

**Υδραυλική & Υδραυλικά Έργα**  
**5<sup>ο</sup> εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών**



**Εισαγωγή στις αποχετεύσεις**

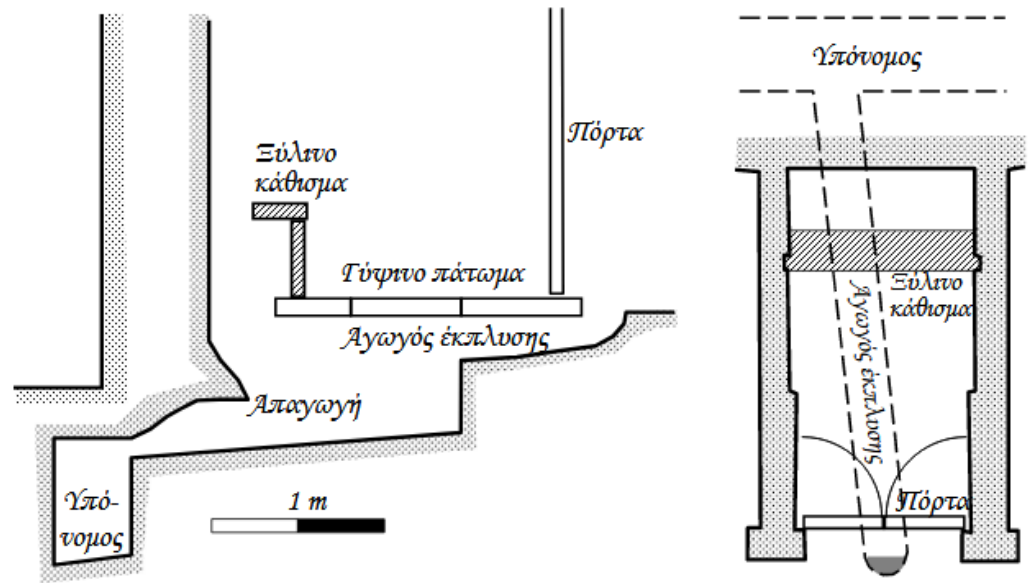
---

**Ανδρέας Ευστρατιάδης & Δημήτρης Κουτσογιάννης**  
Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Αθήνα, 2018

# Ιστορική αναδρομή

Πήλινα καναλέτα αποχέτευσης εντός του ανακτόρου της Κνωσού



Τομή και κάτοψη τουαλέτας στο ισόγειο του ανακτόρου της Κνωσού



Ανάκτορο Κνωσού: έξοδος κεντρικού αποχετευτικού αγωγού



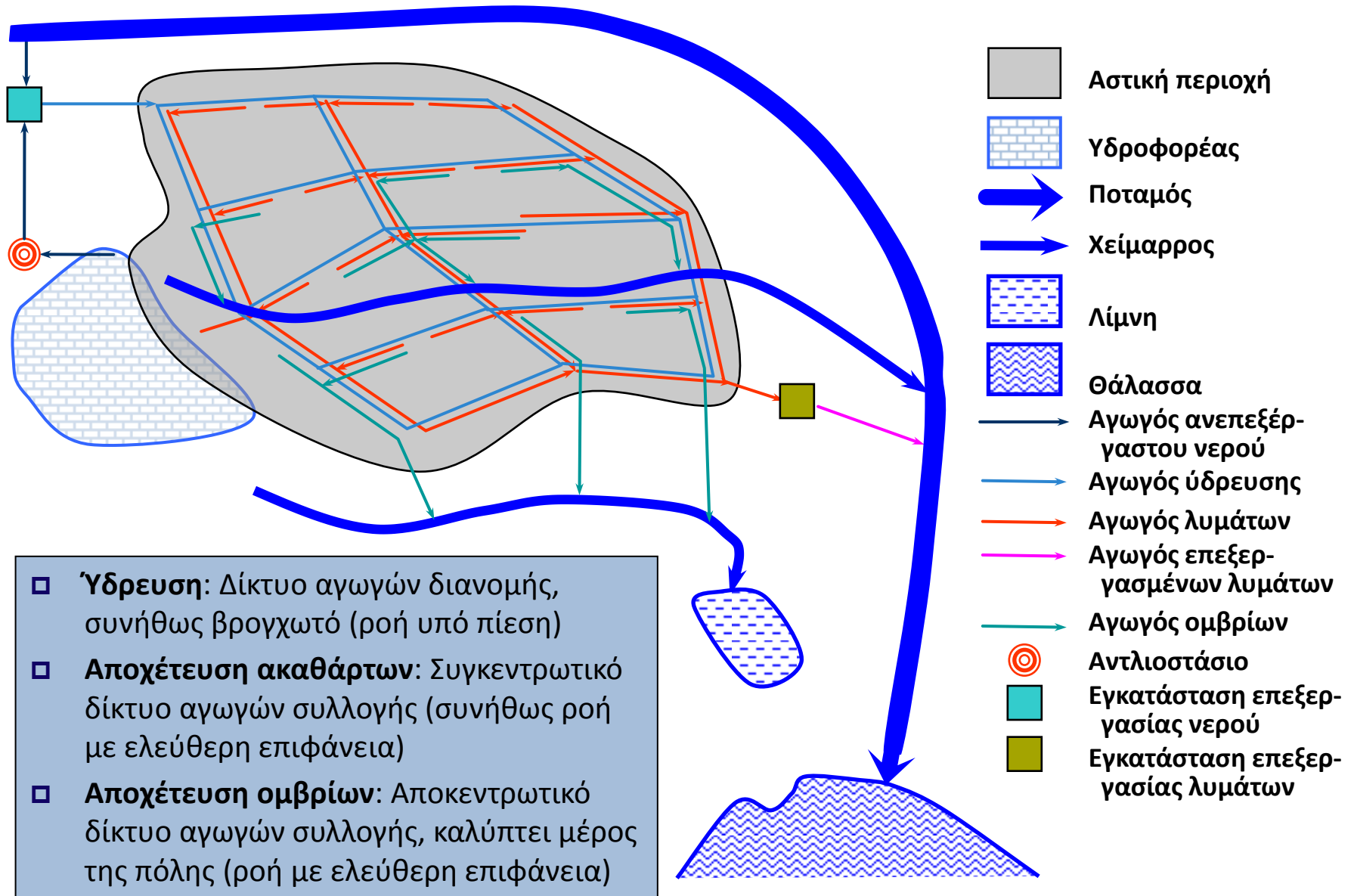
Αγία Τριάδα: αποχέτευση ομβρίων

# Ορισμοί

---

- ❑ **Αστικές αποχετεύσεις:** Έργα συλλογής και μεταφοράς λυμάτων και ομβρίων νερών μιας αστικής περιοχής, μέχρι το σημείο διάθεσής τους.
- ❑ **Αστικά υγρά απόβλητα ή λύματα ή ακάθαρτα:** Νερά, αναμειγμένα με στερεές ουσίες που αποβάλλονται με τη συνήθη χρήση υγιεινής από