

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

ΠΑΝΑΓΙΑΡΗ ΜΑΡΙΑ
ΠΑΠΑΔΗΜΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2008

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην εποχή μας, εποχή έντονης αστικοποίησης και βιομηχανικής ανάπτυξης έχουν δημιουργηθεί μια σειρά σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων με τους μεγάλους όγκους αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων. Η λανθασμένη εκτίμηση της ικανότητας αυτοκαθαρισμού των αποδεκτών καθώς και η έλλειψη θεσμικού πλαισίου γύρω από την προστασία του περιβάλλοντος, προκάλεσαν τρομακτικές αλλαγές στο οικοσύστημα λιμνών και θαλασσών. Παράλληλα η ευαισθητοποίηση του ανθρώπου για ζητήματα οικολογίας και προστασίας του περιβάλλοντος έχουν οδηγήσει στην ανάγκη για μελέτη και επίλυση αυτών των προβλημάτων.

Σε αυτό το πλαίσιο οι βιολογικοί καθαρισμοί προέκυψαν με στόχο την επεξεργασία και διάθεση των αστικών και βιομηχανικών λυμάτων, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις τους στο οικοσύστημα. Με την εξάπλωση των βιολογικών καθαρισμών προκύπτουν και μια σειρά από τεχνικά ζητήματα γύρω από την λειτουργία τους και τις μεθόδους που χρησιμοποιούν.

Με την πτυχιακή αυτή εργασία γίνεται προσπάθεια να περιγραφούν οι αρχές λειτουργίας ενός βιολογικού καθαρισμού, να περιγραφούν τα στάδια της επεξεργασίας των αστικών λυμάτων και να αναλυθούν οι μηχανολογικές εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν. Σαν αντικείμενο μελέτης χρησιμοποιήθηκαν οι εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού της πόλης της Χαλκίδας, καθώς και στοιχεία από τον βιολογικό καθαρισμό της πόλης της Πάτρας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΟΡΩΝ	σελ.7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.9
Βιολογικός Καθαρισμός	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	σελ.11
Γενικά	
1.1. Το νερό γενικά	
1.2. Ο κύκλος του νερού στη φύση	
1.3. Αιτίες ρύπανσης του νερού	
1.4. Αστικά λύματα	
1.5. Θεσμικό πλαίσιο για την προστασία των νερών	
1.6. Ορισμοί	
1.7. Συστήματα αποχέτευσης	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	σελ.17
Επεξεργασία και σύσταση αστικών λυμάτων	
2.1. Επεξεργασία αστικών λυμάτων	
2.2. Κατηγορίες αποβλήτων	
2.2.1. Ανόργανα συστατικά	
2.2.2. Αέρια	
2.2.3. Μικρόβια	
2.2.4. Σαπροφυτικοί Οργανισμοί	
2.3. Απαιτούμενο Οξυγόνο	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	σελ.22
Λειτουργία Βιολογικού Καθαρισμού	
3.1. Προεπεξεργασία	
3.1.1. Εσχάρες	
3.1.2. Εξαμμωτές	

- 3.1.3. Μέτρηση παροχής
- 3.2. Πρωτοβάθμια καθίζηση
- 3.3. Στάδιο Βιολογικής επεξεργασίας
- 3.4. Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης
- 3.5. Στάδιο επανακυκλοφορίας
- 3.6. Απολύμανση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

σελ.32

Βιολογικός Καθαρισμός Πάτρας

- 4.1. Συνοπτική ταυτότητα του έργου
- 4.2. Μέθοδοι και βασικοί τομείς επεξεργασίας
- 4.3. Συνοπτική περιγραφή του έργου
- 4.4. Περιγραφή των μονάδων της εγκατάστασης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

σελ.50

Προεπεξεργασία και βιολογικό στάδιο της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων του Δήμου Χαλκίδας

- 5.1. Γενικά στοιχεία χώρου εγκατάστασης
- 5.2. Προεπεξεργασία και άντληση αστικών λυμάτων
- 5.3. Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας Καθίζησης
- 5.4. Βιολογική Επεξεργασία Αποβλήτων
- 5.5. Πορεία υπολογισμών
- 5.6. Χημική απομάκρυνση φωσφόρου
- 5.7. Δεξαμενή Τελικής Καθίζησης
- 5.8. Μετρητής Παροχής
- 5.9. Απολύμανση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

σελ.80

Επεξεργασία Ιλύος

- 6.1. Συμπύκνωση
- 6.2. Χώνευση Ιλύος
- 6.3. Αρχή χώνευσης
- 6.4. Μορφή και ανάδευση χωνευτών

- 6.5. Θέρμανση
- 6.6. Χαρακτηριστικά χωνεμένης ιλύος
- 6.7. Συμπύκνωση χωνεμένης ιλύος
- 6.8. Παραγωγή και αποθήκευση αερίου
- 6.9. Διαστασιολόγηση και γεωμετρικά χαρακτηριστικά συστήματος χώνευσης
- 6.10. Μηχανική αφυδάτωση ιλύος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

σελ.97

Τεχνική περιγραφή τριτοβάθμιας επεξεργασίας

- 7.1. Διασύνδεση με την υπόλοιπη εγκατάσταση
- 7.2. Μέτρηση παροχής
- 7.3. Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας συγκροτήματος διύλισης
- 7.4. Κροκίδωση
- 7.5. Φίλτρα διύλισης
- 7.6. Εκτιμώμενη απόδοση
 - 7.6.1. Απόδοση ως προς BOD₅
 - 7.6.2. Απόδοση ως προς SS και θολότητα
- 7.7. Έκπλυση φίλτρου
 - 7.7.1. Υποβιβασμός στάθμης
 - 7.7.2. Έκπλυση με αέρα
 - 7.7.3. Έκπλυση με αέρα και νερό
 - 7.7.4. Έκπλυση με νερό
 - 7.7.5. Αποχέτευση πρώτου διηθήματος
- 7.8. Αντλιοστάσιο στραγγιδίων
- 7.9. Μονάδα απολύμανσης UV
 - 7.9.1. Χλωρίωση
 - 7.9.2. Δεξαμενή Καθαρών-αντλιοστάσιο
 - 7.9.3. Κτίριο λειτουργίας
 - 7.9.4. Σύστημα ελέγχου και λειτουργίας εγκαταστάσεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

σελ.113

Μηχανολογικός εξοπλισμός

- 8.1. Εγκατάσταση αντλίας και σωληνώσεων
- 8.2. Γενικοί συντελεστές του σχεδιασμού του φρεατίου αποστράγγισης
- 8.3. Ονομαστική παροχή
- 8.4. Τυπικό αντλιοστάσιο
- 8.5. Απαιτούμενος όγκος του αντλιοστασίου
- 8.6. Εγκατάσταση υποβρυχίων αντλιών
- 8.7. Εγκατάσταση εν ξηρώ υποβρίχιες αντλίες
 - 8.7.1. Σχεδιασμός αγωγού αναρρόφησης
 - 8.7.2. Θέση της βάνας στον αγωγό αναρρόφησης
 - 8.7.3. Χοανοειδές στόμιο εισόδου
- 8.8. Αποφυγή κραδασμών και θορύβων
- 8.9. Αγκύρωση της αντλίας και στήριξη της σωλήνωσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

σελ.128

Αντλίες

- 9.1. Πλεονεκτήματα υποβρυχίων αντλιών
- 9.2. Τρόποι εγκατάστασης
- 9.3. Τύποι υποβρυχίων αντλιών
- 9.4. Αντλίες τύπου "N"
- 9.5. Τεχνικές προδιαγραφές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

σελ.145

Αναδευτήρες

- 10.1. Αναδευτήρας τύπου Banana
- 10.2. Αναδευτήρας τύπου Compact
- 10.3. PP-Αντλίες
- 10.4. Σκοπός της ανάδευσης
- 10.5. Παραδοσιακοί μηχανικοί αναδευτήρες
- 10.6. Τεχνικές προδιαγραφές για υποβρύχιους αναδευτήρες ισχύος 1,5Kw-25,0Kw

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

σελ.158

Μελέτη τυπικού αντλιοστασίου λυμάτων Χαλκίδας

- 11.1. Υδραυλικοί υπολογισμοί
- 11.2. Υπολογισμός ελάχιστου ωφέλιμου υγρού θαλάμου
 - 11.2.1. Θεωρητικά στοιχεία
 - 11.2.2. Υπολογισμός ωφέλιμου όγκου και ρύθμιση σταθμών λειτουργίας αντλιών
- 11.3. Λοιπά όργανα-Αυτοματισμός λειτουργίας αντλιοστασίου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

σελ.170

ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΟΡΩΝ

- ∅ E.E.A = Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αποβλήτων
- ∅ BOD₅ = Biochemical Oxygen Demand = Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο
- ∅ COD = Chemical Oxygen Demand = Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο
- ∅ TS = Total Solids = Ολικά Στερεά
- ∅ DS = Dissolved Solids = Διαλυμένα Στερεά
- ∅ SS = Suspended Solids = Αιωρούμενα Στερεά
- ∅ E.E.A.A = Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων
- ∅ θ_c = Ηλικία Λάσπης
- ∅ BA = Βιολογικός Αντιδραστήρας
- ∅ EI = Ενεργός Ιλύς
- ∅ Δ.Χ.Λ = Δεξαμενές Χλωρίωσης Λυμάτων
- ∅ Δ.Π.Κ = Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης
- ∅ Δ.Τ.Κ = Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης
- ∅ μ/ο = Μικροοργανισμοί
- ∅ E.E.Λ = Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
- ∅ VM = Volatile Matter = Οργανικά Συστατικά
- ∅ MM = Mineral Matter = Μεταλλικά Συστατικά
- ∅ M.L.S.S = Mixed Liquor Suspended Solid = Συγκέντρωση Ανάμικτου Υγρού
- ∅ M.L.V.S.S = Mixed Liquor Volatile Suspended Solid = Συγκέντρωση Ανάμικτου Οργανικού Υγρού
- ∅ WS_U = Waste Sludge = Περίσσεια (Ενεργού) Ιλύος
- ∅ Θ_{ΛΥΜΑΤΩΝ} = Θερμοκρασία Λυμάτων
- ∅ S.V.I = Sludge Volume Index = Δείκτης Ιλύος Καθίζησης
- ∅ VS = Volatile Solid = Πτητικά Στερεά
- ∅ VSS = Volatile Suspended Solid = Πτητικά Ανάμικτα Στερεά
- ∅ DN = Ονομαστική Διάμετρος
- ∅ PN = Ονομαστική Πίεση
- ∅ NTU = Nephelometric Turbidity Unit = Νεφελομετρική Μονάδα Θολότητας
- ∅ UV = Ultra Violent = Υπεριώδης Ακτινοβολία
- ∅ D = Δόση UV Ακτινοβολίας
- ∅ PLC = Programmable Logic Controller = Προγραμματιζόμενος Λογικός Εκλεκτής

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

∅ NPSH = Net Positive Suction Head = Θετικό Ύψος Αναρρόφησης
BEP = Best Efficiency Point = Μέγιστο Σημείο Απόδοσης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ

Βιολογικός καθαρισμός είναι το στάδιο της διαδικασίας καθαρισμού λυμάτων (αστικών και βιομηχανικών) κατά το οποίο οι εύκολα αποικοδομήσιμες οργανικές ενώσεις που περιέχονται στα λύματα διασπώνται και αδρανοποιούνται μέσω μικροοργανισμών που τρέφονται από αυτές. Αποτελεί τη δευτεροβάθμια επεξεργασία λυμάτων, καθώς έπεται συνήθως της πρωτοβάθμιας μηχανικής επεξεργασίας και ακολουθείται, όταν αυτό είναι απαραίτητο, από τριτοβάθμια φυσικοχημική επεξεργασία.

Η βιολογική διεργασία πραγματοποιείται μέσα σε μία δεξαμενή, το βιοαντιδραστήρα, όπου διοχετεύονται τα απόβλητα, αφού σε προηγούμενη βαθμίδα έχει γίνει κατακράτηση των στερεών υλών που περιέχονται σε αυτά. Μέσα στο βιοαντιδραστήρα υπάρχει μεγάλος αριθμός ετεροτροφικών μικροοργανισμών, που αποτελούν τη βιολογική ιλύ (λάσπη), ενώ παράλληλα, μέσω ενός συστήματος αερισμού, διοχετεύεται στη μάζα των αποβλήτων αέρας, που είναι απαραίτητος για τη διεργασία, και γίνεται συνεχής ανάδευση του νερού και της βιολογικής μάζας.

Συχνά, αντί για αέρας διοχετεύεται στα απόβλητα καθαρό οξυγόνο, που αυξάνει την απόδοση του βιοαντιδραστήρα, δηλαδή την ικανότητα επεξεργασίας αποβλήτων ανά μονάδα όγκου του. Οι μικροοργανισμοί διασπούν τους οργανικούς ρύπους και τρέφονται από αυτούς, ενώ ταυτόχρονα πολλαπλασιάζονται. Όταν πλέον οι μικροοργανισμοί καταναλώσουν όλη την ποσότητα των οργανικών ουσιών που έχουν την ικανότητα να διασπάσουν και ολοκληρωθεί η βιολογική διεργασία, αρχίζουν να καταναλώνουν το δικό τους οργανικό υλικό, οπότε μειώνεται η συνολική τους μάζα. Τότε τα απόβλητα διοχετεύονται σε μία δεξαμενή καθίζησης, όπου οι εναπομείναντες ζώντες μικροοργανισμοί διαχωρίζονται και επαναδιοχετεύονται στο βιοαντιδραστήρα, ενώ το καθαρισμένο νερό μπορεί να μεταβιβαστεί σε υδάτινους αποδέκτες στο περιβάλλον ή να περάσει από τρίτη βαθμίδα επεξεργασίας.

Μετά το διαχωρισμό των μικροοργανισμών, στη δεξαμενή καθίζησης παραμένει ένα υπόλειμμα (ιλύς) από στερεά υλικά, οργανικές ουσίες που δεν

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

αποικοδομήθηκαν, νεκρούς μικροοργανισμούς κ.λπ. Η ιλύς αυτή πρέπει να αδρανοποιηθεί πριν απορριφθεί στο περιβάλλον, πρέπει επομένως να υποστεί επεξεργασία-συμπύκνωση (πάχυνση), αερόβια ή αναερόβια ζύμωση για τη διάσπαση των μακρομοριακών οργανικών ενώσεων, αφυδάτωση και τελικά απόθεση στο περιβάλλον ή καύση. Πρόσφατα, άρχισαν να εφαρμόζονται δύο μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας της ιλύος, η θέρμανση υπό πίεση και η υγρή οξείδωση. Η ανάγκη επεξεργασίας της ιλύος εισάγει γενικά ένα επιπλέον κόστος στη διαδικασία του βιολογικού καθαρισμού.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς που έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, όλες οι πόλεις με πληθυσμό πάνω από 15.000 κατοίκους θα έπρεπε μέχρι το 2000 να έχουν εγκαταστήσει μονάδες βιολογικού καθαρισμού για την επεξεργασία των λυμάτων τους, ενώ μέχρι το 2005 την ίδια υποχρέωση είχαν οι δήμοι και κοινότητες με πληθυσμό από 2.000 έως 15.000 κατοίκους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ

1.1. Το νερό γενικά.

Το νερό είναι απαραίτητο για τη δημιουργία και ανάπτυξη ζωής ενώ παρεμβαίνει με πολλούς τρόπους στη ζωή των ανθρώπων και την επηρεάζει. Η παρουσία του επηρεάζει σημαντικά τις κλιματολογικές συνθήκες ενός τόπου ενώ καθορίζει την ύπαρξη και την δυνατότητα επιβίωσης των διάφορων φυσικών ειδών. Η παρουσία νερού και ειδικά της θάλασσας επηρέαζε πάντα τον τρόπο ζωής των ανθρώπων. Το νερό έφερε σε επικοινωνία διαφορετικούς πολιτισμούς, συνέβαλλε στη πολιτισμική ανάπτυξη και πολλές φορές καθόρισε την εξέλιξη του ανθρώπινου γένους.

Παράλληλα, το νερό είναι το κυριότερο συστατικό της μάζας των ζώντων οργανισμών. Ο οργανισμός χρειάζεται καθημερινά περίπου δύο λίτρα νερό. Η ζωή στον πλανήτη ξεκίνησε από το νερό. Αποτελεί τον σημαντικότερο διαλύτη τόσο για την βιομηχανία όσο και για την οικιακή χρήση. Υπάρχει άφθονο στη φύση, είναι φθηνό και ακίνδυνο. Σήμερα, το 82% περίπου της συνολικής κατανάλωσης νερού καταναλώνεται στην άρδευση καλλιεργειών π.χ. για την παραγωγή ενός κιλού βαμβακιού χρειάζονται περίπου 10 τόνοι νερού. Η χρήση του στις μέρες μας κατανέμεται ως εξής: οικιακή χρήση 7%, άρδευση καλλιεργειών 81%, βιομηχανική χρήση 8%, λοιπές χρήσεις 4%.

1.2. Ο κύκλος του νερού στη φύση.

Οι ποσότητες του νερού στην υδρόσφαιρα κατατάσσονται σε τρεις χώρους ανάλογα με το μέγεθός τους: στις θάλασσες, στο νερό των ηπείρων και στο νερό της ατμόσφαιρας

Ένα μέρος από τα επιφανειακά νερά με την επίδραση της θερμότητας των ηλιακών ακτινών εξατμίζεται και σχηματίζει τα σύννεφα. Τα σύννεφα παρασύρονται από τους ανέμους και όταν συναντήσουν ψυχρά ρεύματα αέρα συμπυκνώνονται και μετατρέπονται σε βροχή, χιόνι, χαλάζι κλπ. Έτσι το νερό επιστρέφει στην επιφάνεια της γης από όπου καταλήγει απ' ευθείας στα επιφανειακά νερά ή απορροφάται από το έδαφος και σχηματίζει αποθέματα υπόγειων νερών. Τα υπόγεια νερά όταν βρούν

διέξοδο αναβλύζουν, σχηματίζουν πηγές, επανέρχονται στην επιφάνεια και τελικά καταλήγουν στα επιφανειακά νερά κλείνοντας έτσι τον κύκλο του νερού.

1.3. Αιτίες ρύπανσης του νερού.

Βασικές αιτίες ρύπανσης του νερού αποτελούν τα αστικά απόβλητα, τα βιομηχανικά απόβλητα, η χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων αλλά και η ρύπανση της θάλασσας από το πετρέλαιο.

Οι ρυπαντές αντίστοιχα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Αστικής και οικιακής προέλευσης που περιλαμβάνουν λύματα, βοθρολύματα, απορρίμματα, απόβλητα νοσοκομείων, εργαστηρίων κλπ.
- Βιομηχανικής προέλευσης από την επεξεργασία πρώτων υλών, πετρελαιοειδή, ραδιενεργά απόβλητα κλπ.
- Αγροτικής προέλευσης λόγω χρήσης λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων κλπ.

Προκειμένου να προστατευθεί το υδατικό κεφάλαιο και παράλληλα η δημόσια υγεία και το περιβάλλον γενικότερα είναι ανάγκη τα υγρά απόβλητα να υποβληθούν στην απαραίτητη επεξεργασία καθαρισμού προτού φτάσουν στον τελικό αποδέκτη.

1.4. Αστικά λύματα.

Τα αστικά λύματα περιέχουν συνήθως ψηλό οργανικό φορτίο που όταν αποσυντίθεται καταναλώνει οξυγόνο το οποίο είναι απαραίτητο για τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Επίσης, περιέχουν νιτρικά και φωσφορικά άλατα που δημιουργούν το φαινόμενο του ευτροφισμού, δηλαδή του φαινομένου εκείνου που αφορά στην αύξηση της θολερότητας των νερών, την μείωση του οξυγόνου, την έκλυση υδρόθειου και αμμωνίας, την συσσώρευση οργανικών ουσιών στο βυθό και τελικά την μείωση της ποικιλίας των ειδών με την εξαφάνιση των λιγότερο ανθεκτικών, την αύξηση ορισμένων μόνο ειδών (πχ φύκια) αλλά και την γενικότερη αποσταθεροποίηση του οικοσυστήματος. Τα αστικά λύματα περιέχουν ακόμη διάφορες χημικές ενώσεις, τοξικά και βαρέα μέταλλα και διάφορους παθογόνους μικροοργανισμούς.

Η υψηλή θερμοκρασία που συνήθως αναπτύσσεται στα αστικά λύματα (συνήθως από την ανάμειξη των λυμάτων με βιομηχανικά ή βιοτεχνικά απόβλητα) ευνοεί την ανάπτυξη σαλμονέλων και άλλων βακτηριδίων, μειώνει την ικανότητα του νερού να περιέχει οξυγόνο και δημιουργεί προβλήματα στους υδρόβιους οργανισμούς.

1.5. Θεσμικό πλαίσιο για την προστασία των νερών και των λυμάτων.

Νόμος 1650/86: Για την προστασία του περιβάλλοντος.

Άρθρο 9

ü Ποιότητα νερών και δίκτυο παρακολούθησης.

Αναφέρεται στους τρόπους καθαρισμού των κατευθυντήριων ή και οριακών τιμών των οργανοληπτικών φυσικών, χημικών, μικροβιολογικών, ραδιολογικών ή άλλων χαρακτηριστικών παραμέτρων ποιότητας των νερών ή και στοιχείων του υδατικού οικοσυστήματος, τις μεθόδους δειγματοληψίας και ανάλυσης των παραμέτρων, καθώς και για οποιαδήποτε άλλη λεπτομέρεια σχετικά με τον καθορισμό της ποιότητας των νερών με κριτήριο και την ευαισθησία των οικοσυστημάτων της περιοχής.

Άρθρο 10

ü Μέτρα για την προστασία των νερών

Αναφέρεται στους τρόπους επιβολής σε υφιστάμενα ή νέα έργα και δραστηριότητες, καθώς και σε κάθε άλλη δραστηριότητα, που είναι δυνατό να υποβαθμίσει τα νερά, κατά κατηγορία και περιοχή, σε περιορισμούς και μέτρα για την προστασία τους. Οι περιορισμοί και τα μέτρα μπορούν να περιλαμβάνουν ιδίως: αποστάσεις ασφαλείας, εφαρμογή τεχνολογίας αντιρρύπανσης, χρήσης συγκεκριμένων πρώτων και βοηθητικών υλών και καυσίμων, οριακές τιμές υγρών αποβλήτων, χρησιμοποιούμενων νερών, ωράρια λειτουργίας, εγκατάσταση οργάνων ελέγχου της ποιότητας των υγρών αποβλήτων, καυσίμων, νερών, πρώτων και βοηθητικών υλών, καθορισμό μεθόδων, συνθηκών και συχνοτήτων δειγματοληψιών και αναλύσεων παραμέτρων, όρους και προϋποθέσεις συλλογής, μεταφοράς και διάθεσης ιλύων κλπ.

ü Νόμος 1739-87: Διαχείριση υδατικών πόρων και άλλες διατάξεις. Κεφάλαιο Ζ.

Άρθρο 11

Στο άρθρο αυτό ορίζεται ότι η δέσμευση ορισμένης ποσότητας νερού με σκοπό την προστασία και τη διατήρηση του υδατικού οικοσυστήματος καθώς και την επίτευξη των ποιοτικών στόχων που έχουν τεθεί με βάση τις ισχύουσες διατάξεις, λογίζεται ως χρήση και υπάγεται στις διατάξεις του νόμου αυτού. Επίσης αναφέρεται ότι όσοι χρησιμοποιούν υδατικούς πόρους έχουν υποχρέωση να εφαρμόζουν μέσα και μεθόδους που εξασφαλίζουν την ποσοτική και ποιοτική κατάσταση των υδατικών πόρων μέσα στα όρια που καθορίζονται αρμοδίως

ü Οδηγία 91/271/Ε.Ο.Κ.

Η οδηγία αποσκοπεί στο να καθορίσει τις απαιτήσεις διάθεσης και επεξεργασίας των αστικών λυμάτων για τα κράτη-μέλη, ορίζοντας την αναγκαία ελάχιστη τεχνική υποδομή (δίκτυα αποχέτευσης και επεξεργασίας λυμάτων) που πρέπει να κατασκευαστεί στις πόλεις και τους οικισμούς της ΕΕ ανάλογα με τον πληθυσμό και την κατάσταση από πλευράς ανάπτυξης του ευτροφισμού των υδάτινων αποδεκτών στους οποίους καταλήγουν τα αστικά λύματα. Επιπλέον, η οδηγία ορίζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που πρέπει να επιτυγχάνονται στα επεξεργασμένα λύματα ανάλογα με τον βαθμό καθορισμού καθώς επίσης και τα χρονικά όρια μέσα στα οποία πρέπει να έχουν υλοποιηθεί οι προδιαγραφόμενες απαιτήσεις κατασκευής της αναγκαίας υποδομής.

Για την ποιότητα των νερών, την προστασία του περιβάλλοντος και τη δημόσια υγεία υπάρχουν και άλλες θεσμικές ρυθμίσεις, όπως:

- ΚΥΑ 46399/4352/86: ορίζονται η απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά», «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα.
- Οδηγία 86/278/ΕΕ σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος και κυρίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση ιλύος καθαρισμού λυμάτων στην γεωργία.
- Οδηγία 98/83/ΕΕ για το πόσιμο νερό.

1.6. Ορισμοί.

- § **Υγρά απόβλητα** ονομάζονται γενικά τα υγρά και οι λάσπες που ρέουν εύκολα και αποβάλλονται ύστερα από χρησιμοποίηση, από κατοικίες, ιδρύματα, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μεταφορικά μέσα ή μονάδες επεξεργασίας και γενικά από οποιοσδήποτε εγκαταστάσεις μιας περιοχής.
- § **Λύματα** ονομάζονται ειδικότερα τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από χώρους υγιεινής, μαγειρεία, πλυντήρια και γενικά από καθαριότητα κατοικιών, γραφείων, καταστημάτων, βιομηχανιών, τουριστικών εγκαταστάσεων κλπ.
- § **Βιομηχανικά ή γεωργικά απόβλητα** ονομάζονται τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των πτηνοτροφικών, ιχθυοτροφικών ή γεωργικών εγκαταστάσεων, εκτός από τα λύματα των χώρων υγιεινής του προσωπικού.
- § **Μόλυνση** ονομάζεται η παρουσία στο νερό πιθανών μικροοργανισμών, εξαιτίας κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων ή και δεικτών, που υποδηλώνουν τη δυνατότητα παρουσίας τους.
- § **Επεξεργασία καθαρισμού** ή συνοπτικά επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, ονομάζεται κάθε τεχνική χειρισμού, που απομακρύνει ή τροποποιεί παράλληλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, ώστε να εξαλείφονται ή να ελαττώνονται οι δυσμενείς συνέπειες από τη διάθεσή τους στο περιβάλλον.
- § **Αποδέκτες** υγρών αποβλήτων ονομάζονται οι φυσικοί υποδοχείς, όπου καταλήγουν τα απόβλητα μετά από επεξεργασία ή όχι για τελική διάθεση, όπως επιφανειακά ή υπόγεια νερά, έδαφος ή υπέδαφος
- § **Ρύπανση** ονομάζεται η ανεπιθύμητη μεταβολή των ποιοτικών στοιχείων του νερού, εξαιτίας κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, σε βαθμό που μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο για την υγεία και να υποβαθμίσει την ποιότητα ζωής του ανθρώπου, να προκαλέσει βλάβη στα φυσικά οικοσυστήματα ή να παρεμποδίσει τις επιθυμητές χρήσεις των υδάτινων πόρων.

1.7.Συστήματα αποχέτευσης.

Τα συστήματα αποχέτευσης περιλαμβάνουν το σύνολο των έργων και εγκαταστάσεων για τη συλλογή, τη μεταφορά, επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων από το σημείο που βρίσκονται μέχρι τον τελικό αποδέκτη.

Σκοπός της αποχέτευσης είναι η υγιεινή συλλογή και απομάκρυνση των υγρών αποβλήτων από το περιβάλλον που ζει και εργάζεται ο άνθρωπος και η τελική τους διάθεση κατά τρόπο υγιεινό και αποδεκτό για τα φυσικά οικοσυστήματα, τους γήινους πόρους και την αισθητική του περιβάλλοντος.

Το ολοκληρωμένο σύστημα αποχέτευσης μιας περιοχής μπορεί να χωριστεί σε τρία τμήματα:

- Δίκτυο υπονόμων για τη συλλογή των υγρών αποβλήτων.
- Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αποβλήτων (Ε.Ε.Α.) για τον επιθυμητό καθαρισμό των αποβλήτων.
- Σύστημα διάθεσης για την κατάλληλη διασπορά της απορροής στον τελικό αποδέκτη.

Τα δίκτυα συλλογής διακρίνονται σε δύο τύπους:

- Στο μικτό (παραδοσιακό) όπου διατίθενται μαζί τα βρόχινα νερά και τα λύματα.
- Και στο χωριστικό, στο οποίο υπάρχουν δύο άλλα ανεξάρτητα δίκτυα, ένα για τα βρόχινα κι ένα για τα ακάθαρτα νερά.

Σήμερα το χωριστικό σύστημα έχει γενικευθεί λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που αυτό παρουσιάζει. Στο χωριστικό Δίκτυο Συλλογής, οι αγωγοί για τα ακάθαρτα είναι σχετικά μικρών διαστάσεων, μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα σε μεγάλο βάθος και να επιμυκηνθούν αρκετά αν χρειάζεται ώστε σε συνδυασμό με άντληση να μεταφερθούν σε κατάλληλο σημείο για την κατασκευή Εγκατάστασης Επεξεργασίας Αποβλήτων. Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αποβλήτων έχει πολύ μικρότερες διαστάσεις και λειτουργεί αποδοτικότερα χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις της ποσότητας των λυμάτων και του ρυπαντικού τους φορτίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ & ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

2.1. Επεξεργασία αστικών λυμάτων.

Ο καθαρισμός των λυμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί σε τρεις βαθμίδες:

- **Στην μηχανική βαθμίδα.**

Αυτή περιλαμβάνει εγκαταστάσεις χοντρικού καθαρισμού και κατακράτησης ουσιών που μπορούν να καθιζάνουν. Ο χοντρικός καθαρισμός κατακρατά τις χοντρές ουσίες των λυμάτων ενώ οι κοκκώδεις ύλες κατακρατούνται στον αμμοσυλλέκτη. Στην δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης καθιζάνουν αιωρούμενες στερεές ύλες και σχηματίζουν μια λάσπη. Με την μηχανική βαθμίδα περιορίζουμε το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand) (BOD) κατά 30-35%.

- **Στη βιολογική βαθμίδα.**

Περιλαμβάνει δεξαμενές στις οποίες δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες (κυρίως θρεπτικές ουσίες και οξυγόνο) για ανάπτυξη μικροοργανισμών που θα πετύχουν την αποσύνθεση των οργανικών συστατικών των λυμάτων. Οι αποσυντιθέμενες οργανικές ουσίες συλλέγονται σε δεξαμενή καθίζησης που ακολουθεί τη βιολογική βαθμίδα. Με την μηχανικο-βιολογική βαθμίδα περιορίζουμε το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) κατά 80-95%.

- **Στη χημική βαθμίδα.**

Η τελευταία απαλλάσσει τα καθαρισμένα λύματα από τα βακτηρίδια (με την χλωρίωση) και από τις τυχόν ανεπιθύμητες ουσίες (νιτρικά, φωσφορικά, βαρέα μέταλλα). Η επεξεργασία αυτή γίνεται με την προσθήκη κατάλληλων χημικών ουσιών, ωστόσο μπορεί η απομάκρυνση του αζώτου και του φωσφόρου να επιτευχθεί και στη βιολογική βαθμίδα.

Οι βαθμίδες καθαρισμού συνήθως διατάσσονται η μία πίσω από την άλλη με την παραπάνω σειρά, μπορούν όμως να λειτουργήσουν και χωριστά ή σε συνδυασμό.

2.2. Κατηγορίες αποβλήτων.

Τα απόβλητα ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Αστικά απόβλητα.** Προέρχονται από οικιακά συγκροτήματα, γραφεία, ξενοδοχεία, καταστήματα, σχολεία κλπ.

- **Απόβλητα βιομηχανιών και βιοτεχνιών.**
- **Επιφανειακά νερά απορροής.**
- **Νερά διήθησης – απορροής.** Τα οποία δέχεται το αποχετευτικό σύστημα λόγω της μη απόλυτης στεγανότητάς του και που προέρχονται από τον υδροφόρο ορίζοντα και τα νερά επιφανειακής απορροής.

Για τον υπολογισμό της παροχής υγρών αποβλήτων που δέχονται οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΕΕΑ) λαμβάνονται υπόψη όλες οι κατηγορίες αυτών. Ο υπολογισμός της παροχής είτε γίνεται αναλυτικά, είτε κάνοντας ορισμένες παραδοχές και απλοποιήσεις. Στις ΕΕΑ ενός παντορροϊκού συστήματος αποχετευτικού συστήματος ένα ποσοστό της παροχής μιας βροχερής περιόδου αποθηκεύεται σε δεξαμενές ανάσχεσης για να επεξεργαστεί πλήρως σε περιόδους χαμηλών παροχών.

Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Στα φυσικά,
- Τα χημικά,
- Τα βιολογικά.

Τα σπουδαιότερα φυσικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων αφορούν στα στερεά που περιέχουν, τη θερμοκρασία, το χρώμα και την οσμή τους. Τα στερεά βρίσκονται αιωρούμενα ή διαλυμένα στη μάζα των αποβλήτων και αποτελούνται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Τα ολικά στερεά (TS)^(*) διακρίνονται σε Διαλυμένα Στερεά (DS)^(*) και Αιωρούμενα Στερεά (SS)^(*).

^(*)TS=Total Solids

DS=Disolved Solids

SS=Suspended Solids

Η θερμοκρασία των αποβλήτων είναι γενικά μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του πόσιμου νερού και έχει αρνητική επίδραση στο περιβάλλον (θάνατος των ωφέλιμων οργανισμών και ανάπτυξη ανεπιθύμητων οργανισμών), ενώ το χρώμα είναι ενδεικτικό της ηλικίας και της προέλευσης των αποβλήτων καθώς και της παρουσίας διαφόρων χρωστικών ουσιών.

Τέλος, απόβλητα που έχουν υποστεί σήψη έχουν πολύ ενοχλητική οσμή, η δημιουργία της οποίας μπορεί να οφείλεται και στην ύπαρξη ουσιών από βιομηχανικά απόβλητα.

Τα χημικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Οργανικά συστατικά
- Ανόργανα συστατικά
- Αέρια

Τα κυριότερα οργανικά συστατικά είναι οι πρωτεΐνες, οι υδρογονάνθρακες, τα λιπίδια, οι επιφανειακές ενεργές ουσίες, οι φαινόλες, τα φυτοφάρμακα. Για την αφομοίωση των οργανικών ουσιών μπαίνει σε λειτουργία ένας πολυσύνθετος βιοχημικός μηχανισμός, που τελικά καταλήγει στην αποδόμηση αυτών και στην μετατροπή τους σταδιακά στην πιο σταθερή μορφή των ανόργανων αλάτων και αερίων.

Η αποδόμηση διακρίνεται σε αερόβια, αν γίνεται από αερόβιους οργανισμούς ή σε αναερόβια, όταν δεν υπάρχει διαλυμένο ελεύθερο οξυγόνο. Τα τελικά προϊόντα της αερόβιας βιοχημικής αποδομήσεως (H_2O , CO_2 , NO_3 κλπ.) δεν είναι γενικά ανθυγιεινά ή ενοχλητικά, σε αντίθεση με της αναερόβιας (H_2S , CH_4 , NH_3 κλπ.), που είναι δύσοσμα, τοξικά, ερεθιστικά ή εκρηκτικά. Για το λόγο αυτό επιδιώκεται γενικά η εξασφάλιση αερόβιων συνθηκών αποδόμησης στο περιβάλλον.

2.2.1. Ανόργανα συστατικά.

- Άζωτο (N): περιέχεται στα αστικά απόβλητα ως οργανικό (πρωτεΐνες, ουρία και αμινοξέα) ή ανόργανο (NH_4^+ , NH_3).
- Φώσφορος (P): περιέχεται στα αστικά απόβλητα ως οργανικός ή ανόργανος.
- ΡΗ: επηρεάζει σχεδόν όλες τις διαδικασίες επεξεργασίας και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα φθοράς σε αγωγούς και μηχανολογικό εξοπλισμό.
- Αλκαλικότητα: οφείλεται στην παρουσία ιόντων HCO_3 .

- Χλωριούχα: γενικά δεν δημιουργούν προβλήματα ρύπανσης αλλά μειώνει την διαλυτότητα του O_2 στις διαδικασίες επεξεργασίας των αποβλήτων.
- Ενώσεις Θείου: η παρουσία του H_2S έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση δυσάρεστων οσμών. Επίσης η παρουσία του H_2SO_4 προκαλεί διάβρωση στους αγωγούς.
- Τοξικά συστατικά: προέρχονται κυρίως από τις διάφορες βιομηχανίες και επηρεάζουν δυσμενώς τη ζωή στους αποδέκτες (επιφανειακά νερά, έδαφος) και με την τροφική αλυσίδα μπορεί να φτάσουν μέχρι τα ανώτερα ζώα και τον άνθρωπο με συνέπειες επιβλαβείς για τη δημόσια υγεία.

2.2.2. Αέρια.

Τα βασικότερα αέρια που περιέχονται στα απόβλητα είναι το άζωτο, το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, η αμμωνία, το μεθάνιο και το διαλυμένο οξυγόνο.

- Διαλυμένο Οξυγόνο: η παρουσία του σε έναν υδάτινο φορέα εξασφαλίζει την ύπαρξη ζωής σε αυτόν γι' αυτό αποτελεί βασική παράμετρο ελέγχου ρύπανσης των υδάτινων φορέων. Παράλληλα, είναι απαραίτητο στις αερόβιες βιολογικές διαδικασίες για την οξειδωση των οργανικών ενώσεων των αποβλήτων από τους μικροοργανισμούς.
- Μεθάνιο CH_4 : σχηματίζεται κατά την αναερόβια αποσύνθεση οργανικών ενώσεων των αποβλήτων. Κατά την επεξεργασία των αποβλήτων παράγεται από την αναερόβια χώνευση της λάσπης και γίνεται εκμετάλλευσή του για την παραγωγή ενέργειας. Είναι εύφλεκτο αέριο και μπορεί να προκαλέσει έκρηξη στους αγωγούς αποχέτευσης και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

2.2.3. Μικρόβια.

Προέρχονται από τις κοπρανώδεις ουσίες και περιλαμβάνουν τα κολοβακτηρίδια, τον εντερόκοκκο, το διαθλαστικό κλωστήριο και παθογόνα εντεροβακτηρίδια όπως η σαλμονέλα, οι συκέλλες ή ιοί όπως της ηπατίτιδας, της πολιομελίτιδας κλπ.

2.2.4. Σαπροφυτικοί Οργανισμοί.

Είναι οργανισμοί που ζουν και αναπτύσσονται στα λύματα και στα επιφανειακά νερά και αποτελούν στην ουσία τους βιολογικούς εργάτες καθαρισμού των αποβλήτων. Οι οργανισμοί αυτοί διακρίνονται σε αερόβιους, αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες όταν μπορούν να ζήσουν και στις δύο καταστάσεις.

2.3. Απαιτούμενο οξυγόνο.

§ Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD).

Το στοιχειακό οξυγόνο, που χρειάζεται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών των λυμάτων από αερόβιους μικροοργανισμούς, ονομάζεται βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand) (BOD) και αποτελεί μέτρο για την εκτίμηση της πυκνότητας των λυμάτων από την πλευρά των ενοχλήσεων που μπορεί να προκαλέσει το οργανικό φορτίο τους στο περιβάλλον και εκφράζεται είτε ως συγκέντρωση (πχ σε gr/lit) είτε ως φορτίο (πχ σε gr/ημ.)

§ Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD).

Στις ουσίες που αποδομούνται δύσκολα βιολογικά (πχ κυταρρίνη) ή είναι απαγορευτικές για την ανάπτυξη των σαπροφυτικών οργανισμών ή ακόμη τοξικές, το BOD5 παρουσιάζεται μειωμένο, παρότι υπάρχουν οργανικές ουσίες, όπως μπορεί να συμβεί με τα βιομηχανικά απόβλητα. Για την εκτίμηση του απαιτούμενου οξυγόνου, ανεξάρτητα από τη βιοαποδομησιμότητα των αποβλήτων, γίνεται χημική οξείδωση των οργανικών ουσιών. Η ποσότητα του οξειδωτικού παράγοντα που χρειάζεται για την οξείδωση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με εργαστηριακά μέσα, ονομάζεται χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand) (COD) .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Η λειτουργία ενός βιολογικού καθαρισμού αποτελείται γενικά από τα παρακάτω στάδια:

3.1. Στάδιο προεπεξεργασίας

Η προεπεξεργασία των λυμάτων αποσκοπεί στην αφαίρεση των φερτών, σκουπιδιών κλπ. της άμμου καθώς και των επιπλεόντων υλικών (λίπη, έλαια κλπ.) ώστε να προστατευθούν οι κατόπιν μονάδες επεξεργασίας (καθίζηση, αερισμός, χώνευση) και να διαχωριστούν τα αδρανή συστατικά των λυμάτων από τα οργανικά.

