

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύων Αποχέτευσης Ομβρίων,  
με Εφαρμογή στην Περιοχή <<Δροσιά >> της Πόλεως των Πατρών**

Παπασταύρου Ιωάννης

Επιβλέπων Καθηγητής: Νικόλαος Θ. Φουρνιώτης, Επίκουρος Καθηγητής

Πάτρα, Φεβρουάριος 2022

## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχει 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 όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Παπασταύρου Ιωάννης

(Υπογραφή)

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών μου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (πρώην ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας) υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή κ. Νικόλαου Θ. Φουρνιώτη.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους μου παρείχαν την βοήθειά τους στην εκπόνηση αυτής της Πτυχιακής μου Εργασίας:

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Φουρνιώτη για την συνεργασία και την βοήθειά του κατά την διάρκεια της Πτυχιακής μου Εργασίας και για την προθυμία του πάντα να με βοηθήσει να καταλάβω οποιαδήποτε απορία ή προβληματισμό είχα κατά την διεξαγωγή της εργασίας μου.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ Χρήστο Λύκουρα , Πολιτικό Μηχανικό, προϊστάμενο του Τμήματος Μελετών της Διεύθυνσης Αποχέτευσης της Δ.Ε.Υ.Α. Πατρών για την άδεια χρήσης του λογισμικού XL DRAIN για την ακαδημαϊκή χρήση, με το οποίο πραγματοποιήθηκε η παρούσα Πτυχιακή Εργασία. Τον ευχαριστώ πολύ για τις χρήσιμες πληροφορίες που μου παρείχε με υπομονή και για την παραχώρηση των τοπογραφικών διαγραμμάτων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη και την βοήθεια που προσφέρουν συνεχώς.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της Πτυχιακής Εργασίας είναι η μελέτη των μεθόδων ανάλυσης και σχεδιασμού ενός δικτύου αποχέτευσης ομβρίων. Η εφαρμογή γίνεται στην περιοχή Δροσιά της Πόλεως των Πατρών.

Για την ανάλυση και τον σχεδιασμό χρησιμοποιείται το λογισμικό ηλεκτρονικού υπολογιστή XLDRAIN το οποίο είναι σχεδιασμένο από τον κ. Λύκουρα Χρήστο. Το λογισμικό λειτουργεί με τα δεδομένα του AutoCad και στο ίδιο περιβάλλον εκτελέστηκε και η χάραξη του δικτύου σε ρυμοτομικό σχέδιο.

Για την ανάλυση του δικτύου και τον υπολογισμό των παροχών σχεδιασμού εφαρμόστηκε η ορθολογική μέθοδος. Οι λεκάνες απορροής προέκυψαν με τη μέθοδο διχοτόμησης των γωνιών των οικοδομικών τετραγώνων και τα εμβαδά τους υπολογίστηκαν μέσω του προγράμματος XL Drain. Για την ένταση βροχόπτωσης χρησιμοποιήθηκαν οι όμβριες καμπύλες.

Για τα υψόμετρα χρησιμοποιήθηκαν έτοιμα στοιχεία μελετών οδοποιίας της περιοχής. Η κλίση των υπονόμων γενικά ακολούθησε εκείνη των οδών, με ελάχιστο όριο που ορίστηκε από την ταχύτητα αυτοκαθαρισμού του δικτύου και μέγιστη κλίση το 10% ώστε η κατανομή της πίεσης στην κατακόρυφο να είναι σχεδόν υδροστατική.

Ο σχεδιασμός έγινε σύμφωνα με τους περιορισμούς που προβλέπει το κεφάλαιο Δ' του Προεδρικού Διατάγματος της Ελληνικής Δημοκρατίας, Π.Δ. 696/1974.

Τέλος σκοπός είναι ο υπολογισμός των υδραυλικών μεγεθών του σχεδιαζόμενου δικτύου με βάση τις υδρολογικές και υδραυλικές συνθήκες της περιοχής, καθώς η απόκτηση γνώσης και εμπειρίας για την ανάλυση αστικών δικτύων αποχέτευσης ομβρίων υδάτων.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Ιστορική ανασκόπηση.....	7
1.2 Διαχρονική αξία και χρησιμότητα δικτύων αποχέτευσης.....	8
1.3 Ορισμοί.....	8
1.4 Κατηγορίες Δικτύων Αποχέτευσης.....	9
1.4.1 Πλεονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος.....	9
1.4.2 Πλεονεκτήματα του χωριστικού συστήματος.....	10
1.5 Το δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων.....	10
1.5.1 Πληροφορίες για την ολοκληρωμένη μελέτη ενός αποχετευτικού συστήματος.....	11
1.5.2 Γενικές αρχές σχεδιασμού δικτύων ομβρίων.....	11
1.5.3 Μελέτη του δικτύου αποχέτευσης.....	12
1.5.4 Αποτύπωση Υφιστάμενων αγωγών.....	13
1.5.5 Λειτουργία, έλεγχος και συντήρηση του δικτύου αποχέτευσης.....	13
2.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.....	15
2.1 Χάραξη υδροκρίτη.....	15
2.2 Εκτίμηση Παροχών Ομβρίων.....	15
2.3 Ανάλυση Ορθολογικής Μεθόδου.....	16
2.4 Συντελεστές Απορροής.....	17
2.5 Ένταση βροχόπτωσης – Ομβρίες καμπύλες.....	20
2.6 Περίοδος επαναφοράς (T).....	21
2.7 Έκταση λεκάνης απορροής.....	22
2.8 Χρόνος συγκέντρωσης.....	22
3.ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ.....	26
3.1 Ομοιόμορφη ροή.....	26
3.2 Κυκλικοί αγωγοί με ομοιόμορφη ροή.....	26
3.3 Συνθήκες ροής.....	27
3.3.1 Εξίσωση Chezy.....	27
3.3.2 Darcy-Weisbach.....	27
3.3.3 Υπολογισμός κατά Manning-Kutter.....	28
3.3.4 Υπολογισμοί κατά Prandtl – von Karman – Colebrook.....	30
4.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΥΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ-ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Π.Δ. 696/1974.....	31
4.1 Γενικά.....	31
4.2 Κλίσεις αγωγών.....	31
4.3 Ποσοστά πλήρωσης.....	31
4.4 Μέγιστες ταχύτητες ροής.....	32
5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.....	33
5.1 Φρεάτια.....	33
5.1.1 Φρεάτια επίσκεψης ακαθάρτων και ομβρίων.....	33
5.1.2 Φρεάτια Συμβολής.....	34
5.1.3 Φρεάτια πτώσεως.....	34
5.1.4 Φρεάτια καθαρισμού.....	35
5.2 Αγωγοί δικτύου αποχέτευσης.....	35
5.2.1 Γενικά.....	35
5.2.2 Είδη Αγωγών δικτύου αποχέτευσης.....	36
5.3 Διατομές αγωγών.....	39
5.3.1 Είδη διατομών.....	39

6.ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	43
6.1 Γενικά.....	43
6.2 Υδατικά διαμερίσματα.....	43
6.3 Υδρολογική διαίρεση της Πάτρας.....	45
7.ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	47
7.1 Ανάλυση του λογισμικού XL DRAIN.....	47
7.1.1 Γενικά.....	47
7.2 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών.....	48
7.3 Το ρυμοτομικό σχέδιο της περιοχής.....	49
7.4 Μηκοτομές των οδών.....	49
7.5 Εφαρμογή στην επίλυση τμήματος δικτύου στην περιοχή Δροσία Πατρών.....	49
7.6 Βήματα εκτέλεσης της εργασίας.....	50
7.7 Αποτελέσματα Περίπτωσης Α .....	51
7.7.1 Τελικό σχέδιο οριζοντιογραφίας.....	51
7.7.2 Μηκοτομές συλλεκτήρων.....	52
7.7.3 Σφάλματα επίλυσης.....	55
7.7.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών.....	55
7.8 Αποτελέσματα Περίπτωσης Β.....	62
7.8.1 Τελικό σχέδιο οριζοντιογραφίας.....	62
7.8.2 Μηκοτομές συλλεκτήρων.....	63
7.8.3 Σφάλματα επίλυσης.....	67
7.8.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών.....	67
7.9 Συμπεράσματα.....	70
8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	70
8.1 Βιβλιογραφία.....	70
8.2 Εικόνες.....	71

# 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ιστορική Ανασκόπηση:

Η ανάγκη της κατασκευής ενός αποτελεσματικού αποχετευτικού συστήματος γεννιέται από την αρχαιότητα.

Στην Βαβυλώνα το 4000 π.Χ. συναντάμε το πρώτο αποχετευτικό σύστημα ομβρίων υδάτων κατασκευασμένο από πύλινους αγωγούς.

Στην Κνωσό (1950-1500 π.Χ. ) γίνεται για πρώτη φορά σρήση του σιφωνίου στην αποχέτευση. Στο Μινωικό ανάκτορο της Κνωσού ανακαλύφθηκαν χώροι υγιεινής(λουτρά) και δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων και ακαθάρτων. Οι αγωγοί ήταν κατασκευασμένοι από πήλινα καναλέτα ανοιχτής ορθογωνικής διατομής που σκεπάζονταν στην πάνω πλευρά. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η ένωσή τους ,τα καναλέτα είχαν τραπεζοειδή κάτοψη. Είναι εντυπωσιακό ότι το δίκτυο ομβρίων λειτουργεί ακόμα και σήμερα όταν βρέχει.

Στον Μεσαίωνα η κατασκευή και συντήρηση των δικτύων αποχέτευσης παραμελήθηκε, με συνέπεια την εκδήλωση σοβαρών επιδημιών και ασθενειών.

Η κατασκευή σύγχρονων αποχετευτικών δικτύων ξεκινάει στα μέσα του 19ου αιώνα.Στη Γερμανία το πρώτο δίκτυο υπονόμων σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 1842 στο Αμβούργο (Martz,1970).Ο σχεδιασμός έγινε από τον πρωτοπόρο Άγγλο μηχανικό W.Lindley,με βάση ιδέες και αρχές που χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα. Στην Αγγλία η αξία των αποχετευτικών δικτύων αναγνωρίστηκε το 1855,μετά από επιδημία χολέρας που ξεκίνησε το 1848,και έδωσε το έναυσμα για την κατασκευή επαρκούς δικτύου αποχέτευσης στο Λονδίνο (Clare et al., 1977).Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η κατασκευή έργων αποχέτευσης στους νεότερους χρόνους ξεκίνησε με σκοπό την απομάκρυνση των ομβρίων και όχι των οικιακών λυμάτων. Μάλιστα σε αρκετές πόλεις που είχαν δίκτυο ομβρίων, για πολύ καιρό απαγορευόταν η παροχέτευση λυμάτων στους αγωγούς.

Στην Ελλάδα υπήρξε καθυστέρηση στην κατασκευή νέων δικτύων αποχέτευσης. Στην Αθήνα, που διαθέτει στο κέντρο της ένα από τα παλιότερα ελληνικά παντοροϊκά δίκτυα αποχέτευσης, και στην περιφέρεια της πιο σύγχρονα χωριστικά δίκτυα ,ένα πολύ σημαντικό ποσοστό των σπιτιών εξυπηρετούνται ακόμα με βόθρους. Η κατασκευή του παντοροϊκού συστήματος ξεκινά από το 1858,αν και μεμονωμένοι υπόνομοι είχαν κατασκευαστεί και νωρίτερα. Σε άλλες ελληνικές πόλεις τα πράγματα μέχρι πρόσφατα

ήταν πολύ χειρότερα. Υπάρχουν βέβαια και ορισμένες εξαιρέσεις. Σήμερα στην Ελλάδα προχωρούν με σχετικά ικανοποιητικούς ρυθμούς, όσο βέβαια επιτρέπουν οι ρυθμοί χρηματοδότησης, η κατασκευή και αποπεράτωση σύγχρονων χωριστικών δικτύων αποχέτευσης.

## 1.2 Διαχρονική αξία και χρησιμότητα δικτύων αποχέτευσης:

Το δίκτυο αποχέτευσης είναι ένα από τα σημαντικότερα έργα υποδομής για την σωστή λειτουργία μιας πόλης καθώς η έλλειψή του μετά από κάθε καταιγίδα έχει σαν αποτέλεσμα να πλημμυρίζουν οι δρόμοι, τα σπίτια, τα αυτοκίνητα και σε ορισμένες περιπτώσεις να έχουμε απώλειες ανθρώπινων ζώων. Επιπλέον βοηθά στην μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και της φυσικής χλωρίδας και πανίδας της περιοχής.

## 1.3 Ορισμοί

**Αποχέτευση:** Είναι η υποδομή που απομακρύνει τα λύματα ή και τα όμβρια ύδατα μέσω δικτύων αγωγών. Τα λύματα καταλήγουν στην μονάδα επεξεργασίας λυμάτων ενώ τα όμβρια σε φυσικούς αποδέκτες.

**Δίκτυο αποχέτευσης:** Είναι ένα δίκτυο αγωγών το οποίο συλλέγει και μεταφέρει λύματα ή όμβρια σε φυσικό αποδέκτη.

**Όμβρια ύδατα:** Νερά που απορρέουν κατά την διάρκεια βροχοπτώσεων.

**Αστικά υγρά απόβλητα:** Νερά που προέρχονται από διάφορες καθημερινές χρήσεις (οικιακές, εμπορικές και βιομηχανικές) πριν την απόθεσή τους στον φυσικό αποδέκτη είναι απαραίτητη η κατάλληλη επεξεργασία τους στην μονάδα επεξεργασίας λυμάτων.

-Νωπά λύματα: Χαρακτηριστικό αυτών των λυμάτων είναι η ύπαρξη διαλυμένου οξυγόνου σε αυτά, με ταυτόχρονη επικράτηση αερόβιων βιολογικών διεργασιών.

-Βοθρολύματα: Σε αυτά τα λύματα η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου είναι σχεδόν μηδενική, με ταυτόχρονη επικράτηση αναερόβιων βιολογικών διεργασιών.



Διηθήσεις: Νερά που διεισδύουν στο αποχετευτικό δίκτυο από το έδαφος:

- Μεμονωμένες: Από την ακόρεστη ζώνη κατά την διάρκεια βροχοπτώσεων.
- Συνεχείς: Από την κορεσμένη ζώνη.

## 1.4 Κατηγορίες Δικτύων Αποχέτευσης

Οι δύο βασικές κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα δίκτυα αποχέτευσης είναι τα παντοροϊκά και τα χωριστικά:

Τα παντοροϊκά δίκτυα κατασκευάστηκαν κυρίως τις παλαιότερες εποχές σε Ευρωπαϊκές και Αμερικάνικες πόλεις. Κύριο χαρακτηριστικό αυτών των δικτύων είναι ότι οι διατομές των αγωγών είναι σχεδιασμένες ώστε να παραλαμβάνουν τα όμβρια αλλά και τα απόβλητα. Τα παντοροϊκά δίκτυα καταλήγουν στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Κατά την περίοδο βροχοπτώσεων έχουμε υψηλές παροχές ενώ στην ξηρή έχουμε αρκετά μικρότερες παροχές, με αποτέλεσμα κατά την περίοδο βροχοπτώσεων η εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων να δέχεται μεγάλες παροχές λυμάτων όμως λόγω της μεγάλης ποσότητας ομβρίων να έχουν συνήθως χαμηλότερο ρυπαντικό φορτίο. Έτσι πρέπει να προβλέπονται διατάξεις ανακούφισης, γνωστές ως << by pass >>. Με αυτές της διατάξεις η ροή χωρίζεται και έχουμε ένα μέρος της που συνεχίζει με προορισμό την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων, ενώ το άλλο μέρος είτε μέσω αγωγού είτε λόγω υπερχείλισης καταλήγει στον τελικό αποδέκτη. Συνεπώς τα απαιτούμενα έργα πρέπει να προβλέπονται ώστε ο τελικός αποδέκτης να μην επιβαρύνεται υπερβολικά με την ανακούφιση του δικτύου.

Τα χωριστικά δίκτυα είναι αυτά που έχουν επικρατήσει τα τελευταία χρόνια. Αποτελούνται από δύο ξεχωριστά δίκτυα υπονόμων όπου το ένα λαμβάνει τα όμβρια και καταλήγει στον τελικό αποδέκτη χωρίς καμία επεξεργασία ενώ το άλλο λαμβάνει τα απόβλητα και τα οδηγεί στην εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων για να γίνει ο κατάλληλος καθαρισμός και μετά να καταλήξουν στο τελικό αποδέκτη.

### 1.4.1 Πλεονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος:

- Απλότητα στην κατασκευή.
- Μικρότερη δαπάνη κατασκευής και λειτουργίας.
- Καλύτερη εποπτεία.
- Μικρότερη χρήση της διατομής του δρόμου.

#### **1.4.2 Πλεονεκτήματα του χωριστικού συστήματος:**

- Πραγματοποιείται πλήρη επεξεργασία των ακαθάρτων.
- Μειώνεται το κόστος κατασκευής των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων.
- Αποφυγή πλημμυρίσματος υπογείων κατασκευών.
- Μικρότερα αντλιοστάσια για τα λύματα.
- Μεγαλύτερη ευκολία επεκτάσεων.

#### **1.5 Η μετάβαση από το Παντοροϊκό στο Χωριστικό σύστημα**

Η πρακτική των παντοροϊκών αγωγών, καταργήθηκε οριστικά, όταν έγινε αποδεκτό ότι για την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα των υδάτινων συστημάτων μπορούσαν να αυξηθούν οι κατασκευαστικές και λειτουργικές δαπάνες του συστήματος αποχέτευσης λυμάτων και να εξασφαλιστούν χρηματοδοτήσεις. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την εκτόξευση του κόστους του συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει πλέον χωριστικά δίκτυα, μεγάλους αγωγούς, διαδοχικά αντλιοστάσια, βιολογικούς καθαρισμούς, υποθαλάσσιους αγωγούς κ.λπ.

Σήμερα οι νέες επεκτάσεις ή αντικαταστάσεις των δικτύων αποχέτευσης γίνονται με το χωριστικό σύστημα ,του οποίου τα λειτουργικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα είναι προφανή, διότι τα λύματα πλέον λαμβάνουν την κατάλληλη επεξεργασία και στην συνέχεια απορρίπτονται στον υδάτινο αποδέκτη. Τα παντοροϊκά δίκτυα βρίσκονται κατά κανόνα στις παλιές περιοχές των πόλεων, ενώ οι νέες περιοχές διαθέτουν συνήθως χωριστικά δίκτυα, πολύ περισσότερο μετά την υπαγωγή των συστημάτων αποχέτευσης σε συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους, που τον καθιστούν πλέον υποχρεωτικά (Κουτσογιάννης, 2011).

#### **1.5 Το δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων**

##### **1.5.1 Πληροφορίες για την ολοκληρωμένη μελέτη ενός αποχετευτικού συστήματος**

Για την σύνταξη των μελετών στην Ελλάδα λαμβάνονται οι σχετικές προδιαγραφές του Προεδρικού Διατάγματος 696/74.Οι μελέτες συνήθως αποτελούνται από τα εξής στάδια: την προκαταρκτική μελέτη , την προμελέτη και την οριστική μελέτη.

Οι πληροφορίες που οποίες είναι απαραίτητες για την μελετών είναι:

- 1.Τοπογραφικά δεδομένα, περιλαμβάνουν τοπογραφικά διαγράμματα, μηκοτομές χάρτες.
- 2.Γεωτεχνικά και υδρογεωλογικά δεδομένα, γεωλογικοί χάρτες και το είδος του εδάφους όπου πρόκειται να κατασκευαστεί το έργο.
- 3.Υδρολογικά δεδομένα, βροχομετρικά δεδομένα παροχής των υδατορεμάτων της περιοχής.
- 4.Χωροταξικά δεδομένα, στατιστικά στοιχεία εξέλιξης του πληθυσμού, ρυθμιστικά σχέδια, όροι δόμησης και κόστος γης.
- 5.Δεδομένα χρήσης νερού, λειτουργικά δεδομένα δικτύου ύδρευσης.
- 6.Δεδομένα ποιότητας νερού, προκειμένου να επιλεγεί ο αποδέκτης και να καθοριστούν οι όροι διάθεσης των λυμάτων.
- 7.Οικονομικά δεδομένα, αναλυτικές τιμές υλικών, εργασιών των έργων αποχέτευσης, δαπάνη ενέργειας.

#### **1.5.2 Γενικές αρχές σχεδιασμού δικτύων ομβρίων**

- 1.Η αστική υδρολογική λεκάνη, στο σύνολό της ,και το ανάντι μη αστικοποιημένο τμήμα της μελετώνται ως ενιαίο σύστημα.
- 2.Σε αντίθεση με το δίκτυο ακαθάρτων, που είναι συγκεντρωτικό, η χάραξη του δικτύου ομβρίων είναι αποκεντρωτική.
- 3.Το συνολικό δίκτυο ομβρίων καλύπτει τμήμα του οδικού δικτύου(30 έως 40%)
- 4.Αποφεύγεται η χρήση αντλιοστασίων σε αστικές περιοχές.
- 5.Αποφεύγεται η κατασκευή αγωγών αποχέτευσης ομβρίων σε δρόμους μεγάλης κλίσης, ώστε να μην επιταχύνεται περαιτέρω η ροή.

6.Όταν το δίκτυο κατασκευάζεται σταδιακά, η κατασκευή του δικτύου ξεκινά από τα κατάντι, ώστε να προστατεύονται κατά προτεραιότητα οι χαμηλές περιοχές, λαμβάνοντας ωστόσο υπόψη την απορροή που παράγεται στο σύνολο της λεκάνης.

7.Ο βαθμός προστασίας που παρέχει το δίκτυο ομβρίων περιγράφεται από την περίοδο επαναφοράς του επεισοδίου βροχής που μπορεί να παροχετεύσει.

8.Οι εισροές των ομβρίων γίνονται μέσω φρεατίων υδροσυλλογής καθώς και ιδιωτικών συνδέσεων, που υλοποιούνται (υποχρεωτικά) κατά μήκος των αγωγών.

### **1.5.3 Μελέτη του δικτύου αποχέτευσης.**

Συνήθως το δίκτυο αποχέτευσης κατασκευάζεται για να μεταφέρει τα απόβλητα στον τελικό αποδέκτη ή σε εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων με την βοήθεια της κλίσης του αγωγού. Πλέον όμως με τα σύγχρονα και ακριβή μέσα δεν πρέπει να αναμένονται υπερχειλίσεις στις νέες εγκαταστάσεις.

Η κατασκευή ενός νέου δικτύου αποχέτευσης ή η αναβάθμιση ενός παλιού πραγματοποιείται τμηματικά και με χρονοδιάγραμμα. Παρόλα αυτά είναι απολύτως απαραίτητος ο σχεδιασμός ολόκληρου του δικτύου αποχέτευσης.

Το δίκτυο αποτελείται από μεμονωμένους αγωγούς, δευτερεύοντες και πρωτεύοντες συλλεκτήρες. Τα τμήματα των αγωγών συνδέονται είτε ακτινωτά είτε σε βρόχους. Ακτινωτή είναι η σύνδεση κατά την οποία μόνο ένας αγωγός ξεκινά από το φρεάτιο κατά την διεύθυνση της ροής. Ενώ κατά την σύνδεση σε βρόχους από το φρεάτιο ξεκινούν περισσότεροι από ένας αγωγοί. Εάν οι αγωγοί βρίσκονται σε διαφορετικά υψόμετρα, η σύνδεση σε βρόχος αρχίζει να αποδίδει για μεγαλύτερες παροχές. Μέχρι τότε, το νερό ρέει προς μια κατεύθυνση όπως και στην ακτινωτή σύνδεση. Εφαρμόζεται ιδιαίτερα κατά την επέκταση παλαιών δικτύων με στόχο την κατανομή της παροχής. Τα άκρα των αγωγών συνδέονται μέσω ενός κοινού φρεατίου αερισμού για καλύτερο έλεγχο της λειτουργίας τους.

