

Πολυτεχνείο Κρήτης



Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Διπλωματική Εργασία

«Έλεγχος λειτουργίας κέντρου επεξεργασίας λυμάτων Δήμου Χαλκιδέων

Ονοματεπώνυμο:

Μούτουπας Αναστάσιος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Μαντζαβίνος Διονύσιος

Εξεταστική Επιτροπή:

Μαντζαβίνος Διονύσιος

Γκέκας Βασίλειος

Λαζαρίδης Μιχαήλ

Χανιά, Οκτώβριος 2006

Πρόλογος

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής αυτής εργασίας Δρ. Διονύσιο Μαντζαβίνο για την πολύ καλή συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω και τους καθηγητές κ. Βασίλειο Γκέκα και κ. Μιχαήλ Λαζαρίδη για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή.

Τέλος, ευχαριστώ τον κ. Αναστάσιο Κουτσαυλή, μηχανολόγο μηχανικό και διευθυντή της Ε.Ε.Λ. της Δ.Ε.Υ.Α. Χαλκίδος, τον κ. Σταμάτη Κανάρη, χημικό, την κα Ευαγγελία Καραπετάκου, χημικό μηχανικό και τον κ. Μαργαρίτη Νικόλαο, χημικό μηχανικό για την αμέριστη συμπαράστασή τους και για όλα τα στοιχεία που μου παρείχαν έτσι ώστε να ολοκληρώσω την εργασία αυτή.

Περίληψη

Η διπλωματική αυτή εργασία αφορά στην λειτουργία του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων και στις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των λυμάτων και των βοθρολυμάτων της ευρύτερης περιοχής της πόλης της Χαλκίδας, καθώς και στον έλεγχο απόδοσης της μονάδας σε σχέση με τα όρια της οδηγίας 91/271 της Ε.Ο.Κ.

Πιο συγκεκριμένα, ο έλεγχος λειτουργίας περιλάμβανε μια σειρά χημικών αναλύσεων (S.S., COD, BOD-5, θερμοκρασία, συγκέντρωση φωσφόρου, αμμωνιακού και νιτρικού αζώτου, pH, Redox potential, TDS, αγωγιμότητα κ.α.) που αφορούσαν όλα τα στάδια επεξεργασίας του λύματος και οι οποίες έγιναν, στα πλαίσια πρακτικής άσκησης, στο χώρο του εργαστηρίου ελέγχου ποιότητας του Κ.Ε.Λ. Χαλκίδας και αφορούν τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο του έτους 2005.

Έχοντας μια γενική εικόνα της εγκατάστασης και με την βοήθεια των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, τόσο στην έξοδο όσο και στα υπόλοιπα στάδια της εγκατάστασης, διαπιστώθηκε ότι η λειτουργία του Κ.Ε.Λ. Χαλκίδας είναι άψογη ενώ η ποιότητα της εκροής της εγκατάστασης, στις περισσότερες φορές, ήταν πολύ καλύτερη από αυτή που προέβλεπε η νομοθεσία.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Ποιότητα υδάτων και επεξεργασία αποβλήτων.....	1
1.2 Γενικά στοιχεία χώρου εγκατάστασης.....	3
2. Προεπεξεργασία και Άντληση βοθρολυμάτων.....	7
3. Προεπεξεργασία και Άντληση Αστικών Λυμάτων.....	14
4. Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης.....	20
5. Γραμμή υγρών.....	23
5.1 Βιολογική επεξεργασία αποβλήτων.....	23
5.2 Χημική απομάκρυνση φωσφόρου.....	25
5.3 Δεξαμενές τελικής καθίζησης.....	27
5.4 Μέτρηση παροχής.....	28
5.5 Απολύμανση.....	29
6. Γραμμή Στερεών – Επεξεργασία Ιλύος.....	31
6.1 Συμπύκνωση.....	31
6.2 Χώνευση.....	33
6.3 Μηχανική αφυδάτωση ιλύος.....	42
7. Τεχνική Περιγραφή Τριτοβάθμιας Επεξεργασίας.....	45
7.1 Διασύνδεση με την υπόλοιπη εγκατάσταση – Φρεάτιο συλλογής εκροών δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης.....	45

7.2	Μέτρηση παροχής.....	46
7.3	Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας συγκροτήματος διύλισης.....	46
7.4	Κροκίδωση.....	47
7.5	Φίλτρα διύλισης.....	47
7.6	Έκπλυση φίλτρου.....	50
7.7	Αντλιοστάσιο στραγγιδίων	51
7.8	Μονάδα απολύμανσης UV	51
7.9	Δεξαμενές καθαρών – αντλιοστάσιο	54
8.	Σύστημα Ελέγχου και Λειτουργίας της Εγκατάστασης.....	56
9.	Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.....	57
10.	Αποτελέσματα ελέγχου ποιότητας εκροής.....	67
10.1.	Περιβαλλοντικά όρια εκροής	67
10.2.	Αποτελέσματα της επεξεργασίας στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Χαλκίδας.....	67
10.3.	Συμπεράσματα	91
	Βιβλιογραφία.....	93
	Παράρτημα.....	94

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

Στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας, ειπονήθηκε η παρούσα εργασία στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης – Αποχέτευσης Χαλκίδας.

Το κέντρο επεξεργασίας λυμάτων, είναι μια από τις πιο σύγχρονες και άρτια εξοπλισμένες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων της Ελλάδας. Δέχεται μόνο αστικής προέλευσης λύματα από το αποχετευτικό δίκτυο της πόλης καθώς και βοθρολύματα από την ευρύτερη περιοχή της Χαλκίδας ενώ δεν δέχεται βιομηχανικά απόβλητα.

Στα πλαίσια, λοιπόν, αυτής της εργασίας, πραγματοποιήθηκε ένας πλήρης έλεγχος της λειτουργίας του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων του Δήμου Χαλκιδέων καθώς και έλεγχος της ποιότητας εκροής της εγκατάστασης σε σχέση με τα επιτρεπόμενα όρια που προβλέπει η Ελληνική νομοθεσία.

1.1 Ποιότητα υδάτων και επεξεργασία αποβλήτων

Είναι γνωστό από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, ότι η ποιότητα των υδάτων μειώνεται από την παρουσία λυμάτων σε αυτά. Με τον όρο λύματα εννοούμε όλα τα ακάθαρτα ύδατα που προέρχονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες – οικιακές, εμπορικές και βιομηχανικές – και περιέχουν ουσίες που είναι επιζήμιες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (ρύποι).

Ανάλογα με την προέλευσή τους τα απόβλητα διακρίνονται σε:

- Αστικά, που προέρχονται από οικίες, γραφεία, ιδρύματα, εμπορικές περιοχές, εγκαταστάσεις αναψυχής κ.α.
- Βιομηχανικά, που προέρχονται από βιομηχανίες και βιοτεχνίες
- Νερά διήθησης, που δέχεται το αποχετευτικό σύστημα λόγω διαρροών σε σωληνώσεις και τοιχώματα και νερά εισροής από λούκια, σιντριβάνια, πλύσιμο δρόμων κ.α.
- Βρόχινα

Οι βασικότεροι ρύποι είναι οι εξής :

- Το **οργανικό φορτίο**, κυρίως ο οργανικός άνθρακας, ο οποίος αποτελεί τροφή για τους μικροοργανισμούς.
- Το **άζωτο**, κυρίως με την μορφή των αμμωνιακών και νιτρικών αλάτων.
- Ο **φώσφορος**, με την μορφή των φωσφορικών αλάτων.
- Οι **παθογόνοι μικροοργανισμοί**.
- Διάφορες **χημικές ενώσεις** που παρασκευάζει ο άνθρωπος (πετρελαιοειδή, φυτοφάρμακα).

Τα προβλήματα που δημιουργούν οι ρύποι είναι :

- Άμεσα, μεταδοτικές ασθένειες, τοξικότητα από αμμωνία κ.α.
- Έμμεσα, από την ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών (αλγών και βακτηριδίων) που βρίσκουν τροφή στα λύματα (τον άνθρακα, το άζωτο και το φώσφορο) και προκαλούν ευτροφισμό.

Το άζωτο και ο φώσφορος αποτελούν δυο από τις κυριότερες θρεπτικές χημικά στοιχεία για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται στις βιολογικές διεργασίες και που στα οικιακά απόβλητα βρίσκονται σε επαρκής ποσότητες. Οι δυο αυτές ουσίες άλλωστε αποτελούν καθοριστικό παράγοντα εμφάνισης φαινομένων ευτροφισμού κι έτσι η απομάκρυνσή τους από τα λύματα έχει μεγάλη σημασία. Δεσμεύοντας την τροφή τους οι μικροοργανισμοί, παράγουν νέα βακτηριακά κύτταρα, διοξείδιο του άνθρακα και άλλα προϊόντα. Καθώς τα απόβλητα αποδομούνται, τα βακτήρια καταναλώνουν και οξυγόνο, απαραίτητο για όλες τις μεταβολικές τους λειτουργίες. Εάν μια μικρή ποσότητα αποβλήτων εισέλθει στη θάλασσα, τα βακτήρια μπορούν να αποσυνθέσουν τα απόβλητα, χωρίς αυτό να επηρεάζει τις ανώτερες μορφές ζωής. Έτσι, τα νερά μπορούν να αποκαταστήσουν το έλλειμμα οξυγόνου από την ατμόσφαιρα και κυρίως από την φωτοσύνθεση του φυτοπλαγκτού.

Η διαταραχή αρχίζει, όταν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων αφήνονται να πέσουν στη θάλασσα, με αποτέλεσμα τα βακτήρια να «κλέβουν» το οξυγόνο από τα ψάρια και τους άλλους υδρόβιους μικροοργανισμούς.

Η αύξηση του ανθρωπίνου πληθυσμού μπορεί να συντελέσει στην αύξηση του όγκου των αποβλήτων πάνω από το επίπεδο, που οι φυσικές διεργασίες αποσύνθεσης μπορούν να επιτύχουν τον ολικό καθαρισμό τους. Η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων χρησιμοποιείται τότε βοηθητικά και συμπληρωματικά στον καθαρισμό των υδάτων.

Σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας, βακτήρια και άλλοι μικροοργανισμοί που έχουν επιλεκτικά πολλαπλασιαστεί από τους ανθρώπους σε ειδικές δεξαμενές, καταναλώνουν για την ανάπτυξή τους, τους ρυπαντές που περιέχονται στα λύματα.

Καθώς το διαλυμένο οξυγόνο είναι το στοιχείο κλειδί στην ζωή ενός μικροοργανισμού, είναι πολύ σημαντικό να μετριέται πόσο οξυγόνο θα χρησιμοποιήσουν τα βακτήρια για να αποδομήσουν μια συγκεκριμένη ποσότητα αποβλήτων. Η μέτρηση αυτή ονομάζεται ανάλυση του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BAO) ή BOD (Biological Oxygen Demand).

Όσο μεγαλύτερο το BOD των λυμάτων, τόσο περισσότερο οξυγόνο απαιτείται από τα βακτήρια για να τα αποδομήσουν. Η απομάκρυνση, λοιπόν, του BOD είναι ο σημαντικότερος στόχος της επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Συχνά, και ανάλογα με την προέλευσή τους, τα απόβλητα περιέχουν χημικές ενώσεις, οι οποίες δεν αποδομούνται από τους μικροοργανισμούς (εντομοκτόνα, βαριά μέταλλα, θρεπτικά άλατα). Επειδή αυτές οι ουσίες μπορεί να έχουν βλαπτικές συνέπειες για το περιβάλλον ή την υγεία, είναι μερικές φορές απαραίτητο να εφαρμόζονται πολύπλοκες βοηθητικές διαδικασίες για να απομακρύνονται από τα λύματα ότι δεν μπορεί να καταναλωθεί από τους μικροοργανισμούς.

1.2 Γενικά στοιχεία χώρου εγκατάστασης

Το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων (**Κ.Ε.Λ.**) του Δήμου Χαλκιδέων αφορά στην επεξεργασία βοθρολυμάτων και αστικών λυμάτων της ευρύτερης περιοχής της πόλης της Χαλκίδας. Η εν λόγω μονάδα έχει κατασκευασθεί επί της νήσου Πασά η οποία βρίσκεται στο μυχό του νότιου Ευβοϊκού Κόλπου και σε απόσταση 455 μ. από την Ευβοϊκή ακτή και 465 μ. από την Βοιωτική ακτή.

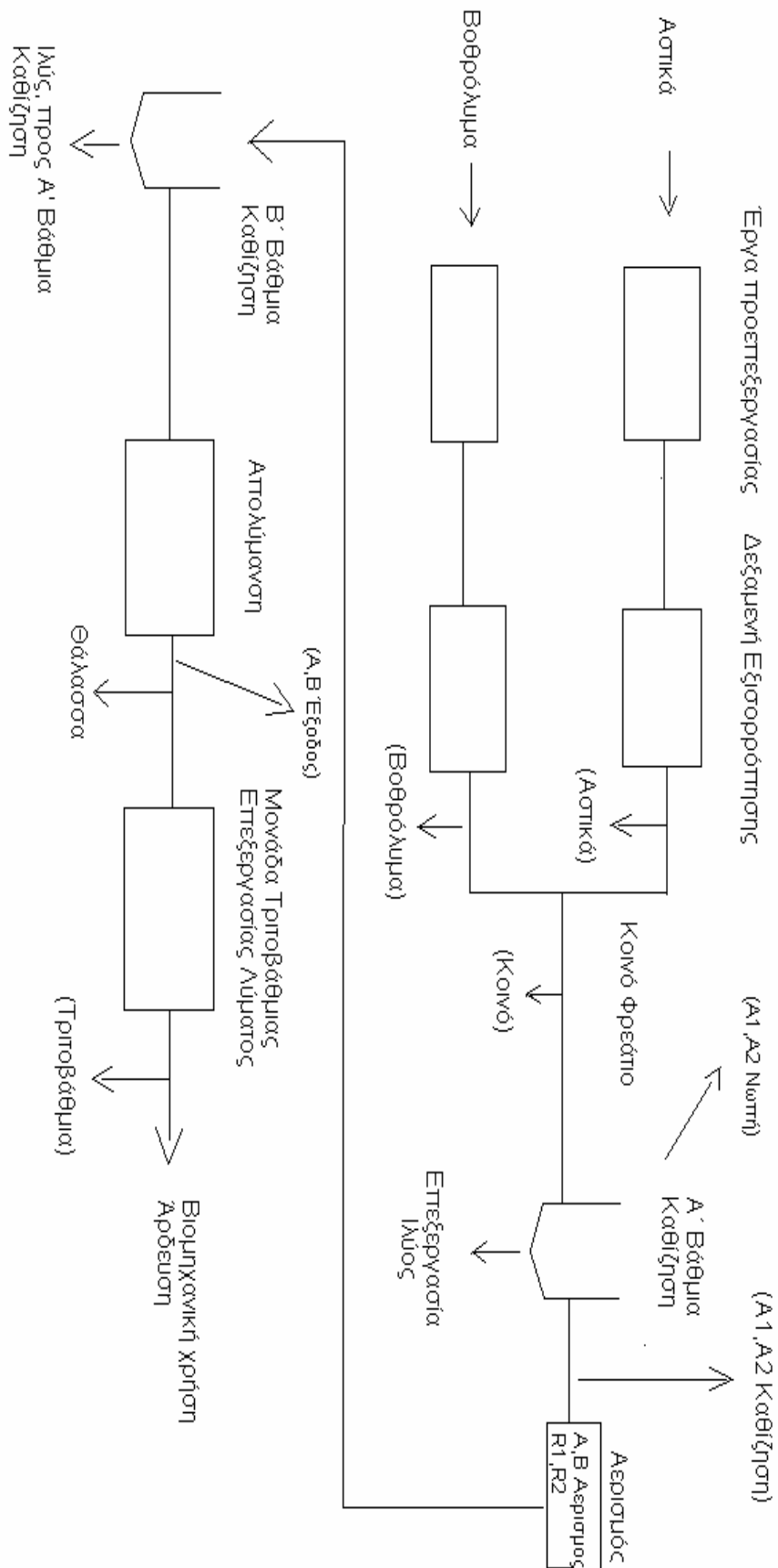
Η νησίδα που φιλοξενεί τα έργα του Κ.Ε.Λ. έχει συνολική έκταση 30.000 m² ενώ η επιφάνειά της καλύπτεται από ασβεστόλιθους. Η εικόνα αυτή που συνδυάζεται με χαμηλή

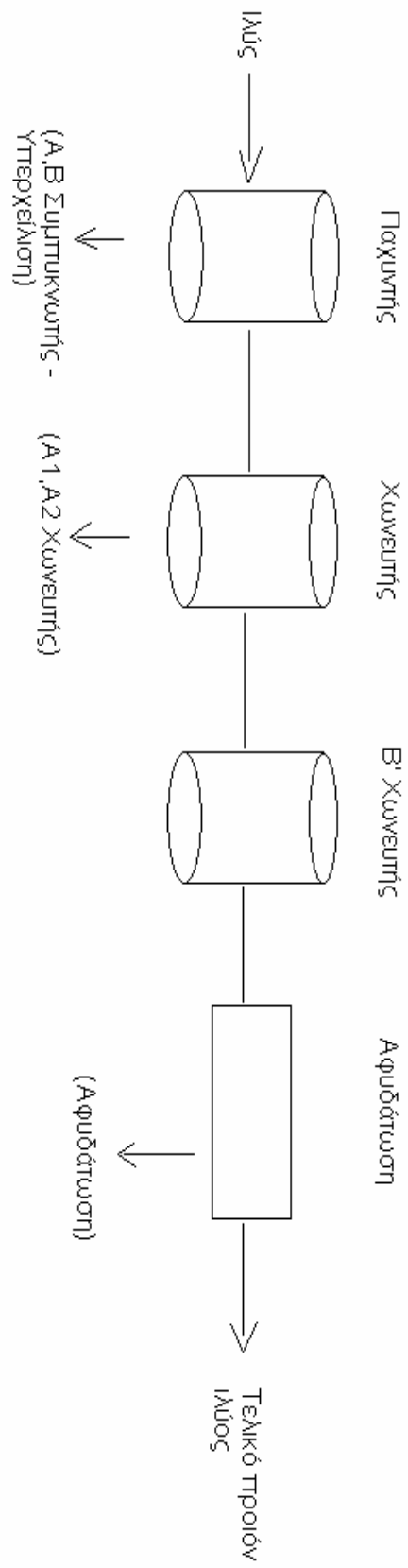
επιφανειακή βλάστηση είναι χαρακτηριστική του γενικότερου τοπίου και επαναλαμβάνεται στις γειτονικές ακτές τόσο της Βοιωτίας όσο και της Εύβοιας.

Η κατασκευή των εγκαταστάσεων έχει λάβει χώρα σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο του 1986 οπότε και λειτούργησε για πρώτη φορά το Κ.Ε.Λ.. Η δεύτερη φάση του έργου περατώθηκε το 1994 οπότε η μονάδα έλαβε την μορφή που περίπου έχει σήμερα ενώ η εγκατάσταση τριτοβάθμιας επεξεργασίας των λυμάτων ετέθη σε λειτουργία τον Δεκέμβριο του 1998. Το σύνολο των προδιαγραφών σχεδιασμού για τα έργα της δεύτερης φάσης δίδονται στον ακόλουθο πίνακα ενώ έπεται το διάγραμμα ροής τόσο της υγρής όσο και της στερεής φάσης των λυμάτων (αστικά, βοθρολύματα) μέσα στην εγκατάσταση.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΡΓΟΥ

Μέση παροχή λυμάτων (m ³ /day)	9.350
Μέγιστη παροχή λυμάτων (m ³ /day)	12.475
Παροχή αιχμής (lt/sec)	220
Παροχή βοθρολυμάτων (m ³ /day)	1.600
Παροχή αιχμής βοθρολυμάτων (m ³ /hr)	270
BOD αστικών λυμάτων (mg/l)	311
SS αστικών λυμάτων (mg/l)	364
N αστικών λυμάτων (mg/l)	74
P αστικών λυμάτων (mg/l)	21
BOD βοθρολυμάτων (mg/l)	1.000
SS βοθρολυμάτων (mg/l)	1.200
N βοθρολυμάτων (mg/l)	200
P βοθρολυμάτων (mg/l)	100





Κεφάλαιο 2 - Προεπεξεργασία και Άντληση Βοθρολυμάτων

Αν και το μεγαλύτερο ποσοστό των επιμέρους μονάδων του Κ.Ε.Λ. βρίσκεται στο νησί, ωστόσο ο χώρος εκκένωσης των βυτίων (Χ.Ε.Β.), τα έργα προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων καθώς και τα αντίστοιχα έργα για τα αστικά λύματα είναι τοποθετημένα επί της Ευβοϊκής ακτής. Συγκεκριμένα υπάρχουν τρεις θέσεις εκκένωσης εκ των οποίων η μια βοηθητική. Τα βοθρολύματα συλλέγονται σε φρεάτιο εντός του οποίου είναι τοποθετημένος κοχλίας για την συγκράτηση και απομάκρυνση των ευμεγεθών στερεών τα οποία συγκεντρώνονται σε κάδο και περιοδικά απομακρύνονται. Πλησίον του Χ.Ε.Β. είναι τοποθετημένο κτίριο που στεγάζει τα έργα προεπεξεργασίας και το αντλιοστάσιο των βοθρολυμάτων για την μεταφορά τους προς την δεξαμενή εξισορρόπησης και από εκεί προς το νησί.

Το πρώτο στάδιο της προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων είναι η εσχάρωση που αποβλέπει στην συγκράτηση υλικών σχετικά μεγάλων διαστάσεων που μπορούν να προξενήσουν προβλήματα στα μετέπειτα στάδια της επεξεργασίας των λυμάτων. Για τα βοθρολύματα υπάρχει σύστημα εσχάρωσης αποτελούμενο από δύο παράλληλα λειτουργούσες εσχάρες με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΣΧΑΡΩΣΗΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

ΕΣΧΑΡΕΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

Αριθμός μονάδων	2
Τύπος	Αυτοκαθαριζόμενες
Πλάτος διώρυγας ανά εσχάρα (mm)	500
Άνοιγμα μεταξύ ράβδων (mm)	6
Δυναμικότητα εσχάρας (m^3/hr)	360

Η εσχάρωση που περιγράφεται είναι εφοδιασμένη και με σύστημα μεταφοράς-έκπλυσης-συμπίεσης των εσχαρισμάτων με κοχλία το οποίο έχει τη δυνατότητα μεταφοράς και συμπίεσης $1 \text{ m}^3/\text{hr}$ εσχαρισμάτων. Η διάταξη αποτελείται από μεταφορικό κοχλία ο οποίος παραλαμβάνει τα εσχαρίσματα και τα προωθεί προς το άκρο της, το οποίο αποτελείται από κλειστό κύλινδρο και μια ζώνη πλύσης και συμπίεσης στην έξοδο. Τα εσχαρίσματα πλένονται ενώ παράλληλα αφυδατώνονται και μειώνεται ο όγκος τους. Τα

αφυδατωμένα και συμπιεσμένα εσχαρίσματα καταλήγουν σε κάδο αποκομιδής απορριμμάτων. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κοχλία απομάκρυνσης των εσχαρισμάτων δίδονται στον επόμενο πίνακα:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΣΧΑΡΙΣΜΑΤΩΝ

Αριθμός μονάδων	1
Τύπος	SP 20/130
Διάμετρος κοχλία (mm)	200
Διαστάσεις στομίου εισαγωγής εσχαρισμάτων (mm ²)	300x1300
Υλικό κατασκευής	AISI 304 L
Ικανότητα μεταφοράς (m ³ /hr)	1

Το επόμενο στάδιο της προεπεξεργασίας περιλαμβάνει την εξάμμωση και την απολίπανση. Η εξάμμωση απομακρίνει από τα λύματα, υλικά μεγάλου ειδικού βάρους με διάμετρο μεγαλύτερη από 200 μm . Η απολίπανση αποσκοπεί στην συγκράτηση σε ένα πρώιμο στάδιο επιπλέοντων σωματιδίων όπως λίπη, τρίχες, ίνες που μεταβάλλουν την σύσταση των λυμάτων σε λιπαρές ουσίες.

Ο χρησιμοποιούμενος εξάμμωτής είναι ορθογωνικός και αερίζομενος. Σε αυτούς τους εξάμμωτές η ταχύτητα του λύματος είναι αρκετά μικρή ώστε να επιτυγχάνεται η καθίζηση των ανόργανων συστατικών (άμμος) ενώ οι οργανικές ουσίες διατηρούνται σε αιώρηση λόγω της ανάδευσης που προκαλεί χορηγούμενο ρεύμα αέρα. Στο πυθμένα της διώρυγας του εξάμμωτή υπάρχει τάφρος που συγκεντρώνει την άμμο που αποτίθεται και ένα κεκλιμένο κατά μήκος επίπεδο που επιτρέπει την διανομή αέρα. Επίσης κατά μήκος της διώρυγας τοποθετούνται στόμια αναρρόφησης της άμμου για να επιτυγχάνεται η απαγωγή της. Η διεργασία της απολίπανσης γίνεται ταυτόχρονα με την εξάμμωση σε μια ζώνη ηρεμίας που δημιουργείται στα άκρα της διώρυγας του εξάμμωτή σε ορισμένο τμήμα του μήκους του προηγούμενου. Οι επιπλέουσες ουσίες διοχετεύονται σε τάφρο με τη βοήθεια δικλείδας υπερχειλίσσης και από εκεί οδηγούνται στο εξωτερικό του κτιρίου με την βοήθεια κοχλιωτού μεταφορέα. Τα χαρακτηριστικά του εξάμμωτή-απολιπαντή και των υπόλοιπων μηχανισμών που τον συνοδεύουν δίδονται στους ακόλουθους πίνακες :

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ-ΑΠΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΕΞΑΜΜΩΤΗ

Αριθμός μονάδων	2
Τύπος αντλιών	Φυγοκεντρικές, υποβρύχιες
Θέση λειτουργίας	Κατακόρυφη
Παροχή λειτουργίας (m ³ /hr)	360
Μανομετρικό (m)	3,7
Μήκος αγωγού κατάθλιψης (m)	3,8
Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	1.450
Εγκατεστημένη ισχύς (KW)	9
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	6,3

ΕΞΑΜΜΩΤΗΣ-ΑΠΟΛΙΠΑΝΤΗΣ

Αριθμός μονάδων	1
Πλάτος (m)	4
Μήκος (m)	4
Επιφάνεια υγρού (m ²)	16
Μέσο κατακόρυφο ύψος (m)	3,4
Εγκάρσια διατομή (m ²)	27,2
Όγκος (m ³)	54,5
Ελάχιστος χρόνος παραμονής (για 270 m ³ /hr) (min)	12
Ημερήσια παραγωγή άμμου (Kg/day)	960

ΑΕΡΙΣΤΗΡΕΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ

Πλήθος βυθισμένων στροβίλων	2
Τύπος	Υποβρύχιοι αεριστήρες
Διάμετρος δίσκου διάχυσης	Φ 500
Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	1450

Ολική ισχύς ανά έργο (KW)	3
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	2,4

ΞΕΣΤΡΟ ΑΠΟΛΙΠΑΝΤΗ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ

Τύπος	Ξέστρο τόπου πολλαπλών λεπίδων συνεχούς λειτουργίας
Ταχύτητα εμπρόσθιας κίνησης (m/s)	2
Μήκος (m)	4
Πλάτος (m)	0,75
Απόσταση μεταξύ των λεπίδων (m)	2
Ύψος λεπίδων (mm)	350
Πλάτος λεπίδων (mm)	720

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ ΑΠΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΜΜΟΥ

Αριθμός μονάδων	2 (εκ των οποίων η μια εφεδρική)
Τύπος αντλιών	Φυγοκεντρικές υποβρύχιες
Θέση λειτουργίας	Κατακόρυφη
Παροχή λειτουργίας (m ³ /hr)	30
Μανομετρικό (m)	4
Διέλευση στερεών μέχρι (mm)	76
Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	1.395
Εγκατεστημένη ισχύς (KW)	1,3
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	1,0

Τα έργα της προεπεξεργασίας των βοθρολυμάτων στεγάζονται σε ένα κτίριο για το οποίο έχει ληφθεί πρόνοια ώστε να επεξεργάζεται ο αέρας με τη βοήθεια συστήματος εξαερισμού και φίλτρου που κατακρατά τα οσμηρά συστατικά που προκαλούν όχληση. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η διάδοση των δυσάρεστων οσμών στο εξωτερικό της εγκατάστασης προεπεξεργασίας.

Ειδικότερα ο εξαερισμός των έργων συνολικής έκτασης 60 m^2 καλύπτεται από ανεμιστήρα απαγωγής με παροχή της τάξης των $600 \text{ m}^3/\text{hr}$ που ακολουθείται από σύστημα απόσμησης με διαβρεχόμενα φίλτρα. Το εν λόγω σύστημα περιλαμβάνει:

- φίλτροθήκη ανοξείδωτης κατασκευής.
- φίλτρο που διαβρέχεται από αποσμητικό διάλυμα.
- Το δοχείο συγκέντρωσης του αποσμητικού διαλύματος στο οποίο είναι εμβαπτισμένη η αντλία διαβροχής
- Το φίλτρο συγκράτησης σταγονιδίων που βρίσκεται στην έξοδο του φίλτρου.

Μετά την εξάμωση - απολίπανση των βοθρολυμάτων έπεται η εξισορρόπηση αυτών σε κατάλληλη δεξαμενή. Η ύπαρξη της δεξαμενής εξισορρόπησης οφείλεται στην ανάγκη αποφυγής σοβαρών λειτουργικών προβλημάτων που θα προέκυπταν στην περίπτωση μη τήρησης ενός αυστηρού προγράμματος υποδοχής βοθρολυμάτων στην εγκατάσταση. Συγκεκριμένα προκειμένου να εξασφαλισθεί η υδραυλική διακίνηση του μίγματος αστιών λυμάτων - βοθρολυμάτων στο νησί η συνολική παροχή αιχμής πρέπει να διατηρηθεί στα 200 lt/sec . Αυτός ο στόχος δεν είναι δυνατόν να εξασφαλισθεί κατά τις ημέρες μέγιστης παροχής αστιών λυμάτων οπότε η προσέλευση των βυτιοφόρων θα πρέπει να είναι ισοκατανεμημένη κατά τη διάρκεια του ωκταώρου και να μη γίνεται ταυτόχρονη εκκένωση περισσοτέρων των δύο βυτίων. Η χωρητικότητα της δεξαμενής εξισορρόπησης είναι ίση με $V=870 \text{ m}^3$ και οι διαστάσεις της δεξαμενής έχουν ως εξής :

**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ
ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ**

Βάθος (m)	4
Πλάτος (m)	10
Μήκος (m)	24

Κατά την εκεί παραμονή τους τα λύματα υποβάλλονται σε συνεχή αερισμό από υποβρύχιους διαχυτές για την διατήρηση των στερεών σε αιώρηση. Η παροχή του αέρα γίνεται με τη βοήθεια δύο φυσητήρων (ο ένας εφεδρικός) δυναμικότητας $940 \text{ m}^3/\text{hr}$. Επίσης, το σύστημα είναι εφοδιασμένο με ένα αναδευτήρα υποβρύχιου τύπου με τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ
ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ**

Πλήθος μονάδων	1
Τύπος	Υποβρύχιος
Έδραση αναδευτήρα	Οριζόντια
Διάμετρος πτερωτής (mm)	580
Εγκατεστημένη ισχύς (KW)	6,7
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	5,0
Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	480
Υλικό κατασκευής κελύφους/πτερωτής	Ανοξείδωτος χάλυβας

Για την αποφυγή δημιουργίας οσμών η δεξαμενή είναι σκεπασμένη με σύστημα απαγωγής και απόσμησης αέρα με φίλτρο ενεργού άνθρακα με τον ανεμιστήρα του συστήματος να διατηρεί στο χώρο της κλειστής δεξαμενής εξισορρόπησης μια ελαφρά υποπίεση ώστε όλη η ποσότητα του εισερχόμενου στο χώρο αυτό αέρα να εξέρχεται στην ατμόσφαιρα μέσω φίλτρων ενεργού άνθρακα. Η εισερχόμενη ποσότητα αέρα ισούται με $940 \text{ m}^3/\text{hr}$ (μέσω των διαχυτών) ενώ ο τοποθετημένος ανεμιστήρας είναι δυναμικότητας $1.000 \text{ m}^3/\text{hr}$ ώστε τα επιπλέον $60 \text{ m}^3/\text{hr}$ να δημιουργούν την επιθυμητή υποπίεση στο χώρο της δεξαμενής εξισορρόπησης.

Για την εισαγωγή των βοθρολυμάτων στην δεξαμενή εξισορρόπησης χρησιμοποιούνται τρεις αντλίες δυναμικότητας $150 \text{ m}^3/\text{hr}$ έκαστη (δύο σε λειτουργία και μια εφεδρική) ενώ η μεταφορά των λυμάτων μετά την εξισορρόπηση προς το νησί γίνεται με τρεις αντλίες των $125 \text{ m}^3/\text{hr}$. Ο αγωγός μεταφοράς είναι διαμέτρου 250 mm (Φ 250) και έχει σχεδιαστεί για παροχή αιχμής $150 \text{ m}^3/\text{hr}$.

Τα βοθρολύματα πριν την διοχέτευσή τους στην δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης υφίστανται κροκίδωση. Σκοπός αυτής είναι απομάκρυνση των κολλοειδούς υφής συστατικών των λυμάτων. Η διεργασία αυτή λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια:

- Αποσταθεροποίηση των κολλοειδών σωματιδίων με προσθήκη αντιδραστηρίων ώστε να εξουδετερωθεί το ηλεκτρικό φορτίο.
- Η συσσωμάτωση των κολλοειδούς υφής συστατικών προς ογκωδέστερα σύνολα με την βοήθεια μηχανικής επεξεργασίας του λύματος.

Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται με την προσθήκη άλατος του αλουμινίου ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$) και ασβέστη ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Το εν λόγω μίγμα επιτυγχάνει και τη ρύθμιση του pH των προς επεξεργασία βοθρολυμάτων.

