

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ 1367

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΦΟΥΡΤΑΚΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (ΑΜ:6232)

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ



ΠΑΤΡΑ 2014

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τους υπολογισμούς κινητήριου συστήματος άντλησης νερού.

Αρχικά θα αναφερθούμε στη δημιουργία και τη διάνοιξη μιας γεώτρησης και τον εξοπλισμό που χρειάζεται σε αυτό το στάδιο.

Έπειτα θα αναφερθούμε στο πως γίνεται η άντληση του νερού και θα γίνει ο υπολογισμός του τύπου και της ισχύος της αντλίας που πρέπει να τοποθετηθεί σύμφωνα με τις ανάγκες νερού που απαιτούνται και μετά θα ακολουθήσει ο υπολογισμός του ηλεκτρικού κινητήρα όπου απαιτεί η αντλία.

Επίσης θα γίνει υπολογισμός της ηλεκτρικής ισχύος και υπολογισμός των αγωγών όπου θα τροφοδοτήσουν τον κινητήρα και η παροχή της ΔΕΗ. Ακόμη θα αναλυθεί ο ηλεκτρικός πίνακας του συγκεκριμένου συγκροτήματος μαζί με το σχέδιό του.

Στη συνέχεια αφού μετρηθεί ο συντελεστής ισχύος του κινητήρα θα γίνει μελέτη εγκατάστασης πυκνωτών αντιστάθμισης για την εξοικονόμηση της άεργου ισχύος από το δίκτυο και κατ' επέκταση και του τιμολόγιου του χρήστη λόγω χαμηλού συντελεστή.

Τέλος, θα πραγματοποιηθεί μελέτη για την τοποθέτηση μιας συσκευής η οποία θα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να ελέγχει το αντλητικό συγκρότημα μέσω κινητού τηλεφώνου από οποιοδήποτε σημείο και αν βρίσκεται με ένα sms.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος / Περίληψη.....	i
Εισαγωγή.....	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

1.1 Βάθος Γεώτρησης.....	2
1.2 Γεωτρύπανα.....	2
1.3 Έλεγχος Γεώτρησης.....	3
1.4 Σωλήνωση Γεώτρησης.....	4
1.5 Φίλτρα και Χαλίκωμα.....	5
1.6 Έλεγχος Κατακόρυφης Θέσης της Σωλήνωσης.....	7
1.7 Τοποθέτηση Φίλτρου.....	10
1.8 Κτίριο Αντλιοστασίου.....	11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΤΛΗΣΗ

2.1 Συνθήκες Επιλογής Αντλίας.....	12
2.2 Φυγόκεντρες Αντλίες.....	12
2.3 Τρόπος Λειτουργίας Φυγόκεντρης Αντλίας.....	13
2.4 Φυγόκεντρη Αντλία Με Ανοικτή Φτερωτή.....	14
2.5 Φυγόκεντρη Αντλία Με Ημίκλειστη Φτερωτή.....	14
2.6 Φυγόκεντρη Αντλία Με Κλειστή Φτερωτή.....	15
2.7 Αντληση Με Κοινή Φυγόκεντρη Αντλία.....	15
2.8 Πολυβάθμιες Αντλίες.....	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΤΛΗΣΗ ΑΠΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

3.1 Περιγραφή Αντλησης Γεώτρησης.....	17
3.2 Στροβιλοφόρες Αντλίες (Πομόνες).....	18
3.3 Υποβρύχιες Αντλίες.....	21

3.4 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα (πομόνας-υποβρύχιου).....	25
3.5 Δοκιμή Αντλιών.....	25
3.6 Χαρακτηριστικά Προβλήματα στις Αντλίες.....	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΑΠΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

4.1 Σωληνώσεις.....	27
4.2 Υλικό-Μέθοδοι Κατασκευής.....	27
4.3 Σωλήνες Από Σίδηρο και Χάλυβα.....	28
4.4 Σωλήνες με Ραφή.....	28
4.5 Σωλήνες Χωρίς Ραφή.....	28
4.6 Σωλήνες Χυτοί.....	29
4.7 Τυποποίηση Χαλυβδοσωλήνων.....	29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

5.1 Υπολογισμός Υποβρύχιας Αντλίας.....	30
5.2 Υπολογισμός Υποβρύχιου Κινητήρα.....	32
5.3 Τροφοδοσία Εγκατάστασης και Παροχή από το Δίκτυο.....	36
5.4 Υπολογισμός πτώσης τάσης.....	38
5.5 Αντιστάθμιση Άεργου Ισχύος.....	40

ΚΑΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

6.1 Σχέδιο Ηλεκτρικού Πίνακα.....	43
6.2 Υλικά Πίνακα.....	45

Εισαγωγή

Οι γεωλόγοι επιστήμονες, μετά από ειδικές μετρήσεις οι οποίες βασίζονται στην ηλεκτρική αντίσταση του εδάφους, έχουν τη δυνατότητα να ερευνήσουν τη σύνθεση των υπογείων στρωμάτων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Και με αυξημένη πιθανότητα επιτυχίας να καταλάβουν εάν υπάρχουν η όχι υδροφόρα στρώματα.

Ο ελληνικός χώρος καλύπτεται στη μεγαλύτερή του έκταση από γεωλογικούς χάρτες που δείχνουν σε γενικές γραμμές διάφορα στοιχεία του εδάφους, όπως είναι η μορφολογία, η σύσταση, η ύπαρξη ρηγμάτων, οι κλίσεις των διαφόρων στρωμάτων και άλλα γεωλογικά στοιχεία.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, τις μετρήσεις που προαναφέρθηκαν, καθώς και την επιστημονική κατάρτιση και την εμπειρία του γεωλόγου, μπορούμε να οδηγηθούμε αποτελεσματικότερα στην ορθή κατεύθυνση για μια σωστή θέση γεώτρησης.

Τα στοιχεία όμως που αναφέρθηκαν παραπάνω δεν αρκούν για τη δημιουργία μιας γεώτρησης, αφού από τον νόμο προβλέπεται χορήγηση άδειας από την αρμόδια αρχή. Γι' αυτό το λόγο, ο ενδιαφερόμενος πρέπει να απευθύνεται κατά περίπτωση στις αρμόδιες υπηρεσίες της Νομαρχίας και να ζητά άδεια σύμφωνα με τον Νόμο 1739/1987, το Προεδρικό Διάταγμα 256/1989 και την κοινή απόφαση των υπό υγρών Εσωτερικών, Τουρισμού, Περιβάλλοντος - Χωροταξίας και Δημ. Έργων, Βιομηχανίας – Ενέργειας και Τεχνολογίας και Γεωργίας με αριθ. Φ 16/5813/1989 ΦΕΚ 383 Β/1989. Σχετική με τα παραπάνω είναι και η κοινή απόφαση των ίδιων υπουργών με αριθ. Φ 16/6631/1989 ΦΕΚ 428 Β/1989. Η μοναδική περίπτωση που δεν απαιτείται άδεια, είναι η χρήση νερού για οικιακές ανάγκες, όπου η κατανάλωση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 3m³ ανά 24ωρο. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί, ότι άδεια απαιτείται ακόμη και στην περίπτωση κατασκευής πηγαδιού ή και στον καθαρισμό υπάρχουσας γεώτρησης. Οι Δ/σεις Εγγείων Βελτιώσεων των Νομαρχιών είναι σε θέση να ενημερώσουν τους ενδιαφερόμενους για τις περιοριστικές διατάξεις που ισχύουν για κάθε περιοχή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

1.1 Βάθος γεώτρησης

Το βάθος της γεώτρησης πρέπει να καθορίζεται από τον επιστήμονα γεωλόγο που συντάζει τη σχετική μελέτη. Η αναζήτηση νερού με αλόγιστη αύξηση του βάθους χωρίς την ύπαρξη σχετικής μελέτης μόνο άσκοπες δαπάνες μπορεί να προκαλέσει.

Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης, επιβάλλεται η επίβλεψη από έμπειρο γεωλόγο, ο οποίος θα ελέγχει τα πετρώματα και θα καθορίζει υπεύθυνα τον τερματισμό της γεώτρησης.

1.2 Γεωτρύπανα

Για την κατασκευή των γεωτρήσεων χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση τα κατάλληλα γεωτρύπανα. Τα γεωτρύπανα διακρίνονται σε κρουστικά και περιστροφικά.



- Τα κρουστικά γεωτρύπανα πλεονεκτούν σε γεωτρήσεις που γίνονται σε βραχώδη εδάφη, αλλά μειονεκτούν στην ανάγκη βοηθητικών σωληνώσεων και στη μικρή απόδοσή τους σε προσχωσιγενή εδάφη.
- Τα περιστροφικά γεωτρύπανα είναι ταχύτερα στη διάτρηση, κατά κύριο λόγο στα γαιώδη και προσχωσιγενή εδάφη και μπορούν να διανοίγουν απ' ευθείας γεωτρήσεις μεγάλων διαμέτρων.



Κοπήρας Περιστροφικού Γεωτρύπανου

Γι' αυτό το λόγο σήμερα χρησιμοποιείται σε ευρύτερη κλίμακα το περιστροφικό γεωτρύπανο.

Επίσης η αρχική διάτρηση της γεώτρησης συνήθως γίνεται με νούμερο 9 (5/8 ίντσες) και η διεύρυνση με κατάλληλους κοπήρες ούτως ώστε να εξασφαλισθεί η τελική διάμετρος που προβλέπεται στην τεχνική έκθεση ή στη συμπληρωματική μελέτη.

1.3 Έλεγχος

Μετά τη διάνοιξη μιας γεώτρησης και πριν από τη σωλήνωσή της μπορεί να γίνει κατάλληλη διασκόπηση με τη βοήθεια ειδικών οργάνων.

Με ειδική διάταξη ηλεκτροδίων πάνω σε ειδικό κύλινδρο (οβίδα διασκόπησης) είναι δυνατός ο έλεγχος μιας γεώτρησης καθ' όλο το βάθος της από ειδικά όργανα που τοποθετούνται και χειρίζονται στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ το σύστημα οβίδας - ηλεκτροδίου δίνει την όλη εικόνα των γεωλογικών στρωμάτων γύρω από τη γεώτρηση, με το σύστημα ειδικών αντιστάσεων του εδάφους.

Πέρα από την ηλεκτρική μέθοδο διασκόπησης υπάρχουν και άλλοι επιστημονικοί τρόποι μέτρησης, όπως είναι η ηχητική διασκόπηση, η διασκόπηση ακτίνων γ, η διασκόπηση θερμοκρασίας και η διασκόπηση με νετρόνια.

1.4 Σωλήνωση γεώτρησης

Μετά τη διάνοιξη και τον πρώτο καθαρισμό μιας γεώτρησης, αφού κριθεί επαρκής η ποσότητα του νερού που βρήκαμε, ακολουθεί η σωλήνωση της.

Η διάμετρος των σωλήνων που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται από τη διάμετρο της οπής και το σκοπό της γεώτρησης.

Διευκρινίζεται ότι η αύξηση της διαμέτρου, ενώ στις μικρές παροχές (μέχρι 50 m³ ανά ώρα) δεν συντελεί στην αύξηση της παροχής νερού, σε μεγαλύτερες παροχές ελάχιστα προσφέρει. Ωστόσο, η διάμετρος των 200 mm (8") είναι η πιο συνηθισμένη, όταν η παροχή δεν ξεπερνά τα 100 m³ ανά ώρα.

Για τη σωλήνωση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες ή πλαστικούς ειδικούς για γεωτρήσεις.

Οι σωλήνες των γεωτρήσεων, ανεξάρτητα αν είναι σιδερένιοι ή πλαστικοί, πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους με σπειρώματα (μούφες) κατά τρόπο που να αποκλείεται η αποσύνδεσή τους μέσα στο έδαφος.

Από τους παραπάνω σωλήνες, οι γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες πλεονεκτούν σε αρχική αντοχή, αλλά μειονεκτούν στη μακροχρόνια φθορά τους από οξείδωση. Αντίθετα, οι πλαστικοί σωλήνες (PVC) πλεονεκτούν στην απεριόριστη αντοχή, αφού δεν οξειδώνονται. Σε ειδικές όμως περιπτώσεις όπου από την άντληση δημιουργούνται γύρω από τη γεώτρηση μεγάλα κενά και πτώσεις βράχων πιθανόν να παρουσιάζουν περισσότερα προβλήματα από τους σιδηροσωλήνες σε παραμορφώσεις. Κάτι τέτοιο όμως δεν αντιμετωπίζεται συχνά και δεν θα μπορούσε να αποτελέσει λόγο για τον αποκλεισμό του πλαστικού σωλήνα.

Όταν ο σωλήνας της γεώτρησης είναι πλαστικός επιβάλλεται ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή παραμόρφωσής του στα σημεία των φίλτρων. Γι' αυτό το λόγο, σε γεωτρήσεις μεγάλου βάθους τα ενδιάμεσα φίλτρα πρέπει να κατασκευάζονται με διάτρηση (με τρυπάνι), στα όρια των πραγματικών αναγκών μας ώστε να μην προκαλείται ενδιάμεση μείωση της αντοχής του σωλήνα ή να αναζητούνται φίλτρα με μεγαλύτερη αντοχή σε πίεση, από εκείνη των σωλήνων, ώστε ν' αποφεύγεται μια ανεπιθύμητη παραμόρφωση των φίλτρων.

Η χρησιμοποίηση σε γεωτρήσεις πλαστικών σωλήνων αποχετεύσεων είναι απαράδεκτη, διότι αντιμετωπίζεται ο κίνδυνος της αποσύνδεσης, της μη κατακόρυφης τοποθέτησης, της περιορισμένης αντοχής και της στρέβλωσής της κατά το χαλίκωμα.

Κατά τη σωλήνωση της γεώτρησης πρέπει να παρεμβάλλονται τα κατάλληλα φίλτρα κατά τρόπο που μετά την αποπεράτωσή της να βρίσκονται στα βάθη των υδροφόρων στρωμάτων.

1.5 Φίλτρα - Χαλίκωμα

Όπως προαναφέρθηκε, σε κάθε υδροφόρο στρώμα πρέπει ν' αντιστοιχεί κι ένα φίλτρο ικανό να επιτρέπει την είσοδο στη σωλήνωση όλου του νερού που προέρχεται από το υδροφόρο στρώμα, χωρίς καμιά αντίσταση.

Τα φίλτρα είναι διάτρητα τεμάχια από σωλήνα της ίδιας διαμέτρου μ' εκείνη της σωλήνωσης.



Οι οπές των φίλτρων πρέπει να είναι ανάλογες με την περιεκτικότητα του εδάφους σε άμμο.

Όταν ο σωλήνας της γεώτρησης είναι πλαστικός επιβάλλεται ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή παραμόρφωσής του στα σημεία των φίλτρων. Γι' αυτό το λόγο, σε γεωτρήσεις μεγάλου βάθους τα ενδιάμεσα φίλτρα πρέπει να κατασκευάζονται με διάτρηση (με τρυπάνι), στα όρια των πραγματικών αναγκών μας ώστε να μην προκαλείται ενδιάμεση μείωση της αντοχής του σωλήνα.

Όταν υπάρχει λεπτόκοκκος άμμος, πρέπει το φίλτρο να έχει πολλές μικρές οπές (σχισμές).

Αφού τοποθετηθεί ο σωλήνας, ελέγχεται για την κατακόρυφη τοποθέτησή του, και στη συνέχεια γεμίζουμε το κενό που μεσολαβεί ανάμεσα στο σωλήνα και το τοίχωμα της γεώτρησης με χαλίκι ειδικής κοκκομετρικής σύνθεσης.

Για τη μείωση της πίεσης του χαλικιού πάνω στα φίλτρα επιδιώκουμε τη μερική πλήρωση του διακένου μέχρι το ύψος του ανώτερου υδροφόρου στρώματος αφήνοντας το υπόλοιπο τμήμα της γεώτρησης χωρίς χαλίκι. Αυτό όμως δεν θα μπορούσε να γίνει αν έχουμε μαλακά χώματα και επιφανειακά νερά στα ανώτερα σημεία της γεώτρησης ικανά να προκαλέσουν καταπτώσεις χωμάτων στο κενό που θα αφήσουμε.

Σ' αυτή την τελευταία περίπτωση, εξετάζουμε και το ενδεχόμενο να γεμίσουμε το τμήμα αυτό με ελαφρόπετρα για τη μείωση της στατικής πίεσης που ασκείται στα φίλτρα απ' έξω προς τα μέσα.

Οι κόκκοι αυτού του χαλικιού πρέπει να έχουν διάμετρο τέτοια, ώστε να μην περνάνε από τις σχισμές του φίλτρου, να συγκρατούν τη λεπτόκοκκη άμμο και ταυτόχρονα να επιτρέπουν το πέρασμα του νερού. Πρέπει ακόμη να μην εμποδίσουν τη ροή του χαλικιού (χαλίκωμα) κατά τη ρίψη του στα κενά της γεώτρησης.

Στην πράξη πρόκειται για λεπτόκοκκο χαλίκι απαλλαγμένο από άμμο που λαμβάνεται από ποτάμια και ακτές μετά από διπλό κοσκίνισμα, που εξασφαλίζει την απομάκρυνση της άμμου (ψιλό κόσκινο) και του χονδρού χαλικιού (μεσαίο κόσκινο).

Χαρακτηριστικά μπορούμε να πούμε, ότι το υλικό της χαλίκωσης πρέπει να έχει κόκκους μεγαλύτερους από τον κόκκο φακής και όχι μεγαλύτερους από τον κόκκο ρεβιθιού. Σημειώνεται ότι δεν πρέπει να χρησιμοποιείται εύθραυστο υλικό, όπως είναι το γαρμπίλι ή οι διάφορες ψηφίδες.

