

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΠΟΛΕΩΣ
2.000 ΚΑΤΟΙΚΩΝ ΜΕ ΑΝΤΛΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ
ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΥΨΩΣΗ ΣΕ ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΗ
ΔΕΞΑΜΕΝΗ**



ΚΑΨΟΜΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στο πλαίσιο ολοκλήρωσης των σπουδών μου, στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας, πραγματοποιήθηκε η εκπόνηση της συγκεκριμένης πτυχιακής μελέτης, με τίτλο “Μελέτη αντλιοστασίου ύδρευσης πόλεως 2.000 κατοίκων με άντληση νερού από γεώτρηση και ανύψωση σε υπερυψωμένη δεξαμενή”.

Το θέμα που μου ανατέθηκε συνδέεται άμεσα με το αντικείμενο της πρακτικής μου άσκησης στην Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Πάτρας, από όπου προέρχεται ένας μεγάλος όγκος των πληροφοριών που χρησιμοποίησα για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Γιαννόπουλο Ανδρέα για την ανάθεση του θέματος, την επίβλεψη και τις συμβουλές του πάνω σε αυτό, όπως επίσης και τους υπαλλήλους της ΔΕΥΑΠ από όπου πήρα χρήσιμες πληροφορίες και συμβουλές.

Τέλος θα ήθελα να τονίσω τον χαρακτήρα της εργασίας αυτής. Σαφώς η μελέτη μου στηρίχθηκε σε επιστημονικά κείμενα και υπολογισμούς, όμως επίσης ένα μεγάλο κομμάτι της στηρίχθηκε στην πρακτική εφαρμογή και στην υλοποίηση των θεωριών αυτών σε πραγματικές συνθήκες.

Καψομίδης Γεώργιος
Σεπτέμβριος 2015

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής 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 σπουδαστής
(Ονοματεπώνυμο)

.....
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής αυτής είναι η μελέτη των αναγκών ύδρευσης πόλεως 2.000 κατοίκων με άντληση νερού από γεώτρηση και η ανύψωση του νερού αυτού σε δεξαμενή ύψους 25 μέτρων. Θα υπολογιστεί δηλαδή η απαιτούμενη ποσότητα νερού για την εξυπηρέτηση των αναγκών της πόλης σε κανονικές συνθήκες, σε περιόδους ύφεσης και σε περιόδους αιχμής, με βάση αυτές τις πληροφορίες θα γίνει η μελέτη του αντλιοστασίου, η επιλογή υποβρύχιας αντλίας, η μελέτη της δεξαμενής όπως επίσης και η επιλογή σωληνώσεων. Θα γίνει η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων ασφαλείας και των συστημάτων για τον έλεγχο της λειτουργίας του αντλιοστασίου. Η γεώτρηση μας έχει βάθος 130 μέτρα, η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται στα 40 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους, η δεξαμενή βρίσκεται σε απόσταση 200 μέτρων από την γεώτρηση, ενώ το ύψος της είναι στα 25 μέτρα.

Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη ενότητα θα αναφερθούμε στην επιλογή της περιοχής η οποία χρησιμοποιήθηκε σαν πρότυπο για την μελέτη μας, από την οποία θα δανειστούμε στοιχεία όπως τοπογραφικά, πληθυσμιακά και άλλα. Επίσης θα υπολογιστεί η πληθυσμιακή μεταβολή, με βάση τις απογραφές που έχουν γίνει στην πόλη – πρότυπο, για την πόλη μας.

Στην δεύτερη ενότητα ασχολούμαστε με τον υπολογισμό των αναγκών των κατοίκων σε νερό σύμφωνα με τα πρότυπα της επιλεγμένης πόλης σε συνάρτηση με τον κανονισμό κατώτερου - ανώτερου ορίου χρήσης για την περίπτωση μας. Επίσης λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές ημερήσιας αιχμής, απωλειών κ.α. θα καταλήξουμε στην εκτιμώμενη ημερήσια ζήτηση για νερό με σκοπό να καλύψουμε τις ανάγκες της περιοχής σε ύδρευση στο έπακρο.

Στην τρίτη ενότητα θα αναφερθούμε στην διαδικασία ανόρυξης των γεωτρήσεων, τις μελέτες που απαιτούνται για τη διάνοιξη της. Κυρίως θα ασχοληθούμε με την συμπλήρωση της γεώτρησης τις διαδικασίες της σωλήνωσης, τσιμεντώσης, χαλίκωσης, τοποθέτηση πιεζομετρικού σωλήνα καθώς και την τοποθέτηση αντλητικού συγκροτήματος.

Συνεχίζοντας στην τέταρτη ενότητα θα ασχοληθούμε με την μελέτη των διαστάσεων και της κατασκευής του υδατόπυργου καθώς και την μελέτη του εξωτερικού δικτύου, επιλέγοντας τους κατάλληλους αγωγούς σε διαστάσεις και υλικό όπως επίσης και σχεδιάζοντας και την διαδρομή που θα ακολουθήσει το όρυγμα στο οποίο θα τοποθετηθεί η σωλήνωση.

Στην πέμπτη ενότητα θα γίνουν υπολογισμοί του μανομετρικού, της ισχύος και της παροχής της αντλίας και θα καταλήξουμε στο κατάλληλο αντλητικό της γεώτρησης. Τέλος θα αναφερθούμε στα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιήσουμε στο δίκτυό μας για να εξασφαλίσουμε την ασφαλή λειτουργία του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	7
Περιοχή μελέτης.....	7
1.1 Γενικά.....	7
1.1.1 Περιγραφή περιοχής.....	7
1.1.2 Υδατικά Διαμερίσματα.....	8
1.1.3 Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου	10
1.1.4 Εκμετάλλευση υπόγειων νερών.....	11
1.2 Υπολογισμός μελλοντικού πληθυσμού	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	16
Εκτίμηση αναγκών ύδρευσης.....	16
2.1 Γενικά.....	16
2.2.1 Περίοδος σχεδίασης	18
2.2.2 Υπολογισμός αναγκών ύδρευσης.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	25
ΓΕΩΤΡΗΣΗ.....	25
3.1 Γενικά.....	25
3.1.1 Διάτρηση γεωτρήσεων.....	25
3.1.2 Υπόγεια νερά	27
3.2 Συμπλήρωση υδρογεώτρησης.....	28
3.3 Καθαρισμός γεώτρησης.....	32
3.4 Σχεδιασμός γεώτρησης.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	38
Μελέτη Υδατόπυργου και σωληνώσεων	38
4.1 Γενικά.....	38
4.1.1 Υδατόπυργος.....	39
4.1.2 Μελέτη υδατόπυργου.....	40
4.2 Σωληνώσεις.....	46
4.2.1 Γενικά.....	46
4.2.2 Σωλήνωση εξωτερικού δικτύου.....	48
4.2.3 Κατασκευή ορύγματος	49
4.3 Μελέτη σωληνώσεων	50

4.3.1	Επιλογή υλικού αγωγών	50
4.3.2	Επιλογή διαμέτρου αγωγών.....	52
4.3.3	Μελέτη διαδρομής αγωγών.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		57
Επιλογή αντλίας και εξαρτήματα		57
5.1	Γενικά.....	57
5.2	Υπολογισμός στοιχείων αντλίας.....	59
5.2.1	Υπολογισμός ολικού μανομετρικού.....	60
5.2.2	Υπολογισμός παροχής	66
5.2.3	Υπολογισμός ισχύος αντλητικού συστήματος.....	67
5.3	Επιλογή αντλητικού συστήματος	68
5.4	Εξαρτήματα δικτύου.....	70
5.4.1	Εξαρτήματα αντλιοστασίου και δεξαμενής	74
Συμπεράσματα.....		78
Βιβλιογραφία		79
Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία		80

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την έννοια «ύδρευση» ορίζουμε όλα όσα χρειάζονται για να εξασφαλίσουν επαρκείς ποσότητες πόσιμου νερού καθώς και το νερό για οικιακές και άλλες χρήσεις. Η «ύδρευση» περιλαμβάνει την υδροληψία, τον καθαρισμό, την αποθήκευση, την προσαγωγή και τη διανομή του νερού.

Το νερό αποτελεί κύρια πηγή ενέργειας και ζωής για τον άνθρωπο καθώς καταλαμβάνει το 70% του σώματός του, σε αντίθεση με την τροφή από την οποία μπορεί να απέχει για αρκετό διάστημα χωρίς να έχει επιβλαβείς συνέπειες για τον οργανισμό του, δεν μπορεί να αντέξει την έλλειψη νερού για πάνω από 3 ημέρες χωρίς να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στις ζωτικές λειτουργίες μέχρι και τον θάνατό του.

Η εξασφάλιση του νερού και κυρίως του πόσιμου νερού, αποτελεί καθήκον των δήμων και των κοινοτήτων. Η εκμετάλλευσή του και πιο συγκεκριμένα η υδροληψία, ο καθαρισμός, η αποθήκευση, η προσαγωγή και η διανομή του νερού αποτελούν καθήκον των οργανισμών ή των υπηρεσιών υδρεύσεως. Υποχρέωσή τους είναι να εξασφαλίζουν ανεξάντλητα, καθαρό πόσιμο νερό, σε κατάλληλη πίεση για όλους τους κατοίκους μιας περιοχής.

Καθώς η ζήτηση αυξάνεται συναρτώμενη και με την αύξηση του πληθυσμού, είμαστε υποχρεωμένοι να διερευνούμε συνεχώς νέες πηγές εύρεσης νερού για να καλύπτονται στο έπακρο οι ανάγκες του πληθυσμού. Η έρευνα που μπορεί να πραγματοποιηθεί για να προβλεφθούν οι ανάγκες στο άμεσο μέλλον, είναι σε θέση να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα μόνο όταν αυτή αφορά μικρό πληθυσμό συγκεκριμένης (μικρής) περιοχής.

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής είναι η μελέτη για την κατασκευή αντλιοστασίου ύδρευσης το οποίο θα έχει την δυνατότητα να καλύψει τις ανάγκες μιας μικρής πόλης, 2.000 κατοίκων, στο έπακρο. Θα υπολογιστούν οι ανάγκες της πόλης για ύδρευση με τα σημερινά δεδομένα όσο και σε βάθος χρόνου για τα επόμενα 30 χρόνια. Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς θα καταλήξουμε και στα υπόλοιπα δεδομένα μας όπως τον όγκο της δεξαμενής, τις σωληνώσεις και τέλος την επιλογή της υποβρύχιας αντλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

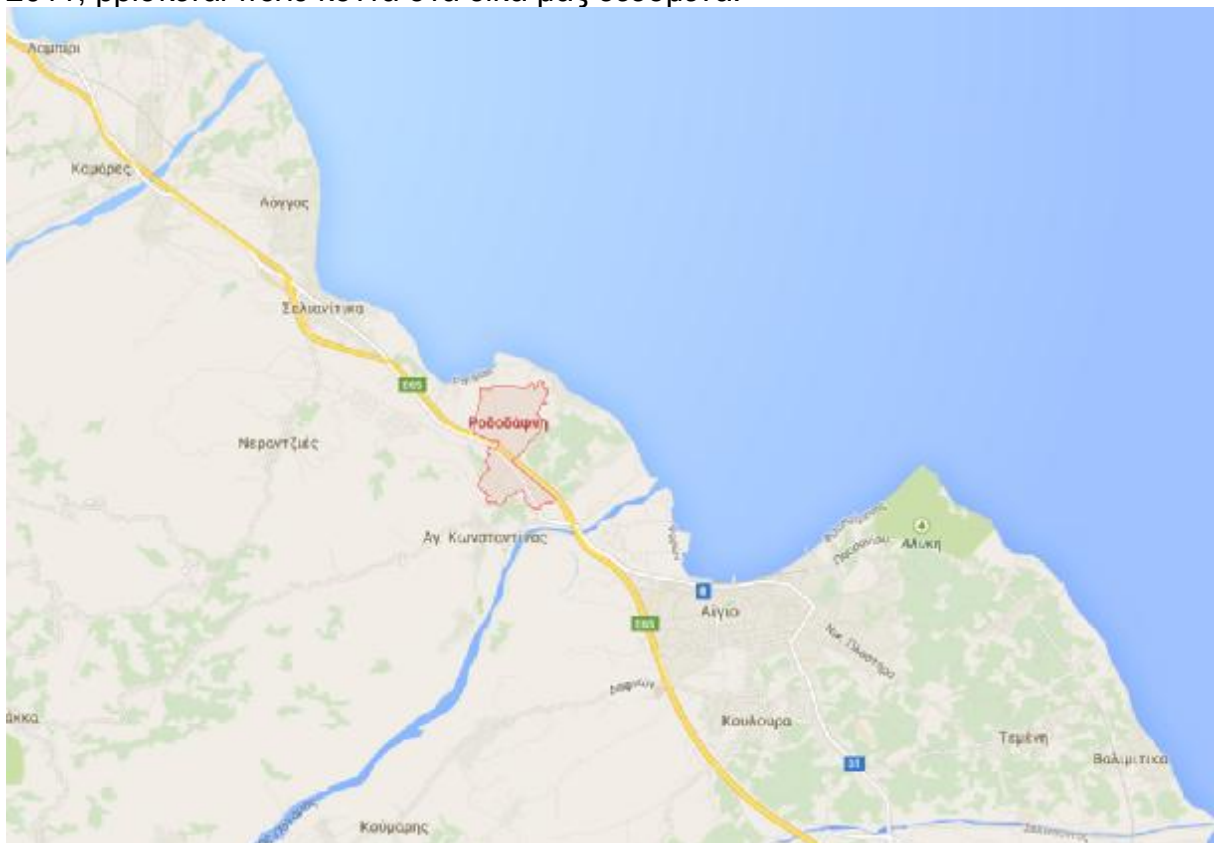
Περιοχή μελέτης

1.1 Γενικά

Για την μελέτη μας θα χρειαστούμε κάποια πληθυσμιακά και τοπογραφικά στοιχεία, για αυτόν τον λόγο θα δανειστούμε στοιχεία από κάποια πόλη η οποία θα είναι κοντά στα δικά μας μέτρα και θα μας εξυπηρετήσει στους υπολογισμούς μας. Σαν πόλη - πρότυπο θα χρησιμοποιήσουμε την κωμόπολη Ροδοδάφνη Αχαΐας του δήμου Αιγιαλείας.

1.1.1 Περιγραφή περιοχής

Οι λόγοι που μας οδήγησαν στην επιλογή της συγκεκριμένης κωμόπολης αρχικά αφορούν τον πληθυσμό. Η Ροδοδάφνη με πληθυσμό 2.564, στην απογραφή του 2011, βρίσκεται πολύ κοντά στα δικά μας δεδομένα.



Εικόνα 1.1 περιοχή μελέτης

Σημειώνεται πολύ μικρή αύξηση στον αριθμό μόνιμων κατοίκων της, ωστόσο για να εξυπηρετήσουμε τους σκοπούς της εργασίας θα λάβουμε υπόψιν σαν την αύξηση

του πληθυσμού της ένα ετήσιο 0,5 %. Ένας ακόμη παράγοντας για την επιλογή της συγκεκριμένης περιοχής είναι το υψόμετρο της, το οποίο εξυπηρετεί τους σκοπούς της εργασίας στο κομμάτι της γεώτρησης και το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα.

Γεωγραφικά η Ροδοδάφνη τοποθετείται στην βόρεια παράκτια ζώνη της Πελοποννήσου, ανατολικά της Πάτρας, στον νομό Αχαΐας. Παραθαλάσσια κωμόπολη, πεδινή, σε υψόμετρο περίπου 40 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας. Επίσης ανήκει στο Υδατικό διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου. Επικρατούν ήπιες καιρικές συνθήκες, με το θερμομέτρο να φτάνει στο μέγιστο περίπου τους 33 °C, κατά τους μήνες Ιούνιο - Αύγουστο, ενώ τον χειμώνα η θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από τους 5 °C, τους μήνες Ιανουάριο - Φεβρουάριο.

1.1.2 Υδατικά Διαμερίσματα

Η Ελλάδα είναι χωρισμένη σε δεκατέσσερα Υδατικά Διαμερίσματα (εικόνα 1.2) με σκοπό την καλύτερη διαχείριση των υδάτινων πόρων της χώρας



Εικόνα 1.2 Υδατικά Διαμερίσματα Ελλάδας

Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με το Άρθρο 13 παράρτημα VII της οδηγίας 2000/60/EK (Άρθρο 10 και παράρτημα VII του ΠΔ 51/2007) περιλαμβάνουν:

- Καταγραφή αρμοδίων αρχών για θέματα διαχείρισης και προστασίας των υδάτινων πόρων και καθορισμό της περιοχής άσκησης των αρμοδιοτήτων τους
- Χαρακτηρισμό των υδατικών συστημάτων (water bodies), και επικαιροποίηση / συμπλήρωσή του
- Οριστικό προσδιορισμό των ιδιαίτεως τροποποιημένων και τεχνητών υδατικών συστημάτων
- Μητρώο Προστατευόμενων Περιοχών
- Επισκόπηση των ανθρωπογενών πιέσεων και των επιπτώσεών τους :
 - Ø Σημαντικές σημειακές πηγές ρύπανσης
 - Ø Σημαντικές διάχυτες πηγές ρύπανσης
 - Ø Σημαντικές απολήψεις ύδατος
 - Ø Μέτρα ρύθμισης της ροής του νερού και μορφολογικές αλλοιώσεις
 - Ø Πιθανή διείσδυση θαλάσσιου νερού
 - Ø Τεχνητό εμπλουτισμό των υπογείων υδάτων
 - Ø Άλλα είδη ανθρωπογενών πιέσεων
 - Ø Τις επιπτώσεις από τις παραπάνω πιέσεις
- Οικονομική ανάλυση των χρήσεων ύδατος και εκτίμηση του βαθμού ανάκτησης του κόστους και τις διάφορες υπηρεσίες ύδατος
- Καθορισμός τυπο- χαρακτηριστικών συνθηκών αναφοράς και αξιολόγηση/ ταξινόμηση της ποιοτικής και ποσοτικής κατάστασης των επιφανειακών και υπογείων υδάτων
- Καθορισμό περιβαλλοντικών στόχων που πρέπει να επιτευχθούν σε κάθε υδατικό σύστημα, με την εφαρμογή των Σχεδίων Διαχείρισης και Προσδιορισμού των "Εξαιρέσεων" με καθορισμό των επιδιωκόμενων για αυτές περιβαλλοντικών στόχων
- Διαμόρφωση Προγραμμάτων Βασικών και Συμπληρωματικών Μέτρων για την προστασία και την αποκατάσταση των υδατικών συστημάτων
- Αξιολόγηση των προτεινόμενων Προγραμμάτων και Μέτρων και ανάλυση του κόστους σε σχέση με την αποδοτικότητά τους
- Ενημέρωση των προγραμμάτων παρακολούθησης της κατάστασης των επιφανειακών και υπογείων υδάτων
- Διαμόρφωση σχεδίου αντιμετώπισης φαινομένων λειψυδρίας και ξηρασίας, με βάση τις αρχές προληπτικού σχεδιασμού
- Εκπόνηση Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Σ.Μ.Π.Ε.)

1.1.3 Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου



Εικόνα 1.3 Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου

Το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου οριοθετείται στο χερσαίο τμήμα του από τον υδροκρίτη που ξεκινά από το ακρωτήριο Κατάκολο, συνεχίζει στους ορεινούς όγκους Φολή, Λάμπεια, Αροάνεια, στο υπίπεδο Καλαβρύτων, στο νότιο όριο της κλειστής λεκάνης Φενεού, στους ορεινούς όγκους του Ολιγύρτου, Λύερκιου και Ονείων και καταλήγει στο ακρωτήριο Τραχήλι μέσω των κορυφών Τραπεζώνα και Πολίτη στην Κορινθία. Περιλαμβάνει επίσης τα νησιά Κεφαλονιά, Ζάκυνθο και Ιθάκη.

Η έκταση του ΥΔ είναι 7396,55 km², περιλαμβάνει τμήμα των Περιφερειών Πελοποννήσου σε ποσοστό έκτασης 28%, της Δυτικής Ελλάδας 54% και των Ιονίων Νήσων σε ποσοστό 18%.

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο του ΥΔ Βόρειας Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται γενικά στο εσωτερικό του ως ορεινό (600 μέτρα έως 2400 μέτρα υψόμετρο) και απότομο, ημιορεινό (100 μέτρα έως 600 μέτρα υψόμετρο) στην εξωτερική του περίμετρο και πεδινό (0 έως 100 μέτρα υψόμετρο) στην παράκτια ζώνη του.

1.1.4 Εκμετάλλευση υπόγειων νερών

Είναι γεγονός πως η ποσότητα νερού που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους είναι σημαντικά μεγαλύτερη και σε ποσότητα νερού αλλά και σε έκταση σε σχέση με την ποσότητα που περιέχεται στα ποτάμια, τις λίμνες, τους υδροταμιευτήρες. Το νερό αυτό μάλιστα, επιτελεί σημαντικό ρόλο κατά τις περιόδους ανομβρίας, καθώς τροφοδοτεί τα ρυάκια και τους ποταμούς στη ροή τους ενώ επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διαδικασία άρδευσης και ύδρευσης μιας περιοχής.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την ύδρευση από τις υπόγειες πηγές νερού, προτιμώνται περισσότερο σε σχέση με το νερό των επιφανειακών πηγών, καθώς προσφέρουν πιο ικανοποιητική ποσότητα νερού και επίσης είναι πιο οικονομικός τρόπος αφού τα υπόγεια νερά βρίσκονται αρκετά κοντά στις περιοχές διανομής. Έτσι με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μη χρήση πολλών συστημάτων μεταφοράς μιας και είναι περιορισμένα σε αριθμό, οπότε δεν σπαταλούνται επιπλέον οικονομικοί πόροι για δημιουργία περισσότερων συστημάτων μεταφοράς. Επιπλέον, το γεγονός ότι το νερό στο έδαφος βρίσκεται εκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, δείχνει ότι το έδαφος είναι κορεσμένο από νερό και έτσι έχει τη δυνατότητα να το συγκρατεί και να το «αποθηκεύει» σαν ένας φυσικός υδροταμιευτήρας, έτσι για άλλη μια φορά επιτυγχάνεται οικονομία.

