

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 3.6

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

1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΜΑΤΩΝ

1.1 Αντικείμενο εγκαταστάσεων

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

Από τον υπολογισμό του καταθλιπτικού αγωγού έχουμε σωλήνα HDPE τρίτης γεννεάς Φ160 χλστ. – 10 ατμ. Μήκος του αγωγού περίπου 1065 μ. Θα εγκατασταθούν δύο παράλληλοι αγωγοί.

1.2 Συνοπτική περιγραφή της διάταξης απαγωγής των ακαθάρτων

Το αντλιοστάσιο αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα. Κάτω από το έδαφος διατάσσονται δύο υγροί θάλαμοι άντλησης. Στον υπόγειο χώρο αναπτύσσεται επίσης ενιαίος ξηρός θάλαμος τοποθέτησης των αντλιών, στο δε ισόγειο υπάρχει ενιαίος χώρος που τοποθετούνται οι δικλείδες, ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης και το Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος.

Στον ξηρό θάλαμο τοποθετούνται 2 αντλητικά συγκροτήματα (1 λειτουργικό + 1 εφεδρικό), τα οποία ενεργοποιούνται εναλλάξ μέσω του συστήματος αυτοματισμού. Υπάρχει 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 κατά τη χειμερινή περίοδο) τα αντλητικά συγκροτήματα να αντλούν από έναν μόνον υγρό θάλαμο και να καταθλίβουν σε έναν ή και στους δύο αγωγούς.

Οι υγροί θάλαμοι είναι 2 οι οποίοι μπορούν να λειτουργήσουν είτε ενοποιημένοι, είτε ανεξάρτητοι. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η προσαρμογή του υγρού όγκου

των θαλάμων άντλησης στις διαφοροποιήσεις της εισερχόμενης παροχής λυμάτων (μεγάλες διαφορές στις παροχές θερινής και χειμερινής λειτουργίας).

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:

$$Q = 37,7 \text{ λιτ/δλ.}$$

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:

$$Q = 33,0 \text{ λιτ/δλ.}$$

2.2 Χαρακτηριστικά στοιχεία για το αντλιοστάσιο

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

• Παροχή αιχμής (40ετία)	(λιτ/δλ)	37,7
• Παροχή αιχμής (40ετία)	(μ ³ /ώρα)	135,7

- Κατώτατη στάθμη λυμάτων αναρρόφησης (μ) 25,85
- Στάθμη άξονα πέρατος καταθλιπτικού αγωγού (εκροή στην ΕΕΛ) (μ) 32,90
- Μήκος καταθλιπτικού αγωγού (μ) 798

2.3 Γεωμετρικό ύψος άντλησης και απώλειες σωληνώσεων αντλιοστασίου

2.3.1. Γεωμετρικό Ύψος Άντλησης

Σύμφωνα με τους υδραυλικούς υπολογισμούς της Προμελέτης ΕΕΛ, η μέγιστη αναμενόμενη στάθμη υγρών ανάντη των εσχάρων είναι 32,81 μ, οπότε και σαν στάθμη εκροής του καταθλιπτικού στην ΕΕΛ εκτιμώνται τα 32,90 μ.

Το γεωμετρικό ύψος άντλησης είναι: $32,90 \mu - 25,85 = 7,05 \mu$.

Λαμβάνεται (με στρογγυλοποίηση) = 7,10 μ.

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)

D_i = 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 $\mu^2/\delta\lambda$ 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

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

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

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

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

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

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

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 ανοξείδωτους 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 ($Q_{max} = 37,7$ λτ/δλ), επιλέγεται αγωγός ονομαστικής διαμέτρου 160 χλστ και αντοχής PN 10 ατμ., για τον οποίο προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{max}=1,21$ μ/δλ (από κάθε κλάδο του δίδυμου καταθλιπτικού διέρχεται το ήμισυ της συνολικής παροχής).

Με βάση την αναμενόμενη μέγιστη παροχή σε ορίζοντα 20ετίας ($Q_{max} = 33,0$ λτ/δλ), προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{max} = 1,06$ μ/δλ (από κάθε κλάδο του δίδυμου καταθλιπτικού διέρχεται το ήμισυ της συνολικής παροχής).

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, επιλέγονται με βάση και την κατασκευαστική διαμόρφωση του αντλιοστασίου:

- για τα τμήματα αναρρόφησης κάθε αντλίας, αγωγοί ονομαστικής διαμέτρου DN200 (Φ 8"), για τους οποίους προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{max}=0,94$ μ/δλ.
- για τα τμήματα κατάθλιψης κάθε αντλίας, αγωγοί ονομαστικής διαμέτρου DN 150 (Φ 6"), για τους οποίους προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{max}=1,43$ μ/δλ.
- για τα τμήματα συλλεκτών όπου διέρχεται το 100% της παροχής, αγωγοί ονομαστικής διαμέτρου DN 150 χλστ (Φ 6"), για τους οποίους προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{max}=1,61$ μ/δλ.
- για τα τμήματα συλλεκτών όπου διέρχεται το 50% της παροχής, αγωγοί ονομαστικής διαμέτρου DN 150 χλστ (Φ 6"), για τους οποίους προκύπτει ταχύτητα ροής $U_{max}=0,81$ 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 160/10 At

Εσωτ. διάμετρος : $d = 141 \text{ mm} = 0,141 \text{ m}$

Εμβαδόν τομής : $E = d^2 \times \pi/4 = 0,0156 \text{ m}^2$

Όγκος αγωγού : $V = E \times L = 2 \times 0,0156 \times 1065 \simeq 33,2 \text{ m}^3$

3.3. Υπολογισμοί Χρόνου Παραμονής

ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ : ΠΑΡΩΝ ΧΕΙΜΩΝΑΣ

- Ημερήσια παροχή λυμάτων χειμώνα έναρξης λειτουργίας:

$$Q_{24\omega\rho\eta} = 3100 \text{ κατ.} \times 0,2 \text{ m}^3/\text{κατ. ημερ} = 620 \text{ m}^3$$

- Όγκος καταθλιπτικού αγωγού:

$$V = 33,2 \text{ m}^3$$

- Χρόνος παραμονής των λυμάτων εντός του καταθλιπτικού :

$$620 / 33,2 = 18,7 \quad \Rightarrow \quad 24 / 18,7 = 1,3 < 8 \text{ ώρες και συνεπώς δεν υπάρχει πρόβλημα αναερόβιας κατάστασης και σήψης των λυμάτων.}$$

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

4.1 Αριθμός αντλιών

Στους ξηρούς 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 200 (στην αναρρόφηση):

- Παροχή -33,00 λιτ/δλ.
- Είδος σωλήνων - Ανοξειδ. Χάλυβας
- Ονομαστική Διάμετρος -DN 200
- Ταχύτητα ροής -0,94 μ/δλ
- Μήκος σωλήνα - 2,4 μ.
- Γραμμικές Απώλειες -0,01 μ.

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 150 (risers):

- Παροχή -33,00 λιτ/δλ.
- Είδος σωλήνων - Ανοξειδ. Χάλυβας
- Ονομαστική Διάμετρος -DN 150
- Ταχύτητα ροής -1,61 μ/δλ
- Μήκος σωλήνα - 7,0 μ. (*)
- Γραμμικές Απώλειες -0,1 μ.

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 150 (συλλέκτης με 100% παροχή):

- Παροχή -33,00 λιτ/δλ.
- Είδος σωλήνων - Ανοξειδ. Χάλυβας
- Ονομαστική Διάμετρος-DN 150
- Ταχύτητα ροής -1,61 μ/δλ
- Μήκος σωλήνα -4,3 μ. (*)
- Γραμμικές Απώλειες -0,06 μ.

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 150 (συλλέκτης με 50% παροχή):

- Παροχή -16,50 λιτ/δλ.
- Είδος σωλήνων - Ανοξειδ. Χάλυβας
- Ονομαστική Διάμετρος-DN 150
- Ταχύτητα ροής -0,81 μ/δλ
- Μήκος σωλήνα -8,1 μ. (*)
- Γραμμικές Απώλειες -0,03 μ.

Συνολικές Γραμμικές Απώλειες -0,2 μ.

(*) Λαμβάνεται η υδραυλικά δυσμενέστερη περίπτωση λειτουργίας.

4.2.2. Τοπικές απώλειες στο αντλιοστάσιο

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 200 (στην αναρρόφηση):

- Απότομη Συστολή (Αναρρόφηση) $\zeta = 1,75$ πλήθος $\eta = 1$
- Τεμάχιο εξάρμωσης $\zeta = 0,2$ πλήθος $\eta = 1$
- Δικλείδες $\zeta = 0,3$ πλήθος $\eta = 2$
- Ομαλή Συστολή $\zeta = 0,05$ πλήθος $\eta = 0$

$$\text{Άθροισμα } Z = \sum \zeta \cdot \eta = 2,55$$

Απώλειες 0,11 μ.

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 150 (risers):

- Ομαλή Διεύρυνση $\zeta = 0,75$ πλήθος $\eta = 1$
- Δικλείδες $\zeta = 0,3$ πλήθος $\eta = 1$
- Τεμάχιο εξάρμωσης $\zeta = 0,2$ πλήθος $\eta = 1$
- Γωνίες 90° $\zeta = 0,5$ πλήθος $\eta = 3$
- Βαλβίδα Αντεπιστροφής $\zeta = 2,0$ πλήθος $\eta = 1$

$$\text{Άθροισμα } Z = \sum \zeta \cdot \eta = 4,75$$

Απώλειες $0,62 \text{ μ.}$

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 150 (συλλέκτης με 100% παροχή):

- Διαχωρισμός ροής $\zeta = 1,3$ πλήθος $\eta = 1$

$$\text{Άθροισμα } Z = \sum \zeta \cdot \eta = 1,3$$

Απώλειες $0,17 \text{ μ.}$

Για τα τμήματα διαμέτρου DN 150 (συλλέκτης με 50% παροχή):

- Τεμάχιο εξάρμωσης $\zeta = 0,2$ πλήθος $\eta = 1$
- Γωνίες 90° $\zeta = 0,5$ πλήθος $\eta = 1$
- Γωνίες 45° $\zeta = 0,3$ πλήθος $\eta = 1$
- Δικλείδες $\zeta = 0,3$ πλήθος $\eta = 2$

$$\text{Άθροισμα } Z = \sum \zeta \cdot \eta = 1,6$$

Απώλειες $0,05 \text{ μ.}$

Συνολικές Τοπικές Απώλειες $-0,95 \text{ μ.}$

4.2.3. Γραμμικές απώλειες στον καταθλιπτικό

- Παροχή ανά κλάδο - $16,5 \text{ λιτ/δλ.}$
- Είδος σωλήνων - Σωλήνες PE

- Ονομαστική Διάμετρος-Φ 160
- Ταχύτητα ροής-1,06 μ/δλ
- Μήκος αγωγού-1065 μ.

Γραμμικές Απώλειες-7,9 μ.

4.2.4. Τοπικές απώλειες στον καταθλιπτικό

- Ταχύτητα-1,06 μ/δλ.

Συντελεστές απωλειών:

- Καμπύλες 90ο $\zeta = 0,3$ πλήθος $\eta = 6$
- Απότομη Διεύρυνση (εκροή) $\zeta = 1,0$ πλήθος $\eta = 1$

$$\text{Άθροισμα} \quad Z = \sum \zeta \cdot \eta = 2,8$$

Τοπικές απώλειες $\Delta P = 2,8 \cdot 1,06^2 \cdot 1000 / 2 = 1573 \text{ Pa} = 0,16 \mu.$

4.2.5. Συνολικές απώλειες

Οι συνολικές απώλειες λαμβάνονται ως άθροισμα των παραπάνω απωλειών.

• Γραμμικές απώλειες στο αντλιοστάσιο	=	0,20 μ.
• Τοπικές απώλειες στο αντλιοστάσιο	=	0,95 μ.
• Γραμμικές απώλειες στον καταθλιπτικό	=	7,90 μ.
• Τοπικές απώλειες στον καταθλιπτικό	=	0,16 μ.
• Σύνολο απωλειών (με στρογγυλοποίηση)	=	9,3 μ.

4.3 Μανομετρικό ύψος με ονομαστική παροχή αντλίας

• Γεωμετρικό ύψος άντλησης	=	7,1 μ.
• Απώλειες	=	9,3 μ.
• Σύνολο μανομετρικού	=	16,4 μ.

4.4 Ισχύς αντλιών

Η ισχύς των αντλιών υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

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

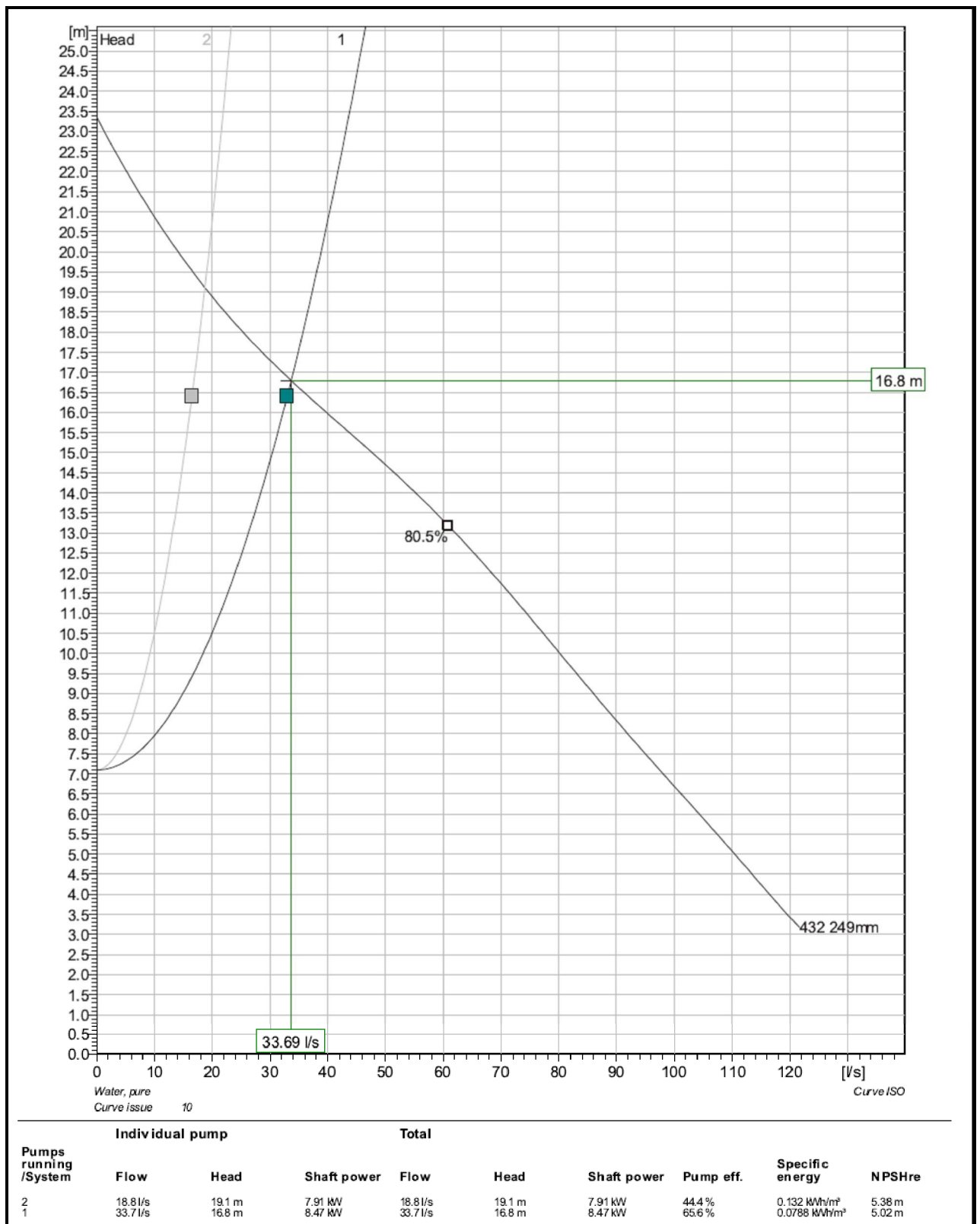
Όπου:

- **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	(λιτ/δλ)	33,0
• Μανομετρικό	(μ)	16,4
• Προεκτιμώμενος βαθμός απόδοσης	(%)	65,0
• Ισχύς σε ίππους (HP)		11,1
• Ισχύς σε KW = 0,736 * (HP)		8,2

Επιλέγοντας ενδεικτικά για τις ανάγκες των περαιτέρω υπολογισμών, τύπο αντλιών NT 3153 MT του εργοστασίου FLYGT, από στοιχεία του κατασκευαστή προκύπτουν πραγματικά στοιχεία για την λειτουργία των αντλιών που καταθλίβουν στον καταθλιπτικό αγωγό (βλ. το επόμενο Σχήμα).



