



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ
ΕΛΛΑΔΑΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Στοιχεία υδραυλικού σχεδιασμού δικτύου
αποχέτευσης όμβριων, με εφαρμογή στο δυτικό
τμήμα του οικισμού Σαρλάτων, νομού
Κεφαλληνίας.**

ΕΙΡΗΝΗ Κ. ΓΚΟΤΣΟΠΟΥΛΟΥ

Εποπτεύων καθηγητής: Νικόλαος Θ. Φουρνιώτης

Δεκέμβριος, 2016

ΠΑΤΡΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη σπουδάστρια έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολόκληρου του κειμένου εξίσου, έχω δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω, επίσης, ότι οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Ειρήνη Γκοτσοπούλου

(Υπογραφή)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας υπό την επίβλεψη του κ. Ευάγγελου Βουτσινά και του κ. Νικόλαου Φουρνιώτη.

Αρχικά, θα ήθελα να απευθύνω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στους επιβλέποντες καθηγητές μου κ. Ευάγγελο Βουτσινά και κ. Νικόλαο Φουρνιώτη για την εμπιστοσύνη και το ενδιαφέρον που μου έδειξαν κατά την ανάθεση του θέματος αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Το άριστο κλίμα που κατάφεραν να δημιουργήσουν κατά τη συνεργασία μας υπήρξε κινητήριο δύναμη ώστε να ολοκληρωθεί η πτυχιακή εργασία αξιοποιώντας τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές τους που θα με ακολουθούν σε όλη την επαγγελματική μου πορεία.

Στη συνέχεια, οφείλω να ευχαριστήσω όσους ανθρώπους συνέβαλαν με ποικίλους τρόπους στην επίτευξη αυτής της εργασίας. Τους δημόσιους υπαλλήλους στην Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Κεφαλονιάς και της Δ.Ε.Υ.Α. για την εξυπηρέτησή τους στη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών, καθώς και τους υπαλλήλους της Πολεοδομίας Κεφαλονιάς. Επίσης, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στο συνάδελφο και "δάσκαλο" Κοσμά Βουτσινά για τις άριστες γνώσεις που φρόντισε να μου μεταδώσει κατά τη διάρκεια της πρακτικής μου, επιτυγχάνοντας το δυσκολότερο έργο, αυτό του να αγαπήσω την επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού.

Κλείνοντας, θέλω να πω ένα τεράστιο ευχαριστώ στους φίλους μου και σε όσους ανθρώπους στάθηκαν δίπλα μου σε όλη αυτήν την πορεία κάνοντας την πιο όμορφη και ένα από καρδιάς ευχαριστώ στην οικογένειά μου για όσα κατάφερα να επιτύχω που χωρίς αυτήν θα έμεναν μόνο όνειρα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1, ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 5 |
| 1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ..... | 5 |
| 1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ..... | 5 |
| 1.3 ΣΗΜΑΣΙΑ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ..... | 7 |
| 1.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ..... | 7 |
| 1.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Κ' ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΝΤΟΡΡΟΙΚΟΥ..... | 7 |
| 1.4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ Κ' ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣΤΙΚΟΥ..... | 8 |
| 1.5 ΤΥΠΟΙ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ..... | 8 |
| 1.6 ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ..... | 9 |
| 1.7 ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ..... | 11 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2, ΔΙΚΤΥΟ ΥΔΡΕΥΣΗΣ..... | 12 |
| 2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ..... | 12 |
| 2.2 ΜΕΛΕΤΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ..... | 12 |
| 2.3 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ..... | 12 |
| 2.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ..... | 13 |
| 2.5 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ..... | 13 |
| 2.5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ..... | 13 |
| 2.5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ..... | 14 |
| 2.5.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ-ΑΠΩΛΕΙΕΣ..... | 14 |
| 2.6 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ..... | 15 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3, ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ..... | 16 |
| 3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ..... | 16 |
| 3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ..... | 16 |
| 3.2.1 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ..... | 16 |
| 3.2.2 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ-ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ..... | 16 |
| 3.2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ..... | 17 |
| 3.2.4 ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ-ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ..... | 17 |
| 3.2.5 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ..... | 17 |
| 3.2.6 ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ..... | 18 |

| | | |
|-------|--|-----------|
| 3.3 | ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ..... | 18 |
| 3.3.1 | ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ..... | 18 |
| 3.3.2 | ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ..... | 18 |
| 3.4 | ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ..... | 19 |
| 3.4.1 | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ..... | 19 |
| 3.4.2 | ΟΜΒΡΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗ..... | 20 |
| 3.4.3 | ΕΚΤΑΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ..... | 20 |
| 3.4.4 | ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ..... | 21 |
| | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4, ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ..... | 22 |
| 4.1 | ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΟΗΣ..... | 22 |
| 4.1.1 | ΕΞΙΣΩΣΗ CHEZY..... | 22 |
| 4.1.2 | DARCY-WEISBACH..... | 22 |
| 4.1.3 | ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ MANNING-KUTTER..... | 23 |
| 4.1.4 | ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ PRANDTL-VON KARMAN-COLEBROOK..... | 25 |
| 4.2 | ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΡΟΗ..... | 25 |
| 4.3 | ΚΥΚΛΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΜΕ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΡΟΗ..... | 25 |
| | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5, ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ..... | 27 |
| 5.1 | ΦΡΕΑΤΙΑ..... | 27 |
| 5.1.1 | ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ Κ' ΟΜΒΡΙΩΝ..... | 27 |
| 5.1.2 | ΦΡΕΑΤΙΑ ΣΥΜΒΟΛΗΣ..... | 29 |
| 5.1.3 | ΦΡΕΑΤΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ..... | 29 |
| 5.1.4 | ΦΡΕΑΤΙΑ ΠΤΩΣΗΣ..... | 30 |
| 5.2 | ΑΓΩΓΟΙ (ΣΩΛΗΝΕΣ) ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ..... | 31 |
| 5.2.1 | ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ..... | 31 |
| 5.2.2 | ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΑΜΙΑΝΤΟΤΣΙΜΕΝΤΟ..... | 32 |
| 5.2.3 | ΠΛΑΣΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 5.2.4 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΡΕΗΔ..... | 34 |
| 5.2.5 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΓΦΚ..... | 35 |
| 5.2.6 ΑΡΓΙΛΟΠΥΡΙΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ..... | 35 |
| 5.2.7 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΑΛΛΑ ΥΛΙΚΑ..... | 35 |
| 5.2.8 ΑΓΩΓΟΙ ΧΥΤΟΙ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ..... | 36 |
| 5.3 ΔΙΑΤΟΜΕΣ..... | 36 |
| 5.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΩΝ..... | 36 |
| 5.4.1 ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ Κ..... | 36 |
| 5.4.2 ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ K_b ΓΙΑ ΑΓΩΓΟΥΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ..... | 37 |
| 5.4.3 ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ K_b ΓΙΑ ΑΓΩΓΟΥΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ..... | 37 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Π.Δ..... | 38 |
| 6.1 ΓΕΝΙΚΑ..... | 38 |
| 6.2 ΚΛΙΣΕΙΣ ΑΓΩΓΩΝ..... | 38 |
| 6.3 ΠΟΣΟΣΤΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ..... | 38 |
| 6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ..... | 39 |
| 6.4.1 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΔΑΤΟΣ-ΠΑΡΟΧΕΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ..... | 39 |
| 6.4.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ..... | 39 |
| 6.4.3 ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ..... | 40 |
| 6.4.3.1 ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ $Q_{ακ}$ (ανά κάτοικο $q_{ακ}$)..... | 40 |
| 6.4.3.2 ΜΕΓΙΣΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ $Q_{max}^{ημ}$ (ανά κάτοικο $q_{max}^{ημ}$)..... | 40 |
| 6.4.3.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ (ή παροχή αιχμής)..... | 40 |
| 6.5 ΜΕΓΙΣΤΕΣ Κ' ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ..... | 41 |
| 6.5.1 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ..... | 41 |
| 6.5.2 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ..... | 41 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7, ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ..... | 42 |
| 7.1 ΓΕΝΙΚΑ..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 7.2 ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ..... | 42 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8, ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ..... | 44 |
| 8.1 ΓΕΝΙΚΑ..... | 44 |
| 8.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΓΙΑ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ..... | 45 |
| 8.3 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ Β.ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ..... | 46 |
| 8.3.1 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΕΙΡΟΥ-ΒΕΡΓΑ-ΠΗΝΕΙΟΥ..... | 46 |
| 8.3.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΛΙΑΣ Β.ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ..... | 46 |
| 8.3.3 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ-ΙΘΑΚΗΣ-ΖΑΚΥΝΘΟΥ..... | 47 |
| 8.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ..... | 47 |
| 8.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ..... | 47 |
| 8.4.1.1 ΡΥΜΟΤΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ..... | 47 |
| 8.4.1.2 ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ ΤΩΝ ΟΔΩΝ..... | 48 |
| 8.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΣΜΟ ΣΑΡΛΑΤΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ..... | 48 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9, ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ..... | 49 |
| 9.1 ΓΕΝΙΚΑ..... | 49 |
| 9.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ-ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ..... | 52 |
| 9.2.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (C)..... | 52 |
| 9.2.2 ΕΝΤΑΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (i)..... | 52 |
| 9.2.3 ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ..... | 53 |
| 9.2.4 ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΡΕΑΤΙΩΝ ΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ..... | 54 |
| 9.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ..... | 54 |
| 9.3.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ..... | 55 |
| 9.3.2 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ..... | 55 |
| 9.4 ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ..... | 56 |
| 9.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ..... | 85 |
| 9.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 86 |

| | |
|--------------------------------|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10, ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 87 |
| 10.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 87 |
| 10.2 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ..... | 87 |

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1: Άποψη τμήματος δικτύου αποχέτευσης όμβριων στη φάση της κατασκευής. [Τροποποιημένη από Διαδίκτυο 1]..... | 10 |
| Εικόνα 2: Δίκτυο ακαθάρτων. [Τροποποιημένη από Διαδίκτυο 2] | 10 |
| Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής με ελεύθερη επιφάνεια σε κυκλικούς αγωγούς. [Marz, 1970].... | 24 |
| Εικόνα 4: Φρεάτιο επίσκεψης από οπλισμένο σκυρόδεμα. [Διαδίκτυο 3]..... | 27 |
| Εικόνα 5: Φρεάτιο επίσκεψης. [Διαδίκτυο 4]..... | 28 |
| Εικόνα 6: Οι διαστάσεις του σε mm. [Διαδίκτυο 5]..... | 28 |
| Εικόνα 7: Ανοιχτό φρεάτιο επίσκεψης. [Διαδίκτυο 6]..... | 28 |
| Εικόνα 8: Άποψη φρεατίου συμβολής. [Διαδίκτυο 7]..... | 29 |
| Εικόνα 9: Σκαριφήματα φρεατίων πτώσης. [Διαδίκτυο 8]..... | 30 |
| Εικόνα 10: Σωλήνας σκυροδέματος. [Τροποποιημένη από Διαδίκτυο 9]..... | 32 |
| Εικόνα 11: Τυπική διατομή σωλήνα από αμιαντοντισιμέντο. [Διαδίκτυο 10]..... | 33 |
| Εικόνα 12: Τυπικές διατομές πλαστικών σωλήνων. [Διαδίκτυο 11]..... | 33 |
| Εικόνα 13: Σωλήνες PEHD. [Διαδίκτυο 12]..... | 34 |
| Εικόνα 14: Χυτοσίδηρος. [Διαδίκτυο 13]..... | 35 |
| Εικόνα 15: Χάλυβας. [Διαδίκτυο 14]..... | 35 |
| Εικόνα 16: Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας. [ΥΠΕΚΑ]..... | 43 |
| Εικόνα 17: Υδατικό διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου. [ΥΠΕΚΑ]..... | 46 |
| Εικόνα 18: Χάρτης Κεφαλονιάς με τους Δήμους [Διαδίκτυο15]..... | 50 |
| Εικόνα 19: Περνάρι Σαρλάτα [Διαδίκτυο 16]..... | 51 |
| Εικόνα 20: Ένταση βροχόπτωσης για Αργοστόλι Κεφαλονιάς | 53 |
| Εικόνα 21: Περιοχή μελέτης με παρουσίαση φρεατίων. [Google Earth, 2015]..... | 57 |
| Εικόνα 22: Τοποθέτηση αγωγών και φρεατίων στην περιοχή μελέτης | 57 |
| Εικόνα 23: Καρτέλα προγράμματος..... | 58 |
| Εικόνα 24: Επιλογή μονάδων..... | 59 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 25: Προσθήκη νέας προδιαγραφής. Δεδομένα διατομής..... | 60 |
| Εικόνα 26: Προσθήκη νέας προδιαγραφής. Κατασκευή..... | 61 |
| Εικόνα 27: Προσθήκη διατομής..... | 62 |
| Εικόνα 28: Ιδιότητες ρευστού..... | 63 |
| Εικόνα 29: Βάση δεδομένων ιδιοτήτων ρευστών..... | 64 |
| Εικόνα 30: Όμβριες καμπύλες..... | 65 |
| Εικόνα 31: Επιφάνειες απορροής..... | 66 |
| Εικόνα 32: Επιφάνειες απορροής με συντελεστές απορροής..... | 68 |
| Εικόνα 33: Επιλογή τοποθέτησης φρεατίων..... | 69 |
| Εικόνα 34: Επιλογή τοποθέτησης αγωγών..... | 70 |
| Εικόνα 35: Τοποθέτηση φρεατίων και αγωγών..... | 71 |
| Εικόνα 36: Γενική οριζοντιογραφία του δικτύου αποχέτευσης με τις μηκοτομές όπως διαμορφώθηκε στο δίκτυο..... | 72 |
| Εικόνα 37: Μηκοτομές, Σύνδεσμοι..... | 73 |
| Εικόνα 38: Μηκοτομές, Κόμβοι..... | 74 |
| Εικόνα 39: Ιδιότητες αγωγού..... | 75 |
| Εικόνα 40: Μηκοτομή PR1..... | 76 |
| Εικόνα 41: Μηκοτομή PR2..... | 76 |
| Εικόνα 42: Μηκοτομή PR3..... | 77 |
| Εικόνα 43: Μηκοτομή PR4..... | 77 |
| Εικόνα 44: Φόρμα εισροών..... | 78 |
| Εικόνα 45: Πληροφοριακό μήνυμα..... | 79 |
| Εικόνα 46: Αποτελέσματα PR1..... | 80 |
| Εικόνα 47: Αποτελέσματα PR2..... | 80 |
| Εικόνα 48: Αποτελέσματα PR3..... | 81 |
| Εικόνα 49: Αποτελέσματα PR4..... | 81 |
| Εικόνα 50: Νέες διατομές αγωγών..... | 82 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 51: Τελικά αποτελέσματα κλάδου PR1..... | 83 |
| Εικόνα 52: Τελικά αποτελέσματα κλάδου PR2..... | 83 |
| Εικόνα 53: Τελικά αποτελέσματα κλάδου PR3..... | 84 |
| Εικόνα 54: Τελικά αποτελέσματα συλλεκτήρα PR4..... | 84 |

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1: Ελληνικές προδιαγραφές για την εκτίμηση του συντελεστή..... | 19 |
| Πίνακας 2: Αμερικανικές προδιαγραφές για την εκτίμηση του συντελεστή..... | 19 |
| Πίνακας 3: Τιμές εισόδου t_c | 21 |
| Πίνακας 4: Διατομές αγωγών αποχέτευσης..... | 36 |
| Πίνακας 5: Τιμές K για σωλήνες και διάφορα υλικά..... | 36 |
| Πίνακας 6: Τιμές K_b για αγωγούς αποχέτευσης..... | 37 |
| Πίνακας 7: Τιμές K_b για αγωγούς ύδρευσης..... | 37 |
| Πίνακας 8: Μέγιστα επιτρεπόμενα ποσοστά πλήρωσης για αγωγούς αποχέτευσης..... | 38 |
| Πίνακας 9: Συντελεστές υπολογισμού παροχών αιχμής κ' ελάχιστων παροχών..... | 40 |
| Πίνακας 10: Υψόμετρα εδάφους στους κόμβους (στόμια εισόδου) και μήκη αγωγών..... | 56 |
| Πίνακας 11: Επιφάνεια και συντελεστές απορροής..... | 67 |
| Πίνακας 12: Στοιχεία για τις νέες διατομές αγωγών..... | 82 |
| Πίνακας 13: Αποτελέσματα κλάδου PR1..... | 85 |
| Πίνακας 14: Αποτελέσματα κλάδου PR2..... | 85 |
| Πίνακας 15: Αποτελέσματα κλάδου PR3..... | 85 |
| Πίνακας 16: Αποτελέσματα συλλεκτήρα PR4..... | 85 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Πτυχιακή Εργασία στοχεύει στη μελέτη ανάλυσης και σχεδιασμού ενός δικτύου αποχέτευσης όμβριων. Η εφαρμογή γίνεται στο δυτικό τμήμα του οικισμού Σαρλάτων, του νομού Κεφαλληνίας. Θα πρέπει να τονίσουμε πως στο συγκεκριμένο τμήμα της οδού ο δρόμος έχει υποστεί κατολίσθηση λόγω του μεγάλου όγκου των όμβριων υδάτων που δέχεται τους θερινούς μήνες.

Ο σχεδιασμός του δικτύου αποχέτευσης όμβριων πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται είναι το WORKS, 2015 της εταιρείας Technologismiki Works.

Για την ανάλυση του δικτύου και τον υπολογισμό των παροχών χρησιμοποιήθηκε η ορθολογική μέθοδος. Οι λεκάνες απορροής πρόεκυψαν με τη μέθοδο της διχοτόμησης των γωνιών των οικοδομικών τετραγώνων και τα εμβαδά τους υπολογίστηκαν μέσω του προγράμματος GOOGLE EARTH χρησιμοποιώντας τα εργαλεία.

Για τη συμπλήρωση των συντελεστών της όμβριας καμπύλης συμβουλευόμαστε το βιβλίο 'Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης' του Δ. Κουτσογιάννη (1999) όπου παρουσιάζονται οι όμβριες καμπύλες διάφορων πόλεων ανάμεσα τους και αυτή του Αργοστολίου, Κεφαλονιάς.

Κατά την ανάλυση και το σχεδιασμό του δικτύου τηρήθηκαν οι σχεδιαστικοί περιορισμοί που προβλέπει το κεφάλαιο Δ' του Προεδρικού Διατάγματος της Ελληνικής Δημοκρατίας Π.Δ. 696/1974.

Κλείνοντας, η Πτυχιακή Εργασία έχει ως στόχο τον υπολογισμό των υδραυλικών μεγεθών του σχεδιαζόμενου δικτύου με βάση τις υδρολογικές συνθήκες που επικρατούν στο τμήμα του οικισμού των Σαρλάτων, όπως επίσης και την απόκτηση εμπειρίας στην ανάλυση αστικών δικτύων αποχέτευσης όμβριων υδάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Παρακάτω θα χρησιμοποιήσουμε κάποιους όρους για την ανάλυση των δικτύων αποχέτευσης και το πώς αυτά λειτουργούν για την απομάκρυνση των όμβριων υδάτων. Επίσης, θα σχεδιάσουμε δίκτυο αποχέτευσης σε συγκεκριμένη περιοχή της Λειβαθούς, στο νομό Κεφαλληνίας. Μερικοί ορισμοί των όρων που θα χρησιμοποιηθούν θα αναλυθούν σε αυτή την ενότητα.

- Αποχετευτικό δίκτυο είναι ένα δίκτυο αγωγών το οποίο συλλέγει και μεταφέρει ακάθαρτα ή όμβρια σε φυσικό αποδέκτη που μπορεί να είναι θάλασσα, ρέμα ή λίμνη.
- Αστικά λύματα ή ακάθαρτα ή αστικά υγρά είναι τα νερά που προέρχονται από τις οικιακές, εμπορικές, βιομηχανικές περιοχές αναμειγμένα με στερεά.
- Όμβρια είναι τα νερά από έντονες βροχοπτώσεις που απορρέουν επιφανειακά.
- Εισροές: υπόγειων νερών (διήθηση - εισροή), όμβριων, από άλλα δίκτυα βλάβης.

Οι παρασιτικές εισροές εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

- i. Από τη στάθμη του υπόγειου υδροφορέα
- ii. Από τη διαπερατότητα του εδάφους
- iii. Παλαιότητα δικτύου
- iv. Υλικό και ποιότητα αγωγού
- v. Αποτελεσματική συντήρηση δικτύου

Οι εισροές στο δίκτυο είναι μη προγραμματισμένες και σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό.

- Χωριστικό δίκτυο αποχέτευσης είναι ανεξάρτητα δίκτυα ακαθάρτων και όμβριων, στην περίπτωση αυτή γίνεται διαφορετικός υπολογισμός των δικτύων ενώ παράλληλα διαφοροποιείται και η εκβολή.
- Παντοροϊκό δίκτυο είναι το κοινό δίκτυο όμβριων και ακαθάρτων, η μελέτη νέων δικτύων αναφέρεται σε χωριστικά δίκτυα.
- Τύποι διατομών αποχετευτικών αγωγών: κυκλική, ωσειδής κ.α.
- Διαστάσεις αγωγών δικτύου, για δίκτυο όμβριων έχουμε μεγάλες διαστάσεις αγωγών (συνήθως τσιμεντοσωλήνες), για δίκτυο ακαθάρτων έχουμε μικρές διαστάσεις αγωγών (συνήθως PVC, χρώμα κεραμίδι).
- Λειτουργία δικτύου, οι αποχετευτικοί αγωγοί δε λειτουργούν ποτέ υπό πίεση πάντα με ελεύθερη επιφάνεια. Η ροή θεωρείται για λόγους απλοποίησης μόνιμη και ομοιόμορφη.
- Δίκτυο όμβριων αποκεντρωτικού τύπου, δεν υπάρχει δηλαδή η ανάγκη συλλογής των όμβριων για την εκβολή στον τελικό αποδέκτη σε ένα σημείο (Κουτσογιάννης, 1999).

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το νερό αποτελούσε πάντοτε πηγή ζωής για τον άνθρωπο, για το λόγο αυτό πρωταρχικό μέλημα του ανθρώπου είναι η εξασφάλιση καθαρού, πόσιμου και σε ικανή ποσότητα νερού για την κάλυψη όλων των αναγκών. Αυτός ήταν και ο λόγος για τον οποίο όλες οι οργανωμένες κοινωνίες εμφανίστηκαν δίπλα σε ποτάμια, λίμνες και στη θάλασσα.

Ιδιαίτερα στην Ελλάδα από την αρχαιότητα ακόμα χτίζονταν πόλεις σε κατάλληλες τοποθεσίες, λαμβάνοντας υπόψη πάντα και τη διάσταση του νερού. Το 19^ο αιώνα άρχισαν να κατασκευάζονται τα πρώτα δίκτυα ύδρευσης με τη σημερινή τους μορφή έχοντας ραγδαία εξέλιξη και ανάπτυξη. Σήμερα τα δίκτυα ύδρευσης κατασκευάζονται σύγχρονα, τηλεχειριζόμενα και τηλεεποπτούμενα, αποτελούμενα από αισθητήρες μέτρησης διαφόρων παραμέτρων. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των σωληνώσεων είναι συνήθως πλαστικό και μέταλλο, ενώ μέχρι πρόσφατα χρησιμοποιούνταν και ο αμιάντος ο οποίος καταργήθηκε για λόγους υγείας.

Η ανάγκη του ανθρώπου για λήψη νερού με σκοπό την κάλυψη όλων των βιολογικών αναγκών του οδήγησε εκτός από την ανάπτυξη δικτύων ύδρευσης, όπως είδαμε παραπάνω και στη δημιουργία δικτύων αποχέτευσης για την απομάκρυνση των λυμάτων. Έτσι, σε πολλούς από τους αρχαίους πολιτισμούς ήταν γνωστή η τέχνη της απομάκρυνσης των λυμάτων με υπονόμους. Κατά το Μεσαίωνα υπήρξε πολύ μεγάλη οπισθοχώρηση σε όλους τους επιστημονικούς τομείς λόγω της επικράτησης της Θεολογίας και την πλήρη απαξίωση της επιστήμης. Υπήρξε, έτσι, ύφεση και στους τομείς της ύδρευσης και αποχέτευσης ως απόρροια των πεποιθήσεων του σκοταδισμού ο οποίος άλλαξε εντελώς τις θεωρίες που αφορούσαν θέματα ατομικής υγιεινής και υγείας. Αποτέλεσμα αυτών ήταν η εμφάνιση πολλών επιδημιών που εξόντωσαν το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της Ευρώπης. Η κατάσταση αυτή συνεχίστηκε και στους νεότερους χρόνους και μάλιστα οξύνθηκε και με τη συγκέντρωση πληθυσμού στις πόλεις καθώς η εξέλιξη της οικοδομικής που οδήγησε στην κατασκευή πολυώροφων κτιρίων δε συνοδεύτηκε από ανάλογη εξέλιξη των συνηθειών υγιεινής και των αποχετεύσεων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα λύματα να αφήνονταν ελεύθερα στους δρόμους και στις αυλές (Κουτσογιάννης, 1999).

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα ξεκινά η κατασκευή σύγχρονων συστημάτων αγωγών αποχέτευσης. Για παράδειγμα στη Γερμανία το πρώτο δίκτυο υπονόμων σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο Αμβούργο το 1842 μετά από πυρκαγιά που κατέστρεψε το κέντρο της πόλης. Στην Αγγλία η σημασία των αποχετεύσεων αναγνωρίστηκε το 1855 μετά από επιδημία χολέρας που ξεκίνησε το 1848 και έδωσε το έναυσμα για την κατασκευή επαρκούς δικτύου αποχέτευσης στο Λονδίνο. Είναι ενδιαφέρον να τονίσουμε πως η κατασκευή δικτύων αποχέτευσης κατά τους νεότερους χρόνους ξεκίνησε με σκοπό να απομακρύνονται τα όμβρια ύδατα και όχι τα οικιακά λύματα.

Στην Ελλάδα γενικά υπήρξε μια καθυστέρηση στην κατασκευή σύγχρονων συστημάτων αποχέτευσης. Στην Αθήνα για παράδειγμα υπάρχει μεγάλο ποσοστό ακόμα σπιτιών που εξυπηρετούνται με βόθρους ενώ το κέντρο της διαθέτει παντοροϊκό δίκτυο αποχέτευσης και η περιφέρεια της διαθέτει πιο σύγχρονα χωριστικά δίκτυα. Υπάρχουν βέβαια και άλλες ελληνικές πόλεις που το σύστημα αποχέτευσης είναι πολύ χειρότερο όπως η Νεάπολη Λασιθίου.

Σήμερα στην Ελλάδα προχωρούν με σχετικά ικανοποιητικούς ρυθμούς, όσο βέβαια επιτρέπουν οι ρυθμοί χρηματοδότησης, η κατασκευή ή η αποπεράτωση σύγχρονων χωριστικών δικτύων αποχέτευσης σε όλες τις πόλεις και κωμοπόλεις, ενώ στα μικρότερα χωριά έχει γενικευτεί η χρήση βόθρων. Μελλοντικά τα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης θα αναπτυχθούν πολύ περισσότερο τόσο κατασκευαστικά όσο και λειτουργικά (Κουτσογιάννης, 1999).

1.3 ΣΗΜΑΣΙΑ ΕΡΓΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία θα επικεντρωθούμε στα έργα αποχέτευσης και στη σημασία τους για τον άνθρωπο. Οι κανόνες υγιεινής έχουν υπαγορεύσει την ανάπτυξη της αναγκαίας τεχνογνωσίας για την κατασκευή ασφαλών δικτύων αποχέτευσης. Σε περιοχές χωρίς δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων παρατηρείται ρύπανση του εδάφους, των υπόγειων υδροφορέων και των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων, εμφάνιση οσμών εξαιτίας των σηπτικών συνθηκών των βοθρολυμάτων και δημιουργούνται κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία. Αντίστοιχα, σε περιοχές που λείπει ένα αποτελεσματικό δίκτυο αποχέτευσης όμβριων, σε κάθε καταιγίδα οι δρόμοι μετατρέπονται σε ρέματα, παραλύει η κίνηση, πλημμυρίζουν αυτοκίνητα και σπίτια και συχνά χάνονται ανθρώπινες ζωές.

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα πως τα έργα αποχέτευσης αποτελούν σημαντικότερα έργα υποδομής, απαραίτητα για τη λειτουργία μιας αστικής περιοχής και καθοριστικά για το επίπεδο διαβίωσης σε αυτήν. Συχνά, όμως, η σημασία τους παραλείπεται επειδή είναι έργα υπόγεια και δεν προσφέρονται για προβολή.

Πλέον, δίνεται μεγάλη βαρύτητα σε τέτοια έργα υποδομής ειδικά στις χώρες του εξωτερικού όπου οι μελέτες, οι κατασκευές και οι συντηρήσεις δικτύων αποχέτευσης αποτελούν απόλυτα σημαντικό κλάδο της επιστήμης του Πολιτικού Μηχανικού.

1.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Τα δίκτυα αποχέτευσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα Παντοροϊκά και τα Χωριστικά δίκτυα.

Τα παλαιότερα δίκτυα αποχέτευσης που κατασκευάστηκαν σε ευρωπαϊκές και αμερικανικές πόλεις είναι παντοροϊκά. Τα δίκτυα αυτά αποτελούνται από διατομές αγωγών οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι να παραλαμβάνουν τόσο τα αστικά λύματα όσο και τα όμβρια ύδατα κάθε περιοχής. Χρησιμοποιούνται κυρίως όταν δεν απαιτείται επεξεργασία λυμάτων και καταλήγουν σε μία εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων. Σε περιόδους βροχοπτώσεων μεταφέρονται μεγαλύτερες παροχές από αυτές που συνήθως μεταφέρονται σε ξηρή περίοδο καιρού, με αποτέλεσμα η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων να δέχεται μεγαλύτερο όγκο λυμάτων, που όμως λόγω της αυξημένης ποσότητας των όμβριων έχει συνήθως μικρότερη ποσότητα ρυπαντικού φορτίου.

Η άλλη κατηγορία δικτύων είναι τα χωριστικά, τα οποία αποτελούνται από δύο ξεχωριστά δίκτυα. Σε αυτή την περίπτωση τοποθετούνται δύο αγωγοί σε κάθε οδό, από τους οποίους ο ένας παραλαμβάνει τα όμβρια ύδατα και ο άλλος τα αστικά λύματα. Στην Ελλάδα έχει επικρατήσει αυτός ο τύπος δικτύου αποχέτευσης (Κουτσογιάννης, 2011).

1.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΝΤΟΡΡΟΙΚΟΥ

Τα πλεονεκτήματα του παντοροϊκού δικτύου είναι η απλότητα και η ευκολία της κατασκευής του αφού διαθέτει μόνο έναν αγωγό σε κάθε δρόμο και το μικρότερο αρχικό του κόστος (Κουτσογιάννης, 2011).