Σ' αυτό το στάδιο χρησιμοποιούνται:

- Εσχάρες
- Εξαμμωτές.
- Αερισμός-Φυσητήρες.

3.1.1. Εσχάρες.

Σκοπός των εσχάρων είναι η συγκράτηση σε αυτές και στη συνέχεια η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων (κομμάτια ξύλων, πλαστικά, κλαδιά, κουρέλια κ.λπ.).

Τα βασικά είδη των εσχάρων είναι δυο:

- οι μηχανικές – αυτοκαθαριζόμενες (εικόνα 3.1.)
- οι απλές χειροκίνητες που καθαρίζονται με τα χέρια (εικόνα 3.2.)



Εικόνα 3.1.

Εσχάρα μηχανική-αυτοκαθαριζόμενη.



Εικόνα 3.2.

Χειροκίνητη εσχάρα.

§ Μηχανικές Εσχάρες

Οι μηχανικές εσχάρες μπορεί να είναι τοξωτές ή επίπεδες.

Οι τοξωτές χρησιμοποιούνται σε ρηχά κανάλια και οι επίπεδες σε βαθιά. Τα διάκενα των μηχανικών εσχάρων είναι συνήθως 19-20mm και το πάχος των ράβδων τους 5-15 mm. Τα βάθη ροής στις εσχάρες στις διάφορες παροχές καθορίζονται από το αμέσως κατάντη σημείο ελέγχου της ροής. Συνήθως, κατάντη των εσχάρων ακολουθεί ο αεριζόμενος εξαμμωτής, οπότε το αμέσως κατάντη των εσχάρων σημείο ελέγχου της ροής είναι ο υπερχειλιστής εκροής του εξαμμωτή. Από τα βάθη ροής καθορίζονται και οι ταχύτητες ροής στα διάκενα των εσχάρων και στους αγωγούς των εσχάρων.

Ο μηχανισμός απομάκρυνσης των εσχαρισμάτων στις τοξωτές εσχάρες είναι ένας βραχίονας – κτένι (ξέστρο) που τα δόντια του μπαίνουν στα διάκενα της εσχάρας και κάνοντας παλινδρομικές διαδρομές ή πλήρεις περιστροφές γύρω από ένα σταθερό σημείο, παρασύρουν τα συγκρατούμενα στερεά προς το πάνω μέρος της εσχάρας.

Στις επίπεδες εσχάρες ο καθαρισμός γίνεται από μια σειρά δόντια (ή βούρτσες) που είναι τοποθετημένα σε ατέρμονες αλυσίδες και με την κίνησή τους παρασύρουν τα στερεά προς το πάνω μέρος της εσχάρας στο χώρο προσωρινής αποθήκευσης των εσχαρισμάτων.

§ Χειροκίνητες Εσχάρες

Οι χειροκίνητες εσχάρες έχουν διάκενα 20-30mm και χρησιμοποιούνται μόνες τους σε πολύ μικρές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων (Ε.Ε.Α.Α.). Συνήθως όμως χρησιμοποιούνται ως «εσχάρες ανάγκης» - παρακαμπτήριες και τοποθετούνται παράλληλα με τις μηχανικές. Είναι επίπεδες και εγκαθίστανται σχηματίζοντας γωνία από 30° έως 80° ,(συνήθως 60°), με τη διεύθυνση της ροής, ώστε να διευκολύνεται η χειροκίνητη απομάκρυνση των εσχαρισμάτων με δίκρανο.

§ Συνηθισμένη τακτική

Συνήθως τοποθετούνται μια ή δυο μηχανικές εσχάρες και μια παρακαμπτήρια χειροκίνητη. Σε κανονική λειτουργία λειτουργούν μόνο οι μηχανικές εσχάρες, ενώ σε περίπτωση έμφραξης ή διακοπής της λειτουργίας τους, τα λύματα υπερχειλίζουν

αυτόματα προς την παρακαμπτήρια εσχάρα. Σε περίπτωση σκόπιμης παράκαμψης των μηχανικών εσχάρων, υπάρχουν τα κατάλληλα θυροφράγματα απομόνωσης, χειροκίνητα ή μηχανικά.

3.1.2. Εξαμμωτές

Σκοπός της εξάμμωσης είναι η απομάκρυνση των κόκκων άμμου των σωματιδίων αργίλου ή των άλλων σωματιδίων γεωλογικής ή όχι υφής, με διάμετρο μεγαλύτερη από 200 μm που δεν είναι οργανικά κι έχουν ταχύτητες καθίζησης σημαντικά μεγαλύτερες από εκείνες των οργανικών στερεών (εικόνα 3.3.).

Τα είδη εξαμμωτών είναι:

- εξαμμωτές με σταθερή ταχύτητα ροής
- αεριζόμενοι εξαμμωτές



Εικόνα 3.3.

Φυγοκεντρικός εξαμμωτής. Στο βάθος υπάρχει το δοχείο περισυλλογής της άμμου που καθιζάνει στον πυθμένα του εξαμμωτή.

§ Εξαμμωτές με σταθερή ταχύτητα ροής

Είναι επιμήκη και ρηγά κανάλια στα οποία η ταχύτητα ροής παραμένει σταθερή (περίπου 0,3m/sec) και ανεξάρτητη από την παροχή λυμάτων. Η εξασφάλιση της σταθερής ταχύτητας ροής επιτυγχάνεται με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- με ανοικτό αγωγό παραβολικής διατομής και δίαυλο Parshall στο κατάντη άκρο του, ή
- με ανοικτό αγωγό ορθογωνικής διατομής και αναλογικό υπερχειλιστή στο κατάντη άκρο του.

§ Αεριζόμενοι εξαμμωτές

Οι αεριζόμενοι εξαμμωτές είναι ορθογωνικές αεριζόμενες δεξαμενές στις οποίες ο αέρας εισάγεται με διαχυτήρες κατά μήκος της μιας πλευράς με αποτέλεσμα τη δημιουργία ελικοειδούς ροής. Η κατάλληλη ταχύτητα περιστροφής που επιτρέπει την απομάκρυνση της άμμου επιτυγχάνεται με ρύθμιση της παροχής του αέρα. Η άμμος καθιζάνει στον πυθμένα και συσσωρεύεται σε χοάνη (ή χοάνες από όπου απομακρύνεται). Η ταχύτητα περιστροφής ρυθμίζει το μέγεθος των σωματιδίων (συνήθως 0,2 mm) που θα απομακρυνθούν.

Η επιθυμητή ταχύτητα περιστροφής, συνήθως 0,3m/s, επιτυγχάνεται με κατάλληλη ρύθμιση της παροχής του αέρα και με σωστό σχεδιασμό της γεωμετρίας της δεξαμενής, ώστε να αποφεύγονται οι βραχυκυκλώσεις και οι αδρανείς περιοχές.

§ Αερισμός-Φυσητήρες

Ο αερισμός παρέχεται συνήθως από λοβοειδείς φυσητήρες (από χυτοσίδηρο) θετικής εκτόπισης τύπου Rootes . Η παροχή του αέρα είναι συνήθως 9-18 m³/h (τυπική τιμή ίση με 10 m³/h) ανά m μήκους εξαμμωτή. Οι φυσητήρες τροφοδοτούν με σωληνώσεις (συνήθως από γαλβανισμένο χάλυβα) τους διαχυτήρες χοντρός ή μεσαίας φυσαλίδας (από ανοξείδωτο χάλυβα ή πλαστικό) που είναι τοποθετημένοι σε απόσταση 0,45-0,90 m από τον πυθμένα κατά μήκος της εσωτερικής πλευράς του εξαμμωτή. Οι διαχυτήρες πρέπει συνήθως να παρέχουν ποσότητες αέρα μικρότερες από 15m³/h ανά m μήκους διαχυτήρα.

3.1.3. Μέτρηση παροχής

Σκοπός της μέτρησης παροχής είναι ο υπολογισμός της παροχής που διέρχεται από την Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων (Ε.Ε.Α.Α.), με βάση την οποία ρυθμίζεται η λειτουργία σημαντικών μονάδων. Με το σήμα της παροχής ρυθμίζεται συνήθως η λειτουργία της διάταξης συλλογής, απομάκρυνσης και στράγγισης της άμμου του αεριζόμενου εξαμμωτή, των αντλιών ανακυκλοφορίας και των μονάδων που χρησιμοποιούν χημικά (π.χ. συνδυασμένη βιολογική - χημική απομάκρυνση φωσφόρου, απολύμανση κ.α.).

Η μέτρηση παροχής γίνεται σε ανοικτούς ή κλειστούς αγωγούς. Ο πιο συνηθισμένος τύπος διάταξης μέτρησης της παροχής σε ανοικτούς αγωγούς είναι ο δίαυλος με στένωση Parshall, ενώ σπανιότερα χρησιμοποιούνται ορθογωνικοί, τριγωνικοί ή πριονωτοί υπερχειλιστές. Στους κλειστούς αγωγούς η παροχή μετρείται με την εισαγωγή στη ροή διάταξης που δημιουργεί πτώση πίεσης (π.χ. σωλήνας Pitot, σωλήνας Venturi), από την οποία υπολογίζεται η παροχή με μαγνητικές, ηχητικές ή και άλλες μεθόδους.

3.2. Πρωτοβάθμια καθίζηση

Η μονάδα πρωτοβάθμιας καθίζησης επιτυγχάνει την απομάκρυνση μέρους των σωματιδίων από τα λύματα μειώνοντας έτσι το συνολικό οργανικό φορτίο των λυμάτων (BOD₅) κατά 25-30% και των αιωρούμενων στερεών κατά 60%.

Η μονάδα αποτελείται από κυκλικές δεξαμενές εξοπλισμένες με περιστρεφόμενη γέφυρα (εικόνα 3.4.). Από τη γέφυρα αναρτάται το ξέστρο σάρωσης της ιλύος προς τον κεντρικό κώνο συλλογής του πυθμένα. Η πρωτοβάθμια ιλύς απομακρύνεται περιοδικά με κοχλιωτές αντλίες και οδηγείται σε σύστημα μηχανικής πάχυνσης όπου υφίσταται μια περαιτέρω συμπύκνωση και από εκεί οδηγείται στους αναερόβιους χωνευτές.



Εικόνα 3.4.

§ Διαχείριση των λιπών

Σκοπός της λιποσυλλογής είναι η απομάκρυνση των ελαίων και των λιπών για την αποφυγή προβλημάτων στο στάδιο της βιολογικής επεξεργασίας.

Τα λίπη που επιπλέουν στις επιφάνειες (λωρίδες) λιποσυλλογής οδηγούνται σε παρακείμενο φρεάτιο λιπών με κατάλληλη διάταξη. Η διάταξη αυτή μπορεί να είναι ένα επιφανειακό ξέστρο προσαρμοσμένο σε μεταλλική κινούμενη γέφυρα ή συνδυασμός επιφανειακού διαχυτήρα - κινητού υπερχειλιστή εκροής που οδηγεί τα επιφανειακά λίπη στο φρεάτιο συλλογής των λιπών. Στο φρεάτιο συλλογής των λιπών γίνεται με κατάλληλη διάταξη σωλήνων "T" η απομάκρυνση των νερών, ενώ τα λίπη παραμένουν στην επιφάνεια και απομακρύνονται με απορρόφηση.

3.3. Στάδιο βιολογικής επεξεργασίας

Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας

Η μονάδα βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνει παράλληλες γραμμές επεξεργασίας με αναερόβιες δεξαμενές βιολογικής αποφωσφόρωσης και δεξαμενές αερισμού-νιτροποίησης και απονιτροποίησης (εικόνα 3.5.)



Εικόνα 3.5.

Πτερύγια δεξαμενής αερισμού (αριστερά), αερισμός μείγματος στη δεξαμενή παρατεταμένου αερισμού (δεξιά).

Στη βιολογική μονάδα επιτυγχάνεται η βιοαποδόμηση του οργανικού άνθρακα, η οξειδωση του οργανικού και αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικά (νιτροποίηση), η απελευθέρωση του αζώτου των νιτρικών στην ατμόσφαιρα με τη μορφή του στοιχειακού αζώτου (απονιτροποίηση) και η δέσμευση φωσφόρου στη βιομάζα.

Μια από τις περισσότερο βασικές παραμέτρους περιγραφής του συστήματος Ενεργού Ιλύος (ΕΙ) είναι ο μέσος χρόνος παραμονής των μικροοργανισμών (μ/ο) στο Βιολογικό Αντιδραστήρα (ΒΑ), που καλείται ηλικία λάσπης (Θ_c).

3.4. Δεξαμενές τελικής καθίζησης

Η ιλύς που καθιζάνει στον πυθμένα συλλέγεται με κατάλληλα σάρωθρα αναρτημένα από περιστρεφόμενη γέφυρα στον κεντρικό κώνο και απάγεται από τη δεξαμενή συνεχώς. Η ίδια γέφυρα φέρει επιφανειακό σάρωθρον που παρασύρει συνεχώς τα επιπλέοντα και τα ωθεί μέσα σε χοάνη απ' όπου οδηγούνται σε παράπλευρο φρεάτιο προσωρινής αποθήκευσης και απομακρύνονται περιοδικά με βυτιοφόρο.

Η ιλύς που απάγεται από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης (εικόνα 3.6.) συγκεντρώνεται στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου επανακυκλοφορίας από όπου μέρος αυτής επαναφέρεται στην μονάδα βιολογικής επεξεργασίας ενώ η περίσσεια οδηγείται μέσω χωριστού αντλιοστασίου στο μηχανικό σύστημα πάχυνσης.



Εικόνα 3.6.
Δεξαμενές καθίζησης

Στις δεξαμενές τελικής καθίζησης γίνεται ο διαχωρισμός της ενεργού ιλύος από τα επεξεργασμένα λύματα (εικόνα 3.7.). Τα επεξεργασμένα λύματα υπερχειλίζουν από περιφερειακούς οδοντωτούς υπερχειλιστές (εικόνα 3.8.) σε κανάλι συλλογής (εικόνα 3.9.) και από εκεί οδεύουν προς τη δεξαμενή χλωρίωσης(ΔΧΛ).



Εικόνα 3.7.
Δεξαμενη τελικής καθίζησης.



Εικόνα 3.8.
Περιφερειακός οδοντωτός υπερχειλιστής.



Εικόνα.3.9.
Κανάλι συλλογής.

3.5. Στάδιο επανακυκλοφορίας

§ Αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας

Το αντλιοστάσιο αυτό αποτελείται από αντλίες για την ανακυκλοφορία ιλύος προς την βιολογική επεξεργασία.

Η περίσσεια ενεργός ιλύς, το μεγαλύτερο μέρος του έτους είναι σταθεροποιημένη και μπορεί να πηγαίνει απ' ευθείας προς πάχυνση και αφυδάτωση, εναλλακτικά μπορεί να οδηγείται στους αναερόβιους χωνευτές μαζί με την πρωτοβάθμια ιλύ.

§ Μονάδα μηχανικής πάχυνσης της πρωτοβάθμιας ιλύος

Σκοπός της μονάδας πάχυνσης είναι η συμπύκνωση της ιλύος, πριν τροφοδοτηθεί στους χωνευτές για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους. Η πάχυνση γίνεται σε μηχανές φυγοκέντρισης που είναι απολύτως κλειστές έτσι ώστε η ιλύς να μην έρχεται καθόλου σε επαφή με το περιβάλλον. Στις μονάδες αυτές η ιλύς συμπυκνώνεται σε 4-6% σε στερεά με ταυτόχρονη αφαίρεση μέρους του υγρού που μέσω του δικτύου στραγγιδίων επιστρέφει στην είσοδο της εγκατάστασης. Η απαγωγή της παχυμένης ιλύος γίνεται μέσω αντλιών (προβλέπεται μια εφεδρική) ξηρού τύπου θετικού εκτοπίσματος και μεταβλητής παροχής προς τους χωνευτές.

Το σύστημα αυτό θεωρείται περιβαλλοντικά βέλτιστο διότι η διακίνηση της λάσπης γίνεται συνεχώς μέσα σε κλειστό σύστημα και ελαχιστοποιούνται οι οσμές.

§ Αναερόβιοι χωνευτές

Σκοπός της μονάδας χώνευσης είναι η αναερόβια σταθεροποίηση των οργανικών συστατικών της ιλύος (μόνο πρωτοβάθμιας ή μίγμα πρωτοβάθμιας και περίσσειας βιολογικής ιλύος) ώστε να είναι ακίνδυνη και χωρίς περιβαλλοντικές οχλήσεις.

§ Αφυδάτωση λάσπης

Η αφυδάτωση της λάσπης γίνεται συνήθως με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- με μηχανικά μέσα (εικόνα 3.10.), ή
- με κλίνες ξήρανσης (εικόνα 3.11.).



Εικόνα 3.10.
Ιλύς σε μηχανή ξήρανσης.



Εικόνα 3.11.
Ιλύς σε κλίνες ξήρανσης.

3.6. Απολύμανση

Η μονάδα απολύμανσης αποσκοπεί στη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών που περιέχονται στα λύματα σε λιγότερο από 500cfu/100 ml που είναι το όριο που καθορίζουν οι εγκεκριμένοι Περιβαλλοντικοί Όροι.

Είναι το μοναδικό στάδιο στη επεξεργασία των αποβλήτων με αποκλειστικό σκοπό την καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών (μ/ο), αν και μερική απομάκρυνση ή καταστροφή τους γίνεται και στα άλλα στάδια επεξεργασίας.

Η περισσότερο διαδεδομένη και δοκιμασμένη μέθοδος απολύμανσης σε μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας Αποβλήτων (Ε.Ε.Α.) με Παρατεταμένο Αερισμό (Π.Α.) είναι η χλωρίωση με υποχλωριώδες νάτριο. Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η χλωρίωση, έχει το βασικό μειονέκτημα της δυσμενούς επίδρασης του χλωρίου στο υδάτινο περιβάλλον που διοχετεύονται τα χλωριωμένα απόβλητα.

§ Δεξαμενή χλωρίωσης

Η επαφή του NaOCl με τα λύματα γίνεται στη δεξαμενή χλωρίωσης ΔΧΛ (εικόνα 3.12.), που καλείται και δεξαμενή επαφής με τα απόβλητα, για να επιτυγχάνεται ο επιθυμητός βαθμός απομάκρυνσης των παθογόνων μικροοργανισμών (μ/ο).



Εικόνα 3.12.

Δεξαμενή χλωρίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΑΤΡΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε τις Ε.Ε.Λ. του δήμου Πατρέων.

4.1. Συνοπτική ταυτότητα του έργου

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι προδιαγραφές της εγκατάστασης.

Θέση	Κόκκινος Μύλος - ΝΔ άκρο Δ. Πατρέων	
Οικόπεδο	80 στρέμματα	
Κατάληψη οικοπέδου για έργα	50 στρέμματα	
Πράσινο	15 στρέμματα γκαζόν 200 δένδρα 2000 θάμνοι	
Δαπάνη οικοπέδου	2,9 εκ. ευρώ	1 δις δρχ
Δαπάνη εγκαταστάσεων	16,5 εκ. ευρώ	5,6 δις δρχ,
Έτος Δημοπράτησης	1994	
Διάρκεια κατασκευής	1996-2001	
Έναρξη Λειτουργίας	Οκτώβριος 2001	
Κατασκευή	Κ/Ε ΘΕΜΕΛΙΟΔΟΜΗ Α.Ε. PASSAVANT WERKE A.G.	
Μελέτη	NAMA Α.Ε.	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		
Είδος λυμάτων	Αστικά	
Ισοδύναμος πληθυσμός	180.000	
Μέγιστη ημερήσια παροχή	43.200 m ³ /d	1.800 m ³ /h
Μέση ημερήσια παροχή	36.000 m ³ /d	1.500 m ³ /h
Παροχή αιχμής	800 l/s	2.880 m ³ /h
Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Εισόδου		
§ Βιοδ. Οργανικό φορτίο – BOD ₅	11.700 kg/d	325 mg/l
§ Ολικό Οργανικό φορτίο – COD	14.400 kg/d	400 mg/l
§ Στερεά (S.S.)	14.400 kg/d	400 mg/l
§ Ολικό Άζωτο	2.340 kg/d	65 mg/l
§ Φώσφορος	468 kg/d	13 mg/l
Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Εξόδου		
§ Βιοδ. Οργανικό φορτίο – BOD ₅	900 kg/d	25 mg/l
§ Ολικό Οργανικό φορτίο – COD	4.500 kg/d	125 mg/l
§ Στερεά (S.S.)	1.080 kg/d	30 mg/l
§ Ολικό Άζωτο	540 kg/d	15 mg/l
§ Φώσφορος	360 kg/d	10 mg/l
Βαθμός καθαρισμού BOD₅	> 92,3%	

4.2. Μέθοδοι και Βασικοί Τομείς Επεξεργασίας

Η επιλεγείσα μέθοδος επεξεργασίας είναι εκείνη του παρατεταμένου αερισμού (EXTENDED AERATION ACTIVATED SLUDGE) με σταθεροποίηση της βιολογικής ιλύος, βιολογική νιτροποίηση και απονιτροποίηση για απομάκρυνση του αζώτου και βιολογική αποφωσφόρωση για απομάκρυνση του φωσφόρου. Πρωτοβάθμια καθίζηση προηγείται της βιολογικής βαθμίδας για την μείωση του οργανικού φορτίου και των ενεργειακών αναγκών λόγω αερισμού.

Τομέας Προεπεξεργασίας αποτελούμενος από :

- § Την μονάδα Χονδροεσχάρωσης
- § Το Αντλιοστάσιο Ανύψωσης λυμάτων
- § Τη μονάδα Λεπτής Εσχάρωσης
- § Τη μονάδα Εξάμμωσης
- § Τον Μετρητή Παροχής Εισόδου
- § Τη μονάδα Πρωτοβάθμιας Καθίζησης.

Τομέας Βιολογικής Επεξεργασίας αποτελούμενος από :

- § Το Φρεάτιο Διανομής πριν τις Δεξαμενές Βιολογικής Επεξεργασίας
- § Τις δεξαμενές Βιολογικής Αποφωσφόρωσης
- § Τις Δεξαμενές Αερισμού
- § Τις Δεξαμενές Τελικής Καθίζησης
- § Το Αντλιοστάσιο Ανακυκλοφορίας και Απομάκρυνσης Περίσσειας Ιλύος

Τομέας Επεξεργασίας Ιλύος αποτελούμενος από :

- § Την Εγκατάσταση Μηχανικής Πάχυνσης Ιλύος
- § Τα Αντλιοστάσια Παχυμένης Ιλύος
- § Τις Δεξαμενές Αναερόβιας Χώνευσης Ιλύος.
- § Την Εγκατάσταση Μηχανικής Αφυδάτωσης Ιλύος

Τομέας Απολύμανσης αποτελούμενος από :

- § Τον Μετρητή παροχής εξόδου
- § Την Δεξαμενή Απολύμανσης
- § Το Συγκρότημα Προσθήκης Απολυμαντικού
- § Τη μονάδα Διύλισης για παραγωγή Βιομηχανικού Νερού

Τομέας Εξόδου αποτελούμενος από :

- § Το Φρεάτιο Φόρτισης του Υποθαλασσίου Αγωγού Διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων
- § Το Αντλιοστάσιο Πλύσης του Υποθαλασσίου Αγωγού Διάθεσης των επεξεργασμένων λυμάτων
- § Το σύστημα Παράκαμψης Ασφαλείας

4.3. Συνοπτική Περιγραφή του Έργου

Ο Κεντρικός Αποχετευτικός Αγωγός (Κ.Α.Α.) καταλήγει στα έργα εισόδου.

Τα λύματα υφίστανται ένα πρώτο εσχарισμό προκειμένου να αφαιρεθούν τα μεγάλα στερεά και στη συνέχεια εισέρχονται στον θάλαμο υπερχειλίσης ασφαλείας. Από το θάλαμο αυτό τα λύματα οδηγούνται σε αντλιοστάσιο για τοπική ανύψωση ώστε στη συνέχεια να οδηγηθούν στην κύρια γραμμή επεξεργασίας με βαρύτητα. Στη συνέχεια υφίστανται εσχάρωση όπου κατακρατούνται τα μεγαλύτερα των 10 χλστ. στερεά. Οι εσχάρες είναι μηχανικού αυτοκαθαριζόμενου τύπου ενώ υπάρχουν

παρακαμπτήριοι δίαυλοι (BY PASS) με βοηθητικές απλές εσχάρες που καθαρίζονται από το εργατικό προσωπικό της εγκατάστασης.

Από το έργο εσχάρωσης τα λύματα οδηγούνται στον εξαμμωτή όπου γίνεται απομάκρυνση της άμμου και αφαίρεση των λιπών και των αφρών.

Από τον εξαμμωτή τα λύματα οδηγούνται στον μετρητή παροχής. Τα εσχαρίσματα και η άμμος συλλέγονται σε κάδους και σε τακτά χρονικά διαστήματα οδηγούνται για απόρριψη στον ΧΥΤΑ ενώ τα υγρά στραγγίδια τους οδηγούνται στην έξοδο του μετρητή παροχής.

Στη συνέχεια τα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο διανομής από όπου ισοκατανέμονται στις λειτουργούσες δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης. Σε περίπτωση ηθελημένης παράκαμψης της εγκατάστασης τα λύματα από το φρεάτιο διανομής μπορούν να παροχετευτούν προς το φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού μέσω παρακαμπτηρίου αγωγού (BY PASS).

Στις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης γίνεται αφαίρεση βιοδοασπάσιμου οργανικού φορτίου (υπό μορφή στερεών) της τάξης του 30%. Τα λύματα που υπερχειλίζουν οδηγούνται στις δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας. Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι εφοδιασμένες με παρακαμπτήρια διάταξη προκειμένου να τροφοδοτούνται οι δεξαμενές αερισμού με λύματα "πλήρους φορτίου" όταν παρατηρείται έλλειψη άνθρακα για την διαδικασία της αφαίρεσης αζώτου.

Από τις δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης η πρωτοβάθμια ιλύς μεταφέρεται στο σύστημα μηχανικής πάχυνσης με φυγοκέντριση από όπου η παχυμένη ιλύς μεταφέρεται στον αναερόβιο χωνευτή όπου υφίσταται αναερόβια χώνευση και σταθεροποίηση.

Στην δεξαμενή αερισμού τα λύματα υφίστανται συνδυασμένη βιολογική αερόβια και αναερόβια επεξεργασία για την αποικοδόμηση και αδρανοποίηση των

ανθρακούχων και αζωτούχων και φωσφορούχων ρυπαντικών τους φορτίων με ταυτόχρονη σταθεροποίηση της ιλύος.

Τα λύματα ακολούθως οδηγούνται στις δεξαμενές τελικής καθίζησης όπου καθιζάνει η βιομάζα και στη συνέχεια επανακυκλοφορεί προς τις δεξαμενές αερισμού για την διατήρηση σταθερού ποσοστού ενεργού ιλύος, μέσω του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας ιλύος, ενώ τα διαυγασμένα υγρά υπερχειλίζουν και οδηγούνται στην μονάδα απολύμανσης στην οποία χρησιμοποιείται διάλυμα διοξειδίου του χλωρίου για την καταστροφή των παθογόνων οργανισμών.

Μετά την απολύμανση τα λύματα οδηγούνται στο φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού και διατίθενται στη θάλασσα.

Η πλεονάζουσα βιολογική ιλύς παροχετεύεται καθημερινώς μέσω του Αντλιοστασίου Περίσσειας προς πάχυνση, αναερόβια χώνευση. Το σύνολο της σταθεροποιημένης πλέον ιλύος υφίσταται αφυδάτωση και στη συνέχεια μεταφέρεται για τελική διάθεση στο ΧΥΤΑ του Δήμου Πατρέων.

Τα υγρά στραγγίσεως της αφυδάτωσης με βαρύτητα επιστρέφουν σε ενδιάμεσο αντλιοστάσιο και από εκεί στην έξοδο του καναλιού μέτρησης της παροχής. Η αφυδατωμένη ιλύς συλλέγεται σε δοχεία αποκομιδής και μεταφέρεται στο ΧΥΤΑ της, με κατάλληλο όχημα.

Ολόκληρο το σύστημα επεξεργασίας ως προς την λειτουργία και τις μετρήσεις ελέγχεται κεντρικά από πλήρες ολοκληρωμένο σύστημα αυτοματισμού.

Υπάρχει εγκατάσταση υποσταθμού για την λειτουργία της εγκατάστασης υπό μέση τάση ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και ηλεκτροπαραγωγό ζεύγους σαν σύστημα εφεδρείας.

Λειτουργούν δύο συστήματος απόσπησης για τον καθαρισμό του αέρα των κτιρίων του τομέα προεπεξεργασίας και του τομέα επεξεργασίας ιλύος όπου εκλύονται οσμές.

Τέλος υπάρχουν όλα τα έργα υποδομής (ύδρευση, αποχέτευση, όμβρια, ηλεκτροφωτισμός, τηλέφωνα, αντικεραυνική προστασία, κ.λ.π.) καθώς και κατάλληλα κτιριακά έργα (κτίριο Διοίκησης-χημείο, αποθήκες κ.λ.π.) για την εξυπηρέτηση της εγκατάστασης.

4.4. Περιγραφή των Μονάδων της Εγκατάστασης

Στις φωτογραφίες (4.1α.) και (4.1β.), απεικονίζεται η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων της Πάτρας.

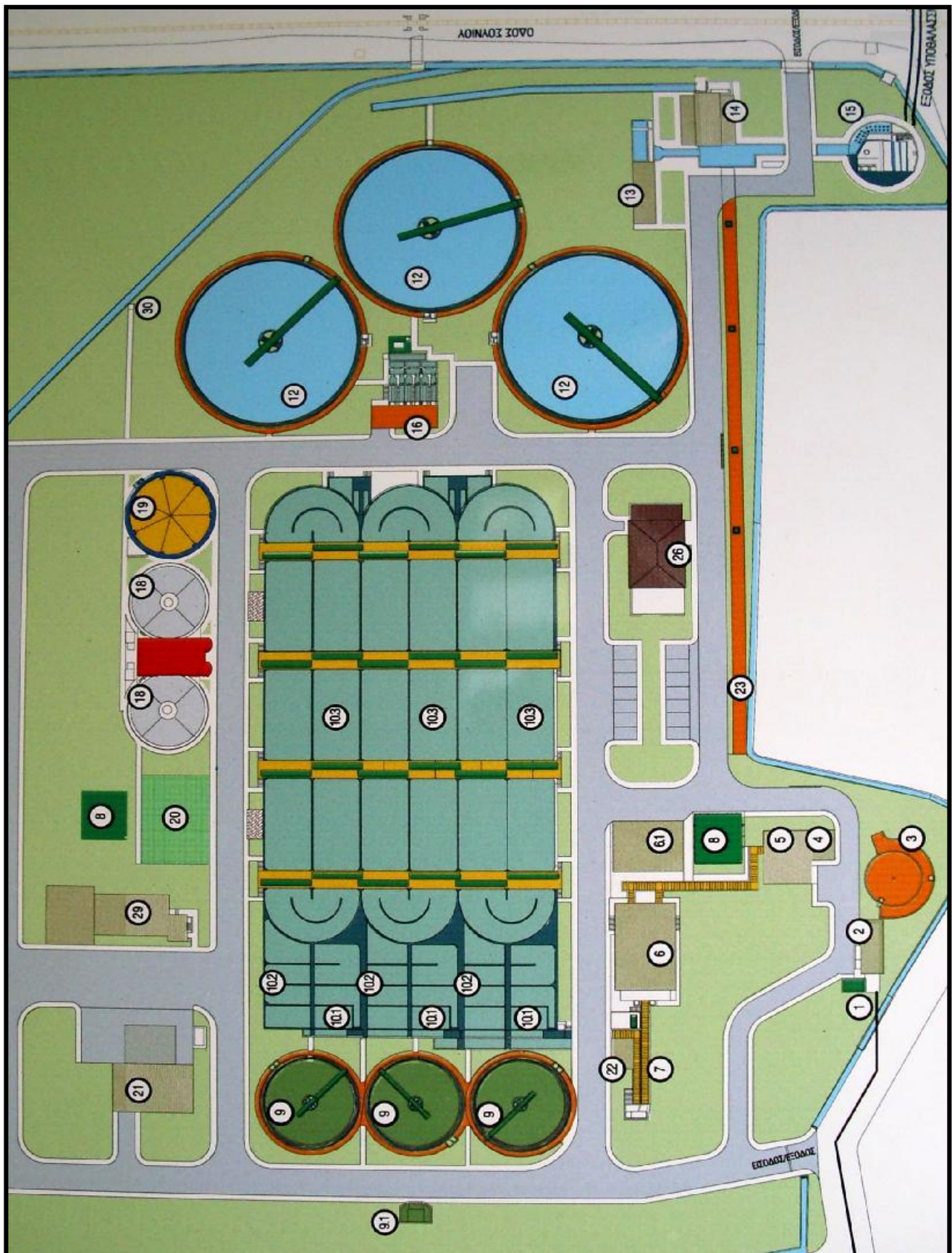
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΠΑΤΡΑΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

1. ΕΙΣΟΔΟΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
2. ΧΟΝΔΡΟΕΣΧΑΡΩΣΗ
3. ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
4. ΑΡΧΙΚΗ ΑΝΥΨΩΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ
5. ΕΣΧΑΡΩΣΗ
6. ΕΞΑΜΜΩΣΗ
- 6.1. ΑΜΜΟΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΣ- ΦΥΣΗΤΗΡΕΣ ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ
7. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ
8. ΑΠΟΣΜΗΣΗ
9. ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΚΑΘΙΖΗΣΗ
- 9.1. ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕΡΙΣΜΟΥ ΠΡΩΤ. ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
10. ΒΙΟΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ
- 10.1. ΠΡΟΑΝΟΞΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΥΛΙΟΣ
- 10.2. ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ ΑΠΟΦΩΣΦΟΡΩΣΗΣ
- 10.3. ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
12. ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ
13. ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΦΙΛΤΡΑΝΣΗ)
14. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ
15. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΕΞΟΔΟΥ
16. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ - ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΙΛΥΟΣ
18. ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΧΩΝΕΥΣΗ ΙΛΥΟΣ
19. ΑΕΡΟΦΥΛΑΚΙΟ
20. ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ ΙΛΥΟΣ
21. ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΑΧΥΝΣΗΣ- ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ ΙΛΥΟΣ
22. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΣΤΡΑΓΓΙΔΙΩΝ
23. ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΑΚΑΜΨΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
26. ΚΤΙΡΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
29. ΚΤΙΡΙΟ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ
30. ΔΑΥΛΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ

Εικόνα 4.1α.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.1β

Χονδροεσχάρωση - Υπερχείλιση Ασφαλείας

Με την είσοδό τους στην εγκατάσταση τα λύματα υφίστανται ένα πρώτο εσχαρισμό προκειμένου να αφαιρεθούν τα μεγάλα στερεά. Η εσχάρα είναι αυτόματη με διάκενα μεταξύ των ράβδων 60 mm. Τα εσχαρίσματα συλλέγονται σε κάδους και σε τακτά χρονικά διαστήματα μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ. Στη συνέχεια τα λύματα εισέρχονται σε κυκλική δεξαμενή διαμέτρου 12 m η οποία περιλαμβάνει υπερχειλιστή ασφαλείας για διάθεση της υπερβάλλουσας παροχής στο By-pass ασφαλείας που καταλήγει στο φρεάτιο τελικής διάθεσης.

Αρχική άντληση

Η μονάδα αρχικής άντλησης απαιτείται για την ανύψωση των λυμάτων από το φρεάτιο άφιξης του κεντρικού αποχετευτικού αγωγού της Πάτρας σε στάθμη τέτοια ώστε να είναι δυνατή η ροή των λυμάτων με βαρύτητα μέσα από τις μονάδες επεξεργασίας μέχρι το φρεάτιο φόρτισης του υποθαλάσσιου αγωγού.

Το αντλιοστάσιο περιλαμβάνει 5 φυγοκεντρικές αντλίες κατάλληλες για άντληση λυμάτων με δυναμικότητα 800m³/h έκαστη. Όλες οι αντλίες ελέγχονται από 5 αυτόνομους ρυθμιστές στροφών ώστε η τροφοδοσία της εγκατάστασης να είναι ομαλή και ανάλογη της παροχής εισόδου.

Ολόκληρο το αντλιοστάσιο είναι τοποθετημένο σε κλειστό κτίριο του οποίου ο αέρας υφίσταται απόσπηση. Οι κινητήρες των αντλιών, οι μηχανισμοί έδρασης και ανύψωσης και οι πίνακες χειρισμού βρίσκονται επίσης σε κλειστό κτίριο που είναι εξοπλισμένο με σύστημα εξαερισμού και φωτισμού.

Εσχαρισμός – Εξάμμωση – Απολίπανση – Μέτρηση Παροχής

Η προεπεξεργασία των λυμάτων αποσκοπεί στην αφαίρεση των φερτών, σκουπιδιών κλπ. της άμμου καθώς και των επιπλεόντων υλικών (λίπη, έλαια κλπ.) ώστε να προστατευθούν οι κατάντη μονάδες επεξεργασίας (καθίζηση, αερισμός, χώνευση) και να διαχωριστούν τα αδρανή συστατικά των λυμάτων από τα οργανικά.

Η μονάδα εσχάρωσης είναι τοποθετημένη εξ ολοκλήρου μέσα σε κλειστό κτίριο. Αποτελείται από δυο (2) αυτοκαθαριζόμενες «λεπτές» σχάρες με διάκενα μεταξύ των ράβδων 10mm και κανάλι παράκαμψης της μονάδας εσχάρωσης, εξοπλισμένο με απλή σχάρα 20mm. Η συλλογή και αποκομιδή των εσχαρισμάτων γίνεται με μεταφορική ταινία για να οδηγηθούν στη συνέχεια σε πρέσσα εσχαρισμάτων που τα συμπιέζει και τα αποθέτει σε ειδικούς κάδους συλλογής που σε τακτά χρονικά διαστήματα μεταφέρονται στο ΧΥΤΑ.

Η μονάδα εξάμμωσης είναι αεριζόμενου τύπου. Ο αερισμός επιτυγχάνεται με διάχυση πεπιεσμένου αέρα και εξασφαλίζει αφενός μεν τον καλύτερο διαχωρισμό της άμμου και των λιπών από τα λύματα, αφετέρου δε τον προ-αερισμό των λυμάτων και την μερική καταστροφή των οσμών μέσω της οξείδωσής τους. Η εξάμμωση περιλαμβάνει δυο παράλληλες διώρυγες ειδικής τραπεζοειδούς διατομής και παλινδρομική γέφυρα με ξέστρο που κατά τις δυο διαδρομές του, δηλαδή κατά τη φορά της ροής και αντίθετα, σαρώνει εναλλάξ την άμμο από τον πυθμένα και τα λίπη από την επιφάνεια. Η μονάδα εξάμμωσης είναι στεγασμένη ώστε ο αέρας του εσωτερικού χώρου να ανανεώνεται και να υφίσταται απόσμηση.

Η άμμος οδηγείται από το ξέστρο σε χοάνες απ' όπου αντλείται με υποβρύχια αντλία σε ειδικά σιλό, πλένεται, αφυδατώνεται και μέσω ηλεκτροκίνητου μηχανισμού εκκένωσης, απορρίπτεται σε κάδους για μικρό χρονικό διάστημα μέχρι την τελική διάθεση στο ΧΥΤΑ. Τα λίπη συγκεντρώνονται αρχικά σε δυο φρεάτια στο κατάντη άκρο των δυο διωρύγων. Από εκεί απομακρύνονται περιοδικά με βυτιοφόρο.

Όλες οι επιμέρους μονάδες (σχάρες, εξαμμωτές, αγωγοί κλπ.) μπορούν να απομονωθούν με ηλεκτροκίνητα ή αφαιρετά θυροφράγματα για επισκευή.

Για τη μέτρηση της παροχής εισόδου χρησιμοποιείται ανοικτό κανάλι Venturi και συσκευή με υπερήχους για τη μέτρηση της στάθμης του υγρού σε αυτή. Η συσχέτιση της μετρούμενης στάθμης με την παροχή γίνεται αυτόματα από το όργανο. Στο τέλος του καναλιού υπάρχει ηλεκτροκίνητη υπερχειλιστική διάταξη που επιτρέπει μέρος ή το σύνολο της παροχής να οδηγηθεί μέσω ενός δεύτερου καναλιού μέτρησης παροχής στη βιολογική βαθμίδα παρακάμπτοντας την πρωτοβάθμια καθίζηση. Αυτό γίνεται όταν παρατηρούνται αραιά λύματα φτωχά σε οργανική τροφή.

