

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Η/Μ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	2
1.1	Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών	2
2.	Αντλιοστάσιο Λυμάτων ΦΑ1 – Φ30	6
3.	Αντλιοστάσιο Λυμάτων ΦΑ-2 προς Φ36	8
4.	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟΥ (ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ)	11

1. Η/Μ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1.1 Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

- Υπολογισμός απαιτούμενης χωρητικότητας υγρών θαλάμων (φρεατίων)

Καθορίζεται η παροχή 40ετίας από την υδραυλική μελέτη σε l/min και ο μέγιστος αριθμός ζεύξεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα

Ο όγκος του υγρού θαλάμου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = 0,015 \times \frac{q_d}{i} \quad \text{όπου :}$$

V : ο απαιτούμενος «βρεχόμενος» όγκος του υγρού θαλάμου σε m³

q_d : η παροχή αιχμής 40ετίας σε l/min

i : ο αριθμός εκκινήσεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα (πρέπει να είναι μικρότερος από τον επιτρεπόμενο αριθμό εκκινήσεων που δίνουν οι οίκοι κατασκευής)

- Καταθλιπτικοί αγωγοί - Υπολογισμός διατομών και απωλειών

Η επιλογή των διατομών και των απωλειών πίεσης στους καταθλιπτικούς αγωγούς, γίνεται με βάση τις παρακάτω παραδοχές και κανόνες υπολογισμού :

α. Οι απαιτούμενες παροχές των αντλητικών συγκροτημάτων και καταθλιπτικών αγωγών έχουν καθοριστεί από την υδραυλική μελέτη (με βάση την παροχή 40ετίας για επάρκεια και 20ετίας για τους υδραυλικούς υπολογισμούς του Η/Μ εξοπλισμού του Α/Σ λυμάτων)

β. Η ταχύτητα ροής του νερού μέσα στον Κ.Α είναι $0,7 \leq v \leq 1,8$ m/s

γ. Οι σχέσεις στις οποίες βασίζονται οι υπολογισμοί είναι :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} v \quad (\text{εξίσωση συνέχειας})$$

$$J = \frac{\Delta H_1}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (\text{εξίσωση Darcy})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook})$$

$$\text{Re} = \frac{v D}{\nu} \quad (\text{αριθμός Reynolds})$$

$$\Delta H_1 = J \cdot L \quad (\text{απώλειες τριβών στον Κ.Α})$$

όπου :

Q : παροχή σε m³/s

D : εσωτερική διάμετρος σε m

υ : μέση ταχύτητα σε m/s

J : απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m

ΔH₁: γραμμικές απώλειες τριβών στον Κ.Α. σε m

L : μήκος αγωγού σε m

λ : συντελεστής τριβής

k : απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm

Re : αριθμός Reynolds

ν : ιξώδες νερού σε m²/s

δ. Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, δικλείδες, βαλβίδες αντεπιστροφής, συστολές κλπ) του δικτύου υπολογίζονται από τη σχέση :

$$J = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

όπου

ζ : η αντίσταση του αντίστοιχου εξαρτήματος

- Καταθλιπτικοί αγωγοί - Αντλητικά συγκροτήματα

Για τον υπολογισμό των διαστάσεων των καταθλιπτικών αγωγών και των αντλητικών συγκροτημάτων, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω στοιχεία :

- Δεδομένα :

- Απαιτούμενη παροχή αντλίας 20ετίας (από την υδραυλική μελέτη) για υπολογισμό του Η/Μ εξοπλισμού και έλεγχο επάρκειας για παροχή 40ετίας)
- Απόλυτη Στάθμη άντλησης : Η (μ)
- Στάθμη εξόδου Κ.Α ή η υψηλότερη στάθμη του Κ.Α.: Η_Δ (μ)
- Μήκος Κ.Α : L (m)
- Επιλέγεται Κ.Α. από ανοξείδωτους χαλυβδοσωλήνες (St AISI 304) για τον υγρό θάλαμο και τον θάλαμο δικλείδων και από σωλήνες πολυαιθυλενίου (HDPE) για το εξωτερικό δίκτυο με ονομαστική διάμετρο DN και προσδιορίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:
 - Ονομαστική Πίεση λειτουργίας (ATM)
 - Πάχος τοιχώματος (mm)
 - Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα (mm)

- Υπολογισμός Παροχής Αντλίας

Το αντλητικό συγκρότημα θα υπολογισθεί με βάση την παροχή 20ετίας που προέκυψε από την υδραυλική μελέτη

- Υπολογισμός Μανομετρικού Αντλίας

Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας υπολογίζεται από τη σχέση :

$$H = H_{\text{GEO}} + H_r + H_\xi + P_{\text{εξ}} \text{ όπου :}$$

H = Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας σε Μ.Υ.Σ.