Στα μειονεκτήματα των παντοροϊκών δικτύων συγκαταλέγεται η ρύπανση των υδάτινων σωμάτων. Αυτό συμβαίνει διότι οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων έχουν σχεδιαστεί ώστε να δέχονται ένα μικρό ποσοστό παροχής νερού της βροχής, έτσι όταν τα λύματα και τα όμβρια έχουν ξεπεράσει το ανώτατο όριο μέσα στον αγωγό επιτρέπεται η υπερχειλίση τους προς τους φυσικούς αποδέκτες χωρίς επεξεργασία. Επιπλέον, τα όμβρια δημιουργούν προβλήματα στη λειτουργία της εγκατάστασης επεξεργασίας όταν οδηγούνται σε αυτή και αυξάνουν το κόστος επεξεργασίας λόγω των μεγαλύτερων εισρεόμενων παροχών. Άλλα μειονεκτήματα των δικτύων αυτών είναι, οι κίνδυνοι πλημμυρίσματος υπογείων σε περίπτωση μεγάλων βροχοπτώσεων, οι δυσάρεστες οσμές στην ξηρή περίοδο από τα ανοιχτά φρεάτια συλλογής όμβριων, καθώς και το αυξημένο κόστος αντλήσεων σε περίπτωση που υπάρχουν αντλιοστάσια μέσα στο δίκτυο. Άρα, βλέποντας τα παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε πως η επιλογή λύσης παντοροϊκού δικτύου είναι: α)σε μικρές επεκτάσεις παλιών παντοροϊκών δικτύων β)σε περιπτώσεις που τα όμβρια απαιτούν επεξεργασία πριν τη διάθεση τους και γ)σε οικισμούς με πολύ στενούς δρόμους που δεν επιτρέπουν την κατασκευή δύο παράλληλων αγωγών αποχέτευσης (Κουτσογιάννης, 2011).

1.4.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣΤΙΚΟΥ

Το χωριστικό δίκτυο διαθέτει την πλήρη ανεξαρτησία των αγωγών ακαθάρτων, όπου λειτουργεί συγκεντρωτικά, δηλαδή τα αστικά λύματα συγκεντρώνονται στον κύριο συλλεκτήρα, ο οποίος τα οδηγεί στην εγκατάσταση επεξεργασίας πριν φτάσουν και διατεθούν στον τελικό αποδέκτη. Αντίθετα, το δίκτυο όμβριων σχεδιάζεται αποκεντρωτικά, δηλαδή οι αγωγοί όμβριων καταλήγουν σε διαφορετικά σημεία του αποδέκτη ή και σε διαφορετικούς αποδέκτες. Με αυτό το σχεδιασμό μειώνονται οι διατομές άρα και το κόστος των αγωγών και αποφεύγονται οι αντλήσεις (Κουτσογιάννης, 2011).

Άλλο ένα πλεονέκτημα του χωριστικού δικτύου είναι ότι υπάρχει δυνατότητα σταδιακής κατασκευής των έργων αποχέτευσης. Συνήθως κατασκευάζεται πρώτα το δίκτυο ακαθάρτων που είναι μικρής διατομής και επομένως φθηνότερο και τα όμβρια αφήνονται κάποια χρόνια ελεύθερα στους δρόμους και τα φυσικά υδατορεύματα της πόλης (Κουτσογιάννης, 2011).

Ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα του χωριστικού συστήματος είναι ότι απαιτείται προσεκτική επιτήρηση για να αποφεύγονται εσφαλμένες συνδέσεις, που δημιουργούν προβλήματα και στα δύο δίκτυα (Κουτσογιάννης, 2011).

1.5 ΤΥΠΟΙ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ

Τα δίκτυα υπονόμων τα χωρίζουμε σε τρεις βασικούς τύπους (Χατζηαγγέλου, 2002),

- Το ακτινωτό
- Το εγκάρσιο
- Το παράλληλο

1.6 ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ

Το δίκτυο όμβριων υδάτων διοχετεύει όλο τον όγκο νερού στο καάντη αντιπλημμυρικό έργο με μεγάλη ταχύτητα, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση του. Μειώνει, δηλαδή, το χρόνο συγκέντρωσης και αυξάνει την πλημμυριακή αιχμή του έργου. Τα δίκτυα όμβριων είναι αποκεντρωτικού τύπου και έχουν στόχο την ταχύτερη έξοδο σε κάποιον τελικό αποδέκτη, μπορεί να υπάρχουν διαφορετικοί τελικοί αποδέκτες αφού τα δίκτυα αυτά χωρίζονται σε επιμέρους τμήματα. Οι διατομές στα δίκτυα όμβριων είναι σχετικά μεγάλες για την αποχέτευση στις έντονες βροχοπτώσεις, σε αντίθεση με τα δίκτυα ακαθάρτων που είναι μικρές, (βλέπε εικόνες 1 και 2). Από πλευράς αναγκών ενός οικισμού δημιουργείται πρώτα το δίκτυο ακαθάρτων και έπειτα το δίκτυο όμβριων, του οποίου η κατασκευή μπορεί να φέρει θετικά αλλά και αρνητικά αποτελέσματα.

Τα δίκτυα όμβριων είναι ανοιχτά προς το περιβάλλον ενώ τα δίκτυα ακαθάρτων είναι κλειστά. Επιπλέον, σε αντίθεση με τα δίκτυα αστικών λυμάτων τα δίκτυα όμβριων είναι διακοπτόμενης ροής και όχι συνεχούς (Τσακίρης, 2004).



Εικόνα 1: Άποψη τμήματος δικτύου αποχέτευσης όμβριων στη φάση της κατασκευής. [Τροποποιημένη από: Διαδίκτυο 1]



Εικόνα 2: Δίκτυο ακαθάρτων [Τροποποιημένη από: Διαδίκτυο 2]

1.7 ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στην Ελλάδα για να ολοκληρωθεί μία μελέτη αποχετευτικού συστήματος θα πρέπει ο Μηχανικός να τηρήσει τα επιμέρους τμήματα της μελέτης, τους όρους εκπόνησης της και τις βασικές παραδοχές και μεθοδολογίες σύνταξης της σύμφωνα με τις προδιαγραφές που περιλαμβάνονται στο Π.Δ. 696/1974. Συνήθως οι μελέτες εκπονούνται σε τρία στάδια: την Προκαταρκτική μελέτη, την Προμελέτη και την Οριστική μελέτη. Στο τελικό στάδιο δίνονται τα πλήρη κατασκευαστικά σχέδια των έργων τα οποία είναι απαραίτητα όχι μόνο για την κατασκευή αλλά και για τη μελλοντική συντήρηση, επέκταση ή τροποποίηση τους.

Για τη σύνταξη των μελετών είναι απαραίτητα να γίνει συλλογή, οργάνωση και επεξεργασία μιας σειράς πληροφοριών, όπως:

- Τοπογραφικά δεδομένα τα οποία περιλαμβάνουν χάρτες, μηκοτομές, τοπογραφικά διαγράμματα.
- Γεωτεχνικά και υδρογεωλογικά δεδομένα, που είναι οι γεωλογικοί χάρτες και το είδος του εδάφους όπου πρόκειται να κατασκευαστεί το έργο.
- Υδρολογικά δεδομένα, τα οποία περιλαμβάνουν τα βροχομετρικά δεδομένα παροχής και στερεοπαροχής των υδατορευμάτων της περιοχής.
- Χωροταξιακά δεδομένα, τα οποία είναι στατιστικά στοιχεία εξέλιξης του πληθυσμού, ρυθμιστικά σχέδια, όροι δόμησης και κόστος γης.
- Δεδομένα χρήσης νερού, τα οποία συμπεριλαμβάνουν τα λειτουργικά δεδομένα δικτύου ύδρευσης, ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά λυμάτων.
- Δεδομένα ποιότητας νερού, προκειμένου να επιλεγεί ο αποδέκτης και να καθοριστούν οι όροι διάθεσης των λυμάτων.
- Οικονομικά δεδομένα, δηλαδή όλες εκείνες οι αναλυτικές τιμές υλικών, εργασιών των έργων αποχέτευσης, δαπάνη ενέργειας.

Σημαντικό ρόλο στη συλλογή των παραπάνω πληροφοριών παίζουν οι τυχόν παλαιότερες μελέτες για συναφή έργα στην περιοχή μελέτης, καθώς και οι επαφές με τις αρχές και τους οργανισμούς της περιοχής (Κουτσογιάννης, 2011)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Παρόλο που η παρούσα πτυχιακή εργασία εστιάζει στη μελέτη και τη σχεδίαση δικτύου αποχέτευσης για όμβρια ύδατα, δε μπορεί να παραληφθεί η αναφορά στο σχεδιασμό ενός δικτύου ύδρευσης και τις απαραίτητες πληροφορίες για τη σύνταξη της μελέτης του. Επομένως, σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν τα στοιχεία που χρειάζονται για τη μελέτη ύδρευσης δικτύου. Αρχικά, η χάραξη του δικτύου ύδρευσης, που τις περισσότερες φορές προϋπάρχει του δικτύου αποχέτευσης, βοηθάει στο σχεδιασμό και τη χωροθέτηση των αγωγών αποχέτευσης, ενώ η εκτίμηση των παροχών κατανάλωσης σε έναν οικισμό μας δίνει μία αίσθηση των ποσοτήτων των αστικών λυμάτων.

2.2 ΜΕΛΕΤΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Η συνολική κατανάλωση ύδατος σε έναν οικισμό μπορεί να περιλαμβάνει οικιακές, εμπορικές, βιομηχανικές, κτηνοτροφικές ανάγκες και τις απώλειες που θα υπάρξουν. Ανάλογα με την κατηγορία χρήσης του νερού παρουσιάζονται διακυμάνσεις που εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως η ηλικία του δικτύου, η ποιότητα κατασκευής των οριακών εγκαταστάσεων, το επίπεδο συντήρησης του δικτύου κλπ. Στα έργα ύδρευσης περιλαμβάνονται:

- Τα έργα συλλογής-υδροληψίας
- Τα έργα υποδομής

2.3 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ο μελετητής Μηχανικός θα πρέπει να αξιοποιήσει οποιαδήποτε διαθέσιμη πληροφορία σχετικά με την εξέλιξη του πληθυσμού κατά το τέλος της περιόδου σχεδιασμού. Εκτός από τα ιστορικά, απογραφικά δεδομένα ο μελετητής θα πρέπει να αναζητήσει πληροφορίες στις απογραφές των μαθητών των σχολείων, στις καταναλώσεις ρεύματος/νερού, στις εγγραφές/διαγραφές, στα δημοτολόγια κ.α. Επίσης, πρέπει να γίνει ξεχωριστή εκτίμηση του πλήθους των μη μόνιμων κατοίκων που σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας (π.χ τουριστικές) είναι πολλαπλασίους εκείνου των μόνιμων. Σε συνδυασμό με τις γνωστές μεθόδους πρόβλεψης του πληθυσμού στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού με βάση τα απογραφικά στοιχεία προηγούμενων περιόδων, ο μελετητής θα πρέπει να αναζητήσει τα στοιχεία αυτά που θα προκαλέσουν μία πιθανή μεταβολή του πληθυσμού στο μέλλον (π.χ κατασκευή νέων αναπτυξιακών έργων) (Σωτηροπούλου και Καλυβά, 2015).

2.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Συνήθως οι διάφορες συνιστώσες της υδατικής κατανάλωσης εκφράζονται με το δείκτη της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης ανά κάτοικο (L/ημ/κατ). Στον ελληνικό χώρο, οι τυπικές τιμές της οικιακής κατανάλωσης κυμαίνονται από 150 L/ημ/κατ για μικρούς οικισμούς μέχρι 250 L/ημ/κατ, με μέση τιμή τα 200 L/ημ/κατ. Ειδικά για τουριστικές εγκαταστάσεις και νοσοκομεία η κατά κεφαλή κατανάλωση θεωρείται αυξημένη στα όρια των 300-600 L/ημ/κατ. Στην Αθήνα η μέση ετήσια κατανάλωση σχεδιασμού για το έτος 2026 έχει τυποποιηθεί από την ΕΥΔΑΠ ως εξής:

- 235 L/ημ/κατ για περιοχές μέσης και κατώτερης εισοδηματικής τάξης
- 310 L/ημ/κατ για περιοχές ανώτερης εισοδηματικής τάξης
- 380 L/ημ/κατ για ημιαστικοπαραθεριστικές περιοχές και υψηλής εισοδηματικής τάξης

Ο μελετητής θα πρέπει να υπολογίζει και τις βιομηχανικές καταναλώσεις καθώς και τη δημόσια ή δημοτική κατανάλωση (π.χ κατανάλωση σχολείων, άρδευση πάρκων) Και οι δύο καταναλώσεις εκφράζονται για λόγους ομοιομορφίας σε L/ημ/κατ. Η βιομηχανική κατανάλωση εξαρτάται από το είδος και την έκταση των βιομηχανιών και μπορεί να αποκτήσει ένα ευρύ φάσμα τιμών, ενώ η δημόσια κατανάλωση κυμαίνεται από 10 μέχρι 50 L/ημ/κατ. Παραπάνω μέριμνα θα πρέπει να ληφθεί για τις ανάγκες ύδατος για πυρόσβεση (Σωτηροπούλου και Καλυβά, 2015).

2.5 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Η κατανάλωση υδρευτικού νερού, η οποία διατηρείται χρονικά σταθερή, αλλά παρουσιάζει τόσο κατά τη διάρκεια του έτους όσο και της ημέρας διακυμάνσεις, των οποίων το εύρος εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε οικισμό. Οι εποχιακές διακυμάνσεις προσδιορίζουν τη μέγιστη ημερήσια και τη μέγιστη μηνιαία κατανάλωση, ενώ η επαλληλία των χρήσεων διαμορφώνει τη μέγιστη ωριαία κατανάλωση (Σωτηροπούλου και Καλυβά, 2015).

2.5.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΜΕΓΙΣΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Ο προσδιορισμός του συντελεστή λ_1 της μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης αποτελεί κρίσιμη επιλογή, καθοριστική για το σχεδιασμό της δυναμικότητας ενός εξωτερικού υδραγωγείου. Οι τιμές του λ_1 κυμαίνονται ως εξής:

- Μεγάλα έως μεσαία αστικά κέντρα → έως 1.8
- Μικροί οικισμοί → 2.0 έως 2.5
- Συνοικίες με σημαντική ανάπτυξη κήπων → 2.0 έως 3.0

Σε περιοχές με θερινό τουρισμό ο λ_1 μπορεί να ξεπερνά κατά πολύ τις προηγούμενες τιμές, ενώ μπορεί να επηρεάζεται από κλιματικά συμβάντα χαμηλής συχνότητας όπως καύσωνας, ξηρασίες κτλ.

2.5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΩΡΙΑΙΑΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

Γενικά το εύρος της ωριαίας διακύμανσης μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με το μέγεθος του υδρευόμενου οικισμού. Ο συντελεστής λ_2 μέγιστης ωριαίας διακύμανσης κυμαίνεται ως εξής:

- Σημαντικά αστικά κέντρα περίπου στο 1.5
- Μικροί οικισμοί μπορεί να ξεπερνά το 3.0

Χρησιμοποιώντας τους συντελεστές λ_1 και λ_2 υπολογίζεται η μέγιστη ωριαία κατανάλωση κατά την ημέρα αιχμής, που αποτελεί την παροχή σχεδιασμού των αγωγών ενός εσωτερικού δικτύου ύδρευσης (Σωτηροπούλου και Καλυβά, 2015).

2.5.3 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ – ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Η αναλυτική μέθοδος προσομοίωσης των καταναλώσεων, συνιστάται στη χωριστή ανάλυση των επιμέρους παραγόντων που διαμορφώνουν τη ζήτηση, όπως η δημογραφική εξέλιξη, η ανάπτυξη των διαφόρων χρήσεων, των απωλειών κλπ. Διακρίνεται σε τέσσερα στάδια: την ανάλυση της προηγούμενης και της παρούσας κατάστασης, τη μελέτη των αναμενόμενων εξελίξεων, τις υποθέσεις για τις καταναλώσεις των διάφορων συνιστωσών και τη διατύπωση εναλλακτικών σεναρίων.

Βασικά στοιχεία της ανάλυσης της προηγούμενης και υφιστάμενης κατάστασης είναι:

- Τα στοιχεία κατανάλωσης: συνολική κατανάλωση, συνολική τιμολογημένη κατανάλωση, κατανάλωση κατά κατηγορία χρηστών, κατανάλωση των μεγάλων καταναλωτών, χωροταξική κατανομή των καταναλωτών και χρονική κατανομή των καταναλώσεων.
- Τα στοιχεία παραγωγής: παραγωγή στα διυλιστήρια, μεταβολές στις παροχές που φτάνουν στις δεξαμενές.
- Τα δημογραφικά και κοινωνικοοικονομικά στοιχεία: απογραφικά στοιχεία πληθυσμού, φυσική κίνηση του πληθυσμου, εσωτερική και εξωτερική μετανάστευση, απασχόληση και εισόδημα, οικιστική εξέλιξη, πολεοδομικός σχεδιασμός και οικοδομική δραστηριότητα, βιομηχανικές ζώνες, τουριστική δραστηριότητα και γεωργική δραστηριότητα.

Η επεξεργασία των στοιχείων αυτών επιτρέπει τον προσδιορισμό: της μέσης οικιακής κατανάλωσης ανά κάτοικο και ανά ημέρα, των επαγγελματικών και βιομηχανικών καταναλώσεων, των δημόσιων και ιδιωτικών καταναλώσεων, των αγροτικών καταναλώσεων, των απωλειών του συστήματος, τους συντελεστές μηνιαίας και ωριαίας αιχμής και την ημερήσια διακύμανση των καταναλώσεων.

Η μελέτη των αναμενόμενων μακροπρόθεσμων εξελίξεων πραγματοποιείται με προβολές της πληθυσμιακής εξέλιξης, προβλέψεις πολεοδομικής επέκτασης και προβολές εξέλιξης στη γεωργία, τη βιοτεχνία/βιομηχανία, τον τουρισμό και τις άλλες υπηρεσίες. Επισημαίνεται ότι για μακρές περιόδους πρέπει να αποφεύγεται η χρήση σταθερών ποσοστών αύξησης του πληθυσμού με απλή εφαρμογή του τύπου του ανατοκισμού.

Οι πραγματικές απώλειες ενός δικτύου ύδρευσης συνήθως οφείλονται σε θραύση αγωγών, μη στεγανές συνδέσεις σωληνώσεων ή ειδικών τεμαχίων, διαρροές δεξαμενών κλπ. Οι συνολικές απώλειες δικτύου σε ελληνικές πόλεις είναι κατά κανόνα αρκετά

υψηλές και κυμαίνονται μεταξύ 30-40%. Αξίζει να σημειωθεί ότι διεθνώς απώλειες μέχρι 15% χαρακτηρίζουν δίκτυα σε καλή κατάσταση.

2.6 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι αγωγοί ύδρευσης σχεδιάζονται με παροχευτικότητα επαρκή για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών της περιοχής μελέτης για μια δεδομένη περίοδο σχεδιασμού. Οι παροχές σχεδιασμού αφορούν στο τέλος αυτής της περιόδου, Η περίοδος σχεδιασμού σύμφωνα με το ΠΔ 696/1974 θεωρείται ίση με 40 έτη. Διεθνώς η περίοδος σχεδιασμού αυξάνεται ανάλογα με τη διάμετρο του αγωγού ενώ διαφοροποιείται και ανάλογα με το υλικό αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε τα δίκτυα αποχέτευσης τα οποία αφορούν τους αγωγούς ακαθάρτων, που μεταφέρουν τα αστικά λύματα και ορισμένες επιπλέον ποσότητες υπόγειου νερού και επιφανειακής απορροής όταν αυτά εισέρχονται σε αυτούς (παρασιτικές εισροές) και τους αγωγούς ενός δικτύου όμβριων που παροχετεύει το τμήμα εκείνο της ποσότητας των βροχοπτώσεων που απορρέει επιφανειακά, κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας και λίγο μετά από αυτή (Κουτσογιάννης, 2011).

3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

3.2.1 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Οι αγωγοί ακαθάρτων σχεδιάζονται με παροχετευτικά επαρκή για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών της περιοχής μελέτης για μία δεδομένη περίοδο σχεδιασμού. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή της περιόδου αυτής είναι:

- Η ωφέλιμη διάρκεια ζωής των επιμέρους έργων
- Η ευκολία ή η δυσκολία επέκτασης έργων
- Η μεγάλη ή μικρή αβεβαιότητα στην εκτίμηση της εξέλιξης του πληθυσμού και γενικότερα της ανάπτυξης της περιοχής
- Οικονομικοί παράγοντες, όπως το συνολικό κόστος των έργων και το επιτόκιο της χρηματοδότησης (Κουτσογιάννης, 2011).

3.2.2 ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ – ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Οι συνήθεις μέθοδοι που ακολουθούνται προκειμένου να εκτιμηθεί ο μελλοντικός πληθυσμός είναι:

- Παραδοχή γραμμικής αύξησης του πληθυσμού

$$\Pi_t = \Pi_o + at$$

- Παραδοχή σταθερού ποσοστού ετήσιας αύξησης του πληθυσμού

$$\Pi_t = \Pi_o (1 + \beta)^t$$

- Παραδοχή διαφορετικών ποσοστών αύξησης του πληθυσμού ανά δεδομένες χρονικές περιόδους (π.χ ανά δεκαετίες).
- Χρησιμοποίηση της λογιστικής καμπύλης

$$\Pi_t = \frac{\Pi}{1+me}$$

- Γραφική επέκταση στο μέλλον της καμπύλης μεταβολής του πληθυσμού στο παρελθόν
- Γραφική σύγκριση με την εξέλιξη του πληθυσμού άλλων μεγαλύτερων πόλεων μετά από χρόνο που ο πληθυσμός τους ήταν ίδιος με τον πληθυσμό της υπό μελέτη πόλης.

Η επιλογή της μεθόδου που τελικά θα υιοθετηθεί βασίζεται στην εικόνα της εξέλιξης του πληθυσμού στο παρελθόν (Κουτσογιάννης, 2011)

3.2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Η περιοχή μελέτης υποδιαιρείται σε υποπεριοχές ανάλογα με τις δραστηριότητες και τους όρους δόμησης με τέτοιο τρόπο ώστε κάθε υποπεριοχή να εμφανίζει ομοιομορφία σε αυτά τα χαρακτηριστικά και κατά συνέπεια ίδια πυκνότητα πληθυσμού. Αρχικά, η περιοχή μελέτης διαιρείται σε ζώνες ανάλογα με τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται, έπειτα οι οικιστικές ζώνες διαιρούνται σε τομείς ανάλογα με τις συνθήκες δόμησης και εκτιμάται σε κάθε ζώνη η πυκνότητα πληθυσμού (Κουτσογιάννης, 2011).

3.2.4 ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ – ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

Η υδατική κατανάλωση διακρίνεται αρχικά σε οικιακή, βιομηχανική, δημόσια και δημοτική. Οι συνιστώσες αυτές της κατανάλωσης εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις από περιοχή σε περιοχή και οι παράγοντες που τις επηρεάζουν είναι (Κουτσογιάννης, 2011):

- Το κλίμα
- Το επίπεδο ζωής
- Η ύπαρξη ή όχι δικτύου αποχέτευσης
- Ο τύπος των εμπορικών, βιομηχανικών και τουριστικών δραστηριοτήτων
- Η διαθεσιμότητα του υδρευτικού νερού
- Οι πιέσεις του δικτύου ύδρευσης
- Η ποιότητα του νερού
- Το κόστος του νερού
- Η πολιτική διαχείρισης του συστήματος υδροδότησης.

3.2.5 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΟΧΩΝ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

Οι παροχές ακαθάρτων εμφανίζουν συνεχείς μεταβολές που κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες (Κουτσογιάννης 2011):

- Υπερετήσιες μεταβολές
- Διακυμάνσεις μέσα στη διάρκεια ενός έτους
- Διακυμάνσεις στη διάρκεια της ημέρας.

3.2.6 ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ

Οι παροχές των αγωγών ακαθάρτων αυξάνονται εξαιτίας των παρασιτικών εισροών υπογείου νερού και όμβριων. Το μεγαλύτερο ποσοστό των διηθήσεων οφείλεται σε κακής κατασκευής ιδιωτικούς αγωγούς αποχέτευσης και στις άτεχνες συνδέσεις τους με τους αγωγούς του δικτύου. Ο περιορισμός των διηθήσεων αυτών είναι πρακτικά και οικονομικά ασύμφορος. Οι διηθήσεις υπογείων νερών εξαρτώνται από (Κουτσογιάννης 2011):

- Τη στάθμη του υπογείου ορίζοντα σε σχέση με το βάθος των αγωγών
- Το υλικό των αγωγών και την ποιότητα κατασκευής τους
- Τη διαπερατότητα του εδάφους.

3.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ

3.3.1 ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ

Ο βαθμός προστασίας που παρέχει ένα δίκτυο αποχέτευσης περιγράφεται από την περίοδο επαναφοράς του επεισοδίου βροχής που μπορεί το δίκτυο να παροχετεύει χωρίς προβλήματα. Όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος επαναφοράς για την οποία έχει σχεδιαστεί το δίκτυο, τόσο μεγαλύτερη είναι η προστασία που αυτό παρέχει. Πρέπει να επισημανθεί πως η αστοχία του δικτύου σημαίνει ανεπαρκή αποχέτευση του συνόλου της απορροής και όχι καταστροφή του δικτύου (Κουτσογιάννης, 2011)

Οι τυπικές τιμές της περιόδου επαναφοράς είναι:

- Για αγωγούς σε οικιστικές περιοχές 2 έως 15 χρόνια, με πιο συχνή τιμή τα 5 χρόνια.
- Για αγωγούς σε εμπορικές περιοχές και κεντρικούς συλλεκτές 10 έως 15 χρόνια.
- Για αντιπλημμυρικά έργα και διευθετήσεις υδατορευμάτων 50 ή περισσότερα χρόνια.

3.3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ

Για τον υπολογισμό της παροχής του νερού της βροχής σε ένα δίκτυο όμβριων τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι το μέγεθος της επιφάνειας της απορροής, ο συντελεστής της επιφάνειας και η ποσότητα της βροχής ανά μονάδα χρόνου. (ένταση βροχόπτωσης)

Οι βασικότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των παροχών στα δίκτυα όμβριων (Κουτσογιάννης, 2011):

- Η μέθοδος Fantoli, η οποία βασίζεται σε εμπειρικές μεθόδους και τα αποτελέσματα της δεν είναι αξιόπιστα.
- Η μέθοδος Mc. Maths η οποία είναι απλή αλλά πάλι δε δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα
- Η μέθοδος Caquot, τα αποτελέσματα της οποίας είναι πιο αξιόπιστα
- Η μέθοδος του μοναδιαίου υδατογραφήματος η οποία είναι γενική και αποδίδει καλά κυρίως σε φυσικές λεκάνες απορροής
- Η ορθολογική μέθοδος, η οποία είναι η πιο απλή και τα αποτελέσματα έχουν ικανοποιητική ακρίβεια.

3.4 ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η ορθολογική μέθοδος είναι η πιο απλή μέθοδος εκτίμησης παροχών όμβριων και έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους εκτίμησης. Είναι κατάλληλη μόνο για την εκτίμηση της μέγιστης παροχής αλλά κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες βροχόπτωσης μπορεί να δώσει ικανοποιητικά στοιχεία στις συνθήκες σχεδιασμού.

Μέσω αυτής της μεθόδου εξετάζεται χωριστά η επίδραση της επιφάνειας που αποχετεύεται, η ένταση της βροχής και άλλες διάφορες παράμετροι που περιγράφονται από το συντελεστή απορροής (Κουτσογιάννης, 2011).

Η παροχή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q = C i A \quad \text{όπου}$$

Q: η παροχή αιχμής πλημμύρας

C: αδιάστατος συντελεστής απορροής

i: η μέση ένταση της βροχής

A: η έκταση της λεκάνης απορροής ή της επιφάνειας που αποχετεύονται

3.4.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Ο συντελεστής απορροής (c) θεωρείται σταθερός αλλά στην πραγματικότητα μεταβάλλεται και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (Κουτσογιάννης 2011).

Πίνακας 1: Οι ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 696/1974) για την εκτίμηση του συντελεστή απορροής (Κουτσογιάννης, 2011).

| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ |
|--------------------|----------------------|
| ΟΡΕΙΝΗ | 0,60 |
| ΛΟΦΩΔΗΣ | 0,50 |
| ΠΕΔΙΝΗ | 0,30 |

Πίνακας 2: Οι τιμές που δίνουν οι αμερικανικές προδιαγραφές (U.S Army Corps of Engineers) για το συντελεστή απορροής (Κουτσογιάννης, 2011).

| ΠΕΡΙΟΧΗ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ |
|------------------------------------|----------------------|
| ΔΙΑΠΕΡΑΤΑ ΕΔΑΦΗ(ΑΜΜΩΔΗ) | 0,10-0,20 |
| ΕΔΑΦΗ ΜΕΣΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ | 0,30-0,40 |
| ΕΦΑΦΗ ΜΙΚΡΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ | 0,40-0,50 |
| ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ | 0,70-0,90 |
| ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ | 0,50-0,90 |
| ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ(ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ,ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ) | 0,70-0,95 |
| ΣΤΕΓΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ | 0,75-0,95 |
| ΑΛΣΗ | 0,10-0,25 |

3.4.2 ΟΜΒΡΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗ

Όμβριες καμπύλες χαρακτηρίζονται οι καμπύλες έντασης (i) και της διάρκειας της βροχής (t) για διάφορες περιόδους επαναφοράς (T). Η επεξεργασία των δεδομένο για την κατάρτιση των καμπυλών γίνεται βάσει στατιστικών μεθοδολογιών ανάλυσης (Κουτσογιάννης, 2011).

Οι όμβριες καμπύλες για δεδομένη περίοδο επαναφοράς δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

- Υπερβολικής μορφής: $i = \frac{c}{t+b}$
- Εκθετικής μορφής: $i = \frac{c}{t^n}$
- Μικτές: $i = \frac{c}{(t+b)^n}$ όπου,

i : η ένταση της βροχής

t : η ένταση της διάρκειας της βροχής

c , b , n : οι αριθμητικές σταθερές που ισχύουν για το συγκεκριμένο τύπο και τη συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς (Κουτσογιάννης, 2011).

3.4.3 ΕΚΤΑΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Σε κάθε εξεταζόμενη διατομή ενός αγωγού όμβριων αντιστοιχεί μία συγκεκριμένη επιφάνεια της οποίας τα όμβρια διέρχονται από τη διατομή αυτή. Η επιφάνεια αυτή μπορεί να προσδιοριστεί και στη συνέχεια να εμβαδομετρηθεί σε κατάλληλη οριζοντιογραφία της περιοχής μελέτης. Το εμβαδόν αυτής της επιφάνειας είναι το μόνο στοιχείο της ορθολογικής μεθόδου που μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια (Κουτσογιάννης, 2011).

3.4.4 ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Στην ορθολογική μέθοδο η διάρκεια βροχής θεωρείται ίση με το χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης. Ο χρόνος αυτός είναι ίσος με τη διάρκεια που χρειάζεται να φτάσει μία σταγόνα στο πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης στην έξοδο τους (Κουτσογιάννης, 2011).

