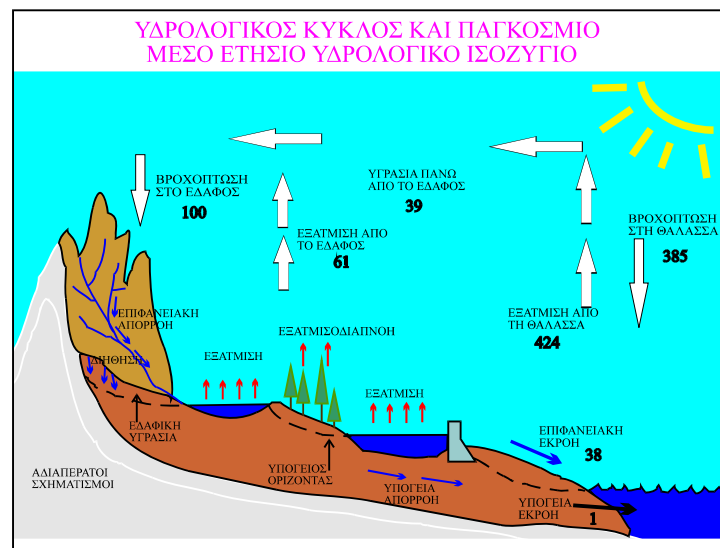
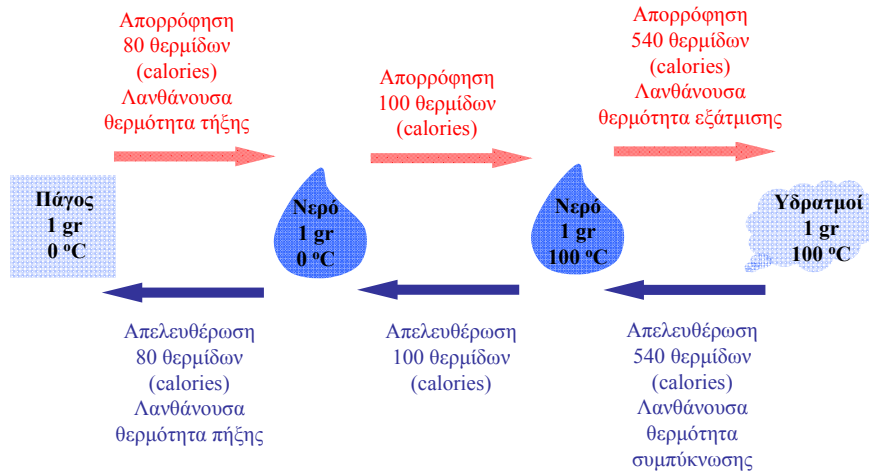




Τεχνική Υδρολογία (Ασκήσεις)



ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΦΑΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