Στις περισσότερες περιπτώσεις το βάθος και η κλίση των αγωγών καθορίζονται από το υψόμετρο των ακραίων σημείων του δικτύου. Η διάταξη και το είδος του δικτύου που θα επιλεγεί εξαρτώνται από την υφή και την μορφή του εδάφους, καθώς και από την θέση και τα χαρακτηριστικά του τελικού αποδέκτη. Οι αγωγοί συνήθως τοποθετούνται σε δημόσιους δρόμους και πλατείες ενώ αποφεύγεται η χάραξη μέσα από οικόπεδα ακόμη και αν είναι

κοινοτικά. Γωνιώδεις και στενοί δρόμοι επίσης αποφεύγονται. Εκτός κατοικημένων περιοχών μπορεί να απαιτηθεί ειδικό έργο προστασίας.

Τα αστικά λύματα πρέπει να αποχετεύονται με τον συντομότερο δρόμο καθώς όταν η διαδρομή έχει μεγάλο μήκος τα λύματα μπορεί να υποστούν σήψη από την έλλειψη οξυγόνου. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το σκυρόδεμα και τα μέταλλα να προσβληθούν και να παρεμποδίζουν την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης καθαρισμού.

#### **1.5.4 Αποτύπωση Υφιστάμενων αγωγών**

Η κατάσταση των υφιστάμενων αγωγών πρέπει να ελέγχεται. Με την βοήθεια υδραυλικών υπολογισμών διαπιστώνεται, αν και πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Αν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο νέο δίκτυο, πρέπει να αποτυπωθούν οριζοντιογραφικά και υψομετρικά. Στην περίπτωση όπου λόγω κακής ποιότητας υλικών ή ανεπαρκών διαστάσεων, δεν μπορούν να περιληφθούν στο νέο δίκτυο, πρέπει να καταργούνται ή να απομακρύνονται. Υπάρχοντες αγωγοί ομβρίων μπορούν σε κάποιες περιπτώσεις να συμπεριληφθούν όπως είναι στο δίκτυο. Όλοι άλλοι αγωγοί (ύδρευσης, φωτοαερίου, ηλεκτρικού ρεύματος, θέρμανσης, κ.λπ.) στην περιοχή του υπό μελέτη δικτύου είτε παράλληλοι είτε κάθετοι προς αυτό, πρέπει να σημειώνονται στα σχέδια κατά θέση και ύψος μετά από ερώτηση των αρμόδιων υπηρεσιών. Οι ελάχιστες απαιτούμενες αποστάσεις από άλλους αγωγούς πρέπει να καθορίζονται με σχετικό ερώτημα στους αρμόδιους και να τηρούνται αυστηρά.

#### **1.5.5 Λειτουργία ,έλεγχος και συντήρηση του δικτύου αποχέτευσης**

Οι εγκαταστάσεις αποχέτευσης πρέπει εκπληρώνουν τον ρόλο τους χωρίς προβλήματα για αρκετές δεκαετίες. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται τακτικός έλεγχος και καθαρισμός του δικτύου. Επίσης χρειάζονται και σχετικές εργασίες συντήρησης όπως: άμεσες μικροεπισκευές, αντικαταστάσεις του μηχανολογικού εξοπλισμού, κ.λπ.

Με βάση τον νόμο πρέπει μια φορά τον χρόνο να γίνεται έλεγχος του δικτύου χωρίς αυτό να αποτελεί γενικό κριτήριο. Καθώς τμήματα του αγωγού που έχουν υποστεί ζημιές, πρέπει να ελέγχονται συχνότερα. Επιπλέον αντλιοστάσια, ανακουφιστικά έργα και άλλα τεχνικά έργα πρέπει να ελέγχονται κάθε μήνα.

Τα δίκτυα αποχέτευσης με την πάροδο του χρόνου ή με την χρήση, μαζεύουν κατάλοιπα από τα διερχόμενα νερά και δημιουργούν προβλήματα. Τα κατάλοιπα αυτά προέρχονται

από λάσπη ή οικοδομικά υλικά, φύλλα κλαράκια από δέντρα και άλλα αντικείμενα που σταδιακά επικάθονται στους αποχετευτικούς αγωγούς σχηματίζοντας ένα στρώμα που μειώνει την διάμετρο τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ροή τους και τελικά να φράξουν. Ο καθαρισμός του δικτύου αποχέτευσης με τα επιμέρους στοιχεία του, ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία: Αρχικά διοχετεύεται νερό από αντλίες υψηλής πίεσης (υδροβολή) σε όλο το δίκτυο της αποχέτευσης. Έτσι διαλύονται οι συσσωρευμένες επικαθίσεις στους αγωγούς. Στη συνέχεια αναρροφώνται τα υλικά αυτά και απομακρύνονται. Τέλος γίνεται η απολύμανση του δικτύου με ειδικά βιολογικά απολυμαντικά υγρά ασφαλή για το περιβάλλον. Επιπλέον, για την καλύτερη συντήρηση του δικτύου αποχέτευσης έχουν ανακαλυφθεί νέες συσκευές παρακολούθησής του. Η συσκευή αυτή ονομάζεται "αρουραίος" των υπονόμων, χρησιμοποιήθηκε στο Λονδίνο στις αρχές του 2002 και είναι η σύγχρονη συσκευή. Κυλιέται μέσα στους υπόνομους εκτοξεύοντας laser στα τοιχώματά τους. Μια ακόμα μέθοδος έγκειται στην αύξηση της διαλυτικής ικανότητας του νερού με τη εφαρμογή ραδιοσυχνοτήτων σ' αυτό. Αυτή η μέθοδος παρέχει εξ' ολοκλήρου βιολογική αντιμετώπιση του θέματος και υπόσχεται πιο ενθαρρυντικά αποτελέσματα σχετικά με το βιολογικό καθαρισμό αποχετεύσεων στο μέλλον (Φουρνιώτης, 2004).

## 2.ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

### 2.1 Χάραξη υδροκρίτη

Σε μη αστικές λεκάνες γίνεται χάραξη του υδροκρίτη με βάση την τοπογραφία του εδάφους μέσω των ισοϋψών καμπύλων. Οι υδροκρίτες σε αστικές λεκάνες απορροής εντοπίζονται με την χάραξη των διχοτόμων των γωνιών των οικοδομικών τετραγώνων. Υποθέτουμε ότι τα όμβρια αποχετεύονται από κάθε εσωτερικό σημείο του οδικού τμήματος προς το πλησιέστερο ρείθρο ή αγωγό ομβρίων της οδού. Στην τελική χάραξη λαμβάνονται υπόψη οι κλίσεις των οδών και οι θέσεις των φρεατίων εισόδου(υδροσυλλογής) (Σίνου, 2021).

### 2.2 Εκτίμηση Παροχών Ομβρίων

Τα συνήθη στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της παροχής των ομβρίων είναι τα εξής: Το μέγεθος της επιφάνειας ,ο όγκος της βροχής ανά μονάδα επιφάνειας και χρόνου(ένταση βροχοπτώσεως ) και ένας συντελεστής που αντιπροσωπεύει το ποσοστό του όγκου του νερού που απορρέει επιφανειακά (συντελεστής απορροής)

Βασικότερες μέθοδοι για τον υπολογισμό της παροχής των ομβρίων:

-Η μέθοδος Fantoli, βασίζεται σε εμπειρικές μεθόδους και τα αποτελέσματά της δεν κρίνονται αξιόπιστα.

-Η μέθοδος Mac. Maths, είναι απλή αλλά τα αποτελέσματά της δεν είναι αξιόπιστα.

-Η μέθοδος Caquot, δίνει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σύγκριση με της δύο προηγούμενες.

-Η μέθοδος του μοναδιαίου υδρογραφήματος, είναι γενική και τα αποτελέσματά της είναι καλά κυρίως σε φυσικές λεκάνες απορροής.

-Η ορθολογική μέθοδος, είναι απλή και τα αποτελέσματά της έχουν ικανοποιητική ακρίβεια(Κουτσογιάννης,2011).

## 2.3 Ανάλυση Ορθολογικής Μεθόδου

Η ορθολογική μέθοδος εφαρμόζεται σε αστικές περιοχές για μικρές λεκάνες απορροής. Συσχετίζει την παροχή απορροής, με την ένταση της βροχόπτωσης, την επιφάνεια της λεκάνης απορροής, και έναν συντελεστή που εκφράζει την επίδραση λιμνασμού, διήθησης και εξάτμισης. Ο συνολικός όγκος νερού που πέφτει σε μια επιφάνεια  $A$  ανά μονάδα χρόνου μιας βροχόπτωσης με ένταση  $I$  δίνεται από την εξίσωση:

$$Q_{ολ} = i A$$

Ένα ποσοστό από τον συνολικό όγκο νερού θα χαθεί λόγω εξάτμισης, διήθησης και λιμνασμού. Ο πραγματικός όγκος που εμφανίζεται σαν απορροή υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$Q = C i A, \text{ όπου:}$$

$Q$ : Η παροχή αιχμής πλημμύρας

$C$ : Ο συντελεστής απορροής

$i$ : Η μέση ένταση της βροχοπτώσεως

$A$ : η έκταση της λεκάνης απορροής ή της επιφάνειας που αποχετεύεται

### Δεδομένα εισόδου της μεθόδου:

- Η περίοδος επαναφοράς  $T$ , επιλέγεται με κριτήριο τη σημαντικότητα του έργου.
- Η αποχετευόμενη επιφάνεια  $A$ .
- Ο συντελεστής απορροής  $C$ , εξαρτάται από τα τοπογραφικά, φυσιογραφικά και πολεοδομικά χαρακτηριστικά της αποχετευόμενης έκτασης.
- Ο χρόνος συγκέντρωσης  $t_c$ , εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της αποχετευόμενης επιφάνειας και του ανάντι δικτύου ομβρίων.
- Η ένταση βροχόπτωσης  $i$ , είναι στατιστικό μέγεθος εξαρτώμενο από την περίοδο επαναφοράς  $T$ , τη διάρκεια βροχής  $d$  και την επιφάνεια  $A$ .



## Βασικές παραδοχές για την εφαρμογή της μεθόδου:

- Η περίοδος επαναφοράς της παροχής αιχμής είναι ίση με αυτήν της βροχής.
- Η διάρκεια της βροχής είναι ίση με το χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης.
- Η ένταση της βροχόπτωσης είναι χρονικά και χωρικά σταθερή.
- Η μέγιστη παροχή εμφανίζεται όταν καταφτάσει στην έξοδο της η επιφανειακή απορροή και από το πιο απομακρυσμένο σημείο της.

### 2.4 Συντελεστές Απορροής

Στην ορθολογική μέθοδο θεωρείτε σταθερός αλλά στην πραγματικότητα μεταβάλλεται και εξαρτάται από την ένταση της βροχής, την κλίση του εδάφους και την υγρασία του εδάφους. Έτσι υπολογίζεται:

-Για αδιαπέρατες επιφάνειες:

$$C=0,175t^{\frac{1}{3}} \quad \text{ή} \quad C=\frac{t}{(8+t)}$$

-Για διαπερατές επιφάνειες:

$$C=\frac{0,3*t}{(20+t)}$$

όπου t:η διάρκεια βροχόπτωσης σε λεπτά.

Για την εκτίμηση του συντελεστή απορροής ακολουθείτε η παρακάτω μεθοδολογία(Λαγγούσης και Φουρνιώτης ,2020):

1. Προσδιορίζεται κατ' εκτίμηση το ποσοστό της συνολικής επιφάνειας που καλύπτεται από στέγες, δρόμους κλπ.
2. Πολλαπλασιάζεται το ποσοστό του κάθε τύπου επιφάνειας με τον αντίστοιχο συντελεστή απορροής,C.
3. Αθροίζονται τα γινόμενα.

Ακολουθούν πίνακες με τυπικές τιμές του συντελεστή απορροής για διάφορα είδη επιφανειών :

Πίνακας 1: Συντελεστής απορροής για διάφορες επιφάνειες (Λαγγούσης και Φουρνιώτης , 2020).

<b>ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ</b>
Υδατοστεγείς στέγες	0.70-0.95
Ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι	0.85-0.90
Δρόμοι από σκυρόδεμα	0.80-0.95
Πλακοστρωμένοι δρόμοι και μονοπάτια	0.75-0.85
Λιθοστρωμένοι δρόμοι και μονοπάτια	0.15-0.30
Χλόη, αμμώδες έδαφος:	
Κλίση <2%	0.05-0.10
Κλίση 2-7%	0.10-0.15
Κλίση >7%	0.15-0.20
Χλόη, συνεκτικό έδαφος:	
Κλίση <2%	0.13-0.17
Κλίση 2-7%	0.18-0.22
Κλίση >7%	0.25-0.35

Πίνακας 2:Ελληνικές προδιαγραφές(Π.Δ 696/1974) για την εκτίμηση του συντελεστή απορροής.

<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ</b>
Ορεινή	0.60
Λοφώδης	0.50
Πεδινή	0.30

Πίνακας 3:Μέσοι συντελεστές απορροής για αστικές περιοχές με βάση τα χαρακτηριστικά τους, σύμφωνα με τις Αμερικάνικες ενώσεις WPCF&ASCE (1976)

<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ</b>
Εμπορική, κέντρο	0.70-0.95
Εμπορική, περιφέρεια	0.50-0.70
Μονοκατοικίες	0.30-0.50
Πολυκατοικίες, σε πανταχόθεν ελεύθερο σύστημα	0.40-0.60
Πολυκατοικίες, σε συνεχές σύστημα	0.60-0.75
Οικιστική, υποαστική	0.25-0.40
Βιομηχανική (ελαφρά)	0.50-0.80
Βιομηχανική (βαριά)	0.60-0.90
Μη ανεπτυγμένη περιοχή	0.10-0.30
Πάρκα, νεκροταφεία	0.10-0.25
Γήπεδα	0.20-0.35

Πίνακας 4: Συντελεστές απορροής για συγκεκριμένους τύπους επιφανειών κατά WPCF&ASCE (1976).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
Πεζοδρόμια, δρόμοι	0.70-0.85
Σκυρόδεμα, ασφαλτοσκυρόδεμα	0.70-.095
Πλίνθοι	0.70-0.85
Στέγες	0.75-0.95
Αγροί, αμμώδη εδάφη	
Ήπια κλίση, 2%	0.05-0.10
Μέση κλίση, 2-7%	0.10-0.15
Απότομη κλίση, >7%	0.15-0.20
Αγροί, βαριά εδάφη	
Ήπια κλίση, 2%	0.13-0.17
Μέση κλίση, 2-7%	0.18-0.22
Απότομη κλίση, >7%	0.25-0.35

## 2.5 Ένταση βροχόπτωσης – Όμβριες καμπύλες

Κατά την εκτίμηση της έντασης βροχόπτωσης για χρήση στην εξίσωση της ορθολογικής μεθόδου, πρέπει να αναγνωρισθεί ότι όσο μικρότερη είναι η διάρκεια της βροχόπτωσης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η αναμενόμενη μέση ένταση, και τόσο μικρότερη θα είναι η συνεισφέρουσα επιφάνεια της λεκάνης. Συνεπώς, η ένταση της βροχόπτωσης σχεδιασμού είναι αυτή που αντιστοιχεί σε χρονικό παράθυρο παρατήρησης ίσο με τον χρόνο συγκέντρωσης, η οποία και προκαλεί τη μέγιστη απορροή. Έτσι για την μελέτη ενός δικτύου ομβρίων χρειάζεται την συναρτησιακή σχέση που συνδέει την διάρκεια βροχόπτωσης, την αναμενόμενη ένταση της και τη συχνότητα παρατήρησης του φαινομένου. Διότι είναι σαφές, ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση μίας βροχόπτωσης συγκεκριμένης διάρκειας, τόσο μικρότερη είναι η συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου. Αύτη η συναρτησιακή σχέση ονομάζεται όμβρια καμπύλη και εξαρτάται από την υδροκλιματολογία της υπό μελέτη περιοχής ( Λαγγούσης και Φουρνιώτης, 2020).

Για δεδομένη περίοδο επαναφοράς, T, οι όμβριες καμπύλες περιγράφονται από της εξής σχέσεις:

-Υπερβολική :  $i = \frac{C}{t+B}$

-Εκθετική:  $i = \frac{C}{t^b}$

-Μικτές:  $i = \frac{C}{(t+B)^b}$

-Γενική μορφή:  $i = \frac{A}{(t^e+B)^b}$

όπου:

i: ένταση βροχόπτωσης (σε mm/hr)

t: διάρκεια βροχής (σε min)

A,B,b,e: εμπειρικές σταθερές

## 2.6 Περίοδος επαναφοράς (T)

Μετρίεται σε χρόνια και περιγράφει το βαθμό προστασίας που παρέχει ένα έργο σε περίπτωση πλημμύρας. Η συχνότητα λειτουργικών αστοχιών είναι το αντίστροφο της περιόδου επαναφοράς. Πρέπει να γίνεται κατάλληλη επιλογή της περιόδου επαναφοράς καθώς με την αύξησή της αυξάνεται και το κόστος του έργου.

Οι τυπικές τιμές της περιόδου επαναφοράς που έχει επικρατήσει στην Ελλάδα είναι:

- Για αγωγούς σε οικιστικές περιοχές T=2 έως 15 έτη, με πιο συχνή τιμή τα 5 έτη
- Για αγωγούς σε εμπορικές περιοχές και κεντρικούς συλλεκτήρες όμβριων T=10 έως 15 έτη
- Για αντιπλημμυρικά έργα διευθέτησης υδατορευμάτων η περίοδος επαναφοράς μπορεί να ξεπεράσει τα 50 έτη.

Άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή της περιόδου επαναφοράς:

- Σε αγωγούς ελέγχεται η επάρκειά τους χρησιμοποιούνται μικρές τιμές π.χ. 2 έτη
- Σε αγωγούς που δεν είναι εύκολη η ενίσχυσή τους χρησιμοποιούνται μεγάλες τιμές
- Σε κεντρικούς συλλεκτήρες δίνονται μεγαλύτερες τιμές περιόδου επαναφοράς σε σχέση με τους δευτερεύοντες αγωγούς

Σε αντιπλημμυρικά έργα, όπως διευθέτηση υδατορευμάτων που διέρχονται μέσα από αστικές περιοχές επιλέγονται από  $T=1000$  έως  $10000$  έτη γιατί τυχόν αστοχία μπορεί να προκαλέσει απώλειες ανθρώπων, ζώων και άλλων υλικών καταστροφών.

## 2.7 Έκταση λεκάνης απορροής

Σε κάθε εξεταζόμενη διατομή ενός αγωγού ομβρίων αντιστοιχεί μία συγκεκριμένη επιφάνεια της οποίας τα όμβρια διέρχονται από τη διατομή αυτή. Αυτή η επιφάνεια μπορεί να προσδιοριστεί και στην συνέχεια να εμβαδομετρηθεί σε κατάλληλη οριζοντιογραφία οριζοντιογραφία της περιοχής μελέτης. Το εμβαδόν της επιφάνειας είναι το μόνο στοιχείο της ορθολογικής μεθόδου που μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια(Σίνου, 2021).

## 2.8 Χρόνος συγκέντρωσης

Στην Ορθολογική μέθοδο η διάρκεια βροχής είναι ίση με το χρόνο συγκέντρωσης της λεκάνης. Ο χρόνος αυτός είναι ίσος με τη διάρκεια που χρειάζεται να φτάσει μια σταγόνα της βροχής από το πιο απομακρυσμένο σημείο της λεκάνης στην έξοδό της.

Στα δίκτυα ομβρίων ο χρόνος συγκέντρωσης ( $t_c$ ) μπορεί να αναλυθεί σε δύο 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.

Ο χρόνος εισόδου είναι διαφορετικός ανάλογα με την κλίση του εδάφους, το μήκος της διαδρομής μέχρι την είσοδο στο δίκτυο και την ένταση της βροχής. Οι πιο συνηθισμένες τιμές για τον χρόνο εισόδου είναι 5 έως 15 min.

Πιο συγκεκριμένα:

- Ελληνικές προδιαγραφές, γενικά:  $t_e = 5 \text{ min}$
- Πυκνοδομημένες περιοχές, με άμεσες ιδιωτικές συνδέσεις:  $t_e = 5 \text{ min}$
- Ανεπτυγμένες περιοχές με ήπιες κλίσεις:  $t_e = 10-15 \text{ min}$
- Περιοχές με ήπιες κλίσεις:  $t_e = 20-30 \text{ min}$
- Εξωαστικές λεκάνες: εκτίμηση  $t_e$  με τη σχέση Giandotti.

Σχέση Giandotti: 
$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{\Delta Z}}$$

Όπου:

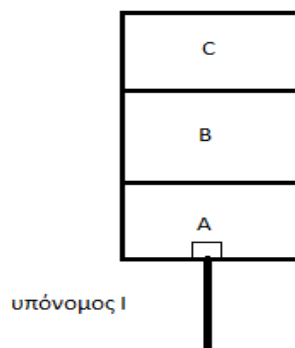
$t_c$ : ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης σε h

A: η επιφάνεια της λεκάνης απορροής σε  $\text{km}^2$

L: το μήκος της κύριας μισγάγγειας σε km

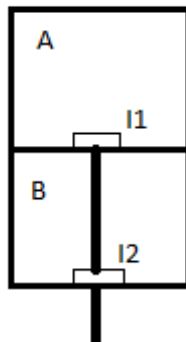
$\Delta Z$ : η υψομετρική διαφορά του μέσου υψόμετρου της λεκάνης από το υψόμετρο της εξόδου της σε m

Ακολουθεί η εικόνα που αναπαριστά μια ορθογωνική επιφάνεια απορροής που παροχετεύει όμβρια σε μια είσοδο υπονόμου I. Έστω ότι απαιτούνται 5 λεπτά για να διατρέξουν από τα όρια της μιας ζώνης στην άλλη, ή έως την έξοδο του υπονόμου για την ζώνη A. Πέντε λεπτά από την έναρξη της βροχόπτωσης, μόνο η ζώνη A θα συνεισφέρει στη ροή του υπονόμου. Δέκα λεπτά από την έναρξη της βροχόπτωσης θα συνεισφέρουν οι ζώνες A και B και στα δεκαπέντε λεπτά θα συνεισφέρουν και οι τρεις ζώνες (A,B,C). Αν η βροχή είχε διάρκεια μόνο 10 λεπτά, τότε τα όμβρια που φτάνουν στον υπόνομο I από την ζώνη C μετά από 10 έως 15 λεπτά από την έναρξη της βροχόπτωσης, θα αντισταθμίζουν την μειωμένη απορροή από την ζώνη A.



Εικόνα 1: Χρόνος εισόδου.

Η ίδια λογική μπορεί να εφαρμοστεί στην επιφάνεια απορροής του σχήματος 2 το οποίο αναπαριστά κλάδο υπονόμου με εισόδους I1,I2,στις οποίες αποστραγγίζονται οι λεκάνες απορροής A,B.Τα όμβρια από την ζώνη A εισέρχονται στον υπόνομο I1 και τα όμβρια από την ζώνη B στον I2.Ο χρόνος συγκέντρωσης στο I2 είναι: είτε ο χρόνος συγκέντρωσης της ζώνης B είτε ο χρόνος εισόδου στο I1 συν ο χρόνος ροής από το I1 στο I2 – επιλέγεται η μεγαλύτερη τιμή. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η λεκάνη απορροής που αντιστοιχεί στο I2 είναι το άθροισμα των λεκανών A και B.