Στα δίκτυα όμβριων ο χρόνος συγκέντρωσης (t_c) μπορεί να αναλυθεί σε συνιστώσες, το χρόνο εισόδου t_e και το χρόνο ροής t_p . Ο χρόνος εισόδου είναι ο χρόνος που χρειάζεται μέχρι η απορροή να οδηγηθεί στο δίκτυο από τη λεκάνη που αποχετεύεται και ο χρόνος ροής του κατά μήκος αγωγού όμβριων μέχρι την υπό έλεγχο θέση. (Κουτσογιάννης 2011)

Στον Πίνακα 3 φανερώνονται οι τιμές που προτείνουν οι Ελληνικές Προδιαγραφές (Π.Δ. 696/1974) αλλά και οι ξένες σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής.

Πίνακας 3: Τιμές χρόνου εισόδου, t_c (Κουτσογιάννης, 2011).

| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ | ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ (min) - t_c |
|--|------------------------------|
| ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΕΝΙΚΑ | 10 |
| ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ WPCF ASCE ΠΥΚΝΟΔΟΜΗΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΑΜΕΣΕΣ ΙΔΙΩΤΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ | 5 |
| ΑΝΕΠΤΥΓΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΗΠΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ | 10-15 |
| ΟΙΚΙΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΗΠΙΕΣ ΚΛΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΕΣΠΑΡΜΕΝΑ ΦΡΕΑΤΙΑΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ | 20-30 |

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ.696/1974) η εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης μπορεί να βρεθεί από τη σχέση του Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A+1.5L}}{0.8\sqrt{\Delta}}$$

t_c : ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης ή χρόνος συρροής

A: η επιφάνεια της λεκάνη απορροής σε km^2 .

L: το μήκος της ωριαίας μισγάγγειας της λεκάνης σε km.

Δ_z : η υψομετρική διαφορά του μέσου υψόμετρου της λεκάνης από το υψόμετρο της εξόδου της, σε m.

Αυτή η σχέση είναι η πιο διαδεδομένη στην ελληνική πρακτική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ

4.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΟΗΣ - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

4.1.1 ΕΞΙΣΩΣΗ CHEZY

Το νερό κινείται που προς τα κατάντη μέσα σε έναν ανοικτό αγωγό είναι λόγω βαρύτητας (ροή με ελεύθερη επιφάνεια). Η ταχύτητα του θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το διαθέσιμο φορτίο να καταναλώνεται στην υπερκίνηση της τριβής.

Το μέγεθος της τριβής που πρέπει να υπερνικηθεί είναι ανάλογο προς την τραχύτητα της επιφάνειας του αγωγού, το εμβαδόν της επαφής υγρού-αγωγού, το τετράγωνο της ταχύτητας και την πυκνότητα του υγρού. Η επιφάνεια επαφής είναι το γινόμενο της βρεχόμενης περιμέτρου επί το μήκος του (Σωτηροπούλου και Καλυβά, 2015).

Βάσει όλων αυτών, η σχέση στην οποία καταλήγουμε ώστε να βρεθεί η ταχύτητα εκφράζεται από την εξίσωση Chezy:

$$V = C\sqrt{Rs} \quad \text{όπου}$$

V: η ταχύτητα

C: συντελεστής ο οποίος καθορίζεται από την εφαρμογή του τύπου του

$$\text{BAZIN: } C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \text{ με τιμή του συντελεστή } \gamma=0,46.$$

R: η υδραυλική ακτίνα

S: η κλίση της επιφάνειας του υγρού

4.1.2 ΕΞΙΣΩΣΗ DARCY – WEISBACH

Με βάση την εξίσωση της συνέχειας έχουμε:

$$Q = A U \quad \text{όπου}$$

Q: παροχή (m³/sec)

A: εμβαδόν (m²)

U: μέση ταχύτητα ροής στη διατομή (m/sec)

Darcy-Weisbach για την έκφραση των τοπικών απωλειών

- i. Γραμμικές απώλειες για κλειστό αγωγό

$$h_f = f \frac{L U^2}{D 2g}$$

- ii. Τοπικές απώλειες

$$h_r = k \frac{u^2}{2g}$$

h: γραμμικές απώλειες (m)

h_r: τοπικές απώλειες (m)

f: συντελεστής γραμμικών απωλειών

k: συντελεστής τοπικών απωλειών

L: μήκος αγωγού (m)

D: διάμετρος αγωγού (m)

Για την περίπτωση κυκλικής διατομής λαμβάνουμε από την εξίσωση

$$u^2 = \frac{Q^2}{A^2} = \frac{16Q^2}{\pi^2 D^4} \Rightarrow \frac{u^2}{2g} = 0.0827 \frac{Q^2}{D^4}$$

Με την εξίσωση γίνεται:

$$h = 0.0827 \lambda \frac{L}{D^5} Q^2$$

4.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ MANNING – KUTTER

Στην εξίσωση Kutter εισάγεται ένα νέο μέγεθος το n. Η τιμή του εξαρτάται από την τραχύτητα της επιφάνειας του αγωγού και επηρεάζει αντιστρόφως ανάλογα την ταχύτητα.

$$c = \frac{\left(23 + \frac{0.00155}{s}\right) + \frac{1}{n}}{1 + \left(\frac{n}{\sqrt{R}}\right) \left(23 + \frac{0.00155}{s}\right)}$$

Η εξίσωση του Manning προκύπτει από τη σχέση του Chezy αν τεθεί

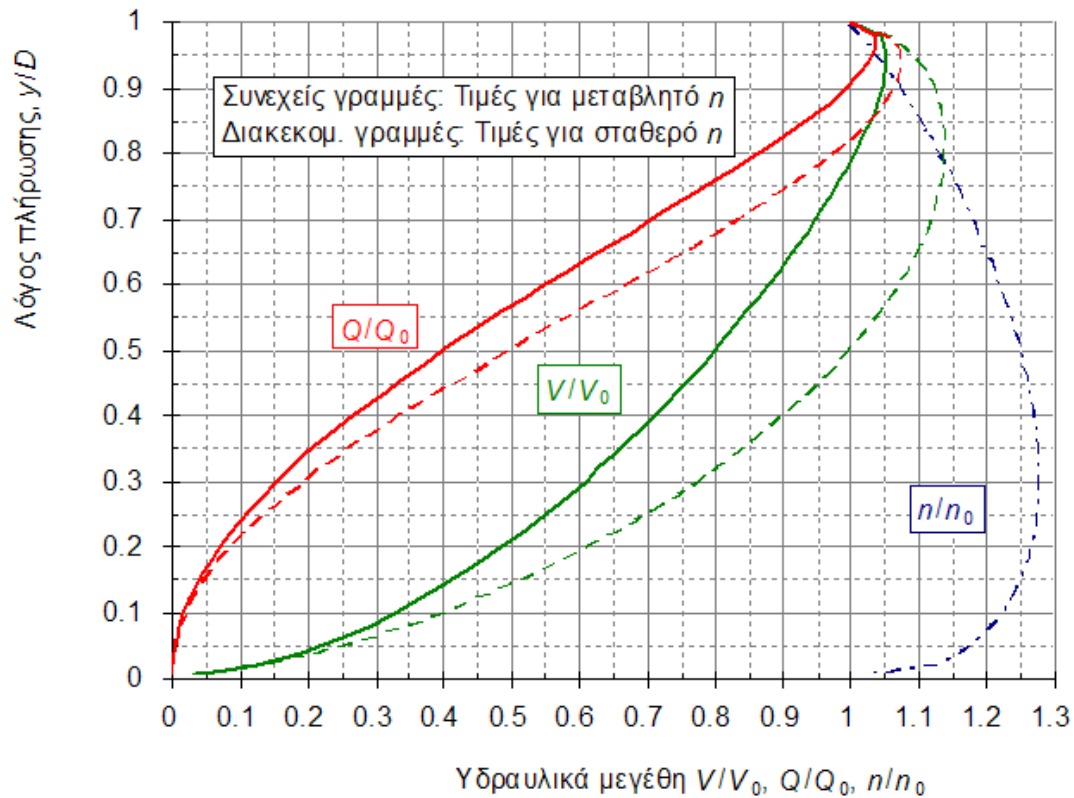
$$c = \left(\frac{1}{n}\right) R^{\frac{1}{6}}$$

Όπου n, ο συντελεστής τραχύτητας κατά Manning, η σχέση γίνεται:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

Η εξίσωση του Manning δίνει εξίσου ικανοποιητικά αποτελέσματα με αυτά που δίνει η εξίσωση του Chezy με την έκφραση του C κατά Kutter.

Το n στην εξίσωση Manning δεν είναι σταθερό και αντικαθιστά το C της εξίσωσης Kutter το οποίο μεταβάλλεται με την υδραυλική ακτίνα, άρα και με το βάθος ροής. Η μεταβολή του n σε συνάρτηση του βάθους ροής φαίνεται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3: Διάγραμμα ροής με ελεύθερη επιφάνεια σε κυκλικούς αγωγούς. [Marz, 1970]

Γενικά, εφαρμόζονται οι παρακάτω συντελεστές τραχύτητας (n) σύμφωνα με τον Κ.Μ.Ε.

- Επιφάνειες από σκυρόδεμα ορθογωνικών οχετών $n=0.016$
- Οχετοί:
 - Για έλεγχο πληρότητας $n=0.018$
 - Για έλεγχο μέγιστης ταχύτητας $n=0.012$
- Σωληνωτοί αγωγοί από τσιμεντοσωλήνες (ελεύθερη ροή) $n=0.016$
- Αβαθείς πλευρικές τάφροι επενδεδυμένες (τριγωνικές, τραπεζοειδής ρείθρα οδών) $n=0.018$.

4.1.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ PRANDTL-VON KARMAN-COLEBROOK

Χρησιμοποιείται βάσει του αριθμού Reynolds $Re = \frac{uD}{\nu}$, όπου ν είναι το κινηματικό ιξώδες (m^2/sec), το οποίο δίνει τη φύση της ροής, έτσι έχουμε:

$Re < 2320 \rightarrow$ στρωτή ροή

$Re > 2320 \rightarrow$ τυρβώδης ροή

4.2 ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΡΟΗ

Με τον όρο ομοιόμορφη ροή καλείται η ροή που εισέρχεται σε έναν αγωγό με σταθερό ρυθμό δηλαδή το βάθος και η μέση ταχύτητα έχουν σταθερή τιμή σε όλο το μήκος του αγωγού, $\frac{\partial v}{\partial s} = 0$, σε μία ορισμένη χρονική στιγμή.

Η μόνιμη ομοιόμορφη ροή, θεωρείται η ιδανική κατάσταση λειτουργίας των κλάδων των υπονόμων. Αυτό επιτυγχάνεται με ήπιες κλίσεις των αγωγών, έτσι ώστε να μπορούν να μεταφέρουν υποκρίσιμες ροές.

Στις συνήθεις μελέτες μπορεί να θεωρηθεί μόνιμη ροή. Ομοιόμορφη ροή αναμένεται σε ευθύγραμμους κλάδους υπονόμων, προκαλείται αύξηση ή μείωση της ταχύτητας από εμπόδια και αλλαγές στις διατομές των αγωγών, για αυτό υπάρχουν περιπτώσεις που θα πρέπει να γίνεται λεπτομερής ανάλυση κατά τη διάρκεια των υδραυλικών υπολογισμών.

4.3 ΚΥΚΛΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΜΕ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ ΡΟΗ

Η κυκλική διατομή εφαρμόζεται σε τυπικά δίκτυα όμβριων και ακαθάρτων όταν χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένοι σωλήνες. Για τη διαστασιολόγηση και τον έλεγχο των αγωγών κυκλικής διατομής, με ελεύθερη επιφάνεια, χρησιμοποιείται ο τύπος του Manning.

Για αγωγούς που δεν ρέουν πλήρεις είναι απαραίτητος ο καθορισμός της ταχύτητας και του βάθους ροής. Το νομογράφημα που παρουσιάζεται στην Εικόνα 3 μας επιτρέπει τη γρήγορο υπολογισμό των υδραυλικών στοιχείων κυκλικών διατομών που δεν ρέουν πλήρεις. Τα διαγράμματα αυτά, όμως, δίνουν προσεγγιστικά αποτελέσματα ιδιαίτερα για μεγάλες ταχύτητες, επομένως πρέπει να προσθέσουμε ένα συντελεστή ασφαλείας. Αν το βάθος ροής είναι μικρότερο από 78% η ταχύτητα μειώνεται ενώ για μεγαλύτερο ποσοστό στην αρχή αυξάνεται και μετά μειώνεται.

Σε μικτούς αγωγούς υπονόμων οι συνθήκες ροής πρέπει να καθορίζονται όταν δεν ρέουν πλήρεις. Το βάθος ροής πρέπει να είναι γνωστό για το σχεδιασμό συνδέσεων υπονόμων. Οι μεγάλοι υπόνομοι πρέπει να συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκαλούνται αναρροφήσεις προς τα πίσω.

$$Q = \frac{1}{n} \left[\frac{D^2}{8} (\varphi - \sin \varphi) \right] \left(\frac{D\varphi}{2} \right) S^{\frac{1}{2}}$$

Αν θέσουμε όπου $\varphi=2\pi$, προκύπτει η παροχή για πλήρη ροή και είναι η εξής:

$$Q = \frac{1}{n} \frac{2\pi D^2}{8} \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Άρα, ο λόγος $\frac{Q}{Q_0}$ προκύπτει ως εξής:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{1}{2\pi} \varphi \left(1 - \frac{\sin \varphi}{\varphi}\right)^{\frac{5}{3}}$$

Από το διάγραμμα της Εικόνας 3 μπορεί να υπολογισθεί για κάθε τιμή τους βάθους y τόσο η παροχή όσο και η ταχύτητα της μη πλήρους ροής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

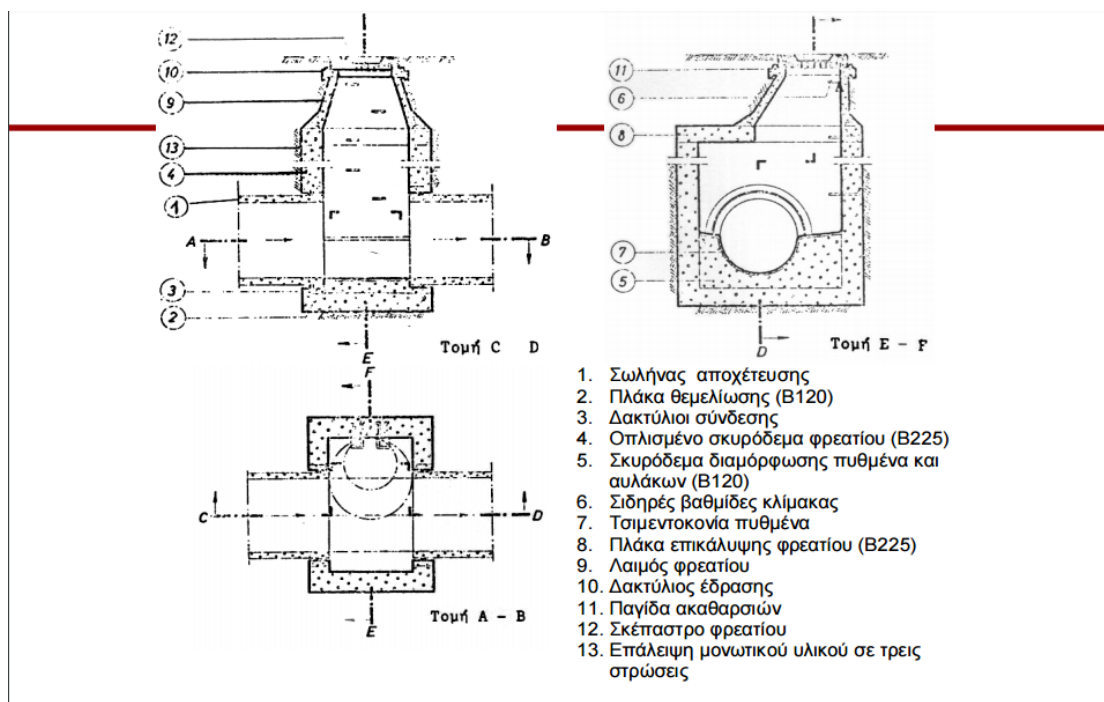
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΑΚΑΘΑΤΩΝ

5.1 ΦΡΕΑΤΙΑ

5.1.1 ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΚΑΙ ΟΜΒΡΙΩΝ

Τοποθετούνται ανάλογα σε θέσεις αλλαγής διαμέτρου, είτε σε αλλαγή κλίσης είτε σε αλλαγή κατεύθυνσης. Γενικά, σε μεγάλα μήκη αγωγών τοποθετούνται ανά διαστήματα για καθορισμό των αγωγών (Εικόνα 4).

Τα φρεάτια επίσκεψης ωφελούν στον καθαρισμό, αερισμό του δικτύου και των αγωγών καθώς και για παρακολούθηση της ροής (Εικόνα 5, 6 και 7).



Εικόνα 4: Φρεάτιο επίσκεψης από οπλισμένο σκυρόδεμα. [Διαδίκτυο 3]

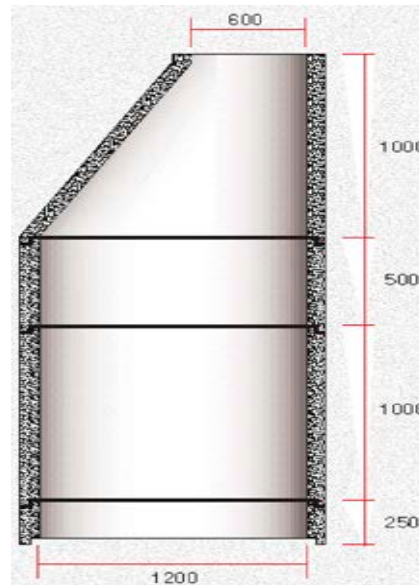
Σε αγωγούς βαρύτητας η απόσταση στην οποία τοποθετούνται τα φρεάτια επίσκεψης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 100m, συνήθως μεταξύ 70m και 80m. Σε καταθλιπτικές αγωγούς τα φρεάτια τοποθετούνται, εάν ο αγωγός εκτονώνει σε αγωγό βαρύτητας στο δίκτυο αποχέτευσης, στα χαμηλά σημεία για εκκένωση του αγωγού και στα ψηλά για εισαγωγή ή εξαγωγή αέρα. Τα φρεάτια πρέπει να έχουν στον πυθμένα κλίση προς ένα βαθύ σημείο όπου πρέπει να προβλέπεται φρεάτιο εκκένωσης με χρήση φορητής αντλίας σε περιπτώσεις βλάβης, αναγκαστικής εκκένωσης κλπ.

Τα φρεάτια επίσκεψης αποτελούνται από τα εξής επιμέρους τμήματα (Χατζηαγγέλου 2002, Ιωσηφίδης 2010) :

- Πυθμένα φρεατίου
- Κύριο τμήμα φρεατίου
- Λαϊμό φρεατίου
- Σκέπαστρο φρεατίου



Εικόνα 5: Φρεάτιο επίσκεψης
[Διαδίκτυο 4]



Εικόνα 6: Οι διαστάσεις του σε mm
[Διαδίκτυο 5]



Εικόνα 7: Ανοιχτό φρεάτιο επίσκεψης. [Διαδίκτυο 6]

5.1.2 ΦΡΕΑΤΙΑ ΣΥΜΒΟΛΗΣ

Τα φρεάτια συμβολής (Εικόνα 8) κατασκευάζονται σε σημείο συνάντησης περισσότερων αγωγών, αλλαγή κατεύθυνσης για αγωγούς μεγάλης ή μικρής διατομής. Στην εικόνα 8 δίνεται μία τυπική κατασκευή φρεατίου συμβολής συνδυάζοντας προκατασκευασμένα στοιχεία φρεατίων και αγωγών από πλαστικό.



Εικόνα 8: Άποψη φρεατίου συμβολής. [Διαδίκτυο 7]

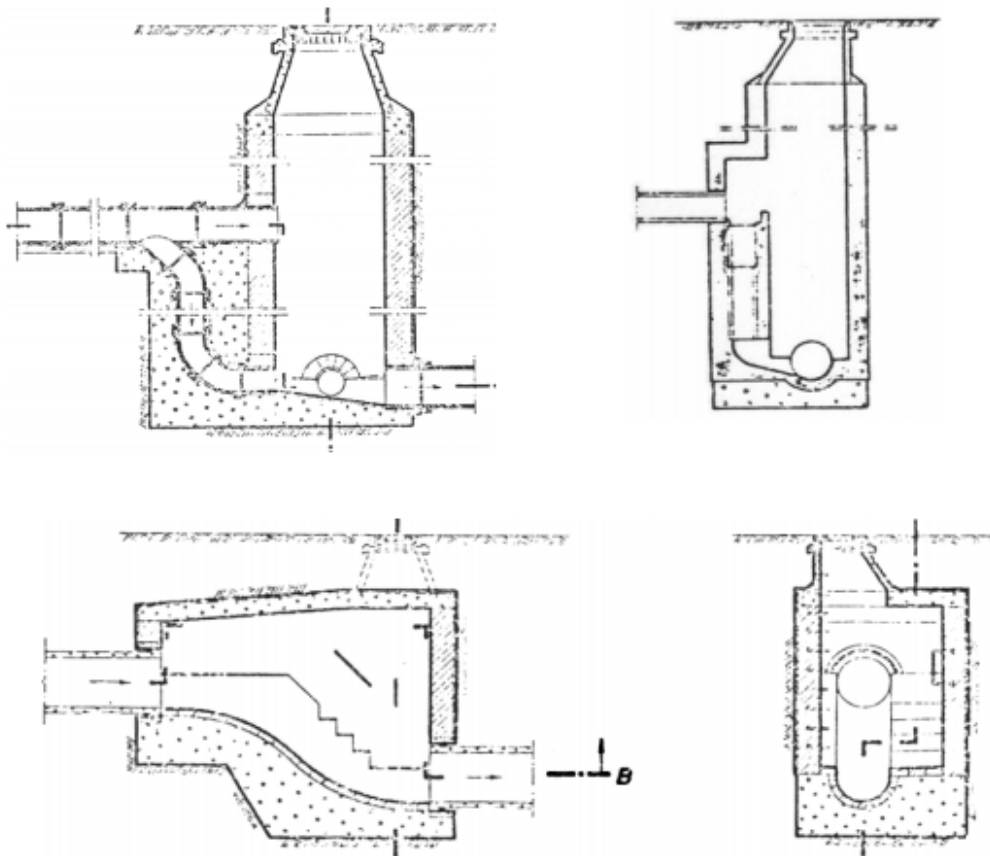
5.1.3 ΦΡΕΑΤΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

Τοποθετούνται, συνήθως, στην αρχή των δικτύων όπου οι παροχές είναι μικρές ή όταν η κλίση του αγωγού είναι μικρότερη από την ελάχιστη επιτρεπόμενη. Ο καθαρισμός επιτυγχάνεται με τη δημιουργία ενός κύματος νερού στο κατάντη τμήμα του αγωγού το οποίο συμπαρασύρει τις αποθέσεις των φερτών υλικών. Ο όγκος του φρεατίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 3m³ για να είναι δυνατή η δημιουργία κύματος ικανοποιητικής διάρκειας. Αυτή η μέθοδος καθαρισμού μπορεί να εφαρμοστεί και στα απλά φρεάτια επίσκεψης (Χατζηαγγέλου, 2002, Ιωσηφίδης, 2010).

5.1.4 ΦΡΕΑΤΙΑ ΠΤΩΣΗΣ

Όταν η κλίση του εδάφους είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη του αγωγού ή πρέπει να περάσει κάτω από ένα εμπόδιο ή υπάρχουν υψομετρικές διαφορές μηκοτομικά, τότε χρησιμοποιούνται φρεάτια πτώσης. Η διάμετρος του σωλήνα πτώσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 εκατοστά και συνήθως χρησιμοποιούνται αργιλοπυριτικοί. Η είσοδος του φρεατίου κατασκευάζεται στην άκρη με το μεγαλύτερο βάθος. (Χατζηαγγέλου 2002)

Στην Εικόνα 9 παρουσιάζεται ένα φρεάτιο πτώσης όπου στον πυθμένα του έχει κατασκευαστεί ένα «δόντι» για να συγκεντρώνει τη φερτή άμμο. Κατά την πτώση των όμβριων μπορεί να προκαλείται υδραυλικό άλμα.



Εικόνα 9: Σκαριφήματα φρεατίων πτώσης. [Διαδίκτυο 8]

5.2 ΑΓΩΓΟΙ (ΣΩΛΗΝΕΣ) ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Υπάρχουν πολλά είδη υλικών που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τους αγωγούς καθώς όμως αυτά εξελίσσονται στην πάροδο του χρόνου, για την επιλογή τους έχουν τεθεί συγκεκριμένα κριτήρια (Χατζηαγγέλου, 2002, Ιωσηφίδης, 2010):

- Διάρκεια ζωής και εμπειρία από χρήση συγκεκριμένου υλικού
- Αντοχή σε μηχανική ή χημική διάβρωση
- Φυσική αντοχή
- Κόστος του υλικού και τοποθέτησης
- Ευκολία στο χειρισμό και στην τοποθέτηση
- Τύπος και συχνότητα αρμών, στεγανότητα και ευκολία επίτευξής τους
- Διαθεσιμότητα των διατομών που απαιτούνται
- Διαθεσιμότητα και ευκολία τοποθέτησης ειδικών τεμαχίων
- Υδραυλικά χαρακτηριστικά

Θεωρώντας τα παραπάνω κριτήρια, κατά κανόνα στη χώρα μας χρησιμοποιούνται οι αγωγοί που θα αναλυθούν παρακάτω.

5.2.1 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή αγωγών όμβριων και τα τελευταία χρόνια στους αγωγούς ακαθάρτων καθώς η βελτίωση των μεθόδων παραγωγής τσιμέντου και σκυροδέματος βοήθησε στη χρήση τους. Παράγονται μαζικά βιομηχανικά οπλισμένοι για μεγάλες διαμέτρους από 400mm και άοπλοι για μικρότερες διαμέτρους.

Τα πλεονεκτήματα αυτών των αγωγών είναι η οικονομία στην προμήθεια του υλικού, το κόστος, η ευκολία στην κατασκευή τους (κατασκευή μεγάλων μηκών) και η δυνατότητα δημιουργίας μεγάλου εύρους αντοχής.

Στα μειονεκτήματα αυτών περιλαμβάνονται το μεγάλο βάρος των σωλήνων, το μεγάλο πλήθος των αρμών καθώς και στη μικρή αντοχή του σκυροδέματος στη διάβρωση από διάφορες χημικές ουσίες όπως είναι το θείο (S), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οι οποίες βρίσκονται στα λύματα. Επίσης, η στεγανότητα των τοιχωμάτων των σωλήνων επιτυγχάνεται πολύ δύσκολα και η αντοχή στη μηχανική φθορά από το «σύρσιμο» της άμμου που προκαλείται από την ροή είναι μικρή (Χατζηαγγέλου 2002).



Εικόνα 10: Σωλήνας σκυροδέματος [Τροποποιημένη από: Διαδίκτυο 9]

5.2.2 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΑΜΙΑΝΤΟΤΣΙΜΕΝΤΟ

Παράγεται με ανάμειξη τσιμέντου και των ινών αμιάντου, οι οποίες δίνουν εφελκυστική αντοχή στο υλικό. Έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για υπονόμους και στην Ελλάδα τις δεκαετίες του '70 και του '80 σε τυποποιημένα μήκη των 5.0m και σε διάμετρο από 200m έως 1000m.

Τα πλεονεκτήματα τους είναι το μικρό βάρος σε αντίθεση με τους σωλήνες από σκυρόδεμα, με αποτέλεσμα την πιο εύκολη τοποθέτησή τους, μεγάλο εύρος αντοχής και διαμέτρων καθώς και το κόστος τους.

Τα μειονεκτήματα των σωλήνων αυτών είναι η χημική διάβρωση του υλικού. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί πως η χρήση ινών αμιάντου είναι πολύ επικίνδυνες για την υγεία καθώς ο αμιάντος είναι ένα υλικό που προκαλεί όγκους στον άνθρωπο και στα ζώα. (Χατζηαγγέλου 2001)



Εικόνα 11: Τυπική διατομή σωλήνα από αμιαντοσίμεντο. [Διαδίκτυο 10]

5.2.3 ΠΛΑΣΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

Κατασκευάζονται και στη χώρα μας από το 1970. Στα δίκτυα ακαθάρτων χρησιμοποιούνται κυρίως σωλήνες από πολυβινυλοχλωρίδιο (UPVC) σε διάφορες κλάσεις αντοχής με διαμέτρους 200mm έως 1200mm (Εικόνα 12).

Τα πλεονεκτήματα των σωλήνων αυτών είναι το μικρό βάρος, είναι άθραυστοι, έχουν ικανοποιητική στεγανότητα, η αντοχή τους σε χημική διάβρωση είναι μεγάλη και η χρήση τους είναι πολύ εύκολη.

Τα μειονεκτήματα των πλαστικών σωλήνων είναι η ευαισθησία του υλικού σε μηχανική καταπόνηση και στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς τα τοιχώματά τους είναι λεπτά και έτσι είναι λεπτά και έτσι είναι δυνατή η παραμόρφωση των αγωγών (Χατζηαγγέλου, 2002).



Εικόνα 12: Τυπικές διατομές πλαστικών σωλήνων. [Διαδίκτυο 11]

5.2.4 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ PEHD

Αποτελούν υποκατηγορία των πλαστικών σωλήνων. Αποτελούνται από σκληρό πολυαιθυλένιο και χρησιμοποιούνται μόνο για την κατασκευή καταθλιπτικών αγωγών στα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων. Επίσης, όλο και περισσότερο χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα φρέατια από PEHD.

Πλεονεκτήματα της χρήσης αυτών των σωλήνων είναι η καλύτερη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις. Μικρό μειονέκτημα τους είναι η ελαφρώς ακριβότερη τιμή από τους αγωγούς PVC.



Εικόνα 13: Σωλήνες PEHD [Διαδίκτυο 12]

5.2.5 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ GFK

Χρησιμοποιούνται, κυρίως, για αποχέτευση όμβριων. Τα τελευταία χρόνια κερδίζουν έδαφος καθώς είναι εύκολοι στην τοποθέτησή τους, όμως δε γνωρίζουμε ακριβώς τη συμπεριφορά τους σε μηχανικές καταπονήσεις.

5.2.6 ΑΡΓΙΛΟΠΥΡΙΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

Στο παρελθόν η εφαρμογή τους ήταν μεγάλη. Πλεονεκτήματα των σωλήνων αυτών είναι η ξεχωριστή αντοχή σε χημική διάβρωση και η φυσική τους αντοχή. Σαν κύριο μειονέκτημα έχουν το υψηλό κόστος και το ευθραυστότητα κατά τη μεταφορά και τοποθέτησή τους.

