4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ 1
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1
4.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 1
4.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ 2
4.4 ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΝΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΡΓΟ 3
4.4.1 Ανοικτοί αγωγοί 3
4.4.1.1 Γενικές παρατηρήσεις 3
4.4.1.2 Απώλειες διαμέσου βυθισμένων οπών. 5
4.4.2 Υπερχειλιστές 5
4.4.2.1 Ροή πάνω από υπερχειλιστές λεπτής στέψης 5
4.4.2.2 Ροή πάνω από υπερχειλιστές πλατιάς στέψης 6
4.4.3 Ροή διαμέσου των συστοιχιών (banks) λυχνιών του αντιδραστήρα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (Α.Α.Υ.Α) 6
4.4.4 Υπολογισμός γραμμικών και τοπικών απωλειών σε κλειστούς υπό πίεση κυκλικούς αγωγούς 8
4.4.5 Απώλειες διαμέσου σίφωνα 13
4.4.5.1 Περιγραφή 13
4.4.5.2 Υδραυλικός υπολογισμός σίφωνα 15
4.4.6 Απώλειες ροής κατά την διαδικασία φίλτρανσης 16
4.4.6.1 Εισαγωγή 16
4.4.6.2 Απώλειες καθαρού φίλτρου 17
4.4.7 Υπολογισμός διατομών και απωλειών καταθλιπτικών αγωγών 17
4.4.8 Υπολογισμός αντλητικών συγκροτημάτων 18
4.4.8.1 Εισαγωγή 18
4.4.8.2 Α.Α.Τ. και αντλίες έκπλυσης και απομάκρυνσης των στραγγιδίων από τα φίλτρα 18
4.4.8.3 Α.Α.Τ.Ε. 19
4.4.9 Πεδίο λειτουργίας αντλητικών συγκροτημάτων 20
4.4.9.1 Α.Τ.Φ. 20
4.4.9.2 Α.Α.Τ.Ε. 23
4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΕΥΑ/ΕΕΛ ΛΑΜΙΑΣ 24
4.6 ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 25
4.7 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΩΝ ΡΟΗΣ 25
4.7.1 Υδραυλικοί υπολογισμοί Α.Τ.Φ. 25
4.7.1.1 Παροχή σχεδιασμού – παραδοχές 25
4.7.1.2 Εκτίμηση υδραυλικών απωλειών 25
4.7.1.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά υφιστάμενης δεξαμενής χλωρίωσης 28
4.7.2 Ανοικτός αγωγός διάθεσης τριτοβάθμια επεξεργασμένων εκροών στην δεξαμενή επεξεργασμένων εκροών 28
4.7.3 Υπερχειλιστής κατάντη του Α.Α.Υ.Α. 29
4.7.4 Υδραυλική επίλυση Α.Α.Υ.Α. 29
4.7.5 Υπερχειλιστής εκροής από κοινό κανάλι εξόδου φίλτρων 32
4.7.6 Υπερχειλιστής εκροής από κανάλι εξόδου έκαστου φίλτρου (4τεμ) 33
4.7.7 Υδραυλική επίλυση κλίνης διήθησης 33
4.7.7.1 Απώλειες καθαρού φίλτρου φίλτρανσης 33
4.7.7.2 Έλεγχος υπερχείλισης ανάγκης 37
4.7.8 Υπερχειλιστής εισροής από κοινό κανάλι εισόδου (4τεμ) 37
4.7.9 Κοινό κανάλι εισόδου στα τέσσερα (4) φίλτρα 38
4.7.10 Φρεάτιο τροφοδοσίας συγκροτήματος διήθησης 38
4.7.11 Υδραυλικοί υπολογισμοί αντλητικού συγκροτήματος απομάκρυνσης τριτοβάθμιων εκροών (Α.Α.Τ.Ε.) 39
4.7.11.1 Εισαγωγή – παροχές 39
4.7.11.2 Εκτίμηση υδραυλικών απωλειών 39
4.7.11.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά Α.Α.Τ.Ε. 42
4.7.12 Υδραυλικοί υπολογισμοί σίφωνα 42

4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2 , η υδραυλική μελέτη για όλες τις προβλεπόμενες μονάδες θα εκπονηθεί απ ευθείας σε Οριστικό Στάδιο παραλειπομένων των σταδίων της Προκαταρκτικής και της Προμελέτης.

Η υδραυλική μελέτη έχει στόχο την εξασφάλιση της ομαλής λειτουργίας της εγκατάστασης επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων ΕΕΛ Λαμίας (ΕΕΥΑ/ΕΕΛ Λαμίας) για την παροχή σχεδιασμού (1000,0m^3/hr)

Η μελέτη συνίσταται :

- Για μεν τους ανοικτούς αγωγούς στον υπολογισμό των υδραυλικών απωλειών κατά τη ροή των υγρών μεταξύ και διαμέσου των διαφόρων μονάδων της ΕΕΥΑ/ΕΕΛ Λαμίας και για τις διάφορες συνθήκες λειτουργίας. Από τους υπολογισμούς αυτούς εκτιμώνται οι διάφορες στάθμες λειτουργίας.
- Για δε τους κλειστούς αγωγούς στον υπολογισμό των γραμμικών και τοπικών απωλειών , ώστε να εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των αντλητικών συγκροτημάτων .

4.2 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η γραμμή λυμάτων της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων της ΕΕΥΑ/ΕΕΛ Λαμίας στην περιοχή, που αφορά στην παρούσα μελέτη αποτελείται από τις εξής επιμέρους μονάδες:

- Το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας φίλτρου (Α.Τ.Φ.) μαζί με την δεξαμενή εξισορρόπησης (υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης)
- Την μονάδα κροκίδωσης
- Την μονάδα διήθησης (φίλτρανσης)
- Την μονάδα απολύμανσης (αντιδραστήρας απολύμανσης υπεριώδης ακτινοβολίας – Α.Α.Υ.Α.)
- Την δεξαμενή τριτοβάθμιων επεξεργασμένων εκροών
- Τον σίφωνα μεταφοράς των τριτοβάθμιων επεξεργασμένων εκροών από το κοινό κανάλι εξόδου των τριτοβάθμιων εκροών (Σχεδ. ΠΜ – 02) στην υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης (χειμερινή λειτουργία) και συγκεκριμένα στο παρακαμπτήριο κανάλι.

Η λειτουργία της ΕΕΥΑ/ΕΕΛ Λαμίας υποστηρίζεται από τα ακόλουθα αντλιοστάσια :

- Το Α.Τ.Φ.
- Το αντλιοστάσιο απομάκρυνσης τριτοβάθμιων εκροών (Α.Α.Τ.Ε)

Οι υπολογισμοί των χαρακτηριστικών λειτουργίας των αντλητικών συγκροτημάτων πραγματοποιείται στο παρόν κεφάλαιο , ενώ στο κεφάλαιο 5 δίνονται τα ηλεκτρομηχανολογικά χαρακτηριστικά των συγκροτημάτων.

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί της ΕΕΥΑ/ΕΕΛ Λαμίας θα γίνουν για συνθήκες υδραυλικής φόρτισης, που υπαγορεύονται από τα μεγέθη της εξισορροπημένες παροχής σχεδιασμού $Q_{σχ.}$ = 1000,0m^3/hr.

Η ευελιξία της ΕΕΛ Λαμίας δεν βλάπτεται με την προσθήκη της ΕΕΥΑ αφού διατηρούνται όλες οι υφιστάμενες διατάξεις.

Επιπρόσθετα με τον παρόντα σχεδιασμό δίνεται η ευχέρεια χειμερινής και θερινής λειτουργίας.

Έτσι κατά την θερινή περίοδο δίνεται η δυνατότητα μέσω του φρεατίου ρύθμισης θερινής / χειμερινής λειτουργίας οι τριτοβάθμια επεξεργασμένες εκροές να κατευθύνονται στην υφιστάμενη αρδευτική τάφρο και επ' εκεί για άρδευση, ενώ κατά την χειμερινή περίοδο πάλι μέσω του ανωτέρω φρεατίου οι εκροές κατευθύνονται μέσω υφιστάμενων διατάξεων στην γερμανική τάφρο, αφού όμως έχουν υποστεί τριτοβάθμια επεξεργασία.

4.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην §4.2 στην παρούσα μελέτη παρουσιάζονται για την Μ.Δ. και τα κατάντη έργα διάθεσης οι υδραυλικοί υπολογισμοί και για το δυσμενέστερο σενάριο της ταυτόχρονης λειτουργίας δύο αντλιών του Α.Τ.Φ. και για συνολική εξισορροπημένη παροχή σχεδιασμού $Q_{σχ.}$ = 1000,0m^3/hr (βλ. §4.2)

Κατά την εκπόνηση της υδραυλικής μελέτης θα πρέπει να προσδιορίζονται τα όρια των επιτρεπομένων ταχυτήτων ροής που κατά κανόνα βρίσκονται σε συνάρτηση με την επιθυμητή συμπεριφορά των αιωρουμένων στερεών των υγρών (αιώρηση ή καθίζηση) και που πρέπει να συμφωνούν με τα διεθνώς ισχύοντα (από την βιβλιογραφία). Έτσι θεωρούμε , ως όρια σχεδιασμού αναφορικά με τις ταχύτητες και τα λοιπά υδραυλικά μεγέθη τα κάτωθι :

- Ελάχιστη ταχύτητα σε υπό πίεση αγωγούς : 0,30m/sec
- Μέγιστη ταχύτητα σε υπό πίεση αγωγούς : 1,50m/sec

- Οι υπερχειλιστές θα μελετηθούν έτσι ώστε να παροχετεύουν ελεύθερα κάτω από κανονικές συνθήκες παροχής σχεδιασμού με ελάχιστο ελεύθερο ύψος 10cm (διαφορά μεταξύ κατάντη στάθμης και στέψης υπερχειλιστή).
- Για τον υπολογισμό των απωλειών κατά τη μεταφορά των υγρών από κλειστούς αγωγούς και σίφωνες λαμβάνονται υπόψη τόσο οι γραμμικές όσο και οι τοπικές απώλειες.
- Οι στέψεις στις δεξαμενές και τα κανάλια θα βρίσκονται τουλάχιστον 400mm ψηλότερα από την στάθμη υγρών, που προκύπτει για την παροχή σχεδιασμού.

4.4 ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΝΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΕΡΓΟ

4.4.1 Ανοικτοί αγωγοί

4.4.1.1 Γενικές παρατηρήσεις

Οι ανοικτοί αγωγοί μεταφοράς των λυμάτων σε μια ΕΕΛ είναι κατά κανόνα οριζόντιοι, οι δε γραμμικές απώλειες θεωρούνται αμελητέες. Δεν συμβαίνει, όμως , το ίδιο για τις τοπικές απώλειες.

Κοινή διαπίστωση στην Υδραυλική Ανοικτών Αγωγών, είναι ότι όταν το ρευστό συναντά κατά την ροή του μια συναρμογή του ανοικτού αγωγού (μια συναρμογή συστολής ή διαστολής της διατομής ή ανύψωσης του πυθμένα κλπ) τότε η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του ρευστού μεταβάλλεται ακόμα και όταν οι απώλειες ενέργειας κατά μήκος της συναρμογής θεωρούνται αμελητέες.

Στις περιπτώσεις αυτές όταν ο αριθμός Froude λίγο ανάντη της αρχής της συναρμογής είναι πολύ μικρός, η μεταβολή της ελεύθερης επιφάνειας του ρευστού είναι ομαλή και ήπια. Όταν ο αριθμός Froude πλησιάζει προς την μονάδα, η μεταβολή είναι απότομη.

Σε διάφορες θέσεις ενός ανοικτού αγωγού εκτός των γραμμικών απωλειών εμφανίζονται και τοπικές απώλειες, που οφείλονται στην τύρβη ή στους στροβιλισμούς, που προκαλούνται :

- Από αλλαγές στην ταχύτητα
- Από αλλαγές στην κατεύθυνση της ροής (στροφές κλπ)
- Από αλλαγές στην διατομή (συναρμογές) για την εκτίμηση τοπικών υδραυλικών απωλειών.

Ο υπολογισμός τέτοιων απωλειών ευκολύνεται με την χρήση της εξίσωσης ενέργειας:

$$\boxed{H_1 = H_2 + \Delta H_{\alpha(1-2)}} \quad (4.1)$$, όπου

- (1) και (2) : Κατάλληλα επιλεγμένες διατομές, δηλαδή σε περιοχές παράλληλης ή περίπου παράλληλης ροής, ώστε να ισχύει στις διατομές (1) και (2) η αρχή της υδροστατικής κατανομής των πιέσεων.
- $H_{1,2}$: Μέση τιμή του ολικού ύψους ενέργειας για όλες τις γραμμές ροής, που διέρχονται από τις διατομές (1) και (2) .

Για συνθήκες ομοιόμορφης ή βαθμιαίας μεταβαλλόμενης ροής μπορούμε να γράψουμε :

$$\boxed{H_{1,2} = z_{1,2} + y_{1,2} + \frac{V_{1,2}^2}{2g}} \quad (4.2)$$ όπου,

  - $z_{1,2}$: Τα υψόμετρα πυθμένα του αγωγού από ένα επίπεδο αναφοράς στις διατομές (1) και (2)
  - $y_{1,2}$: Τα βάθη ροής στις διατομές (1) και (2)
  - $V_{1,2}$: Οι μέσες ταχύτητες ροής στις διατομές (1) και (2)

- $\Delta H_{\alpha(1,2)}$: Η απώλεια μηχανικής ενέργειας σε θερμότητα δηλαδή το ύψος απωλειών από την διατομή (1) στην διατομή (2).

Οι απώλειες ενέργειας σε θέσεις, όπως αυτές, που περιγράφηκαν πιο πάνω (συναρμογές κλπ) είναι σχετικά μικρές και οφείλονται :

- Σε αντιστάσεις τριβής (γραμμικές απώλειες)
- Σε αντιστάσεις σχήματος (τοπικές απώλειες)

Οι οφειλόμενες σε αντιστάσεις τριβής μπορεί να εκτιμηθούν συνήθως με ένα τύπο ομοιόμορφης ροής (π.χ. τύπος του Manning). Ο διαχωρισμός βέβαια των ανωτέρω δύο κατηγοριών απωλειών δεν είναι πρακτικά δυνατός.

Οι Υδραυλικοί Μηχανικοί συνήθως για τον υπολογισμό των ολικών απωλειών $\Delta H_{\alpha(1,2)}$ προσφεύγουν σε σχέσεις της γενικής μορφής :

$$\Delta H_{\alpha(1,2)} = \kappa \frac{V^2}{2g}$$, όπου :

- V: Η μέση ταχύτητα διέλευσης του υγρού από την θέση, που αναπτύσσεται η τοπική απώλεια (στις περιπτώσεις που δεν έχουμε αλλαγή ταχύτητας για παράδειγμα σε στροφές).

