



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**<<ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ
ΡΟΔΟΥ>>**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΛΟΡΕΝΖΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ – ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΑΡΡΗΣ

Εξεταστές: Ιωάννης Σαρρής
Κανεττάκη Ζωή
Εμμανουήλ Προεστάκης

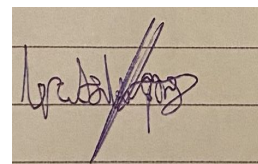
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος/ηΛορένζος Ελευθέριος-Νικόλαος..... του.....Γεωργίου....., με αριθμό μητρώου04242..... φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου και με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια.

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή και εισηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κ. Ιωάννη Σαρρή, με τον οποίο γνωριζόμαστε από το πρώτο κιόλας έτος των φοιτητικών μου χρόνων. Για την βοήθεια του όλο αυτό το διάστημα, αλλά και τα προηγούμενα χρόνια, καθώς και όλους τους καθηγητές και καθηγήτριες που με δίδαξαν μέχρι σήμερα.

Επιπλέον, δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω όλους τους συμφοιτητές – συναδέλφους που γνώρισα στο πανεπιστήμιο, αλλά και τους φίλους μου στη Ρόδο, και φυσικά τους φίλους μου που σπούδαζαν σε διάφορες σχολές της πρωτεύουσας και κατάγονται από τη Ρόδο.

Τέλος, θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω όλη την οικογένεια μου που με στήριξε κατά το μέγιστο καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου, χωρίς εκείνους δεν θα τα είχα καταφέρει να φτάσω μέχρι εδώ.

Με εκτίμηση,

Λορένζος Ελευθέριος-Νικόλαος

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1 Το νερό στη γη	6
1.2 Ποιότητα νερού στην Ελλάδα.....	9
1.3 Ιστορική αναδρομή ύδρευσης και αποχέτευσης στην Ελλάδα	9
1.3.1 Πηγές υδροληψίας	11
1.3.2 Δίκτυα διανομής πόσιμου νερού	13
2.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ	15
2.1 Ορισμοί.....	15
2.1.1 Χωριστικό δίκτυο αποχέτευσης.....	17
2.1.2 Παντορροϊκό δίκτυο αποχέτευσης	17

2.2 Υλικά και διατομές των αγωγών.....	18
2.3 Υπολογισμός παροχών στα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων	20
2.4 Υπολογισμός παροχής οικιακών λυμάτων.....	21
2.5 Υδραυλική των υπονόμων	22
2.5.1 Προδιαγραφές 1	23
2.5.2 Προδιαγραφές 2.....	23
2.6 Προσομοίωση λειτουργίας δικτύων ομβρίων	24
3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ	25
3.1 Υδρευτική πολιτική στην Ελλάδα.....	25
3.2 Παράμετροι ποιότητας πόσιμου νερού	26
3.3 Η σημασία μη ανταποδοτικού νερού στη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης.....	27
3.4 Δίκτυο μεταφοράς νερού.....	28
3.4.1 Δίκτυο άρδευσης	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.4.2 Υδραυλικός υπολογισμός	30
3.4.3 Απώλειες πίεσης	32
4 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.....	34
4.1 Γενικά κατασκευαστικά σχέδια δικτύων ύδρευσης	34
4.2 Χάραξη δικτύων αποχέτευσης σε συνάρτηση με τοπικές απώλειες.....	35
4.3 Κατασκευαστικά στοιχεία τεχνικών έργων στα δίκτυα αποχέτευσης	36
4.3.1.1 Φρεάτια αποχέτευσης σε αγωγούς βαρύτητας	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
4.3.1.2 Φρεάτια πτώσης.....	37
4.5 Υλικά προκατασκευασμένων αγωγών – κριτήρια επιλογής.....	38
5 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΡΟΔΟΥ.....	39
5.1 Γενικές πληροφορίες για το νησί της ρόδου	39
5.2 Το σύστημα ύδρευσης στη Ρόδο.....	40
5.2.1 Το φράγμα του Γαδουρά	41
5.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος Γαδουρά.....	43
5.2.3 Εγκατάσταση επεξεργασίας νερού.....	44
5.2.4 Υδραγωγείο τροφοδοσίας της πόλης της Ρόδου με πόσιμο νερό.....	45
5.3 Το πρόβλημα υδροδότησης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.....	46

5.4 Το σύστημα αποχέτευσης στο νησί της Ρόδου	47
5.5 Προβλήματα στο δίκτυο αποχέτευσης.....	48
6. Συμπεράσματα	49

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία , θα αναλυθεί γενικά το δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης στην Ελλάδα, καθώς και τεχνικά χαρακτηριστικά του, τρόποι υπολογισμού και μελέτης του αντικειμένου καθώς και η ιστορική εξέλιξη του δικτύου. Ειδικότερα, για το νησί της Ρόδου, το οποίο αποτελεί προορισμό για εκατοντάδες τουρίστες και κατά την καλοκαιρινή περίοδο έχει αυξημένες ανάγκες στο δίκτυο.

Γενικότερα, θα γίνει μια εισαγωγή στη σημασία του νερού για την ανθρώπινη ύπαρξη, καθώς και μια σύντομη αναφορά στην ποιότητα του νερού στην Ελλάδα. Επιπλέον, θα γίνει μια ιστορική αναδρομή στην ύδρευση και αποχέτευση της χώρας, καθώς και στη διαχείριση αλλά και την διάταξη των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης.

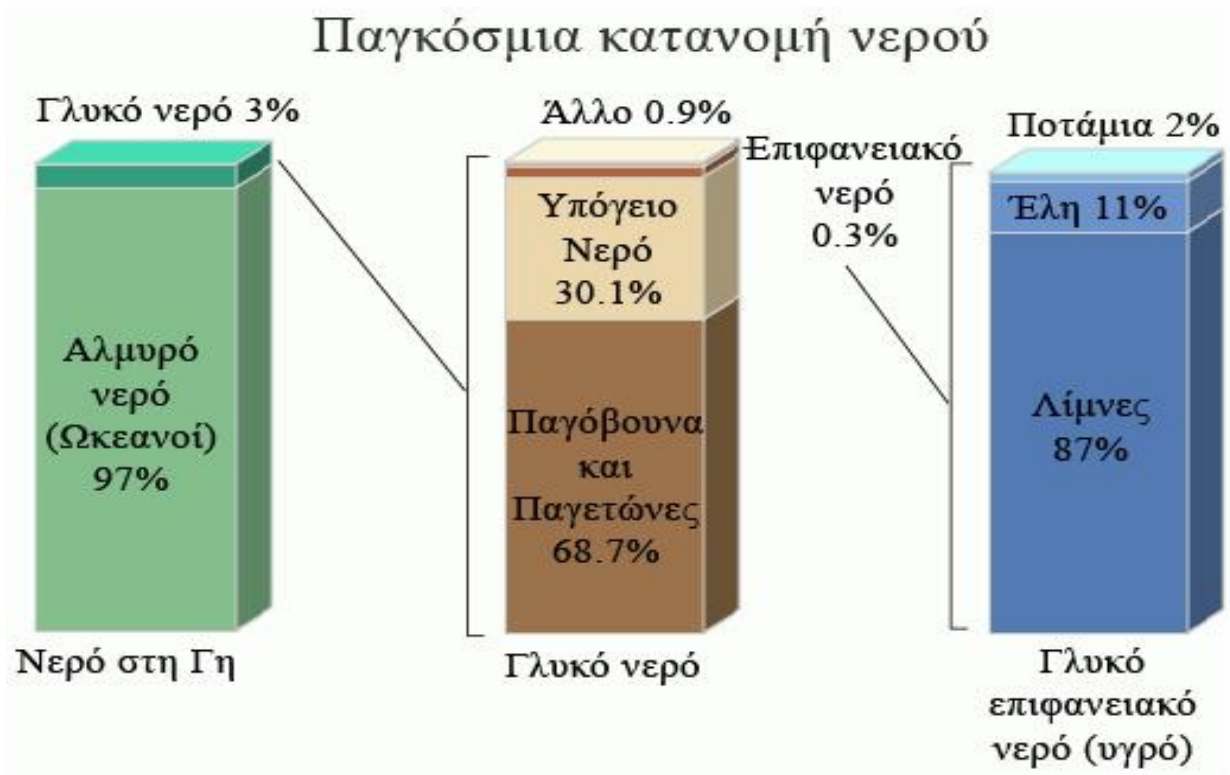
Μια εκτενέστερη αναφορά θα γίνει για το νησί της Ρόδου στο δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης και στα προβλήματα που παρουσιάζονται σε αυτά, προβλήματα όπως χαμηλή πίεση νερού έως και μηδαμινή διότι το δίκτυο υπερφορτώνεται τους καλοκαιρινούς μήνες, αλλά και τις έντονες οσμές που προκαλούν τα χιλιάδες λύματα λόγω της ανεπάρκειας βιολογικών υποδομών. Επιπλέον, θα γίνει αναφορά στην ανεπάρκεια ρεύματος που επηρεάζει άμεσα στην ορθή λειτουργία του δικτύου ύδρευσης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το νερό στη γη

Το νερό- ο κύριος λόγος για τη ζωή στη Γη – κυκλοφορεί συνεχώς μέσω ενός από τα πιο ισχυρά συστήματα του πλανήτη: του κύκλου του νερού. Το νερό ρέει μεταξύ του ωκεανού, της ατμόσφαιρας της γης, είναι πεπερασμένο, που σημαίνει ότι η ποσότητα του μέσα, πάνω και κάτω από τον πλανήτη δεν αυξάνεται ούτε μειώνεται.

Το νερό καλύπτει το περίπου το 71% της επιφάνειας της γης και καταλαμβάνει 326 εκατομμύρια κυβικά μίλια νερού στον πλανήτη. Στους ωκεανούς βρίσκεται το 97% του νερού (πολύ αλμυρό για πόσιμο, καλλιέργεια καλλιεργειών και τις περισσότερες βιομηχανικές χρήσεις εκτός από την ψύξη. Το 3% το νερού της γης είναι <<φρέσκο>> , το 2,5 % του γλυκού νερού της γης δεν είναι διαθέσιμο διότι βρίσκεται μέσα σε παγετώνες , πολικούς πάγους, ατμόσφαιρα και χώμα ή βρίσκεται πολύ μακριά από την επιφάνεια της γης για να εξαχθεί με προσιτό κόστος.



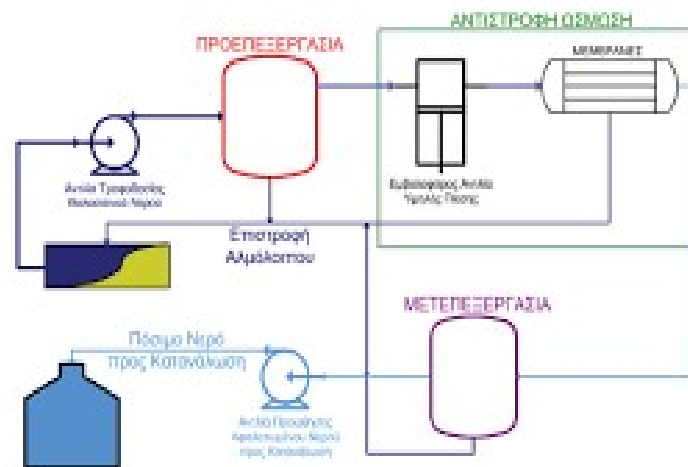
ΕΙΚΟΝΑ 1.1 Κατανομή του νερού της γης

Μόνο το 0,5 % του γλυκού νερού του πλανήτη είναι διαθέσιμο. Ένα μικρότερο ποσοστό από αυτό βρίσκεται σε ποτάμια, λίμνες και στην ατμόσφαιρα ενώ λιγότερο από 0,003% συμπεριλαμβάνεται στα σώματα των βιολογικών όντων και σε προϊόντα που κατασκευάζονται από ανθρώπους. Πηγές γλυκού νερού θεωρούνται τα υπόγεια ύδατα, νερό που διεισδύει στο έδαφος μέσω πορωδών υλικών βαθύτερα στη γη.

Το πόσιμο νερό, ανεξάρτητα από την πηγή του, υπόκειται σε μία ή περισσότερες από μια ποικιλία διαδικασιών επεξεργασίας με στόχο τη βελτίωση της ασφάλειας ή της αισθητικής της

ποιότητας. Οι συγκεκριμένες διαδικασίες επιλέγονται σύμφωνα με το νερό της πηγής και τα συστατικά αλλά και τους μολυσματικούς παράγοντες που απαιτούν αφαίρεση.

Αφαλάτωση μπορεί να οριστεί ως οποιαδήποτε διαδικασία που απομακρύνει την περίσσεια αλάτων και ορυκτών από το νερό ή χημική διαδικασία της αλλαγής του θαλασσινού νερού σε πόσιμο νερό. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δημοτικές, βιομηχανικές, ή εμπορικές χρήσεις. Στις κύριες μεθόδους αφαλάτωσης το νερό τροφοδοσίας υφίσταται επεξεργασία και λαμβάνονται δύο ρεύματα νερού.



ΕΙΚΟΝΑ 1.2 Τυπικό σύστημα αφαλάτωσης θαλασσινού νερού

Κατηγορίες για τη χρήση του νερού:

- εμπορική χρήση, όπως νερό για εμπορικές εγκαταστάσεις (ξενοδοχεία, εστιατόρια, εμπορικά κέντρα)
- οικιακή χρήση, η πιο σημαντική χρήση για τους περισσότερους ανθρώπους
- βιομηχανική χρήση νερού, πολύτιμος πόρος για την επεξεργασία, καθαρισμό, μεταφορά των στις εγκαταστάσεις παραγωγής
- χρήση νερού άρδευσης για καλλιέργειες, οπωρώνες ,βοσκότοπους, καλλιέργειες κηπουρικής
- χρήση νερού για ζώα, παρτίδες ζωοτροφών, γαλακτοκομεία, ιχθυοτροφεία άλλες μη αγοτικές ανάγκες
- χρήση νερού εξόρυξης, περιλαμβάνει νερό για την εξόρυξη φυσικών ορυκτών
- δημόσια χρήση ύδατος που περιλαμβάνει νερό για δημοτικά έργα

- χρήση νερού θερμοηλεκτρικής ισχύος ,χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται θερμότητα

1.2 Ποιότητα νερού στην Ελλάδα

Το νερό που φεύγει από τα διυλιστήρια της εταιρείας ύδρευσης και αποχέτευσης στην Ελλάδα, ανάλογα με την περιοχή, είναι ασφαλές και πόσιμο. Πριν φτάσει σε κάποια οικία ή σε κάποια βιομηχανία για χρήση έχει επεξεργασθεί και καθαριστεί με τις υψηλής τεχνολογίας εγκαταστάσεις και με τους όρους των σχετικών Ευρωπαϊκών υγειονομικών διατάξεων που είναι πλέον οι πιο αυστηροί του πλανήτη.