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

Όταν η λειτουργική αντλία καταθλίβει στον δίδυμο καταθλιπτικό αγωγό :

• Παροχή αντλίας	(λιτ/δλ)	33,7
• Μανομετρικό	(μ)	16,8
• Υδραυλικός Βαθμός απόδοσης	(%)	65,6
• Ισχύς στον άξονα αντλίας	(KW)	8,47

Η προκύπτουσα ταχύτητα ροής είναι τότε 1,08 μ/δλ, ταχύτητα η οποία εξασφαλίζει τον αυτοκαθαρισμό του αγωγού.

Όταν η λειτουργική αντλία καταθλίβει σε έναν καταθλιπτικό αγωγό :

• Παροχή αντλίας	(λιτ/δλ)	18,8
• Μανομετρικό	(μ)	19,1
• Υδραυλικός Βαθμός απόδοσης	(%)	44,4
• Ισχύς στον άξονα αντλίας	(KW)	7,91

Η προκύπτουσα ταχύτητα ροής είναι τότε 0,6 μ/δλ, ταχύτητα η οποία οριακά 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 δίδυμο καταθλιπτικό αγωγό, από το διάγραμμα ενδεικτικά προκύπτει NPSH_{απ} = 5,02 μ.

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

$$NPSH_{\text{διατ}} > NPSH_{\text{απ}}$$

Όπου

NPSH_{διατ} -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:

$$NPSH_{\text{διατ}} = H_{\text{ατμοσφ}} + H_{\text{σταθμ}} - H_{\text{απωλ}} - H_{\text{ατμοπ}}$$

Όπου

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

H_{σταθμ} -Διαφορά ύψους ανάμεσα στην κατώτατη στάθμη και το επίπεδο αναφοράς της αντλίας το οποίο συμπίπτει με το μέσο οριζόντιο επίπεδο του κελύφους (Λαμβάνεται 0,05 μ. από τα Σχέδια)

H_{απωλ} -Γραμμικές και τοπικές απώλειες στον αγωγό αναρρόφησης (υπολογίζεται με τα στοιχεία που παρατίθενται σε προηγούμενη παράγραφο για πραγματική ταχύτητα ροής λειτουργίας και λαμβάνεται 0,01 μ.)

H_{ατμοπ} -Πίεση ατμοποίησης του ρευστού (λαμβάνεται για νερό σε θερμοκρασία 30°C 0,234 μ.)

Προκύπτει λοιπόν περίπου NPSH_{διατ}=9,81 μ. έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συνθήκη NPSH_{διατ}> NPSH_{απ.}

4.5 Ηλεκτροκινητήρας

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

$$P_n > P_{\text{αντλ}} \Rightarrow P_n > 8,47 \text{ KW}$$

Επιλέγεται τριφασικός ηλεκτροκινητήρας ασύγχρονος βραχυκυκλωμένου δρομέα 400 VOLT κλάσης προστασίας IP68 με ονομαστική ισχύ P_n=13,5 KW.

Από στοιχεία του κατασκευαστού, ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα εκτιμάται σε η_{κιν}=86,5% και συνεπώς η μέγιστη απορροφούμενη ισχύς του κινητήρα θα είναι P₁=P₂/η_{κιν}=15,6 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:

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

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 $P_{\text{μεγ}}$ 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 σπηλαιώσης 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 $P_{\text{μεγ}}$ 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

σπηλαιώσης δεν μπορεί να ξεπεράσει παρά ελάχιστα την τιμή του μανομετρικού λειτουργίας ($\Delta P \cong H$ και συνεπώς $P_{\text{ελαχ}} \cong 0$). 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 ($P_{\text{μεγ}} = H + \Delta P \cong 2 \cdot H$).

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε (ορίζοντας 40ετίας):

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΡΓΟΥ	40 ετία
Εσωτερική Διάμετρος/Πάχος (χλστ.)	141/9,5
Μήκος αγωγού L (μ)	1065
Ωκύτητα α (μ/δλ)	239,7
2L/α (δλ)	8,9
Ταχύτητα ροής (μ/δλ)	1,21
$\Delta P = \alpha \cdot V/g$	29,6
Μανομετρικό H (μ) (εκτίμηση)	19,2
Μέγιστη Πίεση $P_{\text{μεγ}}$ (μ)	48,8
Ελάχιστη Πίεση $P_{\text{ελ}}$ (μ)	0,0

Συνεπώς όταν η αιτία της διαταραχής (άνοιγμα ή κλείσιμο βάννας, θραύση αγωγού, διακοπή ρεύματος) έχει μικρότερη διάρκεια από 8,9 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 σπηλαιώση, όχι κοντά ή μέσα στο αντλιοστάσιο, αλλά 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 Υπολογισμός συστήματος εξαερισμού - απόσμησης

4.7.1. Γενικά στοιχεία

Προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος ενεργητικού εξαερισμού του χώρου των υγρών θαλάμων (συνεχώς). Το σύστημα θα περιλαμβάνει ανεμιστήρα και αγωγούς προσαγωγής (από το περιβάλλον) και απαγωγής αέρα, οι οποίοι θα τον οδηγούν σε βιόφιλτρο. Ο ανεμιστήρας αποτελεί εξοπλισμό του βιόφιλτρου.

Προβλέπεται επίσης η εγκατάσταση συστήματος ενεργητικού εξαερισμού του ξηρού θαλάμου, δηλαδή όλου του υπογείου για την αποφυγή συγκέντρωσης επικίνδυνων αερίων. Το σύστημα θα περιλαμβάνει ανεμιστήρα και αγωγούς απαγωγής αέρα, οι οποίοι θα τον οδηγούν στην ατμόσφαιρα. Η λειτουργία του συστήματος εξαερισμού επιβάλλει υποπίεση στον χώρο του υπογείου, με αποτέλεσμα την αποφυγή ανεξέλεγκτης διαρροής οσμών στον ισόγειο χώρο.

4.7.2. Μονάδα απαγωγής αέρα υγρού θαλάμου

Για τη μονάδα απαγωγής αέρα εξαερισμού του υγρού θαλάμου προκύπτει (μέγιστος εξαερούμενος όγκος – τα υγρά στην ΚΣΥ):

Εξαερούμενος όγκος : $2*6,45\mu*3,00\mu*1,75\mu = 67,7 \mu^3$

Παροχή: $67,7 \mu^3*15 \text{ εναλλαγές/ώρα} \approx 1000 \mu^3/\text{ώρα}$

Το βιόφιλτρο (δες και παρακάτω) θα είναι εφοδιασμένο με ανεμιστήρα αντίστοιχης παροχής και διατιθέμενου μανομετρικού.

Εντός του αντλιοστασίου, το σύστημα προσαγωγής αέρα από το περιβάλλον και απαγωγής προς το βιόφιλτρο θα αποτελείται από αγωγούς κυκλικής διατομής από σκληρό u-P.V.C. 10 ατμ., ονομαστικής διαμέτρου DN 200 με κολλητές συνδέσεις. Οι αγωγοί u-P.V.C. θα καταλήγουν σε συλλέκτη από ανοξείδωτο χάλυβα, διαμέτρου DN 400. Από τον συλλέκτη θα ξεκινά αγωγός διαμέτρου DN 315 HDPE/PN 10, ο οποίος

οδεύοντας εντός του εδάφους, θα καταλήγει στην αναρρόφηση του ανεμιστήρα του βιόφιλτρου.

Θεωρώντας ότι από τους κλάδους διέρχεται παροχή 500 m³/h, οι προκύπτουσες ταχύτητες ροής είναι της τάξης των 4,9 m/s.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαμόρφωση της δυσμενέστερης διαδρομής (πλέον απομακρυσμένο στόμιο – 3 γωνίες 90° – είσοδος στον συλλέκτη) η πτώση πίεσης υπολογίζεται σε $\Delta P = 40 \text{ Pa}$. Σημειώνεται ότι η υδραυλική εξισορρόπηση των δύο κλάδων θα γίνεται με χρήση δικλείδων στην είσοδο των αγωγών στον συλλέκτη.

Θεωρώντας ότι από τον συγκεντρωτικό κλάδο DN 315 διέρχεται παροχή 1000 m³/h, η προκύπτουσα ταχύτητα ροής είναι της τάξης των 4,1 m/s.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαμόρφωση της διαδρομής του συγκεντρωτικού κλάδου DN 315 (είσοδος από συλλέκτη - 4 γωνίες 90° – είσοδος στην αναρρόφηση ανεμιστήρα) η πτώση πίεσης υπολογίζεται σε $\Delta P = 40 \text{ Pa}$.

Συνεπώς ο ανεμιστήρας του βιόφιλτρου θα έχει να υπερνικήσει στην αναρρόφησης του μανομετρικό $\Delta P_a = 40 + 40 = 80 \text{ Pa}$.

Από στοιχεία κατασκευαστών, η απώλεια πίεσης στο βιόφιλτρο προσδιορίζεται σε $\Delta P_\beta = 500 \text{ Pa}$. Επιλέγοντας συντελεστή ασφάλειας της τάξης του 2, ο ανεμιστήρας του βιόφιλτρου θα έχει να υπερνικήσει συνολικό μανομετρικό $\Delta P_{\text{συν}} = 1200 \text{ Pa}$.

4.7.3. Μονάδα απαγωγής αέρα ξηρού θαλάμου

Για τη μονάδα απαγωγής αέρα εξαερισμού του ξηρού θαλάμου προκύπτει :

Εξαερούμενος όγκος : $(8,90 \mu * 4,30 \mu + 2,05 \mu * 2,30 \mu) * 6,45 \mu \approx 250 \mu^3$

Παροχή: $250 \mu^3 * 4 \text{ εναλλαγές/ώρα} = 1000 \mu^3/\text{ώρα}$

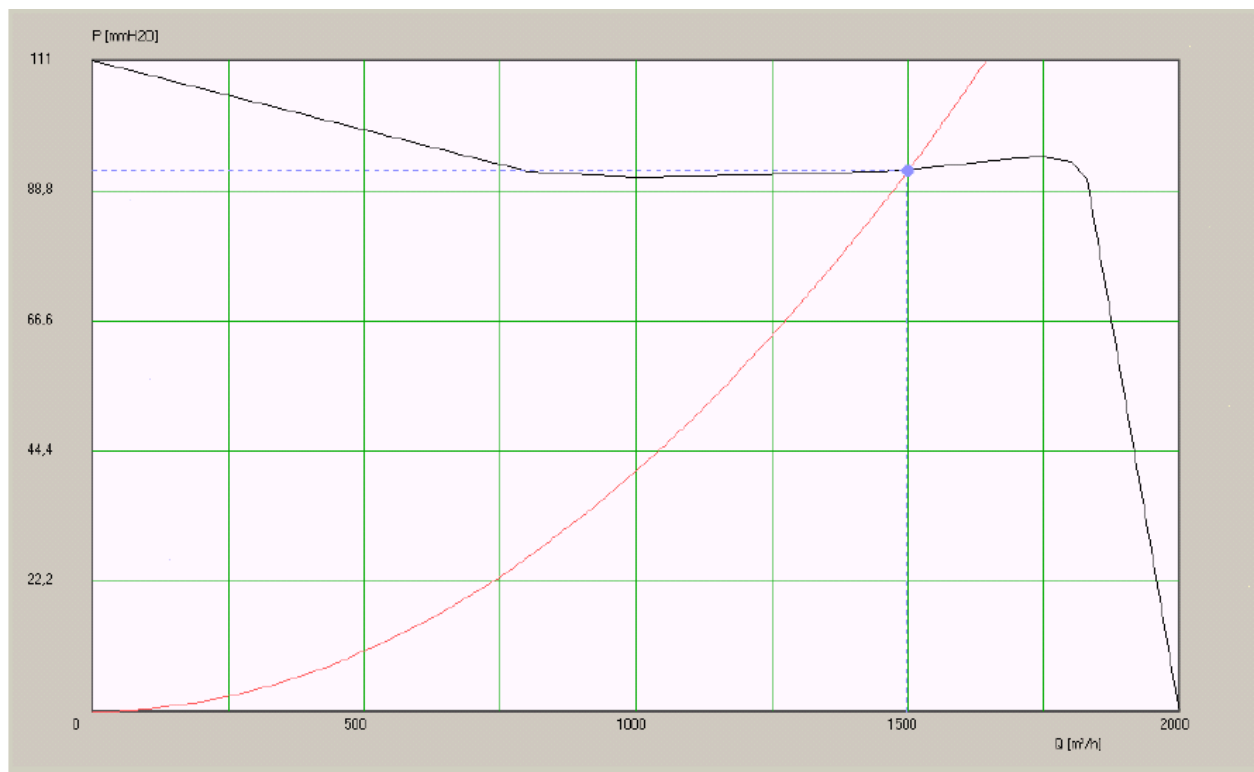
Το σύστημα απαγωγής θα αποτελείται από παράλληλους αγωγούς κυκλικής διατομής από σκληρό u-P.V.C. 10 ατμ., ονομαστικής διαμέτρου DN 200 με κολλητές συνδέσεις. Οι αγωγοί u-P.V.C. θα ξεκινούν από συλλέκτη από ανοξείδωτο χάλυβα. Θα εξέρχονται από τον χώρο του υπογείου στο ύψος της οροφής του, και θα οδεύουν παράλληλα προς την πρόσοψη του αντλιοστασίου. Θα καταλήγουν σε στόμια απόρριψης στο ύψος της στέγης.

Θεωρώντας ότι από καθένα από τους κλάδους DN 200 διέρχεται παροχή 500 m³/h, οι προκύπτουσες ταχύτητες ροής είναι της τάξης των 4,9 m/s.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαμόρφωση της διαδρομής (είσοδος από συλλέκτη - 3 γωνίες 90° – απόρριψη στην ατμόσφαιρα) η πτώση πίεσης υπολογίζεται σε $\Delta P = 30 \text{ Pa}$. Συνεπώς ο ανεμιστήρας απαγωγής θα έχει να υπερνικήσει στην κατάθλιψή του μανομετρικό $\Delta P = 30 \text{ Pa}$.

Επιλέγεται ανεμιστήρας φυγοκεντρικός, ανθεκτικός σε όξινο περιβάλλον, με μέγιστη παροχή 2000 μ³/ώρα και μέγιστο μανομετρικό 1030 Pa (103 χλστ ΥΣ), διατιθέμενο δε μανομετρικό στην επιθυμητή παροχή των 1000 μ³/ώρα, άνω των 95 χλστ ΥΣ.

Η χαρακτηριστική λειτουργίας του παρουσιάζεται ενδεικτικά από στοιχεία του κατασκευαστή O.erre, κατωτέρω.



Ο ανεμιστήρας κινείται από ηλεκτροκινητήρα ονομαστικής ισχύος $P_2=1,1$ KW και απορροφούμενης ισχύος $P_1=1,26$ KW.