Εικόνα 2:Χρόνος εισόδου και χρόνος ροής.

Ο χρόνος συγκέντρωσης για κάθε κλάδο του υπονόμου υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο. Σε κάθε θέση του κλάδου ο χρόνος συγκέντρωσης είναι το άθροισμα του μεγαλύτερου χρόνου συγκέντρωσης στο προηγούμενο σημείο εισόδου συν το χρόνο ροής μέσα στον υπόνομο από το προηγούμενο σημείο εισόδου μέχρι το εξεταζόμενο σημείο. Σε συμβολές κλάδων υπονόμου λαμβάνεται σαν βάση για τους επόμενους υπολογισμούς ο μεγαλύτερος μεταξύ των χρόνων συγκέντρωσης των συμβαλλόντων κλάδων. Ο χρόνος συγκέντρωσης εξαρτάται κατά πολύ από την κλίση της επιφάνειας του εδάφους και την προκύπτουσα κλίση του υπονόμου.

Με βάση εμπειρικών παρατηρήσεων, για μικρές λεκάνες απορροής οι χρόνοι συγκέντρωσης συνήθως επιλέγονται για πρακτικές εφαρμογές από 5 έως 10 λεπτά. Μπορούν όμως να υπολογιστούν με την βοήθεια κάποιων μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί για αστικές λεκάνες απορροής.Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι προσδιορισμού του χρόνου συγκέντρωσης  $t_c$ . Παρακάτω αναφέρονται ονομαστικά οι πιο σημαντικές μέθοδοι προσδιορισμού του χρόνου συγκέντρωσης για αστικές λεκάνες απορροής:

Kirpich(1940),Izzard(1946),Kinematic Wave Formulas (1965),Fed. Aviation Agency (1970) και η πιο πρόσφατη μέθοδος Old SCS Lag Equation (1975) (Φουρνιώτης, 2004).



### 3.ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ

#### 3.1 Ομοιόμορφη ροή

Ομοιόμορφη ροή ονομάζεται η ροή που εισέρχεται σε έναν αγωγό με σταθερό ρυθμό μεταβολής, δηλαδή σε όλο το μήκος του αγωγού το βάθος και η μέση ταχύτητα έχουν

σταθερή τιμή,  $\frac{\partial V}{\partial s}=0$  , σε μία ορισμένη χρονική στιγμή.

Θεωρείτε ιδανική κατάσταση λειτουργίας των κλάδων των υπονόμων και αυτό επιτυγχάνεται με ήπιες κλίσεις των αγωγών, ώστε να μεταφέρουν υποκρίσιμες ροές.

Θεωρητικά, ομοιόμορφη ροή μπορεί να παρουσιαστεί μόνο σε τεχνικούς πρισματικούς αγωγούς, δηλαδή αγωγούς που έχουν σταθερή διατομή, σταθερή κατά μήκος κλίση και ίδιο συντελεστή τριβής. Στην πράξη θεωρούμε ότι έχουμε ομοιόμορφη ροή και όταν η διατομή μεταβάλλεται ελαφρά, αν η μέση ταχύτητα του νερού μένει πρακτικά αμετάβλητη.

#### 3.2 Κυκλικοί αγωγοί με ομοιόμορφη ροή

Στις περιπτώσεις όπου τα δίκτυα ομβρίων ή ακαθάρτων κατασκευάζονται με προκατασκευασμένους σωλήνες η πιο συνηθισμένη διατομή που χρησιμοποιείται είναι η κυκλική. Η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος των αγωγών με κυκλική διατομή και με ελεύθερη επιφάνεια πραγματοποιείται με τον τύπο του Manning.

Όταν οι αγωγοί δεν ρέουν πλήρεις είναι απαραίτητος ο καθορισμός της ταχύτητας και του βάθους ροής. Για μεγάλες ταχύτητες πρέπει να προσθέτετε συντελεστής ασφαλείας καθώς τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι προσεγγιστικά ειδικά για μεγάλες ταχύτητες.

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 τον σχεδιασμό συνδέσεων των υπονόμων. Οι μεγάλοι υπόνομοι πρέπει να συνδέονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προκαλούνται αναρροφήσεις προς τα πίσω.

### 3.3 Συνθήκες ροής

#### 3.3.1 Εξίσωση Chezy

Η κίνηση του νερού προς τα κατάντη οφείλεται στην βαρύτητα. Το νερό πρέπει να έχει αρκετή ταχύτητα ώστε το διαθέσιμο φορτίο να καταναλώνεται για την υπερνίκηση των δυνάμεων τριβής. Το μέγεθος των δυνάμεων αυτών 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 παραπάνω ποιοτική ανάλυση μπορεί να εκφραστεί μέσω της εξίσωσης Chezy:

$$V = C\sqrt{Rs}$$

όπου:

V: η ταχύτητα

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

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad \text{με τιμή του συντελεστή } \gamma = 0.46.$$

R: η υδραυλική ακτίνα

s: η κλίση της επιφάνειας του υγρού

#### 3.3.2 Darcy-Weisbach:

Darcy-Weisbach:

1) Γραμμικές Απώλειες:

$$h = f \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g}$$

2) Τοπικές απώλειες:

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

όπου:

h: γραμμικές απώλειες(m)

hg: τοπικές απώλειες(m)

f: συντελεστής γραμμικών απωλειών

k: συντελεστής τοπικών απωλειών

L: μήκος αγωγού(m)

D: διάμετρος αγωγού(m)

Για κυκλική διατομή προκύπτει:

$$u^2 = \frac{Q^2}{A^2} = \frac{16Q^2}{\pi^2 D^4}, u^2 = 0,0827 \frac{Q^2}{D^4}$$

$$\text{Έτσι: } h = 0,0827 \lambda \frac{L}{D^5} Q^2$$

### 3.3.3 Υπολογισμός κατά Manning-Kutter:

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

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

Από την εξίσωση του Chezy προκύπτει η εξίσωση Manning αν τεθεί:

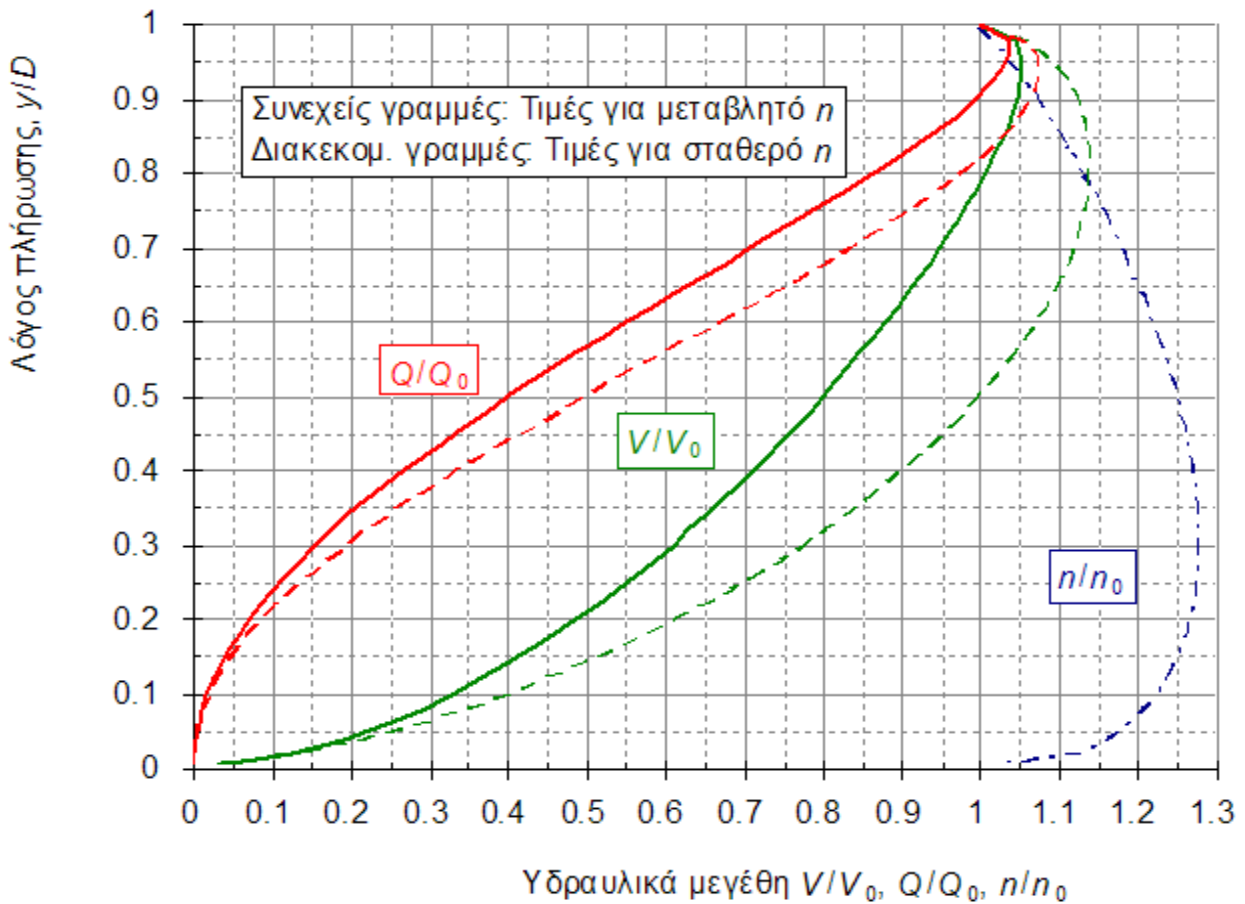
$$c = \left(\frac{1}{n}\right) R^{\frac{1}{6}}$$

όπου n ,ο συντελεστής τραχύτητας κατά Manning, προκύπτει:

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

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εξίσωση Manning είναι εξίσου ικανοποιητικά 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  $\psi$  της εξίσωσης Kutter το οποίο μεταβάλλεται με την υδραυλική ακτίνα, έτσι και με το βάθος ροής. Η μεταβολή του  $n$  σαν συνάρτηση του βάθους ροής φαίνεται παρακάτω



Εικόνα 3 : Διάγραμμα ροής με ελεύθερη επιφάνεια σε κυκλικούς αγωγούς (Διαδίκτυο 1).

Διάφορες τιμές του συντελεστή τραχύτητας ( $n$ ) σύμφωνα με τον Κ.Μ.Ε

-Επιφάνειες από σκυρόδεμα ορθογωνικών οχετών  $n=0.016$

-Οχετοί:

1:Για έλεγχο πληρότητας  $n =0.018$

2:Για έλεγχο μέγιστης ταχύτητας  $n =0.012$

-Σωληνωτοί αγωγοί από τσιμεντοσωλήνες (ελεύθερη ροή)  $n =0.016$

-Αβαθείς πλευρικές τάφροι επενδεδυμένες (τριγωνικές, τραπεζοειδής, ρείθρα οδών)  
 $n =0.018$

### 3.3.4Υπολογισμοί κατά Prandtl – von Karman – Colebrook:

Βάση του αριθμού Reynolds  $Re= \frac{uD}{\nu}$  , όπου  $\nu$  είναι το κινηματικό ιξώδες ( $m^2/sec$ )

έχουμε:

$Re < 2320$ : Στρωτή ροή

$Re > 2320$ : Τυρβώδη ροή

## **4.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΥΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ-ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Π.Δ. 696/1974**

### **4.1 Γενικά**

Η σύνταξη υδραυλικών μελετών συντελείται ακολουθώντας κάποιους κανονισμούς ,οι περισσότεροι από αυτούς περιγράφονται στο Προεδρικό Διάταγμα 696 του 1974.Παρόλο που το Π.Δ. 696/1974 αποτελεί μια γενική οδηγία για τις εκπονήσεις υδραυλικών, δεν μπορεί να αγνοηθεί ότι το συγκεκριμένο Διάταγμα είναι δημοσιευμένο πριν από αρκετά χρόνια χωρίς να ενημερωθεί από την εμπειρία των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί από τότε έως σήμερα.

### **4.2 Κλίσεις αγωγών**

Σύμφωνα με το Π.Δ. 696/1974 οι ελάχιστες κλίσεις των αγωγών υπολογίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 10 % της παροχτευτικότητας του αγωγού ( $Q/Q_0$ ) να είναι μεγαλύτερη από τα 0,3 m/sec για αγωγούς ακαθάρτων και τα 0,6 m/sec για αγωγούς ομβρίων. Αυτό σημαίνει ότι, οι αντίστοιχες ταχύτητες πλήρωσης είναι  $V_0=0,56$  m/sec για αγωγούς ακαθάρτων και  $V_0=1,11$  m/sec για αγωγούς ομβρίων. Αυτές οι προδιαγραφές έχουν οριστεί για την ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής. Έτσι οι αγωγοί έχουν την ίδια κλίση με το οδόστρωμα με αποτέλεσμα το βάθος του σκάμματος για την τοποθέτηση των αγωγών να ελαχιστοποιηθεί και να επιτυγχάνονται συνθήκες αυτοκαθαρισμού των αγωγών.

### **4.3 Ποσοστά πλήρωσης**

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται 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 5: Μέγιστα ποσοστά πλήρωσης για κυκλικούς αγωγούς.

<b>Κατηγορία Αγωγών</b>	<b>Μέγιστος λόγος πλήρωσης</b>
Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο D=20 cm έως 40 cm	0.50
Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο D=50 cm έως 60 cm	0.60
Αγωγοί ακαθάρτων με διάμετρο D>60 cm	0.70
Αγωγοί ομβρίων	0.70
Παλιοί αγωγοί αποχέτευσης	0.80

#### 4.4 Μέγιστες ταχύτητες ροής

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

Συγκεκριμένα προτείνεται

1. αγωγοί ακαθάρτων  $V_{max} \leq 3m/sec$
2. αγωγοί ομβρίων  $V_{max} \leq 6m/sec$

## 5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

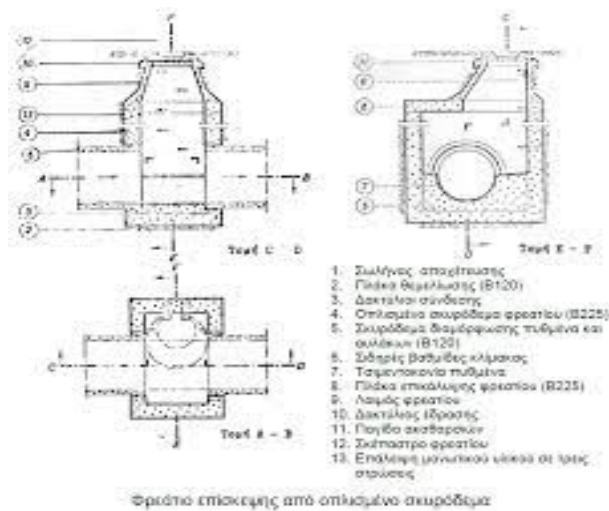
### 5.1 Φρεάτια

#### 5.1.1 Φρεάτια επίσκεψης ακαθάρτων και ομβρίων

Κατασκευάζονται για τον έλεγχο, τη συντήρηση και την επίσκεψη των αγωγών. Τοποθετούνται σε θέσεις αλλαγής διαμέτρου, κλίσης ή κατεύθυνσης και ανά διαστήματα για τον καθαρισμό των αγωγών. Σε αγωγούς βαρύτητας τοποθετούνται σε αποστάσεις μεταξύ των 70 έως 100 m. Ενώ σε καταθλιπτικούς αγωγούς εάν ο αγωγός εκτονώνει σε αγωγό βαρύτητας στο δίκτυο αποχέτευσης, στα χαμηλά σημεία για εκκένωση του αγωγού και στα υψηλά 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 τμήματα ενός φρεατίου επίσκεψης είναι τα εξής:

- Ο πυθμένας του φρεατίου
- Το κύριο τμήμα του φρεατίου
- Ο λαιμός του φρεατίου
- Το σκέπαστρο του φρεατίου



Εικόνα 4: Φρεάτιο επίσκεψης (Ζαφειράκου, 2010)



### 5.1.2 Φρεάτια Συμβολής

Τα φρεάτια συμβολής κατασκευάζονται σε σημείο συνάντησης περισσότερων αγωγών, αλλαγής κατεύθυνσης για αγωγούς μεγάλης ή μικρής διατομής. Για μεγάλες διατομές κατασκευάζονται υπό αμβλεία γωνία με βοήθεια καμπύλων αυλάκων ενώ για μικρές διατομές κατασκευάζονται όπως τα φρεάτια επίσκεψης.



Εικόνα 5: Άποψη φρεατίου συμβολής (Διαδίκτυο 2)

### 5.1.3 Φρεάτια πτώσεως

Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου η κλίση του εδάφους είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη επιτρεπτή κλίση του αγωγού ή πρέπει να περάσει κάτω από ένα εμπόδιο ή υπάρχουν υψομετρικές διαφορές. Ο σωλήνας πτώσεως πρέπει να έχει διατομή τουλάχιστον 25 εκατοστά και το υλικό κατασκευής είναι συνήθως αργιλοπυριτικό λόγω της μεγάλης αντοχής στη μηχανική διάβρωση.

#### **5.1.4 Φρεάτια καθαρισμού**

Τοποθετούνται συνήθως, στην αρχή των δικτύων όπου οι παροχές είναι μικρές ή στα σημεία των αγωγών όπου η κλίση τους είναι μικρότερη από την ελάχιστη επιτρεπόμενη. Η απομάκρυνση των φερτών υλών γίνεται με τους εξής τρόπους:

- Με μηχανικά μέσα(βούρτσες).
- Με τη δημιουργία κύματος νερού στο καάντη τμήμα.
- Με φρεάτια καθαρισμού αυτόματης λειτουργίας.

### **5.2 Αγωγοί δικτύου αποχέτευσης**

#### **5.2.1 Γενικά**

Οι αγωγοί αποχέτευσης είναι σχεδόν πάντα υπόγειοι αγωγοί. Η συμβατική μέθοδος κατασκευής του δικτύου είναι η εκσκαφή, η τοποθέτηση των αγωγών και επανεπίχωση του σκάμματος. Για τις συνήθεις διατομές και συνθήκες κατασκευής, οι αγωγοί αποχέτευσης κατασκευάζονται με προκατασκευασμένους σωλήνες, κατά κανόνα κυκλικής διατομής. Για περιπτώσεις πολύ μεγάλων διατομών οι αγωγοί κατασκευάζονται επί τόπου από ειδικά συνεργεία.

Τα βασικότερα κριτήρια για την επιλογή του υλικού των αγωγών είναι τα εξής:

- 1)Διάρκεια ζωής και εμπειρία από τη χρήση του συγκεκριμένου υλικού
- 2)Αντοχή σε μηχανική διάβρωση.
- 3)Αντοχή σε χημική διάβρωση(από οξέα, βάσεις, αέρια κτλ).
- 4)Φυσική αντοχή.
- 5)Κόστος του υλικού τοποθέτησης.
- 6)Ευκολία στο χειρισμό και στην τοποθέτηση.
- 7)Τύπος και συχνότητα αρμών, στεγανότητα και ευκολία επίτευξή τους.
- 8)Διαθεσιμότητα των απαραίτητων διατομών για το συγκεκριμένο έργο.
- 9)Διαθεσιμότητα και ευκολία τοποθέτησης ειδικών τεμαχίων.
- 10)Υδραυλικά χαρακτηριστικά (τραχύτητα).

## 5.2.2 Είδη Αγωγών δικτύου αποχέτευσης

### Σωλήνες από σκυρόδεμα:

Είναι το πιο συνηθισμένο υλικό κατασκευής αγωγών ομβρίων. Τα τελευταία χρόνια λόγω της βελτίωσης μεθόδων παραγωγής τσιμέντου και σκυροδέματος αλλά και η εμφάνιση νέων υλικών για την επένδυσή τους, έδωσε ώθηση και στη χρήση των σωλήνων σκυροδέματος και στα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων. Παράγονται μαζικά βιομηχανικά σπλισμένοι για αγωγούς διαμέτρου από 400mm έως 1200mm και για μικρότερες διατομές άσπλοι. Οι συνδέσεις γίνονται με κώδωνα και η στεγανότητα επιτυγχάνεται με παρεμβολή ελαστικού δακτύλιου.

Τα πλεονεκτήματα των αγωγών αυτών είναι η οικονομία στην προμήθεια του υλικού, το κόστος, η ευκολία στην κατασκευή τους και η δυνατότητα δημιουργίας μεγάλου εύρους αντοχής. Τα μειονεκτήματά τους είναι το μεγάλο βάρος, ο μεγάλος αριθμός αρμών και το περιορισμένο εύρος χημικών χαρακτηριστικών λυμάτων, στα οποία μπορούν να αντισταθούν χωρίς προστατευτική επένδυση.



Εικόνα 6: Σωλήνας σκυροδέματος (Διαδίκτυο 3)

### Σωλήνες από αμιαντοσιμέντο:

Κατασκευάζεται με ανάμειξη τσιμέντου και ινών αμιάντου, οι οποίες δίνουν εφεκυστική αντοχή στο υλικό. Χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των υπονόμων και στην Ελλάδα τις δεκαετίες του '70 και του '80 σε τυποποιημένα των 5m και σε διάμετρο από 200mm έως 1000mm. Είναι γνωστό ότι τα τελευταία χρόνια αποφεύγεται η χρήση αγωγών από αμιαντοσιμέντο, λόγω θεμάτων καλής υγείας στους χώρους παραγωγής και τοποθέτησης. Πιο συγκεκριμένα, η εισπνοή αμιάντου οδηγεί σε καρκινογενέσεις.



Εικόνα 7:Σωλήνας από αμιαντοσιμέντο (Διαδίκτυο 4)

### Πλαστικοί σωλήνες:

Στα δίκτυα ακαθάρτων χρησιμοποιούνται κυρίως σωλήνες από πολυβινυλοχλωρίδιο (UPVC) σε διάφορες κλάσεις και διαμέτρους από 200mm έως 1200mm.

Τα πλεονεκτήματα αυτών των σωλήνων είναι το μικρό βάρος, είναι άθραυστοι, ικανοποιητική στεγανότητα και η αντοχή σε χημική διάβρωση.

Τα μειονεκτήματα τους είναι η ευαισθησία του υλικού σε μηχανική καταπόνηση και στην ηλιακή ακτινοβολία λόγω των λεπτών τοιχωμάτων τους.



Εικόνα 8:Πλαστικός σωλήνας (Διαδίκτυο 5)

### Σωλήνες από PEHD

Είναι υποκατηγορία των πλαστικών αγωγών οι οποίοι αποτελούνται από σκληρό πολυαιθυλένιο και χρησιμοποιούνται μόνο για την κατασκευή καταθλιπτικών αγωγών στα δίκτυα αποχέτευσης ακαθάρτων.

Πλεονέκτημα της χρήσης αυτών των σωλήνων είναι η καλύτερη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις.

Το Μειονέκτημά τους είναι η ελαφρώς ακριβότερη τιμή από τους αγωγούς PVC.



Εικόνα 9:Σωλήνες από PEHD (Διαδίκτυο 6)

### Σωλήνες από GFK

Χρησιμοποιούνται κυρίως για αποχέτευση ομβρίων. Όπως και οι σωλήνες από σκυρόδεμα κατασκευάζονται και σε άλλες διατομές. Τα τελευταία χρόνια κερδίζουν έδαφος καθώς είναι εύκολοι στην τοποθέτησή τους, όμως δεν είναι πλήρως ελεγμένοι στη συμπεριφορά τους σε μηχανικές καταπονήσεις.