Το νερό στην πρωτεύουσα της Ελλάδας την Αθήνα, είναι εξαιρετικής ποιότητας καθώς θεωρείται από τα κορυφαία της Ευρώπης. Πόσιμο ονομάζεται το καθαρό νερό από τη φύση του, από μικροβιολογική πλευρά και η κατανάλωση του γίνεται χωρίς τον κίνδυνο της υγείας του ανθρώπου. Τα χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού πρέπει να είναι συγκεκριμένα, άχρωμο, άοσμο, δροσερό με ευχάριστη γεύση. Η σκληρότητα του δεν πρέπει να είναι υψηλή διότι προκαλεί δυσκολίες στην καθημερινή αλλά και την βιομηχανική του χρήση. Η ποσότητα οργανικών ουσιών, βαρέων μετάλλων, παθογόνων παρασίτων ή μικροβίων θα πρέπει να είναι μικρή καθώς και η θερμοκρασία του θα πρέπει να είναι σταθερή στους 10-15 C° (Κελσίου). Κατά τον ποιοτικό έλεγχο ερευνώνται βασικά τα εξής χαρακτηριστικά: Οσμή-γεύση-Χρώμα, θολότητα, θερμοκρασία, αλκαλιότητα-οξύτητα-PH, μικρόβια, σκληρότητα.

Το νερό πριν περάσει στο δίκτυο ύδρευσης και στην κατανάλωση εξετάζεται περιοδικά με εργαστηριακές, χρωματομετρικές και άλλες επιστημονικές μεθόδους για διάφορων τύπων οργανικές ενώσεις όπως μέταλλα, άλατα, τοξικούς ρύπους.

1.3 Ιστορική αναδρομή ύδρευσης και αποχέτευσης στην Ελλάδα

Ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς δημόσιων έργων ήταν η ύδρευση, η οποία συγκαταλέγεται στις βασικές υποχρεώσεις κάθε πόλης, μετά την αύξηση του πληθυσμού παρουσιάστηκε ανεπάρκεια στις ιδιωτικές εγκαταστάσεις όπως πηγάδια και δεξαμενές. Για την κάλυψη των αναγκών των πολιτών δημιουργήθηκαν νέες μονάδες πηγαδιών και δεξαμενών.

Όσον αφορά τις χειμερινές βροχές, η συλλογή τους γινόταν με διάφορες δεξαμενές, σε μέρη που όπου ο εφοδιασμός δεν ήταν βατός. Συχνή ήταν η εκμετάλλευση του νερού σε διάφορες βιοτεχνικές εγκαταστάσεις, όπως πλυντήρια και βαφεία της εποχής. Κάθε πηγάδι είχε διαφορετική χωρητικότητα, που έφτανε από 10 έως 130 κυβικά. Πέραν των συγκεκριμένων

δεξαμενών, υπήρχαν και άλλα είδη, όπως χτιστές, θολωτές, τέτοια ήταν η δεξαμενή του θεάτρου ή οι δεξαμενές στη Δήλο.

Τα συνηθέστερα συστήματα με αγωγούς ήταν στα Μέγαρα το 630 π.Χ, τα οποία βρέθηκαν πρώτα και στην Αθήνα το 560 π.Χ. Εντυπωσιακότερη ήταν η σχετική σήραγγα που βρέθηκε στη Σάμο του 530 π.Χ. , γνωστή ως Ευπάλινο όρυγμα, που ήταν φτιαγμένο από τον Ευπάλινο τον Μεγαρέα, και μήκος 1040 μέτρα. Οι πήλινοι σωλήνες χρησιμοποιήθηκαν για αγωγοί ύδρευσης, πιο σπάνια μολύβδινοι σωλήνες ή λίθινοι σωλήνες με μολύβδινα αυλάκια για την στεγανοποίηση. Οι συγκεκριμένοι αγωγοί ήταν φτιαγμένοι, για να μεταφέρουν το νερό από τη μία πηγή σε βρύση της πόλης, χωρίς η κλίση τους να έχει ιδιαίτερη σημασία και χωρίς να δέχονται μεγάλη πίεση. Τέτοιου είδους αγωγοί βρέθηκαν στην πόλη της Αμφίπολης στην, Πριήνη, στα Μέγαρα, την Όλυνθο και το Πέργαμο. Σχετικά με τους συγκεκριμένους αγωγούς, βρέθηκαν φίλτρα που συγκρατούσαν την άμμο καθώς και δεξαμενές καθίζησης.

Η ακρόπολη της Περγάμου, διέθεσε σωληνώσεις με τους χοντρούς πήλινους σωλήνες της εποχής του Αττάλου, σε αντίθεση με τους αγωγούς με φυσική ροή και τεχνητή πίεση.

Οι κρήνες και οι απλές ροοκρήνες άνηκαν στο δίκτυο της ύδρευσης των πόλεων. Μια ποικιλία παρουσιαζόταν από κρήνες, κλειστές με υπόστεγο, λεκάνες για την άντληση του νερού, όπως στους Δελφούς, στην Κυρήνη και ανοιχτές λεκάνες. Παρά την απλότητα των προσόψεων των κρηνών, σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρχε διακόσμηση, λειτουργούσαν ως πρόδρομοι των μεγάλων νυμφαίων των ρωμαϊκών χρόνων.



ΕΙΚΟΝΑ 1.3 Η κρήνη του Θεαγένη

1.3.1 Πηγές υδροληψίας

Υδροληψία ονομάζεται η χρήση νερού από το έδαφος, στάσιμα ή ρέοντα. Οι υδροληψίες γίνονται από ποταμούς, λίμνες και χείμαρους, ανάλογα με την προέλευση του νερού. Γενικά οι υδροληψίες γίνονται από τις όχθες των ρευμάτων . Σε μεγάλα ρεύματα όμως και για σημαντικές απολήψεις νερού η υδροληψία μπορεί να τοποθετήθηκε και στο μέσο του ρεύματος , κάτω από τον πυθμένα. Η υδροληψία συνδυάζεται κατά κανόνα και με ταμίευση της ροής μετά από κατασκευή κατάλληλων φραγμάτων – εκχειλιστών με σκοπό τη συγκράτηση μέρους υδατοαπορροής, ανύψωση της υδάτινης στάθμης και απαλλαγή του συγκρατουμένου νερού από φερτά υλικά, τα οποία κατακάθονται στον πυθμένα του ρεύματος.



**ΕΙΚΟΝΑ 1.4 ΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΟΡΝΟΥ Η ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΠΗΓΗ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Στην Ελλάδα, η εταιρεία που είναι υπεύθυνη για τους υδατικούς πόρους , προμηθεύεται ακατέργαστο νερό. Μέσω ταμιευτήρων φυσικών ή τεχνητών με τη βοήθεια φραγμάτων σε κατάλληλα σημεία στην κοίτη ποταμών. Συγκεκριμένα, στην Αθήνα η ΕΥΔΑΠ προμηθεύεται το νερό από τον ταμιευτήρα Μαραθώνα, Υλικής, Μόρνου, Ευήνου, όπου κατατάσσονται σε πρωταρχικούς υδροδότες (Μόρνος, Ευήνος), σε υδροδότες που βοηθούν τους πρωτεύων(Υλική, Μαραθώνα) και αναπληρωματικούς(υπόγειοι υδατικοί πόροι). Σε περισσότερες από εκατό γεωτρήσεις έχει προχωρήσει η ΕΥΔΑΠ, οι οποίες έχουν εφεδρικό ρόλο στο σύστημα υδροληψίας.



ΕΙΚΟΝΑ 1.5 ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΜΑΡΑΘΩΝΑ

1.3.2 Δίκτυα διανομής πόσιμου νερού

Ένα σύστημα διανομής νερού είναι ένα μέρος του δικτύου παροχής νερού με εξαρτήματα που μεταφέρουν πόσιμο νερό από μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας ή πηγάδια σε καταναλωτές, προκειμένου να παραδίδουν επαρκώς νερό για την ικανοποίηση των απαιτήσεων κατοικιών, εμπορικών, βιομηχανικών και πυρόσβεσης. Το σύστημα διανομής νερού αποτελείται από αγωγούς, εγκαταστάσεις αποθήκευσης, αντλίες και από άλλα βοηθητικά εξαρτήματα.

Οι αγωγοί που τοποθετούνται με δημόσιο δικαίωμα ονομάζονται δίκτυο ύδρευσης, χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά πόσιμου νερού μέσω του δικτύου διανομής. Για τη σύνδεση μεταξύ των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού και των περιοχών εξυπηρέτησης χρησιμοποιούνται αγωγοί νερού μεγάλης διαμέτρου που ονομάζονται πρωτογενείς τροφοδότες. Οι δευτερεύοντες τροφοδότες συνδέονται μεταξύ των κύριων τροφοδοτών και των διανομέων. Οι διανομείς είναι αγωγοί νερού, που βρίσκονται κοντά στους καταναλωτές του νερού, επιπλέον τροφοδοτούν νερό σε μεμονωμένους πυροσβεστικούς κρουσούς. Η γραμμή εξυπηρέτησης είναι ένας σωλήνας μικρής διαμέτρου που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση από

ένα δίκτυο νερού μέσω μια μικρής βρύσης σε ένα μετρητή, στη θέση του χρήστη. Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης ή αλλιώς οι δεξαμενές διανομής, παρέχουν αποθήκευση καθαρού πόσιμου νερού για να εξασφαλίσουν ότι το σύστημα διαθέτει απαιτούμενες ποσότητες νερού ώστε να καλύψει τις απαιτούμενες ανάγκες του δικτύου ή για να εξισώσει την πίεση λειτουργίας (εξισορρόπηση δεξαμενών).



ΕΙΚΟΝΑ 1.6 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν προσωρινά για την εξυπηρέτηση πυρόσβεσης κατά τη διάρκεια διακοπής ρεύματος. Τα ακόλουθα είναι είδη δεξαμενών διανομής:

- i) **Υπόγεια δεξαμενή αποθήκευσης ή καλυμμένη δεξαμενή τελικού νερού:** Είναι υπόγεια εγκατάσταση αποθήκευσης ή μεγάλη δεξαμενή εκσκαφής εδάφους που είναι πλήρως καλυμμένη. Τα τοιχώματα και ο πυθμένας αυτών των ταμιευτήρων μπορεί να είναι επενδυμένα με αδιαπέραστα υλικά για την αποφυγή διείσδυσης υπόγειων υδάτων.
- ii) **Ακάλυπτη δεξαμενή τελικού νερού:** Μεγάλη δεξαμενή εκσκαφής εδάφους που έχει επαρκή μέτρα ή επένδυση για να αποτρέψει τη απορροή και την εισβολή υπόγειων υδάτων αλλά δεν έχει επάνω κάλυμα. Αυτός ο τύπος ταμιευτήρων είναι λιγότερο επιθυμητός καθώς και το νερό δεν θα υποστεί περαιτέρω επεξεργασία πριν από διανομή, αλλά είναι ευαίσθητο σε μολυσματικούς παράγοντες όπως απόβλητα πουλιών, ζωικές και ανθρώπινες δραστηριότητες, άνθηση φυτών και εναέρια εναπόθεση.

- iii) **Επιφανειακή δεξαμενή (δεξαμενή αποθήκευσης εδάφους):** Εγκατάσταση αποθήκευσης χτισμένη στο έδαφος με τον τοίχο επενδυμένο με σκυρόδεμα, άσφαλτο ή μεμβράνη. Η επιφανειακή δεξαμενή συνήθως καλύπτεται για την αποφυγή μόλυνσης. Συνήθως βρίσκονται σε περιοχές υψηλού υψομέτρου με επαρκή υδραυλική κεφαλή για τη διανομή. Όταν μια επιφανειακή δεξαμενή στο επίπεδο του εδάφους δεν μπορεί να παρέχει επαρκή υδραυλική κεφαλή στο σύστημα διανομής, θα χρειαστούν ενισχυτικές αντλίες.
- iv) **Πύργος νερού (δεξαμενή υπερυψωμένης επιφάνειας):** Υψωμένο δοχείο νερού, μερικοί συνηθισμένοι τύποι είναι η δεξαμενή σφαιροειδούς ανυψωμένης αποθήκευσης, μια χαλύβδινη σφαιροειδής δεξαμενή πάνω από μια ατσάλινη στήλη μικρής διαμέτρου, σύνθετη ανυψωμένη δεξαμενή αποθήκευσης, δεξαμενή σε χάλυβα μεγάλης διαμέτρου. Ο χώρος μέσα στη μεγάλη στήλη κάτω από τη δεξαμενή νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλους σκοπούς, όπως πολυώροφος χώρος γραφείων και αποθηκευτικός χώρος. Κύριο μέλημα για τη χρήση πύργων νερού στο σύστημα διανομής νερού είναι η αισθητική της περιοχής.
- v) **Δεξαμενή σταθερής πίεσεως νερού:** Μια δεξαμενή νερού που είναι ένας συνδυασμός δεξαμενής αποθήκευσης εδάφους και νερού πύργου νερού. Είναι ελαφρώς διαφορετικό από έναν ανυψωμένο πύργο νερού, καθώς ο σωλήνας στήριξης επιτρέπει την αποθήκευση νερού από το έδαφος ως την κορυφή της δεξαμενής. Η κάτω περιοχή αποθήκευσης ονομάζεται υποστηρικτική αποθήκευση και το άνω μέρος που θα ήταν στο ίδιο ύψος ενός υπερυψωμένου πύργου νερού ονομάζεται χρήσιμη αποθήκευση
- vi) **Δεξαμενή:** Πρόκειται για μια εγκατάσταση αποθήκευσης νερού έκτακτης ανάγκης που δεν χρησιμοποιείται για την άμεση διανομή νερού. Είναι συνήθως χτισμένο υπόγειο σε κυκλικό σχήμα με θόλο πάνω από το έδαφος. Το νερό από το κάρτερ θα αντληθεί σε δεξαμενή συντήρησης όταν χρειάζεται

2.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

2.1 Ορισμοί

Ο όρος αποχέτευση εννοεί τα έργα συλλογής και μεταφοράς των λυμάτων και τον όμβριων νερών, πόλεων ή οικισμών μέχρι το σημείο που διατίθενται. Τα ακάθαρτα νερά, τα οποία είναι αναμειγμένα με στερεές ουσίες είναι τα αστικά απόβλητα, που αποβάλλονται από τη χρήση οικιστών και από εκπορικές και βιομηχανικές περιοχές. Από βιομηχανικές διεργασίες προέρχονται μαζί τα αστικά λύματα και τα βιομηχανικά υγρά απόβλητα. Μετά από βροχόπτωση, εμφανίζονται και τα όμβρια ύδατα της βροχής. Τέλος, τα νερά που ρέουν στο αποχετευτικό δίκτυο και προέρχονται από το έδαφος λέγονται διηθήσεις.