4.7.4. Βιόφιλτρο

Η συνολική παροχή αποσμούμενου αέρα έχει προσδιορισθεί ανωτέρω σε ≈ 1000 $\mu^3/\text{ώρα}$. Οι παράμετροι σχεδιαμού της μονάδας παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Παροχή	m^3/h	1000
Εναλλαγές αέρα	x/h	15
Συγκέντρωση NH_3 στην είσοδο	ppm	≤ 10
Συγκέντρωση H_2S στην είσοδο	ppm	≤ 15
Σκόνη	mg/m^3	≤ 10
Θερμοκρασία	$^\circ\text{C}$	≤ 38
Απόδοση συγκράτησης	%	90 - 95

Τα συνήθη βιόφιλτρα με ύψος της τάξης των 1,5 μ., απαιτούν επιφάνεια 1 μ^2 ανά 100 $\mu^3/\text{ώρα}$ παροχής διερχόμενου αέρα (επιφανειακή φόρτιση). Συνεπώς το επιλεγόμενο βιόφιλτρο θα έχει επιφάνεια (κάτοψης) τουλάχιστον 10 μ^2 .

Επίσης τα συνήθη βιόφιλτρα, απαιτούν όγκο $1 \mu^3$ ανά $100 \mu^3/\text{ώρα}$ παροχής διερχόμενου αέρα (ογκομετρική φόρτιση). Συνεπώς το επιλεγόμενο βιόφιλτρο θα έχει όγκο τουλάχιστον $10 \mu^3$.

Συνεπώς για τον καθαρισμό (απόσμηση) του απομακρυνόμενου αέρα θα εγκατασταθεί βιόφιλτρο τύπου compact με οργανικό υλικό πλήρωσης, με επιφάνεια φίλτρου τουλάχιστον $10 \mu^2$, όγκο φίλτρου τουλάχιστον $10 \mu^3$ και με ενσωματωμένη πλυντρίδα πρόπλυσης του αέρα. Η πλυντρίδα θα είναι ενός σταδίου διασταυρούμενης (crossflow) οριζόντιας ροής. Για καλύτερη συγκράτηση του H_2S , θα προστίθεται καυστική σόδα (NaOH) στο νερό πλύσης που ρέει εκ των άνω προς τα κάτω.

Ο ανεμιστήρας που θα αναρροφά τον αέρα από το δίκτυο συγκέντρωσης του αντλιοστασίου και μέσω του υπόγειου αγωγού HDPE θα τον προσάγει στο βιόφιλτρο, θα έχει σύμφωνα με τα ανωτέρω τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Παροχή τουλάχιστον $1000 \text{ m}^3/\text{h}$
- Μανομετρικό τουλάχιστον 1200 Pa
- Ονομαστική ισχύ $1,5 \text{ kW}$

4.8. Καθορισμός όγκου υγρού θαλάμου αντλιοστασίου

4.8.1. Θεωρητικός προσδιορισμός όγκου υγρού θαλάμου αντλιοστασίων

4.8.1.1. 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.

4.8.1.2. 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 $F = V(i)$:

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

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

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

- 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 $t_e = 0$, $t_f = \infty$).

4.8.1.3. 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

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

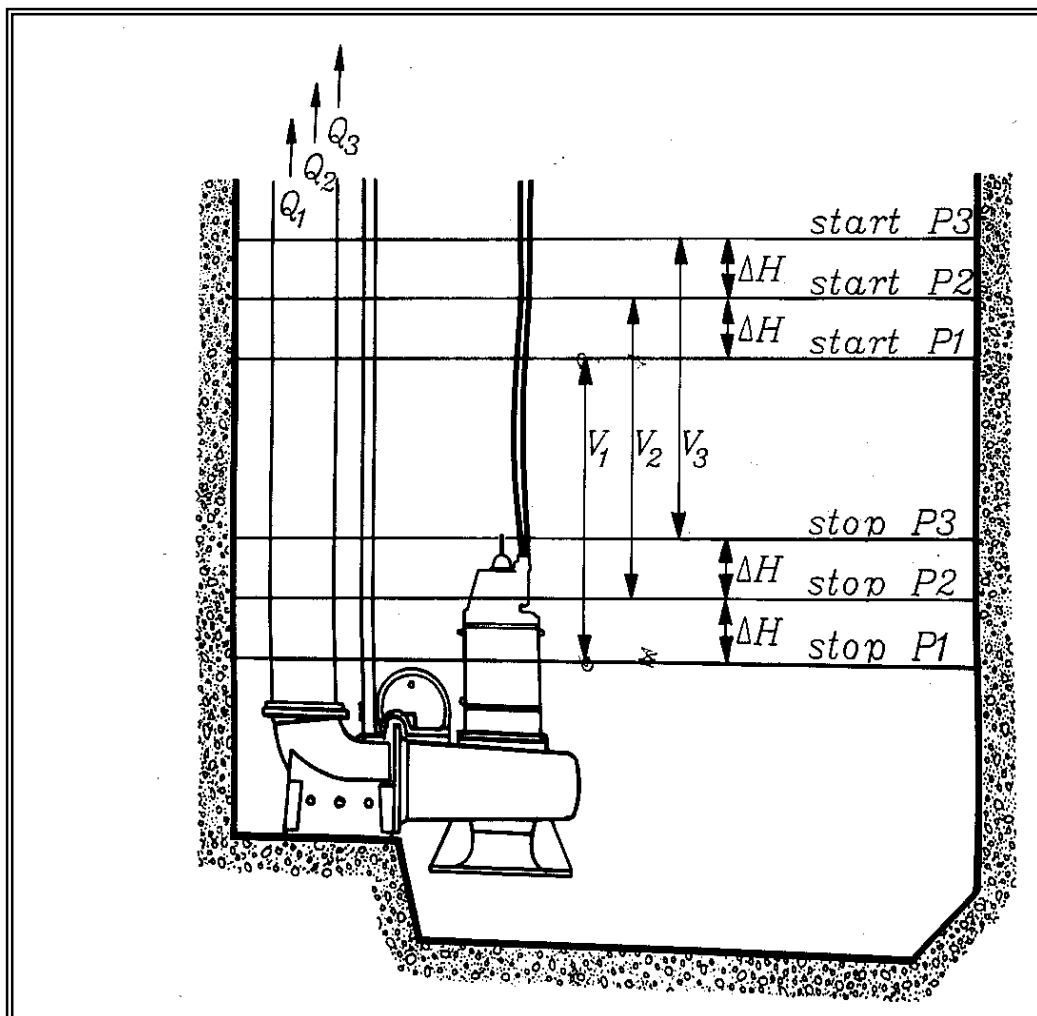
Z_j ο επιτρεπόμενος αριθμός εκκινήσεων της αντλίας j

- 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

4.8.2. Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος άντλησης – Κανονική Λειτουργία

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 τον τύπο:

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

Όπου :

- $Q = 37,7 \text{ λτ/δλ} = 135,7 \text{ μ}^3/\text{ώρα}$ 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:

$$V_{\max} = \frac{Q}{(4 * Z)} = 3,4 \text{ μ}^3$$

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 $\frac{1}{2}$ του υπολογιζόμενου, δηλαδή:

$$V_{\max} = \frac{1}{2} * 3,4 = 1,7 \text{ μ}^3$$

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 $10,5 \text{ μ}^2$

$\Delta H \cong 20 \text{ εκ}$

Και συνεπώς $V_{tot} = 1,7 \text{ μ}^3$

4.8.3. Ελάχιστος απαιτούμενος όγκος άντλησης – Χειμερινή Λειτουργία

Για να αποφευχθεί η μακρά παραμονή των λυμάτων στο αντλιοστάσιο σε περιόδους χαμηλής παροχής (χειμερινή), ο υγρός θάλαμος χωρίζεται σε δύο τμήματα. Η χειμερινή

άντληση γίνεται προφανώς από τον ένα θάλαμο με δύο αντλίες (1λειτουργική+1 stand by).

Σε ορίζοντα 40ετίας και με δυναμικότητα κάθε αντλίας τουλάχιστον $Q = 37,7 \text{ λτ/δλ} = 135,7 \mu^3/\omega\text{ρα}$

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

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

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 $\frac{1}{2}$ του υπολογιζόμενου, δηλαδή:

$$V_{\max} = \frac{1}{2} \cdot 3,4 = 1,7 \mu^3$$

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

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

σχέση:

όπου:

$j = 1$ το πλήθος των λειτουργικών αντλιών

V_{tot} ο συνολικός απαιτούμενος όγκος υγρού θαλάμου .

A η επιφάνεια κάτοψης του υγρού θαλάμου

$\Delta H \cong 20 \text{ εκ}$

Και συνεπώς $V_{tot} = 1,7 \mu^3$

4.8.4. Πραγματοποιούμενοι όγκοι

Κατά την κανονική λειτουργία, λειτουργούν και οι δύο υγροί θάλαμοι. Ο πραγματοποιούμενος όγκος υγρών θαλάμων είναι περίπου $6,3 \mu^3$, μέγεθος που υπερκαλύπτει τις ανωτέρω τεθείσες απαιτήσεις. Η διαφορά μεταξύ Ανώτατης και Κατώτατης Στάθμης Υγρών προσδιορίζεται σε $0,6 \mu$.

Ο ελάχιστος πραγματοποιούμενος όγκος υγρών θαλάμων για χειμερινή λειτουργία είναι περίπου $3,15 \mu^3$, μέγεθος που υπερκαλύπτει κατά πολύ τις ανωτέρω τεθείσες απαιτήσεις.

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

5.1 Ηλεκτροκινητήρας αντλίας

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

Για τον επιλεγμένο κινητήρα με ισχύ $P_2 = 13,5 \text{ KW}$, ο βαθμός απόδοσης προσδιορίζεται από πίνακες κατασκευαστών $\eta=86,5\%$ και ο παράγων ισχύος $\cos\phi=0,84$

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 (-)

Οι αγωγοί που τροφοδοτούν τον εκκινητή, διαρρέονται από ρεύμα $I=I_{ov}=27,0 \text{ A}$.

Οι αγωγοί από τον εκκινητή μέχρι τον κινητήρα διαρρέονται από ρεύμα $I=I_{ov}=27,0 \text{ A}$.

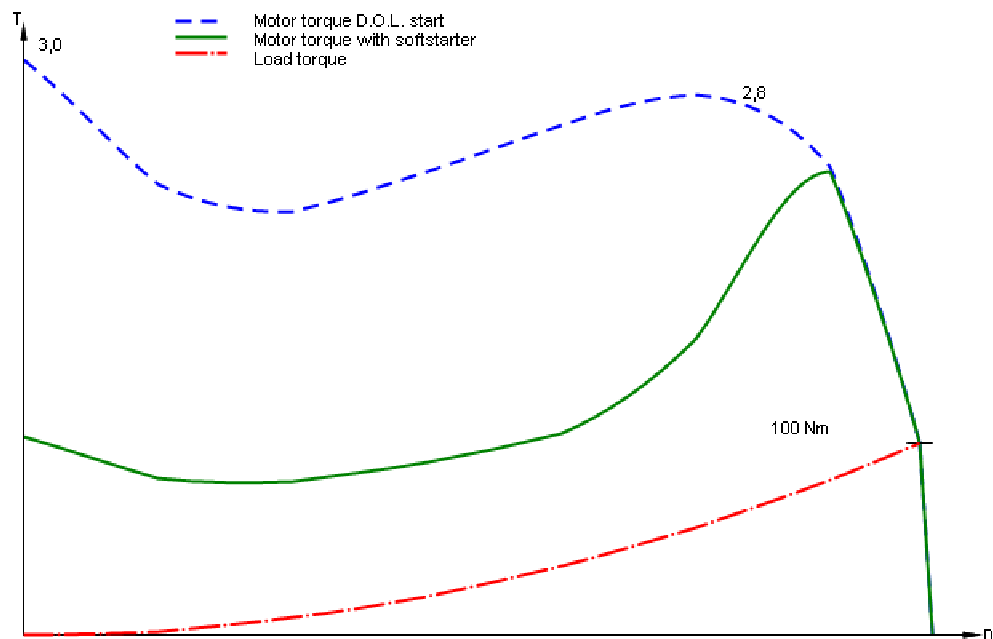
Σύμφωνα με τον Κανονισμό ΕΛΟΤ HD 384.5.523, για τριπολικό καλώδιο εντός σχάρας, θερμοκρασία περιβάλλοντος $35 \text{ }^\circ\text{C}$ και διατομή καλωδίου 6 mm^2 , προκύπτει επιτρεπόμενη φόρτιση:

$$I = 43 * 0,94 = 40,4 \text{ A}$$

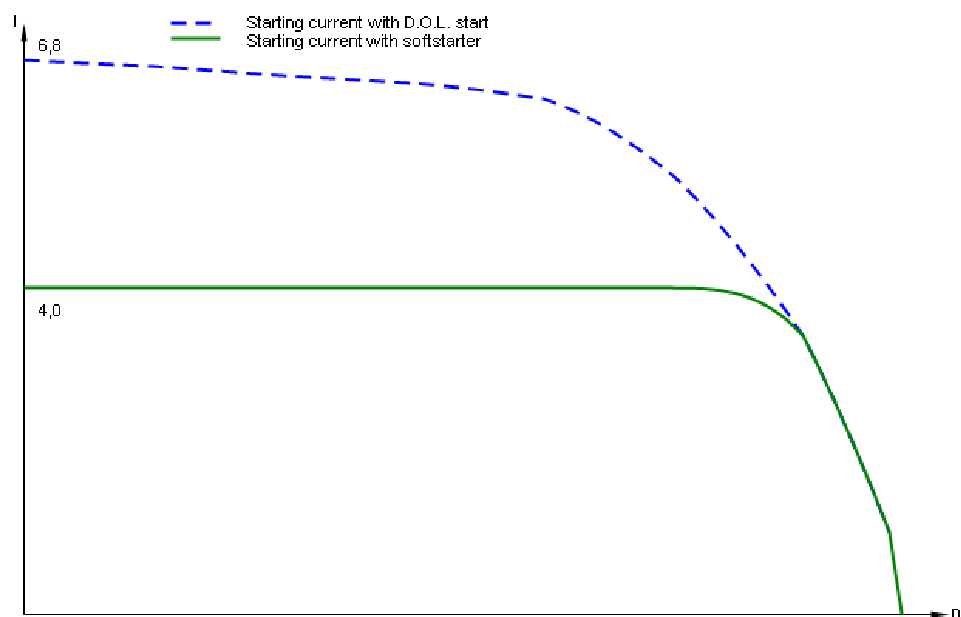
Συνεπώς καλώδιο J1VV (N.Y.Y.) με διατομή $4 \times 6 \text{ χλστ}^2$ είναι απόλυτα επαρκές για μόνιμη λειτουργία, με δεδομένη τη μέγιστη απορροφούμενη ένταση $I_{max} = 27,0 \text{ A}$.