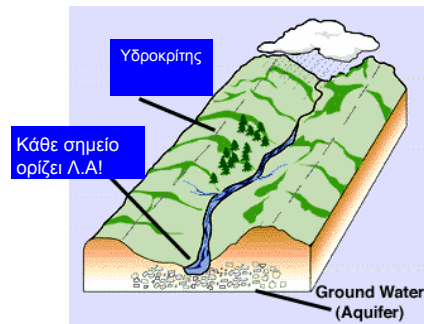


Υδρολογία



Κλίμακα

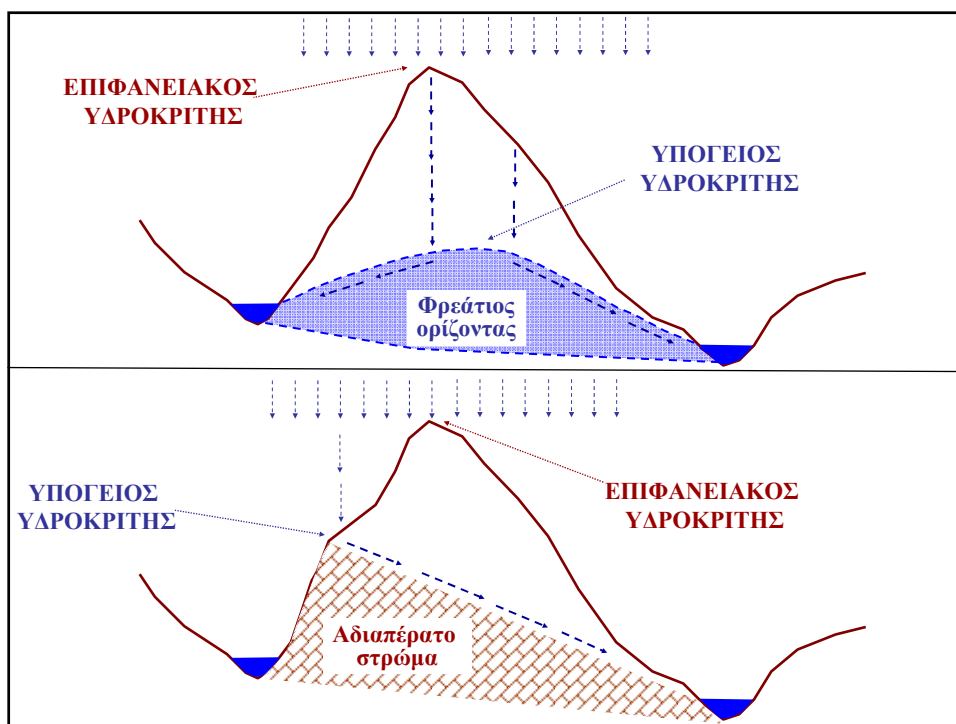
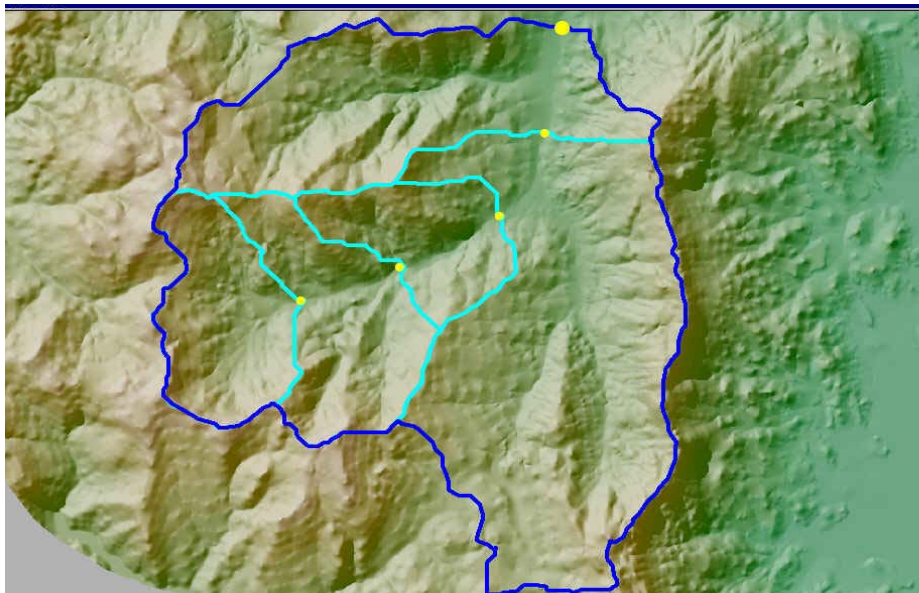
- Η κλίμακα της **λεκάνης απορροής** η βασική για την υδρολογία
- Δεν υπάρχει μια μοναδική λεκάνη απορροής για ένα υδατόρευμα: για κάθε σημείο του ορίζεται και η αντίστοιχη λεκάνη απορροής.
- Όλες οι υπόλοιπες κλίμακες προκύπτουν αθροίζοντας διάφορες λεκάνες απορροής.