H_{GEO} = η γεωδαιτική διαφορά στάθμης μεταξύ στάθμης αναρρόφησης και εκροής του Κ.Α.

H_r = οι γραμμικές απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών στις σωληνώσεις, σε Μ.Υ.Σ.

H_ξ = οι απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών των εξαρτημάτων, σε Μ.Υ.Σ.

Κατόπιν επιλέγεται το μανομετρικό ύψος της αντλίας $H_\alpha \geq H$

- Υπολογισμός Ισχύος Κινητήρα Αντλίας

Η απορροφούμενη ισχύς από τον κινητήρα της αντλίας με τα χαρακτηριστικά παροχής -μανομετρικού που υπολογίσθηκαν παραπάνω είναι

$$N = \frac{Q \times H}{102 \times n_p \times n_k} \text{ όπου}$$

N : η απορροφούμενη ισχύς της αντλίας σε KW

Q : η παροχή της αντλίας σε l/s

H : το Μανομετρικό ύψος της αντλίας σε Μ.Υ.Σ.

n_p : ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης της αντλίας

n_k : ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα

- Έλεγχος υδραυλικού πλήγματος

Η ταχύτητα μετάδοσης του πιεστικού κύματος υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\omega = \sqrt{\frac{9,81}{\gamma \times \left(\frac{1}{E_\lambda} + \frac{1}{E_c} \times \frac{D}{S} \right)}}$$

όπου :

γ	το ειδικό βάρος του νερού ($\gamma = 1,0 \text{ To/m}^3$)
E_λ	το μέτρο ελαστικότητας του νερού ($\sim 2,1 \times 10^5 \text{ To/m}^2$)
E_c	το μέτρο ελαστικότητας σωλήνων (PVC $\sim 300.000 \text{ To /m}^2$ PE $\sim 80.000 \text{ To /m}^2$)
D	η διάμετρος του σωλήνα σε m
S	το πάχος του σωλήνα σε m

Ο χρόνος ανάκλασης του κύματος είναι : $T = \frac{2 \times L}{\omega}$

όπου L είναι το μήκος του σωλήνα κατάθλιψης σε m .

Στην περίπτωση που ο χρόνος διακοπής της λειτουργίας της αντλίας ή εν γένει ο χρόνος της διαταραχής που δημιουργεί την μεταβολή της ταχύτητας είναι μικρότερος ή ίσος του T, τότε έχουμε την μέγιστη υπερπίεση που είναι :

$$H_{w(\max)} = \frac{\omega \times \nu}{g} \quad (1) \quad \text{όπου :}$$

$H_{w(\max)}$ η μέγιστη αύξηση πίεσης σε m στήλης νερού .

ω η ταχύτητα μετάδοσης του πιεστικού κύματος σε m/sec

ν η ταχύτητα ροής του νερού στον σωλήνα κατάθλιψης σε m/sec

g η βαρύτητα σε m/sec²

Στην περίπτωση αυτή η μέγιστη εμφανιζόμενη πίεση είναι :

$$H_{\max} = H + \frac{\omega \times \nu}{g}$$

όπου H είναι η πίεση του δικτύου (μανομετρικό ύψος αντλίας σε m)

Στην περίπτωση που ο χρόνος διακοπής της λειτουργίας της αντλίας ή εν γένει ο χρόνος της διαταραχής που δημιουργεί τη μεταβολή της ταχύτητας είναι μεγαλύτερος του T, τότε έχουμε την μέγιστη υπερπίεση που είναι :

$$H_{w(\max)} = \frac{2L}{g} \times \frac{\Delta \nu}{T} \quad (2) \quad \text{όπου :}$$

$H_{w(\max)}$ η μέγιστη αύξηση πίεσης σε m στήλης νερού .

L Το μήκος του καταθλιπτικού αγωγού σε m.