Με επιλογή εκκίνησης των κινητήρων μέσω soft starter, προκύπτουν ενδεικτικά τα κάτωθι ενδεικτικά διαγράμματα για εκκινητές ABB:

Καμπύλη ροπής/ταχύτητας

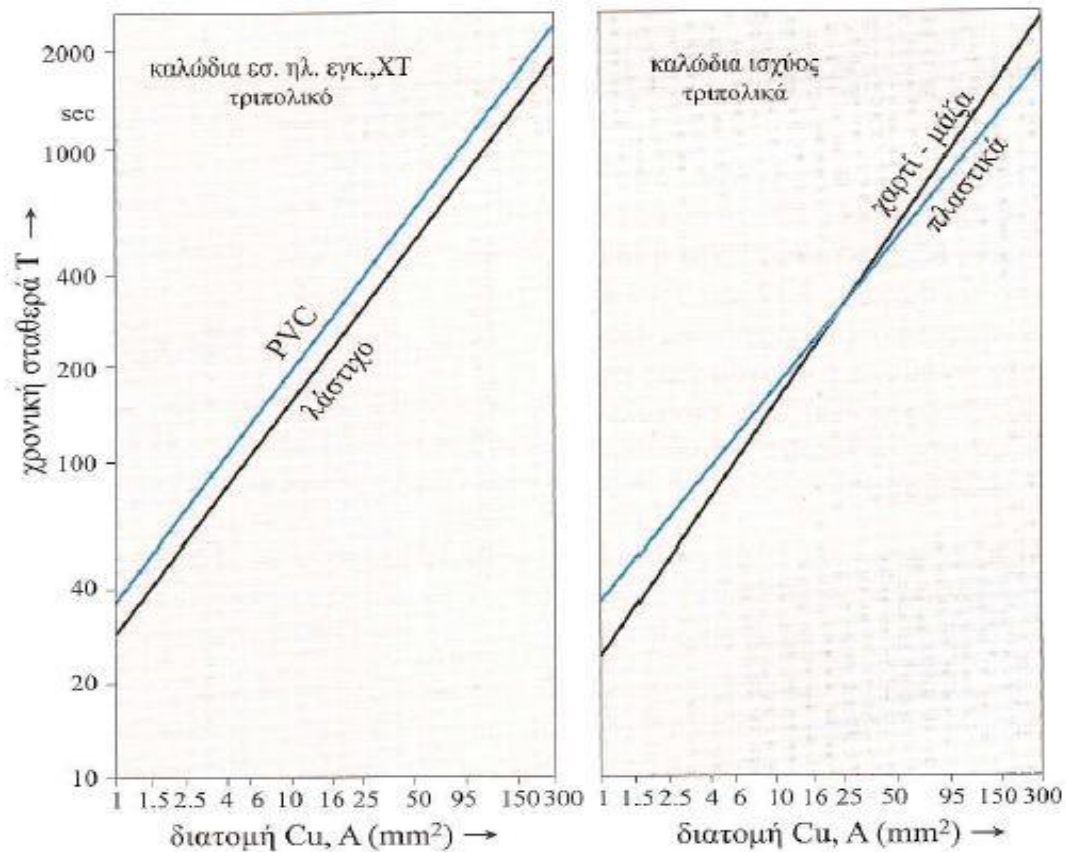


Καμπύλη ρεύματος/ταχύτητας

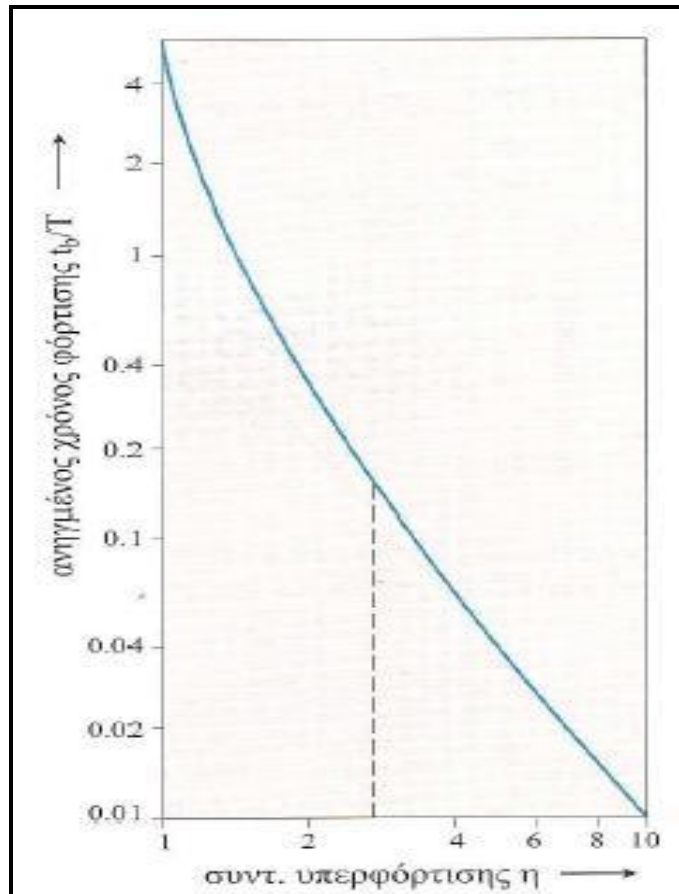


Ενδεικτικές τιμές για χρόνο εκκίνησης είναι $t=5,9$ s οπότε και το ρεύμα εκκίνησης είναι $I_{εκκ} = 4 \cdot I_{ον}$.

Ο έλεγχος αντοχής των τροφοδοτικών καλωδίων κινητήρων για τα ρεύματα εκκίνησης γίνεται με βάση τα διαγράμματα των Σχ. 7.5 και 7.6 του «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών – Π. Ντοκόπουλος – Εκδόσεις Ζήτη – 2005», και τα οποία αναπαράγονται εδώ.



Σχ. 7.5. Χρονική σταθερά τριπολικών καλωδίων χαλκού. Το αριστερό σχήμα αφορά καλώδια XT, ελαφρού τύπου, π.χ. NYM, NYFI (VDE 250), A05VV (ΕΛΟΤ563, 623). Το δεξιό σχήμα αφορά καλώδια βαρέως τύπου, π.χ. NYY, NKBA, N2YSY (VDE 298), J1VV, (IEC 60502, ΕΛΟΤ 845, ΕΛΟΤ 1099).



Σχ. 7.6. Συντελεστής υπερφόρτισης σαν συνάρτηση του χρόνου φόρτισης t_b . Ο χρόνος φόρτισης είναι ανηγμένος στη χρονική σταθερά του καλωδίου T (σχήμα 7.5).

Ελέγχοντας το καλώδιο για τα ρεύματα εκκίνησης, προκύπτει από τα ανωτέρω διαγράμματα:

- Για καλώδιο Ν.Υ.Υ. (J1VV) με αγωγούς διατομής 6 mm² η χρονική σταθερά $T = 100$ s
- Για διάρκεια εκκίνησης $t_b=5,9$ s, ο ανηγμένος χρόνος φόρτισης $t_b/T = 0,059$
- Ο συντελεστής υπερφόρτισης $\eta = 4,2$

Συνεπώς κατά την εκκίνηση διάρκειας 5,9 s, τα καλώδια αντέχουν ρεύματα μέχρι $\eta \cdot I = 4,2 \cdot 40,4 = 169,7$ A. Με δεδομένο ότι η εκκίνηση γίνεται με soft starter και συνεπώς τα ρεύματα εκκίνησης δεν αναμένονται μεγαλύτερα από $4 \cdot 27,0 = 108$ A, η επιλεγείσα διατομή είναι επαρκής.

5.2. Κινητήρες Αναδευτήρων και Ανεμιστήρα

Οι κινητήρες των αναδευτήρων (mixers) και του ανεμιστήρα 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 απόζευξης 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 με περιοχή ρύθμισης $2,5\text{-}4\text{A}$.

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. Τροφοδοσία Βιοφίλτρου

Ο υποπίνακας του βιοφίλτρου θα τροφοδοτεί τις κατωτέρω τριφασικές καταναλώσεις:

- Ανεμιστήρα ονομαστικής ισχύος της τάξης των 1,5 kW
- Αντλία χημικών ονομαστικής ισχύος της τάξης των 0,75 kW
- Ηλεκτρική αντίσταση θέρμανσης (αντιπαγωτικής προστασίας) ισχύος της τάξης των 3,0 kW

Ο παράγων ισχύος προσδιορίζεται σε $\cos\phi=0,90$.

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

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

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

Αντικαθιστώντας στην ανωτέρω σχέση τις προσδιορισθείσες τιμές, προκύπτει η μέγιστη ονομαστική ένταση ρεύματος $I_{ov} = 8,4 \text{ A}$.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό ΕΛΟΤ HD 384.5.523, για 1 καλώδιο τριφασικό με υπόγεια όδευση εντός σωλήνα (βάθος ταφής 0,7 m), θερμοκρασία εδάφους 20 °C, συντελεστή φόρτισης $m = 1.0$, θερμική αντίσταση του εδάφους $k = 1,0 \text{ K}^{\circ}\text{m/W}$ και διατομή καλωδίου 2,5 mm², προκύπτει επιτρεπόμενη φόρτιση:

$$I = 24 * 1 * 1 * 1 * 0,85 = 20,4 \text{ A (*)}$$

* Ο συντελεστής 0,85 για τοποθέτηση εντός σωλήνα δεν προβλέπεται από το πρότυπο, αλλά προτείνεται στο «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών – Π. Ντοκόπουλος – Εκδόσεις Ζήτη – 2005»

Συνεπώς καλώδιο Ν.Υ.Υ. με διατομή $5 \times 2,5 \text{ mm}^2$ είναι απόλυτα επαρκές.

Η γραμμή θα προστατεύεται με τριπολικό μικροαυτόματο ονομαστικής έντασης τουλάχιστον 10 A και χαρακτηριστικής C. Στον μικροαυτόματο θα επενεργεί και διακόπτης διαρροής με ευαισθησία 300 ή 500 mA.

5.4. 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 980 W και απορροφούμενης περίπου 1100 W υπό διορθωμένο $\cos\phi=0,9$.

Θα τοποθετηθούν 8 στεγανά φωτιστικά σώματα τύπου σκαφάκι με κάλυμμα και με λαμπτήρες φθορισμού 2X36 W, εκ των οποίων 4 στον εσωτερικό ξηρό χώρο του ισογείου και 4 συνολικά στον υπόγειο χώρο των αντλιών.

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 8 W/τ.μ. και δίνει επαρκέστατη στάθμη φωτισμού. Η εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών φθορισμού στον εσωτερικό ξηρό χώρο του υπογείου ανέρχεται σε 7,4 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 του ισογείου θα είναι Ν.Υ.Μ. $3 \times 1,5 \text{ χλστ}^2$ και η γραμμή θα ασφαρίζεται με μονοπολικό μικροαυτόματο 10Α.

Οι αγωγοί των γραμμών φωτισμού του υπογείου θα είναι Ν.Υ.Υ. $3 \times 1,5 \text{ χλστ}^2$ και η γραμμή θα ασφαρίζεται με μονοπολικό μικροαυτόματο 10Α.

Οι αγωγοί της γραμμής φωτισμού εξωτερικών χώρων θα είναι Ν.Υ.Υ. $3 \times 1,5 \text{ χλστ}^2$ 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 για τον ισόγειο χώρο και 2 για τον υπόγειο. Οι αγωγοί τροφοδοσίας των μονοφασικών ρευματοδοτών θα είναι Ν.Υ.Μ. ή Ν.Υ.Α. για το ισόγειο και Ν.Υ.Υ. για το υπόγειο, διατομής $3 \times 2,5 \text{ χλστ}^2$ και η γραμμή θα ασφαρίζεται με διπολικό μικροαυτόματο 16Α.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται η 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 ασφαλίζεται με ασφάλεια τήξεως 16Α.

5.5. Γενικός ηλεκτρικός πίνακας

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

Ο πίνακας θα είναι τύπου πεδίων μεταλλικός, από λαμαρίνα ΔΚΡ 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) και οι καταναλώσεις του βιόφιλτρου, καθώς και ότι υπάρχει πρόσθετο φορτίο 2,25 KW (ισοκατανεμημένο στις φάσεις με μέσο $\cos\phi = 0,9$):

ΦΟΡΤΙΟ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΙΣΧΥΣ P2 (kW)	COSΦ (-)	Β.ΑΠΟΔΟΣΗΣ (%)	ΙΣΧΥΣ P1 (kW)	ΙΣΧΥΣ S (kVA)	ΡΕΥΜΑ (A)
ΑΝΤΛΙΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	13,5	0,84	86,5	15,6	18,6	26,8
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	1,1	0,81	75,0	1,5	1,8	2,6
ΒΙΟΦΙΛΤΡΟ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	5,25	0,90	100,0	5,3	5,8	8,4
ΛΟΙΠΑ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	2,25	0,90	100,0	2,3	2,5	3,6
ΣΥΝΟΛΟ		22,1	0,86		24,6	28,7	41,5

Μέγιστο απορροφούμενο φορτίο 24,6 kW

Μέγιστο φαινόμενο φορτίο 28,7 kVA

Μέγιστη ένταση ρεύματος 41,5 A

Δεν λαμβάνεται υπόψιν συντελεστής ταυτοχρονισμού, διότι είναι πιθανή η λειτουργία όλων των ανωτέρω καταναλώσεων ταυτοχρόνως.

5.6. Διόρθωση Συντελεστού Ισχύος

Για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος κάθε αντλίας, έχουμε μέγιστη απορροφούμενη ισχύ:

- Κινητήρας αντλιών $P1 = 15,6 \text{ K W}$ υπό $\cos\phi=0,84$

Πριν την διόρθωση, ο παράγων ισχύος $\cos\phi1=0,84 \Rightarrow \epsilon\phi\phi1=0,646$

Ο επιθυμητός παράγων ισχύος μετά την διόρθωση είναι $\cos\phi2=0,95 \Rightarrow \epsilon\phi\phi2=0,329$

Η άεργος ισχύς των πυκνωτών κάθε φάσεως (σύνδεση τριγώνου) είναι $Q\phi=P1/3 \cdot (\epsilon\phi\phi1-\epsilon\phi\phi2) \Rightarrow Q\phi=1,65 \text{ KVAR}$

Η συνολική άεργος ισχύς των πυκνωτών είναι βέβαια $Q=3 \cdot Q\phi \Rightarrow Q=5,0 \text{ KVAR}$

Προτείνεται η τοποθέτηση συστήματος αντιστάθμισης που περιλαμβάνει κυτίο πυκνωτών με συνολική άεργο ισχύ 5,0 KVAR.

5.7. 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.

5.8. Τροφοδοτικές Γραμμές

Η διαστασιολόγηση της γραμμής τροφοδοσίας του πίνακα γίνεται με βάση τη μέγιστη πιθανή ζήτηση και την μελλοντική επαύξηση. Για Μέγιστη Φαινομένη Ισχύ $S_{max} = 1,73 \cdot 400 \cdot I_{max} = 28,7 \text{ kVA}$ και λαμβάνοντας περιθώριο επαύξησης 22%, επιλέγεται τριφασική παροχή Νο 3. Από τον μετρητή της ΔΕΗ μέχρι τον Γενικό Πίνακα και για παροχή Νο 3 ισχύος 35 KVA η τροφοδοσία γίνεται με καλώδιο τουλάχιστον N.Y.Y. 5*16 χλστ².

Σύμφωνα με τον Κανονισμό ΕΛΟΤ HD 384.5.523, για τριπολικούς αγωγούς σε επαφή εντός σχάρας, θερμοκρασία περιβάλλοντος 35 °C και διατομή καλωδίου 16 mm², προκύπτει επιτρεπόμενη φόρτιση:

$$I = 80 \cdot 0,94 = 75,2 \text{ A}$$

Συνεπώς καλώδιο N.Y.Y. με διατομή 16 χλστ² είναι απόλυτα επαρκές, με δεδομένη τη μέγιστη απορροφούμενη ένταση $I_{max} = 41,5 \text{ A}$ ενώ η μέγιστη ένταση που μπορεί να δώσει η συγκεκριμένη παροχή είναι 50,5 A.

Από το H/Z η τροφοδοσία γίνεται με μονοπολικούς αγωγούς J1VV (N.Y.Y.) 25 χλστ² με ίδιες συνθήκες εγκατάστασης όπως ανωτέρω ($I = 101 \cdot 0,94 = 94,9 \text{ A}$). Το καλώδιο είναι

επαρκές, με δεδομένη τη μέγιστη ένταση που μπορεί να παράσχει το H/Z $I_{max} = 79,4$ A.