οικιστικές, εμπορικές ή βιομηχανικές περιοχές. Σε αστικές περιοχές με βιομηχανικές δραστηριότητες, μαζί με αυτά μεταφέρονται συχνά και τα **βιομηχανικά υγρά απόβλητα**.
- ❑ **Όμβρια:** Βρόχινα νερά που απορρέουν μετά από βροχόπτωση.
- ❑ **Παρασιτικές εισροές:** Νερά που αναπόφευκτα εισέρχονται στο αποχετευτικό δίκτυο, πέραν του σκοπού για τον οποίο σχεδιάζονται. Περιλαμβάνουν:
  - **Διηθήσεις** υπόγειου νερού από το έδαφος
  - **Εισροές ομβρίων** σε αγωγούς ακαθάρτων μέσω παράνομων συνδέσεων
- ❑ Τύποι συστημάτων αποχέτευσης:
  - **Παντοροϊκό σύστημα**, όταν υπάρχει ένα ενιαίο δίκτυο που συλλέγει και μεταφέρει αδιακρίτως και τα όμβρια και τα ακάθαρτα.
  - **Χωριστικό σύστημα**, που περιλαμβάνει διακριτά δίκτυα ακαθάρτων και ομβρίων.
  - **Μικτό σύστημα**, όταν έχουμε συνύπαρξη παντοροϊκού δικτύου σε ένα τμήμα της αστικής περιοχής (συνήθως το παλαιότερο) και χωριστικού στο υπόλοιπο.

