

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ (Δ.Ε.Υ.Α.Ο.)

ΕΡΓΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΤΙΚΗ
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΣ ΒΥΣΣΑΣ ΤΟΥ
ΔΗΜΟΥ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ

ΤΕΥΧΟΣ 3.1

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ **ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ** **ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ Α-1**

1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ

1.1 Αντικείμενο εγκαταστάσεων

Στο κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνεται η ανάπτυξη των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του Αντλιοστασίου Α-1 καθώς και σύντομη ανάλυση των χρησιμοποιούμενων στους υπολογισμούς θεωρητικών σχέσεων.

Από τον υπολογισμό του καταθλιπτικού αγωγού έχουμε σωλήνα HDPE τρίτης γεννεάς Φ110 χλστ. – 10 ατμ. Μήκος του αγωγού ίσο με περίπου 360 μ. Θα εγκατασταθούν δύο παράλληλοι αγωγοί οι οποίοι θα εργάζονται εναλλάξ.

1.2 Συνοπτική περιγραφή της διάταξης απαγωγής των ακαθάρτων

Το αντλιοστάσιο αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα. Κάτω από το έδαφος διατάσσονται δύο υγροί θάλαμοι άντλησης. Στο ισόγειο υπάρχει ενιαίος χώρος που τοποθετούνται οι δικλείδες, ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης και το Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος.

Στους υγρούς θαλάμους τοποθετούνται 2 αντλητικά συγκροτήματα (1 λειτουργικό + 1 εφεδρικό), τα οποία ενεργοποιούνται εναλλάξ μέσω του συστήματος αυτοματισμού. Το εκάστοτε λειτουργικό αντλητικό συγκρότημα καταθλίβει στον αντίστοιχο κλάδο του καταθλιπτικού αγωγού. Υπάρχει βέβαια η δυνατότητα να ενοποιηθούν οι συλλέκτες των αντλητικών συγκροτημάτων, έτσι ώστε με κατάλληλους χειρισμούς δικλείδων, η συνολική παροχή να διέρχεται πάντα από έναν καταθλιπτικό αγωγό (πχ σε περίπτωση βλάβης του άλλου αγωγού). Επίσης υπάρχει η δυνατότητα (πχ αν παραστεί ανάγκη καθαρισμού-επισκευής ενός υγρού θαλάμου) η άντληση να γίνεται από έναν μόνον υγρό θάλαμο.

2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

2.1 Παροχές για τους υπολογισμούς του αντλιοστασίου

Στο τεύχος της Τεχνικής Έκθεσης της Μελέτης αποχέτευσης έχουν ληφθεί οι εξυπηρετούμενοι πληθυσμοί από το δίκτυο ακαθάρτων.

Οι υπολογισμοί των παροχών αιχμών που ακολουθούν γίνονται σύμφωνα με όσα έχουν προταθεί σχετικά με την κατανάλωση ανά άτομο, τον συντελεστή αιχμής παροχών και τις εισροές ομβρίων.

Η παροχή με την οποία υπολογίζεται η διάμετρος του καταθλιπτικού αγωγού και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του αντλιοστασίου, προσδιορίζεται για ορίζοντα 40ετίας, και όπως προκύπτει από την Μελέτη Αποχέτευσης είναι:

$$Q = 7,70 \text{ λιτ/δλ.}$$

Η παροχή με την οποία διαστασιολογούνται οι αντλίες (και συνεπώς υπολογίζονται και οι γραμμικές και τοπικές απώλειες που καλούνται να αντιμετωπίσουν), προσδιορίζεται για ορίζοντα 20ετίας, και όπως προκύπτει από την Μελέτη Αποχέτευσης είναι:

$$Q = 6,80 \text{ λιτ/δλ.}$$

2.2 Χαρακτηριστικά στοιχεία για το αντλιοστάσιο

Δίδονται τα απαραίτητα στοιχεία για το αντλιοστάσιο ακαθάρτων σύμφωνα με τα σχέδια.

• Παροχή αιχμής (40ετία)	(λιτ/δλ)	7,70
• Παροχή αιχμής (40ετία)	(μ ³ /ώρα)	27,7
• Κατώτατη στάθμη λυμάτων αναρρόφησης	(μ)	26,34
• Στάθμη άξονα πέρατος καταθλιπτικού αγωγού	(μ)	29,80
• Μήκος καταθλιπτικού αγωγού	(μ)	360,0

2.3 Γεωμετρικό ύψος άντλησης και απώλειες σωληνώσεων αντλιοστασίου

2.3.1. Γεωμετρικό Ύψος Άντλησης

Το γεωμετρικό ύψος άντλησης είναι: $\frac{29,80 \mu - 26,34 \mu}{\text{Λαμβάνεται}} = \frac{3,46 \mu}{\text{Λαμβάνεται}} = 3,70 \mu.$

2.3.2. Θεωρητικός υπολογισμός γραμμικών απωλειών

Στους υπολογισμούς των αγωγών χρησιμοποιείται κατά βάση η θεωρητική μαθηματική σχέση των DARCY-WEISBACH. Η σχέση αυτή εκφράζει και υπολογίζει τις απώλειες του φορτίου σε συνάρτηση με την διάμετρο, ταχύτητα, συντελεστή απωλειών (λ):

$$J = \lambda * \frac{V^2}{2 * g * Di}$$

όπου: J = απώλειες φορτίου (μ) πτώσης πίεσης ανά (μ) αγωγού
λ = αδιάστατος συντελεστής απωλειών φορτίου, συνάρτηση του αριθμού REYNOLDS (R_E) και της τραχύτητας της επιφάνειας του αγωγού
V = ταχύτητα υγρού (μ/δλ)
g = επιτάχυνση βαρύτητας (9,81 μ/δλ²)
Di = εσωτερική διάμετρος αγωγού (μ)

Ο αριθμός REYNOLDS υπολογίζεται σε σχέση με την ταχύτητα ροής V και την εσωτερική διάμετρο του αγωγού D_i και εξαρτάται από το κινηματικό ιξώδες (ν) του υγρού. Στον τύπο που ακολουθεί, το ιξώδες λαμβάνεται σε m^2/s και ο αριθμός REYNOLDS είναι αδιάστατο μέγεθος.

$$R_E = \frac{V * D_i}{\nu}$$

Η επίλυση της σχέσης των DARCY-WEISBACH προϋποθέτει την χρήση είτε διαγραμμάτων (π.χ. διάγραμμα Moody), είτε εμπειρικών αναλυτικών σχέσεων που δόθηκαν από διάφορους ερευνητές και που για χάρη της πληρότητας της ανάπτυξης αναφέρονται εν συντομία κατωτέρω. Πολλές από αυτές τις σχέσεις απαιτούν επαναληπτική διαδικασία επίλυσης (δοκιμή και λάθος-trial and error). Στην πράξη βέβαια για την απευθείας επίλυση της ανωτέρω σχέσης, χρησιμοποιούνται πλέον είτε προγράμματα Η/Υ είτε νομογραφήματα που παρέχονται από τους κατασκευαστές αγωγών.

Για στρωτή ροή δηλαδή για αριθμό $Re < 2000$, ο συντελεστής απωλειών φορτίου είναι ανεξάρτητος από την τραχύτητα και δίνεται:

$$\lambda = 64/Re$$

Για τον συντελεστή λ για λείους αγωγούς και ειδικότερα για αριθμό Re από $4 \cdot 10^3$ μέχρι 10^5 δόθηκε από τον BLASIUS, (1912) η σχέση: $\lambda = 0,316 * R_E^{-0,25}$

Για λείους αγωγούς και για αριθμό $Re > 10^5$ ο Nikuradse έδωσε την σχέση:

$$\lambda = 0,221 * R_E^{-0,237} + 0,0032$$

Για τυρβώδη ροή σε λείους αγωγούς, ο Nikuradse προσδιορίζοντας πειραματικά τους συντελεστές της θεωρητικής σχέσης Karman-Prandtl έδωσε:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 * \log(Re * \sqrt{\lambda}) - 0,8$$

Στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν λείοι σωλήνες. Μετά από πειράματα σε σωλήνες εμπορίου, οι Colebrook-White τροποποίησαν την θεωρητική σχέση των

Karman-Prandtl ώστε να λαμβάνεται υπόψιν η τραχύτητα και έδωσαν την γνωστή σχέση των Prandtl- Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \log\left(\frac{\kappa}{3,7 * Di} + \frac{2,51}{Re * \sqrt{\lambda}}\right)$$

όπου κ = η απόλυτη τραχύτητα της εσωτερικής επιφάνειας του αγωγού

Σύμφωνα με τις Γαλλικές Προδιαγραφές NFT 54016-V1969 του Γαλλικού Οργανισμού C.E.R.A.F.E.R. (1969) ο συντελεστής λ προσδιορίζεται ως εξής:

$$\lambda = 0,29 * R_E^{-0,24}$$

και συνεπώς οι γραμμικές απώλειες προκύπτουν

$$J_1 = 8,21 * 10^{-4} * Di^{-4,76} * Q^{1,76}$$

για αριθμό REYNOLDS μεταξύ $3*10^3$ και $1,5*10^5$

και $\lambda = 0,18 * R_E^{-0,20}$

και συνεπώς οι γραμμικές απώλειες προκύπτουν

$$J_2 = 8,94 * 10^{-4} * Di^{-4,80} * Q^{1,80}$$

για αριθμό REYNOLDS μεταξύ $1,5*10^5$ και 10^6

Ο συντελεστής λ των Γαλλικών Προδιαγραφών είναι σχεδόν παρόμοιος προς τον συντελεστή του BLASIUS.

Στην παρούσα χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα H/Y, μέσω του οποίου επιλύεται η σχέση των PRANDTL-COLEBROOK.

2.3.3. Εσωτερικές τραχύτητες αγωγών αντλιοστασίου και καταθλιπτικού αγωγού

Στο αντλιοστάσιο χρησιμοποιούνται ανοξείδωτοι χαλυβδοσωλήνες με ειδικά χαλύβδινα τεμάχια συγκολλητά ή με ωτίδες.

Για ανοξειδωτους χαλυβδοσωλήνες, λαμβάνεται τραχύτητα επιφανείας αγωγού $Ra=0,1$ χλστ.

Ο καταθλιπτικός αγωγός θα κατασκευασθεί από σωλήνες HDPE. Για τους καινούριους σωλήνες από HDPE λαμβάνεται τραχύτητα επιφανείας αγωγού $Ra=0,008$ χλστ. Για ασφάλεια στους υπολογισμούς λαμβάνεται η σύσταση που δίνεται στην βιβλιογραφία για φθαρμένους σωλήνες από HDPE, οπότε εκτιμάται τραχύτητα επιφανείας αγωγού $Ra=0,04$ χλστ.

2.3.4. Θεωρητικός υπολογισμός τοπικών απωλειών

Κατά απόλυτη αναλογία με την προαναφερθείσα σχέση DARCY-WEISBACH για γραμμικές απώλειες, οι τοπικές απώλειες στους αγωγούς προσδιορίζονται από την σχέση :

$$\Delta P = Z * \frac{V^2}{2} * \rho$$

Ο παράγοντας Z προσδιορίζεται από το άθροισμα των τοπικών συντελεστών αντίστασης ζ, οι οποίοι δίνονται στην βιβλιογραφία. Η πυκνότητα ρ λαμβάνεται ίση προς 1000 χλγρ/μ^3 .

2.4 Εκλογή διαμέτρου αγωγών

2.4.1. Καταθλιπτικός αγωγός

Για να είναι η άντληση οικονομική και για την καλή λειτουργία (αποφυγή απόθεσης φερτών υλών κ.λ.π.) η μέγιστη ταχύτητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα $2,0 - 2,5 \text{ μ/δλ.}$ και η ελάχιστη να διατηρηθεί πάνω από $0,5 \text{ μ/δλ.}$

Η ταχύτητα των $0,5 \text{ μ/δλ}$ είναι η ελάχιστη ταχύτητα για να μην εμφανίζεται απόθεση φερτών υλών. Σε περίπτωση όμως που οι κύκλοι άντλησης δεν είναι συχνοί και έχουμε μακροχρόνια παραμονή των λυμάτων εντός του αγωγού με κίνδυνο να παρουσιαστεί

απόθεση φερτών, η ελάχιστη ταχύτητα πρέπει να εκλέγεται $> 1 \text{ μ/δλ}$. Με την ταχύτητα αυτή εξασφαλίζεται ο αυτοκαθαρισμός του αγωγού και η παράσυρση των επικαθίσεων σε κάθε κύκλο άντλησης.

Με βάση την αναμενόμενη μέγιστη παροχή σε ορίζοντα 40ετίας ($Q_{\max} = 7,70 \text{ λτ/δλ}$), επιλέγεται αγωγός ονομαστικής διαμέτρου 110 χλστ και αντοχής PN 10 ατμ., για τον οποίο προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{\max}=1,05 \text{ μ/δλ}$.

Με βάση την αναμενόμενη μέγιστη παροχή σε ορίζοντα 20ετίας ($Q_{\max} = 6,80 \text{ λτ/δλ}$), προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{\max} = 0,93 \text{ μ/δλ}$.

2.4.2. Αγωγοί εντός του αντλιοστασίου

Οι αγωγοί εντός του αντλιοστασίου θα είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χαλυβδοσωλήνα.

Για παρόμοιους με τους ανωτέρω λόγους, η μέγιστη ταχύτητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2,0-2,5 μ/δλ . και η ελάχιστη να διατηρηθεί πάνω από 0,5 μ/δλ .

Με βάση την αναμενόμενη μέγιστη παροχή σε ορίζοντα 20ετίας ($Q_{\max} = 6,80 \text{ λτ/δλ}$), επιλέγονται με βάση και την κατασκευαστική διαμόρφωση του αντλιοστασίου:

- για τα τμήματα κατάθλιψης κάθε αντλίας, αγωγοί ονομαστικής διαμέτρου DN 80 ($\Phi 3''$), για τους οποίους προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{\max}=1,26 \text{ μ/δλ}$.
- για τους συλλέκτες, αγωγοί ονομαστικής διαμέτρου DN 80 ($\Phi 3''$), για τους οποίους προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{\max}=1,26 \text{ μ/δλ}$.

3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ

3.1. Γενικά Στοιχεία

Καλό είναι να έχουμε χρόνο παραμονής ως 6 – 8 ώρες , διότι ο μεγαλύτερος χρόνος δημιουργεί υδρόθειο το οποίο :

1^{ov} διαβρώνει τις μεταλλικές κατασκευές των έργων εισόδου του βιολογικού και

2^{ov} δημιουργεί οσμές στην άφιξη του βιολογικού και στα φρεάτια άφιξης των καταθλιπτικών.

3.2. Υπολογισμοί Όγκου

Καταθλιπτικός αγωγός από HDPE Φ 110/10 At

Εσωτ. διάμετρος : $d = 96,8 \text{ mm} = 0,0968 \text{ m}$

Εμβαδόν τομής : $E = d^2 \times \pi/4 = 0,0074 \text{ m}^2$

Όγκος αγωγού : $V = 2 \times E \times L = 2 \times 0,0074 \times 360 \simeq 5,3 \text{ m}^3$

3.3. Υπολογισμοί Χρόνου Παραμονής

ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ : ΠΑΡΩΝ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

- Ημερήσια παροχή λυμάτων χειμώνα :

$Q_{24\omega\rho\eta} = 640 \text{ κατ.} \times 0,2 \text{ m}^3/\text{κατ. ημερ} \simeq 130 \text{ m}^3$

- Όγκος καταθλιπτικού αγωγού:

$V = 5,3 \text{ m}^3$

- Χρόνος παραμονής των λυμάτων εντός του καταθλιπτικού :

$130 / 5,3 = 24,5 \quad \Rightarrow \quad 24 / 24,5 = 0,98 < 8 \text{ ώρες}$ και συνεπώς δεν υπάρχει πρόβλημα αναερόβιας κατάστασης και σήψης των λυμάτων.