5.9. Εφεδρική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας

5.9.1. Απαίτηση σε ισχύ

Το H/Z 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 $P_2 = 13,5$ kW και εκκίνηση Υ/Δ (η εκκίνηση με ομαλό εκκινητή προσομοιάζεται στην παρούσα για λόγους συντηρητικής εκτίμησης με εκκίνηση Υ/Δ):

- Παροδική Ενεργός Ισχύς Εκκίνησης $P = 19,5$ kW
- Παροδική Φαινομένη Ισχύς Εκκίνησης $S = 43,7$ kVA
- Παροδική Άεργος Ισχύς Εκκίνησης $Q = (S^2 - P^2)^{1/2} = 39,1$ kVAr

Η ισχύς των υπολοίπων λειτουργικών φορτίων είναι (θεωρώντας συντελεστές ισχύος χωρίς διόρθωση όπως προκύπτουν στο αντίστοιχο κεφάλαιο, τα οποία θα αναληφθούν από το H/Z):

- $P = 9,0$ kW (υπόλοιπα φορτία αντλιοστασίου)
- $Q = P \cdot \tan(\arccos(0,86)) = 5,3$ kVAr

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

- $P = 19,5 + 9,0 = 28,5$ kW
- $Q = 39,1 + 5,3 = 44,4$ kVAr
- $S = (P^2 + Q^2)^{1/2} = 52,8$ kVA

Ένα H/Z 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 κατ'ελάχιστο πρέπει να διαστασιολογηθεί το H/Z ως εξής:

$$- \quad S = P / \cos\varphi = 28,5/0,8 = 35,6 \text{ kVA}$$

Για λόγους ασφαλείας επιλέγεται Η/Ζ με δυνατότητα παροχής συνεχούς ισχύος τουλάχιστον 50 και εφεδρικής 55 KVA και εξωτερικές διαστάσεις κατά προσέγγιση 1500X800X1400 (Μ*Π*Υ σε χλστ). Η ωφέλιμη ισχύς που παρέχει το Η/Ζ υπό εφεδρική λειτουργία και υπό μέσο $\cos\varphi=0,8$ είναι $P=44 \text{ kW}$, ενώ το ρεύμα είναι 79,4 A.

5.9.2. 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 28,7 KVA, η αναμενόμενη ωριαία κατανάλωση καυσίμου θα είναι 5,7 χλγρ/ώρα.

Με απαιτούμενη αυτονομία 8 ωρών, η δεξαμενή καυσίμων θα πρέπει να έχει χωρητικότητα τουλάχιστον 46 χλγρ πετρελαίου, δηλαδή ωφέλιμο όγκο περίπου 55 λτ.

5.9.3. 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 $P \approx 44 \text{ kW}$ το απαιτούμενο άνοιγμα προσδιορίζεται σε τουλάχιστον $A = 0,22 \text{ τ.μ.}$

5.10. 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"/>	9,5	ΜΗΚΟΣ (M)
<input type="text"/>	4,9	ΠΛΑΤΟΣ (M)
<input type="text"/>	5,8	ΥΨΟΣ (M)

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

3. Σε τι θέση βρίσκεται η κατασκευή σας ;

Σε περιοχή που περιέχει κατασκευές ή δένδρα του ίδιου ύψους ή ψηλότερα

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)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

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 Κυλιόμενη 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)	Απαιτούμενο μήκος (m)
		Στάθμη II	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=66 τ.μ. και συνεπώς D=6,34 μ. Προκύπτει λοιπόν για την ισοδύναμη ακτίνα $r = D / 2 = 3,17 \mu$.

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

Το συνολικό μήκος γείωσης L1 υπολογίζεται ως $L1 = r + 2 * 4 * L_v = 15,2 \mu$, 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 ακίδα του αλεξικεραύνου τοποθετείται σε ύψος τουλάχιστον 6 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, συνδεόμενος 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 αγωγίμα 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 100 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 συνδεόμενο με τον οπλισμό ανά 2 m μέσω καταλλήλων σφιγκτήρων.

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

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. και ο αγωγός που συνδέει τις κεφαλές των ηλεκτροδίων Cu 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 16 τ.χλστ. και αγωγό προστασίας 16 τ.χλστ. προκύπτει θεωρητική διατομή των αγωγών κύριας γείωσης 16 τ.χλστ. και κύριας ισοδυναμικής προστασίας 10 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 10 τ.χλστ., για δε τις δευτερεύουσες καλώδια Ν.Υ.Υ. διατομής 6 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	=	$1460 \cdot \pi / 30 = 152,8$ (rad/δλ) συχνότητα διέγερσης
E	=	$2,10 \cdot 10^{11}$ (N/ μ^2) μέτρο του Young για χάλυβα
ρ	=	7900 (χλγρ/ μ^3) πυκνότητα χάλυβα
n	=	1 τάξη της πρώτης ιδιοσυχνότητας
x	=	0,5 για πάκτωση και των δύο άκρων
D_a	=	0,1683 (μ) εξωτερική διάμετρος σωλήνα
D_i	=	0,1615 (μ) εσωτερική διάμετρος σωλήνα
ρ_m	=	1100 (χλγρ/ μ^3) πυκνότητα περιεχόμενου ρευστού

Προκύπτει λοιπόν:

$$L_{\text{κρισ}} = 5,3 \text{ (}\mu\text{)}$$

Για να αποφευχθούν προβλήματα ταλαντώσεων, πρέπει κατά τα ανωτέρω τα στηρίγματα στις σωληνώσεις να τοποθετηθούν κάθε $0,7 \cdot L_{\text{κρισ}} = 3,7 \text{ (}\mu\text{)}$.

Πρέπει επίσης να τοποθετηθεί ένα στήριγμα σε απόσταση $1/3 \cdot L_{\text{κρισ}} = 1,8 \text{ (}\mu\text{)}$ από την κατάθλιψη της αντλίας.

8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

8.1. Γενικά Στοιχεία

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης διατομής προφίλ της σιδηροδοκού του κυρίως σώματος της γερανογέφυρας, παίρνουμε την δυσμενέστερη περίπτωση η οποία είναι όταν το μέγιστο φορτίο που μπορεί να σηκώσει, είναι στο μέσον του ανοίγματος της γερανογέφυρας.

Επί πλέον υπολογίζουμε το ίδιο βάρος της σιδηροδοκού της γερανογέφυρας, καθώς και το βάρος του φορείου με το παλάγκο ανυψώσεως.

Το άθροισμα των τριών παραπάνω φορτίων αναλύεται σε επί μέρους φορτία στα δύο άκρα και εν συνεχεία υπολογίζουμε τις ροπές κάμψεως και αντιστάσεως που υπάρχουν και εξ αυτών υπολογίζουμε την απαιτούμενη διατομή.

Κανονικά θα πρέπει, όταν γίνει ο υπολογισμός της διατομής, να γίνει έλεγχος για οριζόντιες φορτίσεις της κυρίας δοκού, κατά την διάρκεια της επενέργειας των διατάξεων πέδησης.

Επειδή όμως η γερανογέφυρα είναι χειροκίνητη, η ταχύτητα της είναι μικρή και συνεπώς τόσο η επιβράδυνση όσο και οι συνακόλουθες οριζόντιες επιφορτίσεις θα είναι αμελητέες.

Η ανυψωτική ικανότητα κάθε γερανογέφυρας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με το βάρος του μεγαλύτερου μεμονωμένου τμήματος εξοπλισμού που θα εγκατασταθεί στο αντλιοστάσιο.

Η τυποποίηση ωφέλιμου φορτίου στις χειροκίνητες γερανογέφυρες μέχρι 3 tn είναι 0,5 – 1 – 1,5 – 2 – 2,5 – 3 tn.

Από δεδομένα κατασκευαστών H/Z και αντλιών, προκύπτει ότι το βαρύτερο προς ανύψωση εξάρτημα είναι το H/Z με βάρος της τάξης των 1000 kp. Αν εγκαταστήσουμε γερανογέφυρα ωφέλιμου φορτίου $P = 1,5 \text{ tn}$, υπερκαλύπτουμε όλες τις απαιτήσεις.

8.2. Εκλογή Διατομής

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

- Ωφέλιμο φορτίο γερανογέφυρας : $P = 1,5 \text{ ton} = 1500 \text{ kp}$
- Άνοιγμα γερανογέφυρας : $L = 4,1 \text{ m}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Πιθανό προφίλ γερανογέφυρας : INP 200 => ίδιο βάρος $G = 26,2 \text{ Kp/m}$

$$G_{ολ} = 26,2 \text{ Kp/m} \times 4,3 \text{ m} = 112,7 \text{ Kp} \text{ λαμβάνεται } G_{ολ} = 120 \text{ kp}$$

- Βάρος φορείου και παλάγκου (από προσπέκτους εργοστασίου κατασκευής) :
 $G_F = 80 \text{ Kp}$
- Συνολικό δυσμενέστερο φορτίο στο κέντρο της γερανογέφυρας :
 $P_{ολ} = P + G_{ολ} + G_F = 1500 + 120 + 80 = 1700 \text{ Kp}$
- Συνολικό δυσμενέστερο φορτίο στα άκρα της γερανογέφυρας :
 $P_1 = P_2 = P_{ολ}/2 = 1700/2 = 850 \text{ Kp}$
- Ροπή κάμψεως : $M = P_1 \times L/2 = 850 \text{ Kp} \times (410/2) \text{ cm} = 174250 \text{ Kp cm}$
- Επιτρεπόμενη τάση κάμψεως για χάλυβα St 37.2 με φορτίο επαναλαμβανόμενο προς μία κατεύθυνση και συντελεστή ασφαλείας 1,55, $\sigma = 932 \text{ Kp/cm}^2$
- Απαιτούμενη Ροπή αντιστάσεως : $W = \frac{M}{\sigma} = \frac{174250 \text{ Kp cm}}{932 \text{ Kp/cm}^2} = 187,0 \text{ cm}^3$
- Από πίνακες μεταλλικών προφίλ διαπιστώνουμε, ότι η ροπή αντιστάσεως $W = 187,0 \text{ cm}^3$ υπερκαλύπτεται από το προφίλ INP 200 mm ($W = 214,0 \text{ cm}^3$)
- Συνεπώς επιλέγουμε το σώμα της γερανογέφυρας να κατασκευασθεί από προφίλ INP 200 mm, με το οποίο έγινε και ο υπολογισμός του ιδίου βάρους.

8.3. Υπολογισμός Βέλους Κάμψης

Για τον υπολογισμό του βέλους κάμψεως F_K του κυρίως σώματος της γερανογέφυρας, του οποίου η μέγιστη τιμή, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των Κανονισμών, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1/500 του συνολικού ανοίγματος, παίρνουμε τη δυσμενέστερη περίπτωση η οποία είναι όταν το μέγιστο φορτίο που μπορεί να σηκώσει η γερανογέφυρα είναι στο μέσον.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

- Ωφέλιμο φορτίο γερανογέφυρας $P = 1,5 \text{ ton} = 1500 \text{ Kp}$
- Βάρος παλάγκου και φορείου $G_F = 80 \text{ Kp}$
- Ίδιο βάρος γερανογέφυρας, $G_{ολ} = 120 \text{ kp}$
- Άνοιγμα γερανογέφυρας $L = 410 \text{ cm}$
- Μέτρο ελαστικότητας χάλυβα St 37.2 , $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2$
- Ροπή αδράνειας προφίλ γερανογέφυρας (από πίνακες), $I_x = 2140 \text{ cm}^4$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

- Το Βέλος Κάμψης F_K σε cm δίδεται από τη σχέση :

$$F_K = [P + G_F + (5/8 \cdot G_{ολ})] \cdot L^3 / (48 \cdot E \cdot I_x) \quad [\text{cm}] \Rightarrow$$

$$F_K = [1500 + 80 + (5/8 \cdot 120)] \cdot 410^3 / (48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 2140) \quad [\text{cm}] \Rightarrow$$

$$F_K = 0,53 \text{ cm}$$

Άρα υπερκαλύπτεται από το όριο ασφαλείας 1/500 του συνολικού ανοίγματος το οποίο είναι $410/500 = 0,82 \text{ cm}$

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 από το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης στο σημείο της εγκατάστασης
	Οι αυτόματοι διακόπτες διαστασιολογήθηκαν σύμφωνα με το IEC 60497-2 και επελέγησαν με ικανότητα ζεύξης I_{cm} μεγαλύτερη από 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 πίνακα 43A και IEC60364-5-54 πίνακες A.54.2, A.54.4 και A-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 από τον κατασκευαστή με εργαστηριακές δοκιμές
--	---

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία:		Περιγραφή	Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής:			Έργα:			
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής:			Αρχείο:		Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίστη:		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) Κατα τη διάρκεια του βραχυκυκλώματος καμία αλλαγή στον τύπο του δεν υφίσταται (το τριφασικό βραχυκύκλωμα παραμένει τριφασικό)
- β) Κατα 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 επιλεγθεί δίκτυο που οδηγεί στη μέγιστη τιμή βραχυκυκλώματος στην περιοχή που εντοπίστηκε

- η συνεισφορά των ασύγχρονων κινητήρων λαμβάνεται υπόψη εφόσον η συνεισφορά τους είναι μεγαλύτερη απο 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

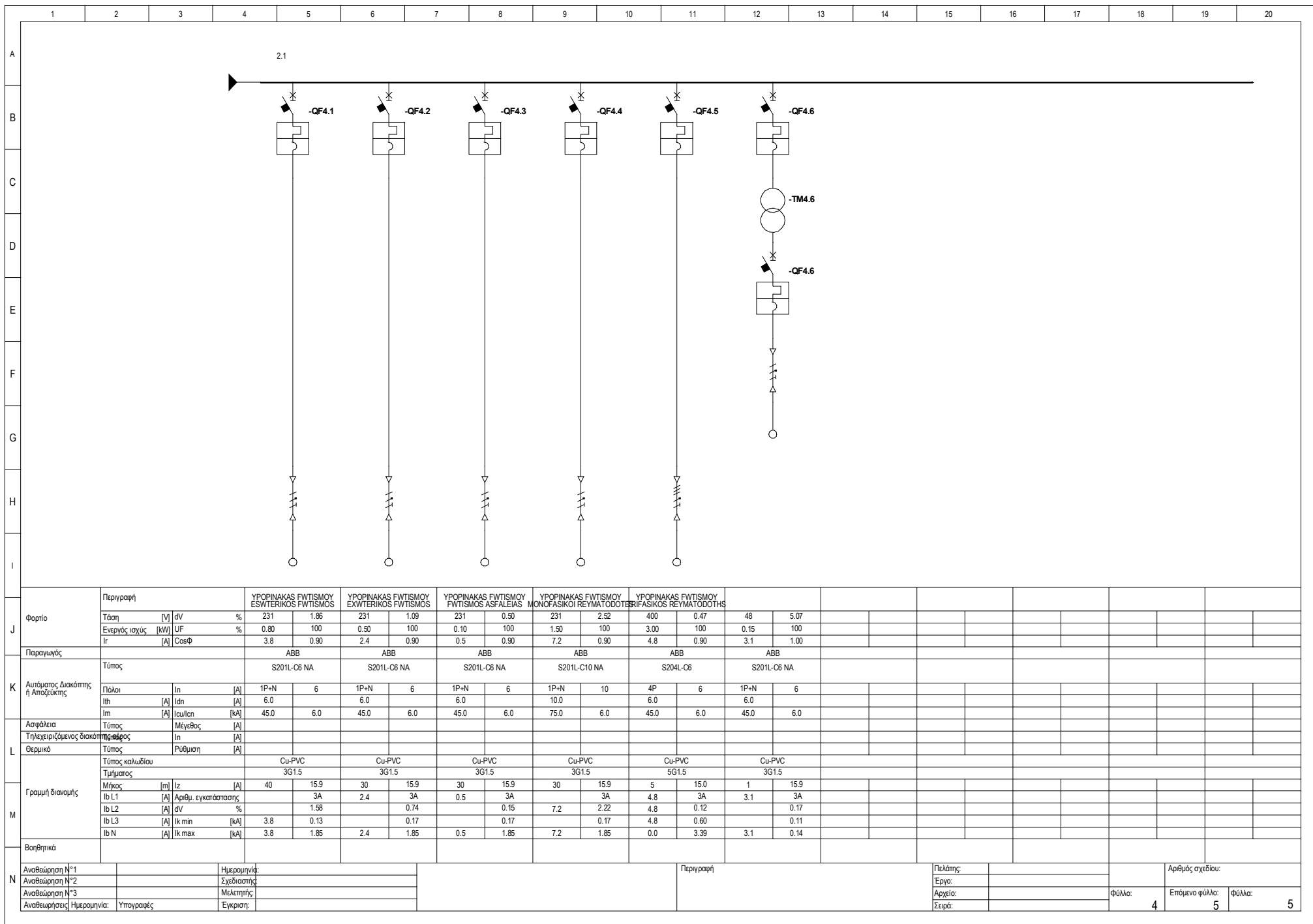
=-έχει επιλεγθεί δίκτυο που οδηγεί στη ελάχιστη τιμή βραχυκυκλώματος στην περιοχή που εντοπίστηκε