$\Delta \nu$ η μεταβολή της ταχύτητας ροής του νερού στον σωλήνα κατάθλιψης σε m/sec

($\nu - \nu_T$) όπου ν_T η ταχύτητα του νερού στο χρόνο T ανάκλασης του κύματος και ν η αρχική ταχύτητα του νερού στο σωλήνα, (υποθέτοντας γραμμική μεταβολή της ταχύτητας)

g η βαρύτητα σε m/sec²

T ο χρόνος ανάκλασης του κύματος σε sec

Με βάση τα παραπάνω γίνεται ο υπολογισμός εκάστου αντλιοστασίου με την εύρεση του συνόλου των απωλειών της κάθε αντλίας και συμπληρώνονται οι αντίστοιχοι πίνακες A1 ~ A3 «Υδραυλικά στοιχεία αντλιοστασίου ...» B1 «Στοιχεία αντλιών» και Γ1 «υπολογισμός του υδραυλικού πλήγματος», που παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ του παρόντος τεύχους.

Στα επόμενα γίνονται οι απαιτούμενοι υπολογισμοί και οι αντίστοιχες επιλογές για κάθε αντλιοστάσιο λυμάτων.

2. Αντλιοστάσιο Λυμάτων ΦΑ1 – Φ30

• Υπολογισμός απαιτούμενης χωρητικότητας υγρού θαλάμου

Καθορίζεται η παροχή 40ετίας από την υδραυλική μελέτη σε l/min και ο μέγιστος αριθμός ζεύξεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα

Ο όγκος του υγρού θαλάμου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = 0,015 \times \frac{q_d}{i} = \text{όπου :}$$

V : ο απαιτούμενος «βρεχόμενος» όγκος του υγρού θαλάμου σε m³

q_d : η παροχή αιχμής 40ετίας = 34,07l/s = 2.044,2 l/min

i : ο αριθμός εκκινήσεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα (πρέπει να είναι μικρότερος από τον επιτρεπόμενο αριθμό εκκινήσεων που δίνουν οι οίκοι κατασκευής) Επιλέγω i = 5

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου :

$$V = 0,015 \times 2.044,2 / 5 = 6,13 \text{ m}^3$$

Για την επάρκεια χώρου και τήρηση των απαιτούμενων αποστάσεων σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών των αντλιών, επιλέγεται ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου V = 7,2 m³ με διαστάσεις κάτοψης 4,00x1,80 m και ωφέλιμο βάθος (στάθμη εκκίνησης- στάσης των αντλιών 1,00 m.

• Καταθλιπτικοί αγωγοί - Αντλητικά συγκροτήματα

Για τον υπολογισμό των διαστάσεων των καταθλιπτικών αγωγών και των αντλητικών συγκροτημάτων, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω στοιχεία :

□ Δεδομένα :

- παροχή 20ετίας από την υδραυλική μελέτη Q = 110,08 m³/h
- παροχή 40ετίας από την υδραυλική μελέτη Q = 114 m³/h
- Απόλυτη Στάθμη άντλησης : H = 77,92 (μ)
- Στάθμη εξόδου Κ.Α στο Φ(30): H_Δ = 86,35 (μ)
- Μήκος Κ.Α : L = 233 m

□ Επιλέγεται διπλός Κ.Α. από HDPE, (έκαστος υπολογίζεται για την μισή παροχή της 40ετίας), με ονομαστική διάμετρο DN 150/10ATM (εσ. διαμ. /εξ. Διαμ.=130,8/160 mm – πάχος 14,6 mm) και προσδιορίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Πάχος τοιχώματος 14,6 (mm)
- Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα 0,046 (mm)
- Ταχύτητα ροής (με βάση την παροχή 40ετίας) u = 1,179 m/sec
- Γραμμικές απώλειες σωλήνα (με βάση την παροχή 40ετίας) J = 0,00991 m/m
- Ταχύτητα ροής (με βάση την παροχή 20ετίας) u = 1,158 m/sec
- Γραμμικές απώλειες σωλήνα (με βάση την παροχή 20ετίας) J = 0,0096 m/m

- Υπολογισμός Παροχής Αντλίας

Θα εγκατασταθούν 3 υποβρύχιες αντλίες λυμάτων, (η μια θα καλύπτει την ανάγκη εφεδρείας).

