίτια χτίζονται με τούβλα, έτσι και η επιστήμη χτίζεται με δεδομένα. Αλλά όπως ένας σωρός τούβλα δεν κάνει ένα σπίτι, έτσι και μια συλλογή δεδομένων δεν είναι απαραίτητα επιστήμη.

Ανρί Πουανκαρέ, 1854-1912, Γάλλος μαθηματικός

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες	14
Περίληψη	15
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	18
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικός υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο σύστημα ενεργού ιλύος	19
2.1 Η επεξεργασία των λυμάτων με το σύστημα της ενεργού ιλύος	19
2.2 Ενεργειακό Μοντέλο ΕΕΛ	21
2.2.1 Εξισώσεις θεωρητικού μοντέλου	22
2.2.2 Βιολογική βαθμίδα	22
2.2.3 Δεδομένα σχεδιασμού βιολογικής βαθμίδας	22
2.2.4.1 Υπολογισμός απαιτούμενου αέρα για το σύστημα διάχυσης	25
2.2.4.2 Ενεργειακή κατανάλωση από το σύστημα αερισμού βιολογικής βαθμίδας - Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος διάχυσης αέρα (διαχυτήρες - φυσητήρες)	25
2.2.4.3 Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης επιφανειακών αεριστήρων	26
2.3 Μοντέλο Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου	27
2.3.1 Υπολογισμός εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου από Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων	30
2.3.1.1 Άμεσες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου	30
2.3.1.2 Έμμεσες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου	30
Παραγωγή N ₂ O κατά την διεργασία απομάκρυνσης αζώτου	30
Παραγωγή N ₂ O κατά την απονιτροποίηση	30
Παραγωγή N ₂ O κατά τη νιτροποίηση	31
2.4 Μεθοδολογία εκτίμησης των εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου από Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων	31
2.4.1 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από τις βιολογικές διεργασίες	32
2.4.2 Παραγωγή CO ₂ από την αποσύνθεση της βιομάζας	32
2.4.3 Παραγωγή CO ₂ από την παραγωγή βιομάζας	33
2.4.4 Κατανάλωση CO ₂ κατά τη νιτροποίηση	33
2.4.5 Παραγωγή CO ₂ κατά την απονιτροποίηση	34
2.4.6 Παραγωγή N ₂ O κατά την απονιτροποίηση	34
2.4.7 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από την αναερόβια χώνευση της ιλύος	35
2.4.7.1 Παραγόμενο βιοαέριο	35
2.4.7.2 Παραγωγή CO ₂ από την καύση του βιοαερίου	36
11.7.3 Παραγωγή CO ₂ από τη διαρροή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα	37
2.4.8 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από διάθεση ή καύση της ιλύος	37

2.4.9 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	39
Κεφάλαιο 3: Στοιχεία λειτουργίας υφιστάμενων ΕΕΛ στην Ελλάδα.....	40
3.1 Μονάδα 1	40
3.1.1 Γενική Περιγραφή.....	40
3.1.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	41
3.1.3 Γραμμή της Ιλύος.....	43
3.1.4 Αποτελέσματα.....	44
3.2 Μονάδα 2	45
3.2.1 Γενική Περιγραφή.....	45
3.2.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	46
3.2.3 Γραμμή της Ιλύος.....	46
3.2.4 Αποτελέσματα.....	46
3.3 Μονάδα 3	47
3.3.1 Γενική Περιγραφή.....	47
3.3.2 Γραμμή των Λυμάτων & της Ιλύος	47
3.3.3 Αποτελέσματα.....	49
3.4 Μονάδα 4	49
3.4.1 Γενική Περιγραφή.....	49
3.4.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	49
3.4.3 Γραμμή της Ιλύος.....	51
3.4.4 Αποτελέσματα.....	51
3.5 Μονάδα 5	52
3.5.1 Γενική Περιγραφή.....	52
3.5.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	53
3.5.3 Γραμμή της Ιλύος.....	57
3.5.4 Αποτελέσματα.....	57
3.6 Μονάδα 6	58
12.6.1 Γενική Περιγραφή.....	58
3.6.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	58
3.6.3 Γραμμή της Ιλύος.....	60
3.6.4 Αποτελέσματα.....	61
3.7 Μονάδα 7	61
12.7.1 Γενική Περιγραφή.....	61
3.7.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	62
3.7.3 Γραμμή της Ιλύος.....	64

3.7.4 Αποτελέσματα.....	64
3.8 Μονάδα 8	64
3.8.1 Γενική Περιγραφή.....	64
3.8.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	65
3.8.3 Γραμμή της Ιλύος.....	68
3.8.4 Αποτελέσματα.....	68
3.9 Μονάδα 9	69
3.9.1 Γενική Περιγραφή.....	69
3.9.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	69
3.9.3 Γραμμή της Ιλύος.....	72
3.9.4 Αποτελέσματα.....	73
3.10 Μονάδα 10	73
3.10.1 Γενική Περιγραφή.....	73
3.10.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	74
3.10.3 Γραμμή της Ιλύος.....	77
3.10.4 Αποτελέσματα.....	78
3.11 Μονάδα 11	78
3.11.1 Γενική Περιγραφή.....	78
3.11.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	79
3.11.3 Γραμμή της Ιλύος.....	80
3.11.4 Αποτελέσματα.....	81
3.12 Μονάδα 12	81
3.12.1 Γενική Περιγραφή.....	81
3.12.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	82
3.12.3 Γραμμή της Ιλύος.....	83
3.12.4 Αποτελέσματα.....	83
3.13 Μονάδα 13	83
3.13.1 Γενική Περιγραφή.....	83
3.13.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	84
3.13.3 Γραμμή της Ιλύος.....	85
3.13.4 Αποτελέσματα.....	86
.....	87
3.14 Μονάδα 14	87
3.14.1 Γενική Περιγραφή.....	87
3.14.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	88

3.14.3 Γραμμή της Ιλύος.....	89
3.14.4 Αποτελέσματα.....	89
12.15 Μονάδα 15	90
12.15.1 Γενική Περιγραφή.....	90
12.15.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	91
12.15.3 Επεξεργασία Ιλύος.....	97
12.15.4 Αποτελέσματα.....	98
3.16 Μονάδα 16	100
3.16.1 Γενική Περιγραφή.....	100
3.16.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	100
3.16.3 Γραμμή της Ιλύος.....	103
3.16.4 Αποτελέσματα.....	104
3.17 Μονάδα 17	105
3.17.1 Γενική Περιγραφή.....	105
3.17.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	105
3.17.3 Γραμμή της Ιλύος.....	107
3.17.4 Αποτελέσματα.....	107
3.18 Μονάδα 18	109
3.18.1 Γενική Περιγραφή.....	109
3.18.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	109
3.18.3 Γραμμή της Ιλύος.....	110
3.18.4 Αποτελέσματα.....	110
3.19 Μονάδα 19	111
3.19.1 Γενική Περιγραφή.....	111
3.19.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	111
3.19.3 Γραμμή της Ιλύος.....	114
3.19.4 Αποτελέσματα.....	115
3.20 Μονάδα 20	116
12.20.1 Γενική Περιγραφή.....	116
3.20.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	117
3.20.3 Γραμμή της Ιλύος.....	121
3.20.4 Αποτελέσματα.....	122
3.21 Μονάδα 21	123
3.21.1 Γενική Περιγραφή.....	123
3.21.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	123

3.21.3 Γραμμή της Ιλύος.....	127
3.21.4 Αποτελέσματα.....	131
3.22 Μονάδα 22	132
3.22.1 Γενική Περιγραφή.....	132
3.22.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	134
3.22.3 Αποτελέσματα.....	136
3.23 Μονάδα 23	137
3.23.1 Γενική Περιγραφή.....	137
3.23.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	138
3.23.3 Γραμμή της Ιλύος.....	143
3.23.4 Αποτελέσματα.....	144
3.24 Μονάδα 24	144
3.24.1 Γενική Περιγραφή.....	144
3.24.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	145
3.24.3 Γραμμή της Ιλύος.....	148
3.24.4 Αποτελέσματα.....	148
3.25 Μονάδα 25	149
3.25.1 Γενική Περιγραφή.....	149
3.25.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	150
3.25.3 Γραμμή της Ιλύος.....	155
3.25.4 Αποτελέσματα.....	157
3.26 Μονάδα 26	158
3.26.1 Γενική Περιγραφή.....	158
3.26.2 Γραμμή Επεξεργασίας Λυμάτων	158
3.26.3 Γραμμή της Ιλύος.....	162
3.26.4 Αποτελέσματα.....	165
3.27 Μονάδα 27	165
12.27.1 Γενική Περιγραφή.....	165
3.27.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	166
3.27.3 Γραμμή της Ιλύος.....	170
3.27.4 Αποτελέσματα.....	172
3.28 Μονάδα 28	173
3.28.1 Γενική Περιγραφή.....	173
3.28.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	174
3.28.3 Γραμμή της Ιλύος.....	178

3.28.4 Αποτελέσματα.....	180
3.29 Μονάδα 29	180
3.29.1 Γενική Περιγραφή.....	180
3.29.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	181
3.29.3 Γραμμή της Ιλύος.....	186
3.29.4 Αποτελέσματα.....	188
3.30 Μονάδα 30	189
3.30.1 Γενική Περιγραφή.....	189
3.30.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	190
3.30.3 Γραμμή της Ιλύος.....	197
3.30.4 Αποτελέσματα.....	202
3.31 Μονάδα 31	203
3.31.1 Γενική Περιγραφή.....	203
3.31.2 Γραμμή των Λυμάτων.....	203
3.31.3 Γραμμή της Ιλύος.....	207
3.31.4 Αποτελέσματα.....	209
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ΕΕΛ	210
4.1 Θεωρητικός Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης	210
4.2 Η Ενεργειακή Κατανάλωση στις ΕΕΛ	211
4.3 Ποσοστό Αερισμού στη συνολική Ενεργειακή Κατανάλωση.....	221
4.4 Μέθοδος Αερισμού	225
4.5 Κόστος Χημικών.....	230
4.6 Κόστος Προσωπικού.....	231
4.7 Κόστος Συντήρησης.....	233
4.8 Κόστος Κατασκευής	236
4.9 Χρόνος Κατασκευής	239
4.10 Οι εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου στις ΕΕΛ.....	241
4.11 Οι στόχοι των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	251
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	252
5.1 Συμπεράσματα	252
5.2 Πρόταση για μείωση εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου των ΕΕΛ	253
5.3 Πρόταση για Τεύχη Δημοπράτησης που αφορούν τη λειτουργία των ΕΕΛ.....	254
5.4 Πρόταση για Τεύχη Δημοπράτησης που αφορούν την Κατασκευή των ΕΕΛ	255
Βιβλιογραφία	257

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1	Απαιτήσεις των συγκεντρώσεων των ρυπαντικών φορτίων εξόδου ..	23
Πίνακας 2	Αναγωγή μονάδας κάθε αερίου σε διοξείδιο του άνθρακα	28
Πίνακας 3	Μείγμα καυσίμου για όλη τη χώρα	39
Πίνακας 4	Δεδομένα σχεδιασμού ΕΕΛ Μονάδας 22	133
Πίνακας 5	Διακύμανση αιωρούμενων στερεών ανάμικτου υγρού στους βιολογικούς αντιδραστήρες	135
Πίνακας 6	Αποκλίσεις του θεωρητικού μοντέλου από την πραγματική κατανάλωση στις διαφορετικές δυναμικότητες εγκαταστάσεων.....	211
Πίνακας 7	Συγκεντρωτικός πίνακας ενεργειακής κατανάλωσης ως προς τους κατοίκους και το εισερχόμενο φορτίο	212
Πίνακας 8	Ενέργεια/κάτοικο/ημέρα ανά εξυπηρετούμενο πληθυσμό.....	213
Πίνακας 9	Ενέργεια/κυβικό μέτρο εισόδου ανά εξυπηρετούμενο πληθυσμό ..	213
Πίνακας 10	Ενέργεια/εισερχόμενο φορτίο ανά εξυπηρετούμενο πληθυσμό....	213
Πίνακας 11	Ενέργεια/κάτοικο/ημέρα για διαφορετικού μεγέθους εγκαταστάσεις	218
Πίνακας 12	Το ποσοστό αερισμού ως προς την συνολική ενέργεια που καταναλώνουν οι εγκαταστάσεις με δεδομένο το ενεργειακό κόστος και τη μέθοδο αερισμού.....	221
Πίνακας 13	Κατηγοριοποίηση εγκαταστάσεων ανάλογα με το ποσοστό αερισμού ως προς τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση.....	223
Πίνακας 14	Κατηγοριοποίηση εγκαταστάσεων με διάχυση ανάλογα με το ποσοστό αερισμού ως προς τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση.....	224
Πίνακας 15	Κατηγοριοποίηση εγκαταστάσεων με επιφανειακό αερισμό ανάλογα με το ποσοστό αερισμού ως προς τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση	224
Πίνακας 16	Η ενεργειακή κατανάλωση στις εγκαταστάσεις με επιφανειακό αερισμό	225
Πίνακας 17	Η ενεργειακή κατανάλωση στις εγκαταστάσεις με διάχυση	226
Πίνακας 18	Η ενεργειακή κατανάλωση στις εγκαταστάσεις ανάλογα με τη μέθοδο αερισμού και τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό	226
Πίνακας 19	Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στις εγκαταστάσεις ανάλογα με τη μέθοδο αερισμού και τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό	227
Πίνακας 20	Κόστος χημικών στις εγκαταστάσεις (σε ευρώ)	230
Πίνακας 21	Σταθμισμένος μέσος όρος κόστους χημικών στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού	231
Πίνακας 22	Μέσος όρος κόστους χημικών στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού	231
Πίνακας 23	Κόστος προσωπικού στις εγκαταστάσεις (σε ευρώ)	232

Πίνακας 24 Σταθμισμένος μέσος όρος κόστους προσωπικού στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού	232
Πίνακας 25 Μέσος όρος κόστους προσωπικού στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού	232
Πίνακας 26 Κόστος συντήρησης στις εγκαταστάσεις (σε ευρώ)	233
Πίνακας 27 Σταθμισμένος μέσος όρος κόστους συντήρησης στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού	233
Πίνακας 28 Μέσος όρος κόστους συντήρησης στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού	234
Πίνακας 29 Μέσος όρος ετήσιου κόστους κάθε κατηγορίας για κάθε κάτοικο	235
Πίνακας 30 Συνολικό Κόστος από τις εγκαταστάσεις που είχαν διαθέσιμα όλα τα στοιχεία κόστους.....	235
Πίνακας 31 Αναγωγή κόστους κατασκευής σε αξία το έτος 2012	237
Πίνακας 32 Κόστος Κατασκευής ανά κάτοικο	238
Πίνακας 33 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (σε kg).....	243
Πίνακας 34 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης	249
Πίνακας 35 Άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης.....	249
Πίνακας 36 Έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης.....	249

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	45
Εικόνα 2 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	52
Εικόνα 3 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	61
Εικόνα 4 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	73
Εικόνα 5 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	78
Εικόνα 6 Κατανομή της ενέργειας της εγκατάστασης.....	86
Εικόνα 7 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	87
Εικόνα 8 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	87
Εικόνα 9 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	90
Εικόνα 10 Ποσοστό αερισμού στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση της εγκατάστασης.....	98
Εικόνα 11 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	99
Εικόνα 12 Κατανομή του κόστους κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.....	99
Εικόνα 13 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	104
Εικόνα 14 Κατανομή ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.....	107
Εικόνα 15 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	108
Εικόνα 16 Κατανομή του κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης	108
Εικόνα 17 Κατανομή ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.....	115
Εικόνα 18 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	116
Εικόνα 19 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	122
Εικόνα 20 Κατανομή ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.....	131
Εικόνα 21 Κατανομή εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	132
Εικόνα 22 Κατανομή του κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης	132
Εικόνα 23 Ποσοστό αερισμού στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση	136
Εικόνα 24 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	137
Εικόνα 25 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	144
Εικόνα 26 Κατανομή των εκπομπών των αερίων.....	149
Εικόνα 27 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	157
Εικόνα 28 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	165
Εικόνα 29 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	173
Εικόνα 30 Κατανομή των ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης.....	188
Εικόνα 31 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	188

Εικόνα 32 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	189
Εικόνα 33 Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της	202
Εικόνα 34 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου	202
Εικόνα 35 Αποκλίσεις θεωρητικής κατανάλωσης από την πραγματική	210
Εικόνα 36 Ενέργεια ανά εισερχόμενη παροχή (kWh/m ³)	215
Εικόνα 37 Ενέργεια ανά εισερχόμενο φορτίο (kWh/kgBOD)	216
Εικόνα 38 Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)	217
Εικόνα 39 Μικρές εγκαταστάσεις: Ενέργεια ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)	220
Εικόνα 40 Μεσαίες Εγκαταστάσεις: Ενέργεια ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)	220
Εικόνα 41 Μεγάλες Εγκαταστάσεις: Ενέργεια ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)	221
Εικόνα 42 Ποσοστό αερισμού συναρτήσει του εξυπηρετούμενου πληθυσμού της εγκατάστασης	222
Εικόνα 43 Ποσοστά Αερισμού ως προς τη συνολική Ενεργειακή κατανάλωση	223
Εικόνα 44 Σύγκριση Ενεργειακού Κόστους διαφορετικών μορφών αερισμού	227
Εικόνα 45 Σύγκριση Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου διαφορετικών μορφών αερισμού	228
Εικόνα 46 Σύγκριση Άμεσων Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου διαφορετικών μορφών αερισμού	228
Εικόνα 47 Σύγκριση Έμμεσων Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου διαφορετικών μορφών αερισμού	229
Εικόνα 48 Διάγραμμα Φυσαλίδων για εγκαταστάσεις (μέγεθος φυσαλίδας αναλογικό με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό (kWh/κατ/ημ))	230
Εικόνα 49 Ενεργειακή Κατανάλωση Μεγάλων εγκαταστάσεων ανάλογα με το έτος κατασκευής	239
Εικόνα 50 Ενεργειακή Κατανάλωση μεγαλύτερων μεσαίων εγκαταστάσεων ανάλογα με το έτος κατασκευής	240
Εικόνα 51 Ενεργειακή Κατανάλωση μικρομεσαίων εγκαταστάσεων ανάλογα με το έτος κατασκευής	240
Εικόνα 52 Ημερήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο (kgCO ₂ /κατ/ημ)	244
Εικόνα 53 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου φορτίο εισόδου (kgCO ₂ /kgBOD)	245
Εικόνα 54 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά εισερχόμενη παροχή (kgCO ₂ /m ³)	246

Εικόνα 55 Ημερήσιες άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο (kgCO ₂ /κατ/ημ)	247
Εικόνα 56 Ημερήσιες έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο (kgCO ₂ /κατ/ημ)	248
Εικόνα 57 Ποσοστό άμεσων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ως προς τις συνολικές	250

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., κ. Δανιήλ Μαμάη, τόσο για την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής εργασίας και την εξαιρετική καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της, όσο και για την διαρκή μετάδοση γνώσεων και αποδοτική διδασκαλία κατά την πενταετή φοίτησή μου στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.

Παράλληλα, ευχαριστώ τους κ. Κωνσταντίνο Νουτσόπουλο, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. και κ. Συμεών Μαλαμή, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., μέλη της εξεταστικής επιτροπής, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου σε μεγάλο πλήθος μαθημάτων, αλλά και τις εποικοδομητικές παρατηρήσεις τους στο αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.

Ακόμη, καθώς κλείνει ο παρών κύκλος των σπουδών μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές της Σχολής και ιδιαίτερα του τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, διότι στην διάρκεια της φοίτησης μου, αποκόμισα πολύτιμο υλικό για να διευρύνω τις γνώσεις και τους ορίζοντες μου στο αντικείμενο ενδιαφέροντός μου.

Βεβαίως, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τους δημόσιους και τους ιδιωτικούς φορείς που παρείχαν τα στοιχεία για να γίνει εφικτή αυτή η διπλωματική εργασία. Οι φορείς έλαβαν επιστολή από τον κ. Μαμάη για να διαθέσουν τα στοιχεία που ήταν απαραίτητα και ανταποκρίθηκαν με ταχύτητα και αποτελεσματικότητα.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στους γονείς μου, την αδελφή μου, την οικογένειά μου και τους φίλους μου για τη συνεχή υποστήριξή τους σε κάθε μου βήμα.

Νικόλαος Κ. Γκολιόπουλος

Αθήνα, 2019

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία συνιστά μία ολοκληρωμένη έρευνα της ενεργειακής κατανάλωσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ), του κόστους συντήρησης και λειτουργίας τους καθώς και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ουσιαστικά, η εργασία έρχεται να επιστεγάσει και να εξάγει συμπεράσματα, με δεδομένες αντίστοιχες μελέτες μικρότερης κλίμακας και διαφορετικής μεθοδολογίας που έχουν πραγματοποιηθεί την τελευταία δεκαετία.

Αρχικά, ζητήθηκε από πλήθος εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων να διαθέσουν στοιχεία που σχετίζονται τόσο με την κατασκευή τους, όσο και με τη λειτουργία τους (λειτουργικά κόστη & κόστη συντήρησης). Συνολικά, ελήφθησαν στοιχεία από 31 εγκαταστάσεις σε όλη την Ελλάδα. Για τις 8 εγκαταστάσεις ήρθε σε επικοινωνία ο συγγραφέας της παρούσης εργασίας, ενώ τα στοιχεία των υπολοίπων 23 αντλήθηκαν από τις εργασίες που είχαν εκπονήσει ο κ. Κουνάδης Χρήστος (2018) και η κα. Δημοπούλου (2011).

Αναπτύχθηκε αρχικά, ένα θεωρητικό μοντέλο για την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης των υπόψη ΕΕΛ, βασισμένο στη μεθοδολογία από το βιβλίο «Επεξεργασία και Διαχείριση Λυμάτων και Ιλύος» (Ανδρεαδάκης, 2015).

Μελετήθηκε ο βαθμός στον οποίο ένα θεωρητικό ενεργειακό μοντέλο δύναται να προσεγγίσει την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση μίας εγκατάστασης. Ακόμη, πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των στοιχείων κόστους, που αφορούν την κατασκευή και την λειτουργία-συντήρηση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων, με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων. Επιπρόσθετα, υπολογίστηκαν για κάθε εγκατάσταση οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που παράγουν, μια ιδιαίτερα κρίσιμη παράμετρο δεδομένου ότι, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέση στόχο την μείωση των εκπομπών κατά 40% τουλάχιστον την επόμενη δεκαετία.

Από την επεξεργασία των προαναφερθέντων στοιχείων προέκυψαν ενδιαφέροντα συμπεράσματα για τον θεωρητικό υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης μιας εγκατάστασης, την αντίστοιχη πραγματική κατανάλωση, καθώς και για τα κόστη κατασκευής, προσωπικού, χημικών και συντήρησης της εγκατάστασης. Μελετήθηκε επιπλέον, η συσχέτιση του μεγέθους της εγκατάστασης και του χρόνου κατασκευής της με την ενεργειακή κατανάλωση της εγκατάστασης.

Το θεωρητικό μοντέλο υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία δίνει αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα με μέση απόκλιση 3%. Το συγκεκριμένο μοντέλο, δίνει επιπλέον τη δυνατότητα να εντοπιστούν εγκαταστάσεις που λειτουργούν χωρίς την απαραίτητη προσοχή και επιμέλεια, ή ακόμα χειρότερα υπολειτουργούν επιβαρύνοντας τον τελικό αποδέκτη.

Στα κυριότερα συμπεράσματα, αναφέρεται ότι ως προς το μέγεθος της εγκατάστασης, οι μεγαλύτερες ΕΕΛ φαίνεται να έχουν μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση από τις μικρότερες, ενώ αντίστοιχα οι μεγαλύτερες ΕΕΛ εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα, το ετήσιο ενεργειακό κόστος ανά κάτοικο στις μικρές εγκαταστάσεις με σύστημα παρατεταμένου αερισμού ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 13 €, ενώ στις μεγάλες με συμβατικό σύστημα σε λιγότερο από 2 €.

Στην Ευρώπη, η ετήσια μέση ενεργειακή κατανάλωση αναφέρεται μεταξύ 20 και 120 kWh/ισ.κατ. και σύμφωνα με τον Jonasson (2010) η κατανάλωση στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη Σουηδία και την Αυστρία είναι αντίστοιχα περίπου 38, 42 και 23 kWh/ισ.κατ. Είναι συνεπώς, ικανοποιητικό που στην Ελλάδα η ετήσια μέση ενεργειακή υπολογίστηκε 30 kWh/ισ.κατ. Επιπρόσθετα εξάγεται ότι το συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από το σύστημα παρατεταμένου αερισμού και εκπέμπει σχεδόν τη μισή ποσότητα από τα αέρια του θερμοκηπίου.

Όσον αφορά τη μέθοδο αερισμού, όπως προκύπτει από την ανάλυση των διατιθέμενων στοιχείων οι διαχυτήρες είναι πιο οικονομικοί σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, ενώ ο επιφανειακός αερισμός είναι πιο οικονομικός στις μικρότερες. Αυτό δεν δικαιολογείται από τους υγειονομολογικούς υπολογισμούς και μάλλον σχετίζεται με την επιλογή των φυσητήρων στις μικρές εγκαταστάσεις. Ο αερισμός, καταναλώνει το 50-60% της ενέργειας της εγκατάστασης κατά βάση και στα συστήματα με διάχυση το ποσοστό φαίνεται ελαφρώς μειωμένο συγκριτικά με τον επιφανειακό αερισμό.

Το κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων ανέρχεται συνήθως σε 150-200 €/κατ, αλλά αυτό αφορά τη δυναμικότητα της εγκατάστασης οπότε αν αναχθεί στον εξυπηρετούμενο πληθυσμό σε κάποιες περιπτώσεις αυξάνεται σημαντικά. Το συνολικό κόστος λειτουργίας και συντήρησης των εγκαταστάσεων μειώνεται δραστικά καθώς οι εγκαταστάσεις γίνονται μεγαλύτερες με συμβατικό σύστημα αερισμού. Πιο συγκεκριμένα, στις μικρές εγκαταστάσεις με παρατεταμένο αερισμό το ετήσιο κόστος

ανά κάτοικο είναι 94 € κατά μέσο όρο, ενώ στις μεγάλες εγκαταστάσεις με συμβατικό σύστημα είναι 10 €.

Το κόστος της ενέργειας της εγκατάστασης κυμαίνεται περίπου στο 20-50% σε σχέση με το συνολικό κόστος λειτουργίας της εγκατάστασης, το κόστος προσωπικού στο 35-55%, το κόστος χημικών στο 2-10% και το κόστος συντήρησης 10-25% αντίστοιχα.

Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με προτάσεις που αφορούν στη βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των ΕΕΛ και διατυπώνονται ως ακολούθως. Η πρώτη πρόταση αφορά την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις εγκαταστάσεις των ΕΕΛ, όπως ήδη γίνεται σε άλλες χώρες, για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που εκλύουν. Η δεύτερη, περιλαμβάνει την προσθήκη στα τεύχη δημοπράτησης των έργων λειτουργίας των ΕΕΛ, περιορισμός για την ενεργειακή κατανάλωση τους, στη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Η τρίτη, σχετίζεται με την ενιαία δημοπράτηση των έργων κατασκευής ΕΕΛ και λειτουργίας τους για τα πρώτα 5 χρόνια, ώστε να διασφαλιστεί η βελτιστοποίηση του κόστους στην κατασκευή και τη λειτουργία της.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.2 Αντικείμενο Εργασίας

Διανύοντας μία περίοδο που οι ενεργειακοί πόροι αποτελούν βασικό θέμα συζήτησης σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι χρήσιμο να υπάρχει καλή εποπτεία των ιθυνόντων σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου των διαφορετικών έργων και ιδιαίτερα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων.

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η εκτίμηση και καταγραφή της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ) στην Ελλάδα.

Για την πραγματοποίηση της εργασίας ελήφθησαν στοιχεία από 31 εγκαταστάσεις σε όλη την Ελλάδα. Για τις 8 εγκαταστάσεις ήρθε σε επικοινωνία ο συγγραφέας της παρούσης εργασίας ενώ τα στοιχεία των υπολοίπων 23 συλλέχτηκαν από τις εργασίες που εκπόνησαν ο Κουνάδης Χρήστος (2018) και η Δημοπούλου (2011). Οι φορείς έλαβαν επιστολή από τον κ. Μαμάη για να διαθέσουν τα στοιχεία που ήταν απαραίτητα και ανταποκρίθηκαν με ταχύτητα και αποτελεσματικότητα.

Η ευρύτητα της εν λόγω εργασίας αποδεικνύεται από το γεγονός ότι οι 31 εγκαταστάσεις περιλάμβαναν δυναμικότητες εγκαταστάσεων από μερικές εκατοντάδες ισοδύναμους εξυπηρετούμενους κατοίκους, μέχρι 4.000.000 και η συνολική τους δυναμικότητα ξεπερνά τα 6.000.000 εξυπηρετούμενου πληθυσμού, δηλαδή περιλαμβάνει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό του εξυπηρετούμενου πληθυσμού στην Ελλάδα.

Με τη χρήση των στοιχείων λειτουργίας τους υπολογίστηκε με τη χρήση ενός θεωρητικού μοντέλου η ενεργειακή κατανάλωση κάθε εγκατάστασης, η οποία συγκρίθηκε με την πραγματική κατανάλωση σύμφωνα με τα στοιχεία της ΔΕΗ. Ακολούθως, συγκεντρώθηκαν στοιχεία για τα λειτουργικά κόστη (προσωπικού και χημικά) και συντήρησης.

Εκτός από τα στοιχεία που αφορούν στον κύκλο ζωής της εγκατάστασης, μελετήθηκε και το κόστος κατασκευής, σε όσες εγκαταστάσεις ήταν διαθέσιμο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου της κάθε εγκατάστασης.

1.2 Δομή της Εργασίας

Η Εργασία περιλαμβάνει 5 κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο είναι η εισαγωγή.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει την περιγραφή των μοντέλων που αφορούν την θεωρητική ενεργειακή κατανάλωση και της εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή των εγκαταστάσεων που μελετήθηκαν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των θεωρητικών μοντέλων που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 2, όσο και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των στοιχείων που διέθεσαν οι εγκαταστάσεις.

Τέλος, το πέμπτο κεφάλαιο συγκεντρώνει τα συμπεράσματα που εξάγονται από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των εγκαταστάσεων.

Η εργασία περιλαμβάνει και παράρτημα στο οποίο είναι διαθέσιμα όλα τα στοιχεία των υπολογισμών, όσο και τα αριθμητικά στοιχεία των εγκαταστάσεων.

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικός υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο σύστημα ενεργού ιλύος

2.1 Η επεξεργασία των λυμάτων με το σύστημα της ενεργού ιλύος

Η επεξεργασία των λυμάτων βασίζεται στη συνδυασμένη εφαρμογή φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών. Ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (στο εξής ΕΕΛ) γίνεται με κριτήριο τον απαιτούμενο βαθμό επεξεργασίας ώστε να μπορούν τα λύματα να διατίθενται ασφαλώς στον αποδέκτη. Οι μονάδες επεξεργασίας, απομακρύνουν τις ανεπιθύμητες ουσίες από τα λύματα και ένα μεγάλο μέρος αυτών των ουσιών μετατρέπεται σε ένα παχύρευστο υγρό, την ιλύ, που χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία.

Τα κυριότερα στάδια επεξεργασίας σε μια ΕΕΛ είναι τα ακόλουθα:

Το στάδιο της προεπεξεργασίας, που περιλαμβάνει συνήθως εσχάρες, εξαμμωτές και απολιπαντές.

Ακολουθως, η πρωτοβάθμια επεξεργασία, περιλαμβάνει δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, βασίζεται σε φυσικοχημικές διαδικασίες και επιτυγχάνει μερική απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και του BOD.

Η δευτεροβάθμια επεξεργασία στηρίζεται κατά κύριο λόγο σε βιολογικές διεργασίες. Το στάδιο αυτό, που αποτελείται από τον βιολογικό αντιδραστήρα και από τη δεξαμενή τελικής καθίζησης. Σε αυτή τη φάση της επεξεργασίας πραγματοποιείται σχεδόν πλήρης απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και του BOD και συχνά στην Ελλάδα έχουμε και απομάκρυνση αζώτου και σπανιότερα φωσφόρου.

Η επεξεργασία της ιλύος που προκύπτει από τα άλλα στάδια επεξεργασίας των λυμάτων, είναι απαραίτητη, έτσι ώστε να γίνεται εύκολη και ασφαλής η διάθεση ή η αξιοποίησή της. Αυτή η επεξεργασία αποτελείται συνήθως από τους παχυντές, τους χωνευτές και το σύστημα αφυδάτωσης.

Τα ανωτέρω στάδια συνθέτουν μια ολοκληρωμένη εγκατάσταση που μπορεί να αντιμετωπίσει τις περισσότερες περιπτώσεις πριν την τελική διάθεση επεξεργασίας. Κατά περίπτωση και κυρίως με στόχο την επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων είναι πιθανό να απαιτηθούν πρόσθετα στάδια επεξεργασίας.

Τα στάδια αυτά συνήθως είναι:

Η τριτοβάθμια επεξεργασία αποτελεί σύνθεση επιμέρους μονάδων, η οποία ποικίλλει ανάλογα με τους ρύπους που πρόκειται να υποστούν επεξεργασία. Η απομάκρυνση θρεπτικών συστατικών των λυμάτων, του αζώτου και του φωσφόρου, όταν δεν γίνεται κατά το στάδιο της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας μπορεί να γίνει στο στάδιο αυτό με τη βοήθεια πρόσθετων βιολογικών διαδικασιών.

Η απολύμανση που έχει ως σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών των λυμάτων και εφαρμόζεται όταν υπάρχει κίνδυνος μετάδοσής τους λόγω των χρήσεων του αποδέκτη (πχ. άρδευση, κολύμβηση κ.α.).

Ειδικότερα για το στάδιο της δευτεροβάθμιας (βιολογικής) επεξεργασίας έχουν προταθεί και εφαρμοστεί διάφορα συστήματα, με επικρατέστερο το σύστημα ενεργού ιλύος και τις παραλλαγές του.

Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν τον μεταβολισμό μικροοργανισμών που βρίσκονται σε αιώρηση και σε επαφή με τα λύματα σε κατάλληλες δεξαμενές και ονομάζονται συστήματα αιωρούμενης βιομάζας.

2.2 Ενεργειακό Μοντέλο ΕΕΛ

Η ενεργειακή κατανάλωση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ) στην παρούσα εργασία, θα μελετηθεί τόσο σε θεωρητικό όσο και πραγματικό επίπεδο από τις μετρήσεις της ΔΕΗ.

Είναι κρίσιμο να αναφερθούν αποτελέσματα που έχουν βρεθεί από αντίστοιχες μελέτες στην Ελλάδα και το εξωτερικό ώστε να αξιολογηθούν εν συνεχεία τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν από την παρούσα εργασία. Σύμφωνα με αντίστοιχη εργασία που επικεντρώθηκε σε 10 εγκαταστάσεις στην Ελλάδα (Mamais et al. 2015), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση κυμαίνεται μεταξύ 15 και 86 kWh/ισ.κατ. ενώ οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ 61 και 161 kgCO₂e/ισ.κατ.

Συγκεκριμένα, για κάθε εγκατάσταση που ελήφθησαν τα πραγματικά στοιχεία της ενεργειακής κατανάλωσης, πραγματοποιήθηκαν παράλληλα υγειονομολογικοί υπολογισμοί με τελικό στόχο τον υπολογισμό της θεωρητικής ενεργειακής κατανάλωσης. Ακολούθως, εντοπίστηκαν οι όποιες αποκλίσεις με τα πραγματικά στοιχεία και αναλύθηκαν.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η μέση ενεργειακή κατανάλωση σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι περίπου 29 kWh/ισ.κατ. με εύρος από 16 έως 71 kWh/ισ.κατ. (Stillwell et al. 2010).

Στην Ευρώπη, η ετήσια μέση ενεργειακή κατανάλωση αναφέρεται μεταξύ 20 και 120 kWh/ισ.κατ. και σύμφωνα με τον Jonasson (2010) η κατανάλωση στο Ηνωμένο Βασίλειο, τη Σουηδία και την Αυστρία είναι αντίστοιχα περίπου 38, 42 και 23 kWh/ισ.κατ.

Στην Νότια Αυστραλία το εύρος της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης κυμαίνεται μεταξύ 30 και 120 kWh/ισ.κατ σύμφωνα με τον Krampe (2013), με μέση τιμή 60 kWh/ισ.κατ.

2.2.1 Εξισώσεις θεωρητικού μοντέλου

Η ενεργειακή κατανάλωση της πρότυπης θεωρητικής εγκατάστασης προκύπτει βασικά από το σύστημα αερισμού και τις μονάδες επεξεργασίας ιλύος, και στη συνέχεια τις υπόλοιπες μηχανολογικές εγκαταστάσεις (αναδευτήρες, αντλίες, φωτισμός κλπ.). Η διαστασιολόγηση των επιμέρους στοιχείων της εγκατάστασης, είναι απαραίτητος για τον υπολογισμό των θεωρητικών ενεργειακών της απαιτήσεων.

Στη συνέχεια της παρούσας παραγράφου παρουσιάζονται αναλυτικά οι σχέσεις υπολογισμού και οι παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε επιμέρους μονάδα της πρότυπης θεωρητικής εγκατάστασης, η οποία συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης.

2.2.2 Βιολογική βαθμίδα

Στη βιολογική βαθμίδα πραγματοποιούνται οι διεργασίες της απονιτροποίησης (ανοξικές δεξαμενές), της αποφωσφόρωσης (αναερόβιες δεξαμενές) και οι διεργασίες της βιολογικής απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου, της νιτροποίησης και της σταθεροποίησης της ιλύος στη περίπτωση της μεγάλης διάρκειας αερισμού (δεξαμενές αερισμού).

Η βιολογική βαθμίδα της πρότυπης θεωρητικής εγκατάστασης αποτελείται από ισοδύναμες παράλληλες γραμμές, εκάστη των οποίων περιλαμβάνει εν σειρά:

- Δεξαμενή Αποφωσφόρωσης (Αναερόβια δεξαμενή)
- Δεξαμενή απονιτροποίησης (Ανοξική δεξαμενή)
- Δεξαμενή αερισμού – νιτροποίησης
- Δεξαμενή τελικής καθίζησης

2.2.3 Δεδομένα σχεδιασμού βιολογικής βαθμίδας

Τα δεδομένα των εισερχόμενων λυμάτων είναι:

- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅): 60 gr / κάτοικο / ημέρα
- Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS): 75 gr / κάτοικο / ημέρα
- Ολικό άζωτο (TN): 12 gr / κάτοικο / ημέρα
- Ολικός φώσφορος (TP): 3 gr / κάτοικο / ημέρα

Επίσης, οι απαιτήσεις των συγκεντρώσεων των ρυπαντικών φορτίων εξόδου είναι:

Πίνακας 1 Απαιτήσεις των συγκεντρώσεων των ρυπαντικών φορτίων εξόδου

ΡΥΠΑΝΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΕΞΟΔΟΥ			
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	Μ.Μ.	Χειμώνας	Καλοκαίρι
Βιοχημικός απαιτούμενο οξυγόνο εξόδου, BOD _{5,out}	mg/l	15.0	15.0
Ολικά αιωρούμενα στερεά εξόδου, TSS _{out}	mg/l	15.0*	15.0*
Ολικό άζωτο εξόδου, TN _{out}	mg/l	10.0	10.0
Αμμωνιακό άζωτο εξόδου (NH ₄ -N) _{out}	mg/l	2.0	2.0
Νιτρικό άζωτο εξόδου (NO ₃ -N) _{out}	mg/l	6.0	6.0
Οργανικό άζωτο εξόδου, N _{org} _{out}	mg/l	2.0	2.0

Το σύστημα σχεδιάστηκε επιπλέον με τις ακόλουθες παραδοχές.

- Συγκέντρωση MLSS : 3.500 mg/l
- Χρόνος παραμονής στερεών στη δεξαμενή αερισμού για τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος: 10 ημέρες
- Χρόνος παραμονής στερεών στη δεξαμενή αερισμού για σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού: 20 ημέρες
- Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου: 2,0 mg/l
- Το ολικό άζωτο εισόδου λαμβάνεται ότι είναι εξ ολοκλήρου στη μορφή αμμωνιακού αζώτου, δηλαδή $TN_{IN} = S_{NH,0}$

Για το σχεδιασμό της εγκατάστασης και τους σχετικούς υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες θερμοκρασιακές συνθήκες:

- Θερμοκρασία χειμώνα: 14 °C
- Θερμοκρασία καλοκαιριού: 22 °C

Για τον υπολογισμό όλων των λειτουργικών παραμέτρων του συστήματος ενεργού ιλύος χρησιμοποιήθηκε το συμβατικό μοντέλο ενεργού ιλύος (Α. Ανδρεαδάκης, 2015).

2.2.4 Υπολογισμός ζήτησης οξυγόνου σε κανονικές συνθήκες

Ο προσδιορισμός της απαίτησης του οξυγόνου σε κανονικές (τυπικές) συνθήκες γίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$R_{st} = \frac{R_f}{n}$$

όπου:

R_f : ολική απαίτηση οξυγόνου O_2 σε συνθήκες πεδίου (kgO_2/d)

R_{st} : ολική απαίτηση οξυγόνου O_2 σε κανονικές συνθήκες (kgO_2/d)

n : συντελεστής διόρθωσης

Ο συντελεστής διόρθωσης n υπολογίζεται από τη σχέση:

$$n = a \cdot f \cdot \frac{\beta \cdot E \cdot C_w - C_L}{C_s} \cdot 1.024^{(T-20)}$$

όπου:

a : διορθωτικός συντελεστής για το ανάμικτο υγρό (0.85)

f : συντελεστής παλαιότητας διαχυτήρων (0.65)

β : ο λόγος συγκέντρωσης κορεσμού DO στο ανάμικτο υγρό προς τη συγκέντρωση κορεσμού του νερού για συνθήκες ίδιας θερμοκρασίας (0.95)

E : συντελεστής υψομέτρου (για υψόμετρο < 100m λαμβάνεται $E=1.0$)

C_L : η επιθυμητή συγκέντρωση DO στο ανάμικτο υγρό (mg/l)

C_s : η συγκέντρωση κορεσμού DO στο καθαρό νερό σε κανονικές συνθήκες (mg/l)

C_w : η συγκέντρωση κορεσμού DO στη θερμοκρασία πεδίου και για δεδομένο υψόμετρο (mg/l)

Ο συντελεστής f λαμβάνεται μόνο στα σενάρια υπολογισμού στα οποία το εφαρμοζόμενο σύστημα αερισμού στην πρότυπη θεωρητική εγκατάσταση είναι η υποβρύχια διάχυση αέρα.

2.2.4.1 Υπολογισμός απαιτούμενου αέρα για το σύστημα διάχυσης

Για το σύστημα υποβρύχιας διάχυσης αέρα μέσω φυσητήρων και διαχυτών ο υπολογισμός του απαιτούμενου αέρα υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_{AIR} = \frac{R_{st}}{[O_2\%] \cdot d_{AIR} \cdot SOTE \cdot H_v}$$

όπου:

Q_{AIR} : παροχή αέρα (Nm³/d)

R_{st} : ολική απαίτηση οξυγόνου O₂ σε κανονικές συνθήκες (kgO₂/d)

[O₂%]: ποσοστό οξυγόνου στον αέρα, (23,2 %)

d_{AIR} : η πυκνότητα του αέρα σε κανονικές συνθήκες, (1,20 kg/m³)

H_v : βύθιση του συστήματος αερισμού, (m)

SOTE: απόδοση μεταφοράς οξυγόνου στα λύματα, υπό κανονικές συνθήκες, ανά m βύθισης (%)

Για την πρότυπη θεωρητική εγκατάσταση θεωρήθηκε ότι το βάθος βύθισης του συστήματος διάχυσης είναι ίσο με 5, 5m ενώ η απόδοση μεταφοράς οξυγόνου στα λύματα SOTE ελήφθη ίση με 5,0% ανά μέτρο βύθισης.

2.2.4.2 Ενεργειακή κατανάλωση από το σύστημα αερισμού βιολογικής βαθμίδας - Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος διάχυσης αέρα (διαχυτήρες - φυσητήρες)

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας από το σύστημα υποβρύχιας διάχυσης αέρα αρχικά υπολογίζεται η απαιτούμενη ποσότητα αέρα Q_{AIR} και γίνεται η επιλογή της δυναμικότητας και του αριθμού των φυσητήρων που εξυπηρετούν τις ανάγκες της πρότυπης θεωρητικής εγκατάστασης για κάθε ομάδα σεναρίων υπολογισμού.

Η απαιτούμενη ισχύς για την ικανοποίηση των αναγκών αερισμού του συστήματος υποβρύχιας διάχυσης εκτιμάται από την εκάστοτε παροχή αέρα των φυσητήρων σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση, (Metcalf & Eddy, 2003):

$$P_W = \frac{w \cdot R \cdot T_1}{29.7 \cdot n \cdot e} \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

όπου:

P_W : απορροφούμενη ισχύς κάθε φυσητήρα (KW)

w: ροή μάζας αέρα (kg/s)

R: παγκόσμια σταθερά των αερίων (8.314 kJ/k mol °K)

T₁: απόλυτη θερμοκρασία αέρα εισόδου (°K)

p₁: απόλυτη πίεση εισόδου του συστήματος (atm)

p₂: απόλυτη πίεση εξόδου του συστήματος (atm)

n: σταθερά (για τον αέρα 0.283)

e: βαθμός απόδοσης (για φυσητήρες 0.70-0.80)

Η θερμοκρασία εισόδου του αέρα που αναρροφούν οι φυσητήρες ελήφθη ίση με 20°C για τη χειμερινή περίοδο και 35 °C για τη θερινή περίοδο. Η απόλυτη πίεση εισόδου ελήφθη ίση με 1,0atm, ενώ κατά τον υπολογισμό της απόλυτης πίεσης εξόδου ελήφθησαν και τοπικές απώλειες πίεσης ίσες με 25%, επομένως η τελική τιμή υπολογίστηκε ίση με 1,69atm. Τέλος για τους φυσητήρες θεωρήθηκε ο βαθμός απόδοσης ίσος με 0,75.

2.2.4.3 Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης επιφανειακών αεριστήρων

Η απαιτούμενη ισχύς για την ικανοποίηση των αναγκών αερισμού όταν χρησιμοποιούνται επιφανειακοί αεριστήρες υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση (Metcalf & Eddy, 2003):

$$P_W = \frac{Rst}{FOTR}$$

όπου:

P_w: απορροφούμενη ισχύς από το σύστημα επιφανειακών αεριστήρων (KW)

Rst: ολική απαίτηση οξυγόνου O₂ σε κανονικές συνθήκες (kgO₂/d)

FOTR: ρυθμός μεταφοράς O₂ από το σύστημα επιφανειακών αεριστήρων σε κανονικές συνθήκες (kgO₂/KWh)

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας στο θεωρητικό μοντέλο υπολογισμού ο ρυθμός μεταφοράς οξυγόνου ελήφθη ίσος με 1,8 kgO₂/KWh.

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί των 8 εγκαταστάσεων που μελετήθηκαν ως προς την ενεργειακή κατανάλωση παρουσιάζονται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας. Ακολούθως, θα περιγραφούν τα χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων που

μελετήθηκαν και τα αποτελέσματα σε καθεμιά ξεχωριστά θα σχολιαστούν, πριν βγουν συνολικά συμπεράσματα.

2.3 Μοντέλο Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου

Τα τελευταία χρόνια, η συζήτηση για την κλιματική αλλαγή αποτελεί βασικό αντικείμενο της επιστημονικής κοινότητας και έχει πλέον αναχθεί σε προβληματισμό ολόκληρης της κοινωνίας. Σύμφωνα με τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια.

Η κλιματική αλλαγή έχει ως βασική παράμετρο την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας που πρέπει να ανακοπεί για να επικρατήσει η βιωσιμότητα στον πλανήτη. Στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, εντοπίζονται κυρίως, η αλλαγή στη θερμοκρασία σε διάφορες περιοχές της γης, το λιώσιμο των πάγων και τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αποτελεί προτεραιότητα της διεθνούς και Ευρωπαϊκής κοινότητας, με πρωτοβουλίες που λαμβάνονται για την αντιμετώπισή της. Ιδιαίτερο βάρος, δίνεται στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, τα οξείδια του αζώτου και τα φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου. Οι δράσεις που αναλαμβάνονται για τη μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου, έχουν να κάνουν αφενός με την μείωση των βιομηχανικών εκπομπών, που εστιάζουν στην επιβολή προστίμων στους παραβάτες και αφετέρου, με την καθημερινότητα των πολιτών και ιδιαίτερα στη χρήση μεταφορικών μέσων που σταδιακά περνούν στην εποχή της ηλεκτροκίνησης.

Το υπάρχον αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αντιμετώπιση της εν λόγω υπερθέρμανσης του πλανήτη, καθιστά αναγκαία την καταγραφή του συνόλου των εκπομπών των Αερίων Θερμοκηπίου (Greenhouse Gases emissions) από όλες τις δραστηριότητες σε παγκόσμια κλίμακα. Τα Αέρια Θερμοκηπίου (Greenhouse Gases, GHG) εμποδίζουν την ακτινοβολία της θερμότητας από την επιφάνεια της γης στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την άνοδο της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης. Για να υπάρχουν οικονομικά κίνητρα για τον περιορισμό τους, έχει αναπτυχθεί σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών CO₂ και όλα τα αέρια του θερμοκηπίου εκφράζονται σε ισοδύναμα CO₂. Με αυτό τον τρόπο, το δυναμικό συμβολής στο φαινόμενο

θερμοκηπίου (Global Warming Potential, GWP) ενός αερίου του θερμοκηπίου είναι ο λόγος της θερμότητας που παγιδεύεται στη μονάδα μάζας του εν λόγω αερίου, συγκρινόμενη με την θερμότητα που παγιδεύεται στη μονάδα μάζας του CO₂ για χρονική περίοδο συνήθως 100 έτη. Στον ακόλουθο πίνακα δίνεται το δυναμικό συμβολής στο φαινόμενο θερμοκηπίου GWP για ορισμένα ΑΘ (IPCC, 2001).

Πίνακας 2 Αναγωγή μονάδας κάθε αερίου σε διοξείδιο του άνθρακα

Αέριο Θερμοκηπίου	Χημική ονομασία	2001 IPCC GWP
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂	1
Μεθάνιο	CH ₄	23
Οξείδιο του αζώτου	N ₂ O	296

Στην παρούσα περίπτωση, τα αέρια του θερμοκηπίου που προέρχονται από την λειτουργία των ΕΕΛ είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄) και το οξείδιο του αζώτου (N₂O). Το CO₂ παράγεται από την οξείδωση του οργανικού φορτίου, το CH₄ είναι το κύριο συστατικό του βιοαερίου και το N₂O παράγεται κυρίως από την διεργασία της απονιτροποίησης. Βαρύνουσας σημασίας είναι και η εκτίμηση της συνεισφοράς του N₂O στην θέρμανση του πλανήτη (global warming) αφού η θερμότητα που παγιδεύεται σε 1kg N₂O είναι ίση με την θερμότητα που παγιδεύεται σε 296kg CO₂. Από το παραγόμενο N₂O λαμβάνεται υπόψιν μόνο το παραγόμενο κατά την απονιτροποίηση. Οι εκπομπές CO₂ από την βιολογική οξείδωση του οργανικού φορτίου, την καύση του βιοαερίου και την αποσύνθεση ή αποτέφρωση της παραγόμενης ιλύος είναι βιογενούς προέλευσης (συμμετέχουν στον κύκλο του άνθρακα) και μπορεί να θεωρηθεί ότι διαφέρουν από το CO₂ που προέρχεται από την καύση π.χ. του λιγνίτη ή του πετρελαίου. Με την παραδοχή αυτή, η ανάκτηση ενέργειας από την καύση του βιοαερίου οδηγεί σε μείωση των εκπομπών ΑΘ που οφείλονται στις ενεργειακές απαιτήσεις των ΕΕΛ. Σύμφωνα με το IPCC Guidelines, οι εκπομπές CO₂ βιογενούς προέλευσης πρέπει να κατατάσσονται σε διακριτή κατηγορία.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τις ΕΕΛ διακρίνονται σε 2 κατηγορίες:

1. Στις άμεσες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (on site greenhouse gas emissions) που προέρχονται από τις διεργασίες της επεξεργασίας, από την διαφυγή του παραγόμενου βιοαερίου στην ατμόσφαιρα ή την καύση του σε πυρσό καύσης ή σε μονάδα παραγωγής ενέργειας εντός της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.
2. Στις έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (off site greenhouse gas emissions) που οφείλονται στη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται εκτός της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, την παραγωγή, μεταφορά και καύση άλλων καυσίμων για παραγωγή ενέργειας, την παραγωγή, μεταφορά και χρήση χημικών ουσιών στις διάφορες διεργασίες, την αποικοδόμηση των συστατικών της εκροής καθώς και τη μεταφορά και διάθεση της παραγόμενης ιλύος.

Σύμφωνα με την εργασία που αναφέρθηκε προηγουμένως, (Mamais et al. 2015), στην Ελλάδα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κυμαίνονται μεταξύ 61 και 161 kgCO₂e/ισ.κατ.

Για τις εξεταζόμενες εγκαταστάσεις, εκτιμώνται στη συνέχεια οι άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ από τις έμμεσες εκτιμώνται μόνο αυτές που οφείλονται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται εκτός της εγκατάστασης και (στις περισσότερες περιπτώσεις όπου υπάρχουν) αυτές που οφείλονται στη διάθεση της παραγόμενης ιλύος.

Η εκτίμηση των παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου σε κάθε μία από τις εξεταζόμενες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, περιλαμβάνει προσομοίωση των διεργασιών ανάλογη με το θεωρητικό μοντέλο υπολογισμού του ενεργειακής κατανάλωσης. Η μεθοδολογία επικεντρώνεται στις διεργασίες της βιολογικής βαθμίδας και της μονάδας επεξεργασίας ιλύος. Για την ποσοτικοποίηση των παραγόμενων αερίων θερμοκηπίου, χρησιμοποιείται το οργανικό φορτίο εισόδου και εξόδου, η περίσσεια ιλύος, το παραγόμενο βιοαέριο και κατάλληλοι συντελεστές μετατροπής που προκύπτουν από την στοιχειομετρία των αντιδράσεων και την απόδοση των διεργασιών απομάκρυνσης του οργανικού φορτίου.

Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν για τις εγκαταστάσεις που μελετώνται θα σχολιαστούν συγκεντρωτικά στο τέλος.

2.3.1 Υπολογισμός εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου από Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων

2.3.1.1 Άμεσες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου

Οι άμεσες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε μία ΕΕΛ συνοψίζονται σε:

- **CO₂**: από τις διεργασίες στην δεξαμενή αερισμού, από την καύση του βιοαερίου είτε σε πυρσό καύσης ή για παραγωγή ενέργειας (CO₂ βιογενούς προέλευσης)
- **N₂O**: από τη διεργασία της απονιτροποίησης στην ανοξική δεξαμενή
- **CH₄**: από διαφυγή του βιοαερίου στην ατμόσφαιρα λόγω ατελούς καύσης

2.3.1.2 Έμμεσες εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου

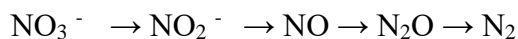
Οι έμμεσες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε μία ΕΕΛ συνοψίζονται σε:

- **CO₂**: από την καύση καυσίμων υλών για παραγωγή ενέργειας, από κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται εκτός ΕΕΛ
- **CO₂**: από την αερόβια και αναερόβια αποσύνθεση της παραγόμενης ιλύος στο τόπο διάθεσης (CO₂ βιογενούς προέλευσης)
- **CH₄**: από την αναερόβια αποσύνθεση της παραγόμενης ιλύος στο τόπο διάθεσης (βιογενούς προέλευσης)

Παραγωγή N₂O κατά την διεργασία απομάκρυνσης αζώτου

Παραγωγή N₂O κατά την απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση λαμβάνει χώρα σε ανοξικές συνθήκες από ετεροτροφικά βακτήρια τα οποία αντί οξυγόνου χρησιμοποιούν ως δέκτη ηλεκτρονίων το άζωτο. Είναι διεργασία που εξελίσσεται σε τέσσερα στάδια κατά τα οποία τα ετεροτροφικά βακτήρια χρησιμοποιούν ως δέκτη ηλεκτρονίων διαδοχικά τις παρακάτω ενώσεις αζώτου:



Το N₂O είναι ενδιάμεσο προϊόν και εκλύεται στην ατμόσφαιρα σε περίπτωση μη πλήρους απονιτροποίησης (Mamais et al, 2014).

Παραγωγή N₂O κατά τη νιτροποίηση

Το N₂O μπορεί να παραχθεί επίσης κατά την νιτροποίηση της αμμωνίας σε νιτρώδη και εν συνεχεία σε νιτρικά από δύο κατηγορίες αυτοτροφικών βακτηρίων. Η πρώτη κατηγορία οξειδώνει το αμμωνιακό άζωτο χρησιμοποιώντας την ελεύθερη αμμωνία και η δεύτερη κατηγορία οξειδώνει τα νιτρώδη χρησιμοποιώντας το ελεύθερο νιτρώδες οξύ. Υπάρχουν βακτήρια που μπορούν οξειδώνοντας την αμμωνία να παράγουν N₂O παρόλο που το N₂O δεν αποτελεί ενδιάμεσο προϊόν της νιτροποίησης (IPCC, 2001). Η διεργασία οξείδωσης της αμμωνίας κατά την οποία παράγεται N₂O ονομάζεται αερόβια απονιτροποίηση και είναι διεργασία αντίστροφη της νιτροποίησης κατά την οποία η αμμωνία μετατρέπεται σε νιτρώδη και τελικά σε νιτρικά (Snip et al, 2009).

Από τις παραπάνω περιπτώσεις στον υπολογισμό των αερίων του θερμοκηπίου από τις εξεταζόμενες εγκαταστάσεις λαμβάνεται υπόψιν μόνο η παραγόμενη ποσότητα N₂O κατά τη διεργασία της απονιτροποίησης, η οποία εκτιμάται ίση με 0,5% της συνολικής ποσότητας αζώτου που εισέρχεται στην εγκατάσταση (Foley et al. 2010).

2.4 Μεθοδολογία εκτίμησης των εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου από Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

Από το μοντέλο ενεργού ιλύος που έχει αναπτυχθεί και εφαρμοσθεί για τον υπολογισμό των ενεργειακών καταναλώσεων στις εξεταζόμενες εγκαταστάσεις, προσδιορίζονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για τις βασικές διεργασίες κάθε εγκατάστασης. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας κατάλληλους συντελεστές μετατροπής, εκτιμώνται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, από την καύση του βιοαερίου είτε για θέρμανση των χωνευτών ή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και οι έμμεσες εκπομπές αερίων από την κατανάλωση εισαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και την βιοαποικοδόμηση της χωνευμένης ιλύος στο χώρο τελικής διάθεσης. Έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα μέσα μεταφοράς, τη χρήση χημικών ουσιών και την αποσύνθεση των συστατικών της εκροής δεν λαμβάνονται υπόψιν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τις εξεταζόμενες ΕΕΛ είναι :

- Τα φορτία του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου BOD₅, του ολικού αζώτου TN και των ολικών αιωρούμενων στερεών TSS στην είσοδο και την έξοδο
- Ο βαθμός απομάκρυνσης BOD₅, TN, TSS

- Η συγκέντρωση των ολικών MLSS και πτητικών MLVSS του ανάμικτου υγρού
- Το ποσοστό πτητικών στερεών % VSS στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ιλύ
- Η παραγόμενη περίσσεια ιλύος W
- Το παραγόμενο βιοαέριο

2.4.1 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από τις βιολογικές διεργασίες

Οι βιολογικές διεργασίες που συμμετέχουν στην παραγωγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου σε μία ΕΕΛ περιλαμβάνουν τις διεργασίες ενδογενούς αποσύνθεσης της βιομάζας, οξείδωσης του εισερχόμενου BOD₅ και απομάκρυνσης αζώτου.

2.4.2 Παραγωγή CO₂ από την αποσύνθεση της βιομάζας

Η βιομάζα που αποσυντίθεται με την ενδογενή αναπνοή δίνεται από την ακόλουθη σχέση (Mamais et al. 2014):

$$X_{decay} = Q \cdot HRT \cdot MLVSS \cdot b_H$$

όπου:

X_{decay}: η βιομάζα που αποσυντίθεται ανά ημέρα, (kgVSS/d)

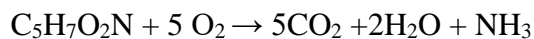
Q: η μέση ημερήσια παροχή, (m³/d)

HRT: ο υδραυλικός χρόνος παραμονής, (d)

MLVSS: η συγκέντρωση ανάμικτου υγρού, (kg/m³)

b_H: ειδική ταχύτητα φθοράς των ετεροτροφικών μικροοργανισμών, (d⁻¹)

Η στοιχειακή σύνθεση της βιομάζας είναι C₅H₇O₂N και η μετατροπή της σε CO₂ δίνεται από τη σχέση (Mamais et al, 2014):

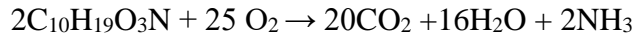


Προκύπτει ότι 1kg C₅H₇O₂N παράγει 1,947kg CO₂ και συνεπώς η παραγόμενη ποσότητα CO₂ από την ενδογενή αποσύνθεση της βιομάζας είναι :

$$CO_2, \text{ biomass decay} = X_{decay} * 1,947$$

2.4.3 Παραγωγή CO₂ από την παραγωγή βιομάζας

Έστω ότι η κατανάλωση οξυγόνου κατά την παραγωγή της βιομάζας είναι R_{O2}. Η στοιχειακή σύνθεση του BOD₅ είναι C₁₀H₁₉O₃N και κατά την οξείδωση του η αναλογία κατανάλωσης O₂ προς παραγωγή CO₂ είναι 1:1,1. Δηλαδή για 1kg O₂ παράγεται 1,1kg CO₂.



Επομένως η παραγόμενη ποσότητα CO₂ από την οξείδωση του οργανικού φορτίου είναι (Snip et al, 2009):

$$CO_{2, \text{BOD oxidation}} = R_{O_2} * 1,1$$

Η κατανάλωση οξυγόνου κατά την παραγωγή της βιομάζας υπολογίζεται από το πρώτο μέλος της εξίσωσης (2.24).

$$R_{O_2} = \left[f - \frac{K_e \cdot Y_H}{1 + b_H \cdot \theta_{C, \text{TOTAL}}} \right] \cdot E_H \cdot Q \cdot F_0$$

όπου:

R_{O2}: απαίτηση οξυγόνου O₂ σε συνθήκες πεδίου (kgO₂/d)

Q: παροχή εισερχόμενων λυμάτων (m³/d)

θ_{C,TOTAL}: ο ολικός χρόνος παραμονής στερεών στη βιολογική βαθμίδα, (days)

K_e: ισοδύναμο σε BOD_u της μάζας των μικροοργανισμών (λαμβάνεται ίσο με 1.4)

E_H: βαθμός απομάκρυνσης οργανικού φορτίου

F₀: συγκέντρωση BOD₅ εισόδου στο σύστημα (mg/l)

f: ο λόγος BOD_u/BOD₅ (λαμβάνεται ίσο με 1.6)

Y_H: συντελεστής μετατροπής βιομάζας για τους ετεροτροφικούς μ/ο

b_H: η ειδική ταχύτητα φθοράς των ετεροτροφικών μικροοργανισμών (d⁻¹)

2.4.4 Κατανάλωση CO₂ κατά τη νιτροποίηση

Η βιομάζα C₅H₇O₂N έχει μοριακό βάρος 113 και το άζωτο N έχει μοριακό βάρος 14. Συνεπώς, η ποσότητα αζώτου που περιέχεται στην παραγόμενη βιομάζα μπορεί να υπολογισθεί από την σχέση:

$$N_{biomass} = \frac{14}{113} \cdot X_{net,produced}, \text{ (σε Kg/d)}$$

Η ποσότητα NH_4^+ που οξειδώνεται σε NO_3^- κατά την νιτροποίηση υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$N_{nitro} = N_{total} - N_{bio} - (N-\text{NH}_4)_{out} - N_{org\ out} - N_{sl}$$

όπου:

N_{nitro} : άζωτο που νιτροποιείται στη δεξαμενή αερισμού (kg/d)

N_{total} : ολικό άζωτο εισόδου (kg/d)

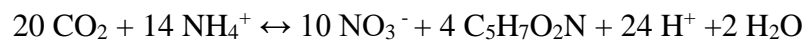
N_{bio} : ποσότητα αζώτου που προσλαμβάνεται κατά τη σύνθεση της βιομάζας (kg/d)

$(N-\text{NH}_4)_{out}$: ποσότητα εξερχόμενου αμμωνιακού αζώτου (kg/d)

$N_{org\ out}$: ποσότητα εξερχόμενου οργανικού αζώτου (kg/d)

N_{sl} : ποσότητα αζώτου που απομακρύνεται με την περίσσεια ιλύος (kg/d)

Κατά την οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικό άζωτο ένα μέρος του CO_2 καταναλώνεται από τα νιτροβακτήρια ως πηγή άνθρακα (Snip et al, 2009).



Από την στοιχειομετρία της αντίδρασης ο λόγος μαζών CO_2 : N είναι $20 \cdot 44 : 14 \cdot 14$ ή 4,49: 1 δηλαδή 4,49kg CO_2 καταναλώνονται για κάθε 1kg N που νιτροποιείται.

Άρα η ποσότητα CO_2 που καταναλώνεται κατά την νιτροποίηση είναι :

$$\text{CO}_{2, \text{consumed}} = 4,49 \cdot N_{nitro}$$

2.4.5 Παραγωγή CO_2 κατά την απονιτροποίηση

Οι απονιτροποιητές χρησιμοποιούν ως πηγή άνθρακα το BOD. Έτσι η ποσότητα CO_2 που παράγεται κατά την απονιτροποίηση περιλαμβάνεται στην ποσότητα CO_2 που έχει ήδη υπολογισθεί ότι παράγεται κατά την οξείδωση του BOD.

2.4.6 Παραγωγή N_2O κατά την απονιτροποίηση

Ο συντελεστής μετατροπής του N_2O σε N, σύμφωνα με τον IPCC (2006) κατά την απονιτροποίηση είναι διαφορετικός για κάθε ΕΕΛ . Λαμβάνεται ενιαία τιμή 0,5% kg παραγόμενου N_2O ανά kg εισερχόμενου ολικού αζώτου TN δηλαδή 0,5% kg N_2O / kg TN_{IN} .

Άρα η παραγόμενη ποσότητα N₂O είναι:

$$N_2O_{\text{emission}} = Q \cdot TN_{IN} \cdot 0,005$$

Με βάση το δυναμικό συμβολής στο φαινόμενο θερμοκηπίου GWP του N₂O η ισοδύναμη ποσότητα CO₂ για τις εκπομπές του N₂O προκύπτει:

$$CO_{2, \text{equivalent}} = N_2O_{\text{emission}} \cdot GWP_{N_2O} = Q \cdot TN_{IN} \cdot 0,005 \cdot 296$$

Η συνολική ποσότητα εκπομπών CO₂, kg/d από τις βιολογικές διεργασίες είναι:

$$CO_{2, \text{biotreatment}} = CO_{2, \text{biomass decay}} + CO_{2, \text{BOD oxidation}} - CO_{2, \text{consumed}} + CO_{2, \text{equivalent}}$$

2.4.7 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από την αναερόβια χώνευση της ιλύος

2.4.7.1 Παραγόμενο βιοαέριο

Κατά την χώνευση της ιλύος παράγονται CO₂ και CH₄. Υπολογίζεται αρχικά η ποσότητα ιλύος που οδηγείται στην χώνευση και το βιοαέριο που παράγεται και τελικά η παραγωγή CO₂ και CH₄, καθώς οι διαδικασίες που παράγουν αέρια του θερμοκηπίου είναι:

- CO₂ από το βιοαέριο που χρησιμοποιείται για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας
- CO₂ από το βιοαέριο που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα που υπολογίζεται περίπου 1%

Υπολογίζεται ότι στη μονάδα πρωτοβάθμιας καθίζησης της εγκατάστασης απομακρύνεται το 65% των εισερχόμενων ολικών στερεών (TSS). Επομένως η ποσότητα της πρωτοβάθμιας ιλύος δίνεται από τη σχέση:

$$W_{SS, PRIM} = 0,65 \cdot TSS_{IN} \cdot Q$$

όπου:

W_{SS, PRIM}: ποσότητα της πρωτοβάθμιας ιλύος (kg/d)

Q: παροχή εισερχόμενων λυμάτων (m³/d)

TSS_{IN}: η συγκέντρωση ολικών στερεών εισόδου (kg/m³)

Ο υπολογισμός της ποσότητας W της περίσσειας ιλύος δίνεται από τη σχέση:

$$W_{SS,SEC} = \frac{\frac{V_{AIR}}{Q \cdot \theta_C} \cdot MLSS - TSS_{out}}{SSu}} \cdot Q$$

Για τον υπολογισμό του παραγόμενου βιοαερίου στη μονάδα αναερόβιας χώνευσης λαμβάνεται ότι το 45% των πτητικών στερεών της πρωτοβάθμιας και το 45% των πτητικών στερεών της δευτεροβάθμιας ιλύος απομακρύνονται κατά την χώνευση.

Επίσης λαμβάνεται ότι 1kg πτητικών στερεών που απομακρύνονται κατά την χώνευση παράγει 1m³ βιοαέριο. Επομένως το τελικά παραγόμενο βιοαέριο δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_{gas} = 1 \cdot 50\% (W_{VSS,PRIM} + W_{VSS,SEC})$$

όπου:

Q_{gas}: παροχή παραγόμενου βιοαερίου (m³/d)

W_{VSS,PRIM}: ποσότητα πτητικών στερεών πρωτοβάθμιας ιλύος (kg/d)

W_{VSS,SEC}: ποσότητα πτητικών στερεών δευτεροβάθμιας ιλύος (kg/d)

Το παραγόμενο βιοαέριο αποτελείται σε μεγάλο ποσοστό από μεθάνιο CH₄ και λιγότερο από CO₂. Αρχικά καίγεται σε καυστήρα για την θέρμανση των χωνευτών με αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και εφόσον υπάρχει απομένουσα ποσότητα είτε αυτή καίγεται σε πυρσό καύσης για λόγους ασφαλείας ή οδηγείται σε μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για την μείωση των ενεργειακών αναγκών της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων. Στην τελευταία περίπτωση μειώνονται περαιτέρω οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας στην εγκατάσταση. Κατά την καύση σε πυρσό καύσης ένα ποσοστό 1% θεωρείται ότι διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.

2.4.7.2 Παραγωγή CO₂ από την καύση του βιοαερίου

Η παραγόμενη ποσότητα βιοαερίου W_{biogas} χρησιμοποιείται για την θέρμανση των χωνευτών και εφόσον επαρκεί, η υπόλοιπη ποσότητα οδηγείται είτε σε πυρσό καύσης (flare) ή σε γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος

Η περιεκτικότητα μεθανίου CH₄ στο βιοαέριο είναι 60-65%. Λαμβάνεται μέση περιεκτικότητα CH₄ στο βιοαέριο 62,5% κ.ο. και του CO₂ 37,5% κ.ο. Συνεπώς για κάθε 1m³ βιοαερίου που παράγεται παράγονται 0,625m³ CH₄ και 0,375m³ CO₂.

Άρα σε όρους μάζας προκύπτει:

- Παραγόμενο CO₂: $0,375/22,4 \cdot 44 = 0,737 \text{ kgCO}_2/\text{m}^3$ βιοαερίου.
- Παραγόμενο CH₄: $0,625/22,4 \cdot 16 = 0,446 \text{ kg CH}_4/\text{m}^3$ βιοαερίου.

Επίσης λαμβάνεται ότι 1kg πτητικών στερεών που απομακρύνονται κατά την χώνευση παράγει 1m³ βιοαέριο. Άρα προκύπτει:

$$CO_{2,biogas} = 0.737 \cdot 50\%(W_{VSS,PRIM} + W_{VSS,SEC}), \quad (\text{σε kgCO}_2/\text{kgVSS})$$

$$CH_{4,biogas} = 0.446 \cdot 50\%(W_{VSS,PRIM} + W_{VSS,SEC}), \quad (\text{σε kgCH}_4/\text{kgVSS})$$

Ολόκληρη η ποσότητα CH₄ καίγεται προς CO₂ και H₂O : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

Λαμβάνοντας διαφυγή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα ίση με 1% λόγω ατελούς καύσης, η ποσότητα CO₂ που παράγεται από την καύση του βιοαερίου είναι:

$$CO_{2,biogass} = 0.99 \cdot [0.737 \cdot 50\%(W_{VSS,PRIM} + W_{VSS,SEC}) + 0.446 \cdot \frac{44}{16} \cdot 50\%(W_{VSS,PRIM} + W_{VSS,SEC})]$$

Το βιοαέριο αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και επομένως όταν χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών ΑΘ αφού μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται πχ. από λιγνίτη ή πετρέλαιο υποκαθίσταται από «καθαρή» ηλεκτρική ενέργεια.

11.7.3 Παραγωγή CO₂ από τη διαρροή βιοαερίου στην ατμόσφαιρα

Με βάση το δυναμικό συμβολής στο φαινόμενο θερμοκηπίου GWP του CH₄ (IPCC,2001), η ισοδύναμη ποσότητα CO₂ λόγω της διαφυγής του βιοαερίου σε ποσοστό 1% δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$CO_{2,biogass,leakage} = 0.01 \cdot [0.737 \cdot 50\%(W_{VSS,PRIM} + W_{VSS,SEC}) + 0.446 \cdot 23 \cdot 50\%(W_{VSS,PRIM} + W_{VSS,SEC})]$$

2.4.8 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από διάθεση ή καύση της ιλύος

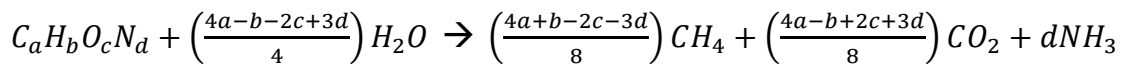
Η χωνευμένη ιλύς αφού αφυδατωθεί μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους, πχ. στην γεωργία, σαν κομπόστ ή να διατεθεί σε χώρους υγειονομικής ταφής.

Στην Ελλάδα η επαναχρησιμοποίηση της βιολογικής ιλύος είναι εξαιρετικά περιορισμένη και έτσι η αφυδατωμένη και πλήρως σταθεροποιημένη ή χωνευμένη ιλύς διατίθεται συνήθως σε χώρους υγειονομικής ταφής. Ωστόσο, η επαναχρησιμοποίηση της ιλύος αποτελεί παράγοντα κυκλικής οικονομίας, με στόχο την μείωση των

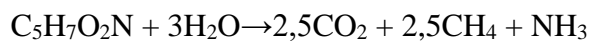
απορριμμάτων που αποτίθενται σε ΧΥΤΑ και αποτελεί έναν από τους πυλώνες της περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και θα ενισχυθεί μελλοντικά στο πλαίσιο της επίτευξης των κοινοτικών στόχων και αποφυγής των αντίστοιχων προστίμων.

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από την ιλύο είναι το μεθάνιο CH₄ και το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και προέρχονται από αναερόβια αποικοδόμηση των πτητικών στερεών που διέφυγαν από τον χωνευτή. Σε περίπτωση αποθήκευσης ή διάθεσης της ιλύος σε μεμονωμένο χώρο, λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης πτητικών στερεών το παραγόμενο CH₄ δεν ανακτάται αλλά διαφεύγει στην ατμόσφαιρα. Σε περίπτωση που η ιλύς διατίθεται για υγειονομική ταφή σε ΧΥΤΑ το παραγόμενο βιοαέριο καίγεται στον πυρσό καύσης του ΧΥΤΑ.

Σε έναν ΧΥΤΑ οι αέριοι ρύποι που παράγονται για την πλήρη οξείδωση της οργανικής ύλης δίνεται από την ακόλουθη στοιχειομετρική σχέση των απορριμμάτων C_aH_bO_cN_d (Κατσίρη Α, 2009):



Δεδομένου ότι ο χημικός τύπος της ιλύος που διατίθεται από τις ΕΕΛ προς υγειονομική ταφή είναι C₅H₇O₂N τότε οι αέριοι ρύποι που παράγονται για την πλήρη οξείδωση της οργανικής ιλύος στο σώμα του ΧΥΤΑ αποδίδονται στοιχειομετρικά ως ακολούθως:



Επομένως σύμφωνα με την ανωτέρω σχέση για 1kgSS/d ιλύος που διατίθεται σε ΧΥΤΑ παράγονται 110/113kgCO₂/d και 40/113kgCH₄/d τα οποία αποτελούν το βιοαέριο που οδηγείται στον πυρσό καύσης του ΧΥΤΑ.

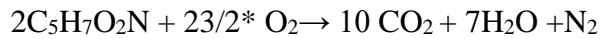


Επομένως η ποσότητα του CO₂ που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα από την καύση του βιοαερίου στον πυρσό καύσης του ΧΥΤΑ είναι:

$$CO_{2,\text{sanitary}} = 110/113 * W_{SS,\text{sanitary}} + 40/113 * 44/16 * W_{SS,\text{sanitary}}$$

όπου W_{SS,sanitary} η ποσότητα ιλύος που διατίθεται στο ΧΥΤΑ.

Σε περίπτωση που η ιλύς οδηγείται προς μονάδα αερόβιας καύσης στοιχειομετρικά η διαδικασία αυτή αποδίδεται ως ακολούθως:



Δηλαδή σύμφωνα με την ανωτέρω σχέση για 1kgSS/d ιλύος που καίγεται παράγονται 440/226kgCO₂/d.

Επομένως, η ποσότητα CO₂ που παράγεται από την καύση της ιλύος είναι:

$$CO_{2,combustion} = 440/226 * W_{SS,combustion}$$

2.4.9 Υπολογισμός εκπομπών ΑΘ από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Για να γίνει η εκτίμηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάντη της εγκατάστασης και η οποία καταναλώνεται μέσα στην εγκατάσταση, πρέπει να είναι γνωστό το μείγμα καυσίμου από το οποίο παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια. Με βάση δεδομένα της ΔΕΗ, δίνεται το μείγμα καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την Ελλάδα και οι αντίστοιχοι συντελεστές εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου για κάθε πηγή ενέργειας (Shahabadi Bani et al, 2009) στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3 Μείγμα καυσίμου για όλη τη χώρα

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΘ (gr CO ₂ e/kWh)
ΛΙΓΝΙΤΙΚΗ	53,09	877
ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΗ	9,85	604
ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	18,46	353
ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	11,50	
ΑΠΕ	7,10	
ΣΥΝΟΛΟ	100,00	

Οι εκπομπές ΑΘ που οφείλονται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε μια ΕΕΛ, υπολογίζονται από την εξίσωση:

$$\text{CO}_{2, \text{electricity}} = E_{\text{required}} \times \sum (\text{Fi} \times \text{EFi})$$

όπου:

$\text{CO}_{2, \text{electricity}}$: η παραγωγή ΑΘ που οφείλονται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, (grCO₂e/d)

E_{required} : η κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕΛ, (kWh/d)

Fi : το % ποσοστό συμμετοχής του καυσίμου i στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

EFi : ο συντελεστής εκπομπών ΑΘ του καυσίμου i κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, grCO₂e/kWh

Κεφάλαιο 3: Στοιχεία λειτουργίας υφιστάμενων ΕΕΛ στην Ελλάδα

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι 31 μονάδες που μελετήθηκαν, όπως και τα αποτελέσματα που σχετίζονται με την ενεργειακή τους κατανάλωση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Για λόγους εμπιστευτικότητας δεν αναφέρονται ονομαστικά οι ΕΕΛ που συμπεριλήφθησαν στην έρευνα και απλά ονομάζονται με τον αντίστοιχο αριθμό τους.

3.1 Μονάδα 1

3.1.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 1, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 1.500 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 250 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.1.2 Γραμμή των Λυμάτων

Τα λύματα εισέρχονται μέσω δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού και βαρυτικού αγωγού από τις αποχετεύσεις των Δημοτικών διαμερισμάτων στο φρεάτιο εισόδου του αντλιοστασίου Αρχικής ανύψωσης. Το φρεάτιο εισόδου φέρει αρχική χονδροεσχάρωση, ώστε να προστατεύονται οι αντλίες από τα φερτά μακρόινα ευμεγέθη στερεά κυρίως από τον βαρυτικό αγωγό. Εντός του αντλιοστασίου εγκαθίστανται τρεις αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Οι αντλίες φέρουν σύστημα εναλλαγής της λειτουργίας τους για την ομοιόμορφη φθορά τους. Αισθητήρια στάθμης καθορίζουν την έναρξη της μίας ή των δύο αντλιών ή την παύση τους για την προστασία τους από λειτουργία εν ξηρώ. Εξαιτίας της μικρής παροχής, το αντλιοστάσιο εξοπλίζεται και με αναδευτήρα ώστε να αποφεύγονται οι επικαθίσεις στον πυθμένα.

Από το αντλιοστάσιο με κοινό καταθλιπτικό αγωγό τα λύματα τροφοδοτούν το φρεάτιο εισόδου της μονάδας εσχάρωσης. Στην είσοδο του φρεατίου τοποθετούνται δύο διαχυτές για την αποφυγή επικαθίσεων στον πυθμένα. Οι διαχυτές τροφοδοτούνται από τους φυσητήρες της μονάδας εξάμμωσης. Από τον πυθμένα του φρεατίου εισόδου αναχωρεί αγωγός παράκαμψης του έργου προς το φρεάτιο εξόδου της μονάδας χλωρίωσης. Στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης, και στον υγρό θάλαμό του, αποχετεύεται και το κτίριο διοίκησης.

Τα λύματα από το φρεάτιο εισόδου τροφοδοτούν την μονάδα αυτόματης εσχάρας. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται και τροφοδοτούν τον κοχλία συμπίεσης και μεταφοράς των εσχαρισμάτων προς τους κάδους συλλογής των. Παράλληλα με το κανάλι αυτόματης εσχάρας κατασκευάζεται το κανάλι χειροκαθαριζόμενης εσχάρας. Σε περίπτωση που πλημμυρίσουν τα λύματα από το ενδιάμεσο τοιχείο υπερχειλίζουν προς το παρακαμπτήριο κανάλι, δίνοντας ταυτόχρονα και ηχητικό συναγερμό από ανεξάρτητο αισθητήριο στάθμης.

Από την έξοδο των καναλιών τα λύματα τροφοδοτούν κανάλι και τροφοδοτούν είτε την μονάδα εξάμμωσης, είτε το φρεάτιο παράκαμψης της μονάδας εξάμμωσης. Η διευθέτηση της ροής γίνεται με κατάλληλο χειρισμό θυροφραγμάτων.

Εντός του κτιρίου εσχάρωσης σε ανεξάρτητο χώρο τοποθετούνται δύο φυσητήρες για τον αερισμό των λυμάτων στην μονάδα εξάμμωσης. Επίσης στο κτίριο τοποθετείται και η μονάδα έκπλυσης της άμμου που απομακρύνεται από την μονάδα εξάμμωσης.

Η μονάδα εξάμμωσης είναι εξοπλισμένη με παλινδρομική γέφυρα και αντλία άμμου επ' αυτής. Η παλινδρομική γέφυρα λειτουργεί με χρονοδιακόπτη, περίπου 6 ώρες ημερησίως ανεξαρτήτως της περιόδου. Ταυτόχρονα με την έναρξη της λειτουργίας της γέφυρας εντέλλεται και η λειτουργία της αντλίας απομάκρυνσης της άμμου, όπως επίσης και η λειτουργία της μονάδας έκπλυσης της άμμου, με μικρή χρονική καθυστέρηση.

Από την έξοδο της μονάδας εξάμμωσης τα λύματα τροφοδοτούν το κανάλι μέτρησης της παροχής.

Τα λύματα με πτώση τροφοδοτούν τον βιοεπιλογέα. Ο βιοεπιλογέας / αποφωσφόρωση λειτουργεί υπό ανοξικές συνθήκες. Στον βιοεπιλογέα επιστρέφει και η ποσότητα επανακυκλοφορίας της λάσπης. Εντός του βιοεπιλογέα τοποθετείται αναδευτήρας για την πλήρη ανάμιξη του μίγματος λυμάτων και λάσπης, ώστε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των οξειδωτικών τάφρων να είναι τα ίδια.

Από τον βιοεπιλογέα τα λύματα αναμεμειγμένα με την ενεργό λάσπη υπερχειλίζουν από ισομήκεις υπερχειλιστές προς τα φρεάτια τροφοδοσίας των οξειδωτικών τάφρων, έχοντας τα ίδια ποιοτικά χαρακτηριστικά και την ίδια παροχή προς κάθε μονάδα εν λειτουργία. Επί της στέψης των υπερχειλιστών τοποθετούνται θυροφράγματα ώστε να καθίσταται εύκολη η διακοπή της λειτουργίας της μίας εκ των δύο οξειδωτικών τάφρων όταν οι παροχές είναι μικρές και επαρκεί η μία γραμμή επεξεργασίας ή απαιτείται συντήρηση και καθαρισμός της. Το φρεάτιο τροφοδοσίας της μελλοντικής δεξαμενής απομονώνεται με προσωρινό τοιχείο, ενώ ο αγωγός τροφοδοσίας της τοποθετείται από την παρούσα φάση στο δομικό στοιχείο του μεριστή και ταπώνεται με τυφλή φλάντζα.

Από την έξοδο των δεξαμενών αερισμού τροφοδοτείται ο μεριστής παροχής των καθιζήσεων. Ο μεριστής παροχής φέρει θάλαμο εισόδου των λυμάτων και υπερχειλιστές εξοπλισμένους με θυροφράγματα, ώστε να καθίσταται εύκολη η διευθέτηση της ροής σε οποιαδήποτε δεξαμενή κατά τις περιόδους χαμηλών παροχών ή σε περιπτώσεις συντήρησης και καθαρισμού των μονάδων. Στην παρούσα φάση τοποθετούνται δύο θυροφράγματα ενώ ο υπερχειλιστής της μελλοντικής δεξαμενής απομονώνεται με προσωρινό τοιχείο, και ο αγωγός τροφοδοσίας τοποθετείται από την παρούσα φάση στο δομικό μέρος του μεριστή και ταπώνεται με τυφλή φλάντζα.

Από κάθε φρεάτιο του μεριστή παροχής τροφοδοτείται η αντίστοιχη μονάδα καθίζησης. Οι καθιζήσεις είναι κυκλικές, με κεντρική τροφοδοσία, και ακτινικό περιστρεφόμενο ξέστρο.

Ο αγωγός τροφοδοσίας των καθιζήσεων διερχόμενος κάτω από τον πυθμένα της δεξαμενής τροφοδοτείται ομοκεντρικά με κάθετο αγωγό που εκβάλλει στην επιφάνεια της δεξαμενής. Τα λύματα εξερχόμενα από τον αγωγό διέρχονται από θυρίδες τροφοδοσίας της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού. Οι διαστάσεις των θυρίδων είναι κατάλληλα επιλεγμένες ώστε να αναπτύσσονται πολύ χαμηλές ταχύτητες και να μην διαταράσσουν την καθιζήμενη λάσπη. Για την αποφυγή διασποράς των στερεών των νεοεισερχομένων λυμάτων στην επιφάνεια της δεξαμενής, περιμετρικά της κεντρικής κολώνας κατασκευάζεται τύμπανο εξομάλυνσης της ροής, που εξαναγκάζει την όδυσή τους σε χαμηλότερα της επιφανείας στρώματα και ειδικότερα στη ζώνη πάχυνσης.