  Εκφράζουν, δηλαδή, τις ολικές απώλειες σαν ένα ποσοστό της διαφοράς κινητικής ενέργειας των διατομών αρχής και πέρατος των θέσεων αυτών. Έτσι η προηγούμενη σχέση μπορεί να γραφεί :

$$\Delta H_{\alpha(1,2)} = \kappa \left| \frac{V_\pi^2 \pm V_\alpha^2}{2g} \right|$$, όπου :

  - V_α: Η ταχύτητα λίγο ανάντη της θέσης, που συμβαίνει αλλαγή ταχύτητας (π.χ.στένωση κλπ)
  - V_π: Η ταχύτητα λίγο κατάντη της θέσης, που συμβαίνει αλλαγή ταχύτητας.

4.4.1.2 Απώλειες διαμέσου βυθισμένων οπών.

Οι απώλειες δια μέσου βυθισμένων οπών υπολογίζονται με την βοήθεια της σχέσης :

$$Q = C_D \times A \times (2gh)^{1/2}$$, (4.3) όπου:

- Q : παροχή, m^3/sec
- A : Επιφάνεια της οπής, m^2
- h : Υδραυλικές απώλειες, μΣΥ
- C_D : Συντελεστής συστολής , με τιμή C_D = 0,62

4.4.2 <u>Υπερχειλιστές</u>

4.4.2.1 Ροή πάνω από υπερχειλιστές λεπτής στέψης

$$h = \left(\frac{Q}{c.b} \right)^{\frac{2}{3}}$$ (4.4), όπου

- C = 1,84
- Q : παροχή (m^3/sec)
- b : πλάτος υπερχειλιστή (m)
- h : βάθος ροής υπεράνω του υπερχειλιστή (m)

4.4.2.2 Ροή πάνω από υπερχειλιστές πλατιάς στέψης

$$h = \left(\frac{Q}{c.b}\right)^{\frac{2}{3}}$$ (4.5), όπου

- C = 1,71
- Q : (m^3/sec)
- b : (m)
- h : (m)

4.4.3 Ροή διαμέσου των συστοιχιών (banks) λυχνιών του αντιδραστήρα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (Α.Α.Υ.Α)

Βασικός παράγοντας στον υδραυλικό σχεδιασμό ενός ΑΑΥΑ είναι η ανάπτυξη υδραυλικής τύρβης κατάλληλης έντασης. Η τύρβη είναι αναγκαία για την ομοιόμορφη κατανομή της ενέργειας της υπεριώδους ακτινοβολίας στο υπό απολύμανση υγρό. Όμως η τύρβη συσχετίζεται με τις υδραυλικές απώλειες, οι οποίες είναι συνάρτηση της ταχύτητας, που αναπτύσσει το υγρό κατά την διέλευση του από τις συστοιχίες των λυχνιών.

Οι υδραυλικές απώλειες δημιουργούν πτώσεις της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού, καθώς αυτό διατρέχει τις συστοιχίες λυχνιών. Το γεγονός των υδραυλικών πτώσεων μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά λειτουργικά προβλήματα, που κυρίως εστιάζονται στους ακόλουθους παράγοντες :

- Αν η στάθμη του υγρού ρυθμιστεί ώστε η βύθιση των λυχνιών της κατάντη συστοιχίας να είναι πλήρης τότε στην ανάντη συστοιχία είναι πιθανόν οι υψηλότερες ζώνες της υγρής φλέβας να απολυμαίνονται ανεπαρκώς.
- Αντίθετα, αν η στάθμη του υγρού ρυθμιστεί ώστε η βύθιση των λυχνιών της ανάντη συστοιχίας να είναι πλήρης, ένα τμήμα των λυχνιών των κατάντη συστοιχιών δεν θα είναι βυθισμένο, με αποτέλεσμα την μη κανονική κατανομή των θερμοκρασιών κατά μήκος έκαστης λυχνίας και συνακόλουθα την μείωση της ωφέλιμης ζωής της.

Οι υδραυλικές απώλειες δια μέσου των συστοιχιών λυχνιών ενός ΑΑΥΑ είναι συνάρτηση :

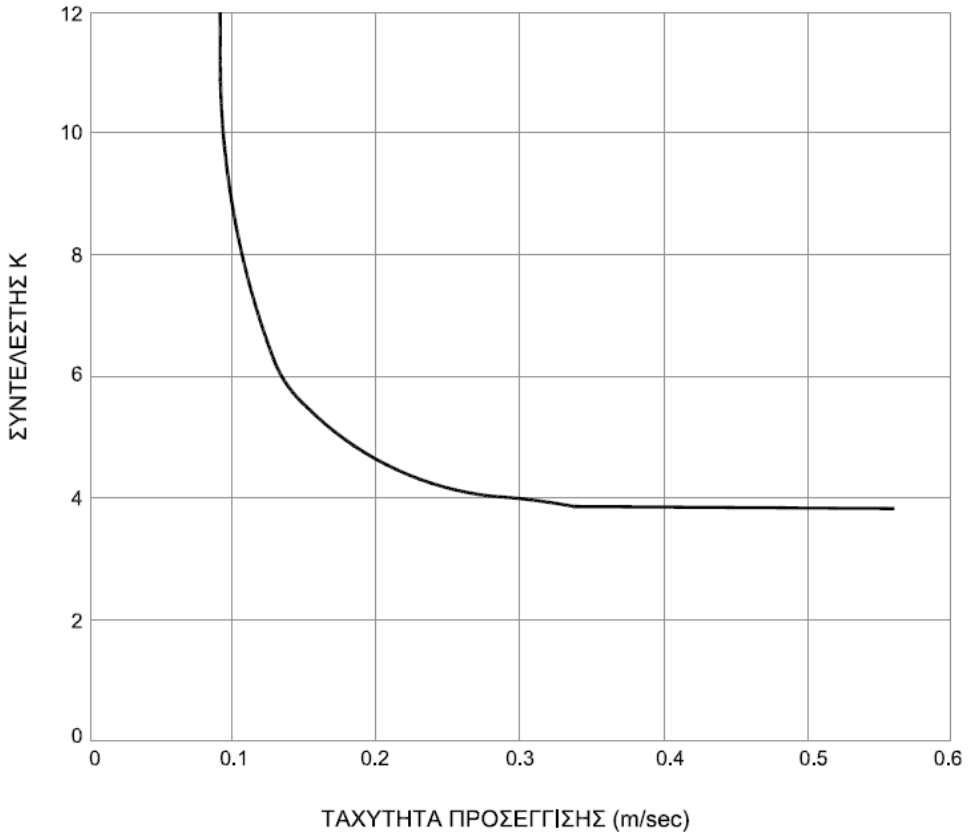
- Του αριθμού και της τοποθέτησης των λυχνιών σε κάθε συστοιχία.

- Της γεωμετρίας του καναλιού, στο οποίο τοποθετούνται οι συστοιχίες (αν περιλαμβάνει στένωση κλπ.)
- Της ταχύτητας διέλευσης του υγρού διαμέσου των συστοιχιών.

Οι περισσότεροι κατασκευαστές συστημάτων Α.Α.Υ.Α. έχουν αναπτύξει πειραματικά συσχετίσεις μεταξύ του ύψους τοπικών απωλειών και της ταχύτητας προσέγγισης του υγρού στην συστοιχία. Μια τέτοια σχέση περιγράφεται αμέσως πιο κάτω :

$$\boxed{\Delta H = K\frac{V^2}{2g}} \quad (4.6), \text{ όπου}$$

- V : Η ταχύτητα προσέγγισης στην συστοιχία (m/sec)
- K : Συντελεστής τοπικών απωλειών, ο οποίος δίνεται από το επόμενο ΣΧΗΜΑ 4.3



ΣΧΗΜΑ 4.3

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί τοπικών απωλειών γίνονται ανά συστοιχία , εφαρμόζοντας την εξίσωση συνέχειας της §4.4.1.1.

4.4.4 Υπολογισμός γραμμικών και τοπικών απωλειών σε κλειστούς υπό πίεση κυκλικούς αγωγούς

Όσα επακολουθούν αφορούν :

- Στους υπό πίεση κυκλικούς αγωγούς, που λειτουργούν βαρυτικά
- Στους καταθλιπτικούς αγωγούς :
  - Των αντλιών Α.Τ.Φ.
  - Των αντλιών έκπλυσης και απομάκρυνσης των στραγγιδίων έκπλυσης από τα φίλτρα.
  - Των αντλιών του Α.Α.Τ.Ε.

Η επιλογή των διατομών και των απωλειών πίεσης στους υπό πίεση κυκλικούς αγωγούς γίνεται με βάση τις παρακάτω παραδοχές και κανόνες υπολογισμού:

- Με βάση τις αντίστοιχες διατομές των καταθλιπτικών αγωγών και τις αντίστοιχες παροχές σχεδιασμού, όπως αυτές έχουν προκύψει από τις σχετικές μελέτες (π.χ. χημικοτεχνική μελέτη).
- Με την παραδοχή πως οι ταχύτητες ροής μέσα στους υπό πίεση κυκλικούς αγωγούς διατηρούνται στα όρια που αναφέρονται στην §4.3.

Οι γραμμικές απώλειες H_f (μΣΥ) υπολογίζονται από τη σχέση Darcy με χρήση της προσέγγισης των Colebrook-White. (βλ. σχέσεις (4.9) και (4.10)).

$$H_f = f\frac{V^2}{2g}\frac{L}{D} \quad (4.7)$$, όπου:

- V : ταχύτητα (m/sec)
- L : μήκος αγωγού (m)
- g :επιτάχυνση βαρύτητας = 9,81m^2/sec
- D : διάμετρος αγωγού (m)
- f : συντελεστής τριβών

Ο συντελεστής τριβών f αποτελεί συνάρτηση του αριθμού Reynolds (Re) και της σχετικής τραχύτητας του αγωγού κ_s , όπου κ_s είναι η απόλυτη τραχύτητα (σε mm) του αγωγού. Ο αριθμός Reynolds προκύπτει από τη σχέση (4.8)

$$\mathrm{Re} = \frac{4Q}{\pi D v}$$ (4.8), όπου:

- R_e : ο αδιάστατος αριθμός Reynolds
- Q : Η παροχή (m^3/sec)
- D : Η διάμετρος του αγωγού (m)
- v : κινηματικό ιξώδες υγρού, v = 1 x 10^{-6} m^2/sec
- π = 3,14

Ο συντελεστής τριβών f υπολογίζεται από τις επόμενες δύο σχέσεις, ανάλογα σε ποια περιοχή «δουλεύει» υδραυλικά ο αγωγός, δηλαδή :

- Στην μεταβατική περιοχή ή
- Στην πλήρως τραχεία περιοχή

Το κριτήριο που «δουλεύει» υδραυλικά ο αγωγός προκύπτει από το γνωστό διάγραμμα Moody της επόμενης σελίδας.

Για την μεταβατική περιοχή ισχύει ο τύπος Colebrook - White (4.9)

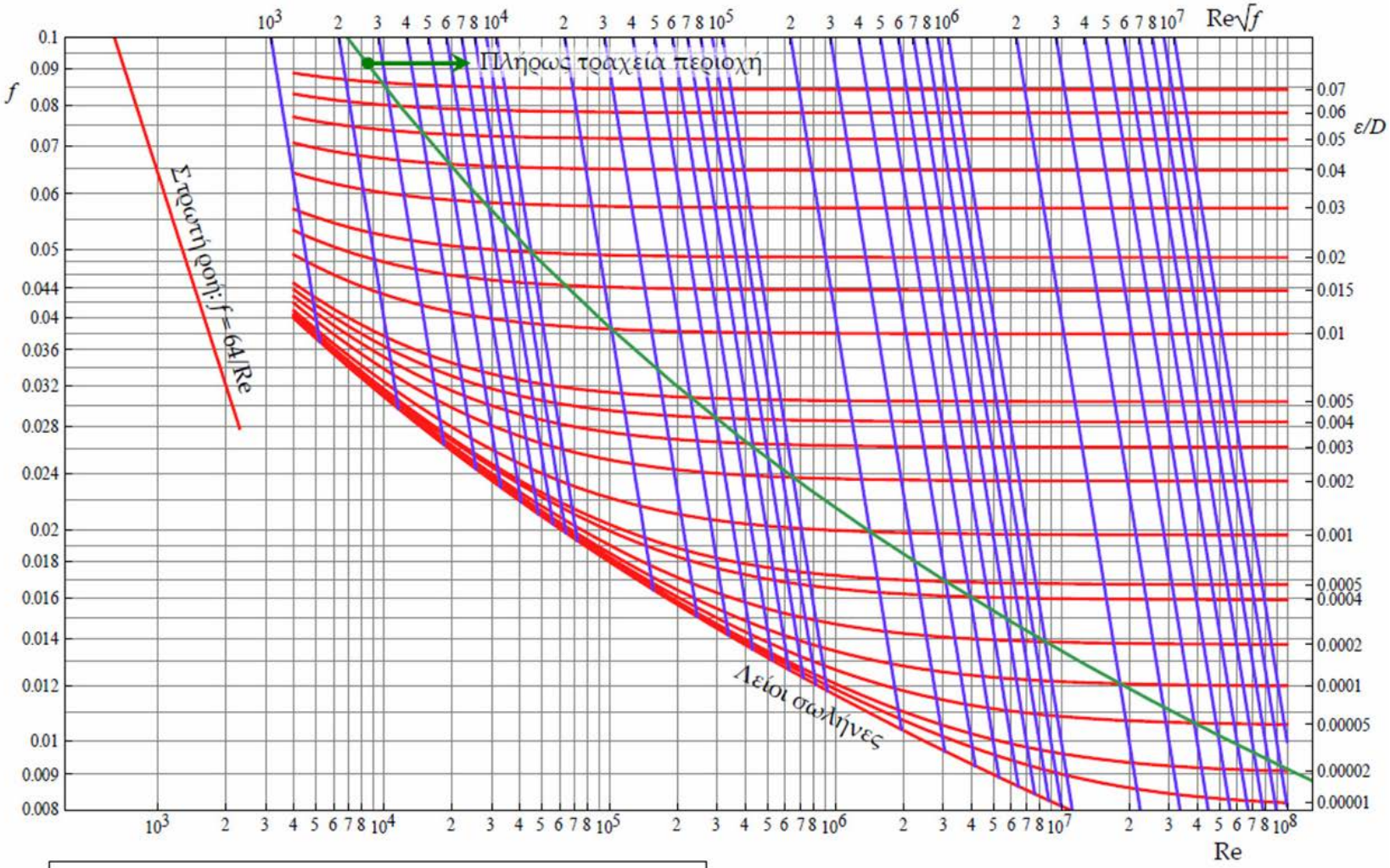
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1{,}14 - 2\log\left(\frac{\kappa_s}{D} + \frac{9{,}35}{\mathrm{Re}\sqrt{f}}\right)$$ (4.9) , όπου

- f : Ο αδιάστατος συντελεστής τριβών κατά Darcy – Weisbach
- κ_s : Η απόλυτη τραχύτητα του αγωγού, mm
- D : Η διάμετρος του αγωγού (m)

Για την πλήρως τραχεία περιοχή ισχύει η σχέση :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\frac{\kappa_s}{D} + 1{,}14$$ (4.10)

όπου τα σύμβολα έχουν εξηγηθεί πριν.



