



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ**

*ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ*

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΓΑΛΗΝΗ,ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ

ΕΥΔΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ, ΖΓΟΥΡΗ ΙΟΡΔΑΝΙΑ

**ΣΙΝΔΟΣ**

**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ,2018**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ.3-4	σελ.3-4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....σελ.5	σελ.5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....σελ.6	σελ.6
1.2 ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....σελ.6-10	σελ.6-10
1.3 ΕΙΔΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....σελ.10-11	σελ.10-11
1.4 Η ΡΟΗ ΣΤΟΥΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ.....σελ.11	σελ.11
1.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ.....σελ.11-12	σελ.11-12
1.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....σελ.12-13	σελ.12-13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....σελ.14-16	σελ.14-16
2.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....σελ.16-17	σελ.16-17
2.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.....σελ.17	σελ.17
2.4 ΟΙ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ.....σελ.18-19	σελ.18-19
2.5 ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....σελ.19-20	σελ.19-20
2.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ.....σελ.20-24	σελ.20-24
2.7 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....σελ.24	σελ.24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
3.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ.....σελ.25-26	σελ.25-26
3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....σελ.26-27	σελ.26-27

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

- 4.1 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.....σελ.28-31
- 4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CROSS.....σελ.32-38
- 4.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΙ ΤΗΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕ ΤΟΝ ΟΙΚΙΣΜΟ.....σελ.38-39
- 4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ.....σελ.39-41

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

- 5.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ.....σελ.42
- 5.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....σελ. 42-45
- 5.3 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ.....σελ.45-47
- 5.4 ΑΡΘΡΑ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ.....σελ.48-56
- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.57

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι ένας φυσικός πόρος που έχει μεγάλη σημασία γιατί είναι από τους βασικούς παράγοντες για τη ζωή και την ανάπτυξη. Το νερό αποτελούσε πάντα πηγή ζωής για τον άνθρωπο. Είναι γνωστό ότι ο άνθρωπος δεν μπορεί να επιζήσει χωρίς νερό, για αυτό και οι πρώτες οργανωμένες κοινωνίες εμφανίστηκαν δίπλα σε ποτάμια, λίμνες και στη θάλασσα. Πρωταρχικό μέλημα του ανθρώπου ήταν η εξασφάλιση καθαρού, πόσιμου, σε ικανή ποσότητα και ποιότητα νερού, για να καλύψει τις ανάγκες του.

Από την αρχαιότητα ακόμα, στην Ελλάδα δημιουργούσαν ολόκληρες πόλεις και έχιζαν σπίτια έχοντας πάντα σαν πυξίδα το νερό και από πού προέρχεται αυτό, εφόσον λάμβαναν πάντοτε υπόψη την διάσταση του νερού. Κάτι τέτοιο είναι εύκολο να το συμπεράνει κανείς, από το πλήθος, την τεχνική αρτιότητα και την ποιότητα των έργων που σχετίζονται με το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και που υπάρχουν σε όλη την επικράτεια της Χώρας.

Έτσι βλέπουμε το τεχνολογικά απίστευτα προηγμένο ανάκτορο της Μινωικής Κνωσσού στην Κρήτη για τα δεδομένα της εποχής, να έχει δίκτυο ύδρευσης για την παροχή πόσιμου νερού σε όλους τους χώρους, λουτρά και αποχετευτικό δίκτυο (το οποίο δουλεύει ακόμα και σήμερα σε περίπτωση βροχής). Όλα τα παραπάνω σε ένα κτίριο 22.000 τ.μ. το οποίο χτίστηκε τουλάχιστον πριν από 3500 χρόνια (πριν το 1500 π.Χ.).

Αντιθέτως, στην σύγχρονη εποχή θεωρούμε δεδομένο να ανοίγουμε την βρύση και να υπάρχει η απαραίτητη ποσότητα του νερού που χρειαζόμαστε. Η άσκοπη χρήση του νερού σε οικιακή χρήση, στην γεωργία, στην βιομηχανία και σε άλλους παράγοντες έχουν φέρει στο παρασκήνιο την έννοια της λειψυδρίας. Με βάση τα παραπάνω ο ρόλος του μηχανικού των υδρεύσεων γίνεται σημαντικός εφόσον είναι αναγκαίο να αντιμετωπιστούν συγκεκριμένα προβλήματα όπως είναι η διαρροές των δικτύων, η αντικατάσταση και η αποκατάσταση των παλιών δικτύων ύδρευσης, η επέκταση των δικτύων σε νέες περιοχές, η εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην επεξεργασία του νερού αλλά και οι εφαρμογές των ηλεκτρονικών υπολογισμών στα υδρευτικά έργα.

Με τον όρο ύδρευση εννοείται η προμήθεια νερού, ή/και η άντλησή του ή/και το σύνολο των υδρευτικών έργων και μέσων με τα οποία επιτυγχάνεται η παροχή του απαραίτητου νερού σε κάποιον τόπο κατανάλωσης (π.χ. πόλη, βιομηχανία κ.τ.λ.)

Στη σύγχρονη εποχή τα μεγάλα συστήματα ύδρευσης αποτελούνται από σύνολο τεχνικών έργων που εξασφαλίζουν την περισυλλογή του νερού από διάφορες πηγές, ποτάμια, λίμνες (φυσικές και τεχνητές), την επεξεργασία και τον κατάλληλο καθαρισμό του νερού, τη μεταφορά και αποθήκευση του νερού, την παροχή και την κατανομή του στους διάφορους καταναλωτές.

Με τον όρο κατανάλωση νερού νοείται το τμήμα εκείνο της απόληψης νερού, δηλαδή της ποσότητας του νερού που αφαιρείται από ένα υδάτινο σώμα (π.χ. υπόγειος υδροφορέας, λίμνη κλπ.), το οποίο χάνεται, είτε προς την ατμόσφαιρα με

τη διεργασία της εξατμισοδιαπνοής, είτε με την αποθήκευση στο σώμα ζωντανών οργανισμών (Ναλμπάντης Ι., 2007). Πιο συγκεκριμένα, στα δίκτυα ύδρευσης, οποιοδήποτε σημείο διαφυγής του νερού, αποτελεί σημείο κατανάλωσης ή ζήτησης νερού. Στα σημεία αυτά το νερό διαφεύγει είτε για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών, είτε ως απώλεια. Η συνολική κατανάλωση νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης, αποτελεί ίσως το βασικότερο παράγοντα για την υδραυλική επίλυσή του.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής είναι η δημιουργία δικτύου ύδρευσης στην Γαλήνη, Ωραιοκάστρου. Η Γαλήνη είναι ένας οικισμός όπου ανήκει στον δήμο Ωραιοκάστρου και βρίσκεται Νοτιοανατολικά αυτού. Εφόσον το Ωραιόκαστρο είναι πόλη του νομού Θεσσαλονίκης αυτό συνεπάγεται ότι και η Γαλήνη ανήκει στον νομό αυτόν.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε δύο υποενότητες. Η μία περιλαμβάνει όλα τα θεωρητικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, ορισμούς, διευκρινίσεις αυτών ως και εκτενεί αναφορά στη θεωρία επίλυσης υδραυλικών δικτύων. Στην δεύτερη ενότητα αρχικά θα δούμε πως έγινε υδραυλική επίλυση του Δικτύου Ύδρευσης, την χαρτογραφική απεικόνιση του δικτύου όπως επίσης παρατίθενται και αναλύονται όλες οι εφαρμογές που έγιναν όπως οι πίνακες, οι υπολογισμοί και τα κατάλληλα σχέδια και την επιτυχή εκπόνηση του θέματος.



Εικόνα 1 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΓΑΛΗΝΗΣ,ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΔΙΚΤΥΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

### 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Κάθε δίκτυο ύδρευσης αποτελεί ένα σύστημα αγωγών υπό πίεση, που παραλαμβάνει νερό από ολιγάριθμες πηγές (σημεία εισόδου) και το οδηγεί προς πολλαπλά σημεία προορισμού (σημεία εξόδου ή καταναλωτές). Ουσιαστικά διανέμει το επεξεργασμένο (καθαρό) νερό από τις δεξαμενές σε πολλαπλά σημεία προορισμού (καταναλωτές) μιας αστικής περιοχής.

### 1.2 ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Κάθε δίκτυο ύδρευσης μπορεί να χωριστεί στα εξής μέρη:

1. Ο χώρος υδροσυλλογής
2. Το εξωτερικό υδραγωγείο
3. Οι δεξαμενές
4. Το εσωτερικό υδραγωγείο

#### Χώρος υδροσυλλογής

Ο συγκεκριμένος χώρος αποτελεί το μέρος εκείνο όπου γίνεται η συγκέντρωση των υδάτων. Η ακολουθούμενη διαδικασία ονομάζεται υδροληψία και γίνεται από βρόχινο νερό και από επιφανειακούς (ποτάμια και λίμνες), υπόγειους και πηγαίους υδατικούς πόρους. Στην συνέχεια το νερό αποθηκεύεται σε ειδικά συστήματα αποθήκευσης όπως τεχνητές λίμνες, ταμιευτήρες ή υπόγειες δεξαμενές.

#### Εξωτερικό υδραγωγείο

Το εξωτερικό υδραγωγείο είναι η διάταξη έργων μεταφοράς νερού από την υδροληψία στη δεξαμενή ρύθμισης, αποθήκευσης του οικισμού. Το εξωτερικό υδραγωγείο ουσιαστικά είναι το σύνολο των αγωγών που συνδέουν το χώρο υδροσυλλογής με την υδατοδεξαμενή. Το εξωτερικό υδραγωγείο μπορεί να αποτελείται από:

- Ανοικτούς αγωγούς βαρύτητας

- Κλειστούς αγωγούς υπό πίεση. Οι υπό πίεση αγωγοί μπορεί να είναι είτε βαρύτητας είτε να είναι αγωγοί κατάθλιψης, δηλαδή να υποβοηθούνται από αντλητικό συγκρότημα.
- Κλειστούς αγωγούς που λειτουργούν όμως σαν αγωγοί ελευθέρως επιφάνειας.

### Δεξαμενές

#### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Το νερό πριν περάσει στον τροφοδοτικό αγωγό του δικτύου διανομής αποθηκεύεται στις δεξαμενές αποθήκευσης και ρύθμισης οι οποίες διακρίνονται σε υπερυψωμένες ή υδατόπυργους και σε χαμηλές ή επίγειες (ανοιχτές ή κλειστές). Η χρήση των δεξαμενών έχει τα εξής πλεονεκτήματα :

- Εξισορροπούν την κυμαινόμενη ζήτηση έναντι μιας σταθερής παροχής. Η έξοδος από τη μονάδα επεξεργασίας ή η κατευθείαν άντληση έχουν σταθερή παροχή κατά την διάρκεια του 24ώρου σε αντίθεση με την κατανάλωση, συνεπώς απαιτείται ενδιάμεση αποθήκευση του νερού.
- Μειώνεται η απαίτηση σε άντληση, γιατί δε χρειάζεται να διατίθεται η άντληση που αντιστοιχεί στη μέγιστη ζήτηση νερού. Όταν υπάρχει η απαίτηση για τη μέγιστη παροχή, οι δεξαμενές δίνουν το επιπλέον νερό που έχει αποθηκευτεί από τις χρονικές περιόδους, κατά τις οποίες η ζήτηση είναι μικρότερη από την άντληση.
- Μειώνουν τις πιέσεις του νερού στο δίκτυο.
- Παρέχουν την δυνατότητα για ποιοτικό έλεγχο κοντά στην κατανάλωση και επιπλέον απολύμανση του νερού.
- Αποτελούν αποθήκη νερού για πυρόσβεση
- Η ιδανική περίπτωση κατασκευής των δεξαμενών είναι η ύπαρξη ανάγλυφου, γεγονός σύνηθες στις ελληνικές πόλεις, όταν δε δεν υπάρχει ύψωμα μέσα στην πόλη κατασκευάζεται υδατόπυργος.

#### ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Αρχικά, είναι προτιμότερο η δεξαμενή να τοποθετείται κοντά στο κέντρο βάρους της κατανάλωσης ώστε να μειώνονται οι απώλειες φορτίου και να περιορίζεται η υδροστατική πίεση.

- Η δεξαμενή τοποθετείται όσο το δυνατόν εγγύτερα στον οικισμό, κατόπιν της μονάδας επεξεργασίας, και σε κατάλληλο υψόμετρο.
- Η θέση της επηρεάζει το σχεδιασμό του συνόλου των υδρευτικών έργων (εσωτερικού και εξωτερικού υδραγωγείου).
- Επειδή λειτουργεί ως έργο ημερήσιας ρύθμισης, η διαστασιολόγηση της βασίζεται στις συνθήκες της δυσμενέστερης ημέρας του έτους σχεδιασμού.
- Με την επιλογή κατάλληλης χωρητικότητας:
  - ✓ Εξισορροπείται η διακύμανση ανάμεσα στην σταθερή εισροή νερού από τον αγωγό τροφοδοσίας (ακριβέστερα, τη μονάδα επεξεργασίας), και



την χρονικά κυμαινόμενη, ανάλογα με τις απαιτήσεις της ζήτησης μέσα στο 24ωρο, εκροή.

- ✓ Διατηρείται εφεδρικό απόθεμα για την περίπτωση βλάβης του εξωτερικού υδραγωγείου και πυρκαγιάς εντός του οικισμού.
- ✓ Εξασφαλίζεται αυτοτέλεια των κατόντη από τα ανάντη έργα, που επιδιώκεται για λόγους ασφάλειας (στην περίπτωση βλάβης διάρκειας ορισμένων ωρών) και οικονομικότητας.
- Με την επιλογή κατάλληλης κατώτατης και ανώτατης στάθμης λειτουργίας:
  - ✓ Εξασφαλίζεται (σε συνδυασμό με τα ανάντη έργα) η τεχνικά και οικονομικά πιο πρόσφορη διάταξη και λειτουργία του εξωτερικού υδραγωγείου.
  - ✓ Εξασφαλίζεται (σε συνδυασμό με τα κατόντη έργα) το επιθυμητό εύρος διακύμανσης των πιέσεων στο δίκτυο διανομής.

Με βάση την θέση χωρίζονται σε :

- Ενδιάμεσες
  - ✓ Τοποθετημένες μεταξύ υδροληψίας και περιοχής κατανάλωσης
  - ✓ Συνεχής ανανέωση νερού λόγω της συνεχής ροής
- Ακραιές
  - ✓ Η τροφοδοτούμενη περιοχή βρίσκεται μεταξύ υδροληψίας και δεξαμενής, δηλαδή το νερό περνάει πρώτα από το δίκτυο διανομής και καταλήγει στη δεξαμενή
  - ✓ Σε ώρες αιχμής το δίκτυο τροφοδοτείται και από τις δύο πλευρές
  - ✓ Εξοικονόμηση ενέργειας
  - ✓ Ωστόσο υπάρχει και το μειονέκτημα ότι το νερό της δεξαμενής δεν ανανεώνεται τόσο εύκολα και υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις της πίεσης με την μεταβολή της κατανάλωσης

Με βάση το υψόμετρο τοποθέτησης χωρίζονται σε δύο επιπλέον κατηγορίες :

- Επίγειες
- Υπόγειες

Χαρακτηριστικά επίγειων και υπόγειων δεξαμενών :

- Είναι οι τύποι που εφαρμόζονται συνηθέστερα και είναι πλέον οι οικονομικότεροι.
- Η κατασκευή είναι από σκυρόδεμα, για μεγάλη χωρητικότητα (> 2000 m<sup>3</sup>) με ορθογωνική κάτοψη, ενώ για μικρή χωρητικότητα με ορθογωνική ή κυκλική.
- Διαμορφώνονται δύο τουλάχιστον ίσοι θάλαμοι, ώστε να είναι δυνατή η συντήρηση και ο καθαρισμός τους, χωρίς διακοπή της υδροδότησης.
- Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη στεγανότητα της κατασκευής και την τοποθέτηση αρμών διαστολής μεταξύ των θαλάμων.

- Αν η δεξαμενή τοποθετηθεί υπόγεια, απαιτείται υψηλή συνοχή του εδάφους (διαφορετικά η κατασκευή καθίσταται αντικοινωνική).
- Στον πυθμένα δίνεται ρύση με κλίση έως 8%, για έκπλυση των φερτών.
- Από τον πυθμένα αφήνεται ένα ελεύθερο περιθώριο 0.20-0.30 m, ενώ μεταξύ της ανώτατης στάθμης και της οροφής, αφήνεται ένα περιθώριο περί τα 0.50 m.

### **Εσωτερικό υδραγωγείο**

Το εσωτερικό υδραγωγείο είναι το σύστημα διανομής ύδατος και περιλαμβάνει το άθροισμα των αγωγών που μεταφέρουν το νερό από τη δεξαμενή αποθήκευσης σε κάθε σημείο της υδροδοτούμενης περιοχής. Εκτός από το δίκτυο των αγωγών περιλαμβάνει και όλα τα υπόλοιπα έργα διανομής κατόπιν της δεξαμενής αποθήκευσης του νερού, όπως τις αντλίες, τις δικλείδες, τους ρυθμιστές πίεσης κ.τ.λ.