Ένα σύστημα από αγωγούς που διευκολύνει τη μεταφορά των λυμάτων, κατάλληλα εξοπλισμένο και σχεδιασμένο αποτελεί το αποχετευτικό δίκτυο.

Ένα φυσικό υδάτινο σύστημα είναι αποδέκτης των λυμάτων ή των όμβριων, στο οποίο γίνεται η απορροή των συστημάτων όμβριων ή λυμάτων. Το έδαφος μπορεί να είναι αποδέκτης του δικτύου ακαθάρτων. Ο αποδέκτης μπορεί να διαφέρει σε περίπτωση χωριστικών δικτύων. Για παράδειγμα, το δίκτυο ακαθάρτων να καταλήγει σε λίμνη και το δίκτυο όμβριων σε θάλασσα ή και το αντίθετο



ΕΙΚΟΝΑ 2.1 ΑΠΟΧΕΥΤΕΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

Το δίκτυο διαχωρίζεται σε χωριστικό και παντοροϊκό αλλά σε αρκετούς οικισμούς υπάρχει ο συνδυασμός και των δύο δικτύων. Στην περίπτωση του παντοροϊκού συστήματος, δεν υπάρχει διαχωρισμός όμβριων υδάτων και λυμάτων. Στην περίπτωση του χωριστικού συστήματος υπάρχει διαχωρισμός. Στην περίπτωση του μικτού συστήματος, το τμήμα μιάς πόλης (συνήθως το παλαιότερο) εξυπηρετείται από παντοροϊκό και το υπόλοιπο τμήμα από χωριστικό.

Σε αγωγούς ακαθάρτων και όμβριων διακρίνονται οι υπόνομοι και οι αποχετευτικοί αγωγοί. Σε πρωτεύων, δευτερεύων και τριτεύων αγωγούς συγκεντρώνονται οι αποχετεύσεις ανάλογα με τη θέση τους. Από ένα σύστημα περιμετρικών αποχετευτικών τάφρων συνδυάζεται με το σύστημα όμβριων και προστατεύει την περιοχή από εισροή άλλων κοντινών λεκανών.

.Επιπλέον, αποδέκτης για το δίκτυο ακαθάρτων μπορεί να είναι το έδαφος. Η εκβολή των λυμάτων αποδίδεται με τον όρο διάθεση και ο αγωγός μέσω του οποίου γίνεται λέγεται αγωγός διάθεσης.

Πριν τα λύματα φτάσουν στον τελικό αποδέκτη, θα πρέπει να λάβουν την κατάλληλη επεξεργασία, όπως να χρησιμοποιηθούν φυσικές και χημικές τεχνικές με στόχο τον καθαρισμό τους αλλά και αφαίρεση των ρύπων τους. Όσον αφορά τα υγρά απόβλητα, η επεξεργασία τους απαιτεί αντικείμενο μιας ιδιαίτερης τεχνολογίας και επιστήμης.

2.1.1 Χωριστικό δίκτυο αποχέτευσης

Αποκλειστικά στην Ελλάδα χρησιμοποιείται το χωριστικό σύστημα αποχέτευσης, λόγω των μεγάλων καθυστερήσεων δεν πρόλαβαν να κατασκευαστούν μεγάλα δίκτυα. Το χωριστικό δίκτυο έχει τη δυνατότητα να επιτρέπει την εύκολη σχεδίαση και των δύο συστημάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η σχεδίαση του δικτύου ακαθάρτων να γίνεται συγκεντρωτικά, δηλαδή τα λύματα συγκεντρώνονται στον αγωγό, έπειτα περνάνε από επεξεργασία πριν φτάσουν στον τελικό αποδέκτη, ενώ του δικτύου όμβριων γίνεται αποκεντρωτικά. Έτσι σχεδιάζονται ανεξάρτητοι αγωγοί όμβριων που έχουν διαφορετικό τελικό αποδέκτη. Ο αποκεντρωτικός σχεδιασμός επιτυγχάνει τη μείωση των διατομών, με αποτέλεσμα τη μείωση κόστους αλλά και την αποφυγή αντλήσεων.

Το χωριστικό σύστημα διαθέτει ως μεγάλο πλεονέκτημα την ευνοϊκή σταδιακή κατασκευή έργων αποχέτευσης. Έχοντας ως κύριο μέλημα την αποχέτευση των ακαθάρτων και δεδομένου της μικρής διατομής τους αλλά και της οικονομικότητάς τους, το δίκτυο ακαθάρτων υλοποιείται πρώτο, ενώ το δίκτυο όμβριων κατασκευάζεται σε δεύτερη φάση, αφήνοντας τα ρέουν στο δρόμο για μερικά χρόνια και στα φυσικά ρεύματα νερού της πόλης.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι το σημαντικό μειονέκτημα του χωριστικού συστήματος θεωρείται η συνεχής επίβλεψη που χρειάζεται για να αποφευχθεί κάποια λανθασμένη ιδιωτική σύνδεση στο δίκτυο, οι οποίες προκαλούν προβλήματα στη λειτουργία του χωριστικού αλλά και του παντοροϊκού συστήματος αποχέτευσης. Επιπλέον, το θέμα της υπερφόρτωσης του δικτύου αποτελεί ακόμα ένα σημαντικό μειονέκτημα, το συγκεκριμένο ζήτημα μπορεί να προκληθεί από καταιγίδες λόγω της σύνδεσης των υδρορροών των κτιρίων με τους αγωγούς ακαθάρτων. Αντιθέτως, οι αγωγοί όμβριων σε συνδυασμό με τους αγωγούς ακαθάρτων οικίας μπορούν να προκαλέσουν ρύπανση του αποδέκτη των όμβριων.

2.1.2 Παντοροϊκό δίκτυο αποχέτευσης

Το παντοροϊκό σύστημα θεωρείται το παλαιότερο δίκτυο αποχέτευσης που κατασκευάστηκε σε ευρωπαϊκές και αμερικάνικες πόλεις. Το συγκεκριμένο δίκτυο σε μεγάλο βαθμό μεταφέρει εξ ολοκλήρου λύματα, όμως με τις ικανοποιητικές διατομές που έχουν κατασκευαστεί για τη μεταφορά όμβριων.

Οι εγκαταστάσεις που επεξεργάζονται το παντοροϊκό δίκτυο είναι σχεδιασμένες για να είναι αρκετές για μια συγκεκριμένη αναλογία της παροχής όμβριων. Μπορεί να επιτραπεί η υπερχείλιση προς επιφανειακά ύδατα χωρίς επεξεργασία, όταν ξεπεραστεί το μεγαλύτερο όριο αθροιστικής παροχής, με συνέπεια την αυξημένη ρύπανση των υδάτινων όντων. Την ίδια στιγμή, προβλήματα στη λειτουργία της εγκατάστασης επεξεργασίας προκαλούν τα όμβρια ύδατα που καταλήγουν εκεί, αυξάνοντας παράλληλα το κόστος αναθέρωσης και εξαγωγής υγρών.

Σημαντικά μειονεκτήματα του συγκεκριμένου συστήματος είναι οι πλημμύρες που μπορούν να προκληθούν σε υπόγεια, σε περίπτωση υψηλών βροχοπτώσεων, οι δυσάρεστες οσμές στα ανοιχτά φρεάτια σε περιόδους ξηρασίας και το αυξημένο κόστος άντλησης.

Βέβαια αξίζει να σημειωθούν και κάποια πλεονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος, όπως η απλότητα του που προσφέρει μεγαλύτερη εποπτεία, το μικρότερο κόστος κατασκευής, τη μικρότερη απασχόληση της διατομής των δρόμων. Σε πολλές περιπτώσεις η οικονομικότητα του, μπορεί να , ειδικότερα σε πόλεις όπου ο τελικός αποδέκτης λυμάτων βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση. Ακόμη, λόγω του αυξημένου κόστους υλοποίησης της εγκατάστασης επεξεργασίας και τις καταπτώσεις για συντήρηση και λειτουργία, έτσι αποδεικνύεται ότι το παντοροϊκό δίκτυο δεν υπερέχει οικονομικά σχέση με το χωριστικό.

Για τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, το παντοροϊκό σύστημα δεν κατασκευάζεται πλέον. Η επιλογή του σπανίζει και μόνο σε περιπτώσεις παλιών οικισμών που υπάρχει ήδη και σε καταστάσεις που απαιτούν την παρουσία οργανικών υλικών στους δρόμους πόλεων που τα όμβρια χρειάζονται επεξεργασία πριν διατεθούν. Τέλος, το παντοροϊκό σύστημα κατασκευάζεται σε στενούς δρόμους που δεν έχουν τη δυνατότητα κατασκευής δύο παράλληλων αγωγών αποχέτευσης.

2.2 Υλικά και διατομές των αγωγών

Στα δίκτυα αποχετεύσεων γίνεται χρήση διαφόρων διατομών, με τις οποίες επιδιώκεται, ανάλογα με τα προβλήματα που παρουσιάζονται, να δοθεί η πλέον επιτυχής οικονομοτεχνική λύση. Τα είδη των διατομών διακρίνονται σε:

- **κλειστές διατομές**, η χρήση τους είναι για κατοικημένες περιοχές
- **ανοιχτές διατομές**, χρησιμοποιούνται για τα νερά της βροχής, ακόμα και σε κατοικημένες περιοχές, καθώς και στη μεταφορά λυμάτων.

Στις κλειστές διατομές κατατάσσεται η κυκλική διατομή, η οποία από υδραυλικής άποψης είναι η ευνοϊκή για τον λόγο ότι η περίμετρος της βρεχόμενης επιφάνειας είναι μικρότερη της αντίστοιχης των άλλων διατομών, οπότε είναι και μικρότερες οι απώλειες τριβών κατά τη μεταφορά λυμάτων. Η κυκλική

διατομή είναι η πιο ευρέα διαδεδομένη. Άλλες κατηγορίες αγωγών στο σύστημα είναι η ωσειδής διατομή, η στοματοειδής διατομή και η αυλακωτή διατομή. Παράλληλα, στον πυθμένα αποφεύγεται η δημιουργία υλών που προέρχονται από την ωσειδής διατομή, λόγω του μεγάλου βάθους που έχει η ροή της. Στην στοματοειδής, συμβάλλει με μικρό ύψος κατασκευής η μεταφορά υψηλών ποσοτήτων λυμάτων. Στην περίπτωση της αυλακωτής διατομής, που αφορά κυρίως τα παντοροϊκά συστήματα, πρέπει να θεωρείται εφικτή η διαμονή των αγωγών όταν δεν βρέχει.

Οι αγωγοί αποχέτευσης κατασκευάζονται είτε με προκατασκευασμένους σωλήνες είτε χυτοί επί του έργου. Με την μέθοδο προκατασκευασμένων αγωγών, κατασκευάζονται οι αγωγοί με διατομή μικρού ή μεσαίου μεγέθους ενώ με τη δεύτερη μέθοδο κατασκευάζονται αγωγοί μεγάλης διατομής. Η κατασκευή των σωλήνων γίνεται με βάση ελληνικών προδιαγραφών ή, όταν δεν υπάρχουν ελληνικές, βάσει των διεθνών ISO ή των γερμανικών DIN.

Τα υλικά των αγωγών αποτελούνται από:

Αργιλοπυριτικοί σωλήνες: Το σύνηθες μήκος τους είναι 1 μέτρο σπανιότερα 1,5 μέτρα, στην Ελλάδα παράγονται σωλήνες μέχρι Φ40 εκατοστά. Σημαντικό πλεονέκτημα τους είναι η στεγανότητα και η ανθεκτικότητα τους. Σαν υλικό στεγανοποίησης αρχικά χρησιμοποιήθηκε η άργιλος, αλλά τα καταλληλότερα υλικά αποδείχθηκαν πρακτικά το κατραμόσχοινο και το κανναβόσχοινο.

Σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα: Κατασκευάζονται σε μεγαλύτερα μήκη, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια των διαστάσεων, με τον σίδηρο οπλισμό είναι δυνατόν η αντοχή να καθοριστεί ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περίπτωσης. Σαν μειονεκτήματα πρέπει να αναφερθούν, η μικρή αντοχή του σκυροδέματος στην διάβρωση από διάφορες χημικές ουσίες. Η δύσκολη στεγανότητα των τοιχώματων των σωλήνων και η αντοχή τους στη μηχανική φθορά η οποία προκαλείται από σύρσιμο της άμμου.

Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο: Κατασκευάζονται σε μήκη 3-4 μέτρων, έχουν ως πλεονεκτήματα το μικρό τους βάρος, εύκολη τοποθέτηση, σοβαρή ελάττωση του αριθμού συνδέσεων, εύκολη τοποθέτηση ειδικών τεμαχίων και ικανοποιητική αντοχή σε διάβρωση. Οι σωλήνες αυτοί πρακτικά χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα λόγω των αναφερθέντων πλεονεκτημάτων του υλικού.

