



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΝΟΜΟΣ ΤΡΙΚΑΛΩΝ

ΔΗΜΟΣ ΜΕΤΕΩΡΩΝ

Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

ΕΡΓΟ:

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΚΟΜΒΟΥ ΣΤΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΟΔΩΝ
ΠΙΝΔΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΩΝ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ:

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΑΡ. ΤΕΥΧΟΥΣ:

ΥΔΡ_Τ01

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ: ΙΟΥΝΙΟΣ 2024

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ	ΘΕΩΡΩΝΤΕ	ΛΟΙΠΕΣ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ
Τσόγιας Χρίστος Πολιτικός Μηχανικός CHRISTOS TSOGIAS Digitally signed by CHRISTOS TSOGIAS Date: 2026.04.21 13:27:46 +03'00'	Ράπτη Γεωργία Πολιτικός Μηχανικός Προϊσταμένη Τμ. Τ.Ε. & Σ.Υ. GEOR GIA RAPTI Digitally signed by GEORGIA RAPTI Date: 2026.04.21 14:14:54 +03'00'	Λύχος Νικόλαος Πολιτικός Μηχανικός Διευθυντής Τ.Υ.Π. & Π. ΛΥΧΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Digitally signed by ΛΥΧΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ Date: 2026.04.23 13:41:54 +03'00'	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ-.....-.....	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ-.....-.....	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ-.....-.....	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ-.....-.....

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΕΥΧΟΥΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΕΥΧΟΥΣ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	2
1.2. ΛΗΦΘΕΝΤΑ ΥΠΟΨΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΥΠΟΒΑΘΡΑ.....	2
1.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΔΙΚΤΥΑ.....	3
1.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ	3
1.5. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ	4
2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ.....	9
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	9
2.2. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	10
3. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ	10
3.1. ΓΕΝΙΚΑ	10
3.2. ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ	10
3.3. ΠΑΡΟΧΗ ΟΜΒΡΙΩΝ.....	11
3.4. ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ.....	11
3.5. ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	12
3.6. ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	12
3.7. ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	14
3.8. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΟΗΣ	14
3.9. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	15
3.10. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΗΣ	17
3.10.1. CHEZY	17
3.10.2. MANNING	17
3.11. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ N	17
3.12. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΕ ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	19
3.14. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ	22
3.15. ΜΕΓΙΣΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	22
3.16. ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΓΩΓΩΝ	23
3.17. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΣΕΙΣ	23
3.18. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	24
3.19. ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΡΕΑΤΙΩΝ ΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ	26
4. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ).....	27

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την τεχνική έκθεση που συνοδεύει την υδραυλική μελέτη αποχέτευσης ομβρίων υδάτων στη συμβολή της εθνικής οδού Ε92 με την οδό Μετεώρων που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της πόλης της Καλαμπάκας. Αντικείμενο της παρούσης μελέτης αποτέλεσε ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση όλων των απαραίτητων υδραυλικών έργων που αφορούν την προστασία της οδού καθώς και του νέου κυκλικού κόμβου από πλημμυρικά φαινόμενα. Τα έργα αυτά αφορούν την κατασκευή υπόγειων αγωγών με φρεάτια υδροσυλλογής για την συλλογή των όμβριων υδάτων και τη μεταφορά τους στον αποδέκτη.



Φωτο1. Περιοχή μελέτης (Απόσπασμα από Google Earth)

1.2. ΛΗΦΘΕΝΤΑ ΥΠΟΨΗ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΥΠΟΒΑΘΡΑ

Τα στοιχεία τα οποία λαμβάνονται υπ' όψη κατά τη σύνταξη της μελέτης είναι τα ακόλουθα:

- α. Στοιχεία που συγκεντρώθηκαν και αφορούν : τα υφιστάμενα έργα αποχέτευσης στην περιοχή των έργων, τους αποδέκτες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, κλπ.
- β. Τοπογραφικά διαγράμματα της περιοχής των έργων .
- γ. Οι οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων. (Προδιαγραφές Ο.Μ.Ο.Ε)
- δ. Οι οδηγίες σχεδιασμού των έργων αποχέτευσης οδών της ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ Α.Ε. (Προδιαγραφές Ο.Σ.Μ.Ε.Ο.)

1.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΔΙΚΤΥΑ

Υπάρχουν υφιστάμενα έργα τα οποία έχουν σχέση με το αντικείμενο της παρούσας μελέτης και συγκεκριμένα δύο υφιστάμενοι αγωγοί ομβρίων στο ανατολικό και δυτικό τμήμα της περιοχής μελέτης και κάποια μεμονωμένα φρεάτια υδροσυλλογής τα οποία είτε αξιοποιούνται ως έχουν, είτε χρησιμοποιούνται ως αποδέκτες, σε περιπτώσεις όπου προβλέπεται από τη μελέτη η τοποθέτηση νέου φρεατίου υδροσυλλογής σε κοντινή απόσταση από αυτά.

Πιο συγκεκριμένα, κατά μήκος των υπό μελέτη οδικών τμημάτων, υφίσταται αγωγός αποχέτευσης ομβρίων ο οποίος αποτελεί τον βασικό αποδέκτη των απορροών του οδοστρώματος, στον οποίο καταλήγουν όλες οι επιφανειακές απορροές που συλλέγονται από τις υφιστάμενες υδροσυλλογές κατά μήκος της οδού.



Φωτο2. Φρεάτια υδροσυλλογών κατά μήκος του υφιστάμενου αγωγού.

1.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ

Με σκοπό την αποτελεσματική αποχέτευση των όμβριων του οδοστρώματος και παίρνοντας υπόψη την υφιστάμενη και διαμορφωμένη διατομή του κυκλικού κόμβου και των συμβαλλόντων οδών ,το πλάτος του καταστρώματος κάθε τμήματος και την εκτίμηση των αναμενόμενων παροχών για τα έργα αποχέτευσης της οδού, επιλέχθηκε ως λύση η κατασκευή δύο νέων κλάδων αγωγών αποχέτευσης ομβρίων κατά μήκος των οδών με τοποθέτηση νέων φρεατίων υδροσυλλογής σε κατάλληλες θέσεις του καταστρώματος και τη σύνδεσή τους με το νέο και υφιστάμενο δίκτυο ομβρίων. Πιο συγκεκριμένα στα πλαίσια της μελέτης προβλέπονται:

- η τοποθέτηση ενός υπόγειου αγωγού όμβριων υδάτων οπλισμένου σκυροδέματος και διατομής Φ500 - Φ600 κατά μήκος του άξονα των οδών 1 και 3. Ο αγωγός (ΑΓ.-1) ξεκινά από φρεάτιο υδροσυλλογής και στο πέρας του εκβάλλει σε υφιστάμενο φρεάτιο επίσκεψης. Παράλληλα με τον νέο αγωγό, προβλέπεται να τοποθετηθούν εκατέρωθεν νέα φρεάτια υδροσυλλογής τύπου Φ1N σε καίριες θέσεις του οδοστρώματος και λαμβάνοντας υπόψη τις επικλίσεις και την κατά μήκος κλίση του άξονα της οδού για την απορρόφηση της απορροής του καταστρώματος. Τα φρεάτια υδροσυλλογής εκβάλουν στον αγωγό με σωλήνα PVC σειράς 41 διαμέτρου Φ315mm και με τελικό αποδέκτη το υφιστάμενο δίκτυο ομβρίων.
- η τοποθέτηση ενός υπόγειου αγωγού όμβριων υδάτων οπλισμένου σκυροδέματος και διατομής Φ500 κατά μήκος του άξονα των οδών 4 και 5. Ο αγωγός (ΑΓ.-2) ξεκινά από φρεάτιο επίσκεψης υπονόμου τύπου Φ10 και στο πέρας του εκβάλλει στον πρώτο κλάδο. Παράλληλα με τον νέο αγωγό, προβλέπεται να τοποθετηθούν εκατέρωθεν νέα φρεάτια υδροσυλλογής τύπου Φ1N σε καίριες θέσεις του οδοστρώματος και λαμβάνοντας υπόψη τις επικλίσεις και την κατά μήκος κλίση του άξονα της οδού για την απορρόφηση της απορροής του καταστρώματος. Τα φρεάτια υδροσυλλογής εκβάλουν στον αγωγό με σωλήνα PVC σειράς 41 διαμέτρου Φ315mm και με τελικό αποδέκτη το υφιστάμενο δίκτυο ομβρίων.



Φωτο3. Άποψη του νέου δικτύου αγωγών ομβρίων

1.5. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, κατά μήκος κάποιων εκ των υπό μελέτη τμημάτων των οδών υφίσταται δίκτυο ομβρίων με φρεάτια τα οποία εξυπηρετούν τις ανάγκες απορροής του καταστρώματος της οδού. Ορισμένα φρεάτια του αγωγού που βρίσκονται μέσα στη ζώνη κατάληψης του έργου βρίσκονται είτε ψηλότερα, είτε

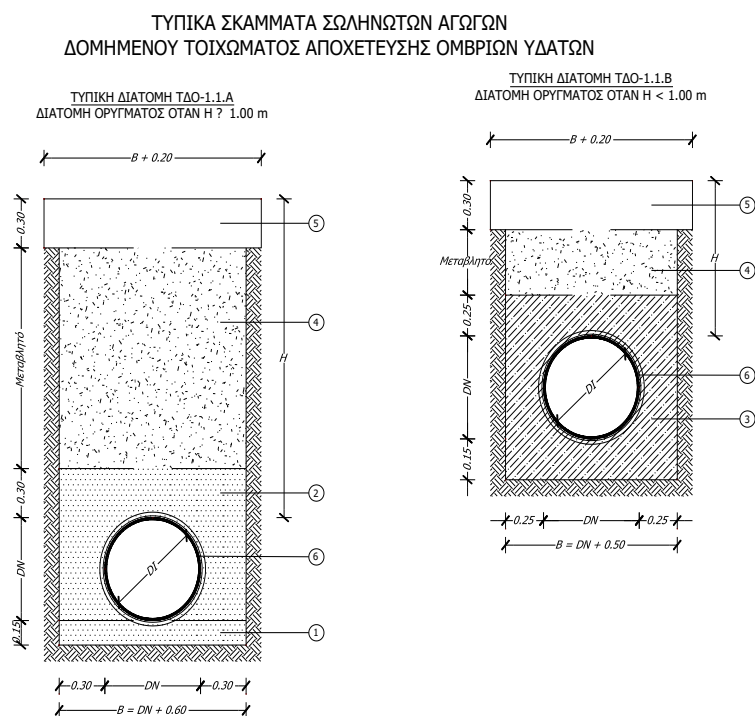
χαμηλότερα από τη επιθυμητή στάθμη. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για οκτώ προκατασκευασμένα φρεάτια οπλισμένου σκυροδέματος για τα οποία απαιτείται προσαρμογή της στάθμης των φρεατίων και καλυμμάτων στο επιθυμητό επίπεδο με την ταπείνωση ή υπερύψωσή τους. Επιπρόσθετα και με σκοπό την προστασία των υφιστάμενων αγωγών καθώς και την ταχύτητα των εργασιών, προβλέπεται η χρησιμοποίηση, όπου είναι δυνατόν, των υφιστάμενων φρεατίων υδροσυλλογής ως αποδέκτες των νέων υδροσυλλογών για να μειωθεί ο αριθμός των απευθείας νέων συνδέσεων .

1.6. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΩΓΩΝ

Σωληνωτοί αγωγοί

Οι σωληνωτοί οχετοί που προτείνονται στην παρούσα μελέτη είναι οπλισμένοι πρεσσαριστοί τσιμεντοσωλήνες σειράς 120. Η επιλογή της σειράς 120 για τους τσιμεντοσωλήνες έγινε για λόγους επιπλέον ασφάλειας καθώς τέμνουν το οδόστρωμα στο οποίο θα κινούνται βαριά οχήματα. Οι αγωγοί έχουν διάμετρο από Φ500 ως Φ600, εδράζονται σε στρώση άμμου πάχους 0,10m και εγκιβωτίζονται πλήρως με άμμο. Μετά τον εγκιβωτισμό του αγωγού με άμμο το σκάμμα πληρώνεται με στρώση άμμου πάχους 0,30m πάνω από τον αγωγό και με θραυστό υλικό λατομείου της Π.Τ.Π Ο150 σε στάθμη σύμφωνη με την τυπική διατομή του σκάμματος.

