



Το παρόν έργο αδειοδοτείται υπό τους όρους της άδειας Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής επισκεφτείτε το σύνδεσμο: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

# ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ

## *Εισαγωγή*

Δρ. Βασίλης Μπέλλος

# Μηχανικός περιβάλλοντος

- **Η διάσταση του μηχανικού**
  - Έμφαση στην ποσοτικοποίηση παραμέτρων
  - Σχεδιασμός έργων
- **Η περιβαλλοντική διάσταση**
  - Εισαγωγή ποιοτικών μεγεθών στο σχεδιασμό έργων
  - Περιβαλλοντική διαχείριση των έργων

# Μηχανικός περιβάλλοντος

## Γνωστικό αντικείμενο

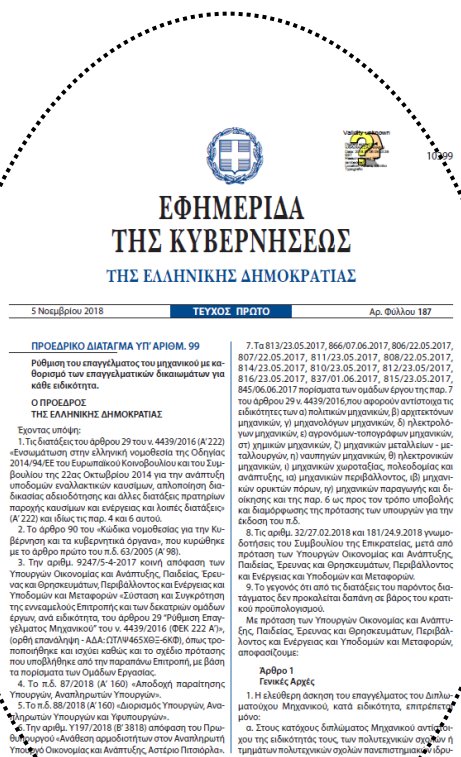
## Επαγγελματικά δικαιώματα

Στο γνωστικό αντικείμενο του Μηχανικού Περιβάλλοντος περιλαμβάνονται:

- α. Διαχείριση Υδατικών Πόρων - Υδραυλική μηχανική.
- β. Υγρά Απόβλητα (Διαχείριση και επεξεργασία) - Ρύπανση υδάτων.
- γ. Στερεά Απόβλητα (Διαχείριση και Επεξεργασία).
- δ. Ποιότητα Αέρα (Αέρια ρύπανση και αντιρρυπαντικές τεχνολογίες).
- ε. Κλιματική Αλλαγή.
- στ. Στρατηγικός Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός, Περιβαλλοντική Πολιτική, Περιβαλλοντική Νομοθεσία και Περιβαλλοντικός Έλεγχος (επιθεώρηση).
- ζ. Διαχείριση Φυσικών Πόρων, Δασών και Περιβάλλοντος.
- η. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αειφόρα ενεργειακά συστήματα.
- θ. Μηχανική των φυσικών, θερμικών, φυσικοχημικών, χημικών, βιοχημικών και βιολογικών διεργασιών και συστημάτων, με έμφαση τη διαστασιολόγηση ή/και επιλογή του εξοπλισμού των διεργασιών.
- ι. Ενεργειακή εξοικονόμηση και Αναβάθμιση Κτηρίων και Εγκαταστάσεων.
- ια. Βιοκλιματικός και Ενεργειακός Σχεδιασμός Κτηρίων.
- ιβ. Υγιεινή και Ασφάλεια Εργασίας.
- ιγ. Γενικές Εφαρμογές και Αντικείμενα μηχανικής - Οργάνωση και Διοίκηση - Διασφάλιση Ποιότητας.

2. Ο Μηχανικός Περιβάλλοντος έχει τα εξής επαγγελματικά δικαιώματα:

- α. Αποτύπωση υφιστάμενων κτηρίων εκτός κτηρίων ειδικών χρήσεων, μνημείων, κηρυγμένων διατηρητέων κτηρίων, προστατευόμενων οικισμών και συνόλων.
- β. Εκπόνηση μελετών χωροθέτησης κτηρίων, εγκαταστάσεων και δραστηριοτήτων επιχειρήσεων, ειδικών χρήσεων και οργανωμένων υποδοχέων και κατάρτιση γενικής διάταξης (Master Plan).
- γ. Εκπόνηση μελετών χωρικής ανάπτυξης (τοπικής και περιφερειακής) και επιχειρησιακών προγραμμάτων.
- δ. Εκπόνηση μελετών Υδραυλικών Έργων (εγχειροβελτιωτικών έργων, φραγμάτων, υδρεύσεων, αποχετεύσεων) και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων.
- ε. Εκπόνηση μελετών Υδρογεωλογίας και Υπόγειων Υδάτων.
- στ. Διαχείριση και εκτίμηση (αξιών γης και λοιπών ακινήτων, τρωτότητας, διακινδύνευσης).
- ζ. Εκπόνηση χημικών μελετών και έρευνας.
- η. Εκπόνηση χημικών και χημικοτεχνικών μελετών σε έργα, εγκαταστάσεις και προϊόντα.
- θ. Διενέργεια φυσικοχημικών και μικροβιολογικών αναλύσεων και Διεύθυνση εργαστηρίων ελέγχου.
- ι. Εκπόνηση μελετών υδραυλικών εγκαταστάσεων κτηρίων.
- ια. Εκπόνηση μελετών σε εγκαταστάσεις συλλογής, επεξεργασίας και παροχής νερού.
- ιβ. Εκπόνηση μελετών σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.



ΦΕΚ ΠΔ 99/2018 - ΦΕΚ Α' 187/05.11.2018

# Ορισμός

- Έργα που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους
- Έργα αξιοποίησης
  - Μεταφορά νερού
  - Ρύθμιση υδατικών πόρων
  - Επεξεργασία νερού
  - Παραγωγή ενέργειας
- Προστασία πόρων και περιβάλλοντος
  - Αντιπλημμυρικά έργα
  - Διευθετήσεις ποταμών
  - Αποχετευτικά έργα
  - Επεξεργασία λυμάτων

# Αρχές σχεδιασμού έργων

- **Πιθανοτικός σχεδιασμός**
- **Προσομοίωση/Πρόβλεψη μεταβλητών**
  - Πείραμα
  - Αριθμητικό μοντέλο
- **Χρήση αριθμητικών μοντέλων**
  - Μικρό κόστος
  - Ασφαλή αποτελέσματα
- **Πείραμα**
  - Σημαντικό κόστος
  - Εγκυρότερα αποτελέσματα;

# Σχεδιασμός

- **Υπολογισμός μεγεθών → πρόβλεψη**
  - Ποσότητα
  - Ποιότητα
- **Χρονική κλίμακα**
  - Μη μόνιμα μεγέθη → μεταβολή στο χρόνο
  - Μόνιμα μεγέθη → μέγιστη τιμή
- **Μπορεί να απαιτείται πάνω από ένα μέγεθος**
  - Πολυκριτηριακό πρόβλημα
  - Αντικρουόμενα κριτήρια

# Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (2<sup>η</sup> Ομάδα)

1. Φράγματα και αναβαθμοί
2. Ταμιευτήρες
3. Υδροληψία ή εκτροπή
4. Υδροληψία από λίμνες
5. Υδρομαστεύσεις πηγών
6. Υδρογεωτρήσεις
7. Αγωγοί μεταφοράς

# Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (2<sup>η</sup> Ομάδα)

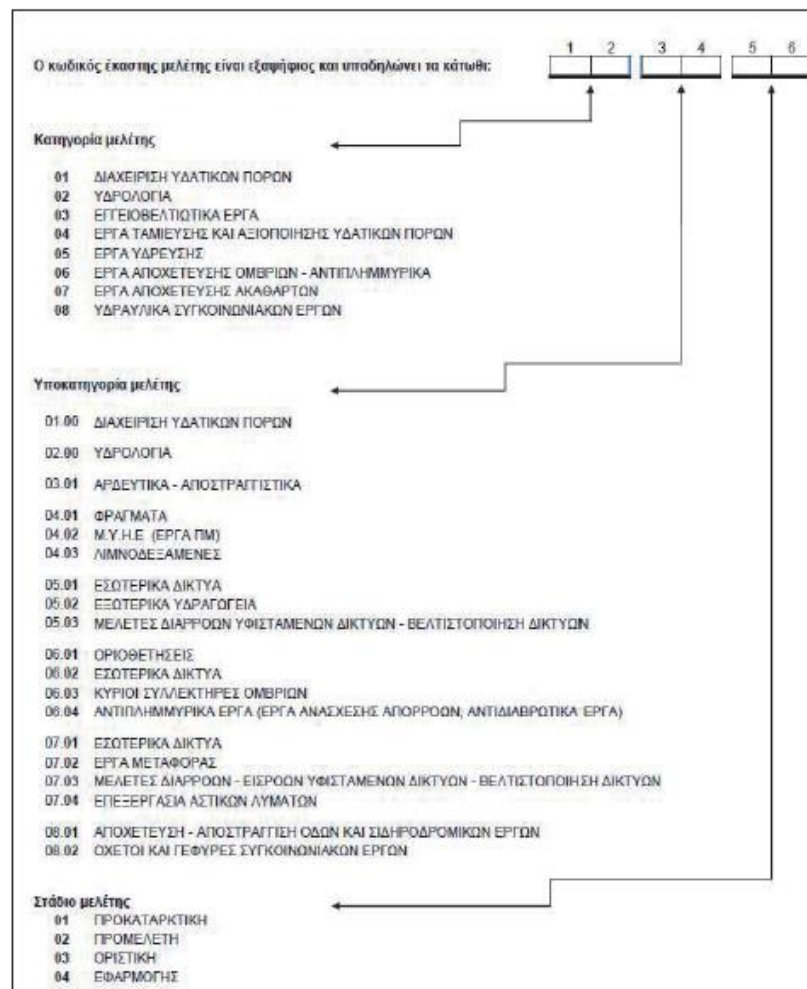
8. Σύστημα ύδρευσης πρωτεύουσας
9. Αρδευτικά και αποστραγγιστικά έργα
10. Αποξηραντικά έργα
11. Έργα για τη χρησιμοποίηση της ακαλλιέργητης γης
12. Έργα τεχνητού εμπλουτισμού υδάτων
13. Έργα πρόληψης ή αντιμετώπισης υφαλμύρισης
14. Έργα επαναπλημμυρισμού εδαφών



# Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (2<sup>η</sup> Ομάδα)

- 15. Αντιπλημμυρικά έργα και έργα διευθέτησης
- 16. Έργα εκβολής εισερχόμενα εντός της θάλασσας
- 17. Έργα εκβολής τάφρων εισερχόμενα εντός της θάλασσας
- 18. Αναχώματα σε λίμνες και υγρότοπους
- 19. Έργα αντιμετώπισης διάβρωσης
- 20. Πρόβολοι στο υδατόρεμα
- 21. Εγκαταστάσεις για την επεξεργασία νερού
- 22. Επένδυση εδαφών προς στεγανοποίηση

# Κωδικοποίηση μελετών



# Παραδοτέα οριστικών μελετών

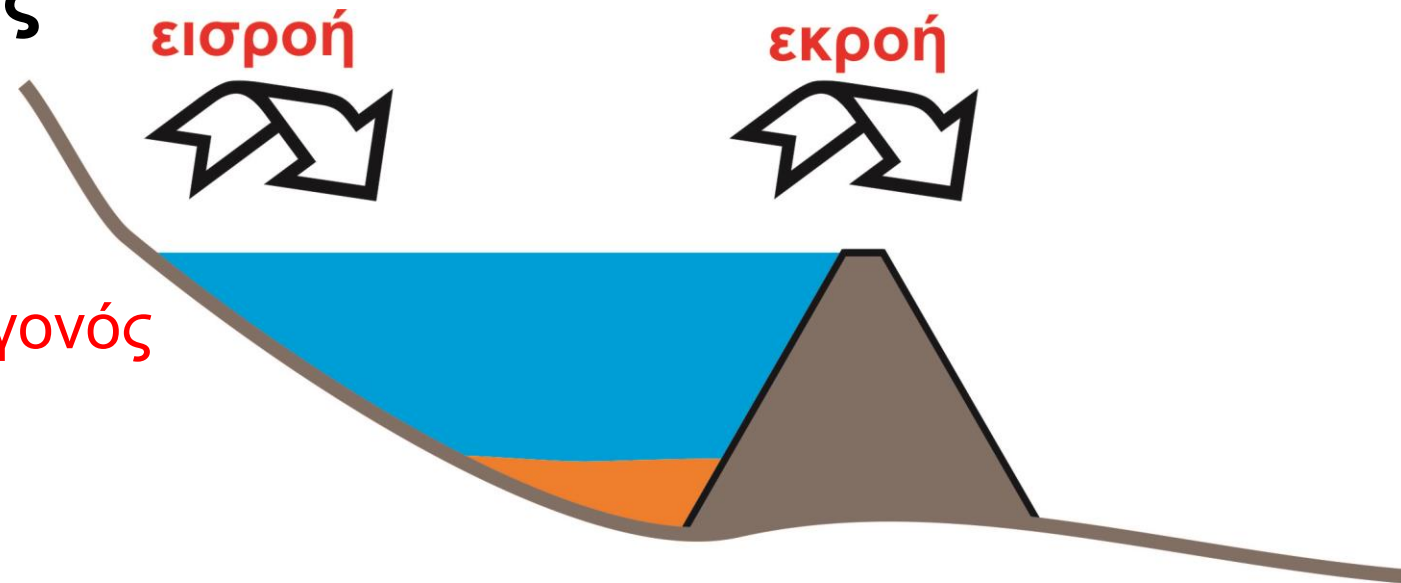
- Διαχείριση Υδατικών Πόρων (01)
- Υδρολογία (02)
- Εγγειοβελτιωτικά Έργα (03)
- Έργα ταμίευσης και αξιοποίησης υδατικών πόρων (04)
- Έργα ύδρευσης (05)
- Έργα αποχέτευσης ομβρίων – αντιπλημμυρικά (06)
- Έργα αποχέτευσης ακαθάρτων (07)
- Υδραυλικά συγκοινωνιακών έργων (08)

Φράγματα και ταμιευτήρες

# Ρύθμιση υδατικών πόρων

## Φράγμα

- Το πιο σημαντικό έργο αποθήκευσης!
- Πολλαπλής σκοπιμότητας
- Σχεδιασμός
  - Υδατικό ισοζύγιο
  - Όγκος → **υπερετήσια βάση**
  - Υπερχειλιστής → **ακραίο γεγονός**



- **Κανονισμός ασφαλείας φραγμάτων**
  - Υπουργική Απόφαση ΔΑΕΕ/οικ.2287/2016 - ΦΕΚ 4420/Β/30-12-2016