Για να εκμεταλλευτούμε λοιπόν όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι υπόγειες πηγές νερού για μια περιοχή, πρέπει να γίνουν κάποιες συγκεκριμένες ενέργειες ώστε να ερευνησουμε την καταλληλότητα του νερού (για ύδρευση και άρδευση) λαμβάνοντας υπόψιν τους εξής παράγοντες:

- i. Την ποσότητα του νερού που περιέχεται στο συγκεκριμένο σημείο αποθήκευσης που μπορεί να εξαχθεί από το υδροφόρο στρώμα. Ο διαθέσιμος όγκος που μπορούμε να βγάλουμε καθορίζεται από το ειδικό πορώδες και τον συντελεστή αποθήκευσης.
- ii. Τη δυνατότητα του υδροφόρου στρώματος να μεταφέρει το νερό στα επιθυμητά σημεία εξαγωγής όπως τα πηγάδια και οι τάφροι. Κεντρικοί παράμετροι είναι οι συντελεστές διαπερατότητας και μεταβιβασιμότητας του εδάφους.
- iii. Την διερεύνηση της ποιότητας του νερού που είναι για χρήση.
- iv. Την σταθερότητα της ποσότητας και της ποιότητας του διαθέσιμου νερού.

Για τη εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τον όγκο, την ταχύτητα ροής και της παροχής των υπόγειων νερών μιας περιοχής, πρέπει να γίνει ειδικευμένη γεωλογική έρευνα, καθώς η εκτίμηση για τους παραπάνω παράγοντες είναι πολύ δύσκολη. Τόσο ο χαρακτήρας όσο και η τοποθεσία των εδαφών, δεν μένουν ίδιοι κατά μήκος της υδροφόρου λεκάνης αλλά μεταβάλλονται. Γι'αυτό το λόγο απαιτείται έρευνα σχετικά με τα γεωλογικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά της λεκάνης, η οποία μπορεί να πάρει μεγάλο χρονικό διάστημα καθώς είναι μια δύσκολη διαδικασία εξαιτίας των παραμέτρων μεταβατικότητας.

Η περιοχή στην οποία ανήκουν υπόγεια ρεύματα νερού διαιρείται σε τέσσερις ζώνες. Πιο αναλυτικά:

1. Ζώνη υγρασίας εδάφους: Αποτελεί το διάστημα από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το τέλος των ριζών της εκάστοτε βλάστησης. Αυτό μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή ανάλογα το είδος του εδάφους και το είδος της βλάστησης. Κατά κύριο λόγο η ζώνη υγρασίας δεν αποτελεί κορεσμένο σημείο αφού οι πόροι του εδάφους είναι γεμάτοι αέρα και νερό, εκτός μετά από υψηλή βροχόπτωση.
2. Μέση ζώνη: Εκτείνεται από το τέλος της ζώνης υγρασίας έως την τριχοειδή ζώνη, δεν μπορεί όμως να υπολογιστεί με συγκεκριμένες διαστάσεις καθώς αυτές μεταβάλλονται από περιοχή σε περιοχή αλλά και με βάση την εποχιακή περίοδο. Το βάθος της έχει υπολογιστεί από μηδέν έως και εκατοντάδες μέτρα. Η μέση ζώνη δεν χαρακτηρίζεται κορεσμένη, αλλά βοηθά στη μετάβαση του νερού από την επιφάνεια του εδάφους στο υδροφόρο στρώμα.
3. Τριχοειδής ζώνη: Εκτείνεται από την επιφάνεια του νερού στο κορεσμένο υδροφόρο στρώμα ως το μέγιστο ύψος της τριχοειδούς ανόδου του νερού, το οποίο εξαρτάται από το είδος τους εδάφους.
4. Κορεσμένη ζώνη: Στη ζώνη αυτή βρίσκουμε το νερό που είναι αποθηκευμένο στο κορεσμένο σημείο του εδάφους και ο όγκος του νερού που βρίσκεται εκεί εξαρτάται από το πορώδες του εδάφους. Ένα μέρος του νερού αυτού δεν μπορεί να εξαχθεί λόγω των μοριακών δυνάμεων που υπάρχουν ανάμεσα στο νερό και το χώμα (ειδική συγκράτηση). Το νερό που μπορεί να αντληθεί υπό τη επίδραση της βαρύτητας αλλά και του συνολικού όγκου του εδάφους ονομάζεται «ειδική απόδοση», και αποτελεί το μοναδικό εκμεταλλεύσιμο πόρο υπογείων νερών που μπορεί να επεξεργαστεί σε μόνιμη βάση.

1.2 Υπολογισμός μελλοντικού πληθυσμού



Ο προσδιορισμός του μελλοντικού πληθυσμού, της προς μελέτη περιοχής γίνεται ανάλογα με την περίοδο πρόβλεψης που έχουμε επιλέξει. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό - πρόβλεψη μελλοντικού πληθυσμού. Διακρίνονται οι παρακάτω υποθέσεις εξέλιξης του πληθυσμού:

- Υπόθεση σταθεράς αύξησης του πληθυσμού, που ισχύει όταν η αύξηση του πληθυσμού είναι διαχρονικά σταθερή.
- Υπόθεση γεωμετρικής αύξησης πληθυσμού, που ισχύει όταν ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι σταθερά ανάλογος του ετήσιου πληθυσμού.
- Υπόθεση εκθετικής αύξησης πληθυσμού, που ισχύει όταν για κάθε χρονική στιγμή ο ρυθμός αύξησης πληθυσμού είναι ανάλογος του πληθυσμού.
- Υπόθεση φθίνοντος ρυθμού αύξησης, που ισχύει όταν για κάθε χρονική στιγμή ο ρυθμός αύξησης του είναι ανάλογος της διαφοράς του πληθυσμού κορεσμού μείον του πληθυσμού.
- Λογιστική καμπύλη.
- Υπόθεση φθίνουσας εξέλιξης, για την περίπτωση αυτή θεωρείται αριθμητική πρόοδος με αρνητικό λόγο.

Περνώντας στον υπολογισμό του μελλοντικού πληθυσμού της περιοχής μας, αρχικά θα πρέπει να υπολογίσουμε το ετήσιο ποσοστό αύξησης του πληθυσμού το οποίο προκύπτει με δύο τρόπους. Είτε επιλέγοντας την κατάλληλη τιμή από πίνακα (πίνακας 1.1), είτε χρησιμοποιώντας τον τύπο του ανατοκισμού επιλύοντας ως προς το ετήσιο ποσοστό αυξήσεως.

Είδος οικισμού	ρ%
Οικισμοί μέχρι 20.000 κάτοικοι	0,5 ως 1,0
Πόλεις μέσου μεγέθους (μέχρι 100.000 κάτοικοι)	2,0 ως 3,0
Μεγαλουπόλεις (πάνω από 100.000 κάτοικοι)	4,0

Πίνακας 1.1 : Μέση ετήσια αύξηση πληθυσμού

Χαρακτηρισμός	ρ%
Αργός ρυθμός ανάπτυξης	0,5 ως 1,0
Μέσος ρυθμός ανάπτυξης	1,0 ως 2,0
Γρήγορος ρυθμός ανάπτυξης	2,0 ως 4,0

Πίνακας 1.2 :Χαρακτηρισμός ρυθμού ανάπτυξης

Για τον υπολογισμό της ετήσιας αύξησης του πληθυσμού θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του ανατοκισμού :

$$E_f = E_s \cdot (1 + 0,01 \cdot p)^n \quad (1.1)$$

Όπου :

E_f : Αριθμός μελλοντικού πληθυσμού

E_s : Ο πληθυσμός κατά το έτος της μελέτης

p : η μέση ετήσια αύξηση κατοίκων σε εκατοστιαίο ποσοστό.

n : περίοδος πρόβλεψης σε έτη

Επιλύουμε τον τύπο ως προς τον ρυθμό ανάπτυξης (p) χρησιμοποιώντας ως πληθυσμιακά δεδομένα τον πληθυσμό της πόλης - πρότυπο κατά τις απογραφές.

Στοιχεία πόλης :

Απογραφή του έτους 2001: 2514 κάτοικοι

Απογραφή του έτους 2011: 2564 κάτοικοι

Η επίλυση της συνάρτησης ως προς p :

$$p = 100 \cdot \left(\sqrt[n]{\frac{E_s}{E_0}} - 1 \right) [\%] \quad (1.2)$$

E_s : κάτοικοι το 2011

E_0 : κάτοικοι το 2001

n : τα έτη

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα στην συνάρτηση προκύπτει ότι :

$$p \approx 0,2\%$$

Για μεγαλύτερη ασφάλεια στην προσέγγιση των αποτελεσμάτων μας θα χρησιμοποιήσουμε σαν συντελεστή, μέσης ετήσιας αύξησης, τον ελάχιστο από Πίνακα 1.1, δηλαδή 0,5%.

Στοιχεία πόλης μελέτης :

Κάτοικοι (E_s) : 2.000 μόνιμοι

Εποχιακός ή πληθυσμός του Σαββατοκύριακου (E_e) : 25%
Ετήσιο ποσοστό αυξήσεως (p) : 0,5 %

περίοδος πρόβλεψης σε έτη (n) : 30

Για τον προσδιορισμό του μελλοντικού πληθυσμού της πόλης θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του ανατοκισμού πάλι, στην αρχική του μορφή αυτήν τη φορά :

$$E_f = E_s \cdot (1 + 0,01 \cdot p)^n \quad (1.3)$$

Όπου :

$$E_f = 2000 \cdot (1 + 0,01 \cdot 0,5)^{30} = 2322,8 \quad (1.4)$$

≈ 2323 κάτοικοι

το 2045 ο πληθυσμός προσδιορίζετε στους 2323 κατοίκους

Ο εποχιακός πληθυσμός E_e ανέρχεται στο 25% των μόνιμων κατοίκων

Άρα ο εποχιακός πληθυσμός το 2045 θα είναι :

$$E_e = 2323 \cdot 0,25 = 581 \text{ άτομα} \quad (1.5)$$

$$E = E_f + E_e = 2904 \text{ κάτοικοι} \quad (1.6)$$

Το σύνολο εποχιακών και μόνιμων κατοίκων το έτος 2045 υπολογίζεται στους 2904 κατοίκους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Εκτίμηση αναγκών ύδρευσης



2.1 Γενικά

Οι καταναλωτικές ανάγκες νερού του πληθυσμού μιας περιοχής καθορίζονται από δύο παράγοντες. Από τον τρόπο διαβίωσης του πληθυσμού και από το είδος της ίδιας της περιοχής, αν είναι δηλαδή Βιομηχανική περιοχή ή αγροτική. Γενικά, οι αγροτικές περιοχές παρουσιάζουν μικρότερη ποσότητα κατανάλωσης σε σχέση με βιομηχανικές περιοχές και προάστια, ενώ περιοχές με επαύλεις και ανοιχτό οικοδομικό σύστημα παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερη ανάγκη κατανάλωσης σε σύγκριση με πολλές μεγάλες πόλεις.

Για να προσδιορίσουμε τις καταναλωτικές ανάγκες μιας περιοχής πρέπει να πραγματοποιηθούν μακροχρόνιες έρευνες λαμβάνοντας πάντα υπόψιν την τιμή του νερού και την ευκολία διάθεσής του. Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια οι ανάγκες έχουν αυξηθεί λόγω της ανάπτυξης της βιομηχανίας όσο και εξαιτίας της σταδιακής αύξησης του πληθυσμού σε συνδυασμό με τη συνεχώς αύξηση της ποσότητας κατανάλωσης κατά άτομο (πόση, καθαριότητα, βιομηχανία, βιοτεχνία κτλ).

Σε κάθε περίπτωση για την ακεραιότητα της εκάστοτε έρευνας πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν όλοι οι παράμετροι για τη δημιουργία ενός έργου, με την

προϋπόθεση ότι μελλοντικά είναι πιθανόν το έργο να πρέπει να τροποποιηθεί ή να επεκταθεί και πάντα με βάση συγκεκριμένα οικονομικά κριτήρια, ώστε να μην υπάρξει υπερβολή στον προϋπολογισμό και σωστή εκμετάλλευση των χώρων που διατίθενται για το έργο αλλά και στα υλικά.

Λαμβάνοντας υπόψιν το Φ.Ε.Κ. (Φύλο Ελληνικής Κυβέρνησης) "Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην ύδρευση" (Κ.Υ.Α. Δ 11/Φ. 16/ 8500/91 Φ.Ε.Κ. Β' 174) όπου αναφέρεται :

«1. Τον προσδιορισμό κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού στην ύδρευση για το σύνολο της χώρας.

2. Τα όρια αυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

α. Αυτά που αφορούν υδρεύσεις οικισμών, εφαρμόζονται δηλαδή σε περιπτώσεις διανομής νερού ύδρευσης με συλλογικό δίκτυο και ορίζονται σε 100 λίτρα νερού την ημέρα, κατά κάτοικο, το κατώτατο και σε 250 λίτρα νερού την ημέρα, κατά κάτοικο το ανώτατο.

Τα όρια αυτά δεν περιλαμβάνουν τις απώλειες και αναφέρονται στο σύνολο των αναγκών που εξυπηρετεί το κάθε υδρευτικό δίκτυο

[..]

3. Τα όρια της παραγρ. 2 αποτελούν τις μέσες ημερήσιες τιμές για τον υπολογισμό των ετήσιων πραγματικών αναγκών χρήσης για ύδρευση. Ακόμη ορίζεται ανώτατο όριο χρήσης σε περίοδο αιχμής η αναφερόμενη στην παραγρ. 2 μέση ημερήσια τιμή επί συντελεστή 1,5. Ειδικότερα για την παρ. 2 οι ετήσιες ανάγκες υπολογίζονται με βάση την περίοδο λειτουργίας της μονάδος.

4. Για τον καθορισμό των πραγματικών αναγκών εντός των παραπάνω ορίων λαμβάνονται οι ακόλουθοι παράγοντες: α/ οι ιδιαίτερες τοπικές κλιματολογικές γεωμορφολογικές κλπ. συνθήκες της περιοχής, β/ οι υδρολογικές - υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής, γ/ το πληθυσμιακό μέγεθος που θα υδρευθεί και η εποχιακή του διακύμανση.

5. Οι τυχόν απώλειες του δικτύου διανομής υπολογίζονται σε ποσοστό μέχρι 20% σε περίπτωση νέων δικτύων (ηλικίας έως 35 ετών) και μέχρι 40% για τα παλαιότερα. Στην περίπτωση αυτή ο υπολογισμός της ποσότητας νερού που απαιτείται στη κεφαλή του δικτύου υπολογίζεται με διαίρεση της τιμής των πραγματικών αναγκών δια του ποσοστού που προκύπτει μετά την αφαίρεση των απωλειών. (Δηλαδή σε περίπτωση απωλειών 20% με διαίρεση δια του 0,80).».

Με βάση τα παραπάνω καταλήγουμε στην μέση τιμή ημερήσιας κατανάλωσης στα 175Lt/ημέρα για κάθε κάτοικο, ενώ στην παράγραφο 3 ορίζεται ο συντελεστής αιχμής σε 1.5.

Ο συντελεστής αιχμής αποτελείται από δύο επιμέρους συντελεστές. Τον συντελεστή διακυμάνσεων των αναγκών σύμφωνα με την εποχή (πίνακας 2.3) από όπου επιλέγουμε την δυσμενέστερη κατάσταση, δηλαδή την εποχή του καλοκαιριού όπου έχουμε αύξηση +20%. Το δεύτερο σκέλος είναι ο συντελεστής ασφαλείας 30% για υπερεκτίμηση των αναγκών. Έτσι καταλήγουμε σε συντελεστή αιχμής ίσο με 1,5.

Τέλος στην παράγραφο 5 ορίζονται οι απώλειες των δικτύων σύμφωνα με την παλαιότητά τους, για το δίκτυό μας ισχύει η πρώτη περίπτωση με απώλειες δικτύου ύδρευσης 20%.

2.2.1 Περίοδος σχεδίασης

Η μελέτη ύδρευσης για μια περιοχή γίνεται μακροπρόθεσμα. Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της περιόδου σχεδίασης και είναι οι εξής:

- Ανθεκτικότητα των κατασκευών και των μηχανημάτων στον χρόνο, καθώς και το ενδεχόμενο εξέλιξης των μηχανημάτων και της απόδοσής τους στο μέλλον.
- Κατά πόσο υπάρχει δυνατότητα να προσθέσουμε επιπλέον στοιχεία στο σύστημά μας.
- Η μελλοντική αύξηση του πληθυσμού.
- Η πιθανή ανάπτυξη της περιοχής βιομηχανικά και εμπορικά.
- Και τέλος, τα πρώτα χρόνια όπου το σύστημα υπολειτουργεί καθώς δεν χρησιμοποιείται το μέγιστο φορτίο που έχει υπολογιστεί.

Όσο πιο μακρύς, λοιπόν, ο χρήσιμος βίος των εξαρτημάτων του συστήματος, τόσο αυξάνει η περίοδος σχεδίασης.

Στην περίπτωσή μας η μελέτη ύδρευσης, η εκτίμηση των αναγκών καθώς και ο πληθυσμός της πόλης μας θα γίνει για διάστημα 30 ετών.

2.2.2 Υπολογισμός αναγκών ύδρευσης

Για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό και κατ' επέκταση την ικανότητα των εγκαταστάσεων, πρέπει εκτός από τις εποχιακές διακυμάνσεις (πίνακας 2.3), να λάβουμε κυρίως υπόψιν τις ημερήσιες και ωριαίες διακυμάνσεις της κατανάλωσης.

Για τις εγκαταστάσεις ισχύει πως η ικανότητά τους καθορίζεται από τις μέγιστες ημερήσιες ανάγκες. Η κατανομή των αναγκών δεν είναι ομοιόμορφη κατά την διάρκεια της ημέρας. Οι ωριαίες αυτές διακυμάνσεις σημειώνονται στον πίνακα 2.4.

Με βάση τις τυπικές τιμές για οικιακή χρήση και τις παρούσες συνθήκες, καταλήγουμε στον προσδιορισμό των αναγκών ύδρευσης οι οποίες διαμορφώνονται ως εξής:

Μέση ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο :

$$Q = 175 \text{ lt/ημέρα}$$

Συντελεστής αιχμής :

$$\alpha = 1,5$$

Έτσι η μέγιστη κατανάλωση έχει την τιμή :

$$Q_{\max} = Q * \alpha = 175 * 1,5 = 262,5 \text{ lt/ημέρα} \quad (2.1)$$

Οι τιμές των μέσων ημερήσιων αναγκών ύδρευσης για την πόλη μας προκύπτουν από το γινόμενο της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης με τον αριθμό κατοίκων, και αντίστοιχα για την μέγιστη τιμή το γινόμενο της μέγιστης τιμής με τον αριθμό κατοίκων. Ομοίως συνεχίζουμε στον υπολογισμό των αναγκών για το έτος 2045, όπως επίσης και για τα έτη 2015, 2045 προσθέτοντας στους μόνιμους κατοίκους το πλήθος των εποχιακών.

Έτος	2015	2015	2045	2045
Κάτοικοι	Μόνιμοι	Μόνιμοι+Εποχιακοί	Μόνιμοι	Μόνιμοι+Εποχιακοί
Μέση κατανάλωση (m ³ /ήμερα)	350,0	437,5	406,5	508,2
Μέγιστη κατανάλωση (m ³ /ήμερα)	525,0	656,3	609,8	762,3

Πίνακας 2.1 Ανάγκες Ύδρευσης

Στον προσδιορισμό των συνολικών αναγκών ύδρευσης θα πρέπει να συνυπολογίσουμε προσαύξηση για τους κήπους που συναντάμε στα οικόπεδα της περιοχής, η οποία υπολογίζεται ως εξής :

$$Q_k = \frac{qk * Fn * n}{1000} \quad (2.2)$$

Όπου :

Q_k : Κατανάλωση κήπων

q_k : Ειδική κατανάλωση για κήπους η οποία ορίζεται σε 6 lt/ m² ανά ημέρα

F_n : Επιφάνεια κήπου , ελήφθη για κάθε οικογένεια 20 m² ανά οικόπεδο οικισμού

n : ο αριθμός οικοπέδων του οικισμού, προσδιορίζεται σε σχέση με τον πληθυσμό, εμείς θεωρούμε 500 οικόπεδα

ΟΠΌΤΕ:

$$Q_k = \frac{qk * Fn * n}{1000} = \frac{6 * 20 * 500}{1000} = 60 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.3)$$

Το τελευταίο βήμα στον υπολογισμό του συνόλου των αναγκών ύδρευσης είναι ο υπολογισμός των απωλειών στο δίκτυο διανομής. Στις απώλειες του δικτύου συγκαταλέγονται οι διαρροές λόγω βλαβών, οι παράνομες συνδέσεις, οι ανάγκες δημόσιας χρήσης κ.α.

Στην δική μας περίπτωση, λόγω καινούριου δικτύου, ισχύει ότι οι απώλειες ανέρχονται στο 20% των συνολικών αναγκών ύδρευσης, δηλαδή για τον υπολογισμό του συνόλου ζήτησης ισχύει :

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 \quad (2.4)$$

Οπότε αντίστοιχα για κάθε περίπτωση του πίνακα 2.1 προκύπτει :

- Έτος 2015

Μόνιμοι κάτοικοι μέση ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (350+60)*1,2 = 492 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.5)$$

Μόνιμοι κάτοικοι μέγιστη ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (525+60)*1,2 = 702 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.6)$$

Μόνιμοι+ εποχιακοί κάτοικοι, μέση ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (437,5+60)*1,2 = 597 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.7)$$

Μόνιμοι+ εποχιακοί κάτοικοι, μέγιστη ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (656,3+60)*1,2 = 859,6 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.8)$$

- Έτος 2045

Μόνιμοι κάτοικοι μέση ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (406,5+60)*1,2 = 559,8 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.9)$$

Μόνιμοι κάτοικοι μέγιστη ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (609,8+60)*1,2 = 803,8 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.10)$$

Μόνιμοι+ εποχιακοί κάτοικοι, μέση ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (508,2+60)*1,2 = 681,8 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.11)$$

Μόνιμοι+ εποχιακοί κάτοικοι, μέγιστη ημερήσια κατανάλωση:

$$Q_T = (Q + Q_k) * 1,2 = (762,8+60)*1,2 = 986,8 \text{ m}^3/\text{ημέρα} \quad (2.12)$$

Τα παραπάνω δεδομένα φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 2.2.

