

Υδραυλική (Ανοικτοί και κλειστοί αγωγοί)

1. Εισαγωγικό μάθημα | 2. Βασικές έννοιες

Δρ Μ. Σπηλιώτης

Αν. Καθηγητή Δ.Π.Θ.

Βασικές έννοιες

Πρώτη αναφορά

Μηχανική

- Μηχανική: Κίνηση υλικών σωμάτων
- **Μηχανική Ρευστών: Κίνηση υγρών και αερίων**
- Παλιότερα: Διάσταση μηχανικής ρευστών και Υδραυλικής, σήμερα η Υδραυλική είναι υποσύνολο της Μηχανικής Ρευστών

- Τα δύο μεγαλύτερα εμπόδια για μια λειτουργική θεωρία είναι η **γεωμετρία**

Μηχανική ρευστών

- **Υδραυλική: Το ρευστό είναι το νερό:**

□ Επίλυση με βάση τις **εξισώσεις διατήρησης**

□ **Στερεό όριο και ιξώδες: δυσχέρειες στη ροή, π.χ. τύρβη στερεού ορίου: επιπλέον γνώση**

□ **Συνδκίνηση** από την πειραματική διαδικασία

(δυναμική των ρευστών) ή σε **Πρόγραμμα: Εφαρμοσμένη Υδραυλική**

κατάσταση ηρεμίας (στατική των

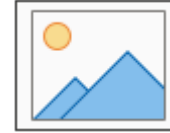
ρευστών) και οι επακόλουθες

αλληλεπιδράσεις **του ρευστού με**

διάφορα όρια, τα οποία μπορεί να είναι

είτε στερεές επιφάνειες είτε διεπιφάνειες

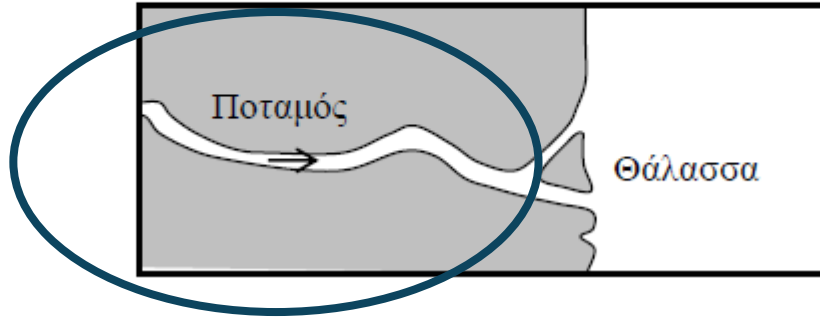
με άλλα ρευστά (Πρίνος, 2014).



Πεδίο εφαρμογής μαθήματος: Σωληνοειδείς ροές

- Σωληνοειδείς ροές: Είναι οι ροές που η μορφή τους έχει το σχήμα ενός σωλήνα. Η κατά μήκος διάσταση είναι πολύ πιο σημαντική σε σχέση με την εγκάρσια. Ροή μονοδιάστατη.
- Συνήθεις περιπτώσεις: **Μονοδιάστατη μόνιμη ροή, πολλές φορές και ομοιόμορφη**
- **Κατηγοριοποίηση: Ροή με ελεύθερη επιφάνεια, ροή σε κλειστούς αγωγούς**

Η ροή ενός ποταμού ή φυσικού υδατορρευματος, αν και η διατομή του διαφέρει καθ' όλο το μήκος, μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μονοδιάστατη και να αναλυθεί με βάση τις αντίστοιχες αρχές.



«Μεταφορά νερού» (κινούμενο ρευστό)

Τεχνικά έργα

- Σύνηθες: Σχεδιασμός με βάση τη **μέγιστη παροχή**
- Ανοικτοί ή κλειστοί αγωγοί, σταθερές διατομές και τραχύτητα
- Σύνηθες προσέγγιση: μονοδιάστατη ομοιόμορφη ροή



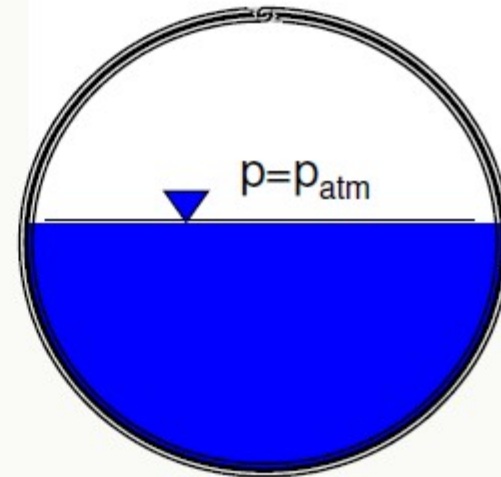
Φυσικοί αγωγοί

- Υδατορεύματα
- Μη μόνιμη ροή
- Μη σταθερή διατομή -> μη ομοιόμορδη ροή



Ανοικτοί αγωγοί: σχηματίζουν ελεύθερη επιφάνεια:

- φυσικοί
- τεχνικές κατασκευές



1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΠΟΤΑΜΩΝ

Διαφορές μεταξύ τεχνητών και φυσικών ανοικτών αχώνων

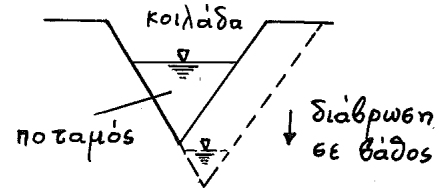
Τεχνητοί ανοικτοί αχώνοι

- Σταθερότητα γεωμετρίας της διατομής
- Σταθερότητα τραχύτητας παρειών
- Δεν υπόκεινται σε προεχώσεις και διαβρώσεις
- Δεν υπάρχει υδρόβια βλάστηση

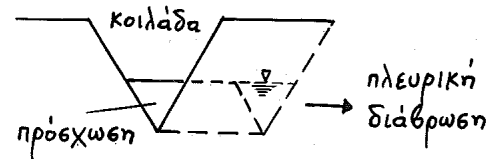
Φυσικοί ανοικτοί αχώνοι

- Ο πυθμένας δεν είναι σταθερός, υπόκειται σε διαβρώσεις και εναποθέσεις φερτών υλών
- Η ροή μεταφέρει σημαντική ποσότητα στερεών υλών σε αώρηση και ως φορτίο κοίτης

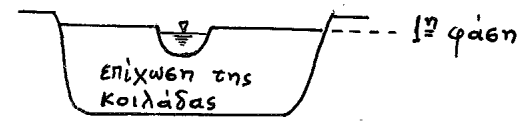
Σχηματισμός ποταμού (σε εχκάρβια τομή)



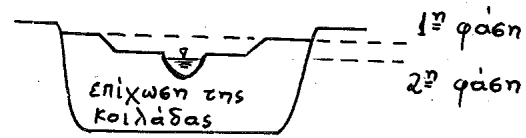
1^ο στάδιο



2^ο στάδιο



3^ο στάδιο



3^ο στάδιο

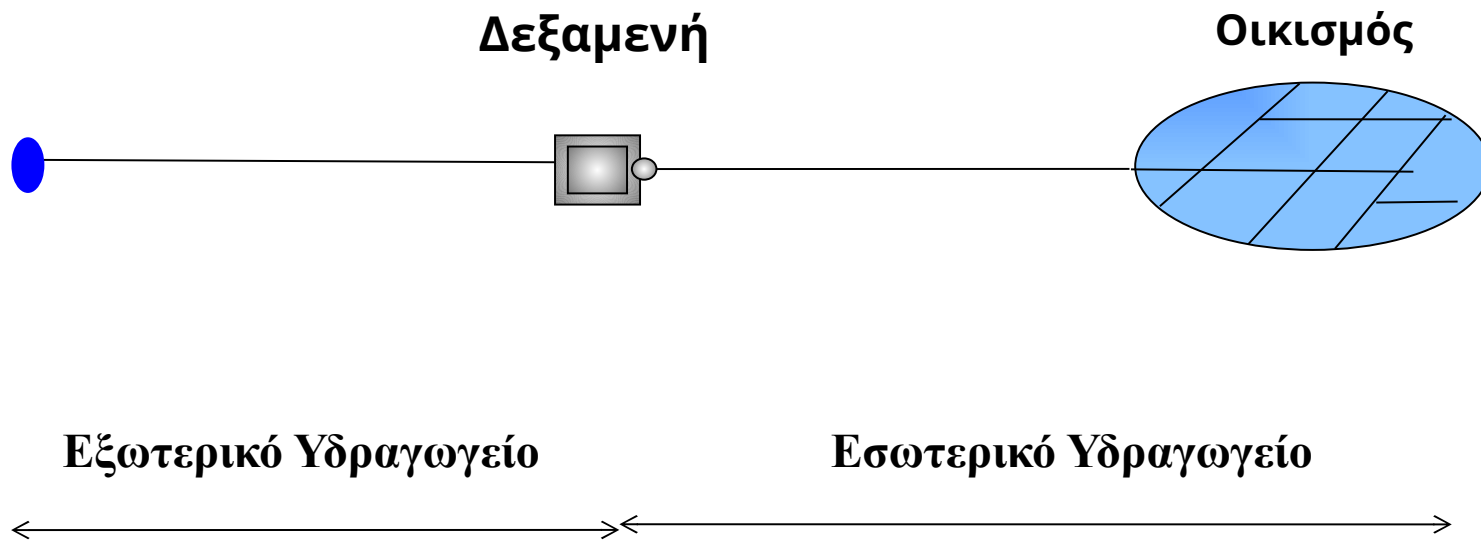
Διαστασιολόγηση **τεχνικών έργων**: (demand driven)