Διάγραμμα Moody-Rouse – Έκδοση Κουτσογιάννη -Παπαλεξίου

Η τιμή της απόλυτης τραχύτητας του αγωγού εξαρτάται από την ποιότητα του αγωγού, καθώς και από την ηλικία του αγωγού. Με την πάροδο των ετών η τραχύτητα αυξάνεται καθώς φθείρεται ο αγωγός. Για αγωγούς από HDPE η τιμή της τραχύτητας κυμαίνεται από 0,002 έως 0,004 mm (νέοι αγωγοί).

Στην πράξη όμως, επειδή οι σωλήνες τοποθετούνται για πολυετή χρήση (τουλάχιστον 20ετών), οι μέγιστες απώλειες ενέργειας στους αγωγούς θα πρέπει να υπολογίζονται για το χρόνο ζωής της υποδομής. Η ποιότητα του προς μεταφορά υγρού (εδώ τριτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα) καθώς και το υλικό κατασκευής των αγωγών δημιουργούν συνθήκες απόθεσης αλάτων στην εσωτερική επιφάνειά τους, με αποτέλεσμα την μείωση της παροχετευτικότητας των αγωγών με την πάροδο του χρόνου λόγω αύξησης της τραχύτητας ή μείωσης της διατομής τους. Η διεργασία αυτή προκαλεί τη 'γήρανση' του αγωγού, δηλαδή προκαλεί αύξηση των γραμμικών του απωλειών με την πάροδο του χρόνου.

Για υπολογιστικούς λόγους θεωρείται ότι η τιμή της τραχύτητας ενός σωλήνα $\kappa_s(t)$ είναι μια γραμμική συνάρτηση του χρόνου (t), δηλ.

$$\boxed{\kappa_s(t) = \kappa_{s,0} + \alpha_g \cdot t}$$ (4.11), όπου :

- $\kappa_{s,0}$: Η αρχική απόλυτη τραχύτητα του σωλήνα, εδώ λαμβάνεται :
  - Για τους πλαστικούς σωλήνες (HDPE) $\kappa_{s,0}^{(1)}$ = 0,007mm
  - Για τους ανοξείδωτους σωλήνες (SS) $\kappa_{s,0}^{(2)}$ = 0,045mm
- $\kappa_{s(t)}$: Η απόλυτη τραχύτητα στον χρόνο t (mm/έτος)
- a_g : Κατάλληλος συντελεστής . Εδώ λαμβάνεται a_g = 0,004mm/έτος
- t : Ο χρόνος σε έτη. Εδώ λαμβάνεται t = 30 έτη

Από την (4.18) και για t =30 έτη προκύπτουν :

- Για τους πλαστικούς σωλήνες (HDPE) $\kappa_s^{(1)}$ = 0,13mm
- Για τους ανοξείδωτους σωλήνες (SS) $\kappa_s^{(2)}$ = 0,17mm

Οι τοπικές απώλειες H_T (μΣΥ) ενός υπό πίεση κυκλικού αγωγού υπολογίζονται από τη σχέση (4.12) και εξαρτώνται από την ταχύτητα ροής στον αγωγό.

$$H_T = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$ (4.12), όπου:

- v : η ταχύτητα μέσα στον αγωγό (m/sec)
- ΣΚ : Το άθροισμα των συντελεστών τοπικών απωλειών

Οι συντελεστές τοπικών απωλειών δίνονται στον παρακάτω πίνακα 4.1

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ	ΤΙΜΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ Κ
Εισροή	0,50
Βάνα	0,20
Βαλβίδα αντεπιστροφής	1,00
Τεμάχιο εξάρμωσης	0,30
Συστολή	0,20
Γωνία 90°	0,75
Ταυ	1,30
Γωνία 90° χειροποίητη	0,25
Γωνία 45° χειροποίητη	0,18
Είσοδος στον σίφωνα	0,10
Έξοδος από τον σίφωνα (στροβιλισμοί)	0,10

4.4.5 Απώλειες διαμέσου σίφωνα

4.4.5.1 Περιγραφή

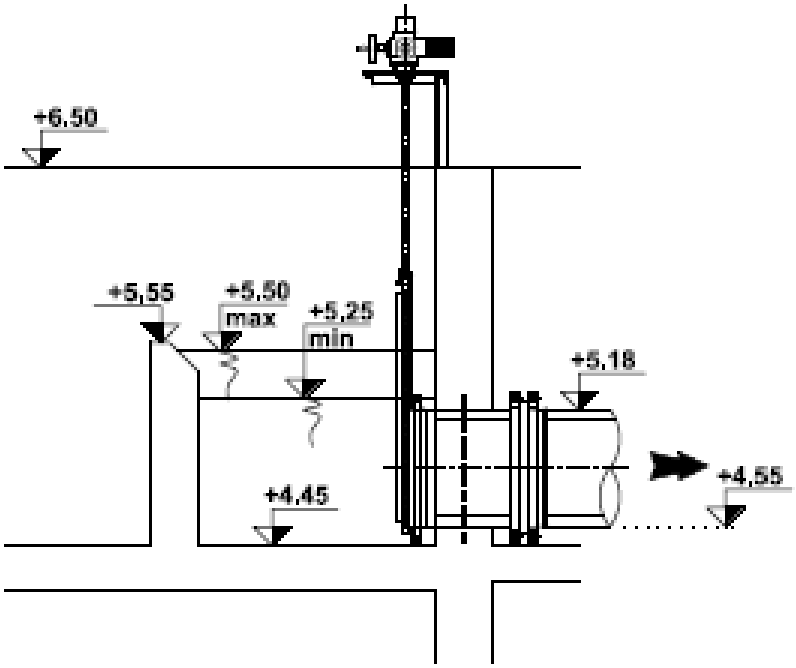
Κατά την χειμερινή περίοδο, όταν δεν θα υφίσταται ανάγκη αρδεύσεων οι τριτοβάθμια επεξεργασμένες εκροές θα διοχετεύονται βαρυτικά από το κοινό κανάλι εξόδου των τριτοβάθμιων εκροών από τις κλίνες διήθησης (βλ. Σχεδ. ΠΜ – 02) στο παρακαμπτήριο κανάλι της υφιστάμενης δεξαμενής χλωρίωσης. Η διοχέτευση θα πραγματοποιείται με την βοήθεια δίδυμου αγωγού 2xΦ630/HDPE/10bar. Τα γεωμετρικά και διαστατικά στοιχεία του δίδυμου αγωγού είναι τα ακόλουθα :

- Υψόμετρο κάτω άντυγας αρχής σίφωνα : + 4,55m
- Υψόμετρο άνω άντυγας αρχής σίφωνα : + 5,18m
- Υψόμετρο κάτω άντυγας πέρατος σίφωνα : + 4,35m
- Υψόμετρο άνω άντυγας πέρατος σίφωνα : + 4,98m
- Μέγιστη στάθμη λυμάτων στην είσοδο του σίφωνα : +5,50m
- Συνολικό μήκος ευθύγραμμων τμημάτων : 229,45m
- Συνολικός αριθμός χειροποίητων (segmented) γωνιών 90° : 7
- Συνολικός αριθμός χειροποίητων (segmented) γωνιών 45° : 1
- Παροχή σχεδιασμού για έκαστο σίφωνα : $500m^3/hr$

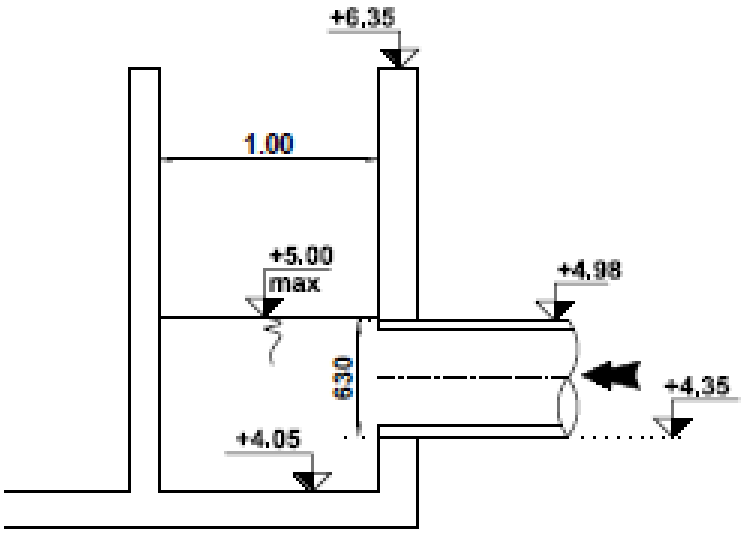
Η υδραυλική συμπεριφορά του συγκεκριμένου δίδυμου αγωγού προσομοιάζει με εκείνη του σίφωνα, λόγω του ότι στην κατά μήκος τομή εμφανίζονται εκτός από θετικές και αρνητικές κλίσεις.

Τα χαρακτηριστικά μέρη ενός σίφωνα είναι :

- Το φρεάτιο επίσκεψης / εκκένωσης με φωλιά για τοποθέτηση κινητής αντλίας, το οποίο τοποθετείται στο βαθύτερο σημείο της μηκοτομής του σίφωνα.
- Το τμήμα εισόδου (βλ. Σχ.4.4(α)), εφοδιασμένο με αυτόματο ηλεκτρονικό θυρόφραγμα, το οποίο ρυθμίζει τις υδραυλικές συνθήκες εισόδου των υγρών στο σίφωνα, όπως θα αναφερθεί πιο κάτω.
- Το τμήμα εξόδου (βλ. Σχ.4.4(β))



(α) : Τμήμα εισόδου

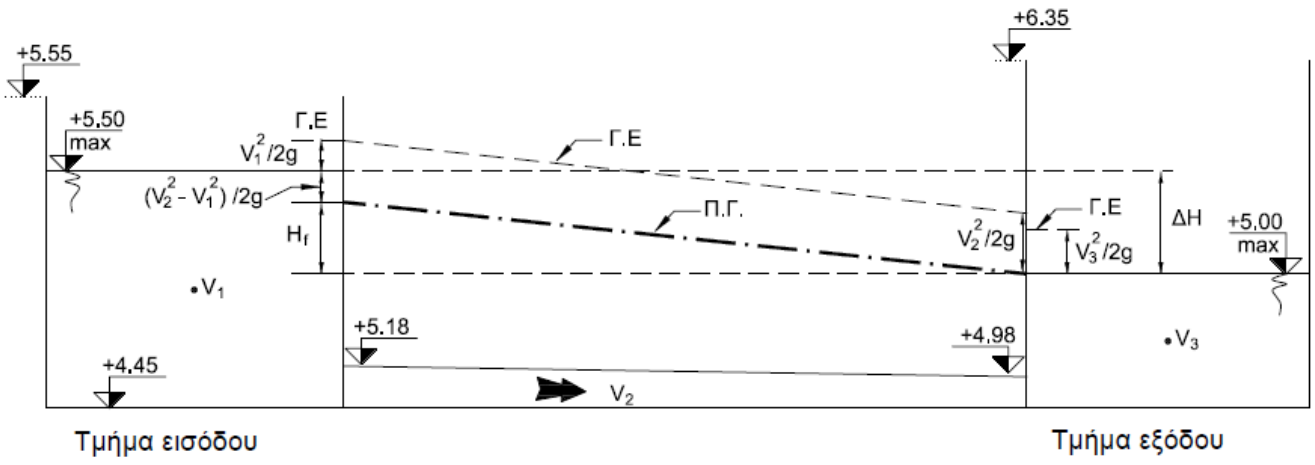


(β) : Τμήμα εξόδου

ΣΧΗΜΑ 4.4 : Τμήμα εισόδου / εξόδου του σίφωνα

4.4.5.2 Υδραυλικός υπολογισμός σίφωνα

Στο Σχ. 4.5 δίνεται μια σχηματική μηκοτομή του σίφωνα.



ΣΧΗΜΑ 4.5 : Σχηματική μηκοτομή του σίφωνα

Με βάση το Σχ. 4.5 για τον υπολογισμό της διαφοράς στάθμης ΔΗ ανάντη – κατάντη προκύπτει πως :

$$\boxed{\Delta H = H_f^{(1)\to(2)} + \Delta H_{\tau o \pi} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2}} \quad (4.13)$$, όπου :

- $H_f^{(1)\to(2)}$: Οι γραμμικές απώλειες στον αγωγό – σίφωνα (μΣΥ), οι οποίες υπολογίζονται από την (4.7) με την βοήθεια των (4.8) και (4.9) ή (4.10) με διαδοχικές δοκιμές.
- $\Delta H_{\tau o \pi}$: Οι τοπικές απώλειες που αφορούν :
  - Στην είσοδο του σίφωνα
  - Στην έξοδο του σίφωνα (στροβιλισμοί)
  - Στις χειροποίητες καμπύλες (90° και 45°)
- $\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$: Το θλιπτικό ύψος στο τμήμα εισόδου του σίφωνα.

Η σχέση υπολογισμού των τοπικών απωλειών είναι η (4.12)

Οι σχετικοί υδραυλικοί υπολογισμοί για τον σίφωνα δίνονται στην §4.7.

Τα δύο κυριότερα προβλήματα, που εμφανίζονται στην λειτουργία ενός σίφωνα είναι :

- Η πιθανότητα εισόδου αέρα από την κεφαλή του σίφωνα

- Η διαδικασία εκκένωσης σε περίπτωση καθαρισμού του σίφωνα

Αναφορικά με το πρώτο πρόβλημα προβλέπεται η δημιουργία υγρού νάματος στο τμήμα εισόδου του σίφωνα, ώστε να εξασφαλίζεται σε κάθε περίπτωση η παρεμπόδιση εισόδου αέρα στον σίφωνα. Η δημιουργία του υγρού νάματος εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση στην κεφαλή του σίφωνα αυτόματου ηλεκτροκίνητου θυροφράγματος, η κίνηση του οποίου ρυθμίζεται μηχανικά με την βοήθεια οργάνου μέτρησης στάθμης τύπου υπερήχων. Έτσι :

- Όταν η στάθμη των υγρών ανεβαίνει προσεγγίζοντας την ανώτατη επιτρεπτή τιμή (+5,50m) το θυρόφραγμα ανοίγει αυτόματα, διοχετεύοντας τα υγρά στον δίδυμο σίφωνα.
- Όταν η στάθμη των υγρών κατεβαίνει προσεγγίζοντας την κατώτατη επιτρεπτή τιμή (+5,25m) το θυρόφραγμα κλείνει αυτόματα, μειώνοντας την παροχή στον δίδυμο σίφωνα ώστε να ανακοπεί η καθοδική πορεία της στάθμης των υγρών στο κοινό κανάλι εξόδου των τριτοβάθμιων εκροών.

Για τον σκοπό αυτό μέσα στο ανωτέρω κανάλι τοποθετείται , όπως αναφέρθηκε, όργανο μέτρησης στάθμης υπερήχων.