Δύο είναι οι βασικές απαιτήσεις για το εσωτερικό υδραγωγείο, οι οποίες αναλύονται ποσοτικά στην ενότητα που αναλύονται οι λειτουργικές απαιτήσεις των δικτύων ύδρευσης :

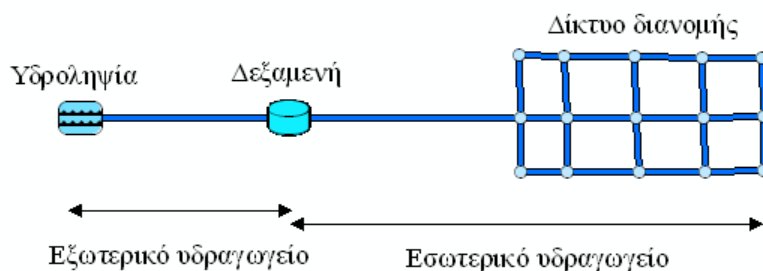
- Η εξασφάλιση της απαιτούμενης παροχής σε κάθε σημείο του δικτύου με ικανοποιητική ταχύτητα.
- Η διατήρηση της πίεσης (ύψος πίεσης) εντός των αποδεκτών ορίων.

Όσον αφορά τη δεξαμενή ρύθμισης ή αποθήκευσης είναι αυτή που οριοθετεί τα τμήματα του υδραγωγείου και για την διαστασιολόγηση της χρειάζονται πληροφορίες τόσο από το εσωτερικό όσο και από το εξωτερικό υδραγωγείο. Συνήθως η δεξαμενή ρύθμισης έχει εικοσιτετράωρη βάση λειτουργίας και πληρεί τις δύο παρακάτω λειτουργίες:

- Την εξίσωση παροχών και καταναλώσεως ανακουφίζοντας την παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο.
- Την εξασφάλιση αποθηκευμένου νερού για την περίπτωση βλάβης ή πυρκαγιάς.

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή θα ασχοληθούμε μόνο με το εσωτερικό υδραγωγείο. Το εσωτερικό υδραγωγείο ακολουθεί το δίκτυο διανομής. Ένα δίκτυο διανομής περιλαμβάνει τον κύριο τροφοδοτικό αγωγό, τους πρωτεύοντες, δευτερεύοντες αγωγούς και τους σωλήνες σύνδεσης με τους καταναλωτές. Στα δίκτυα ύδρευσης η ροή γίνεται υπό πίεση. Ένα επίσης χαρακτηριστικό του δικτύου είναι οι βαλβίδες εισόδου και εξόδου αέρος που τοποθετούνται στα ψηλά σημεία και οι εκκενωτές που τοποθετούνται στα χαμηλά. Τα δίκτυα διανομής διακρίνονται σε ακτινωτά και κυκλοφοριακά. Στην περίπτωση μεγάλων δικτύων προτιμώνται τα

κυκλοφοριακά δίκτυα γιατί είναι περισσότερο ευέλικτα σε περιπτώσεις βλαβών. Το υλικό των αγωγών εξαρτάται από την διάμετρο που απαιτείται κάθε φορά.



### 1.3 ΕΙΔΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Τα δίκτυα ύδρευσης, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο έχουν τοποθετηθεί οι αγωγοί τους, χωρίζονται σε ακτινωτά και βροχωτά ή κλειστά δίκτυα ύδρευσης.

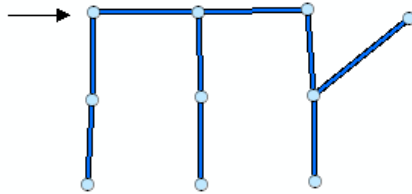
#### Ακτινωτά δίκτυα ύδρευσης

Ακτινωτά δίκτυα ύδρευσης είναι τα δίκτυα τα οποία υδροδοτούνται από ένα μοναδικό σημείο (κεφαλή), στο οποίο δεν σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών (βρόχοι). Κάθε σημείο εξόδου τροφοδοτείται μέσω μιας μοναδικής διαδρομής. Ουσιαστικά είναι τα δίκτυα στα οποία υπάρχει ένας κεντρικός αγωγός μεταφοράς και δευτερεύοντες αγωγοί ή τριτεύοντες που καταλήγουν στον κεντρικό αγωγό. Σε καμία περίπτωση δε σχηματίζεται βρόχος.

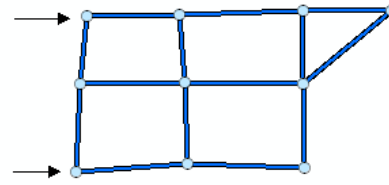
#### Κλειστά δίκτυα ύδρευσης

Ας επικεντρωθούμε όμως στο δίκτυο που εφαρμόζουμε στο συγκεκριμένο οικισμό, τα βροχωτά ή κλειστά δίκτυα ύδρευσης. Κλειστά δίκτυα ύδρευσης είναι δίκτυα τα οποία τροφοδοτούνται από ένα ή περισσότερα σημεία, στα οποία σχηματίζονται κλειστές διαδρομές αγωγών. Σε κάθε σημείο οδηγούν άνω της μίας διαδρομές, με αφετηρία μια από τις κεφαλές του δικτύου.

Παρακάτω επισημαίνονται δυο εικόνες ώστε να γίνει κατανοητό πως είναι ένα ακτινωτό δίκτυο και πως ένα κλειστό δίκτυο ύδρευσης.



Ακτινωτό δίκτυο



Βροχωτό δίκτυο

## 1.4 Η ΡΟΗ ΣΤΟΥΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ

Ως προς το χρόνο, η ροή στους κλειστούς αγωγούς διακρίνεται σε μόνιμη και μη μόνιμη ροή. Μόνιμη ροή παρουσιάζεται όταν η ταχύτητα παραμένει σταθερή, σε όλα τα σημεία, και αμετάβλητη με το χρόνο (μπορεί όμως να μεταβάλλεται με τη θέση). Μη μόνιμη ροή παρουσιάζεται όταν η ταχύτητα μεταβάλλεται, σε όλα τα σημεία, με το χρόνο. Με τον όρο υδραυλικό πλήγμα χαρακτηρίζονται τα φαινόμενα υπερπίεσης, που αντιστοιχούν σε καθεστώς μη μόνιμης ροής σε κλειστούς αγωγούς, μετά από χειρισμούς σε δικλείδες (άνοιγμα ή κλείσιμο, μερικό ή πλήρες, βραδύ ή απότομο), ή εξαιτίας διακυμάνσεων στην παροχή αντλιοστασίων (εκκίνηση ή στάση αντλιών). Στους κλειστούς αγωγούς, το ενδιαφέρον για μεταβαλλόμενη στο χώρο ροή περιορίζεται στη μελέτη των απωλειών φορτίου, που παρατηρούνται σε αλλαγές διαμέτρου, σε στόμια, διακλαδώσεις ή στενώσεις.

## 1.5 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ

Στην πράξη, τα δίκτυα σωλήνων δεν αποτελούνται μονάχα από αυτούς, αλλά και από διάφορα ακόμα εξαρτήματα, συσκευές, δεξαμενές αποθήκευσης, μετρητές, αντλίες, βαλβίδες ρύθμισης, και ηλεκτρονικούς και μηχανικούς ελέγχους. Για λόγους προσομοίωσης, τα εν λόγω εξαρτήματα του δικτύου, έχουν οργανωθεί στις παρακάτω κατηγορίες.

- ❖ Αγωγοί (pressure pipes) - στοιχεία που συνδέουν κόμβους, αντλίες, δεξαμενές και ταμιευτήρες μεταξύ τους.
- ❖ Κόμβοι (pressure junctions) - μη αποθηκευτικοί κόμβοι εισόδου ή εξόδου του νερού στο δίκτυο.
- ❖ Δεξαμενές (tanks) - αποθηκευτικοί κόμβοι, όπου η στάθμη της επιφάνειας του νερού αλλάζει όπως το νερό εισρέει ή εκρέει από αυτές κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης για κάποιο χρονικό διάστημα - extended period simulation.
- ❖ Ταμιευτήρες (reservoirs) - αποθηκευτικοί κόμβοι, όπου η στάθμη της επιφάνειας του νερού δεν αλλάζει κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

❖ Αντλίες (pumps) - μη αποθηκευτικοί κόμβοι, που προσθέτουν ενέργεια στο σύστημα καθώς το νερό περνάει μέσα από αυτές.

❖ Βαλβίδες (valves) - μηχανικές συσκευές, χρησιμοποιούμενες για να σταματήσουν ή να ελέγξουν τη ροή μέσω ενός σωλήνα, ή για να ελέγξουν την πίεση στο σωλήνα ανάντη ή κατόντη της βαλβίδας. Το αποτέλεσμα της λειτουργίας τους είναι απώλεια ενέργειας στο σύστημα.

## 1.6 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

- Εξασφάλιση της απαιτούμενης παροχής σε κάθε σημείο του δικτύου με ικανοποιητική ταχύτητα. Για τα εσωτερικά δίκτυα ύδρευσης η ταχύτητα του νερού θα πρέπει να κυμαίνεται κατά το δυνατόν μέσα στα όρια: 0.5 – 1.5 m/s. Για τα κλειστά δίκτυα ύδρευσης, υπάρχει μεγαλύτερη ελαστικότητα στα όρια για την ταχύτητα εφόσον στα κλειστά δίκτυα επιτυγχάνεται κυκλοφορία του νερού.
- Διατήρηση της πίεσης εντός των αποδεκτών ορίων. Η απαιτούμενη πίεση στους αγωγούς εξαρτάται από το ύψος των κτιρίων που εξυπηρετούνται από το δίκτυο (εξαιρούνται ορισμένα υψηλά κτίρια που υποστηρίζονται από αυτόνομο αντλητικό σύστημα), την κατανάλωση νερού στις οικιακές συσκευές και τις ενεργειακές απώλειες στις υδραυλικές εγκαταστάσεις των κτιρίων. Σε συνθήκες έκτακτης λειτουργίας (πυρκαγιά), η απαιτούμενη πίεση εξαρτάται και από την κατανάλωση των πυροσβεστικών κρουνών. Συνεπώς, απαιτούνται για κάθε κόμβο η ύπαρξη ελαχίστων πιέσεων.

Η ανεπαρκής πίεση σε μία περιοχή του δικτύου αντιμετωπίζεται με:

1. Αύξηση του υψομέτρου τοποθέτησης της δεξαμενής (όχι πάντα εφικτό).
  2. Αντικατάσταση των κρίσιμων κλάδων ανάντη από αγωγούς μεγαλύτερης διαμέτρου.
  3. Ως τελευταία λύση τοποθέτηση αντλιών. Εξαιτίας της τοπογραφίας, στα πολύ υψηλά σημεία του δικτύου που βρίσκονται κοντά στις δεξαμενές, είναι ορισμένες φορές αναπόφευκτο η τιμή της πίεσης να είναι μικρότερη της επιθυμητής. Στην περίπτωση αυτή δε θεωρείται γενική αστοχία του δικτύου, αν οι πιέσεις των υπόλοιπων κόμβων κυμαίνονται στα επιτρεπτά όρια. Στην πράξη, ζητούμενο του σχεδιασμού είναι η λειτουργία του δικτύου σε ένα μικρό, σχετικά, εύρος πιέσεων, της τάξης των 20 – 30m.
- Περιορισμός των μέγιστων πιέσεων. Ο περιορισμός αυτός απαιτείται για την προστασία των εξαρτημάτων του δικτύου, των υδραυλικών εγκαταστάσεων των κτιρίων και των οικιακών συσκευών. Η στατική διαφορά πίεσης (ακίνητο νερό) μεταξύ της δεξαμενής ( ανώτατη στάθμη λειτουργίας ) και του χαμηλότερου σημείου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 60m.
  - Προστασία από υδραυλικό πλήγμα. Στην περίπτωση απότομης εκκίνησης ή διακοπής της ροής, υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης εξαιρετικά μεγάλων υποπιέσεων και υπερπιέσεων, που προκαλούν μεγάλες φθορές στο δίκτυο.

Κίνδυνο πλήγματος αντιμετωπίζουν κατ' εξοχήν τμήματα που καταλήγουν σε τυφλό άκρο (ακτινωτά). Συνεπώς, η βροχωτή διάταξη των αγωγών, πέρα από λόγους ασφαλείας έναντι βλάβης, επιδιώκεται και για την αποφυγή υδραυλικών πληγμάτων. Η πίεση λοιπόν που θα πρέπει να αντέχουν οι αγωγοί, αυξάνει στα 100m προκειμένου να προβλεφθούν και οι υπερπίεσεις λόγω του υδραυλικού πλήγματος. Οπότε για την ύδρευση επιλέγονται αγωγοί αντοχής 10atm. Τέλος, σε κάθε περίπτωση επιλέγονται διαμέτροι μεγαλύτερες ή ίσες 90mm.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Ο σχεδιασμός των δικτύων ύδρευσης είναι εκείνη η διαδικασία κατά την οποία γίνεται η επιλογή της διαδρομής που θα ακολουθεί το δίκτυο (υψόμετρα και περιοχή κάλυψης), της διατομής και του υλικού των αγωγών καθώς και των συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν για την ομαλή του λειτουργία. Σε καμία περίπτωση δε γίνεται τυχαία, αλλά συντάσσεται αναλυτική μελέτη κατά την οποία πρέπει να ικανοποιούνται οι δυο βασικές απαιτήσεις : πρέπει να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη παροχή σε κάθε σημείο του δικτύου με ικανοποιητική ταχύτητα και να φροντίζεται η ανάπτυξη των αναγκαίων πιέσεων δηλαδή θα πρέπει να παρέχει όσο νερό χρειάζεται και υπό την κατάλληλη πίεση.

Επίσης για τον σχεδιασμό ενός δικτύου ύδρευσης :

1. Πρέπει να προσδιοριστούν πρώτα οι ανάγκες σε νερό, εάν πρόκειται δηλαδή να υδρευτεί ανάλογα με το αν είναι :
  - ❖ οικισμός (μικρός -μεγάλος, πολυκατοικίες -μονοκατοικίες)
  - ❖ βιομηχανική περιοχή
  - ❖ γεωργικές/καλλιεργήσιμες εκτάσεις, κλπ
2. Να εκτιμηθεί ο πληθυσμός (τρέχων -μελλοντικός)
3. Να υπολογιστεί η μέγιστη ημερήσια κι η μέγιστη ωριαία παροχή νερού που πρέπει να εξασφαλιστεί
4. Να σχεδιαστεί το εξωτερικό και εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης

Η διαδικασία του σχεδιασμού πρέπει να περιλαμβάνει ορισμένα δεδομένα για την περιοχή μελέτης και να υπακούει σε συγκεκριμένους περιορισμούς:

- Μελλοντικός πληθυσμός

Ένα δίκτυο ύδρευσης που πρόκειται να κατασκευαστεί, να επεκταθεί ή να επιδιορθωθεί δε μπορεί να αναφέρεται στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή που γίνεται η μελέτη. Τα υδραυλικά του χαρακτηριστικά πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζουν την ικανοποιητική και ομαλή λειτουργία του στο μέλλον. Επιχειρείται λοιπόν να γίνει μια πρόβλεψη του μελλοντικού πληθυσμού και κατά συνέπεια να υπολογιστούν οι μελλοντικές ανάγκες κατανάλωσης που θα αναπτυχθούν έτσι ώστε το δίκτυο που θα σχεδιαστεί να είναι σε θέση να τις καλύψει. Συνήθως το

μελλοντικό διάστημα στο οποίο αναφέρονται τα δίκτυα ύδρευσης είναι αυτό των 30-40 χρόνων όση θεωρείται και η διάρκεια ζωής τους.

- Παροχή σχεδιασμού

Για να γίνουν οι υδραυλικοί υπολογισμοί του σχεδιασμού πρέπει να υπάρχει γνώση της κατανάλωσης νερού των κατοίκων της περιοχής μελέτης. Η γνώση αυτή είναι δύσκολο να επιτευχθεί με μεγάλη λεπτομέρεια, για αυτό το λόγο, αλλά και για επιπλέον ευκολία, ανάλογα με το μέγεθος, τη δόμηση και τις χρήσεις γης της περιοχής που αναφέρεται ο σχεδιασμός του δικτύου ύδρευσης, γίνεται και μια υπόθεση για την μέση ημερήσια κατανάλωση κάθε κατοίκου. Υπολογίζεται έτσι η παροχή σχεδιασμού του δικτύου ύδρευσης. Επειδή όμως το δίκτυο ύδρευσης θα πρέπει να ικανοποιεί και τις μέγιστες ανάγκες νερού που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της μέρας, ορίζονται επιπλέον δύο μεγέθη, η μέγιστη ημερήσια κατανάλωση και η μέγιστη ωριαία κατανάλωση. Ως παροχή σχεδιασμού θεωρείται η μέγιστη ωριαία κατανάλωση, που υποδηλώνει το στιγμιαίο μέγιστο της παροχής κατά τη διάρκεια της ημέρας και αποτελεί τη δυσμενέστερη περίπτωση.

