

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύων
Αποχέτευσης Λυμάτων, με Εφαρμογή στην Περιοχή
«Δροσιά» της Πόλεως των Πατρών**

Καλύβα Αδαμαντία Αθηνά
Τσατσαμπά Παναγιώτα

Επιβλέπων Καθηγητής: Νικόλαος Θ. Φουρνιώτης, Επίκουρος Καθηγητής

Πάτρα, 2021

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (πρώην ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας) υπό την επίβλεψη του Επίκουρου καθηγητή Νικόλαου Θ. Φουρνιώτη.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Αρχικά τον Καθηγητή μας κ. Νικόλαο Φουρνιώτη για την συνεργασία και την βοήθεια του κατά την διάρκεια εκπόνησης της Πτυχιακής Εργασίας και την προθυμία του πάντα να μας εξηγεί οποιαδήποτε απορία μας μέχρι την κατανόηση της.

Εν συνεχεία, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε μέσα από την καρδιά μας 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 ακαδημαϊκή χρήση για δίκτυα Αποχέτευσης, το οποίο εφαρμόστηκε στην Πτυχιακή Εργασία μας. Τον ευχαριστούμε πάρα πολύ για την αμέριστη βοήθεια, υπομονή του και για την παραχώρηση τοπογραφικών διαγραμμάτων τα οποία αξιοποιήθηκαν στην Πτυχιακή μας Εργασία.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την οικογένεια μας για όλα όσα έκαναν μέχρι τώρα αλλά και για όσα θα συνεχίσουν να κάνουν για εμάς.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες και δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

Αδαμαντία Αθηνά Καλύβα

Παναγιώτα Τσατσαμπά

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Πτυχιακή Εργασία έχει ως σκοπό την μελέτη των μεθόδων ανάλυσης και σχεδιασμού ενός δικτύου αποχέτευσης Λυμάτων. Η εφαρμογή γίνεται στην περιοχή Δροσιά της Πόλεως των Πατρών για δίκτυο αστικών λυμάτων.

Η ανάλυση και ο σχεδιασμός πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια λογισμικού ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται είναι το XL drain σχεδιασμένο από τον κ. Λύκουρα Χρήστο.

Το ανωτέρων λογισμικό βασίζει την λειτουργία του στα δεδομένα του Autocad ενώ, στο ίδιο περιβάλλον εκτελέστηκε και η χάραξη του δικτύου σε ρυμοτομικό σχέδιο.

Οι επιφάνειες απορροής προέκυψαν με τη μέθοδο της διχοτόμησης των γωνιών και οικοδομικών τετραγώνων και τα εμβαδά τους υπολογίστηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού XL drain.

Για την επιλογή των υψομέτρων χρησιμοποιήθηκαν έτοιμα στοιχεία μελετών οδοποιίας της περιοχής. Ο σχεδιασμός έγινε σύμφωνα με τους περιορισμούς που προβλέπει το κεφάλαιο Δ του Προεδρικού Διατάγματος της Ελληνικής Δημοκρατίας, Π.Δ. 696/1974.

Τελικός στόχος είναι ο υπολογισμός των υδραυλικών μεγεθών του σχεδιαζόμενου δικτύου με βάση τις υδρολογικές και υδραυλικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, καθώς και την απόκτηση γνώσης και εμπειρίας για την ανάλυση αστικών δικτύων αποχέτευσης λυμάτων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
1.1 Εισαγωγή – Ιστορικά Στοιχεία	13
1.2 Ορισμοί.....	13
1.3 Η χρησιμότητα των δικτύων αποχέτευσης και η αξία τους στον χρόνο.....	14
1.4 Χρήσιμες πληροφορίες για την μελέτη αποχετευτικού συστήματος.....	15
2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ	17
2.1 Κατηγορίες δικτύων αποχέτευσης.....	17
2.1.1 Πλεονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος.....	18
2.1.2 Μειονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος.....	18
2.1.3 Πλεονεκτήματα του χωριστικού συστήματος.....	19
2.1.4 Μειονεκτήματα του χωριστικού συστήματος	19
2.2 Τύποι δικτύων υπονόμων	20
3. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ	22
3.1 Εισαγωγή	22
3.2 Δίκτυα Ομβρίων	22
3.3 Οργάνωση δικτύου αποχέτευσης – ομβρίων	23
3.4 Επιστημονικές Προτάσεις.....	24
3.5 Εκτίμηση Παροχών Όμβριων	25
4. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ	26
4.1 Ιστορική Αναδρομή	26
4.2 Κατηγορίες λυμάτων	28
4.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων	28
4.4 Φυσικά χαρακτηριστικά.....	28
4.4.1 Στερεά.....	28

4.4.2 Θολότητα.....	29
4.4.3 Χρώμα.....	30
4.4.4 Οσμή.....	30
4.4.5 Θερμοκρασία.....	31
4.5 Χημικά συστατικά.....	31
4.6 Ανόργανα συστατικά.....	31
4.7 Βιολογικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά.....	32
4.8 Σύνθεση λυμάτων.....	32
4.9 Εκτίμηση Παροχών ακαθάρτων.....	32
5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.....	33
5.1 Η Ορθολογική Μέθοδος.....	33
5.2 Εκτίμηση του συντελεστής απορροής.....	34
5.3 Η παροχή της βροχόπτωσης.....	36
5.4 Χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης απορροής.....	36
5.5 Ένταση βροχόπτωσης - Όμβριες καμπύλες.....	37
5.6 Χρήση των ομβρίων καμπυλών για τον σχεδιασμό δικτύων αποχέτευσης.....	38
6. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ.....	40
6.1 Συνθήκες Ροής.....	40
6.1.1 Εξίσωση Chezy.....	40
6.1.2 Darcy – Weisbach.....	40
6.1.3 Υπολογισμός κατά Manning – Kutter.....	41
6.1.4 Υπολογισμός κατά Prandtl – von Karman – Colebrook.....	43
6.2 Ομοιόμορφη Ροή.....	43
6.3 Κυκλικοί Αγωγοί με ομοιόμορφη ροή.....	43
7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ.....	45
7.1 Φρεάτια.....	45

7.1.1 Φρεάτια επισκέψεως ακαθάρτων και ομβρίων	45
7.1.2 Φρεάτια συμβολής.....	46
7.1.3 Φρεάτια πτώσης.....	46
7.1.4 Φρεάτια καθαρισμού	46
7.1.5 Σίφωνες	47
7.2 Αγωγοί δικτύου αποχέτευσης.....	47
7.2.1 Αργιλοπυριτικοί σωλήνες.....	48
7.2.2 Σωλήνες από σκυρόδεμα	48
7.2.3 Σωλήνες από αμιαντοσιμέντο	49
7.2.4 Πλαστικοί σωλήνες (PVC).....	50
7.2.5 Σωλήνες από PEHD	51
7.3 Διατομές αγωγών.....	52
7.4 Συντελεστές τραχύτητας αγωγών	54
7.4.1 Τιμές του συντελεστή φυσικής τραχύτητας K_s	54
7.4.2 Τιμές του συντελεστή K_b για αγωγούς αποχέτευσης	54
7.4.3 Τιμές του συντελεστή K_b για αγωγούς ύδρευσης	55
8. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ	56
8.1 Κλίσεις αγωγών	56
8.2 Ποσοστά πλήρωσης αγωγών	56
8.3 Υπολογισμός - εκτίμηση παροχών σχεδιασμού.....	57
8.3.1 Κατανάλωση ύδατος – Παροχές ακαθάρτων.....	57
8.3.2 Διαχείριση της υδροδότησης	57
8.3.3 Κυριότερα μεγέθη παροχής ακαθάρτων	58
8.4 Μέγιστες και ελάχιστες ταχύτητες ροής	60
8.4.1 Ελάχιστες ταχύτητες ροής.....	60
8.4.2 Μέγιστες ταχύτητες ροής.....	61

9. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ	62
10. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ	66
10.1 Εισαγωγή	66
10.2 Στάδια επεξεργασίας.....	66
10.3 Πρωτοβάθμια επεξεργασία	67
10.3.1 Σχάρα.....	67
10.3.2 Αμμοσυλλέκτες.....	68
10.3.3 Λιποσυλλέκτης	69
10.3.4 Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης	69
10.4 Δευτεροβάθμια επεξεργασία.....	70
10.4.1 Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας καθίζησης	70
10.4.2 Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης	70
10.5 Τριτοβάθμια επεξεργασία.....	70
10.5.1 Νιτροποίηση - Απονιτροποίηση.....	70
10.5.2 Απομάκρυνση φωσφόρου	71
10.5.3 Απολύμανση (χλωρίωση)	71
10.5.4 Επεξεργασία λάσπης.....	71
10.5.5 Πάχυνση – Χώνευση.....	71
10.5.6 Αφυδάτωση	71
11. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΡΟΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΤΩΝ ΠΑΤΡΩΝ	73
11.1 Γενικά.....	73
11.2 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών	74
11.3 Το ρυμοτομικό σχέδιο της περιοχής	75
11.4 Μηκοτομές των οδών.....	75
11.5 Εφαρμογή στην επίλυση τμήματος δικτύου στην Δροσιά Πατρών	75
11.6 Βήματα εκτέλεσης της εργασίας.....	76

11.7 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών (Α ΛΥΣΗ)	77
11.7.1 Τελικό Σχέδιο Οριζοντιογραφίας (Α Λύση)	78
11.7.2 Παραγόμενες Μηκοτομές Συλλεκτήρων.....	79
11.7.3 Σφάλματα Επίλυσης	83
11.7.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών.....	83
11.8 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών (Β ΛΥΣΗ).....	95
11.8.1 Τελικό Σχέδιο Οριζοντιογραφίας (Β ΛΥΣΗ).....	96
11.8.2 Παραγόμενες Μηκοτομές Συλλεκτήρων (Β ΛΥΣΗ).....	97
11.8.3 Σφάλματα Επίλυσης	100
11.8.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών.....	101
11.9 Συμπεράσματα	107
Κεφάλαιο 12: Βιβλιογραφία.....	108
12.1 Βιβλιογραφία.....	108
12.2 Διαδίκτυο.....	109
12.3 Εικόνες.....	110

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας [Διαδίκτυο 1].....	16
Εικόνα 2: Χωριστικό Σύστημα [Διαδίκτυο 2].....	20
Εικόνα 3: Ακτινωτό δίκτυο υπονόμων [Διαδίκτυο 3].....	20
Εικόνα 4: Εγκάρσιο δίκτυο υπονόμων [Διαδίκτυο 4].....	21
Εικόνα 5: Παράλληλο δίκτυο υπονόμων [Διαδίκτυο 5].....	21
Εικόνα 6: Εργασίες ελέγχου και καθαρισμού σχαρών ομβρίων υδάτων και φρεατίων [Διαδίκτυο 6].....	24
Εικόνα 7: Αποχέτευση ομβρίων υδάτων Δήμος Χαλανδρίου [Διαδίκτυο 7].	25
Εικόνα 8: Δίκτυο αποχέτευσης στην Κνωσό [Διαδίκτυο 8].....	26
Εικόνα 9: Αποχέτευση Αθήνας [Διαδίκτυο 9]	27
Εικόνα 10: Θολόμετρο Jackson [Διαδίκτυο 10].....	30
Εικόνα 11: Λεκάνη απορροής [Διαδίκτυο 11].....	37
Εικόνα 12: Διάγραμμα υπολογισμού των λόγων Q/Q_0 , V/V_0 και η/η^0 συναρτήσει του λόγου πληρώσεως γ/D του κυκλικού αγωγού [Διαδίκτυο 12]	42
Εικόνα 13: Φρεάτιο επίσκεψης [Διαδίκτυο 13]	45
Εικόνα 14: Σωλήνες από σκυρόδεμα [Διαδίκτυο 14].....	49
Εικόνα 15: Σωλήνα από αμιαντοτσιμέντο [Διαδίκτυο 15]	50
Εικόνα 16: Πλαστικοί σωλήνες PVC [Διαδίκτυο 16].....	51
Εικόνα 17: Σωλήνες PEHD [Διαδίκτυο 17].....	51
Εικόνα 18: Κυκλική διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 18]	52
Εικόνα 19: Ωοειδής διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 19].....	52
Εικόνα 20: Στοματοειδής διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 20]	53
Εικόνα 21: Αυλακωτή διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 21]	53
Εικόνα 22: Διάγραμμα υπολογισμού των λόγων Q/Q_0 , V/V_0 και η/η^0 συναρτήσει του λόγου πληρώσεως γ/D του κυκλικού αγωγού [Λαγγούσης, Α. και Φουρνιώτης Ν. , 2020].....	60
Εικόνα 23: Αντλιοστάσιο λυμάτων στην Σαντορίνη.[Διαδίκτυο 23]	64
Εικόνα 24: Κεντρικό αντλιοστάσιο λυμάτων με τρεις αντλίες [Διαδίκτυο 24]	65
Εικόνα 25: Διάγραμμα ροής βιολογικού καθαρισμού [Διαδίκτυο 25]	67
Εικόνα 26: Σχάρα [Διαδίκτυο 26]	68
Εικόνα 27: Κάτοψη αμμοσυλλέκτη [Διαδίκτυο 27].....	68

Εικόνα 28: Τομή ορθογωνικής δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης [Διαδίκτυο 28]	69
Εικόνα 29: Τομή κυκλικής δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης [Διαδίκτυο 29]	69
Εικόνα 30: Αρχικό Σχέδιο	74
Εικόνα 31: Χάραξη αγωγών και φρεατίων (Α ΛΥΣΗ).....	77
Εικόνα 32: Οριζοντιογραφία του τμήματος δικτύου αποχέτευσης λυμάτων. (Α ΛΥΣΗ)	78
Εικόνα 33: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ1	79
Εικόνα 34: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ2	79
Εικόνα 35: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ3	80
Εικόνα 36: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ4	80
Εικόνα 37: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ5	81
Εικόνα 38: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ6	81
Εικόνα 39: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ7	82
Εικόνα 40: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ8	82
Εικόνα 41: Σφάλματα επίλυσης εργασίας (Α Λύση)	83
Εικόνα 42: Χάραξη Αγωγών και Φρεατίων (Β ΛΥΣΗ)	95
Εικόνα 43: Οριζοντιογραφία του τμήματος δικτύου αποχέτευσης λυμάτων (Β Λύση)	96
Εικόνα 44: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ1	97
Εικόνα 45: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ2	98
Εικόνα 46: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ3	98
Εικόνα 47: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ4	99
Εικόνα 48: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ5	99
Εικόνα 49: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ6	99
Εικόνα 50: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ7	100
Εικόνα 51: Σφάλματα Επίλυσης Εργασίας (Β ΛΥΣΗ)	101

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Συντελεστής απορροής για διάφορους τύπους επιφανειών (από Steel and McGhee, 1979).....	34
Πίνακας 2: Συντελεστής απορροής για διάφορους τύπους χρήσεως γης (Steel and McGhee,1979)	35
Πίνακας 3: Ελάχιστες διατομές αγωγών για αποφυγή φραγμού των σωλήνων.	54
Πίνακας 4: Τιμές του συντελεστή K για σωλήνες και διάφορα υλικά.	54
Πίνακας 5: Τιμές του συντελεστή K_b για αγωγούς αποχέτευσης.....	55
Πίνακας 6: Τιμές του συντελεστή K_b (mm) για αγωγούς ύδρευσης.	55
Πίνακας 7: Ποσοστά πλήρωσης αγωγών ακαθάρτων και ομβρίων με βάση τις προδιαγραφές του Π.Δ. 696/1974.	56
Πίνακας 8: Συντελεστές υπολογισμού παροχών αιχμής και ελαχίστων παροχών για τη διαστασιολόγηση των δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων σύμφωνα με την γερμανική βιβλιογραφία.....	59

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή – Ιστορικά Στοιχεία

Η τεχνική της αποχέτευσης αν και γνωστή σε πολλούς αρχαίους πολιτισμούς, στον Μεσαίωνα παραμελήθηκε. Τα ανοικτά συστήματα αποχέτευσης δημιουργούσαν νοσογόνες εστίες σε λιμνάζοντα σημεία, με συνέπεια την εκδήλωση σοβαρών επιδημιών και ασθενειών, όπως η χολέρα και η πανώλη. Η τεχνική αυτή ακολουθήθηκε για 15 περίπου αιώνες και σταδιακά αντικαταστάθηκε από το σύστημα διοχέτευσης των λυμάτων σε σηπτικούς - απορροφητικούς βόθρους. Όταν επερχόταν κορεσμός στην απορροφητική ικανότητα των βόθρων, τότε ανοίγονταν άλλοι ή τα λύματα απορρίπτονταν με δοχεία σε χείμαρρους και ρέματα. Φυσικά ούτε αυτή η πρακτική απομάκρυνε τους κινδύνους για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Γύρω στο 1840 έγινε προσπάθεια για συστηματική κατασκευή συστήματος συλλογής και μεταφοράς ακαθάρτων και ομβρίων υδάτων.

Όσον αφορά τον ελληνικό χώρο, γενικά υπήρξε καθυστέρηση στην κατασκευή αποχετευτικών συστημάτων. Μέχρι και το 1980 το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού της Αθήνας και της περιφέρειας της χρησιμοποιούσαν βόθρους. Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχουν σύγχρονα συστήματα αποχέτευσης σε όλα τα σπίτια, αγροτικά και αστικά καθώς και σύγχρονα χωριστικά δίκτυα στις πόλεις και στις κωμοπόλεις. Μετά την κατασκευή των δικτύων αποχέτευσης στις αστικές περιοχές, η ρύπανση μεταφέρθηκε έξω από τις πόλεις με αποτέλεσμα την αντιμετώπιση της ρύπανσης και γενικότερα την ορθή διαχείριση και διάθεση του ρυπαντικού φορτίου που προκύπτει από τα δίκτυα αποχέτευσης αστικών λυμάτων και ομβρίων υδάτων.

1.2 Ορισμοί

Αποχέτευση ονομάζουμε την διαδικασία συλλογής λυμάτων και των νερών της βροχής (όμβρια νερά), μέσω ξεχωριστών, μεγάλων δικτύων αγωγών. Τα μεν λύματα οδηγούνται για επεξεργασία στα Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων, τα δε όμβρια στην θάλασσα.

Τα λύματα, όπως αποκαλούμε τα ακάθαρτα νερά, που προέρχονται από τις καθημερινές χρήσεις του νερού στις πόλεις, διοχετεύονται από τα διάφορα κτίρια σε ένα μεγάλο

δίκτυο αγωγών, οι οποίοι καταλήγουν στα Κέντρα Επεξεργασίας Λυμάτων. Εκεί τα λύματα καθαρίζονται και κατόπιν διοχετεύονται στη θάλασσα.

Ομβρία: Τα νερά της βροχής που συγκεντρώνονται σε μεγάλους υπόγειους αγωγούς (αγωγοί ομβρίων) οι οποίοι καταλήγουν τελικά στην θάλασσα. Τα νερά της βροχής φτάνουν στους αγωγούς ομβρίων μέσω των φρεατίων υδροσυλλογής που υπάρχουν στους δρόμους, δίπλα στα ρείθρα των πεζοδρομίων και έχουν για καπάκι μια σχάρα.

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

Αποχετευτικό δίκτυο είναι το σύνολο των αγωγών κατάλληλα εξοπλισμένο έτσι ώστε να διευκολύνουν τη μεταφορά των λυμάτων. Το αποχετευτικό δίκτυο χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: το χωριστικό και το παντοροϊκό τα οποία και θα αναλύσουμε στις επόμενες ενότητες. Οι αποχετευτικοί αγωγοί ή υπόνομοι διακρίνονται α) παντοροϊκούς, β) ακαθάρτων και γ) ομβρίων. Αποδέκτης των λυμάτων ή των ομβρίων είναι ένα φυσικό υδάτινο σύστημα, όπως η θάλασσα, η λίμνη, τα υδατορεύματα στο οποίο γίνεται η εκβολή των δικτύων των ακαθάρτων ή των λυμάτων εφόσον αυτά υποστούν κατάλληλη επεξεργασία, ειδικά για την περίπτωση των αστικών λυμάτων όπου το ρυπαντικό φορτίο είναι μεγαλύτερο. Στην περίπτωση χωριστικού δικτύου μπορεί ο αποδέκτης να είναι διαφορετικός σε κάθε δίκτυο ενώ στο δίκτυο ακαθάρτων αποδέκτης μπορεί να είναι ακόμη και το έδαφος.

1.3 Η χρησιμότητα των δικτύων αποχέτευσης και η αξία τους στον χρόνο

Η χρησιμότητα και η αξία των δικτύων αποχέτευσης είναι αυτονόητη γιατί με την εφαρμογή τους αποφεύγουμε:

- Τη ρύπανση του εδάφους και των φυτών, τα οποία μπορεί να έχουν επιπτώσεις από την παρουσία χημικών ενώσεων και στοιχείων στα λύματα.
- Τη ρύπανση του περιβάλλοντος και της φυσικής πανίδας και χλωρίδας της περιοχής.
- Τους κινδύνους για δημόσια υγεία.
- Την εμφάνιση οσμών εξαιτίας των βόθρων.

Αντίστοιχα, σε περιοχές που λείπει ένα δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων σε κάθε καταγίδα πλημμυρίζουν οι δρόμοι, τα σπίτια, τα αυτοκίνητα και κάποιες φορές είναι δυνατό να οδηγηθούμε ακόμα και σε απώλειες ανθρώπινων ζώων.

1.4 Χρήσιμες πληροφορίες για την μελέτη αποχετευτικού συστήματος

Στην Ελλάδα για μια μελέτη λαμβάνονται οι σχετικές προδιαγραφές του Προεδρικού Διατάγματος 696/74. Συνήθως οι μελέτες αποτελούνται από τρία στάδια: α) την προκαταρκτική μελέτη, β) την προμελέτη και γ) την οριστική μελέτη.

Οι πληροφορίες οι οποίες είναι απαραίτητες για τη σύνταξη των μελετών είναι:

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

Στην Εικόνα 1 δίνεται μια πανοραμική άποψη από το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων στην Ψυττάλεια.



Εικόνα 1: Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυτάλειας [Διαδίκτυο 1]

2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

2.1 Κατηγορίες δικτύων αποχέτευσης

Το αποχετευτικό δίκτυο χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες το παντοροϊκό, το χωριστικό και το μικτό σύστημα. Τα παντοροϊκά κατασκευάζονταν κυρίως στις παλαιότερες εποχές σε Ευρωπαϊκές και Αμερικανικές πόλεις. Αποτελούνται από διατομές αγωγών οι οποίες έχουν σχεδιαστεί να παραλαμβάνουν τα ακάθαρτα και τα όμβρια λύματα. Τα κέντρα των πόλεων που δημιουργήθηκαν πριν από το 1970 διατηρούν μέχρι και σήμερα τα παντοροϊκά συστήματα τα οποία καταλήγουν σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων. Σε περιόδους βροχής έχουμε αυξημένες παροχές ενώ σε περίοδο ξηρού καιρού είναι μειωμένες. Ένας τέτοιος αγωγός θα πρέπει να διαστασιολογείται για την παροχή της βροχής, που ενώ μπορεί να χαρακτηρίζεται από μικρή διάρκεια, μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλους απορρέοντες όγκους νερού και σημαντικές παροχές. Επειδή οι παροχές σχεδιασμού των αγωγών του παντοροϊκού συστήματος προκύπτουν ιδιαίτερα αυξημένες, ανεξάρτητα από την ένταση του ρυπαντικού φορτίου που μεταφέρουν, στα αντλιοστάσια και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων πρέπει να προβλέπονται διατάξεις ανακούφισης, γνωστές και ως «by pass». Έτσι η ροή μερίζεται, και ένα μέρος αυτής συνεχίζει την πορεία της μέσα στο δίκτυο με τελικό προορισμό την εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων, ενώ η πλεονάζουσα παροχή διατίθεται μέσω κατάλληλα σχεδιασμένου αγωγού ή απλά υπερχειλίζει στον τελικό αποδέκτη, επηρεάζοντας την ποιότητα αυτού.

Για χωριστικό σύστημα γίνεται λόγος, όταν λύματα και όμβρια αποχετεύονται με χωριστούς αγωγούς δηλαδή δύο τελείως ανεξάρτητα μεταξύ τους δίκτυα υπονόμων. Το συγκεκριμένο σύστημα επικρατεί τα τελευταία χρόνια στην χώρα μας και στο εξωτερικό. Και οι δύο τύποι αγωγών πρέπει βασικά να είναι υπόγειοι. Μόνο κατ' εξαίρεση θα μπορούσαν να αποχετευτούν τα όμβρια και σε ανοικτές τάφρους, χειμάρρους ή παρακείμενα υδατορεύματα και συγκεκριμένα σε περιοχές με μικρή ή καθόλου δόμηση. Το δίκτυο ακαθάρτων χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο για την συγκέντρωση και μεταφορά των λυμάτων και των αποβλήτων, ενώ το δίκτυο ομβρίων μόνο για τα ύδατα της βροχής. Τα αστικά λύματα καταλήγουν στον τελικό αποδέκτη μετά από καθαρισμό

στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας, ενώ τα όμβρια καταλήγουν στον τελικό αποδέκτη χωρίς καμία επεξεργασία.

Ενώ στο μικτό σύστημα σε ένα τμήμα του οικισμού υπάρχει το χωριστικό σύστημα και στο υπόλοιπο τμήμα αυτού υπάρχει το παντοροϊκό σύστημα.

2.1.1 Πλεονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος

Μερικά από τα πλεονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος είναι:

- Καλύτερη εποπτεία: Υπάρχει μόνο ένα δίκτυο συνεπώς δεν μπορούν να γίνουν λάθη.
- Μικρότερη δαπάνη κατασκευής και λειτουργίας : Το παντοροϊκό σύστημα είναι συνήθως φθηνότερο από το χωριστικό σύστημα.
- Μικρότερη ένταση χρήσης των διατομών των οδών : Οι διατομές των οδών είναι ήδη αρκετά φορτωμένες με διάφορους αγωγούς και γραμμές καλωδίων. Έτσι δεν είναι πάντα εύκολο να χωρέσουν άλλους δύο αγωγούς.

2.1.2 Μειονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος

Κάποια από τα μειονεκτήματα του παντοροϊκού συστήματος είναι:

- Για λόγους οικονομικούς και λειτουργικούς δεν συνίσταται πρόβλεψη για επεξεργασία μεγαλύτερων ποσοτήτων ομβρίων.
- Κίνδυνος πλημμυρίσματος υπογείων σε περιπτώσεις έντονων βροχοπτώσεων.
- Από τα ανοιχτά φρεάτια συλλογής ομβρίων θα εκλύονται οσμές κατά τις ξηρές περιόδους.
- Σε περίπτωση που υπάρχουν αντλιοστάσια μέσα στο δίκτυο θα υπάρχει αυξημένο κόστος αντλήσεων.

Το παντοροϊκό δίκτυο θεωρείται ως καλή επιλογή :

- σε μικρές επεκτάσεις παλιών παντοροϊκών δικτύων
- σε περιπτώσεις που τα όμβρια απαιτούν επεξεργασία πριν την διάθεση τους.

- σε οικισμούς με πολύ στενούς δρόμους που δεν επιτρέπουν την κατασκευή δύο παράλληλων αγωγών αποχέτευσης (Κουτσογιάννης, 2011).

2.1.3 Πλεονεκτήματα του χωριστικού συστήματος

- Επιτρέπεται η πλήρη επεξεργασία των αγωγών ακαθάρτων , δηλαδή, συγκεντρώνονται στον κύριο συλλεκτήρα τα ακάθαρτα ολόκληρης της πόλης εν συνεχεία οδηγούνται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ) και αργότερα στον τελικό αποδέκτη.
- Στο δίκτυο ομβρίων , οι αγωγοί καταλήγουν σε διαφορετικά σημεία του αποδέκτη ή σε διαφορετικούς αποδέκτες . Αυτό συμβαίνει όταν σχεδιάζεται αποκεντρωτικά έχοντας ως αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση του κόστους , την αποφυγή των αντλήσεων και την μείωση των διατομών.
- Δυνατότητα για σταδιακή κατασκευή του συστήματος . Συνήθως κατασκευάζεται πρώτα το δίκτυο ακαθάρτων που είναι μικρής διατομής και επομένως φθηνότερο και τα όμβρια αφήνονται κάποια χρόνια ελεύθερα στους δρόμους και τα φυσικά υδατορεύματα της πόλης (Κουτσογιάννης, 2011).

2.1.4 Μειονεκτήματα του χωριστικού συστήματος

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

Στην Εικόνα 2 που ακολουθεί δίδεται μία τυπική διαμόρφωση ενός χωριστικού δικτύου συστήματος αποχέτευσης.

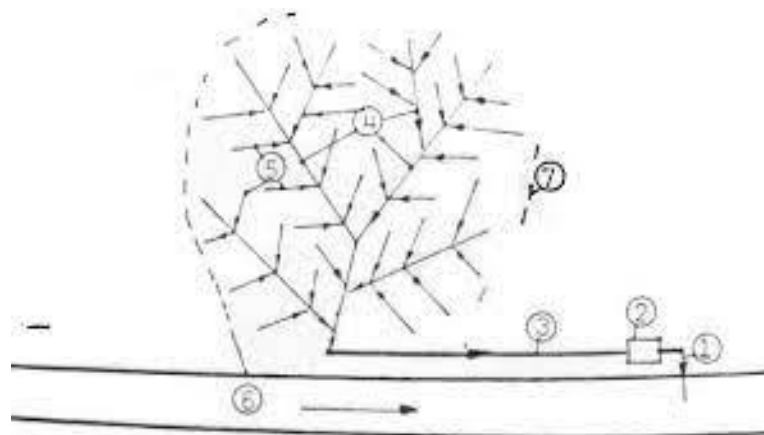


Εικόνα 2: Χωριστικό Σύστημα [Διαδίκτυο 2]

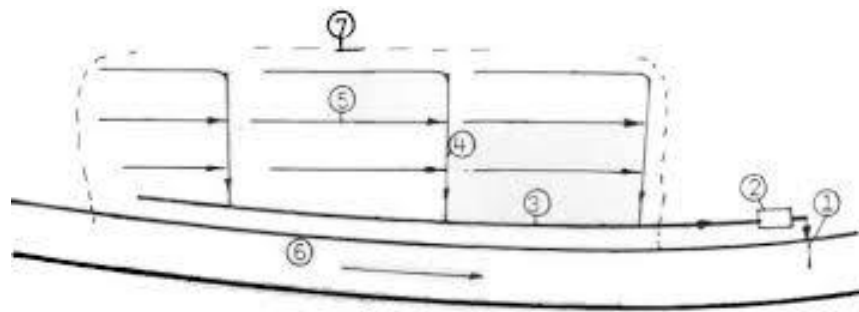
2.2 Τύποι δικτύων υπονόμων

Τα δίκτυα υπονόμων τα χωρίζουμε στους εξής βασικούς τύπους:

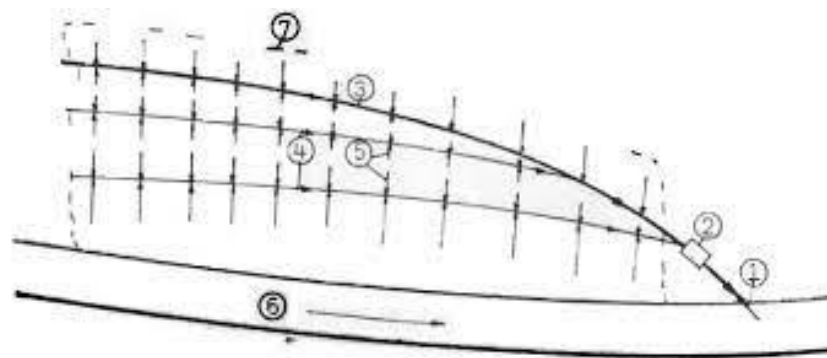
1. Το ακτινωτό (Εικόνα 3)
2. Το εγκάρσιο (Εικόνα 4)
3. Το παράλληλο (Εικόνα 5)



Εικόνα 3: Ακτινωτό δίκτυο υπονόμων [Διαδίκτυο 3]



Εικόνα 4: Εγκάρσιο δίκτυο υπονόμων [Διαδίκτυο 4]



Εικόνα 5: Παράλληλο δίκτυο υπονόμων [Διαδίκτυο 5]

Έργα εκβολής, 2) ΕΕΛ, 3) Κεντρικός συλλεκτήρας, 4) Τοπικοί συλλεκτήρες, 5) Αγωγοί οδών, 6) Ποταμός, 7) Όρια περιοχής αποχέτευσης.

3. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Η διαχείριση ομβρίων στην Ελλάδα αντιμετωπίζεται γενικά σαν δευτερεύουσας σημασίας, σε σχέση με την διαχείριση λυμάτων, την διαχείριση αντιπλημμυρικών έργων και της λειψυδρίας. Ωστόσο, με τον σωστό έλεγχο και την διαχείριση ομβρίων υδάτων θα μπορούσε να βοηθήσει στην αντιμετώπιση και των προηγούμενων θεμάτων. Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες εφαρμόζονται τεχνικές ελέγχου της πηγής, με τις οποίες γίνεται επεξεργασία των ομβρίων, διότι:

- Είναι φθηνότερες από τις μεγάλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας στο τέλος των αγωγών ομβρίων υδάτων.
- Είναι πιο συμβατές με τον φυσικό κύκλο του νερού.
- Καταφέρνουν μείωση της συνολικής απορροής ομβρίων και συνεπώς επιτρέπουν τη δυνατότητα επέκτασης των πόλεων, χωρίς να είναι αναγκαία η κατασκευή έργων εκ νέου, αλλά απλά η επέκταση του υπάρχοντος δικτύου είναι αρκετή.

Παρ' όλα αυτά, η διαχείριση ομβρίων στην Ελλάδα, είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο, και είναι ένα θέμα το οποίο πρέπει να έχει την προσοχή μας.

3.2 Δίκτυα Ομβρίων

Με εξαίρεση τα ιστορικά κέντρα των πόλεων, στην Ελλάδα τα αποχετευτικά δίκτυα είναι χωριστικά. Μόνο οι μεγάλες και αναπτυγμένες πόλεις είχαν την οικονομική δυνατότητα κατασκευής δικτύων αποχέτευσης – έργων υποδομής. Τα αποχετευτικά δίκτυα καταλήγουν απευθείας στην θάλασσα με αποτέλεσμα την αλλοτρίωση του φυσικού περιβάλλοντος.

Η κατασκευή Μονάδων Επεξεργασίας Λυμάτων, ξεκίνησε την δεκαετία του '80 στην Ελλάδα. Οι περισσότερες πόλεις πλέον έχουν πληθυσμό πάνω από 2000 κατοίκους όπου διαθέτουν αποχετευτικό δίκτυο και ΜΕΛ αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις που γίνεται χρήση βόθρων. Προτεραιότητα της χώρας ήταν και είναι μέχρι τώρα η κατασκευή και ολοκλήρωση των αποχετευτικών δικτύων και των ΜΕΛ και όχι τόσο των ομβρίων.

Στην Ελλάδα οι βροχές δεν είναι και πολύ συχνές και οι περισσότερες πόλεις είναι τοποθετημένες σε περιοχές με σημαντική κλίση έτσι η διαχείριση ομβρίων ποτέ δεν αποτέλεσε ούτε κοινωνική ούτε πολιτική προτεραιότητα. Τα δίκτυα ομβρίων – όπου αυτά υπάρχουν – έχουν φτιαχτεί ως μέρος των οδικών δικτύων. Στις περισσότερες πόλεις τα δίκτυα ομβρίων είναι ελλιπή, με αποτέλεσμα να υπερχειλίζουν τα όμβρια στους δρόμους πριν καν προλάβουν να φτάσουν στο σημείο εξόδου. Στην Αθήνα για παράδειγμα μόνο το 40% του απαιτούμενου δικτύου έχει πραγματοποιηθεί.

Από τις αρχές του '90 υπάρχει κάποιο ενδιαφέρον σχετικά με την ρύπανση που μπορεί να προκληθεί από τα όμβρια. Στην Αθήνα, την Πάτρα και αλλού, γίνεται εκτροπή της ροής σε περιόδους χαμηλής βροχόπτωσης ώστε τα όμβρια να καταλήγουν στην ΜΕΛ. Έτσι περιορίζεται και η ρύπανση από παράνομες συνδέσεις. Κατά την διάρκεια των καταιγίδων τα δίκτυα ομβρίων υπερχειλίζουν και καταλήγουν στις λεκάνες απορροής της περιοχής. Ένα ερώτημα που έχει απασχολήσει πολύ είναι αν πρέπει τα όμβρια να επεξεργάζονται σε κάποιο σημείο εξόδου ή κατευθείαν να επεξεργάζονται στην 'πηγή'.

3.3 Οργάνωση δικτύου αποχέτευσης – ομβρίων

Ο όρος αστικοποίηση έχει μια σύνθετη έννοια που αναφέρεται όχι μόνο στην αλλαγή του φυσικού περιβάλλοντος σε δομημένο αλλά και σε τρόπο ζωής και συμπεριφοράς. Η αστικοποίηση (τσιμεντοποίηση) μιας περιοχής αυξάνει τα επιφανειακά νερά από ισχυρές βροχές και έτσι αυξάνεται η συχνότητα και το μέγεθος των πλημμυρών. Οι περισσότερες πόλεις παρουσιάζουν ανεπαρκές δίκτυο απορροής ομβρίων για να καλύψει τα επιφανειακά νερά αφού οι ζώνες πρασίνου που απορροφούν μεγάλο μέρος βροχής είναι λιγότερες σε ποσοστό σε σχέση με τα οδοστρώματα, τα πεζοδρόμια κλπ. που είναι επιφάνειες αδιαπέραστες από το νερό.

Η συχνή μετατροπή των δρόμων σε υδατορεύματα και η δημιουργία πλημμυρών μετά από κάθε ισχυρή βροχή ή καταιγίδα, επιβεβαιώνουν την ανεπάρκεια του δικτύου συλλογής και μεταφοράς των ομβρίων νερών. Η ανεπαρκής παροχτευτική ικανότητα των αγωγών ομβρίων διαπιστώνεται και από την εκροή νερού πολλές φορές από τα καπάκια ελέγχου αυτών στους δρόμους κατά την διάρκεια καταιγίδων. Άλλο ένα

μειονέκτημα του δικτύου ομβρίων είναι και ότι η πυκνότητα των φρεατίων υδροσυλλογής στους δρόμους είναι μικρή σαν αποτέλεσμα να αδυνατούν κατά την διάρκεια των καταιγίδων να διοχετεύσουν την παροχή που δημιουργείται στους υπόγειους αγωγούς ομβρίων. Στις περιπτώσεις αυτές ένα μέρος του νερού ρέει προς τα κατάντη και συμβάλλει στην δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων.

Η πυκνότητα των φρεατίων υδροσυλλογής και των αντίστοιχων επίσκεψης στους πεζόδρομους των πόλεων είναι αυτή που ανταποκρίνεται στα υπολογισμένα μεγέθη των παροχών και απορροών κατά την διάρκεια ισχυρών βροχών και καταιγίδων. Έτσι η στράγγιση των νερών στους πεζόδρομους είναι ταχύτατη και αποφεύγεται η δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων.

3.4 Επιστημονικές Προτάσεις

Η συνήθης πρόταση αναφορικά με το θέμα διαχείρισης των ομβρίων είναι η κατασκευή φραγμάτων για την συγκράτηση υδάτινων μαζών σε ορεινές περιοχές, η εκτροπή των ομβρίων προς τις κοίτες χειμάρρων εκτός αστικής περιοχής και η προστασία αστικοποιημένων γύρω περιοχών. Αυτά είναι και τα μοναδικά αντιπλημμυρικά έργα που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα ως τώρα. Επίσης για την βελτίωση του υπάρχοντος δικτύου ομβρίων μπορεί να γίνετε καθαρισμός των φρεατίων υδροσυλλογής καθώς να γίνεται και έλεγχος του δικτύου για τυχόν προβλήματα μετά από κάθε δυνατή βροχή (Εικόνα 6,7).



Εικόνα 6: Εργασίες ελέγχου και καθαρισμού σχαρών ομβρίων υδάτων και φρεατίων [Διαδίκτυο 6].



Εικόνα 7: Αποχέτευση ομβρίων υδάτων Δήμος Χαλανδρίου [Διαδίκτυο 7].

3.5 Εκτίμηση Παροχών Όμβριων

Το μέγεθος της επιφάνειας της απορροής, ο συντελεστής της επιφάνειας και η ένταση της βροχόπτωσης είναι τα στοιχεία που χρησιμοποιούμε για τον υπολογισμό της παροχής του νερού της βροχής σε ένα δίκτυο ομβρίων.

Οι βασικότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των παροχών στα δίκτυα ομβρίων είναι (Τσόγκας, 1998):

- Η μέθοδος Fantoli , η οποία βασίζεται σε εμπειρικές μεθόδους και τα αποτελέσματα της δεν είναι αξιόπιστα.
- Η μέθοδος Mc. Maths, η οποία είναι απλή αλλά πάλι δεν δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα.
- Η μέθοδος Caquot, τα αποτελέσματα της οποίας είναι πιο αξιόπιστα από τις δύο προηγούμενες.
- Η μέθοδος του μοναδιαίου υδρογραφήματος, η οποία είναι γενική και αποδίδει καλά κυρίως σε φυσικές λεκάνες απορροής.
- Η Ορθολογική μέθοδος, η οποία είναι η πιο απλή και τα αποτελέσματα της κρίνονται ικανοποιητικής ακρίβειας.

4. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΛΥΜΑΤΩΝ

4.1 Ιστορική Αναδρομή

Αρκετοί αρχαίοι πολιτισμοί απομάκρυναν τα λύματα τους μέσω υπονόμων. Σε μία πόλη του Ινδικού πολιτισμού ονόματι Mohenjorado (5000 π.Χ.) βρέθηκαν κατά τις ανασκαφές υπόνομοι κατασκευασμένοι από πλίθα, οι οποίοι χρησίμευαν στην απομάκρυνση των ακαθάρτων από τις οικίες. Ακόμα δίκτυα αποχέτευσης βρέθηκαν στη Βαβυλώνα, στη Σουμερική πόλη Νιπούρ, στο Μινωικό ανάκτορο της Κνωσού (Εικόνα 8) και στην Ακρόπολη της Αθήνας. Στο Μινωικό ανάκτορο της Κνωσού (1950-1500 π.Χ.) ανακαλύφθηκε δίκτυο αποχέτευσης ακαθάρτων λυμάτων και όμβριων υδάτων καθώς και λουτρά, το δίκτυο κατέληγε Ανατολικά της Κνωσού στο Χείμαρρο Καιρατο. Υπήρχαν φρεάτια συντήρησης και επισκέψεως.

Οι αγωγοί καλύπτονταν στην πάνω πλευρά, ήταν κατασκευασμένοι από πήλινα καναλετα ύψους 12εκ. και ήταν ανοιχτής ορθογωνικής διατομής, ενώ για να επιτευχθεί η ένωση τους είχαν τραπεζοειδή κάτοψη. Το δίκτυο λειτουργεί μέχρι και σήμερα κατά την διάρκεια των βροχών.



Εικόνα 8: Δίκτυο αποχέτευσης στην Κνωσό [Διαδίκτυο 8].

Στη Ακρόπολη των Αθηνών βρέθηκαν κομμάτια αγωγών από πηλό (ψημένο). Κατά τον Μεσαίωνα παραμελήθηκε η επιστήμη και κατά συνέπεια η ασχολία με την

αποχέτευση και επικράτησε η θρησκεία σε όλα τα φάσματα της ζωής. Τον Μεσαίωνα παρατηρήθηκε αύξηση των επιδημιολογιών, διότι χρησιμοποιούσαν ελάχιστη ποσότητα νερού για τις καθημερινές ανάγκες και έπαψε να γίνεται χρήση των χώρων υγιεινής. Το ποσοστό δεν μειώθηκε στα νεότερα χρόνια αλλά αυξήθηκε, καθώς παρατηρήθηκε αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις και έλλειψη χώρων υγιεινής και αποχέτευσης στις πολυώροφες οικοδομές. Έτσι τα λύματα έρρεαν στους δρόμους και στις αυλές. Στα μέσα του 19ου αιώνα ξεκίνησε η κατασκευή σύγχρονων συστημάτων (π.χ. στο Αμβούργο το 1842 σχεδιάστηκε το πρώτο δίκτυο), ιδιαίτερη εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι η κατασκευή έργων αποχέτευσης ξεκίνησε με σκοπό να απομακρύνουν τα όμβρια και πως απαγορευόταν στο δίκτυο όμβριων η παροχέτευση ακαθάρτων.

Σύγχρονα συστήματα αποχέτευσης κατασκευάστηκαν με καθυστέρηση στην Ελλάδα . Το κέντρο της Αθήνας διαθέτει ένα από τα παλαιότερα παντοροϊκά δίκτυα και χωριστικά στην περιφέρεια, παραταύτα ένα μεγάλο ποσοστό οικιών εξυπηρετούνται μέχρι και σήμερα με βόθρος. Το 1858 ξεκίνησε η κατασκευή παντοροϊκού συστήματος, ενώ νωρίτερα είχαν δημιουργηθεί μεμονωμένοι υπόνομοι (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Αποχέτευση Αθήνας [Διαδίκτυο 9]

4.2 Κατηγορίες λυμάτων

Με βάση την οδηγία 91/271/ΕΟΚ 21.05.1991 :

- Ως αστικά λύματα χαρακτηρίζονται τα οικιακά λύματα ή τα λύματα που αποτελούνται από οικιακά και βιομηχανικά λύματα ή όμβρια ύδατα.
- Ως οικιακά λύματα χαρακτηρίζονται τα λύματα που προέρχονται από κατοικημένες περιοχές και κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και υπηρεσίες.
- Ως βιομηχανικά λύματα χαρακτηρίζονται εκείνα που απομακρύνονται από χώρους και κτίρια που ασχολούνται με κάποια βιομηχανική ή εμπορική δραστηριότητα και δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια λύματα.

4.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων

Προσδιορίζοντας τα χαρακτηριστικά των λυμάτων αντιλαμβανόμαστε την ισχύ τους.

Με τον όρο ισχύ των λυμάτων αναφερόμαστε συνήθως στο επίπεδο συγκέντρωσης του οργανικού υλικού. Εκτός όμως από το οργανικό υλικό και άλλα συστατικά που περιέχονται στα λύματα παρουσιάζουν ενδιαφέρον όσον αφορά την επεξεργασιμότητα τους και την αναμενόμενη ποιότητα της επεξεργασμένης εκροής (Τσώνης, 2004).

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Φυσικά χαρακτηριστικά
- Χημικά χαρακτηριστικά
- Ανόργανα συστατικά
- Βιολογικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

4.4 Φυσικά χαρακτηριστικά

4.4.1 Στερεά

Διαλυμένα, κολλοειδή και αιωρούμενα μπορεί να είναι τα στερεά που περιέχονται

στα λύματα. Στην υγρή φάση των λυμάτων δεν γίνονται αντιληπτά τα διαλυμένα στερεά τα οποία έχουν πολύ μικρές διαστάσεις (0,01mm). Αντίθετα τα κολλοειδή είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα μέσα στην υγρή φάση, οι διαστάσεις του είναι (0,01-1mm) και σχηματίζουν πολύ μικρές ομάδες που ονομάζονται μικκύλια (= μικρός). Τα αιωρούμενα και τα κολλοειδή στερεά αποτελούν μια ξεχωριστή στερεά φάση και τα αιωρούμενα σε αντίθεση με τα κολλοειδή έχουν μεγαλύτερο μέγεθος. Στα αστικά λύματα προσδιορίζουμε τα ολικά και τα αιωρούμενα στερεά.

Με εξάτμιση της υγρής φάσης γίνεται ο προσδιορισμός των ολικών στερεών, ενώ τα αιωρούμενα στερεά τα προσδιορίζουμε από την μάζα που κρατείται. Η διαφορά μεταξύ των δύο περιεκτικότητων εκφράζει τα διαλυμένα στερεά. Τα στερεά (ολικά και αιωρούμενα) αποτελούνται από δύο επί μέρους ομάδες. Η μία ομάδα αντιστοιχεί σε οργανικό υλικό (πτητικά στερεά) και η άλλη ομάδα σε ανόργανο υλικό (μη πτητικά στερεά). Σε αρκετές περιπτώσεις ισχυρών υγρών βιομηχανικών αποβλήτων η συγκέντρωση οργανικού υλικού αναφέρεται σε όρους πτητικών ολικών στερεών (ΠΟΣ) (Τσώνης, 2004).

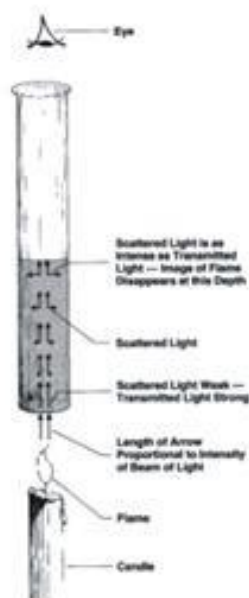
Τύποι ολικών και αιωρούμενων στερεών που υπάρχουν στα αστικά λύματα

- Ολικά στερεά (ΟΣ)
- Πτητικά ολικά στερεά (ΠΟΣ)
- Αιωρούμενα στερεά (ΑΣ)
- Πτητικά αιωρούμενα στερεά (ΠΑΣ)

4.4.2 Θολότητα

Με τον όρο θολότητα εννοούμε την απουσία διαύγειας σε ένα υγρό δείγμα που προκαλείται από τα διάφορα τεμαχίδια οργανικού και ανόργανου υλικού (αιωρούμενα κολλοειδή) τα οποία είναι διασπαρμένα στην υγρή φάση. Οι πρώτες προσπάθειες για τον ποσοτικό προσδιορισμό της θολότητας χρονολογούνται στις αρχές του αιώνα μας που εμφανίστηκε και το πρώτο όργανο μέτρησης της. Το όργανο αυτό επινοήθηκε από τους Whipple και Jackson, αρχικά ονομάστηκε διαφανόμετρο και σήμερα φέρει το όνομα Jackson Candle Turbidimeter (Τσώνης, 2004).

Το θολόμετρο (Εικόνα 10) περιλαμβάνει μία βάση στην οποία τοποθετείται το κερί ώστε η φλόγα να βρίσκεται σε συγκεκριμένο ύψος. Για να υλοποιηθεί η μέτρηση πρέπει να έχουμε αργή απόχυση δείγματος στο εσωτερικό του σωλήνα. Για τα δείγματα με μικρή θολότητα χρησιμοποιείται ένας μακρύτερος γυάλινος σωλήνας, ενώ σε αυτά με την μεγάλη θολότητα χρησιμοποιείται σωλήνας με μικρό μήκος.



Εικόνα 10: Θολόμετρο Jackson [Διαδίκτυο 10]

4.4.3 Χρώμα

Όταν έχει γίνει αφαίρεση των σωματιδίων τα οποία προκαλούν τη θολότητα λέμε ότι έχουμε το πραγματικό χρώμα, ενώ φαινομενικό ονομάζουμε το αρχικό δείγμα. Για κάθε διαφορετική περίπτωση χρειάζεται και η κατάλληλη επιλογή επεξεργασίας. Η μέτρηση του χρώματος γίνεται με οπτική σύγκριση του δείγματος με μια σειρά γνωστών διαλυμάτων.

4.4.4 Οσμή

Η χαρακτηριστική οσμή αντιστοιχεί στο υδρόθειο, για να προκύψει το υδρόθειο πρέπει να μετατραπούν τα θειικά. Η οσμή οφείλεται στην αποικοδόμηση του οργανικού υλικού ή

στα πτητικά συστατικά . Οι αμίνες, η αμμωνία, το υδρόθειο , οι μερκαπτάνες και η σκατόλη είναι οι ουσίες που ευθύνονται για την οσμή.

4.4.5 Θερμοκρασία

Στο δίκτυο υπονόμων είναι μεγαλύτερη η θερμοκρασία από του νερού ύδρευσης.

4.5 Χημικά συστατικά

Τα χημικά συστατικά μας δείχνουν ένα μεγάλο αριθμό των χημικών ενώσεων που περιέχονται στα αγαθά που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος, καθώς και τις ουσίες που αποβάλλει ο ανθρώπινος οργανισμός. Οι Πρωτεΐνες περιέχουν σημαντικό ποσοστό αζώτου και αποτελούν τις βασικές μονάδες της ζωής. Οι Ινώδες πρωτεΐνες είναι αδιάλυτες και παρατηρούνται στα λύματα ως αιωρούμενα ή κολλοειδή. Οι Υδατάνθρακες περιέχουν άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο. Το οξυγόνο και το υδρογόνο υπάρχουν στην ίδια αναλογία όπως και στο νερό.

Τα λίπη, έλαια και γράσα εντάσσονται στην κατηγορία των λιπιδίων. Εστέρες της γλυκερίνης και των λιπαρών οξέων είναι τα λίπη και τα έλαια. Τα τριγλυκερίδια είναι υγρά και ονομάζονται έλαια ενώ τα στερεά ονομάζονται λίπη. Τα γράσα είναι εστέρες των λιπαρών οξέων. Το ανόργανο υλικό περιέχει το ανόργανο υλικό που υπάρχει στο νερό κι αυτό που μεταφέρθηκε κατά την παραγωγή των λυμάτων.

4.6 Ανόργανα συστατικά

Τα λύματα περιέχουν όλα τα συστατικά του νερού και κάποια επιπλέον κατά την παραγωγή τους. Το αμμωνιακό άζωτο , το οργανικό άζωτο και το οξειδωμένο άζωτο μας βοηθούν να καταλάβουμε την ποιότητα των αστικών λυμάτων και των υγρών αποβλήτων. Στο πόσιμο νερό και στα λύματα συναντάμε τα θειικά. Όταν είναι μεγάλος ο υδραυλικός χρόνος παραμονής των λυμάτων στους υπονόμους δημιουργείται το υδρόθειο, το οποίο προκαλεί προβλήματα διάβρωσης.

4.7 Βιολογικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Για να διαχειριστούμε ορθά τα λύματα θα πρέπει να γνωρίζουμε τα βιολογικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά τους. Διάφοροι παθογόνοι μικροοργανισμοί μεταφέρονται στα λύματα μέσω ούρων και κοπράνων ασθενών ανθρώπων. Αν ο άνθρωπος προβεί σε πόση νερού που έχει μολυνθεί θα προκληθούν διάφορες ασθένειες. Πέρα από τους παθογόνους μικροοργανισμούς υπάρχουν και τα κολοβακτήρια τα οποία αποτελούν έναν μεγάλο αριθμό και ο προσδιορισμός τους είναι πιο εύκολος απ' ό τι στους παθογόνους μικροοργανισμούς.

4.8 Σύνθεση λυμάτων

Κάνοντας χρήση φυσικών, χημικών και βιολογικών διεργασιών μπορούμε να προσδιορίσουμε την σύνθεση των λυμάτων.

4.9 Εκτίμηση Παροχών ακαθάρτων

Υπάρχουν δύο παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα των ακαθάρτων. Ο ένας είναι ο πληθυσμός και ο άλλος η ποσότητα που δαπανούν οι κάτοικοι. Ένα μεγάλο ποσοστό χάνεται μέσα στους αγωγούς (υπολογίζεται ως το 80%).

Στην Ελλάδα θεωρούμε ότι ο κάθε κάτοικος καταναλώνει περίπου 150-200 λίτρα ανά ημέρα.

Αν υποθέσουμε ότι έχουμε μια πόλη με 20000 κατοίκους σε 1/s και ο κάθε κάτοικος καταναλώνει 200 l/s την ημέρα θα βρούμε την παροχή:

$$Q = \frac{20000 * 200 * 0.8}{86400} = 37.03l / s$$

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

5.1 Η Ορθολογική Μέθοδος

Ο προσδιορισμός της μέγιστης παροχής καλούμενη και παροχή σχεδιασμού είναι το πρώτο βήμα στο σχεδιασμό των αγωγών ομβρίων. Στην χρήση δεδομένων βροχοπτώσεων βασίζονται έμμεσα ή άμεσα όλες οι σύγχρονες τεχνικές προσδιορισμού παροχών ομβρίων. Η ορθολογική μέθοδος συσχετίζει την παροχή απορροής, με την ένταση της βροχόπτωσης, την επιφάνεια της λεκάνης απορροής και έναν συντελεστή που παραμετροποιεί την συνδυασμένη επίδραση λιμνασμού, διήθησης και εξάτμισης. Ο συνολικός όγκος νερού που πέφτει σε μια αποχετευόμενη επιφάνεια εμβαδού $A [L^2]$ ανά μονάδα χρόνου $t [T]$, εξαιτίας βροχοπτώσεων με σταθερή ένταση $i [LT^{-1}]$, δίδεται από την εξίσωση:

$$Q_{ολ} = i \cdot A$$

Από το συνολικό όγκο νερού ένα τμήμα θα χαθεί λόγω εξάτμισης, διήθησης και λιμνασμού. Ο πραγματικός όγκος που εμφανίζεται σαν επιφανειακή απορροή μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

Όπου C είναι ο συντελεστής απορροής, δηλαδή το ποσοστό της βροχόπτωσης που εμφανίζεται σαν επιφανειακή απορροή.

Για την εφαρμογή της μεθόδου λαμβάνονται οι παρακάτω παραδοχές (Ευστρατιάδης και Κουτσογιάννης, 2014):

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

5.2 Εκτίμηση του συντελεστής απορροής

Ο συντελεστής απορροής C μιας επιφάνειας δεν παραμένει σταθερός, αλλά αυξάνει κατά την διάρκεια της βροχόπτωσης. Ο συντελεστής απορροής συσχετίζεται με την διάρκεια της βροχόπτωσης και έτσι έχουμε για αδιαπέρατες επιφάνειες:

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

Για την περίπτωση διαπερατών επιφανειών:

$$C = 0.3 \cdot t / (20 + t)$$

Όπου, ο χρόνος t εκφράζει την διάρκεια της βροχόπτωσης σε λεπτά. Για την καλύτερη 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, χλόη κλπ.
2. Πολλαπλασιάζεται το ποσοστό του κάθε τύπου επιφάνειας με τον αντίστοιχο συντελεστή απορροής, C .
3. Αθροίζονται κατόπιν τα γινόμενα.

Τυπικές τιμές του συντελεστή απορροής C που χρησιμοποιούνται συνήθως για διάφορες επιφάνειες που αποστραγγίζονται κατά την διάρκεια της βροχόπτωσης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1: Συντελεστής απορροής για διάφορους τύπους επιφανειών (από Steel and McGhee, 1979

Είδος επιφάνειας	Συντελεστής C
Υδατοστεγείς στέγες	0,70 – 0,95
Ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι	0,85 – 0,90
Δρόμοι από σκυρόδεμα	0,80 – 0,95
Πλακόστρωτοι δρόμοι και μονοπάτια	0,75 – 0,85
Λιθόστρωτοι 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

Συνήθως, χρησιμοποιούνται τιμές από 0,7 έως 0,9 για πυκνοδομημένες περιοχές, 0,5 έως 0,7 για αστικές περιοχές κοντά σε πυκνοκτισμένες ζώνες, 0,25 έως 0,5 για περιοχές κατοικίας με σπίτια και πανταχόθεν ελεύθερο σύστημα δόμησης και 0,15 έως 0,25 για προαστιακές περιοχές με λίγα κτήρια.

Τυπικές τιμές του συντελεστή C για περιοχές διαφορετικών χρήσεων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Συντελεστής απορροής για διάφορους τύπους χρήσεως γης (Steel and McGhee,1979)

Περιγραφή περιοχής	Συντελεστής C
Περιοχή εργασίας - εμπορίου	
Εμπορικό κέντρο	0,70 – 0,95
Συνοικιακή περιοχή	0,50 – 0,70
Περιοχή κατοικιών (αστική)	
Μονοκατοικίες	0,30 – 0,50
Διώροφα κτήρια – ελεύθερη δόμηση	0,40 – 0,60
Διώροφα κτήρια συνεχές σύστημα δόμησης	0,60 – 0,75
Περιοχή κατοικιών (προάστια)	0,25 – 0,40
Πολυκατοικίες	0,50 – 0,70
Βιομηχανική περιοχή	
Ελαφρά βιομηχανία	0,50 – 0,80
Βαριά βιομηχανία	0,60 – 0,90
Πάρκα, κοιμητήρια	0,10 – 0,25
Παιδικές χαρές - γήπεδα	0,20 – 0,35
Σιδηροδρομική περιοχή (γραμμές – σταθμοί)	0,20 – 0,40
Αναξιοποίητες περιοχές	0,10 – 0,30

Η ορθολογική μέθοδος δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για μεγάλες εκτάσεις ούτε για περιοχές που περιλαμβάνουν σημαντικές επιφάνειες όπου παρατηρείται επιφανειακή αποθήκευση νερού. Η τεχνική χρησιμοποιείται για αστικές περιοχές που γενικά δεν ξεπερνούν σε έκταση τα 5 km². Για επιφάνειες μεγαλύτερες των 5 km² άλλες μέθοδοι είναι πιο κατάλληλες (Steel and McGhee,1979).

5.3 Η παροχή της βροχόπτωσης

Η παροχή της βροχόπτωσης, εξαρτάται, από τον συντελεστή παροχής, C , και από διάφορους άλλους παράγοντες. Όταν η επιφάνεια είναι πολύ ξηρή μετά από μακροχρόνια ξηρασία, ή όταν στην αρχή της βροχόπτωσης το δίκτυο είναι ακόμα κενό, παρατηρούνται μικρότερες παροχές από αυτές που υπολογίζονται. Αντίθετα, η απορροή της βροχής είναι μεγαλύτερη όταν το έδαφος είναι ήδη υγρό. Λόγω απωλειών σε διακλαδώσεις και συνδέσεις του δικτύου και λόγω διηθήσεων μέσω μη επιστρωμένων επιφανειών, το νερό της βροχής φτάνει στην αποχέτευση μόνο μετά από δυνατή βροχόπτωση. Η επιφανειακά ανοιγμένη παροχή του νερού που εξατμίζεται ανέρχεται σε $0,4 - 1,4 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$. Επίσης όταν το έδαφος έχει μεγάλη κλίση, αυξάνεται η απορροή των νερών της βροχής. (Martz, 1989).