Δυσμενέστερη περίπτωση, π.χ. υδρεύσεις στο εσωτερικό υδραγωγείο διαστασιολογώ με βάση τη μέγιστη ωριαία παροχή, προφανώς όμως η παροχή δεν είναι μόνιμη

θέωρηση μόνιμης ροής



Υδραγωγείο



Μάθημα Εξαμήνου

Ύλη – Χρησιμότητα-Υδραυλικά Έργα

Εφαρμογές μαθήματος

- Διαστασιολόγηση εσωτερικού υδραγωγείου ύδρευσης (κλειστοί αγωγοί υπό πίεση)
- Διαστασιολόγηση εξωτερικού υδραγωγείου (υπό πίεση ή με ελεύθερη επιφάνεια)
- Αποχετεύσεις ακαθάρτων και ομβρίων (ανοικτοί αγωγοί θεώρηση ομοιόμορφης ροής)
- Αρδεύσεις – στραγγίσεις (ανοικτοί και κλειστοί αγωγοί)
- Αντιπλημμυρικός σχεδιασμός (ανοικτοί φυσικοί αγωγοί μη ομοιόμορφη ροή γενικά)
- Υδροδυναμικά έργα

Κατάταξη εφαρμογών

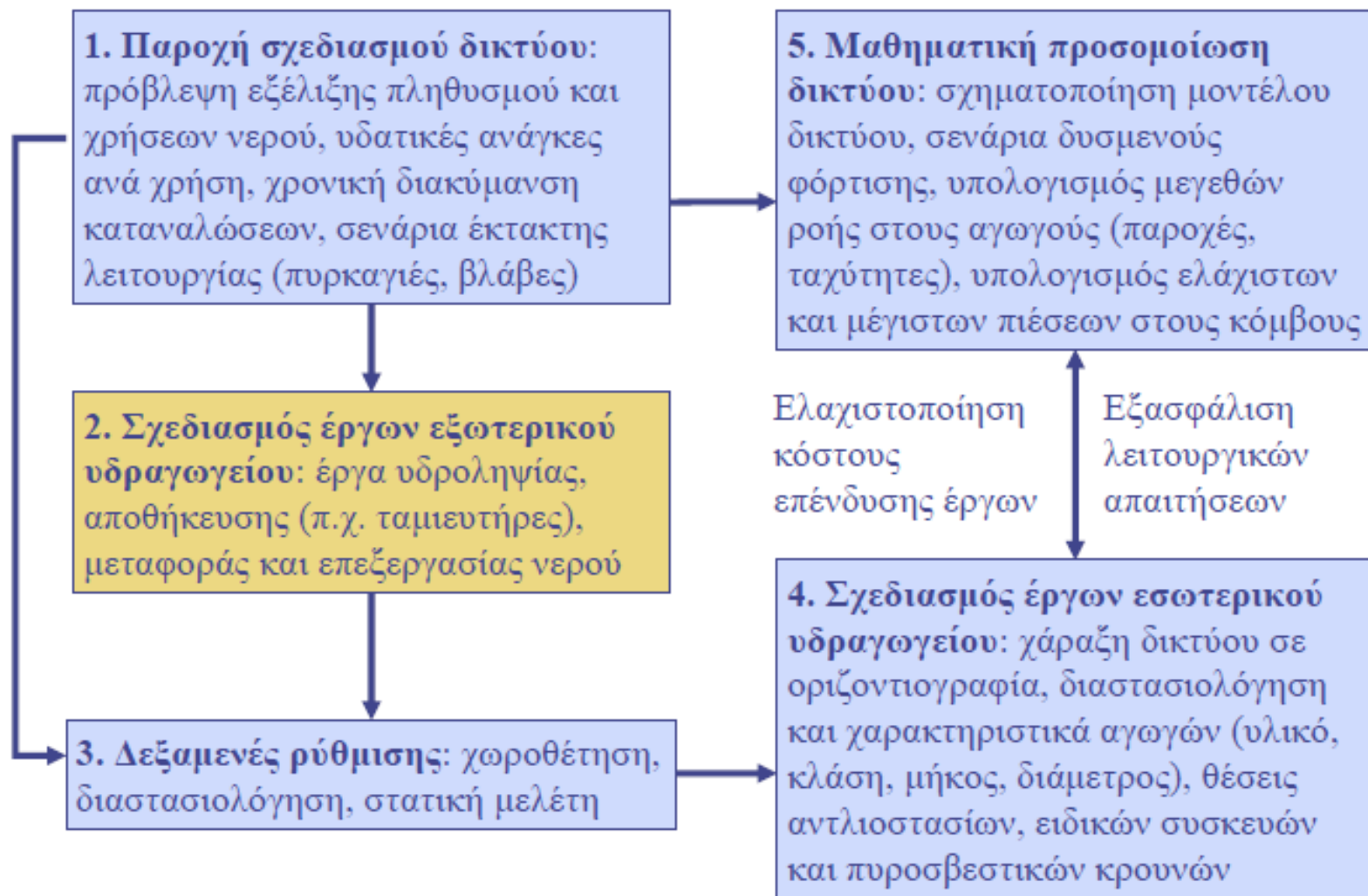
Άμεση εφαρμογή:

- Υδραγωγεία Ύδρευσης
- Δίκτυο αποχέτευσης (ανοικτοί αγωγοί)
- Συλλογικά και ατομικά δίκτυα άρδευσης
- Υδροδυναμικά έργα
- Ροή σε φυσικούς αγωγούς
- Υδροδυναμικά έργα

Τμήματα Ολοκληρωμένης Υδραυλικής μελέτης

- Προσδιορισμός παροχών (αβεβαιότητα)
- Σχεδιασμός έργων εξωτερικού υδραγωγείου, έργα συλλογής νερού και μεταφοράς από την πηγή. Δεξαμενές, ταμιευτήρες
- Υδραυλική προσομοίωση δικτύων μεταφοράς εσωτερικού και εξωτερικού υδραγωγείου (υδραυλική επίλυση)
- Βελτιστοποίηση δικτύου
 - Συμπερίληψη της αβεβαιότητας
 - Αποτελεσματικός σχεδιασμός για πολλαπλά κριτήρια
- Αλληλεπίδραση της υδραυλικής μελέτης με το βέλτιστο ή αποτελεσματικό σχεδιασμό

Στάδια εκπόνησης ολοκληρωμένης μελέτης ύδρευσης



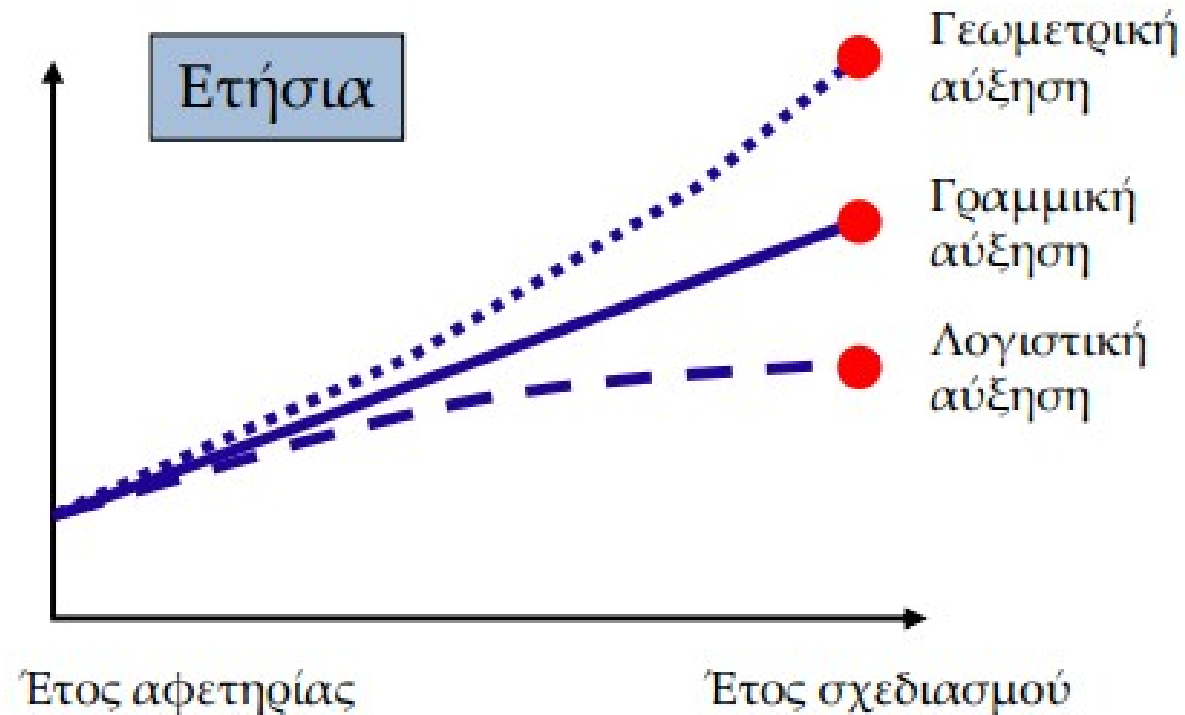
Αβεβαιότητες

- Στις περισσότερες υδρολογικές παραμέτρους και συνεπώς στην παροχή σχεδιασμού
- Στην ανθρώπινη κατανάλωση και την αιχμή της \Rightarrow Στην παροχή σχεδιασμού
- Στην εκτίμηση των υδραυλικών παραμέτρων (π.χ. τραχύτητα)
- Η αβεβαιότητα δημιουργεί την ανάγκη υιοθέτησης αρχών σχεδιασμού που ενισχύουν την **αυτονομία, την ανθεκτικότητα, τη διασύνδεση και την ασφάλεια.**
- Αυτό οδηγεί στη διαμόρφωση νέων πολιτικών και στρατηγικών που μπορούν να στηρίξουν καινοτόμες έννοιες – π.χ. την ιδέα της **κυκλικής οικονομίας**

