

Αστικές αποχετεύσεις

- ◆ Δίκτυα αποχετεύσεων αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων
- ◆ Παρασιτικές εισροές αστικών δικτύων ακαθάρτων (διηθήσεις, παράνομες συνδέσεις ομβρίων, επιφανειακές απορροές)
- ◆ Δίκτυα αποχετεύσεως ομβρίων

Μη αστικές αποχετεύσεις

- ◆ Δίκτυα αποχετεύσεων αρδευτικών δικτύων
- ◆ Αποχετεύσεις συγκοινωνιακών έργων

Υδραυλικά έργα συγκοινωνιακών έργων

- ◆ Εγκάρσια έργα: Γέφυρες, οχετοί, διευθετήσεις
- ◆ Διαμήκη έργα: αποχετευτικά δίκτυα, αποστραγγιστικά δίκτυα

Είδη δικτύων ακαθάρτων-τάξη αγωγών-αποδέκτες-επεξεργασία

- ◆ Χωριστικά –παντοροϊκά δίκτυα
- ◆ Πρωτεύοντες, δευτερεύοντες, τριτεύοντες αγωγοί.
- ◆ Αποδέκτες λυμάτων, αποδέκτες ομβρίων
- ◆ Επεξεργασία λυμάτων. Μέθοδοι φυσικές, βιολογικές, χημικές.

Μειονεκτήματα παντοροϊκού

- ◆ Λειτουργικά προβλήματα στην ΕΕΛ
- ◆ Δημιουργία πλημμυρικών κινδύνων
- ◆ Οσμές
- ◆ Κόστος αντλήσεων

Πλεονεκτήματα παντοροϊκού

- ◆ Μικρό κόστος κατασκευής
- ◆ Απλότητα

Διαφορές δικτύων ομβρίων- ακαθάρτων στο χωριστικό σύστημα

- ◆ Ενιαίο δίκτυο (ακάθαρτα), ξεχωριστά κατά το δυνατόν δίκτυα στα όμβρια
- ◆ Κάλυψη του συνόλου του οδικού δικτύου (ακάθαρτα) , κάλυψη μέρους του οδικού δικτύου (όμβρια)
- ◆ Διαφορετικά χαρακτηριστικά αγωγών
- ◆ Διαφορετική συχνότητα παρουσίας αντλιοστασίων

Εκτίμηση παροχών ομβρίων

- ◆ Παροχή σχεδιασμού: συνάρτηση της περιόδου επαναφοράς T .
- ◆ Μέθοδοι εκτίμησης παροχών ομβρίων-
- ◆ Ορθολογική μέθοδος
- ◆ Προϋποθέσεις εφαρμογής :
- ◆ $T_{\beta} = T_{\alpha}, \tau_{\beta} = \tau_{\alpha}$
- ◆ $Q=C I A$

Εκτίμηση παροχών ομβρίων (συνέχεια)

- ◆ C , συντελεστής απορροής
- ◆ A έκταση λεκάνης
- ◆ I κρίσιμη ένταση
- ◆ Η κρίσιμη ένταση προκύπτει από την όμβρια καμπύλη, όταν $t_{\beta} = t_{\sigma}$
- ◆ Σχέσεις Giandotti, Kirpich για το χρόνο συγκέντρωσης

Συντελεστής απορροής

- ◆ Συντελεστής απορροής $c = h_{\alpha\pi}/h_{\beta\rho}$
Εξαρτάται:
 - από το καλυμμένο η μη του εδάφους
 - από τη γεωλογική δομή της επιφάνειας του εδάφους
 - από την ύπαρξη η μη χλωρίδας
 - από την τιμή της T
- ◆ Επίδραση άλλων παραγόντων

Κρίσιμη ένταση

- ◆ Προκύπτει, για δεδομένη τιμή της περιόδου επαναφοράς, όταν $t_\beta = t_\sigma$, από τις όμβριες καμπύλες
- ◆ Για μη αστικές λεκάνες ο t_σ εκτιμάται από τις σχέσεις Giandotti, Kirpich.
- ◆ Για αστικές λεκάνες, $t_\sigma = t_\varepsilon + t_\rho$, όπου t_ε ο χρόνος εισόδου και t_ρ ο χρόνος ροής

