

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



## ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΦΥΤΕΥΣΕΙΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΓΑΛΙΑΤΣΑΤΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (Α.Μ. 5415)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΣΚΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2020

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στη μελέτη και τον σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου συστήματος άρδευσης.

Όταν το νερό βρίσκεται ήδη μέσα στον χώρο που θέλουμε να αρδεύσουμε, δεν υπάρχει σοβαρό πρόβλημα μεταφοράς. Υπάρχει μόνο πρόβλημα άντλησης, τοπικής μεταφοράς και άρδευσης. Όταν όμως το νερό βρίσκεται σε απόσταση από την αρδευόμενη έκταση, τότε δημιουργείται και το πρόβλημα της μεταφοράς και ζητείται η μέθοδος μεταφοράς με το μικρότερο δυνατό κόστος και τις μικρότερες απώλειες νερού.

Στην αρχή περιγράφουμε όλο τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που θα χρησιμοποιήσουμε καθώς και βασικές έννοιες όπου θα μας απασχολήσουν κατά την εκπόνηση της μελέτης.

Έπειτα την παραθέτουμε ολοκληρωμένη με σχέδια και υπολογισμούς.

Τέλος αναφέρουμε τις εργασίες συντήρησης που θα πρέπει να γίνονται για τη σωστή λειτουργία του.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ευγένιο Σκούρα αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., τον κ. Ελευθέριο Ζαμπέτα προϊστάμενο μου και προϊστάμενο του τμήματος Η&Η/Μ Αττικών Διαδρομών Α.Ε. και τον κ. Σωτήριο Κατσαρό προϊστάμενο Κ/Ξ συντήρησης έργου Αττικής Οδού Α.Ε.

Χρήστος Γαλιατσάτος

Δεκέμβριος 2020

**Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή:** Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής

.....

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με την παρούσα πτυχιακή θα αναλύσουμε την μελέτη, την κατασκευή και την συντήρηση ενός ολοκληρωμένου αντλιοστασίου άρδευσης σε αυτοκινητόδρομο.

Μαζί με την πυρόσβεση, η άρδευση αποτελεί βασικό υδραυλικό έργο στη κατασκευή ενός αυτοκινητόδρομου. Πολλές φορές η πυρόσβεση και η άρδευση αποτελούνται από το ίδιο υδραυλικό έργο. Εμείς στη μελέτη μας θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με την άρδευση.

Οι φυτεύσεις στο σύνολο του αυτοκινητοδρόμου πέρα από το ότι αναβαθμίζουν αισθητικά το έργο, συμβάλουν και στον περιορισμό των επιπτώσεων του περιβάλλοντος όπου το έργο λαμβάνει χώρα.

Σκοπός μας είναι να περιγραφεί πλήρως ο σχεδιασμός, έλεγχος και η εποπτεία ενός δικτύου άρδευσης των φυτεύσεων στο σύνολο του οδικού τμήματος, ικανού να εξασφαλίσει στα φυτά το αναγκαίο νερό και κατά την κρίσιμη θερμή και ξηρά περίοδο ώστε τα φυτά να διατηρούνται θαλερά.

Να σημειώσουμε πως αστοχία στη διαδικασία της άρδευσης θα επιφέρει δαπάνες αποκατάστασης πρασίνου, αντιλαμβανόμενοι τη βαρύτητα του έργου αυτού.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναλυθεί επιγραμματικά όλος ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός που θα απαρτίσει το έργο μας, καθώς και βασικές έννοιες που πρέπει να αναφερθούν διότι θα μας απασχολήσουν στη σύνταξη της μελέτης αυτής.

Στη αρχή της κυρίως μελέτης θα λάβουμε υπ όψιν μας ορισμένες παραδοχές απαραίτητες για την συγγραφή της.

Έπειτα θα δώσουμε σχέδια, υπολογισμούς και αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη συστήματος, με το σενάριο της λειτουργίας του. Θα αναλύσουμε πλήρως τις λειτουργίες και δυνατότητες του.

Τέλος περιγράφεται το πλάνο εργασιών τακτικής συντήρησης αυτού.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

Περίληψη

## 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή - Σύντομη Ιστορική Αναδρομή.....	5
1.2 Επίλογος.....	7

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

2.1 Γεώτρηση.....	8
2.2 Δεξαμενή αποθήκευσης νερού.....	12
2.3 Αντλίες.....	13
2.4 Σωληνώσεις.....	16
2.5 Σύστημα βιομηχανικού αυτόματου ελέγχου και τηλεμετρίας(SCADA).....	18
2.6 Ηλεκτροβάνες.....	20
2.7 Μειωτές πίεσης.....	23
2.8 Μανόμετρα.....	24
2.9 Φίλτρα.....	24
2.10 Λιπαντήρας (Εγχυτής Υδρολίπανσης).....	28
2.11 Ανεπίστροφη βαλβίδα.....	29
2.12 Διακόπτης ροής.....	30
2.13 Δοχείο διαστολών – Υδραυλικό πλήγμα.....	31
2.14 Πιεζοστάτες.....	32

## 3. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

3.1 Εισαγωγή.....	34
3.2 Παραδοχές.....	35
3.3 Η μελέτη εξωτερικού υδραγωγείου που περιλαμβάνει την κατασκευή αντλιοστασίου.....	37
3.3.1 Φρεάτιο Γεώτρησης .....	37
3.3.2 Υπολογισμός δεξαμενών - Διάταξη .....	40
3.3.3 Διάταξη αντλιών.....	42
3.3.4 Ο κεντρικός αγωγός άρδευσης κατά μήκος του δρόμου.....	46
3.3.5 Τα φρεάτια ελέγχου άρδευσης.....	47
3.3.6 Υπολογισμός συνολικού κόστους υλικών.....	49
3.4 Οι υπολογισμοί της μελέτης αναλυτικά - Διαστασιολόγηση δικτύου.....	50
3.4.1 Γεώτρηση.....	51
3.4.2 Αντλίες – Αγωγός – ΦΕΑ .....	53
3.4.3 Χαρακτηριστικά και πλάνο λειτουργίας.....	57
3.5 Παρατηρήσεις.....	58
3.6 Πλάνο συντήρησης.....	58
3.7 Συμπεράσματα.....	59

# 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΕΙΨΥΔΡΙΑΣ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα παραθέσουμε μια ιστορική αναδρομή με τα υδραγωγεία της Αθήνας και τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν με τα χρόνια, με σκοπό την κατανόηση της σοβαρότητας και της δυσκολίας υλοποίησης αυτών των έργων αυτών από τα αρχαία έως τα σύγχρονα χρόνια.

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΥΝΤΟΜΗ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η Αθήνα αντιμετώπιζε έντονα προβλήματα λειψυδρίας από την αρχαιότητα. Τα επιφανειακά νερά ήταν πάντα λιγοστά και η υδροδότηση της πόλης γινόταν συνήθως από πηγές και πηγάδια. Παράλληλα, υπήρχαν πολλές κρήνες διάσπαρτες μέσα στην πόλη, όπως και πλήθος δεξαμενών, στις οποίες συγκεντρωνόταν βρόχινο νερό.

Από τα γνωστότερα αρχαία υδραγωγεία ήταν το Πεισιστράτειο, που κατασκευάστηκε από τον τύραννο Πεισίστρατο το 530 π.Χ. και αντλούσε νερό από τις πηγές του Υμηττού. Όμως, το σημαντικότερο έργο για την υδροδότηση της Αθήνας ήταν το Αδριάνειο Υδραγωγείο που κατασκευάστηκε από το 134 μ.Χ. έως και το 140 μ.Χ. από τον Ρωμαίο Αυτοκράτορα Αδριανό. Το Αδριάνειο Υδραγωγείο ξεκινούσε από τους πρόποδες της Πάρνηθας και κατέληγε στο Λυκαβηττό, όπου και κατασκευάστηκε η Αδριάνειος Δεξαμενή.

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο και η Δεξαμενή λειτούργησαν, υδροδοτώντας την περιοχή της Αθήνας μέχρι την εποχή της Τουρκοκρατίας. Τότε πια το Υδραγωγείο εγκαταλείφθηκε, με αποτέλεσμα να πέσουν τα σαθρά τοιχώματά του. Υπ' αυτές τις συνθήκες, οι Αθηναίοι κατά την περίοδο της Τουρκοκρατίας στράφηκαν στην κατασκευή πηγαδιών στα σπίτια τους.

Κατά τη διάρκεια του εθνικοαπελευθερωτικού αγώνα σημειώθηκαν πολλές καταστροφές στην υδροδοτική υποδομή της πόλης. Συνεπώς, μετά την απελευθέρωση, το υδροδοτικό πρόβλημα της Αθήνας ήταν οξύτατο. Με πρωτοβουλία της εκάστοτε δημοτικής αρχής έγιναν σημαντικά έργα, όπως επισκευές και καθαρισμοί του Αδριάνειου Υδραγωγείου, το οποίο ανακαλύφθηκε τη δεκαετία του 1840, όπου και ξεκίνησαν οι εργασίες για την επισκευή του. Το 1870 ανακαλύφθηκε η Αδριάνειος Δεξαμενή, η οποία ανακατασκευάστηκε και λειτούργησε μέχρι το 1940.

Σημαντική ήταν και η κατασκευή άλλων μικρών υδραγωγείων, χωρίς ωστόσο τα έργα αυτά να έχουν κάποιο ουσιαστικό αποτέλεσμα στην αντιμετώπιση της λειψυδρίας. Εντελώς ανεπαρκείς ήταν και οι 55 περίπου δημοτικές βρύσες που υπήρχαν στην Αθήνα, οι οποίες συνεισέφεραν ελάχιστα, έως και καθόλου, στις καθημερινές ανάγκες της κατανάλωσης

νερού. Για αυτό έκαναν χρυσές δουλειές οι νερουλάδες που μετέφεραν και πουλούσαν νερό στην Αθήνα από τις πηγές γειτονικών χωριών, όπως της Κηφισιάς και του Αμαρουσίου.

Τη δεκαετία του 1870 επί κυβέρνησης Χαρίλαου Τρικούπη, καθώς και το 1899 επί κυβέρνησης Γεώργιου Θεοτόκη, το θέμα της υδροδότησης της Πρωτεύουσας του ελληνικού κράτους, αποτέλεσε μείζον ζήτημα, αλλά λόγω των πολιτικών και οικονομικών συγκυριών καμία από τις δύο κυβερνήσεις δεν κατάφερε να προχωρήσει προς την ολοκλήρωση κάποιου έργου. Το 1911, επί κυβέρνησης Ελευθέριου Βενιζέλου, το ζήτημα του υδροδοτικού προβλήματος της Αθήνας, επανήλθε δυναμικά στο προσκήνιο. Με το ξέσπασμα όμως του Ά Παγκοσμίου Πολέμου, το έργο ακυρώνεται ξανά.

Με το τέλος του Ά Παγκοσμίου Πολέμου και τη λήξη του Εθνικού Διχασμού, η υδροδότηση της Αθήνας αποτελούσε επιτακτική ανάγκη. Μετά τη μικρασιατική καταστροφή και την αύξηση του πληθυσμού της Αθήνας, δημιουργήθηκαν νέες ανάγκες. Η λύση έρχεται στις 23 Δεκεμβρίου 1924, με την υπογραφή της Σύμβασης μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου, της Αμερικανικής Εταιρείας ULEN και της Τράπεζας Αθηνών, όπου και ξεκινά περί το 1925 η κατασκευή των πρώτων σύγχρονων έργων ύδρευσης στην περιοχή της Πρωτεύουσας. Σύμφωνα με τη σύμβαση η ULEN αναλάμβανε την κατασκευή, τη συντήρηση και εκμετάλλευση των έργων ύδρευσης Αθηνών, Πειραιώς και Περιχώρων. Για την εκμετάλλευση των έργων ιδρύθηκε η Ανώνυμος Εταιρεία των Υδάτων των Πόλεων Αθηνών- Πειραιώς και Περιχώρων (ΑΕΕΥ).

Το πρώτο μεγάλο έργο ήταν η κατασκευή του Φράγματος του Μαραθώνα (1926 – 1929). Το Φράγμα είναι επενδυμένο με πεντελικό μάρμαρο, ιδιαιτερότητα που το καθιστά μοναδικό σε παγκόσμιο επίπεδο!

Έχει ύψος 54 μέτρα, μήκος 285 μέτρα. Εσωτερικά αποτελείται από σκυρόδεμα, το οποίο είναι φτιαγμένο με θραυσμένο μάρμαρο, τσιμέντο και ηφαιστειακή τέφρα. Η κατασκευή του Φράγματος δημιούργησε την τεχνητή Λίμνη του Μαραθώνα, στο σημείο της συμβολής των χειμάρρων Χαράδρου και Βαρνάβα, χωρητικότητας 44.000.000 κ.μ. νερού.

Για τη μεταφορά του νερού από τη Λίμνη του Μαραθώνα προς στην Αθήνα, κατασκευάστηκε η Σήραγγα Μπογιατιίου, μήκους 13,4 χλμ. Η Σήραγγα Μπογιατιίου μετέφερε ακατέργαστο νερό μέσω σωληνωτού αγωγού, στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού, στο Γαλάτσι και από εκεί διοχετευόταν μέσω του νέου δικτύου.

Τον Ιούνιο του 1931 πραγματοποιήθηκαν τα εγκαίνια του νέου συστήματος ύδρευσης.

Το 1956 λόγω της συνεχιζόμενης αύξησης του πληθυσμού της Αθήνας χρησιμοποιήθηκαν τα νερά της φυσικής λίμνης Υλίκης, στη Βοιωτία. Η Υλίκη έχει την ιδιαιτερότητα να βρίσκεται σε περιοχή χαμηλού υψομέτρου. Έτσι, για να γίνει εφικτή η άντληση του νερού, λειτουργούν πλωτά και χερσαία αντλιοστάσια. Το κεντρικό αντλιοστάσιο της Υλίκης είναι σήμερα το μεγαλύτερο στην Ευρώπη. Μείζονος σημασίας για την υδροδότηση της Αθήνας είναι το τεχνικό έργο που έγινε στον ποταμό Μόρνο το 1981. Το φράγμα που βρίσκεται επί του ποταμού Μόρνου, είναι το ψηλότερο χωμάτινο φράγμα της Ευρώπης, ύψους 126 μέτρων. Το νερό φτάνει στην Αθήνα διαμέσου του υδραγωγείου του Μόρνου, του δεύτερου μεγαλύτερου υδραγωγείου στην Ευρώπη.

Ένα άλλο μεγάλο έργο που ενισχύει την υδροδότηση της Αθήνας είναι η εκτροπή του ποταμού Ευήνου προς τον ταμιευτήρα του Μόρνου με την κατασκευή φράγματος και σήραγγας, έργο που ολοκληρώθηκε το 2001. Η ενωτική σήραγγα προσαγωγής που μεταφέρει τα νερά του Ευήνου στον ταμιευτήρα του Μόρνου, μήκους 29,4 χλμ., ολοκληρώθηκε σε διάστημα λιγότερο των δύο ετών, γεγονός που αποτελεί παγκόσμιο επίτευγμα για την ολοκλήρωση σήραγγας μεγάλου μήκους.

Για τη μεταφορά του ακατέργαστου νερού από τους ταμιευτήρες στην Αττική κατασκευάστηκαν δύο μεγάλα υδραγωγεία, του Μόρνου και της Υλίκης, καθώς και ενωτικά υδραγωγεία, μέσω των οποίων επικοινωνούν μεταξύ τους τα δύο κύρια υδραγωγεία. Μέσω των υδραγωγείων του Μόρνου και της Υλίκης το ακατέργαστο νερό μεταφέρεται στις τέσσερις Μονάδες Επεξεργασίας Νερού (ΜΕΝ) του Γαλασίου, του Πολυδενδρίου, των Αχαρνών και του Ασπροπύργου

## 1.2 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Με αφορμή την ιστορική αυτή αναδρομή στην υδροδότηση της Αθήνας, καταλήγουμε πως η συλλογή και διανομή του νερού με τη μορφή που το γνωρίζουμε σήμερα χρειάστηκε αρκετές μελέτες και κατασκευές μεγάλων έργων για την επίτευξη αυτού. Έτσι αντιλαμβανόμαστε πόσο πολύτιμο και απαραίτητα ήταν αυτά τα έργα για να φθάσουμε στο σήμερα, όπου το νερό φθάνει έτοιμο και φιλτραρισμένο στη βρύση μας βασικά για οικιακή χρήση κυρίως.

Τέλος να αναφερθούμε ότι το νερό πέρα από την οικιακή χρήση που κυρίως το χρησιμοποιούμε, είναι απαραίτητο και για άρδευση, πυρόσβεση και επαγγελματικές εφαρμογές (εργοστάσια, καταστήματα εστίασης κλπ.)

Έτσι το νερό συμπεριλαμβάνεται στα αγαθά πρώτης ανάγκης όπου όλοι θα πρέπει να έχουν πρόσβαση σε αυτό.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

### 2.1 ΓΕΩΤΡΗΣΗ

Γεώτρηση είναι η μέθοδος διατρήσεως του εδάφους, σε σημαντικό βάθος με τη διάνοιξη οπών κατάλληλης διαμέτρου για την έρευνα και την αξιοποίηση των πόρων του υπεδάφους. Υπάρχουν διάφορα είδη γεωτρήσεων. Εμείς θα ασχοληθούμε με υδρογεώτρηση όπου σκοπός της είναι η άντληση νερού. Έτσι πραγματοποιούμε οπή στο έδαφος έως ότου βρούμε υδροφόρο στρώμα ικανό για άντληση.

Απαραίτητο στάδιο στη γεώτρηση μας είναι η ανάλυση του νερού και του εδάφους.

Υπάρχουν επιστημονικές διαδικασίες έρευνας όπου ο ενδιαφερόμενος μπορεί να οδηγηθεί αποτελεσματικά στο υδροφόρο στρώμα και έτσι ώστε να αποφύγει μια άσκοπη δαπανηρή γεώτρηση.

Ο ελληνικός χώρος καλύπτεται στη μεγαλύτερη 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 τη πείρα του γεωλόγου, μπορούμε να οδηγηθούμε αποτελεσματικότερα στη ορθή κατεύθυνση για μια σωστή γεώτρηση.

Τα αποτελέσματα αυτών των διαδικασιών καθώς και η τυπική δομή μιας γεώτρησης παρατίθεται στις εικόνες παρακάτω (1,2,3). Στην εικόνα 1 παρατίθεται σχέδιο με την καμπύλη την υδροστατικής στάθμης και το πώς αυτή επηρεάζεται κατά την άντληση. Στην εικόνα 2 περιγράφεται η ηλεκτρολογική δομή της. Τέλος, στην εικόνα 3 βλέπουμε τη δομή μιας τυπικής γεώτρησης.