5.2.7 ΣΩΛΗΝΕΣ ΑΠΟ ΑΛΛΑ ΥΛΙΚΑ

Η επιλογή σωλήνων από χυτοσίδηρο ή χάλυβα είναι σχετικά μια εύκολη και αποτελεσματική λύση. Στις εμφανείς σωληνώσεις η χρήση του χάλυβα συμβάλλει θετικά στην αποφυγή φθορών, ούτε αλλοιώσεις από την ηλιακή ακτινοβολία. Στη χώρα μας ο συνήθης τύπος που χρησιμοποιείται είναι σωλήνας ελικοειδούς ραφής και η ένωση μεταξύ τους γίνεται με συγκόλληση. Όμως η χημική διάβρωση τους είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά δεν τους καθιστά καταλλήλους προς χρήση και χρειάζονται μεγάλη προστασία από αντιδιαβρωτικό υλικό, ενώ το υψηλό κόστος τους δε βοηθά στη χρήση τους για συνηθισμένες σωληνώσεις.



Εικόνα 14: Χυτοσίδηρος

[Διαδίκτυο 13]



Εικόνα 15: Χάλυβας

[Διαδίκτυο 14]

5.2.8 ΑΓΩΓΟΙ ΧΥΤΟΙ ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ

Είναι η συχνότερη λύση στους αγωγούς όμβριων όπου οι παροχές είναι αρκετά μεγάλες. Στα μειονεκτήματα συγκαταλέγονται οι απαιτήσεις στην ποσότητα των ειδικευμένων εργατών και στο χρόνο-κόστος κατασκευής του έργου και επιπλέον, η ποιότητα του σκυροδέματος είναι σχετικά χαμηλή.

5.3 ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Οι βασικές διατομές ταξινομούνται σε:

- Κυκλική, είναι η πλέον ευνοϊκή καθώς όταν ο αγωγός είναι πλήρης η περίμετρος της βρεχόμενης επιφάνειας είναι μικρότερη από τις άλλες κι έτσι η μεταφορά του νερού γίνεται με μικρότερες απώλειες τριβών.
- Ωοειδής, παρόλο που χρησιμοποιούνται ελάχιστα το μεγάλο βάθος τους βοηθά στην αποφυγή των φερτών υλικών στον πυθμένα των σωλήνων.
- Στοματοειδής, όπως οι ωοειδείς δε χρησιμοποιούνται ευρέως, όμως με αυτές τις διατομές επιτυγχάνεται η μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων λυμάτων
- Αυλακατές, χρησιμοποιούνται κυρίως στα παντοροϊκά δίκτυα για να είναι πιο εύκολη η επίσκεψη των αγωγών όταν δε βρέχει.

Μαζί με τα λύματα συμπαρασύρονται διάφορα υλικά μεγάλου μεγέθους, τα οποία είναι πολύ πιθανό να φράξουν τους σωλήνες αν η διατομή τους είναι πολύ μικρή. Γι' αυτό το λόγο έχουν οριστεί οι παρακάτω ελάχιστες διατομές:

Πίνακας 4: Διατομές αγωγών αποχέτευσης.

| | |
|---------------------------------|--------|
| Ιδιωτικές συνδέσεις | Φ15 cm |
| Συνδέσεις φρεατίων περισυλλογής | Φ15 cm |
| Αγωγοί λυμάτων | Φ20 cm |
| Αγωγοί όμβριων | Φ25 cm |
| Αγωγοί παντοροϊκοί | Φ25 cm |

Οι μικρότερες διατομές που μπορούν να συρθούν εργάτες είναι η κυκλική Φ80 και η ωοειδής 60x90 cm όμως δεν επιτρέπεται η χρήση τους από τις ελληνικές προδιαγραφές.

5.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΓΩΓΩΝ

5.4.1 ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ Κ

Στον Πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τιμές του συντελεστή φυσικής τραχύτητας Κ.

Πίνακας 5: Τιμές του συντελεστή Κ για σωλήνες και διάφορα υλικά (Τεύχος 1 από ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΜΗΧΑΝΙΚΗ του Ηρακλή Χατζηαγγέλου)

| ΥΛΙΚΟ ΣΩΛΗΝΑ | K(mm) |
|------------------------|-------|
| Σωλήνες από PVC και PE | 0,010 |

| | |
|---|-----------|
| Κοινοί χαλυβδοσωλήνες (συγκολλητοί) | 0,045 |
| Σωλήνες αμιαντοτσιμέντου | 0,05 |
| Χυτοσίδηροι και χαλυβδοσωλήνες ασφαλτωμένοι | 0,10 |
| Χυτοσίδηροι σωλήνες | 0,25 |
| Ξύλινοι σωλήνες | 0,18-0,19 |
| Σωλήνες από σκυρόδεμα | 0,3-3,0 |
| Χαλυβδοσωλήνες (ηλωτοί) | 0,9-9,0 |

5.4.2 ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ K_b ΓΙΑ ΑΓΩΓΟΥΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

Οι τιμές του συντελεστή K_b είναι μεγαλύτερες από τις τιμές της φυσικής τραχύτητας K και εξαρτώνται από τον τύπο του αγωγού και την ποιότητα της φυσικής κατασκευής.

Πίνακας 6: Τιμές του συντελεστή K_b (mm) για αγωγούς αποχέτευσης (τεύχος 1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΜΜΗΧΑΝΙΚΗ του Ηρακλή Χατζηαγγέλου).

| ΤΥΠΟΣ ΑΓΩΓΟΥ | ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΣΚΥΗΣ |
|---------------------|--------------------|
| | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Ι |
| Συνηθισμένοι αγωγοί | 1,5 |
| Ευθυγραμμοί αγωγοί | 1,0 |

5.4.3 ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ K_b ΓΙΑ ΑΓΩΓΟΥΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Στην ενότητα αυτή αναφέρονται, κυρίως για λόγους πληρότητας, χαρακτηριστικές τιμές του συντελεστή K_b για αγωγούς ύδρευσης.

Πίνακας 7: Τιμές του συντελεστή K_b (mm) για αγωγούς ύδρευσης (τεύχος 1 από ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΜΜΗΧΑΝΙΚΗ του Ηρακλή Χατζηαγγέλου)

| ΑΓΩΓΟΙ ΥΔΡΕΥΣΗΣ | K_b |
|---|--------|
| Νέοι αγωγοί από μονωμένο χάλυβα, αμιαντοτσιμέντο, PVC | 0,1 |
| Παλιοί κύριοι αγωγοί από διάφορα υλικά | 0,2 |
| Αγωγοί δικτύων με πρόσθετες απώλειες ενέργειας | 0,4 |
| Κίνδυνος επικάθισης αλάτων στα τοιχώματα των αγωγών | 10-15% |
| Σε πολύ παλιά δίκτυα έχουν παρατηρήσει απώλειες | 3,0 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΥΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Π.Δ 696/1974

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η σύνταξη υδραυλικών μελετών συντελείται ακολουθώντας κάποιες προδιαγραφές, αρκετές από τις οποίες περιγράφονται στο Προεδρικό Διάταγμα 696 του 1974. Παρόλο όμως που το Π.Δ 696/1974 αποτελεί κατά κοινή ομολογία μια γενική οδηγία για τις εκπονήσεις υδραυλικών μελετών, δε μπορεί να αγνοηθεί το γεγονός ότι το συγκεκριμένο Διάταγμα είναι δημοσιευμένο πριν από 40 χρόνια χωρίς να έχουν ενσωματωθεί σε αυτό η συσσωρευμένη εμπειρία από τις πολλές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί από τότε μέχρι σήμερα.

6.2 ΚΛΙΣΕΙΣ ΑΓΩΓΩΝ

Σύμφωνα με το ΠΔ 696/1974 οι ελάχιστες κλίσεις των αγωγών υπολογίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 10% της παροχετευτικότητας του αγωγού (Q/Q_0) να είναι μεγαλύτερη από τα 0,3m/sec για αγωγούς ακαθάρτων και τα 0,6m/sec για αγωγούς όμβριων. Αυτό σημαίνει ότι οι αντίστοιχες ταχύτητες πλήρωσης είναι $V_0=0,56$ m/sec για αγωγούς ακαθάρτων 1,1m/sec για αγωγούς όμβριων. Έχουν οριστεί αυτές οι προδιαγραφές για την ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής. Έτσι οι αγωγοί τοποθετούνται με την ίδια κλίση όπως και η κλίση του οδοστρώματος ώστε να ελαχιστοποιηθεί το βάθος του σκάμματος για την τοποθέτηση των αγωγών ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες αυτοκαθαρισμού των αγωγών.

6.3 ΠΟΣΟΣΤΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

Παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα τα μέγιστα ποσοστά πλήρωσης για κυκλικούς αγωγούς καθώς έχουν καθοριστεί για την αποφυγή ασταθειών ροής, την αποφυγή κινδύνων λειτουργίας των αγωγών υπό πίεση και εξασφαλίζεται ο επαρκής αερισμός των λυμάτων.

Πίνακας 8: Μέγιστα επιτρεπόμενα ποσοστά πλήρωσης για αγωγούς αποχετεύσεων βάση ΠΔ 696/1974

| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΓΩΓΩΝ | ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΛΟΓΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ y/D |
|---|----------------------------------|
| Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο $D=20\text{cm}-40\text{cm}$ | 0,50 |
| Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο $D=50\text{cm}-60\text{cm}$ | 0,60 |
| Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο $D>60\text{cm}$ | 0,70 |
| Αγωγοί όμβριων | 0,70 |
| Παλιοί αγωγοί αποχέτευσης | 0,80 |

6.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΑΡΟΧΩΝ

6.4.1 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΔΑΤΟΣ - ΠΑΡΟΧΕΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

Υπολογίζοντας την κατανάλωση ύδατος μπορούμε να έχουμε την παροχή. Υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση και διακρίνονται σε (Ιωσηφίδης, 2010):

- Κόστος νερού
- Ποιότητα νερού
- Κλίμα
- Επίπεδο ζωής
- Η ύπαρξη ή όχι δικτύου αποχέτευσης
- Πόσο εμπορική ή τουριστική είναι μία περιοχή
- Η διαθέσιμη ποσότητα νερού για ύδρευση.

6.4.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ

Η κατανάλωση ύδατος εκφράζεται με τη μέση ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο, δηλαδή l/d/κάτοικο και συγκεκριμένα στην Ελλάδα η τιμή αυτή κυμαίνεται από 150 l/d/κάτοικο έως 250 l/d/κάτοικο. Σε περιοχές με λίγους κατοίκους η τιμή αυτή είναι πιο μικρή, ενώ σε μεγάλες πόλεις αυξάνεται.

Παράλληλα με τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση ύδατος παρουσιάζονται μεταβολές που επηρεάζουν την παροχή ακαθάρτων, όπως:

- Διακυμάνσεις στη διάρκεια της ημέρας: Συγκεκριμένες ωριαίες μεταβολές που οφείλονται κυρίως στον καθημερινό τρόπο ζωής.
- Διακυμάνσεις στη διάρκεια της εβδομάδας: ανάλογα με την εποχή αλλά και τις καθημερινές συνήθειες έχει παρατηρηθεί αύξηση της κατανάλωσης τις πρώτες ημέρες της εβδομάδας και μείωση συνήθως Κυριακές και αργίες.
- Διακυμάνσεις στη διάρκεια του έτους: οφείλονται συνήθως στις κλιματικές αλλαγές για παράδειγμα το καλοκαίρι η κατανάλωση του νερού είναι μεγαλύτερη και συνεπάγεται μεγαλύτερη παροχή ακαθάρτων.
- Υπερετήσιες διακυμάνσεις: Οφείλονται στην αύξηση, στην εξέλιξη καθώς και στο επίπεδο διαβίωσης του πληθυσμού κυρίως σε αστικά κέντρα.

Για μια μελέτη αποχέτευσης μας ενδιαφέρουν οι μέγιστες και οι ελάχιστες παροχές. Οι μεν για ασφαλέστερη διαστασιολόγηση και υδραυλικό έλεγχο των αγωγών και οι δε για την αποφυγή αποθέσεων στους αγωγούς.

6.4.3 ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΓΕΘΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ

6.4.3.1 ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ $Q_{ακ}$ (ανά κάτοικο $q_{ακ}$)

Πρόκειται για τον ετήσιο όγκο των ακαθάρτων, διαιρεμένο με τη διάρκεια ενός έτους. Προκύπτει από τον ετήσιο όγκο κατανάλωσης ύδατος πολλαπλασιασμένο με ένα συντελεστή που εκφράζει το ποσοστό ύδατος που καταλήγει στην αποχέτευση και κατά κανόνα θεωρείται ίσο με 0.80 (δηλαδή το 80% της κατανάλωσης νερού καταλήγει στο δίκτυο αποχέτευσης). (Ιωσηφίδης 2010)

6.4.3.2 ΜΕΓΙΣΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ $Q_{max}^{ημ}$ (ανά κάτοικο $q_{max}^{ημ}$)

Πρόκειται για τη μέση παροχή της ημέρας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Προκύπτει από τη μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων πολλαπλασιασμένη με το συντελεστή ημερήσιας αιχμής f_b : $Q_{max}^{ημ} = Qf$.

6.4.3.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΡΙΑΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ (ή παροχή αιχμής)

Υπολογίζεται στη βάση της μέγιστης ημερήσιας, ως η παροχή της ώρας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Υπολογίζεται από τη σχέση $Q_{αιχμής} = Q_{max}^{ημ} f_h$ όπου f_h συντελεστής ωριαίας αιχμής ο οποίος υπολογίζεται:

$$f_h = 1.5 + 2.5 \sqrt{Q_{max}^{ημ} \left(\frac{l}{s}\right)} \leq 3$$

Πίνακας 9: Συντελεστές υπολογισμού παροχών αιχμής και ελαχίστων παροχών για τη διαστασιολόγηση των δικτύων αποχέτευσης (Ιωσηφίδης, 2010).

| ΜΕΓΕΘΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ (ΚΑΤΟΙΚΟΙ) | ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ ΛΥΜΑΤΩΝ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΙΧΜΗΣ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ $f_{μέσο}$ |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Έως 5000 | 150 | 1/8 (3.0) | 1/12 |
| 5000-10000 | 180 | 1/10 (2.4) | 1/12-1/14 |
| 10000-50000 | 220 | 1/12 (2.0) | 1/14-1/18 |
| 50000-250000 | 250 | 1/14 (1.71) | 1/18-1/20 |
| >250000 | 300 | 1/16 (1.5) | 1/20-1/22 |

6.5 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ

6.5.1 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ

Ο λόγος που υιοθετούμε τις ελάχιστες ταχύτητες ροής είναι για την αποτροπή δημιουργίας αποθέσεων φερτών υλικών στον πυθμένα των αγωγών. Τυπικές τιμές της ελάχιστης ροής σε αγωγούς αποχέτευσης είναι από 0.45 έως 0.80 m/sec.

Συγκεκριμένα στις ελληνικές προδιαγραφές:

- Αγωγοί ακαθάρτων $V_{\min} > 0.6$ m/sec.
- Αγωγοί όμβριων $V_{\min} < 0.6$ m/sec.

6.5.2 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ

Τα όρια των μέγιστων ταχυτήτων τίθενται για την αποφυγή διάβρωσης στους αγωγούς και τα φρεάτια . Το ΠΔ 696/1974 καθορίζει ως μέγιστη ταχύτητα και για τα δύο δίκτυα είναι 6 m/sec. Ωστόσο, η μελετητική εμπειρία δείχνει ότι θα πρέπει να είναι μικρότερη των 3 m/sec (Τσακίρης 2004).

Συγκεκριμένα προτείνεται:

- Αγωγοί ακαθάρτων $V_{\max} \leq 3$ m/sec
- Αγωγοί όμβριων $V_{\max} \leq 6$ m/sec.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

7.1 ΓΕΝΙΚΑ

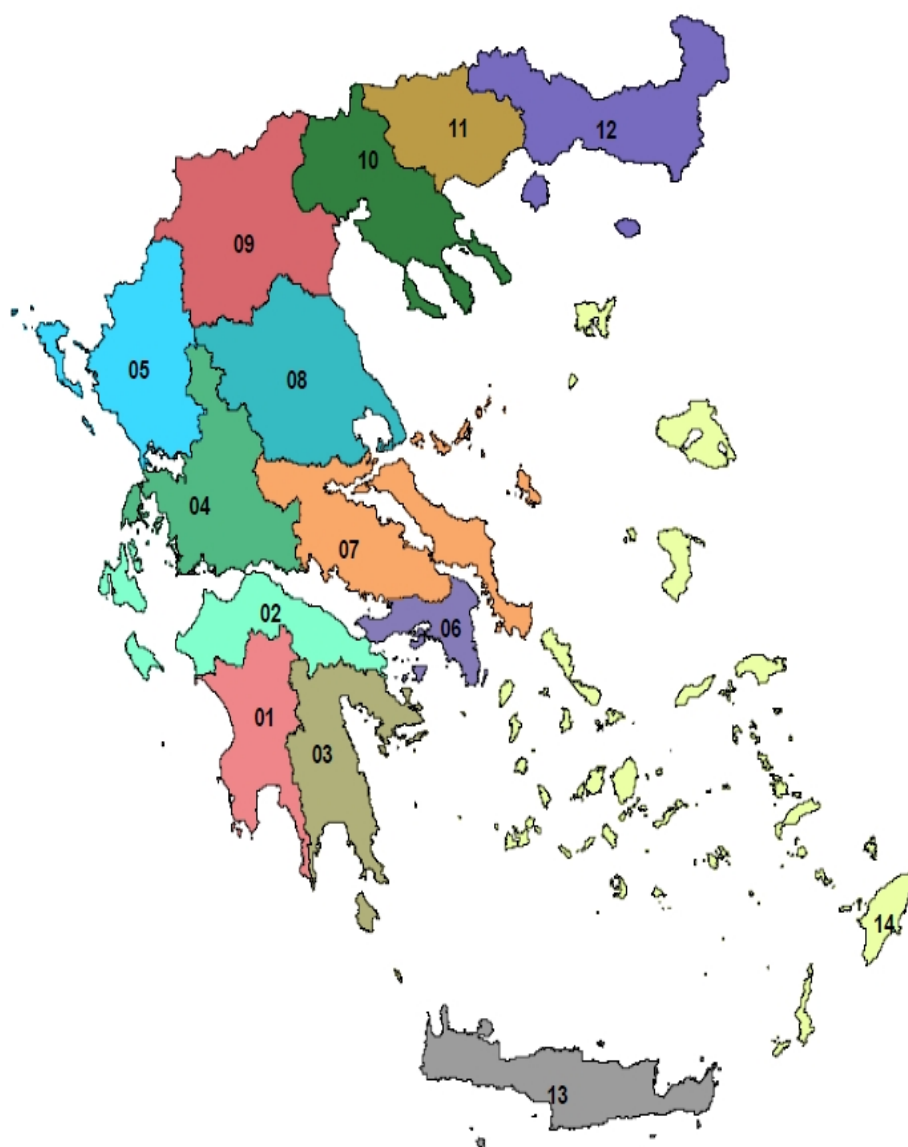
Κατά την εκπόνηση μίας μελέτης για δίκτυο όμβριων ο αρμόδιος Πολιτικός Μηχανικός που την έχει αναλάβει θα πρέπει να συλλέξει κάποια στοιχεία για τον όγκο των νερών που απορρέουν στην περιοχή μελέτης από τις φυσικές λεκάνες απορροής. Για λόγους, λοιπόν, μεθοδολογίας, οργανωτικούς, αλλά και διοικητικούς, έχει θεσμοθετηθεί η διαίρεση της χώρας σε δεκατέσσερις (14) περιοχές λεκανών απορροής ποταμών με κατά το δυνατόν όμοιες υδρολογικές - υδρογεωλογικές συνθήκες, οι οποίες αποτελούν το περιφερειακό επίπεδο στον τομέα της διαχείρισης του νερού. Οι μονάδες αυτές ονομάζονται Υδατικά Διαμερίσματα. (ΥΑΠΕΝ)

7.2 ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ

Στην Ελλάδα έχουμε δεκατέσσερα υδατικά διαμερίσματα (Εικόνα 16) κάθε ένα από τα οποία διαθέτει από ένα σχέδιο διαχείρισης. Το σχέδιο διαχείρισης είναι ένα έγγραφο στρατηγικού σχεδιασμού και δίνει τις απαραίτητες πληροφορίες για μια ολοκληρωμένη διαχείριση των νερών εντός μιας λεκάνης απορροής ποταμού. Στο Σχέδιο αυτό γίνεται μια γενική περιγραφή των χαρακτηριστικών των ποταμών, των λιμνών, των παράκτιων υδάτων, των υπόγειων υδάτων και των προστατευόμενων περιοχών που σχετίζονται με τα ύδατα. Μεταξύ άλλων περιλαμβάνονται (ΥΑΠΕΝ):

- σύνοψη των σημαντικών πιέσεων και επιπτώσεων που ασκούν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στα νερά,
- το δίκτυο παρακολούθησης των νερών και τα αποτελέσματα της παρακολούθησης, από τα οποία φαίνεται η οικολογική, η χημική και η ποσοτική κατάσταση των υδάτων,
- κατάλογο των περιβαλλοντικών στόχων που καθορίζονται για τα ύδατα,
- περίληψη της οικονομικής ανάλυσης των χρήσεων του νερού,
- περίληψη των προγραμμάτων μέτρων που θα θεσπιστούν.

Το Περιεχόμενο των Σχεδίων Διαχείρισης καθορίζεται στο Άρθρο 13 και στο Παράρτημα VII της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ (Άρθρο 10 και Παράρτημα VII του ΠΔ 51/2007).



Εικόνα 16: Υδατικά διαμερίσματα της Ελλάδας (ΥΑΠΙΕΝ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ

8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η Κεφαλονιά είναι νησί του Ιονίου πελάγους κι ανήκει στα Επτάνησα. Αποτελεί το μεγαλύτερο και πιο ορεινό νησί των Επτανήσων και το τρίτο σε πληθυσμό μετά την Κέρκυρα και τη Ζάκυνθο. Βρίσκεται απέναντι από την είσοδο του Πατραϊκού Κόλπου στα δυτικά, βόρεια της Ζακύνθου, νότια της Λευκάδας και δυτικά της Ιθάκης. Το νησί έχει έκταση περίπου 734,014 τ.χλμ. και σε αυτό κατοικούν περίπου 35.801 κάτοικοι. Μεγάλο μέρος της έκτασης του καταλαμβάνει η οροσειρά Αίνος χαρακτηρισμένη ως Εθνικός δρυμός. Οι σημαντικότερες πεδιάδες είναι αυτές της Κραναίας, της χερσονήσου Παλικής, του Αρακλείου και της Σάμης. Οι ακτές της Κεφαλονιάς σχηματίζουν πολλούς κόλπους και ακρωτήρια. (Wikipedia, 2016).

Η Κεφαλονιά έχει γενικά εύκρατο κλίμα, δηλαδή ήπιους χειμώνες και δροσερά σχετικά καλοκαίρια. Σε μερικές ηπειρωτικές περιοχές του νησιού καμιά φορά σημειώνεται θερμοκρασία 40° C ή και μεγαλύτερη. Τη περίοδο του χειμώνα ο παγετός εμφανίζεται σπάνια κι αυτό όχι σε μεγάλη έκταση. Ολικός παγετός για παράδειγμα δεν έχει σημειωθεί ποτέ. Η θερμοκρασία το φθινόπωρο είναι μεγαλύτερη από της Άνοιξης κι αυτό λόγω της μεγάλης συχνότητας των υφέσεων και των θερμών ανέμων κατά την εποχή αυτή. Στους 15,6° C φθάνει το ετήσιο θερμομετρικό εύρος, με ψυχρότερο μήνα τον Ιανουάριο και θερμότερο τον Αύγουστο. Η υγρασία είναι σε υψηλά επίπεδα ιδίως κατά τη ψυχρή εποχή, εξαιτίας των υγρών νοτίων ανέμων οι οποίοι επικρατούν στη πλειοψηφία τους αυτή τη περίοδο. Ο Νομός Κεφαλληνίας έχει σχετικά μικρή νέφωση ενώ αρκετά μεγάλος είναι ο αριθμός αίθριων ημερών - 167 ετησίως, ενώ των νεφοσκεπών - 55 ετησίως. Η ηλιοφάνεια στη Κεφαλονιά είναι πλούσια όσο σε λίγες περιοχές της χώρας. Οι νότιοι άνεμοι παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα ιδίως κατά τη ψυχρή εποχή, με αποτέλεσμα να φέρνουν αρκετές βροχές. Αν και το ύψος της βροχής είναι 900 χλστ. τόσο στις πεδινές όσο και στις παράκτιες περιοχές, εντούτοις σε περιοχές της βορειοανατολικής Κεφαλονιάς βρέχει σπάνια. Το χιόνι δεν είναι συχνό και εμφανίζεται μόνο από το Νοέμβριο - Φεβρουάριο. Συχνότερα από άλλες περιοχές της Ελλάδος συναντάμε χαλαζόπτωση, με τις μεγαλύτερες τιμές στους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο – ενώ το φαινόμενο είναι σπάνιο τους καλοκαιρινούς μήνες.

Όσο αφορά την ιστορία του νησιού, υπάρχουν στοιχεία ότι η Κεφαλονιά κατοικείται από την παλαιολιθική εποχή. Το νησί πήρε το όνομά του από τον μυθικό Κέφαλο, ο οποίος έφτασε στο νησί ως πρόσφυγας από την Αθήνα ή από το ελληνικό φύλο των Κεφαλλήνων ή Κεφαλλάνων. Στα Ομηρικά κείμενα δεν εμφανίζεται το όνομα της νήσου ως έχει, αλλά με άλλες ονομασίες, παρ' όλα αυτά ο Όμηρος αναφέρει σαφέστατα ότι ο λαός στον οποίο ηγείται ο Οδυσσέας, είναι οι Κεφαλλήνες. Το νησί κατακτήθηκε από τους Ρωμαίους και κατά το μεσαίωνα αποτέλεσε τμήμα της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας, κατακτήθηκε επίσης από τους Νορμανδούς, Ενετούς και λίγα χρόνια από τους Οθωμανούς. Επανήλθε στην κυριαρχία της Βενετίας μέχρι το 1797, οπότε την κατέλαβαν οι Γάλλοι. Κατά τη σύντομη γαλλική κατοχή, ο λαός του νησιού εξεγέρθηκε, επηρεασμένος από τη Γαλλική Επανάσταση και ανέτρεψε το φεουδαρχικό καθεστώς, το οποίο αποκαταστάθηκε με το Ιωνικό Κράτος, το οποίο ήταν υπό την επιρροή διαφόρων δυνάμεων, εκ των οποίων η βρετανική επιρροή έφερε τις μεγαλύτερες αντιδράσεις. Οι Βρετανοί επένδυσαν στην υποδομή του νησιού, το οδικό δίκτυο, γέφυρες και

λιμάνια, ενώ έκαναν και δραστικές περικοπές στην δημοκρατία που είχαν εφαρμόσει οι Γάλλοι με το σύνταγμα των Επτανήσων και την κατάργηση του *Libro de Oro*. Το 1864 ενώθηκαν τα Επτάνησα με το Βασίλειο της Ελλάδος (Wikipedia, 2016).

Κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκόσμιου Πόλεμου το νησί κατέλαβαν, για μικρό χρονικό διάστημα, οι γαλλικές ναυτικές δυνάμεις. Στο Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο καταλήφθηκε αρχικά από τους Ιταλούς, που απέβλεπαν στην ενσωμάτωση της Επτανήσου στην Ιταλία καθιερώνοντας νομισματική και οικονομική ένωση. Με την ιταλική συνθηκολόγηση, το 1943, οι Γερμανοί κατέλαβαν την Κεφαλονιά και μετά από μεγάλη μάχη με 12.000 Ιταλούς στρατιώτες που επιθυμούσαν να επιστρέψουν στην πατρίδα τους, εκτέλεσαν τους περισσότερους απ' αυτούς. Στην Κεφαλονιά αναπτύχθηκε ισχυρό κίνημα Αντίστασης από το ΕΑΜ, ενώ κατά την περίοδο του Εμφυλίου δόθηκαν πολλές μάχες μεταξύ του κυβερνητικού στρατού και των ανταρτών, που δρούσαν στο νησί μέχρι τα τέλη του 1949 (Wikipedia, 2016).

Η Κεφαλονιά πλήγηκε από τους μεγάλους σεισμούς του 1953, όταν ισοπεδώθηκαν όλα σχεδόν τα οικήματα του νησιού. Σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του 1951 η Κεφαλονιά αριθμούσε 47.369 κατοίκους. Στην απογραφή του 1961, την πρώτη μετά τους σεισμούς, ο πληθυσμός είχε μειωθεί κατά σχεδόν 16% φτάνοντας τους 39.793 μόνιμους κατοίκους. Στην δεκαετία που ακολούθησε η εσωτερική μετανάστευση αυξήθηκε, ενώ αρκετοί κάτοικοι από φτωχότερα μέρη της Ελλάδος εγκαταστάθηκαν στο νησί. Σχετικά αργά αναπτύχθηκε ο τουρισμός στο νησί καθώς οι Κεφαλονίτες είχαν έσοδα από τη ναυτιλία, τον παραδοσιακά ανεπτυγμένο πρωτογενή τομέα και το συνάλλαγμα (Wikipedia, 2016).

Σήμερα η Κεφαλονιά θεωρείται ως μια από τις πλέον ανεπτυγμένες περιοχές της Ελλάδας με ένα από τα υψηλότερα κατά κεφαλήν εισοδήματα, ενώ βρίσκεται και στις πρώτες θέσεις πανελληνίως σε αποταμιεύσεις. Σε ότι αφορά στον πληθυσμό του νησιού, βάσει της απογραφής του 2011 ο μόνιμος ανέρχεται πλέον σε 35.801 κατοίκους (Wikipedia, 2016).

8.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΓΙΑ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑ

Η Κεφαλονιά ανήκει στα νησιά των Επτανήσων που βρίσκονται στο Ιόνιο Πέλαγος. Σύμφωνα με το χάρτη της υδρολογικής διαίρεσης της Ελλάδας που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η Κεφαλονιά εντοπίζεται στο δεύτερο υδατικό διαμέρισμα, αυτό της Βόρειας Πελοποννήσου (Εικόνα 17).

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



Εικόνα 17: Υδατικό διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου.

Στο υδατικό διαμέρισμα 2 υπάρχουν 3 λεκάνες απορροής:

- Λεκάνες Πείρου – Βέργα - Πηνείου
- τη Λεκάνη ρεμάτων παραλίας Β. Πελοποννήσου
- και τη Λεκάνη Κεφαλονιάς – Ιθάκης – Ζακύνθου.

8.3 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ Β. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

8.3.1 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΕΙΡΟΥ-ΒΕΡΓΑ-ΠΗΝΕΙΟΥ

Η Λεκάνη Πείρου – Βέργα - Πηνείου έχει έκταση 2423.43 km². Περιλαμβάνει τις υδρολογικές λεκάνες Πηνείου έκτασης 1025 km², Πείρου έκτασης 580 km², Βέργα έκτασης 125 km², και έξι παράκτιες λεκάνες χωρίς σημαντικούς ποταμούς. Η ΛΑΠ Πηνείου – Πείρου – Βέργα ανήκει εξ' ολοκλήρου στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας. Η υδρολογική λεκάνη του Πηνείου είναι η μεγαλύτερη λεκάνη του διαμερίσματος και αποστραγγίζεται από τον Πηνειό, που διασχίζει την ορεινή και ημιορεινή Ηλεία και καταλήγει σήμερα στην τεχνητή λίμνη του ομώνυμου φράγματος (τοποθεσία Κέντρο).