Συγκεκριμένα η μονάδα επεξεργασίας περιλαμβάνει:

- Κυλινδρικό κάδο παρασκευής κορεσμένου διαλύματος θειικού αργιλίου και αντίστοιχο κάδο για την παρασκευή του ασβέστη με ύψος 1,5 m και διάμετρο 1,42 m έκαστος. Η διάταξη περιλαμβάνει και ενσωματωμένο ηλεκτρομηχανικό αναδευτήρα, ενώ το διάλυμα διανέμεται στη συνέχεια με δοσομετρική αντλία.
- Αντιδραστήρας κροκίδωσης

Η μονάδα αυτή αποτελείται από θάλαμο εξοπλισμένο με αναδευτή ώστε να υποβοηθείται η δημιουργία κροκίδων. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου είναι τα ακόλουθα:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ

Μήκος (m)	2,60
Πλάτος(m)	2,30
Επιφάνεια (m ²)	6
Ύψος (m)	2
Όγκος (m ³)	12

Κεφάλαιο 3 - Προεπεξεργασία και Άντληση Αστικών Λυμάτων

Τα λύματα από το αντλιοστάσιο του δικτύου αποχέτευσης καταλήγουν στο φρεάτιο άφιξης αστικών λυμάτων της εγκατάστασης. Από εκεί διανέμονται στις δύο διώρυγες εσχάρωσης πλάτους 0,75 m. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εσχάρων δίδονται στον ακόλουθο πίνακα :

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΣΧΑΡΩΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Πλήθος μονάδων	2
Τύπος εσχάρας	Αυτοκαθαριζόμενη
Πλάτος διώρυγας ανά εσχάρα (mm)	780
Άνοιγμα μεταξύ των ράβδων (mm)	6
Δυναμικότητα εσχάρας (m ³ /hr)	550
Ύψος απόρριψης (mm)	1.800
Ολικό ύψος (mm)	2.730
Απόσταση αξόνων (mm)	100

Η εσχάρωση των αστικών λυμάτων συνοδεύεται όπως και στην περίπτωση των βοθρολυμάτων από σύστημα συμπίεσης των εσχαρισμάτων που λειτουργεί κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εν λόγω έργου δίδονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΕΣΧΑΡΙΣΜΑΤΩΝ

Πλήθος μονάδων	1
Τύπος	SP20/1500
Διάμετρος κοχλία (mm)	200
Διαστάσεις στομίου εισαγωγής εσχαρισμάτων (mm ²)	300x1.500
Υλικό κατασκευής	AISI 304 L
Ικανότητα μεταφοράς (m ³ /hr)	1,0

Η επόμενη φάση της προεπεξεργασίας περιλαμβάνει την εξάμμωση - απολίπανση των αστικών λυμάτων. Ο αεριζόμενος εξάμμωτής είναι ορθογωνικής κάτοψης μήκους 9 m, πλάτους 3 m (αεριζόμενη ζώνη) και βάθους (μέχρι το πάνω σημείο των κώνων συλλογής άμμου) 3 m. Στην πλευρά του εξάμμωτή προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης κατασκευάζεται καθ' όλο το μήκος ημιεμβαπτισμένο τοίχιο που σκοπό έχει την δημιουργία ζώνη ηρεμίας πλάτους 1 m και μήκους 9 m στην οποία τα λίπη και τα έλαια που διαχωρίζονται με τη βοήθεια του αέρα επιπλέουν στην επιφάνεια.

Η απομάκρυνση της άμμου γίνεται δια μέσου τριών υποβρύχιων αντλιών δυναμικότητας 30 m³/hr. Οι αντλίες αυτές είναι εφοδιασμένες με περωτή η οποία έχει υποστεί σιγήλωση ώστε να αντέχει στη μηχανική διάβρωση που προκαλούν τα σωματίδια της άμμου. Η απομακρυνόμενη άμμος αφυδατώνεται μέσω ενός κοχλία ενώ τα στραγγίδια του κοχλία οδηγούνται στην δεξαμενή εξισορρόπησης των βοθρολυμάτων. Για τον αερισμό του εξάμμωτή τοποθετούνται 12 κυλινδρικοί διαχυτές σε 3 συστοιχίες των 4 κατά μήκος της πλευράς που βρίσκεται απέναντι από το διαχωριστικό τοίχωμα της ζώνης ηρεμίας. Οι διαχυτήρες αυτοί τροφοδοτούνται από δύο ψυστήρες δυναμικότητας 285 m³/hr. Οι φυσαλίδες αέρα κατά την άνοδό τους προκαλούν σπειροειδή ροή των λυμάτων προς την έξοδο του εξάμμωτή. Με ρύθμιση του αέρα επιτυγχάνεται ο διαχωρισμός της άμμου από τα οργανικά στερεά των λυμάτων. Η άμμος η οποία είναι βαρύτερη από τα οργανικά καθιζάνει στον πυθμένα του εξάμμωτή και συλλέγεται σε τρεις κατάλληλα διαμορφωμένους κώνους βάθους 1,2 m έκαστος.

Τόσο ο χώρος εξάμμωσης όσο και ο χώρος απολίπανσης είναι σκεπασμένοι και ο αέρας απάγεται και υφίσταται απόσπηση με φίλτρο ενεργού άνθρακα. Στο κατάντη άκρο του εξάμμωτή τα λύματα υπερχειλίζουν μέσω υπερχειλιστή λεπτής στέγης μήκους 3 m προς το κανάλι τροφοδοσίας της δεξαμενής εξισορρόπησης.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου της εξάμμωσης παρουσιάζονται στους επόμενους πίνακες :

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ- ΑΠΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΑΜΜΟΥ

Αριθμός μονάδων	3
Τύπος αντλιών	Φυγοκεντρικές, υποβρύχιες
Θέση λειτουργίας	Κατακόρυφη

Παροχή λειτουργίας (m ³ /hr)	30
Μανομετρικό (m)	5
Μήκος αγωγού (m)	15
Διέλευση στερεών εως (mm)	76
Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	1.385
Εγκατεστημένη ισχύς (KW)	1,3
Απορροφούμενη ισχύς στον άξονα (KW)	1,0

ΚΟΧΛΙΑΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ - ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΑΜΜΟΥ

Αριθμός μονάδων	1
Παροχή (m ³ /hr)	30
Διαστάσεις κάτοψης (mm ²)	3 .684x 1.184
Τύπος κοχλία	Χωρίς κεντρικό άξονα
Διάμετρος κοχλία (mm)	210
Ολικό μήκος κοχλία (mm ²)	4.000
Υλικό κατασκευής	Ανοξείδωτος χάλυβας 316

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΛΙΠΑΝΣΗΣ

Τύπος	Ξέστρο τύπου πολλαπλών λεπίδων συνεχούς λειτουργίας
Πλάτος(m)	0,75
Μήκος (m)	6,8
Απόσταση μεταξύ λεπίδων (m)	2
Ύψος λεπίδων (mm)	350
Πλάτος λεπίδων (mm)	720

ΕΞΑΜΜΩΤΗΣ-ΑΠΟΛΙΠΑΝΤΗΣ

Αριθμός μονάδων	1
Πλάτος(m)	3

Μήκος(m)	9
Επιφάνεια υγρού (m ²)	3
Εγκάρσια διατομή (m ²)	27
Όγκος (m ³)	81

Μετά την εξάμμωση - απολίπανση τα λύματα οδηγούνται μέσω διώρυγας στην δεξαμενή εξισορρόπησης. Ο όγκος της δεξαμενής εξισορρόπησης είναι 2.500 m³ και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της εν λόγω δεξαμενής δίδονται στον επόμενο πίνακα:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Βάθος (μέγιστο υγρού) (m)	4
Πλάτος (m)	12
Μήκος(m)	52

Ο ρόλος της δεξαμενής αυτής είναι η εξομάλυνση των διακυμάνσεων της παροχής των λυμάτων ώστε αυτά να εξέρχονται με σταθερή παροχή και να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φόρτιση των μονάδων που έπονται. Για την αποφυγή αναερόβιων συνθηκών και την καθίζηση αιωρούμενων στερεών στη δεξαμενή τα λύματα υποβάλλονται σε συνεχή αερισμό δια μέσου υποβρύχιων διαχυτήρων. Τοποθετούνται συνολικά 90 διαχυτές σε 15 σειρές των 6 διαχυτών στον πυθμένα των δεξαμενών. Οι διαχυτήρες αυτοί τροφοδοτούνται από δύο φυσητήρες δυναμικότητας 1350 m³/hr. Εκτός από τους διαχυτήρες στη δεξαμενή εξισορρόπησης τοποθετούνται δύο αναδευτήρες στις άκρες της δεξαμενής ώστε να αποφεύγεται η επικάθηση στερεών στον πυθμένα της δεξαμενής. Οι εν λόγω αναδευτήρες παρουνσιάζουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ
ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Πλήθος μονάδων	2
Τύπος	Υποβρύχιος
Έδραση αναδευτήρα	Οριζόντια
Διάμετρος περωτής (mm)	580
Γωνία περωγίων	14°
Εγκατεστημένη ισχύς (KW)	13
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	10
Ταχύτητα περιστροφής (rpm)	475
Υλικό κατασκευής κελύφους/περωτής	Ανοξείδωτος χάλυβας

Η δεξαμενή είναι ακάλυπτη. Ο αερισμός του εξαμμωτή απομακρύνει ποσοστό των θειούχων ενώ ο αερισμός της δεξαμενής διατηρεί το pH σε σχετικά υψηλή τιμή. Επιπλέον διατηρούνται αερόβιες συνθήκες που αποτρέπουν τη δημιουργία νέων θειούχων ιόντων.

Η έξοδος των λυμάτων από τη δεξαμενή εξισορρόπησης γίνεται μέσω μηχανισμού ρύθμισης παροχών τύπου PASSAVANT ο οποίος εξασφαλίζει σταθερή παροχή προς το φρεάτιο εξόδου ανεξάρτητα από την κυμαινόμενη στάθμη των λυμάτων. Η σταθερή αυτή παροχή οδηγείται προς το φρεάτιο μέσω διώρυγας πλάτους 1 m και βάθους ροής 1,5 m. Στο τέλος της διώρυγας υπάρχει υπερχειλιστής μήκους 1 m και τα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο εξόδου. Στην έξοδο του φρεατίου υπάρχει υπερχειλιστής από όπου τα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο φόρτισης των υποθαλάσσιων αγωγών προσαγωγής λυμάτων στην νησίδα. Για την αύξηση της παροχетеυτικότητας του συστήματος από τα 700 m³/hr στα 1.000 m³/hr υπάρχει και η δυνατότητα της απευθείας διασύνδεσης της δεξαμενής εξισορρόπησης με τους υποθαλάσσιους αγωγούς. Η διασύνδεση της δεξαμενής με τους υποθαλάσσιους αγωγούς γίνεται με αγωγό Φ 600 ο οποίος ξεκινά από τον πυθμένα της δεξαμενής εξισορρόπησης αστικών και καταλήγει σε τέσσερις κλάδους Φ 273, έκαστος των οποίων συνδέεται μέσω των υφιστάμενων αναμονών με τους υποθαλάσσιους αγωγούς. Η δυνατότητα παροχέτευσης του προτεινόμενου συστήματος εξαρτάται από την στάθμη των υγρών στη δεξαμενή εξισορρόπησης και από το χειρισμό της βάνας που τοποθετείται στην αρχή του αγωγού.

Οι 4 υποθαλάσσιοι αγωγοί, εσωτερικής διαμέτρου Φ 280 και μήκους 540 m οδηγούν τα αστικά λύματα με φυσική ροή στις εγκαταστάσεις που βρίσκονται στη νησίδα. Κατά την άφιξη των αστικών λυμάτων, αυτά καταλήγουν σε φρεάτιο διαμορφωμένο σε δύο θαλάμους οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω υποβρύχιων οπών. Από εκεί ξεκινούν δύο αγωγοί Φ 450 και Φ 300 που διοχετεύουν τα λύματα στο χώρο συγκέντρωσής τους. Το δεύτερο διαμέρισμα του φρεατίου παρέχει τη δυνατότητα παροχέτευσης των υπερβαλλουσών παροχών που αδυνατούν να υποστούν επεξεργασία στις κατάντη μονάδες. Η παροχέτευση πραγματοποιείται με υπερχειλιστή δύο διαμερισμάτων που δημιουργεί θάλαμο φόρτισης που οδηγεί τις υπερβάλλουσες παροχές των αστικών στην εγκατάσταση εσχάρωσης. Στο δεύτερο διαμέρισμα του υπερχειλιστή καταλήγει η έξοδος της εγκατάστασης εσχάρωσης μέσω αγωγού Φ 350 και μήκους 5,3 m ενώ από εκεί μέσω αγωγών Φ 300 (μήκους 60 m) και Φ 350 (μήκους 50 m) καταλήγει στο φρεάτιο φόρτισης των υποθαλάσσιων αγωγών.

Κεφάλαιο 4 - Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης (Δ.Π.Κ)

Η διαδικασία της πρωτοβάθμιας καθίζησης αποτελεί την πιο οικονομική μέθοδο για τον υποβιβασμό του B.O.D. των λυμάτων. Στην περίπτωση των αστικών λυμάτων η απομάκρυνση των ρύπων ανέρχεται κατά κατηγορία στα κάτωθι ποσοστά:

- 85-95 % των ουσιών που καθιζάνουν
- 50-65% των εν αιωρήσει ουσιών (SS) (τυπική τιμή για σχεδιασμό 60 %)
- 25-50 % του B.O.D. και του C.O.D. (τυπική τιμή για σχεδιασμό 35 %)

Αντίστοιχα στα βοθρολύματα μετά την κροκιδωση η απομάκρυνση των αιωρουμένων στερεών (SS) ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80% ενώ για το B.O.D. ο βαθμός απομάκρυνσης είναι ίσος με 65%. Συνεπώς τα χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων και των βοθρολυμάτων πριν και μετά την πρωτοβάθμια καθίζησή τους θα είναι:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Δ.Π.Κ.

	ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ	ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΑ
B.O.D. Εισόδου (mg/l)	311	1.000
B.O.D. Εξροής (mg/l)	202	350
Μικτό B.O.D. (mg/l) (συμπεριλαμβανομένων των στραγγιδίων)	230	
SS Εισόδου (mg/l)	364	1.200
SS Εξροής (mg/l)	145,6	240
Μικτό SS (mg/l) (συμπεριλαμβανομένων των στραγγιδίων)	170	
Ημερήσιο Φορτίο B.O.D. Εξόδου (Kg/day)	1.259	
Ημερήσιο Φορτίο SS Εξόδου (Kg/day)	931	
Συνολική Παροχή (m ³ /day)	5.475	
Μέγιστη Παροχή (m ³ /day)	360	

Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι κυλινδρικού σχήματος και η επιλογή του συγκεκριμένου σχήματος προτιμάται έναντι του αντίστοιχου ορθογωνικού για τους εξής λόγους:

- Το κόστος των έργων πολιτικού μηχανικού είναι χαμηλότερο από αυτό των ορθογωνικών δεξαμενών και η διάταξη των έργων στο διαθέσιμο χώρο επιβάλλει αυτή τη λύση.
- Η συλλογή της ιλύος και των επιπλεόντων πραγματοποιείται σε ένα σημείο απλοποιώντας την λειτουργία της διεργασίας.

Στη Δ.Π.Κ. επιστρέφει και συγκαθιζάνει μαζί με την πρωτοβάθμια και η δευτεροβάθμια ιλύς. Λόγω της παρουσίας στον κατάντη παχυντή, η ιλύς απάγεται σε χαμηλή συγκέντρωση της τάξης του 1% κατά μέσο όρο. Η χαμηλή αυτή συγκέντρωση της εκροής της καθίζησης εμφανίζει πλεονεκτήματα καθώς:

- Δεν απαιτεί την επί μακρόν παραμονή της λάσπης στον πυθμένα της δεξαμενής, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε περιοδική επίπλευση της ιλύος ιδίως στη περίπτωση μίγματος πρωτοβάθμιας- ενεργού ιλύος.
- Διευκολύνει την συμπύκνωση της ιλύος στον παχυντή και εξασφαλίζει επαρκή υδραυλικό χρόνο παραμονής.
- Διευκολύνει την άντληση της ιλύος

Ειδικότερα το μίγμα των ιλύων καθιζάνει στον πυθμένα και συγκεντρώνεται με τη βοήθεια χαλύβδινου σαρωτή σε κεντρική χοάνη. Η απαγωγή της ιλύος γίνεται με τη βοήθεια δύο υποβρύχιων αντλιών ανά δεξαμενή (η μια είναι εφεδρική) δυναμικότητας 30 m³/hr έκαστη σε μανομετρικό 5,8 m. Ο ημερήσιος χρόνος λειτουργίας της αντλίας είναι 9,1 ώρες και ο ωφέλιμος όγκος του φρεατίου της ιλύος ισούται με 4,6 m³. Το διαυγασμένο υπερχειμένο υγρό υπερχειλίζει από υπερχειλιστές αποτελούμενους από λάμες γαλβανισμένου χάλυβα και το συνολικό μήκος υπερχείλισης ισούται με το 65 % της περιμέτρου της δεξαμενής. Επίσης για την συγκράτηση των επιπλεόντων υπάρχει φράγμα επιπλεόντων από γαλβανισμένο χάλυβα.

Οι ουσίες αυτές σαρώνονται επιφανειακά μέσω ξέστρου επιφανείας, συγκεντρώνονται εντός χοάνης και πέφτουν σε μια λεκάνη υποδοχής. Η τελευταία είναι εξοπλισμένη με μια υπερχείλιση που οδηγεί σε φρεάτιο δίπλα στο φρεάτιο λάσπης, ενώ όταν οι επιπλεύουσες ουσίες συλλεχθούν σε μεγάλες ποσότητες απομακρύνονται και απορρίπτονται. Σημειώνεται ότι η απομάκρυνση των επιπλεόντων γίνεται χωριστά από την ιλύ καθώς η τελευταία θα

οδηγηθεί σε επόμενο στάδιο στη χώνευση όπου θέλουμε να αποφύγουμε την δημιουργία «αερούστας» εντός του αντιδραστήρα.

Στον ακόλουθο πίνακα δίδονται τα στοιχεία που αποτελούν τις προδιαγραφές του έργου:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Τύπος	Κυκλικής διατομής
Αριθμός	2
Διάμετρος (m)	16
Μέσο βάθος (m)	2,5
Ωφέλιμος όγκος (m ³)	502
Διάμετρος τυμπάνου (m)	2,10
Μήκος υπερχειλιστή (m)	33
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου (m/min)	1,9
Χρόνος παραμονής (hr)	2,2
Παροχή υλός (m ³ /day)	275
Ταχύτητα εισόδου λυμάτων στο τύμπανο (m/sec)	0,03
Παροχή υπερχειλίστη (m ³ /m*day)	168
Μέγιστη Παροχή (m ³ /hr)	360

Δοθέντος ότι ένα ποσοστό του σωματιδιακού αζώτου και φωσφόρου που απομακρύνεται με την πρωτοβάθμια καθίζηση από τα λύματα επιστρέφει με διαλυμένη μορφή από τα στραγγίδια του χωνευτή και του παχυντή εκτιμάται ότι οι αρχικές συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου των λυμάτων από 74 mg/lit και 21 mg/lit μειώνονται αντίστοιχα σε 72 mg/lit και 19 mg/lit. Εξάλλου οι συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου στα βοθρολύματα μειώνονται κατά 40 % και 80 % αντίστοιχα υποβοηθούμενης της μείωσης αυτής από την κροκιδωση στην οποία υποβάλλονται. Άρα οι τελικές τιμές της συγκέντρωσης αζώτου και φωσφόρου στα βοθρολύματα είναι 120 mg/lit και 20 mg/lit ενώ για το μίγμα των δύο αυτών ροών οι συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου είναι 79 mg/lit και 19 mg/lit.

Κεφάλαιο 5 - Γραμμή Υγρών

5.1 Βιολογική Επεξεργασία Αποβλήτων

Η βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων στο Κ.Ε.Λ. πραγματοποιείται με ένα τυπικό σύστημα ενεργού ιλύος. Μετά την πρωτοβάθμια καθίζηση τα λύματα διοχετεύονται σε δύο παράλληλα λειτουργούντες βιολογικούς αντιδραστήρες κάθε ένας από τους οποίους αποτελείται από μια αερόβια, μια ανοξική και μια αναερόβια ζώνη.

Τα λύματα από την Δ.Π.Κ. οδηγούνται με αγωγό Φ 400 στο βιολογικό αντιδραστήρα, όπου μαζί με την ιλύ της επανακυκλοφορίας από την Δεξαμενή Τελικής Καθίζησης (**Δ.Τ.Κ.**), εισέρχονται σε αναερόβια δεξαμενή όγκου 200 m^3 η οποία επικοινωνεί με την ανοξική ζώνη μέσω δυο ανοιγμάτων διαστάσεων $0,5 \times 1,2 \text{ m}^2$. Στην αναερόβια δεξαμενή, με μέσο υδραυλικό χρόνο παραμονής 0,875 ωρών τα λύματα αναμιγνύονται με την ενεργό ιλύ μέσω δυο υποβρύχιων αναδευτήρων. Στην περιγραφόμενη φάση επεξεργασίας των λυμάτων πραγματοποιείται απουσία οξυγόνου πρόσληψη του διαλυτού B.O.D. και απελευθέρωση φωσφόρου. Το φαινόμενο οφείλεται στο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που αποκτούν υπό αναερόβιες συνθήκες μια ορισμένη κατηγορία βακτηριδίων που περιέχουν αποθηκευμένες πολυφωσφορικές αλυσίδες. Οι μικροοργανισμοί αυτοί υδρολύουν τις αποθηκευμένες ποσότητες πολυφωσφορικών και με τον τρόπο αυτό παράγουν ενέργεια που χρησιμοποιούν για την πρόσληψη εντός των κυττάρων τους B.O.D. με την μορφή πολυμερούς ενώ τα υδρολυμένα φωσφορικά διαλύονται στην υγρή φάση. Η έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου αλλά και δεσμευμένου (υπό την μορφή νιτρικών ιόντων) είναι απαραίτητη έτσι ώστε άλλες κατηγορίες ετεροτροφικών μικροοργανισμών να μην έχουν δυνατότητα παρόμοιας διαδικασίας. Στα επόμενα στάδια της ανοξικής και αερόβιας επεξεργασίας το αποθηκευμένο B.O.D. οξειδώνεται και χρησιμοποιείται για την πρόσληψη των υδρολυμένων φωσφορικών του διαλύματος, την σύνθεσή τους σε πολυφωσφορικά και τέλος την σύνθεση νέου πρωτοπλάσματος. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ειρρή με χαμηλές συγκεντρώσεις B.O.D. , φωσφόρου και παράλληλα παραγωγή πλεονάζουσας ιλύος πλούσιας σε φώσφορο. Υπολογίζεται ότι η τυπική βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου της τάξης του 20 - 25% (μόνο για σύνθεση πρωτοπλάσματος) αυξάνει σημαντικά στο 70 – 80% λόγω πρόσληψης και αποθήκευσης των πολυφωσφορικών στην βιομάζα. Ωστόσο η απόδοση αυτή μειώνεται στο 50% διότι στην πάχυνση, χώνευση

και αφυδάτωση επικρατούν αναερόβιες συνθήκες οπότε απελευθερώνεται μέρος των φωσφορικών ιόντων λόγω υδρόλυσης στα στραγγίδια που παράγονται και επανακυκλοφορούν στα ανάντη, οπότε κρίνεται απαραίτητη και η απομάκρυνση του φωσφόρου με χημικά μέσα για την επίτευξη συνολικής απόδοσης της τάξης του 75%.

Μετά την αναερόβια επεξεργασία που περιγράφηκε το ανάμικτο υγρό εισέρχεται στην ανοξική ζώνη όγκου 400 m^3 . Στην ζώνη αυτή όπως και στην προηγούμενη παρατηρείται έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου αλλά παρουσία νιτρικών ιόντων. Η τελευταία εξασφαλίζεται με επανακυκλοφορία ανάμικτου υγρού από τον αερόβιο αντιδραστήρα που είναι πλούσιο σε νιτρικά. Όσον αφορά στην έλλειψη οξυγόνου αυτή επιτυγχάνεται με ρύθμιση των αεριστών μέσω χρονοδιακόπτη και μεταβολή της στάθμης του υπερχειλιστή με τη βοήθεια σημάτων που δίδονται από τον μετρητή οξυγόνου που βρίσκεται στα όρια μεταξύ αερόβιας και ανοξικής ζώνης. Στην ανοξική ζώνη με την παρουσία του οργανικού φορτίου των λυμάτων επιτυγχάνεται απονιτροποίηση του νιτροποιημένου αζώτου και απελευθέρωση αζώτου με την μορφή N_2 . Λόγω της κυκλικής κίνησης στη δεξαμενή, μετά την ανοξική ζώνη το ανάμικτο υγρό εισέρχεται στην αερόβια ζώνη της δεξαμενής αερισμού, όγκου 1200 m^3 . Στη ζώνη αυτή επιτυγχάνεται η μείωση του B.O.D., η νιτροποίηση και η πρόσληψη του φωσφόρου που είχε απελευθερωθεί στην αναερόβια δεξαμενή από τους μικροοργανισμούς. Η απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου, προσδίδεται από δύο επιφανειακούς αεριστές τύπου LANDY 200 F ενώ ένας τρίτος αεριστής ACTIROTOR καλύπτει τις παροχές αιχμής στο σύστημα. Το σύστημα αερισμού επιπρόσθετα διατηρεί το ανάμικτο υγρό σε αιώρηση και του προσδίδει οριζόντια ταχύτητα της τάξης των $0,3 \text{ m/sec}$ ώστε να διατηρείται η κυκλική κίνησή του. Η τοποθέτηση και ενός αναμικτήρα ισχύος $2,3 \text{ KW}$ οδηγεί στην επίτευξη κυκλικής κίνησης του ανάμικτου υγρού και ταυτόχρονα στην μικρότερη διάρκεια λειτουργίας των αεριστών με αντίστοιχη μείωση των ενεργειακών δαπανών. Στην περιοχή άμεσης επιρροής των δύο αεριστών LANDY 200 F, τα πλευρικά τοιχώματα είναι υπερυψωμένα κατά 135 cm από την επιφάνεια του υγρού έναντι 33 cm στην υπόλοιπη δεξαμενή. Επιπρόσθετα αυτή η περιοχή καλύπτεται με πλάκα διαστάσεων $6,35 \times 15,65 \text{ m}^2$. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται ο κίνδυνος έκχυσης λόγω έντονης ανάμιξης του ανάμικτου υγρού από την δεξαμενή καθώς και η διαφυγή σταγονιδίων (aerosols), ενώ ταυτόχρονα μειώνεται ο θόρυβος από τη λειτουργία των αεριστών.

5.2 Χημική Απομάκρυνση Φωσφόρου

Για την επίτευξη βαθμού απομάκρυνσης του φωσφόρου ίσου με 75 % το πρόσθετο 25 % απομακρύνεται με την προσθήκη διαλύματος θειικού αργιλίου. Υπολογίζεται ότι ημερησίως απομακρύνονται με χημικά μέσα περίπου 60 Kg φωσφόρου. Το θειικό αργίλιο φυλάσσεται σε σιλό χωρητικότητας 1,5 m³ τοποθετημένο σε στεγασμένο χώρο πάνω από την πλάκα κάλυψης της δεξαμενής αερισμού. Το διάλυμα θειικού αργιλίου πυκνότητας 5-6 % παρασκευάζεται σε δεξαμενή χωρητικότητας 190 lt με ανάμιξη νερού και θειικού αργιλίου το οποίο τροφοδοτείται με τη βοήθεια κοχλία από το σιλό. Η διανομή του διαλύματος με παροχή 670 lt/hr ανά δεξαμενή γίνεται με την βοήθεια δεύτερης δεξαμενής μερισμού ενώ ο στεγασμένος χώρος είναι επαρκής για την αποθήκευση ποσότητας θειικού αργιλίου που απαιτείται για τη λειτουργία 30 ημερών. Στον επόμενο πίνακα αποδίδεται το σύνολο των σχεδιαστικών παραμέτρων των ζωνών της βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων:

Τύπος	Carrousel
Αριθμός	2
Συνολικός όγκος (m ³)	1.600
Αερόβιος όγκος (m ³)	1.200
Ανοξικός όγκος (m ³)	400

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

Βάθος (m)	4,34
Μήκος (m)	26,57
Πλάτος (m)	4* 3,6
Ελεύθερο πλευρικό ύψος (m)	0,33-1,35
M.L.S.S.(mg/lt)	5.000
M.L.V.S.S. (mg/lt)	3.800
Μέση επανακυκλοφορία (m ³ /hr)	228
Μέγιστη επανακυκλοφορία (m ³ /hr)	390
Θ _c (days)	6,5

Θ(hrs)	5,2
Απόδοση ως προς B.O.D. ₅ (%)	90
Απόδοση ως προς νιτροποίηση (%)	25-93
Απόδοση ως προς απομάκρυνση αζώτου (%)	20-82
Απόδοση ως προς απομάκρυνση φωσφόρου (%)	75
Μέση ζήτηση οξυγόνου (Kg/hr)	80,6
Μέγιστη ζήτηση οξυγόνου (Kg/hr)	106,2
Τύπος νέων αεριστών	LANDY 200 F (επιφανειακοί βραδύστροφοι)
Αριθμός αεριστών	2/ δεξαμενή
Ισχύς	30 KW (απορροφούμενη 26,5-29 KW)
Διάμετρος στροβίλου (m)	2
Ταχύτητα περιστροφής (r.p.m.)	51,5
Οξυγονωτική ικανότητα	2,2 Kg O ₂ /KWh (τυπικές συνθήκες)
Τύπος υπαρχόντων αεριστών	ACTIROTOR RN4512 (επιφανειακοί βραδύστροφοι κατακόρυφου άξονα & ακτινωτής ροής)
Αριθμός	1/ δεξαμενή
Ισχύς κινήτρων (KW)	18,5
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	15,5
Οξυγονωτική ικανότητα	1,8 Kg O ₂ /KWh (τυπικές συνθήκες)
Ισχύς ανάδευσης (W/m ³)	37,5-47
Υπερχειλιστής	Μεταβαλλόμενου βάθους
Μήκος (m)	3
Εύρος διακύμανσης (mm)	220
Αριθμός αναδευτήρων	2
Ισχύς (έκαστου) (KW)	2,3

ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΖΩΝΗ

Όγκος (m ³)	200
Θ(=V/Q)(hr)	0,875

Αριθμός αναδευτήρων	2/δεξαμενή
Τύπος	Κατακόρυφου άξονα
Ισχύς (έκαστου) (KW)	2,5

5.3 Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης (Δ.Τ.Κ.)

Το ανάμικτο υγρό από τη δεξαμενή αερισμού μέσω του υπερχειλιστή οδηγείται στις δεξαμενές τελικής καθίζησης. Οι δύο αυτές δεξαμενές έχουν τις ίδιες διαστάσεις και συγκεκριμένα διάμετρο 22 m και μέσο βάθος 2,66 m. Το ανάμικτο υγρό τροφοδοτεί την δεξαμενή τελικής καθίζησης μέσω αγωγού Φ 450 ενώ εισέρχεται στη δεξαμενή μέσω κεντρικού τυμπάνου διαμέτρου 4,4 m και ταχύτητα 0,013 m/sec.

Η ιλύς που καθιζάνει στον πυθμένα της δεξαμενής συγκεντρώνεται με τη βοήθεια περιστρεφόμενου σαρωτή από χάλυβα σε κεντρικό φρεάτιο. Η ταχύτητα περιστροφής του σαρωτή είναι 1,9 m/min και επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κινητήρα ισχύος 0,25 KW.

Η ιλύς από τον πυθμένα της δεξαμενής με ποσοστό στερεών 1 % οδηγείται στο αντλιοστάσιο της ιλύος. Στο αντλιοστάσιο αυτό μέρος της ιλύος ανακυκλοφορείται στην αναερόβια δεξαμενή μέσω δύο αντλιών 390 m³/hr (εκ των οποίων η μια εφεδρική). Η περίσσεια ιλύς αντλείται μέσω τριών αντλιών 20 m³/hr η κάθε μια (εκ των οποίων η μια εφεδρική) προς τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης και από εκεί προς τον παχυντή. Τα διαυγασμένα λύματα υπερχειλίζουν περιμετρικά από υπερχειλιστή συνολικού μήκους ίσου με το 65% της περιμέτρου της δεξαμενής και στη συνέχεια μέσω της περιμετρικής διώρυγας συλλέγονται και οδηγούνται με σωλήνα Φ 400 προς τον μετρητή παροχής.

Τέλος όπως και στην περίπτωση της δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης υπάρχει φράγμα επιπλεόντων για τη συγκράτηση των αφρών ή άλλων στερεών που δεν συμπαρασύρονται με τα στερεά που καθιζάνουν όταν παρουσιάζονται προβλήματα διόγκωσης της ιλύος ή αφρισμού στο σύστημα. Με τη βοήθεια επιφανειακού ξέστρου οι αφροί συλλέγονται σε χοάνη και από εκεί οδηγούνται σε φρεάτιο που εκκενώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα επιπλέοντα υλικά στο σύνολό τους είναι ανεπιθύμητα και πρέπει να απομακρύνονται ώστε να αποφύγουμε φαινόμενα δημιουργίας «αρούστας» εντός του χωνευτή.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα σχεδιασμού των δεξαμενών τελικής καθίζησης:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ-ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τύπος	Κυκλικής διατομής
Αριθμός	2
Διάμετρος (m)	22
Μέσο βάθος (m)	2,68
Κλίση πυθμένα (%)	5
Επιφάνεια (m ²)	380
Ωφέλιμος όγκος (m ³)	1.018
Διάμετρος τυμπάνου (m)	4,4
Μήκος υπερχειλίστη (65% της διαμέτρου) (m)	45
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου (m/min)	1,9
Φορτίο στερεών (Kg/m ² day)	144
Χρόνος παραμονής (hr)	4,45
Συμπύκνωση ιλύος (%)	1
Παροχή περίσσειας ιλύος (m ³ /day)	79
Ταχύτητα εισόδου ανάμικτου υγρού (m/sec)	0,013
Παροχή υπερχείλισης (m ³ /mday)	121

5.4 Μετρητής Παροχής

Η παροχή των επεξεργασμένων λυμάτων που εξέρχεται από κάθε δεξαμενή τελικής καθίζησης διέρχεται από μετρητή παροχής τύπου Venturi με εύρος μετρούμενων παροχών 0 - 900 m³/hr η κάθε μια.