Αβεβαιότητα



Σενάρια αύξησης πληθυσμού ---ζήτηση νερού για αστική κατανάλωση (Κουτσογιάννης και Ευστρατιάδης, 2014)



- https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/1342/1/documents/thes22_3_13b.pdf

Ιστορική αναδρομή

Ιστορική αναδρομή ανάπτυξη πολιτισμών και τεχνολογία υδατικών πόρων

- **Γεωργική επανάσταση: δημιούργησε την ανάγκη**
- Σημασία των υδραυλικών έργων (αρδευτικά δίκτυα) στους πρώτους πολιτισμούς στη Μεσοποταμία, το Νείλο και την Κίνα (μεταφορά νερού και διανομή-αντιπλημμυρική προστασία)
- Αρχαίες πόλεις και επίπεδο υγιεινής
- Μεγάλα υδραυλικά έργα από τους ρωμαίους, υψηλής ανθεκτικότητας
- Πτώση υγιεινής στη Δύση κατά το Μεσαίωνα και επιδημίες σε αστικούς πληθυσμούς
- Ανεπάρκεια γνώσεων και στασιμότητα

Ανάπτυξη κρατών και πολιτισμών είχαν ως προϋπόθεση την ανάπτυξη έργων και μέτρων διαχείρισης υδατικών πόρων

Ιστορική αναδρομή ανάπτυξη πολιτισμών και τεχνολογία υδατικών πόρων (2)

- Έντονος εμπειρισμός από τους πολιτισμούς της Ανατολής
- Προσπάθεια αφαίρεσης-θεμελίωσης της επιστήμης από τους αρχαίους Έλληνες-ακμή των μαθηματικών
- Αριστοτέλης: μελέτη για τις συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου
- Αλληλεπίδραση επιστήμης και τεχνικής
- Παρέμειναν σημαντικές εμπειρικές θεωρήσεις
- Αρχιμήδης
- Μεγάλα υδραυλικά έργα από τους ρωμαίους, υψηλής ανθεκτικότητας
- Πτώση υγιεινής στη Δύση κατά το Μεσαίωνα και επιδημίες σε αστικούς πληθυσμούς
- Ανεπάρκεια γνώσεων και στασιμότητα
- Αναγέννηση

Πλάνες της αρχαίας εποχής και επιστημονική έρευνα

- Τάρταρον: μεγάλο υπόγειο ρεύμα (Όμηρος) ή υδάτινος πυρήνας (Πλάτωνας)
- Αριστοτέλης: Μετεωρολογικά

https://www.itia.ntua.gr/el/getfile/1342/1/documents/thes223_13b.pdf

Αδριάνειο υδραγωγείο

- Η Αδριάνειος σήραγγα με μέγιστο ύψος 2 m και τυπικό πλάτος μόλις 50 cm, μετέφερε νερό από πηγές της Πάρνηθας, αλλά κυρίως μετέφερε υπόγειο νερό που συνέλεγε κατά την πορεία από το υπέδαφος, (υδρομάστευση). Συντηρήθηκε και χρησιμοποιήθηκε και κατά τη σύγχρονη εποχή, αποτελώντας κύρια πηγή ύδρευσης της Αθήνας από τη δεκαετία του 1870 μέχρι το 1931 οπότε και ολοκληρώθηκε η κατασκευή του φράγματος Μαραθώνα. Έπειτα συνέβαλλε βοηθητικά μέχρι το 1960 (έναρξη υδροδότησης από την Υλίκη) αλλά στη συνέχεια εγκαταλείφθηκε λόγω αστικής μόλυνσης των υδάτων
- (Μαμάσης)



Ρωμαϊκός πολιτισμός: υδραγωγεία

Nîmes (αρχαία Νεμαυσός,
Υδραγωγείο Pont du Gard)



Ρώμη (Porta
Maggiore)



Πρόβλημα μεταφοράς νερού

- Αρχαιότητες: Επικεντρωνόμαστε στο υδραυλικό έργο
- Ανεπάρκεια υλικών κα γνώσης
- Πρόβλημα ανάγλυφου: σήραγγες και υδατογέφυρες
- Πολλά προβλήματα λύθηκαν μετά τη βιομηχανική επανάσταση
 - Υποπρόβλημα: Άντληση

Κατανίκηση αναγλύφου



AGUAS LIVRES
ΛΙΣΑΒΩΝΑ ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ
18 ΑΙΩΝΑΣ

Μόνο δύο ανοικτοί αγωγοί!!!!



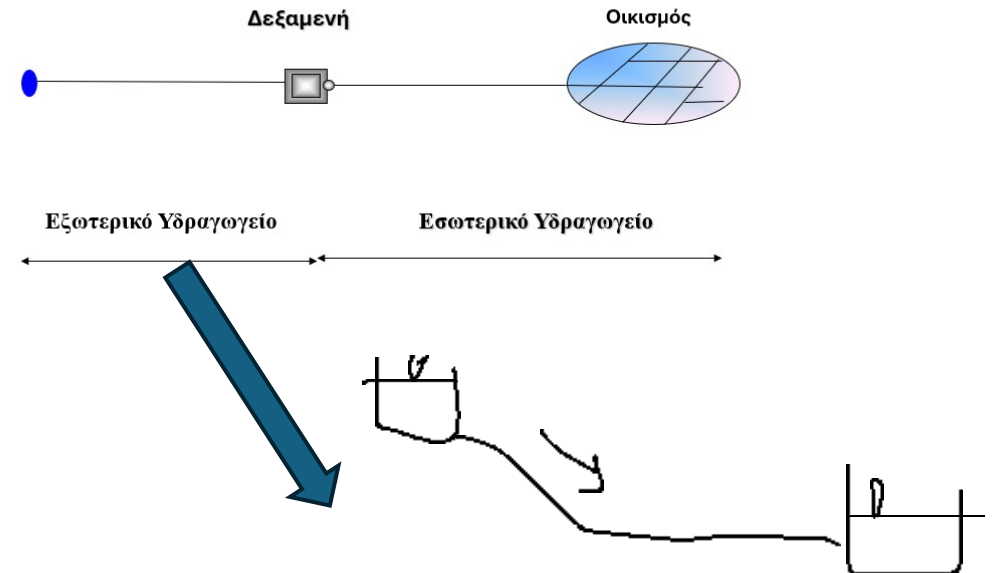
Κατάληξη σε δεξαμενή

Εκεί δροσίζονταν και οι βασιλείς...