Οι στρώσεις οδοποιίας κατασκευάζονται μετά τον εγκιβωτισμό και την επίχωση, προκειμένου οι οδοί να επανέλθουν στην πρότερη κατάστασή τους. Για την αποκατάσταση των ασφαλτικών οδοστρωμάτων σε χρησιμοποιούνται:



Σχήμα 1.1: Τάφρος τοποθέτησης αγωγού (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

- Υπόβαση οδοστρωσίας 0,10m
- Βάση οδοστρωσίας 0,10m
- ασφαλική επάλειψη
- 2 ασφαλικές στρώσεις κυκλοφορίας 0,05m (ΠΤΠ Α265)

Το πλάτος του σκάμματος τοποθέτησης των αγωγών καθορίζεται από την εκάστοτε διατομή αγωγού. Λαμβάνεται ίσο προς το άθροισμα της εξωτερικής διαμέτρου του αγωγού και 0,30m ή 0.25m εκατέρωθεν του αναλόγως του βάθους τους.

Στο κάτωθι σχήμα παρουσιάζεται το σκάμμα τοποθέτησης των σωληνωτών αγωγών βαρύτητας ανάλογα του βάθους επίχωσης.

1.7. ΦΡΕΑΤΙΑ ΕΠΙΣΚΕΨΗΣ ΣΩΛΗΝΩΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

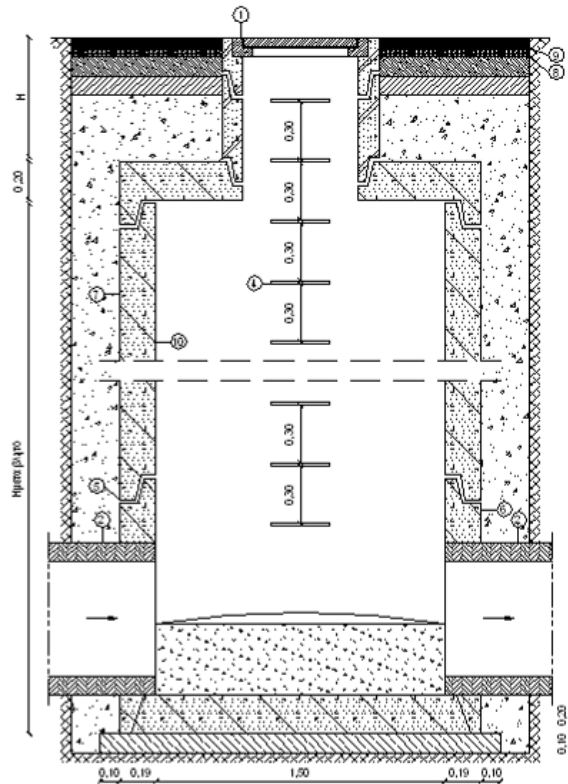
Στα πλαίσια της μελέτης προτείνονται πέντε (5) Φρεάτια Επίσκεψης υπονόμου τύπου Φ10 στους αγωγούς των κλάδων του νέου δικτύου αποχέτευσης ομβρίων. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες των ΦΕ διακρίνονται στο σχέδιο με τίτλο «Τυπικό Φρεάτιο Επίσκεψης» (Αρ. Σχ. Υ.Τ-3) Είναι προκατασκευασμένα φρεάτια οπλισμένου σκυροδέματος με στεγανή σύνδεση ελαστικού δακτυλίου κατασκευασμένα με τις ισχύουσες προδιαγραφές τεχνικών έργων. Τα φρεάτια επίσκεψης τοποθετούνται με σκοπό την επίσκεψη, τον έλεγχο και τη συντήρηση του δικτύου. Όλα τα φρεάτια επίσκεψης εμφανίζονται στις οριζοντιογραφίες και τοποθετούνται:

- Σε ευθυγραμμία ανά 50m έως 60m.
- Σε αλλαγή οριζοντιογραφικής κλίσης
- Σε αλλαγή υψομετρικής κλίσης
- Σε αλλαγή διαστάσεων αγωγού.
- Σε συμβολές αγωγών.

Η χρήση των προκατασκευασμένων φρεατίων κρίθηκε ως βέλτιστη καθώς μειώνεται σημαντικά ο χρόνος των εργασιών σε ανοιχτό σκάμμα.

Κάθε φρεάτιο αποτελείται από μια προκατασκευασμένη βάση φρεατίου με ανοίγματα σύνδεσης σωλήνων σε κατάλληλο ύψος, προκατασκευασμένους δακτυλίους μεταβλητού ύψους με τοποθετημένες χυτοσιδηρές βαθμίδες ανά 300mm, με προκατασκευασμένη πλάκα οροφής με στένωση διατομής Ø600, με προκατασκευασμένο λαιμό φρεατίου εσωτερικής διαμέτρου Ø600 με τοποθετημένες χυτοσιδηρές βαθμίδες ανά 300mm και με έγχυτη κορωνίδα φρεατίου με χυτοσιδηρό πλαίσιο καλύμματος Ø600. Τα τμήματα του φρεατίου κατασκευάζονται από σκυρόδεμα C20/25 οπλισμένο με ράβδους χάλυβα B500C, Ø8/15.

Το φρεάτιο εδράζεται σε εξυγιαντική στρώση πάχους 10cm σκυροδέματος C16/20 οπλισμένου με πλέγμα T188. Η εσωτερική διαμόρφωση ροής γίνεται επί τόπου, μετά την τοποθέτηση των σωλήνων, με σκυρόδεμα C12/16. Το φρεάτιο καλύπτεται εσωτερικά με στρώση τσιμεντοκονίας πάχους 2cm μέχρι ύψους 1m από τον πυθμένα του και επαλείφεται εξωτερικά με ασφαλτικό υλικό.



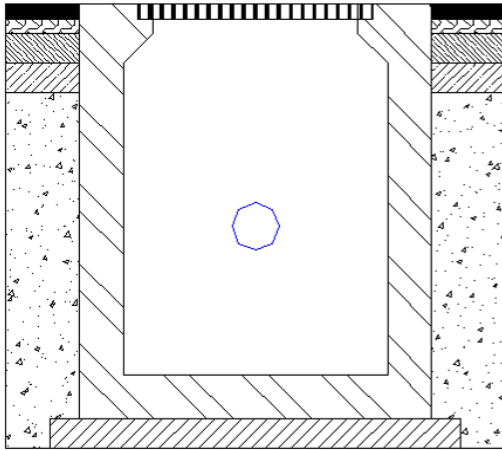
Σχήμα 1.2: Τυπικό φρεάτιο εσωτερικής διαμέτρου 1200mm (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

1.8. ΤΥΠΙΚΑ ΦΡΕΑΤΙΑ ΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ

Κατά μήκος των υπό μελέτη αγωγών ομβρίων προτείνεται η κατασκευή και σύνδεση προκατασκευασμένων φρεατίων υδροσυλλογή τύπου Φ1N. Τα φρεάτια αυτά τοποθετούνται σε επιλεγμένα σημεία ώστε να εξασφαλίζεται η απορρόφηση των επιφανειακών απορροών. Η σύνδεση των φρεατίων υδροσυλλογής με τον αγωγό ομβρίων γίνεται επίσης με αγωγό PVC διατομής Ø315, εγκιβωτισμένο με άμμο ή σκυρόδεμα C16\20 αναλόγως του βάθους τους.

Τα φρεάτια έχουν εσωτερικές διαστάσεις 0,90x0,60x1,25m και κατασκευάζονται με σκυρόδεμα C20\25 πάχους τοιχωμάτων 0,15m.

Η σχάρα που φέρουν είναι από ελατό χυτοσίδηρο, κλάσης C250, διαστάσεων 0,60m x 0,90m (πλάτος x μήκος) και εγκιβωτίζεται με σκυρόδεμα C20\25. Παρακάτω παρουσιάζεται σχηματικά μία χαρακτηριστική τομή του φρεατίου υδροσυλλογής.



Σχήμα 1.3: Τομή φρεατίου υδροσυλλογής (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται γεωγραφικά στη Περιφέρεια Θεσσαλίας, εντός των διοικητικών ορίων του νομού Τρικάλων, ενώ υδρολογικά και σύμφωνα με τις διαιρέσεις του ΦΕΚ με Αρ. Φύλλου 1383 της 2ας Σεπτεμβρίου 2010, ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας EL08 και ειδικότερα επί της λεκάνης Απορροής EL16 του Πηνειού. Στο σχήμα 1.1 εμφανίζεται η περιοχή μελέτης.



Σχήμα2.1: Λεκάνες Απορροής και Υδατικά Διαμερίσματα. Με κύκλο φαίνεται η περιοχή μελέτης. (Πηγή: ΦΕΚ Αρ. Φύλλου 1383 2010)

2.2. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το υδατικό διαμέρισμα διαιρείται σε τρεις περιοχές: την ανατολική παράκτια και ορεινή, με μεσογειακό κλίμα, την κεντρική πεδινή, με ηπειρωτικό κλίμα και τη Δυτική ορεινή, με ορεινό κλίμα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 ως 17°C. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος ξεπερνά τους 22°C. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος. Οι παγετοί είναι συχνοί και εμφανίζονται κατά την περίοδο Νοεμβρίου - Απριλίου. Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο διαμέρισμα είναι σχετικά μεγάλο στα δυτικά, στη συνέχεια μειώνεται στο πεδινό τμήμα και αυξάνεται πάλι στο ορεινό ανατολικό τμήμα. Ενδεικτικές τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης είναι 468 mm στο σταθμό Λάρισας, 550 mm στο σταθμό Τυρνάβου και 1.142mm στον πιο ορεινό σταθμό του Μουζακίου. Στο σύνολο του διαμερίσματος, η μέση ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση εκτιμάται σε 678 mm. Οι πιο βροχεροί μήνες είναι από τον Οκτώβριο ως τον Ιανουάριο, ενώ οι πιο ξηροί ο Ιούλιος και Αύγουστος. Οι χιονοπτώσεις είναι συνηθισμένες, ιδιαίτερα στα ορεινά του διαμερίσματος, και γίνονται πιο έντονες από τα νότια προς τα βόρεια και από τα ανατολικά προς τα δυτικά.

3.ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΓΩΓΩΝ ΟΜΒΡΙΩΝ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το αποχετευτικό δίκτυο ομβρίων αποτελεί ένα σύνολο από αγωγούς που συλλέγουν και μεταφέρουν τα όμβρια ύδατα, εξοπλισμένο με τα κατάλληλα τυπικά και ειδικά τεχνικά έργα, που διευκολύνουν τη ροή στο δίκτυο και επιτρέπουν τη συντήρησή του. Το δίκτυο ομβρίων παροχετεύει το τμήμα της βροχόπτωσης που απορρέει επιφανειακά, κατά τη διάρκεια ενός πλημμυρικού φαινομένου. Επομένως, η απορροή των ομβρίων αποτελεί υδρολογικό μέγεθος και ο ποσοτικός προσδιορισμός του είναι αντικείμενο της Τεχνικής Υδρολογίας.

3.2. ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ

Ο βαθμός προστασίας που παρέχει ένα δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων, περιγράφεται από την περίοδο επαναφοράς του επεισοδίου βροχής που μπορεί το δίκτυο να παροχετεύσει χωρίς προβλήματα. Όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος επαναφοράς, για το οποίο έχει σχεδιαστεί το δίκτυο, τόσο μεγαλύτερη είναι η προστασία που αυτό παρέχει. Επισημαίνεται ότι ο όρος αστοχία του δικτύου σημαίνει ανεπαρκή αποχέτευση του συνόλου της απορροής και όχι καταστροφή του δικτύου.

Είναι προφανές ότι η αύξηση της περιόδου επαναφοράς σχεδιασμού συνεπάγεται αύξηση του κόστους του δικτύου, με παράλληλη μείωση των καταστροφών που προκαλούνται σε περίπτωση αστοχίας, καθώς και της συχνότητας των καταστροφών αυτών. Επομένως, η επιλογή της περιόδου επαναφοράς αποτελεί ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης με αντικειμενική συνάρτηση την ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής και του κόστους αποκατάστασης των ζημιών. Στην πράξη υιοθετούνται τυπικές τιμές των περιόδων επαναφοράς που είναι οι ακόλουθες:

-
- Για αγωγούς σε οικιστικές περιοχές 10 έως 25 χρόνια, με πιο συχνή τιμή 10 χρόνια.
 - Για αγωγούς σε εμπορικές περιοχές 10 έως 50 χρόνια.
 - Για αντιπλημμυρικά έργα 50 χρόνια ή περισσότερο.