Έτος	2015		2045	
	Μόνιμοι κάτοικοι	Μόνιμοι κάτοικοι + εποχιακοί	Μόνιμοι κάτοικοι	Μόνιμοι κάτοικοι +εποχιακοί
Μέση κατανάλωση (m ³ /ημέρα)	492	597	559,8	681,8
Μέγιστη κατανάλωση (m ³ /ημέρα)	702	859,6	803,8	986,8

Πίνακας 2.2 Συνολικές Ανάγκες ύδρευσης

Εποχή	Διακύμανση
Καλοκαίρι	+20%
Χειμώνας	-20%
Άνοιξη, Φθινόπωρο	0%

Πίνακας 2.3 Διακυμάνσεις ανά εποχή

Περίοδος (ωρολογιακές ώρες)	I.	II.	III.
	Αγροτικός οικισμός (%)	Μικρή πόλη (%)	Πόλη μέσου μεγέθους (%)
0-1	0,5	1,5	2,0
2	0,0	1,5	1,0
3	0,0	1,0	0,5
4	0,5	1,5	1,0
5	0,5	2,0	1,0
6	7,0	3,0	2,0
7	12,5	5,0	2,5
8	8,0	5,5	3,0
9	4,0	6,0	3,0
10	3,0	5,0	4,0
11	3,0	6,0	5,0

11-12	6,0	6,0	7,0
13	11,0	6,0	10,0
14	8,0	5,5	9,5
15	1,0	5,0	8,5
16	1,6	5,0	5,0
17	1,5	6,0	3,0
18	3,0	6,0	3,5
19	6,0	5,5	5,0
20	9,0	5,0	8,0
21	8,0	4,0	6,0
22	3,0	3,5	4,0
23	2,0	2,5	3,0
23-24	1,0	2,0	2,5
Σύνολο	100,0	100,0	100,0

Πίνακας 2.4 Ωριαίες διακυμάνσεις αναγκών ύδρευσης

Έτος Περίοδος (ωρολογιακές ώρες)	2015		2045	
	Μόνιμοι κάτοικοι (m ³)	Μόνιμοι + εποχιακοί (m ³)	Μόνιμοι κάτοικοι (m ³)	Μόνιμοι + εποχιακοί (m ³)
0-1	7,4	9,0	8,4	10,2
2	7,4	9,0	8,4	10,2
3	4,9	6,0	5,6	6,8
4	7,4	9,0	8,4	10,2
5	9,8	11,9	11,2	13,6
6	14,8	17,9	16,8	20,5
7	24,6	29,9	28,0	34,1
8	27,1	32,8	30,8	37,5
9	29,5	35,8	33,6	40,9
10	24,6	29,9	28,0	34,1
11	29,5	35,8	33,6	40,9
11-12	29,5	35,8	33,6	40,9
13	29,5	35,8	33,6	40,9
14	27,1	32,8	30,8	37,5
15	24,6	29,9	28,0	34,1
16	24,6	29,9	28,0	34,1
17	29,5	35,8	33,6	40,9
18	29,5	35,8	33,6	40,9
19	27,1	32,8	30,8	37,5
20	24,6	29,9	28,0	34,1
21	19,7	23,9	22,4	27,3
22	17,2	20,9	19,6	23,9
23	12,3	14,9	14,0	17,1
23-24	9,8	11,9	11,2	13,6
Σύνολο	492,0	597,0	559,8	681,8

Πίνακας 2.5 Ωριαίες διακυμάνσεις περιοχής μελέτης

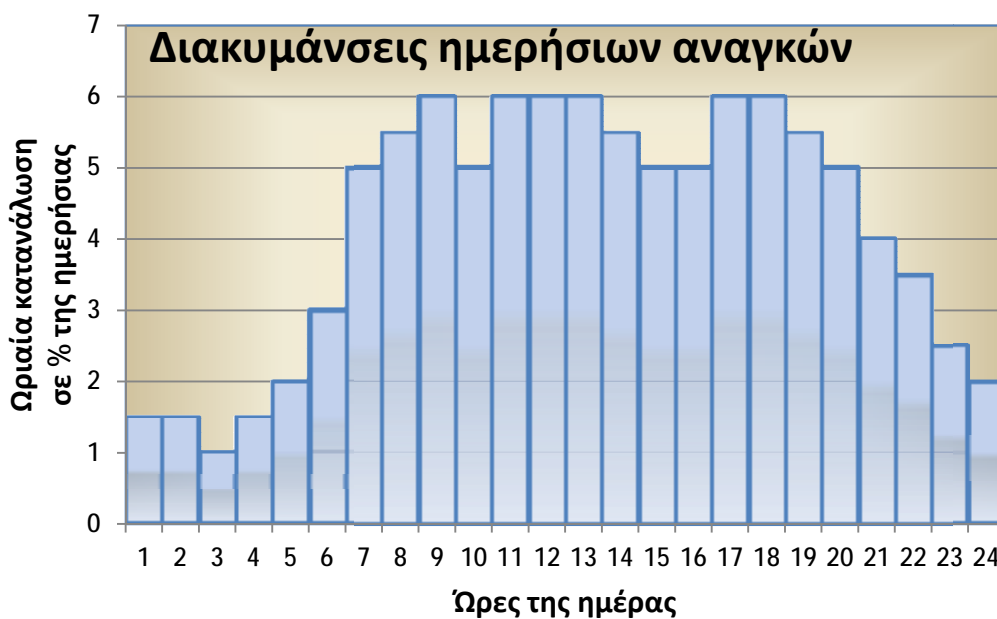
Έτος Περίοδος (ωρολογιακές ώρες)	2015		2045	
	Μόνιμοι κάτοικοι (m ³)	Μόνιμοι + εποχιακοί (m ³)	Μόνιμοι κάτοικοι (m ³)	Μόνιμοι + εποχιακοί (m ³)
0-1	10,5	12,9	12,1	14,8
2	10,5	12,9	12,1	14,8
3	7,0	8,6	8,0	9,9
4	10,5	12,9	12,1	14,8
5	14,0	17,2	16,1	19,7
6	21,1	25,8	24,1	29,6
7	35,1	43,0	40,2	49,3
8	38,6	47,3	44,2	54,3
9	42,1	51,6	48,2	59,2
10	35,1	43,0	40,2	49,3
11	42,1	51,6	48,2	59,2
11-12	42,1	51,6	48,2	59,2
13	42,1	51,6	48,2	59,2
14	38,6	47,3	44,2	54,3
15	35,1	43,0	40,2	49,3
16	35,1	43,0	40,2	49,3
17	42,1	51,6	48,2	59,2
18	42,1	51,6	48,2	59,2
19	38,6	47,3	44,2	54,3
20	35,1	43,0	40,2	49,3
21	28,1	34,4	32,2	39,5
22	24,6	30,1	28,1	34,5
23	17,6	21,5	20,1	24,7
23-24	14,0	17,2	16,1	19,7
Σύνολο	702,0	859,6	803,8	986,8

Πίνακας 2.6 Ωριαίες διακυμάνσεις σε περίοδο αιχμής

Στον πίνακα 2.4 αναγράφονται οι ποσοστιαίες ωριαίες διακυμάνσεις των αναγκών ύδρευσης που ισχύουν για αγροτικούς οικισμούς, μικρές πόλεις και πόλεις μεσαίου μεγέθους. Η δεύτερη στήλη που αφορά τις μικρές πόλεις είναι ενδεικτική των διακυμάνσεων της περιοχής μελέτης.

Με βάση τον πίνακα 2.4 γίνεται ο υπολογισμός των αναγκών ύδρευσης της περιοχής κατά την διάρκεια της ημέρας (Πίνακας 2.5) ομοίως για περιόδους αιχμής (Πίνακας 2.6).

Τα δεδομένα των Πινάκων 2.2, 2.5 και 2.6 συμβάλουν στην εκτίμηση των διαστάσεων της δεξαμενής ύδρευσης, του εξωτερικού δικτύου καθώς και στην επιλογή του υποβρύχιου αντλητικού συστήματος.



Από τον Πίνακα 2.4 και τα δεδομένα για την διακύμανση της κατανάλωσης νερού σε μικρές πόλεις προκύπτει το διάγραμμα διακυμάνσεως των ημερήσιων αναγκών, από όπου διακρίνουμε σχετικά σταθερή κατανάλωση κατά τη διάρκεια της ημέρας, ακόμη και στις ώρες μεσημεριανής και βραδινής αιχμής η ζήτηση για νερό διατηρείται σταθερή. Σημαντική πτώση στην κατανάλωση παρατηρούμε μόνο κατά τις νυχτερινές ώρες όπως είναι φυσιολογικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΓΕΩΤΡΗΣΗ



3.1 Γενικά

Η εξάντληση και η ρύπανση των επιφανειακών υδροφορέων, έχουν ως αποτέλεσμα την εκμετάλλευση υδροφορέων που βρίσκονται σε μεγαλύτερα βάθη. Με την βοήθεια της τεχνολογίας έχει προαχθεί η έρευνα για την διάτρηση και την άντληση νερού από μεγάλα βάθη. Από την εκσκαφή με τα χέρια στην αρχαιότητα, αλλά ακόμη και σήμερα σε πολλές Αφρικανικές χώρες, έχουμε φτάσει στις σύγχρονες διατρήσεις που έχουν φθάσει σε βάθος έως και 12 km.

3.1.1 Διάτρηση γεωτρήσεων



Η ανόρυξη των γεωτρήσεων γίνεται με γεωτρύπανα τα οποία ξεκινώντας από την επιφάνεια του εδάφους φθάνουν σε βάθος αναλόγως με τις γεωλογικές συνθήκες και με τον σκοπό της γεώτρησης.

Για την διάνοιξη γεωτρήσεων υπάρχουν διάφορες τεχνικές, κάποιες από τις οποίες είναι οι εξής :

- Κρουστική διάτρηση
 - Ø Με συρματόσχοινο
 - Ø Με ελεύθερη πτώση
 - Ø Με υδραυλικό τρόπο
 - Ø Με την Μέθοδο Καλιφόρνιας
 - Ø Με κρουστικό γεωτρύπανο

- Περιστροφική διάτρηση
 - Ø Υδραυλική περιστροφική μέθοδος με κανονική κυκλοφορία
 - Ø Υδραυλική περιστροφική μέθοδος με ανάστροφη κυκλοφορία
 - Ø Περιστροφική μέθοδος διάτρησης με αέρα
 - Ø Περιστροφική κρουστική μέθοδος διάτρησης με αέρα

- Νέες τεχνικές διάτρησης
 - Ø Τήξη
 - Ø Διάτρηση με χημικά μέσα
 - Ø Στροβιλοδιάτρηση
 - Ø Ηλεκτροδιάτρηση
 - Ø Εφαρμογή μηχανικών τάσεων

Στην Ελλάδα οι υδρογεωτρήσεις μπορούν να φθάσουν σε βάθος έως και 650 m, και αποτελούν το 95% των γεωτρήσεων που γίνονται στην χώρα μας.

Η υδρογεώτρηση είναι ένα τεχνητό έργο όπου για την κατασκευή του, οι εργασίες γίνονται κυρίως στο υπέδαφος. Για την αποφυγή αστοχιών, για την μέγιστη απόδοση της γεώτρησης καθώς και για την μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής της, θα πρέπει προτού ξεκινήσει η διαδικασία να γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός. Όσον αφορά τον χρόνο ζωής της υδατογεώτρησης, ικανοποιητικός θεωρείται περίπου στα 25 – 30 χρόνια, από εκεί και πέρα γίνεται καθαρισμός ή αντικατάσταση, κυρίως λόγω απόφραξης των φίλτρων.

3.1.2 Υπόγεια νερά



Όπως αναφέραμε και νωρίτερα η ποσότητα νερού που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους είναι σημαντικά μεγαλύτερη και σε ποσότητα νερού αλλά και σε έκταση σε σχέση με την ποσότητα που περιέχεται στα ποτάμια, τις λίμνες, τους υδροταμιευτήρες. Αν και το υπόγειο νερό αντιστοιχεί μόνο στο 0,61% του συνόλου που συναντάμε στον πλανήτη μας. Η κατανομή του νερού στην γη έχει ως εξής :

- Ø Νερό θαλασσών : 97,2 %
- Ø Νερό Παγετώνων : 2,14 %
- Ø Υπόγειο νερό : 0,61 %
- Ø Επιφανειακά νερά : 0,009 %
- Ø Υγρασία εδάφους : 0,005 %
- Ø Νερό στην ατμόσφαιρα : 0,001 %

Η κύρια προέλευση του υπογείου νερού είναι τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχή, δροσιά, χαλάζι, χιόνι κ.α.) τα οποία εισέρχονται στο υπέδαφος είτε απευθείας είτε σε ποτάμια, λίμνες. Άλλες μορφές του υπογείου νερού είναι το απολιθωμένο υπόγειο νερό και τα μαγματικά και μεταμορφωμένα νερά.

Παρόλο που το υπόγειο νερό καταλαμβάνει μικρό ποσοστό στην παγκόσμια κατανομή νερού, καλύπτει σημαντικό ποσοστό των αναγκών του πληθυσμού στην Ευρώπη. Προκύπτει ότι το 63% του πληθυσμού της Ελλάδας καλύπτει τις υδατικές του ανάγκες με υπόγειο νερό, αντίστοιχα στην Ευρώπη το μέσο ποσοστό είναι 70%

3.2 Συμπλήρωση υδρογεώτρησης

Μετά το τέλος της διάνοιξης της γεώτρησης ακολουθούν κάποιες εργασίες για την συμπλήρωσή της. Αυτές είναι:

- a) Σωλήνωση
- b) Τσιμέντωση
- c) Χαλίκωση
- d) Τοποθέτηση πιεζομετρικού σωλήνα
- e) Τοποθέτηση αντλητικού συγκροτήματος

Στις εργασίες συμπλήρωσης περιλαμβάνονται και οι εργασίες διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου, η τοποθέτηση κεφαλής με καπάκι, διακόπτη, υδρομετρητή, παροχή για δειγματοληψία νερού όταν αντλείται κ.α.

Στην περίπτωση όπου τα πετρώματα είναι σκληρά η συμπλήρωση δεν είναι απαραίτητη, έτσι η γεώτρηση εξοπλίζεται απευθείας με το αντλητικό σύστημα για την άντληση του νερού.

Ειδικότερα, για τις υδρογεωτρήσεις οι εργασίες συμπλήρωσης αναλύονται παρακάτω.

a) Σωλήνωση των υδρογεωτρήσεων

Στόχος της σωλήνωσης είναι να συγκρατεί τα ασταθή γεωλογικά τοιχώματα και να προστατεύει την ποιότητα του υπογείου νερού, εμποδίζοντας την είσοδο ρυπασμένων νερών. Η διαδικασία της σωλήνωσης περιλαμβάνει την επιφανειακή και την μόνιμη σωλήνωση.



Επιφανειακή σωλήνωση

Η επιφανειακή ή περιφραγματική σωλήνωση γίνεται στην αρχή της διάτρησης, από την επιφάνεια μέχρι το βάθος των πρώτων σταθερών γεωλογικών σχηματισμών (περίπου από 10 έως 30 μέτρα). Η επιφανειακή σωλήνωση αποτελείται από τυφλούς

σωλήνες, διαμέτρου 40 έως 60 cm, και αποσκοπεί στην συγκράτηση των ασταθών τοιχωμάτων κατά την διάτρηση. Τέλος η επιφανειακή σωλήνωση χρησιμεύει ως αποθήκη για το χαλικόφιλτρο. Συνήθως η περιφραγματική σωλήνωση προεξέχει 25-30 cm από την επιφάνεια του εδάφους.

Η μόνιμη σωλήνωση διαχωρίζεται στην τυφλή σωλήνωση και την σωλήνωση με φιλτροσωλήνες.



Τυφλοί σωλήνες

Η τυφλή σωλήνωση έχει ως σκοπό την καλή λειτουργία της γεώτρησης, συγκρατεί τα ασταθή τοιχώματα από το να φράξουν την οπή της γεώτρησης. Οι σωλήνες (τυφλοί) έχουν μήκος 6m, σπανιότερα συναντάμε όμως και σωλήνες μήκους 1,5m και 3m, ενώ η διάμετρος τους πρέπει να είναι 5cm μεγαλύτερη από αυτήν του ποτηριού της αντλίας και συνήθως κυμαίνονται από 6 έως 12 ίντσες. Έχουν πάχος 4mm για μικρές διαμέτρους και 6mm για διαμέτρους από 8 ίντσες και πάνω. Συνήθως η σύνδεσή τους γίνεται με μούφες, σπανίως συναντάμε συγκόλληση. Οι σωλήνες αυτοί μπορεί να είναι σιδερένιοι, πλαστικοί, από κράματα χάλυβα ή ειδικά συνθετικά υλικά (fiberglass) ανάλογα με τον σκοπό.

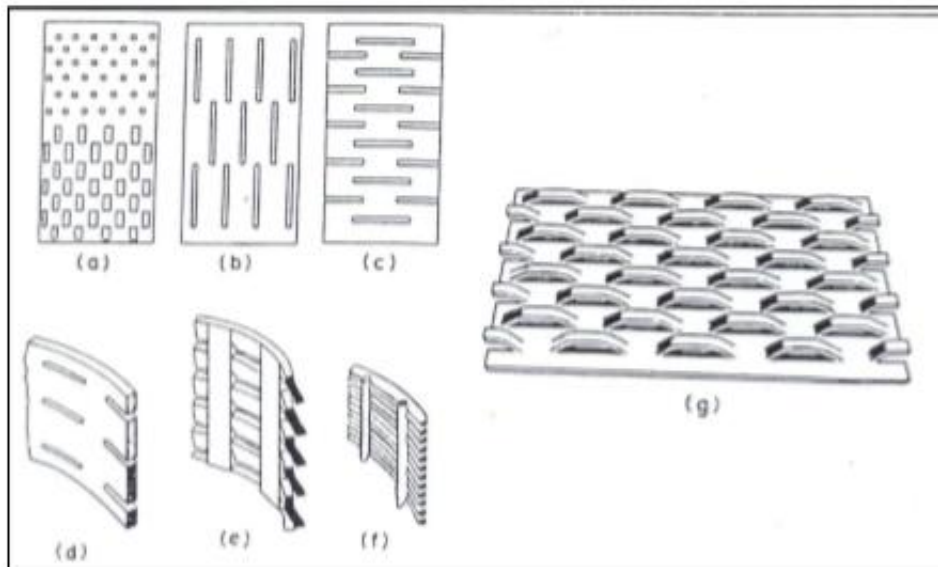
Η τοποθέτηση της αντλίας γίνεται πάντα σε τυφλό σωλήνα για την αποφυγή αναρρόφησης λεπτόκοκκων υλικών και η κορυφή της τυφλής σωλήνωσης θα πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον 30cm πάνω από το ελάχιστο βάθος της αντλίας.



Φιλτροσωλήνες

Οι φιλτροσωλήνες, αντίθετα με τους σωλήνες τυφλής σωλήνωσης, έχουν ανοίγματα για να εισέρχεται το νερό και τοποθετούνται στα παραγωγικά στρώματα μιας γεώτρησης. Οι φιλτροσωλήνες θα πρέπει να επιτρέπουν την μέγιστη δυνατή ροή νερού στην γεώτρηση με την ελάχιστη υδραυλική αντίσταση και να φιλτράρουν το νερό από αιωρούμενα σωματίδια.

Στους φιλτροσωλήνες τα ανοίγματα έχουν διαστάσεις 1,5 έως 6mm και καλύπτουν περίπου το 15% της συνολικής επιφάνειας του σωλήνα. Οι φιλτροσωλήνες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον τύπο των ανοιγμάτων τους :



- a) Κυκλικές ή ορθογώνιες οπές
- b) Κατακόρυφες σχισμές
- c) Οριζόντιες σχισμές (1)
- d) Οριζόντιες σχισμές (2)
- e) Περισιδωτές σχισμές
- f) Συνεχείς σχισμές περιέλιξης (φίλτρα Johnson)
- g) Γεφυρωτές σχισμές

Οι φιλτροσωλήνες έχουν τα ίδια υλικά κατασκευής με τους τυφλούς, κυρίως συναντάμε όμως από γαλβανισμένο σίδηρο. Η σύνδεση μεταξύ τους γίνεται με μούφες και πάσα ή με ηλεκτρική συγκόλληση.

Σύμφωνα με τον κανόνα Bouwer για τους υδροφορείς με ομογενή πίεση ισχύει πως το μήκος των φιλτροσωλήνων πρέπει να καταλαμβάνει το 70 – 80% του πάχους του υδροφορέα. Η κατανομή του φιλτροσωλήνα γίνεται σε ισαπέχοντα τμήματα που μεταξύ τους παρεμβάλλονται τυφλοί σωλήνες.

Οι φιλτροσωλήνες κατά κανόνα έχουν ίδια διάμετρο με αυτή των τυφλών σωλήνων, σε κάθε περίπτωση ξεκινάμε από την διάμετρο των 6 ιντσών, συνήθως τους συναντάμε σε 8 έως 10 ίντσες.

Τέλος ο φιλτροσωλήνας πρέπει να προεκτείνεται κάτω από το τελευταίο υδροφόρο στρώμα με ένα τυφλό σωλήνα μήκους 1,5 έως 3m.

Το κατώτερο τμήμα των σωλήνων πρέπει να καταλήγει σε κωνικό τυφλό σωλήνα, ενώ το ανώτερο πρέπει να προφυλάσσεται με κατάλληλο βιδωτό πώμα και κλειδαριά ασφαλείας.

b) Τσιμέντωση

Η τσιμέντωση γίνεται γύρω από την μόνιμη επιφανειακή σωλήνωση, από την επιφάνεια του εδάφους έως το χαλικό φίλτρο. Η τσιμέντωση έχει ως σκοπό :

- Ø Να κρατήσει τα υποβαθμισμένα ποιοτικά νερά εκτός της γεώτρησης
- Ø Να σταθεροποιήσει τα τοιχώματα της γεώτρησης σε περίπτωση που αυτά είναι χαλαρά
- Ø Να συγκρατεί τις σωληνώσεις
- Ø Να δημιουργήσει ζώνη αυξημένης αντοχής, ώστε να αντέχουν οι σωλήνες τις μεγάλες αξονικές πιέσεις
- Ø Να προστατεύσει τους σωλήνες από διάβρωση

Στις γεωτρήσεις ύδρευσης η τσιμέντωση είναι απαραίτητη.

c) Χαλίκωση

Η χαλίκωση είναι η διαδικασία κατά την οποία τοποθετείται χαλίκι μεταξύ των τοιχωμάτων της γεώτρησης και την μόνιμη σωλήνωση. Συνήθως χρησιμοποιούνται χαλαζιακοί ή κερατολιθικοί χάλικες, γιατί δεν διαβρώνονται εύκολα, κοσκινισμένοι και καλά πλυμένοι για να απαλλαχθούν από ξένες προσμείξεις.