Για την κατασκευή των γεωτρήσεων χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση κατάλληλα γεωτρήματα. Τα γεωτρήματα διακρίνονται σε κρουστικά και περιστροφικά. Σε ευρύτερη κλίμακα χρησιμοποιούνται περιστροφικά γεωτρήματα διότι είναι ταχύτερα στη διάτρηση, κατά κύριο λόγο στα γαιώδη και προσχλωσιγενή εδάφη και μπορούν να ανοίγουν απ ευθείας γεωτρήσεις μεγάλων διαμέτρων.



Το βάθος της γεώτρησης πρέπει να καθορίζεται από τον σχετικό γεωλόγο που συνέταξε τη σχετική μελέτη. Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης, επιβάλλεται η επίβλεψη από έμπειρο γεωλόγο, ο οποίος θα ελέγχει τα πετρώματα και θα καθορίζει υπεύθυνα τον τερματισμό της, αφού η αλόγιστη αύξηση του βάθους μόνο άσκοπες δαπάνες μπορεί να επιφέρει.

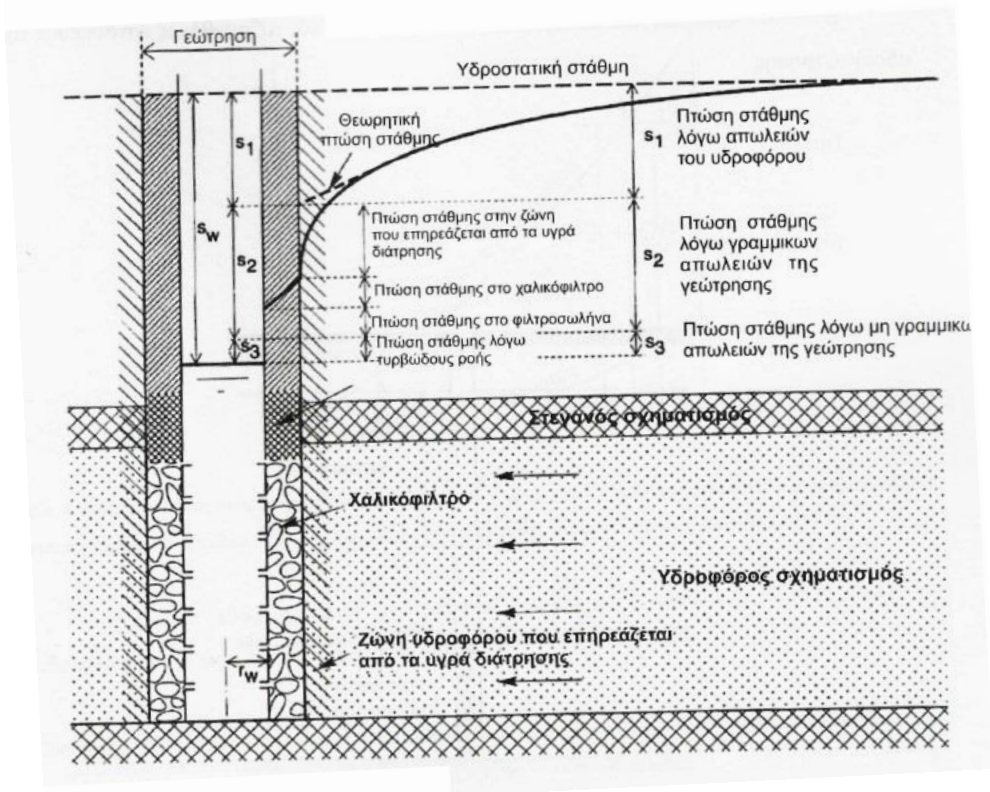
Μετά τη διάνοιξη της οπής και τον πρώτο καθορισμό μιας γεώτρησης, αφού κριθεί επαρκής η ποσότητα του νερού και ικανοποιητική η ποιότητα του, ακολουθεί η σωλήνωση της.

Η διάμετρος των σωλήνων που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται από τη διάμετρο της οπής και το σκοπό της γεώτρησης. Για την σωλήνωση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες ή πλαστικούς ειδικούς για γεωτρήσεις. Οι σωλήνες των γεωτρήσεων άσχετα από το υλικό τους πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους με σπειρώματα κατά τρόπο που να αποκλείεται η αποσύνδεση τους μέσα στο έδαφος.

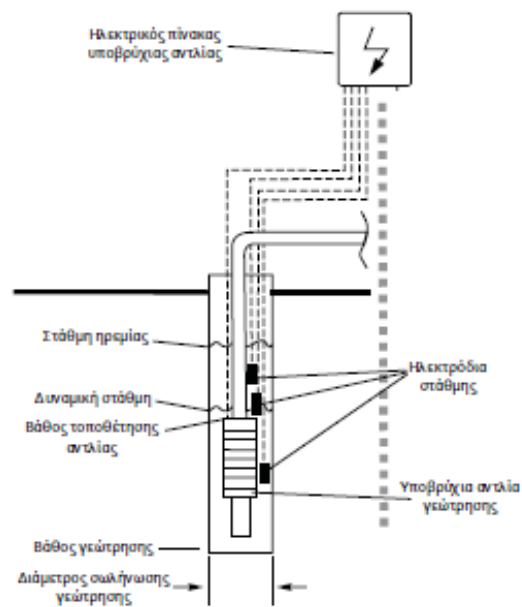
Βασικό στοιχείο στη συστοιχία της γεώτρησης αποτελεί το φίλτρο. Αυτό θα πρέπει να είναι ικανό να επιτρέπει την είσοδο στη σωλήνωση όλου του νερού που προέρχεται από το υδροφόρο στρώμα χωρίς καμία αντίσταση. Τα φίλτρα είναι διάτρητα τεμάχια από σωλήνα της ίδιας διαμέτρου με εκείνη της σωλήνωσης. Οι οπές του φίλτρου θα πρέπει να είναι ανάλογες με τη περιεκτικότητα του εδάφους σε άμμο.

Όταν αντλούμε νερό από τη γεώτρηση, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για τη 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.

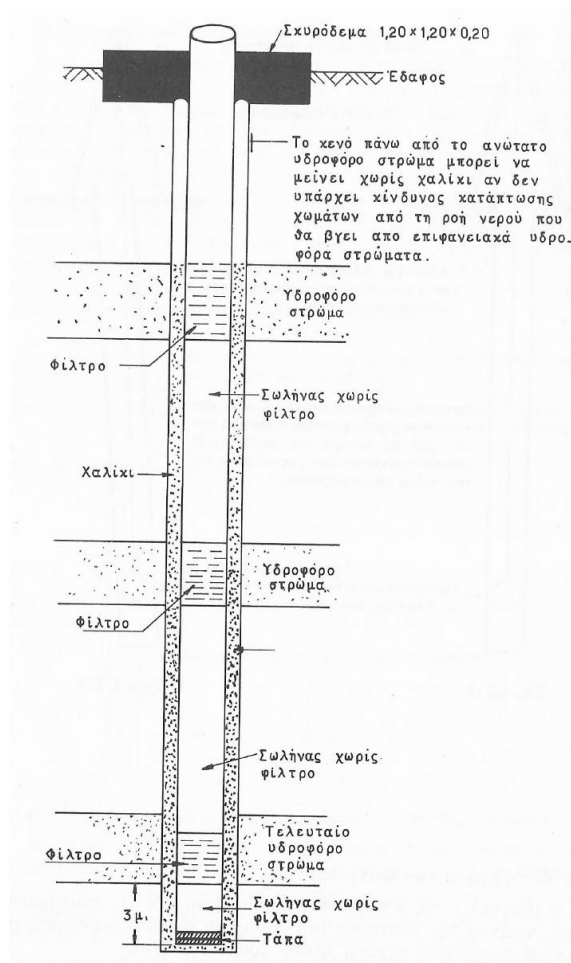
Τέλος για την άντληση του νερού χρησιμοποιούμε υποβρύχια αντλία.



**Εικόνα 1:** Γραφική αναπαράσταση των γραμμικών και μη απωλειών φορτίου μέσα και γύρω από μια υδρογεώτρηση



**Εικόνα 2:** Τυπικό σχέδιο γεώτρησης



**Εικόνα 3:** Τυπικό σχέδιο γεώτρησης

Τα χαρακτηριστικά της αντλίας για την επιλογή της εξαρτάται από τις προδιαγραφές που θέλουμε να ικανοποιήσουμε. Πιο συγκεκριμένα:

- Μέγιστο μανομετρικό ύψος
- Διάμετρο αντλίας
- Διάμετρο στομίου
- Μέγιστη παροχή νερού
- Μέγιστη περιεκτικότητα άμμου
- Μέγιστη βύθιση αντλίας
- Μέγιστη θερμοκρασία νερού

## 2.2 ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Υπάρχουν διάφορα είδη δεξαμενών:

- Καυσίμων (πετρέλαιο, υγραέριο κλπ.)
- Ανοιχτού ή κλειστού τύπου
- Σχηματικά διάφορες (Τετράγωνες, κυλινδρικές κλπ.), (εικόνα 4)
- Ογκομετρικά διάφορες
- Υλικό κατασκευής (εικόνες 4,5)

Έτσι για να επιλέξουμε την κατάλληλη δεξαμενή ορίζουμε κάποιες παραμέτρους που θα πρέπει να ικανοποιούνται:

- Το είδος του ρευστού (νερό, πετρέλαιο κλπ)
- Τον όγκο που θέλουμε να αποθηκεύσουμε
- Τον χώρο που θα την τοποθετήσουμε (εξωτερικά, εσωτερικά)



**Εικόνα 4:** Πλαστική δεξαμενή στενού τύπου



**Εικόνα 5:** Ανοξειδωτη Δεξαμενή

## 2.3 ΑΝΤΛΙΕΣ

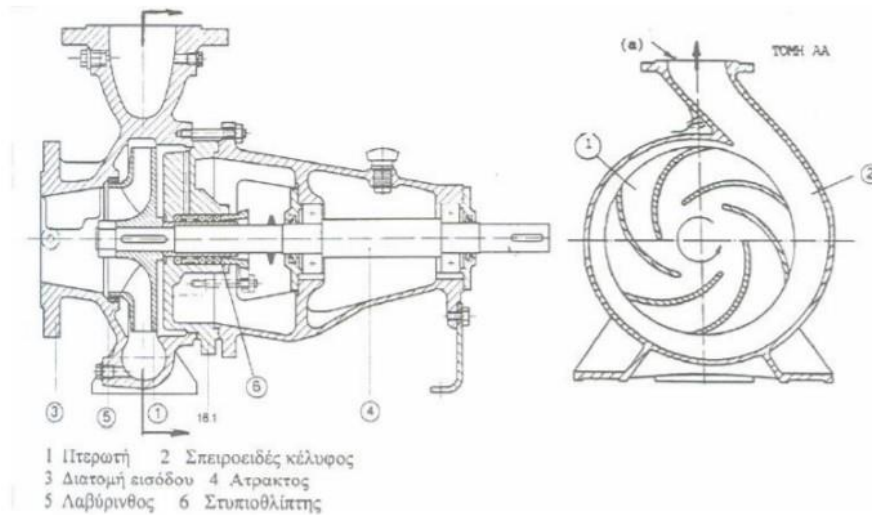
Αντλία είναι ένα μηχάνημα που χρησιμοποιείται για τη μετακίνηση υγρών και αερίων. Συνήθως αυτό επιτυγχάνεται μέσω μηχανικής δράσης.

Υπάρχουν πολλών ειδών κατηγορίες που μπορούμε να χωρίσουμε τις αντλίες. Η ποικιλία των μορφών οφείλεται στις διαφορετικές ανάγκες που καλείται να καλύψει κάθε φορά. Έτσι η κατάταξη μπορεί να γίνει με βάση την αρχή λειτουργίας τους, τη μορφή τους, τον αριθμό των βαθμίδων τους, τη δυνατότητα αυτόματης αναρρόφησης, τον τρόπο εγκατάστασης τους, τον τρόπο κίνησης τους και τέλος το είδος του αντλούμενου υγρού. Έτσι με αυτόν τον τρόπο χαρακτηρίζεται μια αντλία όλο και με περισσότερη λεπτομέρεια: π.χ. Αντλία φυγόκεντρη, υποβρύχια, μονής εισόδου, πολυβάθμια, αυτόματης εισόδου, ηλεκτροκίνητη για ακάθαρτο νερό (εικόνα 9).

Για την επιλογή της αντλίας λαμβάνουμε υπ όψιν μας κάποια στοιχεία. Αναφέρω επιγραμματικά τα κυριότερα:

- Το βάθος της άντλησης
- Το ολικό μανομετρικό ύψος
- Την απαιτούμενη παροχή ανά ώρα
- Την καθαρότητα του αντλούμενου υγρού
- Την απαίτηση μας για αυτόματη λειτουργία
- Τη θερμοκρασίας του υγρού
- Τη ρευστότητα του υγρού
- Τη διαβρωτικότητα του
- Τις ασκούμενες πιέσεις
- Τις διάφορες ειδικές συνθήκες

Συνήθης τύπος αντλίας είναι η φυγόκεντρη. Είναι απλή σχετικά φθηνή και η πιο διαδεδομένη. Η δομή μιας τέτοιας αντλίας περιγράφεται παρακάτω στο μηχανολογικό σχέδιο (εικόνα 6).

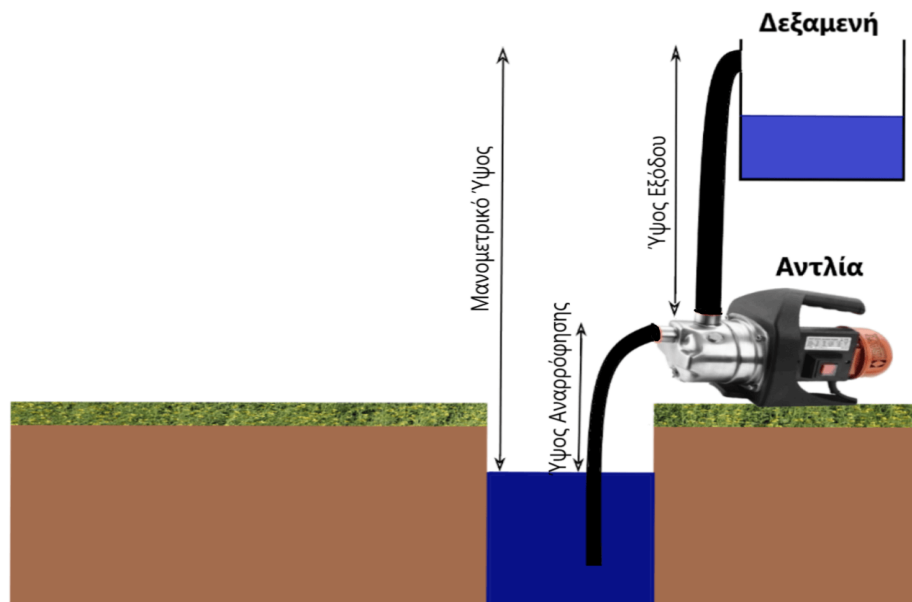


**Εικόνα 6:** Μηχανολογικό σχέδιο φυγόκεντρης αντλίας

Εμείς θα χωρίσουμε τις φυγόκεντρες αντλίες σε δυο ακόμα υποκατηγορίες σύμφωνα με το που τοποθετούνται αυτές όπως περιγράφετε παρακάτω:

*Αντλίες επιφάνειας:*

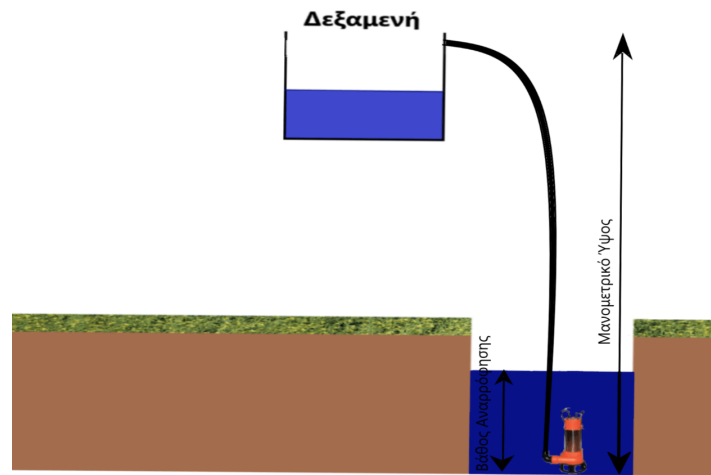
Σε αυτή τη κατηγορία μόνο ο σωλήνας αναρρόφησης μπαίνει μέσα στο υγρό και το κυρίως σώμα της αντλίας μένει εκτός (εικόνα 7)



**Εικόνα 7:** Σχέδιο αντλίας επιφάνειας

### Υποβρύχιες αντλίες:

Σε αυτή τη κατηγορία αντλιών το κυρίως σώμα της είναι βυθισμένο μέσα στο υγρό (εικόνα 8).



**Εικόνα 8:** Σχέδιο υποβρύχιας αντλίας

Τέλος θα επιλέξουμε να χαρακτηρίσουμε την αντλία μας με ακόμα δυο υποκατηγορίες αυτών που είναι οι μονοβάθμιες και οι πολυβάθμιες.

Αν τοποθετήσουμε δύο όμοιες κοινές φυγόκεντρες αντλίες σε σειρά κατά τρόπο που η μια να τροφοδοτεί την άλλη και να λειτουργούν μαζί, τότε αυξάνεται το ολικό μανομετρικό ύψος της άντλησης σχεδόν στο διπλάσιο του μανομετρικού ύψους της ενός. Στη πράξη, κατασκευάζουμε μία αντλία πάνω σε έναν άξονα με περισσότερες της μια φτερωτές και αυτή την αντλία την ονομάζουμε πολυβάθμια. Όλες οι φτερωτές της αντλίας είναι όμοιες. Με τη χρήση πολυβάθμιων αντλιών μπορούμε να εξασφαλίσουμε την αναρρόφηση του υγρού σε μεγάλα μανομετρικά ύψη. Γενικά οι πολυβάθμιες αντλίες παρουσιάζουν μέσο βαθμό απόδοσης 60-65%.



**Εικόνα 9:** Φυγόκεντρη, υποβρύχια, πολυβάθμια αντλία γεώτρησης

## 2.4 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

Η επιλογή των σωλήνων στην κατασκευή μας είναι ζωτικής σημασίας. Υπάρχουν τόσες πολλές επιλογές όχι μόνο στο υλικό κατασκευής αλλά και στις επιλογές συναρμολόγησής τους. Έχει γίνει πολύ μεγάλη πρόοδος στην τεχνολογία κατασκευής τους. Υπάρχουν πλέον υλικά με υψηλή αντοχή για όλες τις αντίστοιχες συνθήκες που θέλουμε να ικανοποιήσουμε ανάλογα τη μελέτη μας.