Στην παρούσα μελέτη η περίοδος επαναφοράς για τους αγωγούς λήφθηκε ίση με 25 έτη.

3.3. ΠΑΡΟΧΗ ΟΜΒΡΙΩΝ

Η εκτίμηση της παροχής ομβρίων πραγματοποιείται με την ορθολογική μέθοδο, η οποία υπολογίζει τη μέγιστη τιμή της απορροής και εξετάζει χωριστά την επίδραση της επιφάνειας που αποχετεύεται σε κάθε αγωγό, της έντασης βροχής, που προκύπτει μετά από στατιστική ανάλυση βροχογραφικών δεδομένων στην περιοχή μελέτης και κατάρτιση ομβρίων καμπυλών και μιας σειράς άλλων τοπογραφικών, φυσιογραφικών και πολεοδομικών μεγεθών που περιγράφονται από μια μοναδική παράμετρο, το συντελεστή απορροής. Αναλυτικά οι προαναφερθείσες παράμετροι καθώς και η ορθολογική μέθοδος περιγράφονται στις ενότητες που ακολουθούν.

3.4. ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

Με τον όρο όμβριες καμπύλες χαρακτηρίζονται οι καμπύλες έντασης – διάρκειας – περιόδου επαναφοράς, η κατάρτιση των οποίων είναι ουσιαστική προϋπόθεση για την ορθολογική εκτίμηση των παροχών ομβρίων της περιοχής μελέτης.

Στο πλαίσιο εφαρμογής της Οδηγίας 2007/60/EK η Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), ως αρμόδιο όργανο, ανέθεσε την εκπόνηση μελετών που αφορούν στην κατάρτιση 'ΣΧΕΔΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ' στα 14 Υδατικά Διαμερίσματα της Χώρας. Σύμφωνα με τις σχετικές Τεχνικές Προδιαγραφές, στο πλαίσιο των συμβάσεων, καταρτίστηκαν εξισώσεις όμβριων καμπυλών (παραμετρικές σχέσεις υπολογισμού της έντασης της βροχόπτωσης για δεδομένη διάρκεια και περίοδο επαναφοράς) στις θέσεις των βροχομετρικών σταθμών σε κάθε Υδατικό Διαμέρισμα. Στόχος ήταν ο υπολογισμός της βροχόπτωσης σχεδιασμού στα διάφορα υδρολογικά σενάρια που εξετάστηκαν σχετικά με την πιθανότητα εμφάνισης πλημμύρας, δηλαδή υψηλή πιθανότητα εμφάνισης (περίοδος επαναφοράς 50 έτη), μέση πιθανότητα εμφάνισης (περίοδος επαναφοράς 100 έτη) και χαμηλή πιθανότητα εμφάνισης (περίοδος επαναφοράς 1000 έτη). Το 2023 στο πλαίσιο εκπόνησης του έργου: «Παραγωγή χαρτών με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας». Το έργο είχε ως αντικείμενο την ενοποίηση, στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας, των παραμέτρων των όμβριων καμπυλών, όπως αυτές προέκυψαν, σε επίπεδο Υδατικού Διαμερίσματος, στο πλαίσιο της 1ης Αναθεώρησης των Σχεδίων Διαχείρισης Κινδύνων Πλημμύρας (Οδηγία 2007/60/EK). Το παραδοτέο του έργου είναι χάρτες,

σε ψηφιακή και επεξεργάσιμη μορφή, με τις επικαιροποιημένες παραμέτρους των όμβριων καμπυλών σε επίπεδο χώρας.

Οι όμβριες καμπύλες που καταρτίστηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της έντασης της βροχόπτωσης σχεδιασμού, για επιλεγμένη διάρκεια και περίοδο επαναφοράς, σε οποιαδήποτε θέση ή λεκάνη απορροής της χώρας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η ένταση της βροχόπτωσης περιγράφεται από την σχέση:

$$x = \lambda * \frac{(T/\beta)^{\xi} - 1}{(1 + k/\alpha)^{\eta}}$$

όπου :

x : ένταση της βροχής (mm/h) σε δεδομένη διάρκεια καταιγίδας,

T : περίοδος επανάφοράς (έτη),

k : χρονική κλίμακα αναφοράς (h) που λαμβάνεται ίση με t_c ,

λ, β, η : γεωγραφικά μεταβαλλόμενες παράμετροι της καμπύλης, όπως προκύπτουν για κάθε λεκάνη απορροής

α, ξ : ενιαίες παράμετροι με α = 0.18 (h) και ξ = 0.18

Με βάση τα ανωτέρω προσδιορίστηκε το πολύγωνο του χάρτη των επικαιροποιημένων παραμέτρων στο οποίο εμπίπτει η περιοχή μελέτης . Οι τιμές των παραμέτρων παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα :

λ	β	ξ	α	η
47.22148469	0.013692406	0.18	0.18	0.671693558

3.5. ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, για την ορθολογική εκτίμηση της παροχής των ομβρίων είναι αναγκαίος ο υπολογισμός της επιφάνειας που αποχετεύεται σε κάθε φρεάτιο. Σε κάθε διατομή ενός αγωγού ομβρίων αντιστοιχεί μια συγκεκριμένη επιφάνεια, της οποίας τα όμβρια διέρχονται από τη διατομή αυτή. Οι υδραυλικοί υπολογισμοί, για την αποχέτευση του καταστρώματος της οδού, πραγματοποιήθηκαν σε υπολογιστικά φύλλα, στα οποία λήφθηκαν υπόψη τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (κατά μήκος κλίση αριστερής και δεξιάς οριογραμμής, εγκάρσια κλίση, πλάτος ημιδιατομής κ.α σύμφωνα με τη μελέτη οδοποιίας.

3.6. ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αιχμής απορροών μικρών λεκανών απορροής (<130km², Π.Δ. 696/74), όπως οι υδρολογικές λεκάνες της μελέτης. Βασίζεται στην αρχή ότι, για βροχές με ομοιόμορφη ένταση και κατανομή πάνω στην υδρολογική λεκάνη, η μέγιστη απορροή εμφανίζεται όταν το νερό από όλα τα σημεία της λεκάνης απορροής φτάνει στην έξοδο της. Η απορροή αυτή αποτελεί ένα συγκεκριμένο ποσοστό της έντασης της βροχής που την προκαλεί.

Σύμφωνα με την ορθολογική μέθοδο, η μέγιστη πλημμυρική απορροή μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$Q_{\max}=0,278 \text{ c i A} \quad (2.2)$$

όπου:

- $Q_{\max}$: η πλημμυρική παροχή σε m^3/s ,
 A : η οριζόντια προβολή της λεκάνης απορροής σε km^2 ,
 i : η μέση ένταση βροχόπτωσης, διάρκειας ίσης με το χρόνο συγκέντρωσης σε mm/h και
 c : ο συντελεστής απορροής.

Σχετικά με τις τιμές του συντελεστή απορροής σημειώνουμε ότι θα εφαρμοσθούν και πάλι οι απαιτήσεις των Ελληνικών Κανονισμών (άρθρο 187, Π.Δ. 696/74) και οι σχετικές οδηγίες της Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. (κεφ.3) της ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ Α..Ε.

Συγκεκριμένα:

(1) Για οδοστρώματα και επιφάνειες καλυμμένες από οικοδομές ο συντελεστής θα λαμβάνεται : $C_1 = 0,90$.

(2) Για πρανή ορυγμάτων κλίσης $1 : 1$ ή ηπιότερης, ή ισχυρότερης κλίσης αλλά με μία τουλάχιστον βαθμίδα (μπακίνα) θα λαμβάνεται :

$$\begin{aligned} C &= 0,60 && \text{(αν θα γίνει φύτευση από την εργολαβία)} \\ C &= 0,75 && \text{(αν δεν γίνει φύτευση από την εργολαβία)} \end{aligned}$$

(3) Για πρανή ορυγμάτων με κλίση $u : \beta > 1 : 1$ χωρίς αναβαθμό θα λαμβάνεται :

$$C = 0,85$$

(4) Για εξωτερικές λεκάνες ο υπολογισμός του συντελεστή απορροής θα γίνεται από τη σχέση $C = 1-C'$ σε συνάρτηση με τη φύση του εδάφους, τις τοπογραφικές συνθήκες και τη φυτική κάλυψη, σύμφωνα με την παραγρ. 2 του άρθρου 187 του Π.Δ.696/74.

(5) Σε εξωτερικές λεκάνες, ελάχιστες τιμές που μπορούν να εφαρμοσθούν χωρίς περαιτέρω διερεύνηση των επί μέρους συνθηκών που επηρεάζουν το συντελεστή απορροής είναι :

- για ορεινές λεκάνες (κλίσεις 20% και άνω): $C_2 = 0,60$
- για λοφώδεις λεκάνες (κλίσεις 5 έως 20%): $C_2 = 0,50$
- για πεδινές λεκάνες (κλίσεις 0 έως 5%): $C_2 = 0,30$

3.7. ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΡΡΟΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Ο κρίσιμος χρόνος συρροής των υδάτων για τις εσωτερικές λεκάνες του δικτύου (αστικές) λαμβάνεται σύμφωνα με το Π.Δ. 696/7

- (1) Για τη περίπτωση που η λεκάνη απορροής αποτελείται αποκλειστικά από κατάστρωμα οδού ο χρόνος συρροής στη κεφαλή του δικτύου λαμβάνεται ίσος με 5 πρώτα λεπτά.
- (2) Στη περίπτωση που η λεκάνη απορροής αποτελείται από τμήμα οδοστρώματος και εξωτερική λεκάνη μικρής σχετικά έκτασης που απορρέει επιφανειακά ο χρόνος συρροής στη κεφαλή του δικτύου μπορεί να λαμβάνεται ίσος με 10 πρώτα λεπτά.
- (3) Κατάντη της κεφαλής του δικτύου αποχέτευσης (τάφρου ή υπονόμου) ο κρίσιμος χρόνος συρροής θα υπολογίζεται ως άθροισμα του χρόνου στην κεφαλή (5 ή 10 min) και του υδραυλικού χρόνου ροής.

Στα πλαίσια των υδραυλικών υπολογισμών εξετάσθηκαν οι εσωτερικές υδρολογικές λεκάνες. Η χάραξη των εσωτερικών λεκανών απορροής (αστικές) των υπό μελέτη αγωγών πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας υψομετρικά δεδομένα αποτύπωσης πεδίου.

3.8. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΡΟΗΣ

Οι ελληνικοί κανονισμοί για την αποχέτευση θεωρούν υποχρεωτικό το σχεδιασμό των αγωγών ομβρίων και ακαθάρτων ως αγωγών με ελεύθερη επιφάνεια. Έτσι το ανώτερο τμήμα της γεωμετρικώς κλειστής διατομής τους δε χρησιμοποιείται από υδραυλική άποψη, διατίθεται όμως ως περιθώριο ασφαλείας και επιπλέον διασφαλίζει τον αερισμό των αγωγών. Κανονισμοί άλλων χωρών επιτρέπουν την ολική πλήρωση των αγωγών ή ακόμη επιτρέπεται και μικρή πίεση (π.χ. 0,3m), κυρίως για τους αγωγούς ομβρίων. Αυτές βέβαια οι υπερβάσεις επιτρέπονται μόνο για τη μέγιστη παροχή αγωγών, θεωρώντας ότι σε όλες τις άλλες συνθήκες μικρότερων παροχών εξασφαλίζεται ικανοποιητικός αερισμός των αγωγών.

Σε κάθε περίπτωση πάντως, η εμφάνιση σημαντικής πίεσης στη ροή των αγωγών αποχέτευσης δεν είναι επιθυμητή, διότι έχει ως συνέπεια την αναστροφή ροής, από τους αγωγούς προς τις ιδιωτικές συνδέσεις ή τα φρεάτια των οδών, με δυσμενή επακόλουθα.