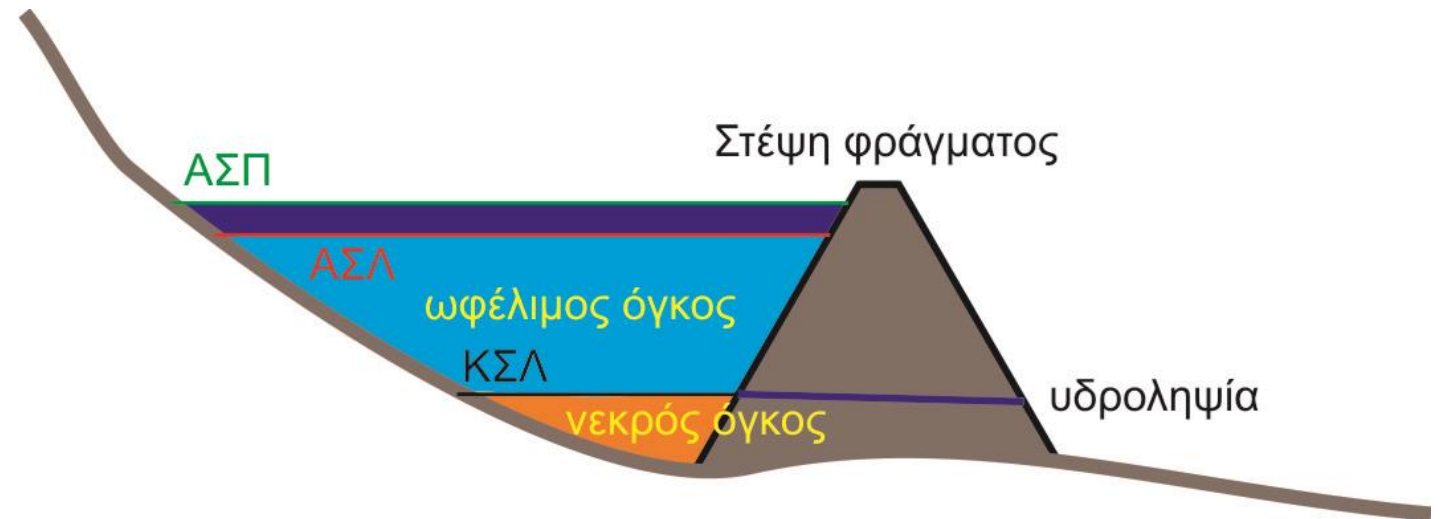
# Ταμιευτήρας

- Η τεχνητή λίμνη που δημιουργείται με την κατασκευή φράγματος
- Φράγμα → το τεχνικό έργο κάθετο στη ροή του ποταμού



# Στάθμες

- Κατώτερη στάθμη Λειτουργίας (ΚΣΛ)
- Ανώτατη Στάθμη Λειτουργίας (ΑΣΛ)
- Ανώτατη Στάθμη Πλημμύρας (ΑΣΠ)
- Στέψη φράγματος



# Χαρακτηριστικά μεγέθη

- Ύψος
- Μήκος
- Όγκος σώματος
- Όγκος ταμειυτήρα
- Κλίσεις πρανών



# Σώμα φράγματος

## υλικό

- **Άκαμπτα φράγματα**

- σκυρόδεμα
- RCC

- μεγάλες κλίσεις πρανών
- μικρός όγκος έργου

- **Εύκαμπτα φράγματα**

- χωμάτινα
- λιθόρριπτα
- γεώδη υλικά

- ήπιες κλίσεις πρανών
- μεγάλος όγκος έργου

# Σώμα φράγματος

## δομή

- Βαρύτητας
- Τοξωτά
- Γεωφράγματα

# Σώμα φράγματος

## δομή

- Βα
- Τοδ
- Γεο



# Σώμα φράγματος

## δομή

- Βα
- Το
- Γε



# Σώμα φράγματος

## δομή

- Βα
- Τοδ
- Γεο



# Σώμα φράγματος

## μέγεθος

- **Κατηγορία I**

- ορατό ύψος φράγματος  $\rightarrow H > 40 \text{ m}$
- όγκος ταμιευτήρα  $\rightarrow V > 10\,000\,000 \text{ m}^3$

- **Κατηγορία II**

- ορατό ύψος φράγματος  $\rightarrow 20 < H < 40 \text{ m}$
- όγκος ταμιευτήρα  $\rightarrow > 1\,000\,000 \text{ m}^3$

- **Κατηγορία III**

- ό,τι δεν εντάσσεται στις κατηγορίες I, II

# Υπερχειλιστές

## σχεδιασμός

- Έργα στη στέψη του φράγματος για την ασφαλή διοχέτευση του πλημμυρικού όγκου που δεν αποθηκεύεται
- Σχεδιασμός
  - Κατηγορία 1 (υψηλές συνέπειες) →  $T=10000$  έτη
  - Κατηγορία 2 (σημαντικές συνέπειες) →  $T=1000$  έτη (βαρύτητας),  $T=5000$  έτη (γεωφράγματα)
  - Κατηγορία 3 (χαμηλές συνέπειες) →  $T=200$  έτη (βαρύτητας),  $T=500$  έτη (γεωφράγματα)

# Υπερχειλιστές

## σχεδιασμός

- Έργα διοχέυσης
- Σχεδιασμός
  - Κατασκευαστικές (σεισμικές) →  $T=10000$  έτη
  - Κατασκευαστικές (πυρηνικές) →  $T=1000$  (βαρύτητας),  $T=5000$  (ελαφύτητας)
  - Κατασκευαστικές (αεροπορικές) →  $T=200$  (βαρύτητας),  $T=500$  έτη





# Υπερχειλιστές

## ΤΥΠΟΙ

- Ελεύθερη υπερχείλιση
- Ακολουθώντας το σχήμα της υδατόπτωσης (ogee)
- Φρεατοειδής (morning glory)
- Θυροφράγματα
- Σιφωνοειδής
- Λαβυρίνθου
- Βαθμιδωτός

# Ogee



# Φρεατοειδής



# Θυροφράγματα



# Διώρυγα απαγωγής/πτώσης

- **Σώμα φράγματος**
  - Επάνω (φράγματα βαρύτητας)
  - Παραπλεύρως
  - Μακριά από το σώμα του φράγματος
- **Βαθμιδωτή**
  - Καταστροφή ενέργειας

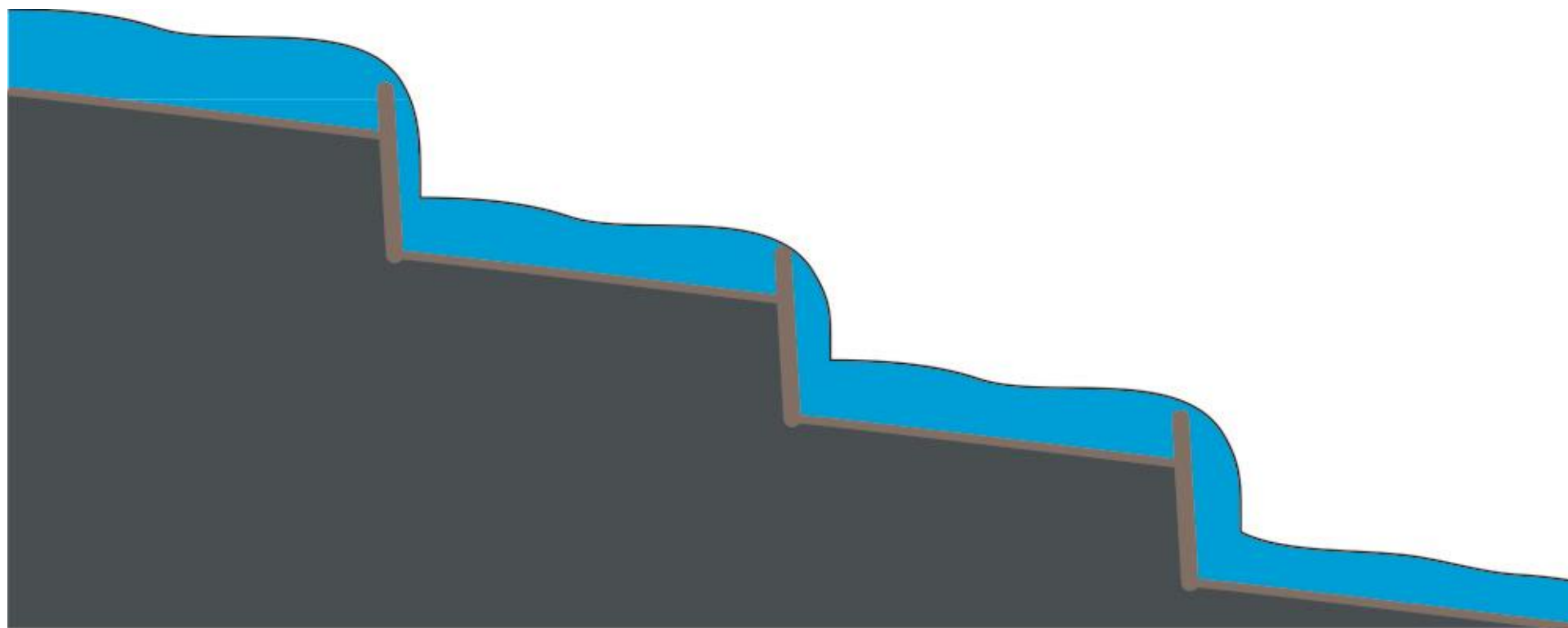
# Βαθμιδωτή



# Έργα καταστροφής ενέργειας

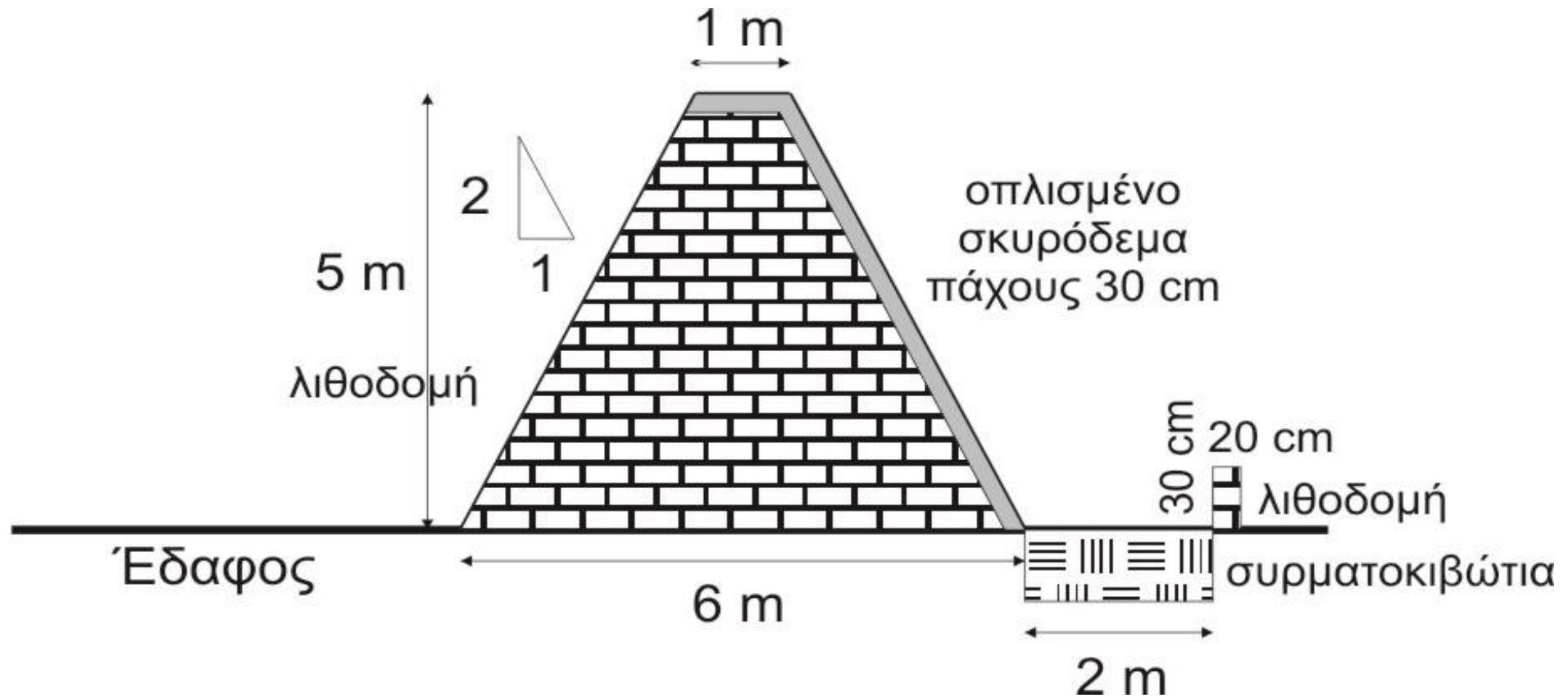
- Λεκάνη καταστροφής ενέργειας (πόδι φράγματος)
- Εκτόξευση πίδακα νερού σε λεκάνη αποτόνωσης ενέργειας (flip bucket)
- Εμπόδια στη ροή
- Βαθμίδες