Πλαστικοί σωλήνες: Τα υλικά για την κατασκευή τους είναι, σκληρό χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC-σκληρό), σκληρό πολυαιθυλένιο (PE-σκληρό), μαλακό πολυαιθυλένιο(PE- μαλακό), πλαστικά ενισχυμένα με υαλοβάμβακα (GFK). Τα βασικά ελαττώματά τους είναι το χαμηλό βάρος, η αυθραστικότητα, είναι τελείως στεγανοί, υψηλή ανοχή σε χημική, μηχανική και βιομηχανική διάβρωση. Επιπλέον, η συναρμολόγηση και χρησιμοποίησή τους είναι εύκολη.

Χυτοσίδηροι σωλήνες: Χρησιμοποιούνταν στις αποχετεύσεις στο παρελθόν, σήμερα έχουν τεθεί εκτός συναγωνισμού από τα προαναφερθέντα υλικά, υπάρχουν στην ελληνική αγορά για αποχέτευση οικοδομών, έχουν ως πλεονέκτημα τον περιορισμό θορύβων των αποχετευόμενων νερών.

Χαλύβδινοι σωλήνες: Πλέον η χρησιμοποίησή τους είναι σπάνια, η χρησιμοποίησή τους γίνεται για καταθλιπτικούς αγωγούς μεγάλων διαμέτρων για τους οποίους η αμιαντοτσιμεντοσωλήνες είναι πολύ δαπανηροί. Το βασικό μειονέκτημα τους είναι η μικρή αντοχή σε διάβρωση.

Χυτοί σωλήνες: Η κατασκευή τους γίνεται αποκλειστικά και μόνο με τη χρήση οπλισμένου σκυροδέματος. Χρησιμοποιούνται συνήθως ολισθαίνοντες σίδηροι ξυλότυποι και εικά τιμμένα ανθεκτικά στην παρουσία ενώσεων του θείου. Η στεγανότητα και η αντοχή στη μηχανική φθορά

εξασφαλίζονται με την προσεκτική σύνθεση των αδρανών υλικών. Συχνά χρησιμοποιούνται και στεγανοποιητικά υλικά μάζης.

2.3 Υπολογισμός παροχών στα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων

Για τις μελέτες αποχέτευσης είναι απαραίτητο να είναι γνωστές οι μέγιστες παροχές, πάνω σε αυτές γίνεται η διαστασιολόγηση, ο υδραυλικός έλεγχος και εξετάζεται η περίοδος σχεδιασμού στο τέλος του έργου.

Για τα αντλιοστάσια και τον σχεδιασμό τους, τα ειδικά έργα και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι απαραίτητο να είναι γνωστές διάφορες συνθήκες φόρτισης. Οι ελάχιστες παροχές είναι χρήσιμες στον υπολογισμό της δυνατότητας να αποφευχθούν αποθέσεις στους αγωγούς.

Βασικότερα μεγέθη παροχής τα οποία εμπλέκονται είναι τα εξής:

- Ο μέσος όρος παροχής ακαθάρτων ανά ημέρα (Q_{ak}) ή ανά κάτοικο (q_{ak})

Ο όγκος των ακαθάρτων ανά έτος έχοντας διαιρεθεί με τις 365 μέρες του χρόνου. Ο μέσος όρος κατανάλωσης νερού πολλαπλασιασμένος με συντελεστή που παρουσιάζει το ποσοστό του νερού και έχει ως τελικό αποδέκτη την κατανάλωση. Συνήθως ο συντελεστής ισούται με 0,8, δηλαδή περίπου το 80% της κατανάλωσης ύδατος αποβαίνει σε δίκτυο αποχέτευσης.

- Η μεγαλύτερη παροχή ακαθάρτων ανά ημέρα $(Q_{\eta\mu})^{\max}$ ή ανά κάτοικο $(q_{ak})^{\max}$

Εκφράζει τη μέση παροχή ανά ημέρα, με την υψηλότερη κατανάλωση. Η μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων έχοντας πολλαπλασιαστεί με το συντελεστή της ημερήσιας αιχμής f_d .

$$(Q_{\eta\mu})^{\max} = Q_{ak} \cdot f_d$$

Σε πολλές περιπτώσεις η μεγαλύτερη παροχή ακαθάρτων ανά ημέρα προκύπτει τους θερινούς μήνες και εκφράζεται ως καλοκαιρινή παροχή ακαθάρτων.

- Η μεγαλύτερη παροχή ακαθάρτων ανά ώρα (ή παροχή αιχμής).

Είναι η παροχή υπολογισμού, ο υπολογισμός της γίνεται στη βάση της υψηλότερης ημερήσιας ως η παροχή της ώρας με την μεγαλύτερη κατανάλωση. Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές ο συντελεστής αυτός για τα δίκτυα αποχέτευσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$f = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{(Q_{\eta\mu})^{\max}}} \leq 3 \quad \text{όπου το } (Q_{\eta\mu})^{\max} \text{ εκφράζεται σε l/s}$$

Στον παρακάτω πίνακα είναι καταχωρημένοι οι προτεινόμενοι συντελεστές για τον υπολογισμό των παροχών αιχμής και των ελαχίστων παροχών διαστασιολόγησης από τη γερμανική βιβλιογραφία.

Μέγεθος οικισμού(κατοίκοι)	Ημερήσια παροχή λυμάτων(1/κατ.δ)	Συντελεστής αιχμής fmax	Συντελεστής παροχής υπολογισμού	
			Ημέρα	Νύχτα
			fμέσο	fmin
1	2	3	4	5
ως 5000	150	1/8 (3.0)	1/14	1/84
5000 - 10000	180	1/10 (2.4)	1/12 - 1/14	1/84 - 1/48
10000 - 50000	220	1/12 (2.0)	1/14 - 1/18	1/48 - 1/37
50000 - 250000	250	1/14 (1.71)	1/18 - 1/20	1/37 - 1/30
>250000	300	1/16 (1.5)	1/20 - 1/22	1/30 - 1/27

Πίνακας 2.1: Συντελεστές υπολογισμού παροχών αιχμής και ελαχίστων παροχών για τη διαστασιολόγηση των δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων σύμφωνα με ρη γερμανική βιβλιογραφία

2.4 Υπολογισμός παροχής οικιακών λυμάτων

Για τον υπολογισμό της παροχής οικιακών λυμάτων χρειάζεται μια εκτίμηση E_n (P_n), ή η πυκνότητα κατοίκησης ϵ (κάποιος ανά έκταση) και η έκταση οικισμού F (σε εκτάρια ή m^2 , όπου $1ha = 10000m^2$).

Ο πρώτος τρόπος για τον υπολογισμό του μελλοντικού πληθυσμού είναι:

$$E_n = E_0 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n$$

E_n =ο αριθμός των κατοίκων μετά από n έτη

E_0 = ο αριθμός των κατοίκων κατά έτος εκπόνησης της μελέτης

p = Η ετήσια αύξηση του πληθυσμού (%)

-Μικρές πόλεις: 0,5 – 1 %

- Μεσαίου μεγέθους πόλεις: 1 – 2,5 %

- Βιομηχανικές πόλεις: 2,5 – 4 %

Δεύτερος τρόπος υπολογισμού: $P_n = P_0 + nb$ (Γραμμική αύξηση)

P_n = αριθμός κατοίκων μετά από n έτη

P_0 = αριθμός κατοίκων κατά το έτος εκπόνησης της μελέτης

$b = \eta$ σταθερή μεταβολή του πληθυσμού ανά έτος

$v =$ αριθμός των ετών πρόβλεψης

Στις χ΄ψρε υψηλού βιοτικού επιπέδου το 80 – 90 % νερού που καταναλώνεται έχει ως αποδέκτη το δίκτυο υπονόμων. Επομένως $Q_{\lambda\mu} = f Q_{\upsilon\delta\rho}$

2.5 Υδραυλική των υπονόμων

Οι στερεές ουσίες στα λύματα είναι περίπου 1%, πρακτικά αυτές δεν επηρεάζουν την υδραυλική των υπονόμων και το χαρακτηριστικό γνώρισμα του νερού. Όμως έχουν επίπτωση ως προς τις ιδιότητες που δημιουργούν.

Στους υπονόμους οι συνθήκες ροής αποτελούνται από: Ροή με ελεύθερη επιφάνεια, μη μόνιμη και ανομοιόμορφη. Απλούστερα: Ροή με ελεύθερη επιφάνεια, μόνιμη και ομοιόμορφη. Για τον υπολογισμό των απωλειών στους υπονόμους χρησιμοποιείται ο τύπος του Manning:

$$V = (1/n) R^{1/3} i^{1/2}$$

$V = H$ ταχύτητα ροής

$n = O$ συντελεστής τραχύτητας

$R = H$ υδραυλική ακτίνα

$i = H$ κλίση τριβών

Κατασκευαστικοί παράγοντες και η προέλευση του υλικού επηρεάζουν τον συντελεστή τραχύτητας των υπονόμων ,τις μεταφερόμενες στερεές ουσίες, όπως ποσότητα, διαστάσεις και αποθέσεις) και τις τυχόν ρίζες δέντρων.

Οι τυπικές τιμές που παίρνει συντελεστής τραχύτητας είναι βάση πειραματικών αποτελεσμάτων των ΗΠΑ: $n = 0,011 - 0,016$ για αγωγούς σε καλή κατάσταση, μέχρι $0,020$ για αγωγούς σε κακή κατάσταση. Σύσταση WPCF & ASCE: $0,011 - 0,015$ (για συνήθη υλικά σωληνώσεων) .

2.5.1 Προδιαγραφές 1

Για την αποφυγή κινδύνου εμφράξεων είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός του καθορισμού ελάχιστων διαμέτρων. Οι αγωγοί με ελάχιστες διαμέτρους και αποχετεύσεις είναι είκοσι εκατοστά για αγωγούς ακαθάρτων και σαράντα εκατοστά για αγωγούς όμβριων. Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος λειτουργίας των αγωγών υπό πίεση και η αστάθεια ροής αλλά και να εξασφαλιστεί ο επαρκής αερισμός των λυμάτων, πρέπει να καθοριστούν τα μέγιστα ποσοστά πλήρωσης.

Τα μέγιστα ποσοστά πλήρωσης είναι τα εξής:

Κατηγορία αγωγών	Μέγιστος λόγος πλήρωσης
• Καινούριοι αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο από 20 έως 40 cm	0,50
• Καινούριοι αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο από 50 έως 60 cm	0,60
• Καινούριοι αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο μεγαλύτερη των 60 cm	0,70
• Γενικά καινούργιοι αγωγοί όμβριων	0,70
• Παλαιότεροι αγωγοί	0,80

2.5.2 Προδιαγραφές 2

Η ταχύτητα επιβάλλει μέγιστα όρια με σκοπό να αποφευχθεί η διάβρωση στα τοιχώματα και τα φρεάτια, να αποφευχθεί μεγάλου ύψους κινητική ενέργεια, έτσι δεν προβλέπεται κίνδυνος γραμμής ενέργειας πάνω από το οδόστρωμα ή ενδεχόμενη έξοδος λυμάτων στο οδόστρωμα καιυπογειώς. Επιπρόσθετα, με την επιβολή μέγιστων ορίων ταχύτητας γίνεται αποφυγή υπερκρίσιμων ροών, σε αυτή την περίπτωση δε θα εμφανιστούν υδραυλικά άλματα, ασταθής ροή, στάσιμα κύματα – μη προβλέψιμες συνθήκες ροής. Τα όρια που επιβάλλουν οι προδιαγραφές είναι :

- Ελληνικές προδιαγραφές : $V_{\max} = 6 \text{ m/s}$
- Διεθνείς προδιαγραφές : $V_{\max} = 3 \text{ m/s}$

Τα όρια της μέγιστης ταχύτητας αναφέρονται στην παροχή σχεδιασμού.

2.5.3 Προδιαγραφές 3

Η σκοπιμότητα επιβολής ελάχιστων ορίων στην ταχύτητα έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή αποθέσεων φερτών στους αγωγούς και τα φρεάτια. Εξασφάλιση καλού αερισμού των λυμάτων, που σημαίνει ότι μειώνεται ο κίνδυνος διάβρωσης των τοιχομάτων αγωγών και φρεατίων του οποίου η δημιουργία μπορεί να γίνει με κακό αερισμό των λυμάτων, δηλαδή δημιουργία αναερόβιων συνθηκών (παραγωγή υδροθείου) .

Οι ελληνικές προδιαγραφές επιβάλλονται από τα όρια:

- $V_{\min} = 0,6$ m/s για αγωγούς όμβριων και $V_{\min} = 0,3$ για αγωγούς ακαθάρτων

Τα όρια της ελάχιστης αναφέρονται στο 10% της παροχευτικότητας Q_0 , δεν αναφέρονται στην παροχή σχεδιασμού. Οι αντίστοιχες ελάχιστες ταχύτητες πλήρους διατομής είναι:

- Για $Q/Q_0 = 0,10 \Rightarrow V/V_0 = 0,54 \Rightarrow V_{0,\min} = 1,11$ m/s για αγωγούς όμβριων και 0,56 m/s για αγωγούς ακαθάρτων.

2.6 Προσομοίωση λειτουργίας δικτύων όμβριων

Μη μόνιμη ροή ακολουθούν τα δίκτυα αποχέτευσης, αυτό σημαίνει ότι τα χαρακτηριστικά της αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Ως μόνιμη λαμβάνεται η ροή για τη διαδικασία διαστασιολόγησης των αγωγών. Η συγκεκριμένη τεχνική είναι κατά προσέγγιση και δεν επαρκεί για την συνεχή επιτήρηση των αλλαγών των χαρακτηριστικών ροής σε πραγματικό χρόνο. Ιδιαίτερως για τα πλημμυρικά φαινόμενα των δικτύων όμβριων, πραγματικού ή υποθετικού, κρίνει αναγκαία την εξέλιξη άλλων μεθόδων που βασίζονται σε εξισώσεις μη μόνιμης ροής.

Έτσι εξελίχθηκαν μοντέλα προσομοίωσης δικτύων όμβριων, τα οποία εμπλουτίστηκαν με στοιχεία από γεωγραφία και γεωμετρία δικτύων, διαθέτουν περιθώρια εξέλιξης των χαρακτηριστικών ροής τους. Ένας συνδυασμός υδρολογίας και υδραυλικής συμπληρώνουν τα συγκεκριμένα μοντέλα, πάντα με την βοήθεια και της πληροφορικής. Τα σύγχρονα μοντέλα στοχεύουν το μη συμβατικό σχεδιασμό δικτύων αλλά τον παραδοσιακό, δίνοντας πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα, ειδικότερα σε μεγάλα δίκτυα. Επιπλέον, επιτυγχάνεται η καλύτερη διαχείριση της λειτουργίας τους κάτω από υψηλές καταγίδες αλλά βελτιώνεται και ο σχεδιασμός τους, καθώς και τα επίπεδα προσομοίωσης της μεταβολής των ποιοτικών χαρακτηριστικών όμβριων.