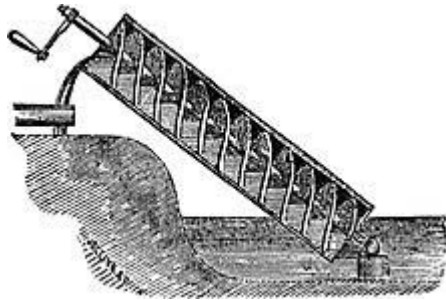
Αστικό υδραγωγείο

Υδραγωγείο



Ειδικά προβλήματα υδραυλικής στην αρχαιότητα

Υποπρόβλημα άντλησης



Υδροδυναμικά έργα



Μπαρουτόμυλοι Δημητσάνας

-κίνηση με τη δύναμη του νερού



Ρωμείο Υδραγωγείο ιστορικές στρεβλώσεις



**Επίσης,
Μεγάλα
Υδραυλικά
έργα
Αράβων**

Χρήση υδραγωγείων στην αρχαιότητα και το μεσαίωνα

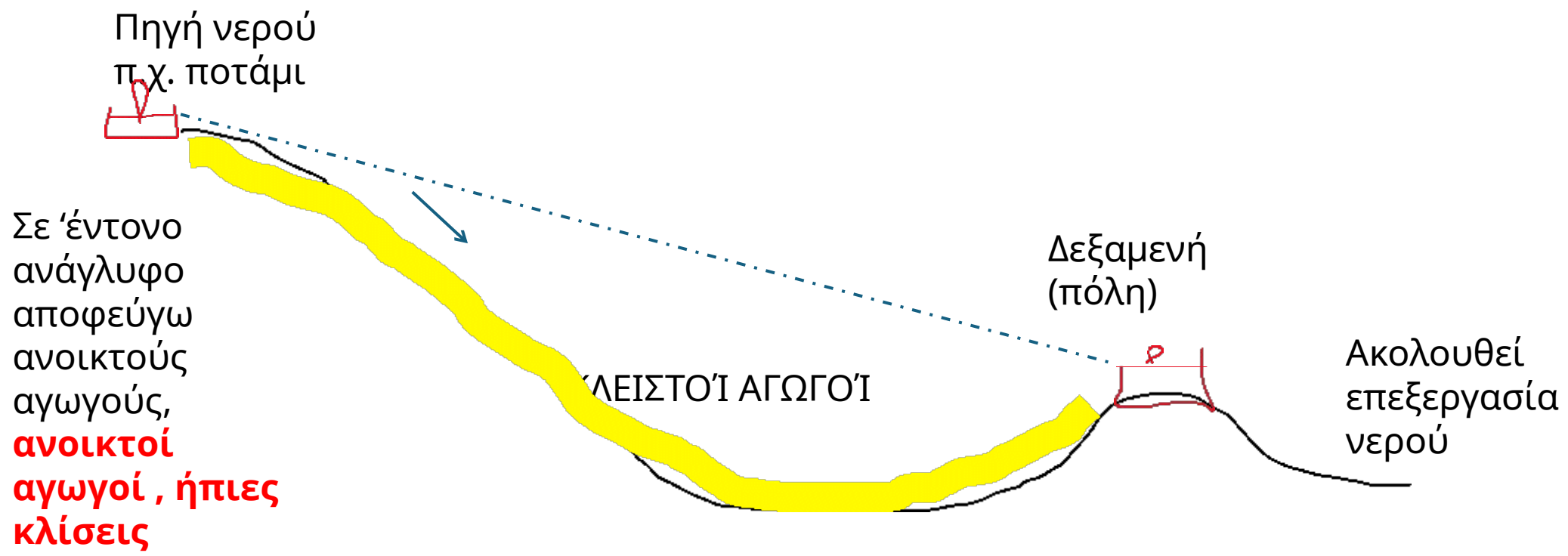
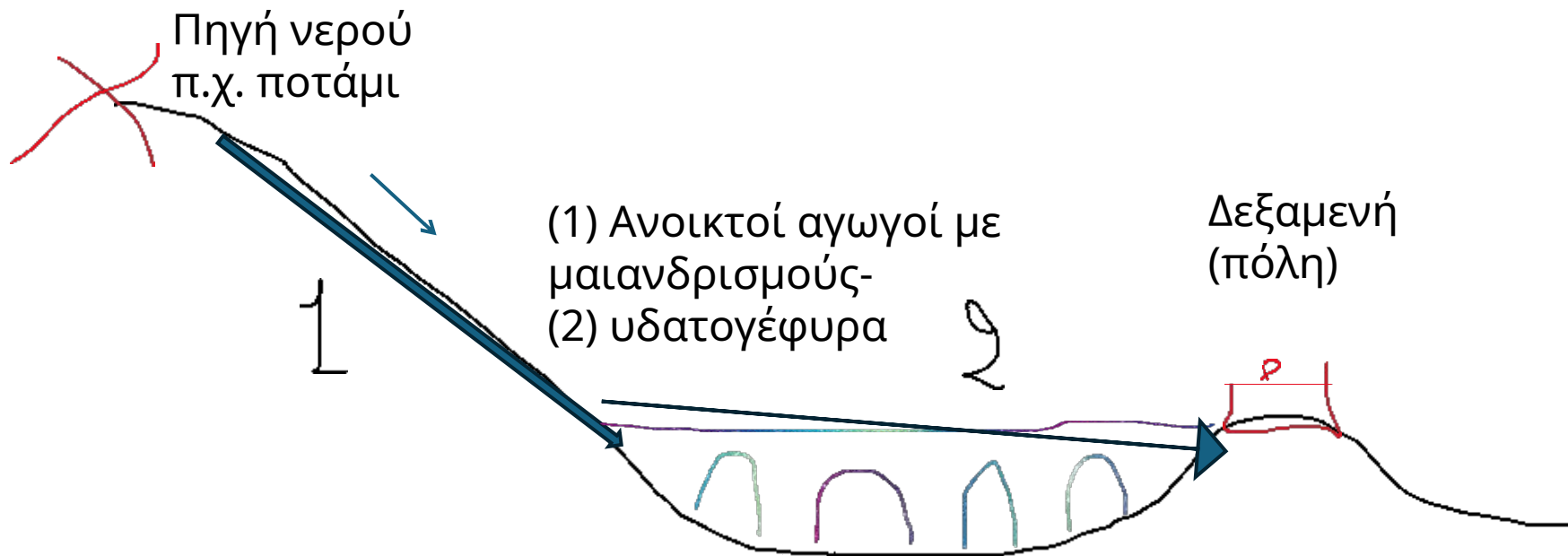
- Αν και η μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων νερού στις πόλεις ήταν δυνατή με τα υδραγωγεία, η διανομή γινόταν αποκλειστικά από πηγάδια ή κρήνες, καθώς δεν ήταν δυνατή η διανομή του νερού υπό πίεση (Κουτσογιάννης και Ευστρατιάδης, 2016).
- Η κατασκευή δικτύων διανομής υπό πίεση ξεκίνησε στις μεγάλες ευρωπαϊκές πόλεις τον 17ο αιώνα, όταν και κατέστη δυνατή η μαζική κατασκευή σωλήνων από χάλυβα ή χυτοσίδηρο, υλικών δηλαδή ανθεκτικών στις εσωτερικές υδροστατικές πιέσεις.
- Ώθηση από τη βιομηχανική επανάσταση



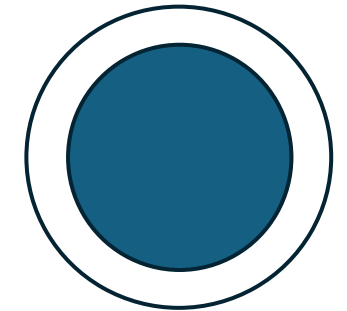
Κρήνη στην Αθήνα
Ξυλογραφία Μ. Α. Βίδα (1858)



Υδροληψία σε γειτονιά
της Αθήνας (1933)



ΚΛΕΙΣΤΟΪ ΑΓΩΓΟΪ
Μεγάλες πιέσεις
Βιομηχανικά υλικά
Αντοχής σε πίεση



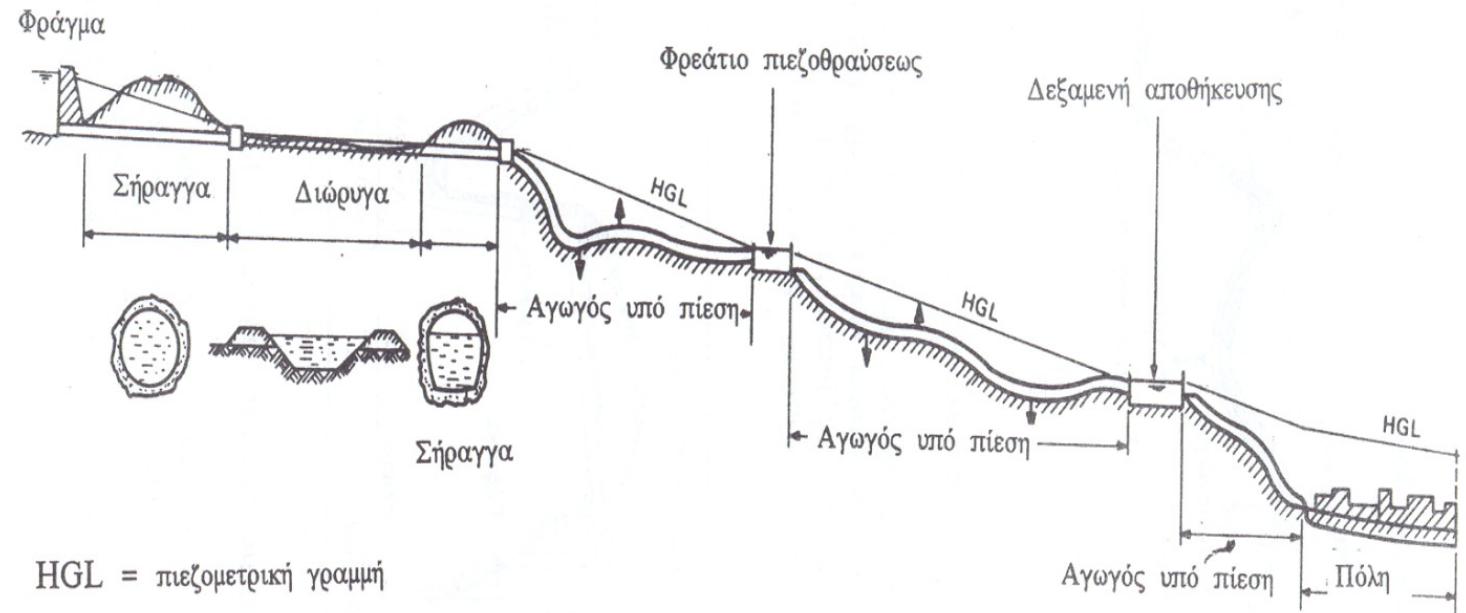
Νεώτερη ώθηση

- Δημιουργία αποχετευτικών δικτύων στις Δυτικές μητροπόλεις
- Βιομηχανική επανάσταση
- Μεγάλη ώθηση της επιστήμης και της τεχνικής, Υδραυλικής (και του ανθρώπινου πνεύματος γενικότερα)
 - Χρήση αντλιών
 - Κατασκευή φραγμάτων
 - Επινόηση της Υδρολογίας
 - Εγκαταστάσεις υγιεινής
- Ανεπτυγμένες χώρες του Βορρά, υπερεπάρκεια υδατικού δυναμικού, πρόβλημα ποιότητας σε αντίθεση με το Νότο
- Επινόηση της διαχείρισης υδατικών πόρων
- Προκλήσεις
 - Κλιματική αλλαγή
 - Αύξηση πληθυσμού
 - Οικονομική ξηρασία
- Ολοκληρωμένη διαχείριση και προσαρμοστική διαχείριση
- Τεχνολογία Υδατικών Πόρων και παραγωγική ανασυγκρότηση χώρας