5.4 Χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης απορροής

Όταν βρέχει σε μια έκταση που εξυπηρετείται από ένα δίκτυο ομβρίων, η απορροή γίνεται από στέγες, αυλές και δρόμους προς τους παρόδιους αύλακες, και καταλήγει στα φρεάτια υδροσυλλογής που αποτελούν τις εισόδους στον υπόνομο. Αυτή η διαδρομή απαιτεί αρκετό χρόνο. Είναι κατανοητό ότι οι επιφάνειες που βρίσκονται κοντά στις εισόδους του υπονόμου θα συμβάλλουν στην ροή γρήγορα, σε αντίθεση με τις απομακρυσμένες επιφάνειες.

Η μέγιστη απορροή όμβριων για δεδομένη ένταση βροχόπτωσης παρατηρείται όταν η βροχόπτωση συνεχίζεται για την χρονική περίοδο ίση ή μεγαλύτερη από τον χρόνο που απαιτείται ώστε τα όμβρια να φτάσουν στην είσοδο του υπονόμου από το πιο απομακρυσμένο υδραυλικά σημείο της αποχετευόμενης έκτασης. Ο απαιτούμενος χρόνος για την ανάπτυξη της μέγιστης απορροής ονομάζεται χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης και συμβολίζεται συνήθως t_c .

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 969, 1974) η εκτίμηση του χρόνου συγκέντρωσης μπορεί να βρεθεί από την σχέση του Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{AZ}}$$

Όπου t_c : ο χρόνος συγκέντρωσης της λεκάνης (h)

A: η επιφάνεια της λεκάνης απορροής σε km^2

L: το μήκος της κύριας μισγάγγειας σε km

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

Αυτή η σχέση είναι πιο διαδεδομένη στην ελληνική πρακτική.

Στην Εικόνα 11 δίδεται περιγραφή της λεκάνης απορροής.



Εικόνα 11: Λεκάνη απορροής [Διαδίκτυο 11]

5.5 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 επιφάνεια της λεκάνης που συνεισφέρει. Συνεπώς, η ένταση της βροχόπτωσης σχεδιασμού είναι αυτή που αντιστοιχεί σε χρονικό παράθυρο παρατήρησης ίσο με το χρόνο συγκέντρωσης, η οποία και προκαλεί την μέγιστη απορροή. Επομένως, ο μελετητής ενός δικτύου ομβρίων χρειάζεται την συναρτησιακή σχέση που συνδέει την διάρκεια βροχόπτωσης, την αναμενόμενη ένταση αυτής, και τη συχνότητα παρατήρησης

του φαινομένου. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση μίας βροχόπτωσης συγκεκριμένης διάρκειας, τόσο μικρότερη είναι η συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου. Οι εν λόγω συναρτησιακές σχέσεις είναι γνωστές ως όμβριες καμπύλες, και εξαρτώνται από την υδροκλιματολογία της περιοχής μελέτης.

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

- Υπερβολική: $i = \frac{C}{t+B}$
- Εκθετική: $i = \frac{C}{t^b}$
- Μικτές: $i = \frac{C}{(t+B)^b}$

Οι εξισώσεις μπορεί να έχουν και τη γενική μορφή (Αναστασίου, 1997):

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

όπου i είναι η ένταση της βροχόπτωσης σε mm/hr.

t είναι η διάρκεια της βροχής σε mm

A , B , b και e είναι εμπειρικές σταθερές.

5.6 Χρήση των ομβρίων καμπυλών για τον σχεδιασμό δικτύων αποχέτευσης

Το δίκτυο ομβρίων έχει ως σκοπό τη συλλογή και απομάκρυνση των υδάτων που απορρέουν κατά την διάρκεια ενός γεγονότος βροχής. Για τον επιτυχή σχεδιασμό του πρέπει να προσδιορίσουμε τη διάρκεια, τη συχνότητα και την ένταση της βροχής. Η διάρκεια βροχόπτωσης είναι ίση με το χρόνο συγκέντρωσης της αποχετευόμενης λεκάνης. Ο χρόνος συγκέντρωσης μαζί με την περίοδο επαναφοράς σχεδιασμού χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της έντασης βροχόπτωσης με χρήση των όμβριων καμπυλών.

Σχετικά με την επιλογή κατάλληλης περιόδου επαναφοράς σχεδιασμού T σε έτη επισημαίνονται τα ακόλουθα (Λαγγούσης και Φουρνιώτης, 2020):

- Είναι αντιστρόφως ανάλογη της συχνότητας υπέρβασης της βροχόπτωσης σχεδιασμού.
- Η συχνότητα λειτουργικών αστοχιών του δικτύου (δηλ. υπερπλήρωση αγωγών, πλημμύρισμα φρεατίων, οδών και υπογείων) είναι αντιστρόφως ανάλογη της περιόδου επαναφοράς που επιλέγεται για τον σχεδιασμό.
- Το κόστος κατασκευής του σχεδιασμένου υπονόμου είναι αύξουσα συνάρτηση της περιόδου επαναφοράς σχεδιασμού αυτού. Συνήθως περίοδοι επαναφοράς για κατοικημένες περιοχές κυμαίνονται από 2 – 5 έτη και για εμπορικές περιοχές από 10 – 15 έτη.

Εξειδικεύοντας, για υπονόμους ομβρίων σε προαστιακές περιοχές, επιλέγεται συνήθως περίοδος επαναφοράς $T = 2 - 15$ έτη, με πιο συνήθη αναφορά τα 5 έτη, ενώ για εμπορικές και υψηλής οικονομικής αξίας περιοχές, η περίοδος επαναφοράς σχεδιασμού κυμαίνεται από 10 έως 50 έτη, και εξαρτάται από την εκάστοτε οικονομική τεκμηρίωση. Για έργα μεγάλης κλίμακας ή/και σημαντικής αντιπλημμυρικής σημασίας οι περίοδοι επαναφοράς είναι μεγαλύτερες ή ίσες των 50 ετών. Για την επιλογή της περιόδου επαναφοράς, γίνεται διάκριση και μεταξύ των κλάδων του υπονόμου. Έτσι για πρωτεύοντες ή κύριους κλάδους, η περίοδος επαναφοράς σχεδιασμού λαμβάνεται συνήθως ίση με 10 έτη, ενώ για δευτερεύοντες περιορίζεται στα 5 έτη.

Σε αντιπλημμυρικά έργα όπως η διευθέτηση υδατορευμάτων που διέρχονται μέσα από αστικές περιοχές, επιλέγονται αρκετά μεγαλύτερες περίοδοι επαναφοράς σχεδιασμού ($T = 100 - 500$ έτη) γιατί τυχούσα λειτουργική αστοχία αυτών των έργων μπορεί να προκαλέσει απώλειες ανθρώπινων ζώων, και καταστροφές στο δομημένο περιβάλλον. (Κουτσογιάννης, 1993).

Μετά την επιλογή της περιόδου επαναφοράς σχεδιασμού και τον προσδιορισμό του χρόνου συγκέντρωσης μπορεί να εκτιμηθεί η ένταση της βροχόπτωσης σχεδιασμού βάσει των ομβρίων καμπυλών της περιοχής. Εν συνεχεία, η προσδιορισθείσα ένταση χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της παροχής σχεδιασμού του υπό μελέτη τμήματος του υπονόμου, με χρήση κάποιας μεθόδου αναγωγής της βροχόπτωσης σε απορροή.

6. ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΤΩΝ ΥΠΟΝΟΜΩΝ

6.1 Συνθήκες Ροής

6.1.1 Εξίσωση Chezy

Στην πραγματικότητα η ροή στο δίκτυο αποχέτευσης είναι μη μόνιμη, με παροχές που αλλάζουν διαρκώς. Όμως στον υδραυλικό υπολογισμό των δικτύων αποχέτευσης γίνεται η παραδοχή της μόνιμης ομοιόμορφης ροής (Τσακίρης, 2010). Το νερό που κινείται προς τα κατάντη μέσα σε έναν αγωγό είναι λόγω βαρύτητας. Η ταχύτητα του θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε το διαθέσιμο φορτίο να καταναλώνεται στην υπερνίκηση της τριβής.

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

Βάση όλων αυτών η εξίσωση Chezy μας βοηθάει να βρούμε την ταχύτητα:

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

Όπου: V: ταχύτητα

C: συντελεστής ο οποίος βρίσκεται από την εφαρμογή του τύπου του BAZIN:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

Με τιμή του συντελεστή $\gamma=0.25$ για αγωγούς ακαθάρτων και

R: υδραυλική ακτίνα

S: Κλίση της επιφάνειας του υγρού

6.1.2 Darcy - Weisbach

Με βάση την εξίσωση της συνέχειας :

$$Q = AU$$

Όπου: Q είναι η παροχή σε m³ /sec

A είναι το εμβαδόν σε m²

U είναι η μέση ταχύτητα ροής στην διατομή σε m/sec

Darcy- Weisbach

1) Γραμμικές απώλειες
$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g}$$

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

Όπου: h: γραμμικές απώλειες (m)

h_r : τοπικές απώλειες (m)

f: συντελεστής γραμμικών απωλειών

k: συντελεστής τοπικών απωλειών

L: μήκος αγωγού (m)

D: διάμετρος αγωγού (m)

6.1.3 Υπολογισμός κατά Manning - Kutter

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

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

Η εξίσωση του Manning προκύπτει από την εξίσωση Chezy αν τεθεί:

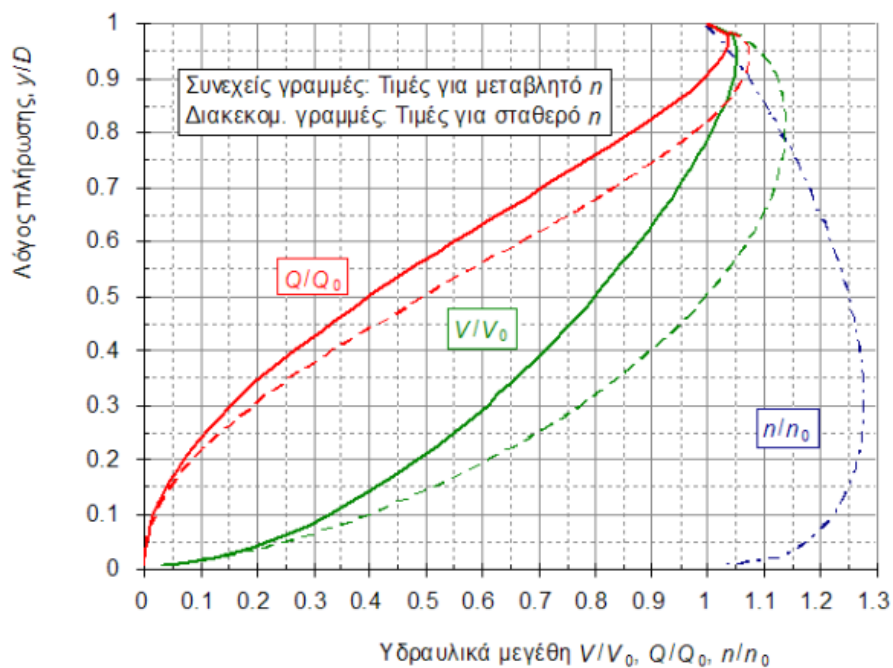
$$C = \left(\frac{1}{n}\right)R^{\frac{1}{6}}$$

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

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

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

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



Εικόνα 12: Διάγραμμα υπολογισμού των λόγων Q/Q_0 , V/V_0 και n/n_0 συναρτήσει του λόγου πλήρωσεως y/D του κυκλικού αγωγού [Διαδίκτυο 12]

6.1.4 Υπολογισμός κατά Prandtl - von Karman - Colebrook

Χρησιμοποιείται βάση του αριθμού Reynolds $Re = \frac{uD}{\nu}$, όπου ν είναι κινηματικό ιξώδες

(m^2/sec), ο οποίος δίνει την φύση της ροής:

$Re < 2320 \rightarrow$ στρωτή ροή

$Re > 2320 \rightarrow$ τυρβώδη ροή

6.2 Ομοιόμορφη Ροή

Με τον όρο ομοιόμορφη ροή καλείται η ροή που εισέρχεται σε έναν αγωγό με σταθερό ρυθμό δηλαδή το βάθος και η μέση ταχύτητα έχουν σταθερό τιμή σε όλο το μήκος του

αγωγού $\frac{\partial \bar{v}}{\partial s} = 0$, σε μια ορισμένη χρονική στιγμή.

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

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

6.3 Κυκλικό Αγωγό με ομοιόμορφη ροή

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

Για αγωγούς που δεν ρέουν πλήρης είναι απαραίτητος ο καθορισμός της ταχύτητας και του βάθους ροής. Η εικόνα 12 μας επιτρέπει το γρήγορο υπολογισμό των υδραυλικών

στοιχείων κυκλικών διατομών που δεν ρέουν πλήρως. Τα διαγράμματα αυτά όμως δίνουν προσεγγιστικά αποτελέσματα ιδιαίτερα για μεγάλες ταχύτητες , επομένως πρέπει να προσθέσουμε ένα συντελεστή ασφαλείας. Αν το βάθος ροής είναι μικρότερο του 78% η ταχύτητα μειώνεται , ενώ για μεγαλύτερα βάθη από το 78% στην αρχή αυξάνεται και μετά μειώνεται.

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

7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

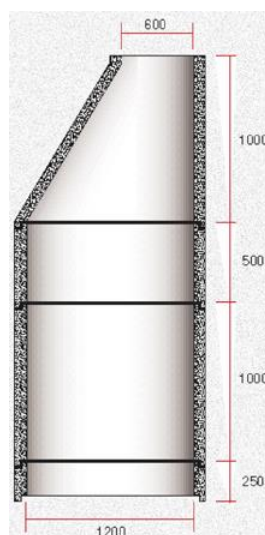
7.1 Φρεάτια

7.1.1 Φρεάτια επίσκεψης ακαθάρτων και ομβρίων

Τοποθετούνται σε θέσεις αλλαγής διαμέτρου, σε αλλαγή κλίσης και σε αλλαγή κατεύθυνσης. Τα φρεάτια επίσκεψης (Εικόνα 13) ωφελούν στον καθαρισμό, αερισμό των αγωγών καθώς και για παρακολούθηση της ροής. Σε αγωγούς βαρύτητας η απόσταση στην οποία τοποθετούνται τα φρεάτια επίσκεψης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 100m, συνήθως μεταξύ 70m και 80m. Τα φρεάτια πρέπει να έχουν στον πυθμένα κλίση προς ένα βαθύ σημείο όπου πρέπει να προβλέπεται φρεάτιο εκκένωσης με χρήση αντλίας σε περιπτώσεις βλάβης. Τα φρεάτια επίσκεψης αποτελούνται από τα εξής επιμέρους τμήματα: πυθμένα, κύριο τμήμα, λαιμό και σκέπαστρο φρεατίου (Χατζηαγγέλου 2002).

Τα φρεάτια επίσκεψης αποτελούνται από τα ακόλουθα μέρη:

- Τον πυθμένα
- Το κύριο τμήμα
- Τον λαιμό
- Το σκέπαστρο



Εικόνα 13: Φρεάτιο επίσκεψης [Διαδίκτυο 13]

7.1.2 Φρεάτια συμβολής

Έτσι ονομάζουμε τα φρεάτια που κατασκευάζονται σε κάθε συμβολή των αγωγών του δικτύου, προκειμένου οι μικρότεροι υπόνομοι να στείλουν τα ύδατα σε μεγαλύτερους. Περιλαμβάνονται στην κατηγορία των φρεατίων επισκέψεως, γιατί επιτρέπουν την κάθοδο προσωπικού στον πυθμένα τους με σκοπό τον έλεγχο, τον καθαρισμό κλπ. Η κατασκευή τους είναι απαραίτητη, γιατί χωρίς αυτά θα ήταν αδύνατη η κατάληξη δυο ή περισσοτέρων αγωγών σε ένα μεγαλύτερο, χωρίς κακοτεχνίες και δυσμενείς συνέπειες για την ροή. Στον πυθμένα αυτών των φρεατίων κατασκευάζονται αυλάκια, κατάλληλα διαμορφωμένα ώστε να διευκολύνεται η ροή του ύδατος από τους συμβάλλοντες αγωγούς στον αποδέκτη τους, χωρίς στροβιλισμούς (Μάρκου & Παναγιωτοπούλου, 2008).

7.1.3 Φρεάτια πτώσης

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

7.1.4 Φρεάτια καθαρισμού

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

7.1.5 Σίφωνες

Στα αποχετευτικά δίκτυα παρουσιάζεται, σε ορισμένες περιπτώσεις, η ανάγκη κατασκευής αγωγού, σε μικρό τμήμα αυτού, υπό την μορφή ανεστραμμένου σίφωνου. Η ανάγκη της κατασκευής αυτής παρουσιάζεται σε περιπτώσεις διασταυρώσεων και στο ίδιο ύψος με διάφορα εμπόδια, όπως υπόγειες σήραγγες, αγωγοί ύδρευσης, άλλοι υπόνομοι κλπ. Στο σίφωνα, ο οποίος λειτουργεί υπό πίεση, η ταχύτητα ροής δεν πρέπει να είναι πιο μικρή από 1,0 m/s για την αποφυγή αποθέσεων στερεών υλικών. Ο κλάδος ανόδου δεν πρέπει να έχει μεγάλη κλίση, γιατί ο σίφοντας τότε λειτουργεί καλύτερα και δεν κινδυνεύει από έμφραξη. Επίσης πρέπει να γίνονται φρεάτια, εφοδιασμένα με υδροφρακτικά φράγματα, για τον έλεγχο και καθαρισμό του σιφώνος (Μάρκου & Παναγιωτοπούλου, 2008).

7.2 Αγωγοί δικτύου αποχέτευσης

Οι αγωγοί κατασκευάζονται σε σήραγγα ή σε σκάμμα. Για να υλοποιηθεί η κατασκευή τους χρειάζεται εκσκαφή, εγκατάσταση, επίχωση, ανακατασκευή του οδοστρώματος και των πεζοδρομίων. Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια να μην ξηλώνονται οι υποδομές, για αυτό τον λόγο κατασκευάζονται δύο φρεάτια επίσκεψης ένα στην αρχή και ένα στο τέλος του αγωγού και από το ένα φρεάτιο με τη διαδικασία της σταδιακής προώθησης ο αγωγός φτάνει στο άλλο φρεάτιο (Ιωσηφίδης, 2010). Για τις συνήθεις διατομές και συνθήκες κατασκευής, οι αγωγοί αποχέτευσης κατασκευάζονται με προκατασκευασμένους σωλήνες, κατά κανόνα κυκλικής διατομής. Για τις περιπτώσεις πολύ μεγάλων διατομών οι αγωγοί κατασκευάζονται επί τόπου από ειδικά συνεργεία (Τσακίρης, 2010). Με βάση την χημική σύσταση των υγρών επιλέγεται και η κατάλληλη επιλογή υλικού. Με το πέρασμα των χρόνων παρατηρείτε μια αλλαγή στη σύνθεση των βιομηχανικών και των οικιακών λυμάτων, με αποτέλεσμα να είναι πιθανή μια διάβρωση.

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

- Διάρκεια ζωής και εμπειρία από χρήση συγκεκριμένου υλικού

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

7.2.1 Αργιλοπυριτικοί σωλήνες

Τα παλαιότερα χρόνια ήταν ευρέως διαδεδομένη η χρήση τους και η εφαρμογή. Το συγκεκριμένο υλικό έχει φυσική αντοχή και αντέχει και στην φυσική διάβρωση. Πλέον όμως δεν χρησιμοποιείται διότι είναι εύθραυστα κατά την μεταφορά τους και δεν αποτελεί οικονομικό υλικό.

7.2.2 Σωλήνες από σκυρόδεμα

Οι σωλήνες από σκυρόδεμα (Εικόνα 14) χρησιμοποιούνταν κυρίως για τα όμβρια. Χάρης την βελτίωση των μεθόδων παραγωγής ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται και στα ακάθαρτα λύματα. Βιομηχανικά παράγονται οπλισμένοι με μεγάλες διαμέτρους (400-1200mm) και άοπλοι για μικρές. Όπως το κάθε υλικό έτσι και αυτό παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Τα πλεονεκτήματα είναι:

- Το κόστος
- Ευκολία κατασκευής
- Δυνατότητα δημιουργίας μεγάλου εύρους αντοχής.

Τα μειονεκτήματα:

- Το μεγάλο βάρος των σωλήνων
- Το πλήθος των αρμών καθώς και

- Η μικρή αντοχή στη διάβρωση από διάφορες χημικές ουσίες όπως είναι το θείο (S), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οι οποίες βρίσκονται στα λύματα
- Η στεγανότητα των τοιχωμάτων των σωλήνων επιτυγχάνεται πολύ δύσκολα και η αντοχή στη μηχανική φθορά από το «σύρσιμο» της άμμου που προκαλείται από την ροή είναι μικρή (Χατζηαγγέλου, 2002).



Εικόνα 14: Σωλήνες από σκυρόδεμα [Διαδίκτυο 14]

7.2.3 Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο

Παράγεται με ανάμειξη τσιμέντου και των ινών αμιάντου, οι οποίες δίνουν εφελκυστική αντοχή στο υλικό. Οι σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο (Εικόνα 15) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για υπονόμους και στην Ελλάδα τις δεκαετίες του '70 και του '80 σε τυποποιημένα μήκη των 5.0 m και σε διάμετρο από 20 cm έως 100 cm. Τα πλεονεκτήματα τους είναι το μικρό βάρος σε αντίθεση με τους σωλήνες από σκυρόδεμα, με αποτέλεσμα την πιο εύκολη τοποθέτησή τους, μεγάλο εύρος αντοχής και διαμέτρων καθώς και το κόστος τους. Τα μειονεκτήματα των σωλήνων αυτών είναι η χημική διάβρωση του υλικού. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί πως η χρήση ινών αμιάντου είναι πολύ επικίνδυνες για την υγεία καθώς ο αμιάντος είναι ένα υλικό επιβλαβές για την υγεία του ανθρώπου και των ζώων καθώς προκαλεί όγκους (Χατζηαγγέλου, 2002).



Εικόνα 15: Σωλήνα από αμιαντοσιμέντο [Διαδίκτυο 15]

7.2.4 Πλαστικοί σωλήνες (PVC)

Το 1970 ξεκίνησαν να κατασκευάζονται στην Ελλάδα οι πλαστικοί σωλήνες από PVC (Εικόνα 16). Έχουν μήκος 6m και συνδέονται μέσω ενός ελαστικού δαχτυλίου, η διάμετρος τους είναι 200 - 1200mm.

Τα πλεονεκτήματά τους:

- Μικρό βάρος
- Άθραυστοι
- Ικανοποιητική στεγανότητα
- Μεγάλη αντοχή σε χημική διάβρωση
- Εύκολοι στην χρησιμοποίησή τους

Τα μειονεκτήματά τους:

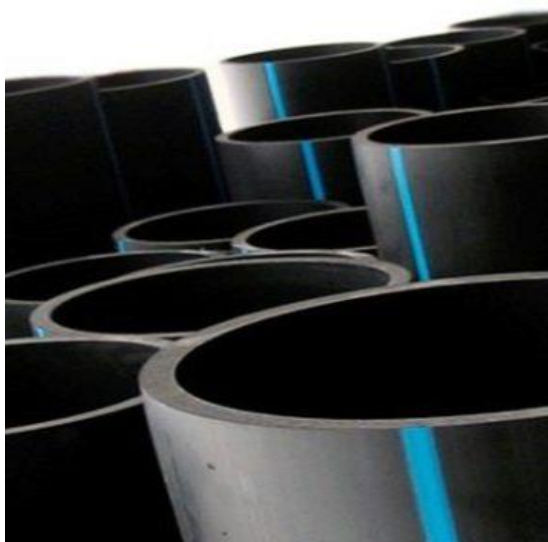
- Ευαισθησία σε μηχανική κατάποση και στην ηλιακή ακτινοβολία διότι τα τοιχώματά τους είναι λεπτά και έτσι είναι δυνατή η παραμόρφωσή των αγωγών (Χατζηαγγέλου, 2002).



Εικόνα 16: Πλαστικοί σωλήνες PVC [Διαδίκτυο 16]

7.2.5 Σωλήνες από PEHD

Οι σωλήνες από PEHD (Εικόνα 17) κατασκευάζονται από σκληρό πολυαιθυλένιο, έχουν καλύτερη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις σε σύγκριση με τους πλαστικούς σωλήνες PVC και είναι ακριβότεροι. Χρησιμοποιούνται μόνο για καταθλιπτικούς αγωγούς.

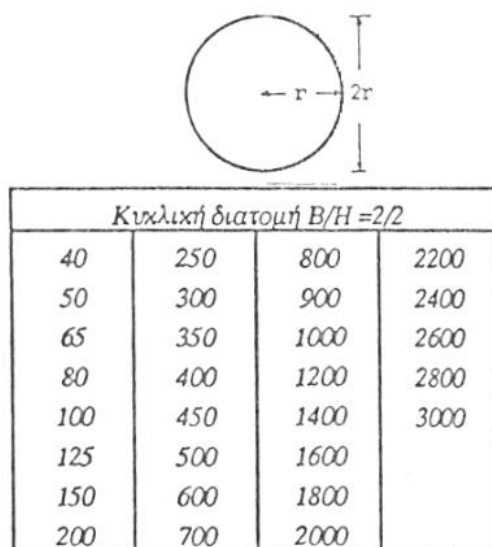


Εικόνα 17: Σωλήνες PEHD [Διαδίκτυο 17]

7.3 Διατομές αγωγών

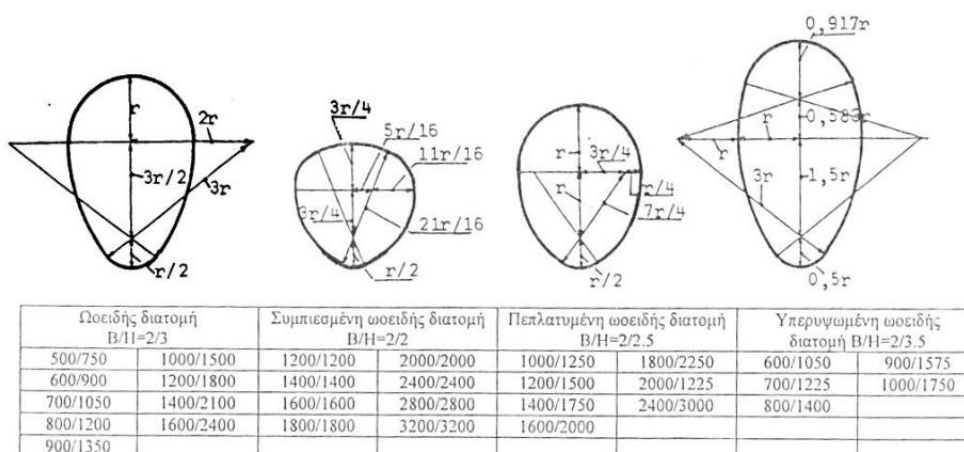
Υπάρχουν 4 κατηγορίες διατομών:

1. Κυκλική: είναι η πιο διαδεδομένη διατομή, υπάρχουν ελάχιστες απώλειες διότι η περίμετρος της βρεχόμενης επιφάνειας είναι μικρότερη (Εικόνα 18).



Εικόνα 18: Κυκλική διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 18]

2. Ωσειδής: Λόγω του μεγάλου βάθους αποφεύγονται τα φερτά στον πυθμένα. Η συγκεκριμένη διατομή χρησιμοποιείται σε σπάνιες περιπτώσεις (Εικόνα 19).



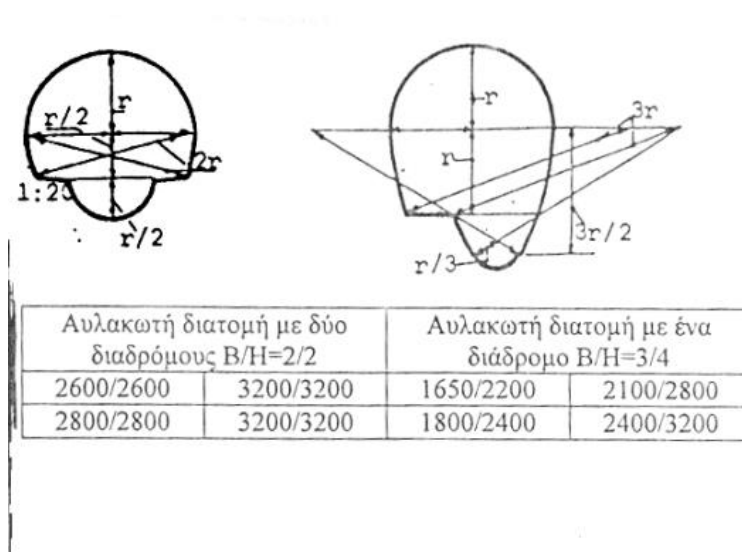
Εικόνα 19: Ωσειδής διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 19]

3. Στοματοειδής: Χρησιμοποιείται σπάνια όπως και ο ωοειδής και για την μεταφορά μεγάλης ποσότητας λυμάτων (Εικόνα 20).



Εικόνα 20: Στοματοειδής διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 20]

4. Αυλακωτές: Υπάρχουν κυρίως σε παντοροϊκά δίκτυα έτσι ώστε να το επισκέπτονται χωρίς δυσκολία (Εικόνα 21).



Εικόνα 21: Αυλακωτή διατομή αγωγού [Διαδίκτυο 21]

Μαζί με τα λύματα συμπαρασύρονται διάφορα υλικά μεγάλου μεγέθους τα οποία είναι πολύ πιθανό να φράξουν τους σωλήνες αν η διατομή τους είναι πολύ μικρή. Για αυτό τον λόγο υπάρχουν κάποιες ελάχιστες διατομές:

Πίνακας 3: Ελάχιστες διατομές αγωγών για αποφυγή φραγμού των σωλήνων.

Ιδιωτικές συνδέσεις	Φ15 εκ.
Συνδέσεις φρεατίων περισυλλογής	Φ15 εκ.
Αγωγοί λυμάτων	Φ20 εκ.
Αγωγοί όμβριων	Φ25 εκ.
Αγωγοί παντοροϊκοί	Φ25 εκ.

7.4 Συντελεστές τραχύτητας αγωγών

7.4.1 Τιμές του συντελεστή φυσικής τραχύτητας K

Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί δίδεται η τιμή του συντελεστή τραχύτητας για διάφορα είδη αγωγών.

Πίνακας 4: Τιμές του συντελεστή K για σωλήνες και διάφορα υλικά.