Η υδρολογική λεκάνη του Πείρου αναπτύσσεται στη δυτική Αχαΐα. Αποστραγγίζεται από τον ποταμό Πείρο που πηγάζει από πηγές του καρστικού συστήματος βόρειου Ερύμανθου, και έχει ροή σε όλη τη διάρκεια του έτους. Στο πεδινό τμήμα της λεκάνης (κάμπος Κάτω Αχαΐας) συμβάλλουν τρεις σχετικά μεγάλοι χείμαρροι. Οι ποταμοί Πείρος και Παραπείρος ρέουν χωριστά μέχρι ορισμένου σημείου (περιοχή Θεριανό) όπου και ενώνονται σε έναν ο οποίος τελικά εκβάλλει στον Πατραϊκό κόλπο, στην περιοχή της Κάτω Αχαΐας.

8.3.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΡΕΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΛΙΑΣ Β.ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Η Λεκάνη Απορροής Ρεμάτων Παραλίας Β. Πελοποννήσου έχει έκταση 3685 km² και περιλαμβάνει 42 υδρολογικές λεκάνες από τις οποίες τρεις είναι κλειστές (Αλέας, Φενεού, Στυμφαλίας) και οι υπόλοιπες είναι παράκτιες. Οι σημαντικότερες από αυτές είναι του Γλαύκου, του Κράθι, του Σελιννούτα, του Κριού, του Ασωπού, του Βουραϊκού, του Σίθα

και της Ράχιανης . Η ΛΑΠ Ρεμάτων Παραλίας Β. Πελοποννήσου περιλαμβάνει τμήματα των Περιφερειών Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας με ποσοστά έκτασης 57% και 43% αντίστοιχα.

8.3.3 ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ-ΙΘΑΚΗΣ-ΖΑΚΥΝΘΟΥ

Η Λεκάνης Απορροής Κεφαλονιάς, Ιθάκης, Ζακύνθου έχει έκταση 1288 km², και περιλαμβάνει τα νησιά Κεφαλονιά, Ιθάκη, Ζάκυνθο και Στροφάδες. Ο χαρακτήρας της Λεκάνης είναι καθαρά νησιωτικός χωρίς σημαντικά ποτάμια και λίμνες. Η μέση ετήσια βροχόπτωση εκτιμάται σε 950 mm ετησίως.

8.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ

Η περιοχή για την οποία πρόκειται να σχεδιαστεί το δίκτυο αποχέτευσης όμβριων υδάτων βρίσκεται στο πολεοδομικό συγκρότημα του νησιού της Κεφαλονιάς.

8.4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Βασικά στοιχεία για τη χάραξη ενός δικτύου αποτελούν το ρυμοτομικό σχέδιο και τα τελικά υψόμετρα τα περιοχής. Απαραίτητη, πριν από αυτό, είναι η χάραξη και η μελέτη των οδών (κυρίως για τη γνώση των υψόμετρων) κάτω από τους οποίους θα διέρχονται οι αγωγοί ενός δικτύου.

8.4.1.1 ΡΥΜΟΤΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Στο ρυμοτομικό σχέδιο παρουσιάζεται ο τρόπος που θα αναπτυχθεί πολεοδομικά στο μέλλον η περιοχή. Στο σχέδιο φαίνεται η ακριβής διαμόρφωση των οικοδομικών τετραγώνων και η τελική διαμόρφωση των οδών. Βασική προϋπόθεση για τη χάραξη του δικτύου όμβριων υδάτων είναι να μη διέρχονται μέσα από ιδιοκτησίες κατοίκων κλάδοι του δικτύου και να περιορίζονται στο χώρο του δημοσίου, δηλαδή κάτω από το κατάστρωμα των οδών. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και εφόσον δε μπορεί να γίνει κάτι διαφορετικό μπορεί να δικαιολογηθεί η διέλευση μέσα από νησίδες, μικρά πάρκα και πλατείες που πρόκειται να διαμορφωθούν στην περιοχή.

8.4.1.2 ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ ΤΩΝ ΟΔΩΝ

Βασικό εργαλείο για τη χάραξη των κλάδων του δικτύου είναι τα υψόμετρα των οδών τα οποία μας τα δίνουν με ακρίβεια οι μηκοτομές. Με βάση τα υψόμετρα αυτά σχεδιάζονται του δικτύου. Στην πραγματικότητα θα πρέπει να θεωρούνται ως στάθμες της επιφάνειας του εδάφους όχι αυτές που υπάρχουν σήμερα αλλά εκείνες που πρόκειται να διαμορφωθούν μετά την εφαρμογή των μελετών οδοποιίας.

8.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΣΜΟ ΣΑΡΛΑΤΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ

Για την ανάλυση και το σχεδιασμό του δικτύου αποχέτευσης όμβριων υδάτων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τα οποία είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές που προβλέπει το Προεδρικό Διάταγμα 696/1974, κεφάλαιο Δ' 'Τεχνικά Προδιαγραφικά Μελετών Αποχετεύσεως (ακαθάρτων και όμβριων υδάτων) Πόλεων και Οικισμών'.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΟΙΚΙΣΜΟΣ ΣΑΡΛΑΤΩΝ

9.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στην παρούσα Πτυχιακή εκπονείται μελέτη για τον οικισμό Σαρλάτων στο νομό Κεφαλληνίας. Τα Σαρλάτα είναι ένα μικρό χωριό στην Κεφαλονιά. Βρίσκεται νοτιοδυτικά του Αργοστολίου, 11 km από αυτό και 500 m από το αεροδρόμιο του νησιού. Είναι σε αρκετά κοντινή αποσταση από τις ωραιότερες παραλίες της νοτιοδυτικής πλευράς του νησιού (1 έως 3 km).

Κατοικείται από το 19^ο αιώνα και σήμερα έχει περίπου 250 μόνιμους κατοίκους που πολλαπλασιάζονται τους θερινούς μήνες λόγω της τουριστικής περιόδου. Το χωριό είναι κλιμακωτά κτισμένο στο λόφο, ο οποίος ξεκινά από το χωριό Λακήθρα και κατεβαίνει ως τον κάμπο της Λειβαθούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το χωριό σε όλα του τα σημεία να διαθέτει πάρα πολύ ωραία θέα. Επιπλέον, το χωριό είναι γνωστό για τις εκκλησίες του με παλαιότερη την προσεισμική εκκλησία της Παναγίας ενώ οι κάτοικοι του είχαν ως κύρια ασχολία τους τη ναυτιλία αλλά και το κτίσιμο με πέτρα. Τη σημερινή εποχή τα Σαρλάτα διαθέτουν αρκετά τουριστικά καταλύματα λόγω της πλεονεκτικής τους θέσης στο νησί. Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται το χωριό των Σαρλατων (Εικόνες 18,19).



Εικόνα 18: Χάρτης Κεφαλονιάς με τους Δήμους [Διαδίκτυο 15].



Εικόνα 19: Περνάρι Σαρλάτων [Διαδίκτυο 16].

Για τον υπολογισμό της παροχής χρησιμοποιήθηκε η ορθολογική μέθοδος, με δεδομένο ότι έχουμε σχετικά μικρές λεκάνες απορροής (μικρότερες από $5,0 \text{ km}^2$), όπως ορίζεται στην Παράγραφο 1.13.1.1 (4γ) του Κανονισμού Μελετών Έργων (Κ.Μ.Ε). Επίσης, για την επίλυση του δικτύου αποχέτευσης θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή WORKS2015 της εταιρείας Technologismiki.

9.2 ΥΛΟΓΙΣΜΟΣ - ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ

9.2.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ (C)

Οι συντελεστές απορροής C εκτιμώνται κατά περίπτωση με βάση τα αναφερόμενα στο Π.Δ 696/1974 και τα διάφορα συγγράμματα υδρολογίας και υδραυλικών έργων, για αστικές περιοχές ως εξής:

- περιοχές πυκνοκατοικημένες με επενδεδυμένους δρόμους: 0,70-0,95
- περιοχές πυκνοκατοικημένες με ανεπένδυτους δρόμους: 0,60-0,80
- περιοχές αραιοκατοικημένες με πρασιές και κήπους: 0,30-0,60
- πάρκα, ανοιχτοί χώροι αναψυχής: 0,10-0,30

Οι εξωτερικές λεκάνες οι οποίες επηρεάζουν άμεσα το έργο βρίσκονται στην επέκταση του σχεδίου πόλης και σήμερα είναι σχετικά αδόμητες.

Θεωρούμε ότι η μελλοντική δόμηση θα είναι κάτι ανάμεσα από τη δεύτερη και την Τρίτη παραπάνω περίπτωση. Λαμβάνεται γενικά συντελεστής απορροής $C=0,60$.

Για την περίπτωση των καταστρωμάτων των οδών τα οποία στραγγίζουν στα στόμια εισόδου, χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της παροχής συντελεστής απορροής $C=0,90$.

9.2.2 ΕΝΤΑΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (i)

Για τον υπολογισμό της έντασης της βροχόπτωσης θα χρησιμοποιήσουμε συμβουλευόμεστε το βιβλίο 'Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης' του Δ. Κουτσογιάννη (1999) όπου παρουσιάζονται οι όμβριες καμπύλες διάφορων πόλεων. Στην Εικόνα 20 παρουσιάζονται τα δεδομένα που θα χρειαστούμε από το βιβλίου του κ. Κουτσογιάννη.

Πίνακας 3.1 Σημειακές όμβριες καμπύλες για διάφορες περιοχές της Ελλάδας, από υδρολογικές μελέτες των περιοχών αυτών*. (Εντάσεις σε mm/h - Χρόνος σε h)

| Α/Α | ΠΕΡΙΟΧΗ | ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ | ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΓΙΑ | |
|-----|----------------------|-------------------------|---|---|
| | | | T = 5 | T = 10 |
| 1 | Καλαμάτα | Καλαμάτα | $i = 34.48 / t^{0.530}$ | $i = 42.19 / t^{0.506}$ |
| 2 | Μεθώνη Μεσσηνίας | Μεθώνη | $i = 30.58 / t^{0.619}$ | $i = 36.14 / t^{0.601}$ |
| 3 | Αργοστόλι Κεφαλονιάς | Αργοστόλι | $i = 33.07 / t^{0.693}$ | $i = 38.31 / t^{0.692}$ |
| 4 | Έλος Λακωνίας | Έλος | $i = 19.53 / t^{0.684}$ | $i = 22.74 / t^{0.675}$ |
| 5 | Άρτα | Άκτιο, Κωστακιοί | $i = 46.03 / (t+0.25)^{0.89}$ | $i = 52.29 / (t+0.25)^{0.89}$ |
| 6 | Αθήνα | Αστεροσκοπείο | $i = 50.6 / (t+0.390)$ | $i = 62.2 / (t+0.407)$ |
| 7 | Αθήνα | 8 βρ. σταθμοί | $i = 28.45 / t^{2/3} (i \leq 40)$ $i e^{0.0123i} = 38.96 / t (i > 40)$ | $i = 35.85 / t^{2/3} (i \leq 40)$ $i e^{0.0123i} = 55.09 / t (i > 40)$ |
| 8 | Δίστομο Βοιωτίας | Δίστομο | $i = 17.43 / t^{0.569}$ | $i = 20.13 / t^{0.576}$ |
| 9 | Κάτω Μάμουλα Εύβοιας | Κάτω Μάμουλα (Καλλιθέα) | $i = 13.95 / t^{0.762}$ | $i = 16.23 / t^{0.760}$ |

Εικόνα 20: Ένταση βροχόπτωσης για Αργοστόλι, Κεφαλονιάς. (Κουτσουγιάννης, 1999)

Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι για την περιοχή του Αργοστολίου η ένταση της βροχόπτωσης έχει εκθετική μορφή, πράγμα που σημαίνει πως ο συντελεστής b είναι 0.

Τα χρόνια που βλέπουμε είναι:

- T=5 χρόνια για δευτερεύοντες κλάδους του δικτύου
- T=10 χρόνια για κύριους κλάδους του δικτύου που λειτουργούν ως συλλεκτήριοι του.

Στη μελέτη χρησιμοποιούμε για T=10 χρόνια διότι το δίκτυο μας στην πλειονότητα του βρίσκεται σε κεντρικούς δρόμους του χωριού.

9.2.3 ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ

Όσο αφορά το χρόνο συρροής αυτός μπορεί να υπολογιστεί από το Π.Δ 696/1974, είτε από τον τύπο του GIANDOTTI είτε από τον τύπο του KIRPICH.

Ωστόσο για λόγους πρακτικούς και βάσει του Κ.Μ.Ε., ο χρόνος συρροής t μπορεί να υπολογίζεται ως εξής:

Όταν η λεκάνη απορροής αποτελείται αποκλειστικά από κατάστρωμα οδού θεωρούμε t=5min.

Όταν η λεκάνη απορροής αποτελείται από τμήμα οδοστρώματος και εξωτερική λεκάνη μικρής σχετικά έκτασης που απορρέει επιφανειακά χρησιμοποιείται $t=10\text{min}$.

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ως χρόνου εισόδου $t=10\text{min}$, εφόσον σε κάθε στόμιο εισόδου (Inlet) του δικτύου στραγγιζε τμήμα οδοστρώματος καθώς και μικρή λεκάνη απορροής.

9.2.4 ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΡΕΑΤΙΩΝ ΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ

Στην ανάλυση δε χρησιμοποιήθηκαν φρεάτια υδροσυλλογής αλλά στόμια στα οποία μπορεί να στραγγίζουν ένα ή περισσότερα φρεάτια. Ο αριθμός των φρεατίων υδροσυλλογής που αντιστοιχεί σε κάθε στόμιο του δικτύου εξαρτάται από την απορροφητικότητα του φρεατίου υδροσυλλογής (Σωτηροπούλου και Καλυβά, 2015).

Βάσει του Κ.Μ.Ε. η απορροφητικότητα των φρεατίων τύπου σχάρας δίνεται από τον τύπο:

$$Q_1 = 83LWS^{\frac{1}{2}}H_{av}^{1.75}$$

Όπου: Q_1 =η παροχή εκροής στο φρεάτιο σε m^3/sec

L =το μήκος του καθαρού ανοίγματος σε m

W =το πλάτος του καθαρού ανοίγματος της σχάρας σε m

S =η κατά μήκος κλίση του ρείθρου σχάρας

$H_{av} = H - (WJ/2)$

H =το μέγιστο βάθος ροής αμέσως ανάντη του φρεατίου (m)

J =η εγκάρσια κλίση του φρεατίου

9.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σύμφωνα με το Π.Δ. 696/1974, ο υπολογισμός των αγωγών με ελεύθερη ροή γίνεται με εφαρμογή της εξίσωσης Manning.

$$Q = VA$$

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Όπου: Q =η παροχή σε m^3/sec

A =η υγρή διατομή σε m^2

V =η ταχύτητα ροής σε m/sec

n =ο συντελεστής τραχύτητας του αγωγού (συντελεστής Manning)

R =η υδραυλική ακτίνα σε m , όπου $R=A/P$

P =η βρεχόμενη περίμετρος σε m

S =η κλίση της γραμμής ενέργειας σε απόλυτο αριθμητικό μέγεθος (π.χ. $S=0,01$). Για ομοιόμορφη ροή η κλίση S είναι ίση με την κλίση πυθμένα.

9.3.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ

Για την κατασκευή του δικτύου θα χρησιμοποιηθούν σωληνωτοί αγωγοί από τσιμεντοσωλήνες (ελεύθερη ροή) και επομένως, για την ανάλυση επιλέχθηκε συντελεστής τραχύτητας $n=0,014$.

9.3.2 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ

Βάσει του άρθρου 1.13.2.3 του Κ.Μ.Ε. σε επενδεδυμένες τάφρους, αγωγούς και οχετούς οι επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής για διάφορες ποιότητες σκυροδέματος αγωγού είναι:

- Σκυρόδεμα κατηγορίας B_{10} $V_{max} = 5,0$ m/sec
- Σκυρόδεμα κατηγορίας B_{15} $V_{max} = 6,0$ m/sec
- Σκυρόδεμα κατηγορίας B_{25} (ανθεκτικό σε επιφανειακή φθορά) $V_{max} = 8,0$ m/sec

Όπως συνίσταται και στον Κ.Μ.Ε. (άρθρο 1.13.2.3(2)) οι ταχύτητες στους ανοιχτούς αγωγούς σκόπιμο είναι να μην υπερβαίνουν τα 8.0 m/sec .

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ως ελάχιστη ταχύτητα εκείνη που ορίζεται ως αυτοκαθαρισμού του δικτύου, 0.6 m/sec (Π.Δ 696/1974), και ως μέγιστη αυτή των 6.0 m/sec για σκυρόδεμα κατηγορίας B_{15} .

Τα παραπάνω αποτέλεσαν τα σχεδιαστικά όρια προκειμένου η ανάλυση και ο σχεδιασμός του δικτύου αποχέτευσης όμβριων υδάτων να είναι συμβατά τόσο με το Π.Δ 696/1974 όσο και με τον Κανονισμό Μελετών Έργων (Κ.Μ.Ε.).

9.4 ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Για την επίλυση του δικτύου αποχέτευσης όμβριων υδάτων στο δυτικό τμήμα του οικισμού Σαρλάτων στο νομό Κεφαλληνίας θα χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα του ηλεκτρονικού υπολογιστή WORKS, 2015 της εταιρείας Technogismiki.

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τα υψόμετρα εδάφους στα οποία τοποθετήσαμε τα στόμια εισόδου (inlets) καθώς και το μήκος των αγωγών που καθορίστηκαν για τη μόρφωση του δικτύου. Τα δεδομένα προέρχονται από το GOOGLE EARTH 2015.

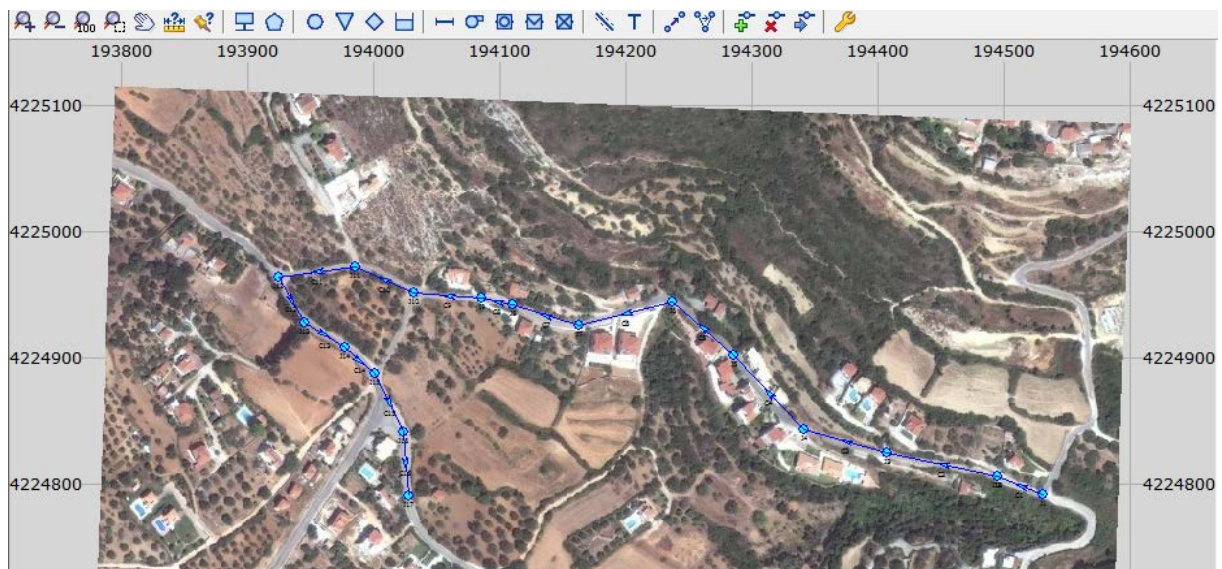
Πίνακας 10: Υψόμετρα εδάφους στους κόμβους (στόμια εισόδου) και μήκη αγωγών.

| ΣΤΟΜΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ (INLETS) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΔΑΦΟΥΣ (m) | ΑΓΩΓΟΣ | ΜΗΚΟΣ (m) |
|--|---------------------------------|-----------------|------------------|
| J ₁ | 109,00 | C ₁ | 32 |
| J ₂ | 107,00 | C ₂ | 95 |
| J ₃ | 103,00 | C ₃ | 82 |
| J ₄ | 95,00 | C ₄ | 80 |
| J ₅ | 91,00 | C ₅ | 65 |
| J ₆ | 89,00 | C ₆ | 78 |
| J ₇ | 85,00 | C ₇ | 69 |
| J ₈ | 83,00 | C ₈ | 25 |
| J ₉ | 81,00 | C ₉ | 46 |
| J ₁₀ | 78,00 | C ₁₀ | 55 |
| J ₁₁ | 75,00 | C ₁₁ | 65 |
| J ₁₂ | 69,00 | C ₁₂ | 38 |
| J ₁₃ | 68,00 | C ₁₃ | 50 |
| J ₁₄ | 67,00 | C ₁₄ | 21 |
| J ₁₅ | 66,00 | C ₁₅ | 58 |

| | | | |
|-----------------|-------|-----------------|----|
| J ₁₆ | 65,00 | C ₁₆ | 49 |
| J ₁₇ | 63,00 | | |

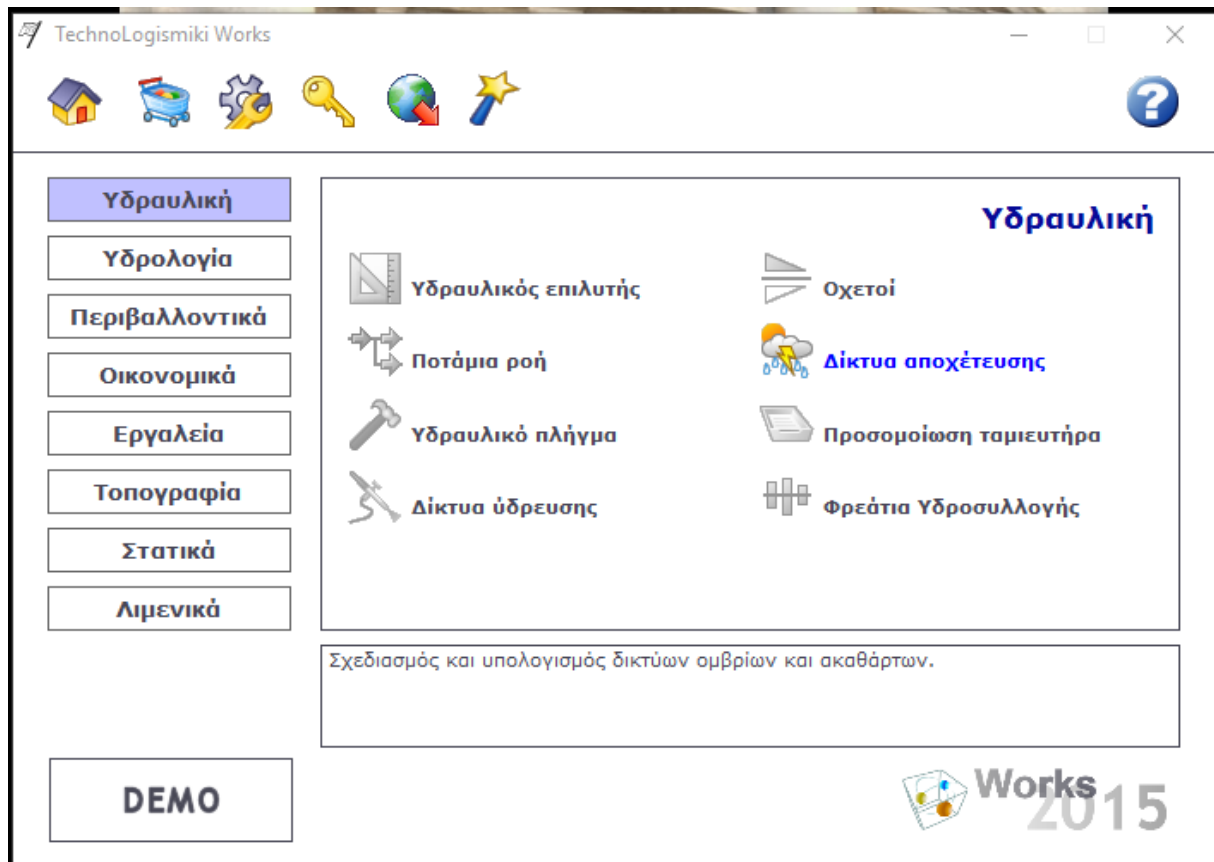


Εικόνα 21: Παρουσίαση περιοχής μελέτης (Google Earth, 2015).



Εικόνα 22: Τοποθέτηση (χάραξη) αγωγών και φρεατίων στην περιοχή μελέτης (Works,2015).

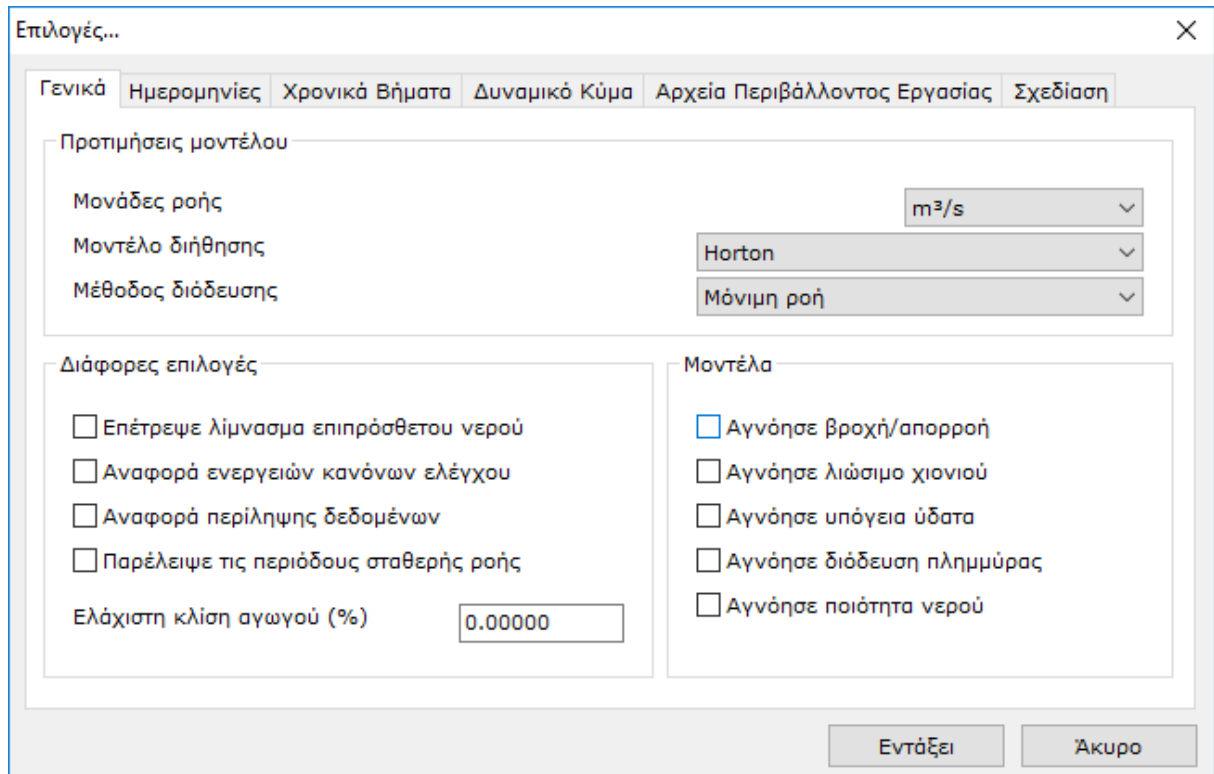
Θα χρησιμοποιήσουμε την ενότητα του προγράμματος *Δίκτυα Αποχέτευσης* (Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Έναρξη προγράμματος με για την επίλυση δικτύων αποχέτευσης (Works, 2015).

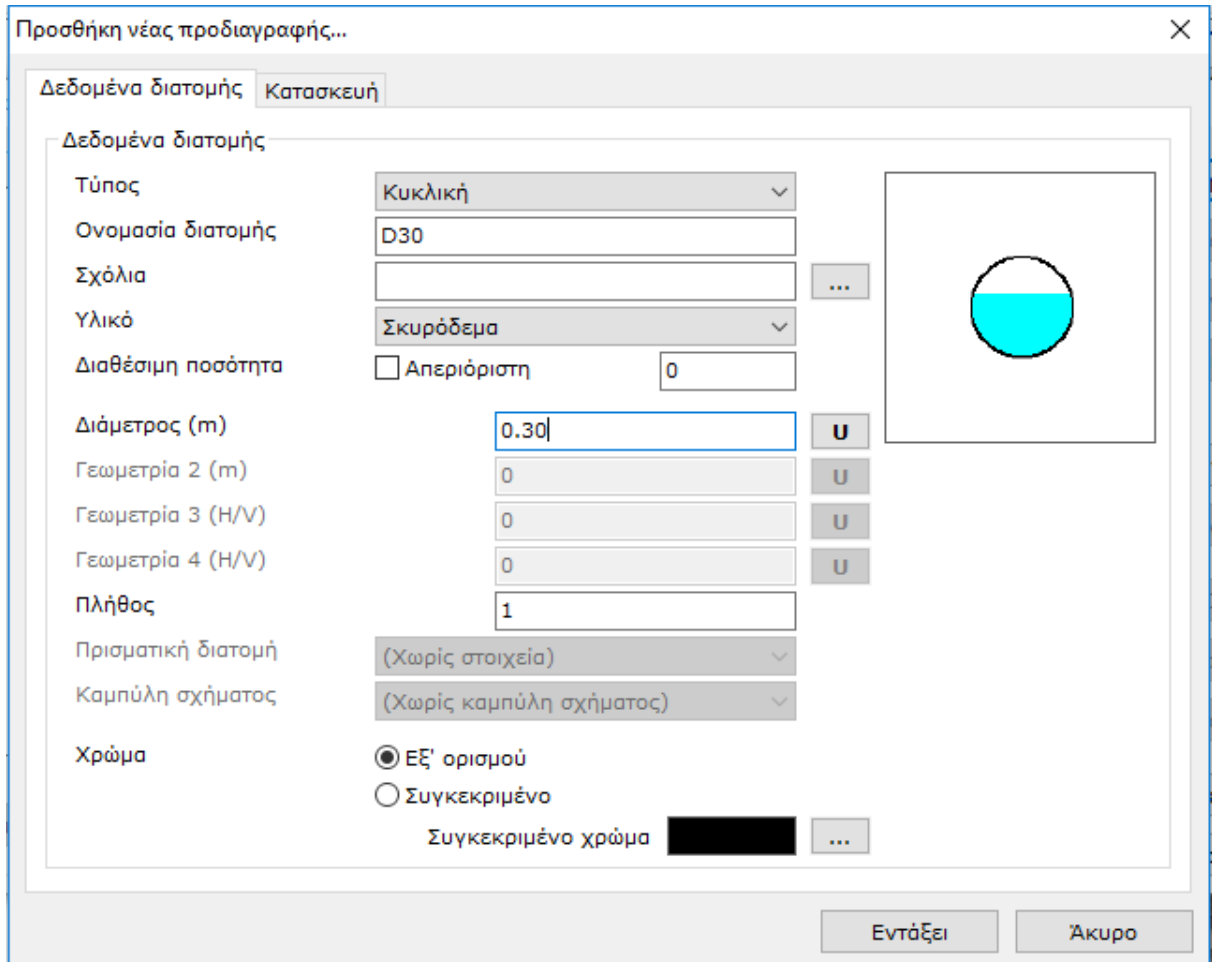
Πατώντας την επιλογή *Δίκτυα Αποχέτευσης* θα ανοίξει το παράθυρο για τη μελέτη μας, επιλέγουμε από το μενού *Αρχείο > Νέα Μελέτη* έτσι ώστε να σβηστούν τυχόν υπάρχοντα στοιχεία από προηγούμενες μελέτες.