# Αστικά υδροσυστήματα & συναφή υδραυλικά έργα



# Γενική διάταξη συστημάτων αποχέτευσης ακαθάρτων

- Διαμορφώνεται ένα **συγκεντρωτικό δίκτυο συλλογής**, το οποίο συγκεντρώνει το σύνολο των λυμάτων σε έναν κεντρικό αγωγό, μέσω του οποίου οδηγούνται στην **εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ)**.
- Ο **κεντρικός αγωγός ή κύριος συλλεκτήρας** συγκεντρώνει τις αποχετεύσεις των υπόλοιπων αγωγών, που ανάλογα με τη θέση και τη σημασία τους στο δίκτυο διακρίνονται σε πρωτεύοντες, δευτερεύοντες και τριτεύοντες, χωρίς η διάκριση αυτή να έχει απόλυτο χαρακτήρα.
- Οι αγωγοί **καλύπτουν το σύνολο του οδικού δικτύου**, ώστε να εξυπηρετούνται όλοι οι καταναλωτές (κατ' αντιστοιχία με το δίκτυο διανομής πόσιμου νερού).
- Οι αγωγοί αποχέτευσης γενικά σχεδιάζονται και λειτουργούν ως **αγωγοί με ελεύθερη επιφάνεια**. Αν η τοπογραφία δεν το επιτρέπει, η μεταφορά γίνεται με άντληση, επιδιώκοντας κατά το δυνατό χαμηλά μανομετρικά ύψη.
- **Αποδέκτης** των επεξεργασμένων λυμάτων είναι συνήθως ένα φυσικό υδάτινο σύστημα (υδατόρευμα, λίμνη, θάλασσα). Σε κάποιες περιπτώσεις, αποδέκτης μπορεί να είναι και το έδαφος. Η εκβολή των λυμάτων αποδίδεται με το όρο **διάθεση**, και ο αγωγός μέσω του οποίου γίνεται λέγεται **αγωγός διάθεσης**.
- Τα λύματα πριν τη διάθεσή τους οφείλουν να υφίστανται κατάλληλη **επεξεργασία**, με στόχο την αφαίρεση των ρύπων, δηλαδή των ουσιών που είναι σε κατάλληλη εγκατάσταση επεξεργασίας, όπου χρησιμοποιούνται φυσικές, βιολογικές και χημικές διεργασίες καθαρισμού τους.

# Παντοροϊκά δίκτυα

- Κατά το μεγαλύτερο διάστημα μεταφέρουν μόνο λύματα, ωστόσο σχεδιάζονται με διατομές επαρκείς για τη διοχέτευση των ομβρίων ( $Q$  ομβρίων  $\gg$   $Q$  ακαθάρτων).
- Πλεονεκτήματα:
  - απλότητα, που προσφέρει καλύτερη εποπτεία (ένας αγωγός σε κάθε δρόμο)
  - μικρότερη απασχόληση της διατομής των δρόμων
  - μικρότερο αρχικό κόστος κατασκευής.
- Μειονεκτήματα:
  - μεγάλες διακυμάνσεις φορτίων  $\rightarrow$  δυσλειτουργίες και κόστος επεξεργασίας
  - υπερχείλιση προς επιφανειακούς αποδέκτες χωρίς επεξεργασία, όταν η συνολική παροχή ξεπεράσει ένα όριο  $\rightarrow$  κίνδυνος ρύπανσης
  - κίνδυνοι πλημμυρίσματος υπογείων σε περιπτώσεις εξαιρετικών καταιγίδων
  - αναδύσεις οσμών από ανοιχτά φρεάτια υδροσυλλογής, κυρίως την ξηρή περίοδο
  - αυξημένο κόστος αντλήσεων, όταν υπάρχουν αντλιοστάσια στο δίκτυο.
- Ενδείκνυται μόνο: (α) σε μικρές επεκτάσεις παλιών παντοροϊκών δικτύων, (β) όταν τα όμβρια απαιτούν επεξεργασία πριν τη διάθεσή τους, εξαιτίας της παρουσίας οργανικών υλικών στους δρόμους της πόλης, και (γ) σε οικισμούς με πολύ στενούς δρόμους που δεν επιτρέπουν την κατασκευή δύο παράλληλων αγωγών αποχέτευσης.
- Παλιοί παντοροϊκοί αγωγοί  $\rightarrow$  χρήση ως αγωγοί ομβρίων, μετά από έλεγχο