Υλικό σωλήνα	K(mm)
Σωλήνες από PVC και PE	0,010
Κοινοί χαλυβδοσωλήνες (συγκολλητοί)	0,045
Σωλήνες αμιαντοσιμέντου	0,05
Χυτοσίδηροι και χαλυβδοσωλήνες ασφαλτωμένοι	0,10
Χυτοσίδηροι σωλήνες	0,25
Ξύλινοι σωλήνες	0,18-0,19
Σωλήνες από σκυρόδεμα	0,3-3,00
Χαλυβδοσωλήνες (ηλωτοί)	0,9-9,00

7.4.2 Τιμές του συντελεστή K_b για αγωγούς αποχέτευσης

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

Πίνακας 5: Τιμές του συντελεστή K_b για αγωγούς αποχέτευσης.

Τύπος αγωγού	Ποιότητα κατασκευής Κατηγορία I
Συνηθισμένοι αγωγοί	1,5
Ευθύγραμμοι αγωγοί	1,0

7.4.3 Τιμές του συντελεστή K_b για αγωγούς ύδρευσης

Για λόγους πληρότητας αναφέρουμε τις χαρακτηριστικές τιμές του K_b για αγωγούς ύδρευσης .

Πίνακας 6: Τιμές του συντελεστή K_b (mm) για αγωγούς ύδρευσης.

Αγωγοί ύδρευσης	K_b
Νέοι αγωγοί από μονωμένο χάλυβα , αμιαντοτσιμέντο , PVC	0,1
Παλιοί κύριοι αγωγοί από διάφορα υλικά	0,2
Αγωγοί δικτύων με πρόσθετες απώλειες ενέργειας.	0,4
Κίνδυνος επικάλυψης αλάτων στα τοιχώματα των αγωγών.	10-15%
Σε πολύ παλιά δίκτυα έχουν παρατηρήσει απώλειες έως	3,00

8. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ

Οι μελέτες των υδραυλικών έργων προσαρμόζονται σε κάποιες προδιαγραφές. Αρκετά από αυτά που θα αναλύσουμε παρακάτω περιγράφονται από το ΠΔ 696/1974. Το ΠΔ 696/1974 δημοσιεύτηκε πριν από 40 χρόνια και από τότε δεν έχει δεχθεί καμία επεξεργασία μέχρι και σήμερα.

8.1 Κλίσεις αγωγών

Σύμφωνα με το ΠΔ/696/74 οι ελάχιστες κλίσεις των αγωγών υπολογίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 10% της παροχετευτικότητας του αγωγού 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 1,11 m/sec για αγωγούς ομβρίων. Οι αγωγοί τοποθετούνται με την ίδια κλίση όπως και η κλίση του οδοστρώματος ώστε να ελαχιστοποιηθεί το βάθος του σκάμματος για την τοποθέτηση των αγωγών ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες αυτοκαθαρισμού των αγωγών.

8.2 Ποσοστά πλήρωσης αγωγών

Οι αγωγοί αποχέτευσης σχεδιάζονται έτσι ώστε η ροή να πραγματοποιείται με ελεύθερη επιφάνεια δηλαδή με αποφυγή ολικής πλήρωσης και ροής υπό πίεση. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο αερισμός των λυμάτων και μειώνεται ο κίνδυνος εξόδου των λυμάτων από τα φρεάτια και στους υπόγειους χώρους των κτηρίων. Για την πρακτική εφαρμογή των παραπάνω, οι προδιαγραφές σύμφωνα με το ΠΔ 696/1974 ορίζουν μέγιστα ποσοστά πλήρωσης για τους αγωγούς αποχέτευσης, τα οποία δίδονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7: Ποσοστά πλήρωσης αγωγών ακαθάρτων και ομβρίων με βάση τις προδιαγραφές του Π.Δ. 696/1974.

Τύπος Αγωγού	y/D
Νέοι αγωγοί ακαθάρτων: $20 \text{ cm} \leq D_{\text{εσωτ}} \leq 40 \text{ cm}$	0,5

Νέοι αγωγοί ακαθάρτων: $50 \text{ cm} \leq D_{\text{εσωτ}} \leq 60 \text{ cm}$	0,6
Νέοι αγωγοί ακαθάρτων: $D_{\text{εσωτ}} > 60 \text{ cm}$	0,7
Νέοι αγωγοί ομβρίων (γενικά)	0,7
Έλεγχος παροχαρακτηριστικής υφιστάμενων αγωγών (γενικά)	0,8

8.3 Υπολογισμός - εκτίμηση παροχών σχεδιασμού

8.3.1 Κατανάλωση ύδατος – Παροχές ακαθάρτων

Υπολογίζοντας την κατανάλωση ύδατος μπορούμε να έχουμε την παροχή. Η κατανάλωση επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες και διακρίνονται σε (Ιωσιφίδης 2010):

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

8.3.2 Διαχείριση της υδροδότησης

Η κατανάλωση ύδατος εκφράζεται με την μέση ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο δηλαδή l/d/κάτοικο και συγκεκριμένα στην Ελλάδα η τιμή αυτή κυμαίνεται από 150 l/d/κάτοικο έως 250 l/d/κάτοικο. Στις περιοχές που οι κάτοικοι είναι λίγοι η τιμή είναι πιο μικρή ενώ στις περιοχές με πολλούς κατοίκους η τιμή αυξάνεται.

Οι παροχές ακαθάρτων παρουσιάζουν μεταβολές που μπορούν να συνοψιστούν στις εξής κατηγορίες:

- Υπερετήσιες διακυμάνσεις: αυτές οφείλονται στην εξέλιξη του πληθυσμού, στις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες, στο επίπεδο διαβίωσης. Οι μεγαλύτερες παροχές εμφανίζονται στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού των έργων.
- Διακυμάνσεις στην διάρκεια του έτους: οι διάφορες κλιματικές συνθήκες προκαλούν συνήθως μεταβολές στην κατανάλωση. Οι καταναλώσεις νερού και ως εκ τούτου και οι παροχές ακαθάρτων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι μεγαλύτερες.
- Διακυμάνσεις στην διάρκεια της ημέρας: Οι καθημερινές συνήθειες ζωής όπως και οι ώρες λειτουργίας των βιοτεχνιών και βιομηχανιών επηρεάζουν τις ωριαίες μεταβολές στην κατανάλωση νερού.
- Διακυμάνσεις στην διάρκεια της εβδομάδας: Τις πρώτες εργάσιμες ημέρες της εβδομάδας είναι αυξημένη η κατανάλωση ενώ τις Κυριακές και τις αργίες είναι μειωμένη.

Για τις μελέτες αποχέτευσης μας ενδιαφέρουν οι μέγιστες παροχές, που προβλέπονται στο τέλος της περιόδου σχεδιασμού, στις οποίες βασίζεται η διαστασιολόγηση και ο υδραυλικός έλεγχος επάρκειας των αγωγών.

8.3.3 Κυριότερα μεγέθη παροχής ακαθάρτων

- **Μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων $Q_{ακ}$ (ή ανά κάτοικο $q_{ακ}$):** Πρόκειται για τον ετήσιο όγκο των ακαθάρτων, διηρημένο με την με τη διάρκεια ενός έτους. Προκύπτει από τον ετήσιο όγκο κατανάλωσης ύδατος πολλαπλασιασμένο με ένα συντελεστή που εκφράζει το ποσοστό του ύδατος που καταλήγει στην αποχέτευση και κατά κανόνα θεωρείται ίσο με 0,80 (δηλ. το 80% της κατανάλωσης νερού καταλήγει στο δίκτυο αποχέτευσης).
- **Μέγιστη ημερήσια παροχή ακαθάρτων $Q_{ημ}^{max}$ (ή ανά κάτοικο $q_{ημ}^{max}$):** Πρόκειται για τη μέση παροχή της ημέρας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Προκύπτει από τη μέση ημερήσια παροχή ακαθάρτων πολλαπλασιασμένη με το συντελεστή ημερήσιας αιχμής f_d .

$$Q_{ημ}^{max} = Q_{ακ} \cdot f_d$$

Στις περισσότερες των περιπτώσεων η μέγιστη ημερήσια παροχή ακαθάρτων προκύπτει το καλοκαίρι και ονομάζεται και θερινή παροχή ακαθάρτων.

- **Μέγιστη ωριαία παροχή ακαθάρτων (ή παροχή αιχμής):** Αποτελεί την παροχή υπολογισμού και υπολογίζεται στη βάση της μέγιστης ημερήσιας, ως η παροχή της ώρας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση.

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 696/74) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_{\text{αιχμής}} = Q_{\eta\mu}^{\text{max}} \cdot f_h$$

όπου f_h ο συντελεστής ωριαίας αιχμής.

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές ο συντελεστής αυτός για τα δίκτυα αποχέτευσης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$f_h = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{\eta\mu}^{\text{max}}}} \leq 3$$

όπου το $Q_{\eta\mu}^{\text{max}}$ είναι εκφρασμένο σε l/s.

Στον Πίνακα 8 είναι καταχωρημένοι οι προτεινόμενοι συντελεστές για τον υπολογισμό των παροχών αιχμής και των ελάχιστων παροχών διαστασιολόγησης από τη γερμανική βιβλιογραφία.

Πίνακας 8: Συντελεστές υπολογισμού παροχών αιχμής και ελάχιστων παροχών για τη διαστασιολόγηση των δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων σύμφωνα με την γερμανική βιβλιογραφία.

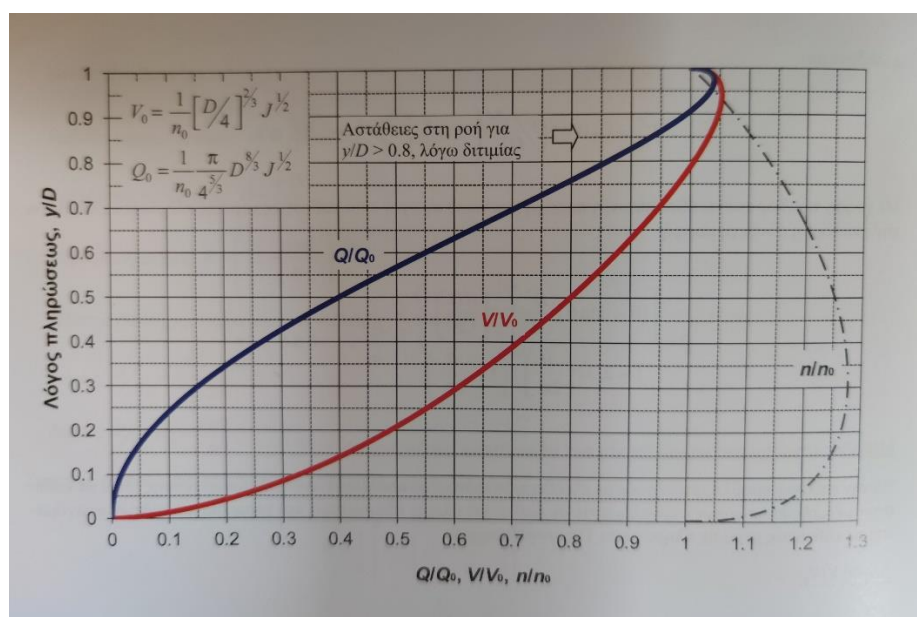
Μέγεθος οικισμού (κάτοικοι)	Ημερήσια παροχή λυμάτων (l/κατ.d)	Συντελεστής αιχμής f_{max}	Συντελεστής υπολογισμού παροχής	
			ημέρα	νύκτα
			$f_{\text{μέσο}}$	f_{min}
1	2	3	4	5
ως 5000	150	1/8 (3.0)	1/12	1/84
5000 – 10000	180	1/10 (2.4)	1/12 – 1/14	1/84 – 1/48
10000 - 50000	220	1/12 (2.0)	1/14 – 1/18	1/48 – 1/37
50000 - 250000	250	1/14 (1.71)	1/18 – 1/20	1/37 – 1/30
> 250000	300	1/16 (1.5)	1/20 – 1/22	1/30 – 1/27

8.4 Μέγιστες και ελάχιστες ταχύτητες ροής

8.4.1 Ελάχιστες ταχύτητες ροής.

Οι ελληνικές προδιαγραφές ορίζουν ότι η ταχύτητα της ροής στα δίκτυα ακαθάρτων δεν μπορεί να υπολείπεται των 0,3 m/s (δηλ. $V \geq V_{\min} = 0,3 \text{ m/s}$) για τιμές της παροχής ίσες με το 10% της παροχής πληρώσεως του αγωγού. Για τα δίκτυα ομβρίων, η ελάχιστη ταχύτητα ορίζεται σε $V_{\min} = 0,6 \text{ m/s}$. Η διαφορά στις τιμές οφείλεται στο ότι τα αιωρούμενα στερεά στα δίκτυα ακαθάρτων είναι κατά κανόνα οργανικά, και έχουν μικρότερο ειδικό βάρος από την ανόργανη ύλη που αιωρείται στα δίκτυα ομβρίων (π.χ. άμμος). Οι παραπάνω ελάχιστες ταχύτητες αφορούν το 10% της παροχοληπτικότητας του αγωγού (δηλ. $Q/Q_0 = 0,1$). Χρησιμοποιώντας το νομογράφημα της εικόνας για λόγο παροχών $Q/Q_0 = 0,1$ λαμβάνεται ο λόγος των ταχυτήτων $V/V_0 = 0,54$, οπότε προκύπτουν οι ακόλουθες ελάχιστες τιμές της ταχύτητας ροής σε καθεστώς ολικής πληρώσεως:

1. Αγωγοί λυμάτων $V_0 > V_{0,\min} = 0,56 \text{ m/s}$
2. Αγωγοί ομβρίων $V_0 > V_{0,\min} = 1,11 \text{ m/s}$



Εικόνα 22: Διάγραμμα υπολογισμού των λόγων Q/Q_0 , V/V_0 και n/n^0 συναρτήσει του λόγου πληρώσεως y/D του κυκλικού αγωγού [Λααγουόσης, Α. και Φουρνιώτης Ν. , 2020]

8.4.2 Μέγιστες ταχύτητες ροής

Ο καθορισμός μεγίστων επιτρεπόμενων ταχυτήτων ροής, διασφαλίζει την αποφυγή διαβρώσεως του πυθμένα των αγωγών αποχέτευσης από φερτά υλικά (άμμος, πέτρες κλπ.). Επιπλέον, με το τρόπο αυτό αποφεύγονται μεγάλα υψόμετρα τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε εκτίναξη των λυμάτων από τα φρεάτια, και σε έξοδο αυτών εντός υπογείων κτηρίων.

Σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές, η ταχύτητα της ροής V εντός αγωγών αποχέτευσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 6 m/s δηλαδή ισχύει ότι:

1. Για όλους τους αγωγούς: $V \leq V_{\max} = 6 \text{ m/s}$. Ειδικότερα για αγωγούς ομβρίων ο περιορισμός $V \leq V_{\max} = 6 \text{ m/s}$ κρίνεται ικανοποιητικός. Για τους αγωγούς λυμάτων οι διεθνείς προδιαγραφές ορίζουν $V \leq V_{\max} = 3 \text{ m/s}$. Έτσι λοιπόν έχουμε:
2. Για αγωγούς ακαθάρτων: $V_{\max} = 3 \text{ m/s}$.
3. Για αγωγούς ομβρίων: $V_{\max} = 6 \text{ m/s}$.

9. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

Σε πολλές περιπτώσεις και πάντοτε κατά την εκμετάλλευση των λυμάτων, απαιτείται μηχανική ανύψωση. Η θέση του έργου συλλήψεως προσδιορίζεται από το σημείο εμφανίσεως, ενώ η θέση των αντλιοστασίων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες.

Λόγοι λειτουργικοί υποδεικνύουν την τοποθέτηση των αντλιοστασίων (Εικόνα 23,24) και των έργων καθαρισμού κοντά στο έργο συλλήψεως, μαζί με τις κατοικίες των φυλάκων και χειριστών. Οι εργασίες εκτελέσεως των δομικών έργων όμως δεν πρέπει να θίγουν τη λεκάνη απορροής και τις Ζώνες προστασίας. Τα αντλιοστάσια χρειάζονται οδούς προσπελάσεως που εξασφαλίζουν τις μεταφορές κατά την διάρκεια της κατασκευής και διευκολύνουν τη λειτουργία και την συντήρηση μετά την αποπεράτωση του έργου. Συνεπώς η σκοπιμότητα της συγκεντρώσεως όλων αυτών των έργων σε μια ενιαία θέση, εξαρτάται από το αν τα έργα συλλήψεως διαθέτουν ή όχι καλή οδική προσπέλαση. Έτσι τα αντλιοστάσια και τα έργα συλλήψεως βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις. Η χάραξη των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι άλλο κριτήριο για τη θέση των αντλιοστασίων.

Η κάτοψη του αντλιοστασίου εξαρτάται από το μέγεθος των μηχανών που έχουμε να εγκαταστήσουμε, το ύψος του από τα διαθέσιμα μέσα εσωτερικής διακινήσεως, όπως π.χ. πολύσπαστο, γερανογέφυρα κλπ. Αφετηρία του σχεδιασμού ενός αντλιοστασίου είναι ο εσωτερικός χώρος.

Σε μικρές εγκαταστάσεις αρκεί ένας μοναδικός χώρος, το μηχανοστάσιο, οπότε για το ύψος αρκούν περίπου 3 m. Σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις γίνεται διάκριση ανάμεσα σε διάφορους χώρους, π.χ. συνεργείο, χώρο αναπαύσεως, χώρο πινάκων, αποθήκη. Για την αποθήκευση πετρελαίου κινήσεως απαιτείται ιδιαίτερος, ασφαλής και αρκετά μεγάλος χώρος. ($\geq 4 \text{ m}^2$).

Όχι σπάνια, ο χώρος εγκαταστάσεως των πινάκων συνδυάζεται είτε με το μηχανοστάσιο είτε με το χώρο αναπαύσεως. Για μικρά έργα είναι κατάλληλοι οι χυτοσίδηροι πίνακες. Είναι γερές κατασκευές και παρέχουν καλή προστασία στους διακόπτες και τους μετρητές και είναι τοποθετημένοι σε χυτοσιδηρές υποδοχές. Η εγκατάσταση στηρίζεται

σε ένα σκελετό από μορφογάλυβα, που στέκεται στο δάπεδο και είναι αγκυρωμένος στον τοίχο. Σε σημαντικότερα έργα, χρησιμοποιούμε πίνακες υπό μορφή ραφιών ή αναλογιών. Οι πίνακες πρέπει να τοποθετούνται σε ξηρούς χώρους.

Οι σωλήνες στο εσωτερικό των αντλιοστασίων πρέπει να έχουν άκαμπτους συνδέσμους. Όταν τα ανοίγματα είναι μεγάλα, προβλέπουμε ενδιάμεσα στηρίγματα ή αγκυρώνουμε τις σωληνώσεις στους τοίχους με την βοήθεια δακτυλίων. Στις θέσεις όπου διαπερνάν τα τοιχώματα, οι σωλήνες στερεώνονται με σκυρόδεμα αφού ενδεχομένως εφοδιαστούν με μια φλάντζα εντοιχίσεως. Υπάρχουν και ειδικές διατάξεις για την διάβαση τοίχων. Κινητά τεμάχια εξαρμώσεως χρειάζονται όταν η σωλήνωση διαβαίνει ευθυγράμμως ανάμεσα σε δύο απέναντι τοίχους. Τα τεμάχια εξαρμώσεως μπορούν να υποκατασταθούν από καμπύλες.

Οι βάνες πρέπει να είναι εύκολα προσιτές, ώστε να διευκολύνεται ο χειρισμός. Σε μεγαλύτερες κατασκευές, όλες οι σωληνώσεις μπορούν να τοποθετηθούν σε ειδικό δάπεδο σωληνώσεως κάτω από το μηχανοστάσιο ή και σε διαδρόμους σωληνώσεων. Πολλές φορές τοποθετούμε τους σωλήνες σε αυλάκια κάτω από το δάπεδο, τα οποία σκεπάζουμε με χαλύβδινες σχάρες.

Διακρίνουμε τις σωληνώσεις αναρροφήσεως από τις σωληνώσεις καταθλίψεως. Η αναρρόφηση οδηγεί τα λύματα από μία χαμηλότερη δεξαμενή προς την αντλία. Το ύψος αναρροφήσεως, δηλαδή η υψομετρική διαφορά μεταξύ στάθμης στη δεξαμενή και άξονος αντλίας, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 7 m. Καταρχήν κάθε αντλία πρέπει να έχει ιδιαίτερο αγωγό αναρροφήσεως, ο οποίος πρέπει να έχει όσο γίνεται πιο μικρό μήκος και να είναι απολύτως στεγανός, δεδομένου ότι η στήλη του νερού διακόπτεται αν περάσει στην σωλήνωση και ελάχιστος ακόμη αέρας. Ψηλά σημεία στον αγωγό αναρροφήσεως απαγορεύονται. Η ταχύτητα της ροής πρέπει να είναι περίπου 0,6 m/s, το πολύ 1,0 m/s. Έτσι μειώνονται οι απώλειες φορτίου.

Για τον καταθλιπτικό αγωγό, το σωλήνα δηλαδή που συνδέει την αντλία με κάποια υπερκείμενη δεξαμενή, ισχύουν βασικά οι ίδιοι κανόνες όπως και για τον αναρροφητικό αγωγό. Μόνο που εδώ τα ανεκτά όρια του ύψους καταθλίψεως καθορίζονται από τα χαρακτηριστικά της αντλίας. Η ταχύτητα ροής στον καταθλιπτικό αγωγό και συνεπώς το

ύψος απωλειών, προσδιορίζεται με τεχνικοοικονομικά κριτήρια. Συνήθως η ταχύτητα στην κατάθλιψη είναι μεγαλύτερη από ότι στην αναρρόφηση.

Τα μηχανήματα πρέπει να τοποθετηθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι προσπελάσιμα από όλες τις πλευρές και να εξασφαλίζεται καλή εποπτεία της λειτουργίας τους. Στερεώνονται σε ένα βάθρο αρκετά ψηλό, ώστε ο άξονας τους να βρίσκεται περί τα 80 cm πάνω από το δάπεδο. Η ελεύθερη απόσταση μεταξύ δύο αντλητικών μονάδων πρέπει να είναι 1,0 m. (Martz,1989)



Εικόνα 23: Αντλιοστάσιο λυμάτων στην Σαντορίνη.[Διαδίκτυο 23]



Εικόνα 24: Κεντρικό αντλιοστάσιο λυμάτων με τρεις αντλίες [Διαδίκτυο 24]

10. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΙΣΜΩΝ

10.1 Εισαγωγή

Ο βιολογικός καθαρισμός είναι ένα τεχνικό έργο μελετημένο και προσαρμοσμένο στα δεδομένα της υγειονομικής μηχανικής. Σκοπός του βιολογικού είναι η απομάκρυνση των επιβλαβών χαρακτηριστικών για τον αποδέκτη (πχ έδαφος ,θάλασσες κ.α.). Η σχηματική παράσταση των σταδίων επεξεργασίας μαζί με τις ροές των διαφόρων ρευμάτων, από στάδιο σε στάδιο καλείται διάγραμμα ροής (Εικόνα 25) ή διάγραμμα διεργασιών ή τρένο επεξεργασίας (Τσώνης, 2004).

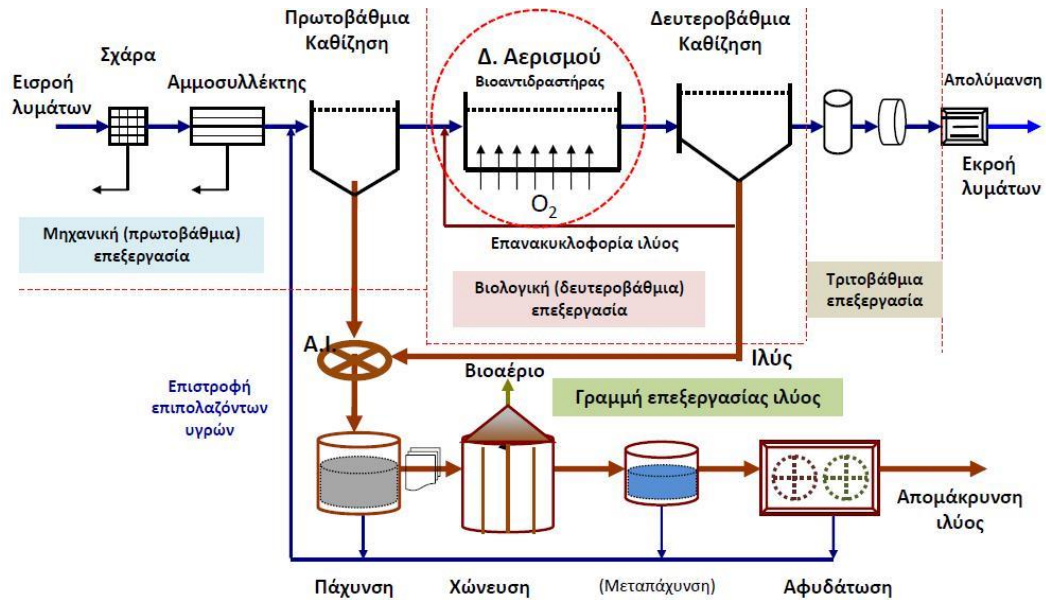
Η επιλογή των διαφόρων σταδίων επεξεργασίας εξαρτάται από:

- Τα χαρακτηριστικά των λυμάτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία.
- Τις προδιαγραφές που ισχύουν για τα χαρακτηριστικά των επεξεργασμένων λυμάτων σε συνάρτηση με τον αποδέκτη διάθεσης τους.
- Τη δυνατότητα της εγκατάστασης επεξεργασίας.
- Την ποσότητα και τα χαρακτηριστικά της λάσπης που προκύπτει στα διάφορα στάδια.
- Την εμπειρία του προσωπικού λειτουργίας.
- Την απαίτηση για ελαχιστοποίηση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην πέριξ περιοχή.

10.2 Στάδια επεξεργασίας

1. Πρωτοβάθμια επεξεργασία: Κατά την πρωτοβάθμια επεξεργασία απομακρύνονται τα ευμεγεθή στερεά που υπάρχουν στα λύματα , έτσι ώστε στη συνέχεια να πραγματοποιηθεί η δευτεροβάθμια επεξεργασία.
2. Δευτεροβάθμια επεξεργασία: Με την διαδικασία αυτή πραγματοποιείται βιολογική αποδόμηση των οργανικών ουσιών και στην συνέχεια απομάκρυνση των σχηματιζόμενων αιωρημάτων. Για τα οικιακά λύματα συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος της ενεργού ιλύος.

3. Τριτοβάθμια επεξεργασία: Με την συγκεκριμένη επεξεργασία απομακρύνεται κυρίως το άζωτο (νιτροποίηση - απονιτροποίηση) και ο φώσφορος. Επίσης μπορεί να εφαρμοσθεί απολύμανση, συνήθως με χλωρίωση.



Εικόνα 25: Διάγραμμα ροής βιολογικού καθαρισμού [Διαδίκτυο 25]

10.3 Πρωτοβάθμια επεξεργασία

10.3.1 Σχάρα

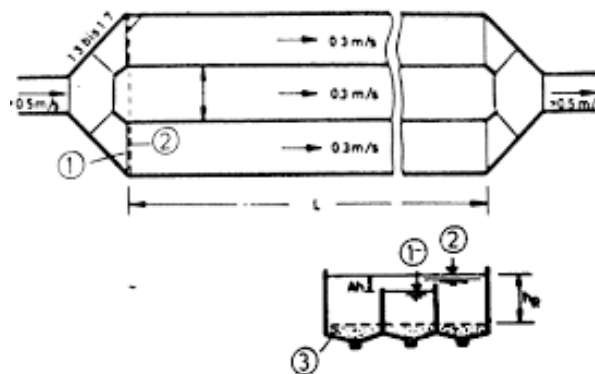
Οι εσχάρες (Εικόνες 26) χρησιμοποιούνται για την συγκράτηση ευμεγεθών στερεών, για την προφύλαξη των μηχανημάτων από φθορές. Οι εσχάρες είναι παράλληλες σιδερένιες ράβδοι με διάκενα που συγκρατούν τα στερεά.



Εικόνα 26: Σχάρα [Διαδίκτυο 26]

10.3.2 Αμμοσυλλέκτες

Ο αμμοσυλλέκτης (Εικόνα 27) στοχεύει στην αφαίρεση υλικού που δεν κατάφερε να απομακρύνει η εσχάρα η διάμετρος των υλικών που απομακρύνονται μέσω του αμμοσυλλέκτη είναι 0,15-0,20mm. Η διαδικασία αυτή βοηθά στην αποφυγή απόφραξης σωληνώσεων και στις φθορές, καθώς και στην αποφυγή συχνού καθαρισμού της δεξαμενής χώνευσης από τα ιζήματα.



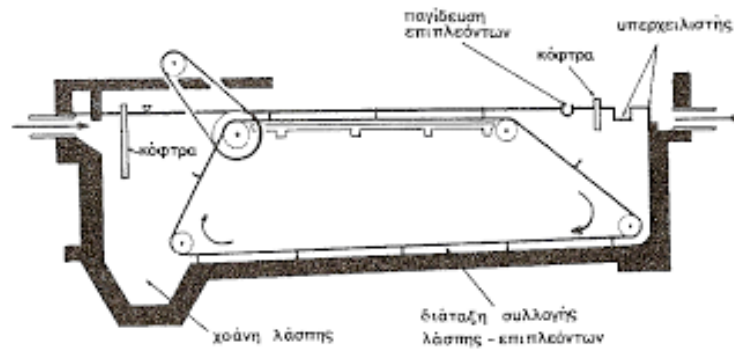
Εικόνα 27: Κάτοψη αμμοσυλλέκτη [Διαδίκτυο 27]

10.3.3 Λιποσυλλέκτης

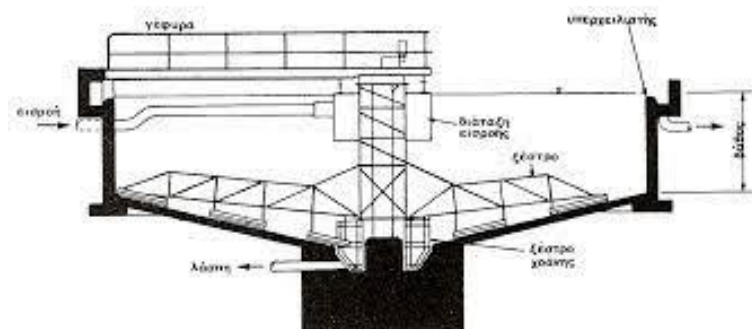
Στον λιποσυλλέκτη συγκρατούνται τα λίπη, λόγω του μικρού ειδικού τους βάρους μένουν στην επιφάνεια και έτσι το υγρό συνεχίζει την πορεία του για τα επόμενα στάδια επεξεργασίας.

10.3.4 Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης

Σκοπός της είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών με την ελάττωση της ταχύτητας με αποτέλεσμα τα βαρύτερα αιωρούμενα στερεά να καθιζάνουν στον πυθμένα. Οι δεξαμενές καθίζησης κατασκευάζονται συνήθως ως ορθογώνιες (Εικόνα 28) με ροή κατά μήκος ή κυκλικές (Εικόνα 29) με λοξή ροή από πάνω και έξω.