5.5 ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ

Οι δόσεις χλωρίου που χρησιμοποιούνται είναι συνάρτηση:

- της ποιότητας του προς απολύμανση δευτεροβάθμια επεξεργασμένου λύματος
- και της επιθυμητής ποιότητας εκροής που καθορίζεται ως εξής:
 - 1.000 ολικά κολοβακτηρίδια /100 ml
 - 100 περιττωματικά κολοβακτηρίδια/100 ml

Η αποτελεσματικότητα της χλωρίωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο εφαρμογής της. Η χορήγηση του απολυμαντικού που είναι υδατικό διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) 14% w/v διατηρείται σε αναλογία προς την παροχή και η έγχυσή του λαμβάνει χώρα σε σημείο αμέσως ανάντη της μέτρησης της παροχής των επεξεργασμένων λυμάτων από κάθε γραμμή επεξεργασίας. Έχοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά των λυμάτων που επεξεργάζονται στην μονάδα εφαρμόζονται 5-10 g Cl_2/m^3 λύματος που αντιστοιχεί σε παροχή 26 lt διαλύματος/hr. κατά την παροχή αιχμής της παρούσας φάσης. Αμέσως μετά βρίσκεται η λεκάνη αρχικής αναμίξεως της οποίας ο όγκος είναι ίσος με 2,5 m^3 και η οποία παρέχει ένα μέσο χρόνο παραμονής της τάξης των 13 δευτερολέπτων σε παροχή αιχμής. Η λεκάνη αυτή είναι εξοπλισμένη με έναν αναδευτήρα ισχύος 0,3 KW, ενώ ακολουθεί λεκάνη επαφής της οποίας ο όγκος υπολογίστηκε έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ένας θεωρητικός χρόνος παραμονής ίσος ή μεγαλύτερος των 30 λεπτών σε παροχή αιχμής σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό.

Για να εξασφαλιστεί η κανονική απολύμανση έχει κατασκευαστεί λεκάνη επαφής όγκου 130 m^3 γεγονός που επιτρέπει χρόνο παραμονής 11 λεπτών στην παροχή αιχμής με βάση τις παροχές λυμάτων που διαχειρίζεται η εγκατάσταση στην παρούσα φάση. Τα χαρακτηριστικά της λεκάνης αυτής είναι τα ακόλουθα:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ (ΜΑΙΑΝΔΡΟΣ)

Μήκος(m)	12
Πλάτος(m)	1,10
Βάθος (m)	1,7
Πλήθος καναλιών	6

Η τελική διάθεση του δευτεροβάθμια επεξεργασμένου λύματος γίνεται μέσω δίδυμων αγωγών Φ 315 ολικού μήκους 127,5 m και σε βάθος πυθμένα 7 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Στο άκρο κάθε αγωγού υπάρχει σύστημα τεσσάρων διαχυτήρων (στόμια εκβολής) μήκους 1 m και Φ 140 που εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή αραίωση του λύματος στο θαλάσσιο περιβάλλον ενώ παράλληλα αποτρέπουν την έμφραξη του αγωγού από εισροή ιζημάτων και φυκών.

Κεφάλαιο 6 - Γραμμή Στερεών – Επεξεργασία Ιλύος

6.1 Συμπύκνωση

Ανεξάρτητα από τον τελικό προορισμό της ιλύος υπάρχει πάντοτε ενδιαφέρον να εργαζόμαστε σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις της τάξης του 5-6 %. Στην περίπτωση μιας αναερόβιας χώνευσης η ελάχιστη συγκέντρωση κατά την τροφοδότηση δεν θα πρέπει να είναι κατώτερη από 4-5 %, εξάλλου δεν ενδείκνυται η υπέρβαση κατά μέγιστο του ορίου του 10 % ώστε να αποφύγουμε τις δυσκολίες στην ανάδευση, τη θέρμανση και τη μεταφορά της ιλύος. Η απευθείας απαγωγή από την πρωτοβάθμια καθίζηση ανάμικτης ιλύος (πρωτοβάθμια και ενεργό) σε σταθερή αναλογία δεν επιτρέπει την επίτευξη συγκεντρώσεων μεγαλύτερων από 5 % υπό συνεχές καθεστώς. Αυτό είναι και το σχήμα επεξεργασίας που υιοθετείται στο Κ.Ε.Λ. που παρουσιάζουμε.

Η συμπύκνωση της νωπής ιλύος αν δεν οδηγεί σε συνθήκες σήψης και σε μια σημαντική πτώση του pH λόγω επικράτησης αναερόβιων συνθηκών συνεισφέρει στην καλή λειτουργία της χώνευσης. Με τον τρόπο αυτό αυξάνει ο χρόνος παραμονής της ιλύος σε ένα χωνευτή καθορισμένου όγκου ή στη φάση του σχεδιασμού επιτρέπει την επιλογή μικρότερου όγκου για τον χωνευτή προκειμένου να επιτευχθεί συγκεκριμένος χρόνος παραμονής της ιλύος.

Η απαγωγή εξάλλου μόνο πρωτοβάθμιας ιλύος οδηγεί στην επίτευξη υψηλότερων συγκεντρώσεων οι οποίες όμως δημιουργούν προβλήματα στην απαγωγή και την άντλησή της καθώς ο τύπος αυτός της ιλύος είναι λιγότερο υδαρής από την ανάμικτη ιλύ.

Η παροχή ιλύος από την δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης προς τον παχυντή με ποσοστό στερεών 1% είναι ίση με $275 \text{ m}^3/\text{hr}$ και διοχετεύεται με δύο καταθληπτικούς αγωγούς Φ 100.

Πλεονεκτήματα συμπύκνωσης

- Η λειτουργία της πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι αρκετά απλή αφού η ιλύς απάγεται με χαμηλή συγκέντρωση, στο μέτρο που αποτίθεται.
- Δυνατότητα αποθήκευσης στους στατικούς συμπυκνωτές
- Υψηλές συγκεντρώσεις ιλύος

- Δυνατότητα διαχωρισμού της πρωτοβάθμιας ιλύος από την ενεργό για την συμπύκνωσή τους με περισσότερο ενδεδειγμένα συστήματα

Ο παχυντής κάθε γραμμής επεξεργασίας έχει διάμετρο 10 m και πλευρικό βάθος 3,25 m ενώ είναι εξοπλισμένος με ένα σύστημα απόξεσης σε συνεχή κίνηση. Το τύμπανο εισόδου έχει διάμετρο 1,0 m και η απαγωγή ιλύος πραγματοποιείται με απευθείας αναρρόφηση, ενώ ο αυτοματισμός της τελευταίας εξασφαλίζεται με χρονοδιακόπτη. Το φορτίο στερεών G του παχυντή είναι περίπου $G=35 \text{ Kg/m}^2\text{day}$ ενώ η μέγιστη ταχύτητα ροής στο τύμπανο είναι ίση με 0,01 m/s.

Τα γεωμετρικά και λοιπά χαρακτηριστικά του παχυντή που υπολογίστηκαν αναλυτικά δίνονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΠΑΧΥΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Πλήθος μονάδων	2
Διάμετρος παχυντή (m)	10
Πλευρικό βάθος (m)	3,25
Κλίση πυθμένα (%)	10
Επιφάνεια (m ²)	78,5
Όγκος(m ³)	275
Διάμετρος τυμπάνου εισόδου (m)	1,0
Φορτίο στερεών (Kg/m ² *day)	35
Μέγιστη ταχύτητα ροής τυμπάνου (m/s)	0,01
Παροχή συμπυκνωμένης ιλύος (m ³ /day)	48
Ποσοστό στερεών ιλύος (%)	4,8

Αντληση συμπυκνωμένης ιλύος προς χωνευτή

Πραγματοποιείται από δύο αντλίες θετικής εκτόπισης παροχής 15 m³/hr και σε μανομετρικό 10,12 m. Ο χρόνος λειτουργίας του συστήματος των αντλιών είναι ίσος με 3,2 hr/day ενώ η άντληση πραγματοποιείται με καταθλιπτικό αγωγό Φ 100.

6.2 Χώνευση ιλύος

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου της αναερόβιας χώνευσης για την επεξεργασία των στερεών που παράγονται κατά την επεξεργασία των λυμάτων είναι τα ακόλουθα:

- Παραγωγή ιλύος που δεν αποδίδει δυσοσμία και είναι αποθηκεύσιμη ακόμη και σε υγρή μορφή
- Σημαντική μείωση του περιεχομένου σε οργανικά υλικά (από 45-55%) χωρίς σημαντική κατανάλωση ενέργειας.
- Μείωση της τάξης του 1/3 της συνολικής μάζας της ιλύος με αντίστοιχη οικονομία στην κατανάλωση αντιδραστηρίων που ρυθμίζουν την τελική επεξεργασία και στα έξοδα απομάκρυνσης ή αποτέφρωσης.
- Παραγωγή αποθηκεύσιμης ενέργειας (βιοαέριο).
- Σημαντικός όγκος έργων που εξισορροπούν την παραγωγή ιλύος από τις δεξαμενές καθίζησης και την παραγωγή αφυδατωμένης ιλύος.

Αρχή χώνευσης

Η αναερόβια χώνευση της ιλύος είναι βιολογική διαδικασία που επιτρέπει σημαντική μείωση του οργανικού φορτίου μέσω βακτηριακής ζύμωσης που παράγει μεθάνιο. Η μεθανική ζύμωση είναι διαδικασία αργή αλλά δυναμική που απαιτεί την τήρηση ορισμένων συνθηκών θερμοκρασίας, συγκέντρωσης ουσιών και φυσικοχημικών ισορροπιών.

Κατά την αναερόβια χώνευση αναπτύσσονται δύο στάδια μετατροπών που ισορροπούν:

- *Στάδιο ρευστοποίησης.* Κατά την φάση αυτή λαμβάνει χώρα η υδρόλυση του οργανικού υλικού (πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες) σε μικρότερες μοριακές μονάδες οι οποίες ακολούθως μετατρέπονται σε οργανικά οξέα μικρής αλυσίδας (οξικό, προπιονικό, βουτυρικό οξύ, τα οποία ονομάζονται πτητικά οξέα ή volatile acids (VA).
- *Στάδιο αεριοποίησης (μεθανική ζύμωση).* Τα πτητικά οξέα χρησιμοποιούνται από τα βακτήρια του σταδίου αυτού (μεθανογόνα) σαν τροφή, για την παραγωγή του μείγματος μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα που ονομάζεται βιοαέριο.

Τα μεθανογόνα βακτήρια είναι υπεύθυνα για την σταθεροποίηση των λασπών, καταναλίσκουν τα πτητικά οξέα και αναπτύσσονται πολύ αργά. Αν η συγκέντρωση των πτητικών οξέων είναι πάρα πολύ μεγάλη, τότε το μη ιονισμένο μόριο του οξέος εμφανίζει τοξικότητα προς τα μεθανογόνα βακτήρια. Έτσι πρέπει να υπάρχει ισορροπία μεταξύ των παραγόμενων οξέων του πρώτου σταδίου και των αναλυσκόμενων του δεύτερου. Το στάδιο της ρευστοποίησης χαρακτηρίζεται για την μείωση του pH λόγω της παραγωγής οξέων ενώ κατά το επόμενο στάδιο τείνουν να επικρατήσουν αλκαλικές συνθήκες λόγω σχηματισμού δισανθρακικών ιόντων και παραγωγής αμμωνίας από την αποσύνθεση των πρωτεϊνικών συστατικών. Τα μεθανικά βακτήρια είναι ευαίσθητα στις μεταβολές του pH (όσο το pH μειώνεται τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση του μη ιονισμένου μορίου των πτητικών οξέων), γι' αυτό πρέπει κατά την αναερόβια χώνευση να διατηρούμε την τιμή του pH στην περιοχή του 7 ελέγχοντας την περιεκτικότητα του αντιδραστήρα σε πτητικά οξέα. Για το λόγο αυτό διατηρείται πάντοτε στον χωνευτή μια σημαντική ποσότητα χωνευμένης ιλύος ώστε η ύπαρξη των μεθανικών μικροοργανισμών να εξουδετερώνουν τα πτητικά οξέα που παράγονται από τη φυσική οξική ζύμωση της ιλύος. Εξάλλου, το pH δεν μπορεί να δείξει μια επικείμενη επικίνδυνη κατάσταση για τον χωνευτή, επειδή το υγρό έχει την ιδιότητα να κρατά το pH σταθερό. Έτσι, ο χωνευτής είναι δυνατόν να πάρει το δρόμο για να τεθεί εκτός χωρίς να φαίνεται τίποτα μέσω του pH ενώ η απόλυτη τιμή του VA δείχνει ξεκάθαρα τις τάσεις του χωνευτή.

Η συγκέντρωση των VA ενός υγιούς χωνευτή κυμαίνεται από 50 έως 300 mg/l (σαν οξικό οξύ), ενώ η αλκαλικότητα (TAC) από 2000 έως 2500 mg/l (σαν CaCO_3). Εκείνο που παρακολουθείται στενά κατά τη λειτουργία είναι ο λόγος VA/TAC. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή του λόγου αυτού τόσο σταθερότερος είναι ο χωνευτής. Όταν η τιμή VA/TAC ξεπεράσει το 0,3 τότε ο χωνευτής έχει περιέλθει σε επικίνδυνη κατάσταση με κίνδυνο να τεθεί εκτός, δηλαδή να παύσει εντελώς κάθε βιολογική δράση μέσα σε αυτόν και να νεκρωθεί, ενώ μια ασφαλής τιμή του λόγου αυτού είναι 0,15. Ενδεικτικά, παρατίθενται οι δυο ακόλουθοι πίνακες για τους 2 χωνευτές της εγκατάστασης με τις τιμές των VA, TAC και τον λόγο VA/TAC για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο του έτους 2005, όπου είναι φανερό πως και οι δυο χωνευτές της εγκατάστασης είναι σταθερότατοι.

A1 Χωνευτής, Έτος 2005

	6-Ιουν	12-Ιουν	27-Ιουν	4-Ιουλ	12-Ιουλ	20-Ιουλ	27-Ιουλ
TAC	1800	1880	1800	1900	1880	1700	1880
VA	173	114	185	278	202	168	125
VA/TAC	0,10	0,06	0,10	0,15	0,11	0,10	0,07

A2 Χωνευτής, Έτος 2005

	6-Ιουν	12-Ιουν	27-Ιουν	4-Ιουλ	12-Ιουλ	20-Ιουλ	27-Ιουλ
TAC	1760	2000	1920	2100	2000	1800	1960
VA	149	156	163	221	245	216	115
VA/TAC	0,08	0,08	0,08	0,10	0,12	0,12	0,06

Υπάρχουν δύο μεγάλες τάξεις μεθανικών βακτηριδίων με τα διαστήματα θερμοκρασίας όπου εμφανίζουν την βέλτιστη ανάπτυξη να είναι αισθητά διαφορετικά: 33-35 °C τα μεσόφιλα βακτηρίδια και 50-60 °C τα θερμόφιλα βακτηρίδια.

Η θερμόφιλη χώνευση επιτρέπει μια μείωση των χρόνων παραμονής αλλά το κύριο πλεονέκτημά της εντοπίζεται στην καλύτερη δομή της χωνευμένης ιλύος που μπορεί να αφυδατωθεί πιο εύκολα καθώς αποτελείται από μόρια μεγαλύτερων διαστάσεων. Ωστόσο το κύριο μειονέκτημα εντοπίζεται στα μεγαλύτερα έξοδα θέρμανσης και στην μεγάλη ευαισθησία στις αλλαγές θερμοκρασίας για αυτό τον λόγο η μεσόφιλη χώνευση είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος.

Κατά καιρούς έχουν εφαρμοσθεί διάφορες τεχνικές αναερόβιας χώνευσης που διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Την μη θερμαινόμενη χώνευση
- Την θερμαινόμενη χώνευση υψηλής φόρτισης ή μέσης φόρτισης

Στην πρώτη κατηγορία πραγματοποιείται ταυτόχρονα καθίζηση της ιλύος και χώνευση των ζυμώσιμων συστατικών αυτής. Η δραστηριότητα των μεθανικών βακτηριδίων είναι αρκετά μικρή και εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία της ιλύος. Οι απαραίτητοι χρόνοι παραμονής σε συστήματα αυτού του είδους είναι της τάξης των 100 ημερών και η ευαισθησία στις θερμοκρασιακές μεταβολές εξηγεί και την αποτυχία τους.

Στη χώνευση με μέση φόρτιση πραγματοποιείται ταυτόχρονα χώνευση της ιλύος και μερική συμπύκνωση αυτής. Για το λόγο αυτό το αντιδρών μίγμα δεν ανακατεύεται στο σύνολό του ενώ θερμαίνεται κάτω από την μεσόφιλη περιοχή ώστε να μην προκαλείται σημαντική απελευθέρωση αερίου που θα επιβραδύνει την καθίζηση της σταθεροποιημένης ιλύος. Η μέση φόρτιση επιτυγχάνεται με ανάμιξη της νωπής ιλύος και μέρους της χωνευμένης ιλύος που λαμβάνεται από την υπερχειλίση του χωνευτή. Ενδεικτικά

αναφέρουμε ότι η φόρτιση στερεών του συστήματος είναι της τάξης των 0,8-1 Kg VS/m³day και οι χρόνοι παραμονής 30-40 ημέρες.

Η θερμαινόμενη χώνευση με υψηλή φόρτιση επιτυγχάνει την μέγιστη ταχύτητα του φαινομένου. Οι συνθήκες της χώνευσης στην προκειμένη περίπτωση εξασφαλίζουν μέγιστη ταχύτητα μείωσης του οργανικού φορτίου και εντατική αεριοποίηση. Η θερμοκρασία λειτουργίας είναι η μέγιστη δυνατή (35 °C), δεν πραγματοποιείται καμία συμπύκνωση της ιλύος παράλληλα με τη χώνευση αυτής και σε φορτίσεις που επιτυγχάνονται 2-2,5 Kg VS/m³day. Ο χρόνος χώνευσης μειώνεται στο διάστημα 15-20 ημερών. Στην Ε.Ε.Λ. του δήμου Χαλκιδέων χρησιμοποιείται μια παραλλαγή της θερμαινόμενης χώνευσης με υψηλή φόρτιση που είναι η χώνευση δύο σταδίων. Κατά το σχήμα αυτό χρησιμοποιούνται δύο χωνευτές, ένας πρωτοβάθμιος και ένας δευτεροβάθμιος. Ο πρώτος αναδεύεται ισχυρά και θερμαίνεται τακτικά εξασφαλίζοντας την επιθυμητή απόδοση του συστήματος ενώ ο δεύτερος :

- Επιτρέπει μια ενδιάμεση αποθήκευση.
- Τερματίζει την διαδικασία της χώνευσης.
- Εξασφαλίζει μια ορισμένη συμπύκνωση ιλύος όταν αυτό είναι εφικτό.

Η απόδοση της χώνευσης εκτιμάται από δύο κύριες παραμέτρους:

- μείωση περιεκτικότητας σε πτητικά υλικά.
- παραγωγή αερίου.

Όσον αφορά στη μείωση της περιεκτικότητας της νωπής ιλύος σε πτητικά αυτή αναμένεται να είναι τόσο σημαντικότερη όσο υψηλότερη είναι η αρχική περιεκτικότητα σε οργανικά υλικά της νωπής ιλύος. Ποσοστά μείωσης από 45-55% συναντώνται αρκετά συχνά και η απομάκρυνση των ουσιών αυτών είναι 2-3 φορές μεγαλύτερη από εκείνη που επιτυγχάνεται με αερόβια σταθεροποίηση.

Εξάλλου η παραγωγή αερίου είναι το πιο βέβαιο κριτήριο καλής λειτουργίας της χώνευσης. Μια σταθεροποιημένη χώνευση οδηγεί στην παραγωγή ενός αερίου που περιέχει κατά κύριο λόγο μεθάνιο (περίπου 65%) και διοξείδιο του άνθρακα (περίπου 35%) και μικρές ποσότητες αζώτου, αιθυλενίου και άλλων υδρογονανθράκων καθώς και υδρόθειου το οποίο είναι ο κύριος υπεύθυνος για ενδεχόμενες διαβρώσεις. Για τον λόγο αυτό περιορίζεται στο ελάχιστο η χρήση μεταλλικών κατασκευών στην ατμόσφαιρα υγροποιημένου βιοαερίου κοντά στην επιφάνεια της ιλύος. Στο ξεκίνημα της χώνευσης η περιεκτικότητα του αερίου σε

διοξείδιο του άνθρακα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την κανονική, φαινόμενο που παρατηρείται και κατά την επάνοδο του χωνευτή σε οξικές συνθήκες. Η θερμομαντική ικανότητα εξάλλου του παραγόμενου βιοαερίου της χώνευσης κυμαίνεται μεταξύ 5.000 - 6.000 Kcal/m³.

Μορφή & ανάδευση χωνευτών

Ο τύπος του χωνευτή που χρησιμοποιείται στο Κ.Ε.Λ. είναι ο πεπλατυσμένος με ανάδευση από αέριο που εγχύεται υπό πίεση στο εσωτερικό του αντιδραστήρα. Στους αντιδραστήρες αυτού του τύπου η κεντρική έγχυση αερίου στο επίπεδο του δαπέδου εξασφαλίζει την καλή κυκλοφορία της ιλύος. Για τον λόγο αυτό μια επιθυμητή σχέση μεταξύ διαμέτρων και ύψους είναι περίπου:

$$\text{Διάμετρος} = 2 \times \text{Ύψος}$$

Εν τούτοις χωρίς να διαταραχθεί η ανακύκλωση μια μορφή λιγότερο πεπλατυσμένη μπορεί να χρησιμοποιηθεί και περιοριζόμαστε στη σχέση:

$$\text{Διάμετρος} = \text{Ύψος}$$

Η εκλογή της ακριβούς σχέσης μεταξύ ύψους - διαμέτρου καθορίζεται κυρίως από την ανάγκη για την βελτιστοποίηση των έργων πολιτικού μηχανικού παρά από προβλήματα υδραυλικής της ανάδευσης. Στην περίπτωση της εγκατάστασης που εξετάζουμε ο επιλεγείς λόγος είναι ίσος με 2:1.

Ειδικότερα όσον αφορά στον τρόπο λειτουργίας της ανάδευσης, το αέριο που αναρροφάται από τον χωνευτή συμπιέζεται και στη συνέχεια εγχύεται στο κέντρο της δεξαμενής. Η παροχή είναι της τάξης των 0,8-1 m³/m²_{ελ.επ} *hr. Μια κεντρική στεφάνη στη σκεπή του χωνευτή τροφοδοτεί ένα ορισμένο αριθμό σωλήνων έγχυσης που βυθίζονται στο βάθος της κατασκευής και διατάσσονται κυκλικά έτσι ώστε να έχουμε μια ζώνη ανάμιξης ικανοποιητικών διαστάσεων. Κάθε σωλήνας είναι εξοπλισμένος με ένα μετρητή παροχής και με μια συσκευή έγχυσης νερού υπό πίεση. Μετρήσεις με ιχνηθέτες που πραγματοποιήθηκαν σε χωνευτές 11.800 m³ απέδειξαν ότι ένα τέτοιο σύστημα ανάδευσης επιτρέπει πλήρη αναμόχλευση της ιλύος σε 17 λεπτά περίπου.

Η πιο σίγουρη τεχνική που ακολουθείται και στην περίπτωση που εξετάζουμε, είναι αυτή της χρήσης των εξωτερικών εναλλακτών θερμότητας. Αυτή αποτελεί την ενδεδειγμένη λύση διότι η χρήση εσωτερικών εναλλακτών συνεπάγεται την δυσκολία συντήρησης του δικτύου τους και τη μείωση της ικανότητας ανάδευσης στο εσωτερικό του αντιδραστήρα. Επίσης, η

μέθοδος της άμεσης θέρμανσης με ατμό δεν είναι επιθυμητή καθώς δεν επιτυγχάνεται ομοιόμορφη θέρμανση με δημιουργία πολύ θερμών ζωνών και εξαιτίας της ρύπανσης των σωλήνων έγχυσης του ατμού. Το κύκλωμα των εναλλακτών αποτελείται από:

- Ένα λέβητα ζεστού νερού
- Ένα κύκλωμα ψύξης με κινητήρες που τροφοδοτούνται με το αέριο της χώνευσης. Η τροφοδοσία του νερού θέρμανσης της διάταξης χαρακτηρίζεται από θερμοκρασίες της τάξης των 65-80 °C ενώ οι συντελεστές μεταφοράς θερμότητας είναι της τάξης των 1000 Kcal/m² hr*°C. Η εγκατάσταση της θέρμανσης είναι υπολογισμένη ώστε να καλύπτει τις εξωτερικές θερμικές απώλειες των χωνευτών και να παρέχει τις απαραίτητες θερμίδες για την προθέρμανση της νωπής ιλύος. Οι εξωτερικοί εναλλάκτες είναι απόλυτα επισκέψιμοι και αποσυναρμολογίσιμοι ενώ το κύκλωμα ζεστού νερού είναι κλειστό και δεν έχει ανάγκη από συντήρηση.

Χαρακτηριστικά χωνευμένης ιλύος

Η νωπή ιλύς των αστικών λυμάτων έχει φαιό χρώμα που οφείλεται σε κοκκώδη υλικά, λίπη, ζυμώσιμα υλικά σε σήψη και είναι δύσοσμη. Η ιλύς όμως που έχει υποστεί επαρκή χώνευση έχει μαύρο χρώμα εξαιτίας του θειούχου σιδήρου που προέρχεται από τη μείωση του οργανικού θείου και των θειούχων. Πρακτικά δεν μπορούμε να ξεχωρίσουμε τα αρχικά στοιχεία εκτός από τρίχες και ορισμένους κόκκους ενώ το μεγαλύτερο μέρος των παθογόνων μικροβίων έχει εξαλειφθεί. Το ιξώδες της ιλύος αυτής είναι μειωμένο και η φυσική της αποστράγγιση αισθητά βελτιωμένη σε σχέση με αυτή της νωπής ιλύος.

Συμπύκνωση χωνευμένης ιλύος

Η συμπύκνωση της χωνευμένης ιλύος στα πλαίσια της διαδικασίας χώνευσης αν δεν πραγματοποιείται με βάση σημαντικούς χρόνους παραμονής είναι συχνά αρκεία προβληματική για την απόδοση της εγκατάστασης.

Μετά την κατανάλωση του 50% σχεδόν των οργανικών υλικών που περιέχονται στη χωνευόμενη ιλύ, η χωνευμένη ιλύς παρουσιάζει συγκεντρώσεις της τάξης των 2/3 αυτών της νωπής ιλύος. Η συμπύκνωση που μπορεί να επιτευχθεί στο προϊόν της χώνευσης εξαρτάται εκτός από τον χρόνο παραμονής και από την αναλογία της ενεργού ιλύος στην νωπή ιλύ.

Αντίθετα προκρίνεται η λύση της αποθήκευσης της χωνευμένης ιλύος στην μονάδα της δευτεροβάθμιας χώνευσης ακολουθούμενη από μηχανική αφυδάτωση αυτής.

Παραγωγή & αποθήκευση βιοαερίου

Η παραγωγή αερίου μπορεί να εκτιμηθεί σε 980-1000 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.

Διαστασιολόγηση & γεωμετρικά χαρακτηριστικά συστήματος χώνευσης

Υπάρχουν δύο πρωτοβάθμιοι χωνευτές διαμέτρου 12,9 m ο κάθε ένας και ωφέλιμου όγκου 900 m³. Ο χρόνος χώνευσης είναι ίσος με 18,75 days και το φορτίο των πτητικών αιωρούμενων στερεών ίσο με 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. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του συστήματος χώνευσης καθώς και τα χαρακτηριστικά ανάμιξης στον πρωτοβάθμιο χωνευτή δίδονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

	Πρωτοβάθμιοι Χωνευτές	Δευτεροβάθμιοι Χωνευτές
Αριθμός	2	1
Διάμετρος (m)	12,9	10,2
Εξωτερικό κυλινδρικό ύψος (m)	6,5	5,7
Ωφέλιμος όγκος (m ³)	900	500

ΑΝΑΜΙΞΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ

Θεωρητική παροχή αερίου ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{hr}$)	1
Παροχή αερίου ανά πρωτοβάθμιο χωνευτή (m^3/hr)	130
Βάθος εμφύσησης (m)	6
Μέγιστη σχετική πίεση ώθησης (bar)	1,2
Αριθμός στομιών κεφαλής ανάμιξης (ανά δεξαμενή)	10
Διάμετρος στομιών (mm)	27

Η ανάμιξη με το βιοαέριο πραγματοποιείται όπως περιγράφηκε προηγουμένως ενώ η μεταφορά του βιοαερίου πραγματοποιείται με τρεις συμπιεστές τα χαρακτηριστικά των οποίων δίδονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Παροχή αναρροφούμενου αερίου ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$) (m^3/hr)	130
Απορροφούμενη κανονική ισχύς σε πίεση (KW)	8
Ισχύς κινητήρα (KW)	11
Σχετική πίεση βιοαερίου στην έξοδο (mbar)	18

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. Η μέση ημερήσια παραγωγή αερίου για τους δύο χωνευτές είναι περίπου $2.062\text{ m}^3/\text{day}$ (ή $86\text{ m}^3/\text{hr}$) και η θερμική του ικανότητα ανέρχεται σε $11.341.000\text{ Kcal/day}$, που είναι πολλαπλάσια της απαιτούμενης για θέρμανση των χωνευτών. Χρησιμοποιείται συνεπώς δαυλός που μπορεί να καίει τουλάχιστον $86\text{ m}^3/\text{hr}$ άρα δαυλός των $100\text{ m}^3/\text{hr}$.

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 κυκλοφορεί το νερό θέρμανσης.

Οι συνθήκες λειτουργίας και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των εναλλακτών δίδονται στον επόμενο πίνακα:

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΧΩΝΕΥΤΗ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ (°C)

Είσοδος	33
Έξοδος	40
Μέση	37,5

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ (°C)

Είσοδος	70,5
Έξοδος	65,5
Μέση	68
Επιφάνεια εναλλαγής (m ²)	2,68
Ονομαστική διάμετρος σωλήνα ιλύος (mm)	88
Μήκος εναλλάκτη (m)	9,7
Διάμετρος εξωτερικού σωλήνα (mm)	114

Η κυκλοφορία της ιλύος εξασφαλίζεται από τρεις αντλίες (η μια εφεδρική) παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΠΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Παροχή (m ³ /hr)	20
Μανομετρικό ύψος (m)	8
Ταχύτητα (r.p.m.)	1.450
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	2,5
Ισχύς κινητήρα (KW)	3
Διάρκεια λειτουργίας (hrs/day)	24

Η κυκλοφορία ζεστού νερού γίνεται από ζεύγος αντλιών με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Παροχή (m ³ /hr)	10
Μανομετρικό ύψος (m)	4
Ταχύτητα (r.p.m.)	1.450
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	0,5
Ισχύς κινητήρα (KW)	1,0
Διάρκεια λειτουργίας (hr/day)	24

Τέλος η αποθήκευση του βιοαερίου πραγματοποιείται σε αεροφυλάκιο ωφέλιμου όγκου 200 m³ και η καύση της περίσσειας αυτού γίνεται σε δαυλό δυναμικότητας 100 m³/hr.

6.3 Μηχανική αφυδάτωση ιλύος

Η εγκατάσταση της μηχανικής αφυδάτωσης ιλύος σε ένα κλειστό κτίριο που περιλαμβάνει τον αφυδατωτή (PressDeg), τον χώρο φύλαξης των κροκιδωτικών αντιδραστηρίων, την αντλία τροφοδοσίας αυτών και τον ηλεκτρικό πίνακα ελέγχου. Επίσης στον ίδιο χώρο περιλαμβάνονται μια τροφοδοσία με νερό υπό πίεση 4 έως 6 bar για το πλύσιμο των φίλτρων και την προετοιμασία του διαλύματος του πολυηλεκτρολύτη (5 m³/ώρα/μέτρο πλάτους φίλτρου και ένα σύστημα απομάκρυνσης του αποξηραμένου πολτού με μεταφορικό ιμάντα σε παρακείμενο χώρο αποθήκευσης. Τα χαρακτηριστικά του θεωρούμενου εξοπλισμού δίδονται στον ακόλουθο πίνακα ως εξής:

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ

Πλήθος μονάδων	1
Τύπος	763
Πλάτος ταινίας (m)	3
Ονομαστική ικανότητα για θεωρούμενη ιλύ (Kg SS/hr*m)	150
Ονομαστική ξηρότητα (%)	30

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Ωριαία παροχή τροφοδοσίας στην ονομαστική ικανότητα (m ³ /hr)	8,5
Μέγιστη ωριαία παροχή τροφοδοσίας (m ³ /hr)	15
Ισχύς κινητήρα (KW)	4

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΟΥΣ

Συγκέντρωση έκχυσης (Kg/m ³)	1
Ονομαστική δοσολογία (Kg/tonSS)	4

Η λειτουργία του μηχανικού αφυδατωτή περιγράφεται σε γενικές γραμμές ως εξής:

Η ιλύς εισάγεται με το κροκιδωτικό σε αναμίκτη που είναι εξοπλισμένος με αναδευτήρα και στη συνέχεια διοχετεύεται σε ένα πρώτο φίλτρο στη ζώνη απόσταξης. Κατά την πορεία της ιλύος στη ζώνη αυτή η ιλύς σαρώνεται από χτένια και διαμοιράζεται σε στρώμα ομοιόμορφου πάχους με ένα κύλινδρο πάνω στο φίλτρο ενώ συγχρόνως λαμβάνει χώρα η πρώτη συμπύκνωση. Από την ποιότητα αυτής της απόσταξης που αντιστοιχεί στην απομάκρυνση του νερού των πόρων εξαρτάται η απόδοση της επόμενης συμπίεσης.

Ακολούθως η ιλύς εισέρχεται ανάμεσα στο πρώτο φίλτρο (χαμηλό) και σε ένα δεύτερο (υψηλό) υπό γωνία εξασφαλίζοντας προοδευτική συμπίεση μέχρι την πλήρη σύσφιξη που οφείλεται στο τέντωμα των φίλτρων πάνω στο τύμπανο. Η πίεση που εξασκείται στον πολτό συμπληρώνεται από τη δράση 2 κυλίνδρων που πιέζουν το τύμπανο.