Αντίθετα, στην περίπτωση κατασκευής ειδικών έργων, όπως καταθλιπτικών αγωγών, σιφώνων και σηράγγων, η λειτουργία υπό πίεση είναι αναπόφευκτη. Γίνεται εύκολα αντιληπτό, πως σε αγωγούς αυτού του τύπου δε γίνονται ιδιωτικές συνδέσεις.

Η ροή στους αγωγούς αποχέτευσης είναι μη μόνιμη, αφού οι παροχές συνεχώς μεταβάλλονται με το χρόνο. Όμως, κατά τη διαστασιολόγηση και τον έλεγχο τυπικών έργων αποχέτευσης (δίκτυα), γίνεται η παραδοχή μόνιμων συνθηκών ροής.

Αντίστοιχα, στην περίπτωση που εξετάζονται μεμονωμένοι αγωγοί ενός δικτύου, τα φαινόμενα μη μονιμότητας (κύματα ελεύθερης επιφάνειας ή κύματα πίεσης) δικαιολογημένα μπορούν να αγνοηθούν, καθώς οι διακυμάνσεις της παροχής στο χρόνο είναι ελάχιστες.

Λόγω των πολύ συχνών μεταβολών που πραγματοποιούνται κατά μήκος ενός αγωγού αποχέτευσης είτε λόγω αύξησης της παροχής, είτε λόγω μεταβολής της διατομής ή αλλαγής της κλίσης, η ροή είναι γενικά ανομοιόμορφη. Παραταύτα, κατά τη διαστασιολόγηση και τον έλεγχο των αγωγών γίνεται η παραδοχή ότι η ροή είναι ομοιόμορφη κατά τμήματα. Η παραδοχή αυτή είναι δικαιολογημένη για τυπικούς αγωγούς αποχέτευσης και μάλιστα συνήθως δυσμενής, με την έννοια ότι τα πραγματικά βάθη ροής που εμφανίζονται είναι συνήθως μικρότερα από τα ομοιόμορφα βάθη. Αυτό συμβαίνει επειδή, με το συνήθη κανόνα υψομετρικής τοποθέτησης των αγωγών (ταύτιση των αντυγών) δημιουργούνται μόνο καμπύλες κατάπτωσης. Οι καμπύλες υπερύψωσης είναι πολύ πιο σπάνιες και όχι σημαντικές.

3.9. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η μέθοδος της μονοδιάστατης ροής μπορεί γενικά να εφαρμόζεται σε προβλήματα ροής σε αποχετευτικούς αγωγούς και προϋποθέτει μόνιμη ροή. Λαμβάνει υπόψη μόνο τις μεταβολές των χαρακτηριστικών της ροής στην κύρια κατεύθυνση ροής και αγνοεί κάθε μεταβολή στις κάθετες διευθύνσεις. Οι τρεις εξισώσεις της μεθόδου, η εξίσωση συνέχειας, ορμής (ποσότητας κίνησης) και ενέργειας, αναφέρονται στον όγκο αναφοράς που ορίζεται από δύο διατομές κάθετες στην κύρια κατεύθυνση ροής, τις 1 και 2 που βρίσκονται τοποθετημένες στα ανάντη και κατάντη αντίστοιχα.

Η εξίσωση συνέχειας έχει τη μορφή:

$$Q_1 = Q_2 \quad \text{ή} \quad A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (2.3)$$

όπου:

Q : η παροχή,

A : η υγρή διατομή,

V : η μέση ταχύτητα ροής των διατομών 1 και 2 αντίστοιχα.

Στην περίπτωση κόμβου με πολλές εισόδους Q_i και εξόδους Q_j η εξίσωση συνέχειας γράφεται:

$$\sum_i Q_i = \sum_j Q_j \quad (2.4)$$

Τονίζεται ότι η εξίσωση 2.4 ισχύει πάντα και στους αγωγούς αποχέτευσης, υπό συνθήκες μόνιμης ροής. Το γεγονός ότι οι παροχές σχεδιασμού διαφόρων κλάδων που συμβάλλουν σε έναν κόμβο δεν ικανοποιούν την εξίσωση συνέχειας δεν αποτελεί υδραυλικό παράδοξο. Απλώς κατά τη μελέτη κάθε ξεχωριστού κλάδου θεωρείται ως παροχή σχεδιασμού η μέγιστη παροχή που περνάει από το συγκεκριμένο κλάδο. Εννοείται ότι οι συνθήκες που μεγιστοποιούν την παροχή ή ο

χρόνος που συμβαίνει το μέγιστο δεν ταυτίζονται σε όλους του συμβάλλοντες κλάδους. Έτσι οι διάφορες παροχές σχεδιασμού των κλάδων δεν αναφέρονται στην ίδια χρονική στιγμή και γι' αυτό δεν ικανοποιούν την εξίσωση συνέχειας. Στην περίπτωση, όμως, που εξετάζονται τα υδραυλικά χαρακτηριστικά ενός κόμβου, οι παροχές των κλάδων θα πρέπει οπωσδήποτε να ικανοποιούν την εξίσωση της συνέχειας.

Η εξίσωση ορμής είναι διανυσματική και για κάθε διεύθυνση ($k = 1,2,3$) ισχύει:

$$\sum F_k = \rho Q[(\beta V_k)_2 - (\beta V_k)_1] \quad (2.5)$$

όπου:

$\sum F_k$: το άθροισμα των κατά τη διεύθυνση k συνιστωσών των εξωτερικών δυνάμεων που ενεργούν στο συγκεκριμένο όγκο αναφοράς, μεταξύ των διατομών 1 και 2,

ρ : η πυκνότητα του ρευστού,

V_k : η συνιστώσα της ταχύτητας κατά τη διεύθυνση k ,

β : ο συντελεστής συνόρθωσης της ορμής.

Σε προβλήματα αγωγών αποχέτευσης, λόγω της τυρβώδους ροής που συνήθως αναπτύσσεται, η τιμή του β μπορεί να θεωρηθεί ίση με 1, χωρίς μεγάλο σφάλμα. Στις εξωτερικές δυνάμεις F_k περιλαμβάνονται:

- α. οι δυνάμεις πιέσεων στις διατομές 1 και 2,
- β. οι δυνάμεις πιέσεων στα στερεά όρια του όγκου αναφοράς μεταξύ των διατομών 1 και 2,
- γ. οι συρτικές δυνάμεις στα στερεά όρια του όγκου αναφοράς,
- δ. το βάρος του όγκου αναφοράς.

Η εξίσωση ενέργειας μεταξύ των διατομών 1 και 2 γράφεται:

$$H_1 = H_2 + H_{L12} - H_{a12} \quad (2.6)$$

όπου:

H_{L12} : οι απώλειες ενέργειας [m],

H_{a1} : η προσφερόμενη ενέργεια (π.χ. μέσω αντλίας) [m].

Για μηδενική προσφορά ενέργειας η εξίσωση 2.6 γράφεται:

$$H_1 = H_2 + H_{L12} \quad (2.7)$$

ή χρησιμοποιώντας ειδικές ενέργειες:

$$(H_0)_1 = (H_0)_2 + Z_2 - Z_1 + H_{L12} \quad (2.8)$$

3.10. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΡΙΒΗΣ

3.10.1. CHEZY

Ο Γάλλος μηχανικός Antoine Chezy, περί το 1768, έθεσε τη βάση για τον υπολογισμό των απωλειών τριβής σε ροή πρισματικών αγωγών. Ο Chezy βρήκε ότι η παράσταση V^2/RJ , όπου V η μέση ταχύτητα, R η υδραυλική ακτίνα και J η κλίση του αγωγού, είναι σταθερή για οποιαδήποτε διατομή του αγωγού. Με αντικατάσταση της κλίσης του αγωγού J από την κλίση ενέργειας i , προκύπτει:

$$V = C(Ri)^{1/2} \quad (2.9)$$

όπου:

C : ο συντελεστής Chezy που εξαρτάται από την τραχύτητα του αγωγού. Ο συντελεστής C εξαρτάται σε κάποιο βαθμό από την υδραυλική ακτίνα.

3.10.2. MANNING

Η σχέση του Manning προκύπτει από τη σχέση του Chezy θέτοντας:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (2.15)$$

Με αντικατάσταση προκύπτει:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (2.16)$$

Η εξίσωση του Manning έχει επικρατήσει διεθνώς για εφαρμογές σε ανοιχτούς αγωγούς και κατά συνέπεια και σε αγωγούς αποχέτευσης λόγω της απλότητάς της, της συλλογής πολλών πειραματικών δεδομένων, βάσει των οποίων έχουν δοθεί τιμές του συντελεστή της τραχύτητας n για ποικιλία περιπτώσεων, αλλά και των δυσκολιών της χρησιμοποίησης της σχέσης Colebrook–White σε προβλήματα ανοιχτών αγωγών όπως προαναφέρθηκε παραπάνω.

Ο συντελεστής τραχύτητας n δεν είναι σταθερός (εξαρτάται από το βάθος ροής) και η επίλυση δίνει ακριβέστερα αποτελέσματα όταν λαμβάνεται υπόψη η μεταβολή του.

3.11. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ N

Για τον προσδιορισμό του συντελεστή τραχύτητας έχουν γίνει πειραματικές μελέτες, τόσο στο εργαστήριο, όσο και στο ύπαιθρο για διαφορετικά υλικά και υπό διαφορετικές συνθήκες. Στο εργαστήριο μπορούν να γίνουν ακριβείς μετρήσεις του συντελεστή τραχύτητας, όμως είναι εξαιρετικά δύσκολο να προσομοιωθούν οι συνθήκες ροής στο εργαστήριο με αυτές που λαμβάνουν χώρα στους αγωγούς των δικτύων αποχέτευσης. Εξ' άλλου, οι μετρήσεις του συντελεστή τραχύτητας σε υφιστάμενους αγωγούς υπονόμων ενδέχεται να επηρεάζονται από παραμέτρους που είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν είτε λόγω αδυναμίας ελέγχου τους, είτε λόγω σφαλμάτων στις μετρήσεις.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ισοδύναμη τραχύτητα K_g και κατά συνέπεια τους συντελεστές τραχύτητας f και n , είναι:

- το υλικό κατασκευής του αγωγού,
- ο αριθμός Reynolds, Re ,
- το μέγεθος και το γεωμετρικό σχήμα της διατομής του αγωγού,
- το βάθος ροής.

Παράλληλα με τους παραπάνω αλληλοσυσχετιζόμενους παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εκλογή του συντελεστή τραχύτητας και οι εξής παράγοντες:

- οι αρμοί των σωληνώσεων,
- οι πλευρικές συνδέσεις των ιδιωτικών αποχετεύσεων και γενικότερα οι πλευρικές εισροές που διαταράσσουν τη ροή στους αγωγούς,
- η κακή ευθυγράμμιση των αγωγών, εξαιτίας είτε σφαλμάτων στην κατασκευή είτε διαφορικών καθιζήσεων,
- η ποσότητα και το μέγεθος των στερεών υλών που μεταφέρονται από τα όμβρια ή τα λύματα,
- οι αποθέσεις των παραπάνω στερεών υλικών σε ορισμένες θέσεις των αγωγών,
- οι ρίζες δένδρων που διαπερνούν τις σωληνώσεις στις θέσεις των αρμών και των ιδιωτικών συνδέσεων.

Τα αποτελέσματα ενός αριθμού πραγματικών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε αγωγούς αποχέτευσης στις Η.Π.Α., έδωσαν τιμές του συντελεστή τραχύτητας Manning n που κυμαίνονται από 0,011 έως 0,016 για αγωγούς σε καλή κατάσταση και φτάνουν μέχρι 0,020 για αγωγούς με κακή ευθυγράμμιση και αποθέσεις.

Οι Αμερικανικές ενώσεις WPCF & ASCE (1976) συνιστούν τιμές του συντελεστή τραχύτητας n που κυμαίνεται από 0,011 έως 0,015 για τα συνήθη υλικά σωληνώσεων αποχέτευσης (σωλήνες από σκυρόδεμα, αμίαντο τσιμέντο, πλαστικοί ή αργυροπυριτικοί). Για την επιλογή της τελικής τιμής θα πρέπει να συνεκτιμώνται και οι υπόλοιποι παράγοντες που επηρεάζουν την τραχύτητα, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω.