Κοινοί σωλήνες είναι είτε από πολυαιθυλένιο (εικόνα 10), είτε γαλβανιζέ (εικόνα 13).

Οι σωλήνες *πολυαιθυλενίου* συνδυάζουν τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Άριστη αντοχή σε ηλεκτρολυτική διάβρωση εντός του εδάφους, δε σκουριάζουν και δεν χρειάζονται καθοδική προστασία.
- Έχουν υψηλή χημική αντοχή όπως οξέα, αλκαλικά διαλύματα κλπ.
- Δεν παρουσιάζουν επικαθήσεις, συνδυάζουν λεία εσωτερική επιφάνεια, χαμηλό συντελεστή τριβής και χημική αδράνεια υλικού, με αποτέλεσμα να μην ευνοούνται επικαθήσεις αλάτων, μικροβίων κλπ.
- Έχουν αντοχή σε εδαφικές μετακινήσεις.
- Αντοχή σε κρούση, ακόμη και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.
- Μικρό βάρος σε μεγάλα μήκη.

Οι συγκολλήσεις γίνονται με τη τεχνολογία της ηλεκτρομούφας (εικόνα 11), οι οποίες είναι απολύτως στεγανές και δεν επιτρέπουν διαρροές. Για την συγκόλληση αυτή, χρειάζεται ειδική συσκευή (εικόνα 12).



**Εικόνα 10:** Σωλήνες πολυαιθυλενίου





**Εικόνα 11:** Ηλεκτρομούφα πολυαιθυλενίου



**Εικόνα 12:** Συσκευή συγκόλλησης ηλεκτρομούφας

Οι γαλβανιζέ σιδηροσωλήνες έχουν μικρότερο κόστος και υψηλή αντοχή σε πιέσεις αλλά με μικρότερη διάρκεια ζωής από του πολυαιθυλενίου. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η υψηλή αντοχή σε πιέσεις.

Κοινός τρόπος σύνδεσης αυτών των σωλήνων γίνεται με τη χρήση μούφας (Εικόνα 15) αφού πρώτα πραγματοποιήσουμε αυλάκωση με το ειδικό εργαλείο στις άκρες των σωλήνων (εικόνα 14).



**Εικόνα 13:** Γαλβανιζέ σιδηροσωλήνες



**Εικόνα 14:** Εργαλείο αυλάκωσης σωλήνων



**Εικόνα 15:** Μούφα σύνδεσης

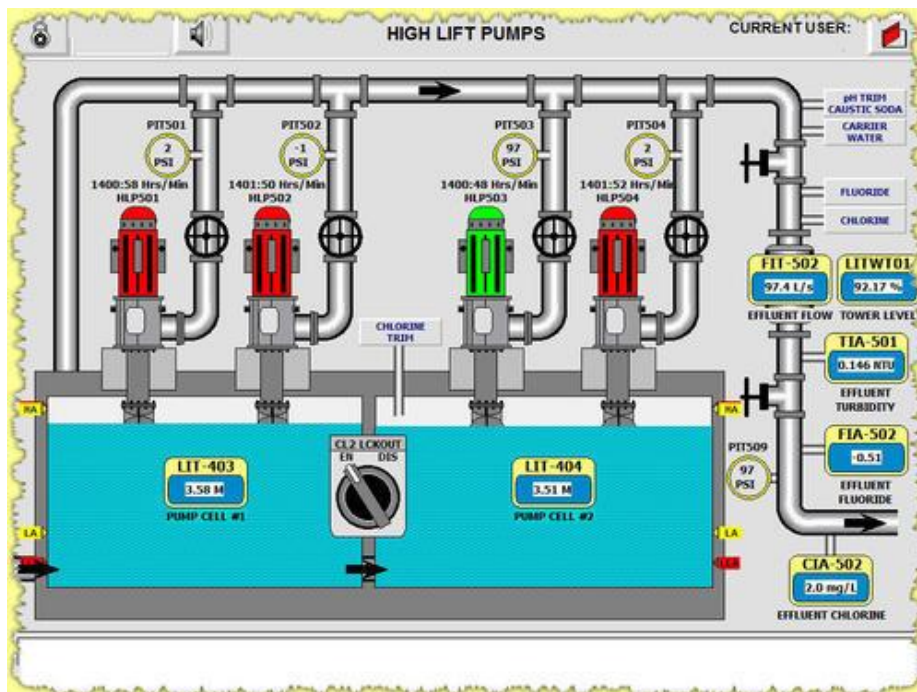
## **2.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ (SCADA).**

Ο όρος SCADA (supervisory control and data acquisition) περιγράφει μια κατηγορία συστημάτων βιομηχανικού αυτόματου ελέγχου και τηλεμετρίας\*. Το χαρακτηριστικό των συστημάτων SCADA είναι ότι αποτελούνται από τοπικούς ελεγκτές, που ελέγχουν επί μέρους στοιχεία και μονάδες μιας εγκατάστασης, συνδεδεμένους σε ένα κεντρικό master station (κύριο σταθμό εργασίας). Ο κεντρικός σταθμός εργασίας μπορεί κατόπιν να επικοινωνεί τα δεδομένα που συλλέγει από την εγκατάσταση σε ένα πλήθος από σταθμούς εργασίας σε τοπικό LAN ή και να μεταδίδει τα δεδομένα της εγκατάστασης σε μακρινά σημεία μέσω κάποιου

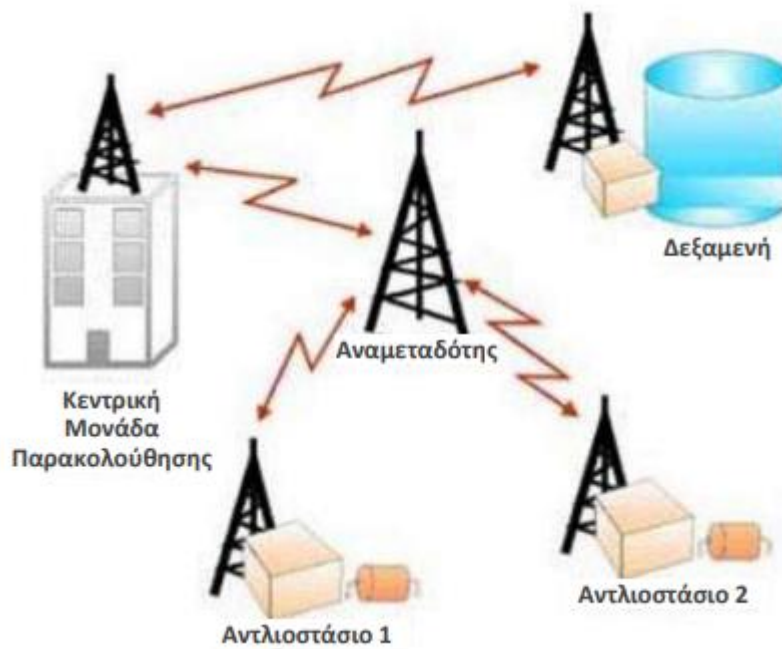
συστήματος τηλεπικοινωνίας. Ένα σύστημα SCADA συνίσταται στη συλλογή πληροφορίας (δεδομένων), μεταφορά και ανάλυση αυτών σε ένα αριθμό χειριστών. Ο έλεγχος μπορεί να είναι είτε αυτόματος είτε με εντολές ενός χειριστή. Ανάλογα τη δομή της εγκατάστασης μας, περιγράφουμε γραφικά ένα τέτοιο περιβάλλον στον υπολογιστή με ικανότητα ελέγχου η απλά επιτήρησης (εικόνα 16).

Επίσης είναι δυνατό ο κάθε ένας τοπικός ελεγκτής να βρίσκεται σε απομακρυσμένη τοποθεσία και να μεταδίδει τα δεδομένα προς το master station μέσω απλού καλωδίου ή μέσω ασύρματου πομποδέκτη, πάντα με σύνολο από τοπικούς ελεγκτές συνδεδεμένους σε τοπολογία αστέρα προς ένα master station (εικόνα 17).

Η *\*τηλεμετρία* συνήθως σχετίζεται με τα συστήματα SCADA. Είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση και τη λήψη πληροφορίας ή δεδομένων με κάποιο μέσο. Η πληροφορία αυτή μπορεί να είναι μετρήσεις, όπως τάση, ταχύτητα ή ροή. Τα δεδομένα αυτά μεταδίδονται σε μια απομακρυσμένη θέση με τη βοήθεια κάποιου μέσου, όπως καλώδιο, τηλεφωνική γραμμή ή ράδιο-εκπομπή. Η πληροφορία μπορεί να προέρχεται από πολλαπλά σημεία. Ο τρόπος διευθυνσιοδότησης αυτών των διαφορετικών θέσεων (δηλαδή, η απόδοση μιας ξεχωριστής διεύθυνσης σε κάθε θέση) είναι μέρος του συστήματος SCADA.



**Εικόνα 16:** Οθόνη προγράμματος ενός συστήματος SCADA για την παρακολούθηση και τον έλεγχο δεξαμενών και αντλιοστασίων μιας εγκατάστασης ύδρευσης.



Εικόνα 17: Ασύρματο σύστημα SCADA για δίκτυο ύδρευσης

## 2.6 ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΕΣ

Ηλεκτροβάνες είναι οι βάνες οι οποίες δέχονται ηλεκτρική εντολή για να ανοίξουν ή να κλείσουν το πέρασμα τους ανάλογα την κατάσταση τους. Είναι δίοδες ή τρίοδες κλπ και συναντώνται σε διάφορες διαμέτρους.

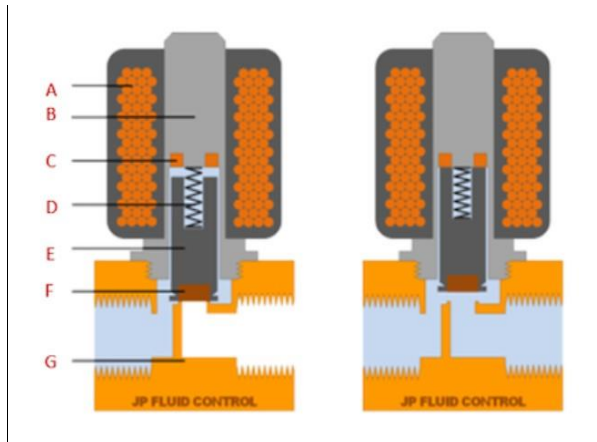
Οι πιο κοινές κατηγορίες ηλεκτροβάνας είναι οι ηλεκτρικές σφαιρικές και οι ηλεκτρομαγνητικές.

- Η αρχή λειτουργίας της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:

### Άμεσης ενέργειας

Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες άμεσης δράσης, έχουν μια απλή λειτουργία η οποία φαίνεται στην εικόνα 18 μαζί με τα εξαρτήματα. Για μια κανονικά κλειστή βαλβίδα, χωρίς δύναμη, το έμβολο (E) μπλοκάρει το στόμιο με στο στεγανοποιητικό βαλβίδας (F). Ένα ελατήριο (D) αναγκάζει αυτό το κλείσιμο. Όταν εφαρμόζεται ισχύς στο πηνίο (A), δημιουργεί ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο,

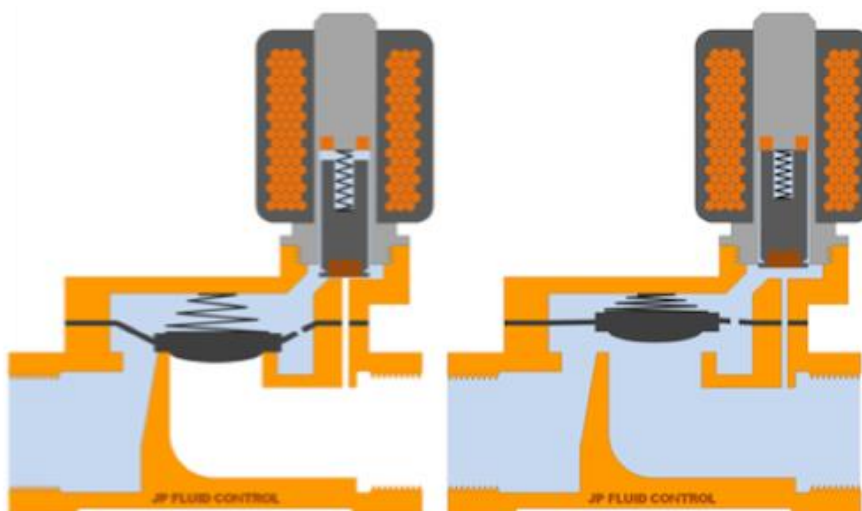
προσελκύνοντας το έμβολο προς τα πάνω, ξεπερνώντας τη δύναμη του ελατηρίου. Αυτό ανοίγει το στόμιο και επιτρέπει στο υγρό να ρέει. Μια κανονική ανοιχτή βαλβίδα έχει τα ίδια εξαρτήματα αλλά λειτουργεί με τον αντίθετο τρόπο.



**Εικόνα 18:** Αρχή και εξαρτήματα λειτουργίας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας άμεσης δράσης: πηνίο(A), σπλισμός(B), δακτύλιος σκίασης (C), ελατήριο (D), έμβολο(E), τσιμούχα (F), σώμα βαλβίδας (G)

### Έμμεσης Δράσης

Οι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες έμμεσης δράσης χρησιμοποιούν τη διαφορά πίεσης του μέσου πάνω από τις θυρίδες εισόδου και εξόδου της βαλβίδας για άνοιγμα και κλείσιμο της βάνας. Επομένως συνήθως απαιτούν μια ελάχιστη διαφορά πίεσης. Η αρχή λειτουργίας μια ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας έμμεσης δράσης φαίνονται στην *εικόνα 19, 20*.



**Εικόνα 19:** Σχέδιο αρχής λειτουργίας ηλεκτροβάνας με ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες έμμεσης δράσης



**Εικόνα 20:** Δίοδη ηλεκτροβάννα με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα έμμεσης δράσης

- Οι *Ηλεκτρικές σφαιρικές βαλβίδες* χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ροής υγρών και αερίων. Περιστρέφοντας μια μπάλα στο διαμέτρημα ενός τετάρτου, επιτρέπεται ή εμποδίζεται η ροή. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας παρέχει την περιστροφική κίνηση (εικόνα 21). Χρησιμοποιείται γενικά ως αξιόπιστη βαλβίδα διακοπής, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για έλεγχο ροής σε ορισμένες περιπτώσεις. Είναι ενεργειακά αποδοτικοί, αφού καταναλώνουν ενέργεια μόνο κατά το άνοιγμα ή κλείσιμο της βαλβίδας. Η στιβαρή κατασκευή του παρέχει σταθερή απόδοση και ανθεκτικότητα ακόμα και σε μεγάλες πιέσεις με μεγάλης διαμέτρου σωλήνες με μεγάλες παροχές.

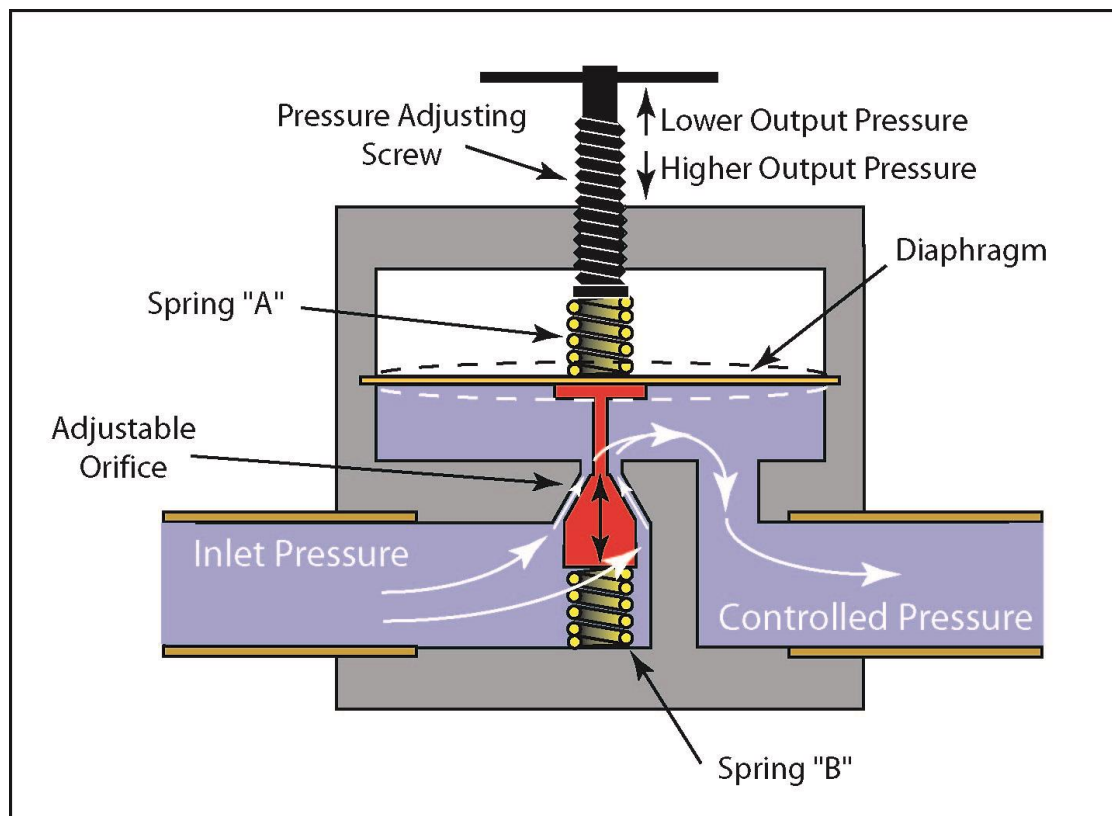


**Εικόνα 21:** Τρίοδη ηλεκτροβάννα motorized



## 2.7 ΜΕΙΩΤΕΣ ΠΙΕΣΗΣ

Θέλοντας να προστατέψουμε και να εξασφαλίσουμε πως η πίεση του δικτύου μας θα περιορίζεται μόνο σε ασφαλή επίπεδα, έτσι ώστε να μην αστοχήσει τίποτα κατά μήκος του (εξαρτήματα, συγκολλήσεις κλπ.) χρησιμοποιούμε μειωτές πίεσης. Με το παρακάτω διάγραμμα\* (εικόνα 22) περιγράφεται η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου μειωτή.