Εικόνα 28: Τομή ορθογωνικής δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης [Διαδίκτυο 28]



Εικόνα 29: Τομή κυκλικής δεξαμενής πρωτοβάθμιας καθίζησης [Διαδίκτυο 29]

10.4 Δευτεροβάθμια επεξεργασία

10.4.1 Δεξαμενή Πρωτοβάθμιας καθίζησης

Τα λύματα μετά την πρωτοβάθμια επεξεργασία οδηγούνται σε αντιδραστήρα (δεξαμενή) όπου υποβάλλονται σε αερόβια σταθεροποίηση με την συνεχή παροχή αέρα. Κατά την δευτεροβάθμια επεξεργασία απομακρύνεται οργανικός άνθρακας, άζωτο και φώσφορος ,παρέχεται οξυγόνο στους μικροοργανισμούς έτσι ώστε να οξειδωθούν. Το περιεχόμενο της δεξαμενής αποτελείται από αιώρημα ενεργής βιομάζας από συσσωματωμένες κροκίδες μικροοργανισμών νερό και αδρανή στερεά που δεν συμμετέχουν στις βιολογικές αντιδράσεις και διαλυμένα αιωρούμενα και κολλοειδή στερεά. Μετά από συγκεκριμένο χρόνο οι κροκίδες διαχωρίζονται και απομακρύνονται προς την δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης.

10.4.2 Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης

Τοποθετείται μετά την βιολογική επεξεργασία για την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών και την συγκέντρωση της λάσπης . Οι δεξαμενές αυτές είναι συνήθως ορθογωνικές ή κυκλικές.

10.5 Τριτοβάθμια επεξεργασία

Κατά την τριτοβάθμια επεξεργασία επιτυγχάνεται απομάκρυνση των ενώσεων αζώτου και φωσφόρου και απολυμαίνονται τα επεξεργασμένα λύματα ώστε πλέον να μπορούν να διατεθούν.

10.5.1 Νιτροποίηση - Απονιτροποίηση

Για να επιτευχθεί η απομάκρυνση του αζώτου ακολουθούμε την μικροβιολογική επεξεργασία της νιτροποίησης και απονιτροποίησης.

Ο ρυθμός νιτροποίησης εξαρτάται από την θερμοκρασία, το pH και το διαλυμένο οξυγόνο. Για την επίτευξη ικανοποιητικής νιτροποίησης απαιτείται αυξημένη ηλικία της λάσπης και αυξημένο οξυγόνο.

Η Απονιτροποίηση συνιστάται στην αναγωγή των νιτρικών και των νιτρικών σε αέριο άζωτο με βιολογική επεξεργασία από ετερότρεφους μικροοργανισμούς σε αναερόβιο περιβάλλον.

10.5.2 Απομάκρυνση φωσφόρου

Συνήθως στις δεξαμενές αερισμού απομακρύνεται ένα ποσοστό του φωσφόρου, εάν χρειάζεται να απομακρυνθεί και άλλος φώσφορος θα προτιμήσουμε την τριτοβάθμια επεξεργασία. Μια εγκατάσταση που περιλαμβάνει αναμικτήρα με προσθήκη ειδικών κροκιδωτικών και καθίζηση.

10.5.3 Απολύμανση (χλωρίωση)

Με την απολύμανση εξαφανίζουμε τα παθογόνα μικρόβια που είναι υπεύθυνα για διάδοση ασθενειών. Μικρή ποσότητα χλωρίου δεν είναι επιβλαβές για τον άνθρωπο.

10.5.4 Επεξεργασία λάσπης

Η λάσπη που παράγεται περιέχει μεγάλο ποσοστό βλαβερών ουσιών. Για αυτό τον λόγο επεξεργάζεται ώστε να μπορεί να διατεθεί. Η πάχυνση και αφυδάτωση βοηθούν ώστε να μειωθεί ο όγκος της και η χώνευση στην εξουδετέρωση των βλαβερών ουσιών.

10.5.5 Πάχυνση – Χώνευση

Η λάσπη είναι υδαρής σκοπός της πάχυνσης είναι η συμπύκνωση της μέσω ειδικών μονάδων .Η χώνευση συμβάλει στην εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών και της δυσσομίας , η χώνευση γίνεται αναερόβια σε κλειστές μονάδες δεξαμενών , είτε αερόβια με αερισμό .

10.5.6 Αφυδάτωση

Ακόμα και μετά την επεξεργασία της πάχυνσης και της χώνευσης η λάσπη είναι υδαρής . Γι' αυτό τον λόγο θα αφυδατωθεί και θα ξηραθεί έτσι ώστε να είναι οικονομική και εύκολη η μεταφορά της . Οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι είναι οι αμμοκλίνες ξήρανσης και η ξήρανση με μηχανικά μέσα.

11. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΡΟΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΤΩΝ ΠΑΤΡΩΝ

11.1 Γενικά

Το λογισμικό XL Drain είναι ένα 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. Έτσι ακριβώς λειτουργούν και τα δίκτυα εντός των πόλεων.

Το XL Drain έχει εφαρμογή για τις εξής εργασίες:

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

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

Η γλώσσα στην οποία έχει συνταχθεί το πρόγραμμα είναι η visual basic.

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

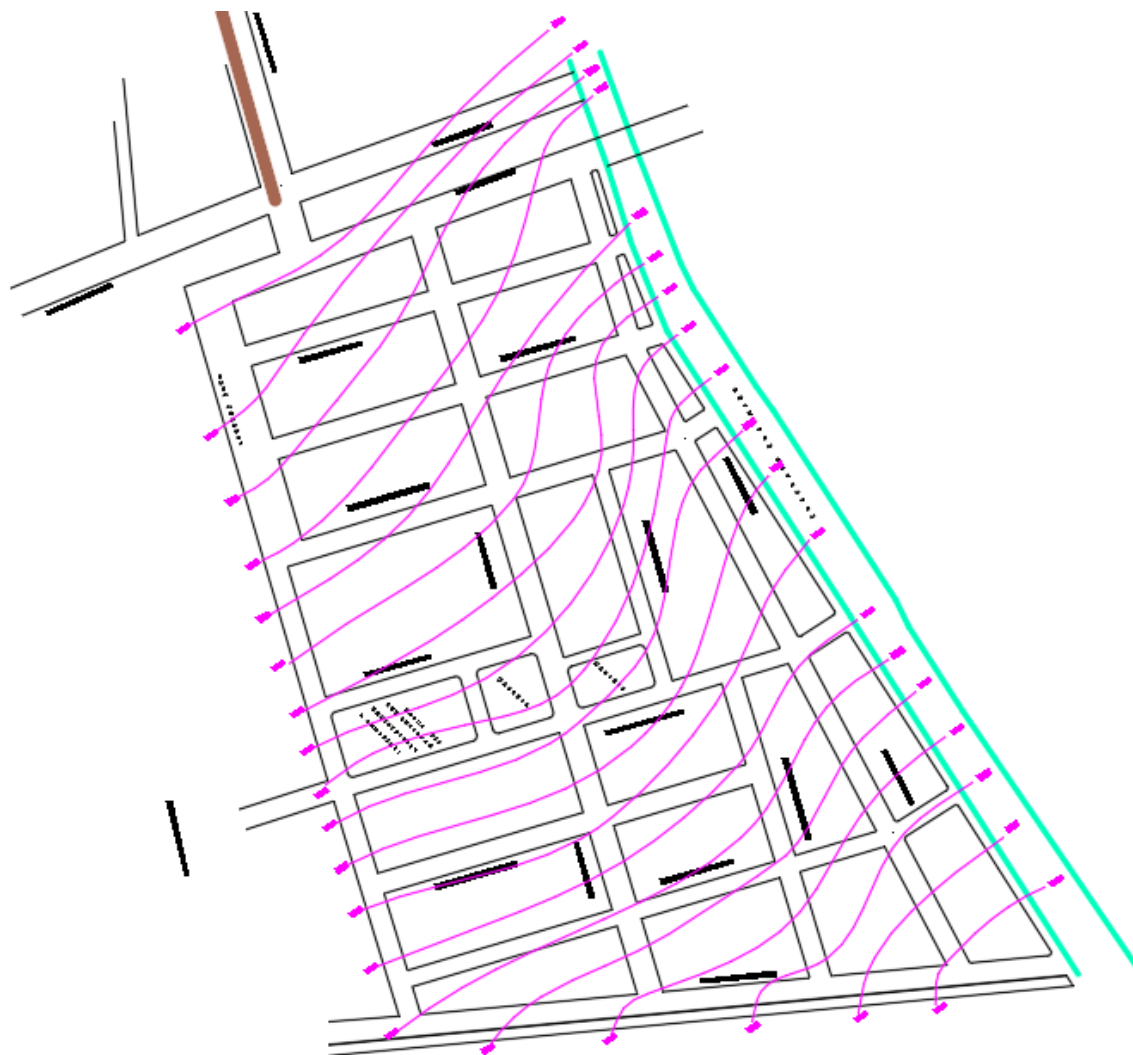
Για την δημιουργία πινάκων, χρησιμοποιείται το πρόγραμμα excel.

Η επικοινωνία του χρήστη με το λογισμικό γίνεται:

- Μέσω των εντολών που περιέχονται στις εργαλειοθήκες του λογισμικού.
- 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 (Λαγγούσης, Α. και Φουρνιώτης Ν., 2020)

11.2 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών

Το δίκτυο λυμάτων το οποίο μελετήθηκε στην εργασία μας βρίσκεται στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς.



Εικόνα 30: Αρχικό Σχέδιο

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό την δημιουργία ενός δικτύου αποχέτευσης λυμάτων (με δύο λύσεις), το οποίο θα πρέπει να είναι ασφαλές και αξιόπιστο. Βασικά στοιχεία για τη χάραξη ενός δικτύου αποτελούν το ρυμοτομικό σχέδιο και τα τελικά υψόμετρα της

περιοχής. Απαραίτητη είναι προηγουμένως η χάραξη και η μελέτη των οδών (κυρίως για την γνώση των υψομέτρων) κάτω από τις οποίες θα διέρχονται οι αγωγοί του δικτύου.

11.3 Το ρυμοτομικό σχέδιο της περιοχής

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

11.4 Μηκοτομές των οδών

Βασικό εργαλείο για την χάραξη των κλάδων του δικτύου είναι τα υψόμετρα των οδών τα οποία μας τα δίνουν με ακρίβεια οι μηκοτομές. Με βάση τα υψόμετρα αυτά σχεδιάζονται 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.

11.5 Εφαρμογή στην επίλυση τμήματος δικτύου στην Δροσιά Πατρών

Για την ανάλυση και το σχεδιασμό του δικτύου αποχέτευσης λυμάτων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τα οποία είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές που προβλέπει το Προεδρικό Διάταγμα 696/1974, Κεφάλαιο Δ΄ «Τεχνικά Προδιαγραφεί Μελετών Αποχετεύσεως» Πόλεων και Οικισμών.

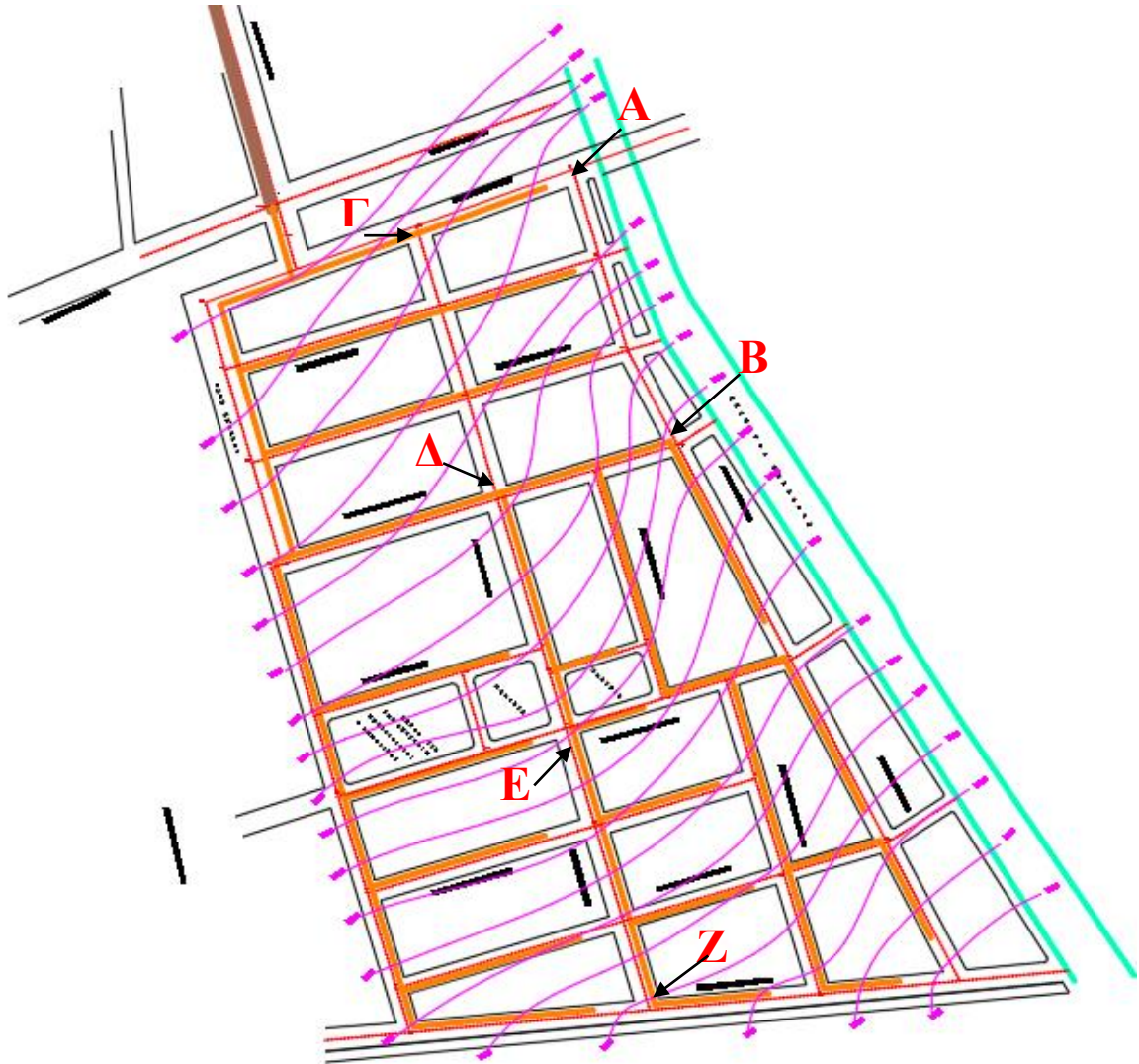
Για την ανάλυση και το σχεδιασμό του τμήματος του δικτύου αποχέτευσης λυμάτων επιλέχθηκαν δύο διαφορετικές λύσεις (Λύση Α και Λύση Β) στις οποίες διαφοροποιήθηκε η μόρφωση του δικτύου αποχέτευσης λυμάτων. Συγκεκριμένα άλλαξε από την Α Λύση στην Β η διάταξη των αγωγών, για παράδειγμα στην Λύση Α στην πλευρά ΑΒ και ΓΔ όπως φαίνεται στην Εικόνα 31 δεν υπάρχουν αγωγοί ενώ στην Β Λύση (Εικόνα 42) βλέπουμε ότι έχουν τοποθετηθεί αγωγοί. Αντίστοιχα στην Α Λύση στην πλευρά ΕΖ υπάρχουν αγωγοί τοποθετημένοι ενώ στην Β Λύση όχι.

Και στις δύο περιπτώσεις το δίκτυο αποστραγγίζεται στον ίδιο κεντρικό συλλεκτήρα.

11.6 Βήματα εκτέλεσης της εργασίας

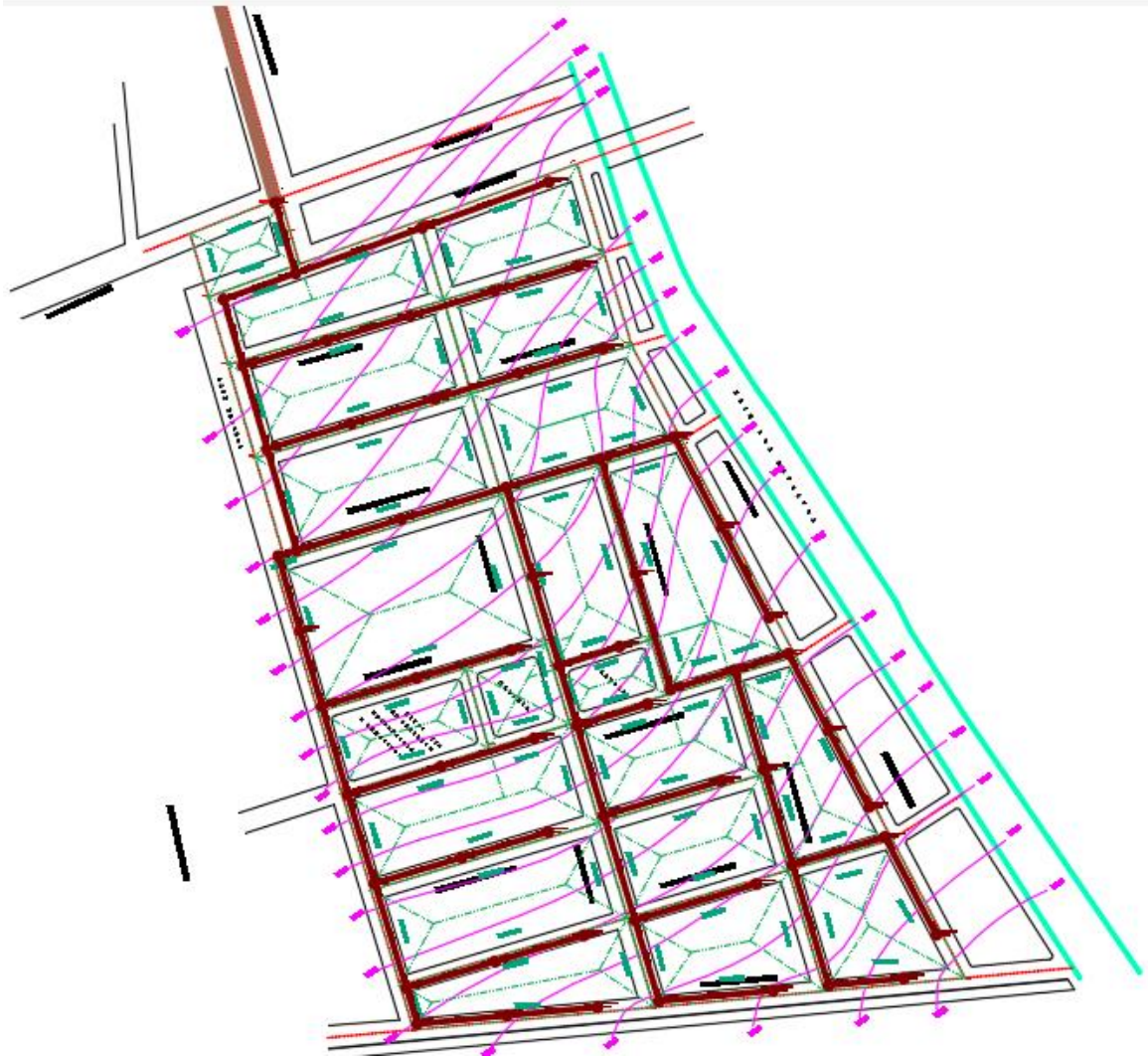
- Φόρτωση αρχικού υποβάθρου (ρυμοτομικό σχέδιο) ως ένα αρχείο .dwg στο περιβάλλον του AutoCad.
- Ενεργοποίηση του προγράμματος XL drain.
- Αναγραφή των υψομέτρων του εδάφους στο σχέδιο του υποβάθρου, στις αξονοδιασταυρώσεις των δρόμων και σε σημεία τοποθέτησης φρεατίων.
- Σχεδίαση ισοϋψών καμπυλών.
- Σημείωση των ορίων των οικοπέδων.
- Διαχωρισμός και εμβαδομέτρηση επιφανειών απορροής των οικοδομικών τετραγώνων.
- Τοποθέτηση φρεατίων τα οποία λειτουργούν και ως φρεάτια υδροσυλλογής.
- Εισαγωγή αγωγών από τα κατώτερα υψομετρικά τμήματα από το κατάντι προς το ανάντι φρεάτιο επιλέγοντας μόνο υλικό αγωγού.
- Δημιουργία συλλεκτήρων δηλαδή διάταξη σωληνοσειρών.
- Εισαγωγή τύπου εκβολής των πρωτευόντων συλλεκτήρων και ορισμός υψομέτρων της στάθμης των υδάτων του αποδέκτη.
- Επίλυση δικτύου.
- Γεωδαιτική προσαρμογή του δικτύου, δηλαδή η 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, με την οποία υπολογίζονται οι υδραυλικές παροχές, οι ταχύτητες ροής, τα ποσοστά πλήρωσης κ.λ.π.
- Επαναδιαστασιολόγηση των αγωγών και έλεγχος επάρκειας.
- Παραγωγή μηκοτομών.
- Παραγωγή τεύχους υδραυλικών υπολογισμών.
- Παραγωγή σφαλμάτων επίλυσης.

11.7 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών (Α ΛΥΣΗ)



Εικόνα 31: Χάραξη αγωγών και φρεατίων (Α ΛΥΣΗ).

11.7.1 Τελικό Σχέδιο Οριζοντιογραφίας (Α Λύση)

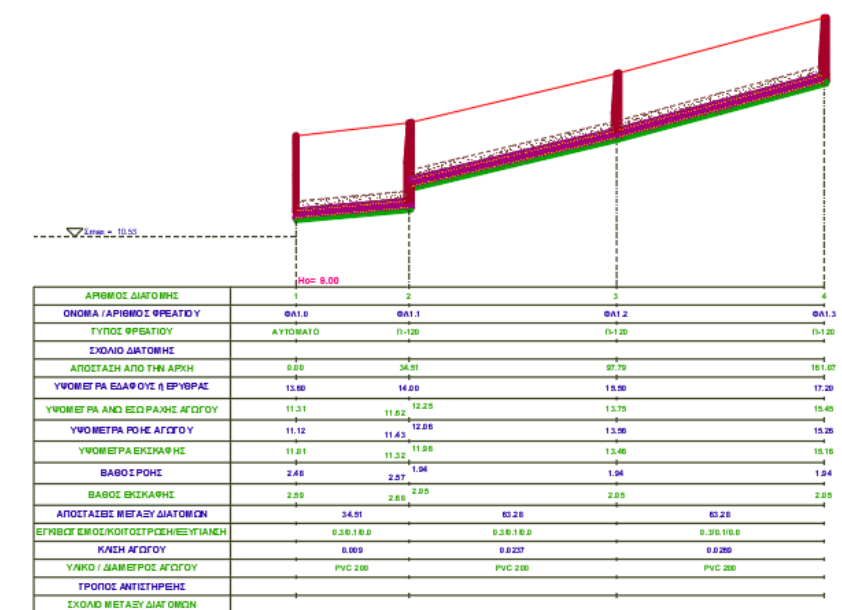


Εικόνα 32: Οριζοντιογραφία του τμήματος δικτύου αποχέτευσης λυμάτων. (Α ΛΥΣΗ)

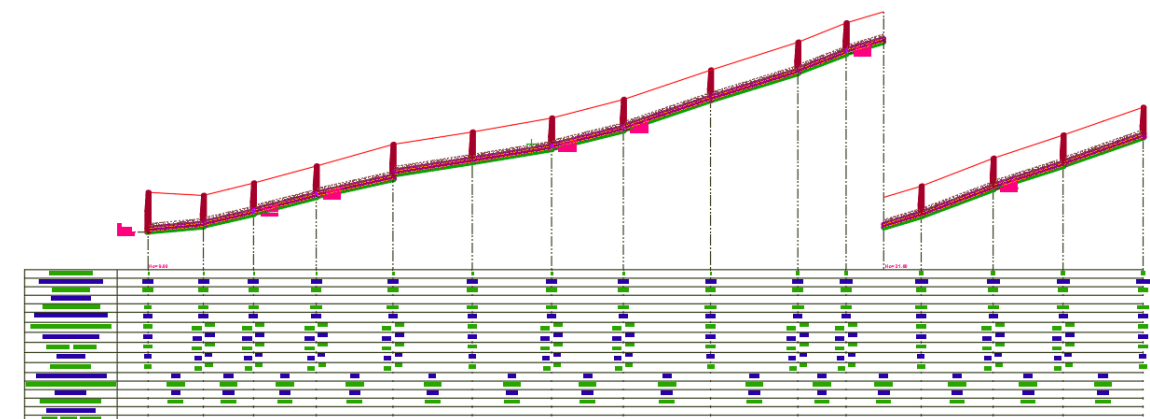
Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται το τελικό ρυμοτομικό σχέδιο οριζοντιογραφίας μετά τον πλήρη σχεδιασμό του Δικτύου Αποχέτευσης Λυμάτων. Διαπιστώνεται έντονη δενδροειδή διάταξη αγωγών και όχι μόνο, οι οποίοι καταλήγουν σε έναν κεντρικό συλλεκτήρα. Οι συλλεκτήρες έχουν ως τελικό αποδέκτη ένα κεντρικό φρεάτιο.

11.7.2 Παραγόμενες Μηκοτομές Συλλεκτήρων

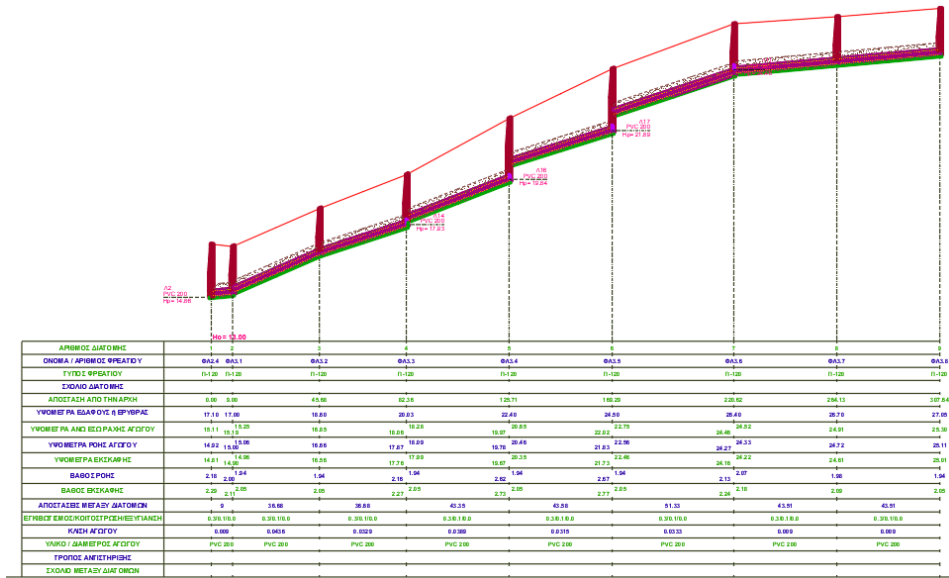
Ακολουθούν συνολικά 8 μηκοτομές συλλεκτήρων (7 δευτερεύοντες και 1 κεντρικός) λυμάτων, από PVC 200, με αναγραφόμενα όλα τα στοιχεία κατασκευής. Αναλυτικότερα η κάθε μηκοτομή περιέχει πληροφορίες υψομέτρων ερυθράς, υψομέτρων αγωγού, βαθών, κλίσεων, αποστάσεων, είδους υλικών, εγκιβωτισμού, αντιστήριξης κλπ (Εικόνες 33 έως 40)



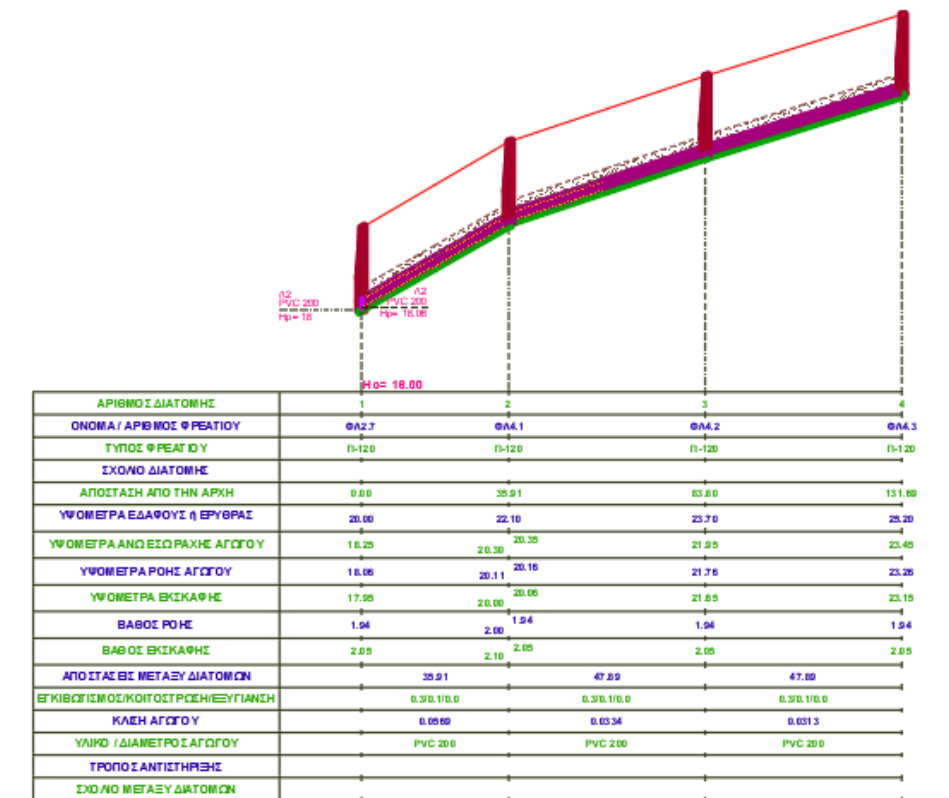
Εικόνα 33: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ1



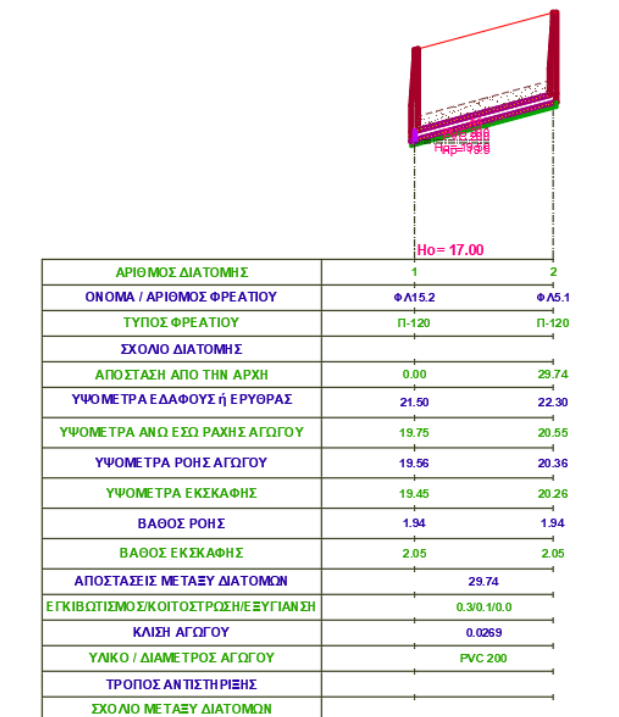
Εικόνα 34: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ2