Το διάκενο ανάμεσα στον σωλήνα και στο τοίχωμα της γεώτρησης που πρέπει να χαλικωθεί πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των 50 mm και των 100 mm. Αυτό σημαίνει ότι η διάμετρος της γεώτρησης πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη διάμετρο της σωλήνωσης κατά 100-200 mm.

1.6 Έλεγχος κατακόρυφης θέσης της σωλήνωσης

Οι σωληνώσεις μιας γεώτρησης πρέπει να βρίσκονται σε κατακόρυφη θέση. Πρέπει επίσης να εξασφαλίζεται η ευθύγραμμη τοποθέτησή τους. Όταν γίνεται η γεώτρηση πρέπει να ελέγχεται η κατακόρυφη θέση του γεωτρήπανου. Πριν από τη διενέργεια της γεώτρησης πρέπει να οριζοντιώνεται το έδαφος ώστε το γεωτρήπανο να πάρει την κατάλληλη θέση που θα βοηθήσει στην κατακόρυφη διάνοιξη της οπής. Μετά τη σωλήνωση της γεώτρησης και πριν από το χαλίκωμά της πρέπει να γίνεται ο πρώτος έλεγχος για την κατακόρυφη και ευθύγραμμη θέση της σωλήνωσης.

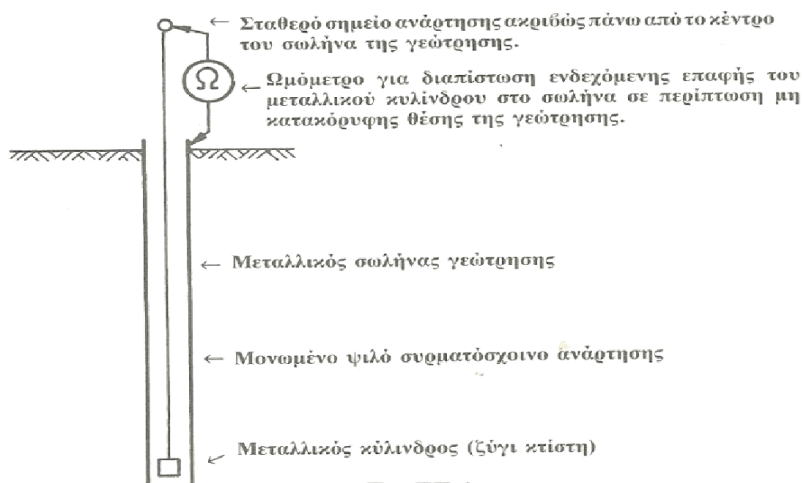
Αυτός ο έλεγχος μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

α) Με τη χρήση σωλήνα της αμέσως μικρότερης διαμέτρου.

Μέσα στη γεώτρηση κρεμάμε ένα σωλήνα μήκους 10-12 m, διαμέτρου μικρότερης από εκείνη της σωλήνωσης κατά 15-20 mm. Έτσι, όταν σε γεώτρηση με σωλήνα 8" κρεμάσουμε σωλήνα 7 1/2", μήκους 10-12 m, πρέπει αυτός να κινηθεί μέσα στη γεώτρηση χωρίς εμπόδια, ενώ το συρματόσχοινο της ανάρτησής του να μην απομακρυνθεί αισθητά από την αρχική του θέση, που πρέπει να βρίσκεται στο κέντρο του σωλήνα της γεώτρησης.

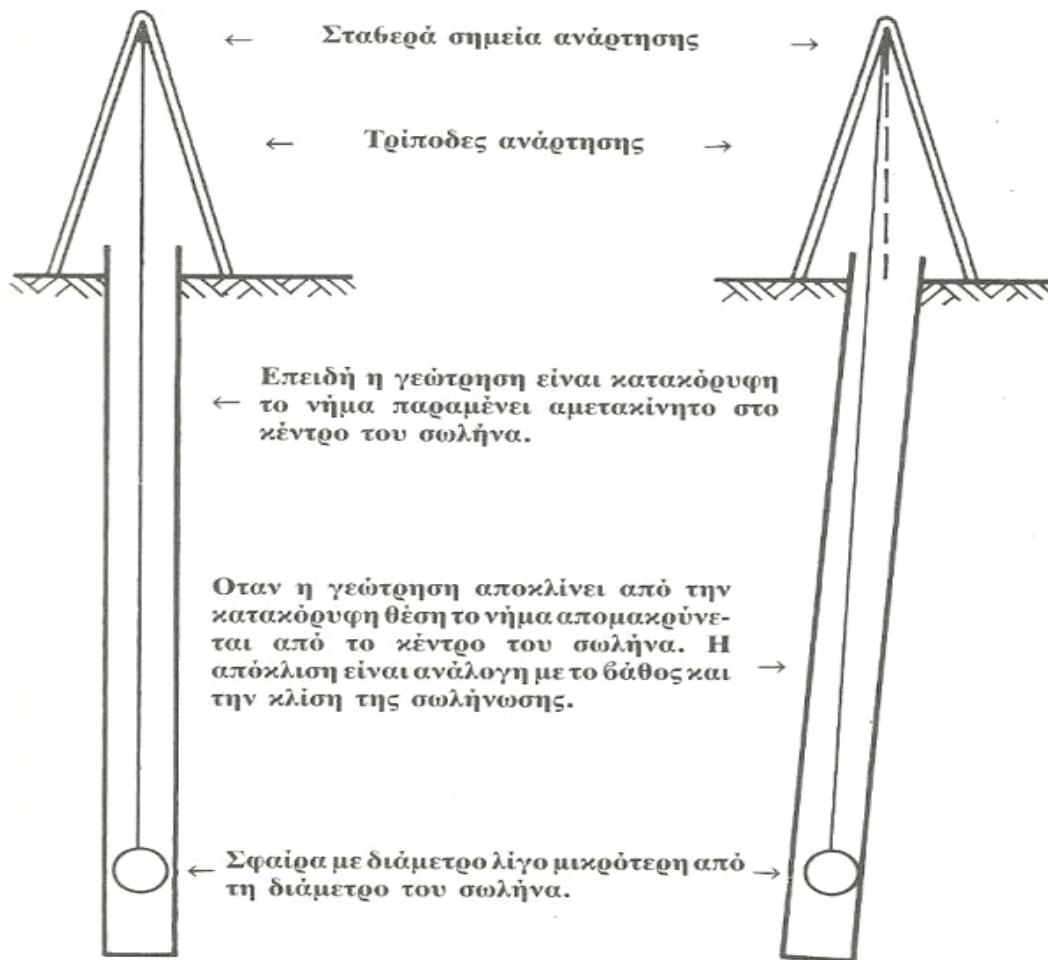
β) Με μεταλλικό κύλινδρο Ωμόμετρο.

Κατ' αυτήν ρίχνουμε στο κέντρο του σωλήνα μικρό μεταλλικό κύλινδρο διαμέτρου 20-30 χιλ. (ζύγι κτίστη) με μονωμένο αγωγό που συνδέεται αγωγίμα με τον κύλινδρο και απομονώνεται από το νερό του σωλήνα, με πλαστική επένδυση (ψιλό συρματόσχοινο με πλαστική επένδυση). Όταν ο σωλήνας της γεώτρησης δεν είναι κατακόρυφος, ο μεταλλικός κύλινδρος μετά από κάποιο βάθος θα έλθει σε επαφή με το τοίχωμα του μεταλλικού σωλήνα, οπότε ένα Ωμόμετρο συνδεδεμένο στο άκρο του καλωδίου και στο σωλήνα (Σχ. ΣΤ.1) θα δείξει μηδενική αντίσταση. Η μέτρηση αυτή προϋποθέτει ύπαρξη μεταλλικού σωλήνα γεώτρησης και αργή κίνηση του εμβαπτιζόμενου κυλίνδρου, ώστε πριν από κάθε μέτρηση να βρίσκεται σε πραγματική ακινησία.



γ) Με ανάρτηση μεταλλικής σφαίρας από σταθερό σημείο.

Αν πάνω από το κέντρο της γεώτρησης δημιουργήσουμε ένα σταθερό σημείο ανάρτησης (Σχ. ΣΤ.2 και ΣΤ.3) και με τη βοήθεια μικρής αυλακωτής τροχαλίας κρεμάσουμε μέσα στον σωλήνα της γεώτρησης μια μεταλλική σφαίρα ή ένα μεταλλικό κύλινδρο με διάμετρο λίγο μικρότερη από την εσωτερική διάμετρο του σωλήνα, η διαδρομή της σφαίρας ή του κυλίνδρου μέσα στη σωλήνωση δεν θα πρέπει να προκαλεί αισθητή μετακίνηση του σύρματος ανάρτησης από το κέντρο του σωλήνα.



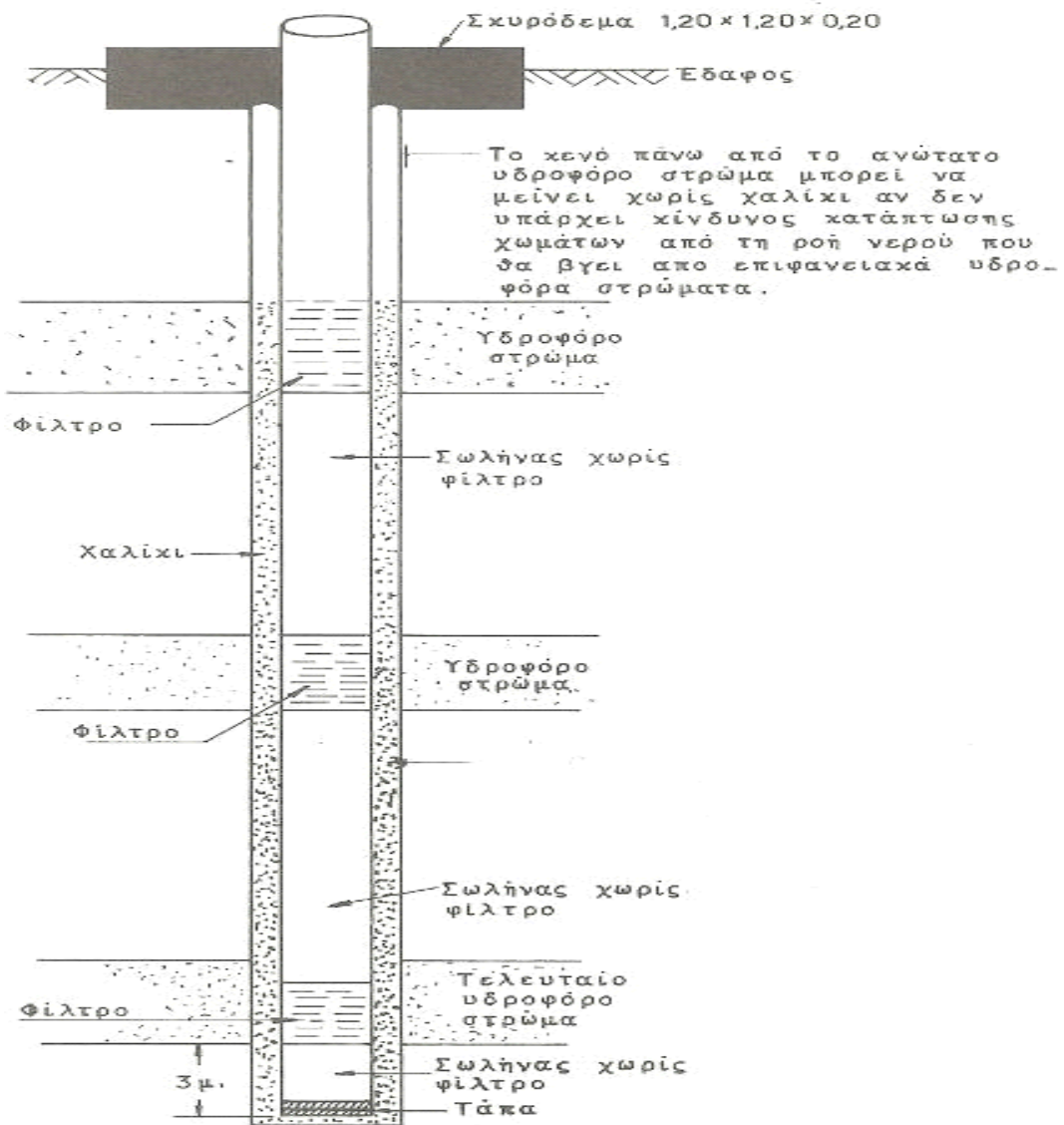
Σχ. ΣΤ.2

Σχήμα ΣΤ.3

δ) Με τη χρήση φωτοκαθετόμετρου.

Η μέτρηση αυτή προϋποθέτει τη διάθεση ειδικού επιστημονικού οργάνου που εισάγεται στη γεώτρηση συνοδευόμενο από ειδική φωτογραφική μηχανή, κλισίμετρο και πυξίδα.

Στην πράξη όμως μόνο σε γεωτρήσεις με σοβαρό επιστημονικό ενδιαφέρον μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η μέθοδος.

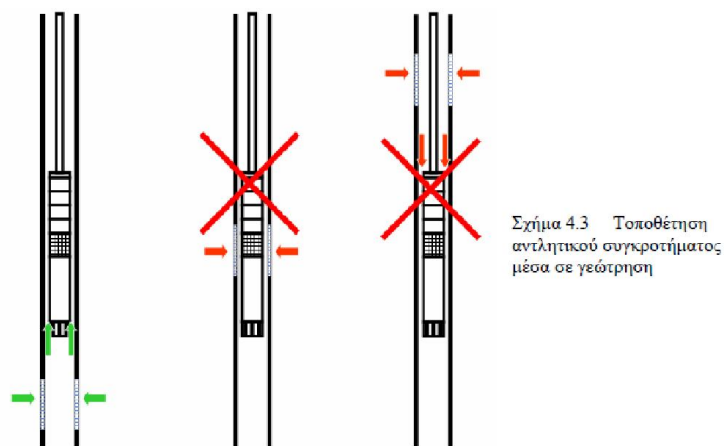


Σχ. ΣΤ4. Κατακόρυφη τομή σωληνωμένης γεώτρησης

1.7 Τοποθέτηση φίλτρου

Όταν αντλούμε νερό από γεώτρηση, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για την τοποθέτηση του σημείου αναρρόφησης σε διαφορετική στάθμη από εκείνη των φίλτρων. Αν η αναρρόφηση γίνει ακριβώς μέσα από το φίλτρο υπάρχει κίνδυνος να προκληθεί υποπίεση στο σημείο αναρρόφησης με συνέπεια την παραμόρφωση του φίλτρου, τη στένωση της σωλήνωσης και τον εγκλωβισμό της αντλίας μέσα στη γεώτρηση.

Γι' αυτό, το λόγο, κατά το στάδιο των σωληνώσεων πρέπει να καταγράφεται η διαδοχή αδιάτρητων (τυφλών) σωλήνων και φίλτρων ώστε μετά την αποπεράτωση της σωλήνωσης να γνωρίζουμε με ακρίβεια τις θέσεις των φίλτρων καθ' όλο το βάθος της σωλήνωσης για να μπορούμε ν' αποφύγουμε τη σύμπτωση σημείου αναρρόφησης και φίλτρου.



Σε ειδική πινακίδα μέσα στο αντλιοστάσιο πρέπει ν' αναγράφονται οι κατακόρυφες αποστάσεις (βάθη) των φίλτρων από την επιφάνεια του εδάφους, ώστε και σε περίπτωση μελλοντικής επέμβασης να είναι εύκολος ο εντοπισμός της αρχής και του τέλους κάθε φίλτρου.

1.8 Κτίριο αντλιοστασίου

Το μέγεθος του κτιρίου του αντλιοστασίου, το οποίο είναι απαραίτητο για να στεγάσει τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, εξαρτάται κυρίως από το αντλητικό συγκρότημα που χρησιμοποιούμε. Δηλαδή, αν η άντληση γίνεται με φυγόκεντρη αντλία η εγκατάσταση εξ ολοκλήρου θα είναι εντός του κτιρίου. Αντιθέτως, αν η άντληση γίνεται με στροβιλοφόρα ή υποβρύχια αντλία, το συγκρότημα άντλησης τοποθετείται εκτός του κτιρίου, διότι σε περίπτωση που η αντλία χρήζει επισκευής να είναι εύκολη η πρόσβαση του γερανού για την ανύψωσή της, έτσι εντός του κτιρίου θα υπάρχει μόνο η ηλεκτρική εγκατάσταση.

Αν η εγκατάσταση υποβρύχιας η στοβιλοφόρου αντλίας βρίσκετε εντός του κτιρίου θα πρέπει να γίνει προμελέτη για την ανύψωση της αντλίας σε περίπτωση βλάβης.

Επίσης ολόκληρος ο χώρος θα πρέπει να είναι φυλαγμένος ή ολοκληρωτικά περιφραγμένος για την προστασία χειρισμών από αναρμόδια πρόσωπα. Ο χειρισμός από αναρμόδια άτομα μπορεί να επιφέρει βλάβη στο αντλιοστάσιο λόγο έλλειψης γνώσεων ή ακόμα και ατύχημα του ατόμου. Για το λόγο αυτό αυτόματοι χειρισμοί (ηλεκτρικοί πίνακες, βάνες κλπ) πρέπει να κλειδώνονται κατά τρόπο που να μην επιδέχονται εύκολα καμιά επέμβαση.

Ακόμη το δάπεδο του κτιρίου θα πρέπει να είναι ψηλότερα από τη φυσική επιφάνεια του εδάφους για να αποφεύγεται η είσοδος νερού εντός του κτιρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΤΛΗΣΗ

2.1 Συνθήκες επιλογής αντλίας

Τον κυριότερο ρόλο σε οποιαδήποτε άντληση παίζει η επιλογή του τύπου της αντλίας ανάλογα με τις ανάγκες που έχουμε.

Υπάρχουν πολλοί τύποι αντλιών και για αυτό το λόγο χρειάζεται προσεκτική μελέτη των συνθηκών άντλησης και των απαιτήσεων μας από την αντλία.