# Αναβαθμοί





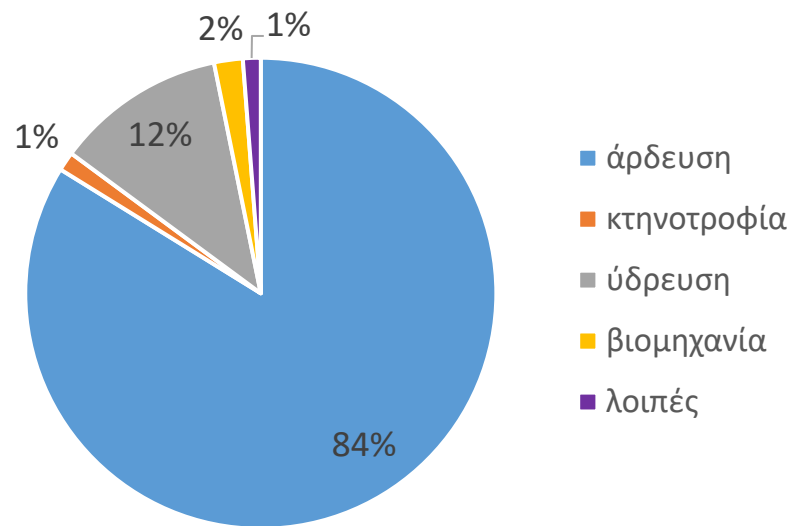
# Μικρά φράγματα



Αγωγοί μεταφοράς

# Μεταφορά νερού

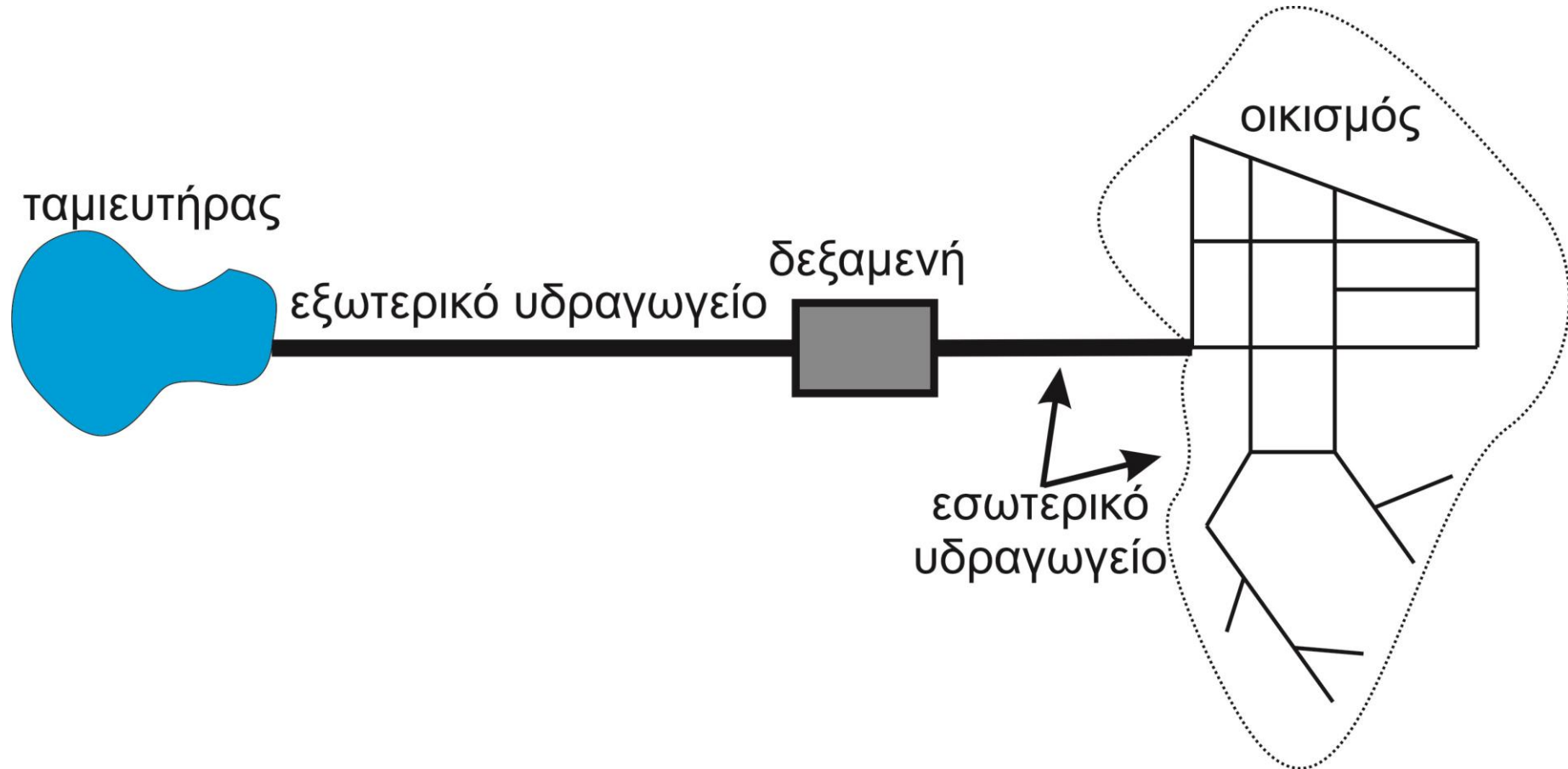
- Υδραυλικά έργα για τη μεταφορά νερού στους χρήστες
- Πολλαπλές χρήσεις
- Σημαντικό βάρος έχει η αρδευτική χρήση



**Πηγή:** Κουτσογιάννης, Δ., Ανδρεαδάκης, Α., Μαυροδήμου, Ρ., Χριστοφίδης, Α., Μαμάσης, Ν., Ευστρατιάδης, Α., Κουκουβίνος, Α., Καραβοκυρός, Γ., Κοζάνης, Σ., Μαμάης, Δ., Νουτσόπουλος, Κ. (2008). Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, ΕΜΠ, Αθήνα

# Μεταφορά νερού

## Υδρευση



# Μεταφορά νερού

## Υδρευση

- **Ζήτηση σε νερό**
  - Ημερήσια παροχή ανά κάτοικο
- **Ελαστικότητα της ζήτησης**
  - Το νερό ως οικονομικό μέγεθος → **αντίλογος!**
  - Το παράδειγμα της Αθήνας κατά την περίοδο λειψυδρίας
- **Μεταβλητότητα της ζήτησης → ημέρα, εποχή, έτος**
  - Πιθανότητα αστοχίας 1%

# Μεταφορά νερού

## Αποχέτευση

- **Όμβρια**
  - Δίκτυο υπόγειων αγωγών οι οποίοι οδηγούν το νερό της επιφανειακής απορροής εκτός οικισμού
- **Ακάθαρτα**
  - Δίκτυο υπόγειων αγωγών για τη συλλογή, μεταφορά και διάθεση υγρών αποβλήτων
- **Παντοροϊκά**

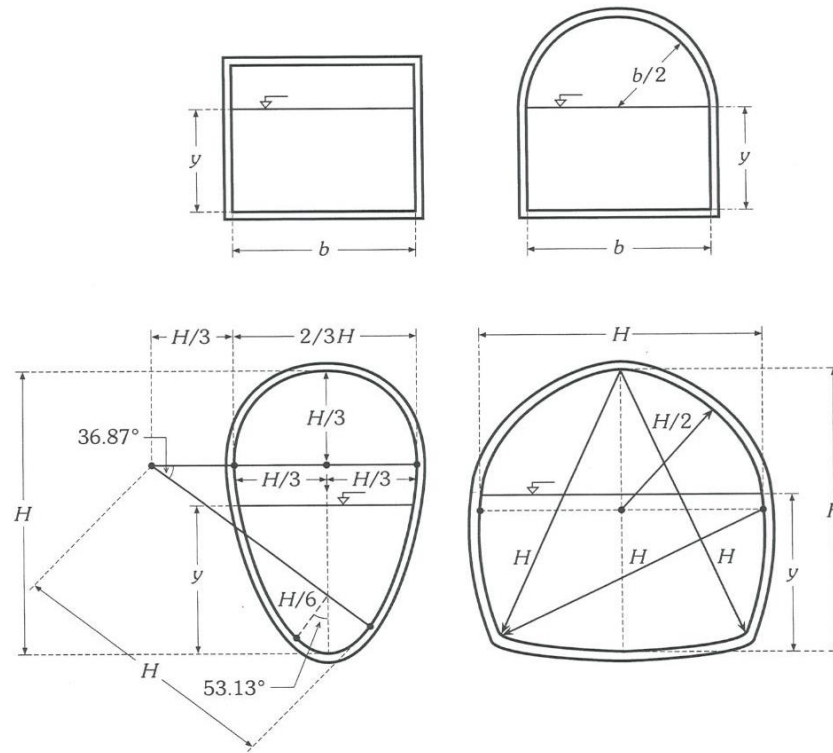
# Μεταφορά νερού

## Αποχέτευση

- **Όμβρια**
  - Δίκτυο υπόγειων αγωγών οι οποίοι οδηγούν το νερό της επιφανειακής απορροής εκτός οικισμού
- **Ακάθαρτα**
  - Δίκτυο υπόγειων αγωγών για τη συλλογή, μεταφορά και διάθεση υγρών αποβλήτων
- **Παντοροϊκά**

# Μεταφορά νερού

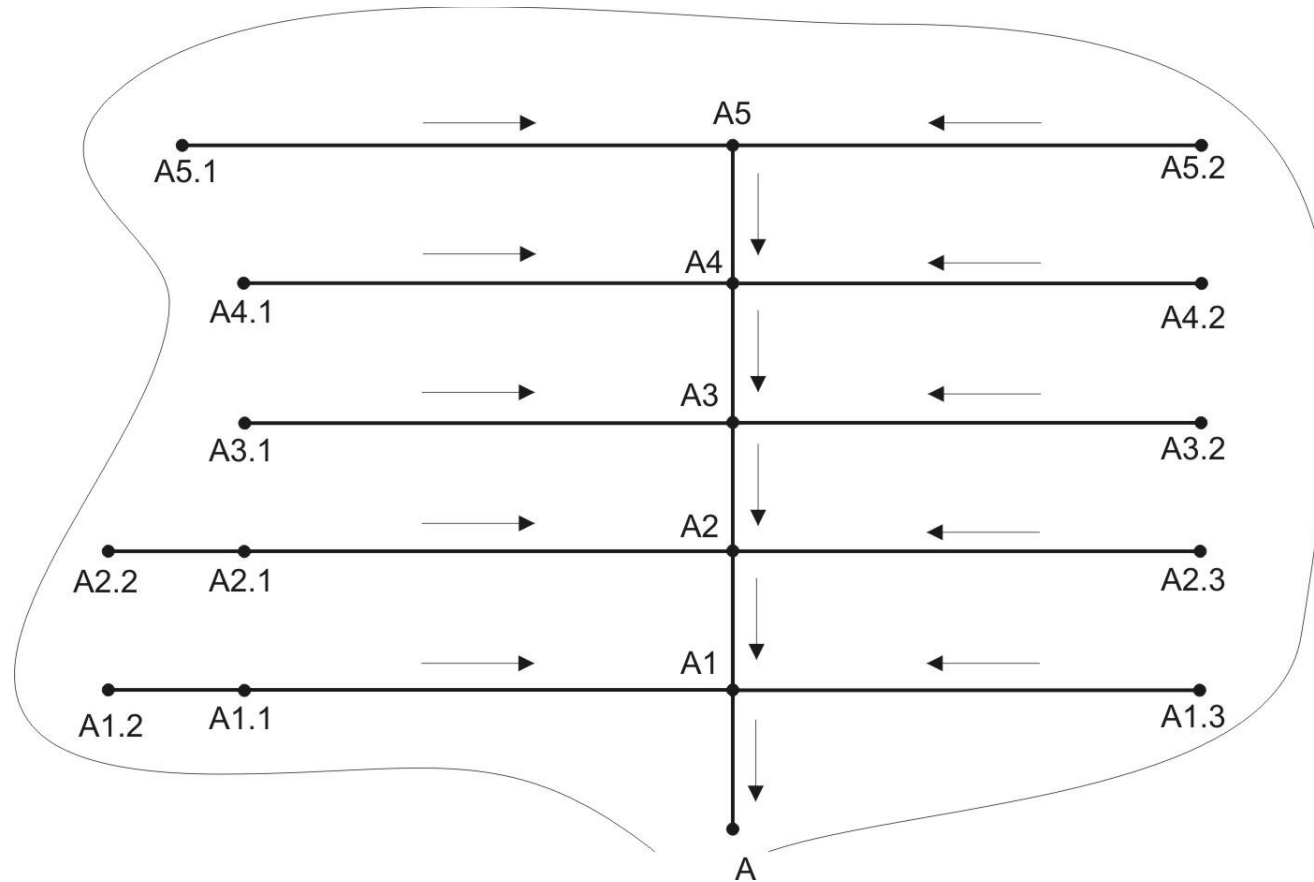
## Αποχέτευση





# Μεταφορά νερού

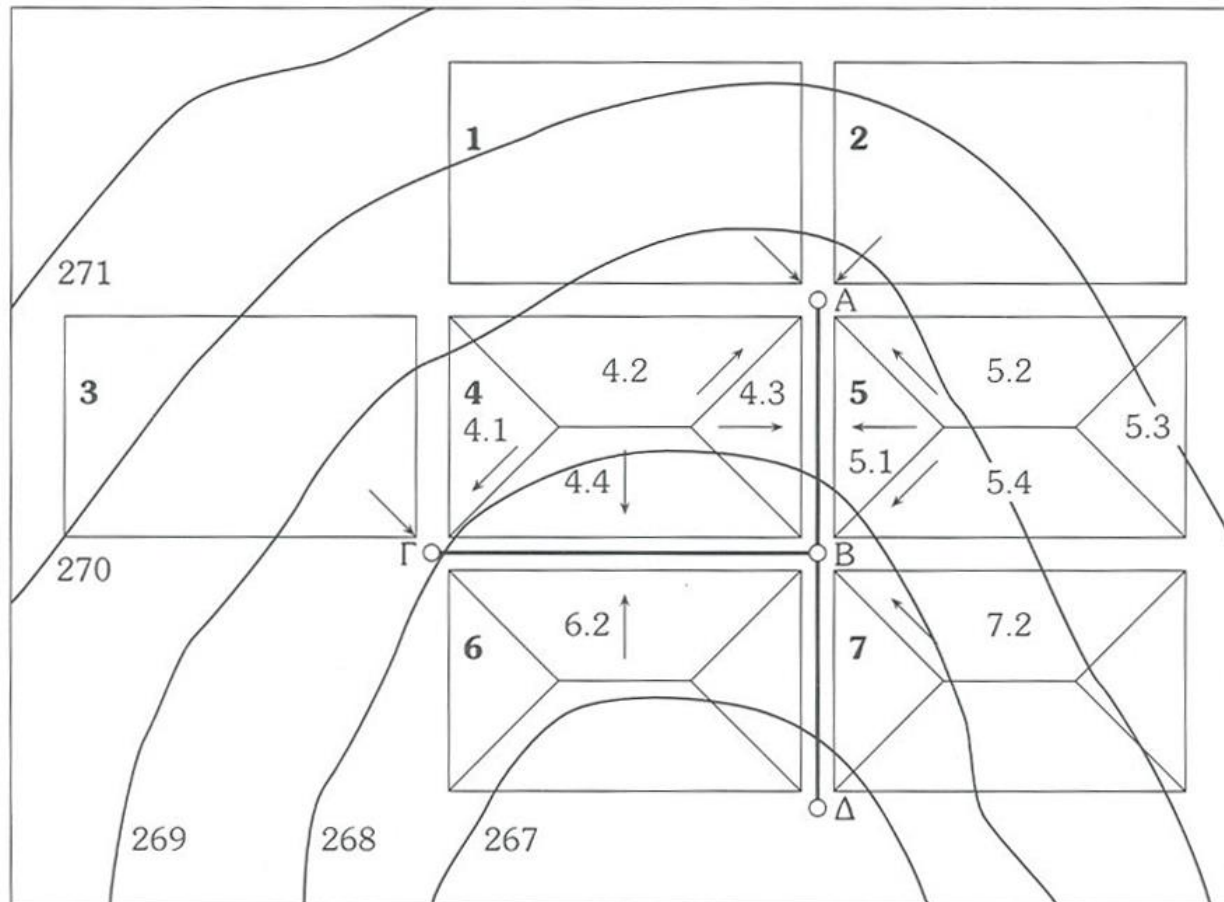
## Αποχέτευση



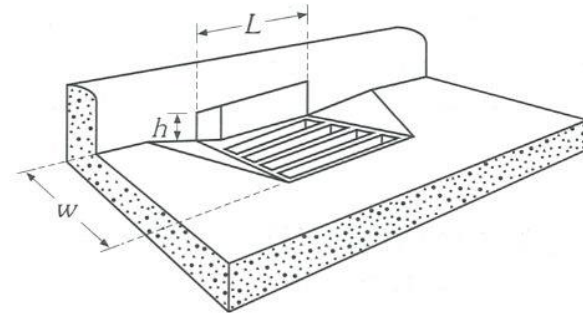
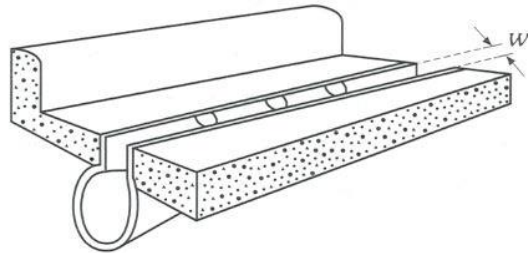
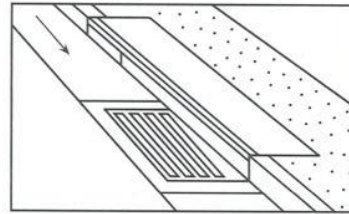
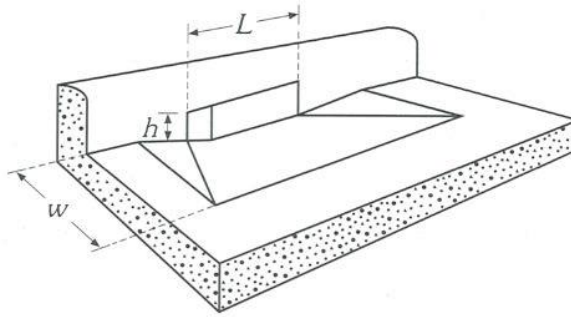
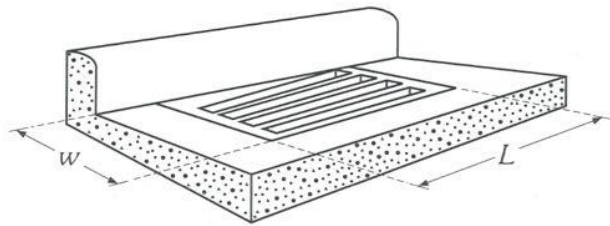
# Δίκτυα ομβρίων