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

4.1 Αριθμός αντλιών

Στους υγρούς θαλάμους του αντλιοστάσιου τοποθετούνται 2 αντλίες εν παραλλήλω από τις οποίες είναι λειτουργική η 1 και η 1 εφεδρική (stand – by).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι αντλίες των αντλιοστασίων λυμάτων, διαστασιολογούνται για ορίζοντα 20ετίας, και οι απώλειες που αυτές θα αντιμετωπίσουν υπολογίζονται για το ίδιο διάστημα.

4.2 Υπολογισμός απωλειών

4.2.1 Γραμμικές απώλειες στο αντλιοστάσιο (υπολογισμός για 20ετία)

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 80 (risers):

- | | |
|------------------------|--------------------|
| • Παροχή | - 6,8 λιτ/δλ. |
| • Είδος σωλήνων | - Ανοξειδ. Χάλυβας |
| • Ονομαστική Διάμετρος | - DN 80 |
| • Ταχύτητα ροής | - 1,26 μ/δλ |
| • Μήκος σωλήνα | - 9,0 μ. (*) |
| • Γραμμικές Απώλειες | - 0,20 μ. |

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 80 (συλλέκτης):

- | | |
|------------------------|--------------------|
| • Παροχή | - 6,8 λιτ/δλ. |
| • Είδος σωλήνων | - Ανοξειδ. Χάλυβας |
| • Ονομαστική Διάμετρος | - DN 80 |
| • Ταχύτητα ροής | - 1,26 μ/δλ |
| • Μήκος σωλήνα | - 3,5μ. (*) |
| • Γραμμικές Απώλειες | - 0,08 μ. |

Συνολικές Γραμμικές Απώλειες - **0,28 μ.**

(*) Λαμβάνεται η υδραυλικά δυσμενέστερη περίπτωση λειτουργίας.

4.2.2. Τοπικές απώλειες στο αντλιοστάσιο

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 80 (risers):

• Ομαλή Διεύρυνση	$\zeta = 0,75$	πλήθος $\eta = 0$
• Δικλείδες	$\zeta = 0,3$	πλήθος $\eta = 1$
• Σύνδεσμος Διαστολής	$\zeta = 0,2$	πλήθος $\eta = 1$
• Γωνίες 90°	$\zeta = 0,5$	πλήθος $\eta = 3$
• Βαλβίδα Αντεπιστροφής	$\zeta = 2,0$	πλήθος $\eta = 1$

Άθροισμα

$$Z = \sum \zeta \cdot \eta = 4,00$$

Απώλειες

0,32 μ.

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 80 (συλλέκτης):

• Διαχωρισμός Ροής	$\zeta = 1,3$	πλήθος $\eta = 0$
• Συλλέκτης Έξοδος	$\zeta = 0,5$	πλήθος $\eta = 1$
• Γωνίες 45°	$\zeta = 0,3$	πλήθος $\eta = 2$
• Δικλείδες	$\zeta = 0,3$	πλήθος $\eta = 1$
• Ομαλή Διεύρυνση	$\zeta = 0,75$	πλήθος $\eta = 1$

Άθροισμα

$$Z = \sum \zeta \cdot \eta = 2,15$$

Απώλειες

0,17 μ.

Συνολικές Τοπικές Απώλειες - **0,49 μ.**

4.2.3. Γραμμικές απώλειες στον καταθλιπτικό

• Παροχή	-	6,8 λιπ/δλ.
• Είδος σωλήνων	-	Σωλήνες PE
• Ονομαστική Διάμετρος	-	DN 110
• Ταχύτητα ροής	-	0,93 μ/δλ

- Μήκος αγωγού μέχρι το υψηλότερο σημείο - 360 μ.

Γραμμικές Απώλειες - **3,16 μ.**

4.2.4. Τοπικές απώλειες στον καταθλιπτικό

- Ταχύτητα - 0,93 μ/δλ.

Συντελεστές απωλειών:

- Καμπύλες 90ο $\zeta = 0,3$ πλήθος $\eta = 4$
- Απότομη Διεύρυνση (εκροή) $\zeta = 1,0$ πλήθος $\eta = 1$

Άθροισμα $Z = \sum \zeta \eta = 2,2$

Τοπικές απώλειες $\Delta P = 2,2 * 0,93^2 * 1000 / 2 = 951 \text{ Pa} = 0,1 \text{ μ.}$

4.2.5. Συνολικές απώλειες

Οι συνολικές απώλειες λαμβάνονται ως άθροισμα των παραπάνω απωλειών.

- Γραμμικές απώλειες στο αντλιοστάσιο = 0,28 μ.
- Τοπικές απώλειες στο αντλιοστάσιο = 0,49 μ.
- Γραμμικές απώλειες στον καταθλιπτικό = 3,16 μ.
- Τοπικές απώλειες στον καταθλιπτικό = 0,10 μ.
- **Σύνολο απωλειών (με στρογγυλοποίηση)** = **4,1 μ.**

4.3 Μανομετρικό ύψος με ονομαστική παροχή αντλίας.

• Γεωμετρικό ύψος άντλησης	=	3,7 μ.
• Απώλειες	=	4,1 μ.
• Σύνολο μανομετρικού	=	7,8 μ.

4.4 Ισχύς αντλιών

Η ισχύς των αντλιών υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$N_a = \frac{Q \cdot H}{75 \cdot \eta_1} \text{ (σε ίππους)}$$

Όπου:

- **Q** Η παροχή σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο.
- **H** Το μανομετρικό ύψος σε μέτρα.
- **η_1** Ο βαθμός απόδοσης της αντλίας.

Με όσα έχουν εκτεθεί προηγούμενα υπολογίζονται κατ' αρχήν:

• Παροχή	(λίτ/δλ)	6,8
• Μανομετρικό	(μ)	7,8
• Προεκτιμώμενος Βαθμός απόδοσης	(%)	50
• Ισχύς σε ίππους (HP)		1,41
• Ισχύς σε KW = 0,736 * (HP)		1,04

Επιλέγοντας ενδεικτικά για τις ανάγκες των περαιτέρω υπολογισμών, τύπο αντλιών FA 08.64E - FK 17.1-6/8K του εργοστασίου WILLO, από στοιχεία του κατασκευαστή προκύπτουν πραγματικά στοιχεία για την λειτουργία των αντλιών που καταθλίβουν στον καταθλιπτικό αγωγό (βλ. το επόμενο Σχήμα).

Performance curves

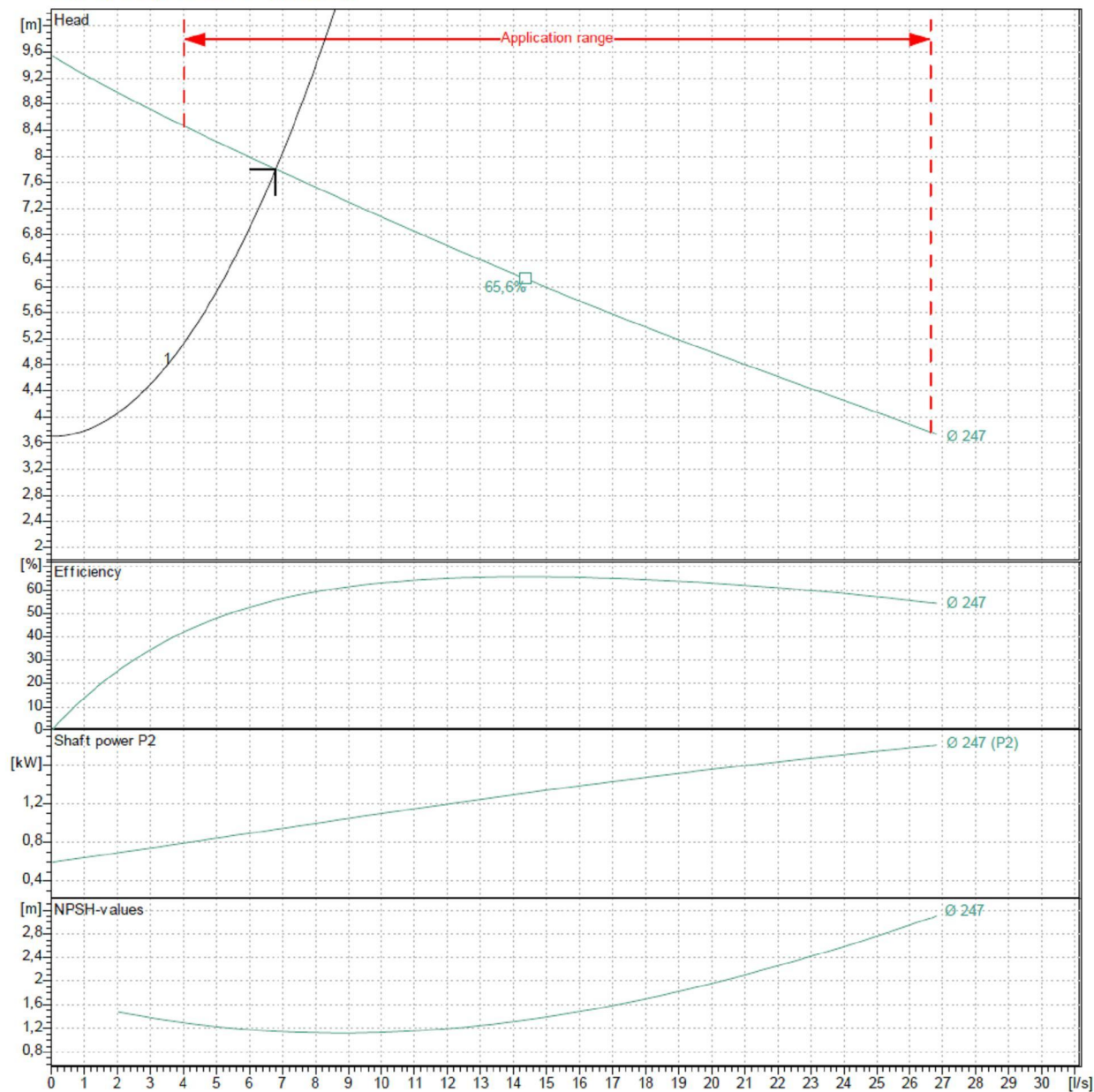
Submersible sewage pump

FA 08.64E

with motor

FK 17.1-6/8K

Power data referred to: Water, pure [100%] ; 293K; 998,19kg/m³; 1,0004mm²/s
Tolerance as per ISO 9906 / Annex A.2



Pump			Duty point data		
Impeller Ø	designed	247	mm	Volume flow	6,8 l/s
Nominal speed		950	1/min	Head	7,8 m
Frequency		50	Hz	Shaft power	P ₂ 0,94 kW
Impeller type		Single-channel		Pump efficiency	55,7 %
Motor			Power input	P ₁	1,64 kW
Rated power		1,8	kW	Required pump NPSH	1,2 m
Sel. explosion protection		--		Speed	931 1/min

Διερευνώντας τις ακραίες τιμές του φακέλου λειτουργίας των συγκεκριμένων αντλιών σε συνεργασία με τον καταθλιπτικό αγωγό, προκύπτουν οι παρακάτω τιμές:

• Παροχή αντλίας	(λιτ/δλ)	6,8
• Μανομετρικό	(μ)	7,8
• Υδραυλικός Βαθμός απόδοσης	(%)	55,7
• Ισχύς στον άξονα αντλίας	(KW)	0,94
• Ισχύς απορροφούμενη από την αντλία	(KW)	1,64

Η προκύπτουσα ταχύτητα ροής είναι τότε 0,93 μ/δλ, ταχύτητα η οποία εξασφαλίζει τον αυτοκαθαρισμό του αγωγού.

Το θετικό ύψος (NPSH_{απ}) που απαιτείται στην πλευρά της αναρρόφησης μια αντλίας ώστε να εξασφαλισθεί λειτουργία απαλλαγμένη από φαινόμενα σπηλαίωσης, καθορίζεται από τους κατασκευαστές. Στην προκειμένη περίπτωση λειτουργίας 1 αντλίας που καταθλίβει στον καταθλιπτικό αγωγό, από το διάγραμμα ενδεικτικά προκύπτει NPSH_{απ} = 1,2 μ.

Όταν χρησιμοποιείται αντλία ξηρού θαλάμου πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι απώλειες στον αγωγό αναρρόφησης, ώστε να ισχύει πάντα η σχέση:

$$NPSH_{\delta i a t} > NPSH_{\alpha \pi}$$

Όπου

NPSH_{δ i a t} - Διατιθέμενο θετικό ύψος αναρρόφησης λαμβάνοντας υπόψιν την ατμοσφαιρική πίεση, την θερμοκρασία, την στάθμη στον υγρό θάλαμο και τις απώλειες στον αγωγό αναρρόφησης

Το διατιθέμενο ύψος αναρρόφησης υπολογίζεται από την σχέση:

$$NPSH_{\delta i a t} = H_{\alpha \tau \mu o c \phi} + H_{c \sigma \tau \alpha \theta \mu} - H_{\alpha \pi \omega \lambda} - H_{\alpha \tau \mu o \pi}$$

Όπου

H_{ατμoσφ} - Ατμοσφαιρική πίεση (Λαμβάνεται περ. 10μ.)

Ησταθμ - Διαφορά ύψους ανάμεσα στην κατώτατη στάθμη και το επίπεδο αναφοράς της αντλίας το οποίο συμπίπτει με το μέσο οριζόντιο επίπεδο του κελύφους (Λαμβάνεται 0,1 μ. από τα Σχέδια)

Ηαπωλ - Γραμμικές και τοπικές απώλειες στον αγωγό αναρρόφησης (υπολογίζεται με τα στοιχεία που παρατίθενται σε προηγούμενη παράγραφο για πραγματική ταχύτητα ροής λειτουργίας και λαμβάνεται 0,00 μ.)

Ηατμοπ - Πίεση ατμοποίησης του ρευστού (λαμβάνεται για νερό σε θερμοκρασία 30oC 0,234 μ.)

Προκύπτει λοιπόν περίπου $NPSH_{διστ}=9,82$ μ. έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συνθήκη $NPSH_{διστ} > NPSH_{απ.}$

4.5 Ηλεκτροκινητήρας

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε για την απαιτούμενη ισχύ στον άξονα του κινητήρα:

$$P_2 > P_{αντλ} \Rightarrow P_2 > 0,94 \text{ KW}$$

Επιλέγεται τριφασικός ηλεκτροκινητήρας ασύγχρονος βραχυκυκλωμένου δρομέα 400 VOLT κλάσης προστασίας IP68 με ονομαστική ισχύ $P_n=1,8 \text{ KW}$.

Από στοιχεία του κατασκευαστού, ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα εκτιμάται σε $\eta_{κιν}=65\%$ και συνεπώς η μέγιστη απορροφούμενη ισχύς του κινητήρα θα είναι $P_1=P_n/\eta_{κιν}=2,8 \text{ KW}$.

4.6 Αντιπληγματικές διατάξεις

Για τον υπολογισμό των υδραυλικών πληγματικών διαταραχών (υπερπιέσεων και υποπιέσεων) που ασκούνται σε περίπτωση απότομης διακοπής της παροχής, απαιτείται αρχικά η εξεύρεση της ταχύτητας διάδοσης (ωκύτητας) του κύματος.

Για την ωκύτητα ισχύει γενικά ο ακόλουθος τύπος:

$$\alpha = \sqrt{\frac{G}{\gamma} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{D^2}{\epsilon \delta E}\right) c}} \quad (\mu/\delta\lambda)$$

Όπου:

- **γ** ειδικό βάρος λυμάτων λαμβάνεται $\cong 1100 \text{ Kp/m}^3$
- **G** επιτάχυνση της βαρύτητας $= 9,81 \text{ m/sec}^2$
- **ε** μέτρο ελαστικότητας λυμάτων $= 2,08 \cdot 10^8 \text{ Kp/m}^2$
- **D** εσωτερική διάμετρο αγωγού (σε μέτρα)
- **δ** πάχος τοιχώματος αγωγού (σε μέτρα)
- **E** μέτρο ελαστικότητας υλικού σωλήνα PE $= 9 \cdot 10^7 \text{ Kp/m}^2$
- **c** συντελεστής που αναφέρεται στην ικανότητα του αγωγού για αξονική παραμόρφωση, και για την περίπτωση που ο αγωγός είναι πακτωμένος κατά την έννοια του μήκους του παίρνει την τιμή $c = 1 - \mu^2 \cong 0,91$ (όπου $\mu = 0.3$ ο λόγος Poisson)

Εξάγεται:

$$\alpha = \frac{1362}{\sqrt{1 + 2,1 \cdot \frac{D}{\delta}}}$$

Οι μέγιστες διακυμάνσεις εμφανίζονται όταν ο χρόνος διαταραχής της ροής είναι ίσος ή μικρότερος από $2L/\alpha$, όπου L το μήκος του αγωγού.