Κάποια στοιχεία που μπορούν να μας επηρεάσουν στην επιλογή του τύπου της αντλίας είναι τα παρακάτω:

- Μανομετρικό Ύψος: Κάθε αντλία έχει ορισμένες δυνατότητες σε μανομετρικό ύψος.
- Η παροχή νερού ανά ώρα
- Η καθαρότητα του υγρού που αντλούμε: Διαφέρουν οι τύποι αντλιών που αντλούν καθαρό νερό από τις αντλίες που αντλούν νερό με διάφορα αιωρήματα όπως είναι η άμμος.
- Η θερμοκρασία του υγρού
- Η ρευστότητα του υγρού
- Η διαβρωτικότητα του υγρού
- Οι ασκούμενες πιέσεις του δικτύου

2.2 Φυγόκεντρες αντλίες

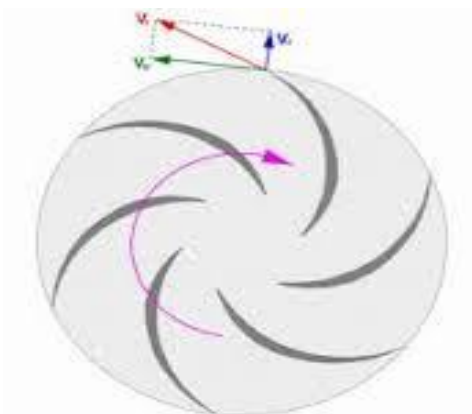


Οι φυγόκεντρες είναι σχετικά από τις πιο φθηνές αντλίες, απλές στην κατασκευή και οι πιο διαδεδομένες στην πράξη.

Ονομάζονται φυγόκεντρες αντλίες διότι για την άντληση χρησιμοποιούμε μεθόδους που στηρίζονται στη φυγόκεντρη δύναμη

Στην κατηγορία των φυγόκεντρων αντλιών υπάγονται πολλές υποκατηγορίες λόγω της ειδικής τους κατασκευής (μονοβάθμια, πολυβάθμια, αυτόματης αναρρόφησης)

2.3 Τρόπος λειτουργίας φυγόκεντρης αντλίας



Αν πάρουμε έναν απλό κυκλικό δίσκο με μια οπή στο κέντρο του και τον τοποθετήσουμε πάνω σε κατακόρυφο άξονα όπως φαίνεται στην εικόνα και περιφέρεια του δίσκου κάθε αντικείμενο που εμείς θα του ρίχνουμε στο κέντρο

Αυτή η μετατόπιση οφείλεται στην αναπτυσσόμενη φυγόκεντρη δύναμη κατά την περιστροφή.

Αν ένα τέτοιο δίσκο (περωτή) τον τοποθετήσουμε μέσα σε δοχείο κυλινδρικής μορφής και ρίχνουμε συνεχώς νερό στο κέντρο του δίσκου, όλο το νερό θα τείνει να συγκεντρωθεί στο τμήμα που μεσολαβεί στο δίσκο και στο δοχείο.

Στη συνέχεια αν το κυλινδρικό δοχείο γίνει σε μορφή σαλίγκαρου δηλαδή δημιουργηθεί μια οπή (αναρρόφηση νερού) στο κέντρο του καπακιού και μια οπή στην έξοδο εφαπτόμενη στο δίσκο έχουμε κατασκευάσει μια φυγόκεντρη αντλία που το μόνο που χρειάζεται είναι περιστροφή του δίσκου.



2.4 Φυγόκεντρη αντλία με ανοιχτή φτερωτή

Η αντλία με ανοιχτή πτερωτή προσφέρεται για άντληση υγρών που περιέχουν διάφορα στερεά, όπως λασπόνερα, θολά νερά, νερά με μεγάλες ποσότητες άμμου, λύματα, βιομηχανικά απόβλητα.

Η αντλία με ανοιχτή πτερωτή πλεονεκτεί στην άντληση ακάθαρτου νερού λόγω των απαραίτητων μεγάλων διακένων που διαθέτει ώστε να μην ακινητοποιείται (φρακάρει), φθείρεται εύκολα η αντλία με την παρεμβολή στερεών υλικών.



2.5 Φυγόκεντρη αντλία με ημίκλειστη φτερωτή

Η ημίκλειστη πτερωτή διαφέρει από την ανοιχτή στη μονόπλευρη κάλυψη των πτερυγίων από δίσκο. Τα πτερυγία της αποτελούν συνέχεια ενός δίσκου.

Αυτός ο τύπος της αντλίας προσφέρεται για άντληση νερού από 0 έως 40m (πρακτικά χρησιμοποιείται μέχρι 6m).

Να σημειωθεί ότι ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 60 έως 70%.



2.6 Φυγόκεντρη αντλία με κλειστή φτερωτή

Αν παρεμβάλουμε τα πτερύγια της αντλίας ανάμεσα σε δυο δίσκους και αφήσουμε μόνο μια οπή στο κέντρο του ενός δίσκου για την είσοδο του νερού, έχουμε δημιουργήσει μια κλειστή φτερωτή.

Μια τέτοια αντλία με κλειστή φτερωτή και ελαχιστοποιημένα τα διάκενα επιστροφής του νερού και καλό μηχανολογικό σχεδιασμό μπορεί ο βαθμός απόδοσης να ξεπεράσει ακόμα και το 80%.

Το μεγάλο μειονέκτημα της αντλίας με κλειστή φτερωτή είναι όταν το νερό δεν είναι καθαρό και περιέχει άμμο ή άλλα σωματίδια, διότι μπορεί να προκληθεί φράξιμο των οπών της φτερωτής ή ακόμη και πολύ γρήγορη φθορά της αντλίας.

Επομένως η αντλία με κλειστή φτερωτή προσφέρεται μόνο για άντληση καθαρού νερού.



2.7 Άντληση με κοινή φυγόκεντρη αντλία

Όσο πιο μικρό είναι το βάθος αναρρόφησης μιας κοινής φυγόκεντρης αντλίας τόσο αποδοτικότερη είναι η άντληση μας. Συνήθως χρησιμοποιείται το πολύ μέχρι τα 6m.

Σε περίπτωση που η στάθμη του νερού είναι χαμάλη, αν είναι δυνατό μπορούμε να τοποθετήσουμε την αντλία πιο χαμηλά, δηλαδή όσο πιο κοντά γίνεται στην επιφάνεια του νερού. Για παράδειγμα αν θέλουμε να αντλήσουμε νερό από ένα πηγάδι μπορούμε να κατασκευάσουμε ειδικό πατάρι στο εσωτερικό του πηγαδιού και να τοποθετήσουμε εκεί την αντλία. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να προσέξουμε ότι η κίνηση θα είναι ή με ηλεκτροκινητήρα ή με ιμάντα, διότι η τοποθέτηση ηλεκτροκινητήρα και πετρελαιοκινητήρα θα μειώσει τα καυσαέρια στο εσωτερικού του πηγαδιού κ έτσι η συνέχεια της καύσης θα είναι αδύνατη λόγω έλλειψης οξυγόνου. Ακόμη σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να προσέξουμε, αν κατά τους χειμερινούς μήνες η στάθμη του πηγαδιού ανέβει έτσι ώστε να αποφύγουμε τυχών βύθιση της αντλίας.

Τέλος μεγάλη προσοχή πρέπει να δώσουμε στον αγωγό αναρρόφησης. Σε περίπτωση που εισέλθει αέρας μέσα στον αγωγό αναρρόφησης έστω και για λίγο σταματά εντελώς η αναρρόφηση του νερού με αποτέλεσμα να υπερθερμανθεί η αντλία. Για αυτό το λόγο απαγορεύεται και η αυτόματη εκκίνηση της κοινής φυγόκεντρης αντλίας με ποτήρι, χωρίς επιτήρηση.

2.8 Πολυβάθμιες αντλίες



Αν τοποθετήσουμε δυο όμοιες αντλίες σε σειρά και η μια να τροφοδοτεί την άλλη τότε αυξάνεται το μανομετρικό ύψος σχεδόν στο διπλάσιο σε σχέση με μια αντλία.

Στην πράξη τοποθετούμε φτερωτές σε σειρά στον ίδιο άξονα τις οποίες τις ονομάζουμε βαθμίδες.

Ο αριθμός των βαθμίδων επηρεάζεται από το ολικό μανομετρικό ύψος που χρειαζόμαστε ενώ η ποσότητα του παρεχομένου υγρού επηρεάζεται από τον τύπο της μιας από τις όμοιες φτερωτές.

Ο βαθμός απόδοσης των πολυβάθμιων αντλιών είναι μέσος, περίπου 60-65%, ενώ τα μανομετρικά ύψη ξεπερνούν τα 400m.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΤΛΗΣΗ ΑΠΟ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

3.1 Περιγραφή άντλησης γεώτρησης

Η άντληση νερού από τις γεωτρήσεις επιτυγχάνεται με δυο τύπους αντλιών.

A. Με υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα αποτελούμενα από:

α) αντλία και ηλεκτροκινητήρα, κατακόρυφα συζευγμένα σε ενιαίο συγκρότημα και τοποθετημένο σε ορισμένο βάθος της γεωτρήσεως.

β) από την στήλη κατάθλιψης από χαλυβδοσωλήνες (σωληνώσεις) κατάλληλης διατομής και πάχους τοιχώματος συζευγμένες μεταξύ τους με μούφες.

γ) τις καλωδιώσεις σε όλο το μήκος των σωληνώσεων μέχρι τον ηλεκτροκινητήρα ανάλογης διατομής σε σχέση με την ισχύ και το μήκος (βάθος) τοποθέτησης του ηλεκτροκινητήρα.

δ) την καλωδίωση και τοποθέτηση ηλεκτροδίων ελέγχου στάθμης της γεώτρησης για την προστασία από πιθανή έλλειψη νερού εντός του θαλάμου αναρρόφησης που είναι τοποθετημένο το αντλητικό συγκρότημα.

ε) Τον μανδύα ψύξης του ηλεκτροκινητήρα. Ο μανδύας τοποθετείται έξω από τον ηλεκτροκινητήρα ώστε η κυκλοφορία του νερού άντλησης να περνά έξω από τον ηλεκτροκινητήρα, να τον ψύχει και μετά να εισέρχεται στο στόμιο της αντλίας.

Είναι πάντα απαραίτητο και ειδικά όταν ο ηλεκτροκινητήρας είναι τοποθετημένος χαμηλότερα από το σημείο που βρίσκεται η μέγιστη παροχή της γεώτρησης. Τα υποβρύχια αντλητικά συγκροτήματα τοποθετούνται κυρίως σε μεγάλα βάθη και κυρίως σε καθαρό νερό. Έχουν πολύ καλούς βαθμούς απόδοσης έως και 78% με αποτέλεσμα την πιο οικονομική τους λειτουργία.

Οι αντλίες αυτού του τύπου πέραν από την τοποθέτηση εντός γεωτρήσεων, μπορούν με κατάλληλες κατασκευές να τοποθετηθούν σε οριζόντια ή κάθετη θέση εντός δεξαμενών, σε εξωτερικά βανοστάσια με αναρρόφηση από δεξαμενή. Τοποθετημένα μέσα σε μανδύα με εισαγωγή αναρρόφησης και εξαγωγή κατάθλιψης, ακόμα και ενδιάμεσα σε αγωγό για την αύξηση μανομετρικού ύψους. Οι αντλίες αυτές ανάλογα με τις παροχές τους κατασκευάζονται και κατατάσσονται σε μεγέθη 4'' 6'' 8'' 10'' 12''. Λειτουργούν στις 2900 και 1450 στροφές/μίν και με δυνατότητα ρύθμισης στροφών μέσω ρυθμιστή στροφών (inverter).

Για την επιλογή αντλίας γεώτρησης, πρέπει να γνωρίζουμε τρεις (3) διαφορετικές παραμέτρους:

1. ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ (Δηλαδή την ποσότητα του νερού που η αντλία μπορεί να παρέχει).

2. ΤΟ ΒΑΘΟΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ (ΒΥΘΙΣΗ) ΓΙΑ ΤΙΣ ΒΥΘΙΖΟΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (Δηλαδή το μέγιστο βάθος που μπορούμε να βυθίσουμε την αντλία).

3. ΤΟ ΥΨΟΣ ΕΞΟΔΟΥ (Δηλαδή το μέγιστο ύψος μετά την έξοδο της αντλίας).

Το ύψος αναρρόφησης (ή βάθος αναρρόφησης) + το ύψος εξόδου (κατακόρυφα) = ΤΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ. Το μανομετρικό ύψος μιας υποβρύχιας αντλίας αρχίζει από το σημείο αναρρόφησης της. Όσο βυθίζουμε την αντλία προς το μέγιστο βάθος αναρρόφησης (βύθιση) της, τόσο επηρεάζουμε το μανομετρικό ύψος και την παροχή της (ποσότητα).

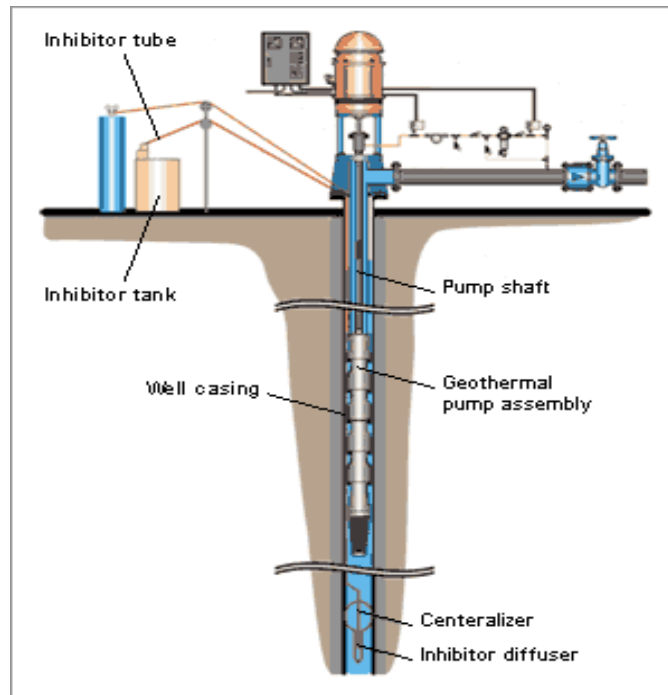
B. Είτε με την τοποθέτηση αντλητικού συγκροτήματος στοβιλοφόρου αντλίας (πομόνας) η οποία αποτελείται:

α) από τον στρόβιλο τοποθετημένο σε ορισμένο βάθος της γεώτρησης μαζί με την βαλβίδα αντεπιστροφής για την αποφυγή της εκκένωσης της στήλης των σωληνώσεων.

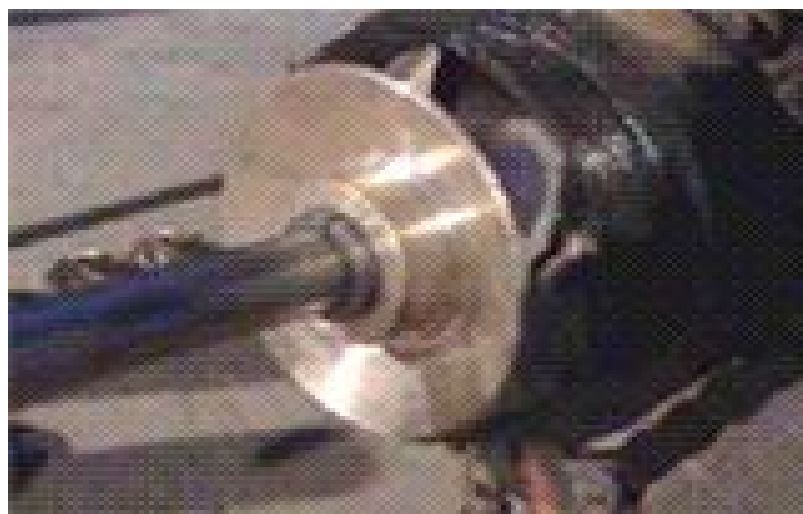
β) τον ανοξείδωτο άξονα μετάδοσης της κίνησης από τον ηλεκτροκινητήρα στον στρόβιλο.

γ) τον ηλεκτροκινητήρα κοίλου άξονα τοποθετημένο στην κεφαλή ανάρτησης της στήλης του συγκροτήματος κατάλληλα συζευγμένου με τον άξονα μετάδοσης κίνησης.

3.2 Στροβιλοφόρες αντλίες (πομόνες)



Η μετάδοση της κινήσεως από τον κινητήρα (που είναι τοποθετημένος στην επιφάνεια του εδάφους), στο σώμα της αντλίας (που βυθίζεται στο νερό), γίνεται με κατακόρυφο ανοξείδωτο άξονα μήκους 3m. Ο άξονας αυτός περιστρέφεται ομοαξονικά μέσα στο σωλήνα ανυψώσεως του νερού και είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένος με τον άξονα του σώματος της αντλίας



Ο σωλήνας ανυψώσεως αποτελείται επίσης από τμήματα 2–3m στις συνδέσεις των οποίων τοποθετούνται έδρανα με τριβείς για τη στήριξη του άξονα. Οι τριβείς είναι δακτύλιοι από ελαστικό με συνθετικές ίνες. Επειδή η θερμοαγωγιμότητα του ελαστικού είναι μικρή, πριν εκκινήσει η αντλία πρέπει οι τριβείς να διαβρέχουν από εξωτερική πηγή για να μην αναπτυχθεί υπερβολική θερμότητα.

Η σύνδεση των τμημάτων του άξονα γίνεται με κοχλιωτούς συνδέσμους (μούφες). Με τον ίδιο τρόπο συνδέονται τα τμήματα του σωλήνα ανυψώσεως του νερού. Οι συνδέσεις αυτές είναι απλές, αλλά για να εξασφαλιστεί απόλυτη ευθυγράμμιση πρέπει οι επιφάνειες των άκρων που έρχονται σε επαφή να είναι λείες και ακριβώς κάθετες προς τον άξονα. Ο άξονας εκτός από τις τάσεις στρέψεως υπόκειται και σε ισχυρές τάσεις εφελκυσμού, οι οποίες οφείλονται τόσο στο βάρος των διαφόρων εξαρτημάτων όσο και στην ισχυρή αξονική ώθηση που αναπτύσσεται κατά τη λειτουργία της αντλίας.