Οι Greely κ.α. (1969) συνιστούν την τιμή $n=0,015$ για την κάλυψη όλων των υδραυλικών απωλειών στις σωληνώσεις και την τιμή $n=0,013$ εάν υπολογίζονται ξεχωριστά οι τοπικές απώλειες σε φρεάτια, καμπύλες και κόμβους.

Τέλος, να σημειωθεί ότι η ισοδύναμη τραχύτητα K_g και ο συντελεστής τραχύτητας Manning n θεωρείται, προσεγγιστικά, ότι συνδέονται μονοσήμαντα από την ακόλουθη σχέση (Muller):

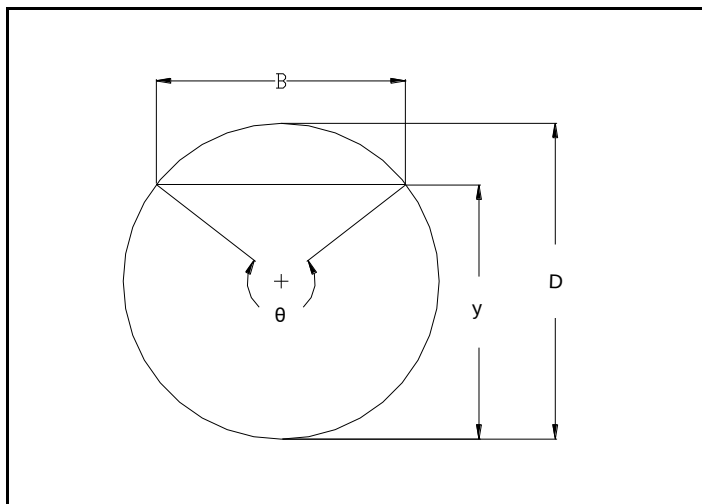
$$n = \frac{K_g^{1/6}}{26} \quad (2.17)$$

Η ανωτέρω σχέση δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα για πλήρως τυρβώδη ροή στην περιοχή $Re > 50.000$ και για σχετική τραχύτητα $K_g/4R$ στην περιοχή 0,001 έως 0,1.

3.12. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΕ ΣΩΛΗΝΕΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Η κυκλική διατομή εφαρμόζεται σχεδόν αποκλειστικά σε τυπικά δίκτυα ομβρίων και ακαθάρτων, όταν χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένοι σωλήνες. Γενικά χρησιμοποιείται ο τύπος του Manning, που έχει το πλεονέκτημα να δίνει αδιαστατοποιημένες σχέσεις, ανεξάρτητες της διαμέτρου και των χαρακτηριστικών της ροής για μερική πλήρωση του αγωγού, πράγμα που δε συμβαίνει με άλλους τύπους (π.χ. Darcy-Weisbach, Kutter).

Στο Σχήμα 2.2 δίνονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ροής σε κυκλικό αγωγό με μερική πλήρωση και στον Πίνακα 2.2 δίνονται οι σχέσεις που τα συνδέουν για μερική και ολική πλήρωση.



Σχήμα 3.2: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ροής σε κυκλικό αγωγό.

Πίνακας 3.3: Εξισώσεις σε αγωγό κλειστής διατομής για μερική και ολική πλήρωση.

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά	Μερική πλήρωση ($y < D$)	Ολική πλήρωση ($y = y_0 = D$)
Λόγος πλήρωσης, y/D	$\frac{y}{D} = \frac{1 - \cos(\theta/2)}{2}$	$y_0/D = 1$
Γωνία, θ	$\theta = 2 \arccos(1 - 2 \frac{y}{D})$	$\theta_0 = 2\pi$
Εμβαδόν υγρής διατομής, A	$A = (\theta - \sin \theta) \frac{D^2}{8}$	$A_0 = \pi D^2/4$
Βρεχόμενη περίμετρος, P	$P = \frac{\theta D}{2}$	$P_0 = \pi D$
Υδραυλική ακτίνα, R	$R = (1 - \frac{\sin \theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$R_0 = D/4$
Πλάτος στην ελεύθερη επιφάνεια, B	$B = D \sin(\frac{\theta}{2}) = 2[y(D - y)]^{1/2}$	0
Λόγος A/A_0	$\frac{A}{A_0} = \frac{(\theta - \sin \theta)}{2}$	1
Λόγος R/R_0	$\frac{R}{R_0} = 1 - \frac{\sin \theta}{\theta}$	1

Με εφαρμογή του τύπου του Manning για ομοιόμορφη ροή ($i=J$), θεωρώντας ότι οι συντελεστές τραχύτητας για μερική και ολική πλήρωση είναι n και n_0 αντίστοιχα, παίρνουμε τις ακόλουθες σχέσεις για ροή σε κυκλικό αγωγό:

$$V = \frac{1}{n} (1 - \frac{\sin \theta}{\theta})^{2/3} (\frac{D}{4})^{2/3} J^{1/2} \quad (2.18)$$

$$V_0 = \frac{1}{n_0} (\frac{D}{4})^{2/3} J^{1/2} \quad (2.19)$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{n_0}{n} (1 - \frac{\sin \theta}{\theta})^{2/3} \quad (2.20)$$

$$Q = \frac{1}{2} \frac{1}{4^{5/3}} \frac{1}{n} \theta (1 - \frac{\sin \theta}{\theta})^{5/3} D^{8/3} J^{1/2} \quad (2.21)$$

$$Q_0 = \frac{1}{4^{5/3}} \frac{1}{n_0} D^{8/3} J^{1/2} \quad (2.22)$$

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{n_0}{n} \frac{\theta}{2\pi} (1 - \frac{\sin \theta}{\theta})^{5/3} \quad (2.23)$$

Οι λόγοι V/V_0 και Q/Q_0 είναι ανεξάρτητοι της διαμέτρου D και της κλίσης J , ενώ εξαρτώνται από τη γωνία θ , ή ισοδύναμα από το λόγο πλήρωσης y/D , καθώς και από το λόγο των συντελεστών τραχύτητας για μερική και ολική πλήρωση, n/n_0 .

Σε πρώτη προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί ότι ο συντελεστής τραχύτητας είναι σταθερός, ανεξάρτητος του βάθους ροής y , δηλαδή $n/n_0 = 1$.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μεταβολή του n με το βάθος ροής δεν οφείλεται σε σφάλμα της σχέσης του Manning, που, αν ήταν έτσι, θα μπορούσε να αναιρεθεί με τη χρησιμοποίηση της ακριβέστερης σχέσης Darcy-Weisbach με υπολογισμό του f κατά Colebrook-White. Αντίθετα πρέπει να αποδοθεί στη μεταβολή του γεωμετρικού σχήματος της βρεχόμενης διατομής του αγωγού σε συνθήκες μερικής πλήρωσης. Κατά συνέπεια, ακόμα και αν εφαρμόζεται ο τύπος Darcy-Weisbach, στην περίπτωση της ροής με μερική πλήρωση θα πρέπει να γίνεται αντίστοιχη διορθωτική διαδικασία της ισοδύναμης τραχύτητας K_g με το βάθος ροής και συνακόλουθα του συντελεστή f .

Σε σχέση με τα υπολογιστικά προβλήματα που εμφανίζονται διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις (η κλίση του αγωγού θεωρείται γνωστή):

1. Γνωστά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά y , D . Άγνωστα τα χαρακτηριστικά ροής V , Q .

Με εφαρμογή του τύπου του Manning και των σχέσεων του Πίνακα 2.2 υπολογίζονται άμεσα τα άγνωστα μεγέθη.

2. Γνωστός ο λόγος πλήρωσης y/D και η παροχή Q , Άγνωστη η διάμετρος D (πρόβλημα διαστασιολόγησης).

Από το γνωστό y/D υπολογίζεται άμεσα η γωνία θ και ο λόγος n/n_0 , ενώ από την (2.22) υπολογίζεται η παροχή ολικής πλήρωσης Q_0 . Τέλος από την (2.21) υπολογίζεται η διάμετρος D , που στρογγυλοποιείται στην αμέσως μεγαλύτερη διάμετρο εμπορίου.

3. Γνωστή η παροχή Q και η διάμετρος D . Άγνωστα τα y , V (έλεγχος λόγου πλήρωσης)

Από τη σχέση (2.22) προκύπτει η παροχή Q_0 για ολική πλήρωση. Στη συνέχεια επιλύεται η (2.22) ως προς θ και από την αντίστοιχη σχέση του Πίνακα 2.2 υπολογίζεται το y/D . Η ταχύτητα προκύπτει από την (2.18) ή με συνδυασμό των (2.19) και (2.20). Επισημαίνεται ότι η (2.21) λύνεται μόνο αριθμητικά ως προς θ . Συνιστάται η γενική επαναληπτική μέθοδος, με χρησιμοποίηση της ακόλουθης εξίσωσης, που είναι συνέπεια της (2.21):

$$\theta = \{\theta + \theta = (2\pi \frac{Q}{Q_0} \frac{n_0}{n})^{0.6} \theta^{0.4}\} / 2 \quad (2.24)$$

όπου ως αρχική τιμή θέτουμε το $\theta_0 = \pi$, και οι επαναλήψεις συνεχίζουν μέχρι να επιτευχθεί η επιθυμητή ακρίβεια. Το n/n_0 , σε κάθε βήμα της γενικής επαναληπτικής μεθόδου, υπολογίζεται από την (2.23). Αν επιλεγεί η γραφική μέθοδος επίλυσης, τότε μπορεί από το Σχήμα 2.1 να υπολογιστεί άμεσα ο λόγος y/D , χωρίς να μεσολαβήσει ο υπολογισμός της γωνίας θ .

3.14. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Μαζί με τα όμβρια συμπαρασύρονται διάφορα ευμεγέθη υλικά, τα οποία είναι δυνατό να φράξουν τους σωλήνες, αν η διατομή τους είναι πολύ μικρή. Κατά συνέπεια οι διατομές των σωλήνων είναι απαραίτητο να μην είναι μικρότερες από ορισμένα ελάχιστα όρια. Συγκεκριμένα, για καθεμία περίπτωση από τις παρακάτω, η διάμετρος του αγωγού πρέπει να μην είναι μικρότερη από:

- Ø150mm για ιδιωτικές συνδέσεις.
- Ø150mm για συνδέσεις φρεατίων υδροσυλλογής.
- Ø200mm για αγωγούς λυμάτων (βαρύτητας).
- Ø250mm για αγωγούς ομβρίων.
- Ø250mm για τους αγωγούς του παντορροϊκού συστήματος.

Στις ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 696/1974, άρθρο 209, παρ.6β) καθορίζονται οι παρακάτω ελάχιστες επιτρεπόμενες διάμετροι αγωγών:

- Ø200mm για τα δίκτυα ακαθάρτων.
- Ø400mm για τα δίκτυα ομβρίων.

Οι μικρότερες διατομές εντός των οποίων είναι δυνατό να συρθούν εργάτες είναι η κυκλική Ø800mm και η ωοειδής Ω600×900mm.

Οι κυκλικοί αγωγοί θεωρούνται βατοί για διαμέτρους $\geq \text{Ø}1000\text{mm}$, οι δε ωοειδείς όταν η διατομή τους είναι μεγαλύτερη της Ω700×1050mm.

Οι ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 696/1974, άρθρο 209, παρ.6β) δεν επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση ωοειδών αγωγών μικρότερων διαστάσεων της διατομής Ω600×900mm.

3.15. ΜΕΓΙΣΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, στην Ελλάδα οι αγωγοί αποχέτευσης σχεδιάζονται να λειτουργούν ως αγωγοί με ελεύθερη επιφάνεια, δίνοντας περιθώριο ασφαλείας στον αγωγό για την αποφυγή αφενός της λειτουργίας του υπό πίεση και αφετέρου των ασταθειών ροής. Επιπλέον, το τμήμα της διατομής του αγωγού, που παραμένει ελεύθερο, διασφαλίζει τον αερισμό των λυμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται:

- α) με τη συνεχή μεταβολή της στάθμης των λυμάτων μέσα στους αγωγούς,
- β) με τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ λυμάτων και ατμοσφαιρικού αέρα και
- γ) με την επικοινωνία με τον εξωτερικό αέρα μέσω των εσωτερικών δικτύων αποχέτευσης των οικοδομών.