# Παράδειγμα: παντοροϊκό σύστημα Αθήνας

**Πηγή:** Κούρτης, Ι. Μ., Γ. Κοψιάυτης, Β. Μπέλος, & Β. Α. Τσιχριντζής, Βαθμονόμηση και επαλήθευση του λογισμικού SWMM σε μια λεκάνη του παντοροϊκού συστήματος αποχέτευσης της Αθήνας, 5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, 2017.



Επτά αγωγοί υπερχειλίσης (Β, Γ, Δ, Ε, ΣΤ, Ζ1, Ζ2), όπου γίνεται διαχωρισμός των ομβρίων από τα ακάθαρτα  
Λεκάνη απορροής ομβρίων: 13.1 km<sup>2</sup>, Λεκάνη απορροής ακαθάρτων: 12.5 km<sup>2</sup>

# Κύριες συνιστώσες αποχετευτικού συστήματος Αθήνας

- ❑ **Κεντρικός Αποχετευτικός Αγωγός (ΚΑΑ):** Παντοροϊκός αγωγός, μήκους 17 km, από το τέρμα της οδού Πατησίων μέχρι τον Ακροκέραμο Κερατσινίου, όπου με δίδυμο υποθαλάσσιο αγωγό ωθούνται προς το ΚΕΛΨ για επεξεργασία. Ολοκληρώθηκε το 1959. Έχει μήκος 17 km και στην εκβολή του έχει παροχετευτική ικανότητα  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- ❑ **Συμπληρωματικός Κεντρικός Αποχετευτικός Αγωγός (ΣΚΑΑ):** Κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 1980. Αρχίζει από τον Αγ. Ιωάννη Ρέντη και απολήγει στον Ακροκέραμο. Κυκλικός από οπλισμένο σκυρόδεμα, μήκους 7 km, και παροχετευτικότητας  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- ❑ **Παρακηφίσιος Συλλεκτήρας Ακαθάρτων:** Ξεκινά από τον από την περιοχή του Αγ. Στεφάνου και καταλήγει στον ΚΑΑ, στο ύψος του Αγ. Ιωάννη Ρέντη. Το μήκος του φτάνει τα 34.5 km, ενώ η παροχετευτική του ικανότητα στην εκβολή είναι  $20.2 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- ❑ **Κεντρικός Παραλιακός Συλλεκτήρας:** Ξεκινά από τη Βάρκιζα και καταλήγει στο Αντλιοστάσιο 29 (περιοχή Αμφιθέας). Έχει μήκος 17 km και μέγιστη παροχή  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- ❑ Επεξεργασία λυμάτων:
  - **Μεταμόρφωση** (ΚΕΛΜ, 1986):  $24\,000 \text{ m}^3$  βοθρολύματα,  $20\,000 \text{ m}^3$  αστικά λύματα
  - **Ψυτάλλεια** (ΚΕΛΨ, 1994):  $730\,000 \text{ m}^3$ , προεπεξεργασία, πρωτοβάθμια και προχωρημένη δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία, με απομάκρυνση αζώτου, επεξεργασία ιλύος και συμπαραγωγή ηλεκτρικής & θερμικής ενέργειας
  - **Θριάσιο Πεδίο** (ΚΕΛΘ, 2012): επεξεργάζεται τα αστικά και βιομηχανικά λύματα των περιοχών Ασπροπύργου, Ελευσίνας, Μάνδρας και Μαγούλας ( $21\,000 \text{ m}^3$ )