Στην παραπάνω περίπτωση η μέγιστη διαταραχή δίδεται από τον τύπο:

$$\Delta P = \frac{\alpha \cdot V}{G}$$

Η διαταραχή αυτή προστίθεται αλγεβρικά στην επικρατούσα πίεση (μανομετρικό H) στον αγωγό κατά την κανονική λειτουργία, και έτσι προκύπτουν οι μέγιστες (φάση υπερπίεσης) και ελάχιστες (φάση υποπίεσης) πιέσεις στον αγωγό:

$$P_{\text{μεγ,ελαχ}} = H \pm \Delta P$$

Εάν η μέγιστη πίεση $P_{μεγ}$ κατά την φάση της υπερπίεσης υπερβεί την αντοχή του αγωγού έχουμε θραύση του αγωγού. Για την αποφυγή τέτοιου προβλήματος τοποθετούνται αντιπληγματικές βαλβίδες όπου απαιτείται.

Εάν η ελάχιστη πίεση πάρει τιμές κάτω από την πίεση βρασμού των λυμάτων (γεγονός που είναι ιδιαίτερα πιθανό σε σημεία με χαμηλό μανομετρικό λειτουργίας) έχουμε εμφάνιση του φαινομένου της σπηλαίωσης που οδηγεί σε ανεξέλεγκτες διακυμάνσεις της πίεσης. Από την εμφάνιση του φαινομένου αυτού προστατεύουν τον αγωγό οι εξαεριστήρες διπλής ενέργειας που βρίσκονται τοποθετημένοι κατά μήκος του.

Ασφαλώς την αποτελεσματικότερη προστασία προσφέρουν στον αγωγό οι αντιπληγματικές βαλβίδες διπλής ενέργειας που οδηγούνται από πιλότους ευαίσθητους σε υπερπίεση και σε υποπίεση. Οι βαλβίδες όμως αυτές λόγω της λεπτής κατασκευής των πιλότων δεν υπάρχουν διαθέσιμες για λύματα.

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινισθεί ότι όπως προκύπτει από την διερεύνηση των μαθηματικών σχέσεων που περιγράφουν το φαινόμενο του υδραυλικού πλήγματος, η μέγιστη πίεση $P_{μεγ}$ εμφανίζεται όταν η διαταραχή της ροής(απότομο κλείσιμο δικλείδας) παρουσιασθεί στο τέρμα του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή, η στήλη ύδατος διατηρώντας την κινητική της ενέργεια προσκρούει πάνω στην κλειστή δικλείδα, οπότε και έχουμε πρώτα ανάπτυξη της υπερπίεσης ΔP . Η υπερπίεση αυτή μεταδίδεται ως κρουστικό κύμα στον αγωγό και προκαλεί την διακύμανση των πιέσεων κατά $\pm \Delta P$. Στην περίπτωση όμως που η διαταραχή δημιουργείται στη αρχή του αγωγού (απότομο κλείσιμο δικλείδας ή διακοπή λειτουργίας των αντλιών), έχουμε πρώτα διαχωρισμό της ροής και ανάπτυξη υποπίεσης ΔP η οποία λόγω του εμφανιζόμενου φαινομένου της σπηλαίωσης δεν μπορεί να ξεπεράσει παρά ελάχιστα την τιμή του μανομετρικού λειτουργίας ($\Delta P \cong H$ και συνεπώς $P_{ελαχ} \cong 0$). Το κρουστικό κύμα που δημιουργείται προκαλεί την διακύμανση των πιέσεων και πάλι κατά $\pm \Delta P$, στην περίπτωση αυτή όμως η μέγιστη πίεση δεν μπορεί να υπερβεί το διπλάσιο του μανομετρικού λειτουργίας ($P_{μεγ} = H + \Delta P \cong 2 \cdot H$).

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε (ορίζοντας 40ετίας):

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΡΓΟΥ	40 ετία
Εσωτερική Διάμετρος/Πάχος (χλστ.)	96,8/6,6
Μήκος αγωγού L (μ)	360
Ωκύτητα α (μ/δλ)	239,7
2L/α (δλ)	3,0
Ταχύτητα ροής (μ/δλ)	1,05
$\Delta P = \alpha * V/g$	25,7
Μανομετρικό H (μ) (εκτίμηση)	8,93
Μέγιστη Πίεση $P_{\mu\epsilon\gamma}$ (μ)	34,6
Ελάχιστη Πίεση $P_{\epsilon\lambda}$ (μ)	0,0

Συνεπώς όταν η αιτία της διαταραχής (άνοιγμα ή κλείσιμο βάννας, θραύση αγωγού, διακοπή ρεύματος) έχει μικρότερη διάρκεια από 3,0 δλ., εμφανίζονται διαταραχές της πίεσης, για τις οποίες:

- Τις μέγιστες αναπτυσσόμενες πιέσεις είναι ικανός ο αγωγός που έχει εκλεγεί αντοχής 10 ατμ. να τις παραλάβει σε ορίζοντα 40ετίας.
- Οι αρνητικές πιέσεις οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε σπηλαίωση, τόσο κοντά ή μέσα στο αντλιοστάσιο, όσο και σε ψηλότερα τμήματα του αγωγού με μικρότερο μανομετρικό λειτουργίας, αντιμετωπίζονται με την εγκατάσταση στον αγωγό εξαεριστήρων διπλής ενέργειας, ώστε κατά την φάση της υποπίεσης να έχουμε αναρρόφηση αέρα και συνεπώς να μην δημιουργούνται αρνητικές πιέσεις.

4.7. Καθορισμός όγκου υγρού θαλάμου αντλιοστασίου

4.7.1. Θεωρητικός προσδιορισμός όγκου υγρού θαλάμου αντλιοστασίων

4.7.1.1. Γενικά Στοιχεία

Ο όγκος του υγρού θαλάμου αντλιοστασίων προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψιν την παροχή των εισερχομένων λυμάτων, την δυναμικότητα των αντλιών και την επιτρεπόμενη συχνότητα εκκινήσεών τους.

4.7.1.2. Θεωρητική ανάλυση για την περίπτωση μιας λειτουργικής αντλίας

Αν συμβολίσουμε με V τον όγκο υγρού θαλάμου του αντλιοστασίου, Q την παροχή της αντλίας, i την παροχή των εισερχομένων λυμάτων, t τον χρόνο μεταξύ διαδοχικών εκκινήσεων της αντλίας και Z τον αριθμό εκκινήσεων στην μονάδα του χρόνου, στα επόμενα θα μελετηθεί η συνάρτηση $F = V(Q, i, Z \text{ ή } t)$

- Ο χρόνος για να πληρωθεί ο υγρός θάλαμος όταν η αντλία δεν λειτουργεί:

$$tf = \frac{V}{i}$$

- Ο χρόνος για να εκκενωθεί ο υγρός θάλαμος όταν η αντλία λειτουργεί:

$$te = \frac{V}{Q-i}$$

- Ο χρόνος μεταξύ διαδοχικών εκκινήσεων της αντλίας:

$$t = tf + te = \frac{V}{i} + \frac{V}{Q-i}$$

- Επειδή $t=1/Z$ (ο επιτρεπόμενος αριθμός εκκινήσεων Z είναι μέγεθος που συνηθέστατα παρέχεται από τους κατασκευαστές), η σχέση της προηγούμενης παραγράφου μετασχηματίζεται:

$$\frac{1}{Z} = \frac{V}{i} + \frac{V}{Q-i} \Rightarrow V = \frac{1}{Z} \left(i - \frac{i^2}{Q} \right)$$

- Σκοπός της διερεύνησης είναι να προσδιορισθεί η μέγιστη τιμή του απαιτούμενου όγκου υγρού θαλάμου V_{\max} . Επειδή έχοντας επιλέξει αντλητικό συγκρότημα έχουν καθορισθεί τα μεγέθη Q και Z ($Q \geq i_{\max}$ όπου i_{\max} η μέγιστη αναμενόμενη ροή λυμάτων σε κάποιον χρονικό ορίζοντα σχεδιασμού, το δε Z δίνεται από κατασκευαστές), η μόνη ανεξάρτητη μεταβλητή είναι η ροή των λυμάτων i σε κάποια δεδομένη στιγμή (η οποία βέβαια παίρνει τιμές στο διάστημα $0 \leq i \leq i_{\max}$). Συνεπώς παραγωγίζοντας ως προς i την παραπάνω σχέση και μηδενίζοντας την παράγωγο, βρίσκουμε ακραία τιμή για την συνάρτηση $F = V(i)$:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial i}\right)_{Q,Z=\text{const}} = \frac{1}{Z} \left(1 - \frac{2i}{Q}\right) = 0 \Rightarrow i = \frac{Q}{2}$$

- Υπολογίζοντας την δεύτερη παράγωγο της συνάρτησης $V(i)$, επιβεβαιώνουμε ότι η ακραία τιμή είναι ολικό μέγιστο:

$$\left(\frac{\partial^2 V}{\partial i^2}\right)_{Q,Z=\text{const}} = -\frac{1}{Z} \frac{2}{Q} < 0$$

- Αντικαθιστώντας την τιμή $i=Q/2$ στην αρχική εξίσωση, προκύπτει για τον μέγιστο απαιτούμενο όγκο:

$$V_{\max} = \frac{Q}{4Z}$$

- Αν έχει επιλεγεί αντλία ώστε $Q = i_{\max}$, η ανωτέρω σχέση γίνεται:

$$V_{\max} = \frac{i_{\max}}{4Z}$$

- Η φυσική ερμηνεία των ανωτέρω είναι ότι ο μέγιστος απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου (ή ο ελάχιστος χρόνος μεταξύ των εκκινήσεων της αντλίας) προκύπτει όταν η εισερχόμενη παροχή είναι η μισή από την παροχή της αντλίας. Κάτω από αυτές τις συνθήκες οι χρόνοι t_e λειτουργίας της αντλίας και t_f ηρεμίας της αντλίας είναι ίσοι και το άθροισμά τους ελάχιστο. Η αντλία λειτουργεί περισσότερο χρόνο

απ' ότι ηρεμεί για $i > Q/2$ (με ακραίες τιμές $t_e = \infty$, $t_f = 0$), και το αντίθετο για $i < Q/2$ (με ακραίες τιμές $t_e = 0$, $t_f = \infty$).

4.7.1.3. Θεωρητική ανάλυση για την περίπτωση περισσοτέρων αντλιών

Για ένα αντλιοστάσιο με εγκατεστημένες περισσότερες από μία αντλίες, διακρίνουμε τους εξής τρόπους ελέγχου της έναρξης και παύσης λειτουργίας των αντλιών:

- Περίπτωση 1^η

Στην περίπτωση αυτή η κάθε αντλία "αναλαμβάνει" τον υγρό όγκο που τις αντιστοιχεί με βάση τους ανωτέρω υπολογισμούς. Η κάθε αντλία εκκινεί όταν πληρωθεί ο όγκος υγρού θαλάμου που της αντιστοιχεί, και παύει την λειτουργία της όταν τον εκκενώσει.

Έτσι και εδώ γίνεται η ίδια ανάλυση για κάθε στάδιο λειτουργίας. Στη γενική περίπτωση που έχουν εγκατασταθεί N διαφορετικές αντλίες και σε κάποιο στάδιο λειτουργούν οι j πρώτες (είναι $N \geq 2$ και $1 \leq j \leq N$), διατηρώντας τον ίδιο βασικό συμβολισμό με την προηγούμενη παράγραφο, έχουμε:

- Για συνολική εισερχόμενη παροχή λυμάτων i , θεωρείται ότι λειτουργούν συνεχώς οι $j-1$ πρώτες αντλίες και εκτελεί κύκλο εκκινήσεων – παύσεων η j αντλία, οπότε γι' αυτήν προκύπτει:

$$V_{\max,j} = \frac{Q_j}{4Z_j}$$

όπου: $V_{\max,j}$ ο απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου που αντιστοιχεί στην αντλία j , Q_j η παροχή της αντλίας j (όπως αυτή διαμορφώνεται λαμβανομένης υπόψιν της παράλληλης λειτουργίας των $j-1$ προηγούμενων αντλιών), η οποία αντιμετωπίζει εισερχόμενη παροχή

$$i_j = i - \sum_{m=1}^{j-1} Q_m$$

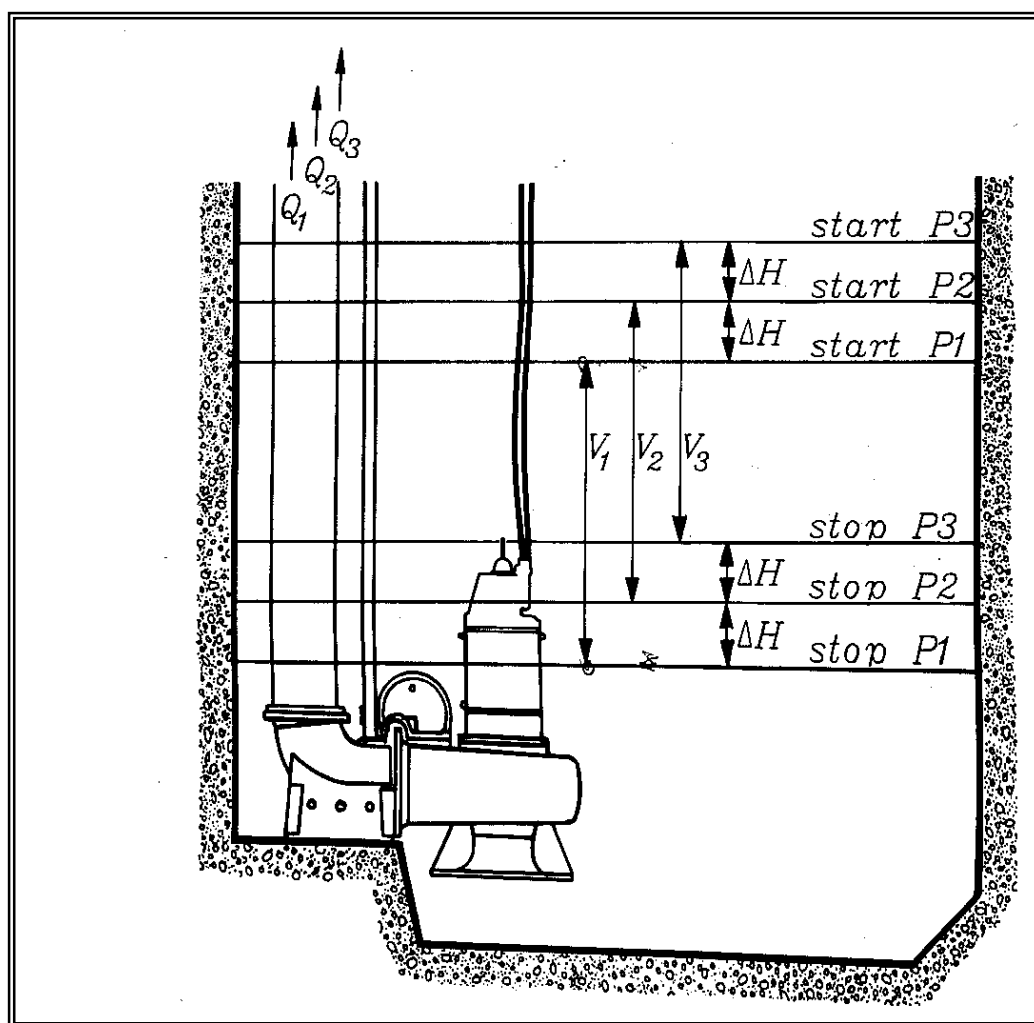
Ζj ο επιτρεπόμενος αριθμός εκκινήσεων της αντλίας j

- Φυσικά ο συνολικός απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου που αντιστοιχεί σε όλες τις αντλίες προκύπτει:

$$V_{\max} = \sum_{j=1}^N V_{\max,j}$$

- Περίπτωση 2η

Στην περίπτωση αυτή που συναντάται συχνότερα στην πράξη, το αντλιοστάσιο είναι εξοπλισμένο με j πανομοιότυπες αντλίες. Ο απαιτούμενος συνολικός όγκος υγρού θαλάμου είναι ελάχιστος, εάν οι αντλίες εκκινούν διαδοχικά καθώς η στάθμη ανεβαίνει λόγω αυξανόμενης εισερχόμενης παροχής, και παύουν με αντίθετη σειρά καθώς η στάθμη κατεβαίνει, όπως παρουσιάζεται στο κατωτέρω Σχήμα (λειτουργία L.I.F.O. – last in first out).