3.1.3 Γραμμή της Ιλύος

Από τον πυθμένα της δεξαμενής αναχωρεί αγωγός τροφοδοσίας του αντλιοστασίου της επανακυκλοφορίας της λάσπης.. Το αντλιοστάσιο λάσπης είναι δομικά συνεχόμενο των δύο καθιζήσεων

Η δοσομέτρηση του χλωρίου γίνεται από ζεύγος δοσομετρικών αντλιών εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Οι δοσομετρικές αντλίες χλωρίωσης και αποχλωρίωσης και τα δοχεία θα τοποθετηθούν σε κτίριο εξυπηρέτησης της χλωρίωσης πλευρικά της μονάδας. Οι αντλίες παραλαμβάνουν το διάλυμα από δοχείο ημερήσιας κατανάλωσης που είναι τοποθετημένο στον ίδιο χώρο με αυτές.

Από το φρεάτιο έξοδου της μονάδας χλωρίωσης που αποτελεί και το φρεάτιο δειγματοληψίας του έργου, εκκινεί ο αγωγός διάθεσης στον οποίο τοποθετείται δικλείδα απομόνωσης σε περίπτωση που απιατηθεί η τροφοδοσία της μονάδας αποθήκευσης καθαρών που είναι χωροθετημένη παράπλευρα της μονάδας χλωρίωσης ως ενιαία δομική κατασκευή. Η τροφοδοσία της μονάδας θα γίνεται με θυρόφραγμα.

Οι αντλίες περισσειας θα τροφοδοτούν την μονάδα πάχυνσης. Η μονάδα χωροθετείται στην περιοχή των καθιζήσεων, με δυνατότητα άνετης πρόσβασης βυτιοφόρου οχήματος.

Τα υπερκείμενα υγρά της πάχυνσης τροφοδοτούν φρεάτιο δομικά συνεχόμενο με την μονάδα πάχυνσης και τελικά καταλήγουν στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων. Τα υπερκείμενα υγρά της πάχυνσης εμπεριέχουν υψηλό ρυπαντικό και μολυσματικό φορτίο και επιστρέφουν στο φρεάτιο εισόδου της μονάδας εσχάρωσης για επανεπεξεργασία.

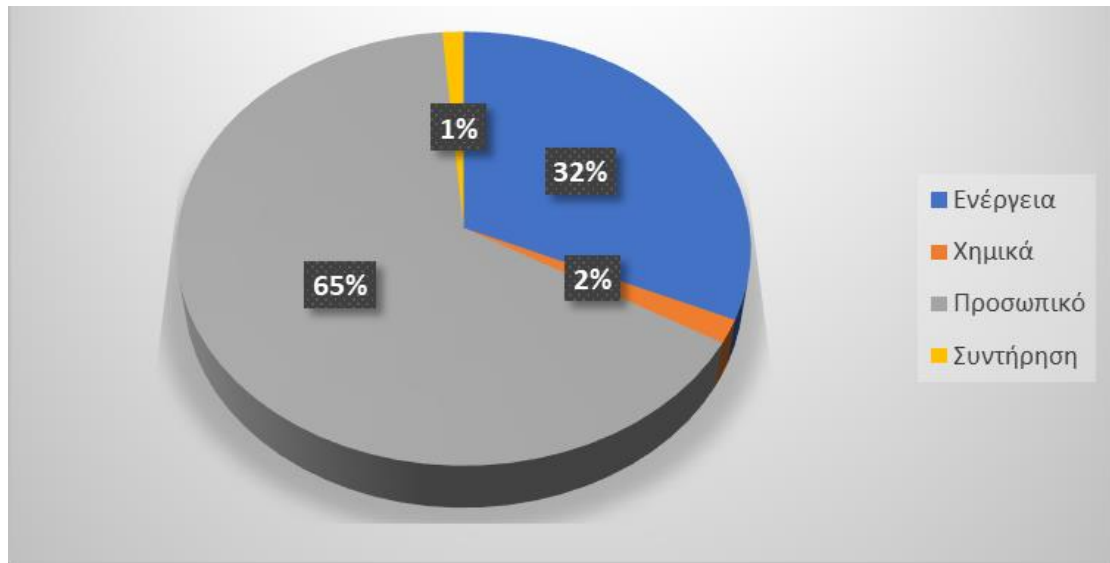
Από τον πυθμένα της πάχυνσης αγωγός τροφοδοτεί το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας των βυτιοφόρων. Το αντλιοστάσιο φέρει δύο αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Οι αντλίες λειτουργούν με εναλλαγή της λειτουργίας τους για την ομοιόμορφη φθορά τους και τροφοδοτούν τα βυτιοφόρα για την μεταφορά της παχυμένης ιλύος.

Τα στραγγίδια των μονάδων εσχάρωσης, εξάμμωσης καθιζήσεων και πάχυνσης τροφοδοτούν το αντλιοστάσιο στραγγιδίων. Εντός του αντλιοστασίου εγκαθίστανται δύο αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική. Οι αντλίες επιστρέφουν τις ποσότητες των στραγγιδίων στο φρεάτιο εισόδου της μονάδας εσχάρωσης για επανεπεξεργασία.

3.1.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 178 kWh/d ενώ η πραγματική είναι 179 kWh/d. Το αποτέλεσμα αυτό είναι πολύ υψηλό, κάτι που σχετίζεται με το μέγεθος και τη λειτουργία της εγκατάστασης. Ακολουθώντας, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 260,2 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 1,0 kgCO₂/κατ-d. Και αυτή η τιμή είναι πολύ υψηλή καθότι η ενέργεια που καταναλώνεται είναι πολύ μεγάλη ανά ισοδύναμο κάτοικο.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί το ετήσιο κόστος χημικών 800 €, το κόστος συντήρησης 600 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 30.000 €. Τελικά, έχουμε συνολικό κόστος της εγκατάστασης 45.800 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα.



Εικόνα 1 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

3.2 Μονάδα 2

3.2.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 2, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 3.400 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 500 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση (φυγοκέντρωση)

Αερισμός: Διάχυση

3.2.2 Γραμμή των Λυμάτων

Η μονάδα 2 διαθέτει και υποδοχή βοθρολυμάτων. Η ροή των λυμάτων έχει ως εξής: Τα βυτιοφόρα μεταφέρουν τα λύματα στην υποδοχή βοθρολυμάτων όπου δέχονται την πρωταρχική τους επεξεργασία πριν μεταφερθούν στην μονάδα προεπεξεργασίας.

Τα εισερχόμενα λύματα από το αποχετευτικό δίκτυο μεταφέρονται αρχικά στην μονάδα προεπεξεργασίας που αναμειγνύονται με τα βοθρολύματα. Το πρώτο στάδιο του τμήματος αυτού είναι η εσχάρωση. Εκεί τα διαχωρίζονται τα εσχαρίσματα και απομακρύνονται με μεταφορικό κοχλία. Στην συνέχεια η παροχή διέρχεται από την εξάμμωση όπου γίνεται ο διαχωρισμός της άμμου και παράλληλα απομακρύνονται τα επιπλέοντα λίπη.

Στην συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στην μεριστή παροχής και από εκεί στις αναερόβιες δεξαμενές για βιολογική αποφωσφόρωση. Από εκεί προωθούνται στην αερόβια δεξαμενή όπου το σύστημα επεξεργασίας λυμάτων λειτουργεί με την μέθοδο του παρατεταμένου αερισμού. Η δεξαμενή αυτή είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται και απονιτροποίηση πριν τον αερισμό. Μετά από το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας που βρίσκεται στο τέλος της δεξαμενής αερισμού τα λύματα μεταφέρονται στην αρχή κάθε ανοξικής δεξαμενής.

Ύστερα η παροχή μεταφέρεται στις δεξαμενές τελικής καθίζησης. Εκεί από το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος ένα τμήμα της καθιζούμενης επανέρχεται στην αρχή της βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων ενώ το υπόλοιπο μεταφέρεται από το αντλιοστάσιο περίσσειας στο τμήμα επεξεργασίας ιλύος.

Τα επεξεργασμένα λύματα από τις δεξαμενές καθίζησης μεταφέρονται στην μονάδα χλωρίωσης και από εκεί στην συνέχεια οδηγούνται προς την διάθεση.

3.2.3 Γραμμή της Ιλύος

Η περίσσεια ιλύος κατευθύνεται στον παχυντή και στην συνέχεια για αφυδάτωση με φυγοκέντριση.

3.2.4 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν κρίνονται ως αναμενόμενα με βάση την διεθνή βιβλιογραφία που αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε 249 kWh/d και η πραγματική ήταν 370 kWh/ d.

Ακολουθώντας, υπολογίζοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει ημερήσια παραγωγή 294 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,589 kgCO₂/κατ-d.

3.3 Μονάδα 3

3.3.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 3, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 10.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 1.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

3.3.2 Γραμμή των Λυμάτων & της Ιλύος

Η εγκατάσταση είναι χωροθετημένη σε υψόμετρο +20.00 και τα λύματα από την έξοδο της χλωρίωσης οδεύουν στο αντλιοστάσιο διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων με ελάχιστη στάθμη λυμάτων εντός του αντλιοστασίου στο +19.00. Η μονάδα περιλαμβάνει:

- Προεσχάρωση, μονάδα βοηθολυμάτων με προ-αερισμό και Αντλιοστάσιο μεταφοράς των λυμάτων ωφέλιμου όγκου 120 m³
- Φρεάτιο εισόδου των λυμάτων.
- Compact σύστημα προεπεξεργασίας λυμάτων από το οποίο διέρχονται τα λύματα των οικισμών και τα βοηθολύματα από το αντλιοστάσιο βοηθολυμάτων. Σήμερα η μονάδα τροφοδοτείται μόνο με βοηθολύματα.
- Μονάδα μερισμού της παροχής προς την υφιστάμενη μονάδα βιολογικών διεργασιών. Είναι κατασκευασμένη μία γραμμή ισοδύναμου πληθυσμού 10.000 κατοίκων με μελλοντική επέκταση μίας ακόμη ισοδύναμης.

- Μονάδα βιολογικών διεργασιών μίας γραμμής αποτελούμενη από μονάδα αποφωσφόρωσης ωφέλιμου όγκου 291 m³ μονάδα απονιτροποίησης, ωφέλιμου όγκου 828 m³, επαμφοτερίζουσα μονάδα νιτροποίησης/ απονιτροποίησης, ωφέλιμου όγκου 360 m³ μονάδα αερισμού (με διάχυση), ωφέλιμου όγκου 1200 m³, αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας νιτροποιημένου ανάμικτου υγρού και αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος και περίσσειας λάσπης, μονάδα καθίζησης διαμέτρου 18 m.
- Μονάδα χημικής κροκίδωσης και χημικής αποφωσφόρωσης ωφέλιμου όγκου 46 m³ -Μονάδα χλωρίωσης και οικίσκο χλωρίωσης
- Ενιαίο κτίριο αφυδάτωσης ενέργειας και αερισμού. Η αφυδάτωση της λάσπης γίνεται με ταινιοφιλτρόπρεσσα.
- Κτίριο διοίκησης με αίθουσα ελέγχου, χημικό εργαστήριο, γραφεία, χώρους υγιεινής και συνεργείο/αποθήκη.

Επειδή το αποχετευτικό δίκτυο των οικισμών δεν είχε ολοκληρωθεί, η μονάδα τροποποιήθηκε για την λειτουργία της μόνο με βοηθολύματα και την ταυτόχρονη αλλαγή του έργου διάθεσης. Η εγκατάσταση έχει τροποποιηθεί και λειτουργεί τα τελευταία έτη, με τον κατάλληλο εξοπλισμό και κατανομές των όγκων των υπαρχόντων δεξαμενών και επεξεργάζεται βοηθολύματα. Η εφαρμοζόμενη μέθοδος επεξεργασίας είναι το σύστημα SBR (Sequencing Batch Reactor).

Η αλλαγή περιελάμβανε:

- Την τροποποίηση του αντλιοστασίου ανύψωσης ως μονάδα υποδοχής βοηθολυμάτων βοηθολυμάτων και την τροφοδοσία τους στη μονάδα προεπεξεργασίας compact.
- Τη χρήση του μεριστή παροχής και της μονάδας αποφωσφόρωσης ως δεξαμενή εξισορρόπησης των βοηθολυμάτων.
- Την επαμφοτερίζουσα ζώνη της βιολογικής βαθμίδας ως μονάδα SBR για την λειτουργία της εγκατάστασης με βοηθολύματα για τις χειμερινές παροχές με εκτιμώμενη ποσότητα βοηθολυμάτων έως 150 m³/ ημέρα.
- Την δεξαμενή αερισμού της βιολογικής βαθμίδας ως μονάδα SBR για την λειτουργία της εγκατάστασης με βοηθολύματα για τις θερινές παροχές με εκτιμώμενη ποσότητα βοηθολυμάτων έως 800 m³/ ημέρα.
- Τη μονάδα χημικής αποφωσφόρωσης/ κροκίδωσης, ως αποθηκευτή λάσπης.

Έγιναν όλες οι απαραίτητες τροποποιήσεις της εγκατάστασης και η εγκατάσταση λειτουργεί σήμερα ως μονάδα SBR. Με την ολοκλήρωση του συστήματος αποχέτευσης, η οποία ευρίσκεται σε εξέλιξη η μονάδα θα ξαναλειτουργήσει σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό ως παρατεταμένος αερισμός αστικών λυμάτων με συνεπεξεργασία βοθρολυμάτων.

3.3.3 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 372 kWh/d και το πραγματικό 443 kWh/d.

Ακολούθως, ο υπολογισμός των αερίων του θερμοκηπίου δίνει ημερήσια παραγωγή 570 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,6 kgCO₂/κατ-d.

3.4 Μονάδα 4

3.4.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 4, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 10.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 1.100 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

3.4.2 Γραμμή των Λυμάτων

Ο σχεδιασμός του έργου περιλαμβάνει:

1. Την προμήθεια και κατασκευή του δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού Φ250 από το κεντρικό αντλιοστάσιο αποχέτευσης στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης.

2. Την μονάδα έργων εισόδου η οποία αποτελείται από το φρεάτιο εισόδου και τον αγωγό ολικής παράκαμψης των έργων.
3. Την μονάδα προεπεξεργασίας λυμάτων εντός αποσμούμενου κτιρίου η οποία αποτελείται από το αεριζόμενο πιεζοθραυστικό φρεάτιο εισόδου, τη μονάδα εσχάρωσης, εξάμμωσης – απολίπανσης και μέτρησης παροχής.
4. Τη μονάδα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων, η οποία αποτελείται από στεγασμένο ενιαίο συγκρότημα υποδοχής και προεπεξεργασίας και υπόγεια δεξαμενή εξισορρόπησης και προαερισμού των βοθρολυμάτων.
5. Το μεριστή της βιολογικής βαθμίδας. Τα λύματα από το μετρητή παροχής τροφοδοτούν το πρώτο διαμέρισμα του μεριστή και από εκεί ισομοιράζονται σε δύο γραμμές και μία μελλοντική για την τροφοδοσία των δύο δεξαμενών απονιτροποίησης – αερισμού. Η απομόνωση των γραμμών γίνεται με υπερχειλιστικά θυροφράγματα. Επιπλέον κατασκευάζεται ένα ακόμη διαμέρισμα για την παράκαμψη της βιολογικής βαθμίδας. Η μονάδα κατασκευάζεται παράπλευρα και με κοινό τοίχειο με το κανάλι μέτρησης παροχής.
6. Τη βιολογική βαθμίδα. Αυτή απαρτίζεται από τις δύο δεξαμενές βιοεπιλογής, τις δύο δεξαμενές αποφωσφόρωσης, τις δύο δεξαμενές απονιτροποίησης, τις δύο δεξαμενές νιτροποίησης / αερισμού, τα αντλιοστάσια νιτροποιημένου ανάμικτου υγρού, τον μεριστή δεξαμενών τελικής καθίζησης τις δύο δεξαμενές καθίζησης και το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και απαγωγής περίσσειας ιλύος.. Στο πέρας της διαδρομής των λυμάτων στις δεξαμενές αερισμού σε παράπλευρο φρεάτιο που επικοινωνεί υδραυλικά με την κάθε δεξαμενή, τοποθετείται το αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας του νιτροποιημένου ανάμικτου υγρού. Από την έξοδο των δεξαμενών τροφοδοτείται ο μεριστής και από εκεί οι κυκλικές δεξαμενές τελικής καθίζησης. Η ιλύς που συλλέγεται στον πυθμένα θα τροφοδοτεί το αντλιοστάσιο ιλύος το οποίο θα εξοπλιστεί με τρεις αντλίες ανακυκλοφορίας και δύο αντλίες περίσσειας ιλύος. Η ανακυκλοφορία επιστρέφει μέσω κοινού καταθλιπτικού αγωγού προς το μεριστή παροχής ενώ η περίσσεια της ιλύος θα καταθλίβεται στο δοχείο κροκκίδωσης πριν τη μηχανική πάχυνση.
7. Τη μονάδα χλωρίωσης και αποχλωρίωσης. Τα λύματα από την έξοδο των Δεξαμενών Τελικής Καθίζησης εισρέουν στη μονάδα χλωρίωσης και από τον υπερχειλιστή εξόδου αυτής εισρέουν στη μονάδα αποχλωρίωσης. Στο πέρας της

- μονάδας αποχλωρίωσης και μέσω μεριστή τροφοδοτούν το αντλιοστάσιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού ή και την δεξαμενή βιομηχανικού νερού.
8. Τη δεξαμενή βιομηχανικού νερού η οποία κατασκευάζεται υπόγεια πλησίον του κτιρίου εξυπηρέτησης της μονάδας χλωρίωσης.
 9. Το φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού που κατασκευάζεται ακριβώς απέναντι από την μονάδα χλωρίωσης.
 10. Τον αγωγό διάθεσης ο οποίος αρχίζει από το φρεάτιο φόρτισης και οδεύει στη θάλασσα σε συγκεκριμένο σημείο για τη διάθεση των λυμάτων, μέσω διαχυτήρα που φέρει στο πέρας του.

3.4.3 Γραμμή της Ιλύος

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει και μονάδα Πάχυνσης, Αφυδάτωσης. Η περίσσεια ιλύς καταθλίβεται στο δοχείο κροκκίδωσης και από εκεί τροφοδοτείται η τράπεζα πάχυνσης, οι αντλίες τροφοδοσίας αφυδάτωσης και η ταινιοφιλτρόπρεσσα αφυδάτωσης της ιλύος. Η μονάδα αφυδάτωσης θα βρίσκεται στο εντός κλειστού και αποσμούμενου κτιρίου με τα οχήματα αποκομιδής να εισέρχονται στο υπόγειο ώστε η απόρριψη της λάσπης να γίνεται απ' ευθείας μέσω κεκλιμένου κοχλία σε κοντέινερ. Επιπλέον στο κτίριο θα στεγάζεται και το συγκρότημα πολυηλεκτρολύτη, ο Ηλεκτρικός Πίνακας της εγκατάστασης, το δοσομετρικό της χημικής αποφωσφόρωσης και οι αντλίες τροφοδοσίας των κλινών ξήρανσης.

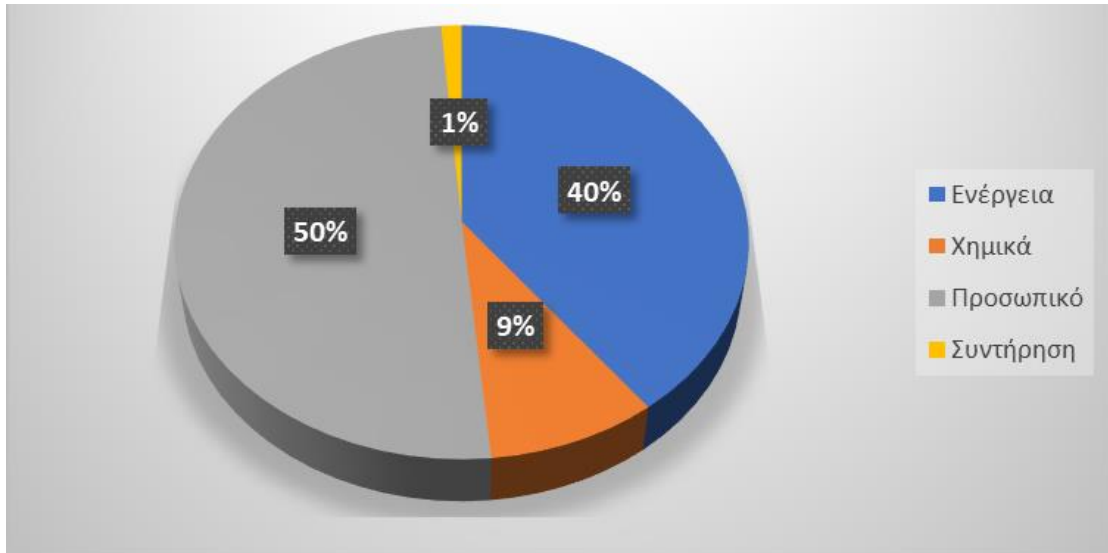
Οι κλίνες ξήρανσης και το αντλιοστάσιο στραγγιδίων, όπου γίνεται η τροφοδοσία εναλλακτικά της παχυμένης ιλύος από την τράπεζα πάχυνσης μέσω ζεύγους αντλιών ιλύος. Κατασκευάζονται δύο κλίνες ξήρανσης που θα λειτουργούν σε περίπτωση συντήρησης του συγκροτήματος της αφυδάτωσης. Στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων καταλήγουν τα στραγγίσματα της μηχανική πάχυνσης και αφυδάτωσης, των κλινών ξήρανσης (όταν θα λειτουργούν και του δικτύου ακαθάρτων της εγκατάστασης και από εκεί μέσω δύο αντλιών (1+1) καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης.

3.4.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 648 kWh/d και στην πραγματικότητα είναι 628 kWh/d.

Ακολούθως, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 726 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,7 kgCO₂/κατ-d.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 10.500 €, το κόστος συντήρησης 1.500 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 60.000 €. Τελικά, έχουμε συνολικό κόστος της εγκατάστασης 120.000 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα.



Εικόνα 2 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

3.5 Μονάδα 5

3.5.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 5, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 8.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 1.200 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.5.2 Γραμμή των Λυμάτων

Στο διάστημα 2005-2007 ελήφθη η απόφαση να υλοποιηθεί το έργο της αναβάθμισης και επέκτασης της αρχικής μονάδας, διότι αφενός η αρχική μονάδα ήταν μικρή για να καλύψει τις ανάγκες της επόμενης 20ετίας και αφετέρου γιατί το υπάρχον σύστημα επεξεργασίας ήταν πολύ απλοϊκό και ανεπαρκές με τα δεδομένα εκείνης της εποχής.

Έτσι, ενώ η αρχική μονάδα είχε κατασκευαστεί για δυναμικότητα 4.000 ατόμων, η νέα μονάδα που υλοποιήθηκε σε δεύτερη φάση έχει δυναμικότητα 8.000 άτομα, για να μπορεί να εξυπηρετεί και τα υπόλοιπα δημοτικά διαμερίσματα του Δήμου μέσω της επεξεργασίας των βοθρολυμάτων που θα μεταφέρονται με βυτία.

Η νέα Μονάδα στο σύνολό της λειτούργησε στα τέλη του 2009.

Στην παρούσα φάση, η εγκατάσταση δέχεται κατά την χειμερινή περίοδο μέση ημερήσια παροχή περίπου 222 m³ λυμάτων και 24 m³ βοθρολυμάτων, με μέση συγκέντρωση B.O.D5 = 208 mg/l ενώ κατά τη θερινή περίοδο, δέχεται μέση ημερήσια παροχή περίπου 274 m³ λυμάτων και 64 m³ βοθρολυμάτων, με μέση συγκέντρωση BOD= 344 mg/l.

Τα λύματα της εξυπηρετούμενης περιοχής, οδηγούνται από τους αγωγούς αποχέτευσης μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού στο κεντρικό αντλιοστάσιο αποχέτευσης, το οποίο έχει κατασκευαστεί εκτός του γηπέδου της εγκατάστασης. Ο καταθλιπτικός αγωγός προσαγωγής καταλήγει στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης. Εκεί πραγματοποιείται χονδροεσχарισμός των λυμάτων.

Τα βοθρολύματα συγκεντρώνονται σε δεξαμενή προαερισμού – αποθήκευσης μετά την εσχάρωσή τους, η οποία περιλαμβάνει μία χονδροεσχάρα αυτοκαθαριζόμενη. Τα βυτιοφόρα εκκενώνουν σε φρεάτιο ανάντη των εσχάρων. Εντός της δεξαμενής είναι εγκατεστημένες υποβρύχιες αντλίες ανύψωσης βοθρολυμάτων, που καταθλίζουν στο φρεάτιο εισόδου της μονάδας εσχάρωσης. Ο χώρος εσχάρωσης των βοθρολυμάτων και η δεξαμενή προαερισμού των βοθρολυμάτων αυτών είναι στεγασμένα σε ξεχωριστό κτίριο και αποσμούμενα με σύστημα ενεργού άνθρακα. Ο αερισμός της δεξαμενής γίνεται με δύο διάτρητους αγωγούς αερισμού τροφοδοτούμενοι μέσω ενός αεραγωγού από δύο φυσητήρες, ο ένας εφεδρικός. Πριν την είσοδό τους στη δεξαμενή προαερισμού, τα βοθρολύματα υφίσταται αμμοδιαχωρισμό και η συλλεγόμενη άμμος συγκεντρώνεται σε κάδο απορριμμάτων και απορρίπτεται σε τακτά χρονικά

διαστήματα. Ένα σύστημα απόσμισης ενεργού άνθρακα χρησιμοποιείται για την απόσμιση της δεξαμενής εξισορρόπησης των βοθρολυμάτων.

Τα λύματα από το αντλιοστάσιο ανύψωσης, οδηγούνται μέσω κοινού καταθλιπτικού αγωγού στο φρεάτιο εισόδου της μονάδας εσχάρωσης. Στο φρεάτιο είναι εγκατεστημένος ένας αυτόματος ψυχόμενος δειγματολήπτης. Η μονάδα εσχάρωσης αποτελείται από μία κύρια μηχανικά αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα και μία εφεδρική χειροκαθαριζόμενη εσχάρα. Σε κανονική λειτουργία, λειτουργεί η μηχανική εσχάρα, ενώ για την ηθελημένη διοχέτευση των λυμάτων προς την απλή εσχάρα προβλέπεται η τοποθέτηση κατάλληλων θυροφραγμάτων στο δίαυλο των εσχάρων. Η λειτουργία της κύριας εσχάρας ελέγχεται με χρονοπρόγραμμα μέσω του SCADA. Τα εσχαρίσματα μεταφέρονται με κοιλία μεταφοράς, σε μεταλλικούς κάδους απορριμμάτων. Οι εσχάρες τοποθετούνται σε κτίριο (κτίριο των έργων προεπεξεργασίας). Τα ανεπεξέργαστα λύματα διοχετεύονται στη συνέχεια σε δίαυλο μέτρησης παροχής για τη συνεχή καταγραφή της παροχής. Ο μετρητής αποτελείται από αισθητήριο στάθμης, πομπό σήματος, όργανο στιγμιαίας ένδειξης παροχής και ολοκληρωτικό αθροιστή παροχής.

Ακολούθως, τα λύματα οδηγούνται με βαρύτητα στη μονάδα εξάμμιωσης – λιποσυλλογής, για την απομάκρυνση όλων των στερεών έως 1mm καθώς και των λιπών. Κατασκευάστηκε ένας αμμοσυλλέκτης – λιποσυλλέκτης, που ανταποκρίνεται στην παροχή αιχμής της Β' Φάσης. Στην είσοδο των δεξαμενών εξάμμιωσης – λιποσυλλογής είναι τοποθετημένα χειροκίνητα θυροφράγματα για την δυνατότητα απομόνωσης μιας εκ των δύο δεξαμενών. Η δεξαμενή αμμοσυλλέκτη είναι εξοπλισμένη με ανεξάρτητη γέφυρα, που φέρει ξέστρο επιφανείας για την αφαίρεση των λιπών προς κατάλληλα διαμορφωμένο φρεάτιο, απ' όπου απομακρύνονται περιοδικά με βυτιοφόρο, για διάθεσή τους σε χώρο υγειονομικής ταφής. Η καθιζάνουσα άμμος αντλείται με αναρτώμενη από τη γέφυρα αντλία προς ειδική διάταξη έκπλυσης και διαχωρισμού της άμμου και από εκεί σε κάδο αποκομιδής. Ο αερισμός των δεξαμενών εξάμμιωσης γίνεται από δύο φυσητήρες αερισμού, ο ένας εφεδρικός. Ο χώρος των φυσητήρων αερίζεται με κατάλληλο ανεμιστήρα αξονικού τύπου. Οι φυσητήρες είναι κατάλληλοι για την παροχέτευση αέρα στις δύο δεξαμενές εξάμμιωσης και στη δεξαμενή εξισορρόπησης των βοθρολυμάτων.

Ένα σύστημα απόσμισης ενεργού άνθρακα χρησιμοποιείται για την απόσμιση του κτιρίου προεπεξεργασίας.

Μετά την προεπεξεργασία τα λύματα οδηγούνται σε δεξαμενή βιοεπιλογής ωφέλιμου όγκου 60 m³, η οποία φέρει δύο αναδευτήρες και χρησιμοποιείται συνήθως για τον έλεγχο της διόγκωσης λάσπης, που οφείλεται στα νηματοειδή βακτήρια. Στη δεξαμενή βιοεπιλογής ανακυκλοφορείται και η ιλύς από το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος. Κατόπιν τα λύματα υπερχειλίζουν μέσω ορθογωνικού υπερχειλιστή σε φρεάτιο διανομής με το οποίο κατανέμονται στις δύο δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας, με λόγο παροχής παλιά γραμμή βιολογικής βαθμίδας : νέα γραμμή = 1:0,6. Το φρεάτιο μερισμού αποτελείται από το θάλαμο υποδοχής και ηρεμίας των λυμάτων, το θάλαμο μερισμού και τα φρεάτια φόρτισης. Επίσης διαθέτει όλες τις απαραίτητες διατάξεις πρόσβασης, για τον εύκολο και ασφαλή χειρισμό των θυροφραγμάτων.

Κατόπιν, από το φρεάτιο μερισμού τα λύματα διοχετεύονται με βαρύτητα στις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας. Η μονάδα βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνει στη σειρά δεξαμενή απονιτροποίησης και αερισμού. Η νιτροποίηση- απονιτροποίηση των λυμάτων πραγματοποιείται σε ξεχωριστές δεξαμενές με σκοπό την μεγιστοποίηση των αποδόσεων των διεργασιών αυτών και την καλύτερη ρύθμιση της εσωτερικής ανακυκλοφορίας του ανάμικτου υγρού.

Ο αερισμός στις δεξαμενές αερισμού επιτυγχάνεται με επιφανειακούς βραδύστροφους αεριστήρες κατακόρυφου άξονα, δύο σε κάθε γραμμή αερισμού. Η δεξαμενή απονιτροποίησης της παλιάς γραμμής έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 220 m³ ενώ η δεξαμενή αερισμού της παλιάς γραμμής αποτελείται από δύο ορθογωνικές δεξαμενές σε σειρά που η κάθε μια διαθέτει από έναν επιφανειακό αεριστήρα κατακόρυφου άξονα, εγκατεστημένης ισχύος 22 KW. Η συνολική ωφέλιμη χωρητικότητα της παλιάς γραμμής αερισμού είναι 878 m³.

Η δεξαμενή απονιτροποίησης της νέας γραμμής έχει ωφέλιμη χωρητικότητα 132 m³ ενώ η δεξαμενή αερισμού της νέας γραμμής αποτελείται από δύο ορθογωνικές δεξαμενές σε σειρά που η κάθε μια διαθέτει από έναν επιφανειακό αεριστήρα κατακόρυφου άξονα, εγκατεστημένης ισχύος 11 KW. Η συνολική ωφέλιμη χωρητικότητα της νέας γραμμής αερισμού είναι 530 m³.

Οι επιφανειακοί αεριστήρες είναι συνδεδεμένοι με Inverters για ομαλό ξεκίνημα – σταμάτημα. Για να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη συγκέντρωση νιτρικών στην έξοδο,

πραγματοποιείται εσωτερική ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού. Στη συνέχεια τα λύματα υπερχειλίζουν σε φρεάτιο μερισμού και οδηγούνται προς τις δύο δεξαμενές καθίζησης. Η κάθε μια δεξαμενή αερισμού είναι εφοδιασμένη με έναν μετρητή διαλυμένου οξυγόνου και έναν μετρητή αιωρούμενων στερεών. Οι ενδείξεις των μετρητών μεταφέρονται στο SCADA της εγκατάστασης.

Σκοπός της τελικής καθίζησης είναι να επιτυγχάνει τον διαχωρισμό της παραγόμενης βιολογικής και χημικής ιλύος από τα επεξεργασμένα υγρά, τα οποία απαλλαγμένα από τα αιωρούμενα στερεά οδηγούνται προς την τριτοβάθμια επεξεργασία και την τελική τους διάθεση.

Οι δεξαμενές καθίζησης είναι κυκλικές και διαθέτουν κεκλιμένο πυθμένα χοάνης για τη συλλογή της λάσπης, που καθιζάνει με βαρύτητα. Στην είσοδο των δεξαμενών τοποθετούνται κατάλληλα περιβλήματα ηρεμίας εισόδου (τύμπανα ηρεμίας). Τα διαυγασμένα υγρά υπερχειλίζουν μέσω ανοξείδωτου περιμετρικού τριγωνικού υπερχειλιστή σε κανάλι συλλογής, που τα οδηγεί προς τη δεξαμενή χλωρίωσης. Ανάντη του υπερχειλιστή, τοποθετείται φράγμα επιπλεόντων, το οποίο συγκρατεί τα επιπλέοντα για να μην υπερχειλίζουν στην έξοδο. Τα επιπλέοντα συλλέγονται με επιφανειακό ξέστρο και οδηγούνται με βαρύτητα σε κατάλληλο φρεάτιο αφρού – επιπλεόντων απ' όπου απομακρύνονται περιοδικά με βυτιοφόρο. Η καθιζάνουσα ιλύς οδηγείται με τη βοήθεια ξέστρου πυθμένα προς την κεντρική χοάνη και από εκεί με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο δευτεροβάθμιας ιλύος. Η κάθε μια δεξαμενή καθίζησης είναι εφοδιασμένη με μετρητή στάθμης ιλύος.

Η λάσπη από τη παλιά βιολογική βαθμίδα οδηγείται με βαρύτητα στη νέα δεξαμενή καθίζησης που έχει επιφάνεια $78,5 \text{ m}^2$ και ενεργό βάθος $3,2 \text{ m}$.

Η λάσπη από τη νέα βιολογική βαθμίδα οδηγείται με βαρύτητα στη παλιά δεξαμενή καθίζησης που έχει επιφάνεια 44 m^2 και ενεργό βάθος $3,2 \text{ m}$.

Στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και απαγωγής περίσσειας ιλύος, έχουν εγκατασταθεί οι αντλίες ανακυκλοφορίας ιλύος και οι αντλίες απομάκρυνσης της περίσσειας λάσπης, προς την μονάδα επεξεργασίας της. Τα αντλητικά συγκροτήματα ανακυκλοφορίας είναι βραδύστροφα για να μην καταστρέφονται τα συσσωματώματα της βιομάζας.

Τα διαυγασμένα νερά από την δευτεροβάθμια επεξεργασία, οδηγούνται προς τη δεξαμενή χλωρίωσης για την απολύμανσή τους. Στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής χλωρίωσης είναι εγκατεστημένος ένας αυτόματος ψυχόμενος δειγματολήπτης, ενώ στο φρεάτιο εισόδου της ίδιας δεξαμενής είναι εγκατεστημένος ένας αυτόματος αναλυτής οργανικής ύλης.

Ένα μέρος από τα επεξεργασμένα λύματα οδηγείται στο φίλτρο άμμου – ανθρακίτη ώστε να χρησιμοποιηθούν μετά την απολύμανσή τους για τις ανάγκες της εγκατάστασης. Τα επεξεργασμένα υγρά διοχετεύονται με βαρύτητα, μέσω του υποθαλάσσιου αγωγού στη θάλασσα. Τα επεξεργασμένα υγρά απολυμαίνονται με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου στη δεξαμενή χλωρίωσης και αποχλωριώνονται πριν τη διάθεσή τους στη θάλασσα.

3.5.3 Γραμμή της Ιλύος

Η περίσσεια λάσπης από τις δεξαμενές καθίζησης απάγεται προς τη δεξαμενή πάχυνσης κωνικού πυθμένα η οποία διαθέτει αργόστροφο αναδευτήρα και από κει η παχυμένη ίλύς οδηγείται προς την αφυδάτωση. Η δεξαμενή πάχυνσης έχει ωφέλιμο όγκο 41 m³, ενεργή επιφάνεια 12,56 m² και ενεργό βάθος 3,3 m. Η επεξεργασία της λάσπης περιλαμβάνει αφυδάτωση σε ταινιοφιλτρόπρεσσα. Η ταινιοφιλτρόπρεσσα είναι σύγχρονης τεχνολογίας κλειστού τύπου με προστατευτικά πλαϊνά καλύμματα, με τρεις βαθμίδες αφυδάτωσης (προαφυδάτωση με βαρύτητα – προσυμπίεση – ζώνη υψηλής συμπίεσης). Τα στραγγίσματα από την αφυδάτωση οδηγούνται μέσω αγωγών στο αντλιοστάσιο στραγγισμάτων. Στον εξοπλισμό της μηχανικής πάχυνσης - αφυδάτωσης περιλαμβάνεται και αυτόματο συγκρότημα προετοιμασίας και τροφοδότησης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη. Το σύστημα πάχυνσης – αφυδάτωσης στεγάζεται σε κτίριο.

Τα στραγγίδια της μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης καταλήγουν με βαρύτητα στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων μέσω του οποίου καταθλίβουν στην είσοδο των έργων προεπεξεργασίας (φρεάτιο εισόδου της εσχάρωσης) προς επανεπεξεργασία.

3.5.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 318 kWh/d και η πραγματική 454 kWh/d.

Ακολουθώντας, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 630 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,5 kgCO₂/κατ-d.

Τέλος, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 1.500 €.

3.6 Μονάδα 6

12.6.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 6, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 7.200 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 1.850 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση Φωσφόρου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.6.2 Γραμμή των Λυμάτων

Τα λύματα μέσω του καταθλιπτικού αγωγού καταλήγουν σε φρεάτιο άφιξης στην αρχή της μονάδα εσχάρωσης.

Η μονάδα Εσχάρωσης αποτελείται από δύο κανάλια. Στο ένα θα τοποθετηθεί μία αυτόματη εσχάρα και στο άλλο μία χειροκαθαριζόμενη εσχάρα, όπου τα λύματα θα παραλαμβάνονται σε περίπτωση αδυναμίας λειτουργίας της αυτόματης εσχάρας. Τα εσχάρισματα που συλλέγονται μεταφέρονται με έναν κοχλία και αποθηκεύονται σε κάδο έως ότου απομακρυνθούν προς τον σκουπιδότοπο.

Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στην μονάδα Εξάμμωσης - Απολίπανσης. Η εν λόγω μονάδα αποτελείται από μία ορθογωνική επιμήκη δεξαμενή, όπου με την διοχέτευση αέρα μέσω κατάλληλου συγκροτήματος φυσητήρων-διαχυτήρων

επιτυγχάνεται η επίπλευση των λιπών, ο διαχωρισμός και η κατακρήμνιση της άμμου. Είναι εξοπλισμένη με παλινδρομική γέφυρα, η οποία ανάλογα με την φορά κίνησής της, απομακρύνει τα λίπη. Τα λίπη αποθηκεύονται σε δεξαμενή αποθήκευσης και περιοδικά απομακρύνονται με βυτιοφόρο προς τον σκουπιδότοπο. Η άμμος αφού διαχωριστή σε πλυντηρίδα αποθηκεύεται σε κάδους και οδηγείται και αυτή με απορριμματοφόρο στον σκουπιδότοπο. Τα υγρά στραγγίδια που προκύπτουν από την αφυδάτωση της άμμου και των εσχαρισμάτων μέσω του δικτύου στραγγιδίων οδηγούνται στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων.

Τα προεπεξεργασμένα πλέον λύματα οδηγούνται δια βαρύτητας στον μεριστή παροχής.

Τα λύματα στη συνέχεια εισέρχονται στη βιολογική βαθμίδα όπου γίνεται ουσιαστικά η απομάκρυνση του ρυπαντικού φορτίου (άνθρακα και αζώτου) με την βοήθεια μικροοργανισμών.

Η βιολογική βαθμίδα περιλαμβάνει, μία δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης, μία δεξαμενή απονιτροποίησης, μία δεξαμενή αερισμού και μία δεξαμενή καθίζησης.

Στη δεξαμενή Απονιτροποίησης επικρατούν ανοξικές συνθήκες που εξυπηρετούν την βιολογική μετατροπή του αζώτου που ευρίσκεται υπό μορφή νιτρικών σε αέριο άζωτο.

Στη δεξαμενή Αποφωσφόρωσης επικρατούν αναερόβιες συνθήκες που εξυπηρετούν την βιολογική δέσμευση του φωσφόρου.

Στη δεξαμενή Αερισμού γίνεται η οξείδωση των ανθρακούχων ενώσεων και των αμμωνιακών σε νιτρικά. Ο αερισμός επιτυγχάνεται με επιφανειακούς αεριστήρες.

Η έξοδος του ανάμεικτου υγρού από κάθε δεξαμενή αερισμού γίνεται σε μεριστή παροχή των δεξαμενών Καθίζησης.

Τα λύματα στη συνέχεια εισέρχονται στη δεξαμενή καθίζησης. Η δεξαμενή καθίζησης είναι κυκλικού τύπου. Εδώ καθιζάνει η βιολογική ίλύς, ενώ το υπερκείμενο διαυγές νερό υπερχειλίζει στην μονάδα χλωρίωσης. Η δεξαμενή καθίζησης είναι εξοπλισμένη με ενιαίο ξέστρο σάρωσης του πυθμένα, και σάρωσης της επιφάνειας ώστε να γίνεται αφαίρεση των επιπλεόντων. Η καθιζάνουσα στον πυθμένα ίλύς αντλείται μέσω του αντλιοστασίου Ανακυκλοφορίας προς την δεξαμενή αποφωσφόρωσης.

Από την καθίζηση τα λύματα διοχετεύονται προς τον μετρητή Παροχής ο οποίος αποτελείται από έναν δίαυλο Venturi στον οποίο γίνεται η μέτρηση με όργανο τύπου υπερήχων.

Η μονάδα Απολύμανσης αποτελείται από μία ορθογωνική δεξαμενή με ενδιάμεσα τοιχία ώστε να δημιουργούνται μαϊανδροί και έτσι η ροή των λυμάτων να είναι εμβολικού τύπου.

Στην δεξαμενή προστίθεται υποχλωριώδες νάτριο μέσω κατάλληλης δοσομετρικής αντλίας που λειτουργεί σύμφωνα τόσο με την μετρούμενη παροχή. Έτσι διασφαλίζεται η επιτυχής απολύμανση.

Σε περίπτωση που απαιτηθεί η παράκαμψη της μονάδας (by-pass) αυτό είναι δυνατό να γίνει με τον χειρισμό κατάλληλου θυροφράγματος και τη διοχέτευση της ροής στο φρεάτιο εξόδου.

Μετά την απολύμανση τα λύματα διοχετεύονται στην μονάδα Αποχλωρίωσης. Η μονάδα αποχλωρίωσης αποτελείται από μία ισχυρά αναδευόμενη ορθογωνική δεξαμενή, εντός της οποίας, προστίθεται αποχλωριωτικό διάλυμα μέσω κατάλληλης δοσομετρικής αντλίας που λειτουργεί σύμφωνα με έλεγχο του υπολειμματικού χλωρίου. Έτσι διασφαλίζεται η εγγύηση εκροής σχετικά με το υπολειμματικό χλώριο.

Από τη μονάδα αποχλωρίωσης τα λύματα οδηγούνται δια βαρύτητας με αγωγό στον αποδέκτη.

3.6.3 Γραμμή της Ιλύος

Η πλεονάζουσα ιλύς καθημερινά αφαιρείται από το σύστημα με το αντλιοστάσιο Περίσσειας Ιλύος προς την μονάδα Πάχυνσης - Αφυδάτωσης. Τέλος η αφυδατωμένη πλέον ιλύς μέσω μεταφορικού κοχλίου απομακρύνεται και φορτώνεται σε φορτηγό για την μεταφορά της στον χώρο διάθεσης.

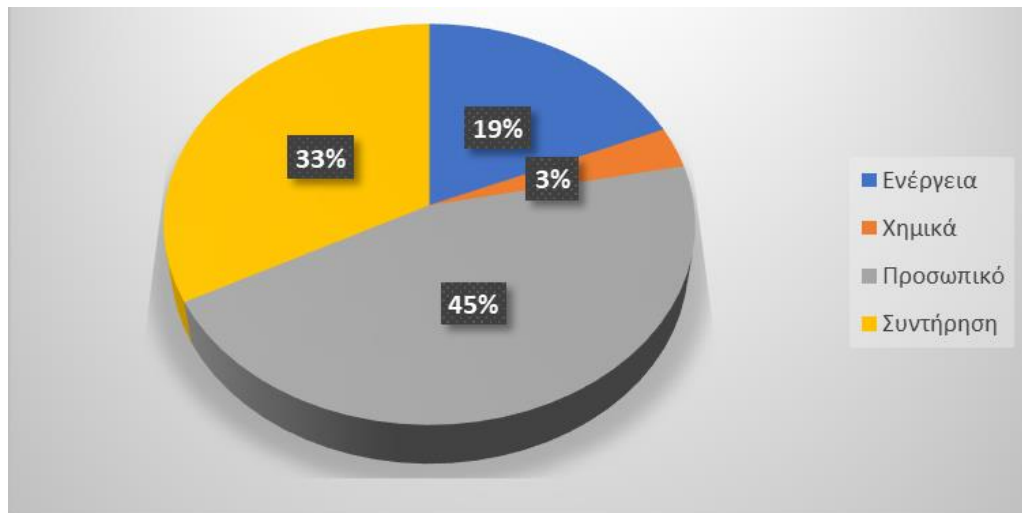
Η συνολική εισερχόμενη παροχή σήμερα είναι $370 \text{ m}^3/\text{d}$ το οποίο σημαίνει ότι με την τυπική τιμή εισερχομένων λυμάτων που είναι 200 l/d/κάτοικο , η εγκατάσταση δουλεύει με μέσο ετήσιο πληθυσμό 1850 κατοίκους και πληθυσμός αιχμής από καταγεγραμμένα στοιχεία 2800 περίπου. Ο μέγιστος πληθυσμός δεν ξεπερνάει τον πληθυσμός σχεδιασμού του θέρους οπότε θεωρούμε ότι λειτουργεί η μια γραμμή επεξεργασίας λυμάτων.

3.6.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 513 kWh/d και η πραγματική ενέργεια 470 kWh/d.

Ακολουθώντας, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 887 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,5 kgCO₂/κατ-d. Τέλος, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 2.000 €, το κόστος του προσωπικού στις 27.800 € και το κόστος συντήρησης 20.000 €.

Το συνολικό λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης δηλαδή είναι 61.500 €. Παρακάτω φαίνεται η κατανομή του συνολικού κόστους.



Εικόνα 3 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

3.7 Μονάδα 7

12.7.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 7, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, που εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 1.850 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση Φωσφόρου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.7.2 Γραμμή των Λυμάτων

Τα λύματα από το αποχετευτικό δίκτυο προσάγονται στο φρεάτιο υποδοχής λυμάτων στην αρχή των διωρύγων εσχάρωσης των εγκαταστάσεων.

Η εγκατάσταση εσχάρωσης αποτελείται από 1 αυτόματη εσχάρα ανοιγμάτων 6 χιλιοστών και 1 απλή παρακαμπτήρια εσχάρα. Σε περίπτωση βλάβης και έμφραξης της αυτόματης εσχάρας τα λύματα υπερχειλίζουν αυτόματα στο κανάλι της απλής εσχάρας. Τα κανάλια απομονώνονται με θυροφράγματα. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται με μεταφορική ταινία συμπιέζονται στο συμπιεστή των εσχαρισμάτων και από εκεί εκκενώνονται σε δοχεία αποθήκευσης προς αποκομιδή.

Στη συνέχεια τα λύματα θα περνούν στον εξαμμωτή. Ο εξαμμωτής απομονώνεται με θυροφράγματα και είναι αεριζόμενου τύπου, δίδυμη ορθογωνική επιμήκης δεξαμενή με ειδικά διαμορφωμένο κανάλι στον πυθμένα. Ο χρόνος παραμονής των λυμάτων και ο αερισμός είναι ρυθμισμένα έτσι ώστε η ταχύτητα στροβιλισμού των υγρών μέσα στον εξαμμωτή να μην υπερβαίνει τα 0,3 m/s, ταχύτητα κατά την οποία καθιζάνουν άμμος, χαλίκια και άλλα ανόργανα στερεά μεγέθους άνω των 0,2 mm, ενώ παραμένουν σε αιώρηση τα ελαφρότερα οργανικά στερεά. Ο αερισμός θα γίνεται από διαχυτήρες, οι οποίοι θα τροφοδοτούνται από φυσητήρες. Η άμμος που συγκεντρώνεται στην εκβάθυνση του πυθμένα, θα σαρώνεται από κινητή γέφυρα και θα απομακρύνεται με αντλίες άμμου που θα τροφοδοτούν αυτόματο σύστημα πλύσης και διαχωρισμού της άμμου. Η διαχωριζόμενη άμμος θα αποθηκεύεται σε δοχεία αποθήκευσης προς αποκομιδή. Παράλληλα με τον κάθε εξαμμωτή θα δημιουργηθεί κανάλι ηρεμίας της ροής, για την επίπλευση των λιπών, τα οποία θα συλλέγονται με τη βοήθεια του επιφανειακού ξέστρου της κινητής γέφυρας και θα αποθηκεύονται σε φρεάτιο προς αποκομιδή. Μετά την εξάμμωση - λιποσυλλογή τα λύματα θα υπερχειλίζουν σε φρεάτιο εξόδου και από εκεί στον μετρητή παροχής.

Στο κανάλι μέτρησης της παροχής τοποθετείται στένωση τύπου Parshall και από εκεί τα λύματα μέσω αγωγού οδεύουν στη δεξαμενή βιοεπιλογής.

Το φρεάτιο εισόδου, η εσχάρωση, η εξάμμωση και η μέτρηση παροχής τοποθετούνται εντός κτιρίου προεπεξεργασίας εντός του οποίου σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο τοποθετούνται και οι φυσητήρες των δεξαμενών εξάμμωσης – απολίπανσης.

Τα λύματα στη δεξαμενή βιοεπιλογής που επαρκεί και για την Β' φάση του έργου αναδεδύονται με 4 αναδευτήρες (ένα ανά διαμέρισμα) και αναμιγνύονται με την ανακυκλοφορούσα ενεργό ίλύ από τα αντλιοστάσια της ιλύος.

Στη συνέχεια τα λύματα μερίζονται μέσω μεριστή με υπερχειλιστή προς τις δύο βιολογικές βαθμίδες. Στην είσοδο κάθε βιολογικής βαθμίδας κατασκευάζεται φρεάτιο μερισμού απονιτροποίησης το οποίο μερίζει την παροχή σε δύο ανοξικά διαμερίσματα. Η επικοινωνία μεταξύ ανοξικών διαμερισμάτων και δεξαμενής αερισμού γίνεται μέσω βυθισμένων εκχειλιστών οι οποίοι απομονώνονται με θυροφράγματα. Με κατάλληλη χειρισμό των θυροφραγμάτων των δύο διαμερισμάτων της κάθε δεξαμενής απονιτροποίησης λειτουργεί το ένα ή το άλλο ή και τα δύο μαζί ανάλογα με την διακύμανση της παροχής. Σε κάθε διαμέρισμα θα τοποθετηθεί ένας αργόστροφος αναδευτήρας τύπου ‘Flow booster’. Σε κάθε δεξαμενή αερισμού (μία ανά βιολογική βαθμίδα) τοποθετούνται δύο αργόστροφοι επιφανειακοί αεριστήρες καθώς και δύο αργόστροφοι αναμικτήρες τύπου ‘Flow booster’.

Από το φρεάτιο εξόδου των δεξαμενών Αερισμού τα λύματα οδεύουν προς τον μεριστή δεξαμενών τελικής καθίζησης.

Από εκεί με τη βοήθεια υπερχειλιστών μερίζεται στις δύο δεξαμενές καθίζησης όπου κάτω από συνθήκες ηρεμίας θα διαχωρίζονται τα στερεά από τα υγρά. Τα επιπλέοντα στερεά των καθιζήσεων θα συλλέγονται σε παράπλευρα φρεάτια και από εκεί καταλήγουν στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης.

Από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης τα λύματα οδεύουν στο κανάλι μέτρησης παροχής των δεξαμενών χλωρίωσης και από εκεί μερίζονται μέσω υπερχειλιστών στις δεξαμενές χλωρίωσης. Τα λύματα εκεί απολυμαίνονται με τη χρήση χλωριωτικού διαλύματος και στην συνέχεια αποχλωριώνονται. Στο φρεάτιο εξόδου κατασκευάζεται ειδικά διαμορφωμένος χώρος για την δειγματοληψία των λυμάτων.

Τέλος τα λύματα οδεύουν στη δεξαμενή τελικής οξυγόνωσης όπου και αερίζονται επιπλέον πριν την είσοδό τους στην δεξαμενή φόρτισης και από εκεί μέσω του

υποθαλάσσιου αγωγού και του διαχυτήρα που βρίσκεται στο τέλος του διατίθενται στη θάλασσα.

3.7.3 Γραμμή της Ιλύος

Η καθιζάνουσα λάσπη παράγεται από τους κώνους της κάθε μίας εκ των δύο δεξαμενών τελικής καθίζησης, μέσω αγωγού προς τα αντίστοιχα αντλιοστάσια ιλύος. Με τη βοήθεια αντλιών η ιλύς θα ανακυκλοφορείται στο βιοεπιλογέα για να διατηρείται σταθερό το ποσοστό ενεργού ιλύος, ενώ η πλεονάζουσα λάσπη θα παράγεται προς την δεξαμενή αποθήκευσης της λάσπης.

Η δεξαμενή αποθήκευσης ιλύος αναδεύεται και από εκεί η ιλύς παράγεται μέσω αντλιών τοποθετημένες εντός του κτιρίου αφυδάτωσης προς το συγκρότημα της μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης.

Τα υγρά του συγκροτήματος συλλέγονται στο φρεάτιο στραγγιδίων απόπου καταλήγουν μέσω του δικτύου στραγγιδίων στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων.

Η αφυδατωμένη λάσπη, μέσω μεταφορικού κοιλία συλλέγεται σε ειδικά διαμορφωμένους κάδους για την αποκομιδή της.

Από το φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής τελικής οξυγόνωσης ζεύγος αντλιών τροφοδοτεί τα επεξεργασμένα λύματα στο φίλτρο βιομηχανικού νερού και συλλέγονται στην υπόγεια δεξαμενή του κτιρίου βιομηχανικού κτιρίου.

3.7.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 579 kWh/d και η πραγματική ενέργεια είναι 526 kWh/d.

Ακολούθως, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 1007 kgCO₂/d και κáνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,5 kgCO₂/κατ-d.

Τέλος, το ετήσιο κόστος συντήρησης ανέρχεται στα 3.300 €.

3.8 Μονάδα 8

3.8.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 8, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 10.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 2.200 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση Φωσφόρου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.8.2 Γραμμή των Λυμάτων

Η προσαγωγή των αποβλήτων στο φρεάτιο εισόδου γίνεται μέσω δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού τροφοδοσίας διαμέτρου 2xΦ140 από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας.

Η παροχή των λυμάτων στη συνέχεια ισομοιράζεται στα δύο compact συγκροτήματα προεπεξεργασίας μέσω δύο ανοξείδωτων υπερχειλιστών λεπτής στέψης μήκους 1m έκαστος. Ένας ακόμη όμοιος υπερχειλιστής τοποθετείται σε υψηλότερο υψόμετρο από τους προηγούμενους (σύμφωνα με τους υδραυλικούς υπολογισμούς 20cm υψηλότερα) και φορτίζει το κανάλι παράκαμψης της προεπεξεργασίας που εξοπλίζεται με χειροκαθαριζόμενη χονδροεσχάρα διακένων 20mm.

Τα προεπεξεργασμένα λύματα από κάθε compact καταλήγουν σε κοινό φρεάτιο εξόδου, το οποίο τροφοδοτεί είτε την αναερόβια δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης είτε τον αγωγό παράκαμψης της βιολογικής βαθμίδας μέχρι το φρεάτιο εξόδου της ΕΕΛ, με τη βοήθεια δύο ανοξείδωτων υποβρύχιων θυροφραγμάτων.

Η Ε.Ε.Λ. έχει σχεδιαστεί να δέχεται και ένα βυτίο βοθρολυμάτων την ημέρα. Για το λόγο αυτό στην παρούσα προσφορά περιλαμβάνεται και μία μονάδα υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων.

Μετά την προεπεξεργασία τους, τα βοθρολύματα οδηγούνται στην δεξαμενή εξισορρόπησης – ομογενοποίησης και προαερισμού. Η δεξαμενή αυτή κατασκευάζεται

υπόγεια. Εντός της δεξαμενής υπάρχει εγκατεστημένος μετρητής στάθμης υπερήχων καθώς και φλοτέρ συναγεμού ανώτατης και κατώτατης στάθμης για την προστασία των αντλιών από ξηρή λειτουργία.

Το μίγμα λυμάτων – ιλύος εισέρχεται στη δεξαμενή αποφωσφόρωσης, όπου υπό αναερόβιες συνθήκες και έντονη ανάμιξη πραγματοποιείται η βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου και η δέσμευση του στην παραγόμενη βιομάζα.

Από την έξοδο της δεξαμενής αποφωσφόρωσης, τα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο μερισμού των οξειδωτικών τάφρων μέσω ανοξείδωτου υπερχειλιστή λεπτής στέψης μήκους 3m. Από το φρεάτιο μερισμού, τα λύματα ισομοιράζονται στις δύο οξειδωτικές τάφρους μέσω αντίστοιχων φρεατίων φόρτισης που τροφοδοτούνται από δύο αντίστοιχα υπερχειλιστικά θυροφράγματα μήκους 1,50m έκαστο.

Το σύστημα αερισμού είναι επαρκώς διαστασιολογημένο ώστε να μην δημιουργούνται περιοχές ανεπαρκούς οξυγόνωσης. Ο αριθμός, η θέση και η δυναμικότητα των αεριστήρων έχουν προσδιοριστεί λαμβάνοντας υπόψη τις διαστάσεις του βιολογικού αντιδραστήρα και την εξασφάλιση ικανοποιητικής οξυγόνωσης και ανάδευσης του ανάμικτου υγρού. Κάθε αεριστήρας εδράζεται σε πλάκα από σκυρόδεμα, η οποία καλύπτει όλο το κυκλικό τμήμα έκαστης τάφρου, υπερκαλύπτοντας όχι μόνο την πτερωτή αλλά και όλη την ζώνη δράσης της, αποκλείοντας την έκλυση σταγονιδίων. Τέλος, ο κινητήρας από κάθε αεριστήρα βρίσκεται εντός ηχομονωτικού εξαεριζόμενου κλωβού μειώνοντας σημαντικά τα επίπεδα του θορύβου και εξασφαλίζοντας την προστασία του κινητήρα από υπερθέρμανση.

Το ανάμεικτο υγρό από κάθε οξειδωτική τάφρο υπερχειλίζει στο αντίστοιχο φρεάτιο εξόδου μέσω ανοξείδωτου μεταλλικού υπερχειλιστή μήκους 4,0m.

Για τις ανάγκες του έργου και προκειμένου να προσφέρεται πλήρης χιαστί λειτουργία δεξαμενών καθίζησης και βιοαντιδραστήρων, κατασκευάζεται ανάντη των καθιζήσεων μεριστής παροχής από οπλισμένο σκυρόδεμα με μήκος κάθε υπερχειλιστή 1,0 m. Εντός του μεριστή καθιζήσεων θα γίνεται και η δοσομέτρηση του θειικού αργιλίου για την χημική αποφωσφόρωση, όποτε κρίνεται αυτή αναγκαία.

Μέσω του χειρισμού των θυροφραγμάτων είναι δυνατή η χιαστί λειτουργία οξειδωτικών ταφρών – δεξαμενών τελικής καθίζησης αλλά και η παράκαμψη μίας εκ των δύο δεξαμενών καθίζησης, αν και όποτε αυτό απαιτηθεί για λόγους συντήρησης.

Η διαύγαση του ανάμικτου υγρού και ο διαχωρισμός της παραβόμενης βιομάζας (βιολογική ιλύς) πραγματοποιούνται σε κυκλικές δεξαμενές καθίζησης. Η είσοδος του ανάμικτου υγρού στην δεξαμενή έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μειώνεται η κινητική ενέργεια και να γίνεται άμεση ανάπτυξη της φλέβας σε όλο το πλάτος της δεξαμενής.

Η απομάκρυνση του διαυγασμένου υγρού γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην απομακρύνονται μαζί και τα επιπλέοντα από την επιφάνεια της δεξαμενής και να μην δημιουργούνται περιδινήσεις στην ζώνη καθίζησης. Για τον σκοπό αυτό, πριν τον τριγωνικό μεταλλικό υπερχειλιστή εξόδου της καθίζησης τοποθετείται ανοξείδωτο φράγμα επιπλεόντων ενώ η γέφυρα καθίζησης φέρει και σχετικό ξέστρο επιφανείας που οδηγεί τα επιπλέοντα σε χοάνη και από εκεί σε φρεάτιο συλλογής, απ όπου οι υπερκείμενοι αφροί και λίπη απομακρύνονται μέσω βυτιοφόρου.

Η συλλογή της ιλύος από τον πυθμένα των κυκλικών δεξαμενών καθίζησης προς τον κώνο ιλύος γίνεται από σαρωτή, ο οποίος φέρεται από περιστρεφόμενη γέφυρα μέσω αρθρωτών συνδέσμων και κυλά στον πυθμένα της δεξαμενής πάνω σε τροχούς από teflon, ώστε να παρακολουθεί τις μικρές ανωμαλίες του πυθμένα της δεξαμενής. Οι λεπίδες σάρωσης έχουν επαρκή αλληλοεπικάλυψη και διαμορφώνουν λογαριθμική έλικα.

Η δευτεροβάθμια εκροή από τα φρεάτια καθαρών των δεξαμενών καθίζησης οδηγείται στην μονάδα τριτοβάθμιας επεξεργασίας και πιο συγκεκριμένα στη δεξαμενή εξισορρόπησης – τροφοδοσίας φίλτρων.

Από τη δεξαμενή εξισορρόπησης, αναρροφούν οι αντλίες τροφοδοσίας των φίλτρων. Εγκαθίστανται συνολικά τέσσερις αντλίες (εκ των οποίων οι δύο εφεδρικές) οι οποίες τροφοδοτούν δύο παράλληλα πιεστικά φίλτρα άμμου (κάθε φίλτρο τροφοδοτείται από ένα ζεύγος αντλιών, εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική της άλλης και λειτουργούν κυκλικά για την ομοιόμορφη φθορά τους).

Οι αγωγοί εξόδου από κάθε φίλτρο οδηγούνται στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής χλωρίωσης. Στο φρεάτιο αυτό δοσομετράται και το διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου και υπό συνθήκες έντονης ροής επιτυγχάνεται η ανάμιξή τους.

Στην συνέχεια ακολουθεί η δεξαμενή αποχλωρίωσης η οποία αποτελείται από το φρεάτιο αποχλωρίωσης και το σύστημα δοσομέτρησης μεταδιθειώδους νατρίου.

Ακολούθως προκειμένου να επιτευχθούν τα επίπεδα των 4mg/l διαλυμένου οξυγόνου τουλάχιστον, προσφέρεται μονάδα μεταερισμού που περιλαμβάνει τη δεξαμενή μεταερισμού (ομότιχα με τη δεξαμενή χλωρίωσης και το φρεάτιο αποχλωρίωσης) και το δίκτυο εμφύσησης αέρα (φυσητήρες και διαχύτες).

Μετά τη διαδικασία χλωρίωσης, αποχλωρίωσης και μεταερισμού, τα λύματα θα οδηγούνται στο φρεάτιο φόρτισης του αγωγού διάθεσης και ακολούθως με αγωγό θα οδηγούνται στις λεκάνες ταχείας διήθησης όπου θα διηθούνται. Στο φρεάτιο αυτό θα γίνεται η δειγματοληψία, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους.

Η ιλύς από τους κώνους των πυθμένων των δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης οδηγείται σε κοινό υγρό θάλαμο – δεξαμενή από όπου με αντλίες ανακυκλοφορεί στο φρεάτιο εισόδου της αναερόβιας δεξαμενής. Η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος, θα γίνει από το αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος, (το οποίο είναι κοινό με το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος) με δύο υποβρύχιες αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική).

3.8.3 Γραμμή της Ιλύος

Το αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος οδηγεί την παραγόμενη περίσσεια ιλύ σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσής της προκειμένου να εξισορροπηθεί η παραγωγή του σαββατοκύριακου κατά το οποίο δεν θα πραγματοποιείται αφυδάτωση. Από τη δεξαμενή αυτή αντλείται η απαιτούμενη ποσότητα ιλύος προς τη μονάδα αφυδάτωσης, μέσω δύο αντλιών (εκ των οποίων η μία εφεδρική) θετικής εκτόπισης που είναι εγκατεστημένες εντός του κτιρίου αφυδάτωσης.

Για την κροκίδωση της ιλύος πριν αφυδάτωσή της, προσφέρεται σύστημα παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη καθώς και δοχείο κροκίδωσης με την εισερχόμενη ιλύ.

Το μίγμα ιλύος – πολυηλεκτρολύτη αφού κροκιδωθεί τροφοδοτεί το σύστημα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης με ταινιοφιλτρόπρεσα πλάτους 2m. Το τραπέζι προαφυδάτωσης έχει σχεδιαστεί για την συνεχή πάχυνση κάθε είδους λάσπης με στόχο την απόδοση στην έξοδο πίττας με υψηλή συγκέντρωση ξηρής λάσπης.

3.8.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 829 kWh/d και η πραγματική ενέργεια είναι 792 kWh/d.

Ακολουθώντας, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 968 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,438 kgCO₂/κατ-d.

Τέλος, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 9.520 € και το κόστος του προσωπικού στις 33.200 €.

3.9 Μονάδα 9

3.9.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 9, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 13.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 3.600 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.9.2 Γραμμή των Λυμάτων

Τα ανεπεξέργαστα λύματα θα οδηγούνται μέσω διπλού καταθλιπτικού αγωγού διαμέτρου έκαστου σωλήνα Φ200 HDPE 10 atm στην είσοδο της ΕΕΛ, όπου στη θέση του υφιστάμενου καναλιού εσχάρωσης, θα τοποθετηθεί αυτοκαθαριζόμενη περιστροφική εσχάρα με συμπιεστή ισχύος 0,75 KW για την απομάκρυνση των σωματιδίων και διάμετρο μεγαλύτερη των 3 mm. Τα εσχαρίσματα μεταφέρονται σε συμπιεστή εσχαρισμάτων, όπου αφυδατώνονται σε ποσοστό έως και 50% συνολικών στερεών και στη συνέχεια απορρίπτονται σε κάδο συλλογής εσχαρισμάτων. Στη συνέχεια τα λύματα, περνούν μετά την εσχάρωση, στην υφιστάμενη δεξαμενή εξάμμωσης, όπου διαχωρίζονται η άμμος και τα λίπη και έλαια από τα υπόλοιπα λύματα. Η άμμος και τα στερεά που διαχωρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής

μεταφέρονται μέσω ενός φρεατίου στην λεκάνη τροφοδοσίας του κεκλιμένου κοχλία ισχύος 0,55 KW και μέγιστης παροχής 100 m³/h, χωρητικότητας λεκάνης 3 m³ και ικανότητας απομάκρυνσης άμμου τουλάχιστον 0.8 m³/h, ο οποίος με τη σειρά του τα μεταφέρει και τα απορρίπτει σε κάδο συλλογής άμμου. Τα λίπη και έλαια απομακρύνονται επιφανειακά με το νέο ξέστρο αφαίρεσης λιπών και ελαίων.

Στη συνέχεια τα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται με βαρύτητα από την δεξαμενή εξισορρόπησης της παροχής σε φρεάτιο μερισμού προς τη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας. Η μονάδα βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνει 2 παράλληλες γραμμές επεξεργασίας με δεξαμενές αερισμού. Σε κάθε δεξαμενή υπάρχουν δυο επιφανειακοί αεριστήρες, ένας υποβρύχιος αναδευτήρας διαμέτρου 0.58 m 10 KW με σύστημα ανάρτησης single guide bar, διάταξη υπερχειλίσης με λάμα υπερχειλίσης και βυθισμένο διάφραγμα και φρεάτιο ανακυκλοφορίας.

Στο φρεάτιο ανακυκλοφορίας θα συνδεθούν: 1 συγκρότημα 3 αντλιών ξηρού τύπου με πίνακα εναλλάξ λειτουργίας και 1 συγκρότημα 2 αντλιών ξηρού τύπου με πίνακα εναλλάξ λειτουργίας για την απομάκρυνση της περίσσεια ιλύος προς την δεξαμενή πάχυνσης.

Από το φρεάτιο υπερχειλίσης του φρεατίου ανακυκλοφορίας τα λύματα οδηγούνται με αγωγό βαρύτητας διαμέτρου Φ200 και Φ250 PVC στο κέντρο των δυο δεξαμενών καθίζησης. Σε περίπτωση έμφραξης των αγωγών βαρύτητας από το φρεάτιο ανακυκλοφορίας προς τις δεξαμενές καθίζησης και μέχρι την αποκατάσταση των εμφράξεων, το τρίδυμο αντλιοστάσιο θα καλύπτει πέρα από την ανακυκλοφορία της ιλύος και τις ανάγκες της μεταφοράς της ιλύος από το φρεάτιο ανακυκλοφορίας προς τις δεξαμενές καθίζησης.

Η κάθε δεξαμενή καθίζησης είναι διαμέτρου 14 m, έκαστη και διαθέτει φρεάτιο εξόδου, ξέστρο και λάμα υπερχειλίσης. Το μέσο βάθος της δεξαμενής καθίζησης είναι 3,1 m. Από την δεξαμενή καθίζησης 1 τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής 2 με αγωγό βαρύτητας Φ200 PVC και στη συνέχεια μαζί με τα επεξεργασμένα της δεξαμενής καθίζησης 2 με αγωγό βαρύτητας Φ250 PVC οδηγούνται προς το μετρητή Parshall 6'' για τη μέτρηση της παροχής και στη συνέχεια στην δεξαμενή χλωρίωσης. Η περίσσεια ιλύος οδηγείται από τις δεξαμενές καθίζησης προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας με βαρύτητα με τη βοήθεια ηλεκτροβανών.

Το στάδιο απολύμανσης περιλαμβάνει διάταξη μέτρησης της παροχής τύπου Parshall και κανάλι χλωρίωσης συνολικού μήκους 80 m περίπου και πλάτους 1.3 m, καθαρού βάθους 1.3 m και free board 50 cm, δεξαμενή αποθήκευσης χλωρίου, δοσομετρική αντλία χλωρίου και μετρητή χλωρίου. Ο συνολικός όγκος της δεξαμενής χλωρίωσης είναι 135.2 m³. Λαμβάνοντας μέγιστη ημερήσια παροχή 1.150m³/d ή περίπου 48m³/h, τότε ο χρόνος παραμονής στη δεξαμενή χλωρίωσης είναι σήμερα μεγαλύτερος από 3 ώρες και υπερκαλύπτει τον ελάχιστον χρόνο για την χλωρίωση των επεξεργασμένων λυμάτων πριν την διάθεση τους στον θαλάσσιο αποδέκτη. Για σχεδιασμένη παροχή 3.185 m³/d, ο χρόνος παραμονής είναι 1h και συνεπώς δεν απαιτείται πρόσθετο έργο.

Έργα υποδοχής βοθρολυμάτων

Σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο επαρκών διαστάσεων, κοντά στην είσοδο της εγκατάστασης και στο φρεάτιο άφιξης των λυμάτων, προβλέπεται η κατασκευή και λειτουργία ειδικού φρεατίου εκκένωσης των βοθρολυμάτων. Η δεξαμενή υποδοχής των βοθρολυμάτων θα είναι κλειστή και εφοδιασμένη με κατάλληλη διάταξη ανάμιξης και αερισμού. Η εκκένωση των βυτιοφόρων θα γίνεται μέσω ταχυσυνδέσμων που συνδέονται απ' ευθείας με τον αγωγό εκκένωσης. Δίπλα στη δεξαμενή προβλέπεται παροχή νερού για την έκπλυση των εξαρτημάτων των βυτιοφόρων.

Κοντά στα έργα εισόδου της εγκατάστασης βοθρολυμάτων θα κατασκευαστεί μονάδα προεπεξεργασίας λυμάτων που θα περιλαμβάνει: Αυτόματη λεπτοεσχάρα αυτοκαθριζόμενη, Δεξαμενή εξισορρόπησης (εξισορρόπηση της δωρης παροχής εκκένωσης σε μέση 24ωρη), Αεριζόμενη εξαμμωτή, χώρο για αντλιοστάσιο κατάθλιψης προς το φρεάτιο εισόδου. Το αντλιοστάσιο θα εξοπλιστεί με 2 αντλίες (μια κύρια και μια εφεδρική) Μηχανικό αναδευτήρα, Αερισμό για το φρεσκάρισμα των βοθρολυμάτων και την αποδέσμευση των ενώσεων του θείου πριν οδηγηθούν στην κανονική επεξεργασία.

Επίσης προβλέπεται διάταξη εμβολιασμού των βοθρολυμάτων με ανακυκλοφορούμενη δραστική λάσπη.

Τα βοθρολύματα μέσω του ταχυνδέσμου βυτιοφόρου και ηλεκτροβάνας περνούν αρχικά από τη λιθοπαγίδα, όπου γίνεται η συγκράτηση χονδροειδών λίθων που προέρχονται κυρίως από από μη στεγανούς βόθρους. Στην επερχόμενη εσχάρα διαχωρίζονται τα στερεά. Τα εσχαρίσματα με την βοήθεια περιστρεφόμενων χτενιών μεταφέρονται σε συμπιεστή εσχαρισμάτων, όπου αφυδατώνονται σε ποσοστό έως και

35% TS και στη συνέχεια απορρίπτονται σε κάδο συλλογής εσχαρισμάτων. Τα στραγγίσματα από τη συμπύεση οδηγούνται στη δεξαμενή αμμοδιαχωρισμού.

Στη συνέχεια τα βοθρολύματα περνούν με ελεύθερη ροή στην επιμήκη δεξαμενή αμμοδιαχωρισμού, όπου διαχωρίζονται η άμμος από τα υπόλοιπα λύματα. Η άμμος και στερεά που διαχωρίζονται στον πυθμένα της δεξαμενής μεταφέρονται με τη βοήθεια του οριζόντιου κοχλία στην λεκάνη τροφοδοσίας του κεκλιμένου κοχλία, ο οποίος με τη σειρά του τα μεταφέρει και τα απορρίπτει σε κάδο συλλογής άμμου.

Τα βοθρολύματα εξέρχονται από το στάδιο αυτό απαλλαγμένα από στερεά και άμμο και μπορούν να οδηγηθούν περαιτέρω στην δεξαμενή εξισορρόπησης βοθρολυμάτων διαστάσεων 12.15 m x 4.15 m και καθαρού βάθους 2,6 m και ωφέλιμου όγκου 131.1 m³ για την εξισορρόπηση της δωρης παροχής εκκένωσης σε μέση 24ωρη. Τα βοθρολύματα μετά την προεπεξεργασία τους θα οδηγούνται απευθείας στην είσοδο της ΕΕΛ.

3.9.3 Γραμμή της Ιλύος

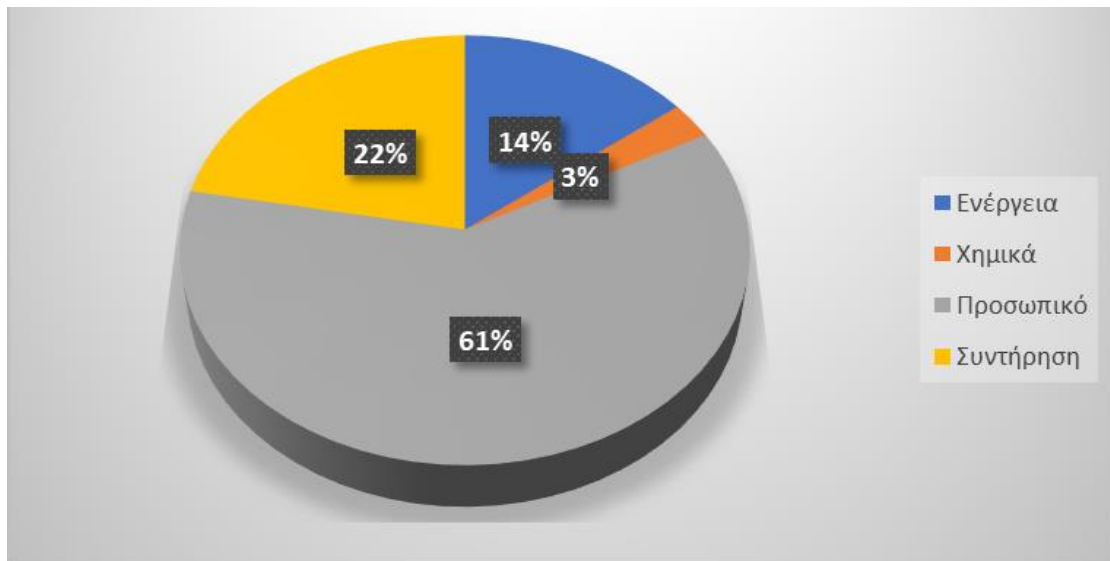
Η περίσσεια ιλύος οδηγείται με πίεση με καταθλιπτικό αγωγό σε δεξαμενή πάχυνσης για την αύξηση των στερεών από το 1% που είναι στη δεξαμενή καθίζησης στο 3%. Η διάμετρος της δεξαμενής πάχυνσης είναι 5m. Η δεξαμενή διαθέτει λάμα υπερχειλίσης, φρεάτιο υπερχειλίσης και χαμηλόστροφο αναδευτήρα οροφής και διάταξη με 6 ξέστρα στον πυθμένα. Από την δεξαμενή πάχυνσης η μερικώς αφυδατωμένη ιλύς οδηγείται μέσω καταθλιπτικού αγωγού DN 40 με 2 αντλίες μεταφοράς ιλύος και πίνακα εναλλάξ λειτουργίας θετικής εκτοπίσεως προοδευτικής κοιλότητας στο κτήριο μηχανικής αφυδάτωσης παροχής 6 m³/h. Σκοπός της μονάδας πάχυνσης είναι η συμπύκνωση της ιλύος και η απομάκρυνση της. Η αφυδάτωση γίνεται με την χρήση τανιοφιλτρόπρεσσας και αυτόματης μονάδας παρασκευής πολυηλεκτρολύτη. Το κτήριο μηχανικής αφυδάτωσης συνολικής επιφάνειας 74.3 m² περιλαμβάνει ένα κλειστό χώρο, όπου είναι αποθηκευμένη η τανιοφιλτρόπρεσσα και η μονάδα παραγωγής πολυηλεκτρολύτη και ο άλλος ο χώρος είναι ανοικτός από την μια πλευρά για το container αποθήκευσης της επεξεργασμένης ιλύος. Τα στραγγίδια από την δεξαμενή πάχυνσης, το κτήριο αφυδάτωσης και το κτήριο διοίκησης οδηγούνται με αγωγό βαρύτητας σε δίδυμο αντλιοστάσιο στραγγιδίων ισχύος 2 x 1.8 KW 14m³/h@15 m, το οποίο οδηγεί με πίεση με καταθλιπτικό αγωγό διαμέτρου Φ40 PVC – 6 atm στο φρεάτιο εισόδου της ΕΕΛ.

3.9.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 730 kWh/d και η πραγματική κατανάλωση είναι 658 kWh/d.

Ακολουθώντας, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 1551 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,4 kgCO₂/κατ-d.

Τέλος, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 5.000 €, το κόστος συντήρησης 40.000 € και το κόστος του προσωπικού στις 110.000 €.



Εικόνα 4 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

3.10 Μονάδα 10

3.10.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 10, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 18.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 6.200 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση Φωσφόρου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

3.10.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Στο Φρεάτιο Εισόδου των εγκαταστάσεων οδηγούνται τα λύματα από τον Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό, που καταλήγει στο δυτικό άκρο του οικοπέδου. Από φρεάτιο εισόδου και μετά τη διέλευσή τους από τις δύο εγκατεστημένες χονδροεσχάρες τα λύματα με βαρύτητα καταλήγουν στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης. Το φρεάτιο εισόδου μετά τις εσχάρες φέρει θυρόφραγμα και υπερχειλίση ασφαλείας ώστε σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης τα λύματα να υπερχειλίζουν προς τον αγωγό by pass, καταλήγοντας στο αντλιοστάσιο εξόδου των εγκαταστάσεων.

Το Αντλιοστάσιο Αρχικής Ανύψωσης περιλαμβάνει τρεις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης καταλήγουν επίσης τα στραγγίδια των έργων προεπεξεργασίας, τα στραγγίδια της μονάδας επεξεργασίας ιλύος και λύματα του κτιρίου διοίκησης. Από το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης τα λύματα αντλούνται στο φρεάτιο εισόδου της μονάδας εσχάρωσης.

Η Μονάδα Εσχάρωσης αποτελείται από ένα κανάλι εξοπλισμένο με μία μηχανικά καθαριζόμενη εσχάρα με διάκενα 10mm και ένα κανάλι όπου έχει τοποθετηθεί χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με διάκενα 20mm. Το δεύτερο κανάλι λειτουργεί ως παράκαμψη του πρώτου καναλιού.

Μετά την εσχάρωση τα λύματα οδηγούνται στη Μονάδα Εξάμμωσης, η οποία αποτελείται από δίδυμο επιμήκη αεριζόμενο αμμοσυλλέκτη, με δύο παλινδρομικά ξέστρα άμμου και δύο επιφανειακά ξέστρα επιπλεόντων. Οι ανόργανες ύλες καθιζάνουν στον πυθμένα κάθε αμμοσυλλέκτη, που διαμορφώνεται σαν κανάλι συλλογής. Από το κανάλι αυτό με την βοήθεια του σαρώθρου πυθμένα ωθούνται προς την χοάνη συλλογής άμμου. Από τη χοάνη αυτή η άμμος αντλείται με μία αεραντλία από κάθε δεξαμενή. Για τον αερισμό της μονάδας έχουν εγκατασταθεί δύο φυσητήρες αερισμού εκ των οποίων ο ένας βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία.

Τα προϊόντα της εσχάρωσης, αφού συμπιεστούν – αφυδατωθούν και η άμμος μεταφέρονται και συγκεντρώνονται σε κάδους για την αποθήκευσή τους, μέχρι την τελική τους διάθεση στο χώρο υγειονομικής ταφής.

Το φρεάτιο εισόδου – Α/Σ αρχικής ανύψωσης και η μονάδα εσχάρωσης στεγάζονται μέσα σε κλειστό κτίριο. Ο αέρας του κτιρίου αποσμεύεται.

Στη συνέχεια τα λύματα περνούν από το κανάλι μέτρησης παροχής, τύπου Parshall.

Μετά τον μετρητή παροχής τα λύματα οδηγούνται στο Φρεάτιο Μερισμού προς τις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας, όπου αναμιγνύονται με την ανακυκλοφορούσα ενεργό ιλύ από το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος. Ταυτόχρονα υπάρχει η δυνατότητα εκτροπής της ροής των λυμάτων προς το φρεάτιο εξόδου της βιολογικής επεξεργασίας και το φρεάτιο φόρτισης του αγωγού διάθεσης.

Η μονάδα έχει επιπλέον τη δυνατότητα προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων. Η Μονάδα Υποδοχής και Προεπεξεργασίας Βοθρολυμάτων περιλαμβάνει εσχάρωση και προαερισμό των βοθρολυμάτων πριν την άντλησή τους στην μονάδα εσχάρωσης των εγκαταστάσεων. Η μονάδα προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων θα βρίσκεται εντός κτιρίου, ο αέρας του οποίου θα οδηγείται για απόσμηση. Για τον αερισμό των βοθρολυμάτων έχουν εγκατασταθεί δύο λοβοειδείς φυσητήρες εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός.

Βιολογική Επεξεργασία: Μετά το φρεάτιο μερισμού λύματα καταλήγουν στις Δεξαμενές Βιολογικής Απομάκρυνσης Φωσφόρου. Έχουν κατασκευαστεί δύο δεξαμενές βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου, σε παράλληλη λειτουργία. Οι δύο δεξαμενές λειτουργούν ταυτόχρονα κατά την κανονική λειτουργία της εγκατάστασης, ενώ παρέχεται και η δυνατότητα λειτουργίας κάθε δεξαμενής μεμονωμένα σε περίπτωση χαμηλών φορτίσεων της εγκατάστασης. Κάθε δεξαμενή χωρίζεται σε δύο διαμερίσματα σε σειρά όπου το πρώτο λειτουργεί ως αναερόβια δεξαμενή επιλογής μικροοργανισμών. Τα δύο διαμερίσματα επικοινωνούν με υποβρύχια ανοίγματα. Σε κάθε διαμέρισμα των δεξαμενών βιολογικής απομάκρυνσης φωσφόρου έχει τοποθετεί υποβρύχιος αναδευτήρας.

Κατόπιν τα λύματα οδηγούνται στις δύο Δεξαμενές Απονιτροποίησης. Στις δεξαμενές ανοξικής ζώνης (απονιτροποίησης), ειδικά ετερότροφα βακτήρια (απονιτροποιητές) χρησιμοποιώντας τον άνθρακα των λυμάτων και τα νιτρικά που επιστρέφουν με τη

λάσπη επανακυκλοφορίας, ανάγουν τα νιτρικά προς αέριο άζωτο και μειώνουν το BOD₅ των λυμάτων προς τη δεξαμενή αερισμού. Σε κάθε δεξαμενή απονιτροποίησης έχει τοποθετηθεί υποβρύχιος αναδευτήρας.

Στη συνέχεια τα λύματα εισέρχονται στις δύο Δεξαμενές Αερισμού, όπου οι μικροοργανισμοί (ενεργός ιλύς) διασπούν τις οργανικές ύλες και σχηματίζουν νέα ιλύ. Παράλληλα πραγματοποιείται νιτροποίηση των νιτρικών. Ο παρατεταμένος αερισμός επιτυγχάνεται με διάχυση ατμοσφαιρικού αέρα μέσω διαχυτών λεπτής φυσαλίδας, για τους οποίους παρέχεται η δυνατότητα επισκευής κι συντήρησης, χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία της δεξαμενής. Ο αερισμός των λυμάτων στις δεξαμενές αερισμού γίνεται μέσω τριών λοβοειδών φυσητήρων εκ των οποίων ο ένας βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία. Επίσης για την ανάδευση των λυμάτων εντός των δεξαμενών έχουν τοποθετηθεί δύο υποβρύχιοι αναδευτήρες σε κάθε δεξαμενή. Τέλος σε κάθε δεξαμενή αερισμού έχουν τοποθετηθεί δύο υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική, οι οποίες ανακυκλοφορούν το ανάμικτο υγρό προς τη δεξαμενή απονιτροποίησης κάθε γραμμής.