=- η συνεισφορά των ασύγχρονων κινητήρων έχει παραληφθεί

-Η αντίσταση RL των γραμμών συνίσταται στους 80 °C

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή	Πελάτης:		Φύλλο:	Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής			Έργο:			Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής			Αρχείο:				
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίστη:		Σειρά:				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
A																					
B	<div>2.7</div> <div><div></div><div></div></div>																				
C	<div><div><div>-QF3.1</div><div>-QF3.2</div></div></div>																				
D																					
E																					
F																					
G																					
H																					
I																					
J	Φορτίο	Περιγραφή																			
		Τάση	[V]	dV	%	400	0.32	400													
		Ενεργός ισχύς	[kW]	UF	%	7.2	0.00	7.2	0.00												
		Ir	[A]	CosΦ																	
K	Παραγωγός	Τύπος				ABB		ABB													
		S803N-C13				S803N-C13		S803N-C13													
		Πόλοι	In	[A]	3P	13	3P	13													
L	Αυτόματος διακόπτης ή Αποδυνάμωτος	Ith	[A]	Idn	[A]	13.0	13.0														
		I _m	[A]	Icu/Ics	[kA]	97.5	36.0	97.5	36.0												
		Τύπος	Μέγεθος	[A]																	
M	Ασφάλεια	Τύπος																			
		Τηλεχειριζόμενος διακόπτης																			
		Θερμικά																			
N	Γραμμή διανομής	Τύπος καλωδίου				Cu-PVC		Cu-PVC													
		Τμήματος				4G1.5/1.5		4G1.5/1.5													
		Μήκος	[m]	Iz	[A]	2	13.7	2	14.6												
O	Βοηθητικά	Ib L1	[A]	Αριθμ. εγκατάστασης		7.2	13		13												
		Ib L2	[A]	dV	%	7.2	0.00		0.00												
		Ib L3	[A]	Ik min	[kA]	7.2	1.20														
		Ib N	[A]	Ik max	[kA]		4.59														
P	Αναβείωση N°1	Ημερομηνία:			Περιγραφή						Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:								
	Αναβείωση N°2	Σχεδιαστής									Έργο:										
	Αναβείωση N°3	Μελετητής									Αρχείο:										
	Αναβείωσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίση:							Σειρά:										
													Φύλλο:		Επόμενο φύλλο:		Φύλλα:				
													3		4		5				



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
A																						
B																						
C																						
D																						
E																						
F																						
G																						
H																						
I																						
J	Φορτίο	Περιγραφή									GPXT H/Z											
		Τάση	[V]	dV	%																	
		Ενεργός ισχύς	[kW]	UF	%																	
		Ir	[A]	CosΦ																		
K	Παραγωγός	Τύπος									ABB											
	Αυτόματος διακόπτης ή Αποδυνάμωτος										S804N-C100											
		Πόλοι		In	[A]					4P	100											
		Ith	[A]	Idn	[A]					100.0												
		Im	[A]	Icu/Ion	[kA]					750.0	36.0											
L	Ασφάλεια	Τύπος			Μέγεθος																	
	Τηλεχειριζόμενος διακόπτης																					
	Θερμικά	Τύπος			Ρύθμιση																	
M	Γραμμή διανομής	Τύπος καλωδίου									Cu-PVC											
		Τμήματος									5G25/16											
		Μήκος	[m]	Iz	[A]					15	101.0											
		Ib L1	[A]	Αριθμ. εγκατάστασης							13											
		Ib L2	[A]	dV	%						0.26											
		Ib L3	[A]	Ik min	[kA]																	
		Ib N	[A]	Ik max	[kA]					0.0												
N	Βοηθητικά																					
	Αναθεώρηση N°1				Ημερομηνία:						Περιγραφή						Πελάτης:					
	Αναθεώρηση N°2				Σχεδιαστής:												Έργα:					
	Αναθεώρηση N°3				Μελετητής:												Αρχείο:					
	Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίστη:													Σειρά:					
																	Φύλλο: 5			Επόμενο φύλλο: Φύλλα: 5		

Distribution

Reference voltage	[V]	400
Circuit		LLLN
Distribution system		TN-S
Active power P	[kW]	24.74
Reactive power Q	[kvar]	7.88
IB (A)	[A]	37.48
Power factor Cosphi		0.95

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:		Φύλλα:	Επόμενο φύλλα: Φύλλα:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Έγκριση:		Σειρά:			

Αναφορές προστασίας

WC1.1

Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Έμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	400	-QF1.1 S204-C50	
	Ib (A) [A]	42.8	OL - Ib (42.8[A]) <= Ith (50.0[A]) <= Iz (80.0[A]) and If (72.5[A]) <= 1.45*Iz (116.0[A]); Vref=400V	
	CosΦ	0.95	Βραχυκύκλωμα	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	5G16	-QF1.1 S204-C50	
	Μονωτήρας	PVC	SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι I _k LLL (6.0[kA]), I _k LN (3.6[kA]), I _k L-PE (3.6[kA]); Vref=400V	
	Μήκος (m) [m]	15	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	80.0	-QF1.1 S204-C50	
	dV (%)	0.32	NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.500[kA]) <= I _{kmin} L-PE (1.940[kA]); Vref=400V	

WC1.2 GPXT

Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Έμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	400	-QF1.2 XT1B 160 TMD 32-450	
	Ib (A) [A]	26.8	OL - Ib (26.8[A]) <= Ith (26.8[A]) <= Iz (31.8[A]) and If (34.9[A]) <= 1.45*Iz (46.1[A]); Vref=400V	
	CosΦ	0.84	Βραχυκύκλωμα	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G4/4	-QF1.2 XT1B 160 TMD 32-450	
	Μονωτήρας	PVC	SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι I _k LLL (4.6[kA]), I _k L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	
	Μήκος (m) [m]	15	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	31.8	-QF1.2 XT1B 160 TMD 32-450 + RC Inst x XT1	
	dV (%)	0.73	NDT - Id (0.030[A]) <= I _{kmin} L-PE (0.688[kA]) and Td (0.40[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	

WC1.3 GPXT

Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Έμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	400	-QF1.3 XT1B 160 TMD 32-450	
	Ib (A) [A]		Αδύνατος ο έλεγχος θερμικής προστασίας.	
	CosΦ		Βραχυκύκλωμα	Failed
	Μέγεθος καλωδίου	4G4/4	-QF1.3 XT1B 160 TMD 32-450	
	Μονωτήρας	PVC	SC - Διαπιστώθηκε διασταύρωση στις χαρακτηριστικές Ενέργειας I (6.2[kA]) < I _k LLL max (10.0[kA]); Vref=400V	
	Μήκος (m) [m]	15	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	31.8	-QF1.3 XT1B 160 TMD 32-450 + RC Inst x XT1	
	dV (%)	0.73	NDT - Αδύνατος ο έλεγχος της προστασίας έναντι έμμεσης επαφής	

WC1.4 GPXT

Καλύπτει Υπερφόρτιση Βραχυκύκλωμα Έμμεση επαφή	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	400	-FR1.4 TA25DU5,00	
	Ib (A) [A]		Αδύνατος ο έλεγχος θερμικής προστασίας.	
	CosΦ		Βραχυκύκλωμα	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5	-QF1.4 MO325-6,30	
	Μονωτήρας	PVC	unable to check SC protection	
	Μήκος (m) [m]	20	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	19.2	-QF1.4 MO325-6,30	
	dV (%)	0.14	NDT - Αδύνατος ο έλεγχος της προστασίας έναντι έμμεσης επαφής	

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή	Πελάτης		Αριθμός σχεδίου:
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής			Έργο:		
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής			Αρχείο:	Φύλλο:	Επόμενο φύλλο: Φύλλα:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίσεις		Σειρά:		

Αναφορές προστασίας

WC1.5 GPXT

Καλύψεις Φόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση -FR1.5 TA25DU5,00 Αδύνατος ο έλεγχος θερμικής προστασίας.	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]			
	CosΦ		Βραχυκύκλωμα -QF1.5 MO325-6,30 unable to check SC protection	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	20	Έμμεση επαφή -QF1.5 MO325-6,30 NDT - Αδύνατος ο έλεγχος της προστασίας έναντι έμμεσης επαφής	Passed
	Iz (A) [A]	19.2		
	dV (%)	0.14		

WC1.6 GPXT

Καλύψεις Φόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση -FR1.6 TA25DU5,00 OL - Ib (2.3[A]) <= Ith (4.3[A]) <= Iz (19.2[A]) and If (5.5[A]) <= 1.45*Iz (27.8[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]	2.3		
	CosΦ	0.85	Βραχυκύκλωμα -QF1.6 MO325-6,30 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (4.6[kA]), Ik L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	20	Έμμεση επαφή -QF1.6 MO325-6,30 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.095[kA]) <= Ikmin L-PE (0.390[kA]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	19.2		
	dV (%)	0.14		

WC1.7 GPXT

Καλύψεις Φόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση -FR1.7 TA25DU5,00 Αδύνατος ο έλεγχος θερμικής προστασίας.	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]			
	CosΦ		Βραχυκύκλωμα -QF1.7 MO325-6,30 unable to check SC protection	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	20	Έμμεση επαφή -QF1.7 MO325-6,30 NDT - Αδύνατος ο έλεγχος της προστασίας έναντι έμμεσης επαφής	Passed
	Iz (A) [A]	19.2		
	dV (%)	0.14		

WC1.9 GPXT

Καλύψεις Φόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση -FR1.9 TA25DU2,40 OL - Ib (0.9[A]) <= Ith (1.5[A]) <= Iz (19.2[A]) and If (2.0[A]) <= 1.45*Iz (27.8[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]	0.9		
	CosΦ	0.80	Βραχυκύκλωμα -QF1.9 MO325-2,50 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (4.6[kA]), Ik L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	5	Έμμεση επαφή -QF1.9 MO325-2,50 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.035[kA]) <= Ikmin L-PE (0.996[kA]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	19.2		
	dV (%)	0.01		

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

Αναφορές προστασίας

WC1.10 GPXT

Καλύψεις Υποδομής	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση -FR1.10 TA25DU2,40 OL - Ib (1.3[A]) <= Ith (1.5[A]) <= Iz (19.2[A]) and If (2.0[A]) <= 1.45*Iz (27.8[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]	1.3		
	CosΦ	0.82	Βραχυκύκλωμα -QF1.10 MO325-2,50 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (4.6[kA]), Ik L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	20	Έμμεση επαφή -QF1.10 MO325-2,50 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.035[kA]) <= Ikmin L-PE (0.390[kA]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	19.2		
	dV (%)	0.07		

WC2.1 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

Καλύψεις Υποδομής	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLN / TN-S	Υπερφόρτιση -QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 OL - Ib (4.0[A]) <= Ith (13.6[A]) <= Iz (26.1[A]) and If (17.7[A]) <= 1.45*Iz (37.8[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]	4.0		
	CosΦ	0.90	Βραχυκύκλωμα -QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (4.6[kA]), Ik LN (2.6[kA]), Ik L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	5G4		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	5	Έμμεση επαφή -QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 + RC Inst x XT1 NDT - Id (0.030[A]) <= Ikmin L-PE (0.128[kA]) and Td (0.40[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	26.1		
	dV (%)	0.04		

WC2.2 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ BIOFILTR0Y

Καλύψεις Υποδομής	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLN / TN-S	Υπερφόρτιση -QF2.2 S804N-C10 OL - Ib (7.6[A]) <= Ith (10.0[A]) <= Iz (20.3[A]) and If (14.5[A]) <= 1.45*Iz (29.5[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]	7.6		
	CosΦ	1.00	Βραχυκύκλωμα -QF2.2 S804N-C10 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (4.6[kA]), Ik LN (2.6[kA]), Ik L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	5G2.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	30	Έμμεση επαφή -QF2.2 S804N-C10 + DDA804 AC-63/0,03 NDT - Id (0.030[A]) <= Ikmin L-PE (0.277[kA]) and Td (0.04[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	20.3		
	dV (%)	0.74		

WC2.3 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Καλύψεις Υποδομής	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Υπερφόρτιση -QF2.3 S201L-C10 NA OL - Ib (9.6[A]) <= Ith (10.0[A]) <= Iz (16.9[A]) and If (14.5[A]) <= 1.45*Iz (24.6[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	230.94		
	Ib (A) [A]	9.6		
	CosΦ	0.90	Βραχυκύκλωμα -QF2.3 S201L-C10 NA SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LN (2.6[kA]), Ik L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	3G1.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	2	Έμμεση επαφή -QF2.3 S201L-C10 NA NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.100[kA]) <= Ikmin L-PE (1.197[kA]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	16.9		
	dV (%)	0.19		

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

Αναφορές προστασίας

WC3.1

Καλύφθηκε Υποστήριξη δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση -QF3.1 S803N-C13 OL - Ib (7.2[A]) <= Ith (13.0[A]) <= Iz (13.7[A]) and If (18.8[A]) <= 1.45*Iz (19.8[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]	7.2		
	CosΦ	0.00	Βραχυκύκλωμα -QF3.1 S803N-C13 SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LLL (4.6[kA]), Ik L-PE (2.6[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G1.5/1.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	2	Έμμεση επαφή -QF3.1 S803N-C13 NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.130[kA]) <= Ikmin L-PE (1.196[kA]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	13.7		
	dV (%)	0.00		

WC3.2

Καλύφθηκε Υποστήριξη δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Υπερφόρτιση -QF3.2 S803N-C13 Αδύνατος ο έλεγχος θερμικής προστασίας.	Passed
	Τάση [V]	400		
	Ib (A) [A]			
	CosΦ		Βραχυκύκλωμα -QF3.2 S803N-C13 unable to check SC protection	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	4G1.5/1.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	2	Έμμεση επαφή -QF3.2 S803N-C13 NDT - Αδύνατος ο έλεγχος της προστασίας έναντι έμμεσης επαφής	Passed
	Iz (A) [A]	14.6		
	dV (%)	0.00		

WC4.1 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

Καλύφθηκε Υποστήριξη δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L3-N)	Υπερφόρτιση -QF4.1 S201L-C6 NA OL - Ib (3.8[A]) <= Ith (6.0[A]) <= Iz (15.9[A]) and If (8.7[A]) <= 1.45*Iz (23.1[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	230.94		
	Ib (A) [A]	3.8		
	CosΦ	0.90	Βραχυκύκλωμα -QF4.1 S201L-C6 NA SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LN (1.9[kA]), Ik L-PE (1.9[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	3G1.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	40	Έμμεση επαφή -QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 + RC Inst x XT1 NDT - Id (0.030[A]) <= Ikmin L-PE (0.128[kA]) and Td (0.40[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	15.9		
	dV (%)	1.58		