Παράδειγμα σύνθετου αγωγού μεταφοράς

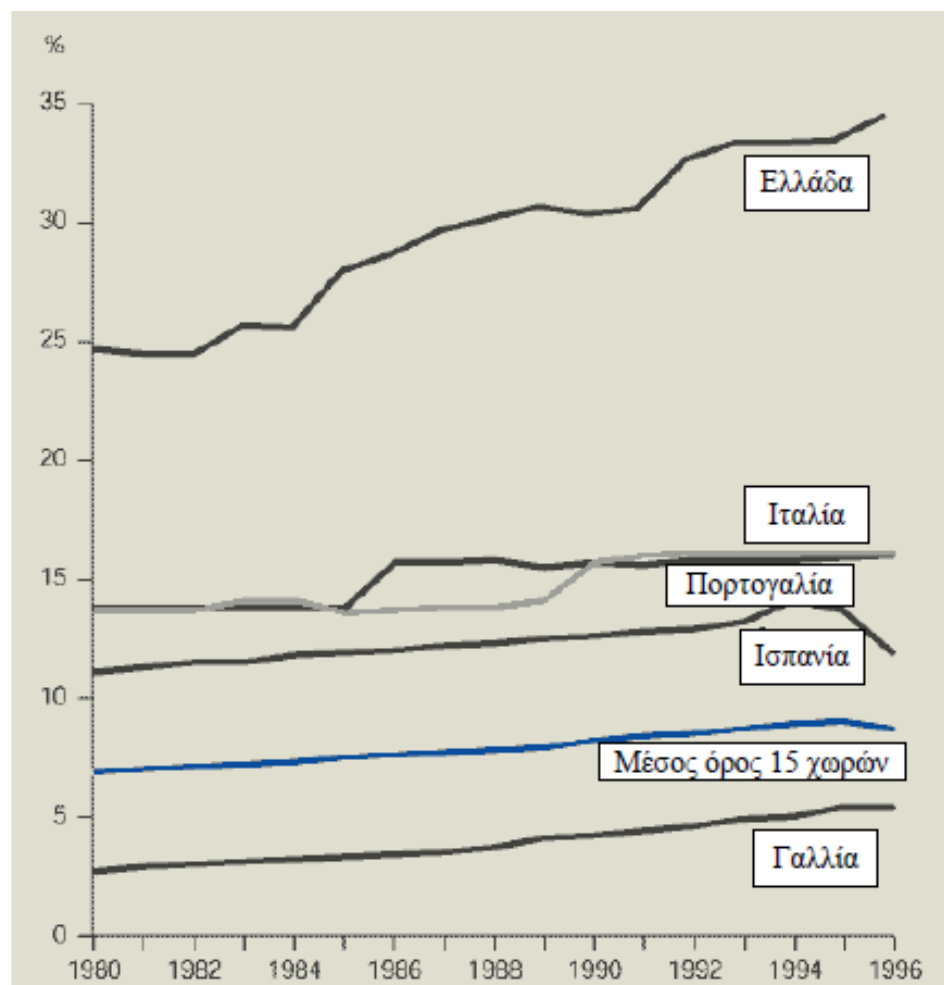
- Το πρώτο τμήμα από το φράγμα μέχρι το τέλος του λόφου που ακολουθεί είναι σήραγγα υπό πίεση.
- Το επόμενο τμήμα στο ομαλό έδαφος είναι τραπεζοειδής διώρυγα.
- Ακολουθεί σήραγγα η οποία λειτουργεί ως ανοιχτός αγωγός.
- Το επόμενο τμήμα που αντιστοιχεί σε ανώμαλο έδαφος είναι κλειστός αγωγός υπό πίεση.
- Μεσολαβεί φρεάτιο πιεζοθραύσεως
- και ακολουθεί και πάλι κλειστός αγωγός υπό πίεση, μέχρι τη δεξαμενή αποθήκευσης του νερού.

Παντοκράτορας, 2015



Εγγειοβελτιωτικά έργα στην Ελληνική πραγματικότητα

- Βασική προϋπόθεση ανάπτυξης αρχαίων πολιτισμών
- Ελλάδα πρώτο εγγειοβελτιωτικό: 1856
- Μεγάλη ώθηση εξαιτίας του προσφυγικού προβλήματος
- Πτώση στη δεκαετία 40-50
- Σημαντική αύξηση μέχρι το 1980
- Προβλήματα σωστής ένταξης των εγγειοβελτιωτικών έργων στη ΔΥΠ
- Προβλήματα κακής συντήρησης και κακής λειτουργίας
- Ανταγωνιστικότητα ελληνικής γεωργίας και παραγωγική ανασυγκρότηση (Τσακίρης, 2010)

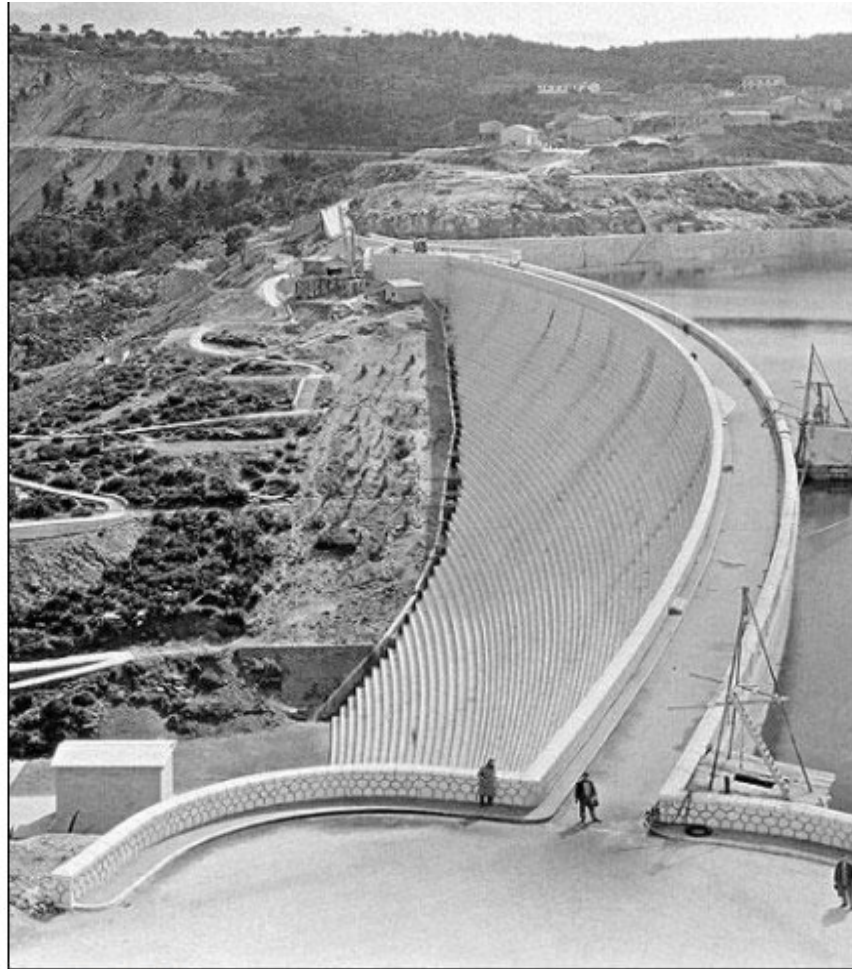


Σχ. 1 Αρδευόμενη επιφάνεια ως ποσοστό της συνολικής για διάφορες χώρες της Ευρώπης (Πηγή: FAO, Eurostat/NewCronos).

Νεώτερη εκτίμηση κατά Κουτσογιάννη, 2015

Συγκεκριμένα, το ποσοστό των αρδευόμενων γεωργικών γαιών στην Ελλάδα ανέρχεται στο 32% του συνόλου, ενώ περίπου το 60% των πεδινών εδαφών αρδεύεται (Ελληνική Επιτροπή για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης, 2001). Ειδικότερα, από τα συλλογικά εγχειοβελτιωτικά έργα αρμοδιότητας του Υπουργείου Γεωργίας αρδεύεται ποσοστό 40% της συνολικά αρδευόμενης έκτασης, δηλαδή 5 200 000 στρέμματα επί συνόλου 13 200 000. Από αυτά το 35–40% με επιφανειακές μεθόδους, το 50–55% με συστήματα καταιονισμού, και το 10% με στάγδην άρδευση και λοιπά συστήματα μικροαρδεύσεων (Υπουργείο Γεωργίας, 2002). Το υπόλοιπο 60% των αρδευόμενων εκτάσεων της χώρας αρδεύεται από ιδιωτικά αρδευτικά έργα (Υπουργείο Γεωργίας, 2002). Αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση στα ποσοστά και του καταιονισμού και της στάγδην άρδευσης (π.χ. στην Κρήτη η στάγδην άρδευση φτάνει το 80%· Περιφέρεια Κρήτης, 2002), η αποτελεσματικότητα των αρδεύσεων έχει ακόμα σημαντικά περιθώρια βελτίωσης.