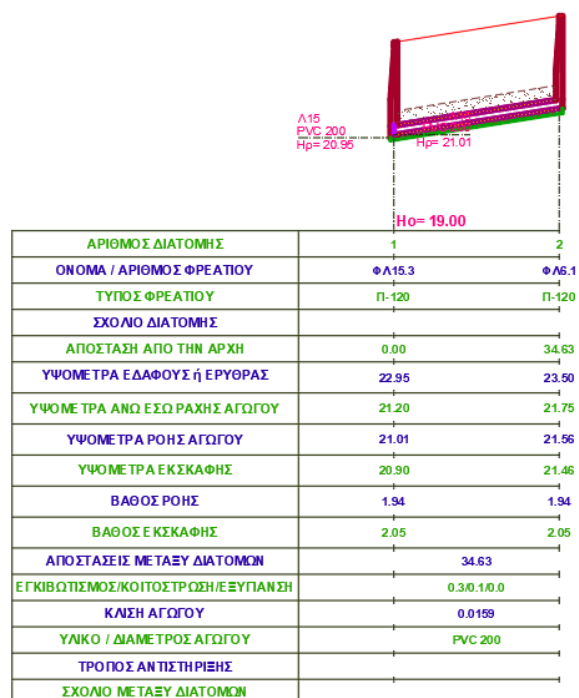
Εικόνα 35: Μηκτομή Συλλεκτῆρα Λυμάτων - Λ3



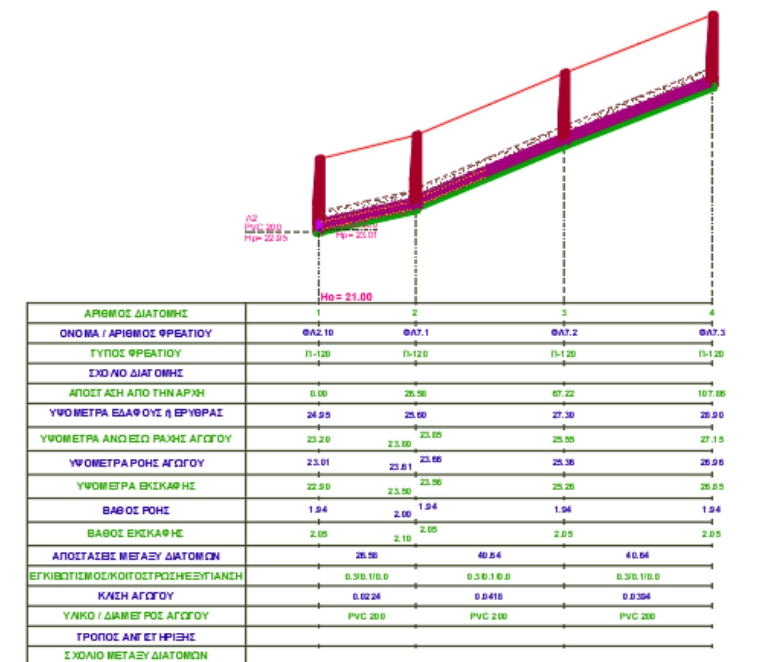
Εικόνα 36: Μηκτομή Συλλεκτῆρα Λυμάτων - Λ4



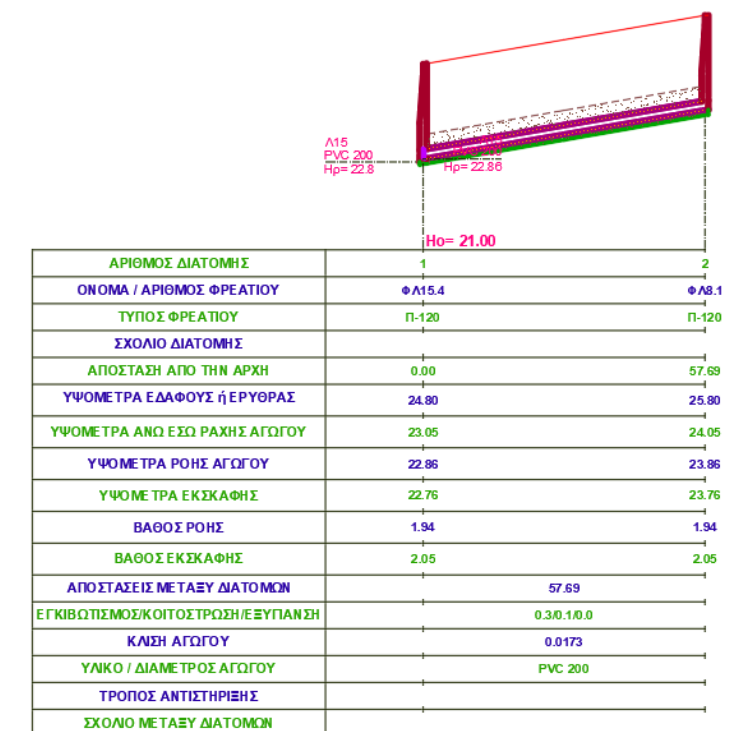
Εικόνα 37: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ5



Εικόνα 38: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ6



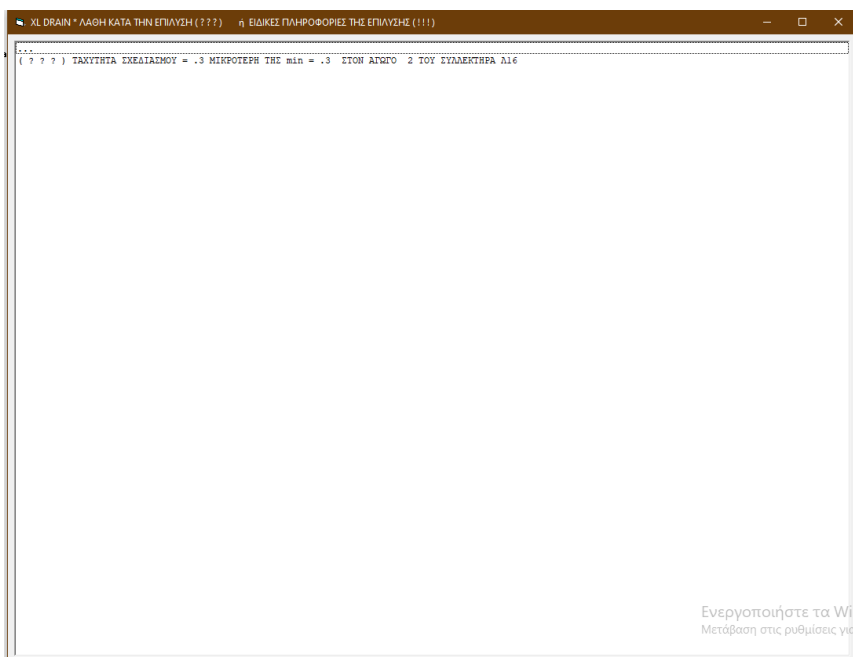
Εικόνα 39: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων – Λ7



Εικόνα 40: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ8

11.7.3 Σφάλματα Επίλυσης

Μέσω του προγράμματος υπάρχει και η δυνατότητα εκτύπωσης του παρακάτω πίνακα όπου ο χρήστης διαπιστώνει τα λάθη που παρουσιάστηκαν κατά την επίλυση του δικτύου και τις ειδικές πληροφορίες που αφορούν την επίλυση κάθε ένα αγωγού ξεχωριστά.



Εικόνα 41: Σφάλματα επίλυσης εργασίας (Α Λύση)

11.7.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών

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

ΔΕΔΟΜΕΝΑ και ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΛΥΜΑΤΩΝ			
		<p>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 :</p>	
		<p>$Q_m = \sum [(\pi * F * e * k) / 24 / 3600]$</p> <p>όπου :</p> <p>Q_m : μέση ημερήσια παροχή λυμάτων (Lit/sec) F : επιφάνεια απορροής σε εκατάρια (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 $\pi = 0.80$</p>	
<p>$F_1, F_2, F_3, F_4, \dots$: επιφάνειες απορροής $e_1, e_2, e_3, e_4, \dots$: πυκνότητες οίκησης $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, \dots$: παροχές σχεδιασμού των επί μέρους κλάδων του δικτύου.</p>			
<p>Η μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων (θερινή ή αιχμή ετήσιας παροχής), σε κάθε κλάδο του δικτύου είναι :</p>			
<p>$Q_n = \lambda_n * Q_m$</p> <p>όπου :</p> <p>Q_n : μέγιστη ημερήσια παροχή λυμάτων, κατά τη διάρκεια του έτους (Lit/sec)</p>			
<p>λ_n : συντελεστής αιχμής ετήσιας παροχής (από 1.20 έως 1.50).</p>		<p>Ελήφθη $\lambda_n = 1.50$</p>	
<p>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 :</p>			
<p>$Q_o = \lambda_o * Q_n$</p>		<p>όπου $\lambda_o = 1.50 + 2.50 / Q_n^{0,50}$ (κατά Koch και κατά Π.Δ. 696/74)</p>	
<p>$Q_o = \lambda_o''' * Q_n$</p>		<p>όπου $\lambda_o''' = 1.50 + 1.65 / (P/1000)^{0.50}$ (τύπος πιθανοτικής ανάλυσης)</p>	
<p>όπου :</p> <p>Q_o : μέγιστη ωριαία παροχή λυμάτων (παροχή αιχμής) (Lit/sec) $\lambda_o, \lambda_o', \lambda_o'', \lambda_o'''$: 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</p>			
ΠΑΡΑΣΙΤΙΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ			

A) Αναλυτική μέθοδος υπολογισμού παρασιτικών εισροών στο δίκτυο λυμάτων			
Με την αναλυτική μέθοδο, οι παρασιτικές εισροές (Q _p) είναι το άθροισμα : Q_p = Q_α + Q_β , ήτοι :			
Εισροές από διήθηση υπογείων υδάτων, μέσω οπών των αγωγών, των φρεατίων, αρμών σύνδεσης κ.λ.π. :			
$Q_{\alpha} = \sum [(0.05 + 0.125 \cdot w \cdot u) / F^{(0.30 - 0.125 \cdot w \cdot u)}]$	(τύπος της Metcalf & Eddy)	όπου :	
Q _α : 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 στάθμηροής του αγωγού (0.0 ≤ u ≤ 4.0)			
F : επιφάνεια αποροής σε εκτάρια (Ha)			
- Εισροές ομβρίων από στέγες, δώματα, ράμπες, φωταγωγούς κ.λ.π, μέσω παράνομων συνδέσεων :			
$Q_{\beta} = \sum [C \cdot i \cdot F / 0.36] \cdot \rho$	όπου :		
Q _β : παροχή παρασιτικών εισροών από όμβρια ύδατα (Lit/sec)		C : συντελεστής απορροής	
F : επιφάνεια αποροής σε εκτάρια (Ha) i : ένταση βροχής (Lit/sec/Ha)			
ρ : ποσοστό ομβρίων που εισέρχεται στο δίκτυο, εξαρτώμενο από την πυκνότητα οίκησης (προτείνεται ρ = e/100000, ή 0.00 ≤ ρ ≤ 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 λ _p :			
$Q_p = \lambda_p \cdot Q_o$	όπου : (0.30 ≤ λ _p ≤ 1.00)		
Με τον τρόπο αυτό, τίθεται ένα λογικό περιθώριο στην παροχетеυτικότητα 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 (Qp) στο δίκτυο λυμάτων, έχει υπολογιστεί									
με την τιμή του παρακάτω τύπου :									
Ως ποσοστό της μέγιστης παροχής αιχμής : $Q_p = \lambda_p * Q_o$								με συντελεστή $\lambda_p =$	0.2000
όπου :									
Qp : παροχή παρασιτικών εισροών (Lit/sec)									
ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΛΥΜΑΤΩΝ									
H παροχή σχεδιασμού (Qs) των κλάδων του δικτύου λυμάτων, είναι το άθροισμα της μέγιστης ωριαίας									
παροχής (Qo) και της παροχής των παρασιτικών εισροών (Qp), όπως ανωτέρω υπολογίζονται, ήτοι :									
$Q_s = Q_o + Q_p$									
όπου :									
Qs : παροχή σχεδιασμού κλάδων δικτύου λυμάτων (Lit/sec)									
ΠΑΡΟΧΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ και ΛΥΜΑΤΩΝ - ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΗΣ - ΑΠΩΛΕΙΕΣ									
H παροχευτικότητα (Q) του αγωγού υπολογίζεται από τον τύπο :									
$Q = F * V$									
όπου :									
Q : παροχή σχεδιασμού σε (m ³ /sec)									
F : βρεχόμενη επιφάνεια διατομής αγωγού σε (m ²)									
V : μέση ταχύτητα ροής στη διατομή του αγωγού σε (m/sec)									
H 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 :									
$V = C * (R*i)^{0.50}$ κατά Chezy, όπου $C=100/(1+m/R0.50)$, τύπος του Cutter									
$V = C * (R*i)^{0.50}$ κατά Chezy, όπου $C=87/(1+\gamma/R0.50)$, τύπος του Bazin									
$V = (1/n) * R^{(2/3)} * i^{(1/2)}$ κατά Manning									
όπου :									
m : συντελεστής απωλειών του τύπου Cutter, m = 0.35 για όμβρια και λύματα (Π.Δ. 696/74)									
γ : συντελεστής απωλειών του τύπου Bazin, γ = 0.46 για όμβρια και γ = 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, γ, n : συντελεστές απωλειών, σε συνθήκες παλαιότητας αγωγών.									

ΕΛΑΧΙΣΤΑ - ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	
-	Η ελάχιστη ονομαστική διάμετρος αγωγού λυμάτων είναι Φ200 mm
-	Η ελάχιστη ονομαστική διάμετρος αγωγού ομβρίων είναι D400 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 $V_{min} = 0.60$ m/sec και για τους αγωγούς λυμάτων $V_{min} = 0.30$ m/sec																														
-	Η μέγιστη ταχύτητα ροής σε όλους τους αποχετευτικούς αγωγούς, ομβρίων και λυμάτων, σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74, είναι 6.00 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 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 :																														
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Αγωγοί λυμάτων $D < 400$ mm</td> <td>$\max(h/D) = 50\%$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Αγωγοί λυμάτων $400 \leq D \leq 600$ mm</td> <td>$\max(h/D) = 60\%$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Αγωγοί λυμάτων $D > 600$ mm</td> <td>$\max(h/D) = 70\%$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Αγωγοί ομβρίων γενικά</td> <td>$\max(h/D) = 70\%$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Έλεγχος υφιστάμενου αγωγού γενικά</td> <td>$\max(h/D) = 80\%$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Αγωγοί λυμάτων $D < 400$ mm	$\max(h/D) = 50\%$					Αγωγοί λυμάτων $400 \leq D \leq 600$ mm	$\max(h/D) = 60\%$					Αγωγοί λυμάτων $D > 600$ mm	$\max(h/D) = 70\%$					Αγωγοί ομβρίων γενικά	$\max(h/D) = 70\%$					Έλεγχος υφιστάμενου αγωγού γενικά	$\max(h/D) = 80\%$				
Αγωγοί λυμάτων $D < 400$ mm	$\max(h/D) = 50\%$																														
Αγωγοί λυμάτων $400 \leq D \leq 600$ mm	$\max(h/D) = 60\%$																														
Αγωγοί λυμάτων $D > 600$ mm	$\max(h/D) = 70\%$																														
Αγωγοί ομβρίων γενικά	$\max(h/D) = 70\%$																														
Έλεγχος υφιστάμενου 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.

**ΔΕΔΟΜΕΝΑ
ΑΓΩΓΩΝ
ΛΥΜΑΤΩΝ**

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ		ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΑΓΩΓΟΥ				ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΓΩΓΟΥ		
Α/Α	ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (m)	ΥΛΙΚΟ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΑΝΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΜΕΣΗ (Ha)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΟΙΚΗΣΗΣ (ΚΑΤ/Ha)	ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΠΑΡΟΧΗ (m3/h)
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΚΛΙΣΗ ΑΓΩΓΟΥ (#.####)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΥΝΟΛΟ (Ha)	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (ΚΑΤΟΙΚΟΙ)	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ Π.Π. (ΚΑΤΟΙΚΟΙ)
1	Λ1	ΦΛ1.1	34,51	PVC 200	11,62	0,03	63	0,00
		ΦΛ1.0	0,0090	190	11,31	8,10	510	0
2	Λ1	ΦΛ1.2	63,28	PVC 200	13,75	0,09	63	0,00
		ΦΛ1.1	0,0237	190	12,25	0,21	13	0
3	Λ1	ΦΛ1.3	63,28	PVC 200	15,45	0,12	63	0,00
		ΦΛ1.2	0,0269	190	13,75	0,12	7	0
4	Λ2	ΦΛ2.1	35,88	PVC 200	11,99	0,11	63	0,00
		ΦΛ1.1	0,0090	190	11,67	7,86	495	0
5	Λ2	ΦΛ2.2	32,49	PVC 200	12,79	0,03	63	0,00
		ΦΛ2.1	0,0228	190	12,05	7,75	488	0
6	Λ2	ΦΛ2.3	40,69	PVC 200	13,89	0,05	63	0,00
		ΦΛ2.2	0,0256	190	12,85	6,95	438	0
7	Λ2	ΦΛ2.4	49,72	PVC 200	15,05	0,06	63	0,00
		ΦΛ2.3	0,0221	190	13,95	6,18	390	0
8	Λ2	ΦΛ2.5	51,40	PVC 200	16,15	0,24	63	0,00
		ΦΛ2.4	0,0156	190	15,35	3,98	251	0
9	Λ2	ΦΛ2.6	51,40	PVC 200	16,99	0,24	63	0,00
		ΦΛ2.5	0,0163	190	16,15	3,74	236	0
10	Λ2	ΦΛ2.7	46,51	PVC 200	18,19	0,14	63	0,00
		ΦΛ2.6	0,0245	190	17,05	1,95	123	0
11	Λ2	ΦΛ2.8	56,54	PVC 200	20,15	0,17	63	0,00
		ΦΛ2.7	0,0336	190	18,25	1,47	92	0
12	Λ2	ΦΛ2.9	56,54	PVC 200	21,89	0,20	63	0,00
		ΦΛ2.8	0,0308	190	20,15	1,30	82	0
13	Λ2	ΦΛ2.10	31,32	PVC 200	23,14	0,09	63	0,00
		ΦΛ2.9	0,0380	190	21,95	1,10	69	0
14	Λ2	ΦΛ2.11	48,64	PVC 200	24,65	0,13	63	0,00
		ΦΛ2.10	0,0298	190	23,20	0,78	49	0
15	Λ2	ΦΛ2.12	46,68	PVC 200	26,39	0,13	63	0,00
		ΦΛ2.11	0,0373	190	24,65	0,64	41	0
16	Λ2	ΦΛ2.13	45,33	PVC 200	27,89	0,13	63	0,00
		ΦΛ2.12	0,0319	190	26,45	0,24	15	0
17	Λ2	ΦΛ2.14	51,86	PVC 200	29,75	0,11	63	0,00
		ΦΛ2.13	0,0347	190	27,95	0,11	7	0
18	Λ3	ΦΛ3.1	9,00	PVC 200	15,19	0,01	63	0,00
		ΦΛ2.4	0,0090	190	15,11	2,14	135	0
19	Λ3	ΦΛ3.2	36,68	PVC 200	16,85	0,13	63	0,00
		ΦΛ3.1	0,0436	190	15,25	2,13	134	0

20	Λ3	ΦΛ3.3	36,68	PVC 200	18,06	0,13	63	0,00
		ΦΛ3.2	0,0329	190	16,85	2,00	126	0
21	Λ3	ΦΛ3.4	43,35	PVC 200	19,97	0,04	63	0,00
		ΦΛ3.3	0,0389	190	18,28	1,45	91	0
22	Λ3	ΦΛ3.5	43,58	PVC 200	22,02	0,06	63	0,00
		ΦΛ3.4	0,0315	190	20,65	1,06	67	0
23	Λ3	ΦΛ3.6	51,33	PVC 200	24,46	0,05	63	0,00
		ΦΛ3.5	0,0333	190	22,75	0,58	37	0
24	Λ3	ΦΛ3.7	43,51	PVC 200	24,91	0,18	63	0,00
		ΦΛ3.6	0,0090	190	24,52	0,36	23	0
25	Λ3	ΦΛ3.8	43,51	PVC 200	25,30	0,18	63	0,00
		ΦΛ3.7	0,0090	190	24,91	0,18	11	0
26	Λ4	ΦΛ4.1	35,91	PVC 200	20,29	0,11	63	0,00
		ΦΛ2.7	0,0569	190	18,25	0,34	21	0
27	Λ4	ΦΛ4.2	47,89	PVC 200	21,95	0,11	63	0,00
		ΦΛ4.1	0,0334	190	20,35	0,23	14	0
28	Λ4	ΦΛ4.3	47,89	PVC 200	23,45	0,11	63	0,00
		ΦΛ4.2	0,0313	190	21,95	0,11	7	0
29	Λ7	ΦΛ7.1	26,58	PVC 200	23,79	0,07	63	0,00
		ΦΛ2.10	0,0224	190	23,20	0,23	14	0
30	Λ7	ΦΛ7.2	40,64	PVC 200	25,55	0,08	63	0,00
		ΦΛ7.1	0,0418	190	23,85	0,16	10	0
31	Λ7	ΦΛ7.3	40,64	PVC 200	27,15	0,08	63	0,00
		ΦΛ7.2	0,0394	190	25,55	0,08	5	0
32	Λ10	ΦΛ10.1	59,26	PVC 200	28,59	0,17	63	0,00
		ΦΛ2.12	0,0362	190	26,45	0,27	17	0
33	Λ10	ΦΛ10.2	35,61	PVC 200	29,75	0,09	63	0,00
		ΦΛ10.1	0,0309	190	28,65	0,09	6	0
34	Λ11	ΦΛ11.1	17,73	PVC 200	25,29	0,01	63	0,00
		ΦΛ3.6	0,0364	190	24,65	0,17	11	0
35	Λ11	ΦΛ11.2	42,48	PVC 200	25,95	0,08	63	0,00
		ΦΛ11.1	0,0141	190	25,35	0,16	10	0
36	Λ11	ΦΛ11.3	42,48	PVC 200	26,85	0,08	63	0,00
		ΦΛ11.2	0,0212	190	25,95	0,08	5	0
37	Λ12	ΦΛ12.1	41,07	PVC 200	13,65	0,17	63	0,00
		ΦΛ2.2	0,0195	190	12,85	0,77	49	0
38	Λ12	ΦΛ12.2	41,07	PVC 200	14,35	0,17	63	0,00
		ΦΛ12.1	0,0170	190	13,65	0,60	38	0
39	Λ12	ΦΛ12.3	41,07	PVC 200	15,15	0,18	63	0,00
		ΦΛ12.2	0,0195	190	14,35	0,43	27	0
40	Λ12	ΦΛ12.4	41,07	PVC 200	16,05	0,25	63	0,00
		ΦΛ12.3	0,0219	190	15,15	0,25	15	0
41	Λ13	ΦΛ13.1	41,24	PVC 200	14,65	0,11	63	0,00
		ΦΛ2.3	0,0170	190	13,95	0,71	45	0
42	Λ13	ΦΛ13.2	41,24	PVC 200	15,35	0,11	63	0,00
		ΦΛ13.1	0,0170	190	14,65	0,60	38	0
43	Λ13	ΦΛ13.3	41,24	PVC 200	16,55	0,23	63	0,00
		ΦΛ13.2	0,0291	190	15,35	0,49	31	0
44	Λ13	ΦΛ13.4	41,24	PVC 200	18,25	0,27	63	0,00

		ΦΛ13.3	0,0412	190	16,55	0,27	17	0
45	Λ14	ΦΛ14.1	46,35	PVC 200	18,53	0,24	63	0,00
		ΦΛ3.3	0,0090	190	18,12	0,42	26	0
46	Λ14	ΦΛ14.2	46,35	PVC 200	18,95	0,18	63	0,00
		ΦΛ14.1	0,0090	190	18,53	0,18	11	0
47	Λ15	ΦΛ15.1	43,60	PVC 200	18,45	0,14	63	0,00
		ΦΛ2.6	0,0321	190	17,05	1,56	98	0
48	Λ15	ΦΛ15.2	43,60	PVC 200	19,69	0,14	63	0,00
		ΦΛ15.1	0,0284	190	18,45	1,42	89	0
49	Λ15	ΦΛ15.3	29,42	PVC 200	21,14	0,05	63	0,00
		ΦΛ15.2	0,0472	190	19,75	1,17	74	0
50	Λ15	ΦΛ15.4	44,23	PVC 200	22,99	0,12	63	0,00
		ΦΛ15.3	0,0405	190	21,20	0,99	62	0
51	Λ15	ΦΛ15.5	51,22	PVC 200	25,49	0,11	63	0,00
		ΦΛ15.4	0,0476	190	23,05	0,61	38	0
52	Λ15	ΦΛ15.6	39,79	PVC 200	27,39	0,10	63	0,00
		ΦΛ15.5	0,0464	190	25,55	0,23	15	0
53	Λ15	ΦΛ15.7	53,82	PVC 200	28,40	0,14	63	0,00
		ΦΛ15.6	0,0177	190	27,45	0,14	9	0
54	Λ16	ΦΛ16.1	45,73	PVC 200	20,44	0,25	63	0,00
		ΦΛ3.4	0,0090	190	20,03	0,35	22	0
55	Λ16	ΦΛ16.2	45,73	PVC 200	20,85	0,10	63	0,00
		ΦΛ16.1	0,0090	190	20,44	0,10	7	0
56	Λ17	ΦΛ17.1	42,56	PVC 200	22,47	0,21	63	0,00
		ΦΛ3.5	0,0090	190	22,08	0,42	26	0
57	Λ17	ΦΛ17.2	42,56	PVC 200	22,85	0,21	63	0,00
		ΦΛ17.1	0,0090	190	22,47	0,21	13	0
58	Λ5	ΦΛ5.1	29,74	PVC 200	20,55	0,10	63	0,00
		ΦΛ15.2	0,0269	190	19,75	0,10	6	0
59	Λ6	ΦΛ6.1	34,63	PVC 200	21,75	0,13	63	0,00
		ΦΛ15.3	0,0159	190	21,20	0,13	8	0
60	Λ8	ΦΛ8.1	57,69	PVC 200	24,05	0,26	63	0,00
		ΦΛ15.4	0,0173	190	23,05	0,26	16	0
61	Λ9	ΦΛ9.1	59,52	PVC 200	26,30	0,27	63	0,00
		ΦΛ15.5	0,0126	190	25,55	0,27	17	0

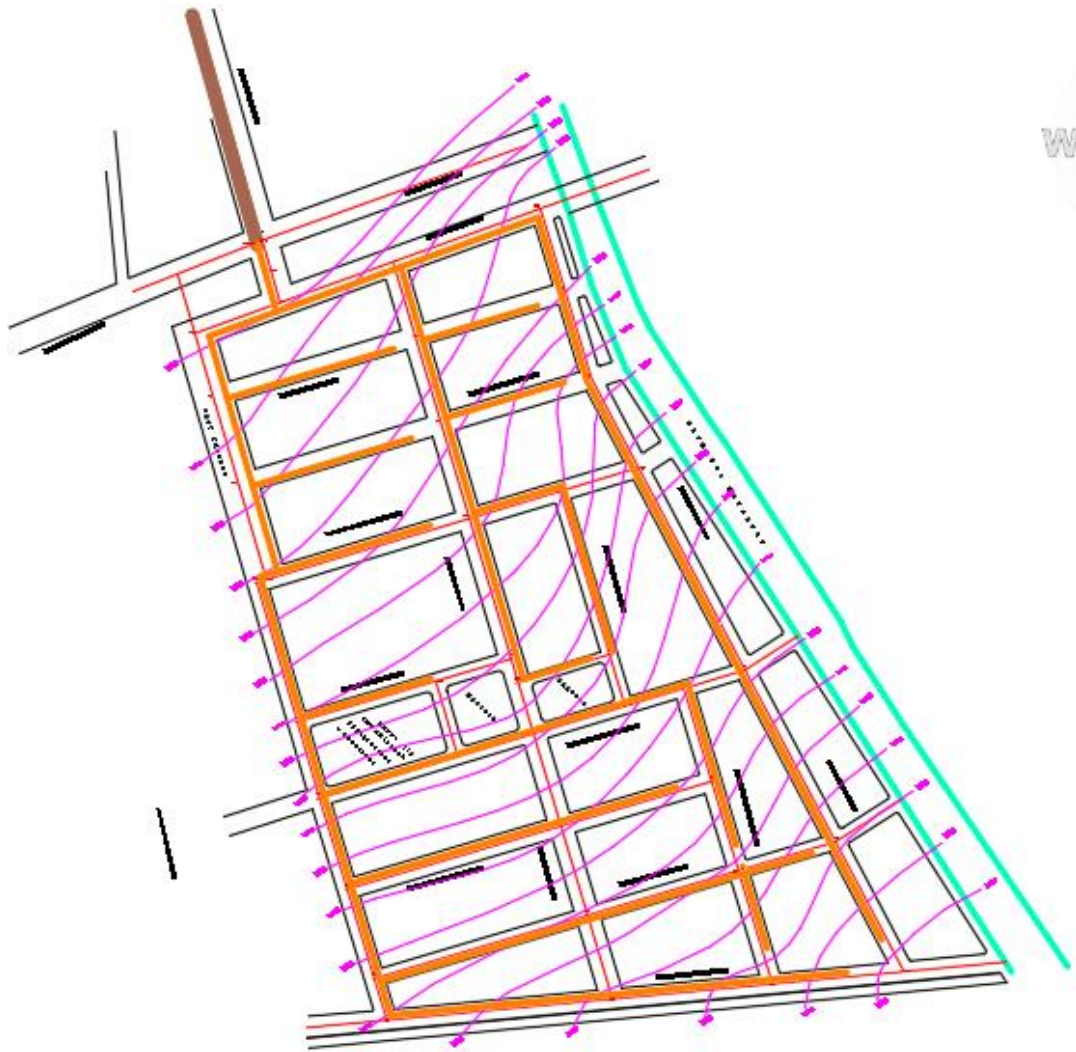
**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΑΓΩΓΩΝ
ΛΥΜΑΤΩΝ**