Στη συνέχεια από το μενού επιλέγουμε *Δεδομένα > Γενικά Δεδομένα > Γενικά* και βάζουμε τις σωστές μονάδες μέτρησης. Οι μονάδες μέτρησης θα είναι τα κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m^3/sec).



Εικόνα 24: Επιλογή μονάδων (Works, 2015).

Μετά πρέπει να φτιάξουμε μία τυπική διατομή σαν πιθανή στη Βιβλιοθήκη του προγράμματος. Επιλέγουμε, λοιπόν, από το μενού *Δεδομένα > Προδιαγραφές Αγωγών > Προσθήκη*.



Εικόνα 25: Προσθήκη νέας διατομής: Δεδομένα διατομής (Works, 2015).

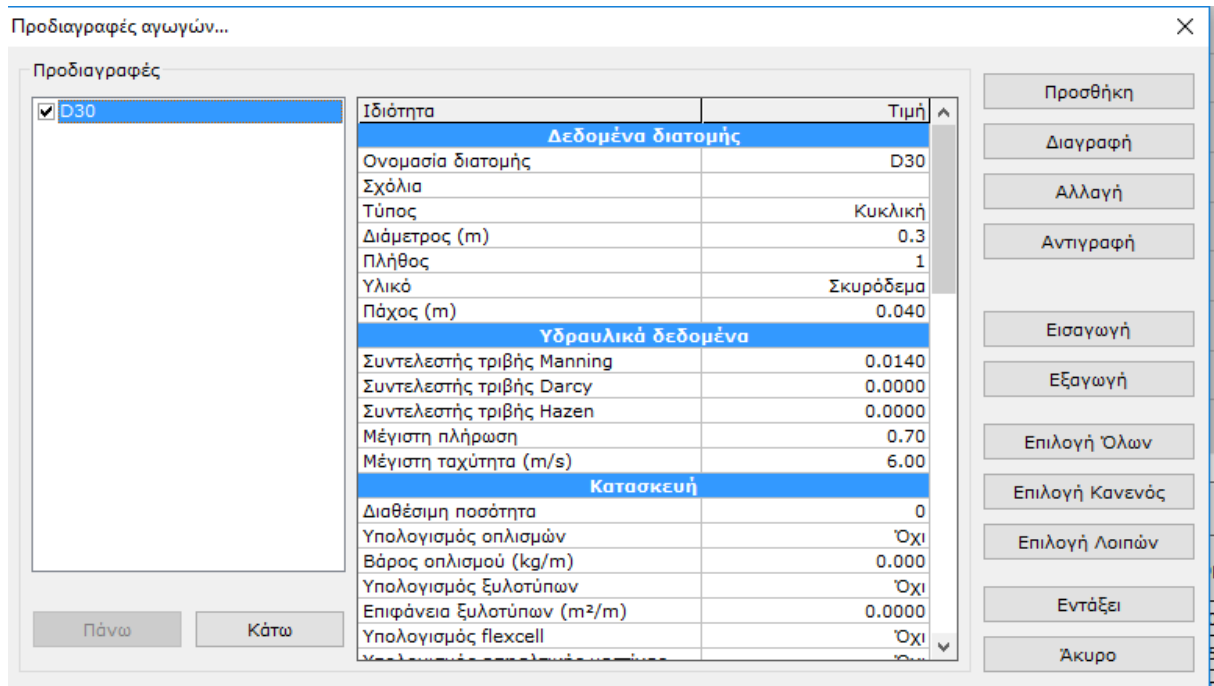
Στην καρτέλα *Δεδομένα διατομής* εισάγουμε τα πρώτα δεδομένα, ότι δηλαδή ο αγωγός είναι κυκλικός με διάμετρο 0,30 m και το όνομα της διατομής είναι D30 (Εικόνα 25).

Στην καρτέλα **Κατασκευή** εισάγουμε το πάχος του αγωγού, το συντελεστή τριβής κατά Manning, τη μέγιστη ταχύτητα 6m/sec και το μέγιστο ποσοστό πλήρωσης 0,70 (Εικόνα 26).

| Παράμετρος | Μείζον | Μειζωτή |
|--|--------|---------|
| Πάχος άνω τοιχώματος (m) | 0.040 | U |
| Πάχος κάτω τοιχώματος (m) | 0.040 | U |
| Πάχος αριστερού τοιχώματος (m) | 0.040 | U |
| Πάχος δεξιού τοιχώματος (m) | 0.040 | U |
| Συντελεστής τριβής Manning | 0.0140 | ... |
| Συντελεστής τριβής Darcy | 0.0000 | ... |
| Συντελεστής τριβής Hazen | 0.0000 | ... |
| Μέγιστη ταχύτητα (m/s) | 6.00 | U |
| Μέγιστη πλήρωση | 0.70 | |
| <input type="checkbox"/> Υπολογισμός flexcell | | |
| Σύνδεσμοι κάθε (m) | 0.000 | U |
| <input type="checkbox"/> Υπολογισμός οπλισμών | | |
| Βάρος οπλισμού (kg/m) | 0 | |
| <input type="checkbox"/> Υπολογισμός ξυλοτύπων | | |
| Επιφάνεια ξυλοτύπων (m ² /m) | 0 | U |

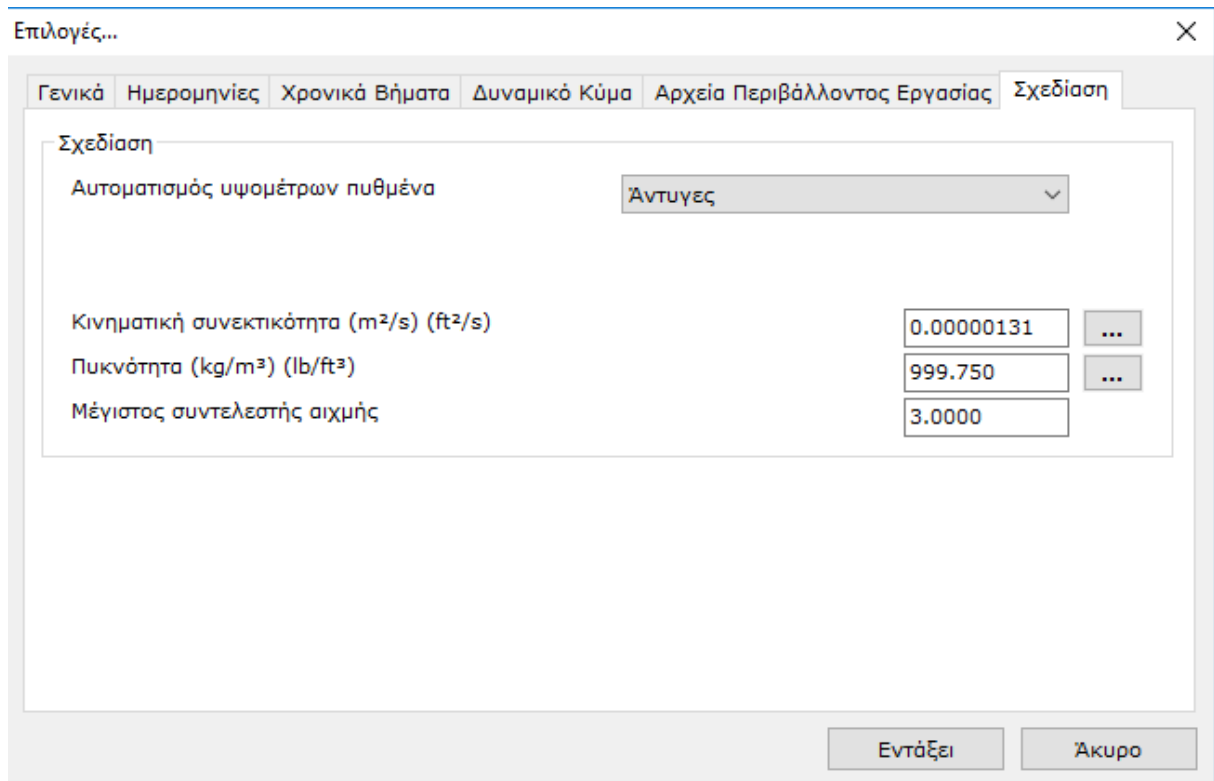
Εντάξει Άκυρο

Εικόνα 26: Προσθήκη νέας προδιαγραφής: Κατασκευή (Works, 2015).



Εικόνα 27: Προσθήκη διατομής (Works, 2015).

Για να ορίσουμε τις ιδιότητες του ρευστού επιλέγουμε από το μενού Δεδομένα > Γενικά Δεδομένα > Σχεδίαση.



Εικόνα 28: Ιδιότητες ρευστού (Works, 2015).

Πατώντας τα εικονίδια με τις τρεις τελίτσες ανοίγουμε τη βάση δεδομένων για να επιλέξουμε τη θερμοκρασία του νερού.

| Ρευστό | Θ (°C) | Πυκνότητα (kg/m ³) | Συνεκτικότητα (kg/m ² *sec) | Κινηματική Συνεκτικότητα (m ² /sec) | Ειδικό Βάρος (kg/m ² sec ²) |
|--------|--------|--------------------------------|--|--|--|
| Νερό | 0 | 999.8700000000 | 0.0017921000 | 0.0000017923 | 9808.7247000000 |
| Νερό | 4 | 1000.0000000000 | 0.0015676000 | 0.0000015676 | 9810.0000000000 |
| Νερό | 6 | 999.9700000000 | 0.0014726000 | 0.0000014726 | 9809.7057000000 |
| Νερό | 8 | 999.8800000000 | 0.0013872000 | 0.0000013872 | 9808.8228000000 |
| Νερό | 10 | 999.7500000000 | 0.0013097000 | 0.0000013101 | 9807.5475000000 |
| Νερό | 12 | 999.5200000000 | 0.0012390000 | 0.0000012396 | 9805.2912000000 |
| Νερό | 14 | 999.2700000000 | 0.0011748000 | 0.0000011756 | 9802.8387000000 |
| Νερό | 16 | 998.9100000000 | 0.0011156000 | 0.0000011168 | 9799.3071000000 |
| Νερό | 18 | 998.6200000000 | 0.0010603000 | 0.0000010618 | 9796.4622000000 |
| Νερό | 20 | 998.2300000000 | 0.0010087000 | 0.0000010105 | 9792.6363000000 |

Εικόνα 29: Βάση δεδομένων ιδιοτήτων ρευστών (Works, 2015).

Επιλέγουμε τους 12⁰C διότι το νερό είναι υπόγειο και είναι μία μέση θερμοκρασία του.

Το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των υδρολογικών δεδομένων της περιοχής μελέτης.

Για την εισαγωγή της εξίσωσης της όμβριας καμπύλης, από το μενού **Δεδομένα > Κλίμα > Όμβρια Καμπύλη**. Από την Εικόνα 20 έχουμε τα δεδομένα για τους συντελεστές που χρειάζεται να ορίσουμε. Επειδή η εξίσωση της έντασης βροχόπτωσης για το Αργοστόλι είναι εκθετικής μορφής ο συντελεστής b είναι ίσος με 0, ο συντελεστής $c=38,31$ και $n=0,692$ (Εικόνα 30).

Όμβριες καμπύλες...

Ρυθμίσεις

Όμβρια καμπύλη από εξίσωση

Σταθερός συντελεστής αριθμητή c

Σταθερός συντελεστής παρονομαστή b

Σταθερός συντελεστής παρονομαστή n

$$i = \frac{c}{(t + b)^n}$$

Σταθερή ένταση βροχόπτωσης

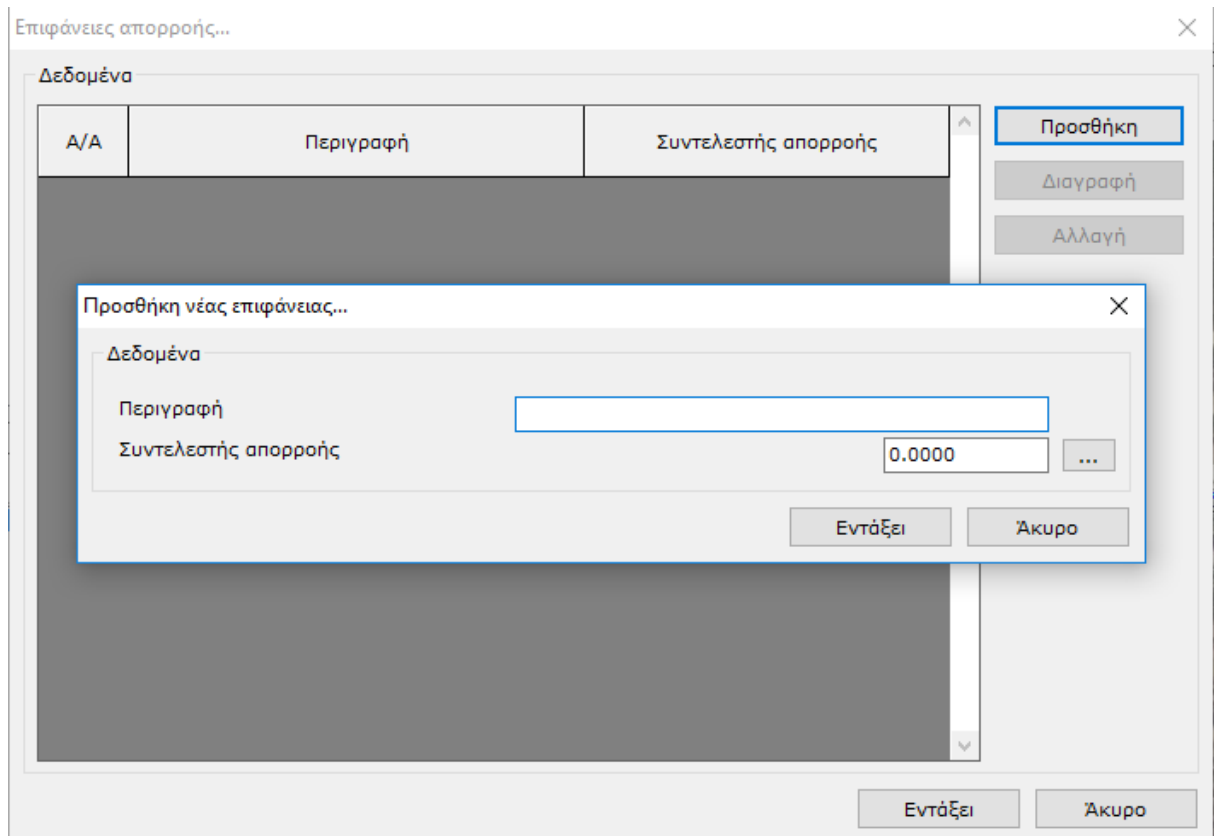
Ένταση βροχόπτωσης (mm/h)

Συσχέτιση διάρκειας βροχόπτωσης - έντασης

| Χρόνος (min) | Ένταση (mm/h) |
|--------------|---------------|
|--------------|---------------|

Εικόνα 30: Όμβριες καμπύλες (Works, 2015).

Στη συνέχεια από το μενού Δεδομένα > Επιφάνειες Απορροής ορίζουμε όλες τις επιφάνειες που παροχετεύονται και αποστραγγίζονται από το εκάστοτε δίκτυο όμβριων και τους συντελεστές απορροής και τους εισάγουμε στην παρακάτω φόρμα (Εικόνα 31).



Εικόνα 31: Επιφάνειες απορροής (Works, 2015).

Ο Πίνακας 11 παρουσιάζει τις επιφάνειες απορροής και τους αντίστοιχους συντελεστές απορροής βάσει του Π.Δ 696/1974. Όπως προαναφέρθηκε γενικότερα ο συντελεστής απορροής είναι:

- $C=0.60$ για κατοικημένες περιοχές
- $C=0.90$ για καταστρώματα των οδών.

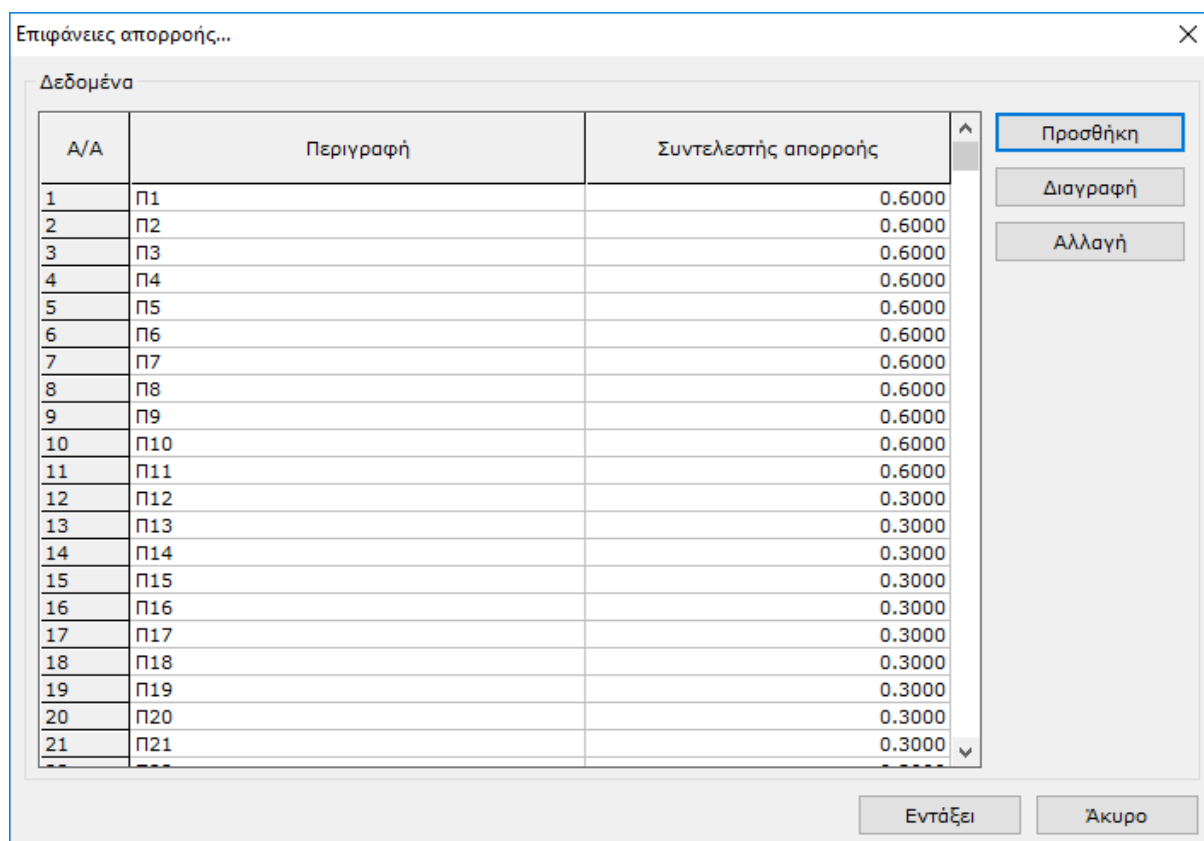
Στην υπό μελέτη περιοχή μας διαθέτουμε και εκτάσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται ως πεδινές κι έτσι έχουν συντελεστή απορροής 0.30. Προσθέτουμε, λοιπόν, άλλη μία επιλογή στους συντελεστές απορροής του προγράμματος.

Στον Πίνακα 11 προστέθηκε μία επιπλέον στήλη, αυτή της 'Επιφάνειας', η οποία θα χρειαστεί αργότερα όταν θα τοποθετηθούν οι εισροές στο κάθε φρεάτιο.

Πίνακας 11: Επιφάνεια και συντελεστές απορροής της υπό μελέτη περιοχής.

| ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (ha) |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Π ₁ | 0,60 | 0,0088 |
| Π ₂ | 0,60 | 0,0225 |
| Π ₃ | 0,60 | 0,0213 |
| Π ₄ | 0,60 | 0,0255 |
| Π ₅ | 0,60 | 0,0909 |
| Π ₆ | 0,60 | 0,0728 |
| Π ₇ | 0,60 | 0,0476 |
| Π ₈ | 0,60 | 0,0576 |
| Π ₉ | 0,60 | 0,0872 |
| Π ₁₀ | 0,60 | 0,0955 |
| Π ₁₁ | 0,60 | 0,0464 |
| Π ₁₂ | 0,60 | 0,0496 |
| Π ₁₃ | 0,30 | 0,0899 |
| Π ₁₄ | 0,60 | 0,0240 |
| Π ₁₅ | 0,60 | 0,0466 |
| Π ₁₆ | 0,60 | 0,0074 |
| Π ₁₇ | 0,30 | 0,0054 |
| Π ₁₈ | 0,30 | 0,0441 |
| Π ₁₉ | 0,30 | 0,0082 |
| Π ₂₀ | 0,30 | 0,0535 |
| Π ₂₁ | 0,30 | 0,0268 |
| Π ₂₂ | 0,30 | 0,0322 |
| Π ₂₃ | 0,30 | 0,0510 |
| Π ₂₄ | 0,30 | 0,0487 |
| Π ₂₅ | 0,60 | 0,0278 |
| Π ₂₆ | 0,60 | 0,0380 |
| Π ₂₇ | 0,60 | 0,0954 |
| Π ₂₈ | 0,60 | 0,1008 |
| Π ₂₉ | 0,60 | 0,0996 |
| Π ₃₀ | 0,30 | 0,0344 |
| Π ₃₁ | 0,30 | 0,0129 |
| Π ₃₂ | 0,30 | 0,0364 |
| Π ₃₃ | 0,30 | 0,0165 |
| Π ₃₄ | 0,30 | 0,0460 |
| Π ₃₅ | 0,30 | 0,0480 |
| Π ₃₆ | 0,30 | 0,0405 |
| Π ₃₇ | 0,30 | 0,0512 |
| Π ₃₈ | 0,30 | 0,0468 |
| Π ₃₉ | 0,30 | 0,0497 |
| Π ₄₀ | 0,30 | 0,0060 |
| Π ₄₁ | 0,30 | 0,0208 |
| Π ₄₂ | 0,30 | 0,0264 |
| Π ₄₃ | 0,30 | 0,0408 |

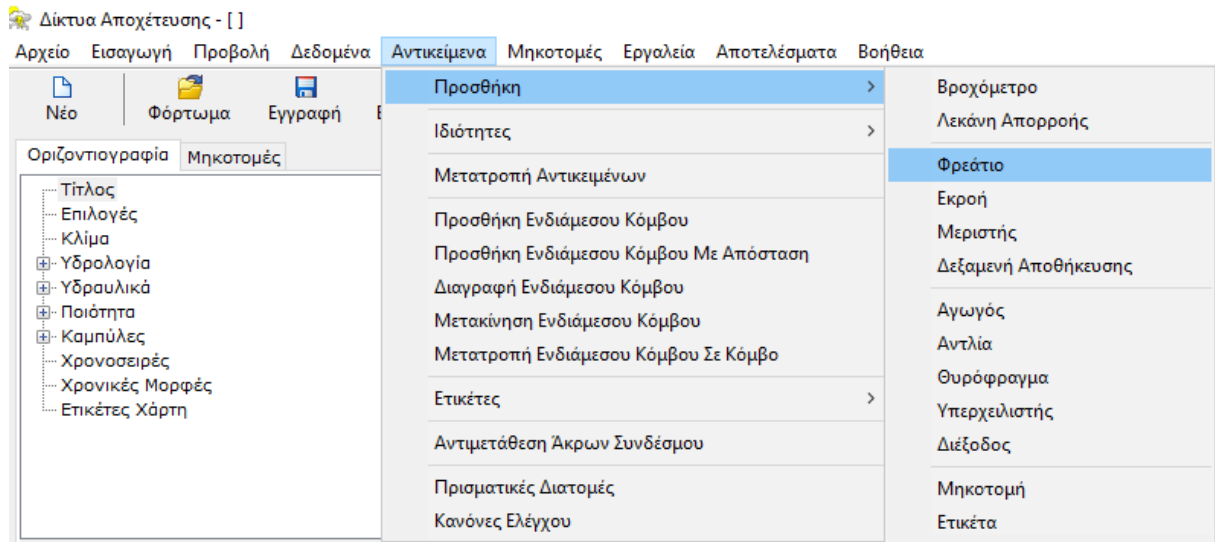
| | | |
|-----------------|------|--------|
| Π ₄₄ | 0,30 | 0,0915 |
| Π ₄₅ | 0,30 | 0,0240 |
| Π ₄₆ | 0,30 | 0,0255 |
| Π ₄₇ | 0,30 | 0,0126 |
| Π ₄₈ | 0,60 | 0,0157 |
| Π ₄₉ | 0,60 | 0,0345 |
| Π ₅₀ | 0,60 | 0,0814 |



Εικόνα 32: Επιφάνειες απορροής με συντελεστές απορροής (Works, 2015).

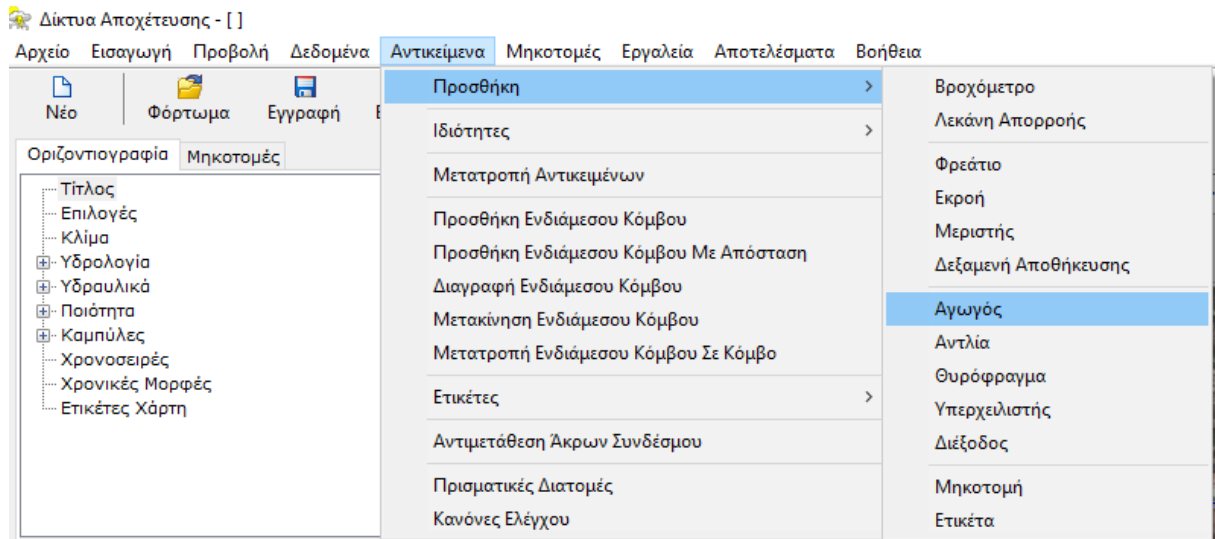
Στο σημείο αυτό έχει ολοκληρωθεί η εισαγωγή των γενικών δεδομένων και αρχίζει η εισαγωγή των στοιχείων για τους κλάδους του δικτύου με σκοπό τη χάραξη και τη διαστασιολόγηση τους.

Επιλέγουμε από το μενού *Αντικείμενα > Προσθήκη > Φρεάτιο* και κάνουμε διαδοχικά κλικ πάνω στην οριζοντιογραφία έχοντας πατημένο το CTRL, ώστε να ορίσουμε περίπου τη σχετική θέση των φρεατίων.

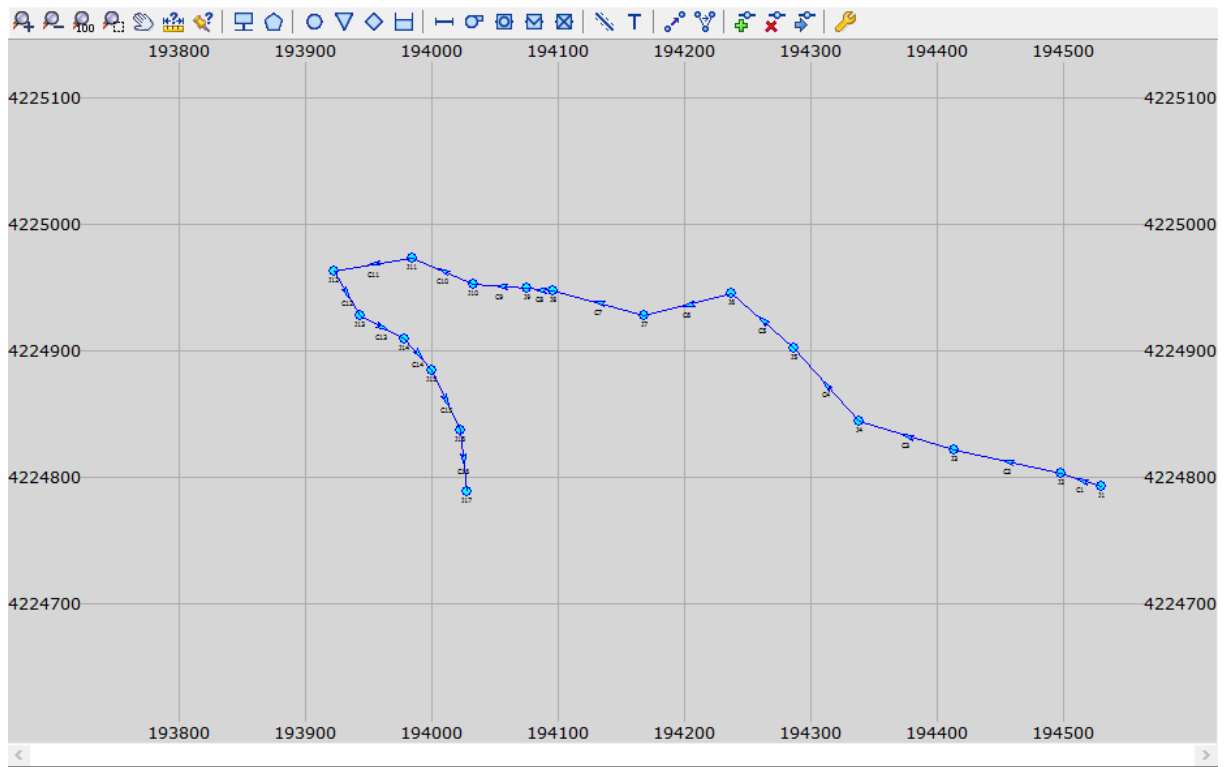


Εικόνα 33: Επιλογή τοποθέτησης φρεατίων (Works,2015).