«Φράγμα Μαραθώνα»



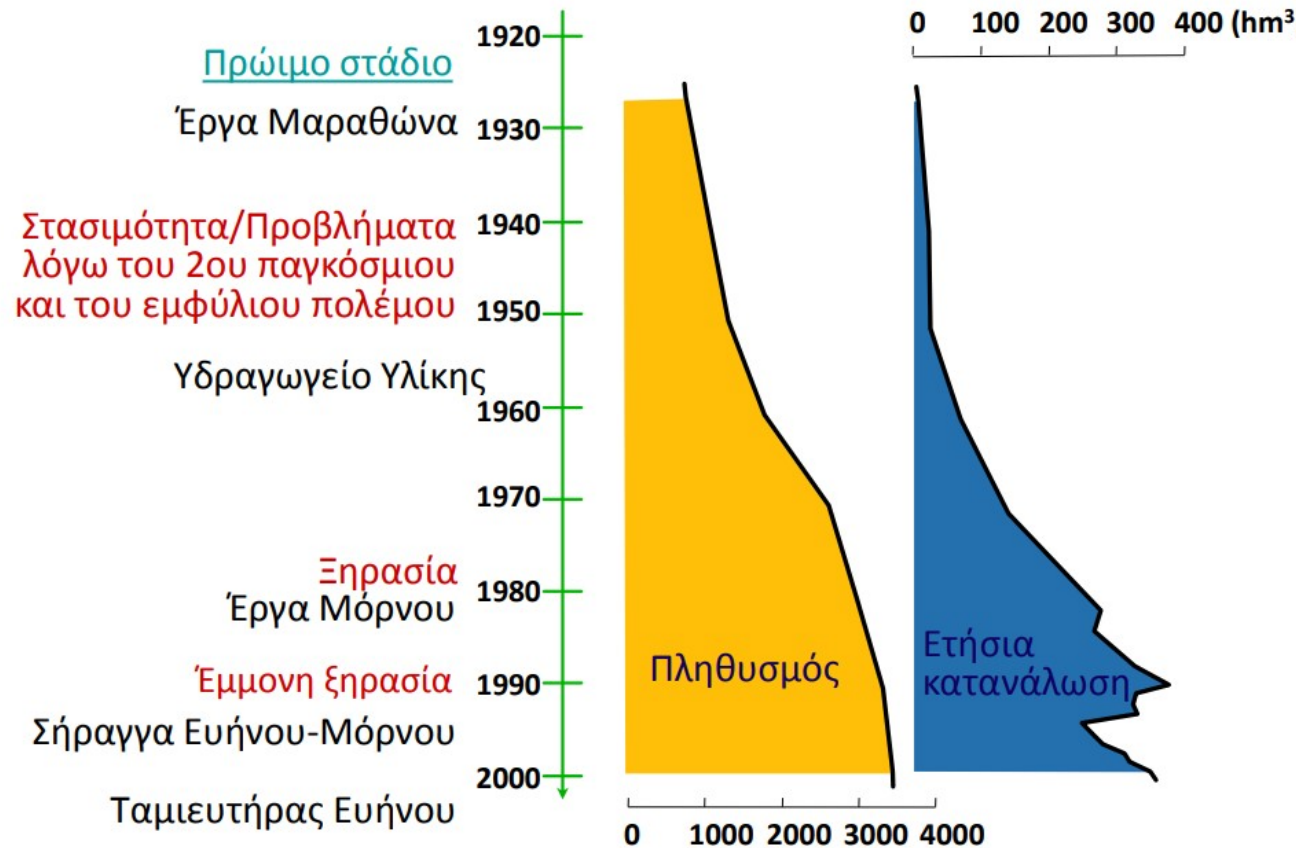
- ❑ Φράγμα Μαραθώνα, Ελλάδα, 1929
- ❑ Ύψος 54μ, στέψη 285μ, Ταμιευτήρας 41 εκ.μ³

αναγκαιότητα

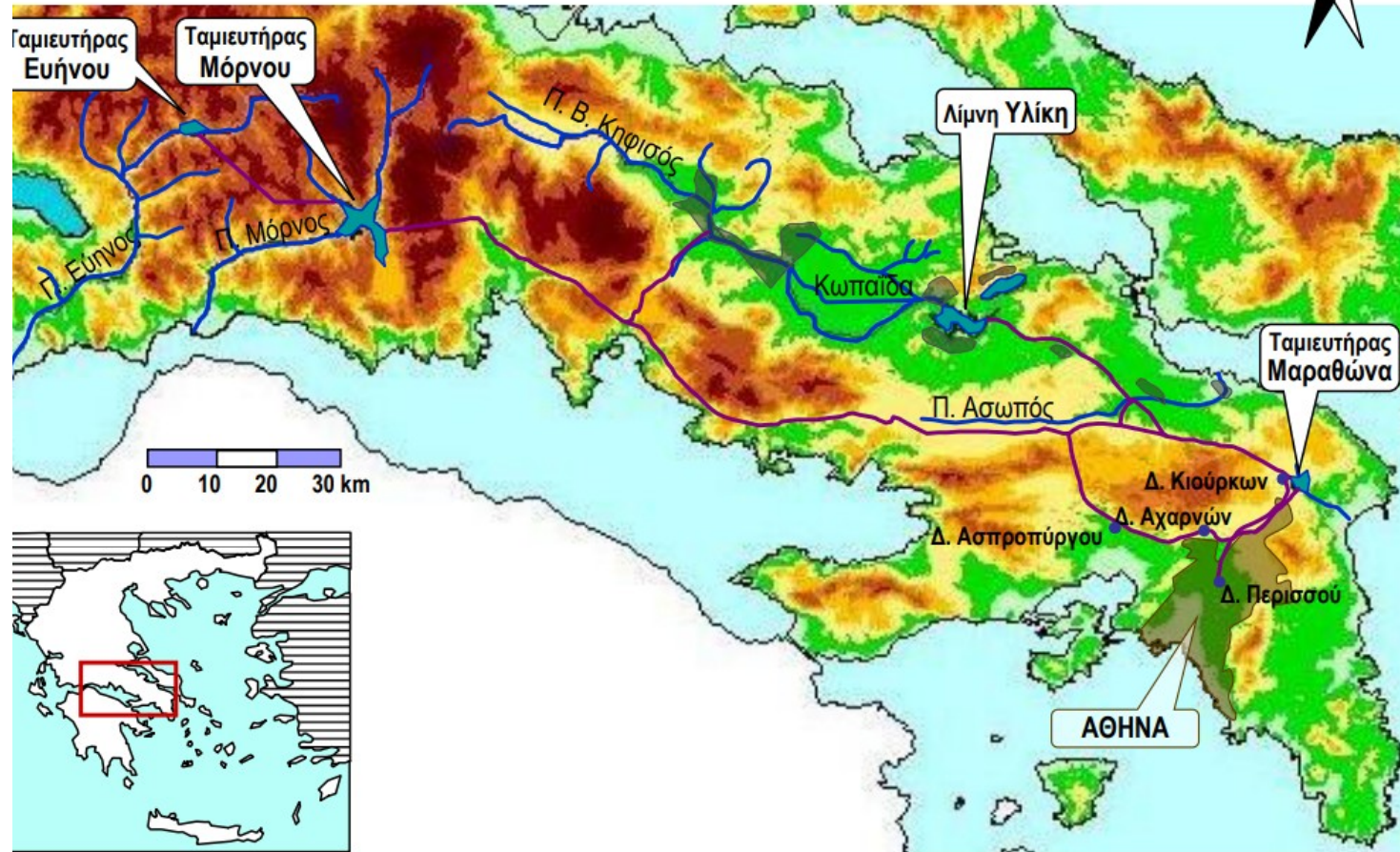
- Διαχρονικό πρόβλημα λειψυδρίας
- Έλευση προσφύγων
- Έλλειψη τεχογνωσίας
- “Ούλλεν» η εταιρία Ullen η οποία σχεδίασε και κατασκεύασε το φράγμα και το δίκτυο ύδρευσης της Αθήνας (τεχνολογικό άλμα)
- Σήμερα, δεν υπερχειλίζει, λειτουργεί συνδυαστικά, η ετήσια παροχή είναι περίπου 1/10 του όγκου του