Σκοπός της χαλίκωσης είναι :

- Ø Να αυξήσει την ενεργή ακτίνα της γεώτρησης
- Ø Να σταθεροποιήσει τα τοιχώματα
- Ø Να μειώσει την ταχύτητα ροής του νερού για να αποφύγουμε τυρβώδη ροή
- Ø Να φιλτράρει το νερό για αποφυγή στερεών υλικών

Η διάμετρος των κόκκων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 9 – 10mm και το πάχος του χαλικό φίλτρου θα πρέπει να είναι κατά μέγιστο 20cm.

d) Τοποθέτηση πιεζομετρικού σωλήνα

Ο πιεζομετρικός σωλήνας τοποθετείται για την παρακολούθηση της στάθμης του υπογείου νερού. Η διάμετρος του είναι 1,5 ίντσα και τοποθετείται σε βάθος ίσο

περίπου με το 60 – 70% αυτού της σωλήνωσης. Στην περίπτωση που συναντάμε επάλληλα υδροφόρα στρώματα τοποθετούνται περισσότεροι από ένας πιεζομετρικοί σωλήνες σε διάφορα βάθη. Η τοποθέτησή του γίνεται κατά την διάρκεια της διαδικασίας της σωλήνωσης, συνήθως με οξυγονοκόλληση σε επαφή με την μόνιμη σωλήνωση.

e) Έλεγχος ευθυγραμμίας – κατακορυφότητας

Ο έλεγχος ευθυγραμμίας γίνεται είτε με έναν καθρέφτη που αντανακλά τις ηλιακές ακτίνες εντός της γεώτρησης, είτε με ελεύθερη δίοδο σωλήνα μήκους 9m με εξωτερική διάμετρο 1,5 ίντσα μικρότερη της σωλήνωσης.

Η κατακορυφότητα ελέγχεται με τρίποδα, με φτερωτή ή με φωτοκαθίμετρο.

3.3 Καθαρισμός γεώτρησης



Αφού ολοκληρωθούν οι εργασίες διάνοιξης και συμπλήρωσης της γεώτρησης, σειρά έχει ο καθαρισμός της γεώτρησης ώστε να παρέχει καθαρό νερό. Πιο συγκεκριμένα, αφαιρούνται η άμμος και ο μπετονίτης που έχει παραμείνει στην γεώτρηση, τα χαλίκια του χαλικόφιλτρου αναδιατάσσονται με αποτέλεσμα την αύξηση της υδροπερατότητας των φίλτρων. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η αύξηση της διάρκειας ζωής της υδρογεώτρησης. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ανάπτυξη υδρογεώτρησης και υπάρχουν αρκετοί μέθοδοι για να πραγματοποιηθεί, όπως οι εξής:

Ø Ανάπτυξη με άντληση

- Ø Ανάπτυξη με εμβολισμό
- Ø Ανάπτυξη με εκτόξευση αέρα με αεροσυμπίεση
 - ο Εμβολισμός με αέρα
 - ο Ανάπτυξη με ανάστροφη πλύση αέρα
- Ø Ανάπτυξη με υδραυλική εκτόξευση
- Ø Ανάπτυξη με χημικά πρόσθετα

Μετά τον καθαρισμό της γεώτρησης, τοποθετείται το αντλητικό συγκρότημα, πραγματοποιούνται δοκιμαστικές αντλήσεις έως ότου αντλούμε καθαρό νερό. Κατόπιν ρυθμίζονται οι παράμετροι της γεώτρησης, αντλίας κτλ. προτού συνεχίσουμε στην παροχή νερού ύδρευσης.

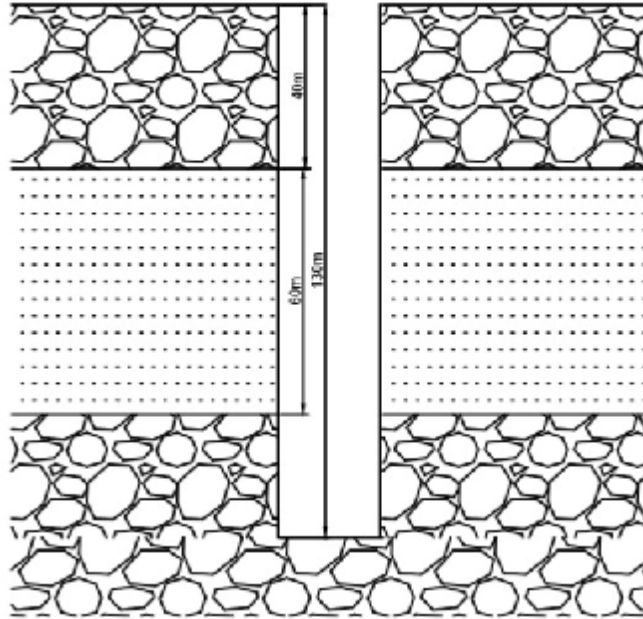
3.4 Σχεδιασμός γεώτρησης

Μετά από την γεωλογική μελέτη από ειδικούς γεωλόγους, όπου ερευνώνται τα πετρώματα που θα αποτελέσουν τα τοιχώματα της γεώτρησης και τους υδάτινους πόρους, γίνεται αξιολόγηση των δεδομένων ώστε να καταλήξουμε στο ελάχιστο δυνατό μέγεθος γεώτρησης.

Σημαντικό κομμάτι του σχεδιασμού της γεώτρησης αποτελεί η επιλογή του μεγέθους της σωλήνωσης. Ξεκινώντας από την διάμετρο του αντλητικού συστήματος καταλήγουμε στην επιλογή διαστάσεων για την σωλήνωση και κατ' επέκταση στο πάχος χαλίκωσης και την διάμετρο της οπής της γεώτρησης.

Προχωρώντας στον σχεδιασμό για την γεώτρησή μας, με βάση όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, ξεκινάμε με την επιλογή των διαστάσεων της σωλήνωσης. Η γεώτρηση έχει βάθος 130m, και ο υδάτινος ορίζοντας βρίσκεται σε βάθος 40m και έχει ύψος 60m (σχήμα 3.1)

Υδάτινος ή υδροφόρος ορίζοντας ονομάζεται ο γεωλογικός σχηματισμός του εδάφους, οπου συναντάμε νερό σε μεγάλες ποσότητες το οποίο εξάγεται χωρίς ιδιαίτερες οικονομικές δαπάνες και χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση διαφόρων αναγκών. Τα υδροφόρα στρώματα που συναντάμε σε αμμώδη και σε χαλικώδη εδάφη είναι τα πιο αποδοτικά από την άποψη εκμετάλλευσης.



Σχήμα 3.1

Το αντλητικό μας σύστημα έχει διάμετρο 8 ίντσες, οι σωληνώσεις θα πρέπει να είναι 5cm μεγαλύτερες του ποτηριού της αντλίας, οπότε από τον πίνακα 3.1 επιλέγουμε τις κατάλληλες διαστάσεις για τυφλούς σωλήνες και φιλτροσωλήνες.

Φιλτροσωλήνες :

Εξωτερική διάμετρος : 10 $\frac{3}{4}$ ίντσες ή 273mm

Εσωτερική διάμετρος : 261mm

μήκος : 6m

Πάχος τοιχώματος : 6mm

Τύπος σύνδεσης : μούφα

Τυφλοί σωλήνες :

Εξωτερική διάμετρος : 10 $\frac{3}{4}$ ίντσες ή 273mm

Εσωτερική διάμετρος : 261mm

Μήκος : 6m

Πάχος τοιχώματος : 6mm

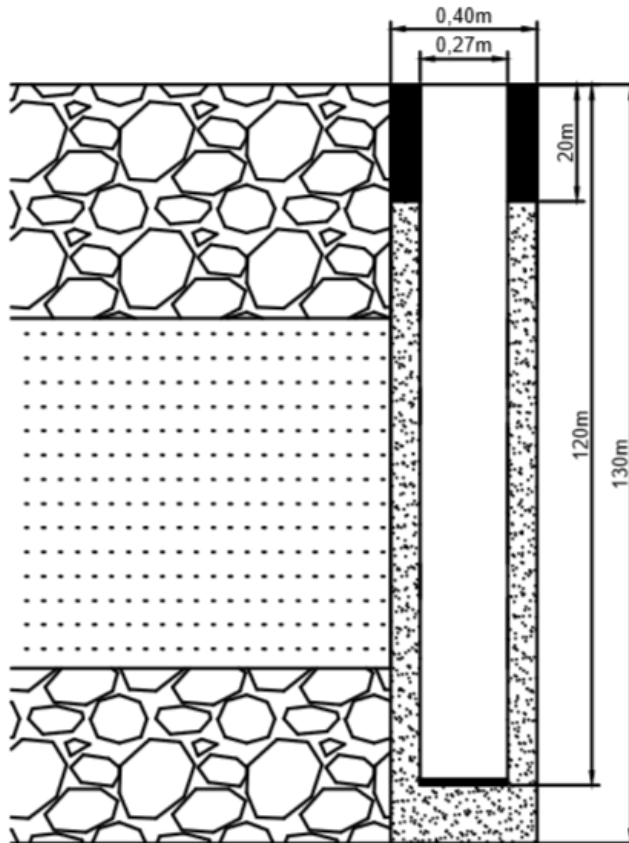
Τύπος σύνδεσης : μούφα

Εξωτερική διάμετρος		Πάχος τοιχώματος	Εσωτερική διάμετρος	Βάρος ανά τεμάχιο 6m
ίντσες	mm			
8 5/8	219,1	4	211,1	134
		5	209,1	164
		6	207,1	194
9 5/8	244,5	4	236,5	149
		5	234,5	183
		6	232,5	217
10 3/4	273,0	4	265,0	168
		5	263,0	206
		6	261,0	244
12 3/4	323,9	4	315,9	190
		5	313,9	249
		6	311,9	294

Πίνακας 3.1 Διαστάσεις για τυφλούς και φιλτροσωλήνες από χάλυβα St 37-2

Η σωλήνωσή μας θα φτάσει στα 120m βάθος, με 273mm εξωτερική διάμετρο. Η διάμετρος της γεώτρησης θα πρέπει να επιτρέπει δίπλα στην σωλήνωση περίπου 10 έως 20cm χαλίκωσης. Με βάση τα παραπάνω καταλήγουμε στην τελική διάμετρο της γεώτρησης η οποία είναι ίση με 400mm. Οπότε ο ελεύθερος χώρος για χαλίκωση υπολογίζεται περίπου στα 127mm.

Από την επιφάνεια του εδάφους και για βάθος 20 μέτρα θα έχουμε τηντσιμέντωση της γεώτρησης για την συγκράτηση και σταθεροποίηση των τοιχωμάτων της, και για την αποφυγή ρυπογόνων υδάτων στην γεώτρηση μας. Έπειτα από τηντσιμέντωση και για τα υπόλοιπα 110 μέτρα της γεώτρησης συμπληρώνουμε με χάλικες (σχήμα 3.2). Με αυτόν τον τρόπο σταθεροποιούμε τα τοιχώματα της γεώτρησης και φιλτράρουμε το νερό που εισέρχεται σε αυτήν.



Σχήμα 3.2

Το συνολικό μήκος των σωλήνων τυφλών και φιλτροσωλήνων μαζί είναι 100 μέτρα, ξεκινώντας από τα 20 μέτρα βάθος, όπου τελειώνει η τσιμεντώση, έως τα 120 μέτρα όπου και θα σφραγιστούν με τάπα (σχήμα 3.3).

Πιο αναλυτικά θα χρησιμοποιήσουμε:

∅ Για βάθος 20 έως 40 μέτρα :

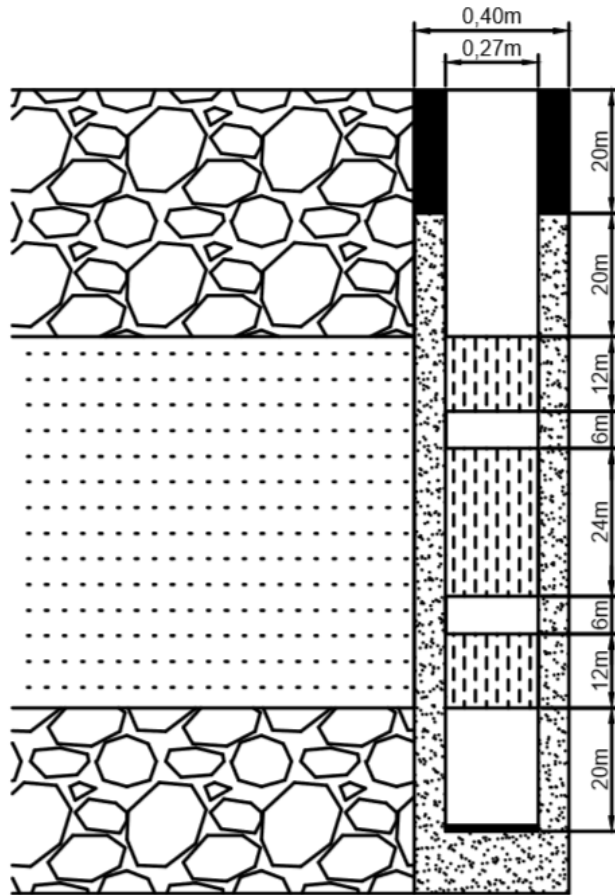
3 τυφλούς σωλήνες ($10 \frac{3}{4}$) μήκους 6m και ένα κομμάτι τυφλού σωλήνα 2m, η σύνδεση μεταξύ τους θα γίνει με μούφες

∅ Για βάθος 40 έως 100 μέτρα (ύψος υδροφορέα):

Το 80% του συνολικού ύψους (60m) θα πρέπει να καλυφθεί από φιλτροσωλήνες, δηλαδή τα 48 m των 60 μέτρων. Δηλαδή θα χρειαστούμε 8 φιλτροσωλήνες ($10 \frac{3}{4}$) μήκους 6m και ενδιάμεσα 2 τυφλούς ($10 \frac{3}{4}$) μήκους 6m επίσης. Η σύνδεση μεταξύ τους με μούφες επίσης.

∅ Για βάθος 100 έως 120 μέτρα :

3 τυφλούς σωλήνες ($10 \frac{3}{4}$) μήκους 6m και ένα κομμάτι τυφλού σωλήνα, με την μία άκρη του σφραγισμένη με κωνική τάπα, συνολικού μήκους 2m. Η σύνδεση μεταξύ των σωλήνων με μούφες και του κομματιού του σωλήνα με την τάπα με ηλεκτρική συγκόλληση.



Σχήμα 3.3

Αφού τελειώσουν οι εργασίες της γεώτρησης θα πρέπει να προστατεύσουμε τον χώρο που περιβάλλει την σωλήνωση, για αυτόν τον λόγο τοποθετείται μία πλάκα σκυροδέματος (με τσιμέντο 350 kg/m^3) με διαστάσεις $1,2\text{m} \times 1,2\text{m} \times 0,4\text{m}$, η οποία θα αποτρέψει τα ποιοτικά υποβαθμισμένα νερά από το να εισέλθουν στην γεώτρηση και να την ρυτάνουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μελέτη Υδατόπυργου και σωληνώσεων



4.1 Γενικά

Η καθημερινή ζήτηση και κατανάλωση του νερού μεταβάλλεται και δεν είναι η ίδια κάθε μέρα για ποικίλους λόγους, αυτό όμως δεν θα ήταν καθόλου οικονομικό ούτε πρακτικό από τεχνικής απόψεως να ορίζονται οι ικανότητες των εγκαταστάσεων ύδρευσης με γνώμονα βραχύχρονες απαιτήσεις. Για να εξισορροπείται λοιπόν η κατανάλωση κάθε μέρα, χρησιμοποιούνται χώροι αποθήκευσης νερού ώστε να την κρατάει σταθερή για όσο μεγαλύτερο διάστημα γίνεται.

Πιο αναλυτικά, οι χώροι αποθήκευσης έχουν μια συγκεκριμένη ποσότητα νερού ένα ενδεικτικό μέσο όρο κατανάλωσης, τον οποίο προσδιορίζουν με ωριαίες μετρήσεις κατανάλωσης στο σημείο πριν από το δίκτυο διανομής. Αφού προσδιοριστεί ένας μέσος όρος μετά από αυτή την έρευνα, οι δεξαμενές αποθήκευσης είναι γεμάτες από αυτήν την ποσότητα καθημερινά όλες τις ώρες, έτσι σε περίπτωση διακοπής της ροής στον αγωγό της προσαγωγής, μπορεί να γίνει χρήση του αποθηκευμένου νερού. Επίσης, το ίδιο ισχύει σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης πχ. πυρκαγιάς, το πυροσβεστικό σώμα προμηθεύεται από το αποθηκευμένο νερό, έτσι με αυτήν την διαδικασία εξοικονομούνται χρήματα.

Ύψιστης σημασίας για την κατασκευή των δεξαμενών αποθήκευσης νερού και παροχής, είναι η τοποθεσία του έργου. Οι δεξαμενές είναι πιο λειτουργικές όταν αυτές βρίσκονται κεντρικά στην περιοχή την οποία εξυπηρετούν και σε ψηλό σημείο ώστε να αποφεύγονται απώλειες του φορτίου και να περιορίζεται η υδροστατική πίεση. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατασκευή υδατοπύργων, οι οποίοι προσφέρουν το κατάλληλο ύψος για την διανομή του νερού. Σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν για την κατασκευή υδατοπύργων είναι η θέση ψηλών κτιρίων, ή αν είναι λοφώδης η περιοχή και κατά πόσο είναι δυνατή η αξιοποίηση εκτάσεων από απαλλοτριώσεις.

4.1.1 Υδατόπυργος

Όταν οι φυσικές συνθήκες μιας περιοχής δεν επιτρέπουν τη δημιουργία επίγειων δεξαμενών λόγω χαμηλού ύψους, τότε κατασκευάζονται οι υδατόπυργοι. Ο υδατόπυργος δεν είναι τίποτα άλλο από μια υπερυψωμένη δεξαμενή. Η κατασκευή τους είναι αρκετά πιο δαπανηρή σε σχέση με τα επίγεια μέσα αποθήκευσης, γι' αυτό είναι σημαντικό να γίνεται λεπτομερής και ακριβής έρευνα σχετικά με τις ανάγκες κατανάλωσης νερού ώστε να μην υπάρχουν αποκλίσεις από τις πραγματικές ανάγκες αφού δεν μπορούν να γίνουν αλλαγές εκ των υστέρων. Γι' αυτό το λόγο επειδή δεν είναι δυνατή η συμπλήρωση νερού βασισμένη σε λάθος υπολογισμούς για τις καταναλωτικές ανάγκες του πληθυσμού, είναι σημαντικό η έρευνα να έχει πραγματοποιηθεί και για βάθος χρόνου ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες χωρίς να χρειαστούν επιπλέον μέτρα και έξοδα για επιδιόρθωση ή δημιουργία καινούργιων υδατόπυργων.

Ο επιθυμητός όγκος των υδατόπυργων πρέπει να κυμαίνεται από 100 m³ και πάνω, αλλιώς η κατασκευή του είναι αντι-οικονομική. Εξωτερικά ο υδατόπυργος κατασκευάζεται από χάλυβα ή οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ ο θάλαμος του νερού έχει κυλινδρική μορφή, μπορεί όμως να διαμορφωθεί σε σφαίρα ή κόλουρο κώνο. Για όγκο 200 m³ αρκεί ένας μόνο θάλαμος νερού, για πολύ μεγαλύτερο όγκο νερού χρησιμοποιούνται δύο ή και περισσότεροι θάλαμοι. Επιπλέον, μπορεί στην ίδια κατασκευή να δημιουργηθεί ένας εσωτερικός θάλαμος, ο οποίος θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την συγκέντρωση νερού σε περίπτωση πυρκαγιάς, ο όγκος αυτού του νερού μπορεί να προσδιοριστεί ως το ½ περίπου του αντίστοιχου όγκου μιας επίγειας δεξαμενής. Μάλιστα εάν είναι εφικτό αποφεύγουμε την συγκέντρωση νερού για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης στον υδατόπυργο, δημιουργώντας μια εφεδρεία στη χαμηλή δεξαμενή ή κάνοντας κατανομή σε διάφορες δεξαμενές.

Το βάθος της δεξαμενής νερού για να είναι όσο το δυνατό πιο σταθερή η πίεση στο δίκτυο, κυμαίνεται συνήθως από 5 έως 7 m. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε το απαιτούμενο βάθος χωρίς όμως αυτό να είναι υπερβολικό και όσο το δυνατόν πιο μικρή διάμετρο της δεξαμενής.

Συνήθως η είσοδος του νερού στην δεξαμενή τοποθετείται λίγο πιο ψηλά από την υψηλότερη στάθμη του νερού της δεξαμενής, ενώ ο αγωγός που τροφοδοτεί το δίκτυο βρίσκεται στον πυθμένα της δεξαμενής. Συνήθως στον υδατόπυργο βρίσκεται ένας θάλαμος με τις συσκευές χειρισμού οι οποίες βρίσκονται ασφαλισμένες έτσι ώστε να αποφευχθεί η επαφή τους με άτομα που δεν έχουν εξουσιοδότηση και γνώσεις για να τις χρησιμοποιήσουν. Για λόγους ευκολίας, στην βάση του υδατόπυργου περιφράσσεται ένα κομμάτι όπου τοποθετούνται οι ηλεκτρολογικοί πίνακες.

4.1.2 Μελέτη υδατόπυργου



Περνώντας στον υδατόπυργο της μελέτης, ξεκινάμε από τον υπολογισμό του όγκου της δεξαμενής. Η δεξαμενή θα πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει τις ανάγκες ύδρευσης της πόλης μας επαρκώς για 6 ώρες. Η μελέτη γίνεται σε βάθος χρόνου 30 ετών, το ίδιο ισχύει και για την δεξαμενή ύδρευσης. Με βάση λοιπόν όσα έχουμε υπολογίσει για τις ανάγκες ύδρευσης το έτος 2045, δηλαδή $986,8 \text{ m}^3$ ανά ημέρα, η δεξαμενή θα πρέπει να έχει χωρητικότητα το $1/4$ της ημερήσιας ζήτησης, περίπου $247,5 \text{ m}^3$. Με βάση όμως τις ωριαίες διακυμάνσεις σε περίοδο αιχμής που έχουμε υπολογίσει στον πίνακα 2.6, προκύπτει ότι στο δώρο με την μέγιστη ζήτηση η συνολική κατανάλωση είναι 330 m^3 . Έτσι για να καλύψουμε επαρκώς τις ανάγκες ύδρευσης της πόλης, ακόμη και στην δυσμενέστερη περίπτωση, η δεξαμενή θα πρέπει να έχει χωρητικότητα 330 m^3 .