Μετά τις δεξαμενές αερισμού τα λύματα μέσω υπερχειλίσης οδηγούνται στο Φρεάτιο Μερισμού των δεξαμενών τελικής καθίζησης.

Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί δύο Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης κυκλικής κάτοψης. Κάθε δεξαμενή φέρει σάρωθρο ιλύος στον πυθμένα και σάρωθρο επιπλεόντων. Η καθιζάνουσα ιλύς στις δεξαμενές τελικής καθίζησης ανακυκλοφορείται, μέσω του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας – απαγωγής ιλύος, στο φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας για να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση της ενεργού ιλύος, ενώ η πλεονάζουσα ιλύς αντλείται προς τη μονάδα πάχυνσης – αφυδάτωσης. Τα επιπλέοντα στερεά των δεξαμενών καθίζησης συλλέγονται σε παράπλευρο φρεάτιο με την βοήθεια του σαρώθρου επιπλεόντων από όπου απάγονται με βυτιοφόρο όχημα εκκένωσης.

Στο Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας – Απαγωγής Ιλύος έχουν τοποθετηθεί τρεις (3) υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική για την ανακυκλοφορία της ιλύος προς το φρεάτιο μερισμού της βιολογικής βαθμίδας και δύο (2) αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική για την απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος.

Απολύμανση Επεξεργασμένων Λυμάτων και Έργα Εξόδου: Τα επεξεργασμένα απόβλητα από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγουν στη Μονάδα Απολύμανσης, όπου

γίνεται η απολύμανσή τους με χλώριο και ακολουθεί αποχλωρίωση αυτών. Για την χλωρίωση των λυμάτων έχουν εγκατασταθεί σε παράπλευρο κτίριο δύο δοσομετρικές αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική. Επίσης για την κάλυψη των αναγκών της αποχλωρίωσης στο ίδιο κτίριο έχουν εγκατασταθεί δύο δοσομετρικές αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική.

Τα απολυμασμένα λύματα οδηγούνται κατόπιν στη Δεξαμενή Μεταερισμού για τον εμπλουτισμό τους σε οξυγόνο και στη συνέχεια καταλήγουν στο φρεάτιο εξόδου. Η δεξαμενή μεταερισμού αποτελεί ταυτόχρονα και δεξαμενή βιομηχανικού νερού, από όπου τα επεξεργασμένα λύματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εσωτερικές ανάγκες άρδευσης της εγκατάστασης. Για τον μεταερισμό των επεξεργασμένων λυμάτων υπάρχουν δύο φυσητήρες εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός.

Από το φρεάτιο εξόδου της μονάδας μεταερισμού, τα λύματα με αγωγό καταλήγουν στο Φρεάτιο Φόρτισης του αγωγού διάθεσης (με χερσαίο και υποθαλάσσιο τμήμα) που οδηγεί τα επεξεργασμένα λύματα στο Παγασητικό κόλπο. Όταν δεν είναι εφικτή η ελεύθερη ροή των λυμάτων, τα υγρά υπερχειλίζουν σε αντλιοστάσιο, απ' όπου ανυψώνονται στο φρεάτιο φόρτισης του αγωγού διάθεσης. Στο Αντλιοστάσιο Εξόδου καταλήγει και ο αγωγός παράκαμψης της εγκατάστασης (By Pass). Εντός του αντλιοστασίου εξόδου έχουν εγκατασταθεί τρεις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία.

3.10.3 Γραμμή της Ιλύος

Η περίσσεια ιλύος μέσω του αντλιοστασίου απαγωγής της ιλύος οδηγείται στη Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης - Αφυδάτωσης, η οποία στεγάζεται στο κτίριο αφυδάτωσης. Η μονάδα αποτελείται από μία τράπεζα πάχυνσης και μία ταινιοφιλτρόπρεσα. Ο βοηθητικός εξοπλισμός της μονάδας περιλαμβάνει ένα συγκρότημα παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη, δύο αντλίες τροφοδοσίας πολυηλεκτρολύτη εκ των οποίων η μία εφεδρική, ένα πιεστικό συγκρότημα δύο αντλιών για την πλύση του εξοπλισμού της μονάδας, μεταφορική ταινία και μεταφορικό κοχλία για την απομάκρυνση της αφυδατωμένης ιλύος. Ο αέρα του κτιρίου αφυδάτωσης οδηγείται για απόσπηση.

Τα υγρά που στραγγίζουν από τον παχυντή και την ταινιοφιλτρόπρεσα επιστρέφουν μέσω του δικτύου στραγγιδίων με βαρύτητα στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης. Η αφυδατωμένη ιλύς μεταφέρεται για διάθεση στον χώρο υγειονομικής ταφής.

3.10.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 2.186 kWh/d και η πραγματική κατανάλωση είναι 2.156 kWh/d.

Ακολουθώντας, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 2.993 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,5 kgCO₂/κατ-d. Η κατανομή άμεσων και έμμεσων εκπομπών φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 5 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

3.11 Μονάδα 11

3.11.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 11, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 35.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 8.700 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση Φωσφόρου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση

- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.11.2 Γραμμή των Λυμάτων

Τα αστικά λύματα που συλλέγονται με το αποχετευτικό δίκτυο, εισέρχονται στην εγκατάσταση στο φρεάτιο παράκαμψης, με βαρύτητα οδηγούνται στο αντλιοστάσιο εισόδου και στη συνέχεια ανυψώνονται στο κτίριο προεπεξεργασίας, με τέσσερα υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα. Εκεί διέρχονται από μία μηχανικά καθοριζόμενη εσχάρα, όπου οι μεγαλύτεροι ρύποι συγκρατούνται και συγκεντρώνονται σε δοχείο εσχαρισμάτων, πριν απομακρυνθούν από την εγκατάσταση.

Κατόπιν, τα λύματα οδηγούνται σε αεριζόμενο αμμοσυλλέκτη / λιποσυλλέκτη, σχεδιασμένο με τέσσερις θαλάμους, όπου η άμμος καθιζάνει. Η καθιζημένη άμμος αντλείται με τη βοήθεια αεραντλιών στον μηχανικό διαχωριστή, αφυδατώνεται και συγκεντρώνεται αυτόματα σε δοχείο, ενώ τα στραγγίδια με σωληνώσεις επιστρέφουν στο αντλιοστάσιο εισόδου. Τα λίπη διαχωρίζονται σε παράπλευρο κανάλι, μεταφέρονται στο φρεάτιο συλλογής και απομακρύνονται με βυτιοφόρο. Στην προεπεξεργασία υπάρχει σύστημα απόσμησης με φίλτρα ενεργού άνθρακα, που αναρροφά από το κτίριο εσχάρων και τον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου. Από τον αμμοσυλλέκτη / λιποσυλλέκτη τα λύματα οδεύουν σε κανάλι τύπου Parshall, όπου μετρείται η παροχή τους και καταγράφεται αυτόματα.

Από τον μετρητή παροχής τα λύματα εισέρχονται στη δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης. Εκεί γίνεται και η χημική κατακρήμνιση του φωσφόρου με τη χρήση τριγλωριούχου σιδήρου. Η μονάδα της χημικής αποφωσφόρωσης, είναι εγκατεστημένη σε κτίριο δίπλα στην αναερόβια δεξαμενή.

Στη συνέχεια δια μέσω δύο μηχανικών μεριστών, τα λύματα οδηγούνται στην είσοδο της μιας εκ των τριών δεξαμενών αερισμού.

Εδώ λαμβάνει χώρα η κύρια βιολογική επεξεργασία των λυμάτων, με την μέθοδο της ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό και ταυτόχρονη αφαίρεση αζώτου (σύστημα εναλλασσόμενης φόρτισης δεξαμενών). Η έξοδος των λυμάτων γίνεται με τη βοήθεια μηχανικών υπερχειλιστών που είναι εγκατεστημένοι στα κατάντι άκρα των δεξαμενών.

Τα βιολογικά επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στις τρεις δεξαμενές καθίζησης, μέσω φρεατίου διανομής αντίστοιχων θαλάμων. Εκεί η ιλύς καθιζάνει, ενώ τα

υπερχειλίζοντα διαυγασμένα νερά οδηγούνται προς την περιφέρεια των δεξαμενών, όπου υπάρχει το κανάλι εκροής, που τα οδηγεί στη δεξαμενή χλωρίωσης.

Τρεις αντλίες δοσομετρούν υποχλωριώδες νάτριο, για να ελαχιστοποιηθεί ο αριθμός των παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ με τη χρήση διοξειδίου του θείου τα επεξεργασμένα πλέον υγρά απόβλητα αποχλωριώνονται για τη μεγαλύτερη δυνατή προστασία του αποδέκτη. Έτσι τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στον ποταμό Άραχθο μέσω του αντλιοστασίου εξόδου, στο οποίο είναι εγκατεστημένα τέσσερα υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα.

Έργα υποδοχής βοθρολυμάτων

Τα βοθρολύματα εκκενώνονται με βαρύτητα στη δεξαμενή βοθρολυμάτων και από εκεί αντλούνται στις εσχάρες. Αν η αντλία δεν λειτουργεί τότε τα βοθρολύματα υπερχειλίζουν προς το αντλιοστάσιο εισόδου. Στη δεξαμενή βοθρολυμάτων είναι εγκατεστημένος κι ένας υποβρύχιος αναδευτήρας.

Τέλος, η εγκατάσταση περιλαμβάνει φρεάτιο αφρού για τη συλλογή των επιπλεόντων υλικών από την επιφάνεια των δεξαμενών καθίζησης. Ο αφρός αφαιρείται από το φρεάτιο με αναρρόφηση και απομακρύνεται με βυτιοφόρο.

Για να εξασφαλιστεί επαρκής πίεση του πόσιμου νερού στην εγκατάσταση έχει εγκατασταθεί στο συνεργείο ένα ενισχυτικό συγκρότημα, αποτελούμενο από δύο αντλίες.

Τα λύματα από τις εγκαταστάσεις υγιεινής, τα στραγγίδια από το κτίριο αφυδάτωσης, η υπερχειλίση του παχυντή βαρύτητας, καθώς και τα στραγγίδια από το φρεάτιο αφρών, αποχετεύονται στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων, από όπου αντλούνται πίσω στις εσχάρες.

3.11.3 Γραμμή της Ιλύος

Μέρος της καθιζάνουσας ιλύος στις δεξαμενές καθίζησης επανακυκλοφορείται με τη βοήθεια υποβρύχιων αντλητικών συγκροτημάτων, των αντίστοιχων αντλιοστασίων ιλύος, στην αναερόβια δεξαμενή, ενώ η περίσσεια καταθλίβεται στον παχυντή βαρύτητας και στη συνέχεια στη μονάδα μηχανικών παχυντών. Εναλλακτικά η παχυμένη ιλύς μετά τον παχυντή βαρύτητας μπορεί να οδηγηθεί στη δεξαμενή ομογενοποίησης.

Τελικά η ιλύς αντλείται στην εγκατάσταση αφυδάτωσης λάσπης, όπου και αφυδατώνεται με προσθήκη πολυηλεκτρολύτη σε μηχανικά μέσα (ταινιοφιλτρόπρεσσες) και απομακρύνεται από την εγκατάσταση με φορτηγό.

Συμπληρωματικά της μονάδας μηχανικής αφυδάτωσης της ιλύος, έχει κατασκευαστεί κλίνη ξήρανσης, η οποία θα χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση αστοχίας και των δύο τ/φ πρεσσών.

3.11.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 1.893 kWh/d και η πραγματική είναι 1.634 kWh/d.

Ακολούθως, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 3.618 kgCO₂/d και κáνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,4 kgCO₂/κατ-d.

Τέλος, το ετήσιο κόστος συντήρησης είναι 96.000.

3.12 Μονάδα 12

3.12.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 12, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 14.500 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 9.100 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.12.2 Γραμμή των Λυμάτων

Τα λύματα οδηγούνται από τους δύο κεντρικούς συλλεκτήριους αγωγούς της πόλης στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης. Το αντλιοστάσιο αποτελείται από τον χώρο υποδοχής και το χώρο άντλησης. Αμέσως κατάντι του χώρου υποδοχής του αντλιοστασίου, προβλέπεται η κατασκευή κεκλιμένης χειροκαθαριζόμενης σχάρας (60 mm).

Στην συνέχεια τα λύματα κατευθύνονται στην προεπεξεργασία η οποία αποτελείται από την εσχάρα, την εξάμμωση και την απολίπανση των οποίων οι περιγραφές είναι: Κατασκευάστηκαν δύο κανάλια εσχάρωσης πλάτους 0,60 μ. έκαστο όπου στο πρώτο τοποθετήθηκε μία μηχανικά καθαριζόμενη εσχάρα, ενώ στο δεύτερο μία χειροκίνητη. Και τα δυο κανάλια απομονώνονται με θυροφράγματα. Όλο το έργο της εσχάρωσης τοποθετείται εντός κτιρίου το οποίο διαθέτει σύστημα απόσμησης ενεργού άνθρακα.

Η μονάδα της εξάμμωσης – απολίπανσης αποτελείται από ένα κυλινδρό – κωνικό αεριζόμενο εξαμμωτή – απολιπαντή, διαμέτρου 5,0 μ. και ύψους υγρών 4,90 μ. που να καλύπτει τις ανάγκες του έτους 2031. Στον εξαμμωτή – απολιπαντή καθιζάνει η άμμος και επιπλέον τα λίπη/έλαια. Η αφαίρεση των λιπών/ελαίων επιτυγχάνεται μ' έναν επιφανειακό σαρωτή προς το φρεάτιο των επιπλεόντων, ενώ η αφαίρεση της άμμου γίνεται με αντλία άμμου. Ο διαχωρισμός άμμου/υγρών γίνεται με κοχλία.

Από εκεί τα λύματα οδηγούνται στην βιολογική βαθμίδα που αποτελείται από δύο παράλληλες γραμμές. Και οι δύο γραμμές επεξεργασίας περιλαμβάνουν μία αερόβια δεξαμενή, μία δεξαμενή καθίζησης, ενώ το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος είναι κοινό και για τις δύο γραμμές.

Σε δύο κυκλικές δεξαμενές καθίζησης διαμέτρου 13,0 μ. και πλευρικού βάθους υγρών 2,5 μ. γίνεται ο διαχωρισμός της ιλύος από τα επεξεργασμένα υγρά. Η καθιζάνουσα ιλύς ανακυκλοφορείται προς τις δεξαμενές αερισμού μέσω του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας, ενώ το πλεονάζον μέρος της μέσω αντλίας και αυτό απομακρύνεται προς τα έργα επεξεργασίας ιλύος. Με τον τρόπο αυτό της ανακυκλοφορίας της ιλύος εξασφαλίζεται η απαραίτητη ποσότητα μικροοργανισμών στην δεξαμενή αερισμού. Τα επεξεργασμένα υγρά υπερχειλίζουν προς το σύστημα απολύμανσης.

Με τη μέθοδο της χλωρίωσης σε κατάλληλη δεξαμενή επαφής και με την προσθήκη απολυμαντικού μέσου επιτυγχάνεται η απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων.

3.12.3 Γραμμή της Ιλύος

Η επεξεργασία της παραγόμενης σταθεροποιημένης ιλύος έχει στόχο τη μείωση του όγκου της ώστε να διευκολύνεται η τελική της διάθεσή.

Τα δύο στάδια επεξεργασίας της είναι η πάχυνση και η αφυδάτωση.

Η πάχυνση της ιλύος γίνεται σε κυκλικό παχυντή βαρύτητας διαμέτρου 5,0 μ. και βάθους υγρών 3,45 μ. με κλίση πυθμένα 15% εξοπλισμένο με διαμετρικό σαρωτή.

Η αφυδάτωση της ιλύος γίνεται σε ταινιοφιλτρόπρεσσα με πλάτος ταινίας 1,0 μ. πολλαπλών βαθμίδων συμπίεσης και η παραγόμενη αφυδατωμένη ιλύς έχει ξηρότητα μεγαλύτερη του 20%. Το προβλεπόμενο σύστημα προετοιμασίας και δοσομέτρησης του πολυηλεκτρολύτη είναι πλήρως αυτοματοποιημένο. Το συγκρότημα της αφυδάτωσης (ταινιοφιλτρόπρεσσα, αντλία ιλύος, δοσομέτρηση πολυηλεκτρολύτη, αεροσυμπιεστής, αντλία πλύσης ταινιών) είναι τοποθετημένο εντός κτιριακού που είναι εξοπλισμένο με σύστημα απόσμησης ενεργού άνθρακα. Η ιλύς απομακρύνεται μέσω μεταφορικής ταινίας προς τον χώρο προσωρινής αποθήκευσης.

Οι υπερχειλίσεις από τον παχυντή και την αφυδάτωση μέσω του αντλιοστασίου στραγγιδίων οδηγούνται στην είσοδο της εγκατάστασης.

3.12.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 1.608 kWh/d και η πραγματική κατανάλωση είναι 502 kWh/d.

Ακολούθως, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 3.554 kgCO₂/d και κáνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,4 kgCO₂/κατ-d.

Τέλος, το ετήσιο κόστος συντήρησης είναι 13.200.

3.13 Μονάδα 13

3.13.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 13, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, δυναμικότητας 40.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 10.000 ισοδύναμων κατοίκων (με αιχμή 25.000) και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση
- Περιστρεφόμενα Φίλτρα

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

Η παροχή εκροής χρησιμοποιείται για άρδευση. Η μέση παροχή εισόδου της εγκατάστασης είναι περίπου 2.400 m³/d.

3.13.2 Γραμμή των Λυμάτων

Μονάδα Υποδοχής/Προεπεξεργασίας Βοθρολυμάτων

Η εκκένωση των βοθρολυμάτων γίνεται σε τρία κατάλληλα φρεάτια υποδοχής και στην συνέχεια οδηγούνται με βαρύτητα μέσω αυτοκαθαριζόμενης εσχάρας στη δεξαμενή εξισορρόπησης όπου γίνεται ο προαερισμός των βοθρολυμάτων με δυο υποβρύχιους ανεμιστήρες. Το κτίριο βοθρολυμάτων διαθέτει σύστημα απόσμισης ενεργού άνθρακα.

Έργα Προεπεξεργασίας

Τα λύματα εισέρχονται στην εγκατάσταση με βαρύτητα μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού στο φρεάτιο εισόδου και μετά από διέλευση από δύο αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες οδηγούνται στην μονάδα εξάμμιωσης-απολίπανσης. Η εξάμμιωση γίνεται σε δίδυμο αεριζόμενο ορθογωνικό εξαμμωτή. Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα για τον αερισμό των λυμάτων προέρχεται από τρεις φυσητήρες. Η καθιζάνουσα άμμος συλλέγεται σε βαθύ φρεάτιο στον πυθμένα του εξαμμωτή και τα συλλεγόμενα λίπη σε πλευρικό φρεάτιο. Η μονάδα πλην του διαχωριστή της άμμου βρίσκεται μέσα σε κατάλληλα κατασκευασμένο κτίριο και διαθέτει σύστημα αερισμού και απόσμιση ενεργού άνθρακα.

Βιολογική Βαθμίδα

Στην πρώτη φάση τα λύματα οδηγούνται στην αναερόβια δεξαμενή επιλογής που φέρει διαμερίσματα και η ανάδευση εξασφαλίζεται με υποβρύχιους αναδευτήρες. Κατόπιν τα λύματα οδηγούνται στο αερόβιο τμήμα των δεξαμενών όπου γίνεται η αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου και η απομάκρυνση του αζώτου (νιτροποίηση-απονιτροποίηση). Η απονιτροποίηση γίνεται με το σύστημα της «ταυτόχρονης απονιτροποίησης» δηλαδή με την δημιουργία ανοξικών ζωνών στις ίδιες δεξαμενές αερισμού.

Ο διαχωρισμός των υγρών από τα στερεά γίνεται σε δύο κυκλικές δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης. Η κατανομή της παροχής στις δεξαμενές γίνεται στο φρεάτιο μερισμού. Τα καθιζάνοντα στερεά από τις δεξαμενές καθίζησης με υπόγειο αγωγό οδηγούνται στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας όπου με τέσσερις αντλίες γίνεται η απαιτούμενη ανακυκλοφορία προς τη δεξαμενή επιλογής. Η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος γίνεται μέσω αντλιοστασίου προς το συγκρότημα μηχανικής πάχυνσης. Τα υγρά οδηγούνται από τον υπερχειλιστή της δεξαμενής με υπόγειο αγωγό προς την τριτοβάθμια επεξεργασία.

Προχωρημένη Επεξεργασία

Η φίλτρανση των λυμάτων γίνεται με περιστρεφόμενα φίλτρα τύπου δίσκων και υλικό φίλτρανσης με διάκενα οπών 20 μικρά. Κατασκευάστηκαν δύο φίλτρα τοποθετημένα σε κατάλληλες δεξαμενές από σκυρόδεμα με δυνατότητα απομόνωσης με θυροφράγματα. Η απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται με χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου στη δεξαμενή χλωρίωσης μαιανδρικού τύπου από δυο δοσομετρικές αντλίες διαλύματος χλωρίου ρυθμιζόμενης παροχής.

3.13.3 Γραμμή της Ιλύος

Η πάχυνση της ιλύος γίνεται από δυο τράπεζες πάχυνσης τοποθετημένες πάνω από τις ταινιοφιλτρόπρεσες αφυδάτωσης έτσι ώστε η τροφοδότηση των πρεσών να γίνεται χωρίς ενδιάμεση άντληση. Η παχυμένη ιλύς αφυδατώνεται σε στερεά τουλάχιστον 15-20%. Για την πάχυνση και αφυδάτωση της ιλύος προστίθεται κατιονικός πολυηλεκτρολύτης σε στατικούς αναμίκτες ανάντι των παχυντών. Η απομάκρυνση της αφυδατωμένης ιλύος γίνεται μέσω ταινιόδρομων σε κατάλληλα δοχεία προς απόρριψη. Οι εγκαταστάσεις πάχυνσης και αφυδάτωσης είναι τοποθετημένες σε κτίριο που διαθέτει σύστημα απόσμησης ενεργού άνθρακα.

Διάθεση Ιλύος και Εσχαρισμάτων

Η αφυδατωμένη ιλύς και τα εσχαρίσματα απομακρύνονται από την ΕΕΛ με κατάλληλα διαμορφωμένο όχημα και απορρίπτονται σε Χώρο Ελεγχόμενης Διαχείρισης Απορριμμάτων (Χ.Ε.Δ.Α).

Λειτουργικός Έλεγχος

Για τον αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας των ΕΕΛ έχει εγκατασταθεί δίκτυο από 8 PLC, που καταλήγει σε σύστημα SCADA. Στο SCADA εμφανίζεται το συνολικό διάγραμμα P&I των εγκαταστάσεων, και για κάθε μονάδα και υπομονάδα των ΕΕΛ, εμφανίζονται οι κινητήρες, τα όργανα, οι μετρητές κτλ, με την τρέχουσα κατάσταση του κάθε εξοπλισμού (εκκινήσεις, χρόνο λειτουργίας, αθροιστικές τιμές κτλ).

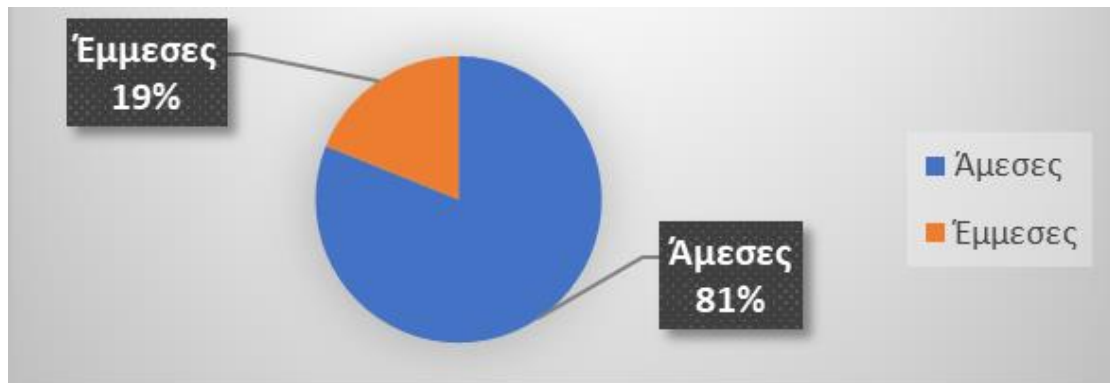
3.13.4 Αποτελέσματα

Η θεωρητική ενέργεια υπολογίστηκε 2.304 kWh/d και η πραγματική είναι 1.897 kWh/d.



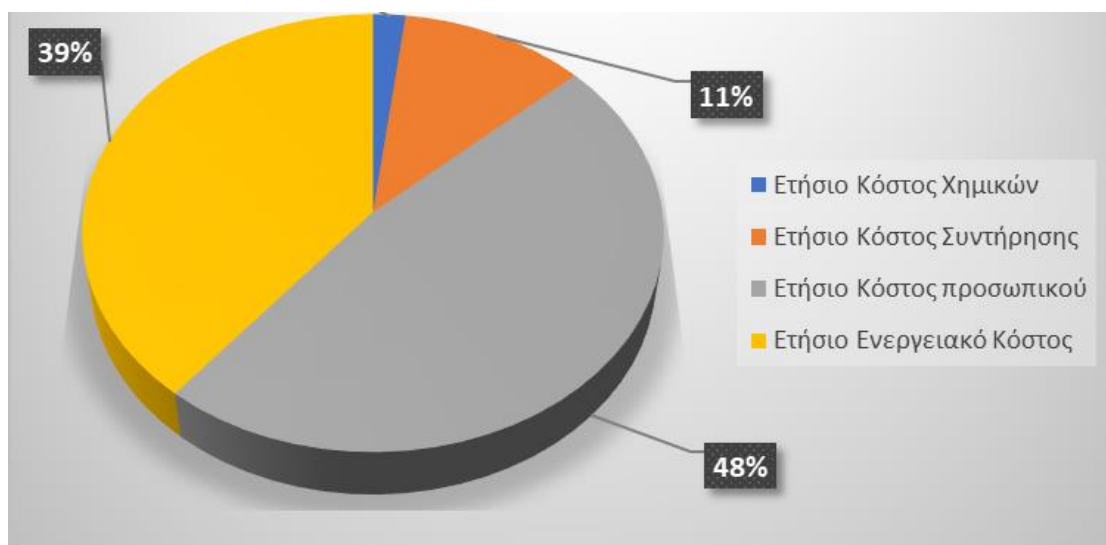
Εικόνα 6 Κατανομή της ενέργειας της εγκατάστασης

Ακολούθως, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 6.218 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,6 kgCO₂/κατ-d.



Εικόνα 7 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Τέλος αξίζει να αναφερθεί το ετήσιο κόστος χημικών 3.490 €, το κόστος συντήρησης 20.000 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 84.000 €. Τελικά, έχουμε συνολικό κόστος της εγκατάστασης 176.000 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα.



Εικόνα 8 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

3.14 Μονάδα 14

3.14.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 14, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 35.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 10.500 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.14.2 Γραμμή των Λυμάτων

Ο δίδυμος καταθλιπτικός αγωγός μεταφοράς αστικών λυμάτων της πόλης, θα καταλήγει στο πιεζοθραυστικό φρεάτιο άφιξης της εγκατάστασης, το οποίο θα έχει χωρητικότητα για παραμονή των υγρών επί τουλάχιστον 30 sec. Μετά το φρεάτιο αυτό, τα λύματα θα περνούν διαδοχικά με φυσική ροή από την εσχάρωση με αυτόματη μηχανική εσχάρα ανοιγμάτων 20 mm, απλή παρακαμπτήριο παρόμοιου μεγέθους, το κανάλι με τον μετρητή παροχής και τον αεριζόμενο αμμοσυλλέκτη και λιποσυλλέκτη, όπου θα συγκρατούνται τα ανόργανα στερεά μεγέθους άνω των 0,2 mm που θα καθιζάνουν στον πυθμένα, ενώ τα λίπη θα απομακρύνονται επιφανειακά με έμφυση αέρα σε παράπλευρο κανάλι ηρεμίας. Τα εσχαρίσματα, η άμμος και τα λίπη θα απομακρύνονται από την εγκατάσταση αφού θα αποθηκεύονται αρχικά σε ειδικά δοχεία αποκομιδής.

Τα βοθρολύματα της ευρύτερης περιοχής μεταφέρονται με βυτιοφόρα οχήματα και εκκενώνουν στα ειδικά διαμορφωμένα στόμια υποδοχής, απ' όπου μέσω κλειστού καναλιού οδηγούνται στο στάδιο της προεπεξεργασίας (εσχάρωση, μετρητή παροχής) και καταλήγουν μαζί με τα αστικά στον αεριζόμενο αμμοσυλλέκτη – λιποσυλλέκτη.

Μετά την προεπεξεργασία τα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο υπερχείλισης και οδηγούνται δια βαρύτητας στην δεξαμενή ομογενοποίησης όπου γίνεται και εξισορρόπηση φορτίων και παροχών κατά την διάρκεια της ημέρας. Από την δεξαμενή ομογενοποίησης όπου τα λύματα αερίζονται ελαφρώς, μέσω δύο αντλιών ρύθμισης παροχής οδηγούνται στο στάδιο της κροκίδωσης. Στο στάδιο της κροκίδωσης δεν γίνεται προσθήκη κροκιδωτικών καθώς έχει παρακαμφθεί η πρωτοβάθμια επεξεργασία (οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης παραμένουν ανενεργές). Από εκεί τα λύματα

οδηγούνται δια βαρύτητας στον βιοεπιλογέα και από εκεί καταλήγουν στις τρεις δεξαμενές αερισμού οι οποίες λειτουργούν εναλλάξ σύμφωνα με το αναβαθμισμένο λογισμικό (στις 2 γίνεται νιτροποίηση με αερισμό και στην 3η πάντα απονιτροποίηση με χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου).

Στην συνέχεια τα υγρά αφού έχουν υποστεί βιολογική επεξεργασία με χρόνο παραμονής στερεών τουλάχιστον 20 ημερών, υπερχειλίζουν στον μεριστή ροής και από εκεί πάντα δια βαρύτητας οδηγούνται στις τρεις δεξαμενές τελικής καθίζησης.

Τα επεξεργασμένα υγρά από την υπερχειλίση των δεξαμενών καθίζησης οδηγούνται στην δεξαμενή χλωρίωσης όπου απολυμαίνονται και με προσθήκη θειώδους νατρίου γίνεται αποχλωρίωση ώστε να τηρούνται χαμηλά τα επίπεδα χλωρίου προς αποφυγή δυσμενών πιθανόν παρενεργειών στον θαλάσσιο αποδέκτη. Μετά και την αποχλωρίωση, από την έξοδο της δεξαμενής χλωρίωσης – αποχλωρίωσης τα λύματα μέσω αντλιών περνούν με διύλιση μέσα από φίλτρο με χαλαζιακή για περαιτέρω απομάκρυνση στερεών. Από εκεί ένα μέρος αποθηκεύεται για άρδευση εντός του οικοπέδου και το υπόλοιπο οδηγείται μέσω του υποθαλάσσιου αγωγού διάθεσης ανοιχτά της θαλάσσιας περιοχής.

3.14.3 Γραμμή της Ιλύος

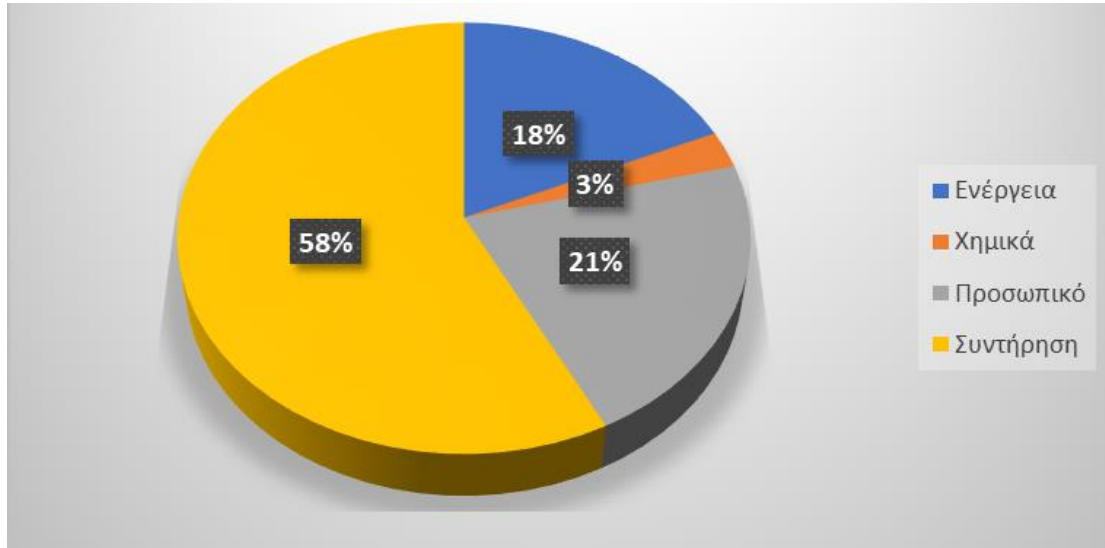
Η καθιζάνουσα ιλύς μέσω του αντλιοστασίου κατά το μεγαλύτερο μέρος της ανακυκλοφορεί και το μικρότερο μέρος της απομακρύνεται από το σύστημα μέσω της περίσσειας της ιλύος στον παχυντή βαρύτητας. Από εκεί η ιλύς αφυδατώνεται μέσω μηχανικών πρεσσών και ασβεστοποιείται για περαιτέρω σταθεροποίηση και υγειονομοποίησή της. Η κλίνη ξήρανσης που υπήρχε, καταργήθηκε για τις ανάγκες της επέκτασης του βιολογικού.

3.14.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 1.656 kWh/d, ενώ η πραγματική ενεργειακή κατανάλωση είναι 1.289 kWh/d.

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 4.017 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,4 kgCO₂/κατ-d. Είναι μία λογική τιμή για την εγκατάσταση.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 11.000 €, το κόστος συντήρησης 230.000 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 85.800 €. Τελικά, έχουμε συνολικό κόστος της εγκατάστασης 339.940 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα.



Εικόνα 9 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

12.15 Μονάδα 15

12.15.1 Γενική Περιγραφή

Ακόμη μια περίπτωση ενός συστήματος ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, δυναμικότητας 20.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 13.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

Αποδέκτης: Ευαίσθητος (Λιμνοθάλασσα)

12.15.2 Γραμμή των Λυμάτων

Φρεάτιο Εισόδου

Τα λύματα φθάνουν στην εγκατάσταση μέσω δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού Φ355. Εισέρχονται σε φρεάτιο άφιξης με πιεζοθραυστική διάταξη όγκου 10 m³. Στη συνέχεια διοχετεύονται σε δύο κανάλια διαστάσεων 0.6m×0.6m έκαστο, που μπορούν να απομονωθούν εναλλάξ με θυροφράγματα.

Σε κάθε θάλαμο τοποθετείται ανοξείδωτη εσχάρα με αποστάσεις ράβδων 50 mm. Οι δύο θάλαμοι εκβάλλουν σε κοινή διώρυγα και ακολούθως στα έργα προεπεξεργασίας.

Τα φρεάτια είναι κλειστά, στεγανά και σκεπασμένα με ανοξείδωτο δάπεδο με κατάλληλα φρεάτια επίσκεψης, ώστε να είναι δυνατή η ανέλκυση των εσχαρισμάτων και του εξοπλισμού τους.

Μονάδα Εσχάρωσης

Τα λύματα από την διώρυγα προσαγωγής οδηγούνται στην Μονάδα Εσχάρωσης. Ο πυθμένας του καναλιού έχει διαμορφωμένη κλίση προς την είσοδο της εσχάρωσης, ώστε να στραγγίζει πλήρως σε περιπτώσεις μηδενικής παροχής.

Η εγκατάσταση της εσχάρωσης αποτελείται από μία αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα πλάτους 0.8 m με διάκενα ράβδων 10 mm και μία απλή εσχάρα πλάτους 1.25 m με διάκενα ράβδων 20 mm παράλληλη προς την αυτόματη, που χρησιμοποιείται σε περίπτωση απενεργοποίησης για συντήρηση της αυτόματης εσχάρας.

Η μονάδα διαστασιολογήθηκε για την διέλευση της μέγιστης παροχής της 20ετίας έτσι ώστε η πτώση στάθμης μέσω αυτών να μην υπερβαίνει τα 10 cm, ακόμα και σε περίπτωση έμφραξης των εσχαρών κατά 15%.

Μετρητής Παροχής

Ο μετρητής παροχής πρόκειται να εγκατασταθεί μετά την μονάδα φίλτρων. Η μέτρηση της παροχής γίνεται σε ανοικτή διώρυγα πλάτους 0.6 m με την τοποθέτηση μετρητού Khatagi Venturi της E+H τύπου QV 306 στένωσης 24 cm, και με δυνατότητα μέτρησης έως 1024 m³/h.

Μονάδα εξάμμωσης-απολίπανσης

Η μονάδα της εξάμμωσης – απολίπανσης κατασκευάζεται για να καλύψει και τις απαιτήσεις της 20ετίας.

Μετά την εσχάρωση κατασκευάζεται ένας επιμήκης αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης – λιποσυλλέκτης μήκους 8.10 m στον οποίο διαχωρίζονται οι κόκκοι της άμμου από τα λύματα, ενώ συλλέγονται σε πλευρικό χώρο τα επιπλέοντα και τα λίπη.

Η γεωμετρία του εξαμμωτή είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται πλήρως η σπειροειδής κίνηση του αέρα (SPIRAL ROLL) με σταθερή επιμήκη ταχύτητα 0,3 m/sec σε κάθε συνθήκη ροής και σε όλη την διατομή της δεξαμενής.

Αερισμός

Για να διατηρηθεί η ταχύτητα των λυμάτων εντός του εξαμμωτή σταθερή και να αποφευχθεί η εναπόθεση των οργανικών μαζί με την άμμο, διοχετεύεται αέρας στην δεξαμενή εξάμμωσης. Η παροχή του αέρα ανά μέτρο μήκους του εξαμμωτή έχει υπολογισθεί με βάση το μήκος του εξαμμωτή και το βάθος βύθισης των διαχυτικών στοιχείων και είναι 120 m³/hr.

Οι σωληνώσεις διοχέτευσης του αέρα που είναι βυθισμένοι εντός των λυμάτων είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και φέρουν δικλείδα απομόνωσης, δικλείδα ρύθμισης και ρακόρ αποσύνδεσης. Οι διαχυτές της δεξαμενής εξαμμωτού τροφοδοτούνται από τον αντίστοιχο διανομέα αέρα. Έτσι η εξαγωγή των διαχυτήρων γίνεται χωρίς να απαιτηθεί η εκκένωση της δεξαμενής.

Απομάκρυνση άμμου – λιπών

Ο πυθμένας της δεξαμενής σε όλο το μήκος της είναι διαμορφωμένος με μεγάλη εγκάρσια κλίση σχηματίζοντας μία στενή αύλακα όπου συσσωρεύεται η άμμος. Εσωτερικά φέρει καθ' όλο το μήκος της ένα ημιβυθισμένο κατακόρυφο πέτασμα που σκοπό έχει να συγκρατεί από την πλευρά του πυθμένα με την μικρότερη κλίση τα λίπη που διαχωρίζονται με τη βοήθεια του αέρα και που επιπλέουν στην επιφάνεια.

Γέφυρα

Η άμμος και τα λίπη απομακρύνονται με τον εξοπλισμό που διαθέτει μία παλινδρομική γέφυρα η οποία κινείται επάνω στις στέψεις των εξωτερικών τοιχείων της δεξαμενής με 4 τροχίσκους εκ των οποίων οι δύο είναι κινητήριοι.

Η ρευματοδοσία της γίνεται με εναέριο καλώδιο ισχύος, κινούμενο σε ράγες τύπου HELLMANS, και η κίνηση της ορίζεται από τερματοδιακόπτες. Επί της γέφυρας είναι τοποθετημένοι οι δύο ηλεκτρομειωτήρες κίνησης της γέφυρας και ανύψωσης των ξέστρων σάρωσης των λιπών.

Βιολογικός Αντιδραστήρας

Τα λύματα μετά την μονάδα εξάμμωσης, οδηγούνται σε φρεάτιο που έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει τα λύματα είτε σε φρεάτιο φόρτισης της βιολογικής βαθμίδας είτε σε παράκαμψη του έργου μέσω παρακαμπτήριου αγωγού. Η απομόνωση του αγωγού παράκαμψης γίνεται μέσω θυροφράγματος που τοποθετείται στο τοιχείο απ' όπου εκκινεί ο αγωγός.

Τα λύματα από το φρεάτιο φόρτισης των δεξαμενών οδηγούνται μέσω υπερχειλίσης στην δεξαμενή αποφωσφόρωσης.

Στη δεξαμενή αυτή γίνεται η ανάπτυξη των φωσφοροβακτηριδίων προκειμένου στην αερόβια πλέον φάση να κατακρατήσουν τα φωσφορικά που ευρίσκονται διαλελυμένα στα λύματα. Η ανάπτυξη των βακτηριδίων γίνεται σε αναερόβιες συνθήκες και ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής είναι 1.5 ώρες για το σύνολο της μέγιστης ημερήσιας παροχής προσαυξημένης με την παροχή ανακυκλοφορίας ιλύος.

Η δεξαμενή είναι επιμήκης ώστε να επιτυγχάνεται εμβολοειδής ροή, με πλάτος 4m και συνολικό μήκος ροής 24.2 m , μέγιστο βάθος υγρών 5 m και ωφέλιμο όγκο 464 m³.

Η διεργασία της απονιτροποίησης θα γίνεται σε ξεχωριστές ορθογωνικές δεξαμενές. Προβλέπονται δύο δεξαμενές για την κάλυψη των αναγκών της 20ετίας.

Κάθε δεξαμενή έχει δύο ζώνες με συνολικό μήκος ροής 63 m πλάτος 2.8 m και μέγιστου ωφέλιμου βάθους υγρών 5 m συνολικού όγκου 880 m³. Εδώ εισρέει το μίγμα των ανεπεξέργαστων λυμάτων και της επανακυκλοφορούσης ιλύος από την δεξαμενή αποφωσφόρωσης όπως επίσης και η επανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού από την Δεξαμενή Αερισμού.

Κάθε δεξαμενή εξοπλίζεται με τέσσερους (4) υποβρύχιους αργόστροφους αναδευτήρες.

Η είσοδος από την δεξαμενή αποφωσφόρωσης θα γίνεται μέσω καναλιού και υπερχειλιστών.

Μεταξύ των διαμερισμάτων αποφωσφόρωσης και απονιτροποίησης θα κατασκευαστεί διάδρομος επίσκεψης με κιγκλιδώματα προστασίας.

Το υφιστάμενο σύστημα βιολογικής επεξεργασίας αποτελείται από 4 βιολογικούς αντιδραστήρες, όπου ο καθένας έχει ωφέλιμο όγκο 875 m³ και είναι εφοδιασμένος με ένα βραδύστροφο αεριστήρα των 30 KW.

Σύμφωνα με τους κατατιθέμενους υγειονομολογικούς υπολογισμούς οι υφιστάμενες δεξαμενές αερισμού ικανοποιούν τις απαιτήσεις για απομάκρυνση BOD₅ και νιτροποίησης τόσο κατά τη διάρκεια του χειμώνα όσο και του καλοκαιριού.

Αποφωσφόρωση

Η βιολογική αποφωσφόρωση, συντελεί στην αφαίρεση του κύριου όγκου των φωσφορικών μειώνοντας τη συγκέντρωσή τους σε επίπεδο κάτω των 6 mg/l στην έξοδο της βιολογικής βαθμίδας. Με την χημική αποφωσφόρωση το επίπεδο της συγκέντρωσης των φωσφορικών θα μειωθεί κάτω από 0.5 mg/l αλλά με την χρήση θειικού αργιλίου.

Σύμφωνα με τη διεθνώς αποδεκτή βιβλιογραφία η προσθήκη τρισθενών μετάλλων σιδήρου ή αργιλίου θεωρείται η πλέον ενδεδειγμένη χημική διαδικασία για την κατακρήμνιση των φωσφορικών. Το θειικό αργίλιο δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε λύματα με PH γύρω στο 7 και συνίσταται. Επιπρόσθετο όφελος από την διαδικασία αυτή είναι ότι η ιλύς αποκτά καλύτερη καθιζησιμότητα και σταθερότητα.

Η προτεινόμενη λύση προβλέπει την κατασκευή μίας μονάδας διάλυσης δοσομέτρησης – PAC (Polyaluminium chloride).

Τελική Καθίζηση

Θα κατασκευασθούν δύο κυκλικές δεξαμενές για τις ανάγκες της 20ετίας διαμέτρου 17.0 m εξοπλισμένες με περιστρεφόμενη γέφυρα απ' όπου θ' αναρτηθούν ξέστρα σάρωσης ιλύος και σύστημα σάρωσης της επιπλέουσας ιλύος.

Το ανάμικτο υγρό που εξέρχεται από τη δεξαμενή αερισμού τροφοδοτεί την κάθε δεξαμενή στο κέντρο της με αγωγό, που είναι εγκιβωτισμένος σε οπλισμένο σκυρόδεμα, σχηματίζοντας έτσι μία κεντρική κολώνα. Στο επάνω μέρος της κολώνας και σε απόσταση 0.90m από τη στέψη της υπάρχουν 4 θυρίδες ύψους 0.50 m, απ' όπου γίνεται η είσοδος του υγρού στη δεξαμενή.

Μονάδα Δύλισης

Τα λύματα από την μονάδα κροκίδωσης οδηγούνται στην διώρυγα διανομής της μονάδας δύλισης.

Η προτεινόμενη μονάδα Δύλισης είναι μία κλασσική μονάδα ανοικτού τύπου, με επιφάνεια φίλτρανσης 8m^2 . Η επιφανειακή φόρτιση (ειδική παροχή δύλισης) είναι $6\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$

Το νερό που συλλέγεται από την μονάδα κροκίδωσης και οδηγείται στο κανάλι τροφοδότησης της κλίνης.

Το νερό που εισέρχεται στο κανάλι τροφοδοτεί μέσω υπερχειλιστή λεπτής στέψης, το κανάλι υπερχείλισης του διαμερίσματος της κλίνης.

Η μονάδα περιλαμβάνει τέσσερις κλίνες διατάξεων $3.10 \times 2.60\text{ m}$. Η κλίνη φορτίζεται από έναν διαμήκη υπερχειλιστή (μήκους 3.10 m) προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή διανομή του εισερχόμενου νερού σε όλη την ενεργή επιφάνεια.

Το κανάλι φόρτισης της κλίνης είναι τραπεζοειδούς διατομής με πλάτος βάσης 0.15 m ώστε να επιτυγχάνονται υψηλές ταχύτητες και να αποφεύγονται επικαθήσεις στερεών.

Το διωλισμένο νερό συγκεντρώνεται στον υποκείμενο της κλίνης θάλαμο και ακολούθως μέσω οπών οδηγείται στο κεντρικό κανάλι και ακολούθως μέσω αγωγού στην υποκείμενη δεξαμενή αποθήκευσης καθαρού νερού.

Μονάδα Βοθρολυμάτων

Για την παραλαβή του μέσου ημερήσιου όγκου των βοθρολυμάτων και την ομαλή τροφοδοσία των στην κύρια γραμμή επεξεργασίας κατασκευάζεται δεξαμενή ωφέλιμου όγκου 58 m^3 .

Η δεξαμενή κατασκευάζεται κοντά στη είσοδο της εγκατάστασης και διαθέτει γύρω επαρκή ελεύθερο χώρο για τους ελιγμούς των οχημάτων. Ο πυθμένας της δεξαμενής έχει κατάλληλες κλίσεις έτσι ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση στερεών στον πυθμένα και να είναι ευχερής ο καθαρισμός της δεξαμενής περιοδικά.

Περιμετρικά, εσωτερικά και σε κατάλληλο ύψος είναι τοποθετημένος αγωγός με νερό υπό πίεση και επαρκή αριθμό στομιών ψεκασμού προκειμένου να γίνεται περιοδικά η έκπλυση των κατακόρυφων τοιχείων της δεξαμενής. Η έκπλυση αυτή εκκινεί όταν τα

λύματα ευρίσκονται στην χαμηλή στάθμη και μπορεί να γίνεται χειροκίνητα ή αυτόματα.

Η εκφόρτωση των βυτιοφόρων θα γίνεται σε ειδικό κανάλι εφοδιασμένο με κατάλληλους ταχυσυνδέσμους με αντεπίστροφη βαλβίδα ώστε να αποφεύγεται η διασπορά των βοθρολυμάτων ή και των αερίων στον περιβάλλοντα χώρο.

Για την μέτρηση της στάθμης της δεξαμενής θα τοποθετηθεί όργανο τύπου υπερήχων του οποίου το αισθητήριο δεν έρχεται σε επαφή με τα λύματα και ως εκ τούτου είναι το πλέον κατάλληλο και ανθεκτικό για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Το όργανο θα διαθέτει τοπική ένδειξη και δύο τουλάχιστον στάθμες συναγερμού. Η υψηλή στάθμη θα παράγει ηχητικό και οπτικό σήμα και θα απαγορεύει την εκκένωση του οχήματος αν δεν υπάρχει ένας ελάχιστος κενός όγκος υποδοχής. Η χαμηλή στάθμη θα διακόπτει την λειτουργία των αντλιών προκειμένου να διατηρείται μία ελάχιστη στάθμη για την ασφαλή λειτουργία των αντλιών ανάμιξης και αερισμού.

ηνώσεων από ανοξείδωτο χάλυβα και PVC, υλικών που αποδεδειγμένα είναι ανθεκτικά στο διαβρωτικό περιβάλλον των βοθρολυμάτων.

Μονάδα Απολύμανσης

Το σύστημα τοποθετείται σε κανάλι συνολικού μήκους 5 μέτρων, πλάτους 0.535 μέτρων και βάθους 1.220 μέτρων. Στο κανάλι το βάθος υγρού διατηρείται στα 0.610 μέτρα με τη βοήθεια ειδικού συστήματος ελέγχου στάθμης. Το κανάλι και το σύστημα είναι σχεδιασμένο για την παροχή 13400 μ³/ημέρα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Έργου. Πλεονάζουσα παροχή διοχετεύεται μέσω ανάντη υπερχειλιστή σε κανάλι παράκαμψης.

Το σύστημα αποτελείται από μία συστοιχία λυχνιών. Το συνολικό μήκος της συστοιχίας είναι 1.83 μέτρα. Η συστοιχία αποτελείται από 7 κατακόρυφα και παράλληλα μεταξύ τους στοιχεία των 8 λυχνιών το καθένα. Οι λαμπτήρες τοποθετούνται παράλληλα με τη ροή του υγρού σε αποστάσεις 7.6 cm μεταξύ τους. Ο συνολικός αριθμός λυχνιών ανά συστοιχία είναι 56.

Οι λυχνίες τοποθετούνται σε κατακόρυφα στοιχεία που αποτελούνται από ανοξείδωτο σκελετό (στον οποίο στηρίζονται παράλληλα οι λυχνίες). Έτσι κάθε στοιχείο μπορεί να απομονώνεται ηλεκτρικά και να αφαιρείται από τη συστοιχία για καθάρισμα, επιθεώρηση, συντήρηση. Στο άνω μέρος του σκελετού κάθε στοιχείου υπάρχει το ηλεκτρονικό μέρος που τροφοδοτεί τα στοιχεία και έχει περίβλημα αλουμινίου. Το

ηλεκτρονικό μέρος δίνει πληροφορίες για την κατάσταση κάθε λυχνίας ξεχωριστά. Κάθε συστοιχία φέρει ένα σύστημα ανίχνευσης της έντασης της υπερϊώδους ακτινοβολίας και μεταδίδει σήμα προς το κέντρο ελέγχου.

Η συστοιχία τροφοδοτείται από ένα κέντρο διανομής ισχύος που τοποθετείται πάνω από το κανάλι στη θέση πίσω από τη συστοιχία και τροφοδοτεί κάθε στοιχείο ξεχωριστά μέσω μίας τερματικής διάταξης διανομής. Το κέντρο αυτό διανομής εκτείνεται σε όλο το πλάτος του καναλιού. Το κέντρο διανομής έχει κέλυφος από fiberglass. Το κέντρο επίσης διαχειρίζεται τα σήματα σχετικά με την κατάσταση των λυχνιών και επικοινωνεί με το κέντρο έλεγχου.

Το κέντρο ελέγχου παρέχει τη δυνατότητα έλεγχου και εποπτείας της συστοιχίας. Το ερμάριο είναι από fiberglass διαστάσεων 508*508*305 mm και τοποθετείται πάνω σε τοίχο.

12.15.3 Επεξεργασία Ιλύος

Για την πάχυνση της ιλύος θα χρησιμοποιηθούν συστήματα μικρού χρόνου παραμονής (in-line unit operations) δηλαδή δύο ανοξείδωτες τράπεζες πάχυνσης της εταιρείας Ekotuotunto. Οι τράπεζες αποτελούνται από τη μονάδα κροκίδωσης και το οριζόντιο κυλιόμενο ιμάντα πλάτους 1 m, ίσου με το πλάτος της ταινίας της αντίστοιχης ταινιοφιλτρόπρεσσας (gravity belt thickener). Το συγκρότημα θα τοποθετηθεί εντός του κτιρίου αφυδάτωσης.

Είναι διαστασιολογημένη για την κάλυψη των αναγκών της 20ετίας με δυνατότητα λειτουργίας για αφυδάτωση της εβδομαδιαίας παραγόμενης ιλύος σε 5 ημέρες την εβδομάδα με 6 ώρες λειτουργίας την ημέρα (ή συνολικά 30 ώρες την εβδομάδα). Στην πραγματικότητα ο προσφερόμενος εξοπλισμός σύμφωνα με τα δεδομένα του κατασκευαστή θα δουλεύει λιγότερες ώρες.

Από την δεξαμενή συλλογής της ιλύος μέσω του αντλιοστασίου η προς αφυδάτωση ιλύς διοχετεύεται εντός στατικού αναμίκτη μαζί με το διάλυμα του πολυηλεκτρολύτη. Το δοχείο είναι εξοπλισμένο με κατάλληλα διαφράγματα, έτσι ώστε να επιτευχθεί η κροκίδωση της ιλύος.

Η κροκιδωμένη ιλύς στη συνέχεια διανέμεται στην ταινία της τράπεζας πάχυνσης, η οποία κινείται από ένα τύμπανο με ελαστική επίστρωση συνδεδεμένο με αυξομειωτήρα.

Το νερό της ιλύος διαχωρίζεται συνεχώς και στραγγίζει με την υποβοήθηση τριγωνικών πλαστικών λεπίδων που είναι τοποθετημένες κάθετα στην πορεία κίνησης της ταινίας και οι οποίες αναμοχλεύουν την ιλύ , επιτυγχάνοντας έτσι το καλύτερο και πιο ομοιόμορφο διαχωρισμό της από το νερό.

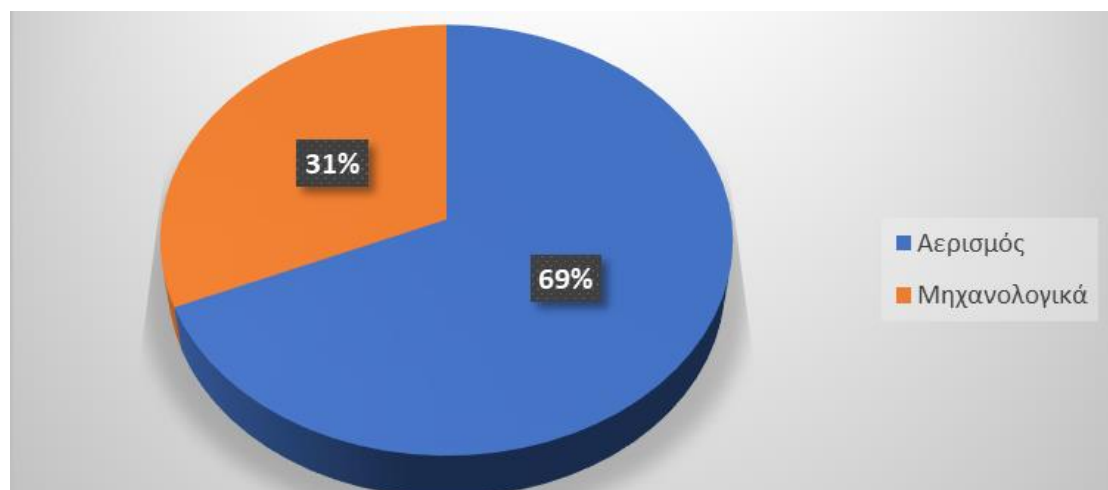
Στην άκρη της τράπεζας με μία πλαστική λάμα γίνεται η απόξεση και η απομάκρυνση της προαφυδατωμένης ιλύος. Μετά την απομάκρυνση της ιλύος γίνεται ψεκασμός της ταινίας με βιομηχανικό νερό μέσω κατάλληλων αυτοκαθαριζόμενων ακροφυσίων, τοποθετημένων εντός δοχείου για την προστασία των εργαζομένων από τα εκπεμπόμενα σταγονίδια.

Η ενεργός ιλύς μετά την τράπεζα εξάγεται συμπυκνωμένη με συγκέντρωση στερεών περίπου 4 % και οδηγείται δια βαρύτητας στην μονάδα αφυδάτωσης.

Η τελική αφυδάτωση της ιλύος θα γίνεται με την χρήση δύο ανοξειδωτων ταινιοφιλτροπρεσσών, οι οποίες θα εγκατασταθούν μαζί με όλον τον παρελκόμενο εξοπλισμό προαφυδάτωσης εντός του κτιρίου αφυδάτωσης.

12.15.4 Αποτελέσματα

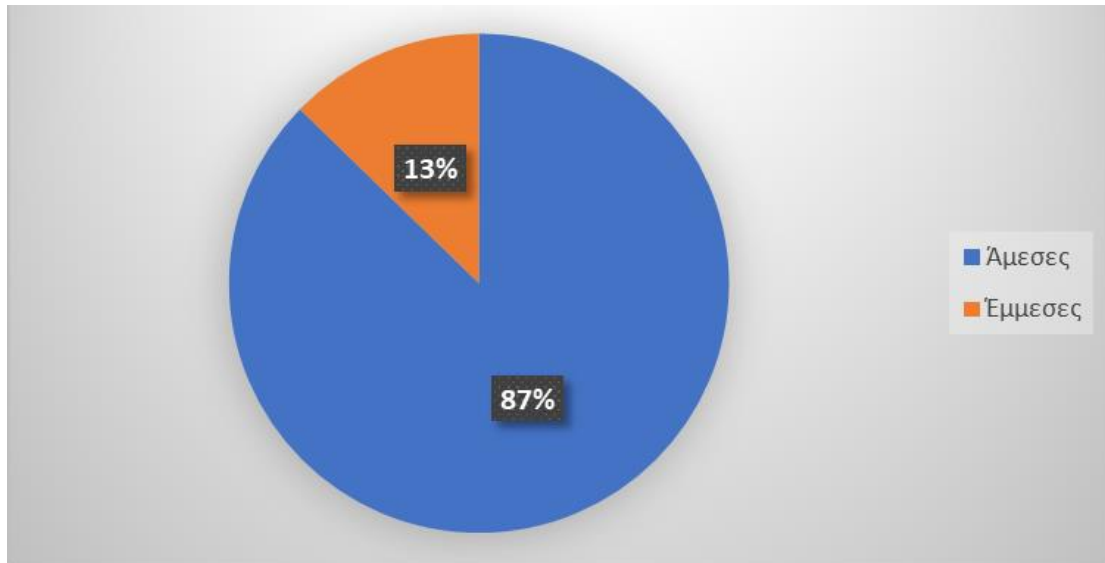
Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι περιλαμβάνουν ορισμένες αποκλίσεις που δεν είναι αναμενόμενες και πρέπει να εξετασθεί γιατί συναντώνται. Ο χρόνος παραμονής θεωρήθηκε 20 ημέρες ως σύστημα παρατεταμένου αερισμού, η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 2.899 kWh/d, ενώ η πραγματική κατανάλωση ήταν 1.122 kWh/d. Μπορεί να υποτεθεί ότι η συγκεκριμένη μονάδα ενδεχομένως να έχει προβλήματα στη λειτουργία της, που να αφορούν την κατάσταση των μηχανολογικών και του συστήματος αερισμού και προτείνεται να γίνει



Εικόνα 10 Ποσοστό αερισμού στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση της εγκατάστασης

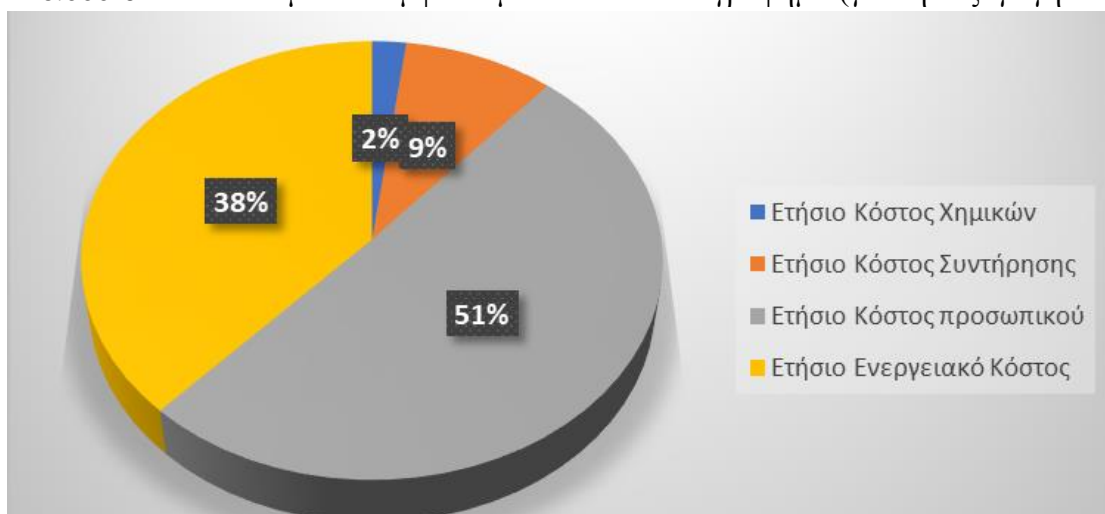
πιο ενδεδειγμένη μελέτη μελλοντικά, για την κατανόηση της διαφοράς αυτής. Στο γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό αερισμού στην εγκατάσταση.

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 3.775 kgCO₂/d και κόνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/κατ-d



Εικόνα 11 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 3.036 €, το κόστος συντήρησης 13.437 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 74.000 €. Τελικά, έχουμε συνολικό κόστος της εγκατάστασης 146.000 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα (για την εξαγωγή του



Εικόνα 12 Κατανομή του κόστους κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης

αποτελέσματος του συνολικού κόστους και του αντίστοιχου γραφήματος χρησιμοποιήθηκε η πραγματική τιμή που δόθηκε από την εγκατάσταση).

3.16 Μονάδα 16

3.16.1 Γενική Περιγραφή

Ακόμη μια περίπτωση ενός συστήματος ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, δυναμικότητας 20.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 13.300 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.16.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Τα λύματα από την πόλη της Αμαλιάδας φτάνουν στο Φρεάτιο Άφιξης και οδηγούνται μέσω του Φρεατίου Εισόδου βαρυντικά προς το Αντλιοστάσιο Εισόδου. Στο αντλιοστάσιο εισόδου έχουν εγκατασταθεί τρεις υποβρύχιες αντλίες λυμάτων εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Επίσης το αντλιοστάσιο είναι εφοδιασμένο με χειροκίνητη εσχάρα και χειροκίνητο θυρόφραγμα για την ηθελημένη παράκαμψη ολόκληρης της εγκατάστασης.

Στη συνέχεια τα λύματα αντλούνται προς τη Μονάδα Εσχάρωσης της εγκατάστασης. Η μονάδα αποτελείται από μία αυτόματη υδραυλική τοξωτή εσχάρα ανοιγμάτων 22mm και μία απλή χειροκίνητη παρακαμπτήρια εσχάρα. Σε περίπτωση βλάβης και έμφραξης της αυτόματης εσχάρας τα λύματα υπερχειλίζουν μόνα τους στο κανάλι της απλής εσχάρας. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται από κοχλιομεταφορέα και μεταφέρονται σε δοχείο αποθήκευσης προς αποκομιδή.

Μετά την εσχάρωση τα λύματα περνούν στη Μονάδα Εξάμμωσης – Λιποσυλλογής. Η μονάδα αποτελείται από μία δίδυμη δεξαμενή εξάμμωσης – λιποσυλλογής, η οποία

αερίζεται και ο χρόνος παραμονής των λυμάτων είναι τέτοιος ώστε η ταχύτητα μέσα στον εξαμμωτή να μην υπερβαίνει τα 0,3m/sec, ταχύτητα κατά την οποία καθιζάνουν η άμμος, χαλίκια και άλλα ανόργανα στερεά μεγέθους άνω των 0,2mm. Η άμμος καθιζάνει στον πυθμένα, απ' όπου αντλείται με αεραντλίες και απομακρύνεται προς τον διαχωριστή άμμου και από εκεί καταλήγει σε δοχείο αποθήκευσης προς αποκομιδή. Ο αερισμός της δίδυμης δεξαμενής γίνεται με δύο φυσητήρες εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός και διαχυτήρες χοντρός φυσαλίδας. Οι φυσητήρες είναι τοποθετημένοι σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου προεπεξεργασίας. Παράλληλα και πλευρικά με τα δύο διαμερίσματα του εξαμμωτή με τη βοήθεια πετασμάτων δημιουργούνται δύο κανάλια ηρεμίας της ροής για την επίπλευση των λιπών. Στην επιφάνεια των καναλιών ηρεμίας συγκεντρώνονται τα επιπλέοντα λίπη τα οποία στη συνέχεια απομακρύνονται σε παράπλευρα φρεάτια. Από εκεί τα υγρά στραγγίζουν πίσω στο αντλιοστάσιο εισόδου και τα λίπη απομακρύνονται περιοδικά από την εγκατάσταση.

Από τη δεξαμενή εξάμμωσης – λιποσυλλογής τα λύματα οδηγούνται με βαρύτητα στον Μετρητή Παροχής που αποτελείται από διάυλο Parshall πλάτους 12'' (305mm) και μετρητή υπερήχων.

Η εγκατάσταση διαθέτει και Μονάδα Υποδοχής Βοθρολυμάτων. Η μονάδα αποτελείται από δεξαμενή υποδοχής βοθρολυμάτων ωφέλιμου όγκου 40m³. Εντός της δεξαμενής έχουν τοποθετηθεί δύο υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική για την διοχέτευση των βοθρολυμάτων προς τη γραμμή επεξεργασίας των λυμάτων. Ο αερισμός της δεξαμενής γίνεται με δύο φυσητήρες εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός και μέσω δικτύου αερισμού αποτελούμενο από ανοξείδωτο δίκτυο σωληνώσεων και διαχυτήρες μεσαίας φυσαλίδας. Η μονάδα επίσης διαθέτει δύο ακόμη φρεάτια, αυτόματη εσχάρα ανοιγμάτων 10mm και πιεστικές σωληνώσεις.

Βιολογική Επεξεργασία: Από τη μονάδα προεπεξεργασίας τα λύματα οδηγούνται προς τη Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας. Η μονάδα αποτελείται συνοπτικά από τη δεξαμενή επιλογής μικροοργανισμών, το φρεάτιο διανομής Νο1, τις δύο οξειδωτικές τάφρους, το φρεάτιο διανομής Νο2 και τις δύο κυκλικές δεξαμενές καθίζησης.

Η Δεξαμενή Επιλογής Μικροοργανισμών είναι χωρισμένη σε δύο διαμερίσματα και έχει συνολικό ενεργό όγκο 86m³. Η δεξαμενή έχει ως σκοπό την επαφή των εισερχόμενων λυμάτων με την ανακυκλοφορούσα ιλύ. Για να εξασφαλίζεται η

ολοκληρωτική ανάδευση του ανάμικτου υγρού με τα εισερχόμενα λύματα σε κάθε διαμέρισμα της δεξαμενής είναι τοποθετημένος ένας μηχανικός αναδευτήρας.

Από τη δεξαμενή επιλογής το μίγμα των λυμάτων και της ενεργού ιλύος οδηγούνται στο Φρεάτιο Διανομής Νο1 το οποίο είναι εφοδιασμένο με αυτόματα κινούμενο οριζόντιο διανομέα που διανέμει τα λύματα στις βιολογικές δεξαμενές (οξειδωτικές τάφροι).

Η επεξεργασία των λυμάτων στην εγκατάσταση πραγματοποιείται στις δύο Οξειδωτικές Τάφρους / Βιολογικές Δεξαμενές σύμφωνα με το σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό σε δεξαμενές εναλλασσόμενης φόρτισης. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται αφαίρεση των οργανικών ουσιών, απομάκρυνση αζώτου με βιολογικές διεργασίες και συγχρόνως σταθεροποιείται πλήρως η περίσσεια ιλύς. Οι δύο δεξαμενές έχουν συνολικό ωφέλιμο όγκο 5.200m^3 . Για τον επαρκή αερισμό των δεξαμενών έχουν τοποθετηθεί συνολικά τέσσερις αεριστήρες οριζόντιου άξονα τύπου βούρτσας (δύο σε κάθε δεξαμενή). Η ικανότητα οξυγόνωσης κάθε αεριστήρα είναι ίση με $65\text{KgO}_2/\text{h}$ σε κανονική βύθιση και $81\text{KgO}_2/\text{h}$ σε μέγιστη βύθιση και σε πρότυπες – κανονικές συνθήκες. Κάθε μία από τις δεξαμενές είναι εφοδιασμένη με δύο αναμικτήρες οριζόντιου άξονα, ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης ανάμιξη της ενεργού ιλύος. Η έξοδος του ανάμικτου υγρού από τις δεξαμενές γίνεται μέσω μηχανικών υπερχειλιστών εκροής.

Το ανάμικτο υγρό από τις βιολογικές δεξαμενές οδηγείται στο Φρεάτιο Διανομής Νο2, απ' όπου καταλήγει στις κατάντη δεξαμενές καθίζησης. Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί δύο κυκλικές Δεξαμενές Καθίζησης διαμέτρου 16m και συνολικό όγκο αυτών ίσο με 1.541m^3 . Κάθε δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με κυκλικό ξέστρο πυθμένα και μηχανικά περιστρεφόμενη γέφυρα. Το ξέστρο συγκεντρώνει τα στερεά που καθιζάνουν προς τον κώνο συλλογής, που βρίσκεται στο κέντρο της δεξαμενής, απ' όπου ένας σωλήνας μεταφέρει την λάσπη προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Πάνω στο ξέστρο είναι τοποθετημένη μία λεπίδα αφρών, με την οποία οδηγούνται τα επιπλέοντα στερεά και οι αφροί προς τα πετάσματα αφρών που βρίσκονται τοποθετημένα στην περιφέρεια κάθε δεξαμενής.

Η καθιζάνουσα λάσπη από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγει με βαρύτητα στο Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ιλύος. Το μεγαλύτερο μέρος της ιλύος (ανακυκλοφορία) αντλείται πίσω στη δεξαμενή επιλογής για να διατηρείται σταθερή η

συγκέντρωση των μικροοργανισμών στις βιολογικές δεξαμενές. Η περίσσεια ιλύς απομακρύνεται από τη βιολογική επεξεργασία κατά τακτά χρονικά διαστήματα προς την μονάδα πάχυνσης και αφυδάτωσης. Για την ανακυκλοφορία της ιλύος προς τη δεξαμενή επιλογής στο αντλιοστάσιο έχουν τοποθετηθεί τέσσερις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Για την απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος εντός του αντλιοστασίου έχουν τοποθετηθεί δύο υποβρύχιες αντλίες.

Απολύμανση Επεξεργασμένων Λυμάτων και Έργα Εξόδου: Τα επεξεργασμένα και διαυγασμένα λύματα μετά τις δεξαμενές καθίζησης οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Η απολύμανση των λυμάτων γίνεται με δοσομέτρηση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) σε μαιανδρική Δεξαμενή Χλωρίωσης η οποία εξασφαλίζει κατάλληλο χρόνο παραμονής και έχει συνολικό ωφέλιμο όγκο 149m^3 . Το φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής έχει και δεύτερο θάλαμο απ' όπου εκκινεί ο αγωγός παράκαμψης της μονάδας ο οποίος καταλήγει στο φρεάτιο εξόδου της δεξαμενής. Το φρεάτιο εκκίνησης του αγωγού παράκαμψης απομονώνεται με κατάλληλο θυρόφραγμα. Η προσθήκη του διαλύματος NaClO γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών διαφραγματικών αντλιών εκ των οποίων η μία εφεδρική οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο κτίριο χλωρίωσης της εγκατάστασης.

Τμήμα της δεξαμενής χλωρίωσης έχει τροποποιηθεί ώστε να λειτουργεί ως Δεξαμενή Αποχλωρίωσης. Για να επιτευχθεί μείωση της ποσότητας του υπολειμματικού χλωρίου, που ανιχνεύεται στην εκροή της εγκατάστασης προστίθεται υδατικό διάλυμα όξινου θειώδους νατρίου (NaHSO_3) στα επεξεργασμένα λύματα μετά τη χλωρίωση τους. Στο διαμέρισμα της αποχλωρίωσης έχει εγκατασταθεί αναδευτήρας κάθετου άξονα, ο οποίος εδράζεται σε πρόσθετη μεταλλική κατασκευή στη στέψη της δεξαμενής. Η παρασκευή του διαλύματος NaHSO_3 γίνεται σε ειδικό συγκρότημα, ενώ η δοσομέτρησή του προς τη δεξαμενή αποχλωρίωσης γίνεται μέσω δύο (2) δοσομετρικών διαφραγματικών αντλιών εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Το σύνολο το εξοπλισμού της αποχλωρίωσης είναι εγκατεστημένος στο κτίριο αποχλωρίωσης της εγκατάστασης.

3.16.3 Γραμμή της Ιλύος

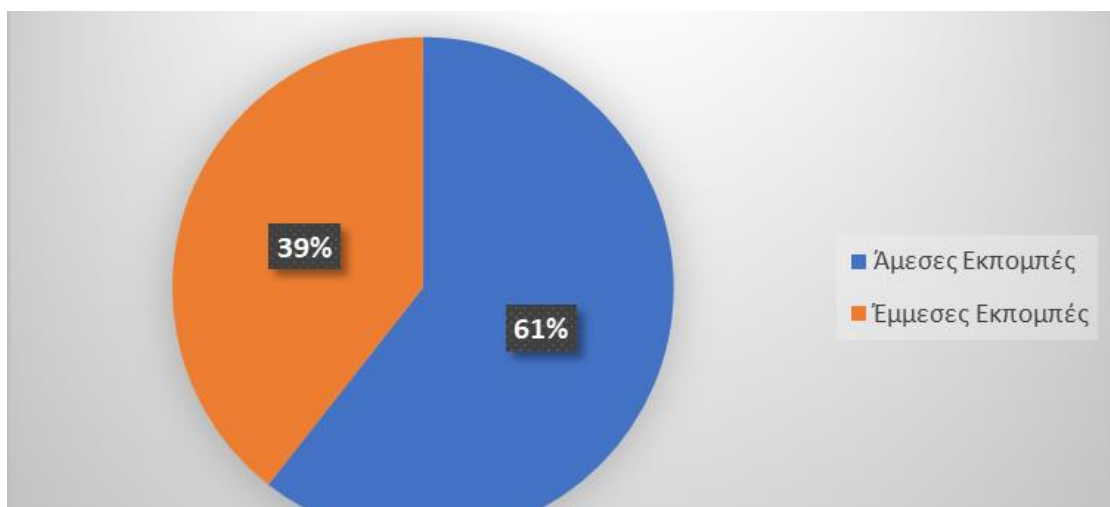
Η περίσσεια ιλύς απομακρύνεται από το σύστημα της βιολογικής επεξεργασίας κατά τακτά χρονικά διαστήματα μέσω των δύο υποβρύχιων αντλιών που είναι εγκατεστημένες στο κοινό αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Μέσω των αντλιών οδηγείται προς τη Δεξαμενή Προσωρινής Συγκέντρωσης Ιλύος ωφέλιμου

όγκου ίσου με 104,4m³. Η δεξαμενή βρίσκεται πλησίον του κτιρίου πάχυνσης – αφυδάτωσης, είναι κλειστή και φέρει κατάλληλα ανοίγματα για την επιθεώρηση του εξοπλισμού σε αυτή. Επίσης στη δεξαμενή έχει εγκατασταθεί ένας υποβρύχιος αναδευτήρας οριζόντιου άξονα.

Από τη δεξαμενή συγκέντρωσης η περίσσεια ιλύος αντλείται προς τη Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης και Αφυδάτωσης μέσω δύο αντλιών ξηρού τύπου θετικής εκτόπισης. Η παροχή των αντλιών είναι μεταβαλλόμενη μέσω ηλεκτρομειωτήρα με ρυθμιζόμενη περιοχή στροφών, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση της προστιθέμενης ποσότητας λάσπης ανάλογα με τη δυναμικότητα της μονάδας πάχυνσης. Η Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης αποτελείται από δύο τράπεζες πάχυνσης. Το τύμπανο των τραπεζών ξεπλένεται συνεχώς μέσω δύο αντλιών πλύσης εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Η Μονάδα Μηχανικής Αφυδάτωσης αποτελείται από δύο ταινιοφιλτρόπρεσες. Η αφυδατωμένη λάσπη οδηγείται μέσω ελικοειδούς μεταφορέα σε στεγασμένο χώρο αποθήκευσης δίπλα στο κτίριο πάχυνσης – αφυδάτωσης απ' όπου μεταφέρεται περιοδικά με φορτηγό του Δήμου και διατίθεται κατά προτίμηση για γεωργική χρήση. Τέλος η μονάδα μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης είναι εξοπλισμένη με συγκρότημα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη και δύο αντλίες δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη. Το σύνολο του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της μονάδας στεγάζεται στο κτίριο πάχυνσης – αφυδάτωσης της εγκατάστασης.

3.16.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 1.948 kWh/d, ενώ η πραγματική κατανάλωση είναι 1.921 kWh/d. Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του



Εικόνα 13 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 5.374 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,4 kgCO₂/κατ-d. Είναι μία αρκετά χαμηλή τιμή για την εγκατάσταση, σε λογικά πλαίσια.

3.17 Μονάδα 17

3.17.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 17 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει δυναμικότητα 20.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 15.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Σταθεροποίηση (Αναερόβια)
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

Αποδέκτης: Κανονικός (Θάλασσα)

Αξίζει ακόμη, να αναφέρουμε ότι τα εισερχόμενα λύματα στη συγκεκριμένη εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων εμφανίζουν πολύ χαμηλά επίπεδα φορτίων, περίπου 10 φορές μικρότερα από τα φορτία που θα εισάγονταν στην εγκατάσταση από ένα ιδανικό χωριστικό αστικό δίκτυο χωρίς βοηθολύματα. Αυτή η σπουδαία αραιώση προκύπτει επειδή το δίκτυο είναι παντοροϊκό και δέχεται τόσο τα λύματα όσο και τα όμβρια. Επιπροσθέτως, το δίκτυο της περιοχής είναι σχετικά παλιό και υπάρχει ενδεχόμενο παρασιτικών εισροών που δεν εξετάστηκε περαιτέρω.

3.17.2 Γραμμή των Λυμάτων

Στα έργα υποδοχής, υπάρχει εσχάρωση, μετρητής Parshall και εξάμμωση που πραγματοποιούνται σε κλειστό κτίριο επιφάνειας 90 τ.μ. και συνολικού ύψους 5,50 μ.

Η μονάδα εσχάρωσης περιλαμβάνει το φρεάτιο τροφοδοσίας της μονάδας προεπεξεργασίας και τρία κανάλια εσχάρωσης εκ των οποίων τα δύο εξοπλίζονται με τοξωτή αυτοκαθαριζόμενη μηχανική εσχάρα, μεταφορική ταινία εσχαρισμάτων και κάδους απόθεσής τους ενώ το τρίτο με χειροκίνητη εσχάρα. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται από ξέστρα και αποτίθενται σε μεταφορική ταινία μήκους 3,5 μέτρων.

Η μονάδα μέτρησης παροχής βρίσκεται εντός του κτιρίου προεπεξεργασίας. Ο μετρητής παροχής τύπου Parshall, αποτελείται από διώρυγα η οποία φέρει λαιμό με στένωμα που εξαναγκάζει την συσσώρευση λυμάτων και την αύξηση του βάθους ροής.

Από τη μονάδα μέτρησης παροχής, τα λύματα οδηγούνται στην δεξαμενή εξάμμοσης απολίπανσης. Η μονάδα εξάμμοσης περιλαμβάνει 2 αεριζόμενες ομότοιχες ορθογωνικής κάτοψης δεξαμενές, ειδικής διατομής στον πυθμένα που επιτυγχάνει ταυτόχρονη απομάκρυνση άμμου και λιπών, συνολικού πλάτους 3,10 μ. εκάστη, μήκους 7 μ. και συνολικού βάθους 3,25 μ. εκ των οποίων τα 2,65 μ. είναι το ωφέλιμο. Επί της στέψης των δεξαμενών εδράζεται παλινδρομική γέφυρα εξάμμοσης, εξοπλισμένη με ξέστρα σάρωσης στον πυθμένα και ξέστρα σάρωσης επιπλεόντων. Για τον αερισμό της κάθε δεξαμενής υπάρχουν διαχύτες μεσαίας φυσαλίδας σε όλο το μήκος της. Η παροχή αέρα κατάλληλης πίεσης για τον αερισμό των εξάμμοτων παρέχεται από τρεις όμοιους λοβοειδείς φυσητήρες αέρα.

Η βιολογική βαθμίδα περιλαμβάνει 2 δεξαμενές απονιτροποίησης ισοδύναμες μεταξύ τους 1010 κυβικά μέτρα εκάστη, τις 2 μονάδες απομάκρυνσης οργανικού φορτίου που αποτελούν 2 δεξαμενές 5.970 κυβικών μέτρων συνολικά και τις 2 μονάδες απομάκρυνσης στερεών με δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης με διάμετρο 25,5 μέτρα και πλευρικό βάθος 3 μέτρα.

Οι δεξαμενές απονιτροποίησης είναι τετραγωνικές πλευράς 17,2 μέτρων και ενεργού βάθους λυμάτων 3,5 μέτρων.

Η μονάδα της βιολογικής επεξεργασίας είναι η πλέον ενεργοβόρα μονάδα της εγκατάστασης. Για να καλυφθεί η απαίτηση σε οξυγόνο, τοποθετούνται έξι επιφανειακοί αεριστήρες τύπου κάθετου άξονα. Η αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου και η απομάκρυνση του αζώτου βασίζεται στη μέθοδο του παρατεταμένου αερισμού. Έτσι, η τελική παραγόμενη ιλύς είναι σημαντικά οξειδωμένη και δε χρειάζεται περαιτέρω σταθεροποίηση.

Μετά την καθίζηση, τα λύματα κατευθύνονται στη μονάδα απολύμανσης με σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Στο φρεάτιο εισόδου της χλωρίωσης εισέρχονται ο αγωγός τροφοδοσίας των λυμάτων από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης και γίνεται έκχυση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου περιεκτικότητας 15% σε χλώριο. Ο θάλαμος επαφής κατασκευάζεται με εσωτερικά τοιχεία για μαιανδρική διαδρομή λυμάτων και περιλαμβάνει 7 δρόμους πλάτους 2 μέτρων.

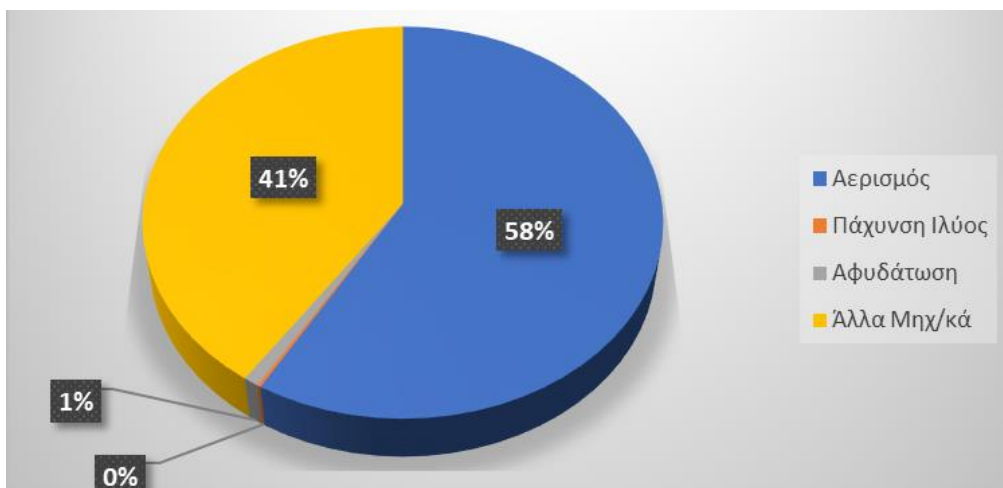
3.17.3 Γραμμή της Ιλύος

Από το αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος η υπολογισμένη ποσότητα οδηγείται στη μονάδα πάχυνσης του έργου. Υπάρχει μία δεξαμενή πάχυνσης πλευρικά της περιοχής των δεξαμενών καθίζησης. Ο παχυντής έχει εσωτερική διάμετρο 10 μέτρα και ενεργό πλευρικό βάθος 3 μέτρα, εξοπλισμένη με περιστρεφόμενο ξέστρο-αναμοχλευτή λάσπης. Η γέφυρα του παχυντή είναι σταθερά εγκατεστημένη μεταλλική με προστατευτικά τοιχεία ύψους 1 μέτρου. Στο κέντρο έχει τύμπανο εξομάλυνσης παροχής εισόδου ώστε να μειώνεται η ταχύτητα της εισερχόμενης λάσπης.

Η μονάδα αφυδάτωσης βρίσκεται σε ανεξάρτητο κτήριο επιφάνειας 56 τ.μ. Το κτήριο έχει ευμεγέθη ανοίγματα για εύκολη είσοδο και έξοδο των μηχανημάτων και τον αερισμό του κτιρίου. Η εγκατάσταση της αφυδάτωσης παράγει ιλύ που περιέχει τουλάχιστον 22% στερεά. Η αφυδάτωση γίνεται με ταινιοφιλτρόπρεσσα. Τα στραγγίδια οδηγούνται στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης του έργου.