- Ο συνολικός θεωρητικά απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου προκύπτει τότε από την προαναφερθείσα σχέση:

$$V_{\max} = \frac{\sum_{m=1}^j Q_m}{4Z} = \frac{Q_{tot}}{4Z}$$

όπου:

V_{\max} = ο συνολικός θεωρητικά απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου .

Q_{tot} = η συνολική παροχή των j το πλήθος αντλιών που λειτουργούν παράλληλα

- Στην πράξη, τα επίπεδα εκκίνησης και παύσης όλων των αντλιών διαφέρουν κατά μία σταθερή ποσότητα ΔH η οποία προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου. Το ΔH πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να ελαχιστοποιεί εσφαλμένες εκκινήσεις αντλιών που θα μπορούσαν να προέρχονται από κυματισμούς στην επιφάνεια ή από σφάλματα μέτρησης των αισθητήρων. Από κατασκευαστές προτείνεται $\Delta H \cong 15-20$ εκ.

Συνεπώς ο συνολικά απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου προσδιορίζεται από την σχέση:

$$V_{tot} = V_{\max} + (j - 1) * \Delta H * A$$

όπου:

V_{tot} ο συνολικός απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου .

A η επιφάνεια κάτοψης του υγρού θαλάμου

4.7.2. Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος άντλησης

Οι διαστάσεις των θαλάμων άντλησης καθώς και ο εξοπλισμός του αντλιοστασίου είναι κατάλληλα προσαρμοσμένα στη συχνότητα εκκίνησης και στάσης των αντλιών. Για τα αντλητικά συγκροτήματα προβλέπεται μέγιστη συχνότητα εκκίνησης δέκα (10) φορές ανά ώρα.

Ο υπολογισμός του ενεργού όγκου του κάθε θαλάμου άντλησης, γίνεται θεωρητικά με

$$V_{\max} = \frac{Q}{4Z}$$

τον τύπο:

Όπου :

- **Q** = 7,7 λτ/δλ = 27,7 μ³/ώρα η παροχή των λειτουργικών αντλιών σε ορίζοντα 40ετίας.
- **Z** = 10 η επιτρεπόμενη συχνότητα ανά ώρα του κύκλου λειτουργίας αντλιών.

Ο απαιτούμενος όγκος για την ορθή λειτουργία του αντλιοστασίου είναι συνεπώς:

$$V_{\max} = \frac{Q}{(4 * Z)} = 0,70 \mu^3$$

Πρέπει να σημειωθεί ότι επειδή οι αντλίες εναλλάσσονται στην λειτουργία με το σχήμα 1+1 (1 λειτουργική – 1 σε αναμονή σε σύνολο 2 αντλιών), ο όγκος V_{max} μπορεί να μειωθεί στα ½ του υπολογιζόμενου, δηλαδή:

$$V_{\max} = \frac{1}{2} * 0,70 = 0,35 \mu^3$$

Λαμβάνοντας υπόψιν και τους τεχνολογικούς περιορισμούς των συστημάτων μέτρησης στάθμης, ο συνολικά απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου προσδιορίζεται από την

$$V_{tot} = V_{\max} + (j - 1) * \Delta H * A$$

σχέση:

όπου:

j = 1 το πλήθος των λειτουργικών αντλιών

V_{tot} ο συνολικός απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου .

A η επιφάνεια κάτοψης του υγρού θαλάμου 4,5 μ²

ΔH≅20 εκ

Και συνεπώς V_{tot} = 0,35 μ³

4.7.3. Πραγματοποιούμενοι όγκοι

Κατά την κανονική λειτουργία, λειτουργούν και οι δύο υγροί θάλαμοι. Ο πραγματοποιούμενος όγκος υγρών θαλάμων είναι περίπου 2,7 μ³, μέγεθος που

υπερκαλύπτει τις ανωτέρω τεθείσες απαιτήσεις. Η διαφορά μεταξύ Ανώτατης και Κατώτατης Στάθμης Υγρών προσδιορίζεται σε 0,6 μ.

Σε περίπτωση που δημιουργούνται προβλήματα μακροχρόνιας παραμονής των λυμάτων στους υγρούς θαλάμους (μικρές εισερχόμενες παροχές), υπάρχει η δυνατότητα μέσω του συστήματος αυτοματισμού να "ανέβει" η Κατώτατη Στάθμη σε ανώτερο επίπεδο ώστε να μειωθεί ο υγρός όγκος.

5. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Αναλυτικοί ηλεκτρολογικοί υπολογισμοί παρατίθενται στο παράρτημα του παρόντος τεύχους. Έχουν εκτελεσθεί με το πρόγραμμα DOC WIN της εταιρείας ABB.

5.1. Ηλεκτροκινητήρας αντλίας

Για τον επιλεγμένο κινητήρα με ισχύ $P_n = 1,8 \text{ KW}$, ο βαθμός απόδοσης προσδιορίζεται από πίνακες κατασκευαστών $\eta=65\%$ και ο παράγων ισχύος $\cos\phi=0,78$

Για τριφασικό κινητήρα, η ένταση του ρεύματος κάθε αγωγού τροφοδοσίας, είναι :
όπου :

$$I = \frac{P_2}{\sqrt{3} * V * \cos \phi * \eta}$$

- I ένταση ρεύματος κάθε αγωγού (A)
- P_2 ονομαστική ισχύς κινητήρα (W)
- V πολική τάση δικτύου (Volt)
- $\cos\phi$ παράγων ισχύος (-)
- η μηχανικός βαθμός απόδοσης κινητήρα (-)

Αντικαθιστώντας στην ανωτέρω σχέση τις προσδιορισθείσες τιμές, προκύπτει η μέγιστη ονομαστική ένταση ρεύματος $I_{ov} = 5,1 \text{ A}$.

Οι αγωγοί που τροφοδοτούν τον εκκινητή, διαρρέονται από ρεύμα $I=I_{ov}=5,1 \text{ A}$.

Οι αγωγοί από τον εκκινητή μέχρι τον κινητήρα διαρρέονται από ρεύμα $I=I_{ov}=5,1 \text{ A}$.

Για την ισχύ που αναφέρθηκε, απαιτείται τριπολικός διακόπτης φορτίου με ικανότητα απόξευξης φορτίου 16 A για κατηγορία χρήσης AC 23 (κινητήρες) και ασφάλειες βραδείας τήξεως (χαρακτηριστική αM) 10 A. Προτείνεται αντί του διακόπτη φορτίου και των ασφαλειών η χρησιμοποίηση αυτόματου διακόπτη ισχύος μεγέθους 25A με σταθερό μαγνητικό και ρυθμιζόμενο θερμικό στοιχείο.

Επιλέγονται τηλεχειριζόμενοι διακόπτες εκκίνησης για κατηγορία χρήσης AC 3 (κινητήρες), με ονομαστική ένταση τουλάχιστον $I_{ov} = 9 \text{ A}$ και ισχύ τουλάχιστον 4 kW.

5.2. Κινητήρες Αναδευτήρων

Οι κινητήρες των αναδευτήρων (mixers) είναι μικρής ισχύος κατά μέγιστο $P_2 = 1,1 \text{ KW}$, τριφασικοί. Ο βαθμός απόδοσης προσδιορίζεται από πίνακες κατασκευαστών $\eta=75\%$ και ο παράγων ισχύος $\cos\varphi=0,81$.

Για τριφασικό κινητήρα, η ένταση του ρεύματος κάθε αγωγού τροφοδοσίας, είναι :
όπου :

$$I = \frac{P_2}{\sqrt{3} * V * \cos \varphi * \eta}$$

- I ένταση ρεύματος κάθε αγωγού (A)
- P_2 ονομαστική ισχύς κινητήρα (W)
- V πολική τάση δικτύου (Volt)
- $\cos\varphi$ παράγων ισχύος (-)
- η μηχανικός βαθμός απόδοσης κινητήρα (-)

Αντικαθιστώντας στην ανωτέρω σχέση τις προσδιορισθείσες τιμές, προκύπτει η μέγιστη ονομαστική ένταση ρεύματος $I_{ov} = 2,6 \text{ A}$.

Σύμφωνα με την Οδηγία 33 της ΔΕΗ, ο κινητήρας δεν επιβάλλεται να εκκινεί μέσω αυτομάτου διακόπτου αστέρος – τριγώνου.

Οι αγωγοί που τροφοδοτούν τον εκκινητή, διαρρέονται από ρεύμα $I=I_{ov}=2,6 \text{ A}$.

Οι αγωγοί από τον εκκινητή μέχρι τον κινητήρα διαρρέονται από ρεύμα $I=I_{ov}=2,6 \text{ A}$.

Για την ισχύ που αναφέρθηκε, απαιτείται τριπολικός διακόπτης φορτίου με ικανότητα απόξευξης φορτίου 16 A για κατηγορία χρήσης AC 23 (κινητήρες) και

ασφάλειες βραδείας τήξεως (χαρακτηριστική αΜ) 10 A. Προτείνεται αντί του διακόπτη φορτίου και των ασφαλειών η χρησιμοποίηση αυτόματου διακόπτη ισχύος μεγέθους 25A με σταθερό μαγνητικό και ρυθμιζόμενο θερμικό στοιχείο με περιοχή ρύθμισης 2,5-4A.

Επιλέγονται τηλεχειριζόμενοι διακόπτες εκκίνησης για κατηγορία χρήσης AC 3 (κινητήρες), με ονομαστική ένταση τουλάχιστον $I_{ov} = 9 \text{ A}$ και ισχύ τουλάχιστον 4 kW.

5.3. Φορτία φωτισμού και ρευματοδοτών – Υποπίνακας φωτισμού

Το πεδίο φωτισμού θα αποτελεί τμήμα του γενικού πίνακα.

Στον οικίσκο του αντλιοστασίου, θα υπάρχει εσωτερικός και εξωτερικός φωτισμός συνολικής εγκατεστημένης ισχύος περίπου 630 W και απορροφούμενης περίπου 700 W υπό διορθωμένο $\cos\phi=0,9$.

Θα τοποθετηθούν 2 στεγανά φωτιστικά σώματα τύπου σκαφάκι με κάλυμμα και με λαμπτήρες φθορισμού 2Χ58 W, στον εσωτερικό ξηρό χώρο του ισογείου.

Ο περιμετρικός φωτισμός θα περιλαμβάνει 4 φωτιστικά σώματα για λαμπτήρες Ν.Υ.Π. (Νατρίου Υψηλής Πίεσεως) ισχύος ο καθένας 100 W, τοποθετημένα στις 4 γωνίες του οικίσκου.

Η εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών φθορισμού στον εσωτερικό ξηρό χώρο του ισογείου ανέρχεται σε 15 W/τ.μ. και δίνει επαρκέστατη στάθμη φωτισμού. Η τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων παρουσιάζεται στα Σχέδια.

Εκτός των ανωτέρω φωτιστικών θα τοποθετηθούν και φωτιστικά ασφαλείας για την κατάδειξη των οδεύσεων διαφυγής και την δημιουργία μιας ελάχιστης στάθμης φωτισμού ασφαλείας.

Οι αγωγοί των γραμμών φωτισμού θα είναι Ν.Υ.Μ. 3Χ1,5χλστ² και η γραμμή θα ασφαρίζεται με μονοπολικό μικροαυτόματο 10Α.

Οι αγωγοί της γραμμής φωτισμού εξωτερικών χώρων θα είναι Ν.Υ.Υ. 3Χ1,5χλστ² και η γραμμή θα ασφαρίζεται με μονοπολικό μικροαυτόματο 10Α. Η λειτουργία του εξωτερικού φωτισμού θα ελέγχεται από χρονοδιακόπτη και τηλεχειριζόμενο διακόπτη (ρελέ).

Από το πεδίο φωτισμού θα τροφοδοτηθούν 4 ρευματοδότες μονοφασικοί. Οι αγωγοί τροφοδοσίας των μονοφασικών ρευματοδοτών θα είναι Ν.Υ.Μ., διατομής 3Χ2,5 χλστ² και η γραμμή θα ασφαρίζεται με διπολικό μικροαυτόματο 16Α.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται φορητή αντλία για την αποστράγγιση του θαλάμου άντλησης, ο μονοφασικός ρευματοδότης επαρκεί για να καλύψει το φορτίο της (μέγιστο φορτίο ρευματοδότη 3,5 KW, απορροφούμενη ισχύς αντλίας 1,5 KW).

Για την τροφοδοσία φορητής μπαλαντέζας που θα χρησιμοποιείται για τον φωτισμό του εσωτερικού του θαλάμου άντλησης, θα εγκατασταθεί στο πεδίο φωτισμού μετασχηματιστής γαλβανικής απομόνωσης 220 V/42 V ισχύος 200 VA, ο οποίος θα τροφοδοτεί με υποβιβασμένη τάση ρευματοδότη 42 V .

Η πλευρά τροφοδοσίας του μετασχηματιστή θα ασφαρίζεται με μικροαυτόματο 10Α, ενώ η πλευρά υποβιβασμένης τάσης επίσης με μικροαυτόματο 10Α.

Από τον γενικό ηλεκτρικό πίνακα θα τροφοδοτηθεί 1 ρευματοδότης τριφασικός. Οι αγωγοί του τριφασικού ρευματοδότη θα είναι Ν.Υ.Μ. ή Ν.Υ.Α. 5Χ2,5 χλστ² και η γραμμή θα διακόπτεται με τριπολικό ραγοδιακόπτη 20Α και θα ασφαρίζεται με ασφάλεια τήξεως 16Α.

5.4. Γενικός ηλεκτρικός πίνακας

Ο γενικός πίνακας του αντλιοστασίου θα τροφοδοτεί με ξεχωριστές γραμμές τους ηλεκτροκινητήρες των αντλιών, των αναδευτήρων και του μασητήρα, τον υποπίνακα του βιόφιλτρου καθώς και τις γραμμές φωτισμού και ρευματοδοτών.

Ο πίνακας θα είναι τύπου πεδίων μεταλλικός, από λαμαρίνα DKP πάχους 1,5χλστ. και διαμορφωμένος σε ειδική πρέσα. Θα είναι βαμμένος με ηλεκτροστατική βαφή φούρνου. Ο βαθμός προστασίας θα είναι IP 44 ή IP 54 κατά DIN 40050. Θα περιλαμβάνει ξεχωριστά πεδία:

- Εισόδου όπου και το σύστημα μεταγωγής ΔΕΗ – Η/Ζ
- Αυτοματισμών
- Βοηθητικό από το οποίο τροφοδοτούνται οι μικροί κινητήρες και οι καταναλώσεις φωτισμού και ρευματοδοτών.
- 2 πεδία από τα οποία τροφοδοτείται η κάθε αντλία

Το μέγιστο φορτίο το οποίο θα περάσει από το καλώδιο που τροφοδοτεί τον πίνακα του αντλιοστασίου από τον μετρητή της ΔΕΗ, εμφανίζεται όταν λειτουργούν όλες οι καταναλώσεις.