Έκαστο αντλητικό συγκρότημα θα υπολογισθεί για το 50% της παροχής 20ετίας που προέκυψε από την υδραυλική μελέτη δηλ. : $Q = 110,08/2 \text{ m}^3/\text{h} = 56 \text{ m}^3/\text{h}$

- Υπολογισμός Μανομετρικού Αντλίας

Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας υπολογίζεται από τη σχέση :

$$H = H_{\text{GEO}} + H_r + H_\xi + P_{\text{εξ}} \text{ όπου :}$$

H = Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας σε Μ.Υ.Σ.

H_{GEO} = η γεωδαιτική διαφορά στάθμης μεταξύ στάθμης αναρρόφησης και εκροής του Κ.Α.

$$H_{\text{GEO}} = 86,35 - 77,92 = 8,43 \text{ μ}$$

H_r = οι γραμμικές απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών στις σωληνώσεις, σε Μ.Υ.Σ.

$$H_r = 2,29 \text{ μ}$$

H_ξ = οι απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών των εξαρτημάτων, σε Μ.Υ.Σ.

$$H_\xi = 0,24 \text{ μ}$$

Προκύπτει $H = 10,96 \text{ μ}$ (Φύλλο Υπολογισμού Α1 που παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ του παρόντος τεύχους)

Επιλέγεται το μανομετρικό ύψος της αντλίας $H_\alpha = 14 \text{ ΜΥΣ} > H$

- Υπολογισμός Ισχύος Κινητήρα Αντλίας

Η απορροφούμενη ισχύς από τον κινητήρα της αντλίας με τα χαρακτηριστικά παροχής - μανομετρικού που υπολογίσθηκαν παραπάνω είναι:

$$N_{\text{απ}} = \frac{Q \times H}{102 \times n_p \times n_k} \text{ όπου}$$

$N_{\text{απ}}$: η απορροφούμενη ισχύς της αντλίας σε KW

Q : η παροχή της αντλίας $56 \text{ m}^3/\text{h} = 15,56 \text{ l/s}$

H : το Μανομετρικό ύψος της αντλίας = 14 Μ.Υ.Σ.

n_p : ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης της αντλίας = $0,55$

n_k : ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα = $0,89$

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει $N_{\text{απ}} = 4,40 \text{ KW}$

(Φύλλο υπολογισμού Β1 που επισυνάπτεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ)

- Έλεγχος υδραυλικού πλήγματος

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν αναλυτικά στην παράγραφο 1.3 έχουμε :

✓ Ταχύτητα ανάκλασης του κύματος $\omega = 289,87 \text{ m/sec}$

✓ Χρόνος ανάκλασης του κύματος $T = 1,61 \text{ s}$

- ✓ Χρόνος διακοπής της λειτουργίας της αντλίας $T_1 > T$
- ✓ Μέγιστη υπερπίεση $H_{w(max)} = 24,31 \text{ ΜΥΣ}$ (τύπος 2)
- ✓ Μέγιστη δυνατή πίεση $H_{max} = 23,07 + 14,00 = 38,31 \text{ ΜΥΣ} \approx 3,83 \text{ ATM}$
- ✓ Η μέγιστη πίεση επί του πλαστικού Κ.Α. εμφανίζεται στη θέση σύνδεσης του με το χαλυβδοσωλήνα της υποβρύχιας αντλίας και είναι $3,83 \text{ ATM} < 10 \text{ ATM}$

Επομένως, ο δίδυμος καταθλιπτικός αγωγός που επιλέχθηκε, (HDPE με εξωτερική διάμετρο DN 160 και ονομαστική πίεση λειτουργίας 10 ATM), ανταποκρίνεται πλήρως σε συνθήκες υδραυλικού πλήγματος (ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ Γ1).

- Υπολογισμός Η/Ζ

Το Η/Ζ θα υπολογισθεί να έχει την απαιτούμενη ισχύ, ώστε να εκκινήσει και να διατηρήσει εν λειτουργία τη δεύτερη αντλία, ενώ ήδη βρίσκεται σε λειτουργία η πρώτη αντλία.