Στη συνέχεια τα δύο φίλτρα περνούν ανάμεσα από μια σειρά κυλίνδρων επανεπιστροφής η μικρή διάμετρος των οποίων επιτρέπει την αύξηση της πίεσης για το στέγνωμα ενώ συγχρόνως εξασφαλίζεται διατηρητική τάση κατάλληλη για το στέγνωμα του πολτού και τη διάσπαση της δομής της ιλύος. Στην έξοδο τα δύο φίλτρα χωρίζονται και ο αποξηραμένος πολτός απελευθερώνεται με τη βοήθεια δύο αποξεστήρων και μεταφέρεται με ιμάντα στο τελικό χώρο απόθεσης.

Σημειώνεται τέλος ότι η προετοιμασία του κροκιδωτικού σε διάλυμα πραγματοποιείται με συσκευή διάχυσης μέσα σε κάδο που είναι εξοπλισμένος με ένα αναδευτήρα. Το διάλυμα στη συνέχεια αποθηκεύεται σε κάδο για να εγχυθεί μέσω μιας ρυθμιζόμενης δοσομετρικής αντλίας στον κροκιδωτή του PressDeg. Μια συμπληρωματική ποσότητα νερού διάλυσης που διευκολύνει την καλή διάχυση του κροκιδωτικού εξασφαλίζεται μέσω ενός μετρητή

παροχής. Για κροκίδωση ιλύος του είδους που προκύπτει από την χώνευση, τα κατιονικού τύπου πολυμερή είναι αυτά που χρησιμοποιούνται ευρύτερα όπως επίσης και στην περίπτωση που εξετάζουμε, με δόσεις που κυμαίνονται από 0,5 - 4 Kg άνυδρου προϊόντος ανά τόνο ξηρού προϊόντος ιλύος.

Κεφάλαιο 7 - Τεχνική Περιγραφή Τριτοβάθμιας Επεξεργασίας

Η Δ.Ε.Υ.Α. Χαλκίδας, πρωτοπορώντας στην Ελλάδα, κατασκεύασε μια μονάδα Τριτοβάθμιας Επεξεργασίας λύματος. Το επεξεργασμένο λύμα, μετά την Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης, περνάει από φίλτρα όπου απομακρύνονται όλα τα σωματίδια που μπορεί να έχει και απολυμαίνεται με την χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV). Η υπεριώδης ακτινοβολία, καταστρέφει τον πυρήνα (DNA) των μικροοργανισμών και δεν επιτρέπει τον πολλαπλασιασμό τους. Για μεγαλύτερη ασφάλεια προσθέτεται και χλώριο και το νερό πλέον είναι κατάλληλο για άρδευση. Το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων έχει ικανότητα παραγωγής 4000 m³ ημερησίως τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος. Η εγκατάσταση τριτοβάθμιας επεξεργασίας περιλαμβάνει τα έργα που περιγράφονται παρακάτω:

7.1 Διασύνδεση με την υπόλοιπη εγκατάσταση - Φρεάτιο συλλογής εκροών δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης.

Οι εκροές των δύο δεξαμενών καθίζησης οδηγούνται με ανεξάρτητους αγωγούς στα αντίστοιχα υφιστάμενα κανάλια μέτρησης παροχής. Από εκεί δια βαρύτητας και μέσω αγωγών Φ 315 συλλέγονται σε φρεάτιο συλλογής από όπου οδηγούνται προς τα έργα τριτοβάθμιας επεξεργασίας.

Το φρεάτιο συλλογής βρίσκεται δίπλα στην δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης σε στάθμη πυθμένα +1,90 έτσι ώστε να είναι δυνατή η ροή προς τα έργα τριτοβάθμιας επεξεργασίας. Η παροχή προς τα έργα της τριτοβάθμιας επεξεργασίας υπό κανονική λειτουργία των δεξαμενών καθίζησης είναι της τάξης των 200 m³/hr.

Οι ανεξάρτητοι αγωγοί μεταφοράς των εκροών από τις δύο γραμμές μπορούν να απομονώνονται μέσω χειροκίνητων δικλίδων, έτσι ώστε να είναι δυνατή η διοχέτευση των επεξεργασμένων λυμάτων από οποιαδήποτε γραμμή βιολογικής επεξεργασίας.

7.2 Μέτρηση παροχής

Τα υγρά από το φρεάτιο συλλογής μέσω αγωγού Φ 315 οδηγούνται σε φρεάτιο μέτρησης παροχής.

Η μέτρηση της παροχής γίνεται σε κλειστό αγωγό μέσω ηλεκτρομαγνητικού παροχόμετρου.

Η ονομαστική διάμετρος του οργάνου είναι DN 200 μέγιστης παροχής $300 \text{ m}^3/\text{hr}$ ενώ το εύρος μέτρησης του οργάνου αντιστοιχεί σε τιμές ταχύτητας ροής από 0,25-10 m/hr.

Το φρεάτιο τοποθέτησης του οργάνου μέτρησης παροχής είναι επισκέψιμο, φέρει μεταλλικό κάλυμμα, ενώ υπάρχει δυνατότητα παρακάμψης της διάταξης μέτρησης παροχής μέσω παρακαμπτήριου αγωγού και δικλίδων.

7.3 Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας συγκροτήματος διύλισης

Τα υγρά από το φρεάτιο μέτρησης της παροχής καταλήγουν μέσω αγωγού Φ 315 σε δεξαμενή - αντλιοστάσιο τροφοδοσίας της μονάδας διύλισης που ακολουθεί.

Σημειώνεται έτσι μεταξύ του φρεατίου συλλογής και του αντλιοστασίου υπάρχει η κατάλληλη υψομετρική διαφορά ώστε να είναι δυνατή η κατασκευή και παρεμβολή ανάμεσά τους, δεξαμενής ταχείας ανάμιξης και δεξαμενής κροκιδώσης, αν αυτό απαιτηθεί στο μέλλον. Η σύνδεση της ροής με τις μελλοντικές εγκαταστάσεις θα μπορεί να γίνει εύκολα μέσω των αναμονών συνδέσεων που υπάρχουν στο φρεάτιο μέτρησης παροχής.

Ο υγρός θάλαμος του αντλιοστασίου είναι διαστάσεων περίπου $1,5 \times 3 \times 3,6 \text{ m}$ και όγκου $11,5 \text{ m}^3$ περίπου. Η άντληση προς τη μονάδα διύλισης θα γίνεται μέσω τριών οριζόντιων φυγοκεντρικών αντλιών (μια εφεδρική) παροχής $100 \text{ m}^3/\text{hr}$, σε μανομετρικό 20 m, οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο ξηρό θάλαμο του αντλιοστασίου και εξοπλισμένες με τις αναγκαίες δικλίδες απομόνωσης και αντεπιστροφής.

Η στάθμη του πυθμένα του αντλιοστασίου είναι σε υψόμετρο +0,7 m ενώ η στάθμη οροφής στα +4,5 m, ώστε να υπάρχει ο απαραίτητος όγκος αποθήκευσης ακόμα και σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας της μιας ή και των δύο αντλιών.

7.4 Κροκίδωση

Τα υγρά πριν την είσοδό τους στα φίλτρα υφίστανται κροκίδωση με διάλυμα θειικού αργιλίου. Η έγχυση του κροκιδωτικού γίνεται μέσω δύο δοσομετρικών αντλιών (μια εφεδρική), μέγιστης παροχής 530 lt/hr, σε στατικό αναμίκτη τοποθετημένο στο κοινό καταθλιπτικό αγωγό των αντλιών τροφοδοσίας. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η πλήρης ανάμιξη των υγρών με το κροκιδωτικό.

Το συγκρότημα παρασκευής και δοσομέτρησης του θειικού αργιλίου είναι εγκατεστημένο εντός κτιρίου (κτίριο λειτουργίας) και περιλαμβάνει:

- Διάταξη προσωρινής αποθήκευσης με χοάνη χωρητικότητας 500 lt
- Μεταφορικό δοσομετρικό κοχλία παροχής 100 Kg/hr για την μεταφορά της σκόνης του θειικού αργιλίου στο δοχείο διάλυσης.
- Δοχείο διάλυσης χωρητικότητας 1.000 lt εξοπλισμένο με αναδευτήρα ισχύος 1,1 KW για την υποβοήθηση της διάλυσης.

Το συγκρότημα αποθήκευσης - παρασκευής και δοσομέτρησης κροκιδωτικού διαστασιολογείται για προσθήκη κροκιδωτικού σε αναλογία 70 mg/lt. Για ημερήσια παροχή νερού 4000 m³/day η απαιτούμενη ποσότητα θειικού αργιλίου είναι 280 Kg ενώ σε ωριαία βάση η απαιτούμενη ποσότητα είναι 14 Kg/hr.

7.5 Φίλτρα διύλισης

Στο υπάρχον σύστημα ο καθαρισμός του νερού πραγματοποιείται μέσω δύο ταυτόχρονων διεργασιών που συμβαίνουν εντός του ιδίου χώρου: της θρόμβωσης των κολλοειδών συστημάτων που εμπεριέχονται στο λύμα και της διήθησης, της συγκράτησης δηλαδή των στερεών από στρώματα πορώδους υλικού κατά την διέλευση του νερού μέσα από αυτά.

Η ανωτέρω διεργασία καλείται θρομβοδιήθηση και αποτελεί τη βέλτιστη διεργασία για την περίπτωση απομάκρυνσης αραιών και λεπτών διασπορών οι οποίες σε περίπτωση χωριστής θρόμβωσης απαιτούν μεγάλους χρόνους παραμονής. Η διεργασία της θρομβοδιήθησης πλεονεκτεί καθώς η θρόμβωση πραγματοποιείται ταυτόχρονα με τη διήθηση και ταχύτερα από ότι αν συνέβαινε μόνη της. Επιπλέον, κατά την θρομβοδιήθηση δεν απαιτείται το στάδιο της καθίζησης και εξασφαλίζεται καλύτερη ποιότητα στη τελική εκροή.

Τα χρησιμοποιούμενα φίλτρα είναι διστρωματικά καθοδικής ροής. Σημειώνεται ότι στα φίλτρα ανοδικής ροής ως κλίνη διήθησης χρησιμοποιείται το ίδιο υλικό διατασσόμενο σε δύο στρώματα διαφορετικής κοκκομετρίας. Η ροή του νερού είναι από κάτω προς τα πάνω και συναντά, αρχικά το χονδρότερο υλικό. Η επιλογή των συγκεκριμένων φίλτρων στηρίζεται στην καλύτερη απόδοση που παρουσιάζουν αυτά σε σχέση με τα αντίστοιχα ανοδικής ροής.

Η απόδοση της διήθησης εξαρτάται από δύο παράγοντες:

- Το είδος του πορώδους υλικού που χρησιμοποιείται και από τη φόρτιση της κλίνης ή αλλιώς τη ταχύτητα διέλευσης του υγρού μέσα από αυτή.
- Το είδος του πορώδους υλικού και κυρίως η κοκκομετρία του επιδρά στην ικανότητα αφαίρεσης των σωματιδίων που αιωρούνται.

Το είδος της κλίνης που εφαρμόζεται σήμερα είναι η διστρωματική αποτελούμενη από ένα χονδρόκοκκο στρώμα ανθρακίτη και ένα στρώμα άμμου λεπτής κοκκομετρίας. Σε τέτοιου είδους κλίνη συντελείται εκλεκτική διήθηση με αποτέλεσμα οι αποθέσεις τεμαχιδίων κατά μήκος των στρωμάτων να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες και να γίνεται η καλύτερη εκμετάλλευση του χώρου του φίλτρου. Η τοποθέτηση των κλινών γίνεται με πρώτο στρώμα κατά τη ροή το χονδρόκοκκο αλλά ελαφρύτερο υλικό (ανθρακίτη) όπου συγκρατούνται τα ευκολοδιήθητα υλικά μέσω μηχανισμών καθίζησης και δεύτερο στρώμα το λεπτόκοκκο αλλά βαρύτερο στρώμα άμμου όπου η συγκράτηση των στερεών γίνεται μέσω μηχανισμών σύλληψης και διάχυσης.

Η φόρτιση της κλίνης επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του φίλτρου και το χρόνο λειτουργίας. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται τιμές φόρτισης της τάξης των $25 \text{ m}^3/\text{hr}$, εντούτοις επειδή χαμηλότερη φόρτιση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης επιλέγεται τιμή $20 \text{ m}^3/\text{hr}$.

Η διύλιση των υγρών πραγματοποιείται σε δύο φίλτρα δυναμικότητας καθαρισμού $100 \text{ m}^3/\text{hr}$, ενώ υπάρχει πρόβλεψη χώρου για την εγκατάσταση μελλοντικά τρίτου φίλτρου. Η εγκατάσταση των φίλτρων έχει λάβει χώρα επί σκυροδετημένης βάσεως επιφανείας 60 m^2 .

Τα προσφερόμενα φίλτρα είναι τύπου καθοδικής ροής, διαμέτρου $2,54 \text{ m}$ και συνολικού ύψους $5,65 \text{ m}$.

Η διήθηση των υγρών πραγματοποιείται κατά την διέλευσή τους από δύο στρώσεις διηθητικού υλικού :

- Ανθρακίτη, κοκκομετρίας 1,4-2,5 mm, πάχους 1.000 mm
- Άμμο, κοκκομετρίας 0,7-1,25 mm, πάχους 800 mm

Ως υπόστρωμα των παραπάνω, τα φίλτρα φέρουν στρώση από χαλίμι πάχους 200 mm. Επιπλέον στα φίλτρα παρέχεται ελεύθερο ύψος 30% της κλίνης για την διαστολή των κλινών διήθησης.

Η λειτουργία των φίλτρων είναι αυτόματη μέσω βαλβίδων οι οποίες τροφοδοτούνται από ανεξάρτητο ζεύγος αεροσυμπιεστών.

Η πλύση των φίλτρων, ο χρόνος έναρξης της οποίας καθορίζεται από την διαφορική πίεση στην κλίνη αλλά και από χρονοδιακόπτη, περιλαμβάνει υποβιβασμό στάθμης έκπλυση με αέρα, έκπλυση με αέρα και νερό ταυτόχρονα και τέλος έκπλυση με νερό.

Ο αέρας παρέχεται από δύο λοβοειδείς ψυστήρες (ένας εφεδρικός) παροχής 350 m³/hr στα 500 mm. Η τροφοδοσία του αέρα στην κλίνη γίνεται μέσω ειδικής διάταξης των αγωγών ώστε να εξασφαλίζεται η ενυδάτωση του προσηγόμενου αέρα.

Το νερό πλύσης παρέχεται από δύο υποβρύχιες αντλίες μέγιστης παροχής 150 m³/hr στα 20 m, εγκατεστημένες στη δεξαμενή καθαρών. Οι αντλίες έκπλυσης είναι εφοδιασμένες με ρυθμιστή στρωφών (inverter), ώστε να είναι δυνατή η αυξομείωση της παροχής στην επιθυμητή τιμή.

Η διανομή του αέρα, του νερού πλύσης ή του μίγματος αέρα-νερού γίνεται μέσω ειδικών ακροφύσιων τοποθετημένων στη βάση της κλίνης ώστε να εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή του μέσου έκπλυσης σε όλη τη μάζα του διηθητικού υλικού.

Σημειώνεται ότι υπάρχει η δυνατότητα παράκαμψης του ενός φίλτρου, μέσω δικλίδων, καθώς και η εύκολη σύνδεση τρίτου φίλτρου αν απαιτηθεί στο μέλλον.

Τα φίλτρα είναι κατασκευασμένα από χάλυβα υψηλής ποιότητας, με εσωτερική αντιδιαβρωτική προστασία και εξωτερική προστασία για εγκατάσταση στην ύπαιθρο.

Η όλη μονάδα διήθησης επίσης μπορεί να παρακάμπτεται διοχετεύοντας τα υγρά από την έξοδο της διάταξης μέτρησης παροχής απευθείας στη δεξαμενή καθαρών.

7.6 Έκπλυση φίλτρου

Η πλύση του φίλτρου σκοπεύει στο καθαρισμό της κλίνης από τα σωματίδια που έχουν προσκολληθεί σε αυτή και συντελείται καθώς το μέσο έκπλυσης (αέρας, νερό ή και τα δύο ταυτόχρονα) προωθούνται στη κλίνη από τον πυθμένα προς τα άνω. Η εντολή της έκπλυσης δίνεται από διαφορικό πιεζοστάτη ο οποίος μετρά τη πτώση πίεσης εντός της κλίνης. Για πτώση πίεσης μεγαλύτερη από μια προκαθορισμένη τιμή αρχίζει ο κύκλος πλύσης. Επίσης θα υπάρχει δυνατότητα έναρξης του κύκλου πλύσης με χρονοδιακόπτη. Ειδικότερα τα φίλτρα πλένονται οπωσδήποτε σε τακτά χρονικά διαστήματα ανεξάρτητα από τη πτώση πίεσης ώστε να μην αυξάνει υπέρμετρα η συγκέντρωση στερεών στην κλίνη.

Ο κύκλος πλύσης του φίλτρου περιλαμβάνει:

- υποβιβασμός της στάθμης στο φίλτρο.
- Πλύση με αέρα.
- πλύση με αέρα και νερό.
- πλύση με νερό.
- αποχέτευση πρώτου διηθήματος.
- κανονική λειτουργία.

Υποβιβασμός στάθμης

Η ταπείνωση της στάθμης του νερού εντός του φίλτρου έως το άνω επίπεδο του πληρωτικού υλικού είναι απαραίτητη για την εκτόνωση της κλίνης. Η ταπείνωση της στάθμης γίνεται με άνοιγμα της αντίστοιχης βαλβίδας και διαρκεί περίπου 5 min.

Έκπλυση με αέρα

Η έκπλυση της κλίνης γίνεται αρχικά με αέρα και σκοπεύει στην ανάδευση της κλίνης και τη διευκόλυνση της ροής του νερού έκπλυσης κατά την επόμενη φάση.

Έκπλυση με αέρα και νερό ταυτόχρονα

Η επόμενη φάση έκπλυσης περιλαμβάνει έκπλυση της κλίνης με αέρα και νερό ταυτόχρονα. Η φάση αυτή προλαμβάνει επιστροφή σωματιδίων από το άνω μέρος προς τον

πυθμένα του φίλτρου, κάτι που μπορεί να συμβεί λόγω ανοδικής κίνησης του αέρα κατά την προηγούμενη φάση έκπλυσης. Επιπλέον η ταυτόχρονη έκπλυση με αέρα και νερό έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη απαίτηση νερού πλύσης κατά την επόμενη φάση έκπλυσης.

Έκπλυση με νερό

Τα στρώματα του πορώδους υλικού που έχουν ήδη υποστεί ρευστοποίηση κατά τις προηγούμενες φάσεις κινούνται μεταξύ τους με αποτέλεσμα οι αποθέσεις που έχουν πάνω τους να αποκολλώνται και να μεταφέρονται στο νερό έκπλυσης.

Αποχέτευση πρώτου διηθήματος

Κατά την κανονική λειτουργία του φίλτρου στην αρχή και για χρόνο 1 min το νερό οδηγείται στην αποχέτευση διότι περιέχει αιωρούμενα.

7.7 Αντλιοστάσιο στραγγιδίων

Το αντλιοστάσιο στραγγιδίων πρέπει να έχει ικανό ωφέλιμο όγκο ώστε να αποχετεύεται το νερό έκπλυσης των φίλτρων αλλά και η χημική ιλύς από τη μελλοντική καθίζηση.

Τα υγρά πλύσης συλλέγονται σε αντλιοστάσιο στραγγιδίων ωφέλιμου όγκου περίπου 30 m³. Στο αντλιοστάσιο εγκαθίστανται δύο υποβρύχιες αντλίες (μια εφεδρική), παροχής 30 m³/hr στα 10 m, οι οποίες καταθλίβουν τα υγρά έκπλυσης στην υπάρχουσα μονάδα προεπεξεργασίας των λυμάτων του βιολογικού καθαρισμού.

7.8 Μονάδα απολύμανσης UV

Τα υγρά μετά την διήθηση υφίστανται απολύμανση σε μονάδα UV. Εγκαθίστανται σε σειρά δύο μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων: η πρώτη είναι κλειστού τύπου δόσης ακτινοβολίας 55 mWs/cm² και η δεύτερη τύπου διώρυγας που παρέχει δόση ακτινοβολίας 85 mWs/cm².

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ UV

Εταιρεία κατασκευής	WEDECO Int.
Τύπος	7- KM 40
Ροή νερού	Normal 200 m ³ /hr max 290 m ³ /hr
UV transmission	70 % (1 cm από την κυψελίδα)
Αριθμός λαμπτήρων	7
Τύπος λαμπτήρων	Μέσης πίεσης, MLR 2.240, 4.000 W
Μήκος κύματος	Ευρέως πεδίου 220-280 nm
Ωφέλιμος χρόνος λειτουργίας λαμπτήρα	Min. 4.000 ώρες
Μέση δόση στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του λαμπτήρα	>55 Ws/cm ² στο τέλος της ζωής του λαμπτήρα
Υλικό κατασκευής μεταλλικού περιβλήματος	Ανοξείδωτος χάλυβας 316 TI
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	10 bar
Σύστημα καθαρισμού	Αυτόματο

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ UV

Εταιρεία κατασκευής	WEDECO Int.
Πλήθος διωργών	1
Πλήθος συστοιχειών λαμπτήρων 1	2
Πλήθος συστοιχειών λαμπτήρων 2	4
Συνολικός αριθμός λαμπτήρων	24
Υλικό κατασκευής μεταλλικού περιβλήματος	Ανοξείδωτος χάλυβας 316 TI
Μήκος διώρυγας (mm)	6.500
Πλάτος διώρυγας (mm)	472
Ύψος διώρυγας (mm)	627
Σύστημα καθαρισμού	Αυτόματο
Ωφέλιμος χρόνος λειτουργίας λαμπτήρα	Min. 4.000 ώρες
Μέση δόση στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του λαμπτήρα	>55 Ws/cm ² στο τέλος της ζωής του λαμπτήρα

Η υπεριώδης ακτινοβολία προσβάλλει την εξωτερική μεμβράνη των βακτηριδίων, καταστρέφει το γενετικό υλικό των διαφόρων μικροοργανισμών καθιστώντας τα ανενεργά.

Η υπεριώδης ακτινοβολία σε μήκος κύματος περίπου 254 nm προσβάλλει το DNA των βακτηριδίων και άλλων μικροοργανισμών με αποτέλεσμα αυτά να μη μπορούν να αναπαραχθούν. Ειδικά αναφέρεται ότι το εύρος κύματος της μικροβιοκτόνου ακτινοβολίας είναι 260-265 nm για την καταστροφή του DNA/RNA, 280 nm για την καταστροφή των ενζύμων και λιπιδίων και 220 nm για την καταστροφή των πρωτεϊνών και της κυτταρικής μεμβράνης.

Η δόση ακτινοβολίας που απαιτείται για την επίτευξη κάποιου βαθμού απολύμανσης εξαρτάται από το είδος του μικροοργανισμού. Στα λύματα ως ενδεικτικοί παθογόνοι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται τα κολοβακτηρίδια, βασικότερο είδος των οποίων είναι τα *E. Coli* και τα *Enterobacter Aerogenes*.

Η ακριβής δόση ακτινοβολίας που τελικά προσβάλει τους μικροοργανισμούς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες ανάμεσα στους οποίους είναι ο βαθμός διαπερατότητας σε ακτινοβολία των υγρών, το είδος, η διάταξη και ο αριθμός των λαμπτήρων και οι συνθήκες ροής των υγρών στο θάλαμο ακτινοβολίας. Το προσφερόμενο σύστημα σχεδιάστηκε έτσι ώστε η δόση ακτινοβολίας να είναι μεγαλύτερη από 50 mJ/cm² στο τέλος της ζωής των λαμπτήρων.

Η δόση ακτινοβολίας συνδέεται με την ένταση των λαμπτήρων I και το χρόνο παραμονής των υγρών στο θάλαμο ακτινοβολίας t μέσω της σχέσης $D=I \cdot t$. Για την ένταση του συστήματος των λαμπτήρων στο προσφερόμενο σύστημα απολύμανσης προκύπτει ότι η μέση τιμή έντασης είναι 101 mW/cm² για βαθμό διαπερατότητας 70 %. Ο απαιτούμενος χρόνος για την επιθυμητή δόση ακτινοβολίας είναι $t=0,49$ s. Για παροχή υγρών λυμάτων 200 m³/hr απαιτείται θάλαμος ακτινοβολίας ωφέλιμου όγκου 0,027 m³.

Το υπάρχον σύστημα είναι κλειστού τύπου, υπερχαλύπτει το χρόνο ακτινοβολίας για παροχή 200 m³/hr και δόση ακτινοβολίας μεγαλύτερη από 50 για διαπερατότητα 70 % στο τέλος του χρόνου ζωής των λαμπτήρων. Η ακτινοβολία παρέχεται από τέσσερις λαμπτήρες ατόμων υδραργύρου μέσης πίεσης, ισχύος 4,8 KW έκαστος που παρουσιάζουν μικρή ευαισθησία στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το σύστημα είναι εφοδιασμένο με αυτόματο σύστημα καθαρισμού και αυτόματο σύστημα ρύθμισης της έντασης της ακτινοβολίας σε συνάρτηση με τη ροή.

➤ Χλωρίωση

Τα υγρά μετά την έξοδό τους από την μονάδα απολύμανσης οδηγούνται δια βαρύτητας στη δεξαμενή καθαρών όπου υπόκεινται στο τελικό στάδιο της απολύμανσης με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) περιεκτικότητας 14% σε χλώριο.

Η δοσομέτρηση του διαλύματος γίνεται στη θέση εκροής των υγρών στη δεξαμενή καθαρών, όπου επικρατούν συνθήκες έντονης ανάμιξης και οι δοσομετρικές αντλίες δέχονται αναλογικό σήμα για την αυξομείωση της παροχής τους από το μετρητή παροχής.

Το συγκρότημα χλωρίωσης είναι εγκατεστημένο στο κτίριο λειτουργίας και περιλαμβάνει δύο δοσομετρικές εμβολοφόρες αντλίες (μια εφεδρική) μέγιστης παροχής 20 lt/hr και ένα δοχείο αποθήκευσης διαλύματος χλωρίου χωρητικότητας 500 lt.

Η διάταξη της χλωρίωσης δρα συμπληρωματικά με τη προηγούμενη μονάδα απολύμανσης UV ώστε να εξασφαλίζεται συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου στα τριτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα 0,5 mg/lt. Η δράση του χλωρίου ως απολυμαντικού εξαρτάται από δύο βασικούς παράγοντες:

- A. το χρόνο επαφής του χλωρίου με τους μικροοργανισμούς
- B. τη συγκέντρωση του χρησιμοποιημένου χλωρίου.

Άλλοι παράγοντες που επιδρούν στη δραστηριότητα του χλωρίου, όπως το pH των αποβλήτων, το είδος των μικροοργανισμών, η χημική σύσταση κ.λ.π. είναι δύσκολο να μεταβληθούν.

Για να είναι αποτελεσματική η χλωρίωση πρέπει να επικρατούν συνθήκες έντονης ανάμιξης στη θέση εφαρμογής του διαλύματος και έτσι η προσθήκη του διαλύματος στο νερό θα γίνεται στη θέση εκροής των υγρών στη δεξαμενή μετά την απολύμανση με UV.

7.9 Δεξαμενή καθαρών – αντλιοστάσιο

Η δεξαμενή καθαρών είναι ωφέλιμου όγκου 200 m³. Σε αυτή καταλήγουν τα υγρά μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία που υφίστανται και από εκεί μπορεί να διοχετευτεί με υποθαλάσσιους αγωγούς στις ακτές (Ευβοϊκή και Βοιωτική).

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε πως με τριτοβάθμια επεξεργασία του λύματος, μπορούμε από μια άχρηστη και ανεκμετάλλευτη πηγή νερού (λύματα) και να παράγουμε μεγάλες ποσότητες νερού, ακατάλληλου για ύδρευση αλλά κατάλληλου για άρδευση που χρησιμοποιείται τόσο στη νήσο Πασσά όσο και σε περιοχές γύρω από την Χαλκίδα.

Επίσης, το Κέντρο Λυμάτων Χαλκίδας τροφοδοτεί με τριτοβάθμια επεξεργασμένο λύμα την υδροβόρα βιομηχανία «Τσιμέντα Χαλκίδας» για βιομηχανική χρήση.

Για την άντληση των υγρών τοποθετούνται δώδεκα υποβρύχιες αντλίες, σε κατακόρυφη θέση ενός ειδικά διαμορφωμένου φρεατίου βάθους 1,20 m, στο πυθμένα της δεξαμενής καθαρών. Κάθε αντλία περιβάλλεται από υδροχιτώνιο ώστε να εξασφαλίζεται η ροή του υγρού καθώς και η ψύξη του κινητήρα. Η τοποθέτηση των αντλιών εντός φρεατίου είναι απαραίτητη ώστε η αντλία να είναι πάντα βυθισμένη στο υγρό και να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία της.

Η οροφή της δεξαμενής στις θέσεις τοποθέτησης των αντλιών φέρει μεταλλικά καπάκια ώστε να είναι δυνατή η ανύψωση των αντλιών. Οι καταθλιπτικοί αγωγοί όλων των αντλιών (πλην αυτών του βιομηχανικού νερού), οδηγούνται σε απόσταση ενός μέτρου από το εξωτερικό περίγραμμα του αντλιοστασίου και παρέχονται οι κατάλληλες αναμονές για την σύνδεση των τελικών καταθλιπτικών αγωγών. Ειδικά οι αντλίες του βιομηχανικού νερού συνδέονται μέσω αγωγού Φ 63, κατάλληλου μήκους με δικλείδες απομόνωσης και αντεπιστροφής με το υφιστάμενο δίκτυο βιομηχανικού νερού του βιολογικού καθαρισμού.

➤ *Κτίριο λειτουργίας*

Υπεράνω της δεξαμενής καθαρών υπάρχει κτίριο 100 m² για την στέγαση του απαιτούμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Το κτίριο στεγάζει:

- Το συγκρότημα παρασκευής και δοσομέτρησης του θειικού αργιλίου.
- Τους φυσητήρες για την έκπλυση των φίλτρων με αέρα.
- Τις μονάδες του κλειστού-ανοικτού UV.
- Το συγκρότημα δοσομέτρησης του υποχλωριώδους νατρίου.
- Τον ηλεκτρικό πίνακα κίνησης και αυτοματισμού στον οποίο παρέχεται ηλεκτρική ενέργεια από τον υποσταθμό του βιολογικού καθαρισμού
- Το κτίριο φέρει επίσης γερανογέφυρα για την ανύψωση και συντήρηση των βαρέων μηχανημάτων. Επιπλέον διαθέτει τα κατάλληλα ανοίγματα για τον εξαερισμό του χώρου και τη δημιουργία άνετων συνθηκών εργασίας σε αυτό.

Κεφάλαιο 8 - Σύστημα Ελέγχου και Λειτουργίας της Εγκατάστασης

Όλη η λειτουργία και ο έλεγχος των εγκαταστάσεων πραγματοποιείται μέσω συστήματος τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού που περιλαμβάνει:

- Δύο PLC (Programmable Logical Controllers) με τον απαραίτητο αριθμό εξόδων – εισόδων για τον έλεγχο και τη ρύθμιση της λειτουργίας του εξοπλισμού και τη συλλογή όλων των πληροφοριών που αφορούν στη κατάσταση λειτουργίας του.
- Ηλεκτρονικό υπολογιστή εφοδιασμένο με το λογισμικό πακέτο τηλεεποπτείας και τηλεχειρισμών SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition ή Σύστημα Εποπτικού Ελέγχου και Απόκτησης Δεδομένων), για τη διαχείριση όλων των πληροφοριών που συλλέγονται από το PLC και τον τηλεχειρισμό τους.

Κεφάλαιο 9 - Χημικές Αναλύσεις

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η παρουσίαση των χημικών αναλύσεων που έγιναν στο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Χαλκίδας, έτσι ώστε να γίνουν σαφέστερες οι πληροφορίες που παρέχουν το σύνολο των αποτελεσμάτων που δίνονται στο παράρτημα όσο και τα αποτελέσματα που δίνονται στις ακόλουθες παραγράφους, σε σχέση με τα περιβαλλοντικά όρια εκροής που προβλέπει η νομοθεσία για τα αστικά λύματα.

➤ ΧΛΩΡΙΟΥΧΑ

Αντιδραστήρια

Διάλυμα νιτρικού αργύρου

Διχρομικό κάλιο

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Σε μια κωνική φιάλη των 250 ml προσθέτουμε 100 ml δείγματος 5 σταγόνες δείκτη διχρομικού καλίου. Στην συνέχεια τιτλοδοτούμε με νιτρικό άργυρο μέχρι να αλλάξει χρώμα (από κίτρινο σε κόκκινο). Εναλλακτικά, μπορούμε να κάνουμε αρραίωση στο δείγμα (όταν έχει πολλά χλωριόντα) και να βάλλουμε μικρότερη ποσότητα δείγματος την οποία θα συμπληρώσουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τα 100 ml. Το τελικό αποτέλεσμα σε mg/l προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των ml του νιτρικού αργύρου που καταναλώθηκε με το 35,5 (ατομικό βάρος του χλωρίου) και με την αρραίωση αν υπάρχει.

➤ ΣΤΕΡΕΑ (SS)

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Ζυγίζουμε ένα ηθμό τον οποίο έχουμε ξηράνει και έχουμε ζυγίσει (τιμή α) και σε αυτόν διηθούμε μια ποσότητα δείγματος (V), η οποία εξαρτάται από το στάδιο της εγκατάστασης που προέρχεται το δείγμα (π.χ. για τον αερισμό διηθούμε 20 ml ενώ για τις εξόδους 800 ml), στη συνέχεια τον ξηραίνουμε σε φούρνο στους 100 °C για περίπου

2 ώρες και τον ζυγίζουμε (τιμή β). Το τελικό αποτέλεσμα σε mg/l προκύπτει από την αφαίρεση των δυο ζυγίσεων και την διαίρεσή του αποτελέσματος με τον όγκο που διηθήσαμε $[(\beta-\alpha)/V]$ και την αναγωγή στα 1000 ml.