Έπειτα επιλέγουμε από το μενού Αντικείμενα > Προσθήκη > Αγωγός και κάνουμε διαδοχικά κλικ από φρεάτιο σε φρεάτιο ώστε να ορίσουμε όλους τους αγωγούς του δικτύου και επιλέγοντας τους σύμφωνα με τη φορά της ροής (Εικόνα 34).

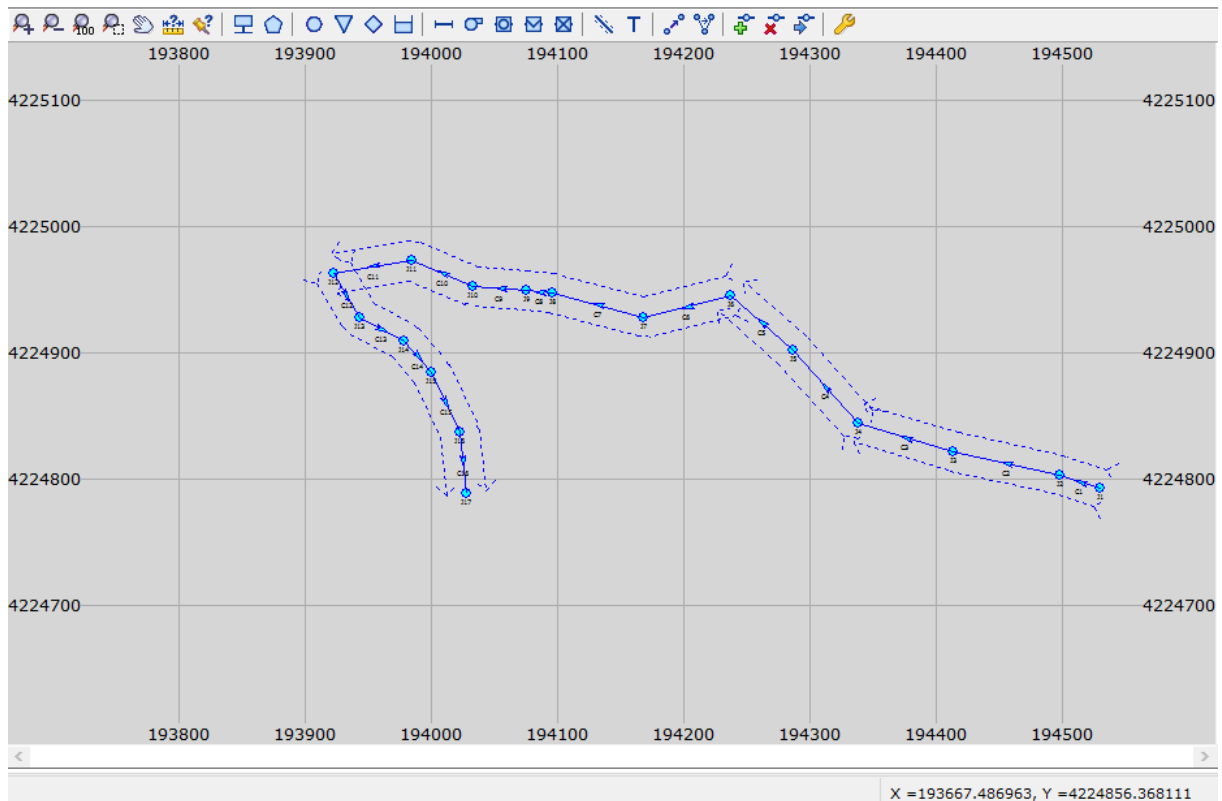


Εικόνα 34: Επιλογή τοποθέτησης αγωγών (Works, 2015).



Εικόνα 35: Τοποθέτηση φρεατίων και αγωγών με εφαρμογή του κώδικα (Works, 2015).

Στη συνέχεια θα ορίσουμε τέσσερα τμήματα μηκοτομών με ονομασίες PR1, PR2, PR3 και PR4. Από το μενού επιλέγουμε Αντικείμενα > Προσθήκη > Μηκοτομή και κάνουμε κλικ στο ανάντη φρεάτιο του συλλεκτήρα και το επόμενο κλικ απευθείας στο τελικό φρεάτιο. Πατώντας ENTER ολοκληρώνεται η διαδικασία ορισμού της μηκοτομής. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία για να ορίσουμε και τις υπόλοιπες μηκοτομές των κλάδων (Εικόνα 36).



Εικόνα 36: Γενική οριζοντιογραφία του δικτύου αποχέτευσης με τις μηκοτομές όπως διαμορφώθηκε στο πρόγραμμα (Works, 2015).

Ο συλλεκτήρας του δικτύου είναι ο PR4 και οι PR1, PR2 και PR3 είναι οι κλάδοι του.

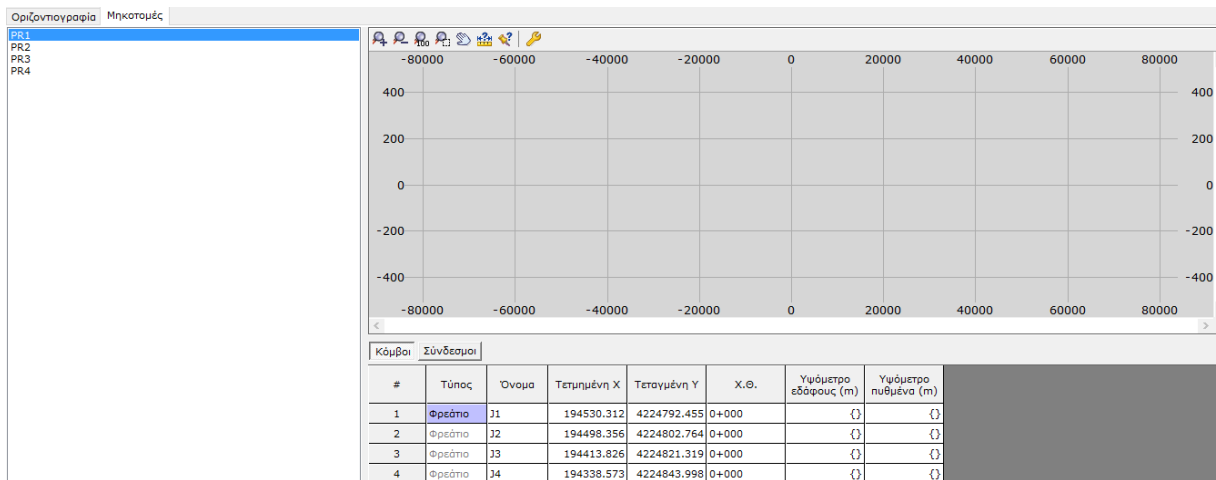
Επιλέγουμε την καρτέλα **Μηκοτομές** και εμφανίζεται η φόρμα που θα εισάγουμε τα μήκη των αγωγών, επιλέγουμε **Σύνδεσμοι** (Εικόνα 37).

| # | Τύπος | Όνομα | Ανάντη υψόμετρο πυθμένα (m) | Κατόντη υψόμετρο πυθμένα (m) | Ανάντη βάθος σκάμματος (m) | Κατόντη βάθος σκάμματος | Διαστολή | Μήκος (m) | Κλίση |
|---|--------|-------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------|-----------|---------|
| 1 | Αγωγός | C1 | {} | {} | | | {D20} | {33.578} | 0.00000 |
| 2 | Αγωγός | C2 | {} | {} | | | {D20} | {86.543} | 0.00000 |
| 3 | Αγωγός | C3 | {} | {} | | | {D20} | {78.595} | 0.00000 |

Εικόνα 37: Μηκοτομές: Σύνδεσμοι (Works, 2015).

Στη στήλη **Μήκος** βλέπουμε κάποιες τιμές μέσα σε αγκύλη οι οποίες έχουν προκύψει από την τυχαία τοποθέτηση των στομίων εισόδου (inlets). Κάνοντας κλικ επάνω στις λάθος τιμές μπορούμε να τις διορθώσουμε με τα σωστά μήκη των αγωγών που έχουμε στη μελέτη μας. Επιλέγουμε και τους υπόλοιπους κλάδους και τους διορθώνουμε.

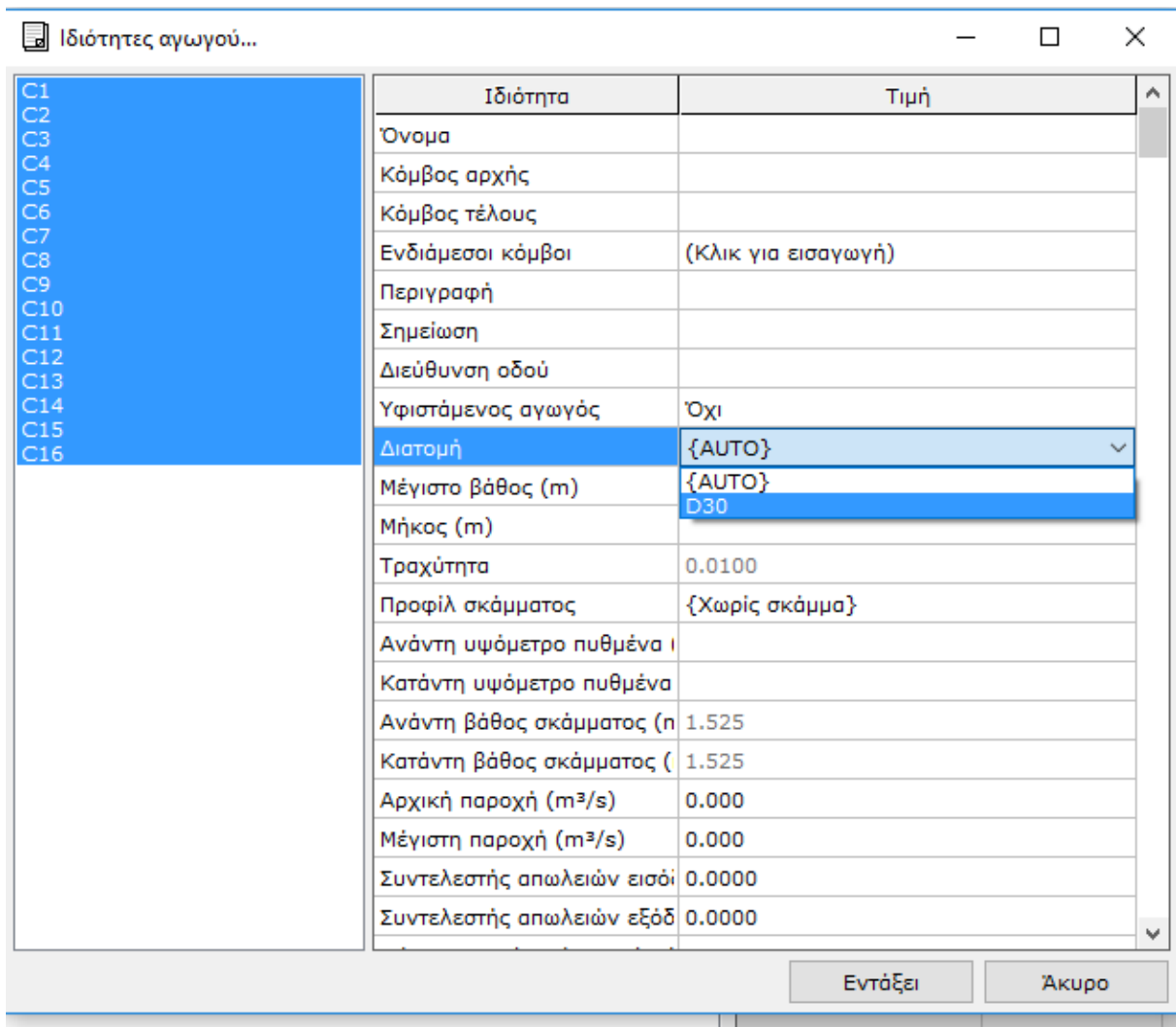
Έπειτα επιλέγουμε την καρτέλα Κόμβοι και βάζουμε στη στήλη Υψόμετρα εδάφους τα υψόμετρα που έχουμε βρει από το Google Earth καθώς και τη δίπλα στήλη, Υψόμετρα πυθμένα, τα οποία υπολογίζουμε αφαιρώντας 2m από το εκάστοτε υψόμετρο πυθμένα (Εικόνα 38).



Εικόνα 38: Μηκοτομές: Κόμβοι (Works, 2015).

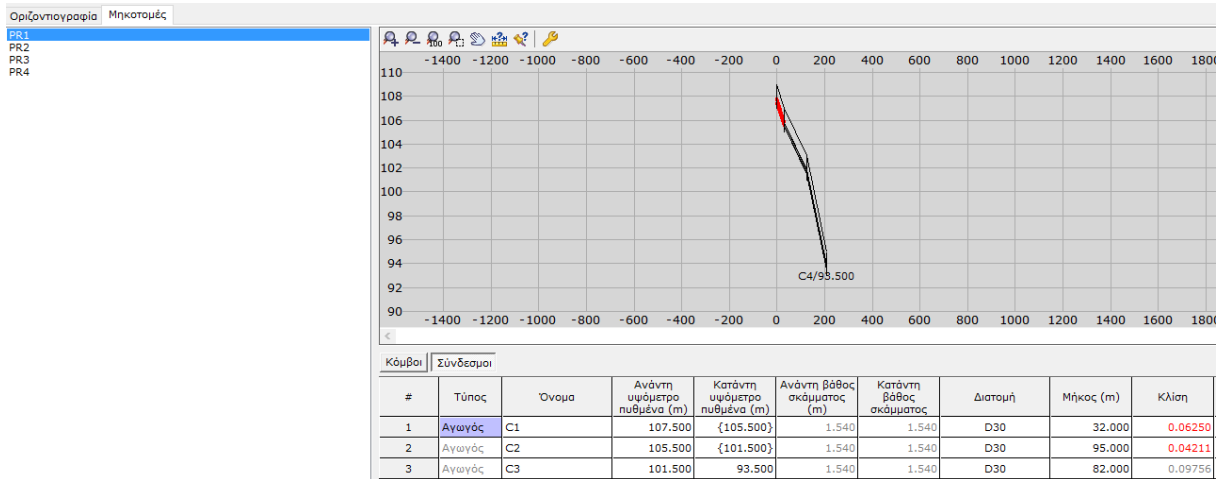
Για να σχεδιαστούν οι Μηκοτομές στο πρόγραμμα πρέπει να τοποθετήσουμε τους αγωγούς σε κάποιο βάθος εισάγοντας δεδομένα στις στήλες **Ανάτη Υψόμετρα Πυθμένα**. Για αυτό, λοιπόν, το ανάτη υψόμετρο πυθμένα το ορίζουμε στα +0,50m από το υψόμετρο πυθμένα και το κατάντη υψόμετρο πυθμένα στα +0,50m από το υψόμετρο πυθμένα του επόμενου κόμβου.

Έχοντας συμπληρώσει όλες τις στήλες στην Καρτέλα **Μηκοτομές**, επιστρέφουμε στην οριζοντιογραφία και επιλέγουμε όλα τα αντικείμενα. Έπειτα από το μενού επιλέγουμε **Αντικείμενα > Ιδιότητες > Αγωγός** και διαλέγουμε ως διατομή τη D30 που είχαμε κάνει προσθήκη στη βιβλιοθήκη του προγράμματος (Εικόνα 39).

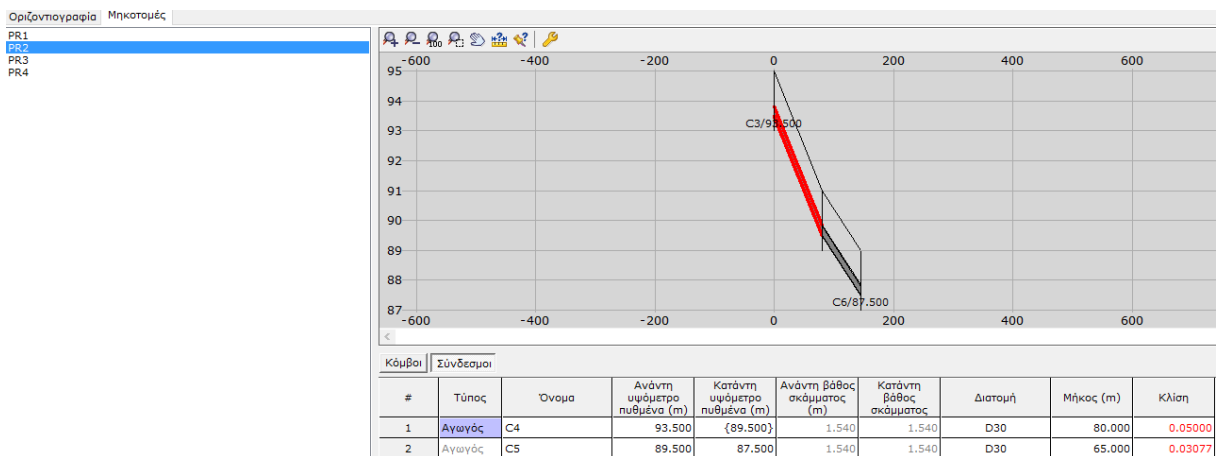


Εικόνα 39: Ιδιότητες αγωγού (Works, 2015).

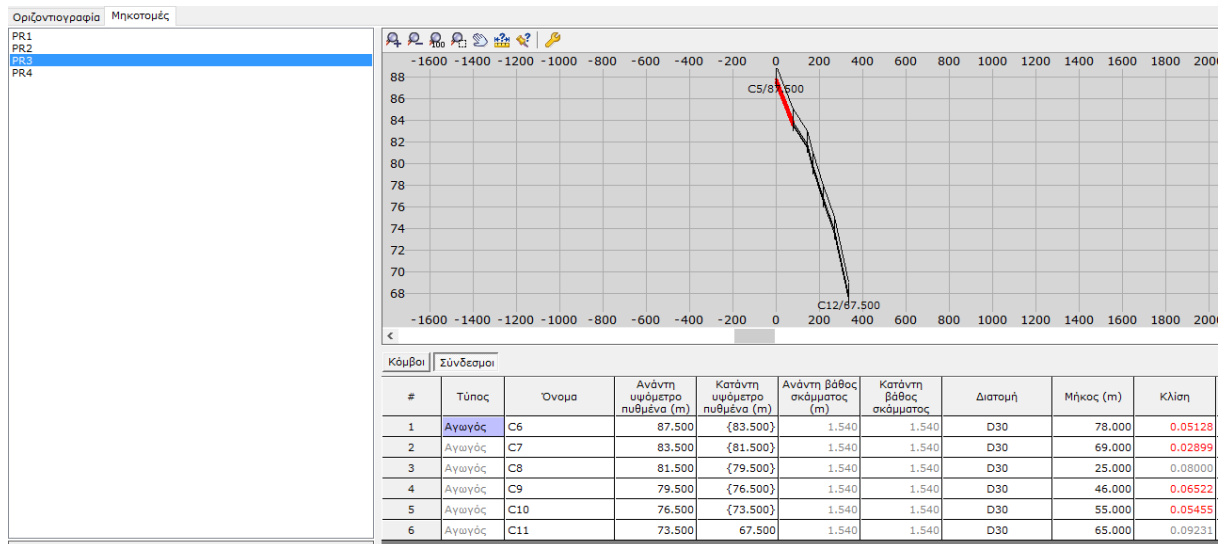
Αφού έχουμε ορίσει και την τυπική διατομή που έχουμε ορίσει επιστρέφουμε στην καρτέλα Μηκοτομές και βλέπουμε τις μηκοτομές του PR1, PR2, PR3 και PR4 (Εικόνες 40, 41, 42 και 43).



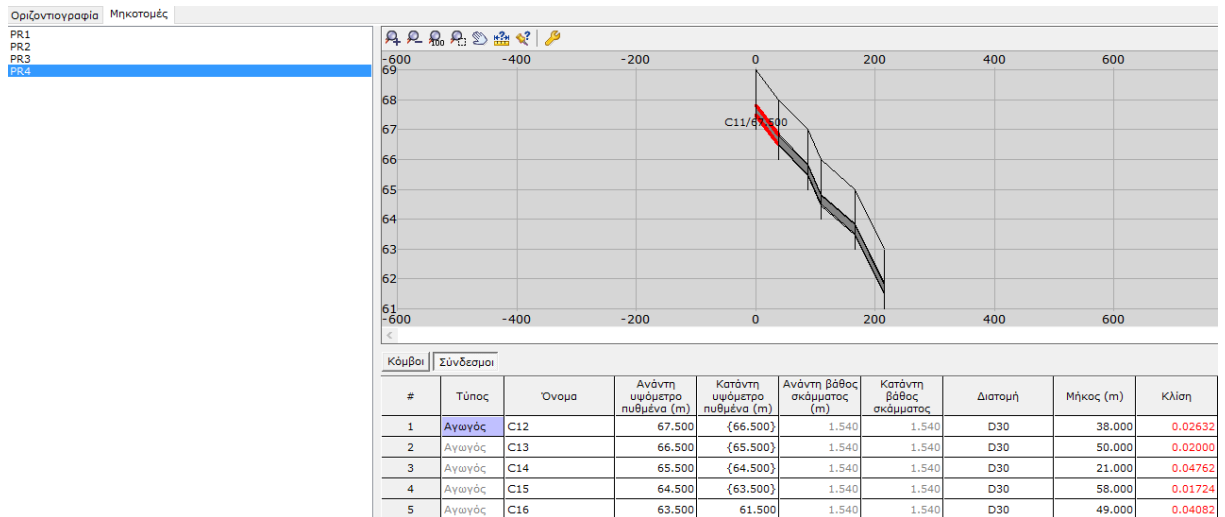
Εικόνα 40: Μηκοτομή PR1 (WORKS, 2015).



Εικόνα 41: Μηκοτομή PR2 (Works, 2015).



Εικόνα 42: Μηκοτομή PR3 (Works, 2015).



Εικόνα 43: Μηκοτομή PR4 (Works, 2015).

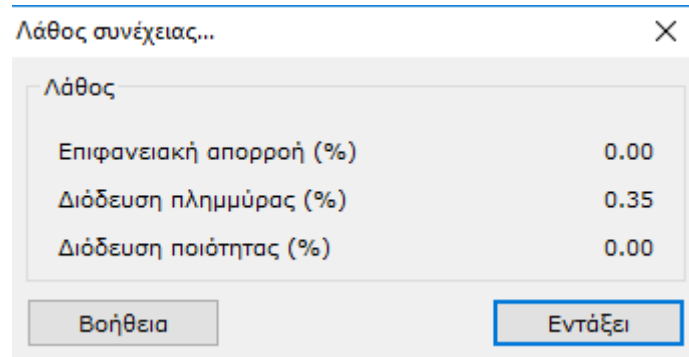
Το επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή των εισροών, έχοντας ήδη χωρίσει την περιοχή σε μικρότερες επιφάνειες και κάθε μία από αυτές να καταλήγει σε ένα φρεάτιο το μόνο που μένει είναι να πάμε στην **Οριζοντιογραφία** και να κάνουμε διπλό κλικ στο φρεάτιο J1 για να εμφανιστούν οι ιδιότητες του. Στην ιδιότητα **Εισροές** πατάμε το εικονίδιο με τις τρεις τελίτσες και εμφανίζεται η φόρμα των **Εισροών**. Στην καρτέλα **Όμβρια** επιλέγουμε τις επιφάνειες από τις οποίες εκρέουν τα νερά και συμπληρώνουμε την επιφάνεια σε ha (εκτάρια) από τον Πίνακα 11 (Εικόνα 44).

The image shows two overlapping windows from a software application. The background window, titled 'Ιδιότητες φρεατίου...', displays a table of properties for well J1. The foreground window, titled 'Εισαγωγέας εισροών...', is open to the 'Όμβρια' (Rainfall) tab. It features a table for 'Παροχές Ομβρίων (Επιφάνειες)' with columns for 'Όνομα' (Name) and 'Επιφάνεια (ha)' (Area in ha). Below this table, there are fields for 'RDII', 'Μοναδιαίο υδρογράφημα' (Unit hydrograph), and 'Επιφάνεια απορροής (ha)' (Catchment area in ha).

| Όνομα | Επιφάνεια (ha) |
|-------|----------------|
| Π1 | 0 |
| Π2 | 0 |
| Π3 | 0 |
| Π4 | 0 |
| Π5 | 0 |
| Π6 | 0 |
| Π7 | 0 |
| Π8 | 0 |
| Π9 | 0 |
| Π10 | 0 |
| Π11 | 0 |

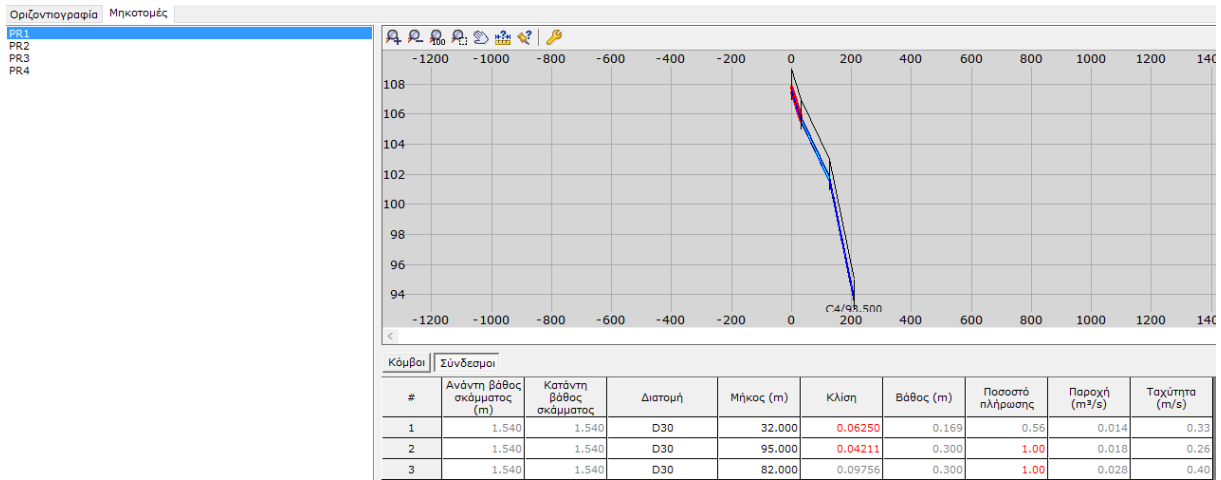
Εικόνα 44: Φόρμα εισροών (Works, 2015).

Ολοκληρώνοντας την εισαγωγή των εισροών είμαστε έτοιμοι για την ανάλυση του δικτύου. Από το μενού επιλέγουμε *Αποτελέσματα > Εκτέλεση υπολογισμών* και εμφανίζεται ένα πληροφοριακό μήνυμα στο οποίο πατάμε *Εντάξει* (Εικόνα 45).

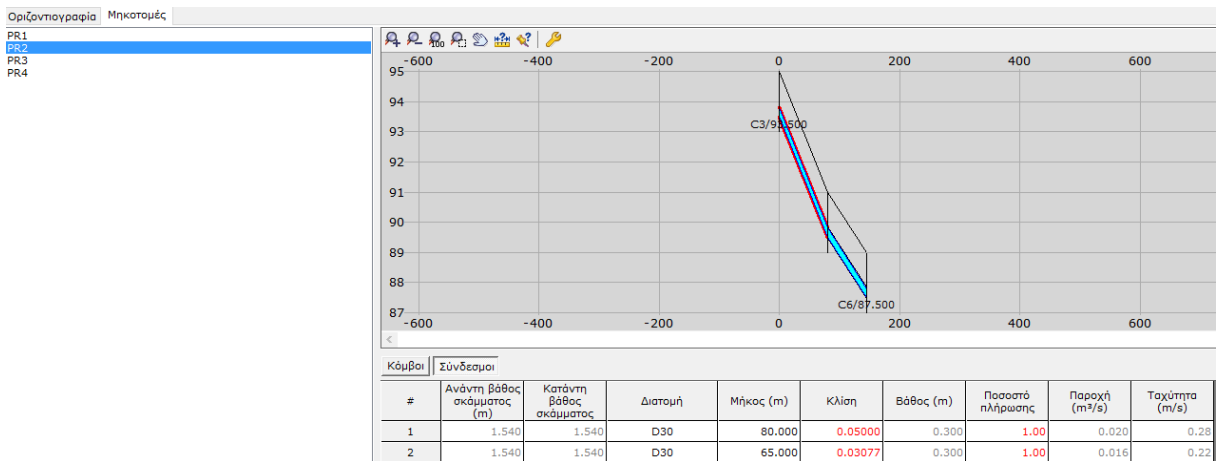


Εικόνα 45: Πληροφοριακό μήνυμα (Works, 2015).