Η αξονική ώθηση αυξάνεται με αύξηση του ολικού ύψους της αντλίας και σε περιπτώσεις μεγάλου βάθους αντήσεως είναι δυνατό να προκαλέσει επιμήκυνση του άξονα κατά 2,5 έως 5,0cm. Για το λόγο αυτό η συναρμολόγηση των τμημάτων της αντλίας πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται όταν ρυθμίζεται η θέση των περωτών με το περικόχλιο μετακινήσεως του άξονα ώστε κατά την λειτουργία της αντλίας να μην ακουμπήσουν οι περωτές στο περίβλημα λόγω επιμηκύνσεως του άξονα.

Αν για οποιοδήποτε λόγο αντιστραφεί η φορά περιστροφής της αντλίας υπάρχει κίνδυνος να αποκολληθούν οι συνδέσεις. Αυτό μπορεί να συμβεί αν σταματήσει η λειτουργία της αντλίας, οπότε η στήλη του νερού που υπάρχει στο σωλήνα ανυψώσεως κατέρχεται και αναγκάζει τα πτερύγια να περιστραφούν με αντίθετη φορά ή αν αντιστραφεί η φορά περιστροφής του κινητήρα. Στην περίπτωση αυτή χαλαρώνουν οι δεσμοί με κίνδυνο ζημιών. Για την αποφυγή αντιστροφής της φοράς περιστροφής τοποθετείται στην κεφαλή της αντλίας «καστάνια» που επιτρέπει την κίνηση μόνο κατά μια φορά. Το κέλυφος της καστάνιας περιστρέφεται μαζί με τον άξονα, ενώ ο οδοντωτός τροχός είναι ακίνητος.

Όταν το κέλυφος περιστρέφεται μαζί με τον άξονα, τα σφαιρίδια απομακρύνονται προς την περιφέρεια μέσα στις αυλακώσεις που έχουν κλίση προς τα πάνω. Αν αντιστραφεί η φορά περιστροφής τα σφαιρίδια σφηνώνουν ανάμεσα στα δόντια της καστάνιας και εμποδίζουν την περιστροφή. Με τα περικόχλια μετακινείται κατακόρυφα ο άξονας και οι περωτές για να τοποθετηθούν στη σωστή θέση ως προς το περίβλημα αντλίας.

Τα βασικά εξαρτήματα μιας τυπικής στροβιλαντλίας (πομόνας) είναι:

1. Το φίλτρο από όπου γίνεται η αναρρόφηση του νερού.

Είναι κατασκευασμένο από διάτρητη λαμαρίνα (κόσκινο), πάχους τριών χιλιοστών. Οι οπές είναι διαμέτρου από 5 ως 8 χιλιοστά έτσι ώστε να αποφεύγεται η είσοδος ανεπιθύμητων αντικειμένων στην αντλία (π.χ. πέτρες).

2. Τα μπολ.

Αυτά, όπως και το φίλτρο, είναι τα σταθερά μέρη του στροβίλου της πομόνας. Είναι κατασκευασμένα από φαιό χυτοσίδηρο GG26 ή κράμα νικελιούχου αλουμινορειχάλκου όταν πρόκειται να αντληθούν θαλασσινά νερά. Το σχήμα του μπολ είναι σπειροειδές χωρίς πολλές διαβαθμίσεις και με πολύ μικρή τραχύτητα για να περιορίζονται οι απώλειες όσο το δυνατό περισσότερο. Επειδή ο αριθμός των μπολ, και κατ' επέκταση και των περωτών, είναι παραπάνω από μία οι πομόνες κατατάσσονται στην κατηγορία των πολυβάθμιων αντλιών.

3. Τις πτερωτές που αντιστοιχούν σε κάθε μπολ.

Η πτερωτή αποτελείται από τον περιστρεφόμενο δρομέα που κατασκευάζεται σαν ένα σώμα με τον άξονα και από τα πτερύγια που είναι τοποθετημένα πάνω στο δρομέα. Τα πτερύγια έχουν πάντοτε κλίση αντίθετη προς τη φορά περιστροφής της πτερωτής. Υπάρχουν τρία είδη πτερωτών: α) Η πτερωτή ανοικτού τύπου, β) η πτερωτή ημίκλειστου τύπου και γ) η πτερωτή κλειστού τύπου. Οι πτερωτές που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι ημίκλειστου τύπου. Ο περιστρεφόμενος δρομέας αποτελείται από ένα δίσκο. Στη μία πλευρά του είναι τοποθετημένα τα πτερύγια. Τα πτερύγια βρίσκονται προς την πλευρά του στομίου εισόδου του υγρού. Ο βαθμός αποδόσεως των αντλιών με πτερωτές ημίκλειστου τύπου είναι κατά κανόνα μεγαλύτερος από αυτές με πτερωτές ανοικτού τύπου και μικρότερος από αυτές με πτερωτές κλειστού τύπου. Είναι δυνατό όμως στις αντλίες αυτές να επιτευχθεί πολύ ικανοποιητικός βαθμός απόδοσης αν το διάκενο μεταξύ των πτερυγίων και τις εσωτερικής επιφάνειας του τοιχώματος του καλύμματος του περιβλήματος είναι πολύ μικρό. Οι αντλίες με πτερωτή ημίκλειστου τύπου δεν είναι κατάλληλες για την άντληση ακάθαρτων υγρών, μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν για την άντληση νερού που περιέχει άμμο.

4. Τον άξονα.

Το υλικό κατασκευής του είναι ανοξειδωτος χάλυβας. Ο άξονας συνδέεται με τους άξονες των παραπάνω στελεχών με αριστερό σπείρωμα. Ο λόγος που το σπείρωμα είναι αριστερό είναι γιατί η λειτουργία της αντλίας είναι αριστερόστροφη και έτσι εξασφαλίζεται η συνεχής σύσφιξη των αξόνων.

5. Τους κωνικούς δακτύλιους στήριξης των φτερωτών πάνω στον άξονα.

Η σύσφιξη των πτερωτών πάνω στον άξονα γίνεται με κωνικά δακτυλίδια τα οποία έχουν διαμήκη εγκοπές προκειμένου να μπορεί να μεταβάλλεται η εσωτερική και η εξωτερική τους διάμετρος.

6. Και το πρώτο μπολ ή σώμα στο οποίο κοχλιώνεται ο πρώτος σωλήνας.

Το υλικό κατασκευής του είναι ίδιο, το μόνο όμως που αλλάζει είναι η εξωτερική του διαμόρφωση. Διαθέτει επίσης εσωτερικό (θηλυκό) σπείρωμα προκειμένου να κοχλιωθεί ο σωλήνας κατάθλιψης. Ανάλογα με το μέγεθος αυτού του σπειρώματος κατηγοριοποιείται και η στροβιλοαντλία, π.χ. 2 ½ ιντσών, 3 ιντσών, 4 ιντσών και λοιπά.

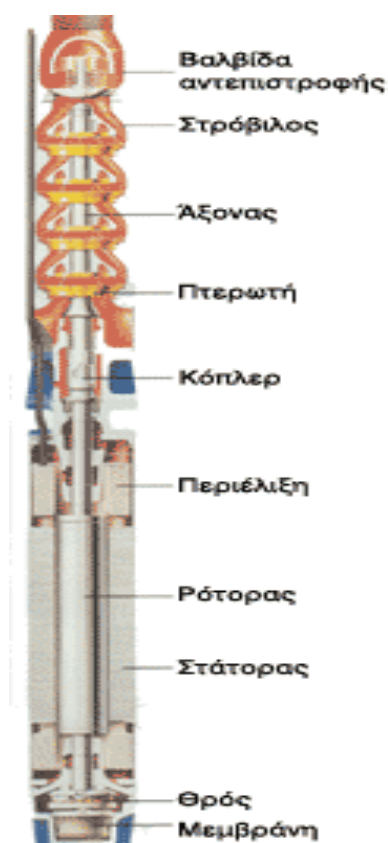
Οι αντλίες αυτές κατασκευάζονται κυρίως για άντληση από γεώτρηση ή πηγάδι εσωτερικής διαμέτρου μεγαλύτερης από 250mm περίπου και προσφέρονται για μεγάλο βάθος άντλησης λόγω υψηλού μανομετρικού ύψους που εμφανίζουν. Αν όμως η παροχή του νερού είναι μικρότερη από 10m³/h η στροβιλοφόρα αντλία δεν ενδίδετε ούτε για άντληση ούτε καν για δοκιμή.

Πλεονέκτημα της στροβιλοφόρας αντλίας είναι η συντήρηση αφού το κινητήριο σύστημα βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους. Η κίνησή της μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε κινητήρια μηχανή λόγω της τροχαλίας που διαθέτει στο επάνω μέρος της (επιφάνεια εδάφους).

Μειονέκτημα της στροβιλοφόρας αντλίας είναι το κόστος και ακατάλληλη λειτουργία σε μικρές παροχές.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις που χρειαζόμαστε αυξομειώνουμε τον αριθμό ή τη διάμετρο των βαθμίδων έτσι ώστε να μεταβάλλουμε το μανομετρικό ύψος και την παροχή που προσφέρει η αντλία.

3.3 Υποβρύχιες Αντλίες



Τα βασικότερα εξαρτήματα μιας υποβρύχιας ηλεκτραντλίας είναι:

1. Ηλεκτροκινητήρας

Ο ηλεκτροκινητήρας είναι ασύγχρονος τριφασικός, βραχυκυκλωμένου δρομέα, για τάση 400V/50Hz. Μπορεί όμως να είναι και μονοφασικός. Είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τα πρότυπα NEMA και VDE, είναι υποβρυχίου τύπου και όλα τα εσωτερικά μέρη υδατοφράγη, υδρολιπαντά και υδρόψυκτα. Στο επάνω μέρος του υπάρχει τάπα πληρώσεως (που είναι και βαλβίδα εξαερώσεως ειδικού τύπου) η οποία προστατεύει τον κινητήρα από εισδοχή άμμου. Το εξωτερικό περίβλημα του κινητήρα είναι από ανοξείδωτο χάλυβα άριστης ποιότητας AISI 304.

2. Στάτης

Τα τυλίγματα του στάτη (περιέλιξη) είναι από ειδικό αγωγό χαλκού ο οποίος φέρει ειδική θερμοπλαστική επένδυση, με ηλεκτρική μόνωση η οποία είναι δοκιμασμένη σε υψηλή τάση λειτουργίας (μέχρι 3kV), ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη ψύξη αυτών. Ο πυρήνας του στάτη φέρει ειδική αντισκωρική επένδυση.

3. Ρότορας

Ο άξονας του ρότορα κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 420 και είναι πλήρως ζυγοσταθμισμένος ενώ στις θέσεις τριβής δια πίεσεως. Τα ακτινικά έδρανα είναι από ειδικό γραφιτούχο υλικό μεγάλης επιφάνειας έδρασης τα οποία εξασφαλίζουν τη σωστή ευθυγράμμιση του άξονα (ρότορα). Ο ρότορας καταλήγει σε άξονα ο οποίος είναι και ο άξονας του κινητήρα, ο οποίος είναι και άξονας του κινητήρα, ο οποίος με τη σειρά του φέρει ειδική διάταξη λαβυρίνθου ώστε να μην

επιτρέπει την είσοδο άμμου και να την απομακρύνει ειδικός τύπος μηχανικού στυπιοθλίπτη.

δ) Το θρώς (ωστικό έδρανο)

Ωστικό έδρανο αυτολιπαινόμενο πολύ ισχυρής κατασκευής, τύπου Mitchell ,με ελαστικούς τομείς, που εργάζονται με δίσκο από ανοξείδωτο χάλυβα. Στο κάτω μέρος του κινητήρα παρατηρούμε να υπάρχει η ελαστική μεμβράνη η οποία είναι μια διάταξη αποσυμπίεσης και εξίσωσης των διαστολών του νερού του κινητήρα, κατασκευασμένη από ειδικό ελαστικό.

4. Ο στρόβιλος

Το υπόλοιπο μισό κομμάτι το οποίο μαζί με τον ηλεκτροκινητήρα αποτελούν ένα αντλητικό συγκρότημα. Ο στρόβιλος είναι πολυβάθμιος, μεικτής ή ακτινικής ροής με ομοαξονική εξαγωγή. Το υλικό του εξωτερικού κελύφους του στροβίλου εξαρτάται από τη χρήση για την οποία προορίζεται (νερό γλυκό, εφάλμυρο ή θαλασσινό). Οι πτερωτές είναι από φωσφορούχο ορείχαλκο RG10 για μεγαλύτερη αντοχή στην άμμο, οι οποίες στερεώνονται στον άξονα με ειδικές σφήνες ή κώνους. Ο άξονας είναι από ανοξείδωτο χάλυβα 1.4057 ή 1.4582. Τα κουζινέτα από ειδικό ελαστικό ανθεκτικό στην άμμο και οι δακτύλιοι προστασίας άξονα τριβής κουζινέτων από ανοξείδωτο χάλυβα 1.4057. Στην τελευταία βαθμίδα του στροβίλου υπάρχει ελατηριωτή βαλβίδα αντεπιστροφής με βάκτρο από ανοξείδωτο χάλυβα .Το πλέγμα ανατροφής (σήτα) είναι επίσης από ανοξείδωτο χάλυβα. Όλα τα λοιπά, όπως παξιμάδια, μπουζόνια κλπ, είναι από ανοξείδωτο χάλυβα A2 ή A4. Η σύνδεση του Η/Κ με την αντλία γίνεται μέσω ισχυρού συνδέσμου (κόμπλερ) από ανοξείδωτο χάλυβα AISI 416.

5. Η αναρρόφηση

Πρόκειται για το σημείο εκείνο από το οποίο γίνεται η εισροή νερού στον στρόβιλο. Είναι κατασκευασμένη από φαιό χυτοσίδηρο GG26 (σε ορισμένες περιπτώσεις με 2% νικέλιο) ή από φωσφορούχο ορείχαλκο ή κράμα νικελιούχου αλουμινορειχάλκου όταν το απαιτούν οι συνθήκες (εφάλμυρα ή θαλασσινά νερά). Η αναρρόφηση είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να προσαρμόζεται στον Η/Κ από τη μια πλευρά και από την άλλη να εφαρμόζει στο πρώτο από τα μπολ τα οποία θα αναλύσουμε στη συνέχεια. Έτσι οι αναρροφήσεις διακρίνονται ως προς τον τύπο του Η/Κ και ως προς τον τύπο του στροβίλου στον οποίο χρησιμοποιούνται. Στην επιφάνεια κάθε αναρρόφησης υπάρχει ειδική πατούρα στην οποία τοποθετείται η σήτα για την αποφυγή εισροής χαλικιών και γενικότερα αιωρούμενων σωματιδίων τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν σοβαρές φθορές στον στρόβιλο. Ορισμένοι τύποι αναρροφήσεων έχουν ειδική διαμόρφωση όπου προσαρμόζεται ελαστικό κουζινέτο για την έδραση του άξονα. Περιμετρικά υπάρχουν εγκοπές-διαμορφώσεις για να περνάνε τα καλώδια τροφοδοσίας του ηλεκτροκινητήρα.

6. Μπολ

Τα μπολ είναι ένα από τα σταθερά μέρη του στροβίλου. Είναι από φαιό χυτοσίδηρο GG26 (σε ορισμένες περιπτώσεις με 2% νικέλιο) ή από φωσφορούχο ορείχαλκο ή κράμα νικελιούχου αλουμινορειχάλκου όταν το απαιτούν οι συνθήκες (εφάλμυρα ή θαλασσινά νερά). Τα μπολ διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της αντλίας (ακτινικής ή μικτής ροής). Τα μπολ των αντλιών ακτινικής ροής φέρουν στο εσωτερικό τους πρόσθετο δίσκο με οδηγία πτερύγια. Το μπολ των αντλιών μικτής ροής έχει στο εσωτερικό του κώνο ο οποίος με το εξωτερικό κέλυφος δημιουργεί δίοδο για τη διέλευση του ρευστού. Μέσα στη δίοδο αυτή υπάρχουν τα οδηγία πτερύγια τα οποία

είναι χυτά. Φέρουν πατούρα στην οποία προσαρμόζεται ελαστικό κουζινέτο. Ο αριθμός των κουζινέτων εξαρτάται από τον αριθμό των βαθμίδων του στροβίλου. Εξωτερικά τα μπολ έχουν μπουζόνια για την σύνδεση μεταξύ τους ή το ένα μπαίνει μέσα στο άλλο σε ειδικές πατούρες. Ορισμένοι τύποι μπολ φέρουν πατούρα στην οποία προσαρμόζεται ελαστικός δακτύλιος. Αυτός συνεργάζεται με ανοξείδωτο δακτύλιο στην περωτή. Κρατάει την ανοχή μεταξύ μπολ και περωτής σε ελάχιστο επίπεδο και όταν φθαρεί αλλάζεται εύκολα, φέρνοντας την αντλία στην αρχική της κατάσταση.

Το τελευταίο μπολ σε ορισμένους τύπους αντλιών μικτής ροής είναι διαμορφωμένο διαφορετικά στην μεριά εξόδου του νερού. Έχει μια ειδική πατούρα για να τοποθετηθεί το στεγανοποιητικό παρέμβυσμα (φλάντζα από περμανίτη) και στη συνέχεια η βαλβίδα αντεπιστροφής που προσαρμόζεται με τον ίδιο τρόπο όπως παραπάνω πάνω σ' αυτό.