Σημερινό υδροδοτικό σύστημα Αθήνας

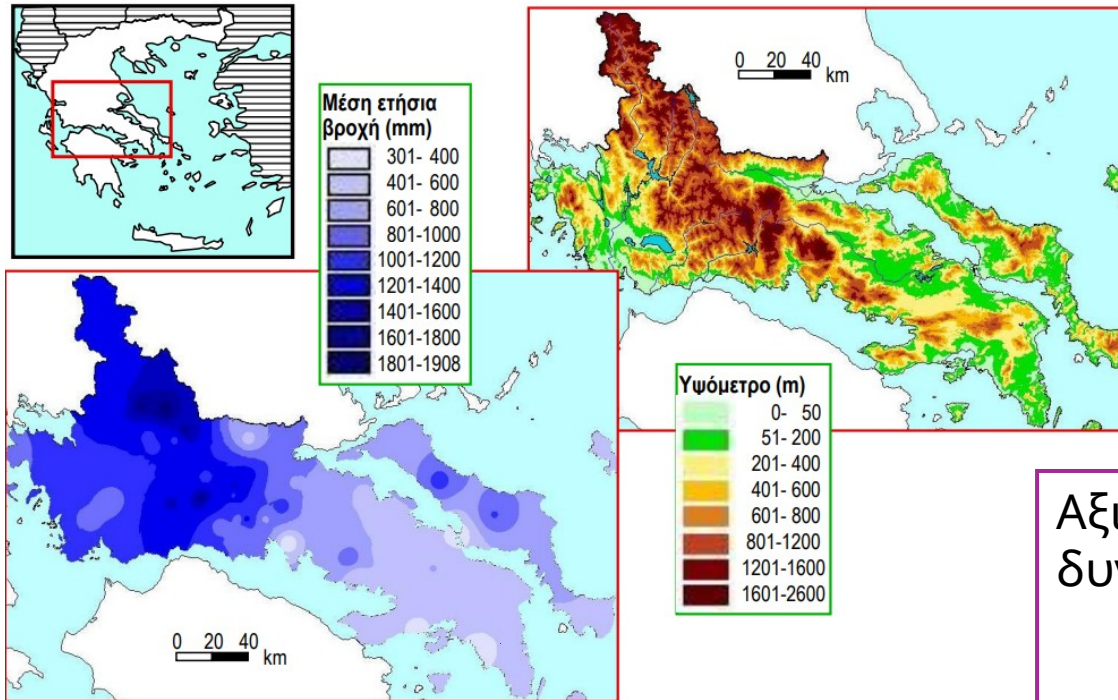
Σύγχρονη Αθήνα: Εξέλιξη – ορόσημα



Υδροδοτικό σύστημα Αθήνας: Κύριες συνιστώσες



Τοπογραφικές και κλιματολογικές συνθήκες



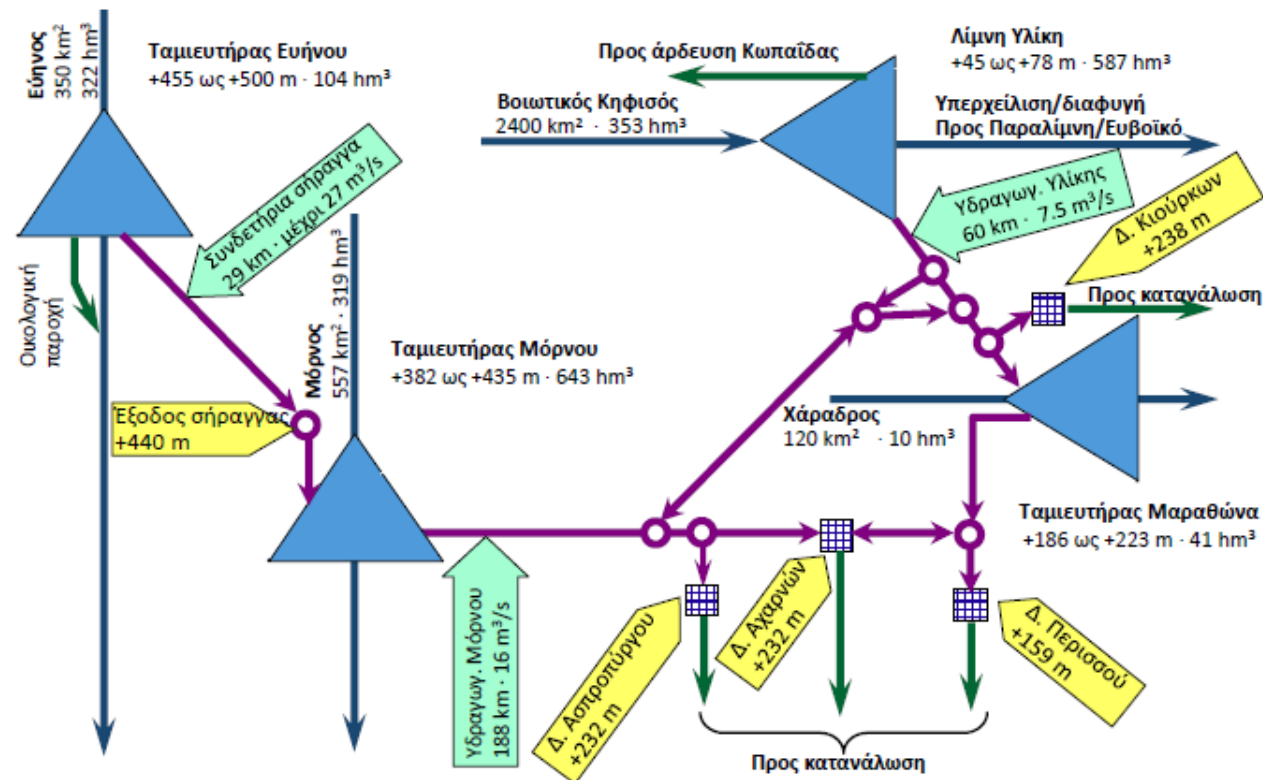
Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας

Αξιοποίηση υδατικού δυναμικού δυτικής στερεάς

Σημαντικές βροχοπτώσεις στη Δυτική Ελλάδα

Μοντελοποίηση

Δομή του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας



+ Γεωτρήσεις (με σωληνώσεις διασύνδεσης) + Αντλιοστάσια + Μικρά υδροηλεκτρικά έργα

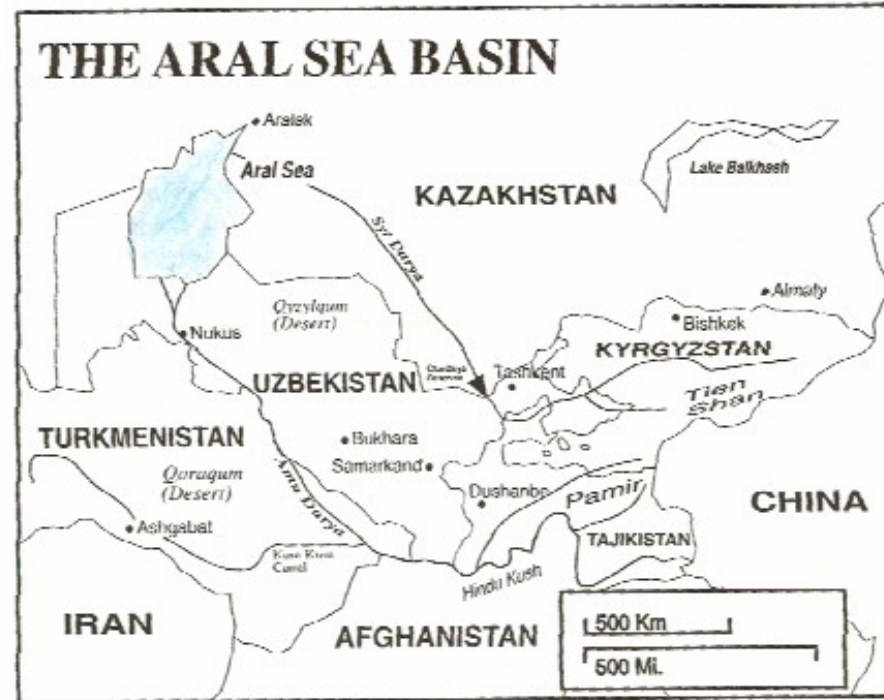
Ψυττάλεια: Πλήρης λειτουργία το 2004



Ολιστική προσέγγιση

Αράλη

- Όγκος νερού το 1980 = 1/3 του 1960
- Εισροή το 1950 ~ 55km³/έτος
- 1980: ~ 10% της εισροής του 1950
- Πτώση στάθμης 1950-1980: 24m
- Παράλιες πόλεις
- Οικολογική καταστροφή (ακύρωση της αλείας / χαβιαρι)
- Προβλήματα υγείας για 40εκ ανθρώπους
- Οικονομική αδυναμία επανάκαμψης



Τσακίρης, 2011

The Lake Aral disaster



Νέες αντιλήψεις: ΔΕΝ μένουμε στην κλίμακα του τεχνικού έργου αλλά στη λεκάνη απορροής

Old	Modern
Τμηματικό	→ Ολοκληρωμένο
Μοναδικό κριτήριο	→ Πολυκριτηριακό
Περιοχή επιρροής του έργου	→ Σύστημα νερού
Στατική αξιολόγηση συστήματος Υδάτων	→βιώσιμη, προσαρμοστική προσέγγιση
Συγκεντρωτική	→αποκεντρωμένη

Σχ. Ενδιαφερόμενοι με διαφορετικούς στόχους και απαιτούμενες πληροφορίες (Loucks et al., 2006)

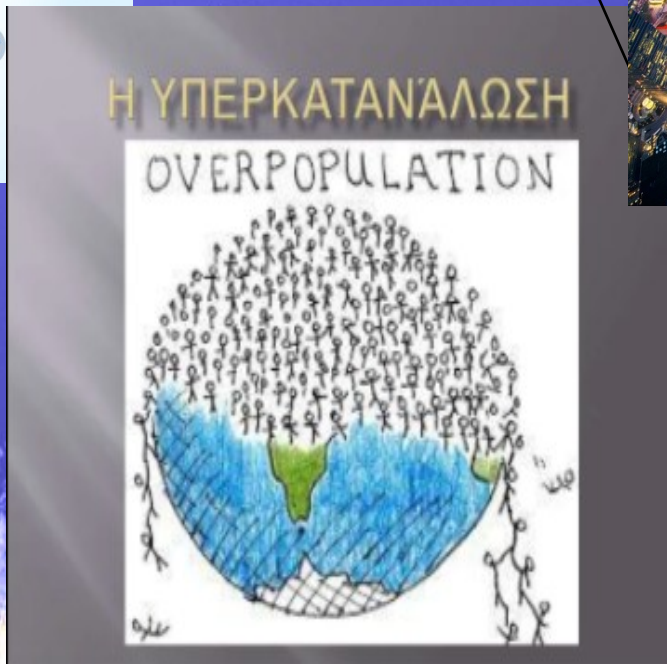
Ανάγκη για
διεπιστημονική
προσέγγιση

Συμμετοχή των
χρηστών νερού στην
απόφαση



Figure 2.5. Stakeholders involved in river basin planning and management, each having different goals and information needs (*Engineering News Record*, 20 September 1993, with permission).