Στους ελληνικούς κανονισμούς προβλέπονται τα κάτωθι ποσοστά πλήρωσης των αγωγών αποχέτευσης κυκλικής διατομής:

- | | |
|---|-------|
| ▪ αγωγοί ακαθάρτων $\text{Ø} \leq 400\text{mm}$ | → 50% |
| ▪ αγωγοί ακαθάρτων $400 < \text{Ø} \leq 600\text{mm}$ | → 60% |

-
- αγωγοί ακαθάρτων $\varnothing > 600\text{mm}$ και λοιπές διατομές → 70%
 - αγωγοί ομβρίων → 70%

Τέλος, για τον έλεγχο παροχετευτικότητας παλαιών αγωγών γίνεται δεκτό ποσοστό πλήρωσης 80%.

3.16. ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΑΓΩΓΩΝ

Ο περιορισμός των ταχυτήτων κάτω από ορισμένα μέγιστα όρια στοχεύει στην αποφυγή της διάβρωσης του πυθμένα των αγωγών, αλλά και τον περιορισμό του εύρους διακύμανσης της ταχύτητας, με σκοπό την αποφυγή ασταθειών ροής σε περιπτώσεις απότομων αλλαγών της. Η διαβρωτική ικανότητα της ροής εξαρτάται από το μέγεθος και την ποσότητα των στερεών υλικών που μεταφέρονται από το ρευστό. Έτσι το καθαρό νερό μπορεί να ρέει με μεγάλες ταχύτητες της τάξης των 12m/s, χωρίς να προκαλεί διάβρωση σε επιμελώς επενδυμένους αγωγούς από σκυρόδεμα. Στους αγωγούς αποχέτευσης όμως, λόγω της στερεοπαροχής, εμφανίζεται διάβρωση ακόμα και για πολύ μικρότερες ταχύτητες.

Στη διεθνή βιβλιογραφία ασφαλής θεωρείται η ταχύτητα των 3,0m/s, που δεν προκαλεί διάβρωση σε συνήθη υλικά κατασκευής υπονόμων. Οι ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 696/1974, άρθρο 209, παρ.6ε) καθορίζουν ως μέγιστη την ταχύτητα των 6,0m/s.

3.17. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΣΕΙΣ

Η εμφάνιση πολύ μικρών ταχυτήτων στους αγωγούς αποχέτευσης έχει αποτέλεσμα την καθίζηση στερεών υλικών στον πυθμένα και την προοδευτική δημιουργία αποθέσεων.

Στα δίκτυα ακαθάρτων η ταχύτητα αυτοκαθαρισμού δε θα πρέπει να επιτυγχάνεται μόνο όταν η παροχή είναι ίση με την παροχή σχεδιασμού, αλλά και σε μικρότερες τιμές της αυτής. Θεωρείται συνήθως ικανοποιητικό να επιτυγχάνεται η ταχύτητα αυτοκαθαρισμού για τη μέση ταχύτητα στην αρχή της περιόδου της λειτουργίας του δικτύου. Όμως αυτή η απαίτηση δεν είναι δυνατό να ικανοποιείται πάντοτε, ιδιαίτερα σε τριτεύοντες αγωγούς ακαθάρτων που λειτουργούν με πολύ μικρές παροχές ακόμα και στην περίοδο αιχμής. Σε τέτοιες περιπτώσεις προβλέπεται περιοδική πλύση των αγωγών με κατασκευή κατάλληλων φρεατίων πλύσης, ή με άλλους τρόπους.

Λόγω των πρακτικών δυσκολιών επίτευξης ικανοποιητικών συνθηκών αυτοκαθαρισμού για όλες τις κυμαινόμενες συνθήκες ροής, αντί της απαίτησης της ελάχιστης ταχύτητας χρησιμοποιείται συχνά η απαίτηση της ελάχιστης κλίσης.

Κατά τη διαστασιολόγηση των αγωγών αποχέτευσης, κατά κανόνα ακολουθείται η κλίση του εδάφους, δηλαδή κάθε αγωγός τοποθετείται παράλληλα με τη μηκοτομή του οδοστρώματος. Αυτό όμως δεν είναι δυνατό σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως

όταν οι δρόμοι έχουν πολύ μικρές κλίσεις ή είναι πρακτικά οριζόντιοι, ή ακόμη όταν σε ορισμένες περιπτώσεις η χάραξη ακολουθεί κλίση αντίθετη με αυτή του εδάφους. Σε όλες αυτές τις προαναφερθείσες περιπτώσεις οι αγωγοί τοποθετούνται με την ελάχιστη κλίση, η οποία εξασφαλίζει ικανοποιητική ταχύτητα για αυτοκαθαρισμό. Εάν σε αντίθετη περίπτωση η φυσική κλίση είναι πολύ απότομη, για να αποφευχθούν μεγάλες ταχύτητες, ακολουθείται βαθμιδωτή χάραξη των αγωγών με κλίση μικρότερη αυτής του οδοστρώματος.

Οι ελληνικές προδιαγραφές (Π.Δ. 696/1974, άρθρο 209, παρ.6στ) συνιστούν οι ελάχιστες κλίσεις των αγωγών να καθορίζονται με τρόπο ώστε η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 10% της παροχευτικότητας του αγωγού ($Q/Q_0 = 0,1$) να υπερβαίνει τα 0,30m/s, προκειμένου για αγωγούς ακαθάρτων ή τα 0,60m/s για αγωγούς ομβρίων.

Οι τιμές των ελάχιστων ταχυτήτων για πλήρη ροή που αντιστοιχούν στις ανωτέρω ταχύτητες των Ελληνικών προδιαγραφών είναι 0,56m/s για αγωγούς ακαθάρτων ή τα 1,11m/s για αγωγούς ομβρίων.

3.18. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί, για την αποχέτευση του καταστρώματος της οδού, πραγματοποιήθηκαν σε υπολογιστικά φύλλα (λογισμικό εφαρμογής Excel), στα οποία λήφθηκαν υπόψη τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (κατά μήκος κλίση αριστερής και δεξιάς οριογραμμής, εγκάρσια κλίση, πλάτος ημιδιατομής κ.α σύμφωνα με τη μελέτη οδοποιίας. Επομένως, για την ολοκλήρωση των υδραυλικών υπολογισμών του καταστρώματος λήφθηκαν τα κάτωθι στοιχεία από τη μελέτη οδοποιίας

- Κωδική ονομασία διατομής
- Χιλιομετρική θέση διατομής
- Πλάτος ημιδιατομής αριστερά και δεξιά
- Κατά μήκος κλίση αριστερής και δεξιάς οριογραμμής
- Επίκλιση αριστερά και δεξιά
- Υψόμετρο και απόσταση του εύρους κατάληψης αριστερά και δεξιά
- Υψόμετρο και απόσταση του σημείου που αντιπροσωπεύει το βαθύ σημείο της πλευρικής τάφρου αριστερά και δεξιά
- Είδος πλευρικής κατασκευής αριστερά και δεξιά

Παράλληλα για τους υδραυλικούς υπολογισμούς λήφθηκαν υπόψη τα κάτωθι:

Ο υπολογισμός των πλημμυρικών απορροών έγινε με την ορθολογική μέθοδο λαμβάνοντας υπόψη τις εξισώσεις έντασης διάρκειας βροχόπτωσης για περίοδο επαναφοράς $T=25$ έτη, σύμφωνα με τον πίνακα 2.4-4 των Ο.Μ.Ο.Ε.

Ο συντελεστής τραχύτητας Manning επιλέχθηκε ίσος με $n= 0,018$ σύμφωνα με τον πίνακα 4.3.1-1 (Ο.Μ.Ο.Ε.) και την κατηγορία «Αβαθείς πλευρικές τάφροι επενδεδυμένες (τριγωνικές, τραπεζοειδείς) ρείθρα οδών».

Ο αρχικός χρόνος συρροής που υπεισέρχεται στους υδραυλικούς υπολογισμούς όσον αφορά το κατάστρωμα της οδού λαμβανεται ίσος με 5min ενώ αν υπάρχει πρευρική κατασκευή ίσος με 10min. . Οι ανωτέρω τιμές επιλέχθηκαν σύμφωνα με την παράγραφο §2.4.1 «Κριτήρια Σχεδιασμού» Ο.Μ.Ο.Ε.

Ο συντελεστής απορροής λήφθηκε για το κατάστρωμα των οδών ίσος με C=0,90 (οδοστρώματα) και για το ρείθρο ίσος με C=0,90. Οι ανωτέρω τιμές επιλέχθηκαν σύμφωνα με την ενότητα 8.1.1.2. (β)_1 (1) και (3) των ΟΣΜΕΟ

Οι υδραυλικοί υπολογισμοί προκύπτουν από τις εξισώσεις επίλυσης ανοιχτών αγωγών. Σημειώνεται ότι, κατάντη της κεφαλής του δικτύου αποχέτευσης ο κρίσιμος χρόνος συρροής υπολογίζεται ως το άθροισμα του χρόνου στην κεφαλή (5 ή 10min) και του υδραυλικού χρόνου ροής εκφρασμένου σε λεπτα (διαδρ σε min.)

$$t_{\text{διαδρ}} = \frac{L}{60 \cdot v} \quad \text{όπου:}$$

L το μήκος διαδρομής από ανάντη έως κατάντη διατομή ελέγχου σε m,

v η ταχύτητα ροής όπως υπολογίζεται από τον τύπο του Manning σε

m/s,

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, η διαδικασία των υδραυλικών υπολογισμών ολοκληρώθηκε πραγματοποιώντας τα ακόλουθα στάδια:

α) Σε κάθε διατομή ορίστηκε με βάση τη μελέτη της οδοποιίας το είδος της πλευρικής κατασκευής αριστερά και δεξιά (έρεισμα, τριγωνικό ρείθρο επενδεδυμένη και ανεπένδυτη τάφρος). Η αλλαγή της πλευρικής κατασκευής ανά διατομή, υποδεικνύει την αναγκαιότητα ελέγχου για ενδεχόμενη εκτόνωση της ροής.

β) Ελέγχοντας την αλλαγή της κατά μήκος κλίσης της οδού, εντοπίστηκαν τα σημεία που ορίζονται ως τοπικά ακρότατα και αποτελούν κρίσιμα σημεία για την υδραυλική επίλυση. Ιδιαίτερα ελέγχθηκαν τα σημεία που ορίζουν μετάβαση από κατωφέρεια σε ανωφέρεια.

γ) Με κριτήριο τις τιμές των επικλίσεων αριστερά και δεξιά, καθορίστηκε το είδος της διατομής (αμφικλινής, μονοκλινής αριστερά ή δεξιά).

δ) Λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία της μελέτης οδοποιίας που αφορούν στις αποστάσεις του εύρους κατάληψης και του βαθιού σημείου πλευρικής τάφρου αριστερά και δεξιά, υπολογίστηκαν τα πλάτη του πρανούς, της πλευρικής κατασκευής και του καταστρώματος αριστερά και δεξιά.

ε) Στη συνέχεια, από τα προαναφερθέντα πλάτη και με βάση τις αποστάσεις μεταξύ των διατομών και την κατά μήκος κλίση της οδού προέκυψαν οι επιφάνειες απορροής του πρανούς, της πλευρικής κατασκευής και του καταστρώματος αριστερά και δεξιά.

στ) Στη συνέχεια εφαρμόζοντας την ορθολογική μέθοδο υπολογίστηκε η παροχή αιχμής του πρανούς, της πλευρικής κατασκευής και του καταστρώματος.

ζ) Λαμβάνοντας υπόψη το είδος της διατομής (αμφικλινής, μονοκλινής αριστερά ή δεξιά) καθώς και το αν η διατομή βρίσκεται σε όρυγμα ή σε επίχωμα, πραγματοποιήθηκε ο καταμερισμός της παροχής αριστερά και δεξιά.

η) Επόμενο στάδιο αποτέλεσε ο υπολογισμός της αθροιστικής παροχής ανά διατομή, αριστερά και δεξιά, με κριτήριο την κατά μήκος κλίση της οδού (οδός σε ανωφέρεια ή κατωφέρεια).