- Λειτουργούν ως ανοικτοί αγωγοί
- Μη συνεχής λειτουργία
- Μεγάλες διατομές
- Αποκεντρωτικός Σχεδιασμός
- Αποφυγή ενσωμάτωσης φυσικών λεκανών στα αστικά δίκτυα

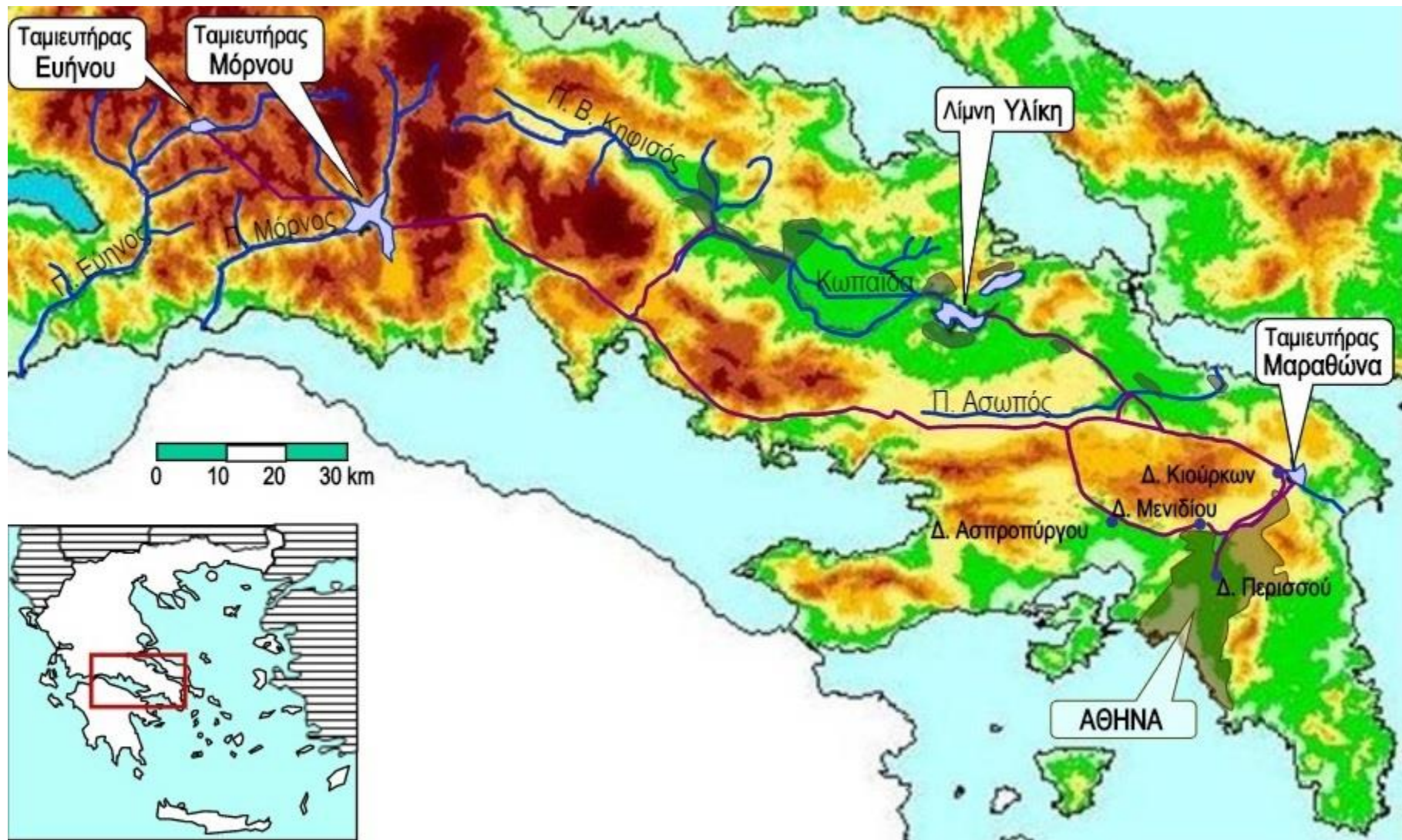
# Δίκτυα ομβρίων



# Φρεάτια εισόδου



Σύστημα ύδρευσης πρωτεύουσας



# Κανάλι Μόρνου



# Υδραυλικές κατασκευές



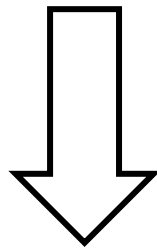


Έργα άρδευσης

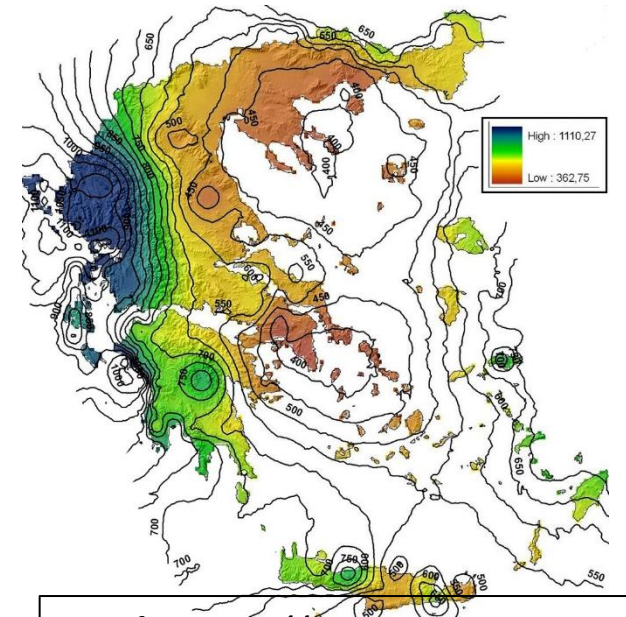
# Μεταφορά νερού

## Άρδευση

- Μεγαλύτερο μέρος των υδατικών πόρων → άρδευση
- Μεγαλύτερη αρδευόμενη έκταση → Αν. Ελλάδα
- Μεγαλύτερο μέρος των υδατικών πόρων → Δ. Ελλάδα



**Σχεδιασμός σε εθνικό επίπεδο**



Πηγή: <https://www.geogreece.gr>

# Μεταφορά νερού

## Άρδευση

Κατάκλυση



Καταιονισμός

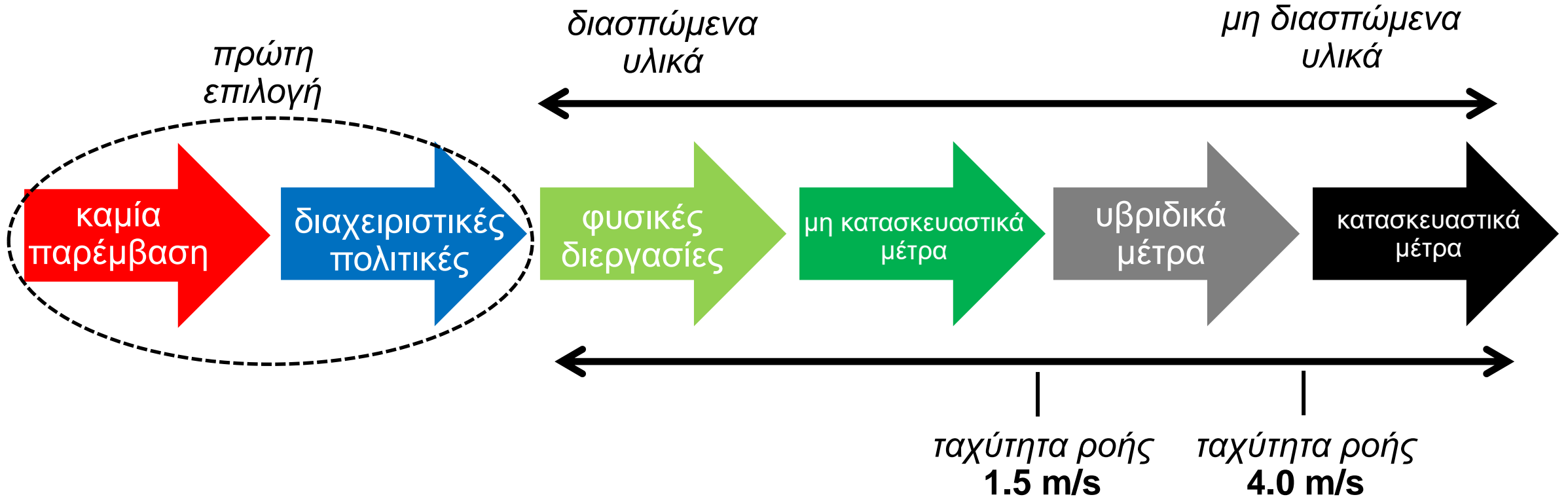


Στάγδην



Αντιπλημμυρικά έργα και έργα διευθέτησης

# Περιβαλλοντική διάσταση



# Υλικά διευθέτησης

- Σκυρόδεμα
- Λίθοι
- Ξύλο
- Σίδηρος
- Λοιπά

# Σκυρόδεμα

- Άκαμπτες διατομές
- Σημαντικό κόστος
- Επί τόπου κατασκευή → εναλλακτικά κυβόλιθοι
- Οπλισμένο ή όχι

# Σκυρόδεμα

- Άκαμπτες διατομές
- Σημαντικό κόστος
- Επί τόπου κατασκευή → ενόχληση
- Οπλισμένο ή όχι





# Λίθοι

- **Λιθορριπές**
  - συρματοκιβώτια
  - συρματοσακοί
  - ακανόνιστες
- **Επένδυση**
- **Τοιχοποιία**

# Λίθοι

- Λιθορριπές

- συρμα
- συρμα
- ακανό

- Επένδυ

- Τοιχοπο



# Λοιπά

- Τάπητας από χόρτο
- Γεωυφάσματα
- Συστήματα οπλισμένης γης

# Λοιπά

- Τάπητας από χόρτο
- Γεω
- Συμ



# Λοιπά

- Τάπητας από χόρτο
- Γεω
- Συσ



# Λοιπά

- Τάπητας από χόρτο
- Γεω
- Συμ



# Προστασία πρανών

- **Προστασία από διάβρωση**
  - νέα
  - παλιά
- **Ευθύγραμμα τμήματα**
  - και οι δύο πλευρές
- **Καμπύλα τμήματα**
  - εξωτερική κοίτη (διάβρωση)
  - εσωτερική κοίτη (απόθεση)