Για την εκκίνηση της αντλίας με απορροφούμενη ισχύ ηλεκτροκινητήρα 4,4 KW, απαιτείται ισχύς ηλεκτρογεννήτριας (με δεδομένη την ύπαρξη ηλεκτρονικού ρυθμιστή στροφών – inverter, με μειωμένη ένταση ρεύματος εκκίνησης) 15,0 KVA, ενώ για τη λειτουργία της σε πλήρες φορτίο απαιτείται ισχύς ηλεκτρογεννήτριας 6,0 KVA. Τα λοιπά φορτία του Α/Σ λυμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς ο αναδευτήρας λυμάτων λειτουργεί για 60 s περίπου πριν την έναρξη λειτουργίας της αντλίας, καθώς και ο ηλεκτροκινητήρας του συστήματος απόσμησης έχει πολύ μικρή απορροφούμενη ισχύ (μικρότερη από 0,5 KW)

Επομένως η ελάχιστη απαιτούμενη ισχύς του Η/Ζ θα είναι : $N_{\text{απαιτ}} = 15 + 6 = 21 \text{ KVA}$

Επιλέγεται ισχύς του Η/Ζ : $N = 25,0 \text{ KVA}$ (σε συνθήκες εφεδρικής λειτουργίας)

3. Αντλιοστάσιο Λυμάτων ΦΑ-2 προς Φ36

- Υπολογισμός απαιτούμενης χωρητικότητας υγρού θαλάμου

Καθορίζεται η παροχή 40ετίας από την υδραυλική μελέτη σε l/min και ο μέγιστος αριθμός ζεύξεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα

Ο όγκος του υγρού θαλάμου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = 0,015 \times \frac{q_d}{i} = \text{όπου :}$$

V : ο απαιτούμενος «βρεχόμενος» όγκος του υγρού θαλάμου σε m^3

q_d : η παροχή αιχμής 40ετίας = $27,57 \text{ l/s} = 1.654,2 \text{ l/min}$

i : ο αριθμός εκκινήσεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα (πρέπει να είναι μικρότερος από τον επιτρεπόμενο αριθμό εκκινήσεων που δίνουν οι οίκοι κατασκευής) Επιλέγω $i = 5$

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου :

$$V = 0,015 \cdot 1.654,2 / 5 = 4,96 \text{ m}^3$$

Για την επάρκεια χώρου και τήρηση των απαιτούμενων αποστάσεων σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών των αντλιών, επιλέγεται ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου $V = 7,2 \text{ m}^3$ με διαστάσεις κάτοψης $4,00 \times 1,80 \text{ m}$ και ωφέλιμο βάθος (στάθμη εκκίνησης- στάσης των αντλιών $1,00 \text{ m}$.

• Καταθλιπτικοί αγωγοί - Αντλητικά συγκροτήματα

Για τον υπολογισμό των διαστάσεων των καταθλιπτικών αγωγών και των αντλητικών συγκροτημάτων, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω στοιχεία :

□ Δεδομένα :

- παροχή 20ετίας από την υδραυλική μελέτη $Q = 89,11 \text{ m}^3/\text{h}$
- παροχή 40ετίας από την υδραυλική μελέτη $Q = 90,26 \text{ m}^3/\text{h}$
- Απόλυτη Στάθμη άντλησης : $H = 71,06 \text{ (}\mu\text{)}$
- Στάθμη εξόδου Κ.Α στο Φ(36): $H_{\Delta} = 88,5 \text{ (}\mu\text{)}$
- Μήκος Κ.Α : $L = 403 \text{ m}$

□ Επιλέγεται διπλός Κ.Α. από HDPE, (έκαστος υπολογίζεται για την μισή παροχή της 40ετίας), με ονομαστική διάμετρο DN 150/10ATM (εσ. διαμ. /εξ. Διαμ.=130,8/160 mm – πάχος 14,6 mm) και προσδιορίζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Πάχος τοιχώματος 14,6 (mm)
- Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα 0,046 (mm)
- Ταχύτητα ροής (με βάση την παροχή 40ετίας) $u = 0,951 \text{ m/sec}$
- Γραμμικές απώλειες σωλήνα (με βάση την παροχή 40ετίας) $J = 0,0067 \text{ m/m}$
- Ταχύτητα ροής (με βάση την παροχή 20ετίας) $u = 0,931 \text{ m/sec}$
- Γραμμικές απώλειες σωλήνα (με βάση την παροχή 20ετίας) $J = 0,00639 \text{ m/m}$

• Υπολογισμός Παροχής Αντλίας

Θα εγκατασταθούν 3 υποβρύχιες αντλίες λυμάτων, (η μια θα καλύπτει την ανάγκη εφεδρείας).