# Κέντρο επεξεργασίας λυμάτων Ψυττάλειας



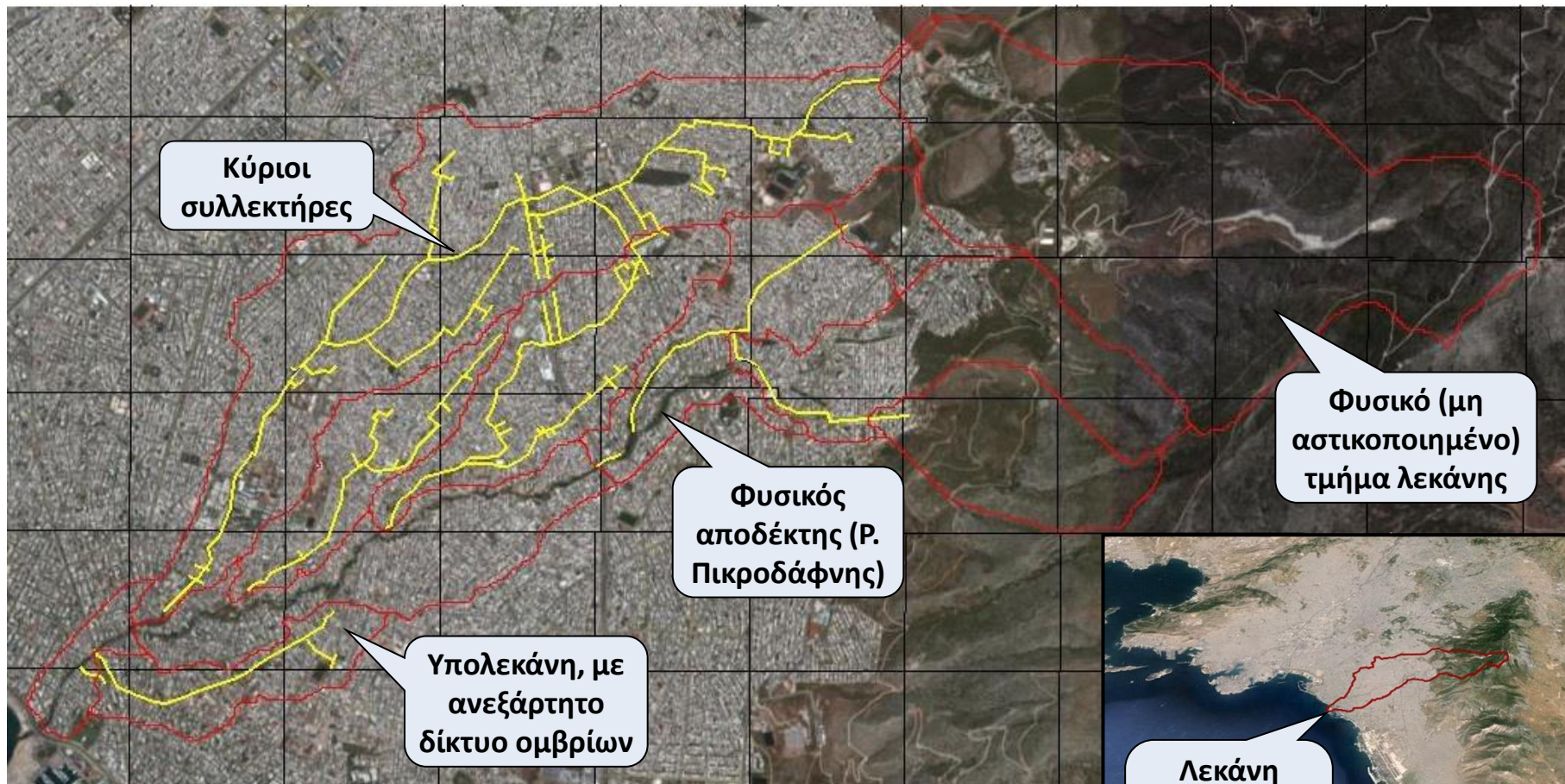
Πηγή: Στεφανάκου, Τ., Παραγωγή, διαχείριση και αξιοποίηση της ξηραμένης ιλύος του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας, Corporate Waste and Recycling Conference, 2013