# Προστασία πρανών

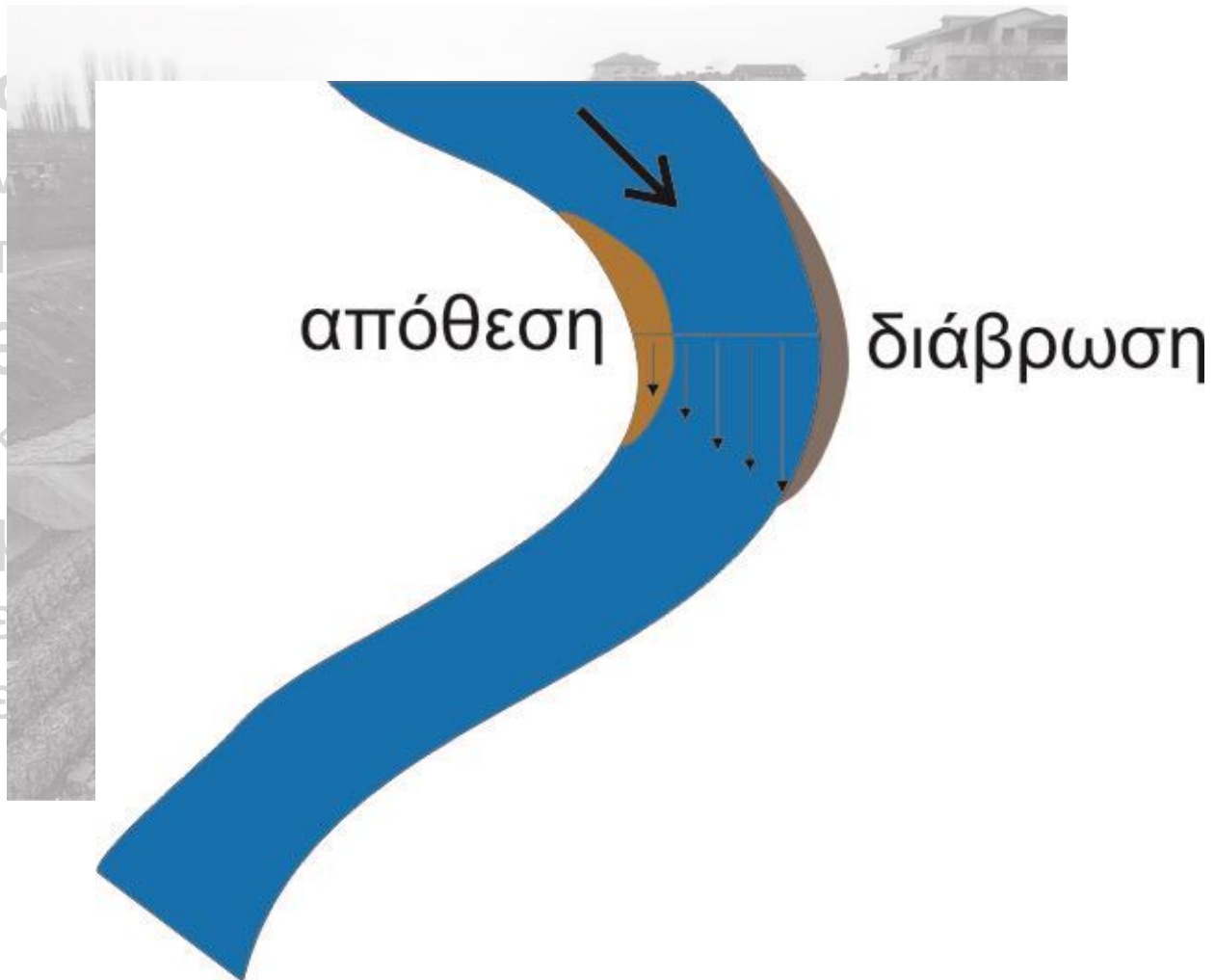


- Προ
- ν
- τ
- Ευθ
- κ
- Καρ
- ε
- ε



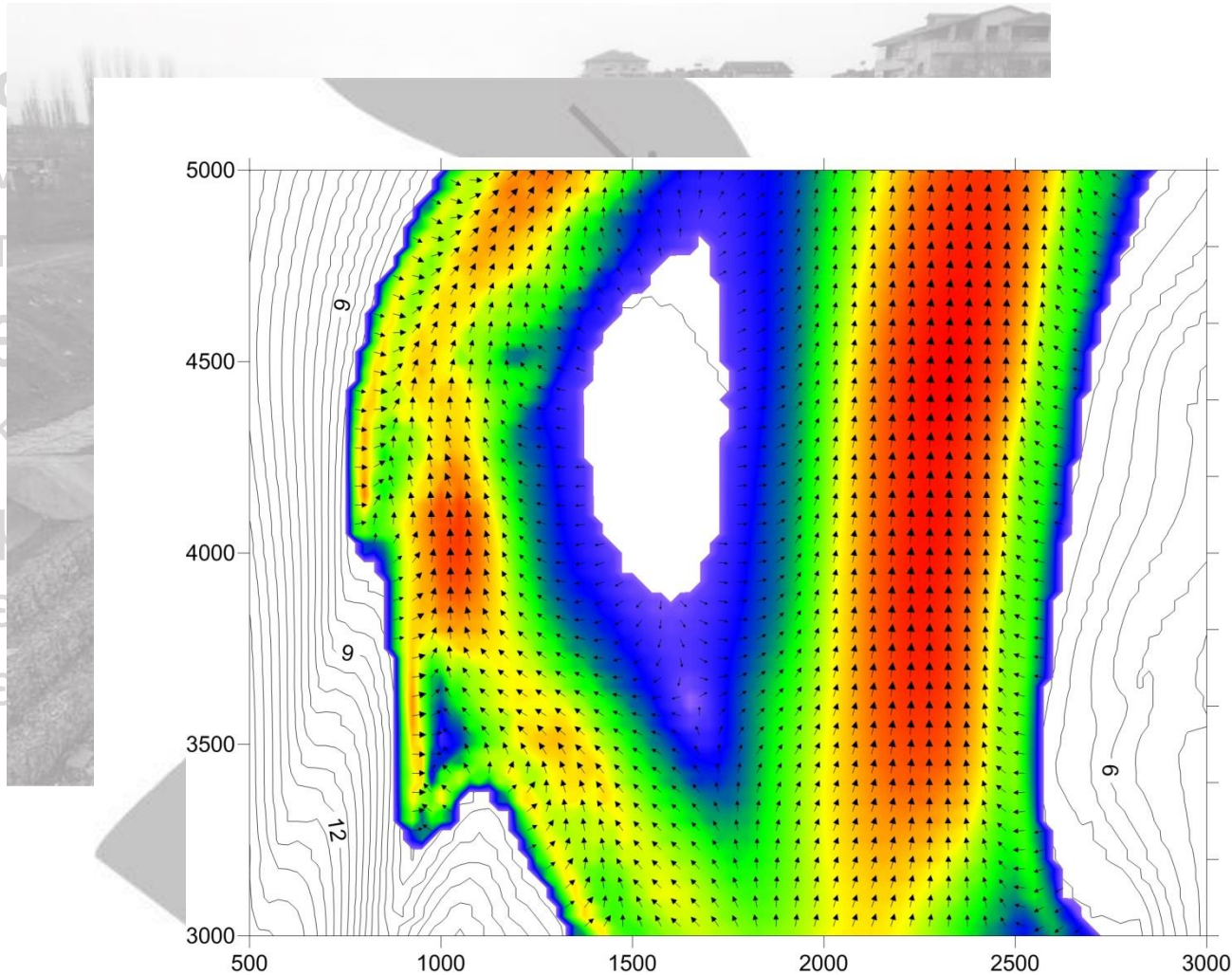
# Προστασία πρανών

- Προ
- ν
- τ
- Ευθ
- κ
- Καρ
- ε
- ε



# Προστασία πρανών

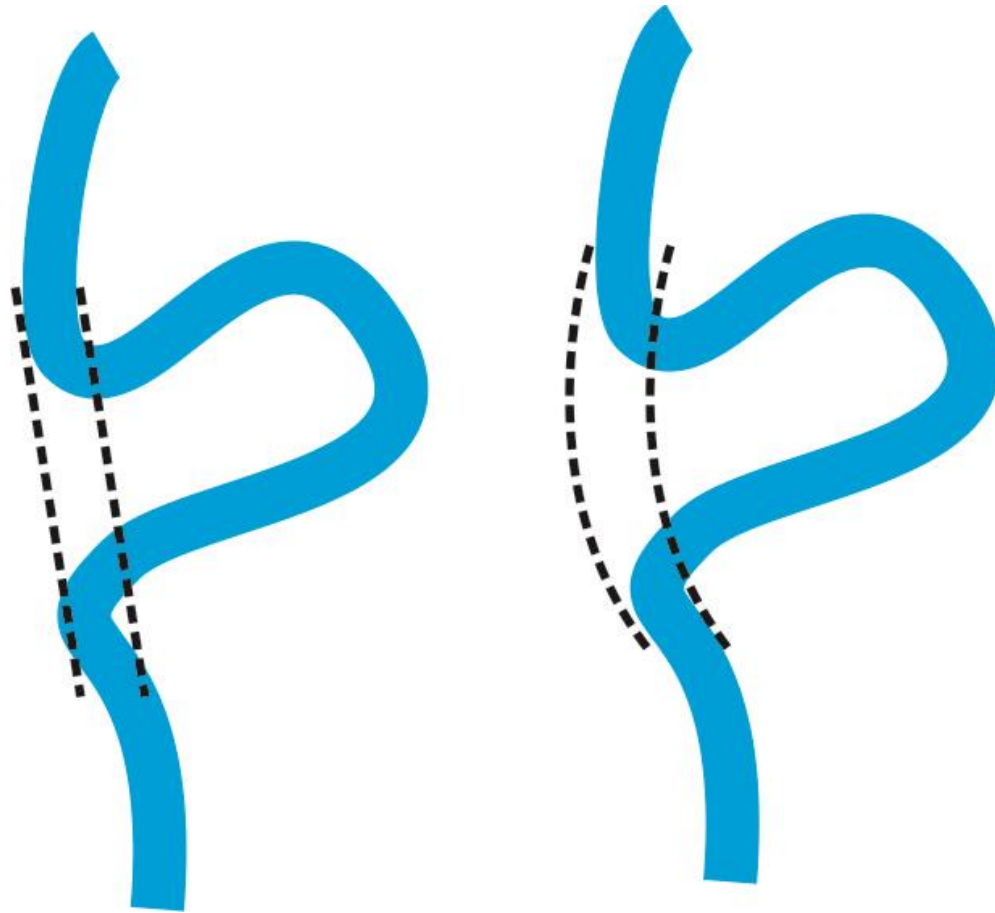
- Προ
- ν
- τ
- Ευθ
- κ
- Καρ
- ε
- ε



# Συντημήσεις

- Εξάλειψη των μαιάνδρων μικρής ακτίνας καμπυλότητας
- Μείωση του μήκους του ποταμού
- Η νοητή προέκταση ποταμού διέρχεται από έδαφος το οποίο δε διασχίζεται από υδάτινο ρέμα
- Εκμετάλλευση διαβρωτικής ικανότητας του νερού → εκσκαφή νέας κοίτης
- Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής της νέας κοίτης → πρόσχωση της παλιάς

# Συντμήσεις



# Αντιπλημμυρική προστασία

- **Πολλαπλά επίπεδα**
  - Ποτάμιο σύστημα
  - Αποχετευτικό σύστημα
  - Αστικό περιβάλλον
- **Κατασκευαστικά μέτρα**
  - Έργα ανάσχεσης
  - Έργα διοχέτευσης
  - Ήπιες παρεμβάσεις
- **Μη κατασκευαστικά μέτρα**

# Κατασκευαστικά μέτρα

- Έργα ανάσχεσης

- φράγματα
- ελεγχόμενη ανάσχεση

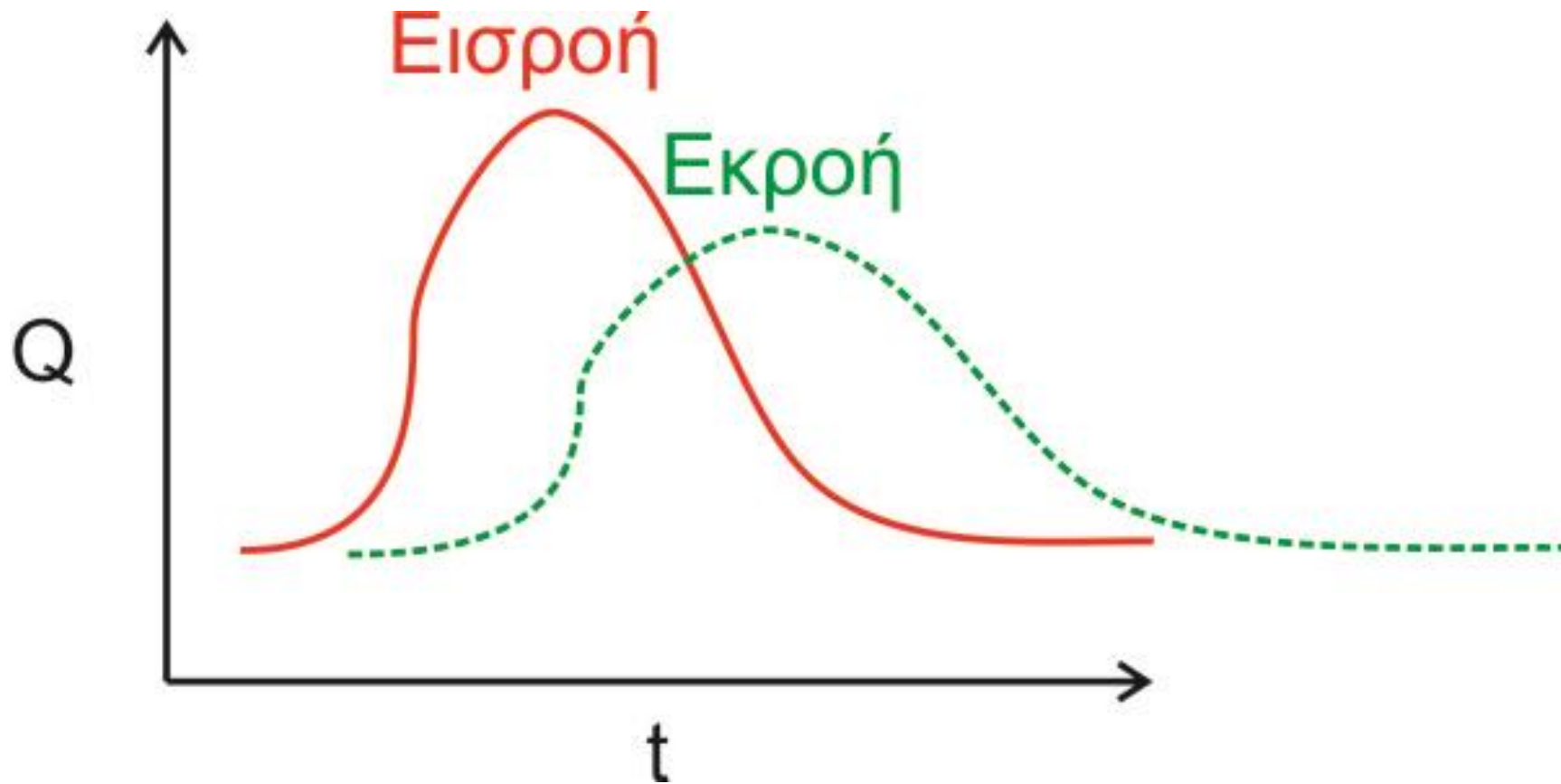


- Έργα διοχέτευσης

- αναχώματα
- μερική εκτροπή
- αποχετευτικό σύστημα ομβρίων



# Στόχος ανάσχεσης



# Διοχέτευση

- Ασφαλής διοχέτευση πλημμυρικού υδρογραφήματος
- Το νερό ρέει περιορισμένο εντός κοίτης
- Άμεση διοχέτευση → πλημμυρικά αναχώματα
- Έμμεση διοχέτευση → αγωγός μερικής εκτροπής



# Αναχώματα

πλημμυρικά αναχώματα



πλημμυρικά αναχώματα

# Αναχώματα



# Αναχώματα



# Υλικά αναχωμάτων

- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Συρματοκιβώτια
- Γεώδη υλικά
  - Χωμάτινα
  - Λιθόρριπτα
- Μεταλλικές κατασκευές
- Γυαλί
- Μη μόνιμες κατασκευές → **αμμόσακοι**

# Πρανή

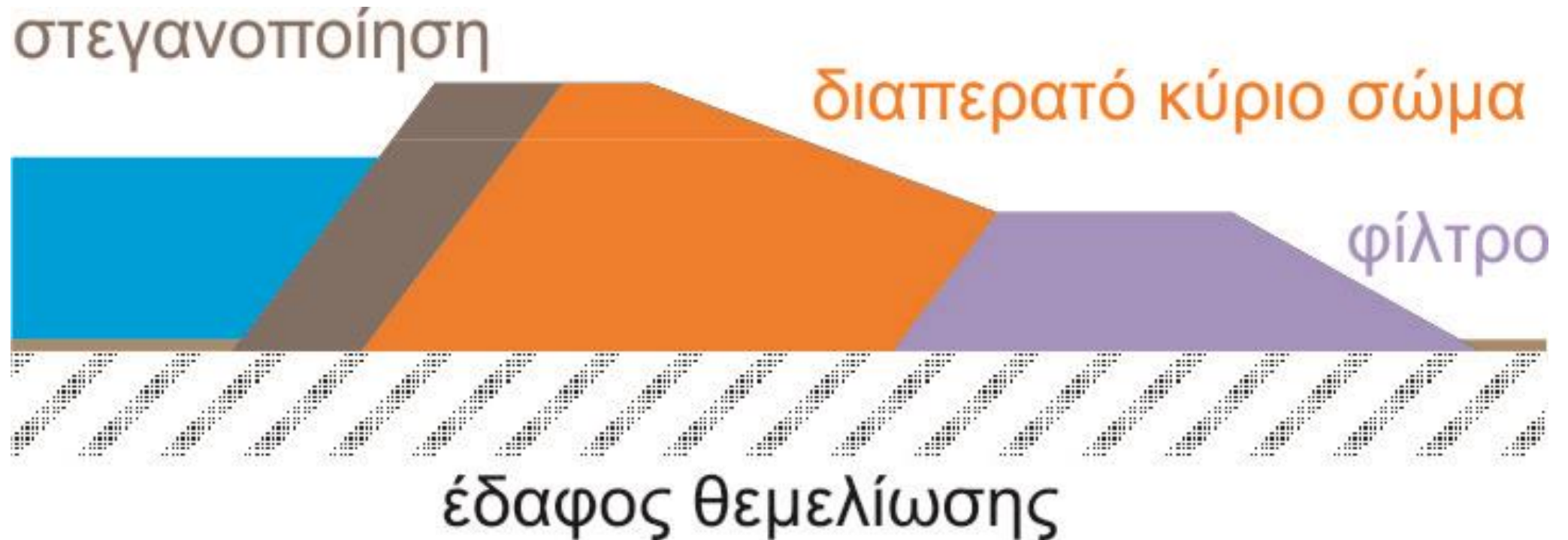
- **Κατακόρυφα**

- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Μεταλλικές κατασκευές
- Γυαλί