Θα πρέπει, πάντως, να τονισθεί ότι ο αυτοματισμός αυτός δεν είναι εγγυημένο ότι θα λειτουργεί άψογα πάντα και σε περίπτωση φυσιολογικής βλάβης ή ανθρώπινου λάθους οι κίνδυνοι εισαγωγής αέρα είναι υπαρκτός.

4.4.6 <u>Απώλειες ροής κατά την διαδικασία φίλτρανσης</u>

4.4.6.1 Εισαγωγή

Οι υδραυλικές απώλειες διαμέσου της διυλιστικής κλίνης εξαρτώνται άμεσα από το είδος και την κοκομετρία του διυλιστικού μέσου και από το πάχος της στρώσης.

Οι απώλειες κατά την διάρκεια της διύλισης αυξάνουν σταδιακά με την συσσώρευση στερεών στην επιφάνεια και στα ανώτερα στρώματα της κλίνης και φθάνουν μια μέγιστη προκαθορισμένη τιμή οπότε θα πρέπει να εκκινήσει η διαδικασία της αντίστροφης πλύσης (έκπλυση) του φίλτρου.

Στη χρονική στιγμή t μετά την έναρξη του κύκλου διύλισης οι υδραυλικές απώλειες H_t εντός της διυλιστικής κλίνης δίδονται από τον τύπο:

$$\boxed{H_t = H_o + \sum_i^v h_i(t)} \quad (4.14)$$, όπου

- H_o : οι υδραυλικές απώλειες κατά την έναρξη του κύκλου (φίλτρο καθαρό), μΣΥ
- $h_i(t)$: απώλειες διαμέσου του i στρώματος της κλίνης την χρονική στιγμή t,μΣΥ. Εδώ είναι v=1

Η διαδικασία εύρεσης του δεύτερου όρου της παραπάνω σχέσης απαιτεί πειραματικά δεδομένα. Στα επόμενα θα αρκεσθούμε στην εύρεση του πρώτου όρου της σχέσης, αφού έτσι και αλλιώς υπάρχει αυτοματισμός μέσω ηλεκτροδίων στάθμης, που προβλέπει τους κύκλους έκπλυσης του φίλτρου.

4.4.6.2 Απώλειες καθαρού φίλτρου

Οι απώλειες H_o του καθαρού φίλτρου δίδονται από την σχέση των Fair - Hatch:

$$H_0 = KvS^2 \frac{(1-a)^2}{a^3} \frac{L}{d^2} \frac{V}{g}$$ (4.15), όπου

- K : σταθερά φίλτρανσης με τιμή 5 για κοσκινισμένους κόκκους και 6 για διαχωρισμό κόκκων με καθίζηση. Στην περίπτωση μας K = 5.
- v : κινηματική συνεκτικότητα του νερού, $v=1.003 \times 10^{-6}$ m^2/s
- a : πορώδες 0,25-0,75. Εδώ λαμβάνεται a =0,45
- L : πάχος στρώσης, 0,40 m
- d : διάμετρος κόκκου (m). Για την στρώση άμμου είναι: d = 0,6mm ή $0,6 \times 10^{-3}$ m
- V : ταχύτητα διύλισης. Για την παροχή σχεδιασμού είναι

  $V= 1000,00(m^3/hr) / [4 \times 3600(sec/hr) \times 56,84(m^2)] = 1,22 \times 10^{-3}$ m^3/m^2 sec
- g = 9,81 m/sec^2

4.4.7 <u>Υπολογισμός διατομών και απωλειών καταθλιπτικών αγωγών</u>

Όσα επακολουθούν αφορούν στους καταθλιπτικούς αγωγούς :

- Των αντλιών Α.Τ.Φ.
- Των αντλιών έκπλυσης και απομάκρυνσης των στραγγιδίων έκπλυσης από τα φίλτρα.
- Των αντλιών του Α.Α.Τ.Ε.

Η επιλογή των διατομών και των απωλειών πίεσης στους καταθλιπτικούς αγωγούς γίνεται με βάση τις παραδοχές και κανόνες υπολογισμού, που αναφέρθηκαν στην §4.4.4.

Οι γραμμικές και τοπικές απώλειες στους καταθλιπτικούς αγωγούς υπολογίζονται με την βοήθεια των σχέσεων (4.7) έως και (4.12) που αναφέρθηκαν στην §4.4.4.

Οι συντελεστές τοπικών απωλειών παίρνονται από τον ΠΙΝΑΚΑ 4.1.

4.4.8 Υπολογισμός αντλητικών συγκροτημάτων

4.4.8.1 Εισαγωγή

Όσα ακολουθούν αφορούν :

- Στα αντλητικά συγκροτήματα του Α.Τ.Φ.
- Στις αντλίες έκπλυσης και απομάκρυνσης των στραγγιδίων έκπλυσης από τα φίλτρα.
- Στα αντλητικά συγκροτήματα του Α.Α.Τ.Ε.

4.4.8.2 Α.Α.Τ. και αντλίες έκπλυσης και απομάκρυνσης των στραγγιδίων από τα φίλτρα

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη θέση για το Α.Τ.Φ. επιλέγονται τρεις (3) υποβρύχιες αντλίες (50% εφεδρεία), παροχή κάθε μιας 500m^3/hr τουλάχιστον.

Για τον ορθό και ακριβή προσδιορισμό της λειτουργίας του αντλιοστασίου και την εύρεση της πραγματικής παροχής, γίνεται επίλυση του δικτύου και υδραυλικός υπολογισμός και για τα δύο σημεία λειτουργίας του δικτύου, δηλαδή για δύο (2) αντλίες σε λειτουργία και για μία (1) αντλία σε λειτουργία, για τις παροχές σχεδιασμού.

Το δίκτυο του αντλιοστασίου αποτελείται και από :

- Αγωγός 1: Την ίδια σωλήνωση που ξεκινά από την κάθε αντλία μέχρι την είσοδο στο βαννοστάσιο και την συμβολή στον σωληνοσυλλέκτη (collecteur).
- Αγωγός 2: Ο σωληνοσυλλέκτης (collecteur), στον οποίο συμβάλλουν οι καταθλιπτικοί αγωγοί των αντλιών.
- Αγωγός 3: Ο καταθλιπτικός αγωγός μέχρι το φρεάτιο εισόδου της μονάδας ταχείας ανάμιξης / κροκίδωσης.

Τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό των αντλητικών συγκροτημάτων είναι:

- Η απαιτούμενη παροχή της αντλίας
- Η γεωδαιτική διαφορά στάθμης μεταξύ της στάθμης αναρρόφησης και εκροής του καταθλιπτικού αγωγού (H_g)
- Το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος λειτουργίας της αντλίας (H_m)
- Οι γραμμικές απώλειες ροής του καταθλιπτικού αγωγού (H_f)
- Οι τοπικές απώλειες (H_T)
- Το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού

Το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό της αντλίας προκύπτει από την σχέση (4.16)

$$H_m = H_g + H_f + H_T \quad (4.16)$$

4.4.8.3 Α.Α.Τ.Ε.

Ομοίως και όπως αναφέρθηκε στο Α.Τ.Φ. για το Α.Α.Τ.Ε. επιλέγονται τρεις (3) αντλίες επιφανείας (ξηρού τύπου), παροχή κάθε μιας 500m^3/hr τουλάχιστον (50% εφεδρεία).

Όπως και πιο πάνω για τον ορθό και ακριβή προσδιορισμό της λειτουργίας του αντλιοστασίου και την εύρεση της πραγματικής παροχής, γίνεται επίλυση του δικτύου και υδραυλικός υπολογισμός και για τα δύο σημεία λειτουργίας του δικτύου, δηλαδή για δύο (2) αντλίες σε λειτουργία και για μία (1) αντλία σε λειτουργία, για τις παροχές σχεδιασμού.

Το δίκτυο του αντλιοστασίου αποτελείται και από :

- Αγωγός 1: Αγωγός και σωληνοσυλλέκτης (collecteur) αναρρόφησης.
- Αγωγός 2: Ο σωληνοσυλλέκτης (collecteur), στον οποίο συμβάλλουν οι καταθλίψεις των αντλιών Α.Α.Τ.Ε.
- Αγωγός 3: Ο καταθλιπτικός αγωγός μέχρι :
  - Την υφιστάμενη αρδευτική τάφρο (1° σενάριο)
  - Την Δ.Ε. (υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης / 2° σενάριο)

Τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό των αντλητικών συγκροτημάτων είναι:

- Η απαιτούμενη παροχή της αντλίας
- Η γεωδαιτική διαφορά στάθμης μεταξύ της στάθμης αναρρόφησης και εκροής του καταθλιπτικού αγωγού (H_g), για κάθε σενάριο ξεχωριστά.
- Το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος λειτουργίας της αντλίας (H_m) , για κάθε σενάριο ξεχωριστά.
- Οι γραμμικές απώλειες ροής του καταθλιπτικού αγωγού (H_f) , για κάθε σενάριο ξεχωριστά.
- Το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού, για κάθε σενάριο ξεχωριστά.

Το ελάχιστο απαιτούμενο μανομετρικό της αντλίας προκύπτει επίσης από την σχέση (4.16).

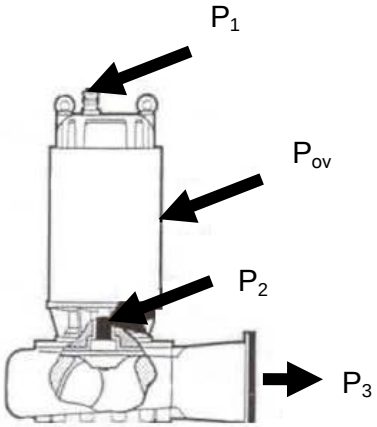
4.4.9 Πεδίο λειτουργίας αντλητικών συγκροτημάτων

4.4.9.1 Α.Τ.Φ.

Α. Εισαγωγή

Γνωρίζοντας τις απώλειες, μπορούν να υπολογισθούν τα χαρακτηριστικά και το πεδίο λειτουργίας των αντλιών.

Αναφορικά με τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος της αντλίας, ξεχωρίζουμε τέσσερις τύπους ισχύος:



- P_3: Η ισχύς που προσδίδεται στο αντλούμενο μέσο (λύματα) και δίνεται από την σχέση (4.17)

$$P_3 = \frac{pQH_M}{367}\,\text{kW}$$ (4.17), όπου

  - Q: Η παροχή σχεδιασμού, m^3/hr
  - H_M:Το μανομετρικό ύψος, μΣΥ
  - ρ : Πυκνότητα αντλούμενου μέσου, kg/lt (≈1,0kg/lt)
- P_2: Η ισχύς που απαιτεί στον άξονά της (και ισοδύναμα στον άξονα του κινητήρα) η αντλία και την δίνει ο ηλεκτροκινητήρας (απορροφούμενη ισχύς στον άξονα της αντλίας για το κάθε φορά σημείο λειτουργίας (Q, H_M)) και δίνεται από την σχέση (4.18)

$$P_2 = \frac{P_3}{n}$$ (4.18), όπου

  - n: Ο βαθμός απόδοσης της αντλίας που δείχνει την ικανότητα της αντλίας να μετατρέπει την εφαρμοζόμενη σ' αυτήν (στον άξονά της) ενέργεια σε υδραυλικές επιδόσεις (παροχή και μανομετρικό)

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ότι η P_2 είναι η αποδιδόμενη από τον κινητήρα ισχύς για το εκάστοτε φορτίο (σημείο λειτουργίας), που πρέπει αυτός να εξυπηρετήσει. Ο κινητήρας έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται αυτόματα στο φορτίο και να απορροφά ανάλογα ισχύ από το δίκτυο.

Γενικά, όμως η P_2 είναι διαφορετική από την ονομαστική (εγκατεστημένη,rated) ισχύ του κινητήρα της αντλίας, P_{ov}.

Η ονομαστική ισχύς του κινητήρα της αντλίας είναι η ισχύς η αποδιδομένη στον άξονα του κινητήρα, όταν αυτός δουλεύει στο 100% του ονομαστικού του φορτίου.

Είναι, δηλαδή, η μέγιστη διαρκώς επιτρεπόμενη ισχύς.

Η ονομαστική ισχύς συνήθως παρέχεται από τους οίκους κατασκευής αντλιών, είναι δε πάντα μεγαλύτερη της P_2 : $P_{ov} > P_2$.

Συνήθως γίνεται η παραδοχή ότι η P_{ov} προκύπτει από την σχέση :

$$P_{ov} = (1{,}10 \div 1{,}30) \times P_2 \quad (4.19)$$

Για κάθε τώρα ονομαστική ισχύ (σε kW) η βιβλιογραφία διαθέτει πίνακες μεταβολής των βασικών μεγεθών, που χαρακτηρίζουν τον ηλεκροκινητήρα για τα μερικά φορτία (ποσοστώσεις του ονομαστικού φορτίου), συνήθως για 25%Φ,50%Φ,75%Φ,100%Φ (ονομαστικό φορτίο – ισχύς), 125%Φ.

Τα μεγέθη που ενδιαφέρουν είναι :

- Το απορροφούμενο ρεύμα I (σε A)
- Ο συντελεστής ισχύος (cosφ)
- Ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα , n_m (%)

Τα μεγέθη αυτά είναι χρήσιμα για τον υπολογισμό του τελευταίου τύπου ισχύος, που επεξηγείται στα επόμενα.

- P_1: Η ισχύς που απορροφά από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ο ηλεκτροκινητήρας για το μεγαλύτερο φορτίο (δυσμενέστερο σημείο λειτουργίας) που θα συναντήσει το αντλητικό συγκρότημα κατά τις διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και δίνεται από την σχέση (4.20)

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi / 1000 \quad (4.20), \text{ όπου}$$

  - V = 400V
  - I : Το απορροφούμενο ρεύμα, A
  - cosφ : ο συντελεστής ισχύος

Με το μέγεθος αυτό (P_1) γίνονται οι υπολογισμοί του διακοπτικού υλικού των ηλεκτρικών πινάκων και ο υπολογισμός της ισχύος του Η/Ζ .

Ο υπολογισμός των ανωτέρω μεγεθών στην περίπτωση λειτουργίας μιας (1) αντλίας κάθε φορά είναι απλός, όμως στην περίπτωση παράλληλης λειτουργίας δύο (2) η περισσοτέρων αντλιών είναι περίπλοκος.

Στα αμέσως επόμενα αναπτύσσεται ένας αλγόριθμος εύρεσης των αντίστοιχων μεγεθών των αντλητικών συγκροτημάτων.

Β. 1η περίπτωση : Δύο (2) αντλίες σε λειτουργία

1. Υπολογίζεται κάνοντας χρήση της (4.16) το μανομετρικό ύψος $H_M^{(1)}$ για την παροχή σχεδιασμού.