Οι μέθοδοι που κατά κανόνα χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση της λειτουργίας δικτύων όμβριων είναι συγκεντρωτικά οι ακόλουθες:

1. Επιφανειακή ροή

Χρησιμοποίηση κυρίως υδρολογικών μοντέλων βροχής απορροής, που περιλαμβάνονται διαδικασίες εκτίμησης υδρολογικών απωλειών.

2. Ροή με ελεύθερη επιφάνεια στους αγωγούς

- υδραυλικά μοντέλα διόδευσης πλημμυρών βασισμένα σε αριθμητικές μεθόδους επίλυσης των διαφορικών εξισώσεων μη μόνιμης ροής

- υδρολογικά μοντέλα διόδευσης πλημμυρών βασισμένα σε εννοιολογικές μεθόδους.

3. Ροή υπό πίεση αγωγούς

Εμφανίζεται όταν οι αγωγοί υπερφορτώνουν, κάτω από πλημμυρικές συνθήκες δυσμενέστερες των συνθηκών σχεδιασμού. Οι πιέσεις που αναπτύσσονται είναι μικρές, κατά συνέπεια τα μοντέλα μη μόνιμης ροής σε κλειστούς αγωγούς, βασισμένα στη θεωρία της ασυμπίεστης υγρής στήλης είναι επαρκή για την περιγραφή του φαινομένου.

3. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

3.1 Υδρευτική πολιτική στην Ελλάδα

Στη σύγχρονη εποχή κρίνεται αναγκαία η επάρκεια καλής ποιότητας νερού. Μια από τις αρχικές ρυθμιστικές παρεμβάσεις ήταν η πολιτική της κοινότητας για υδάτινους πόρους.

Η ένταξη στην ελληνική νομοθεσία εκδόθηκε με την ΚΥΑ Υ2/200/201. Μετά τις οδηγίες περί απαγορευτικών και περιοριστικών μέτρων για τη διαχείριση των υδάτων της χώρας και την προστασία τους. Τη σημαντικότερη υπουργική απόφαση αποτέλεσε η Α5/2280/1983 για την προστασία υδάτινων πόρων.

Ο νόμος Ν.1739/1987 χώρισε τη χώρα σε δεκατέσσερα υδατικά διαμερίσματα με πλήρη υδρογραφικά δίκτυα, υδρολογικές συνθήκες όσο το δυνατόν παρόμοιες. Σύμφωνα με την οδηγία 200/40/ΕΚ που αποτελεί βασικό πλαίσιο διαχείρισης, η τοπική αυτοδιοίκηση συμβάλλει ενεργά στη λήψη αποφάσεων, όπως και ο απλός λαός πέραν της κυβέρνησης. Πανελλαδικά υπάρχει μεγάλη επάρκεια επιφανειακών και υδάτινων πόρων, αλλά για ξεχωριστούς παράγοντες μειώνονται σημαντικά και η αξιοποίηση τους κρίνεται δύσκολη.

3.2 Παράμετροι ποιότητας πόσιμου νερού

Η καλή ποιότητα του πόσιμου νερού είναι από τις πιο σημαντικές παραμέτρους της υγείας του ανθρώπου. Το συμβούλιο των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων εκτιμώντας τη σημασία της παραμέτρου αυτής έχει εκδώσει μια σειρά από οδηγίες σχετικά με το πόσιμο νερό. Ιστορικά, μία από τις πρώτες οδηγίες ήταν η οδηγία 80/778. Οι επιθυμητές και οι ανώτατες τιμές για κάποιες παραμέτρους φαίνονται στον πίνακα 3.1 .

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
E. coli	0	αριθμός/ 100 ml
Στρεπτόκοκκοι κοπράνων	0	αριθμός/ 100 ml
Κλωστρίδια αναγωγής θεικών	0	αριθμός/ 100 ml

Πίνακας 3.1 Μικροβιολογικές παράμετροι στο πόσιμο νερό με βάση την οδηγία 95/C131/03

Με το άρθρο 19 της πιο πρόσφατης οδηγίας 95/C131/03 καταργήθηκε η οδηγία 80/778/ΕΟΚ, πέντε χρόνια μετά τη θέση της νέας οδηγίας σε εφαρμογή, με την επιφύλαξη των υποχρεώσεων

των κρατών μελών σε ό,τι αφορά τις προθεσμίες προσαρμογής στην εθνική νομοθεσία. Στον πίνακα 3.1 και 3.2 φαίνονται παραμετρικές τιμές με βάση την 95/C131/03

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Ακρυλαμίδιο	0.25	μg/L
Αντιμόνιο	3	μg/L
Αρσενικό	10	μg/L
Βενζόλιο	1	μg/L
Βενζόλιο	300	μg/L
Βόριο	10	μg/L
Βρώμικα άλατα	15	μg/L
Βρωμοδιχλωρο-μεθάνιο	5	μg/L
Κάδμιο	40	μg/L
Χλωροφόρμιο	50	μg/L
Χρώμιο	2	μg/L
Χαλκός	50	μg/L
Κυανιούχα	3	μg/L
1,2- δίχλωρο- αιθάνιο	0.5	μg/L
Επιχλωρυδρίνη	1.5	μg/L
Φθοριούχα	10	μg/L
Μόλυβδος	1	μg/L
Υδράργυρος	20	μg/L
Νικέλιο	50	μg/L
Νιτρικά άλατα	0.1	μg/L
Φυτοφάρμακα	0.1	μg/L
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0.2	μg/L
Σελήνιο	10	μg/L
Τετραχλωροαιθέριο	40	μg/L
Τριχλωροαιθέριο	70	μg/L
Βινυλοχλωρίδιο	0.5	μg/L

Πίνακας 3.2 παράμετροι στο πόσιμο νερό με βάση την οδηγία 95/C131/03

3.3 Η σημασία μη ανταποδοτικού νερού στη διαχείριση των δικτύων ύδρευσης

Όπως είναι γνωστό το νερό αποτελεί αγαθό που βρίσκεται σε ανεπάρκεια, μεγάλοι όγκοι νερού χάνονται καθημερινά. Έτσι η επιτήρηση της λειτουργίας των δικτύων είναι επιτακτική ανάγκη, καθώς και η αξιοπιστία τους. Ως υδατικός πόρος εκφράζεται η απώλεια νερού στα δίκτυα ύδρευσης. Παγκοσμίως, χάνονται σαράντα πέντε εκατομμύρια κυβικά μέτρα από διαρροές, τα οποία θα μπορούσαν να καλύψουν τις ανάγκες ύδρευσης για διακόσια εκατομμύρια ανθρώπους.

Απώλειες εσόδων ύδρευσης μέσω κλοπής, αποτελούνται από εμπορικές απώλειες. Με τη χρήση παράνομων μεθόδων και υπομετρήσεις των ρολογιών κατανάλωσης. Οι μέθοδοι αυτοί αφορούν ένα μικρό μέρος των καταναλωτών. Έτσι, λόγω της χαμηλής παροχής ο υδρομετρητής δε γράφει τη σωστή κατανάλωση. Πραγματικές η φυσικές απώλειες νερού είναι ο λόγος απωλειών στο δίκτυο, θραύσεις αγωγών και διαρροές στις δεξαμενές όπου αποθηκεύεται το νερό.

Η σωστή διατήρηση και λειτουργία των δικτύων ύδρευσης έχει ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικές και οικονομικές θετικές πράξεις. Η σωστή διαχείριση των υδάτων προκύπτει από θετικές οικονομικές συνέπειες, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση εξόδων για ζημίες στο δίκτυο, την αύξηση αποδοτικού νερού αλλά και την εξοικονόμηση ενέργειας. Ως θετικές περιβαλλοντικές συνέπειες λαμβάνονται η εξοικονόμηση νερού και η κατανάλωση ενέργειας του ανθρακικού αποτυπώματος.

Κατά κανόνα, όλα τα δίκτυα ύδρευσης παρουσιάζουν απώλειες, αλλά σε κάθε σύστημα αλλάζει ο όγκος τους. Οι απώλειες του νερού επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του δικτύου αγωγών. Σημαντικό όπλο στη στρατηγική απωλειών νερού είναι η κατανόηση των συστατικών τους, εξασφαλίζοντας τη σωστή επίβλεψη και θέτοντας ως προτεραιότητα μια σειρά προγραμμάτων δράσης.

3.4 Δίκτυο μεταφοράς νερού

Τα σύγχρονα συστήματα εφαρμογής και μεταφοράς, αποτελούν την οικονομικότερη λύση, καθώς εξοικονομούν μεγάλες ποσότητες νερού. Έτσι έχουν εύκολη χρήση και διαθέτουν υψηλή απόδοση σε συνδυασμό με τα οικονομικά οφέλη που προσφέρουν στη χώρα.

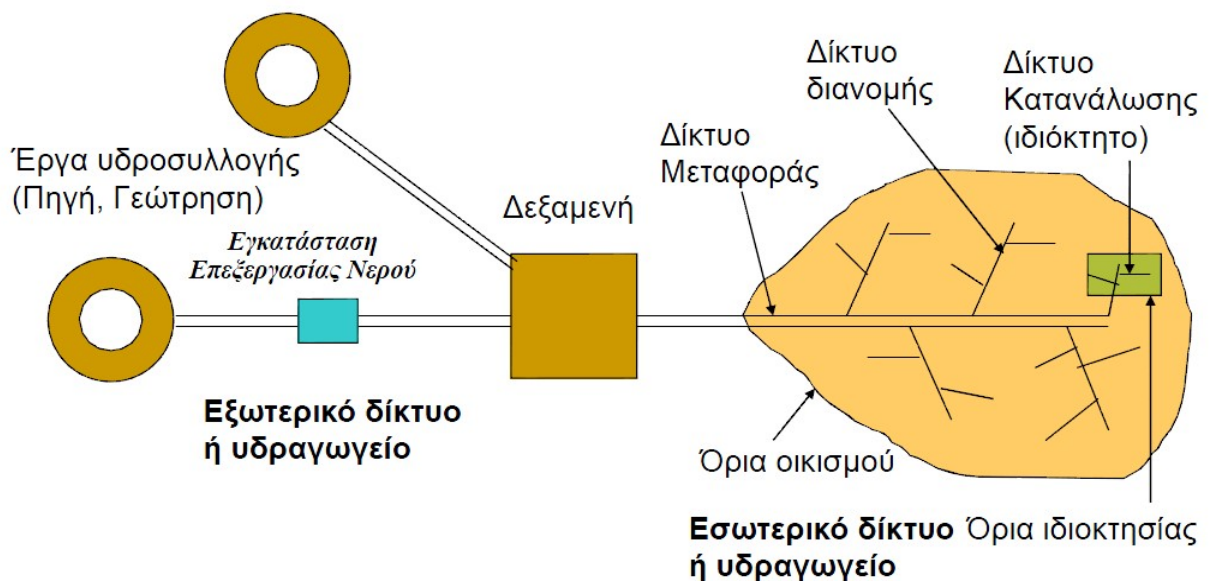
Το σύστημα αγωγών που μεταφέρει νερό, αποτελεί το δίκτυο βάσει υδραυλικών απόψεων. Υπάρχουν διάφορα είδη όπως:

Δίκτυο διανομής (distribution network): Το συγκεκριμένο σύστημα λαμβάνει νερό από πολλές πηγές, οι οποίες αποτελούν τα σημεία εισόδου, και το μεταφέρει σε διάφορα σημεία εξόδου.

Ακτινωτό δίκτυο (branched network): Ένα μοναδικό σημείο τροφοδοτεί το ακτινωτό δίκτυο, στο οποίο δεν σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών. Μια μοναδική διαδρομή τροφοδοτεί κάθε ένα σημείο εξόδου.

Βρογχωτό δίκτυο (looped network) : Η τροφοδοσία γίνεται από ένα ή και περισσότερα σημεία, με κλειστές διαδρομές αγωγών. Μια μοναδική διαδρομή τροφοδοτεί κάθε ένα σημείο εξόδου.

Διάταξη δικτύων μεταφοράς νερού για Άρδευση.



3.4.1 Δίκτυο άρδευσης

Ένα σύστημα αγωγών υπό πίεση αποτελεί ουσιαστικά το δίκτυο μεταφοράς νερού, μαζεύει το νερό από πηγές και το μεταφέρει μέσω αυτών, με τη κατάλληλη παροχή και πίεση, σε κατάλληλο χρόνο, στις περιοχές εφαρμογής.

Με υδραυλικούς όρους το δίκτυο αποτελεί ένα σύστημα αγωγών που μεταφέρει νερό. Είδη μεταφοράς νερού είναι:

Δίκτυο διανομής: Το συγκεκριμένο σύστημα παίρνει νερό από πηγές και τις μεταφέρει σε πολλά και διάφορα σημεία.

Ακτινωτό δίκτυο: Η τροφοδοσία γίνεται από ένα μοναδικό σημείο, στο οποίο δε χαράζουν κλειστές διαδρομές. Κάθε σημείο οδηγείται σε παραπάνω από μια διαδρομές, με αφετηρία την κύρια κεφαλή του δικτύου.

3.4.2 Υδραυλικός υπολογισμός

Ο σημαντικότερος παράγοντας κατά τη σχεδίαση ενός δικτύου μεταφοράς νερού είναι οι υδραυλικοί υπολογισμοί, γιατί έτσι προσδιορίζεται η οικονομικότητα και η λειτουργικότητα της εγκατάστασης. Ουσιαστικά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για γνώσεις περί αρχές υδραυλικής και βασικών αρχών, καθώς έτσι επιτυγχάνεται η αξιοπιστία της μελέτης χωρίς λάθη που θα αποβούν οδυνηρά και θα προκαλέσουν δαπάνες. Στη συνέχεια γίνεται η παρουσίαση εν συντομία βασικών σχέσεων για υδραυλικούς υπολογισμούς, που εμπεριέχονται σε μια μελέτη δικτύου.