**Εικόνα 22:** Αρχή λειτουργίας ενός τυπικού μειωτή πίεσης.

\*υπόμνημα: το νερό εισέρχεται από αριστερά και αφού έχουμε ρυθμίσει το διάφραγμα (μεμβράνη) μέσω της βίδας στο άνω μέρος του μειωτή, το νερό εξέρχεται από τα δεξιά με την επιθυμητή πίεση.

## 2.8 ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

Μανόμετρο είναι το όργανο το οποίο μετράει την πίεση στο δίκτυο μας. Πιο αξιόπιστο και διαδεδομένο μανόμετρο και αυτό θα αναλύσουμε, είναι το μανόμετρο γλυκερίνης (εικόνα 23).

Το ωρολογιακού τύπου μανόμετρο γλυκερίνης υπερτερεί ποιοτικά από τα υπόλοιπα, διότι όλα τα μηχανικά του μέρη καλύπτονται από γλυκερίνη που σε συνδυασμό με το ανοξείδωτο κέλυφος του το καθιστά πολύ ανθεκτικό. Η γλυκερίνη προστατεύει από δονήσεις και παλμούς. Έτσι αυτό το μανόμετρο έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.



**Εικόνα 23:** Μανόμετρο γλυκερίνης

## 2.9 ΦΙΛΤΡΑ

Τα φίλτρα είναι απαραίτητα για τη κατασκευή μας. Σε πρώτο στάδιο, επειδή το νερό μας έρχεται από γεώτρηση, πρέπει να εξασφαλίσουμε πως θα απομακρυνθούν τυχών άμμος, χώμα και πέτρες που ίσως αναρροφήσουμε από αυτή, πριν το νερό φθάσει στις δεξαμενές συλλογής του. Έπειτα σε δεύτερο στάδιο θα εξοπλίσουμε επί μέρους το δίκτυο μας με φίλτρα που απομακρύνουν μικρότερα σωματίδια. Για τη κατασκευή μας θα χρησιμοποιήσουμε τα εξής φίλτρα:

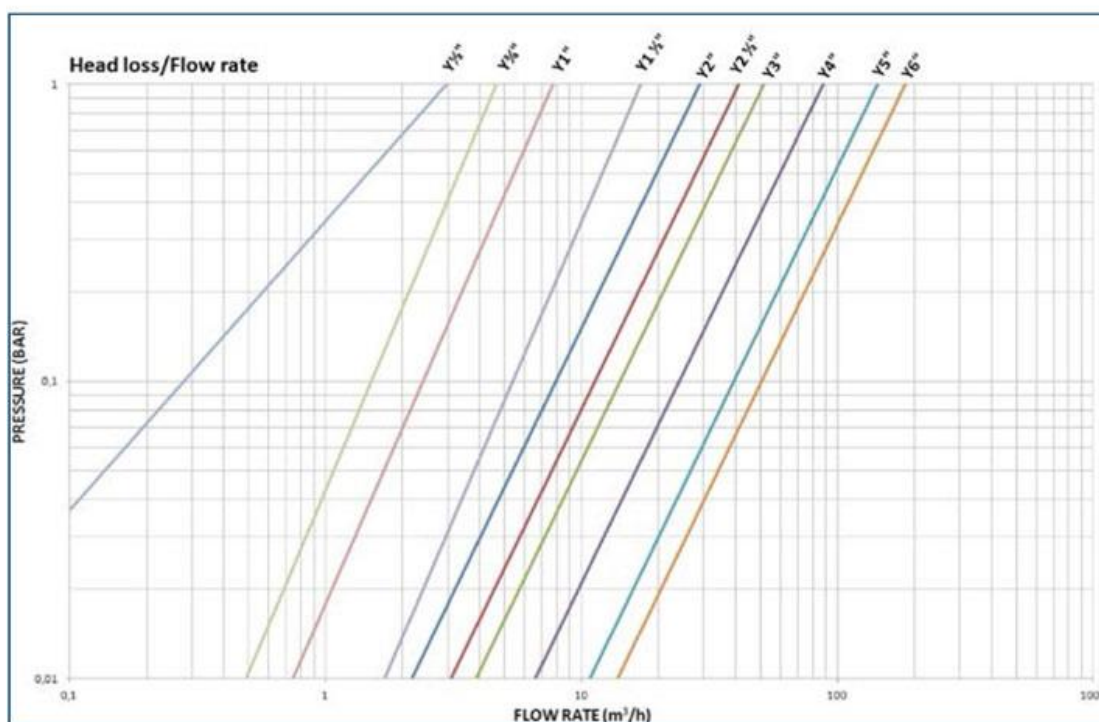
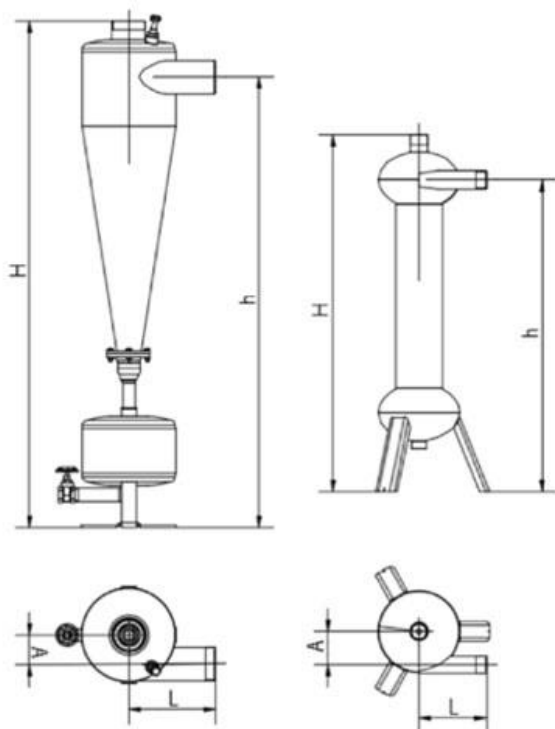


- Υδροκυκλώνας

Οι υδροκυκλώνες, (φυγόκεντροι διαχωριστές), (εικόνα 24), μπορούν να διαχωρίζουν το νερό από μεγάλες ποσότητες άμμου και άλλων φερτών υλικών (με ειδικό βάρος μεγαλύτερου του νερού). Ανάλογα με τις συνθήκες (ροή, ειδικό βάρος σωματιδίων κλπ.), η ικανότητα διαχωρισμού μπορεί να ξεπεράσει το 90%.

Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στη φυγόκεντρο δύναμη που αναπτύσσεται όταν το νερό εισέλθει εφαπτομενικά στον υδροκυκλώνα που έχει ως αποτέλεσμα τον διαχωρισμό των στερεών από το υγρό. Τα διαχωρισμένα σωματίδια ακολουθώντας μια σπειροειδή τροχιά κοντά στα τοιχώματα, συλλέγονται στο θάλαμο συλλογής (αμμοσυλλέκτη) που βρίσκεται χαμηλά όπου και απομακρύνονται με το άνοιγμα της βάνας αποχέτευσης. Το καθαρό νερό κινείται ανοδικά στο κέντρο του κυκλώνα προς τη έξοδο στο πάνω μέρος.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το μηχανολογικό σχέδιο του υδροκυκλώνα και έπειτα έχουμε ένα διάγραμμα πίεσης σε σχέση με τη παροχή, για διάφορους τύπους αυτού. Οι τύποι των υδροκυκλώνων περιγράφονται στο διάγραμμα με τα σύμβολα Y1/2", Y 3/4", Y1", Y1 1/2", Y2", Y2 1/2", Y3", Y4", Y5", Y6", όπου το νούμερο αναφέρεται στη διάμετρο σωλήνα εισόδου - εξόδου του νερού σε ίντσες.



\*Το διάγραμμα αναφέρεται σε συνθήκες καθαρού νερού

**Εικόνα 24:** Σχέδιο υδροκυκλώνα και διάγραμμα πίεσης-παροχής για κάθε τύπο αυτού.

- **Σίτας**

Το φίλτρο σίτας (εικόνα 25,26) χρησιμοποιείται για τη προστασία εξοπλισμού δικτύων (αντλίες, βάνες κλπ) από τη παρουσία μεγάλου διαμετρήματος φερτών υλικών. Η επιλογή τους εξαρτάται από την ονομαστική πίεση που θέλουμε να ικανοποιήσουμε και μπορούν να εξυπηρετήσουν μεγάλο όγκο παροχής.

Το νερό εισέρχεται από την είσοδο, περνάει το στοιχείο σίτας στο εσωτερικό του φίλτρου, φιλτράρεται και εξέρχεται από την έξοδο. Το φίλτρο καθαρίζεται χειροκίνητα, αποσυναρμολογώντας το καπάκι και αφαιρώντας το στοιχείο της σίτας.



**Εικόνα 25:** Φίλτρο σίτας



**Εικόνα 26:** Φίλτρο γραμμής σίτας

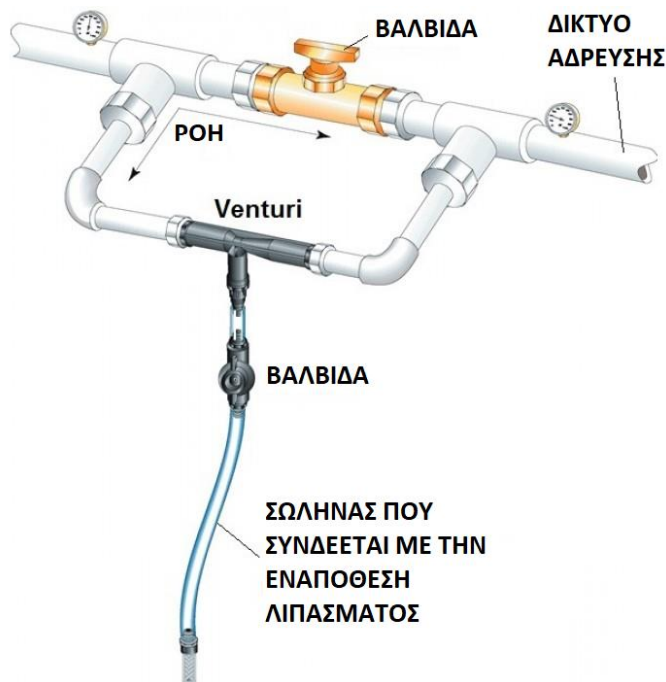
## 2.10 ΛΙΠΑΝΤΗΡΑΣ (ΕΧΓΥΤΗΣ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ)

Γνωρίζοντας πως το αντλιοστάσιο που κατασκευάζουμε προορίζεται για άρδευση, πρέπει να συμπεριλάβουμε στη λειτουργία του το λίπασμα των φυτών. Έτσι προσθέτουμε στον εξοπλισμό τον εγχυτή λιπάσματος.

Ο υδρολιπαντήρας τύπου Venturi (εικόνα 27) χρησιμοποιείται για τη διοχέτευση λιπάσματος ή άλλων χημικών στην καλλιέργεια ή στον κήπο μέσου του δικτύου άρδευσης.

Εσωτερικά της εισόδου του λιπάσματος υπάρχει βαλβίδα ανεπίστροφής που επιτρέπει μόνο την αναρρόφηση και όχι την έξοδο του νερού.

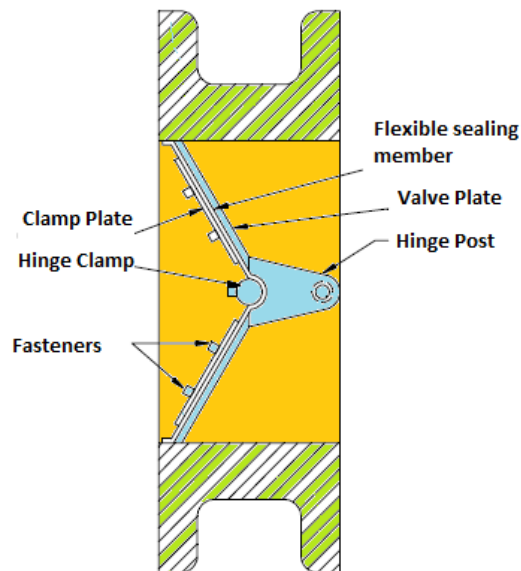
Ο υδρολιπαντήρας Venturi συνδέεται στον κεντρικό αγωγό διανομής του νερού σε παράπλευρη (by-pass) σύνδεση και με μία βάννα στραγγαλισμού ανάμεσα στην είσοδο και την έξοδο. Στραγγαλίζοντας λίγο τη βάννα δημιουργείται διαφορά πίεσης εισόδου και εξόδου, όπου με ειδική στένωση εσωτερικά του Venturi (θεώρημα Venturi) δημιουργεί αυτόματη αναρρόφηση του διαλύματος που θα βρίσκεται σε κάποιο δοχείο.



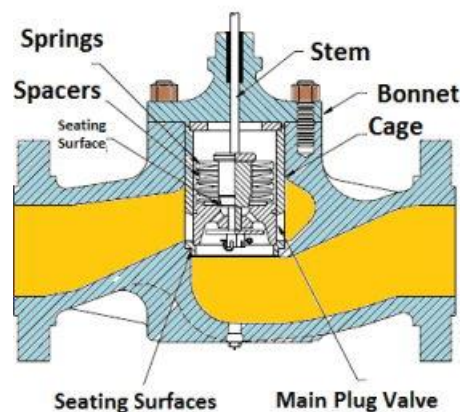
Εικόνα 27: Εγχυτής λίπανσης τύπου Venturi

## 2.11 ΑΝΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΒΑΛΒΙΔΑ

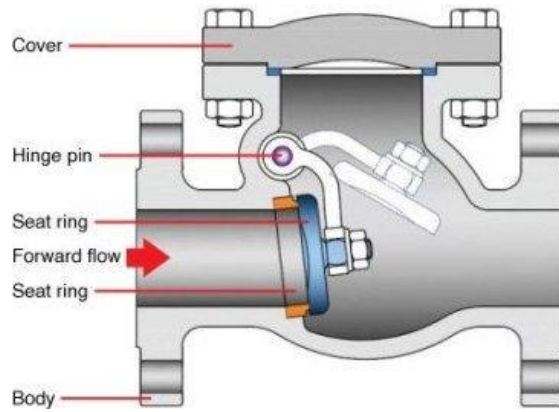
Οι ανεπίστροφες βαλβίδες έχουν σχεδιαστεί για να αποτρέπουν την αντιστροφή της ροής του ρευστού σε ένα σύστημα σωληνώσεων. Αυτές οι βαλβίδες ενεργοποιούνται από το ρέον υλικό στον αγωγό. Η πίεση του υγρού που διέρχεται από το σύστημα ανοίγει τη βαλβίδα, ενώ οποιαδήποτε αντιστροφή ροής θα κλείσει τη βαλβίδα. Το κλείσιμο επιτυγχάνεται με το βάρος του μηχανισμού ελέγχου, με οπίσθια πίεση, με ελατήριο ή με συνδυασμό αυτών των μέσων. Οι γενικοί τύποι βαλβίδων ελέγχου είναι swing (εικόνα 30), έμβολο (εικόνα 29), πεταλούδα (εικόνα 28) και stop (εικόνα 31).



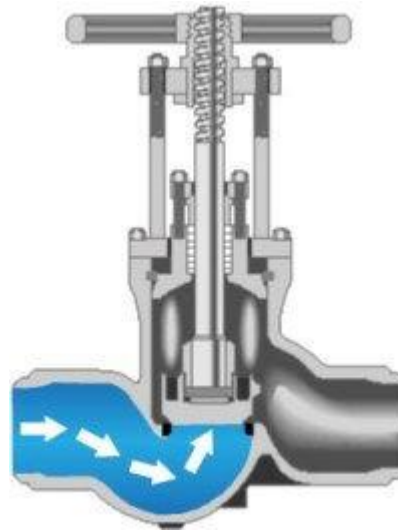
Εικόνα 28: Ανεπίστροφη βαλβίδα τύπου πεταλούδας



Εικόνα 29: Ανεπίστροφη βαλβίδα τύπου έμβολο



**Εικόνα 30:** Ανεπίστροφη βαλβίδα τύπου swing



**Εικόνα 31:** Ανεπίστροφη βαλβίδα τύπου stop

## 2.12 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΡΟΗΣ

Για να επιβλέπουμε τις ηλεκτροβάνες και γενικά τη ροή μας, θα τοποθετήσουμε στη σωληνογραμμή σε διάφορα σημεία διακόπτες ροής (flow switch)(εικόνα 32). Έτσι θα γνωρίζουμε από μακριά αν ανοίγοντας για παράδειγμα μια ηλεκτροβάνα υπάρχει ροή και όλα λειτουργούν φυσιολογικά, παίρνοντας ένδειξη από τον διακόπτη ροής.



**Εικόνα 32:** Διακόπτης ροής

## 2.13 ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΩΝ – ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΠΛΗΓΜΑ

Με τον όρο *υδραυλικό πλήγμα* εννοούμε τις υποπίεσεις και υπερπίεσεις που δημιουργούνται στα υδραυλικά δίκτυα σε τυχών μεταβολές στην παροχή τους. Το φαινόμενο του πλήγματος παρατηρείται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Ξεκίνημα και σταμάτημα των αντλιών
- Μεταβολή ροής από το κλείσιμο μιας βάνας
- Με την εκκένωση του αέρα από το δίκτυο
- Με το σταμάτημα συσκευών κατά την άρδευση
- Κατά την πλήρωση ή το άδειασμα τμήματος υδραυλικού δικτύου

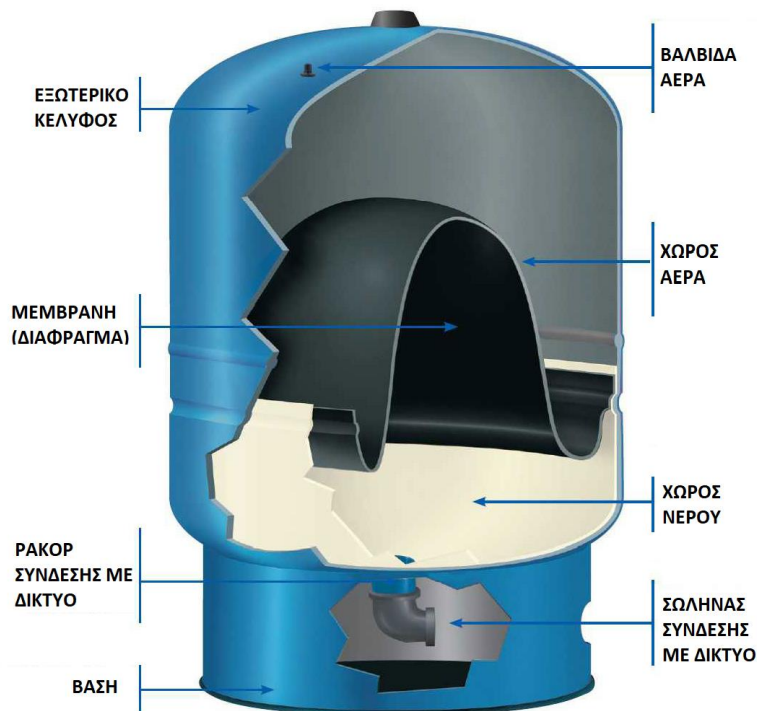
Όταν έχουμε απότομη μεταβολή της ροής ή απότομη διακοπή κοντά στο σημείο εκείνο, η ταχύτητα του νερού μηδενίζεται, η κινητική ενέργεια μετασχηματίζεται σε δυναμική και εκτοξεύεται σε υψηλές τιμές αυξάνοντας συγχρόνως την πίεση. Η αύξηση και η ελάττωση των τιμών αυτών μεταφέρεται με τη μορφή κυμάτων υποπίεσης αρχικά και υπερπίεσης στη συνέχεια. Οι αναπτυσσόμενες αυτές δυνάμεις, είναι αρκετά ισχυρές και επικίνδυνες για όλο το σύστημα αφού μπορεί να προκαλέσουν σπάσιμο του αγωγού κλπ.