Έκταση λεκάνης

- ◆ Υδροκρίτης
- ◆ Αστικές, μη αστικές λεκάνες

Υδραυλική των υπονόμων

- ◆ Προβλήματα
 - α. σχεδιασμού (επιλογή υλικού, διαστάσεων, κλίσεων).
 - β. επάρκειας υφισταμένων αγωγών.
 - γ. εκτίμηση χαρακτηριστικών ροής σε αγωγούς σε λειτουργία.
- ◆ Πιο συχνή η περίπτωση α

Συνθήκες ροής

- ◆ Αγωγοί με ελεύθερη επιφάνεια (πλήν καταθλιπτικών)
- ◆ Ροή μη μόνιμη, ανομοιόμορφη. Επίλυση σε συνθήκες μόνιμης και ομοιόμορφης
- ◆ Ισχύουν οι αρχές διατήρησης της μάζας, ορμής και ενέργειας

- ◆ Υδραυλική επίλυση μέσω της εξίσωσης Manning, λόγω πλεονεκτημάτων της τελευταίας, σε απλότητα και ύπαρξης σχετικών πειραματικών δεδομένων
- ◆ Μεταβολή της τραχύτητας με το βάθος ροής
- ◆ Για πλήρη διατομή συνιστάται η τιμή

$$\eta_0 = 0,015$$

Διάγραμμα ανοικτών αγωγών

- ◆ Οι λόγοι Q/Q_0 και V/V_0 εξαρτώνται αποκλειστικά από το ποσοστό πλήρωσης Y/D
- ◆ Διάγραμμα ανοικτών αγωγών
- ◆ Επιλογή λύσης με μεταβλητή τραχύτητα
- ◆ Επίτευξη λύσεων μέσω του διαγράμματος των ανοικτών αγωγών

Μέγιστες ταχύτητες

- ◆ Σκοπός θέσεως ορίων :
 - α. αποφυγή διαβρώσεων
 - β. αποφυγή ασταθειών ροής
- ◆ Τιμές μεγίστων ταχυτήτων
 - όμβρια : 6 m/s
 - ακάθαρτα : 3 m/s

Ελάχιστες ταχύτητες

- ◆ Σκοπός θέσεως ορίων:
 - αποφυγή εναποθέσεων-αυτοκαθαρισμός
- ◆ Τιμές ελαχίστων ταχυτήτων
 - όμβρια : 0,6 m/s
 - ακάθαρτα : 0,3 m/s

Ελάχιστες κλίσεις

- ◆ Ορισμός Ελληνικών προδιαγραφών (ΠΔ696/74).
 - Η κλίση εκείνη για την οποία προκύπτει ελάχιστη ταχύτητα.
- ◆ Είναι $V_{\min} = 0,54 V_o$.
 - Ακάθαρτα : $\min V_o = 0,56 \text{ m/s}$
 - Όμβρια : $\min V_o = 1,11 \text{ m/s}$

Συναρμογές αγωγών

- ◆ Πρακτικοί κανόνες
- ◆ 1. $D_{\text{κατ}}$ μεγαλύτερη-ίση $D_{\text{αν}}$
- ◆ 2. Άντυγες σε περασιά

Πλεονεκτήματα :

- ελάχιστο βάθος ανάντη κατάντη
- υδραυλική ασφάλεια –όχι καμπύλες υπερύψωσης

Χαρακτηριστικά προβλήματα

- ◆ Πρόβλημα 1: Δίνονται βάθος ροής y , διάμετρος D και κλίση J
- ◆ Ζητούνται η παροχή Q και η ταχύτητα V
- ◆ Λύση
- ◆ $V_o = (1/\eta_o) * R^{(2/3)} * J^{(1/2)}$, $Q_o = (\pi D^2)/4 * V_o$

Από το γνωστό λόγο y/D ,εκτιμώνται οι λόγοι (V/V_o) , (Q/Q_o) και στη συνέχεια η V και η Q .