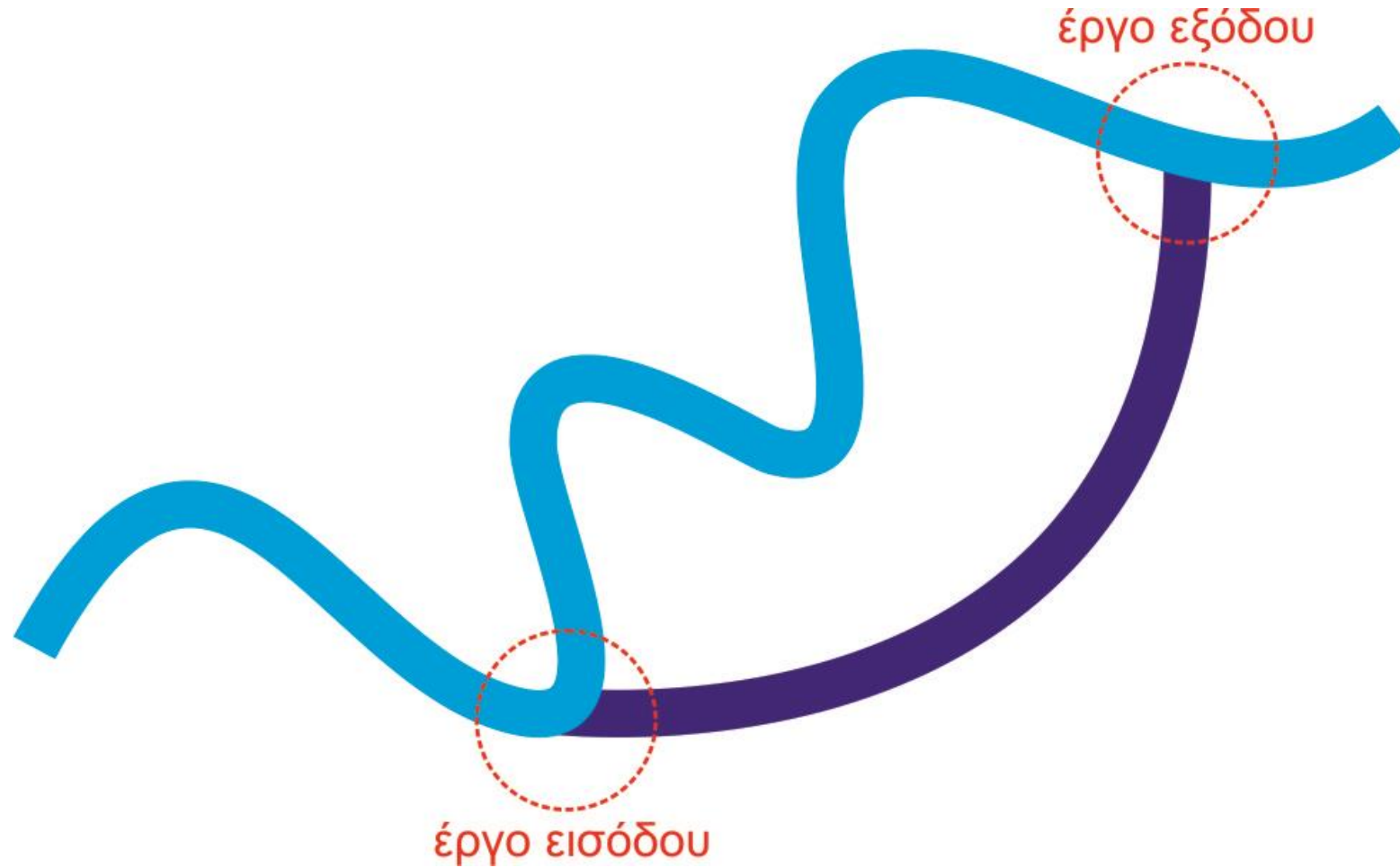
- **Κλίση**

- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Συρματοκιβώτια
- Γεώδη υλικά

# Τυπικό ανάχωμα



# Μερική εκτροπή

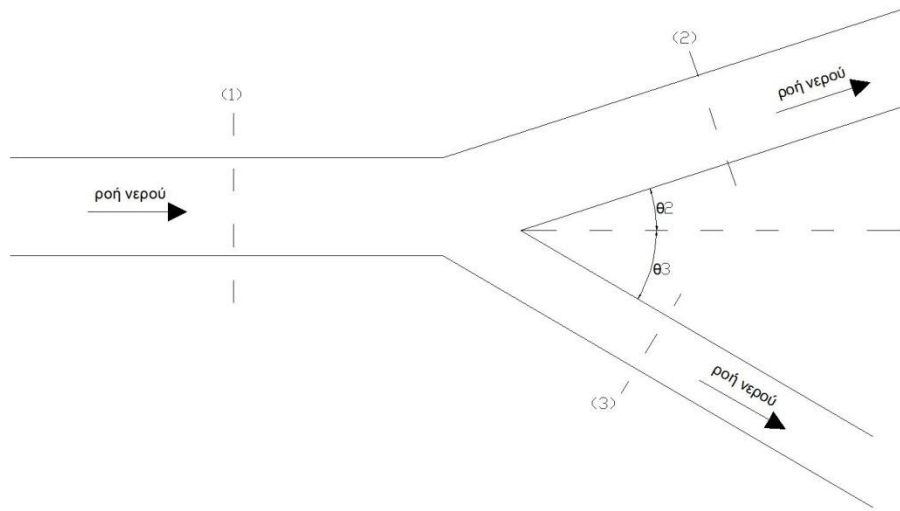


# Αγωγός εκτροπής

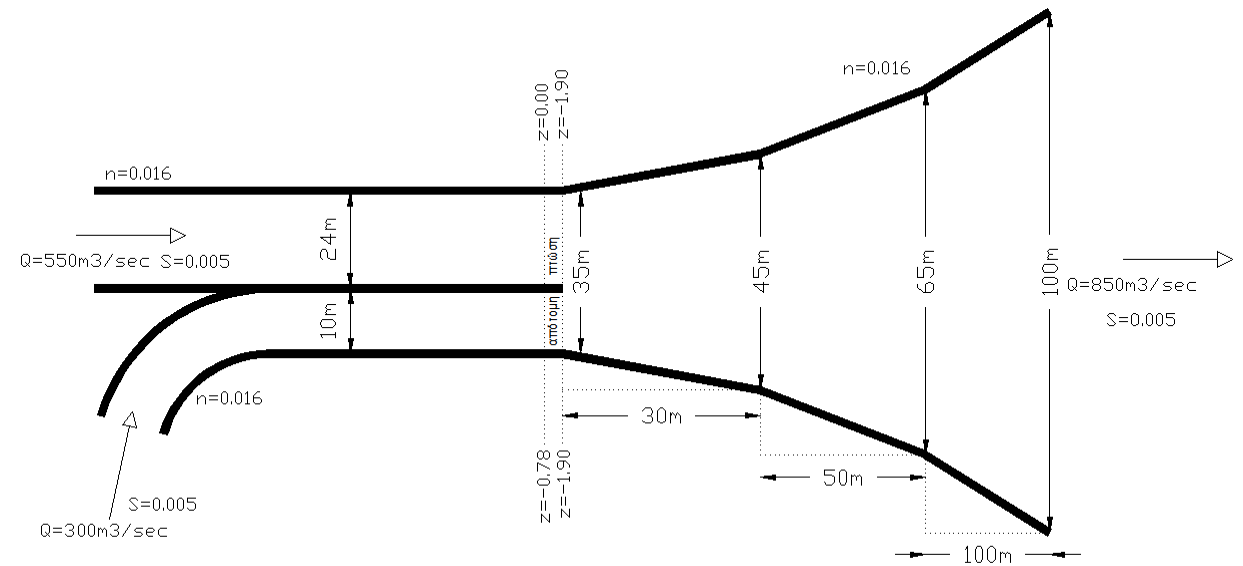
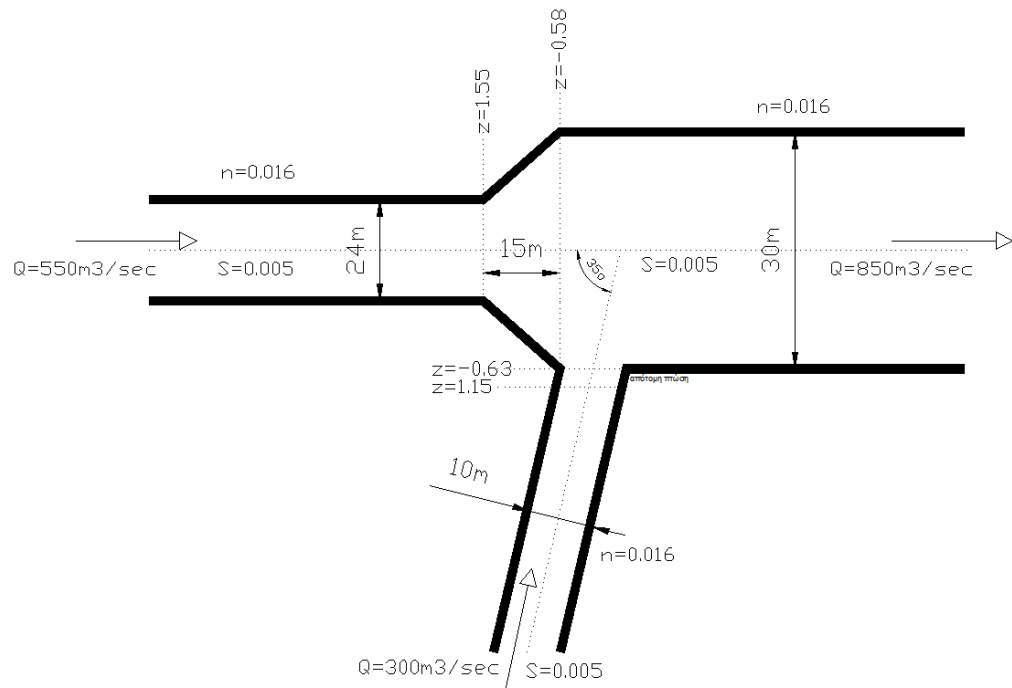
- Παραλαμβάνει παροχή από το κυρίως υδατόρεμα
- Ανοιχτός αγωγός
- Σήραγγα
- Τυποποιημένη διατομή
  - Ορθογωνική → ανοιχτός αγωγός
  - Πεταλοειδής → σήραγγα
  - ...



# Έργα εισόδου



# Έργα εξόδου



# Ήπιες παρεμβάσεις

- Αποκεντρωμένη αντιμετώπιση vs. «κεντρική» διαχείριση
- Μικρή κλίμακα → σπίτι
- Βελτίωση ποιότητας νερού

# Ορολογία

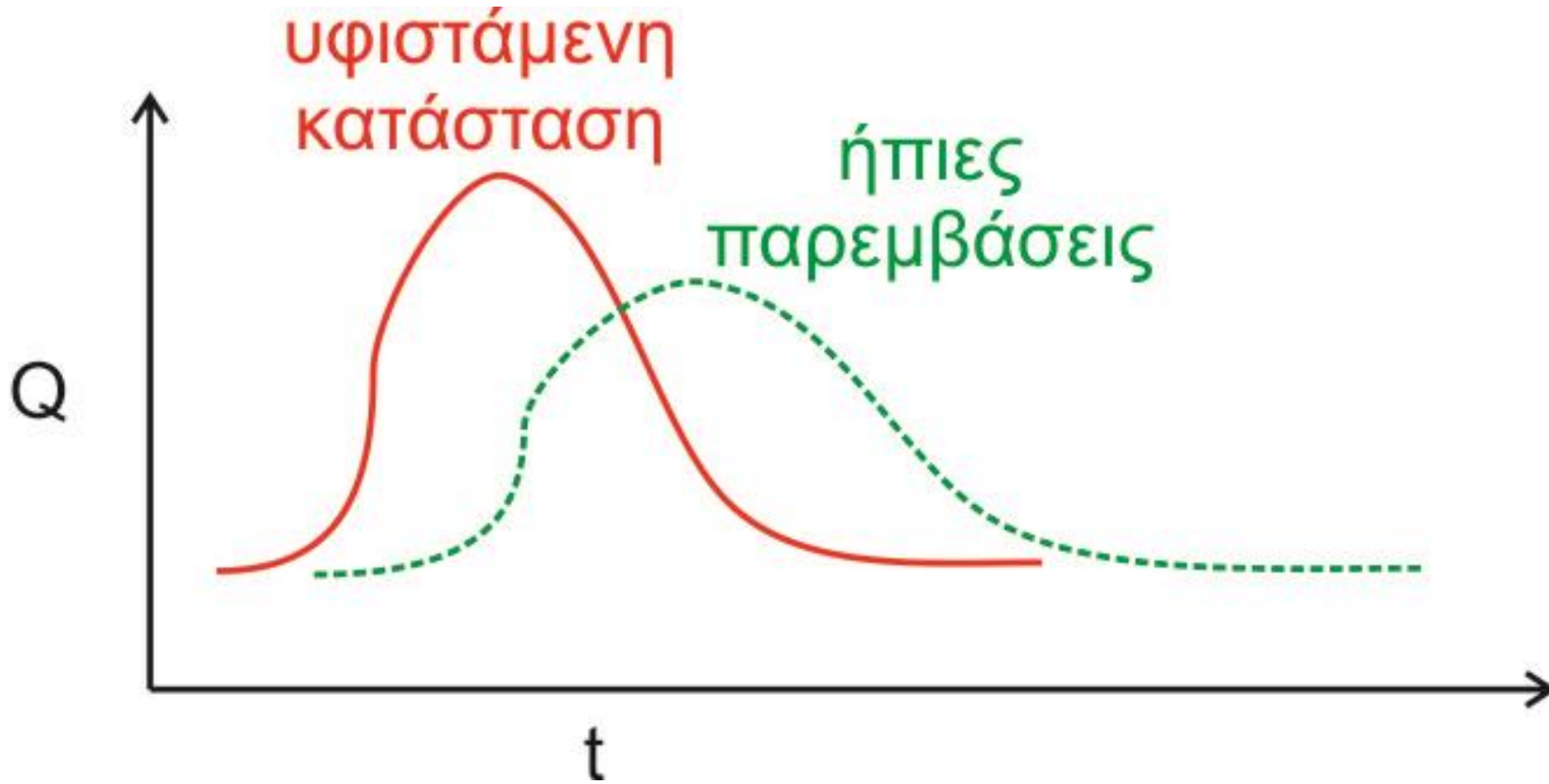
- Low Impact Development → LID
- Water Sensitive Urban Design → WSUD
- Sustainable Drainage Systems → SUDS
- Best Management Practices → BMP
- Stormwater Control Measures → SCM
- Green Infrastructure → GI

# Ορολογία

- Low Impact Development → LID
- Water Sensitive Urban Design → WSUD
- Sustainable Drainage Systems → SUDS
- Best Management Practices → BMP
- Stormwater Control Measures → SCM
- Green Infrastructure → GI