- Υπολογισμός παροχών κατανάλωσης

Σε κάθε κλάδο ενός δικτύου ύδρευσης συνδέονται αγωγοί οι οποίοι διανέμουν το νερό στους καταναλωτές. Αυτοί οι αγωγοί ονομάζονται αγωγοί υδροδότησης και ανάλογα με τις ανάγκες της υδροδοτούμενης περιοχής ο αριθμός τους μπορεί να ποικίλει. Όσο μικρός ή μεγάλος και να είναι αυτός ο αριθμός, γίνεται η θεώρηση ότι το νερό καταναλώνεται στους κόμβους του δικτύου, έτσι ώστε να διευκολύνεται ο υπολογισμός των παροχών κατανάλωσης και κατά συνέπεια ο σχεδιασμός και η επίλυση του δικτύου.

- Περιορισμοί ταχύτητας νερού

Στα δίκτυα ύδρευσης η ταχύτητα του νερού θα πρέπει να κυμαίνεται μέσα στο όριο των : 0,5 – 2 m/s. Το κατώτατο όριο είναι απαραίτητο για να αποφεύγονται οι αποθέσεις φερτών υλικών και κατά συνέπεια το φράξιμο των αγωγών. Το ανώτατο όριο είναι απαραίτητο για να αποφεύγεται η διάβρωση των αγωγών και τα προβλήματα υπερπίεσεων λόγω υδραυλικού πλήγματος. Τα όρια ταχύτητας στα κλειστά ή βροχωτά υδραυλικά δίκτυα είναι πιο ελαστικά μιας και η κυκλοφορία του νερού επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ευκολία.

- Απαιτήσεις και περιορισμοί πίεσης

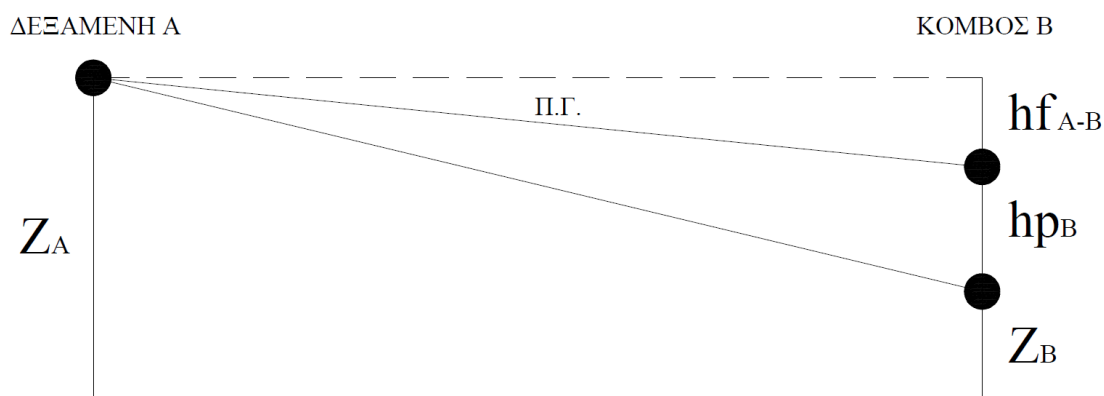
Η στατική διαφορά πίεσης (ακίνητο νερό) μεταξύ της δεξαμενής (ανώτατη στάθμη λειτουργίας) και του χαμηλότερου σημείου του δικτύου δε πρέπει να ξεπερνά τα



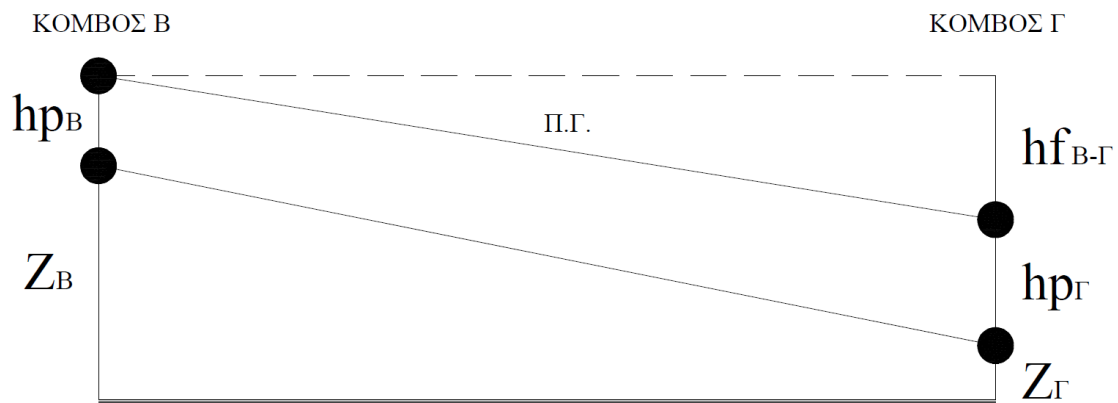
100 m. Οι υψηλές πιέσεις αυξάνουν τις απώλειες νερού λόγω διαρροών, δημιουργούν προβλήματα θορύβων στις υδραυλικές εγκαταστάσεις των κτιρίων και προβλήματα λειτουργίας των υδραυλικών συσκευών των νοικοκυριών.

## 2.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Για κάθε δίκτυο που διαμορφώνεται πρέπει να γίνεται έλεγχος αν οι πιέσεις που αναπτύσσονται στους κόμβους ικανοποιούν τις απαιτήσεις πίεσης του εκάστου οικισμού. Ξεκινώντας από το σημείο που βρίσκεται στο μεγαλύτερο υψόμετρο (που συνήθως είναι η δεξαμενή) με γνωστό ενεργειακό υψόμετρο υπολογίζονται οι πιέσεις των κόμβων, αφαιρώντας από το αρχικό υψόμετρο τις ενεργειακές απώλειες των κλάδων και την υψομετρική διαφορά. Οι υπολογισμοί σε αυτό το βήμα γίνονται από ανάντη προς κατόντη (από τα ψηλά υψόμετρα στα χαμηλά). Τα ύψη της κινητικής ενέργειας αμελούνται μιας και οι ταχύτητες νερού στα υδραυλικά δίκτυα είναι μικρές και η αναγωγή τους στο τετράγωνο της κινητικής ενέργειας θα είχε ως αποτέλεσμα ελάχιστες τιμές. Ο ενεργειακός υπολογισμός αρχίζει από τη δεξαμενή, ενώ για λόγους ασφάλειας συνίσταται να λαμβάνεται ως υψόμετρο της γραμμής ενέργειας στη δεξαμενή η στάθμη του πυθμένα της, ώστε να εξασφαλίζεται η δυσμενέστερη κατάσταση ή τουλάχιστον η κατώτατη στάθμη λειτουργίας. Οι υπολογισμοί που γίνονται από ανάντη προς κατόντη φαίνονται στα σχήματα που ακολουθούν.



Σχήμα 1.1 : Προσδιορισμός της πίεσης στον κόμβο Β αμέσως μετά τη Δεξαμενή Α



Σχήμα 1.2 : Προσδιορισμός της πίεσης στον κόμβο Γ αμέσως μετά τον κόμβο Β

Σε περίπτωση που η πίεση των κόμβων που υπολογίζεται είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την επιτρεπτή, επιλέγονται διαφορετικοί διάμετροι για το δίκτυο και η διαδικασία τη επίλυσης επαναλαμβάνεται από την αρχή. Η αλλαγή των διαμέτρων στοχεύει, συνήθως, στη μείωση των απωλειών ενέργειας κατά μήκος των αγωγών, εάν η επιθυμητή μείωση δεν είναι αρκετή για να ικανοποιηθούν οι πιέσεις των κόμβων, τότε θα πρέπει να μελετηθεί το ενδεχόμενο αλλαγής της γεωγραφικής θέσης των κόμβων και να τοποθετηθούν σε σημεία με διαφορετικό υψόμετρο (συνήθως μεγαλύτερο) καθώς και η υψομετρική θέση της δεξαμενής. Όταν δεν είναι γνωστό το υψόμετρο της δεξαμενής και κατ' επέκταση και το υψόμετρο της γραμμής ενέργειας δε μπορεί να γίνει υπολογισμός των πιέσεων από ανάντη προς κατόντη. Σε αυτήν την περίπτωση ο ενεργειακός υπολογισμός ξεκινά αντίθετα, δηλαδή από κατόντη και πιο συγκεκριμένα από τα δυσμενέστερα από άποψη πίεσης σημεία του δικτύου και πηγαίνει προς τα ανάντη. Η διαδικασία αυτή έχει σκοπό τον υπολογισμό κατάλληλης υψομετρικής θέσης της δεξαμενής έτσι ώστε να καλύπτεται το ύψος πίεσης σε κάθε κόμβο του δικτύου.

## 2.3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Με τον όρο κατανάλωση νερού νοείται το τμήμα εκείνο της απόληψης νερού, δηλαδή της ποσότητας του νερού που αφαιρείται από ένα υδάτινο σώμα (π.χ. υπόγειος υδροφόρας, λίμνη κλπ.), το οποίο χάνεται, είτε προς την ατμόσφαιρα με τη διεργασία της εξατμισοδιαπνοής, είτε με την αποθήκευση στο σώμα ζωντανών οργανισμών.

Πιο συγκεκριμένα, στα δίκτυα ύδρευσης, οποιοδήποτε σημείο διαφυγής του νερού, αποτελεί σημείο κατανάλωσης ή ζήτησης νερού. Στα σημεία αυτά το νερό διαφεύγει είτε για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών, είτε ως απώλεια. Η συνολική κατανάλωση νερού σε ένα δίκτυο ύδρευσης, αποτελεί ίσως το βασικότερο παράγοντα για την υδραυλική επίλυσή του.

## 2.4 ΟΙ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Η συνολική κατανάλωση σε έναν οικισμό, μπορεί να περιλαμβάνει τις εξής επιμέρους χρήσεις :

- **Οικιακή χρήση:** Αναφέρεται κυρίως στις κατοικίες. Αντιστοιχεί στην ποσότητα του νερού που απαιτείται για την κάλυψη όλων των αναγκών ενός νοικοκυριού. Πιο συγκεκριμένα στις οικιακές χρήσεις περιλαμβάνεται το πόσιμο νερό, η ατομική καθαριότητα, οι ανάγκες της κουζίνας (μαγείρεμα, πλύσιμο πιάτων), το πλύσιμο των ρούχων, το καζανάκι της τουαλέτας, η καθαριότητα του σπιτιού, το πλύσιμο του αυτοκινήτου, η άρδευση ιδιωτικού κήπου.
- **Εμπορική και Βιομηχανική χρήση:** Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι καταναλώσεις σε βιομηχανίες, βιοτεχνίες, γραφεία, εμπορικά καταστήματα, κρεοπωλεία, αρτοποιεία, εστιατόρια, ζαχαροπλαστεία, κουρεία, ξενοδοχεία, κλπ.
- **Γεωργοκτηνοτροφική χρήση:** Είναι η κατανάλωση που αντιστοιχεί σε περιορισμένη άρδευση και στη λειτουργία κτηνοτροφικών μονάδων, σφαγείων κ.τ.λ.
- **Δημόσια και Δημοτική χρήση:** Είναι η ποσότητα του νερού που καταναλώνεται από δημόσια κτίρια, όπως σχολεία, νοσοκομεία, ιδρύματα, κτίρια διοίκησης, εκκλησίες, από λιμενικές εγκαταστάσεις, αεροδρόμια, σιδηροδρομικούς σταθμούς, για το πλύσιμο των δρόμων, για σιντριβάνια και δημόσιες κρήνες, για άρδευση δημοτικών κήπων, για πυρόσβεση κ.τ.λ.
- **Απώλειες:** Η συνιστώσα αυτή αναφέρεται σε όλες τις ποσότητες του νερού που δεν χρεώνονται σε συγκεκριμένους καταναλωτές και στην ουσία χάνονται από το δίκτυο, εξ αιτίας διαφόρων παραγόντων. Για παράδειγμα οι απώλειες μπορεί να οφείλονται σε διαρροές ή θραύσεις του δικτύου, σε διαρροές ή υπερχειλίση των δεξαμενών, σε διαρροές λόγω βλαβών, σε εξάτμιση, σε παράνομες συνδέσεις με το δίκτυο, σε ποσότητες που καταναλώνονται αλλά δεν καταγράφονται λόγω ανακριβειών των μετρητών, σε καταναλώσεις των ίδιων των εγκαταστάσεων ύδρευσης.

Οι επιμέρους καταγραφόμενες τιμές κατανάλωσης παρουσιάζουν συχνά σημαντικές διακυμάνσεις από οικισμό σε οικισμό, επειδή αφ' ενός η ζήτηση και αφ' ετέρου οι απώλειες, επηρεάζονται ανάλογα, από τοπικές συνθήκες και πολλαπλές παραμέτρους λειτουργίας, που μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, όπως:

- Η ηλικία του δικτύου
- Το επίπεδο συντήρησής του
- Η ποιότητα κατασκευής των οικιακών εγκαταστάσεων
- Η ακρίβεια των συστημάτων μέτρησης των παροχών στα έργα κεφαλής και των επιμέρους υδρομετρητών στους καταναλωτές
- Η έκταση τυχόν παρανόμων παροχών ή υδροληψιών χωρίς υδρομετρητή

- Το εφαρμοζόμενο σύστημα τιμολόγησης
- Οι πολιτιστικές συνήθειες και οι οικονομικές δυνατότητες των καταναλωτών
- Το τεχνολογικό επίπεδο βιομηχανικής παραγωγής
- Η διαθεσιμότητα υδατικών πόρων

Συνεπώς, η προ εκτίμηση των υδρευτικών αναγκών ενός οικισμού, αποτελεί λεπτομερή ανάλυση, με παράλληλη αξιολόγηση των τοπικών συνθηκών και ειδικών λειτουργικών παραμέτρων, όπως αυτές που ήδη αναφέρθηκαν.

## 2.5 ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

### ➤ Διάταξη εσωτερικού δικτύου ύδρευσης

Η διάταξη των σωληνώσεων του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης γίνεται στο σχήμα σχάρας στις μορφές που προβλέπονται και περιλαμβάνουν ολόκληρη την κατοικημένη περιοχή του Δήμου ή της Κοινότητας λαμβανομένου και της περιοχής επέκτασης του σχεδίου πόλεως για το χρονικό διάστημα που μελετώνται τα έργα. Το δίκτυο επίσης μπορεί να αναπτύσσεται σε διάφορες στάθμες. Το σύστημα διανομής πρέπει να προβλέπει τον έλεγχο για τη ρύθμιση της ροής του νερού και τη δυνατότητα απομόνωσης τμημάτων του στην περίπτωση που ένα τμήμα του είναι ανάγκη να απομονωθεί λόγω βλάβης. Αυτό γίνεται μέσω βανών (δικλείδων ελέγχου) που είναι τοποθετημένες στους κόμβους του δικτύου ή και στο ενδιάμεσο διακλάδωσης αν η σωλήνωση έχει μεγάλο μήκος. Συνιστάται οι σωλήνες των εσωτερικών δικτύων ύδρευσης να ενώνονται σε αποστάσεις που είναι μεγαλύτερες από 360 m. Οι βάνες ρύθμισης ή διακοπής της παροχής τοποθετούνται έτσι ώστε να μη εκκινούν σε καμία περίπτωση περισσότερους από δύο αγωγούς χωρίς βάνες, χωρίς να αποκλείεται βέβαια και η τοποθέτηση βανών προς την κατεύθυνση όλων των αγωγών. Η διάταξη των βανών κατά τα ανωτέρω εξασφαλίζει τη συνεχή τροφοδότηση του δικτύου διανομής, εκτός δύο τετραγώνων στην περιοχή της βλάβης. Κατά την εκλογή της θέσης μίας βάνας σε ένα κόμβο με δυο ή περισσότερους σωλήνες προτιμάται η τοποθέτησή της στο σωλήνα με τη μικρότερη διάμετρο. Δε πρέπει να αφήνεται μήκος σωλήνωσης μεγαλύτερο από 250 m χωρίς έλεγχο με βάνα. Στις περιοχές πολύ πυκνής οίκησης (εμπορικός τομέας) το μήκος χωρίς βάνα ελαττώνεται σε 150 m.