WC4.2 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

Καλύφθηκε Υποστήριξη δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Υπερφόρτιση -QF4.2 S201L-C6 NA OL - Ib (2.4[A]) <= Ith (6.0[A]) <= Iz (15.9[A]) and If (8.7[A]) <= 1.45*Iz (23.1[A]); Vref=400V	Passed
	Τάση [V]	230.94		
	Ib (A) [A]	2.4		
	CosΦ	0.90	Βραχυκύκλωμα -QF4.2 S201L-C6 NA SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι το Ik LN (1.9[kA]), Ik L-PE (1.9[kA]); Vref=400V	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	3G1.5		
	Μονωτήρας	PVC		
	Μήκος (m) [m]	30	Έμμεση επαφή -QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 + RC Inst x XT1 NDT - Id (0.030[A]) <= Ikmin L-PE (0.128[kA]) and Td (0.40[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	Passed
	Iz (A) [A]	15.9		
	dV (%)	0.74		

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή	Πελάτης:		Φύλλο:	Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής			Έργο:			Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής			Αρχείο:				
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίστη:		Σειρά:				

Αναφορές προστασίας

WC4.3 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

Καλύπτει Φέρων Καλύπτει Φέρων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	230.94	-QF4.3 S201L-C6 NA	
	Ib (A) [A]	0.5	OL - Ib (0.5[A]) <= Ith (6.0[A]) <= Iz (15.9[A]) and If (8.7[A]) <= 1.45*Iz (23.1[A]); Vref=400V	
	CosΦ	0.90	Βραχυκύκλωμα	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	3G1.5	-QF4.3 S201L-C6 NA	
	Μονωτήρας	PVC	SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι I _k LN (1.9[kA]), I _k L-PE (1.9[kA]); Vref=400V	
	Μήκος (m) [m]	30	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	15.9	-QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 + RC Inst x XT1	
	dV (%)	0.15	NDT - Id (0.030[A]) <= I _{kmin} L-PE (0.128[kA]) and Td (0.40[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	

WC4.4 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

Καλύπτει Φέρων Καλύπτει Φέρων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L2-N)	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	230.94	-QF4.4 S201L-C10 NA	
	Ib (A) [A]	7.2	OL - Ib (7.2[A]) <= Ith (10.0[A]) <= Iz (15.9[A]) and If (14.5[A]) <= 1.45*Iz (23.1[A]); Vref=400V	
	CosΦ	0.90	Βραχυκύκλωμα	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	3G1.5	-QF4.4 S201L-C10 NA	
	Μονωτήρας	PVC	SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι I _k LN (1.9[kA]), I _k L-PE (1.9[kA]); Vref=400V	
	Μήκος (m) [m]	30	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	15.9	-QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 + RC Inst x XT1	
	dV (%)	2.22	NDT - Id (0.030[A]) <= I _{kmin} L-PE (0.128[kA]) and Td (0.40[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	

WC4.5 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

Καλύπτει Φέρων Καλύπτει Φέρων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLN / TN-S	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	400	-QF4.5 S204L-C6	
	Ib (A) [A]	4.8	OL - Ib (4.8[A]) <= Ith (6.0[A]) <= Iz (15.0[A]) and If (8.7[A]) <= 1.45*Iz (21.8[A]); Vref=400V	
	CosΦ	0.90	Βραχυκύκλωμα	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	5G1.5	-QF4.5 S204L-C6	
	Μονωτήρας	PVC	SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι I _k LLL (3.4[kA]), I _k LN (1.9[kA]), I _k L-PE (1.9[kA]); Vref=400V	
	Μήκος (m) [m]	5	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	15.0	-QF2.1 XT1B 160 TMD 16-450 + RC Inst x XT1	
	dV (%)	0.12	NDT - Id (0.030[A]) <= I _{kmin} L-PE (0.128[kA]) and Td (0.40[s]) <= Μέγιστος χρόνος απόξευξης (0.40[s]); Vref=400V	

WC4.6

Καλύπτει Φέρων Καλύπτει Φέρων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	48	-QF4.6 S201L-C6 NA	
	Ib (A) [A]	5.2	OL - Ib (1.1[A]) <= Ith (1.2[A]) <= Iz (3.3[A]) and If (1.8[A]) <= 1.45*Iz (23.1[A]); Vref=400V	
	CosΦ	1.00	Βραχυκύκλωμα	Passed
	Μέγεθος καλωδίου	3G1.5	-QF4.6 S201L-C6 NA	
	Μονωτήρας	PVC	SC - Εγγυημένη προστασία μέχρι I _k LN (0.0[kA]), I _k L-PE (0.0[kA]); Vref=400V	
	Μήκος (m) [m]	1	Έμμεση επαφή	Passed
	Iz (A) [A]	15.9	-QF4.6 S201L-C6 NA	
	dV (%)	0.17	NDT - I στο μέγιστο χρόνο απόξευξης (0.012[kA]) <= I _{kmin} L-PE (0.022[kA]); Vref=400V	

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

Αναφορές προστασίας

WC5.4 GPXT

Καλύψεις Υπερφόρτιση δεδομένων	Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Συσκευή προστασίας	Υπερφόρτιση	Passed
	Τάση [V]	400		-QF5.4 S804N-C100	
	Ib (A) [A]			Αδύνατος ο έλεγχος θερμικής προστασίας.	
	CosΦ			Βραχυκύκλωμα	Not needing
	Μέγεθος καλωδίου	5G25/16			
Καλύψεις Υπερφόρτιση δεδομένων	Μονωτήρας	PVC	Συσκευή προστασίας	Έμμεση επαφή	Not needing
	Μήκος (m) [m]	15			
	Iz (A) [A]	101.0			
	dV (%)	0.26		NDT - Αδύνατος ο έλεγχος της προστασίας έναντι έμμεσης επαφής	

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

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

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

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή	Πελάτης:	Φύλλο:	Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής			Έργα:			
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής			Αρχείο:			
Αναθεωρήσεις	Υπογραφές	Εγκρίσεις			Σειρά:			

	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	+Q4	4P	50.0	10.0	7.5	50.0	On		Off									(null)				
	S204-C50						375.0																
D	-QF1.2	+Q1	3P	32.0	18.0	18.0	26.8	On		Off									(null)	0.030	0.400		
	XT1B 160 TMD 32-450			GPXT			450.0													RC Inst x XT1			
E	-QF1.3	+Q1	3P	32.0	18.0	18.0	26.8	On		Off									(null)	0.030	0.400		
	XT1B 160 TMD 32-450			GPXT			450.0													RC Inst x XT1			
F	-QF2.1	+Q1	4P	16.0	18.0	18.0	13.6													0.030	0.400		
	XT1B 160 TMD 16-450			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY			450.0													RC Inst x XT1			
G	-QF2.2	+Q1	4P	10.0	36.0	30.0	10.0													0.030	0.040		
	S804N-C10			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ BIOFILTROY			75.0													DDA804 AC-63/0,03			
H	-QF2.3	+Q1	1P+N	10.0	6.0	4.5	10.0																
	S201L-C10 NA			ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ			75.0																
I	-QF3.1	+Q1	3P	13.0	36.0	30.0	13.0																
	S803N-C13						97.5																
J	-QF3.2	+Q1	3P	13.0	36.0	30.0	13.0																
	S803N-C13						97.5																
K	-QF4.1	+Q2	1P+N	6.0	6.0	4.5	6.0																
	S201L-C6 NA			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY			45.0																
L	-QF4.2	+Q2	1P+N	6.0	6.0	4.5	6.0																
	S201L-C6 NA			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY			45.0																
M																							
N	Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία:							Περιγραφή							Πελάτης:			Αριθμός σχεδίου:			
	Αναθεώρηση N°2		Σχεδίασης:														Έργο:						
	Αναθεώρηση N°3		Μελετητής:														Αρχείο:			Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:	
	Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίση:														Σειρά:					

	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	-QF4.3	+Q2	1P+N	6.0	6.0	4.5	6.0															
	S201L-C6 NA			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY			45.0															
D	-QF4.4	+Q2	1P+N	10.0	6.0	4.5	10.0															
	S201L-C10 NA			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY			75.0															
E	-QF4.5	+Q2	4P	6.0	6.0	4.5	6.0															
	S204L-C6			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY			45.0															
F	-QF4.6	+Q2	1P+N	6.0	6.0	4.5	6.0															
	S201L-C6 NA			ΥΡΟΡΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY			45.0															
G	-QF4.6	+Q3	1P+N	6.0	10.0	7.5	6.0															
	S201L-C6 NA						45.0															
H	-QF5.4	+Q1	4P	100.0	36.0	30.0	100.0	On		Off									(null)			
	S804N-C100			GPXT			750.0															
I																						
J																						
K																						
L																						
M																						
N	Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία:							Περιγραφή							Πελάτης:			Αριθμός σχεδίου:		
	Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής:														Έργο:					
	Αναθεώρηση N°3		Μελετητής:														Αρχείο:			Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:	Φύλλα:
	Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Έγκριση:													Σειρά:					

Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης

-WC1.1

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Ib L1	[A]	42.8	R Ph 20°C	[mOhm]	17.35
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]	35.3	R Ph 80°C	[mOhm]	27.07
Μέγεθος καλωδίου	5G16	Ib L3	[A]	34.3	X Ph	[mOhm]	1.23
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	8.1	R N 20°C	[mOhm]	17.35
Μέθοδος	13	CosΦ		0.95	R N 80°C	[mOhm]	27.07
Συντελεστής K	1.00	Iz (A)	[A]	80.0	X N	[mOhm]	1.23
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.32	R PE 20°C	[mOhm]	17.35
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	103.5	R PE 80°C	[mOhm]	27.07
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	41.4	X PE	[mOhm]	1.23

-WC1.2 GPXT

ANTLIA 1

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Ib L1	[A]	26.8	R Ph 20°C	[mOhm]	69.41
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]	26.8	R Ph 80°C	[mOhm]	108.28
Μέγεθος καλωδίου	4G4/4	Ib L3	[A]	26.8	X Ph	[mOhm]	1.49
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος	13	CosΦ		0.84	R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K	0.94	Iz (A)	[A]	31.8	X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.73	R PE 20°C	[mOhm]	69.41
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	173.7	R PE 80°C	[mOhm]	108.28
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	59.9	X PE	[mOhm]	1.49

-WC1.3 GPXT

ANTLIA 2

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Ib L1	[A]		R Ph 20°C	[mOhm]	69.41
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	108.28
Μέγεθος καλωδίου	4G4/4	Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	1.49
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος	13	CosΦ			R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K	0.94	Iz (A)	[A]	31.8	X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.73	R PE 20°C	[mOhm]	69.41
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	173.7	R PE 80°C	[mOhm]	108.28
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	59.9	X PE	[mOhm]	1.49

-WC1.4 GPXT

ΑΝΑΔΕΥΘΡΑΣ 1

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Ib L1	[A]		R Ph 20°C	[mOhm]	148.08
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	231.00
Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5	Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	1.98
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος	13	CosΦ			R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K	0.77	Iz (A)	[A]	19.2	X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.14	R PE 20°C	[mOhm]	148.08
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	2.6	R PE 80°C	[mOhm]	231.00
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	35.5	X PE	[mOhm]	1.98

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή	Πελάτης		Αριθμός σχεδίου:
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής			Εργία:		
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής			Αρχείο:		Φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίσις:		Σειρά:		Επόμενο φύλλο: Φύλλα:

Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης

-WC1.5 GPXT

ΑΝΑΔΕΥΘΡΑΣ 2

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S
Τάση [V]	400
Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	13
Συντελεστής K	0.77
Μήκος (m) [m]	20
I _k max (kA) [kA]	
I _k min (kA) [kA]	

I _b L1 [A]	
I _b L2 [A]	
I _b L3 [A]	
I _b N [A]	
CosΦ	
I _z (A) [A]	19.2
dV (%) [%]	0.14
Απώλεια ισχύς (W) [W]	2.6
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	35.5

R Ph 20°C [mOhm]	148.08
R Ph 80°C [mOhm]	231.00
X Ph [mOhm]	1.98
R N 20°C [mOhm]	
R N 80°C [mOhm]	
X N [mOhm]	
R PE 20°C [mOhm]	148.08
R PE 80°C [mOhm]	231.00
X PE [mOhm]	1.98

-WC1.6 GPXT

ΑΝΑΔΕΥΘΡΑΣ 3

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S
Τάση [V]	400
Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	13
Συντελεστής K	0.77
Μήκος (m) [m]	20
I _k max (kA) [kA]	4.59
I _k min (kA) [kA]	0.39

I _b L1 [A]	2.3
I _b L2 [A]	2.3
I _b L3 [A]	2.3
I _b N [A]	
CosΦ	0.85
I _z (A) [A]	19.2
dV (%) [%]	0.14
Απώλεια ισχύς (W) [W]	2.6
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	35.5

R Ph 20°C [mOhm]	148.08
R Ph 80°C [mOhm]	231.00
X Ph [mOhm]	1.98
R N 20°C [mOhm]	
R N 80°C [mOhm]	
X N [mOhm]	
R PE 20°C [mOhm]	148.08
R PE 80°C [mOhm]	231.00
X PE [mOhm]	1.98

-WC1.7 GPXT

ΑΝΑΔΕΥΘΡΑΣ 4

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S
Τάση [V]	400
Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	13
Συντελεστής K	0.77
Μήκος (m) [m]	20
I _k max (kA) [kA]	
I _k min (kA) [kA]	

I _b L1 [A]	
I _b L2 [A]	
I _b L3 [A]	
I _b N [A]	
CosΦ	
I _z (A) [A]	19.2
dV (%) [%]	0.14
Απώλεια ισχύς (W) [W]	2.6
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	35.5

R Ph 20°C [mOhm]	148.08
R Ph 80°C [mOhm]	231.00
X Ph [mOhm]	1.98
R N 20°C [mOhm]	
R N 80°C [mOhm]	
X N [mOhm]	
R PE 20°C [mOhm]	148.08
R PE 80°C [mOhm]	231.00
X PE [mOhm]	1.98

-WC1.9 GPXT

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S
Τάση [V]	400
Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	13
Συντελεστής K	0.77
Μήκος (m) [m]	5
I _k max (kA) [kA]	4.59
I _k min (kA) [kA]	1.00

I _b L1 [A]	0.9
I _b L2 [A]	0.9
I _b L3 [A]	0.9
I _b N [A]	
CosΦ	0.80
I _z (A) [A]	19.2
dV (%) [%]	0.01
Απώλεια ισχύς (W) [W]	0.1
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	35.1

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

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή		Πελάτης		Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής				Εργία:			
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής				Αρχείο:		Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίσις:			Σειρά:			Φύλλο:

Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης

-WC1.10 GPXT

ANTLIA STRAGGISMATWN

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Ib L1	[A]	1.3	R Ph 20°C	[mOhm]	148.08
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]	1.3	R Ph 80°C	[mOhm]	231.00
Μέγεθος καλωδίου	4G2.5/2.5	Ib L3	[A]	1.3	X Ph	[mOhm]	1.98
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος	13	CosΦ		0.82	R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K	0.77	Iz (A)	[A]	19.2	X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.07	R PE 20°C	[mOhm]	148.08
I _k max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	0.8	R PE 80°C	[mOhm]	231.00
I _k min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	35.2	X PE	[mOhm]	1.98