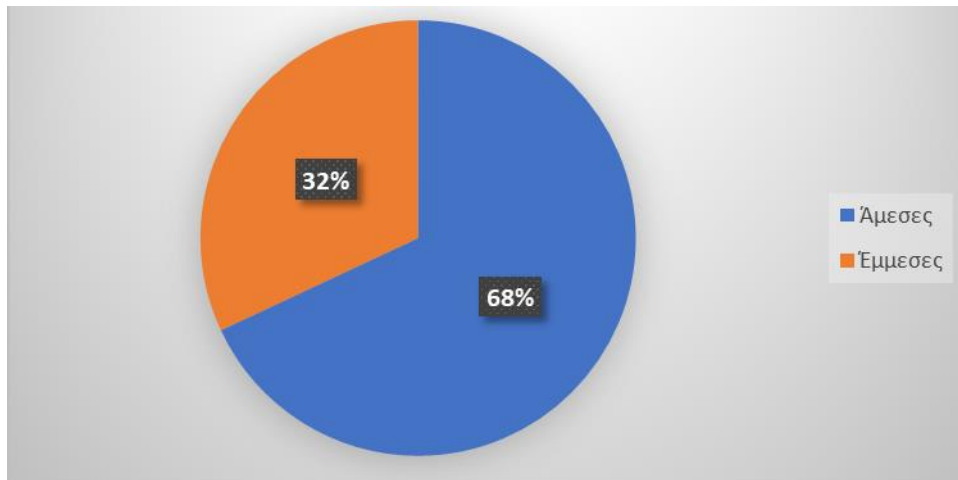
3.17.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 1.779 kWh/d, ενώ η πραγματική είναι 2.070 kWh/d.



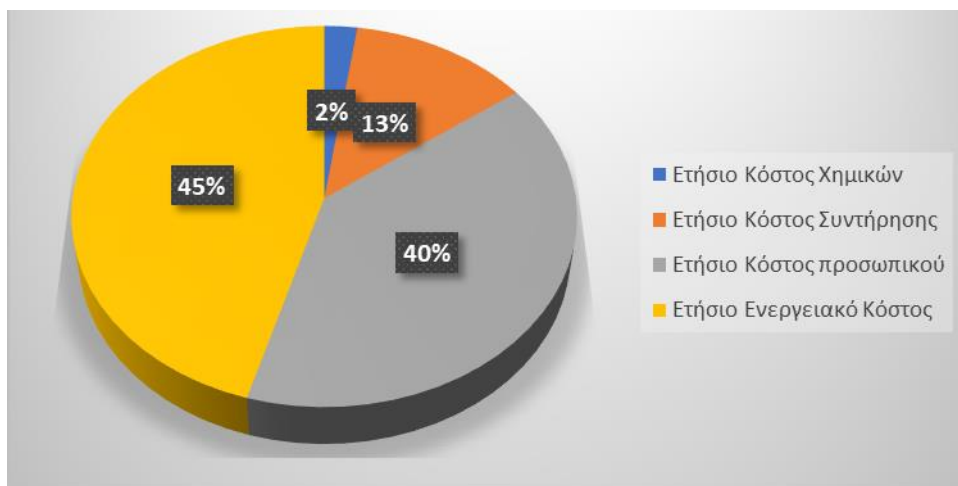
Εικόνα 14 Κατανομή ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 4.949 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/κατ-d. Είναι μία αρκετά χαμηλή τιμή για την εγκατάσταση, σε λογικά πλαίσια.



Εικόνα 15 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 3.500 €, το κόστος συντήρησης 19.100 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 60.000 €. Τελικά, έχουμε συνολικό ετήσιο κόστος της εγκατάστασης 146.000 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα (για την εξαγωγή του αποτελέσματος του συνολικού κόστους και του αντίστοιχου γραφήματος χρησιμοποιήθηκε η πραγματική τιμή που δόθηκε από την εγκατάσταση).



Εικόνα 16 Κατανομή του κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης

3.18 Μονάδα 18

3.18.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 15, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, δυναμικότητας 19.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 16.200 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος:

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.18.2 Γραμμή των Λυμάτων

Το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης διαμορφώθηκε κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των έργων του βιολογικού καθαρισμού. Στο αντλιοστάσιο είναι εγκατεστημένες τρεις (3) αντλίες.

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει επίσης ένα φρεάτιο υποδοχής των βοθρολυμάτων τα οποία στη συνέχεια ενοποιούνται με τις ροές των λυμάτων στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης και τροφοδοτούν το έργο.

Ο ρυθμός τροφοδοσίας του έργου με βοθρολύματα, κυμαίνεται από 5 - 7 βυτία ημερησίως, μέσης χωρητικότητας 7 m³ έκαστο. Συνεπώς η ημερήσια παροχή βοθρολυμάτων ανέρχεται σε 50 m³, μικρότερη από την αναλογία 50:1 σε σχέση με τις παροχές των λυμάτων.

Η μονάδα εσχάρωσης ευρίσκεται σε κτίριο με απόσμιση. Το κτίριο εσχάρωσης περιλαμβάνει αυτοκαθαριζόμενη εσχάρα, μονάδα συλλογής και μεταφοράς των εσχαρισμάτων και κάδους συλλογής των. Συμπληρώνεται με χειροκαθαριζόμενη εφεδρική εσχάρα.

Μετά την εσχάρωση, τα λύματα οδηγούνται στον εξαμμωτή-απολιπαντή. Οι διαδικασίες της εξάμμωσης – απολίπανσης πραγματοποιούνται σε ορθογωνική – αεριζόμενη δεξαμενή, ο πυθμένας της οποίας έχει την μορφή χοάνης. Διατρέχεται από μία γέφυρα που είναι εξοπλισμένη με μια αντλία για την αφαίρεση της άμμου και ένα επιφανειακό ξέστρο για την συλλογή των επιπλεόντων λιπών.

Οι δεξαμενές αερισμού είναι δύο, ισοδύναμες, εκάστη των οποίων είναι χωρισμένη σε δύο διαμερίσματα. Κάθε μία είναι εξοπλισμένη με τρεις επιφανειακούς αεριστήρες καθέτου άξονα, για την οξυγόνωση των λυμάτων, εκ των οποίων οι δύο είναι στο ένα διαμέρισμα και ο τρίτος στο δεύτερο. Οι μονάδες λειτουργούν με χρονική εναλλαγή των οξικών και ανοξικών ζωνών για την επίτευξη της νιτροποίησης και απονιτροποίησης στον ίδιο όγκο δεξαμενών.

Έχουν κατασκευασθεί δύο κυκλικές δεξαμενές καθίζησης με κοινά δομικά αλλά ανεξάρτητα λειτουργικά αντλιοστάσια επανακυκλοφορίας λάσπης και κοινό λειτουργικά αντλιοστάσιο περίσσειας λάσπης. Η κάθε δεξαμενή καθίζησης δέχεται τα λύματα από την αντίστοιχη δεξαμενή αερισμού.

Η μονάδα χλωρίωσης έχει κατασκευασθεί με δεξαμενή επαφής μαιανδρικού τύπου και με οικίσκο εξυπηρέτησης του εξοπλισμού και των αντιδραστηρίων πλησίον της δεξαμενής χλωρίωσης.

3.18.3 Γραμμή της Ιλύος

Η μονάδα πάχυνσης είναι στατικού τύπου, κυκλικής κάτοψης με διαμετρικό αναμοχλευτή λάσπης.

Η μονάδα αφυδάτωσης ευρίσκεται στο κτίριο αφυδάτωσης. Περιλαμβάνει ταινιοφιλτρόπρεσσα, σύστημα ωρίμανσης του πολυηλεκτρολύτη και κοχλία απαγωγής ιλύος.

Το αντλιοστάσιο στραγγιδίων χρησιμοποιείται για την επαναφορά τους στο στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας και την επανεπεξεργασία τους.

3.18.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε στις 2.682 kWh/d, ενώ η πραγματική κατανάλωση είναι 2.495 kWh/d.

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 6.509 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,4 kgCO₂/κατ-d.

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος συντήρησης ανέρχεται στα 18.900 €.

3.19 Μονάδα 19

3.19.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση της Μονάδας 19 είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού που δέχεται τα αστικά λύματα μέσω αντλιοστασίων καθώς και βοθρολύματα, περίπου 1000 m³/ημέρα με βυτία. Έχει δυναμικότητα 92.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 43.000 ισοδύναμων κατοίκων. Η συνολική μέση ημερήσια παροχή λυμάτων είναι περίπου 8.000 m³ /ημέρα. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου & φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Σταθεροποίηση (Αναερόβια)
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

Αποδέκτης: Κανονικός (Θάλασσα)

3.19.2 Γραμμή των Λυμάτων

- Εσχάρωση-Εξάμωση, απολίπανση αστικών λυμάτων και βοθρολυμάτων στο κέντρο υποδοχής τους
- Πρωτοβάθμια καθίζηση
- Δεξαμενή αποθήκευσης-εξισορρόπησης για βοθρολύματα
- Αερισμό σε δεξαμενές τύπου Caroussel

- Δευτεροβάθμια καθίζηση (ΔΚΤ) και ανακυκλοφορία ενεργού ιλύος
- Απολύμανση με όζον σε δεξαμενή επαφής
- Πάχυνση βαρύτητας
- Αναερόβια Χώνευση
- Μεταπάχυνση βαρύτητας
- Αφυδάτωση με ταινιοφιλτρόπρεςσες και τράπεζα πάχυνσης
- Διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων με υποθαλάσσιο αγωγό στο Θερμαϊκό

Προεπεξεργασία βοθρολυμάτων (εσχάρωση, εξάμμωση, άντληση, απόσμιση): Τα βοθρολύματα παραλαμβάνονται σε 4 ειδικά διαμορφωμένες θέσεις εκκένωσης. Ακολουθεί εσχάρωση (με αυτόματη εσχάρα και πρέσα εσχαρισμάτων), εξάμμωση (2 αντλίες, 2 φυσητήρες, κοχλίας εξάμμωσης) και αφού υποστούν την προβλεπόμενη προεπεξεργασία τα βοθρολύματα οδηγούνται με άντληση προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης. Η απόσμιση του αέρα του κτιρίου βοθρολυμάτων γίνεται με οριζόντιο πύργο εξουδετέρωσης διασταυρούμενης ροής τριών σταδίων, με διαλύματα θεικού οξέος, υποχλωριώδους νατρίου και καυστικής σόδας).

Προεπεξεργασία αστικών λυμάτων: Τα λύματα από τον αποχετευτικό αγωγό οδηγούνται στο φρεάτιο εισόδου και στη συνέχεια στις διώρυγες των εσχαρών. Υπάρχουν 2 επίπεδες κεκλιμένες μηχανικές εσχάρες. Κατάντι των εσχαρών είναι τοποθετημένοι μετρητές παροχής εισόδου. Ακολουθεί το στάδιο εξάμμωσης-απολίπανσης που γίνεται σε δίδυμο αεριζόμενο εξαμμωτή-λιποσυλλέκτη (2 αντλίες εξάμμωσης, 2 φυσητήρες). Η συλλεγόμενη άμμος υφίσταται πλύση για απομάκρυνση του οργανικού φορτίου σε αμμοπλυντηρίδα και διαχωρίζεται τελικώς μέσω κοχλίας. Στη συνέχεια τα προεπεξεργασμένα αστικά λύματα οδηγούνται με βαρύτητα στο φρεάτιο μερισμού των πρωτοβάθμιων καθιζήσεων και τροφοδοτούν την μία εκ των δύο δεξαμενών. Η δεύτερη δεξαμενή έχει τροποποιηθεί δομικά ώστε να λειτουργεί ως δεξαμενή εξισορρόπησης των βοθρολυμάτων.

Εξισορρόπηση: Κατά τη διάρκεια της τροποποιημένης λειτουργίας της εγκατάστασης κυρίως με βοθρολύματα, καταργήθηκε η λειτουργία των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης και η μία από τις δύο δεξαμενές έχει μετατραπεί ώστε να λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης-εξισορρόπησης των βοθρολυμάτων. Η δεξαμενή διαθέτει τέσσερεις υποβρύχιους αναδευτήρες και δύο αντλίες για την ελεγχόμενη μεταφορά των βοθρολυμάτων προς το φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών αερισμού.

Αερισμός: Για την απομάκρυνση οργανικού άνθρακα και αζώτου υφίστανται δύο δεξαμενές βιολογικής διεργασίας, τύπου Caroussel, όγκου 5.250 m³ η κάθε μία. Η κάθε δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με δύο επιφανειακούς αεριστές κατακόρυφου άξονα με δυνατότητα μεταβολής βύθισης. Επίσης σε κάθε δεξαμενή έχουν τοποθετηθεί 4 προωθητές (flow boosters), ένας σε κάθε κανάλι της δεξαμενής, όργανο μέτρησης διαλυμένου οξυγόνου, οξειδοαναγωγικού δυναμικού και αιωρούμενων στερεών. Το μικτό υγρό εξέρχεται υπερχειλιστικά από τις δεξαμενές αερισμού και οδηγείται με βαρύτητα σε μεριστή των δεξαμενών τελικής καθίζησης, ο οποίος περιλαμβάνει και διαμερίσματα για την απαγωγή της καθιζάνουσας ιλύος από τις δεξαμενές αυτές.

Δευτεροβάθμια καθίζηση: Έχουν κατασκευασθεί 2 δεξαμενές κυκλικής διατομής, διαμέτρου 31,5 m οι οποίες και λειτουργούν επί του παρόντος. Το ανάμικτο υγρό μετά τον μεριστή, εισέρχεται κεντρικά και διοχετεύεται στο τύμπανο του άξονα της δεξαμενής. Το διαυγασμένο υγρό υπερχειλίζει περιμετρικά από οδοντωτό υπερχειλιστή (γωνίες 90°) και μέσω περιμετρικής φρεατίου πλάτους 0,50 m, τα επεξεργασμένα λύματα διέρχονται από δώρυγα μέτρησης παροχής, τύπου Parshal Flume. Στη συνέχεια οδηγούνται προς το στη δεξαμενή επαφής της απολύμανσης και κατόπιν σε φρεάτιο φόρτισης από όπου τροφοδοτούνται στον υπόγειο αγωγό εξόδου. Η ιλύς από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης συλλέγεται (εν μέσω του μεριστή τελικών καθιζήσεων) και οδηγείται προς το αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος.

Απολύμανση: Η απολύμανση της εκροής γίνεται με όζον σε υπόγεια δεξαμενή επαφής. Η παλιά εγκατάσταση περιλάμβανε δύο μονάδες (γεννήτριες) παραγωγής όζοντος από υγρό οξυγόνο. Διαστασιολογήθηκε για παραγωγή 5,22Kg/h όζοντος, από το κάθε οξονιστήρα και δόση 6 ppm όζοντος κατά μέγιστο. Η δεξαμενή επαφής διαστασιολογήθηκε (όγκου περίπου 900m³) ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής χρόνος παραμονής (34 min) στην μέγιστη παροχή σχεδιασμού. Η δεξαμενή είναι καλυμμένη και στον πυθμένα της έχει εγκατασταθεί το σύστημα διάχυσης, με δισκοειδείς διαχυτήρες. Επίσης, λειτουργεί σύστημα καταστροφής πλεονάζοντος όζοντος. Το απαιτούμενο για την παραγωγή όζοντος οξυγόνο αποθηκεύεται σε υγρή φάση σε ειδική δεξαμενή του προμηθευτή εφοδιασμένη με εξαχνωτή.

Από το 2017 τέθηκαν σε θέση λειτουργίας δύο νέες μονάδες Παραγωγής Οζοντος με τις παρακάτω προδιαγραφές.

- Δύο Μονάδες Παραγωγής Όζοντος (ΜΠΟ) δυναμικότητας τουλάχιστον 6,5kg_r/hO₃στην περιεκτικότητα τουλάχιστον 12% κατά βάρος.
- Δύο καταστροφείς υπολειμματικού όζοντος με το πλήρη δίκτυο σωληνώσεων διασύνδεσης.
- Δύο ανιχνευτές αερίου όζοντος στο χώρο εγκατάστασης των μονάδων παραγωγής, μαζί με τον απαραίτητο εξοπλισμό αυτοματισμών.
- Προμήθεια και τοποθέτηση δύο ανεμιστήρων απαγωγής ικανούς να ανανεώσουν τον αέρα στον όγκο του κτηρίου απολύμανσης 5 φορές σε μία ώρα.

3.19.3 Γραμμή της Ιλύος

Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας Περίσσειας: Στο αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος, είναι τοποθετημένες τρεις υποβρύχιες αντλίες ανακυκλοφορίας, φυγοκεντρικού τύπου και παροχής 550 m³/h έκαστη, για τη διαρκή ανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος στον αερισμό. Για την απαγωγή της περίσσειας ιλύος από το σύστημα, υπάρχουν στο ίδιο φρεάτιο, δύο υποβρύχιες αντλίες φυγοκεντρικού τύπου και παροχής 40 m³/h έκαστη.

Πάχυνση: Οι αντλίες περίσσειας οδηγούν την απαγόμενη ιλύ, μέσω ενδιάμεσου αντλιοστασίου, στον μεριστή παχυντών από όπου στη συνέχεια μερίζεται σε δύο κυκλικές δεξαμενές πάχυνσης, συνολικού όγκου 430 m³ έκαστη. Η κάθε δεξαμενή περιλαμβάνει σύστημα με ακτινικό, μεταλλικό ξέστρο ανάδευσης. Η παχυμένη ιλύς αντλείται με δύο αντλίες τύπου mono (η μία εφεδρική της άλλης) προς τη δεξαμενή χώνευσης. Στη γραμμή άντλησης της παχυμένης ιλύος ανάντι του χωνευτή, υπάρχει όργανο μέτρησης στερεών.

Αναερόβια Χώνευση: Υπάρχουν δύο αναερόβιοι χωνευτές ιλύος, η εγκατάσταση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από ιδιοπαραγόμενο βιοαέριο και το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος βιοαερίου 250 kVA, με τα αντίστοιχα συστήματα ασφαλείας.

Λόγω του συστήματος παρατεταμένου αερισμού και των σχετικά μικρών παροχών λυμάτων, κατά τα προηγούμενα έτη, δεν είχε κριθεί σκόπιμη η αναερόβια χώνευση και μόνο πρόσφατα τέθηκε σε λειτουργία ο ένας εκ των δύο χωνευτών. Για το λόγο αυτό έγιναν διάφορες εργασίες συντήρησης, αντικατάστασης μονώσεων, εσωτερικής εποξειδικής- στεγανωτικής βαφής και αναβάθμιση εξοπλισμού. Το σύστημα ανάμιξης

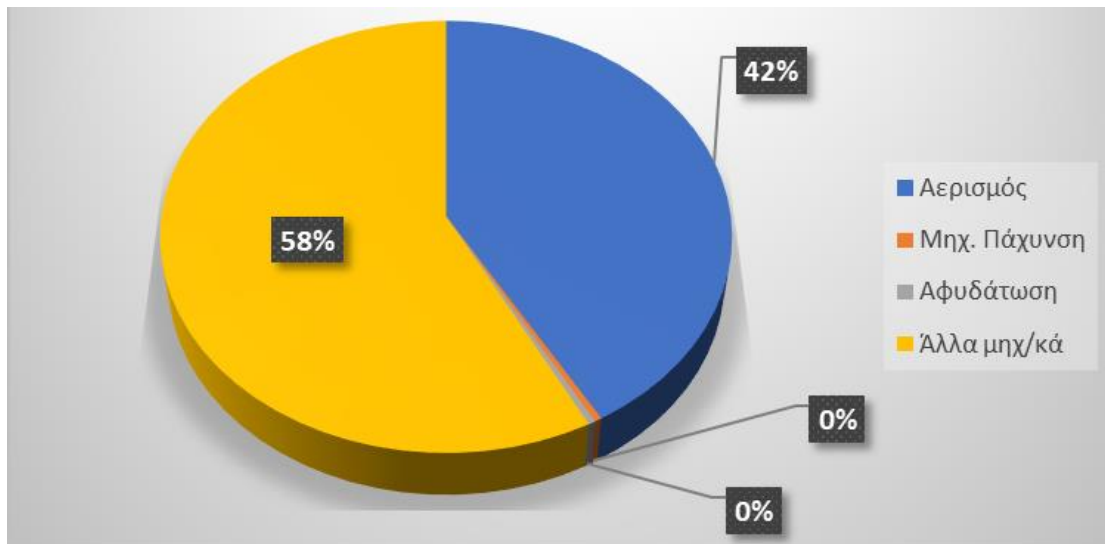
της ιλύος εντός του χωνευτή είναι τύπου HEATMIX και έγινε η τροποποίηση του από πνευματικού τύπου (κομπρεσέρ) σε μηχανικού τύπου (με δύο αντλίες).

Αφυδάτωση: Η χωνεμένη ιλύς υφίσταται επιπλέον πάχυνση βαρύτητας στη δεξαμενή μεταπαχυντή και στη συνέχεια αφυδάτωση. Αυτή πραγματοποιείται σε μονάδα που συνδυάζει τράπεζα βαρυτικής πάχυνσης και ταινιοφιλτρόπρεσσα (υπάρχουν δύο εγκατεστημένες μονάδες), ενώ υπάρχει ένα συγκρότημα προετοιμασίας- ωρίμανσης και δοσιμέτρησης πολυηλεκτρολύτη. Η αφυδατωμένη ιλύς μεταφέρεται με μεταφορική ταινία εκτός του κτιρίου αφυδάτωσης. Το σύνολο των στραγγιδίων της αφυδάτωσης αλλά και των υπερκείμενων υγρών των παχυντων-μεταπαχυντών συλλέγεται και οδηγείται στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων (με τρεις αντλίες) και στη συνέχεια οδηγείται στην είσοδο αστικών προς επεξεργασία (συγκεκριμένα στο φρεάτιο εξόδου του εξαμμωτή).

3.19.4 Αποτελέσματα

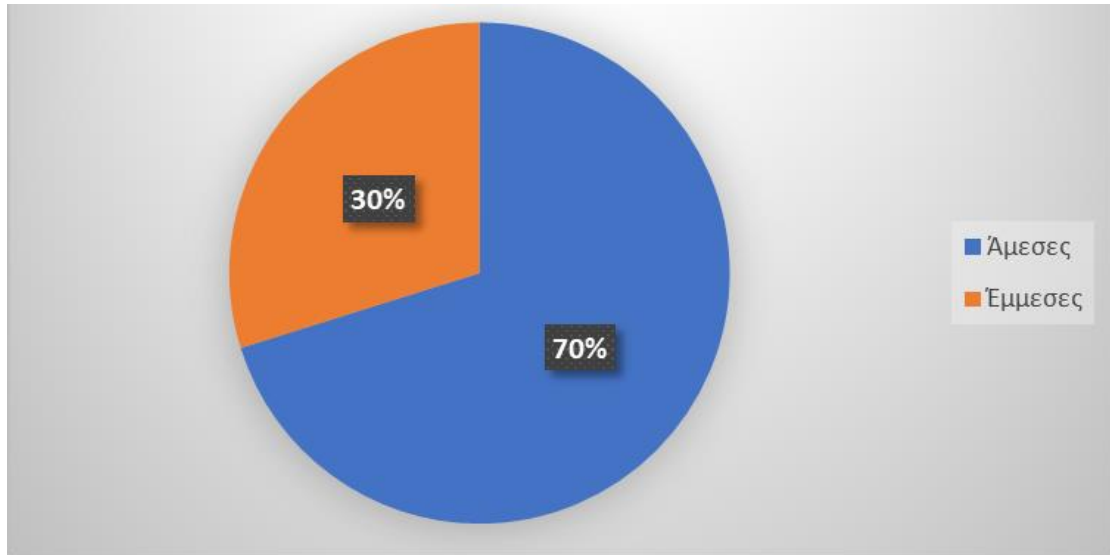
Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 7.519 kWh/d, ενώ η πραγματική κατανάλωση είναι 6.554 kWh/d.

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 12.970 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/κατ-d.



Εικόνα 17 Κατανομή ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος προσωπικού υπολογίζεται στα 316.000 €, ενώ δεν υπάρχουν αναλυτικά τα υπόλοιπα στοιχεία της εγκατάστασης.



Εικόνα 18 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

3.20 Μονάδα 20

12.20.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση της Μονάδας 20 είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού. Έχει δυναμικότητα 45.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 47.000 ισοδύναμων κατοίκων. Η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων είναι περίπου 24.600 m³ /ημέρα. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.20.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Τα λύματα από την πόλη φτάνουν στο Φρεάτιο Άφιξης και στη συνέχεια οδηγούνται με βαρύτητα προς τις μονάδες προεπεξεργασίας της εγκατάστασης.

Τα λύματα μετά το φρεάτιο άφιξης οδηγούνται προς τη Μονάδα Εσχάρωσης της εγκατάστασης. Η μονάδα αποτελείται από μία αυτόματη υδραυλική εσχάρα και μία απλή χειροκίνητη παρακαμπτήρια εσχάρα. Σε περίπτωση βλάβης και έμφραξης της αυτόματης εσχάρας τα λύματα υπερχειλίζουν προς το κανάλι της απλής εσχάρας. Τα εσχάρισματα συλλέγονται από κοχλία και μεταφέρονται σε δοχείο αποθήκευσης προς αποκομιδή.

Μετά την εσχάρωση τα λύματα περνούν στη Μονάδα Εξάμμιωσης – Λιποσυλλογής. Η μονάδα αποτελείται από μία δίδυμη δεξαμενή εξάμμιωσης – λιποσυλλογής, η οποία αερίζεται. Η άμμος καθιζάνει στον πυθμένα, απ' όπου αντλείται με αεραντλίες και απομακρύνεται προς τον διαχωριστή άμμου και από εκεί καταλήγει σε δοχείο αποθήκευσης προς αποκομιδή. Ο αερισμός της δίδυμης δεξαμενής γίνεται με δύο (2) φυσητήρες εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός και διαχυτήρες χοντρές φυσαλίδας. Οι φυσητήρες είναι τοποθετημένοι σε ιδιαίτερο χώρο του κτιρίου προεπεξεργασίας. Παράλληλα και πλευρικά με τα δύο διαμερίσματα του εξαμμωτή με τη βοήθεια πετασμάτων δημιουργούνται δύο κανάλια ηρεμίας της ροής για την επίπλευση των λιπών. Στην επιφάνεια των καναλιών ηρεμίας συγκεντρώνονται τα επιπλέοντα λίπη τα οποία στη συνέχεια απομακρύνονται σε παράπλευρα φρεάτια. Η έξοδος των λυμάτων από την δεξαμενή εξάμμιωσης – λιποσυλλογής γίνεται μέσω δύο μηχανικών υπερχειλιστών.

Από τη δεξαμενή εξάμμιωσης – λιποσυλλογής τα λύματα οδηγούνται με βαρύτητα στον Μετρητή Παροχής I που αποτελείται από διάυλο Parshall και μετρητή υπερήχων. Από το φρεάτιο εξόδου της μονάδας μέτρησης παροχής εκκινεί και ο παρακαμπτήριος αγωγός (By-Pass) της βιολογικής επεξεργασίας, ο οποίος καταλήγει στην είσοδο της δεξαμενής χλωρίωσης.

Η εγκατάσταση διαθέτει και Μονάδα Υποδοχής Βοθρολυμάτων. Η μονάδα υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων στεγάζεται εντός κλειστού κτιρίου και αποτελείται από ολοκληρωμένο αυτόματο σύστημα εσχάρωσης, εξάμμιωσης και λιποσυλλογής (Compact system).

Βιολογική Επεξεργασία: Από τη μονάδα προεπεξεργασίας τα λύματα οδηγούνται προς τη Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας. Η μονάδα αποτελείται συνοπτικά από το φρεάτιο διανομής Δ1, τις τρεις οξειδωτικές τάφρους, το φρεάτιο διανομής Δ2 και τις δύο κυκλικές δεξαμενές καθίζησης.

Το Φρεάτιο Διανομής Δ1 είναι εφοδιασμένο με αυτόματα κινούμενοι οριζόντιο διανομέα που διανέμει τα λύματα στις βιολογικές δεξαμενές (οξειδωτικές τάφροι).

Η επεξεργασία των λυμάτων στην εγκατάσταση πραγματοποιείται στις τρεις Οξειδωτικές Τάφρους / Βιολογικές Δεξαμενές σύμφωνα με το σύστημα ενεργού ιλύος με παρατεταμένο αερισμό σε δεξαμενές εναλλασσόμενης φόρτισης. Ο συνολικός όγκος των οξειδωτικών τάφρων είναι ίσος με 10.576m^3 . Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται αφαίρεση των οργανικών ουσιών, απομάκρυνση αζώτου με βιολογικές διεργασίες και συγχρόνως σταθεροποιείται πλήρως η περίσσεια ιλύς. Για τον επαρκή αερισμό των δεξαμενών έχουν τοποθετηθεί συνολικά τέσσερις αεριστήρες οριζόντιου άξονα τύπου βούρτσας (δύο σε κάθε δεξαμενή). Για καλύτερη ρύθμιση του παρεχόμενου οξυγόνου οι τρεις από τους έξι αεριστήρες είναι δύο ταχυτήτων (υψηλής και χαμηλής). Σε υψηλές ταχύτητες περιστροφής του ρότορα, η ενεργός ιλύς και οι ρυπαντικές ουσίες βρίσκονται σε πλήρη ανάμιξη στη μάζα των λυμάτων η οποία οξυγονώνεται παράλληλα με την τροφοδότηση αέρα από την ατμόσφαιρα. Σε χαμηλές ταχύτητες περιστροφής εξασφαλίζεται πλήρης ανάμιξη αλλά περιορισμένος βαθμός αερισμού. Η στάση / εκκίνηση των αεριστήρων και η επιλογή υψηλής / χαμηλής ταχύτητας περιστροφής γίνεται αυτόματα μέσω του τοπικού συστήματος ελέγχου και προγραμματισμού (PLC).

Το ανάμικτο υγρό από τις βιολογικές δεξαμενές οδηγείται με βαρύτητα στο Φρεάτιο Διανομής Δ2, απ' όπου καταλήγει στις κατάντη δεξαμενές καθίζησης. Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί δύο κυκλικές Δεξαμενές Καθίζησης διαμέτρου 31,0m. Κάθε δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με κυκλικό ξέστρο πυθμένα και μηχανικά περιστρεφόμενη γέφυρα. Το ξέστρο συγκεντρώνει τα στερεά που καθιζάνουν προς τον κώνο συλλογής, που βρίσκεται στο κέντρο της δεξαμενής, απ' όπου ένας σωλήνας μεταφέρει την λάσπη προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος κάθε δεξαμενής. Πάνω στο ξέστρο είναι τοποθετημένη μία λεπίδα αφρών, με την οποία οδηγούνται τα επιπλέοντα στερεά και οι αφροί προς τα πετάσματα αφρών που βρίσκονται τοποθετημένα στην περιφέρεια κάθε δεξαμενής.

Η καθιζάνουσα λάσπη από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγει με βαρύτητα στο Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ιλύος κάθε δεξαμενής καθίζησης. Το μεγαλύτερο μέρος της ιλύος (ανακυκλοφορία) αντλείται πίσω στο φρεάτιο διανομής Δ1 για να διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση των μικροοργανισμών στις βιολογικές δεξαμενές. Η περίσσεια ιλύς απομακρύνεται από τη βιολογική επεξεργασία κατά τακτά χρονικά διαστήματα προς την μονάδα πάχυνσης και αφυδάτωσης. Για την ανακυκλοφορία της ιλύος προς το φρεάτιο διανομής Δ1 στο κάθε αντλιοστάσιο έχουν τοποθετηθεί δύο υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Για την απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος εντός κάθε αντλιοστασίου έχουν τοποθετηθεί δύο υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Επομένως συνολικά στα δύο αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος έχουν εγκατασταθεί τέσσερις υποβρύχιες αντλίες ανακυκλοφορίας ιλύος (οι δύο εφεδρικές) και τέσσερις υποβρύχιες αντλίες περίσσειας ιλύος (οι δύο εφεδρικές).

Απολύμανση Επεξεργασμένων Λυμάτων και Έργα Εξόδου: Τα επεξεργασμένα και διευγασμένα λύματα μετά τις δεξαμενές καθίζησης οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Η απολύμανση των λυμάτων γίνεται με δοσομέτρηση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) σε μαιανδρική Δεξαμενή Χλωρίωσης η οποία εξασφαλίζει κατάλληλο χρόνο παραμονής και έχει τον απαιτούμενο ωφέλιμο όγκο. Η προσθήκη του διαλύματος NaClO γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών διαφραγματικών αντλιών εκ των οποίων η μία εφεδρική οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο κτίριο χλωρίωσης της εγκατάστασης που βρίσκεται παράπλευρα της δεξαμενής χλωρίωσης.

Τα λύματα από τη δεξαμενή χλωρίωσης οδηγούνται με βαρύτητα στον Μετρητή Παροχής Π που αποτελείται από διάυλο Parshall και μετρητή υπερήχων. Από το φρεάτιο εξόδου της μονάδας μέτρησης παροχής τα λύματα οδηγούνται προς το αντλιοστάσιο εκροής των επεξεργασμένων λυμάτων. Στο Αντλιοστάσιο Εκροής έχουν εγκατασταθεί τέσσερις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία.

Τέλος τα λύματα αντλούνται προς τον τελικό αποδέκτη αφού πρώτα περάσουν από τις βαθμίδες αερισμού αυτών.

Μονάδα Πλημμυρικής Παροχής: Στην εγκατάσταση έχει κατασκευαστεί και Μονάδα Πλημμυρικής Παροχής. Η μέθοδος που εφαρμόζεται στη μονάδα αυτή είναι μία

φυσικοχημική διεργασία καθίζησης σε δεξαμενή με παράλληλα ελάσματα, η οποία συνδυάζει κατακρήμνιση με άλας σιδήρου, υποβοηθούμενη με προσθήκη λεπτόκοκκης άμμου και πολυμερούς. Με τη διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται αποτελεσματική απομάκρυνση φωσφόρου και αιωρούμενων στερεών σε εξαιρετικά μικρό υδραυλικό χρόνο παραμονής. Η μονάδα μπορεί να λειτουργεί ως αυτόνομο σύστημα επεξεργασίας που αποτελείται από τέσσερα κύρια τμήματα. Η τροφοδοσία τη μονάδας όταν χρειάζεται γίνεται από το φρεάτιο άφιξης της εγκατάστασης.

1η Δεξαμενή Ταχείας Ανάμιξης: Στη δεξαμενή δοσομετρείται κροκιδωτικό υλικό εν προκειμένω, τριχλωριούχος σίδηρος, που όταν έρθει σε επαφή με τα φωσφορικά άλατα δημιουργεί αδιάλυτο άλας που καθιζάνει παρασύροντας και αιωρούμενα στερεά των λυμάτων με αποτέλεσμα να αρχίζει ο σχηματισμός κροκιδών. Η διάλυση του τριχλωριούχου σιδήρου γίνεται με ταχεία ανάμιξη και έτσι μπορεί να επιτευχθεί, εάν χρειαστεί, και η χημική(τριτοβάθμια) απομάκρυνση των φωσφορικών, νοούμενων (ομού με τα νιτρικά) ως θρεπτικών αλάτων και παραγόντων δυνητικού ευτροφισμού στον αποδέκτη (ο οποίος, σημειωτέον, ότι μέχρι τούδε δεν έχει παρουσιάσει στοιχεία βάσει των οποίων να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ευαίσθητος) .

2η Δεξαμενή Ταχείας Ανάμιξης: Για την επίτευξη βαρύτερων κροκιδών προστίθεται λεπτόκοκκη άμμος κάτω από ισχυρές συνθήκες ανάδευσης. Κατά τη διαδικασία υπάρχει απώλεια μικρού ποσοστού άμμου, το οποίο όμως αναπληρώνεται μέσω συστήματος αυτόματης δοσομέτρησης συναρτήσσει της παροχής. Η δοσομέτρηση της άμμου ρυθμίζεται ώστε να καλύπτει τις απώλειες άμμου που υπάρχουν σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Δεξαμενή κροκιδώσης-ωρίμανσης: Στη δεξαμενή ωρίμανσης προστίθεται κροκιδωτικό υλικό υπό την μορφή πολυμερούς και κάτω από συνθήκες ανάδευσης λιγότερο έντονες από αυτές των προηγούμενων φάσεων. Τα σωματίδια του πολυμερούς προσκολλώνται στις κροκίδες που έχουν ήδη δημιουργηθεί αλλά και στην άμμο με αποτέλεσμα τον σχηματισμό ακόμη μεγαλύτερων και βαρύτερων σωματιδίων

Δεξαμενή Ελασματιαίας Καθίζησης: Οι κροκίδες που σχηματίστηκαν στη δεξαμενή ωρίμανσης διαχωρίζονται στη δεξαμενή καθίζησης όπου καθιζάνουν ταχύτατα λόγω της βαριάς λεπτόκοκκης άμμου και της μεγάλης επιφάνειας ανάσχεσης που δημιουργείται από τη συστοιχία των παραλλήλων ελασμάτων επί των οποίων επιτυγχάνεται ο μηδενισμός της ταχύτητας και η περαιτέρω συσσωμάτωση των

αιωρούμενων στερεών. Το μίγμα λάσπης/άμμος που καθιζάνει οδηγείται σε φρεάτιο με τη βοήθεια διαμετρικού ξέστρου που βρίσκεται στον πυθμένα της δεξαμενής. Από εκεί οδηγείται προς τον υδροκυκλώνα, όπου η άμμος διαχωρίζεται από τις κροκίδες (μέθοδος Vortex) και επιστρέφει στη δεξαμενή ταχείας ανάμιξης. Η περίσσεια λάσπης απομακρύνεται από την κορυφή του υδροκυκλώνα και οδηγείται στη μονάδα επεξεργασίας λάσπης. Η απομάκρυνση της λάσπης γίνεται μέσω δύο υποβρύχιων αντλιών εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική.

Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της μονάδας είναι: Μία αυτόματη εσχάρα, ένας κοχλίας μεταφοράς και ένας συμπιεστής των εσχαρισμάτων, δύο αντλίες ανακυκλοφορίας της ιλύος (η μία εφεδρική), ένα ξέστρο της δεξαμενής καθίζησης, δύο δοσομετρικές αντλίες του FeClSO_4 (η μία εφεδρική), δύο δοσομετρικές αντλίες πολυμερούς (η μία εφεδρική), δύο αναδευτήρες ταχείας ανάμιξης, ένας αναδευτήρας της δεξαμενής κροκίδωσης, ένας κοχλίας τροφοδοσίας της άμμου, ένα συγκρότημα παρασκευής του πολυμερούς, δύο μονάδες εξαερισμού και δύο αντλίες εξόδου πλημμυρικής παροχής (η μία εφεδρική).

3.20.3 Γραμμή της Ιλύος

Η περίσσεια ιλύς απομακρύνεται από το σύστημα της βιολογικής επεξεργασίας κατά τακτά χρονικά διαστήματα μέσω των δύο υποβρύχιων αντλιών που είναι εγκατεστημένες στα δύο αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Επίσης, περίσσεια ιλύος απομακρύνεται και από τη μονάδα πλημμυρικής παροχής. Το σύνολο της περίσσειας ιλύος οδηγείται προς τη Μονάδα Πάχυνσης της εγκατάστασης η οποία αποτελείται από μία κυκλική δεξαμενή διαμέτρου 10,0m. Η δεξαμενή διαθέτει μηχανισμό συλλογής που φέρει κατακόρυφες ράβδους, ώστε να διευκολύνεται η πάχυνση και συσσώρευση της λάσπης προς τον κώνο συλλογής. Η άντληση της παχυμένης ιλύος από τον πυθμένα της δεξαμενής γίνεται μέσω δύο αντλιών θετικής εκτόπισης (η μία σε ενεργητική εφεδρεία) είτε προς το κτίριο μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης (τράπεζα πάχυνσης και ταινιοφιλτρόπρεσα), είτε προς τις κλίνες ξήρανσης.

Η Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης και Μηχανικής Αφυδάτωσης αποτελείται από μία τράπεζα πάχυνσης και μία ταινιοφιλτρόπρεσα. Για την ολοκληρωμένη λειτουργία της μονάδας εντός του κτιρίου αυτής έχει εγκατασταθεί και ο ακόλουθος εξοπλισμός: ένα συγκρότημα παρασκευής πολυμερούς, δύο δοσομετρικές αντλίες πολυμερούς εκ των οποίων η μία εφεδρική, δύο αντλίες έκπλυσης της ταινιοφιλτρόπρεσας εκ των οποίων

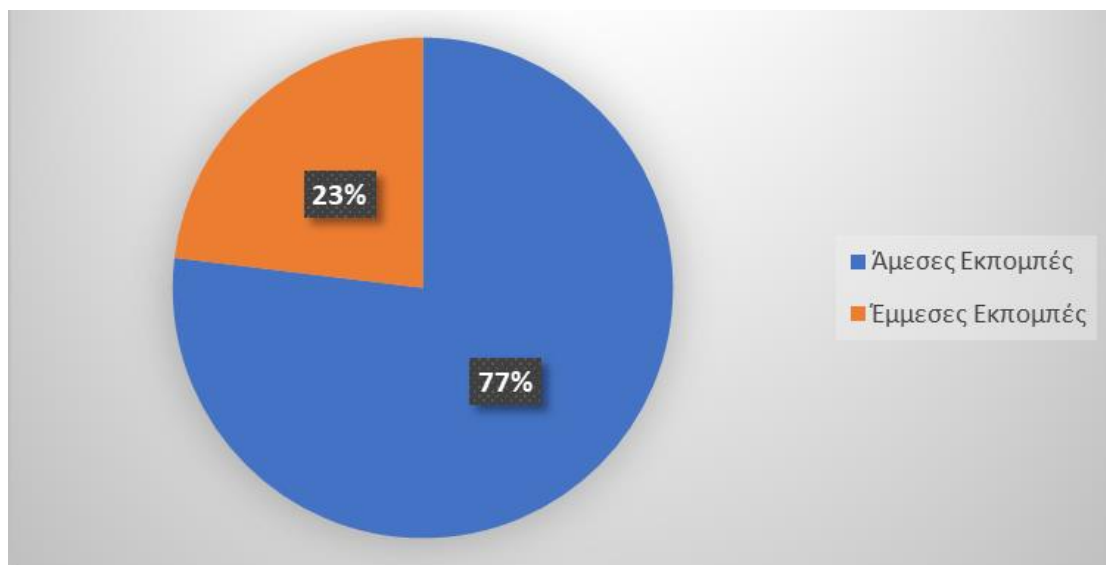
η μία εφεδρική, δύο κοιλίες απαγωγής της αφυδατωμένης ιλύος, ένας αεροσυμπιεστής και μία μονάδα εξαερισμού. Η αφυδάτωση της παχυμένης ιλύος μπορεί να γίνεται και σε κλίνες ξήρανσης. Έχουν κατασκευασθεί 19 ορθογωνικές κλίνες ξήρανσης συνολικής επιφάνειας περίπου 3.350m². Τα στραγγίδια συλλέγονται από στραγγιστήριους σωλήνες και οδηγούνται προς το αντλιοστάσιο στραγγιδίων.

Στο Αντλιοστάσιο Στραγγιδίων οδηγούνται το σύνολο των στραγγιδίων από τις μονάδες πάχυνσης και αφυδάτωσης της εγκατάστασης καθώς και από τις μονάδες προεπεξεργασίας και υποδοχής βοθρολυμάτων. Έχουν εγκατασταθεί συνολικά τέσσερις υποβρύχιες εκ των οποίων οι δύο βρίσκονται σε ενεργητική εφεδρεία. Τα στραγγίδια επανακυκλοφορούν στην είσοδο της εγκατάστασης και συγκεκριμένα στο κτίριο της προεπεξεργασίας ανάντη της μονάδας εσχάρωσης.

3.20.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε από το θεωρητικό μοντέλο 3.591 kWh/d, ενώ στην πραγματικότητα είναι 3.541 kWh/d.

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 12.995 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/κατ-d.



Εικόνα 19 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

3.21 Μονάδα 21

3.21.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 21, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, δυναμικότητας 111.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 52.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Βιολογική
- Απολύμανση-Χλωρίωση
- Φίλτρα άμμου
- UV Απολύμανση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αναερόβια χώνευση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

Αποδέκτης: Κανονικός

3.21.2 Γραμμή των Λυμάτων

Αντλιοστάσιο Ανύψωσης: Για την ανύψωση των λυμάτων και τη διέλευσή τους από τις μονάδες επεξεργασίας υπάρχει αντλιοστάσιο ανύψωσης πλησίον του φρεατίου άφιξης των λυμάτων στη νησίδα. Το αντλιοστάσιο βρίσκεται κατάντη του φρεατίου άφιξης και περιλαμβάνει δύο θαλάμους. Στον πρώτο θάλαμο οδηγούνται τα λύματα από το φρεάτιο άφιξης, και μέσω υπερχειλιστή πλάτους 2,20 m υπερχειλίζουν στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου. Στο αντλιοστάσιο είναι τοποθετημένες τρεις αντλίες (η μία εφεδρική) για την εξυπηρέτηση της παροχής. Τα αντλούμενα λύματα οδηγούνται μέσω καταθλιπτικού αγωγού PVC, στο φρεάτιο μερισμού πρωτοβάθμιας καθίζησης.

Το μανομετρικό λειτουργίας των αντλιών είναι 7,0 m με γεωμετρικό ύψος άντλησης 5,1 m. Έτσι, επιτυγχάνεται η διακίνηση των λυμάτων στα κατάντη έργα με βαρύτητα. Ο έλεγχος των αντλιών ανύψωσης γίνεται μέσω συστήματος μέτρησης στάθμης, τύπου υπερήχων.

Πρωτοβάθμια Καθίζηση: Η μονάδα περιλαμβάνει το φρεάτιο εισόδου – διανομής των λυμάτων στις δύο δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης και το αντλιοστάσιο απομάκρυνσης πρωτοβάθμιας ιλύος. Τα λύματα οδηγούνται μέσω αγωγού στο φρεάτιο μερισμού και εν συνεχεία στο φρεάτιο εισόδου στη μονάδα πρωτοβάθμιας καθίζησης. Το φρεάτιο μερισμού περιλαμβάνει δύο υπερχειλιστές πλάτους 1,0 m εφοδιασμένους με θυρόφραγμα για τη διανομή των λυμάτων στις δύο δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης (παρούσα και μελλοντική φάση). Επιπλέον στο φρεάτιο εισόδου υπάρχει θυρόφραγμα οπής, μέσω χειρισμού του οποίου είναι δυνατή η τροφοδοσία του παρακαμπτήριου αγωγού Φ500 και η απευθείας παροχέτευση των λυμάτων στο φρεάτιο μερισμού αερισμού. Στη μονάδα πρωτοβάθμιας καθίζησης συντελείται η πρωτοβάθμια επεξεργασία των λυμάτων. Στη συνέχεια τα λύματα και μέσω αγωγού PVC οδηγούνται στο μεριστή βιολογικής βαθμίδας. Η κυρίως δεξαμενή καθίζησης είναι ορθογωνικής κάτοψης διαστάσεων 8,0m x 38,5 m, με κλίση πυθμένα 1%. Το πλευρικό βάθος υγρού στο κατάντη άκρο είναι 3,05 m ενώ στη πλευρά εισόδου των λυμάτων το βάθος υγρού είναι 3,45 m. Η εκροή των λυμάτων προς το κανάλι εξόδου της δεξαμενής γίνεται μέσω διπλών υπερχειλιστών συνολικού μήκους υπερχειλίσεως 32 m. Απο το κανάλι εκροής εκκινεί αγωγός προς το φρεάτιο μερισμού της δεξαμενής αερισμού. Στην ανάντη πλευρά της δεξαμενής διαμορφώνονται δύο χοάνες για την συλλογή της καθιζάνουσας ιλύος η οποία απάγεται μέσω αντλίας προς τα έργα επεξεργασίας ιλύος. Το ξέστρο είναι κατασκευασμένο από GRP, με περιεκτικότητα σε ίνες υάλου μεγαλύτερη από 65% και ανοξείδωτο χάλυβα. Δύο διαδοχικά ξέστρα απέχουν μεταξύ τους απόσταση περίπου 5 m και η ταχύτητα εμπρόσθιας διέλευσης 1,2 m/sec, ρυθμιζόμενη μέσω μετατροπέα συχνότητας. Το ξέστρο κινείται κατ'αντιρροή της κίνησης των λυμάτων και κατά την επιστροφή του στην επιφάνεια της δεξαμενής πραγματοποιείται και η σάρωση των αφρών και επιπλεόντων στερεών. Η επιπλέουσα ιλύς οδηγείται έτσι σε σύστημα συλλογής αφρών τύπου σωλήνα, διαμέτρου DN 300 και εν συνεχεία σε παράπλευρο φρεάτιο αφρών. Η εκροή των προεπεξεργασμένων λυμάτων γίνεται υπεράνω

υπερχειλιστών στην κατάντη πλευρά της δεξαμενής. Το συνολικό μήκος υπερχειλίσης είναι 42 m περίπου.

Βιολογικοί Αντιδραστήρες: Υπάρχουν δύο βιολογικοί αντιδραστήρες. Κάθε αντιδραστήρας είναι συνολικού ωφέλιμου όγκου 2700 m³, χωρίζεται σε 8 διαμερίσματα με εγκάρσια τοιχεία για τη δημιουργία εμβολοειδούς ροής και περιλαμβάνει τρεις ζώνες. Η πρώτη ζώνη αποτελεί το αναερόβιο τμήμα (για την βιολογική αποφωσφόρωση των λυμάτων) και περιλαμβάνει ένα διαμέρισμα ωφέλιμου όγκου 219 m³ και ωφέλιμων διαστάσεων κάτοψης 4,25 x 10 x 5,20m. Ο αναερόβιος όγκος παρέχει χρόνο παραμονής για τη μέση ωριαία παροχή μεγαλύτερο από 1,5 ώρα. Έτσι, ο πραγματικός χρόνος παραμονής στον αναερόβια όγκο είναι μεγαλύτερος από 1 ώρα συνυπολογιζόμενης της παροχής ανακυκλοφορίας. Στο αναερόβιο διαμέρισμα οδηγείται και η ιλύς που ανακυκλοφορεί από τη δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης. Η δεύτερη ζώνη αποτελεί το ανοξικό τμήμα της δεξαμενής (για την απονιτροποίηση των λυμάτων) και περιλαμβάνει δύο διαμερίσματα ωφέλιμου όγκου έκαστο 405 m³ και διαστάσεων 7,8x 10 x 5,20 m. Η τρίτη ζώνη αποτελεί το αερόβιο τμήμα της δεξαμενής και περιλαμβάνει πέντε διαμερίσματα. Το πρώτο είναι ωφέλιμου όγκου 405 m³ και τα υπόλοιπα είναι όγκου 333 / 312 / 314 / 312 m³. Το πρώτο εκ των ανωτέρω διαμερισμάτων θα μπορεί να λειτουργεί και ως ανοξικός όγκος (κατά τη χειμερινή περίοδο). Η εκροή των λυμάτων γίνεται από το τελευταίο τμήμα της δεξαμενής υπεράνω υπερχειλιστή πλάτους 7,0 μέτρων περίπου. Τα υπερχειλίζοντα υγρά από κάθε δεξαμενή εκρέουν σε αβαθές κανάλι συλλογής πλάτους 1,0 m, του οποίου ο πυθμένας έχει κλίση προς το φρεάτιο εισόδου της αντίστοιχης δεξαμενής καθίζησης. Στο κανάλι εξόδου από τις δεξαμενές αερισμού γίνεται και η προσθήκη των χημικών αποφωσφόρωσης, ενώ είναι δυνατή η δοσομέτρηση αυτών και στη δεξαμενή αερισμού. Στο κανάλι συλλογής εγκαθίστανται τρία θυροφράγματα ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση μιας δεξαμενής αλλά και η επιλογή του εν λειτουργία συγκροτήματος αερισμού – καθίζησης. Από το τελευταίο διαμέρισμα αναρροφούν και οι αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας. Σε κάθε δεξαμενή θα εγκατασταθούν δύο αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας τύπου αξονικής ροής και δυναμικότητας έκαστη 350 m³/hr. Οι αντλίες οδηγούν το ανάμικτο υγρό σε φρεάτιο που διαμορφώνεται εντός της διαμερίσματος και εν συνεχεία σε κανάλι όδευσης κατά μήκος του διαχωριστικού τοιχείου των δύο δεξαμενών αερισμού πλάτους 0,45 m. Από εκεί και μέσω χειρισμού

θυροφραγμάτων είναι δυνατή η παροχέτευση του μικτού υγρού στο πρώτο ή δεύτερο ανοξικό διαμέρισμα.

Εγκατάσταση Φυσητήρων: Οι φυσητήρες αερισμού είναι εγκατεστημένοι στο κτίριο φυσητήρων, το οποίο κατασκευάζεται σε δομική συνέχεια με το κτίριο χημικών. Το κτίριο είναι διαστάσεων κάτοψης 7,0x9,50 m και επαρκεί για την εγκατάσταση των φυσητήρων. Το κτίριο διαθέτει την αναγκαία για τη προσκόμιση του εξοπλισμού θύρα καθώς και πλήρες σύστημα εξαερισμού. Οι φυσητήρες είναι πλήρως εξοπλισμένοι με σιγαστήρες, φίλτρα αέρα και ηχομονωτικά καλύματα για τη μείωση της στάθμης θορύβου <85 dB σε απόσταση 1 μ. Ο έλεγχος της λειτουργίας των φυσητήρων γίνεται βάσει της μέτρησης της συγκέντρωσης DO στη δεξαμενή αερισμού και μετατροπείς συχνότητας 90 kw (1 ανά φυσητήρα).

Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης: Τα λύματα από το κανάλι εκροής κάθε βιολογικού αντιδραστήρα και μέσω καμπύλου υπερχειλιστή μήκους 6 m εκρέουν στο φρεάτιο εισόδου της αντίστοιχης δεξαμενής τελικής καθίζησης. Το κανάλι εκροής είναι εφοδιασμένο με θυροφράγματα ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση της μίας εκ των δύο δεξαμενών. Το φρεάτιο εισόδου είναι διαστάσεων κάτοψης 2,0 x 6,0 m και η επικοινωνία του με τη κυρίως δεξαμενή καθίζησης γίνεται μέσω υποβρύχιας οπής στο ύψος του δαπέδου στο ενδιάμεσο τοίχιο ύψους 0,25 m. Η κυρίως δεξαμενή καθίζησης είναι διαστάσεων κάτοψης 48,85 x 6 m ωφέλιμης επιφάνειας καθίζησης 295 m². Για τη β' φάση του έργου προβλέπεται η κατασκευή δύο όμοιων δεξαμενών καθίζησης. Ο πυθμένας των δεξαμενών παρουσιάζει κλίση της τάξης του 1% με ωφέλιμο πλευρικό βάθος ανάντη 3,00 μ και κατάντη 3,40 μ. Στη κατάντη πλευρά κάθε δεξαμενής δημιουργούνται δύο χοάνες για τη συλλογή της ιλύος. Η υπερχειλίση των διαυγασμένων λυμάτων από κάθε δεξαμενή γίνεται μέσω πλευρικού υπερχειλιστή μήκους 32 m. Τα διαυγασμένα υγρά εκρέουν σε φρεάτιο εκροής και μέσω αγωγού καταλήγουν στο φρεάτιο τροφοδοσίας της δεξαμενής χλωρίωσης. Για τη συλλογή και απομάκρυνση των αφρών που δημιουργούνται στο φρεάτιο εισόδου και τη δεξαμενή καθίζησης τοποθετούνται δύο σωλήνες συλλογής αφρών DN 300 μέσω των οποίων οι αφροί οδηγούνται σε πλευρικό φρεάτιο συλλογής. Η ιλύς που καθιζάνει στους κώνους συλλογής της δεξαμενής καθίζησης οδηγείται στο αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ιλύος από όπου αντλείται προς το αναερόβιο διαμέρισμα της δεξαμενής αερισμού. Από το αντλιοστάσιο επίσης αναρροφάται η περίσσεια ιλύ προς τη μονάδα επεξεργασίας υλύος.

Εγκατάσταση Χλωρίωσης – Δεξαμενή Χλωρίωσης: Η εκροή από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης συλλέγεται σε φρεάτιο και από εκεί οδηγείται μέσω αγωγού Φ500 στο φρεάτιο εισόδου της δεξαμενής χλωρίωσης. Η δεξαμενή απολύμανσης έχει όγκο 240 m³. Από το φρεάτιο εισόδου τα λύματα οδηγούνται στο κανάλι τροφοδοσίας της δεξαμενής απολύμανσης - μέτρησης παροχής πλάτους 0,80 m και εν συνεχεία στη δεξαμενή απολύμανσης. Η μέτρηση της παροχής γίνεται σε στένωση τύπου Venturi. Ανάντη αυτής παρέχεται ελεύθερο μήκος ροής για διασφάλιση της πιστότητας της μέτρησης. Στην είσοδο του καναλιού είναι εγκατεστημένο θυρόφραγμα ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση της δεξαμενής χλωρίωσης και η διοχέτευση της παροχής στη διώρυγα παράκαμψης και εν συνεχεία στο φρεάτιο εξόδου της μονάδας. Η έξοδος από τη δεξαμενή γίνεται υπεράνω υπερχειλιστή πλάτους 1,27 m, ώστε να διατηρείται σταθερό βάθος ροής στη δεξαμενή (2m). Από το φρεάτιο εξόδου τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται μέσω αγωγού Φ500 στο φρεάτιο φόρτισης των υποθαλάσσιων αγωγών. Επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα εκκένωσης της δεξαμενής προς το φρεάτιο φόρτισης μέσω βάνας εκκένωσης και αγωγού Φ100. Πλησίον της δεξαμενής κατασκευάζεται κτίριο που επαρκεί για τη στέγαση του απαιτούμενου εξοπλισμού για τη τελική φάση των έργων. Η πρόσβαση στο κτίριο γίνεται μέσω μεταλλικής κλίμακας και διαδρόμου που διαμορφώνεται στη διώρυγα παράκαμψης της δεξαμενής.

3.21.3 Γραμμή της Ιλύος

Παχυντής Πρωτοβάθμιας Ιλύος: Η πρωτοβάθμια ιλύς αντλείται από τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης και μέσω αγωγού Φ110 οδηγείται σε δεξαμενή στατικής πάχυνσης και εν συνεχεία σε μονάδα μηχανικής πάχυνσης τύπου περιστρεφόμενου τυμπάνου. Η δεξαμενή στατικής πάχυνσης βρίσκεται πλησίον του κτιρίου μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης. Είναι κλειστή, κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, με διαστάσεις 7,0 x 5,15 m, ωφέλιμου βάθους 5 m και ωφέλιμου όγκου 180 m³. Ο πυθμένας της διαμορφώνεται με κλίση προς φρεάτιο συλλογής από όπου και αναρροφάται η ιλύς προς περαιτέρω επεξεργασία. Επί της οροφής της δεξαμενής διαμορφώνονται κατάλληλα ανοίγματα εφοδιασμένα με μεταλλικά καλύματα/ εσχάρες ώστε να είναι δυνατή η επιθεώρηση του εξοπλισμού της δεξαμενής. Στη δεξαμενή εγκαθίσταται ένας υποβρύχιος αναδευτήρας του οίκου Flygt τύπος SR4640 ισχύος 3,3 KW. Πλησίον της δεξαμενής κατασκευάζεται αντλιοστάσιο για τη τροφοδοσία του μηχανικού παχυντή. Εγκαθίστανται δύο αντλίες τύπου mono (η μία εφεδρική), του οίκου Pcm, μοντέλο MR 62I5 παροχής 15 m³/hr / 135 rpm. ρυθμιζόμενης μέσω

μετατροπέα συχνότητας και ισχύος 5,5KW. Ο μηχανικός παχυντής είναι δυναμικότητας 15 m³/hr ιλύος συγκέντρωσης 1 – 5 %. Η ονομαστική παροχή των 15 m³/hr αναφέρεται σε συγκέντρωση εισόδου 3%. Στον παχυντή επιτυγχάνεται αύξηση της συγκέντρωσης ιλύος σε ποσοστό >6% και η μέγιστη κατανάλωση πολυηλεκτρολύτη είναι 5 gr ενεργής ουσίας / kg DS. Αρχικά, η πρωτοβάθμια ιλύς τροφοδοτείται στο δοχείο ανάμιξης πάχυνσης, όπου επίσης μπορεί να γίνεται έγχυση διαλύματος πολυηλεκτρολύτη. Η δοσομέτρηση του πολυηλεκτρολύτη τότε γίνεται σε συνάρτηση με την παροχή εισόδου και τη συγκέντρωση των στερεών. Με την τροφοδοσία του παρασκευασμένου πολυηλεκτρολύτη στην προς πάχυνση λάσπη σχηματίζεται στο δοχείο ανάμιξης κροκιδωμένη λάσπη. Στη συνέχεια, η κροκιδωμένη ιλύς ρέει με βαρύτητα στο εσωτερικό μηχανικό παχυντή. Εκεί βρίσκεται τοποθετημένο με κλίση ένα σταθερό τύμπανο – φίλτρο με διάκενα περίπου 200 μm. Σε αυτό το φίλτρο συγκρατείται η λάσπη και φιλτράρεται η υγρή φάση. Ένας αργόστροφος κοχλίας (1-6 στροφές το λεπτό) τοποθετημένος στο εσωτερικό του φίλτρου συλλέγει την λάσπη και τη προωθεί (με την βοήθεια της κλίσης που υπάρχει) στην έξοδο του μηχανικού παχυντή και στη συνέχεια στο κάδο εναπόθεσης παχυμένης λάσπης. Ο αργόστροφος κοχλίας είναι εφοδιασμένος με βούρτσα στη περιφέρεια του σπειρώματος για τον καθαρισμό του φίλτρου από τις επικαθίσεις των στερεών. Από τον κάδο εναπόθεσης της παχυμένης ιλύος αναρροφά αντλία θετικής εκτόπισης για περαιτέρω επεξεργασία της. Για τις ανάγκες της τελικής φάσης του έργου προβλέπεται στο κτίριο μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης, ο απαιτούμενος χώρος για τη τοποθέτηση ενός όμοιου μηχανικού παχυντή με αντλία παχυμένης πρωτοβάθμιας ιλύος. Επίσης προβλέπεται ο απαιτούμενος χώρος για την εγκατάσταση μονάδας παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη, και την εγκατάσταση εφεδρικών αντλιών.

Πάχυνση περίσσειας ιλύος: Η περίσσεια ιλύς που αντλείται από κάθε δεξαμενή καθίζησης οδηγείται σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης και εν συνεχεία σε εγκατάσταση μηχανικής πάχυνσης. Η δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης κατασκευάζεται πλησίον του κτιρίου μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης και είναι ορθογωνικής κάτοψης διαστάσεων 7,0x 6,85 mxm, με βάθος υγρών 5,0 m ωφέλιμου όγκου 240 m³. Στη δεξαμενή εγκαθίσταται επίσης υποβρύχιος αναδευτήρας. Στη συνέχεια η περίσσεια ιλύς αντλείται προς τη μονάδα μηχανικής πάχυνσης (τράπεζα πάχυνσης). Εγκαθίσταται δύο αντλίες η μία εφεδρική, παροχής 90 m³/hr, του οίκου PCM, ισχύος 15 KW με ρύθμιση παροχής μέσω μετατροπέα συχνότητας. Το πλαίσιο

της τράπεζας είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα και η ταινία από polyester διαπερατότητας 600 μm. Το μήκος της ταινίας είναι 10,2 m και η ενεργή επιφάνεια είναι 9 m². Η μηχανή φέρει επί του πλαισίου δοχείο κροκίδωσης όγκου 540 lt με σωλήνα διανομής και αναμίκτη από ανοξείδωτο χάλυβα ισχύος 0,37 KW μεταβλητής ταχύτητας περιστροφής. Για τη βελτιστοποίηση της κροκίδωσης είναι δυνατή η προσθήκη του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη σε τρεις θέσεις (στο δοχείο κροκίδωσης και σε δύο θέσεις ανάντη στον καταθλιπτικό αγωγό τροφοδοσίας λάσπης). Η παχυμένη ιλύς από την έξοδο της τράπεζας απορρίπτεται σε χοάνη υποδοχής διαστάσεων 424x424 mm ενσωματωμένη στην αντλία απομάκρυνσης. Η αντλία φέρει σύστημα ξηρής προστασίας - σύστημα ανίχνευσης στάθμης στη χοάνη τροφοδοσίας, και καταθλίβει στη μονάδα αναερόβιας χώνευσης.

Χώνευση Ιλύος: Η παραγωγή αερίου μπορεί να εκτιμηθεί σε 980-1.000 lt/Kg χωνευόμενων πτητικών ουσιών και η αποθήκευσή του κρίνεται απαραίτητη καθώς απαιτείται αντιστάθμιση των διακυμάνσεων παραγωγής του κατά την διάρκεια μιας ημέρας, καθώς η τροφοδοσία της νωπής ιλύος είναι μεταβλητή. Η αποθήκευση πραγματοποιείται σε αεριομετρικό κώδωνα που επικοινωνεί με τους χωνευτές υπό πίεση 20 εκατοστών στήλης ύδατος. Υπάρχουν δύο πρωτοβάθμιοι χωνευτές διαμέτρου 12,9 m ο κάθε ένας και ωφέλιμου όγκου 900 m³. Ο χρόνος χώνευσης είναι ίσος με $900/48=18,75$ days και το φορτίο των πτητικών αιωρούμενων στερεών ίσο με: $2.062/900=2,29$ Kg/m³. Εκτός από τους πρωτοβάθμιους χωνευτές βρίσκεται εγκατεστημένος και δευτεροβάθμιος χωνευτής στον οποίο οδηγείται η χωνευμένη ιλύς διαμέτρου 10,2 m και όγκου 500 m³. Για την θέρμανση των χωνευτών χρησιμοποιούνται δύο λέβητες θερμικής ισχύος 110.000 Kcal/hr ο κάθε ένας και σωληνωτοί εναλλάκτες θερμότητας (ένας ανά δεξαμενή πρωτοβάθμιας χώνευσης). Για τους δύο χωνευτές υπολογίζεται σύνολο απωλειών: 420.500 Kcal/day ενώ για την θέρμανση της ιλύος 96 m³/day (=2*48 m³/day*line) απαιτείται ποσό θερμότητας: 2.016.000 Kcal/day. Τέλος υπολογίζονται απώλειες κατά την μεταφορά ύψους 60.100 Kcal/day. Αθροίζοντας τις επιμέρους απώλειες προκύπτει τιμή ίση με 2.496.600 Kcal/day ή 104.025 Kcal/day. Ο κάθε λέβητας θερμικής ισχύος 110.000 Kcal/day επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της χώνευσης. Η μέση ημερήσια παραγωγή αερίου για τους δύο χωνευτές είναι: 2.062 KgVSS/day * 1 m³/KgVSS = 2.062 m³/day (=86m³/hr) και η θερμική του ικανότητα ανέρχεται σε: $2.062*5.500= 11.341.000$ Kcal/day δηλαδή πολλαπλάσια της απαιτούμενης για θέρμανση των χωνευτών.

Χρησιμοποιείται συνεπώς δαυλός που μπορεί να καίει τουλάχιστον 86 m³/hr άρα δαυλός των 100 m³/hr. Στο υπάρχον σύστημα εναλλακτών η ιλύς κάθε πρωτοβάθμιας δεξαμενής χώνευσης επανακυκλοφορεί και αναθερμαίνεται σε διάταξη αποτελούμενη από ομοαξονικούς σωλήνες. Στον κεντρικό σωλήνα κυκλοφορεί η ιλύς ενώ στον εξωτερικό (δακτυλιωτό μέρος εναλλάκτη) κυκλοφορεί το νερό θέρμανσης κατά αντிரροή.

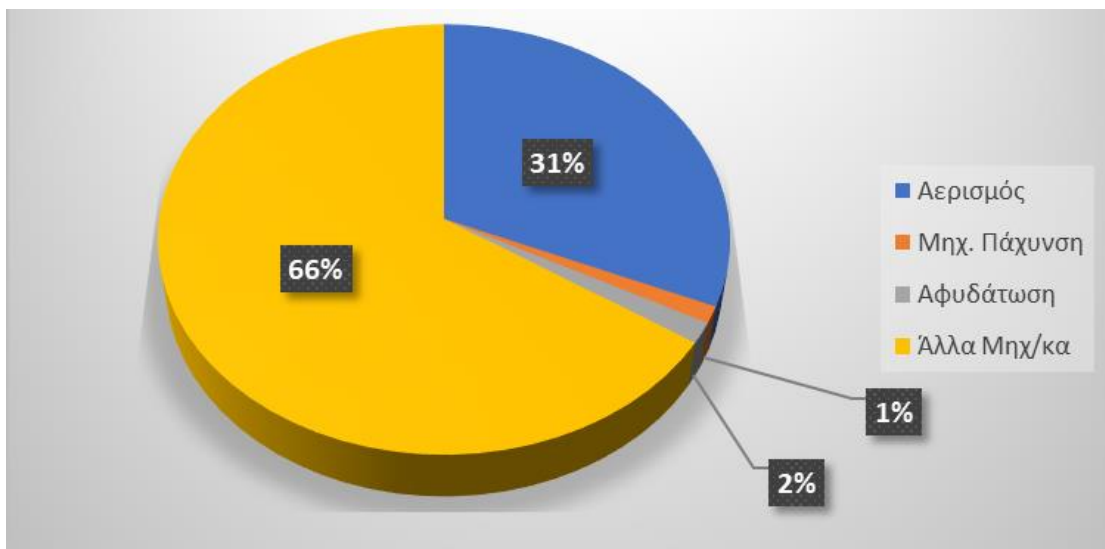
Δεξαμενή Αποθήκευσης Ιλύος: Η χωνευμένη ιλύς από τη μονάδα αναερόβιας χώνευσης οδηγείται δια βαρύτητας σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης. Η δεξαμενή κατασκευάζεται πλησίον του κτιρίου μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης, σε δομική συνέχεια με τη δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης περίσσειας ιλύος. Είναι ωφέλιμου όγκου 105 m³ και επαρκεί για την αποθήκευση της παραγόμενης ιλύος για περισσότερες από 2 ημέρες. Η δεξαμενή είναι κλειστή, κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, με διαστάσεις 7,0 x 3,0, βάρους υγρών 5 m. Ο πυθμένας διαμορφώνεται με κλίση προς το κώνο συλλογής από όπου και αναρροφάται η ιλύς προς περαιτέρω επεξεργασία. Επί της οροφής της δεξαμενής διαμορφώνονται κατάλληλα ανοίγματα εφοδιασμένα με μεταλλικά καλύμματα/ εσχάρες ώστε να είναι δυνατή η επιθεώρηση του εξοπλισμού της δεξαμενής.

Αφυδάτωση Ιλύος: Η εγκατάσταση των μονάδων μηχανικής πάχυνσης και αφυδάτωσης γίνεται σε ενιαίο κτίριο κατάλληλα χωροθετημένο το οποίο επαρκεί για την εγκατάσταση του απαιτούμενου κατά τη τελική φάση του έργου εξοπλισμού (2 τράπεζες πάχυνσης, 2 ταινιοφιλτρόπρεσσες, συγκροτήματα πολυηλεκτρολύτη, 2 μηχανικοί παχυντές πρωτοβάθμιας ιλύος και βοηθητικός εξοπλισμός). Το κτίριο είναι διαστάσεων κάτοψης 21.0 x 15,50 m. Για τη πρόσβαση στο κτίριο διατίθενται δύο εισόδοι, ενώ περιμετρικά στο κτίριο θα τοποθετηθούν ανοιγόμενα παράθυρα/ φεγγίτες. Στο δάπεδο του κτιρίου διαμορφώνονται κανάλια και φρεάτια για τη συλλογή των υγρών έκπλυσης και την διοχέτευσή τους στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων. Για την αποθήκευση του στερεού πολυηλεκτρολύτη διατίθεται επαρκής χώρος πλησίον της κεντρικής εισόδου. Η εγκατάσταση μηχανικής αφυδάτωσης τροφοδοτείται με χωνευμένη ιλύ από το αντλιοστάσιο της δεξαμενής προσωρινής αποθήκευσης και περιλαμβάνει ταινιοφιλτρόπρεσσα αφυδάτωσης πλάτους ταινίας 2 m, ενεργούς επιφάνειας φίλτρανσης 30 m², δυνατότητας επεξεργασίας 6 – 35 m³/hr ιλύος, συγκέντρωσης 3 – 8 % με συγκέντρωση στερεών στην έξοδο > 28 %. Η ταινιοφιλτρόπρεσσα είναι σύγχρονης τεχνολογίας, υψηλής συμπίεσης με 3 βαθμίδες

αφυδάτωσης. Η τροφοδοσία της μονάδας με πολυηλεκτρολύτη θα γίνεται μέσω της μονάδας που πολυηλεκτρολύτη παροχής 2800lt/hr, που περιγράφησε παραπάνω, η οποία είναι κοινή για τη μονάδα πάχυνσης και αφυδάτωσης της ιλύος. Επιπλέον, θα εγκατασταθούν δύο αντλίες δοσομέτρησης του διαλύματος πολυηλεκτρολύτη.

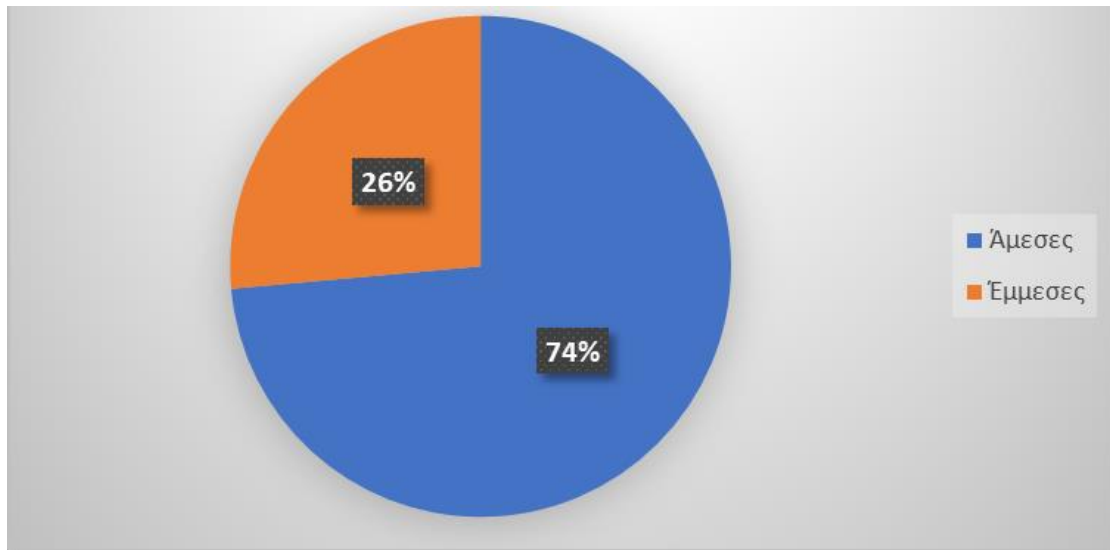
3.21.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 9.024 kWh/d, ενώ η πραγματική κατανάλωση 9.374 kWh/d. Το κόστος αυτό είναι σχετικά υψηλό για το μέγεθος της εγκατάστασης και σχετίζεται πιθανότητα με το εύρος της επεξεργασίας που πραγματοποιείται. Στο γράφημα παρουσιάζεται το ποσοστό αερισμού στην εγκατάσταση. Το χαμηλό ποσοστό του αερισμού έχει να κάνει με το αυξημένο πλήθος μηχανολογικών εγκαταστάσεων της υπό μελέτη μονάδας.



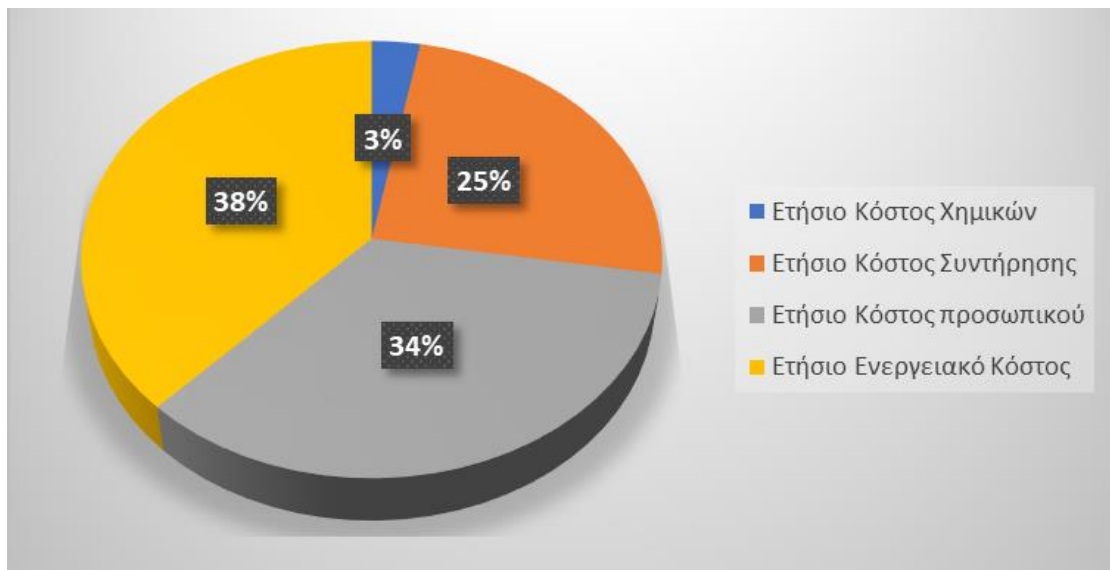
Εικόνα 20 Κατανομή ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 13.245 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/κατ-d.



Εικόνα 21 Κατανομή εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 24.000 €, το κόστος συντήρησης 200.000 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 280.800 €. Τελικά, έχουμε συνολικό κόστος της εγκατάστασης 812.000 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα.



Εικόνα 22 Κατανομή του κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης

3.22 Μονάδα 22

3.22.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 22, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος παρατεταμένου αερισμού, δυναμικότητας 104.000 κατοίκων που πραγματικά

εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 63.000 ισοδύναμων κατοίκων (με αιχμή 78.000) και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση Αζώτου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

Αποδέκτης: Κανονικός

Έχει σχεδιαστεί με βάση τα στοιχεία:

Πίνακας 4 Δεδομένα σχεδιασμού ΕΕΛ Μονάδας 22

Αστικά Λύματα	
Ισοδύναμος πληθυσμός (κάτοικοι)	104200
Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων (m ³ /d)	22920
Ημερήσια παροχή βοθρολυμάτων (m ³ /d)	45
BOD ₅ (Kg/d)	6250
Αιωρούμενα στερεά (SS) (Kg/d)	7610
Ολικό άζωτο (TN) (Kg/d)	1260
Φώσφορος (P) (Kg/d)	220
Υγρά απόβλητα παραγωγικών/βιομηχανικών μονάδων	
Δημοτικά σφαγεία	

Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων (m ³ /d)	100
BOD ₅ (Kg/d)	600
ΒΙ.ΠΕ. Λαμίας	
Μέση ημερήσια παροχή λυμάτων (m /d)	1770
BOD ₅ (Kg/d)	35

3.2.2 Γραμμή των Λυμάτων

Οι δύο οξειδωτικές τάφροι τύπου Carousel κατασκευάστηκαν ως τμήματα της Α' Φάσης. Κάθε δεξαμενή έχει όγκο 6.075 m³. Σε κάθε οξειδωτική τάφρο εγκαταθίστανται δύο υποβρύχιοι προωθητές ροής για την ικανοποιητική αιώρηση της βιομάζας. Σε κάθε δεξαμενή έχουν εγκατασταθεί δύο επιφανειακοί αεριστήρες ισχύος 75kW, κατακόρυφου άξονα, συνολικής δυναμικότητας 4 x 145,00 = 580kgO₂/h για τις δύο οξειδωτικές τάφρους. Σε κάθε βιολογικό αντιδραστήρα έχουν εγκατασταθεί δύο οξυγονόμετρα και οι σχετικές ενδείξεις μεταφέρονται στο Κέντρο Ελέγχου (ΚΕΛ) της εγκατάστασης.

Η έξοδος του ανάμικτου υγρού από κάθε βιοντιδραστήρα γίνεται μέσω ρυθμιζόμενου υπερχειλιστή, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης της βύθισης των αεριστήρων και συνεπώς της οξυγονωτικής ικανότητάς τους.

Για την κάλυψη των αυξημένων υδραυλικών και ρυπαντικών φορτίων κατασκευάστηκε τρίτη γραμμή λειτουργίας. Ο νέος βιοαντιδραστήρας, ο οποίος αποτελείται από δύο δίδυμες γραμμές, παρέχει τη δυνατότητα για απονιτροποίηση και αερισμό σε προκαθορισμένου όγκου δεξαμενές.

Η μέθοδος επεξεργασίας που εφαρμόζεται είναι αυτή της ενεργού ιλύος με σταθεροποίηση της βιολογικής ιλύος. Περιλαμβάνει βιολογική απομάκρυνση αζώτου με απονιτροποίηση, οξείδωση του οργανικού φορτίου και νιτροποίηση, ήτοι ανοξική και αερόβια ζώνη σε σειρά. Η βιολογική απομάκρυνση του αζώτου γίνεται στη δεξαμενή απονιτροποίησης όπου ανακυκλοφορείται το ανάμικτο υγρό από τη δεξαμενή αερισμού. Η ανάδευση της δεξαμενής απονιτροποίησης για την κυκλοφορία και την ανάμιξη της βιομάζας γίνεται με υποβρύχιους οριζόντιους αναδευτήρες εντός της δεξαμενής. Η έξοδος των λυμάτων από τη δεξαμενή απονιτροποίησης προς τη

δεξαμενή αερισμού γίνεται μέσω οπής επικοινωνίας. Η νιτροποίηση και η οξείδωση του οργανικού φορτίου γίνεται στη δεξαμενή νιτροποίησης (αερισμού).

Η παροχή οξυγόνου στη δεξαμενή αερισμού γίνεται με εμφύσηση ατμοσφαιρικού αέρα στη μάζα των λυμάτων. Η διάχυση του αέρα γίνεται από διαχύτες λεπτής φυσαλίδας, εγκατεστημένους κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής αερισμού. Οι διαχύτες είναι κατασκευασμένοι από ελαστική μεμβράνη, που διαστέλλεται κατά την παροχέτευση αέρα και συστέλλεται κατά την παύση ροής του αέρα, ούτως ώστε να αποφεύγεται η έμφραξη τους από αποθέσεις στερεών. Προ της εισόδου του κάθε κλάδου τροφοδοσίας αέρα μέσα στη δεξαμενή αερισμού υπάρχει δικλείδα απομόνωσης και ρύθμισης της παροχής αέρα. Η τροφοδοσία του πεπιεσμένου αέρα για τις ανάγκες οξυγόνωσης γίνεται από φυσητήρες. Έχουν εγκατασταθεί συνολικά πέντε φυσητήρες, οι οποίοι λειτουργούν με κυκλική εναλλαγή για την ομοιόμορφη φθορά τους. Οι φυσητήρες είναι λοβοειδείς, τριών λοβών και διαθέτουν δικλείδες απομόνωσης και αντεπιστροφής, φίλτρα εισαγωγής αέρα, σιγαστήρες εισαγωγής και εξαγωγής, καθώς και βαλβίδες υπερπίεσης ασφαλείας και αντικραδασμικά στηρίγματα βάσης. Έχουν εγκατασταθεί σε στεγασμένο χώρο με επαρκή εξαερισμό και κατάλληλη ηχομόνωση. Οι πέντε φυσητήρες που προσδίδουν αέρα στη νέα γραμμή είναι ισχύος 45kW ο καθένας, συνολικής δυναμικότητας $5 \times 90,00 = 450\text{kgO}_2/\text{h}$.

Ο συνολικός όγκος του βιολογικού αντιδραστήρα (ανοξικό και αερόβιο τμήμα) είναι 6079 m^3 .

Στο πλαίσιο της λειτουργίας και συντήρησης της εν λόγω εγκατάστασης διεξάγονται εργαστηριακές αναλύσεις σε δείγματα ανεπεξέργαστων και επεξεργασμένων λυμάτων καθώς και ανάμικτου υγρού.

Πίνακας 5 Διακύμανση αιωρούμενων στερεών ανάμικτου υγρού στους βιολογικούς αντιδραστήρες

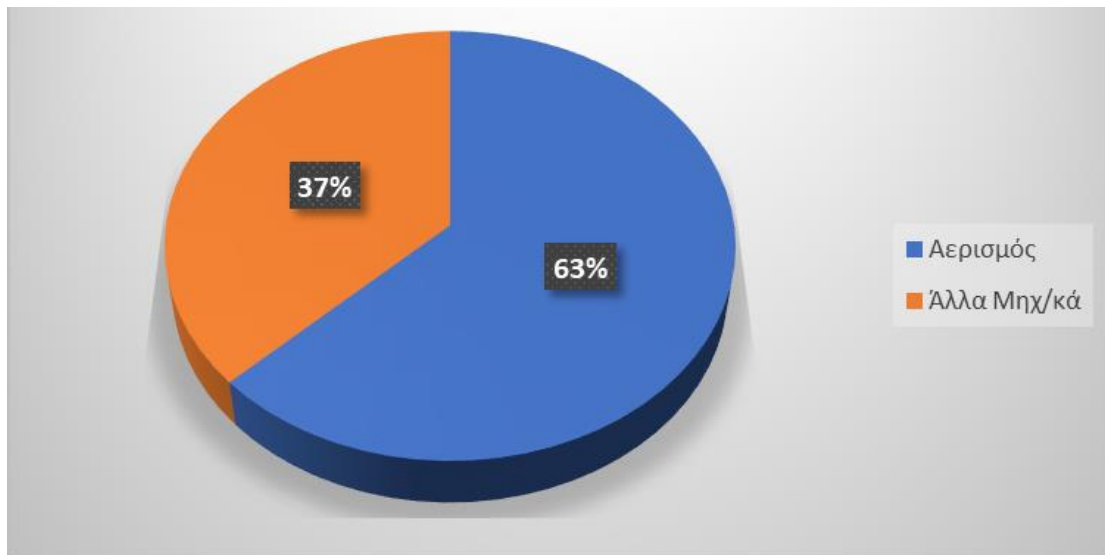
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ MLSS (mg/l)				
A/A	ΑΕΡΙΣΜΟΣ 1	ΑΕΡΙΣΜΟΣ 2	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΤΑΦΡΟΣ	ΔΥΤΙΚΗ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΤΑΦΡΟΣ
1	5792	5922	7438	8444

2	5568	5702	6820	6226
3	5580	5432	7218	6442
4	5288	5354	6922	6830
5	4740	4490	7168	6432
6	5182	4904	7096	6470
7	4948	4920		6560
M.O.	5299,71	5246,29	7110,33	6772,00

Παρατηρούμε στον πίνακα 3, πως τα ανεπεξέργαστα λύματα που εισέρχονται στην εγκατάσταση έχουν μειωμένο ρυπαντικό φορτίο σε σχέση με τα φορτία σχεδιασμού. Με βάση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ανεπεξέργαστων λυμάτων, θεωρούμε για τις ανάγκες της έκθεσης το μέσο όρο των παραμέτρων. Το ίδιο ισχύει και για τα αιωρούμενα στερεά ανάμικτου υγρού στους βιοαντιδραστήρες της μονάδας.