Πρωτοβάθμια καθίζηση

Η μονάδα πρωτοβάθμιας καθίζησης επιτυγχάνει την απομάκρυνση μέρους των σωματιδίων από τα λύματα μειώνοντας έτσι το συνολικό οργανικό φορτίο των λυμάτων (BOD5) κατά 25-30% και των αιωρούμενων στερεών κατά 60%.

Η μονάδα αποτελείται από 3 κυκλικές δεξαμενές διαμέτρου 21m εξοπλισμένες με περιστρεφόμενη γέφυρα. Από τη γέφυρα αναρτάται το ξέστρο σάρωσης της ιλύος προς τον κεντρικό κώνο συλλογής του πυθμένα. Η πρωτοβάθμια ιλύς απομακρύνεται περιοδικά με κοχλιωτές αντλίες και οδηγείται σε σύστημα μηχανικής πάχυνσης όπου υφίσταται μια περαιτέρω συμπύκνωση και από εκεί οδηγείται στους αναερόβιους χωνευτές.

Μονάδα βιολογικής επεξεργασίας

Η μονάδα βιολογικής επεξεργασίας περιλαμβάνει 3 παράλληλες γραμμές επεξεργασίας με αναερόβιες δεξαμενές βιολογικής αποφωσφόρωσης και δεξαμενές αερισμού-νιτροποίησης και απονιτροποίησης (εικόνα 4.2.). Στη βιολογική μονάδα επιτυγχάνεται η βιοαποδόμηση του οργανικού άνθρακα, η οξείδωση του οργανικού και αμμωνιακού αζώτου σε νιτρικά (νιτροποίηση), η απελευθέρωση του αζώτου των νιτρικών στην ατμόσφαιρα με τη μορφή του στοιχειακού αζώτου (απονιτροποίηση) και η δέσμευση φωσφόρου στη βιομάζα.



Εικόνα 4.2.

Η δεξαμενή αποφωσφόρωσης περιλαμβάνει ένα φρεάτιο υποδοχής της ανακυκλοφορούσας ιλύος όγκου 400m³ όπου σε αναερόβιες συνθήκες γίνεται πλήρης απομάκρυνση των νιτρικών που πιθανόν να περιέχει η ιλύς. Από το φρεάτιο

αυτό η ιλύς υπερχειλίζει και ενώνεται με τα φρέσκα λύματα που εισέρχονται από το κανάλι διανομής. Η δεξαμενή όγκου 1200m^3 εξαναγκάζει τα λύματα σε μαιανδρική διαδρομή κατά την οποία υφίστανται ανάδευση για να αποφευχθεί η καθίζηση της ιλύος.

Στη φάση αυτή τα φωσφοροβακτήρια «ωριμάζουν» ώστε στην επόμενη αερόβια φάση επεξεργασίας να δεσμεύσουν το διαλυμένο φώσφορο.

Η δεξαμενή αερισμού όγκου 8000m^3 έχει σχήμα πίστας και περιλαμβάνει δύο κύριες περιοχές. (i) Την αερόβια περιοχή όπου με την προσθήκη αέρα (δηλαδή οξυγόνου) τα αερόβια βακτήρια καταναλώνουν την οργανική τροφή και μετατρέπουν τις αζωτούχες ενώσεις σε νιτρικά άλατα. (ii) Την ανοξική περιοχή όπου άλλα βακτήρια μετατρέπουν τα νιτρικά άλατα σε αέριο άζωτο. Η προσθήκη του αέρα στη μάζα του υγρού γίνεται με επιφανειακούς αεριστήρες τύπου βούρτσας (Mammoth rotors). Σε κάθε δεξαμενή αερισμού υπάρχουν εγκατεστημένοι 6 αεριστήρες ισχύος 45 KW ο καθένας, προσφέροντας παροχή οξυγόνου $6 \cdot 77,5 = 465 \text{ KgO}_2/\text{h}$. Η ρύθμιση της παροχής του οξυγόνου που παρέχουν οι αεριστήρες επιτυγχάνεται με το συνδυασμό αυτόματης μέτρησης του διαλυμένου οξυγόνου στις δεξαμενές αερισμού και της ρύθμισης του βυθίσματος των αεριστήρων μέσω της κατάλληλης ταπείνωσης ή ανύψωσης της στάθμης αυτόματων υπερχειλιστών στην έξοδο των δεξαμενών αερισμού.

Για τη διατήρηση ικανοποιητικής ανάδευσης ακόμα και όταν ορισμένοι από τους αεριστήρες είναι σταματημένοι έχουν εγκατασταθεί σε κάθε δεξαμενή αερισμού 4 αναδευτήρες τύπου μεγάλου πτερυγίου συνολικής ισχύος $4 \cdot 4 = 16 \text{ KW}$.

Δεξαμενές τελικής καθίζησης

Στις δεξαμενές τελικής καθίζησης γίνεται ο διαχωρισμός της ενεργού ιλύος από τα επεξεργασμένα λύματα. Υπάρχουν 3 δεξαμενές διαμέτρου 40m (εικόνα 4.3.). Τα επεξεργασμένα λύματα κατευθύνονται προς τη δεξαμενή χλωρίωσης.



Εικόνα 4.3.

Η ιλύς που καθιζάνει στον πυθμένα συλλέγεται με κατάλληλα σάρωθρα αναρτημένα από περιστρεφόμενη γέφυρα στον κεντρικό κώνο και απάγεται από τη δεξαμενή συνεχώς. Η ίδια γέφυρα φέρει επιφανειακό σάρωθρον που παρασύρει συνεχώς τα επιπλέοντα και τα ωθεί μέσα σε χοάνη απ' όπου οδηγούνται σε παράπλευρο φρεάτιο προσωρινής αποθήκευσης και απομακρύνονται περιοδικά με βυτιοφόρο.

Η ιλύς που απάγεται από τις δεξαμενές τελικής καθίζησης συγκεντρώνεται στον υγρό θάλαμο του αντλιοστασίου επανακυκλοφορίας από όπου μέρος αυτής επαναφέρεται στην μονάδα βιολογικής επεξεργασίας ενώ η περίσσεια οδηγείται μέσω χωριστού αντλιοστασίου στο μηχανικό σύστημα πάχυνσης.

3.4.7 Αντλιοστάσιο επανακυκλοφορίας

Το αντλιοστάσιο αυτό αποτελείται από 2x3 αντλίες Αρχιμήδη δυναμικότητας 450 m³/h έκαστη για την ανακυκλοφορία ιλύος προς την βιολογική επεξεργασία και 2 αντλίες ελικοειδούς ρότορα (mono rumpfs) για την απαγωγή της περίσσειας ιλύος που παράγεται στη βιολογική μονάδα.

Η περίσσεια ενεργός ιλύς, το μεγαλύτερο μέρος του έτους είναι σταθεροποιημένη και μπορεί να πηγαίνει απ' ευθείας προς πάχυνση και αφυδάτωση, εναλλακτικά να οδηγείται στους αναερόβιους χωνευτές μαζί με την πρωτοβάθμια ιλύ.

Μονάδα απολύμανσης - μέτρησης παροχής

Η μονάδα απολύμανσης αποσκοπεί στη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών που περιέχονται στα λύματα σε λιγότερο από 500cfu/100 ml που είναι το όριο που καθορίζουν οι εγκεκριμένοι Περιβαλλοντικοί Όροι.

Η μονάδα αποτελείται από:

- § Διάταξη μέτρησης της παροχής σε ανοικτή διώρυγα Venturi και συσκευή με υπερήχους. Η μέτρηση της παροχής στη θέση αυτή είναι απαραίτητη για την ρύθμιση της δόσης του απολυμαντικού αναλογικά με την παροχή των λυμάτων.
- § Δεξαμενή απολύμανσης.
- § Αυτόματο σύστημα προσθήκης απολυμαντικού με αυτόματη ρύθμιση της δόσης αναλογικά προς την παροχή. Το σύστημα είναι εγκατεστημένο σε χωριστή αίθουσα του κτιρίου απολύμανσης με τον τοπικό ηλεκτρολογικό πίνακα και τους αυτοματισμούς. Ως απολυμαντικό χρησιμοποιείται το ClO₂ που παράγεται επιτόπου με αντίδραση υδροχλωρικού οξέος και χλωριώδους νατρίου.
- § Χώρος αποθήκευσης των χημικών.
- § Το σύστημα εξαερισμού του κτιρίου της απολύμανσης που περιλαμβάνει επιτοίχιους αξονικούς ανεμιστήρες.

Μονάδα μηχανικής πάχυνσης της πρωτοβάθμιας ιλύος

Σκοπός της μονάδας πάχυνσης είναι η συμπύκνωση της ιλύος, πριν τροφοδοτηθεί στους χωνευτές για την βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους. Η πάχυνση γίνεται σε μηχανές φυγοκέντρισης που είναι απολύτως κλειστές έτσι ώστε η ιλύς να μην έρχεται καθόλου σε επαφή με το περιβάλλον. Στις μονάδες αυτές η ιλύς συμπυκνώνεται σε 4-6% σε στερεά με ταυτόχρονη αφαίρεση μέρους του υγρού που μέσω του δικτύου στραγγιδίων επιστρέφει στην είσοδο της εγκατάστασης. Η απαγωγή της παχυμένης ιλύος γίνεται μέσω αντλιών (προβλέπεται μια εφεδρική) ξηρού τύπου θετικού εκτοπίσματος και μεταβλητής παροχής προς τους χωνευτές. Το σύστημα αυτό θεωρείται περιβαλλοντικά βέλτιστο διότι η διακίνηση της λάσπης γίνεται συνεχώς μέσα σε κλειστό σύστημα και ελαχιστοποιούνται οι οσμές.

Αναερόβιοι χωνευτές

Σκοπός της μονάδας χώνευσης είναι η αναερόβια σταθεροποίηση των οργανικών συστατικών της ιλύος (μόνο πρωτοβάθμιας ή μίγμα πρωτοβάθμιας και περίσσειας βιολογικής ιλύος) ώστε να είναι ακίνδυνη και χωρίς περιβαλλοντικές οχλήσεις η διάθεσή της στο ΧΥΤΑ. Η μονάδα περιλαμβάνει δυο κλειστές κυλινδρικές δεξαμενές από σκυρόδεμα συνολικού όγκου 5000 m³. Οι χωνευτές είναι μονωμένοι εξωτερικά με φύλλο υαλοβάμβακα που προστατεύεται από μεταλλικό περίβλημα. Το περιεχόμενο των χωνευτών αναμιγνύεται συνεχώς με σύστημα κοχλία και σωλήνα ελκυσμού αμφίδρομης λειτουργίας.

Η θέρμανση της ιλύος στη θερμοκρασία λειτουργίας των δεξαμενών 35-37°C επιτυγχάνεται με τη συνεχή άντληση του περιεχομένου του κάθε χωνευτή με τη βοήθεια φυγοκεντρικών αντλιών επανακυκλοφορίας μέσα από εξωτερικό εναλλάκτη θερμότητας (ένας για κάθε χωνευτή). Το σύστημα θέρμανσης της ιλύος περιλαμβάνει επίσης οριζόντιους φυγοκεντρικούς κυκλοφορητές ζεστού νερού, το συγκρότημα του λέβητα και δύο καυστήρων. Οι καυστήρες λειτουργούν με το βιοαέριο που παράγεται κατά τη χώνευση αλλά προβλέπεται και η δυνατότητα λειτουργίας του ενός καυστήρα με πετρέλαιο που αποθηκεύεται σε δεξαμενή. Όλος ο εξοπλισμός κυκλοφορίας και θέρμανσης της ιλύος που προαναφέρθηκε βρίσκεται τοποθετημένος μέσα σε κλειστό κτίριο.

Το αέριο που παράγεται στους χωνευτές μεταφέρεται από την κορυφή του κάθε χωνευτή στο αεροφυλάκιο πλωτής οροφής που εξασφαλίζει προσωρινή αποθήκευση του βιοαερίου. Το αέριο χρησιμοποιείται βασικά για τη θέρμανση της ιλύος, ενώ το πλεονάζον αέριο οδηγείται σε πυρσό καύσης. Ο πυρσός έχει εξασφαλίσει την καύση της συνολικής ημερήσιας παραγωγής βιοαερίου εντός 12 ωρών. Μελλοντικά προβλέπεται η εγκατάσταση μηχανών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο για κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών της εγκατάστασης.

Μονάδα μηχανικής αφυδάτωσης

Η αφυδάτωση της ιλύος επιτυγχάνεται σε μηχανές φυγοκέντρισης, πρακτικά όμοιες με τις μηχανές πάχυνσης (φωτογ.πάχυνσης). Συνολικά εγκαθίστανται 4 μηχανές φυγοκέντρισης. Δύο χρησιμοποιούνται για την διαδικασία της πάχυνσης, μία για την διαδικασία της αφυδάτωσης και μία είναι εφεδρική για να καλύψει τυχόν βλάβη της μηχανής αφυδάτωσης ή μίας εκ των μηχανών πάχυνσης. Εκτός από τις μηχανές φυγοκέντρισης η μονάδα περιλαμβάνει τις αντλίες τροφοδοσίας της ιλύος και δυο μονάδες παρασκευής και τροφοδοσίας διαλύματος πολυηλεκτρολύτη

Η αφυδατωμένη ιλύς μεταφέρεται με κεκλιμένο περιστρεφόμενο κοχλία εκτός του κτιρίου αφυδάτωσης και απορρίπτεται σε κάδους χωρητικότητας 10m³ σε ημι-υπαίθριο χώρο απ' όπου κατά περιόδους μεταφέρεται με απορριμματοφόρα οχήματα στο χώρο τελικής διάθεσης, στο ΧΥΤΑ του Δήμου Πατρέων.

Μονάδα παραγωγής βιομηχανικού νερού

Στόχος της μονάδας αυτής είναι η εξοικονόμηση νερού για τη λειτουργία και την άρδευση της εγκατάστασης. Η επιλογή αυτή είναι "οικολογικά σωστή" διότι επιτυγχάνει εξοικονόμηση νερού και άμβλυση των δυνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Η μονάδα περιλαμβάνει φίλτρο βαρύτητας από χαλαζιακή άμμο που τροφοδοτείται από δυο αντλίες αντίστοιχης δυναμικότητας, δυο αντλίες έκπλυσης, ένα πιεστικό συγκρότημα για την τροφοδοσία του βιομηχανικού νερού στα σημεία όπου απαιτείται (σχάρες, δίκτυο άρδευσης, κλπ.) και δεξαμενή αποθήκευσης όγκου 50m³.

Σύστημα απόσμησης

Το σύστημα απόσμησης αποτελείται από φυγοκεντρικούς αεριστήρες αναρρόφησης του αέρα, τους αεραγωγούς συλλογής του προς επεξεργασία αέρα και δύο μονάδες επεξεργασίας του αέρα, ένα για τα έργα εισόδου και ένα για τα έργα

επεξεργασίας ιλύος. Κάθε μονάδα αποτελείται από ένα διπλό σύστημα χημικής πλυντρίδας και βιολογικού φίλτρου. Η χημική πλυντρίδα επιτυγχάνει την απομάκρυνση της μεγαλύτερης ποσότητας υδρόθειου και αμμωνίας ενώ το βιολογικό φίλτρο επιτυγχάνει τον τελικό «εξευγενισμό» αφαιρώντας τα όποια ίχνη υδρόθειου, αμμωνίας και άλλων οργανικών πτητικών ενώσεων (**VOCs**) που τυχόν δεν κατακρατούνται στην χημική πλυντρίδα. Η χημική πλυντρίδα των έργων εισόδου χρησιμοποιεί διαλύματα καυστικού νατρίου και υπεροξειδίου του υδρογόνου ενώ αυτή των έργων επεξεργασίας ιλύος διαλύματα καυστικού νατρίου και θειϊκού οξέος. Το σύστημα έχει συνολική απόδοση καλύτερη από 95% ενώ η ύπαρξη δύο αλληλοσυμπληρούμενων βαθμίδων παρέχει υψηλό βαθμό λειτουργικής αξιοπιστίας.

Χρήση νερού και ενέργειας

Νερό

Οι ανάγκες σε νερό ύδρευσης της εγκατάστασης εκτιμώνται σε 45m³/μήνα και καλύπτουν την εξυπηρέτηση του προσωπικού και τα σημεία της εγκατάστασης όπου απαιτείται η παροχή καθαρού νερού (χλωριωτές, παρασκευή διαλυμάτων). Η υδροδότηση της μονάδας γίνεται από την ΔΕΥΑΠ).

Επιπρόσθετα, η εγκατάσταση διαθέτει δίκτυο βιομηχανικού νερού για το πλύσιμο των μηχανημάτων που εκτιμάται σε 300m³/d. Το νερό αυτό προέρχεται από τη μονάδα παραγωγής βιομηχανικού νερού δυναμικότητας 200 m³/h και παράγεται από την μονάδα διύλισης και πρόσθετης χλωρίωσης επεξεργασμένων λυμάτων.

Ενέργεια

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της μονάδας ανέρχεται σε 1700 KW. Η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας στην εγκατάσταση εκτιμάται σε 6,000,000 KWh.

Πρώτες ύλες - Χημικά

Οι πρώτες ύλες που θα χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση είναι :

§ NaClO₂ και HCl για την παρασκευή του απολυμαντικού ClO₂, ετήσια κατανάλωση 35 τόνους έκαστο.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

- § Πολυηλεκτρολύτης, σκόνη σε σάκους, ετήσια κατανάλωση 20t/χρόνο.
- § Καυστικό νάτριο, για τη ρύθμιση του pH του χωνευτή και διάλυμα πλύσης αέρα του συστήματος απόσμησης των έργων εισόδου, σε υγρή μορφή σε δοχείο. 18m³/χρόνο, 50% διάλυμα.
- § Υπεροξειδίο του υδρογόνου (H₂O₂) για την οξειδωση των ρίπων του αέρα του συστήματος απόσμησης των έργων εισόδου, σε υγρή μορφή σε δοχείο. 10m³/χρόνο.
- § Θειικό οξύ για την εξουδετέρωση των αμμωνιακών ρίπων του αέρα του συστήματος απόσμησης των έργων ιλύος, σε υγρή μορφή σε δοχείο. 10m³/χρόνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ Ε.Ε.Λ. ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΧΑΛΚΙΔΕΩΝ

5.1. Γενικά στοιχεία χώρου εγκατάστασης

Η Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) του Δήμου Χαλκιδέων αφορά στην επεξεργασία αστικών λυμάτων της ευρύτερης περιοχής της πόλης της Χαλκίδας. Η εν λόγω μονάδα έχει κατασκευασθεί επί της νήσου Πασά (εικόνα 5.1.), η οποία βρίσκεται στο μυχό του νότιου Ευβοϊκού κόλπου και σε απόσταση 455m από την Ευβοϊκή ακτή και 465m από την Βοιωτική ακτή.



Εικόνα 5.1.

Η νησίδα που φιλοξενεί τα έργα της Ε.Ε.Λ. έχει συνολική έκταση 30.000m² ενώ η επιφάνειά της καλύπτεται από ασβεστόλιθους με μανδύα μικρού πάχους από κορήματα. Οι ασβεστόλιθοι έχουν άνω κρητιδική ηλικία, είναι μεσοπλακώδεις (0,4-1,0m) με έντονη διάρρηξη και μέτρια καρστικότητα. 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. Ο βυθός της περιοχής συνίσταται από σερπεντινικά πετρώματα με κάλυμμα από χαλαρά υλικά όπως άργιλλοι, ιλύες και άμμους.

Η κατασκευή των εγκαταστάσεων έχει λάβει χώρα σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο του 1986 οπότε και λειτούργησε για πρώτη φορά η Ε.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.5.1.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΡΓΟΥ	
Μέση παροχή λυμάτων (m ³ /day)	6.250
Διηθήσεις (m ³ /day)	3.100
Συνολική μέση παροχή λυμάτων (m ³ /day)	9.350
Μέγιστη παροχή λυμάτων (m ³ /day)	12.475
Παροχή αιχμής (lt/s)	220
Παροχή βοθρολυμάτων (m ³ /day)	1.600
Παροχή αιχμής βοθρολυμάτων (m ³ /hr)	270
BOD αστικών λυμάτων (mg/lt)	311
SS αστικών λυμάτων (mg/lt)	364
N αστικών λυμάτων (mg/lt)	74
P αστικών λυμάτων (mg/lt)	21
BOD βοθρολυμάτων (mg/lt)	1.000
SS βοθρολυμάτων (mg/lt)	1.200
N βοθρολυμάτων (mg/lt)	200
P βοθρολυμάτων (mg/lt)	100
Συνολική μέση παροχή (m ³ /day)	10.950
Παροχή αιχμής για έργα N. Πασά (lt/s)	200

Πίνακας 5.1.

5.2. 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 0,75m. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εσχάρων δίδονται στον ακόλουθο πίνακα 5.2.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

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

Πίνακας 5.2.

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 5.3.

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
Ταχύτητα εξόδου (r.p.m.)	23
Ικανότητα μεταφοράς (m ³ /hr)	1,0

Πίνακας 5.3.

Η επόμενη φάση της προεπεξεργασίας περιλαμβάνει την εξάμμωση - απολίπανση των αστικών λυμάτων. Ο αεριζόμενος εξαμμωτής είναι ορθογωνικής κάτοψης μήκους 9m, πλάτους 3m (αεριζόμενη ζώνη) και βάθους (μέχρι το πάνω σημείο των κώνων συλλογής άμμου) 3m. Στην πλευρά του εξαμμωτή προς τη δεξαμενή εξισορρόπησης κατασκευάζεται καθ'όλο το μήκος ημιεμβαπτισμένο τοίχειο που σκοπό έχει την δημιουργία ζώνης ηρεμίας πλάτους 1m και μήκους 9m 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 $30\text{m}^3/\text{hr}$ για μανομετρικό 5m. Οι αντλίες αυτές είναι εφοδιασμένες με πτερωτή η οποία έχει υποστεί σκλήρυνση 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 εξαμμωτή 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 φυσητήρες δυναμικότητας $285\text{m}^3/\text{hr}$. Οι φυσαλίδες αέρα κατά την άνοδό τους προκαλούν σπειροειδή ροή των λυμάτων προς την έξοδο του εξαμμωτή. 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 εξαμμωτή και συλλέγεται σε τρεις κατάλληλα διαμορφωμένους κώνους βάθους 1,2m 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 εξαμμωτή τα λύματα υπερχειλίζουν μέσω υπερχειλιστή λεπτής στέψης μήκους 3m προς το κανάλι τροφοδοσίας της δεξαμενής εξισορρόπησης το οποίο έχει πλάτος 1m.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου της εξάμμωσης παρουσιάζονται στους επόμενους πίνακες 5.4α. και 5.4β.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΑΜΜΩΣΗΣ- ΑΠΟΛΙΠΑΝΣΗΣ	
ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΑΜΜΟΥ	
Αριθμός μονάδων	3
Τύπος αντλιών	Φυγοκεντρικές, υποβρύχιες
Πτερωτή	Vortex
Θέση λειτουργίας	Κατακόρυφη
Τύπος εγκατάστασης	Αυτόματης εμπλοκής στη φλάντζα κατάθλιψης
Παροχή λειτουργίας (m ³ /hr)	30
Μανομετρικό (m)	5
Διάμετρος κατάθλιψης	DN 65
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)	3.684x1.184
Τύπος κοχλία	Χωρίς κεντρικό άξονα
Διάμετρος κοχλία (mm)	210
Ολικό μήκος κοχλία (mm)	4.000
Σπείρα κοχλία (mm ²)	50x20
Υλικό κατασκευής	Ανοξείδωτος χάλυβας 316
Εσωτερική επένδυση	H.D.P.E.
Είσοδος μίγματος	DN 100
Έξοδος στραγγιδίων	DN 150

Πίνακας 5.4α.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΛΙΠΑΝΣΗΣ	
Τύπος	Ξέστρο τύπου πολλαπλών λεπίδων συνεχούς λειτουργίας
Ταχύτητα εμπρόσθιας κίνησης (cm/s)	2
Πλάτος (m)	0,75
Μήκος (m)	6,8
Απόσταση μεταξύ λεπίδων (m)	2
Ύψος λεπίδων (mm)	350
Πλάτος λεπίδων (mm)	720
Μηχανισμός κίνησης	Ατέρμονες αλυσίδες/οδοντωτοί τροχοί
Διάμετρος τροχών	Φ 500
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
Ελάχιστος χρόνος παραμονής (για 520 m ³ /hr)	9,3 min

Πίνακας 5.4β.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

Μετά την εξάμμωση – απολίπανση τα λύματα οδηγούνται μέσω διώρυγας στην δεξαμενή εξισορρόπησης. Ο όγκος της δεξαμενής εξισορρόπησης είναι 2.500m^3 και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της εν λόγω δεξαμενής δίδονται στον επόμενο πίνακα 5.5.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	
ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	
Βάθος (μέγιστο υγρού) (m)	4
Πλάτος (m)	12
Μήκος (m)	52

Πίνακας 5.5.

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 διαχυτήρες των $15\text{Nm}^3/\text{hr}$ σε 15 σειρές των 6 διαχυτών στον πυθμένα των δεξαμενών. Οι διαχυτήρες αυτοί τροφοδοτούνται από δύο φυσητήρες δυναμικότητας $1350\text{m}^3/\text{hr}$. 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 παρουσιάζουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά όπου φέρονται στον παρακάτω πίνακα 5.6.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ	
ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	
Πλήθος μονάδων	2
Τύπος	Υποβρύχιος
Έδραση αναδευτήρα	Οριζόντια
Διάμετρος πτερωτής (mm)	580
Γωνία πτερυγίων	14°
Εγκατεστημένη ισχύς (KW)	13
Απορροφούμενη ισχύς (KW)	10
Ταχύτητα περιστροφής (r.p.m.)	475
Υλικό κατασκευής κελύφους/πτερωτής	Ανοξειδωτος χάλυβας
Ελάχιστη βύθιση (m)	1,1

Πίνακας 5.6.

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 (εικόνα 5.2.) 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 1m και βάθους ροής 1,5m. Στο τέλος της διώρυγας υπάρχει υπερχειλιστής μήκους 1m και τα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο εξόδου πλάτους 1m, μέγιστου βάθους 1,5m και ελεύθερου ύψους 0,3m. Στην έξοδο του φρεατίου υπάρχει υπερχειλιστής από όπου τα λύματα υπερχειλίζουν στο φρεάτιο φόρτισης των υποθαλάσσιων αγωγών προσαγωγής λυμάτων στην νησίδα (εικόνα 5.3.). Για την αύξηση της παροχεταιυκότητας του συστήματος από τα 700m³/hr στα 1.000m³/hr υπάρχει και η δυνατότητα της απευθείας διασύνδεσης της δεξαμενής εξισορρόπησης με τους υποθαλάσσιους αγωγούς και μετά το φρεάτιο δικλείδων αυτών.

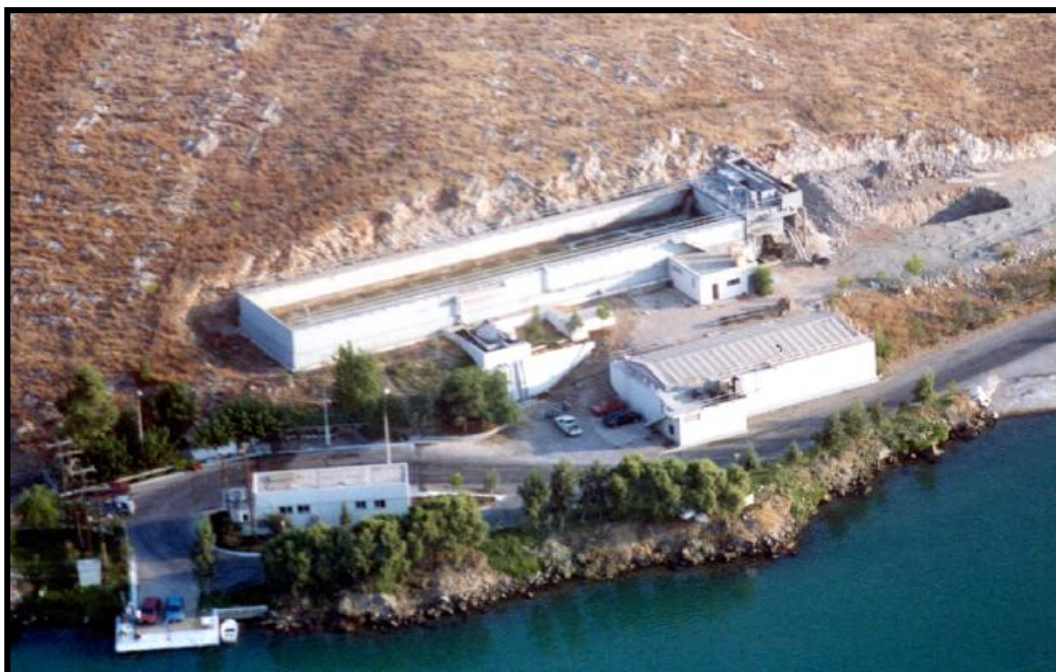
Η διασύνδεση της δεξαμενής με τους υποθαλάσσιους αγωγούς γίνεται με αγωγό Φ600 ελικοειδούς ραφής ο οποίος ξεκινά από τον πυθμένα της δεξαμενής εξισορρόπησης αστικών και καταλήγει σε τέσσερις κλάδους Φ273, έκαστος των οποίων συνδέεται μέσω των υφιστάμενων αναμονών με τους υποθαλάσσιους αγωγούς. Η δυνατότητα 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 (H.D.P.E., 6atm) εξωτερικής διαμέτρου Φ315, εσωτερικής διαμέτρου Φ280 και μήκους 540m 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 Φ450 και Φ300 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 {διαστάσεων $1 \times 1,15 \text{m}^2$ (κάτοψη)} του αγωγού Φ300 και μήκους 5,7m που οδηγεί τις υπερβάλλουσες παροχές των αστικών στην εγκατάσταση εσχάρωσης. Στο δεύτερο διαμέρισμα του υπερχειλιστή {διαστάσεων $1 \times 0,6 \text{m}^2$ (κάτοψη)} καταλήγει η έξοδος της εγκατάστασης εσχάρωσης μέσω αγωγού Φ350 και μήκους 5,3m ενώ από εκεί μέσω αγωγών Φ300 (μήκους 60m) και Φ350 (μήκους 5m) καταλήγει στο φρεάτιο φόρτισης των υποθαλάσσιων αγωγών. Η μονάδα εσχαρισμού έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά. Πίνακας 5.7.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

.ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΕΣΧΑΡΩΣΗΣ ΥΠΕΡΒΑΛΛΟΥΣΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ	
ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗ ΕΣΧΑΡΑ	
Πλήθος μονάδων	1
Τύπος	Περιστρεφόμενη μικροεσχάρα τύπου τυμπάνου
Παροχή (m ³ /hr)	500
Διαστάσεις συγκροτήματος (mm ³)	2.420x1.170x1.280
Μήκος τυμπάνου (mm)	1.800
Διάμετρος τυμπάνου (mm)	630
Είσοδος	DN 300
Έξοδος καθαρών	DN 350
Υλικό τυμπάνου διήθησης	Από στριμμένα ελικοειδώς σύρματα επί οριζοντίων δοκών εξολοκλήρου από ανοξείδωτο χάλυβα
Έκπλυση	Με νερό υπό πίεση μέσω ακροφυσίων στο εσωτερικό του τυμπάνου
Ξέστρο	Χαλκού

Πίνακας 5.7.

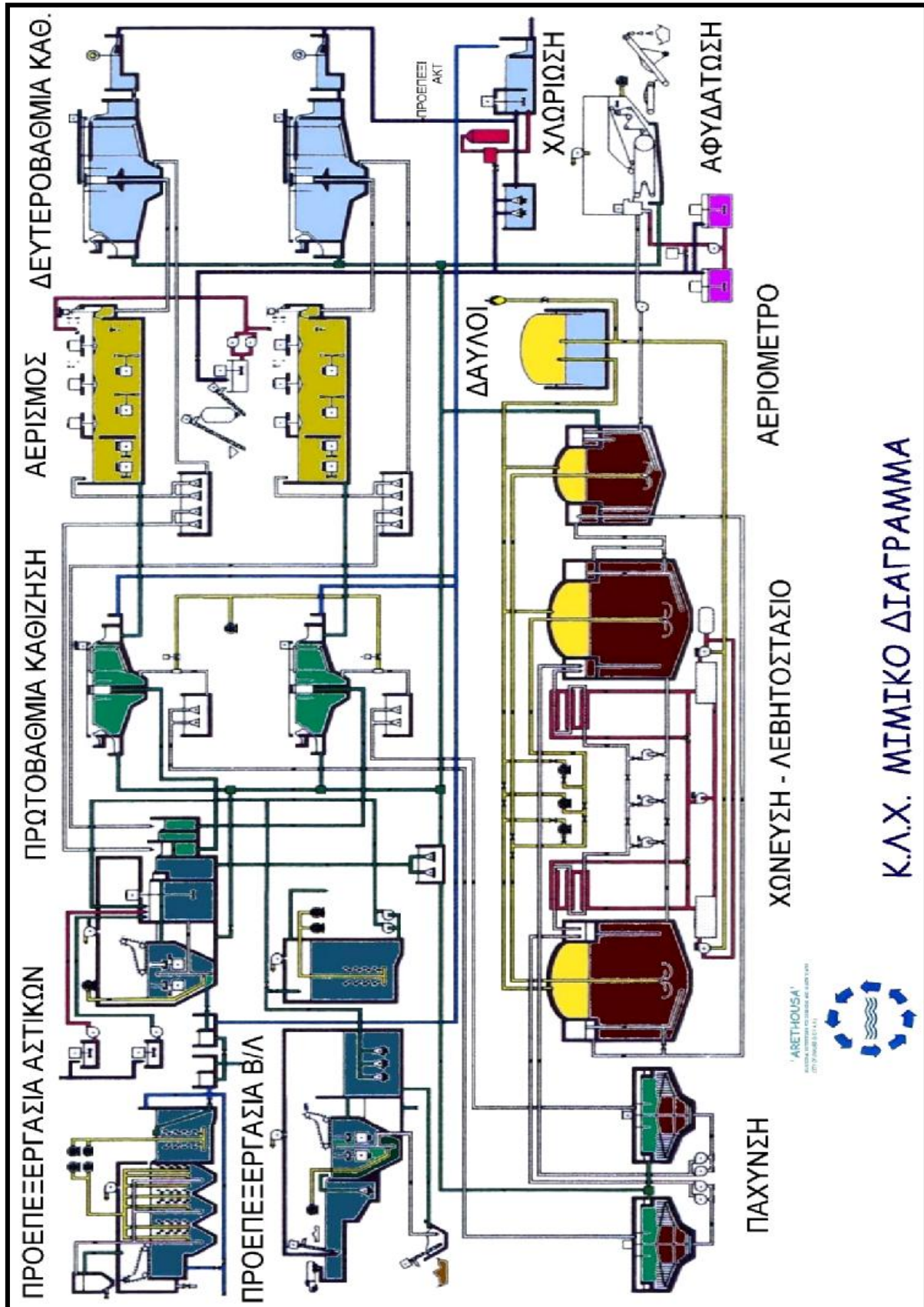


Εικόνα 5.2.



Εικόνα 5.3.

Στο διάγραμμα της επόμενης σελίδας διακρίνουμε τη διάταξη της εγκατάστασης σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας των λυμάτων.



5.3. 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 ρυπαντών 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 κροκίδωση 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 παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 5.8.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Δ.Π.Κ.		
	ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ	ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΑ
BOD Εισόδου (mg/l)	311	1.000
BOD Εκροής (mg/l)	202	350
Μικτό BOD (mg/l) (συμπεριλαμβανομένων των στραγγιδίων)	230	
SS Εισόδου (mg/l)	364	1.200
SS Εκροής (mg/l)	145,5	240
Μικτό SS (mg/l) (συμπεριλαμβανομένων των στραγγιδίων)	170	
Ημερήσιο Φορτίο BOD Εξόδου (Kg/day)	1.259	
Ημερήσιο Φορτίο SS Εξόδου (Kg/day)	931	
Συνολική Παροχή (m ³ /day)	5.475	
Μέγιστη Παροχή (m ³ /hr)	360	
Υδραυλικό Φορτίο (m/hr)	1,135	
Μέγιστο Υδραυλικό Φορτίο (m/hr)	1,8	

Πίνακας 5.8.

Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης είναι κυλινδρικού σχήματος (εικόνα 5.4.) και η επιλογή του συγκεκριμένου σχήματος προκρίνεται 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 στα 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 30m³/hr έκαστη σε μανομετρικό 5,8m. Ο ημερήσιος χρόνος λειτουργίας της αντλίας είναι 9,1 ώρες και ο ωφέλιμος όγκος του φρεατίου της ιλύος ισούται με 4,6m³. Το διαυγασμένο υπερκείμενο υγρό υπερχειλίζει από υπερχειλιστές αποτελούμενες από λάμες γαλβανισμένου χάλυβα με εντομές 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

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

λάσπης, όταν δε οι επιπλέουσες 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 «κρούστας» εντός του αντιδραστήρα. (Στάδια από διάγραμμα : πάχυνσης και Χώνευσης – λεβητοστάσιο).



Εικόνα 5.4.

Στον ακόλουθο πίνακα 5.9. δίδονται τα στοιχεία που αποτελούν τις προδιαγραφές του έργου:

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ 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
Μέσο επιφανειακό υδραυλικό φορτίο (m/day)	27,25
Χρόνος παραμονής (hr)	2,2
Συμπύκνωση ιλύος (%)	1
Παροχή ιλύος (m ³ /day)	275
Ταχύτητα εισόδου λυμάτων στο τύμπανο (m/s)	0,03
Παροχή υπερχειλίσης (m ³ /m*day)	168
Μέγιστη Παροχή (m ³ /hr)	360
Υδραυλικό Φορτίο (m/hr)	11,35
Μέγιστο Υδραυλικό Φορτίο (m/hr)	1,8

Πίνακας 5.9.

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 υπολογίζεται ότι οι αρχικές συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου των λυμάτων από 74mg/lit και 21mg/lit μειώνονται αντίστοιχα σε 72mg/lit και 19mg/lit. Εξάλλου οι συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου στα βοθρολύματα μειώνονται κατά 40% και 80% αντίστοιχα υποβοηθούμενης της μείωσης αυτής από την κροκίδωση στην οποία υποβάλλονται. Άρα οι τελικές τιμές της συγκέντρωσης αζώτου και φωσφόρου στα βοθρολύματα είναι 120mg/lit και 20mg/lit ενώ για το μίγμα των δύο αυτών ροών οι συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου είναι 79mg/lit και 19mg/lit.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

Οι ποσότητες της ιλύος που καθιζάνουν από τα αστικά λύματα και τα βοθρολύματα καθώς και η περίσσεια βιολογική ιλύς που συγκαθίζανει υπολογίζονται με βάση τα δεδομένα του πίνακα απόδοσης της καθίζησης και παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 5.10.

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΕΡΓΟΥ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ	
Απομακρυνόμενα στερεά αστικών λυμάτων (Kg/day*line)	1.196
Απομακρυνόμενα στερεά βοθρολυμάτων (Kg/day*line)	768
Περίσσεια βιολογική ιλύς (Kg/day*line) (βλέπε κεφάλαιο γραμμής στερεών)	786
Σύνολο (Kg/day*line)	2.750
Αιωρούμενα στερεά (Ως ποσοστό 75% του συνόλου) (Kg/day)	2.062

Πίνακας 5.10.

5.4. Βιολογική επεξεργασία αποβλήτων

Η βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων στην Ε.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. Εικόνα 5.5.



Εικόνα 5.5.