Έκαστο αντλητικό συγκρότημα θα υπολογισθεί για το 50% της παροχής 20ετίας που προέκυψε από την υδραυλική μελέτη δηλ. : $Q = 89,11/2 \text{ m}^3/\text{h} = 45 \text{ m}^3/\text{h}$

• Υπολογισμός Μανομετρικού Αντλίας

Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας υπολογίζεται από τη σχέση :

$$H = H_{\text{GEO}} + H_r + H_{\xi} + P_{\text{εξ}} \text{ όπου :}$$

H = Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας σε Μ.Υ.Σ.

H_{GEO} = η γεωδαιτική διαφορά στάθμης μεταξύ στάθμης αναρρόφησης και εκροής του Κ.Α.

$$H_{\text{GEO}} = 88,5 - 71,06 = 17,44 \mu$$

H_r = οι γραμμικές απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών στις σωληνώσεις, σε Μ.Υ.Σ.

$$H_r = 2,61 \mu$$

H_{ξ} = οι απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών των εξαρτημάτων, σε Μ.Υ.Σ.

$$H_{\xi} = 0,35 \mu$$

Προκύπτει $H = 20,40 \mu$ (Φύλλο Υπολογισμού Α2, που παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ του παρόντος τεύχους)

Επιλέγεται το μανομετρικό ύψος της αντλίας $H_a = 22 \text{ ΜΥΣ} > H$

• Υπολογισμός Ισχύος Κινητήρα Αντλίας

Η απορροφούμενη ισχύς από τον κινητήρα της αντλίας με τα χαρακτηριστικά παροχής - μανομετρικού που υπολογίσθηκαν παραπάνω είναι:

$$N_{ap} = \frac{Q \times H}{102 \times \eta_p \times \eta_k} \quad \text{όπου}$$

N : η απορροφούμενη ισχύς της αντλίας σε KW

Q : η παροχή της αντλίας $45 \text{ m}^3/\text{h} = 12,50 \text{ l/s}$

H : το Μανομετρικό ύψος της αντλίας = 22 Μ.Υ.Σ.

η_p : ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης της αντλίας = 0,45

η_k : ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα = 0,88

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει $N_{ap} = 7,12 \text{ KW}$

(Φύλλο υπολογισμού Β1 που επισυνάπτεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ)

• Έλεγχος υδραυλικού πλήγματος

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν αναλυτικά στην παράγραφο 1.3 έχουμε :

- ✓ Ταχύτητα ανάκλασης του κύματος $\omega = 289,87 \text{ m/sec}$
- ✓ Χρόνος ανάκλασης του κύματος $T = 2,78 \text{ s}$
- ✓ Χρόνος διακοπής της λειτουργίας της αντλίας $T_1 > T$
- ✓ Μέγιστη υπερπίεση $H_{w(max)} = 7,15 \text{ ΜΥΣ}$ **(τύπος 2)**
- ✓ Μέγιστη δυνατή πίεση $H_{max} = 7,15 + 22,00 = 29,15 \text{ ΜΥΣ} \approx 2,92 \text{ ATM}$
- ✓ Η μέγιστη πίεση επί του πλαστικού Κ.Α. εμφανίζεται στη θέση σύνδεσης του με το χαλυβδοσωλήνα της υποβρύχιας αντλίας και είναι $2,92 \text{ ATM} < 10 \text{ ATM}$

Επομένως, ο δίδυμος καταθλιπτικός αγωγός που επιλέχθηκε, (HDPE με εξωτερική διάμετρο DN 160 και ονομαστική πίεση λειτουργίας 10 ATM), ανταποκρίνεται πλήρως σε συνθήκες υδραυλικού πλήγματος (ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ Γ1).

• Υπολογισμός Η/Ζ

Το Η/Ζ θα υπολογισθεί να έχει την απαιτούμενη ισχύ, ώστε να εκκινήσει και να διατηρήσει εν λειτουργία τη δεύτερη αντλία, ενώ ήδη βρίσκεται σε λειτουργία η πρώτη αντλία.