Θεωρώντας ότι λειτουργούν όλοι οι λειτουργικοί κινητήρες (όταν λειτουργούν οι αντλίες, δεν λειτουργούν οι αναδευτήρες), καθώς και ότι υπάρχει πρόσθετο φορτίο 2,5 KW (ισοκατανεμημένο στις φάσεις με μέσο $\cos\phi = 0,8$):

ΦΟΡΤΙΟ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΙΣΧΥΣ P2 (kW)	COSΦ (-)	Β.ΑΠΟΔΟΣΗΣ (%)	ΙΣΧΥΣ P1 (kW)	ΙΣΧΥΣ Q (kVA)	ΡΕΥΜΑ (A)
ΑΝΤΛΙΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	1,8	0,78	65,0	2,8	3,6	5,1
ΛΟΙΠΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	2,5	0,80	100,0	2,5	3,1	4,5
ΣΥΝΟΛΟ		4,3	0,79		5,3	6,7	9,6

5.5. Ηλεκτρική ενέργεια

Επειδή το αντλιοστάσιο βρίσκεται σε περιοχή που έχει η ΔΕΗ δίκτυα, η τροφοδότησή τους θα γίνει από τα δίκτυα της χαμηλής τάσης.

Οι δαπάνες κατασκευής του αντλιοστασίου δεν θα επιβαρυνθούν με κατασκευές υποσταθμών.

5.6. Τροφοδοτικές Γραμμές

Η διαστασιολόγηση της γραμμής τροφοδοσίας του πίνακα γίνεται με βάση τη μέγιστη πιθανή ζήτηση και την μελλοντική επαύξηση. Για Μέγιστη Φαινομένη Ισχύ $S_{max} = 1,73 \cdot 400 \cdot I_{max} = 6,7 \text{ kVA}$ και λαμβάνοντας περιθώριο επαύξησης 30%, επιλέγεται τριφασική παροχή Νο 1. Από τον μετρητή της ΔΕΗ μέχρι τον Γενικό Πίνακα και για παροχή Νο 1 ισχύος 15 KVA η τροφοδοσία γίνεται με καλώδιο τουλάχιστον Ν.Υ.Υ. 5x6 χλστ².

Σύμφωνα με τον Κανονισμό ΕΛΟΤ HD 384.5.523, για τριπολικό καλώδιο εντός σωλήνα μέσα ή πάνω σε τοίχο, θερμοκρασία περιβάλλοντος 35 °C και διατομή καλωδίου 6 mm², προκύπτει επιτρεπόμενη φόρτιση:

$$I = 34 \cdot 0,94 = 32,0 \text{ A}$$

Συνεπώς καλώδιο Ν.Υ.Υ. με διατομή 5x6 χλστ² είναι απόλυτα επαρκές, με δεδομένη τη μέγιστη απορροφούμενη ένταση $I_{max} = 9,6 \text{ A}$.

Από το Η/Ζ η τροφοδοσία γίνεται με καλώδιο τουλάχιστον Ν.Υ.Υ. 5x10 χλστ² με ίδιες συνθήκες εγκατάστασης όπως ανωτέρω ($I = 46 \cdot 0,94 = 43,2 \text{ A}$). Το καλώδιο είναι απόλυτα επαρκές, με δεδομένη τη μέγιστη ένταση που μπορεί να παράσχει το Η/Ζ $I_{max} = 29 \text{ A}$.

Προτείνεται αντί του διακόπτη φορτίου και των ασφαλειών στην άφιξη του Γενικού Πίνακα, η χρησιμοποίηση αυτόματου διακόπτη ισχύος μεγέθους 160 A με σταθερό μαγνητικό στοιχείο και ρυθμιζόμενο θερμικό.

5.7. Εφεδρική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας

5.7.1. Απαίτηση σε ισχύ

Το Η/Ζ θα κληθεί να εκκινήσει την μία αντλία λυμάτων, και να τροφοδοτήσει τις υπόλοιπες καταναλώσεις.

Από την έκδοση «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών – Π. Ντοκόπουλος – Εκδόσεις Ζήτη – 2005» και συγκεκριμένα από τον πίνακα 12.2 προκύπτει ότι για κινητήρα με $P_2 = 1,8 \text{ kW}$ και απευθείας εκκίνηση:

- Παροδική Ενεργός Ισχύς Εκκίνησης $P = 12,1 \text{ kW}$
- Παροδική Φαινομένη Ισχύς Εκκίνησης $S = 16,3 \text{ kVA}$
- Παροδική Άεργος Ισχύς Εκκίνησης $Q = (S^2 - P^2)^{1/2} = 10,9 \text{ kVAr}$

Η ισχύς των υπολοίπων λειτουργικών φορτίων είναι :

- $P = 2,5 \text{ kW}$ (υπόλοιπα φορτία αντλιοστασίου)
- $Q = P \cdot \tan(\arccos(0,8)) = 1,88 \text{ kVAr}$

Συνεπώς η ισχύς που απαιτείται από το Η/Ζ κατά την εκκίνηση, δηλαδή για μερικά sec, είναι:

- $P = 12,1 + 2,5 = 14,6 \text{ kW}$
- $Q = 10,9 + 1,88 = 12,78 \text{ kVAr}$
- $S = (P^2 + Q^2)^{1/2} = 19,4 \text{ kVA}$

Ένα Η/Ζ διαστασιολογημένο για ισχύ S , μπορεί παροδικά να προσφέρει ισχύ $3 \cdot S$ με πτώση τάσης 15%. Εκείνο που έστω και παροδικά δεν επιτρέπεται να υπερβούμε, είναι η Ισχύς P . Συνεπώς αρκεί να διαστασιολογηθεί το Η/Ζ ως εξής:

- $S = P / \cos\phi = 14,6 / 0,8 = 18,3 \text{ kVA}$

Επιλέγεται Η/Ζ με δυνατότητα παροχής συνεχούς ισχύος τουλάχιστον 20 KVA και εξωτερικές διαστάσεις κατά προσέγγιση 1500X800X1250 (Μ*Π*Υ σε χλστ). Η ωφέλιμη ισχύς που παρέχει το Η/Ζ υπό συνεχή λειτουργία και υπό μέσο $\cos\phi=0,8$ είναι $P=16$ kW, ενώ το ρεύμα είναι 29 A.

5.7.2. Δεξαμενή καυσίμων

Για τους κινητήρες Diesel των Η/Ζ αναμένεται μία μέση κατανάλωση 200 γρ/ώρα/KVA. Με δεδομένη την απορροφούμενη ισχύ σε συνεχή λειτουργία από τις συσκευές του αντλιοστασίου 1,7 KVA, η αναμενόμενη ωριαία κατανάλωση καυσίμου θα είναι 0,34 χλγρ/ώρα.

5.7.3. Ανάγκες αερισμού

Το Η/Ζ χρειάζεται για την λειτουργία του αέρα για καύση και ψύξη. Στην έκδοση «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών – Π. Ντοκόπουλος – Εκδόσεις Ζήτη – 2005» δίνονται από κατασκευαστές χαρακτηριστικές τιμές της απαιτούμενης ροής αέρα ανά kW ισχύος του Η/Ζ.

Για $P \approx 16$ kW το απαιτούμενο άνοιγμα προσδιορίζεται σε τουλάχιστον $A = 0,06$ τ.μ.

5.8. **Σύστημα μεταγωγής**

Για την τροφοδότηση ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε μεριά του πίνακα από τις δύο διαφορετικές πηγές, δηλαδή ΔΕΗ και Η/Ζ, θα τοποθετηθεί ανά ένας τηλεχειριζόμενος διακόπτης (ρελέ) τετραπολικός αέρος, δυναμικότητας ίσης ή μεγαλύτερης με του Η/Ζ.

Οι τηλεχειριζόμενοι διακόπτες θα είναι μανδαλωμένοι μεταξύ τους με μηχανική και ηλεκτρική μανδάλωση (κλείδα), ώστε να αποκλείεται σε κάθε περίπτωση η παράλληλη τροφοδότηση και από τις δύο πηγές, δηλαδή ΔΕΗ και Η/Ζ.

Ένας τριφασικός επιτηρητής τάσεως της ΔΕΗ, μεγάλης ακριβείας, επιτηρεί τις φάσεις του δικτύου, και αν μειωθεί η τάση έστω και μιάς φάσης κάτω ορισμένων ορίων, δίνει εντολή για εκκίνηση του Η/Ζ και μεταγωγή στο δίκτυο της γεννήτριας.

6. ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΓΕΙΩΣΕΙΣ

6.1.Εξωτερική Αντικεραυνική Προστασία

6.1.1. Εκτίμηση κεραυνικού κινδύνου- Στάθμη προστασίας

Η εκτίμηση του κεραυνικού κινδύνου και η αναγκαία στάθμη αντικεραυνικής προστασίας των κτιρίων προσδιορίζεται κατά ΕΛΟΤ 1412. Η αποτίμηση γίνεται σύμφωνα με ένα βασικό ερωτηματολόγιο που στηρίζεται στο ανωτέρω πρότυπο και παρουσιάζεται στα ακόλουθα:

1. Ποιές είναι οι διαστάσεις της κατασκευής σας ;

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	5,55	ΜΗΚΟΣ (M)
<input type="text"/>	3,85	ΠΛΑΤΟΣ (M)
<input type="text"/>	4,4	ΥΨΟΣ (M)

2. Σε ποιά περιοχή της Ελλάδας βρίσκεται η κατασκευή σας ; ΕΒΡΟΣ

3. Σε τι θέση βρίσκεται η κατασκευή σας ;

Απομονωμένη σε πεδιάδα και δεν υπάρχουν άλλες κατασκευές σε απόσταση 3H

4. Τι είδους είναι η κατασκευή ;

Κοινή

5. Τι είδους είναι η στέγη ;

Κοινή

6. Τι είδους αξία υλικών εμπεριέχονται στην κατασκευή ;

Κανονικής αξίας ή κανονικής ευφλεκτικότητας

7. Πως λειτουργεί η κατασκευή σας ;

Κενά από άτομα

8. Ποιες οι συνέπειες από κεραυνικό πλήγμα ;

Π.Σ

9. Ποιά η δυνατότητα σωστικής επέμβασης ;	
Δυνατότητα έγκαιρης σωστικής επέμβασης υπηρεσιών (πυροσβεστική, ασθενοφόρα) ▼	
<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</u>	
ΑΠΑΙΤΕΙΤΑΙ ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ κατά ΕΛΟΤ 1197, Στάθμη IV	

Στην παρούσα κατασκευή επιλέγεται η προστασία μέσω ακίδας Franklin. Η ανωτέρω απαιτούμενη Στάθμη προστασίας IV προϋποθέτει για ύψος κατασκευής χαμηλό (<20μ.) ημιγωνία κώνου έως 55° για προστασία μέσω ακίδας Franklin:

Στάθμη Προστασίας κατά ΕΛΟΤ 1197	Ακτίνα Κυλιόμενης Σφαίρας R(m)	Ύψος Κατασκευής h(m)				Διαστάσεις Βρόχων (m)
		20	30	45	60	
		Γωνία Προστασίας (°)				
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	15
IV	60	55	45	35	25	20

Το ελάχιστο μήκος ηλεκτροδίων γείωσης τοποθετημένων οριζοντίως καθορίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Ειδική αντίσταση εδάφους ρ (Ωm)	Απαιτούμενο μήκος (m) Στάθμη I	Απαιτούμενο μήκος (m) Στάθμη II	Απαιτούμενο μήκος (m) Στάθμη III & IV
500	5	5	5
1000	20	5	5
1500	35	15	5
2000	50	26	5
2500	65	37	5
3000	80	48	5

Για κατακόρυφα ηλεκτρόδια ισχύει το μισό του μήκους.

Στην παρούσα κατασκευή επιλέγεται η εφαρμογή συνδυασμού θεμελιακής γείωσης (που χρησιμοποιείται και ως ηλεκτρολογική γείωση) και κατακόρυφων ηλεκτροδίων, όπως αναπτύσσεται στα επόμενα.

Η ισοδύναμη διάμετρος ημισφαιρικού γειωτή (όπως η θεμελιακή γείωση που μελετάται στην προκειμένη περίπτωση) δίνεται από την σχέση :

$$D = 1,57 * \sqrt[3]{A}$$

όπου D η ισοδύναμη (μέση) διάμετρος του δακτυλίου και A η επιφάνεια που περικλείεται από τον δακτύλιο.

Στο υπό μελέτη κτίριο όπως περιγράφεται κατωτέρω είναι A=21,4 τ.μ. και συνεπώς D=4,4 μ. Προκύπτει λοιπόν για την ισοδύναμη ακτίνα $r = D / 2 = 2,2$ μ.

Εκτός από την θεμελιακή γείωση εγκαθίστανται και 4 κατακόρυφα ηλεκτρόδια στις γωνίες της θεμελίωσης ενεργού μήκους $L_v = 1,5$ μ.

Το συνολικό μήκος γείωσης L1 υπολογίζεται ως $L1 = r + 2 * 4 * L_v = 14,2$ μ., σύμφωνα δε με τον ανωτέρω πίνακα για Στάθμη προστασίας IV, είναι επαρκές.

6.1.2. Συνοπτική Περιγραφή Αλεξικεραύνου – Γειώσεων Αντικεραυνικής Προστασίας

Εγκαθίσταται για την αντικεραυνική προστασία Στάθμης IV κατά ΕΛΟΤ 1197, σύστημα που αποτελείται από:

- κατακόρυφη ακίδα (ακίδα σύλληψης – αλεξικεραύνου Franklin).
- απαγωγό (κατακόρυφος αγωγός στο κτίριο).
- κατασκευές γείωσης στο έδαφος.

Η ακίδα Franklin μήκους 1 μ., στηρίζεται σε γαλβανισμένη σιδηροσωλήνα 1 ¼” . Η βάση της ακίδας του αλεξικεραύνου τοποθετείται σε ύψος τουλάχιστον 3 μ. από την πλάκα οροφής του ισογείου

Από την βάση της ακίδας ξεκινά κατακόρυφος απαγωγός, ο οποίος στην άνω επιφάνεια της πλάκας οροφής του ισογείου διακλαδίζεται σε δύο κλάδους. Οι κλάδοι αυτοί καταλήγουν σε δύο αντιδιαμετρικές γωνίες του κτίσματος (ανωδομή), όπου και συνδέονται με τις αναμονές των εγκιβωτισμένων κατακορύφων απαγωγών. Όλοι οι απαγωγοί είναι χαλύβδινοι, θερμά επιψευδαργυρωμένοι, διατομής Φ10 χλστ.

Το σύστημα γείωσης είναι μικτό, αποτελούμενο από ταινία χαλύβδινη θερμά επιψευδαργυρωμένη διαστάσεων 40Χ4 χλστ. εγκατεστημένη σε διάταξη κλειστού βρόχου στο σκυρόδεμα των θεμελίων του κτιρίου και 4 ηλεκτρόδια γείωσης που τοποθετούνται στις γωνίες της κάτοψης των θεμελίων, χαλύβδινα επιχαλκωμένα με διαστάσεις Φ17Χ1500 χλστ.

6.1.3. Ακίδα Franklin

Η ακίδα Franklin θα είναι κατασκευασμένη από ηλεκτρολυτικά επινικελωμένο ορείχαλκο (Ms/eNi) και θα είναι κατάλληλη για στήριξη σε σωλήνα 1 ¼". Η σύνδεση με τον αγωγό καθόδου θα γίνεται με κολλάρο χάλκινο επινικελωμένο με ακροδέκτη.

6.1.4. Χαλύβδινος αγωγός διατομής Φ10 χλστ.