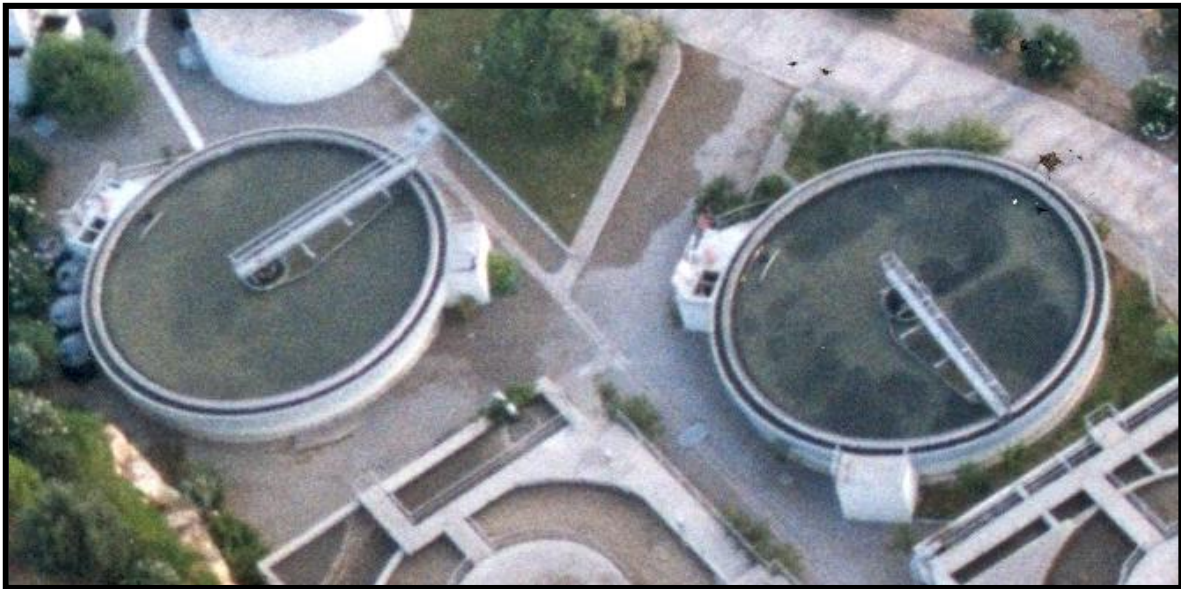
Τα λύματα από τη Δ.Π.Κ. οδηγούνται με αγωγό Φ400 στο βιολογικό αντιδραστήρα όπου μαζί με την ιλύ της επανακυκλοφορίας από την Δεξαμενή Τελικής Καθίησης (Δ.Τ.Κ.) εισέρχονται σε αναερόβια δεξαμενή όγκου 200m^3 η οποία επικοινωνεί με την ανοξική ζώνη μέσω δύο ανοιγμάτων διαστάσεων $0,5 \times 1,2 \text{ m}^2$. Στην αναερόβια δεξαμενή, με μέσο υδραυλικό χρόνο παραμονής $0,875$ ωρών τα λύματα αναμιγνύονται με την ενεργό ιλύ μέσω δύο υποβρύχιων αναδευτήρων. Στην περιγραφόμενη φάση επεξεργασίας των λυμάτων πραγματοποιείται απουσία οξυγόνου πρόσληψη του διαλυτού Β.Ο.Δ. 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 Β.Ο.Δ. 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 Β.Ο.Δ. οξειδώνεται και χρησιμοποιείται για την πρόσληψη των υδρολυμένων φωσφορικών του διαλύματος, τη σύνθεσή τους σε πολυφωσφορικά και τέλος την σύνθεση νέου πρωτοπλάσματος. Το τελικό

αποτέλεσμα είναι εκροή με χαμηλές συγκεντρώσεις B.O.D., φωσφόρου και παράλληλα παραγωγή πλεονάζουσας ιλύος πλούσιας σε φωσφόρο. 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 στη 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 400m^3 , εικόνα 5.6.

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 1200m^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 $0,3\text{m/s}$ 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 135cm από την επιφάνεια του υγρού έναντι 33cm 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.



Εικόνα 5.6.

5.5. Πορεία υπολογισμών

Η διαδικασία που ακολουθείται για τον σχεδιασμό των μονάδων που παρουσιάστηκαν αναλυτικά παραπάνω περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

Απομάκρυνση B.O.D.

Από την λειτουργική συνάρτηση που προκύπτει καταστρώνοντας ισοζύγια μάζας στην κατάσταση ισορροπίας για το σύστημα και με εφαρμογή κινητικής Graw προκύπτει ο απαιτούμενος μέσος χρόνος παραμονής της ιλύος Θ_c ίσος με 6,5 days για τον επιθυμητό βαθμό απόδοσης βάσει των προδιαγραφών με $E=0,894$ και $BOD_{E=0,894}=24 \text{mg/l}$. Στην συνέχεια από την εξίσωση ισορροπίας μάζας των στερεών στην δεξαμενή αερισμού προκύπτει ο όγκος αυτής ($V_{\Delta A}=1.200 \text{m}^3$) θεωρώντας συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών ίση με 5.000mg/l . Ακολούθως επιλέγοντας τιμή συγκέντρωσης για την δευτεροβάθμια ιλύ ίση με 10.000mg/l (βαθμός συμπύκνωσης

$m=2$) υπολογίζεται ο συντελεστής επανακυκλοφορίας της ενεργού ιλύος ίσος με $r = 1$ και για 50% προσαύξηση η δυναμικότητα του αντλιοστασίου είναι $342\text{m}^3/\text{hr}$. Τοποθετούνται δύο αντλίες των $390\text{m}^3/\text{hr}$ η κάθε μια (η μια εφεδρική) στο αντλιοστάσιο της επανακυκλοφορίας της ιλύος.

Η παραγόμενη περίσσεια ιλύος προκύπτει στη συνέχεια ίση με $WS_u=786\text{Kg}/\text{day}=79\text{m}^3/\text{day}$. Για την απομάκρυνσή της υπάρχουν δύο αντλίες ανά γραμμή (η μια εφεδρική) των $20\text{m}^3/\text{hr}$ με ημερήσιο χρόνο λειτουργίας 4 ωρών.

Νιτροποίηση.

Για $\Theta_c=6,5\text{days}$ από το ισοζύγιο μάζας του αμμωνιακού αζώτου και με εφαρμογή κινητικής Monod προκύπτει ότι για θερμοκρασία λυμάτων $>17^\circ\text{C}$ (65% του χρόνου) επιτυγχάνεται πλήρης νιτροποίηση με συγκεντρώσεις αμμωνιακού αζώτου μικρότερες των $4\text{mg}/\text{lt}$. Για θερμοκρασίες στο διάστημα $15-17^\circ\text{C}$ (25% του χρόνου) επιτυγχάνεται συγκέντρωση αμμωνιακού αζώτου στην έξοδο $25\text{mg}/\text{lt}$ ενώ για θερμοκρασίες στο διάστημα $12-15^\circ\text{C}$ (10% του χρόνου) η εκροή παρουσιάζει συγκέντρωση $60\text{mg}/\text{lt}$.

Ζήτηση οξυγόνου.

Η απαίτηση σε οξυγόνο μπορεί να υπολογιστεί καταστρώνοντας το ισοζύγιο οξυγόνου και λαμβάνοντας υπ'όψιν την κατανάλωση οξυγόνου για τη μείωση του οργανικού φορτίου, για τη νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου και διορθώνοντας την ευρισκόμενη τιμή για την απονιτροποίηση. Ο υπολογισμός αποδίδει τιμή ίση με $1.934\text{KgO}_2/\text{day}\cdot\text{line}$.

Η μέγιστη ζήτηση οξυγόνου προσδιορίζεται ίση με: $1,1\cdot 1.934=2.127,4\text{KgO}_2/\text{day}\cdot\text{line}$ η οποία επιμερίζεται κατά κατηγορία λυμάτων ως εξής:

Απαίτηση αστικών λυμάτων= $1.645,4\text{KgO}_2/\text{day}\cdot\text{line}$

Απαίτηση βοθρολυμάτων= $482\text{KgO}_2/\text{day}\cdot\text{line}$

Η αναγωγή των παραπάνω μεγεθών σε ωριαία βάση αποδίδει τις ακόλουθες τιμές:

Απαίτηση αστικών λυμάτων= $68,55\text{KgO}_2/\text{day}\cdot\text{line}$

Απαίτηση βοθρολυμάτων= $37,65\text{KgO}_2/\text{day}\cdot\text{line}$

Συνολική απαίτηση οξυγόνου= $106,2\text{KgO}_2/\text{day}\cdot\text{line}$ (υπό συνθήκες λειτουργίας).

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

Τέλος η υπό τυπικές συνθήκες απαιτούμενη κατανάλωση οξυγόνου για τον συγκεκριμένο τύπο αεριστών που χρησιμοποιούνται προκύπτει διαιρώντας την παραπάνω ζήτηση με τον συντελεστή 0,7.

Απονιτροποίηση

Το μέγεθος της απαιτούμενης ανοξικής ζώνης για την απονιτροποίηση του νιτροποιημένου αζώτου προκύπτει από την κατάστρωση των ισοζυγίων αζώτου. Τα ισοζύγια αυτά εφαρμόζονται σε τρεις διαφορετικές θερμοκρασιακές ζώνες όπως και κατά τον έλεγχο επάρκειας της ζώνης νιτροποίησης. Σε κάθε μια από αυτές τις θερμοκρασιακές περιοχές καταγράφεται διαφορετικός ρυθμός απονιτροποίησης και διαφορετική απόδοση της διαδικασίας νιτροποίησης με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται και ο όρος εξόδου στο ισοζύγιο μάζας του αζώτου. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών που περιγράφηκαν δίδονται στον ακόλουθο πίνακα.5.11.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΖΩΝΗΣ ΑΠΟΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ			
Θερμοκρασία	12-15 °C	15-17 °C	>17 °C
Εισερχόμενο άζωτο/δεξαμενή (Kg N/day)	*	432.525	432.525
Απομακρυνόμενο λόγω σύνθεσης (Kg N/day)	*	64.879	64.879
Οργανικό άζωτο εξόδου (Kg N/day)	*	10.950	10.950
Αμμωνιακό άζωτο εξόδου (Kg N/day)	*	136.875	21.900
Νιτρικό άζωτο εξόδου (Kg N/day)	*	109.500	109.500
Άζωτο προς απονιτροποίηση (Kg N/day)	*	110.321	225.296
Ρυθμός απονιτροποίησης (g NO ₃ -N/gMLVSSday)	*	0,08	0,15
Ανοξικός όγκος (m ³)	*	362,9	395,25

Πίνακας 5.11. * Για πρακτικά ανύπαρκτη νιτροποίηση NO₃-N<20 mg/lit

5.6. Χημική απομάκρυνση φωσφόρου

Για την επίτευξη βαθμού απομάκρυνσης ίσου με 75% το πρόσθετο 25% απομακρύνεται με την προσθήκη διαλύματος θειϊκού αργιλίου. Υπολογίζεται ότι ημερησίως απομακρύνονται με χημικά μέσα $0,25 \cdot (0,019 \cdot 10.950 + 0,020 \cdot 1.600) = 60 \text{Kg}$ Φωσφόρου. Το θειϊκό αργίλιο φυλάσσεται σε σιλό χωρητικότητας $1,5 \text{m}^3$ τοποθετημένο σε στεγασμένο χώρο πάνω από την πλάκα κάλυψης της δεξαμενής αερισμού. Το διάλυμα θειϊκού αργιλίου πυκνότητας 5-6% παρασκευάζεται σε δεξαμενή χωρητικότητας 190lt με ανάμιξη νερού και θειϊκού 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 θειϊκού αργιλίου που απαιτείται για τη λειτουργία 30 ημερών. Στον επόμενο πίνακα 5.12. αποδίδεται το σύνολο των σχεδιαστικών παραμέτρων των ζωνών της βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων:

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ-ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	
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

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

Απόδοση ως προς BOD ₅ (%)	90
Απόδοση ως προς νιτροποίηση (%)	25-93
Απόδοση ως προς απομάκρυνση αζώτου (%)	20-82
Απόδοση ως προς απομάκ. 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	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 κινητήρων (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 (εκάστου) (KW)	2,3
ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΖΩΝΗ	
Όγκος (m ³)	200
Θ (=V/Q) (hr)	0,875
Αριθμός αναδευτήρων	2/δεξαμενή
Τύπος	Κατακόρυφου άξονα
Ισχύς (εκάστου) (KW)	2,5

Πίνακας 5.12.

5.7. 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 22m και μέσο βάθος 2,66m. Το ανάμικτο υγρό τροφοδοτεί την δεξαμενή τελικής καθίζησης μέσω αγωγού Φ450 ενώ εισέρχεται στη δεξαμενή μέσω κεντρικού τυμπάνου διαμέτρου 4,4m και ταχύτητα 0,013m/s.

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 1,9m/min και επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κινητήρα ισχύος 0,25KW.

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 390m³/hr (εκ των οποίων η μια εφεδρική). Η περίσσεια ιλύς αντλείται μέσω τριών αντλιών 20m³/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 Φ400 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 «κρούστας» εντός του χωνευτή.

Στον επόμενο πίνακα 5.13. παρουσιάζονται τα δεδομένα σχεδιασμού των δεξαμενών τελικής καθίζησης:

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ 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 υπερχειλιστή (65% της διαμέτρου) (m)	45
Ταχύτητα περιστροφής ξέστρου (m/min)	1,9
Επιφανειακή φόρτιση (m ³ /m ² day)	14,4
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/s)	0,013
Παροχή υπερχείλισης (m ³ /mday)	121

Πίνακας 5.13.

5.8. Μετρητής παροχής

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

5.9. Απολύμανση

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 /100ml
 - 100 περιττωματικά κολοβακτηρίδια/ 100ml

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 υπόψιν τα χαρακτηριστικά των λυμάτων που επεξεργάζονται στην μονάδα απαιτείται εφαρμογή 5-10g Cl₂/m³ 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 2,5m³ 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 0,3KW για να προσφέρει ισχύ ανάμιξης ίση με 120W/m³. Στη λεκάνη επαφής που έπεται επιτυγχάνονται συνθήκες εμβολικής ροής με ένα λόγο:

(Συνολικό μήκος λεκάνης)/(πλάτος λεκάνης)=65

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

Ο όγκος της λεκάνης επαφής υπολογίζεται για 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 130m³ 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 φέρονται στον πίνακα 5.14.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ (ΜΑΙΑΝΔΡΟΣ)	
Μήκος (m)	12
Πλάτος (m)	1,10
Βάθος (m)	1,7
Πλήθος καναλιών	6

Πίνακας 5.14.

Η τελική διάθεση του δευτεροβάθμια επεξεργασμένου λύματος γίνεται μέσα στη θάλασσα μέσω δίδυμων αγωγών Φ315 ολικού μήκους 127,5m και σε βάθος πυθμένα 7m από την επιφάνεια της θάλασσας. Στο άκρο κάθε αγωγού υπάρχει σύστημα τεσσάρων διαχυτήρων (στόμια εκβολής) μήκους 1m και Φ140 που εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή αραίωση του λύματος στο θαλάσσιο περιβάλλον ενώ παράλληλα αποτρέπουν την έμφραξη του αγωγού από εισροή ιζημάτων και φυκών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΛΥΟΣ

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 στην Ε.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

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

από την ανάμικτη ιλύ. Η παραγωγή πρωτοβάθμιων στερεών υπολογίζεται για βαθμό απομάκρυνσης στερεών S.S. ίσο με 60% για τα αστικά λύματα και 80% για τα βοθρολύματα. Η παραγωγή των στερεών από την βιολογική επεξεργασία προκύπτει από την ισορροπία στερεών στο σύστημα της βιολογικής επεξεργασίας θεωρώντας ότι το σύνολο των πτητικών στερεών είναι βιοδιασπάσιμο. Από τα παραπάνω προκύπτουν οι ακόλουθες τιμές παραγωγής στερεών κατά κατηγορία (πίνακες 6.1α. και 6.1β.):

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ	
Πρωτοβάθμια νωπών λυμάτων (Kg/day)	897
Πρωτοβάθμια βοθρολυμάτων (Kg/day)	576
Δευτεροβάθμια (Kg/day)	589
Σύνολο αιωρούμενων στερεών (Kg/day)	2.062

Πίνακας 6.1α.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΗ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ	
Πρωτοβάθμια νωπών λυμάτων (Kg/day)	299
Πρωτοβάθμια βοθρολυμάτων (Kg/day)	192
Δευτεροβάθμια (Kg/day)	197
Σύνολο στερεών ιλύος (Kg/day)	688
Σύνολο πρωτοβάθμιων στερεών (Kg/day)	1.964
Σύνολο δευτεροβάθμιων στερεών (Kg/day)	2.750

Πίνακας 6.1β.

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 $\Phi 100$.

Πλεονεκτήματα συμπύκνωσης.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

- 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

Η ξεχωριστή συμπύκνωση επιτρέπει την επίτευξη μεγαλύτερων συγκεντρώσεων κατά τρόπο περισσότερο σταθερό από ότι σε ένα συνδυασμένο σύστημα, για παράδειγμα, με ιλύ κατά 55-60% πρωτοβάθμια, μια συμπύκνωση επιτρέπει να επιτύχουμε ποσοστά 5-5,5% κατά μέγιστο. Παρ'όλα τα προβλήματα ζύμωσης, η στατική συμπύκνωση είναι το μόνο σύστημα που ταιριάζει σε αυτό τον τύπο ιλύος. Ο σχεδιασμός έχει γίνει με βάση τα $40\text{Kg/m}^2\cdot\text{day}$.

Ο παχυντής κάθε γραμμής επεξεργασίας έχει διάμετρο 10m και πλευρικό βάθος 3,25m ενώ είναι εξοπλισμένος με ένα σύστημα απόξεσης σε συνεχή κίνηση. Το τύμπανο εισόδου έχει διάμετρο 1,0m και η απαγωγή ιλύος πραγματοποιείται με απ'ευθείας αναρρόφηση, ο αυτοματισμός της τελευταίας εξασφαλίζεται με χρονοδιακόπτη. Το φορτίο στερεών G του παχυντή είναι:

$$G=2.750 (\text{Kg/day})/\pi*5^2=35 \text{ Kg/m}^2\text{day}$$

Ενώ η μέγιστη ταχύτητα ροής στο τύμπανο είναι με βάση τα παραπάνω ίση με 0,01m/s

Η παροχή της παχυμένης ιλύος θα είναι:

$$Q_i=(M_1/S_1) + (M_2/S_2)$$

- όπου M_1 η ημερήσια παραγωγή στερεών από την πρωτοβάθμια καθίζηση (1.964 Kg/day)
- όπου M_2 η ημερήσια παραγωγή στερεών από την δευτεροβάθμια καθίζηση
- $S_1=100 \text{ Kg/m}^3$
- $S_2=10*(1,75+ (100/SVI))$

Για $SVI=100$ προκύπτει $S_2=27,5 \text{ Kg/m}^3$

Συνεπώς $Q_i=48\text{m}^3/\text{day}$ και το ποσοστό στερεών στην παχυμένη ιλύ είναι 4,8%

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

Τα γεωμετρικά και λοιπά χαρακτηριστικά του παχυντή που υπολογίστηκαν αναλυτικά δίνονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα 6.2.

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

Πίνακας 6.2.

Άντληση συμπυκνωμένης ιλύος προς χωνευτή

Πραγματοποιείται από δύο αντλίες θετικής εκτόπισης παροχής 15m³/hr και σε μανομετρικό 10,12m. Ο χρόνος λειτουργίας του συστήματος των αντλιών είναι ίσος με: $48 \text{ (m}^3\text{/day)}/15\text{(m}^3\text{/hr)}=3,2 \text{ hr/day}$. Η άντληση πραγματοποιείται με καταθλιπτικό αγωγό Φ100.

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.

6.3. 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 χάρις στα εξωκυτταρικά ένζυμα που παράγονται από τα βακτηρίδια που φυσιολογικά υπάρχουν στην νωπή ιλύ. Η υδρόλυση των λιπών οδηγεί στην παραγωγή λιπαρών οξέων (οξικό, προπιονικό, βουτυρικό), η υδρόλυση των πρωτεϊνών στην παραγωγή αμινοξέων και τελικά λιπαρών και αμμωνιακών οξέων και τελικά η υδρόλυση των λιπιδίων στην παραγωγή αλκοολών.

- *Στάδιο αεριοποίησης* (μεθανική ζύμωση) :Στο στάδιο αυτό μετά την μετατροπή των πτητικών οξέων και των αλκοολών σε οξικό οξύ παράγεται μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

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 δισσάνθρακικών ιόντων και παραγωγής αμμωνίας από την αποσύνθεση των πρωτεϊνικών συστατικών. Τα μεθανικά βακτήρια είναι ευαίσθητα στις μεταβολές του pH, 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. Κατά τη διάρκεια της χώνευσης εφόσον αποκατασταθούν μόνιμες συνθήκες, τα περισσότερο τυπικά στοιχεία εν διαλύσει είναι το οξικό οξύ, η αμμωνία και το οξικό αμμώνιο.

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 αντιδρόν 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 υπερχείλιση του χωνευτή. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η φόρτιση στερεών του συστήματος είναι της τάξης των 0,8-1Kg 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 εν προκειμένω 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 οι φορτίσεις που επιτυγχάνονται 2-2,5 KgVS/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 πρωτοβάθμιος και 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 απάλειψη 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 θερμαντική ικανότητα εξάλλου του παραγόμενου βιοαερίου της χώνευσης κυμαίνεται μεταξύ 5.000-6.000 Kcal/m³.

6.4. Μορφή & ανάδευση χωνευτών

Ο τύπος του χωνευτή που χρησιμοποιείται στην Ε.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 η επιθυμητή σχέση μεταξύ διαμέτρων και ύψους είναι περίπου:

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

Εν τούτοις χωρίς να διαταραχθεί η ανακύκλωση μια μορφή περισσότερο 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 ΕΕΛ που εξετάζουμε ο επιλεγής 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 $0,8-1 \text{ m}^3 / \text{m}^2_{\text{ελ.επ.}} \cdot \text{hr}$. 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 11.800m^3 απέδειξαν ότι ένα τέτοιο σύστημα ανάδευσης επιτρέπει πλήρη αναμόχλευση της ιλύος σε 17 λεπτά περίπου.

6.5. Θέρμανση

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 χρήση 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 θέρμανσης με κινητήρες που τροφοδοτούνται με το αέριο της χώνευσης. Η τροφοδοσία του νερού θέρμανσης της διάταξης χαρακτηρίζεται από θερμοκρασίες της τάξης των $65-80^\circ\text{C}$ ενώ οι συντελεστές μεταφοράς θερμότητας είναι της τάξης των $1000 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hr} \cdot ^\circ\text{C}$. 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.

6.6. Χαρακτηριστικά χωνευμένης ιλύος

Η νωπή ιλύς των αστικών λυμάτων έχει φαιό χρώμα που οφείλεται σε κοπρώδη υλικά, λίπη, ζυμώσιμα υλικά σε σήψη και είναι δύσοσμη. Η ιλύς όμως που έχει υποστεί επαρκή χώνευση έχει μαύρο χρώμα εξαιτίας του θείουχου 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

6.7. Συμπύκνωση χωνευμένης ιλύος.

Η συμπύκνωση της χωνευμένης ιλύος στα πλαίσια της διαδικασίας χώνευσης αν δεν πραγματοποιείται με βάση σημαντικούς χρόνους παραμονής είναι συχνά αρκετά προβληματική για την απόδοση της εγκατάστασης. Η επιστροφή των υπερχειλίσεων από μια τέτοια εγκατάσταση συμπύκνωσης της χωνευμένης ιλύος μπορεί να δημιουργήσει μεγαλύτερο πρόβλημα από την υπερχείλιση μιας δεξαμενής διαχωρισμού δευτεροβάθμιας-πρωτοβάθμιας ιλύος που μπορεί να έχει προβλεφθεί και λειτουργεί σωστά. Αντίθετα ένας συμπυκνωτής χωνευμένης ιλύος πρακτικά δεν απελευθερώνει καμία δυσάρεστη οσμή φαινόμενο που παρατηρείται στις διατάξεις συμπύκνωσης της νωπής ιλύος.

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.

6.8. Παραγωγή & αποθήκευση αερίου

Η παραγωγή αερίου μπορεί να εκτιμηθεί σε 980-1.000 lt/Kg χωνευόμενων αιωρούμενων 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.

6.9. Διαστασιολόγηση & γεωμετρικά χαρακτηριστικά συστήματος χώνευσης

Υπάρχουν δύο πρωτοβάθμιοι χωνευτές διαμέτρου 12,9m ο κάθε ένας και ωφέλιμου όγκου 900m³. Ο χρόνος χώνευσης είναι ίσος με 900/48=18,75 days και το φορτίο των πτητικών αιωρούμενων στερεών ίσο με: 2.062/900=2,29 Kg/m³. Εκτός από τους πρωτοβάθμιους χωνευτές βρίσκεται εγκατεστημένος και δευτεροβάθμιος χωνευτής στον οποίο οδηγείται η χωνευμένη ιλύς διαμέτρου 10,2m και όγκου 500m³. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του συστήματος χώνευσης καθώς και τα χαρακτηριστικά ανάμιξης στον πρωτοβάθμιο χωνευτή δίδονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα 6.3.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ ΧΩΝΕΥΣΗΣ		
	Πρωτοβάθμιοι Χωνευτές	Δευτεροβάθμιοι Χωνευτές
Αριθμός	2	1
Διάμετρος (m)	12,9	10,2
Εξωτερικό κυλινδρικό ύψος (m)	6,5	5,7
Ύψος κωνικής σκάφης (χοάνης) (m)	1,3	1,05
Ωφέλιμος όγκος (m ³)	900	500

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

ΑΝΑΜΙΞΗ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΧΩΝΕΥΣΗΣ	
Θεωρητική παροχή αερίου (m^3/m^2hr)	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)	20/27

Πίνακας 6.3.

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 6.4.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ	
Παροχή αναρροφούμενου αερίου (35 °C) (m^3/hr)	130
Απορροφούμενη κανονική ισχύς σε πίεση (KW)	8
Ισχύς κινητήρα (KW)	11
Σχετική πίεση βιοαερίου στην έξοδο (mbar)	18

Πίνακας 6.4.

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 επιλογή της ισχύος των λεβήτων γίνεται κατόπιν υπολογισμού της απαιτούμενης παροχής θερμότητας για την θέρμανση της

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

ιλύος και την αναπλήρωση των σχετικών απωλειών με την εφαρμογή της βασικής σχέσης της θερμιδομετρίας:

$$Q=U \cdot A \cdot (T_i - T_{\pi})$$

Όπου: T_i η θερμοκρασία της ιλύος ίση με $33 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (μεσόφιλη περιοχή)

T_{π} η θερμοκρασία περιβάλλοντος, ελάχιστη δεκαπενθήμερη η οποία για τον αέρα είναι ίση με $5,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, για το έδαφος $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ και για την θερμασμένη ιλύ $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Ο σταθμισμένος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας U συνυπολογίζει μια σειρά από αντιστάσεις προς το περιβάλλον του χωνευτή με:

$$U=1/(R_i + R_e + (X_{\sigma}/K_{\sigma}) + (X_{\mu}/K_{\mu}))$$

R_i, R_e θερμικές αντιστάσεις εισόδου και εξόδου αντίστοιχα

$R_i=0$ για εσωτερική βρεχόμενη επιφάνεια και $R_i=0,15 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Watt}$ για μη βρεχόμενη επιφάνεια.

$R_e=0,03 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Watt}$ προς την ατμόσφαιρα και $2,5$ προς σχετικά ξηρό έδαφος.

K θερμική αγωγιμότητα σκυροδέματος ίση με $1,7 \text{ Watt}/\text{m }^{\circ}\text{C}$

K_{μ} θερμική αγωγιμότητα μονωτικού στρώματος ίση με $0,04 \text{ Watt}/\text{m }^{\circ}\text{C}$ για υαλοβάμβακα και $0,02 \text{ Watt}/\text{m }^{\circ}\text{C}$ για πολυουρεθάνη

X_{σ} πάχος σκυροδέματος $0,2\text{m}$, X_{μ} πάχος μονωτικού υλικού ίσο με $0,05\text{m}$ για τον υαλοβάμβακα και $0,02\text{m}$ για την πολυουρεθάνη

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει για τους δύο χωνευτές σύνολο απωλειών: $420.500 \text{ Kcal}/\text{day}$ ενώ για την θέρμανση της ιλύος $96 \text{ m}^3/\text{day}$ ($=2 \cdot 48 \text{ m}^3/\text{day} \cdot \text{line}$) απαιτείται ποσό θερμότητας: $2.016.000 \text{ Kcal}/\text{day}$. Τέλος υπολογίζονται απώλειες κατά την μεταφορά ύψους $60.100 \text{ Kcal}/\text{day}$. Αθροίζοντας τις επιμέρους απώλειες προκύπτει τιμή ίση με $2.496.600 \text{ Kcal}/\text{day}$ ή $104.025 \text{ Kcal}/\text{day}$. Ο κάθε λέβητας θερμικής ισχύος $110.000 \text{ Kcal}/\text{day}$ επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της χώνευσης. Η μέση ημερήσια παραγωγή αερίου για τους δύο χωνευτές είναι: $2.062 \text{ KgVSS}/\text{day} \cdot 1 \text{ m}^3/\text{KgVSS} = 2.062 \text{ m}^3/\text{day}$ ($=86 \text{ m}^3/\text{hr}$) και η θερμική του ικανότητα ανέρχεται σε: $2.062 \cdot 5.500 = 11.341.000 \text{ Kcal}/\text{day}$ δηλαδή πολλαπλάσια της απαιτούμενης για θέρμανση των χωνευτών. Χρησιμοποιείται συνεπώς δαυλός που μπορεί να καίει τουλάχιστον $86 \text{ m}^3/\text{hr}$ άρα δαυλός των $100 \text{ m}^3/\text{hr}$.

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

Στο υπάρχον σύστημα εναλλακτών η ιλύς κάθε πρωτοβάθμιας δεξαμενής χώνευσης επανακυκλοφορεί και αναθερμαίνεται σε διάταξη αποτελούμενη από ομοαξονικούς σωλήνες. Στον κεντρικό σωλήνα κυκλοφορεί η ιλύς ενώ στον εξωτερικό (δακτυλιωτό μέρος εναλλάκτη) κυκλοφορεί το νερό θέρμανσης κατά αντιρροή.

Οι συνθήκες λειτουργίας και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των εναλλακτών δίδονται στον επόμενο πίνακα 6.5.

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

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

Διάμετρος εξωτερικού σωλήνα (mm)	114
----------------------------------	-----

Πίνακας 6.5.

Η κυκλοφορία της ιλύος εξασφαλίζεται από τρεις αντλίες (η μια εφεδρική) που παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά στον πίνακα 6.6.

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

Πίνακας 6.6.

Η κυκλοφορία ζεστού νερού γίνεται από ζεύγος αντλιών με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του πίνακα 6.7.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	
Παροχή (m ³ /hr)	10

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

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

Πίνακας 6.7.

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

6.10. Μηχανική αφυδάτωση ιλύος

Η εγκατάσταση της μηχανικής αφυδάτωσης ιλύος τοποθετείται 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 (5m³/ώρα/μέτρο πλάτους φίλτρου), μια τροφοδοσία πεπιεσμένου αέρα για τους ρυθμιστές υπό πίεση 7 bars, με μέγιστη παροχή 8m³/hr και ένα σύστημα απομάκρυνσης του αποξηραμένου πολτού με μεταφορικό ιμάντα σε παρακείμενο χώρο αποθήκευσης. Τα χαρακτηριστικά του θεωρούμενου εξοπλισμού δίδονται στον ακόλουθο πίνακα 6.8. ως εξής:

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ	
Πλήθος μονάδων	1
Τύπος	763
Πλάτος ταινίας (m)	3
Ονομαστική ικανότητα για θεωρούμενη ιλύ (KgSS/hr*m)	150
Ανά μηχανή (KgSS/hr)	450

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

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
Συνολικό μανομετρικό ύψος (m)	15
Ισχύς κινητήρα (KW)	4
ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΟΛΥΜΕΡΟΥΣ	
Συγκένρωση προετοιμασίας μητρικού διαλύματος (Kg/m ³)	5
Συγκέντρωση έγχυσης (Kg/m ³)	1
Ονομαστική δόσολογία (Kg/tonSS)	4

Πίνακας 6.8.

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 κατευθυνόμενοι από πνευματικούς μοχλούς.

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 διατμητική 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.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

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 αλλά και στην περίπτωση που εξετάζουμε με δόσεις που κυμαίνονται από 0,5 – 4 Kg άνυδρου προϊόντος ανά τόνο ξηρού προϊόντος ιλύος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΡΙΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εγκατάσταση τριτοβαθμιας 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 Φ315 συλλέγονται σε φρεάτιο συλλογής από όπου οδηγούνται προς τα έργα τριτοβάθμιας επεξεργασίας.

Το φρεάτιο συλλογής χωροθετείται πλησίον της υπάρχουσας δεξαμενής 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 200m³/hr.

Οι ανεξάρτητοι αγωγοί μεταφοράς των εκροών από τις δύο γραμμές, μπορούν να απομονώνονται μέσω χειροκίνητων δικλείδων, 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 Φ315 οδηγούνται σε φρεάτιο μέτρησης παροχής.

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

Η αρχή λειτουργίας του μετρητή βασίζεται στο νόμο του Faraday για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και περιλαμβάνει αισθητήριο και ηλεκτρονικό μικροεπεξεργαστή-μετατροπέα.

Η ονομαστική διάμετρος του οργάνου είναι DN200 μέγιστης παροχής 300m³/hr και η τοποθέτηση του γίνεται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται το απαιτούμενο ολικό μήκος ροής ανάντη (1000mm) και κατάντη (600mm). Το εύρος μέτρησης του οργάνου αντιστοιχεί σε τιμές ταχύτητας ροής από 0,25-10m/sec.

Το φρεάτιο τοποθέτησης του οργάνου μέτρησης παροχής είναι επισκέψιμο, φέρει μεταλλικό κάλυμμα, ενώ υπάρχει δυνατότητα παράκαμψης της διάταξης μέτρησης παροχής μέσω παρακαμπτηρίου αγωγού και δικλείδων.

7.3. Αντλιοστάσιο τροφοδοσίας συγκροτήματος διύλισης

Τα υγρά από το φρεάτιο μέτρησης της παροχής καταλήγουν μέσω αγωγού Φ315 σε δεξαμενή-αντλιοστάσιο τροφοδοσίας της μονάδας διύλισης που ακολουθεί.

Σημειώνεται ότι 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 κροκίδωσης, 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 1,5x3x3,6m και όγκου 11,5m³ περίπου. Η άντληση προς τη μονάδα διύλισης θα γίνεται μέσω τριών οριζόντιων φυγοκεντρικών αντλιών (μια εφεδρική) παροχής 100m³/hr, σε μανομετρικό 20m, οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο ξηρό θάλαμο του αντλιοστασίου – βανοστασίου και εξοπλισμένες με τις αναγκαίες δικλείδες απομόνωσης και αντεπιστροφής.

Η στάθμη του πυθμένα του αντλιοστασίου είναι σε υψόμετρο + 0,7m ενώ η στάθμη οροφής στα + 4,5m, 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 θειϊκού 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 ίδιου 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 κλίση διήθησης χρησιμοποιείται το ίδιο υλικό διατασσόμενο σε δύο στρώματα διαφορετικής κοκκομετρίας. Η ροή του νερού είναι

από κάτω προς ταπάνω και συναντά κατ'αρχήν το χονδρότερο υλικό. Η επιλογή των συγκεκριμένων φίλτρων στηρίζεται στην καλύτερη απόδοση που παρουσιάζουν αυτά σε σχέση με τα αντίστοιχα ανοδικής ροής όσον αφορά την απόδοση και την αναπτυσσόμενη πτώση πίεσης.

Στα διστρωματικά φίλτρα η κλίνη διήθησης αποτελείται από δύο στρώματα υλικού διαφορετικού ειδικού βάρους και κοκκομετρίας. Η κατακράτηση των στερεών γίνεται σε μεγαλύτερο βάθος της πορώδους κλίνης σε σχέση με τα μονοστρωματικά που συνεπάγεται μικρότερη πτώση πίεσης και μεγαλύτερο κύκλο λειτουργίας του φίλτρου.

Η απόδοση της φίλτρανης 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 κατανομημένες 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 25m/hr, εντούτοις επειδή χαμηλότερη φόρτιση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης επιλέγεται τιμή 20m/hr.

Οι ανωτέρω παράμετροι επηρεάζουν την απόδοση ενός φίλτρου σε αντίθεση με το πάχος της κλίνης. Αύξηση του βάθους της κλίνης πέρα από μια μέση συνιστώμενη τιμή δεν έχει καμία επίδραση στο βαθμό απομάκρυνσης των στερεών. Προτεινόμενα

πάχη διήθησης για διστρωματικά φίλτρα είναι της τάξης των 600mm για το στρώμα ανθρακίτη και 300mm για το στρώμα της άμμου.

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 60m^2 .

Τα προσφερόμενα φίλτρα είναι τύπου καθοδικής ροής, διαμέτρου 2,54m και συνολικού ύψους 5,65m.

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

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

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

Η λειτουργία των φίλτρων είναι αυτόματη μέσω υδροπνευματικών 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 φυσητήρες (ένας εφεδρικός) παροχής $350\text{m}^3/\text{hr}$ στα 500mm. Η τροφοδοσία του αέρα στην κλίνη γίνεται μέσω ειδικής διάταξης των αγωγών ώστε να εξασφαλίζεται η εξυδάτωση του προσαγόμενου αέρα.

Το νερό πλύσης παρέχεται από δύο υποβρύχιες αντλίες μέγιστης παροχής $150\text{m}^3/\text{hr}$ στα 20m, εγκατεστημένες στη δεξαμενή καθαρών. Οι αντλίες έκπλυσης είναι εφοδιασμένες με ρυθμιστή στροφών (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 δικλείδων, 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. Εκτιμώμενη απόδοση

Η απόδοση μιας μονάδας διήθησης μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια από μετρήσεις σε πιλοτικές μονάδες εφαρμογής, ωστόσο η αναμενόμενη απόδοση μπορεί να προσεγγιστεί μέσω διαγραμμάτων της βιβλιογραφίας και της εμπειρίας από παρόμοιες μονάδες. Μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

7.6.1. Απόδοση ως προς BOD₅

Η απόδοση της κλίνης ανθρακίτη πάχους 1,2m κοκκομετρίας 1,6-2,5mm σε καθοδική διήθηση και για ταχύτητα έως 20m/hr είναι 32% περίπου. Ίδιου πάχους κλίνη άμμου λεπτής κοκκομετρίας (0,71-1,21mm) παρέχει απομάκρυνση του BOD της τάξης του 39%. Ο συνδυασμός των παραπάνω οδηγεί σε συνολικό βαθμό απόδοσης της τάξης του 58%. Σε περίπτωση χρήσης κροκιδωτικού οι ανωτέρω αποδόσεις αυξάνονται και αναμένεται η επίτευξη απόδοσης περίπου 60%.

7.6.2. Απόδοση ως προς SS και θολότητα

Η θολότητα που εμφανίζεται στο νερό θεωρείται ότι συνδέεται με τη συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών μέσω της σχέσης $SS=2,3-2,4*NTU$. Από βιβλιογραφικά δεδομένα τα οποία αφορούν στη θολότητα εκροής μετά από τη φίλτρανση νερού σε εγκατάσταση βιολογικού καθαρισμού προκύπτει ότι για αρχική θολότητα 5-10 NTU η

θολότητα εκροής είναι περίπου 1,5 NTU η οποία αντιστοιχεί σε συγκέντρωση στερεών 4mg/l. Από άλλες βιβλιογραφικές αναφορές προκύπτει ότι για φόρτιση περίπου 20m/hr η αναμενόμενη απομάκρυνση των SS είναι περίπου 30%. Η χρήση θρομβωτικών αυξάνει σημαντικά την απόδοση της φίλτρανσης γενικά μπορεί να θεωρηθεί ότι η προσθήκη θρομβωτικού μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση 80-90% των στερεών. Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης κατά την διαδικασία της θρομβοδιήθησης της τάξης του 75% είναι δυνατόν να επιτευχθεί.

7.7. 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.

7.7.1. 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 πνευματικής βαλβίδας και διαρκεί περίπου 5min.

7.7.2. 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. Η έκπλυση με αέρα ρευστοποιεί την κλίνη χωρίς όμως να τη διαστέλλει. Στο προσφερόμενο σύστημα η παροχή αέρα πλύσης λαμβάνεται ίση με $70\text{m}^3/\text{m}^2\text{hr}$. Η διάρκεια της πλύσης με αέρα είναι περίπου 5min.

7.7.3. Έκπλυση με αέρα και νερό ταυτόχρονα

Η επόμενη φάση έκπλυσης περιλαμβάνει έκπλυση της κλίνης με αέρα και νερό ταυτόχρονα. Η φάση αυτή διαρκεί περίπου 3min και 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. Η παροχή νερού έκπλυσης λαμβάνεται ίση με $15\text{m}^3/\text{m}^2\text{hr}$.

7.7.4. Έκπλυση με νερο

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.