7. Περωτές

Οι περωτές είναι κατασκευασμένες από φωσφορούχο ορείχαλκο RG10 ή από NORYL με ενισχυμένες ίνες για μεγαλύτερη αντοχή στην άμμο. Στις περωτές γίνεται στατική και ζυγοστάθμιση και κατόπιν στερεώνονται στον άξονα στις ειδικές σφήνες που έχουν τοποθετηθεί. Σε ορισμένους τύπους στροβίλων οι περωτές στερεώνονται με κώνους, οι οποίοι σφίγγουν στην περωτή με χτύπημα. Η πλήμνη, της οποίας η διάμετρος είναι κατά 0,1mm μεγαλύτερη από την διάμετρο του άξονα, συγκρατείται πάνω του με τις σφήνες. Από την πλήμνη ξεκινούν τα περύγια που έχουν ελικοειδή μορφή και η κλίση τους είναι αντίθετη προς τη φορά περιστροφής της περωτής. Οι περωτές που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι κλειστού τύπου. Οι περωτές αυτές πλεονεκτούν γιατί έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης, αναπτύσσουν υψηλή πίεση, δηλαδή μεγάλο μανομετρικό ύψος H και εμφανίζουν μικρότερη αξονική ώση.

8. Άξονας

Ο άξονας μεταφέρει την περιστροφική κίνηση του κινητήρα στις περωτές και την απαραίτητη ισχύ για την πρόσδοση ενέργειας στο ρευστό. Ο άξονας είναι από ανοξείδωτο χάλυβα απόλυτα ευθυγραμμισμένος και στιλβωμένος με επιφανειακή ταχύτητα μικρότερη από 40 RMS και με κατάλληλες διαστάσεις ώστε να εξασφαλίζεται η αντοχή για τη μεταφορά της μέγιστης ισχύος της αντλίας. Η επιλογή του άξονα γίνεται σύμφωνα με τον τύπο της αντλίας που θα χρησιμοποιηθεί και στις βαθμίδες του. Έτσι ο άξονας μπορεί να έχει σφηναύλακες, οι οποίοι μεταξύ τους κατασκευάζονται σε γωνία 180 μοιρών, ή έναν ή δύο αντιδιαμετρικούς σφηνόδρομους σε όλο το μήκος του άξονα. Στα δύο τους άκρα φέρει τρύπες με σπείρωμα. Στην μεριά του κινητήρα στερεώνεται με κοχλία το κόμπλερ του στροβίλου στον άξονα. Η τρύπα στην άλλη μεριά του άξονα χρησιμεύει για τη σύσφιξη των περωτών και των δακτυλίων απόστασης πάνω στον άξονα, έτσι ώστε να μην έχουμε μετατόπιση τους σε σχέση μ' αυτόν. Εδράζεται σε ελαστικά κουζινέτα τα οποία είναι διαταγμένα σε τακτά διαστήματα. Ο αριθμός των κουζινέτων εξαρτάται απ' τον αριθμό των βαθμίδων και κατά συνέπεια το μήκος του άξονα. Όσο μεγαλύτερο το μήκος, τόσο περισσότερα τα κουζινέτα.

9. Βαλβίδα αντεπιστροφής

Το περίβλημα κατασκευάζεται από φαιό χυτοσίδηρο GG26. Τα εσωτερικά εξαρτήματα (γλώσσα, αξονάκι και ελατήριο) κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα. Η βαλβίδα έχει ελατήριο που πιέζει τη γλώσσα και επιτρέπει τη ροή του νερού μόνο προς τη μία κατεύθυνση. Τοποθετείται στα κατακόρυφα συγκροτήματα για να αποτρέψει την περιστροφή πτερωτών κατά ανάποδη φορά, από το νερό της υπερκείμενης στήλης, όταν η αντλία σταματήσει.

10. Κόμπλερ

Η σύνδεση του Η/Κ με την αντλία γίνεται μέσω ισχυρού συνδέσμου (κόμπλερ). Το κόμπλερ είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα. Οι διαστάσεις του είναι τέτοιες ώστε να είναι ικανός να μεταφέρει τη συνολική ροπή και το συνολικό φορτίο του συγκροτήματος προς κάθε φορά περιστροφής. Από την μία πλευρά έχει εσωτερικό περίβλημα πολύσφηνο κατά NEMA στο οποίο εφαρμόζει το αντίστοιχο πολύσφηνο του ρότορα του κινητήρα. Στο τμήμα αυτό υπάρχει οπή στην οποία βιδώνει ακέφαλο Allen που λειτουργεί σαν ασφάλεια συγκρατώντας το κόμπλερ με τον ρότορα. Από την άλλη μεριά έχει κατάλληλη διαμόρφωση ώστε να ταιριάζει στον τύπο του στροβίλου που θα χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τον τύπο του στροβίλου έχει σφηνόδρομους για την σύνδεση του με τον άξονα. Το κόμπλερ συνδέεται με τον άξονα με ένα Allen το οποίο περνάει από μια ροδέλα σφηνωμένη μέσα του. Κάποιοι τύποι κόμπλερ αποτελούνται από δυο ξεχωριστά κομμάτια. Καθένα στερεώνεται σταθερά πάνω στο αντίστοιχο εξάρτημα και μετά αυτά συνδέονται με το πολύσφηνο που φέρουν.



Οι πιο συνηθισμένες υποβρύχιες αντλίες είναι εκείνες που έχουν εξωτερική διάμετρο 130 έως 180mm και χρησιμοποιούνται σε γεωτρήσεις των 8”.

Το πλεονέκτημα της υποβρύχιας αντλίας είναι η εύκολη εγκατάσταση και η απροβλημάτιστη λειτουργία όταν το νερό είναι καθαρό. Ακόμη δεν έχουμε το πρόβλημα του ποτηριού (κλαπέ) και έτσι μπορούμε να λειτουργήσουμε το αντλιοστάσιο με αυτοματοποιημένο σύστημα χωρίς να έχουμε πρόβλημα λειτουργίας χωρίς αναρρόφηση νερού.

Μειονέκτημα της υποβρύχιας αντλίας είναι η αδυναμία έμμεσης επέμβασης αφού βρίσκεται μέσα στο νερό, καθώς η εξαγωγή της από μια γεώτρηση απαιτεί χρόνο και κόστος. Ακόμη ένα μειονέκτημα είναι ότι απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την εγκατάσταση ώστε να μην αποκοπεί ο σωλήνας λόγω βάρους ή οξείδωσης. Αν συμβεί αυτό τότε η έξοδος της είναι αδύνατη. Σε αυτή την περίπτωση η γεώτρηση αχρηστεύεται διότι δεν χωράει άλλη αντλία μέσα.

3.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στροβιλοφόρας αντλίας (πομόνας) και υποβρύχιας αντλίας

- Η στροβιλοφόρα αντλία μπορεί να αντλήσει μεγαλύτερη ποσότητα νερού, να μεταφέρει νερό σε μεγαλύτερο μανομετρικό ύψος με καλύτερο βαθμό απόδοσης, επίσης μπορεί να αντλήσει θολά νερά και να λειτουργεί με οπουδήποτε κινητήρια μηχανή (ηλεκτροκινητήρα, ντιζελομηχανή, τρακτέρ) σε αντίθεση με την υποβρύχια αντλία που μπορεί να αντλήσει μόνο με υποβρύχιο ηλεκτροκινητήρα.
- Η υποβρύχια αντλία έχει μικρότερο κόστος κατασκευής και κόστος συντήρησης, μπορεί και λειτουργεί ακόμη και σε μικρές παροχές νερού ακόμη και με μεγάλο μανομετρικό ύψος.

Όταν έχουμε μια γεώτρηση με μικρή ποσότητα νερού καταφεύγουμε αναγκαστικά στην υποβρύχια αντλία, αφού πρώτα όμως έχει καθαριστεί η γεώτρηση με στροβιλοφόρα αντλία.

3.5 Δοκιμή αντλιών

Μια αντλία μπορεί να δοκιμαστεί μόνο σε εξειδικευμένο εργαστήριο για να λάβουμε τα πραγματικά στοιχεία της κυρίως για την παροχή και το μανομετρικό ύψος και κατ'επέκταση του αληθιού βαθμού απόδοσης.

Ακόμα υπάρχει και εξουσιοδοτημένος σταθμός δοκιμών του υπουργείου γεωργίας όπου μετά από αίτηση του ιδιώτη η του κατασκευαστή δοκιμάζει την αντλία και δίνει το πιστοποιητικό δοκιμής με όλα τα απαραίτητα στοιχεία που προκύπτουν από τη δοκιμή.

Αυτή η δοκιμή γίνεται διότι ο ενδιαφερόμενος που πρόκειται να προμηθευτεί το συγκεκριμένο αντλητικό συγκρότημα να είναι βέβαιος καλύπτει τις ανάγκες του αλλά και ότι υπάρχει υψηλός βαθμός απόδοσης, συνεπώς χαμηλό κόστος άντλησης.

3.6 Χαρακτηριστικά προβλήματα στις αντλίες

1.Σπηλαιώση

Παρουσιάζεται όταν η αντλία προσπαθεί να ανυψώσει νερό από βάθος μεγαλύτερο από εκείνο που είναι εφικτό. Σε αυτήν την περίπτωση η πτερωτή θα διακόπτει την παροχή του νερού δημιουργώντας έτσι φυσαλίδες αέρα στο νερό. Αυτές οι φυσαλίδες θα «σκάνε» προς τα μέσα (το αντίθετο του εκρήγνυμαι) σχεδόν αμέσως αφού δημιουργηθούν. Αυτή η εσωτερική έκρηξη γίνεται με πολύ θόρυβο και με τέτοια δύναμη που θα καταστρέψει την αντλία και τα έδρανα της μετά από κάποια περίοδο λειτουργίας. Σε αντλίες όπου οι πτερωτές δεν είναι από ανοξείδωτο χάλυβα, η σπηλαιώση θα τους προκαλέσει σύντομα ζημιές. Τα συνηθισμένα υλικά πτερωτών που δεν αντέχουν σε αυτό το φαινόμενο είναι ο χυτοσίδηρος, το πλαστικό και ο ορείχαλκος. Ένας πίνακας της απώλειας βάρους για τα διάφορα υλικά σε συνδυασμό με τη σπηλαιώση δείχνει ότι ο ανοξείδωτος χάλυβας χάνει μόνο 0,05% σε σύγκριση με την αντίστοιχη απώλεια χυτοσίδηρου υπό τις ίδιες συνθήκες.

Η συνθήκη εμφάνισης σπηλαιώσης είναι: $\theta_{\text{κρH}} < H$, όπου:

θ_{H} : το καθαρό θετικό ύψος αναρρόφησης (:Net Positive Suction Head available), το οποίο χαρακτηρίζει την εγκατάσταση της αντλίας, και εκφράζει τη διαφορά ολικής πίεσης στη διατομή της αντλίας ως προς την πίεση ατμοποίησης του υγρού, την οποία η αντλητική εγκατάσταση εξασφαλίζει στην αντλία. *aNPSH*

$\theta_{\text{κρH}}$: το κρίσιμο ύψος σπηλαιώσης (*fNPSH*:Net Positive Suction Head required, το οποίο εκφράζει τη διαφορά της ολικής πίεσης στη διατομή εισόδου της αντλίας από την πίεση ατμοποίησης του υγρού που πρέπει να έχει η αντλία ώστε η λειτουργία της να βρίσκεται στο όριο εμφάνισης σπηλαιώσης.

2.Υδραυλικό πλήγμα

Οι εκκινήσεις του κινητήρα απ' ευθείας ή με αστέρα- τρίγωνο καθώς και οι παύσεις της αντλίας μπορεί να προκαλέσουν υδραυλικό πλήγμα στις μεγάλες υδραυλικές εγκαταστάσεις. Όταν ο οριζόντιος σωλήνας κατάθλιψης έχει μεγάλο μήκος, μπορεί να προκληθεί υδραυλική κρούση όταν η αντλία τίθεται εκτός. Όταν η αντλία σταματήσει η ροή του νερού στον κατακόρυφο σωλήνα θα σταματήσει γρήγορα, εξαιτίας της βαρύτητας. Η ροή του νερού στον οριζόντιο σωλήνα κατάθλιψης ωστόσο σταματάει σταδιακά λόγω της απώλειας τριβής που συμβαίνει στο σωλήνα. Αυτό δημιουργεί ένα κενό στον κατακόρυφο σωλήνα που διασπά τη στήλη ύδατος και το νερό γίνεται ατμός. Όταν η ροή νερού στον οριζόντιο σωλήνα χάσει την ταχύτητά της το νερό θα τραβηχτεί πίσω στη γεώτρηση λόγω του κενού που δημιουργείται στον κατακόρυφο σωλήνα. Έτσι ο όγκος του νερού που επιστρέφει συγκρούεται με το νερό στο κατακόρυφο σωλήνα προκαλώντας υδραυλικό πλήγμα. Αυτό μπορεί να είναι τόσο ισχυρό ώστε να καταστραφεί η εγκατάσταση. Προκαλείται συνήθως και ισχυρότατος κρότος.

3.Ανάκρουση

Σε ορισμένες εγκαταστάσεις με κάποιο υδραυλικό πλήγμα μπορούν να προκληθούν βλάβες λόγω ανάκρουσης. Εάν η αντλία έχει περισσότερες πτερωτές από ότι χρειάζεται για να δίνει την ονομαστική παροχή στην μέγιστη απόδοση η παροχή της αντλίας θα είναι ιδιαίτερα υψηλή. Το αποτέλεσμα πιθανώς να είναι το εξής: Οι πτερωτές μπορούν να αρχίσουν να επιπλέουν, δηλ. να ανασηκώνουν τον άξονα της αντλίας. Όταν βρίσκονται σε αυτήν την κατάσταση, οι πτερωτές ή οι διαιρούμενοι κώνοι μπορεί να δημιουργήσουν κραδασμούς οπότε κτυπούν ή ακουμπούν επάνω στο αντίστοιχο έδρανο ή οδηγό (ακίνητο) πτερύγιο του επόμενου θαλάμου. Οι κραδασμοί αυτοί θα μεταδοθούν στον άξονα του κινητήρα, εάν δεν υπάρχει ωστικός δακτύλιος ανάκρουσης. Ο ωστικός δακτύλιος ανάκρουσης που ενδεχομένως υπάρχει στις αντλίες δεν είναι κατασκευασμένος για μόνιμη ανάκρουση. Αυτό σημαίνει ότι η απόδοση της αντλίας θα πρέπει να μειωθεί στα βέλτιστα δεδομένα λειτουργίας με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- μείωση του αριθμού των πτερωτών
- ρύθμιση βανών στο σωλήνα κατάθλιψης
- μείωσης παροχής
- μείωση των στροφών με τη βοήθεια ενός μετατροπέα συχνότητας (inverter)

Το φαινόμενο της ανάκρουσης μπορεί επίσης να παρουσιαστεί σε περίπτωση που δεν υπάρχει αντίθλιψη εξαιτίας διάβρωσης του κατακόρυφου σωλήνα ή ύπαρξης ρωγμών στους σωλήνες. Η παροχή της αντλίας θα είναι κατά συνέπεια ιδιαίτερα υψηλή και η πίεση κατάθλιψης μειωμένη. Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι επιπλέον πτερωτές. Το πρόβλημα επιλύεται με την αντιμετώπιση των διαρροών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Σωλήνες άντλησης από γεωτρήσεις



4.1 Σωληνώσεις

Για την άντληση από γεωτρήσεις χρησιμοποιούμε χαλυβδοσωλήνες βαρέως τύπου αναλόγου διατομής με την παροχή της γεώτρησης πάνω στην στήλη αυτή στηρίζεται είτε στο υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα, είτε μέσα σε αυτές τοποθετείται ο άξονας με τα ειδικά κουζινέτα στήριξης για την μετάδοση της κίνησης αν χρησιμοποιούμε Στροβιλοφόρα αντλία (πομόνα). Οι σωλήνες αυτές πρέπει να έχουν μεγάλο πάχος τοιχωμάτων, άνω των 5mm γιατί δέχονται όλα τα φόρτια του αντλητικού συγκροτήματος και μεταξύ τους συνδέονται με αντίστοιχης διατομής <<μούφα>>. Οι χρησιμοποιούμενες διατομές σωλήνες αρχίζουν από 2 1/2'' έως και 10''. Και τα πάχη τοιχωμάτων από 5mm έως 8mm.

4.2 Υλικά, μέθοδοι κατασκευής

Για την κατασκευή των σωλήνων χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά όπως χυτοσίδηρος, σίδηρος, χάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, χαλκός, κράματα χαλκού, μόλυβδος, αλουμίνιο, πλαστικά όπως π.χ. πολυαιθυλένιο ή P.V.C., ενισχυμένο ελαστικό, μπετόν, κ.λ.π. Οι κατασκευαστές των σωλήνων από τα πιο πάνω υλικά προδιαγράφουν το είδος και την περιοχή χρήσης τους. Για να έχουμε ικανοποιητική λειτουργία πρέπει το υλικό του σωλήνα να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- α) Επαρκή αντοχή στη θερμοκρασία λειτουργίας, έτσι ώστε να αντέχει στα διάφορα φορτία από την εσωτερική πίεση, από τις διαστολές – συστολές, τις υδραυλικές κρούσεις κ.λ.π.
- β) Ικανοποιητική αντοχή σε χημική, γαλβανική και μηχανική διάβρωση για το υγρό που θα κυκλοφορεί στον σωλήνα.
- γ) Δυνατότητα στεγανής σύνδεσης με άλλα τμήματα σωλήνα και εξαρτήματα.
- δ) Όταν το μεταφερόμενο υγρό είναι πόσιμο νερό ή άλλα τρόφιμα να εξασφαλίζεται απόλυτα η υγεία .

Η ποιότητα και η αντοχή ενός σωλήνα δεν εξαρτάται μόνο από το υλικό αλλά και από τη μέθοδο κατασκευής του.