### ➤ Στοιχεία βάση υδραυλικών υπολογισμών

Για την εύρεση των διαμέτρων των αγωγών των εσωτερικών δικτύων ύδρευσης που είναι αναγκαίες για τη μεταφορά της απαιτούμενης παροχής, σε κάθε περιοχή του οικισμού που θα υδρευτεί είναι απαραίτητη η διεξαγωγή ορισμένων υδραυλικών υπολογισμών.

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί μπορούν να αφορούν την κατασκευή ενός νέου δικτύου όπου είναι απαραίτητη η σχεδίαση της κάτοψης του ρυμοτομικού σχεδίου της περιοχής (σε κλίμακα ανάλογη της έκθεσης) μετά των υψομέτρων των κόμβων στις διασταυρώσεις των οδών των οικοδομικών τετραγώνων. Μπορεί να αφορούν επίσης την επέκταση υφιστάμενου εσωτερικού υδραγωγείου προς το νέο οικισμό ή και την αλλαγή διαμέτρων εσωτερικών αγωγών λόγω σημαντικής μεταβολής της κατανάλωσης ανίσχυρη να καλυφτεί δια των υφισταμένων διαμέτρων π.χ. αύξηση της πυκνότητας οίκησης μιας περιοχής λόγω αλλαγής των όρων δόμησης και της κατασκευής πολυόροφων κτιρίων.

Πριν από την έναρξη των υπολογισμών και αφού χαραχθεί το δίκτυο των αγωγών γίνονται οι ακόλουθες παρατηρήσεις για την απλούστευση των υπολογισμών :

- 1) Υπολογίζεται η μέση κλίση του εδάφους
- 2) Επισημαίνονται τα δυσμενέστερα, τοπογραφικά, ακραία, σημεία του δικτύου και προσδιορίζεται με προσέγγιση την υψομετρική διαφορά καθώς και τη συντομότερη απόσταση από τη δεξαμενή αποθήκευσης πόσιμου νερού.
- 3) Εκτιμάται η μεταβολή τη διακινούμενης παροχής μεταξύ δύο ακραίων τιμών (μεγίστης και ελαχίστης) και προσδιορίζεται η διακύμανση της επιτρεπόμενης κλίσης της πιεζομετρικής γραμμής, ώστε να υπάρχει το ελάχιστο διαθέσιμο πιεζομετρικό φορτίο, 10-15 m στους αγροτικούς οικισμούς, 20-25 m στις μικρές πόλεις και 25-30 m στις μεγαλύτερες. Γενικά το πιεζομετρικό ύψος σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου εξαρτάται από τον αριθμό των ορόφων των κτιρίων.
- 4) Η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής επιδιώκεται να κυμαίνεται από 4 ‰–6 ‰ σε επίπεδα εδάφη ενώ σε επικλινή εδάφη μπορεί να φτάνει και το 8‰.
- 5) Η χάραξη των πιεζομετρικών καμπυλών σε ένα δίκτυο ύδρευσης δίνει την ευχέρεια για παρατηρήσεις σχετικά με τη λειτουργία του δικτύου π.χ. η μορφή των πιεζομετρικών καμπυλών μπορεί να δείξει τη σωστή ή όχι επιλογή των διαμέτρων των αγωγών και της κατανομής τους στο δίκτυο.
- 6) Για μεγαλύτερη ακρίβεια στο σχεδιασμό των δικτύων με πολλές διακλαδώσεις μπορεί να εξεταστεί η κατανομή της παροχής σε κάθε αγωγό.
- 7) Νόμος της συνέχειας : Σε ένα κόμβο το αλγεβρικό άθροισμα των παροχών περιλαμβανομένης και της εκροής ισούται με τα μηδέν. Αυτό εκφράζεται με την εξίσωση  $\sum Q_i = 0$  , όπου  $Q_i$  η παροχή στο τμήμα του αγωγού  $i$ .
- 8) Νόμος διατήρησης της ενέργειας : το αλγεβρικό άθροισμα των απωλειών σε ένα κύκλωμα του δικτύου (βρόχος) είναι ίσο με το μηδέν, αυτό εκφράζεται με την εξίσωση  $\sum h_{fi} = 0$  , όπου  $h_{fi}$  η απώλεια φορτίου κατά μήκος του αγωγού  $i$ .

## 2.6 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Η έννοια της επίλυσης των δικτύων ύδρευσης μπορεί να οριστεί ως ο μαθηματικός προσδιορισμός των τιμών τις παροχής, της ταχύτητας και της απώλειας φορτίου

κατά μήκος κάθε κλειστού υπό πίεση αγωγού που λειτουργεί στο δίκτυο χρησιμοποιώντας σχέσεις που προκύπτουν αναλύοντας τις αρχές της υδραυλικής. Ουσιαστικά με την επίλυση των δικτύων ύδρευσης γίνεται γνωστή η τιμή της ποσότητας του νερού που διέρχεται και κατά συνέπεια διανέμεται μέσω κάθε αγωγού. Επιπρόσθετα, γίνεται γνωστό υπό ποιες συνθήκες κινείται το νερό και κατά πόσο επηρεάζεται η ανάπτυξη των πιέσεων σε όλα τα σημεία του δικτύου. Συνεπώς, είναι απαραίτητη σε όλα τα στάδια του σχεδιασμού των δικτύων ύδρευσης, είτε πρόκειται για το προκατασκευαστικό στάδιο, είτε κατά το στάδιο της επέκτασης, είτε κατά το στάδιο της επιδιόρθωσης ή βελτιστοποίησης. Σε όλα τα παραπάνω στάδια γίνεται η προσπάθεια να επιλεγεί η βέλτιστη διαδρομή των αγωγών που θα ικανοποιεί όσο το δυνατόν καλύτερα τις ανάγκες των καταναλωτών και η βέλτιστη επιλογή διαμέτρων υλικού και αντοχής των αγωγών.

Το πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει η επίλυση των δικτύων, ανάγεται τις περισσότερες φορές, στην επίλυση ενός μη γραμμικού συστήματος εξισώσεων. Οι εξισώσεις που σχηματίζονται είναι αυτές που προσπαθούν να περιγράψουν την κίνηση του νερού και τα χαρακτηριστικά της μέσα σε κλειστούς, υπό πίεση, αγωγούς. Οι μέθοδοι επίλυσης δικτύων που έχουν αναπτυχθεί κατά καιρούς είναι πολυάριθμοι και δύσκολο να συγκεντρωθούν, να δοκιμαστούν και να σχολιαστούν όλοι μαζί. Σε αυτήν την πτυχιακή θα αναλύσουμε τους τρεις πιο γνωστούς τρόπους επίλυσης ενός δικτύου ύδρευσης αλλά η επίλυση του συγκεκριμένου οικισμού στην Γαλήνη, Ωραιοκάστρου θα επιλυθεί με την Μέθοδο Q - Cross :

- Μέθοδος Q - Cross
- Μέθοδος Newton - Raphson
- Γραμμική μέθοδος

#### Μέθοδος Q-Cross

Η Μέθοδος Q-Cross είναι η παλιότερη και η πιο ευρέως χρησιμοποιημένη επαναληπτική μέθοδος υπολογισμού παροχών. Με την εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών αποδείχτηκε πως, ενώ είναι μια ευνόητη και φιλική στον χρήστη μέθοδος, ο προγραμματισμός της σε ηλεκτρονικό περιβάλλον είναι πιο δύσκολος και λιγότερο αποτελεσματικός από άλλες μεθόδους που αναπτύχθηκαν αργότερα.

Η επίλυσή της βασίζεται στις ΔQ-εξισώσεις. Στόχος της είναι να υπολογίσει τις διορθωτικές παροχές  $\Delta Q_1, \Delta Q_2, \dots, \Delta Q_L$  των L βρόχων του δικτύου. Αυτό επιχειρεί να το κάνει όχι με την επίλυση του συστήματος των εξισώσεων ενέργειας, αλλά υπολογίζοντας τη διορθωτική παροχή κάθε βρόχου ξεχωριστά. Συνεπώς για τον πρώτο βρόχο του δικτύου είναι απαραίτητη η επιλογή αρχικών τιμών για τις παροχές των κλάδων. Η επιλογή τους γίνεται αυθαίρετα με μοναδική προϋπόθεση να ικανοποιείται η αρχή συνέχειας παροχών σε κάθε κόμβο. Προσδιορίζοντας θετική φορά κίνησης του νερού μέσα στο βρόχο και υποθέτοντας φορά κίνησης σε κάθε κλάδο, οι παραπάνω παροχές προσημαίνονται κατάλληλα όσες ακολουθούν τη θετική φορά παίρνουν το πρόσημο «+» και όσες την αρνητική το πρόσημο «-».

## ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΤΟΥ HARDY CROSS

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τον Αμερικανό πολιτικό μηχανικό Hardy Cross το 1938. Ο Hardy Cross ήταν ένας Αμερικανός πολιτικός μηχανικός και ο κύριος του έργου της μεθόδου διανομής της στιγμής για δομική ανάλυση των υπερστατικών φορέων. Η μέθοδος ήταν σε γενική χρήση από το 1935 μέχρι το 1960, όταν σταδιακά αντικαταστάθηκε από άλλες μεθόδους.

Ο Hardy Cross γεννήθηκε στη Βιρτζίνια από πατέρα καλλιεργητή τον Thomas Hardy και τη σύζυγο του Eleanor Elizabeth Wright και επίσης είχε ένα μεγαλύτερο αδελφό. Έλαβε πτυχίο Πολιτικού Μηχανικού από το Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης το 1908, και στη συνέχεια εντάχθηκε στο τμήμα της γέφυρας του Μιζούρι Pacific Railroad στο Σαιντ Λούις, όπου παρέμεινε για ένα χρόνο, μετά την οποία επέστρεψε στην Ακαδημία Norfolk το 1909. Μετά από ένα χρόνο των μεταπτυχιακών σπουδών στο Χάρβαρντ του απονεμήθηκε το πτυχίο MCE το 1911. Ο Hardy Cross ανέπτυξε τη μέθοδο κατανομής της στιγμής, ενώ εργαζόταν στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ.

Ο Hardy Cross έγινε επίκουρος καθηγητής Πολιτικών Μηχανικών στο Πανεπιστήμιο Brown, όπου δίδαξε για επτά χρόνια. Μετά από μία σύντομη επιστροφή στη γενική πρακτική της μηχανικής, δέχτηκε μια θέση ως καθηγητής της δοκιμής μηχανικής στο Πανεπιστήμιο του Illinois at Urbana-Champaign, το 1921. Στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις ο Hardy Cross ανέπτυξε τη μέθοδο κατανομής της στιγμής. Έφυγε από το Illinois το 1937 για να αναλάβει την προεδρία του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών στο Πανεπιστήμιο του Yale, θέση από την οποία αφυπηρέτησε το 1953.

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Ο Hardy Cross τη δεκαετία του '30 ανέπτυξε μια επαναληπτική μέθοδο για την ανάλυση κλειστών δικτύων, δηλαδή δικτύων τα οποία σχηματίζουν βρόγχους. Η μέθοδος αυτή έβαλε τις πρώτες βάσεις για τη μετέπειτα ανάλυση των δικτύων μέσω της χρήσης προτύπων υπολογιστών. Τα πρώτα προγράμματα για την ανάλυση των δικτύων, που εμφανίστηκαν τη δεκαετία του 60 (Adams, 1961), βασίστηκαν σε αυτή τη μέθοδο, αλλά σύντομα αντικαταστάθηκαν με τους κώδικες που χρησιμοποιούσε η πιο "εξελιγμένη" μέθοδος, των Newton-Raphson, για την επίλυση των μη-γραμμικών εξισώσεων, οι οποίες περιγράφουν τη ροή του νερού μέσα στους αγωγούς (Dillingham 1967, Martin & Peters 1963, Shamir & Howard 1968).

Τη δεκαετία του 70 έγιναν αρκετές πρόοδοι όσον αφορά τις τεχνικές επίλυσης δικτύων. Αναπτύχθηκαν νέοι και πιο εξελιγμένοι αλγόριθμοι (Epp & Fowler 1970, Haman & Brameller 1971, Wood & Charles 1972) αλλά και τεχνικές για τη προσομοίωση και χρήση συσκευών, όπως αντλιών και βαλβίδων. Επίσης αναπτύχθηκαν τρόποι αποτελεσματικότερης χρήσης των αλγόριθμων (Chandrashekar & Stewart 1975, Gay et al. 1978). Σημαντική πρόοδο αποτέλεσε και η δυνατότητα προσομοίωσης δικτύων παρατεταμένης περιόδου, η οποία ξεκίνησε από τους Rao & Bree το 1977.

Η δεκαετία του 80 χαρακτηρίστηκε από τη μεταφορά των κωδικών αυτών στους προσωπικούς πλέον υπολογιστές. Επίσης αναπτύχθηκε και η ποιοτική ανάλυση του νερού στα δίκτυα (Clark et al., 1988, Kroon, 1990). Κατά τη δεκαετία του 90 η έμφαση δόθηκε στη χρήση γραφικών και στην ανάπτυξη των προγραμμάτων CAD και των βάσεων δεδομένων.

### Μέθοδος Newton-Raphson

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τους R. Epp και A. G. Fowler το 1970. Όπως και η Q-Cross είναι μια επαναληπτική μέθοδος και χρησιμοποιεί τις ΔQ-εξισώσεις για την επίλυσή της. Σε αντίθεση με την προηγούμενη, προσπαθεί να υπολογίσει την τιμή της διορθωτικής παροχής ΔQ επιλύοντας το σύστημα των μη γραμμικών εξισώσεων που προκύπτουν από την αρχή διατήρησης της ενέργειας σε κάθε βρόχο. Για να γραμμικοποιηθούν οι εξισώσεις ενέργειας χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος των Newton-Raphson. Από τη χρήση αυτού του αλγόριθμου προέρχεται και το όνομα της μεθόδου. Η προηγούμενη μέθοδος (Q-Cross) αποτελεί υποπερίπτωση αυτής. Βρήκε ιδιαίτερη ανταπόκριση γιατί συγκλίνει πολύ γρήγορα στις πραγματικές τιμές των παροχών.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ακόμη μια αρχική υπόθεση για την κατεύθυνση του νερού στους κλάδους του δικτύου, όπως επίσης και μια αρχική υπόθεση για τις τιμές των παροχών σε αυτούς. Για την επίλυσή της σχηματίζονται οι εξισώσεις συνέχειας και ενέργειας και για αυτό το λόγο δε χρειάζεται οι αρχικές παροχές να εισαχθούν στην επίλυση με τα πρόσημα που να υποδηλώνουν την κατεύθυνση του νερού. Το μειονέκτημά της είναι ότι η επίλυση μη γραμμικών συστημάτων των Newton - Raphson χρησιμοποιεί μερικές παραγώγους, συνεπώς επιβάλλεται η γνώση καλών μαθηματικών για να κατασκευαστεί ο αλγόριθμος της επίλυσής της. Επιπλέον, όσο αυξάνεται η πολυπλοκότητα των δικτύων τόσο αυξάνεται ο αριθμός των μερικών παραγώγων που χρησιμοποιεί η επίλυση, έτσι όταν επιχειρείται να επιλυθεί ένα μεγάλο δίκτυο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στη διεργασία πριν την επίλυση. Από την άλλη μεριά το μεγάλο πλεονέκτημα της είναι ότι ο αριθμός των επαναλήψεων που χρειάζεται για να υπολογίσει τις σωστές τιμές των παροχών είναι πολύ μικρός. Ήδη από την πρώτη επανάληψη δίνει μια τιμή που είναι πολύ κοντά στην πραγματική. Αν δεν έχει γίνει κάποιο λάθος στον προγραμματισμό της, σε 4 με 5 επαναλήψεις έχει δώσει σωστά αποτελέσματα ανεξάρτητα της πολυπλοκότητας του δικτύου.

### Γραμμική μέθοδος

Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τους D. J. Wood και C. O. A. Charles το 1972. Έχει δυο βασικά πλεονεκτήματα απέναντι στις μεθόδους που περιγράφονται παραπάνω. Το πρώτο ότι μπορεί εύκολα να προγραμματιστεί σε περιβάλλον ηλεκτρονικού υπολογιστή και το δεύτερο ότι για να ξεκινήσει η διαδικασία επίλυσης δε χρειάζεται επιλογή αρχικών τιμών των παροχών των κλάδων, αλλά μονό μια υπόθεση της κατεύθυνσης του νερού στους κλάδους. Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιούν τα περισσότερα υπολογιστικά προγράμματα κατασκευής και επίλυσης δικτύων



ύδρευσης και μπορεί να δώσει έγκυρα αποτελέσματα ακόμα και για περίπλοκα δίκτυα που αποτελούνται από χιλιάδες κλάδους .