   Εδώ είναι $Q_{\sigma\chi}$ =1000,00m^3/hr και $Q_{\alpha\nu}$ = 500,00m^3/hr

2. Για το σημείο λειτουργίας ($Q_{\alpha\nu}$, $H_M^{(1)}$) και με την βοήθεια της (4.17) υπολογίζεται η ισχύς P_3.
3. Εκτιμώντας κατάλληλο βαθμό απόδοσης της αντλίας, υπολογίζεται από την (4.18) η αποδιδόμενη από κινητήρα ισχύς για το ζεύγος ($Q_{\alpha\nu}$, $H_M^{(1)}$).
4. Με την (4.19) , εκτιμάται η $P_{ov,}$ η οποία στρογγυλοποιείται προς τα πάνω με βάση τους πίνακες των διατιθέμενων από την βιομηχανία μεγεθών κινητήρων. Για κάθε τώρα ονομαστική ισχύ (σε kW) η βιβλιογραφία διαθέτει πίνακες μεταβολής των μεγεθών που αναφέρθηκαν πιο πάνω .
5. Λαμβάνοντας τον λόγο $P_{2/}P_{ov}$ παίρνουμε από τον σχετικό πίνακα μεταβολής το ποσοστό σε σχέση με το ονομαστικό φορτίο ($P_{ov)}$ του κινητήρα, στο οποίο αυτός δουλεύει και κατόπιν παίρνουμε το αντίστοιχο βαθμό απόδοσης $n_{m.}$
6. Υπολογίζουμε το μέγεθος $P_{ov}'=P_2/n_m$ (ελάχιστη απαιτούμενη ονομαστική ισχύς) και το συγκρίνουμε με την επιλεγείσα ονομαστική ισχύ P_{ov}. Αν $P_{ov}'<P_{ov}$ τότε προχωρούμε στο επόμενο βήμα. Αν $P_{ov}'>P_{ov}$ τότε από τους διατιθέμενους πίνακες της βιομηχανίας επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη ονομαστική ισχύ και επαναλαμβάνουμε τα βήματα (4), (5) και (6) μέχρι να προκύψει $P_{ov}'<P_{ov}$.

Γ. 2η περίπτωση : Μια (1) αντλία σε λειτουργία

1. Υπολογίζεται κάνοντας χρήση της (4.16) το μανομετρικό ύψος $H_M^{(2)}$ για την εκτιμώμενη παροχή αντλίας , όταν αυτή δουλεύει μόνη.

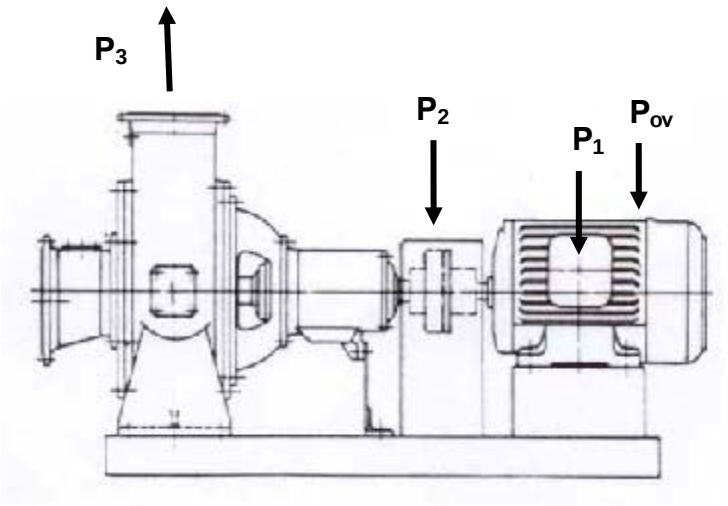
Εδώ προφανώς $Q_{\alpha\nu}$ > 500,00m^3/hr

Το μέγεθος $Q_{\alpha\nu}$ εκτιμάται ως εξής : Συνήθως εξετάζουμε πλήθος αντλιών από την αγορά και με την διαδικασία δοκιμής – σφάλματος επιλέγουμε μια κατάλληλη τιμή $Q_{\alpha\nu}$ (φυσικά > 500,00m^3/hr)

2. Για το σημείο λειτουργίας ($Q_{\alpha\nu}$, $H_M^{(2)}$) και με την βοήθεια της (4.17) υπολογίζεται η ισχύς P_3.
3. Εκτιμώντας κατάλληλο βαθμό απόδοσης της αντλίας, υπολογίζεται από την (4.18) η αποδιδόμενη από κινητήρα ισχύς για το ζεύγος ($Q_{\alpha\nu}$, $H_M^{(2)}$).
4. Ήδη από προηγουμένως έχουμε επιλέξει P_{ov}
5. Λαμβάνοντας τον λόγο P_2/P_{ov} παίρνουμε από τον σχετικό πίνακα μεταβολής το ποσοστό σε σχέση με το ονομαστικό φορτίο (P_{ov}) του κινητήρα, στο οποίο αυτός δουλεύει και κατόπιν παίρνουμε το αντίστοιχο βαθμό απόδοσης n_m.
6. Υπολογίζουμε το μέγεθος $P_{ov}'=P_2/n_m$ και το συγκρίνουμε με την επιλεγείσα ονομαστική ισχύ P_{ov}. Αν $P_{ov}'<P_{ov}$ τότε προχωρούμε στο επόμενο βήμα. Αν $P_{ov}'>P_{ov}$ τότε από τους διατιθέμενους πίνακες της βιομηχανίας επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη ονομαστική ισχύ και επαναλαμβάνουμε τα βήματα (4), (5) και (6) μέχρι να προκύψει $P_{ov}'<P_{ov}$ και ο αλγόριθμος τελειώνει εδώ.

4.4.9.2 Α.Α.Τ.Ε.

Όπως και προηγουμένως και στην περίπτωση των αντλιών του Α.Α.Τ.Ε. διακρίνουμε τέσσερις τύπους ισχύος (βλ. επόμενο σχήμα) .



Οι τύποι (4.17), (4.18), (4.19) και (4.20) ισχύουν και στην παρούσα περίπτωση. Τέλος ο αλγόριθμος υπολογισμού των χαρακτηριστικών μεγεθών των αντλητικών συγκροτημάτων του Α.Α.Τ.Ε. είναι ο ίδιος με αυτόν, που αναπτύχθηκε στις §4.4.9.1 Β και Γ.

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΕΕΥΑ/ΕΕΛ ΛΑΜΙΑΣ

Οι δευτεροβάθμιες εκροές της ΕΕΛ Λαμίας μέσω ανοικτού καναλιού καταλήγουν βαρυτικά στην υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης, η οποία στην παρούσα μελέτη λειτουργεί ως δεξαμενή εξισορρόπησης (Δ.Ε.).

Από την Δ.Ε. και με την βοήθεια τριών (3) υποβρυχίων αντλιών, τα υγρά καταθλίβονται στον θάλαμο υποδοχής (φρεάτιο θραύσης της υδραυλικής ενέργειας) της μονάδας κροκίδωσης.

Από την μονάδα κροκίδωσης τα υγρά οδηγούνται βαρυτικά μέσω υποβρύχιας οπής στο κοινό κανάλι εισόδου (μεριστής παροχής) στην μονάδα διήθησης.

Από το μεριστή παροχής τα υγρά με την βοήθεια αυτόματων υπερχειλιστών λεπτής στέψης τα υγρά μερίζονται στις τέσσερις (4) κλίνες διήθησης. Δίνεται η δυνατότητα απομόνωσης κάθε κλίνης διήθησης με την βοήθεια των αυτόματων μεριστών.

Όσα ακολουθούν αφορούν την θερινή λειτουργία του συγκροτήματος τριτοβάθμιας επεξεργασίας ΕΕΛ Λαμίας.

Μετά την διήθηση τα διηθημένα υγρά οδηγούνται με βαρύτητα στο κοινό κανάλι εξόδου και απ΄ εκεί με την βοήθεια στατικού υπερχειλιστή πλατιάς στέψης βαρυτικά στο ανοικτό κανάλι απολύμανσης.

Από το τελευταίο κανάλι τα υγρά και αφού διέλθουν από την μονάδα απολύμανσης εκρέουν στην δεξαμενή τριτοβάθμιων επεξεργασμένων εκροών.

Δίπλα στην δεξαμενή αυτή τοποθετείται ο ξηρός θάλαμος των αντλητικών συγκροτημάτων απομάκρυνσης τριτοβάθμιων εκροών.

Στον θάλαμο αυτό τοποθετούνται τρία (3) αντλητικά συγκροτήματα ξηρού τύπου (επιφανείας), με τα οποία οι τριτοβάθμιες εκροές καταθλίβονται προς την υφιστάμενη αρδευτική διώρυγα

Κατά την χειμερινή λειτουργία, κατά την οποία δεν υφίσταται ανάγκη αρδεύσεων, τα τριτοβάθμια επεξεργασμένα λύματα οδηγούνται με την βοήθεια του σίφωνα (§4.4.5) στην υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης και οδηγούνται βαρυτικά με την υπάρχουσα διαδικασία στην γερμανική τάφρο.

4.6 ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενες θέσεις η παροχή, με βάση την οποία θα γίνουν οι υδραυλικοί υπολογισμοί για τα διάφορα τμήματα της ΕΕΥΑ/ΕΕΛ Λαμίας είναι η :

$$Q_{\sigma\chi} = 1000,00 m^3 / hr$$

4.7 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΩΝ ΡΟΗΣ

4.7.1 Υδραυλικοί υπολογισμοί Α.Τ.Φ.

4.7.1.1 Παροχή σχεδιασμού – παραδοχές

Στα επόμενα θα υπολογισθούν οι γραμμικές και τοπικές απώλειες για το Α.Τ.Φ και για τα δύο σημεία λειτουργίας του δικτύου ήτοι για δύο (2) αντλίες σε λειτουργία και για μία (1) αντλία σε λειτουργία.

Οι παροχές σχεδιασμού για το Α.Τ.Φ. με βάση όσα έχουν προηγηθεί έχουν ως εξής:

- Περίπτωση παράλληλης λειτουργίας δύο (2) αντλιών: $Q_{\sigma\chi}^{(1)} = 1500,00 m^3 / hr - \alpha\nu\tau\lambda\ \alpha$
- Περίπτωση λειτουργίας μιας (1) αντλίας : Από την εξέταση πλήθους αντλιών προέκυψε πως η κατάλληλη για την υπό μελέτη περίπτωση παροχή αντλίας είναι:

$$Q_{\sigma\chi}^{(2)} = 750,00 m^3 / hr$$

Στους επόμενους δύο (2) ΠΙΝΑΚΕΣ δίνονται οι υπολογισμοί απωλειών όλου του καταθλιπτικού δικτύου για τα προαναφερθέντα δύο (2) σημεία λειτουργίας του δικτύου.

Λόγω του μεγέθους της παροχής επιλέγεται δίδυμος καταθλιπτικός αγωγός.

Σημειώνεται ότι οι γραμμικές απώλειες υπολογίσθηκαν από τη σχέση Darcy με χρήση της προσέγγισης των Colebrook-White. (βλ. σχέσεις (4.11) και (4.12)).

4.7.1.2 Εκτίμηση υδραυλικών απωλειών

Στον επόμενο ΠΙΝΑΚΑ 4.2 δίνονται όλα τα σχετικά στοιχεία και οι υπολογισμοί των απωλειών του συνολικού δικτύου του αντλιοστασίου Α.Τ.Φ. στην περίπτωση δύο (2) αντλιών σε λειτουργία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Α.Τ.Φ.– ΔΥΟ ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝ.	ΣΥΝΤ/ΣΤΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ			ΣΥΝΟΛΟ
			ΑΓΩΓΟΣ 1	ΑΓΩΓΟΣ 2	ΑΓΩΓΟΣ 3	
Παροχή σχεδιασμού	m^3/hr		500,00	1000,00	500,00 (x2)	
Ονομαστική διάμετρος	mm		300	400	450 (x2)	
Εσωτερική διάμετρος	mm		317,9	400	396,6	
Υλικό αγωγού	-		AISI 304	AISI 304	HDPE/10Atm (MRS10)	
Μήκος περίπου	μ.μ.		1,60	3,00	215,00	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Ταχύτητα V	m/sec		1,75	2,21	1,12	
$V^2/2g$	μΣΥ		0,16	0,25	0,06	
Αριθμός Reynolds	-		120000	90000	446000	
Συντελεστής τριβών f	-		0,0167	0,0157	0,0164	
Γραμμικές απώλειες	μΣΥ		0,01	0,03	0,57	0,61
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Είσοδος	Τεμ	1,00	1	0	0	
Γωνίες 90°	Τεμ	0,75	2	0	6	
Δικλείδα (ανοικτή)	Τεμ	0,20	1	0	0	
Βαλβίδα αντεπιστροφής	Τεμ	1,00	1	0	0	
Τεμάχιο εξάρμοσης	Τεμ	0,30	1	0	0	
Ταυ	Τεμ	1,30	1	1	0	
Ομόκεντρη συστολή	Τεμ	0,20	0	0	0	
Άθροισμα συντελεστή ΣΚ			5,30	1,30	4,50	
Τοπικές απώλειες	μΣΥ		0,85	0,33	0,27	1,45
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Σύνολο απωλειών	μΣΥ		0,86	0,36	0,84	2,06

Στον επόμενο ΠΙΝΑΚΑ 4.3 δίνονται όλα τα σχετικά στοιχεία και οι υπολογισμοί των απωλειών του συνολικού δικτύου του αντλιοστασίου Α.Τ.Φ. στην περίπτωση μιας (1) αντλίας σε λειτουργία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Α.Τ.Φ.– ΜΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝ.	ΣΥΝΤ/ΣΤΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ			ΣΥΝΟΛΟ
			ΑΓΩΓΟΣ 1	ΑΓΩΓΟΣ 2	ΑΓΩΓΟΣ 3	
Παροχή σχεδιασμού	m^3/hr		750,00	750,00	750,00 (x1)	
Ονομαστική διάμετρος	mm		300	400	400 (x2)	
Εσωτερική διάμετρος	mm		317,9	400	396,6	
Υλικό αγωγού	-		AISI 304	AISI 304	HDPE/10Atm (MRS10)	
Μήκος περίπου	μ.μ.		1,60	3,00	215,00	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Ταχύτητα V	m/sec		2,62	1,66	0,84	
$V^2/2g$	μΣΥ		0,35	0,14	0,04	
Αριθμός Reynolds	-		834000	663000	334000	
Συντελεστής τριβών f	-		0,0164	0,016	0,0168	
Γραμμικές απώλειες	μΣΥ		0,03	0,02	0,33	0,38
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Είσοδος	Τεμ	1,00	1	0	0	
Γωνίες 90°	Τεμ	0,75	2	0	6	
Δικλείδα (ανοικτή)	Τεμ	0,20	1	0	0	
Βαλβίδα αντεπιστροφής	Τεμ	1,00	1	0	0	
Τεμάχιο εξάρμωσης	Τεμ	0,30	1	0	0	
Ταυ	Τεμ	1,30	1	1	0	
Ομόκεντρη συστολή	Τεμ	0,20	0	0	0	
Άθροισμα συντελεστή ΣΚ			5,30	1,30	4,50	
Τοπικές απώλειες	μΣΥ		1,86	0,18	0,18	2,22
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Σύνολο απωλειών	μΣΥ		1,89	0,20	0,51	2,60

4.7.1.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά υφιστάμενης δεξαμενής χλωρίωσης

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της υφιστάμενης δεξαμενής χλωρίωσης, με βάση τα οποία θα υπολογισθούν τα σημεία λειτουργίας των αντλιών του Α.Τ.Φ. , δίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 4.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4

ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ

Α/Α	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝ	ΤΙΜΗ
1	Στάθμη εδάφους στο Α.Τ.Φ.	μ	+5,32
2	Στάθμη αναρρόφησης στο Α.Τ.Φ.	μ	+5,15
3	Στάθμη πυθμένα υφιστάμενης δεξαμενής Χλωρίωσης	μ	+4,05
4	Στέψη τοιχείων υφιστάμενης δεξαμενής χλωρίωσης	μ	+6,35
5	Στάθμη απόδοσης στην δεξαμενή κροκίδωσης	μ	+6,40
6	Ύψος (γεωμετρικό) ανύψωσης	m	1,25

4.7.2 Ανοικτός αγωγός διάθεσης τριτοβάθμια επεξεργασμένων εκροών στην δεξαμενή επεξεργασμένων εκροών

Ο πυθμένας του τελικού τμήματος του αγωγού διάθεσης είναι η χαμηλότερη βαθμίδα (σκαλοπάτι) της ΕΕΥΑ/ΕΕΛ Λαμίας πριν την είσοδο των τριτοβάθμια επεξεργασμένων υγρών στην δεξαμενή επεξεργασμένων εκροών.