θ) Ακολούθησε ο υπολογισμός του ομοιόμορφου βάθους ροής κατά Manning από την εξίσωση που παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα του παρόντος τεύχους, λαμβάνοντας υπόψη τα γεωμετρικά στοιχεία της πλευρικής κατασκευής (κλίση πρανών αριστερά και δεξιά, βάθος τριγωνικής τάφρου - ρείθρου). Ο υπολογισμός του ομοιόμορφου βάθους πραγματοποιήθηκε ανά διατομή.

ι) Στη συνέχεια ελέγχθηκε η μέγιστη παροχετευτικότητα της τάφρου (Q_{max}) για το ομοιόμορφο βάθος ροής ως προς την παροχετευτικότητα πλήρωσης ($Q_{π}$) για το βάθος της πλευρικής κατασκευής. Ως περιορισμός ισχύει σύμφωνα με ΟΣΜΕΟ 8.2.5_7 (όρια ύψους πλήρωσης και παροχετευτικότητας κλειστών αγωγών και τάφρων ($Q_{max}/Q_{π} \leq 0,75$). Στην περίπτωση όπου το ανωτέρω ποσοστό υπερβαίνει το 75% τότε υπάρχει ανάγκη εκτόνωσης (θέση φρεατίου υδροσυλλογής με έλεγχο της παροχετευτικής του ικανότητας).

3.19. ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΡΕΑΤΙΩΝ ΥΔΡΟΣΥΛΛΟΓΗΣ

Η απορροφητικότητα των φρεατίων υδροσυλλογής υπολογίζεται από την κάτωθι εξίσωση (8.2.8 Ο.Σ.Μ.Ε.Ο):

$$Q_i = 83 \cdot L \cdot W \cdot S^{1/2} \cdot H_{av}^{1.75}$$

όπου:

Q η παροχή εκροής στο φρεάτιο σε m³/s,

L το μήκος του καθαρού ανοίγματος της σχάρας (L=0,884m για σχάρα 0,90m x 0,61 m) σε m,

W το πλάτος του καθαρού ανοίγματος της σχάρας (W=0,524m για σχάρα 0,90m x 0,61 m) σε m,

S η κατά μήκος κλίση σε απόλυτο αριθμητικό μέγεθος,

H_{av} το μέσο βάθος ροής στο μέσο του πλάτους της σχάρας αμέσως ανάντη του φρεατίου πριν αρχίσει η πτώση εισρόφησης (drawdown) σε m.

όπου:

$$H_{av} = H - (W \cdot i / 2)$$

H : το μέγιστο βάθος ροής αμέσως ανάντη του φρεατίου (λήφθηκε ίσο με το ομοιόμορφο βάθος ροής στην πλευρική κατασκευή) σε m,

i: η εγκάρσια κλίση σε απόλυτο αριθμητικό μέγεθος.

4.ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ
1. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΡΟΗΣ ΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
2.ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΑΦΡΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ

1. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΡΟΗΣ ΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Τμήμα αγωγού			Γεωμετρικά στοιχεία					Υδραυλικά στοιχεία								Έλεγχος ταχύτητας		Έλεγχος πληρότητας	
Όνομα Αγωγού	Από φρεάτιο	Έως φρεάτιο	Μήκος	Κλίση	Ονομαστική Διάμετρος	Εσωτερική Διάμετρος	Συντ. Τραχύτητας n	Παροχή	Βάθος ροής	Ταχύτητα	Froude	Qπλήρης	Νπλήρης	Q/Qπ	Λόγος πλήρωσης	Vmax	Επάρκεια	Μέγιστο y/D	Επάρκεια
			(m)	(%)		(mm)		l/s	(m)	(m/s)		(l/s)	(m/s)			(m/s)			
ΑΓΩΓΟΣ 1	ΑΓΩΓΟΣ 1.1	ΑΓΩΓΟΣ 1.2	28,00	4,01	315	300	0,011	1,97	0,02	1,00	2,78	228,00	3,23	0,01	0,07	6,00	ok	0,50	ok
	ΑΓΩΓΟΣ 1.2	ΑΓΩΓΟΣ 1.3	28,98	4,01	500	500	0,016	25,57	0,07	1,54	2,24	614,00	3,13	0,04	0,14	6,00	ok	0,60	ok
	ΑΓΩΓΟΣ 1.3	ΑΓΩΓΟΣ 1.4	41,53	4,01	600	600	0,016	39,76	0,08	1,72	2,32	998,00	3,53	0,04	0,14	6,00	ok	0,60	ok
	ΑΓΩΓΟΣ 1.4	ΥΦ. ΦΡΕΑΤΙΟ	20,48	4,01	600	600	0,016	50,45	0,09	1,85	2,34	998,00	3,53	0,05	0,15	6,00	ok	0,60	ok
ΑΓΩΓΟΣ 2	ΑΓΩΓΟΣ 2.1	ΑΓΩΓΟΣ 2.2	23,00	6,35	500	500	0,016	9,99	0,04	1,38	2,69	773,00	3,94	0,01	0,08	6,00	ok	0,60	ok
	ΑΓΩΓΟΣ 2.2	ΑΓΩΓΟΣ 1.3	31,03	6,35	500	500	0,016	26,68	0,06	1,82	2,78	773,00	3,94	0,03	0,13	6,00	ok	0,60	ok

2.ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΑΦΡΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ																																			
			Στοιχεία οδού				Επιφάνειες + Συντ. Απορροής						Υδρολογία		Απορροή			Στοιχεία Διατομής					Υδραυλικά Στοιχεία					Έλεγχος Κρασπεδόρειθρου				Έργο Εκφόρτισης			
Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.	Μήκος	Υψόμ Ακρου οδού		Κλίση	Επίκλω η	Ασφαλτικά+Έρεισμα			ΣΑΙCi			tc	i	Qτμ	Qαν	Qd	Πλάτος	Ύψος	Κλίση1	Κλίση2	n	QΠλήρες	Ταχύτητα	Βάθος	Froude	Χρόνος Ροής	Εύρος κατάληψης	Έλεγχος	Βάθος	Έλεγχος	Είδος	Τεμ	Απορροφητ ικότητα	Υπερχεί λιση
			Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.			(%)	(%)	Πλάτος	A	AiCi	Τμήμα																							
0+053	0+043	10	219,37	219,33	0,47	-2,50	10,10	0,101	0,091	0,09	0,00	0,09	10,00	73,9	1,87	0,00	1,87	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	300,5	0,19	0,02	0,59	0,86	0,88	ok						
0+043	0+033	10	219,33	219,27	0,66	-2,50	10,10	0,101	0,091	0,09	0,09	0,18	10,86	70,8	3,58	0,00	3,58	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	355,0	0,26	0,03	0,71	0,65	1,06	ok						
0+033	0+030	3	219,27	219,26	0,15	-2,50	10,10	0,030	0,027	0,03	0,18	0,21	11,51	68,7	3,99	0,00	3,99	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	167,0	0,15	0,04	0,35	0,34	1,47	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	5,39	0,00	
0+030 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+053	0+059	6	219,37	219,36	-0,30	-2,50	10,10	0,061	0,055	0,05	0,00	0,05	10,00	73,9	1,12	0,00	1,12	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	240,2	0,14	0,02	0,45	0,71	0,80	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	2,67	0,00	
0+059 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+080	0+070	10	219,76	219,59	1,56	0,25	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	400,00	0,00	0,018	5.535,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+070	0+060	10	219,59	219,37	2,13	-2,50	4,60	0,046	0,041	0,04	0,00	0,04	10,00	73,9	0,85	0,00	0,85	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	638,6	0,28	0,01	1,12	0,60	0,50	ok						
0+060	0+059	1	219,37	219,36	-0,32	-2,50	9,65	0,010	0,009	0,01	0,04	0,05	10,60	71,7	1,00	0,00	1,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	247,6	0,14	0,02	0,46	0,12	0,75	ok						
0+080	0+090	10	219,76	219,64	-1,15	3,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	33,33	0,00	0,018	390,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+090	0+100	10	219,64	219,35	-2,97	4,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	22,22	0,00	0,018	413,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+100	0+110	10	219,35	219,05	-3,32	4,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	22,22	0,00	0,018	436,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+110	0+120	10	219,05	218,78	-2,73	4,21	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	23,75	0,00	0,018	424,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+120	0+122	1,57	218,78	218,75	-2,73	4,17	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	23,98	0,00	0,018	428,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	0,00	0,00	
0+122 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
ODOS 1 / KR.OD1-N_D - Κρασπεδόρειθρο - T=25έτη																																			
									C=0.90																										
0+015	0+005	10	219,32	219,22	1,09	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	457,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+005	0+000	5	219,22	219,17	1,09	-2,50	5,10	0,025	0,023	0,02	0,00	0,02	10,00	73,9	0,47	0,00	0,47	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	457,1	0,19	0,01	0,80	0,44	0,45	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	1,84	0,00	
0+000 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+015	0+025	10	219,32	219,27	-0,55	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	323,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+025	0+030	5	219,27	219,26	-0,26	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	222,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	0,00	0,00	
0+030 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+053	0+043	10	219,37	219,32	0,51	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	310,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+043	0+033	10	219,32	219,26	0,71	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	367,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+033	0+030	3	219,26	219,26	0,16	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	172,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	0,00	0,00	
0+030 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+053	0+063	10	219,37	219,33	-0,34	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	256,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+063	0+073	10	219,33	219,29	-0,34	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	256,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+073	0+083	10	219,29	219,18	-1,15	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	469,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+083	0+093	10	219,18	219,02	-1,15	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	469,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+093	0+103	10	219,02	218,62	-4,47	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	924,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+103	0+113	10	218,62	218,34	-2,51	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	692,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+113	0+122	8,57	218,34	217,88	-4,93	-4,17	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	23,98	0,00	0,018	575,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	0,00	0,00	
0+122 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
ODOS 1 / KR.OD1-D - Κρασπεδόρειθρο - T=25έτη																																			
									C=0.90																										
0+015	0+005	10	219,32	219,22	1,09	-2,50	10,20	0,102	0,092	0,09	0,00	0,09	10,00	73,9	1,88	0,00	1,88	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	457,1	0,27	0,02	0,88	0,63	0,75	ok						
0+005	0+000	5	219,22	219,17	1,09	-2,50	10,20	0,051	0,046	0,05	0,09	0,14	10,63	71,6	2,74	0,00	2,74	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	457,1	0,28	0,02	0,86	0,29	0,88	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	6,00	0,00	
0+000 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕ																																			