Χωρητικότητα

Ο όγκος ή μάζα υγρού σε συγκεκριμένο χρόνο.

Μόνιμη και μη μόνιμη ροή, σχετικά με τον χώρο και χρόνο διακρίνεται στα προβλήματα κλειστών αγωγών.

Όταν η ταχύτητα παραμένει σταθερή σε κάθε σημείο της και δεν μεταβάλλεται με το χρόνο, τότε παρουσιάζεται μόνιμη ροή.

Όταν η ταχύτητα παραμένει σταθερή σε κάθε σημείο της και μεταβάλλεται με το χρόνο τότε παρουσιάζεται μη μόνιμη ροή.

Φαινόμενα υπερπίεσης που παραπέμπουν σε μη μόνιμη ροή χαρακτηρίζονται ως υδραυλικό πλήγμα.

Βάση της ταχύτητας του νερού χωρίζονται δύο τύποι ροής.

Όταν η ταχύτητα είναι χαμηλή τότε η ταχύτητα θεωρείται στρωτή, ενώ αν είναι υψηλή η χαρακτηρίζεται τυρβώδης. Αυτός που καθορίζει αν η ροή είναι στρωτή ή τυρβώδης είναι ο αριθμός Reynolds.

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu}$$

Όπου : V = ταχύτητα ροής σε αγωγό m/s

D = η διάμετρος σε αγωγούς m

ν = ο συντελεστής ιξώδους του ρευστού

Στα κλειστά δίκτυα μεταφοράς υπάρχει η απαραίτητη προϋπόθεση στους υδραυλικούς υπολογισμούς, για να ισχύουν, η ροή του νερού είναι σταθερή. Αν λυθεί ο τύπος Reynolds, ως προς V τότε μπορεί να βρεθεί η ταχύτητα, ή από σχετικούς πίνακες.

Πίεση

Η δύναμη που δρα ανά μονάδα περιοχής η επιφάνειας είναι η πίεση. Η δύναμη που δέχεται κάποια περιοχή νερού του νερού πάνω του, δηλαδή το βάρος της υπερκείμενης στήλης του. Το βάρος που δέχεται το σημείο ή η περιοχή είναι συνάρτηση του ύψους, γι' αυτό μετράται σε μέτρα ή σε βάρος.

Ο γενικός τύπος της πίεσης σε μια επιφάνεια είναι:

$$p = B/A = W \cdot E/A \text{ όπου}$$

p = πίεση σε atm

B = βάρος σε gr

$W = \text{όγκος σε cm}^3$

$E = \text{Ειδικό βάρος υγρού}$

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι κανένα υγρό δεν περιέχει καμία εσωτερική δύναμη. Η πίεση νερού συμβαίνει από μια περιοχή υψηλότερης πίεσης σε μια χαμηλότερη.

Σε κάποιο σημείο που δεν υπάρχει ροή ορίζεται η στατική πίεση, όταν μια συγκεκριμένη ποσότητα κινείται σε ένα σημείο είναι η πίεση λειτουργίας. Η σχέση μάζας υγρού και όγκου είναι του είναι η πυκνότητα. Μονάδα μέτρησης της πυκνότητας είναι kg/m^3 .

3.4.3 Απώλειες πίεσης

Η επαφή των μορίων με στερεό τοίχωμα αγωγών, κατά την κίνηση του νερού σε σύστημα κλειστών αγωγών, δημιουργούν τις δυνάμεις τριβής. Λόγω των απωλειών που εμφανίζονται από τις τριβές, μειώνεται η συνολική ενέργεια του νερού. Η μείωση της συνολικής ενέργειας του νερού λόγω τριβών ονομάζεται απώλεια πίεσης και οφείλεται στις δυνάμεις τριβής των μορίων και του νερού στα τοιχώματα σωλήνων.

Στις υδραυλικές εφαρμογές οι τιμές της ενέργειας έχουν μονάδες μήκους συνεπώς και οι απώλειες λόγω τριβών εκφράζονται με τις ίδιες μονάδες για αυτό και ονομάζονται και γραμμικές απώλειες. Για τον υπολογισμό των απωλειών ενέργειας σε κλειστούς αγωγούς υπό πίεση έχουν αναπτυχθεί διάφορες εξισώσεις των οποίων οι πιο γνωστές είναι:

- Εξίσωση Darcy- Weisbach
- Εξίσωση Colebrook – White
- Εξίσωση Haazen – Williams

Darcy- Weisbach

Η εξίσωση αυτή θεωρώντας την ροή μέσα σε κλειστούς αγωγούς ως μόνιμη σταθερή ροή αποδίδει το γραμμικό ύψος των απωλειών hf , συναρτήσει ενός συντελεστή τριβής f .

Η μαθηματική έκφραση της εξίσωσης ισχύει για στρωτή και τυρβώδη και έχει ως εξής:

$hf = f*(L*V^2/D*2g)$ όπου:

f = ο συντελεστής τριβής

L = το μήκος του αγωγού

D = διάμετρος της διατομής του αγωγού

u = η ταχύτητα ροής στο αγωγό (m/s)

g = η επιτάχυνση της βαρύτητας και είναι ίση με $9,81 \text{ m/s}^2$

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στα υδραυλικά προβλήματα των κλειστών αγωγών ο αριθμός $Re > 4000$ η ροή είναι τυρβώδης και τις περισσότερες φορές πλήρως τυρβώδης ($Re > 6000$). Για τον λόγο αυτό ο συντελεστής τριβών υπολογίζεται από την εμπειρική σχέση των Colebrook – White.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{K}{3,7D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

Όπου Re ο αριθμός Reynolds της ροής ($= V D / \nu$)

ν το ιξώδες του νερού, το οποίο είναι ίσο με $0,001519 \text{ kg/m}^2\text{s}$

Εναλλακτικά για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών χρησιμοποιείται η προσέγγιστική σχέση Haazen – Williams.

Δεδομένου ότι τα δίκτυα άρδευσης σχετίζονται με ορίζοντα πολλών ετών >20 , οι τιμές εφαρμογής των συντελεστών τραχύτητας πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη γήρανση των αγωγών.

Η ελάχιστη αποδεκτή ισοδύναμη τραχύτητα, με την προϋπόθεση νερού που δεν προκαλεί διάβρωση ή επικαθήσεις, λαμβάνεται $k_s = 0.1 \text{ mm}$.

4 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

4.1 Γενικά κατασκευαστικά σχέδια δικτύων ύδρευσης

Στην παρακάτω σχέδιο κλίμακας 1:5000 παρουσιάζονται οι αγωγοί μέσα έναν οικισμό με τους μηχανισμούς των αγωγών (βάνες, εξαερισμοί κ.λ.π) για να διαπιστώσουμε την θέση των αγωγών αναφέρονται μόνο οι οδοί. Σε περίπτωση που αναζητηθούν στοιχεία της θέσης ενός αγωγού στο δρόμο για μια επισκευή ή ενημέρωση άλλου συνεργείου (Δ.Ε.Η, Ο.Τ.Ε) δεν υπάρχουν.



Εικόνα 4.1 Σχέδιο δικτύου ύδρευσης σε οικισμό.

Στον χάρτη που παραθέτεται παραπάνω κλίμακα 1: 2.500 παρουσιάζονται και τα οικοδομικά πολύγωνα, επομένως υπάρχει δυνατότητα μέτρησης της θέσης των αγωγών από την γραμμή του πολυγώνου. Εάν όμως αναζητηθούν οι θέσεις των αγωγών παροχών των καταναλωτών παρατηρείται ότι δεν υπάρχουν. Είναι φανερό λοιπόν ότι για την κατασκευή ενός χάρτη όπου θα απεικονίζονται οι θέσεις των καταναλωτών θα πρέπει να επιλεγεί μια κλίμακα 1: 1000 ή 1: 1500 στον οποίο να φαίνονται τα κτήρια και οι ιδιοκτησίες. Όλα τα παραπάνω ισχύουν στην εκτύπωση ενός χάρτη γιατί στην οθόνη του υπολογιστή γίνεται να περιέχει στοιχεία ανάλογης

κλίμακας με την ζητούμενη ακρίβεια, π.χ όταν έχουμε έναν ψηφιοποιημένο χάρτη με τα περιγράμματα των οικοδομικών πολυγώνων μόνο δεν είναι δυνατό να περαστούν οι παροχές των καταναλωτών γιατί πρέπει να είναι γνωστές οι θέσεις των κτιρίων και ιδιοκτησιών. Άρα ανάλογα με το περιεχόμενο της αυτοματοποίησης που πρέπει να επιτευχθεί πρέπει να γίνει επιλογή και του κατάλληλου ψηφιακού υπόβαθρου. Αυτά σήμερα λείπουν από τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης και για αυτόν τον λόγο τα νέα έργα που κατασκευάζονται δεν καταγράφονται πλήρως ή καθόλου ψηφιακά με αποτέλεσμα αυτοματισμοί στα δίκτυα εσωτερικού υδραγωγείου να μην είναι υπαρκτοί.

Είναι κατανοητό βέβαια όταν σε έναν οργανισμό υπάρχει πλήρης αυτοματισμός μετά από τηλεφώνημα πολίτη για διαρροή σε συγκεκριμένη οδό και αριθμό είναι εφικτό από υπολογιστή να εντοπιστεί ο αγωγός, οι βάνες που θα πρέπει να κλειστούν για να σταματήσει η διαρροή, να απαντηθούν ή να ενημερωθούν οι καταναλωτές που δεν θα έχουν νερό μέχρι την αποκατάσταση της βλάβης, να ειδοποιηθεί το κοντινότερο συνεργείο στην περιοχή της βλάβης, την αποθήκη από την οποία θα μεταφερθούν στο σημείο βλάβης τα κατάλληλα υλικά για την επισκευή.

4.2 Χάραξη δικτύων αποχέτευσης σε συνάρτηση με τοπικές απώλειες

Οι γραμμικές απώλειες παρουσιάζονται σε διάφορες θέσεις ενός δικτύου αποχέτευσης, εκτός αυτών εμφανίζονται οι γραμμικές απώλειες που οφείλονται στην τύρβη ή τους στροβιλισμούς που προκαλούνται από τις απότομες αλλαγές τις ταχύτητας, αλλαγή κατεύθυνσης ή εμπόδια. Έτσι σε μελέτες δικτύου αποχέτευσης είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη και οι τοπικές απώλειες.

Οι πιο διαδεδομένες τοπικές απώλειες συγκαταλέγονται με τις γραμμικές. Έτσι αυξάνεται και μειώνεται κατάλληλα ο συντελεστής τραχύτητας n . Σε αγωγούς υψηλής αξίας είναι απαραίτητη η ιδιαίτερη μελέτη των τοπικών απωλειών.

Γι' αυτό τα δεδομένα μετρήσεων που υπάρχουν δε φτάνουν, για να δώσουν ικανοποιητικές σχέσεις για τον υπολογισμό των τοπικών απωλειών σε υπονόμους. Τα πειραματικά δεδομένα αποτελούν την κύρια πηγή για τον υπολογισμό των τοπικών απωλειών, είτε γίνεται καθαρά εμπειρικά. Έτσι οι θέσεις αλλαγής ταχύτητας όταν μορφώνεται κατάλληλη συναρμογή, οι τοπικές απώλειες εκτιμώνται από τις σχέσεις (Greeley, et al., 1969, Metcalf & Eddy, 1981):

- για την περίπτωση που η ταχύτητα αυξάνεται προς τα κατάντη

$$h_t = k_c \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

όπου ο συντελεστής k_c παίρνει τιμές 0.1 έως 0.2 για καλά σχεδιασμένες συναρμογές (κανόνας 12.5°) και 0.5 για απότομες αλλαγές.

- για την περίπτωση που η ταχύτητα μειώνεται προς κατάντη

$$h_t = k_c \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

όπου ο συντελεστής k_c παίρνει τιμές 0.2 έως 0.3 για καλά σχεδιασμένες συναρμογές και 1.0 για απότομες αλλαγές.

Στις παραπάνω σχέσεις, V_1 και V_2 είναι οι ταχύτητες λίγο ανάντη και λίγο κατάντη της συναρμογής.

Σε στροφές αγωγού χρησιμοποιείται η σχέση

$$h_t = k_b \frac{V^2}{2g}$$

όπου ο συντελεστής k_b προσδιορίζεται ανάλογα με την ακτίνα a της καμπύλης που ορίζεται από την κεντρική γραμμή του αγωγού, ως εξής:

- για $a = D$ $k_b = 0.5 (\varphi/90)$
- για $a = 2D$ $k_b = 0.25(\varphi/90)$
- για $a \geq 10D$ $k_b \approx 0$

4.3 Κατασκευαστικά στοιχεία τεχνικών έργων στα δίκτυα αποχέτευσης

Τα φρεάτια επίσκεψης αποτελούν τεχνικά έργα που συμπεριλαμβάνονται σε δίκτυα αποχέτευσης. Τα συγκεκριμένα φρεάτια εξυπηρετούν τον αερισμό και εξαερισμό του δικτύου, για επίβλεψη ροής και συντήρησης των αγωγών. Είναι τοποθετημένα σε θέσεις αλλαγής διαμέτρου κατεύθυνσης αγωγών και κλίσης τους. Για καθαρισμό αγωγών τοποθετούνται σε μεγάλες εκτάσεις. Στο σημείο συνάντησης αγωγών κατασκευάζονται και τα φρεάτια συμβολής.



ΕΙΚΟΝΑ 5.1 ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ

4.3.1 Φρεάτια για καταθλιπτικούς αγωγούς

Το τέλος του καταθλιπτικού αγωγού σε κάθε περίπτωση αποτελεί το φρεάτιο, κατά την συνθήκη ότι ο αγωγός ξεθυμαίνει σε αγωγό βαρύτητας δικτύου αποχέτευσης. Τα φρεάτια σχεδιάζονται σε χαμηλά σημεία και είναι χρήσιμα για το άδειασμα του αγωγού σε υψηλά σημεία αλλά και τον εξαερισμό σε σημεία που επιβάλλεται η εισαγωγή ειδικών προδιαγραφών και εξοπλισμού.

Ένα βαθύ σημείο με κλίση προς τον πυθμένα απαιτείται για ώρα ανάγκης, εάν υπάρξει βλάβη να μπορεί να αδειάσει το φρεάτιο.