Οι αγωγοί που χρησιμεύουν ως απαγωγοί για την ακίδα, καθώς και οι εγκιβωτισμένοι στο σκυρόδεμα κατακόρυφοι απαγωγοί, είναι χαλύβδινοι επιψευδαργυρωμένοι εν θερμώ, διαμέτρου Φ10 χλστ.

Συνδέονται με ειδικούς σφιγκτήρες διασταύρωσης από επιψευδαργυρωμένο εν θερμώ χάλυβα. Από ίδιο υλικό είναι κατασκευασμένοι και οι σύνδεσμοι-στηρίγματα που συνδέουν (ανά 2 μ. τουλάχιστον) τους εγκιβωτισμένους αγωγούς με τον σιδηρό οπλισμό του σκυροδέματος.

Οι εγκιβωτισμένοι κατακόρυφοι απαγωγοί καταλήγουν στην θεμελιακή γείωση, όπου και συνδέονται με παρόμοιους σφιγκτήρες με την ταινία της θεμελιακής γείωσης.

6.1.5. Ταινία γείωσης χαλύβδινη διατομής 40χλστ. x 4 χλστ.

Η ταινία γείωσης τοποθετείται εντός του σκυροδέματος στα περιμετρικά τοιχεία των θεμελίων του κτιρίου σε μορφή κλειστού δακτυλίου. Συνδέεται με τον οπλισμό με ειδικούς σφιγκτήρες ανά 2 μ.

Στις 4 γωνίες της θεμελίωσης του κτιρίου, συνδέονται με την ταινία της γείωσης μέσω ειδικού σφιγκτήρα, 4 αγωγοί χάλκινοι, διαμέτρου Φ8 χλστ., οι οποίοι εξερχόμενοι από το σκυρόδεμα της θεμελίωσης οδεύοντας οριζόντια, καταλήγουν στα τέσσερα ηλεκτρόδια πρόσθετης γείωσης.

Η σύνδεση των αγωγών με τα ηλεκτρόδια, γίνεται με ειδικούς σφιγκτήρες.

6.1.6. Ηλεκτρόδια γείωσης

Τα ηλεκτρόδια γείωσης θα είναι διαμέτρου Φ17 χλστ. και μήκους 1500 χλστ., θερμά ή ηλεκτρολυτικά επιχαλκωμένα με χαλύβδινη ψυχή και κοχλιοτόμηση 5/8'' στα δύο άκρα για την δυνατότητα επιμήκυνσής τους με κοχλιωτή ορειχάλκινη μούφα.

6.1.7. Κεραία ραδιομόντεμ

Η κεραία εκπομπής και λήψης σημάτων του ραδιομόντεμ, αποτελεί στην ουσία ιδανική ακίδα σύλληψης κεραυνών, και συνεπώς απαιτείται εξειδικευμένη αντικεραυνική προστασία. Συγκεκριμένα:

Ο ιστός γειώνεται μέσω αγωγού χαλύβδινου επιψευδαργυρωμένου εν θερμώ, διαμέτρου Φ10 χλστ σε έναν από τους δύο κατακόρυφους απαγωγούς αντικεραυνικής προστασίας του κτιρίου, συνδεδεμένος με αυτόν με κατάλληλο σύνδεσμο-σφιγκτήρα.

6.2. Εσωτερική Αντικεραυνική Προστασία

6.2.1. Γενικά στοιχεία

Λόγω της εγκατάστασης ευαίσθητων συστημάτων αυτοματισμών, πρέπει να προβλεφθεί και σύστημα προστασίας του εξοπλισμού από ατμοσφαιρικές και άλλες υπερτάσεις, οι οποίες τον καταπονούν.

Η προστασία επιτυγχάνεται μέσω απαγωγών υπερτάσεων (SPD-Surge Protection Devices), οι οποίοι εγκαθίστανται στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (πρωτεύουσα προστασία), στον Πίνακα Αυτοματισμών (δευτερεύουσα προστασία), και στην βάση της κεραίας του ραδιομόντεμ εν σειρά με το ομοαξονικό καλώδιο.

6.2.2. Πρωτεύουσα προστασία

Ο υπολογισμός της στάθμης προστασίας μιας αντικεραυνικής εγκατάστασης, γίνεται με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ 1412. Στην προκειμένη περίπτωση η αναγκαία στάθμη προστασίας είναι η IV.

Σύμφωνα με το Διεθνές πρότυπο IEC61024-1-1, για στάθμη προστασίας IV, το μέγιστο αναμενόμενο ρεύμα κορυφής κεραυνού είναι 100 kA. Σύμφωνα πάντα με το ίδιο πρότυπο, 50 kA αναμένεται να συλλεγούν και να οδηγηθούν προς την γη από το εξωτερικό σύστημα αντικεραυνικής προστασίας. Τα υπόλοιπα 50 kA θα κατανεμηθούν στο ενεργειακό, το τηλεφωνικό, το υδρευτικό δίκτυο και στο δίκτυο φυσικού αερίου εφόσον αυτά υπάρχουν.

Στην μελετώμενη κατασκευή, επειδή δεν υπάρχουν άλλα αγωγή δίκτυα, πρέπει να αναμένεται ότι 50 kA θα οδηγηθούν από το ενεργειακό δίκτυο προς το εσωτερικό του κτιρίου. Επειδή το ρεύμα αυτό κατανέμεται σε τρεις φάσεις και τον ουδέτερο, αναμένεται μέγιστο κρουστικό ρεύμα έντασης 12,5 kA.

Συνεπώς στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης, μετά τον γενικό διακόπτη και πριν από τις γενικές ασφάλειες τοποθετούνται απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων (στις τρεις φάσεις και τον ουδέτερο) με ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης 70 kA υπό κρουστική τάση κυματομορφής 8/20 μ s και μέγιστο ρεύμα εκφόρτισης 150 kA υπό κρουστική τάση κυματομορφής 8/20 μ s, 15 kA υπό κρουστική τάση κυματομορφής 10/350 μ s . Η παραμένουσα τάση υπό το ονομαστικό ρεύμα επιλέγεται από καταλόγους κατασκευαστών 1,6 kV, ώστε να παρέχεται σημαντική προστασία στις κατάντη ευρισκόμενες ηλεκτρονικές συσκευές (Soft Starter, μετρητικές διατάξεις, PLC, ραδιομόντεμ κλπ).

6.2.3. Δευτερεύουσα προστασία

Δευτερεύουσα προστασία γραμμών τροφοδοσίας

Για πρόσθετη προστασία των ευαίσθητων ηλεκτρονικών συσκευών που βρίσκονται στον Πίνακα Αυτοματισμών, τοποθετούνται στην γραμμή τροφοδοσίας του Πίνακα απαγωγείς υπερτάσεων δευτερεύουσας προστασίας.

Οι απαγωγείς τοποθετούνται παράλληλα προς το δίκτυο, τόσο στον αγωγό φάσης όσο και στον ουδέτερο, έχουν δε ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης 15 kA υπό κρουστική τάση κυματομορφής 8/20 μ s, μέγιστο ρεύμα εκφόρτισης 40 kA υπό κρουστική τάση κυματομορφής 8/20 μ s, και παραμένουσα τάση 1,6 kV υπό κρουστική τάση 30 kA κυματομορφής 8/20 μ s, 0,95 kV υπό κρουστική τάση 5 kA κυματομορφής 8/20 μ s.

6.2.4. Προστασία ραδιομόντεμ

Τοποθετείται απαγωγός υπερτάσεων ομοαξονικού καλωδίου εν σειρά με το καλώδιο, για την προστασία των συνδεδεμένων συσκευών αλλά και των ανθρώπων, από κεραυνικό πλήγμα στον ιστό των κεραιών.

Τοποθετούνται επίσης απαγωγοί υπερτάσεων (παράλληλα προς το δίκτυο, τόσο στον αγωγό φάσης όσο και στον ουδέτερο) παρόμοιοι με αυτούς της πρωτεύουσας προστασίας, στην πλευρά τροφοδοσίας του ραδιομόντεμ, για προστασία του ηλεκτρικού δικτύου του κτιρίου.

6.3. Ηλεκτρολογικές Γειώσεις και Ισοδυναμικές Συνδέσεις

6.3.1. Γενικά στοιχεία

Οι ηλεκτρολογικές γειώσεις που πρέπει να κατασκευασθούν στο αντλιοστάσιο, διακρίνονται σε γειώσεις προστασίας και λειτουργίας.

Η θεμελιακή γείωση στην οποία καταλήγει το ΣΑΠ, θα λειτουργεί και ως ηλεκτρολογική γείωση προστασίας. Εντός του ισογείου χώρου και όσο το δυνατόν πιο κοντά στον Γ.Π.Χ.Τ. θα κατασκευασθεί αναμονή γείωσης με ισοδυναμικό ζυγό. Αναμονή γείωσης και ισοδυναμικός ζυγός θα κατασκευασθεί και στον χώρο του υπογείου.

Η σύνδεση της αναμονής γείωσης με τη θεμελιακή γείωση θα γίνεται με αγωγό χάλκινο-πολύκλωνο διατομής τουλάχιστον 25 mm², εγκιβωτισμένο στο σκυρόδεμα και συνδεδεμένο με τον οπλισμό ανά 2 m μέσω καταλλήλων σφιγκτήρων.

Σε ανεξάρτητη γείωση λειτουργίας (τρίγωνο κατακόρυφων ηλεκτροδίων) συνδέεται ο κόμβος του αστέρα του H/Z.

6.3.2. Γειώσεις προστασίας

Η θεμελιακή γείωση έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο του Σ.Α.Π.

6.3.3. Γείωση Λειτουργίας H/Z

Κατασκευάζεται ξεχωριστό σύστημα γείωσης λειτουργίας ουδετέρου κόμβου της γεννήτριας του H/Z. Το σύστημα αποτελείται από ομάδα ηλεκτροδίων παρομοίων με αυτά του Σ.Α.Π. που περιγράφηκαν ανωτέρω, το καθένα όμως μήκους 3 μ. (ενωμένα δύο ηλεκτρόδια των 1,5 μ. μέσω της ειδικής μούφας επέκτασης). Στην κεφαλή τους κατασκευάζεται φρεάτιο σύνδεσης και ελέγχου όπως περιγράφεται στα Τεύχη Τεχνικής Περιγραφής και Τεχνικών Προδιαγραφών. Ο αγωγός γείωσης είναι NYΥ 35 τ.χλστ.

Το σύστημα γείωσης λειτουργίας πρέπει να είναι ανεξάρτητο από το σύστημα γείωσης προστασίας. Ανεξάρτητα συστήματα γείωσης θεωρούνται όταν το πεδίο ροής του ενός δεν επηρεάζει το άλλο. Αυτό επιτυγχάνεται όταν η απόσταση των δύο συστημάτων γείωσης είναι τουλάχιστον 8-10 φορές την μεγαλύτερη διάσταση των γειωτών. Στην προκειμένη περίπτωση που χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια μήκους 3 μ., το πλησιέστερο ηλεκτρόδιο πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση τουλάχιστον 25-30 μ. από την γείωση του κτιρίου. Εκτός αυτού, για την σύνδεση του τριγώνου με το H/Z χρησιμοποιείται αγωγός NYΥ και όχι γυμνός πολύκλωνος αγωγός χαλκού, ο οποίος δημιουργεί γύρω του πεδίο ροής.

Και βέβαια για την πλήρη απόδοση των ηλεκτροδίων, αυτά πρέπει να απέχουν μεταξύ τους απόσταση τουλάχιστον $(2 * \text{μήκος ηλεκτροδίου}) = 6 \mu$.

Η αντίσταση που παρουσιάζει γείωση με ραβδοειδείς γειωτές, δίνεται από την σχέση:

$$R_A = \rho_E / L_v$$

όπου R_A η αντίσταση της γείωσης (Ω), ρ_E η ειδική αντίσταση του εδάφους ($\Omega \cdot \mu$) και L_v ενεργό μήκος του ηλεκτροδίου (μ).

Σύμφωνα με τους κανονισμούς, η αντίσταση αυτής της γείωσης πρέπει να είναι μικρότερη από 10 Ω. Λόγω της φύσης του εδάφους, αναμένεται να επιτευχθεί εύκολα η προαναφερθείσα απαίτηση.

6.3.4. Κύριος Αγωγός Γείωσης - Ισοδυναμικές Συνδέσεις

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση του αντλιοστασίου, τα μεταλλικά μέρη του Η/Ζ, η μεταλλική γερανογέφυρα και οι αγωγοί γείωσης των απαγωγέων υπερτάσεων συνδέονται με ζυγό εξίσωσης δυναμικού (ισοδυναμική γέφυρα) ή κατευθείαν σε αναμονή γείωσης.

Οι δευτερεύουσες ισοδυναμικές συνδέσεις των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων αφορούν την ισοδυναμική σύνδεση όλων των μεταλλικών αγωγών του αντλιοστασίου, που γειτνιάζουν μεταξύ τους.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς HD384, για κύρια παροχική γραμμή 6 τ.χλστ. και αγωγό προστασίας 6 τ.χλστ. προκύπτει θεωρητική διατομή των αγωγών κύριας γείωσης 6 τ.χλστ. και κύριας ισοδυναμικής προστασίας 4 τ.χλστ. Επιλέγονται για τις κύριες γειώσεις (συμπεριλαμβάνονται και οι αγωγοί που συνδέουν τις αναμονές γείωσης με τη θεμελιακή γείωση) καλώδια Ν.Υ.Υ. διατομής 25 τ.χλστ., για τις κύριες ισοδυναμικές συνδέσεις καλώδια Ν.Υ.Υ. διατομής 6 τ.χλστ., για δε τις δευτερεύουσες καλώδια Ν.Υ.Υ. διατομής 4 τ.χλστ.

7. ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

7.1. Γενικά στοιχεία

Σε όποια εγκατάσταση χρησιμοποιούνται μηχανήματα με κινούμενα μέρη, είναι αναπόφευκτη η εμφάνιση ταλαντώσεων. Οι ταλαντώσεις αυτές πρέπει να περιοριστούν σε αποδεκτά επίπεδα, ειδικά σε σημεία που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του εξοπλισμού. Προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν είναι βλάβες κόπωσης, θόρυβος και φθορά.

7.2. Διέγερση ταλαντώσεων

Οι κυριότερες πηγές διέγερσης ταλαντώσεων που προέρχονται από αντλίες, παρατίθενται κατωτέρω, μαζί με τις αντίστοιχες συχνότητες. Η σειρά είναι κατ'αύξουσα συχνότητα. Ο δεύτερος αριθμός στην παράσταση 1:N είναι το πολλαπλάσιο της ταχύτητας περιστροφής.

7.2.1. 1:1. Αντιστοιχεί στην συχνότητα της ταχύτητας περιστροφής της αντλίας. Συνήθως είναι η κυρίαρχουσα διέγερση και προέρχεται από τις παρακάτω αιτίες:

- Αζυγοσταθμίες στις περιστρεφόμενες μάζες
- Υδραυλικές δυνάμεις που προκαλούνται από το κέλυφος
- Περιστρεφόμενες υδραυλικές δυνάμεις που προκαλούνται από μονοκάναλη πτερωτή

7.2.2. 1:Αριθμό Καναλιών. Αντιστοιχεί στην συχνότητα της ταχύτητας περιστροφής της αντλίας επί τον αριθμό των καναλιών της πτερωτής. Προέρχεται από τις παρακάτω αιτίες:

- Υδραυλικές δυνάμεις που αναπτύσσονται όταν ένα κανάλι περνάει από ζώνη του κελύφους με ανομοιόμορφη πίεση

7.2.3. 1:Αριθμό Καναλιών επί τον Αριθμό Οδηγών Πτερυγίων. Προέρχεται από τις παρακάτω αιτίες:

- Διακυμάνσεις της πίεσης καθώς ένα κανάλι περνάει μπροστά από οδηγό πτερύγιο (γλώσσα)

7.2.4. 1:Μεγαλύτερους Αριθμούς. Προέρχονται από τις παρακάτω αιτίες:

- Συνήθως από τον ηλεκτροκινητήρα. Μπορεί να προκαλούν θόρυβο, αλλά δεν επιφέρουν δομικά προβλήματα.