Χαρακτηριστικά προβλήματα

- ◆ Πρόβλημα 2 : Δίνονται (y/D) , Q , J
- ◆ Ζητείται D (πρόβλημα διαστασιολόγησης).
- ◆ Λύση : Από το (y/D) εκτιμώνται κατά σειρά ο λόγος (Q/Q_0) και η Q_0 .
- ◆ Επιλύω ως προς D την
- ◆ $Q_0 = (\pi D^2)/4 * (1/\eta_0) * R^{(2/3)} * J^{(1/2)}$.
- ◆ Εάν η λύση είναι $D = D_1$, υιοθετώ ως λύση την αμέσως μεγαλύτερη – ίση της $D_{εμπ.}$
- ◆ Παράδειγμα

Ελάχιστες διάμετροι-Μέγιστα ποσοστά πλήρωσης

- ◆ Ελάχιστες διάμετροι
- ◆ Ακάθαρτα : 200 mm
- ◆ Ομβρια : 400 mm
- ◆ Μέγιστα ποσοστά πλήρωσης
- ◆ Ομβρια, ακάθαρτα, υφιστάμενοι αγωγοί.

Μη κυκλικές διατομές

- ◆ 1.Ορθογωνική
- ◆ 2.Ωοειδής
- ◆ 3.Πεπλατυσμένη
- ◆ Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα.

Κριτήρια αποδοχής διατομής σε κυκλικό αγωγό

- ◆ Υιοθετείται η ελάχιστη διατομή που ικανοποιεί το σύνολο των ακολούθων κριτηρίων :
- ◆ 1. $(Y/D) \leq (Y/D)_{\max}$
- ◆ 2. $V \leq V_{\max}$
- ◆ 3. $V_{\min} \geq V_{\min}(\min)$
- ◆ Κριτήριο Pomeroy

Εμμεση διαστασιολόγηση κυκλ.αγωγού, όταν $J \leq J_{\min}$

- ◆ Από τον πίνακα της σελίδας 84

Στο βορειοδυτικό τμήμα της κομόπολης του σχήματος (οριζοντιογραφία, κλίμακας 1:1000) σχεδιάζονται οι αποχετευτικοί αγωγοί ομβρίων με τη χάραξη που δίνεται στο σχήμα. Οι αγωγοί αποχετεύουν τα όμβρια της αντίστοιχης υπολεκάνης της κομόπολης, καθώς και την απορροή εξωτερικής υπολεκάνης που εισρέει στην κομόπολη.

Ζητούνται

1. Η ολοκλήρωση της οριζοντιογραφίας με τους υδροκρίτες και τα στοιχεία των αγωγών.
2. Η διαστασιολόγηση και ο έλεγχος των αγωγών.
3. Οι πλήρεις μηκοτομές των αγωγών.