4.3 Σωλήνες από σίδηρο και χάλυβα

Υπάρχουν οι παρακάτω βασικές κατηγορίες σιδηροσωλήνων και χαλυβδοσωλήνων με βάση τη μέθοδο κατασκευής τους: α) Με ραφή, ή συγκολλητή (WELDED) β) Χωρίς ραφή (SEAMLESS), οι οποίοι έχει επικρατήσει να λέγονται και «τούμπα» (TUBES) γ) Χυτοί (CAST)

4.4 Σωλήνες με ραφή

Οι σωλήνες με ραφή κατασκευάζονται από λωρίδα ελάσματος, μήκους ίσου με το μήκος του σωλήνα, η οποία κυλινδρώνεται και επακολουθεί η συγκόλληση των ακμών. Η συγκόλληση γίνεται με την μέθοδο της ηλεκτρικής αντίστασης, ή αυτογενώς «εν θερμώ». Όταν απαιτείται, τα υπολείμματα της συγκόλλησης (WELDING FLASH) απομακρύνονται με κατάλληλο κοπτικό εργαλείο. Ανάλογα με το φινίρισμα (FINISH CONDITION) και τις μετά τη συγκόλληση κατεργασίες διακρίνονται διάφορες κατηγορίες (ποιότητες) σωλήνων με ραφή. Βασικά, όταν δεν προδιαγράφεται η εσωτερική διάμετρος, το εσωτερικό υπόλειμμα (INTERIOR WELDING FLASH) παραμένει μέσα.

4.5 Σωλήνες χωρίς ραφή

Οι σωλήνες χωρίς ραφή κατασκευάζονται είτε «εν θερμώ», είτε «εν ψυχρώ» με διάφορες μεθόδους. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η μέθοδος (MANNESMAN και η EHRHARDT).

α) Κατά τη μέθοδο MANNESMAN το κυλινδρικό τεμάχιο από το οποίο θα κατασκευασθεί ο σωλήνας θερμαίνεται σε θερμοκρασία 700-800 °C και διέρχεται μεταξύ κολουροκωνικών ελάστρων με μη παράλληλους άξονες ενώ απαιτούνται τουλάχιστον τρία έλαστρα. Στο κέντρο του διακένου των ελάστρων βρίσκεται ένα διατρητικό έμβολο (MANDREL). Το κυλινδρικό τεμάχιο ωθείται με την περιστροφή των ελάστρων επάνω στο έμβολο και το μαλακό του κέντρο διατρυπάτε. Όταν ολόκληρο το τεμάχιο περάσει από το έμβολο, έχει αποκτήσει τη μορφή ενός σωλήνα με παχύ τοίχωμα. Ο σωλήνας αυτός περνά στη συνέχεια από άλλα έλαστρα με έμβολα κατάλληλου σχήματος και αποκτά το επιθυμητό πάχος και εξωτερική διάμετρο.

Οι σωλήνες που κατασκευάζονται με τη μέθοδο αυτή είναι γνωστοί ως κατασκευασμένοι «εν θερμώ» (HOT FINISHED TUBES) γιατί απαιτείται προηγούμενη θέρμανση του υλικού. Όμως η μέθοδος αυτή λόγω μηχανικών δυσκολιών δεν μπορεί να εφαρμοσθεί για την κατασκευή σωλήνων μικρής διαμέτρου και μικρού πάχους. Γι' αυτούς χρησιμοποιείται η μέθοδος κατασκευής «εν ψυχρώ». Η μέθοδος είναι η ίδια με την «εν θερμώ» με την διαφορά ότι ο σωλήνας παίρνει το τελικό μήκος, διάμετρος και πάχος με μία ή περισσότερες εφελκύνσεις «εν ψυχρώ» σε μηχανήμα εφέλκυσης. Οι σωλήνες αυτοί (χωρίς ραφή) είναι γνωστοί σαν «τραβηχτοί εν ψυχρώ» (COLD DRAWN TUBES).

Ο εφέλκυσμός σκληραίνει το υλικό, ιδίως τον χάλυβα, και γι' αυτό πριν από κάθε εφέλκυσμό, ο σωλήνας υποβάλλεται σε αποσκλήρυνση, αφού πρώτα εμβαπτισθεί σε διάλυμα οξέος για απομάκρυνση της επιφανειακής σκουριάς, ή λεπιών, πλυθεί με γλυκό νερό και εμβαπτιστεί σε λάδι. Με τον εφέλκυσμό «εν ψυχρώ» είναι δυνατή κατασκευή μικρότερων διαμέτρων και παχών, αλλά προκύπτουν σωλήνες με περισσότερο ανομοιόμορφες διαστάσεις.

β) Κατά τη μέθοδο EHRHARDT (ή μέθοδο CUPING & DRAWING) ένα κυκλικό επίπεδο έλασμα με κατάλληλο πάχος και διάμετρο θερμαίνεται μέχρι να αποκτήσει ανοικτό κόκκινο χρώμα και τοποθετείται σε μια υδραυλική πρέσα με έμβολο μέσα σε 35 κύλινδρο. Το κύπελλο (CUP) που σχηματίζεται έτσι αναθερμαίνεται και ξανά

πρεσάρεται σε μικρότερο κύλινδρο. Έτσι μακραίνει το κύπελλο ώσπου να γίνει ένας κοντός κύλινδρος με πυθμένα. Η επιμήκυνση συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο μέσα από κυλίνδρους ή δακτυλίους με όλο και μικρότερη διάμετρο μέχρι να φθάσουμε την επιθυμητή εξωτερική διάμετρο. Η επιμήκυνση μπορεί να συνεχισθεί και με εφελκυσμό (DRAWING). Η αναθέρμανση γίνεται όπου χρειάζεται.

Η μέθοδος αυτή δίνει ιδιαίτερα ομοιόμορφο σωλήνα. Με αυτήν κατασκευάζονται αυλοί μέχρι μήκους 9 μέτρων, σωλήνες μεγάλου πάχους, φιάλες πιεσμένου αέρα, κάννες πυροβόλων και άλλα χαλύβδινα κοίλα σώματα.

4.6 Σωλήνες χυτοί

Παλαιότερα κατασκευάζονταν χυτοί σωλήνες από χυτοσίδηρο αλλά τελευταία ο χυτοσίδηρος έχει αντικατασταθεί από τον ελατό χυτοσίδηρο λόγω της αυξημένης ελατότητας του. Οι σωλήνες από ελατό χυτοσίδηρο (DUCTILE CAST IRON PIPES) κατασκευάζονται με φυγοκεντρική χύτευση και έχουν κατάλληλα διαμορφωμένα άκρα για διάφορους τύπους συνδέσεων π.χ. φλάντζες κ.λ.π . Χρησιμοποιούνται για νερό, απόβλητα, αποστραγγίσεις, κ.α.

4.7 Τυποποίηση Χαλυβδοσωλήνων

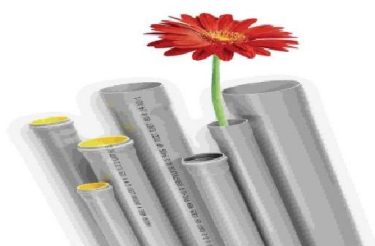
Το υλικό κατασκευής των χαλυβδοσωλήνων με ραφή του εμπορίου είναι χάλυβας St 33 & St 34-2 ή καλύτερης ποιότητας χάλυβας St 37-2. Οι σωλήνες χωρίς ραφή για κτηριακές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται συνήθως σε δύο ποιότητες την κοινή ποιότητα εμπορίου και την καλύτερη ποιότητα (St 35). Η κοινή ποιότητα του εμπορίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέχρι θερμοκρασία 120°C και πιέσεις μέχρι 25bar. Από πλευρά πάχους στο ελληνικό εμπόριο κυκλοφορούν 3 βασικές κατηγορίες: α) Οι ελαφρού τύπου με διακριτική ετικέτα κίτρινη, β) Οι μέσου τύπου με διακριτική ετικέτα κόκκινη, γ) Οι βαρέως τύπου με διακριτική ετικέτα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Υπολογισμός εγκατάστασης

5.1 Υπολογισμός υποβρύχιας αντλίας

Στη μελέτη του αντλητικού συγκροτήματος που θα κάνουμε παρακάτω θα τοποθετηθεί αντλία βαθέων φρεάτων, το οποίο θα αντλεί $45\text{m}^3/\text{h}$ από βάθος 130m .

Ο κατακόρυφος σωλήνας μέσα στη γεώτρηση είναι σιδηροσωλήνας διαμέτρου 4'' (Φ110 χιλ). Μετά την έξοδο της γεώτρησης ο σωλήνας γίνεται πλαστικός με εσωτερική διάμετρο (Φ110 χιλ) και οδηγεί το νερό μέχρι και 500 μέτρα από το αντλιοστάσιο με σχεδόν μηδενικό μανομετρικό ύψος.



Στο υπόγειο δίκτυο (πλαστικές σωλήνες τροφοδοσίας) παρεμβάλλονται μέχρι και 6 γωνίες, μία ανεπίστροφη βαλβίδα και μια βάνα 4'. Ακόμη πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι τροφοδοτούμε εκτοξευτήρες άρδευσης με πίεση 10At στα σημεία εξόδου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Παροχή σε M^3 ανά ώρα	Ποσοστό απωλειών από τριβές σε 100 μ. καινούργιους σιδηροσωλήνα							
	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
10	5,3	1,8	0,7	0,2				
15	10,3	3,6	1,6	0,4	0,1			
20	18,2	6,1	2,7	0,7	0,2			
25	28,1	9,4	3,9	0,9	0,3	0,1		
30	33,1	13,2	5,4	1,4	0,5	0,2		
35	52,8	17,7	7,3	1,8	0,6	0,25		
40	66,3	22,0	9,1	2,2	0,8	0,3		
45		28,0	11,6	2,9	1,0	0,4		
50		34,0	13,9	3,4	1,2	0,5		
60			19,7	4,9	1,7	0,7	0,2	
70			26,1	6,4	2,1	0,8	0,25	
80			33,8	8,0	2,7	0,9	0,3	
90				10,4	3,5	1,9	0,4	
100				12,4	4,2	2,1	0,5	0,2
120				17,7	5,6	2,4	0,6	0,25
140				24,0	6,9	3,3	0,8	0,3
160				30,4	9,9	4,1	1,0	0,4
180					13,8	5,2	1,3	0,5
200					18,7	6,5	1,6	0,6
250						9,3	2,3	0,8
300							12,7	3,1
350								4,4
400								5,4
500								10,5

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Απωλειών μονομετρικού ύψους από τριβές
Για καινούργιους πλαστικούς σωλήνες 2"-10"

Παροχή σε M ³ ανά ώρα	Ποσοστό απωλειών από τριβές σε 100 μ. πλαστικό σωλήνα								
	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	
10	3,4	1,2	0,5	0,13					
15	6,7	2,35	1	0,26					
20	11,8	4,0	1,8	0,45	0,13				
25	18,3	6,1	2,5	0,6	0,2				
30	21,5	8,6	3,5	0,9	0,3	0,13			
35	34,3	11,5	4,7	1,2	0,4	0,16			
40	43,0	14,3	5,9	1,4	0,5	0,20			
45		18,2	7,5	1,9	0,65	0,26			
50		22,1	9,0	2,2	0,8	0,32			
60			12,8	2,7	1,1	0,45	0,13		
70			17,0	4,2	1,4	0,5	0,13		
80			22,0	5,2	1,8	0,6	0,2		
90				6,8	2,3	1,2	0,26		
100				8,1	2,7	1,4	0,32	0,13	

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Είδος εξαρτήματος	Πρόσθετο μήκος σε μέτρα για κάθε διάμετρο σωλήνα							
	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"
Καμπύλη κλειστή	3	4,2	4,2	5	5,1	6	6,2	8
Καμπύλη ανοικτή	3	2	2	3	3	3,1	4	4
Βάννα συρταρωτή	3	3	3,2	4	4,1	4,2	5	6
Βάννα σφαιρική	1,5	1,5	1,6	2	2	—	—	—
Βαλβίδα αναρρόφησης ή ανεπίστροφη	3	3,8	5	5,2	6	7	8	10,5

- Από τον παραπάνω **πίνακα 1** για τους χαλύβδινους σωλήνες και 45m³/h προκύπτει μονομετρικό ύψος από τριβές 3.4%
- Άρα έχουμε: $130 \times 0.034 = 4.42 \mu$ προσαύξηση μονομετρικού ύψους λόγω τριβών στους σιδηροσωλήνες.
- Λόγο των εκτοξευτήρων κατάθλιψης με πίεση 10At προσαυζάνουμε το μονομετρικό ύψος κατά 100μ.
- Από **πίνακα 2** για 500μ πλαστικού σωλήνα 4" έχουμε απώλεια τριβών ίση με 1.9% Επομένως προκύπτει $500 \times 1.9\% = 9.5 \mu$.
- Από **πίνακα 3** προσαύξηση μήκους από γωνίες και ανεπίστροφη βαλβίδα Έχουμε 6 γωνίες $6 \times 5.1 = 30.6 \mu$

Έχουμε 1 ανεπίστροφη βαλβίδα: $1 \times 5 = 5\mu$

Το ολικό μανομετρικό ύψος βγαίνει από την απόσταση της αντλίας έως την επιφάνεια της γης μαζί με τις προσεγγιστικές προσαυξήσεις που πρέπει να προσθέσουμε λόγω τριβών.

ΤΟ ΟΛΙΚΟ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΙΝΑΙ : $130 + 4.42 + 100 + 30.6 + 5 = 270\mu$.

ΑΡΑ στη συγκεκριμένη γεώτρηση πρέπει να τοποθετήσουμε μια αντλία που θα αντλεί περίπου $50 \text{ m}^3/\text{h}$ με μανομετρικό ύψος 270m.

5.2 Υπολογισμός υποβρύχιου κινητήρα

Υπολογισμός ελάχιστης ισχύος του κινητήρα που απαιτείται προκειμένου να αντλούμε $50 \text{ m}^3/\text{h}$ με ολικό μανομετρικό ύψος 270m αν η αντλία λειτουργεί με βαθμό απόδοσης $n=0,6$

$$N = (Q \times H) / (270 \times n) = (50 \times 270) / (270 \times 0.6) = 83\text{HP}$$

ΟΠΟΥ N : η ελάχιστη ωφέλιμη ισχύς σε HP

Q : βάρος σε τόνους ανά ώρα (για το νερό σε m^3/h)

H : ολικό μανομετρικό ύψος σε μέτρα ($H=H_{\text{ολικό}} + H_{\text{τριβών}}$)

n : βαθμός απόδοσης

$$270 : (75 \times 3600) / 100, \quad (75 : \text{τα χιλιογραμμόμετρα ανά sec που αντιστοιχούν σε ένα HP})$$

Η επιλογή του κινητήρα όμως δεν υπολογίζεται μόνο με βάση την ελάχιστη ζήτηση ισχύος από την αντλία.

Στην πράξη η επιλογή του κινητήρα προκύπτει από γραφικές παραστάσεις της αντλίας που αφορούν τη συμπεριφορά και την απόδοσή της, τις οποίες μας παρέχει ο κατασκευαστής της αντλίας. Επίσης ο κινητήρας πρέπει να καλύπτει την ΜΕΓΙΣΤΗ απορροφούμενη ισχύ της αντίστοιχης αντλίας και όχι την ελάχιστη.

(Συνήθως ο κινητήρας πωλείται μαζί με την αντλία.)

$$(KW=0.746HP)$$

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τους υπολογισμούς που κάναμε παραπάνω τοποθετούμε αντλία με τις παρακάτω χαρακτηριστικές καμπύλες και χαρακτηριστικά.