Η θέση της δεξαμενής θα πρέπει να εξυπηρετεί στην κατανομή νερού στο δίκτυο ύδρευσης, η υψομετρική διαφορά της με την υψηλότερη θέση των καταναλωτών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον στα 20 μέτρα, ώστε η διαφορά πίεσης να μην πέφτει κάτω από 1 At.

Όσον αφορά την εκτίμηση πυρόσβεσης, επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε μια δεύτερη δεξαμενή, επίγεια, αποκλειστικά για αυτόν τον λόγο η οποία δεν επηρεάζει την μελέτη της δεξαμενής ύδρευσης.

Το κτίσμα βρίσκεται στα 200 μέτρα από την γέωτρηση, στο ενδιάμεσο παρεμβάλλεται οικόπεδο το οποίο μας αναγκάζει να στείλουμε την σωλήνωση περιμετρικά του οικοπέδου ακολουθώντας παράλληλα τον δρόμο για όσο τον συναντάμε.

Η δεξαμενή θα πρέπει να έχει χωρητικότητα 330 m^3 , από όπου προκύπτουν οι εσωτερικές της διαστάσεις, η βάση της θα έχει διάμετρο 9 μέτρα (μιας και μιλάμε για κυλινδρική επιφάνεια) και το ύψος της 5,2 μέτρα. Για να μπορέσουμε να τοποθετήσουμε τον σωλήνα εισόδου πάνω από την στάθμη του νερού θα δώσουμε "αέρα" στο ύψος και θα καταλήξουμε τελικώς σε εσωτερικές διαστάσεις διάμετρο 9 και ύψος 6 μέτρα.

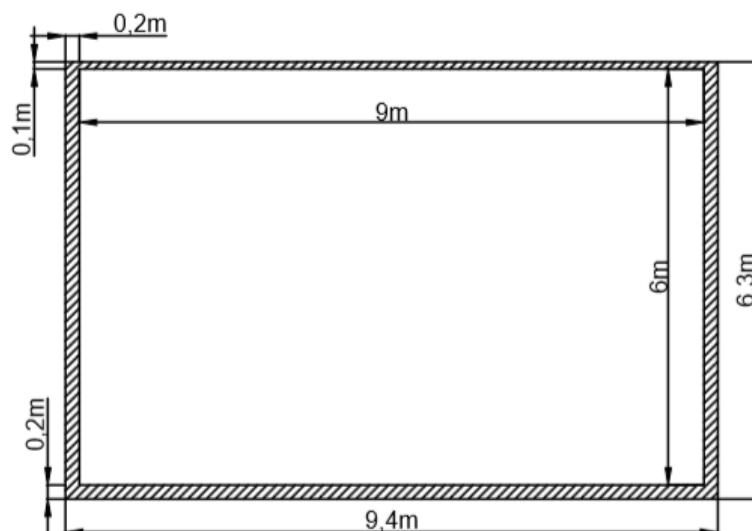
Το υλικό κατασκευής της δεξαμενής θα είναι οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30 (υδατοστεγανό) με θλιπτική αντοχή 30 MPa σε ορθογωνική διατομή (από τον πίνακα 4.1), φαινόμενο βάρος του σκυροδέματος 25 KN/m^3 . Ο οπλισμός γίνεται με ράβδους χάλυβα S500. Τα συνηθέστερα φορτία που καταπονούν τις δοκούς από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι κατακόρυφα (ίδιο βάρος, ωφέλιμα φορτία κ.α.) και ο σεισμός, εμείς θα σταθούμε στον υπολογισμό των πρώτων.

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος, οι ελάχιστες διαστάσεις για τα πάχη πλακών είναι :

- Ø Γενικά 70mm
- Ø Πλάκες κυκλοφορίας αυτοκινήτων 100 mm
- Ø Πλάκες κυκλοφορίας φορτηγών αυτοκινήτων 120 mm
- Ø Πλάκες βατές, όπως για εργασίες συντήρησης καθαρισμού 50 mm

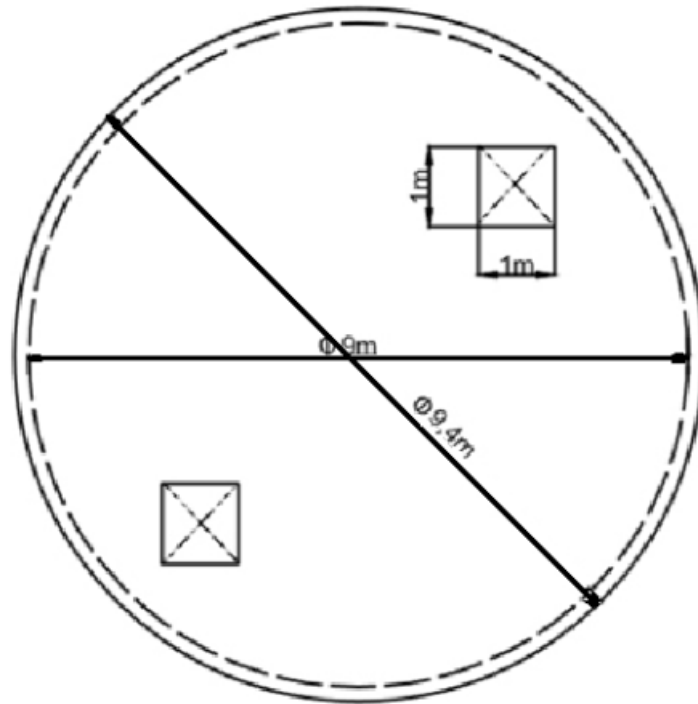
Επειδή οι ελάχιστες τιμές είναι προφανώς πολύ μικρές, σπάνια χρησιμοποιούνται στην πράξη. Συνήθως χρησιμοποιούνται πλάκες πάχους 120 - 200 mm με οπλισμό φ8.

Το πάχος των τοιχωμάτων της δεξαμενής θα είναι 0,20m, η κάτω πλάκα θα είναι πάχους 0,20m ενώ η πάνω 0,10m.



Διαστάσεις δεξαμενής

Στην πάνω πλάκα δημιουργούνται δύο ανοίγματα (ανθρωποθυρίδες) με διαστάσεις 1m x 1m, τα οποία θα σκεπαστούν με κάλυμμα.

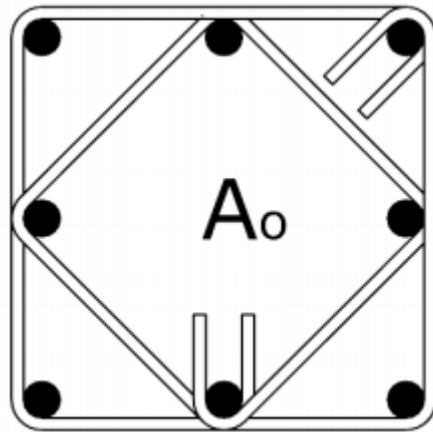


Κάτοψη δεξαμενής

Τα υποστυλώματα της δεξαμενής θα είναι τέσσερα, θα έχουν ύψος 25 μέτρα, με πλάτος 0,5 m και μήκος 0,5 m επίσης.

Οι διαμήκεις οπλισμοί 8 Φ 16 και οι εγκάρσιοι Φ 8/100.

Ο οπλισμός θα έχει την μορφή του σχεδίου 4.1.



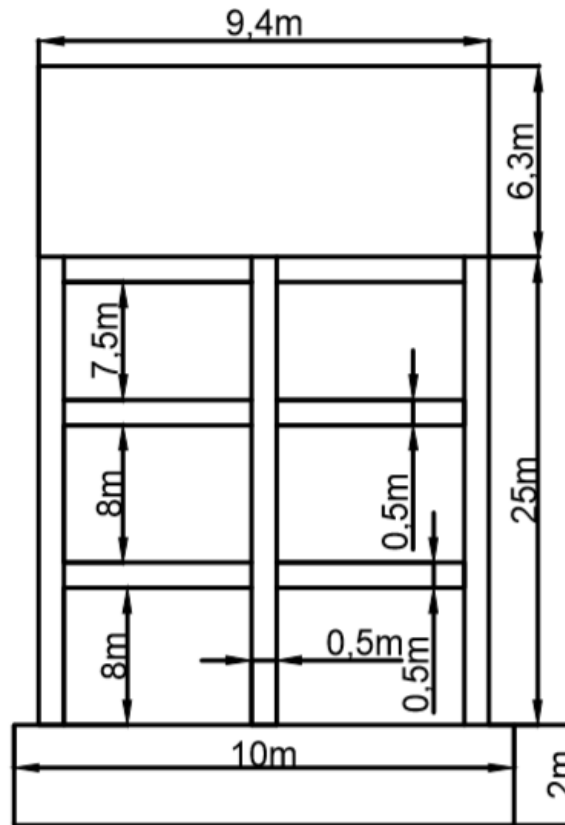
Σχέδιο 4.1

	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60

πίνακας 4.1 Κατηγορίες σκυροδέματος και αντίστοιχες θλιπτικές αντοχές.

Η βάση του υδατόπυργου στο έδαφος θα είναι από σκυρόδεμα C25/30 με διαστάσεις 10 m x 10m με πάχος 2m.

Τα υποστυλώματα συνδέονται με δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος με διαστάσεις 0,50m x 0,50m, για την αποφυγή λυγισμού. Η πρώτη δοκός είναι στα 8 μέτρα από το έδαφος, η δεύτερη στα 16,5 μέτρα ενώ η τρίτη, στην οποία στηρίζεται και η κάτω πλάκα της δεξαμενής, στα 24,5 μέτρα από το έδαφος. Επιπλέον στα 24,5 μέτρα τα υποστυλώματα συνδέονται και χιαστί με δοκό 0,50 m x 0,50 m.



Διαστάσεις υδατόπυργου

Τελειώνοντας με την κατασκευή του υδατόπυργου θα πρέπει να τοποθετηθούν 2 σκάλες, με προστατευτικό περίβλημα, για την διευκόλυνση των εργασιών και των μετέπειτα συντηρήσεων - επίβλεψης της δεξαμενής. Και τέλος, η δημιουργία ενός θαλάμου κάτω από την δεξαμενή, στον οποίο θα τοποθετηθούν οι ηλεκτρολογικοί πίνακες για να μην έχουν πρόσβαση αναρμόδια πρόσωπα.

Η υποσύλωση, λόγω του υλικού του σχεδιασμού, έχει αντοχή σε θλιπτική τάση 30MPa. Θεωρητικά θα υπολογίσουμε αν θα αντέξει το βάρος του νερού της δεξαμενής καθώς και της ίδιας της δεξαμενής. Δεδομένου ότι έχουμε τέσσερα υποστυλώματα θα θεωρήσουμε ότι μοιράζεται η συνολική τάση σε αυτά.

Ο όγκος του οπλισμένου σκυροδέματος της δεξαμενής υπολογίζεται περίπου στα 50 m³, έχοντας υπόψιν ότι το φαινόμενο βάρος του οπλισμένου σκυροδέματος είναι 25 KN/ m³, προκύπτει ότι το συνολικό βάρος της δεξαμενής είναι 1250 KN. Ο όγκος του νερού τώρα που θα φιλοξενεί η δεξαμενή είναι 330 m³, το οποίο έχει βάρος περίπου 3300 KN. Συνολικά το βάρος της δεξαμενής όταν είναι πλήρης φτάνει τα 4550 KN, αυξάνουμε το βάρος στα 4800 KN προσθέτοντας το βάρος των σωλήνων και των λοιπών εξαρτημάτων.

Προκύπτει ότι κάθε υποσύλωμα δέχεται δύναμη 1200 KN η οποία το θλίβει. Η τάση προκύπτει από τον λόγο της δύναμης προς την επιφάνεια του υποστυλώματος. Δηλαδή :

$$\sigma = 1200 \text{ KN} / 0,25 \text{ m}^2 \quad (4.1)$$

$$\sigma = 4,8 \text{ MPa} \quad (4.2)$$

Οπότε $\sigma < 30 \text{ MPa}$ άρα η κατασκευή μας αντέχει τα θλιπτικά φορτία.

Περνώντας στον υπολογισμό της αντοχής των υποστυλωμάτων σε λυγισμό, υπολογίζουμε πρώτα το κρίσιμο φορτίο λυγισμού φορέα από την σχέση του Euler :

$$P_{κρ} = \frac{\pi^2 * E * I_k}{L_k^2} \quad (4.3)$$

όπου:

I_k : Η ελάχιστη δευτεροβάθμια ροπή αδράνειας της διατομής

L_k : Το ελεύθερο μήκος λυγισμού του φορέα

E : Το μέτρο ελαστικότητας του υλικού

Το ελεύθερο μήκος λυγισμού για αμφίπακτη στήριξη στη δοκό είναι ίσο με $L_k = L/2$, επιλέγουμε την δοκό με το μεγαλύτερο ελεύθερο μήκος για τους υπολογισμούς μας, άρα το L_k προκύπτει ίσο με 4m. Το μέτρο ελαστικότητας του υλικού μας είναι:

$$E = 31 \text{ Gpa}$$

και η δευτεροβάθμια ροπή αδράνειας της διατομής υπολογίζεται από τον τύπο :

$$I_k = \frac{b * h^3}{12} \quad (4.4)$$

όπου:

b : το πλάτος της διατομής της δοκού

h : το μήκος της διατομής της δοκού

$$I_k = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0,5 * 0,5^3}{12} = 5,21 * 10^{-3} \text{ m}^4 \quad (4.5)$$

Από την σχέση του Euler έχουμε :

$$P_{κρ} = \frac{\pi^2 * E * I_k}{L_k^2} = \frac{\pi^2 * 31 * 5,21 * 10^{-3}}{4^2} = 0,0996 \text{ Gpa} * \text{m}^2 = 99,6 \text{ Mpa} * \text{m}^2 \quad (4.6)$$

Αφού υπολογίσαμε το κρίσιμο φορτίο λυγισμού μπορούμε να υπολογίσουμε την κρίσιμη τάση λυγισμού ($\sigma_{κρ}$) που ορίζεται ως εξής:

$$\sigma_{κρ} = \frac{P_{κρ}}{A} = \frac{99,6}{0,25} = 398,5 \text{ Mpa} \quad (4.7)$$

$\sigma < \sigma_{κρ}$, δηλαδή :

$$4,8 \text{ Mpa} < 398,5 \text{ Mpa}$$

οπότε η κατασκευή μας αντέχει και καταπόνηση σε λυγισμό.

4.2 Σωληνώσεις



4.2.1 Γενικά

Η μεταφορά του νερού προς την περιοχή κατανάλωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους, μέσω ανοικτών ή κλειστών αγωγών. Στην πρώτη περίπτωση, η ενέργεια προέρχεται από τη βαρύτητα ενώ η δεύτερη από άντληση. Σημαντική προϋπόθεση στην εκλογή των κατάλληλων αγωγών και της διαδρομής παίζουν τα υλικά και η τοπογραφία. Παραδείγματα μέσων για την μεταφορά νερού:

- Υπέργειοι υδαταγωγοί και Διώρυγες



Αρχικά, υπέργειους υδαταγωγούς ονομάζουμε τις ανοικτές διώρυγες που είναι υπερυψωμένες από το έδαφος για να μεταφέρουν το νερό διαμέσου κοιλάδων ή πάνω από μικρά βαθουλώματα. Συνήθως κατασκευάζονται από ξύλο, σκυρόδεμα ή μέταλλο και έχουν ορθογωνική ή κυκλική διατομή.

- Υδραγωγεία και Σήραγγες

Τα υδραγωγεία ακολουθούν τη τοπογραφία όπως και οι αυτοκινητόδρομοι. Σήμερα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα, ο πυθμένας τους –σε ασταθή εδάφη- οπλίζεται με χάλυβα και η διατομή τους (για κατασκευαστικούς λόγους) είναι πεταλοειδής. Συνήθως έχουν μεγάλο μέγεθος και κατασκευάζονται επί τόπου για μέγιστη παροχή. Παρόλο που είναι κλειστά κυκλώματα υπάρχει περίπτωση ρυπογόνες ουσίες να περάσουν μέσα από σπασίματα ή κακές συνδέσεις.

Οι σήραγγες (τούνελ) κατασκευάζονται για να μειωθεί η διαδρομή ή για να διατηρηθεί το φορτίο ή για να μειωθεί το κόστος. Συνήθως επιστρώνονται με τσιμέντο ώστε να διατηρηθεί το φορτίο και για να μειωθεί η είσοδος ρυπαντών. Οι ελάχιστες διαστάσεις μιας σήραγγας έχουν ύψος 6-7 ft και πλάτος για εκσκαφή με το χέρι 5 ft και 8x8 ft για μηχανική εκσκαφή. Όταν θέλουμε να μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα νερού μέσω μικρής σήραγγας τότε επιστρώνεται στο εσωτερικό της, ή τοποθετείται, σωλήνας στη μη επιστρωμένη σήραγγα. Επίσης, βρίσκουν εφαρμογή στην εκτροπή των νερών κατά τη διάρκεια κατασκευής φραγμάτων.

- Υδραγωγεία και Σήραγγες (τούνελ) υπό πίεση

Τόσο τα υδραγωγεία όσο και τα τούνελ υπό πίεση για κατασκευαστικούς και υδραυλικούς λόγους έχουν κυκλική διατομή αν και τα υδραγωγεία στην εξωτερική τους εμφάνιση δεν είναι κυκλικά.

Τα τούνελ ενδέχεται να είναι εξοπλισμένα με αγωγούς μεταφοράς ποταμών και χαραδρών έτσι ώστε να πετυχαίνουμε μείωση της διαδρομής, όσο και του κόστους. Στο εσωτερικό τους επιστρώνονται για να έχουν αντοχή ενώ ταυτόχρονα το βάρος του εδάφους πρέπει να αντισταθμίζει το βάρος των αγωγών κατά τη μεταφορά του νερού. Όταν αυτό δεν είναι δυνατό, στο εσωτερικό των αγωγών τοποθετούνται κατά διαστήματα χαλύβδινοι κύλινδροι και άλλα ενισχυτικά για να αυξήσουν την αντοχή.

- Σωλήνες

Η κατασκευή των σωλήνων ακολουθεί κατά κανόνα τη μορφή του εδάφους και η δημιουργία τους γίνεται από υλικά όπως ο χυτοσίδηρος, ο χάλυβας, PVC, πολυαιθυλένιο ή από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα. Οι χυτοσίδηροι και οι χαλύβδινοι σωλήνες προστατεύονται από τη διάβρωση με εσωτερική επίστρωση ασφάλτου ή τσιμέντου. Σε μικρές διαμέτρους χρησιμοποιούνται πλαστικοί σωλήνες. Στους σωλήνες το νερό μεταφέρεται είτε με τη βαρύτητα είτε με αντλίες όπως προαναφέρθηκε.

Ως υδραγωγείο ορίζεται το σύνολο των μερών του συστήματος ύδρευσης. Το υδραγωγείο ξεκινά από το σημείο άντλησης του νερού και εκτείνεται έως τα σημεία κατανάλωσης, και χωρίζεται σε δύο κυρίως μέρη, το εσωτερικό και το εξωτερικό δίκτυο.

Εσωτερικό δίκτυο ονομάζεται το κομμάτι του δικτύου ύδρευσης από την δεξαμενή έως τους καταναλωτές.

Από την άλλη εξωτερικό δίκτυο ονομάζεται το κομμάτι του υδραγωγείου από το σημείο άντλησης έως την δεξαμενή ύδρευσης. Το εξωτερικό δίκτυο περιλαμβάνει :

- Ø Τις εγκαταστάσεις όπου γίνεται η άντληση νερού (γεώτρηση, πηγή κ.α.)
- Ø Το αντλιοστάσιο
- Ø Οι αγωγοί που μεταφέρουν το νερό από το σημείο άντλησης στην δεξαμενή

Οι βασικοί παράγοντες που λαμβάνουμε υπόψη μας για την μελέτη του εξωτερικού δικτύου είναι:

- Η υψομετρική διαφορά της δεξαμενής με το σημείο άντλησης.
- Ο όγκος του νερού που θα αντλείται και θα μεταφέρεται.
- Η διαδρομή των σωληνώσεων από το σημείο άντλησης έως την δεξαμενή, η οποία θα πρέπει να γίνει όσο το δυνατόν συντομότερη για την μείωση απωλειών και του κόστους κατασκευής, όπως επίσης θα πρέπει να είναι προσβάσιμη προς τα σκαπτικά μηχανήματα.

4.2.2 Σωλήνωση εξωτερικού δικτύου

Οι σωλήνες αποτελούν ένα βασικό μέρος όλου του κατασκευαστικού έργου και είναι απαραίτητο τόσο ο ερευνητής της μελέτης όσο και ο κατασκευαστής να είναι πλήρως ενημερωμένοι όσον αφορά τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, τους συνδέσμους και τον υπολογισμό των σωλήνων. Καθώς πλέον χρησιμοποιούνται σωλήνες για μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις, ένα σημαντικό μέρος της δαπάνης του συνολικού έργου αφορά τους σωλήνες, γι'αυτό και είναι σημαντικό να γίνει σωστή και ακριβής έρευνα από τους αρμόδιους επαγγελματίες.

Ο σωλήνας εξωτερικού δικτύου επιλέγεται ανάλογα με την παροχή σε νερό και την υψομετρική διαφορά. Επίσης, το μήκος του σωλήνα σε συνδυασμό με την παροχή επηρεάζει το μανομετρικό ύψος.

Όσον αφορά την ταχύτητα του νερού στον αγωγό, υπάρχει περιορισμός και κυμαίνεται από 0,5 m/s ελάχιστη ταχύτητα έως 1,5 m/s μέγιστη. Αφενός το χαμηλότερο όριο για να αποφεύγεται η απόθεση φερτών υλικών και αφετέρου, το ανώτερο, για την αποφυγή διάβρωσης των σωλήνων και των προβλημάτων υπερπίεσεων, που είναι αποτέλεσμα του υδραυλικού πλήγματος.