Η θεωρία αυτής της μεθόδου βασίζεται στις Q-εξισώσεις και προσπαθεί να υπολογίσει τις παροχές των κλάδων επιλύοντας τις εξισώσεις που προκύπτουν και από την αρχή συνέχειας παροχής των κόμβων και από την αρχή διατήρησης ενέργειας των βρόχων ταυτόχρονα σε ένα κοινό σύστημα εξισώσεων. Με ορισμένη θετική φορά κίνησης νερού στους βρόχους και επιλεγμένη τυχαία κατεύθυνση παροχής νερού στους κλάδους του δικτύου.

## **2.7 ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ**

Οι τρεις μέθοδοι που αναφέρθηκαν παραπάνω υπακούν στις ακόλουθες αρχές της υδραυλικής :

- Αρχή διατήρησης μάζας ή αρχή συνέχειας παροχής : Σε ένα κόμβο το αλγεβρικό άθροισμα των παροχών ισούται με το μηδέν. Δηλαδή το άθροισμα των παροχών που εισρέουν σε αυτόν είναι ίσο με το άθροισμα των παροχών που εκρέουν από αυτόν και με την ποσότητα του νερού που καταναλώνεται στον κόμβο.
  
- Αρχή διατήρησης ενέργειας ή αρχή συνέχειας πίεσης : Σε ένα κόμβο το ύψος της γραμμής ενέργειας είναι το ίδιο ανεξάρτητα από το ποια διαδρομή ακολουθεί το νερό για να φτάσει σε αυτόν. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια σε ένα βρόχο το αλγεβρικό άθροισμα των απωλειών φορτίου να ισούται με το μηδέν. Τα πρόσημα των απωλειών φορτίου καθορίζονται προεπιλέγοντας θετική φορά κίνησης του νερού μέσα στον βρόχο (συνήθως ως θετική επιλέγεται η ωρολογιακή φορά), όταν η φορά ροής είναι θετική τότε και το ύψος απωλειών φορτίου είναι θετικός αριθμός.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Το Ωραιόκαστρο είναι πόλη του νομού Θεσσαλονίκης, που αποτελεί Δημοτική Κοινότητα του ευρύτερου δήμου Ωραιοκάστρου, κτισμένο στους πρόποδες του Σιβρίου.

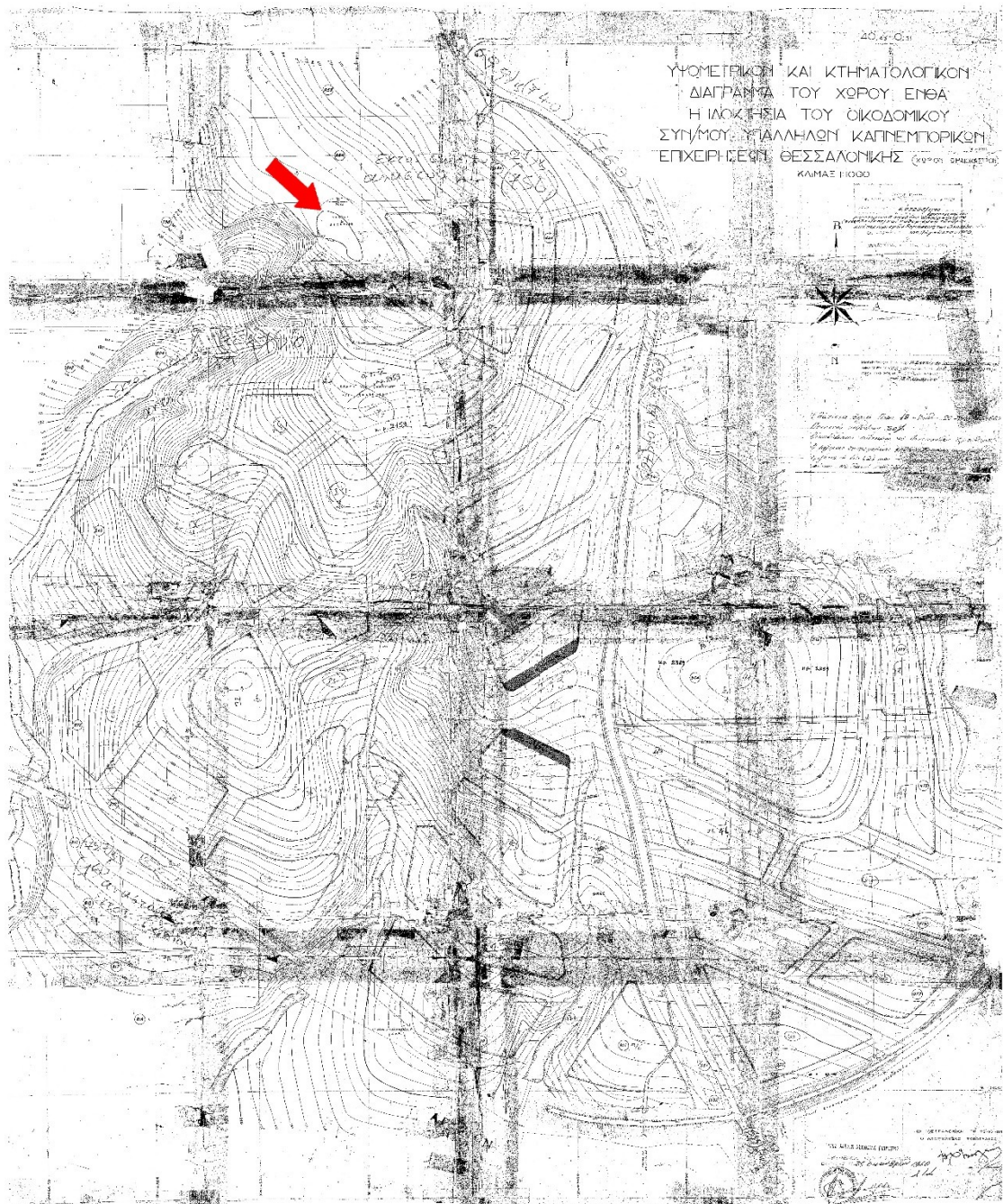
Ο Δήμος Ωραιοκάστρου αποτελείται από:

- Δημοτική Κοινότητα Ωραιοκάστρου
- Δημοτική Κοινότητα Δρυμού
- Δημοτική Κοινότητα Λητής
- Τοπική Κοινότητα Μεσαίου
  - Μεσαίο
  - Μονόλοφο
  - Πετρωτό
- Τοπική κοινότητα Μελισσοχωρίου
- Τοπική Κοινότητα Πενταλόφου
- Τοπική κοινότητα Νέας Φιλαδέλφειας
- Τοπική Κοινότητα Νεοχωρούδας

Το Ωραιόκαστρο βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του νομού, βορειοανατολικά του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης. Βρίσκεται 11 χλμ. Βόρεια της Θεσσαλονίκης. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 217,78 τ.χλμ και το Ωραιόκαστρο έχει συνολικό πληθυσμό 38.317 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

Η ευρύτερη περιοχή του πολεοδομικού συγκροτήματος Ωραιόκαστρο χωρίζεται στις περιοχές:

- Ωραιόκαστρο
- Γαλήνη (είναι αυτόνομος μεταγενέστερος οικισμός που βρίσκεται νότια-ανατολικά του Ωραιοκάστρου)
- Παλαιόκαστρο (είναι αυτόνομος παλαιότερος οικισμός που βρίσκεται νότια του Ωραιοκάστρου)



Εικόνα 2 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΓΑΛΗΝΗ

### 3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το Παλιόκαστρο αποτελεί τον παλαιότερο οικισμό, που βρίσκεται νότια του Ωραιοκάστρου. Ο Ναός Αγίου Αθανασίου Παλιοκάστρου ανάγεται πριν το 1864 καθώς επιγραφή διασώζει το γεγονός της ανακαίνισης του ναού μετά από πυρκαγιά το έτος 1864. Στην τοιχοποιία του αποκαλύφθηκαν μαρμάρινες επιγραφές ελληνιστικών χρόνων, τμήματα κιονόκρανων και μαρμάρων από αρχαία κτίσματα.

Σύμφωνα με μια εκδοχή, που υποστηρίζεται από παλιούς κατοίκους, το όνομα Ωραιόκαστρο προέκυψε μετά από πρόταση ποντίων προσφύγων εις ανάμνηση ιστορικού κάστρου που βρίσκεται στο Χατς της Άρδασσας του Πόντου. Η περιοχή του Ωραιοκάστρου επιλέχθηκε από την επιτροπή αποκατάστασης προσφύγων, το 1922, για να εγκατασταθούν πρόσφυγες από τον Πόντο και τον Καύκασο. Οι πρώτες προσφυγικές οικογένειες που εγκαταστάθηκαν ήταν λιγότερες από 200. Συνολικά παραχωρήθηκαν 22.000 στρέμματα που εκτεινόταν, ξεκινώντας από νότια, από τα όρια του σημερινού Παλαιόκαστρου. Το επιλεγμένο τοπίο, επί τουρκοκρατίας, είχε χρήση βοσκότοπου, χωρίς οικιστικές εγκαταστάσεις πέρα από κτηνοτροφικές μονάδες. Οι κτηνοτρόφοι χρησιμοποιούσαν την έκταση κατόπιν άδειας από τούρκους γαιοκτήμονες. Λόγω της διαμόρφωσης του εδάφους με πολλές χαράδρες, η περιοχή παρουσίαζε τοπικά στάσιμα νερά που φιλοξενούσαν πλήθος κουνουπιών, τα οποία αποτέλεσαν πληγή ελονοσίας για τους πρώτους κατοίκους. Η Γαλήνη είναι αυτόνομος μεταγενέστερος οικισμός που βρίσκεται νότια-ανατολικά του Ωραιοκάστρου.

Το 1965, κτίζεται το πρώτο σπίτι στη Γαλήνη. Ο οικισμός δημιουργήθηκε από τον Οικοδομικό Συνεταιρισμό Υπαλλήλων Καπνεμπορικών Επιχειρήσεων Θεσσαλονίκης, ο οποίος συστάθηκε το 1955, με σκοπό την εξασφάλιση στέγης στα μέλη του. Από τότε, μέσα στον κήπο της Γαλήνης, γιατί αυτήν την εικόνα παρουσιάζει ο οικισμός, οικοδομήθηκαν βίλες, σχολεία, εκκλησίες, ένας κόσμος ολόκληρος. Το 1981 ενώνεται με το συνοικισμό Ωραιοκάστρου και ο μικρός οικισμός Ασπροβρύσης, με 178 άτομα και σύγχρονες περιποιημένες κατοικίες, ο οποίος μέχρι τότε υπάγονταν στην κοινότητα Μελισσοχωρίου. Η Ασπροβρύση, Ακ Μπουρνάρ επί τουρκοκρατίας, αποτελούσε τσιφλίκι του Τσιαμίλ - Μπέη, και η έκταση του έφθανε έως το Παλαιόκαστρο. Η περιοχή διέθετε καλλιεργήσιμη γη, την οποίαν καλλιεργούσαν κολίγοι Έλληνες και εποχικοί εργάτες από το Παλαιόκαστρο και βοσκότοπους, τους οποίους νοίκιαζε ο τσιφλικάς σε κτηνοτρόφους. Μετά τους Βαλκανικούς Πολέμους, ο Τσιαμίλ — Μπέης καταφεύγει στη Θεσσαλονίκη, από όπου διαχειρίζεται το τσιφλίκι του. Νοικιάζει τα βοσκοτόπια σε τρεις οικογένειες κτηνοτρόφων από τα Μεγάλα Λιβάδια του όρους Πάικου, οι οποίοι και παρέμειναν μετά την αποχώρηση των Τούρκων και αποτέλεσαν τον πυρήνα του οικισμού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο το οποίο είναι και το τελευταίο της πτυχιακής εργασίας θα γίνουν όλες οι κατάλληλες πράξεις και ο σχεδιασμός μηκοτομών για την ολοκλήρωση της δημιουργίας του δικτύου ύδρευσης του οικισμού μας. Σε συνέχεια, εννοείται, του θεωρητικού μέρους που έχει προηγηθεί στα προηγούμενα τρία κεφάλαια θα δοθούν και θα αναλυθούν οι τύποι που θα χρησιμοποιήσουμε όπως επίσης θα επισημανθούν και οι κατάλληλοι πίνακες.

### 4.1 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

#### Πρόβλεψη πληθυσμού

- Για την πρόβλεψη πληθυσμού χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος

$$N_v = N * (1+\varepsilon)^v = 4000 * (1+0,015)^{30} = 6252 \text{ κάτοικοι}$$

Όπου :

- $N_v$  : μελλοντικοί κάτοικοι του οικισμού
- ✓  $N$  : κάτοικοι που υπάρχουν τώρα
  - ✓  $N = 4000$  κάτοικοι
- ✓  $\varepsilon$  : ετήσια αύξηση πληθυσμού
  - ✓  $\varepsilon = 1,5\%$
- ✓  $v$  : επάρκεια του δικτύου
  - ✓  $v = 30$  χρόνια

#### Μέγιστη ημερήσια παροχή $Q_{\max(\text{ημερ})}$ και μέγιστη ωριαία παροχή $Q_{\max(\omega\rho)}$

- Τύπος για τον υπολογισμό της μέγιστης ημερήσιας παροχής  $Q_{\max(\text{ημερ})}$

$$Q_{\max(\text{ημερ})} = 1,5 * Q_{\text{μεση}(\text{ημερ.})} = 1,5 * 180 = 270 \text{ l/κάτοικο/ημέρα}$$

- Τύπος για τον υπολογισμό της μέγιστης ωριαίας παροχής  $Q_{\max(\omega\rho)}$

$$Q_{\max(\omega\rho)} = \frac{\frac{\pi_{\max}}{100} * N_v * 1,5 * Q_{\max(\text{ημερ})}}{3600} = \frac{\frac{10}{100} * 6252 * 270}{3600} = 46,9 \text{ l/s}$$

- ✓  $\pi_{\max} = 10,00$
- ✓  $Q_{\max(\text{ημερ})} = 270 \text{ l/κάτοικο/ημέρα}$

#### Παροχές σχεδιασμού όλων των αγωγών

Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για να βρούμε τις παροχές των αγωγών είναι:

- Πόσους κατοίκους εξυπηρετεί ο κάθε αγωγός δίνεται από την σχέση :

$$N_i = N_v * \frac{L_i}{L_{ολ}}$$

✓  $L_i$  : μήκος αγωγού

- Οι παροχές των αγωγών δίνονται από την σχέση :

$$Q_i = Q_{\max(\omega\rho)} * \frac{N_i}{N_v}$$

### **Πίνακας 1.** Παροχές σχεδιασμού όλων των αγωγών

<b>ΑΓΩΓΟΣ</b>	<b>L (m)</b>	<b>Ni</b>	<b>Qi</b>
1-48	152	88	0,7
48-2	30	17	0,1
2-50	50	29	0,2
50-3	82	48	0,4
3-4	48	28	0,2
4-6	157	91	0,7
6-52	37	21	0,2
52-53	139	81	0,6
53-8	175	102	0,8
8-9	92	53	0,4
9-10	95	55	0,4
10-11	143	83	0,6
11-12	124	72	0,5
12-13	55	32	0,2
13-14	131	76	0,6
14-15	60	35	0,3
15-1	114	66	0,5
2-2.1	89	52	0,4
3-3.1	68	39	0,3
3.1-3.2	181	105	0,8
3.2-3.3	49	28	0,2
3.1-3.4	26	15	0,1
3.2-3.5	82	48	0,4
3.2-3.6	130	75	0,6
4-4.1	183	106	0,8
4.1-4.2	121	70	0,5
4.1-4.3	53	31	0,2
6-6.1	211	122	0,9
9-9.1	116	67	0,5
9.1-9.2	152	88	0,7
9.1-9.3	65	38	0,3
16-17	53	31	0,2
17-18	38	22	0,2

18-19	56	32	0,2
19-20	55	32	0,2
20-21	92	53	0,4
21-22	64	37	0,3
22-23	58	34	0,3
23-24	57	33	0,2
24-25	23	13	0,1
25-26	42	24	0,2
26-27	56	32	0,2
27-28	113	66	0,5
28-29	56	32	0,2
29-30	78	45	0,3
30-31	110	64	0,5
31-32	68	39	0,3
32-33	95	55	0,4
33-34	25	15	0,1
34-35	75	44	0,3
35-36	45	26	0,2
36-16	87	50	0,4
17-17.1	75	44	0,3
17.1-17.2	51	30	0,2
17.2-17.3	73	42	0,3
17.3-17.4	101	59	0,4
17.4-17.5	88	51	0,4
17.4-17.6	137	79	0,6
18-18.1	31	18	0,1
19-19.1	21	12	0,1
20-20.1	44	26	0,2
20.1-20.2	87	50	0,4
20.2-20.3	110	64	0,5
20.3-20.4	100	58	0,4
20.1-20.5	89	52	0,4
20.2-20.6	30	17	0,1
20.2-20.7	68	39	0,3
20.7-20.8	27	16	0,1
20.7-20.9	80	46	0,3
20.3-20.10	40	23	0,2
22-22.1	108	63	0,5
22-22.2	100	58	0,4
22.2-22.3	108	63	0,5
22.2-22.4	40	23	0,2
25-25.1	90	52	0,4
26-26.1	105	61	0,5
33-33.1	113	66	0,5
34-34.1	98	57	0,4
35-35.1	72	42	0,3
16-37	30	17	0,1
37-38	105	61	0,5
38-39	30	17	0,1

39-40	93	54	0,4
40-41	95	55	0,4
41-42	102	59	0,4
42-43	70	41	0,3
43-44	66	38	0,3
44-45	223	129	1,0
1-45	60	35	0,3
48-49	158	92	0,7
49-21	130	75	0,6
40-40.1	64	37	0,3
40.1-40.2	53	31	0,2
40.1-40.3	120	70	0,5
40.1-40.4	50	29	0,2
40.4-40.5	40	23	0,2
40.4-40.6	150	87	0,7
40.6-40.7	71	41	0,3
40.7-40.8	51	30	0,2
40.6-40.9	154	89	0,7
40.7-40.10	137	79	0,6
43-43.1	163	95	0,7
43.1-43.2	102	59	0,4
43.1-43.3	54	31	0,2
49-49.1	71	41	0,3
49.1-49.2	63	37	0,3
49.1-49.3	63	37	0,3
49.3-49.4	101	59	0,4
49.3-49.5	47	27	0,2
49.5-49.6	30	17	0,1
49.6-49.7	145	84	0,6
53-54	190	110	0,8
54-55	200	116	0,9
55-56	58	34	0,3
56-27	127	74	0,6
50-50.1	89	52	0,4
52-52.1	112	65	0,5
52.1-52.2	67	39	0,3
52.2-52.3	64	37	0,3
52.2-52.5	180	104	0,8
52.1-52.4	156	91	0,7
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>10776</b>	<b>6252</b>	<b>46,9</b>



## 4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ CROSS

Για την Μέθοδο Cross έγινε εκτενείς αναφορά στο θεωρητικό μέρος της πτυχιακής εργασίας όπου και αναλύσαμε την μέθοδο και επιπλέον αναφερθήκαμε στο πως έγινε γνωστή. Παρακάτω θα ακολουθήσουν οι τύποι που χρειάστηκαν για την εφαρμογή της μεθόδου αλλά και ο τελικός πίνακας.