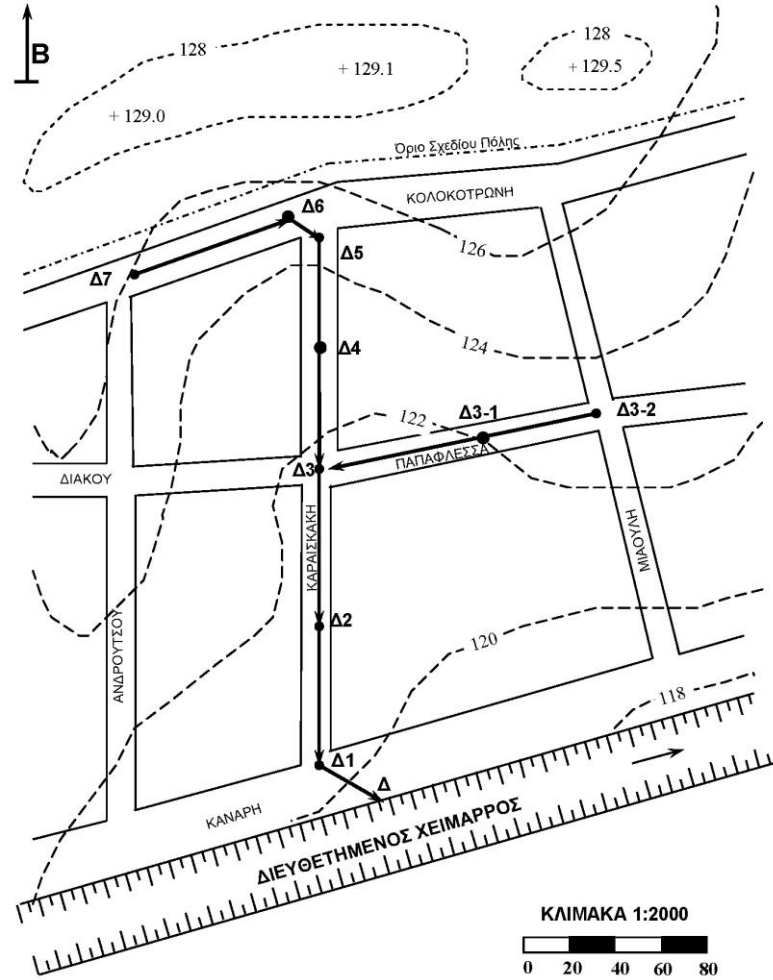
Δεδομένα

1. Όμβριες καμπύλες της περιοχής: $i = 28.0 (T^{0.17} - 0.50) / d^{0.58}$ (i = ένταση βροχής σε mm/h, d = διάρκεια βροχής σε h, T = περίοδος επαναφοράς σε έτη) (βλ. και εδάφιο 3.4.3).
2. Ελάχιστο βάθος αγωγών: 1.0 m.
3. Πλημμυρική στάθμη χειμάρρου για $T = 50$: 2.85 m κάτω από τον παρόχθιο δρόμο.

Υποδείξεις

1. Η περίοδος επαναφοράς σχεδιασμού των έργων θα ληφθεί σύμφωνα με την ενότητα 3.2 του βιβλίου.¹
2. Ο υπολογισμός της παροχής θα γίνει με την ορθολογική μέθοδο (βλ. εδ. 3.4.1).
3. Οι εκτάσεις των υπολεκανών απορροής στην κομόπολη και έξω από αυτή θα προσδιοριστούν (προσεγγιστικά) με εμβαδομέτρηση τους στην οριζοντιογραφία, αφού χαραχτούν οι υδροκρίτες (βλ. και εδ. 3.4.2).
4. Οι χρόνοι εισόδου στο δίκτυο θα εκτιμηθούν σύμφωνα με το εδ. 3.4.4. Οι χρόνοι ροής κατά μήκος των αγωγών θα εκτιμηθούν με υδραυλικό υπολογισμό.
5. Οι συντελεστές απορροής θα εκτιμηθούν σύμφωνα με το εδ. 3.4.5. Θα επιλεγούν διαφορετικές τιμές για μέσα στην κομόπολη και έξω από αυτή.
6. Τα υψόμετρα εδάφους κατά μήκος των αγωγών θα εκτιμηθούν από την οριζοντιογραφία.
7. Για τους υδραυλικούς υπολογισμούς των αγωγών θα χρησιμοποιηθεί ο τύπος του Manning (εδ. 4.4.3) με συντελεστή τραχύτητας n_0 σύμφωνα με την εν. 4.5. Θα θεωρηθεί ότι η τραχύτητα μεταβάλλεται με το βάθος ροής (εν. 4.6).
8. Η ελάχιστη διάμετρος δίνεται στην εν. 4.8.
9. Το μέγιστο ποσοστό πλήρωσης δίνεται στην εν. 4.9.
10. Η μέγιστη ταχύτητα δίνεται στην εν. 4.10.
11. Η ελάχιστη ταχύτητα και κλίση αναλύονται στις εν. 4.11 και 4.12.

¹ Δ. Κουτσογιάννης, Σχεδιασμός Αστικών Δικτύων Αποχέτευσης, έκδοση 3.1, 201 σελ., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.



Ποιοτικά θέματα

- ◆ Σύσταση οικιακών λυμάτων: Στα 1000 μέρη, 999 νερό και 1 στερεά
- ◆ Τα στερεά διακρίνονται σε
 - I. εξαερώσιμα (κυρίως οργανικά) και αδρανή (ανόργανα).
 - II. Αιωρούμενα (40%) και διαλυμένα (60%).
- ◆ Τα αιωρούμενα διακρίνονται σε καθιζήσιμα και μη καθιζήσιμα