Για να αποφύγουμε τα υδραυλικά πλήγματα, τα οποία μπορεί να είναι καταστροφικά για την κατασκευή μας, θα χρησιμοποιήσουμε δοχείο διαστολών.

Με τη χρήση του εξασφαλίζουμε το ότι η πίεση στο δίκτυο μας δεν πρόκειται ποτέ να φθάσει σε κρίσιμο επίπεδο ανάλογα τη ζήτηση. Επιπλέον διασφαλίζονται όλα τα μέρη του δικτύου μας (σύνδεσμοι, σωλήνες κλπ) όπως επίσης και η καλή λειτουργία των αντλιών μας. Η απότομη διαφορά πίεσης δεν επιβαρύνει το δίκτυο μας, αλλά απορροφάται από το δοχείο αυτό και εξομαλύνει την πίεση.

Ένα τέτοιο δοχείο περιγράφεται σχηματικά από την εικόνα 33.

Είναι ουσιαστικά ένα κλειστό δοχείο μέσα στο οποίο παρεμβάλλεται μια ελαστική μεμβράνη, η οποία διαχωρίζει το νερό από τον αέρα. Η λειτουργία του βασίζεται στο ότι ο αέρας συμπιέζεται ως ρευστό σε σχέση με το νερό που είναι ασυμπίεστο.



**Εικόνα 33:** Δοχείο διαστολής

*\*Αρχή λειτουργίας δοχείου διαστολής:*

Γεμίζουμε το δοχείο αέρα από τη βαλβίδα και συνδέουμε το δοχείο με το δίκτυο νερού μας. Έτσι για οποιαδήποτε μεταβολή στην πίεση του δικτύου μας όπως άνοιγμα και κλείσιμο βάνας κλπ, η μεμβράνη συμπιέζει τον αέρα και θα εξομαλύνει την πίεση του δικτύου μας.

## 2.14 ΠΙΕΣΟΣΤΑΤΕΣ

Πιεσοστάτης (εικόνα 34) είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που τοποθετείται στη σωληνογραμμή μας και διαβάζει την πίεση του δικτύου μας και ανάλογα δίνει εντολή στην αντλία να ενεργοποιηθεί ή να απενεργοποιηθεί αντίστοιχα, αποκαθιστώντας την πίεση του δικτύου μας βάση των ρυθμίσεων που έχουμε παραμετροποιήσει. Έτσι για παράδειγμα όταν ένας πιεσοστάτης διαβάσει χαμηλή πίεση στο δίκτυο μας, δίνει εντολή στην αντλία να ενεργοποιηθεί και να αποκαταστήσει την πίεση αυτή. Όταν αυτό συμβεί, ο πιεσοστάτης απενεργοποιεί αντίστοιχα την αντλία. Να σημειώσουμε πως στα αντλιοστάσια πυρόσβεσης, βάση κανονισμών, οι πιεσοστάτες ελέγχουν την απενεργοποίηση μόνο της αντλίας jockey ενώ στις κύριες αντλίες το κλείσιμο τους γίνεται υποχρεωτικά χειροκίνητα.



Να σημειωθεί πως οι πιεσοστάτες κατηγοριοποιούνται ανάλογα το ρευστό και το εύρος της πίεσης που αναπτύσσεται.



**Εικόνα 34:** Κοινός πιεσοστάτης

### **3. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ**

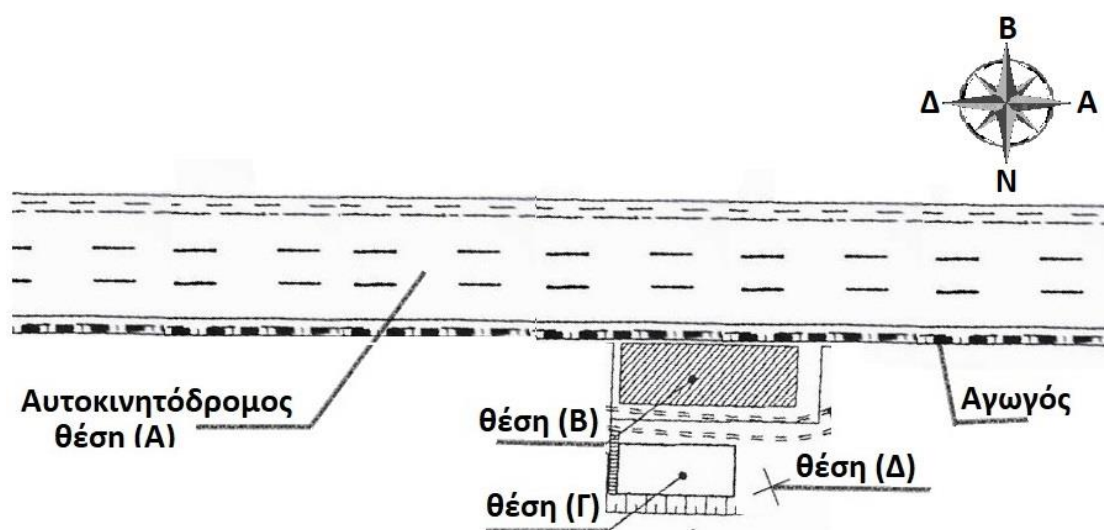
#### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το έργο που μας έχει ανατεθεί είναι η μελέτη έργου άρδευσης των φυτεύσεων στο σύνολο των οδικών τμημάτων μέσω συστήματος άρδευσης ικανού να εξασφαλίζει στα φυτά το αναγκαίο νερό και κατά την κρίσιμη θερμή και ξηρά περίοδο ώστε τα φυτά να διατηρούνται θαλερά.

Στα έργα άρδευσης περιλαμβάνονται:

- 3.3 Μελέτη εξωτερικού υδραγωγείου που περιλαμβάνει την κατασκευή αντλιοστασίου.
- 3.4 Οι υπολογισμοί της μελέτης αναλυτικά – Διαστασιολόγηση δικτύου.

### 3.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ



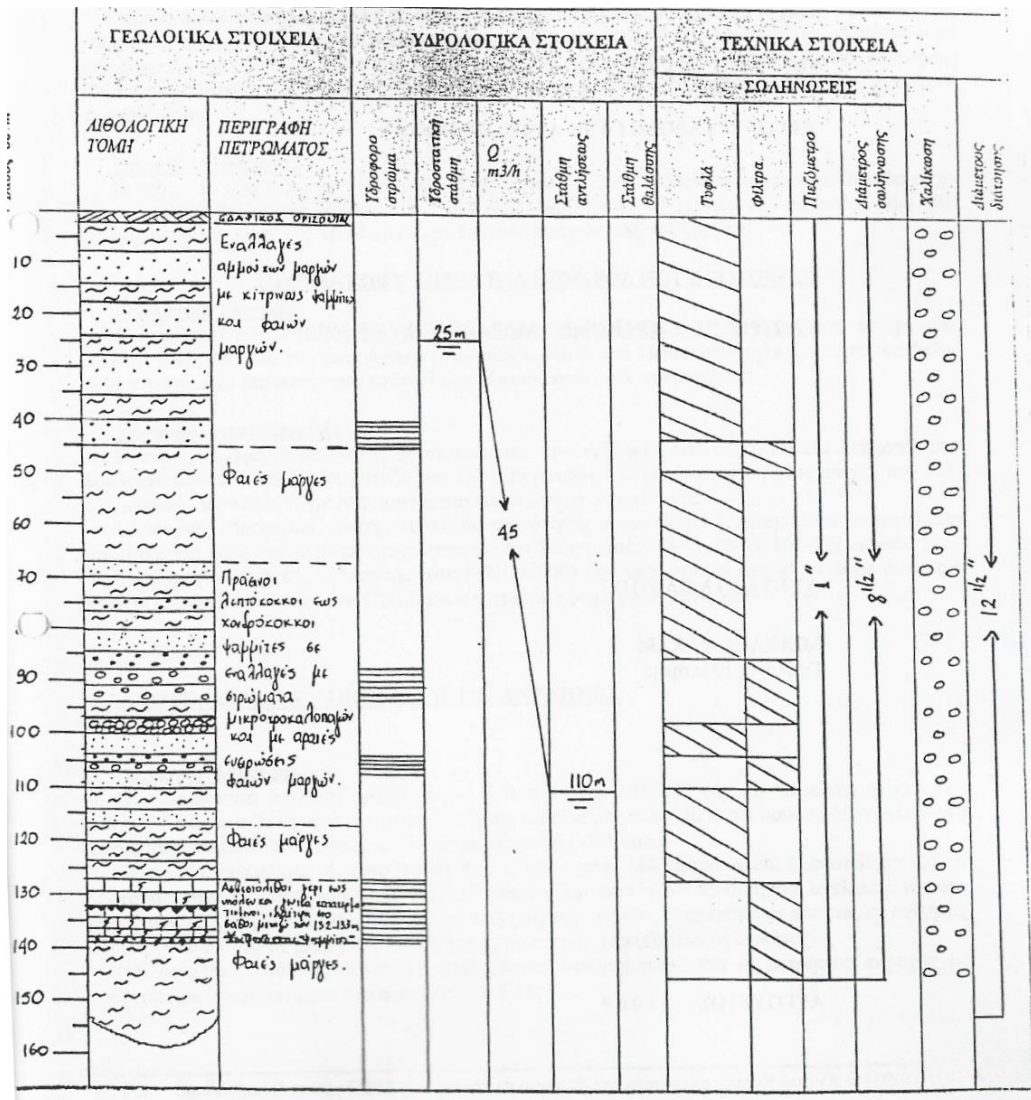
Σχέδιο 1

#### Υπόμνημα:

- Θέση (Α): Αυτοκινητόδρομος τριών λωρίδων με ανάχωμα στην νότια πλευρά για πρόβλεψη φυτεύσεων.
- Θέση (Β): Κτίριο που θα στεγάσει τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό
- Θέση (Γ): Δεξαμενές νερού
- Θέση (Δ): Τοποθεσία γεώτρησης
- Κεντρικός αγωγός μεταφοράς νερού στα ΦΕΑ

#### Παραδοχές:

- Η μελέτη θα προβλέπεται για 6 km αυτοκινητόδρομου. (3km δυτικά και 3km ανατολικά του αντλιοστασίου)
- Για τη διαστασιολόγηση του δικτύου θεωρήθηκε διάρκεια ποτίσματος 8 ώρες ημερησίως.
- Οι υπολογισμοί έγιναν θεωρώντας ελάχιστη πίεση εκροής του δικτύου στη θέση των ΦΕΑ 6 bar.
- Ζητήσαμε υδρογεωλογική μελέτη και βάση του *σχεδίου 2* λάβαμε συγκεκριμένες προτάσεις για την καλή λειτουργία της γεώτρησης μας.
- Στη μελέτη μας πέρα από χειροκίνητα μέσα ελέγχου την εγκατάστασης μας θα συμπεριλάβουμε και ηλεκτρομηχανικά μέσα απομακρυσμένου ελέγχου και προβολής της.



Σχέδιο 2: Διάγραμμα Γεώτρησης

- Έτσι οι προτάσεις του γεωλόγου μελετητή ήταν ότι η μέγιστη παροχή εκμετάλλευσης θα πρέπει να είναι έως 30 m<sup>3</sup>/h, επί 12 ώρες το 24/ωρο και θα πρέπει να τοποθετηθεί κατάλληλη υποβρύχια αντλία στο βάθος μεταξύ 114-120 μέτρων. Σημειώνεται πως άντληση με παροχή μεγαλύτερη από την προτεινόμενη, μπορεί να έχει επιπτώσεις στο υδατικό δυναμικό του υδροφόρου ορίζοντα και στη λειτουργία των υδροληπτικών έργων στην ευρύτερη περιοχή.
- Η μελέτη του δικτύου έγινε για απαίτηση παροχής 3 λίτρα ημερησίως ανά 1 m<sup>2</sup> επιφάνειας πρασίνου.
- Θεωρούμε ότι ο αυτοκινητόδρομος είναι σε όλο το μήκος του χωρίς κλίση (οριζόντιος) και χωρίς στροφές (ευθεία)
- Το ανάχωμα φυτεύσεων θα έχει πλάτος 1m
- Το τελικό πότισμα θα γίνεται με λάστιχα αυτόματου ποτίσματος πολυαιθυλενίου.

### 3.3 ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ ΠΟΥ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

#### 3.3.1 Φρεάτιο Γεώτρησης

- Δεδομένα, της γεώτρησης είναι πως η αντλία θα τοποθετηθεί σε βάθος 115m κάτω από το έδαφος και η μέγιστη παροχή της δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα  $30m^3 / h$ .
- Η γεώτρηση μας είναι 8” οπότε θα χρησιμοποιήσουμε αντλία με εξωτερική διάμετρο 130-180mm, δηλαδή κοινή αντλία γεωτρήσεων 4”.
- Θα αποτελείται από ζεύγος ηλεκτροκινητήρα και αντλίας και θα τοποθετηθεί κατακόρυφα.
- Στο ολικό μανομετρικό ύψος προσθέτουμε 3m όπου είναι το ύψος των δεξαμενών που θέλουμε να γεμίσουμε.

Επομένως λαμβάνοντας υπ όψιν μας όλα τα δεδομένα υπολογίζουμε πως το συνολικό μανομετρικό ύψος της αντλίας μας θα πρέπει να είναι:

$$H=115m + 115 + 3m= 118m$$

και μέγιστη παροχή  $Q=30m^3 / h$ .

Έτσι αναζητούμε και καταλήγουμε στη παρακάτω αντλία (εικόνα 35) με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά:



**Εικόνα 35**

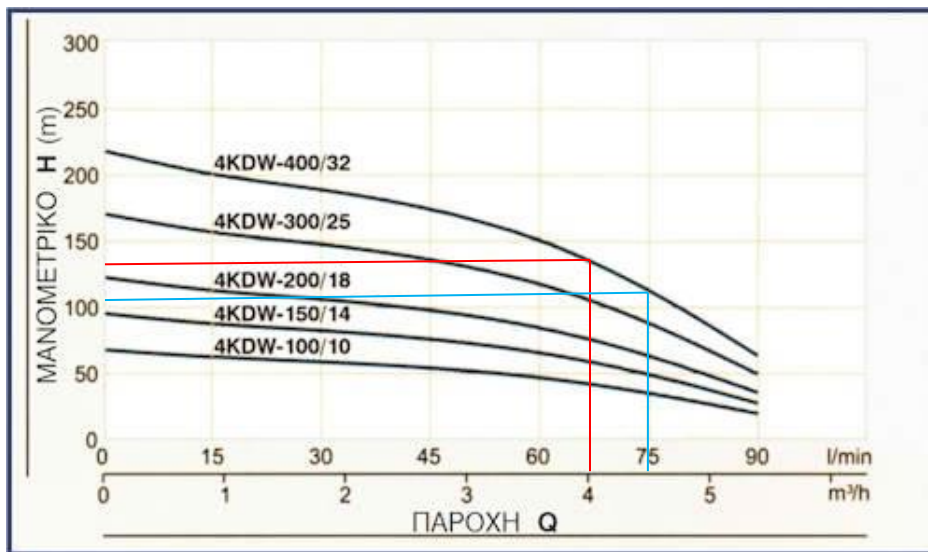
#### ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΑΝΤΛΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ KRAFT 4KDW-400/32

- Ισχύς: 4.0 hp
- Τάση: 400 Volt / 50Hz
- Στόμιο: 1 ¼ ”
- Ύψος αντλίας: 1.694mm
- Μέγιστη παροχή:  $5,4 m^3 / h$

- Βύθιση Αντλίας: 100m (max)
  - Μέγιστο μανομετρικό ύψος: 219m
- Κατάλληλη για άντληση νερού από πηγάδια ή δεξαμενές για επαγγελματική χρήση.

Επιπλέον χαρακτηριστικά:

- ελάχιστη διάμετρος πηγαδιού 4"
- μέγιστη θερμοκρασία νερού +35°C
- μέγιστη περιεκτικότητα νερού σε άμμο 0,25%



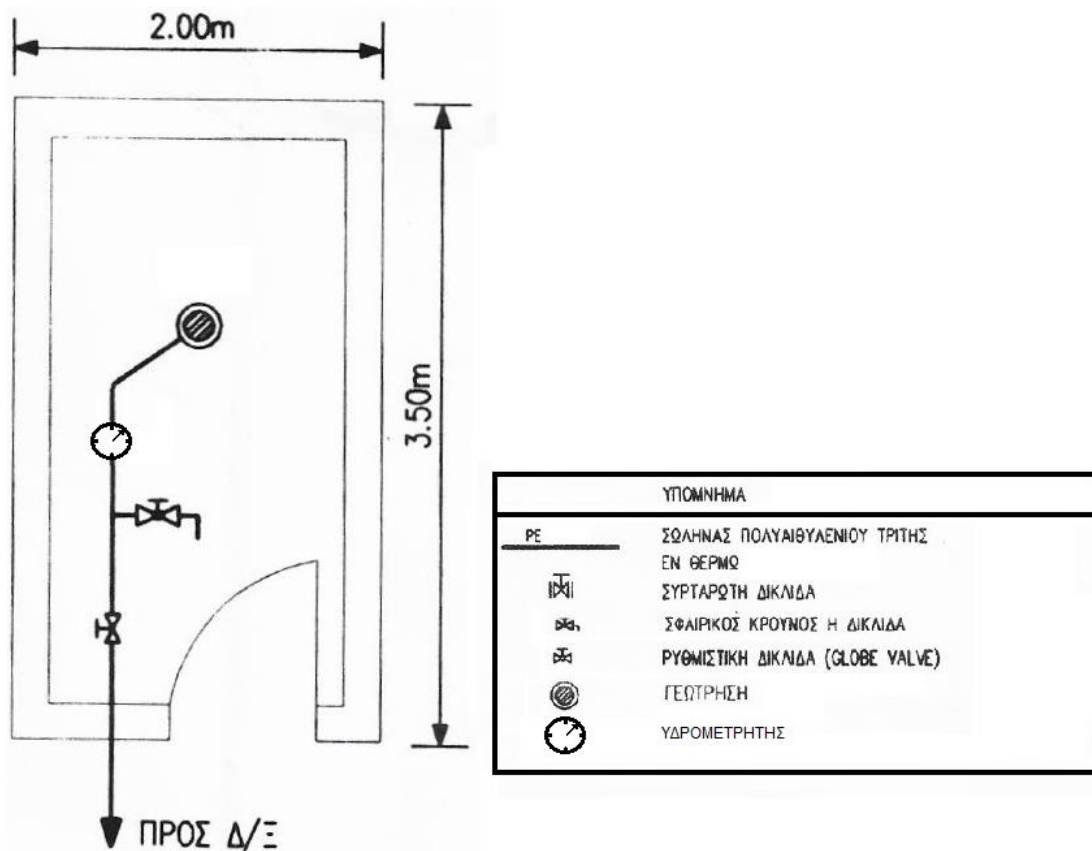
**Διάγραμμα 1:** Χαρακτηριστική καμπύλη αντλιών

Έτσι από το παραπάνω διάγραμμα βρίσκουμε πως για μανομετρικό ύψος 118m που έχουμε στην εγκατάσταση μας η παροχή της αντλίας είναι 4,6 m<sup>3</sup>/h (Παροχή χωρίς απώλειες).