### Τύποι που χρησιμοποιήθηκαν:

- Βοηθητική εσωτερική διάμετρος αγωγών η οποία καθορίζεται από τον εξής τύπο :

$$D_{\text{bress}} = 38 * \sqrt{Q}$$

Μονάδες μέτρησης :

- ✓ Q : l/s
- ✓  $D_{\text{bress}}$  : mm

- Η κλίση των αγωγών δίνεται από τον τύπο :

$$J = 1.5 * 106 * Q^{1.8} * D^{-4.8}$$

Μονάδες μέτρησης :

- ✓ Q : l/s
- ✓ D : mm

- Οι γραμμικές απώλειες ενέργειας υπολογίζονται από τον τύπο :

$$h_f = J * L$$

Μονάδες μέτρησης :

- ✓ L = m
- ✓  $h_f$  = m

- Η διορθωτική παροχή έχει φορά και το πρόσημο της καθορίζεται από το πρόσημο παροχής κάθε σωλήνα. Ο τύπος που την αντιπροσωπεύει είναι :

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_f}{2 \sum * \left| \frac{h_f}{Q} \right|}$$

Μονάδες μέτρησης :

✓  $h_f : m$

✓  $\Delta Q : l/s$

• Οι ζητούμενες νέες παροχές :

$$Q' = Q + \Delta Q$$

Μονάδες μέτρησης :

✓  $Q' = Q = \Delta Q = l/s$

❖ Ο έλεγχος της Μεθόδου Cross γίνεται με βάση κάποια όρια τα οποία έχουν οριστεί. Αυτά είναι :

•  $\Sigma h_f \leq 0,5 m$

•  $|\Delta Q| \leq 0,5 l/s$

Παρακάτω ακολουθούν οι πίνακες με την εφαρμογή της Μεθόδου Cross μέχρις ότου εκπληρώσουν τα όρια που έχουν δοθεί παραπάνω.







Εφόσον στον τελευταίο κύκλο όλες οι τιμές των τεσσάρων κυκλωμάτων είναι εντός των ορίων, των οποίων δόθηκαν παραπάνω, οι τελικές παροχές θα είναι οι Q' του τέταρτου κύκλου.

Αναλυτικότερα :

- Πρώτο κύκλωμα  
 $\sum H_f = 0,13556 m \leq 0,5 m$   
 $|\Delta Q| = 0,00985 l/s \leq 0,5 l/s$
- Δεύτερο κύκλωμα  
 $\sum H_f = 0,08544 m \leq 0,5 m$   
 $|\Delta Q| = 0,01358 l/s \leq 0,5 l/s$
- Τρίτο κύκλωμα  
 $\sum H_f = 0,05529 m \leq 0,5 m$   
 $|\Delta Q| = 0,00351 l/s \leq 0,5 l/s$
- Τέταρτο κύκλωμα  
 $\sum H_f = 0,00579 m \leq 0,5 m$   
 $|\Delta Q| = 0,00358 l/s \leq 0,5 l/s$

#### 4.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΙ ΤΗΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕ ΤΟΝ ΟΙΚΙΣΜΟ

$$\diamond Q_{\Delta-οικ} = Q_{max}^{\omega\rho} = 46,9 l/s$$

$$\diamond D = 38 \sqrt{Q} = 38 \sqrt{46,9} = 260,24 mm$$

Επομένως επιλέγουμε Δεσωτ = 253,2 mm και Δεξωτ = 280 mm σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα που ακολουθεί :

Δεξωτ (mm)	Δεσωτ (mm)
63	57
75	67,8
90	81,4

110	99,4
125	113
140	126,6
160	144,6
200	180,8
225	203,4
250	226,2
280	253,2
315	285
355	321,2
400	361,8
450	407
500	452,2

$$\diamond J = 1,5 \times 10^6 \times Q^{1,8} \times D^{-4,8} = 1,5 \times 10^6 \times 46,9^{1,8} \times 253,2^{-4,8} = 0,0044$$

$$\diamond h_f = J \times L = 0,0044 \times 32 = 0,14 \text{ m}$$

J : κλίση αγωγών

L : απόσταση μεταξύ δεξαμενής και οικισμού

#### 4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Η δεξαμενή του οικισμού της Γαλήνης, Ωραιοκάστρου θεωρείται επίγεια. Η δεξαμενή θα πρέπει να είναι σε θέση να καλύψει επαρκώς τις ανάγκες του συγκεκριμένου οικισμού. Η μελέτη γίνεται σε βάθος χρόνου 30 ετών όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

$$Q_{\max}(\eta\mu) = 1,5 * Q_{\text{μεση}}(\eta\mu) = 1,5 * 180 = 270 \text{ lit/κάτοικοι/ημέρα}$$

$$V_{\max}(\eta\mu) = Q_{\max}(\eta\mu) \times N_v = 270 * 6252 = 1.688.040 \text{ lit/κατ/ημερα}$$

$$= 1688,04 \text{ m}^3/\text{ημέρα}$$

❖ Ο όγκος της πηγής :

$$V_{\text{πηγής}} = V_{\text{max}}(\eta\mu) \times 35 \% = 1688,04 \times 0,35 = 590,81 \text{ m}^3$$

Εφόσον η δεξαμενή θα λειτουργεί ολόκληρο το 24ωρο θα πρέπει να υπολογίσουμε για την κάθε μία ώρα. Επομένως :

$$\frac{590,81}{24} = 24,62 \text{ m}^3/h$$

❖ Ο όγκος της άντλησης :

$$V_{\text{άντλησης}} = V_{\text{max}}(\eta\mu) \times 65 \% = 1688,04 \times 0,65 = 1097,23 \text{ m}^3$$

$$\frac{1097,23}{8} = 137,15 \text{ m}^3/h$$

Χωρητικότητα δεξαμενής (%)	Ώρες λειτουργίας
36	5πμ-9μμ
56	5πμ-1πμ
77	7πμ-3πμ

Επομένως, οι αντλίες θα λειτουργούν 8 ώρες εφόσον ο όγκος της δεξαμενής είναι το 56% του  $V_{\text{max}}(\eta\mu)$  και σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα ανήκει στην δεύτερη περίπτωση.

Στην συνέχεια, θα βρεθεί το εμβαδόν της δεξαμενής με την βοήθεια του παρακάτω πίνακα ώστε να καταλήξουμε στο κατάλληλο πλάτος και μήκος της δεξαμενής :

V (m <sup>3</sup> )	H (m)
50	2
50-100	2-2,5
100-200	3
200-500	4
>500	5

$$E = \frac{750}{5} = 150 \text{ m}^2$$

Συμπεραίνουμε ότι το πλάτος της δεξαμενής θα είναι  $b = 10 \text{ m}$  και το μήκος της  $L = 15 \text{ m}$ .



- ✚ Επισημαίνεται ότι τα κυβικά που περιέχονται στην δεξαμενή είναι  $750 \text{ m}^3$  όπως φαίνεται παραπάνω όπου η πληροφορία δόθηκε από την ΕΥΑΘ (ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Α.Ε.).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Η ιστορική εξέλιξη του πολιτισμού και της ανθρώπινης κοινωνίας είναι συνυφασμένη με την υλοποίηση έργων, δηλαδή εγχειρημάτων κατά τα οποία άνθρωποι και οικονομικοί πόροι οργανώνονται ώστε να παραχθεί συγκεκριμένο επωφελές αποτέλεσμα. Ανεξάρτητα από το είδος του έργου, στην συγκεκριμένη περίπτωση έργο υποδομής, η οργανωμένη προσέγγιση της υλοποίησής του, δηλαδή η διαχείριση του έργου, είναι αναγκαία προϋπόθεση για την επιτυχία του εγχειρήματος.

Κατά την παραγωγή ενός έργου επιδιώκεται να συγκρατηθεί το κόστος εντός του προϋπολογισμού, να μην υπάρξει υπέρβαση της χρονικής προθεσμίας και να επιτευχθεί η επιθυμητή ποιότητα. Η επιτυχής υλοποίηση των έργων προϋποθέτει τη χρήση κατάλληλης τεχνολογίας (μηχανημάτων, υλικών, κατασκευαστικών μεθόδων), αλλά και τη γνώση και ικανότητα εφαρμογής ποσοτικών μεθόδων προγραμματισμού, κοστολόγησης και ελέγχου πορείας του έργου (λειτουργικής ανάλυσης, χρονικού και οικονομικού προγραμματισμού), διαχείρισης πόρων και πληροφοριών, μεθόδων προστασίας του περιβάλλοντος και ασφάλειας των εργαζομένων, καθώς και ανάλογες οργανωτικές δομές.

### 5.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Για την καλύτερη εξυπηρέτηση των αναγκών της κατασκευής, με σκοπό την λειτουργία του δικτύου ύδρευσης, είναι αναγκαίο να χρησιμοποιούνται μεταφορικά μέσα, δηλαδή μηχανήματα κατάλληλα για την δημιουργία ενός δικτύου ύδρευσης. Ακριβέστερα, τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιηθούν για αυτό το έργο υποδομής είναι :

1. Εκσκαφείς
2. Προωθητής
3. Φορτωτής

#### ΣΩΛΗΝΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Στα τεχνικά έργα αγωγού μεταφοράς περιλαμβάνονται όλες οι εγκαταστάσεις που είναι απαραίτητες για την ορθή και ομαλή λειτουργία του δικτύου.

#### ➤ ΣΩΛΗΝΕΣ

Το βασικό αντικείμενο για την επίτευξη του έργου είναι οι σωλήνες. Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα ύδρευσης είναι κυκλικής διατομής το υλικό παρασκευής τους εξαρτάται από την παροχή, από τις πιέσεις λειτουργίας του δικτύου και από την φύση του εδάφους. Το Εσωτερικό Δίκτυο της Γαλήνης θα

κατασκευαστεί από σωλήνες διαφόρων διατομών αλλά ίδιου υλικού (το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί είναι οι αγωγοί PVC) όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ
ΑΜΙΑΝΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟΣΩΛΗΝΑ	Από Φ80 ως Φ600
PVC	Από Φ63 ως Φ280
ΧΑΛΥΒΔΟΣΩΛΗΝΕΣ	Από Φ60 ως Φ500
ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ	Από Φ60 ως Φ90

Η επιλογή των σωλήνων σε έναν οικισμό είναι αρκετά επίπονη διαδικασία κι αυτό γιατί εμπλέκεται μια σειρά από τεχνικά, υγιεινολογικά, χημικά και οικονομικά κριτήρια.

Τα κυριότερα από αυτά κριτήρια είναι:

- Η δομή του οικισμού
- Το είδος εδάφους του οικισμού
- Η διαβρωτικότητα του εδάφους
- Τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού που θα μεταφερθεί
- Το είδος του των σωλήνων και των συνδέσεων στο ήδη υπάρχον δίκτυο με το καινούργιο δίκτυο
- Οι αναπτυσσόμενες εσωτερικές πιέσεις στο δίκτυο
- Το μέγεθος των εξωτερικών φορτίων στο δίκτυο
- Η διαθεσιμότητα των μηκών των σωλήνων
- Η διαθεσιμότητα για το βάρος των σωλήνων
- Η διαθεσιμότητα των διαμέτρων των σωλήνων
- Η διάρκεια ζωής των σωλήνων
- Η τραχύτητα των σωλήνων
- Ο χρόνος παράδοσης των σωλήνων από το εργοστάσιο
- Ο τρόπος παράδοσης των σωλήνων στο εργοτάξιο
- Έμπειρο τεχνικό προσωπικό για την τοποθέτησή τους
- Το συνολικό κόστος των σωλήνων

Οι ευρέως τύποι σωλήνων που χρησιμοποιούνται πλέον είναι οι εξής:

1. Χαλυβδοσωλήνες
2. Χυτοσιδερένιοι σωλήνες
3. Πλαστικοί σωλήνες
4. Πλαστικοί σωλήνες από χλωριούχο πολυβινύλιο
5. Πλαστικοί σωλήνες από πολυαιθυλένιο
6. Πλαστικοί σωλήνες ενισχυμένου με ίνες γυαλιού (δεν παράγονται στην Ελλάδα)
7. Σωλήνες αμιάντοτσιμέντου (έχει απαγορευτεί βέβαια η χρήση τους αλλά ακόμη υπάρχουν)
8. Σωλήνες προεντεταμένου σκυροδέματος
9. Σωλήνες οπλισμένου σκυροδέματος

Οι σωλήνες οι οποίοι θα τοποθετηθούν στη συγκεκριμένη μελέτη είναι οι πλαστικοί σωλήνες από χλωριούχο πολυβινύλιο (uPVC) με πίεση λειτουργίας 10 atm.

Οι πλαστικοί σωλήνες χλωριούχου πολυβινυλίου (polyvinyl chloride, PVC) χρησιμοποιούνταν ήδη από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα για την παραγωγή διάφορων πλαστικών προϊόντων.

Οι σωλήνες χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC) διακρίνονται σε μη πλαστικοποιημένους (uPVC), οι λεγόμενοι σκληροί και σε πλαστικοποιημένους (pPVC), οι λεγόμενοι μαλακοί.

Τα ελληνικά εργοστάσια παράγουν σωλήνες με πίεση λειτουργίας 6,10,16 και 12,5 atm.

Οι πλαστικοί αυτοί σωλήνες είναι ελαφροί, λείοι εσωτερικά, ανθεκτικοί στα οξέα, ανθεκτικοί στη σκουριά και μάλιστα η αντοχή τους ελαττώνεται καθώς η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται.

Η αντοχή τους επίσης εξαρτάται και από τη συνεχή φόρτιση και τη σταθερή θερμοκρασία (γήρανση) τα οποία δημιουργού ελάττωση της αντοχής τους. Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι η σύνδεση των αγωγών θα γίνει με συγκόλληση.

#### **ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ**

Οι συσκευές ασφαλείας που θα χρησιμοποιηθούν στη συγκεκριμένη μελέτη είναι οι δικλείδες, οι αεροεξαγωγοί και οι εκκενωτές.

#### **ΔΙΚΛΕΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Ο ρόλος των δικλείδων ασφαλείας είναι να περιορίζουν ή ακόμη και να περιορίσουν τη ροή. Για το λόγο αυτό τοποθετούνται σε σημεία που απομονώνουν τμήματα του δικτύου.

Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες είναι: οι συρταρωτές, οι κυλινδρικές και οι τύποι πεταλούδας.

Οι δικλείδες ασφαλείας που χρησιμοποιούνται στη παρούσα μελέτη είναι οι συρταρωτές δικλείδες ασφαλείας οι οποίες είναι και ευρέως οι πιο γνωστές.