Μετρήσεις οργανικών

- ◆ BOD_5 . Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο σε 5 ημέρες σε θερμοκρασία 20^0 . Έμμεση μέτρηση
- ◆ COD. Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο. Γρήγορη μέτρηση
- ◆ TOC. Ολικός οργανικός άνθρακας
- ◆ Τυπική τιμή BOD_5 : 65 g/κατ/ημέρα

Αποσύνθεση οργανικής ύλης

- ◆ Επικράτηση των στοιχείων άνθρακα, οξυγόνου, υδρογόνου. Δευτερεύουσα παρουσία αζώτου, φωσφόρου και θείου
- ◆ Βιοχημική αποσύνθεση: γίνεται παρουσία μικροοργανισμών (βακτηριδίων).
- ◆ Αερόβιες διαδικασίες: Παρουσία αερόβιων μικροοργανισμών με παραγωγή CO_2 , H_2O , νιτρικών και θειικών ριζών.

- ◆ Αναερόβιες διαδικασίες: Παρουσία αναερόβιων οργανισμών, με τελικά προϊόντα CO_2 , CH_4 , H_2S , NH_3
- ◆ Εισαγωγή αέρα: από την ίδια τη ροή, τα φρεάτια και τους αγωγούς εξαερισμού των σπιτιών
- ◆ Εξαναγκασμένος αερισμός

Παραγωγή H_2S στους αγωγούς ακαθάρτων.

- ◆ Διαλυμένο αέριο H_2S και ιόν υδροθείου (HS^-).
- ◆ Προβλήματα:
 - δυσάρεστες οσμές
 - δημιουργία δηλητηριώδους ατμόσφαιρας.
 - διάβρωση οροφών ορισμένου είδους αγωγών.
 - προβλήματα εφαρμογής αερόβιων διαδικασιών στην ΕΕΛ

- ◆ Χημικές εξισώσεις παραγωγής H_2SO_4
- ◆ Παράγοντες που ευνοούν η αποτρέπουν την παραγωγή H_2S σε αγωγούς με ελεύθερη επιφάνεια η καταθλιπτικούς αγωγούς

Ποσοτικοποίηση της πιθανότητας παραγωγής H_2S

- ◆ Σχέση Bielecki- Schremmer

$$V_{\min,a} = [EBOD] / 590 \text{ (m/s)},$$

όπου $[EBOD] = [BOD_5] * 1,07^{T-20}$

- ◆ Σχέση Pomeroy

$$Z = (0,3 * [EBOD] * P) / J^{1/2} * Q^{1/3} * B$$

Τεχνολογία αγωγών αποχέτευσης

- ◆ Υπόγειοι αγωγοί – Τοποθέτηση σε όρυγμα και ταφή
- ◆ Pipe jacking
- ◆ Προτιμητέα υλικά κατ' αρχήν
- ◆ Παράμετροι επιλογής: τοπικές και χρονικές

Κριτήρια επιλογής

- ◆ Τραχύτητα
- ◆ Αντοχές (μηχανική, φυσική, χημική)
- ◆ Διάρκεια ζωής
- ◆ Κόστος, βάρος και ευκολία χειρισμού υλικού
- ◆ Αρμοί: συχνότητα και στεγανότητα
- ◆ Διαθεσιμότητα διατομών και ειδικών τεμαχίων

Αργιλοπυριτικοί σωλήνες.

- ◆ Βάση ο πηλός
- ◆ Διαδοχικά στάδια παραγωγής (μόρφωση, πρώτο ψήσιμο, εφυάλωση, δεύτερο ψήσιμο)
- ◆ Τυποποίηση : Μήκη 1,0 μέτρα. Διάμετροι 20-40 cm
- ◆ Πλεονεκτήματα : Μεγάλη αντοχή (χημική, μηχανική και φυσική)
- ◆ Μειονεκτήματα : υψηλό κόστος, εύκολη θραύση, μεγάλες παρασιτικές εισροές
- ◆ Δεν χρησιμοποιούνται πια