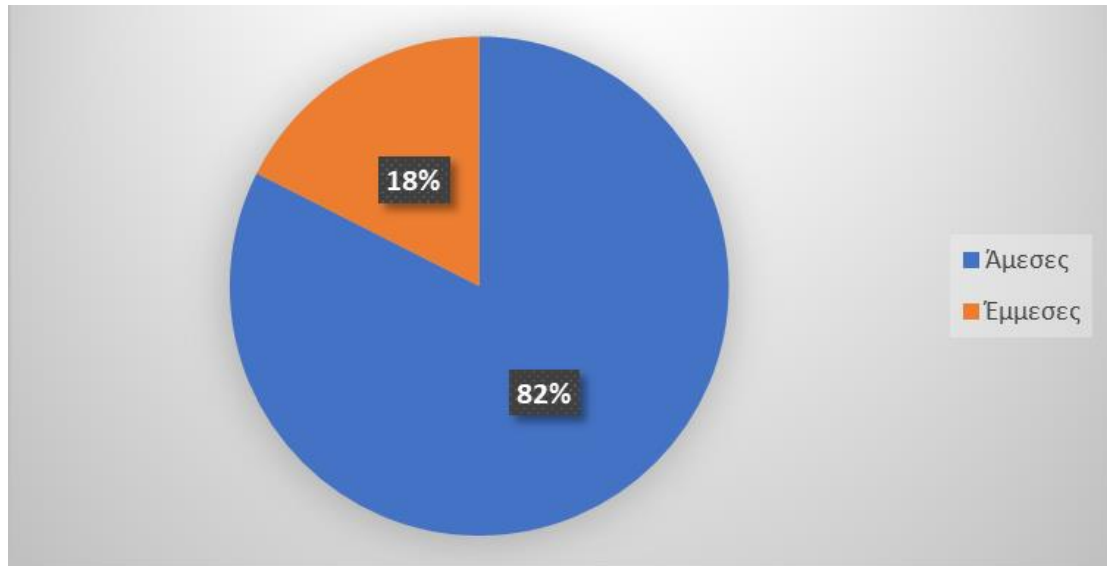
3.22.3 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 12.951 kWh/d, ενώ η πραγματική κατανάλωση είναι 9.897 kWh/d.



Εικόνα 23 Ποσοστό αερισμού στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση

Με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 30.308 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,5 kgCO₂/m³.



Εικόνα 24 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Το ετήσιο κόστος των χημικών υπολογίζεται στα 50.000 €.

3.23 Μονάδα 23

3.23.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 23 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει δυναμικότητα 88.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 77.200 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Σταθεροποίηση (Αερόβια)

- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

3.23.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Τα λύματα εισέρχονται στην εγκατάσταση και συγκεκριμένα στο Φρεάτιο Άφιξης μέσω του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού (ΚΑΑ) που είναι διαμέτρου Φ1000. Το φρεάτιο άφιξης περιλαμβάνει τον θάλαμο εισόδου, το κανάλι χονδροεσχάρωσης μετά του σχετικού Η/Μ εξοπλισμού, τη διάταξη υπερχειλίσης ασφαλείας με το μετρητή παροχής και το κανάλι παράκαμψης προς τον τελικό αποδέκτη της εγκατάστασης. Η χονδροεσχάρωση γίνεται μέσω μηχανικής αυτόματης χονδροεσχάρας υδραυλικού τύπου με ξέστρο αναρτημένο σε βραχίονα το οποίο καθαρίζει την εσχάρα και συλλέγει τα εσχαρίσματα σε ειδικό δοχείο, τα οποία μέσω μεταφορικής ταινίας οδηγούνται στους δύο κάδους συλλογής. Ανάντη της εσχάρας υπάρχουν δύο χειροκίνητα θυροφράγματα ένα για την απομόνωση της εσχάρας κι ένα για την γενική παράκαμψη της εγκατάστασης. Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται σε φρεάτιο εκροής, στο οποίο υπάρχει ηλεκτροκίνητο ρυθμιστικό θυρόφραγμα, ώστε να είναι δυνατή η γενική ή μερική παράκαμψη σε περιόδους πλημμυρικής παροχής και σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Στο κανάλι υπερχειλίσης έχει εγκατασταθεί όργανο μέτρησης στάθμης υπερήχων. Τέλος εντός του κτιρίου έχει εγκατασταθεί και ανυψωτικός μηχανισμός των κάδων των εσχαρισμάτων.

Τα λύματα από το αντλιοστάσιο ανύψωσης οδηγούνται στο Κτίριο Εσχάρωσης. Εντός του κτιρίου εκτός του συνόλου της μονάδας εσχάρωσης εγκαθίσταται και μέρος του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της μονάδας εξάμμωσης – απολίπανσης (φουσητήρες). Η μονάδα εσχάρωσης αποτελείται από δύο (2) αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες τοξωτού τύπου και μία εφεδρική χειροκίνητη εσχάρα. Η απομάκρυνση των εσχαρισμάτων γίνεται μέσω ξέστρου κατάλληλης μορφής, η κίνηση του οποίου επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτρομειωτήρα.

Στην έξοδο της μονάδας εσχάρωσης και πριν την είσοδο των λυμάτων στην μονάδα εξάμμωσης – απολίπανσης είναι εγκατεστημένη η Μονάδα Μέτρησης Παροχής, η οποία αποτελείται από διάταξη μέτρησης σε ανοιχτή διώρυγα με την τοποθέτηση στένωση τύπου Venturi.

Από το κτίριο των εσχάρων τα λύματα οδηγούνται στη Μονάδα Εξάμμωσης – Απολίπανσης. Η μονάδα αποτελείται από δύο (2) αεριζόμενες ορθογωνικές δεξαμενές

ειδικής τραπεζοειδούς διατομής που επιτυγχάνουν ταυτόχρονη απομάκρυνση της άμμου και των λιπών από τα λύματα. Αμφότερες οι δεξαμενές εξοπλίζονται με ανεξάρτητη παλινδρομική γέφυρα, η οποία μεταφέρει αφ' ενός ξέστρο πυθμένα για την απόξεση της άμμο στο αντλιοστάσιο απομάκρυνσης και αφ' ετέρου ξέστρο επιφάνειας το οποίο σαρώνει τα επιπλέοντα λίπη και έλαια που συσσωρεύονται επιφανειακά στον χώρο επίπλευσης. Ο αερισμός των δεξαμενών επιτυγχάνεται με χρήση λοβοειδών φυσητήρων.

Τα λύματα εξέρχονται από εκάστη δεξαμενή εξάμμωσης μέσω κατάλληλου υπερχειλιστή προς το Φρεάτιο Μερισμού της Βιολογικής Βαθμίδας. Στο φρεάτιο μερισμού τοποθετούνται και χειροκίνητα θυροφράγματα απομόνωσης. Επίσης το φρεάτιο μερισμού παρέχει τη δυνατότητα παράκαμψης της βιολογικής βαθμίδας και παροχέτευσης των προ-επεξεργασμένων λυμάτων προς το φρεάτιο εξόδου της εγκατάστασης. Για το σκοπό αυτό το φρεάτιο φέρει και υποβρύχιο ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα τύπου υποβρύχιας θυρίδας.

Βιολογική Επεξεργασία: Η κύρια βιολογική βαθμίδα της εγκατάστασης αποτελείται από δύο ανεξάρτητες γραμμές επεξεργασίας συνολικού όγκου 22.740m³. Μελλοντικά, προβλέπεται η επέκτασής της με την κατασκευή μίας επιπλέον όμοιας ανεξάρτητης γραμμής επεξεργασίας για την κάλυψη των αναγκών της Β' φάσης. Έκαστη γραμμή βιολογικής επεξεργασίας αποτελείται από παρακάτω επιμέρους τμήματα τα οποία έχουν κατασκευαστεί ως ενιαίο οικοδομικό συγκρότημα με υδραυλική επικοινωνία:

- μία δεξαμενή βιολογικής επιλογής μικροοργανισμών
- μία ανοξική δεξαμενή προ-απονιτροποίησης, η οποία μελλοντικά θα μετατραπεί σε αναερόβια
- μία αεριζόμενη δεξαμενή νιτροποίησης/απονιτροποίησης (δεξαμενή Carrousel)

Ύστερα από τις μονάδες προεπεξεργασίας τα λύματα από το φρεάτιο μερισμού οδηγούνται στις Δεξαμενές Βιοεπιλογής Μικροοργανισμών. Η εγκατάσταση διαθέτει δύο δεξαμενές βιοεπιλογής με ενεργό όγκο 310m³ έκαστη. Η ανάδευση του μίγματος των προεπεξεργασμένων λυμάτων και της ενεργού ιλύος επιτυγχάνεται με την ύπαρξη δύο υποβρυχίων αναδευτήρων σε κάθε δεξαμενή οι οποίοι εξασφαλίζουν ισχύ ανάδευσης 10W/m³.

Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στις Δεξαμενές Προαπονιτροποίησης της εγκατάστασης. Έχουν κατασκευαστεί δύο δεξαμενές προαπονιτροποίησης ορθογωνικής κάτοψης και η χωρητικότητα καθεμίας από αυτές είναι 1.310m^3 . Κάθε δεξαμενή προαπονιτροποίησης είναι εξοπλισμένη με δύο υποβρύχιους αναδευτήρες τύπου flow-maker (προωθητήρες ροής) οι οποίοι παρέχουν ισχύ ανάμιξης στο υγρό ίση με $9,2\text{W/m}^3$. Η τροφοδοσία έκαστης δεξαμενής προ-απονιτροποίησης γίνεται όπως περιγράφεται στη συνέχεια. Το μίγμα λυμάτων και το ήμισυ της ανακυκλοφορούμενης ιλύος έκαστης γραμμής βιολογικής επεξεργασίας εξέρχεται της δεξαμενής επιλογής μέσω υπερχειλιστή και τροφοδοτείται προς την αντίστοιχη δεξαμενή προαπονιτροποίησης. Στη θέση αυτή γίνεται και η τροφοδοσία του υπόλοιπου της ανακυκλοφορούμενης ιλύος. Τονίζεται ότι μέρος από την απαιτούμενη ανακυκλοφορία νιτρικών (200% της μέσης ημερήσιας παροχής κατά μέγιστο) καλύπτεται από την επανακυκλοφορία ιλύος, ενώ η επιπλέον απαίτηση εξασφαλίζεται με την υδραυλική επικοινωνία της δεξαμενής προαπονιτροποίησης και της οξειδωτικής τάφρου.

Ακολούθως τα λύματα οδηγούνται προς τις Δεξαμενές Εναλλασσόμενων Συνθηκών (Οξειδωτικές Τάφροι). Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί δύο δεξαμενές οξειδωτικών τάφρων, ενώ μελλοντικά προβλέπεται η κατασκευή μίας όμοιας τρίτης για την κάλυψη των αναγκών της Β' φάσης. Το ωφέλιμο βάθος κάθε δεξαμενής ανέρχεται στα $5,0\text{m}$ και ο ωφέλιμος όγκος αυτής είναι ίσος με 9.750m^3 . Ο αερισμός των λυμάτων επιτυγχάνεται με διάχυση αέρα μέσω διαχυτών λεπτής φυσαλίδας οι οποίοι τοποθετούνται στον πυθμένα της δεξαμενής. Η τροφοδοσία του αέρα γίνεται μέσω φυσητήρων τριών λοβών εγκατεστημένων σε κτίριο που βρίσκεται παράπλευρα στη βιολογική βαθμίδα. Στο συγκεκριμένο κτίριο έχουν τοποθετηθεί τρεις φυσητήρες για κάθε γραμμή βιολογικής επεξεργασίας, δηλαδή συνολικά έξι. Οι φυσητήρες λειτουργούν σε δύο ταχύτητες. Για την ανάδευση των αεριζόμενων περιοχών (ανοξικών ζωνών) των οξειδωτικών τάφρων και την υποβοήθηση της υδραυλικής κυκλοφορίας κατά μήκος των δεξαμενών έχουν τοποθετηθεί έξι υποβρύχιοι αναδευτήρες ανά δεξαμενή.

Σημειώνεται ότι ο συνδυασμός της υποβρύχιας διάχυσης αέρα και της οριζόντιας κίνησης του ανάμικτου υγρού, αυξάνει την απόδοση μεταφοράς οξυγόνου με άμεση συνέπεια την εξοικονόμηση ενέργειας (ελάττωση των απαιτήσεων αέρα). Η αύξηση αυτή της απόδοσης, που οφείλεται στην παράταση του χρόνου ανόδου των φυσαλίδων

μπορεί να φτάσει έως το 30% της ονομαστικής απαίτησης των διαχυτών σε δεξαμενές χωρίς προώθηση του υγρού.

Εκάστη οξειδωτική τάφρος φέρει σύστημα απομάκρυνσης των αφρολασπών που δημιουργηθούν μετά τον αερισμό των λυμάτων. Τέλος, κάθε δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας διαθέτει δικλείδα εκκένωσης. Με χειρισμό της δικλείδας είναι δυνατή η εκκένωση της οξειδωτικής τάφρου, της δεξαμενής προαπονιτροποίησης και της δεξαμενής βιολογικής επιλογής προς δίκτυο στραγγιδίων – εκκένωσης, το οποίο καταλήγει στα έργα εισόδου (Αντλιοστάσιο Ανύψωσης).

Τα λύματα εξέρχονται από το κοινό κανάλι εξόδου των οξειδωτικών τάφρων και οδηγούνται προς το Φρεάτιο Μερισμού των Δεξαμενών Καθίζησης. Στο φρεάτιο μερισμού τοποθετούνται και χειροκίνητα θυροφράγματα απομόνωσης.

Από το φρεάτιο μερισμού τα λύματα οδηγούνται προς τις Δεξαμενές Καθίζησης. Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί δύο κυκλικές δεξαμενές διαμέτρου 40m μέτρων έκαστη, ενώ μελλοντικά θα κατασκευαστεί άλλη μία όμοια για την εξυπηρέτηση των αναγκών της Β' φάσης. Κάθε δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με περιστρεφόμενη ακτινική γέφυρα και σύστημα υδραυλικής αναρρόφησης της καθιζάνουσας ιλύος. Με το σύστημα υδραυλικής αναρρόφησης επιτυγχάνεται η άμεση απομάκρυνση της ιλύος από τον πυθμένα των δεξαμενών σε αντίθεση με τις συμβατικές δεξαμενές όπου η ιλύς προωθείται βαθμιαία προς το κεντρικό φρεάτιο συλλογής και ο συνολικός χρόνος παραμονής της στη δεξαμενή είναι σημαντικά αυξημένος. Τα επιπλέοντα κάθε δεξαμενής παρασύρονται συνεχώς προς κεντρικό σημείο της γέφυρας, όπου είναι εγκατεστημένη η μεταλλική δεξαμενή συλλογής των επιπλεόντων, μέσω επιφανειακού αποξεστήρα. Το φρεάτιο συλλογής των επιπλεόντων είναι εξοπλισμένο πλευρικά με μηχανικό μεταβαλλόμενο υπερχειλιστή, έτσι ώστε σε περιπτώσεις κανονικής λειτουργίας η ποσότητα των συλλεγόμενων αφρολασπών/λυμάτων να είναι μικρή. Αντίθετα, σε περιπτώσεις λειτουργικών προβλημάτων όποτε η ποσότητα των προς αφαίρεση αφρολασπών είναι μεγάλη, είναι δυνατός ο καταβιβασμός της στάθμης λειτουργίας για γρήγορη απομάκρυνση της επιπλεύουσας ιλύος. Εντός της κάθε δεξαμενής συλλογής επιπλεόντων τοποθετείται αντλία απομάκρυνσης αυτών.

Η εγκατάσταση διαθέτει δύο ανεξάρτητα Αντλιοστάσια Ανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ιλύος, ένα για κάθε δεξαμενή καθίζησης. Μελλοντικά θα κατασκευαστεί άλλο ένα αντλιοστάσιο για την κάλυψη των αναγκών της Β' φάσης. Για την

ανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος σε κάθε αντλιοστάσιο έχουν εγκατασταθεί τρεις υποβρύχιες αντλίες ανοικτής πτερωτής εκ των οποίων η μία βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία. Για την απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος σε κάθε αντλιοστάσιο έχουν εγκατασταθεί δύο υποβρύχιες φυγοκεντρικές αντλίες εκ των οποίων η μία βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία.

Τριτοβάθμια Επεξεργασία, Απολύμανση Επεξεργασμένων Λυμάτων & Μονάδα Εξόδου: Τα επεξεργασμένα λύματα από τη μονάδα δευτεροβάθμιας καθίζησης οδηγούνται προς της Μονάδα Διύλισης για τον περαιτέρω τελικό καθαρισμό τους. Η μέθοδος που εφαρμόζεται είναι αυτή του μηχανικού συστήματος φίλτρανης επί κατάλληλου υφάσματος. Το δομικό μέρος της κατασκευασμένης μονάδας καλύπτει τις ανάγκες της τελικής φάσης του έργου ήτοι τέσσερις δεξαμενές εγκατάστασης φίλτρων. Στην παρούσα φάση έχουν εγκατασταθεί τρία φίλτρα με τον πλήρη Η/Μ εξοπλισμό τους ενώ μελλοντικά θα εγκατασταθεί άλλο ένα όμοιο για την κάλυψη των αναγκών της Β' φάσης. Στο φρεάτιο εισόδου της μονάδας υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης των φίλτρων με την απ' ευθείας διοχέτευση των λυμάτων στο κανάλι εκροής των φίλτρων. Η μονάδα είναι εξοπλισμένη πλήρως με τον απαραίτητο εξοπλισμό έκπλυσης των φίλτρων (συμπεριλαμβανόμενης και ανεξάρτητης αντλίας έκπλυσης) και απομάκρυνσης της ιλύος από τον πυθμένα της δεξαμενής (ειδική αντλία).

Κατάντη της μονάδας φίλτρανης και αμέσως πριν την κατανομή της παροχής στη μονάδα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (UV), είναι εγκατεστημένη διάταξη μέτρησης της παροχής των λυμάτων σε ανοικτή διώρυγα με στένωση τύπου Venturi. Από το φρεάτιο εξόδου του καναλιού μέτρησης παροχής τα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο ισοκατανομής προς τα κανάλια απολύμανσης, το οποίο αποτελεί συνέχεια του φρεατίου.

Η Μονάδα Απολύμανσης αποτελείται από τρία κανάλια εντός του οποίου τοποθετείται ο απαραίτητος Η/Μ εξοπλισμός για την απολύμανσης των λυμάτων με υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Έχει κατασκευαστεί και τέταρτο κανάλι παράλληλο των καναλιών UV, το οποίο λειτουργεί ως κεντρικό παρακαμπτήριο (by-pass) κανάλι της μονάδας απολύμανσης. Το κανάλι έχει εξοπλιστεί με θυρόφραγμα με κατάλληλο χειρισμό του οποίου είναι δυνατή η διοχέτευση του συνόλου της παροχής προς το φρεάτιο εξόδου της μονάδας. Ο κύριος εξοπλισμός της μονάδας αποτελείται από δεκαοκτώ συστοιχίες των δέκα λαμπτήρων UV ανά συστοιχία, τρία αισθητήρια υγρής στάθμης με υπερήχους

ανά κανάλι, τρεις ηλεκτροκίνητους ρυθμιστές στάθμης υπερχειλιστή ανά κανάλι και έναν πίνακα διανομής και ελέγχου.

Τα επεξεργασμένα λύματα εξερχόμενα από τα κανάλια απολύμανσης UV τροφοδοτούν το πρώτο διαμέρισμα του Φρεατίου Εξόδου. Στη συνέχεια υπερχειλίζουν προς το δεύτερο διαμέρισμα μέσω κατάλληλου υπερχειλιστή μήκους. Το δεύτερο διαμέρισμα χρησιμεύει για τη φόρτιση του αγωγού εκβολής προς τον τελικό αποδέκτη. Ο αγωγός εκβολής και το φρεάτιο εκβολής είναι σχεδιασμένα για την παροχή αιχμής της Β΄ φάσης (2.088m^3) και είναι διαμέτρου $\Phi 1000$. Στο δεύτερο διαμέρισμα του φρεατίου εξόδου καταλήγει επίσης και ο αγωγός εκτροπής των προεπεξεργασμένων λυμάτων, που εκκινεί από το μεριστή παροχής της βιολογικής βαθμίδας (εκτροπή βιολογικής βαθμίδας).

3.23.3 Γραμμή της Ιλύος

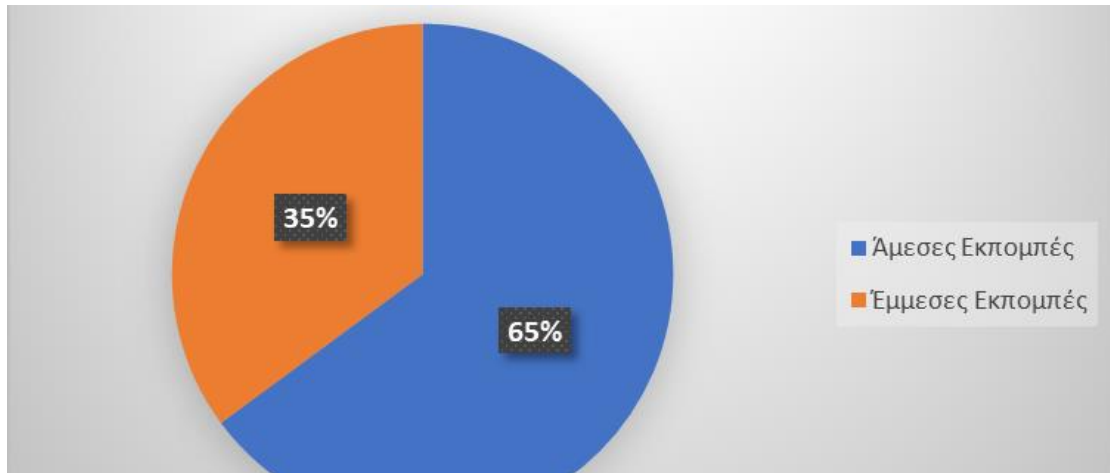
Η περίσσεια ιλύος μέσω των αντίστοιχων αντλιοστασίων οδηγείται προς τη Δεξαμενή Συγκέντρωσης Περίσσειας Ιλύος. Η δεξαμενή είναι ορθογωνικής κάτοψης, έχει ενεργό όγκο 1.125m^3 και καλύπτει την αποθήκευση της περίσσειας ιλύος για διάστημα περίπου δύο ημερών, εξασφαλίζοντας τον απαιτούμενο αποθηκευτικό όγκο, έτσι ώστε η μονάδα πάχυνσης-αφυδάτωσης να λειτουργεί μόνο μία βάρδια και πέντε ημέρες την εβδομάδα. Στη δεξαμενή καταλήγουν και η τριτοβάθμια ιλύς από τη μονάδα φίλτρανσης καθώς και τα επιπλέοντα από τις δεξαμενές καθίζησης. Τέλος η δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με δύο υποβρύχιους αναδευτήρες που εξασφαλίζουν ισχύ ανάδευσης ίση με $8,9\text{W}/\text{m}^3$.

Η περίσσεια ιλύος στη συνέχεια οδηγείται στη Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης – Αφυδάτωσης η οποία στεγάζεται στο κτίριο αφυδάτωσης. Στη μονάδα έχουν εγκατασταθεί τρία ισοδύναμα συστήματα που περιλαμβάνουν τρεις τράπεζες πάχυνσης πλάτους ταινίας $2,0\text{m}$ και τρεις ταινιοφιλτρόπρεσσες πλάτους ταινίας $2,0\text{m}$ καθώς και το σύνολο του βοηθητικού εξοπλισμού για την τροφοδοσία και τη λειτουργία αυτής. Για την τροφοδοσία της μονάδας από τη δεξαμενή συγκέντρωσης περίσσειας ιλύος στην εγκατάσταση υπάρχουν τρεις αντλίες θετικής εκτόπισης περιστροφικού ελικοειδούς ρότορα και μεταβλητής παροχής. Τέλος ο βοηθητικός εξοπλισμός της μονάδας περιλαμβάνει τρεις αντλίες νερού πλύσης υψηλής πιέσεων, δύο αεροσυμπιεστές παροχής πεπιεσμένου αέρα, μία μονάδα προετοιμασίας πολυηλεκτρολύτη, τρεις αντλίες τροφοδοσίας πολυηλεκτρολύτη και μεταφορικές ταινίες για την απομάκρυνση και συλλογής της αφυδατωμένης ιλύος.

3.23.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται θεωρητικά στις 6.900 kWh/d, ενώ η πραγματική κατανάλωση είναι 6.574 kWh/d.

Με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 16.620 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,2 kgCO₂/m³.



Εικόνα 25 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

3.24 Μονάδα 24

3.24.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 24 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει δυναμικότητα 150.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 99.800 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.24.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Οι αγωγοί προσαγωγής λυμάτων των πόλεων Άργους και Ναυπλίου, καταλήγουν σε φρεάτιο συμβολής από το οποίο τα λύματα τροφοδοτούνται προς το Αντλιοστάσιο Αρχικής Ανύψωσης. Το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης είναι εξοπλισμένο με πέντε υποβρύχιες αντλίες λυμάτων κατάλληλης παροχής και μανομετρικού για την περαιτέρω ροή των λυμάτων δια βαρύτητας. Το αντλιοστάσιο είναι εξοπλισμένο και με χονδροεσχάρα για την απομάκρυνση των φερτών υλών και των μεγάλων αντικειμένων. Στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης επιστρέφουν και τα λύματα του κτιρίου διοίκησης, τα στραγγίδια από τη μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης και οι υπερχειλίσεις των παχυντών βαρύτητας.

Μετά την αρχική ανύψωση τα λύματα οδηγούνται προς τις μονάδες προεπεξεργασίας. Συγκεκριμένα διέρχονται διαδοχικά από:

- Τη Μονάδα Εσχάρωσης για το διαχωρισμό των ογκωδών στερεών. Η μονάδα αποτελείται από δύο αυτοκαθαριζόμενες επίπεδες εσχάρες και μία χειροκαθαριζόμενη εσχάρα παράκαμψης. Τα εσχαρίσματα μεταφέρονται μέσω ταινιόδρομου σε κάδους αποκομιδής. Ανάντη και κατάντη των καναλιών εσχάρωσης έχουν τοποθετηθεί θυροφράγματα, τα οποία είναι τηλεχειριζόμενα – ηλεκτροκίνητα και ρυθμιζόμενα ανάλογα με την εισερχόμενη παροχή. Όλος ο εξοπλισμός της εσχάρωσης καθώς και το αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης βρίσκονται εντός κτιρίου που καλύπτεται από σύστημα απόσμησης. Κατάντη των εσχάρων εκκινεί και ο αγωγός παράκαμψης της βιολογικής βαθμίδας (bypass), ο οποίος καταλήγει στο φρεάτιο μεταερισμού της εγκατάστασης.
- Το Μετρητή Παροχής τύπου Venturi για τη μέτρηση της παροχής εισόδου.
- Τη Μονάδα Εξάμμισης - Απολίπανσης για την απομάκρυνση της άμμου και των λιπών που εμπεριέχονται στα λύματα. Η μονάδα αυτή αποτελείται από δύο αεριζόμενες επιμήκεις δεξαμενές. Η συλλογή της άμμου και των λιπών γίνεται μέσω δύο παλινδρομικών γεφυρών με ξέστρο πυθμένα για τη συλλογή της άμμου και επιφανείας για τη συλλογή των λιπών. Τα λίπη οδηγούνται σε παράπλευρο φρεάτιο λιπών και απομακρύνονται με βυτιοφόρο. Η άμμος από τον κώνο συλλογής στον πυθμένα κάθε δεξαμενής, απομακρύνεται με αεραντλίες και οδηγείται σε διάταξη διαχωρισμού και πλύσης και κατόπιν σε

κάδους αποκομιδής. Η τροφοδοσία του αέρα στη δεξαμενή γίνεται από δύο λοβοειδείς φυσητήρες (εκ των οποίων ο ένας εφεδρικός), που είναι εγκατεστημένοι σε ξεχωριστό κλειστό χώρο μέσα στο κτίριο εσχάρωσης.

Βιολογική Επεξεργασία: Στη συνέχεια τα λύματα μέσω του Φρεατίου Μερισμού I οδηγούνται στις μονάδες βιολογικής επεξεργασίας (αποφωσφόρωση – απονιτροποίηση – αερισμός) για την απομάκρυνση των κύριων ρυπαντικών φορτίων. Η βιολογική επεξεργασία περιλαμβάνει δεξαμενή αποφωσφόρωσης, τρεις δεξαμενές απονιτροποίησης (ανοξικές δεξαμενές), τρεις δεξαμενές αερισμού, τρεις δεξαμενές καθίζησης και το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος.

Η Μονάδα Βιολογικής Αποφωσφόρωσης αποτελείται από διθάλαμη δεξαμενή στην οποία αναμιγνύονται τα ανεπεξέργαστα λύματα με την ανακυκλοφορία ιλύος σε αναερόβιες συνθήκες. Κάθε διαμέρισμα της δεξαμενής είναι εξοπλισμένο με υποβρύχιο αναδευτήρα. Κατάντη της μονάδας απομάκρυνσης φωσφόρου, έχει προβλεφθεί Φρεάτιο Μερισμού II για την ισοκατανομή της παροχής στις τρεις παράλληλες γραμμές απονιτροποίησης και αερισμού.

Στις Δεξαμενές Απονιτροποίησης επικρατούν ανοξικές συνθήκες οι οποίες ευνοούν τη μετατροπή των νιτρικών σε αέριο άζωτο και την απομάκρυνση του υπό τη μορφή αυτή από την κύρια μάζα των λυμάτων. Σε κάθε μία από τις τρεις δεξαμενές έχουν εγκατασταθεί δύο υποβρύχιοι αναδευτήρες. Επίσης σε κάθε μία από αυτές οδηγείται μέσω υποβρύχιων αντλιών η ανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού από τον αερισμό πλούσια σε νιτρικά.

Στη συνέχεια τα λύματα υπερχειλίζουν προς τις Δεξαμενές Αερισμού. Σε κάθε δεξαμενή αερισμού η απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου για την οξείδωση του οργανικού φορτίου και τη μετατροπή του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικά παρέχεται μέσω τριών βραδύστροφων επιφανειακών αεριστήρων. Οι επιφανειακοί αεριστήρες είναι δύο ταχυτήτων. Επίσης για την ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού προς τις δεξαμενές απονιτροποίησης σε κάθε δεξαμενή έχουν εγκατασταθεί τρεις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία. Πλησίον των δεξαμενών αερισμού, έχει προβλεφθεί μονάδα δοσομέτρησης τριχλωριούχου σιδήρου. Η μονάδα αυτή παρέχει τη δυνατότητα περαιτέρω χημικής απομάκρυνσης του φωσφόρου που περιέχεται στα λύματα, σε αναλογία με τα ζητούμενα όρια εκροής.

Μετά την έξοδο των λυμάτων από τις δεξαμενές αερισμού οδηγούνται στο Φρεάτιο Μερισμού III για τον μερισμό της παροχής προς τις τρεις κατάντη δεξαμενές καθίζησης.

Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί τρεις Δεξαμενές Καθίζησης κυκλικής κάτοψης στις οποίες πραγματοποιείται ο τελικό διαχωρισμός των επεξεργασμένων πλέον λυμάτων από την ενερό ύλη η οποία καθιζάνει στον πυθμένα. Οι δεξαμενές είναι εξοπλισμένες με ακτινικό ξέστρο με τη βοήθεια του οποίου η λάσπη συγκεντρώνεται στον κώνο συλλογής και οδηγείται βαρυτικά προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ύλους.

Η καθιζάνουσα ύλη από τις δεξαμενές καθίζησης συγκεντρώνεται στο κοινό Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ύλους από το οποίο μέσω αντλιών μέρος της ανακυκλοφορεί προς τη δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης ενώ η πλεονάζουσα ποσότητα οδηγείται στις μονάδες επεξεργασίας ύλους. Για την εξυπηρέτηση των αναγκών ανακυκλοφορίας της ύλους προς τη δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης εντός του αντλιοστασίου έχουν εγκατασταθεί τέσσερις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία. Για την απομάκρυνση της περίσσειας ύλους προς τις μονάδες επεξεργασίας αυτής εντός του αντλιοστασίου έχουν εγκατασταθεί τρεις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία.

Απολύμανση Επεξεργασμένων Λυμάτων και Έργα Εξόδου: Τα επεξεργασμένα και διευγασμένα λύματα μετά τις δεξαμενές καθίζησης οδηγούνται στη μονάδα απολύμανσης για την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών. Η απολύμανση των λυμάτων γίνεται με δοσομέτρηση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) σε μαιανδρική Δεξαμενή Χλωρίωσης η οποία εξασφαλίζει κατάλληλο χρόνο παραμονής. Η προσθήκη του διαλύματος NaClO γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών διαφραγματικών αντλιών εκ των οποίων η μία εφεδρική οι οποίες είναι εγκατεστημένες στον οικίσκο χλωρίωσης της εγκατάστασης.

Μετά τη μονάδα απολύμανσης τα λύματα οδηγούνται μέσω του αντλιοστασίου τελικής ανύψωσης σε μονάδα μεταερισμού και τελικά στο φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού μέσω του οποίου διαχέονται στον τελικό θαλάσσιο αποδέκτη. Στο Αντλιοστάσιο Τελικής Ανύψωσης έχουν εγκατασταθεί τρεις υποβρύχιες αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική. Ο μεταερισμός των λυμάτων γίνεται σε ξεχωριστή

Δεξαμενή Μεταερισμού κατάντη του αντλιοστασίου. Ο παρεχόμενος αέρας την κάλυψη των αναγκών του μεταερισμού γίνεται μέσω τριών λοβοειδών φυσητηρων εκ των οποίων ο ένας είναι εφεδρικός.

3.24.3 Γραμμή της Ιλύος

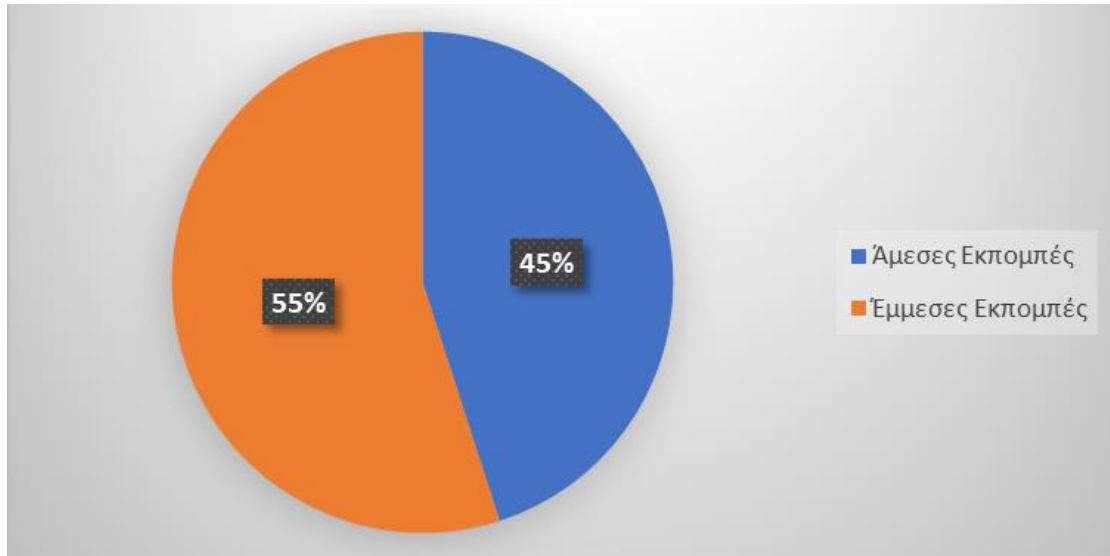
Η περίσσεια ιλύς απομακρύνεται από το σύστημα της βιολογικής επεξεργασίας κατά τακτά χρονικά διαστήματα μέσω των τριών υποβρύχιων αντλιών (η μία εφεδρική) που είναι εγκατεστημένες στο κοινό αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Μέσω των αντλιών περίσσειας ιλύος οδηγείται προς τη Μονάδα Πάχυνσης. Η μονάδα πάχυνσης αποτελείται από δύο κυκλικές δεξαμενές κατάλληλης διαμέτρου. Κάθε δεξαμενή διαθέτει μηχανισμό συλλογής που φέρει κατακόρυφες ράβδους, ώστε να διευκολύνεται η πάχυνση και συσσώρευση της λάσπης προς τον κώνο συλλογής. Η άντληση της παχυμένης ιλύος από των πυθμένα των δεξαμενών γίνεται μέσω τριών αντλιών θετικής εκτόπισης (η μία σε ενεργητική εφεδρεία) και οδηγείται προς τη μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης.

Η Μονάδα Μηχανικής Αφυδάτωσης αποτελείται από μία φυγόκεντρο που επιτυγχάνει περιεκτικότητα στερεών τουλάχιστον ίση με 20%. Για την ολοκληρωμένη λειτουργία της μονάδας μηχανικής αφυδάτωσης η εγκατάσταση διαθέτει πλήρες σύστημα παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη και μεταφορικό κοχλία για την απομάκρυνση της αφυδατωμένης ιλύος. Το σύνολο του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της μονάδας στεγάζεται στο κτίριο μηχανικής αφυδάτωσης της εγκατάστασης το οποίο καλύπτεται από ολοκληρωμένο σύστημα απόσμησης. Τα στραγγίδια από την μονάδα οδηγούνται στο αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης για περεταίρω επεξεργασία.

3.24.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται θεωρητικά στις 10.686 kWh/d, ενώ η πραγματική είναι 10.540 kWh/d.

Με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 25.950 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/m³. Είναι μία λογική τιμή εκπομπών ανά κάτοικο.



Εικόνα 26 Κατανομή των εκπομπών των αερίων

3.25 Μονάδα 25

3.25.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 25 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει δυναμικότητα 117.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 105.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Χώνευση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

3.25.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Τα λύματα, μέσω του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού (ΚΑΑ), καταλήγουν σε δύο παράλληλα κανάλια, και μετά από χονδροεσχάρωση οδηγούνται στο Φρεάτιο Φόρτισης του Αντλιοστασίου Εισόδου, ενώ ανάντη των διωρύγων εσχάρωσης έχει κατασκευαστεί υπερχειλιστής καμπύλης στέψης, μέσω του οποίου παρέχεται η δυνατότητα γενικής παράκαμψης (by pass) της εγκατάστασης. Η ανύψωση των λυμάτων γίνεται με τέσσερις κοχλιωτές αντλίες (η μία εφεδρική). Κάθε κοχλιωτή αντλία έχει παροχή 830 m³/h (230 l/s) και μπορεί να απομονωθεί με την χρήση χειροκίνητων θυροφραγμάτων. Στο αντλιοστάσιο εισόδου έχει κατασκευαστεί ένας ακόμη αύλακας για την μελλοντική εγκατάσταση μίας ακόμη κοχλιωτής αντλίας

Μετά την άντληση τα λύματα οδηγούνται στη Μονάδα Εσχάρωσης και στη συνέχεια στη Μονάδα Εξάμμωσης. Οι κινητήρες των κοχλιωτών αντλιών, οι εσχάρες και η πλυντηρίδα άμμου βρίσκονται εντός κτιρίου (κτίριο προεπεξεργασίας) με εξαερισμό. Ο απαγόμενος αέρας οδηγείται σε μονάδα απόσπησης. Στη διώρυγα προσαγωγής των λυμάτων από το αντλιοστάσιο εισόδου προς την εσχάρωση, για την αντιμετώπιση των προβλημάτων από τις αποθέσεις στερεών έχει εγκατασταθεί σύστημα διάχυσης αέρα. Η εσχάρωση πραγματοποιείται από τρεις αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες με διάκενο 6 mm.

Στην συνέχεια τα λύματα διέρχονται από δίδυμο αεριζόμενο εξαμμωτή ο οποίος βρίσκεται εντός κτιρίου με εξαερισμό. Ο απαγόμενος αέρας οδηγείται σε μονάδα απόσπησης. Ο αέρας στη δεξαμενή εξάμμωση παρέχεται από 11 διαχυτήρες σε κάθε δεξαμενή, οι οποίοι τροφοδοτούνται από δύο φυσητήρες (ο ένας εφεδρικός). Η άμμος συλλέγεται από σαρωτή, που φέρεται από παλινδρομική γέφυρα και οδηγείται σε κρατητή άμμου και από εκεί με υποβρύχιες αντλίες οδηγείται σε μονάδα διαχωρισμού και πλύσης που βρίσκεται εντός του κτιρίου προκαταρκτικής επεξεργασίας. Τα επιπλέοντα συλλέγονται από επιφανειακό ξέστρο που φέρεται από την παλινδρομική γέφυρα και οδηγούνται σε φρεάτια συλλογής από όπου απομακρύνονται.

Η εγκατάσταση διαθέτει και Μονάδα Υποδοχής και Προεπεξεργασίας Βοθρολυμάτων. Για την υποδοχή και προεπεξεργασία των βοθρολυμάτων έχει εγκατασταθεί, compact μονάδα για την υποδοχή, εσχάρωση και εξάμμωση των βοθρολυμάτων δυναμικότητας 85l/s. Τα προεπεξεργασμένα βοθρολύματα οδηγούνται στη συνέχεια σε Δεξαμενή Εξισορρόπησης.

Τα βοηθολύματα από τα βυτία, μέσω αγωγού καταλήγουν σε συγκρότημα προεπεξεργασίας βοηθολυμάτων, ενώ παρέχεται η δυνατότητα παράκαμψης του συγκροτήματος. Η εσχάρωση των βοηθολυμάτων πραγματοποιείται σε τύμπανο εσχάρωσης, με διάκενο 6 mm και η εξάμμωση σε επιμήκη δεξαμενή σταθερής ταχύτητας. Τα εσχάρισματα από την χοάνη συλλογής μεταφέρονται και συμπιέζονται μέσω κλειστού κοχλία και εναποτίθενται σε κάδο απορριμμάτων. Η άμμος που συλλέγεται στον πυθμένα της δεξαμενής οδηγείται στον διαχωριστή άμμου, ο οποίος είναι κλειστός και διαθέτει την άμμο σε κάδο απορριμμάτων. Τα βοηθολύματα, μετά την προεπεξεργασία, καταλήγουν με βαρύτητα σε διθάλαμη Δεξαμενή Εξισορρόπησης, συνολικού όγκου 420m³. Σε κάθε θάλαμο έχει εγκατασταθεί ένας υποβρύχιος αεριστήρας (jet aerator) συνεχούς λειτουργίας και ένας μηχανικός αναδευτήρας για τον αερισμό και την ανάδευση του περιεχομένου της δεξαμενής. Από τη δεξαμενή εξισορρόπησης, τα βοηθολύματα με αντλίες καταλήγουν στο φρεάτιο μερισμού των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία: Μετά την προεπεξεργασία τα λύματα οδηγούνται στο Φρεάτιο Μερισμού Ι για την διανομή της παροχής στις δύο Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης. Στο φρεάτιο μερισμού αυτό με ξεχωριστή γραμμή οδηγούνται και τα στραγγίδια της εγκατάστασης, καθώς επίσης και τα προεπεξεργασμένα βοηθολύματα. Στον φρεάτιο μερισμού έχει εγκατασταθεί ένα υπερχειλιστικό θυρόφραγμα, ώστε να παρέχεται η δυνατότητα μερικής ή ολικής παράκαμψης της πρωτοβάθμιας επεξεργασίας.

Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης έχουν διάμετρο 22m και διαθέτουν περιστρεφόμενη γέφυρα, με ξέστρο πυθμένα και σαρωτή επιπλεόντων. Η ιλύς από τον κώνο ιλύος οδηγείται στον υγρό θάλαμο του Αντλιοστασίου Πρωτοβάθμιας Ιλύος και από εκεί στους παχυντές βαρύτητας (προπαχυντές). Εντός του αντλιοστασίου πρωτοβάθμιας ιλύος έχουν εγκατασταθεί δύο υποβρύχιες αντλίες. Εναλλακτικά η πρωτοβάθμια ιλύς μπορεί να οδηγηθεί στην μηχανική πάχυνση ή στην μεταπάχυνση. Τα επιπλέοντα από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγουν σε φρεάτιο και από εκεί απομακρύνονται με βυτιοφόρα οχήματα.

Οι εκροές από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, καθώς επίσης και από το φρεάτιο by pass του φρεατίου μερισμού, οδηγούνται με ανεξάρτητες σωληνώσεις σε

κοινό φρεάτιο, στη κεφαλή της διώρυγας πρωτοβαθμίων εκροών, μέσω της οποίας καταλήγουν στην είσοδο της δεξαμενής επιλογής μικροοργανισμών.

Βιολογική Επεξεργασία: Η βιολογική επεξεργασία περιλαμβάνει τη δεξαμενή επιλογής των μικροοργανισμών, τις σωληνώσεις και διώρυγες τροφοδότησης των βιολογικών αντιδραστήρων, τους βιολογικούς αντιδραστήρες, τις δεξαμενές τελικής καθίζησης και τα αντλιοστάσια ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος.

Έχει κατασκευαστεί Δεξαμενή Επιλογής Μικροοργανισμών, ενεργού όγκου 485m³. Η ανάδευση του περιεχομένου της δεξαμενής επιτυγχάνεται με τέσσερις υποβρύχιους αναδευτήρες. Τα πρωτοβάθμια λύματα και η ιλύς ανακυκλοφορίας οδηγούνται στο ανάντη άκρο της δεξαμενής επιλογής μικροοργανισμών (selector). Το ανάμικτο υγρό (λύματα και ιλύς ανακυκλοφορίας) εξέρχεται από την δεξαμενή επιλογής μικροοργανισμών και με διώρυγα οδηγείται στον προ-μεριστή, μέσω του οποίου διανέμεται σε δύο ομάδες βιολογικών αντιδραστήρων.

Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί δύο ομάδες Βιολογικών Αντιδραστήρων, κάθε μία από τις οποίες αποτελείται από δύο δεξαμενές.

Από τον Προ-μεριστή, το ανάμικτο υγρό οδηγείται στον Μεριστή Α (torino). Από εκεί παρέχεται η δυνατότητα διανομής και τροφοδότησης των δύο βιολογικών αντιδραστήρων (Α' φάσης), καθώς επίσης και η τροφοδότηση δύο ακόμη βιολογικών αντιδραστήρων, οι οποίοι ενδεχόμενα να κατασκευαστούν μελλοντικά. Το ανάμικτο υγρό από τον προ-μεριστή οδηγείται με διώρυγα διανομής, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η διανομή προς τους δύο βιολογικούς αντιδραστήρες (Β' φάσης), καθώς επίσης και η τροφοδότηση δύο ακόμη βιολογικών αντιδραστήρων, οι οποίοι ενδεχόμενα να κατασκευαστούν μελλοντικά.

Έχουν κατασκευαστεί συνολικά τέσσερις βιολογικοί αντιδραστήρες: δύο στην Α' Φάση και δύο στη Β' φάση. Οι δύο βιολογικοί αντιδραστήρες που κατασκευάστηκαν στην πρώτη φάση έχουν ενεργό όγκο 4.536m³. Το πρώτο τμήμα κάθε βιολογικού αντιδραστήρα λειτουργεί ως ανοξική ζώνη για την απονιτροποίηση των νιτροποιημένων εκροών. Για τον σκοπό αυτό στο ανοξικό τμήμα κάθε δεξαμενής έχουν εγκατασταθεί δύο κατακόρυφοι υποβρύχιοι αναδευτήρες για την ικανοποιητική ανάδευση του ανάμικτου υγρού. Η ανοξική ζώνη έχει όγκο 748m³ και αποτελεί το 33% του συνολικού όγκου του αντιδραστήρα. Σε κάθε αερόβια ζώνη κάθε δεξαμενής έχουν εγκατασταθεί 800 διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας, παρέχοντας 288 kgO₂/h (συνολικά

576 kgO₂/h). Η εσωτερική ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού γίνεται μέσω τεσσάρων αντλιών δυναμικότητας 290 m³/h εκάστη. Ο καταθλιπτικός αγωγός από το αντλιοστάσιο εσωτερικής ανακυκλοφορίας καταλήγει σε φρεάτιο ανάντη του μεριστή Α, από το οποίο στη συνέχεια με δύο αγωγούς η εσωτερική ανακυκλοφορία οδηγείται στους δύο βιολογικούς αντιδραστήρες.

Οι βιολογικοί αντιδραστήρες που κατασκευάστηκαν στη δεύτερη φάση έχουν ενεργό όγκο 4.536m³. Σε κάθε βιολογικό αντιδραστήρα έχουν διαμορφωθεί δύο πλήρως διακριτές ζώνες: ανοξική ζώνη που αποτελεί το 33% του συνολικού όγκου και αερόβια ζώνη που αποτελεί το 67% του συνολικού όγκου. Σε κάθε ανοξική ζώνη είναι εγκατεστημένοι δύο υποβρύχιοι αναδευτήρες, ενώ για τον αερισμό των λυμάτων έχουν εγκατασταθεί τέσσερις συστοιχίες (μπαταρίες) διαχυτήρων, που παρέχουν σε κάθε αερόβια ζώνη 270 kg O₂/h σε τυπικές συνθήκες (συνολικά 540kg/h). Η εσωτερική ανακυκλοφορία γίνεται με τέσσερις επίτοιχες υποβρύχιες αντλίες (δύο για κάθε βιολογικό αντιδραστήρα), δυναμικότητας 300 m³/h, οι οποίες μέσω διωρύγων οδηγούν την νιτροποιημένη εκροή στην είσοδο της ανοξικής ζώνης κάθε βιολογικού αντιδραστήρα.

Ο απαιτούμενος αέρας τόσο των βιολογικών αντιδραστήρων Α' φάσης όσο και αυτών της Β' φάσης παρέχεται από πέντε φυσητήρες (οι δύο εφεδρικοί) δυναμικότητας 3.750Nm³/h.

Η ιλύς που υπερχειλίζει από τις δύο δεξαμενές αερισμού Α' φάσης με αγωγό καθώς και αυτή από το φρεάτιο εξόδου των δεξαμενών Β' φάσης, επίσης με αγωγό, οδηγείται στο Φρεάτιο Μερισμού ΙΙ των δεξαμενών τελικής καθίζησης. Το ανάμικτο υγρό διανέμεται μέσω υπερχειλιστών λεπτής στέγης σε τρεις Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης. Δύο δεξαμενές κατασκευάστηκαν στην πρώτη φάση και μία στην δεύτερη φάση. Όλες οι δεξαμενές έχουν διάμετρο 33m.

Οι δεξαμενές που κατασκευάστηκαν στην πρώτη φάση έχουν μέσο βάθος υγρού 2,5 m και διαθέτουν περιστρεφόμενη γέφυρα με σαρωτή ιλύος και σύστημα συλλογής επιπλεόντων. Τα λύματα εισέρχονται στο κέντρο της δεξαμενής και εξέρχονται ακτινικά μέσω περιμετρικού διπλού υπερχειλιστή. Η ιλύς από τον κώνο ιλύος, απομακρύνεται με σωλήνα και ρυθμιζόμενη δικλείδα τύπου bellmouth, στο υγρό φρέαρ του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Τα επιπλέοντα από κάθε δεξαμενή αφαιρούνται μέσω αντλίας που φέρεται από την γέφυρα και οδηγούνται σε

φρεάτιο και από εκεί απομακρύνονται με βυτιοφόρο οχήματα. Η δεξαμενή που κατασκευάστηκε στην δεύτερη φάση έχει μέσο βάθος υγρού 3,10 m και διαθέτει σύστημα συνεχούς απαγωγής της επιπλέουσας ιλύος και η απαγωγή του διαυγασμένου υγρού γίνεται με υποβρύχιους σωλήνες. Η ιλύς από τον κώνο ιλύος, απομακρύνεται με σωλήνα και ρυθμιζόμενη δικλείδα τύπου bellmouth, στο υγρό φρέαρ του νέου αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος.

Η δευτεροβάθμια ιλύς από τον κώνο συλλογής των δύο δεξαμενών τελικής καθίζησης που κατασκευάστηκαν στην πρώτη φάση, οδηγείται με βαρύτητα στον υγρό θάλαμο του Αντλιοστασίου Ανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ιλύος μέσω τηλεσκοπικών δικλείδων. Η ανακυκλοφορία ιλύος γίνεται με τρεις αντλίες ξηρού τύπου (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 450 m³/h. Από το αντλιοστάσιο αυτό η ανακυκλοφορία οδηγείται στην είσοδο της δεξαμενής επιλογής. Η πλεονάζουσα ιλύς οδηγείται στην μονάδα μηχανικής πάχυνσης με δύο αντλίες (1 εφεδρική) δυναμικότητας 80 m³/h.

Για την εξυπηρέτηση της δεξαμενής τελικής καθίζησης που κατασκευάστηκε στη δεύτερη φάση αλλά και αυτής που θα κατασκευαστεί μελλοντικά υπάρχει ξεχωριστό Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ιλύος. Η ιλύς από τον πυθμένα της δεξαμενής τελικής καθίζησης με αγωγό οδηγείται μέσω χειροκίνητης κωδωνοειδούς δικλείδας στον κεντρικό υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου ιλύος. Από τον θάλαμο αυτό αναρροφούν οι αντλίες ανακυκλοφορίας της τρίτης δεξαμενής. Στον ξηρό θάλαμο του αντλιοστασίου είναι εγκατεστημένες δύο αντλίες ανακυκλοφορίας (η μία εφεδρική) δυναμικότητας 450 m³/h, που οδηγεί την ιλύ με αγωγό στη δεξαμενή επιλογής. Μία παρόμοια αντλία προβλέπεται να εγκατασταθεί μελλοντικά, όταν κατασκευαστεί και η τέταρτη δεξαμενή τελικής καθίζησης. Στον ξηρό θάλαμο είναι εγκατεστημένες και δύο αντλίες περίσσειας ιλύος δυναμικότητας 55 m³/h. Η περίσσεια ιλύς οδηγείται στη μονάδα μηχανικής πάχυνσης της περίσσειας ιλύος.

Έργα Απολύμανσης και Έργα Εξόδου: Τα λύματα από τις δεξαμενές καθίζησης καταλήγουν με βαρύτητα στη Μονάδα Απολύμανσης από εκεί στο Φρεάτιο Φόρτισης του Αγωγού Εκβολής. Ανάντη της δεξαμενής επαφής ενεργού όγκου 600m³ έχει εγκατασταθεί Μετρητής Παροχής Venturi. Η απολύμανση των λυμάτων γίνεται με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου με 15% ενεργό χλώριο, ενώ προβλέπεται και δυνατότητα αποχλωρίωσης των λυμάτων. Για την δοσομέτρηση του διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου έχουν εγκατασταθεί δύο δοσομετρικές αντλίες (η μία

εφεδρική). Κατάντη της δεξαμενής χλωρίωσης έχει κατασκευαστεί και Φρεάτιο Αποχλωρίωσης. Η δοσομέτρηση του διαλύματος του αποχλωριωτικού μέσου γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών αντλιών εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική.

Ο υποθαλάσσιος αγωγός διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων έχει κατασκευαστεί από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας διαμέτρου 750mm, έχει μήκος 120m και καταλήγει στη θαλάσσια περιοχή σε βάθος 19 m. Εξάλλου υπάρχει και παρακμπτήριος υποθαλάσσιος αγωγός.

3.25.3 Γραμμή της Ιλύος

Η περίσσεια ιλύς οδηγείται σε Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης και στη συνέχεια η παχυμένη ενεργός ιλύς μπορεί να οδηγηθεί, μέσω των παχυντών βαρύτητας στους χωνευτές ή απ'ευθείας στην μεταπάχυνση. Η πρωτοβάθμια ιλύς οδηγείται στους Παχυντές Βαρύτητας και από εκεί είτε στους χωνευτές ή απ'ευθείας στην μεταπάχυνση. Από την Μεταπάχυνση αναρροφούν οι αντλίες τροφοδότησης των ταινιοφιλτροπρεσών για την αφυδάτωση της ιλύος.

Η περίσσεια ιλύς από τα δύο αντλιοστάσια ιλύος οδηγείται σε Δεξαμενή Συλλογής Περίσσειας Ιλύος, που βρίσκεται ανάντη του κτιρίου μηχανικής πάχυνσης. Για την ανάμιξη του περιεχομένου της δεξαμενής είναι εγκατεστημένος ένας υποβρύχιος αναδευτήρας.

Για την Μηχανική Πάχυνση της ιλύος έχουν εγκατασταθεί δύο φυγόκεντροι, ενώ στο κτίριο υπάρχει πρόβλεψη για την εγκατάσταση και τρίτης παρόμοιας μονάδας μελλοντικά. Η δυναμικότητα κάθε φυγόκεντρικού διαχωριστήρα είναι από 25m³/hr ιλύος περιεκτικότητας 0,7% σε στερεά (175 kg/h).

Έχουν κατασκευαστεί δύο Παχυντές Ιλύος (Προπαχυντές), διαμέτρου 8,5m, με μέσο βάθος 3,5m εξοπλισμένοι με μηχανισμό ανάδευσης. Η ιλύς αναρροφάται από τον πυθμένα των δεξαμενών και με αντλίες θετικής εκτόπισης οδηγείται στους χωνευτές, ενώ τα στραγγίδια οδηγούνται με βαρύτητα στο δίκτυο στραγγιδίων της εγκατάστασης. Στη πραγματικότητα οι παχυντές βαρύτητας λειτουργούν σαν δεξαμενές ομογενοποίησης της ιλύος. Από το αντλιοστάσιο των προπαχυντών παρέχονται οι εξής δυνατότητες: Τροφοδότηση της μονάδας χώνευσης, Παράκαμψη της μονάδας χώνευσης και τροφοδότηση απ' ευθείας των δεξαμενών μεταπάχυνσης.

Έχουν κατασκευαστεί δύο Χωνευτές, ενεργού όγκου 1.500m^3 έκαστος. Η ανάμιξη του περιεχομένου των χωνευτών γίνεται με βιοαέριο. Η ιλύς θερμαίνεται μέσω εναλλακτών (ένας για κάθε χωνευτή) σε θερμοκρασία 35°C . Η δυναμικότητα κάθε εναλλάκτη θερμότητας ανέρχεται σε 775 MJ/h έκαστος. Για την θέρμανση του νερού έχουν εγκατασταθεί δύο λέβητες διπλού καυσίμου (ο ένας εφεδρικός) δυναμικότητας 925 MJ/h . Η ανακυκλοφορία της ιλύος γίνεται με τρεις αντλίες (η μία εφεδρική) θετικής εκτόπισης δυναμικότητας $22\text{ m}^3/\text{h}$. Η έξοδος της χωνευμένης ιλύος γίνεται επιλεκτικά από τον πυθμένα ή από ενδιάμεσο σημείο, ενώ προβλέπεται και υπερχειλίση υψηλής στάθμης. Η χωνευμένη ιλύς καταλήγει με βαρύτητα στις δεξαμενές μεταπάχυνσης και από εκεί αντλείται προς την μονάδα αφυδάτωσης. Το παραγόμενο βιοαέριο οδηγείται στη μονάδα αποθείωσης και από εκεί στο αεριοφυλάκιο ενεργού όγκου 650 m^3 . Η περίσσεια βιοαερίου οδηγείται σε δαυλό δυναμικότητας $800\text{ m}^3/\text{h}$. Το βιοαέριο χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τις ανάγκες του έργου. Για τον σκοπό αυτό έχει εγκατασταθεί συγκρότημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο, δυναμικότητας 200 kVA παρέχοντας ονομαστική ηλεκτρική ισχύ 160 kW .

Έχουν κατασκευαστεί δύο Δεξαμενές Μεταπάχυνσης διαμέτρου 11m , ενεργού όγκου $412,5\text{m}^3$ εκάστη, εξοπλισμένες με σύστημα αναμόχλευσης της ιλύος. Από τον πυθμένα των δεξαμενών της μεταπάχυνσης αναρροφούν οι αντλίες αφυδάτωσης.

Στο κτίριο αφυδάτωσης έχουν εγκατασταθεί δύο ταινιοφιλτρόπρεσσες με πλάτος ιμάντα 2m και μέγιστη δυναμικότητα 850 KgSS/h .

Η ΔΕΥΑ Χανίων έχει ήδη ξεκινήσει τις διαδικασίες αύξησης της δυναμικότητας της αφυδάτωσης με την εγκατάσταση φυγοκέντρων, σε συνδυασμό με την εγκατάσταση εξοπλισμού ανάμιξης της ιλύος με ασβέστη, με στόχο την υγειονομοποίηση του τελικού προϊόντος και την βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του. Προβλέπεται η εγκατάσταση δύο φυγοκέντρων δυναμικότητας 800kg/h και δύο αναμικτών ιλύος ασβέστη δυναμικότητας $2 \times 500\text{ kg/h}$ ασβέστη.

Μονάδα Παραγωγής Ενέργειας: Έχει εγκατασταθεί μονάδα ηλεκτροπαραγωγής ισχύος 166KW η οποία χρησιμοποιεί ως καύσιμο το παραγόμενο βιοαέριο. Η μονάδα αποτελείται από:

- Κινητήρα εσωτερικής καύσης ισχύος 174 KW . Ο κινητήρας χρησιμοποιεί το παραγόμενο από την ΕΕΛ βιοαέριο περιεκτικότητας $65 - 75\%$ σε μεθάνιο.

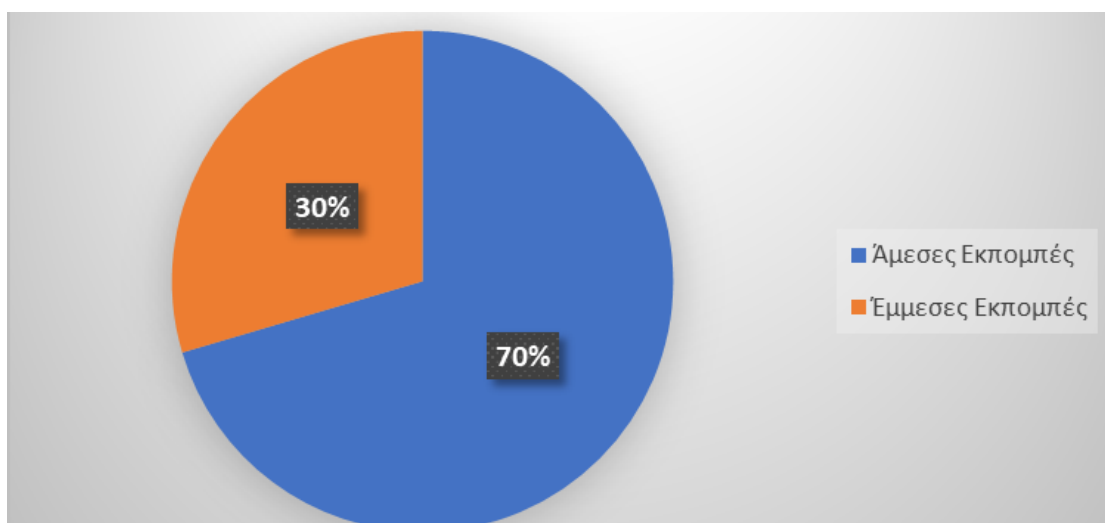
- Σύγχρονη γεννήτρια η οποία κινείται από τον κινητήρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα χαρακτηριστικά της γεννήτριας είναι: 166KW με $\text{συνφ}=1$ και 162KW με $\text{συνφ}=0,8$. Η παραγόμενη τάση είναι τριφασική 400/231 V ή 50 Hz.
- Συγκρότημα ενναλακτών συνολικής θερμικής ισχύος 175 KW αποτελούμενο από δύο πλακοειδή ενναλάκτες αντιροής για την ανάκτηση της θερμότητας από το ζεστό νερό της μηχανής, καθώς και τον ενναλάκτη αντιροής καυσαερίων – νερού για την ανάκτηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων.
- Δίκτυα σωληνώσεων για τη διασύνδεση του μηχανήματος με τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας της λάσπης, δίκτυα καλωδιώσεων για τη σύνδεση με τον υποσταθμό, ηλεκτρικό πίνακα και χώρο για τη στέγαση του συγκροτήματος.

Ο σταθμός είναι αυτοπαραγωγής, διασυνδεδεμένος με το δίκτυο της ΔΕΗ και διαθέτει ηλεκτρονόμους προστασίας και ηλεκτρονόμους επιστροφής ενέργειας για την ασφαλή λειτουργία της γεννήτριας, οι οποίοι ρυθμίστηκαν από τη ΔΕΗ. Το περίσσειμα παραγόμενης ενέργειας πωλείται στη ΔΕΗ.

3.25.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται στις 9.797 kWh/d, ενώ κανονική είναι 9.663 kWh/d.

Με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 28.200 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/m³.



Εικόνα 27 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

3.26 Μονάδα 26

3.26.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 26 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει δυναμικότητα 210.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 110.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αναερόβια Χώνευση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός & Διάχυση

3.26.2 Γραμμή Επεξεργασίας Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Από το κεντρικό αντλιοστάσιο αποχέτευσης τα λύματα διοχετεύονται προς την ΕΕΛ μέσω αγωγού βαρύτητας που φτάνει μέχρι το Φρεάτιο Εισόδου-Εκτροπής.

Στην συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στην Μονάδα Προεπεξεργασίας. Στην είσοδό της υπάρχουν δύο αυτόματες εσχάρες κατακόρυφου τύπου ανοιγμάτων 50 mm. Στο Αντλιοστάσιο Ανύψωσης υπάρχουν πέντε αντλητικές μονάδες (η μία εφεδρική), τύπου Αρχιμήδη, παροχής 1.080m³/h που ανυψώνουν τα εισερχόμενα λύματα κατά 7,0 m.

Τα λύματα μετά την ανύψωσή τους οδηγούνται στις εγκαταστάσεις προεπεξεργασίας που περιλαμβάνουν εσχарισμό, εξάμμωση-απολίπανση και μέτρηση παροχής. Η Μονάδα Εσχάρωσης αποτελείται από τρία κανάλια με τρεις τοξωτές αυτοκαθαριζόμενες εσχάρες ανοιγμάτων 15 mm. Για την συμπίεση των εσχарισμάτων, χρησιμοποιείται συμπιεστής.

Για την αποτελεσματική συγκράτηση της άμμου, των ψηφίδων και των λιπών-ελαίων, υπάρχουν τρεις παράλληλες Δεξαμενές Αμμοσυλλογής-Λιποσυλλογής, χωρητικότητας 165m³ η κάθε μία.. Η εξάμμωση είναι αεριζόμενου τύπου. Η συλλογή της άμμου γίνεται με τη βοήθεια τριών αεραντλιών τις οποίες φέρει η παλινδρομική γέφυρα με τους απαραίτητους φυσητήρες. Η λιποσυλλογή γίνεται σε πλευρικά κανάλια με επιφανειακά ξέστρα της γέφυρας και τα λίπη ωθούνται μέσω κοχλίας σε φρεάτιο αποθήκευσης. Ο αερισμός των δεξαμενών επιτυγχάνεται μέσω δύο φυσητήρων.

Το όλο συγκρότημα των έργων εισόδου και προεπεξεργασίας έχει στεγασθεί, σε κλειστό, εξαεριζόμενο και αποσμούμενο κτίριο, μεταλλικής κατασκευής. Η απόσμιση γίνεται με σύστημα απόσμισης εμποτισμένου ενεργού άνθρακα.

Στην έξοδο της εξάμμωσης υπάρχουν τρία παράλληλα κανάλια Μέτρησης Παροχής τύπου Venturi, με εγκατεστημένους τρεις μετρητές παροχής με ανιχνευτή στάθμης υπερήχων. Κατάντη της μονάδας μέτρησης παροχής υπάρχει ο Μεριστής Παροχής I που διαθέτει τέσσερα διαμερίσματα διανομής.

Η εγκατάσταση διαθέτει και Μονάδα Υποδοχής Βοθρολυμάτων. Η μονάδα αποτελείται από Compact διάταξη επεξεργασίας βοθρολυμάτων εγκατεστημένη σε κλειστό κτίριο, με σύστημα απόσμισης του κτιρίου με φίλτρο εμποτισμένου ενεργού άνθρακα και αεριζόμενη Δεξαμενή Εξισορρόπησης, ωφέλιμου όγκου 180 m³. Ο αερισμός των βοθρολυμάτων εντός της δεξαμενής επιτυγχάνεται μέσω δύο φυσητήρων εκ των οποίων ο ένας είναι εφεδρικός. Τα βοθρολύματα οδηγούνται προς τη γραμμή επεξεργασίας των λυμάτων μέσω δύο υποβρύχιων αντλιών εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία: Η πρωτοβάθμια καθίζηση γίνεται σε δύο ζεύγη Δεξαμενών Πρωτοβάθμιας Καθίζησης (υφιστάμενο και νέο), διαμέτρου 25m, με τροφοδότηση στο κέντρο και ακτινικό ξέστρο με περιφερειακή οδήγηση. Από τα φρεάτια εξόδου κάθε ζεύγους δεξαμενών, τα λύματα οδηγούνται προς το αντίστοιχο ζεύγος βιολογικών αντιδραστήρων Από τον πυθμένα των δεξαμενών καθίζησης, ανά ζεύγος, η ιλύς αντλείται προς τους δύο όμοιους παχυντές βαρύτητας (υφιστάμενος και νέος), από ζεύγος αντλιών. Για την απομάκρυνση της πρωτοβάθμιας ιλύος από τις δεξαμενές έχουν εγκατασταθεί συνολικά τέσσερις αντλίες.

Βιολογική Επεξεργασία: Η αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου και η απομάκρυνση του αζώτου από τα υπό επεξεργασία λύματα (νιτροποίηση-απονιτροποίηση) γίνεται σε

βιολογικούς αντιδραστήρες με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος. Υπάρχουν δύο παλιοί βιολογικοί αντιδραστήρες αεριζόμενοι με επιφανειακούς αεριστήρες, και δύο νέοι βιολογικοί αντιδραστήρες παράλληλοι με τους υφιστάμενους, αεριζόμενοι με το σύστημα της υποβρύχιας διάχυσης.

Οι δύο υφιστάμενοι βιολογικοί αντιδραστήρες είναι ορθογωνικής κάτοψης, ωφέλιμου όγκου 5.145m³ και συνολικού όγκου 10.290m³. Ο κάθε βιολογικός αντιδραστήρας αποτελείται από:

- Δεξαμενή Βιοεπιλογής Μικροοργανισμών, που δημιουργήθηκε πρόσφατα, ωφέλιμου όγκου 270m³, με 3 εν σειρά διαμερίσματα και αντίστοιχους υποβρύχιους αναμικτήρες. Εδώ επιστρέφει η επανακυκλοφορία της βιολογικής ιλύος από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης.
- Δεξαμενή Απονιτροποίησης-Ανοξική Ζώνη, ένα διαμέρισμα ωφέλιμου όγκου 390 m³, εξοπλισμένο με έναν υποβρύχιο αναδευτήρα. Εδώ επιστρέφει το ανακυκλοφορούμενο νιτροποιημένο ανάμικτο υγρό.
- Επαμφοτερίζουσα Ζώνη, που λειτουργεί σαν ανοξική ή σαν αερόβια., ωφέλιμου όγκου 630m³, στην οποία βρίσκεται ένας επιφανειακός αεριστήρας και ένας υποβρύχιος αναδευτήρας.
- Δεξαμενή Αερισμού, ωφέλιμου όγκου 3.855 m³, αερόβια περιοχή, όπου βρίσκονται πέντε (5) επιφανειακοί αεριστήρες τύπου Actirotor/Degremont, 37 KW έκαστος

Μέσω του φρεατίου εξόδου των δύο αυτών δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας τα λύματα τροφοδοτούνται προς τις υφιστάμενες δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Οι δύο νέοι βιολογικοί αντιδραστήρες είναι ορθογωνικής κάτοψης, ωφέλιμου όγκου 5.900m³ και συνολικού όγκου 11.800 m³. Ο κάθε βιολογικός αντιδραστήρας αποτελείται από:

Δεξαμενή Βιοεπιλογής Μικροοργανισμών, αναερόβια περιοχή, ωφέλιμου όγκου 630 m³, με τέσσερα εν σειρά διαμερίσματα με αντίστοιχους υποβρύχιους αναδευτήρες. Εδώ επιστρέφει η επανακυκλοφορία της βιολογικής ιλύος από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης.

- Δεξαμενή Απονιτροποίησης-Ανοξική Ζώνη, χωρισμένη σε δύο διαμερίσματα ωφέλιμου όγκου 1.180 m³, εξοπλισμένα με αντίστοιχους υποβρύχιους

αναδευτήρες. Εδώ επιστρέφει το ανακυκλοφορούμενο νιτροποιημένο ανάμικτο υγρό.

- Επαμφοτερίζουσα Ζώνη, που λειτουργεί σαν ανοξική ή σαν αερόβια., ωφέλιμου όγκου 590m³, στην οποία βρίσκεται ένας υποβρύχιος αναδευτήρας και 180 διαχυτήρες αέρα τύπου μεμβράνης λεπτής φυσαλίδας.
- Δεξαμενή Αερισμού, ωφέλιμου όγκου 3.500 m³, αερόβια περιοχή, όπου βρίσκονται μόνο διαχυτήρες αέρα, κλιμακούμενης πυκνότητας, 836 τεμάχια, του ίδιου τύπου όπως ανωτέρω. Οι διαχυτήρες κάθε δεξαμενής τροφοδοτούνται από τρεις λοβοειδείς φυσητήρες.

Μέσω του φρεατίου εξόδου των δύο αυτών δεξαμενών βιολογικής επεξεργασίας τα λύματα τροφοδοτούνται προς τις νέες δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Η δευτεροβάθμια καθίζηση γίνεται σε δύο ζεύγη Δεξαμενών Τελικής Καθίζησης (υφιστάμενο και νέο), διαμέτρου 37m με τροφοδότηση στο κέντρο. Κάθε δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με ακτινικό ξέστρο πυθμένα και επιπλεόντων. Από την υπερχειλίση εξόδου κάθε ζεύγους δεξαμενών, τα λύματα οδηγούνται για απολύμανση ενώ από τον πυθμένα η ιλύς αντλείται προς το αντίστοιχο αντλιοστάσιο.

Το νέο Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ιλύος είναι σε συμμετρική θέση ως προς τις δύο νέες δεξαμενές καθίζησης. Εντός του αντλιοστασίου είναι εγκατεστημένες τέσσερις αντλίες ανακυκλοφορίας της περίσσειας ιλύος προς τη μονάδα είσοδο των δεξαμενών βιοεπιλογής και τέσσερις αντλίες απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος προς τη μονάδα αποθήκευσης. Στο αντίστοιχο αντλιοστάσιο της υφιστάμενης μονάδας έχουν εγκατασταθεί τρεις αντλίες τύπου «έλικα Αρχιμήδη» για την ανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος και τέσσερις αντλίες απομάκρυνσης της περίσσειας ιλύος.

Έργα Απολύμανσης και Έργα Εξόδου: Τα επεξεργασμένα και διαυγασμένα λύματα μετά τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης οδηγούνται στη Μονάδα Απολύμανσης. Η απολύμανση των επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται στις μαιανδρικές Δεξαμενές Χλωρίωσης με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου. Η δοσομέτρηση του διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών αντλιών, εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Για την αποφυγή της φόρτισης του αποδέκτη με υπολειμματικό χλώριο γίνεται αποχλωρίωση με μεταδιθειώδες νάτριο στο Φρεάτιο Αποχλωρίωσης. Η δοσομέτρηση του αποχλωριωτικού μέσου γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών αντλιών εκ

των οποίων η μία είναι εφεδρική. Στην εγκατάσταση έχουν κατασκευαστεί δύο μαιανδρικές δεξαμενές επαφής, σε παράλληλη διάταξη, ωφέλιμου όγκου 900m³ η κάθε μία.

Τα επεξεργασμένα λύματα μετά την από τη μονάδα απολύμανσης οδηγούνται στο Φρεάτιο Εξόδου, απ' όπου διοχετεύονται με αγωγό και ανοικτή τάφρο προς τον τελικό αποδέκτη, δηλαδή τον ποταμό Πηνειό.

3.26.3 Γραμμή της Ιλύος

Κατά την επεξεργασία των λυμάτων στην εγκατάσταση παράγεται λάσπη από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια καθίζηση. Η γραμμή επεξεργασία της ιλύος ακολουθεί το γενικό σχήμα πάχυνση-χώνευση-αφυδάτωση.

Στην πρώτη φάση του έργου η δευτεροβάθμια ιλύς οδηγείτο στο φρεάτιο μερισμού της προεπεξεργασίας και από εκεί, μέσω του αντλιοστασίου της πρωτοβάθμιας καθίζησης, στον παχυντή, τους χωνευτές και τις ταινιοφιλτρώπες. Στη φάση της επέκτασης το σχήμα διαφοροποιήθηκε κύρια χωρίζοντας την πάχυνση της πρωτοβάθμιας από τη δευτεροβάθμια ιλύ και αναμιγνύοντας την τελικά παχυμένη ιλύ στη δεξαμενή ομογενοποίησης. Επίσης έχουν εγκατασταθεί δύο αεριομηχανές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το παραγόμενο βιοαέριο της μονάδας χώνευσης.

Ύστερα από τις τροποποιήσεις των έργων επέκτασης για την πάχυνση της πρωτοβάθμιας ιλύος από της δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης έχουν κατασκευαστεί δύο Δεξαμενές Πάχυνσης Πρωτοβάθμιας Ιλύος. Οι δύο δεξαμενές είναι όμοιες μεταξύ τους, έχουν διάμετρο 15m, ωφέλιμο όγκο 600m³ και είναι εξοπλισμένες με περιστρεφόμενο διαμετρικό ξέστρο.

Η δευτεροβάθμια – βιολογική περίσσεια ιλύος από όλες τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης μεταφέρεται σε Δεξαμενή Αποθήκευσης, ωφέλιμου όγκου 212 m³, μέσω των αντλιών περίσσειας ιλύος των αντλιοστασίων ανακυκλοφορίας και περίσσειας ιλύος. Η δεξαμενή φέρει διαμετρικό ξέστρο περιφερειακής κίνησης και τροφοδοτεί μέσω δύο αντλιών τη μονάδα μηχανικής πάχυνσης της δευτεροβάθμιας ιλύος.

Η Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης της Δευτεροβάθμιας Ιλύος λειτουργεί σε ξεχωριστό κτίριο και αποτελείται από δύο φυγόκεντρους μέγιστης παροχής εισόδου 40m³/h ο καθένας, που πυκνώνουν την βιολογική περίσσεια ιλύος. Η παχυμένη δευτεροβάθμια ιλύς συγκεντρώνεται σε Δεξαμενή Αποθήκευσης της Παχυμένης Δευτεροβάθμιας

Ιλύος όγκου 50 m³ και αντλείται από δύο αντλίες θετικής εκτόπισης για την τροφοδότηση της δεξαμενής ομογενοποίησης.

Η παχυμένη ιλύος από τους παχυντές βαρύτητας της πρωτοβάθμιας ιλύος και τη μονάδα μηχανικής πάχυνσης της δευτεροβάθμιας ιλύος αντλείται προς τη Δεξαμενή Ομογενοποίησης. Η δεξαμενή έχει ωφέλιμο όγκο 460m³ και είναι εξοπλισμένη με δύο υποβρύχιους αναδευτήρες. Η ομογενοποιημένη πλέον ιλύς οδηγείται στη μονάδα αναερόβιας χώνευσης μέσω τεσσάρων αντλιών θετικής εκτόπισης διατεταγμένες ανά ζεύγη, όπου κάθε ζεύγος αντλιών αντιστοιχεί σε ζεύγος χωνευτών.

Η Μονάδα Αναερόβιας Χώνευσης αποτελείται από τέσσερις συνολικά χωνευτές, οι οποίοι καλύπτουν τις ανάγκες σταθεροποίησης της παραγόμενης πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας ιλύος, που επιτυγχάνεται σε συνθήκες αναερόβιας μεσόφιλης χώνευσης πλήρους ανάμιξης. Κάθε χωνευτής είναι σταθερής οροφής, κυκλικής διατομής και ωφέλιμου όγκου 1.600 m³. Η συλλογή του βιοαερίου γίνεται στην κορυφή του κάθε χωνευτή σε θόλο. Η ανάδευση των χωνευτών γίνεται με τη βοήθεια του ίδιου του παραγόμενου αερίου μέσω ειδικού δακτυλίου διάχυσης και κατακόρυφων αγωγών. Για τη συμπίεση του αερίου μίξης, υπάρχουν από τρεις συμπιεστές βιοαερίου παροχής έκαστος 230 m³/h για κάθε σύστημα.

Για τη θέρμανση της ιλύος των χωνευτών χρησιμοποιείται η θερμική ισχύς των αεριομηχανών με πλήρη ανάκτηση της θερμότητας του νερού ψύξεως. Οι ανάγκες των χωνευτών καλύπτονται πλήρως από την ανακτώμενη θερμική ισχύ των μηχανών ενώ το περίσσευμα της θερμικής ενέργειας καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου διοίκησης. Το σύστημα ανακυκλοφορίας και θέρμανσης περιλαμβάνει τρεις αντλίες και δύο εναλλάκτες θερμότητας, ζεστού νερού-ιλύος, 214 Kw. Στις αεριομηχανές είναι εγκατεστημένοι σε σειρά τρεις εναλλάκτες θερμότητας. Παράλληλα υπάρχουν και τρεις κυκλοφορητές νερού προς τους εναλλάκτες ιλύος. Σε περίπτωση που δεν εργάζονται οι μηχανές οι θερμικές ανάγκες του κυκλώματος ανάκτησης θερμότητας θα καλύπτονται από δύο λέβητες διπλού καυσίμου (βιοαερίου-πετρελαίου) 420 KW.

Το ένα ζεύγος χωνευτών (παλαιότερο) διοχετεύει το συλλεγόμενο βιοαέριο προς αεριοφυλάκιο ωφέλιμου όγκου 300m³ ενώ το νέο ζεύγος σε νέο αεριοφυλάκιο ωφέλιμου όγκου 500m³. Τα αεριοφυλάκια είναι υγρού τύπου. Τα αεριοφυλάκια συνδέονται με δύο πυρσούς καύσης παροχής 150m³/h με αυτόματη ανάφλεξη για την καύση του βιοαερίου σε περίσσεια.

Η χωνευμένη πλέον ιλύς οδηγείται προς τις Δεξαμενές Αποθήκευσης και Μεταπάχυνσης Χωνευμένης Ιλύος. Έχουν κατασκευαστεί δύο κυκλικές δεξαμενές μεταπάχυνσης. Ο ωφέλιμος όγκος κάθε δεξαμενής είναι 400m^3 και κάθε μία από αυτές είναι εξοπλισμένη με περιστρεφόμενο διαμετρικό ξέστρο.

Από τη μονάδα μεταπάχυνσης η χωνευμένη και μεταπαχυμένη πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια ιλύος οδηγείται στη Μονάδα Μηχανικής Αφυδάτωσης της Ιλύος. Η μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης στεγάζεται στο κλειστό κτίριο αφυδάτωσης, στο οποίο έχει εγκατασταθεί πλήρες σύστημα εξαερισμού και απόσμησης δυναμικότητας $6.000\text{m}^3/\text{h}$, αποτελούμενο από φίλτρο απόσμησης εμποτισμένου ενεργού άνθρακα. Η μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης αποτελείται από δύο ταινιοφιλτρόπρεσσοις πλάτους $3,0\text{m}$ και μέγιστης ικανότητας $20\text{m}^3/\text{h}$ η κάθε μία και από έναν οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστή παροχής $20\text{m}^3/\text{h}$. Για την ορθή λειτουργία του εξοπλισμού μηχανικής αφυδάτωσης εντός του κτιρίου έχουν εγκατασταθεί επίσης δύο αντλίες τροφοδοσίας της λάσπης, ένα συγκρότημα προετοιμασίας του πολυηλεκτρολύτη, δύο αντλίες τροφοδοσίας του πολυηλεκτρολύτη και κοχλίες μεταφοράς της αφυδατωμένης ιλύος. Η αφυδατωμένη πλέον ιλύς μεταφέρεται στην έξοδο του κτιρίου σε σειρά δοχείων αποθήκευσης που συλλέγονται από ειδικό όχημα προς αποκομιδή.

Μονάδα Παραγωγής Ενέργειας: Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιείται σαν καύσιμο από δύο αεριομηχανές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που θα διατίθεται για τις ηλεκτρικές ανάγκες των εγκαταστάσεων. Οι αεριομηχανές είναι ηλεκτρικής ισχύος 330Kw και θερμικής ισχύος 421Kw . Κάθε συγκρότημα αποτελείται από μια θερμική μηχανή εσωτερικής καύσης η οποία κινεί μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το βιοαέριο υφίσταται καθαρισμό πριν την είσοδό του στις αεριομηχανές έτσι ώστε η λειτουργία των μηχανών να είναι εγγυημένη. Συγκεκριμένα στη μονάδα έχουν εγκατασταθεί:

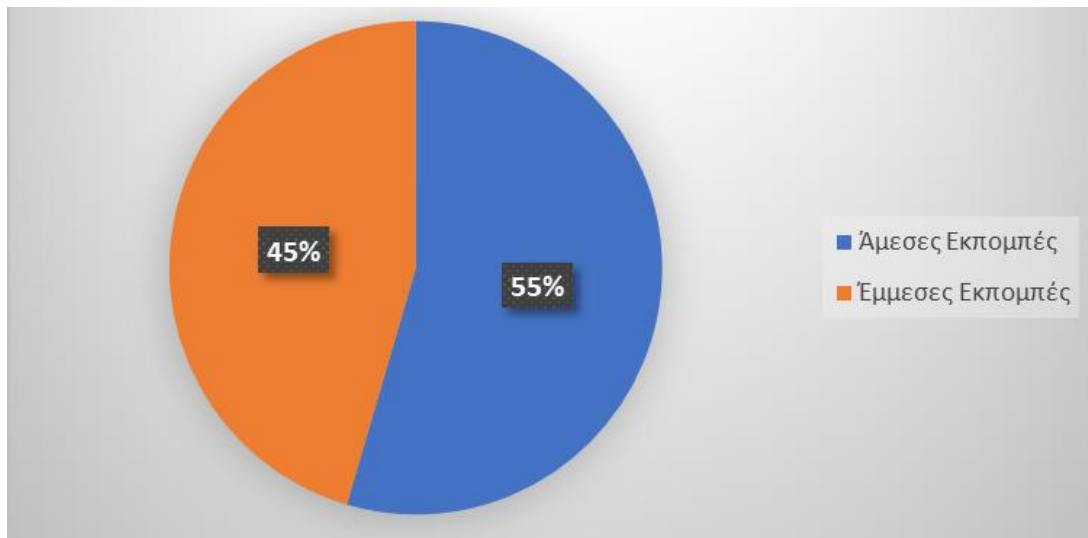
- ένα χαλικόφιλτρο συγκράτησης αφρών και υγρασίας τοποθετημένο στην έξοδο του αεροφυλακίου,
- ένα φίλτρο αφαίρεσης του υδροθείου μέσω πλυντρίδας με αλκαλικό διάλυμα
- ένα χαλικόφιλτρο συγκράτησης αφρών και υγρασίας τοποθετημένο στην έξοδο του φίλτρου αφαίρεσης του υδροθείου
- ένα κεραμικό φίλτρο κατακράτησης στερεών σωματιδίων.

Μετά από τον καθαρισμό, το βιοαέριο ωθείται μέσω δυο συμπιεστών προς τις αεριομηχανές.

3.26.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται στις 14.225 kWh/d, ενώ η πραγματική είναι 14.030 kWh/d.

Με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 27.100 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,2 kgCO₂/m³.



Εικόνα 28 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

3.27 Μονάδα 27

12.27.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 27 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει μεγάλη δυναμικότητα 180.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσο πληθυσμό 155.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Δευτεροβάθμια
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Σταθεροποίηση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

3.27.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Τα λύματα μέσω του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού (ΚΑΑ II) φθάνουν στα έργα εισόδου της εγκατάστασης όπου υφίστανται ένα πρώτο εσχарισμό προκειμένου να αφαιρεθούν τα μεγάλα στερεά στη Μονάδα Χονδροεσχάρωσης. Η εσχάρα είναι αυτόματη με διάκενα μεταξύ των ράβδων 60mm. Τα εσχарίσματα συλλέγονται σε κάδους και σε τακτά χρονικά διαστήματα μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ. Στη συνέχεια τα λύματα εισέρχονται σε κυκλική δεξαμενή διαμέτρου 12m η οποία περιλαμβάνει υπερχειλιστή ασφαλείας για διάθεση της υπερβάλλουσας παροχής στον παρακαμπτήριο αγωγό ασφαλείας (by-pass) που καταλήγει στο φρεάτιο τελικής διάθεσης.

Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στο Αντλιοστάσιο Αρχικής Ανύψωσης. Η μονάδα αρχικής άντλησης απαιτείται για την ανύψωση των λυμάτων από το φρεάτιο άφιξης του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού της Πάτρας σε στάθμη τέτοια ώστε να είναι δυνατή η ροή των λυμάτων με βαρύτητα μέσα από τις μονάδες επεξεργασίας μέχρι το φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού. Το αντλιοστάσιο περιλαμβάνει πέντε φυγοκεντρικές αντλίες κατάλληλες για άντληση λυμάτων με δυναμικότητα 800m³/h έκαστη. Όλες οι αντλίες ελέγχονται από πέντε αυτόνομους ρυθμιστές στροφών ώστε η τροφοδοσία της εγκατάστασης να είναι ομαλή και ανάλογη της παροχής εισόδου. Ολόκληρο το αντλιοστάσιο είναι τοποθετημένο σε κλειστό κτίριο του οποίου ο αέρας υφίσταται απόσπηση. Οι κινητήρες των αντλιών, οι μηχανισμοί έδρασης και ανύψωσης και οι πίνακες χειρισμού βρίσκονται επίσης σε κλειστό κτίριο που είναι εξοπλισμένο με σύστημα εξαερισμού και φωτισμού.

Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στη Μονάδα Προεπεξεργασίας της εγκατάστασης στην οποία υφίστανται εσχарισμό, εξάμμωση – απολίπανση και μέτρηση παροχής. Η προεπεξεργασία των λυμάτων αποσκοπεί στην αφαίρεση των φερτών, σκουπιδιών κλπ. της άμμου καθώς και των επιπλεόντων υλικών (λίπη, έλαια κλπ.) ώστε να

προστατευθούν οι μονάδες επεξεργασίας που ακολουθούν (καθίζηση, αερισμός, χώνευση) και να διαχωριστούν τα αδρανή συστατικά των λυμάτων από τα οργανικά.

Η Μονάδα Εσχάρωσης είναι τοποθετημένη εξ ολοκλήρου μέσα σε κλειστό κτίριο. Αποτελείται από δυο αυτοκαθαριζόμενες «λεπτές» σχάρες με διάκενα μεταξύ των ράβδων 10mm και κανάλι παράκαμψης της μονάδας εσχάρωσης, εξοπλισμένο με απλή χειροκαθαριζόμενη εσχάρα με διάκενα 20mm. Η συλλογή και αποκομιδή των εσχαρισμάτων γίνεται με μεταφορική ταινία για να οδηγηθούν στη συνέχεια σε συμπιεστή εσχαρισμάτων που τα συμπιέζει και τα αποθέτει σε ειδικούς κάδους συλλογής. Σε τακτά χρονικά διαστήματα τα εσχαρίσματα μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ.

Η Μονάδα Εξάμμωσης - Απολίπανσης είναι αεριζόμενου τύπου. Ο αερισμός επιτυγχάνεται με διάχυση πεπιεσμένου αέρα και εξασφαλίζει αφενός μεν τον καλύτερο διαχωρισμό της άμμου και των λιπών-οργανικών από τα λύματα, αφετέρου δε τον προ-αερισμό των λυμάτων και την μερική απομάκρυνση των οσμών. Η εξάμμωση περιλαμβάνει δυο παράλληλες διώρυγες ειδικής τραπεζοειδούς διατομής και παλινδρομική γέφυρα με ξέστρο που κατά τις δυο διαδρομές του, δηλαδή κατά τη φορά της ροής και αντίθετα, σαρώνει εναλλάξ την άμμο από τον πυθμένα και τα λίπη από την επιφάνεια. Η μονάδα εξάμμωσης είναι στεγασμένη ώστε ο αέρας του εσωτερικού χώρου να ανανεώνεται και να υφίσταται απόσπηση. Η άμμος οδηγείται από το ξέστρο σε χοάνες απ' όπου αντλείται με υποβρύχια αντλία σε ειδικά σιλό, αφυδατώνεται και μέσω ηλεκτροκίνητου μηχανισμού εκκένωσης, απορρίπτεται σε κάδους για μικρό χρονικό διάστημα μέχρι την τελική διάθεση στο ΧΥΤΑ. Τα λίπη συγκεντρώνονται αρχικά σε δυο φρεάτια στο κατάντη άκρο των δυο διωρύγων. Εκεί με ειδικά βιολογικά πρόσθετα διασπώνται, διαλυτοποιούνται και επιστρέφουν στο αντλιοστάσιο στραγγιδίων.

Όλες οι επιμέρους μονάδες (σχάρες, εξαμμωτές, αγωγοί κλπ.) μπορούν να απομονωθούν με ηλεκτροκίνητα ή αφαιρετά θυροφράγματα για επισκευή.

Από τη μονάδα εξάμμωσης – απολίπανσης τα λύματα οδηγούνται στη Μονάδα Μέτρησης Παροχής. Για τη μέτρηση της παροχής εισόδου χρησιμοποιείται ανοικτό κανάλι τύπου Venturi και συσκευή με υπερήχους για τη μέτρηση της στάθμης του υγρού σε αυτό. Η συσχέτιση της μετρούμενης στάθμης με την παροχή γίνεται αυτόματα από το όργανο. Στο τέλος του καναλιού υπάρχει ηλεκτροκίνητη υπερχειλιστική διάταξη που επιτρέπει μέρος ή το σύνολο της παροχής να οδηγηθεί μέσω ενός δεύτερου

καναλιού μέτρησης παροχής στη βιολογική βαθμίδα παρακάμπτοντας την πρωτοβάθμια καθίζηση. Αυτό γίνεται όταν παρατηρούνται αραιά λύματα φτωχά σε οργανική τροφή.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία: Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στο Φρεάτιο Διανομής Ι από όπου κατανέμονται εξίσου στις λειτουργούσες Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης. Σε περίπτωση ηθελημένης παράκαμψης της βιολογικής βαθμίδας τα λύματα από το φρεάτιο διανομής μπορούν να παροχετευτούν προς το φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού μέσω παρακαμπτήριου αγωγού (bypass).

Η μονάδα πρωτοβάθμιας καθίζησης επιτυγχάνει την απομάκρυνση μέρους των σωματιδίων από τα λύματα μειώνοντας έτσι το συνολικό οργανικό φορτίο των λυμάτων (BOD5) κατά 25-30% και των αιωρούμενων στερεών κατά 60%. Η μονάδα αποτελείται από τρεις κυκλικές δεξαμενές διαμέτρου 21m εξοπλισμένες με περιστρεφόμενη γέφυρα. Από τη γέφυρα αναρτάται το ξέστρο σάρωσης της ιλύος προς τον κεντρικό κώνο συλλογής του πυθμένα. Η πρωτοβάθμια ιλύς απομακρύνεται περιοδικά με κοχλιωτές αντλίες και οδηγείται στους αναερόβιους χωνευτές είτε απ' ευθείας αν η συγκέντρωση των στερεών είναι επαρκής είτε σε σύστημα μηχανικής πάχυνσης όπου υφίσταται μια περαιτέρω συμπύκνωση. Οι αντλίες πρωτοβάθμιας ιλύος είναι εγκατεστημένες μέσα σε υπόγειο τούνελ.

Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας.

Βιολογική Επεξεργασία: Η Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας περιλαμβάνει τρεις παράλληλες γραμμές επεξεργασίας με αναερόβιες δεξαμενές βιολογικής αποφωσφόρωσης και δεξαμενές αερισμού-νιτροποίησης και απονιτροποίησης. Στη βιολογική μονάδα επιτυγχάνεται η βιοαποδόμηση του οργανικού φορτίου, η οξειδωση του οργανικού και αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικά (νιτροποίηση), η απελευθέρωση του αζώτου των νιτρικών στην ατμόσφαιρα με τη μορφή του στοιχειακού αζώτου (απονιτροποίηση) και η δέσμευση φωσφόρου στη βιομάζα.

Η κάθε Δεξαμενή Αποφωσφόρωσης περιλαμβάνει ένα φρεάτιο υποδοχής της ιλύος ανακυκλοφορίας, όγκου 400m³ όπου σε αναερόβιες συνθήκες γίνεται πλήρης απομάκρυνση των νιτρικών που πιθανόν να περιέχει η ιλύς. Από το φρεάτιο αυτό η ιλύς υπερχειλίζει και ενώνεται με τα φρέσκα λύματα που εισέρχονται από το κανάλι διανομής. Η δεξαμενή όγκου 1200 m³ εξαναγκάζει τα λύματα σε μαιανδρική διαδρομή

κατά την οποία υφίστανται ανάδευση για να αποφευχθεί η καθίζηση της βιομάζας. Στη φάση αυτή τα φωσφοροβακτήρια «ωριμάζουν» ώστε στην επόμενη αερόβια φάση επεξεργασίας να δεσμεύσουν το διαλυμένο φώσφορο.

Η κάθε Δεξαμενή Αερισμού όγκου 8.000 m^3 έχει σχήμα διπλής τάφρου και περιλαμβάνει δύο κύριες περιοχές.

(α) Την αερόβια περιοχή όπου με την προσθήκη αέρα (δηλαδή οξυγόνου) τα αερόβια βακτήρια καταναλώνουν την οργανική τροφή και μετατρέπουν τις αζωτούχες ενώσεις σε νιτρικά άλατα.

(β) Την ανοξική περιοχή όπου άλλα βακτήρια μετατρέπουν τα νιτρικά άλατα σε αέριο άζωτο.

Η προσθήκη του αέρα στη μάζα του υγρού γίνεται με επιφανειακούς αεριστήρες τύπου βούρτσας. Σε κάθε δεξαμενή αερισμού υπάρχουν εγκατεστημένοι έξι αεριστήρες ισχύος 45 KW ο καθένας, προσφέροντας $6 \times 77,5 = 465 \text{ KgO}_2/\text{h}$. Η ρύθμιση της παροχής του οξυγόνου που παρέχουν οι αεριστήρες επιτυγχάνεται με το συνδυασμό αυτόματης μέτρησης του διαλυμένου οξυγόνου στις δεξαμενές αερισμού και της ρύθμισης του βυθίσματος των αεριστήρων μέσω της κατάλληλης ταπείνωσης ή ανύψωσης της στάθμης αυτόματων υπερχειλιστών στην έξοδο των δεξαμενών αερισμού. Για τη διατήρηση ικανοποιητικής ανάδευσης, ακόμα και όταν ορισμένοι από τους αεριστήρες βρίσκονται εκτός λειτουργίας, έχουν εγκατασταθεί σε κάθε δεξαμενή αερισμού τέσσερις αναδευτήρες τύπου μεγάλου πτερυγίου συνολικής ισχύος $4 \times 4 = 16 \text{ KW}$.

Τα λύματα ακολούθως οδηγούνται στις Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης όπου γίνεται ο διαχωρισμός της ενεργού ιλύος από τα επεξεργασμένα λύματα. Έχουν κατασκευαστεί τρεις δεξαμενές διαμέτρου 40m . Τα επεξεργασμένα λύματα υπερχειλίζουν από περιφερειακούς οδοντωτούς υπερχειλιστές σε κανάλι συλλογής και από εκεί οδεύουν προς τη δεξαμενή χλωρίωσης. Η ιλύς που καθιζάνει στον πυθμένα συλλέγεται με κατάλληλα σάρωθρα, αναρτημένα από περιστρεφόμενη γέφυρα, στον κεντρικό κώνο και απάγεται από τη δεξαμενή συνεχώς. Η ίδια γέφυρα φέρει επιφανειακό σάρωθρο που παρασύρει συνεχώς τα επιπλέοντα και τα ωθεί μέσα σε χοάνη απ' όπου οδηγούνται σε παράπλευρο φρεάτιο από όπου αντλούνται προς τη δεξαμενή σταθεροποιημένης ιλύος προς αφυδάτωση. Η ιλύς που απάγεται από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης συγκεντρώνεται στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου επανακυκλοφορίας ιλύος από

όπου μέρος αυτής επαναφέρεται στην μονάδα βιολογικής επεξεργασίας ενώ η περίσσεια οδηγείται μέσω χωριστού αντλιοστασίου στο μηχανικό σύστημα πάχυνσης.

Το Αντλιοστάσιο Επανακυκλοφορίας και Περίσσειας Ιλύος αποτελείται από έξι αντλίες Αρχιμήδη δυναμικότητας 450m³/h εκάστη για την ανακυκλοφορία της ιλύος προς την βιολογική επεξεργασία και δύο αντλίες ελικοειδούς ρότορα (mono pumps) για την απαγωγή της περίσσειας ιλύος που παράγεται στη βιολογική μονάδα.

Η περίσσεια ενεργού ιλύος είναι σταθεροποιημένη και μπορεί να πηγαίνει απ' ευθείας προς πάχυνση και αφυδάτωση ή να οδηγείται στους αναερόβιους χωνευτές μαζί με την πρωτοβάθμια ιλύ για καλύτερη σταθεροποίηση.

Έργα Απολύμανσης και Έργα Εξόδου – Διάθεσης: Η Μονάδα Απολύμανσης αποσκοπεί στη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών που περιέχονται στα λύματα σε λιγότερο από 500 cfu/100 ml που είναι το όριο που καθορίζουν οι εγκεκριμένοι Περιβαλλοντικοί Όροι. Η μονάδα αποτελείται από:

- Διάταξη μέτρησης της παροχής σε ανοικτή διάωρυγα Venturi και συσκευή με υπερήχους. Η μέτρηση της παροχής στη θέση αυτή είναι απαραίτητη για την ρύθμιση της δόσης του απολυμαντικού αναλογικά με την παροχή των λυμάτων.
- Δεξαμενή απολύμανσης.
- Αυτόματο σύστημα προσθήκης απολυμαντικού με αυτόματη ρύθμιση της δόσης αναλογικά προς την παροχή. Το σύστημα είναι εγκατεστημένο σε χωριστή αίθουσα του κτιρίου απολύμανσης με τον τοπικό ηλεκτρολογικό πίνακα και τους αυτοματισμούς. Ως απολυμαντικό χρησιμοποιείται το ClO₂ που παράγεται επί τόπου με αντίδραση υδροχλωρικού οξέος και χλωριώδους νατρίου.
- Χώρο αποθήκευσης των χημικών .

Μετά την απολύμανση τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται στο Φρεάτιο Φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού και διατίθενται στη θάλασσα.

3.27.3 Γραμμή της Ιλύος

Από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης η πρωτοβάθμια ιλύς μεταφέρεται στο σύστημα μηχανικής πάχυνσης (φυγοκέντρωση) από όπου η παχυμένη ιλύς οδηγείται στον αναερόβιο χωνευτή όπου υφίσταται αναερόβια χώνευση και σταθεροποίηση. Η

περίσσεια ενεργού ιλύος παροχετεύεται καθημερινά μέσω του αντλιοστασίου περίσσειας προς πάχυνση και αναερόβια χώνευση.

Το σύνολο της σταθεροποιημένης, μετά τη χώνευση, ιλύος υφίσταται αφυδάτωση και στη συνέχεια μεταφέρεται για τελική διάθεση στο ΧΥΤΑ.

Σκοπός της Μονάδας Πάχυνσης είναι η συμπύκνωση της ιλύος, πριν τροφοδοτηθεί στους χωνευτές για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους. Η πάχυνση γίνεται σε φυγόκεντρους έτσι ώστε η ιλύς να μην έρχεται καθόλου σε επαφή με το περιβάλλον. Στις μονάδες αυτές η ιλύς συμπυκνώνεται σε 4-6% σε στερεά με ταυτόχρονη αφαίρεση μέρους του υγρού που μέσω του δικτύου στραγγιδίων επιστρέφει στην είσοδο της εγκατάστασης. Η απαγωγή της παχυμένης ιλύος γίνεται μέσω αντλιών ξηρού τύπου θετικού εκτοπίσματος και μεταβλητής παροχής προς τους χωνευτές. Το σύστημα αυτό θεωρείται περιβαλλοντικά βέλτιστο διότι η διακίνηση της λάσπης γίνεται συνεχώς μέσα σε κλειστό σύστημα και ελαχιστοποιούνται οι οσμές.

Ανάντη της μονάδας πάχυνσης έχει κατασκευαστεί Δεξαμενή Ομοιογενοποίησης της Ιλύος στην οποία είναι εγκατεστημένοι δύο υποβρύχιοι αναδευτήρες.

Σκοπός της Μονάδας Χώνευσης είναι η αναερόβια σταθεροποίηση των οργανικών συστατικών της ιλύος (μόνο πρωτοβάθμιας ή μίγματος πρωτοβάθμιας και περίσσειας βιολογικής ιλύος) ώστε να είναι ακίνδυνα και χωρίς περιβαλλοντικές οχλήσεις η διάθεσή της στο ΧΥΤΑ. Η μονάδα περιλαμβάνει δυο κλειστές κυλινδρικές δεξαμενές από σκυρόδεμα συνολικού όγκου 5.000 m³. Οι χωνευτές είναι μονωμένοι εξωτερικά με φύλλο υαλοβάμβακα που προστατεύεται από μεταλλικό περίβλημα. Το περιεχόμενο των χωνευτών αναμιγνύεται συνεχώς με σύστημα κοχλία και σωλήνα ελκυσμού αμφίδρομης λειτουργίας. Η θέρμανση της ιλύος στη θερμοκρασία λειτουργίας των δεξαμενών 35-37°C επιτυγχάνεται με τη συνεχή άντληση του περιεχομένου του κάθε χωνευτή με τη βοήθεια φυγόκεντρικών αντλιών επανακυκλοφορίας μέσα από εξωτερικό εναλλάκτη θερμότητας (έναν για κάθε χωνευτή). Το σύστημα θέρμανσης της ιλύος περιλαμβάνει επίσης οριζόντιους φυγόκεντρικούς κυκλοφορητές ζεστού νερού, το συγκρότημα του λέβητα και τριών καυστήρων. Οι καυστήρες λειτουργούν με το βιοαέριο που παράγεται κατά τη χώνευση αλλά προβλέπεται και η δυνατότητα λειτουργίας με πετρέλαιο. Όλος ο εξοπλισμός κυκλοφορίας και θέρμανσης της ιλύος που προαναφέρθηκε βρίσκεται τοποθετημένος μέσα σε κλειστό κτίριο.

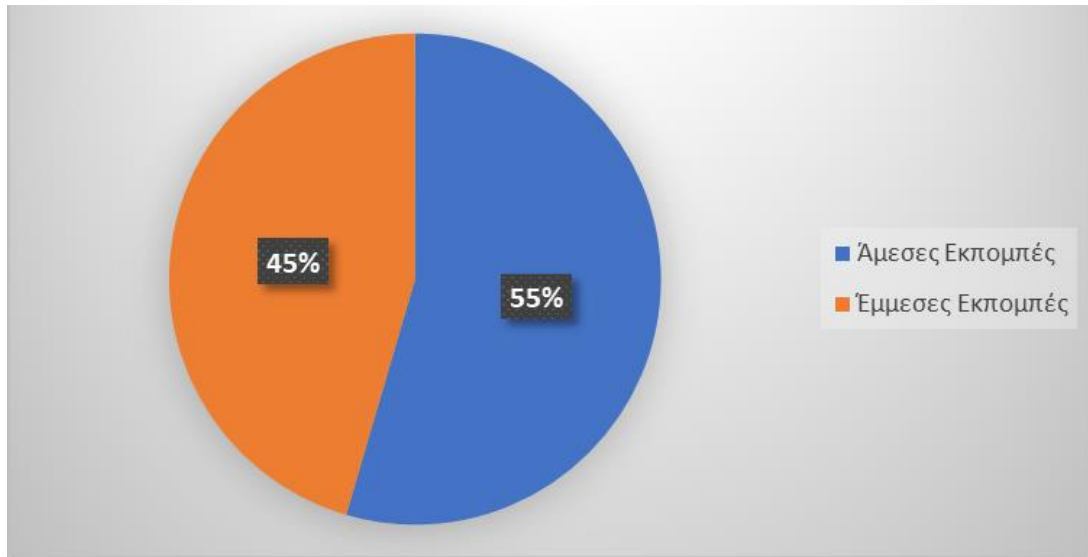
Το βιοαέριο που παράγεται στους χωνευτές (μίγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα) μεταφέρεται από την κορυφή του κάθε χωνευτή στο αεροφυλάκιο πλωτής οροφής που εξασφαλίζει προσωρινή αποθήκευση του βιοαερίου. Το αέριο χρησιμοποιείται βασικά για τη θέρμανση της ιλύος, ενώ το πλεονάζον οδηγείται σε πυρσό καύσης. Ο πυρσός εξασφαλίζει την καύση της συνολικής ημερήσιας παραγωγής βιοαερίου εντός 12 ωρών. Μελλοντικά προβλέπεται η εγκατάσταση μηχανών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο για κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών της εγκατάστασης.

Η Αφυδάτωση της ιλύος επιτυγχάνεται σε φυγοκέντρους, πρακτικά όμοιες με τις μηχανές πάχυνσης. Συνολικά εγκαθίστανται τέσσερις φυγόκεντροι. Δύο χρησιμοποιούνται για την διαδικασία της πάχυνσης, μία για την διαδικασία της αφυδάτωσης και μία είναι εφεδρική για να καλύψει τυχόν βλάβη της μηχανής αφυδάτωσης ή μίας εκ των μηχανών πάχυνσης. Εκτός από τις φυγοκέντρους, η μονάδα περιλαμβάνει τις αντλίες τροφοδοσίας της ιλύος και μονάδα παρασκευής και τροφοδοσίας διαλύματος πολυηλεκτρολύτη. Η αφυδατωμένη ιλύς μεταφέρεται με κεκλιμένο περιστρεφόμενο κοχλία εκτός του κτιρίου αφυδάτωσης και απορρίπτεται σε κλειστό υπερυψωμένο σιλό χωρητικότητας 20m³ απ' όπου καθημερινά μεταφέρεται με κλειστό φορτηγό στο χώρο τελικής διάθεσης, στο ΧΥΤΑ.

3.27.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται στις 13.433 kWh/d, ενώ η πραγματική είναι 13.250 kWh/d.

Με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 29.900 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,2 kgCO₂/m³.



Εικόνα 29 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

3.28 Μονάδα 28

3.28.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 28 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει μεγάλη δυναμικότητα 186.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 180.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου
- Απομάκρυνση φωσφόρου
- Δευτεροβάθμια

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Αναερόβια Χώνευση
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Διάχυση

3.28.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας: Τα λύματα συγκεντρώνονται στο Κεντρικό Αντλιοστάσιο και οδηγούνται στο Φρεάτιο Εισόδου της εγκατάστασης, στο οποίο παράλληλα καταλήγουν ο αγωγός των βιομηχανικών αποβλήτων της Α' και Β' ΒΙ.ΠΕ., καθώς και ο καταθλιπτικός αγωγός αστικών λυμάτων.

Από το φρεάτιο εισόδου τα μεικτά αστικά και προεπεξεργασμένα βιομηχανικά απόβλητα μαζί και με τα βοθρολύματα οδεύουν στη Μονάδα Εσχάρωσης. Η μονάδα εσχάρωσης στεγάζεται σε κτίριο 90m² και περιλαμβάνει ένα ζεύγος χειροκίνητων και ένα ζεύγος αυτόματων σχαρών – step fine screen - με διάκενα 6mm οι οποίες λειτουργούν καθ' όλο το εικοσιτετράωρο, παίρνοντας εντολή από μετρητές διαφοράς στάθμης. Τα εσχάρισματα αποτίθενται αρχικά σε κοχλιομεταφορέα, ο οποίος τα προωθεί σε συμπιεστή και τελικά καταλήγουν σε δοχείο απορριμμάτων.

Μετά την εσχάρωση τα λύματα οδηγούνται στη Μονάδα Εξάμμωσης - Λιποσυλλογής, η οποία αποτελείται από δύο επιμήκεις χωριστές δεξαμενές όγκου 110 m³ η μία. Από το κεντρικό τμήμα κάθε δεξαμενής η άμμος αντλείται σε κανάλι αμμοσυλλογής, πλένεται, διαχωρίζεται από το νερό με κοχλιοδιαχωριστή και διατίθεται στη χωματερή. Κάθε δεξαμενή είναι εξοπλισμένη με παλινδρομική γέφυρα. Ο αέρας προσάγεται στις δεξαμενές με δύο φυσητήρες, οι οποίοι λειτουργούν κυκλικά με αισθητήριο ροής λύματος. Στο πλευρικό τμήμα κάθε δεξαμενής περισυλλέγονται λίπη και έλαια, συγκεντρώνονται σε φρεάτιο, απ' όπου απομακρύνονται με υποβρύχια αντλία.

Τα λύματα, στη συνέχεια, περνούν στη Μονάδα Μέτρησης Παροχής η οποία αποτελείται από κανάλι μέτρησης της παροχής, τύπου Parshall και οδηγούνται στη μονάδα κροκίδωσης, ενώ μπορούν να εκτραπούν από την πορεία αυτή και να οδηγηθούν, με θυρόφραγμα ή απ' ευθείας στην πρωτοβάθμια καθίζηση ή σε περιπτώσεις ανάγκης, στο αντλιοστάσιο τελικής διάθεσης

Η εγκατάσταση διαθέτει και Μονάδα Υποδοχής Βοθρολυμάτων. Τα βυτιοφόρα εκκενώνουν τα βοθρολύματα σε φρεάτιο, αφού προηγουμένως γίνει ένας έλεγχος ως προς το ΡΗ και καταγραφεί η προέλευσή τους. Για την παρακράτηση των στερεών τα βοθρολύματα περνούν από χειροκαθαριζόμενη εσχάρα και με αντλίες οδηγούνται στο φρεάτιο εισόδου των λυμάτων. Η ποσότητά τους μετράται από παροχόμετρο.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία: Στη Μονάδα Κροκίδωσης γίνεται πρώτα η προσθήκη χημικών με τρεις δοσομετρικές αντλίες εκ των οποίων η μία εφεδρική στη δεξαμενή

ανάμιξης, όγκου 26m^3 , όπου με βυθισμένο ταχύστροφο αναμίκτη αναμειγνύονται με το λύμα. Στη συνέχεια επιτυγχάνεται η διαδικασία της κροκίδωσης σε τέσσερα διαδοχικά διαμερίσματα, όγκου 111m^3 το καθένα, όπου τα συσσωματώματα διατηρούνται σε αιώρηση με αργόστροφους αναδευτήρες. Η μονάδα κροκίδωσης περιλαμβάνει, ακόμη, κτίριο με δεξαμενές αποθήκευσης κροκιδωτικού, όγκου 105m^3 από πολυεστέρα και οικίσκο για τις δοσομετρικές αντλίες του διαλύματος.

Από τη μονάδα της κροκίδωσης, τα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο εισόδου και μέσω του Φρεατίου Μερισμού Ι στις τρεις ορθογωνικές Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης, συνολικού όγκου 4.000m^3 . Καθώς τα λύματα ρέουν προς την έξοδο, τα καθιζάνοντα στερεά με παλινδρομικό σαρωτή μεταφέρονται στα φρεάτια λάσπης - τρία ανά δεξαμενή - στην είσοδο των δεξαμενών και απομακρύνονται με εννέα ηλεκτροβάννες προς το αντλιοστάσιο πρωτοβάθμιας λάσπης. Τα επιπλέοντα στερεά συλλέγονται από ξέστρο επιφάνειας του σαρωτή, οδηγούνται σε εγκάρσιο δοχείο αφρού και στη συνέχεια αυτόματα σε Φρεάτιο Αφρών. Το καθαρό νερό υπερχειλίζει από τους οδοντωτούς υπερχειλιστές εξόδου και μέσω του καναλιού εκροής οδεύει, είτε στον αγωγό-οχετό, που οδηγεί προς το αντλιοστάσιο ενδιάμεσης ανύψωσης, είτε προς το αντλιοστάσιο τελικής διάθεσης

Βιολογική Επεξεργασία: Τα μερικώς επεξεργασμένα λύματα, μέσω του κάτω ορόφου ενός τριώροφου οχετού, οδεύουν προς το Αντλιοστάσιο Ενδιάμεσης Ανύψωσης, αφού στην πορεία τους συναντήσουν και αναμειχθούν με την ανακυκλοφορούμενη λάσπη από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας. Το αντλιοστάσιο περιλαμβάνει τρεις κοχλίες Αρχιμήδη και κτίριο, στην κορυφή του αντλιοστασίου, όπου στεγάζονται τα μοτέρ των αντλιών.

Με τους τρεις κοχλίες τα λύματα και η ανακυκλοφορούσα ιλύς ανυψώνονται, εκβάλλουν στο Φρεάτιο Μερισμού ΙΙ και κατανέμονται στη μονάδα βιολογικής επεξεργασίας.

Η Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας περιλαμβάνει τέσσερις ορθογωνικές, χωριστές δεξαμενές, συνολικού όγκου 14.000m^3 και κτίριο 225m^2 , όπου είναι εγκατεστημένοι πέντε τρίλοβοι αεροσυμπιεστές εκ των οποίων ο ένας βρίσκεται σε ενεργητική εφεδρεία. Η κάθε δεξαμενή χωρίζεται κατά μήκος σε δύο παράλληλα διαμερίσματα: το πρώτο, όπου εισέρχεται το λύμα μαζί με την ανακυκλοφορούμενη δευτεροβάθμια ιλύ

και είναι εφοδιασμένο με έξι υποβρύχιους αναδευτήρες και το δεύτερο εφοδιασμένο με 252 διαχυτές ελαστικής μεμβράνης, απ' όπου εξέρχεται το ανάμικτο υγρό.

Το πρώτο τμήμα του πρώτου διαμερίσματος μπορεί να λειτουργεί είτε αναερόβια, είτε ανοξικά κι αυτό εξαρτάται από τη θέση εισόδου της εσωτερικής ανακυκλοφορίας της ενεργού ιλύος.

Στην αναερόβια λειτουργία, η εσωτερική ανακυκλοφορία εισέρχεται στο δεύτερο τμήμα του πρώτου διαμερίσματος, ενώ το πρώτο τμήμα λειτουργεί πλέον σαν δεξαμενή βιολογικής αποφωσφόρωσης.

Στην ανοξική λειτουργία του πρώτου διαμερίσματος, η εσωτερική ανακυκλοφορία εισέρχεται κι αναμειγνύεται αμέσως με το εισερχόμενο λύμα και την ανακυκλοφορούμενη λάσπη. Με αυτόν τον τρόπο, όλο το πρώτο διαμέρισμα λειτουργεί ανοξικά για τη μετατροπή του νιτρικού αζώτου σε ελεύθερο άζωτο, είναι δηλαδή δεξαμενή απονιτροποίησης.

Από το πρώτο διαμέρισμα το λύμα έρχεται στο δεύτερο διαμέρισμα της ίδιας δεξαμενής μέσω υποβρύχιας οπής και εμπλουτίζεται με οξυγόνο, με σύστημα υποβρύχιας διάχυσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τους τέσσερις φυσητήρες, με παροχή ρυθμιζόμενη από 1.350 –10.700m³ αέρα την ώρα και με 252 διαχυτές ανά δεξαμενή, ελαστικής μεμβράνης και λεπτής φυσαλίδας, τοποθετημένοι στον πυθμένα της δεξαμενής. Η διάθεση αέρα στις δεξαμενές γίνεται αυτόματα και ελέγχεται από μετρητές οξυγόνου, καθώς και σύστημα μέτρησης παροχής αέρα, θερμοκρασίας και πίεσης.

Στο διαμέρισμα αυτό, παρουσία οξυγόνου οξειδώνεται το οργανικό φορτίο και η αμμωνία μετατρέπεται σε νιτρικά. Τα νιτρικά, μετά τη διαδικασία της νιτροποίησης, ανακυκλοφορούν στο ανοξικό διαμέρισμα (1ο ή 2ο τμήμα) με δύο ανά δεξαμενή υποβρύχιας αντλίες δυναμικότητας πέντε φορές μεγαλύτερες από την παροχή του λύματος. Για την ανακυκλοφορία του ανάμικτου υγρού έχουν εγκατασταθεί συνολικά οκτώ (8) υποβρύχιας αντλίες, δηλαδή δύο σε κάθε δεξαμενή εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική.

Το ανάμικτο υγρό από τις δεξαμενές αερισμού οδηγείται σε κοινό φρεάτιο εξόδου και στη συνέχεια μέσω αγωγού στο δεύτερο όροφο του τριώροφου καναλιού, για να καταλήξει στο Φρεάτιο Μερισμού III για να μοιραστεί σε δύο κυκλικές Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης διαμέτρου 36m. και όγκου 3.500m³ η κάθε μία. Η είσοδος

ανάμικτου υγρού στις δεξαμενές γίνεται μέσω τοξωτού υπερχειλιστή, ενώ οι δεξαμενές απομονώνονται με θυροφράγματα. Τα επιπλέοντα απομακρύνονται στο φρεάτιο αφρών, ενώ η καθαρή εκροή υπερχειλίζει προς το αντλιοστάσιο διάθεσης. Η μεγαλύτερη ποσότητα λάσπης από τον πυθμένα ανακυκλοφορεί στον πρώτο όροφο του καναλιού, μέσω ειδικής κατασκευής, που περιλαμβάνει δύο ηλεκτροκίνητα υπερχειλιστικά θυροφράγματα τα οποία «φιλοξενούνται» στο φρεάτιο μερισμού III και από το ύψος της φλέβας υγρού ενεργοποιούνται από το μετρητή παροχής εισόδου.

Η περίσσεια λάσπης, οδηγείται στο Αντλιοστάσιο Περίσσειας και Αφρών, το οποίο καταθλίβει την περίσσεια και τους αφρούς στο μηχανικό παχυντή με αντλίες θετικής εκτόπισης. Στο αντλιοστάσιο έχουν εγκατασταθεί δύο αντλίες περίσσειας ιλύος εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική.

Η συλλογή των αφρών και των επιπλεόντων από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης γίνεται με σύστημα αυτόματης συλλογής. Ακτινική γέφυρα προπορεύεται της γέφυρας σαρωτή και σε στάση συνθλίβει τους αφρούς προς το κανάλι-φρεάτιο συλλογής των επιπλεόντων, που μεταφέρεται από το σαρωτή και είναι εφοδιασμένο με υποβρύχια αντλία. Έτσι, οι αφροί καταθλίβονται σε ιδιαίτερο φρεάτιο του αντλιοστασίου περίσσειας μέσω μίας υποβρύχιας αντλίας από κάθε δεξαμενή.

Η υπερχείλιση των επεξεργασμένων λυμάτων από τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης γίνεται με 24 ανά δεξαμενή ακτινικούς διάτρητους σωλήνες, ενώ το κανάλι απαγωγής των καθαρών βρίσκεται εξωτερικά και περιμετρικά της δεξαμενής. Τα καθαρά οδηγούνται, μέσω αγωγού, στο δεύτερο όροφο του καναλιού και στη συνέχεια στο φρεάτιο αναρρύθμισης του αντλιοστασίου τελικής διάθεσης.

Έργα Εξόδου και Έργα Διάθεσης: Τα επεξεργασμένα και διευγασμένα λύματα μετά τις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης οδηγούνται στο Αντλιοστάσιο Τελικής Διάθεσης. Το αντλιοστάσιο τελικής διάθεσης έχει όγκο 500m^3 και μέσα σε κτίριο εμβαδού 165m^2 είναι εγκατεστημένες τέσσερις αντλίες, για την προώθηση του λύματος στην εγκατάσταση διάθεσης στον αποδέκτη, εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική.

Από το αντλιοστάσιο τελικής διάθεσης, τα επεξεργασμένα λύματα απομακρύνονται μέσω καταθλιπτικού αγωγού, $\Phi 800$, μήκους 8Km , οδηγούνται για διάθεση στο ακρωτήριο Αγκίστρι, σε θαλάσσια περιοχή εκτός του εσωτερικού κόλπου.

Τα λύματα πριν από τη διάθεσή τους οδηγούνται σε διθάλαμη δεξαμενή αναρρόθμισης ωφέλιμου όγκου 300m³ και μέσω χειρσαίου τμήματος αγωγού, μήκους 50m και διαμέτρου Φ800, οδηγούνται σε υποθαλάσσιο αγωγό HDPE, 800m μήκους, που εδράζεται στον πυθμένα. Ο αγωγός, στο άκρο του - σε βάθος 54 - είναι κλειστός, ενώ στα τελευταία 230m του είναι τοποθετημένοι 28 διαχυτήρες.

3.28.3 Γραμμή της Ιλύος

Κατά την επεξεργασία των λυμάτων στην εγκατάσταση παράγεται λάσπη από την πρωτοβάθμια - χημική και τη δευτεροβάθμια καθίζηση. Η ιλύς από το Αντλιοστάσιο Πρωτοβάθμιας Ιλύος αντλείται μέσω δύο κοχλιωτών αντλιών θετικής εκτόπισης σε δύο κυκλικές Δεξαμενές Προπάχυνσης. Ο αφρός από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης συγκεντρώνεται στο φρεάτιο αφρών. Οι προπαχυντές είναι δύο κυκλικές δεξαμενές, όγκου 290m³ κάθε μία. Η λάσπη συλλέγεται και απομακρύνεται με δύο αντλίες θετικής εκτόπισης οι οποίες βρίσκονται σε μικρό κτίριο, μεταξύ των δύο δεξαμενών.

Η περίσσεια λάσπης των δευτεροβάθμιων καθιζήσεων από το αντλιοστάσιο περίσσειας αντλείται στο μηχανικό παχυντή, εγκατεστημένο στο ισόγειο κτιρίου. Με τις ίδιες αντλίες περίσσειας και με τη βοήθεια ηλεκτροβαννών υπάρχει η δυνατότητα να οδηγούνται και οι αφοί της δευτεροβάθμιας καθίζησης για μηχανική πάχυνση, στις περιπτώσεις που υπάρχουν προβλήματα με ανύψωση της λάσπης.

Η Μονάδα Μηχανικής Πάχυνσης περιλαμβάνει διάφορο κτίριο, όπου στεγάζονται στον όροφο ένας μηχανικός παχυντής (φυγόκεντρος) δυναμικότητας 35-55 m³/h και τριθάλαμη δεξαμενή προετοιμασίας, ωρίμανσης και δοσομέτρησης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη και στο υπόγειο η δεξαμενή ομογενοποίησης ιλύων, το αντλιοστάσιο παχυμένης λάσπης για το μερισμό της προς τη χώνευση, το λεβητοστάσιο και ο εναλλάκτης ανακυκλοφορίας του μεγάλου χωνευτή.

Τα στραγγίδια από τους δύο προπαχυντές και το μηχανικό παχυντή συγκεντρώνονται στο φρεάτιο αφρού της πρωτοβάθμιας καθίζησης. Οι αφοί από την επιφάνεια απομακρύνονται με βυτίο, ενώ το νερό αντλείται και καταλήγει στην είσοδο της κροκίδωσης.

Η παχυμένη λάσπη συγκεντρώνεται στη Δεξαμενή Ομογενοποίησης και οδηγείται στη χώνευση με τη βοήθεια αντλιών θετικής εκτόπισης και συστήματος ηλεκτροβαννών

για τον αναλογικό μερισμό της λάσπης, σύμφωνα με τον όγκο των τριών χωνευτών. Εντός της δεξαμενής ομογενοποίησης έχει εγκατασταθεί υποβρύχιος αναδευτήρας.

Η Μονάδα της Αναερόβιας Χώνευσης περιλαμβάνει τρεις κυκλικές, κλειστές δεξαμενές. Οι δύο από αυτές έχουν όγκο 1.400m³ η μία, ενώ η τρίτη έχει όγκο 2.970m³. Επίσης, υπάρχουν ένα Αεροφυλάκιο, όγκου 800m³ και δύο πυρσοί καύσης.

Η ιλύς προσάγεται στην κορυφή του κάθε χωνευτή, εκτοπίζοντας έναν ισοδύναμο όγκο χωνευμένης λάσπης, που από τον πυθμένα του χωνευτή οδηγείται σε εξωτερικό φρεάτιο στην κορυφή της δεξαμενής και με βαρύτητα οδεύει προς τους μεταπαχυντές. Σε κάθε χωνευτή είναι εγκατεστημένο μηχανικό σύστημα ανάδευσης. Στις δεξαμενές χώνευσης, η θερμοκρασία κυμαίνεται στους 33-35°C και οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται, απουσία οξυγόνου, μετατρέπουν τις οργανικές ουσίες σε βιοαέριο.

Η θέρμανση των χωνευτών καλύπτεται από τη θερμική ενέργεια, που παράγεται στη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και στην περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατόν, από λέβητες διπλού καυσίμου, βιοαερίου και πετρελαίου. Η λάσπη ανακυκλοφορεί με αντλίες Vortex πάνω σε εναλλάκτες θερμότητας για τις ανάγκες της θέρμανσής της και η παραμονή της στη μονάδα κυμαίνεται από 18-30 ημέρες. Το παραγόμενο αέριο οδηγείται σε αεριοφυλάκιο – τύπου κώδωνα, τοποθετημένο σε δεξαμενή νερού – το οποίο αφ' ενός εξισορροπεί τις διακυμάνσεις στην παραγωγή και κατανάλωση αερίου, αφ' ετέρου γεμίζει το χωνευτή με αέριο κατά την απαγωγή της λάσπης.

Στη συνέχεια, η λάσπη που έχει υποστεί χώνευση, οδηγείται στη Μονάδα Μεταπάχυνσης που αποτελείται από τρεις κυκλικές δεξαμενές, όγκου 300m³ η μία. Πριν την είσοδο της μονάδας υπάρχει φρεάτιο συλλογής και βαννοστάσιο, έτσι ώστε κυκλικά να τροφοδοτούνται οι τρεις μεταπαχυντές και κυκλικά να απάγεται η λάσπη απ' αυτούς προς την αφυδάτωση.

Η Μονάδα Μηχανικής Αφυδάτωσης περιλαμβάνει κτίριο, όπου είναι εγκατεστημένες δύο ταινιοφιλτρόπρεσες, δυναμικότητας 40m³/h, αντλίες θετικής εκτόπισης για την άντληση της λάσπης από τη μεταπάχυνση, μονάδα παραγωγής πολυηλεκτρολύτη, αντλίες δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη, ταινιόδρομοι λάσπης στο κοντέινερ και φυσητήρες.

Η αφυδατωμένη ιλύς, τα εσχαρίσματα και η άμμος μεταφέρονται με coctainer στο χώρο υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.

Μονάδα Παραγωγής Ενέργειας: Το παραγόμενο στις δεξαμενές χώνευσης βιοαέριο τροφοδοτεί δύο σύγχρονες γεννήτριες για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η υφιστάμενη παραγωγή βιοαερίου είναι της τάξης των 1.500-2.400 m³/ημέρα και η % κ.ο. σύστασή του είναι κατά μέσο όρο: CH₄ = 70%, CO₂ =29,5 % κτλ. Το συγκρότημα παραγωγής ενέργειας είναι εγκατεστημένο σε αυτόνομο κτίριο, εμβαδού 265m² και αποτελείται από υδρόψυκτες, τετράχρονες μηχανές εσωτερικής καύσης, με ρυθμιστή στροφών, 176,5 KW η κάθε μία. Για τον παραλληλισμό της μονάδας στο δίκτυο της ΔΕΗ, η γεννήτριες είναι εφοδιασμένες με αυτόματο ρυθμιστή τάσης, μέσω του οποίου γίνεται και η διόρθωση του συνημίτονου.

3.28.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 13.480 kWh/d, ενώ στην πραγματικότητα είναι 12.690 kWh/d.

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 40.290 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,2 kgCO₂/κατ-d. Είναι μία λογική τιμή για την εγκατάσταση.

3.29 Μονάδα 29

3.29.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 29 είναι ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Έχει μεγάλη δυναμικότητα 500.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 225.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Σταθεροποίηση (Αναερόβια)
- Αφυδάτωση

Αερισμός: Επιφανειακός

Αποδέκτης: Κανονικός (Ρέμα)

Πριν την αναλυτικότερη περιγραφή της εγκατάστασης, είναι μείζονος σημασίας να αναφερθεί ότι η εν λόγω εγκατάσταση δέχεται ένα μεγάλο μέρος λυμάτων από βυτιοφόρα που έχουν πολύ αυξημένο φορτίο λόγω της παραμονής τους σε σηπτικές συνθήκες για πολλούς μήνες και της απορροφητικότητας ορισμένων βόθρων.

3.29.2 Γραμμή των Λυμάτων

Γενικά & Προεπεξεργασία

Η προεπεξεργασία περιλαμβάνει χωριστή εσχάρωση και εξάμμωση - απολίπανση για τα αστικά λύματα και τα βοθρολύματα. Τα προϊόντα της εσχάρωσης, εξάμμωσης αποθηκεύονται σε κάδους συλλογής, και απομακρύνονται με φορτηγά οχήματα. Τα προϊόντα της απολίπανσης απομακρύνονται με κατάλληλα οχήματα για τελική διάθεση σε νόμιμα αδειοδοτημένες μονάδες. Για την αποφυγή έντονων οσμών τα έργα προεπεξεργασίας είναι εγκατεστημένα σε κλειστό χώρο με εξαερισμό και ο δύσοσμος αέρας οδηγείται σε χημική πλυντηρίδα, πριν διατεθεί στην ατμόσφαιρα.

Τα βοθρολύματα υπόκεινται σε χημικά υποβοηθούμενη καθίζηση σε δύο κυκλικές δεξαμενές διαχωρισμού διαμέτρου 20 m. Τα αστικά λύματα οδηγούνται αντίστοιχα σε δύο ορθογωνικές δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, πλάτους 10m και μήκους 54m.

Τα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα αστικά λύματα και τα βοθρολύματα εισέρχονται στη δεξαμενή αερισμού συνολικού όγκου 21.000 m³ σε διαφορετικές θέσεις, όπου υπόκεινται σε κοινή επεξεργασία. Το ανάμικτο υγρό από τη δεξαμενή αερισμού οδηγείται σε δύο δεξαμενές τελικής καθίζησης διαμέτρου 42m.

Η πρωτοβάθμια ιλύς των αστικών λυμάτων και των βοθρολυμάτων καθώς και η περίσσεια δευτεροβάθμια ιλύς σταθεροποιείται σε αναερόβιους χωνευτές δύο σταδίων. Οι δύο πρωτοβάθμιοι χωνευτές έχουν όγκο 7.900 m³, έκαστος, και ο δευτεροβάθμιος χωνευτής 3.000 m³.

Στη συνέχεια η χωνεμένη ιλύς οδηγείται στη μονάδα αφυδάτωσης που αποτελείται από 4 ταινιοφιλτράπρεςσες. Η αφυδατωμένη ιλύς οδηγείται σε ξήρανση.

Χώρος Εκκένωσης Βυτιοφόρων

Ο χώρος εκκένωσης των βυτιοφόρων περιλαμβάνει μια οδό κυκλοφορίας των βυτιοφόρων εκατέρωθεν της οποίας βρίσκονται δεκαπέντε θέσεις στάθμευσης σε κάθε πλευρά. Συνολικά λειτουργούν 10 θέσεις εκκένωσης βυτιοφόρων.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του χώρου εκκένωσης βυτιοφόρων προβλέπονται συγκεκριμένα μέτρα για τον περιορισμό και την κατά το δυνατό αποφυγή ρύπανσης από διαφυγές αερίων ή διασπορά αποβλήτων κατά την εκκένωση των βυτιοφόρων. Ο Κανονισμός ορίζει τον τρόπο εκκένωσης των βυτιοφόρων ώστε να αποφεύγονται οι διαφυγές δύσοσμων αερίων και να ελαχιστοποιούνται πιθανές διαρροές λυμάτων στο χώρο στάθμευσης και εκκένωσης των βυτίων. Επίσης, ο Κανονισμός Λειτουργίας προβλέπει τον περιοδικό έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών των βοθρολυμάτων.

Βοθρολύματα που περιέχουν υψηλό οργανικό φορτίο δεν γίνονται δεκτά στην εγκατάσταση για επεξεργασία και διατίθενται κατόπιν υποδείξεως του προσωπικού λειτουργίας του ΚΕΛΜ σε Φρεάτιο Βιομηχανικών Αποβλήτων. Έτσι τα ισχυρά βοθρολύματα παρακάμπτουν την εγκατάσταση επεξεργασίας και καταλήγουν απ' ευθείας στο δίκτυο αποχέτευσης.

Προεπεξεργασία Αστικών Βοθρολυμάτων

Από τον Χώρο Εκκένωσης Βυτιοφόρων τα αστικά βοθρολύματα καταλήγουν με βαρύτητα στη μονάδα εσχάρωσης. Η εσχάρωση πραγματοποιείται από ζεύγος χονδροεσχάρας και λεπτοεσχάρας. Τα εσχαρίσματα μέσω μεταφορικής ταινίας πλάτους 0,50m συλλέγονται σε κάδους.

Για την απομάκρυνση των ανόργανων αδρανών υλικών και των επιπλεόντων σωματιδίων χρησιμοποιείται αεριζόμενος εξαμμωτής πλάτους 4,0m, μήκους 30 m με μέσο κατακόρυφο ύψος 3,2 m και συνολικό όγκο 385 m³. Ο εξαμμωτής έχει σχεδιασθεί ώστε να επιτυγχάνεται υδραυλικός χρόνος παραμονής ίσος με 12 min για τη παροχή σχεδιασμού των βοθρολυμάτων (1.500m³/h).

Για τον αερισμό του εξαμμωτή χρησιμοποιούνται δύο φυσητήρες δυναμικότητας 400 m³/h και στόμια σωληνώσεων για την εμφύσηση αέρα.

Η άμμος μεταφέρεται με μεταφορικό κοχλία και απομακρύνεται με φορτηγά για τελική διάθεση σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων. Οι επιπλέον ουσίες συλλέγονται σε φρεάτιο 20 m³ και περιοδικά απομακρύνονται και διατίθενται σε αδειοδοτημένες μονάδες.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία Βοθρολυμάτων

Η μονάδα πρωτοβάθμιας επεξεργασίας βοθρολυμάτων περιλαμβάνει:

- μονάδα κροκίδωσης όγκου 120 m³ και χρόνου παραμονής 5 λεπτών για παροχή 1.500 m³/h. Η ανάδευση επιτυγχάνεται με 4 αναδευτήρες 0,75 kW έκαστος (2,7-11,2 rpm).
- σύστημα τροφοδότησης γαλακτώματος ασβέστη 2x9,5 m³, αναμικτήρες 5,5 kW και μία δοσομετρική αντλία των 20 m³/h.
- δύο κυκλικές δεξαμενές διαχωρισμού υγρών - στερών διαμέτρου 20m συνολικού όγκου 2.700 m³ και μέσου βάθους 4,30m.

Η συγκέντρωση της ιλύος είναι της τάξης του 7-10% (85 kg/m³). Η μέση ημερήσια παραγωγή της ιλύος ανέρχεται σε 16.000 kg DS/d ή 200 m³/d περίπου. Η απαγωγή της ιλύος προς τους πρωτοβάθμιους χωνευτές γίνεται με 4 αντλίες παροχής 30 m³/h και ισχύος 7,5 kW εκάστη, εκ των οποίων δυο εφεδρικές.

Προεπεξεργασία Αστικών Λυμάτων

Η προεπεξεργασία των αστικών λυμάτων περιλαμβάνει εσχάρωση και εξάμμωση. Η εσχάρωση περιλαμβάνει χονδροεσχάρωση (25mm διάκενο) και λεπτοεσχάρωση (8 mm διάκενο). Τα εσχάρια απορρίπτονται από τις εσχάρες σε μεταφορική ταινία πλάτους 0,50m μέσω της οποίας οδηγούνται και συλλέγονται προσωρινά σε κάδους μέχρι τη μεταφορά τους σε Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων.

Για την απομάκρυνση των ανόργανων αδρανών υλικών και των επιπλεόντων σωματιδίων χρησιμοποιείται αεριζόμενος εξαμμωτής πλάτους 4 m, μήκους 30 m με μέσο κατακόρυφο ύψος 3,2 m και συνολικό όγκο 385 m³. Ο εξαμμωτής έχει σχεδιασθεί ώστε να εξασφαλίζεται υδραυλικός χρόνος παραμονής ίσος με 14 min για τη παροχή αιχμής των αστικών λυμάτων (1.700 m³/h).

Για τον αερισμό του εξαμμωτή χρησιμοποιούνται δύο φυσητήρες δυναμικότητας 400 m³/hr και στόμια σωληνώσεων για την εμφύσηση του αέρα.

Η άμμος μεταφέρεται με μεταφορικό κοχλία και απομακρύνεται με φορτηγά για τελική διάθεση στο Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων. Οι επιπλέον ουσίες συλλέγονται σε φρεάτιο 20 m³ και περιοδικά απομακρύνονται και διατίθενται σε αδειοδοτημένες μονάδες.

Η εγκατάσταση προεπεξεργασίας των αστικών λυμάτων είναι στεγασμένη σε κοινό κτίριο με την εγκατάσταση προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων και χρησιμοποιείται κοινό σύστημα απόσμησης.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων

Τα αστικά λύματα μετά τη προεπεξεργασία οδηγούνται στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης στις οποίες τροφοδοτείται και η περίσσεια της βιολογικής ιλύος. Στόχος της από κοινού καθίζησης είναι η επίτευξη βιοκροκίδωσης λόγω της παρουσίας των βιολογικών στερεών για να υποβοηθάται η πρωτοβάθμια καθίζηση και παράλληλα να συμπυκνούνται η περίσσεια βιολογική ιλύς.

Η πρωτοβάθμια καθίζηση των αστικών λυμάτων πραγματοποιείται σε δυο ορθογωνικές δεξαμενές πλάτους 10m, μήκους 54m και μέσου βάθους 2,8m. Σύμφωνα με τα πρόσφατα λειτουργικά στοιχεία, η μέση ημερήσια παροχή της περίσσειας ιλύος είναι της τάξης των 1.150 m³/d και η μέση ημερήσια παροχή αστικών λυμάτων ανέρχεται σε 11.000 m³/d.

Η μέση συγκέντρωση της μικτής ιλύος (πρωτοβάθμια και περίσσεια ιλύς) είναι της τάξης του 1,8% (18 kg/m³). Η ημερήσια παραγωγή μικτής ιλύος ανέρχεται σε 6.300 kg/d ή 350 m³/d περίπου. Η απαγωγή της μικτής ιλύος (πρωτοβάθμιας και περίσσειας βιολογικής ιλύος) προς τους πρωτοβάθμιους χωνευτές γίνεται από 2 υποβρύχιες αντλίες δυναμικότητας 60 m³/h εκάστη, εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική.

Δευτεροβάθμια Επεξεργασία

Μετά από την χωριστή πρωτοβάθμια επεξεργασία των αστικών λυμάτων και των βοθρολυμάτων τα λύματα οδηγούνται σε κοινή εγκατάσταση δευτεροβάθμιας επεξεργασίας για την αποικοδόμηση του οργανικού φορτίου. Η εγκατάσταση επεξεργασίας δεν έχει σχεδιαστεί για νιτροποίηση και απονιτροποίηση των λυμάτων.

Η δεξαμενή αερισμού είναι ορθογωνική μήκους 90m και πλάτους 54m με μέσο βάθος 4,35m. Ο συνολικός ενεργός όγκος της δεξαμενής είναι 21.000 m³ και χωρίζεται σε 5

φατνώματα επεξεργασίας διαστάσεων 18x54m. Τα λύματα ακολουθούν μαιανδρική ροή ώστε να επιτυγχάνεται κατά το δυνατό εμβολοειδής ροή. Η είσοδος των βοθρολυμάτων και των αστικών λυμάτων γίνεται σε διαφορετικές θέσεις του αντιδραστήρα. Το σύνολο της ανακυκλοφορούσας βιολογικής ιλύος εισέρχεται στην κεφαλή της δεξαμενής.

Ο αερισμός και η ανάμιξη της εγκατάστασης επιτελούνται από 15 μηχανικούς επιφανειακούς αεριστήρες, τρεις αεριστήρες σε κάθε φάτνωμα, με ισχύ κινητήρα 55kW και ρυθμιζόμενη ταχύτητα περιστροφής με inverters σε 12 εξ' αυτών και απόδοση αερισμού σε τυπικές συνθήκες 1,80 kgO₂/kWh. Οι μηχανικοί αεριστήρες είναι όλοι διακοπτόμενης λειτουργίας. Επιπλέον στη δεξαμενή για την εξασφάλιση επαρκούς ανάδευσης έχουν εγκατασταθεί έξι υποβρύχιοι αναδευτήρες.

Για τη βελτιστοποίηση λειτουργίας στον βιολογικό αντιδραστήρα έχουν εγκατασταθεί οξυγονόμετρα βάσει των ενδείξεων των οποίων πραγματοποιείται η ρύθμιση λειτουργίας των αεριστήρων.

Το ανάμικτο υγρό οδηγείται μέσω δύο αγωγών βαρύτητας Ø1000 σε δύο κυκλικές δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης διαμέτρου Ø 42 m

- εμβαδόν επιφάνειας/δεξαμενή 1.385m²
- μήκος υπερχειλιστή/δεξαμενή 117 m
- μέσο βάθος 3,3 m
- όγκος δεξαμενής 4.570m³

Κάθε δεξαμενή διαθέτει γέφυρα με σύστημα αναρρόφησης της ιλύος και λάμες σάρωσης για τη συλλογή της επιπλέουσας ιλύος. Η επανακυκλοφορία της ιλύος στη δεξαμενή αερισμού πραγματοποιείται από τρεις αντλίες ξηρού τύπου (η μία εφεδρική), δυναμικότητας 900 m³/hr εκάστη.

Η περίσσεια της ιλύος οδηγείται στη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης για συμπύκνωση μαζί με τη βαρύτερη πρωτοβάθμια ιλύ και στη συνέχεια αντλείται στους δύο πρωτοβάθμιους χωνευτές.

Για την απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος χρησιμοποιούνται δύο αντλίες (η μία εφεδρική), δυναμικότητας 120 m³/hr εκάστη. Η ρύθμιση λειτουργίας των αντλιών ιλύος γίνεται μέσω προγραμματισμού του SCADA για τη διατήρηση της επιθυμητής συγκέντρωσης των στερεών στη δεξαμενή αερισμού.

Απολύμανση

Η απολύμανση των δευτεροβάθμιων εκροών πραγματοποιείται με χλωρίωση των λυμάτων με υποχλωριώδες νάτριο. Η προσθήκη του διαλύματος γίνεται σε δεξαμενή χωρητικότητας 23m³ εξοπλισμένη με αναμικτήρα ισχύος 2,5 kW. Η δοσομέτρηση γίνεται με δοσομετρική αντλία, που λαμβάνει σήμα από το παροχόμετρο και ρυθμίζει την δόση ανάλογα με την παροχή εξόδου.

Η δεξαμενή χλωρίωσης έχει τη μορφή μαιανδρικού καναλιού με συνολικό όγκο 1.600 m³, σχέση συνολικού μήκους/πλάτους καναλιού ίσο με 65 ώστε να εξασφαλίζεται η εμβολοειδής ροή κατά μήκος του καναλιού χλωρίωσης. Ο ελάχιστος υδραυλικός χρόνος παραμονής για τη μέση παροχή σχεδιασμού είναι περίπου 30 min.

Οι διαστάσεις της δεξαμενής επαφής είναι οι εξής :

- μήκος 60 m
- πλάτος 3,4m
- βάθος 2 m
- πλήθος καναλιών: 4

Το υποχλωριώδες νάτριο αποθηκεύεται σε δύο δεξαμενές χωρητικότητας 6 m³ τοποθετημένες εντός στεγανής λεκάνης για την προστασία από τυχούσες διαρροές.

3.29.3 Γραμμή της Ιλύος

Χώνευση

Η πρωτοβάθμια ιλύς των βοθρολυμάτων και των αστικών λυμάτων καθώς και η περίσσεια βιολογική ιλύς υπόκεινται σε κοινή αναερόβια χώνευση σε δύο πρωτοβάθμιους χωνευτές χωρητικότητας 7.900 m³ έκαστος, και σε ένα δευτεροβάθμιο χωνευτή όγκου 3.000 m³. Ο δευτεροβάθμιος χωνευτής χρησιμοποιείται περισσότερο σαν δεξαμενή αποθήκευσης της ιλύος και εξισορρόπησης της παροχής στη μονάδα αφυδάτωσης της ιλύος.

Οι πρωτοβάθμιοι χωνευτές θερμαίνονται στους 35° C περίπου, από σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιεί βιοαέριο ως καύσιμο και αποτελείται από:

- εξωτερικούς εναλλάκτες με ζεστό νερό, όπου η ιλύς κυκλοφορεί σε κεντρικό σωλήνα και το ζεστό νερό στο εξωτερικό τμήμα του εναλλάκτη
- δύο λέβητες ζεστού νερού δυναμικότητας 700.000 kcal/h ο κάθε ένας

- κύκλωμα ζεστού νερού

Η ανάμιξη των δύο πρωτοβάθμιων και του δευτεροβάθμιου χωνευτή γίνεται με έκχυση βιοαερίου υπό πίεση μέσω τριών αεριοσυμπιεστών ισχύος 45 kW (ένας για κάθε χωνευτή).

Οι χωνευτές τροφοδοτούνται με ιλύ από:

- την πρωτοβάθμια επεξεργασία των βοθρολυμάτων.
- την πρωτοβάθμια καθίζηση αστικών λυμάτων (μικτή πρωτοβάθμια και περίσσεια ιλύς)

Ο μέσος χρόνος παραμονής ανέρχεται σε 28 ημέρες περίπου.

Σύμφωνα με τα πρόσφατα στοιχεία λειτουργίας της εγκατάστασης η μέση απόδοση της χώνευσης ανήλθε σε 42 % και η μέση παραγωγή βιοαερίου σε 3000 m³/d διασπώμενων οργανικών. Από την ημερήσια παραγωγή του βιοαερίου ένα ποσοστό της τάξης του 35% χρησιμοποιείται για την θέρμανση των χωνευτών και τα υπόλοιπα 2.000 m³/d περίπου καίγονται σε δύο δαυλούς. Η αποθήκευση του βιοαερίου γίνεται σε αεριοφυλάκιο χωρητικότητας 1.000 m³.

Αφυδάτωση

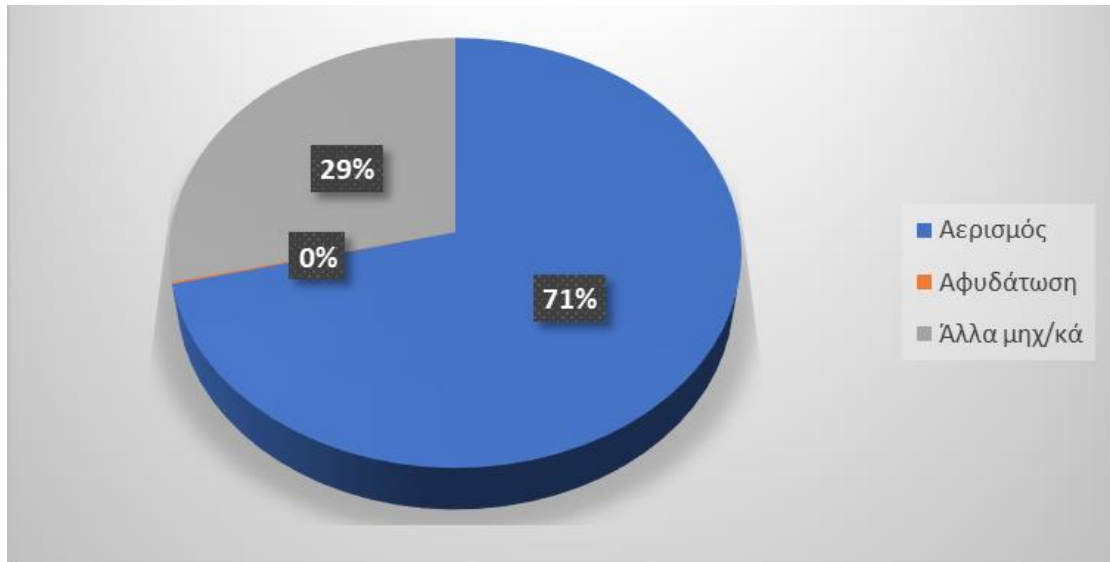
Η αφυδάτωση της ιλύος πραγματοποιείται σε τέσσερις ταινιοφιλτρόπρεσσες, που έχουν τη δυνατότητα να παράγουν αφυδατωμένη ιλύ με ποσοστό στερεών 28 %. Η μέση ημερήσια ποσότητα της τροφοδοτούμενης χωνεμένης ιλύος ανέρχεται σε 12.600 Kg DS/ημ ή 360 m³/ημ με συγκέντρωση στερεών περίπου 3,5%.

Για την αφυδάτωση προστίθεται πολυηλεκτρολύτης σε δόσεις περίπου 4 kg/tDS. Η έκπλυση των ταινιών γίνεται με βιομηχανικό νερό.

Το σύνολο του εξοπλισμού βρίσκεται σε κλειστό χώρο. Η αφυδατωμένη ιλύς οδηγείται με ταινιόδρομο σε στεγασμένο χώρο φόρτωσης απ' όπου απομακρύνεται με φορτηγά οχήματα για τελική διάθεση.

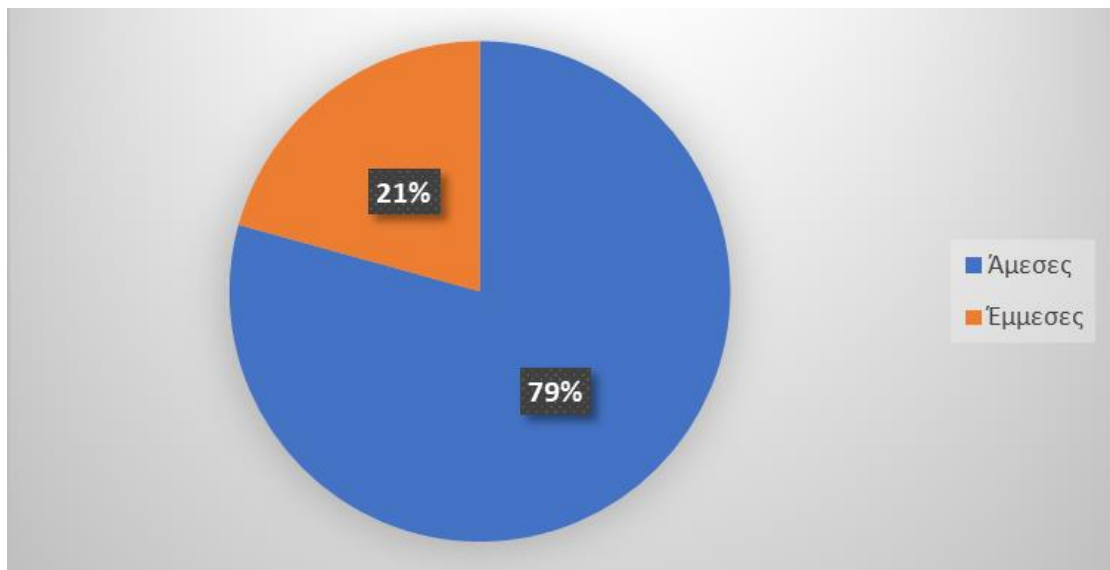
3.29.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 18.948 kWh/d, ενώ το πραγματικό είναι 20.120 kWh/d.



Εικόνα 30 Κατανομή των ενεργειακών καταναλώσεων κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης

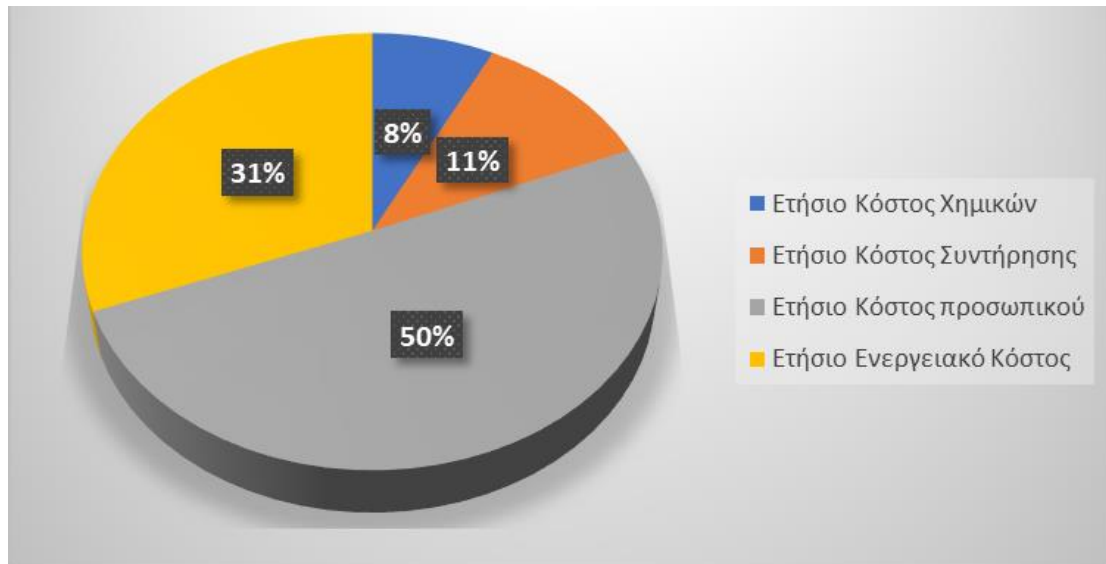
Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 57.337 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,3 kgCO₂/κατ-d.



Εικόνα 31 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος χημικών ανέρχεται στα 160.000 €, το κόστος συντήρησης 240.000 € και το ετήσιο κόστος προσωπικού 1.080.000 €. Τελικά, έχουμε συνολικό κόστος της εγκατάστασης 2.141.000 € και κατανέμεται σύμφωνα με το ακόλουθο γράφημα.

3.30 Μονάδα 30



Εικόνα 32 Κατανομή του κόστους της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

3.30.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 30, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 1.333.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 1.050.874 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου & φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Σταθεροποίηση (Αναερόβια)
- Αφυδάτωση

- Θερμική ξήρανση

Αερισμός: Διάχυση

Αποδέκτης: Ευαίσθητος

3.30.2 Γραμμή των Λυμάτων

Τα λύματα μέσω του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού και τα εσωτερικά στραγγίδια της μονάδας καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου. Στο ίδιο φρεάτιο καταλήγει το δίκτυο εκκένωσης των βιοαντιδραστήρων και των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης. Στο φρεάτιο εισόδου είναι εγκατεστημένο όργανο μέτρησης στάθμης

Στη συνέχεια τα λύματα διανέμονται στους κοχλίες του αντλιοστασίου αρχικής ανύψωσης. Στο κοχλιωτό αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης αρχικής ανύψωσης έχουν εγκατασταθεί τρεις κοχλίες του Αρχιμήδη, δυναμικότητας 2,3 m³/s έκαστος με συνολική δυναμικότητα 6,9 m³/s ενώ έχει κατασκευασθεί κλίνη από σκυρόδεμα για την εγκατάσταση μίας όμοιας κοχλιωτής αντλίας. Μετά το αντλιοστάσιο έχει εγκατασταθεί όργανο μέτρησης ηλεκτρικής αγωγιμότητας .

Η μονάδα περιλαμβάνει **Εγκατάσταση Υποδοχής Βοθρολυμάτων**, που αποτελείται από τις παρακάτω μονάδες:

- Διάταξη υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων αστικής προέλευσης, δυναμικότητας 1.000 m³/d κατά μέσο όρο, και 1.200 m³/d για περιόδους αυξημένης φόρτισης (αυξημένη δυναμικότητα με επέκταση του ωραρίου λειτουργίας). Για τα αστικά βοθρολύματα είναι διαθέσιμες τρεις (3) γραμμές υποδοχής, η κάθε μία εκ των οποίων περιλαμβάνει φρεάτιο υποδοχής, εσχάρωση με κοχλία συμπίεσης των εσχαρισμάτων, και εξάμμωση με αεραντλίες απομάκρυνσης της άμμου.
- Γραμμή υποδοχής βοθρολυμάτων με ιδιαίτερα υψηλή περιεκτικότητα σε επιπλέοντα στερεά: Η γραμμή αυτή διαμορφώνεται συμπληρωτικά στην τρίτη γραμμή υποδοχής αστικών βοθρολυμάτων, και περιλαμβάνει εσχάρα μεγαλύτερης δυναμικότητας, εγκατάσταση εσωτερικής πλύσης στην εσχάρα, εσχάρα αντιεκρηκτικού τύπου, φρεάτιο συλλογής επιπλεόντων και προώθησής τους στη μονάδα επίπλευσης DAF.
- Διάταξη υποδοχής και προεπεξεργασίας βιομηχανικών, οργανικά βεβαρυμένων βοθρολυμάτων, δυναμικότητας περίπου 250 m³/d.

- Γραμμή υποδοχής βοθρολυμάτων με ιδιαίτερα υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά και ειδικά χονδρόκοκκα, ανόργανα στερεά. Η γραμμή αυτή είναι κατάλληλη για την υποδοχή και επεξεργασία προϊόντων καθαρισμού αποχετευτικού δικτύου (αγωγών και αντλιοστασίων λυμάτων).
- Χώρο πλύσης βυτιοφόρων και κάδων.
- Κτιριακά έργα υποδομής και δίκτυα εξυπηρέτησης.

Τα βοθρολύματα οδηγούνται με αντλίες κατά κύριο λόγο μετά τα κανάλια μέτρησης παροχής ή εναλλακτικά στο φρεάτιο εισόδου της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων.

Μέσω του Α/Σ αρχικής ανύψωσης, τα λύματα καταλήγουν στη **μονάδα εσχάρωσης**, αποτελούμενη από πέντε συνολικά γραμμές εσχάρωσης, τέσσερις εκ των οποίων είναι εξοπλ με ραβδωτές εσχάρες διάκενου 10 mm για την κανονική ροή λυμάτων και μία ραβδωτή εσχάρα με διάκενο 25 mm για λειτουργία σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης. Για τη μεταφορά και συμπίεση των εσχαρισμάτων υπάρχουν εγκατεστημένοι μεταφορικός μάντας και δύο (2) πρέσσες συμπίεσης εσχαρισμάτων, δυναμικότητας 3 m³/h. Κάθε κανάλι εσχάρωσης απομονώνεται ανάντη και κατάντη με ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα.

Η λειτουργία των εσχάρων γίνεται είτε μέσω του ελέγχου της διαφορικής στάθμης (οργάνου μέτρησης διαφορικής στάθμης τύπου υπερήχων) ανάντη και κατάντη αυτών, είτε μέσω προεπιλεγμένου χρονοπρογράμματος.

Η **εξάμμωση/απολίπανση** αποτελείται από δύο δίδυμες επιμήκεις, αεριζόμενες δεξαμενές, εξοπλισμένες με αεροσυμπιεστές και σύστημα διάχυσης χονδρής φυσαλίδας, γέφυρα σάρωσης με υποβρύχιες αντλίες άμμου, σύστημα συλλογής και πλύσης αιωρήματος άμμου και με ξέστρο συλλογής επιπλεόντων. Το σύστημα βασίζεται σε παλινδρομική γέφυρα, η οποία καλύπτει ένα ζεύγος δεξαμενών με ανηρητημένες υποβρύχιες αντλίες άμμου, συνεχούς λειτουργίας. Οι αντλίες προωθούν το αιώρημα άμμου σε κανάλι βαρύτητας, το οποίο έχει κατασκευαστεί μεταξύ των δεξαμενών. Το αιώρημα άμμου τελικά οδηγείται στην περιοχή των εγκαταστάσεων βοθρολυμάτων, όπου και εγκαταστάθηκαν οι διαχωριστές (αμμοπληντυρίδες). Τα λίπη απομακρύνονται από την επιφάνεια ηρεμίας που έχουν συγκεντρωθεί με επιφανειακό ξέστρο και οδηγούνται σε φρεάτιο συλλογής. Μετά την εξάμμωση τα λύματα καταλήγουν σε κοινό φρεάτιο.

Στο πλαίσιο των έργων την πρώτης φάσης κατασκευάστηκε δεξαμενή αερισμού όγκου 4.500 m³ εξοπλισμένη με τρεις ρότορες κατακόρυφου άξονα με υφιστάμενη διασύνδεση με τα κανάλια μέτρησης παροχής, τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης και κοχλιωτό αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας.

Η πρωτοβάθμια επεξεργασία των προεπεξεργασμένων λυμάτων γίνεται σε 3 κυκλικές δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης. Οι δεξαμενές είναι εξοπλισμένες με ακτινικό περιστρεφόμενο ξέστρο, σύστημα απαγωγής ιλύος και χοάνη συλλογής αφρών. Παραπλεύρως των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης έχει έχει κατασκευασθεί αντλιοστάσιο πρωτοβάθμιας ιλύος, το οποίο προωθεί την πρωτοβάθμια λάσπη προς τη γραμμή επεξεργασίας ιλύος, καθώς και το φρεάτιο συλλογής αφρών.

Η υπερχειλίση των δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης οδηγείται με κοινό επιφανειακό κανάλι στο αντλιοστάσιο ανύψωσης-επανακυκλοφορίας λυμάτων και τροφοδοτεί το θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου μέσω υποβρύχιας οπής. Στο κανάλι αυτό συμβάλλει και η εκροή δύο δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης.

Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, η μέγιστη παροχή ισοκατανέμεται στις τρεις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης. Η υπερβάλλουσα πλημμυρική παροχή οδηγείται προς τις δύο δεξαμενές ομβρίων.

Με στόχο την αποθήκευση της υπερβάλλουσας παροχής κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων και η διοχέτευση της στη συνέχεια προς τη βιολογική βαθμίδα, μέσω της εκκένωσης τους προς το φρεάτιο αναρρόφησης του αντλιοστασίου αρχικής ανύψωσης, έχουν κατασκευαστεί δύο κυκλικές δεξαμενές ομβρίων όμοιες με τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης και εξοπλισμένες με περιστρεφόμενο ξέστρο σάρωσης, αντλιοστάσιο απαγωγής ιλύος και χοάνη συλλογής αφρών.

Στη συνέχεια της πρωτοβάθμιας καθίζησης τα λύματα οδηγούνται μέσω ορθογωνικού βαρυτικού καναλιού προς το αντλιοστάσιο ενδιάμεσης ανύψωσης των πρωτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων και της ανακυκλοφορίας ιλύος. Στην περιοχή των έργων εξόδου το κανάλι έχει πλευρικό υπερχειλιστή 25 μέτρων, από τον οποίο μπορεί να εκτραπεί τμήμα της παροχής. Ο υπερχειλιστής ενεργοποιείται σε περιπτώσεις βροχοπτώσεων, οπότε η παροχή που δέχεται η πρωτοβάθμια καθίζηση υπερβαίνει την παροχή, την οποία μπορεί να παραλάβει η βιολογική επεξεργασία ή σε περιπτώσεις εκτάκτων περιστατικών.

Ο ενιαίος θάλαμος αναρρόφησης του **αντλιοστασίου ενδιάμεσης ανύψωσης** διαιρείται σε δύο τμήματα στα οποία επιμερίζεται η παροχή εισόδου. Σε κάθε τμήμα του ενιαίου καλάμου αναρρόφησης καταλήγουν και δύο επιφανειακές διώρυγες ανακυκλοφορίας ιλύος που ξεκινάνε από τα δύο φρεάτια μερισμού των δεξαμενών τελικής καθίζησης, το καθένα από τα οποία εξυπηρετεί τέσσερις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Το ενιαίο αντλιοστάσιο αποτελείται από οκτώ συνολικά κοχλίες, με δυνατότητα ρύθμισης της παροχής. Οι κοχλίες είναι εγκατεστημένοι σε δύο κατοπτρικά διατεταγμένες μονάδες. Κάθε κοχλίας μπορεί να απομονωθεί από το κάλαμο αναρρόφησης με ηλεκτροκίνητο θυρόφραγμα. Κάθε τετράδα κοχλιωτών αντλιών τροφοδοτεί διακριτό κάλαμο φόρτισης, ο οποίος οδηγεί το μικτό υγρό μέσω υπόγειου οχετού στις δύο ομάδες βιοαντιδραστήρων. Ο ενιαίος χαρακτήρας του αντλιοστασίου ενδιάμεσης ανύψωσης και ανακυκλοφορίας δίδει τη δυνατότητα βέλτιστης αξιοποίησης της αντλητικής ικανότητας ως προς τις πρωτοβάθμιες εκροές, σε περιόδους μειωμένης ανάγκης ανακυκλοφορίας.

Στο ίδιο δομικό συγκρότημα είναι εγκατεστημένο και το αντλιοστάσιο περίσσειας βιολογικής ιλύος, το οποίο προωθεί την περίσσεια ιλύος προς τη μηχανική πάχυνση μέσω δίδυμου καταθλιπτικού αγωγού. Το αντλιοστάσιο περίσσειας ιλύος είναι εξοπλισμένο με αντλίες έκκεντρου κοχλία.

Οι βιοαντιδραστήρες αποτελούνται από οκτώ δεξαμενές. Κάθε δεξαμενή διαιρείται σε δέκα διαμερίσματα αεριζόμενα και μη. Δίνεται η δυνατότητα λειτουργίας του πρώτου διαμερίσματος σαν αναερόβια βαθμίδα με στόχο τη βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου. Στην μονίμως ανοξική ζώνη είναι εγκατεστημένος ένας αργόστροφος ωθητικός αναμίκτης. Ένας δεύτερος αναμίκτης είναι τοποθετημένος στην επαμφοτερίζουσα ζώνη, η οποία ακολουθεί την αμιγώς ανοξική και είναι εφοδιασμένη και με εξοπλισμό διάχυσης αέρα. Ο αερισμός επιτυγχάνεται με υποβρύχια διάχυση με διαχυτήρες τύπου δίσκου εγκατεστημένους με διαβαθμισμένη πυκνότητα. Πριν τον υπερχειλιστή εξόδου είναι εγκατεστημένο σύστημα ανάμιξης για τις ανάγκες απαερίωσης. Η εσωτερική ανακυκλοφορία επιτυγχάνεται με τέσσερις επιτύχιες υποβρύχιες αντλίες. Η υπερχείλιση κάθε ομάδας τεσσάρων βιολογικών αντιδραστήρων καταλήγει σε κοινό κανάλι συλλογής που οδηγεί τη βιολογική ιλύ σε έναν από τους δύο μεριστές δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Ο συνολικός όγκος κάθε βιοαντιδραστήρα είναι περίπου 17.500 m³ και ο συνολικός όγκος των οκτώ βιοαντιδραστήρων είναι 140.000 m³.

Η τροφοδοσία των βιοαντιδραστήρων γίνεται μέσω 4 ομοίως χειροκίνητων θυροφραγμάτων για κάθε δεξαμενή. Στη συνέχεια το ανάμικτο υγρό, αφού διέλθει διαδοχικά από τα υπόλοιπα διαμερίσματα που επικοινωνούν μέσω ανοιγμάτων, εξέρχονται από τον αντιδραστήρα μέσω υπερχειλίσης και οδηγείται (μέσω διωρύγων συλλογής και αγωγών ορθογωνικής διατομής) στα δύο φρεάτια μερισμούτων δεξαμενών τελικής καθίζησης.

Οι βιολογικοί αντιδραστήρες και οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης εξυπηρετούνται από βαρυτικό δίκτυο εκκένωσης. Στην περιοχή των βιολογικών αντιδραστήρων έχει κατασκευαστεί μόνιμο σύστημα ταπείνωσης του υπόγειου υδροφορέα για την ασφαλή εκκένωση των βιοαντιδραστήρων, προκειμένου να εκτελεστούν εργασίες συντήρησής τους. Το σύστημα αποτελείται από 38 φρεάτια άντλησης εντός των οποίων είναι εγκατεστημένες υποβρύχιες πολυβάθμιες, ενώ το νερό που αντλείται διατίθεται στη γραμμή λυμάτων. Η λειτουργία του συστήματος παρακολουθείται τοπικά από κεντρική οθόνη που βρίσκεται στο κτίριο των φυσητήρων. Πλέον του δικτύου της ΔΕΗ, για την παροχή ισχύος στο σύστημα έχει εγκατασταθεί ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος εφεδρικής ισχύος 400 kVA, το οποίο υπερκαλύπτει το σύνολο των αντλιών σε πλήρη λειτουργία.

Ο απαιτούμενος αέρας προσάγεται στους βιοαντιδραστήρες από πέντε αεροσυμπιεστές εγκατεστημένους σε ξεχωριστό κτίριο, ενώ έχει προβλεφθεί θέση για μελλοντική εγκατάσταση έκτης μονάδας. Η ρύθμιση του αέρα στα διαμερίσματα του βιολογικού αντιδραστήρα γίνεται με βάση τις μετρούμενες τιμές διαλυμένου οξυγόνου.

Κατάντη των βιοαντιδραστήρων το μικτό υγρό οδηγείται στους μεριστές των δεξαμενών τελικής καθίζησης. Έχει κατασκευασθεί ένας μεριστής για κάθε ομάδα δεξαμενών. Κάθε μεριστής εξυπηρετεί το μερισμό της βιολογικής ιλύος σε τέσσερις δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης, τη συλλογή της ιλύος που απομακρύνεται από κάθε δεξαμενή και τη ρύθμιση της παροχής ανακυκλοφορίας από κάθε δεξαμενή. Επιπλέον, στο φρεάτιο μερισμού είναι ενσωματωμένο το φρεάτιο συλλογής αφρολασπών. Η διανομή της παροχής στις τέσσερις δευτεροβάθμιες καθιζήσεις ανά μεριστή γίνεται μέσω τεσσάρων χειροκίνητων θυροφραγμάτων.

Η απαγωγή της ιλύος ανακυκλοφορίας ρυθμίζεται χωριστά για κάθε δεξαμενή με τη βοήθεια ηλεκτροκίνητων θυροφραγμάτων.

Η ρύθμιση της εξωτερικής ανακυκλοφορίας ιλύος γίνεται αυτόματα με βάση την παροχή εισόδου, η οποία μοιράζεται σε ανάλογο αριθμό δευτεροβάθμιων καθιζήσεων που λαμβάνει υπόψιν ο αυτοματισμός, πολλαπλασιαζόμενη με συντελεστή που ορίζεται από τον υπεύθυνο λειτουργίας της εγκατάστασης. Το γινόμενο που προκύπτει δίνει την επιθυμητή παροχή ανακυκλοφορίας ιλύος και την αντίστοιχη θέση του υπερχειλιστή για να επιτευχθεί η παροχή αυτή. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ιλύς ανακυκλοφορίας καταλήγει σε ένα κοινό κανάλι ανά ομάδα τεσσάρων δευτεροβάθμιων καθιζήσεων και στη συνέχεια στο θάλαμο αναρρόφησης του ενιαίου αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας και ενδιάμεσης ανύψωσης.

Έχουν κατασκευαστεί οκτώ κυκλικές δεξαμενές καθιζήσης, σε βάθος ικανό για την αποθήκευση ενεργού ιλύος κατά τη διάρκεια υψηλών υδραυλικών φορτίσεων, έτσι ώστε να αποφεύγεται η απόπλυση στερεών από το βιοαντιδραστήρα κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων. Η υπερχειλίση των καθαρών επεξεργασμένων λυμάτων γίνεται μέσω διάτρητων ανοξειδωτων σωληνών διατεταγμένων σε ακτινική, συμμετρική διάταξη. Τα διαυγασμένα λύματα συλλέγονται σε ένα περιμετρικό κανάλι ανά δεξαμενή, τα οποία συμβάλλουν στο κεντρικό κανάλι διάθεσης.