# Γενική διάταξη συστημάτων αποχέτευσης ομβρίων

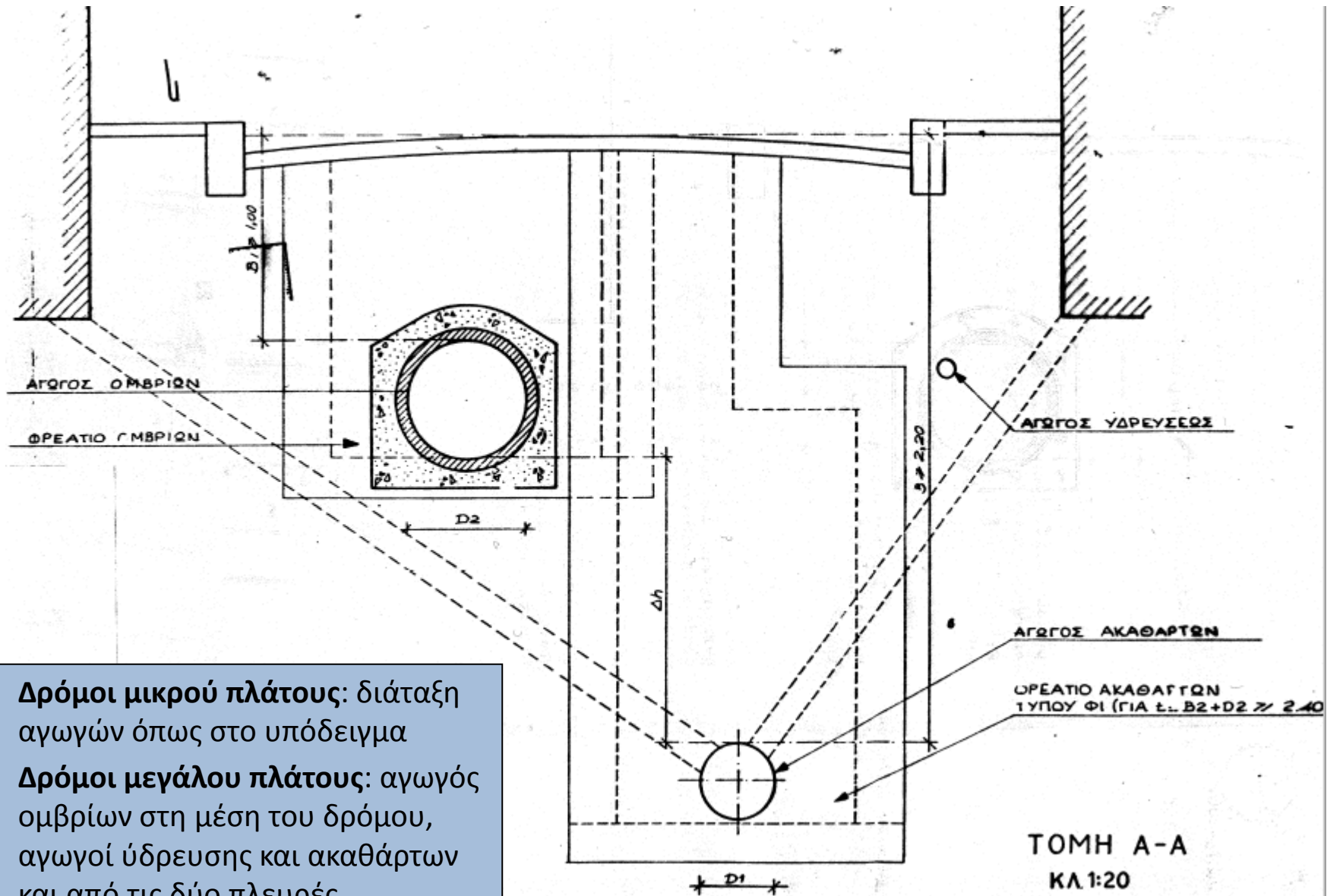
- Η **αστική υδρολογική λεκάνη**, στο σύνολό της, και το **ανάντη μη αστικοποιημένο τμήμα** της μελετώνται ως ενιαίο σύστημα.
- Σε αντίθεση με το δίκτυο ακαθάρτων, που είναι συγκεντρωτικό (ώστε όλα τα ακάθαρτα να καταλήγουν στη μονάδα επεξεργασίας), η χάραξη του δικτύου ομβρίων είναι **αποκεντρωτική**.
- Κατά τη χάραξη διαμορφώνονται επιμέρους δίκτυα, καθένα από τα οποία εκβάλλει σε **φυσικό αποδέκτη** (π.χ., αστικό υδατόρευμα) ή στη θάλασσα.
- Το συνολικό δίκτυο ομβρίων καλύπτει **τμήμα του οδικού δικτύου** (ενδεικτικά, 30 ως 40%, ανάλογα με την τοπογραφία της περιοχής).
- Οι εισροές των ομβρίων γίνονται μέσω **φρεατίων υδροσυλλογής** καθώς και **ιδιωτικών συνδέσεων**, που υλοποιούνται (υποχρεωτικά) κατά μήκος των αγωγών.
- Αποφεύγεται η χρήση **αντλιοστασίων** σε αστικές περιοχές.
- Αποφεύγεται η κατασκευή αγωγών αποχέτευσης ομβρίων σε δρόμους **μεγάλης κλίσης**, ώστε να μην επιταχύνεται περαιτέρω η ροή.
- Όταν το δίκτυο κατασκευάζεται σταδιακά, η **κατασκευή του δικτύου ξεκινά από τα κατάντη**, ώστε να προστατεύονται κατά προτεραιότητα οι χαμηλές περιοχές, λαμβάνοντας ωστόσο υπόψη την απορροή που παράγεται στο σύνολο της λεκάνης.
- Ο βαθμός προστασίας που παρέχει το δίκτυο ομβρίων περιγράφεται από την **περίοδο επαναφοράς** του επεισοδίου βροχής που μπορεί να παροχετεύσει.