Σωλήνες από σκυρόδεμα

- ◆ Κατ' αρχήν ακατάλληλοι για αποχέτευση ακαθάρτων
- ◆ Τυποποίηση : Μήκη 1,0-2,0 m
- ◆ Διάμετροι : 40 cm έως 220 cm
- ◆ Είδη :
 - Επενδεδυμένοι ή μη
 - Οπλισμένοι ή άοπλοι
 - Προκατασκευασμένοι ή χυτοί επί τόπου.
 - Κυκλικής ή άλλης διατομής
- ◆ Είδη επενδύσεων
- ◆ Είδη επαλείψεων
- ◆ Κατ' εξοχήν χρησιμοποιούμενο υλικό για αποχετεύσεις ομβρίων σήμερα στην Ελλάδα

Αμιαντοτσιμεντοσωλήνες

- ◆ Παραγωγή : ανάμιξη τσιμέντου και ινών αμιάντου προς αύξηση της εφελκυστικής αντοχής
- ◆ Τυποποίηση : Μήκη : 5μ. Διάμετροι 20-100 cm
- ◆ Σε δίκτυο ακαθάρτων : Χρήση τσιμέντου ανθεκτικού σε θειικά (SR) και κατάλληλη επάλειψη ή επένδυση
- ◆ Πλεονεκτήματα : οικονομικότητα, μικρό βάρος, στεγανότητα, διαθεσιμότητα μεγάλου εύρους διαμέτρων και κλάσεων
- ◆ Μειονεκτήματα : Επικινδυνότητα κατά την παραγωγή, έλλειψη χημικής αντοχής στα λύματα

Σωλήνες από PVC

- ◆ PVC: υποπροϊόν βιομηχανίας πετρελαίου
- ◆ Τυποποίηση : Μήκη έως 6μ. Διάμετροι έως 63 cm
- ◆ Ιδιαίτερη ονοματολογία
- ◆ Σύνδεση με μούφα και εσωτερικό δακτύλιο
- ◆ Εγκιβωτισμός με άμμο λατομείου
- ◆ Πλεονεκτήματα : Χημική αντοχή, μικρό βάρος, λίγοι αρμοί, στεγανότητα
- ◆ Μειονεκτήματα : Ευαίσθησία σε ηλιακή ακτινοβολία, μειωμένη μηχανική αντοχή

Σωλήνες από άλλα υλικά

- ◆ Σωλήνες από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE)
- ◆ Χαλύβδινοι αγωγοί
- ◆ Άλλοι μεταλλικοί αγωγοί
- ◆ Σωλήνες από GRP (glass reinforced plastic)

Αγωγοί από GRP

◆ Ιδιότητες:

- μεγάλη χημική αντοχή, τόσο σε λύματα, όσο και σε άλατα νερού
- μεγάλη διάρκεια ζωής
- μεγάλα μήκη παραγωγής ,μικρό βάρος ευκολία χειρισμών
- στεγανοί αρμοί
- ανώδυνη έκθεση στον ήλιο

Αγωγοί από GRP (συνέχεια)

- εύκολη επιδιόρθωση
- δεν παρουσιάζουν παραμορφώσεις στις μεγάλες διαμέτρους
- συνοδεύονται από προκατασκευασμένα φρεάτια.
- εύκολη ανάρτηση
- είναι “ cast on build”, οπότε μπορεί να αντικαταστήσουν οποιαδήποτε διατομή
- είναι φθηνοί στις μεγάλες διαμέτρους (μεγαλύτερες των 400 mm)

Αγωγοί από GRP (συνέχεια)

- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν εντός κτιρίων
- Στις μικρές διαμέτρους (μικρότερες των 400 mm) είναι ακριβότεροι των άλλων πλαστικών αγωγών
- Απαιτούν εσχάρωση ώστε να εμποδιστεί η είσοδος φερτών που θα φθείρουν τη ρητίνη
- Έχουν μεγάλο βάρος σε σχέση με τους λοιπούς πλαστικούς

Σωλήνες από πολυαιθυλένιο

- ◆ **I. Δεύτερης γενιάς:** αγωγοί πίεσεως μη κατάλληλοι για πόσιμο νερό (κατάλληλοι για καταθλιπτικούς ακαθάρτων)
- ◆ **II. Τρίτης γενιάς:** όπως οι προηγούμενοι, κατάλληλοι όμως και για πόσιμο νερό
- ◆ **III. Super pipes:** κατάλληλοι για αγωγούς με ελεύθερη επιφάνεια. Αγωγοί δομημένου τοιχώματος