Υδροκρίτης

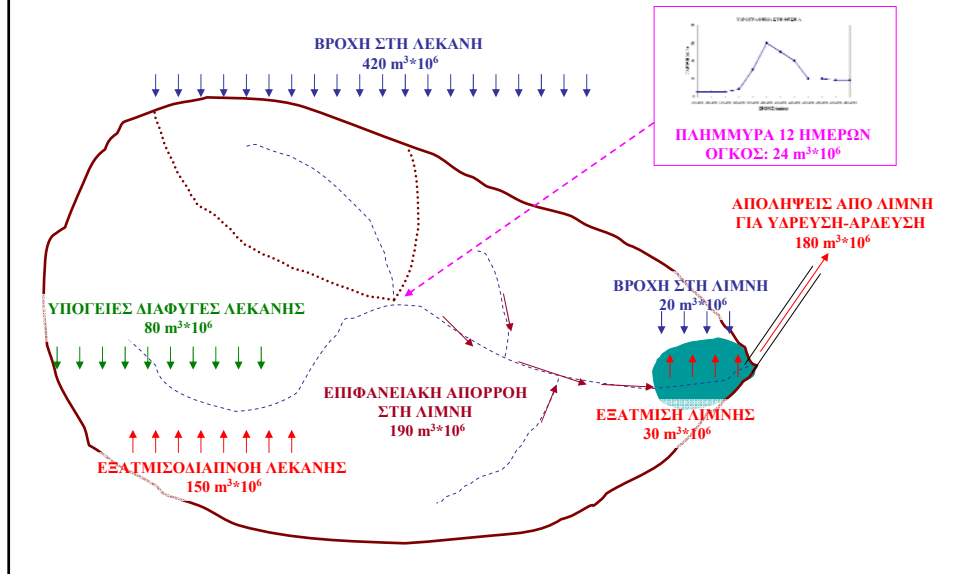


Υδροκρίτης



ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ



Εξίσωση Ισοζυγίου

$$\Delta S = P - R - G - E - T$$

- Η μεταβολή στην αποθηκευτικότητα μιας λεκάνης απορροής είναι ίση με την ποσότητα νερού που πέφτει ως κατακρήμνιση P , μείον την ποσότητα νερού που απορρέει επιφανειακά R , απορρέει υπόγεια G , εξατμίζεται στην ατμόσφαιρα E και διαπνέεται από τα φυλλώματα της βλάστησης T .

Μονάδες...

Μεταβλητή	Χαρακτηριστικά	Μονάδες μέτρησης
Κατακρήμνιση	Ύψος	Χιλιοστά (mm)
	Ένταση	Χιλιοστά ανά ώρα (mm/h)
	Διάρκεια	Ωρες (h)
Εξάτμιση	Ρυθμός	Χιλιοστά ανά μέρα, μήνα ή χρόνο (mm/day, mm/mo, mm/yr)
	Ύψος	Χιλιοστά (mm)
Διήθηση	Ρυθμός	Χιλιοστά ανά ώρα (mm/h)
	Ύψος	Χιλιοστά (mm)
Παρεμπόδιση	Ισοδύναμο ύψος	Χιλιοστά ανά διάρκεια καταιγίδας (mm/time)
Κατακράτηση	Ισοδύναμο ύψος	Χιλιοστά ανά διάρκεια καταιγίδας (mm/time)
Απορροή	Παροχή	Κυβικά μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m ³ /sec),
	Όγκος	Κυβικά μέτρα (m ³),
	Ισοδύναμο ύψος	Ισοδύναμο χιλιοστά πάνω στη λεκάνη απορροής (mm)