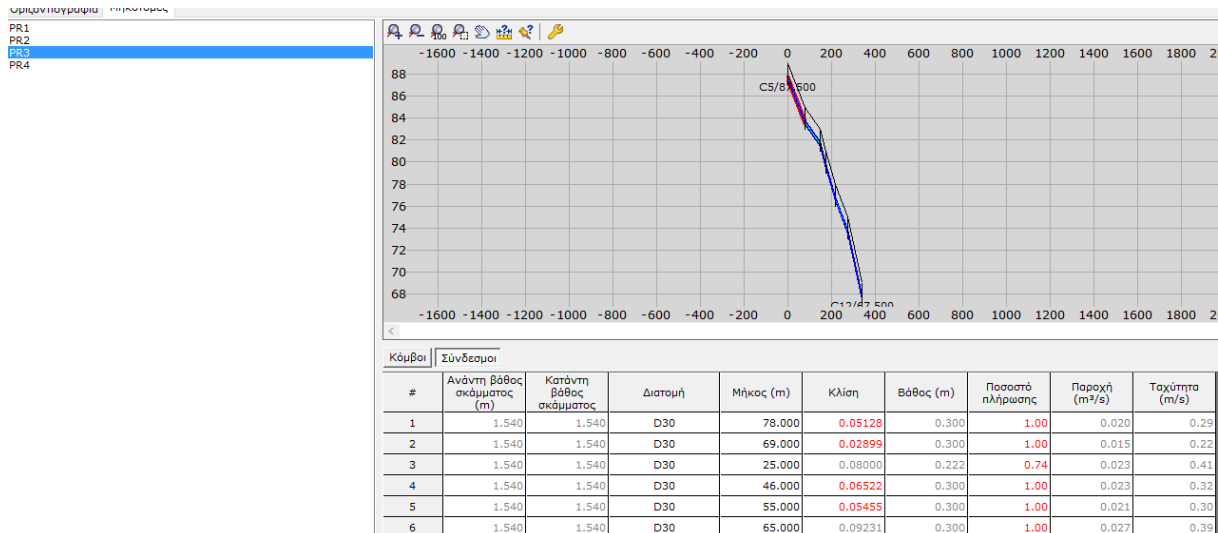
Επιστρέφουμε στην κύρια φόρμα για τα αποτελέσματα και έχουμε τα εξής (Εικόνες 46, 47, 48 και 49):



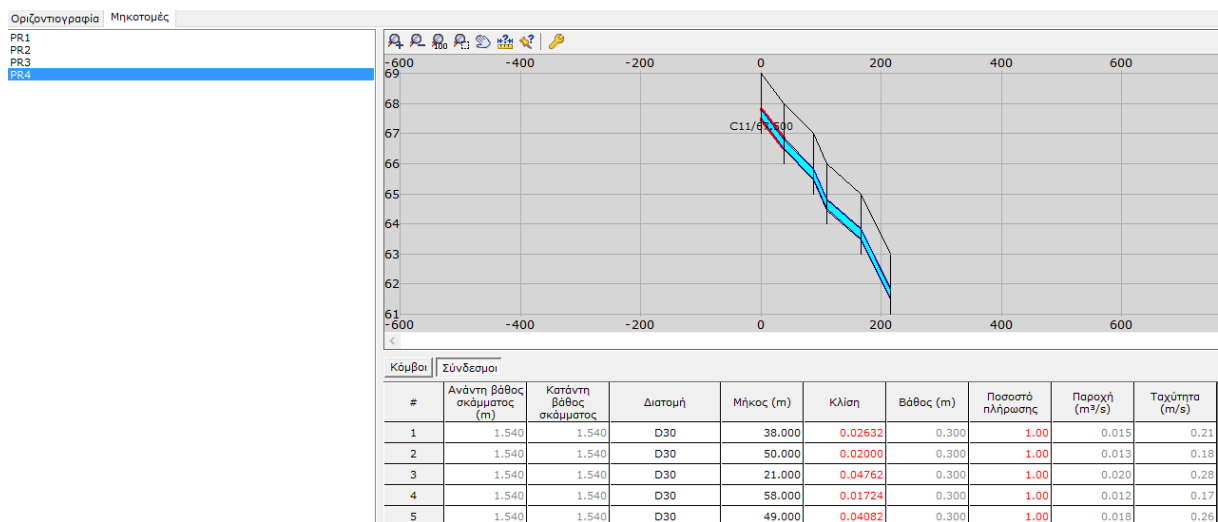
Εικόνα 46: Αποτελέσματα PR1 (Works, 2015).



Εικόνα 47: Αποτελέσματα PR2 (Works, 2015).



Εικόνα 48: Αποτελέσματα PR3 (Works, 2015).



Εικόνα 49: Αποτελέσματα PR4 (Works, 2015).

Όπως φαίνεται και στις Εικόνες 46, 47, 48 και 49 ότι έχουμε πρόβλημα στις μηκοτομές όλων των κλάδων και του συλλεκτήρα διότι το ποσοστό πλήρωσης είναι εκτός των ορίων και τονίζονται με κόκκινο χρώμα σε όλους σχεδόν τους αγωγούς.

Στον PR1 είναι οι αγωγοί που έχουν πρόβλημα είναι οι C2 και C3, στον PR2 έχουν και οι δύο, στον PR3 έχουν πρόβλημα όλοι οι αγωγοί και στον PR4, που είναι ο συλλεκτήρας, έχουν επίσης πρόβλημα όλοι οι αγωγοί.

Το πρόβλημα αυτό θα λυθεί μόνο εάν αυξηθεί η διατομή των αγωγών που τονίζονται με κόκκινο χρώμα στο πρόγραμμα ώστε να μειωθεί το ποσοστό πλήρωσης τους.

Ανοίγουμε έτσι τη φόρμα των προδιαγραφών των αγωγών (Εικόνα 50) και προσθέτουμε τις νέες διατομές των αγωγών (Πίνακας 12).

Πίνακας 12: Στοιχεία για τις νέες διατομές των αγωγών.

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (m) | ΠΑΧΟΣ (m) |
|-------------------|---------------|-----------|
| D40 | 0,40 | 0,057 |
| D45 | 0,45 | 0,063 |
| D50 | 0,50 | 0,067 |
| D60 | 0,60 | 0,075 |
| D70 | 0,70 | 0,084 |

Προδιαγραφές αγωγών...

Προδιαγραφές

- D30
- D45
- D50
- D60
- D40
- D70

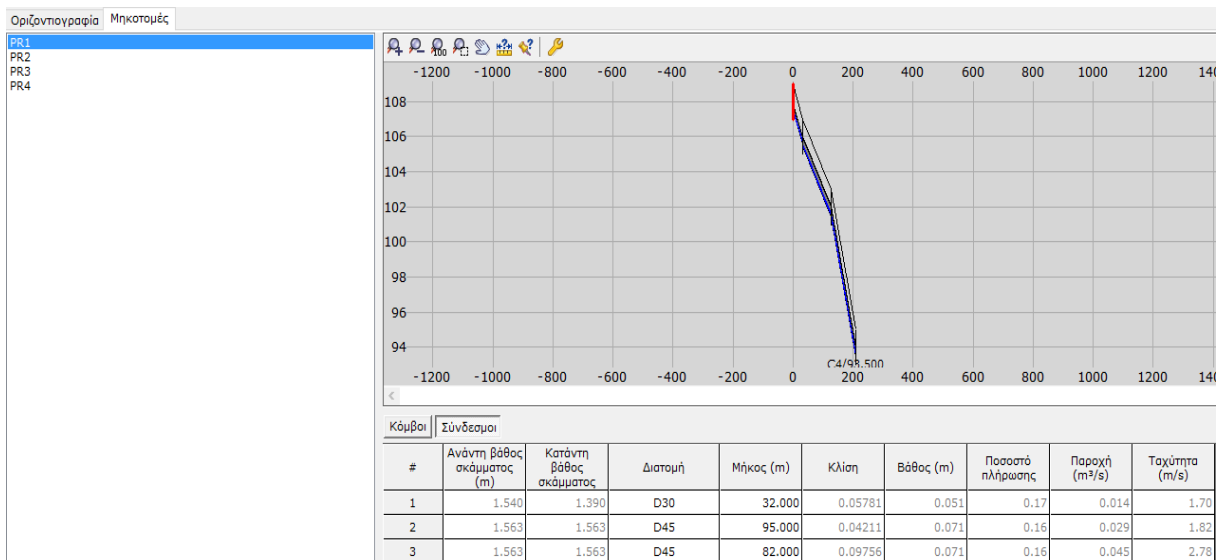
Πάνω Κάτω

| Ιδιότητα | Τιμή |
|---|-----------|
| Δεδομένα διατομής | |
| Όνομασία διατομής | D30 |
| Σχόλια | |
| Τύπος | Κυκλική |
| Διάμετρος (m) | 0.3 |
| Πλήθος | 1 |
| Υλικό | Σκυρόδεμα |
| Πάχος (m) | 0.040 |
| Υδραυλικά δεδομένα | |
| Συντελεστής τριβής Manning | 0.0140 |
| Συντελεστής τριβής Darcy | 0.0000 |
| Συντελεστής τριβής Hazen | 0.0000 |
| Μέγιστη πλήρωση | 0.70 |
| Μέγιστη ταχύτητα (m/s) | 6.00 |
| Κατασκευή | |
| Διαθέσιμη ποσότητα | 0 |
| Υπολογισμός οπλισμών | Όχι |
| Βάρος οπλισμού (kg/m) | 0.000 |
| Υπολογισμός Ξυλοτύπων | Όχι |
| Επιφάνεια Ξυλοτύπων (m ² /m) | 0.0000 |
| Υπολογισμός flexcell | Όχι |

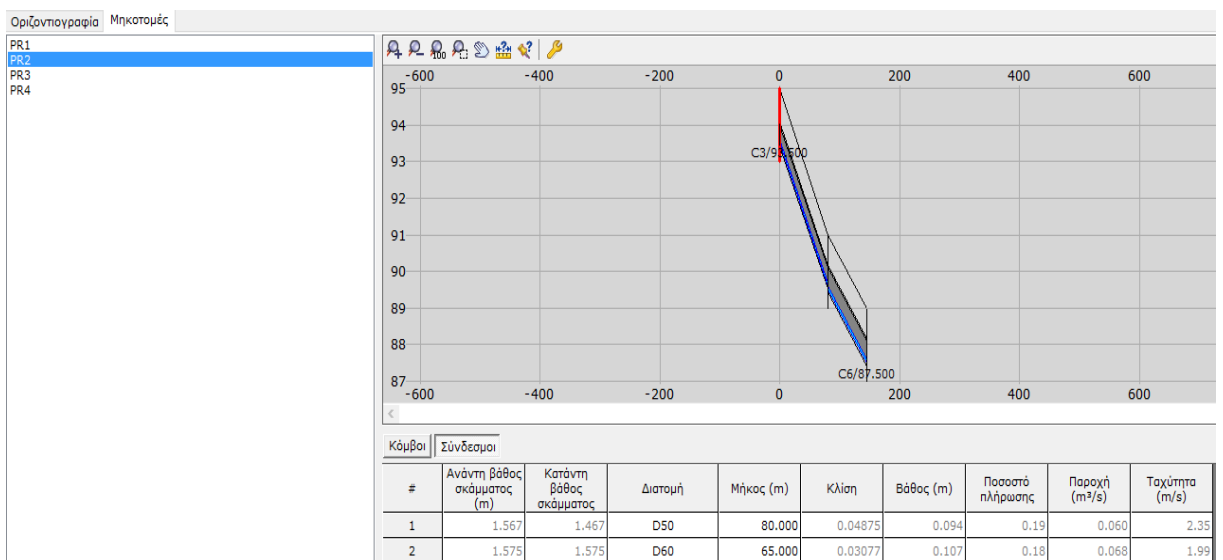
Προσθήκη
 Διαγραφή
 Αλλαγή
 Αντιγραφή
 Εισαγωγή
 Εξαγωγή
 Επιλογή Όλων
 Επιλογή Κανενός
 Επιλογή Λοιπών
 Εντάξει
 Άκυρο

Εικόνα 50: Νέες διατομές αγωγών (Works, 2015).

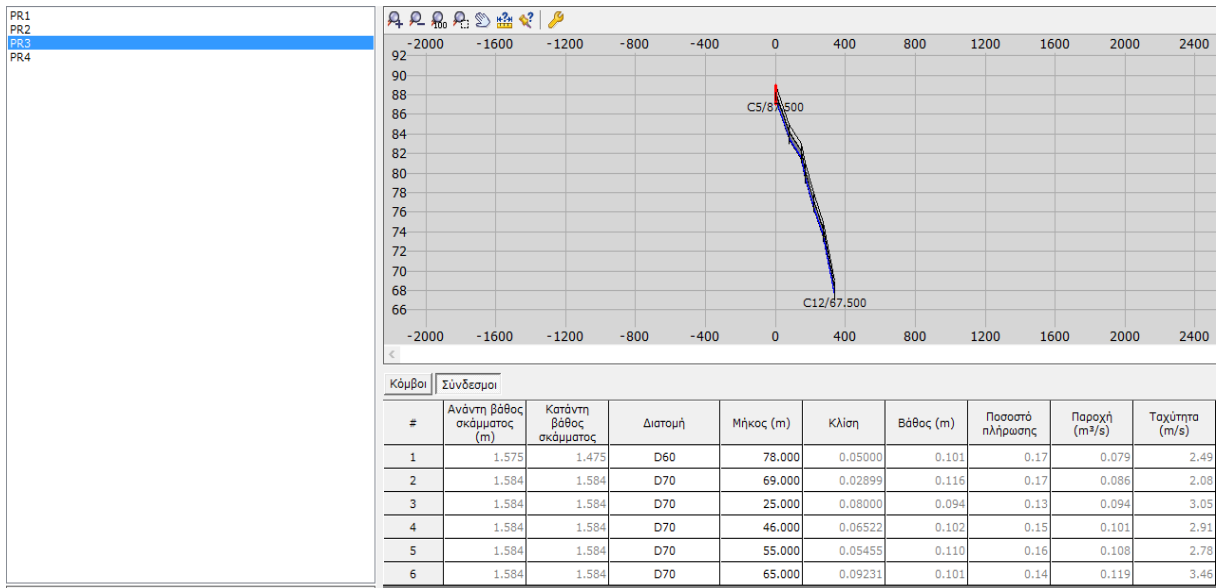
Επιστρέφουμε στην καρτέλα Μηκοτομές και κάνουμε κλικ στους αγωγούς που παρουσιάζουν προβλήματα πλήρωσης και εισάγουμε τις μεγαλύτερες διατομές και εκτελούμε ξανά τους υπολογισμούς. Τα καινούργια αποτελέσματα φαίνονται στις εικόνες 51, 52, 53 και 54.



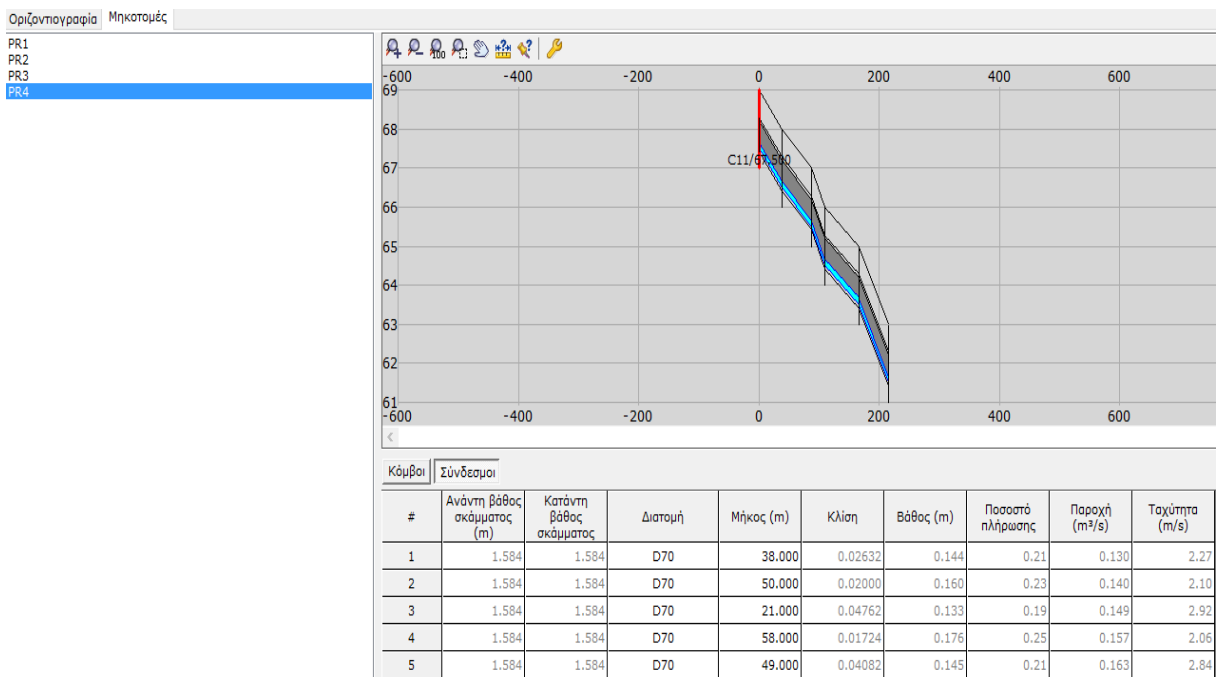
Εικόνες 51: Τελικά αποτελέσματα κλάδου PR1 (Works, 2015).



Εικόνα 52: Τελικά αποτελέσματα κλάδου PR2 (Works, 2015).



Εικόνα 53: Τελικά αποτελέσματα κλάδου PR3 (Works, 2015).



Εικόνα 54: Τελικά αποτελέσματα Συλλεκτήρα PR4 (Works, 2015).

9.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Παρακάτω παρουσιάζονται σε αναλυτικούς πίνακες τα αποτελέσματα του προγράμματος.

Πίνακας 13: Αποτελέσματα Κλάδου PR1.

| ΑΓΩΓΟΣ | ΔΙΑΤΟΜΗ | ΚΛΙΣΗ | ΒΑΘΟΣ (m) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ | ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec) |
|--------|---------|---------|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| C1 | D30 | 0,05781 | 0,173 | 0,58 | 0,014 | 1,70 |
| C2 | D45 | 0,04211 | 0,235 | 0,52 | 0,029 | 1,82 |
| C3 | D45 | 0,09756 | 0,236 | 0,52 | 0,045 | 2,78 |

Πίνακας 14: Αποτελέσματα Κλάδου PR2.

| ΑΓΩΓΟΣ | ΔΙΑΤΟΜΗ | ΚΛΙΣΗ | ΒΑΘΟΣ (m) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ | ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec) |
|--------|---------|---------|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| C4 | D50 | 0,04875 | 0,332 | 0,66 | 0,060 | 2,35 |
| C5 | D60 | 0,03077 | 0,363 | 0,61 | 0,068 | 1,99 |

Πίνακας 15: Αποτελέσματα Κλάδου PR3.

| ΑΓΩΓΟΣ | ΔΙΑΤΟΜΗ | ΚΛΙΣΗ | ΒΑΘΟΣ (m) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ | ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec) |
|--------|---------|---------|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| C6 | D60 | 0,05000 | 0,341 | 0,57 | 0,079 | 2,49 |
| C7 | D70 | 0,02899 | 0,116 | 0,17 | 0,086 | 2,08 |
| C8 | D70 | 0,08000 | 0,094 | 0,13 | 0,094 | 3,05 |
| C9 | D70 | 0,06522 | 0,102 | 0,15 | 0,101 | 2,91 |
| C10 | D70 | 0,05435 | 0,110 | 0,16 | 0,108 | 2,78 |
| C11 | D70 | 0,09231 | 0,101 | 0,14 | 0,119 | 3,46 |

Πίνακας 16: Αποτελέσματα Συλλεκτήρα PR4.

| ΑΓΩΓΟΣ | ΔΙΑΤΟΜΗ | ΚΛΙΣΗ | ΒΑΘΟΣ (m) | ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΡΩΣΗΣ | ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) | ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec) |
|--------|---------|---------|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| C12 | D70 | 0,02632 | 0,144 | 0,21 | 0,130 | 2,27 |
| C13 | D70 | 0,02000 | 0,160 | 0,23 | 0,140 | 2,10 |
| C15 | D70 | 0,04762 | 0,133 | 0,19 | 0,149 | 2,92 |
| C15 | D70 | 0,01724 | 0,176 | 0,25 | 0,157 | 2,06 |
| C16 | D70 | 0,04082 | 0,145 | 0,21 | 0,163 | 2,84 |

Αναλύοντας τα αποτελέσματα των παραπάνω πινάκων καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως κατά την κατεύθυνση ροής του δικτύου οι διατομές των αγωγών αυξάνονται και στην πλειονότητα τους χρειάζονται διατομές διαμέτρου 0,70m.

9.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Πτυχιακή Εργασία η οποία εκπονήθηκε για την ολοκλήρωση των προπτυχιακών υποχρεώσεων μου στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, υπό την καθοδήγηση του κύριου Νικ. Φουρνιώτη, οδηγεί σε πολλά συμπεράσματα για την ανάλυση και το σχεδιασμό δικτύων αποχέτευσης όμβριων.

Η περιοχή στην οποία μελετάμε τη δημιουργία δικτύου αποχέτευσης όμβριων υδάτων είναι ο οικισμός Σαρλάτα, στο νομό Κεφαλληνίας. Το χωριό αυτό είναι σε σχετικά μεγάλο υψόμετρο κι έτσι οι κλίσεις των αγωγών δημιούργησαν αρκετές δυσκολίες. Παρόλα αυτά, όμως, αποφεύχθηκε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η απότομη κλίση κι έτσι η ροή μπορεί να θεωρηθεί ομοιόμορφη και η κατανομή της πίεσης να είναι υδροστατική.

Η ανάλυση και ο σχεδιασμός του δικτύου έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Π.Δ 696/1974 τόσο για τη μέθοδο υπολογισμού των ποσοτήτων των όμβριων όσο και για τα ποσοστά πλήρωσης των αγωγών, τους συντελεστές απορροής κτλ. Επιπλέον, εφαρμόστηκε ο κώδικας υπολογισμού WORKS2015 για τη μελέτη δικτύου αποχέτευσης και απαιτήθηκε αρκετή εξάσκηση στην ανάλυση και το σχεδιασμό δικτύων αποχέτευσης όμβριων.

Κλείνοντας, λοιπόν, θα πρέπει να τονιστεί πως με το πέρας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας αποκομίσθηκαν πολλές γνώσεις και εμπειρία σε θέματα μόρφωσης και σχεδιασμού δικτύων αποχέτευσης και κατανοήθηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό θέματα Υδραυλικής των ανοικτών αγωγών που εφαρμόζονται για την ανάλυση και το σχεδιασμό δικτύων αποχέτευσης. Επίσης, έγινε σαφής η αξία των κωδικών προσομοίωσης για την επίλυση ρεαλιστικών και σύνθετων προβλημάτων Υδραυλικής Μηχανικής που θα κληθεί να αντιμετωπίσει σε πρακτικές εφαρμογές ο Πολιτικός Μηχανικός.

Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι αν και το μέγιστο επιτρεπτό όριο πλήρωσης αγωγών έχει καθοριστεί στο 70% ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις επιλέχθηκαν αρκετά μεγάλοι διάμετροι αγωγών, οδηγώντας σε μικρά ποσοστά πλήρωσης. Τέλος, σχεδιάστηκε, μελετήθηκε και επιλύθηκε ένα έργο υποδομής και συγκεκριμένα ένα δίκτυο αποχέτευσης όμβριων υδάτων σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές που προβλέπονται από το Π.Δ.696/1974 και τη διεθνή πρακτική και γνώση της Υδραυλικής Μηχανικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

10.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ιωσηφίδης, Β. (2010), Αποχετεύσεις, Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος των Υδρεύσεων Αποχετεύσεων Ε' Εξάμηνου του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ
- Κουτσογιάννης, Δ. (1999), Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης.
- Κουτσογιάννης, Δ. (2011), Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης.
- Προεδρικό Διάταγμα 696/1974, ΦΕΚ 301 Α_74
- Τσακίρης, Γ. (2004), Αποχετεύσεις οικισμών, σημειώσεις από παραδόσεις μαθημάτων.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), Σχέδιο Διαχείρισης Υδάτων Υδατικού Διαμερίσματος Βόρειας Πελοποννήσου.
- Φουρνιώτης, Ν.Θ.(2004). Ανάλυση και σχεδιασμός δικτύου αποχέτευσης όμβριων σε αστική περιοχή με εφαρμογή στην περιοχή Ρουπακιά της πόλεως του Αγρινίου, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Χατζηαγγέλου, Η. (2002). Υδραυλικά έργα Ι, Τεχνική Υδρομηχανική Τεύχος 1.
- Χατζηαγγέλου, Η.(2002) Υδραυλικά έργα Ι, τεύχος 4, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.
- Marz, (1970). Υδραυλική των οικισμών Ι.
- Σωτηροπούλου, Δ. , Καλύβα, Ε. (2015). Στοιχεία Υδραυλικού σχεδιασμού δικτύων αποχέτευσης, με εφαρμογή σε τμήμα της πόλεως του Αγρινίου. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας.

10.2 ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS465/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91_06.pdf
2. https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2Fwp-content%2Fgallery%2Fkraspeda-kanalia%2Ffreatia.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2F%25CF%2580%25CF%2581%25CE%25BF%25CF%258A%25CE%25BF%25CE%25BD%25CF%2584%25CE%25B1%2Ffreatia%2F&docid=cuulcZfvChRmYM&tbnid=eNnw_OvqYfTDM%3A&w=345&h=724&bih=638&biw=1366&ved=0ahUKEwim4KT_bPPAhWFCMAKHdFcBQgQMwgiKAYwBg&iact=mrc&uact=8#h=724&imgdii=eNnw_OvqYfTDM%3A%3BeNnw_OvqYfTDM%3A%3B2aJKaFgVchu4xM%3A&w=345
3. https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2Fwp-content%2Fgallery%2Fdiagrammata%2Ffreatia-dimensions.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2F%25CF%2580%25CF%2581%25CE%25BF%25CF%258A%25CE%25BF%25CE%25BD%25CF%2584%25CE%25B1%2Ffreatia%2F&docid=cuulcZfvChRmYM&tbnid=q8SHeVif_ful2M%3A&w=217&h=441&bih=638&biw=1366&ved=0ahUKEwim4KT_bPPAhWFCMAKHdFcBQgQMwgfKAMwAw&iact=mrc&uact=8

4. https://www.google.gr/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%AC%CF%84%CE%B9%CE%B1+%CF%83%CF%85%CE%BC%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AE%CF%82&espv=2&biw=1366&bih=638&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia4PWcgrTPAhXMLcAKHemwAksQ_AUIBigB#imgrc=qa5-Ea1dpvHdEM%3A
5. https://www.google.gr/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%AC%CF%84%CE%B9%CE%B1+%CE%BA%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D&espv=2&biw=1366&bih=589&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjRyMCGhLTPAhWoLsAKHZ9TCpcQ_AUIBigB#tbm=isch&q=%CF%84%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%AE%CE%BD%CE%B5%CF%82+%CE%BF%CE%BC%CE%B2%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD&imgrc=Zv1sAjcNHWCbKkM%3A
6. https://www.google.gr/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%AC%CF%84%CE%B9%CE%B1+%CE%BA%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D&espv=2&biw=1366&bih=589&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjRyMCGhLTPAhWoLsAKHZ9TCpcQ_AUIBigB#tbm=isch&q=%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B5%CF%82+%CE%B1%CE%BC%CE%B9%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%85&imgrc=OusU7WCyDIVDMM%3A
7. https://www.google.gr/search?q=%CF%80%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9+%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B5%CF%82&espv=2&biw=1366&bih=638&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiRnlzTkbTPAhWE7BQKHdTcDh0Q_AUIBigB#imgrc=Ye2CuQi4yrEgXM%3A
8. https://www.google.gr/search?q=%CF%80%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9+%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B5%CF%82&espv=2&biw=1366&bih=638&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiRnlzTkbTPAhWE7BQKHdTcDh0Q_AUIBigB#tbm=isch&q=pehd+%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B5%CF%82&imgdii=JIsA822ryDKA4M%3A%3BJIsA822ryDKA4M%3A%3BJP7OMjQUjZRSTM%3A&imgrc=JIsA822ryDKA4M%3A
9. https://www.google.gr/search?q=%CE%A3%CE%A9%CE%9B%CE%89%CE%9D%CE%95%CF%82+%CE%91%CE%A0%CE%9F+%CE%A7%CE%91%CE%9B%CE%A5%CE%92%CE%91&espv=2&biw=1366&bih=589&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwim69X5lrTPAhUBvxQKHbsUBzcQ_AUIBigB#tbm=isch&q=%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%AE%CE%BD%CE%B5%CF%82+%CE%B1%CF%80%CE%BF+%CF%87%CE%AC%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B1+%CE%BA%CE%B1%CE%B9+%CF%87%CF%85%CF%84%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CF%81%CE%BF&imgrc=rk7Q0dfHbjDGaM%3A
10. https://www.google.gr/search?q=%CE%A3%CE%A9%CE%9B%CE%89%CE%9D%CE%95%CF%82+%CE%91%CE%A0%CE%9F+%CE%A7%CE%91%CE%9B%CE%A5%CE%92%CE%91&espv=2&biw=1366&bih=589&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwim69X5lrTPAhUBvxQKHbsUBzcQ_AUIBigB#tbm=isch&q=%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%AE%CE%BD%CE%B5%CF%82+%CE%B1%CF%80%CE%BF+%CF%87%CE%AC%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B1&imgrc=CW_3B6DxsoXtHM%3A
11. https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CE%B1%CF%81%CE%BB%CE%B1%CF%84%CE%B1+%CE%BA%CE%B5%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%B1+%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82&espv=2&biw=1366&bih=638&tbm=isch&imgil=Q7KaBVgecFHW-M%253A%253ByhSkPo_btvVWBM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.kefaloniainfo.com%25252Fkefaloniaisland%25252Fkefaloniainfo.com%25252F&source=iu&pf=m&fir=Q7KaBVgecFHW-

- M%253A%252CyhSkPo btvVWBM%252C &usg= YBxlt4VbEY5SCbOj4UT-wUQFObk%3D&ved=0ahUKEwjHgs7ysNPQAhUIGZoKHX6pAJwQyicIQQ&ei=Y0tAWIfEKWY6AT-0oLgCQ#imgrc=UdUSeyRDQm-EgM%3A
12. https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2Fwp-content%2Fgallery%2Fkraspeda-kanalia%2Ffreatia.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2F%25CF%2580%25CF%2581%25CE%25BF%25CF%258A%25CE%25BF%25CE%25BD%25CF%2584%25CE%25B1%2Ffreatia%2F&docid=cuulcZfvChRmYM&tbnid=eNnw_OvqYfTDM%3A&w=345&h=724&bih=638&biw=1366&ved=0ahUKEwim4KT_bPPAhWFCMAKHdFcBQgQMwgikAYwBg&iact=mrc&uact=8#h=724&imgdii=eNnw_OvqYfTDM%3A%3BeNnw_OvqYfTDM%3A%3B2aJKaFgVchu4xM%3A&w=345
 13. https://www.google.gr/search?q=%CE%A3%CE%A9%CE%9B%CE%89%CE%9D%CE%95%CF%82+%CE%91%CE%A0%CE%9F+%CE%A7%CE%91%CE%9B%CE%A5%CE%92%CE%91&espv=2&biw=1366&bih=589&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwim69X5lrTPAhUBvxQKHbsUBzcQ_AUIBigB#tbm=isch&q=%CF%83%CF%89%CE%BB%CE%AE%CE%BD%CE%B5%CF%82+%CE%B1%CF%80%CE%BF+%CF%87%CE%AC%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B1+%CE%BA%CE%B1%CE%B9+%CF%87%CF%85%CF%84%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CF%81%CE%BF&imgrc=rk7Q0dfHbjDGaM%3A
 14. <https://www.google.gr/search?q=%CF%83%CE%B1%CF%81%CE%BB%CE%B1%CF%84%CE%B1+%CE%BA%CE%B5%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%B1+%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82&espv=2&biw=1366&bih=638&tbm=isch&imgil=Q7KaBVgecFHw-M%253A%253ByhSkPo btvVWBM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.kefaloniainfo.com%25252Fkefaloniasland%25252Fkefaloniamaps%25252F&source=iu&pf=m&fir=Q7KaBVgecFHw->
 15. https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS465/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91_06.pdf
 16. https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2Fwp-content%2Fgallery%2Fdiagrammata%2Ffreatia-dimensions.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.melisblock.gr%2F%25CF%2580%25CF%2581%25CE%25BF%25CF%258A%25CE%25BF%25CE%25BD%25CF%2584%25CE%25B1%2Ffreatia%2F&docid=cuulcZfvChRmYM&tbnid=q8SHeVif_ful2M%3A&w=217&h=441&bih=638&biw=1366&ved=0ahUKEwim4KT_bPPAhWFCMAKHdFcBQgQMwgfKAMwAw&iact=mrc&uact=8