2.ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΑΦΡΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ																																			
			Στοιχεία οδού				Επιφάνειες + Συντ. Απορροής						Υδρολογία		Απορροή			Στοιχεία Διατομής					Υδραυλικά Στοιχεία					Έλεγχος Κρασπεδόρειθρου				Έργο Εκφόρτισης			
Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.	Μήκος	Υψόμ Ακρου οδού		Κλίση	Επίκλω η	Ασφαλτικά+Έρεισμα			ΣΑΙCi			tc	i	Qtμ	Qαν	Qd	Πλάτος	Υψος	Κλίση1	Κλίση2	n	QΠλήρες	Ταχύτητα	Βάθος	Froude	Χρόνος Ροής	Εύρος κατάληψης	Έλεγχος	Βάθος	Έλεγχος	Είδος	Τεμ	Απορροφητ ικότητα	Υπερχεί λιση
			Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.			(%)	(m)	Α	AiCi	Τμήμα	Αναντη																							
0+080	0+090	10	213,64	213,50	-1,37	-1,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,08	0,08	13,22	63,8	1,45	0,00	1,45	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	857,8	0,24	0,01	0,91	0,71	0,91	ok						
0+090	0+100	10	213,50	213,40	-1,04	-1,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,08	0,08	13,93	62,1	1,41	0,00	1,41	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	747,5	0,22	0,01	0,82	0,77	0,93	ok						
0+100	0+110	10	213,40	213,30	-0,95	-1,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,08	0,08	14,70	60,3	1,37	0,00	1,37	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	716,5	0,21	0,01	0,80	0,79	0,93	ok						
0+110	0+120	10	213,30	213,19	-1,39	-1,80	0,00	0,000	0,000	0,00	0,08	0,08	15,49	58,6	1,33	0,00	1,33	0,00	0,15	55,56	0,00	0,018	719,0	0,24	0,01	0,93	0,68	0,78	ok						
0+120	0+130	10	213,19	213,09	-1,00	-2,39	0,00	0,000	0,000	0,00	0,08	0,08	16,17	57,2	1,30	0,00	1,30	0,00	0,15	41,84	0,00	0,018	456,6	0,23	0,02	0,82	0,72	0,69	ok						
0+130	0+132	1,95	213,09	213,02	-1,00	-2,50	0,00	0,000	0,000	0,00	0,08	0,08	16,90	55,8	1,27	0,00	1,27	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	436,2	0,24	0,02	0,83	0,14	0,66	ok			Φ1ΝΕγνατίας	1	3,42	0,00
0+132 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
ODOS 3 / KR.OD3-D - Κρασπεδόρειθρο - T=25έτη									C=0.90									Υλικό:Β15(C16/20)					Vmax=6.00				Emax=1.50		Βάθος/Αποστ=0.02/0.50						
0+000	0+010	10	217,15	216,64	-5,28	-3,00	13,10	0,131	0,118	0,12	0,00	0,12	10,00	73,9	2,42	0,00	2,42	0,00	0,15	33,33	0,00	0,018	834,8	0,54	0,02	1,90	0,31	0,55	ok						
0+010	0+020	10	216,64	216,11	-6,29	-3,00	6,80	0,068	0,061	0,06	0,12	0,18	10,31	72,7	3,62	0,00	3,62	0,00	0,15	33,33	0,00	0,018	910,8	0,61	0,02	2,02	0,27	0,63	ok						
0+020	0+030	10	216,11	215,59	-5,34	-3,00	5,60	0,056	0,050	0,05	0,18	0,23	10,58	71,8	4,58	0,00	4,58	0,00	0,15	33,33	0,00	0,018	838,9	0,61	0,02	1,89	0,27	0,71	ok			Φ1ΝΕγνατίας	1	12,42	0,00
0+030 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+030	0+040	10	215,59	215,10	-5,04	-3,00	5,60	0,056	0,050	0,05	0,00	0,05	10,00	73,9	1,03	0,00	1,03	0,00	0,15	33,33	0,00	0,018	815,5	0,43	0,01	1,78	0,39	0,40	ok						
0+040	0+050	10	215,10	214,61	-5,04	-3,00	5,60	0,056	0,050	0,05	0,05	0,10	10,39	72,5	2,03	0,00	2,03	0,00	0,15	33,33	0,00	0,018	815,5	0,50	0,02	1,81	0,33	0,52	ok						
0+050	0+060	10	214,61	214,12	-5,04	-3,00	5,60	0,056	0,050	0,05	0,10	0,15	10,72	71,3	2,99	0,00	2,99	0,00	0,15	33,33	0,00	0,018	815,5	0,55	0,02	1,87	0,30	0,60	ok			Φ1ΝΕγνατίας	1	9,07	0,00
0+060 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+060	0+070	10	214,12	213,85	-2,37	-1,50	6,80	0,068	0,061	0,06	0,00	0,06	10,00	73,9	1,26	0,00	1,26	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	1.128,8	0,28	0,01	1,17	0,60	0,77	ok						
0+070	0+080	10	213,85	213,64	-2,16	-1,50	8,00	0,080	0,072	0,07	0,06	0,13	10,60	71,7	2,65	0,00	2,65	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	1.079,4	0,33	0,02	1,18	0,51	1,04	ok						
0+080	0+090	10	213,64	213,50	-1,37	-1,50	8,00	0,080	0,072	0,07	0,13	0,21	11,10	70,0	3,99	0,00	3,99	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	857,8	0,30	0,02	0,96	0,56	1,33	ok			Φ1ΝΕγνατίας	1	5,68	0,00
0+090 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+090	0+100	10	213,50	213,40	-1,04	-1,50	8,00	0,080	0,072	0,07	0,00	0,07	10,00	73,9	1,48	0,00	1,48	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	747,5	0,21	0,01	0,80	0,78	0,96	ok						
0+100	0+110	10	213,40	213,30	-0,95	-1,50	8,00	0,080	0,072	0,07	0,07	0,14	10,78	71,1	2,84	0,00	2,84	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	716,5	0,24	0,02	0,79	0,69	1,25	ok						
0+110	0+115	4,9	213,30	213,25	-1,09	-1,50	8,00	0,039	0,035	0,04	0,14	0,18	11,47	68,8	3,43	0,00	3,43	0,00	0,15	66,67	0,00	0,018	766,2	0,27	0,02	0,86	0,31	1,31	ok			Φ1ΝΕγνατίας	1	4,90	0,00
0+115 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+115	0+125	10	213,25	213,15	-1,00	-2,09	8,00	0,080	0,072	0,07	0,00	0,07	10,00	73,9	1,48	0,00	1,48	0,00	0,15	47,85	0,00	0,018	523,2	0,23	0,02	0,81	0,73	0,79	ok						
0+125	0+132	7,05	213,15	213,02	-1,00	-2,50	9,00	0,063	0,057	0,06	0,07	0,13	10,73	71,3	2,56	0,00	2,56	0,00	0,15	40,00	0,00	0,018	436,2	0,27	0,02	0,84	0,43	0,86	ok			Φ1ΝΕγνατίας	1	5,54	0,00
0+132 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
ΟΔΟΣ : ODOS 4																																			

2.ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΑΦΡΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΔΟΥ																																			
			Στοιχεία οδού				Επιφάνειες + Συντ. Απορροής						Υδρολογία		Απορροή			Στοιχεία Διατομής					Υδραυλικά Στοιχεία					Έλεγχος Κρασπεδόρειθρου				Έργο Εκφόρτισης			
Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.	Μήκος	Υψόμ Ακρου οδού	Κλίση	Επίκλω η	Ασφαλτικά+Έρεισμα			ΣΑΙCi								Πλάτος	Ύψος	Κλίση1	Κλίση2	n	QΠλήρες	Ταχύτητα	Βάθος	Froude	Χρόνος Ροής	Εύρος κατάληψης	Έλεγχος	Βάθος	Έλεγχος	Είδος	Τεμ	Απορροφητ ικότητα	Υπερχεί λιση	
			Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.			Πλάτος	A	ΑΙCi	Τμήμα	Αναντη	Σύνολο	tc	i	Qτμ	Qαν	Qd	(m)	(m)	(h:v)	(h:v)		l/s	(m/s)	(m)		(min)	(m)		(m)				l/s	(l/s)
					(%)	(%)	(m)	(σπρ)					min	(mm/hr)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m)	(m)	(h:v)	(h:v)		l/s	(m/s)	(m)		(min)	(m)		(m)				I/s	(l/s)
0+005	0+000	5,03	218,61	218,29	6,26	1,00	3,65	0,018	0,017	0,02	0,13	0,15	10,47	72,2	2,99	0,00	2,99	0,00	0,15	100,00	0,00	0,018	2.762,5	0,48	0,01	2,04	0,18	1,12	ok			Φ1ΝΕγνατίας	2	8,81	0,00
0+000 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
ODOS 5 / KR.OD5-D - Κρασπεδόρειθρο - T=25έτη									C=0.90									Υλικό:Β15(С16/20)							Vmax=6.00				Emax=1.50		Βάθος/Αποστ=0.02/0.50				
0+067	0+057	10	222,89	222,21	6,85	1,82	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	54,95	0,00	0,018	1.579,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+057	0+047	10	222,21	221,52	6,85	1,65	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	60,61	0,00	0,018	1.743,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+047	0+037	10	221,52	220,83	5,40	1,47	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	68,03	0,00	0,018	1.740,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+037	0+027	10	220,83	220,14	6,83	1,30	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	76,92	0,00	0,018	2.215,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+027	0+017	10	220,14	219,45	8,93	1,12	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	89,29	0,00	0,018	2.944,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+017	0+007	10	219,45	218,74	6,83	0,35	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	285,71	0,00	0,018	8.278,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+007	0+000	6,77	218,74	218,22	7,72	-1,00	3,65	0,025	0,022	0,02	0,00	0,02	10,00	73,9	0,46	0,00	0,46	0,00	0,15	100,00	0,00	0,018	3.067,8	0,34	0,01	2,11	0,33	0,52	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	1,28	0,00	
0+000 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
ΟΔΟΣ : ODOS 6																																			
ODOS 6 / KR.OD6-A - Κρασπεδόρειθρο - T=25έτη									C=0.90									Υλικό:Β15(С16/20)							Vmax=6.00				Emax=1.50		Βάθος/Αποστ=0.02/0.50				
0+030	0+020	10	217,09	215,33	8,00	8,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	12,50	0,00	0,018	372,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+020	0+010	10	215,33	214,30	10,70	4,11	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	24,33	0,00	0,018	860,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+010	0+000	10	214,30	213,57	7,10	-0,25	1,50	0,015	0,013	0,01	0,00	0,01	10,00	73,9	0,28	0,00	0,28	0,00	0,15	400,00	0,00	0,018	11.824,4	0,24	0,00	2,22	0,69	0,96	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	0,32	0,00	
0+000 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+030	0+040	10	217,09	216,39	-2,52	5,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	20,00	0,00	0,018	341,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+040	0+050	10	216,39	215,95	-3,82	4,00	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	25,00	0,00	0,018	529,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+050	0+060	10	215,95	215,42	-4,46	3,23	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	30,96	0,00	0,018	711,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok						
0+060	0+063	2,86	215,42	215,12	-5,41	3,01	0,00	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	10,00	73,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	33,22	0,00	0,018	841,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	0,00	0,00	
0+063 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
ODOS 6 / KR.OD6-D - Κρασπεδόρειθρο - T=25έτη									C=0.90									Υλικό:Β15(С16/20)							Vmax=6.00				Emax=1.50		Βάθος/Αποστ=0.02/0.50				
0+036	0+026	10	216,01	215,58	4,66	-8,00	9,70	0,097	0,087	0,09	0,00	0,09	10,00	73,9	1,79	0,00	1,79	0,00	0,15	12,50	0,00	0,018	284,3	0,57	0,02	1,72	0,29	0,28	ok						
0+026	0+020	6	215,58	215,00	12,04	-8,00	4,20	0,025	0,023	0,02	0,09	0,11	10,29	72,8	2,22	0,00	2,22	0,00	0,15	12,50	0,00	0,018	457,1	0,89	0,02	2,84	0,11	0,25	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	16,85	0,00	
0+020 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+020	0+010	10	215,00	214,15	11,12	-5,00	3,60	0,036	0,032	0,03	0,00	0,03	10,00	73,9	0,66	0,00	0,66	0,00	0,15	20,00	0,00	0,018	717,2	0,57	0,01	2,48	0,29	0,22	ok						
0+010	0+000	10	214,15	213,58	6,45	0,25	1,50	0,015	0,013	0,01	0,03	0,05	10,29	72,8	0,93	0,00	0,93	0,00	0,15	400,00	0,00	0,018	11.268,9	0,24	0,00	1,63	0,70	1,76	***						
0+036	0+046	10	216,01	215,81	-2,61	-4,40	11,60	0,116	0,104	0,10	0,00	0,10	10,00	73,9	2,14	0,00	2,14	0,00	0,15	22,73	0,00	0,018	396,5	0,44	0,02	1,36	0,38	0,47	ok						
0+046	0+050	4	215,81	215,63	-5,36	-4,00	8,00	0,032	0,029	0,03	0,10	0,13	10,38	72,5	2,68	0,00	2,68	0,00	0,15	25,00	0,00	0,018	626,5	0,58	0,02	1,90	0,11	0,48	ok		Φ1ΝΕγνατίας	1	10,47	0,00	
0+050 Εκφόρτιση με Φ1ΝΕγνατίας σε Υφιστ. Αποδέκτη																																			
0+050	0+060	10	215,63	215,16	-5,34	-3,23	8,00	0,080	0,072	0,07	0,00	0,07	10,00	73,9	1,48	0,00	1,48	0,00	0,15	30,96	0,00	0,018	778,0	0,49	0,01	1,86	0,34	0,43	ok						
0+060	0+063	2,86	215,16	214,99	-4,79	-3,01	6,10	0,017	0,016	0,02	0,07	0,09	10,34	72,6	1,77	0,00	1,77	0,00	0,15	33,22	0,00	0,018	792,2	0,46	0,02	1,69	0,10	0,50	ok						