Για την εκκίνηση της αντλίας με απορροφούμενη ισχύ ηλεκτροκινητήρα 7,0 KW, απαιτείται ισχύς ηλεκτρογεννήτριας (με δεδομένη την ύπαρξη ηλεκτρονικού ρυθμιστή στροφών – inverter, με μειωμένη ένταση ρεύματος εκκίνησης) 22,0 KVA, ενώ για τη λειτουργία της σε πλήρες φορτίο απαιτείται ισχύς ηλεκτρογεννήτριας 9,0 KVA. Τα λοιπά φορτία του Α/Σ λυμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς ο αναδευτήρας λυμάτων λειτουργεί για 60 s περίπου πριν την έναρξη λειτουργίας της αντλίας, καθώς και ο ηλεκτροκινητήρας του συστήματος απόσμησης έχει πολύ μικρή απορροφούμενη ισχύ (μικρότερη από 0,5

KW)

Επομένως η ελάχιστη απαιτούμενη ισχύς του Η/Ζ θα είναι : $N_{\text{απαιτ}} = 22 + 9 = 31 \text{ KVA}$

Επιλέγεται ισχύς του Η/Ζ : $N = 35,0 \text{ KVA}$ (σε συνθήκες εφεδρικής λειτουργίας)

4. ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟΥ (ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ)

- Δεδομένα και παραδοχές από την υδραυλική μελέτη

Στάθμη εδάφους στη θέση του Α/Σ	62,00 μ
Στάθμη αναρρόφησης	60,0 μ
Στάθμη Κ.Α στο φρεάτιο κατάθλιψης (ΦΑ.2)	79,70 μ
Μήκος Κ.Α	580,00 μ
Είδος Κ.Α	HDPE
Παροχή αιχμής (ΠΑΡΑΔΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ)	$Q = 5,00 \text{ m}^3/\text{h}$
Αριθμός Εκκινήσεων αντλίας ανά ώρα	6

- Υπολογισμός απαιτούμενης χωρητικότητας υγρού θαλάμου

Καθορίζεται η παροχή από την υδραυλική μελέτη σε l/min και ο μέγιστος αριθμός ζεύξεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα (επειδή πρόκειται για εγκατάσταση στρατοπέδου και θα εγκατασταθεί προκατασκευασμένος σταθμός ανύψωσης λυμάτων, θεωρήσαμε ως παροχή, αυτή τη μέγιστη 20ετίας)

Ο όγκος του υγρού θαλάμου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$V = 0,015 \times \frac{q_d}{i} = \text{όπου :}$$

V : ο απαιτούμενος «βρεχόμενος» όγκος του υγρού θαλάμου σε m^3

q_d : η παροχή αιχμής = παροχή αντλίας $5 \text{ m}^3/\text{h} = 1,39 \text{ l/s} = 83,33 \text{ l/min}$

i : ο αριθμός εκκινήσεων του αντλητικού συγκροτήματος ανά ώρα (πρέπει να είναι μικρότερος από τον επιτρεπόμενο αριθμό εκκινήσεων που δίνουν οι οίκοι κατασκευής). Επιλέγω $i = 6$

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ο απαιτούμενος ωφέλιμος όγκος υγρού θαλάμου :

$$V_{\text{απ}} = 0,015 \times 83,33 / 6 = 0,21 \text{ m}^3$$

Το αντλιοστάσιο θα είναι πλαστικό κυλινδρικό τυποποιημένης βιομηχανικής κατασκευής και προσυναρμολογημένο με διάμετρο 0,90 m καθαρό βάθος (στάθμη ζεύξης – stop αντλιών = 0,70 m

Επομένως καθαρός όγκος : $V = 3,14 \times 0,90^2 / 4 \times 0,70 = 0,445 \text{ m}^3 > V_{\text{απ}}$

- Καταθλιπτικοί αγωγοί - Αντλητικά συγκροτήματα

Για τον υπολογισμό των διαστάσεων των καταθλιπτικών αγωγών και των αντλητικών συγκροτημάτων, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω στοιχεία :

- Δεδομένα :

- παροχή σχεδιασμού : $Q = 5,00 \text{ m}^3/\text{h}$
- Απόλυτη Στάθμη άντλησης : 60,0 (μ)