Στο πέρας του τελικού τμήματος τοποθετείται υπερχειλιστής λεπτής στέψης, ο οποίος ρυθμίζει το βάθος ροής στον αγωγό διάθεσης σε τρόπο ώστε :

- Αφενός οι λαμπτήρες Υ.Α. να μην αποκαλύπτονται στον αέρα με αποτέλεσμα την υπερβολική θέρμανση τους, όταν αυτοί λειτουργούν
- Αφετέρου το πάνω μέρος των λαμπτήρων να είναι βυθισμένο κατά 2cm κατ' ελάχιστο.

Η ικανοποίηση των δύο παραπάνω απαιτήσεων οδηγεί στην υιοθέτηση ενός μέσου βάθους υγρών 1,10m.

4.7.3 Υπερχειλιστής κατάντη του Α.Α.Υ.Α.

Ο διάρρους υπεράνω του υπερχειλιστή υπολογίζεται από την σχέση (4.4) , όπου :

- $Q = 0,28 m^3 / \sec$
- $C = 1,84$
- $b = 1,50 m$

Οπότε $h = \left(\frac{0,28}{1,84 \times 1,50} \right)^{2/3} = 0,22 m$

Προκειμένου να επιτευχθεί (για την παροχή των 1000m^3/hr) βάθος ροής 1,10m λίγο κατάντη του Α.Α.Υ.Α. η στέψη του υπερχειλιστή θα πρέπει να ρυθμισθεί σε υψόμετρο κατά 0,22m μικρότερο της στάθμης υγρών λίγο κατάντη του Α.Α.Υ.Α.

Δίνουμε τα βασικά υψόμετρα, στο τελικό τμήμα του αγωγού διάθεσης (κατάντη του Α.Α.Υ.Α.)

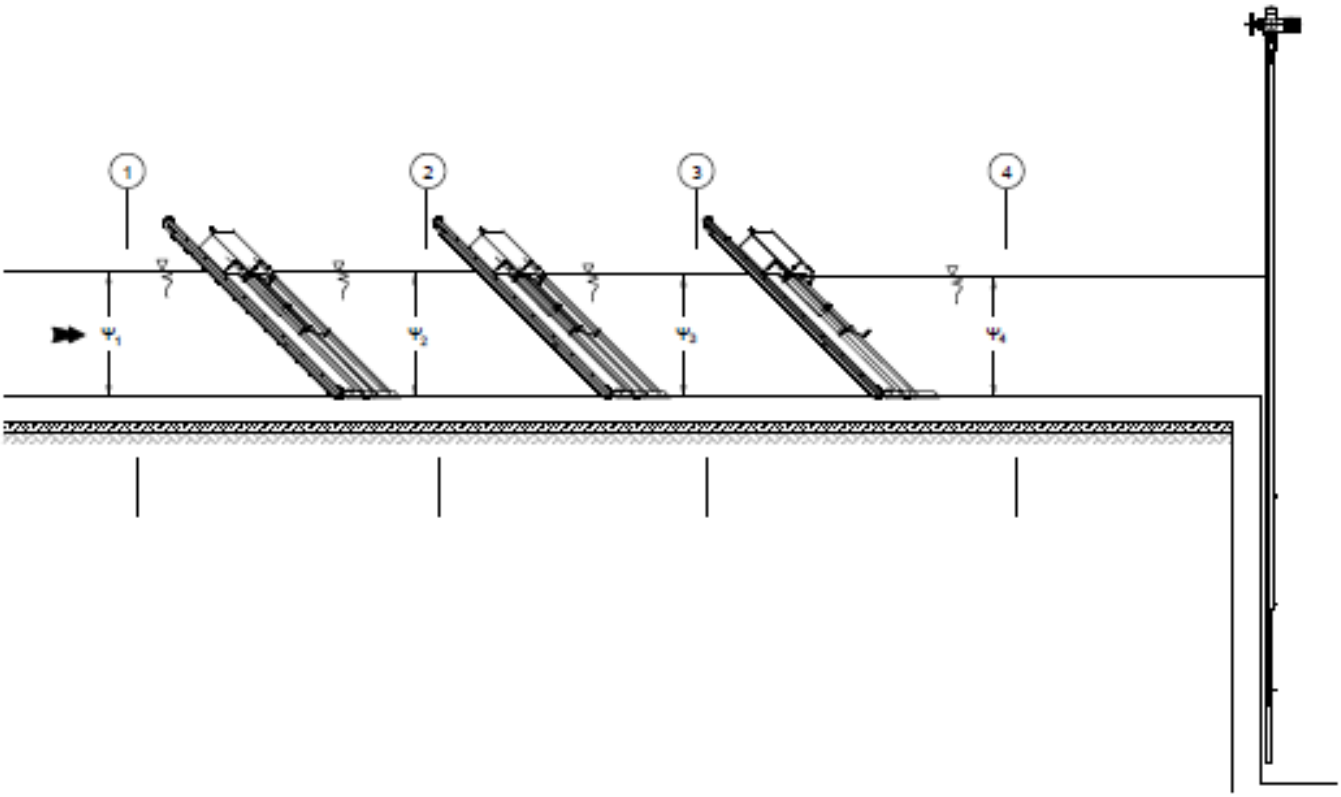
- Υψόμετρο εδάφους στο κατάντη άκρο του αγωγού διάθεσης : + 4,85m
- Υψόμετρο πυθμένα τελικού τμήματος του αγωγού διάθεσης : + 3,25m
- Στέψη τοιχείου τελικού τμήματος αγωγού διάθεσης : + 6,50m
- Βάθος ροής υγρών κατάντη του πέρατος του Α.Α.Υ.Α. : + 1,10m
- Στάθμη υγρών κατάντη του πέρατος του Α.Α.Υ.Α. 1,10 + 3,25 = + 4,35m
- Ρύθμιση στέψης σώματος υπερχειλιστή : +4,35 – 0,22 = + 4,13m

4.7.4 Υδραυλική επίλυση Α.Α.Υ.Α.

Μετά από εξέταση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών πλήθους μοντέλων απολύμανσης UV ανοικτού καναλιού και με βάση τους χημικοτεχνικούς υπολογισμούς του Α.Α.Υ.Α. προέκυψαν τα ακόλουθα :

- Πλάτος καναλιού Α.Α.Υ.Α. λαμπτήρα : b=0,75m
- Ελάχιστο βάθος υγρών : 1,08m
- Κάλυψη υγρού : 2cm (min)
- Ελάχιστο βάθος υγρών κατάντη του Α.Α.Υ.Α. : y_4 =1,10m

Η υδραυλική επίλυση του Α.Α.Υ.Α. έχει βηματικά ως εξής :



ΣΧΗΜΑ 4.6

1. Θεωρούμε τέσσερις (4) κατάλληλες διατομές (1), (2) , (3) και (4) όπου :
   - (1) : Διατομή αμέσως ανάντη της 1ης (ανάντη) συστοιχίας λαμπτήρων
   - (2) : Διατομή αμέσως ανάντη της 2ης (ενδιάμεσης) συστοιχίας λαμπτήρων
   - (3) : Διατομή αμέσως ανάντη της 3ης (τελευταίας προς κατάντη) συστοιχίας λαμπτήρων
   - (4) : Διατομή αμέσως κατάντη της 3ης (τελευταίας προς κατάντη) συστοιχίας λαμπτήρων
2. Κάνουμε χρήση της εξίσωσης ενέργειας (σχέσεις (4.1), (4.2) και (4.6)) στις προαναφερθείσες διατομές.
3. Υπολογίζουμε τα αντίστοιχα βάθη ροής με επαναληπτική διαδικασία (trial and error method)

Εφαρμόζουμε την εξίσωση ενέργειας των διατομών (3) και (4) (σχέσεις (4.1) και (4.2)) :

- $H_3 = H_4 + \Delta H_{\alpha(3-4)}$, όπου

- $\mathrm{H}_4 = z_4 + y_4 + \frac{V_4^2}{2g}$
- $\mathrm{H}_3 = z_3 + y_3 + \frac{V_3^2}{2g}$
- $\Delta\mathrm{H}_{\alpha(3-4)} = \kappa_{3-4}\frac{V_3^2}{2g}$

Οι τιμές των δεδομένων μεγεθών είναι :

- $z_3 = z_4$
- $y_4 = 1{,}10m$
- $V_4 = \frac{1000}{3600 \times 0{,}75 \times 1{,}10} = 0{,}34m/\sec$
- $\frac{V_4^2}{2g} = 0{,}0058\,\mu\Sigma\Upsilon$

Είναι $y_3 + \frac{V_3^2}{2g} = y_4 + \frac{V_4^2}{2g} + \kappa_{3-4}\frac{V_3^2}{2g} \Rightarrow y_3 + \left(1-\kappa_{3-4}\right)\frac{V_3^2}{2g} = 1{,}1058m$

Με επαναληπτική διαδικασία προκύπτει :

- $y_3 = 1{,}12m$, οπότε
- $V_3 = \frac{1000}{3600 \times 0{,}75 \times 1{,}12} \simeq 0{,}33m/\sec$
- $\frac{V_3^2}{2g} = 0{,}0056\,\mu\Sigma\Upsilon$

Επαναλαμβάνοντας την υπολογιστική διαδικασία για τις επόμενες διατομές βρίσκουμε :

- Διατομές (2) και (3)
  - $y_2 = 1{,}14m$
  - $V_2 = 0{,}32m/\sec$
  - $\frac{V_2^2}{2g} = 0.0054\mu\Sigma\Upsilon$
- Διατομές (1) και (2)
  - $y_1 = 1{,}16m$

- $V_1 = 0,32 m/\sec$
- $\frac{V_1^2}{2g} = 0,0052 \mu\Sigma Y$

Θεωρώντας αναλλοίωτο το βάθος υγρών λίγο ανάντη του Α.Α.Υ.Α. εκεί δηλ όπου έχει αποκατασταθεί πλάτος Β=1,50m η ταχύτητα λίγο ανάντη του ΑΑΥΑ προκύπτει :

$$V = \frac{1000}{3600 \times 1,50 \times 1,16} = 0,16 m/\sec$$

Δίνουμε τα βασικά υψόμετρα από το κατάντη πέρας του Α.Α.Υ.Α. μέχρι το ανάντη πέρας του τελικού τμήματος του αγωγού διάθεσης.

- Στάθμη υγρών κατάντη του πέρατος του Α.Α.Υ.Α. : + 4,35m
- Στάθμη υγρών μεταξύ μεσαίας και κατάντη συστοιχίας Α.ΑΥ.Α. : +3,25+1,12 = +4,37m
- Στάθμη υγρών μεταξύ ανάντη και μεσαίας συστοιχίας Α.Α.Υ.Α. : +3,25+1,14 = +4,39m
- Στάθμη υγρών ανάντη του ΑΑΥ.Α. : +3,25 + 1,16 = +4,41m

4.7.5 Υπερχειλιστής εκροής από κοινό κανάλι εξόδου φίλτρων

Η εκτίμηση του διάρρου υπεράνω του υπερχειλιστή (υπερχειλιστής πλατιάς στέψης) υπολογίζεται από την σχέση (4.5) , όπου :

- $Q = 0,28 m^3/\sec$
- $C = 1,71$
- $b = 4,00 m$

Οπότε $h = \left(\frac{0,28}{1,71 \times 4,00}\right)^{2/3} = 0,12 m$

Δίνουμε τα βασικά υψόμετρα στην περιοχή του ανωτέρω υπερχειλιστή .

- Στέψη τοιχείου υπερχειλιστή : + 5,25m
- Στάθμη υγρών κατάντη του υπερχειλιστή : + 4,41m
- Στέψη δαπέδου κατάντη του υπερχειλιστή : + 3,25m
- Στέψη δαπέδου ανάντη του υπερχειλιστή : + 4,45m
- Στάθμη υγρών στον διάρρου του υπερχειλιστή (ανάντη του υπερχειλιστή) : +5,25 + 0,12 = + 5,37m

4.7.6 Υπερχειλιστής εκροής από κανάλι εξόδου έκαστου φίλτρου (4τεμ)

Η εκτίμηση του διάρρου υπεράνω του υπερχειλιστή (υπερχειλιστής πλατιάς στέψης) υπολογίζεται από την σχέση (4.5) , όπου :

- $Q = 0,07 m^3/\sec$
- $C = 1,71$
- $b = 4,00m$

Οπότε $h = \left(\frac{0,07}{1,71 \times 4,00}\right)^{2/3} = 0,05m$

Δίνουμε τα βασικά υψόμετρα στην περιοχή των ανωτέρω υπερχειλιστών .

- Στέψη τοιχείου υπερχειλιστή : + 5,55m (και για τους 4 υπερχειλιστές)
- Στάθμη υγρών κατάντη του υπερχειλιστή : + 5,37m (και για τους 4 υπερχειλιστές)
- Στέψη δαπέδου κατάντη του υπερχειλιστή : + 4,45m
- Στέψη δαπέδου ανάντη του υπερχειλιστή : + 4,45m
- Στάθμη υγρών στον διάρρου του υπερχειλιστή (ανάντη του υπερχειλιστή) : +5,55 + 0,05 = + 5,60m

4.7.7 Υδραυλική επίλυση κλίνης διήθησης

4.7.7.1 Απώλειες καθαρού φίλτρου φίλτρανσης

Στα επόμενα και σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν στην §4.4.6.1 θα υπολογισθούν μόνο οι υδραυλικές απώλειες καθαρού φίλτρου (σχέση (4.15)), αφού δεν έχει πρακτική σημασία ή χρονική εξέλιξη των υδραυλικών απωλειών εντός της διυλιστικής κλίνης (απαιτούνται πειραματικά δεδομένα) όσο η οριοθέτηση των σταθμών λειτουργίας της διυλιστικής κλίνης, που συνήθως δίνονται από οίκους σχεδιασμού και κατασκευής παρόμοιων μονάδων διύλισης.