Λαμβάνοντας υπ όψιν το σχέδιο 2 όπου καταγράφεται το διάγραμμα της γεώτρησης, βλέπουμε πως υδροφορία βρίσκουμε στα 40m βάθος με τη υδροστατική στάθμη να διαμορφώνεται στα 25m. Εμείς τοποθετούμε την αντλία σε βάθος 115m άρα η βύθιση της στο νερό είναι 90m. Οπότε και η μέγιστη βύθιση ≤ 100m που αναφέρεται στα χαρακτηριστικά της αντλίας, μας ικανοποιεί.

Η εντολή για ενεργοποίηση η απενεργοποίηση της αντλίας γεώτρησης θα λαμβάνεται βάση τις στάθμες των δεξαμενών.

Η διάταξη του φρεατίου της γεώτρησης περιγράφεται στο σχέδιο 3.



**ΣΧΕΔΙΟ 3:** Κάτοψη Φρεατίου Γεώτρησης

Έπειτα το νερό από τη γεώτρηση θα περνάει από υδροκυκλωνικό φίλτρο και ένα φίλτρο σίτας και μετά θα εισέρχεται στις δεξαμενές με ένα συλλέκτη και παράλληλα θα συνδεθεί και ο λιπαντήρας Venturi.

Οι διάμετροι όλων των σωληνώσεων και των εξαρτημάτων (γωνίες, βάνες, τσιμούχες κλπ) που θα χρησιμοποιήσουμε από την αντλία μέχρι την εισαγωγή των δεξαμενών θα είναι διαμέτρου 1 ¼" και οι αγωγοί γαλβανιζέ σιδηροσωλήνες.

*Εκτίμηση αρχικού κόστους υλικών:*

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΥΛΙΚΟ	ΚΟΣΤΟΣ
Αντλία	1		185€
Σωλήνες 1 ¼" **	~132m	Γαλβανιζέ	640,20€ (4,85€/m)
Βάνα	1		10,01€
Συρταρωτή δικλείδα			10,19€

Υδροκυκλωνικό φίλτρο	1		140€
Φίλτρο σίτας	1		8,47€
Υδρολιπαντήρας	1		32,14€
Υδρομετρητής	1		63,63€
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>1.089,73€</b>

**Πίνακας 1:** Υπολογισμός κόστους υλικών Γεώτρησης.

\*Ανεβάζουμε κατά 20% το σύνολο του κόστους προβλέποντας επιπλέον δαπάνες που ίσως χρειαστούν κατά την εκτέλεση της μελέτης (ρακόρ, στηρίγματα, τσιμούχες κλπ).

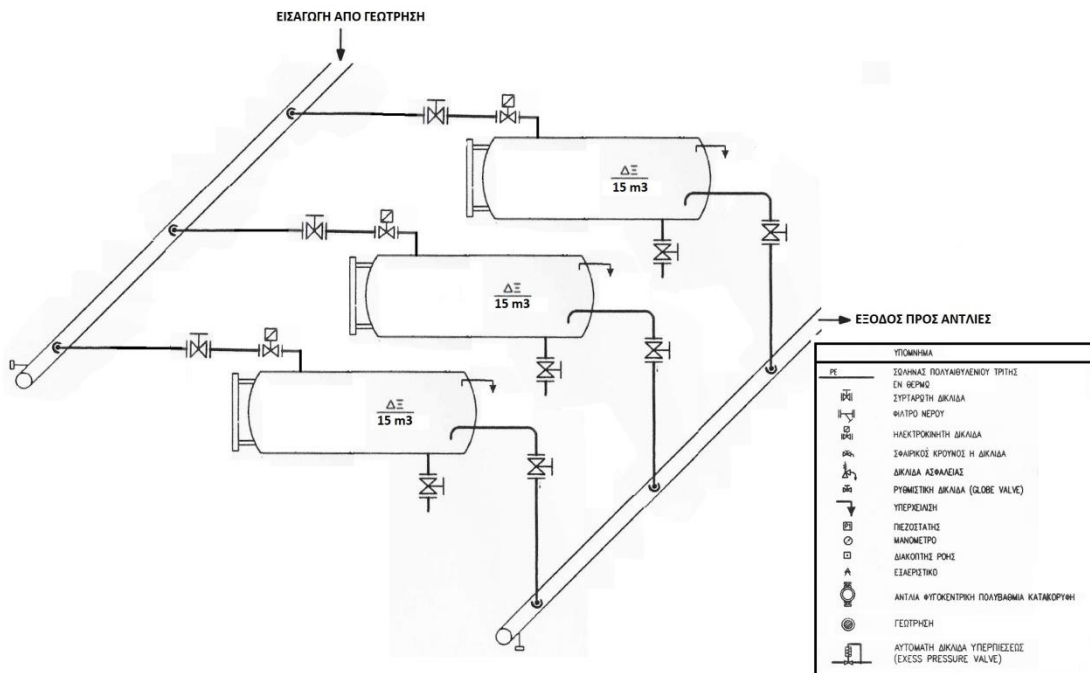
Άρα:  $1.089,73€ * 1,2 = \underline{1.307,68€}$

\*\*οι σωλήνες πωλούνται ανά 6m

### 3.3.2 Υπολογισμός δεξαμενών - Διάταξη

Το συνολικό των φυτεύσεων είναι κατά μήκος του αυτοκινητοδρόμου (6km) και το πλάτος του αναχώματος είναι 1m. Οπότε το συνολικό εμβαδόν φυτεύσεων είναι  $6000m^2$ . Οι ανάγκες σε νερό αυτών των φυτεύσεων είναι  $3 \text{ lt/ημέρα}/m^2$  βάση της οδηγίας των γεωπόνων. Άρα ο συνολικός όγκος νερού που χρειαζόμαστε ημερησίως είναι 18000 lt. Υπολογίζοντας πως η δεξαμενή θα αναπληρώνεται από γεώτρηση και αυτή μπορεί να παρουσιάσει σφάλμα και δυσλειτουργίες και θεωρώντας πως μπορούμε να παραλείψουμε το πότισμα μέρα παρά μέρα, θα χρησιμοποιήσουμε τρεις δεξαμενές χωρητικότητας 15000 lt, συνδεδεμένες παράλληλα, όπως φαίνεται στο σχέδιο 4. Προβλέπουμε πως σε περίπτωση βλάβης της γεώτρησης, το νερό με γεμάτες τις δεξαμενές μας αρκεί για πότισμα  $4 \frac{1}{2}$  ημερών, έτσι ώστε να μπορέσουμε να την αποκαταστήσουμε.





**Σχέδιο 4:** Διάγραμμα δεξαμενών

Οι δεξαμενές (εικόνα 36) που θα χρησιμοποιήσουμε έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Υλικό: Πλαστικό
- Διάμετρος: 2,70m
- Ύψος: 2,70m
- Στόμιο εξαγωγής 50mm



**Εικόνα 36**

Οι δεξαμενές θα συνδέονται παράλληλα όπως φαίνεται στο σχέδιο 4. Ο σωλήνας που θα συνδέει κάθε δεξαμενή με τον συλλέκτη θα είναι DN 50mm. Ο συλλέκτης που θα τις συνδέει με τις αντλίες θα είναι DN 50mm. Χειροκίνητες βάνες και

ηλεκτροβάνες απομακρυσμένου ελέγχου θα τοποθετούνται όπως φαίνεται στο σχέδιο 4 για τον έλεγχο της πλήρωσης των δεξαμενών, την υπερχειλίση και το άδειασμα του νερού από αυτές.

*Εκτίμηση αρχικού κόστους υλικών:*

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΥΛΙΚΟ	ΚΟΣΤΟΣ
Σωλήνας 1 1/4" *	18m	Γαλβανιζέ	87,30€ (4,85€/m)
Ηλεκτροβάνα 1 1/4"	3		204€ (68€/τεμάχιο)
Βάνα 1 1/4"	3		79,50€ (26,50€/τεμάχιο)
Δεξαμενές	3	Πλαστικό	4950€ (1650€/τεμάχιο)
Βάνα Φ50	6		192€ (32€/τεμάχιο)
Σωλήνας Φ50	18m	Γαλβανιζέ	137,7€ (7,65€/m)
<b>Σύνολο</b>			<b>5.650,50€</b>

**Πίνακας 2:** Υπολογισμός κόστους υλικών διάταξης δεξαμενών.

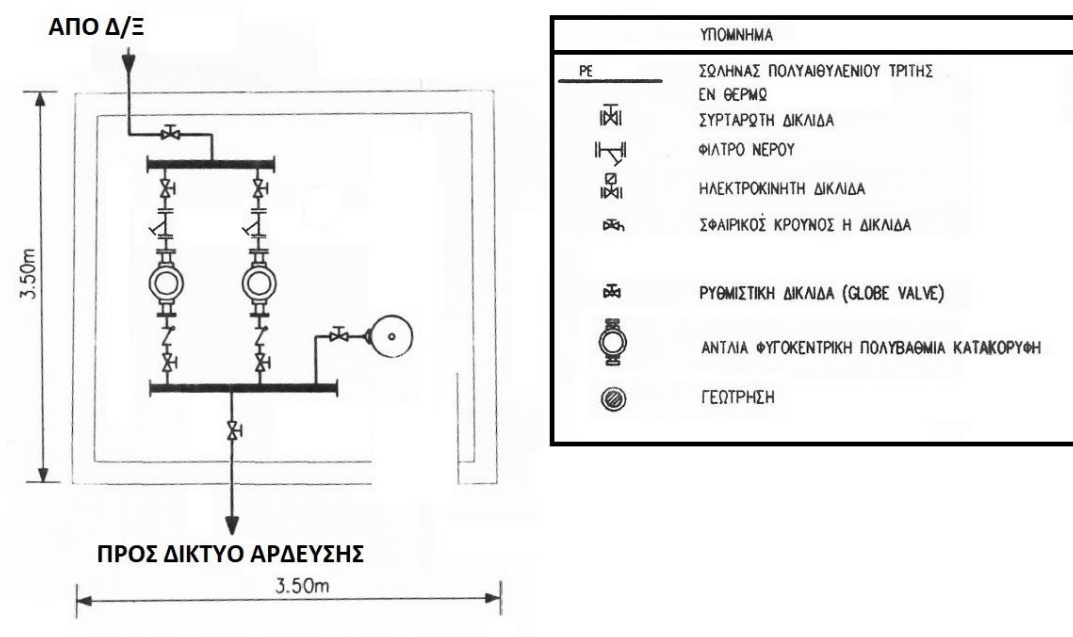
Ανεβάζουμε κατά 20% το σύνολο του κόστους προβλέποντας επιπλέον δαπάνες που ίσως χρειαστούν κατά την εκπόνηση της μελέτης(ταφ, τσιμούχες, στηρίγματα κλπ).

$$\text{Άρα: } 5650,50 * 1,2 = \underline{6.780,60\text{€}}$$

\*οι σωλήνες πωλούνται ανά 6m

### 3.3.3 Διάταξη αντλιών

Ο συλλέκτης από την εξαγωγή των δεξαμενών θα συνδέεται με την αναρρόφηση των αντλιών. Επιλέγουμε δύο αντλίες συνδεδεμένες παράλληλα όπου θα εκκινούνται αυτόματα ταυτόχρονα και εναλλάξ βάση της ζήτησης του δικτύου μας. Η εντολή για την εκκίνηση αυτών θα γίνεται από δυο πιεζοστάτες που θα τοποθετηθούν στον συλλέκτη κατάθλιψης των αντλιών. Παράλληλα θα συνδεθεί και το δοχείο διαστολών. Η πλήρης συνδεσμολογία φαίνεται στο σχέδιο 6.



**Σχέδιο 5:** Κάτοψη αντλιοστασίου

Το νερό από τον συλλέκτη κατάθλιψης θα μεταφέρεται στο κεντρικό αγωγό όπου θα το διανέμει στα ΦΕΑ. Επιλέγουμε σωλήνες και εξαρτήματα (γωνίες, συστολές κλπ) από πολυαιθυλένιο από την κατάθλιψη των αντλιών μέχρι τα ΦΕΑ.

Τοποθετούμε φίλτρα σίτας πριν τις αντλίες για να διασφαλίσουμε την ποιότητα του νερού που περνάει από τις αντλίες.

Τοποθετούμε βάνες χειροκίνητες αλλά και βάνες απομακρυσμένου ελέγχου πριν και μετά τις αντλίες, έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης (διαρροές, χαλασμένη αντλία κλπ) όσο καλύτερα μπορούμε, να διαχειριστούμε την ροή του νερού όσο καλύτερα μπορούμε χωρίς αν είναι δυνατόν να διακόψουμε τη διαδικασία της άρδευσης.

*Εκτίμηση αρχικού κόστους υλικών:*

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΥΛΙΚΟ - ΤΥΠΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ
Σωλήνας Φ50 *	100m	Πολυαιθυλαίνιο	90,43€
Βάνα Φ50	5		160€ (32€/τεμάχιο)
Φίλτρο Σίτας	2	Μεταλλικό	380€ (190€/τεμάχιο)

Ανεπίστροφη βαλβίδα	2	Ορειχάλκινη με ελατήριο	34,80€ (17,40€/τεμάχιο)
Διακόπτης ροής (Flow switch)	1		125,70€
Μανόμετρο	1	Γλυκερίνης	8,42€
Πιεζοστάτης	2	Οθόνης	50,04€ (25,02€/τεμάχιο)
Δοχείο διαστολών	1		44€
Αντλία**	2	Jet, μαντεμένα	150€ (75€/τεμάχιο)
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>1.043,39€</b>

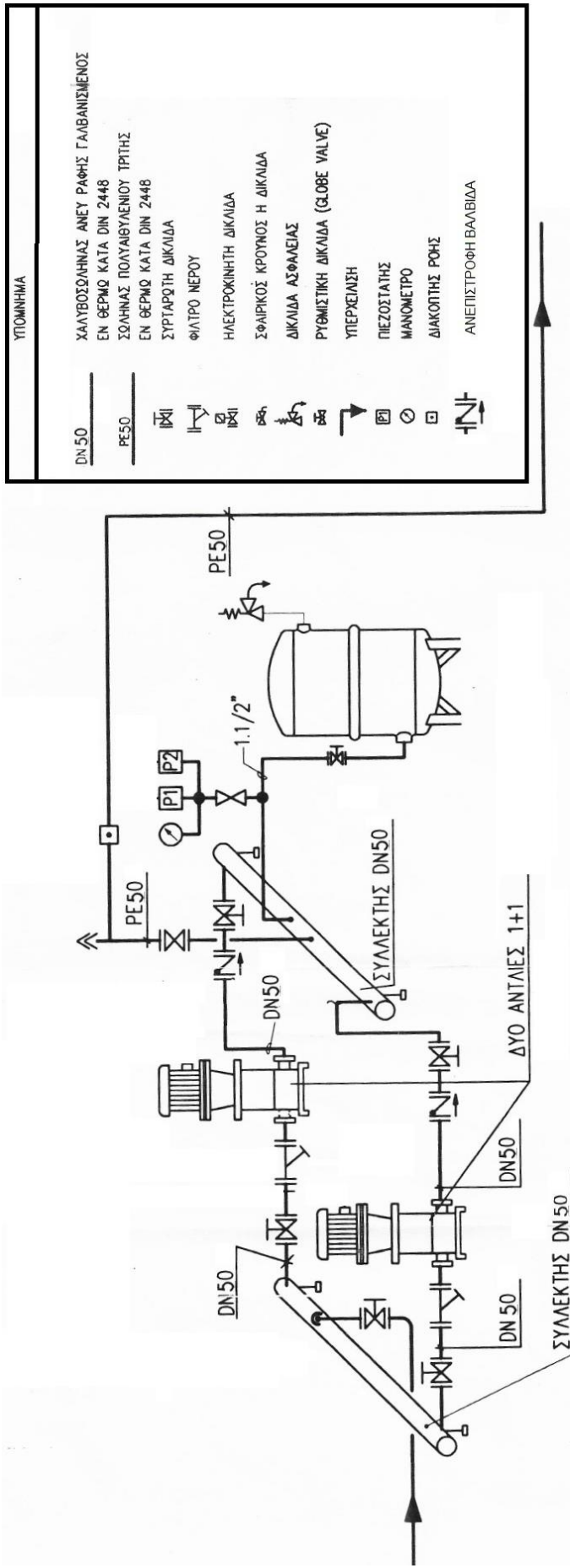
**Πίνακας 3:** Υπολογισμός κόστους υλικών διάταξης αντλιών

\*ο σωλήνας πωλείται σε κουλούρα 100m

\*\*η επιλογή των αντλιών προκύπτει από το κεφάλαιο 3.4.2

\*\*\*Ανεβάζουμε το κόστος των υλικών κατά 20% προβλέποντας επιπλέον δαπάνες που θα προκύψουν κατά τη κατασκευή του (γωνίες, στηρίγματα κλπ).