**παρόμοια λογική!**

# Στόχος



# Στόχος



# Πρακτικές

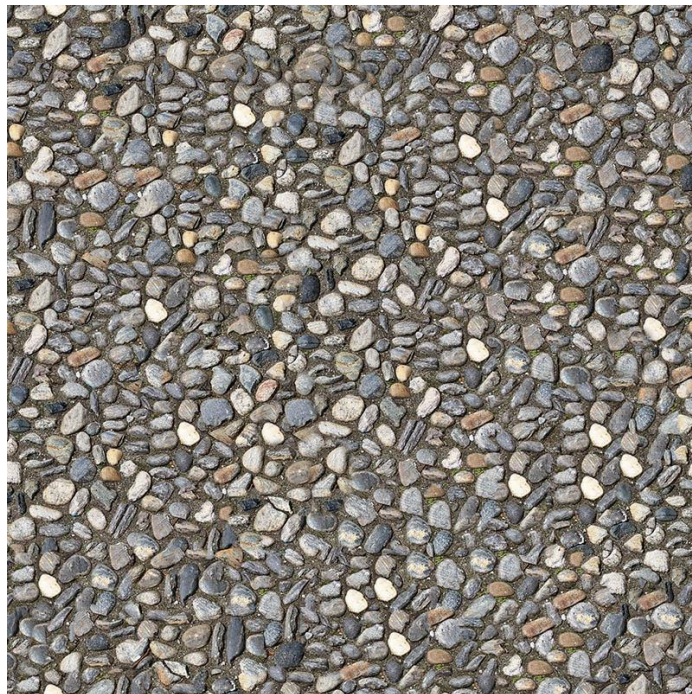
- Πράσινες στέγες
- Πορώδη πεζοδρόμια
- Πράσινες τάφροι
- Δεξαμενές ανακούφισης/ανάσχεσης
  - μικρή κλίμακα → στέρνα συλλογής βρόχινου νερού
  - μεγάλη κλίμακα → επίπεδο γειτονιάς/συνοικίας



# Πράσινες στέγες



# Πορώδη πεζοδρόμια



# Πράσινες τάφροι



# Δεξαμενές ανακούφισης

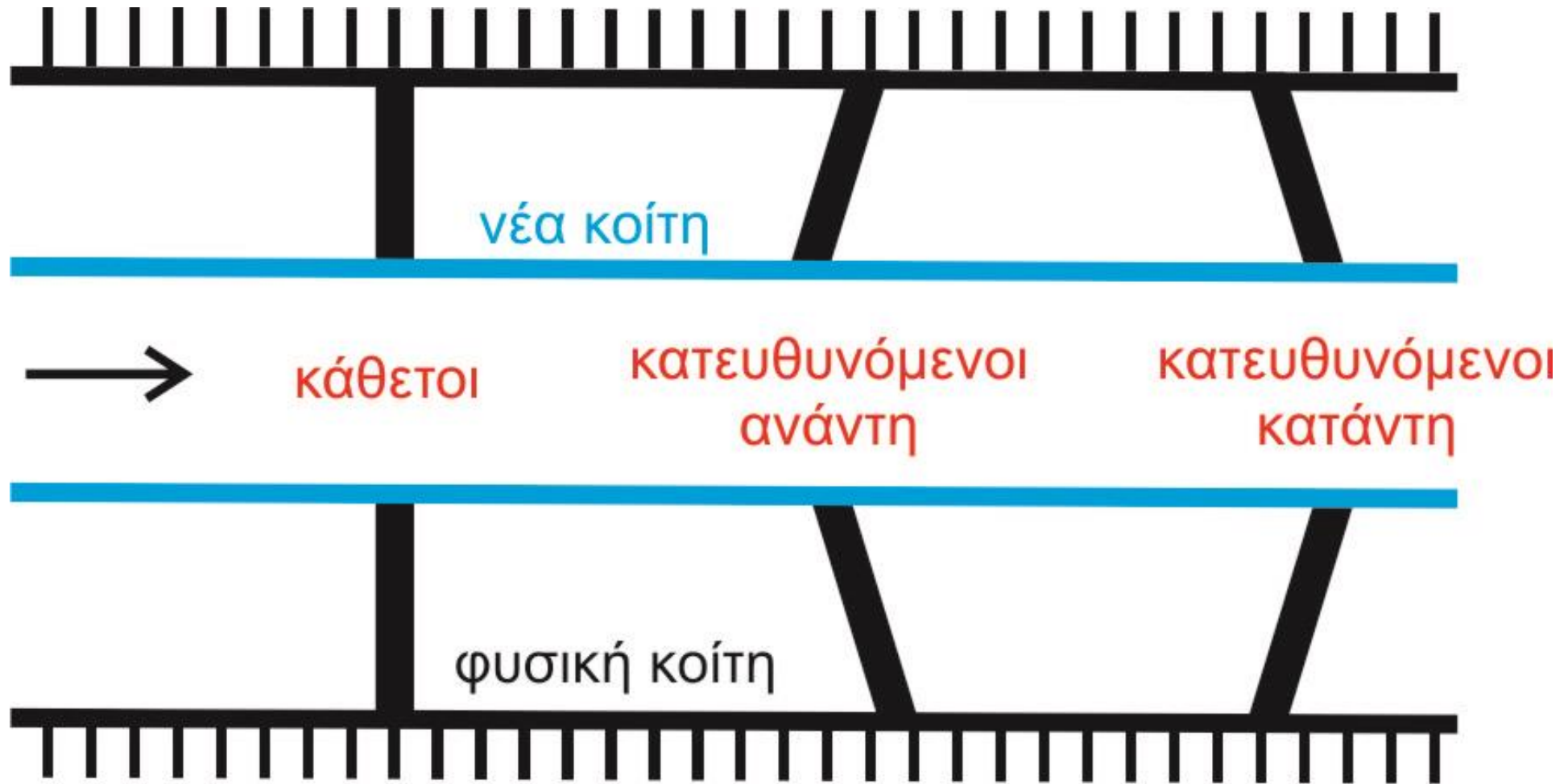


Πρόβολοι στο υδατόρεμα

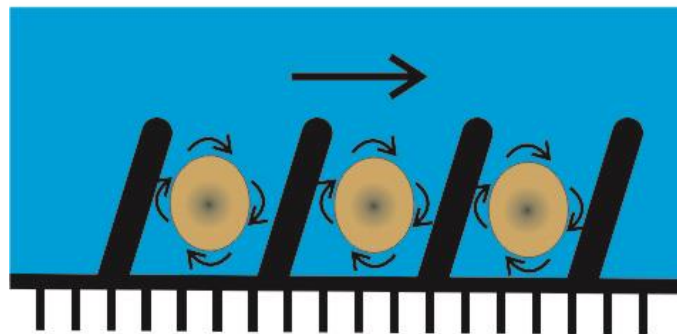
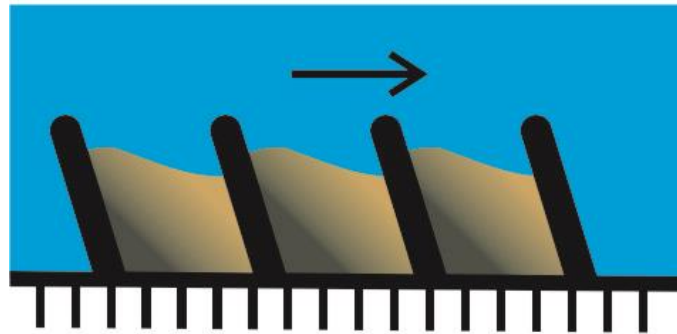
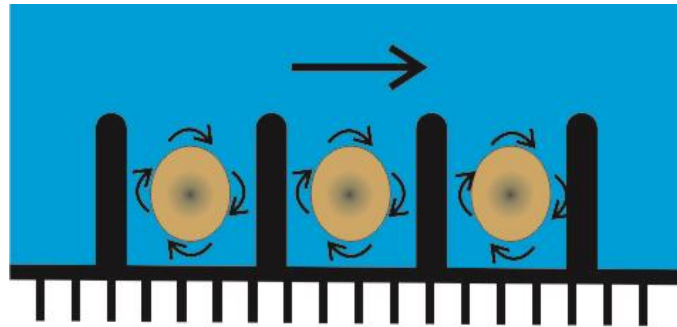
# Εγκάρσια έργα

- **Πρόβολοι**
  - αρχίζουν από τη φυσική όχθη → **γωνία 70°-110°**
  - εκτείνονται μέχρι τη γραμμή της νέας κοίτης
  - κάθετοι
  - κατευθυνόμενοι ανάντη (συγκλίνοντες)
  - κατευθυνόμενοι κατάντη (αποκλίνοντες)
- **Υδατοπερατοί vs. μη υδατοπερατοί**
- **Μεταξύ των προβόλων συμβαίνει παγίδευση φερτών υλών**
- **Κατευθυνόμενοι ανάντη → αποτελεσματικότεροι**
- **Περιορισμός πλάτους κοίτης → διάβρωση**

# Τύποι προβόλων



# Σύγκριση





# Υλικό κατασκευής

- Ξύλο
- Σακιά άμμου
- Βράχος
- Οπλισμένο σκυρόδεμα
- Μέταλλο

# Υλικό κατασκευής

- Ξύλο
- Σακιά άμμου
- Βράχος
- Οπλισμέ
- Μέταλλο



# Υλικό κατασκευής

- Ξύλο
- Σακιά άμμου
- Βράχος
- Οπλισμέ
- Μέταλλο



# Υλικό κατασκευής

- Ξύλο
- Σακιά άμμου
- Βράχος
- Οπλισμέ
- Μέταλλο



# Υλικό κατασκευής

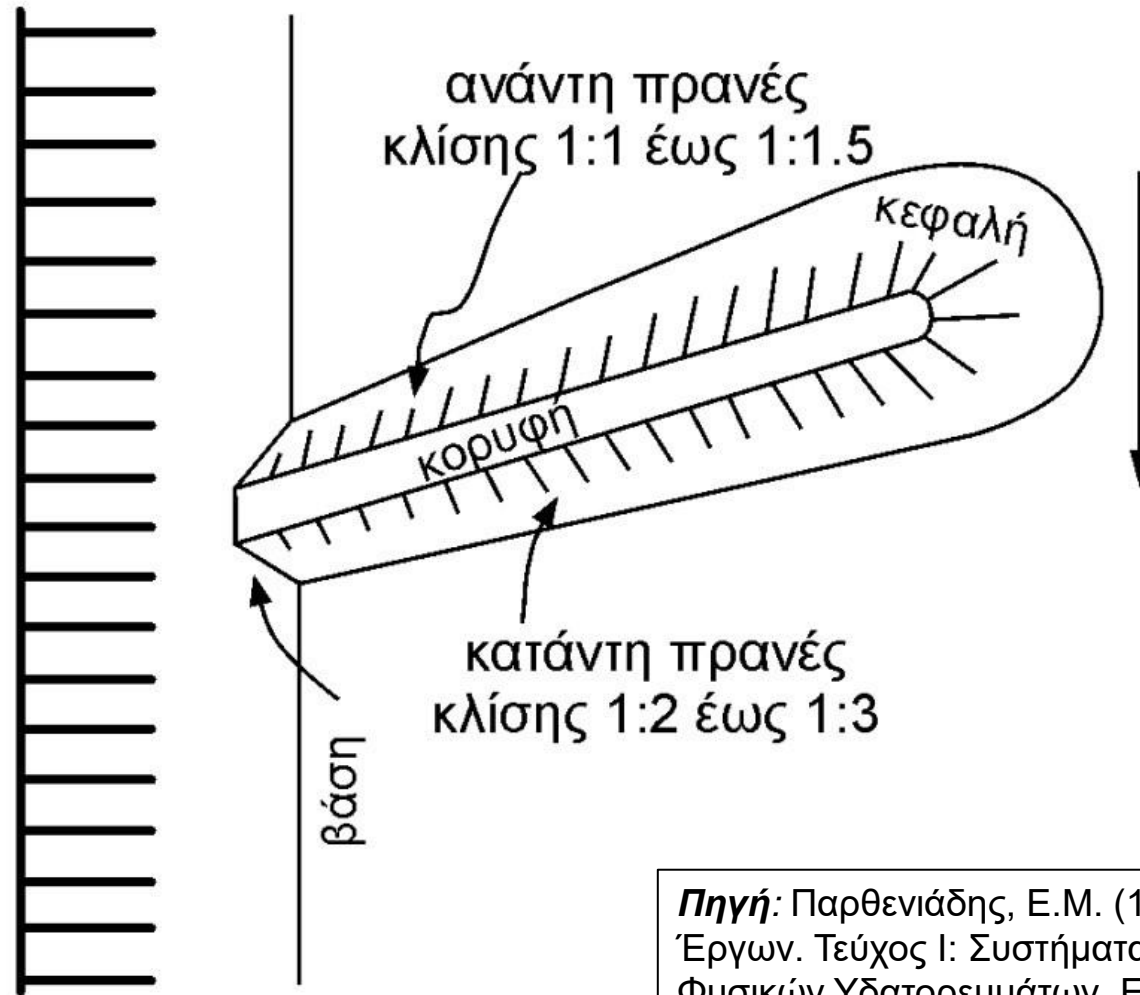
- Ξύλο
- Σακιά άμμου
- Βράχος
- Οπλισμέ
- Μέταλλο



# Πρόβολος

- **Κεφαλή**
- **Κύριο σώμα**
  - πρανή
  - στέψη
- **Βάση**
- **Στάθμη κορυφής**
  - μερικώς βυθισμένοι
  - πλήρως βυθισμένοι
  - μη βυθισμένοι

# Πρόβολος



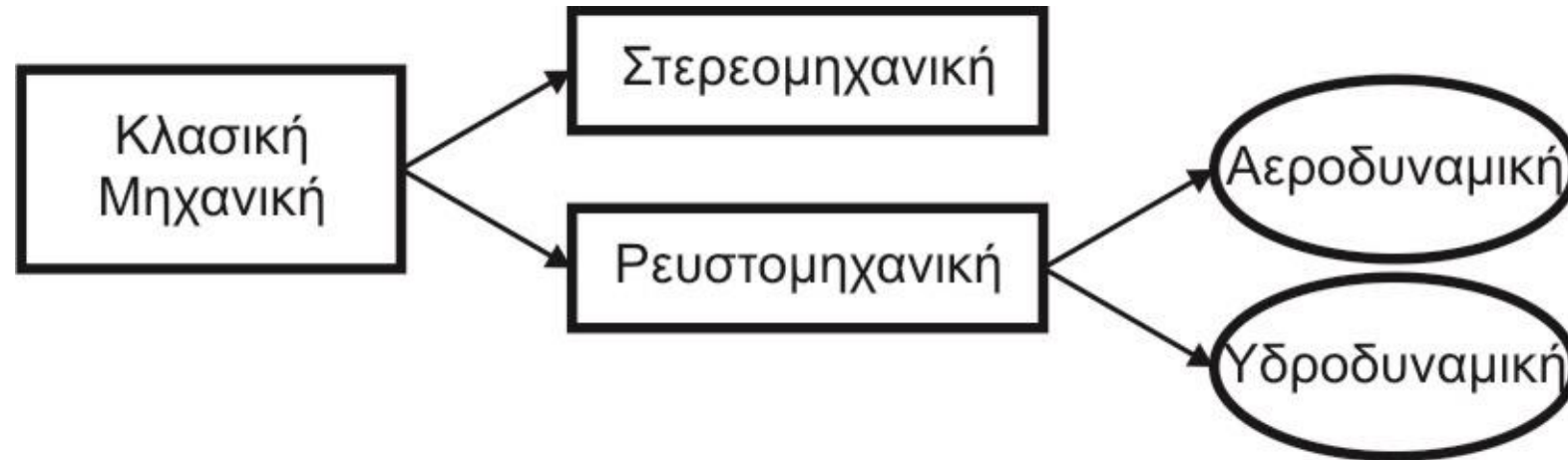
**Πηγή:** Παρθενιάδης, Ε.Μ. (1977). Γενικά Αρχαί Μελέτης Υδραυλικών Έργων. Τεύχος Ι: Συστήματα Ανοικτών Αγωγών και Διευθετήσεις Φυσικών Υδατορευμάτων. Ελληνικό Ίδρυμα Εξυπηρέτησης Πανεπιστημίων, Θεσσαλονίκη.