### Αργιλοπυριτικοί σωλήνες

Είχαν μεγάλη εφαρμογή στο παρελθόν. Πλεονεκτήματα αυτών είναι η αντοχή σε χημική διάβρωση και η φυσική αντοχή. Κύρια μειονεκτήματα είναι το υψηλό κόστος και η δυσκολία κατά την μεταφορά τους.

### Σωλήνες από άλλα υλικά

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η επιλογή σωλήνων από χυτοσίδηρο και ιδίως από χάλυβα είναι η πιο αποτελεσματική. Τέτοιες περιπτώσεις είναι όταν υπάρχουν ασυνήθιστες απαιτήσεις φόρτισης και στεγανότητας. Στη χώρα μας ο συνηθέστερος τύπος είναι ο σωλήνας ελικοειδούς ραφής και η ένωση μεταξύ τους γίνεται με συγκόλληση.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του χάλυβα σε σχέση με των άλλων υλικών είναι ότι σε περίπτωση εμφανών σωληνώσεων δεν εμφανίζει εύκολα φθορές από προσκρούσεις και δεν υπόκειται σε αλλοιώσεις από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και των καιρικών μεταβολών. Ωστόσο λόγω της χημικής διαβρωσιμότητάς τους εσωτερικά από τα λύματα και εξωτερικά από το έδαφος δε τους καθιστά κατάλληλους προς χρήση καθώς χρειάζονται μεγάλη προστασία. Επίσης εξαιτίας του υψηλού κόστους, οι χαλύβδινοι σωλήνες δε χρησιμοποιούνται σε συνήθεις σωληνώσεις αποχετεύσεων.

### Αγωγοί χυτοί επί τόπου:

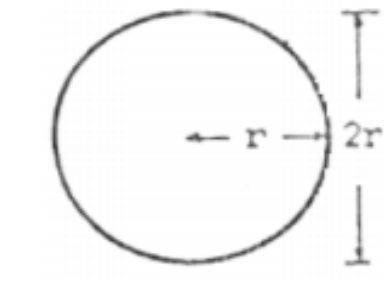
Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αγωγών ομβρίων καθώς οι παροχές είναι αρκετά μεγάλες. Κύριο μειονέκτημα είναι στο κόστος κατασκευής του έργου λόγω της απαίτησης για ειδικευμένων εργατών. Επίσης το σκυρόδεμα είναι χαμηλής ποιότητας.

## **5.3 Διατομες αγωγών**

### **5.3.1 Είδη διατομών**

### Κυκλική

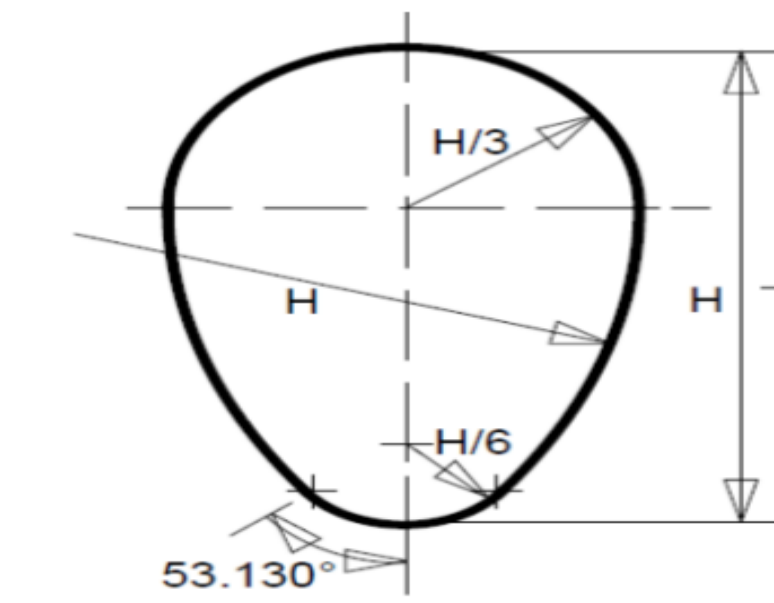
Είναι η πιο διαδεδομένη διατομή, υπάρχουν ελάχιστες απώλειες διότι η περίμετρος της βρεχώμενης επιφάνειας είναι μικρότερη.



Εικόνα 10: Κυκλική διατομή (Ζαφειράκου, 2018)

### Ωοειδής

Χρησιμοποιούνται ελάχιστα, υπερέχουν υδραυλικά ,καθώς εξασφαλίζουν σχετικά μεγάλες ταχύτητες ακόμα και για μικρά βαθύ.



Εικόνα 11:Τυπική ωοειδής διατομή(Κουτσογιάννης & Ευστρατιάδης, 2018)

### Στοματοειδής

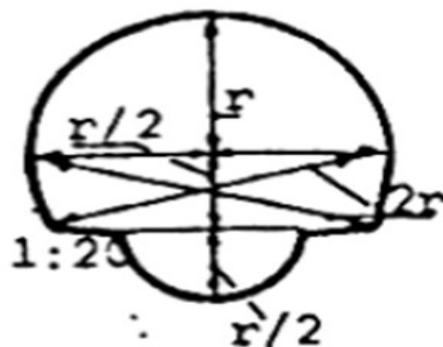
Όπως και οι ωειδείς δεν χρησιμοποιούνται ευρέως. Είναι σταθερή στατικά και προσφέρεται για μεγάλες παροχές.



Εικόνα 12: Στοματοειδής διατομή (Ζαφειράκου, 2018)

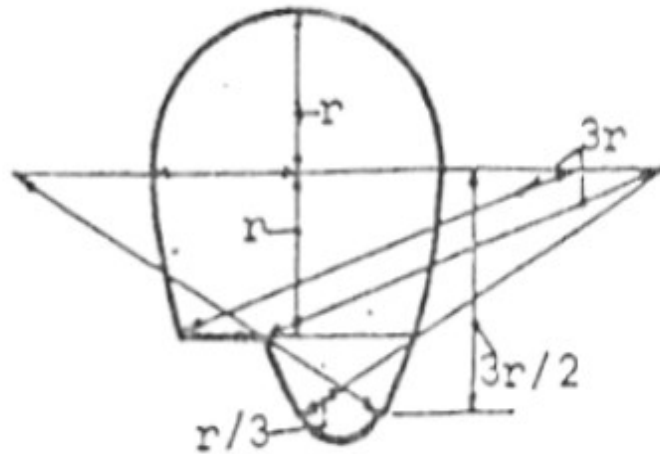
### Αυλακωτή

Συναντάται κυρίως στα παντοροϊκά δίκτυα ώστε να είναι πιο εύκολη η επίσκεψη των αγωγών όταν δεν βρέχει. Υπάρχουν δύο είδη η αμφίπλευρη και η μονόπλευρη.



Εικόνα 13: Αυλακωτή διατομή με αμφίπλευρο πεζοδρόμιο (Ζαφειράκου, 2018)





Εικόνα 14:Αυλακωτή διατομή με μονόπλευρο πεζοδρόμιο (Ζαφειράκου, 2018)

### 5.3.2Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές

Ιδιωτικές συνδέσεις	Φ15 εκ.
Συνδέσεις φρεατίων περισυλλογής	Φ15 εκ.
Αγωγοί λυμάτων	Φ20εκ.
Αγωγοί ομβρίων	Φ25 εκ.
Αγωγοί παντοροϊκοί	Φ25 εκ.

## **6.ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

### **6.1 Γενικά**

Κατά την εκπόνηση μελέτη ενός δικτύου αποχέτευσης ομβρίων ο αρμόδιος Πολιτικός Μηχανικός που έχει να αναλάβει στοιχεία για τον όγκο των νερών που απορρέουν στην περιοχή μελέτης από τις φυσικές λεκάνες απορροής. Για λόγους μεθοδολογίας, οργανωτικούς και διοικητικούς, έχει θεσμοθετηθεί η διαίρεση της χώρας σε δεκατέσσερις περιοχές λεκανών απορροής ποταμών με κατά το δυνατόν όμοιες υδρολογικές – υδρογεωλογικές συνθήκες, οι οποίες αποτελούν το περιφερειακό επίπεδο στο τομέα της διαχείρισης του νερού. Αυτές οι μονάδες ονομάζονται Υδατικά Διαμερίσματα (ΥΑΠΕΝ).

### **6.2 Υδατικά διαμερίσματα**

Στην Ελλάδα υπάρχουν δεκατέσσερα υδατικά διαμερίσματα καθένα από τα οποία διαθέτει από ένα σχέδιο διαχείρισης. Το σχέδιο διαχείρισης είναι ένα έγγραφο στρατηγικού σχεδιασμού και περιέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για την ολοκληρωμένη διαχείριση των νερών εντός μιας λεκάνης απορροής ποταμού. Σε αυτό το σχέδιο 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. Επιπλέον 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, στα οποία φαίνεται η οικολογική, χημική και η ποσοτική κατάσταση των υδάτων.
- Κατάλογος των περιβαλλοντικών στόχων που καθορίζονται για τα ύδατα.
- Περίληψη της οικονομικής ανάλυσης των χρήσεων του νερού.
- Περίληψη των προγραμμάτων μέτρων που θα θεσπιστούν



Εικόνα 15: Υδατικά διαμερίσματα και οι περιφέρειες της Ελλάδας (Διαδίκτυο 7).

### 6.3 Υδρολογική διαίρεση της Βόρειας Πελοποννήσου

Η Πάτρα σύμφωνα με τον χάρτη της υδρολογικής διαίρεσης της Ελλάδας βρίσκεται στο δεύτερο υδατικό διαμέρισμα της Βόρειας Πελοποννήσου.

Το Υδατικό Διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου οριοθετείτε στο χερσαίο τμήμα του από τον υδροκρίτη που ξεκινά από το ακρωτήριο Κατάκολο, συνεχίζει στους ορεινούς όγκους Φολόη, Λαμπεία, 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 Κεφαλονιά, Ζάκυνθο και Ιθάκη (Γκοτσοπουλου, 2016).



Εικόνα 16:Υδατικό διαμέρισμα Βόρειας Πελοποννήσου (Διαδίκτυο 8)

Το υδατικό διαμέρισμα βόρειας Πελοποννήσου αποτελείται από 3 λεκάνες απορροής:

- Τις λεκάνες Πείρου-Βέργα-Πηνιού.
- Τη λεκάνη ρεμάτων παραλίας Β. Πελοποννήσου.
- Τη λεκάνη Κεφαλονιάς-Ιθάκης-Ζακύνθου.

#### Λεκάνη απορροής Πείρου-Βέργα-Πηνιού:

Η ΛΑΠ Πηνιού-Πείρου-Βέργα ανήκει εξ' ολοκλήρου στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας και έχει έκταση 2423,43 km<sup>2</sup>. Περιλαμβάνει τις υδρολογικές λεκάνες Πηνιού έκτασης 1025 km<sup>2</sup>, Πείρου 580 km<sup>2</sup> Πείρου έκτασης 125 km<sup>2</sup> και έξι παράκτιες λεκάνες χωρίς σημαντικούς ποταμούς. Η υδρολογική λεκάνη του Πηνιού αποστραγγίζεται από τον Πηνιό, που διασχίζει την ορεινή και ημιορεινή Ηλεία και καταλήγει στην τεχνητή λίμνη του ομώνυμου φράγματος. 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 συμβάλουν τρεις σχετικά μεγάλοι χείμαρροι. Οι ποταμοί Πείρος και Παράπειρος ρέουν χωριστά μέχρις την περιοχή Θεριανό και ενώνονται σε έναν ο οποίος τελικά εκβάλλει στον Πατραϊκό κόλπο (Γκοτσοπούλου, 2016).

#### Λεκάνη απορροής ρεμάτων παραλίας Βόρειας Πελοποννήσου

Η ΛΑΠ Ρεμάτων Παραλίας Βόρειας Πελοποννήσου έχει έκταση 3685 km<sup>2</sup> και αποτελείται από 42 υδρολογικές λεκάνες με τρεις από αυτές να είναι κλειστές (Αλέας, Φενεού, Στυμφαλίας) και οι υπόλοιπες κλειστές. Οι σημαντικότερες υδρολογικές λεκάνες είναι του Γλαύκου, του Κράθι, του Σελιννούντα, του Κριού, του Ασώπου, του Βουραϊκού, του Σίθα και της Ράχιανης. Η ΛΑΠ Ρεμάτων Παραλίας Βόρειας Πελοποννήσου περιλαμβάνει τμήματα των Περιφερειών Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας με ποσοστά έκτασης 57 % και 43 % αντίστοιχα (Γκοτσοπούλου, 2016).

#### Λεκάνη απορροής Κεφαλονιάς-Ιθάκης-Ζακύνθου

Η ΛΑΠ Κεφαλονιάς, Ιθάκης, Ζακύνθου έχει έκταση 1288 km<sup>2</sup> και αποτελείται από τα νησιά Κεφαλονιά, Ιθάκη, Ζάκυνθο και Στροφάδες. Είναι κυρίως νησιωτική χωρίς σημαντικά ποτάμια και λίμνες. Η μέση ετήσια βροχόπτωση εκτιμάται σε 950 mm ετησίως (Γκοτσοπούλου, 2016).

## 7. ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ

### 7.1 Ανάλυση του λογισμικού XL DRAIN

#### 7.1.1 Γενικά

Το πρόγραμμα XL DRAIN είναι εργαλείο σχεδίασης ,υπολογισμού, διαστασιολόγησης, ελέγχου, αποτύπωσης και προμέτρησης εργασιών για τα δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων και υδάτων. Έχει τη δυνατότητα να περιλαμβάνει σε μία ενιαία εργασία, αγωγούς ομβρίων, λυμάτων, παντοροϊκούς και καταθλιπτικούς σε λειτουργική και χωρική αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Όπως ακριβώς λειτουργούν τα δίκτυα εντός πόλεων.

Το XL DRAIN μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις εξής εργασίες:

- Νέες μελέτες δικτύων αποχέτευσης, όπου το πρόγραμμα αποδίδει το μέγιστο των δυνατοτήτων του.
- Έλεγχος υφιστάμενων μελετών ή υφιστάμενων δικτύων.
- Μητρώο έργου όπως κατασκευάστηκε.
- Αποτύπωση δικτύων αποχέτευσης

Είναι πρόγραμμα σχεδιαστικό και υπολογιστικό. Έχει βασιστεί πάνω στο AutoCAD και έχει δική του εργαλειοθήκη εντολών. Χρησιμοποιεί τις δυνατότητες του AutoCAD για τις σχεδιαστικές του ανάγκες και ταυτόχρονα δημιουργεί δικές του βάσεις δεδομένων, ώστε να πραγματοποιεί υπολογισμούς.

Το πρόγραμμα έχει συνταχθεί στην γλώσσα προγραμματισμού visual basic.

Η επικοινωνία του προγράμματος με το AutoCAD γίνεται μέσω της γλώσσας auto lisp.

Για την δημιουργία πινάκων χρησιμοποιείται το πρόγραμμα excel.

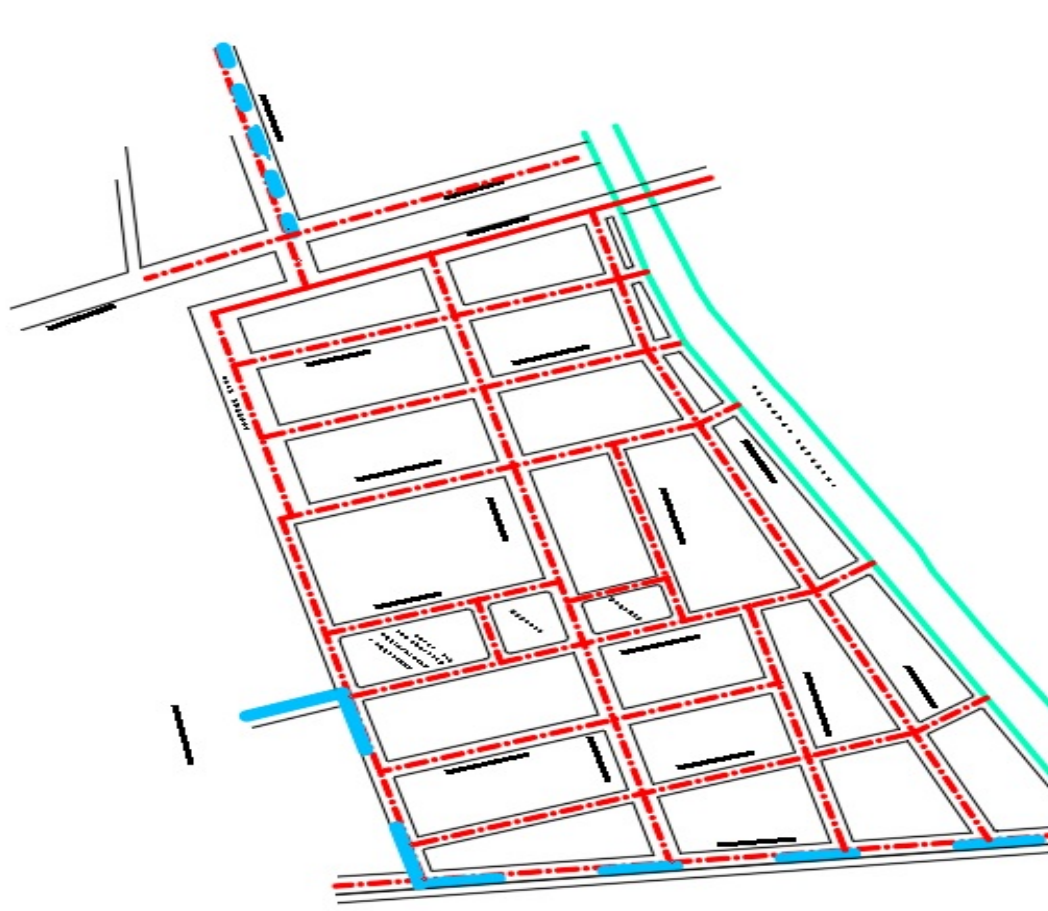
Ο χρήστης επικοινωνεί με το πρόγραμμα:

- Μέσω των εντολών που περιέχονται στις εργαλειοθήκες του προγράμματος.
- Μέσω φορμών και παραθύρων διαλόγου, όπου ζητούνται τα απαραίτητα δεδομένα.
- Μέσω προτροπών που εμφανίζονται στην γραμμή εντολών του AutoCAD, στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης. Σε ορισμένες λειτουργίες, δίνονται με τον τρόπο αυτό σημαντικά στοιχεία .

Περισσότερες πληροφορίες για το πρόγραμμα XL Drain είναι διαθέσιμες και μπορούν να αντληθούν από το σύγγραμμα <<Στοιχεία Σχεδιασμού Έργων Ύδρευσης και Αποχέτευσης (Ανδρέας Σ. Λαγγούσης, Νικόλαος Θ. Φουρνιώτης)>>.

## 7.2 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών

Το δίκτυο οβρίων που μελετήθηκε σε αυτήν την εργασία βρίσκεται στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς.



Εικόνα 17: Αρχικό Σχέδιο

Σκοπός της εργασίας είναι ο σχεδιασμός ενός δικτύου αποχέτευσης ομβρίων υδάτων που μπορεί να εκπληρώνει με ασφάλεια και αξιοπιστία τον λόγο κατασκευής του. Βασικά στοιχεία για την χάραξη ενός δικτύου αποχέτευσης είναι το ρυμοτομικό σχέδιο και τα τελικά υψόμετρα της περιοχής. Απαραίτητη είναι προηγουμένως η χάραξη και η μελέτη των οδών κάτω από τις οποίες θα διέρχονται οι αγωγοί του δικτύου.

### **7.3 Το ρυμοτομικό σχέδιο της περιοχής**

Στο ρυμοτομικό σχέδιο φαίνεται η ακριβής διαμόρφωση των οικοδομικών τετραγώνων και η τελική διαμόρφωση των οδών. Βασική προϋπόθεση για την χάραξη του δικτύου όμβριων υδάτων είναι ,όσο το δυνατόν, να μην διέρχονται μέσα από ιδιοκτησίες κατοίκων ,κλάδοι από το κατάστρωμα των οδών. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και εφόσον δεν μπορεί να αποφευχθεί μπορεί να δικαιολογηθεί η διέλευση μέσα από νησίδες, μικρά πάρκα και πλατείες που πρόκειται να διαμορφωθούν στην περιοχή.

### **7.4 Μηκοτομές των οδών**

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

### **7.5 Εφαρμογή στην επίλυση τμήματος δικτύου στην περιοχή Δροσία Πατρών**

Για την ανάλυση και το σχεδιασμό του δικτύου ομβρίων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές που προβλέπει το Προεδρικό Διάταγμα 696/1974, Κεφάλαιο Δ' <<Τεχνικά Προδιαγραφεί Μελετών Αποχετεύσεως>> Πόλεων και Οικισμών.

Για την ανάλυση και το σχεδιασμό του τμήματος του δικτύου επιλέχθηκαν δύο διαφορετικές περιπτώσεις (Περίπτωση Α και Περίπτωση Β) οι οποίες έχουν διαφορετική διάταξη αγωγών.



## 7.6 Βήματα εκτέλεσης της εργασίας

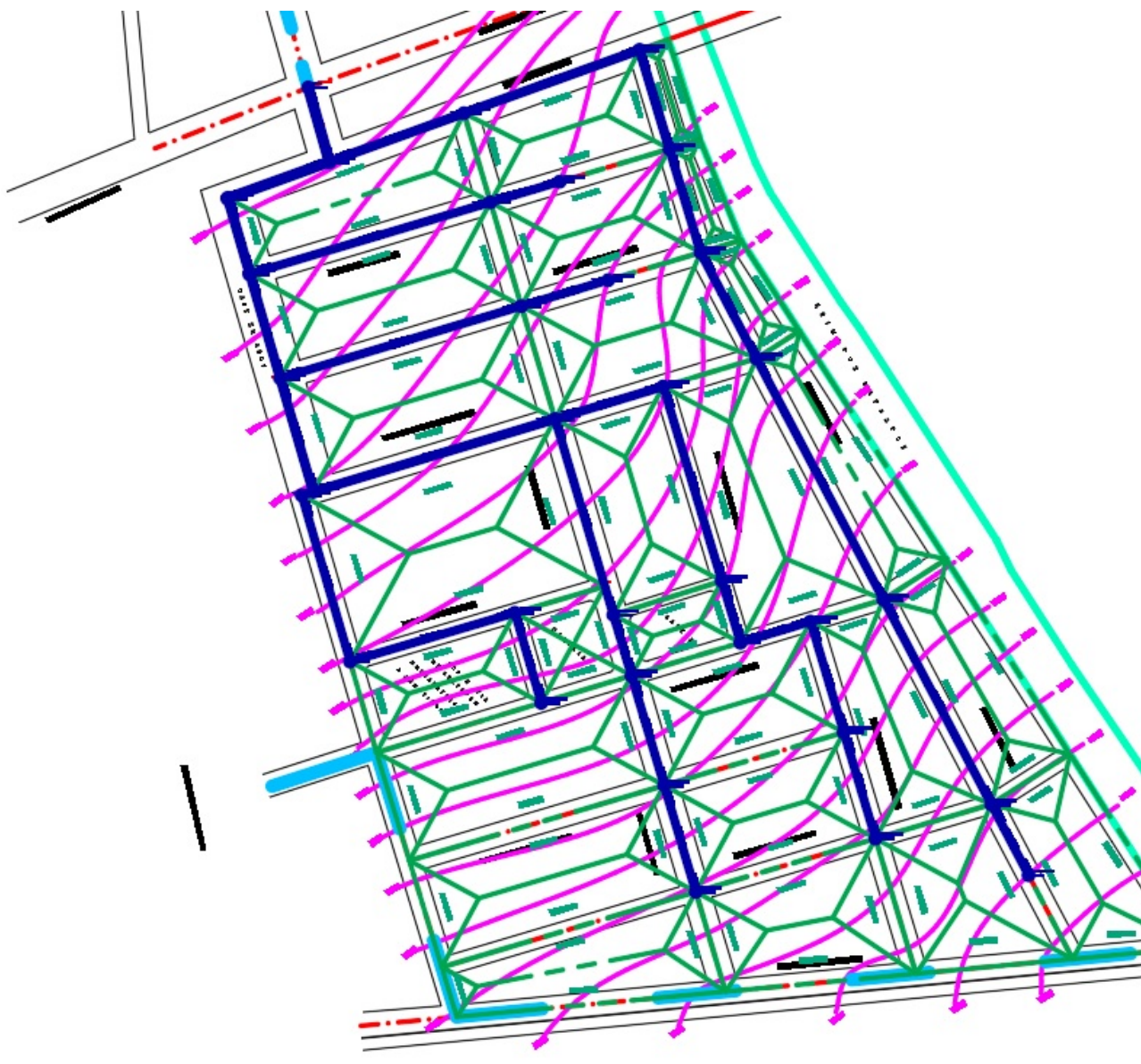
- Φόρτωση αρχικού υποβάθρου (ρυμοτομικό σχέδιο) ως αρχείο .dwg στο περιβάλλον του Autocad.
- Ενεργοποίηση του προγράμματος XL drain.
- Αναγραφή των υψομέτρων του εδάφους στο σχέδιο του υποβάθρου , στις αξονοδιασταυρώσεις των δρόμων και σε σημεία τοποθέτησης φρεατίων.
- Σχεδίαση ισοϋψών καμπυλών
- Σημείωση των ορίων των οικοπέδων
- Διαχωρισμός και εμβαδομέτρηση επιφανειών απορροής των οικοδομικών τετραγώνων.
- Τοποθέτηση φρεατίων τα οποία λειτουργούν και ως φρεάτια υδροσυλλογής.