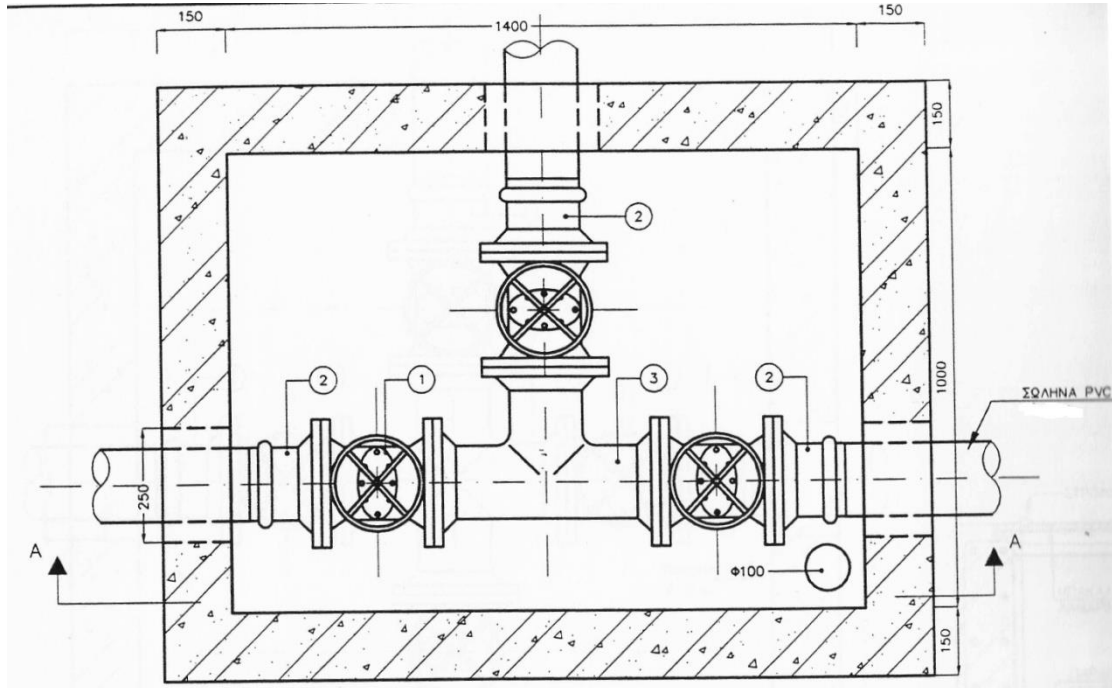
Άρα:  $1043,39€ * 1,20 = \underline{1.252,07€}$



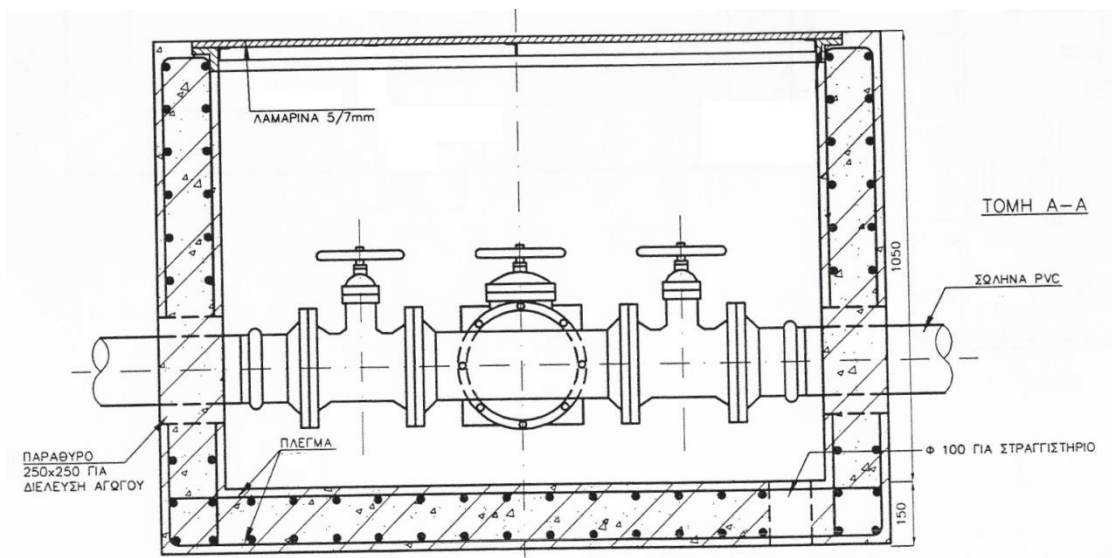
**Σχέδιο 6:** Διάγραμμα Αντλιοστασίου

### 3.3.4 Ο κεντρικός αγωγός ύδρευσης κατά μήκος του δρόμου

Για τη σύνδεση του αντλιοστασίου με τον κεντρικό αγωγό θα χρησιμοποιήσουμε ένα φρεάτιο τριών δικλίδων όπως φαίνεται στα σχέδια 7,8. Ίδιας διάταξης φρεάτιο θα τοποθετείται και για την σύνδεση του αγωγού με τα ΦΕΑ. Οι σωλήνες που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι από πολυαιθυλένιο και η ονομαστική τους πίεση θα είναι 16 atm.



Σχέδιο 7: Κάτοψη φρεατίου τριών δικλίδων



Σχέδιο 8: Τομή ΑΑ' Φρεατίου

Ο κύριος σκοπός αυτών των φρεατίων είναι πως με τις βάνες μπορούμε να απομονώσουμε και να αδειάζουμε κομμάτια του δικτύου ανάλογα τις ανάγκες της

Επειδή οι περιπτώσεις αστοχίας του αγωγού είναι στις ενώσεις (μούφα). Γι αυτό ενώ όλος αγωγός θα είναι μέσα στο έδαφος, σε εκείνα τα σημεία οι ενώσεις θα μπαίνουν μέσα σε φρεάτια για να ελεγχθούν και να επισκευαστούν αν αυτό χρειάζεται. Η σύνδεση του αγωγού με τα φρεάτια ελέγχου άρδευσης θα γίνεται απευθείας με σύνδεση του προς αυτά. Στο τέρμα των αγωγών θα τοποθετηθούν βάνες, έτσι ώστε να είναι δυνατό το άδειασμα των σωλήνων από το νερό για εργασίες επισκευής και συντήρησης.

*Εκτίμηση αρχικού κόστους υλικών:*

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΥΛΙΚΟ	ΚΟΣΤΟΣ
Σωλήνας Φ50	6000m	Πολυαιθυλαίνιο	5.425,8€ (90,43€/100m)
Βάνα Φ50	180		5.760€ (32€/τεμάχιο)
Φρεάτιο	61	Σκυρόδεμα	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>11.185,80€</b>

**Πίνακας 4:** Υπολογισμός κόστους υλικών κατασκευής φρεατίων τριών δικλείδων

\*Προβλέποντας δαπάνες που ίσως προκύψουν κατά την εκτέλεση της μελέτης(βάσεις, στηρίγματα κλπ), προσαυξάνω αυτό το ποσό κατά 20%.

$$\text{Άρα: } 11.185,80\text{€} * 1,20 = \underline{13.422,96\text{€}}$$

### 3.3.5 ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ (Φ.Ε.Α.)

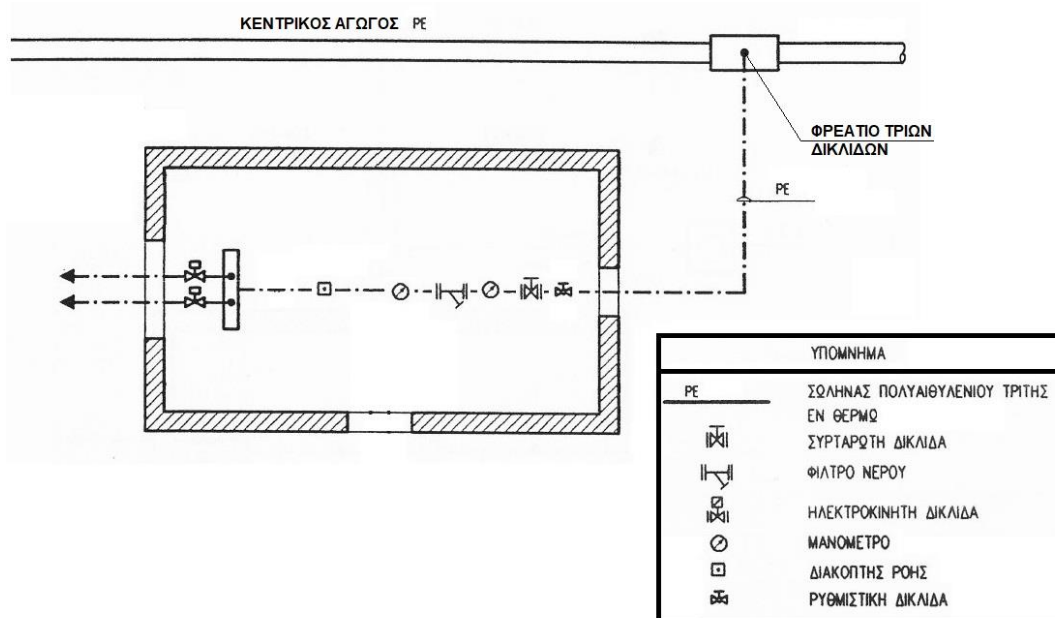
Τα φρεάτια αυτά(σχέδιο 9) περιλαμβάνουν τα παρακάτω:

- χειροκίνητες βάνες
- μειωτή πίεσης
- φίλτρο σίτας
- διακόπτες ελέγχου ροής
- μανόμετρα
- βάνες απομακρυσμένου ελέγχου (ηλεκτροβάνες)

- τον κατάλληλο αριθμό αναχωρήσεων για την άρδευση των επί μέρους επιφανειών (νησίδες, πλευρικές οριζόντιες λωρίδες, πρανή, νησίδες κόμβων κλπ).

Ο σωλήνας από την υδροληψία θα καταλήγει στο εσωτερικό του φρεατίου. Αμέσως τοποθετείται χειροκίνητη δικλείδα(βάννα) ώστε να είναι δυνατές οι εργασίες συντήρησης. Έπειτα τοποθετούμε με την εξής σειρά μειωτής πίεσης, μανόμετρο, φίλτρο σίτας, μανόμετρο και διαμορφώνουμε τις εξόδους με ηλεκτροβάνες ανάλογα τις ανάγκες του περιβάλλοντα χώρου. Τέλος, πριν τις ηλεκτροβάνες τοποθετούμε και (διακόπτη ροής) flow switch για να επιβεβαιώνουμε τη ροή απομακρυσμένα.

Θα κατασκευάσουμε ΦΕΑ ανά 100m αυτοκινητόδρομου. Αυτά θα ποτίζουν 50m δυτικά και 50m ανατολικά. Οπότε για 6km αυτοκινητόδρομου εμείς θα πρέπει να κατασκευάσουμε 60 ΦΕΑ. Η άρδευση θα λειτουργεί για 8 ώρες. Οι 8 ώρες είναι 480 λεπτά διαιρώντας τα 60 ΦΕΑ καταλήγουμε πως κάθε ΦΕΑ ξεχωριστά θα λειτουργεί για 8 λεπτά μια φορά τη μέρα. Κάθε ΦΕΑ λοιπόν θα ποτίζει για 8 λεπτά, 100 m<sup>2</sup> πρασίνου με σύνολο απαίτησης 300 lt νερού. Οπότε η απαιτούμενη παροχή στην εκροή κάθε ΦΕΑ είναι  $Q=2,31\text{m}^3/h$



**Σχέδιο 9:** Σχέδιο κάτοψης Φ.Ε.Α. με δυο εξόδους



Εκτίμηση αρχικού κόστους υλικών:

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΥΛΙΚΟ-ΤΥΠΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ
ΦΕΑ	60	Σκυρόδεμα	
Λάστιχο ποτίσματος	12km	Πολυαιθυλαίνιο	4200€ (0,35€/m)
Ηλεκτροβάνες	120	Πλαστικό	1440€ (12€/τεμάχιο)
Μανόμετρα	120	Γλυκερίνης	1.010,4€ (8,42€/τεμάχιο)
Βάνες	60	Ορειχάλκινη Βαρέως Τύπου	1.764€ (29,40€/τεμάχιο)
Διακόπτης ροής	60		2.031€ (33,85€/τεμάχιο)
Φίλτρο σίτας	60	INOX	774€ (12,90€/τεμάχιο)
Μειωτής πίεσης	60	Βαρέως τύπου Malgorani	10.807,2€ (180,12€/τεμάχιο)
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>			<b>22.026,6€</b>

**Πίνακας 4:** Υπολογισμός κόστους υλικών κατασκευής φρεατίων ελέγχου άρδευσης

\*Προβλέποντας δαπάνες που θα προκύψουν κατά την κατασκευή, ανεβάζουμε το κόστος κατά 20%.

$$\text{Άρα: } 22.026,6\text{€} * 1,20 = \underline{26.431,92\text{€}}$$

### 3.3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Γεώτρηση	1.307,68
Δεξαμενές	6.780,60
Αντλιοστάσιο	1.252,07
Φρεάτια τριών δικλίδων	13.422,96
Φρεάτια ελέγχου άρδευσης	26.431,92
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>49.195,23</b>

**Πίνακας 5:** Συνολικό κόστος υλικών κατασκευής

### 3.4 ΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

Εν κατακλείδι τα δεδομένα της μελέτης μας είναι τα εξής:

- 6km Αυτοκινητόδρομος 3km Ανατολικά & 3km Δυτικά.
- 60 ΦΕΑ επιλέγουμε πως θα κατασκευάσουμε κατά μήκος του δρόμου.
- $1m^2$  ανάχωμα για φυτεύσεις κατά μήκος του δρόμου(νότια).
- Γαλβανιζέ σίδηροσωλήνες το υλικό του αγωγού από την αντλία γεώτρησης έως τις δεξαμενές (εικόνα 37).
- Πολυαιθυλένιο το υλικό των αγωγών από την κατάθλιψη των αντλιών μέχρι και τα ΦΕΑ (εικόνα 39).
- Χρόνος ποτίσματος: 8ώρες/ημέρα
- Μέγιστη παροχή γεώτρησης:  $Q \leq 30 m^3/h$
- Ιδανικό ύψος βύθισης αντλίας γεώτρησης:  $H=114m$  έως  $120m$



**Εικόνα 37:** Σωλήνα Γαλβανιζέ Βαρέως Τύπου (Πράσινη) 1 1/4 Ίντσας

Παρακάτω παρατίθενται συγκεντρωτικά όλοι οι υπολογισμοί και οι παράμετροι της μελέτης.

### 3.4.1 ΓΕΩΤΡΗΣΗ:

Επιλέγουμε να τοποθετήσουμε την αντλία μας σε βάθος  $H_1 = 115\text{m}$  (90m βύθιση στο νερό).

$H_2 = 3\text{m}$  η απόσταση από τη εισροή των δεξαμενών έως την επιφάνεια της γης.

Έτσι έχουμε:  $H_{ολ} = (H_1 + H_2) = 118\text{m}$  (μανομετρικό ύψος χωρίς τις απώλειες).

Από το διάγραμμα 1 βρίσκουμε πως η παροχή χωρίς απώλειες είναι  $Q = 4,6\text{m}^3/\text{h}$

Έπειτα υπολογίζουμε τις απώλειες στη σωληνογραμμή

- Απώλειες λόγω τριβών από τον τύπο:

$$\Delta H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \text{ (Darcy - Weisbach) (1)}$$

$$L = 118\text{m}$$

$$D = 1 \frac{1}{4} \text{ in} = 32,75\text{mm} = 0,03175\text{m}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4,6}{0,0007913} = \frac{5,813\text{m}}{\text{h}} = 1,61\text{m/s}$$

Το κινηματικό ιξώδες του νερού είναι  $0,9 \cdot 10^{-6} \text{m}^2/\text{sec}$   
Οπότε βρίσκουμε τον αριθμό Reynolds:

$$R_e = \frac{vD}{\nu} = \frac{0,0317 \cdot 1,61}{0,9 \cdot 10^{-6}} = 0,056 \cdot 10^6 = 56.000$$

K factors for commonly used valves

Valve or Fitting		K Factor
Globe valve	Wide open	10
	1/2 open	12.5
Gate valve	Wide open	0.20
	3/4 open	0.90
	1/2 open	4.5
	1/4 open	24
Return bend		2.2
Standard tee		1.8
Standard elbow		0.90
45° elbow		0.42
90° elbow		0.75
Ball check valve		4
Union socket		0.04

Absolute Surface roughness  $\epsilon$

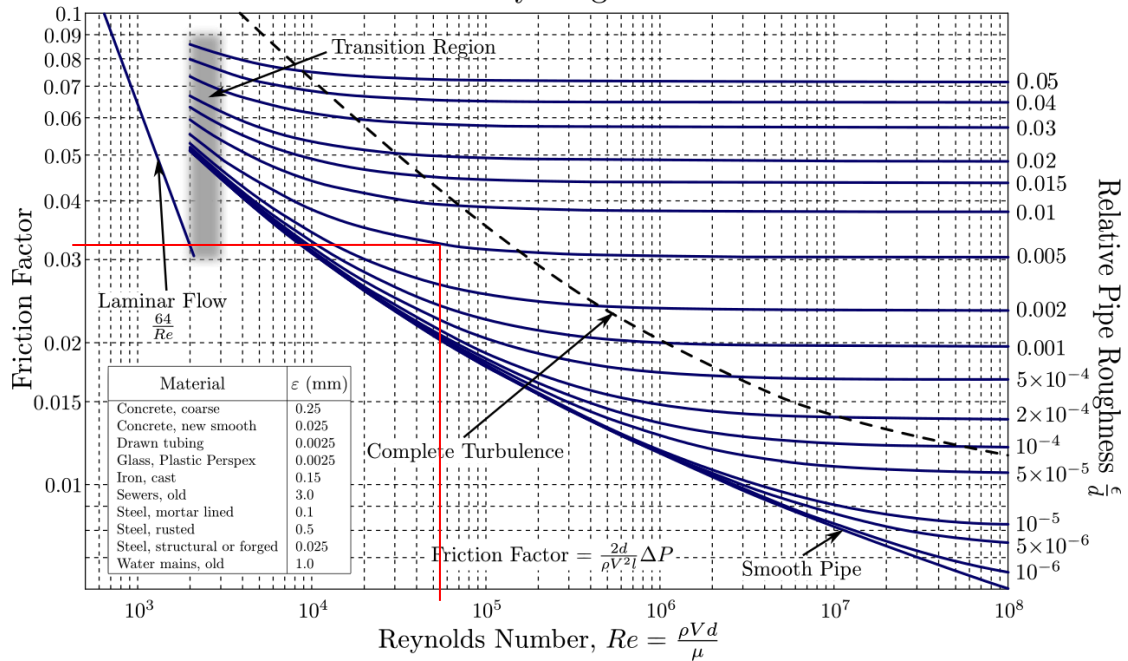
Type of Pipe	$\epsilon$ (mm)
Glass or plastic	0.0015
Drawn tube	0.0015
Wrought iron	0.046
Commercial steel	0.046
Asphalted cast iron	0.12
Galvanized iron	0.15
Cast iron	0.26
Riveted steel	1.8

Πίνακας 6

Από τον πίνακα 6 βρίσκουμε την τραχύτητα ( $\epsilon$ ) γαλβανιζέ σιδηροσωλήνα 0,15mm.