Η βιολογική ιλύς που συλλέγεται στον πυθμένα των δεξαμενών καταλήγει βαρυτικά στον αντίστοιχο μεριστή, με έλεγχο από τον αντίστοιχο ηλεκτροκίνητο υπερχειλιστή. Στη συνέχεια η ιλύς διοχετεύεται στο κοινό κανάλι επανακυκλοφορίας ιλύος προς το αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας.

Οι δευτεροβάθμιες καθιζήσεις διαθέτουν διαμετρικό ξέστρο σάρωσης πυθμένα και διπλό επιφανειακό ξέστρο παγίδευσης αφρών και επιπλέοντων.

Τα επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται με κοινό κανάλι προς τη μονάδα απολύμανσης, που πραγματοποιείται σε μαιανδρική δεξαμενή χλωρίωσης. Στην είσοδο της δεξαμενής και επί της διώρυγας έχουν εγκατασταθεί δύο θυροφράγματα, τα οποία επιτρέπουν την παράκαμψη της δεξαμενής όταν απαιτηθεί (πχ. κατά τη διάρκεια της ενεργοποίησης του υπερχειλιστή εκτροπής κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων).

Εντός της δεξαμενής επαφής και πριν τον υπερχειλιστή της εξόδου έχει διαμορφωθεί αντλιοστάσιο ανάκτησης επεξεργασμένων λυμάτων για χρήση στη μονάδα ξήρανσης

της ιλύος. Προκειμένου να μην καταλήγουν στο σημείο αυτό, οι πρωτοβάθμια επεξεργασμένες εκτροπές σε περίπτωση βροχοπτώσεων ή και ατυχηματικών υπερχειλίσεων του καναλιού πρωτοβάθμιων εκροών, ενεργοποιούνται τα παραπάνω θυροφράγματα.

Τα επεξεργασμένα λύματα υφίστανται απολύμανση με αέριο χλώριο. Είναι εγκατεστημένα δύο όμοια συστήματα χλωρίωσης, τα οποία λειτουργούν αυτόματα με βάση την παροχή εισόδου. Επιπλέον και για εφεδρική λειτουργία είναι διαθέσιμες δεξαμενές αποθήκευσης υποχλωριώδους νατρίου.

Τα επεξεργασμένα λύματα από τη μονάδα χλωρίωσης συλλέγονται στη δεξαμενή φόρτισης του χερσαίου τμήματος του υποθαλάσσιου αγωγού και εναλλακτικά στην αναρρόφηση του αντλιοστασίου εξόδου. Ανάλογα με την παροχή και τις απώλειες του αγωγού διάθεσης, ο αγωγός μπορεί να φορτισθεί απευθείας ή μέσω του πύργου φόρτισης κατόπιν άντλησης.

Στο αντλιοστάσιο εξόδου είναι εγκατεστημένες τέσσερις αντλίες, οι οποίες προωθούν τα επεξεργασμένα λύματα στον πύργο φόρτισης του αγωγού διάθεσης. Οι δύο από τις τέσσερις αντλίες έχουν τη δυνατότητα εκκίνησης είτε μέσω κοινού ρυθμιστή στροφών είτε μέσω αυτόματου διακόπτη αστέρα-τριγώνου. Οι υπόλοιπες 2 αντλίες έχουν τη δυνατότητα εκκίνησης μόνο μέσω του κοινού ρυθμιστή στροφών. Η συνολική παροχή του αντλητικού συγκροτήματος για παράλληλη λειτουργία και των τεσσάρων αντλιών χωρίς εφεδρεία είναι 4,4-6,8 m³/s. Ο πύργος φόρτισης διαθέτει υπερχειλίση ασφαλείας προς την κοίτη ποταμού. Η λειτουργία των αντλιών γίνεται με ανίχνευση της στάθμης της δεξαμενής αναρρόφησης.

Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων, παροχής μέχρι και 4,5 m³/s, διατίθεται στη θάλασσα. Ο αγωγός διάθεσης αποτελείται από δίδυμο χερσαίο και υποθαλάσσιο τμήμα.

Το χερσαίο τμήμα αποτελείται από αντλιοστάσιο και πύργο φόρτισης, θυροφράγμα εκτροπής σε ποταμό, δύο κλάδους από οπλισμένο σκυρόδεμα, φρεάτιο εκτροπής και αποφόρτισης στο μέσον της πορείας, φρεάτιο φόρτισης υποθαλάσσιου αγωγού και φρεάτια επίσκεψης και αεροξαγωγών.

Το υποθαλάσσιο τμήμα αποτελείται από δύο όμοιους κλάδους μήκους 2.600 m ο καθένας, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε τάφρο από εκσκαφή του θαλάσσιου

πυθμένα. Οι αγωγοί είναι κατασκευασμένοι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το σύστημα διάχυσης αποτελείται από ανοδικούς σωλήνες HDPE στα πρώτα 200 m και στο υπόλοιπο τμήμα από ελατό χυτοσίδηρο.

Κατά μήκος των δύο κλάδων μετά τη διακλάδωση υπάρχουν ανθρωποθυρίδες για τη συντήρηση του αγωγού, ενώ στις απολήξεις των κλάδων υπάρχουν μεταλλικές θυρίδες καθαρισμού. Οι απολήξεις του αγωγού διάθεσης έχουν αγκυρωμένους φωτοσημαντήρες, ενώ στην ακτή υπάρχει και Πινακίδα Απαγόρευσης Αγκυροβολίου.

3.30.3 Γραμμή της Ιλύος

Η κεντρική διεργασία επεξεργασίας της ιλύος είναι η αναερόβια χώνευση, η οποία οδηγεί σε πλήρη σταθεροποίηση και μείωση της ποσότητας της ιλύος με παράλληλη παραγωγή βιοαερίου. Ανάντη των αναερόβιων χωνευτών έχουν εγκατασταθεί μονάδα εσχάρωσης πρωτοβάθμιας ιλύος και δεξαμενής βαρυτικής προπάχυνσης. Στόχος της μονάδας εσχάρωσης είναι η απομάκρυνση των μακρόινων υλικών, ενώ οι μονάδες προπάχυνσης έχουν στόχο την πύκνωση της ιλύος, έτσι ώστε οι δεξαμενές αναερόβιας χώνευσης να αξιοποιούνται με τον βέλτιστο τρόπο. Την αναερόβια χώνευση ακολουθεί η αφυδάτωση και η ξήρανση της ιλύος με σκοπό την αφυδάτωση της ιλύος, δηλαδή την αύξηση της περιεκτικότητας στερεών και αντίστοιχα τη μείωση του όγκου της ιλύος, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η διαχείριση και η διάθεση του τελικού προϊόντος.

Στο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης παράγεται βιοαέριο, για το οποίο υπάρχει πρόβλεψη να αξιοποιηθεί για την κάλυψη μέρους του κόστους ενέργειας της εγκατάστασης. Το σύστημα διαχείρισης και αξιοποίησης βιοαερίου τροφοδοτείται από τους χωνευτές και περιλαμβάνει αεριοφυλάκια, μονάδα συμπαραγωγής, λεβητοστάσιο και δαυλό καύσης.

Ειδικότερα, η πρωτοβάθμια ιλύς αναρροφάται από τους κώνους των τριών δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης και καταλήγει μέσω δύο *αντλιοστασίων* στη μονάδα εσχάρωσης πρωτοβάθμιας ιλύος. Στο ένα αντλιοστάσιο ιλύος, το οποίο εξυπηρετεί την τρίτη δεξαμενή υπάρχουν θέσεις για εγκατάσταση δύο υποβρυχίων αντλιών, εκ των οποίων σήμερα είναι εγκατεστημένη μία υποβρύχια φυγοκεντρική αντλία παροχής υψηλής πίεσης. Στο δεύτερο αντλιοστάσιο είναι εγκατεστημένες δύο όμοιες υποβρύχιες αντλίες, οι οποίες εξυπηρετούν τις άλλες δύο δεξαμενές.

Η ιλύς από τις δύο δεξαμενές ομβρίων, προβλέπεται να οδηγείται μέσω άλλου αντλιοστασίου, εφοδιασμένου επίσης με δύο υποβρύχιες αντλίες, στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό.

Η μονάδα εσχάρωσης πρωτοβάθμιας ιλύος αποτελείται από τέσσερις διατάξεις εσχάρωσης-συμπίεσης ιλύος με δυνατότητα εγκατάστασης και πέμπτης διάταξης εάν απαιτηθεί. Η μονάδα βρίσκεται ανάντη του φρεατίου μερισμού της πρωτοβάθμιας ιλύος και πλησίον του φρεατίου του πρώην μασητή. Τα εσχαρίσματα που συλλέγονται από τη μονάδα εσχάρωσης της ιλύος απορρίπτονται σε μεταφορική ταινία και οδηγούνται σε κάδο αποθήκευσης και στη συνέχεια προς διάθεση.

Σήμερα έχουν κατασκευαστεί τέσσερις δεξαμενές **βαρυτικής προπάχυνσης**, ενώ υπάρχει πρόβλεψη για την κατασκευή δύο όμοιων δεξαμενών μελλοντικά. Οι δεξαμενές είναι εξοπλισμένες με αντιδιαμετρική πεζογέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα, ηλεκτροκίνητο περιστρεφόμενο ξέστρο αναμόχλευσης της ιλύος και περιμετρικό υπερχειλιστή απομάκρυνσης των στραγγιδίων.

Η παχυμένη ιλύς αναρροφάται από τον πυθμένα των δεξαμενών και αντλείται προς τις δεξαμενές χώνευσης. Τα υπερχειλίζοντα στραγγίδια οδηγούνται, μέσω του δικτύου στραγγιδίων προς το αντλιοστάσιο εισόδου της εγκατάστασης.

Η λειτουργία των αντλιοστασίων ιλύος γίνεται με χρονοπρόγραμμα που κατανέμει τη συνολική παροχή της ιλύος κατά τη διάρκεια της ημέρας σύμφωνα με επιλογή του χρήστη.

Η παχυμένη πρωτοβάθμια ιλύς οδηγείται, μέσω αγωγών, στο **αντλιοστάσιο (πρωτοβάθμιας) ιλύος**, από όπου προωθείται προς την αναερόβια χώνευση.

Η **περίσσεια βιολογική ιλύς** οδηγείται, μέσω **αντλιοστασίου περίσσειας (βιολογικής) ιλύος**, στο οποίο έχουν εγκατασταθεί τρεις αντλίες περίσσειας ιλύος, ρυθμιζόμενης παροχής με ρυθμιστή στροφών, στη μονάδα μηχανικής πάχυνσης.

Η μονάδα **μηχανικής πάχυνσης** έχει κατασκευαστεί επί των ορθογωνικών δεξαμενών ομογενοποίησης, παραπλεύρως του κτιρίου αφυδάτωσης. Στη διαδρομή των αγωγών περίσσειας ιλύος υπάρχει η δυνατότητα απόρριψης της στα κανάλια μέτρησης παροχής λυμάτων “venturi”. Η περίσσεια ιλύς κατόπιν επιλογής του υπεύθυνου λειτουργίας μπορεί να οδηγηθεί μετά από ανάμιξη με τα εισερχόμενα λύματα στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης.

Η μονάδα μηχανικής πάχυνσης αποτελείται από τέσσερις μηχανικούς παχυντές επί των δεξαμενών ομογενοποίησης. Στη γραμμή τροφοδοσίας κάθε παχυντή τροφοδοτείται πολυηλεκτρολύτης και ακολουθεί δοχείο κροκίδωσης. Η παχυμένη ιλύς οδηγείται από τον παχυντή στη δεξαμενή ομογενοποίησης με βαρύτητα, ενώ τα ζτραγγίδια και το νερό πλύσης του κόσκινου διαχωρισμού στο δίκτυο στραγγιδίων και τελικά στην είσοδο της εγκατάστασης.

Υπό το σημερινό καθεστώς λειτουργίας η παχυμένη βιολογική ιλύς οδηγείται στην ορθογωνική **δεξαμενή ομογενοποίησης**, όπου μετά την ανάμιξη της με την παχυμένη πρωτοβάθμια ιλύ, προωθείται με τρεις αντλίες θετικής εκτόπισης, ρυθμιζόμενης παροχής, προς τους χωνευτές.

Στη συνέχεια η ιλύς οδηγείται σε τρεις **δεξαμενές αναερόβιας χώνευσης**. Πρόκειται για δεξαμενές από σκυρόδεμα, όγκου 7.700 m³, έκαστη, με κυλινδρικά κατακόρυφα τοιχώματα και οροφή και πυθμένα κολουροκωνικής μορφής με μικρή κλίση ως προς τον οριζόντιο.

Οι χωνευτές θερμαίνονται με τη βοήθεια λεβητοστασίου, το οποίο τροφοδοτείται με βιοαέριο. Έχουν εγκατασταθεί δύο συγκροτήματα λέβητα/καυστήρα εκ των οποίων το ένα εφεδρικό. Η θέρμανση της ιλύος επιτυγχάνεται στη γραμμή ανακυκλοφορίας με θερμικούς εναλλάκτες.

Το παραγόμενο **βιοαέριο** συλλέγεται στους τρεις θόλους των χωνευτών και οδηγείται μέσω του δικτύου βιοαερίου προς δύο αεριοφυλάκια, τύπου διπλής μεμβράνης. Κάθε αεριοφυλάκιο είναι εφοδιασμένο με αγωγούς τροφοδοσίας και απαγωγής βιοαερίου, σύστημα ασφαλιστικών βανών-ελέγχου πίεσης του αεριοφυλακίου, ρυθμιστή πίεσης αέρα των συστημάτων εξάτμισης, σύστημα μέτρησης στάθμης της εσωτερικής μεμβράνης του κάθε αεριοφυλακίου, πλήρες με τις καλωδιώσεις του και οθόνη τοπικού ελέγχου για το σύστημα ελέγχου στάθμης και διαρροών βιοαερίου.

Η σταθεροποιημένη ιλύς απομακρύνεται με υπερχειλίση και οδηγείται στο βανοστάσιο τροφοδοσίας των **δεξαμενών μεταπάχυνσης** της ιλύος. Στο ίδιο φρεάτιο καταλήγει και η γραμμή παράκαμψης των χωνευτών. Από εκεί η ιλύς με βαρύτητα οδηγείται στους υφιστάμενους μεταπαχυντές. Η μεταπάχυνση ιλύος πραγματοποιείται σε έξι συνολικά κυκλικές δεξαμενές εσωτερικής. Σε κάθε μεταπαχυντή υπάρχει δυνατότητα απομάκρυνσης των υπερκείμενων στραγγιδίων, μέσω χειροκίνητων βανών που είναι εγκατεστημένες σε διαφορετικές στάθμες στο περιφερειακό τοίχιο της δεξαμενής. Τα

στραγγίδια μέσω φρεατίων οδηγούνται στο δίκτυο στραγγιδίων και τελικά στην είσοδο της εγκατάστασης.

Στο δυτικό μέρος της εγκατάστασης έχει κατασκευαστεί τσιμεντοστρωμένος χώρος ενδιάμεσης αποθήκευσης της ιλύος ο οποίος αποτελείται από δύο διαμερίσματα διαστάσεων 50 x 60 m, τα οποία εξυπηρετούνται από περιμετρικό δρόμο πλάτους 6 m. Τα στραγγίδια του χώρου ενδιάμεσης αποθήκευσης της ιλύος εκβάλλουν σε φρεάτια συλλογής (ένα για κάθε κλίνη) που καταλήγουν στο φρεάτιο εισόδου.

Η Μονάδα Θερμικής Ξήρανσης της αφυδατωμένης ιλύος της εγκατάστασης δέχεται την ποσότητα της αφυδατωμένης λάσπης που παράγεται καθημερινά από την εγκατάσταση, με σκοπό τη θερμική επεξεργασία της, την εξάτμιση του περιεχόμενου στην ιλύ νερού και την παραγωγή τελικού ξηρού προϊόντος με περιεκτικότητα στερεών άνω του 92%. Ο υφιστάμενος εξοπλισμός συνοπτικά περιλαμβάνει:

- Τα έργα υποδοχής της αφυδατωμένης ιλύος
- Την κυρίως μονάδα ξήρανσης και του κυκλώματος απαερίων
- Τη μονάδα αναγεννημένων θερμικών οξειδωτών
- Τα έργα μεταφοράς, αποθήκευσης και ενσάκισης του τελικού προϊόντος
- Τα βοηθητικά έργα (εγκατάσταση ανάκτησης δευτεροβάθμιων εκροών, διύλισης, δίκτυο πόσιμου νερού και νερού πυρόσβεσης, εγκατάσταση φυσικού αερίου και βιοαερίου, λοιπού βοηθητικού εξοπλισμού).

Η ξήρανση της ιλύος λαμβάνει χώρα σε δύο παράλληλες γραμμές ιλύος ίσης δυναμικότητας.

Τα στραγγίδια της μονάδας επεξεργασίας ιλύος αποτελούνται από τα επιπλέοντα και επιπλάζοντα της γραμμής επεξεργασίας ιλύος. Επιπρόσθετες σημαντικές ποσότητες προκύπτουν από το νερό πλύσης της αφυδάτωσης καθώς και από το νερό ψύξης της μονάδας ξήρανσης. Συγκεκριμένα προέρχονται :

- Από την συμπύκνωση της πρωτοβάθμιας ιλύος στις δεξαμενές προπάχυνσης βαρύτητας.
- Από τη συμπύκνωση της δευτεροβάθμιας ιλύος στους μηχανικούς παχυντές. Επιπρόσθετη ποσότητα προκύπτει από την πλύση των μηχανικών παχυντών και την προσθήκη του πολυηλεκτρολύτη και του νερού μεταδιάλυσής του, όταν απαιτείται.

- Από τη συμπίκνωση της χωνεμένης ιλύος στους μεταπαχυντές.
- Από την αφυδάτωση της ιλύος στη μονάδα αφυδάτωσης. Επιπρόσθετες σημαντικές ποσότητες προκύπτουν από το νερό πλύσης των πρεσσών αφυδάτωσης, και από την προσθήκη του πολυηλεκτρολύτη και νερού μεταδιάλυσής του.
- Από το νερό ψύξης της μονάδας ξήρανσης.

Το σύνολο των στραγγιδίων συλλέγεται από βαρυντικό δίκτυο, το οποίο διασχίζει τη γραμμή επεξεργασίας ιλύος και καταλήγει στο αντλιοστάσιο εισόδου.

Σημαντική ποσότητα στραγγιδίων προκύπτει από τη μονάδα ξήρανσης ιλύος. Τα στραγγίδια αυτά καταλήγουν σήμερα στο αποχετευτικό δίκτυο εντός των ορίων του γηπέδου της εγκατάστασης.

Μονάδα παραγωγής ενέργειας

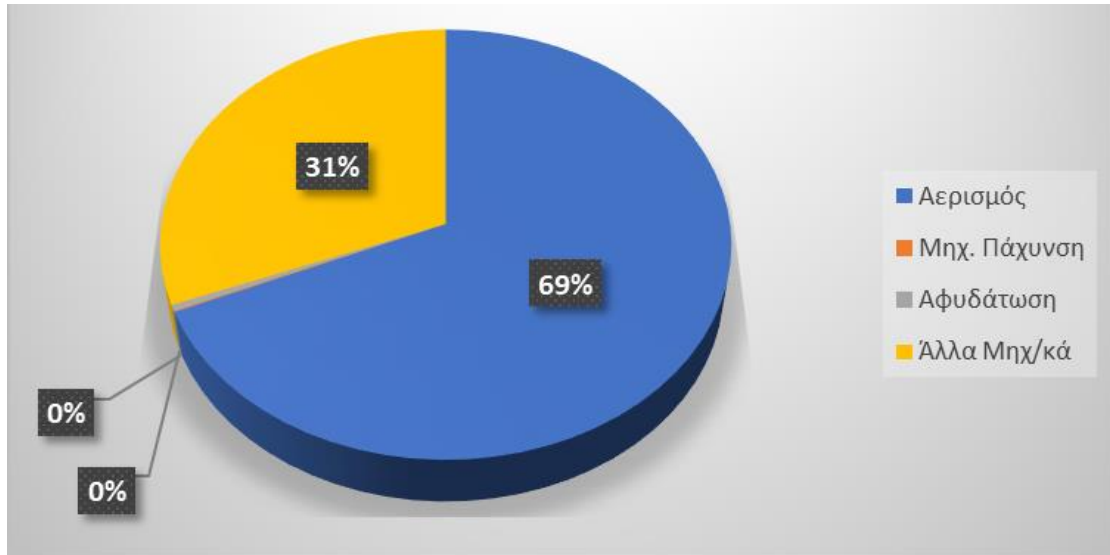
Οι μηχανές βιοαερίου έχουν εγκατασταθεί σε ανεξάρτητο κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το κτίριο έχει χωροθετηθεί κοντά στην αφυδάτωση και την ξήρανση ιλύος, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησης της ενέργειας των καυσαερίων για την ξήρανση της λάσπης. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης, οι οποίες κινούν γεννήτριες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να τροφοδοτηθούν με βιοαέριο ή με φυσικό αέριο.

Το σύνολο του μηχανολογικού εξοπλισμού περιλαμβάνει:

- τις δύο γεννήτριες βιοαερίου
- το δίκτυο ανάγκης ψύξης του δικτύου ψύξης των μηχανών
- το δίκτυο ψύξης του αερίου μίγματος
- το δίκτυο διανομής του θερμού νερού για την θέρμανση των χωνευτών
- το δίκτυο λίπανσης των μηχανών

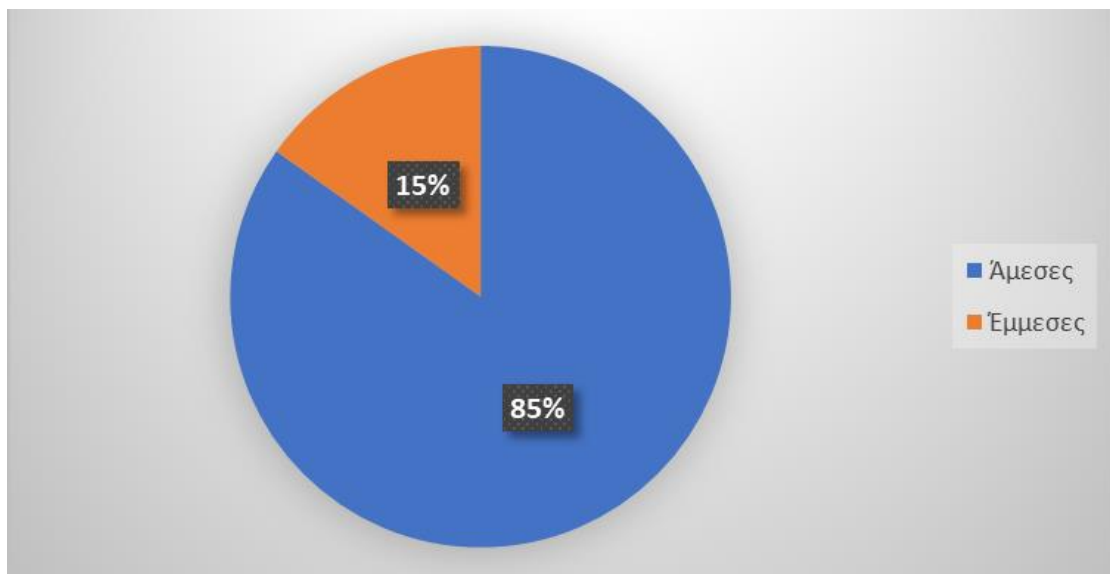
3.30.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε με το θεωρητικό μοντέλο στις 69.130 kWh/d, ενώ η πραγματική είναι 63.800 kWh/d.



Εικόνα 33 Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης της εγκατάστασης κατά τη λειτουργία της

Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 248.512 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,2 kgCO₂/κατ-d.



Εικόνα 34 Κατανομή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Όσον αφορά τα υπόλοιπα κόστη της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων, το ετήσιο κόστος προσωπικού, υπολογίστηκε στα 1.530.000 € ενώ δεν έχουμε στοιχεία για τα υπόλοιπα κόστη.

3.31 Μονάδα 31

3.31.1 Γενική Περιγραφή

Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Μονάδας 31, είναι ένα σύστημα ενεργού ιλύος, δυναμικότητας 5.600.000 κατοίκων που πραγματικά εξυπηρετεί μέσω πληθυσμό 3.650.000 ισοδύναμων κατοίκων και περιλαμβάνει τα εξής στάδια επεξεργασίας:

Επεξεργασία Λυμάτων:

- Προεπεξεργασία
- Πρωτοβάθμια
- Δευτεροβάθμια
- Απομάκρυνση αζώτου & φωσφόρου
- Απολύμανση-Χλωρίωση

Επεξεργασία Ιλύος

- Πάχυνση
- Σταθεροποίηση (Αναερόβια)
- Αφυδάτωση
- Θερμική ξήρανση

Αερισμός: Διάχυση

3.31.2 Γραμμή των Λυμάτων

Έργα Εισόδου και Προεπεξεργασίας : Τα υπό επεξεργασία λύματα μέσω των Κεντρικών Αποχετευτικών Αγωγών φθάνουν στα έργα εισόδου και προεπεξεργασίας της εγκατάστασης που περιλαμβάνει τις κάτωθι μονάδες:

- Απομάκρυνση ογκωδών στερεών (6 φρεάτια)
- Αντλιοστάσιο εισόδου - 9 κοχλιωτές αντλίες Αρχιμήδη (έκαστη: διαμέτρου 3m, κινητήριας ισχύος 450 kW, παροχής 3 m³/s)
- Εσχάρωση δύο σταδίων - μηχανικά καθαριζόμενες εσχάρες, 6 εσχάρες με διάκενα 30mm (χονδροεσχάρωση) και 6 εσχάρες με διάκενα 10mm (λεπτή

εσχάρωση),. Τα εσχαρίσματα μεταφέρονται με μεταφορικές ταινίες σε 2 συμπιεστές και τελικά αποθηκεύονται σε κάδους.

- Εξάμμωση – 8 ορθογωνικές, αεριζόμενες δεξαμενές εξάμμωσης (με δύο παράλληλους θαλάμους έκαστη) σπειροειδούς ροής, εκ των οποίων οι 6 εξοπλισμένες με σύστημα αερισμού και ανύψωσης της άμμου με αεραντλίες (air lift). Η απομακρυνόμενη άμμος εκπλύνεται, αφυδατώνεται και αποθηκεύεται τελικά σε κάδους.
- Απόσμηση - ολική ικανότητα επεξεργασίας 140.000 m³/h, που καλύπτει τους χώρους του αντλιοστασίου εισόδου, εσχάρωσης και εξάμμωσης, οι οποίοι είναι καλυμμένοι.

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία και Αντλιοστάσιο Εκρών Πρωτοβάθμιας Επεξεργασίας: Η διώρυγα προσαγωγής των λυμάτων διακλαδίζεται σε δύο διώρυγες, καθεμία εκ των οποίων τροφοδοτεί μία ομάδα τριών Δεξαμενών Πρωτοβάθμιας Καθίζησης. Στις διώρυγες γίνεται μέτρηση της παροχής μέσω δύο διατάξεων μέτρησης στάσιμου κύματος τύπου Venturi (Parshall). Η πρωτοβάθμια καθίζηση πραγματοποιείται σε έξι ορθογωνικές δεξαμενές, διαστάσεων 100 x 20 x 3m η καθεμία και συνολικής υδραυλικής παροχетеυτικότητας 27,0m³/s.

Κάθε δεξαμενή διαθέτει παλινδρομικά μετακινούμενη γέφυρα, εξοπλισμένη με σαρωτή πυθμένα και επιφανείας. Η απομάκρυνση της ιλύος πραγματοποιείται, μέσω τηλεσκοπικών σωλήνων (bellmouth valves), προς το αντλιοστάσιο πρωτοβάθμιας ιλύος και των επιπλεόντων μέσω περιστρεφόμενου ημιαγωγού.

Τα λύματα μετά την πρωτοβάθμια καθίζηση ανυψώνονται μέσω του Αντλιοστασίου Ανύψωσης Πρωτοβαθμίων Εκρών (Α.Α.Π.Ε.), από τη στάθμη +5.60m περίπου (στάθμη αναρρόφησης) στη στάθμη + 11.8 m περίπου.

Σε κατάλληλα διαμορφωμένο θάλαμο έχουν εγκατασταθεί έξι υποβρύχιες αντλίες αξονικής ροής, δυναμικότητας 2,7m³/s περίπου η καθεμία και ισχύος κινητήρα 300KW περίπου, οι οποίες καταθλίβουν τα πρωτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα στη διώρυγα τροφοδοσίας των βιοαντιδραστήρων. Παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης της παροχής του αντλιοστασίου μέσω ρυθμιστών στροφών χαμηλής τάσης, ώστε αυτή να προσαρμόζεται στην εκάστοτε εισροή λυμάτων. Σε κάθε αντλία είναι τοποθετημένο ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο Ø1200 mm.

Βιολογική Επεξεργασία: Μετά την έξοδό τους από το Α.Α.Π.Λ., τα λύματα μεταφέρονται μέσω του κεντρικού οχετού εξυπηρέτησης σε δύο οχετούς τροφοδοσίας, από τους οποίους και διανέμονται μέσω πλευρικών ανοιγμάτων σε δώδεκα Βιοαντιδραστήρες, συνολικού όγκου 298.000m^3 , διατεταγμένους σε παράλληλη διάταξη εκατέρωθεν του οχετού τροφοδοσίας σε δύο ομάδες των έξι. Έχουν κατασκευαστεί τα έργα Πολιτικού Μηχανικού δύο επιπλέον βιοαντιδραστήρων, για μελλοντική αξιοποίηση.

Οι βιοαντιδραστήρες είναι κατάλληλα διαμερισματοποιημένοι, με αναερόβια ζώνη επιλογής μικροοργανισμών, ανοξική ζώνη, επαμφοτερίζουσα ζώνη (ανοξική/αερόβια), αερόβιες ζώνες και ζώνη απαερίωσης. Η αναερόβια, η ανοξική, η επαμφοτερίζουσα και η ζώνη απαερίωσης είναι εξοπλισμένες με υποβρύχιους αναδευτήρες. Οι αερόβιες ζώνες είναι εξοπλισμένες με σύστημα υποβρύχιας διάχυσης του αέρα, με ελαστικούς διαχυτήρες λεπτής φυσαλίδας.

Κάθε βιοαντιδραστήρας είναι εξοπλισμένος με τρεις αντλίες εσωτερικής ανακυκλοφορίας (για τις ανάγκες της απονιτροποίησης). Στους βιοαντιδραστήρες είναι τοποθετημένα όργανα μέτρησης on line του διαλυμένου οξυγόνου και στερεών ανάμικτου υγρού, ενώ σε τέσσερις βιοαντιδραστήρες υπάρχουν on - line μετρητές αμμωνιακών και νιτρικών.

Σύστημα αερισμού: Συνολικά είναι τοποθετημένοι 72.196 διαχυτήρες ελαστικής μεμβράνης στους βιοαντιδραστήρες. Η παροχή του απαιτούμενου αέρα, εξασφαλίζεται από συγκρότημα επτά φυγοκεντρικών αεροσυμπιεστών, συνολικής δυναμικότητας $550.000\text{ m}^3/\text{h}$ σε τυπικές συνθήκες (20°C , 1013mbar , 60% υγρασία), οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στο κτίριο φυσητήρων. Η ψύξη των αεροσυμπιεστών και των μεταψυκτών αέρα, γίνεται μέσω κυκλώματος αντλιών και εναλλακτών με βιομηχανικό νερό.

Η συνολική ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου του συστήματος αερισμού στις αεριζόμενες ζώνες είναι $53.000\text{kgO}_2/\text{h}$ σε τυπικές συνθήκες (καθαρό νερό, 20°C , απουσία διαλυμένου οξυγόνου).

Το ανάμικτο υγρό, από την έξοδο των βιοαντιδραστήρων, μέσω ανοικτής διώρυγας καταλήγει στον μεριστή παροχής των δεξαμενών τελικής καθίζησης. Η ρύθμιση της παροχής προς τις δεξαμενές τελικής καθίζησης γίνεται από οκτώ πνευματικές

ρυθμιστικές βάνες (Red Valve) Ø1200 mm. Κάθε ρυθμιστική δικλείδα είναι εξοπλισμένη με ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο Ø1200 mm.

Στο θάλαμο ανάντη των δικλείδων, έχει εγκατασταθεί σύστημα συλλογής των αφρών με επιπλέοντες κοχλίες και υποβρύχιες αντλίες που μεταφέρουν τους αφρούς σε ανοικτό φρεάτιο που επικοινωνεί με τον οχετό ανακυκλοφορίας ιλύος από τις ΔΤΚ στους βιοαντιδραστήρες.

Ο διαχωρισμός της βιομάζας από τα επεξεργασμένα λύματα, πραγματοποιείται σε εξήντα τέσσερις ορθογωνικές Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης, συνολικής επιφάνειας 52.096m². Οι δεξαμενές τελικής καθίζησης είναι τύπου Gould II, δύο διαμερισμάτων (διαμέρισμα υψηλής και χαμηλής φόρτισης), εξοπλισμένες με ξέστρα συνεχούς σάρωσης και στα δύο διαμερίσματα τα οποία προωθούν την ιλύ που καθιζάνει προς τους τρεις κεντρικά τοποθετημένους κώνους συγκέντρωσης. Η απομάκρυνση της καθιζάνουσας ιλύος από τους κώνους γίνεται μέσω εκατόν ενενήντα δύο (τρεις σε κάθε δεξαμενή) ηλεκτροκίνητων υδροστατικών δικλείδων (bellmouth valves).

Οι ΔΤΚ είναι εξοπλισμένες με όργανα ανίχνευσης της στάθμης νερού, on line όργανα μέτρησης συγκέντρωσης στερεών στους κώνους συλλογής ιλύος και όργανα μέτρησης της στάθμης του στρώματος της ιλύος στα διαμερίσματα υψηλής φόρτισης.

Η Ανακυκλοφορία της ενεργού ιλύος από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης προς τους βιοαντιδραστήρες γίνεται μέσω δώδεκα υποβρύχιων αξονικών αντλιών, μοναδιαίας παροχής 1,5 m³/s οι οποίες είναι εξοπλισμένες με ρυθμιστή συχνότητας (ρύθμιση από 0,7 έως 1,5 m³/s) και τοποθετημένες εντός των βιοαντιδραστήρων (μία αντλία ανά δεξαμενή). Κάθε αντλία είναι εξοπλισμένη με παροχόμετρο υπερήχων.

Το Αντλιοστάσιο Περίσσειας Ιλύος αποτελείται από τέσσερις φυγοκεντρικές αντλίες ξηρού τύπου, παροχής 0,2 m³/s εκάστη. Η κάθε αντλία καταθλίβει σε ανοξείδωτο συλλεκτήριο αγωγό, ο οποίος φέρει ηλεκτρομαγνητικό παροχόμετρο για τη μέτρηση της ποσότητας της περίσσειας ιλύος και όργανο μέτρησης της συγκέντρωσης αιωρούμενων στερεών. Στη συνέχεια ο συλλεκτήριος αγωγός διακλαδίζεται σε δύο επιμέρους δίκτυα ανοξείδωτων σωληνώσεων που καταθλίβουν στη μονάδα της μηχανικής πάχυνσης

Έργα Εξόδου – Διάθεσης: Η εκροή από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης και η υπερβάλλουσα παροχή (>16 m³/s) που σε περιόδους βροχοπτώσεων παρακάμπτει τη

βιολογική επεξεργασία μετά τη πρωτοβάθμια καθίζηση, οδηγείται στο σύστημα υποθαλάσσιας μεταφοράς και διάχυσης. Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο υποθαλάσσιους αγωγούς μεταφοράς με διάμετρο, που κυμαίνεται από 2,4 έως 1,3m, μήκους 1.900m έκαστος, μέγιστης παροχτευτικότητας 16,0 m³/s, οι οποίοι στα τελευταία 800m φέρουν 133 ζεύγη διαχυτήρων διαμέτρου 10-12cm σε βάθος 65,0m υπό την επιφάνεια της θάλασσας. Επιπλέον, έχει κατασκευασθεί αγωγός ασφαλείας μήκους 370m που εκβάλλει σε βάθος 44,0m υπό την επιφάνεια της θάλασσας, ο οποίος τροφοδοτείται όταν η παροχή υπερβαίνει τα 16,0m³/s ή σε έκτακτες περιπτώσεις.

3.31.3 Γραμμή της Ιλύος

Η παραγόμενη στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης ιλύς, απομακρύνεται μέσω ρυθμιζόμενων τηλεσκοπικών σωλήνων τύπου bellmouth valve (τρεις ανά δεξαμενή) προς το Αντλιοστάσιο Πρωτοβάθμιας Ιλύος. Τα αντλιοστάσιο είναι εξοπλισμένο με 3 φυγοκεντρικές αντλίες – η μία εφεδρική, δυναμικότητας 120 m³/hr εκάστη.

Μέσω καταθλιπτικού αγωγού διαμέτρου 220mm, η πρωτοβάθμια ιλύς οδηγείται στη μονάδα λεπτής εσχάρωσης (δύο μηχανικά καθοριζόμενες εσχάρες, με διάκενο 10mm) και στις Δεξαμενές Προπάχυνσης Πρωτοβάθμιας Ιλύος – τρεις παχυντές βαρύτητας, διαμέτρου 25 m, με συνολικό όγκο 7.350m³. Έχει γίνει η αναβάθμιση του αντλιοστασίου και η κατασκευή νέων καταθλιπτικών αγωγών, με στόχο την αύξηση της ικανότητας άντλησης σε 440m³ την ώρα περίπου, η αντικατάσταση της μονάδας εσχάρωσης με νέα (έξι μηχανικά καθοριζόμενες εσχάρες, με διάκενο 5mm) και η εγκατάσταση αυτόματου συστήματος τροφοδοσίας πολυηλεκτρολύτη.

Η περίσσεια βιολογικής ιλύος οδηγείται, μέσω του αντλιοστασίου περίσσειας ιλύος, σε Δεξαμενή Εξισορρόπησης όγκου 500m³. Η πάχυνση της περίσσειας δευτεροβάθμιας ιλύος πραγματοποιείται στο συγκρότημα Μηχανικής Πάχυνσης Ενεργού Ιλύος, που περιλαμβάνει δέκα τέσσερις μηχανικούς παχυντές τύπου «τράπεζας», πλάτους ταινίας 3,0m και δυναμικότητας 150m³/h εκάστη.

Υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης της χώνευσης και τροφοδοσίας της παχυμένης περίσσειας ιλύος, από τέσσερις τράπεζες, απευθείας στις δεξαμενές ενδιάμεσης αποθήκευσης και την αφυδάτωση.

Το σύνολο του εξοπλισμού (μηχανικοί παχυντές, αντλιοστάσια ιλύος, σύστημα παρασκευής και δοσομέτρησης πολυηλεκτρολύτη) είναι τοποθετημένα στο Κτίριο Μηχανικής Πάχυνσης. Στο υπόγειο του κτιρίου έχουν εγκατασταθεί δύο αυτόματες

μονάδες παρασκευής και δοσομέτρησης διαλύματος πολυηλεκτρολύτη, συνολικής δυναμικότητας 83,34kg στερεού ΡΕ/h, για τη παρασκευή διαλύματος συγκέντρωσης 0.5%, με μία ώρα χρόνο παραμονής για την ωρίμανση του διαλύματος.

Η παχυμένη πρωτοβάθμια και περίσσεια βιολογική ιλύς αντλείται μέσω των αντίστοιχων αντλιοστασίων προς τη Μονάδα Αναερόβιας Χώνευσης. Τα δύο ρεύματα αναμιγνύονται στο δακτύλιο κατάθλιψης του αντλιοστασίου περίσσειας δευτεροβάθμιας ιλύος. Όπως προαναφέρθηκε, σε έκτακτες συνθήκες, υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης της χώνευσης για μέρος της παχυμένης περίσσειας δευτεροβάθμιας ιλύος.

Συνολικά έχουν κατασκευαστεί οκτώ χωνευτές (4 κατά την Α' και 4 κατά την Β' Φάση), χωρητικότητας 10.000m³ ο καθένας και συνολικής χωρητικότητας 80.000m³. Η τροφοδοσία ισοκατανέμεται στους οκτώ χωνευτές, μέσω ηλεκτροκινήτων δικλείδων και χρονικού προγραμματισμού.

Η ανάδευση, μέσω ανακυκλοφορίας της ιλύος και η θέρμανση των τεσσάρων χωνευτών της Α' Φάσης γίνεται με το σύστημα HEAT-A-MIX (εσωτερικά τοποθετημένοι σωλήνες – εναλλάκτες), στη βάση των οποίων τροφοδοτείται βιοαέριο μέσω οκτώ, οι 4 εφεδρικοί, συμπιεστών υγρού δακτυλίου. Στους νέους χωνευτές, η ανάδευση γίνεται με βιοαέριο μέσω συστήματος συμπιεστών βιοαερίου (2+1 αερόψυκτοι συμπιεστές βιοαερίου για κάθε χωνευτή, δηλαδή είναι εγκατεστημένοι συνολικά δώδεκα συμπιεστές, 8 κύριοι και 4 εφεδρικοί) και κατακόρυφων εύκαμπτων σωλήνων έγχυσης (gas lances). Η θέρμανση πραγματοποιείται με εξωτερικούς σωληνωτούς εναλλάκτες εγκατεστημένους στο νέο κτίριο εξυπηρέτησης χωνευτών.

Το παραγόμενο στην μονάδα χώνευσης βιοαέριο αποθηκεύεται σε δύο Αεριοφυλάκια (δεξαμενές πλωτής οροφής, χωρητικότητας 5.600m³ η κάθε μία) και αξιοποιείται ως καύσιμο στην υφιστάμενη μονάδα Συμπαραγωγής Ηλεκτρικής και Θερμικής Ενέργειας. Παράλληλα, για την καύση τυχόν περίσσειας βιοαερίου, έχουν εγκατασταθεί τρεις δαυλοί, συνολικής ικανότητας καύσης 5.400m³/hr.

Μετά την έξοδο από τους χωνευτές, η χωνευμένη ιλύς οδηγείται στη νέα Μονάδα Μηχανικής Αφυδάτωσης. Για την κάλυψη των διακυμάνσεων και εξισορρόπηση της παροχής, έχουν κατασκευαστεί κατά την Α' Φάση τέσσερις κυκλικές δεξαμενές (οι δύο εξοπλισμένες) μεταπάχυνσης - αποθήκευσης χωνευμένης ιλύος, χωρητικότητας η κάθε μία 2.900m³ και στη Β' Φάση δύο ορθογωνικές δεξαμενές συνολικού ωφέλιμου

όγκου 2.592m³. Οι δεξαμενές της Β' Φάσης εξοπλίστηκαν πρόσφατα με σύστημα ανάδευσης με διάχυση αέρα. Η νέα μονάδα αφυδάτωσης χωνεμένης ιλύος περιλαμβάνει έξι φυγόκεντρους, δυναμικότητας αφυδάτωσης 70m³/h έκαστη. Η παρασκευή και δοσομέτρηση του διαλύματος του πολυηλεκτρολύτη γίνεται από τρεις αυτόματες μονάδες, συνολικής δυναμικότητας 160,71 kg στερεού PE/h, για τη παρασκευή διαλύματος συγκέντρωσης 0.5% με χρόνο παραμονής μία ώρα, για την ωρίμανση του διαλύματος.

Η αφυδατωμένη ιλύς, μέσω δύο εμβολοφόρων αντλιών υψηλής πίεσης, μεταφέρεται σε δύο δεξαμενές (silo) χωρητικότητας 56m³ η κάθε μία, από τις οποίες γίνεται η τροφοδοσία των τεσσάρων παράλληλων γραμμών της Μονάδας Θερμικής Ξήρανσης.

Η Μονάδα Θερμικής Ξήρανσης περιλαμβάνει τέσσερις παράλληλες γραμμές ξήρανσης με περιστρεφόμενα τύμπανα, συνολικής μέγιστης δυναμικότητας εξάτμισης 40 τόνων νερού ανά ώρα. Ο σχεδιασμός της εγκατάστασης προβλέπει ότι η συνήθης παραγωγή ιλύος του Κ.Ε.Λ.Ψ. θα καλύπτεται με τη λειτουργία τριών γραμμών, ενώ μία γραμμή θα βρίσκεται σε εφεδρεία.

Στη παρούσα φάση, η ξήρανση επιτυγχάνεται με άμεση θέρμανση (καύση φυσικού αερίου). Με την θέση σε λειτουργία της υπό κατασκευή νέας μονάδας ΣΗΘΕ με αεριοστρόβιλο συνολικής ισχύος 30,5 MW (17,5 MW_{th}, 13 MW_e), το 70% περίπου των θερμικών αναγκών θα καλύπτεται από τη θερμότητα των καυσαερίων της τουρμπίνας, μέσω τεσσάρων εναλλακτών αέρα-αέρα.

3.31.4 Αποτελέσματα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας υπολογίζεται 295.000 kWh/d, ενώ η πραγματική είναι 220.000 kWh/d.

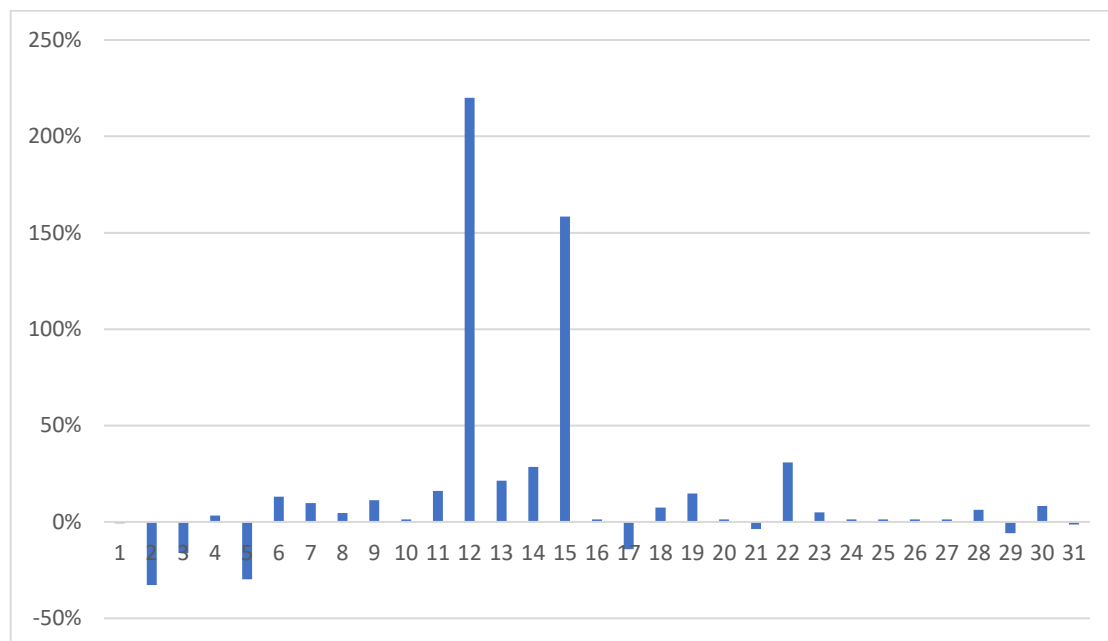
Στη συνέχεια, με την εφαρμογή του μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου προέκυψε ημερήσια παραγωγή 630.000 kgCO₂/d και κάνοντας αναγωγή στους κατοίκους, 0,2 kgCO₂/κατ-d.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ΕΕΑ

4.1 Θεωρητικός Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης

Όπως αναφέρθηκε, το θεωρητικό μοντέλο υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης βασίζεται στην εφαρμογή των υγειονομολογικών υπολογισμών.

Προκύπτει ότι η μέθοδος προσεγγίζει τις πραγματικές καταναλώσεις και κατά μέσο όρο αποκλίνει μόνον 3% από την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση και κατά μέσο όρο η τυπική απόκλιση των αποκλίσεων είναι 14%.



Εικόνα 35 Αποκλίσεις θεωρητικής κατανάλωσης από την πραγματική

Οι δύο εγκαταστάσεις, 12 και 15 όπως φαίνεται υπολειτουργούν σε πολύ μεγάλο βαθμό και δεν ενδείκνυνται για συμπεράσματα.

Παρακάτω φαίνονται κατά μέσο όρο οι αποκλίσεις του ενεργειακού μοντέλου στις εγκαταστάσεις ανάλογα με το μέγεθός τους.

Πίνακας 6 Αποκλίσεις του θεωρητικού μοντέλου από την πραγματική κατανάλωση στις διαφορετικές δυναμικότητες εγκαταστάσεων

Πληθυσμός	Απόκλιση
<10.000	-2%
10.000-100.000	9%
>100.000	2%

4.2 Η Ενεργειακή Κατανάλωση στις ΕΕΛ

Η μελέτη των προαναφερθεισών 31 εγκαταστάσεων είναι χρήσιμη ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα -και συγκριτικές αξιολογήσεις- για την ενεργειακή και λειτουργική απόδοση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων αλλά και για την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα, οι εγκαταστάσεις που μελετήθηκαν κατανέμονται σε 3 κατηγορίες μεγέθους:

- α) Μικρές εγκαταστάσεις με πληθυσμό έως 10.000 ισοδύναμους κατοίκους: Αξιολογήθηκαν 12 τέτοιες εγκαταστάσεις.
- β) Μεσαίες εγκαταστάσεις με πληθυσμό από 10.000 έως 100.000 ισοδύναμους κατοίκους: Αξιολογήθηκαν 12 τέτοιες εγκαταστάσεις.
- γ) Μεγάλες εγκαταστάσεις με πληθυσμό πάνω από 100.000 ισοδύναμους κατοίκους: Αξιολογήθηκαν 7 τέτοιες εγκαταστάσεις.

Για τις παραπάνω εγκαταστάσεις μελετήθηκε η ενεργειακή κατανάλωση και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, το ενεργειακό κόστος, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα λειτουργικά κόστη που αφορούν στα χημικά και στα κόστη προσωπικού και τέλος, το κόστος συντήρησης.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι -υπό αξιολόγηση- εγκαταστάσεις αθροιστικά καλύπτουν σχεδόν 6.000.000 ισοδύναμους κατοίκους, δηλαδή ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της συνολικής δυναμικότητας των εγκαταστάσεων της Ελλάδας.

Οι εγκαταστάσεις συνολικά, 12 μικρές, 12 μεσαίες και 7 μεγάλες έχουν καταταχθεί με αύξοντα αριθμό ανάλογα με τους ισοδύναμους κατοίκους που εξυπηρετούν. Αρχικά, μελετάται η ενεργειακή κατανάλωση, με βάση τα πραγματικά τους στοιχεία. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ενέργεια που καταναλώνεται σε ημερήσια βάση (kWh/d) σε κάθε μονάδα και στη συνέχεια ανάγεται σε κατανάλωση ενέργειας ανά εξυπηρετούμενο κάτοικο ανά ημέρα (kWh/κατ/d).

Στο επόμενο γράφημα φαίνεται η μείωση της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης ανά κάτοικο, καθώς αυξάνεται ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός. Παρατηρούμε ένα πολύ μεγάλο εύρος καθώς η πιο ενεργοβόρα εγκατάσταση -που είναι και η μικρότερη- καταναλώνει 0,741 kWh/κατ/d, ενώ η πιο ενεργειακά αποδοτική καταναλώνει 0,061 kWh/κατ/d, δηλαδή 12,1 φορές λιγότερη ενέργεια.

Πίνακας 7 Συγκεντρωτικός πίνακας ενεργειακής κατανάλωσης ως προς τους κατοίκους και το εισερχόμενο φορτίο

α/α	Παροχή (m ³ /d)	Ισοδύναμος Πληθυσμός	Φορτίο εισόδου (BOD/d)	Πραγματική Ημερήσια Ενέργεια (kWh/d)	Πραγματική Ενέργεια ανά κάτοικο (kWh/κατ/d)	Ενέργεια ανά φορτίο εισόδου (kWh/BOD)
1	50	250	15	179,328	0,717	11,956
2	101	500	30	370,564	0,741	12,353
3	204	1.000	60	443,397	0,443	7,390
4	220	1.101	66	627,646	0,570	9,505
5	246	1.230	74	453,798	0,369	6,151
6	365	1.850	111	469,667	0,254	4,231
7	393	2.000	120	526,268	0,263	4,385
8	442	2.209	133	791,644	0,358	5,974
9	721	3.620	217	657,534	0,182	3,027
10	1.007	6.215	373	2.155,616	0,347	5,781
11	1.742	8.704	522	1.633,910	0,188	3,129
12	2.091	9.123	547	501,655	0,055	0,916
13	2.434	10.033	602	1.897,365	0,189	3,152
14	2.153	10.494	630	1.289,290	0,123	2,048
15	13.897	13.125	788	1.121,890	0,085	1,425
16	2.596	13.268	796	1.921,096	0,145	2,413
17	30.946	15.000	900	2.070,015	0,138	2,300
18	2.251	16.243	975	2.494,816	0,154	2,560
19	7.853	42.672	2.560	6.553,699	0,154	2,560
20	24.609	47.475	2.849	3.541,397	0,075	1,243
21	11.947	52.003	3.120	9.374,161	0,180	3,004
22	22.262	63.167	3.790	9.897,101	0,157	2,611
23	19.208	77.278	4.637	6.574,497	0,085	1,418
24	10.674	99.760	5.986	10.539,726	0,106	1,761
25	18.605	105.421	6.325	9.662,795	0,092	1,528

Εκτίμηση και καταγραφή ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα

26	26.833	109.814	6.589	14.030,137	0,128	2,129
27	33.851	155.080	9.305	13.249,315	0,085	1,424
28	31.508	180.997	10.860	12.690,411	0,070	1,169
29	23.204	224.517	13.471	20.121,766	0,090	1,494
30	155.135	1.050.874	63.052	63.802,871	0,061	1,012
31	726.801	3.646.388	218.783	294.473,000	0,081	1,346

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράμετροι της εγκατάστασης ανά μέγεθος, τόσο ως προς το μέσο όρο των εγκαταστάσεων όσο και τον σταθμισμένο μέσο όρο.

Πίνακας 8 Ενέργεια/κάτοικο/ημέρα ανά εξυπηρετούμενο πληθυσμό

	Πραγματική Ενέργεια/Κάτοικο/Ημ. (kWh/κατ/d)	
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
<10.000	0,374	0,233
10.000-100.000	0,132	0,124
>100.000	0,087	0,078

Πίνακας 9 Ενέργεια/κυβικό μέτρο εισόδου ανά εξυπηρετούμενο πληθυσμό

	Πραγματική Ενέργεια/Παροχή εισόδου (kWh/m ³)	
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
<10.000	1,900	1,162
10.000-100.000	0,576	0,380
>100.000	0,503	0,421

Πίνακας 10 Ενέργεια/εισερχόμενο φορτίο ανά εξυπηρετούμενο πληθυσμό

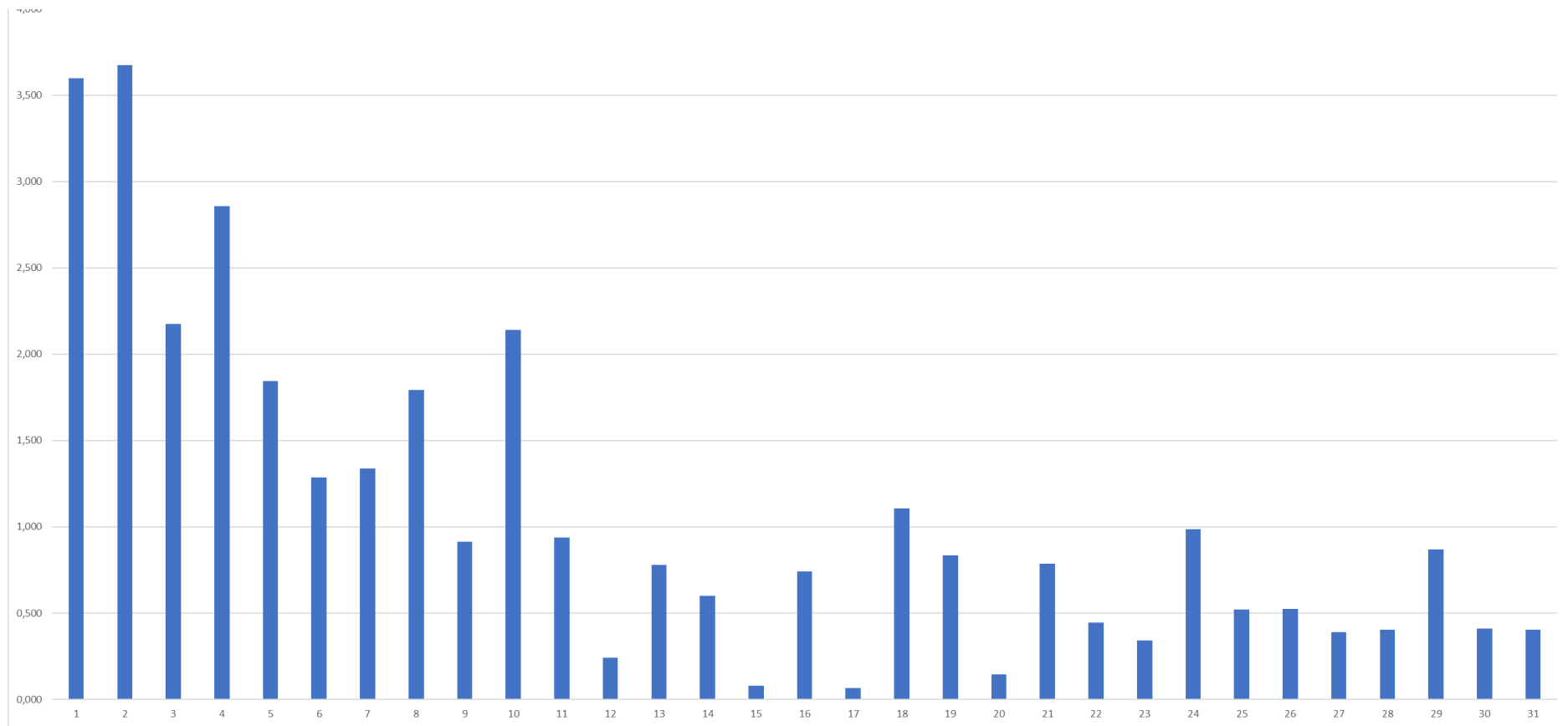
	Πραγματική Ενέργεια/Εισερχόμενο Φορτίο BOD (kWh/kgBOD)	
	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
<10.000	6,233	3,885
10.000-100.000	2,208	2,073
>100.000	1,443	1,303

Ακολουθούν, τα αντίστοιχα διαγράμματα της ενέργειας ανά μονάδα παροχής, εισερχόμενου φορτίου και ανά κάτοικο ανά ημέρα.

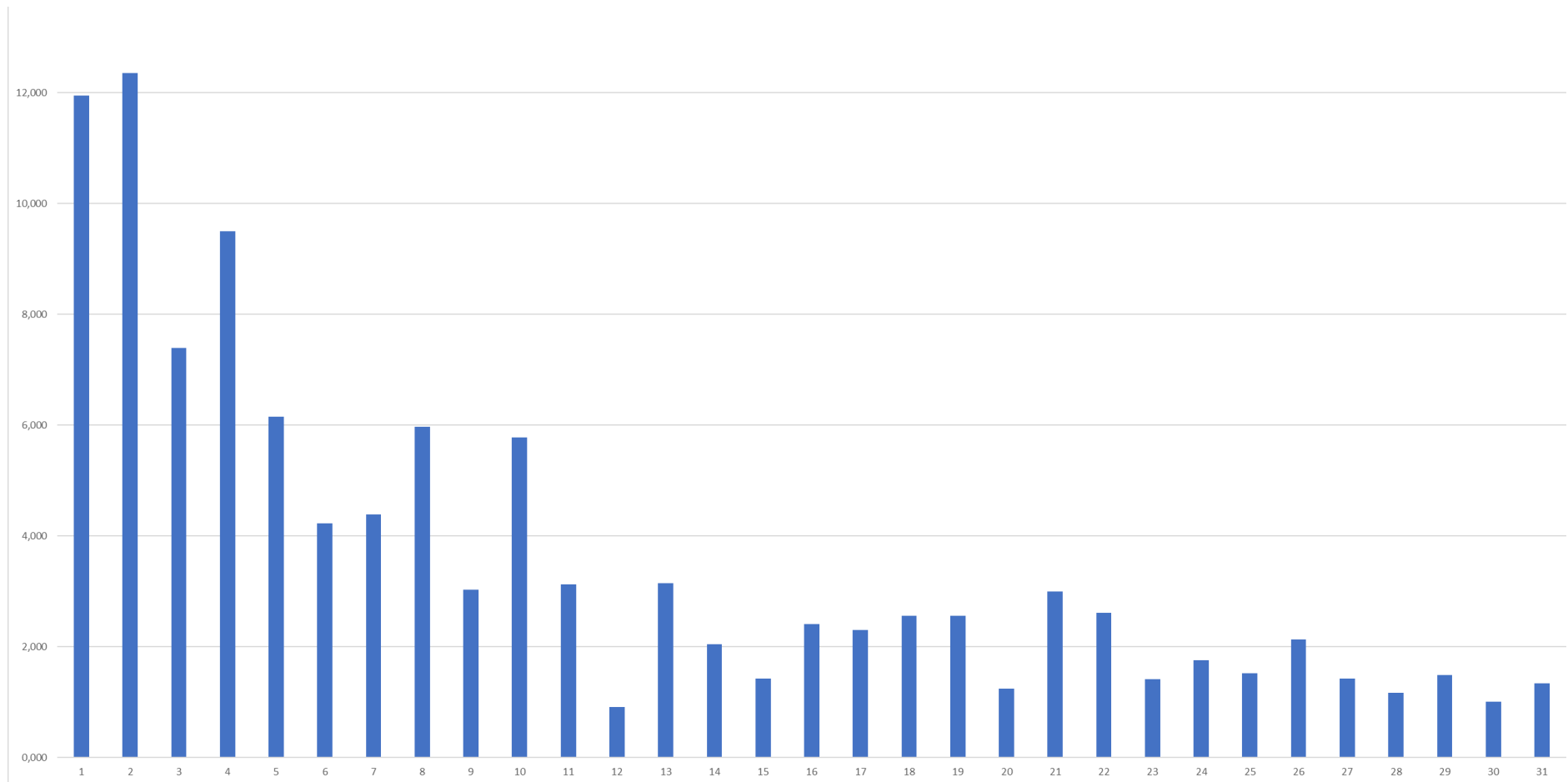
Οι εγκαταστάσεις έχουν τοποθετηθεί σε σειρά κατά αύξοντα ισοδύναμο εξυπηρετούμενο πληθυσμό.

Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι η ενεργειακή κατανάλωση δεν εξαρτάται μόνο από το μέγεθος, της εγκατάστασης, αλλά και από τις επιλογές στο σχεδιασμό και τη λειτουργία της εγκατάστασης. Συγκρίνοντας την ενεργειακή κατανάλωση των εγκαταστάσεων που εφαρμόζουν σύστημα παρατεταμένου αερισμού με αυτήν των εγκαταστάσεων που εφαρμόζουν το συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος προκύπτει ότι στις πρώτες η κατανάλωση είναι 0,261 kWh/κατ/d ενώ στις δεύτερες 0,104 kWh/κατ/d. Δηλαδή, οι εγκαταστάσεις με παρατεταμένο αερισμό έχουν 2,5 φορές μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση από τις συμβατικές. Βεβαίως, αυτό δεν είναι απόλυτο καθώς κατά βάση οι μικρότερες εγκαταστάσεις είναι αυτές με παρατεταμένο σύστημα αερισμού.

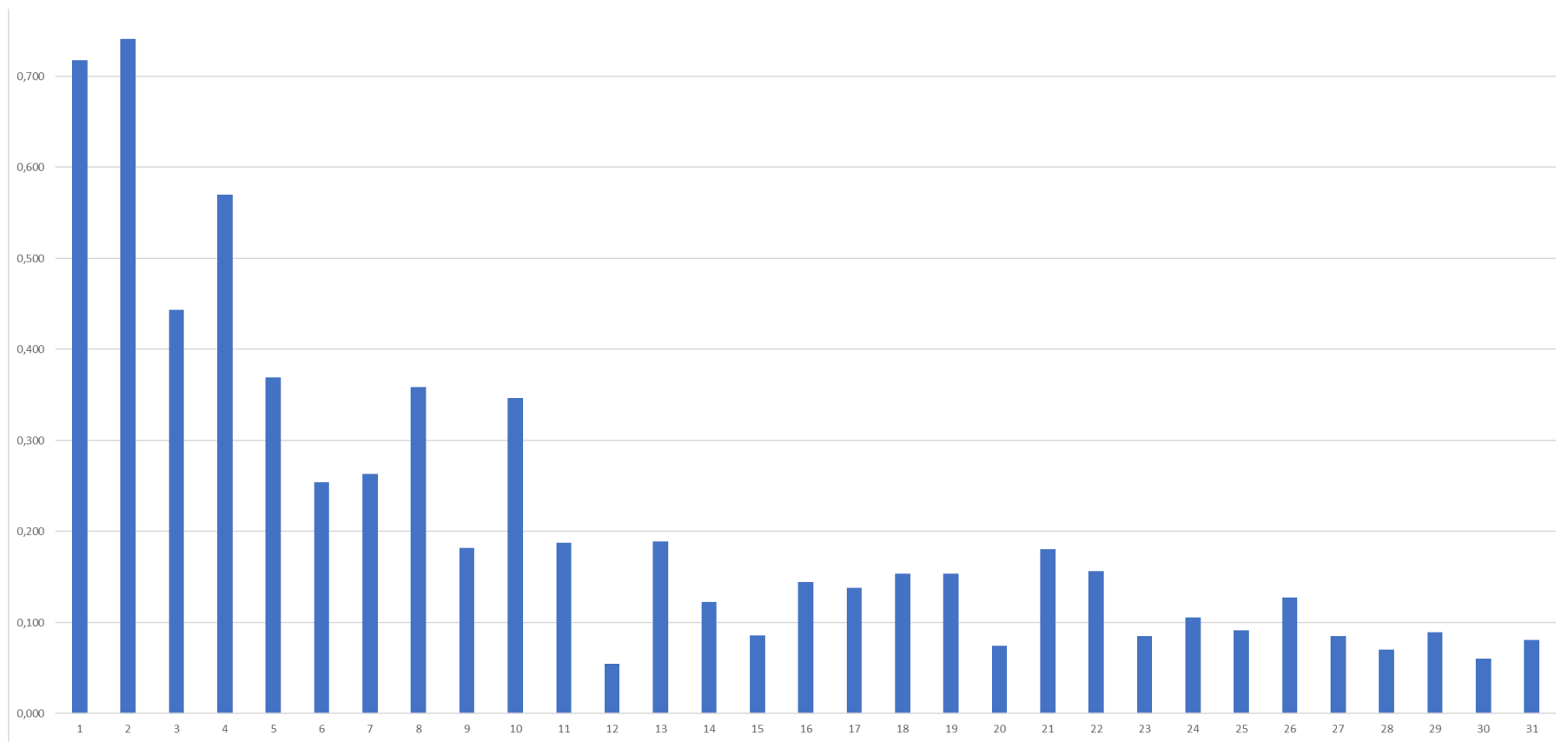
Επιπροσθέτως, οι εγκαταστάσεις, ειδικά όσες έχουν εποχιακές διακυμάνσεις στα φορτία εισόδου ή λειτουργούν με αρκετά μικρότερη φόρτηση από τη δυναμικότητά τους, έχουν μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση αν ο μηχανολογικός εξοπλισμός τους έχει τοποθετηθεί με μικρότερης ισχύος μηχανήματα αλλά περισσότερα σε αριθμό.



Εικόνα 36 Ενέργεια ανά εισερχόμενη παροχή (kWh/m³)



Εικόνα 37 Ενέργεια ανά εισερχόμενο φορτίο (kWh/kgBOD)



Εικόνα 38 Ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)

Το εύρος των τιμών της ημερήσιας ενεργειακής κατανάλωσης ανά κάτοικο, δεν αποτελεί από μόνο του αξιόπιστο μέγεθος για την αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Διαγραμματικά, είναι εμφανές ότι η ενεργειακή κατανάλωση των εγκαταστάσεων κατά βάση μειώνεται καθώς αυξάνεται η δυναμικότητα. Αυτή η μείωση φαίνεται αν χωρίσουμε τις εγκαταστάσεις με το συμβατικό χαρακτηρισμό που έγινε προηγουμένως σε μικρές, μεσαίες και μεγάλες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ίδια εικόνα παρουσιάζεται είτε μελετηθεί ο μέσος όρος των εγκαταστάσεων είτε ο σταθμισμένος μέσος όρος.

Αποδεικνύεται λοιπόν, η μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την αύξηση του μεγέθους των εγκαταστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, η μέση μείωση ενέργειας μεταξύ εγκαταστάσεων μικρής και μεσαίας κλίμακας είναι 64,7% ενώ μεταξύ μεσαίας και μεγάλης κλίμακας είναι 34,1% και η ποσοστιαία μείωση μεταξύ μικρών και μεγάλων εγκαταστάσεων, προκύπτει 76,7%.

Πρόσθετο ενδιαφέρον προκύπτει, αν προσπαθήσουμε να χωρίσουμε τις εγκαταστάσεις σε μικρότερες κλάσεις για να εντοπίσουμε περαιτέρω διακυμάνσεις της ενεργειακής κατανάλωσης στα διάφορα μεγέθη εγκαταστάσεων.

Πίνακας 11 Ενέργεια/κάτοικο/ημέρα για διαφορετικού μεγέθους εγκαταστάσεις

	Πραγματική Ενέργεια(kWh)/κατ/d	Ποσοστιαία Μείωση
<10.000	0,374	
10.000-50.000	0,133	-65%
50.000-100.000	0,132	-1%
100.000-200.000	0,094	-29%
>200.000	0,077	-18%

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν δείχνουν και πάλι σημαντική μείωση μεταξύ των εγκαταστάσεων που είναι μικρότερες από 10.000 ισοδύναμους κατοίκους και των εγκαταστάσεων που είναι μεγαλύτερες από 10.000 ισοδύναμους κατοίκους. Είναι χαρακτηριστικό ότι στις εγκαταστάσεις από 10.000 έως 100.000 ισοδύναμους κατοίκους η ενεργειακή κατανάλωση δεν μειώνεται σημαντικά.

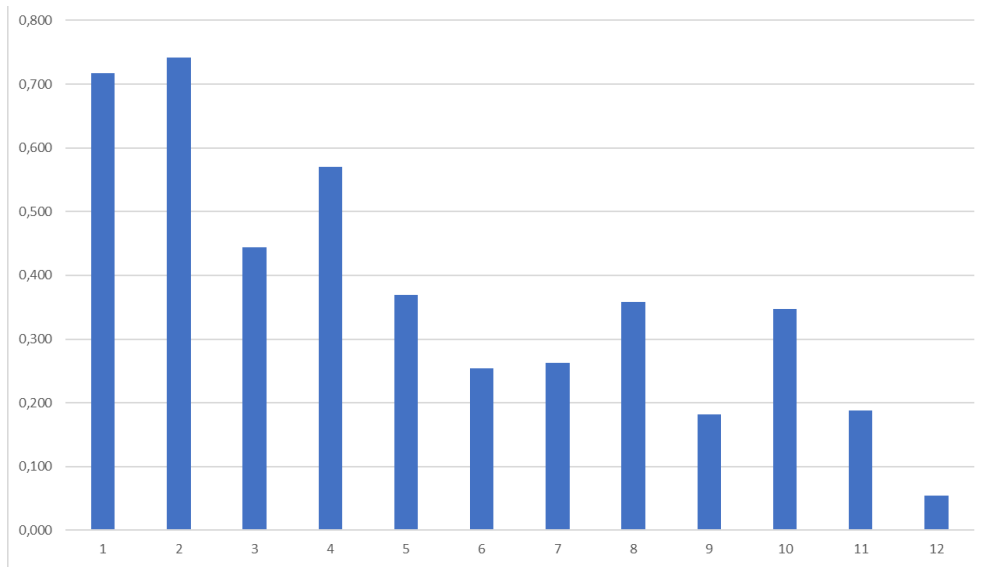
Το φαινόμενο που παρατηρείται σε ορισμένες περιπτώσεις, να εντοπίζεται μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση ανά κάτοικο σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως:

- Δεν προκύπτει από κάπου άμεση εξάρτηση της ενεργειακής κατανάλωσης της εγκατάστασης από το μέγεθός της
- Μπορεί μία εγκατάσταση να υπολειτουργεί
- Μπορεί μία εγκατάσταση να περιλαμβάνει περισσότερα στάδια επεξεργασίας και κατ' επέκταση μεγαλύτερο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό
- Μπορεί μία εγκατάσταση να έχει σχεδιαστεί με οικονομικότερο τρόπο (πχ. μεγαλύτερο βάθος αερισμού με διαχυτήρες έναντι μιας άλλης που έχει επιφανειακό αερισμό, εγκατάσταση περισσότερων μηχανολογικών εξαρτημάτων ώστε να εξασφαλίζουν χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση στη λειτουργία)

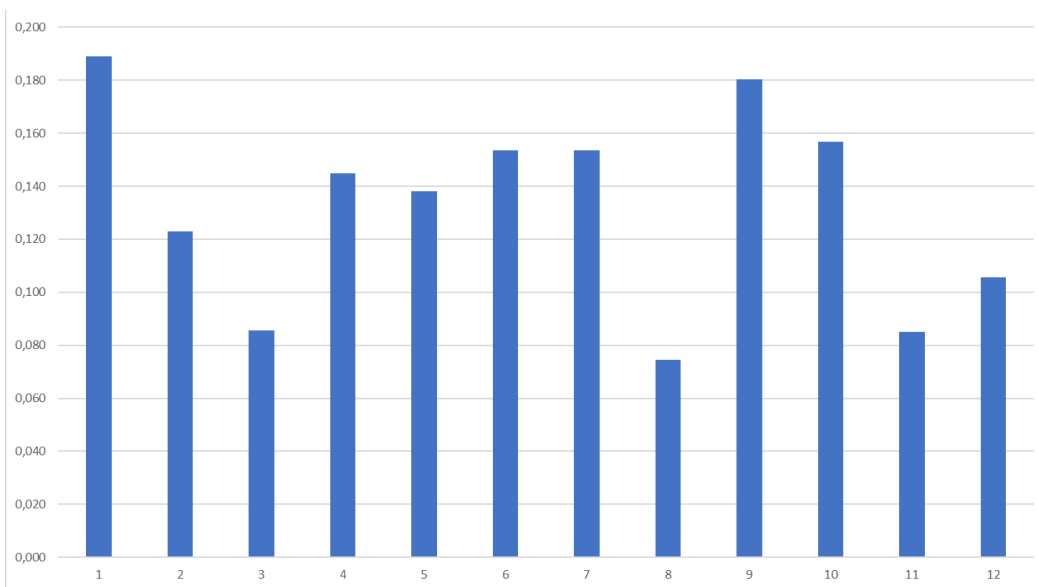
Τέλος, παρατηρούμε μία αναμενόμενη ποσοστιαία μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ των εγκαταστάσεων 100.000-200.000 ισοδύναμων κατοίκων και μεγαλύτερων από 200.000 ισοδύναμων κατοίκων. Με αυτό το διαχωρισμό, επιβεβαιώνεται ο αρχικός διαχωρισμός των κλάσεων σε μικρές, μεσαίες και μεγάλες εγκαταστάσεων που είναι και πιο συνηθισμένος βιβλιογραφικά.

Ακολουθούν τα διαγράμματα της ενεργειακής κατανάλωσης για τις κατηγορίες μικρών, μεσαίων και μεγάλων μονάδων.

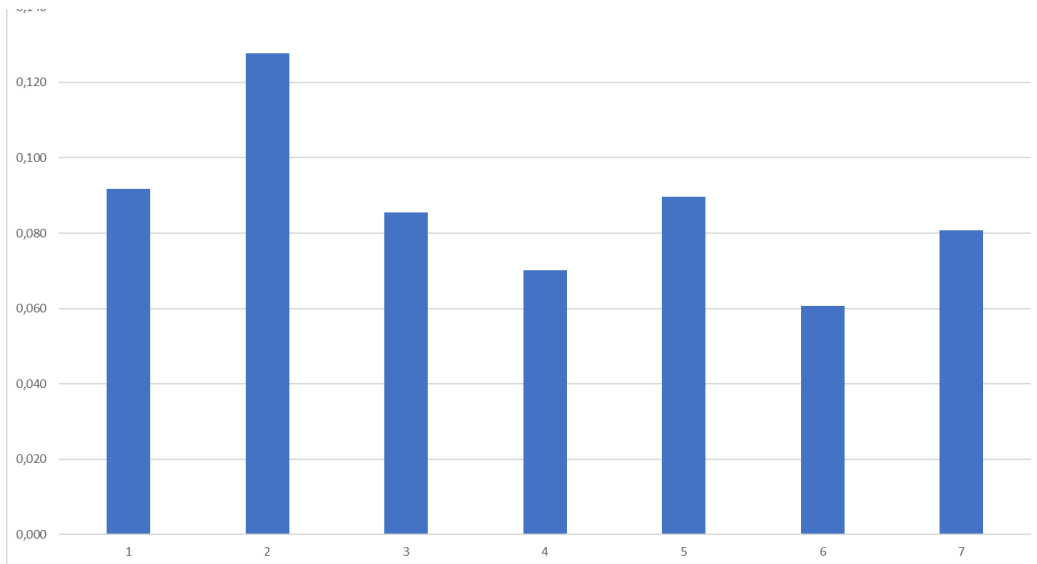
Εκτίμηση και καταγραφή ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα



Εικόνα 39 Μικρές εγκαταστάσεις: Ενέργεια ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)



Εικόνα 40 Μεσαίες Εγκαταστάσεις: Ενέργεια ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)



Εικόνα 41 Μεγάλες Εγκαταστάσεις: Ενέργεια ανά κάτοικο ανά ημέρα (kWh/pe/d)

4.3 Ποσοστό Αερισμού στη συνολική Ενεργειακή Κατανάλωση

Είναι σημαντικό να εξεταστεί και η ενεργειακή κατανάλωση του αερισμού, σε σχέση με το συνολικό ενεργειακό κόστος της εγκατάστασης. Είναι απαραίτητη η ποιοτική διάκριση των ενεργειακών καταναλώσεων της εγκατάστασης, με στόχο να βελτιωθεί η απόδοσή της. Στις 22 εγκαταστάσεις που έχουμε τη δυνατότητα υπολογισμού αυτού του ποσοστού, προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

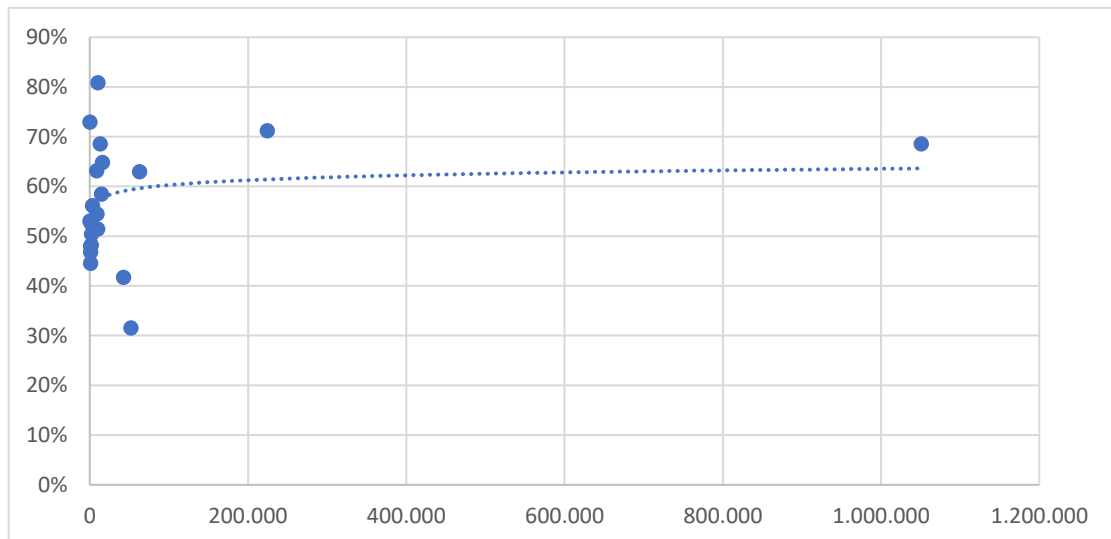
Πίνακας 12 Το ποσοστό αερισμού ως προς την συνολική ενέργεια που καταναλώνουν οι εγκαταστάσεις με δεδομένο το ενεργειακό κόστος και τη μέθοδο αερισμού

Μέθοδος	Πληθυσμός	Ενεργειακό Κόστος (euros/pe/d)	Ποσοστό Αερισμού
Διαχυτήρες	10.033	0,0207	51%
Επιφανειακός & Διαχυτήρες	63.167	0,0185	63%
Επιφανειακός	13.125	0,0199	69%
Επιφανειακός	224.517	0,0076	71%
Επιφανειακός	15.000	0,0107	58%
Διαχυτήρες	1.050.874	0,0059	68%
Επιφανειακός	42.672	0,0159	42%
Διαχυτήρες	52.003	0,0156	31%
Επιφανειακός	1.850	0,0168	53%
Επιφανειακός	2.209	0,0653	50%
Επιφανειακός	1.230	0,0635	45%
Επιφανειακός	16.243	0,0107	65%
Διαχυτήρες	9.123	0,0122	54%
Επιφανειακός	2.000	0,0351	48%
Επιφανειακός	3.620	0,0200	56%

Εκτίμηση και καταγραφή ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα

Επιφανειακός	10.494	0,0191	81%
Επιφανειακός	8.704	0,0313	63%
Διαχυτήρες	1.101	0,1180	47%
Διαχυτήρες	250	0,1601	53%
Διαχυτήρες	500	0,0484	73%
Διαχυτήρες	1.000	0,0572	48%
Διαχυτήρες	3.650.000	0,0073	65%

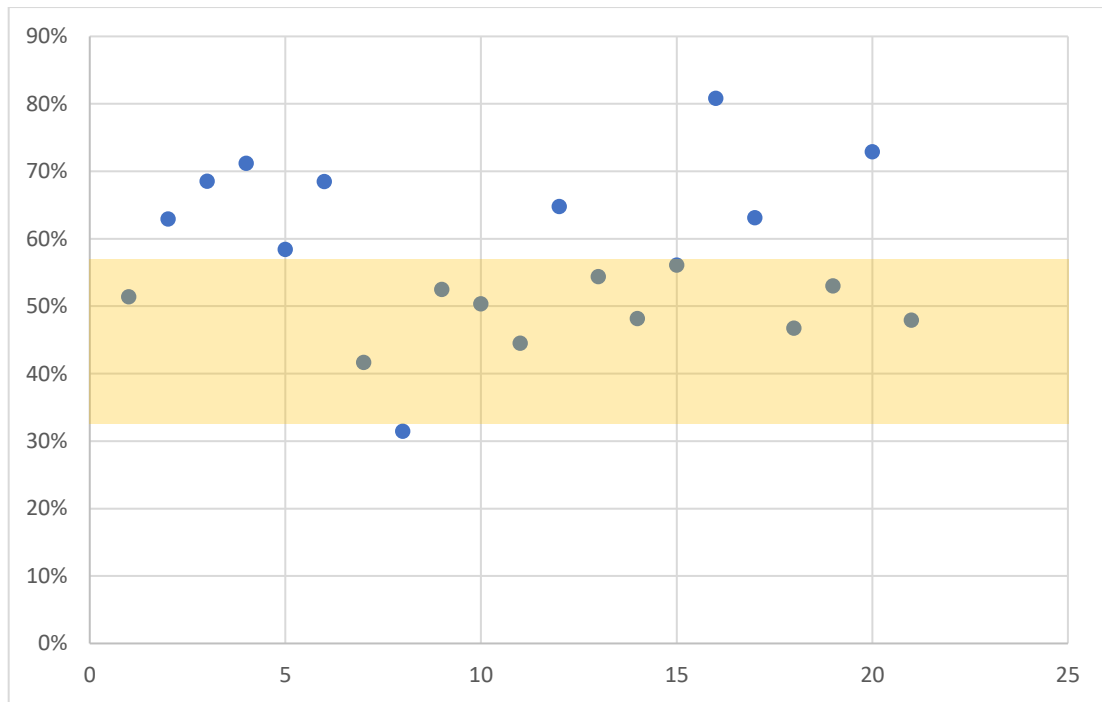
Στη συνέχεια τοποθετούμε τα ποσοστά αερισμού σε κοινό διάγραμμα, με οριζόντιο άξονα τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης ώστε να παρατηρηθεί αν το ποσοστό σχετίζεται με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό. Στο διάγραμμα φαίνεται μικρή συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων.



Εικόνα 42 Ποσοστό αερισμού συναρτήσει του εξυπηρετούμενου πληθυσμού της εγκατάστασης

Επόμενο βήμα είναι η καλύτερη κατανομή των ποσοστών ώστε να γίνει κατανοητή, η συχνότητα εμφάνισης των διαφορετικών ποσοστών αερισμού και τι θεωρείται λογικό σε μια τυπική εγκατάσταση.

Εκτίμηση και καταγραφή ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα



Εικόνα 43 Ποσοστά Αερισμού ως προς τη συνολική Ενεργειακή κατανάλωση

Όπως φαίνεται στο ανωτέρω διάγραμμα, οι 17 από τις 21 εγκαταστάσεις, έχουν ποσοστό 40-70 % του ενεργειακού κόστους στον αερισμό.

Σχετικά με την εγκατάσταση που έχει μόνο 31% ποσοστό αερισμού, παρατηρούμε ότι περιλαμβάνει πολλά στάδια επεξεργασίας, όπως φίλτρα άμμου, UV ακτινοβολία για απολύμανση της εκροής, συνεπώς το χαμηλό επίπεδο του αερισμού είναι αναμενόμενο αν λάβουμε υπόψιν τις αυξημένες ενεργειακές ανάγκες στα υπόλοιπα στάδια επεξεργασίας. Όσον αφορά τις τρεις εγκαταστάσεις που έχουν αυξημένο ποσοστό αερισμού, ίσως να μην λειτουργεί αποδοτικά το σύστημα αερισμού.

Πίνακας 13 Κατηγοριοποίηση εγκαταστάσεων ανάλογα με το ποσοστό αερισμού ως προς τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση

	Πλήθος	Ποσοστό
0-10%	0	0%
10-20%	0	0%
20-30%	0	0%
30-40%	1	5%
40-50%	5	24%
50-60%	7	33%
60-70%	5	24%
70-80%	2	10%
80-90%	1	5%
90-100%	0	0%

Αντίστοιχα, χωρίζουμε τις εγκαταστάσεις ανάλογα με το σύστημα αερισμού και εξετάζουμε πως συμπεριφέρονται σε αυτή την περίπτωση.