Σημειώνεται ότι η χαλάρωση της κλίνης έχει ως συνέπεια την αύξηση της ταχύτητας ροής του νερού και επομένως του πορώδους της κλίνης κάτι που περιγράφεται ως διαστολή της κλίνης.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές κυρίως για σύστημα έκπλυσης μόνο με νερό όπου η ταχύτητα του νερού έκπλυσης πρέπει να είναι αρκετή ώστε να επιφέρει ρευστοποίηση και έκπλυση της κλίνης αλλά όχι και παράσυρση των κόκκων του διηθητικού υλικού. Ειδικά για την έκπλυση μόνο με νερό η ταχύτητα του νερού

έκπλυσης V_b για την παράσυρση των σωματιδίων από την ρευστοποιημένη κλίνη προκύπτει ως ποσοστό της μέγιστης ταχύτητας που μπορεί να προκαλέσει παράσυρση των κόκκων του διηθητικού μέσου V_t σύμφωνα με τη σχέση $V_b=0,1*V_t$

Η ταχύτητα παράσυρσης του διηθητικού μέσου προσεγγιστικά υπολογίζεται από τη σχέση $V_t=10*D_{60}$ (m/min) για την άμμο και

$V_t=4,7*D_{60}$ (m/min) για τον ανθρακίτη όπου D_{60} χαρακτηριστικό του μέσου (λαμβάνεται $D_{60}=0,75$ για την άμμο και 2 για τον ανθρακίτη). Από τις ανωτέρω σχέσεις προκύπτει η απαιτούμενη ταχύτητα του νερού έκπλυσης της τάξης των 45-55m/hr.

Η ανωτέρω ταχύτητα μπορεί να μειωθεί στην περίπτωση που έχει προηγηθεί έκπλυση με αέρα. Έτσι η ταχύτητα του νερού κατά τη τελευταία φάση έκπλυσης επιλέγεται $30\text{m}^3/\text{m}^2$ hr και θεωρείται ικανή να επιφέρει διαστολή της κλίνης 20-30%. Η απαιτούμενη δυναμικότητα των αντλιών έκπλυσης είναι $150\text{m}^3/\text{hr}$ έκαστη. Το νερό παρέχεται από δύο αντλίες της δυναμικότητας αυτής (η μια εφεδρική) εφοδιασμένες με inverter ώστε να μπορούν να παρέχουν την κατάλληλη ποσότητα νερού:

$75\text{m}^3/\text{hr}$ κατά τη φάση της έκπλυσης με αέρα και νερό ταυτόχρονα και $150\text{m}^3/\text{hr}$ κατά τη φάση έκπλυσης με νερό. Η διάρκεια της φάσης είναι περίπου 3min.

7.7.5. Αποχέτευση πρώτου διηθήματος

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

Το φίλτρο πρέπει να περέχει το απαιτούμενο ελεύθερο ύψος ώστε να είναι δυνατή η διαστολή της κλίνης κατά τη φάση της έκπλυσης. Το ποσοστό διαστολής εξαρτάται από την ταχύτητα του νερού έκπλυσης, τη κοκκομετρία της κλίνης και τη θερμοκρασία. Για διαστολή των κλινών της τάξης του 25% και συνολικό πάχος των κλινών φίλτρανσης 1,8m απαιτείται ελεύθερο ύψος $1,8*0,25=0,45\text{m}$. επιπλέον ελεύθερο ύψος τουλάχιστον 300mm πρέπει να παρέχεται ως ασφάλεια. Άρα απαιτούμενο ελεύθερο ύψος $h_f=750\text{mm}$. Στα προσφερόμενα φίλτρα το διαθέσιμο ελεύθερο ύψος είναι 1000mm.

7.8.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 30m³. Στο αντλιοστάσιο εγκαθίστανται δύο υποβρύχιες αντλίες (μια εφεδρική), παροχής 30m³/hr στα 10m, οι οποίες καταθλίβουν τα υγρά έκπλυσης στην υπάρχουσα μονάδα προεπεξεργασίας των λυμάτων του βιολογικού καθαρισμού.

7.9. Μονάδα απολύμανσης UV.

Τα υγρά μετά την φίλτρασή τους υφίστανται απολύμανση σε μονάδα UV. Εγκαθίστανται σε σειρά δύο μονάδες επεξεργασίας των αποβλήτων: Η πρώτη είναι κλειστού τύπου δόσης ακτινοβολίας 55mWs/cm² και η δεύτερη τύπου διώρυγας που παρέχει δόση ακτινοβολίας 85mWs/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	Ανοξειδωτος χάλυβας 316 TI
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	10 bar
Σύστημα καθαρισμού	Αυτόματο

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΥΥ	
Εταιρεία κατασκευής	WEDECO Int.
Πλήθος διωρύγων	1
Πλήθος συστοιχειών λαμπτήρων 1	2
Πλήθος συστοιχειών λαμπτήρων 2	4
Συνολικός αριθμός λαμπτήρων	24
Υλικό κατασκευής μεταλλικού περιβλήματος	Ανοξείδωτος χάλυβας 316 T1
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 254nm 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 260-265nm για την καταστροφή του DNA/RNA, 280nm για την καταστροφή των ενζύμων και λιπιδίων και 220nm 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. Από σχετικό πίνακα για αυτό το είδος των μικροοργανισμών η τιμή D10 είναι 5-6mJ/cm². Το προσφερόμενο σύστημα σχεδιάζεται για τιμή D10=8mJ/cm² ώστε να επιτυγχάνεται καταστροφή και άλλων ειδών μικροοργανισμών.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η δόση ακτινοβολίας που παρέχεται και ο βαθμός απολύμανσης που επιτυγχάνεται συνδέονται μέσω εκθετικής συνάρτησης. Βαθμός απολύμανσης ίσος με \log_1 αντιστοιχεί σε 90% μείωση και απαιτεί δόση ακτινοβολίας ίση με D_{10} , βαθμός απολύμανσης ίσος με \log_2 αντιστοιχεί σε 99% μείωση και απαιτεί δόση ακτινοβολίας ίση με $2 \cdot D_{10}$ και γενικά βαθμός απολύμανσης \log_n απαιτεί δόση ακτινοβολίας $n \cdot D_{10}$. Σύμφωνα με τα στοιχεία που δίνονται ο μέγιστος αρχικός αριθμός κολοβακτηριδίων είναι της τάξης των 300000/100ml. Ο αριθμός κολοβακτηριδίων που πρέπει να επιτυγχάνεται στην έξοδο είναι μικρότερος από 2,2 / 100ml, δηλαδή η απαιτούμενη μείωση είναι της τάξης του 99,999%. Αυτή η μείωση αντιστοιχεί σε βαθμό απολύμανσης \log_5 και απαιτεί δόση ακτινοβολίας $D=5 \cdot D_{10}=40 \text{mJ/cm}^2$.

Η ακριβής δόση ακτινοβολίας που τελικά προσβάλλει 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 50mJ/cm^2 στο τέλος της ζωής των λαμπτήρων.

Η δόση ακτινοβολίας D 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 101mW/cm^2 για βαθμό διαπερατότητας 70 %. Ο απαιτούμενος χρόνος για την επιθυμητή δόση ακτινοβολίας είναι: $t=0,49\text{s}$. Για παροχή υγρών λυμάτων $200 \text{m}^3/\text{hr}$ απαιτείται θάλαμος ακτινοβολίας ωφέλιμου όγκου $0,027 \text{m}^3$.

Το υπάρχον σύστημα είναι κλειστού τύπου, υπερκαλύπτει το χρόνο ακτινοβολίας για παροχή $200 \text{m}^3/\text{hr}$ και δόση ακτινοβολίας μεγαλύτερη από 50mW/cm^2 για διαπερατότητα 70% στο τέλος του χρόνου ζωής των λαμπτήρων. Η ακτινοβολία παρέχεται από τέσσερις λαμπτήρες ατμών υδραργύρου μέσης πίεσης, ισχύος 4,8KW έκαστος που παρουσιάζουν υψηλή πυκνότητα ενέργειας και νικρή 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.

7.9.1. 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 0,5mg/lt. Η δράση του χλωρίου ως απολυμαντικού εξαρτάται από δύο βασικούς παραγοντες :

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

Άλλοι παράγοντες που επιδρουν στη δραστητικότητα του χλωρίου όπως το pH των αποβλήτων, το είδος των μικροοργανισμών, η χημική σύσταση κλπ είναι δύσκολο να μεταβληθούν.

Ο απαιτούμενος χρόνος επαφής των λυμάτων με το χλώριο υπολογίζεται από τη σχέση του Collins:

$$N=N_0(1+0,23*c*t)^{-3}$$

Όπου N_0 η συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων πριν τη χλωρίωση

N η συγκέντρωση κολοβακτηριδίων μετά τη χλωρίωση

c η συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου

t ο χρόνος επαφής

Για απόδοση της διάταξης χλωρίωσης 95% και συγκέντρωση υπολειμματικού χλωρίου **5mg/lit** ο απαιτούμενος χρόνος επαφής είναι της τάξης των **2min**. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η συνιστώμενη δόση χλωρίου για επεξεργασία δευτεροβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων που έχουν υποστεί φίλτρανση είναι 1-5 mg/lit.

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.

7.9.2 Δεξαμενή καθαρών-αντλιοστάσιο.

Η δεξαμενή καθαρών είναι ωφέλιμου όγκου 200m³. Σε αυτή καταλήγουν τα υγρά μετά την τριτοβάθμια επεξεργασία που υφίστανται και από εκεί αντλούνται προς τις περιοχές τελικής διάθεσής τους.

Για την άντληση των υγρών τοποθετούνται δώδεκα υποβρύχιες αντλίες, σε κατακόρυφη θέση εντός ειδικά διαμορφωμένου φρεατίου βάθους 1,20m, 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 Φ63, κατάλληλου μήκους με δικλείδες απομόνωσης και αντεπιστροφής με το υφιστάμενο δίκτυο βιομηχανικού νερού του βιολογικού καθαρισμού.

7.9.3. Κτίριο λειτουργίας.

Υπεράνω της δεξαμενής καθαρών υπάρχει κτίριο 100m² 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.

7.9.4. Σύστημα ελέγχου και λειτουργίας των εγκαταστάσεων

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

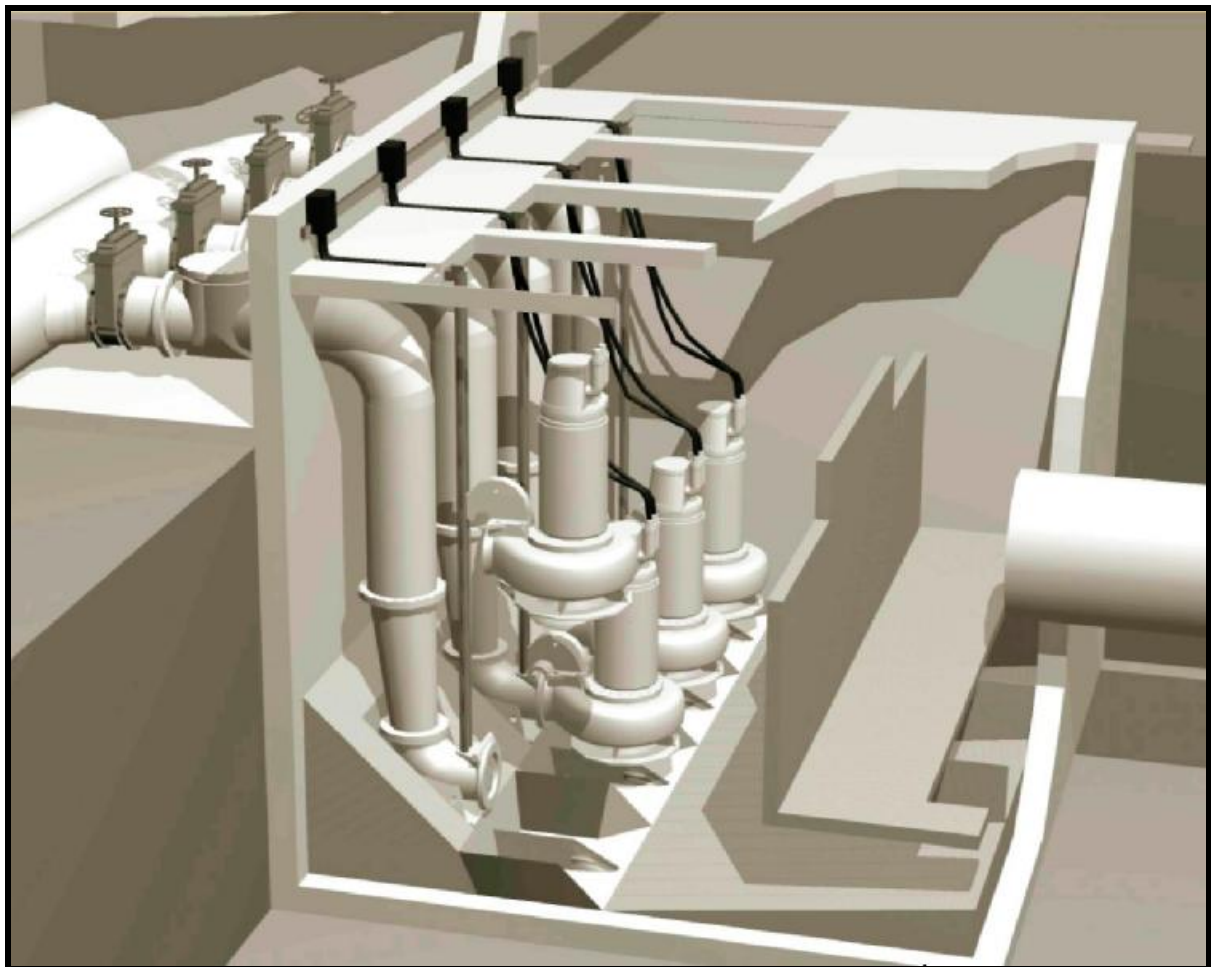
Δύο PLC με τον απαραίτητο αριθμό εξόδων-εισόδων για τον έλεγχο και τη ρύθμιση της λειτουργίας του εξοπλισμού και τη συλλογή όλων των πληροφοριών που αφορούν στη κατάσταση λειτουργίας του.

Ηλεκτρονικό υπολογιστή εφοδιασμένο με το λογισμικό πακέτο τηλεεποπτείας τηλεχειρισμών SCADA, για την διαχείριση όλων των πληροφοριών που συλλέγονται από το PLC και τον τηλεχειρισμό τους και τέλος μιμικό διάγραμμα ψηφιδωτής μορφής για τον οπτικό έλεγχο της λειτουργίας της εγκατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Σχεδιασμός για αντλιοστάσια με μεγάλες φυγοκεντρικές αντλίες λυμάτων



8.1. Εγκατάσταση αντλίας και σωληνώσεων.

Σε τέτοιες εγκαταστάσεις, ο σωστός σχεδιασμός του αντλιοστασίου έχει ζωτική σημασία. Δύο σημαντικές απαιτήσεις για τον σχεδιασμό του είναι: η παρεμπόδιση μεγάλης ποσότητας αέρα από το να φθάνει στη πτερωτή και η απομάκρυνση των κατακαθισμένων και αιωρούμενων στερεών. Η αντλία και το αντλιοστάσιο είναι μέρη ενός γενικότερου συστήματος που περιλαμβάνει επίσης μια ποικιλία διαφορετικών κατασκευών και άλλων στοιχείων, όπως συστήματα αερισμού και εξοπλισμός χειρισμού των αντλιών. Ο προσδιορισμός των διαστάσεων αεροθαλάμων, επιλογή βανών κλπ., θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό του αντλιοστασίου λυμάτων.

8.2. Γενικοί συντελεστές του σχεδιασμού του φρεατίου αποστράγγισης

Ιδανικά, η ροή του νερού μέσα σε οποιαδήποτε αντλία θα πρέπει να είναι ομοιόμορφη, σταθερή, και απαλλαγμένη από στροβιλισμούς και παρασυρόμενο αέρα. Η έλλειψη ομοιόμορφης ροής μπορεί να κάνει μια αντλία να λειτουργεί με μικρότερο βαθμό απόδοσης. Η ασταθής ροή προκαλεί αυξομειώσεις φορτίου πάνω στην πτερωτή, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε θόρυβο, κραδασμούς και προβλήματα στα ρουλεμάν.

Ο στροβιλισμός στο στόμιο εισόδου της αντλίας μπορεί να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στις συνθήκες λειτουργίας μιας αντλίας, και αλλαγές στην παροχή, τις απαιτήσεις ισχύος και τον βαθμό απόδοσης. Μπορεί επίσης να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία δινών και την εισρόφηση αέρα από την αντλία. Αυτή, και οποιαδήποτε άλλη αναρρόφηση αέρα μπορεί να προκαλέσει μείωση της παροχής της αντλίας και αυξομειώσεις στο φορτίο της πτερωτής, που έχουν ως αποτέλεσμα θόρυβο και κραδασμούς και επακόλουθη υλική ζημιά. Επιπλέον, αυτές οι αυξομειώσεις μπορούν να έχουν επίπτωση στα λειτουργικά φορτία σε άλλα μέρη του συστήματος.

Ο σχεδιασμός ενός αντλιοστασίου θα πρέπει όχι μόνο να παρέχει σωστή ροή προσέγγισης στις αντλίες αλλά και να εμποδίζει τη συσσώρευση των ιζημάτων και επιφανειακών ακαθαρσιών μέσα στο φρεάτιο. Πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω σημεία:

§ Η ροή του νερού από την είσοδο του αντλιοστασίου θα πρέπει να κατευθύνεται προς την αναρρόφηση της αντλίας με τέτοιον τρόπο ώστε η ροή να φθάνει με τον ελάχιστο δυνατό στροβιλισμό και απώλεια ενέργειας.

§ Για να εμποδιστεί ο σχηματισμός δινών μέσα στο αντλιοστάσιο, τα τοιχώματα πρέπει να είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα έτσι ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία στάσιμων περιοχών κατά τη ροή. Ένα σωστά τοποθετημένο τοίχωμα κοντά στο στόμιο εισόδου μπορεί να μειώσει την τάση για δημιουργία τοπικών δινών. Το βάθος του νερού πρέπει επίσης να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μην επιτρέπει τη δημιουργία δινών.

§ Αν και η υπερβολική ανατάραξη ή οι μεγάλες δίνες θα πρέπει να αποφεύγονται, η ανατάραξη σε μικρό βαθμό βοηθά στο να εμποδιστεί ο σχηματισμός και η ανάπτυξη στροβίλων.

§ Το ίζημα δεν πρέπει να συσσωρεύεται μέσα στο αντλιοστάσιο. Οι περιοχές λιμναζόντων υδάτων, ή οι περιοχές χαμηλής ταχύτητας όπου μπορεί να συμβεί καθίζηση, πρέπει να αποφεύγονται. Ο κεκλιμένος πυθμένας, καθώς και τα «φάλτσα» στους πλαϊνούς τοίχους συχνά βοηθούν στην αποφυγή της καθίζησης. Για μεγάλες διακυμάνσεις της ροής, ένα μέρος του φρεατίου μπορεί να προορίζεται αποκλειστικά για χαμηλές εισροές με χαμηλότερο επίπεδο πυθμένα και μια μικρή αντλία.

§ Οι επιφανειακές ακαθαρσίες, οι επιπλέουσες λάσπες και τα διάφορα σκουπίδια μπορούν να συσσωρευτούν σε οποιαδήποτε σχετικά ήρεμη περιοχή στην επιφάνεια του νερού. Και αυτά τα υλικά πρέπει να απομακρύνονται. Η στάθμη του νερού θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη κατά διαστήματα ώστε να αυξάνεται τόσο η ταχύτητα κίνησης όσο και η ανατάραξη. Εντούτοις, δεν θα πρέπει να γίνεται εισρόφηση αέρα μέσα στην αντλία. Οι περιστασιακές αυξήσεις στην ταχύτητα της ροής επίσης βοηθούν στην αποφυγή συσσώρευσης ιζήματος στον πυθμένα.

§ Ο αγωγός εισροής του αντλιοστασίου συχνά εισέρχεται στο αντλιοστάσιο σε ένα αρκετά μεγάλο ύψος. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το υγρό μπορεί να πέσει από μεγάλο ύψος καθώς εισέρχεται στο αντλιοστάσιο. Τέτοια πτώση μπορεί επίσης να συμβεί όποτε οι αντλίες έχουν κατεβάσει τη στάθμη του υγρού μέσα στο φρεάτιο στο σημείο διακοπής της λειτουργίας τους (κάτω φλοτέρ). Επομένως, η διαδρομή ανάμεσα στην είσοδο του φρεατίου και την αναρρόφηση των αντλιών πρέπει να

είναι αρκετά μεγάλη ώστε ο αέρας να ανέβει στην επιφάνεια και να διαφύγει πριν φτάσει στις αντλίες. Η ενέργεια της πτώσης του νερού θα πρέπει να διαχυθεί επαρκώς έτσι ώστε να μη προκαλούνται υπερβολικά υψηλές και ακανόνιστες ταχύτητες μέσα στο φρεάτιο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με σωστά σχεδιασμένα και τοποθετημένα τοιχεία.

§ Για σκοπούς μείωσης του κόστους κατασκευής, το αντλιοστάσιο θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο και απλούστερο στη δομή του. Εντούτοις, ίσως να απαιτείται ένας ελάχιστος όγκος του φρεατίου για άλλους λόγους, όπως το να επιτυγχάνεται ένας ελάχιστος χρόνος κατακράτησης ή να εξασφαλίζεται ότι μόνο ένας ορισμένος αριθμός εκκινήσεων της αντλίας θα γίνεται ανά ώρα.

8.3. Ονομαστική παροχή

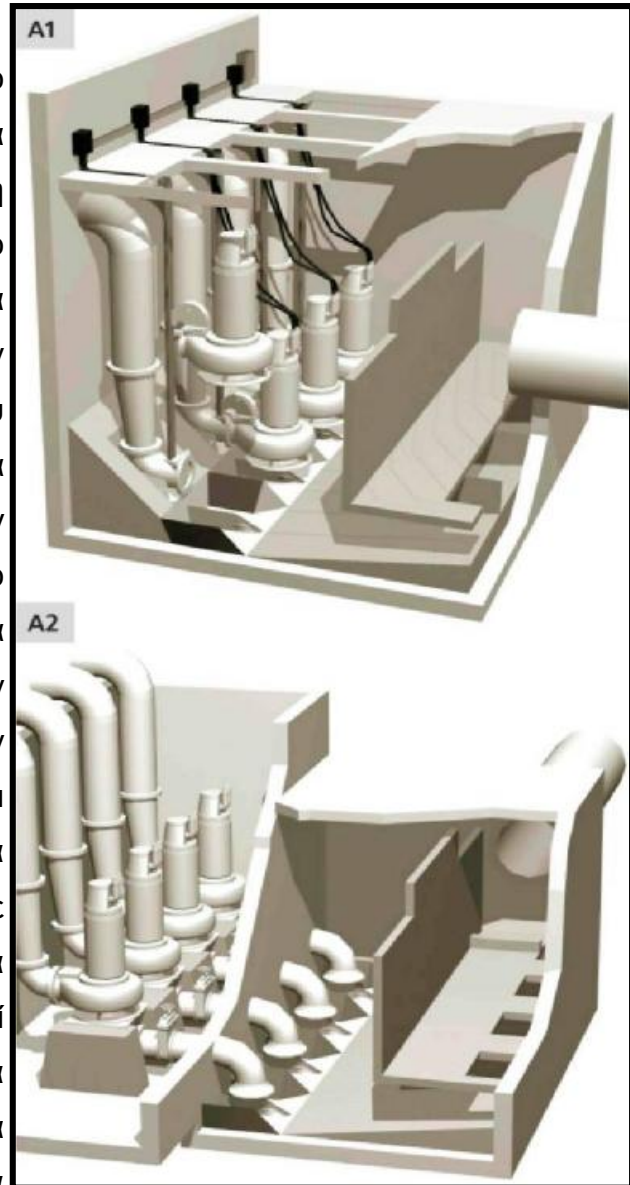
Ένα αντλιοστάσιο που είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με αυτό το φυλλάδιο είναι μικρότερο από ένα κοινό αντλιοστάσιο. Κατά συνέπεια, μπορεί να υπάρχει μικρότερος ρυθμιστικός όγκος για την κάλυψη μεταβατικών διακυμάνσεων της παροχής. Ούτε υπάρχει πρόσθετος όγκος για να αποθηκεύει την περίσσια εισροή της συνολικής παροχής των αντλιών (οι όγκοι των αγωγών είναι συνήθως πολύ μεγαλύτεροι από τον όγκο οποιουδήποτε αντλιοστασίου). Σε έναν σωστό σχεδιασμό ενός πλήρους αντλιοστασίου θα πρέπει επομένως να λαμβάνονται υπόψη όλες οι σημαντικές πλευρές της λειτουργίας.

Φυσικά, η παροχή της αντλίας πρέπει να καλύπτει και τις ακραίες ποσότητες εισροής ώστε να ελαχιστοποιείται το ενδεχόμενο υπερχειλίσης. Συχνά θα πρέπει επίσης να αναλύονται τα χαρακτηριστικά της ροής του τροφοδοτούντος συστήματος λυμάτων.

Το σύστημα ελέγχου των αντλιών θα πρέπει επίσης να παρέχει προστασία σε περίπτωση γενικής διακοπής του ρεύματος. Οι αισθητήρες στάθμης ακριβείας είναι ζωτικής σημασίας αν ο όγκος του αντλιοστασίου είναι ελαχιστοποιημένος σύμφωνα με τις συστάσεις που αναφέρονται στην προηγούμενη ενότητα. Ο καταθλιπτικός αγωγός θα πρέπει να είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να εμποδίζει την υπερχειλίση από επιστροφή της ροής όταν σταματούν οι αντλίες - καθώς και σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Τα αποτελέσματα πιθανών πληγμάτων θα πρέπει να ελαχιστοποιούνται με κατάλληλο σχεδιασμό των συσκευών ελέγχου.

8.4. Τυπικό αντλιοστάσιο

Ένα ειδικά σχεδιασμένο τοίχιο ελαχιστοποιεί την παράσυρση του αέρα λόγω της πτώσης του νερού. Η ροή από τον αγωγό εισόδου χτυπάει στο τοίχιο και μετά κυλά προς τα κάτω μέσα στον θάλαμο εισόδου, διαμέσου των ανοιγμάτων στον πυθμένα του ρυθμιστικού τοιχώματος. Το άνοιγμα κατανέμει τη ροή ομοιόμορφα προς την αναρρόφηση όλων των αντλιών. Το διαχωριστικό τοίχωμα είναι αρκετά υψηλό για να εξασφαλίζει ότι η ροή δεν θα είναι ορμητική πάνω από αυτό. Αν και η ροή στον θάλαμο εισόδου είναι ιδιαίτερα στροβιλώδης, μπορούν να συγκεντρωθούν εκεί διάφορα υλικά. Σε τέτοιες περιπτώσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλευρικοί υπερχειλιστές ή πλευρικά διάκενα για να μεταφέρουν και να απομακρύνουν τα διάφορα σκουπίδια και έτσι να



εμποδίσουν τη συσσώρευσή τους. (Το πάνω μέρος του διαχωριστικού τοιχώματος, ή τμήματά του, θα πρέπει να είναι κάτω από την υψηλότερη στάθμη εκκίνησης οποιασδήποτε από τις αντλίες ώστε να επιτρέπει τη μεταφορά των επιπλεόντων μέσα στον θάλαμο των αντλιών). Ο εξοπλισμός του αντλιοστασίου με «φάλτσα» και ρυθμιστικό τοίχιο, έχει συχνά ευεργετικά αποτελέσματα, ανάλογα με τον αριθμό των αντλιών και το μέγεθός τους. Για να αποφευχθεί ο προ-στροβιλισμός μέσα στον θάλαμο της αντλίας, ο αγωγός εισόδου πρέπει να είναι ευθύς σε μήκος πέντε διαμέτρων πριν από το αντλιοστάσιο.

Το αντλιοστάσιο με κεντρική είσοδο από μπροστά και ψηλά αναφέρεται ως τύπος A1. Σε αυτή τη διαμόρφωση, η ροή δεν χρειάζεται να κάνει οριζόντια στροφή,

πράγμα που θα μπορούσε να προκαλέσει περιστροφή μαζών μέσα στο αντλιοστάσιο. Ο ακριβής σχεδιασμός του αντλιοστασίου ποικίλλει με τον αριθμό αντλιών και το μέγεθός τους.

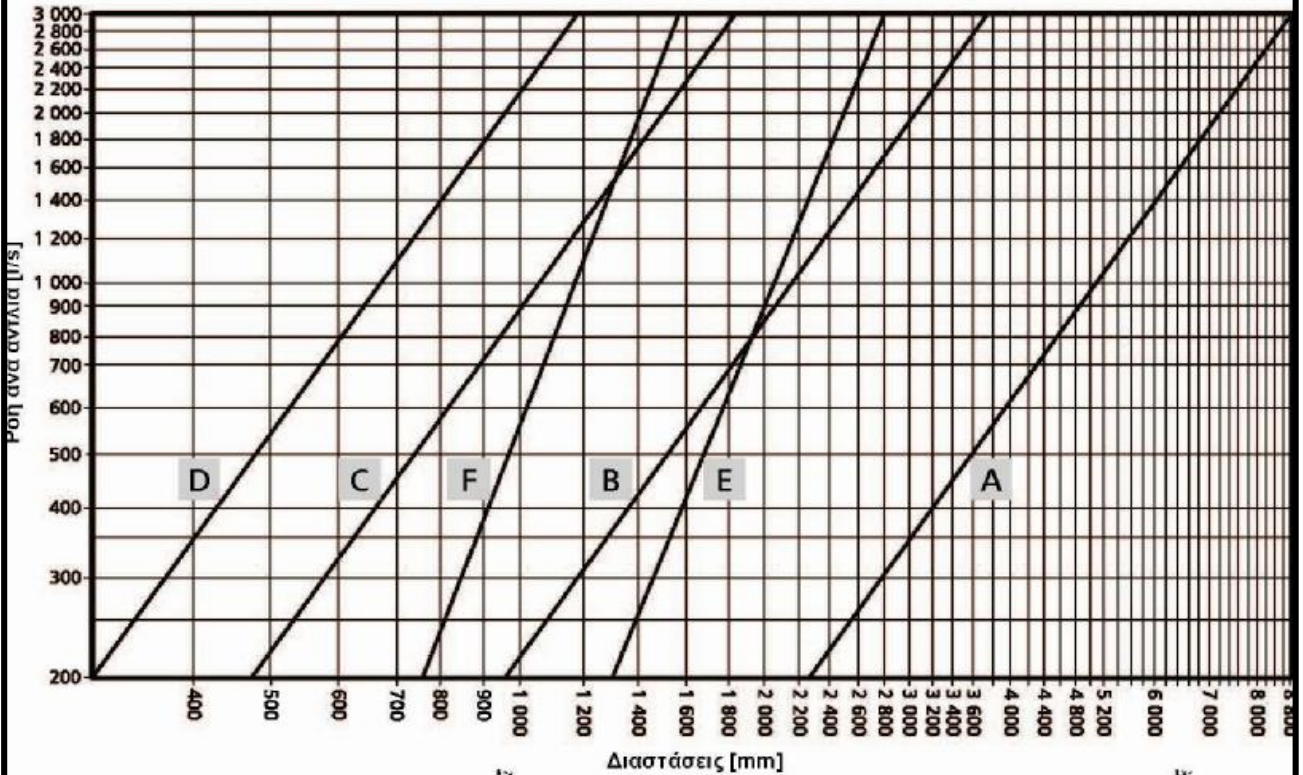
Αν η θέση του αγωγού εισροής και του αντλιοστασίου δεν επιτρέπει την ύπαρξη ενός μπροστινού στομίου εισόδου - μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα πλευρικό στόμιο εισόδου με ένα ρυθμιστικό τοίχωμα τροποποιημένο με θύρες. Αυτή η διαμόρφωση αναφέρεται ως τύπος A2. Σε αυτόν τον σχεδιασμό, το ρυθμιστικό τοίχωμα ανακατευθύνει την εισερχόμενη ροή και την κατανέμει ομοιόμορφα προς τις αντλίες διαμέσου των θυρών.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

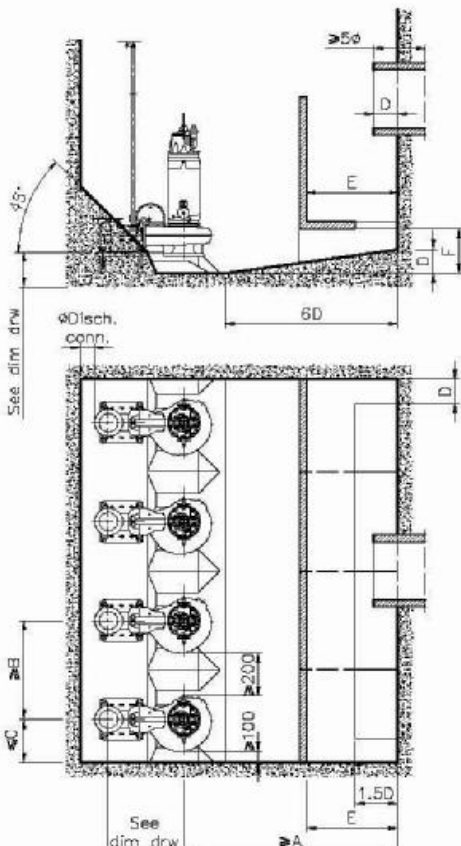
Διαστάσεις του αντλιοστασίου

Το διάγραμμα διαστασιολόγησης ισχύει για αντλιοστάσια τα οποία διαθέτουν έως τέσσερις αντλίες, που μπορεί όλες να λειτουργούν ταυτόχρονα. Ανοχές της τάξης του $\pm 10\%$ στις διαστάσεις του αντλιοστασίου είναι αποδεκτές

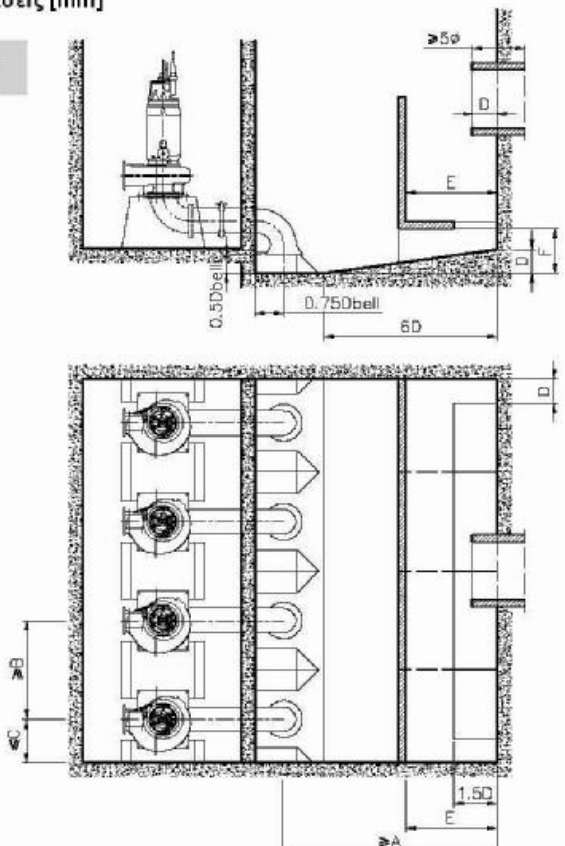
με την προϋπόθεση ότι η συνολική επίδραση των αποκλίσεων δεν οδηγεί σε ταχύτητες πολύ υψηλότερες από εκείνες για ένα τυπικό αντλιοστάσιο. Η παροχή ανά αντλία αναφέρεται στο σημείο λειτουργίας μιας αντλίας όταν αυτή λειτουργεί μόνη της (σε κοινό καταθλιπτικό αγωγό).