➤ ΠΤΗΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Καίμε τον ηθμό των SS σε φούρνο στους 600 °C για περίπου 1 ώρα και τον ξαναζυγίζουμε (τιμή γ). Από το αποτέλεσμα της ζύγισης αφαιρούμε το βάρος του ηθμού ($\gamma-\alpha$). Το τελικό αποτέλεσμα προκύπτει από τον τύπο:

$$VM \% = \left(1 - \frac{\beta - \alpha}{\gamma - \alpha} \right) * \%$$

➤ TEST ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ (SVI-DSVI)

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Το test καθίζησης αποτελεί ένα σπουδαίο δείκτη και δείχνει την καθιζησιμότητα της ιλύος. Ένα λίτρο ιλύος από την δεξαμενή αερισμού αφήνεται να καθιζήσει μέσα σε ένα κύλινδρο επί 30 λεπτά, έτσι ώστε να διαχωριστεί η ιλύς από το νερό. Αν V είναι ο όγκος σε ml της διαχωρισθείσας ιλύος και SS τα στερεά της πριν την καθίζηση σε g/l τότε SVI (Sludge Volume Index) = V/SS. Όταν η ιλύς είναι διογκωμένη και ο δείκτης SVI είναι μεγαλύτερος του 300, τότε πρέπει να εκτιμούμε την καθιζησιμότητα με τον δείκτη DSVI (Diluted Sludge Volume Index). Ο δείκτης DSVI εκτιμάται ως ακολούθως: αραιώνουμε την ιλύ με νερό, σε αναλογία νερό/ιλύς = 1, κάνουμε το test καθίζησης των 30 λεπτών με ένα λίτρο μείγματος και συμβολίζουμε με SV_{30} τον όγκο της διαχωρισθείσας ιλύος. Αν αυτός είναι μεγαλύτερος από 200 κάνουμε εκ νέου το test καθίζησης με λόγο νερό/ιλύς = 2 και

ούτω καθεξής μέχρι να πετύχουμε SV_{30} μικρότερο του 200. Αν N είναι η αναλογία νερού/ιλύς τότε ο δείκτης DSVI ορίζεται ως εξής:

$$DSVI = \frac{SV_{30} * 2^N}{SS}$$

➤ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ (Τ%)

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Η παράμετρος αυτή μετρήθηκε στο φασματοφωτόμετρο SHIMADSU UV-1204 του Εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας της εγκατάστασης. Αρχικά, επιλέγουμε λυχνία δευτερίου και στη συνέχεια επιστρέφουμε στο αρχικό μενού και επιλέγουμε να γίνει μέτρηση της διαπερατότητας. Στην συνέχεια επιλέγουμε μήκος κύματος $\lambda = 254 \text{ nm}$ και τοποθετούμε στην 1^η θέση του φωτόμετρου μια κυψελίδα χαλαζία με απιονισμένο και πατάμε την ένδειξη “Auto zero”, έτσι ώστε να μηδενίσουμε την ένδειξη του φωτόμετρου. Έπειτα, αφαιρούμε τη κυψελίδα από το φωτόμετρο και βάζουμε στην θέση της μια κυψελίδα (χαλαζία) με το δείγμα και η ένδειξη που θα πάρουμε θα είναι η διαπερατότητα (Τ%).

➤ ΝΙΤΡΙΚΑ

Αντιδραστήρια

Merck test NO_3 1.14773.0001

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Σε δοκιμαστικό σωλήνα βάζουμε ένα κουταλάκι από το αντιδραστήριο NO_3^- -1A και 5 ml από το αντιδραστήριο NO_3^- -2A και ανακατεύουμε καλά. Στη συνέχεια προσθέτουμε 1,5 ml δείγματος και ανακατεύουμε ξανά. Περιμένουμε δέκα λεπτά και αφού μηδενίσουμε την ένδειξη του φωτόμετρου με την βοήθεια ενός «τυφλού» δείγματος (απιονισμένο νερό) μετράμε στο φωτόμετρο στα 515 nm.

➤ **ΑΜΜΩΝΙΑ**ΑντιδραστήριαMerck test NH_4 1.14752.0001Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Αρχικά, τοποθετούμε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml δείγματος, επειδή όμως πολλές φορές περιμένουμε μεγάλες τιμές αμμωνίας κάνουμε κατάλληλη αρραίωση, δηλαδή τοποθετούμε μικρότερη ποσότητα δείγματος και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τα 5 ml. Στη συνέχεια προσθέτουμε 0,6 ml από το αντιδραστήριο NH_4^- 1B και ένα κουταλάκι από το αντιδραστήριο NH_4^- 2B, αναδεύουμε και περιμένουμε για 5 λεπτά. Μετά το πέρας του πεντάλεπτου προσθέτουμε 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο NH_4^- 3B, αναδεύουμε ξανά και περιμένουμε 5 λεπτά μέχρι να μετρήσουμε τα δείγματα στο φωτόμετρο (στα 690 nm).

➤ **ΦΩΣΦΟΡΟΣ**ΑντιδραστήριαMerck test PO_4 1.14848.0001

Θειικό οξύ (10% v/v)

 KOH (6N) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$

Πέτρες βρασμού

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Για να μετατρέψουμε όλες τις μορφές φωσφόρου σε ορθοφωσφορικά (PO_4^{-3}) τοποθετούμε σε μια κωνική φιάλη 25 ml δείγματος στην οποία προσθέτουμε 1 ml θειικό οξύ, $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ και πέτρες βρασμού και την θερμαίνουμε μέχρι ο όγκος του δείγματος να φτάσει τα 10 ml. Στη συνέχεια προσθέτουμε 1 ml καυστικό κάλιο και επαναφέρουμε τον όγκο στα 25 ml προσθέτοντας απιονισμένο νερό. Μετά το πέρας αυτής της διαδικασίας τοποθετούμε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml δείγματος και

επειδή πολλές φορές περιμένουμε μεγάλες τιμές φωσφόρου, κάνουμε κατάλληλη αραιώση, τοποθετούμε δηλαδή μικρότερη ποσότητα δείγματος και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό μέχρι τα 5 ml. Στη συνέχεια, προσθέτουμε πέντε σταγόνες από το αντιδραστήριο P- 1A και ένα κουταλάκι από το αντιδραστήριο P- 2A, αναδεύουμε καλά, περιμένουμε πέντε λεπτά και αφού μηδενίσουμε την ένδειξη του με τη βοήθεια «τυφλού» δείγματος, μετράμε στο φωτόμετρο.

➤ COD

Αντιδραστήρια

Merck test COD 1.14541.0001

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Σε ένα μπουκαλάκι COD προσθέτουμε 3 ml δείγματος, ανακατεύουμε και μετά το τοποθετούμε στους 150 °C για δυο ώρες. Έπειτα, το αφήνουμε να κρυώσει για τουλάχιστον 10 λεπτά και μετράμε στο φωτόμετρο.

➤ BOD

Αντιδραστήρια

Σταγόνες NTH 600

Χάπια NaOH

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Αρχικά, τοποθετούμε τον κατάλληλο όγκο δείγματος στις φιάλες, ανάλογα με το αναμενόμενο BOD. Για παρεμποδιστή νιτροποίησης προσθέτουμε, ανάλογα με τους όγκους, σταγόνες NTH 600. Στη συνέχεια τοποθετούμε ένα μαγνητάκι στην κάθε φιάλη και δυο χάπια NaOH στο πλαστικό καπάκι, το οποίο τοποθετούμε με προσοχή στο μπουκάλι ώστε να μην έρθει σε επαφή με το δείγμα. Στην συνέχεια η φιάλη πωματίζεται αεροστεγώς με ειδικό πώμα «OxiTop», το οποίο είναι εφοδιασμένο με ηλεκτρονικό σύστημα μέτρησης της υποπίεσης στη φιάλη και ηλεκτρονικής ένδειξης του καταναλωθέντος οξυγόνου (BOD₅, mg/l). Πιέζοντας

ταυτόχρονα τα πλήκτρα S και M του πώματος «ΟxīTop», το μηχάνημα θα αρχίσει να μετράει αυτόματα. Τέλος, τοποθετούμε τα μπουκάλια για επώαση στους 20 °C για πέντε μέρες και για να δούμε την ισχύουσα μέτρηση πατάμε το πλήκτρο M και για την αποθηκευμένη πατάμε το πλήκτρο S.

➤ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Αντιδραστήρια

Θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη κολοβακτηριδίων

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Αρχικά, αποστειρώνουμε τα άκρα λαβίδας σε φλόγα, τα αφήνουμε να ψυχθούν, παραλαμβάνουμε την αποστειρωμένη μεμβράνη διήθησης από τη συσκευασία της και την τοποθετούμε στη συσκευή διήθησης, έχοντας ήδη φροντίσει να αποστειρώσουμε την υποδοχή διήθησης έτσι ώστε να αποφευχθούν πιθανές επιμολύνσεις. Έπειτα, τοποθετούμε στο τρυβλίο το θρεπτικό υλικό, μεταφέρουμε με αποστειρωμένο κύλινδρο κατάλληλη ποσότητα δείγματος στη συσκευή διήθησης και διηθούμε το δείγμα. Στη συνέχεια, μεταφέρουμε την μεμβράνη διήθησης πάνω στο θρεπτικό υλικό προσέχοντας να μην εγκλωβιστεί αέρας μεταξύ της μεμβράνης και του θρεπτικού υλικού. Ακολούθως, τα τρυβλία αναστρέφονται, σημειώνεται η ταυτότητά τους και επάζονται σε φούρνο στους 36 °C για 24 ώρες. Τέλος, γίνεται καταμέτρηση των αποικιών (συνήθως χρώματος ροζ έως βαθύ κόκκινο) που έχουν δημιουργήσει τα ολικά κολοβακτηριοειδή στην επιφάνεια της μεμβράνης.

➤ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική τόσο στη γραμμή των υγρών όσο και των στερεών. Η χαμηλή θερμοκρασία στο ανάμεικτο υγρό μειώνει σημαντικά τη δραστηριότητα των κανονικών βακτηρίων, τα οποία βοηθούν στην καθίζηση των συσσωματωμάτων της λάσπης, όπως επίσης και τη δραστηριότητα των νιτροποιητικών βακτηρίων. Η μείωση της ανταγωνιστικότητας των κανονικών βακτηρίων στις χαμηλές θερμοκρασίες έχει σαν συνέπεια την ανάπτυξη νηματοειδών βακτηρίων τα οποία βοηθούν στην επίπλευση της λάσπης στην επιφάνεια των δεξαμενών καθίζησης. Επίσης, η θερμοκρασία παίζει πολύ μεγάλο ρόλο και στην αναερόβια χώνευση της λάσπης. Τα βακτήρια αναλίσκουν ρύπους και

αναπτύσσονται ταχύτερα σε υψηλότερες θερμοκρασίες, πράγμα που επιτρέπει την αύξηση της φόρτισης του χωνευτή, την καλύτερη σταθεροποίηση της λάσπης και την μεγαλύτερη παραγωγή βιοαερίου. Η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται με συσκευή εφοδιασμένη με ηλεκτρόδιο πλήρως εμβαπτιζόμενο στο δείγμα, το οποίο παρέχει απευθείας μέτρηση τόσο της θερμοκρασία, όσο και του pH, του οξυδοαναγωγικού δυναμικού (Redox potential) και των ολικών διαλυμένων στερεών (TDS).

➤ pH

Το pH επηρεάζει τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών και γι' αυτό πρέπει να κινείται σε όσο το δυνατόν περισσότερο ουδέτερες περιοχές (6,8 μέχρι 8,5) κάτι που την κάνει μια πολύ σημαντική μέτρηση ειδικά για την δεξαμενή αερισμού. Το pH όμως είναι πολύ σημαντικό και στο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης της λάσπης (πρέπει να είναι μεταξύ 6,8 και 7,2), αφού όσο το pH μειώνεται τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση των πτητικών οξέων, η οποία αν ξεπεράσει μια τιμή συγκέντρωσης (10 mg/l) δρα τοξικά στα μεθανογόνα βακτήρια. Η μέτρηση του pH γίνεται με ειδική συσκευή εφοδιασμένη με ηλεκτρόδιο πλήρως εμβαπτιζόμενο στο δείγμα, η οποία παρέχει απευθείας ένδειξη της τιμής του στην οθόνη της συσκευής.

➤ REDOX POTENTIAL

Το Redox potential (οξειδοαναγωγικό δυναμικό), χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της κατάστασης των νερών και συγκεκριμένα του κατά πόσο τα νερά βρίσκονται σε αναερόβιες ή αερόβιες συνθήκες. Όταν το $R_p \leq 40$ mV έχουμε σηπτικό περιβάλλον, όταν $R_p < -250$ mV τότε έχουμε συνθήκες αναερόβιας χώνευσης και όταν $R_p > 300$ mV τότε το περιβάλλον είναι έντονα και υπερβολικά οξειδωτικό. Το R_p είναι χρήσιμο στη λειτουργία της αναερόβιας χώνευσης και των αναερόβιων δεξαμενών που κάνουν αφαίρεση φωσφόρου ενώ επίσης δίνει χρήσιμες πληροφορίες για την λειτουργία του συστήματος ενεργούς ιλύς αφού εάν υπάρχει αστάθεια αερόβιων συνθηκών στο στάδιο αυτό δεν έχουμε σταθερές συνθήκες σωστής ανάπτυξης και διαβίωσης βακτηρίων. Η μέτρηση του οξειδοαναγωγικού δυναμικού γίνεται με ειδική συσκευή εφοδιασμένη με ηλεκτρόδιο πλήρως εμβαπτιζόμενο στο δείγμα.

➤ **TAC – VA**ΑντιδραστήριαΔιάλυμα H_2SO_4 0,1MΔιάλυμα NaOH 0,1MΠεριγραφή πειραματικής διαδικασίας

Αρχικά, ομογενοποιούμε τα δείγματα και τοποθετούμε σε φυσίγγια φυγοκέντρωσης 25 ml από το καθένα. Φυγοκεντρούμε στα 300 rpm για 10 λεπτά και τοποθετούμε το υπερκείμενο υγρό από κάθε φυσίγγιο σε ένα ποτήρι ζέσεως. Στη συνέχεια, τοποθετούμε 50 ml απεσταγμένο νερό, ανακατεύουμε και φυγοκεντρούμε και πάλι τα δείγματά μας. Τοποθετούμε το υπερκείμενο υγρό από κάθε φυσίγγιο στο ίδιο ποτήρι ζέσεως που χρησιμοποιήσαμε νωρίτερα και προσθέτουμε 50 ml απεσταγμένο νερό σε κάθε φυσίγγιο. Φυγοκεντρούμε και πάλι, συλλέγουμε το υπερκείμενο υγρό από κάθε φυσίγγιο και το τοποθετούμε στο ποτήρι ζέσεως (θα πρέπει να περιέχει 120 ml). Έπειτα, βάζουμε μαγνήτη στο ποτήρι ζέσεως και το ηλεκτρόδιο pH-μέτρου και τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως σε μαγνητικό αναδευτήρα.. Μόλις σταθεροποιηθεί η ένδειξη του pH-μέτρου, προσθέτουμε με σιφώνιο διάλυμα H_2SO_4 0,1M μέχρι να γίνει το pH ίσο με 4 και σημειώνουμε τον αριθμό των ml του H_2SO_4 που χρησιμοποιήσαμε (μέτρηση Α). Προσθέτουμε μερικές σταγόνες ακόμη από το διάλυμα H_2SO_4 μέχρι το pH να γίνει ίσο με 3,5, αδειάζουμε το περιεχόμενο του ποτηριού ζέσεως σε κωνική φιάλη και το τοποθετούμε σε βραστήρα. Μόλις ο όγκος του δοχείου κατέβει στα 10 ml, το απομακρύνουμε από τη φωτιά και επανατοποθετούμε το ηλεκτρόδιο του pH-μέτρου στο δοχείο. Στη συνέχεια, προσθέτουμε με σιφώνιο στο υγρό του δοχείου διάλυμα NaOH 0,1M μέχρι το pH του υγρού να γίνει ίσο με 4 και σημειώνουμε τον αριθμό των ml NaOH που χρησιμοποιήσαμε για να επιτευχθεί η αύξηση αυτή του pH (μέτρηση Β). Τέλος, ανεβάζουμε το pH του υγρού με διάλυμα NaOH έως ότου το pH γίνει ίσο με 7 και σημειώνουμε τον αριθμό των ml που χρησιμοποιήσαμε για να επιτευχθεί η νέα αύξηση του pH (μέτρηση Γ).

Η τιμή της ολικής αλκαλικότητας δίνεται από τον τύπο:

$$\text{TAC} = \frac{A * 0,1 * 1000}{25} = A * 4, \text{meq/l}$$

$$\dot{\eta} \text{ TAC} = A \cdot 4 \cdot 50 = A \cdot 200 \text{ mg/l CaCO}_3$$

Και η τιμή των πτητικών οξέων δίνεται από τον τύπο :

$$VA = \frac{(\Gamma - B) \cdot 0,1 \cdot 1000}{25} = (\Gamma - B) \cdot 4, meq/l$$

$$\dot{\eta} VA = (\Gamma - B) \cdot 4 \cdot 60 = (\Gamma - B) \cdot 240 \text{ mg/l CH}_3\text{COOH}$$

➤ SS (ΓΡΑΜΜΗ ΣΤΕΡΕΩΝ)

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Αρχικά, ομογενοποιούμε τα δείγματα και τοποθετούμε σε φυσίγγια φυγοκέντρωσης 25 ml από το καθένα, εκτός από το δείγμα της νωπής για το οποίο τοποθετούμε 50 ml. Φυγοκεντρούμε στα 300 rpm για 10 λεπτά και απομακρύνουμε το υπερκείμενο υγρό από κάθε φυσίγγιο. Στη συνέχεια, ζυγίζουμε 8 δοχεία, στα οποία θα τοποθετήσουμε την φυγοκεντρημένη λάσπη και καταγράφουμε το βάρος του καθενός (τιμή Α). Έπειτα, τοποθετούμε το κάθε δείγμα σε ένα δοχείο και ξαναζυγίζουμε το βάρος του δοχείου (τιμή Β). Το βάρος της καθαρής λάσπης θα είναι $\Gamma = B - A$. Στη συνέχεια, τοποθετούμε τα δοχεία σε φούρνο στους 100 °C για 24 ώρες, τα ζυγίζουμε (τιμή Δ) και υπολογίζουμε το βάρος της ξηρής λάσπης ($E = \Delta - B$). Το τελικό αποτέλεσμα δίνεται σε mg/l αν διαιρέσουμε το βάρος της ξηρής λάσπης με τον όγκο που φυγοκεντρήσαμε και με αναγωγή στα 1000 ml.

➤ VM% (ΓΡΑΜΜΗ ΣΤΕΡΕΩΝ)

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Τοποθετούμε τα δοχεία σε φούρνο στους 600 °C για περίπου 1 ώρα και τα ξαναζυγίζουμε. Για το τελικό αποτέλεσμα, ακολουθούμε την ίδια μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε στη γραμμή των υγρών για τον υπολογισμό του VM%.

➤ **ΞΗΡΟΤΗΤΑ %**

Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

Γνωρίζοντας το βάρος της φυγοκεντρημένης λάσπης (τιμή Γ) και το βάρος της μετά την ξήρανση σε φούρνο στους 100 °C (τιμή Ε), μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε την ξηρότητα % της λάσπης με τον τύπο :

$$\text{Ξηρότητα}\% = \frac{E}{\Gamma} * 100\%$$

Όλα τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν για κάθε στάδιο της εγκατάστασης, παρατίθενται σε μορφή πινάκων στο παράρτημα της εργασίας αυτής.

Κεφάλαιο 10 – Αποτελέσματα ελέγχου ποιότητας εκροής

10.1 Περιβαλλοντικά όρια εκροής

Το Κ.Ε.Λ. της Χαλκίδας έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί ώστε να επιτυγχάνει τα όρια εκροής σύμφωνα με την οδηγία 91/271 της Ε.Ε. για τα αστικά λύματα. Με βάση αυτή την οδηγία για εγκαταστάσεις του μεγέθους της συγκεκριμένης Ε.Ε.Λ., τα όρια εκροής είναι:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑ ΕΚΡΟΗΣ
SS	35 mg/l
BOD5	25 mg/l
COD	125 mg/l
N - NH ₄	80% της εισόδου
P	2 mg/l

Στην επόμενη παράγραφο παρατίθενται σε μορφή διαγραμμάτων τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έγιναν τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο των ετών 2004-2005, σε σχέση με τις παραπάνω παραμέτρους, έτσι ώστε να έχουμε μια καλύτερη εικόνα για την ποιότητα της εκροής της εγκατάστασης σε σχέση με τα παραπάνω όρια για τους προαναφερθέντες μήνες.

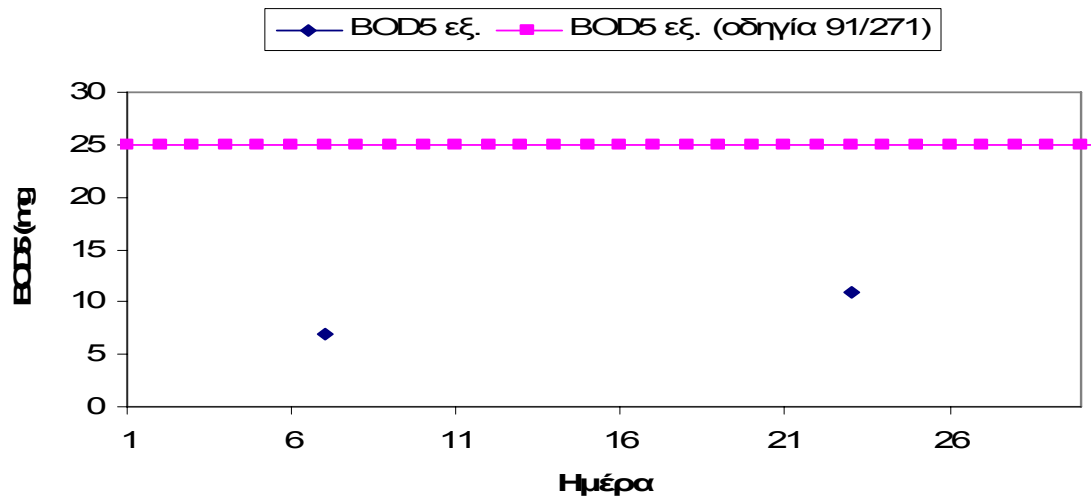
10.2 Αποτελέσματα της Επεξεργασίας στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Χαλκίδας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Χαλκίδας παράγεται δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια επεξεργασμένο λύμα γι' αυτό θα πρέπει να εξετάσουμε αν και οι δυο εκροές καλύπτουν τα όρια που προβλέπει η νομοθεσία.

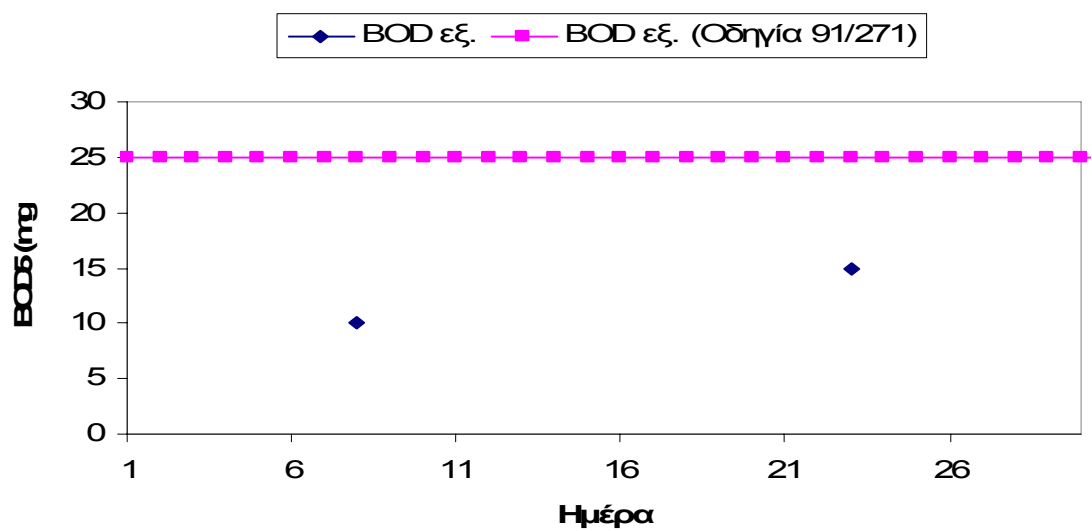
Δευτεροβάθμια επεξεργασμένο λύμα

Ιούνιος 2005

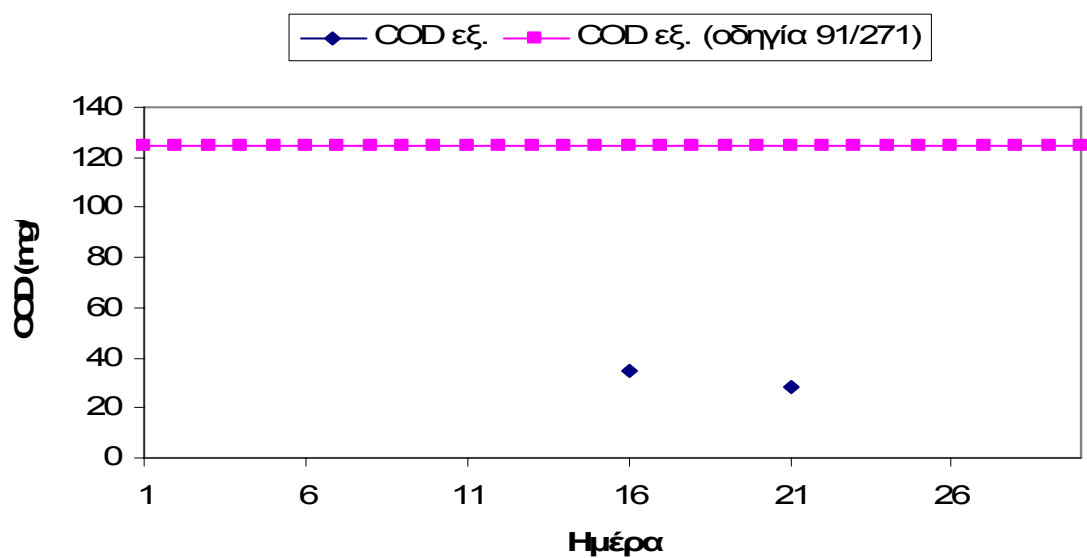
- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το οργανικό φορτίο BOD και COD είναι πάντα στο πλαίσιο της οδηγίας και για τις 2 γραμμές ροής της εγκατάστασης (διαγράμματα 1,2,3,4).



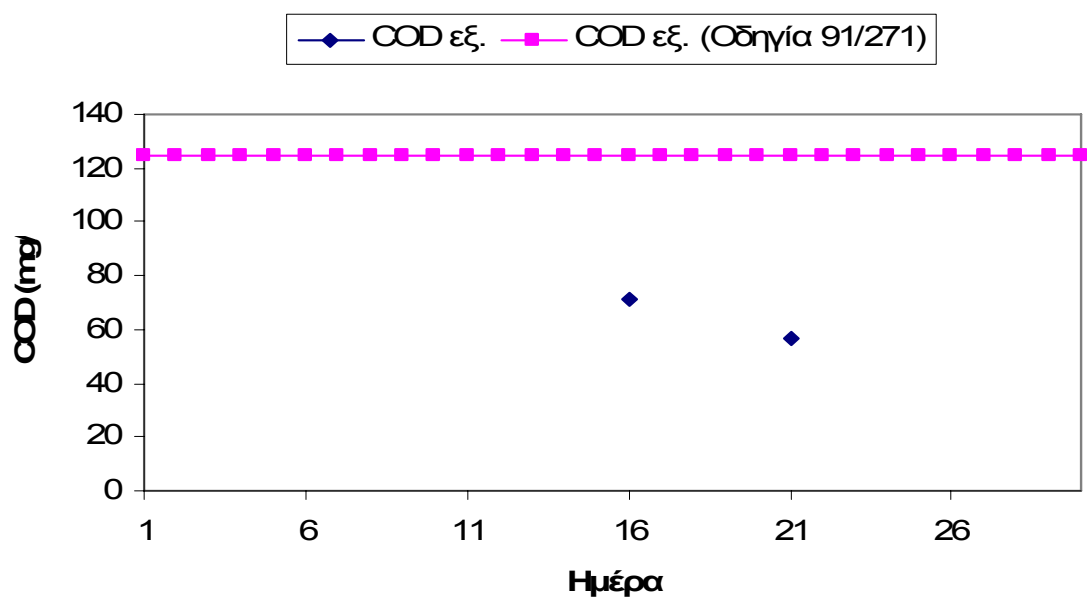
Διάγραμμα 1. B.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005



Διάγραμμα 2. B.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

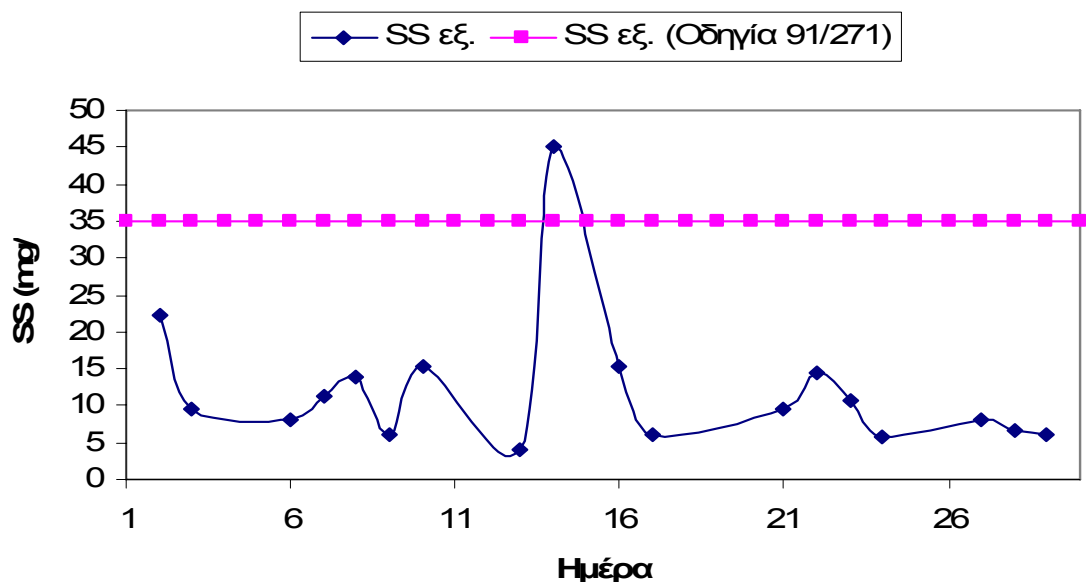


Διάγραμμα 3. C.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

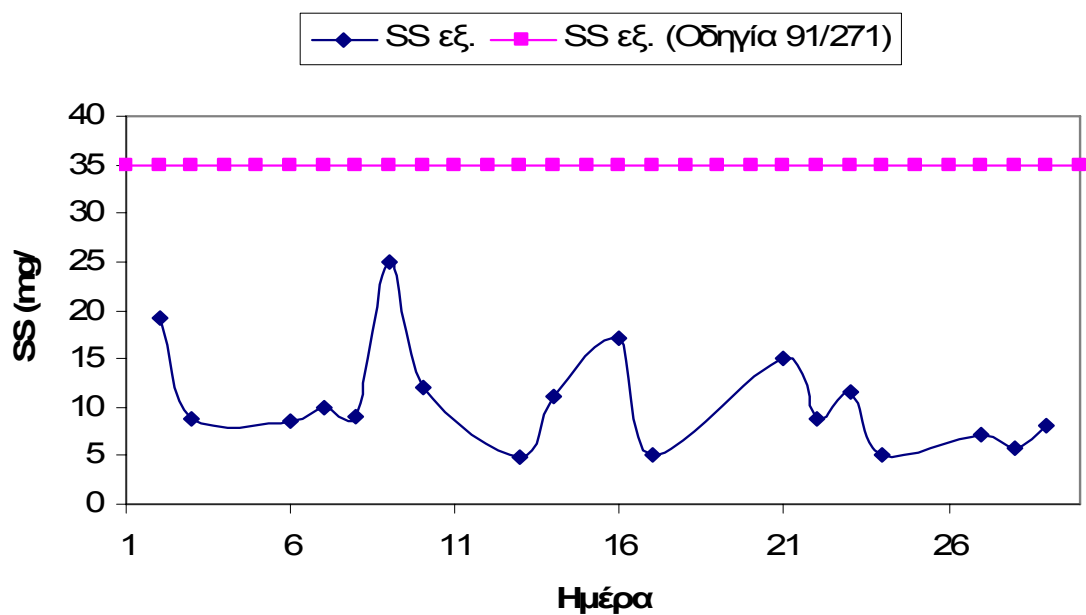


Διάγραμμα 4. C.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

- ❖ Επίσης, όπως δείχνουν και τα ακόλουθα διαγράμματα, η απόδοση της εγκατάστασης ως προς τα SS (διάγραμμα 5,6) είναι επίσης στο πλαίσιο της οδηγίας και για τις δυο γραμμές ροής εκτός από την 15^η μέρα του μήνα όπου στην 1^η γραμμή ροής έχουμε υπέρβαση του ορίου κατά 10 mg/l.