7.3. Τρόποι μείωσης ταλαντώσεων

Οι παρακάτω κανόνες πρέπει να τηρούνται ώστε οι ταλαντώσεις να περιορίζονται σε αποδεκτά επίπεδα:

- Όλα τα μέρη πρέπει να είναι στιβαρά και σταθερά συνδεδεμένα με ακλόνητα στηρίγματα, ώστε οι πρωτεύουσες διεγέρσεις να έχουν συχνότητες κάτω από τις ελάχιστες ιδιοσυχνότητες του συστήματος.
- Επειδή οι ταλαντώσεις είναι ανεξάρτητες από την βαρύτητα, πρέπει να προβλέπονται και στηρίξεις στην οριζόντια διεύθυνση.
- Οι σωλήνες πρέπει να έχουν μία στήριξη σε απόσταση $1/3$ του κρίσιμου μήκους τους, από την αντλία (κρίσιμο μήκος είναι το μήκος που αντιστοιχεί στην πρώτη ιδιοσυχνότητα).
- Το μήκος των αγωγών πρέπει να είναι μικρότερο από το 70% του κρίσιμου μήκους τους.
- Βαριά εξαρτήματα (όπως μεγάλες βάνες), πρέπει να στηρίζονται επαρκώς.

7.4. Ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης σωλήνων

Η ιδιοσυχνότητα καμπτικής ταλάντωσης σωλήνων που είναι πλήρεις με ρευστό, δίνεται από την σχέση:

$$\omega = \frac{(n+x)^2 * \pi^2}{4 * L^2} * \sqrt{\frac{E * (Da^4 - Di^4)}{\rho * [Da^2 - Di^2 * (1 - \frac{\rho_m}{\rho})]}}$$

Όπου:

- ω = ιδιοσυχνότητα (rad/δλ)
- E = μέτρο του Young (N/μ²)
- L = μήκος (μ)
- ρ = πυκνότητα υλικού σωλήνα (χλγρ/μ³)
- n = τάξη της ιδιοσυχνότητας
- x = 0 για απλή στήριξη των άκρων
0,25 για πάκτωση του ενός άκρου
0,5 για πάκτωση και των δύο άκρων
-0,5 για πρόβολο
- Da = εξωτερική διάμετρος σωλήνα (μ)
- Di = εσωτερική διάμετρος σωλήνα (μ)
- ρ_m = πυκνότητα περιεχόμενου ρευστού (χλγρ/μ³)

7.5. Αποστάσεις Στήριξης Αγωγών Αντλιοστασίου

Επειδή είναι γνωστή η κυριότερη συχνότητα διέγερσης (συμπίπτει με την συχνότητα περιστροφής της αντλίας), το κρίσιμο μήκος των χρησιμοποιούμενων στο αντλιοστάσιο σωλήνων προκύπτει:

$$L_{\text{κρισ}} = \sqrt{\frac{(n+x)^2 * \pi^2}{4 * \omega}} * \sqrt{\frac{E * (Da^4 - Di^4)}{\rho * [Da^2 - Di^2 * (1 - \frac{\rho_m}{\rho})]}}$$

Όπου:

$L_{\text{κρισ}}$ = κρίσιμο μήκος (μ)

ω = $1440 * \pi / 30 = 150,7$ (rad/δλ) συχνότητα διέγερσης

E = $2,10 * 10^{11}$ (N/μ²) μέτρο του Young για χάλυβα

ρ = 7900 (χλγρ/μ³) πυκνότητα χάλυβα

n = 1 τάξη της πρώτης ιδιοσυχνότητας

x = 0,5 για πάκτωση και των δύο άκρων

Da = 0,0889 (μ) εξωτερική διάμετρος σωλήνα

Di = 0,0828 (μ) εσωτερική διάμετρος σωλήνα

ρ_m = 1100 (χλγρ/μ³) πυκνότητα περιεχόμενου ρευστού

Προκύπτει λοιπόν:

$$L_{\text{κρισ}} = 4,2 \text{ (}\mu\text{)}$$

Για να αποφευχθούν προβλήματα ταλαντώσεων, πρέπει κατά τα ανωτέρω τα στηρίγματα στις σωληνώσεις να τοποθετηθούν κάθε $0,7 * L_{\text{κρισ}} = 2,9$ (μ).

Πρέπει επίσης να τοποθετηθεί ένα στηρίγμα σε απόσταση $1/3 * L_{\text{κρισ}} = 1,4$ (μ) από την κατάθλιψη της αντλίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Κριτήρια υπολογισμού και διαστασιολόγησης

Βασική μέθοδος υπολογισμού	CEI 11-25
Πρότυπο για τη διάσταση του καλωδίου	CEI 64-8

Υπερφόρτιση	Τα όρια υπερφόρτισης καθορίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις: $I_b \leq I_n \leq I_z$ and $I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$
	Τίτλος:
	I_b = το ρεύμα για το οποίο έχει σχεδιαστεί ο αυτόματος
	I_n = ονομαστικό ρεύμα μονάδας προστασίας (Για ρυθμιζόμενες μονάδες προστασίας, το ονομαστικό ρεύμα I_n είναι το προεπιλεγμένο ρεύμα)
	I_2 = ρεύμα που εξασφαλίζει αποτελεσματική λειτουργία στο συμβατικό χρόνο της μονάδας προστασίας
	I_z = ικανότητα ρεύματος καλωδίου σύμφωνα με το επιλεγμένο πρότυπο

Βραχυκύκλωμα	Οι Αυτόματοι διακόπτες και οι ασφάλειες έχουν διαστασιολογηθεί ώστε η ικανότητα απόζευξης να είναι μεγαλύτερη απο το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης στο σημείο της εγκατάστασης
	Οι αυτόματοι διακόπτες διαστασιολογήθηκαν σύμφωνα με το IEC 60497-2 και επιλέγησαν με ικανότητα ζεύξης I_{cm} μεγαλύτερη απο το ρεύμα κορυφής
	Η προστασία έναντι βραχυκυκλώματος πρέπει να είναι σύμφωνη με τον κανόνα $I_{2t} \leq K^2 S^2$
	Τίτλος:
	I_{2t} = η ενέργεια διέλευσης στο μέγιστο ρεύμα βραχυκυκλώματος (καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
	S = μέγεθος των Τηλεχειριζόμενων διακοπών αέρος
	K = συντελεστής που καθορίζεται στο IEC60364-4-43 πίνακας 43Α και IEC60364-5-54 πίνακες Α.54.2, Α.54.4 και Α-54.5

Έμμεση επαφή	ΤΤ συστήματα: η συνθήκη είναι $I_{dn} \cdot R_t \leq V_o$, or $I_m \leq I_k \min$
	TN συστήματα: η συνθήκη είναι $I_m \leq I_k \min$
	Τίτλος:
	I_{dn} = ευαισθησία συσκευής διαρροής ρεύματος
	R_t = αντίσταση γείωσης
	V_o = μέγιστη αποδεκτή τάση επαφής
	I_m = στιγμιαίο ρεύμα απόζευξης της μονάδας προστασίας
	$I_k \min$ =ελάχιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης στο τέρμα της γραμμής

Επιλεκτικότητα και Εφεδρική προστασία	Τα μεγέθη διακριτικότητας και εφεδρικής προστασίας έχουν καθοριστεί απο τον κατασκευαστή με εργαστηριακές δοκιμές
---------------------------------------	---

Αναθεώρηση Ν°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:
Αναθεώρηση Ν°2		Σχεδιαστής:			Έργα:		
Αναθεώρηση Ν°3		Μελετητής:			Αρχείο:	Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Έγκριση:		Σειρά:		Φύλλα:

Υποθετικός υπολογισμός βραχυκυκλώματος για IEC 60909-0

Υπολογισμός αλγόριθμου

Ο υπολογισμός των μέγιστων & ελαχίστων, ισορροπημένων & μη, ρευμάτων βραχυκύκλωσης βασίζεται στις ακόλουθες απλουστεύσεις συμμετρικών συνιστώσεων.

Γενικές συνθήκες

Ο υπολογισμός του μέγιστου & ελάχιστου ρεύματος βραχυκύκλωσης βασίζεται στην ακόλουθη απλούστευση.

α) Κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος καμία αλλαγή στον τύπο του δεν υφίσταται (το τριφασικό βραχυκύκλωμα παραμένει τριφασικό)

β) Κατά τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος καμία αλλαγή δεν πραγματοποιείται στο δίκτυο.

γ) Η σύνθετη αντίσταση των Μ/Σ αναφέρονται σε μεταγωγές λήψεων στην κύρια θέση

δ) Οι αντιστάσεις τόξου δεν λαμβάνονται υπόψη.

ε) Όλες οι χωρητικότητες γραμμής, οι αντιστάσεις εισόδου και τα μη περιστρεφόμενα φορτία, εκτός αυτών με μηδενική ακολουθία έχουν παραλειφθεί.

Μέγιστα ρεύματα βραχυκύκλωσης

Στον υπολογισμό των μέγιστων ρευμάτων βραχυκύκλωσης πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- εφαρμόζεται ο συντελεστής τάσης c_{max} σύμφωνα με τον πίνακα 1, IEC 60909-0

=-έχει επιλεγεί δίκτυο που οδηγεί στη μέγιστη τιμή βραχυκυκλώματος στην περιοχή που εντοπίστηκε

- η συνεισφορά των ασύγχρονων κινητήρων λαμβάνεται υπόψη εφόσον η συνεισφορά τους είναι μεγαλύτερη από το 5% του αρχικού βραχυκυκλώματος που έχει υπολογιστεί χωρίς τους κινητήρες

-Η αντίσταση RL των γραμμών συνίσταται στους 20 °C

Ελάχιστα ρεύματα βραχυκύκλωσης

Στον υπολογισμό των ελάχιστων ρευμάτων βραχυκύκλωσης πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

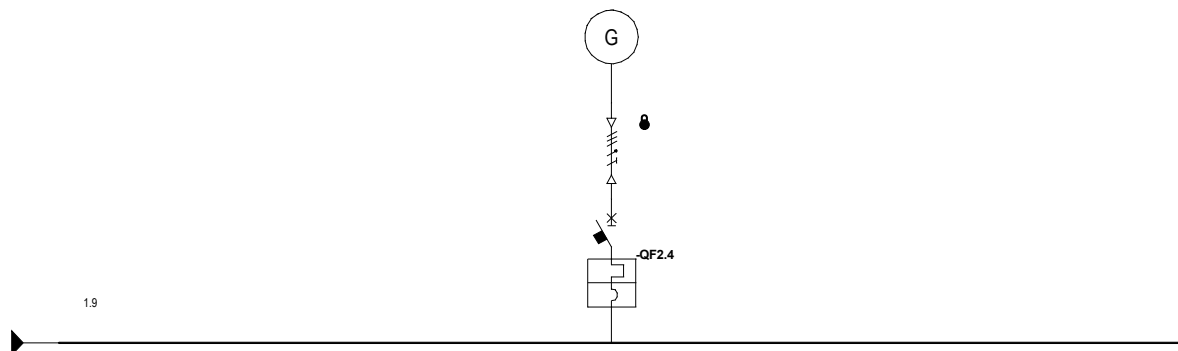
- εφαρμόζεται ο συντελεστής τάσης c_{min} σύμφωνα με τον πίνακα 1, IEC 60909-0

=-έχει επιλεγεί δίκτυο που οδηγεί στη ελάχιστη τιμή βραχυκυκλώματος στην περιοχή που εντοπίστηκε

=- η συνεισφορά των ασύγχρονων κινητήρων έχει παραληφθεί

-Η αντίσταση RL των γραμμών συνίσταται στους 80 °C

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής:			Έργα:		
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής:			Αρχείο:	Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφή:	Έγκριση:		Σειρά:		Φύλλο:



Φορτίο	Περιγραφή			
	Τάση	[V]	dV	%
	Ενεργός ισχύς	[kW]	UF	
	Ir	[A]	CoSF	
Command / protection	Παραγωγή			
	Circuit breaker/Disconnecter			
	Πόλοι		In	[A]
	Ith	[A]	Ith	[A]
	Irn	[A]	Iu/Irn	[kA]
	Ασφάλεια	Μέγεθος		
	Τηλεχειρζόμενος διακόπτης αέρος			[A]
	Τηλεχειρζόμενος διακόπτης αέρος			[A]
	Θερμικό	Ρύθμιση		
	Τύπος καλωδίου			
Γραμμή διαστάσεων	Τμήμα			[A]
	Μήκος	[m]	Iz	
	Lb L1	[A]	Αριθμ. εγκατάστασης	
	Lb L2	[A]	dV	%
	Lb L3	[A]	k min	[kA]
	Lb N max	[A]	k max	[kA]

[illegible]

(*) The circuit-breaker is in discrimination relations with other circuit-breakers
(**) The circuit-breaker is in back-up relations with other circuit-breakers

Αναθεώρηση Ν°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:		
Αναθεώρηση Ν°2		Σχεδιαστής:			Έργο:				
Αναθεώρηση Ν°3		Μελετητής:			Αρχείο:				
Αναθεωρητής	Υπογραφέας	Έγκριση:			Φύλλο:				
		Ημερομηνία:				2	Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:	2

Distribution

Reference voltage	[V]	400
Circuit		LLLN
Distribution system		TN-S
Active power P	[kW]	5.49
Reactive power Q	[kvar]	4.22
IB (A)	[A]	9.99
Power factor Cosphi		0.79

Symmetrical short circuit current Ik LLL	[kA]	6.00
Line-Neutral short circuit current Ik LN	[kA]	3.60
Line-Ground short circuit current Ik LPE	[kA]	3.60
Cmax		1.10
Resistance at Reference voltage	[mOhm]	25.403
Reactance at Reference voltage	[mOhm]	33.871
Impedance at Reference voltage	[mOhm]	42.339

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής:			Έργα:		
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής:			Αρχείο:	Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφή:	Έγκριση:		Σειρά:		Φύλλο:

Αναφορές προστασίας

WC1.3 ΓΠΧΤ				
Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Εμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής		LLL / TN-S	Passed
	Τάση	[V]	400	
	Ib (A)	[A]	5.1	
	CosΦ		0.78	
	Μέγεθος καλωδίου		4G2.5/2.5	Passed
	Μονωτήρας		PVC	
	Μήκος (m)	[m]	5	Passed
	Iz (A)	[A]	20.0	
	dV (%)		0.07	
	Συσκευή προστασίας			
Υπερφόρτιση			Passed	
-QF1.3 MS325-6,30 OL - Ib (5.1[A]) <= Ith (5.1[A]) <= Iz (20.0[A]) and If (6.7[A]) <= 1.45*Iz (29.0[A]); Vref=400V				
Βραχυκύκλωμα			Passed	
-QF1.3 MS325-6,30 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (6.0[kA]), Ik L-PE (3.6[kA]); Vref=400V				
Εμμεση επαφή			Passed	
-QF1.3 MS325-6,30 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.095[kA]) <= Ikmin L-PE (1.306[kA]); Vref=400V				

WC1.4 ΓΠΧΤ

Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Εμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής		LLL / TN-S	Passed
	Τάση	[V]	400	
	Ib (A)	[A]	5.1	
	CosΦ		0.78	
	Μέγεθος καλωδίου		4G2.5/2.5	Passed
	Μονωτήρας		PVC	
	Μήκος (m)	[m]	5	Passed
	Iz (A)	[A]	20.0	
	dV (%)		0.07	
	Συσκευή προστασίας			
Υπερφόρτιση			Passed	
-QF1.4 MS325-6,30 OL - Ib (5.1[A]) <= Ith (5.1[A]) <= Iz (20.0[A]) and If (6.7[A]) <= 1.45*Iz (29.0[A]); Vref=400V				
Βραχυκύκλωμα			Passed	
-QF1.4 MS325-6,30 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (6.0[kA]), Ik L-PE (3.6[kA]); Vref=400V				
Έμμεση επαφή			Passed	
-QF1.4 MS325-6,30 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.095[kA]) <= Ikmin L-PE (1.306[kA]); Vref=400V				