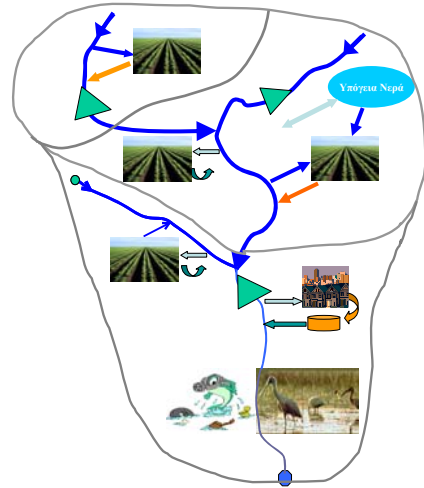
Βασικές μετατροπές

- **Βροχόπτωση:** ύψος X επιφάνεια = όγκος
- **Παροχή:** όγκος/χρόνο X χρόνο = όγκος

(γενικά δουλεύουμε με όγκους – όχι
ισοδύναμο ύψη κτλ)

Στόχοι διαχείρισης των υδατικών πόρων

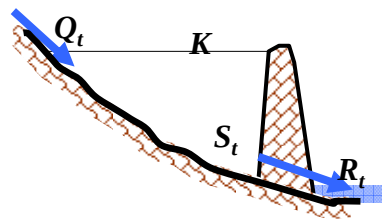
- Προμήθεια νερού επαρκούς ποσότητας και κατάλληλης ποιότητας για την ικανοποίηση «αναγκών»
- Προστασία των υδατικών πόρων από τη ρύπανση
- Διατήρηση των οικοσυστημάτων και του φυσικού περιβάλλοντος
- Προστασία από ακραία φαινόμενα (πλημμύρες & ξηρασίες)
- Μεγιστοποίηση της κοινής ωφέλειας από τους υδατικούς πόρους
- Μέριμνα για τη διατήρηση των αναγκαίων αποθεμάτων στο μέλλον και αποφυγή μη αναστρέψιμων επεμβάσεων
- Διατήρηση υψηλού επιπέδου αξιοπιστίας (περιορισμός της αβεβαιότητας)



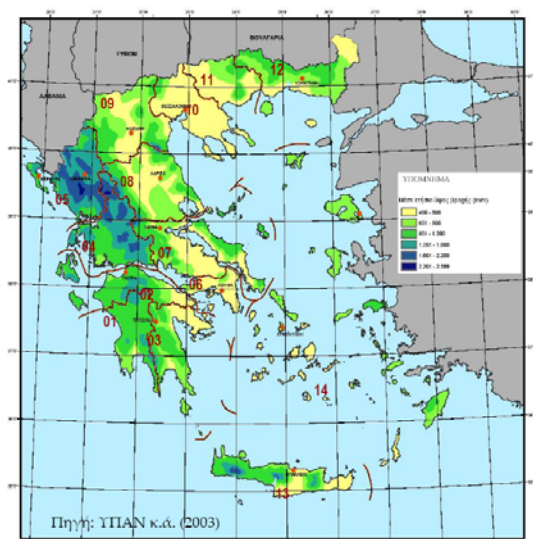
Διαχείριση σε επίπεδο
λεκάνης απορροής

Υποδομές

- Δυστυχώς το νερό είναι σε λάθος μέρος, λάθος χρόνο, λάθος ποσότητα!
- Τι κάνουμε;
- Επεμβαίνουμε στον Υδρολογικό Κύκλο
 - Ταμιευτήρες, Κανάλια, Αναχώματα, φράγματα
 - Πχ. Ένας ταμιευτήρας **αλλάζει την κατανομή στο χρόνο των περισσειών και των ελλειμμάτων νερού**