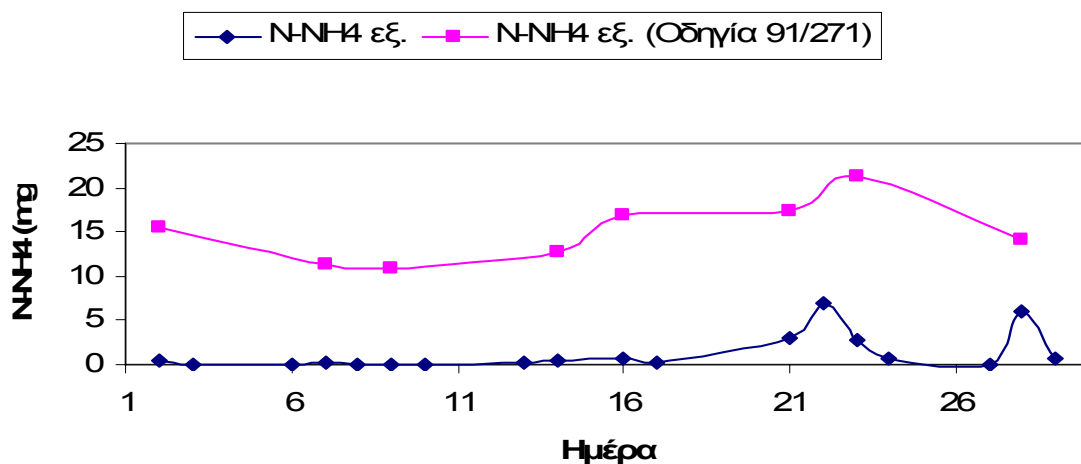


Διάγραμμα 5. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

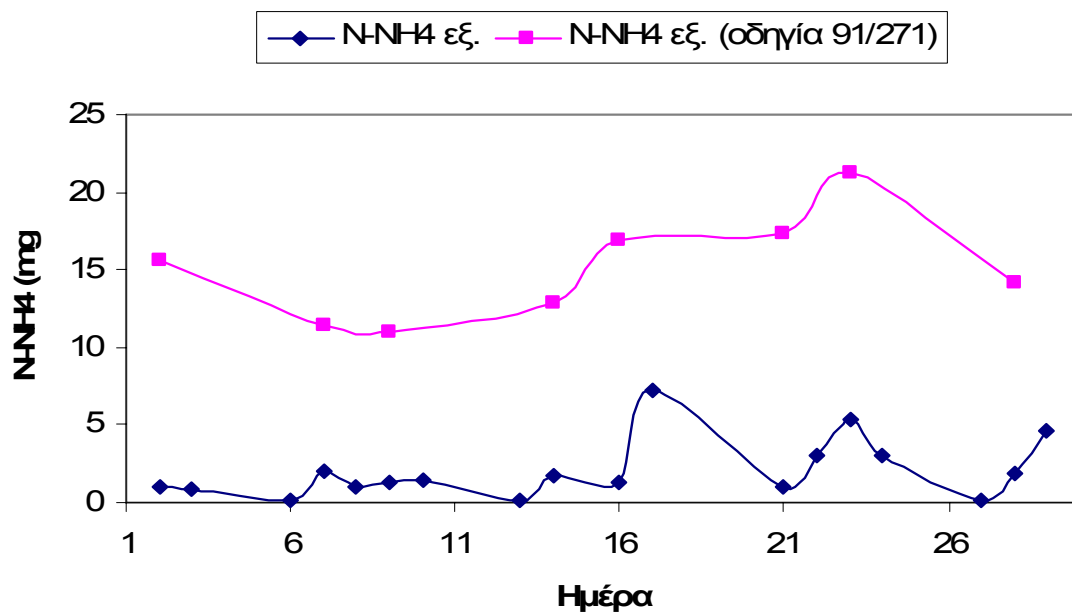


Διάγραμμα 6. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το αμμωνιακό άζωτο (διάγραμμα 7,8) είναι στο πλαίσιο της οδηγίας και μάλιστα υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και για τις 2 γραμμές ροής, με την μέγιστη τιμή στην Α' γραμμή ροής να φτάνει τα 7 mg/l και στην Β' γραμμή ροής τα 7,2 mg/l..

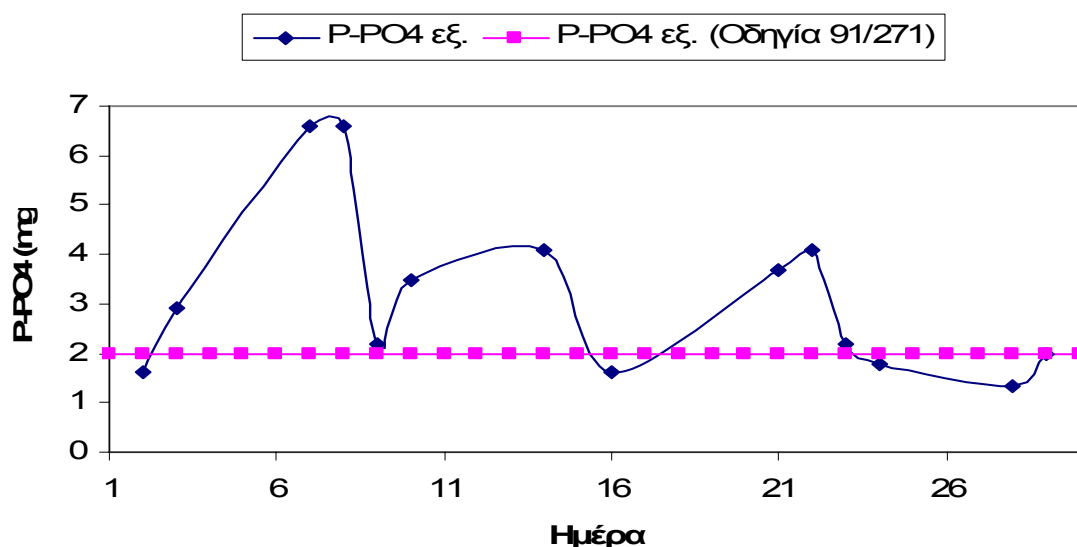


Διάγραμμα 7. N-NH₄ (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

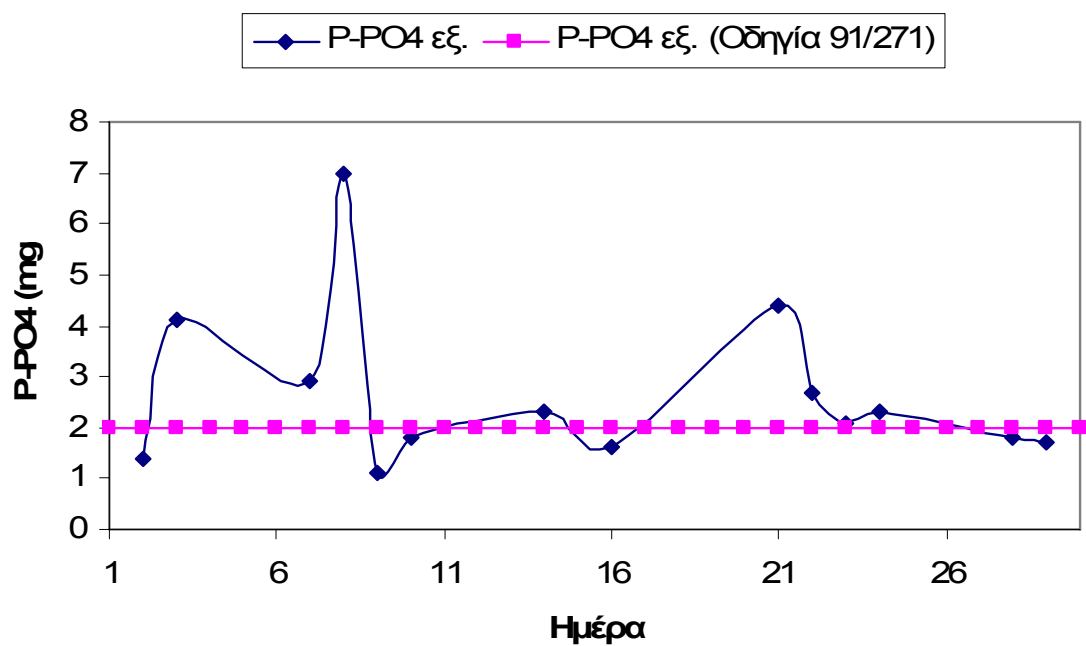


Διάγραμμα 8. N-NH₄ (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το P-PO₄, όπως δείχνουν και τα ακόλουθα διαγράμματα (διαγράμματα 9,10), υπερβαίνει το όριο εκροής σε παραπάνω από τα μισές μετρήσεις που έγιναν τον μήνα Ιούνιο, με μέγιστο τα 5 mg/l πάνω από το όριο που προβλέπει η νομοθεσία. Αυτό είναι λογικό δεδομένου ότι τα φορτία εισόδου δεν είναι ίδια ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της απομάκρυνσης του φωσφόρου γίνεται με την χρήση κροικιδωτικού (θειικού αργιλίου, παράγραφος 5.2) , του οποίου η δοσολογία δεν μεταβάλλεται ανάλογα με την συγκέντρωση του φωσφόρου στην είσοδο των Ε.Ε.Λ., αφού οι χημικές αναλύσεις υστερούν κατά ένα εικοσιτετράωρο της πραγματικής εισόδου, καθώς πραγματοποιούνται σε σύνθετο εικοσιτετράωρο δείγμα.



Διάγραμμα 9. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

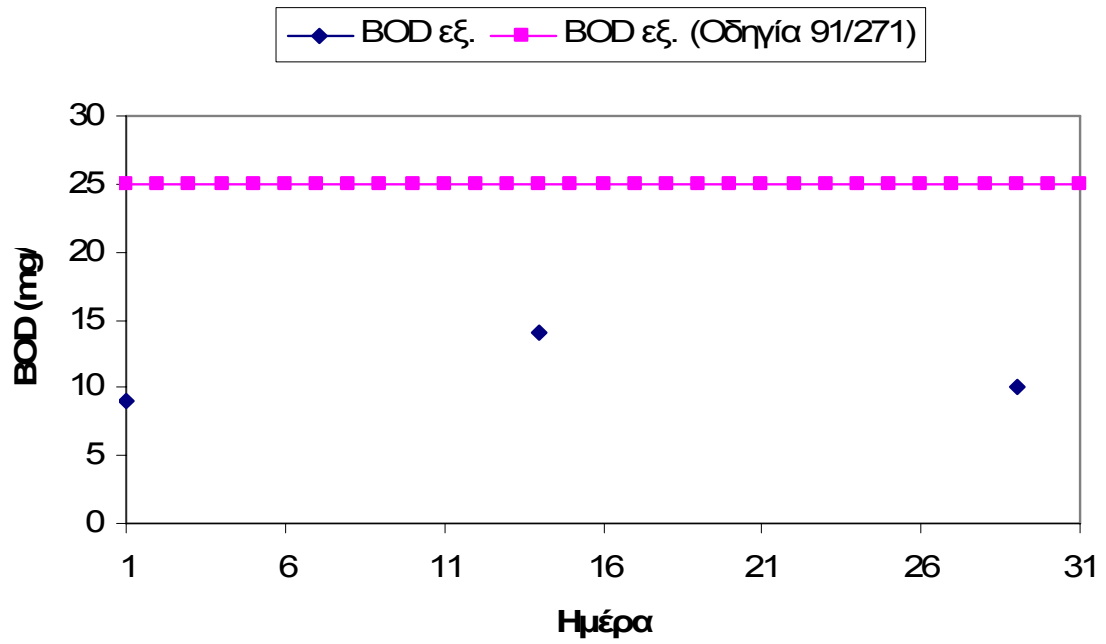


Διάγραμμα 10. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2005

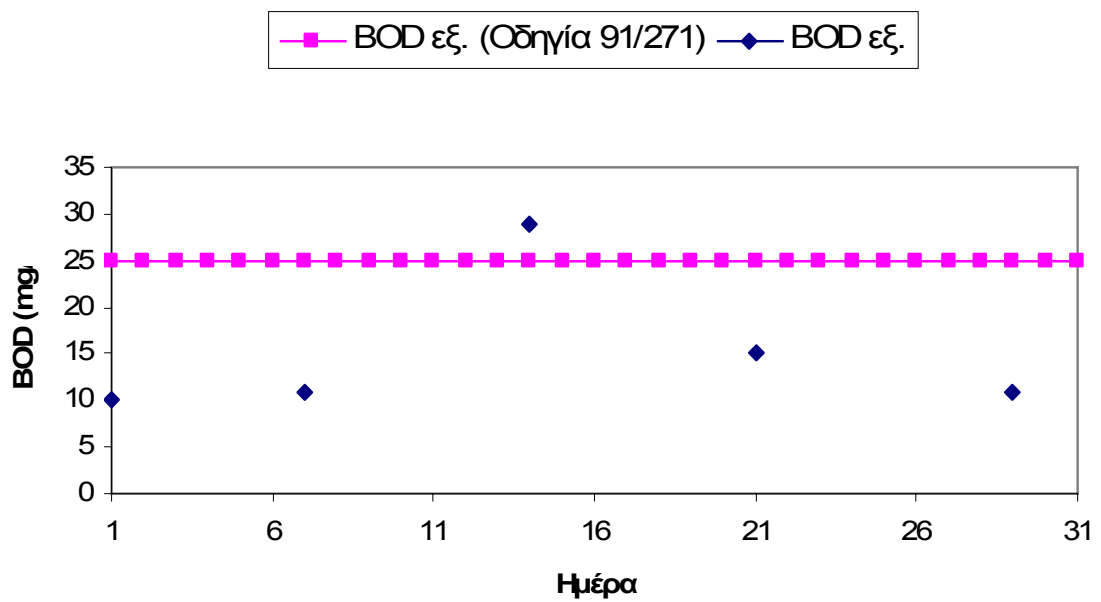
Ιούλιος 2005

Παρατηρούμε ότι :

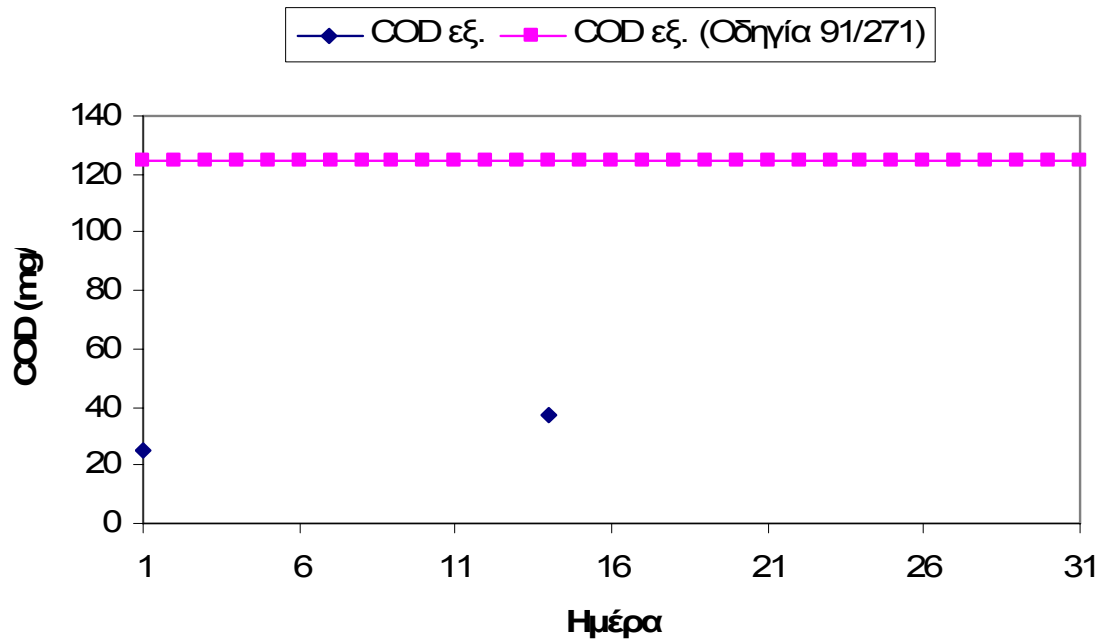
- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το οργανικό φορτίο BOD και COD είναι πάντα στο πλαίσιο της οδηγίας και για τις 2 γραμμές ροής της εγκατάστασης εκτός από την 15^η μέρα του μήνα όπου στην Β' γραμμή ροής έχουμε υπέρβαση του ορίου κατά 4 mg/l (διαγράμματα 11,12,13,14).



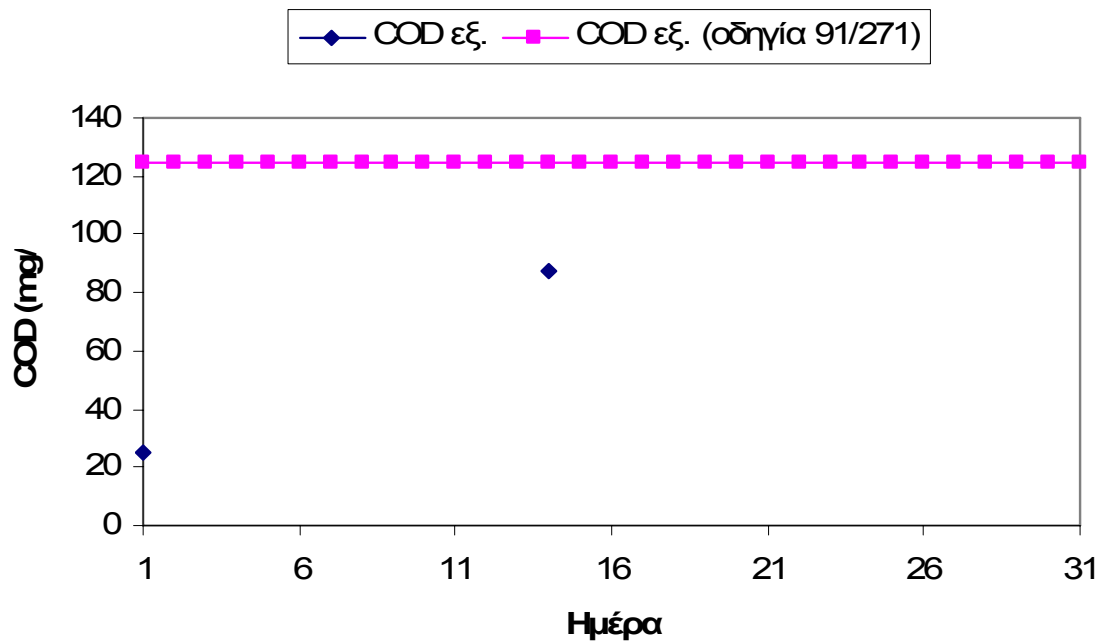
Διάγραμμα 11. B.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005



Διάγραμμα 12. B.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

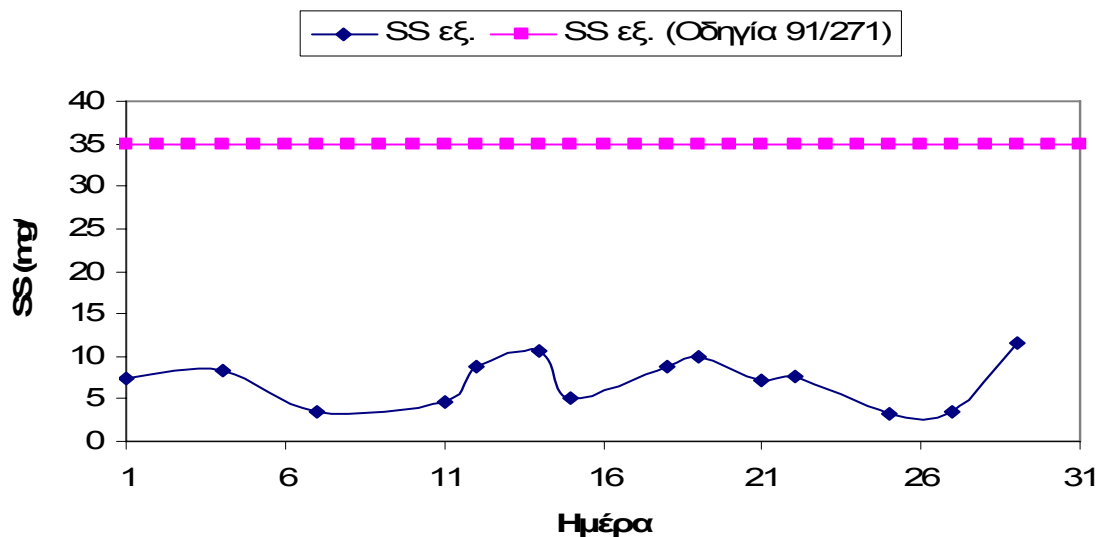


Διάγραμμα 13. C.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

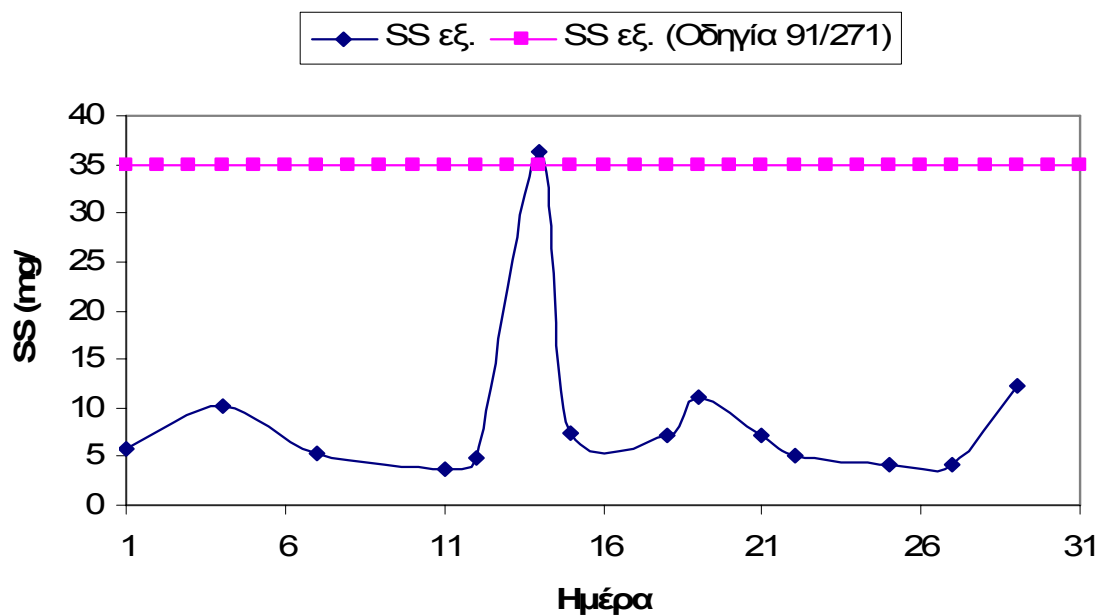


Διάγραμμα 14. C.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

- ❖ Επίσης, όπως δείχνουν και τα ακόλουθα διαγράμματα, η απόδοση της εγκατάστασης ως προς τα SS (διάγραμμα 15,16) είναι επίσης στο πλαίσιο της οδηγίας και για τις δυο γραμμές ροής εκτός από την 14^η μέρα όπου στην Β' γραμμή ροής παρατηρείται μικρή υπέρβαση του ορίου κατά 1,2 mg/l.

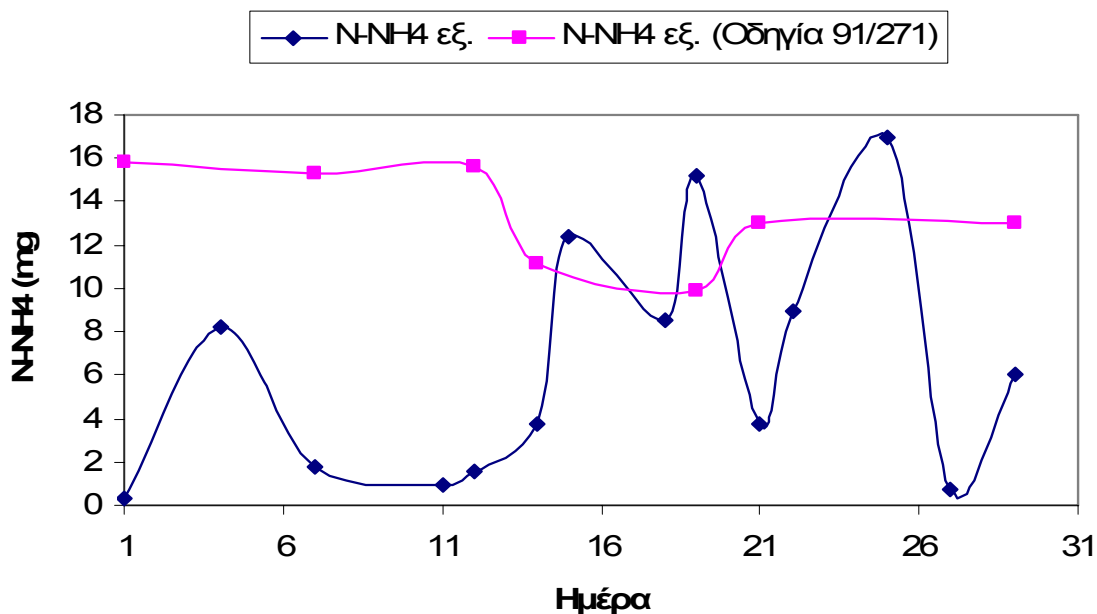


Διάγραμμα 15. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

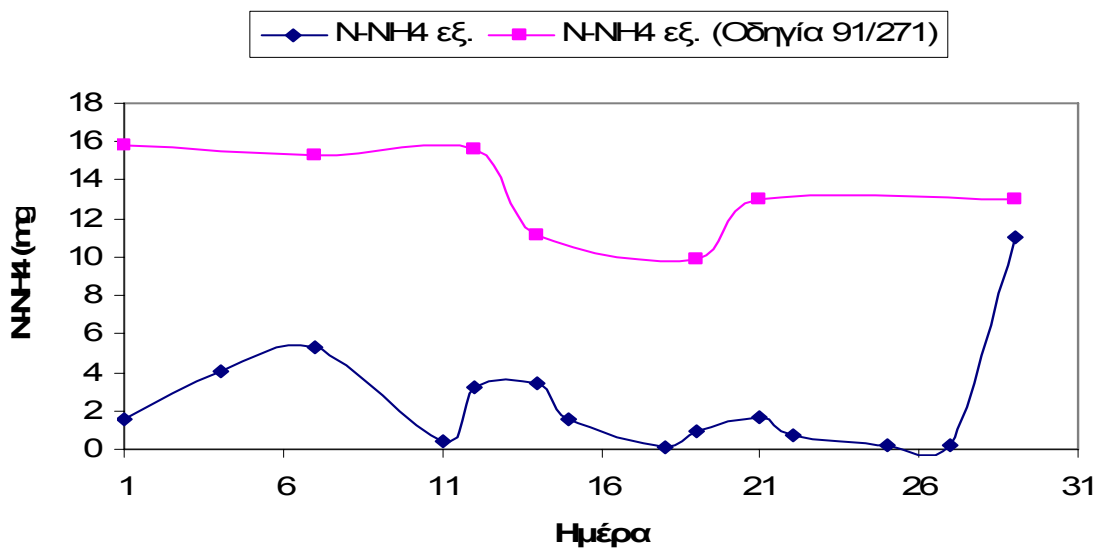


Διάγραμμα 16. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το αμμωνιακό άζωτο (διάγραμμα 17,18) είναι στο πλαίσιο της οδηγίας και μάλιστα υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις της νομοθεσίας και για τις 2 γραμμές ροής, με την μέγιστη τιμή στην Α' γραμμή ροής να φτάνει τα 15,2 mg/l και στην Β' γραμμή ροής τα 11 mg/l.

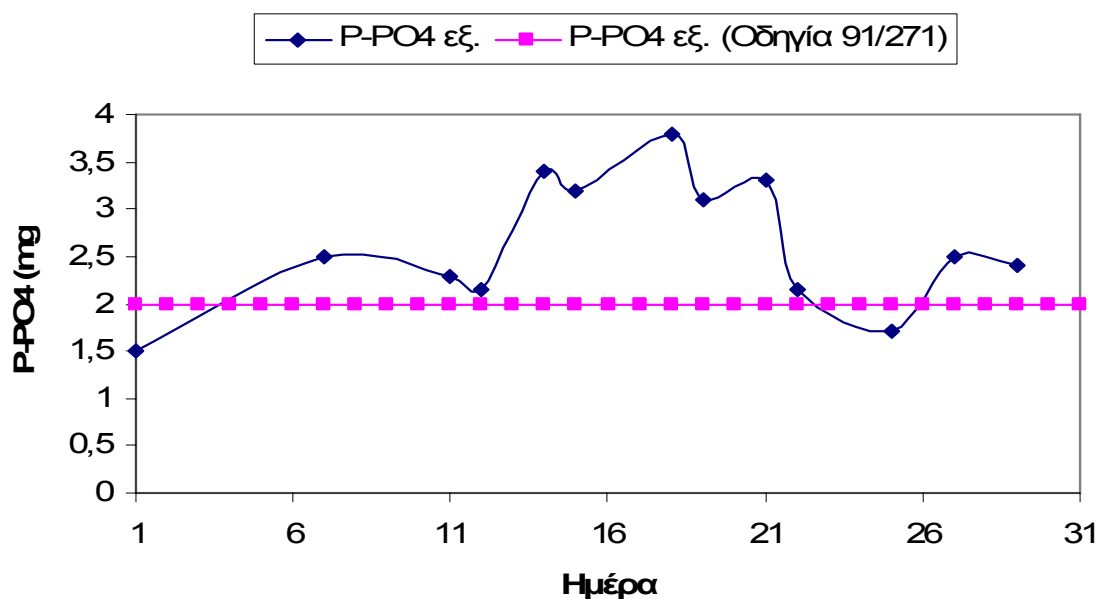


Διάγραμμα 17. N-NH₄ (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

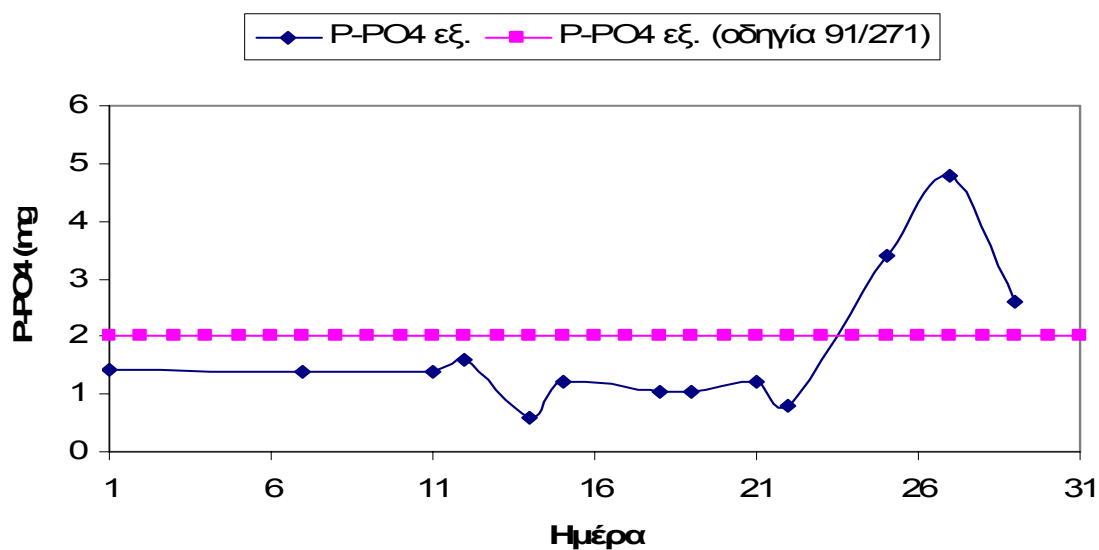


Διάγραμμα 18. N-NH₄ (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το P-PO₄, όπως δείχνουν και τα ακόλουθα διαγράμματα (διαγράμματα 19,20), υπερβαίνει το όριο εκροής στις περισσότερες από τις μετρήσεις που έγιναν τον μήνα Ιούλιο στην Α' γραμμή ροής ενώ στην Β' γραμμή ροής παρατηρείται υπέρβαση του ορίου στις 3 από τις 13 δειγματοληψίες που έγιναν, με την μέγιστη τιμή να φτάνει τα 2,8 mg/l πάνω από το όριο που προβλέπει η νομοθεσία. Όπως προαναφέρθηκε και για τον μήνα Ιούνιο, αυτό είναι λογικό δεδομένου ότι τα φορτία εισόδου δεν είναι ίδια ενώ το μεγαλύτερο τμήμα της απομάκρυνσης του φωσφόρου γίνεται με την χρήση κροκιδωτικού (θειικού αργιλίου, παράγραφος 5.2) , του οποίου η δοσολογία δεν μεταβάλλεται ανάλογα με την συγκέντρωση του φωσφόρου στην είσοδο των Ε.Ε.Λ., αφού οι χημικές αναλύσεις υστερούν κατά ένα εικοσιτετράωρο της πραγματικής εισόδου, καθώς πραγματοποιούνται σε σύνθετο εικοσιτετράωρο δείγμα.



Διάγραμμα 19. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005



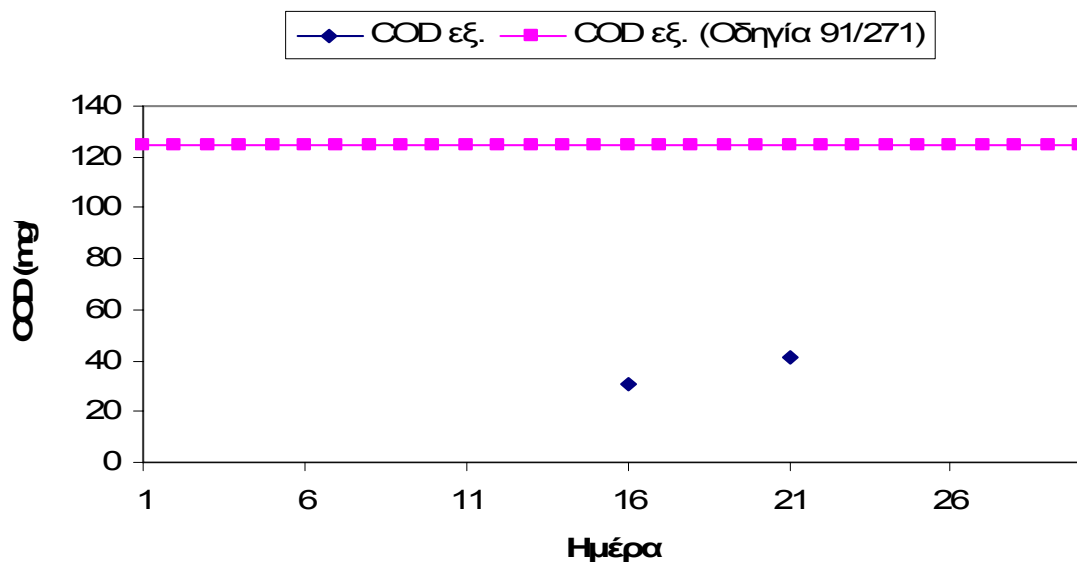
Διάγραμμα 20. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2005

Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφέρουμε την καλύτερη απόδοση που παρέχει η επεξεργασία του λύματος στην Β' γραμμή ροής κάτι που αντικατοπτρίζεται τόσο στα διαγράμματα όσο και στα αποτελέσματα των μετρήσεων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην παλαιότητα της Α' γραμμής ροής κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα να δίνει ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την Β' γραμμή ροής, χωρίς αυτό όμως να σημαίνει πως η εκροή της δεν καλύπτει τα περιβαλλοντικά όρια.