Για την εφαρμογή της (4.15) απαιτείται η γνώση των παραμέτρων της §4.4.6.2. Για τις τιμές, που αναφέρονται εκεί προκύπτει :

$$H_o = 5 \times 1,003 \times 10^{-6} \times 6^2 \times \frac{(1-0,45)^2}{(0,45)^3} \times \frac{0,40}{(0,6 \times 10^{-3})^2} \times \frac{1,22 \times 10^{-3}}{9,81} = 0,08 \mu\Sigma\Upsilon$$

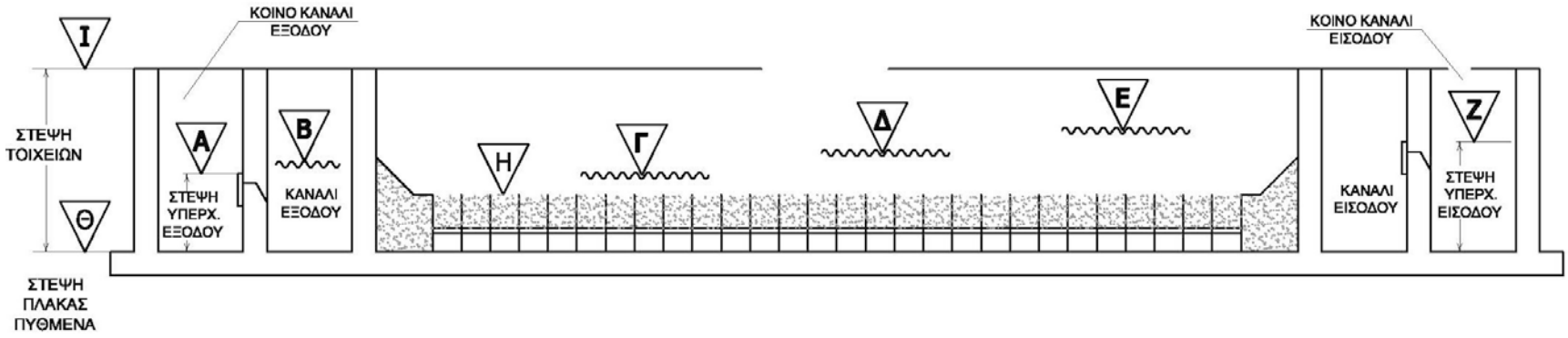
- Απώλειες ροής διαμέσου της πορώδους πλάκας πυθμένα $H_{πορ}$ = 0,05 m

- Συνολικές απώλειες καθαρού φίλτρου συμπεριλαμβανομένων των πλακών ψευδοπυθμένα : H_o = 0,08 + 0,05 = 0,13m

Δίνουμε τα βασικά υψόμετρα στην δεξαμενή διήθησης :

- Στάθμη καθαρού νερού στην δεξαμενή διήθησης :
  (Στάθμη υγρών στο κανάλι εξόδου) +
  (συνολικές απώλειες καθαρού φίλτρου) = +5,60m+0,13m= + 5,73m
- Στέψη ανωτέρου στρώματος άμμου: +4,45 + 0,60 = + 5,05m

Με βάση τα ανωτέρω, και για την παροχή σχεδιασμού, αλλά και τις οδηγίες του οίκου κατασκευής των φίλτρων το υδραυλικό προφίλ του φίλτρου διαμορφώνεται όπως την επόμενη σελίδα.



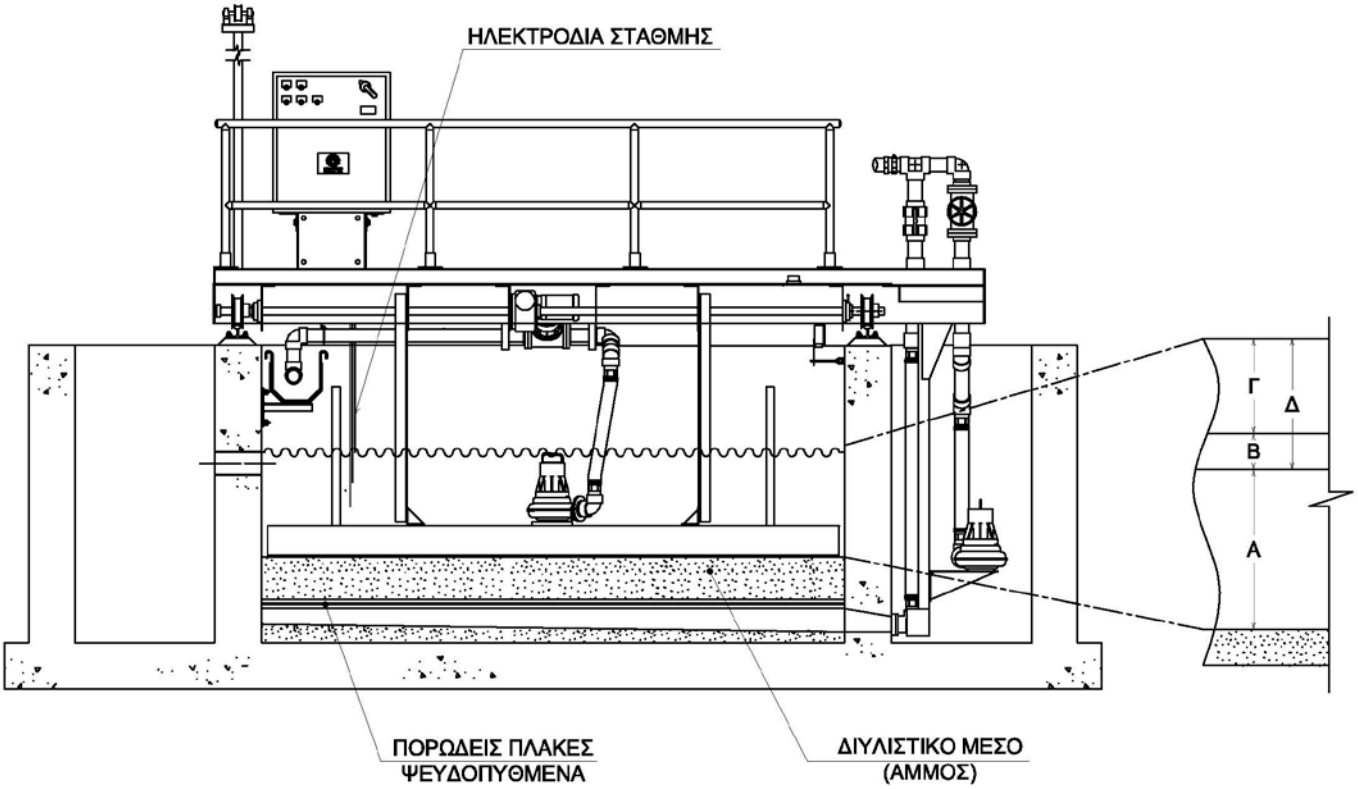
ΣΤΑΘΜΗ	ΤΙΜΗ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Α	+5,55	ΣΤΕΨΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΕΞΟΔΟΥ
Β	+5,60	ΣΤΑΘΜΗ ΥΓΡΩΝ ΑΝΑΝΤΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΕΞΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
Γ	+5,73	ΣΤΑΘΜΗ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΔΙΥΛΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (Β +ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ “ΚΑΘΑΡΟΥ” ΔΙΥΛΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ ΚΑΙ ΠΛΑΚΩΝ ΨΕΥΔΟΠΥΘΜΕΝΑ)
Δ	+5,85	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Ο ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ. Δ=Α+300mm)
Ε	+6,33	ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ (ΣΤΑΘΜΗ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ. Ε=Γ+600mm)
Ζ	+5,95	ΣΤΕΨΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΕΙΣΟΔΟΥ
Η	+5,05	ΣΤΑΘΜΗ ΤΗΣ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΔΙΥΛΙΣΗΣ
Ι	+6,50	ΣΤΕΨΗ ΤΟΙΧΕΙΩΝ
Θ	+4,45	ΣΤΕΨΗ ΠΛΑΚΑΣ ΠΥΘΜΕΝΑ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

ΣΤΕΨΕΙΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΩΝ (m)	**ΒΑΘΟΣ ΚΛΙΝΗΣ ΑΜΜΟΥ (mm)**		
	280mm	400mm	600mm
Α	1,00m	1,10m	1,30m
Ζ	1,40m	1,50m	1,70m

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΥΛΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΙΝΗΣ (m x m)	15,25x3,80
ΕΝΕΡΓΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΙΥΛΙΣΗΣ (m^2)	56,84
ΜΕΣΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (m^3/hr)	1000,00

ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΟ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Α	**1.10**	**ΣΤΑΤΙΚΟ ΥΨΟΣ :** Προσδιορίζει το βάθος νερού υπεράνω της ανώτερης επιφάνειας του μέσου διύλισης. Αντιστοιχεί σε συνθήκες ηρεμίας (μηδενικής παροχής). Ρυθμίζεται από τον υπερχειλιστή στο κανάλι εξόδου. Χρησιμεύει στην πρόληψη έκθεσης της κλίνης άμμου στον αέρα και στην συνεπακόλουθη είσοδο αέρα στο σώμα της κλίνης (με αποτέλεσμα την δημιουργία προβλημάτων στην λειτουργία των αντλιών έκπλυσης).
Β	**0.13**	**ΥΨΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΘΑΡΟΥ ΝΕΡΟΥ :**Υδραυλικές απώλειες καθαρού νερού (αντιστοιχεί στην έναρξη διύλισης) διαμέσου της κλίνης για 40cm ύψος κλίνης
Γ	**0.12**	**ΥΨΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:** Αντιστοιχεί στο εύρος των διαφόρων τιμών του ύψους υδραυλικών απωλειών , μέσα στο οποίο το φίλτρο επιτρέπεται να λειτούργει (Ελάχιστο: ύψος υδραυλικών απωλειών καθαρού νερού. Μέγιστο : Οριακό ύψος πριν την έναρξη της φάσης έκπλυσης
Δ	**0.25**	**ΟΡΙΑΚΟ ΥΨΟΣ :** Μέγιστο ύψος υδραυλικών απωλειών πριν την έναρξη της φάσης έκπλυσης



Παρατηρούμε πως η κλίνη άμμου δεν εκτίθεται σε καμία περίπτωση στον αέρα.

4.7.7.2 Έλεγχος υπερχείλισης ανάγκης

Γίνεται υδραυλικός έλεγχος υπερχείλισης της κλίνης στην περίπτωση βλάβης και διακοπής της διαδικασίας διήθησης χωρίς, ταυτόχρονα, να έχει διακοπεί η εισροή στο φίλτρο.

Η εκτίμηση του διάρρου υπεράνω του υπερχειλιστή (υπερχειλιστής πλατιάς στέψης) υπολογίζεται από την σχέση (4.5) , όπου :

- $Q = 0,07 m^3/\sec$
- $C = 1,71$
- $b = 2,80 m$

Οπότε $h = \left(\frac{0,07}{1,71 \times 2,80}\right)^{2/3} = 0,06 m$

Δίνουμε τα βασικά υψόμετρα στην περιοχή των ανωτέρω υπερχειλιστών ανάγκης.

- Στέψη τοιχείου υπερχειλιστή ανάγκης : + 6,25m (και για τους 4 υπερχειλιστές)
- Στάθμη υγρών στην κλίνη διήθησης σε περίπτωση

  έκτακτης ανάγκης +6,25 + 0,06 = + 6,31m (<+6,50m)

4.7.8 Υπερχειλιστής εισροής από κοινό κανάλι εισόδου (4τεμ)

Η εκτίμηση του διάρρου υπεράνω του υπερχειλιστή (υπερχειλιστής πλατιάς στέψης) υπολογίζεται από την σχέση (4.5) , όπου :

- $Q = 0,07 m^3/\sec$
- $C = 1,71$
- $b = 4,00 m$

Οπότε $h = \left(\frac{0,07}{1,71 \times 4,00}\right)^{2/3} = 0,05 m$

Δίνουμε τα βασικά υψόμετρα στην περιοχή των ανωτέρω υπερχειλιστών .

- Στέψη τοιχείου υπερχειλιστή : + 5,90m (και για τους 4 υπερχειλιστές)
- Στάθμη υγρών κατάντη του υπερχειλιστή

  max : +5,85 (στάθμη ενεργοποίησης μηχανισμού έκπλυσης)

  min : +5,55 (στάθμη σε συνθήκες μηδενικής παροχής)

- Στέψη δαπέδου κατάντη του υπερχειλιστή : + 4,45m
- Στέψη δαπέδου ανάντη του υπερχειλιστή : + 4,45m
- Στάθμη υγρών στον διάρρου του υπερχειλιστή

  (ανάντη του υπερχειλιστή) : +5,90 + 0,05 = + 5,95m

4.7.9 Κοινό κανάλι εισόδου στα τέσσερα (4) φίλτρα

Τα βασικά υψόμετρα στο κοινό κανάλι εισόδου στα 4 φίλτρα προκύπτουν από τα προηγούμενα και είναι τα ακόλουθα :

- Στέψη δαπέδου καναλιού : + 4,45m
- Στέψη περιμετρικών τοιχείων : + 6,50m
- Στάθμη υγρών στο κανάλι : + 5,95m
- Στάθμη εδάφους : + 5,31m

4.7.10 Φρεάτιο τροφοδοσίας συγκροτήματος διήθησης

Η εκτίμηση των υδραυλικών απωλειών διαμέσου της υποβρύχιας οπής διέλευσης των υγρών δίνεται από την σχέση (4.3), όπου :

- $Q = 0,28 m^3/\sec$
- $C_D = 0,62$
- $A = 1,00 \times 1,00 = 1,00 m^2$

Οπότε $h = \left(\frac{Q}{C_D \cdot A}\right)^2 / \left(2 \times g\right) = \left(\frac{0,28}{0,62 \times 1,00}\right)^2 / \left(2 \times 9,81\right) = 0,01 \mu\Sigma\Upsilon$

Τα βασικά υψόμετρα στο φρεάτιο τροφοδοσίας συγκροτήματος διήθησης είναι:

- Στάθμη υγρών στο φρεάτιο : 5,95 + 0,01 = + 5,96m
- Στέψη δαπέδου φρεατίου : + 2,30m
- Στέψη περιμετρικών τοιχείων φρεατίου : + 6,50m

4.7.11 Υδραυλικοί υπολογισμοί αντλητικού συγκροτήματος απομάκρυνσης τριτοβάθμιων εκροών (Α.Α.Τ.Ε.)

4.7.11.1 Εισαγωγή – παροχές

Η παροχή σχεδιασμού για το Α.Α.Τ.Ε. είναι $Q_{\sigma\chi}$ = 1000,00m^3/hr

Στα επόμενα θα υπολογισθούν οι γραμμικές και τοπικές απώλειες για το Α.Α.Τ.Ε για την περίπτωση παροχέτευσης στην υφιστάμενη αρδευτική τάφρο. Ο έλεγχος θα γίνει για τα δύο σημεία λειτουργίας του δικτύου ήτοι για δύο (2) αντλίες σε λειτουργία και για μία (1) αντλία σε λειτουργία.