-WC2.1 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Ib L1	[A]	2.7	R Ph 20°C	[mOhm]	23.14
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]	4.0	R Ph 80°C	[mOhm]	36.09
Μέγεθος καλωδίου	5G4	Ib L3	[A]	2.9	X Ph	[mOhm]	0.50
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	1.1	R N 20°C	[mOhm]	23.14
Μέθοδος	13	CosΦ		0.90	R N 80°C	[mOhm]	36.09
Συντελεστής K	0.77	Iz (A)	[A]	26.1	X N	[mOhm]	0.50
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.04	R PE 20°C	[mOhm]	23.14
I _k max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	1.2	R PE 80°C	[mOhm]	36.09
I _k min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	35.8	X PE	[mOhm]	0.50

-WC2.2 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ BIOFILTROY

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Ib L1	[A]	7.6	R Ph 20°C	[mOhm]	222.12
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]	7.6	R Ph 80°C	[mOhm]	346.51
Μέγεθος καλωδίου	5G2.5	Ib L3	[A]	7.6	X Ph	[mOhm]	2.97
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	0.0	R N 20°C	[mOhm]	222.12
Μέθοδος	61	CosΦ		1.00	R N 80°C	[mOhm]	346.51
Συντελεστής K	0.97	Iz (A)	[A]	20.3	X N	[mOhm]	2.97
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.74	R PE 20°C	[mOhm]	222.12
I _k max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	40.0	R PE 80°C	[mOhm]	346.51
I _k min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	31.3	X PE	[mOhm]	2.97

-WC2.3 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Ib L1	[A]	9.6	R Ph 20°C	[mOhm]	24.68
Τάση [V]	230.94	Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	38.50
Μέγεθος καλωδίου	3G1.5	Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	0.22
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	9.6	R N 20°C	[mOhm]	24.68
Μέθοδος	13	CosΦ		0.90	R N 80°C	[mOhm]	38.50
Συντελεστής K	0.77	Iz (A)	[A]	16.9	X N	[mOhm]	0.22
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.19	R PE 20°C	[mOhm]	24.68
I _k max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	5.0	R PE 80°C	[mOhm]	38.50
I _k min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	42.9	X PE	[mOhm]	0.22

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

Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης

-WC3.1

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Ib L1	[A]	7.2	R Ph 20°C	[mOhm]	24.68
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]	7.2	R Ph 80°C	[mOhm]	38.50
Μέγεθος καλωδίου	4G1.5/1.5	Ib L3	[A]	7.2	X Ph	[mOhm]	0.22
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος	13	CosΦ		0.00	R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K	0.72	Iz (A)	[A]	13.7	X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.00	R PE 20°C	[mOhm]	24.68
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	4.2	R PE 80°C	[mOhm]	38.50
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	44.7	X PE	[mOhm]	0.22

-WC3.2

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLL / TN-S	Ib L1	[A]		R Ph 20°C	[mOhm]	24.68
Τάση [V]	400	Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	38.50
Μέγεθος καλωδίου	4G1.5/1.5	Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	0.22
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]		R N 20°C	[mOhm]	
Μέθοδος	13	CosΦ			R N 80°C	[mOhm]	
Συντελεστής K	0.77	Iz (A)	[A]	14.6	X N	[mOhm]	
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.00	R PE 20°C	[mOhm]	24.68
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	4.2	R PE 80°C	[mOhm]	38.50
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	39.7	X PE	[mOhm]	0.22

-WC4.1 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

ESWTERIKOS FWTISMOS

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L3-N)	Ib L1	[A]		R Ph 20°C	[mOhm]	493.60
Τάση [V]	230.94	Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	770.02
Μέγεθος καλωδίου	3G1.5	Ib L3	[A]	3.8	X Ph	[mOhm]	4.32
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	3.8	R N 20°C	[mOhm]	493.60
Μέθοδος	3A	CosΦ		0.90	R N 80°C	[mOhm]	770.02
Συντελεστής K	0.94	Iz (A)	[A]	15.9	X N	[mOhm]	4.32
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	1.58	R PE 20°C	[mOhm]	493.60
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	15.6	R PE 80°C	[mOhm]	770.02
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	37.1	X PE	[mOhm]	4.32

-WC4.2 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

EXWTERIKOS FWTISMOS

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Ib L1	[A]	2.4	R Ph 20°C	[mOhm]	370.20
Τάση [V]	230.94	Ib L2	[A]		R Ph 80°C	[mOhm]	577.51
Μέγεθος καλωδίου	3G1.5	Ib L3	[A]		X Ph	[mOhm]	3.24
Μονωτήρας	PVC	Ib N	[A]	2.4	R N 20°C	[mOhm]	370.20
Μέθοδος	3A	CosΦ		0.90	R N 80°C	[mOhm]	577.51
Συντελεστής K	0.94	Iz (A)	[A]	15.9	X N	[mOhm]	3.24
Μήκος (m)	[m]	dV (%)	[%]	0.74	R PE 20°C	[mOhm]	370.20
Ik max (kA)	[kA]	Απώλεια ισχύς (W)	[W]	4.6	R PE 80°C	[mOhm]	577.51
Ik min (kA)	[kA]	Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)	[°C]	35.8	X PE	[mOhm]	3.24

Αναθεώρηση N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή	Πελάτης		Αριθμός σχεδίου:
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής			Εργία:		
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής			Αρχείο:		Φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίσις:		Σειρά:		Επόμενο φύλλο: Φύλλα:

Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης

-WC4.3 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

FWTISMOS ASFALIAS

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)
Τάση [V]	230.94
Μέγεθος καλωδίου	3G1.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	3A
Συντελεστής K	0.94
Μήκος (m) [m]	30
I _k max (kA) [kA]	1.85
I _k min (kA) [kA]	0.17

I _b L1 [A]	0.5
I _b L2 [A]	
I _b L3 [A]	
I _b N [A]	0.5
CosΦ	0.90
I _z (A) [A]	15.9
dV (%) [%]	0.15
Απώλεια ισχύς (W) [W]	0.2
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	35.0

R Ph 20°C [mOhm]	370.20
R Ph 80°C [mOhm]	577.51
X Ph [mOhm]	3.24
R N 20°C [mOhm]	370.20
R N 80°C [mOhm]	577.51
X N [mOhm]	3.24
R PE 20°C [mOhm]	370.20
R PE 80°C [mOhm]	577.51
X PE [mOhm]	3.24

-WC4.4 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

MONOFASIKOI REYMATODOTES

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L2-N)
Τάση [V]	230.94
Μέγεθος καλωδίου	3G1.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	3A
Συντελεστής K	0.94
Μήκος (m) [m]	30
I _k max (kA) [kA]	1.85
I _k min (kA) [kA]	0.17

I _b L1 [A]	
I _b L2 [A]	7.2
I _b L3 [A]	
I _b N [A]	7.2
CosΦ	0.90
I _z (A) [A]	15.9
dV (%) [%]	2.22
Απώλεια ισχύς (W) [W]	42.0
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	42.2

R Ph 20°C [mOhm]	370.20
R Ph 80°C [mOhm]	577.51
X Ph [mOhm]	3.24
R N 20°C [mOhm]	370.20
R N 80°C [mOhm]	577.51
X N [mOhm]	3.24
R PE 20°C [mOhm]	370.20
R PE 80°C [mOhm]	577.51
X PE [mOhm]	3.24

-WC4.5 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

TRIFASIKOS REYMATODOTH

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLN / TN-S
Τάση [V]	400
Μέγεθος καλωδίου	5G1.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	3A
Συντελεστής K	1.00
Μήκος (m) [m]	5
I _k max (kA) [kA]	3.39
I _k min (kA) [kA]	0.60

I _b L1 [A]	4.8
I _b L2 [A]	4.8
I _b L3 [A]	4.8
I _b N [A]	0.0
CosΦ	0.90
I _z (A) [A]	15.0
dV (%) [%]	0.12
Απώλεια ισχύς (W) [W]	4.5
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	34.1

R Ph 20°C [mOhm]	61.70
R Ph 80°C [mOhm]	96.25
X Ph [mOhm]	0.54
R N 20°C [mOhm]	61.70
R N 80°C [mOhm]	96.25
X N [mOhm]	0.54
R PE 20°C [mOhm]	61.70
R PE 80°C [mOhm]	96.25
X PE [mOhm]	0.54

-WC4.6

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)
Τάση [V]	48
Μέγεθος καλωδίου	3G1.5
Μονωτήρας	PVC
Μέθοδος	3A
Συντελεστής K	0.94
Μήκος (m) [m]	1
I _k max (kA) [kA]	0.14
I _k min (kA) [kA]	0.11

I _b L1 [A]	3.1
I _b L2 [A]	
I _b L3 [A]	
I _b N [A]	3.1
CosΦ	1.00
I _z (A) [A]	15.9
dV (%) [%]	0.17
Απώλεια ισχύς (W) [W]	0.7
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C) [°C]	38.8

R Ph 20°C [mOhm]	12.34
R Ph 80°C [mOhm]	19.25
X Ph [mOhm]	0.11
R N 20°C [mOhm]	12.34
R N 80°C [mOhm]	19.25
X N [mOhm]	0.11
R PE 20°C [mOhm]	12.34
R PE 80°C [mOhm]	19.25
X PE [mOhm]	0.11

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

Λίστα καλωδίων Χαμηλής Τάσης

-WC5.4 GPXT		H/Z	
Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLLN / TN-S	Ib L1 [A]	R Ph 20°C [mOhm]
Τάση [V]	400	Ib L2 [A]	R Ph 80°C [mOhm]
Μέγεθος καλωδίου	5G25/16	Ib L3 [A]	X Ph [mOhm]
Μονωτήρας	PVC	Ib N [A]	R N 20°C [mOhm]
Μέθοδος	13	CosΦ	R N 80°C [mOhm]
Συντελεστής K	1.00	Iz (A) [A]	X N [mOhm]
Μήκος (m) [m]	15	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]

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 N°1	Ημερομηνία	Περιγραφή	Πελάτης	Αριθμός σχεδίου:
Αναθεώρηση N°2	Σχεδιαστής		Εργία:	
Αναθεώρηση N°3	Μελετητής		Αρχείο:	Φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία: Υπογραφές	Εγκρίστη:	Σειρά:	Επόμενο φύλλο: Φύλλα:

Loads

-L2.2 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ BIOFILTRÖY

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLN / TN-S	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	395.7
Rated voltage	[V] 400	Active power P	[kW] 5.20		Max allowed voltage drop by Standard	[%] 4.0	
Ib	[A] 7.6	Reactive power Q	[kvar] 0.00		Max allowed voltage drop by user	[%] 4.0	
CosΦ	1.00				Computed voltage drop	[%] 1.07	

-L2.3 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	229.7	
Rated voltage	[V]	230.94	Active power P	[kW]	1.99	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]	9.6	Reactive power Q	[kvar]	0.97	Max allowed voltage drop by user	[%]	4.0
CosΦ	0.90					Computed voltage drop	[%]	0.52

-L4.1 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

ESWTERIKOS FWTISMOS

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L3-N)	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	226.6	
Rated voltage	[V]	230.94	Active power P	[kW]	0.80	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]	3.8	Reactive power Q	[kvar]	0.39	Max allowed voltage drop by user	[%]	4.0
CosΦ	0.90					Computed voltage drop	[%]	1.86

-L4.2 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

EXWTERIKOS FWTISMOS

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	228.4	
Rated voltage	[V]	230.94	Active power P	[kW]	0.50	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]	2.4	Reactive power Q	[kvar]	0.24	Max allowed voltage drop by user	[%]	4.0
CosΦ	0.90					Computed voltage drop	[%]	1.09

-L4.3 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

FWTISMOS ASFALIAS

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	229.8	
Rated voltage	[V]	230.94	Active power P	[kW]	0.10	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]	0.5	Reactive power Q	[kvar]	0.05	Max allowed voltage drop by user	[%]	4.0
CosΦ	0.90					Computed voltage drop	[%]	0.50

-L4.4 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ REYMATODOTES

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L2-N)	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	225.1	
Rated voltage	[V]	230.94	Active power P	[kW]	1.49	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]	7.2	Reactive power Q	[kvar]	0.73	Max allowed voltage drop by user	[%]	4.0
CosΦ	0.90					Computed voltage drop	[%]	2.52

-L4.5 ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ FWTISMOY

ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ REYMATODOTHIS

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LLN / TN-S	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	398.1
Rated voltage	[V] 400	Active power P	[kW] 2.99		Max allowed voltage drop by Standard	[%] 4.0	
Ib	[A] 4.8	Reactive power Q	[kvar] 1.45		Max allowed voltage drop by user	[%] 4.0	
CosΦ	0.90				Computed voltage drop	[%] 0.47	

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

Loads

-L4.6

Φάσεις - Σύστημα Διανομής	LN / TN-S (L1-N)	Utilization factor	[%]	100	Computed voltage	[V]	45.6	
Rated voltage	[V]	48	Active power P	[kW]	0.14	Max allowed voltage drop by Standard	[%]	4.0
Ib	[A]	3.1	Reactive power Q	[kvar]	-0.00	Max allowed voltage drop by user	[%]	20.0
CosΦ	1.00					Computed voltage drop	[%]	5.07

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 N°1		Ημερομηνία		Περιγραφή		Πελάτης:		Αριθμός σχεδίου:	
Αναθεώρηση N°2		Σχεδιαστής				Εργία:			
Αναθεώρηση N°3		Μελετητής				Αρχείο:		Φύλλο:	Επόμενο φύλλο:
Αναθεωρήσεις	Ημερομηνία:	Υπογραφές	Εγκρίση:			Σειρά:		Φύλλο:	

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	4
2.1. Παροχές για τους υπολογισμούς του αντλιοστασίου	4
2.2. Χαρακτηριστικά στοιχεία για το αντλιοστάσιο	4
2.3. Γεωμετρικό ύψος άντλησης και απώλειες σωληνώσεων αντλιοστασίου	5
2.4. Εκλογή διαμέτρου αγωγών	8
3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ	10
3.1. Γενικά Στοιχεία	10
3.2. Υπολογισμοί Όγκου	10
3.3. Υπολογισμοί Χρόνου Παραμονής	10
4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ	11
4.1. Αριθμός αντλιών	11
4.2. Υπολογισμός απωλειών	11
4.3. Μανομετρικό ύψος με ονομαστική παροχή αντλίας	15
4.4. Ισχύς αντλιών	15
4.5. Ηλεκτροκινητήρας	18
4.6. Αντιπληγματικές διατάξεις	19
4.7. Υπολογισμός συστήματος εξαερισμού - απόσπησης	22
4.8. Καθορισμός όγκου υγρού θαλάμου αντλιοστασίου	26
5. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ	35
5.1. Ηλεκτροκινητήρας αντλίας	35
5.2. Κινητήρες Αναδευτήρων και Ανεμιστήρα	39
5.3. Τροφοδοσία Βιοφίλτρου	40
5.4. Φορτία φωτισμού και ρευματοδοτών – Υποπίνακας φωτισμού	41
5.5. Γενικός ηλεκτρικός πίνακας	43
5.6. Διόρθωση Συντελεστού Ισχύος	44
5.7. Ηλεκτρική ενέργεια	45
5.8. Τροφοδοτικές Γραμμές	45
5.9. Εφεδρική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας	46
5.10. Σύστημα μεταγωγής	47
6. ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΓΕΙΩΣΕΙΣ	49
6.1. Εξωτερική Αντικεραυνική Προστασία	49
6.2. Εσωτερική Αντικεραυνική Προστασία	54
6.3. Ηλεκτρολογικές Γειώσεις και Ισοδυναμικές Συνδέσεις	56
7. ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ	59
7.1. Γενικά στοιχεία	59
7.2. Διέγερση ταλαντώσεων	59
7.3. Τρόποι μείωσης ταλαντώσεων	60
7.4. Ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης σωλήνων	60
7.5. Αποστάσεις Στήριξης Αγωγών Αντλιοστασίου	61
8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ	63
8.1. Γενικά Στοιχεία	63
8.2. Εκλογή Διατομής	64
8.3. Υπολογισμός Βέλους Κάμψης	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	66