Τριτοβάθμια επεξεργασμένο λύμα**Ιούνιος 2005**

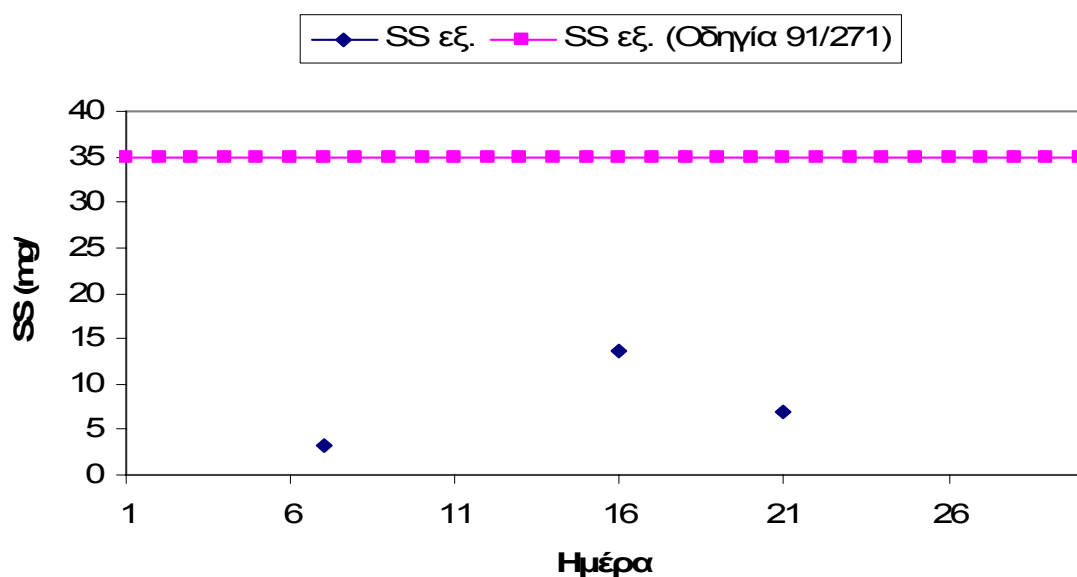
Παρατηρούμε ότι :

- ❖ Για τον μήνα Ιούνιο δεν έγινε μέτρηση για το οργανικό φορτίο BOD λόγω των πολύ χαμηλών τιμών του στην εκροή της τριτοβάθμιας επεξεργασίας ενώ για το COD (διάγραμμα 21) η απόδοση της τριτοβάθμιας επεξεργασίας είναι πάντα στο πλαίσιο της οδηγίας.



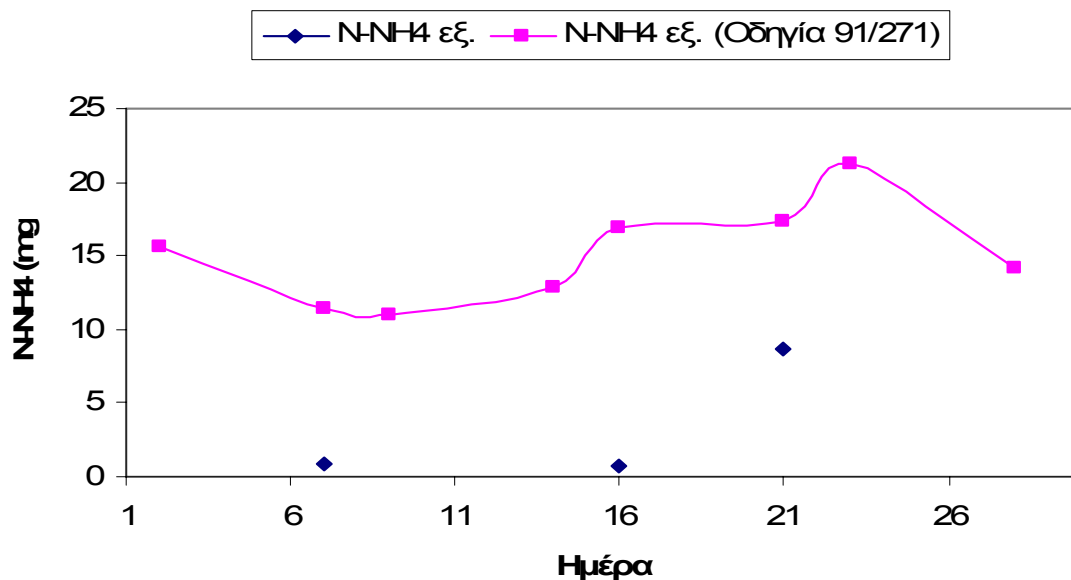
Διάγραμμα 21. C.O.D.(mg/l) τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος μηνός Ιουνίου 2005

- ❖ Επίσης, όπως δείχνει και το ακόλουθο διάγραμμα, η απόδοση της τριτοβάθμιας επεξεργασίας του λύματος ως προς τα SS (διάγραμμα 22) είναι επίσης στο πλαίσιο της οδηγίας, με την μέγιστη τιμή να φτάνει τα 13,7 mg/l και την ελάχιστη τα 3,3 mg/l.



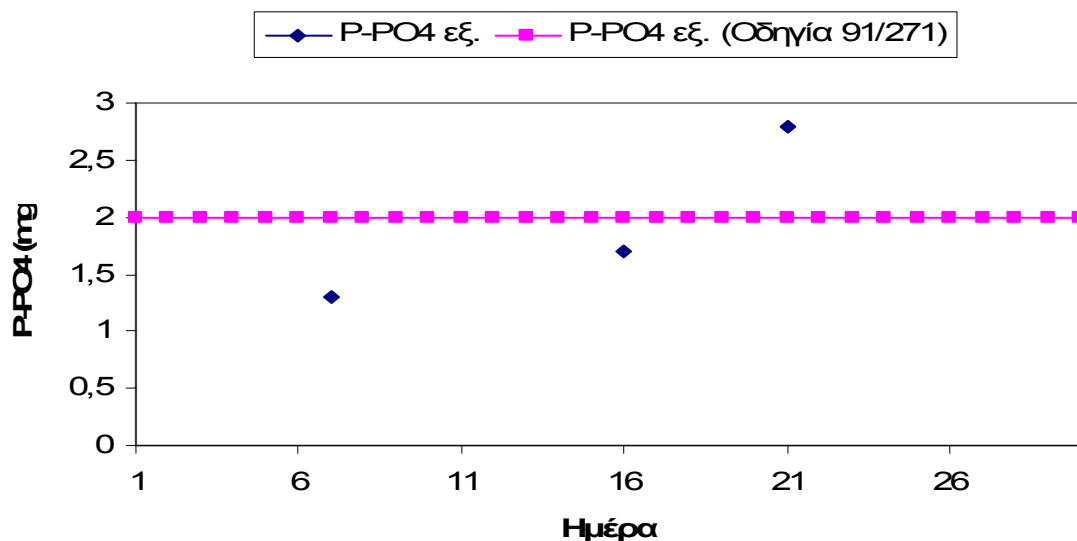
Διάγραμμα 22. S.S. (mg/l) τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος μηνός Ιουνίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το αμμωνιακό άζωτο (διάγραμμα 23) είναι στο πλαίσιο της οδηγίας και μάλιστα υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις της νομοθεσίας, με την μέγιστη τιμή να φτάνει τα 8,6 mg/l..



Διάγραμμα 23. N-NH₄ (mg/l) τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος μηνός Ιουνίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το P-PO₄, όπως δείχνει και το ακόλουθο διάγραμμα (διάγραμμα 24), υπερβαίνει το όριο εκροής, στην 1 από τις 3 μετρήσεις που έγιναν τον μήνα Ιούνιο, κατά 0,8 mg/l ενώ η ελάχιστη τιμή της έφτασε τα 1,3 mg/l.

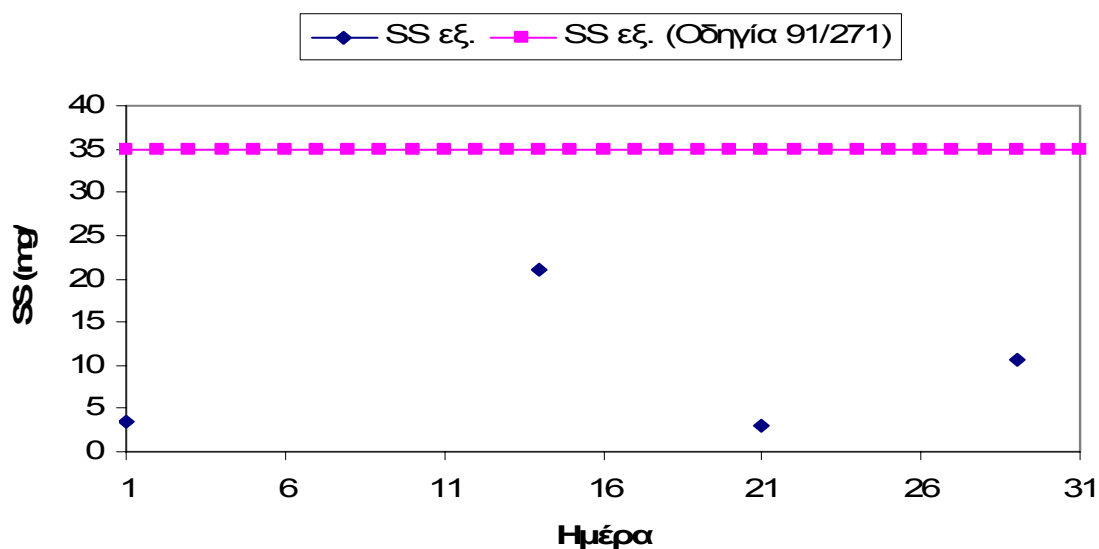


Διάγραμμα 24. P-PO₄ (mg/l) τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος μηνός Ιουνίου 2005

Ιούλιος 2005

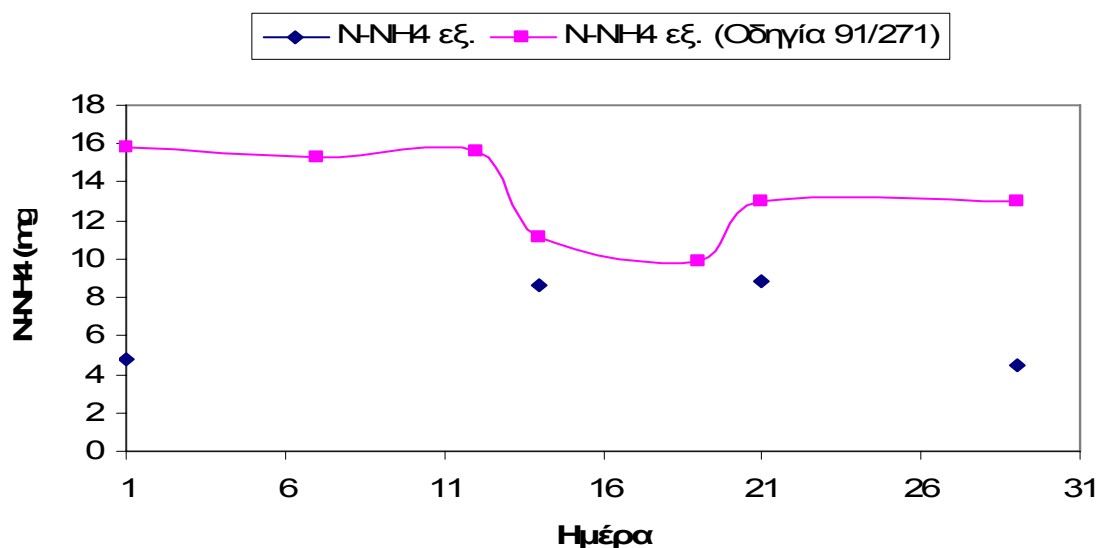
Παρατηρούμε ότι :

- ❖ Για τον μήνα Ιούλιο έγινε μια μέτρηση για το οργανικό φορτίο BOD της τάξης των 8 mg/l οπότε επιβεβαιώνεται αυτό που είχε προαναφερθεί για τον μήνα Ιούνιο ότι η εκροή της τριτοβάθμιας επεξεργασίας του λύματος δίνει χαμηλές τιμές BOD. Για το COD έγινε μια μέτρηση που μας έδωσε τιμή ίση με 62 mg/l που καλύπτει τις απαιτήσεις της νομοθεσίας.
- ❖ Επίσης, όπως δείχνει και το ακόλουθο διάγραμμα, η απόδοση της τριτοβάθμιας επεξεργασίας του λύματος ως προς τα SS (διάγραμμα 25) είναι επίσης στο πλαίσιο της οδηγίας, με την μέγιστη τιμή να φτάνει τα 13,7 mg/l και την ελάχιστη τα 3,3 mg/l.



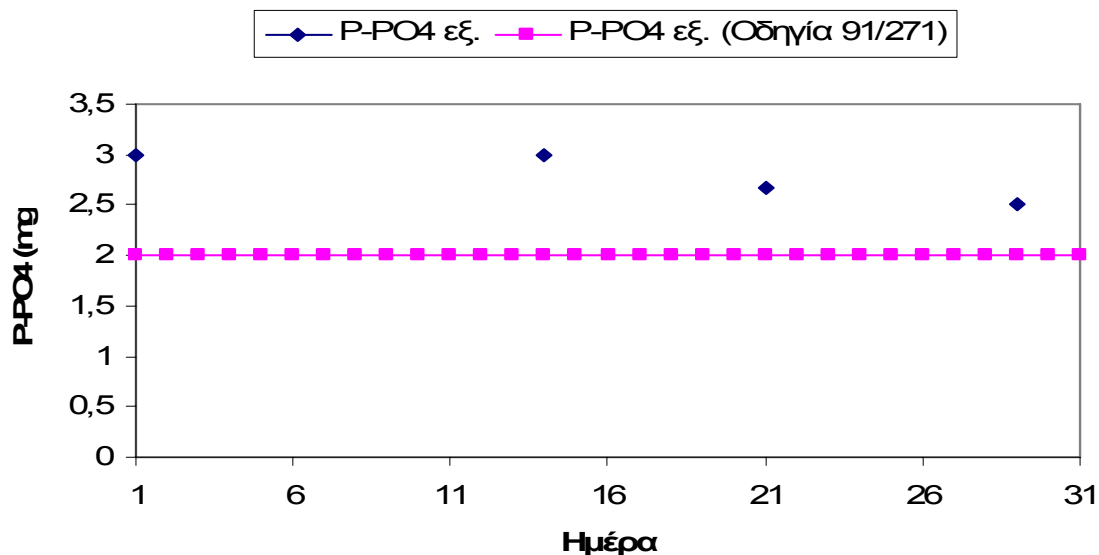
Διάγραμμα 25. S.S. (mg/l) τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος μηνός Ιουλίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το αμμωνιακό άζωτο (διάγραμμα 26) είναι στο πλαίσιο της οδηγίας και μάλιστα υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις της νομοθεσίας, με την μέγιστη τιμή του να είναι της τάξης των 8,88 mg/l και της ελάχιστης της τάξης των 5 mg/l.



Διάγραμμα 26. N-NH₄ (mg/l) τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος μηνός Ιουλίου 2005

- ❖ Η απόδοση της εγκατάστασης ως προς το P-PO₄, όπως δείχνει και το ακόλουθο διάγραμμα (διάγραμμα 27), υπερβαίνει το όριο εκροής και στις 4 μετρήσεις που έγιναν κατά τον μήνα Ιούλιο, με την μέγιστη τιμή να φτάνει τα 3 mg/l ενώ η ελάχιστη τα 2,5 mg/l.

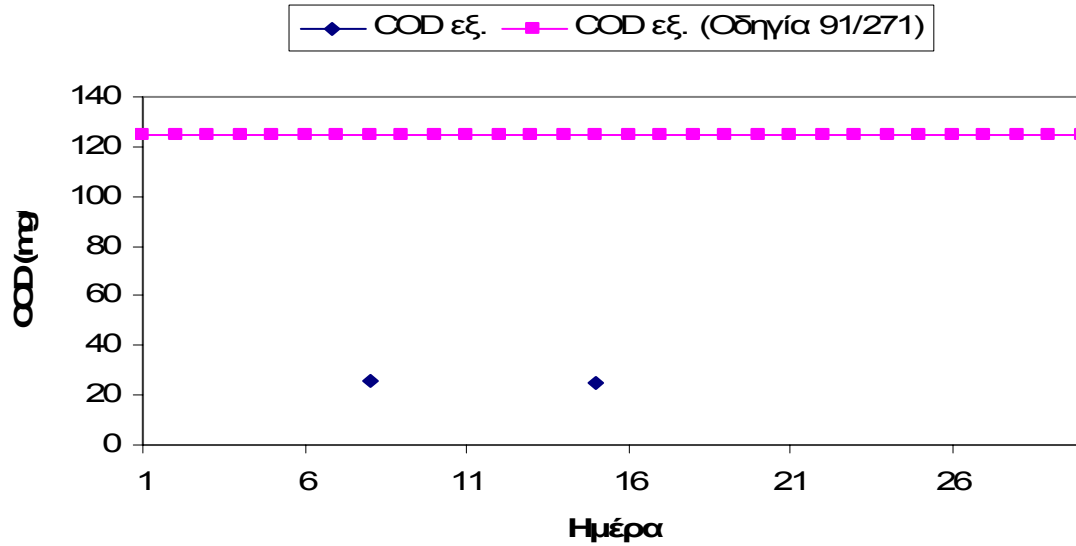


Διάγραμμα 27. P-PO₄ (mg/l) τριτοβάθμια επεξεργασμένου λύματος μηνός Ιουλίου 2005

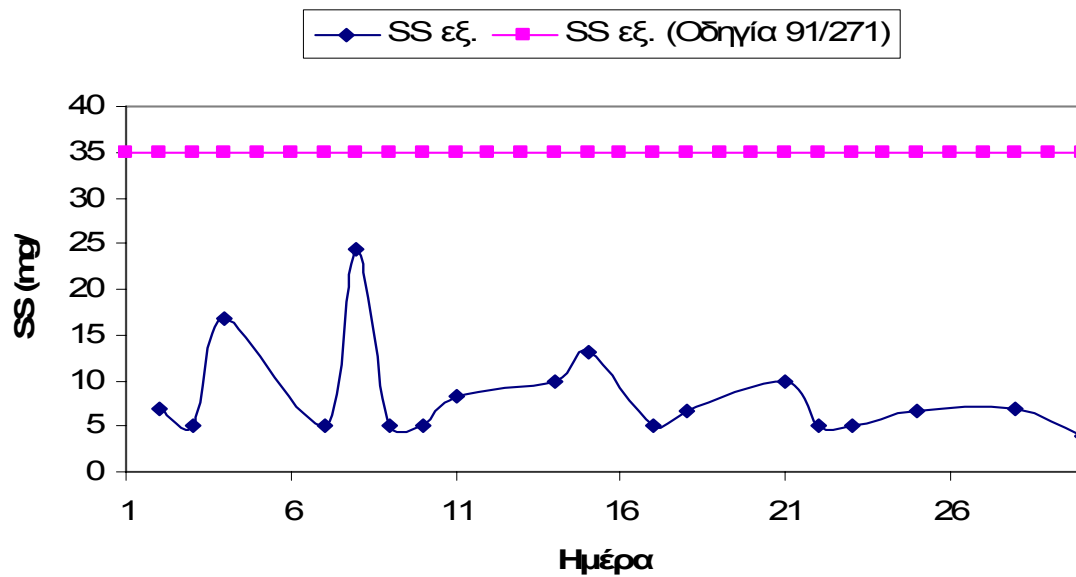
Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφέρουμε πως όλες οι μικροβιολογικές μετρήσεις που έγιναν στην εκροή της τριτοβάθμιας επεξεργασίας (10 μετρήσεις συνολικά και για τους 2 μήνες) έδειξαν αρνητικά αποτελέσματα ως προς την παρουσία μικροοργανισμών στην εκροή κάτι που επιβεβαιώνει αυτά που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 7.10 περί της υψηλού επιπέδου απολύμανσης που παρέχει η μονάδα UV.

Τέλος, στις ακόλουθες σελίδες, παρατίθενται τα αντίστοιχα διαγράμματα για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο του έτους 2004, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης της υπάρχουσας κατάστασης στην εγκατάσταση με αυτή του προηγούμενου έτους.

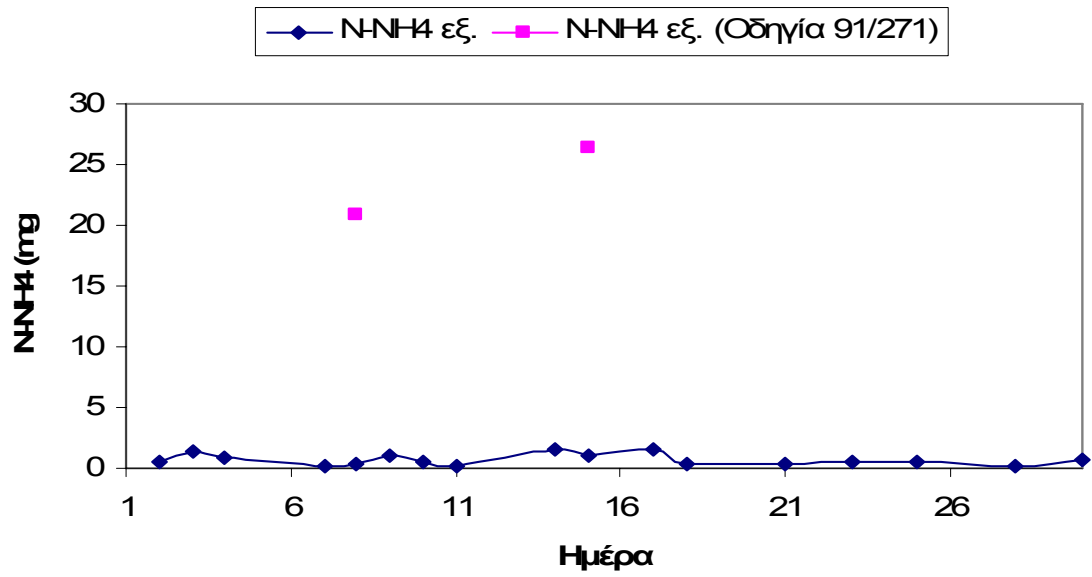
Ιούνιος 2004



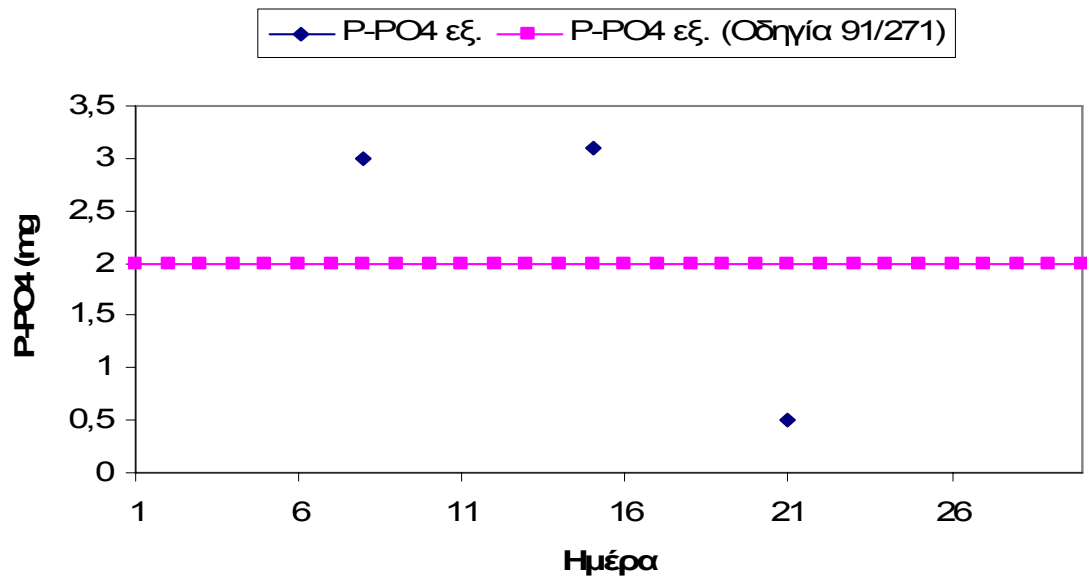
Διάγραμμα 28. C.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004



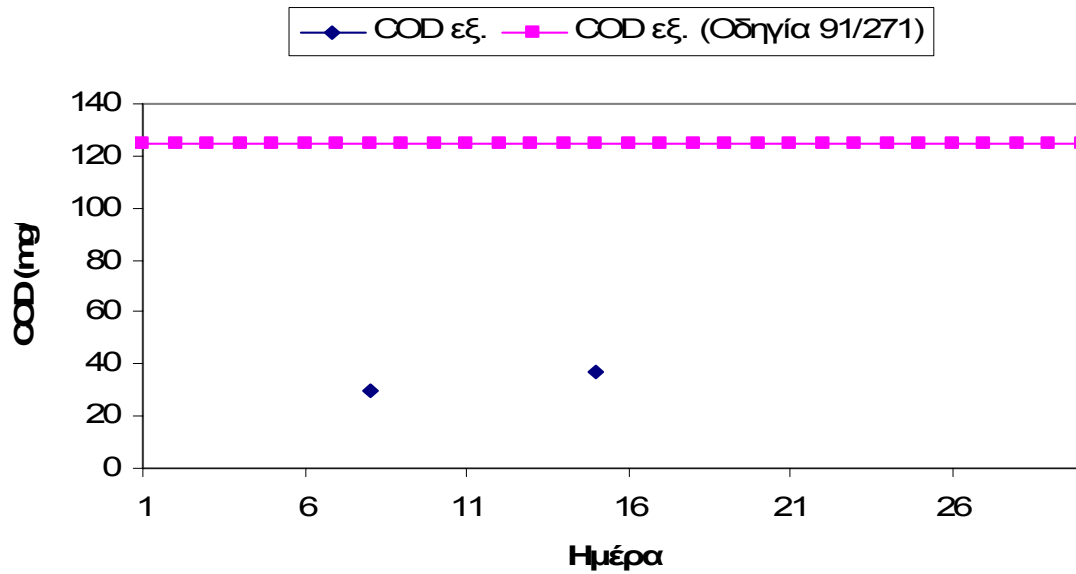
Διάγραμμα 29. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004



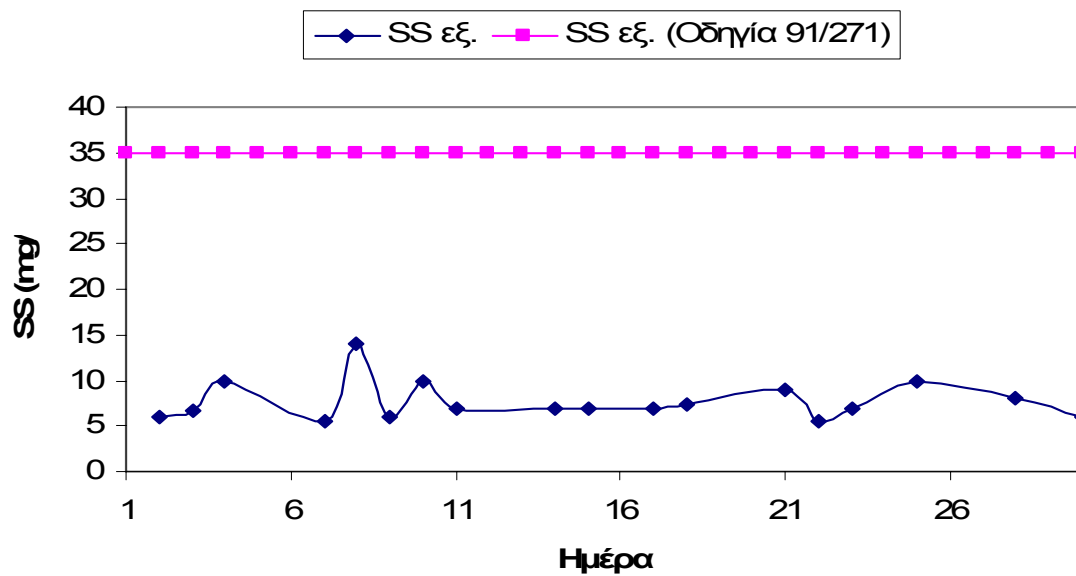
Διάγραμμα 30. N-NH₄ (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004



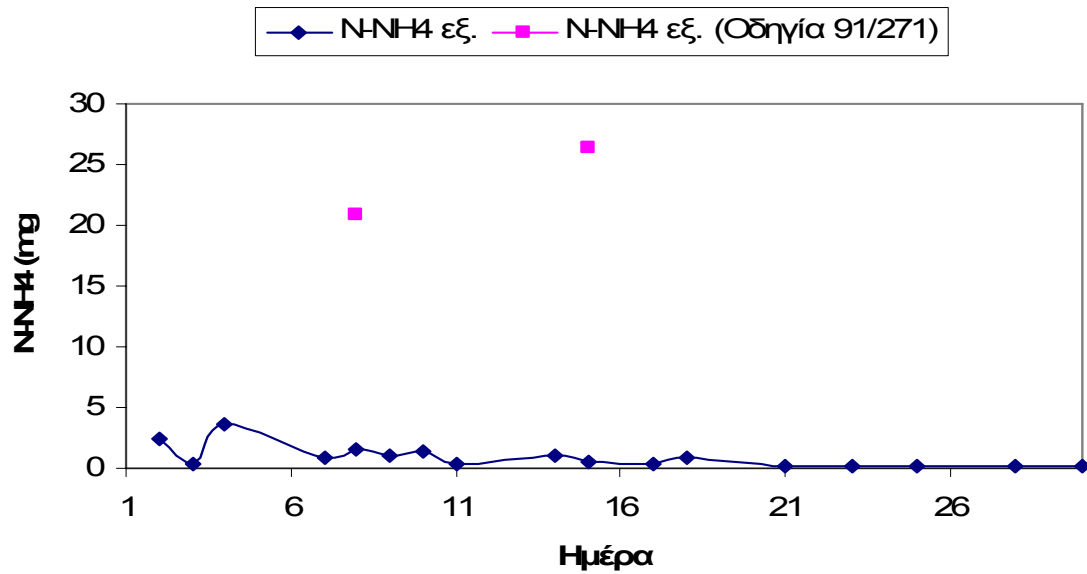
Διάγραμμα 31. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004



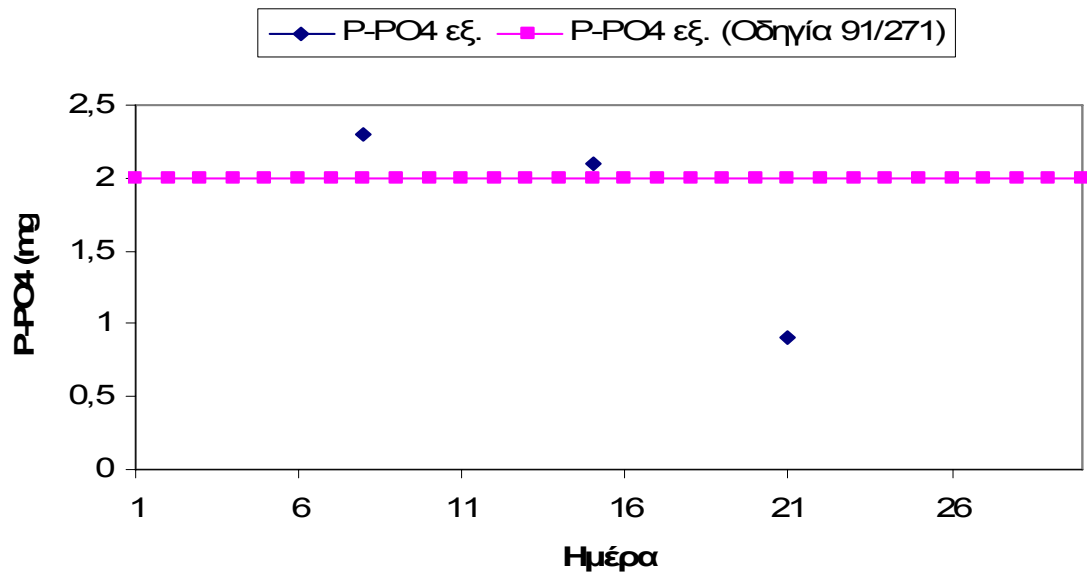
Διάγραμμα 32. C.O.D. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004