PAPANTONATOS

Pumps service & engineering

Υποβρύχια Αντλία
Submersible pump
Unterwasserpumpe

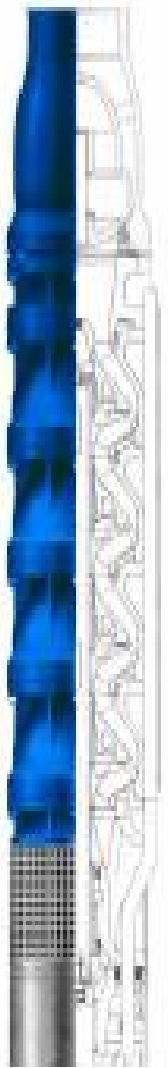
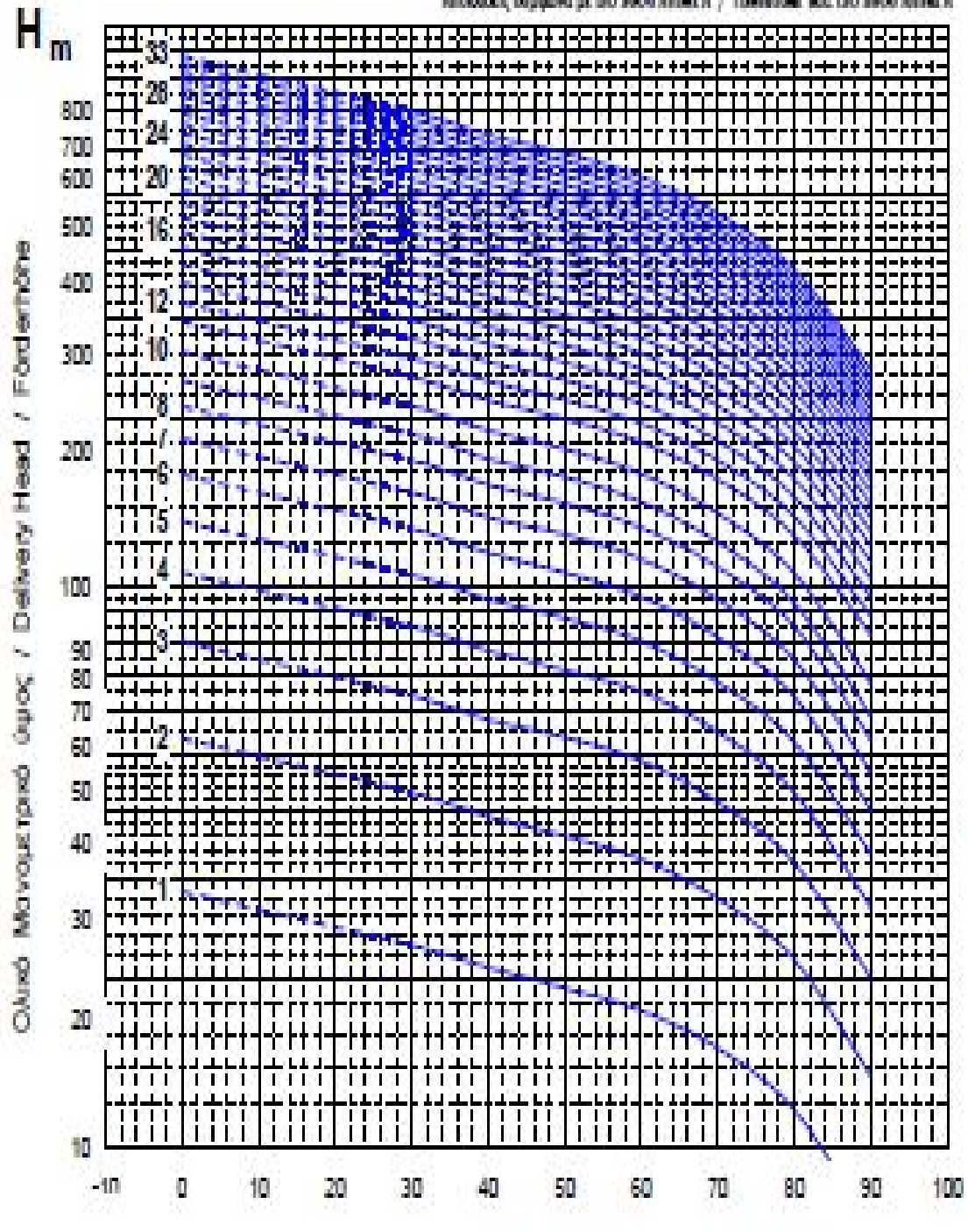
Τριφασική
3-Phase AC
3-Drehstrom

PN81

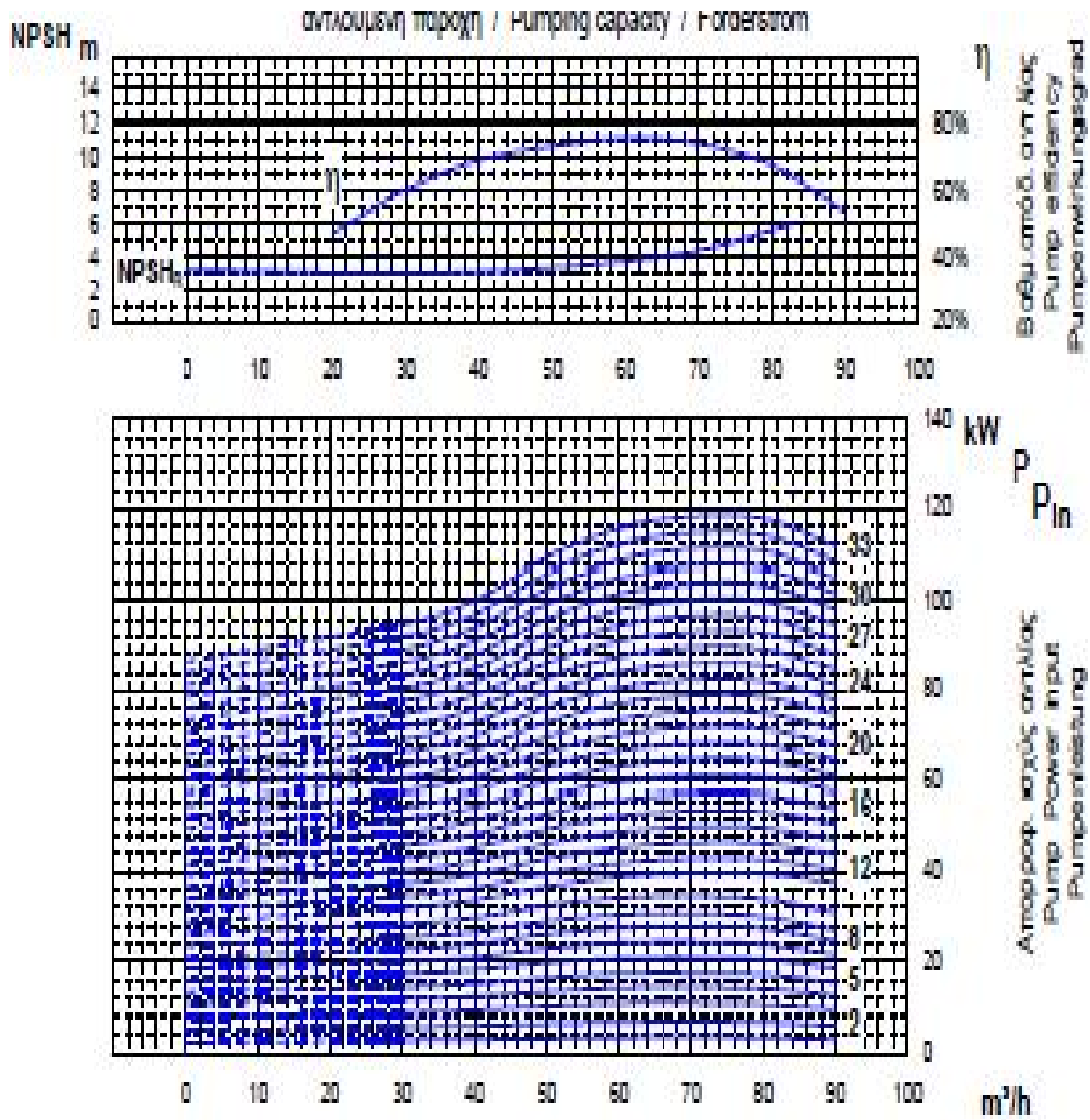
FLOWPAP

Ανοχή: σύμφωνα με ISO 9906 Annex A / Toleranz: nach ISO 9906 Annex A

2-pole 60 Hz



Q
m³/h



ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Curve	Αντλία + Κινητήρας Pump + Motor 2)	ονομαστ. στοιχεία Κινητήρα Motor rated data				max Ø mm	Μήκος / Length			Βάρος / Weight			τοποθέτηση Installation	Καλώδια κινητήρα Motor leads		Μανδύας φύξη/πίεσης cooling/pressure Shroud		
		P		I (400V)	Ø		a	b	c	unit	motor	pump		απευθείας direct	Y-Δ star-delta	D	L	
		kW	HP	A	mm		mm	mm	mm	kg	kg	kg				mm	mm	kg
1	PN81-1 + M6-200	7,5	10	17,2	144	188	879	594	285	64	42	22	h+v	1FL 4x2,5	2FL 3/4x2,5	1)	1)	1)
2	PN81-2 + M6-200	7,5	10	17,2	144	188	994	594	400	74	42	32	h+v	1FL 4x2,5	2FL 3/4x2,5	1)	1)	1)
3	PN81-3 + M6-270	11	15	24	144	188	1179	664	515	91	49	42	h+v	1FL 4x2,5	2FL 3/4x2,5	1)	1)	1)
4	PN81-4 + M6-340	15	20	32	144	188	1364	734	630	109	57	52	h+v	1FL 4x4	2FL 3/4x2,5	1)	1)	1)
5	PN81-5 + M6-400	18,5	25	39	144	188	1539	794	745	126	64	62	h+v	1FL 4x4	2FL 3/4x2,5	1)	1)	1)
6	PN81-6 + M6-460	22	30	46,5	144	188	1714	854	860	142	70	72	h+v	1FL 4x6	2FL 3/4x2,5	1)	1)	1)
7	PN81-7 + M6-530	26	35	54	144	190	1899	924	975	160	78	82	h+v	1FL 4x6	2FL 3/4x2,5	1)	1)	1)
8	PN81-8 + M6-600	30	40	62	144	190	2084	994	1090	178	86	92	h+v	1FL 4x10	2FL 3/4x4	1)	1)	1)
9	PN81-9 + M6-650	33	45	68	144	190	2249	1044	1205	194	92	102	h+v	1FL 4x10	2FL 3/4x4	1)	1)	1)
10	PN81-10 + M6-720	37	50	76	144	190	2434	1114	1320	211	99	112	h+v	1FL 4x10	2FL 3/4x4	1)	1)	1)
11	PN81-11 + M8-480	46	62	90	190	191	2650	1188	1462	276	154	122	h+v	1FL 4x16	2FL 3/4x6	1)	1)	1)
12	PN81-12 + M8-480	46	62	90	190	191	2765	1188	1577	286	154	132	h+v	1FL 4x16	2FL 3/4x6	1)	1)	1)
13	PN81-13 + M8-530	50	68	96	190	191	2930	1238	1692	306	164	142	h+v	1FL 4x16	2FL 3/4x6	1)	1)	1)
14	PN81-14 + M8-580	55	75	105	190	197	3095	1288	1807	327	175	152	h+v	4Rd 1x16P	2FL 3/4x10	1)	1)	1)
15	PN81-15 + M8-650	60	80	115	190	197	3280	1358	1922	352	190	162	h+v	4Rd 1x16P	2FL 3/4x10	1)	1)	1)
16	PN81-16 + M8-650	60	80	115	190	197	3395	1358	2037	362	190	172	h+v	4Rd 1x16P	2FL 3/4x10	1)	1)	1)
17	PN81-17 + M8-710	68	93	130	190	197	3570	1418	2152	384	202	182	h+v	4Rd 1x16P	2FL 3/4x10	1)	1)	1)
18	PN81-18 + M8-710	68	93	130	190	197	3685	1418	2267	394	202	192	h+v	4Rd 1x16P	2FL 3/4x10	1)	1)	1)
19	PN81-19 + M8-820	75	100	143	190	200	3910	1528	2382	427	225	202	v	4Rd 1x25P	2FL 3/4x16	1)	1)	1)

Από τον πίνακα, τις γραφικές παραστάσεις και τους υπολογισμούς καταλήγουμε από τον παραπάνω **πίνακα 4** στο Νο17

Αντλία : 50-60 m³/h με μέγιστο μανομετρικό ύψος τουλάχιστον 270 μέτρα

Και κινητήρα της αντλίας: KW = 68

$$H_p = 93$$

$$I = 130A \text{ (ονομαστικό)}$$

$$I = 122A \text{ (αυτά τα αμπέρ καταναλώνει ο κινητήρας κατά τη λειτουργία)}$$

$$U = 400Volt$$

$$\text{Αριθμός Πόλων} = 2 \text{ (ένα ζεύγος)}$$

$$Hz = 50$$

$$Rpm = 2900$$

$$n = 0.89$$

$$\cos\phi = 0.85$$

- Το άνοιγμα της γεώτρησης πρέπει να είναι τουλάχιστον 8 ίντσες σύμφωνα με τις προδιαγραφές της αντλίας. Διαφορετικά δεν χωράει το συγκρότημα αντλίας-κινητήρα που έχουμε επιλέξει με αποτέλεσμα να φρακάρει.
- Ο βαθμός απόδοσης και ο συντελεστής ισχύος της αντλίας ανάλογα με το κόστος και την ποιότητα διαφέρει από αντλία σε αντλία.

5.3 Τροφοδοσία εγκατάστασης και παροχή από το δίκτυο

Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούμε τον κινητήρα με τα εξής ονομαστικά χαρακτηριστικά

$P_{μηχ}=68KW$, $I_{ον}=130A$, $U=400V$, $\cos\phi=0.85$, $n=0.89$

ΑΡΑ η ηλεκτρική ισχύς θα είναι: $n=P_{μηχ}/P_{ηλ} \rightarrow P_{ηλ}=68000/0.89 \rightarrow$

$P_{ηλ} = 76,4KW$

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Τυποποιημένες τριφασικές παροχές ΔΕΗ.

Παροχή	Μέγιστη ισχύς παροχής	Γενικές ασφάλειες εγκατ/σης	Ισχύς εγκατ/σης	Διατομή γραμμής μετρητή πίνακα που προστατεύεται για:	
				βραχυκύκλωμα	υπερφόρτιση
No	kVA	A	kVA	mm ²	mm ²
1	16	25	16	6	6
2	25	25 35	16 25	6	6 10
3	35	50	35	6	16
4	55	63 80	45 55	10	25 25
5	85	100 125	65 85	25 ⁽²⁾	35 ⁽¹⁾ 50
6	135	160 200	105 135	35 ⁽²⁾	95 120
7	250	250 315 400	165 210 250	95 ⁽²⁾	185 240 2×150

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Επιλογή διατομής αγωγών και ασφάλειας από την επιτρεπόμενη ένταση αγωγού

Ονομαστική διατομή καλωδίων (mm ²)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση αγωγού / Ένταση ασφάλειας για την προστασία του αγωγού					
	ΟΜΑΔΑ I Ένας ή περισσότεροι αγωγοί στο ίδιο καλώδιο ή σωλήνα π.χ. H05V-U (NYA)		ΟΜΑΔΑ II Πολυπολικά, πεπλατυσμένα εύκαμπτα καλώδια		ΟΜΑΔΑ III Μονοπολικά καλώδια στον αέρα, με ελάχιστη απόσταση τη διάμετρο τους	
	Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού [A]	Ασφάλεια [A]	Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού [A]	Ασφάλεια [A]	Επιτρεπόμενη ένταση αγωγού [A]	Ασφάλεια [A]
0,75	-	-	13	-	16	-
1	12	-	16	15	20	20
1,5	16	10	20	20	25	26
2,5	21	16	27	25	34	36
4	27	20	36	35	45	50
6	35	25	47	50	57	60
10	48	35	65	60	78	90
16	65	63	87	80	104	100
25	88	80	115	100	137	125
35	110	100	143	125	168	160
50	140	125	178	160	210	200
70	175	160	220	225	260	260
95	210	200	265	260	310	300
120	250	300	310		365	
150			355		415	
185			405		475	
240			480		560	
300			555		645	
400			-		770	
500			-		880	

Επομένως από το δίκτυο η παροχή που θα πάρουμε σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα 5 θα είναι:

Παροχή Νο6 135KVA

- Μέγιστη ασφάλεια εσωτερικής εγκατάστασης: 200A
- Ασφάλεια μετρητή: 250A
- Καλώδιο Παροχής: 3x150AL+50CU
- Ελάχιστη Ισχύς Μ/Σ: 250KVA
- Ελάχιστη Διατομή Πίνακα-Μετρητή: 3x120+70+70

1. Επειδή δεν θα χρησιμοποιήσουμε ομαλό εκκινήτη κατά την εκκίνηση, πολλαπλασιάζουμε το ρεύμα I με το συντελεστή 1.25

$$I_{ολ} = 130 \times 1.25 = 162.5A$$

ΔΕΝ χρειάζεται να πάρουμε άλλες προσαυξήσεις (όπως πτώση τάσης) για τη διατομή του καλωδίου διότι ο μετρητής βρίσκεται σε αμελητέα απόσταση από τον πίνακα.

Από τον παραπάνω **πίνακα 6**, βρίσκουμε ότι η ελάχιστη διατομή του καλωδίου τροφοδοσίας (Από τις γενικές ασφάλειες έως τον γενικό ρελέ αστέρα-τρίγωνου λόγο ρεύματος) $D=70\text{mm}^2$ (\rightarrow με $I_0=175\text{A}$)

2. Υπολογισμός καλωδίου από τον πίνακα, μετά τους διακόπτες αστέρα και τριγώνου έως τον υποβρύχιο κινητήρα.

$$I_{Y-\Delta} = 130/\sqrt{3} = 75.05 * 1.25 = 93.82\text{A}$$

ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ 45°C ΑΠΟ **ΠΙΝΑΚΑ 7**

$$93.82 / 0.79 = 118.76\text{A}$$

ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗ ΛΟΓΟ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΣΕ ΣΩΛΗΝΑ (ΑΠΟ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΙΝΑΚΑ ΕΩΣ ΤΗΝ ΤΡΥΠΑ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ) ΑΠΟ **ΠΙΝΑΚΑ 8**

$$118.76 / 0.74 = 160.48\text{A}$$

Από τον **πίνακα 6** ομάδα 1, βρίσκουμε ότι η ελάχιστη διατομή του καλωδίου τροφοδοσίας (Από τον πίνακα έως τον υποβρύχιο κινητήρα)

$$D = 70\text{mm}^2 \quad (\rightarrow \text{ με } I_0 = 175\text{A}).$$

Επομένως θα χρησιμοποιηθούν δυο καλώδια (λόγο του αστέρα τρίγωνου).

Το ένα από αυτά θα είναι $3 \times 70 + \text{mm}^2$ NYΥ, ενώ το δεύτερο θα είναι $3 \times 70 + 35 \text{mm}^2$ NYΥ

- Το καλώδιο που θα χρησιμοποιήσουμε $3 \times 70 + 35 \text{mm}^2$ με βάση τα στοιχεία της cable ο τύπος καλωδίου είναι H07RN8-F.

Χρησιμοποιείται σε υγρούς ή βρεγμένους χώρους, βιομηχανίες, αγροτικά έργα, κινητές και σταθερές εγκαταστάσεις.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσα σε γλυκό νερό σε συνεχή λειτουργία μέχρι 45°C .