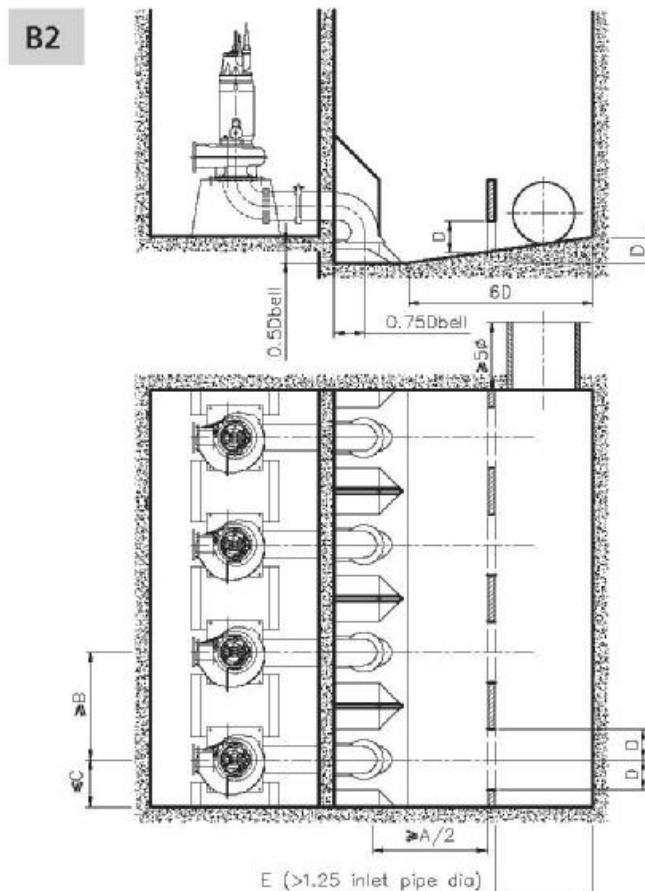
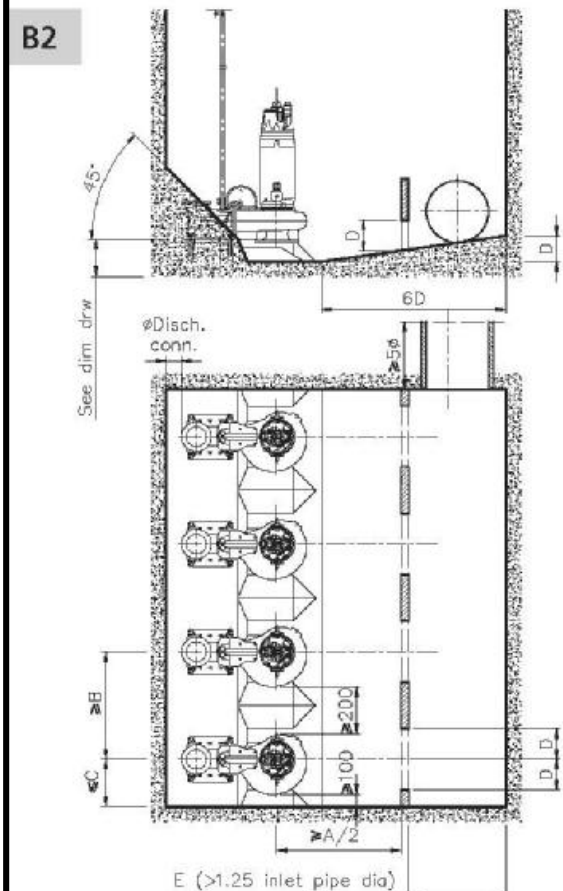
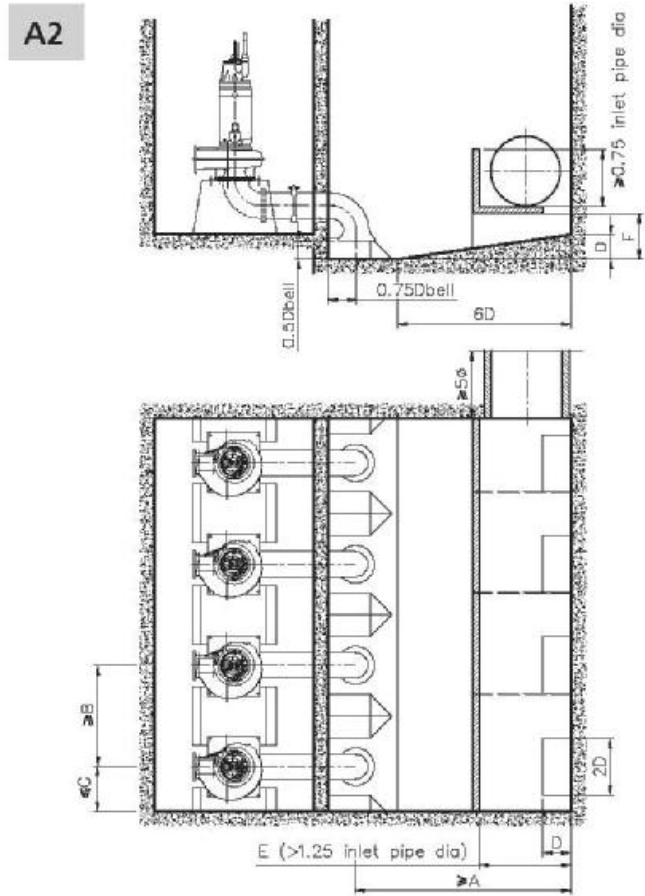
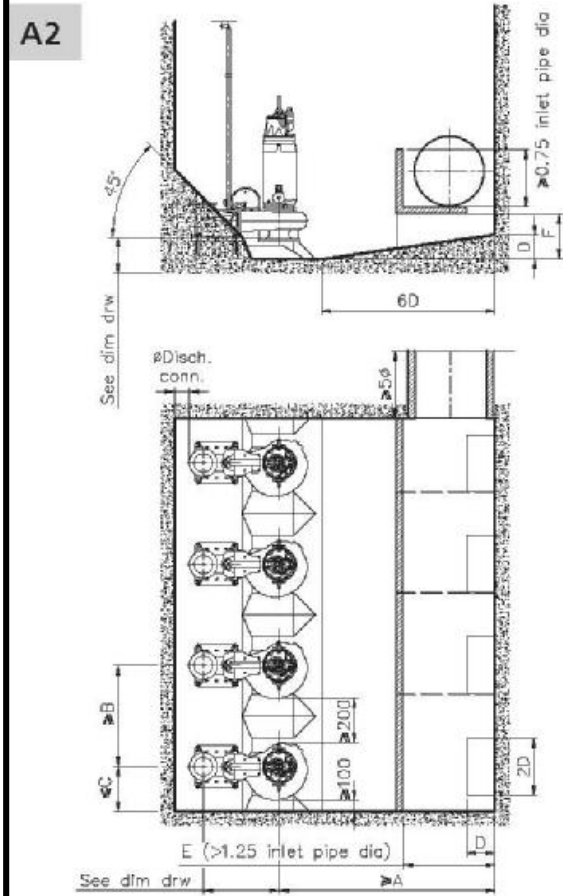
A1

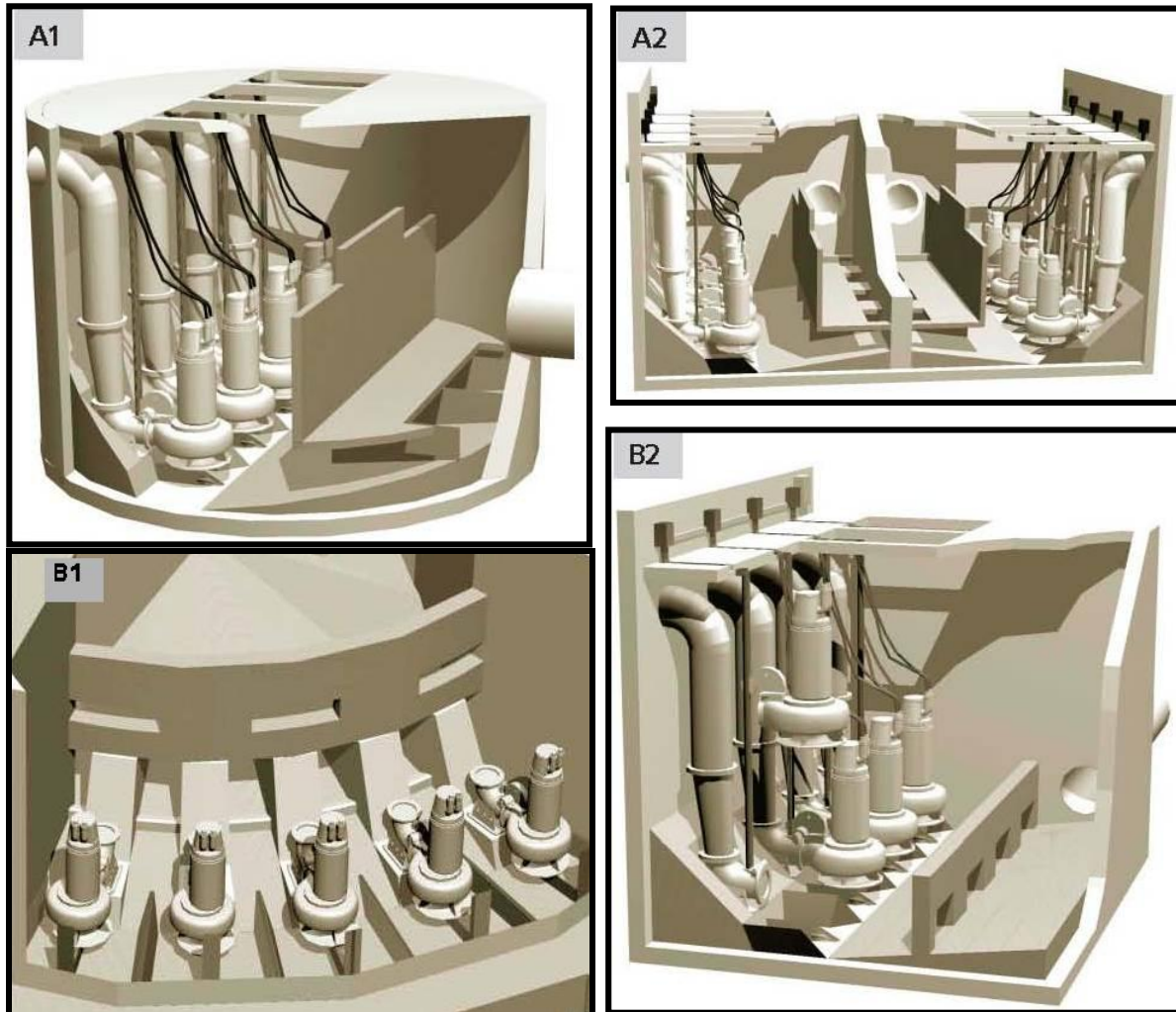


A1



ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ





Η ομοιόμορφη κατανομή της ροής προς όλες τις αντλίες κατά πλάτος του αντλιοστασίου μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα αν οι αντλίες είναι πάνω από τέσσερις. Σε τέτοιες περιπτώσεις, μπορεί να είναι καταλληλότερο ένα διπλό αντλιοστάσιο.

Στην περίπτωση των βαθιών αντλιοστασίων, το να γίνουν κυκλικά πλεονεκτεί από άποψη κατασκευής. Η διάταξη των αντλιών σε ένα τέτοιο αντλιοστάσιο μπορεί να γίνει παρόμοια με αυτήν του αντλιοστασίου τύπου B1.

Στη διάταξη τύπου B2 με ευθύ ρυθμιστικό τοίχωμα, ο αγωγός προσαγωγής βρίσκεται κάτω από την κανονική στάθμη του νερού μέσα στο αντλιοστάσιο ή ένα ανοικτό κανάλι τροφοδοτεί το αντλιοστάσιο. Αν δεν υπάρχει πτώση νερού στην είσοδο, δεν υπάρχει έντονη παράσυρση αέρα. Κατά συνέπεια, ο θάλαμος εισόδου μπορεί να απλοποιηθεί πολύ γιατί η μόνη δουλειά του θα είναι να κατανέμει τη ροή ομοιόμορφα στις αντλίες.

Μερικές φορές υπάρχει ανάγκη τοποθέτησης του κατακόρυφου αγωγού στο κέντρο των αντλιοστασίων ή τοποθέτησης του στομίου εξόδου προς άλλη κατεύθυνση, όπου η λύση μπορεί να είναι η ανεστραμμένη κατεύθυνση της αντλίας.

Η εικόνα δείχνει ένα τμήμα του σχεδιασμού ανεστραμμένης κατεύθυνσης αντλιοστασίου λυμάτων. Όταν λειτουργεί σε συνδυασμό με συνιστώμενες αρχές ελέγχου αντλιών, επιτυγχάνονται βέλτιστες συνθήκες άντλησης που παρέχουν καθαρισμό του πυθμένα του φρεατίου αποστράγγισης για τη μεταφορά των στερεών.

8.5. Απαιτούμενος όγκος του αντλιοστασίου

Ο απαιτούμενος πραγματικός όγκος του φρεατίου αποστράγγισης, V (m^3), δηλ. ο όγκος ανάμεσα στη στάθμη εκκίνησης και σταματήματος της αντλίας, εξαρτάται από παράγοντες όπως ο χρόνος ενός κύκλου για την αντλία, T (seconds), η παροχή της αντλίας, Q (m^3/sec), και την παροχή εισροής q (m^3/sec). Για μία αντλία και για μεταβλητή παροχή εισροής, ο συντομότερος χρόνος ενός κύκλου συμβαίνει αν $q=Q/2$, που δίνει τον ελάχιστο απαιτούμενο όγκο του αντλιοστασίου:

$$V_{req} = (T_{minimum} Q) / 4$$

Ο ελάχιστος χρόνος ενός κύκλου, ($T_{minimum}$) προσδιορίζεται από τον αριθμό εκκινήσεων της αντλίας σε σχέση με τη μηχανική καταπόνηση από την αύξηση της θερμοκρασίας στο μοτέρ. Για τις αντλίες, ο μέγιστος αριθμός εκκινήσεων ανά ώρα είναι:

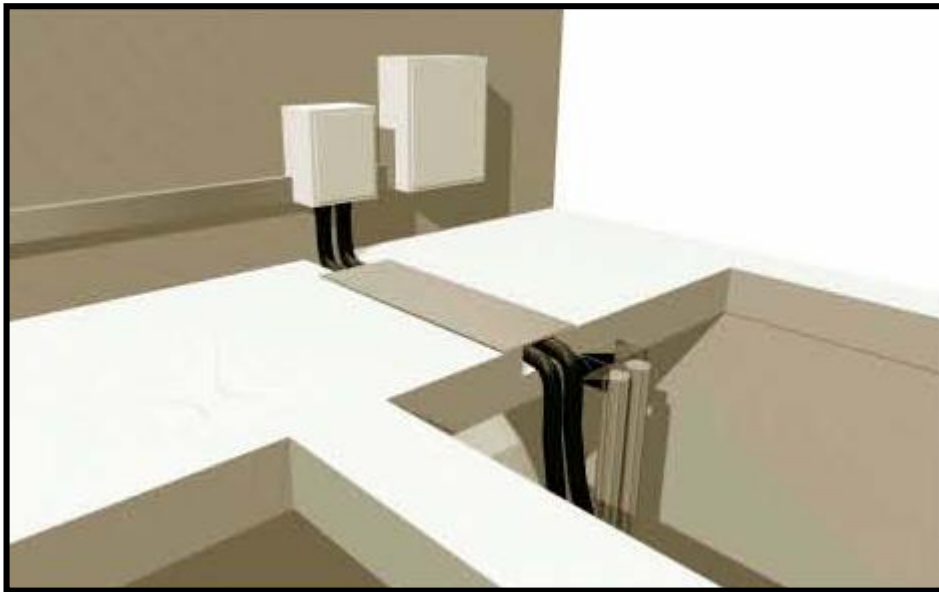
- § Drive unit σειράς 605-805: 15 εκκινήσεις/ώρα, που αντιστοιχούν στον χρόνο ενός κύκλου 240 δευτερολέπτων.
- § Drive unit σειράς 905: 8 εκκινήσεις/ώρα, που αντιστοιχούν στον χρόνο ενός κύκλου 450 δευτερολέπτων.

$$T = 3600 / \text{εκκινήσεις ανά ώρα}$$

Για ένα αντλιοστάσιο με πανομοιότυπες αντλίες, ο απαιτούμενος όγκος είναι μικρότερος αν οι αντλίες ξεκινούν διαδοχικά καθώς η στάθμη του νερού ανεβαίνει λόγω αυξανόμενης εισροής, και σταματούν διαδοχικά καθώς η στάθμη του νερού

πέφτει λόγω ελλатуόμενης εισροής. Για να ελαχιστοποιηθεί ο απαιτούμενος όγκος του αντλιοστασίου, η τελευταία αντλία που ξεκινά θα πρέπει να είναι η τελευταία αντλία που θα σταματήσει, δηλ. εναλλαγή κυκλική.

8.6. Εγκατάσταση υποβρυχίων αντλιών



§ Για να αποφευχθεί η σπηλαίωση της βαλβίδας αντεπιστροφής, αυτή δεν πρέπει να βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο από 8 μέτρα (περίπου 27 πόδια), πάνω από την κατάθλιψη της αντλίας.

§ Για τη διευκόλυνση της συντήρησης και την προστασία του καλωδίου, συνιστάται η δημιουργία κοιλώματος στο δάπεδο για τις διαδρομές του καλωδίου του αντλιοστασίου (συμβουλευτείτε τους τοπικούς κανονισμούς).

§ Το μπράτσο στήριξης του καλωδίου θα πρέπει να είναι τοποθετημένο έτσι ώστε η πρόσβαση να είναι εύκολη, δηλ. σε μικρή απόσταση κάτω από το καπάκι.

§ Όταν χρησιμοποιείται ένας αγωγός ή σωλήνας για την προστασία του καλωδίου, αυτός δεν θα πρέπει να καλύπτει το καλώδιο σε όλο το μήκος της διαδρομής του έως τον πίνακα ελέγχου, γιατί τα εκλυόμενα εκρηκτικά αέρια από τα λύματα που μπαίνουν στον ηλεκτρικό πίνακα μπορεί να είναι επιβλαβή (συμβουλευτείτε τους τοπικούς κανονισμούς).

§ Τα αέρια των λυμάτων μπορούν να προκαλέσουν οξείδωση στα ρελέ. Είναι επομένως καλύτερο να τοποθετείται ο πίνακας ελέγχου σε αεριζόμενο χώρο.

§ Για να αποφευχθούν προβλήματα λειτουργίας των φλοτέρ από επιπλέοντα

σκουπίδια μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα φρεάτιο ηρεμίας, με το άνοιγμά του κάτω από τη χαμηλότερη στάθμη του νερού.

§ Μπορεί να συγκεντρωθεί ίζημα στην περιοχή πίσω από τον σύνδεσμο εξαγωγής. Για να αποφευχθεί αυτό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ατσάλινη πλάκα ή να γεμίσει ο χώρος πίσω του από μπετόν.

8.7. Εγκατάσταση εν ξηρώ αντλιών

8.7.1 Σχεδιασμός αγωγού αναρρόφησης

Η θέση του αγωγού αναρρόφησης σε μια εγκατεστημένη εν ξηρώ αντλία ακολουθεί τις ίδιες κατευθυντήριες οδηγίες υδραυλικών θεμάτων όπως μια υποβρύχια αντλία. Πρέπει όμως να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στη βύθιση του στομίου εισόδου, επειδή ο αέρας μπορεί να παρασυρθεί μέσα στον αγωγό ευκολότερα απ' ό τι σε μια υποβρύχια αντλία, της οποίας ο σαλίγκαρος ενεργεί ως καταστολέας των στροβίλων. Ο συσσωρευμένος αέρας στον αγωγό εισόδου μπορεί να μειώσει την απόδοση της αντλίας και τελικά να εμποδίσει τελείως τη λειτουργία της. Για ροές πάνω από 500 lit/sec, ο αγωγός εισόδου θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με χροανοειδές στόμιο εισόδου ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες και η παραγμένη ροή μέσα στην αντλία.

Για να επιτευχθεί ομοιόμορφη ροή στο στόμιο εισόδου της αντλίας, ο σχεδιασμός του αγωγού αναρρόφησης θα πρέπει να πληρεί τα εξής:

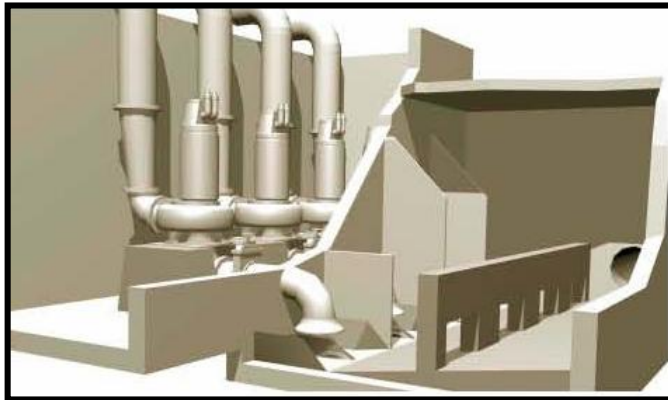
- Να παρέχει επαρκές θετικό ύψος αναρρόφησης NPSH
- Να ελαχιστοποιεί τις απώλειες τριβής
- Να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες καμπύλες
- Να μην επιτρέπει το σχηματισμό φυσαλίδων στον αγωγό αναρρόφησης
- Να εξασφαλίζει σωστή ευθυγράμμιση του αγωγού
- Να παρέχει αυτόματο αερισμό μετά την αντλία και πριν από την αντεπίστροφη βαλβίδα

8.7.2. Θέση της βάνας στον αγωγό αναρρόφησης

Για να ελαχιστοποιηθεί το ενδεχόμενο σπηλαιώσης, θορύβου και κραδασμών, η βάνα και η έδρα της θα πρέπει να είναι ομαλά για να αποφευχθεί η ανατάραξη της ροής (προτιμώνται οι βάνες σύρτου), και αν είναι δυνατόν, να βρίσκονται περισσότερο από πέντε διαμέτρους αγωγού μακριά από την αντλία.

8.7.3. Χοανοειδές στόμιο εισόδου

Για να επιταχυνθεί η ροή ομαλά μέσα στον αγωγό εισόδου και να μειωθούν οι απώλειες στο στόμιο εισόδου, θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με χοανοειδές στόμιο.



Η βέλτιστη ταχύτητα στην είσοδο του χοανοειδούς στομίου είναι 1,7 m/sec (5,6 ft/sec), και θα πρέπει να βρίσκεται μέσα στα παρακάτω όρια:

Παροχή	Ταχύτητα
< 1200 lit/s.	0,9 - 2,4 m/s. 3- 8 ft/s.
>1200 lit/s.	1,2 - 2,1 m/s. 4- 7 ft/s.

8.8. Αποφυγή κραδασμών και θορύβου

Η λειτουργία ενός περιστροφικού μηχανήματος προκαλεί πάντα θόρυβο και/ ή κραδασμούς κάποιας μορφής. Η αντλία και/ ή ο κινητήρας μπορούν να προκαλέσουν κραδασμούς και θόρυβο σε άλλα μέρη του συστήματος, στον αγωγό κλπ. Στις υποβρύχιες αντλίες, το υγρό του φρεατίου βοηθά στη μείωση του κραδασμού και του θορύβου. Ο σχεδιασμός για τις εγκατεστημένες εν ξηρώ αντλίες πρέπει να αναλύεται με μεγαλύτερη προσοχή για να μειωθούν αυτού του είδους τα προβλήματα. Ο πρώτος κανόνας που πρέπει κανείς να γνωρίζει είναι ότι η αντλία λειτουργεί καλύτερα μέσα στο πεδίο λειτουργίας για το οποίο έχει σχεδιαστεί - κανονικά μεταξύ

50% και 125% του σημείου με το μέγιστο βαθμό απόδοσης (Best Efficiency Point, BEP). Σε αυτή την περιοχή, οι δυνάμεις στην πτερωτή και το σαλίγκαρο, η σπηλαίωση κλπ., κρατούνται στο ελάχιστο.

Τα τυπικά εξαρτήματα της αντλίας είναι σχεδιασμένα για χρήση σε μια σταθερή εγκατάσταση, όπου η συχνότητα της κύριας ανατάραξης θα είναι κάτω από τη χαμηλότερη ιδιο-συχνότητα, με αποτέλεσμα χαμηλότερα επίπεδα κραδασμών. Σε μερικές περιπτώσεις, ο σχεδιασμός μιας τελείως σταθερής εγκατάστασης δεν είναι αρκετός και το σύστημα ή τα μέρη του πρέπει να μονωθούν με ελαστικά παρεμβύσματα (σινεμπλόκ), ελαστικό τάπητα, αντικραδασμικά κλπ.

Όταν γίνεται αξιολόγηση του συστήματος, η ανάλυση της πηγής οποιασδήποτε ανατάραξης μπορεί να περιλαμβάνει:

- Αζυγοσταθμία στα περιστρεφόμενα μέρη. Αυτά έχουν κυρίαρχη επίδραση πάνω στη συχνότητα περιστροφής της αντλίας.
- Υδραυλικές δυνάμεις που προκαλούνται από διαφορές πίεσης μέσα στο σαλίγκαρο της αντλίας.
- Οι δυνάμεις πάνω στην πτερωτή και παλμοί πίεσης μέσα στο σύστημα σωλήνωσης δημιουργούνται καθώς τα πτερύγια της πτερωτής περνούν από τη στένωση του σαλίγκαρου, με συχνότητα που είναι το γινόμενο της ταχύτητας της πτερωτής και του αριθμού των πτερυγίων.

Με αυτές τις πληροφορίες, είναι δυνατόν να αναλυθεί το σύστημα με σκοπό την ελαχιστοποίηση ενδεχομένου κραδασμού, δηλ. το κρίσιμο μήκος του αγωγού και η ελάχιστη απόσταση για την στήριξη του αγωγού έτσι ώστε να εμποδιστούν οι αρμονικές. Άλλοι παράγοντες που μπορούν να δημιουργήσουν θόρυβο είναι ο ηλεκτροκινητήρας, η ίδια η εσωτερική ροή (η ανατάραξη και ο στροβιλισμός μπορούν να κάνουν τους αγωγούς και τις βαλβίδες να παράγουν θόρυβο) και η σπηλαίωση μέσα στην αντλία ή μέσα στους αγωγούς/ βαλβίδες.

8.9. Αγκύρωση της αντλίας και στήριξη της σωλήνωσης.

- i. Όλα τα μέρη του συστήματος θα πρέπει να είναι αγκυρωμένα έτσι ώστε οι συχνότητες των κύριων αναταράξεων να είναι κάτω από τη χαμηλότερη ιδιοσυχνότητα του συστήματος, που περιλαμβάνει αντλία, βάνες, στηρίγματα και

αγωγούς.

- ii. Αν η αντλία και τα θεμέλια πρόκειται να απομονωθούν από το αντλιοστάσιο, συνιστάται η παρακάτω διαδικασία:
 - Τα θεμέλια βάρους θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον δύο φορές το βάρος των περιστρεφόμενων μερών.
 - Χρησιμοποιήστε ελαστικά στηρίγματα, π.χ σινεμπλόκ ή ελαστικό τάπητα, ανάμεσα στη βάση και το δάπεδο ή το έδαφος.
 - Χρησιμοποιήστε αντικραδασμικούς συνδέσμους στους αγωγούς.
 - Αγκυρώστε τους αγωγούς στο δάπεδο ή σε κάποια άλλη στέρεα κατασκευή.
- iii. Πρέπει να υπάρχουν οριζόντια και κάθετα στηρίγματα. Πρέπει να τοποθετούνται πρόσθετα στηρίγματα στα βαριά εξαρτήματα, όπως είναι οι βάνες.
- iv. Για συστήματα σωλήνωσης με διάταξη μέτρησης της πίεσης για την ελαχιστοποίηση των κραδασμών, ο αγωγός θα πρέπει να στηρίζεται στη διάταξη αυτή ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση των αυξομειώσεων της πίεσης.
- v. Οι ταχύτητες των κάθετων αγωγών πρέπει να διατηρούνται σε σταθερό επίπεδο, ώστε να αποφεύγεται η καθίζηση των στερεών.
Η συνιστώμενη περιοχή είναι 1,5-2,5 m/s.

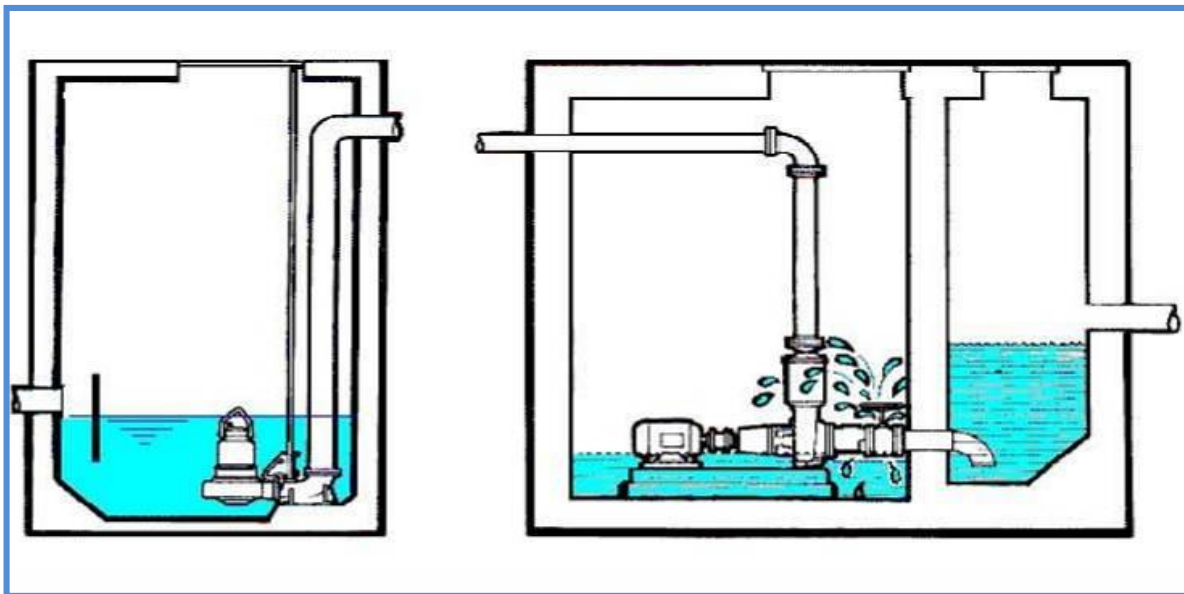
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΑΝΤΛΙΕΣ

9.1. Πλεονεκτήματα υποβρυχίων αντλιών.

Τα πλεονακτήματα των υποβρυχίων αντλιών (εικόνα 9.1α., 9.1β.) είναι:

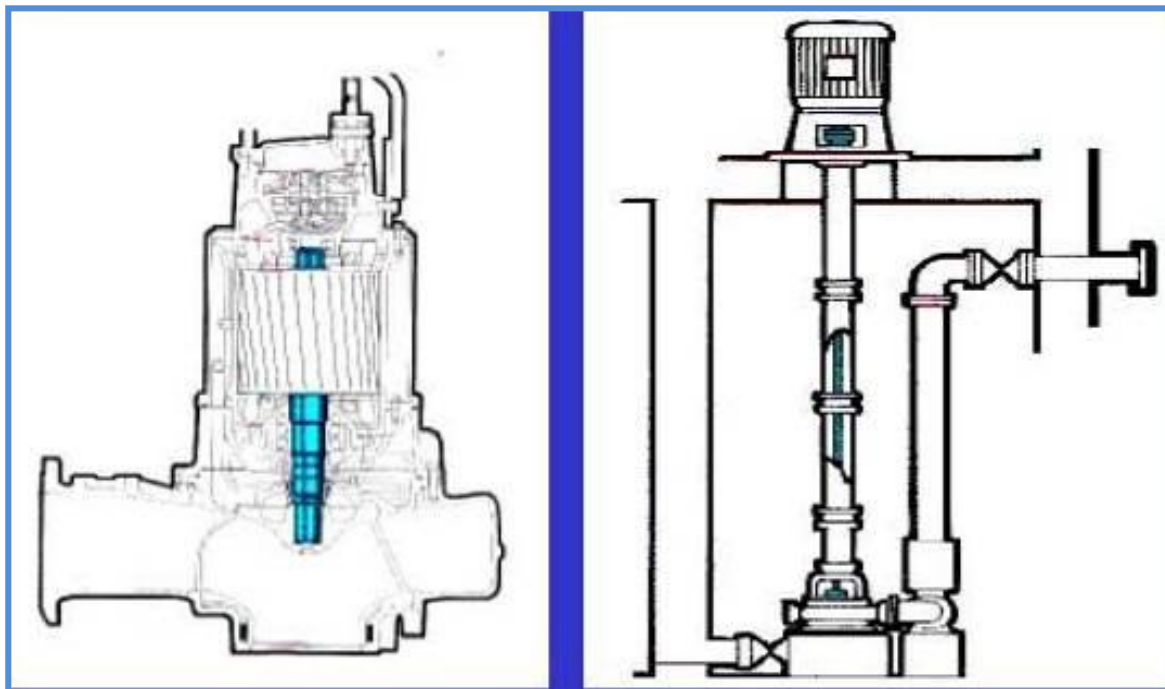
- § Αθόρυβη.
- § Χωρίς κραδασμούς.
- § Κοντός άξονας.
- § Χωρίς διαρροές.
- § Χωρίς πολλά υδραυλικά εξαρτήματα.
- § Με μειωμένο κόστος κατασκευής αντλιοστασίου.
- § Εύκολη στη συντήρηση.
- § Χωρίς σωληνώσεις αναρρόφησης.



Εικόνα 9.1α.

Υποβρύχια αντλία

Συμβατικού τύπου.



Εικόνα 9.1β.

Υποβρύχια αντλία

Συμβατικού τύπου.



9.2. Τρόποι εγκατάστασης αντλιών

Στις παρακάτω εικόνες (9.2α. έως και 9.2ε.) φαίνεται ο τρόπος που εγκαθίστανται οι αντλίες.



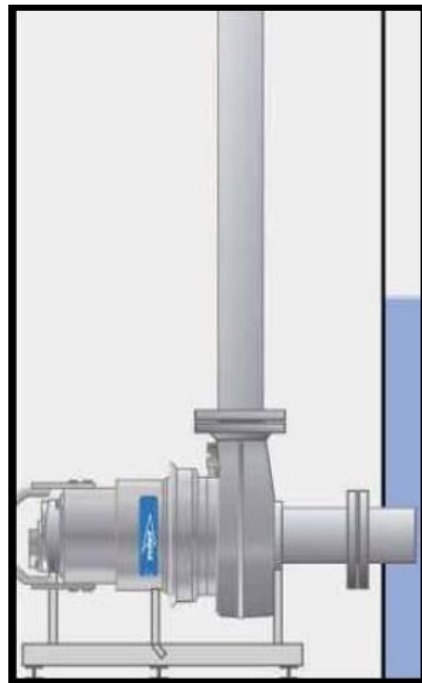
Εικόνα 9.2α.
Με ανεξάρτητο πέλμα επικάθισης.



Εικόνα 9.2β.
Με αυτόνομη έδραση.



Εικόνα 9.2γ.
Κάθετης τοποθέτησης σε ξηρό
θάλαμο.



Εικόνα 9.2δ.
Οριζόντιας τοποθέτησης σε
ξηρό θάλαμο.



Εικόνα 9.2ε.
Εντός κυλινδρικού αγωγού

9.3. Τύποι υποβρυχίων αντλιών.

Τα κριτήρια επιλογής μιας αντλίας βασίζονται κυρίως στο είδος του προς άντληση υγρού.

Μέχρι πρότεινος, η ειδοποιός διαφορά στην επιλογή αντλίας για λύματα από εκείνης για καθαρό νερό ήταν κοινά διεθνώς αποδεκτό το πέρασμα στερεών 70-100χλσ.

Όλες οι αντλίες που αντλούν λύματα είναι κατασκευασμένες με κύριο σκεπτικό την όσον δυνατόν καλύτερη άντλησή τους, λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις ιδιαιτερότητες των διαφόρων αντλούμενων υγρών.

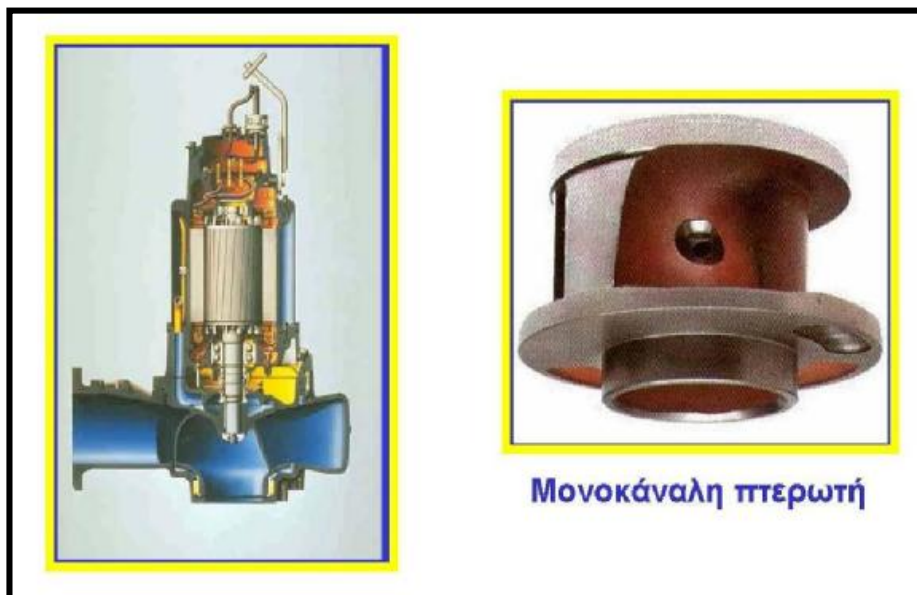
Φυσικά κάθε τύπος υποβρυχίων αντλιών έχει τα όριά του, κυρίως λόγω του τρόπου κατασκευής τους.

Παρακάτω παρουσιάζονται αντλίες με πτερωτές διαφόρων τύπων.



Εικόνα 9.3.1.

Η εικόνα 9.3.1., απεικονίζει αντλία με πολυκάναλη πτερωτή αποστράγγισης, μικρού βάρους, εύκολη στη μεταφορά αλλά ακατάλληλη για άντληση λυμάτων διότι παρουσιάζει έντονα προβλήματα έμφραξης.



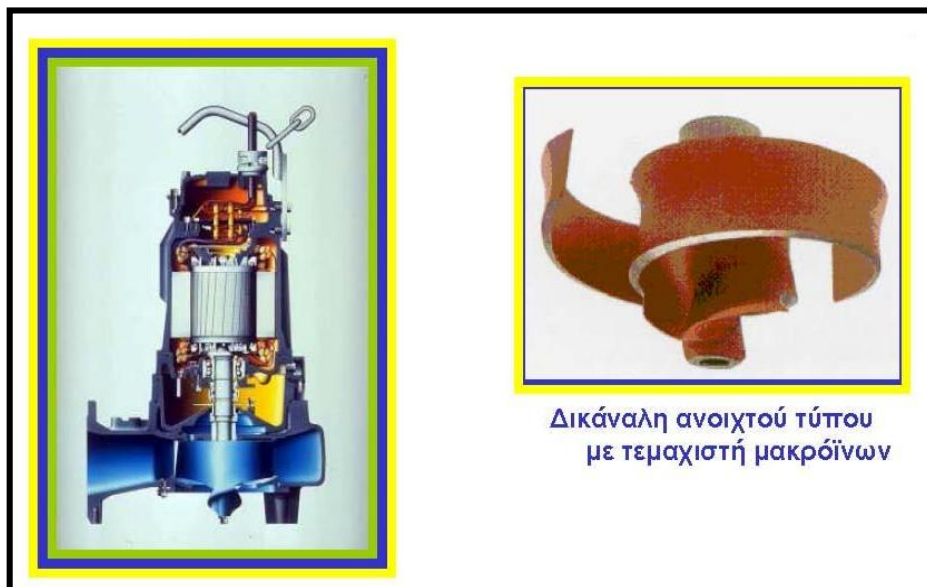
Εικόνα 9.3.2.

Η εικόνα 9.3.2., απεικονίζει αντλία με μονοκάναλη πτερωτή όπου τα πλεονεκτήματα της είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης και τα λίγα προβλήματα έμφραξης. Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει είναι στη δυσκολία ζυγοστάθμισης, έχει μεγάλες γωνιακές δυνάμεις, και έχει κραδασμούς.



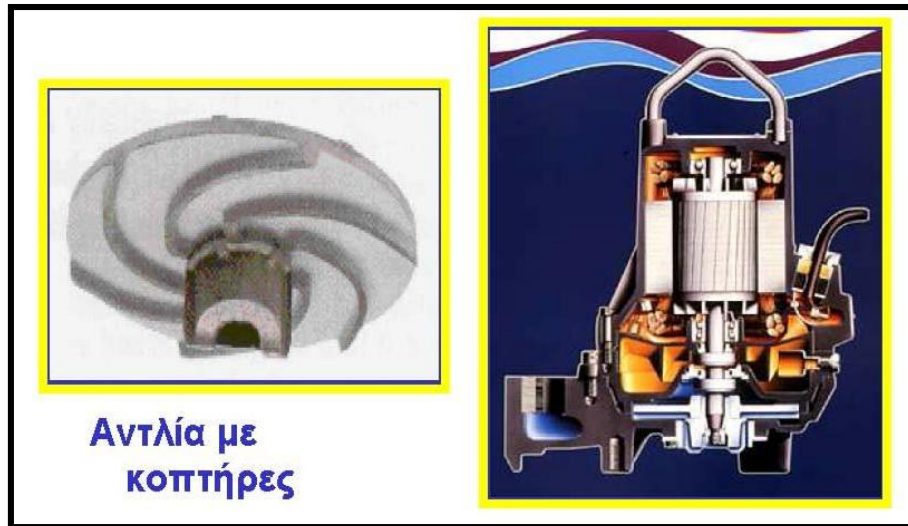
Εικόνα 9.3.3.

Η εικόνα 9.3.3., απεικονίζει αντλία ανοικτού τύπου πολυκάναλης πτερωτής Vortex. Ως πλεονεκτήματα παρουσιάζει μεγάλο πέρασμα στερεών, μικρές ακτινικές δυνάμεις, και δεν απαιτείτε δακτύλιος φθοράς. Τα μειονεκτήματα της είναι ο χαμηλός βαθμός απόδοσης, το περιορισμένο εύρος καμπυλών λειτουργίας.



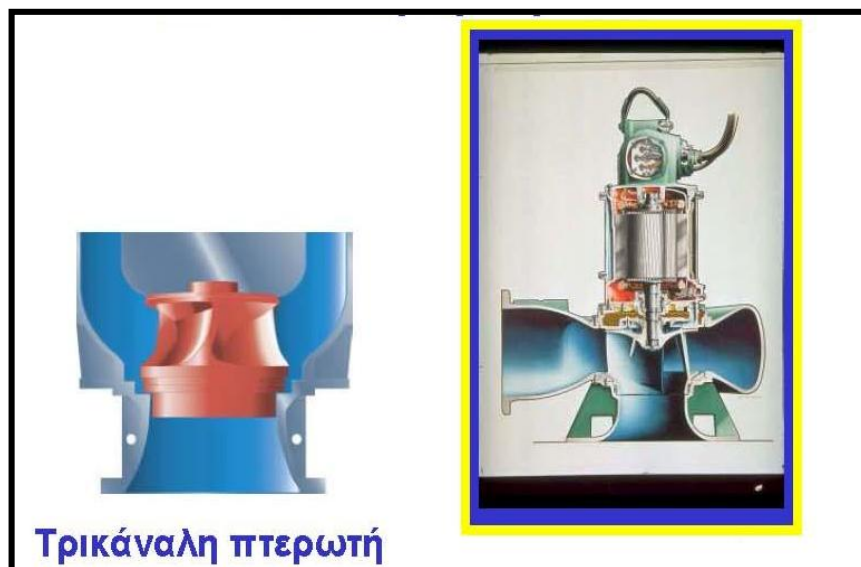
Εικόνα 9.3.4.

Στην εικόνα 9.3.4. έχουμε αντλία με πτερωτή δικάναλη ανοικτού τύπου με τεμαχιστή με τεμαχιστή μακροίνων. Τα πλεονεκτήματά της είναι τα εξής: Μη εμφρασομένου τύπου, Κατάλληλες για άντληση λυμάτων με μακρόνια (υγρή κοπριά), και μηχανικά επεξεργάσιμη πτερωτή. Τα μειονεκτήματα είναι: Μικρό πέρασμα στερεών, έντονοι κραδασμοί σε μικρές παροχές.



Εικόνα 9.3.5.

Η αντλία της εικόνας 9.3.5. με πτερωτή κοπήρων, παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα: Λειτουργεί σαν τεμαχιστής, παρουσιάζει μεγάλα μανομετρικά, και χρειάζεται μικρής διατομής σωληνώσεις. Σαν μειονεκτήματα έχει, μικρό βαθμό απόδοσης, και μικρές παροχές.



Εικόνα 9.3.6.

Η εικόνα 9.3.6., απεικονίζει αντλία με τρικάναλη πτερωτή. Τα πλεονεκτήματα της είναι τα εξής: Μεγάλες παροχές, και υψηλός βαθμός απόδοσης. Σαν μειονεκτήματα διακρίνουμε μια ογκώδη αντλία με προβλήματα έμφραξης.



Εικόνα 9.3.7.

Η άντληση λυμάτων με αντλία τύπου προπέλας πτερωτής που φέρεται στην εικόνα 9.3.7. έχει σαν πλεονεκτήματα τις μεγάλες παροχές, τον υψηλό βαθμό απόδοσης μη εμφρασομένου τύπου. Το ότι απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό αντλιοστασίου και τα μικρά μανομετρικά της, είναι τα μειονεκτήματα αυτού του τύπου αντλίας.

Ένα από τα δύσκολα προβλήματα που συναντάμε στην άντληση λυμάτων είναι η **έμφραξη**.

Οι εμφράξεις θα μπορούσαν να ταξινομηθούν με πολλούς τρόπους.