Οι παροχές σχεδιασμού για το Α.Α.Τ.Ε. με βάση όσα έχουν προηγηθεί έχουν ως εξής:

- Περίπτωση παράλληλης λειτουργίας δύο (2) αντλιών: $Q_{\sigma\chi}^{(1)} = 500,00 m^3/hr - \alpha\nu\tau\lambda\ \alpha$
- Περίπτωση λειτουργίας μιας (1) αντλίας : Από την εξέταση πλήθους αντλιών προέκυψε πως η κατάλληλη για την υπό μελέτη περίπτωση παροχή αντλίας είναι: $Q_{\sigma\chi}^{(2)} = 600,00 m^3/hr$

Στους επόμενους δύο (2) ΠΙΝΑΚΕΣ δίνονται οι υπολογισμοί απωλειών όλου του καταθλιπτικού δικτύου για τα προαναφερθέντα δύο (2) σημεία λειτουργίας.

Λόγω του μεγέθους της παροχής επιλέγεται δίδυμος καταθλιπτικός αγωγός.

4.7.11.2 Εκτίμηση υδραυλικών απωλειών

Στον επόμενο ΠΙΝΑΚΑ 4.5 δίνονται όλα τα σχετικά στοιχεία και οι υπολογισμοί των απωλειών του συνολικού δικτύου του αντλιοστασίου Α.ΑΤ.Ε. στην περίπτωση ταυτόχρονης λειτουργίας δύο (2) αντλιών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Α.Α.Τ.Ε.– ΔΥΟ ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝ.	ΣΥΝΤ/ΣΤΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ			ΣΥΝΟΛΟ
			ΑΓΩΓΟΣ 1	ΑΓΩΓΟΣ 2	ΑΓΩΓΟΣ 3	
Παροχή σχεδιασμού	m^3/hr		1000,00	1000,00	500,00 (x2)	
Ονομαστική διάμετρος	mm		400	400	450 (x2)	
Εσωτερική διάμετρος	mm		400	400	396,6	
Υλικό αγωγού	-		AISI 304	AISI 304	HDPE/10Atm (MRS10)	
Μήκος περίπου	μ.μ.		5,30	3,20	20,00	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Ταχύτητα V	m/sec		2,21	2,21	1,12	
$V^2/2g$	μΣΥ		0,25	0,25	0,06	
Αριθμός Reynolds	-		90000	90000	446000	
Συντελεστής τριβών f	-		0,157	0,157	0,0164	
Γραμμικές απώλειες	μΣΥ		0,05	0,03	0,05	0,13
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Είσοδος	Τεμ	1,00	1			
Γωνίες 90°	Τεμ	0,75	1		5	
Δικλείδα (ανοικτή)	Τεμ	0,20	1	1		
Βαλβίδα αντεπιστροφής	Τεμ	1,00		1		
Τεμάχιο εξάρμωσης	Τεμ	0,30		1		
Ταυ	Τεμ	1,30	3	2	2	
Ομόκεντρη συστολή	Τεμ					
Άθροισμα συντελεστή ΣΚ			5,85	4,10	6,35	
Τοπικές απώλειες	μΣΥ		1,46	1,03	0,38	2,87
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Σύνολο απωλειών	μΣΥ		1,51	1,06	0,43	3,00

Στον επόμενο ΠΙΝΑΚΑ 4.6 δίνονται όλα τα σχετικά στοιχεία και οι υπολογισμοί των απωλειών του συνολικού δικτύου του αντλιοστασίου Α.ΑΤ.Ε. στην περίπτωση λειτουργίας μίας (1) αντλίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Α.Α.Τ.Ε.– ΜΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝ.	ΣΥΝΤ/ΣΤΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ			ΣΥΝΟΛΟ
			ΑΓΩΓΟΣ 1	ΑΓΩΓΟΣ 2	ΑΓΩΓΟΣ 3	
Παροχή σχεδιασμού	m^3/hr		600,00	600,00	600,00 (x1)	
Ονομαστική διάμετρος	mm		400	400	450 (x2)	
Εσωτερική διάμετρος	mm		400	400	396,6	
Υλικό αγωγού	-		AISI 304	AISI 304	HDPE/10Atm (MRS10)	
Μήκος περίπου	μ.μ.		5,30	3,20	20,00	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Ταχύτητα V	m/sec		1,33	1,66	0,84	
$V^2/2g$	μΣΥ		0,09	0,14	0,04	
Αριθμός Reynolds	-		500000	500000	252000	
Συντελεστής τριβών f	-		0,0163	0,0163	0,0173	
Γραμμικές απώλειες	μΣΥ		0,02	0,01	0,02	0,05
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Είσοδος	Τεμ	1,00	1			
Γωνίες 90°	Τεμ	0,75	1		5	
Δικλείδα (ανοικτή)	Τεμ	0,20	1	1		
Βαλβίδα αντεπιστροφής	Τεμ	1,00		1		
Τεμάχιο εξάρμωσης	Τεμ	0,30		1		
Ταυ	Τεμ	1,30	3	2	2	
Ομόκεντρη συστολή	Τεμ					
Άθροισμα συντελεστή ΣΚ			5,85	4,10	6,35	
Τοπικές απώλειες	μΣΥ		0,53	0,37	0,13	1,03
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						
Σύνολο απωλειών	μΣΥ		0,55	0,38	0,15	1,08

4.7.11.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά Α.Α.Τ.Ε.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του Α.Α.Τ.Ε., με βάση τα οποία θα υπολογισθούν τα σημεία λειτουργίας των αντλιών, δίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 4.7.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7

ΒΑΣΙΚΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Α.Α.Τ.Ε.

Α/Α	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝ	ΤΙΜΗ
1	Στάθμη εδάφους στο Α.Α.Τ.Ε.	μ	+4,85
2	Στάθμη αναρρόφησης στον υγρό θάλαμο του Α.Α.Τ.Ε. (δεξαμενή τριτοβάθμιων εκροών)	μ	+0,80
3	Στάθμη πυθμένα δεξαμενής τριτοβάθμιων εκροών	μ	-0,50
4	Στάθμη απόδοσης στην Δ.Ε. (υφιστάμενη δεξαμενή χλωρίωσης)	μ	+5,64
5	Ύψος (γεωμετρικό) ανύψωσης	m	4,84

4.7.12 Υδραυλικοί υπολογισμοί δίδυμου βαρυτικού αγωγού χειμερινής λειτουργίας (σίφωνα)

4.7.12.1 Παροχή σχεδιασμού – παραδοχές

Στα επόμενα θα υπολογισθούν οι γραμμικές και τοπικές απώλειες του σίφωνα (2xΦ630/HDPE/SDR17/10bar) για παροχή σχεδιασμού : $Q_{\sigma\chi} = 500,00 m^3 / hr - \sigma\omega\lambda$

Σημειώνεται ότι οι γραμμικές απώλειες υπολογίσθηκαν από τη σχέση Darcy με χρήση της προσέγγισης των Colebrook-White. (βλ. σχέσεις (4.7) έως (4.12)).

4.7.12.2 Εκτίμηση υδραυλικών απωλειών

Στον επόμενο ΠΙΝΑΚΑ 4.8 δίνονται όλα τα σχετικά στοιχεία και οι υπολογισμοί των απωλειών του σίφωνα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΣΙΦΩΝΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΟΝ.	ΣΥΝΤ/ΣΤΕΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	ΣΥΝΟΛΟ
Παροχή σχεδιασμού	m^3/hr		500,00	
Ονομαστική διάμετρος	mm		630	
Εσωτερική διάμετρος	mm		555,2	
Υλικό αγωγού	-		HDPE/SDR17/10bar	
Μήκος περίπου	μ.μ.		230,00	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				
Ταχύτητα V	m/sec		0,57	
$V^2/2g$	μΣΥ		0,02	
Αριθμός Reynolds	-		300000	
Συντελεστής τριβών f	-		0,0164	
Γραμμικές απώλειες	μΣΥ		0,11	0,11
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				
Είσοδος	Τεμ	0,10	1	
Χειροποίητες γωνίες 90°	Τεμ	0,25	7	
Χειροποίητες γωνίες 45°	Τεμ	0,18	1	
Έξοδος		0,10	1	
Άθροισμα συντελεστή ΣΚ			2,13	
Τοπικές απώλειες	μΣΥ		0,04	0,04
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				
Σύνολο απωλειών	μΣΥ		0,15	0,15

4.7.12.3 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά σίφωνα

Με βάση όσα αναφέρονται στην §4.4.5.1 και τα αποτελέσματα του ΠΙΝΑΚΑ 4.8 τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του σίφωνα είναι τα ακόλουθα :

- Μέγιστη στάθμη υγρών στο τμήμα εξόδου του σίφωνα : +5,00m
- Υψόμετρο άνω άντυγας πέρατος σίφωνα : +4,98m
- Υψόμετρο κάτω άντυγας πέρατος σίφωνα : +4,35m
- Υψόμετρο άνω άντυγας αρχής σίφωνα : +5,18m

- Υψόμετρο κάτω άντυγας αρχής σίφωνα : +4,55m
- Στάθμη λυμάτων στην είσοδο του σίφωνα με βάση τους υπολογισμούς της §4.7.12.2 +5,00 + 0,15 = +5,15m
- Μέγιστη στάθμη λυμάτων στην είσοδο του σίφωνα : +5,50m

(>+5,15m)

4.8 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ Ε.Ε.Λ. ΛΑΜΙΑΣ

Στους ΠΙΝΑΚΕΣ 4.9 (θερινή λειτουργία) και 4.10 (χειμερινή λειτουργία) παρατίθενται οι χαρακτηριστικές τιμές αναφορικά με :

- Τις στάθμες υγρών
- Τις στέψεις υπερχειλιστών
- Τα υψόμετρα πυθμένα
- Τις στέψης τοιχείων
- Τα υψόμετρα εδάφους

όλων των επιμέρους μονάδων των εγκαταστάσεων επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων των ΕΕΛ Λαμίας, όπως αυτές προέκυψαν από την προηγηθείσα Υδραυλική Μελέτη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΙ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ (ΘΕΡΙΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ)

Α/Α	ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	ΣΤΑΘΜΕΣ ΥΓΡΩΝ	ΣΤΕΨΕΙΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΩΝ	ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΠΥΘΜΕΝΑ	ΣΤΕΨΗ ΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ
1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ (ΥΦΙΣΤ.ΔΕΞ.ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ)	+5,15/+6,00	-	+4,05	+6,35	+5,32
2	ΦΡΕΑΤΙΟ ΘΡΑΥΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΘΑΛΑΜΟΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ)	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,00
3	1ος ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,05
4	2ος ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,10
5	3ος ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,20
6	ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,30
7	ΚΟΙΝΟ ΚΑΝΑΛΙ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+5,95	+5,90	+4,45	+6,50	+5,32
8	ΚΑΝΑΛΙ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΛΙΝΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+6,31/+5,55	-	+4,45	+6,50	-
9	ΚΛΙΝΗ (ΜΟΝΑΔΑ) ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+6,31/+5,55	-	+4,45	+6,50	-
10	ΚΑΝΑΛΙ ΕΞΟΔΟΥ ΚΛΙΝΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+5,60	+5,55	+4,45	+6,50	-
11	ΚΟΙΝΟ ΚΑΝΑΛΙ ΕΞΟΔΟΥ ΚΛΙΝΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+5,37	+5,25	+4,45	+6,50	-
12	ΚΑΝΑΛΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ – ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ Α.Α.Υ.Α. ΠΕΡΙΟΧΗ Α	+4,41	-	+3,25	+6,50	+4,85
13	ΚΑΝΑΛΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ – ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ Α.Α.Υ.Α. ΠΕΡΙΟΧΗ Β	+4,39	-	+3,25	+6,50	+4,85
14	ΚΑΝΑΛΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ – ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ Α.Α.Υ.Α. ΠΕΡΙΟΧΗ Γ	+4,37	-	+3,25	+6,50	+4,85
15	ΚΑΝΑΛΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ – ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑΣ Α.Α.Υ.Α. ΠΕΡΙΟΧΗ Δ	+4,35	+4,13	+3,25	+6,50	+4,85
16	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΕΚΡΟΩΝ	+2,75/+0,80	-	-0,50	+6,50	+4,80
17	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΗ ΤΑΦΡΟΣ	+5,13	-	+4,20	+5,45	+4,80

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΙ ΥΨΟΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΩΝ (ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ)

Α/Α	ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	ΣΤΑΘΜΕΣ ΥΓΡΩΝ	ΣΤΕΨΕΙΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΩΝ	ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΠΥΘΜΕΝΑ	ΣΤΕΨΗ ΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ
1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ (ΥΦΙΣΤ.ΔΕΞ.ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ)	+5,15/+6,00	-	+4,05	+6,35	+5,32
2	ΦΡΕΑΤΙΟ ΘΡΑΥΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΘΑΛΑΜΟΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ)	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,00
3	1ος ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,05
4	2ος ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,10
5	3ος ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΡΟΚΙΔΩΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,20
6	ΦΡΕΑΤΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+5,96	-	+2,30	+6,50	+5,30
7	ΚΟΙΝΟ ΚΑΝΑΛΙ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+5,95	+5,90	+4,45	+6,50	+5,32
8	ΚΑΝΑΛΙ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΛΙΝΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+6,31/+5,55	-	+4,45	+6,50	-
9	ΚΛΙΝΗ (ΜΟΝΑΔΑ) ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+6,31/+5,55	-	+4,45	+6,50	-
10	ΚΑΝΑΛΙ ΕΞΟΔΟΥ ΚΛΙΝΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	+5,60	+5,55	+4,45	+6,50	-
11	ΚΟΙΝΟ ΚΑΝΑΛΙ ΕΞΟΔΟΥ ΚΛΙΝΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΠΡΟΣ ΣΙΦΩΝΑ	+5,15/+5,50	-	+4,45	+6,50	-
12	ΣΙΦΩΝΑΣ	+5,15/+5,00	-	+4,45/+4,35	-	-
13	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗΣ (ΥΦΙΣΤ.ΔΕΞ.ΧΛΩΡΙΩΣΗΣ)	+5,15/+5,50	-	+4,05	+6,35	+5,32

ΧΑΛΚΙΔΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2014

ΟΙ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΕΣ

Ο ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΤΟΥ ΑΝΑΔΟΧΟΥ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Δ. ΓΟΥΝΑΡΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Δ.Η.Θ.
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 68049
ΒΥΡΩΝΟΣ 22 ΧΑΛΚΙΔΑ Τ.Κ. 34100
ΤΗΛ. 22210 75543 ΚΙΝ. 694 5554261
Α.Φ.Μ. 046607362 Δ.Ο.Υ. ΧΑΛΚΙΔΑΣ

Ν.ΓΟΥΝΑΡΗΣ Σ.ΑΛΕΞΙΟΥ Γ.ΣΑΚΕΛΛΑΡΑΚΗΣ