4.3.1.2 Φρεάτια πτώσης

Τα συγκεκριμένα φρεάτια σχεδιάζονται στην περίπτωση που ο αγωγός πρέπει να περάσει πάνω από εμπόδια ή εμφανίζονται διαφορές στα ύψη με άλλους Αγωγούς. Εφικτό είναι να σχεδιαστεί με εσωτερικό bypass, φρεάτιο με υπερχειλιστή, φρεάτιο κατασκευής βαθμίδων και φρεάτιο πτώσης με πλάκα ανάκλασης.

4.4 Κατασκευές διασταύρωσης με εμπόδια

Σε ρέματα και ποταμούς, οι διασταυρώσεις αγωγών αποχέτευσης, έχοντας εγκατασταθεί μεταφορικό μέσο, με διαφορετικό αγωγό δικτύου αποχέτευσης η ύδρευσης επιβάλλει άλλες κατασκευές των οποίων το είδος καθορίζεται από το υψόμετρο των αγωγών και των κατασκευών.

- Δημιουργία By pass
- Ρύθμιση μεγέθους αγωγού
- Σίφων υπό διαφορετική κλίση
- Δημιουργία αντλιοστασίου
- Μικρή κλίση σίφων
- Επιπρόσθετος αγωγός στο πλάι γέφυρας

Στις περιπτώσεις της διάβασης κατάντη εμποδίων χρησιμοποιείται ευρύτατα πλέον διεθνώς αλλά και στην Ελλάδα η μέθοδος διατήρησης.

4.5 Υλικά προκατασκευασμένων αγωγών – κριτήρια επιλογής

Η επιλογή των υλικών γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

1. Διάρκεια ζωής
2. Η αντοχή τους σε μηχανική διάβρωση
3. Η αντοχή τους σε χημική διάβρωση(από οξέα, βάσεις, αέρια, κ.λ.π)
4. Αντοχή με βάση τη φύση του υλικού
5. Τα έξοδα για τοποθέτηση και χειρισμό
6. Η ευκολία αυτών σε χειρισμό και τοποθέτηση
7. Αν υπάρχουν διαθέσιμα μεγέθη διατομών που απαιτούνται

5 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΡΟΔΟΥ

5.1 Γενικές πληροφορίες για το νησί της ρόδου

Η Ρόδος το νησί των ιπποτών όπως είναι γνωστό το οποίο κατατάσσεται στα Δωδεκάνησα και βρίσκεται στο νοτιανατολικό Αιγαίο. Διαθέτει την μεγαλύτερη έκταση γης από όλα τα Δωδεκάνησα και αποτελεί το μεγαλύτερο νησί των Δωδεκανήσων, ενώ είναι το τέταρτο μεγαλύτερο πανελλαδικά και τρίτο σε πληθυσμό. Το νησί της Ρόδου βρίσκεται στο Αιγαίο πέλαγος και το υψηλότερο σημείο του είναι η κορυφή του βουνού Ατταβύρου που ανέρχεται στα 1215 μέτρα. Το 2011 στην απογραφή πληθυσμού που πραγματοποιήθηκε η Ρόδος καταμέτρησε περίπου 116.00 κατοίκους, από τους οποίους το μεγαλύτερο μέρος τους, περίπου 50.000 μένουν στο κέντρο της Ρόδου, ενώ οι υπόλοιποι σε χωριά. Ο αριθμός αυτός αυξάνεται ραγδαία την καλοκαιρινή περίοδο όπου στο νησί φτάνουν καθημερινά χιλιάδες τουρίστες αλλά και κάτοικοι από διάφορα με της Ελλάδος, για να εργαστούν σε τουριστικές επιχειρήσεις για την καλοκαιρινή σεζόν. Ο συνολικός αριθμός κατοίκων την καλοκαιρινή περίοδο μπορεί να φτάσει το 1.000.000 αλλά και παραπάνω.

Η πρωτεύουσα της Ρόδου, η πόλη της Ρόδου δηλαδή βρίσκεται στο βορειανατολικό σημείο του νησιού, και μετρά περίπου 150.000 κατοίκους όπως προαναφέρθηκε, έτσι αποτελεί τον μεγαλύτερο οικισμό του νησιού. Η παλιά πόλη, όπως αποκαλείται από ντόπιους κατοίκους του νησιού ή αλλιώς μεσαιωνική πόλη της Ρόδου, βρίσκεται μέσα στο κέντρο του νησιού. Σύμφωνα με μελέτη της UNESCO η μεσαιωνική πόλη της Ρόδου εντάσσεται στις πιο καλοσυντηρημένες μεσαιωνικές πόλεις και αποτελεί μνημείο παγκόσμιας κληρονομιάς.

Στο χωριό του Παραδεισίου και περίπου 13 χιλιόμετρα έξω από κέντρο της Ρόδου βρίσκεται το αεροδρόμιο του νησιού, το οποίο ονομάζεται << ΔΙΑΓΟΡΑΣ >>. Κάθε χρόνο πραγματοποιούνται χιλιάδες αφίξεις, έτσι ο αερολιμένας καταλαμβάνει σταθερά την τέταρτη θέση αφίξεων σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ επίσης στο νησί αρκετοί είναι οι επισκέπτες που φτάνουν στο νησί με κρουαζιερόπλοια υποδεικνύοντας τη σημασία της Ρόδου ως τουριστικός προορισμός.



ΕΙΚΟΝΑ 5.1 Το κέντρο της Ρόδου από πανοραμική άποψη



ΕΙΚΟΝΑ 5.2 Το παλάτι του μεγάλου Μαγίστρου στην μεσαιωνική πόλη

5.2 Το σύστημα ύδρευσης στη Ρόδο

Όλοι οι οικισμοί στο νησί της Ρόδου, υδρεύονται από γεωτρήσεις. Σχεδόν κάθε οικισμός διαθέτει γεώτρηση, σε αντίθετη περίπτωση παίρνει νερό από γειτονικό οικισμό. Το νερό από τις

γεωτρήσεις χρησιμοποιείται για ύδρευση αλλά και για άρδευση. Παρόλαυτα το 70% της πόλης της Ρόδου υδρεύεται από το φράγμα του Γαδουρά.

Σημαντική εξέλιξη στο σύστημα ύδρευσης της Ρόδου σημειώνει η ένταξη συστήματος διαχείρισης νερού σε αυτό. Πρόκειται για μια τεχνολογία η οποία παρέχει μέσω μιας εφαρμογής τον πλήρη έλεγχο της ομαλής λειτουργίας του δικτύου, ηλεκτρονικά. Το σύστημα διαθέτει αισθητήρες και αυτοματισμούς, με τον τρόπο οι αντιμετώπιση βλαβών στο δίκτυο γίνονται αυτόματα ή αν δεν είναι εφικτό αυτό η εφαρμογή προσδιορίζει ακριβώς το σημείο της βλάβης με αποτέλεσμα την άμεση αποκατάσταση της. Επιπλέον, το σύστημα αυτό προσδιορίζει τη λήψη σωστών αποφάσεων για εξασφάλιση ποιότητας των υδάτων, για τον περιορισμό διαρροών αρά και την πρόληψη της ρύπανσης, για εξοικονόμηση υδατικών πόρων , ενέργειας χρημάτων και συμβάλλει στην <<διαφανή τιμολόγηση ύδρευσης και άρδευσης>>.

5.2.1 Το φράγμα του Γαδουρά

Το 2002 ξεκίνησε έργο ιδιαίτερης σημασίας για το σύστημα ύδρευσης της Ρόδου. Το έργο αυτό ονομάστηκε <<ΥΔΡΕΥΣΗ ΑΠΟ ΦΡΑΓΜΑ ΓΑΔΟΥΡΑ>> και με δύο συνεχόμενες εργολαβίες ξεκίνησε τη λειτουργία του το 2014 όπου αποδείχθηκε άκρως αποδοτικό. Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου έργου σημαντικό φορέα αποτέλεσε το υπουργείο μεταφορών, το υπουργείο υποδομών και η περιφέρεια νοτίου Αιγαίου. Όσον αφορά το κόστος του έργου, αυτό χρηματοδοτήθηκε από κοινού από το ταμείο συνοχής και ευρωπαϊκής ένωσης και το ποσό έφτασε τα 160.000.000. Το έργο υλοποίησε η κατασκευαστική εταιρεία ΑΕΓΕΚ.

Τα κύρια μέρη που αποτέλεσαν την υλοποίηση του έργου ήταν κατασκευή του φράγματος, η μεταφορά νερού στις εγκαταστάσεις μέσω κατασκευής κατάλληλων υδραγωγείων. Επιπλέον, η κατασκευή και αποδοτική λειτουργία Ε.Ε.Ν Ρόδου, ημερήσιας δυναμικότητας επεξεργασίας νερού που ανέρχεται στα 60.000 κυβικά μέτρα. Ο στόχος της τροφοδοσίας του νησιού με την κατασκευή κατάλληλου υδραγωγείου.

Το έργο ύδρευσης υλοποιήθηκε με γνώμονα το έτος 2039, όπου οι ανάγκες στο δίκτυο της Ρόδου αλλά και γειτονικών νησιών συνολικά θα φτάσουν τα 26,5 εκατομμύρια κυβικά μέτρα.

Με ανοιχτό πανελλαδικό διαγωνισμό η περιφέρεια νοτίου Αιγαίου δήλωσε την ανάγκη για εύρεση εταιρείας παροχής υπηρεσιών, για καθημερινή επίβλεψη και συντήρηση του έργου. Στο συγκεκριμένο διαγωνισμό ανάδοχος εταιρεία αναδείχθηκε η ΑΚΤΩΡ ΑΤΕ. Έτσι έπειτα από την υπογραφή της σύμβασης πάνω στο θέμα, το έργο λειτουργεί ασταμάτητα από τον Αύγουστο του 2017, για όλο το έτος.



Εικόνα 5.3 το φράγμα του Γαδουρά υπό κατασκευή



Εικόνα 5.4 το φράγμα του Γαδουρά από πανοραμική άποψη

5.2.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά φράγματος Γαδουρά

Το φράγμα του Γαδουρά, αποτελείται από λιθορριπή με κεντρικό αδιαπέραστο πυρήνα από άργιλο. Όσον αφορά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του, το ύψος ανέρχεται στα 67 μέτρα, ενώ το μήκος και πλάτος στέψης στα 585 και 10 μέτρα αντίστοιχα. Ο συνολικός όγκος του φράγματος είναι 2,15 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Συνολικά ο ταμιευτήρας χωρητικότητα τα 63 εκατομμύρια κυβικά μέτρα. Στα 4.380 στρέμματα ανέρχεται η μέγιστη επιφάνεια καθρέπτη ταμιευτήρα, ενώ τα 148 χιλιόμετρα περίπου αγγίζει η λεκάνη απορροής, δηλαδή το 11% ολόκληρης της επιφάνειας της Ρόδου.

Το τμήμα του αγωγού πριν των εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού, συνολικού μήκους 9,1 χιλιομέτρων είναι κατασκευασμένο από χαλυβδοσωλήνες διατομής Φ1300 και η μέγιστη παροχή σχεδιασμού του είναι 1,55 κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο.



Εικόνα 5.4 Το φράγμα του Γαδουρά υπό κατασκευή με λιθορριπή

5.2.3 Εγκατάσταση επεξεργασίας νερού

Οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού (Α' φάση) , σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν , ώστε να μπορούν να επεξεργάζονται ημερησίως 60.000 κυβικά μέτρα νερού ποιότητας Α2, και να παράγουν υψηλής ποιότητας πόσιμο νερό. Η δυναμικότητα της Ε.Ε.Ν Ρόδου προβλέπεται να αυξηθεί σε 120.000 κυβικά μέτρα ημερησίως με την κατασκευή των έργων Β' φάσης. Για την επεξεργασία νερού χρησιμοποιούνται οι πλέον σύγχρονες και παγκοσμίως αναγνωρισμένες μέθοδοι και τεχνολογίες καθαρισμού. Τα στάδια επεξεργασίας των Ε.Ε.Ν περιλαμβάνουν:

- 1) Προχλωρίωση
- 2) Κροκίδωση – καθίζηση
- 3) διύλιση σε κλίνες άμμου
- 4) Απολύμανση

5) Επεξεργασία παραγόμενης ιλύος

Το επεξεργασμένο πόσιμο νερό, αποθηκεύεται προσωρινά σε δύο δεξαμενές συνολικής δυναμικότητας 3.000 κυβικών μέτρων ανά ώρα, στο υδραγωγείο τροφοδοσίας της πόλης της Ρόδου.

Η λειτουργία του συνόλου έργου ελέγχεται και ρυθμίζεται από σύστημα αυτοματισμού, τηλε-ελέγχου και τηλεχειρισμού (SCADA), εγκατεστημένο στην Ε.Ε.Ν Ρόδου, και παρακολουθείται από κλειστό κύκλωμα καμερών.