Διάγραμμα 33. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004

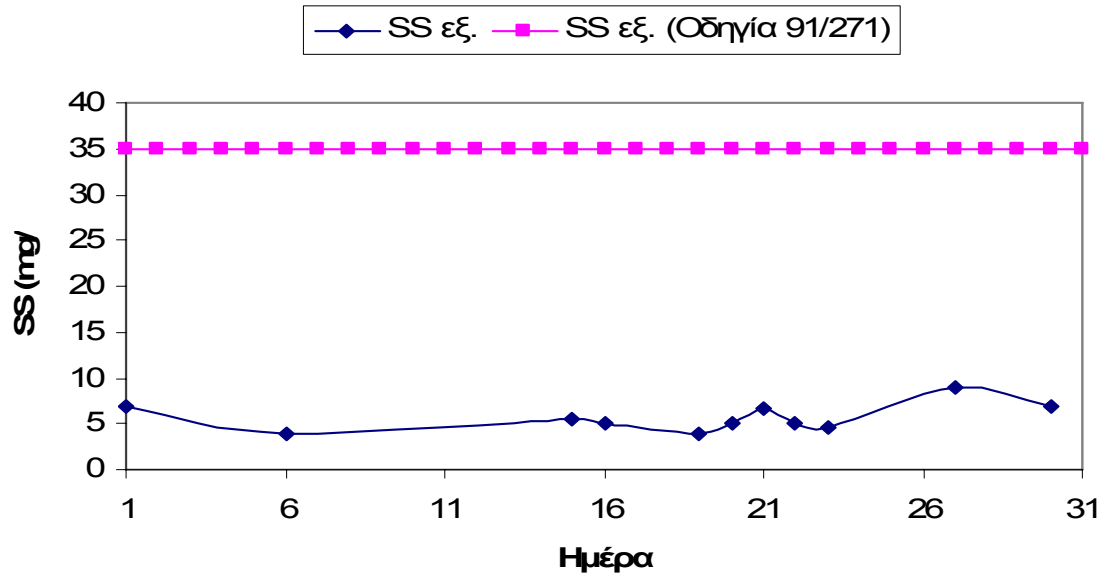


Διάγραμμα 34. N-NH₄ (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004

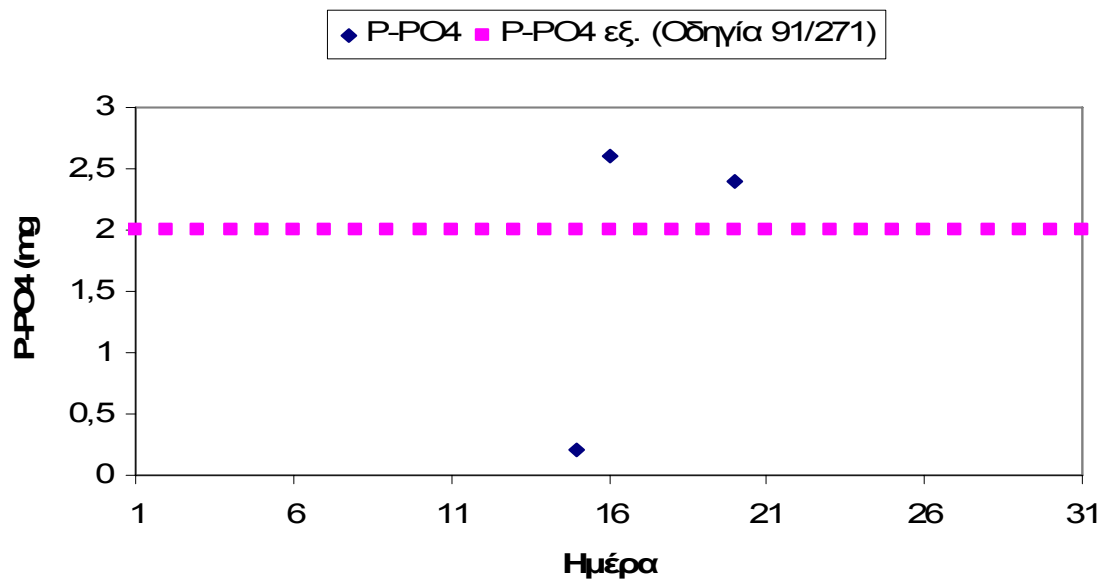


Διάγραμμα 35. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουνίου 2004

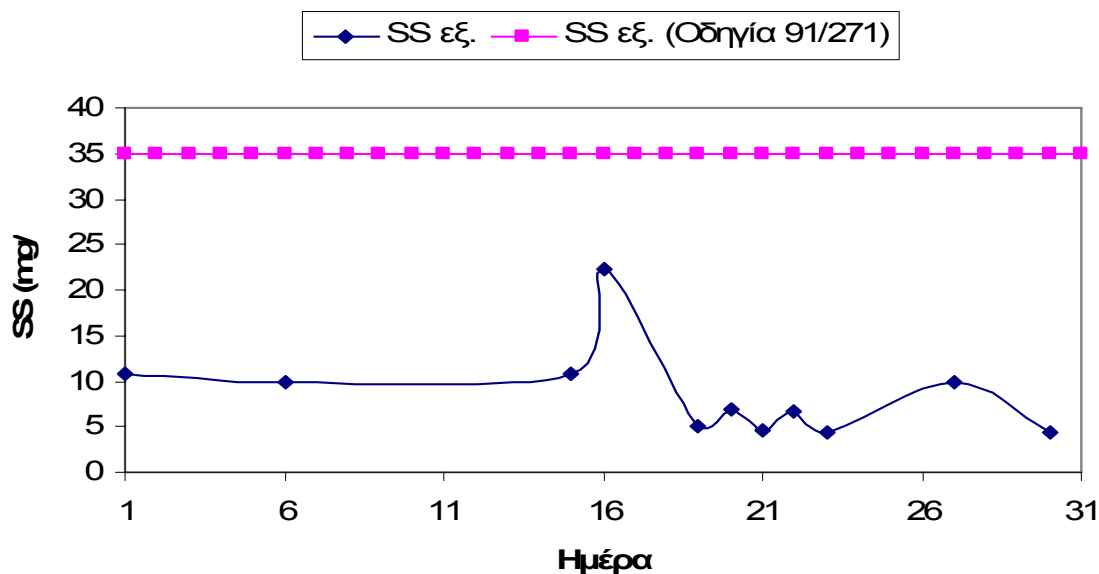
Ιούλιος 2004



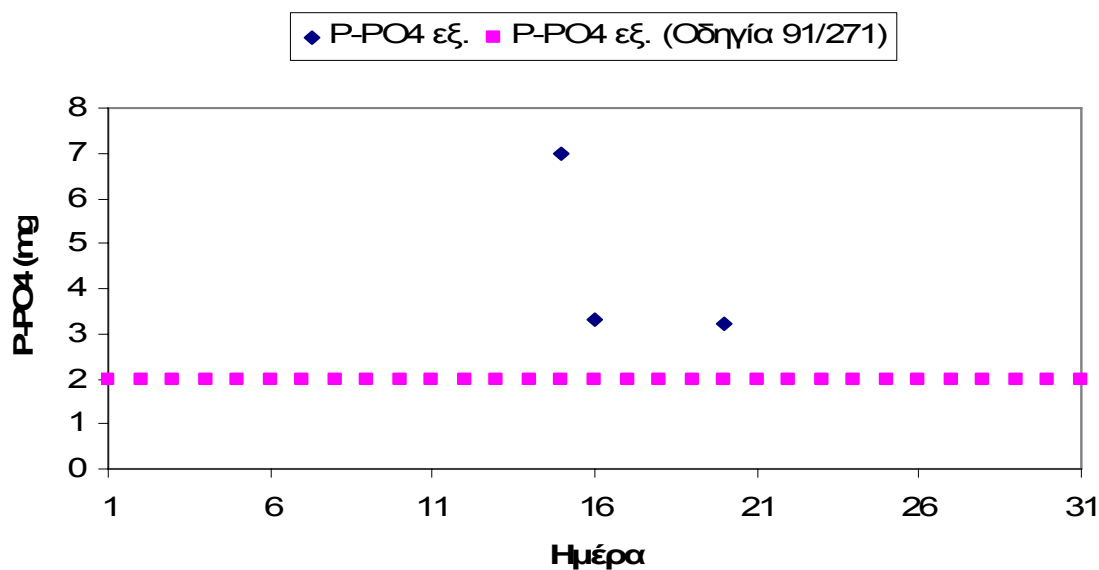
Διάγραμμα 36. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2004



Διάγραμμα 37. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Α' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2004



Διάγραμμα 38. S.S. (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2004



Διάγραμμα 39. P-PO₄ (mg/l) στην έξοδο της Β' γραμμής ροής μηνός Ιουλίου 2004

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε πως, μέχρι και το έτος 2004, δεν υπήρχε κάποιο άτομο που θα ασχολούνταν αποκλειστικά με τις χημικές αναλύσεις και την επεξεργασία των επιθυμητών παραμέτρων στο εργαστήριο του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Χαλκίδας. Το γεγονός αυτό, δικαιολογεί τον μικρό αριθμό δεδομένων που υπάρχουν στους πίνακες του Παραρτήματος για το έτος 2004 ως προς την γραμμή των

υγρών ενώ ως προς την επεξεργασία της ιλύος, ο έλεγχος του τμήματος της εγκατάστασης που αφορά αυτή την λειτουργία περιορίζεται σε 1-2 φορές τον μήνα. Επίσης, είναι πολύ σημαντικό ότι δεν υφίσταται ποιοτικός έλεγχος του λύματος που εισέρχεται στην εγκατάσταση και ιδιαίτερα του βοθρολύματος έτσι ώστε να γίνουν ανάλογες κινήσεις στα στάδια διάφορα στάδια επεξεργασίας του λύματος και να αποφύγουμε δυσάρεστες συνέπειες τόσο στην συμπεριφορά όσο και στην απόδοση της εγκατάστασης. Τέλος, θεωρήθηκε από το προσωπικό της εγκατάστασης ως μη αναγκαίος ο έλεγχος της ποιότητας της εκροής της τριτοβάθμιας επεξεργασίας μιας και όλες οι μέχρι τότε μετρήσεις έδειχναν πως δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας για την σωστή λειτουργία της εγκατάστασης τριτοβάθμιας επεξεργασίας λύματος.

10.3 Συμπεράσματα

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Χαλκίδας καλύπτει, σχεδόν απόλυτα, όλες τις απαιτήσεις που προβλέπει η νομοθεσία ως προς την ποιότητα της εκροής. Παρόλο που υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία στα φορτία εισόδου, τόσο κατά την διάρκεια του μήνα όσο και κατά τη διάρκεια της ημέρας, η εκροή μιας Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων μπορεί να καλύπτει τα περιβαλλοντικά όρια που προβλέπει η νομοθεσία και πολλές φορές η ποιότητα της εκροής της εγκατάστασης να είναι πολύ καλύτερη από αυτή που προβλέπει η νομοθεσία. Για να επιτευχθεί αυτό, όμως, είναι απαραίτητος ο συχνός και σχολαστικός έλεγχος ολόκληρης της εγκατάστασης έτσι ώστε να μπορεί να προβλεφθεί και να αποφευχθεί μια επικίνδυνη κατάσταση που θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο της εγκατάστασης και την λειτουργία της. Σχολαστικός έλεγχος απαιτείται και σε ευαίσθητα στάδια της εγκατάστασης, όπως η χώνευση ή ο βιολογικός αντιδραστήρας που η καλή λειτουργία τους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και που μια μικρή μεταβολή ενός από αυτούς θα μπορούσε να τα θέσει εκτός λειτουργίας ενώ η αναστολή της λειτουργίας τους επανέρχεται με μεγάλη δυσκολία και έπειτα από πολύ χρόνο.

Στο σημείο αυτό, όμως, πρέπει να αναφερθεί ότι για να επιτευχθεί ο έλεγχος αυτός της εγκατάστασης, θα πρέπει να υπάρχει και ο απαραίτητος αριθμός ατόμων που θα ελέγχουν καθημερινώς όλα τα στάδια επεξεργασίας του λύματος. Όπως αναφέρθηκε και στο τέλος της παραγράφου 10.2, στο χημείο του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Χαλκίδας υπάρχει

μέχρι και σήμερα το πρόβλημα της έλλειψης προσωπικού, κάτι που είναι εμφανές από τις μετρήσεις που έγιναν το καλοκαίρι του 2004. Αυτό οφείλεται στο ότι ο χημικός μηχανικός που εκπονούσε τις χημικές αναλύσεις στο χημείο της εγκατάστασης, όφειλε να πραγματοποιεί ταυτόχρονα χημικές αναλύσεις πόσιμου ύδατος στο Γενικό Χημείο Χαλκίδας, το οποίο ανήκει επίσης διοικητικά στη Δ.Ε.Υ.Α. Χαλκίδας. Κατά συνέπεια, κάποιες χρονοβόρες μετρήσεις, όπως οι αναλύσεις που απαιτούνται για τον έλεγχο της επεξεργασίας της ιλύος ή ο υπολογισμός του φωσφόρου στα διάφορα στάδια της γραμμής των υγρών, να μην πραγματοποιούνται συχνά. Έτσι, όπως φάνηκε και από τα διαγράμματα της παραγράφου 10.2, αρκετές φορές η συγκέντρωση του φωσφόρου ($P-PO_4$) στην εκροή της εγκατάστασης ξεπερνούσε τα περιβαλλοντικά όρια που προβλέπει η νομοθεσία

Από την άλλη πλευρά, η Χαλκίδα, αποτελεί μητροπολιτικό κόμβο για τον Νομό Ευβοίας και ο διαρκώς αυξανόμενος πληθυσμός της έχει σαν αποτέλεσμα η εγκατάσταση να λειτουργεί συχνά στα όρια σχεδιασμού της, και σε συνδυασμό με το συχνά επιβαρυνόμενο βοθρόλυμα, ορισμένες περιπτώσεις η εκροή της να ξεπερνά τα περιβαλλοντικά όρια. Για τον λόγο αυτό, έχει εκπονηθεί και έχει χρηματοδοτηθεί μελέτη σχεδιασμού για την δημιουργία τρίτης γραμμής επεξεργασίας των λυμάτων, της οποίας η κατασκευή ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2005. Η κίνηση αυτή, αφενός θα επιφέρει ακόμη καλύτερα αποτελέσματα στην επεξεργασία των λυμάτων αλλά θα διευκολύνει και την συντήρηση των 2 υπολοίπων γραμμών επεξεργασίας κάτι που μέχρι τώρα είναι πολύ δύσκολο, αφετέρου συνεπάγεται και μεγαλύτερες απαιτήσεις ως προς τον έλεγχο της εγκατάστασης. Γι' αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να αυξηθεί και ο αριθμός των ατόμων που εργάζονται στο χημείο του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κόλλιας, Π.: Αποχετεύσεις, Εγκαταστάσεις Καθαρισμού Λυμάτων - Αποβλήτων
2. Λέκκας, Θ.: Περιβαλλοντική Μηχανική Ι, Διαχείριση Υδατικών Πόρων
3. Μαντζαβίνος, Δ.: Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων, Σημειώσεις από τις παραδόσεις του Επίκ. Καθηγητή Δ. Μαντζαβίνου, Πολυτεχνείο Κρήτης
4. Οικονομόπουλος, Α.: Ρύπανση και έλεγχος ρύπανσης νερών, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2005
5. Στάμου, Α.: Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Β' Έκδοση
6. Τραγανίτης Στ., Σκουμπούρης Ι.: Οδηγός Λειτουργίας Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων, Σειρά: Επεξεργασία Νερού 1, Ελληνική Εταιρεία Τοπικής Ανάπτυξης και Αυτοδιοίκησης Α.Ε.
7. Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

« Χημικές αναλύσεις εργαστηρίου –
παράμετροι »

Ιούνιος – Ιούλιος 2004/2005

ΔΕΥΑΧ - ΚΕΝΤΡΟ ΑΥΜΑΤΩΝ ΧΑΛΚΙΔΑΣ

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ - ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ																											ΜΗΝΑΣ								ΙΟΥΝΙΟΣ		2004	
ΜΗΝΙΑ	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	14/1	15/1	16/1	17/1	18/1	19/1	20/1	21/1	22/1	23/1	24/1	25/1	26/1	27/1	28/1	29/1	30/1	31/1							
OFKOEZ	M3																																					
B SS	mg/l							1170							850																							
VM	%																																					
A COD	mg/l							3780							2240																							
V NH4	mg/l							150							120																							
M NH4	mg/l																																					
A BOD	mg/l							1840																														
T P-PO4	mg/l							30							13,9																							
A OC	OC																																					
PH	mV							-52							10																							
PH																																						
OFKOEZ	M3																																					
A SS	mg/l							295							180																							
Σ VM	%																																					
T COD	mg/l							259							278																							
I NH4	mg/l							34							48																							
K NH4	mg/l																																					
A BOD	mg/l							440																														
P-PO4	mg/l							5,6							6																							
A Cond.	ms/cm																																					
Y TDS	mg/l																																					
M Cl-	mg/l																																					
A OC	OC																																					
T PH																																						
A pH	mV							77							56																							
PH																																						
K SS	mg/l							1720							1410																							
O COD	mg/l							1734							3320																							
I NH4	mg/l							104							132																							
N NH4	mg/l																																					
O BOD	mg/l							1600																														
P-PO4	mg/l							3,6							11,2																							
Φ OC	OC																																					
P PH																																						
PH	mV							37							97																							
PH																																						
A TSS	mg/l							140							2100																							
COD	mg/l							370							8650																							
K NH4	mg/l							96							74																							
A NH4	mg/l																																					
Θ BOD	mg/l																																					
I P-PO4	mg/l							8,4							10																							
Z OC	OC																																					
H PH																																						
Σ PH	mV							-125							-155																							
Σ PH																																						
A OC 30'	OC																																					
M TSS	g/l							6	5,4	5,1				4,9	4,5	4,1	4,2	4,7																				
A VM	%							76,4	77,3	77,8				73,7	76,8	76-	77,8	73,8																				
E SVI	DSVl							547	596	408				424	436	341	457	562																				
P NH4	mg/l																																					
I NH4	mg/l																																					
Σ OC	OC																																					
M PH																																						
PH	mV							87	102	103				105	87	99	100	96																				
PH																																						
R TSS	g/l							8,7	8,1	9,1				8,6	7,9	7,9	6	8																				
R OFKOEZ	M3																																					
R OFKOEZ	M3																																					
PH OFKOEZ	M3																																					

anal		200410Y04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
------	--	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ΔΕΥΛΑΧ - ΚΕΝΤΡΟ ΑΥΜΑΤΩΝ ΧΑΛΚΙΔΑΣ

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ - ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

ΜΗΝΑΣ ΙΟΥΛΙΟΣ

2004

ΗΜΕΡΑ	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	14/1	15/1	16/1	17/1	18/1	19/1	20/1	21/1	22/1	23/1	24/1	25/1	26/1	27/1	28/1	29/1	30/1	31/1
ΟΙΚΟΖ	N3																														
B:SS	mg/l																														
A:COD	mg/l																														
Y:N-NH4	mg/l																														
M:N-NO3	mg/l																														
A:BOD	mg/l																														
T:P-PO4	mg/l																														
A:OC	OC																														
PH																															
H	mV																														

ΟΙΚΟΖ	N3																														
A:SS	mg/l																														
Σ:VM	%																														
T:COD	mg/l																														
I:N-NH4	mg/l																														
K:N-NO3	mg/l																														
A:BOD	mg/l																														
P:PO4	mg/l																														
A:Cond.	ms/cm																														
Y:TDS	mg/l																														
M:Cl-	mg/l																														
A:OC	OC																														
T:PH																															
A:TH	mV																														

K:SS	mg/l																														
O:COD	mg/l																														
I:N-NH4	mg/l																														
N:N-NO3	mg/l																														
O:BOD	mg/l																														
P:PO4	mg/l																														
OC	OC																														
P:PH																															
H:PH	mV																														

A:SS	mg/l																														
COD	mg/l																														
K:N-NH4	mg/l																														
A:N-NO3	mg/l																														
Θ:BOD	mg/l																														
I:P-PO4	mg/l																														
Z:OC	OC																														
H:PH																															
Σ:TH	mV																														

A:cc 30'	cc																														
M:SS	g/l	4,7																													
A:VM	%	74,3																													
E:SVI	DSV	332																													
P:N-NH4	mg/l																														
I:N-NO3	mg/l																														
Z:OC	OC																														
M:PH																															
TH	mV	741																													
R1:SS	g/l	93																													
R1:OC	OC																														
R1:PH																															
R1:TH	mV	9,9																													
R1:SS	g/l	9,7																													
R1:OC	OC																														
R1:PH																															
R1:TH	mV	8,9																													
R1:SS	g/l	8,9																													
R1:OC	OC																														
R1:PH																															
R1:TH	mV	6,4																													
R1:SS	g/l	6,2																													
R1:OC	OC																														
R1:PH																															
R1:TH	mV	6,2																													

		Αριθ. 2004 ΙΟΥΝΟΥ																				ΣΕΛ. 3/6		Σελος 95/98								
		1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	14/1	15/1	16/1	17/1	18/1	19/1	20/1	21/1	22/1	23/1	24/1	25/1	26/1	27/1	28/1	29/1	30/1	31/1
A1 SS	HM/NA	g/l																														
VM	%																						15,6									
X TAC	mg/l																						64,1									
Q VA	mg/l																						1800									
N oC	oC																						120									
E PH	mV																						36,2									
Y pH	mV																						7,03									
A2 OFKOE	M3																						-187									
SS	mg/l																						13,6									
N VM	%																						69,1									
Q oC	oC																						25,7									
PH	mV																						7,29									
H pH	mV																						-192									
B' OFKOE	M3																						23									
SS	mg/l																						62,6									
Y VM	%																						26,7									
M PH	mV																						6,46									
PH	mV																						-223									
Y SS	g/l																						21,8									
Q COD	mg/l																						63,3									
N oC	oC																						2020									
E PH	mV																						246									
Y pH	mV																						35,2									
B' SS	g/l																						7,08									
VM	%																						-107									
X COD	mg/l																															
Q oC	oC																															
N PH	mV																															
A SS	g/l																						16,8									
Φ VM	%																						63,1									
Y Enclra	oC																															
A PH	mV																						33,8									
T pH	mV																						7,15									
Q	mV																						-103									
Σ Avhla	QpC																															
H πapoyh	m3/h																															
OFKOE	M3																															
POAVN	KlAd																															
Kgr polth SS																																
AI Cond	mS/cm																															
A TDS	mg/l																															
OE Xapoh	mg/l																															
ZH Cl-	mg/l																															

ΛΕΥΚΑ - ΚΕΝΤΡΟ ΑΥΜΑΤΩΝ ΧΑΛΚΙΔΑΣ

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ - ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

ΙΟΝΙΟΙ

2005

ΑΝΤΙΣΤΡΩΜΑ	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6	7/6	8/6	9/6	10/6	11/6	12/6	13/6	14/6	15/6	16/6	17/6	18/6	19/6	20/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	28/6	29/6	30/6	ΣΥΝ.	
B SS mg/l	750					570			403				1075		1388						2749		537								375	8
A BOD mg/l						760																										3
Y N-NH4 mg/l						1050																										8
M TKN mg/l						1016			89,2				88,8		135						115		123									8
A P-PO4 mg/l						11,8			12,7				11,6		13,4						15		11,7									8
T OC mg/l						21,6			22,5				22,4		22,4						24,1		23,5									8
A PH mV						7,44			7,49				7,24		7,42						7,01		7,45									8
PH						-256			-305				-283		-314						-300		-300									8
A SS mg/l						586							185		458						270		225									4
Σ COD mg/l															438						1018		620									3
T BOD mg/l																																1
I N-NH4 mg/l						46,8			45,6				31,6		46,4						49,2		33,6									6
K TKN mg/l									20,8				5,35		10,1						11		11,5									6
A P-PO4 mg/l						11,35			3,6				3		2,01						3,3		3,28									6
A Cond. mg/l						3,44			1800				1500		1140						1510		1670									6
Y TDS mg/l						809							710										895									3
M Cl- mg/l						22,5			23,1				23,3		23						23,4		24,5									6
A OC mg/l						7,76			7,95				7,81		7,75						7,63		7,9									6
T PH mV													-303		-327						-296		4									4
A PH																																4
K SS mg/l						1815			975				590		1850						1315		1650									8
O COD mg/l															2954						2630											2
I BOD mg/l						650			54,8				64		84,4						86,8		106									1
N N-NH4 mg/l						80																										8
O TKN mg/l																																8
P P-PO4 mg/l						6,2			8,3				9,3		11,4						11,1		8,05									8
Φ OC mg/l						22,2			22,3				22,9		23,4						24		23,2									8
P PH mV						7,46			7,39				7,48		7,3						7,29		7,28									8
PH						-330			-338				-320		-320						-328		-361									8
A SS mg/l						480									2100						755											3
COD mg/l																					2143											2
I BOD mg/l						57,2									59,6						67,6											3
N N-NH4 mg/l						7,7									13						8,9											3
P P-PO4 mg/l						22,1							7,57		22,4						23,3											3
Φ OC mg/l						7,51									7,57						7,43											3
PH						-215							-360		-360						-295											3
A SS mg/l						173			91				108		138						332		168		153		192					14
K COD mg/l													298		408						717											3
A BOD mg/l						58,8			45,6				49,6		54,4						62		81,6		60		55,6					14
Y N-NH4 mg/l													49,2		54,4						13,2		11,4		13,1		10,5					14
I TKN mg/l						8,7			10,1				10,8		14,4						23,2		23,5		23,3		23,3					13
Z P-PO4 mg/l						21,7			22,5				22,4		22,5						6,95		7		7,22		7,22					14
H OC mg/l						7,38			7,48				7,52		7,36						7,28		7,36		7,56		7,36					14
Σ PH mV						-225			-237				-250		-288						-328		-341		-334		-351					14
H PH																																16
A OC 30'						35			32				64		45						43		35		41		47					16
MLSS g/l						55			5,1				63		40						47		4,4		4,4		4,8					18
A VM						4,1			4				5,2		4						4,7		4,1		4,8		4,8					18
E cc Mlog/1000						74			76,6				70,9		76,1						77,4		68,6		73,4		72					18
P SVI						333			333				333		333						333		333		333		333					16
I OC						340			320				433		522						386		341		373		392					16
Σ PH						22,7			23,3				22,9		23,1						24,3		24		24,5		24,2					18
T PH						7,38			7,38				7,44		7,49						7,51		7,5		7,58		7,56					18
M PH						26							50		74						-194		-180		-80		63					14
													118		8																	14

analiz 07.05.10YON05																														FEA 2/8										Cilipasa 95/98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--
--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--
--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--
--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1/6																														2/6																														3/6																														4/6																														5/6																														6/6																														7/6																														8/6																														9/6																														10/6																														11/6																														12/6																														13/6																														14/6																														15/6																														16/6																														17/6																														18/6																														19/6																														20/6																														21/6																														22/6																														23/6																														24/6																														25/6																														26/6																														27/6																														28/6																														29/6																														30/6																														31/6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
R1SS																														A SS																														E BOD-5																														E BOD-5																														O N-NH4																														O N-NO3																														O TKN																														O P-PO4																														T%																														Cond.																														TDS																														Cl-																														OC																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																																																	
															PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH				
																									PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																								
			PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																
													PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH						
																						PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																														PH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

ΑΝΑΛΥΣΗ 07.05.2025																																	
Α	SS	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6	7/6	8/6	9/6	10/6	11/6	12/6	13/6	14/6	15/6	16/6	17/6	18/6	19/6	20/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	28/6	29/6	30/6	ΣΥΝ.	
Φ	VM						21,8					22																21,4					3
Υ	Είληψη						63					62,7																62,2					3
Δ	OC						20					20																19,4					3
Α	PH						30,8					33,3																32,2					3
Τ	PH						7,02					7,04																7					3
Q							-386					-392																-377					3
Σ	Ανάλυση																																#####
H	Παροχή																																#####
OR	ΚΟΖ																																#####
NO	ΑΝΤ																																#####
Κ	gr polth																																#####

ΑΕΥΑΧ - ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΜΑΤΩΝ ΧΑΚΙΔΑΣ
ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ - ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Αριθμ. 07.05 ΙΟΥΝΙΟΥ 2005

ΣΕΛ. 1/8

c:\scos 95/98

ΙΟΥΝΙΟΣ

2005

ΗΜΕΡΑ	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7	11/7	12/7	13/7	14/7	15/7	16/7	17/7	18/7	19/7	20/7	21/7	22/7	23/7	24/7	25/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7
Β. ΣΣ	mg/l	510					515					845		655					577		423										690
Α. ΒΟD	mg/l	1363					250					1258		300																	
Υ. Ν.Α.Η.4	mg/l	123					126.4					134		112					110		115										90.4
Α. Ρ.Ρ.Ο.4	mg/l	20.2					17.1					16.2		12.8					14.1		11.2										14.7
Ι. οC	oC	24.6					25					26.4		26.4					26.6		26.3										25.9
Α. ΡΗ	mg/l	7.35					7.51					7.41		7.31					7.43		7.54										7.23
Η.Η	mv	-354					-324					-311		-303					-236		-293										-277
Α. ΣΣ	mg/l	247					148					152		219					187		133										467
Ι. ΒΟD	mg/l	676					180					411		460					41.2		43.6										50.4
Ι. Ν.Α.Η.4	mg/l	240					50.8					42.4		37.2																	
Κ. ΤΚΝ	mg/l	27.2																													
Α. Ρ.Ρ.Ο.4	mg/l	8					5.7					5.2		5.3					4.8		5.4										13.4
Α. Cond.	ms/cm	3.38					2.61					3.05		3.08					3.53		2.41										2.24
Υ. ΤDΣ	mg/l	1690					1310					1520		1550					1750		1120										1450
Μ. Cl-	mg/l	800					497					738		781					895		525										781
Α. οC	oC	25					24.4					26.3		26.3					22.7		25.2										29.1
Τ. ΡΗ	mg/l	7.8					7.68					7.66		7.72					7.65		7.8										7.56
Α. Η	mv	-75					-338					-262		-284					-199		-220										-319
Κ. ΣΣ	mg/l	1775					1810					410		2485					1435		1090										92.5
Ο. ΒΟD	mg/l	3291					650					600		3618																	
Ι. ΒΟD	mg/l	79.2					76.4					78		55.6					49.2		64.8										64.8
Ν. Ν.Α.Η.4	mg/l	11.8					12.1					10.1		12.1					15.7		8.4										11
Ο. ΤΚΝ	mg/l	24.3					-24.6					25.6		24.7					24.5		25.7										25.3
Ρ. ΡΗ	mv	-340					-380					-314		-305					-250		-300										-359
Α. ΣΣ	mg/l	1645												2485							1505										635
Ι. ΒΟD	mg/l	62.8												52.4							53.6										69.2
Ν. Ν.Α.Η.4	mg/l	11.3												18.6							8.8										9.9
Ρ. Ρ.Ο.4	oC	24.8												25.3							25.6										25.6
ΡΗ	mv	-309												7.43							7.54										7.62
Α. ΣΣ	mg/l	92					128					122		-242					3060		1825										-265
Κ. ΒΟD	mg/l	318												1200							96		103								81
Α. ΒΟD	mg/l	110																													
Ο. Ν.Α.Η.4	mg/l	62					76.4					51.2		53.2		60.8			28.8		59.6										58.9
Ι. ΤΚΝ	mg/l	15					13					16.7		21.2		19.4			20		15.7										11.3
Ζ. Ρ.Ρ.Ο.4	oC	24					24.2					25		24.7		24.2			24.9		25.3										25.8
Η. οC	oC	7.32					7.34					7.46		7.25		7.28			7.25		7.27										7.45
Ζ. ΡΗ	mv	-303					-280					-255		-300		-314			-273		-299										-336
Α. οC	cc	36					32					27		31		31			30		33										33
Α. ΣΣ	g/l	4.8					4.5					4.1		4.7		5			5.7		6.4										5.5
Α. ΝΜ	%	70.6					70.2					74.4		72.9		74.8			74.9		74										73.1
Ε. οC	mg/l	333					333					333		333		333			333		333										333
Ρ. ΣVΙ	DSV	288					284					302		264		248			211		206										220
Ι. οC	oC	25.6					25.2					26.4		25.2		24.8			25.8		26										27
Ζ. ΡΗ	mv	-40					-128					75		7.62		7.66			7.75		7.7										7.7
Μ. Η	mv	-58					-128					-128		-57		35			-41		-48										8

anal/2 07 05 IOY/05																	SEA 3/8																	c lasos 95/98																
HMIN/IA		1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7	11/7	12/7	13/7	14/7	15/7	16/7	17/7	18/7	19/7	20/7	21/7	22/7	23/7	24/7	25/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7																		
T SS	mg/l	3.5													21	62					3											10.6																		
P COD	mg/l																															8																		
I BOD-5	mg/l																															4.5																		
T N-NH4	mg/l	4.8													8.6						8.88											2.2																		
O N-NO3	mg/l	5.3													0.6						2.08											2.5																		
B P-PO4	mg/l	3													3						2.67											56.3																		
A T%	mg/l	62.4													56.2						57.2											2.53																		
Cond.	mS/cm	2.56													2.72						2.87											1190																		
M TDS	mg/l	1270													1380						1420											568																		
I Cl-	mg/l	525													582						653											26.9																		
A oC	oC	26													26.9						27.4											7.82																		
PH	mg/l	7.93													7.82						7.95											-225																		
I H	mg/l	317													214						253																													
A1 SS	mg/l	20													18					19												19.4																		
N VM	%	74.4													70.5					74												71.8																		
Q oC	oC	23.8													24.9					25.4												24.8																		
I PH	mg/l	6.82													7.19					6.88												7.32																		
H I H	mg/l	-365													-351					-290												-317																		
A SS	mg/l	22.8													25.2					21.8												24.2																		
Z VM	%	75.4													74					74.8												72.8																		
Y oC	oC	24.7													25.7					25.8												26.2																		
M PH	mg/l	6.55													6.5					6.68												6.58																		
I I H	mg/l	-353													-353					-296												-320																		
Y SS	mg/l																																																	
I COD	mg/l																																																	
A1 SS	mg/l	16.8													16.6					15.4												17.8																		
N VM	%	66.7													67.9					67.2												68.2																		
X TAC	mg/l	1900													1880					1700												1880																		
Q VA	mg/l	278													202					168												125																		
N oC	oC	35.9													34.7					34.6												36.7																		
E PH	mg/l	7.05													7					7.07												7.08																		
Y I H	mg/l	-379													-364					-355												-345																		
A2 SS	mg/l	18.6													19.2					17.4												8.4																		
N VM	%	71													72.6					71.9												66.9																		
Q oC	oC	23.5													25.7					25												23.7																		
I PH	mg/l	7.1													6.5					7.42												7.46																		
H I H	mg/l	-365													-353					-283												-330																		
B SS	mg/l	20													24.4					22.8												21.2																		
Z VM	%	74													72.1					72.7												71.2																		
Y oC	oC	25													27.2					25.8												26.5																		
M PH	mg/l	6.46													6.35					6.64												6.65																		
I I H	mg/l	-374													-344					-338												-313																		
Y SS	mg/l																																																	
I COD	mg/l																																																	
A2 SS	mg/l	18.8													17.6					17												17.4																		
N VM	%	65													64.4					65.4												63.7																		
X TAC	mg/l	2100													2000					1800												1980																		
Q VA	mg/l	221													245					216												115																		
N oC	oC	35.7													36					36												36.1																		
E PH	mg/l	7.05													7.07					7.08												7.11																		
Y I H	mg/l	-384													-377					-361												-352																		
B SS	mg/l																																																	
N VM	%																																																	
X COD	mg/l																																																	
Q oC	oC																																																	
N PH	mg/l																																																	
I H	mg/l																																																	

analiz 07.05.10YVA05		1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7	11/7	12/7	13/7	14/7	15/7	16/7	17/7	18/7	19/7	20/7	21/7	22/7	23/7	24/7	25/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7
HM/NIA																																
A SS					18,2							18,6									22,6							19,2				
φ VM					64,8							62,6									64,5							64,6				
γ Επιφρα					20,2							19,3									19,2							16,4				
Δ οC					33,2							34,5									29,7							33,1				
A PH					7,14							7,14									7,23							7,18				
T pH					-383							-380									-360							-367				
Q																																
Σ Αντλία																																
H τραπεζή																																
ΟΤΚΟΣ																																
ΠΟΛΥΝ																																
Kilid																																
Kor pol/n SS																																

ΣΕΛ. 4/8

Σελος 95/98