#### **ΑΕΡΟΕΞΑΓΩΓΟΙ**

Οι αεροεξαγωγοί τοποθετούνται σε σημεία του δικτύου που υπάρχει πιθανότητα να δημιουργούνται θύλακες αέρος. Οι αεροεξαγωγοί βέβαια μπορούν να λειτουργήσουν και αλλιώς δηλαδή να εισάγουν αέρα στην περίπτωση που προκληθεί υδραυλικό πλήγμα που στην ουσία είναι η ακριβώς αντίστροφη λειτουργία τους. Στην αποσυμπίεση πρέπει να γίνει γρήγορα η εισαγωγή του αέρα

ώστε να μην δημιουργηθεί ρηγμάτωση των αγωγών λόγω της εσωτερικής υποπίεσης.

## ΕΚΚΕΝΩΤΕΣ

Ο ρόλος των εκκενωτών είναι να απομακρύνουν τα φερτά υλικά τα οποία συσσωρεύονται στους πυθμένες των αγωγών και γι' αυτόν τον λόγο τοποθετούνται στα χαμηλότερα σημεία. Στους εκκενωτές υπάρχει μια δικλείδα ασφαλείας, μια βαλβίδα αντεπιστροφής για να πραγματοποιείται η ελεύθερη εκροή προς τον φυσικό αποδέκτη.

## **5.3 ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ**

### ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ

Κόστος έργου είναι το σύνολο των οικονομικών μέσων που διατίθενται για την υλοποίηση του έργου.

Πιο συγκεκριμένα, κόστος κατασκευής ενός έργου είναι το άθροισμα της αξίας της εργασίας του προσωπικού, των υλικών που ενσωματώνονται ή χρησιμοποιούνται, των μηχανημάτων, των συγκροτημάτων παραγωγής, των εγκαταστάσεων, των υπερβολάβων που αναλαμβάνουν την υλοποίηση τμημάτων του έργου, των υπηρεσιών που απαιτούνται και οποιαδήποτε άλλη αξία απαιτείται για την υλοποίηση του έργου.

### ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Όταν το κόστος κατασκευής υπολογίζεται με αναλυτικές μεθόδους και βασίζεται σε πραγματικά στοιχεία ονομάζεται πραγματικός προϋπολογισμός. Όταν, αντίθετα, το κόστος κατασκευής υπολογίζεται με συμβατικές μεθόδους τότε ονομάζεται συμβατικός προϋπολογισμός ή απλά προϋπολογισμός του έργου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο προϋπολογισμός θα πραγματοποιηθεί ως συμβατικός.

Εφόσον κάθε έργο διαφέρει συνεπώς και τα αναλυτικά τιμολόγια διαφέρουν. Υπάρχουν αναλυτικά τιμολόγια για όλα τα είδη έργων, τα κυριότερα των οποίων είναι:

Αναλυτικό Τιμολόγιο Έργων Οδοποιίας
Αναλυτικό Τιμολόγιο Οικοδομικών Έργων
Ανάλυση Τιμών και Περιγραφικό Τιμολόγιο Λιμενικών Έργων
Ανάλυση Τιμών Έργων Πρασίνου
Ανάλυση Τιμών Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών
Ανάλυση Τιμών Υδραυλικών Έργων Τιμολόγιο εργαστηριακών δοκιμών

Όπως διακρίνουμε και παραπάνω το έργο ανήκει στην Ανάλυση Τιμών Υδραυλικών Έργων Τιμολόγιο εργαστηριακών δοκιμών.

Για τα υδραυλικά έργα ο προϋπολογισμός κατατάσσεται σε τρεις (3) κατηγορίες:

A. Έργα προϋπολογισμού έως	1.500.000 €
B. Έργα προϋπολογισμού από 1.500.001 έως	5.000.000 €
Γ. Έργα προϋπολογισμού πάνω από	5.000.000 €

Οι τιμές μονάδας του παρόντος Τιμολογίου αναφέρονται σε μονάδες πλήρως περαιωμένων εργασιών, όπως περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω, οι οποίες θα εκτελεστούν στην περιοχή του υπόψη έργου. Οι τιμές μονάδας περιλαμβάνουν όλες τις δαπάνες που περιγράφονται στα αντίστοιχα άρθρα εργασιών, καθώς και τις απαιτούμενες δαπάνες που είναι απαραίτητες για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση των εργασιών, σύμφωνα και με τα λοιπά τεύχη δημοπράτησης.

Συμπερασματικά, το χρηματικό ποσό που θα διατεθεί για την κατασκευή του δικτύου ύδρευσης του οικισμού Γαλήνης, Ωραιοκάστρου ανέρχεται στο ποσό των 825.344,94 €.

**Άρθρο ΥΔΡ 1.01 Χρήση πινακίδων εργοταξιακής σήμανσης.**

Κωδικός Αναθεώρησης ΟΙΚ 6541

Μηνιαία αποζημίωση χρήσης πινακίδων εργοταξιακής σήμανσης, ρυθμιστικών ή αναγγελίας κινδύνου, με αντανακλαστικό υπόβαθρο από μεμβράνη τύπου II, κατασκευασμένων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12899-1 και την ΕΤΕΠ 05-04-06-00 "Πινακίδες σταθερού περιεχομένου (ΠΣΠ)".

Στην τιμή μονάδας περιλαμβάνονται:

- η προσκόμιση, τοποθέτηση, αφαίρεση και επανατοποθέτηση (όσες φορές απαιτηθεί) πινακίδων μεσαίου μεγέθους (τριγωνικές πλευράς 0,90 m, κυκλικές Φ 0,65 m) με κίτρινο πλαίσιο
- ο στύλος στερέωσης της πινακίδας και η κινητή βάση στήριξης (αντίβαρο), ή η πάκτωση της πινακίδας εντός του εδάφους
- η επιθεώρηση, ευθυγράμμιση ή η αντικατάσταση πινακίδων που έχουν υποστεί φθορές. Επιμέτρηση ανά μήνα παραμονής εκάστης πινακίδας στο έργο, σύμφωνα με την εγκεκριμένη διάταξη εργοταξιακής σήμανσης και το εγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης εργασιών

Τιμή ανά μήνα χρήσης πινακίδας (ή κλάσμα αυτού).

**Άρθρο ΥΔΡ 3.10 Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες**

Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος γαιώδες ή ημιβραχώδες περιλαμβανομένων και των εκσκαφών τυχόν υπάρχουσών ασφαλτικών στρώσεων, σε κατοικημένη περιοχή ή στο εύρος κατάληψης οδικού άξονα υπό κυκλοφορία, με οποιονδήποτε τρόπο (μηχανικά μέσα με ή χωρίς χειρωνακτική υποβοήθηση) εν ξηρώ ή με υπόγεια νερά (με στάθμη ηρεμούσα ή υποβιβαζόμενη με άντληση), σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 08-01-03-01 "Εκσκαφές ορυγμάτων υπογείων δικτύων".

Η κοπή των ασφαλτικών στρώσεων ή των υπάρχουσών στρώσεων από σκυρόδεμα θα γίνεται υποχρεωτικά με αρμοκόφτη.

Η χρήση αντλιών δεν πληρώνεται ιδιαίτερα, τόσο κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, όσο και κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών εντός του ορύγματος και μέχρι της αποπεράτωσης αυτών, εκτός αν προβλέπεται άλλως στην μελέτη.

Στην τιμή περιλαμβάνονται οι σποραδικές αντιστηρίξεις των παρειών του ορύγματος (αν απαιτούνται), η μόρφωση των παρειών και του πυθμένα του ορύγματος στις απαιτούμενες διατομές σε τρόπο που να είναι δυνατή η χρήση τύπων για τη διάστρωση σκυροδέματος, η αναπέταση, ανάλογα με τον τρόπο και τα



μέσα εκσκαφής, καθώς και τα τυχόν απαραίτητα δάπεδα εργασίας. Τέλος στην τιμή περιλαμβάνονται οι κάθε είδους πλάγιες μεταφορές (οριζόντιες ή κατακόρυφες).

Ως σποραδικές θεωρούνται οι αντιστηρίξεις των παρειών που το μήκος τους δεν υπερβαίνει τα 2,00 m συνολικά, ανά 20,0 m αξονικού μήκους ορύγματος. Οι ειδικές αντιστηρίξεις επιμετρώνται ιδιαίτερα, σε ολόκληρη την επιφάνεια εφαρμογής τους, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στη μελέτη.

Οι εκσκαφές επιμετρώνται ανά ζώνη βάθους (έως 4,00 m, από 4,01 έως 6,00 m κ.ο.κ.) και για κάθε ζώνη εφαρμόζεται η τιμή που καθορίζεται στο παρόν άρθρο, αναλόγως του πλάτους του ορύγματος και της διαχείρισης των προϊόντων.

Επισημαίνεται ότι οι καθαιρέσεις στοιχείων από άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα στο εύρος του ορύγματος επιμετρώνται ιδιαίτερα με βάση τα οικεία άρθρα του τιμολογίου

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>) ορύγματος, με βάση τις γραμμές πληρωμής που καθορίζονται από την μελέτη, ανάλογα με το πλάτος του πυθμένα, το βάθος του ορύγματος και την διαχείριση των προϊόντων εκσκαφών.

#### Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6081.1

**3.10.01** Με πλάτος πυθμένα έως 3,00 m, με την πλευρική απόθεση των προϊόντων εκσκαφής.

**3.10.01.01** Για βάθος ορύγματος έως 4,00 m

**Άρθρο ΥΔΡ 3.13 Προσαύξηση τιμών εκσκαφών ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος πάσης φύσεως για την εκτέλεση υπό συνθήκες στενότητας χώρου.**

#### Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6081.1

Προσαύξηση τιμών εκσκαφών ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε έδαφος πάσης φύσεως υπό συνθήκες περιορισμένου χώρου, όταν δηλαδή η εργασία πρέπει υποχρεωτικώς να εκτελεσθεί επί πεζοδρομίου ή ερείσματος οδού χωρίς κατάληψη του καταστρώματος, χειρωνακτικώς, με χρήση αεροσφυρών ή υποβοήθηση μικροεκσκαφών (mini excavators) πλάτους έως 1,50 m και χωρητικότητας κάδου έως 0,25 m<sup>3</sup> και δεν είναι εφικτή η χρησιμοποίηση μεγαλύτερου μεγέθους μηχανικού εξοπλισμού.

Το παρόν άρθρο έχει εφαρμογή σε ορύγματα με πλάτος πυθμένα έως 1,00 m και βάθος έως 4,00 m, μετά από πλήρη τεκμηρίωση της αναγκαιότητας εφαρμογής της υπόψη μεθοδολογίας στην μελέτη του έργου.

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>) ορύγματος.

**Άρθρο ΥΔΡ 3.16 Διάστρωση προϊόντων εκσκαφής.**

#### Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6070

Διάστρωση γαιωδών ή ημιβραχωδών προϊόντων εκσκαφής που έχουν προσκομισθεί στον χώρο απόθεσης, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 02-05-00-00 "Διαχείριση υλικών από εκσκαφές και αξιοποίηση αποθεσιοθαλάμων" και τα καθοριζόμενα στους περιβαλλοντικούς όρους του έργου.

Περιλαμβάνεται η τακτοποίηση των προσκομιζόμενων υλικών κατά στρώσεις, η ελαφρά συμπύκνωση με διελεύσεις του εξοπλισμού διάστρωσης και η διάνοιξη τάφρων για την διόδευση των ομβρίων στην περιοχή του αποθεσιοθαλάμου.

Επιμέτρηση με βάση τις αποδεκτές ποσότητες εκσκαφών, σύμφωνα με τα οικεία άρθρα του τιμολογίου.

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>).

#### **Άρθρο ΥΔΡ 3.17 Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες**

#### Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6054

Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες, χωρίς χρήση κρουστικού εξοπλισμού (δηλ. με υδραυλική σφύρα, αερόσφυρες κλπ), με την μεταφορά των προϊόντων εκσκαφών σε οποιαδήποτε απόσταση, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ02-04-00-00 "Εκσκαφές θεμελίων τεχνικών έργων".

Στην τιμή συμπεριλαμβάνονται τυχόν απαιτούμενες αντλήσεις των υδάτων, εφ' όσον η στάθμη ηρεμίας τους είναι έως 30 cm επάνω από την στάθμη του πυθμένα του ορύγματος (άλλως επιμετρώνται ιδιαίτερως), καθώς και τυχόν απαιτούμενες σποραδικές αντιστηρίξεις.

Ως σποραδικές θεωρούνται οι αντιστηρίξεις που δεν υπερβαίνουν τα 2,00 m<sup>2</sup> ανά 20,0 m<sup>2</sup> παρειών ορύγματος.

Επιμέτρηση σύμφωνα με την θεωρητική διατομή της μελέτης (οι τυχόν υπερεκσκαφές δεν συνυπολογίζονται).

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>), κατά τα ανωτέρω

#### **Άρθρο ΥΔΡ 4.09 Αποκατάσταση ασφαλτικών οδοστρωμάτων**

#### Κωδικός Αναθεώρησης ΟΔΟ 4521B

Για τις εργασίες πλήρους επαναφοράς ενός τετραγωνικού μέτρου αποξηλωθέντος ασφαλτικού οδοστρώματος, ήτοι:

1. Κατασκευή στρώσης υπόβασης οδοστρωσίας με αδρανή υλικά λατομείου, συμπυκνωμένου πάχους 0,10 m

2. Κατασκευή στρώσης βάσης οδοστρωσίας με αδρανή υλικά λατομείου, συμπυκνωμένου πάχους 0,10 m

3. Ασφαλτική προεπάλειψη

4. Ασφαλτική στρώση βάσης με ασφαλτόμιγμα, παρασκευαζόμενο εν θερμώ σε μόνιμη εγκατάσταση, συμπυκνωμένου πάχους 50 mm

5. Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας με ασφαλτικό σκυρόδεμα παρασκευαζόμενο εν θερμώ σε μόνιμη εγκατάσταση, συμπυκνωμένου πάχους 50 mm με την αντίστοιχη ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και μεταφορά επί τόπου όλων των ενσωματωμένων υλικών, η λήψη μέτρων για τις απαιτούμενες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις και η απασχόληση προσωπικού, εξοπλισμού και μέσων για την εκτέλεση των εργασιών, καθώς και η συλλογή και απομάκρυνση τυχόν πλεοναζόντων υλικών και ο καθαρισμός του οδοστρώματος με χρήση μηχανικού σαρώθρου μετά την ολοκλήρωση των εργασιών. Το παρόν άρθρο έχει εφαρμογή ανεξαρτήτως της εκτάσεως των αποκαταστάσεων και των κυκλοφοριακών συνθηκών στην θέση εκτέλεσης των εργασιών. Οι επιμέρους εργασίες θα εκτελούνται σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στα αντίστοιχα άρθρα του τιμολογίου έργων οδοποιίας (NET ΟΔΟ).

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) πλήρους αποκατάστασης οδοστρώματος.

#### **Άρθρο ΥΔΡ 5.04 Επιχώσεις ορυγμάτων υπογείων δικτύων με προϊόντα εκσκαφών, με ιδιαίτερες απαιτήσεις συμπύκνωσης**

##### Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6067

Επίχωση ορυγμάτων υπογείων δικτύων σε κατοικημένες περιοχές ή στην ζώνη διέλευσης οδικών αξόνων, σε στρώσεις πάχους έως 30 cm με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών του έργου που έχουν αποτεθεί παραπλεύρως ή δάνεια χώματα που έχουν μεταφερθεί επί τόπου, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 08-01-03-02 "Επανεπίχωση ορυγμάτων υπογείων δικτύων"

Στην τιμή μονάδας περιλαμβάνονται οι πλάγιες μεταφορές των προϊόντων που έχουν αποτεθεί ή προσκομισθεί, η έκριψη στο όρυγμα με μηχανικά μέσα και χειρωνακτικά (όπου απαιτείται), η διάστρωση σε στρώσεις πάχους έως 30 cm, η διαβροχή (με την προμήθεια και μεταφορά επί τόπου του νερού) και η συμπύκνωση με δονητικούς συμπυκνωτές διαστάσεων αναλόγων του πλάτους του ορύγματος, ούτως ώστε να επιτευχθεί βαθμός συμπύκνωσης που αντιστοιχεί σε ξηρά φαινόμενη πυκνότητα ίση κατ' ελάχιστο με το 95% αυτής που επιτυγχάνεται εργαστηριακά κατά την τροποποιημένη δοκιμή Proctor (Proctor Modified κατά ΕΛΟΤ EN 13286-2).

Τιμή ανά κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>) συμπυκνωμένου όγκου επίχωσης ορυγμάτων.