WC1.5 ΓΠΧΤ				
Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Εμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής		LLL / TN-S	Passed
	Τάση	[V]	400	
	Ib (A)	[A]	2.6	
	CosΦ		0.81	
	Μέγεθος καλωδίου		4G2.5/2.5	Passed
	Μονωτήρας		PVC	
	Μήκος (m)	[m]	5	Passed
	Iz (A)	[A]	20.0	
	dV (%)		0.04	
	Συσκευή προστασίας			
Υπερφόρτιση			Passed	
-QF1.5 MS325-6,30 OL - Ib (2.6[A]) <= Ith (5.2[A]) <= Iz (20.0[A]) and If (6.7[A]) <= 1.45*Iz (29.0[A]); Vref=400V				
Βραχυκύκλωμα			Passed	
-QF1.5 MS325-6,30 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (6.0[kA]), Ik L-PE (3.6[kA]); Vref=400V				
Εμμεση επαφή			Passed	
-QF1.5 MS325-6,30 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.095[kA]) <= Ikmin L-PE (1.306[kA]); Vref=400V				

WC1.6 ΓΠΧΤ				
Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Εμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής		LLL / TN-S	Passed
	Τάση	[V]	400	
	Ib (A)	[A]	2.6	
	CosΦ		0.81	
	Μέγεθος καλωδίου		4G2.5/2.5	Passed
	Μονωτήρας		PVC	
	Μήκος (m)	[m]	5	Passed
	Iz (A)	[A]	20.0	
	dV (%)		0.04	
	Συσκευή προστασίας			
Υπερφόρτιση			Passed	
-QF1.6 MS325-6,30 OL - Ib (2.6[A]) <= Ith (5.2[A]) <= Iz (20.0[A]) and If (6.7[A]) <= 1.45*Iz (29.0[A]); Vref=400V				
Βραχυκύκλωμα			Passed	
-QF1.6 MS325-6,30 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (6.0[kA]), Ik L-PE (3.6[kA]); Vref=400V				
Εμμεση επαφή			Passed	
-QF1.6 MS325-6,30 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.095[kA]) <= Ikmin L-PE (1.306[kA]); Vref=400V				

Αναθεώρηση Ν°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:		
Αναθεώρηση Ν°2		Σχεδιαστής:			Έργα:		Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:
Αναθεώρηση Ν°3		Μελετητής:			Αρχείο:				
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Έγκριση:		Σειρά:				

Αναφορές προστασίας

WC1.7 ΓΠΧΤ

Καλώδιοφόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής		LLN / TN-S	Συσκευή προστασίας	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση	[V]	400		-QF1.7 S203L-C16	
	Ib (A)	[A]	4.5		OL - Ib (4.5[A]) <= Ith (16.0[A]) <= Iz (20.0[A]) and If (23.2[A]) <= 1.45*Iz (29.0[A]); Vref=400V	
	CosΦ		0.80		Βραχυκύκλωμα	
	Μέγεθος καλωδίου		4x(1x1.5)+1G1.5	-QF1.7 S203L-C16	Passed	
	Μονωτήρας		PVC	SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (6.0[kA]), Ik LN (3.6[kA]), Ik L-PE (3.6[kA]); Vref=400V		
	Μήκος (m)	[m]	5	Έμμεση επαφή	Passed	
	Iz (A)	[A]	20.0	-QF1.7 S203L-C16 + DDA203 AC-25/0,03		
	dV (%)		0.10	NDT - Id (0.030[A]) <= Ikmin L-PE (0.907[kA]) and Td (0.04[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόζευξης (0.40[s]); Vref=400V		

WC2.4 ΓΠΧΤ						
Καλώδιοφόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής		LLLN / TN-S		Υπερφόρτιση -QF2.4 S203L-C32 Αδύνατος ο έλεγχος θερμικής προστασίας.	Passed
	Τάση	[V]	400			
	Ib (A)	[A]				
	CosΦ					
	Μέγεθος καλωδίου		5G10		Βραχυκύκλωμα	Not needing
	Μονωτήρας		PVC			
	Μήκος (m)	[m]	10			
	Iz (A)	[A]	46.0			
	dV (%)		0.07		Έμμεση επαφή NDT - Αδύνατος ο έλεγχος της προστασίας έναντι έμμεσης επαφής	Not needing

Καλώδιοφόρτιση δεδομένων				
Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Συσκευή προστασίας	Υπερφόρτιση	
Τάση [V]				
Ib (A) [A]				
CosΦ			Βραχυκύκλωμα	
Μέγεθος καλωδίου				
Μονωτήρας				
Μήκος (m) [m]			Έμμεση επαφή	
Iz (A) [A]				
dV (%)				

Καλώδιοφόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Υπερφόρτιση	
	Τάση	[V]		
	Ib (A)	[A]		
	CosΦ			
	Μέγεθος καλωδίου		Βραχυκύκλωμα	
	Μονωτήρας			
	Μήκος (m)	[m]		
	Iz (A)	[A]		
	dV (%)		Έμμεση επαφή	

Αναθεώρηση Ν°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:		
Αναθεώρηση Ν°2		Σχεδιαστής:			Έργα:				
Αναθεώρηση Ν°3		Μελετητής:			Αρχείο:			Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Έγκριση:		Σειρά:				Φύλλα:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
A	Αναφορά Αυτόματων Διακοπών Χαμηλής Τάσης																				
	Αυτόματος Διακόπτης						Θερμομαγνητική	Ηλεκτρονική												RCB συσκευή	
B	Σήμανση	Ερμάριο	Πόλοι	In (A)	Icu-Icn (kA)	Ics (kA)	Θερμικό (A)	L	I1	S	I2	S2	I2-2	I	G	I4	R	I5	InN/In (%)	Id (A)	Td (s)
	Τύπος			Περιγραφή χρήστη 1			Μαγνητικό (A)	Καμπύλη L	t1	Καμπύλη S	t2	Καμπύλη S2	t2-2	I3	Καμπύλη G	t4		t5		RCB τύπος	
C	-QF1.1	+Q1	3P	80.0	15.0	10.0	80.0														
	S 293-K 80						960.0														
D	-QF1.7	+Q1	3P	16.0	6.0	4.5	16.0													0.030	0.040
	S203L-C16			ΓΠΧΤ			120.0													DDA203 AC-25/0,03	
E	-QF2.4	+Q1	3P	32.0	6.0	4.5	32.0														
	S203L-C32			ΓΠΧΤ			240.0														
F																					
G																					
H																					
I																					
J																					
K																					
L																					
M																					
N	Αναθεώρηση N°1			Ημερομηνία:											Πελάτης:				Αριθμός σχεδίου:		
	Αναθεώρηση N°2			Σχεδιαστής:											Έργα:						
	Αναθεώρηση N°3			Μελετητής:											Αρχείο:			Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:	
	Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Έγκριση:											Σειρά:						

<p style="text-align: center;">Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης</p>
--

-WC1.3 ΓΠΧΤ	ΑΝΤΛΙΑ 1
-------------	----------

R Ph 20°C	[mOhm]	37.02
R Ph 80°C	[mOhm]	57.75
X Ph	[mOhm]	0.50
R N 20°C	[mOhm]	
R N 80°C	[mOhm]	
X N	[mOhm]	
R PE 20°C	[mOhm]	37.02
R PE 80°C	[mOhm]	57.75
X PE	[mOhm]	0.50

-WC1.4 ΓΠΧΤ	ΑΝΤΛΙΑ 2
-------------	----------

R Ph 20°C	[mOhm]	37.02
R Ph 80°C	[mOhm]	57.75
X Ph	[mOhm]	0.50
R N 20°C	[mOhm]	
R N 80°C	[mOhm]	
X N	[mOhm]	
R PE 20°C	[mOhm]	37.02
R PE 80°C	[mOhm]	57.75
X PE	[mOhm]	0.50

-WC1.5 ΓΠΧΤ	ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ 1
-------------	---------------

R Ph 20°C	[mOhm]	37.02
R Ph 80°C	[mOhm]	57.75
X Ph	[mOhm]	0.50
R N 20°C	[mOhm]	
R N 80°C	[mOhm]	
X N	[mOhm]	
R PE 20°C	[mOhm]	37.02
R PE 80°C	[mOhm]	57.75
X PE	[mOhm]	0.50

-WC1.6 ΓΠΧΤ	ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ 2
-------------	---------------

R Ph 20°C	[mOhm]	37.02
R Ph 80°C	[mOhm]	57.75
X Ph	[mOhm]	0.50
R N 20°C	[mOhm]	
R N 80°C	[mOhm]	
X N	[mOhm]	
R PE 20°C	[mOhm]	37.02
R PE 80°C	[mOhm]	57.75
X PE	[mOhm]	0.50

Αναθεώρηση Ν°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Φύλλο:	Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση Ν°2		Σχεδιαστής:			Έργο:				
Αναθεώρηση Ν°3		Μελετητής:			Αρχείο:				
Αναθεωρήσεις	Υπογραφές	Έγκριση:			Σειρά:				
Ημερομηνία:									

Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης

-WC1.7 ΓΠΧΤ ΦΩΤΙΣΜΟΣ-ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Ib L1	[A]	4.5	R Ph 20°C	[mOhm]	61.70
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]	4.5	R Ph 80°C	[mOhm]	96.25
Μέγεθος καλωδίου	4x(1x1.5)+1G1.5	Ib L3	[A]	4.5	X Ph	[mOhm]	0.54
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	0.0	R N 20°C	[mOhm]	61.70
Μέθοδος	13	CosΦ		0.80	R N 80°C	[mOhm]	96.25
Συντελεστής K	1.00	Iz (A)	[A]	20.0	X N	[mOhm]	0.54
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.10	R PE 20°C	[mOhm]	61.70
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	3.9	R PE 80°C	[mOhm]	96.25
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	32.0	X PE	[mOhm]	0.54

-WC2.4 ΓΠΧΤ Η/Ζ

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Ib L1	[A]		R Ph 20°C	[mOhm]	18.51
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	28.88
Μέγεθος καλωδίου	5G10	Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	0.87
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	0.0	R N 20°C	[mOhm]	18.51
Μέθοδος	3A	CosΦ			R N 80°C	[mOhm]	28.88
Συντελεστής K	1.00	Iz (A)	[A]	46.0	X N	[mOhm]	0.87
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.07	R PE 20°C	[mOhm]	18.51
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	51.0	R PE 80°C	[mOhm]	28.88
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	45.8	X PE	[mOhm]	0.87

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Ib L1	[A]		R Ph 20°C	[mOhm]	
Τάση [V]		Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	
Μέγεθος καλωδίου		Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	
Μονωτήρας		Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος		CosΦ			R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K		Iz (A)	[A]		X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]		R PE 20°C	[mOhm]	
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]		R PE 80°C	[mOhm]	
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]		X PE	[mOhm]	

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Ib L1	[A]		R Ph 20°C	[mOhm]	
Τάση [V]		Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	
Μέγεθος καλωδίου		Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	
Μονωτήρας		Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος		CosΦ			R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K		Iz (A)	[A]		X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]		R PE 20°C	[mOhm]	
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]		R PE 80°C	[mOhm]	
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]		X PE	[mOhm]	

Αναθεώρηση Ν°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση Ν°2		Σχεδιαστής:			Έργα:			
Αναθεώρηση Ν°3		Μελετητής:			Αρχείο:	Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφή:	Έγκριση:		Σειρά:			

Loads

-L1.7

ΓΠΧΤ

ΦΩΤΙΣΜΟΣ-ΡΕΥΜΑΤΟΔΟΤΕΣ

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	399.6	
Rated voltage	[V]	400	Active power P	[kW]	2.50	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]	4.5	Reactive power Q	[kvar]	1.87	Max allowed voltage drop by user	[%]	4.0
CosΦ		0.80				Computed voltage drop	[%]	0.10

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Utilization factor	[%]		Computed voltage	[V]	
Rated voltage	[V]		Active power P	[kW]	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]		Reactive power Q	[kvar]	Max allowed voltage drop by user	[%]	
CosΦ					Computed voltage drop	[%]	

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Utilization factor	[%]		Computed voltage	[V]	
Rated voltage	[V]		Active power P	[kW]	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]		Reactive power Q	[kvar]	Max allowed voltage drop by user	[%]	
CosΦ					Computed voltage drop	[%]	

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Utilization factor	[%]		Computed voltage	[V]	
Rated voltage	[V]		Active power P	[kW]	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]		Reactive power Q	[kvar]	Max allowed voltage drop by user	[%]	
CosΦ					Computed voltage drop	[%]	

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Utilization factor	[%]		Computed voltage	[V]	
Rated voltage	[V]		Active power P	[kW]	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]		Reactive power Q	[kvar]	Max allowed voltage drop by user	[%]	
CosΦ					Computed voltage drop	[%]	

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Utilization factor	[%]		Computed voltage	[V]	
Rated voltage	[V]		Active power P	[kW]	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]		Reactive power Q	[kvar]	Max allowed voltage drop by user	[%]	
CosΦ					Computed voltage drop	[%]	

Φάσεις - Σύστημα Διανομής		Utilization factor	[%]		Computed voltage	[V]	
Rated voltage	[V]		Active power P	[kW]	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]		Reactive power Q	[kvar]	Max allowed voltage drop by user	[%]	
CosΦ					Computed voltage drop	[%]	

Αναθεώρηση Ν°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση Ν°2		Σχεδιαστής:			Έργα:		Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεώρηση Ν°3		Μελετητής:			Αρχείο:			
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Έγκριση:		Σειρά:			

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ	2
1.1.	Αντικείμενο εγκαταστάσεων	2
1.2.	Συνοπτική περιγραφή της διάταξης απαγωγής των ακαθάρτων.....	2
2.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ..	3
2.1.	Παροχές για τους υπολογισμούς του αντλιοστασίου.....	3
2.2.	Χαρακτηριστικά στοιχεία για το αντλιοστάσιο.....	3
2.3.	Γεωμετρικό ύψος άντλησης και απώλειες σωληνώσεων αντλιοστασίου	4
2.4.	Εκλογή διαμέτρου αγωγών	7
3.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ	9
3.1.	Γενικά Στοιχεία	9
3.2.	Υπολογισμοί Όγκου	9
3.3.	Υπολογισμοί Χρόνου Παραμονής	9
4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ	10
4.1.	Αριθμός αντλιών	10
4.2.	Υπολογισμός απωλειών	10
4.3.	Μανομετρικό ύψος με ονομαστική παροχή αντλίας.	13
4.4.	Ισχύς αντλιών	13
4.5.	Ηλεκτροκινητήρας.....	16
4.6.	Αντιπληγματικές διατάξεις.....	16
4.7.	Καθορισμός όγκου υγρού θαλάμου αντλιοστασίου	20
5.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	27
5.1.	Ηλεκτροκινητήρας αντλίας	27
5.2.	Κινητήρες Αναδευτήρων	28
5.3.	Φορτία φωτισμού και ρευματοδοτών – Υποπίνακας φωτισμού	29
5.4.	Γενικός ηλεκτρικός πίνακας	31
5.5.	Ηλεκτρική ενέργεια.....	32
5.6.	Τροφοδοτικές Γραμμές	32
5.7.	Εφεδρική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας	33
5.8.	Σύστημα μεταγωγής	34
6.	ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΓΕΙΩΣΕΙΣ	36
6.1.	Εξωτερική Αντικεραυνική Προστασία	36
6.2.	Εσωτερική Αντικεραυνική Προστασία	41
6.3.	Ηλεκτρολογικές Γειώσεις και Ισοδυναμικές Συνδέσεις.....	43
7.	ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ	46
7.1.	Γενικά στοιχεία	46
7.2.	Διέγερση ταλαντώσεων.....	46
7.3.	Τρόποι μείωσης ταλαντώσεων	47
7.4.	Ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης σωλήνων.....	48
7.5.	Αποστάσεις Στήριξης Αγωγών Αντλιοστασίου.....	48
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	50