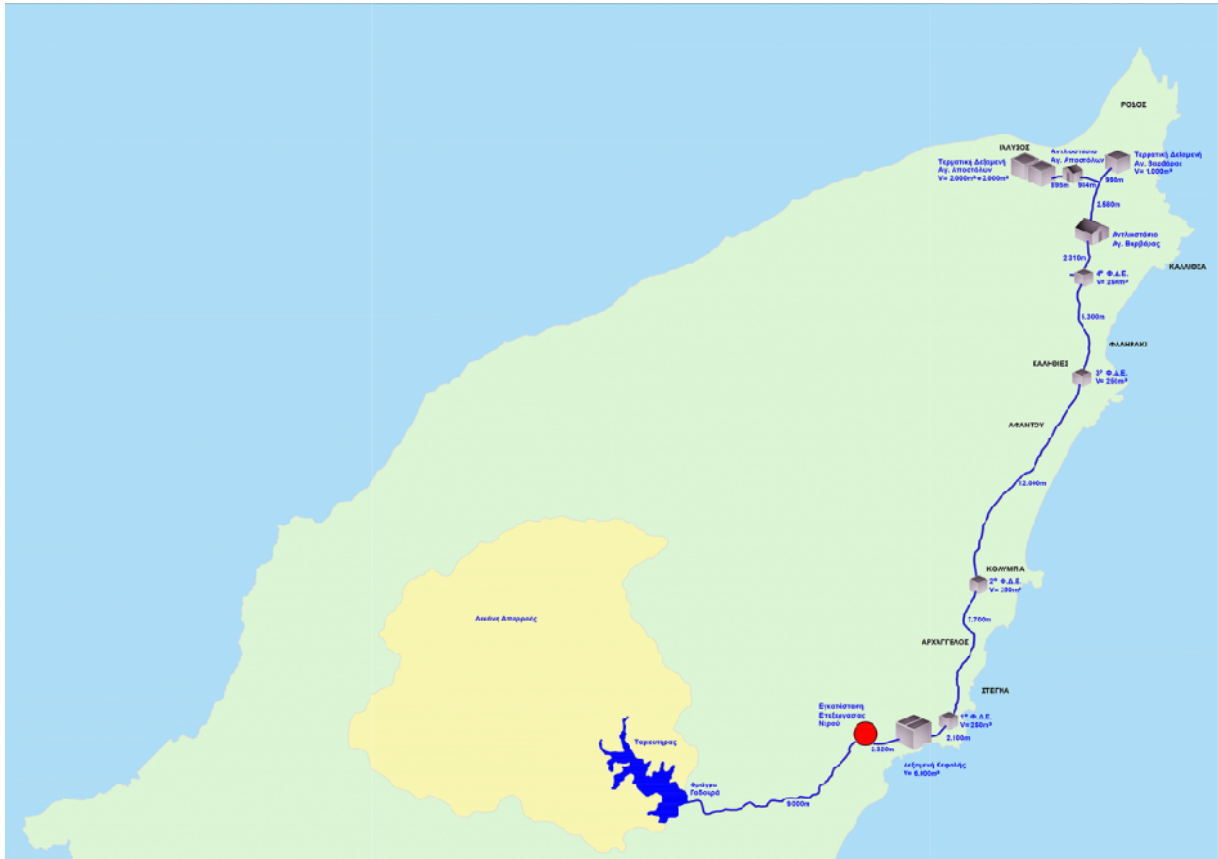
Εικόνα 5.5 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού στη νότια Ρόδο

5.2.4 Υδραγωγείο τροφοδοσίας της πόλης της Ρόδου με πόσιμο νερό

Το επεξεργασμένο πόσιμο νερό οδηγείται από την Ε.Ε.Ν στις δεξαμενές δύο οικισμών της πόλης της Ρόδου, Ασγούρου και Αγίων Αποστόλων, μέσω του υδραγωγείου τα βασικά τμήματα του οποίου είναι:

- δίκτυο αγωγού μεταφοράς του πόσιμου νερού, μήκους περίπου 39,71 χιλιόμετρα
- η δεξαμενή κεφαλής αποτελούμενη από δύο διακριτές δεξαμενές συνολικής χωρητικότητας 6.000 κυβικών μέτρων
- τέσσερα (4) φρεάτια διακοπής πίεσης νερού και ελέγχου ροής
- δύο τερματικά αντλιοστάσια στις περιοχές της Αγίας Βαρβάρας και των Αγίων Αποστόλων συνολικής, δυναμικότητας περίπου 3.600 και 700 κυβικών μέτρων νερού ανά ώρα, αντίστοιχα.

Το υδραγωγείο έχει κατασκευαστεί από χαλυβδοσωλήνες διαφόρων διατομών (Φ1200,Φ1100 ΚΑΙ Φ1000) και η μέγιστη παροχή σχεδιασμού του είναι 1,39 κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο.



Εικόνα 5.6 Ο χάρτης του φράγματος του Γαδουρά

5.3 Το πρόβλημα υδροδότησης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και από τις αρχές της τουριστικής σεζόν ο πληθυσμός της Ρόδου υπεραυξάνεται. Οι εκατοντάδες ξενοδοχειακές μονάδες επαναλειτουργούν και έτσι οι ανάγκες στο δίκτυο ύδρευσης αυξάνονται. Έτσι αρκετά σύνηθες είναι το φαινόμενο σε πολλές τουριστικές περιοχές της Ρόδου η κατάσταση να βγαίνει εκτός ελέγχου με αποτέλεσμα τουρίστες και πολίτες του νησιού να φτάνουν στα όρια τους λόγω της έλλειψης νερού.

Η έλλειψη νερού και η πολύ χαμηλή πίεση στο νησί της Ρόδου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες οφείλεται σε ορισμένους παράγοντες:

- Αυξημένες ανάγκες ύδρευσης λόγω των τεράστιων ξενοδοχειακών μονάδων
- Αυξημένες ανάγκες νερού για άρδευση(παραγωγή καρπουζιού, κρασιού)
- Αύξηση του πληθυσμού άρα και των αναγκών, λόγω του τουρισμού
- Αυξημένες ανάγκες για ατομική χρήση λόγω των υψηλών θερμοκρασιών
- Προβλήματα στην ηλεκτροδότηση του νησιού, που επηρεάζει άμεσα την ύδρευση
- Ευαίσθητη λειτουργία της ύδρευσης
- Σπατάλη και κακή νοοτροπία στη χρήση του νερού

Οι παραπάνω είναι οι βασικοί παράγοντες που συμβάλλουν στο πρόβλημα υδροδότησης στο νησί της Ρόδου, σε συνδυασμό με ότι κάποιοι οικισμοί αντιμετωπίζουν προβλήματα υδροδότησης διότι δεν βρίσκονται σε ευνοϊκό υψόμετρο. Για παράδειγμα ο οικισμός της Ανάλυψης, ο οποίος βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα ύδρευσης διότι το νερό που νερό φτάνει εκεί με πολύ χαμηλή πίεση έως και μηδαμινή. Σημαντικό ρόλο στο πρόβλημα παίζει το ότι σε αρκετές περιοχές η υπάρχουσα υποδομή δεν έχει κατασκευαστεί με επιστημονικούς υπολογισμούς αλλά με εμπειρικό τρόπο.

5.4 Το σύστημα αποχέτευσης στο νησί της Ρόδου

Στη Ρόδο η υπηρεσία που είναι υπεύθυνη για την αποχέτευση είναι η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Δήμου Ρόδου (ΔΕΥΑΡ). Οι διατάξεις του, εφαρμόζονται από τους ιδιοκτήτες των ακινήτων που κάνουν χρήση του δικτύου αποχέτευσης.

Η ΔΕΥΑΡ έχει στην κυριότητα της τα δίκτυα αποχέτευσης όμβριων και ακαθάρτων που βρίσκονται στην περιοχή ευθύνης της και είναι αρμόδια για την μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση και λειτουργίας τους.

Όσον αφορά το σύστημα αποχέτευσης που λειτουργεί στη νησί της Ρόδου, δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά με την υπόλοιπη Ελλάδα, ως σύστημα αποχέτευσης της Ρόδου έχει επιλεγεί το χωριστικό (όμβριων – ακαθάρτων), το οποίο διαμορφώθηκε σταδιακά σύμφωνα με τις υπάρχουσες εγκεκριμένες μελέτες, αντικαθιστώντας το προϋπάρχων παντοροϊκό σύστημα. Ωστόσο, χρησιμοποιείται σε αρκετούς μικρούς οικισμούς μέχρι και σήμερα το παντοροϊκό σύστημα.



Εικόνα 5.7 Το κτήριο της ΔΕΥΑΡ στην πόλη της Ρόδου

Το <<οριστικό δίκτυο αποχέτευσης >> αποτελούν οι αγωγοί ακαθάρτων και όμβριων νερών ,οι υπερχειλιστές, τα αντλιοστάσια, και γενικά έργο που έχει σκοπό τη συλλογή και μεταφορά των ακαθάρτων του νησιού της Ρόδου, και όμβριων νερών στους τελικούς αποδέκτες, σύμφωνα με τις αρμόδιες συγκεκριμένες μελέτες. Στο οριστικό δίκτυο εντάσσονται και όλες οι εξωτερικές διακλαδώσεις, τα φρεάτια υδροσυλλογής όμβριων και τα φρεάτια ελέγχου σύνδεσης των ακινήτων που συνδέονται. Αξίζει να σημειωθεί ότι το οριστικό δίκτυο αποχέτευσης ανήκει στην περιουσία της Επιχείρησης.

Στο << οριστικό σύστημα αποχέτευσης>> εντάσσονται οι αγωγοί που κατασκευάστηκαν ή θα κατασκευαστούν από τρίτους, εφ'όσον αυτοί βρίσκονται εκτός των ιδιοκτησιών και εφ'όσον αυτό κριθεί σκόπιμο από τη ΔΕΥΑΡ. Στους αγωγούς αυτούς η ΔΕΥΑΡ έχει δικαιώματα όμοια με εκείνα που έχει στο υπόλοιπο δίκτυο.

5.5 Προβλήματα στο δίκτυο αποχέτευσης

Όπως και στο σύστημα ύδρευσης έτσι και στο σύστημα αποχέτευσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες δημιουργούνται προβλήματα λόγω της υπερφόρτωσης του συστήματος από την ραγδαία

αύξηση του πληθυσμού. Επιπλέον, οι υποδομές βιολογικού (B.I.O.K.A) είναι ανεπαρκής σε σχέση με τις ανάγκες του συστήματος. Μόνο οι οικισμοί της Κρεμαστής, πόλη της Ρόδου, Λίνδος, Γεννάδι, Φάνες και Θεολόγος διαθέτουν υποδομή βιολογικού, πράγμα που καθιστά ανέφικτο την κάλυψη των αναγκών περισσότερων οικισμών.

Σημαντικό πρόβλημα στην αποχέτευση του νησιού αποτελεί ότι σε μεγάλους οικισμούς όπως τον οικισμό Αφάντου και Αρχαγγέλου δεν υπάρχει τελικός αποδέκτης όμβριων. Άλλα προβλήματα του δικτύου είναι:

- Υπέρμετρη ανάπτυξη σε ορισμένους οικισμούς που επηρεάζει την ορθή λειτουργία
- Έντονη δυσοσμία λόγω της ανεπάρκειας αναβάθμισης των εγκαταστάσεων ΒΙΟΚΑ
- Πλημμύρες κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω των υπερφορτωμένων φρεατίων από σκουπίδια φύλλα κλπ
- Ανεπαρκής συντήρηση φρεατίων απορροής όμβριων υδάτων
- Μη προβλέψιμες βλάβες σε αγωγούς με αποτέλεσμα την μη ορθή λειτουργία του συστήματος (πχ σπάσιμο αγωγού)

6. Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία εύκολα βγαίνει το συμπέρασμα ότι το νησί της Ρόδου, ένας προορισμός για δεκάδες χιλιάδες τουρίστες, πέρα από τις σπάνιες ομορφιές και μέρη που διαθέτει, θα πρέπει να αναβαθμίσει κάποιες υποδομές που κρίνονται αναγκαίες για την καλύτερη ποιότητα ζωής αλλά και διαμονής στο νησί. Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, το σύστημα ύδρευσης στη Ρόδο, σε συνδυασμό με το φράγμα του Γαδουρά δεν επαρκούν για να καλύψουν όλες τις ανάγκες του δικτύου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, παρουσιάζονται σημαντικά προβλήματα στο δίκτυο, όπως χαμηλή πίεση ειδικότερα της αιχμής αλλά και πολύ συχνά μηδαμινής πίεσης. Σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού, η διαμονή στο νησί μπορεί να γίνει αφόρητη. Έτσι οι αρμόδιοι φορείς θα πρέπει να συσχεφτούν και για να βρεθεί λύση στο πρόβλημα. Οι αναβαθμίσεις του δικτύου, καθώς και η επέκταση γεωτρήσεων αποτελούν λύση στο πρόβλημα, επιπλέον σε βάθος χρόνου η υλοποίηση ενός ακόμα φράγματος στην βόρεια πλευρά της Ρόδου κρίνεται αναγκαία. Οι παραπάνω διαδικασίες θα πρέπει να γίνουν κατά την περίοδο του χειμώνα, όπου το δίκτυο είναι φορτωμένο και δεν υπάρχει τουρισμός στο νησί παρά μόνο οι μόνιμοι κάτοικοι.

Ότι ισχύει για το σύστημα ύδρευσης εύκολα συμπεραίνεται ότι ισχύει για το σύστημα αποχέτευσης. Επομένως, οι αρμόδιοι φορείς θα πρέπει να στοχεύσουν στην αναβάθμιση του

ώστε αποφθεχθούν τα προβλήματα που έχουν αναφερθεί, καθώς και η επέκταση βιολογικών μονάδων και εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων. Έτσι θα επιτευχθεί η καλύτερη ποιότητα ζωής στο νησί, αύξηση της οικονομίας διότι θα αυξηθεί ο τουρισμός αλλά και περισσότερη προστασία του περιβάλλοντος.

Βιβλιογραφία:

- Softland and beyond group. (n.d.). Φράγμα Γαδουρά. Ρόδος, περιφέρεια νοτίου Αιγαίου.
- Βασίλης, Ι. (2010, Οκτώβριος). ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ.
- Βασίλης, Ι. (2010, Οκτώβριος). Αποχετεύσεις. Θεσσαλονίκη, Μακεδονία, Ελλάδα.
- ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Π. Ε.-Κ. *Αυτοματοποίηση στην τοπική αυτοδιοίκηση* (2η Έκδοση ed.). Εκδόσεις Δισιγμα.
- Ιωάννης Σταθακόπουλος, Μ. Κ. (2014). Επίλυση δικτύων μεταφοράς νερού για άρδευση.
- Κούγκλος, Α. Γ. *ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ*. 2016, 2017 ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ.
- *Rolling Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality (draft)*. From November 11–13, 2003 meeting in Rome, Italy at the WHO European Centre for Environment and Health
- Manish Thimmaraju, Divya Sreepada, Gummadi Sridhar Babu, Bharath Kumar Dasari, Sai Kiran Velpula and Nagaraju Vallepu (September 19th 2018). Desalination of Water, Desalination and Water Treatment, Murat Eyvaz and Ebubekir Yüksel, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.78659.
- Solley, W. B., Pierce, R. R., and Perlman, H. A. "Estimated Use of Water in the United States in 1995." *U.S. Geological Survey Circular* 1200 (1998).
- **W. Muller- Wiener**, Η Αρχιτεκτονική στην Αρχαία Ελλάδα, 1995 (μτφρ. Μπ. Σμιτ – Δούνα).
- ΔΕΥΑΡ (ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΡΟΔΟΥ)