Υδατικοί Πόροι στην Ελλάδα: Κατανομή



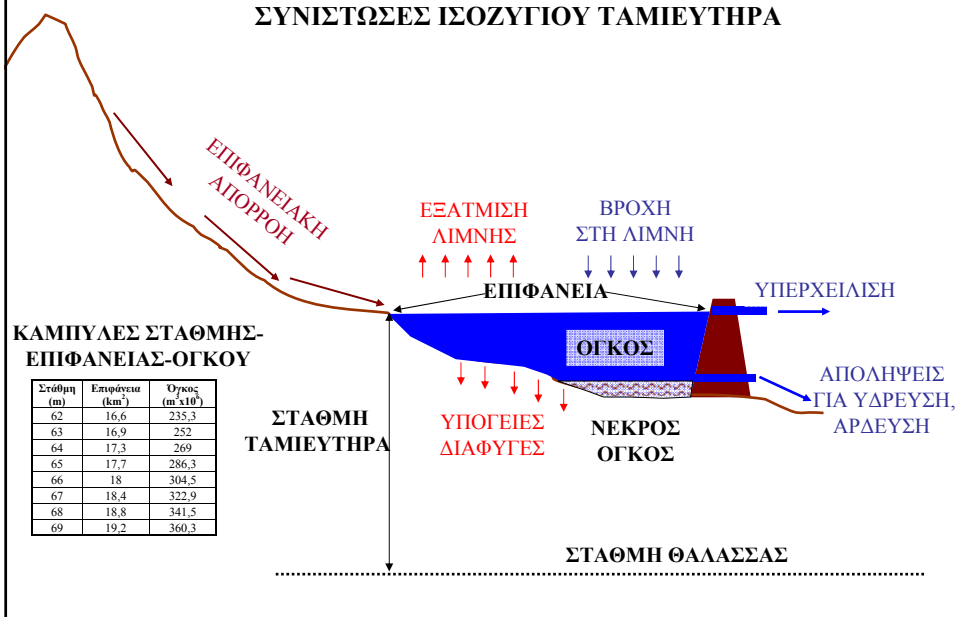
Υδατικά Διαμερίσματα

- 01: Δυτική Πελοπόννησος
- 02: Βόρεια Πελοπόννησος
- 03: Ανατολική Πελοπόννησος
- 04: Δυτική Στερεά Ελλάδα
- 05: Ηπειρος
- 06: Αττική
- 07: Ανατολική Στερεά Ελλάδα
- 08: Θεσσαλία
- 09: Δυτική Μακεδονία
- 10: Κεντρική Μακεδονία
- 11: Ανατολική Μακεδονία
- 12: Θράκη
- 13: Κρήτη
- 14: Νησιά Αιγαίου

Πηγή: ΥΠΛΑΝ κ.ά. (2003)

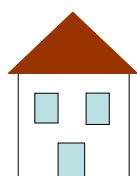
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ



Ένα παράδειγμα...

- Έχετε ένα σπίτι σε μια παραλία της Τήνου...