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ		ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ					ΑΓΩΓΟΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ	
Α/Α	ΟΝΟΜΑ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕ- ΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΠΑΡΟΧΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (Lit/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (Lit/sec)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (m/sec)	Η / Ηπ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΤΙΘΕΤΑΙ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ Ο ΑΓΩΓΟΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΟΜ. ΑΝΑΝΤΙ
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΠΑΡΟΧΗ ΕΙΣΡΟΩΝ (Lit/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	Υ / Υπ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΟΜ. ΚΑΤΑΝΤΙ
1	Λ1	ΦΛ1.1	6,75	8,10	0,73	0,42		
		ΦΛ1.0	1,35	22,50	0,47	0,91		10,53
2	Λ1	ΦΛ1.2	0,73	0,88	0,49	0,12		
		ΦΛ1.1	0,15	36,51	0,77	0,38		
3	Λ1	ΦΛ1.3	0,54	0,64	0,47	0,11		
		ΦΛ1.2	0,11	38,87	0,82	0,35		
4	Λ2	ΦΛ2.1	6,61	7,93	0,73	0,42		
		ΦΛ1.1	1,32	22,50	0,47	0,91		
5	Λ2	ΦΛ2.2	6,55	7,86	1,00	0,34		
		ΦΛ2.1	1,31	35,79	0,75	0,79		
6	Λ2	ΦΛ2.3	6,07	7,28	1,01	0,31		
		ΦΛ2.2	1,21	37,91	0,80	0,75		
7	Λ2	ΦΛ2.4	5,61	6,73	0,94	0,31		
		ΦΛ2.3	1,12	35,25	0,74	0,75		
8	Λ2	ΦΛ2.5	4,17	5,01	0,76	0,30		
		ΦΛ2.4	0,83	29,58	0,62	0,73		
9	Λ2	ΦΛ2.6	4,01	4,81	0,76	0,29		
		ΦΛ2.5	0,80	30,31	0,64	0,71		
10	Λ2	ΦΛ2.7	2,65	3,17	0,75	0,21		
		ΦΛ2.6	0,53	37,12	0,78	0,57		
11	Λ2	ΦΛ2.8	2,22	2,67	0,80	0,19		
		ΦΛ2.7	0,44	43,47	0,91	0,52		
12	Λ2	ΦΛ2.9	2,07	2,48	0,76	0,19		
		ΦΛ2.8	0,41	41,60	0,88	0,52		
13	Λ2	ΦΛ2.10	1,87	2,24	0,76	0,16		
		ΦΛ2.9	0,37	46,22	0,97	0,47		
14	Λ2	ΦΛ2.11	1,52	1,83	0,67	0,16		
		ΦΛ2.10	0,30	40,94	0,86	0,47		
15	Λ2	ΦΛ2.12	1,37	1,64	0,71	0,15		
		ΦΛ2.11	0,27	45,78	0,96	0,44		
16	Λ2	ΦΛ2.13	0,79	0,95	0,56	0,12		
		ΦΛ2.12	0,16	42,34	0,89	0,38		
17	Λ2	ΦΛ2.14	0,53	0,63	0,49	0,10		
		ΦΛ2.13	0,10	44,18	0,93	0,31		
18	Λ3	ΦΛ3.1	2,81	3,37	0,55	0,27		
		ΦΛ2.4	0,56	22,50	0,47	0,69		
19	Λ3	ΦΛ3.2	2,80	3,36	0,95	0,20		

		ΦΛ3.1	0,56	49,53	1,04	0,55		
20	Λ3	ΦΛ3.3	2,69	3,23	0,83	0,20		
		ΦΛ3.2	0,54	42,99	0,90	0,55		
21	Λ3	ΦΛ3.4	2,21	2,65	0,81	0,17		
		ΦΛ3.3	0,44	46,78	0,98	0,49		
22	Λ3	ΦΛ3.5	1,83	2,19	0,73	0,17		
		ΦΛ3.4	0,37	42,10	0,89	0,49		
23	Λ3	ΦΛ3.6	1,29	1,55	0,67	0,15		
		ΦΛ3.5	0,26	43,24	0,91	0,44		
24	Λ3	ΦΛ3.7	0,98	1,18	0,39	0,17		
		ΦΛ3.6	0,20	22,50	0,47	0,49		
25	Λ3	ΦΛ3.8	0,67	0,80	0,35	0,15		
		ΦΛ3.7	0,13	22,50	0,47	0,44		
26	Λ4	ΦΛ4.1	0,94	1,13	0,69	0,11		
		ΦΛ2.7	0,19	56,59	1,19	0,35		
27	Λ4	ΦΛ4.2	0,76	0,91	0,53	0,11		
		ΦΛ4.1	0,15	43,34	0,91	0,35		
28	Λ4	ΦΛ4.3	0,52	0,62	0,46	0,10		
		ΦΛ4.2	0,10	41,97	0,88	0,31		
29	Λ7	ΦΛ7.1	0,76	0,91	0,47	0,12		
		ΦΛ2.10	0,15	35,48	0,75	0,38		
30	Λ7	ΦΛ7.2	0,62	0,74	0,54	0,10		
		ΦΛ7.1	0,12	48,50	1,02	0,31		
31	Λ7	ΦΛ7.3	0,43	0,51	0,47	0,09		
		ΦΛ7.2	0,09	47,05	0,99	0,28		
32	Λ10	ΦΛ10.1	0,83	1,00	0,60	0,12		
		ΦΛ2.12	0,17	45,11	0,95	0,38		
33	Λ10	ΦΛ10.2	0,47	0,57	0,46	0,10		
		ΦΛ10.1	0,09	41,68	0,88	0,31		
34	Λ11	ΦΛ11.1	0,65	0,78	0,55	0,11		
		ΦΛ3.6	0,13	45,23	0,95	0,35		
35	Λ11	ΦΛ11.2	0,62	0,74	0,37	0,12		
		ΦΛ11.1	0,12	28,18	0,59	0,38		
36	Λ11	ΦΛ11.3	0,43	0,51	0,38	0,10		
		ΦΛ11.2	0,09	34,52	0,73	0,31		
37	Λ12	ΦΛ12.1	1,52	1,82	0,58	0,17		
		ΦΛ2.2	0,30	33,10	0,70	0,49		
38	Λ12	ΦΛ12.2	1,31	1,57	0,54	0,17		
		ΦΛ12.1	0,26	30,96	0,65	0,49		
39	Λ12	ΦΛ12.3	1,08	1,29	0,51	0,15		
		ΦΛ12.2	0,22	33,10	0,70	0,44		
40	Λ12	ΦΛ12.4	0,79	0,95	0,50	0,14		
		ΦΛ12.3	0,16	35,10	0,74	0,41		
41	Λ13	ΦΛ13.1	1,45	1,74	0,54	0,17		
		ΦΛ2.3	0,29	30,89	0,65	0,49		
42	Λ13	ΦΛ13.2	1,31	1,58	0,54	0,17		
		ΦΛ13.1	0,26	30,89	0,65	0,49		
43	Λ13	ΦΛ13.3	1,17	1,40	0,62	0,15		
		ΦΛ13.2	0,23	40,45	0,85	0,44		

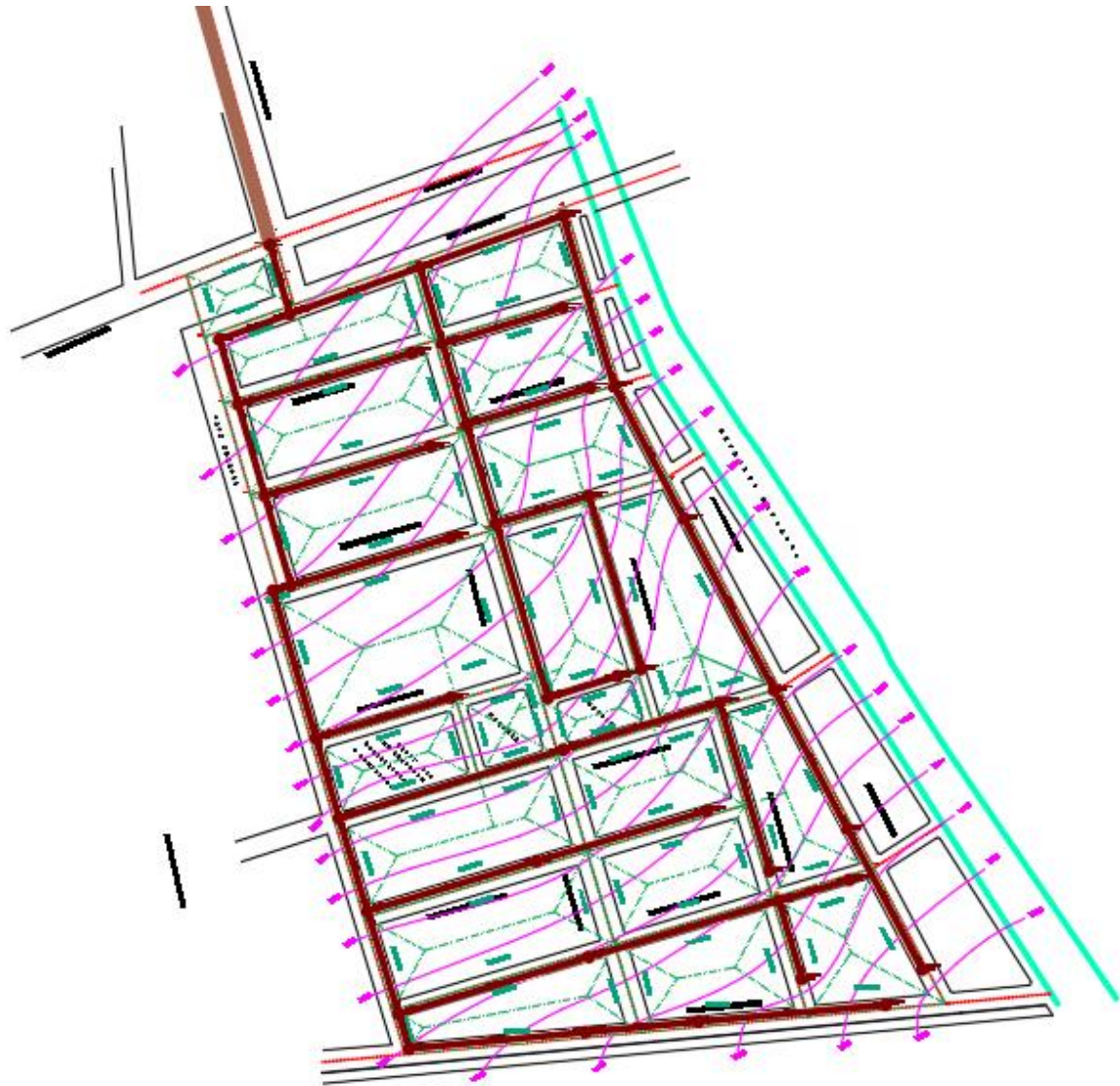
44	Λ13	ΦΛ13.4	0,83	0,99	0,59	0,11		
		ΦΛ13.3	0,17	48,14	1,01	0,35		
45	Λ14	ΦΛ14.1	1,07	1,28	0,39	0,17		
		ΦΛ3.3	0,21	22,50	0,47	0,49		
46	Λ14	ΦΛ14.2	0,66	0,79	0,35	0,15		
		ΦΛ14.1	0,13	22,49	0,47	0,44		
47	Λ15	ΦΛ15.1	2,30	2,77	0,78	0,19		
		ΦΛ2.6	0,46	42,49	0,89	0,52		
48	Λ15	ΦΛ15.2	2,18	2,61	0,73	0,19		
		ΦΛ15.1	0,44	39,99	0,84	0,52		
49	Λ15	ΦΛ15.3	1,94	2,33	0,85	0,16		
		ΦΛ15.2	0,39	51,54	1,08	0,47		
50	Λ15	ΦΛ15.4	1,75	2,11	0,78	0,16		
		ΦΛ15.3	0,35	47,70	1,00	0,47		
51	Λ15	ΦΛ15.5	1,32	1,59	0,74	0,14		
		ΦΛ15.4	0,26	51,76	1,09	0,41		
52	Λ15	ΦΛ15.6	0,77	0,93	0,62	0,11		
		ΦΛ15.5	0,15	51,06	1,07	0,35		
53	Λ15	ΦΛ15.7	0,58	0,70	0,42	0,12		
		ΦΛ15.6	0,12	31,50	0,66	0,38		
54	Λ16	ΦΛ16.1	0,97	1,16	0,39	0,17		
		ΦΛ3.4	0,19	22,49	0,47	0,49		
55	Λ16	ΦΛ16.2	0,50	0,60	0,30	0,12		
		ΦΛ16.1	0,10	22,50	0,47	0,38		
56	Λ17	ΦΛ17.1	1,07	1,28	0,39	0,17		
		ΦΛ3.5	0,21	22,50	0,47	0,49		
57	Λ17	ΦΛ17.2	0,73	0,87	0,35	0,15		
		ΦΛ17.1	0,15	22,49	0,47	0,44		
58	Λ5	ΦΛ5.1	0,50	0,59	0,43	0,10		
		ΦΛ15.2	0,10	38,89	0,82	0,31		
59	Λ6	ΦΛ6.1	0,57	0,68	0,40	0,12		
		ΦΛ15.3	0,11	29,88	0,63	0,38		
60	Λ8	ΦΛ8.1	0,82	0,99	0,45	0,14		
		ΦΛ15.4	0,16	31,22	0,66	0,41		
61	Λ9	ΦΛ9.1	0,83	0,99	0,41	0,15		
		ΦΛ15.5	0,17	26,62	0,56	0,44		

11.8 Εφαρμογή στο πολεοδομικό συγκρότημα της Δροσιάς Πατρών (B ΛΥΣΗ)



Εικόνα 42: Χάραξη Αγωγών και Φρεατίων (B ΛΥΣΗ)

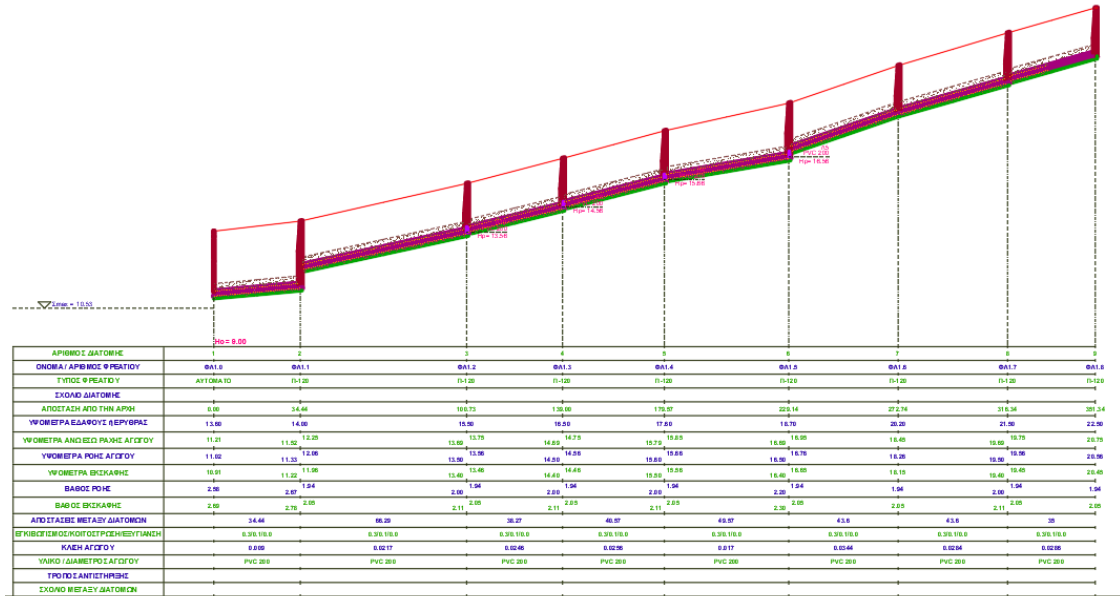
11.8.1 Τελικό Σχέδιο Οριζοντιογραφίας (Β ΛΥΣΗ)



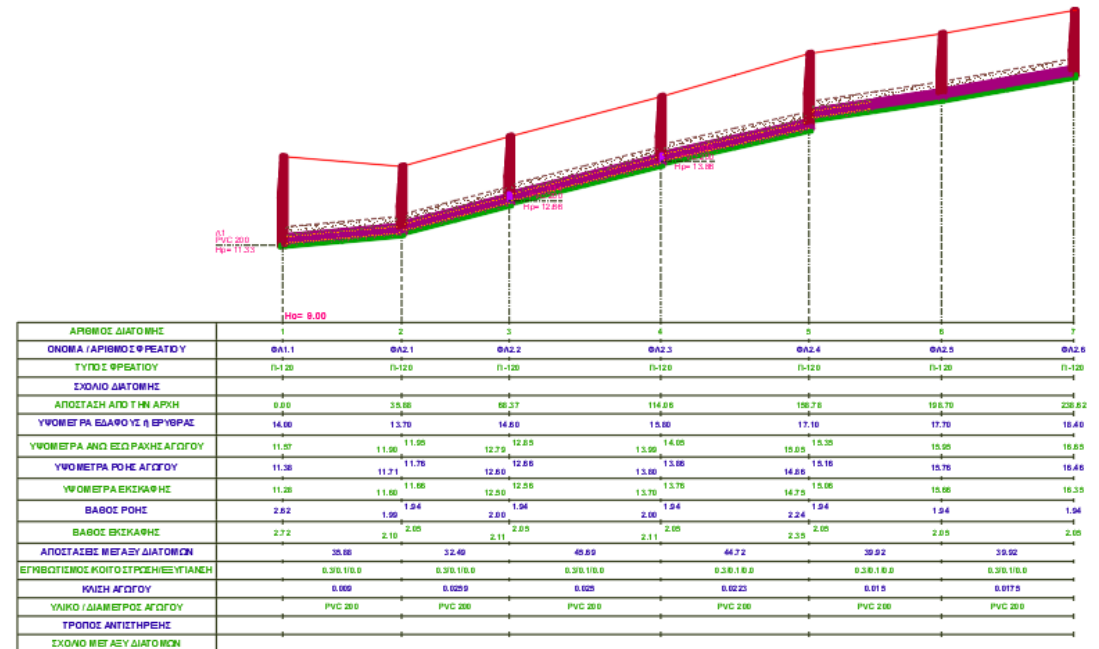
Εικόνα 43: Οριζοντιογραφία του τμήματος δικτύου αποχέτευσης λυμάτων (Β Λύση)

11.8.2 Παραγόμενες Μηκοτομές Συλλεκτήρων (Β ΛΥΣΗ)

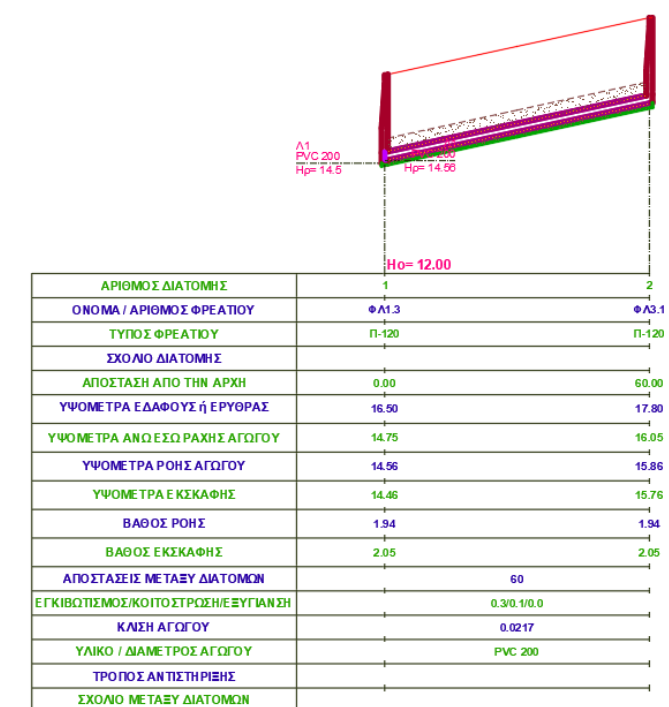
Ακολουθούν συνολικά 7 μηκοτομές συλλεκτήρων (6 δευτερεύοντες και 1 κεντρικός) (Εικόνες 44 έως 50)



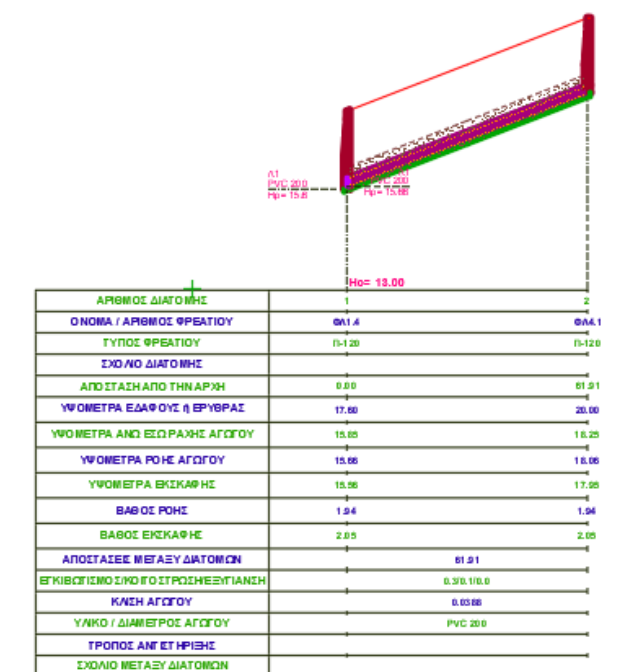
Εικόνα 44: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ1



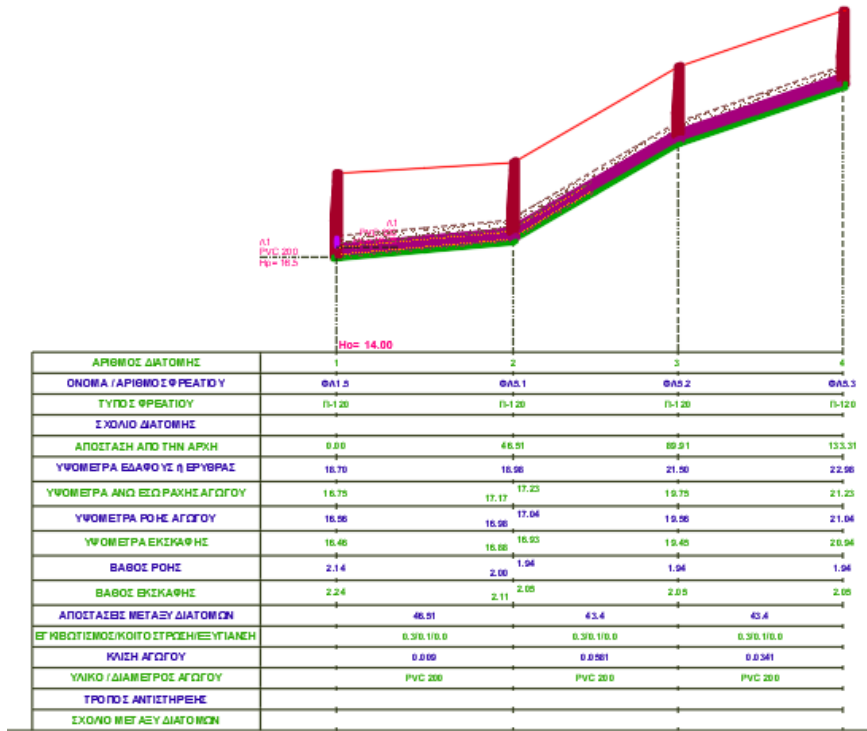
Εικόνα 45: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ2



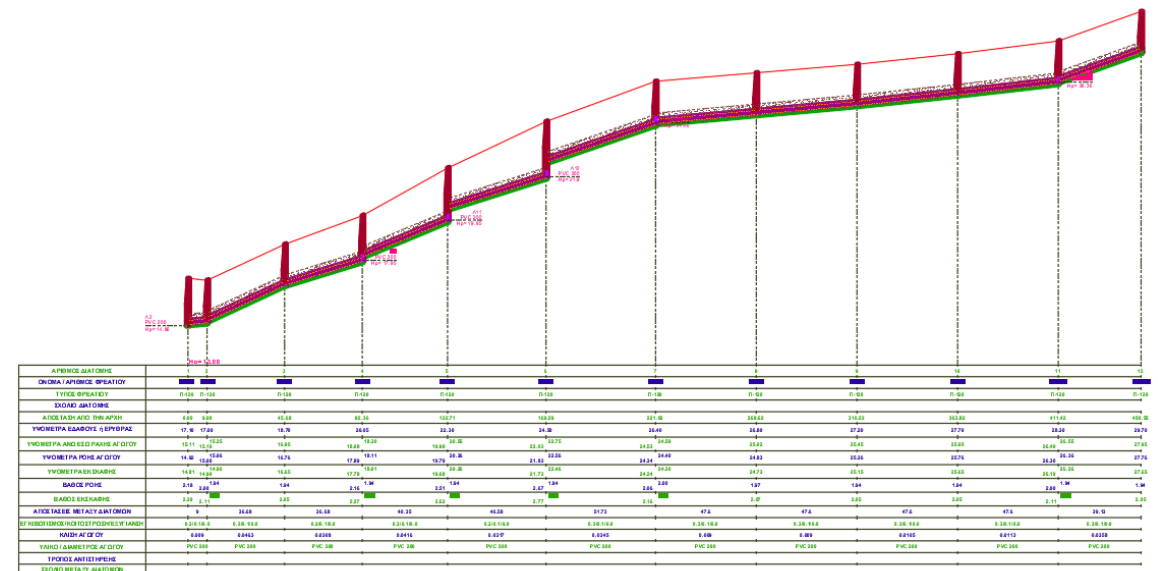
Εικόνα 46: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ3



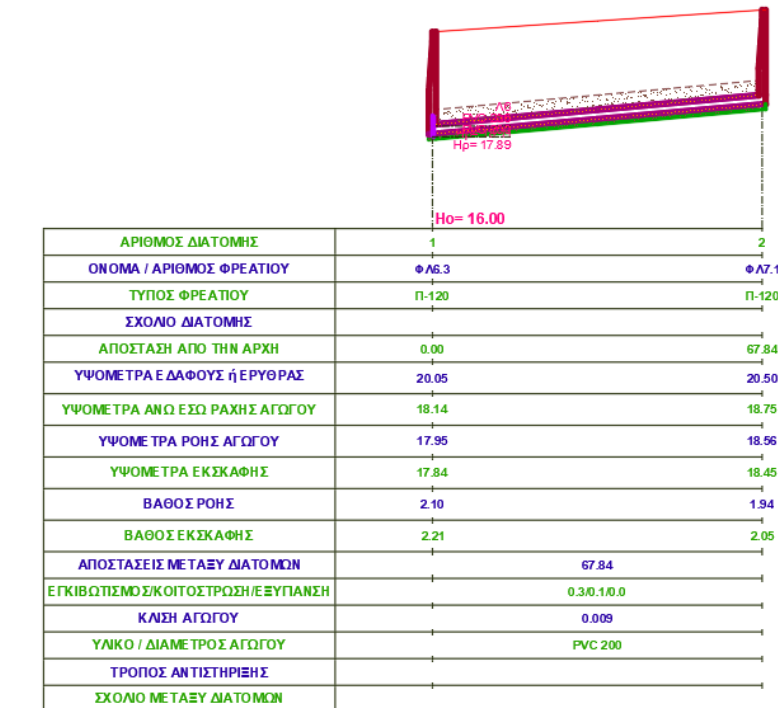
Εικόνα 47: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ4



Εικόνα 48: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ5



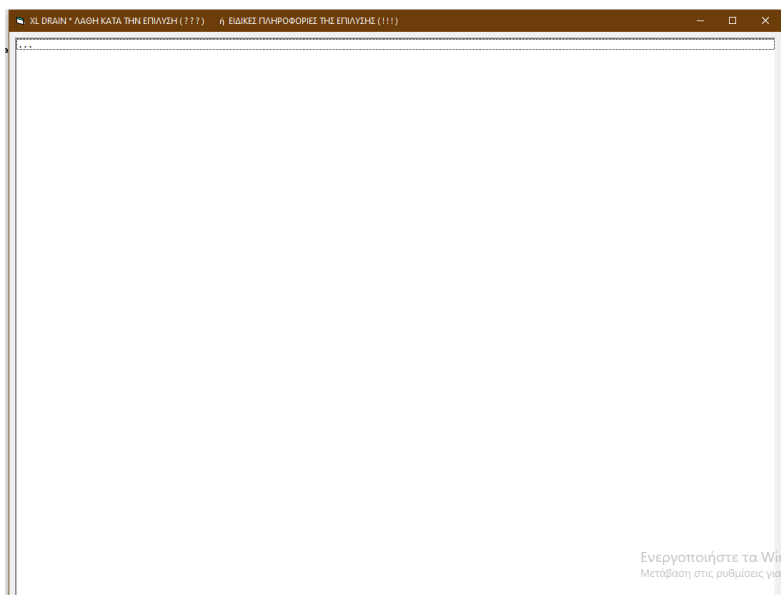
Εικόνα 49: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ6



Εικόνα 50: Μηκοτομή Συλλεκτήρα Λυμάτων - Λ7

11.8.3 Σφάλματα Επίλυσης

Στον παρακάτω πίνακα ο χρήστης διαπιστώνει τα λάθη που παρουσιάστηκαν κατά την επίλυση του δικτύου και τις ειδικές πληροφορίες που αφορούν την επίλυση κάθε ένα αγωγού ξεχωριστά.