## Άρθρο ΥΔΡ 9.30 Τυπικά φρεάτια αεροεξαγωγού

### Κωδικός Αναθεώρησης 50% ΥΔΡ-6329 + 50% ΥΔΡ-6311

Πλήρης κατασκευή τυπικού φρεατίου αεροεξαγωγού, σε οποιοδήποτε θέση του έργου και ανεξαρτήτως του βάθους της σωληνογραμμής από την επιφάνεια του εδάφους, σύμφωνα με τις ισχύουσες ΕΤΕΠ ανά επί μέρους αντικείμενο εργασιών.

Στην τιμή μονάδας περιλαμβάνονται:

- οι τυχόν απαιτούμενες ερευνητικές τομές για τον εντοπισμό αγωγών και δικτύων
- οι απαιτούμενες εκσκαφές με οποιονδήποτε τρόπο (μηχανικά μέσα ή χέρια) σε κάθε είδους εδάφη, με τις τυχόν απαιτούμενες αντιστηρίξεις των παρειών του ορύγματος, καθώς και η φορτοεκφόρτωση των πλεοναζόντων προϊόντων εκσκαφών και η μεταφορά τους σε οποιαδήποτε απόσταση
- οι απαιτούμενες καθαιρέσεις - αποξηλώσεις
- οι τυχόν απαιτούμενες αντλήσεις
- οι απαιτούμενες εξυγιαντικές στρώσεις έδρασης του φρεατίου
- οι κατασκευές από άοπλο και οπλισμένο σκυρόδεμα που απαρτίζουν το φρεάτιο (σκυρόδεμα οποιασδήποτε κατηγορίας, σιδηροπλισμός, ξυλότυποι, πρόσμικτα), σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης
- οι απαιτούμενες εσωτερικές διαμορφώσεις του φρεατίου
- η μόνωση των εξωτερικών παρειών του φρεατίου με ασφαλική επάλειψη
- η προμήθεια και τοποθέτηση των προβλεπομένων χυτοσιδηρών βαθμίδων και του καλύματος του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.
- η κατασκευή διάταξης αποχέτευσης του φρεατίου προς κατάλληλο αποδέκτη (σωλήνας, ειδικά τεμάχια, σύνδεση και εγκιβωτισμός σωλήνα)
- η προμήθεια και εγκατάσταση σωλήνα αερισμού (όταν προβλέπεται)
- η επανεπίχωση του απομένοντος διακένου του ορύγματος με θραυστό υλικό
- η επαναφορά της επιφανείας του ορύγματος στην αρχική του κατάσταση (κατάστρωμα οδού ή πεζοδρόμιο)
- κάθε άλλη εργασία ή επιμέρους κατασκευή για την πλήρη ολοκλήρωση του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.

Στην τιμή δεν περιλαμβάνονται η βαλβίδα εισαγωγής-εξαγωγής αέρα και η συρταρωτή δικλίδα απομόνωσης, που πληρώνονται με τα αντίστοιχα άρθρα του Τιμολογίου.

Τιμή ανά τεμάχιο (τεμ.) πλήρως κατασκευασμένου φρεατίου.

- 9.30.01** Τυπικό φρεάτιο αεροεξαγωγού για αγωγούς DN < 600 mm, διαστάσεων 2.00x1.50 m

### **Άρθρο ΥΔΡ 9.31 Τυπικά φρεάτια εκκένωσης**

Κωδικός Αναθεώρησης 50% ΥΔΡ-6327 + 50% ΥΔΡ-6311

Πλήρης κατασκευή τυπικού φρεατίου εκκένωσης, σε οποιοδήποτε θέση του έργου και ανεξαρτήτως του βάθους της σωληνογραμμής από την επιφάνεια του εδάφους, σύμφωνα με τις ισχύουσες ΕΤΕΠ ανά επί μέρους αντικείμενο εργασιών.

Στην τιμή μονάδας περιλαμβάνονται:

- οι τυχόν απαιτούμενες ερευνητικές τομές για τον εντοπισμό αγωγών και δικτύων
- οι απαιτούμενες εκσκαφές με οποιονδήποτε τρόπο (μηχανικά μέσα ή χέρια) σε κάθε είδους εδάφη, με τις τυχόν απαιτούμενες αντιστηρίξεις των παρειών του ορύγματος, καθώς και η φορτοεκφόρτωση των πλεοναζόντων προϊόντων εκσκαφών και η μεταφορά τους σε οποιαδήποτε απόσταση
- οι απαιτούμενες καθαιρέσεις - αποξηλώσεις
- οι τυχόν απαιτούμενες αντλήσεις
- οι απαιτούμενες εξυγιαντικές στρώσεις έδρασης του φρεατίου
- οι κατασκευές από άοπλο και οπλισμένο σκυρόδεμα που απαρτίζουν το φρεάτιο (σκυρόδεμα οποιασδήποτε κατηγορίας, σιδηροπλισμός, ξυλότυποι, πρόσμικτα), σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης
- οι απαιτούμενες εσωτερικές διαμορφώσεις του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης
- η μόνωση των εξωτερικών παρειών του φρεατίου με ασφαλική επάλειψη
- η προμήθεια και τοποθέτηση των προβλεπομένων χυτοσιδηρών βαθμίδων και του καλύματος του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.
- η κατασκευή διάταξης αποχέτευσης του φρεατίου προς κατάλληλο αποδέκτη (σωλήνας, ειδικά τεμάχια, σύνδεση και εγκιβωτισμός σωλήνα)
- η προμήθεια και εγκατάσταση σωλήνα αερισμού (όταν προβλέπεται)
- η επανεπίχωση του απομένοντος διακένου του ορύγματος με θραυστό υλικό
- η επαναφορά της επιφανείας του ορύγματος στην αρχική του κατάσταση (κατάστρωμα οδού ή πεζοδρόμιο)
- κάθε άλλη εργασία ή επιμέρους κατασκευή για την πλήρη ολοκλήρωση του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.

Στην τιμή δεν περιλαμβάνονται η χυτοσιδηρή συρταρωτή δικλείδα και το τεμάχιο εξάρμωσης, που πληρώνονται με τα αντίστοιχα άρθρα του τιμολογίου.

Τιμή ανά τεμάχιο (τεμ.) πλήρως κατασκευασμένου φρεατίου.

#### **9.31.01 Τυπικό φρεάτιο εκκένωσης απλό (τύπου Α)**

## **Άρθρο ΥΔΡ 9.32 Τυπικά φρεάτια δικλίδων**

### Κωδικός Αναθεώρησης 50% ΥΔΡ-6329 + 50% ΥΔΡ-6311

Πλήρης κατασκευή τυπικού φρεατίου δικλίδων, σε οποιοδήποτε θέση του έργου και ανεξαρτήτως του βάθους της σωληνογραμμής από την επιφάνεια του εδάφους, σύμφωνα με τις ισχύουσες ΕΤΕΠ ανά επί μέρους αντικείμενο εργασιών.

Στην τιμή μονάδας περιλαμβάνονται:

- οι τυχόν απαιτούμενες ερευνητικές τομές για τον εντοπισμό αγωγών και δικτύων
- οι απαιτούμενες εκσκαφές με οποιονδήποτε τρόπο (μηχανικά μέσα ή χέρια) σε κάθε είδους εδάφη, με τις τυχόν απαιτούμενες αντιστηρίξεις των παρειών του ορύγματος, καθώς και η φορτοεκφόρτωση των πλεοναζόντων προϊόντων εκσκαφών και η μεταφορά τους σε οποιαδήποτε απόσταση
- οι απαιτούμενες καθαιρέσεις - αποξηλώσεις
- οι τυχόν απαιτούμενες αντλήσεις
- οι απαιτούμενες εξυγιαντικές στρώσεις έδρασης του φρεατίου
- οι κατασκευές από άοπλο και οπλισμένο σκυρόδεμα που απαρτίζουν το φρεάτιο (σκυρόδεμα οποιασδήποτε κατηγορίας, σιδηροπλισμός, ξυλότυποι, πρόσμικτα), σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης
- οι απαιτούμενες εσωτερικές διαμορφώσεις του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης
- η μόνωση των εξωτερικών παρειών του φρεατίου με ασφαλτική επάλειψη
- η προμήθεια και τοποθέτηση των προβλεπομένων χυτοσιδηρών βαθμίδων και του καλύματος του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.
- η κατασκευή διάταξης αποχέτευσης του φρεατίου προς κατάλληλο αποδέκτη (σωλήνας, ειδικά τεμάχια, σύνδεση και εγκιβωτισμός σωλήνα)
- η προμήθεια και εγκατάσταση σωλήνα αερισμού (όταν προβλέπεται)
- η επανεπίχωση του απομένοντος διακένου του ορύγματος με θραυστό υλικό
- η επαναφορά της επιφανείας του ορύγματος στην αρχική του κατάσταση (κατάστρωμα οδού ή πεζοδρόμιο)
- κάθε άλλη εργασία ή επιμέρους κατασκευή για την πλήρη ολοκλήρωση του φρεατίου, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.

Στην τιμή δεν περιλαμβάνονται οι δικλίδες (συρταρωτές ή πεταλούδας) και τα τεμάχια εξάρμωσης, που πληρώνονται με τα αντίστοιχα άρθρα του τιμολογίου.

Τιμή ανά τεμάχιο (τεμ.) πλήρως κατασκευασμένου φρεατίου.

**9.32.01** Τυπικό φρεάτιο δικλίδων για αγωγούς DN < 300 mm, διαστάσεων 1.50x1.50 m

## **Άρθρο ΥΔΡ 11.12 Περίφραξη με συρματοπλέγμα**

### Κωδικός Αναθεώρησης ΥΔΡ 6812

Πλήρης κατασκευή περιφράξεως τεχνικών έργων ύψους 1,50 m, βαθμιδωτής ή μη διάταξης, αποτελούμενης από δικτυωτό γαλβανισμένο συρματοπλέγμα Νο 17 (διαμέτρου 3 mm, ρομβοειδούς βροχίδας 50x50 mm, βάρους 2,36 kg/m<sup>2</sup>) με ούγια στις εκατέρωθεν απολήξεις, στηριζόμενο σε πασσάλους από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 φυγοκεντρικής χύτευσης (διαμέτρου στέψης/βάσης 7,0/9,5 cm και ύψους 1,90 m) ανά αποστάσεις έως 2,50 m, πακτωμένους στο έδαφος με σκυρόδεμα κατηγορίας C8/10.

Στην τιμή μονάδας περιλαμβάνονται:

- η προμήθεια και μεταφορά στην θέση κατασκευής της περίφραξης του συρματοπλέγματος, των πασσάλων και των λοιπών απαιτούμενων υλικών
- η διάνοιξη των οπών πάκτωσης των πασσάλων σε κάθε είδος έδαφος και η διευθέτηση της στάθμης του εδάφους κατά μήκος της περίφραξης
- η συλλογή και απομάκρυνση προς οριστική απόθεση των προϊόντων εκσκαφών
- η τοποθέτηση, ευθυγράμμιση και πάκτωση των πασσάλων με σκυρόδεμα
- η τοποθέτηση και στερέωση του συρματοπλέγματος και του σύρματος τάνυσης
- η τοποθέτηση των απαιτούμενων αντηρίδων και γωνιακών πασσάλων
- οι τυχόν φθορές και απομειώσεις των ενσωματωμένων υλικών

Τιμή ανά μέτρο μήκους έτοιμης περίφραξης.

## **Άρθρο ΥΔΡ 12.13 Αγωγοί υπό πίεση από σωλήνες PVC-U**

Αγωγοί υπό πίεση με σωλήνες από μη πλαστικοποιημένο πολυβινυλο-χλωρίδιο (PVC-U), συμπαγούς τοιχώματος, κατά ΕΛΟΤ EN 1452-2, σύμφωνα με την μελέτη και την ΕΤΕΠ 08-06-02-01 "Δίκτυα υπό πίεση από σωλήνες PVC-U".

Στην τιμή μονάδας περιλαμβάνονται:

- α. Η προμήθεια και μεταφορά επί τόπου του έργου των σωλήνων και όλων των απαιτούμενων ειδικών τεμαχίων από PVC της αντίστοιχης ονομαστικής πίεσης, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στην μελέτη του έργου (για διάβαση εμποδίων, οριζοντιογραφικές και μηκοτομικές αλλαγές της χάραξης κλπ).
- β. Οι πλάγιες μεταφορές στο εργοτάξιο, η προσέγγιση, η εγκατάσταση και σύνδεση του αγωγού και ειδικών τεμαχίων αυτού, καθώς και η δοκιμασία του σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 08-06-02-01.

- γ. Η τοποθέτηση στο όρυγμα πλαστικής ταινίας σήμανσης, του χρώματος που θα καθορίσει η Υπηρεσία, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 08-06-08-01 "Ταινίες σήμανσεως υπογείων δικτύων"

Διευκρινίζεται ότι η δαπάνη σύνδεσης του υπό κατασκευή αγωγού από σωλήνες PVC-U με υφιστάμενο δίκτυο, δεν περιλαμβάνεται στο παρόν άρθρο αλλά πληρώνεται ιδιαίτερα με τα αντίστοιχα άρθρα του παρόντος Τιμολογίου. Επίσης δεν περιλαμβάνονται οι συσκευές ελέγχου και ασφαλείας του δικτύου, οι αγκυρώσεις και ο εγκιβωτισμός των σωλήνων με άμμο που πληρώνονται ιδιαίτερα βάσει των σχετικών άρθρων του παρόντος Τιμολογίου.

Τιμή ενός μέτρου (μμ) ωφέλιμου αξονικού μήκους, ανά διάμετρο αγωγού και ανά κατηγορία ονομαστικής πίεσης, πλήρως εγκατεστημένου σύμφωνα με τα παραπάνω, και έτοιμου για την πλήρη και κανονική λειτουργία:

#### **12.13.02** Ονομαστικής πίεσης 10 at

- |                    |   |
|--------------------|---|
| <b>12.13.02.01</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D 50 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.1 |
| <b>12.13.02.02</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D 63 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.1 |
| <b>12.13.02.03</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D 75 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.1 |
| <b>12.13.02.04</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D 90 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.1 |
| <b>12.13.02.05</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D110 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.1 |
| <b>12.13.02.06</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D140 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.2 |
| <b>12.13.02.07</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D160 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.3 |
| <b>12.13.02.08</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D200 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.4 |
| <b>12.13.02.09</b> | Ονομαστικής διαμέτρου D225 mm<br>Κωδικός αναθεώρησης ΥΔΡ 6621.5 |



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΙΣΤΙΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.deyamp.gr/oikologia-periballon-nero/to-nero-kai-i-simasia-tou/>

[http://www.deyael.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=98&Itemid=121](http://www.deyael.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=121)

[http://eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/MHXC201/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%9C%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82/Lesson\\_4\\_Eksoteriko%20diktuo.pdf](http://eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/MHXC201/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%9C%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82/Lesson_4_Eksoteriko%20diktuo.pdf)

<https://www.gtp.gr/Locpage.asp?id=7799&lng=1>

<http://dspace.lib.ntua.gr/handle/123456789/2535>

[http://www.oraiokastronet.gr/?page\\_id=596](http://www.oraiokastronet.gr/?page_id=596)

<http://www.oraiokastro.gr/>

[https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/1518/11/documents/UHW\\_10\\_Tanks.pdf](https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/1518/11/documents/UHW_10_Tanks.pdf)

<http://www.eyath.gr/swift.jsp?CMCCode=060101&extLang>

<file:///C:/Users/admin/Documents/P/προυπολογισμος/08-01-03-01.pdf>

<file:///C:/Users/admin/Documents/P/προυπολογισμος/τιμολογια/ΠΙΝΑΚΕΣ%20ΤΙΜΩΝ%202017.pdf>

[https://www.ggde.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=964:%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%AD%CF%81%CE%B3%CF%89%CE%BD-%CF%83%CE%B5-%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B7-%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%AE-2017&Itemid=326](https://www.ggde.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=964:%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%AD%CF%81%CE%B3%CF%89%CE%BD-%CF%83%CE%B5-%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B7-%CE%BC%CE%BF%CF%81%CF%86%CE%AE-2017&Itemid=326)

<http://www.pesede.gr/el/timologia-ergasion-prodiagrafes>

### ΒΙΒΛΙΑ

Παντοκράτορας Α. 2014, Υδρεύσεις Πόλεων, Θεωρία, Ξάνθη

Σπηλιώτης Μ. 2004, Υδρεύσεις Οικισμών, Αθήνα, ΕΜΠ

Ναλμπάντης Ι. 2007, Προστασία και Διαχείριση Υδατικών Πόρων, Αθήνα, ΕΜΠ

Σιδηρόπουλος Π. , Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Π.Θ. (Σημειώσεις)

Παντουβάκης Π. 2012, Διαχείριση Τεχνικών Έργων, Αθήνα, ΕΜΠ

Λαμπρόπουλος Σ., Μαρινέλλη Μ., Πετρουσάτου Κ., 2014, Δομικές Μηχανές και Κατασκευαστικές Μέθοδοι, Αθήνα