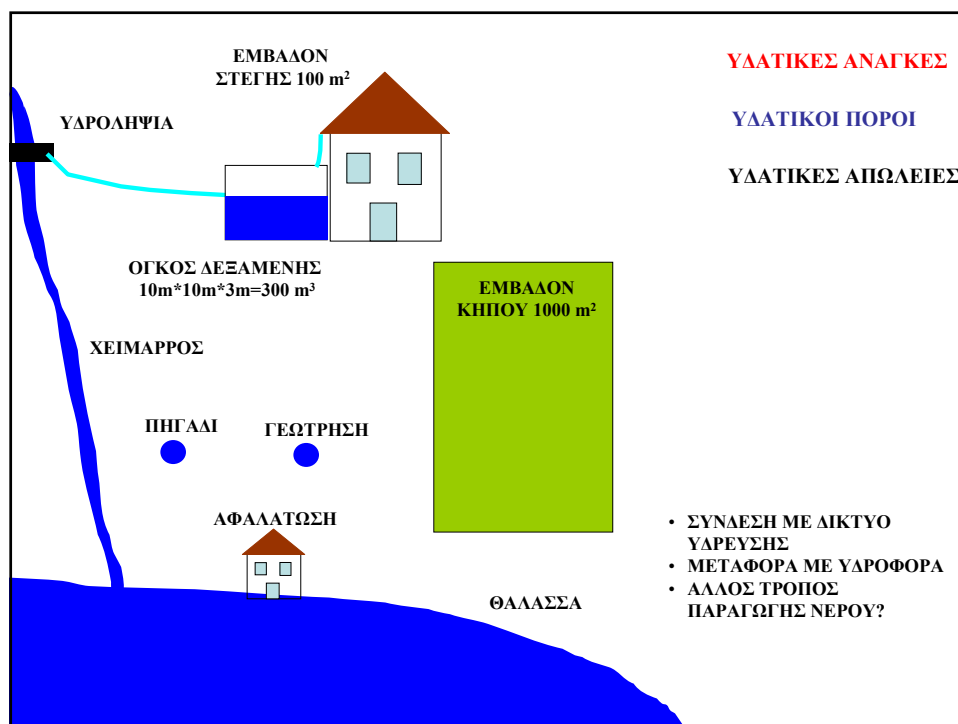
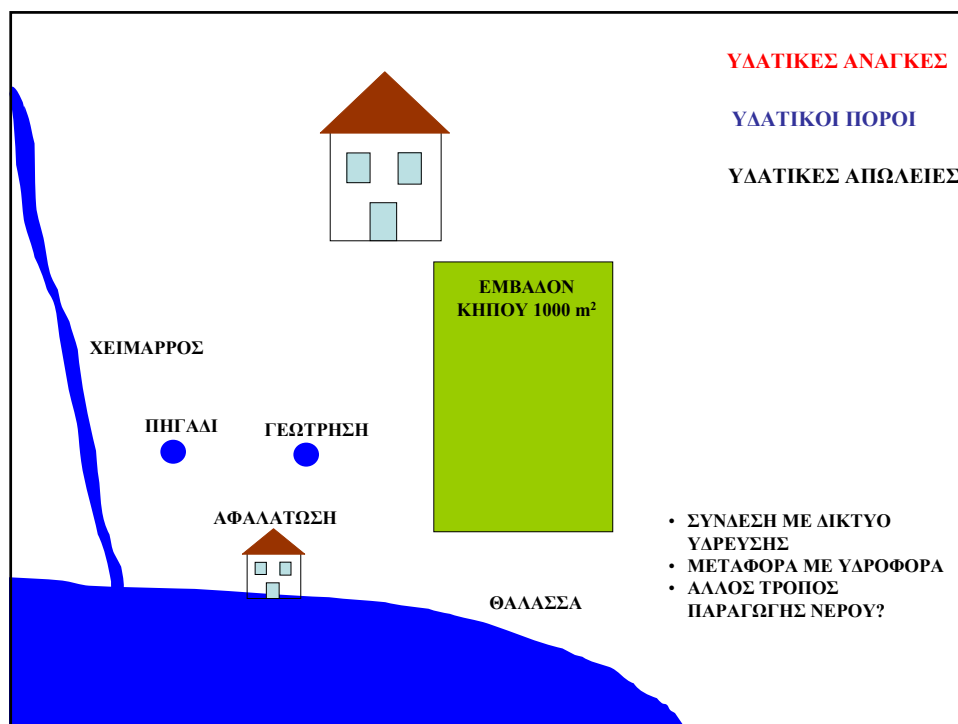
ΕΜΒΛΑΘΟΝ
ΚΗΠΟΥ 1000 m²