Τα υλικά από τα οποία συνήθως κατασκευάζονται οι αγωγοί είναι

- Χάλυβας
- Σίδηρος
- Χυτοσίδηρος
- Πολυαιθυλένιο
- Μη κορεσμένος πολυεστέρας ενισχυμένος με υαλόνημα

- Ξύλο
- Σκυρόδεμα

Οι συνηθέστεροι τύποι αγωγών ύδρευσης είναι οι σωλήνες πολυαιθυλενίου οι οποίοι παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των υπολοίπων όπως:

- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Υψηλή αντοχή στη χημική διάβρωση
- Δεν σπάζουν σε χαμηλές θερμοκρασίες
- Εύκολη μεταφορά, τοποθέτηση και επισκευή
- Είναι εύκαμπτοι
- Παράγονται σε μεγάλα μήκη με αποτέλεσμα λιγότερες συνδέσεις
- Συνδέονται με αυτογενή συγκόλληση οπότε μειώνονται οι διαρροές
- Χημικά αδρανές υλικό που δεν δημιουργεί επικαθίσεις
- Μεγάλη μηχανική αντοχή σε εσωτερικά και εξωτερικά φορτία
- Ευκολία στην αλλαγή διεύθυνσης λόγω ελαστικότητας, συνεπάγεται λιγότερα ειδικά τεμάχια

4.2.3 Κατασκευή ορύγματος



Για την προστασία των αγωγών εξωτερικού δικτύου από φθορές, κατασκευάζονται ορύγματα με εκσκαφή όπου τοποθετούνται οι αγωγοί σε βάθος και επιχώνονται.

Το βάθος του ορύγματος (χαντάκι) θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο 0,70 m και φτάνει έως 1,50 m, 1,20 m είναι το σύνηθες βάθος για τις σωληνώσεις ύδρευσης. Ενώ το πλάτος του ορύγματος προκύπτει σε αντιστοιχία με την εξωτερική διάμετρο του αγωγού από τον πίνακα 4.1.

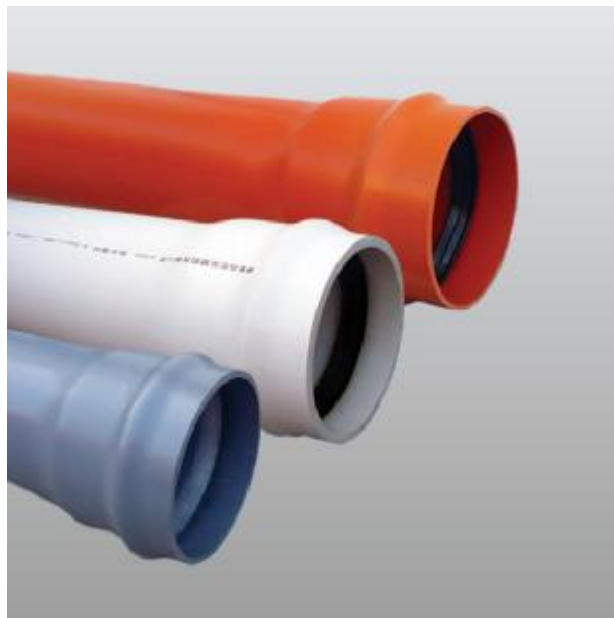
<i>Εξωτερική διάμετρος</i>	<i>160</i>	<i>200</i>	<i>250</i>	<i>315</i>	<i>355</i>	<i>400</i>	<i>500</i>	<i>630</i>
<i>Πλάτος ορυγματος (εκ.)</i>	<i>80</i>	<i>80</i>	<i>80</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>120</i>	<i>120</i>

Πίνακας 4.1 Πλάτος ορύγματος

Η επίχωση των σωλήνων γίνεται σταδιακά ενώ ταυτόχρονα βρέχεται και πιέζεται το χώμα. Στα σημεία όπου βρίσκονται δικλείδες (βάνες) κατασκευάζονται φρεάτια για διευκόλυνση στην χρήση τους.

4.3 Μελέτη σωληνώσεων

4.3.1 Επιλογή υλικού αγωγών



Για την σύνδεση της υποβρύχιας αντλίας με το εξωτερικό δίκτυο θα χρησιμοποιήσουμε σωλήνες u-PVC (σκληρό PVC). Τα πλεονεκτήματα των σωλήνων u-PVC είναι :

- Αντοχή σε ισχυρές εσωτερικές πιέσεις
- Αντοχή σε δυνάμεις εφελκυσμού
- Αντίσταση σε κρούση
- Αντίσταση σε εξωτερικά φορτία
- Μικρό βάρος

Οι αγωγοί έχουν μήκος 3m και φέρουν στην μία πλευρά αρσενικό τραπεζοειδές σπείρωμα και στην άλλη πλευρά έχουν προεγκατεστημένη μούφα με θηλυκό εσωτερικό σπείρωμα. Εσωτερικά η μούφα έχει δύο ελαστικούς δακτυλίους ώστε να εξασφαλίζεται πλήρης στεγανοποίηση. Επίσης, η μούφα εσωτερικά έχει ειδική εγκοπή όπου εγκλωβίζει στο βίδωμα τον αγωγό ώστε να παραμένει σταθερός, παρά τις δονήσεις ή τις ανωμαλίες ροπών στρέψης.

Η αντλία συνδέεται με ειδικό ανοξείδωτο τεμάχιο από χάλυβα SS 304 (σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2 Τεμάχιο σύνδεσης αντλίας – αγωγού

Εσωτερικά οι αγωγοί έχουν λεία τοιχώματα και δεν διαβρώνονται. Ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας ή συντελεστής υδροπερατότητας (κ) των σωλήνων υπολογίζεται πειραματικά γύρω στο 0,01, αυτό σημαίνει ότι οι αγωγοί u-PVC μας παρέχουν πολύ μικρές απώλειες φορτίου.

Για τους αγωγούς του εξωτερικού δικτύου θα χρησιμοποιήσουμε σωλήνες πολυαιθυλενίου (PE) 3^{ης} γενιάς. Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου προτιμώνται έναντι των υπολοίπων γιατί πλεονεκτούν σε πολλά σημεία των μεταλλικών σωλήνων, έχουν υψηλότερη αντοχή στη χημική διάβρωση, η μεταφορά και η τοποθέτησή τους είναι ευκολότερη, είναι εύκαμπτοι, μειωμένες διαρροές λόγω της σύνδεσής τους με αυτογενή συγκόλληση και κυρίως το κόστος τους είναι πολύ μικρότερο.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου βρίσκονται σε κουλούρες των 100 μέτρων για διαμέτρους Φ20 έως Φ125 και σε ευθεία μήκη των 12 μέτρων από Φ125 και πάνω.



4.3.2 Επιλογή διαμέτρου αγωγών

Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθεί υποβρύχια αντλία, δηλαδή αντλία εμβαπτιζόμενη στο νερό της γεώτρησης (σε βάθος 84 m από το έδαφος). Συνεπώς θα τοποθετηθούν σωληνώσεις από u-PVC για την μεταφορά του νερού από την αντλία μέχρι την επιφάνεια του εδάφους και από εκεί θα συνεχιστεί το δίκτυο με σωλήνες PE μέχρι τον υδατόπυργο.

Η επιλογή της διαμέτρου των αγωγών γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την παροχή και την ταχύτητα του νερού στον σωλήνα. Στον Πίνακα 4.2 έχουμε υπολογίσει την παροχή των σωλήνων συναρτήσει της ελάχιστης και της μέγιστης προβλεπόμενης ταχύτητας (0,5 και 1,5 m/s αντίστοιχα), από εκεί επιλέγουμε την κατάλληλη διάμετρο για την σωλήνωση από την αντλία έως το εξωτερικό δίκτυο.

Για το υπολογισμό της παροχής χρησιμοποιούμε τον τύπο :

$$Q = \pi * D^2/4 * u \quad (4.8)$$

όπου :

Q : η παροχή

D : η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα

u : η ταχύτητα του νερού

Εξωτερική διάμετρος		Εσωτερική διάμετρος (mm)	Q _{min} (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)	Εξωτερική διάμετρος μούφας(mm)
Ίντσες	mm				
1 1/2	48,0	39,0	2,1	6,5	60
2	60,0	48,4	3,3	9,9	75
2 1/2	75,0	61,4	5,3	15,9	90
3	90,0	73,6	7,7	22,9	105
4	114,0	97,6	13,5	40,4	130
5	140,0	119,4	20,1	60,4	170
6	170,0	146,0	30,1	90,4	200
8	225,0	191,6	51,9	155,6	265

Πίνακας 4.2 Υπολογισμός παροχής για διάφορες διαμέτρους αγωγού u-PVC 10At

Η ζητούμενη παροχή προκύπτει από τον τύπο:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (4.9)$$

Όπου:

V : ο όγκος του νερού που καταναλώνεται σε μία μέρα

t : ο χρόνος λειτουργίας της αντλίας

Ο ζητούμενος όγκος είναι ο ίδιος με αυτόν που υπολογίσαμε την δεξαμενή ύδρευσης, δηλαδή 986,8 m³, το οποίο στρογγυλεύουμε σε 990 m³.

Τον χρόνο λειτουργίας της αντλίας τον επιλέγουμε εμείς, με ζητούμενο η αντλία μας να δουλεύει τις μισές ώρες της ημέρας, επιλέγουμε χρόνο λειτουργίας 12 ώρες.

Οπότε η απαιτούμενη παροχή που προκύπτει είναι :

$$Q = \frac{990}{12} = 82,5 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.10)$$

Στρογγυλοποιούμε την παροχή προς τα επάνω σε 90 m³/h. Οπότε από τον πίνακα 4.2 επιλέγουμε την κατάλληλη διάμετρο για την σωλήνωση της αντλίας και σε σωλήνα 6 ιντσών με εσωτερική διάμετρο 146mm. Βλέπουμε ότι η επιλογή μας πλησιάζει τα όρια επειδή όμως θέλουμε η εξωτερική διάμετρος της μούφας να είναι μικρότερη από την εσωτερική διάμετρο της μόνιμης σωλήνωσης της γεώτρησης καταλήγουμε σε αυτήν την επιλογή.

Το βάρος του είναι περίπου 9 kg για κάθε μέτρο σωλήνα και έχει αντοχή έλξης περίπου 19500 kg (από τον κατασκευαστή).

Τέλος, η ταχύτητα του νερού στον αγωγό μας προκύπτει επιλύοντας τον τύπο της παροχής ως προς την ταχύτητα, έτσι έχουμε :

$$u = \frac{Q}{A} \quad (4.11)$$

$$Q = 90 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.12)$$

$$A = \pi * r^2 = \pi * 0,073^2 \text{ m}^2 = 0,017 \text{ m}^2 \quad (4.13)$$

$$u = 1,49 \text{ m/s} \quad (4.14)$$

όπου :

A : η διατομή του αγωγού

Εξωτερική διάμετρος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)	Q _{min} (m ³ /h)	Q _{max} (m ³ /h)
75,0	64,0	5,8	17,4
90,0	79,2	8,9	26,6
110,0	96,8	13,2	39,7
125,0	110,2	17,2	51,5
140,0	123,4	21,5	64,5
160,0	141,0	28,1	84,3
180,0	158,6	35,5	106,6
200,0	176,2	43,9	131,6
225	198,2	55,5	166,5
250	220,4	68,6	205,9

Πίνακας 4.3 Υπολογισμός παροχής για διάφορες διαμέτρους αγωγού PE 10A_t

Για την επιλογή της διαμέτρου των αγωγών του εξωτερικού δικτύου επιλέγουμε από τον πίνακα 4.3 αυτή την φορά αντίστοιχα για σωλήνες πολυαιθυλενίου. Καλό θα ήταν να επιλέξουμε λίγο μεγαλύτερο σωλήνα για ακόμα χαμηλότερη ταχύτητα από την στιγμή που τώρα δεν έχουμε περιορισμό στις εξωτερικές διαστάσεις, επίσης καλό θα ήταν η επιλογή μας να μας διευκολύνει και μετέπειτα όταν θα χρειαστεί να τοποθετήσουμε διάφορα εξαρτήματα. Οπότε, από τον πίνακα επιλέγουμε την εξωτερική διάμετρο 200 mm ή αλλιώς Φ200.

Οι αγωγοί πολυαιθυλενίου της επιλογής μας έχουν βάρος περίπου 7 kg ανά μέτρο και τους βρίσκουμε σε τεμάχια μήκους 12 m.

Για τον υπολογισμό της ταχύτητας του νερού στον αγωγό της επιλογής μας, επαναλαμβάνουμε την διαδικασία που ακολουθήσαμε και για τον αγωγό της αντλίας.

Έτσι έχουμε :

$$Q = 90 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.15)$$

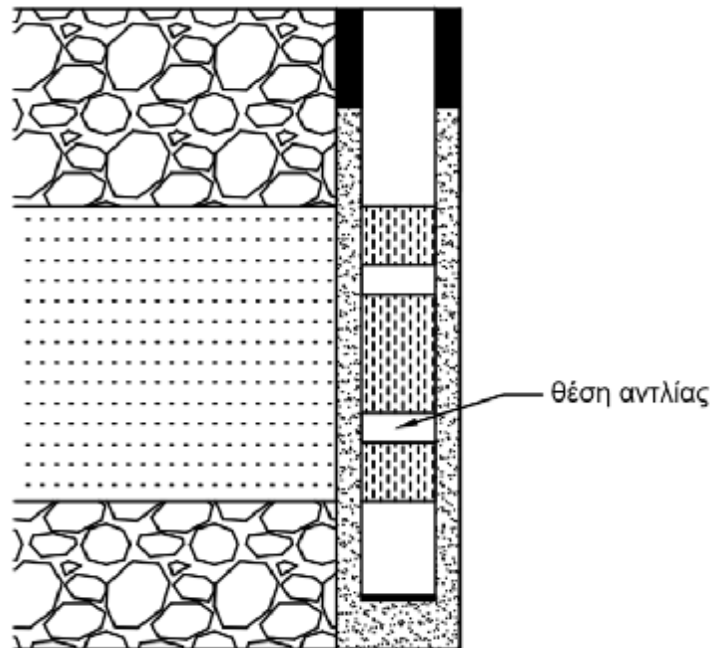
$$A = \pi * r^2 = \pi * 0,088^2 \text{ m}^2 = 0,024 \text{ m}^2 \quad (4.16)$$

$$u = \frac{Q}{A} = 1,04 \text{ m/s} \quad (4.17)$$

4.3.3 Μελέτη διαδρομής αγωγών

Έχουμε δύο διαφορετικούς αγωγούς. Ο πρώτος, διαμέτρου 6 ιντσών, συνδέει την αντλία με το εξωτερικό δίκτυο. Ο δεύτερος, διαμέτρου 200mm, συνδέει τον προηγούμενο με την δεξαμενή. Οπότε προκύπτουν δύο διαδρομές, η μία εντός της γεώτρησης έως και περίπου 0,2-0,3 m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ η δεύτερη από το αντλιοστάσιο κατεβαίνει σε βάθος 1,2 m μέσα στο έδαφος και ακολουθώντας την διαδρομή του ορύγματος καταλήγει στην υπερυψωμένη δεξαμενή.

Ξεκινώντας από την πρώτη σωλήνωση, ο αγωγός μας υλικού u-PVC διαμέτρου 6 ιντσών συνδέεται με την αντλία η οποία βρίσκεται σε βάθος 84 m εντός τυφλού σωλήνα (σχήμα 4.3), με ειδικό τεμάχιο και φτάνει έως την επιφάνεια του εδάφους. Ο σωλήνας εξέχει γύρω στα 20cm από το έδαφος όπου συνδέεται με φλάντζα, η οποία έχει ως σκοπό να συγκρατεί τον αγωγό και το αντλητικό σύστημα, από το να υποχωρήσουν στον πάτο της γεώτρησης.



Σχήμα 4.3 Θέση αντλίας στην γεώτρηση

Η σύνδεση των αγωγών u-PVC γίνεται με μούφα η οποία εσωτερικά έχει ειδική εγκοπή ώστε να εγκλωβίζει κατά το βίδωμα τον αγωγό και να τον κρατάει σταθερό. Οι ίδιοι οι αγωγοί φέρουν στην μία πλευρά αρσενικό τραπεζοειδές σπείρωμα και στην άλλη πλευρά προεγκατεστημένη την μούφα με εσωτερικό σπείρωμα.

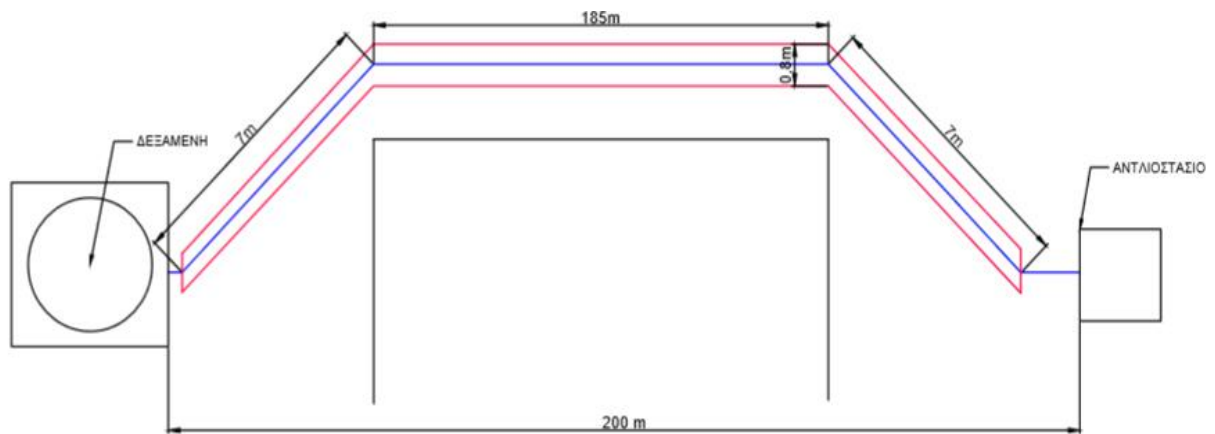
Το συνολικό μήκος του αγωγού δηλαδή είναι περίπου 84 μέτρα, δηλαδή θα χρειαστούμε 28 σωλήνες u-PVC 6 ιντσών, γνωρίζοντας ότι έχουν μήκος 3m, για την συμπλήρωση της σωλήνωσης της αντλίας.

Πάνω από την φλάντζα συνδέουμε Ταφ τριών φλαντζών από χάλυβα St 37.2 με διαστάσεις Φ150 στην φλάντζα σύνδεσης με τον αγωγό της αντλίας και δύο φλάντζες με διαστάσεις Φ200. Στις φλάντζες που απομένουν, από την μία πλευρά θα συνδεθεί βάνα και αμέσως μετά αγωγός PE Φ200 10At, ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί σαν

αποχέτευση, εν ολίγοις αυτός ο αγωγός θα μεταφέρει το νερό σε κάποιο φρεάτιο ή ποτάμι πλησίον και θα τον χρησιμοποιούμε για δοκιμαστικές αντλήσεις.

Στην εναπομείνουσα φλάντζα θα συνδεθεί σωλήνας υλικού χάλυβα St 37.2 Φ200 ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί σαν μέσο για να τοποθετήσουμε κάποια εξαρτήματα και θα συνεχιστεί μέχρι και εκτός του αντλιοστασίου, όπου με φλάντζα επάνω του θα συνδεθεί ο αγωγός PE Φ200 10At, ο οποίος θα μεταφέρει το νερό στην δεξαμενή.

Το αντλιοστάσιο απέχει από την δεξαμενή περίπου 200 μέτρα, η διαδρομή όμως που θα ακολουθήσει ο αγωγός μας θα είναι μεγαλύτερη γιατί μεταξύ του αντλιοστασίου και της δεξαμενής παρεμβάλλεται οικοπέδο. Έτσι, θα πρέπει η διαδρομή να χαραχτεί περιμετρικά του οικοπέδου όπως φαίνεται στο σχήμα 4.4. Όπου με κόκκινο αποτυπώνεται το όρυγμα και με μπλε ο αγωγός.



Σχήμα 4.4 Κάτοψη διαδρομής εξωτερικής σωλήνωσης

Το όρυγμα θα έχει βάθος 1,2 m συν την εξωτερική διάμετρο του αγωγού, έτσι καταλήγουμε σε 1,4 m. Από τον πίνακα 4.1 προκύπτει το πλάτος της εκσκαφής του ορύγματος, το οποίο για αγωγό Φ200 ορίζεται σε 0,8 m ώστε να διευκολυνθούμε στην τοποθέτηση και την σύνδεση των αγωγών.

Συνεχίζοντας με την σωλήνωση από το αντλιοστάσιο, τον αγωγό PE Φ200 10 At του εξωτερικού δικτύου θα τον κατευθύνουμε προς την δεξαμενή, ακολουθώντας το όρυγμα και με την βοήθεια γωνιών πολυαιθυλενίου 90° και 45°. Η σωλήνωση αφού φτάσει στην βάση της δεξαμενής, θα συνεχιστεί σε ύψος 32m όπου με διάνοιξη οπής στην δεξαμενή θα καταλήξει εντός της δεξαμενής.

Η συνολική απόσταση που θα διανυθεί με σωλήνες πολυαιθυλενίου είναι περίπου 234m. Ενδιάμεσα θα χρησιμοποιηθούν εξαρτήματα ηλεκτροσύντηξης για την σύνδεση των σωληνώσεων ηλεκτρομούφες Φ200 και ηλεκτρογωνίες Φ200 45° και 90°.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Επιλογή αντλίας και εξαρτήματα



5.1 Γενικά

Η ανύψωση ρευστού από ένα χαμηλό επίπεδο σε ένα υψηλότερο γίνεται με την χρήση αντλίας. Η ύδρευση είναι μία εκ των βασικών αναγκών κάθε κοινωνίας. Για την κάλυψη της ανάγκης αυτής, γίνεται αξιοποίηση των διαθέσιμων υδάτων, επιφανειακών και υπογείων. Επειδή η ποσότητα υπόγειου νερού είναι σημαντικά μεγαλύτερη και καλύτερης ποιότητας, λόγω της ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων, έχουμε στραφεί προς την αξιοποίηση των υπογείων υδάτων.

Τα υπόγεια νερά καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των υδατικών αναγκών παγκοσμίως. Πιο συγκεκριμένα στην Ευρώπη το 70% των αναγκών ύδρευσης καλύπτεται από υπόγειο νερό.