Για κάθε φρεάτιο ορίζεται το υψόμετρο, η επιφάνεια απορροής και ο χρόνος συρροής που ορίστηκε ως  $t_c=10$  min.

- Εισαγωγή αγωγών από τα κατώτερα υψομετρικά τμήματα από το κατάντι φρεάτιο προς το ανάντι φρεάτιο επιλέγοντας μόνο υλικό αγωγού.
- Δημιουργία συλλεκτήρων.
- Εισαγωγή τύπου εκβολής των πρωτευόντων συλλεκτήρων και ορισμός της στάθμης των υδάτων του αποδέκτη.
- Επίλυση του δικτύου.
- Γεωδαιτική προσαρμογή του δικτύου, δηλαδή προσαρμογή του δικτύου στο ανάγλυφο του εδάφους ,σύμφωνα με την οποία καθορίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα τα βάθη και οι κλίσεις των αγωγών.
- Υδραυλική επίλυση του δικτύου, υπολογίζονται οι υδραυλικές παροχές, οι ταχύτητες ροής, τα ποσοστά πλήρωσης κ.λπ.
- Επαναδιαστασιολόγηση των αγωγών και έλεγχος επάρκειας.
- Παραγωγή μηκοτομών
- Παραγωγή τεύχους υδραυλικών υπολογισμών.
- Παραγωγή σφαλμάτων επίλυσης.

## 7.7 Αποτελέσματα Περίπτωσης Α

### 7.7.1 Τελικό σχέδιο οριζοντιογραφίας

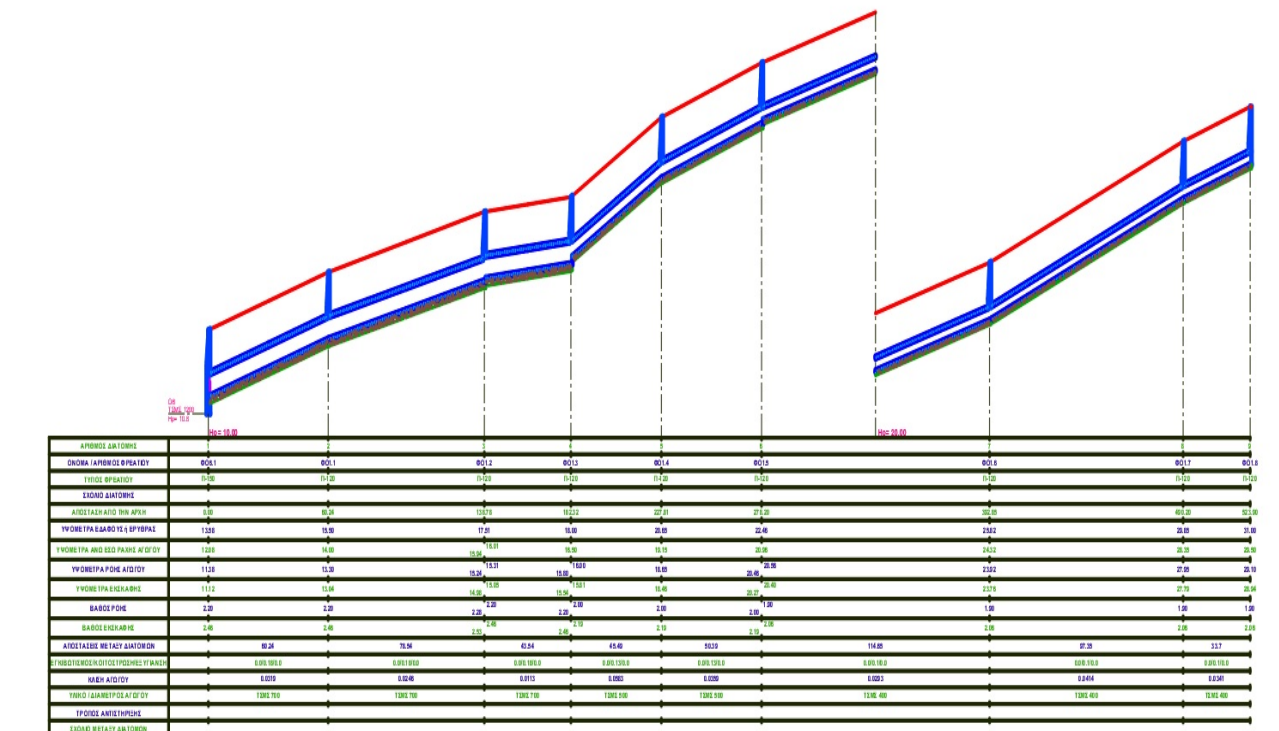


Εικόνα 18: Οριζοντιογραφία του τμήματος δικτύου αποχέτευσης ομβρίων (Περίπτωση Α)

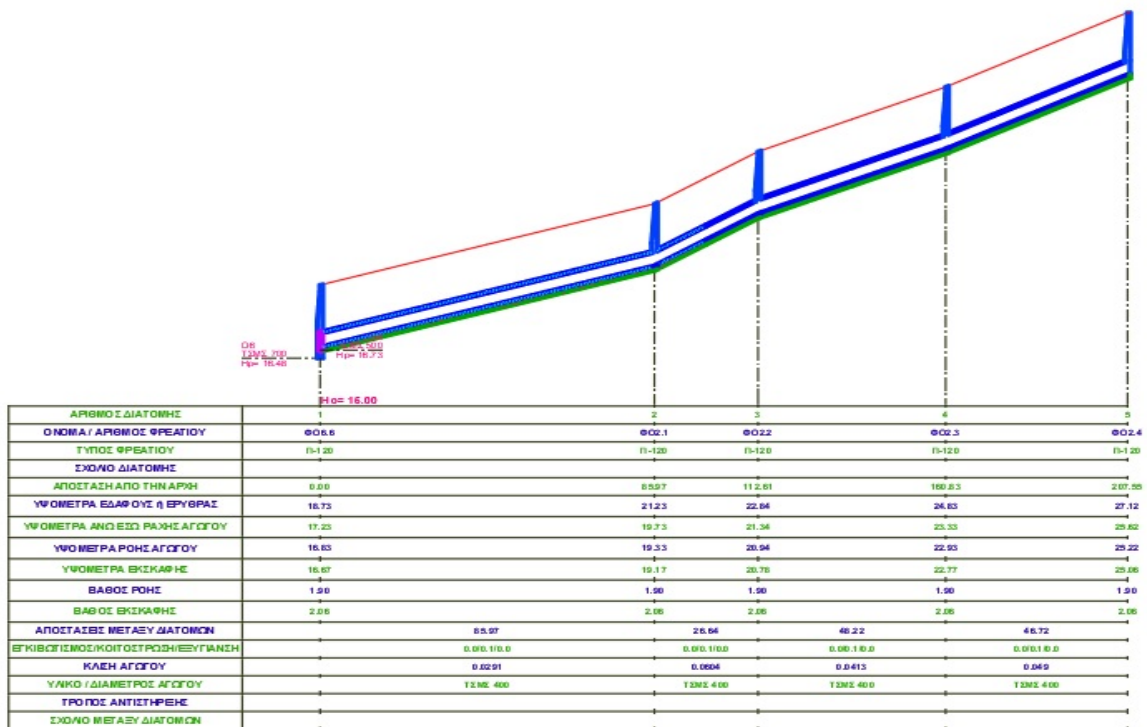
Η παραπάνω εικόνα παρουσιάζει το τελικό ρυμοτομικό σχέδιο οριζοντιογραφίας μετά τον σχεδιασμό του Δικτύου Αποχέτευσης Ομβρίων. Η διάταξη των αγωγών είναι κυρίως δενδροειδή, οι οποίοι καταλήγουν σε έναν κεντρικό συλλεκτήρα.

## 7.7.2Μηκοτομές συλλεκτήρων

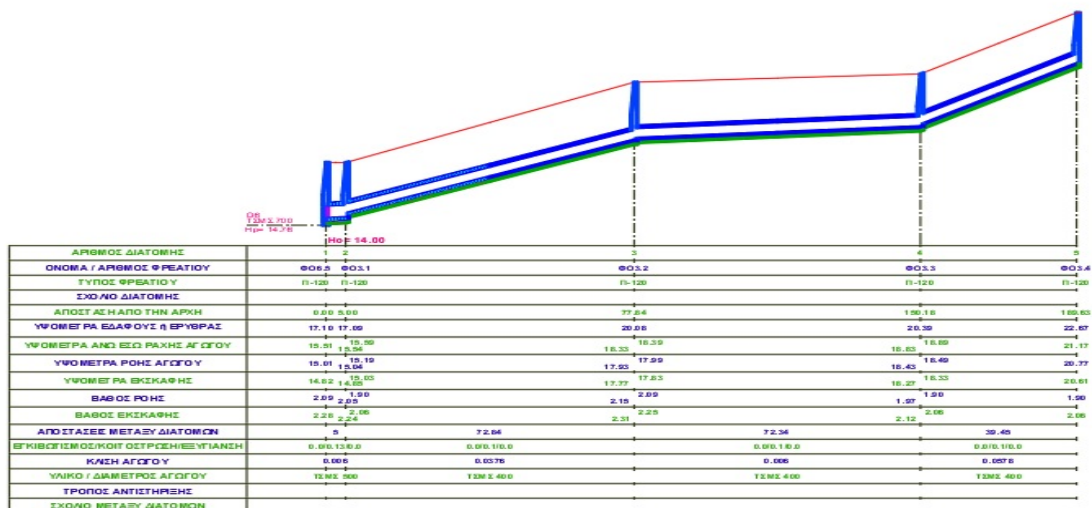
Παρακάτω παρουσιάζονται συνολικά 5 μηκοτομές συλλεκτήρων (4 δευτερεύοντες και 1 κεντρικός) ομβρίων υδάτων, από τσιμεντοσωλήνα, με όλα τα στοιχεία κατασκευής τους. Η κάθε μηκοτομή περιέχει πληροφορίες υψομέτρων ερυθράς, υψομέτρων αγωγού, βαθών, κλίσεων, αποστάσεων, είδους υλικών εγκιβωτισμού, αντιστήριξης κ.λπ.



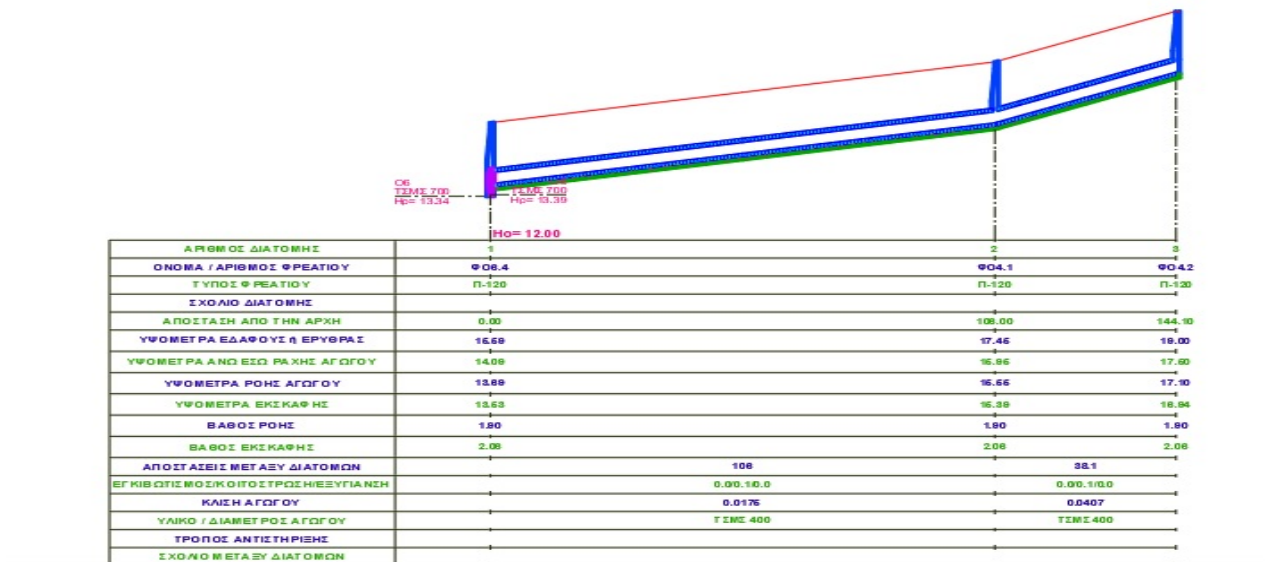
Εικόνα 19:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο1



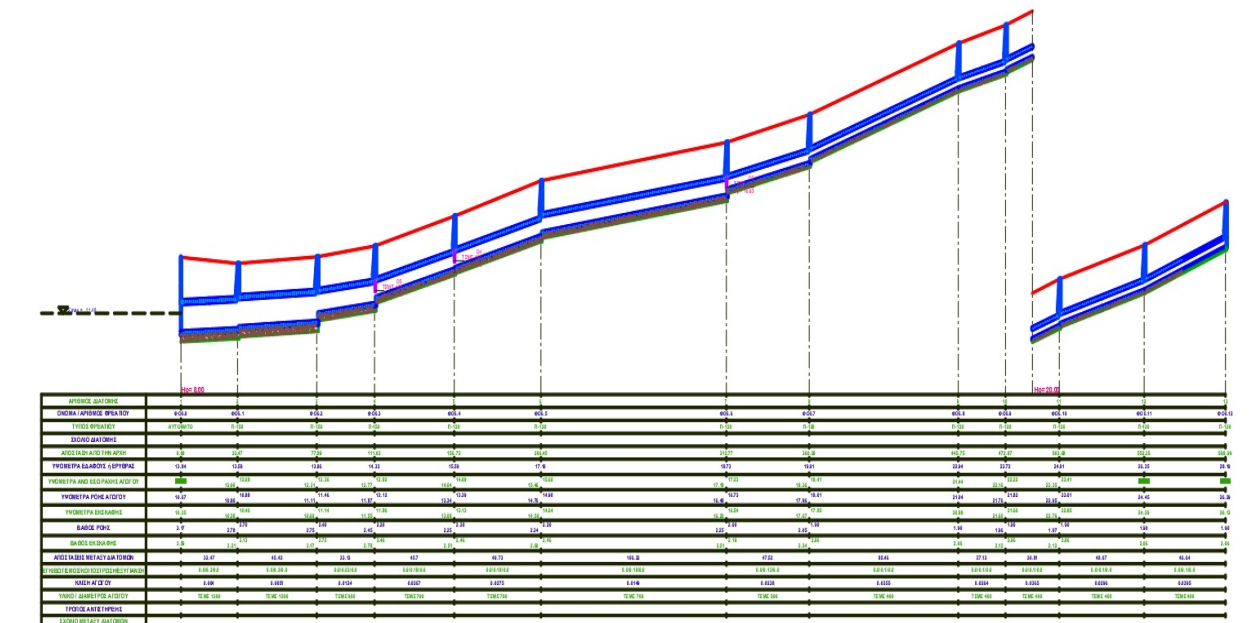
Εικόνα 20:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο2



Εικόνα 21:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο3



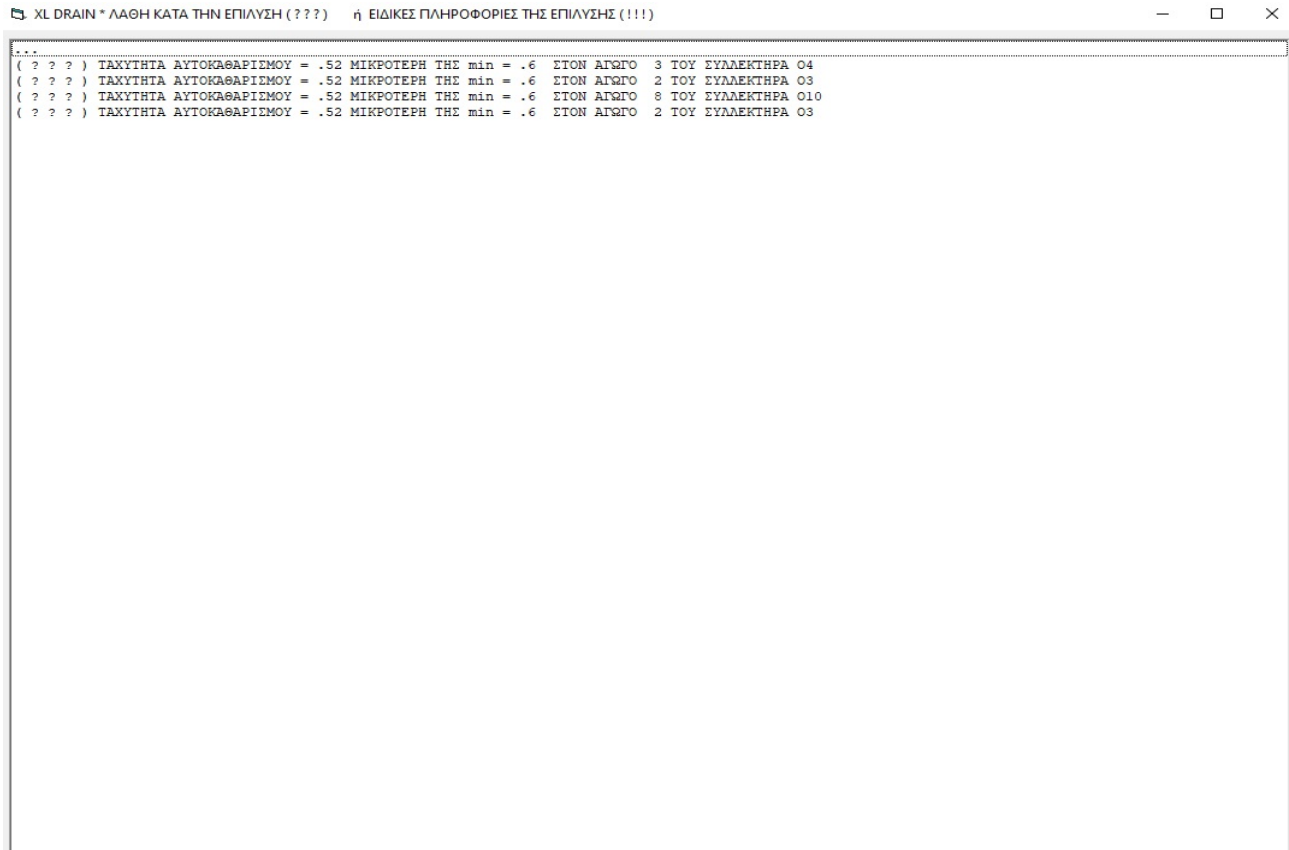
Εικόνα 22:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο4



Εικόνα 23:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο6

### 7.7.3 Σφάλματα επίλυσης

Το πρόγραμμα έχει την δυνατότητα εκτύπωσης πίνακα ο οποίος καταγράφει τα σφάλματα που παρουσιάστηκαν κατά την επίλυση του δικτύου και τις ειδικές πληροφορίες που αφορούν την επίλυση κάθε αγωγού ξεχωριστά.



```
XL DRAIN * ΛΑΘΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ (???) ή ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ (!!!)
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 3 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 04
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 2 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 03
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 8 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 010
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 2 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 03
```

Εικόνα 24: Σφάλματα επίλυσης (Περίπτωση Α)

### 7.7.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών

Παρακάτω παρουσιάζονται πληροφορίες και αναλυτική περιγραφή των μεθόδων που χρησιμοποιεί το λογισμικό XL drain κατά την διάρκεια των υδραυλικών υπολογισμών. Παρουσιάζονται τα δεδομένα που αντλεί αυτόματα το πρόγραμμα και χρησιμοποιεί για την εκτέλεση υπολογιστικών πράξεων, τα διαγράμματα και οι τύποι. Ωστόσο το πρόγραμμα διαθέτει και τη δυνατότητα ολικού ή μερικού αυτοματισμού ανάλογα με την επιθυμία του χρήστη.

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ και ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ



Ο γενικός τύπος που δίνει την ένταση βροχής (  $i$  ) σε συνάρτηση με τη διάρκειά της (  $d$  ), είναι ο εξής :

$$i = \lambda' * (T^{\kappa} - \psi') / (\mu + d/\theta)^{\eta} * \phi$$

όπου :

$i$  : ένταση βροχής σε (mm/h)

$d$  : διάρκεια βροχής σε ώρες (h)

$\phi = 1$  για συνήθεις μικρές αστικές λεκάνες

$T$  : περίοδος επαναφοράς σε (έτη) - όμβρια καμπύλη

$\kappa, \lambda', \psi', \theta, \eta, \mu$  : αδιάστατα αριθμητικά δεδομένα

Τα δεδομένα που έχουν εφαρμοστεί στην παρούσα

μελέτη, για τον υπολογισμό της έντασης βροχής (  $i$  )

μέσω του ανωτέρω τύπου, είναι τα εξής :

$$T = 5/ 10/ 15/ 20 \quad \text{σε έτη}$$

$$\kappa = 0$$

$$\lambda' = 280,30$$

$$\psi' = 0,48$$

$$\theta = 0,09$$

$$\eta = 0,72$$

$$\mu = 1,00$$

Περίοδος επαναφοράς  $T$

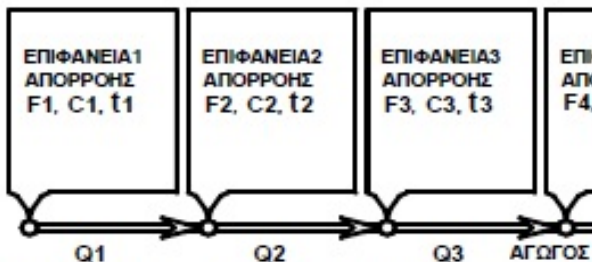
ανά μέγεθος του αγωγού

$D \leq 80 \quad T = 5$

$80 < D \leq 160 \quad T = 10$

$160 < D \leq 240 \quad T = 15$

$240 < D \quad T = 20$



$F1, F2, F3, F4, \dots$  : επιφάνειες απορροής

$C1, C2, C3, C4, \dots$  : συντελεστές απορροής

$t1, t2, t3, t4, \dots$  : χρόνοι συρροής υδάτων, από το πιο απομακρυσμένο σημείο της επιφάνειας, μέχρι το σημείο συρροής επί του αγωγού.