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

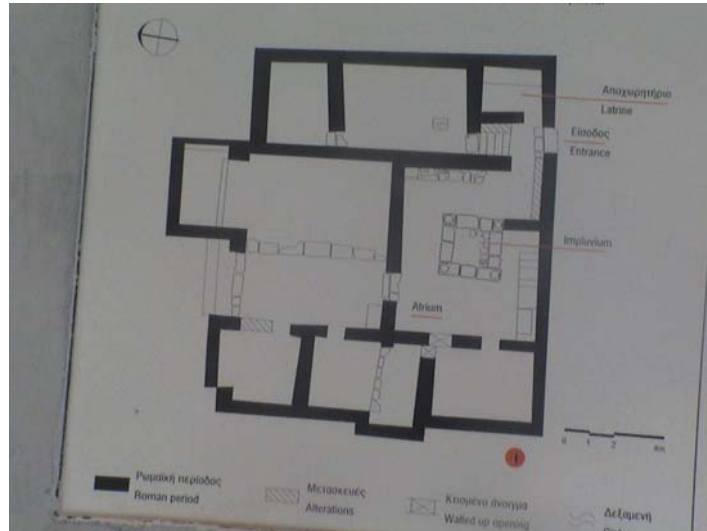
ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

ΘΑΛΑΣΣΑ



Ρωμαίοι στη Σαντορίνη...



Παροχή;

- ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ: 400 mm (καθαρή) * 100 m² = 40 m³ ανά έτος
- ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
 - Χρονική κλίμακα
 - Γεωλογία-εδαφολογία
 - Προηγούμενη κατάσταση

Ζήτηση;

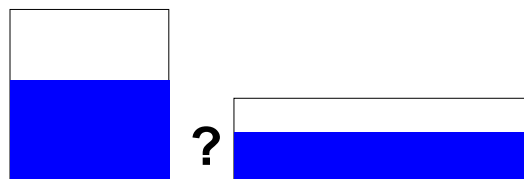
- ΥΔΡΕΥΣΗ: 0.1 m^3 ανά κάτοικο ανά ημέρα = 36.5 m^3 ανά κάτοικο ανά έτος
- ΑΡΔΕΥΣΗ: 400-700 mm στην αρδευτική περίοδο (Μάιος-Σεπτέμβριος): $400-700 \text{ mm} * 1000 \text{ m}^2 = 400-700 \text{ m}^3$
- ΕΤΗΣΙΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ (στην Ελλάδα)
- 600 mm → 600 m^3 ανά στρέμμα
- ΑΝΑΓΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ:
 - από $0.01-1 \text{ m}^3$ ανά κάτοικο και ημέρα
 - Ελλάδα 200 lt ανά κάτοικο και ημέρα → $73 \text{ m}^3/\text{έτος}$
 - 300 lt ανά επισκέπτη και διανυκτέρευση
 - Αθήνα 420 hm^3 ανά έτος
- ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ, ΕΝΕΡΓΕΙΑ, ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ, ΙΧΘΥΟΤΡΟΦΙΑ ...

Απορροή;

- ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗ: $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$ → 864 m^3 ανά ημέρα
- Μόρνος: $10 \text{ m}^3/\text{s}$
- Σπερχειός: $17 \text{ m}^3/\text{s}$
- Αχελώος: $140 \text{ m}^3/\text{s}$

Κατακράτηση;

- ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΑΤΜΙΣΗ:
 - 1500 mm από ελεύθερη επιφάνεια
 - 800 mm από έδαφος



Ένταση;

- 100 mm σε 1 hr σε 100 m² → 10 m³/ hr → 2.8 lt/s
- 100 mm σε 5 hr σε 100 m² → 2 m³/ hr → 0.55 lt/s
- Χωρητικότητα υδρορροής: 40 m * 0.1 m * 0.05 m = 200 lt
- Παροχeyeυτικότητα υδρορροής: 1 lt/sec
- Στην πρώτη περίπτωση η στέγη θα πλημμυρίσει σε 200 lt/(2.8-1) lt/sec= 111 sec
- Στην δεύτερη περίπτωση η στέγη δεν θα πλημμυρίσει

Παράδειγμα 1.1

- Βροχόπτωση έντασης 5 mm/h, έπεσε σε λεκάνη απορροής έκτασης 4 km² για 6 ώρες. Στην έξοδο της λεκάνης μετρήθηκε απορροή κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ίση με 70000 m³. Πόση από την ποσότητα της 6ωρης βροχόπτωσης μετατράπηκε σε υδρολογικές απώλειες;