Η πλέον συνηθισμένη περίπτωση είναι αυτή που δημιουργούν τα μακρόνια όπως κουρέλια, τρίχες, πλαστικά κλπ.

- i. Προσκολούνται στη πτερωτή ή μπλοκάρουν τα κανάλια ροής των πτερυγίων της πτερωτής.
- ii. Εγκαθίστανται στα διάκενα μεταξύ πτερωτής και στομίου αναρρόφησης, κυρίως εκεί που υπάρχει υποπίεση όπως στο λαιμό των κλειστού τύπου μονοκάναλων πτερωτών.

9.4. ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΥΠΟΥ “N”

Τα χαρακτηριστικά των αντλιών (εικόνα 9.4.1.) τύπου “N” είναι:

- § Ο άνω διαχυτής είναι με διαμόρφωση απομάκρυνσης μακρόντων και στερεών.
- § Ο κάτω διαχυτής είναι με ελικοειδή διαμόρφωση.
- § Η αντλία είναι δικάναλη ανοικτού μη εμφρασόμενου τύπου πτερωτή.

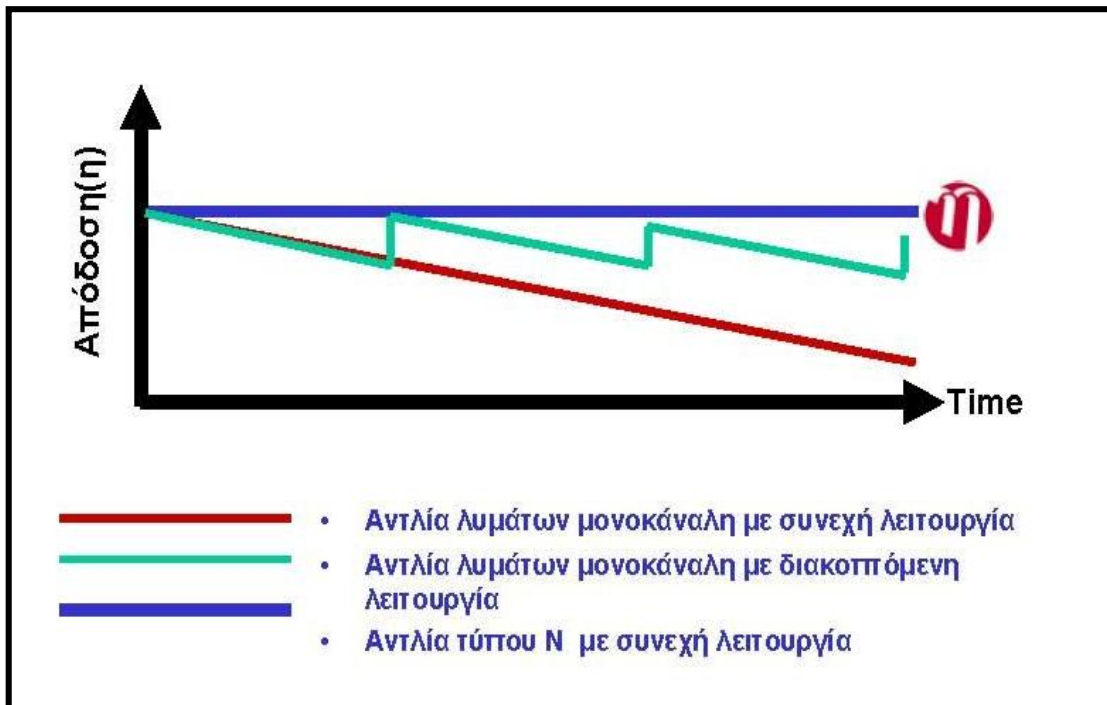


Εικόνα 9.4.1.

Πλεονεκτήματα αντλιών τύπου “N”:

- § Μεγάλη σταθερή απόδοση.
- § Μη εφρασόμενη.
- § Μηχανικά επεξεργάσιμη πτερωτή.
- § Μικρές ακτινικές δυνάμεις και μικρού βάρους.

Το διάγραμμα 9.4.1., απόδοσης προς το χρόνο λειτουργίας τριών διαφορετικών αντλιών, μας δίνει μια ξεκάθαρη εικόνα για την υπεροχή μίας αντλίας τύπου “N” απέναντι σε αντλίες μονοκάναλες συνεχής λειτουργίας και διακοπτόμενης λειτουργίας.



Διάγραμμα 9.4.1.

9.5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ ΚΙΝΗΤΗΡΑ $\geq 7,5$ KW

1. Απαιτήσεις

Οι υποβρύχιες αντλίες θα πρέπει να έχουν συγκεκριμένη παροχή (m^3/h), μανομετρικό ύψος (m), αριθμό στροφών (RPM) και συνολικό βαθμό απόδοσης στο σημείο λειτουργίας τους (%). Για λόγους ασφαλείας, η αντλία θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να μπορεί να εκκινεί μέχρι και τριάντα (30) φορές μέσα σε χρονικό διάστημα μίας ώρας.

Η αντλία θα πρέπει να είναι ομοαξονικά συζευγμένη με κατακόρυφο ηλεκτρικό κινητήρα «υποβρυχίου τύπου», με ισχύ (kW), ικανή ώστε να λειτουργεί σε δίκτυο παροχής τάσης 400 Volt, 3 φάσεων και συχνότητας 50 Hz.

Η αντλία θα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με υποβρύχιο καλώδιο (SUBCAB). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του υποβρυχίου καλωδίου ισχύος θα είναι σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς IEC. Η αντλία θα συνοδεύεται από πέλμα επικάθισης από χυτοσίδηρο, το οποίο θα πακτώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής.

2. Σχεδιασμός της Αντλίας

Η αντλία θα συνδέεται σταθερά στο πέλμα επικάθισης και θα ολισθαίνει πάνω σε δύο τουλάχιστον οδηγούς ράβδους, εκτεινόμενες από την κορυφή του αντλιοστασίου μέχρι το πέλμα επικάθισης της αντλίας.

Η διάταξη εγκατάστασης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην χρειάζεται είσοδος του προσωπικού στο υγρό φρεάτιο. Η στεγανότητα της αντλίας στο σημείο επαφής με το πέλμα επικάθισης πρέπει να επιτυγχάνεται μέσω μηχανικά επεξεργασμένης μεταλλικής υδατοστεγούς επαφής. Στεγανότητα του πέλματος επικάθισης με στεγανοποιητικό δακτυλίδι, παρεμβύσματα ή διάφραγμα, το οποίο πρέπει να αντικαθίσταται, δεν θα γίνεται αποδεκτή. Κανένα τμήμα της αντλίας δεν χρειάζεται στήριξη κατευθείαν στον πυθμένα της δεξαμενής, παρά μόνο στο πέλμα επικάθισης.

3. Κατασκευή της Αντλίας

i. Υλικά κατασκευής

Τα κύρια εξαρτήματα της αντλίας θα είναι από γκρίζο χυτοσίδηρο (grey cast iron), προδιαγραφών ASTM A 48 CLASS 35B ή BS 1452 GRADE 260 ή DIN 1691 GG25, με λείες επιφάνειες, ελεύθερες από φουσαλίδες ή άλλες ανωμαλίες. Όλα τα εκτεθειμένα παξιμάδια, βίδες και ροδέλες θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα προδιαγραφών AISI 304 ή DIN 17440 x 5 CrNi 1810 ή καλύτερης ποιότητας. Όλες οι μεταλλικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το αντλούμενο υγρό και δεν είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ή ορείχαλκο, θα πρέπει να προστατεύονται με ειδική βαφή (Durasolid). Κρίσιμες μεταλλικές επιφάνειες, όπου απαιτείται υδατοστεγανότητα, θα είναι μηχανικά κατεργασμένες και συναρμολογημένες με στεγανοποιητικούς δακτυλίους από Nitrile rubber ή Viton. Η συναρμογή τους θα επιτυγχάνεται με ελεγχόμενη επαφή και συμπίεση των στεγανοποιητικών δακτυλίων, και στις τέσσερις πλευρές του αύλακά τους, χωρίς να απαιτείται ειδική ροπή στήριξης στους κοχλίες που ασφαλίζουν τη συναρμογή. Ορθογωνικής διατομής φλάντζες, που απαιτούν ειδική ροπή στρέψης, ή στεγανοποιητικές ουσίες δεν θα γίνονται αποδεκτές.

ii. Σύστημα Ψύξεως

Κάθε αντλία θα διαθέτει ένα κατάλληλα σχεδιασμένο σύστημα ψύξης. Το σύστημα ψύξεως θα πρέπει να παρέχει ικανοποιητική ψύξη για συνεχή λειτουργία άντλησης ρευστού με θερμοκρασία μέχρι 40°C. Τα αντλητικά συγκροτήματα πρέπει να διαθέτουν μανδύα ψύξεως (cooling jacket) με κλειστό σύστημα ψύξης. Μείγμα μονοπροπιλική - γλυκόλης κυκλοφορεί στο μανδύα ψύξεως της αντλίας, με εξαναγκασμένη ροή μέσω μικρής πτερωτής που είναι τοποθετημένη ανάμεσα στους 2 μηχανικούς στυπιοθλίπτες, ψύχοντας έτσι τον κινητήρα. Η χρήση του αντλούμενου υγρού σαν μέσο ψύξης δεν θα γίνεται αποδεκτή.

iii. Στυπιοθλίπτης εισόδου καλωδίου

Ο σχεδιασμός του στυπιοθλίπτη εισόδου καλωδίου θα πρέπει να εξασφαλίζει υδατοστεγανότητα χωρίς να χρειάζεται ειδική σύσφιξη με συγκεκριμένη ροπή στρέψεως. Η είσοδος του καλωδίου θα αποτελείται από ένα κυλινδρικό ελαστικό δακτύλιο, πλαισιωμένο από ροδέλες. Όλα μαζί θα είναι συναρμολογημένα με

απόλυτη ακρίβεια ως προς την εξωτερική διάμετρο του καλωδίου και την εσωτερική διάμετρο της εισόδου. Η συμπίεση του ελαστικού παρεμβύσματος θα γίνεται με τρόπο που θα αυτασφαλιζείται σε τυχόν τράβηγμα του καλωδίου.

iv. Κινητήρας

Ο κινητήρας της αντλίας θα είναι επαγωγικός, τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, τοποθετημένος μέσα σε κέλυφος (περίβλημα), ο θάλαμος του οποίου θα είναι υδατοστεγής. Τα τυλίγματα του στάτορα θα είναι μονωμένα (κλάσης H), ανθεκτικά στην υγρασία και σε θερμοκρασίες μέχρι 180°C. Ο στάτορας θα έχει «ψεκαστεί» με ρητίνη, προσδίδοντας υψηλότερη μόνωση, με πολύ μικρότερο κίνδυνο δημιουργίας φυσαλίδων αέρα. Ο στάτορας θα είναι τοποθετημένος στο θάλαμο του κελύφους, αφού, προηγουμένως, το περίβλημα έχει θερμανθεί (συναρμογή σύσφιξης). Ο κινητήρας θα είναι σχεδιασμένος για συνεχή λειτουργία άντλησης ρευστών θερμοκρασίας μέχρι 40°C και για τριάντα (30) εκκινήσεις την ώρα. Θα διαθέτει θερμικούς διακόπτες ρυθμισμένους να ανοίγουν στους 140°C και να κλείνουν στους 70°C, θα είναι δε τοποθετημένοι μέσα στα τυλίγματα των αγωγών του στάτορα, ώστε να ελέγχουν τη θερμοκρασία κάθε φάσης του τυλίγματος. Ο θάλαμος σύνδεσης θα περιέχει τον τερματικό πίνακα και θα είναι ερμητικά απομονωμένος από τον κινητήρα με ένα ελαστομερές O-ring. Η σύνδεση των καλωδίων και των ακροδεκτών του στάτορα θα γίνεται με κοχλιωτή σύνδεση σύσφιξης μόνιμα στερεωμένης πάνω στον τερματικό πίνακα. Συνδέσεις με ακροδέκτες ή κοινός τρόπος σύνδεσης αγωγού με παξιμάδι και ροδέλα δεν γίνονται αποδεκτές.

Ο κινητήρας και η αντλία θα είναι σχεδιασμένοι και συναρμολογημένοι από τον ίδιο κατασκευαστή. Ο ενδιάμεσος συντελεστής εξυπηρέτησης (συνδυασμένο αποτέλεσμα τιμής τάσεως, συχνότητας και ειδικού βάρους) θα είναι τουλάχιστον 1.15. Ο κινητήρας θα μπορεί να λειτουργεί με διακύμανση τάσεως της τάξης του +/- 10%. Ο κινητήρας θα είναι σχεδιασμένος για λειτουργία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έως 40°C και σε πιθανή αύξηση θερμοκρασίας μέχρι 85°C. Ο πίνακας του κινητήρα που θα παραδοθεί θα πρέπει να περιλαμβάνει τις εξής καμπύλες λειτουργίας: Ροπής στρέψεως, ηλεκτρικής έντασης, συντελεστή ισχύος, βαθμού απόδοσης, απορροφούμενης ισχύος καθώς και ισχύος στον άξονα.

Ο κινητήρας και το καλώδιο θα αντέχουν σε συνεχή υποβρύχια παραμονή χωρίς να χάνουν την υδατοστεγανότητά τους, σύμφωνα με τον κανόνα προστασίας IP68. Η ονομαστική ισχύς του κινητήρα θα είναι αρκετή ώστε η αντλία να μην υπερφορτίζεται σε όλη την περιοχή της καμπύλης λειτουργίας της αντλίας. Το καλώδιο τροφοδοσίας θα περιλαμβάνει δύο επαφές 1.5mm^2 για τον έλεγχο των θερμικών διακοπών και αισθητήρες προστασίας.

v. Έδρανα

Ο άξονας της αντλίας/κινητήρα θα εδράζεται βάσει του κανόνα σταθερής πλωτής έδρασης σε τριβείς κύλισης, οι οποίοι θα διαθέτουν λίπανση για όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Το άνω έδρανο θα είναι ένας ένσφαιρος τριβέας απλής σειράς βαθιάς αυλάκωσης. Το κάτω έδρανο θα είναι ένας ένσφαιρος τριβέας διπλής σειράς γωνιακής επαφής για την αντιστάθμιση αξονικών και ακτινικών δυνάμεων.

vi. Μηχανική στεγανοποίηση

Κάθε αντλία θα είναι εφοδιασμένη με ένα εν σειρά μηχανικό σύστημα στεγανότητας άξονα, αποτελούμενο από δύο ανεξάρτητα συγκροτήματα στυπιοθλιπτών.

Ο κάτω πρωτεύων μηχανικός στυπιοθλίπτης, μεταξύ του σαλίγκαρου της αντλίας και του θαλάμου επιθεώρησης, θα περιέχει ένα στατικό και έναν περιστρεφόμενο δακτύλιο από αντιοξειδωτικό καρβίδιο του βολφραμίου (εύρος pH από 3 έως 14).

Ο άνω δευτερεύων μηχανικός στυπιοθλίπτης, τοποθετημένος μεταξύ του θαλάμου επιθεώρησης και του περιβλήματος του κινητήρα, θα περιέχει ένα στατικό και έναν περιστρεφόμενο δακτύλιο από αντιοξειδωτικό καρβίδιο του βολφραμίου (εύρος pH από 3 έως 14). Η επαφή των λειασμένων επιφανειών σε κάθε σημείο στεγανότητας θα επιτυγχάνεται με δικό του σύστημα ελατηρίων. Οι στυπιοθλίπτες δεν θα απαιτούν συντήρηση και ρύθμιση, ούτε η ικανότητα στεγανοποίησης θα εξαρτάται από τη διεύθυνση περιστροφής του άξονα.

Άλλες μέθοδοι στεγανοποίησης (δηλαδή χωρίς 2 μηχανικούς στυπιοθλίπτες) δεν θα θεωρούνται ισοδύναμες και δεν θα γίνονται αποδεκτές.

Επίσης το κάτω μέρος του θαλάμου επιθεώρησης θα είναι εφοδιασμένο με ειδική ελικοειδή διαμόρφωση (spiral groove), με την οποία επιτυγχάνεται δραστική μείωση της φθοράς στο χώρο του εξωτερικού μηχανικού στυπιοθλίπτη, λόγω της δημιουργούμενης ελικοειδούς κίνησης των αιωρούμενων στερεών στοιχείων του ρευστού. Τα στερεά σωματίδια (άμμος, κλπ.), καταυτόν τον τρόπο, απομακρύνονται και, έτσι, αυξάνεται η διάρκεια ζωής λειτουργίας της αντλίας, διότι, και αν ακόμη εισχωρήσει νερό στο θάλαμο επιθεώρησης, η αντλία λειτουργεί χωρίς πρόβλημα, αφού δεν καταστρέφεται ο εσωτερικός στυπιοθλίπτης ελλείψει άμμου.

vii. Άξονας αντλίας

Ο άξονας της αντλίας και του κινητήρα θα είναι ενιαίος. Σύνδεσμοι δεν θα γίνονται αποδεκτοί. Το υλικό του άξονα θα είναι ανοξειδωτος χάλυβας αξόνων κατά AISI431 και δεν θα έρχεται σε επαφή με το αντλούμενο υγρό (πλήρως στεγανοποιημένος). Θα είναι δε ζυγοσταθμισμένος κατά ISO 1940 ή ανώτερο.

viii. Πτερωτή

Η πτερωτή θα είναι από χυτοσίδηρο Cast iron ASTM A-48 CLASS 35B ή GG25 κατά DIN, υδροδυναμικά ζυγοσταθμισμένη, ολιγοκάναλη, ανεμπόδιστης ροής (χωρίς εμφράξεις) χωρίς οξείες στροφές. Η πτερωτή θα μπορεί να χρησιμοποιείται για την άντληση υγρών που περιέχουν στερεά απόβλητα, ινώδη υλικά, πυκνή λάσπη και άλλες ύλες που περιέχονται σε συνήθη ακάθαρτα νερά (λύματα).

Η πτερωτή θα είναι ημι-ανοικτού τύπου, με πτερύγια κλίνοντα προς τα πίσω, ανεμπόδιστης ροής (χωρίς εμφράξεις). Η πτερωτή θα λειτουργεί σε συνδυασμό με σύστημα block, σταθερό, που τοποθετείται στην αναρρόφηση του σαλίγκαρου της αντλίας. Τα πτερύγια της πτερωτής θα είναι αυτο-καθαριζόμενα. Η διάταξη και η μορφολογία της πτερωτής επιτρέπουν την διέλευση μακροίνων, στερεών σωμάτων κλπ., επιτυγχάνεται, δε, μη επικάθιση στερεών στοιχείων σε αυτήν, διατηρώντας, έτσι, μία αδιατάρακτη λειτουργία άντλησης (η διαδρομή ροής θα γίνεται μέσω ειδικής αύλακας ανακούφισης στο θάλαμο της αντλίας). Τα παραπάνω έχουν ως

αποτέλεσμα υψηλό και σταθερό βαθμό απόδοσης σε όλη τη διάρκεια άντλησης (σε αντίθεση με μία συμβατική αντλία λυμάτων, της οποίας η απόδοση μειώνεται λόγω φαινομένων έμφραξης), καθώς και χαμηλή απορροφούμενη ισχύ, που σημαίνει χαμηλό κόστος λειτουργίας.

Η πτερωτή θα είναι «κλειδωμένη» στον άξονα. Ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης της αντλίας (%) θα πρέπει να είναι συγκεκριμένος στο ονομαστικό σημείο λειτουργίας.

ix. Σαλίγκαρος αντλίας (Ατέρμων κοχλίας)

Το περίβλημα θα αποτελείται από ένα μόνο τεμάχιο από γκρίζο χυτοσίδηρο (ASTM A-48 CLASS 35B) μη ομοκεντρικού τύπου με διόδους (περάσματα) λεία και αρκετά μεγάλα ώστε να περνούν στερεά.

Επίσης, ο σαλίγκαρος της αντλίας θα φέρει φλάντζα, κατάλληλα διαμορφωμένη και τοποθετημένη ώστε να μπορεί να δεχθεί βαλβίδα ανάδευσης.

4. Προστασία

Όλοι οι κινητήρες θα έχουν:

§ Ενσωματωμένους θερμικούς διακόπτες στο τύλιγμα κάθε φάσης, συνδεδεμένους σε σειρά. Οι θερμικοί διακόπτες θα ανοίγουν στους 140°C.

§ Αισθητήρα στάθμης για την ανίχνευση υγρασίας στο θάλαμο επιθεώρησης.

Για τη διακριτή λήψη των 2 παραπάνω πιθανών βλαβών, τα σήματα θα οδηγούνται με ένα ζεύγος καλωδίου 2 x 1,5 στον ηλεκτρικό πίνακα, όπου θα συνδέονται σε ηλεκτρονικό προστασίας κατασκευής του ιδίου οίκου των αντλιών το οποίο είναι εφοδιασμένο με λυχνίες τροφοδοσίας, alarm υπερθέρμανσης και alarm διαρροής στο θάλαμο επιθεώρησης.

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΚΙΝΗΤΗΡΑ < 7,5 KW**

Σύστημα Ψύξεως

Οι κινητήρες είναι έτσι διαστασιολογημένοι ώστε να ψύχονται επαρκώς από το περιβάλλον ή το αντλούμενο υγρό. Μανδύας ψύξης ή εξωτερικό σύστημα ψύξης δεν απαιτείται.

Προστασία

Όλοι οι κινητήρες θα έχουν:

- § Ενσωματωμένους θερμικούς διακόπτες στο τύλιγμα κάθε φάσης, συνδεδεμένους σε σειρά. Οι θερμικοί διακόπτες θα ανοίγουν στους 140°C.

Προαιρετικά:

- § Αισθητήρα στάθμης για την ανίχνευση υγρασίας στο θάλαμο επιθεώρησης.

Σε περίπτωση που η αντλία είναι εφοδιασμένη από τις δύο παραπάνω προστασίες και για τη διακριτή λήψη των 2 παραπάνω πιθανών βλαβών, τα σήματα θα οδηγούνται με ένα ζεύγος καλωδίου 2 x 1,5 στον ηλεκτρικό πίνακα, όπου θα συνδέονται σε ηλεκτρονικό προστασίας κατασκευής του ιδίου οίκου των αντλιών το οποίο είναι εφοδιασμένο με λυχνίες τροφοδοσίας, alarm υπερθέρμανσης και alarm διαρροής στο θάλαμο επιθεώρησης.

Οι υπόλοιπες τεχνικές προδιαγραφές είναι ακριβώς ίδιες με εκείνες των υποβρυχίων αντλιών με κινητήρα $\geq 7,5KW$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΕΣ

Οι αναδευτήρες χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες :

- § Banana (4410 & 4430)
- § Compact (4600)
- § PP-Αντλίες (PP4600)

10.1. Αναδευτήρας τύπου Banana.

Στην εικόνα 10.1. παρουσιάζεται αναδευτήρας τύπου Banana.

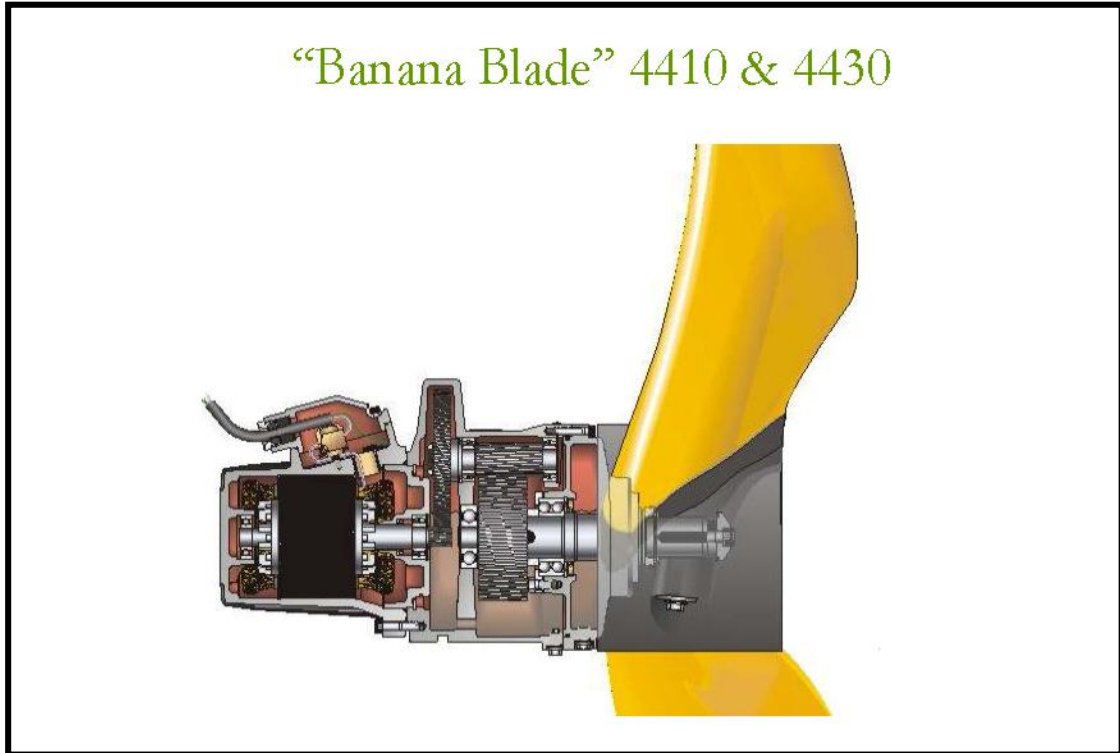


Εικόνα 10.1

Τύπου Banana (4410 & 4430)

- § 2 μεγέθη κινητήρων 4410 & 4430
 - 4 & 6 πόλων (4410)
 - 2 & 4 πόλων (4430)
- § 8 διαφορετικές σχέσεις μετάδοσης κίνησης.
- § Διάμετρος πτερωτή από : 2,5 έως 1,4m (8 μεγέθη)
 - 2 διαφορετικές εποξειδικές βαφές.

Στην εικόνα 10.2. βλέπουμε έναν αναδευτήρα Banana σε τομή.



Εικόνα 10.2.

10.2. Αναδευτήρας τύπου Compact.

Στην εικόνα 10.3. παρουσιάζεται αναδευτήρας τύπου Compact 4600.

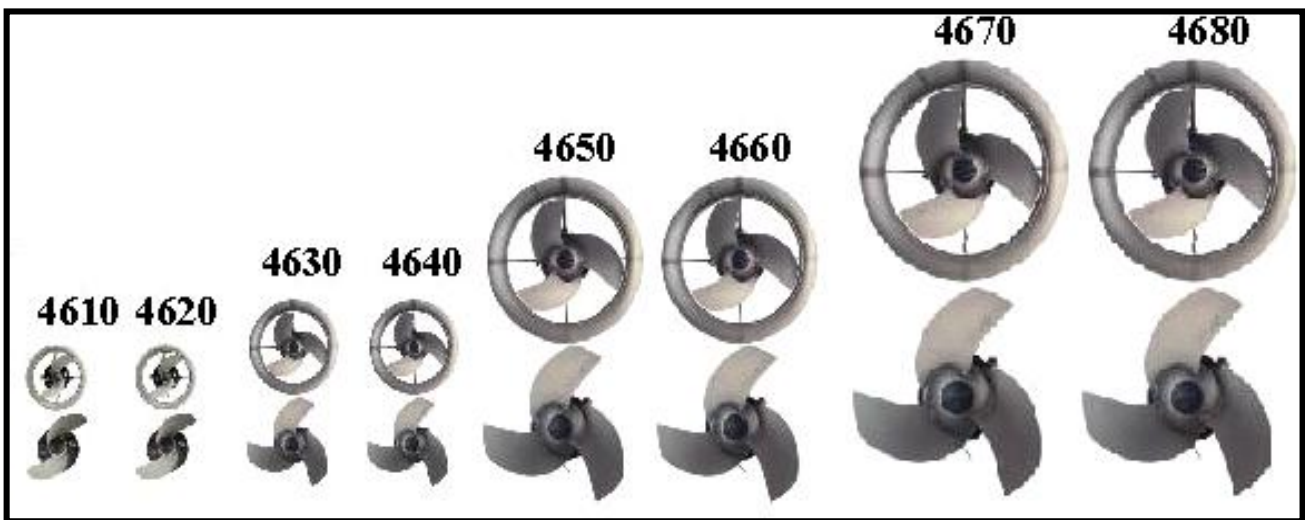


Εικόνα 10.3.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

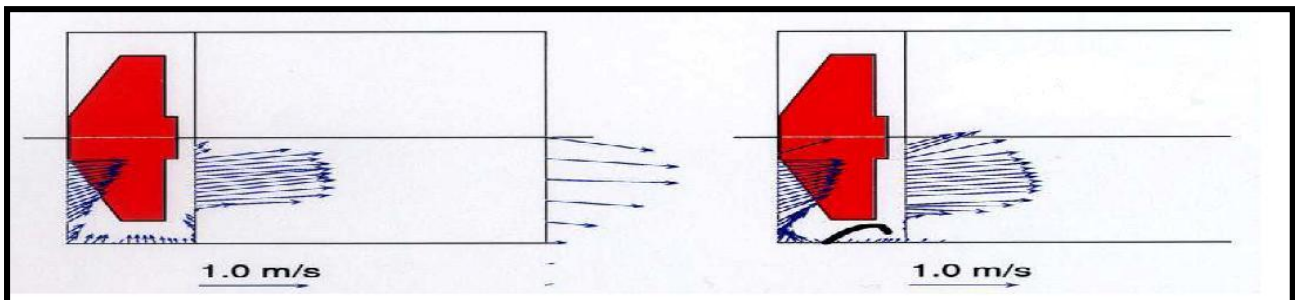
Στους αναδευτήρες Compact διακρίνουμε τα εξής χαρακτηριστικά (εικόνα 10.4.):

- § 8 μεγέθη κινητήρων
- § 4 μεγέθη προπελών
- § Διαφορετικές γωνίες κλήσης προπελών
- § Jetring (εικόνα 10.5.)
- § SS 304 & SS 316
- § Χρήση και ως αντλίες (οχι για τους 4610 & 41620)



Εικόνα 10.4.

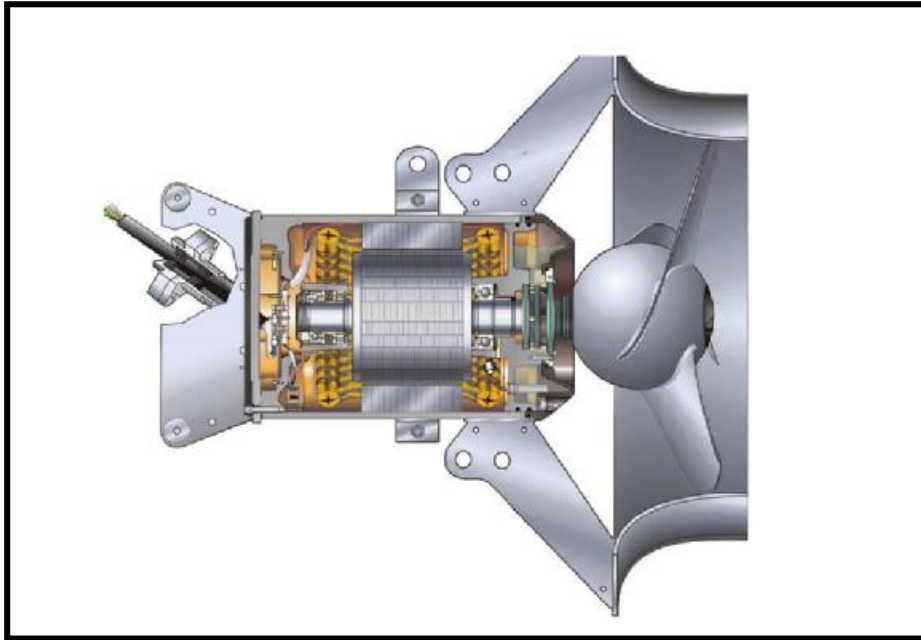
Στην παρακάτω εικόνα (10.5.) φαίνεται η χρήση του αναδευτήρα σαν αντλία.



Εικόνα 10.5

Η απώλεια ισχύος για τον έλεγχο ροής είναι μικρότερη με χρήση Jet ring. Για παχύρευστα υγρά, το Jet ring είναι σημαντικός παράγοντας απόδοσης.

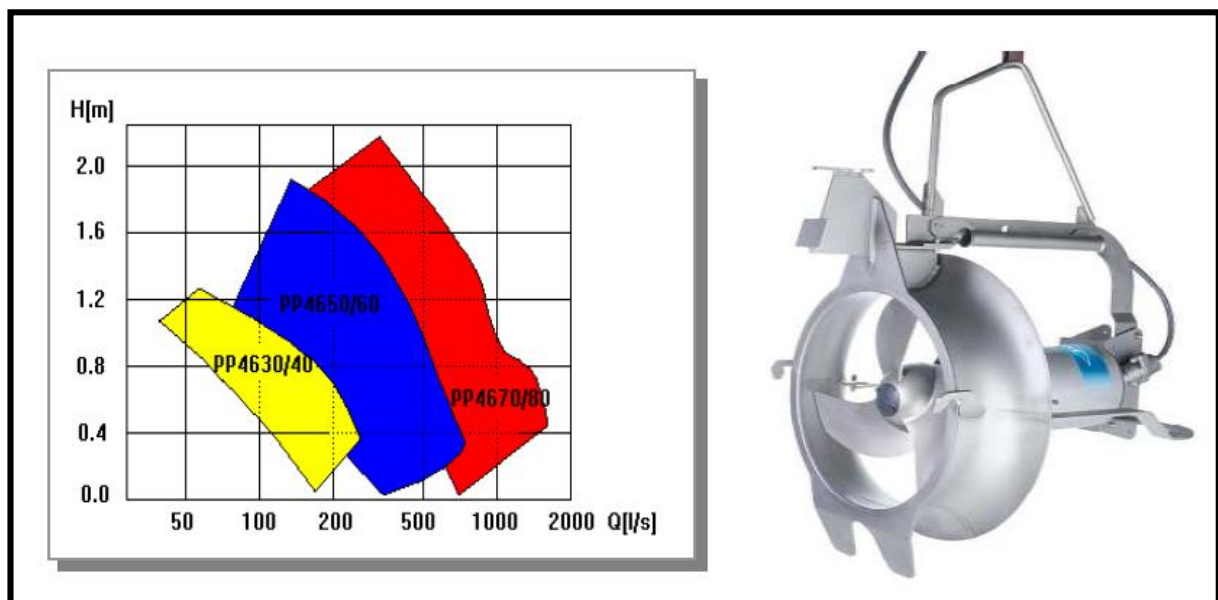
Στην εικόνα (10.6.) βλέπουμε έναν αναδευτήρα Compact 4600 σε τομή.



Εικόνα 10.6.

10.3. ΡΡ-Αντλίες

Στην παρακάτω εικόνα (10.7.) φαίνονται αναδευτήρες σε εφαρμογές άντλησης.



Εικόνα 10.7.

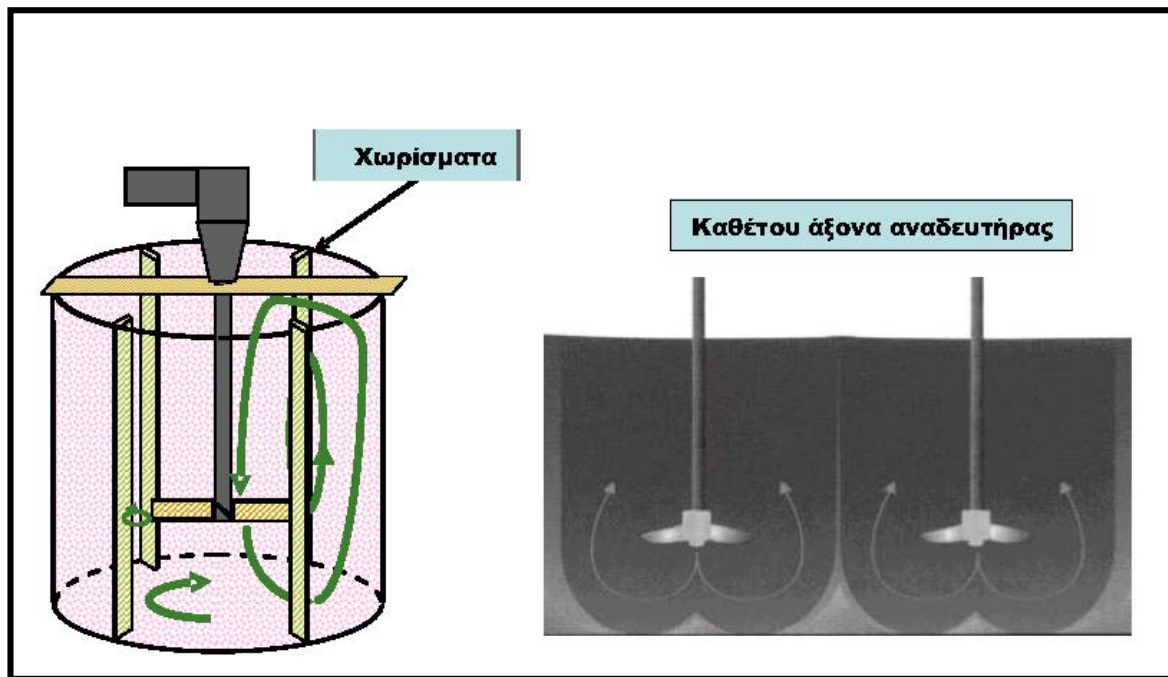
10.4. Σκοπός της ανάδευσης.

Η ανάδευση πραγματοποιείται με σκοπό τα παρακάτω :

- i. Αιώρηση των στερεών εντός υγρού. Η αιώρηση έχει σαν αποτέλεσμα τη διατήρηση καθαρού πυθμένα στη δεξαμενή και την ομογενοποίηση του υγρού.
- ii. Ανάμνηξη διαφορετικών υγρών, και ελαχιστοποίηση συμπυκνωμάτων.
- iii. Αποφυγή διαστρωμάτωσης και πρόληψη διαχωρισμού υγρών διαφορετικής πυκνότητας.
- iv. Κυκλοφορία υγρών άρα μεταφορά υλικών και θερμοκρασίας.

10.5. Παραδοσιακοί μηχανικοί αναδευτήρες.

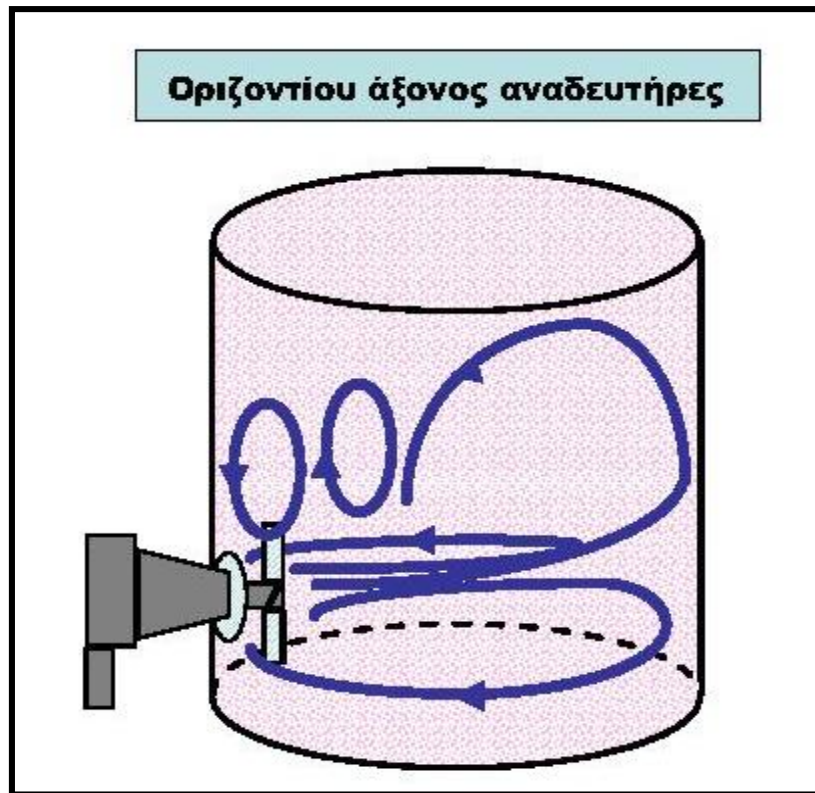
Αναδευτήρες κάθετου άξονα εικόνα (10.8.)



Εικόνα 10.8.

Οι αναδευτήρες κάθετου άξονα είναι κατάλληλοι για μικρές δεξαμενές (100m^3). Απαιτούνται χωρίσματα για καλή απόδοση και διαζώματα για την εγκατάσταση. Έχουν μεγάλες απώλειες ενέργειας και απαιτούν μεγάλο κόστος συντήρησης και λειτουργίας.