Προκλήσεις



Επέκταση επιστήμης υδραυλικού μηχανικού

Υδραυλική σε σχέση με τη
μηχανική ρευστών και την
υδρολογία
-στοιχεία ιστορικής εξέλιξης

Μηχανική ρευστών και Υδραυλική

- Μηχανική ρευστών: Εμπεικλείει την υδραυλική (νεώτερη αντίληψη μετά τη θεώρηση του οριακού στρώματος)
- (Εφαρμοσμένη) Υδραυλική: Ροή μονοδιάστατη, χρήση ημιεμπειρικών σχέσεων για τις απώλειες ενέργειας, σε πολλές εφαρμογές ομοιόμορφη ροή. «Απλή θεωρία», έμφαση στις εφαρμογές
- Παλιότερα: Ανταγωνισμός μεταξύ των δύο σχολών

Υδραυλική και υδρολογία

- Υδρολογία: ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων και νόμων για τις διάφορες διαδικασίες του υδρολογικού κύκλου και ιδιαίτερα για τη χωροχρονική εξέλιξη των υδρολογικών φαινομένων (Τσακίρης, 2013)
- Υδραυλική, εμπερικλείεται στην υδρολογία, **οι επινοήσεις της υδραυλικής (προ-) υπήρξαν και εξελίξεις για τον κλάδο της υδρολογίας**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Υδρολογία: - Νερά της Γης
 - Εμφάνιση, κυκλοφορία, διανομή αυτών
 - Φυσικές και χημικές ιδιότητες
 - Αλληλεπίδραση με το περιβάλλον
- Τεχνική Υδρολογία: - Εφαρμοσμένος τομέας
 - Προβλήματα του νερού που σχετίζονται με τη μελέτη και λειτουργία των υδραυλικών έργων
- Υδρολογικός κύκλος: - Κυκλοφορία νερού στη φύση μεταξύ ωκεανών - ατμόσφαιρας - Ήρας - ωκεανών.
 - Αέρια κατάσταση: υδρατμοί
 - Στερεά κατάσταση: χιόνι, χαλάζι
 - Αρχή υδρολογικού κύκλου:
 - Δεν υφίσταται
 - μπορεί να τοποθετηθεί στην ατμόσφαιρα

Χρυσάνθου,
2013

Ο υδρολογικός κύκλος



Πίν. 1.2 Σημαντικότερες συμβολές στην υδρολογία κατά την περίοδο 1850-1960.

Έτος	Ερευνητής	Συμβολή	Υπο-περιοχή*
1851	Mulvaney	Ορθολογική μέθοδος για πλημμυρική παροχή	1
1856	Darcy	Νόμος κίνησης υπόγειων νερών	2α
1863	Dupuit	Προσέγγιση κίνησης υπόγειων νερών	2α
1871	Saint-Venant	Εξισώσεις μη μόνιμης ροής με ελεύθερη επιφάνεια	1α
1879	Du Boys	Εξίσωση στερεοπαροχής με σύρση	3α
1883	Rippl	Μέθοδος διαστασιολόγησης ταμιευτήρων	1
1891	Manning	Τύπος ταχύτητας σε ροή με ελεύθερη επιφάνεια	1α
1902	Slichter	Θεωρία υπόγειας ροής	2α
1911	Thiessen	Μέθοδος εκτίμησης επιφανειακής βροχόπτωσης	1δ
1911	Green & Ampt	Φυσικά θεμελιωμένο μοντέλο διήθησης	2
1914	Hazen	Ανάλυση συχνοτήτων για πλημμυρικές αιχμές, όγκοι ταμίευσης	4
1914	Forchheimer	Θεωρία υπόγειας ροής	2α
1925	Prandtl	Θεωρία τυρβώδους μεταφοράς	1α
1925	Streeter-Phelps	Εξίσωση διαλυμένου οξυγόνου σε ποτάμια	3β
1928	Meinzer	Μηχανική περιορισμένων υδροφορέων	2α
1931	Richards	Εξίσωση ακόρεστης ροής	2α
1932	Sherman	Μοναδιαίο υδρογράφημα	1
1933	Horton	Θεωρία διήθησης	2
1935	Theis	Εξίσωση υδραυλικής φρεάτων	2α
1936	Shields	Κριτήριο ξεκινήματος στερεοπαροχής	3α
1938	Snyder	Συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα	1
1938	McCarthy	Μέθοδος διόδευσης πλημμυρών Muskingum	1α
1940	Hubbert	Θεωρία υπόγειας ροής	2α
1941	Gumbel	Πιθανοτική κατανομή ακροτάτων	4
1944	Thornthwaite	Εκτίμηση δυναμικής εξατμοδιαπνοής	1δ
1945	Clark	Συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα	1
1945	Horton	Μαθηματική περιγραφή υδρογραφικών δικτύων	1γ
1948	Penman	Εξίσωση εξάτμισης	1δ
1948	Meyer-Peter & Muller	Εξίσωση στερεοπαροχής	3α
1949	Langbein	Σειρές ετήσιων μεγίστων και μερικής διάρκειας	4



(συνεχίζεται)

Πίν. 1.2 (συνέχεια) Σημαντικότερες συμβολές στην υδρολογία κατά την περίοδο 1850-1960.

Έτος	Ερευνητής	Συμβολή	Υπο-περιοχή*
1950	Blaney & Criddle	Εξίσωση εξατμοδιαπνοής καλλιεργειών	1
1950	Jacob	Εξίσωση μη μόνιμης υπόγειας ροής	2α
1950	Einstein	Εξίσωση στερεοπαροχής	3α
1951	Hurst	Εμμογή υδρολογικών χρονοσειρών	4
1951	Chow	Τυποποίηση υπολογισμών στατιστικής υδρολογίας	4
1955	Jenkinson	Γενικευμένη κατανομή ακροτάτων	4
1957	Nash	Μοντέλο συνθετικού μοναδιαίου υδρογραφήματος	1
1957	Philip	Εξίσωση διήθησης	2
1957	Blench	Θεωρία καθεστώτος μορφής υδατορευμάτων	3γ

* 1: επιφανειακή υδρολογία, 2: υπόγεια υδρολογία, 3: φαινόμενα μεταφοράς, 4: στατιστική υδρολογία: α: σχέση με υδραυλική, β: σχέση με περιβαλλοντική τεχνολογία, γ: σχέση με γεωμορφολογία, δ: σχέση με μετεωρολογία

Κουτσογιάννης, 2016

Νεότερες θεωρήσεις

ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΤΙΚΗ
ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ+ΠΕΙΡΑΜ
Α

- Μηχανική ρευστών
- Υδραυλική

Ενοποίηση των δύο προσεγγίσεων
τέλη 19 αιώνα

«ΑΠΛΟΥΣΤΕΥΤΙΚΑ
ΜΟΝΤΕΛΑ

- Υδρολογία (ορθολογική μέθοδος)/ λεκάνη απορροής
- Υπόγεια νερά (τομή: Νόμος Darcy)
- Ανάγκες υγιεινής στις μεγάλες πόλεις

ΣΥΝΘΕΤΑ ΜΝΤΕΛΑ
ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤ
Α

- Διαχείριση υδατικών πόρων (σχεδιασμός σε κλίμακα λεκάνης απορροής όχι στην κλίμακα του έργου)
- Περιβάλλον
- Αβεβαιότητες

Έργα υδρεύσεων- αποχετεύσεως- συγχρονη ελληνική πραγματικότητα

- Ανυπαρξία βασικών έργων αποχέτευσης σε μικρούς οικισμούς
- Έλλειψη δικτύων σε μικρούς οικισμούς, ανάγκη παρακολούθησης και μείωσης απωλειών δικτύων-παλαίωση δικτύων
- Μεγάλη ανισομέρεια στη χώρα
- Δε σκεφτόμαστε μόνο την «ανάγκη» (ζήτηση νερού) αλλά και το ευρύτερο σύστημα (συμπεριλαμβανομένης της οικονομικής διάστασης) και το περιβάλλον, βλπ. προβληματισμός για την εκτροπή του Αχελώου
- Αγροδιατροφικός τομέας και θέμα ασφάλειας τροφίμων.

Αντιπλημμυρική προστασία

- Προτεραιότητα στην κατασκευή ενός δικτύου ομβρίων σε αστικό περιβάλλον (δίκτυο αποκεντρωτικό, **χρήση ορθολογικής μεθόδου** και **ομοιόμορφης ροής ανοικτών αγωγών (τεχνικοί αγωγοί)**)
- Διόδευση πλημμύρας ή θεώρηση μόνιμης ροής σε φυσικούς αγωγούς **μη σταθερή διατομή και τραχύτητα, μη ομοιόμορφη ροή**
 - Υποπρόβλημα: μελέτη φερτών υλικών

Τρόπος εξέτασης



Μάθημα

- Εξέταση με ανοικτές σημειώσεις και βιβλία
- Προτεινόμενο βιβλίο Καθ. Ι Σούλη καθώς και άλλα συγγράμματα, σημειώσεις από το eclass
- Έμφαση σε ασκήσεις, μικρές ερωτήσεις κρίσεως πολλές φορές σε είδος μικρής άσκησης
- Μπόνους από ασκήσεις για παράδοση, ανάγκη επικοινωνίας με διδάσκοντα, προφορική εξέταση
- Κριτική ικανότητα όχι «παπαγαλία»