$Q1, Q2, Q3, Q4, \dots$  : παροχές σχεδιασμού των επί μέρους κλάδων του δικτύου.

Η παροχή σχεδιασμού σε κάθε κλάδο του δικτύου, είναι το άθροισμα των παροχών όλων των επιφανειών απορροής που βρίσκονται στα ανάντι του κλάδου :

$$Q = \sum (C * i * F / 0.36)$$

(Ορθολογική μέθοδος Π.Δ. 696/74)

Ως σημείο συρροής της παροχής κάθε επιφάνειας απορροής, λαμβάνεται πάντα το ανάντι φρεάτιο του κλάδου του δικτύου, στον οποίο εκρέει η επιφάνεια απορροής. Η παροχή αυτή (  $C * i * F / 0.36$  ) είναι η υδραυλική φόρτιση που επιβάλλεται επί του εν λόγω φρεατίου.

όπου :

$Q$  : παροχή ομβρίων του κλάδου (Lit/sec)

$C$  : συντελεστής απορροής κάθε επιφάνειας

$i$  : ένταση βροχής (mm/h)

$F$  : επιφάνεια απορροής σε εκτάρια (Ha)

- Οι χρόνοι συρροής (  $t1, t2, t3, t4, \dots$  ), των επιφανειών απορροής δίνονται από 5 min έως 10 min (το Π.Δ. 696/74 προτείνει για συνήθεις επιφάνειες απορροής αστικών περιοχών  $t_c = 10$  min)

Σε ειδικές περιπτώσεις μεγάλων επιφανειών απορροής είτε μη αστικών λεκανών δίνονται κατόπιν ειδικού υπολογισμού από τους τύπους του GIANDOTTI ή του KIRPICH

- Η ένταση (  $i$  ) βροχής, για κάθε κλάδο του δικτύου υπολογίζεται για "κρίσιμη διάρκεια βροχής" (  $d$  ), που είναι ο χρόνος συγκέντρωσης των υδάτων, από το πιο απομακρυσμένο χρονικά σημείο μεταξύ όλων των επιφανειών απορροής που βρίσκονται στα ανάντι του εξεταζόμενου κλάδου, μέχρι την είσοδο του κλάδου αυτού (χρόνος συρροής επιφάνειας + χρόνος διέλευσης αγωγών).

- Ο συντελεστής απορροής (  $C$  ) των επιφανειών απορροής, εξαρτάται από την πυκνότητα οίκησης και από ανάγλυφο του εδάφους και οι τιμές που λαμβάνει είναι οι εξής :

Για πυκνότητα οίκησης μέχρι 10 κάτοικοι/Ha

$$C = 0.30$$

Για πυκνότητα οίκησης από 11 μέχρι 50 κάτ/Ha

$$C = 0.50$$

Για πυκνότητα οίκησης από 51 μέχρι 100 κάτ/Ha

$$C = 0.60$$

Για πυκνότητα οίκησης από 101 μέχρι 150 κάτ/Ha

$$C = 0.70$$

Για πυκνότητα οίκησης από 151 και άνω κάτ/Ha

$$C = 0.80$$

Για πλήρως καλυμμένες επιφάνειες

$$C = 1.00$$

ανεξάρτητα από την πυκνότητα οίκησης, ανάλογα με το ανάγλυφο του εδάφους, ο ελάχιστος συντελεστής (  $C$  ) είναι :

Για πεδινές περιοχές  $C = 0.30$

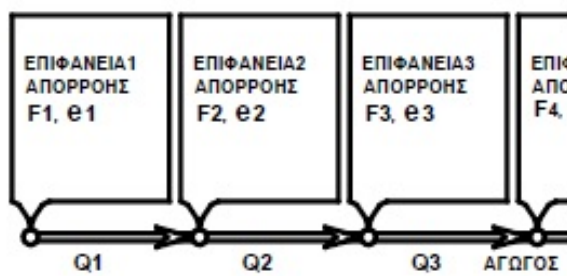
Για λοφώδεις περιοχές  $C = 0.50$

Για ορεινές περιοχές  $C = 0.60$

- Όσον αφορά το ανάγλυφο, η περιοχή του έργου χαρακτηρίζεται :

**Πεδινή**

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ και ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ



F1, F2, F3, F4, ..... : επιφάνειες απορροής  
 e1, e2, e3, e4, ..... : πυκνότητες οίκησης  
 Q1, Q2, Q3, Q4, ..... : παροχές σχεδιασμού των επί μέρους κλάδων του δικτύου.

Η μέση ημερήσια παροχή λυμάτων σε κάθε κλάδο του δικτύου είναι το άθροισμα των μέσων ημερήσιων παροχών, όλων των επιφανειών απορροής που βρίσκονται στα ανάντι του κλάδου :

$$Q_m = \sum [ (\pi * F * e * k) / 24 / 3600 ]$$

όπου :

Q<sub>m</sub> : μέση ημερήσια παροχή λυμάτων (Lit/sec)  
 F : επιφάνεια απορροής σε εκτάρια (Ha)  
 e : πυκνότητα οίκησης (κάτοικοι/Ha)  
 k : μέση κατανάλωση νερού σε ορίζοντα 40ετίας σε (Lit/κάτ/ημέρα) ελήφθη k = 250  
 π : ποσοστό του νερού ύδρευσης που καταλήγει στην αποχέτευση. Ελήφθη π = 0.80

- Η μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων (θερινή ή αιχμή ετήσιας παροχής), σε κάθε κλάδο του δικτύου είναι :

$$Q_n = \lambda \eta * Q_m$$

όπου :

Q<sub>n</sub> : μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων, κατά τη διάρκεια του έτους (Lit/sec)  
 λη : συντελεστής αιχμής ετήσιας παροχής (από 1.20 έως 1.50). Ελήφθη λη = 1,50

- Η μέγιστη ωριαία παροχή λυμάτων ( αιχμή της ημερήσιας παροχής ), σε κάθε κλάδο του δικτύου, έχει υπολογιστεί με τη δυσμενέστερη (μεγαλύτερη) τιμή, μεταξύ των παρακάτω τύπων :

$$Q_o = \lambda_o * Q_n \quad \text{όπου } \lambda_o = 1.50 + 2.50 / Q_n^{0.50} \quad (\text{κατά Koch και κατά Π.Δ. 696/74})$$

$$Q_o = \lambda_o''' * Q_n \quad \text{όπου } \lambda_o''' = 1.50 + 1.65 / (P/1000)^{0.50} \quad (\text{τύπος πιθανοτικής ανάλυσης})$$

όπου :

Q<sub>o</sub> : μέγιστη ωριαία παροχή λυμάτων (παροχή αιχμής) (Lit/sec)  
 λ<sub>o</sub>, λ<sub>o'</sub>, λ<sub>o''</sub>, λ<sub>o'''</sub> : συντελεστές αιχμής της ημερήσιας παροχής, που υπολογίζονται όπως ανωτέρω και εφαρμόζονται ανάλογα, είτε επί της μέσης είτε επί της μέγιστης ημερήσιας παροχής λυμάτων.  
 P : πληθυσμός σε αριθμό κατοίκων

## ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ

### A) Αναλυτική μέθοδος υπολογισμού παρασιτικών εισροών στο δίκτυο λυμάτων

Με την αναλυτική μέθοδο, οι παρασιτικές εισροές (Q<sub>p</sub>) είναι το άθροισμα : **Q<sub>p</sub> = Q<sub>α</sub> + Q<sub>β</sub>**, ήτοι :

- Εισροές από διήθηση υπογείων υδάτων, μέσω οπών των αγωγών, των φρεατίων, αρμών σύνδεσης κ.λ.π. :

$$Q_\alpha = \sum [ (0.05 + 0.125 * w * u) / F^{(0.30 - 0.125 * w * u)} ] \quad (\text{τύπος της Metcalf \& Eddy}) \quad \text{όπου :}$$

Q<sub>α</sub> : παροχή παρασιτικών εισροών από διήθηση υπογείων υδάτων (Lit/sec)  
 w : συντελεστής εξαρτώμενος από την ευαισθησία του αγωγού έναντι εισροών (0.00 ≤ w ≤ 1.00)  
 (συνήθως PE : 0.2 - 0.4 PVC : 0.4 - 0.6 DOM : 0.5 - 0.7 ΤΣΜΣ : 0.6 - 0.8 ΚΤΙΣΤΟΙ : 0.7 - 1.0)  
 u : ύψος του υδροφόρου ορίζοντα πάνω από τη στάθμη οροής του αγωγού (0.0 ≤ u ≤ 4.0)  
 F : επιφάνεια απορροής σε εκτάρια (Ha)

- Εισροές ομβρίων από στέγες, δώματα, ράμπες, φωταγωγούς κ.λ.π, μέσω παράνομων συνδέσεων :

$$Q_\beta = \sum [ C * i * F / 0.36 ] * p \quad \text{όπου :}$$

Q<sub>β</sub> : παροχή παρασιτικών εισροών από όμβρια ύδατα (Lit/sec) C : συντελεστής απορροής  
 F : επιφάνεια απορροής σε εκτάρια (Ha) i : ένταση βροχής (Lit/sec/Ha)  
 p : ποσοστό ομβρίων που εισέρχεται στο δίκτυο, εξαρτώμενο από την πυκνότητα οίκησης  
 (προτείνεται p = e/100000, ή 0.00 ≤ p ≤ 0.005, όπου e η πυκνότητα οίκησης κάτοικοι/εκτάριο)



#### **B) Μέθοδος μοναδικού συντελεστή για τον υπολογισμό παρασιτικών εισροών στο δίκτυο λυμάτων**

Οι παρασιτικές εισροές ( $Q_p$ ), υπολογίζονται ως ποσοστό της μέγιστης ωριαίας παροχής αιχμής ( $Q_o$ ) με πολλαπλασιασμό επί ένα μοναδικό συντελεστή  $\lambda_p$  :

$$Q_p = \lambda_p * Q_o \quad \text{όπου : } (0.30 \leq \lambda_p \leq 1.00)$$

Με τον τρόπο αυτό, τίθεται ένα λογικό περιθώριο στην παροχεταιυτικότητα του αγωγού λυμάτων, ώστε να μπορεί να δεχτεί παρασιτικές εισροές, οι οποίες ούτως ή άλλως περιέχουν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας και βασίζονται σε πολλές παραδοχές.

#### **Γ) Μέθοδος υπολογισμού παρασιτικών εισροών στην παρούσα μελέτη**

Στην παρούσα μελέτη, η παροχή των παρασιτικών εισροών ( $Q_p$ ) στο δίκτυο λυμάτων, έχει υπολογιστεί με την τιμή του παρακάτω τύπου :

$$\text{Ως ποσοστό της μέγιστης παροχής αιχμής : } Q_p = \lambda_p * Q_o \quad \text{με συντελεστή } \lambda_p = 0,2000$$

όπου :

$Q_p$  : παροχή παρασιτικών εισροών (Lit/sec)

#### **ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ**

Η παροχή σχεδιασμού ( $Q_s$ ) των κλάδων του δικτύου λυμάτων, είναι το άθροισμα της μέγιστης ωριαίας παροχής ( $Q_o$ ) και της παροχής των παρασιτικών εισροών ( $Q_p$ ), όπως ανωτέρω υπολογίζονται, ήτοι :

$$Q_s = Q_o + Q_p$$

όπου :

$Q_s$  : παροχή σχεδιασμού κλάδων δικτύου λυμάτων (Lit/sec)

#### **ΠΑΡΟΧΕΤΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ και ΛΥΜΑΤΩΝ - ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ - ΑΠΩΛΕΙΕΣ**

Η παροχεταιυτικότητα ( $Q$ ) του αγωγού υπολογίζεται από τον τύπο :

$$Q = F * V$$

όπου :

$Q$  : παροχή σχεδιασμού σε (m<sup>3</sup>/sec)

$F$  : βρεχόμενη επιφάνεια διατομής αγωγού σε (m<sup>2</sup>)

$V$  : μέση ταχύτητα ροής στη διατομή του αγωγού σε (m/sec)

Η μέση ταχύτητα ροής, υπολογίζεται από τον τύπο του Chezy, όπως επιβάλλεται από το Π.Δ. 696/74 και από τον τύπο του Manning. Μεταξύ αυτών, λαμβάνεται η δυσμενέστερη (μικρότερη) τιμή :

$$V = C * (R * i)^{0.50} \quad \text{κατά Chezy,} \quad \text{όπου } C=100/(1+m/R^{0.50}), \text{ τύπος του Cutter}$$

$$V = C * (R * i)^{0.50} \quad \text{κατά Chezy,} \quad \text{όπου } C=87/(1+\gamma/R^{0.50}), \text{ τύπος του Bazin}$$

$$V = (1/n) * R^{(2/3)} * i^{(1/2)} \quad \text{κατά Manning}$$

όπου :

$m$  : συντελεστής απωλειών του τύπου Cutter,  $m = 0.35$  για όμβρια και λύματα (Π.Δ. 696/74)

$\gamma$  : συντελεστής απωλειών του τύπου Bazin,  $\gamma = 0.46$  για όμβρια και  $\gamma = 0.25$  για λύματα (Π.Δ. 696/74)

$n$  : συντελεστής απωλειών του τύπου Manning,  $n = 0.016$  για όμβρια και  $n = 0.013$  για λύματα.

$R$  : υδραυλική ακτίνα σε (m)

$i$  : κλίση αγωγού σαν δεκαδικός αριθμός.

$m, \gamma, n$  : συντελεστές απωλειών, σε συνθήκες παλαιότητας αγωγών.

#### **ΕΛΑΧΙΣΤΑ - ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΓΩΓΩΝ**

- Η ελάχιστη ονομαστική διάμετρος αγωγού λυμάτων είναι  $\Phi 200$  mm
- Η ελάχιστη ονομαστική διάμετρος αγωγού ομβρίων είναι  $D 400$  mm
- Η ελάχιστη κλίση αγωγών ομβρίων και λυμάτων κυμαίνεται από 0.50 ‰ έως 3.0 ‰ ανάλογα με την τάξη του δικτύου. Στην πράξη όμως χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες κλίσεις, για την κάλυψη αβεβαιοτήτων τήρησης της κλίσης κατά την κατασκευή, σε μαλακά εδάφη, υδροφόρο ορίζοντα, κ.λ.π. καθώς και για την αποφυγή επικαθήσεων, ιδιαίτερα σε ακραία σημεία του δικτύου με μικρή και διακοπτόμενη παροχή.

- Η ελάχιστη ταχύτητα αυτοκαθαρισμού, σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74, και για παροχή ίση με το 10% της παροχής πλήρους διατομής, είναι για τους αγωγούς ομβρίων  $V_{min} = 0.60 \text{ m/sec}$  και για τους αγωγούς λυμάτων  $V_{min} = 0.30 \text{ m/sec}$
- Η μέγιστη ταχύτητα ροής σε όλους τους αποχετευτικούς αγωγούς, ομβρίων και λυμάτων, σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74, είναι  $6.00 \text{ m/sec}$ , η οποία είναι σχετικά μεγάλη. Ειδικά για τους αγωγούς λυμάτων στους οποίους η ροή είναι περισσότερο μόνιμη και το πάχος των τοιχωμάτων τους (πλαστικά υλικά), είναι πολύ μικρότερο από αυτό των ομβρίων (τσιμεντοσωλήνες), καλό είναι η ταχύτητα να διατηρείται κάτω από τα  $4.00 \text{ m/sec}$ , για προστασία από τη φθορά. Το ίδιο ισχύει και για αγωγούς ομβρίων, από πλαστικά υλικά.
- Ο μέγιστος βαθμός πλήρωσης (h/D) των αποχετευτικών αγωγών, σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74 είναι :
 

Αγωγοί λυμάτων $D < 400 \text{ mm}$	$\max(h/D) = 50\%$
Αγωγοί λυμάτων $400 \leq D \leq 600 \text{ mm}$	$\max(h/D) = 60\%$
Αγωγοί λυμάτων $D > 600 \text{ mm}$	$\max(h/D) = 70\%$
Αγωγοί ομβρίων γενικά	$\max(h/D) = 70\%$
Έλεγχος υψιστάμενου αγωγού γενικά	$\max(h/D) = 80\%$
- Τα ελάχιστα βάθη αγωγών αποχέτευσης, καθορίζονται από τα εξής κριτήρια :  
Εξασφάλιση ανισόπεδων διασταυρώσεων μεταξύ τους αλλά και με άλλα δίκτυα κοινής ωφελίας που κατά κανόνα είναι περισσότερο αβαθή (ύδρευση, ΟΤΕ, κ.λ.π.).  
Εξασφάλιση υποδοχής εξωτερικών διακλαδώσεων για την εξυπηρέτηση συνδέσεων ακινήτων με το δίκτυο λυμάτων.  
Εξασφάλιση της στατικής αντοχής των σωλήνων από τα φορτία της κυκλοφορίας.

#### **ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΓΩΓΩΝ**

- Η διάμετρος αγωγού που επιλέγεται, είναι ίση ή αμέσως μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, που υπάρχει στο εμπόριο.
- Ανεξάρτητα από υπολογισμούς, η διατομή του αγωγού δεν μειώνεται ποτέ προς τα κατάντι της ροής.
- Γενικώς δεν συνιστάται η αύξηση της διατομής και η υπερβολική μείωση της κλίσης των αγωγών, σαν τρόπος οικονομίας του έργου.
- Το υψόμετρο της άντυγας (της άνω έσω ράχης) του ανάντι αγωγού, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο ή μεγαλύτερο από το υψόμετρο της άντυγας του κατάντι αγωγού, σε κάθε περίπτωση συμβολής αγωγών ή αλλαγής διαμέτρου αυτών.
- Σε περιπτώσεις μετάβασης από αγωγό κυκλικής διατομής ανάντι, σε αγωγό ορθογωνικής διατομής προς τα κατάντι, πρέπει επί πλέον του περιορισμού της προηγούμενης παραγράφου, και οι δύο καθαρές εσωτερικές διαστάσεις του κιβωτίου να είναι μεγαλύτερες ή ίσες με την καθαρή εσωτερική διάμετρο του κυκλικού αγωγού.
- Σε όλα τα σημεία συμβολής αγωγών ή αλλαγής διαμέτρου αυτών, είναι απαραίτητο να τοποθετείται φρεάτιο ελέγχου.
- Για την αποφυγή πολύ μεγάλων κλίσεων αγωγών, σε επικλινές έδαφος, που έχουν ως αποτέλεσμα την επίτευξη μεγαλύτερων ταχυτήτων ροής από τις επιτρεπόμενες, συνιστάται η πριονωτή διάταξη του δικτύου, μέσω φρεατίων πτώσης.

## ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΝΤΟΡΡΟΪΚΩΝ

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ		ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΑΓΩΓΟΥ				ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΓΩΓΟΥ		
Α/Α	ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕ-ΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (m)	ΥΛΙΚΟ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΑΝΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΜΕΣΗ (Ha)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΟΙΚΗΣΗΣ (ΚΑΤ/Ha)	ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΠΑΡΟΧΗ (m <sup>3</sup> /h)
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΚΛΙΣΗ ΑΓΩΓΟΥ (#.####)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΥΝΟΛΟ (Ha)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤ. ΑΠΟΡΡΟΗΣ (C)	ΧΡΟΝΟΣ ΑΦΙΕΞΗΣ Π.Π. (min)
1	Ο6	Φ06.1	32,47	ΤΣΜΣ 1200	12,00	0,10	223	0,00
		Φ06.0	0,0040	1200	11,87	7,54	0,80	0,00
2	Ο6	Φ06.2	45,42	ΤΣΜΣ 1200	12,31	0,07	223	0,00
		Φ06.1	0,0051	1200	12,08	5,33	0,80	0,00
3	Ο6	Φ06.3	33,13	ΤΣΜΣ 900	12,77	0,40	223	0,00
		Φ06.2	0,0124	900	12,36	5,27	0,80	0,00
4	Ο6	Φ06.4	45,70	ΤΣΜΣ 700	14,04	0,45	223	0,00
		Φ06.3	0,0267	700	12,82	4,52	0,80	0,00
5	Ο6	Φ06.5	49,73	ΤΣΜΣ 700	15,46	0,47	223	0,00
		Φ06.4	0,0275	700	14,09	3,68	0,80	0,00
6	Ο6	Φ06.6	106,32	ΤΣΜΣ 700	17,18	0,38	223	0,00
		Φ06.5	0,0149	700	15,60	2,50	0,80	0,00
7	Ο6	Φ06.7	47,52	ΤΣΜΣ 500	18,36	0,43	223	0,00
		Φ06.6	0,0238	500	17,23	1,15	0,80	0,00
8	Ο6	Φ06.8	85,46	ΤΣΜΣ 400	21,44	0,06	223	0,00
		Φ06.7	0,0355	400	18,41	0,72	0,80	0,00
9	Ο6	Φ06.9	27,12	ΤΣΜΣ 400	22,15	0,08	223	0,00
		Φ06.8	0,0264	400	21,44	0,67	0,80	0,00
10	Ο6	Φ06.10	30,81	ΤΣΜΣ 400	23,34	0,18	223	0,00
		Φ06.9	0,0365	400	22,22	0,59	0,80	0,00
11	Ο6	Φ06.11	48,67	ΤΣΜΣ 400	24,85	0,11	223	0,00
		Φ06.10	0,0296	400	23,41	0,41	0,80	0,00
12	Ο6	Φ06.12	46,64	ΤΣΜΣ 400	26,69	0,30	223	0,00
		Φ06.11	0,0395	400	24,85	0,30	0,80	0,00
13	Ο1	Φ01.1	60,24	ΤΣΜΣ 700	14,00	0,19	223	0,00
		Φ06.1	0,0319	700	12,08	2,11	0,80	0,00
14	Ο1	Φ01.2	78,54	ΤΣΜΣ 700	15,93	0,10	223	0,00
		Φ01.1	0,0246	700	14,00	1,91	0,80	0,00
15	Ο1	Φ01.3	43,54	ΤΣΜΣ 700	16,50	0,12	223	0,00
		Φ01.2	0,0113	700	16,01	1,81	0,80	0,00
16	Ο1	Φ01.4	45,49	ΤΣΜΣ 500	19,15	0,15	223	0,00
		Φ01.3	0,0583	500	16,50	1,69	0,80	0,00
17	Ο1	Φ01.5	50,39	ΤΣΜΣ 500	20,96	0,52	223	0,00
		Φ01.4	0,0359	500	19,15	1,54	0,80	0,00
18	Ο1	Φ01.6	114,65	ΤΣΜΣ 400	24,32	0,49	223	0,00
		Φ01.5	0,0293	400	20,96	1,02	0,80	0,00
19	Ο1	Φ01.7	97,35	ΤΣΜΣ 400	28,35	0,24	223	0,00
		Φ01.6	0,0414	400	24,32	0,54	0,80	0,00
20	Ο1	Φ01.8	33,70	ΤΣΜΣ 400	29,50	0,30	223	0,00
		Φ01.7	0,0341	400	28,35	0,30	0,80	0,00
21	Ο2	Φ02.1	85,97	ΤΣΜΣ 400	19,73	0,09	223	0,00
		Φ06.6	0,0291	400	17,23	0,96	0,80	0,00
22	Ο2	Φ02.2	26,64	ΤΣΜΣ 400	21,34	0,14	223	0,00
		Φ02.1	0,0604	400	19,73	0,87	0,80	0,00
23	Ο2	Φ02.3	48,22	ΤΣΜΣ 400	23,33	0,37	223	0,00
		Φ02.2	0,0413	400	21,34	0,73	0,80	0,00
24	Ο2	Φ02.4	46,72	ΤΣΜΣ 400	25,62	0,36	223	0,00
		Φ02.3	0,0490	400	23,33	0,36	0,80	0,00
25	Ο3	Φ03.1	5,00	ΤΣΜΣ 500	15,54	0,14	223	0,00
		Φ06.5	0,0060	500	15,51	0,72	0,80	0,00
26	Ο3	Φ03.2	72,84	ΤΣΜΣ 400	18,33	0,31	223	0,00
		Φ03.1	0,0376	400	15,59	0,58	0,80	0,00
27	Ο3	Φ03.3	72,34	ΤΣΜΣ 400	18,82	0,15	223	0,00
		Φ03.2	0,0060	400	18,39	0,26	0,80	0,00
28	Ο3	Φ03.4	39,45	ΤΣΜΣ 400	21,17	0,11	223	0,00
		Φ03.3	0,0578	400	18,89	0,11	0,80	0,00
29	Ο4	Φ04.1	106,00	ΤΣΜΣ 400	15,95	0,21	223	0,00
		Φ06.4	0,0175	400	14,09	0,39	0,80	0,00
30	Ο4	Φ04.2	38,10	ΤΣΜΣ 400	17,50	0,17	223	0,00
		Φ04.1	0,0407	400	15,95	0,17	0,80	0,00
31	Ο5	Φ05.1	105,70	ΤΣΜΣ 400	14,87	0,17	223	0,00
		Φ06.3	0,0194	400	12,82	0,35	0,80	0,00
32	Ο5	Φ05.2	30,35	ΤΣΜΣ 400	15,50	0,18	223	0,00
		Φ05.1	0,0208	400	14,87	0,18	0,80	0,00