Πίνακας 14 Κατηγοριοποίηση εγκαταστάσεων με διάχυση ανάλογα με το ποσοστό αερισμού ως προς τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση

	ΔΙΑΧΥΣΗ	
	Πλήθος	Ποσοστό
0-10%	0	0%
10-20%	0	0%
20-30%	0	0%
30-40%	1	5%
40-50%	2	10%
50-60%	3	14%
60-70%	2	10%
70-80%	1	5%
80-90%	0	0%
90-100%	0	0%

Πίνακας 15 Κατηγοριοποίηση εγκαταστάσεων με επιφανειακό αερισμό ανάλογα με το ποσοστό αερισμού ως προς τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση

	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΣ	
	Πλήθος	Ποσοστό
0-10%	0	0%
10-20%	0	0%
20-30%	0	0%
30-40%	0	0%
40-50%	3	25%
50-60%	4	33%
60-70%	3	25%
70-80%	1	8%
80-90%	1	8%
90-100%	0	0%

Και στις δύο περιπτώσεις φαίνεται να ακολουθούν το ίδιο μοτίβο και η μέση τιμή των εγκαταστάσεων να έχει ποσοστό μεταξύ 50-60%.

Ο μέσος όρος του ποσοστού ενεργειακής κατανάλωσης του αερισμού, των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν επιφανειακό αερισμό είναι 58% με τυπική

απόκλιση 11%, ενώ των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν διάχυση είναι 54% με τυπική απόκλιση 12%.

4.4 Μέθοδος Αερισμού

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η διακύμανση του ενεργειακού κόστους της εγκατάστασης ανάλογα με τη μέθοδο αερισμού. Γι' αυτό το λόγο διαχωρίστηκαν οι εγκαταστάσεις ανάλογα με το είδος αερισμού τους:

Οι εγκαταστάσεις με επιφανειακό αερισμό:

Πίνακας 16 Η ενεργειακή κατανάλωση στις εγκαταστάσεις με επιφανειακό αερισμό

α/α	Αερισμός	Ισοδύναμος Πληθυσμός	kWh/d	kWh/κατ/d
1	Επιφανειακός	250	179,328	0,717
5	Επιφανειακός	1.230	453,798	0,369
6	Επιφανειακός	1.850	469,667	0,254
7	Επιφανειακός	2.000	526,268	0,263
8	Επιφανειακός	2.209	791,644	0,358
9	Επιφανειακός	3.620	657,534	0,182
11	Επιφανειακός	8.704	1.633,910	0,188
12	Επιφανειακός	9.123	501,655	0,055
13	Επιφανειακός	10.033	1.897,365	0,189
14	Επιφανειακός	10.494	1.289,290	0,123
15	Επιφανειακός	13.125	1.121,890	0,085
16	Επιφανειακός	13.268	1.921,096	0,145
17	Επιφανειακός	15.000	2.070,015	0,138
18	Επιφανειακός	16.243	2.494,816	0,154
19	Επιφανειακός	42.672	6.553,699	0,154
20	Επιφανειακός	47.475	3.541,397	0,075
24	Επιφανειακός	99.760	10.539,726	0,106
27	Επιφανειακός	155.080	13.249,315	0,085
29	Επιφανειακός	224.517	20.121,766	0,090

Και οι εγκαταστάσεις με σύστημα διάχυσης:

Πίνακας 17 Η ενεργειακή κατανάλωση στις εγκαταστάσεις με διάχυση

α/α	Αερισμός	Ισοδύναμος Πληθυσμός	kWh/d	kWh/κατ/d
2	Διάχυση	500	370,564	0,741
3	Διάχυση	1.000	443,397	0,443
4	Διάχυση	1.101	627,646	0,570
10	Διάχυση	6.215	2.155,616	0,347
21	Διάχυση	52.003	9.374,161	0,180
22	Διάχυση & Επιφανειακός	63.167	9.897,101	0,157
23	Διάχυση	77.278	6.574,497	0,085
25	Διάχυση	105.421	9.662,795	0,092
26	Διάχυση & Επιφανειακός	109.814	14.030,137	0,128
28	Διάχυση	180.997	12.690,411	0,070
30	Διάχυση	1.050.874	63.802,871	0,061
31	Διάχυση	3.646.388	294.473,000	0,081

Προκύπτει ότι ο επιφανειακός αερισμός αποδίδει μεγαλύτερη οικονομία από τη διάχυση σε μικρές εγκαταστάσεις, σχετικά ίδιος σε μεσαίες εγκαταστάσεις και λιγότερο αποδοτικός σε μεγάλες εγκαταστάσεις.

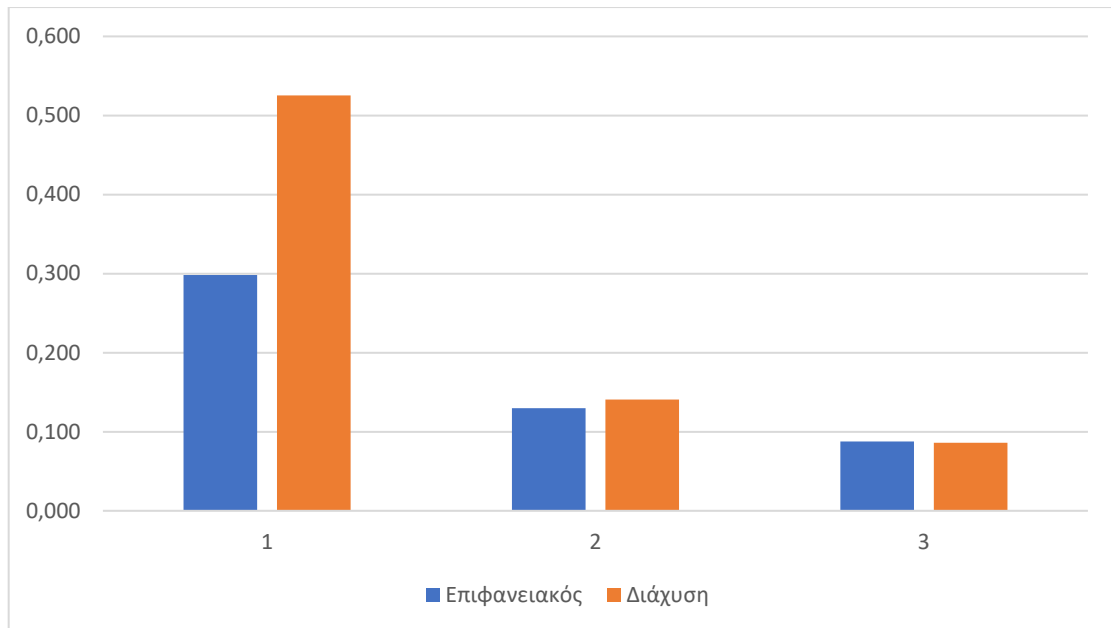
Πίνακας 18 Η ενεργειακή κατανάλωση στις εγκαταστάσεις ανάλογα με τη μέθοδο αερισμού και τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό

	Επιφ	Διαχ
<10.000	0,298	0,525
10.000-100.000	0,130	0,141
>100.000	0,088	0,086

Αυτό είναι ένα μη αναμενόμενο αποτέλεσμα αφού βάσει των υγειονομολογικών υπολογισμών δεν προκύπτει. Μάλλον σχετίζεται με τη λειτουργία της εκάστοτε εγκατάστασης αλλά και με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που περιλαμβάνει.

Πιο χαρακτηριστική εικόνα είναι το ακόλουθο γράφημα:

Εκτίμηση και καταγραφή ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα



Εικόνα 44 Σύγκριση Ενεργειακού Κόστους διαφορετικών μορφών αερισμού

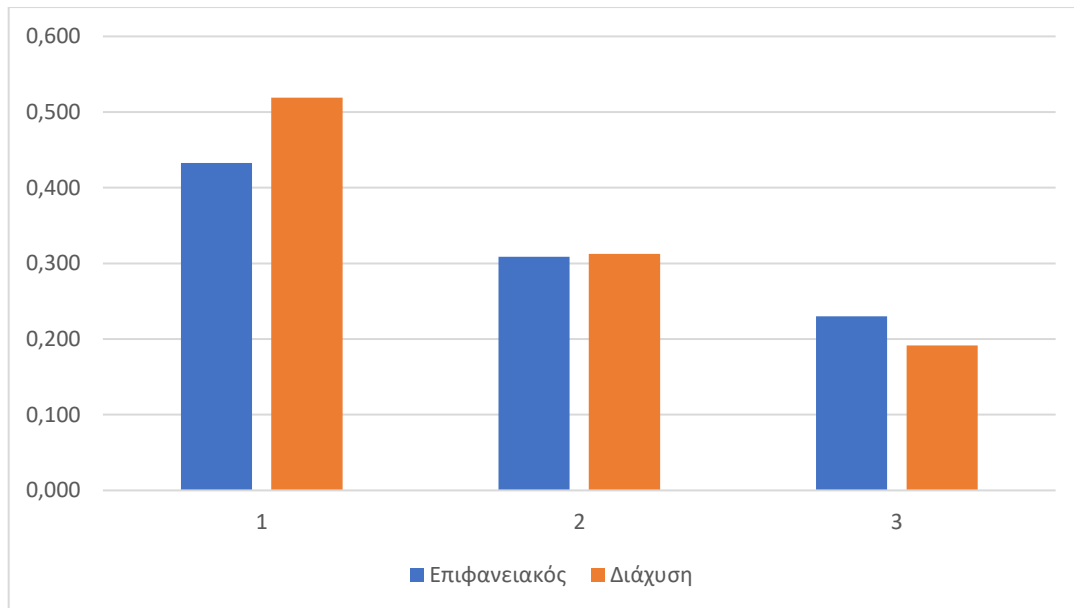
Αν εξεταστούν τα μεγέθη πιο λεπτομερώς, το σημείο που ο επιφανειακός αερισμός γίνεται λιγότερο αποδοτικός από τη διάχυση είναι κοντά στους 72.000 ισοδύναμους κατοίκους.

Η ίδια εξέταση μπορεί να γίνει και για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (τα μεγέθη εκφράζονται σε kgCO₂/κατ/d).

Πίνακας 19 Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στις εγκαταστάσεις ανάλογα με τη μέθοδο αερισμού και τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό

	Επιφανειακός	Διάχυση
<10.000	0,433	0,519
10.000-100.000	0,309	0,313
>100.000	0,230	0,191

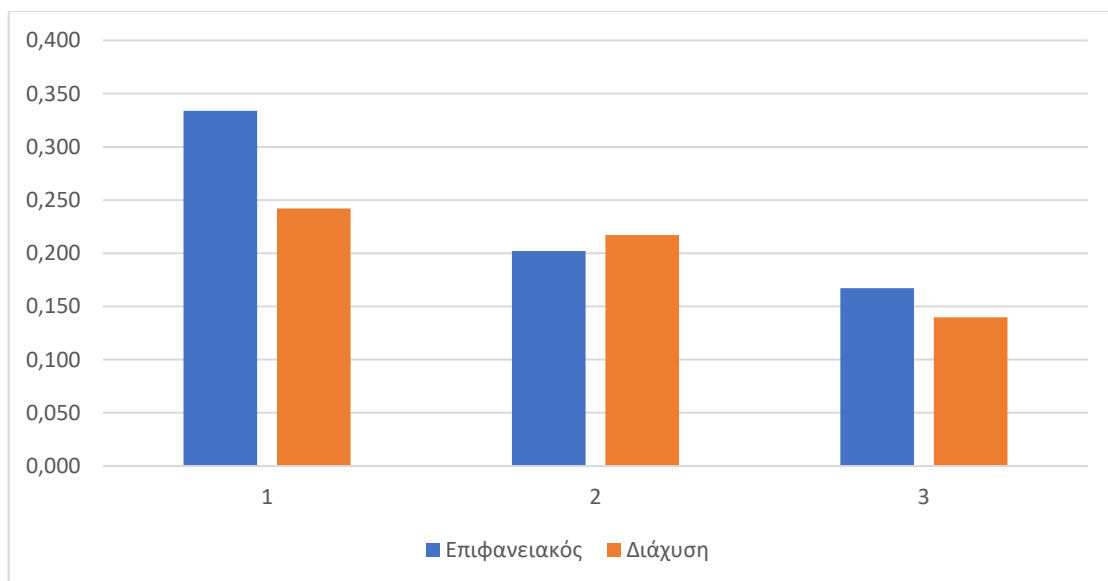
Εκτίμηση και καταγραφή ενεργειακής κατανάλωσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα



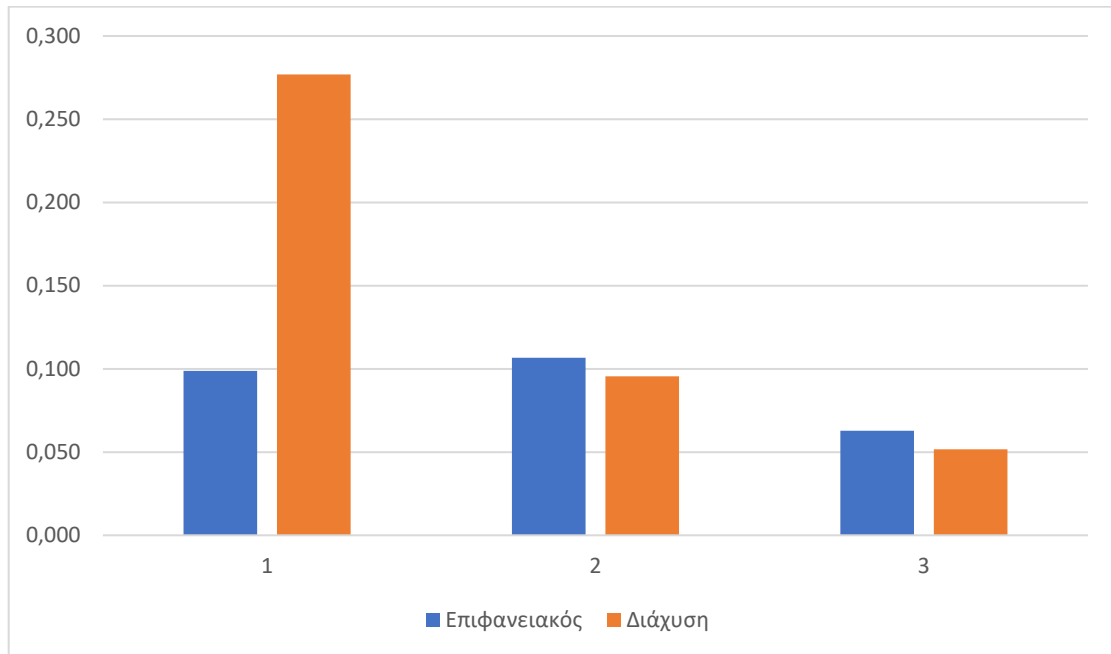
Εικόνα 45 Σύγκριση Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου διαφορετικών μορφών αερισμού

Η εικόνα που προκύπτει ποιοτικά είναι παρόμοια, με τη διαφορά ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δε διαφέρουν σημαντικά στα δύο συστήματα αερισμού.

Ποιοτικά όμως, αυτό που συμβαίνει είναι ότι ο επιφανειακός αερισμός, έχει μεγαλύτερες άμεσες εκπομπές, ενώ η διάχυση έχει πολύ μεγαλύτερες έμμεσες στις μικρές εγκαταστάσεις. Οπότε πρακτικά, η διάχυση υπερισχύει σε όλα τα πεδία, εκτός από τις έμμεσες εκπομπές του θερμοκηπίου, στις μικρές εγκαταστάσεις, όπου οδηγεί σε τριπλάσιες σχεδόν εκπομπές.



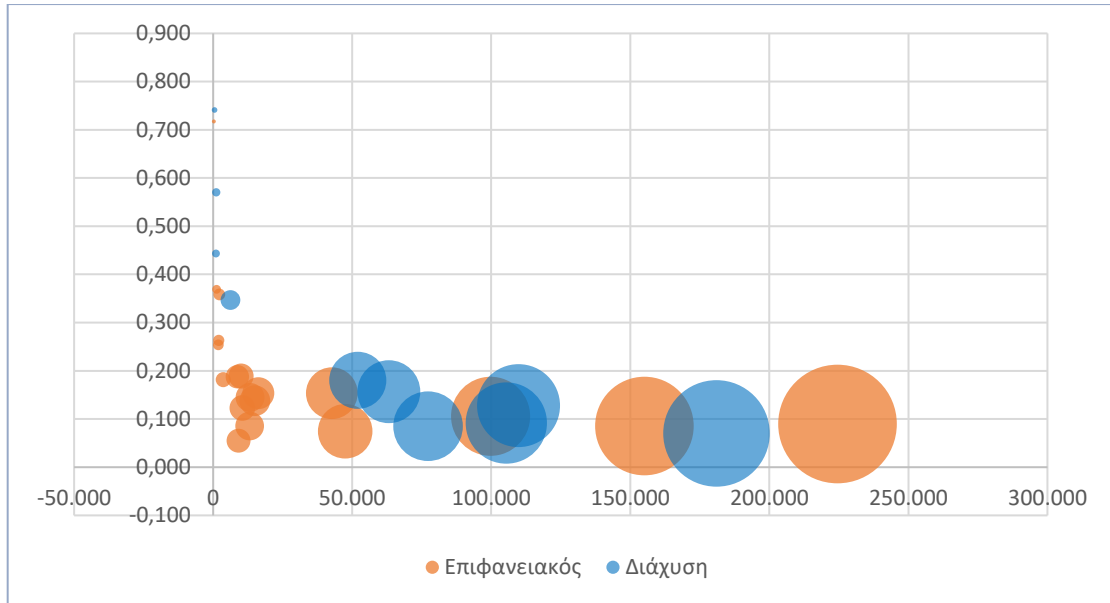
Εικόνα 46 Σύγκριση Άμεσων Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου διαφορετικών μορφών αερισμού



Εικόνα 47 Σύγκριση Έμμεσων Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου διαφορετικών μορφών αερισμού

Τέλος, για την καλύτερη οπτικοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των εγκαταστάσεων με διαφορετικές μεθόδους αερισμού, δημιουργείται το διάγραμμα φυσαλίδων, που χρησιμοποιείται συχνά σε διεθνές επίπεδο για να δείξει τη σχέση μεταξύ μεγέθους χωρών με τις επιδόσεις τους σε διάφορους τομείς. Κάνοντας μία μεταφορά σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, το μέγεθος της φυσαλίδας, δείχνει τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης. Δεν φαίνονται στο διάγραμμα οι δύο μεγαλύτερες εγκαταστάσεις που έχουν διάχυση, λόγω ανεπαρκούς ευκρίνειας του διαγράμματος, αλλά επιβεβαιώνουν αυτό που φαίνεται και στο υπάρχον διάγραμμα, ότι στις εγκαταστάσεις μεγαλύτερες από 72.000 εξυπηρετούμενους ισοδύναμους κατοίκους, η διάχυση είναι πιο αποδοτική ενεργειακά.

Στο διάγραμμα των φυσαλίδων είναι επίσης ευδιάκριτη η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης καθώς αυξάνεται ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός.



Εικόνα 48 Διάγραμμα Φυσαλίδων για εγκαταστάσεις (μέγεθος φυσαλίδας αναλογικό με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό (kWh/κατ/ημ))

4.5 Κόστος Χημικών

Το κόστος των χημικών που ήταν διαθέσιμο από συγκεκριμένο αριθμό εγκαταστάσεων, είναι ένα μικρό μέγεθος του κόστους της εγκατάστασης που κυμαίνεται από 1,7% έως 8,8% και φαίνεται να εξαρτάται αφενός από το μέγεθος της εγκατάστασης, αλλά όχι αποκλειστικά.

Πίνακας 20 Κόστος χημικών στις εγκαταστάσεις (σε ευρώ)

α/α	Ισοδύναμος Πληθυσμός	Ετήσιο κόστος χημικών	Κόστος χημικών/ κάτοικο	Κόστος χημικών/ m3	Ποσοστό Κόστους Χημικών
1	250	800	3,20	0,044	1,7%
4	1.101	10500	9,54	0,131	8,8%
5	1.230	15000	12,20	0,167	
6	1.850	2000	1,08	0,015	3,3%
8	2.209	9520	4,31	0,059	
9	3.620	5000	1,38	0,019	2,8%
13	10.033	3490	0,35	0,004	2,0%
14	10.494	11000	1,05	0,014	2,8%
15	13.125	3036	0,23	0,001	2,0%
17	15.000	3500	0,23	0,000	2,0%
21	52.003	24000	0,46	0,006	3,0%
22	63.167	51130	0,81	0,006	
29	224.517	160000	0,71	0,019	8,0%

Αν κατηγοριοποιηθούν πάλι οι εγκαταστάσεις ανάλογα με το μέγεθος προκύπτει ο σταθμισμένος μέσος όρος:

Πίνακας 21 Σταθμισμένος μέσος όρος κόστους χημικών στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού

Πληθυσμός	Κόστος/κατ /έτος	Ποσοστό
<10.000	4,17 €	3,8%
10.000-100.000	0,59 €	2,6%
>100.000	0,71 €	8,0%

Ενώ σύμφωνα με τον απλό μέσο όρο:

Πίνακας 22 Μέσος όρος κόστους χημικών στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού

Πληθυσμός	Κόστος/κατ /έτος	Ποσοστό
<10.000	5,29 €	4,1%
10.000-100.000	0,52 €	2,4%
>100.000	0,71 €	8,0%

Το κόστος φαίνεται να μειώνεται, καθώς αυξάνεται το μέγεθος της εγκατάστασης, ενώ το ποσοστό μάλλον δεν σχετίζεται με το μέγεθος αλλά με τον τρόπο λειτουργίας της εγκατάστασης και τις ιδιαιτερότητές της.

4.6 Κόστος Προσωπικού

Το κόστος του προσωπικού είναι ένα σημαντικό ποσοστό του κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης, αλλά η εμπειρία των λειτουργών της εγκατάστασης είναι ακόμα πιο σημαντική, αφού αποτελεί σημαντικό παράγοντα εξοικονόμησης ενέργειας και πόρων.

Πίνακας 23 Κόστος προσωπικού στις εγκαταστάσεις (σε ευρώ)

α/α	Ισοδύναμος Πληθυσμός	Ετήσιο κόστος προσωπικού	Κόστος προσωπικού /κάτοικο	Κόστος προσωπικού/ m3	Ποσοστό Κόστους Προσωπικού
1	250	30.000 €	120,01 €	1,65 €	65%
4	1.101	60.000 €	54,52 €	0,75 €	50%
6	1.850	27.800 €	15,03 €	0,21 €	45%
8	2.209	33.200 €	15,03 €	0,21 €	
9	3.620	110.000 €	30,38 €	0,42 €	61%
13	10.033	84.000 €	8,37 €	0,09 €	48%
14	10.494	85.800 €	8,18 €	0,11 €	21%
15	13.125	74.000 €	5,64 €	0,01 €	51%
17	15.000	60.000 €	4,00 €	0,01 €	
19	42.672	316.800 €	7,42 €	0,11 €	40%
21	52.003	280.800 €	5,40 €	0,06 €	
29	224.517	1.080.000 €	4,81 €	0,13 €	34%
30	1.050.874	1.530.000 €	1,46 €	0,03 €	

Μια γενική εικόνα για τον σταθμισμένο μέσο όρο στα διαφορετικά μεγέθη εγκαταστάσεων είναι:

Πίνακας 24 Σταθμισμένος μέσος όρος κόστους προσωπικού στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού

Πληθυσμός	Κόστος/κατ /έτος	Ποσοστό
<10.000	28,91 €	55,0%
10.000-100.000	6,29 €	40,4%
>100.000	2,05 €	34,0%

Αντίστοιχα προκύπτει η εικόνα του μέσου όρου:

Πίνακας 25 Μέσος όρος κόστους προσωπικού στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού

Πληθυσμός	Κόστος/κατ /έτος	Ποσοστό
<10.000	46,99 €	55,4%
10.000-100.000	6,50 €	40,1%
>100.000	3,13 €	34,0%

Αναλυτικότερα, το κόστος προσωπικού των εγκαταστάσεων κυμαίνεται από 21% έως 65% του κόστους λειτουργίας, και γενικά μειώνεται αισθητά, καθώς αυξάνεται ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός της εγκατάστασης.

4.7 Κόστος Συντήρησης

Το κόστος συντήρησης είναι ένα σημαντικό κόστος της λειτουργίας της εγκατάστασης με μεγάλη διακύμανση, από 1,3% έως 57,7% του συνολικού και είναι κατανοητό πόσο σημαντικό είναι για την εγκατάσταση. Το κόστος συντήρησης εξαρτάται εν πολλοίς από την παλαιότητα της εγκατάστασης, αλλά ούτε σε αυτή την περίπτωση υπάρχει απόλυτη συσχέτιση.

Πίνακας 26 Κόστος συντήρησης στις εγκαταστάσεις (σε ευρώ)

α/α	Ισοδύναμος Πληθυσμός	Ετήσιο Κόστος Συντήρησης	Κόστος συντήρησης/ κάτοικο	Κόστος συντήρησης/ m ³	Ποσοστό Κόστους Συντήρησης
1	250	600	2,40	0,033	1,3%
4	1.101	1500	1,36	0,019	1,3%
6	1.850	20000	10,81	0,150	32,7%
7	2.000	3300	1,65	0,023	
9	3.620	40000	11,05	0,152	22,1%
11	8.704	96000	11,03	0,151	
12	9.123	13200	1,45	0,017	
13	10.033	20000	1,99	0,023	11,0%
14	10.494	230000	21,92	0,293	57,5%
15	13.125	13437	1,02	0,003	9,0%
17	15.000	19109	1,27	0,002	13,0%
18	16.243	18900	1,16	0,023	
21	52.003	200000	3,85	0,046	25,0%
29	224.517	240000	1,07	0,028	11,0%

Ομαδοποιώντας και υπολογίζοντας σταθμισμένο μέσο όρο σε κάθε ομάδα:

Πίνακας 27 Σταθμισμένος μέσος όρος κόστους συντήρησης στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού

Πληθυσμός	Κόστος/κατ /έτος	Ποσοστό
<10.000	6,55 €	20,8%
10.000-100.000	4,29 €	23,1%
>100.000	1,07 €	11,0%

Και στη συνέχεια με τον υπολογισμό μέσω των όρων:

Πίνακας 28 Μέσος όρος κόστους συντήρησης στις διαφορετικές κατηγορίες εξυπηρετούμενου πληθυσμού

Πληθυσμός	Κόστος/κατ /έτος	Ποσοστό
<10.000	5,68 €	14,3%
10.000-100.000	5,20 €	23,1%
>100.000	1,07 €	11,0%

Αφού μελετήθηκαν τα διάφορα κόστη λειτουργίας των εγκαταστάσεων ξεχωριστά, είναι σκόπιμο να παρουσιαστεί και η γενική εικόνα των εξόδων παραμέτρων που συνθέτουν το κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Πίνακας 29 Μέσος όρος ετήσιου κόστους κάθε κατηγορίας για κάθε κάτοικο

Ισοδύναμος Πληθυσμός	Ετήσιο κόστος Ενέργειας ανά κάτοικο	Ετήσιο κόστος Προσωπικού ανά κάτοικο	Ετήσιο κόστος Χημικών ανά κάτοικο	Ετήσιο κόστος Συντήρησης ανά κάτοικο	Συνολικό Ετήσιο Κόστος ανά κάτοικο
<10.000	11,90 €	28,91 €	4,17 €	6,55 €	93,92 €
10.000-100.000	4,82 €	6,29 €	0,59 €	4,29 €	18,66 €
>100.000	2,57 €	2,05 €	0,71 €	1,07 €	9,54 €

Πίνακας 30 Συνολικό Κόστος από τις εγκαταστάσεις που είχαν διαθέσιμα όλα τα στοιχεία κόστους

α/α	Ισοδύναμος Πληθυσμός	Ετήσιο Συνολικό Κόστος	Συνολικό Κόστος /κάτοικο	Κόστος / κατ/d
1	250	46.008 €	184 €	94 €
4	1.101	119.412 €	109 €	
6	1.850	61.122 €	33 €	
9	3.620	181.391 €	50 €	
13	10.033	176.477 €	18 €	19 €
14	10.494	399.940 €	38 €	
15	13.125	155.761 €	12 €	
17	15.000	151.554 €	10 €	
21	52.003	812.741 €	16 €	
29	224.517	2.141.000 €	10 €	

Όπως βλέπουμε, είναι εντυπωσιακή η μείωση του συνολικού κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης καθώς το μέγεθος αυξάνεται. Χαρακτηριστικά, από μικρές σε μεσαίες εγκαταστάσεις έχουμε μείωση της τάξης του 72% ενώ από μεσαίες σε μεγάλες έχουμε μείωση 43%. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν μεγάλες οικονομίες κλίμακος σε όλα τα λειτουργικά κόστη της εγκατάστασης.

4.8 Κόστος Κατασκευής

Το κόστος κατασκευής είναι ένα μέγεθος που δεν εξαρτάται από τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης αλλά από τον ισοδύναμο πληθυσμό σχεδιασμού, δηλαδή την δυναμικότητα της. Για να υπολογιστεί το κόστος κατασκευής της εγκατάστασης ελήφθησαν τα κόστη κατασκευής κάθε φάσης της κάθε εγκατάστασης και η χρονολογία της και στη συνέχεια ανάγονται στην παρούσα αξία. Το μέσο επιτόκιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν κοντά στο 3%. Παρακάτω φαίνονται τα αντίστοιχα μεγέθη αναλυτικά:

Πίνακας 31 Αναγωγή κόστους κατασκευής σε αξία το έτος 2012

α/α	Ισοδύναμος Πληθυσμός	A φάση	Έτος κατασκευής	A φάση ανηγμένη	B φάση	Έτος κατασκευής	B φάση ανηγμένη	Γ φάση	Έτος κατασκευής	Γ φάση ανηγμένη
10	6.215	3.054.000 €	2004	3.940.000 €						
13	10.033	666.000.000 δρ.	1996	3.274.000 €	660.000.000 δρ.	1998	3.074.000,00 €			
15	13.125		1982	2.846.661 €		1994	527.789 €		2004	2.240.373,00 €
17	15.000	480.000.000 δρ.	1998	2.235.539 €	330.000 €	2002	456.720,00 €			
21	52.003		1988	10.000.000 €						
22	63.167	570000000 δρ.	1992	5.800.000 €	1.250.000 €	2007	1.514.000,00 €			2.100.000,00 €
25	105.421	8.233.000 €	1997	13.000.000 €	3.276.000 €	2001	4.680.000,00 €	350.000,00 €	2007	410.000,00 €
26	109.814	900.000.000δρ.	1990	11.271.000 €	7.630.000 €	2007	8.958.000,00 €			
28	180.997	1.500.000 €	1987	9.409.333 €	3.250.000 €	1992	9.286.000,00 €	6.882.000,00 €	1998	10.920.000,00 €
29	224.517	1621000000 δρ.	1985	75.529.324 €						
31	3.646.388	182.000.000 €	1994	398.398.000 €	209.000.000 €	2004	269.610.000,00 €	35.000.000,00 €	2007	41.090.000,00 €

Πίνακας 32 Κόστος Κατασκευής ανά κάτοικο

α/α	Συνολικό Ανηγμένο Κόστος (2019)	Ισ. Κατ. Σχεδιασμού	Κόστος Κατασκευής ανά δυναμικότητα εγκατάστασης	Κόστος Κατασκευής ανά εξυπηρετούμενο πληθυσμό
10	4.925.000,00 €	18.000	273,61 €	792,45 €
13	7.935.000,00 €	40.000	198,38 €	790,86 €
15	7.018.528,75 €	25.000	280,74 €	534,75 €
17	3.365.323,75 €	25.000	134,61 €	224,35 €
21	12.500.000,00 €	111.600	112,01 €	240,37 €
22	11.767.500,00 €	104.000	113,15 €	186,29 €
25	32.112.500,00 €	180.000	178,40 €	304,61 €
26	25.286.250,00 €	230.000	109,94 €	230,26 €
28	45.759.166,67 €	220.000	208,00 €	252,82 €
29	94.411.654,44 €	500.000	188,82 €	420,51 €
31	886.372.500,00 €	5.650.000	156,88 €	243,08 €

Το κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων μετατράπηκε αρχικά σε αξίες του 2012 και μετά σε παρούσες αξίες.

Ως βάση υπολογισμού, έχει χρησιμοποιηθεί πίνακας από την Ελληνική Στατιστική Αρχή, για την εξέλιξη των ετήσιων μεταβολών του Γενικού Δείκτη Τιμών Καταναλωτή (μέσος ετήσιος δείκτης).

Χρησιμοποιήθηκε ο μέσος ετήσιος δείκτης καταναλωτή όπως ανακοινώθηκε από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία.

Αν ομαδοποιήσουμε τα κόστη κατασκευής:

- Εγκαταστάσεις δυναμικότητας έως 150.000 ισοδύναμους κατοίκους:

Κόστος Κατασκευής 185 ευρώ/κάτοικο

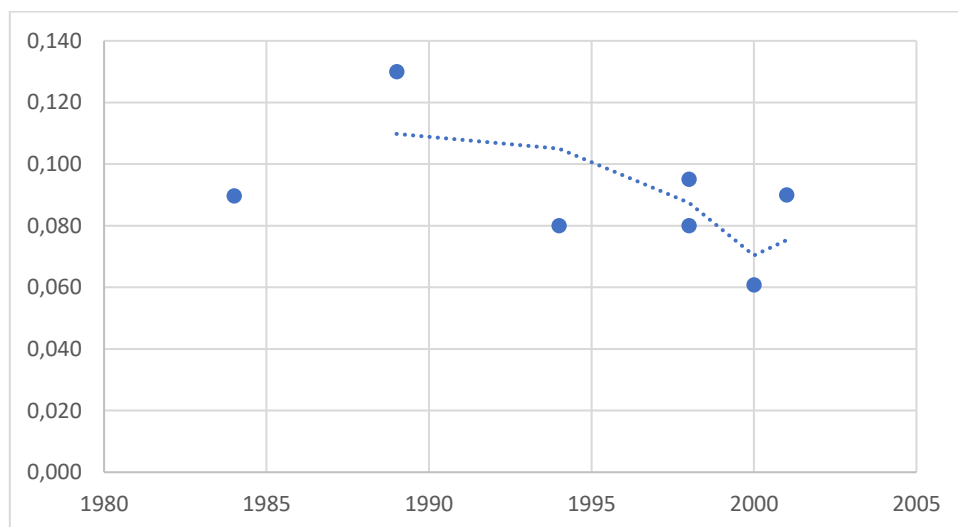
- Εγκαταστάσεις δυναμικότητας άνω των 150.000 ισοδύναμων κατοίκων:

Κόστος Κατασκευής 168 ευρώ/κάτοικο

4.9 Χρόνος Κατασκευής

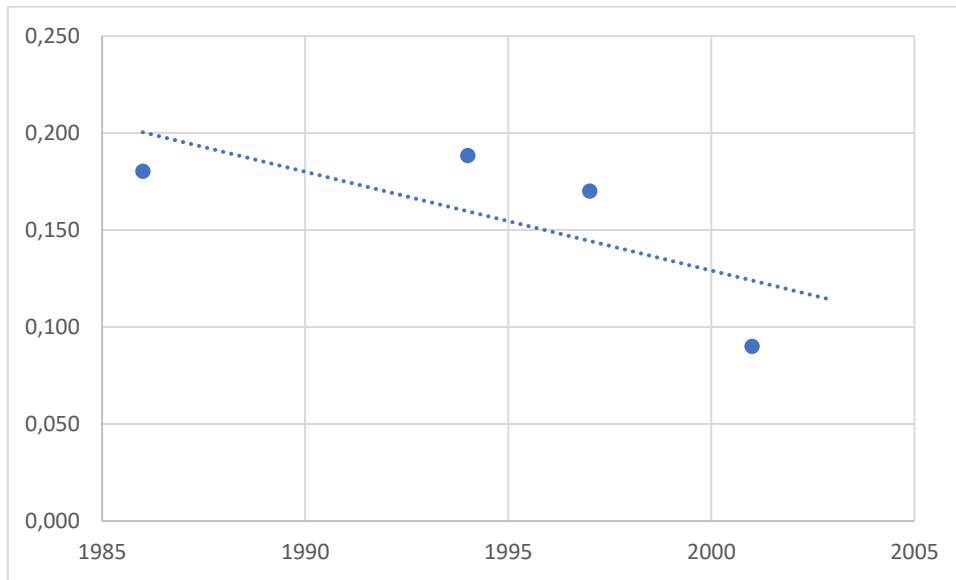
Αξίζει να μελετηθεί, αν η παλαιότητα της εγκατάστασης επηρεάζει την ενεργειακή της απόδοση. Δημιουργήθηκαν γραφήματα για τα διάφορα μεγέθη των εγκαταστάσεων.

Μαζί με τις τιμές στο γράφημα φαίνεται και ο κυλιόμενος μέσος όρος. Φαίνεται ότι υπάρχει στις μεγάλες εγκαταστάσεις μία μείωση της κατανάλωσης συνολικά από τις προηγούμενες δεκαετίες.

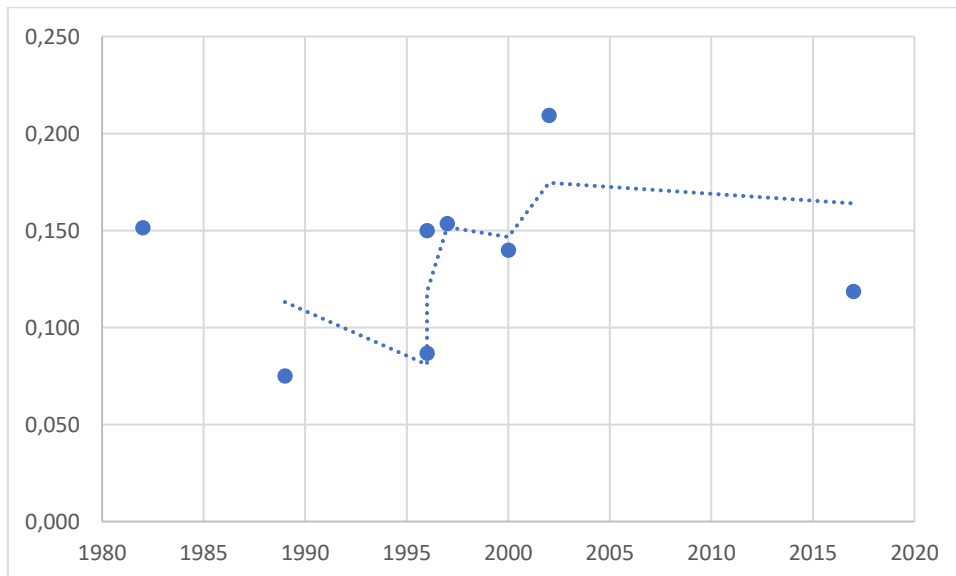


Εικόνα 49 Ενεργειακή Κατανάλωση Μεγάλων εγκαταστάσεων ανάλογα με το έτος κατασκευής

Ακολουθώς, έγινε προσπάθεια να δημιουργηθεί αντίστοιχο διάγραμμα για τις εγκαταστάσεις δυναμικότητας 10.000-100.000 ισοδύναμων κατοίκων αλλά το αποτέλεσμα φάνηκε να μην ενδείκνυται για συμπεράσματα. Έτσι έγινε κατηγοριοποίηση των μεσαίων εγκαταστάσεων σε μικρομεσαίες (10.000-50.000 ισοδύναμους κατοίκους) και μεγαλύτερες μεσαίες (50.000-100.000 ισοδύναμους κατοίκους).



Εικόνα 50 Ενεργειακή Κατανάλωση μεγαλύτερων μεσαίων εγκαταστάσεων ανάλογα με το έτος κατασκευής



Εικόνα 51 Ενεργειακή Κατανάλωση μικρομεσαίων εγκαταστάσεων ανάλογα με το έτος κατασκευής

Για τις μικρές εγκαταστάσεις κάτω των 10.000 ισοδύναμων κατοίκων δεν υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία έτους κατασκευής.

Συμπερασματικά, τόσο στις εγκαταστάσεις μεγαλύτερες από 100.000 ισοδύναμους κατοίκους, όσο και στις εγκαταστάσεις με 50.000-100.000 ισοδύναμους κατοίκους, είναι σχετικά ευδιάκριτη η σχέση μεταξύ έτους κατασκευής και ενεργειακού κόστους, όπως δείχνουν οι γραμμές τάσης που χρησιμοποιήθηκαν.

Ωστόσο, στις εγκαταστάσεις με ισοδύναμο πληθυσμό 10.000-50.000 δεν φαίνεται κάποια σχέση μεταξύ έτους κατασκευής και ενεργειακής κατανάλωσης.

Στις μεγαλύτερες από 50.000 ισοδύναμους κατοίκους λοιπόν, υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ενεργειακού κόστους και έτους κατασκευής.

4.10 Οι εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου στις ΕΕΛ

Ανάλογη εικόνα με την ενεργειακή κατανάλωση παρατηρείται και με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό, σε ένα βαθμό είναι αναμενόμενο καθώς οι έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου υπολογίζονται κατά βάση από την ενεργειακή κατανάλωση της εγκατάστασης και το ποσοστό που καλύπτεται από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Σκόπιμη βέβαια κρίνεται και η ξεχωριστή μελέτη των άμεσων και έμμεσων εκπομπών του θερμοκηπίου ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα και να προταθούν λύσεις μείωσης του αποτυπώματος άνθρακα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι το αποτύπωμα αυτό, στην παγκόσμια βιβλιογραφία στέκεται μόνο στις έμμεσες εκπομπές αερίων καθώς οι άμεσες αποτελούν μία επιβάρυνση του περιβάλλοντος που σχετίζεται με την καλύτερη διαχείριση των λυμάτων, που είναι φιλική περιβαλλοντικά, οπότε αγνοούνται.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι άμεσες και έμμεσες εκπομπές του θερμοκηπίου ανά εγκατάσταση και ανά κάτοικο ανά ημέρα. Ακόμη, σε κάθε εγκατάσταση φαίνεται το ποσοστό άμεσων εκπομπών ως προς τις συνολικές.

Παρουσιάζεται μεγάλο εύρος μεταξύ της εγκατάστασης που παράγει τα περισσότερα αέρια του θερμοκηπίου και της εγκατάστασης που παράγει τα λιγότερα. Η Μονάδα 1 είναι και εδώ, όπως αναμενόταν, η μεγαλύτερη παραγωγός, με 1,041 kg CO₂/κατ/d και η Μονάδα 31 η πιο φιλική στο περιβάλλον με 0,173 kg CO₂/κατ/d, δηλαδή έχει 6,0 φορές λιγότερες εκπομπές.

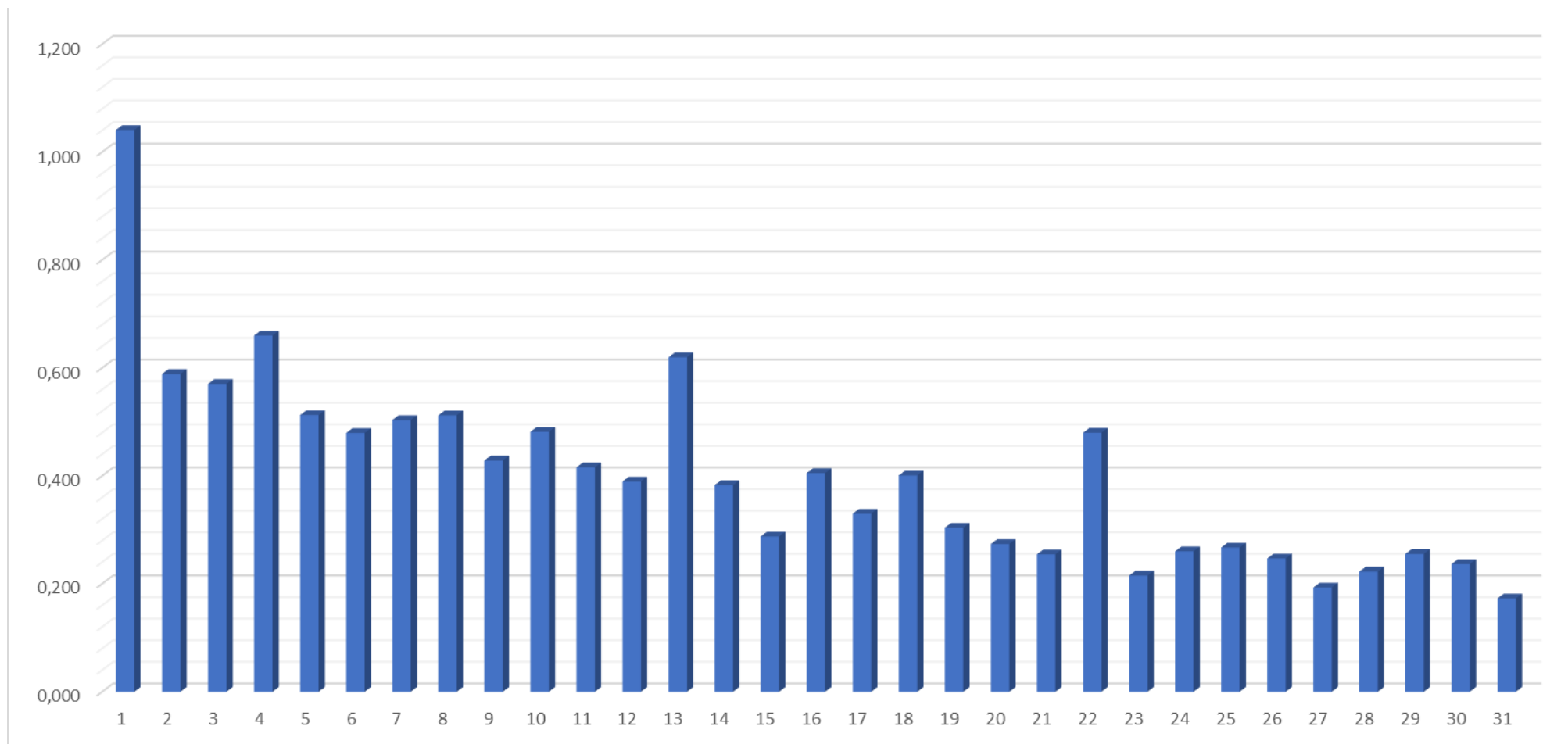
Γενικώς, στο διάγραμμα που ακολουθεί, φαίνεται μία μειωμένη παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου καθώς αυξάνεται ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός της εγκατάστασης αλλά

και πάλι δεν υπάρχει άμεση αναλογία. Επίσης, στην περίπτωση του παρατεταμένου αερισμού, εκπέμπονται 0,465 kgCO₂/pe/d ενώ στην περίπτωση του συμβατικού συστήματος 0,239 kgCO₂/pe/d δηλαδή σχεδόν η μισή ποσότητα.

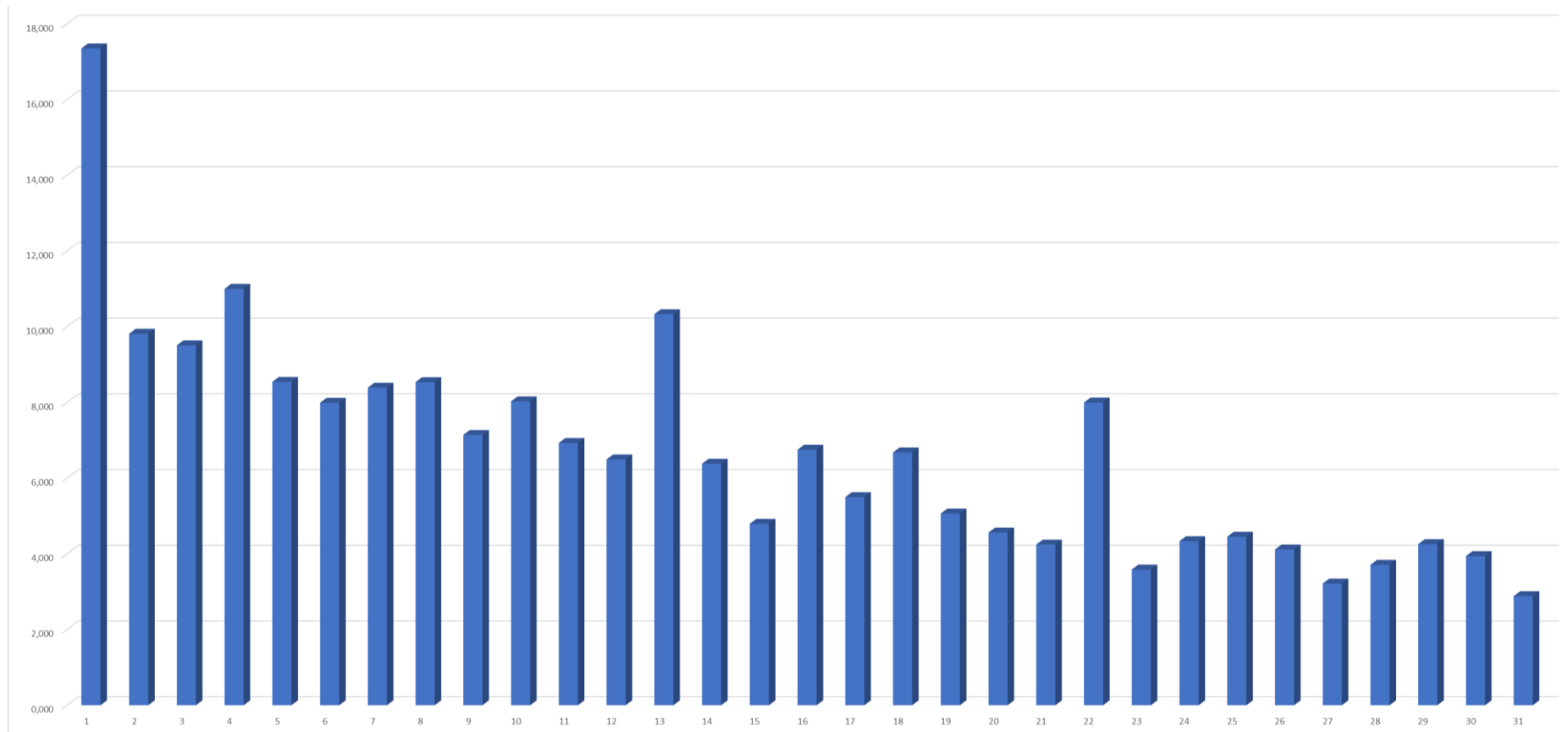
Ακολουθούν τα διαγράμματα άμεσων και έμμεσων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπου φαίνεται καλύτερα η ποιοτική παράμετρος των εκπομπών. Οι άμεσες εκπομπές φαίνεται να μειώνονται στις μεσαίες εγκαταστάσεις και ακόμα περισσότερο στις μεγάλες. Οι έμμεσες εκπομπές αντίθετα φαίνεται να έχουν μια πιο ομαλή πτώση καθώς αυξάνεται ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός ενώ στο διάστημα 10.000-200.000 ισοδύναμους κατοίκους εμφανίζουν σχετικά ίδιες τιμές.

Πίνακας 33 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (σε kg)

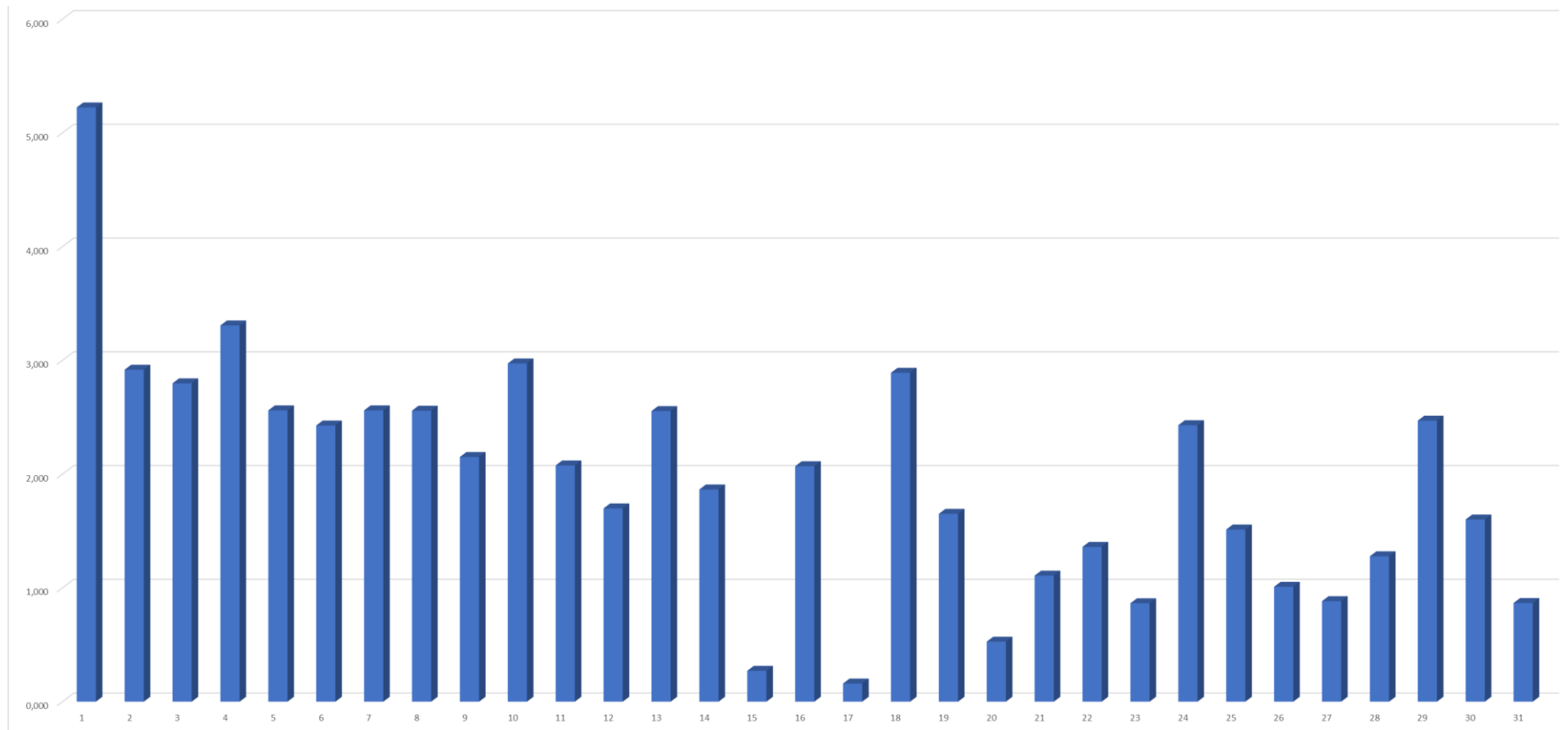
α/α	Παροχή (m ³ /d)	Ισοδύναμος Πληθυσμός	BOD/d	Παροχή /κατ/d	Συγκέντρωση BOD (mg/l)	Άμεσες Εκπομπές	Άμεσες /κατ/d	Έμμεσες Εκπομπές	Έμμεσες /κατ/d	% Άμεσων	Εκπομπές (kg/d)	Εκπομπές /κατ/d
1	50	250	15	0,199	301	97,32	0,39	162,91	0,65	37%	260,24	1,041
2	101	500	30	0,202	297	179,85	0,36	114,51	0,23	61%	294,36	0,589
3	204	1.000	60	0,204	294	344,95	0,34	225,48	0,23	60%	570,42	0,570
4	220	1.101	66	0,200	301	378,11	0,34	348,25	0,32	52%	726,36	0,660
5	246	1.230	74	0,200	300	420,70	0,34	209,54	0,17	67%	630,24	0,513
6	365	1.850	111	0,197	304	625,47	0,34	261,48	0,14	71%	886,96	0,479
7	393	2.000	120	0,197	305	675,03	0,34	331,72	0,17	67%	1006,75	0,503
8	442	2.209	133	0,200	300	743,89	0,34	387,21	0,18	66%	1131,10	0,512
9	721	3.620	217	0,199	301	1209,88	0,33	341,17	0,09	78%	1551,05	0,428
10	1.007	6.215	373	0,162	370	1109,31	0,18	1884,10	0,30	37%	2993,42	0,482
11	1.742	8.704	522	0,200	300	2888,18	0,33	730,15	0,08	80%	3618,33	0,416
12	2.091	9.123	547	0,229	262	3027,64	0,33	526,51	0,06	85%	3554,15	0,390
13	2.434	10.033	602	0,243	247	4978,88	0,50	1239,54	0,12	80%	6218,42	0,620
14	2.153	10.494	630	0,205	292	3479,13	0,33	537,72	0,05	87%	4016,86	0,383
15	13.897	13.125	788	1,059	57	2601,88	0,20	1172,84	0,09	69%	3774,72	0,288
16	2.596	13.268	796	0,196	307	3255,74	0,25	2117,84	0,16	61%	5373,58	0,405
17	30.946	15.000	900	2,063	29	3710,18	0,25	1238,95	0,08	75%	4949,13	0,330
18	2.251	16.243	975	0,139	433	5372,58	0,33	1136,84	0,07	83%	6509,41	0,401
19	7.853	42.672	2.560	0,184	326	9101,22	0,21	3868,55	0,09	70%	12969,77	0,304
20	24.609	47.475	2.849	0,518	116	9995,69	0,21	2999,69	0,06	77%	12995,38	0,274
21	11.947	52.003	3.120	0,230	261	7712,08	0,15	5533,07	0,11	58%	13245,15	0,255
22	22.262	63.167	3.790	0,352	170	23288,97	0,37	7019,34	0,11	77%	30308,30	0,480
23	19.208	77.278	4.637	0,249	241	10784,43	0,14	5836,46	0,08	65%	16620,90	0,215
24	10.674	99.760	5.986	0,107	561	11685,63	0,12	14264,74	0,14	45%	25950,37	0,260
25	18.605	105.421	6.325	0,176	340	19828,03	0,19	8333,84	0,08	70%	28161,87	0,267
26	26.833	109.814	6.589	0,244	246	14781,11	0,13	12329,88	0,11	55%	27111,00	0,247
27	33.851	155.080	9.305	0,218	275	17960,63	0,12	11964,51	0,08	60%	29925,15	0,193
28	31.508	180.997	10.860	0,174	345	28111,97	0,16	12177,59	0,07	70%	40289,56	0,223
29	23.204	224.517	13.471	0,103	581	45460,42	0,20	11877,15	0,05	79%	57337,58	0,255
30	155.135	1.050.874	63.052	0,148	406	210851,87	0,20	37660,17	0,04	85%	248512,04	0,236
31	726.801	3.646.388	218.783	0,199	301	438460,02	0,12	192237,88	0,05	70%	630697,90	0,173



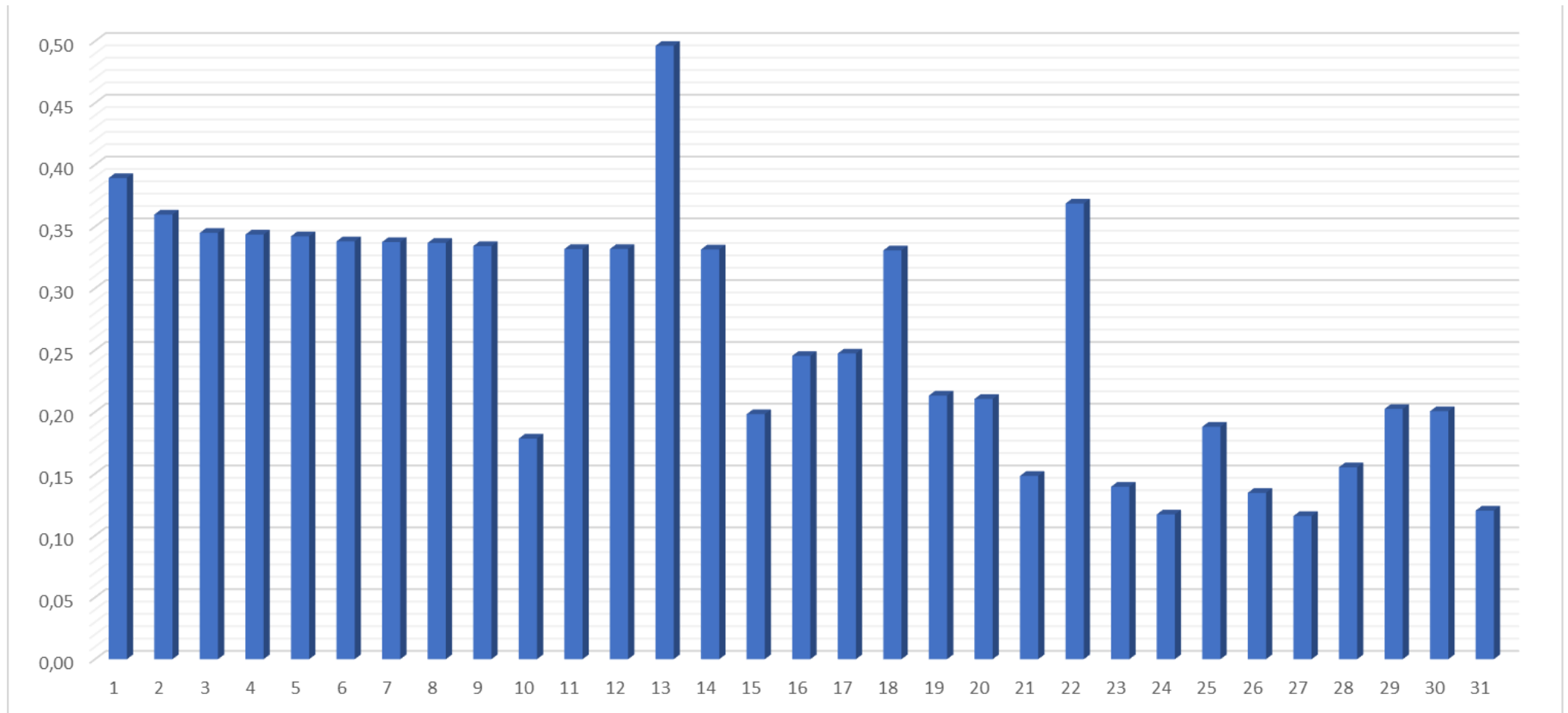
Εικόνα 52 Ημερήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο (kgCO₂/κατ/ημ)



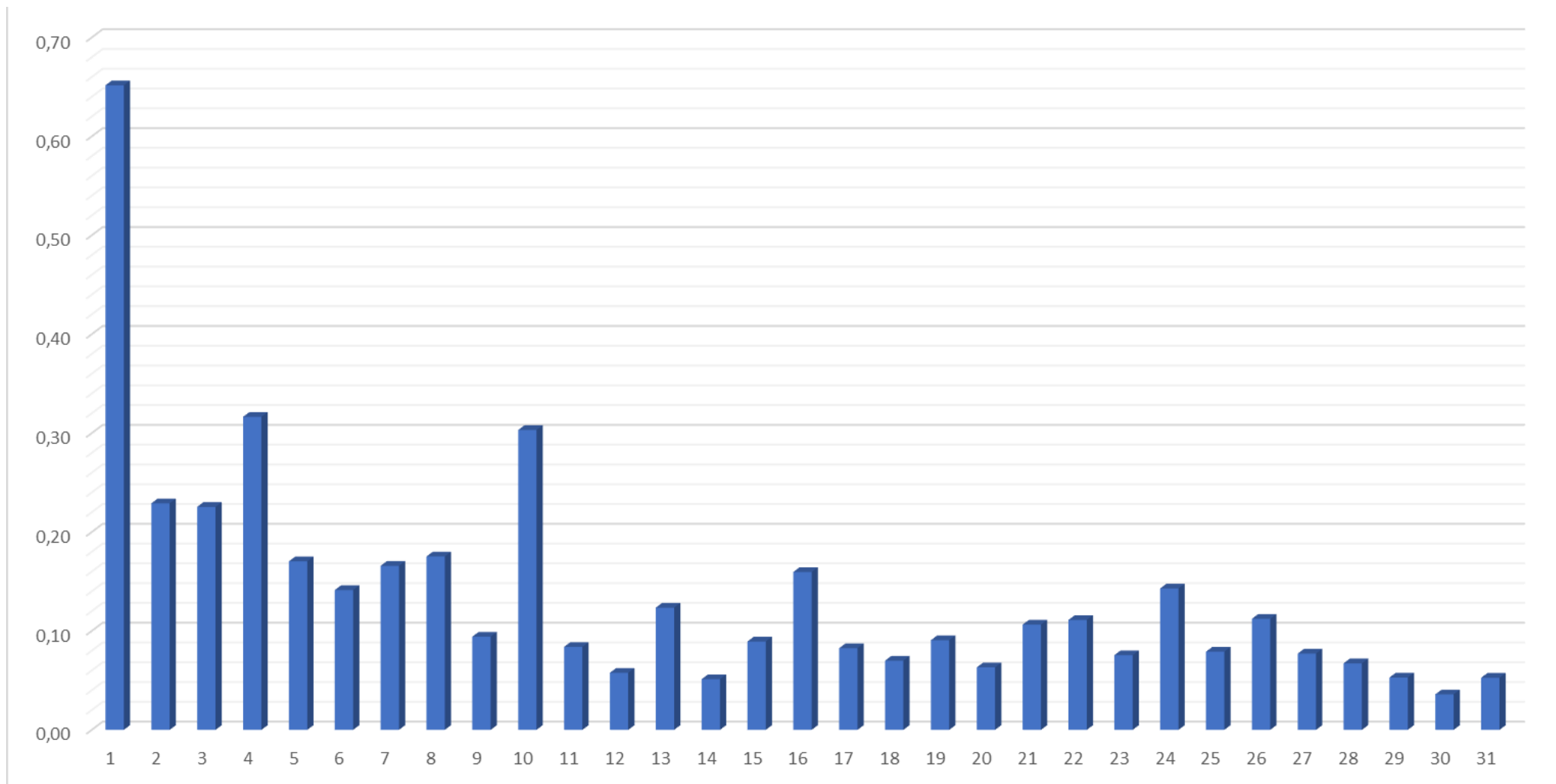
Εικόνα 53 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου φορτίο εισόδου (kgCO₂/kgBOD)



Εικόνα 54 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά εισερχόμενη παροχή (kgCO₂/m³)



Εικόνα 55 Ημερήσιες άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο (kgCO₂/κατ/ημ)



Εικόνα 56 Ημερήσιες έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο (kgCO₂/κατ/ημ)

Πιο συγκεκριμένα, αν χωρίσουμε τις κλάσεις δυναμικότητας των εγκαταστάσεων που έχουν προαναφερθεί, προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου:

Πίνακας 34 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης

	Εκπομπές ΑΘ (kg/κατ/d)	Ποσοστό
<10.000	0,456	
10.000-100.000	0,310	-31,9%
>100.000	0,194	-37,5%

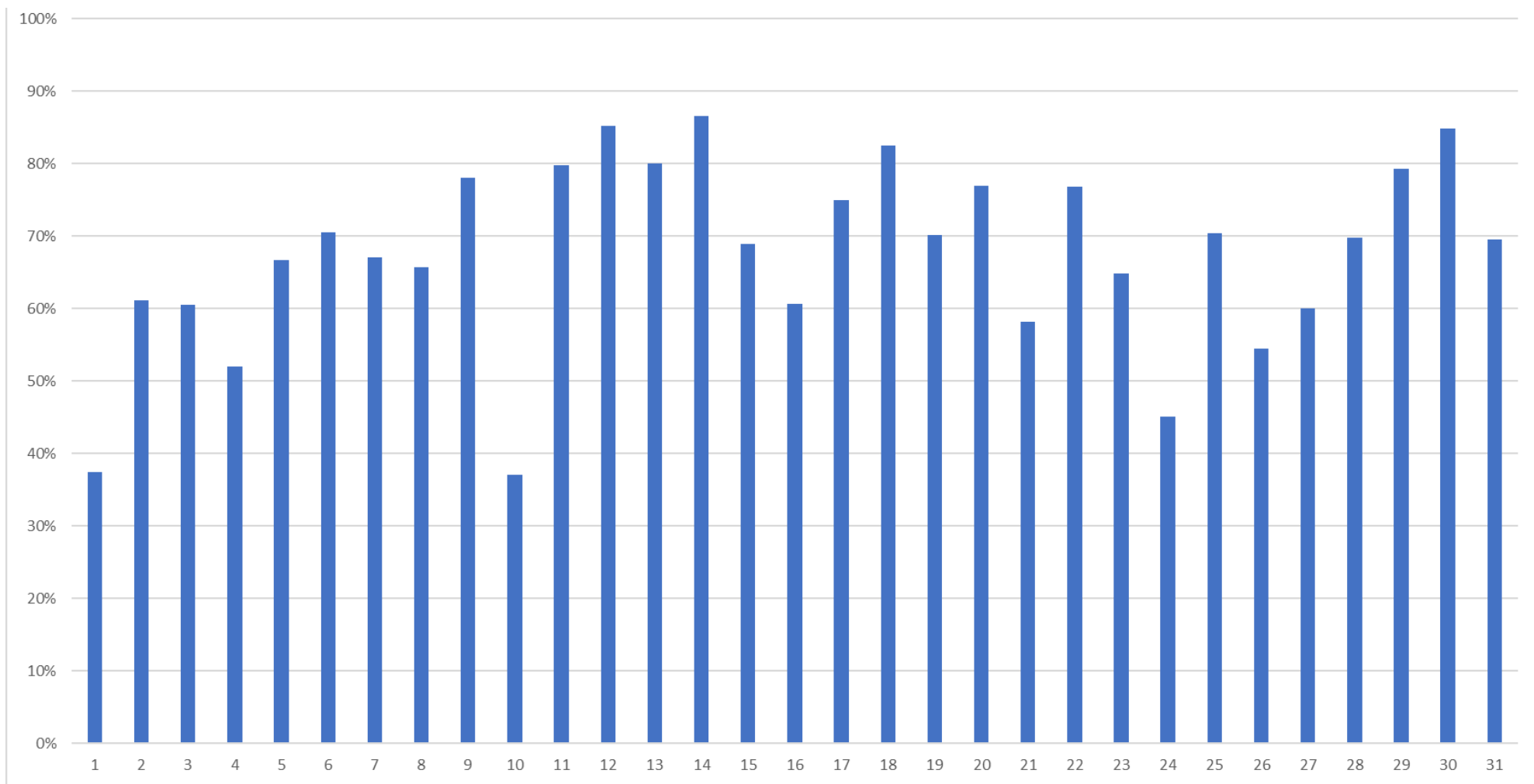
Πίνακας 35 Άμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης

	Άμεσες Εκπομπές ΑΘ (kg/κατ/d)	Ποσοστό
<10.000	0,310	
10.000-100.000	0,208	-32,7%
>100.000	0,142	-32,0%

Πίνακας 36 Έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό της εγκατάστασης

	Έμμεσες Εκπομπές ΑΘ (kg/κατ/d)	Ποσοστό
<10.000	0,146	
10.000-100.000	0,102	-30,2%
>100.000	0,052	-48,7%

Παρατηρείται ότι οι μειώσεις είναι σημαντικές καθώς αυξάνεται το μέγεθος των εγκαταστάσεων. Φαίνεται οι άμεσες και οι έμμεσες να μειώνονται με παρόμοιο ρυθμό καθώς αυξάνεται ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός των εγκαταστάσεων. Βέβαια, η μείωση των άμεσων είναι μικρότερη από τη μείωση των έμμεσων εκπομπών, στην περίπτωση των μεσαίων και μεγάλων εγκαταστάσεων. Αυτό οφείλεται και στη σταδιακή μείωση του ποσοστού των άμεσων εκπομπών προς τις συνολικές, όπως φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα:



Εικόνα 57 Ποσοστό άμεσων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ως προς τις συνολικές

4.11 Οι στόχοι των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει στόχο την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 40% μέχρι το 2030 από την τιμή του 1990 που στην Ελλάδα ήταν 7.300 kgCO₂/κατ/έτος και 80-95% μέχρι το 2050. Γι' αυτό η Ευρωπαϊκή Ένωση διέθεσε το 20% του προϋπολογισμού της για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής κατά την περίοδο 2014-2020. Άρα ο στόχος είναι να φτάσει τα 4.380 kgCO₂/κατ/έτος στην Ελλάδα, μειώνοντας 2.920 kgCO₂/κατ/έτος. Σε αυτό το μέγεθος, τα απόβλητα συμβάλλουν κατά 5% σύμφωνα με τη μελέτη του Εθνικού Κέντρου Περιβάλλοντος και Αειφόρου Ανάπτυξης.

Ας υποθέσουμε ότι το 70% της ενεργειακής κατανάλωσης κάθε εγκατάστασης μπορεί να καλυφθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έχουμε μία μείωση 15 kgCO₂/κατ/έτος δηλαδή καλύπτεται το 0,5% της απαιτούμενης μείωσης. Το ποσοστό δεν είναι μεγάλο, οπότε η μελέτη σκοπιμότητας, που αναφέρθηκε προηγουμένως, αξίζει να γίνει, για να αναδειχτεί αν η τοποθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι από τεχνικοοικονομικής άποψης συμφέρουσα ή όχι.

Ωστόσο, παρότι οι άμεσες εκπομπές του θερμοκηπίου δεν προσμετρώνται στις διεθνείς μελέτες, αξίζει να αναφερθεί ότι αν οι μικρές εγκαταστάσεις αντικατασταθούν από μεγάλες, ή οι επόμενες εγκαταστάσεις που θα κατασκευαστούν υπερβαίνουν τους 10.000 ισοδύναμους κατοίκους, οι εκπομπές θα μειωθούν κατά 37 kgCO₂/κατ/έτος.

Ένας ακόμα παράγοντας προς μελλοντική μελέτη είναι και η σύγκριση των εκπομπών του θερμοκηπίου που παράγονται στις μεγάλες πόλεις και η αντίστοιχη σε μικρούς οικισμούς. Είναι γνωστό από μελέτες σε διάφορες χώρες, ότι η κατανάλωση ενέργειας και κατ' επέκταση η μείωση έμμεσων εκπομπών του θερμοκηπίου είναι μεγαλύτερες στις μεγαλουπόλεις απ' ότι στις μικρές πόλεις και οικισμούς. Ωστόσο, στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων συμβαίνει το αντίθετο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα των έμμεσων εκπομπών κατά άτομο. Συνεπώς, το ποσοστό εκπομπών του θερμοκηπίου από την επεξεργασία των λυμάτων ως προς τις συνολικές εκπομπές, θα είναι πολύ αυξημένο σε μικρές πόλεις και οικισμούς. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ακόμη μεγαλύτερη η ανάγκη μείωσης των εκπομπών.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα – Προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Τα κυριότερα συμπεράσματα της εργασίας συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Ως προς το μέγεθος της εγκατάστασης, οι μεγαλύτερες ΕΕΛ φαίνεται να έχουν μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση από τις μικρότερες. Αντίστοιχα οι μεγαλύτερες εκπέμπουν μικρότερες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου.
- Το συμβατικό σύστημα ενεργού ιλύος καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από το σύστημα παρατεταμένου αερισμού και εκπέμπει σχεδόν τη μισή ποσότητα από τα αέρια του θερμοκηπίου.
- Όσον αφορά τη μέθοδο αερισμού, οι διαχυτήρες είναι πιο οικονομικοί σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις ενώ ο επιφανειακός αερισμός είναι πιο οικονομικός στις μικρότερες. Αυτό δεν δικαιολογείται από τους υγειονομολογικούς υπολογισμούς και μάλλον σχετίζεται με την επιλογή των φυσητήρων στις μικρές εγκαταστάσεις.
- Ο αερισμός καταναλώνει το 50-60% της ενέργειας της εγκατάστασης κατά βάση και στα συστήματα με διάχυση το ποσοστό φαίνεται ελαφρώς μειωμένο συγκριτικά με τον επιφανειακό αερισμό.
- Το κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων είναι συνήθως 150-200 €/κατ, αλλά αυτό αφορά τη δυναμικότητα της εγκατάστασης οπότε αν αναχθεί στον εξυπηρετούμενο πληθυσμό σε κάποιες περιπτώσεις αυξάνεται σημαντικά.
- Το συνολικό κόστος λειτουργίας και συντήρησης των εγκαταστάσεων μειώνεται δραστικά καθώς οι εγκαταστάσεις γίνονται μεγαλύτερες με συμβατικό σύστημα αερισμού. Πιο συγκεκριμένα, στις μικρές εγκαταστάσεις με παρατεταμένο αερισμό το ετήσιο κόστος ανά κάτοικο είναι 94 € κατά μέσο όρο, ενώ στις μεγάλες εγκαταστάσεις με συμβατικό σύστημα είναι 10 €.
- Το κόστος της ενέργειας της εγκατάστασης κυμαίνεται περίπου στο 20-50% του συνολικού κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης, το κόστος προσωπικού στο 35-55%, το κόστος χημικών στο 2-10% και το κόστος συντήρησης 10-25%
- Το θεωρητικό μοντέλο υπολογισμού που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία δίνει αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα. Βέβαια, περισσότερα δεδομένα που μπορεί κάθε εγκατάσταση να συγκεντρώσει, θα μπορούν να υπολογίσουν με ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια την ενεργειακή κατανάλωση. Το συγκεκριμένο μοντέλο, μας δίνει όμως τη δυνατότητα να εντοπιστούν εγκαταστάσεις που

λειτουργούν χωρίς την απαραίτητη προσοχή και φροντίδα, ή ακόμα χειρότερα υπολειπόμενα επιβαρύνοντας τον αποδέκτη.

- Διαπιστώνεται ότι η εγκατάσταση που διαθέτει μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να χαρακτηριστεί πιο φιλική ως προς την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου, δεδομένου ότι η διεργασία της καύσης βιοαερίου στη μονάδα συμπαραγωγής οδηγεί σε μικρότερες εκπομπές σε σχέση με τις εκπομπές από καύση λιγνίτη, πετρελαίου ή φυσικού αερίου στις αντίστοιχες μονάδες παραγωγής της ΔΕΗ.

5.2 Πρόταση για μείωση εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου των ΕΕΑ

Η παράλειψη των άμεσων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στις παγκόσμιες μετρήσεις είναι κατανοητή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αλλά μπορεί να επανεξεταστεί. Ωστόσο όπως σχολιάστηκε προηγουμένως, υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των άμεσων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, που παράγουν οι εγκαταστάσεις, ανάλογα με τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό. Με αυτή την παράβλεψη των άμεσων εκπομπών λοιπόν, χάνεται η ευκαιρία να γίνει προσπάθεια μείωσης και των άμεσων εκπομπών.

Αυτό, μπορεί να γίνει με την τεχνικοοικονομική εκτίμηση του κόστους κατασκευής, σε σχέση με την εξοικονόμηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, ώστε να υπάρξει σύμπτυξη δικτύων, με στόχο σταδιακή κατασκευή μεγαλύτερης δυναμικότητας εγκαταστάσεων, τουλάχιστον άνω των 10.000 κατοίκων. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα στοιχεία, με αυτή την οικονομία κλίμακος, θα επιτευχθεί εξοικονόμηση πάνω από 30% σε άμεσες εκπομπές.

Ακόμη, ο μετασχηματισμός της ενέργειας σε ανανεώσιμες πηγές, δύναται να εκμηδενίσει τις έμμεσες εκπομπές στις εγκαταστάσεις. Αυτό μπορεί να γίνει και με την εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών εντός της εγκατάστασης. Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων συνήθως καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις γης και σε ένα μέρος τους θα μπορούσαν να τοποθετηθούν ανεμογεννήτριες ή φωτοβολταϊκά, ανάλογα με τις συνθήκες της περιοχής. Γενικότερα, αυτό το σενάριο ευνοείται ειδικά στη χώρα μας όπου σε πρώτη φάση, η ηλιακή ενέργεια και σε δεύτερη, η αιολική, θεωρείται ότι θα είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικές σε σχέση με άλλες χώρες μελλοντικά. Μάλιστα, ιδιαίτερα τα συστήματα ηλιακής ενέργειας, είναι σκόπιμο να τοποθετηθούν σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και από χωροταξική άποψη. Πρόσφατες

δημοπρατήσεις εγκαταστάσεων στην Κύπρο, ζητούσαν κάλυψη των αναγκών αρισμού, ή μέρος αυτού, με φωτοβολταϊκά πάνελ.

Είναι μία εύλογη επιλογή, καθώς συνήθως οι μεγαλύτερες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις τοποθετούνται σε πεδινές εκτάσεις που θα μπορούσαν εναλλακτικά να χρησιμοποιηθούν για γεωργικές καλλιέργειες, οπότε πρακτικά αναστέλλουν μία άλλη δραστηριότητα που θα μπορούσε να γίνει στην ίδια έκταση.

Επιπροσθέτως, υπάρχει ήδη εφαρμοσμένη στην εγκατάσταση της Ψυτάλειας η παραγωγή ενέργειας από μικρή υδροηλεκτρική τουρμπίνα στην εκροή της εγκατάστασης. Αυτή η λύση, θα μπορούσε επίσης να εφαρμοστεί στις περιπτώσεις που ο αποδέκτης βρίσκεται σε αρκετά χαμηλότερη υψομετρική στάθμη από την στάθμη εκροής της εγκατάστασης. Ωστόσο, η ενέργεια που παράγεται είναι μικρή συγκριτικά με τις ενεργειακές ανάγκες της εγκατάστασης. Είναι λοιπόν ένα ζήτημα μελλοντικής μελέτης, η αξιολόγηση της εφαρμογής συστημάτων αιολικής και ηλιακής ενέργειας στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων ώστε να περιοριστεί -κατά το δυνατόν- η παραγωγή έμμεσων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

5.3 Πρόταση για Τεύχη Δημοπράτησης που αφορούν τη λειτουργία των ΕΕΛ

Ο τρόπος αντιμετώπισης των έργων υποδομών, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, δεν περιλάμβανε κατά τις περασμένες δεκαετίες τον σχεδιασμό με τη λογική της λειτουργίας και συντήρησης του έργου σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Τα τελευταία χρόνια ωστόσο, αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο, αφενός η ανάγκη εξοικονόμησης πόρων στα έργα που πρέπει να λειτουργούν αποτελεσματικά σε ετήσια βάση και αφετέρου η ανάγκη ελαχιστοποίησης των αερίων του θερμοκηπίου, σύμφωνα με τους στόχους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, η λειτουργία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων γίνεται συνήθως από επιχειρήσεις, που καλούνται με διαγωνιστική διαδικασία, να καλύψουν διάφορες απαιτήσεις αναλόγως με τις ανάγκες και το μέγεθος της εκάστοτε εγκατάστασης.

Στην Ελλάδα σε ελάχιστες περιπτώσεις έχει εισαχθεί η ενεργειακή κατανάλωση της εγκατάστασης -ενώ σε καμία μέχρι σήμερα οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται- ως απαίτηση στις ανάδοχες επιχειρήσεις στη φάση της δημοπράτησης ενός έργου.

Καθώς η παρούσα εργασία, αποτελεί τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στοιχείων για την ενεργειακή κατανάλωση των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων στην Ελλάδα, κρίνεται σκόπιμο να οριστεί και μία τιμή στόχος της ενεργειακής κατανάλωσης που θα πρέπει οι εγκαταστάσεις να επιδιώκουν. Αυτός ο στόχος, θα μπορούσε να αποτελεί στο εξής και μια ακόμη απαίτηση προς τις ανάδοχες επιχειρήσεις και να συμπεριληφθεί στα τεύχη δημοπράτησης των έργων λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων.

Σύμφωνα με τα δεδομένα των εγκαταστάσεων που μελετήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας, προτείνεται ως στόχος σε όλα τα τεύχη δημοπράτησης, η ενεργειακή κατανάλωση 0,153584 kWh/κάτοικο/ημέρα.

Φυσικά, θα μπορούσε να υπάρξει διαφοροποίηση του παραπάνω ορίου ανάλογα και με το μέγεθος της κάθε εγκατάστασης, ωστόσο σημασία έχει να τεθεί οστόχος ώστε όλες οι ΕΕΛ να λειτουργούν με οικονομία και την ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση.

5.4 Πρόταση για Τεύχη Δημοπράτησης που αφορούν την Κατασκευή των ΕΕΛ

Ο σωστός αρχικός σχεδιασμός των έργων ΕΕΛ και η επιλογή του απαραίτητου εξοπλισμού, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τόσο το κόστος κατασκευής, το λειτουργικό κόστος καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την κατασκευή και λειτουργία τους. Επομένως, θα ήταν αποτελεσματικό να υπάρχει ενιαίος σχεδιασμός και κατασκευή των έργων αυτών.

Συνήθως, στα έργα της κατηγορίας αυτής, προβλέπεται στάδιο δοκιμαστικής λειτουργίας, το οποίο θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα επαρκές διάστημα (πχ. 12 μήνες) ώστε να ελέγχονται τα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται με βάση τιθέμενους μετρήσιμους στόχους.

Στη συνέχεια, μετά το πέρας της επιτυχούς δοκιμαστικής λειτουργίας μπορεί να προβλέπεται η κανονική λειτουργία του έργου από τον ανάδοχο κατασκευής για 5 έτη για παράδειγμα και στο διάστημα αυτό ο κατασκευαστής να καλύπτει όλες τις δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης του έργου.

Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλιστεί, ότι οι διαγωνιζόμενοι θα προσφέρουν τις βέλτιστες τεχνολογικές λύσεις και τον πλέον κατάλληλο εξοπλισμό, ώστε να εγγυώνται

Ενεργειακή και λειτουργική απόδοση Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

αφενός μακροχρόνια υψηλό ποιοτικά βαθμό επεξεργασίας και περιβαλλοντικής προστασίας αλλά και αφετέρου το χαμηλότερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Βιβλιογραφία

- Ανδρεαδάκης Ανδρέας (1986). Εγκαταστάσεις επεξεργασίας και διάθεσης αστικών υγρών αποβλήτων, Έκδοση ΕΜΠ, Αθήνα
- Κατσίρη, Αλεξάνδρα (2009). Σημειώσεις Μαθήματος Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων και Ιλύος
- Balmer, P. (2000) Operation costs and consumption of resources at Nordic nutrient removal plants. *Water Science and Technology* 41 (9), 273–279.
- Bridle, T., Shaw, A., Cooper, S., Yap, K. C., Third, K. & Domurad, M. 2008 Estimation of greenhouse emissions from wastewater treatment plants. In: *Proceedings IWA World Water Congress Q2 2008, 7–12 September 2008, Vienna, Austria.*
- Foley, J., de Haas, D., Yuan, Z. & Lant, P. 2010 Nitrous oxide generation in full-scale biological nutrient removal wastewater treatment plants. *Water Research* 44, 831–844
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Chapter 4, Atmospheric Chemistry and Greenhouse gases*, Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Jonasson Malin (2007). *Energy Benchmark for Wastewater Treatment Processes – a comparison between Sweden and Austria*, Dept. of Industrial Electrical Engineering and Automation, Lund University
- Krampe, J. 2013 Energy benchmarking of South Australian WWTPs. *Water Science and Technology* 67 (9), 2059–2066.
- D. Mamais, C. Noutsopoulos, A. Dimopoulou, A. Stasinakis, T. D. Lekkas (2015) Wastewater treatment process impact on energy savings and greenhouse gas emissions. *Water Science and Technology*, p 303-307
- Shahabadi Bani M., Yerushalmi L., Haghghat F. (2009). Impact of process design on greenhouse gas (GHG) generation by wastewater treatment plants. *Water Research* Vol 43, p 2679-2687

Snip L., Keesman K.J., Vanrolleghem P.A., van Straten, G. (2009). Quantifying the greenhouse gas emissions of wastewater treatment plants, Thesis Systems and Control, Wageningen University, Université Laval, Model Eau.

Stillwell, A. S., Hoppock, D. C. & Webber, M. E. 2010 Energy recovery from WWTPs in the United States: a case study of the energy–water nexus. Sustainability 2, 945–962.

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D. Metcalf & Eddy Inc. 2002. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. McGraw-Hill Inc., New York.

Internet sites

https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en

https://ec.europa.eu/clima/policies/budget/mainstreaming_en

<https://tradingeconomics.com/greece/inflation-cpi>

<https://www.thebalancesmb.com/how-to-calculate-the-present-value-of-a-single-amount-393388>