# Παράδειγμα: Ρέμα Πικροδάφνης και κύριοι αγωγοί αποχέτευσης ομβρίων εντός της λεκάνης απορροής του



**Πηγή:** Μαμάσης, Ν., Κ. Πιπλή, & Δ. Κουτσογιάννης, Υδρολογική μελέτη πλημμυρών, Αποτίμηση της οικολογικής κατάστασης του ρέματος Πικροδάφνης και προτάσεις αποκατάστασης, ανάδειξης και διαχείρισης του, Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας και Γενετικής & Εσωτερικών Υδάτων - ΕΛΚΕΘΕ, Αθήνα, 2013

# Τυπική διάταξη αγωγών ύδρευσης & αποχέτευσης



- **Δρόμοι μικρού πλάτους:** διάταξη αγωγών όπως στο υπόδειγμα
- **Δρόμοι μεγάλου πλάτους:** αγωγός ομβρίων στη μέση του δρόμου, αγωγοί ύδρευσης και ακαθάρτων και από τις δύο πλευρές

# Μελέτες έργων αστικών αποχετεύσεων

---

- Βασικές υποδομές:
  - Δίκτυο ακαθάρτων
  - Εγκατάσταση επεξεργασίας ακαθάρτων
  - Αγωγός διάθεσης επεξεργασμένων λυμάτων
  - Δίκτυο ομβρίων
  - Περιμετρικές αντιπλημμυρικές τάφροι
  - Διευθετήσεις υδατορευμάτων μέσα στην περίμετρο της αστικής περιοχής
- Απαιτούμενα δεδομένα:
  - Τοπογραφικά
  - Πολεοδομικά & χωροταξικά
  - Υδρολογικά
  - Γεωτεχνικά & υδρογεωλογικά
  - Χρήσεις νερού
  - Ποιότητα νερού
  - Τεχνικο-οικονομικά
  - Περιβαλλοντικά