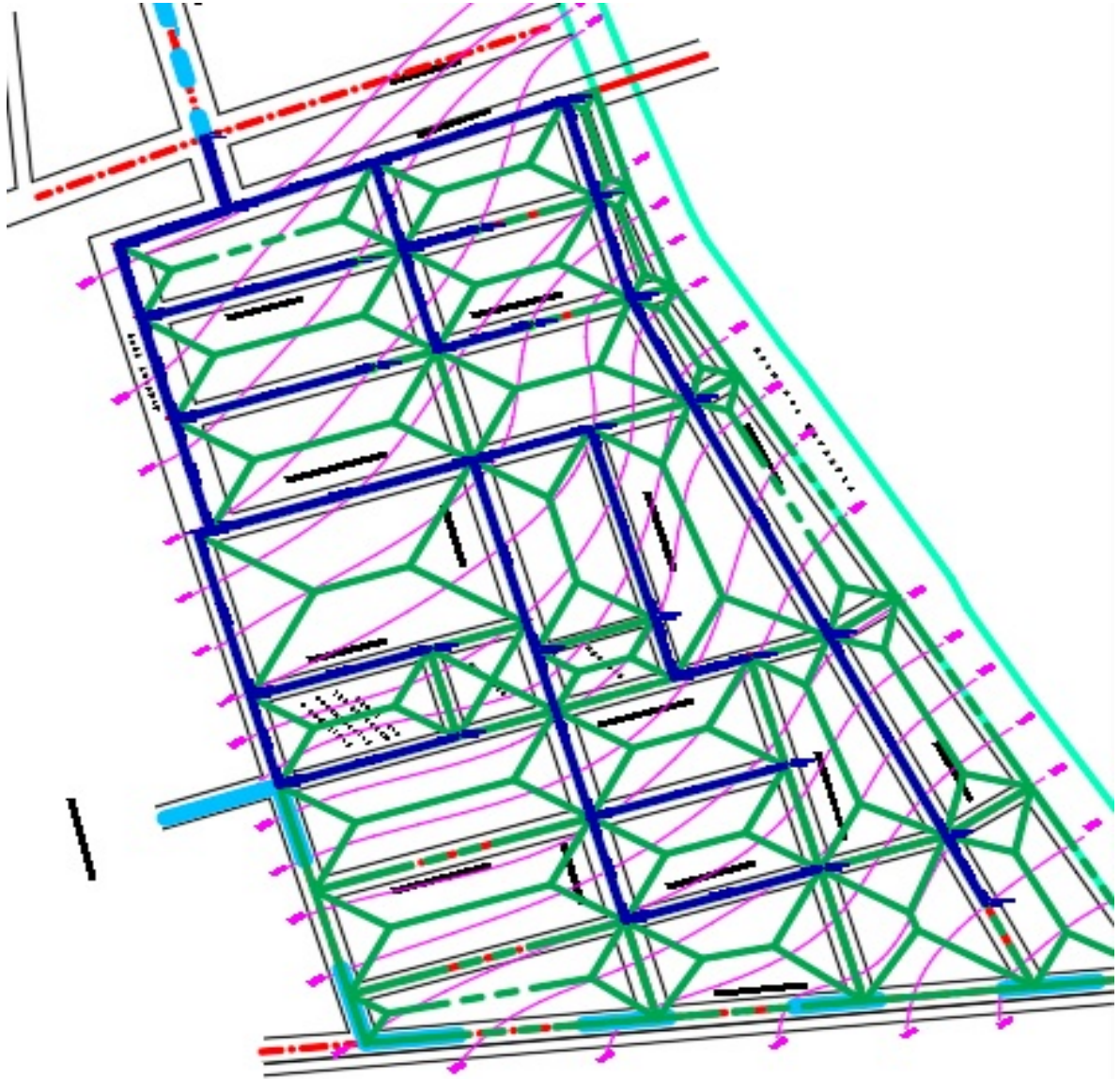
## ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΝΤΟΡΡΟΪΚΩΝ

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ		ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ					ΑΓΩΓΟΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ	
Α/Α	ΟΝΟΜΑ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ (min)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (Lit/sec)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (m/sec)	H / Hπ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΤΙΘΕΤΑΙ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ Ο ΑΓΩΓΟΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΟΜ. ΑΝΑΝΤΙ
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΕΝΤΑΣΗ ΒΡΟΧΗΣ (mm/h)	ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	U / Uπ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΟΜ. ΚΑΤΑΝΤΙ
1	06	Φ06.1	14,00	1487,71	1,84	0,67		
		Φ06.0	90,00	1852,74	1,03	1,12		11,46
2	06	Φ06.2	14,00	1068,30	1,86	0,51		
		Φ06.1	90,00	2084,45	1,15	1,01		
3	06	Φ06.3	13,75	1063,71	2,56	0,62		
		Φ06.2	90,85	1482,69	1,44	1,10		
4	06	Φ06.4	13,50	810,90	3,13	0,64		
		Φ06.3	80,72	1089,95	1,74	1,11		
5	06	Φ06.5	13,25	666,83	3,04	0,56		
		Φ06.4	81,51	1107,23	1,77	1,05		
6	06	Φ06.6	12,50	467,37	2,21	0,55		
		Φ06.5	83,97	813,22	1,30	1,04		
7	06	Φ06.7	12,25	218,54	2,11	0,52		
		Φ06.6	84,84	404,74	1,25	1,02		
8	06	Φ06.8	11,50	141,40	2,16	0,52		
		Φ06.7	87,56	265,20	1,27	1,02		
9	06	Φ06.9	11,25	131,65	1,91	0,55		
		Φ06.8	88,51	228,69	1,09	1,05		
10	06	Φ06.10	11,00	116,90	2,09	0,47		
		Φ06.9	89,49	269,13	1,29	0,97		
11	06	Φ06.11	10,50	83,68	1,73	0,41		
		Φ06.10	91,52	242,26	1,16	0,90		
12	06	Φ06.12	10,00	63,09	1,77	0,34		
		Φ06.11	93,67	279,75	1,34	0,79		
13	01	Φ01.1	13,50	378,46	2,75	0,40		
		Φ06.1	80,72	1190,95	1,90	0,89		
14	01	Φ01.2	13,00	350,83	2,46	0,41		
		Φ01.1	82,31	1047,08	1,67	0,90		
15	01	Φ01.3	12,75	338,13	1,82	0,49		
		Φ01.2	83,13	707,68	1,13	0,99		
16	01	Φ01.4	12,50	318,68	3,27	0,51		
		Φ01.3	83,97	633,49	1,95	1,01		
17	01	Φ01.5	12,00	293,95	2,68	0,56		
		Φ01.4	85,72	497,44	1,54	1,06		
18	01	Φ01.6	11,25	202,94	2,19	0,70		
		Φ01.5	88,51	241,11	1,15	1,14		
19	01	Φ01.7	10,50	110,37	2,12	0,44		
		Φ01.6	91,52	286,57	1,37	0,93		
20	01	Φ01.8	10,00	62,55	1,68	0,35		
		Φ01.7	93,67	260,18	1,24	0,81		
21	02	Φ02.1	11,00	192,83	2,16	0,67		
		Φ06.6	89,49	240,18	1,15	1,13		
22	02	Φ02.2	10,75	176,11	2,79	0,51		
		Φ02.1	90,49	346,25	1,66	1,01		
23	02	Φ02.3	10,50	150,07	2,33	0,52		
		Φ02.2	91,52	286,12	1,37	1,02		
24	02	Φ02.4	10,00	75,58	2,02	0,35		
		Φ02.3	93,67	311,82	1,49	0,81		
25	03	Φ03.1	12,50	134,07	1,12	0,60		
		Φ06.5	83,97	203,31	0,63	1,09		
26	03	Φ03.2	12,00	110,37	2,05	0,45		
		Φ03.1	85,72	272,97	1,31	0,95		
27	03	Φ03.3	10,50	53,77	0,87	0,50		
		Φ03.2	91,52	109,09	0,52	1,00		
28	03	Φ03.4	10,00	23,71	1,48	0,20		
		Φ03.3	93,67	338,60	1,62	0,55		
29	04	Φ04.1	10,50	79,19	1,43	0,46		
		Φ06.4	91,52	186,57	0,89	0,96		
30	04	Φ04.2	10,00	36,30	1,52	0,26		
		Φ04.1	93,67	284,08	1,36	0,67		
31	05	Φ05.1	10,50	71,57	1,43	0,42		
		Φ06.3	91,52	196,15	0,94	0,92		
32	05	Φ05.2	10,00	37,78	1,22	0,31		
		Φ05.1	93,67	202,92	0,97	0,76		

## 7.8 Αποτελέσματα Περίπτωσης Β

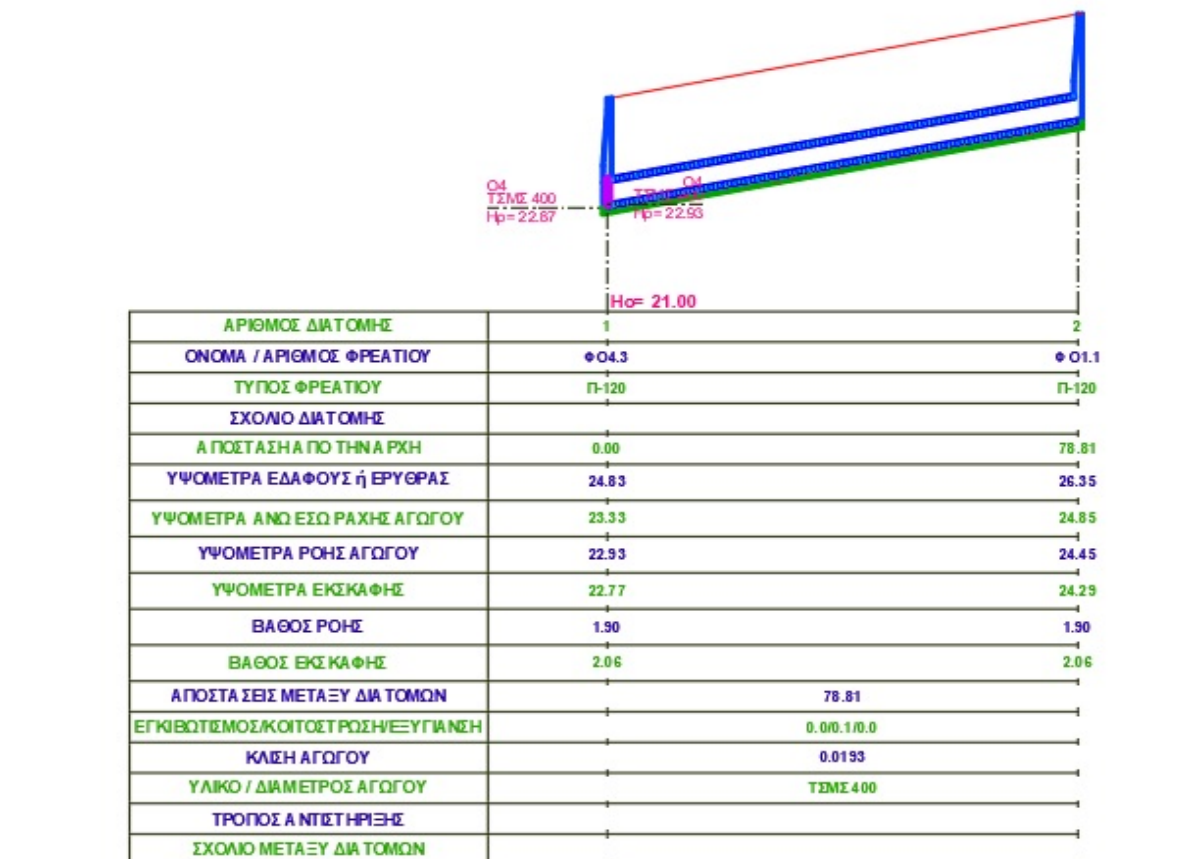
### 7.8.1 Τελικό σχέδιο οριζοντιογραφίας



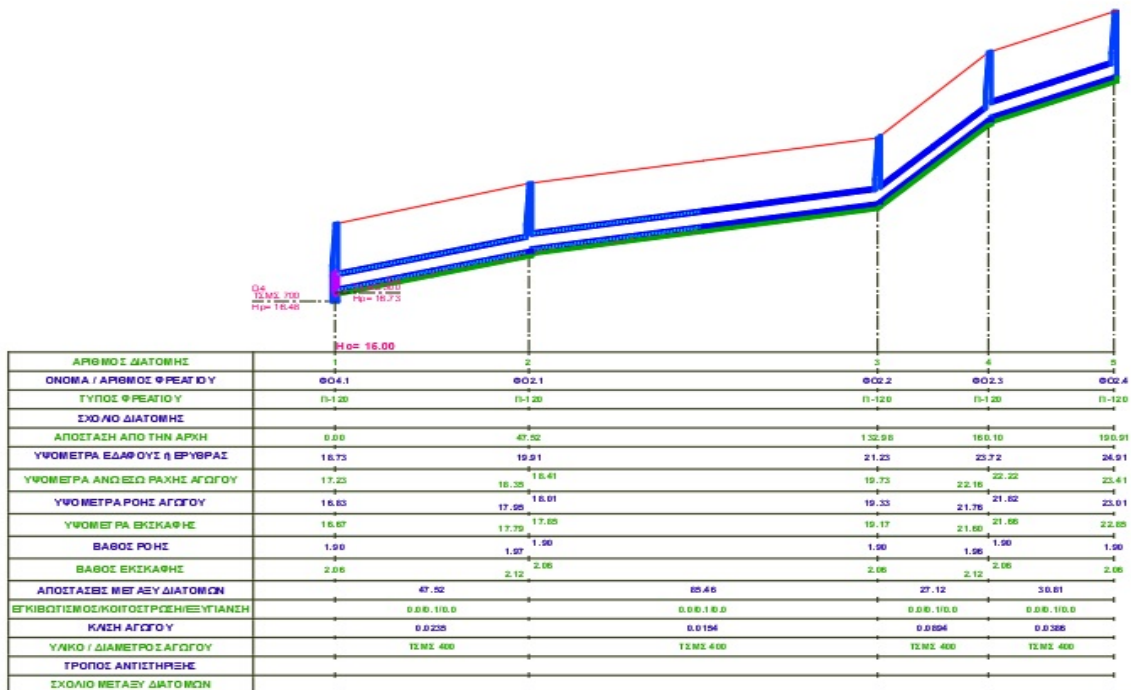
Εικόνα 25: Οριζοντιογραφία του τμήματος δικτύου αποχέτευσης ομβρίων (Περίπτωση Β)

## 7.8.2 Μηκοτομές συλλεκτήρων

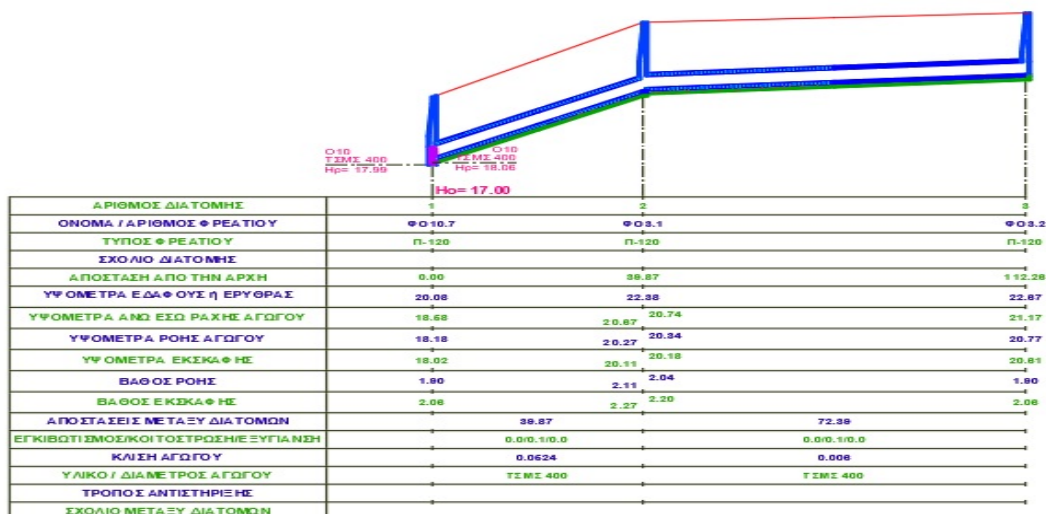
Παρακάτω παρουσιάζονται συνολικά 7 μηκοτομές συλλεκτήρων (6 δευτερεύοντες και 1 κεντρικός) ομβρίων υδάτων:



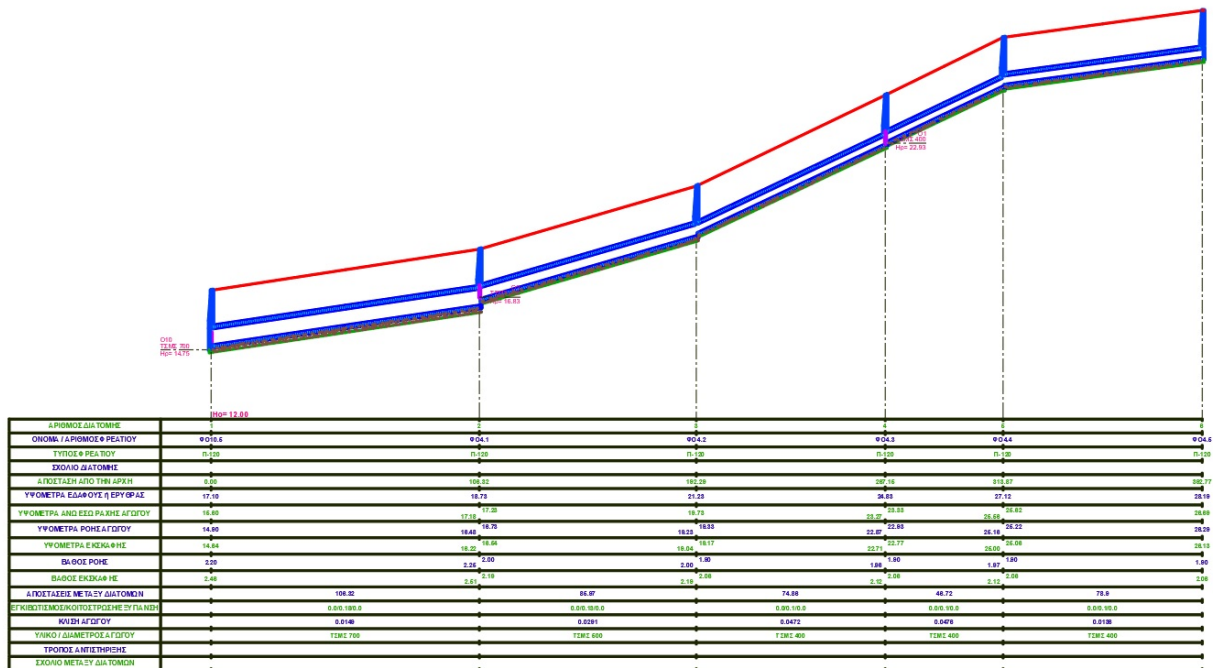
Εικόνα 26: Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο1



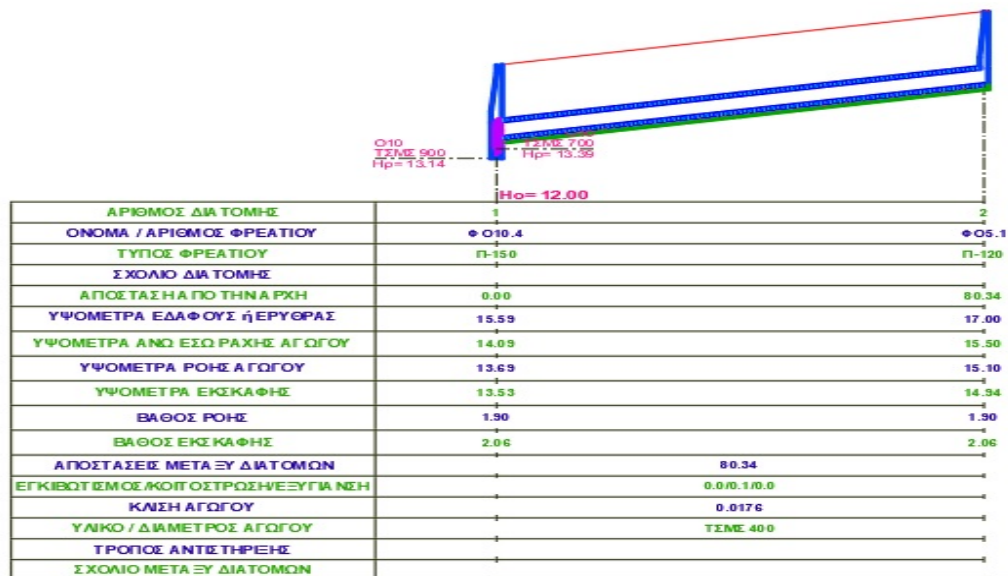
Εικόνα 27:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο2