# Παραδείγματα

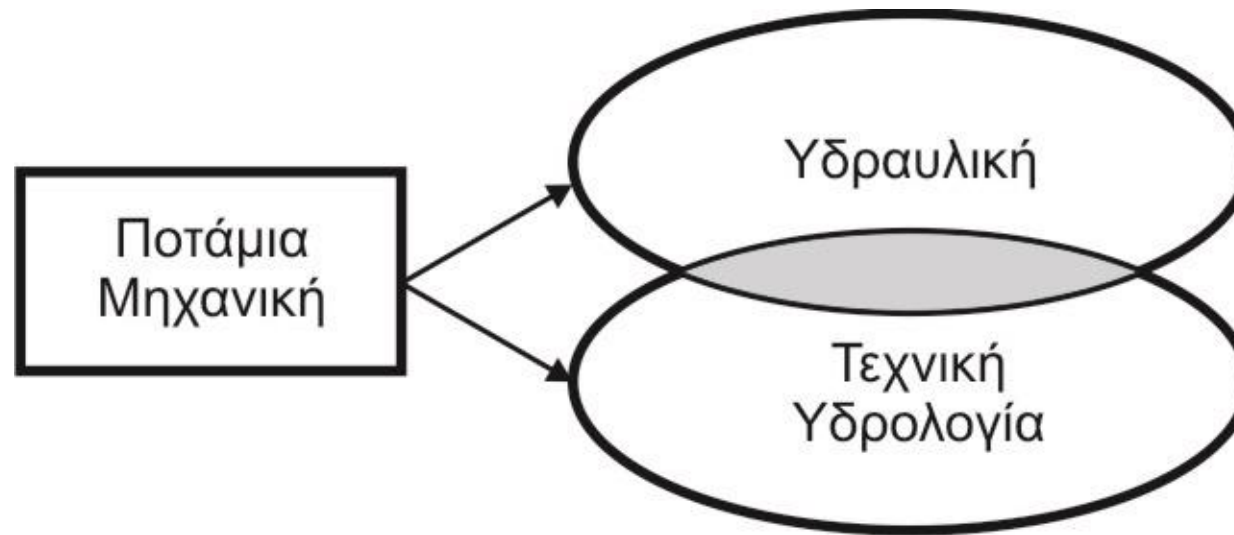




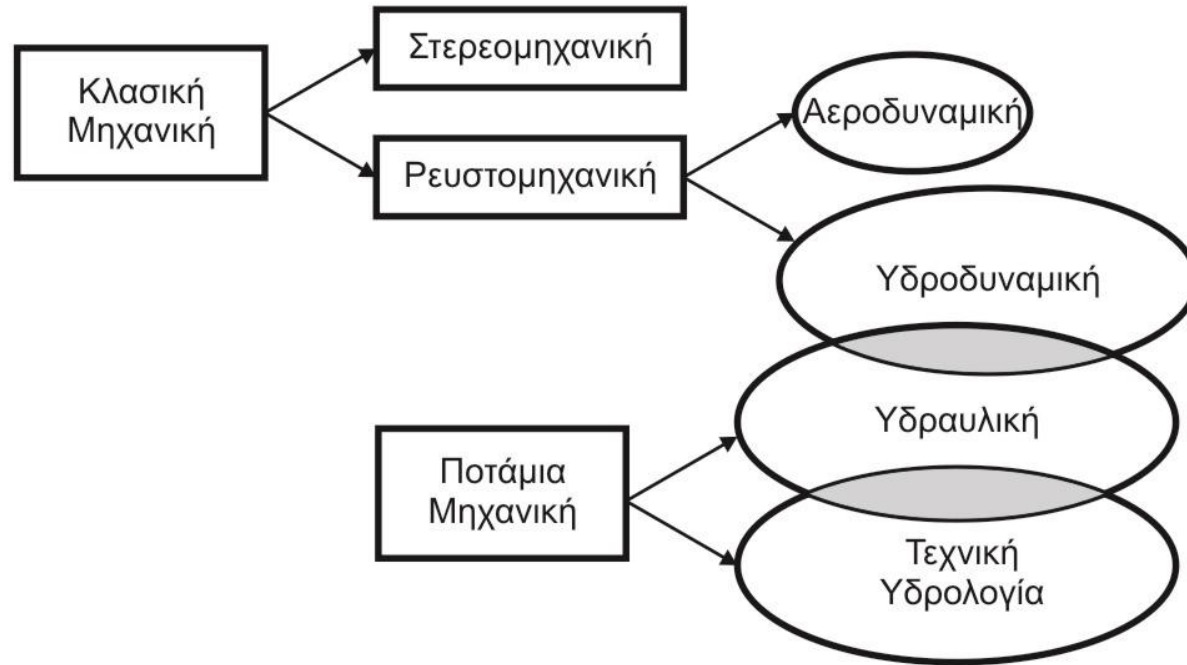
# Επιστημονικά πεδία



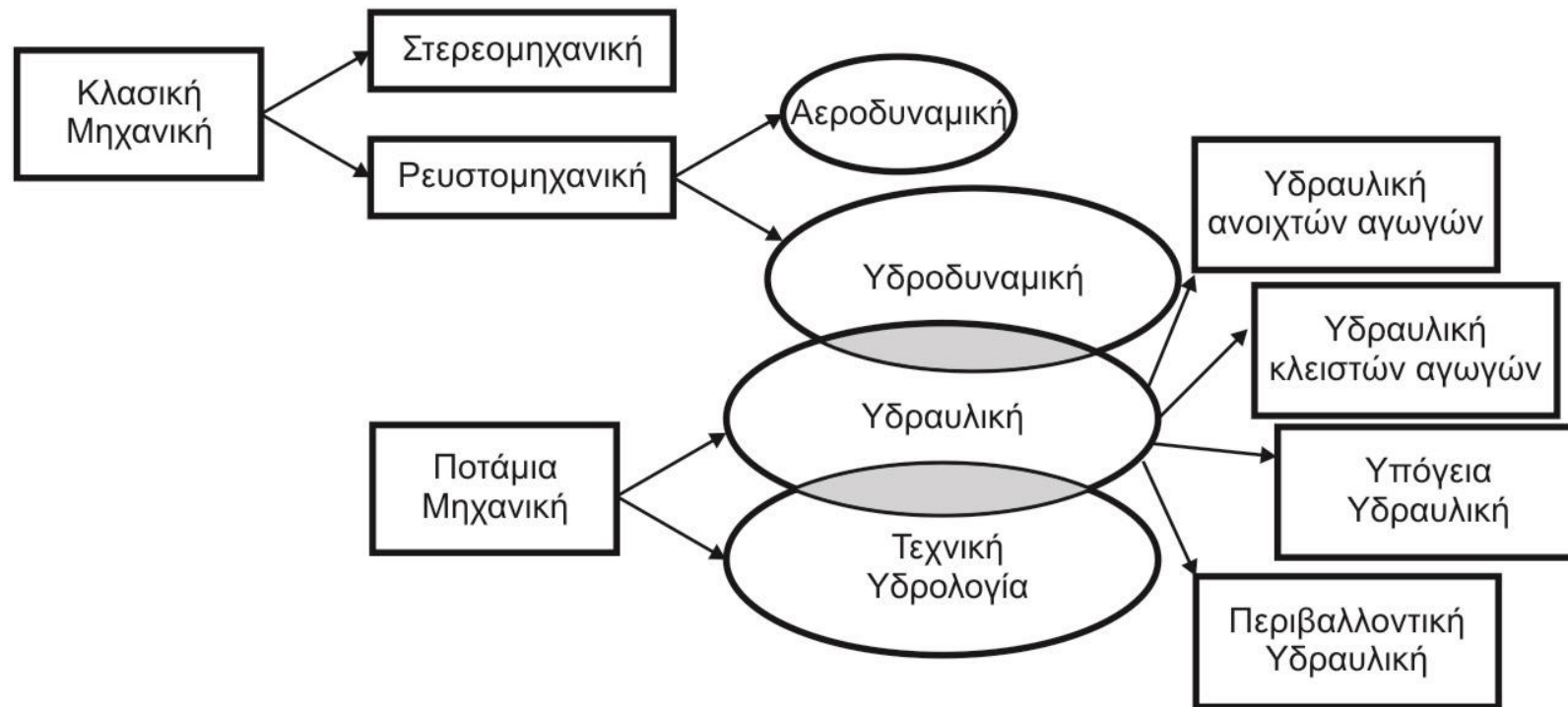
# Επιστημονικά πεδία



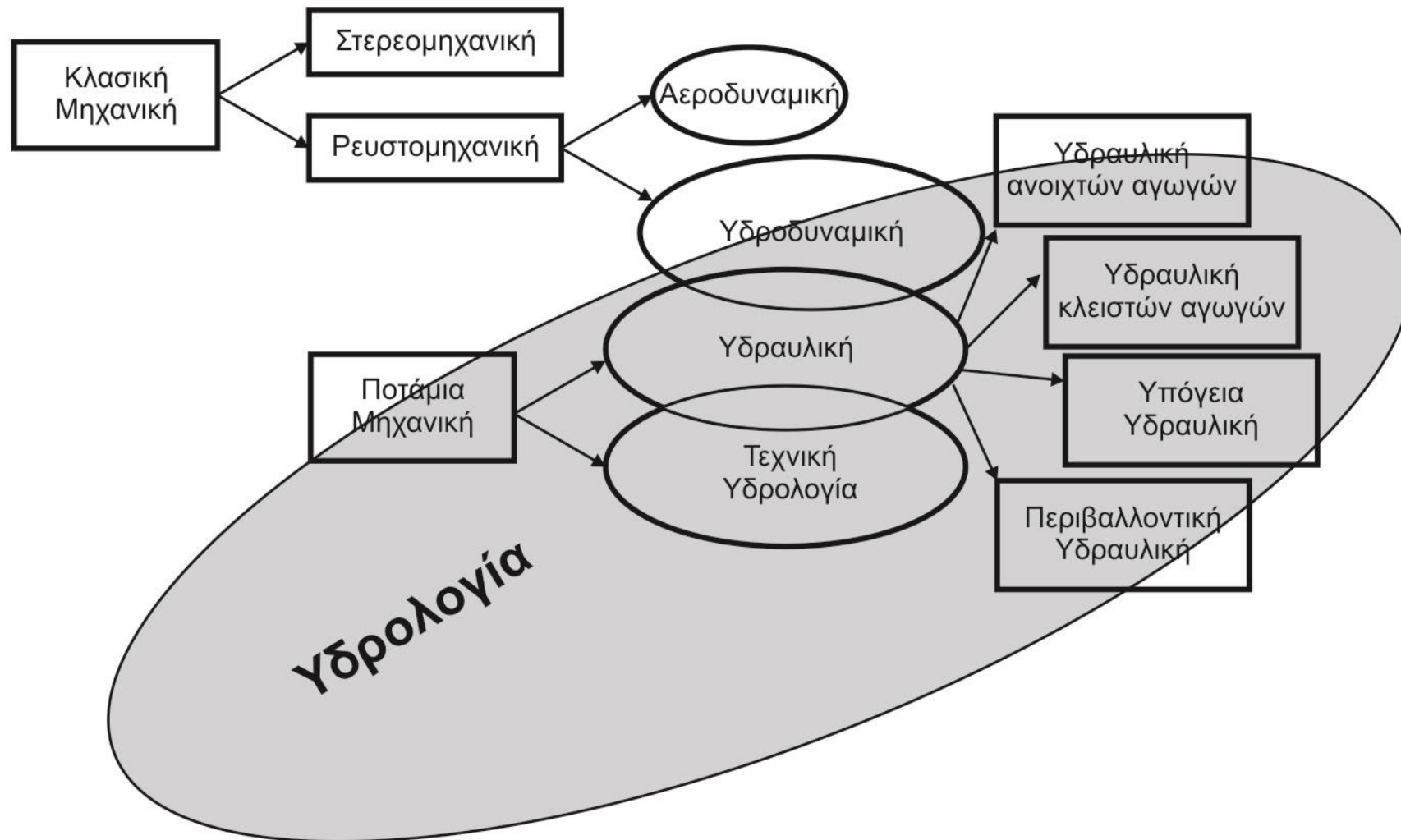
# Επιστημονικά πεδία



# Επιστημονικά πεδία



# Επιστημονικά πεδία



# Ανοιχτοί αγωγοί

- **Ροή με ελεύθερη επιφάνεια**
  - διευθέτηση ρέματος
  - αντιπλημμυρικά έργα
  - εγγειοβελτιωτικά έργα
  - φράγμα
  - αποχετευτικά δίκτυα

# Ανοιχτοί αγωγοί

- Ροή με ελα

- διευθέτησ
- αντιπλημ
- εγγειοβελ
- φράγμα
- ΑΠΟΧΕΤΕΥΤΙΚΑ



# Ανοιχτοί αγωγοί

- Ροή με ελευθέρη επιφάνεια
  - διευθέτηση
  - αντιπλημμυρικά
  - εγγειοβελτιωτικά
  - φράγματα
  - αποχετευτικά





# Ανοιχτοί αγωγοί

- Ροή με ελα
- διευθέτησ
- αντιπλημ
- εγγειοβελ
- φράγμα
- αποχετευτικά



# Ανοιχτοί αγωγοί

- Ροή με ελα
- διευθέτησ
- αντιπλημ
- εγγειοβελ
- φράγμα
- αποχετευτικά



# Ανοιχτοί αγωγοί

- Ροή με ελα
- διευθέτησ
- αντιπλημ
- εγγειοβελ
- φράγμα
- αποχετευτικά



# Κλειστοί αγωγοί

- **Ροή υπό πίεση**
  - δίκτυο ύδρευσης
  - εγγειοβελτιωτικά έργα
  - υδροδυναμικά έργα

# Κλειστοί αγωγοί

- Ροή υπό πίεση
- δίκτυο ύδρευσης
- εγγειοβελτιστισμός
- υδροδυναμική



# Κλειστοί αγωγοί

- Ροή υπό πίεση
- δίκτυο ύδρευσης
- εγγειοβελτιστισμός
- υδροδυναμική



# Κλειστοί αγωγοί

- Ροή υπό πίεση

- δίκτυο ύδρευσης
- εγγειοβελτιστισμός
- υδροδυναμική



# Υπόγεια υδραυλική

- **Ροή σε πορώδες μέσο**
  - Εγγειοβελτιωτικά έργα → διήθηση
  - Διαχείριση υπόγειου υδατικού δυναμικού
    - Γεωτρήσεις/πηγάδια
    - Υφαλμύρυνση
  - Υπόγειες διαφυγές
    - Φράγματα
    - Δεξαμενές



# Περιβαλλοντική υδραυλική

- **Διάχυση/διασπορά ρύπου**

- Ποιότητα νερού
- «Καλή» κατάσταση των υδάτων
- Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα νερά 2000/60

- **Ποιοτικές παράμετροι**

- Θερμοκρασία
- pH
- Διαλυμένο Οξυγόνο (Dissolved Oxygen, DO)
- Θολότητα (turbidity)
- Βακτήρια
- Ιοί
- Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand, COD)
- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand, BOD)
- Μέταλλα
- Άλατα
- Φερτά υλικά

# Που θα εστιάσουμε;

- **Φράγματα και ταμιευτήρες**
  - Ταμιευτήρας
  - Υπερχειλιστής
  - Διατάξεις καταστροφής ενέργειας
- **Αντιπλημμυρικά έργα**
  - Διευθετήσεις
  - Αναχώματα
- **Εγγειοβελτιωτικά έργα**
  - Κατάκλυση
  - Καταιονισμός