- Στάθμη Κ.Α στο φρεάτιο κατάθλιψης 79,7 (μ)
- Μήκος Κ.Α L = 580,00 m
- Επιλέγεται Κ.Α. από HDPE Φ 63 x 5,8 mm 10ATM (Di = 51,4 mm) με τα παρακάτω χαρακτηριστικά (από πίνακες) :
 - Πάχος τοιχώματος 5,8 (mm)
 - Εσωτερική διάμετρος 51,4 mm
 - Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα 0,04 (mm)
 - Ταχύτητα ροής $v = 0,67$ m/sec

- Παροχή Αντλίας

Έκαστο αντλητικό συγκρότημα θα υπολογισθεί με βάση την ελάχιστη παροχή που δίνουν οι οίκοι κατασκευής των υποβρύχιων αντλιών

Ήτοι $Q = 5,00$ m³/h

- Υπολογισμός Μανομετρικού Αντλίας

Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας υπολογίζεται από τη σχέση :

$$H = H_{\text{GEO}} + H_r + H_{\xi} \text{ όπου :}$$

H = Το απαιτούμενο ελάχιστο μανομετρικό ύψος της αντλίας σε Μ.Υ.Σ.

H_{GEO} = η γεωδαιτική διαφορά στάθμης μεταξύ στάθμης αναρρόφησης και εκροής του Κ.Α.

$$H_{\text{GEO}} = 79,70 - 60,20 = 19,50 \text{ μ}$$

H_r = οι γραμμικές απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών στις σωληνώσεις, σε Μ.Υ.Σ.

$$H_r = 6,97 \text{ μ (Φύλλο Υπολογισμού Α1)}$$

H_{ξ} = οι απώλειες ροής του δικτύου λόγω τριβών των εξαρτημάτων, σε Μ.Υ.Σ.

$$H_{\xi} = 0,21 \text{ μ}$$

Προκύπτει $H = 26,78 \text{ μ}$ (Φύλλο Υπολογισμού Α1)

Επιλέγεται, (για λόγους τυποποίησης), το μανομετρικό ύψος της αντλίας

$$H_{\alpha} = 31,00 \text{ ΜΥΣ} > H$$

- Υπολογισμός Ισχύος του Ηλεκτροκινητήρα Αντλίας

Η απορροφούμενη ισχύς από τον κινητήρα της αντλίας με τα χαρακτηριστικά παροχής -μανομετρικού που υπολογίσθηκαν παραπάνω είναι :

$$N_{\text{απ}} = \frac{Q \times H}{102 \times n_p \times n_k} \text{ όπου}$$

N : η απορροφούμενη ισχύς της αντλίας σε KW

Q : η παροχή της αντλίας $5,00 \text{ m}^3/\text{h} = 1,39 \text{ l/s}$

H : το Μανομετρικό ύψος της αντλίας = 31,00 Μ.Υ.Σ.

η_p : ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης της αντλίας = 0,40

η_k : ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα = 0,85

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει $N_{αντ} = 1,25$ KW και ελάχιστη ονομαστική ισχύς κινητήρα αντλίας $N=1,5$ KW.

(Φύλλο υπολογισμού Β1)

- Έλεγχος υδραυλικού πλήγματος

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν αναλυτικά στην παράγραφο 1.3 έχουμε :

- ✓ Ταχύτητα ανάκλασης του κύματος $\omega = 278,53$ m/sec
- ✓ Χρόνος ανάκλασης του κύματος $T = 4,16$ s
- ✓ Χρόνος διακοπής της λειτουργίας της αντλίας $T_1 < T$
- ✓ Μέγιστη υπερπίεση $H_{w(max)} = 19,01$ ΜΥΣ **(τύπος 1)**
- ✓ Μέγιστη δυνατή πίεση $H_{max} = 19,01 + 31,00 = 50,01$ ΜΥΣ $\approx 5,0$ ATM
- ✓ Η μέγιστη πίεση επί του πλαστικού Κ.Α. εμφανίζεται στη θέση σύνδεσης του με το χαλυβδοσωλήνα της υποβρύχιας αντλίας και είναι 5 ATM < 10 ATM

Επομένως, ο καταθλιπτικός αγωγός που επιλέχθηκε, (HDPE με εξωτερική διάμετρο DN 63 και ονομαστική πίεση λειτουργίας 10 ATM), ανταποκρίνεται πλήρως σε συνθήκες υδραυλικού πλήγματος (ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ Γ1).

ΜΥΤΙΛΗΝΗ ΙΟΥΛΙΟΣ 2021
Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ
Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