Εικόνα 28:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο3



Εικόνα 29:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο4



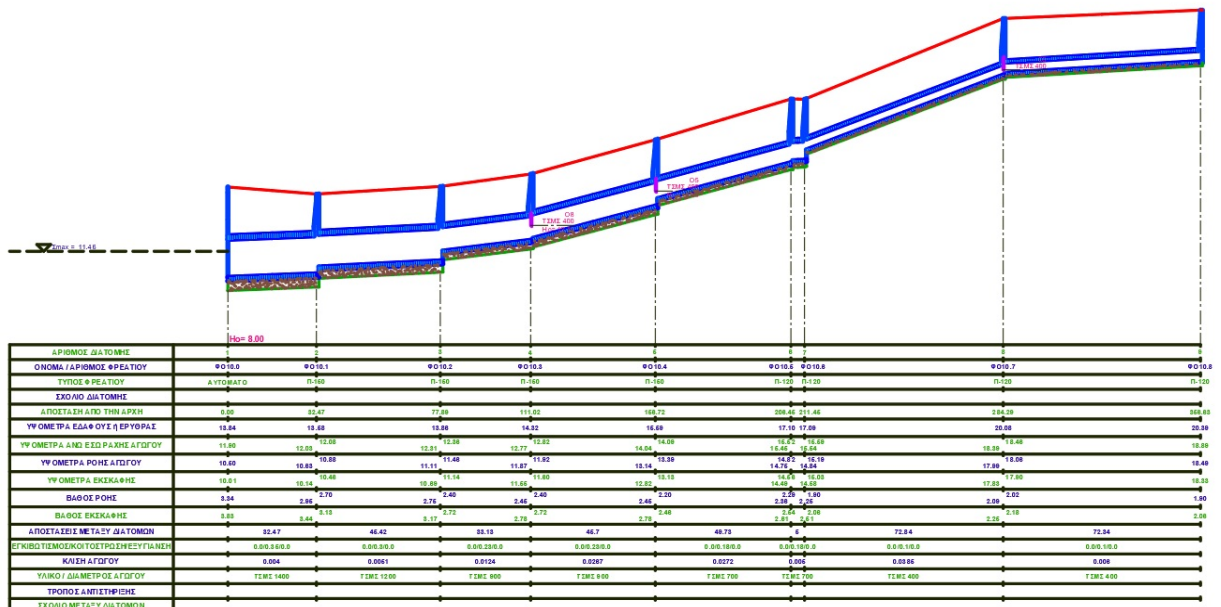
Εικόνα 30:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-Ο5





ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	1	2
ΟΝΟΜΑ / ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ	Φ07.1	Φ06.1
ΤΥΠΟΣ ΦΡΕΑΤΙΟΥ	Π-120	Π-120
ΣΧΟΛΙΟ ΔΙΑΤΟΜΗΣ		
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΗ	0.00	30.35
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ ή ΕΡΥΘΡΑΣ	16.37	17.00
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΑΝΩ ΕΣΩ ΡΑΧΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	14.87	15.50
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΡΟΗΣ ΑΓΩΓΟΥ	14.47	15.10
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΚΣΚΑΦΗΣ	14.31	14.94
ΒΑΘΟΣ ΡΟΗΣ	1.90	1.90
ΒΑΘΟΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ	2.06	2.06
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ		30.35
ΕΓΚΙΒΩΤΙΣΜΟΣ/ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗ/ΜΕΣΥ ΓΙΑ ΝΕΗ		0.00/0.1/0.0
ΚΛΙΣΗ ΑΓΩΓΟΥ		0.0208
ΥΛΙΚΟ / ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓΩΓΟΥ		ΤΣΜΣ 400
ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΙΣΤΗΡΙΣΗΣ		
ΣΧΟΛΙΟ ΜΕΤΑΞΥ ΔΙΑΤΟΜΩΝ		

Εικόνα 31:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-06



Εικόνα 32:Μηκοτομή συλλεκτήρα ομβρίων-10

### 7.8.3 Σφάλματα επίλυσης

```
XL DRAIN *ΛΑΘΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ(???) ή ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ (!!!)
...
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 3 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 04
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 2 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 03
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 8 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 010
( ? ? ? ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΥΤΟΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ = .52 ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΗΣ min = .6 ΣΤΟΝ ΑΓΩΓΟ 2 ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ 03
```

Εικόνα 33: Σφάλματα επίλυσης (Περίπτωση Β)

### 7.8.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών

## ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΝΤΟΡΡΟΪΚΩΝ

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ		ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΑΓΩΓΟΥ			ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΓΩΓΟΥ			
Α/Α	ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕ-ΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (m)	ΥΛΙΚΟ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΑΝΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΜΕΣΗ (Ha)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΟΙΚΗΣΗΣ (ΚΑΤ/Ha)	ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΠΑΡΟΧΗ (m <sup>3</sup> /h)
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΚΛΙΣΗ ΑΓΩΓΟΥ (#.###)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΥΝΟΛΟ (Ha)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤ. ΑΠΟΡΡΟΗΣ (C)	ΧΡΟΝΟΣ ΑΦΕΙΞΗΣ Π.Π. (min)
1	Ο10	ΦΟ10.1	32,47	ΤΣΜΣ 1400	12,03	0,16	223	0,00
		ΦΟ10.0	0,0040	1400	11,90	8,40	0,80	0,00
2	Ο10	ΦΟ10.2	45,42	ΤΣΜΣ 1200	12,31	0,05	223	0,00
		ΦΟ10.1	0,0051	1200	12,08	5,49	0,80	0,00
3	Ο10	ΦΟ10.3	33,13	ΤΣΜΣ 900	12,77	0,36	223	0,00
		ΦΟ10.2	0,0124	900	12,36	5,44	0,80	0,00
4	Ο10	ΦΟ10.4	45,70	ΤΣΜΣ 900	14,04	0,39	223	0,00
		ΦΟ10.3	0,0267	900	12,82	5,04	0,80	0,00
5	Ο10	ΦΟ10.5	49,73	ΤΣΜΣ 700	15,44	0,47	223	0,00
		ΦΟ10.4	0,0272	700	14,09	4,57	0,80	0,00
6	Ο10	ΦΟ10.6	5,00	ΤΣΜΣ 700	15,54	0,14	223	0,00
		ΦΟ10.5	0,0050	700	15,51	1,23	0,80	0,00
7	Ο10	ΦΟ10.7	72,84	ΤΣΜΣ 400	18,39	0,35	223	0,00
		ΦΟ10.6	0,0385	400	15,59	1,09	0,80	0,00
8	Ο10	ΦΟ10.8	72,34	ΤΣΜΣ 400	18,89	0,22	223	0,00
		ΦΟ10.7	0,0060	400	18,46	0,22	0,80	0,00
9	Ο3	ΦΟ3.1	39,87	ΤΣΜΣ 400	20,67	0,31	223	0,00
		ΦΟ10.7	0,0524	400	18,58	0,52	0,80	0,00
10	Ο3	ΦΟ3.2	72,39	ΤΣΜΣ 400	21,17	0,22	223	0,00
		ΦΟ3.1	0,0060	400	20,74	0,22	0,80	0,00
11	Ο4	ΦΟ4.1	106,32	ΤΣΜΣ 700	17,18	0,42	223	0,00
		ΦΟ10.5	0,0149	700	15,60	2,86	0,80	0,00
12	Ο4	ΦΟ4.2	85,97	ΤΣΜΣ 500	19,73	0,35	223	0,00
		ΦΟ4.1	0,0291	500	17,23	1,66	0,80	0,00
13	Ο4	ΦΟ4.3	74,86	ΤΣΜΣ 400	23,26	0,37	223	0,00
		ΦΟ4.2	0,0472	400	19,73	1,31	0,80	0,00
14	Ο4	ΦΟ4.4	46,72	ΤΣΜΣ 400	25,55	0,50	223	0,00
		ΦΟ4.3	0,0476	400	23,33	0,80	0,80	0,00
15	Ο4	ΦΟ4.5	78,90	ΤΣΜΣ 400	26,69	0,30	223	0,00
		ΦΟ4.4	0,0136	400	25,62	0,30	0,80	0,00
16	Ο5	ΦΟ5.1	80,34	ΤΣΜΣ 400	15,50	0,08	223	0,00
		ΦΟ10.4	0,0175	400	14,09	0,08	0,80	0,00
17	Ο8	ΦΟ8.1	86,62	ΤΣΜΣ 400	14,50	0,04	223	0,00
		ΦΟ10.3	0,0194	400	12,82	0,04	0,80	0,00
18	Ο9	ΦΟ9.1	60,24	ΤΣΜΣ 700	13,95	0,20	223	0,00
		ΦΟ10.1	0,0310	700	12,08	2,76	0,80	0,00
19	Ο9	ΦΟ9.2	78,54	ΤΣΜΣ 700	15,93	0,10	223	0,00
		ΦΟ9.1	0,0246	700	14,00	1,80	0,80	0,00
20	Ο9	ΦΟ9.3	43,54	ΤΣΜΣ 700	16,50	0,12	223	0,00
		ΦΟ9.2	0,0113	700	16,01	1,71	0,80	0,00
21	Ο9	ΦΟ9.4	45,49	ΤΣΜΣ 500	19,15	0,15	223	0,00
		ΦΟ9.3	0,0583	500	16,50	1,59	0,80	0,00
22	Ο9	ΦΟ9.5	50,39	ΤΣΜΣ 500	20,96	0,52	223	0,00
		ΦΟ9.4	0,0359	500	19,15	1,44	0,80	0,00
23	Ο9	ΦΟ9.6	114,65	ΤΣΜΣ 400	24,32	0,49	223	0,00
		ΦΟ9.5	0,0293	400	20,96	0,92	0,80	0,00
24	Ο9	ΦΟ9.7	97,35	ΤΣΜΣ 400	28,35	0,26	223	0,00
		ΦΟ9.6	0,0414	400	24,32	0,43	0,80	0,00
25	Ο9	ΦΟ9.8	33,70	ΤΣΜΣ 400	29,50	0,18	223	0,00
		ΦΟ9.7	0,0341	400	28,35	0,18	0,80	0,00
26	Ο1	ΦΟ1.1	78,81	ΤΣΜΣ 400	24,85	0,14	223	0,00
		ΦΟ4.3	0,0193	400	23,33	0,14	0,80	0,00
27	Ο2	ΦΟ2.1	47,52	ΤΣΜΣ 400	18,34	0,45	223	0,00
		ΦΟ4.1	0,0235	400	17,23	0,79	0,80	0,00
28	Ο2	ΦΟ2.2	85,46	ΤΣΜΣ 400	19,73	0,06	223	0,00
		ΦΟ2.1	0,0154	400	18,41	0,34	0,80	0,00
29	Ο2	ΦΟ2.3	27,12	ΤΣΜΣ 400	22,15	0,10	223	0,00
		ΦΟ2.2	0,0894	400	19,73	0,28	0,80	0,00
30	Ο2	ΦΟ2.4	30,81	ΤΣΜΣ 400	23,41	0,18	223	0,00
		ΦΟ2.3	0,0386	400	22,22	0,18	0,80	0,00
31	Ο7	ΦΟ7.1	39,10	ΤΣΜΣ 400	14,80	0,20	223	0,00
		ΦΟ9.1	0,0206	400	14,00	0,76	0,80	0,00
32	Ο7	ΦΟ7.2	45,58	ΤΣΜΣ 400	15,88	0,25	223	0,00
		ΦΟ7.1	0,0223	400	14,87	0,39	0,80	0,00
33	Ο7	ΦΟ7.3	38,10	ΤΣΜΣ 400	17,50	0,14	223	0,00
		ΦΟ7.2	0,0407	400	15,95	0,14	0,80	0,00
34	Ο6	ΦΟ6.1	30,35	ΤΣΜΣ 400	15,50	0,17	223	0,00
		ΦΟ7.1	0,0208	400	14,87	0,17	0,80	0,00

## ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΝΤΟΡΡΟΪΚΩΝ

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ			ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ				ΑΓΩΓΟΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ	
Α/Α	ΟΝΟΜΑ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕ-ΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ (min)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (Lt/sec)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (m/sec)	H / H <sub>π</sub>	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΤΙΘΕΤΑΙ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ Ο ΑΓΩΓΟΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΟΜ. ΑΝΑΝΤΙ
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΕΝΤΑΣΗ ΒΡΟΧΗΣ (mm/h)	ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	U / U <sub>π</sub>		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Ο10	Φ010.1	14,50	1662,15	1,93	0,56		
		Φ010.0	88,35	2819,31	1,15	1,05		11,46
2	Ο10	Φ010.2	13,75	1102,01	1,88	0,52		
		Φ010.1	90,85	2084,45	1,15	1,02		
3	Ο10	Φ010.3	13,75	1101,36	2,57	0,64		
		Φ010.2	90,85	1482,69	1,44	1,10		
4	Ο10	Φ010.4	13,50	1029,34	3,38	0,49		
		Φ010.3	91,72	2177,67	2,12	0,99		
5	Ο10	Φ010.5	13,25	828,93	3,19	0,65		
		Φ010.4	81,51	1101,15	1,76	1,11		
6	Ο10	Φ010.6	12,25	232,96	1,23	0,50		
		Φ010.5	84,84	471,70	0,75	1,00		
7	Ο10	Φ010.7	11,75	210,45	2,46	0,65		
		Φ010.6	86,63	276,19	1,32	1,12		
8	Ο10	Φ010.8	10,00	46,63	0,83	0,46		
		Φ010.7	93,67	109,09	0,52	0,96		
9	Ο3	Φ03.1	11,50	102,01	2,27	0,40		
		Φ010.7	87,56	322,52	1,54	0,88		
10	Ο3	Φ03.2	10,00	45,34	0,83	0,46		
		Φ03.1	93,67	109,09	0,52	0,96		
11	Ο4	Φ04.1	12,50	536,32	2,29	0,60		
		Φ010.5	83,97	813,22	1,30	1,08		
12	Ο4	Φ04.2	12,00	317,86	2,51	0,62		
		Φ04.1	85,72	447,58	1,38	1,10		
13	Ο4	Φ04.3	11,50	256,12	2,79	0,70		
		Φ04.2	87,56	306,06	1,46	1,14		
14	Ο4	Φ04.4	11,25	159,16	2,48	0,51		
		Φ04.3	88,51	307,36	1,47	1,01		
15	Ο4	Φ04.5	10,00	63,37	1,21	0,44		
		Φ04.4	93,67	164,02	0,78	0,93		
16	Ο5	Φ05.1	10,00	17,07	0,89	0,22		
		Φ010.4	93,67	186,59	0,89	0,60		
17	Ο8	Φ08.1	10,00	9,01	0,73	0,16		
		Φ010.3	93,67	196,15	0,94	0,47		
18	Ο9	Φ09.1	13,75	492,39	2,94	0,46		
		Φ010.1	79,96	1175,34	1,87	0,96		
19	Ο9	Φ09.2	13,25	329,31	2,42	0,40		
		Φ09.1	81,51	1047,08	1,67	0,89		
20	Ο9	Φ09.3	12,75	316,34	1,79	0,47		
		Φ09.2	83,13	707,68	1,13	0,97		
21	Ο9	Φ09.4	12,50	297,13	3,19	0,49		
		Φ09.3	83,97	633,49	1,95	0,99		
22	Ο9	Φ09.5	12,25	272,29	2,62	0,54		
		Φ09.4	84,84	497,44	1,54	1,04		
23	Ο9	Φ09.6	11,25	181,25	2,15	0,65		
		Φ09.5	88,51	241,11	1,15	1,12		
24	Ο9	Φ09.7	10,50	88,85	1,98	0,39		
		Φ09.6	91,52	296,57	1,37	0,87		
25	Ο9	Φ09.8	10,00	37,20	1,44	0,27		
		Φ09.7	93,67	260,18	1,24	0,69		
26	Ο1	Φ01.1	10,00	28,44	1,08	0,27		
27	Ο2	Φ04.3	93,67	196,60	0,94	0,69		
		Φ02.1	11,75	152,39	1,89	0,62		
28	Ο2	Φ04.1	86,63	215,74	1,03	1,10		
		Φ02.2	10,75	68,90	1,32	0,45		
29	Ο2	Φ02.1	90,49	175,04	0,84	0,95		
		Φ02.3	10,50	57,90	2,25	0,26		
30	Ο2	Φ02.2	91,52	421,16	2,01	0,67		
		Φ02.4	10,00	38,09	1,48	0,26		
31	Ο7	Φ02.3	93,67	276,80	1,32	0,67		
		Φ07.1	11,00	150,58	1,79	0,64		
32	Ο7	Φ09.1	89,49	202,09	0,97	1,11		
		Φ07.2	10,50	79,85	1,56	0,44		
33	Ο7	Φ07.1	91,52	210,18	1,01	0,93		
		Φ07.3	10,00	28,81	1,41	0,24		
34	Ο6	Φ07.2	93,67	294,08	1,36	0,62		
		Φ06.1	10,00	34,58	1,19	0,30		
		Φ07.1	93,67	202,92	0,97	0,74		

## 7.9 Συμπεράσματα

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε για την ολοκλήρωση των προπτυχιακών υποχρεώσεων μου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (πρώην ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας) μελετήθηκε το δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων σε αστική περιοχή και συγκεκριμένα σε τμήμα της πόλεως των Πατρών.

Η ανάλυση και ο σχεδιασμός του δικτύου έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Π.Δ. 696/1974 τόσο για τη μέθοδο υπολογισμού της ποσότητας των ομβρίων όσο και για τα ποσοστά πλήρωσης των αγωγών, τους συντελεστές απορροής, κτλ.

Εφαρμόστηκε το λογισμικό XLdrain για την ανάλυση και τον σχεδιασμό του δικτύου αποχέτευσης ομβρίων και απαιτήθηκαν γνώσεις του λογισμικού AutoCad.

Αναλύθηκαν δύο περιπτώσεις στις οποίες επιλέχθηκε διαφορετική μόρφωση στο δίκτυο ομβρίων σύμφωνα με την οποία στην περίπτωση Α έχουμε μικρότερο αριθμό αγωγών ενώ οι αγωγοί έχουν μικρότερα μήκη. Στην περίπτωση Β οι δευτερεύοντες αγωγοί είναι περισσότεροι και τα μήκη των αγωγών προκύπτουν μικρότερα. Με βάση τα αποτελέσματα από τις προσομοιώσεις προέκυψαν περίπου οι ίδιες τιμές παροχών στους αντίστοιχους αγωγούς και για τις δύο περιπτώσεις Α και Β.

Αποκτήθηκαν γνώσεις και εμπειρία σε θέματα μόρφωσης, ανάλυσης και σχεδιασμού δικτύων αποχέτευσης και κατανοήθηκαν στοιχεία υδραυλικής των ανοικτών αγωγών. Διαπιστώθηκε έμπρακτα η αξία των διαφόρων κωδικών προσομοίωσης για την επίλυση ρεαλιστικών και σύνθετων προβλημάτων υδραυλικής μηχανικής και συγκεκριμένα ενός δικτύου αποχέτευσης ομβρίων.

## 8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### 8.1 Βιβλιογραφία

- Αγγελάκης Α. Ν. & Δ. Κουτσογιάννης (2005): Αποχέτευση στο Μινωικό πολιτισμό, Πρακτικά 2ου Διεθνούς Συνεδρίου για την Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία ,551-556, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα.
- Γκοτσοπούλου Ε. (2016), Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύου Αποχέτευσης Ομβρίων , με Εφαρμογή στο Τμήμα του Οικισμού Σαρλάτων, νομού Κεφαλληνίας, Πτυχιακή Εργασία Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τεχνολογικό Έκαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας.
- Δημητρακόπουλος Α.Κ. Και Χατζηθεοδώρου Χ. (2001): <<Στοιχεία Υδραυλικής>>, Πάτρα 2001.
- Δημητρακόπουλος Α, (2018) : <<Στοιχεία υδραυλικής κλειστών και ανοικτών αγωγών>>, Εκδόσεις Gotsis,2018
- Ζαφειράκου Α. (2018): <<Κατασκευαστικά στοιχεία αγωγών αποχέτευσης>>,Ενότητα 5, Α.Π.Θ.
- Ιωσηφίδης Β. (2010): Σημειώσεις του μαθήματος υδρεύσεων – αποχετεύσεων του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ.
- Καλύβα Α. & Τσατσαμπά Π. (2021): Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύου Αποχέτευσης Λυμάτων,με Εφαρμογή στην Περιοχή <<Δροσία>> της Πόλεως των Πατρών, Πτυχιακή Εργασία Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Κουτσογιάννης Δ. (2011):Σχεδιασμός αστικών δικτύων αποχέτευσης, Έκδοση 4, Ε.Μ.Π,Αθήνα.
- Λαγγούσης Α. Σ. & Φουρνιώτης Ν. Θ. (2020):<<Στοιχεία Σχεδιασμού Έργων Ύδρευσης και Αποχέτευσης >>,Εκδόσεις Gotsis 2020.
- Προεδρικό Διάταγμα 696/1974.
- Σίνου Ε. Μ. (2021) :Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύου Αποχέτευσης Ομβρίων, με Εφαρμογή σε Τμήμα της Πόλεως των Πατρών, Πτυχιακή Εργασία Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

- Σωτηροπούλου Δ. & Καλύβα Ε. (2015): Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύου Αποχέτευσης,με Εφαρμογή σε Τμήμα της Πόλεως του Αγρινίου, Πτυχιακή Εργασία Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ. Ε, Πάτρα.
- Φουρνιώτης Ν. (2004) : <<Ανάλυση και σχεδιασμός δικτύου αποχέτευσης ομβρίων σε αστική περιοχή με εφαρμογή στην περιοχή Ρουπακιά της πόλεως του Αγρινίου>>, Διπλωματική Εργασία,Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,Πανεπιστήμιο Πατρών.

## 8.2 Εικόνες

Εικόνα 3 (Διαδίκτυο 1):[http://users.ntua.gr/dkoutso/courses/aye/AskL/flow\\_circ\\_pipes.png](http://users.ntua.gr/dkoutso/courses/aye/AskL/flow_circ_pipes.png)

Εικόνα 4:[https://www.google.com/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BF+%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%88%CE%B7%CF%83&sxsr=APq-WBsjHDglkVUfy0xLx75KMCV4k748g:1644342039382&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjCwZW50\\_D1AhXehv0HHQPZDdEQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=937&dpr=1#imgrc=mgghUVQHlq\\_M8M](https://www.google.com/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BF+%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%88%CE%B7%CF%83&sxsr=APq-WBsjHDglkVUfy0xLx75KMCV4k748g:1644342039382&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjCwZW50_D1AhXehv0HHQPZDdEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=937&dpr=1#imgrc=mgghUVQHlq_M8M)

Εικόνα 5 (Διαδίκτυο 2):<https://www.enya.gr/projects/1022>

Εικόνα 6(Διαδίκτυο 3):<https://eln.decorexpro.com/vodosnabzhenie/truby/zhelezobetonnye/>

Εικόνα 7 (Διαδίκτυο 4):[https://www.researchgate.net/figure/Asbestos-cement-pipes-notice-the-wall-thickness-in-comparison-with-the-size-of-the\\_fig1\\_275645332](https://www.researchgate.net/figure/Asbestos-cement-pipes-notice-the-wall-thickness-in-comparison-with-the-size-of-the_fig1_275645332)

Εικόνα 8 (Διαδίκτυο 5):<https://gr.depositphotos.com/81117596/stock-photo-sewer-pipes.html>

Εικόνα 9 (Διαδίκτυο 6):<http://technoroi.com/products41.php>

Εικόνες 10,12,13,14:[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\\_05.pdf](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_05.pdf)

Εικόνα 11:<http://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/1922/>

Εικόνες 15,16(Διαδίκτυο 7,8):[http://4862.syzefxis.gov.gr/images/files/ydatika\\_diamerismata.jpg](http://4862.syzefxis.gov.gr/images/files/ydatika_diamerismata.jpg)