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,00015}{0,03175} = 0,0047 \cong 0,005$$

Moody Diagram



Διάγραμμα Moodys

Άρα από το διάγραμμα Moodys βρίσκουμε  $f=0,032$

Από την (1) έχουμε:

$$\Delta H_L = 0,032 \frac{118}{0,03175} \frac{1,61^2}{2 * 9,81} = 15,71m$$

- Τοπικές απώλειες

Ο συντελεστής τοπικών απωλειών βάση του πίνακα 1 είναι  $k=(0,42*3)+0,20=1,46$

Εμείς λαμβάνουμε υπ όψιν ότι θα έχουμε τρεις γωνίες 90 μοίρες και μια βάνα πλήρως ανοιχτή στη σωληνογραμμή από την αντλία γεώτρησης μέχρι τη εισροή των δεξαμενών οπότε από τον τύπο:

$$\Delta h_\tau = k \frac{v^2}{2g} = \left(1.46 \frac{1,61^2}{2*9,81}\right) = 0,19m$$

Έτσι το συνολικό μανομετρικό της αντλίας είναι:

$$\Sigma H = H + \Delta h_\tau + \Delta H_L = 133,9m$$

Άρα από το διάγραμμα 1 βρίσκουμε την πραγματική παροχή τη γεώτρησης  $Q=4,02m^3/h$

Άρα ο χρόνος αναπλήρωσης των δεξαμενών για τη καθημερινή απαίτηση σε νερό  $18m^3$  είναι 4,48 ώρες (πίνακας 8).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΩΡΙΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ	ΜΕ ΑΠΩΛΕΙΕΣ
Απαιτούμενο Μανομετρικό	118m	133,9m
Απαιτούμενη Παροχή	$4,6m^3/h$	$4,02m^3/h$

Πίνακας 7

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ
Κατανάλωση νερού	$18m^3/ημέρα$
Χρόνος αναπλήρωσης δεξαμενών	4,48 h

Πίνακας 8

### 3.4.2 ΑΝΤΛΙΕΣ – ΑΓΩΓΟΣ – ΦΕΑ

- Κάθε ΦΕΑ θα ποτίζει  $100m^2$  πρασίνου.

Η απαίτηση σε νερό είναι  $3 lt=0,003m^3$  ανά ημέρα ανά  $1 m^2$  φυτεύσεων.

Άρα κάθε ΦΕΑ θα καταναλώνει  $0,3m^3$  νερό κάθε μέρα.

Εμείς θέλουμε το πότισμα να διαρκεί 8 ώρες τη μέρα, άρα 8 ώρες = 480 λεπτά / 60 ΦΕΑ, οπότε το κάθε ΦΕΑ θα λειτουργεί για 8 λεπτά τη μέρα. Μέσα στα 8 λεπτά θα πρέπει να έχει καταναλώσει  $0,3m^3$  νερό.

Έτσι η απαιτούμενη παροχή που πρέπει να έχουμε για να ικανοποιήσουμε τα παραπάνω είναι:

$$Q = \frac{0,3m^3}{8min} = 2,25m^3/h \text{ (για κάθε ΦΕΑ)}$$



Εικόνα 38: Πλαστικό λάστιχο ποτίσματος 1" 6 atm

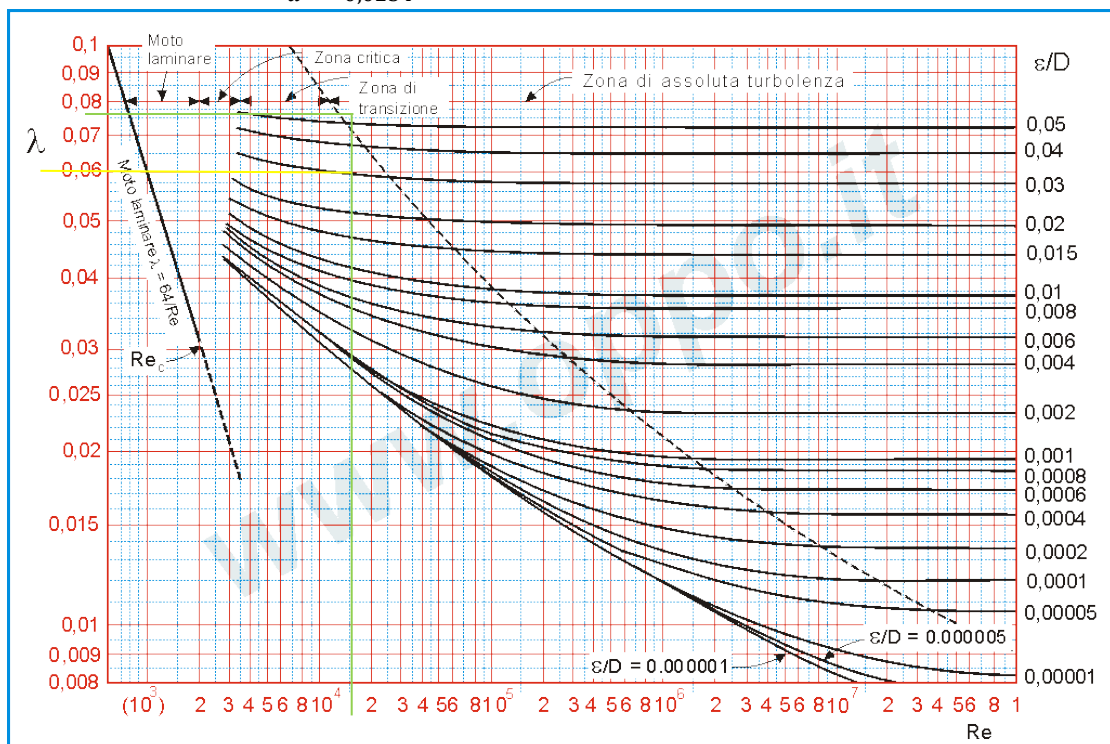
Επιλέγουμε λάστιχο ποτίσματος 1'' (εικόνα 38). Όπως φαίνεται στο σχέδιο 9 το πότισμα θα γίνεται με δυο τέτοια λάστιχα ταυτόχρονα. Έτσι έχουμε:  $Q = \frac{\pi D^2}{4} v$

$u = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1,125}{3,14 \cdot 0,0254^2} = 2250 \text{ m/h} , 0,625 \text{ m/s}$  (για κάθε λάστιχο ποτίσματος)

Υπολογίζουμε τις απώλειες στη σωληνογραμμή μόνο για το λάστιχο ποτίσματος (50m)

$$Re = \frac{vD}{\nu} = \frac{0,625 \cdot 0,0254}{0,9 \cdot 10^{-6}} = 0,056889 \cdot 10^6 = 17638$$

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0015}{0,0254} = 0,0590 \cong 0,06$$



### Διάγραμμα Moodys

Άρα  $f=0,078$  (λάστιχα ποτίσματος)

$f=0,06$  (Κεντρικός αγωγός)

Άρα:  $\Delta H_L = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = 0,078 \frac{50}{0,0254} \frac{0,625^2}{2 \cdot 9,81} = 3,06 \text{ m}$  (για κάθε λάστιχο ποτίσματος)

$\Delta H=6,12 \text{ m}$  (και για τα δυο λάστιχα)

- Έπειτα επιλέγουμε αγωγό από τις αντλίες και μέχρι τα ΦΕΑ και τον διακλαδωτή PE50 (βάση τυποποίησης).



**Εικόνα 39:** Σωλήνας Φ50 HDPE 16ATM

Ξέρουμε:  $Q=2,25m^3/h$  (για κάθε ΦΕΑ)

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 * 2,25}{3,14 * 0,05^2} = \frac{1146,5m}{h}, \frac{0,318 m}{s}$$

$$Re = \frac{vD}{\nu} = \frac{0,318 * 0,05}{0,9 * 10^{-6}} = 17667$$

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,0015}{0,05} = 0,03$$

$f=0,06$

$$\Delta H_L = f \frac{L V^2}{D 2g} = 0,06 \frac{3000 0,318^2}{0,05 2 * 9,81} = 18,55m$$

Τοπικές απώλειες:

Ο συντελεστής τοπικών απωλειών βάση του πίνακα 1 είναι:

$k=30*0,20$  (συρταρωτή δικλείδα)

$k=2*0,75$  (γωνία 90 μοίρες)

$k=10$  (σφαιρική βάνα)

$K_{ολ}=17,5$

$$\Delta h_r = k \frac{V^2}{2g} = 17,5 \frac{0,318^2}{2 * 9,81} = 0,09m$$

Επειδή η αντλία και το σημείο εκροής δεν έχουν υψομετρική διαφορά λαμβάνουμε υπ όψιν μας μόνο το μανομετρικό ύψος που βρίσκουμε από τις απώλειες στη σωληνογραμμή μας.

Άρα το συνολικό μανομετρικό της αντλίας θα πρέπει να είναι  $\Delta H_{ολ} = 18,55 + 6,12 + 0,09 = 24,76m$

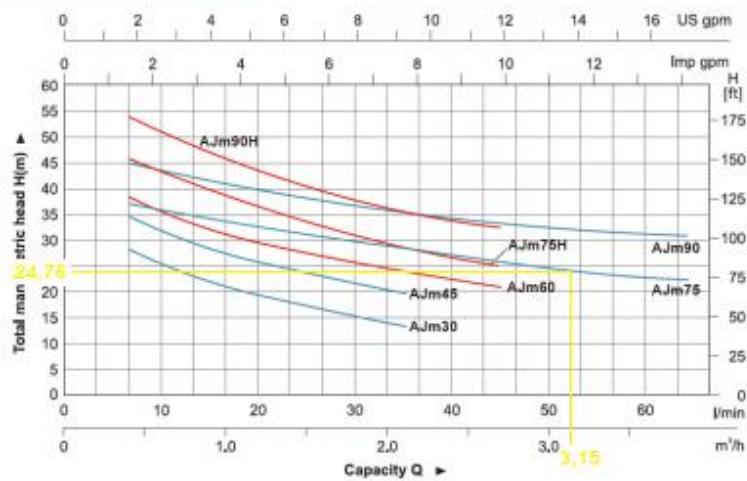
Οπότε επιλέγω μια απλή ηλεκτρική αντλία(Εικόνα 40).



**Εικόνα 40:** Αντλία Jet INOX AJm75

Ισχύς: 1.0 Hp (750 watt),  
Μέγιστο μανομετρικό: 46 m  
Μέγιστη παροχή: 3,3 m<sup>3</sup>/h  
Τάση: 230V , Ρεύμα: 5,1A  
Παροχές στομίων: 2''  
Όρια θερμοκρασίας : -10 έως +40°C

#### Hydraulic Performance Curves



**Εικόνα 41:** Χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας AJm75

Από την χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας βλέπουμε πως για μανομετρικό  $H=24,76\text{m}$ , μας δίνει παροχή  $Q=3,15\text{ m}^3/\text{h}$   $> 2,25\text{ m}^3/\text{h}$  (απαιτούμενη παροχή για κάθε ΦΕΑ) άρα η αντλία που επιλέξαμε μας ικανοποιεί.



### 3.4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΑΝΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΠΛΑΝΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
<b>Αυτοκινητόδρομος</b>	6.000m	24h
Επιφάνεια πρασίνου	6.000m <sup>2</sup>	
Απαίτηση σε νερό	18m <sup>3</sup>	Ανά ημέρα
<b>Γεώτρηση</b>	1	
Παροχή	4,02m <sup>3</sup> /h	
Βύθιση αντλίας	90m	
Μανομετρικό	133,9m	
Χρόνος Λειτουργίας		4,48 ώρες/ημέρα
<b>Δεξαμενές</b>	3 x 15m <sup>3</sup>	
Χρόνος αναπλήρωσης		4,48 ώρες
Χρόνος πλήρωσης		11,2 ώρες
Αυτονομία		4 ½ ημέρες
<b>Αντλιοστάσιο</b>	1	
Χρόνος λειτουργίας		8 ώρες / ημέρα
Παροχή		3,15 m <sup>3</sup> /h
Αντλίες	2	Λειτουργία εναλλάξ
<b>Φρεάτια Ελεγχου άρδευσης</b>	60	8 λεπτά / ημέρα (για κάθε ΦΕΑ)
Παροχή	> 2,25 m <sup>3</sup> /h	
Κατανάλωση	0,3m <sup>3</sup>	ΦΕΑ/ημέρα
Μανομετρικό	24,76m	

**Πίνακας 9:** Χαρακτηριστικά και σχέδιο λειτουργίας μελέτης.

### 3.5 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Η διαστασιολόγηση του δικτύου μας έγινε με βάση απαίτηση παροχής. Η πίεση εκροής, σε κάθε ΦΕΑ είναι ελάχιστη με βάση την μελέτη μας. Εάν ζητηθούμε\* να ικανοποιήσουμε και προαπαιτούμενη πίεση εκροής θα πρέπει να αλλάξουμε τις αντλίες μας με μεγαλύτερες που θα έχουν μεγαλύτερο μανομετρικό, λαμβάνοντας όμως υπ όψιν μας ότι οι αγωγοί τα εξαρτήματα κλπ που έχουμε χρησιμοποιήσει έχουν ονομαστική πίεση έως 16atm\*\*.

\*Π.χ. υπάρχουν μπεκ ποτίσματος (sprinklers) τα οποία λειτουργούν μόνο σε συγκεκριμένο εύρος πίεσης (π.χ. 1-4 atm).

\*\*Γι αυτό και συμπεριλάβαμε στη μελέτη μας μειωτές πίεσης.

### 3.6 ΠΛΑΝΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Η τακτική συντήρηση θα γίνεται μηνιαία και θα περιλαμβάνει:

- Οπτική και ακουστική επιθεώρηση όλου του αντλιοστασίου. Συγκεκριμένα θα πρέπει να επιθεωρούνται οι αντλίες, οι δεξαμενές, η γεώτρηση και όλες οι σωληνώσεις για διαρροές και δυσλειτουργίες.
- Καθαρισμό όλων των φίλτρων του αντλιοστασίου και των ΦΕΑ.
- Καταγραφή της πραγματικής κατανάλωσης και έτσι σε σύγκριση με την προβλεπόμενη κατανάλωση να μπορούμε να βλέπουμε αν υπάρχουν δυσλειτουργίες(π.χ. υψηλή κατανάλωση σημαίνει ότι κάπου υπάρχει διαρροή στο δίκτυο μας).
- Έλεγχος του δοχείου διαστολών (πίεση αέρα κλπ).

### 3.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εκ πρώτης όψεως φαίνεται πως η κατασκευή ενός αυτοκινητόδρομου αποτελείται κυρίως από την εκσκαφή και την ασφαλτόστρωση.

Όμως οι μελέτες υποστήριξης του έργου αυτού, που συνήθως παραβλέπονται, είναι εξίσου σημαντικές. Σε αυτές περιλαμβάνεται η πυρόσβεση, η άρδευση, οι τηλεπικοινωνίες, ο φωτισμός, η ηλεκτροδότηση, η διαχείριση όμβριων υδάτων κλπ. Για να συνταχθούν, χρειάζονται ομάδες μηχανικών και σύμφωνα με το βαθμό δυσκολίας του έργου, καθορίζεται ο αριθμός τους. Ο βαθμός δυσκολίας της εκπόνησης των μελετών αυτών αλλάζει ανάλογα με τη γεωγραφική θέση του έργου (βουνά, σήραγγες, ανισόπεδοι κόμβοι κλπ.).

Πριν λοιπόν τη ασφαλτόστρωση και μετά την εκσκαφή κατασκευάζονται όλα αυτά τα έργα υποστήριξης, τα οποία συμβάλλουν καθοριστικά στην μετέπειτα συνολική επιτυχία του έργου.

Δεδομένου ότι όλα αυτά τα συστήματα απαιτούν μόνιμη επίβλεψη στη λειτουργία τους, η παρακολούθηση και ο έλεγχος πρέπει να είναι συνεχής και επί εικοσιτετραώρου βάσεως και σε περίπτωση δυσλειτουργίας η επέμβαση πρέπει να είναι άμεση ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία του κάθε τομέα. Άρα η εξασφάλιση της επιτυχίας του έργου εκτός από ένα πλήρη και σωστό σχεδιασμό κατά την κατασκευή, θα πρέπει να περιλαμβάνει και εργασίες συντήρησης και εποπτείας.

Το έργο που μας ανατέθηκε ήταν σχετικά μικρής κλίμακας με μικρό βαθμό δυσκολίας. Παρόλα αυτά ο χρόνος που χρειάστηκε για την πλήρη ολοκλήρωση της μελέτης ήταν αρκετός για να μας προβληματίσει. Χρειάστηκαν πολλές ώρες για να προβλέψουμε και να σχεδιάσουμε όλες τις λειτουργίες και δυσλειτουργίες που ίσως προκύψουν κατά την εγκατάσταση και λειτουργία του. Έτσι καταλήγουμε στην ανάγκη διάσπασης μεγάλων έργων σε μελέτες μικρότερης κλίμακας έτσι ώστε να περιορίσουμε τον χρόνο για τη συγγραφή τους.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ\*

1. Μιλτ. Μ. Κάπου, Άντληση ύδρευση άρδευση, Τεχνικές εκδόσεις Μιλτ. Καπου  
Νανούσης Δ., Ρευστομηχανική, Εκδόσεις ΙΩΝ
2. [www.eydap.gr](http://www.eydap.gr)  
[www.bestpice.gr](http://www.bestpice.gr)  
[www.google.gr](http://www.google.gr)
3. "AQUATERRA", Χ. Καπόπουλος, Πραγματογνωμοσύνη για τη εκτίμηση της τρέχουσας κατάστασης και τις μελλοντικές δυνατότητες εκμετάλλευσης σε 12 υφιστάμενες γεωτρήσεις της Αττικής Οδού, Πάτρα 2014  
  
"ANTEM ΕΠΕ", Οριστική Μελέτη Άρδευσης, Μάιος 2003

*(\*) Οι παραπάνω καταχωρήσεις αφορούν τα εξής:*

*1.Ελληνικό Βιβλίο, 2. Ιστοσελίδα, 3. Υφιστάμενη μελέτη Κ/Ξ Αττικής Οδού*