Αναδευτήρες οριζόντιου άξονα εικόνα (10.9.).



Εικόνα 10.9.

Οι αναδευτήρες οριζόντιου άξονα έχουν μεγάλα προβλήματα διαρροών, απώλειες ενέργειας, μη ευελιξία τοποθέτησης και η συντήρησή τους γίνεται μόνο με άδεια δεξαμενή.

10.6. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΥΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΕΣ ΙΣΧΥΟΣ 1.5 kW-25.0 kW

Απαιτήσεις

Ο αναδευτήρας θα είναι ομοαξονικά συζευγμένος με ηλεκτρικό κινητήρα υποβρύχιου τύπου ισχύος, ικανό να λειτουργεί σε δίκτυο παροχής τάσης 400 volt, 3 φάσεων, και συχνότητας 50 Hz.

Ο αναδευτήρας θα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με υποβρύχιο καλώδιο με επένδυση από χλωροπρένιο (**SUBCAB**) μήκους τουλάχιστον 10 μέτρων. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του υποβρυχίου καλωδίου ισχύος θα είναι σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς **IEC**.

Σχεδιασμός του αναδευτήρα

Ο αναδευτήρας πρέπει να έχει την ικανότητα διαχείρισης ακατέργαστων λυμάτων μετά από προηγούμενο εσχαρισμό.

Η διάταξη εγκατάστασης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην χρειάζεται είσοδος του προσωπικού στο υγρό φρεάτιο ή την δεξαμενή και ώστε να διευκολύνεται η ανέλκυση και η καθέλκυσή του αναδευτήρα. Ο αναδευτήρας θα συνδέεται για την στήριξή του σε 50x50mm οδηγό ράβδο. Στον εξοπλισμό του αναδευτήρα θα περιλαμβάνεται γι' αυτό ένα κατάλληλο ευθυντήριο σύστημα για την ολίσθηση του πάνω στην 50x50mm οδηγό ράβδο το οποίο θα έχει την δυνατότητα οδήγησης-ολίσθησης του συνολικού βάρους του αναδευτήρα και θα είναι ικανό να παραλαμβάνει την ώθηση που δημιουργεί αυτός.

Ο κινητήρας και το καλώδιο θα αντέχουν σε συνεχή υποβρύχια παραμονή χωρίς να χάνουν την υδατοστεγανότητά τους, ακόμα και σε βύθιση βάθους μέχρι 40m.

Κατασκευή του αναδευτήρα

Κάθε αναδευτήρας θα είναι υποβρύχιου τύπου και θα είναι σχεδιασμένος ώστε κινητήρας και υδραυλικό μέρος (πτερωτή) να είναι ομοαξονικά συζευγμένοι αποτελώντας μία μονάδα με δυνατότητα συνεχούς λειτουργίας μέσα στο ρευστό.

Τα κύρια εξαρτήματα του αναδευτήρα που θα είναι εκτιθεμένα στο ρευστό θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα, προδιαγραφών AISI 304, ή καλύτερης ποιότητας. Όλα τα εκτεθειμένα στο ρευστό παξιμάδια, βίδες και ροδέλες θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα προδιαγραφών **AISI 316** ή **DIN 1740 x 5 CrNi 1810** ή καλύτερης ποιότητας.

Η αρχή στεγανοποίησης των κυρίων μερών του αναδευτήρα θα στηρίζεται στην απευθείας επαφή μηχανικά κατεργασμένων μεταλλικών επιφανειών. Κρίσιμες μεταλλικές επιφάνειες όπου απαιτείται υδατοστεγανότητα θα είναι μηχανικά κατεργασμένες και συναρμολογημένες με στεγανοποιητικούς δακτύλιους από **Nitrile rubber** ή **Viton** εξασφαλίζοντας επαρκή συμπίεσή τους σε δύο επίπεδα και επαφή σε τέσσερα σημεία χωρίς την απαίτηση εφαρμογής ενός συγκεκριμένου ορίου ροπή.

Ορθογωνικής διατομής φλάντζες, που απαιτούν ειδική ροπή στρέψης ή στεγανοποιητικές ουσίες δεν θα γίνονται αποδεκτές. Επίσης δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται άλλες δευτερεύουσες στεγανοποιητικές ουσίες, ελλειπτικά O-rings ή γράσσο.

Σύστημα Ψύξεως

Οι κινητήρες θα είναι κατάλληλα διαστασιολογημένοι ώστε η ψύξη να επιτυγχάνεται με την απαγωγή θερμότητας από το περιβάλλον ρευστό. Η ύπαρξη υδροχλωνίου ή εξωτερικού συστήματος ψύξης δεν απαιτείται.

Στυπιοθλίπτης εισόδου καλωδίου

Η είσοδος του καλωδίου θα πρέπει να αποτελεί τμήμα του σώματος του καλύματος του στάτορα.

Ο σχεδιασμός του στυπιοθλίπτη εισόδου καλωδίου θα πρέπει να εξασφαλίζει υδατοστεγανότητα χωρίς να χρειάζεται ειδική σύσφιγξη με συγκεκριμένη ροπή στρέψεως. Η είσοδος του καλωδίου θα αποτελείται από ένα κυλινδρικό ελαστικό

δακτύλιο πλαισιωμένο από δύο ροδέλες και όλα μαζί θα είναι συναρμολογημένα με ακρίβεια ως προς την εξωτερική διάμετρο του καλωδίου. Η συμπίεση του ελαστικού παρεμβύσματος θα γίνεται με τρόπο που θα αυτασφαλίζεται σε τυχόν τράβηγμα του καλωδίου.

Ο θάλαμος συνδέσεων των καλωδίων και ο θάλαμος του κινητήρα θα πρέπει να διαχωρίζονται από την σειρά ακροδεκτών ώστε να προστατεύεται ο κινητήρας από την είσοδο ξένων υλικών που τυχόν να εισέλθουν από την κορυφή του αναδευτήρα. Η σειρά των ακροδεκτών θα πρέπει να διαχωρίζεται στεγανά από τον θάλαμο του στάτορα με την χρήση δύο στεγανοποιητικών δακτυλίων O-ring.

Για τα καλώδια ισχύος πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο ειδικοί ακροδέκτες (κοινοί ακροδέκτες ή ταχυσύνδεσμοι δεν επιτρέπονται).

Εποξικές ουσίες και άλλα δευτερεύοντα συστήματα στεγανοποίησης δεν θα γίνονται αποδεκτά (βουλκανισμός, σιλικόνες κ.λ.π.).

Κινητήρας

Ο κινητήρας θα είναι απευθείας συνδεδεμένος με την προπέλα για την ανάπτυξη ταχύτητας της προπέλας 700rpm. Για εφαρμογές όπου το αναδευόμενο υγρό έχει πολύ μικρή ή καθόλου περιεκτικότητα σε στερεά ή μακρόινα (π.χ. χλωρίωση) οι ταχύτητα της προπέλας μπορεί να είναι και 1450rpm. Κιβώτια ταχυτήτων δεν θα είναι αποδεκτά.

Ο κινητήρας του αναδευτήρα θα είναι επαγωγικός, τύπου βραχυκυκλωμένου δρομέα, τοποθετημένος μέσα σε κέλυφος (περίβλημα), ο θάλαμος του οποίου θα είναι υδατοστεγής. Τα τυλίγματα του στάτορα θα είναι μονωμένα με μόνωση (κλάσης τουλάχιστον F) ανθεκτική στην υγρασία και υπολογισμένη για 155°C.

Ο κινητήρας θα είναι σχεδιασμένος για συνεχή λειτουργία ανάδευσης ρευστών θερμοκρασίας μέχρι 40°C και για 10 εκκινήσεις την ώρα. Θα διαθέτει θερμικούς διακόπτες ρυθμισμένους να ανοίγουν στους 125°C και να κλείνουν στους 70°C, που θα είναι τοποθετημένοι μέσα στα τυλίγματα των αγωγών του στάτορα ώστε να ελέγχουν τη θερμοκρασία κάθε φάσης του τυλίγματος. Αυτοί οι διακόπτες θα χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό ή συμπληρωματικά σε εξωτερική προστασία του κινητήρα από υπερφόρτιση και θα συνδέονται στον πίνακα ελέγχου.

Ο κινητήρας και ο αναδευτήρας θα είναι σχεδιασμένοι και συναρμολογημένοι από τον ίδιο κατασκευαστή.

Ο συντελεστής service (service factor - αποτελεί συνδυασμένο αποτέλεσμα της τάσης, της συχνότητας και της ειδικής βαρύτητας) θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,15. Ο κινητήρας θα μπορεί να λειτουργεί με διακύμανση τάσεως της τάξης του 10%, σε περιβάλλον θερμοκρασίας μέχρι 40°C και με αύξηση της θερμοκρασίας που δεν θα υπερβαίνει τους 85°C. Ο πίνακας του κινητήρα που θα παραδοθεί θα πρέπει να περιλαμβάνει τις εξής καμπύλες λειτουργίας: ροπής στρέψεως, ηλεκτρικής έντασης, συντελεστή ισχύος, βαθμού απόδοσης αναδυόμενης ισχύος καθώς και ισχύος εισόδου και στον άξονα. Ο πίνακας αυτός θα πρέπει να περιέχει και δεδομένα για την συμπεριφορά του κινητήρα κάτω από συνθήκες εκκίνησης ή λειτουργίας χωρίς φορτίο.

Το καλώδιο ισχύος θα πρέπει να περιλαμβάνει δύο αγωγούς διατομής 1,5 mm² για τον έλεγχο των θερμικών διακοπών ή και προαιρετικών συσκευών προστασίας.

Έδρανα

Ο άξονας του αναδευτήρα /κινητήρα θα εδράζεται βάσει του κανόνα σταθερής πλωτής έδρασης σε τριβείς κύλισης, οι οποίοι θα διαθέτουν λίπανση για όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Το εσωτερικό έδρανο θα αποτελείται από έναν μονής σειράς κυλινδρικό τριβέα + έναν μονής σειράς γωνιακής επαφής ένσφαιρο τριβέα για την παραλαβή αξονικών και ακτινικών φορτίων. Το κύριο έδρανο θα αποτελείται από έναν γωνιακής επαφής ένσφαιρο τριβέα που θα παραλαμβάνει αξονικά φορτία.

Όλοι οι τριβείς θα είναι υπολογισμένοι για τουλάχιστον 100.000 ώρες συνεχούς λειτουργίας.

Οι τριβείς θα πρέπει να είναι προεντεταμένοι με την βοήθεια κάποιου κοχλία προέντασης στο πάνω άκρο του άξονα, με σκοπό να μειωθεί το βέλος κάμψης του άξονα και να αυξάνεται έτσι ο χρόνος ζωής των τριβέων και των στυπιοθλιπτών.

Μηχανική στεγανοποίηση

Κάθε αναδευτήρας θα είναι εφοδιασμένος με θάλαμο ελαίου για το σύστημα στεγανοποίησης του άξονα. Οι τάπες επιθεώρησης του λαδιού θα είναι προσιτές από το εξωτερικό μέρος του αναδευτήρα.

Κάθε αναδευτήρας θα είναι εφοδιασμένος με ένα εν σειρά μηχανικό σύστημα στεγανότητας άξονα, αποτελούμενο από δύο ανεξάρτητα συγκροτήματα στυπιοθλιπτών. Οι στυπιοθλίπτες θα λειτουργούν μέσα σε δοχείο λαδιού το οποίο με υδροδυναμικό τρόπο θα λιπαίνει τις λείες επιφάνειες τους με σταθερό ρυθμό.

Ο κάτω πρωτεύων στυπιοθλίπτης, θα πρέπει να είναι τοποθετημένος ανάμεσα στο αναμιγνυόμενο ρευστό και στο ελαιοδοχείο και θα παρέχει ένα στατικό και ένα περιστρεφόμενο δακτύλιο στεγανότητας από καρβίδιο του βολφραμίου.

Ο άνω δευτερεύων στυπιοθλίπτης, τοποθετημένος μεταξύ του δοχείου λαδιού και του περιβλήματος του κινητήρα, θα περιέχει ένα στατικό δακτύλιο στεγανότητας από κεραμικό υλικό ή από καρβίδιο του βολφραμίου και ένα περιστρεφόμενο δακτύλιο από άνθρακα. Η επαφή των λειασμένων επιφανειών σε κάθε σημείο στεγανότητας θα επιτυγχάνεται με δικό του σύστημα ελατηρίων. Οι στυπιοθλίπτες δεν θα απαιτούν συντήρηση και ρύθμιση και θα πρέπει να λειτουργούν χωρίς καταστροφή τους ή βλάβη τους κατά οποιαδήποτε φορά περιστροφής (κατά την φορά των δεικτών του ρολογιού ή κατά την αντίθετη).

Για ειδικές εφαρμογές θα διατίθενται άλλα υλικά κατασκευής των στυπιοθλιπτών από τον κατασκευαστή. Άλλες μέθοδοι στεγανοποίησης δεν θα θεωρούνται ισοδύναμες και δεν θα γίνονται αποδεκτές.

Λάδι

Το ελαιοδοχείο θα πρέπει να είναι γεμάτο με άσπρο λάδι παραφινικού τύπου. Δεν θα περιέχει κυκλικούς υδρογονάνθρακες και θα είναι εγκεκριμένο από την FDA (FDA 172.878) Το λάδι θα μπορεί να λιπαίνει επίσης και τους στυπιοθλίπτες.

Άξονας αναδευτήρα

Ο άξονας της πτερωτής θα αποτελεί προέκταση του άξονα του κινητήρα (ίδιος άξονας). Δύο διαφορετικοί άξονες συζευγμένοι με σύνδεσμο δεν θα γίνονται αποδεκτοί. Ο άξονας θα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα κατά AISI 431. Η χρήση ανοξείδωτων χιτωνίων δεν θα θεωρείται ισοδύναμη με την χρήση άξονα από ανοξείδωτο χάλυβα.

Πτερωτή

Η πτερωτή θα πρέπει να είναι δυναμικά ζυγοσταθμισμένη, με τέτοια διαμόρφωση στα πτερύγια (back swerpt) που να αποφεύγεται η έμφραξη και το μπλοκάρισμά της. Θα πρέπει να είναι ικανή να χειρίζεται στερεά, ινώδη ή μακρόινα υλικά, παχιά λάσπη και άλλα υλικά τα οποία συναντώνται σε συνήθης εφαρμογές επεξεργασίας λυμάτων. Θα αποτελείται από τρία πτερύγια με διάμετρο > 350mm για ταχύτητα περιστροφής μέχρι 700rpm και > 200mm για ταχύτητα περιστροφής 1450rpm. Η προπέλα θα πρέπει να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα.

Προστασία

Όλοι οι κινητήρες θα έχουν ενσωματωμένους τρεις θερμικούς διακόπτες, στο τύλιγμα κάθε φάσης, συνδεδεμένους σε σειρά. Οι θερμικοί διακόπτες θα ανοίγουν σε περίπτωση υψηλής θερμοκρασίας (125°C) και θα διακόπτουν τη λειτουργία του κινητήρα ενεργοποιώντας το συναγερμό (alarm).

Προαιρετικά : Θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης ανιχνευτή υγρασίας στο θάλαμο του στάτορα ο οποίος θα σταματά τον κινητήρα και θα ενεργοποιεί κάποιο alarm. Σε περίπτωση χρήσης προαιρετικού εξοπλισμού ελέγχου ο προμηθευτής θα πρέπει να παρέχει κατάλληλο ρελαί ελέγχου και αναγνώρισης της κατάστασης το οποίο θα εγκαθίσταται στον πίνακα ελέγχου.

Δακτύλιος δέσμης υγρού (jet ring)

Ο αναδευτήρας θα έχει την δυνατότητα να εφοδιάζεται (εάν κρίνεται απαραίτητο από την εφαρμογή) με ειδικό δακτύλιο οδήγησης της ροής που περιβάλλει την πτερωτή με σκοπό την διατήρηση του βαθμού υδραυλικής απόδοσης και του επιπέδου κατανάλωσης ενέργειας από τον αναδευτήρα. Θα πρέπει γι' αυτό η απόσταση ανάμεσα στον δακτύλιο και την πτερωτή να είναι κατά μέγιστο 17mm.

Δοχείο λαδιού

Το δοχείο λαδιού θα αποτελείται από δύο μέρη, ένα εσωτερικό και ένα εξωτερικό με τέσσερις θυρίδες επικοινωνίας που θα εξασφαλίζουν την ροή του λαδιού. Στην περίπτωση που το αναδευόμενο ρευστό περάσει τον εξωτερικό στυπιοθλίπτη, ο σχεδιασμός αυτός επιτρέπει στο εξωτερικό μέρος να συγκρατήσει τα βαρύτερα και πυκνότερα ρευστά απλά και μόνο με την βοήθεια της βαρύτητας.

Δοκιμές αναδευτήρα

Ο κατασκευαστής του αναδευτήρα θα πρέπει να εκτελεί τις ακόλουθες δοκιμές σε κάθε αναδευτήρα πριν την αποστολή τους για τοποθέτηση :

1. Έλεγχος προπέλας, κινητήρα και ηλεκτρικών συνδέσεων για συμμόρφωση με την παραγγελία του πελάτη.
2. Έλεγχος της μόνωσης του καλωδίου για ύπαρξη υγρασίας ή ατέλειες μόνωσης.
3. Έλεγχος στεγανότητας του αναδευτήρα με μία μέθοδο δημιουργίας κενού.
4. Πριν την βύθιση του αναδευτήρα θα πρέπει αυτός να λειτουργήσει εν ξηρώ για έλεγχο σωστής περιστροφής και μηχανικής επάρκειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΜΕΛΕΤΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΧΑΛΚΙΔΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υπό μελέτη αντλιοστάσιο λυμάτων είναι αποδέκτης όλων των στραγγιδίων (υγρών) που προέρχονται από τους παχυντές ιλύος, τον δευτεροβάθμιο χωνευτή, την μονάδα αφυδάτωσης (ταινιοφιλτροπρέσσα) και την στατική συμπύκνωση σε όλα φρεάτια συγκέντρωσης λιπών και επιπλεόντων. Η έξοδος του αντλιοστασίου οδηγείται στις πρωτοβάθμιες καθιζήσεις.

11.1. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η υδραυλική μελέτη έγινε με βάση τα παρακάτω δεδομένα :

- ∅ Το αντλιοστάσιο θα περιλαμβάνει 2 αντλίες (μία κύρια και μία εφεδρική) δυναμικότητας $35\text{m}^3/\text{hr}$ έκαστη. Η παροχή αυτή προφανώς είναι αρκετά μεγαλύτερη από την ωριαία παροχή αιχμής λυμάτων (είσοδος) και θεωρήθηκε με βάση την εξασφάλιση επαρκούς ταχύτητας ροής στον καταθλιπτικό αγωγό (για αποφυγή δημιουργίας επικαθίσεων) αλλά και την επιλογή αντλίας ικανού μεγέθους ώστε να εξασφαλίζεται διέλευση στερεών διαμέτρου μεγαλύτερης των 70mm (για την αποφυγή εμφραξης της από τα συνήθη φερτά υλικά των λυμάτων)
- ∅ Για τους υδραυλικούς υπολογισμούς η τραχύτητα των αγωγών λαμβάνεται 1mm προκειμένου για σωλήνες PVC και 1,5mm για χαλυβδοσωλήνες.

∅ Η επιλογή των διαμέτρων των κύριων καταθλιπτικών αγωγών λυμάτων έγινε έτσι ώστε η ταχύτητα ροής να είναι από 0,6 έως 1,8m/sec

Στα φύλλα που ακολουθούν παρουσιάζεται η υδραυλική μελέτη για όλες τις φάσεις λειτουργίας.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.

Ροή σε κλειστούς αγωγούς

Ο υπολογισμός των **γραμμικών απωλειών** σε αγωγούς υπό πίεση πραγματοποιείται με τη σχέση Darcy - Weisbach:

$$H_f = \frac{f * L}{D} * \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

όπου f ο συντελεστής τριβών που εξαρτάται από το υλικό του σωλήνα και το είδος της ροής και υπολογίζεται με τη σχέση Colebrook - White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{K_s}{3.70} + \frac{2.51}{R * \sqrt{f}} \right] \quad (2)$$

όπου R = ο αριθμός Reynolds ($V * D / \nu$)

V = η ταχύτητα ροής

D = η διάμετρος σωλήνα

KS = η τραχύτητα σωλήνα

ν = κινηματική συνεκτικότητα ($1.10 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$)

g = επιτάχυνση της βαρύτητας ($9.81 \text{ m}/\text{sec}^2$)

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

Ο υπολογισμός των τοπικών απωλειών πραγματοποιείται με τη σχέση:

$$\dot{A}\zeta = \sum K \left(\frac{V^2}{2g} \right) \quad (3)$$

όπου K = συντελεστής τοπικών απωλειών οι τιμές του οποίου λαμβάνονται από τον πίνακα 11.1. που ακολουθεί:

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	K
90° γωνία	0.3
45° γωνία	0.2
Είσοδος	0.6
Εξοδος	1.0
Ταϋ	0.5
Συρταρωτή βάνα ανοικτή	0.4
Αντεπίστροφη βαλβίδα	0,7
Συστολή (d1/d2=1.25)	0.1
Διαστολή (d1/d2=0.8)	0.1

Πίνακας 11.1.

Ο υπολογισμός των ολικών απωλειών στον αγωγό δίνεται τελικά από τη σχέση:

$$H_t = \Delta H + H_f \quad (4)$$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΩΝ

Το αντλιοστάσιο κατασκευάζεται κατόντη του φρεατίου άφιξης των λυμάτων και μετά το φρεάτιο εσχάρωσης όπου συγκρατούνται τα ογκώδη φερτά υλικά. Όπως προαναφέρθηκε προβλέπεται η εγκατάσταση 2 αντλιών εκ των οποίων η μία εφεδρική.

Οι αντλίες είναι δυναμικότητας 35m³/hr εκάστη και αντλούν τα λύματα προς τον καταθλιπτικό αγωγό ο οποίος οδηγεί τα λύματα στο φρεάτιο πτώσης απ' όπου συνεχίζουν με φυσική ροή προς το αντλιοστάσιο λυμάτων. Η παροχέτευση των λυμάτων θα γίνεται μέσω αγωγού διαμέτρου Φ160 16ατμ. (επαρκές πάχος τοιχώματος για την απαραίτητη μηχανική αντοχή) με εσωτερική διάμετρο 144,6mm.

i. Λειτουργία μίας αντλίας

Στην κανονική λειτουργία του αντλιοστασίου λειτουργεί μία από τις δύο αντλίες εναλλάξ (κυκλική εναλλαγή).

Οι απώλειες του αγωγού κατάθλιψης της κάθε αντλίας υπολογίζονται με τις γνωστές σχέσεις Darcy - Weisbach και Colebrook-White.(πίνακας 11.2.).

Παροχή υπολογισμού για κάθε αντλία (m ³ /h)	35
Διάμετρος αγωγού αντλίας (m)	0,1
Μήκος αγωγού (m)	5
Ταχύτητα (m/s)	1,2
ΣΚ (είσοδος, 2 καμπύλες, βαλβίδα ανεπιστροφής, βάννα, ταυ, έξοδος)	3,8
Συνολικές απώλειες (m)	0,4

Πίνακας 11.2.

Επιπρόσθετα, οι **απώλειες στο κοινό καταθλιπτικό αγωγό** διαμέτρου Φ160, για λειτουργία μίας αντλίας (πίνακας 11.3.) είναι:

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ**

Παροχή υπολογισμού (m ³ /h)	35
Διάμετρος αγωγού (m)	0,1446
Μήκος αγωγού (m)	240,12
Ταχύτητα (m/s)	0,6
Συνολικές απώλειες (m)	0,589

Πίνακας 11.3.

Το αντλιοστάσιο ανύψωσης κατασκευάζεται κατάντη του φρεατίου προσαγωγής και περιλαμβάνει δύο θαλάμους. Στον πρώτο θάλαμο εισέρχονται τα λύματα από το φρεάτιο άφιξης με τη βοήθεια μηχανικής εσχάρας συγκρατούνται τα ογκώδη στερεά. Η ελάχιστη στάθμη άντλησης καθορίζεται από την απαίτηση του αριθμού εκκινήσεων των αντλιών ανά ώρα. **Το γεωμετρικό ύψος άντλησης**, καθορίζεται από τη διαφορά στάθμης μεταξύ του φρεατίου πτώσης (άφιξης) και τη ελάχιστη στάθμη που διαμορφώνεται στο αντλιοστάσιο ανύψωσης (0,80m από τον πυθμένα, βλ. επόμενο κεφάλαιο) **και υπολογίζεται σε 6,54m.**

Αρα το απαιτούμενο μανομετρικό των αντλιών (για λειτουργία μίας αντλίας) :
 $H = H_{\text{γεωμ}} + H_{\text{απ}} = 6,54 + 0,4 + 0,589 = 7,53\text{m}.$

Δηλαδή πρέπει να επιλεγεί τύπος αντλίας με χαρακτηριστικά (στο απαιτούμενο σημείο λειτουργίας) (πίνακας 11.4.):

Παροχή Q (m ³ /h)	35
Μανομετρικό ύψος H (m)	7,53

Πίνακας 11.4.

και απορροφούμενη ισχύ που δίνεται από τον τύπο :

$$N = (Q \times H) / 365n = 1,25(35\text{m}^3/\text{h} \times 7,53\text{m}) / 367 \times 0,5 = 1,8\text{KW}$$

Όπου:

Q: Παροχή m³/h

H: Μανομετρικό ύψος m

n: Βαθμός απόδοσης 0,5 ÷ 0,7

Προσαύξηση για την ισχύ κινητήρα: 1,10 ÷ 1,30

ii. Λειτουργία δύο αντλιών

Στην εξαιρετική περίπτωση που θα χρειαστεί να δουλέψουν και οι δύο αντλίες παράλληλα (λόγω μεγάλης στιγμιαίας υπερπαροχής), η παροχή της κάθε αντλίας θα μειωθεί λίγο βάσει των αυξημένων απωλειών στον κοινό καταθλιπτικό αγωγό (από τυποποιημένες καμπύλες λειτουργίας αντλιών θεωρείται παροχή κάθε αντλίας στα 30m³/h) , ήτοι αναλυτικά στον πίνακα 11.5.:

Παροχή υπολογισμού για κάθε αντλία (m ³ /h)	30
Διάμετρος αγωγού αντλίας (m)	0,1
Μήκος αγωγού (m)	5
Ταχύτητα (m/s)	1,1
ΣΚ (είσοδος, 2 καμπύλες, βαλβίδα ανεπιστροφής, βάννα, ταυ, έξοδος)	3,8
Συνολικές απώλειες (m)	0,3

Πίνακας 11.5.

Επιπρόσθετα, οι απώλειες στο κοινό καταθλιπτικό αγωγό διαμέτρου Φ160, για ταυτόχρονη λειτουργία δύο αντλιών (πίνακας 11.6) :

Παροχή υπολογισμού (m ³ /h)	60
Διάμετρος αγωγού (m)	0,1446
Μήκος αγωγού (m)	240,12
Ταχύτητα (m/s)	1,0
Συνολικές απώλειες (m)	1,595

Πίνακας 11.6

Δηλαδή σε περίπτωση λειτουργίας και των δύο αντλιών ταυτόχρονα το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος κάθε αντλίας θα είναι $H=6,54+0,3+1,595= 8,435$ m και τα λοιπά χαρακτηριστικά των επιλεγμένων αντλιών αναδιομορφώνονται όπως δείχνεται στον παρακάτω πίνακα 11.7. αφού αλλάζει το σημείο λειτουργίας :

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ & ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

Παροχή Q (m ³ /h)	30
Μανομετρικό ύψος H (m)	8,435

Πίνακας 11.7.

Αντίστοιχα στην περίπτωση λειτουργίας και των δύο αντλιών μαζί, η απορροφούμενη ισχύς κάθε αντλίας γίνεται (θεωρώντας ότι ο βαθμός απόδοσης δεν μεταβάλλεται)

$$N=(Q \times H) / 365n =1,25(30\text{m}^3/\text{h} \times 8,435\text{m}) / 367 \times 0,5 =1,4\text{KW}$$

Όπου:

Q: Παροχή m³/h

H: Μανομετρικό ύψος m

n:Βαθμός απόδοσης 0,5 ÷ 0,7

Προσαύξηση για την ισχύ κινητήρα:1,10 ÷ 1,30

Θα επιλεγούν υποβρύχιες αντλία λυμάτων υγρής εγκατάστασης υψηλής ποιότητας κατασκευής, με πτερωτή τύπου Vortex για την αποφυγή έμφραξης της από ακαθαρσίες του δικτύου, με κατάθλιψη ονομαστικής διαμέτρου Φ100, και υψηλό βαθμό απόδοσης (συντελεστής η) στο σημείο λειτουργίας της. Η κάθε αντλία θα πρέπει να είναι απόλυτα υδατοστεγής (δείκτης προστασίας IP 65) και να διαθέτει αισθητήριο θερμοκρασίας τυλιγμάτων για την προστασία της από καταστροφή λόγω υπερθέρμανσης.

11.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΥΓΡΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ

11.2.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου του αντλιοστασίου στην περίπτωση, λειτουργίας μίας αντλίας, δίδεται από τη σχέση:

$$V = \frac{T_{\min} \times Q}{4}$$

(1)

όπου: T_{\min} : ο ελάχιστος κύκλος λειτουργίας κάθε αντλίας (min)
 Q : η παροχή της αντλίας (m^3/min)

Για τη λειτουργία περισσοτέρων όμοιων αντλιών με κυκλική εναλλαγή, ο απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου δίδεται από τη σχέση:

$$V_n = V + (n-1) \times \Delta H \times S$$

(2)

όπου: V : ο απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου στην περίπτωση λειτουργίας μίας αντλίας (m^3)
 n : ο αριθμός των όμοιων αντλιών
 ΔH : η απόσταση μεταξύ διαδοχικών σταθμών έναρξης ή διακοπής λειτουργίας (ίσες σε κάθε περίπτωση), εμπειρικά 0,20m - 0,40m
 S : το εμβαδόν της κάτοψης του υγρού θαλάμου (m^2)

11.2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΟΓΚΟΥ & ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

Παραδοχές

Για την απόλυτα ασφαλή λειτουργία των αντλιών (υπερθέρμανση, αντiekρηκτική λειτουργία) κρίνεται σκόπιμο να βρίσκονται πάντα βυθισμένες στα λύματα, που σημαίνει ότι το **κατώτατο σημείο λειτουργίας** (στάση) θα είναι στα **0,80m** περίπου από τον πάτο του φρεατίου.

Αντίστοιχα το **ανώτατο σημείο λειτουργίας (στάθμη συναγερμού)** θα βρίσκεται στα **0,10m** πάνω από το κατώτατο άκρο του σωλήνα εισροής.

Υπολογισμός ωφέλιμου όγκου αντλιοστασίου

Θεωρώντας 6 εκκινήσεις της αντλίας ανά ώρα ο ελάχιστος κύκλος λειτουργίας της προκύπτει $T_{\min} = 60/6 = 10 \text{ min}$. Σημειώνεται εδώ ότι ο αριθμός των επιτρεπόμενων εκκινήσεων ανά ώρα ορίζεται από τους κατασκευαστές των αντλιών με γνώμονα την αντοχή της μόνωσης των τυλιγμάτων τους στην υπερθέρμανση λόγω συχνών εκκινήσεων. Μία τυπική τιμή για αντλίες αυτής της ισχύος είναι 15 εκκινήσεις ανά ώρα

Ο ελάχιστος ωφέλιμος όγκος του αντλιοστασίου υπολογίζεται για μία αντλία βάσει του Τύπου (1)

$$V = 10 \times 0,5 / 4 = 1,25 \text{ m}^3$$

Προφανώς για λειτουργία δύο αντλιών με κυκλική εναλλαγή ο ελάχιστος όγκος που προκύπτει βάσει του τύπου (2) είναι ακόμα μικρότερος.

Λαμβανομένης όμως υπόψη της τυποποίησης της κατασκευής των μικρών αντλιοστασίων με καθαρή διάμετρο 2,5m και του γεγονότος ότι το καθαρό εμβαδόν βάσεως του αντλιοστασίου είναι $4,9\text{m}^2$ θα προέκυπτε **ωφέλιμο ύψος = ωφέλιμος όγκος / εμβαδόν βάσης = $1,25/4,9 = 0,25\text{m}$** που στην πράξη είναι αδύνατο να επιτευχθεί με την χρήση πλωτήρων.

Ένα τυπικό εύρος μεταξύ της άνω (στάση αντλίας) και της κάτω στάθμης (εκκίνηση αντλίας) που ορίζουν το **ωφέλιμο ύψος είναι 0,7m**, κάτι που στην περίπτωση μας θα μειώσει ακόμα περισσότερο τον αριθμό εκκινήσεων ανά ώρα, δηλαδή αντιστρέφοντας τον τύπο (1) :

$$V = \frac{T_{\min} \times Q}{4} \quad T_{\min} = 4V/Q = 4 \times (4,9 \times 0,7) / 0,5 = 27,44 \text{ min}$$

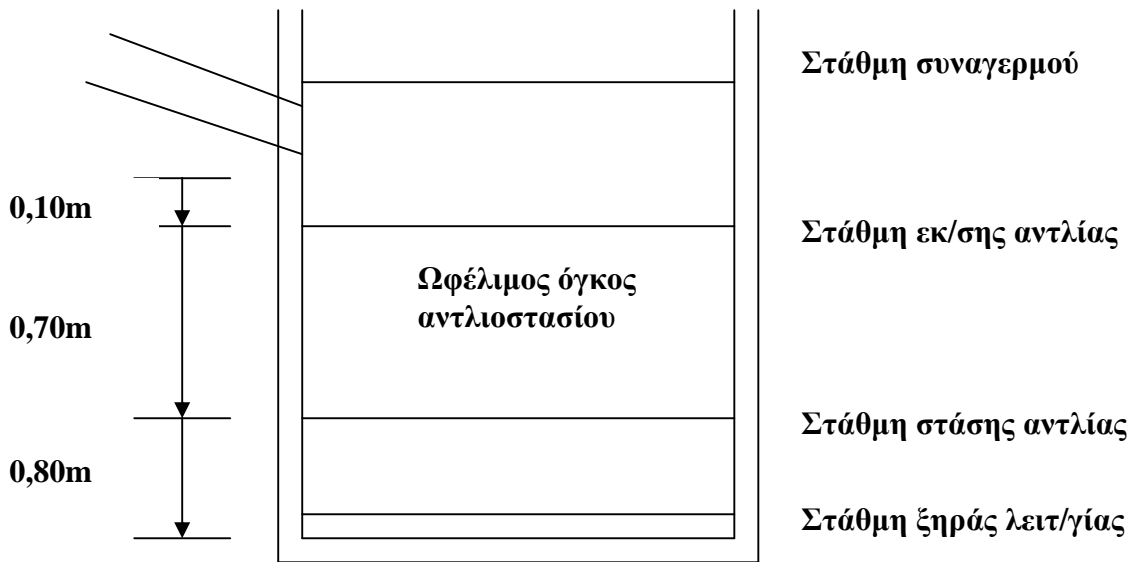
δηλαδή δύο εκκινήσεις την ώρα περίπου (περιορίζοντας στο ελάχιστο την θερμική καταπόνηση της αντλίας και των ηλεκτρικών στοιχείων εκκίνησης της).

Ρύθμιση σταθμών λειτουργίας και ασφαλείας των αντλιών του αντλιοστασίου

Σύμφωνα με τα παραπάνω θα υπάρχουν τέσσερις λειτουργικές στάθμες από τον πυθμένα του αντλιοστασίου:

- **Στάθμη ξηράς λειτουργίας (ασφαλείας)** : θα τεθεί στα 0,20m από το πάτο του αντλιοστασίου και θα έχει σαν σκοπό την προφύλαξη των αντλιών από καταστροφή αν εξαιτίας ηλεκτρικού προβλήματος συνεχίσουν να δουλεύουν και κάτω από την κατώτατη στάθμη λειτουργίας.
- **Κατώτατη στάθμη λειτουργίας (στάθμη στάσης αντλίας)** : θα τεθεί στα 0,80m από τον πάτο του αντλιοστασίου και θα οριοθετεί την κατώτατη στάθμη λειτουργίας (στάση) κάθε αντλίας (βλ. ωφέλιμος όγκος αντλιοστασίου).
- **Ανώτατη στάθμη λειτουργίας (στάθμη εκκίνησης αντλίας)** θα τεθεί στα 1,50m από τον πάτο του αντλιοστασίου και θα οριοθετεί την ανώτατη στάθμη λειτουργίας (εκκίνηση) κάθε αντλίας (βλ. ωφέλιμος όγκος αντλιοστασίου).
- **Στάθμη συναγερμού (alarm)** : θα τεθεί περίπου στα 2,0m (0,80+0,70+0,10+0,30+0,10) από τον πάτο του αντλιοστασίου. Η στάθμη αυτή θα ενεργοποιεί ηχητικό και οπτικό σήμα συναγερμού και θα ενεργοποιεί αυτόματα και την εφεδρική αντλία για την αποφυγή υπερχειλίσης.

Η συσχέτιση των παραπάνω σταθμών με την λειτουργία των αντλιών περιγράφεται λεπτομερέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.



Η συσχέτιση των παραπάνω στάθμων με την λειτουργία των αντλιών περιγράφεται στο κεφάλαιο ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.

11.3. ΛΟΙΠΑ ΟΡΓΑΝΑ – ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

Αυτοματισμός λειτουργίας αντλιών

Η εκκίνηση και στάση των αντλιών θα γίνει αυτόματα σε συνάρτηση με την στάθμη των λυμάτων της δεξαμενής, η οποία θα επιτηρείται από 4 υδραργυρικούς διακόπτες μέσα σε πλωτήρες.

Οι στάθμες ελέγχου του αντλιοστασίου θα είναι :

- i. **Στάθμη ξηράς λειτουργίας**απαγόρευση εκκίνησης αντλιών
- ii. **Κάτω στάθμη**στάση και των δύο αντλιών
- iii. **Ανω στάθμη**εκκίνηση της μίας αντλίας (κυκλική εναλλαγή)

iv. **Στάθμη συναγερμού**εκκίνηση και της δεύτερης αντλίας και ένδειξη συναγερμού

(Η ρύθμιση των σταθμών λειτουργίας και ασφαλείας φαίνονται στο προηγούμενο κεφάλαιο)

Ο παραπάνω αυτοματισμός λειτουργίας μαζί με την προστασία των αντλιών (υπερεντάσεις, ασυμετρία φάσεων κλπ) θα υλοποιείται από ηλεκτρικό πίνακα η συνδεσμολογία του οποίου φαίνεται στο συνημμένο σχέδιο.

Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος η λειτουργία του αντλιοστασίου θα γίνεται με παροχή από ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος δια μέσου μεταγωγικού διακόπτη που αποκλείει την διοχέτευση τάσης προς το δίκτυο της ΔΕΗ.

Τύπος λοιπών οργάνων αντλιοστασίου (βανών και αντεπίστροφων βαλβίδων)

Οι βάνες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι τύπου σύρτη με ελαστική έμφραξη DN100 & PN10 με φλάτζες στα άκρα τους. Να σημειωθεί ότι απαιτούνται βάνες αυτού του τύπου, διότι οι κοινές βάνες σύρτη, μη ελαστικής έμφραξης, λόγω των αιωρούμενων στερεών που περιέχονται στα λύματα, αδυνατούν να κλείσουν ερμητικά μετά από κάποιο διάστημα.

Οι αντεπίστροφες δικλείδες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι τύπου σφαίρας ελαστικής σφαίρας, DN100 & PN10 με φλάτζες στα άκρα τους, οι οποίες κρίνονται ως οι πλέον κατάλληλες για την αδιάλειπτη λειτουργία τους με τις ιδιαιτερότητες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- § Α.ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ – Κ.ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ “ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ”,(1997)
- § ΙΩΑΝΝΟΥ Μ.ΜΑΥΡΟΥΔΗ – “ΑΝΤΛΙΕΣ & ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ”,(1994)
- § ΜΙΛΤ.Μ.ΚΑΠΟΥ –“ΑΝΤΛΗΣΗ-ΥΔΡΕΥΣΗ-ΑΔΡΕΥΣΗ”(1991)
- § Α.Ι.ΣΤΑΜΟΥ – “ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ”
- § Σ.ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΣ – Σ. ΚΑΡΤΕΛΙΩΤΗΣ – “ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ”
- § Σ.ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΣ – “ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΛΥΜΑΤΩΝ”
- § ΡΕΤΡΑ ΙΙ “ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΙΚΡΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ”

ΠΗΓΕΣ

Δ.Ε.Υ.Α.Χ.-ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ & ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΧΑΛΚΙΔΑΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΧΑΛΚΙΔΑΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΠΑΤΡΑΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΡΙΟΥ
FLYGT ΕΛΛΑΣ ΑΕΤΕ