Η άντληση πόσιμου νερού γίνεται κατά κύριο λόγο από γεωτρήσεις βάθους 30 - 40 μέτρων και άνω, για να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα του νερού. Τα δύο συνηθέστερα μηχανήματα που χρησιμοποιούμε για την άντληση νερού από γεωτρήσεις είναι οι υποβρύχιες αντλίες και οι πομόνες. Οι υποβρύχιες αντλίες γεώτρησης είναι αντλίες πολυβάθμιες συνήθως, οι οποίες είναι μόνιμα βυθισμένες στην γεώτρηση. Αντίθετα οι πομόνες (σχήμα 5.1) έχουν τον κινητήρα τους στην επιφάνεια του εδάφους και η μετάδοση κίνησης από τον κινητήρα στον στρόβιλο γίνεται με άξονα.



Σχήμα 5.1 Πομόνα

Τα πλεονεκτήματα της υποβρύχιας αντλίας έναντι της πομόνας είναι :

- Ø Χαμηλότερο κόστος αγοράς
- Ø Χαμηλότερο κόστος συντήρησης
- Ø Ευκολότερη εγκατάσταση
- Ø Αξιοποίηση μη ευθυγραμμισμένων γεωτρήσεων
- Ø Σπάνια χρίζουν συντήρησης
- Ø Μικρότερη κατανάλωση ρεύματος

Και μειονεκτήματα :

- Ø Δεν χρησιμοποιούνται σε γεωτρήσεις χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα, αντίθετα οι πομόνες μπορούν να λειτουργήσουν με πετρελαιοκινητήρες ή με κινητήρες γεωργικών ελκυστήρων
- Ø Η άμμος δημιουργεί φθορές στην υποβρύχια αντλία, ενώ η πομόνα μπορεί να αντλήσει θολό νερό ή νερό με μεγάλες ποσότητες άμμου.
- Ø Έχει μικρότερο βαθμό απόδοσης από την πομόνα

Για να προσδιορίσουμε μία αντλία υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά μεγέθη, και είναι τα εξής:

- Η παροχή της αντλίας η οποία προσδιορίζει τον όγκο νερού που αποδίδεται στο στόμιο της κατάθλιψης της αντλίας ανά μονάδα χρόνου. Οι μονάδες μέτρησης της παροχής είναι κατά SI m^3/s , συνηθίζεται να χρησιμοποιούμε όμως m^3/h .

Η παροχή της αντλίας για πιο λεπτομερή προσδιορισμό χωρίζεται σε πέντε μέρη :

- ∅ Ονομαστική παροχή της αντλίας: είναι η σχεδιαστική παροχή της αντλίας και ισχύει για την λειτουργία της αντλίας κατά την ονομαστική ταχύτητα περιστροφής, στο ονομαστικό ολικό ύψος για δεδομένο όγκο νερού
 - ∅ Ελάχιστη παροχή αντλίας: είναι η ελάχιστη παροχή κατά την διάρκεια της οποίας η αντλία δεν υπόκειται σε βλάβη
 - ∅ Μέγιστη παροχή αντλίας: αντίστοιχα με την ελάχιστη, η μέγιστη παροχή της αντλίας είναι η παροχή κατά την οποία η αντλία λειτουργεί χωρίς βλάβες
 - ∅ Κανονική παροχή αντλίας: είναι η παροχή στην λειτουργία της αντλίας σε μέγιστο βαθμό απόδοσης και ταυτίζεται με την ονομαστική
 - ∅ Παροχή μάζας της αντλίας (\dot{m}): είναι ο ρυθμός ροής της μάζας ανά μονάδα χρόνου διαμέσου μίας διατομής και προσδιορίζεται από το γινόμενο της πυκνότητας του νερού με την παροχή.
- Το ολικό μανομετρικό ύψος ή ολικό ύψος του αντλητικού συγκροτήματος, το οποίο αποτελείται από τα παρακάτω ύψη :
 - ∅ Το στατικό ύψος, το οποίο είναι η υψομετρική διαφορά των επιφανειών του νερού από όπου αντλείται έως την δεξαμενή
 - ∅ Τις συνολικές απώλειες ύψους λόγω τριβών στα τοιχώματα των αγωγών και στα εξαρτήματα του δικτύου. Το μανομετρικό ύψος μετράται σε μέτρα (m).
 - Ισχύς της αντλίας, είναι η ενέργεια που αποδίδει μία αντλία στην μονάδα του χρόνου, η οποία μελετάται σε δύο μέρη :
 - ∅ Εισερχόμενη ισχύς αντλίας, είναι η ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας στον άξονα της αντλίας.
 - ∅ Αποδιδόμενη ισχύς αντλίας, είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται τελικά στο νερό μέσω του στροβίλου της αντλίας.

5.2 Υπολογισμός στοιχείων αντλίας

Για να προβούμε στην επιλογή της κατάλληλης αντλίας θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε τα μεγέθη της αντλίας που αναφέραμε παραπάνω, δηλαδή το ολικό μανομετρικό ύψος, την παροχή και την ισχύ.

5.2.1 Υπολογισμός ολικού μανομετρικού

Για τον προσδιορισμό του ολικού ύψους θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο:

$$H_A = H_{geo} + \Sigma H_v \quad (5.1)$$

όπου:

H_A : Ολικό ύψος του αντλητικού

H_{geo} : Στατικό ύψος

ΣH_v : συνολικές απώλειες ύψους

Το στατικό ύψος (H_{geo}) της μελέτης μας προσδιορίζεται από την επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα, ο οποίος βρίσκεται σε βάθος 40m από την επιφάνεια του εδάφους, έως το μέγιστο ύψος του αγωγού που μεταφέρει το νερό στην δεξαμενή, δηλαδή 32m. Συνολικά το στατικό ύψος υπολογίζεται :

$$H_{geo} = 40 + 32 = 72m \quad (5.2)$$

Συνεχίζουμε στον υπολογισμό των συνολικών απωλειών ύψους (ΣH_v) λόγω τριβών στα τοιχώματα του αγωγού και στα εξαρτήματα.

- Ξεκινώντας από τις απώλειες ύψους λόγω τριβής στον αγωγό, χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$H_f = k * \frac{U^2}{2 * g} \quad (5.3)$$

Όπου:

H_f : Ύψος απωλειών τριβής

k : συντελεστής απωλειών

U : ταχύτητα νερού στον αγωγό

g : επιτάχυνση της βαρύτητας

και

$$k = f * \frac{L}{D} \quad (5.4)$$

όπου :

L : μήκος του αγωγού

D : εσωτερική διάμετρος αγωγού

f : συντελεστής απωλειών τριβής

Αντικαθιστώντας τον τύπο του συντελεστή απωλειών στην εξίσωση του ύψους απωλειών τριβής καταλήγουμε σε :

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{U^2}{2 * g} \quad (5.5)$$

Για να βρούμε τον συντελεστή απωλειών τριβής θα χρησιμοποιήσουμε το διάγραμμα Moody (σχήμα 5.2) συναρτήσει του αριθμού Reynolds και της σχετικής τραχύτητας, που υπολογίζονται ως εξής:

- Αριθμός Reynolds, δίνεται από τον τύπο :

$$Re = \frac{u * D}{\nu} \quad (5.6)$$

όπου :

u : ταχύτητα νερού στον αγωγό

ν : κινηματική συνεκτικότητα από Πίνακα 5.1 για θερμοκρασία νερού 15 °C

Για PE:

$$Re = \frac{u * D}{\nu} = \frac{1,04 * 0,1762}{1,139 * 10^{-6}} = 1,6 * 10^5 \text{ Re} \quad (5.7)$$

Για u-PVC :

$$Re = \frac{u * D}{\nu} = \frac{1,49 * 0,146}{1,139 * 10^{-6}} = 1,9 * 10^5 \text{ Re} \quad (5.8)$$

Για St 37.2 :

$$Re = \frac{u * D}{\nu} = \frac{1,04 * 0,1762}{1,139 * 10^{-6}} = 1,6 * 10^5 \text{ Re} \quad (5.9)$$

Θερμοκρασία	Ειδικό βάρος	Πυκνότητα μάζας	Μέτρο ελαστικότητας	Δυναμική συνεκτικότητα	Κινηματική συνεκτικότητα	Επιφανειακή τάση	Πίεση υδρατμών
[°C]	[kN/m ³]	[kg/m ³]	[GPa]	[N s/m ²]	[m ² /s]	[N/m]	[kPa]
0	9,805	999,8	1,98	1,781(10) ⁻³	1,785(10) ⁻⁶	0,0756	0,61
5	9,807	1000,0	2,05	1,518(10) ⁻³	1,519(10) ⁻⁶	0,0749	0,87
10	9,804	999,7	2,10	1,307(10) ⁻³	1,306(10) ⁻⁶	0,0742	1,23
15	9,798	999,1	2,15	1,139(10) ⁻³	1,139(10) ⁻⁶	0,0735	1,70
20	9,789	998,2	2,17	1,002(10) ⁻³	1,003(10) ⁻⁶	0,0728	2,34
25	9,777	997,0	2,22	0,890(10) ⁻³	0,893(10) ⁻⁶	0,0720	3,17
30	9,764	995,7	2,25	0,798(10) ⁻³	0,800(10) ⁻⁶	0,0712	4,24
40	9,730	992,2	2,28	0,653(10) ⁻³	0,658(10) ⁻⁶	0,0696	7,38
50	9,689	988,0	2,29	0,547(10) ⁻³	0,553(10) ⁻⁶	0,0679	12,33
60	9,642	983,2	2,28	0,466(10) ⁻³	0,474(10) ⁻⁶	0,0662	19,92
70	9,589	977,8	2,25	0,404(10) ⁻³	0,413(10) ⁻⁶	0,0644	31,16
80	9,530	971,8	2,20	0,354(10) ⁻³	0,364(10) ⁻⁶	0,0626	47,34
90	9,466	965,3	2,14	0,315(10) ⁻³	0,326(10) ⁻⁶	0,0608	70,10
100	9,399	958,4	2,07	0,282(10) ⁻³	0,294(10) ⁻⁶	0,0589	101,33

Πίνακας 5.1 Ιδιότητες νερού

- Σχετική τραχύτητα , δίνεται από τον λόγο :

$$\frac{\varepsilon}{D} \quad (5.10)$$

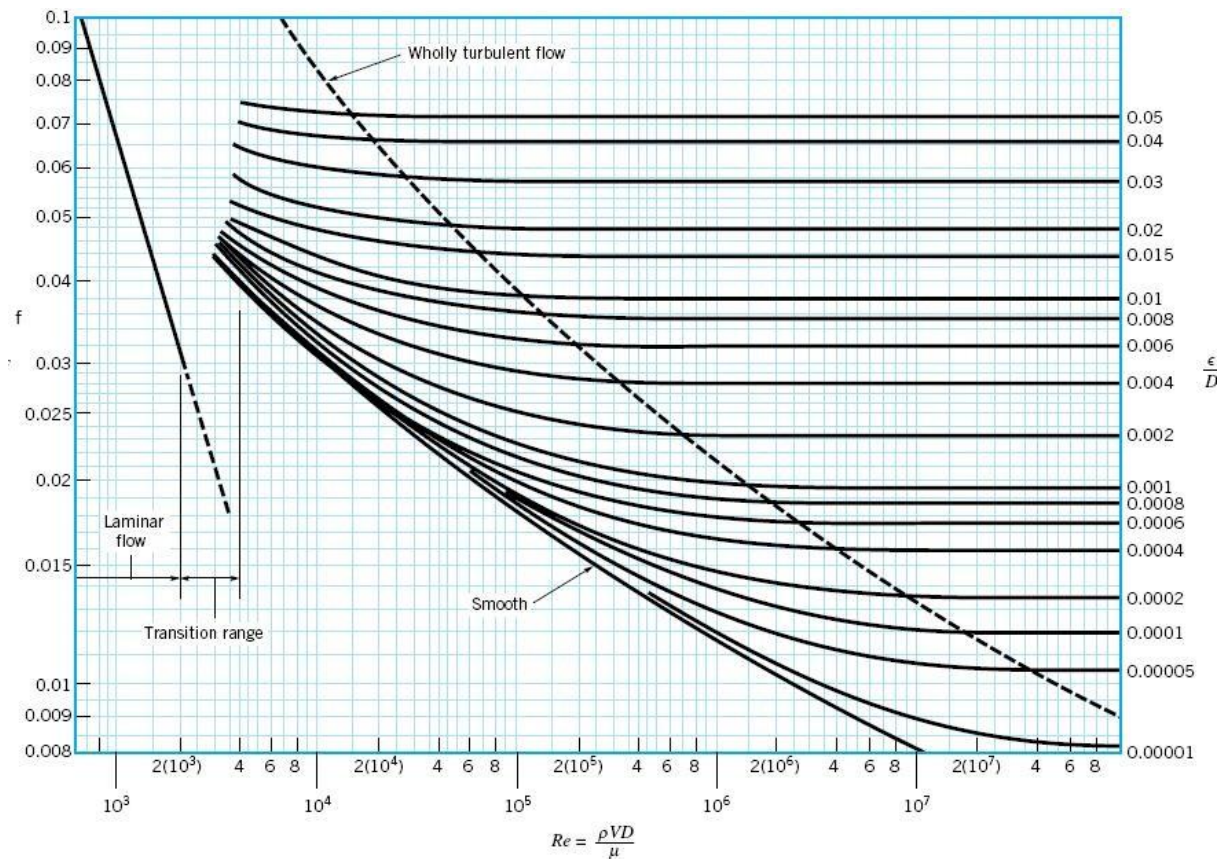
όπου :

ε : απόλυτη τραχύτητα

αγωγός	ε (mm)	$\frac{\varepsilon}{D}$	Αριθμός Reynolds Re
u-PVC	0,006	4,1 * 10 ⁻⁵	1,9 * 10 ⁵
PE	0,003	1,7 * 10 ⁻⁵	1,6 * 10 ⁵
χάλυβα St 37.2	0,046	2,6 * 10 ⁻⁴	1,6 * 10 ⁵

πίνακας 5.2

Στον πίνακα 5.2 είναι τα αποτελέσματα της επίλυσης των εξισώσεων για την εύρεση του αριθμού Reynolds και της σχετικής τραχύτητας για κάθε ένα από τα υλικά κατασκευής των αγωγών.



Σχήμα 5.2 Διάγραμμα Moody

Από το διάγραμμα Moody (σχήμα 5.2) επιλέγουμε τον συντελεστή απωλειών τριβής που προκύπτει για κάθε αγωγό οπότε έχουμε :

∅ Για τον αγωγό u-PVC :

$$f = 0,0165 \quad (5.11)$$

∅ Για τον αγωγό PE :

$$f = 0,0168 \quad (5.12)$$

∅ Για τον αγωγό χάλυβα St 37.2 :

$$f = 0,190 \quad (5.13)$$

Έτσι γνωρίζοντας όλα τα ζητούμενα υπολογίζουμε το ύψος απωλειών τριβής των αγωγών :

∅ Για τον αγωγό u-PVC :

$$k = f * \frac{L}{D} = 0,0165 * 84 / 0,146 = 9,49 \quad (5.14)$$

$$H_f = k * \frac{U^2}{2 * g} = 9,49 * 1,49^2 / (2 * 9,81) = 1,074 \text{ m} = 1,08 \text{ m} \quad (5.15)$$

Ø Για τον αγωγό PE :

$$k = f * \frac{L}{D} = 0,0168 * 234 / 0,1762 = 22,31 \quad (5.16)$$

$$H_f = k * \frac{U^2}{2 * g} = 5,39 * 1,04^2 / (2 * 9,81) = 1,23 \text{ m} \quad (5.17)$$

Ø Για τον αγωγό χάλυβα St 37.2 :

$$k = f * \frac{L}{D} = 0,190 * 5 / 0,1762 = 5,39 \quad (5.18)$$

$$H_f = k * \frac{U^2}{2 * g} = 5,39 * 1,042^2 / (2 * 9,81) = 0,3 \text{ m} \quad (5.19)$$

Το συνολικό ύψος απωλειών και από τους τρεις σωλήνες προκύπτει από πρόσθεση των τριών:

$$H_f = 1,08 + 1,23 + 0,3 = 2,61 \text{ m} \quad (5.20)$$

$$H_f = 2,61 \text{ m} \quad (5.21)$$

· Για τον υπολογισμό των απωλειών τριβής των εξαρτημάτων λαμβάνουμε υπόψη μας τα παρακάτω εξαρτήματα :

- Ø Εξαρτήματα αλλαγής διεύθυνσης
- Ø Εξαρτήματα σύνδεσης αγωγών
- Ø Βαλβίδες
- Ø Εξαρτήματα διαστολής / συστολής αγωγών
- Ø στόμια εισόδου / εξόδου ροής

Ο τύπος που θα χρησιμοποιήσουμε για τον υπολογισμό του ύψους απωλειών από τριβές εξαρτημάτων είναι ο εξής :

$$h_p = k * \frac{u^2}{2 * g} \quad (5.22)$$

όπου :

k : ο συντελεστής απωλειών εξαρτήματος

u : η ταχύτητα του νερού στον αγωγό

Καταγραφή εξαρτημάτων:

Εξάρτημα	Πλήθος εξαρτημάτων	Συντελεστής απωλειών (κ)
Βάνα	2	0,17
Ταφ	1	1,80
Γωνία 45°	2	0,34
Γωνία 90°	5	1,20
Μούφα u-PVC	30	0,25
Σύνδεση PE	22	0,15
Παροχόμετρο	1	0,65
Μανόμετρο	1	0,10
Αντιπληγματική βαλβίδα	1	0,20
Βαλβίδα αντεπιστροφής	1	0,90

Πίνακας 5.2 Συντελεστής απωλειών εξαρτημάτων

Αντικαθιστώντας τον συντελεστή απωλειών εξαρτήματος από τον πίνακα 5.2 και την κατάλληλη ταχύτητα στον τύπο υπολογισμού του ύψους απωλειών, προκύπτουν τα αποτελέσματα του πίνακα 5.3.

Εξάρτημα	Ύψος απωλειών (m)	Πλήθος εξαρτημάτων	Συνολικές απώλειες (m)
Βάνα	0,009	2	0,018
Ταφ	0,097	1	0,097
Γωνία 45°	0,018	2	0,037
Γωνία 90°	0,065	5	0,324
Μούφα u-PVC	0,028	30	0,849
Σύνδεση PE	0,008	22	0,178
Παροχόμετρο	0,035	1	0,035
Μανόμετρο	0,005	1	0,005
Αντιπληγματική βαλβίδα	0,011	1	0,011
Βαλβίδα αντεπιστροφής	0,049	1	0,049
		Σύνολο	1,654

Πίνακας 5.3 Απώλειες ύψους λόγω τριβής εξαρτημάτων

Το συνολικό ύψος απωλειών λόγω τριβής των εξαρτημάτων (h_{pv}) προκύπτει από το σύνολο των απωλειών για κάθε εξάρτημα και είναι ίσο με 1,654m.

Έτσι οι συνολικές απώλειες ύψους υπολογίζονται σε :

$$\Sigma H_v = H_f + h_{pv} = 2,6 + 1,7 = 4,3m \quad (5.23)$$

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, είμαστε πλέον σε θέση να υπολογίσουμε το ολικό ύψος του αντλητικού συστήματος, το οποίο προκύπτει :

$$H_A = H_{\text{geo}} + \Sigma H_v = 72 + 4,3 = 76,3\text{m} \quad (5.24)$$

Στρογγυλοποιώντας το ποσό προς τα επάνω για μεγαλύτερη ασφάλεια καταλήγουμε σε :

$$H_A = 80\text{m}$$

5.2.2 Υπολογισμός παροχής

Η απαιτούμενη παροχή για 12ωρη λειτουργία της αντλίας προκύπτει από τον τύπο:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (5.25)$$

Όπου:

V : ο όγκος του νερού που καταναλώνεται σε μία μέρα

t : ο χρόνος λειτουργίας της αντλίας

Ο ζητούμενος όγκος του νερού είναι 990 m^3 .

Ο χρόνος λειτουργίας της αντλίας, με ζητούμενο η αντλία μας να δουλεύει τις μισές ώρες της ημέρας, είναι 12 ώρες.

Οπότε η απαιτούμενη παροχή που προκύπτει είναι:

$$Q = \frac{990}{12} = 82,5 \text{ m}^3/\text{h} \quad (5.26)$$

Η στρογγυλοποίηση γίνεται προς τα επάνω, οπότε η απαιτούμενη παροχή της αντλίας προκύπτει :

$$Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.2.3 Υπολογισμός ισχύος αντλητικού συστήματος

Η ισχύς που μεταβιβάζεται στο υγρό υπολογίζεται από τον τύπο :

$$N_D = \rho * g * Q * H_A \quad (5.27)$$

όπου :

ρ : Η πυκνότητα του νερού στους 15°C = 999,1 kg/m³

g : Επιτάχυνση της βαρύτητας = 9,81 m/sec

Q : Παροχή της αντλίας 90 m³/h = 0,025 m³/s

H_A : Το ολικό μανομετρικό 80 m

Λόγω όμως απωλειών που οφείλονται σε τριβές ροής, τύρβη, μηχανικές τριβές διαρροές κ.α. η ισχύς του κινητήρα δεν μεταβιβάζεται όλη στο νερό. Για την εύρεση της ισχύος του κινητήρα, χρησιμοποιούμε τον τύπο :

$$N = \frac{N_D}{\eta} \quad (5.28)$$

όπου :

η : Ο βαθμός απόδοσης φυγοκεντρικής υδραντλίας (συνήθως από 0,5 έως 0,85, εμείς θα επιλέξουμε την μέση τιμή 0,67)

Οπότε :

$$N = \frac{\rho * g * Q * H_A}{0,67} = \frac{999,1 * 9,81 * 0,025 * 80}{0,67} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} * \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \mathbf{m} =$$
$$29257 \text{ kg} * \text{m}^2/\text{sec}^3 = 29257 \text{ J/s} = 29257 \text{ W} = 29,3 \text{ kW} = 39,29 \text{ Hp} \quad (5.29)$$

5.3 Επιλογή αντλητικού συστήματος



Για την επιλογή του αντλητικού συστήματος τα δεδομένα των αντλιών είναι σύμφωνα με τα πρότυπα της εταιρίας Lowara.

Για παροχή $90 \text{ m}^3/\text{h}$ με μανομετρικό 80m η επιλογή μας με βάση τα διαγράμματα του σχήματος 5.3 είναι η αντλία 06/2A.