Εικόνα 51: Σφάλματα Επίλυσης Εργασίας (Β ΛΥΣΗ)

11.8.4 Στοιχεία από το τεύχος υπολογισμών

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΓΩΓΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ		ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΑΓΩΓΟΥ				ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΓΩΓΟΥ		
Α/Α	ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΜΗΚΟΣ ΑΓΩΓΟΥ (m)	ΥΛΙΚΟ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΑΝΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΜΕΣΗ (Ha)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΟΙΚΗΣΗΣ (ΚΑΤ/Ha)	ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΠΑΡΟΧΗ (m3/h)
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΚΛΙΣΗ ΑΓΩΓΟΥ (#.####)	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (mm)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ Α. ΕΣ. ΡΑΧΗΣ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΣΥΝΟΛΟ (Ha)	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (ΚΑΤΟΙΚΟΙ)	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ Π.Π. (ΚΑΤΟΙΚΟΙ)
1	Λ1	ΦΛ1.1	34,44	PVC 200	11,52	0,03	63	0,00
		ΦΛ1.0	0,0090	190	11,21	8,10	510	0
2	Λ1	ΦΛ1.2	66,29	PVC 200	13,69	0,09	63	0,00
		ΦΛ1.1	0,0217	190	12,25	2,73	172	0
3	Λ1	ΦΛ1.3	38,27	PVC 200	14,69	0,08	63	0,00
		ΦΛ1.2	0,0246	190	13,75	1,68	106	0
4	Λ1	ΦΛ1.4	40,57	PVC 200	15,79	0,10	63	0,00
		ΦΛ1.3	0,0256	190	14,75	1,36	86	0
5	Λ1	ΦΛ1.5	49,57	PVC 200	16,69	0,12	63	0,00
		ΦΛ1.4	0,0170	190	15,85	0,99	62	0
6	Λ1	ΦΛ1.6	43,60	PVC 200	18,45	0,14	63	0,00
		ΦΛ1.5	0,0344	190	16,95	0,39	25	0
7	Λ1	ΦΛ1.7	43,60	PVC 200	19,69	0,15	63	0,00

		ΦΛ1.6	0,0284	190	18,45	0,26	16	0
8	Λ1	ΦΛ1.8	35,00	PVC 200	20,75	0,10	63	0,00
		ΦΛ1.7	0,0286	190	19,75	0,10	6	0
9	Λ2	ΦΛ2.1	35,88	PVC 200	11,89	0,11	63	0,00
		ΦΛ1.1	0,0090	190	11,57	5,34	336	0
10	Λ2	ΦΛ2.2	32,49	PVC 200	12,79	0,03	63	0,00
		ΦΛ2.1	0,0259	190	11,95	5,23	329	0
11	Λ2	ΦΛ2.3	45,69	PVC 200	13,99	0,05	63	0,00
		ΦΛ2.2	0,0249	190	12,85	4,85	306	0
12	Λ2	ΦΛ2.4	44,72	PVC 200	15,05	0,06	63	0,00
		ΦΛ2.3	0,0223	190	14,05	4,41	278	0
13	Λ2	ΦΛ2.5	39,92	PVC 200	15,95	0,24	63	0,00
		ΦΛ2.4	0,0150	190	15,35	0,47	30	0
14	Λ2	ΦΛ2.6	39,92	PVC 200	16,65	0,24	63	0,00
		ΦΛ2.5	0,0175	190	15,95	0,24	15	0
15	Λ3	ΦΛ3.1	60,00	PVC 200	16,05	0,25	63	0,00
		ΦΛ1.3	0,0217	190	14,75	0,25	15	0
16	Λ4	ΦΛ4.1	61,91	PVC 200	18,25	0,27	63	0,00
		ΦΛ1.4	0,0388	190	15,85	0,27	17	0
17	Λ5	ΦΛ5.1	46,51	PVC 200	17,17	0,14	63	0,00
		ΦΛ1.5	0,0090	190	16,75	0,48	30	0
18	Λ5	ΦΛ5.2	43,40	PVC 200	19,75	0,17	63	0,00
		ΦΛ5.1	0,0581	190	17,23	0,33	21	0
19	Λ5	ΦΛ5.3	43,40	PVC 200	21,23	0,17	63	0,00
		ΦΛ5.2	0,0341	190	19,75	0,17	10	0
20	Λ6	ΦΛ6.1	9,00	PVC 200	15,19	0,00	63	0,00
		ΦΛ2.4	0,0090	190	15,11	3,87	244	0
21	Λ6	ΦΛ6.2	36,68	PVC 200	16,95	0,07	63	0,00
		ΦΛ6.1	0,0463	190	15,25	3,87	244	0
22	Λ6	ΦΛ6.3	36,68	PVC 200	18,08	0,07	63	0,00
		ΦΛ6.2	0,0308	190	16,95	3,80	240	0
23	Λ6	ΦΛ6.4	40,35	PVC 200	19,98	0,04	63	0,00
		ΦΛ6.3	0,0416	190	18,30	3,44	217	0
24	Λ6	ΦΛ6.5	46,58	PVC 200	22,02	0,06	63	0,00
		ΦΛ6.4	0,0317	190	20,55	2,39	150	0
25	Λ6	ΦΛ6.6	51,73	PVC 200	24,53	0,05	63	0,00
		ΦΛ6.5	0,0345	190	22,75	1,55	98	0
26	Λ6	ΦΛ6.7	47,60	PVC 200	25,02	0,18	63	0,00
		ΦΛ6.6	0,0090	190	24,59	1,00	63	0
27	Λ6	ΦΛ6.8	47,60	PVC 200	25,45	0,18	63	0,00
		ΦΛ6.7	0,0090	190	25,02	0,82	52	0
28	Λ6	ΦΛ6.9	47,60	PVC 200	25,95	0,21	63	0,00
		ΦΛ6.8	0,0105	190	25,45	0,64	40	0
29	Λ6	ΦΛ6.10	47,60	PVC 200	26,49	0,13	63	0,00
		ΦΛ6.9	0,0113	190	25,95	0,44	27	0
30	Λ6	ΦΛ6.11	39,13	PVC 200	27,95	0,17	63	0,00
		ΦΛ6.10	0,0358	190	26,55	0,17	11	0
31	Λ7	ΦΛ7.1	67,84	PVC 200	18,75	0,30	63	0,00
		ΦΛ6.3	0,0090	190	18,14	0,30	19	0

32	Λ8	ΦΛ8.1	17,30	PVC 200	25,29	0,01	63	0,00
		ΦΛ6.6	0,0373	190	24,65	0,50	31	0
33	Λ8	ΦΛ8.2	42,49	PVC 200	26,05	0,08	63	0,00
		ΦΛ8.1	0,0165	190	25,35	0,49	31	0
34	Λ8	ΦΛ8.3	42,48	PVC 200	26,85	0,08	63	0,00
		ΦΛ8.2	0,0188	190	26,05	0,41	26	0
35	Λ8	ΦΛ8.4	54,66	PVC 200	27,75	0,10	63	0,00
		ΦΛ8.3	0,0165	190	26,85	0,33	21	0
36	Λ8	ΦΛ8.5	44,98	PVC 200	28,65	0,14	63	0,00
		ΦΛ8.4	0,0200	190	27,75	0,23	15	0
37	Λ8	ΦΛ8.6	44,99	PVC 200	29,75	0,09	63	0,00
		ΦΛ8.5	0,0244	190	28,65	0,09	6	0
38	Λ9	ΦΛ9.1	35,33	PVC 200	27,75	0,13	63	0,00
		ΦΛ6.10	0,0340	190	26,55	0,13	8	0
39	Λ10	ΦΛ10.1	36,52	PVC 200	14,85	0,06	63	0,00
		ΦΛ1.2	0,0301	190	13,75	0,96	60	0
40	Λ10	ΦΛ10.2	36,52	PVC 200	15,59	0,06	63	0,00
		ΦΛ10.1	0,0203	190	14,85	0,90	57	0
41	Λ10	ΦΛ10.3	42,82	PVC 200	16,35	0,05	63	0,00
		ΦΛ10.2	0,0163	190	15,65	0,84	53	0
42	Λ10	ΦΛ10.4	42,82	PVC 200	18,65	0,05	63	0,00
		ΦΛ10.3	0,0537	190	16,35	0,79	50	0
43	Λ10	ΦΛ10.5	35,85	PVC 200	20,05	0,06	63	0,00
		ΦΛ10.4	0,0391	190	18,65	0,74	47	0
44	Λ10	ΦΛ10.6	35,85	PVC 200	21,30	0,11	63	0,00
		ΦΛ10.5	0,0349	190	20,05	0,68	43	0
45	Λ10	ΦΛ10.7	46,52	PVC 200	22,65	0,11	63	0,00
		ΦΛ10.6	0,0290	190	21,30	0,57	36	0
46	Λ10	ΦΛ10.8	46,52	PVC 200	23,95	0,18	63	0,00
		ΦΛ10.7	0,0279	190	22,65	0,45	29	0
47	Λ10	ΦΛ10.9	37,63	PVC 200	25,45	0,08	63	0,00
		ΦΛ10.8	0,0399	190	23,95	0,27	17	0
48	Λ10	ΦΛ10.10	66,37	PVC 200	28,25	0,08	63	0,00
		ΦΛ10.9	0,0422	190	25,45	0,19	12	0
49	Λ10	ΦΛ10.11	47,72	PVC 200	29,85	0,11	63	0,00
		ΦΛ10.10	0,0335	190	28,25	0,11	7	0
50	Λ11	ΦΛ11.1	56,27	PVC 200	20,54	0,25	63	0,00
		ΦΛ6.4	0,0090	190	20,04	1,01	64	0
51	Λ11	ΦΛ11.2	56,27	PVC 200	21,05	0,27	63	0,00
		ΦΛ11.1	0,0090	190	20,54	0,76	48	0
52	Λ11	ΦΛ11.3	44,93	PVC 200	22,05	0,13	63	0,00
		ΦΛ11.2	0,0223	190	21,05	0,49	31	0
53	Λ11	ΦΛ11.4	33,30	PVC 200	23,09	0,09	63	0,00
		ΦΛ11.3	0,0312	190	22,05	0,36	23	0
54	Λ11	ΦΛ11.5	42,17	PVC 200	24,35	0,13	63	0,00
		ΦΛ11.4	0,0285	190	23,15	0,27	17	0
55	Λ11	ΦΛ11.6	42,17	PVC 200	25,95	0,13	63	0,00
		ΦΛ11.5	0,0379	190	24,35	0,13	8	0
56	Λ12	ΦΛ12.1	42,50	PVC 200	22,47	0,21	63	0,00

		ΦΛ6.5	0,0090	190	22,08	0,77	49	0
57	Λ12	ΦΛ12.2	42,50	PVC 200	22,85	0,21	63	0,00
		ΦΛ12.1	0,0090	190	22,47	0,57	36	0
58	Λ12	ΦΛ12.3	42,50	PVC 200	23,35	0,23	63	0,00
		ΦΛ12.2	0,0118	190	22,85	0,36	22	0
59	Λ12	ΦΛ12.4	42,50	PVC 200	24,15	0,13	63	0,00
		ΦΛ12.3	0,0188	190	23,35	0,13	8	0
60	Λ13	ΦΛ13.1	41,50	PVC 200	14,75	0,20	63	0,00
		ΦΛ2.3	0,0169	190	14,05	0,39	25	0
61	Λ13	ΦΛ13.2	41,50	PVC 200	15,55	0,20	63	0,00
		ΦΛ13.1	0,0193	190	14,75	0,20	12	0
62	Λ14	ΦΛ14.1	87,00	PVC 200	14,45	0,35	63	0,00
		ΦΛ2.2	0,0184	190	12,85	0,35	22	0

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΑΓΩΓΩΝ
ΛΥΜΑΤΩΝ**

ΟΝΟΜΑ - ΑΡΙΘΜΟΣ - ΘΕΣΗ ΑΓΩΓΟΥ		ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ					ΑΓΩΓΟΣ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ	
Α/Α	ΟΝΟΜΑ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΛΛΕ- ΚΤΗΡΑ	ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΑΝΑΝΤΙ	ΠΑΡΟΧΗ ΛΥΜΑΤΩΝ (Lit/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ Υ (Lit/sec)	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (m/sec)	Η / Ηπ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΤΙΘΕΤΑΙ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ Ο ΑΓΩΓΟΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΟΜ. ΑΝΑΝΤΙ
		ΟΝΟΜΑ ΦΡΕΑΤΙΟΥ ΚΑΤΑΝΤΙ	ΠΑΡΟΧΗ ΕΙΣΡΟΩΝ (Lit/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)	Υ / Υπ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΣΤΑΘΜΗ ΠΙΕΣΟΜ. ΚΑΤΑΝΤΙ
1	Λ1	ΦΛ1.1	6,75	8,10	0,73	0,42		
		ΦΛ1.0	1,35	22,50	0,47	0,91		10,53
2	Λ1	ΦΛ1.2	3,27	3,93	0,77	0,24		
		ΦΛ1.1	0,65	34,95	0,74	0,62		
3	Λ1	ΦΛ1.3	2,42	2,90	0,75	0,21		
		ΦΛ1.2	0,48	37,16	0,78	0,57		
4	Λ1	ΦΛ1.4	2,12	2,55	0,70	0,19		
		ΦΛ1.3	0,42	37,97	0,80	0,52		
5	Λ1	ΦΛ1.5	1,76	2,11	0,60	0,20		
		ΦΛ1.4	0,35	30,89	0,65	0,55		
6	Λ1	ΦΛ1.6	1,03	1,24	0,63	0,14		
		ΦΛ1.5	0,21	43,98	0,93	0,41		
7	Λ1	ΦΛ1.7	0,81	0,97	0,53	0,12		
		ΦΛ1.6	0,16	39,99	0,84	0,38		
8	Λ1	ΦΛ1.8	0,50	0,59	0,44	0,10		

		ФЛ1.7	0,10	40,08	0,84	0,31		
9	Л2	ФЛ2.1	5,08	6,09	0,66	0,36		
		ФЛ1.1	1,01	22,50	0,47	0,83		
10	Л2	ФЛ2.2	5,00	6,00	0,96	0,29		
		ФЛ2.1	1,00	38,13	0,80	0,71		
11	Л2	ФЛ2.3	4,76	5,71	0,91	0,27		
		ФЛ2.2	0,95	37,46	0,79	0,69		
12	Л2	ФЛ2.4	4,47	5,36	0,86	0,27		
		ФЛ2.3	0,89	35,44	0,75	0,69		
13	Л2	ФЛ2.5	1,15	1,38	0,48	0,16		
		ФЛ2.4	0,23	29,07	0,61	0,47		
14	Л2	ФЛ2.6	0,78	0,93	0,45	0,14		
		ФЛ2.5	0,16	31,40	0,66	0,41		
15	Л3	ФЛ3.1	0,79	0,95	0,50	0,14		
		ФЛ1.3	0,16	34,90	0,73	0,41		
16	Л4	ФЛ4.1	0,83	0,99	0,62	0,12		
		ФЛ1.4	0,17	46,69	0,98	0,38		
17	Л5	ФЛ5.1	1,15	1,38	0,41	0,19		
		ФЛ1.5	0,23	22,50	0,47	0,52		
18	Л5	ФЛ5.2	0,94	1,12	0,70	0,11		
		ФЛ5.1	0,19	57,14	1,20	0,35		
19	Л5	ФЛ5.3	0,64	0,77	0,53	0,11		
		ФЛ5.2	0,13	43,79	0,92	0,35		
20	Л6	ФЛ6.1	4,10	4,92	0,63	0,34		
		ФЛ2.4	0,82	22,50	0,47	0,79		
21	Л6	ФЛ6.2	4,10	4,92	1,07	0,22		
		ФЛ6.1	0,82	51,05	1,07	0,60		
22	Л6	ФЛ6.3	4,05	4,86	0,95	0,25		
		ФЛ6.2	0,81	41,61	0,88	0,64		
23	Л6	ФЛ6.4	3,79	4,55	1,02	0,22		
		ФЛ6.3	0,76	48,34	1,02	0,60		
24	Л6	ФЛ6.5	3,00	3,61	0,85	0,21		
		ФЛ6.4	0,60	42,20	0,89	0,57		
25	Л6	ФЛ6.6	2,30	2,76	0,81	0,19		
		ФЛ6.5	0,46	44,03	0,93	0,52		
26	Л6	ФЛ6.7	1,77	2,12	0,47	0,22		
		ФЛ6.6	0,35	22,50	0,47	0,60		
27	Л6	ФЛ6.8	1,57	1,89	0,45	0,21		
		ФЛ6.7	0,31	22,50	0,47	0,57		
28	Л6	ФЛ6.9	1,36	1,64	0,47	0,20		
		ФЛ6.8	0,27	24,30	0,51	0,55		
29	Л6	ФЛ6.10	1,09	1,31	0,44	0,17		
		ФЛ6.9	0,22	25,26	0,53	0,49		
30	Л6	ФЛ6.11	0,66	0,79	0,55	0,11		
		ФЛ6.10	0,13	44,85	0,94	0,35		
31	Л7	ФЛ7.1	0,89	1,07	0,37	0,16		
		ФЛ6.3	0,18	22,50	0,47	0,47		
32	Л8	ФЛ8.1	1,18	1,42	0,66	0,14		
		ФЛ6.6	0,24	45,79	0,96	0,41		

33	Λ8	ΦΛ8.2	1,16	1,39	0,50	0,16		
		ΦΛ8.1	0,23	30,44	0,64	0,47		
34	Λ8	ΦΛ8.3	1,05	1,26	0,50	0,15		
		ΦΛ8.2	0,21	32,54	0,68	0,44		
35	Λ8	ΦΛ8.4	0,93	1,12	0,47	0,15		
		ΦΛ8.3	0,19	30,43	0,64	0,44		
36	Λ8	ΦΛ8.5	0,77	0,93	0,48	0,14		
		ΦΛ8.4	0,15	33,54	0,71	0,41		
37	Λ8	ΦΛ8.6	0,47	0,57	0,41	0,10		
		ΦΛ8.5	0,09	37,08	0,78	0,31		
38	Λ9	ΦΛ9.1	0,56	0,67	0,48	0,10		
		ΦΛ6.10	0,11	43,70	0,92	0,31		
39	Λ10	ΦΛ10.1	1,72	2,06	0,72	0,17		
		ΦΛ1.2	0,34	41,15	0,87	0,49		
40	Λ10	ΦΛ10.2	1,66	1,99	0,62	0,19		
		ΦΛ10.1	0,33	33,75	0,71	0,52		
41	Λ10	ΦΛ10.3	1,59	1,91	0,56	0,19		
		ΦΛ10.2	0,32	30,32	0,64	0,52		
42	Λ10	ΦΛ10.4	1,54	1,85	0,85	0,15		
		ΦΛ10.3	0,31	54,96	1,16	0,44		
43	Λ10	ΦΛ10.5	1,48	1,78	0,72	0,15		
		ΦΛ10.4	0,30	46,86	0,99	0,44		
44	Λ10	ΦΛ10.6	1,41	1,69	0,68	0,15		
		ΦΛ10.5	0,28	44,28	0,93	0,44		
45	Λ10	ΦΛ10.7	1,27	1,52	0,62	0,15		
		ΦΛ10.6	0,25	40,40	0,85	0,44		
46	Λ10	ΦΛ10.8	1,12	1,34	0,61	0,15		
		ΦΛ10.7	0,22	39,64	0,83	0,44		
47	Λ10	ΦΛ10.9	0,84	1,00	0,63	0,12		
		ΦΛ10.8	0,17	47,34	1,00	0,38		
48	Λ10	ΦΛ10.10	0,69	0,83	0,59	0,11		
		ΦΛ10.9	0,14	48,71	1,02	0,35		
49	Λ10	ΦΛ10.11	0,53	0,63	0,48	0,10		
		ΦΛ10.10	0,10	43,42	0,91	0,31		
50	Λ11	ΦΛ11.1	1,78	2,13	0,47	0,22		
		ΦΛ6.4	0,36	22,50	0,47	0,60		
51	Λ11	ΦΛ11.2	1,51	1,81	0,45	0,21		
		ΦΛ11.1	0,30	22,50	0,47	0,57		
52	Λ11	ΦΛ11.3	1,17	1,40	0,55	0,15		
		ΦΛ11.2	0,23	35,38	0,74	0,44		
53	Λ11	ΦΛ11.4	0,98	1,18	0,60	0,14		
		ΦΛ11.3	0,20	41,91	0,88	0,41		
54	Λ11	ΦΛ11.5	0,83	0,99	0,53	0,12		
		ΦΛ11.4	0,17	40,00	0,84	0,38		
55	Λ11	ΦΛ11.6	0,57	0,68	0,51	0,10		
		ΦΛ11.5	0,11	46,19	0,97	0,31		
56	Λ12	ΦΛ12.1	1,52	1,82	0,45	0,21		
		ΦΛ6.5	0,30	22,50	0,47	0,57		
57	Λ12	ΦΛ12.2	1,27	1,52	0,43	0,20		

		ΦΛ12.1	0,25	22,50	0,47	0,55		
58	Λ12	ΦΛ12.3	0,98	1,17	0,42	0,16		
		ΦΛ12.2	0,20	25,72	0,54	0,47		
59	Λ12	ΦΛ12.4	0,56	0,68	0,40	0,11		
		ΦΛ12.3	0,11	32,53	0,68	0,35		
60	Λ13	ΦΛ13.1	1,03	1,23	0,47	0,15		
		ΦΛ2.3	0,21	30,80	0,65	0,44		
61	Λ13	ΦΛ13.2	0,70	0,84	0,44	0,12		
		ΦΛ13.1	0,14	32,92	0,69	0,38		
62	Λ14	ΦΛ14.1	0,96	1,15	0,50	0,15		
		ΦΛ2.2	0,19	32,16	0,68	0,44		

11.9 Συμπεράσματα

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε με το πέρας των προπτυχιακών σπουδών μας στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου μελετήθηκε το δίκτυο αποχέτευσης λυμάτων 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 λυμάτων όσο και για τα ποσοστά πλήρωσης των αγωγών.

Εφαρμόστηκε το λογισμικό Xldrain για τον σχεδιασμό και τη μελέτη του δικτύου αποχέτευσης λυμάτων και απαιτήθηκαν γνώσεις και του λογισμικού AutoCad.

Αναλύθηκαν δύο περιπτώσεις (Λύση Α και Λύση Β) στις οποίες επιλέχθηκε διαφορετική μόρφωση στο δίκτυο λυμάτων.

Αποκτήθηκαν γενικότερες γνώσεις και αρκετή εμπειρία σε θέματα μόρφωσης, ανάλυσης και σχεδιασμού δικτύων αποχέτευσης και κατανοήθηκαν στοιχεία υδραυλικής των ανοικτών αγωγών που μέχρι πρότείνως είχαν μελετηθεί και φάνταζαν αρκετά θεωρητικά. Διαπιστώθηκε έμπρακτα η αξία των διάφορων κωδικών προσομοίωσης για την επίλυση ρεαλιστικών και σύνθετων προβλημάτων υδραυλικής μηχανικής και συγκεκριμένα ενός δικτύου αποχέτευσης.

Κεφάλαιο 12: Βιβλιογραφία

12.1 Βιβλιογραφία

- Γκοτσοπούλου, Ε. (2016), Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύου Αποχέτευσης Όμβριων, με Εφαρμογή στο Τμήμα του Οικισμού Σαρλάτων, νομού Κεφαλληνίας, Πτυχιακή εργασία Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας
- Ευστρατιάδης, Α. και Δ. Κουτσογιάννης (2014) Σημειώσεις: Αστικά δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούλιος 2014
- Ιωσηφίδης, Β. (2010) Αποχετεύσεις, Σημειώσεις στα πλαίσια του μαθήματος των Υδρεύσεων – Αποχετεύσεων του Ε εξαμήνου του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ., Οκτώβριος 2010
- Κουτσογιάννης, Δ. (1993) Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης, Έκδοση 3, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Κουτσογιάννης, Δ. (2011) Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης, Έκδοση 4, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Λαγγούσης, Α. και Φουρνιώτης Ν. (2020), Στοιχεία Σχεδιασμού Έργων Ύδρευσης και Αποχέτευσης, Εκδόσεις GOTSIS
- Martz, G. (1989) Υδραυλική των Οικισμών – Αποχετεύσεις, Μετάφραση της 3^{ης} Γερμανικής Έκδοσης 1987, Εκδόσεις: Μ. Γκιούρδας, Απόδοση: Παναγιώτη Κων. Μαρκουλίδη.
- Μπούλτης, Γ. (2019), Στοιχεία υδραυλικού σχεδιασμού δικτύου αποχέτευσης ακαθάρτων με εφαρμογή σε τμήμα της Παλαιάς Κοκκινιάς του Δήμου Πειραιά, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Προεδρικό Διάταγμα 696/1974
- Steel, E.W. and T.J. McGhee (1979) Water supply and sewerage, McGraw – Hill, 1979.
- Σωτηροπούλου, Δ. & Καλύβα, Ε. (2015), Στοιχεία Υδραυλικού Σχεδιασμού Δικτύων Αποχέτευσης, με Εφαρμογή σε Τμήμα της Πόλεως του Αγρινίου,

Πτυχιακή εργασία Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας

- Τσακίρης, Γ. (2010) Υδραυλικά Έργα – Σχεδιασμός και Διαχείριση, Τόμος Ι: Αστικά Υδραυλικά Έργα, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
- Τσόγκας, Χ.Ε. (1998) Δίκτυα αποχέτευσης και επεξεργασίας λυμάτων, Εκδόσεις Ίων, Έκδοση 1^η.
- Τσώνης, Σ. (2004) Επεξεργασία Λυμάτων, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Χατζηαγγέλου, Η. (2002) Υδραυλικά Έργα. Αποχετεύσεις, Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα ΑΠΘ.

12.2 Διαδίκτυο

1. https://www.eydap.gr/userfiles/47614413-661a-4fba-ba7ca14f00cfa261/BIBLIO%20STAGONOULHS_new_1_site.pdf
2. <https://www.eydap.gr/TheCompany/DrainageAndSewerage/DrainHistoricalTrackback/>
3. <https://www.deyal.gr/el/deyal/kanonismos-apoxeteusis>
4. <https://www.edeya.gr/2013-09-23-10-58-06/2013-09-23-11-11-03/genikes-suneleuseis/eisigiseis-gstrikala-2010-1/535-diachirisi-omvrion-1/file>
5. <https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/ALEX01115/Biological%20waste%20treatment.pdf>
6. http://www.lsd.org.cy/wp-content/uploads/evropaikes_odigies91_271EOK.pdf
7. <https://apofraxeis-vlachos.gr/%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82/>
8. <https://docplayer.gr/12174497-Ptyhiaki-ergasia-thema-kataskeyi-astikoy-viologikoy-katharismoy.html>
9. <https://deyael.gr/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC->

%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1-
2/

10. <https://docplayer.gr/1464885-Meletes-egkatastaseon-epexergasias-lymaton-ptyhiaki-ergasia-toy-alexandroy-georgioy.html>

11. https://www.lsd.org.cy/wp-content/uploads/evropaikes_odigies91_271EOK.pdf

12.3 Εικόνες

ΕΙΚΟΝΑ 1:

[Διαδίκτυο 1: <https://energy.press.gr/news/se-diagonismo-promitheias-fysikoy-aerioy-gia-tin-psyttaleia-prohora-i-eydap>]

ΕΙΚΟΝΑ 2:

[Διαδίκτυο 2: <http://ikee.lib.auth.gr/record/126043/files/GRI-2011-6394.pdf>]

ΕΙΚΟΝΑ 3:

[Διαδίκτυο 3: http://apofraxeis-vlachos.gr/wp-content/uploads/2017/02/%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91_03.pdf]

ΕΙΚΟΝΑ 4:

[Διαδίκτυο 4: http://apofraxeis-vlachos.gr/wp-content/uploads/2017/02/%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91_03.pdf]

ΕΙΚΟΝΑ 5:

[Διαδίκτυο 5: http://apofraxeis-vlachos.gr/wp-content/uploads/2017/02/%CE%95%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%91_03.pdf]

ΕΙΚΟΝΑ 6:

[Διαδίκτυο 6: <https://www.cityofxanthi.gr/enimerosi/nea/press/11916-%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BA%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D-%CF%83%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%8E%CE%BD-%CE%BF%CE%BC%CE%B2%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD-%CF%85%CE%B4%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%B1%CF%84%CE%AF%CF%89%CE%BD-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B4%CE%B5%CF%85%CE%B1-%CE%BE%CE%AC%CE%BD%CE%B8%CE%B7%CF%82>]

EIKONA 7:

[Διαδίκτυο 7:
<http://kouseris.gr/%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7-%CE%BF%CE%BC%CE%B2%CF%81%CE%B9%CF%89%CE%BD-%CF%85%CE%B4%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%85-%CF%87%CE%B1%CE%BB%CE%B1/>]

EIKONA 8:

[Διαδίκτυο 8:
<https://deyael.gr/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1-2/>]

EIKONA 9:

[Διαδίκτυο 9: <https://apofraxeis->

[vlachos.gr/%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-](https://apofraxeis-vlachos.gr/%CE%B1%CF%80%CE%BF%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-)

[%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-](https://apofraxeis-vlachos.gr/%CE%B1%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82/)

[%CF%84%CE%B7%CF%82-](https://apofraxeis-vlachos.gr/%CE%B1%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82/)

[%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82/\]](https://apofraxeis-vlachos.gr/%CE%B1%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1%CF%82/)

EIKONA 10:

[Διαδίκτυο 10: <https://www.bestreferat.ru/referat-184988.html>]

EIKONA 11:

[Διαδίκτυο 11:

https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/ENV245/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%94%CE%B9%CE%AC%CE%BB%CE%B5%CE%BE%CE%B7_6.pdf]

EIKONA 12:

[Διαδίκτυο 12: http://users.ntua.gr/dkoutso/courses/aye/AskST/flow_circ_pipes.png]

EIKONA 13:

[Διαδίκτυο 13:

https://www.google.com/search?q=%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BF+%CF%83%CF%85%CE%BC%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%B7%CF%82&tbm=isch&ved=2ahUKEwi4gNiejOXyAhVfg_0HHaBNABEQ2-cCegQIABAA&oq=%CF%86%CF%81%CE%B5%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BF+%CF%83%CF%85%CE%BC%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%B7%CF%82&gs_lcp=CgNpbWcQAzoGCAAQCBAeOgQIABAYUNW2Sljuykpgj9FKaABwAHgAgAGyAYgB8QaSAQM1LjOYAQCgAQGqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=bEgzYbiaEN-G9u8PoJuBiAE&bih=767&biw=1600&rlz=1C1PRFE_enGR669GR671#imgrc=FwRIVZOmCcDpNM]

EIKONA 14:

[Διαδίκτυο 14: <https://oz-gbi.ru/stati/montazh-zhelezobetonnykh-trub/>]

EIKONA 15:

[Διαδίκτυο 15: http://anastasiostheofilou.blogspot.com/2015/03/blog-post_11.html]

EIKONA 16:

[Διαδίκτυο 16: <https://travelerscoffee.ru/el/redka/harakteristiki-i-preimushchestva-ryzhei-kanalizacionnoi-truby/>]

EIKONA 17:

[Διαδίκτυο 17: <https://roagro.ro/en/52-pehd-pipes-for-irrigation.html>]

EIKONA 18:

[Διαδίκτυο 18:

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]

EIKONA 19:

[Διαδίκτυο 19:

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

EIKONA 20:

[Διαδίκτυο 20:

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

EIKONA 21:

[Διαδίκτυο 21:

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]

EIKONA 23:

[Διαδίκτυο 23:

<https://papantonatos.gr/2017/12/22/%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BF-%CE%BB%CF%85%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7/>]

EIKONA 24:

[Διαδίκτυο 24: <https://gr.pinterest.com/pin/337840409518500647/>]

EIKONA 25:

[Διαδίκτυο 25:

https://www.google.com/search?q=%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1+%CF%81%CE%BF%CE%B7%CF%82+%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85+%CE%BA%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%85&rlz=1C1PRFE_enGR669GR671&sxsrf=AOaemvIEc0Kv2xexTLzw31gZUx2Q7NDPxxw:1632649571683&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiAsIzOrZzzAhWmhP0HHRG1A6EQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1600&bih=767&dpr=1#imgrc=p_EtYwOWR03PSM&imgdii=n14xXIQ7QY66tM]

EIKONA 26:

[Διαδίκτυο 26:

<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/veltiomeno/nees/KatharismosLimaton/proepeks.pdf>

ΕΙΚΟΝΑ 27:

[Διαδίκτυο 27:

https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS460/%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%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B9%CE%B1/EE03_AMMOS.pdf]

ΕΙΚΟΝΑ 28:

[Διαδίκτυο 28:

<http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/19/alexandrou.pdf?sequence=1>]

ΕΙΚΟΝΑ 29:

[Διαδίκτυο 29:

<http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/19/alexandrou.pdf?sequence=1>]