5.4 Υπολογισμός πτώσης τάσης

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την εκατοστιαία πτώση τάσης μεταξύ πίνακα και άκρα του κινητήρα η οποία δεν θα πρέπει ξεπερνάει το 4% :

$$R_{\text{καλωδίου}} = 0.321 \Omega/\text{km}$$

$$X_{\text{καλωδίου}} = 0.08 \Omega/\text{km}$$

$$\Delta V = R_{\text{καλωδίου}} \times L (I \times \cos\phi) + X_{\text{καλωδίου}} \times L (I \times \sin\phi)$$

$$\Delta V = (0.321 \times 0.145(130/\sqrt{3}) \times 0.85) + (0.08 \times 0.145(130/\sqrt{3}) \times 0.52)$$

$$\Delta V = 2.96 + 0.45$$

$$\Delta V_{\text{max}} = 3.41 \text{ V}$$

$$\Delta V_{\text{max}} = (3.41/230) \times 100\%$$

$$\Delta V = 1.48 \% < 4\%$$

ΑΡΑ δεκτή διατομή καλωδίου που υπολογίσαμε

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Elliniko_Protypa_ELOT_HD_384.pdf - Adobe Reader

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εγγραφο Εργαλεία Παράθυρο Βοήθεια

77 / 175 66,7% Εύρεση

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Δ1
 Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C
 Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στους Πίνακες 52-K1, και 52-K2

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,08	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

9:37 μμ
11/6/2013

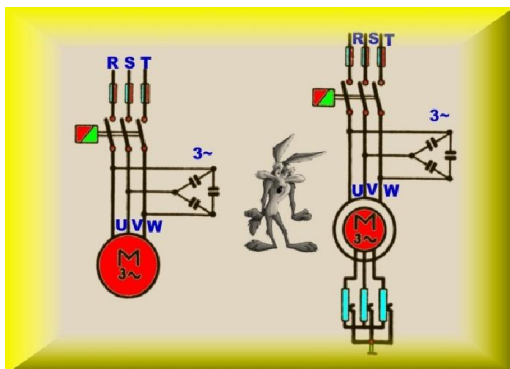
ΠΙΝΑΚΑΣ 8

Αριθμοί αλφάνων	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Συντελεστής	0,82	0,74	0,70	0,67	0,65	0,63	0,62	0,60	0,59	0,58

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΩΝ ΕΝΤΑΣΕΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ [A]													
2	4	6	10	16	20	25	32	35	40	50	63	80	100
125	160	200	224	250	315	355	400	500	630	800	1000		
1250	1600	2000	2500	3150	4000	6300	8000						

5.5 Αντιστάθμιση άεργου ισχύος



Η καταναλισκόμενη άεργος ισχύς είναι:



$$Q = \sqrt{3} * V_{\pi} * I_{\gamma\rho} * \sin\phi$$

$$Q = \sqrt{3} * 400 * 122 * \sin(\cos^{-1} 0.82)$$

$$\mathbf{Q = 48,37 KVar}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

Συστήματα διόρθωσης συντελεστή ισχύος EPCOS

PhaseCap - 3φασικοί πυκνωτές						
	Ισχύς kVA _r	Οφέλιμη ισχύς στα 400V kVA _r	Χωρητικότητα μF	Διαστάσεις Διάμετρος x Ύψος (mm x mm)	Αρ. παραγγελίας	Τιμή €
Ονομαστική τάση 400V						
	5	5	3 x 32	121 x 164	B25667-B5966-A375	106,20
	7,5	7,5	3 x 50	121 x 164	B25667-B3147-A375	112,70
	10	10	3 x 64	121 x 164	B25667-B4197-A375	120,40
	12,5	12,5	3 x 83	121 x 164	B25667-B3247-A375	125,00
	15	15	3 x 100	121 x 164	B25667-B3297-A375	144,80
	20	20	3 x 133	121 x 164	B25667-B3397-A375	190,30
	25	25	3 x 165	121 x 200	B25667-B3497-A375	195,20
	50	50	3 x 332	142 x 355	B25669-A3996-J375	381,20
Ονομαστική τάση 480V για δίκτυα με αυξημένες αρμονικές						
	6,3	4,4	3 x 32	121 x 164	B25667-B4866-A375	118,60
	8,3	5,8	3 x 50	121 x 164	B25667-B5127-A375	128,80
	10	6,9	3 x 64	121 x 164	B25667-B5147-A375	133,80
	12,5	8,7	3 x 83	121 x 164	B25667-B5177-A375	138,90
	15	10,4	3 x 100	121 x 164	B25667-B4207-A375	146,00
	16,7	11,6	3 x 133	121 x 200	B25667-B5237-A375	187,30
	20,8	14,4	3 x 165	121 x 200	B25667-B4277-A375	190,40
	25	17,4	3 x 332	142 x 200	B25667-B4347-A375	209,50
	30	20,8	3 x 338	142 x 200	B25667-B4417-A365	235,30

Σημείωση: Η χρήση των πυκνωτών 480V για δίκτυα με αυξημένες αρμονικές πρέπει να γίνεται εφόσον υπάρχει γνώση του ύψους των αρμονικών τάσης και εντάσης THD-V, THD-I. Τα μεγέθη αυτά πρέπει να μετρούνται με κατάλληλα όργανα. Η βέλτιστη λύση για τα φαινόμενα αρμονικών είναι η χρήση κατάλληλων setuned filter τα οποία πρέπει να επιλέγονται κατόπιν ειδικής μελέτης.

Η συστοιχία των πυκνωτών αντιστάθμισης που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι συνδεδεμένοι με συνδεσμολογία τριγώνου, ενώ η χωρητικότητα ενός από αυτούς θα είναι:

$$C_{\Delta} = Q_C / (3 * \omega * U_{\pi})$$

$$C_{\Delta} = (48,37 * 10^3) / (3 * 2\pi f * U_{\pi}^2)$$

$$C_{\Delta} = 321 \mu\text{F}$$

Στο εμπόριο υπάρχουν τυποποιημένες τιμές πυκνωτών ανάλογα με τα KVAR

επομένως θα επιλέξουμε τον αμέσως μικρότερο σε KVAR πυκνωτή.

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς και τον παραπάνω **πίνακα 10** θα επιλέξουμε τον αμέσως μικρότερης τυποποιημένης τιμής πυκνωτή. Δηλαδή 25KVAR τριφασικό πυκνωτή.



Για να χωρίσουμε τα φορτία (κινητήρα-3φ πυκνωτή) από τον κεντρικό πίνακα μπορούμε να τον τοποθετήσουμε σε ξεχωριστό πίνακα και να ενεργοποιείται με ρελέ πυκνωτών έτσι ώστε σε περίπτωση προβλήματος των πυκνωτών να μην τεθεί εκτός ολόκληρη η εγκατάσταση.

Για τη ζεύξη τριφασικών πυκνωτών (σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έως 60°C) χρειάζονται ειδικοί διακόπτες-ρελέ. Τα ρελέ πυκνωτών αποτελούν ειδική κατασκευή. Οι κύριες επαφές τους κλείνουν αφού πρώτα προφορτιστούν οι πυκνωτές από τις προπορευόμενες ανοικτές επαφές και τις αντιστάσεις. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται ανεπιθύμητες αντιδράσεις που παρενοχλούν τη λειτουργία του δικτύου και τις συγκολλήσεις των επαφών.



Μετά από μετρήσεις που έγιναν σε παρόμοιο αντλιοστάσιο με της μελέτης μας, με χρήση αντιστάθμιση πυκνωτών οι μεταβολές ήταν οι εξής:

Το ρεύμα που απορροφούσε το φορτίο πριν την αντιστάθμιση ήταν

$$I = 122 \text{ A ανά φάση}$$

Ενώ μετά την αντιστάθμιση η τιμή του ρεύματος που μετρήθηκε ήταν

$$I = 101 \text{ A ανά φάση}$$

Παράλληλα ο συντελεστής ισχύος πριν την αντιστάθμιση ήταν

$$\text{PF} = 0.82$$

Ενώ μετά την αντιστάθμιση η τιμή του μετατράπηκε σε

$$\text{PF} = 0.988$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Έλεγχος αντλιοστασίου

6.1 Σχέδιο ηλεκτρικού πίνακα

Για την εκκίνηση ενός αντλητικού συγκροτήματος χρησιμοποιούμε inverter εάν είναι απαραίτητη η ρύθμιση στροφών, ομαλό εκκινήτη ή τον πιο οικονομικό τρόπο εκκίνησης του αστέρα-τριγώνου.

- Επίσης για να μειώσουμε το κόστος εγκατάστασης EAN ο κινητήρας βρίσκεται αρκετά μακριά από τον πίνακα, μπορούμε να συνδέσουμε τον κινητήρα κατά τρίγωνο και χρησιμοποιήσουμε για την εκκίνηση έναν 3Φ Μ/Σ, έτσι ώστε τα τυλίγματα του κινητήρα να δέχονται 220V κατά τον χρόνο εκκίνησης (όπως ακριβώς και όταν συνδέουμε κατά αστέρα). Μετά το χρόνο εκκίνησης θα τίθεται εκτός ο Μ/Σ.

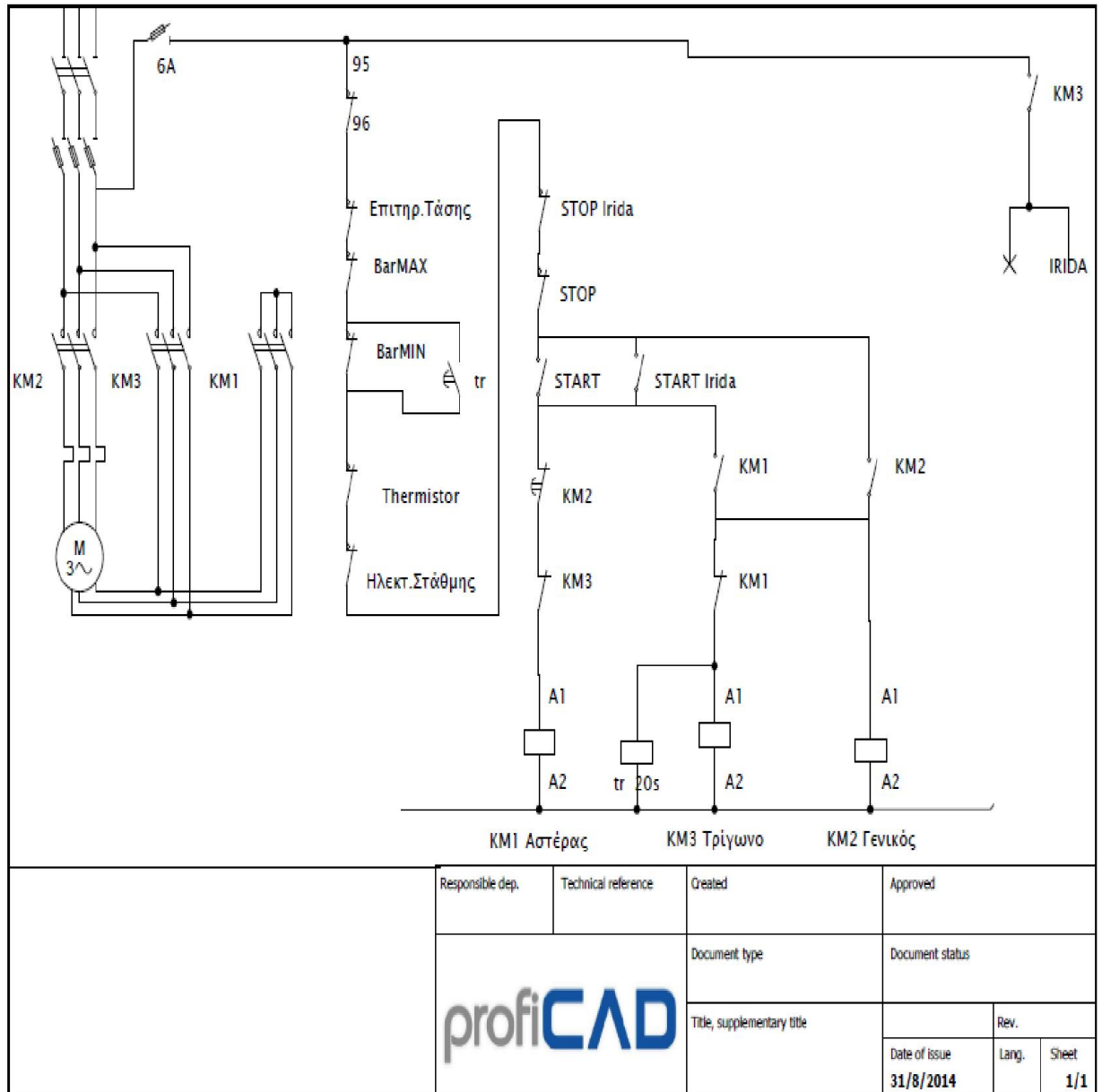
Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί **μόνο** αν το κόστος του δεύτερου καλωδίου που χρειάζεται (για την αλλαγή Υ-Δ) είναι μεγαλύτερο από το κόστος του 3Φ Μ/Σ εκκίνησης. Μια τέτοια εγκατάσταση βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.



Στην περίπτωσή μας επειδή το αναλυτικό συγκρότημα χρησιμοποιείται μόνο σε αγροτική χρήση, δεν είναι απαραίτητο να ρυθμίσουμε στροφές του κινητήρα.

Έτσι η εκκίνηση γίνεται με τον γνωστό τρόπο της αυτόματης αλλαγής της συνδεσμολογίας από αστέρα σε τρίγωνο.

Το ηλεκτρολογικό σχέδιο του πίνακα είναι το παρακάτω.



6.2 Υλικά πίνακα

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση είναι τα εξής:

- Κουτί πίνακα
- Γενικός διακόπτης



- Ασφαλειαποζεύκτης



- Διακόπτες Ρελέ



- Θερμικό προστασίας υπερφόρτισης



- Επιτηρητής διαδοχής και έλλειψης φάσεων



- Πιεσοστάτης υψηλής και χαμηλής πίεσης



- Χρονικό ρελέ για την αλλαγή από αστέρα σε τρίγωνο
- Και χρονικό ρελέ για τον πιεσοστάτη χαμηλής πίεσης κατά την εκκίνηση
- Αισθητήρας στάθμης
- Θερμίστορ κινητήρα pt100



- Δυο όργανα (controller) ψηφιακής ένδειξης για αισθητήρες θερμοκρασίας κινητήρα και βάθος νερού της γεώτρησης



- Όργανο επικοινωνίας απομακρυσμένου ελέγχου αντλιοστασίου gsm "irida"



Αφού τοποθετήσουμε την ηλεκτρονική συσκευή για να ελέγχουμε το αντλιοστάσιο εξ αποστάσεως είναι πολύ εύκολο να αντλούμε νερό χωρίς να βρισκόμαστε εκεί. Ακόμη μπορεί να μας ειδοποιεί για τυχόν διακοπή του αντλιοστασίου λόγο βλάβης ή λόγω διακοπής της ηλεκτροδότησης.

Αυτή η συσκευή είναι κατασκευασμένη για να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί ψηφιακές εντολές 0 και 1 με ένα μήνυμα ή μια κλήση από κινητό τηλέφωνο. Αρκεί να τοποθετήσουμε μια κάρτα sim εντός της συσκευής έτσι ώστε να μπορεί να επικοινωνεί με ένα κανονικό κινητό τηλέφωνο.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ:

- **4 ανεξάρτητες εξόδους** για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση συσκευών οι οποίες χρησιμοποιούνται ως ON-OFF με χρονοκαθυστέρηση ή όχι ακόμη και μεταβολή στην προηγούμενη κατάσταση χωρίς να μας ενδιαφέρει εάν είναι σε κατάσταση ON ή κατάσταση OFF.
- **4 ψηφιακές εισόδους** που επιτρέπουν τη σύνδεση συσκευών με εξόδους N.O – N.C ή σήματα που μπορεί να προέρχονται από το σύστημα.
- **4 αναλογικές εισόδους** για σύνδεση αισθητηρίων θερμοκρασίας, πίεσης κ.λ.π

Η ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των επιμέρους συνδεδεμένων συσκευών από το χρήστη με τηλεχειρισμό μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- **Με εντολές** μέσω **μηνυμάτων sms** που δέχεται από συγκεκριμένο αριθμό τηλεφώνου με χρήση κωδικού
- **Με αναπάντητες κλήσεις** προς την συσκευή επικοινωνίας (ίριδα)
- **Χρήση key-words**. Μπορούμε να στέλνουμε διαφορετικές λέξεις που είναι καταχωρημένες και να εκτελεί διαφορετικές εντολές που έχουμε ορίσει. Οι λέξεις κλειδιά δεν γίνονται δεκτές εάν δεν σταλεί και το password που έχουμε ορίσει.

Έχει 8 διαφορετικούς συνδυασμούς σημάτων alarm. Κάθε alarm μπορεί να στέλνει sms ή να πραγματοποιεί αναπάντητη κλήση ή και τα δύο.

Τάση τροφοδοσίας: 12 vdc

Κατανάλωση σε ηρεμία: 50mA

Κατανάλωση σε εκπομπή κλήσης: 500mA

Διαστάσεις: 100 x 120 x 22 mm

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- Βιβλίο → Πέτρος Ντοκόπουλος <<Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών>> ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ
- Βιβλίο → Μιλτιάδη Κάπου <<ΑΝΤΛΙΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗ ΑΡΔΕΥΣΗ>>
- Πτυχιακή εργασία <<Μελέτη αντλητικού συγκροτήματος>> του Ρανούτσου Σταύρου
- Σημειώσεις Νικόλαου Σχοινά από το μάθημα <<Εγκαταστάσεις Ισχύος>>
- Σημειώσεις Νικόλαου Σχοινά από το μάθημα <<Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας>>
- Σημειώσεις Γεράσιμου Κονταρίνη <<Ηλεκτροτεχνικές Εφαρμογές>>
- Πρότυπο ΕΛΟΤ 384
- Buildnet.gr ΗΛΕΚΤΡΟ-ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ (Επιλογή Αντλιών)
- PAPANTONATOS.gr (Pump Service & Engineering)
- ControlTech.gr (Συστήματα Αυτοματισμού)
- Εγχειρίδιο χρήσης 'irida' gsm