Λεπτομέρειες της αντλίας :

Ισχύς : 30 kW

Τάση τροφοδοσίας : 3 x 380 V

Σροφές : 2900 rpm

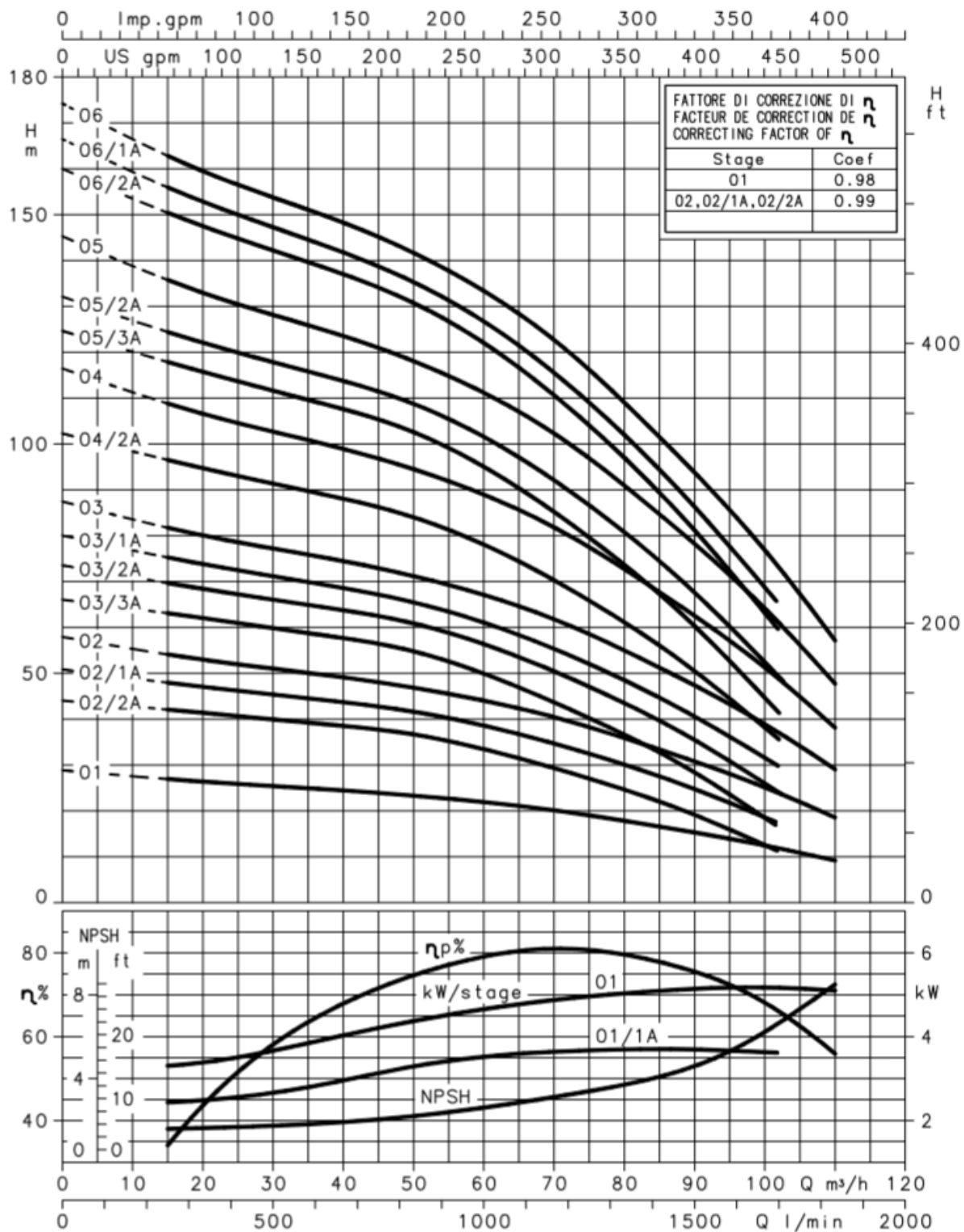
Συχνότητα : 50 Hz

Μήκος : 2488 mm

Διάμετρος : 200 mm

Βάρος : 167,1 kg

Βαθμίδες αντλίας : 6



Σχήμα 5.3 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών Lowara

5.4 Εξαρτήματα δικτύου

- Δικλείδες απομόνωσης ή Βάνες



Οι βάνες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην εύρυθμη λειτουργία ενός δικτύου νερού. Ελέγχουν την έξοδο του νερού από τους σωλήνες, εποπτεύουν την ρύθμιση λειτουργίας των σωληνώσεων και χρησιμεύουν επίσης για τον έλεγχό τους, γι'αυτό το λόγο οι βάνες όπως και άλλες παρόμοιες συσκευές είναι απαραίτητες και τοποθετούνται σε πολλά σημεία του δικτύου.

Όσον αφορά το κόστος τοποθέτησης των βανών, δεν πρέπει να γίνεται μείωση καθώς όσο πιο πολλές βάνες βρίσκονται κατά μήκος του δικτύου τόσο καλύτερη αποτελεσματικότητα θα έχουμε σε βάθος χρόνου. Τοποθετώντας ένα μεγάλο αριθμό βανών σε ένα υδραγωγείο ή σε ένα σωληνωτό δίκτυο τόσο ευκολότερο είναι να περιορίζεται το πρόβλημα σε μια περιοχή από σπάσιμο των σωλήνων, γι'αυτό και σε κάθε διακλάδωση πρέπει να μπαίνει μια βάνα, υπολογίζοντας κάθε φορά εξατομικευμένα σε κάθε έργο την απόσταση που πρέπει να έχουν ανάλογα με το μέγεθος των αγωγών (πχ σε μεγάλο αγωγό η υπολογίσιμη απόσταση είναι 500-1000m).

Με τη χρήση της βάνας μπορούμε να φράξουμε εντελώς μια σωλήνωση, στον υδατόπυργο ή στο αντλιοστάσιο, γι'αυτόν τον λόγο πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμες και να εφοδιάζονται με έναν τροχό για τον χειρισμό τους. Σε περίπτωση που η σωλήνωση είναι υπόγεια, τότε χρησιμοποιούνται διάφορα βοηθητικά στοιχεία, τα οποία μπαίνουν σε ένα φρεάτιο, για να τοποθετηθεί μια βάνα και ο χειρισμός γίνεται με τετραγωνικό κλειδί.

Οι μορφές που μπορεί να έχει μια βάνα είναι πολλές, κυρίως όμως χρησιμοποιούνται οι εξής: σφηνωτές-πλατυσμένες, σφηνωτές-σφαιρικές και σφηνωτές-επίπεδες βάνες. Κυρίως χρησιμοποιούνται βάνες οι οποίες δεν προεξέχουν κάτω από τη σφήνα και αυτές με μαλακό υλικό στις επιφάνειες στεγάνωσης.

Οι τρεις πιο συνηθισμένοι τύποι δικλείδων είναι :

- Ø Οι συρταρωτές
- Ø Οι κυλινδρικές
- Ø Οι τύπου πεταλούδας

- Αεροβαλβίδες

Είναι συσκευές που εξάγουν τον αέρα από το δίκτυο και βοηθούν σε τρεις περιπτώσεις :

- a) Στην πρώτη πλήρωση του υδραγωγείου, όπου μεγάλες ποσότητες αέρα σπρώχνονται από το νερό που καταλαμβάνει τη θέση τους και κινούνται σε υψηλότερα σημεία, εκεί λειτουργεί η αεροβαλβίδα και τις απομακρύνει.
- b) Κατά την διάρκεια της λειτουργίας του δικτύου απελευθερώνονται μικρές ποσότητες αέρα και σχηματίζουν θύλακες, θα πρέπει ο αέρας αυτός να απάγεται ώστε να μην μειώνεται η διατομή του αγωγού και αυξάνεται η ταχύτητα του νερού.
- c) Σε περίπτωση πλήγματος, στην φάση αποσυμπίεσης, πρέπει να αποκατασταθεί η ατμοσφαιρική πίεση, με εισαγωγή αέρα, αλλιώς ο αγωγός κινδυνεύει να καταρρεύσει από τα εξωτερικά φορτία.

- Βαλβίδες ελέγχου

Είναι όργανα για την αυτόματη ρύθμιση ενός υδραγωγείου. Οι κύριες λειτουργίες τους είναι :

- Ø Μείωση πίεσης
- Ø Διατήρηση πίεσης
- Ø Αντιπληγματική αποπίεση
- Ø Έλεγχος στάθμης
- Ø Έλεγχος κατεύθυνσης ροής
- Ø Έλεγχος παροχής

- Αντιπληγματική βαλβίδα



Ως υδραυλικό πλήγμα ορίζονται οι υπερπίεσεις και οι υποπίεσεις που δημιουργούνται στα υδραυλικά δίκτυα. Το φαινόμενο παρατηρείται συνήθως :

- Ø Κατά το ξεκίνημα ή το σταμάτημα αντλιών
- Ø Στο κλείσιμο δικτύων
- Ø Στην εκκένωση αέρα από το δίκτυο
- Ø Κατά το άδειασμα ή την πλήρωση τμημάτων του δικτύου

Υπάρχουν δύο κατηγορίες αντιπληγματικής προστασίας, οι τεχνικές για τον περιορισμό του μεγέθους αύξησης- μείωσης πίεσης και οι τεχνικές εξουδετέρωσης της διαφοράς πίεσης.

Για την πρόληψη του υδραυλικού πλήγματος συνήθως μειώνουμε την ταχύτητα στο δίκτυο με την χρήση αγωγών με μεγαλύτερη διάμετρο. Άλλος ένας τρόπος πρόληψης του υδραυλικού πλήγματος αφορά το κλείσιμο δικλείδων, στην ουσία αν επιβραδύνουμε το κλείσιμο της βάνας περιορίζεται η πίεση που προκαλείται από το απότομο κλείσιμο.

Για την εξουδετέρωση τώρα των πιέσεων του υδραυλικού πλήγματος, βασιζόμαστε σε μεθόδους είτε απορρόφησης της πίεσης είτε την ανακούφιση με μηχανικά μέσα ή διαρροή ρευστού.

Η πρώτη πιο δαπανηρή λύση είναι η χρήση αντιπληγματικής δεξαμενής, όπου τοποθετείται δεξαμενή γεμάτη νερό και με την αύξηση πίεσης προκαλείται ροή προς την δεξαμενή με αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης της.

Μια άλλη μέθοδος είναι η χρήση πιεστικού δοχείου με αέρα στο δίκτυο το οποίο έχει πεπιεσμένο αέρα και βοηθάει στην απορρόφηση του κύματος πίεσης.

Η χρήση βαλβίδων ανακούφισης είναι μία ακόμη μέθοδος εξουδετέρωσης του υδραυλικού πλήγματος όπου απελευθερώνεται αέρας στο περιβάλλον, σε περίπτωση που έχουν σχηματιστεί θύλακες αέρα, μειώνοντας το πρόβλημα.

Τέλος, η πιο διαδεδομένη περίπτωση καταπολέμησης του υδραυλικού πλήγματος είναι η τοποθέτηση βαλβίδων υδραυλικού πλήγματος στο δίκτυο. Οι βαλβίδες αυτές είναι ρυθμισμένες να ανοίγουν όταν η πίεση υπερβεί κάποιο όριο, ελευθερώνοντας νερό και μειώνοντας την υπερπίεση.

- Βαλβίδα αντεπιστροφής



Η βαλβίδα αντεπιστροφής χρησιμοποιούνται για την προστασία από ανάστροφη ροή νερού. Προτιμούνται οι ελαστικής μεμβράνης για την αθόρυβη λειτουργία τους, την εύκολη συντήρηση και κυρίως γιατί δεν δημιουργούν υδραυλικό πλήγμα.

- Παροχόμετρο



Τα παροχόμετρα είναι συσκευές μέτρησης της παροχής του νερού. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε μόνιμες εγκαταστάσεις και δίνουν ακρίβεια στις μετρήσεις.

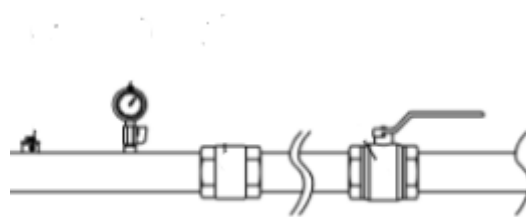
5.4.1 Εξαρτήματα αντλιοστασίου και δεξαμενής



Το αντλιοστάσιο στην ουσία είναι ένα δωμάτιο από σκυρόδεμα με διαστάσεις 4m x 4m x 3m με άνοιγμα 1,5m x 1,5m στην οροφή καλυπτόμενο από κάλυμμα, θα στεγάζει την γεώτρηση, τους ηλεκτρολογικούς πίνακες και κάποια εκ των οργάνων.

Εντός του αντλιοστασίου τα ειδικά εξαρτήματα (ταφ, συστολές κτλ.) όπου χρειάζονται θα είναι κατασκευασμένα από χάλυβα St37.2 σύμφωνα με τις αντίστοιχες τεχνικές προδιαγραφές. Επίσης, ο αγωγός που παρεμβάλλεται ανάμεσα στους αγωγούς u-PVC και PE, θα είναι κατασκευασμένος και αυτός από χάλυβα St37.2. Οι συνδέσεις θα γίνουν με ωτίδες (φλάντζες) από χάλυβα St37.2.

Θα χρησιμοποιήσουμε δικλείδες ελαστικής έμφραξης, η μία στην πλευρά του ελεύθερου αγωγού, ώστε να τον απομονώνει, επάνω στο ταφ και η δεύτερη θα τοποθετηθεί τελευταία σε σειρά από τα εξαρτήματα στον αγωγό χάλυβα προς την δεξαμενή. Πριν από την βάνα θα τοποθετηθεί βαλβίδα αντεπιστροφής ελαστικής εμφράξεως, βαλβίδα εξαέρωσης, παροχόμετρο και μανόμετρο γλυκερίνης συνοδευόμενο από δικλείδα Ball-Valve (σχήμα 5.4). Επίσης θα τοποθετηθεί και μία αντιπληγματική βαλβίδα για την καταπολέμηση υδραυλικού πλήγματος. Επίσης η αντλία έχει δική της βαλβίδα αντεπιστροφής.



σχήμα 5.4

Για την προστασία του αντλητικού συστήματος από λειτουργία εν ξηρώ, λόγω πτώσης της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, θα τοποθετηθεί σύστημα προστασίας ξηράς λειτουργίας. Το σύστημα αποτελείται από ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στην γεώτρηση.

Επίσης, θα τοποθετηθεί σύστημα τηλεχειρισμού της αντλίας από την δεξαμενή, για την μετάδοση εντολών έναρξης - παύσης λειτουργίας της αντλίας. Το σήμα θα στέλνεται από πομπό στην δεξαμενή συναρτήσει των φλοτέρ.



Ο ηλεκτρικός πίνακας για τον ηλεκτροκινητήρα υποβρυχίου αντλίας περιέχει:

- Ø Ένα γενικό διακόπτη ΠΑΚΟ 3 x 160 A.
- Ø Τρεις γενικές μαχαιρωτές ασφάλειες των 80 A.
- Ø Ένα διακόπτη διαρροής με τους ανάλογους τορροειδής μετασχηματιστές
- Ø Τρεις ενδεικτικές λυχνίες.
- Ø Ένα βολτόμετρο 0 - 500 V.
- Ø Ένα μεταγωγέα βολτομέτρου 7 θέσεων.
- Ø Τρία αμπερόμετρα με Μ/Σ εντάσεως, κλίμακας 0 – 150 A.
- Ø Ένα διακόπτη επιλογής λειτουργίας (χειροκίνητο - αυτόματο).
- Ø Διο μπουτόν στάσεως - εκκινήσεως.
- Ø Ένα αυτόματο διακόπτη ρελέ Υ/Δ αποτελούμενοι από 2 ρελέ ισχύος κατά AC3 τουλάχιστον 30 KW και ένα ρελέ ισχύος κατά AC3 τουλάχιστον 22 KW, ένα θερμικό αναλόγου κλίμακας και ένα χρονικό 0 – 20 sec.
- Ø Ένα τριφασικό επιτηρητή φάσεων και αναστροφής με ρυθμιζόμενη ευαισθησία.
- Ø Ένα σύστημα μανδάλωσης επαναλειτουργίας
- Ø Ένα Μ/Σ 220 / 48 V.
- Ø Ένα ρελέ ζεύξεως 220 / 48 V.
- Ø Τέσσερις ασφάλειες προστασίας οργάνων.
- Ø Ένα μικροαυτόματο 10 A για φωτισμό.

Στην δεξαμενή από την άλλη, όσον αφορά τον αγωγό εξωτερικού δικτύου θα έχουμε μια βάνα μόνο κοντά στο έδαφος.

Στην δεξαμενή θα τοποθετηθεί σύστημα χλωρίωσης, καθώς για την αποστείρωση του νερού χρησιμοποιούμε χλώριο. Το σύστημα χλωρίωσης θα τοποθετηθεί στο επάνω μέρος της δεξαμενής και θα καλυφθεί με σκέπαστρο για να αποφύγουμε την φθορά από καιρικά φαινόμενα. Η χλωρίωση γίνεται αυτόματα με δοσομετρική αντλία χλωρίου.

Στην δεξαμενή θα κατασκευαστούν δύο ανθρωποθυρίδες 1m x 1m, για την διευκόλυνση των εργασιών εντός της δεξαμενής (συντήρηση, καθαρισμός κ.α.) και θα καλυφθούν με ανοξείδωτα καλύμματα.

Εντός της δεξαμενής θα τοποθετηθούν δύο φλοτέρ, ένα για την κατώτερη στάθμη όπου θα εκκινεί το αντλητικό μας και ένα για την ανώτερη όπου και θα σταματά η αντλία. Οι εντολές από τα φλοτέρ θα στέλνονται ασύρματα στο αντλιοστάσιο.

Σε ύψος 5,4 m από τον πάτο της δεξαμενής, θα τοποθετηθεί αγωγός PE Φ200 που θα παίζει τον ρόλο του υπερχειλιστή και θα έχει κατεύθυνση προς το έδαφος. Περίπου στον πάτο της δεξαμενής θα ξεκινούν άλλοι δύο αγωγοί ο ένας θα συνδέεται με τον προηγούμενο θα σφραγίζεται με δικλίδα και θα παίζει το ρόλο της αποχέτευσης, για περιπτώσεις που χρειάζεται να αδειάσει η δεξαμενή (καθαρισμός, συντήρηση) και ο δεύτερος αγωγός, ο οποίος θα καλύπτεται από φίλτρο, θα εκκινεί το δίκτυο διανομής.

Στην βάση της δεξαμενής θα διαμορφωθεί ο χώρος ώστε να στεγαστεί ο αντίστοιχος ηλεκτρολογικός πίνακας της δεξαμενής.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα πτυχιακή μελετήθηκαν οι ανάγκες ύδρευσης μια μικρής πόλης (2000 κατοίκων), όπως επίσης μέσα από τοπογραφικά και πληθυσμιακά στοιχεία που συλλέχθηκαν εκτιμήθηκε η αύξηση στον πληθυσμό της πόλης καθώς και οι μελλοντικές ανάγκες ύδρευσής της. Έγινε μελέτη για την κατασκευή της δεξαμενής ύδρευσης η οποία είναι υπερυψωμένη και κατασκευασμένη από σκυρόδεμα.

Επίσης έγινε μελέτη για το εξωτερικό δίκτυο σωληνώσεων που μεταφέρει το νερό από την γεώτρηση στην δεξαμενή. Έγινε η επιλογή της κατάλληλης αντλίας σύμφωνα με τις ανάγκες της πόλης για το παρόν όσο και στο μέλλον.

Τέλος έγινε εκτενής αναφορά στα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν σε όλα τα κομμάτια της μελέτης στα οποία εμπεριέχονται τα εξαρτήματα που είναι απαραίτητα για την λειτουργία του αντλιοστασίου και της δεξαμενής όσο και τα εξαρτήματα ασφαλείας και αυτά που θα εξασφαλίσουν την ομαλή λειτουργία του.

Παρότι η μελέτη είναι άκρως θεωρητική, τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι πραγματικά και τα αποτελέσματα της μελέτης προσεγγίζουν κατά πολύ την πραγματικότητα και αντίστοιχες πραγματικές καταστάσεις.

Βιβλιογραφία

1. Georg Martz, Υδραυλική των οικισμών 1ο μέρος - Υδρεύσεις, εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα 2008.
2. Χρήστος Δ. Χατζηθεοδώρου, Συστήματα ύδρευσης και αποχέτευσης, εκδόσεις Λύχνος, Πάτρα 1985.
3. Δημήτρης Γ. Παπανίκας, Ρευστοδυναμικές μηχανές και εγκαταστάσεις τόμος 1, εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 2000.
4. Δημήτρης Γ. Παπανίκας, Ρευστοδυναμικές μηχανές και εγκαταστάσεις τόμος 2, εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 2000.
5. Νανούσης Δ. Νανούσης, Ρευστομηχανική Α' τόμος δεύτερη έκδοση, εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2005.
6. Αλεξόπουλος Απ., Υδρογεωλογία - Υδρογεωτρήσεις, Εκπαιδευτικές σημειώσεις, τμήμα Γεωλογίας, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. (2001)
7. Δημόπουλος Γ., Γεωλογικές μελέτες τεχνικών έργων - Υδρογεωλογικές μελέτες, εκδόσεις αδερφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη 2007.
8. Σταματάκης Σ., Τεχνολογία Γεωτρήσεων, Εκπαιδευτικές σημειώσεις ΕΜΠ, τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων- Μεταλλουργών, (2003).
9. Τσιαμπάος Γ., Γεωερευνητικές Εργασίες, Σημειώσεις Δ.Π.Μ.Σ. Σχεδιασμός και κατασκευή υπογείων έργων, Δομοστατικός σχεδιασμός και ανάλυση των κατασκευών, Σχολή Πολ. Μηχανικών, ΕΜΠ.
10. Κατσαπρακάκης Αλ. Δημήτρης, Υδροδυναμικές Μηχανές-Σωληνώσεις, Εργαστήριο Αιολικής ενέργειας Τ.Ε.Ι. Κρήτης.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

1. ΥΠΑΠΕΝ - ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΣ, Διαβούλευση των σχεδίων διαχείρισης υδατικών πόρων (wfd.yrpeka.gr)
2. Μηχανική Ρευστών 1, σημειώσεις e-class, Τ.Ε.Ι. Πάτρας
3. Μηχανική Ρευστών 2, σημειώσεις e-class, Τ.Ε.Ι. Πάτρας
4. ΔΕΥΑ Πάτρας, <http://www.deyap.gr/>
5. el.wikipedia.org
6. <http://www.statistics.gr/>
7. <http://www.mof.gov.cy/>