Παράδειγμα 1.2

- Λίμνη σταθερής επιφάνειας 1.110.000 m² έχει σε δεδομένο μήνα εισροή 0.42 m³/s, αντίστοιχη εκροή 0.36 m³/s και αύξηση του αποθέματος 19800 m³. Ένας βροχογράφος που είναι δίπλα στη λίμνη, μέτρησε για τον εν λόγω μήνα συνολική βροχόπτωση 27 mm. Αν υποτεθεί ότι οι διαφυγές από τη λίμνη είναι ασήμαντες, να προσδιοριστεί η μηνιαία εξάτμιση της λίμνης.

Παράδειγμα 1.3

- Η λεκάνη απορροής ενός ποταμού έχει συνολική έκταση 840 km² και καλύπτεται από τέσσερις βροχομετρικούς σταθμούς Α, Β, Γ και Δ. Το ποσοστό της επιφάνειας της λεκάνης που αντιπροσωπεύει ο κάθε σταθμός είναι 30%, 25%, 35% και 10% αντίστοιχα. Κατά το υδρολογικό έτος 1998-1999 οι τέσσερις σταθμοί κατέγραψαν τα ακόλουθα μηνιαία ύψη βροχής σε mm

	Ο	Ν	Α	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ
h(A)	63	105	112	80	110	68	58	55	27	18	11	22
h(B)	69	110	130	88	107	70	62	61	34	22	7	25
h(Γ)	81	145	122	93	125	79	66	58	29	19	12	18
h(Δ)	76	137	143	100	119	82	70	67	40	10	5	16

Παράδειγμα 1.3

Να υπολογιστούν:

- Το σημειακό ετήσιο ύψος βροχής στον κάθε σταθμό.
- Το ετήσιο ύψος βροχής και ο ετήσιος όγκος βροχής στη λεκάνη απορροής.
- Εάν η μέση ετήσια απορροή είναι 8.3 m³/s να υπολογιστεί ο ετήσιος όγκος απορροής και το ισοδύναμο ύψος απορροής της λεκάνης σε mm.
- Ο ετήσιος συντελεστής απορροής.
- Ο όγκος υδρολογικών απωλειών και το ισοδύναμο ύψος υδρολογικών απωλειών στη λεκάνη.
- Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή εάν οι υδρολογικές απώλειες από διήθηση και υπόγειες διαφυγές είναι το 35% της συνολικής βροχής.
- Το μέγιστο μηνιαίο ύψος βροχής στη λεκάνη απορροής.

Παράδειγμα 1.4

- Σε θέση ποταμού πρόκειται να κατασκευαστεί **φράγμα** για την αποθήκευση νερού ώστε να καλυφθούν οι αρδευτικές ανάγκες παρακείμενων εκτάσεων. Η λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος έχει έκταση 818 km² και θεωρείται στεγανή. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα ιστορικά δείγματα (α) της ετήσιας επιφανειακής βροχόπτωσης P της λεκάνης και (β) της μέσης ετήσιας παροχής Q στη θέση του φράγματος για μια περίοδο 10 υδρολογικών ετών.

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ	P (mm)	Q (m ³ /s)
1981-82	1487	23.73
1982-83	1337	17.01
1983-84	1357	24.99
1984-85	1000	15.54
1985-86	1532	23.10
1986-87	1182	14.49
1987-88	1173	13.86
1988-89	1238	12.39
1989-90	760	5.67
1990-91	1477	20.37

Παράδειγμα 1.4

Ζητούνται:

- Ο όγκος της απορροής σε m³ και το αντίστοιχο ύψος απορροής σε mm για κάθε χρόνο.
- Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ET) στη λεκάνη σε mm και σε m³ για κάθε χρόνο.
- Ο συντελεστής απορροής για κάθε χρόνο και για τη χρονική περίοδο του δείγματος.
- Η αναμενόμενη ετήσια ποσότητα νερού (σε mm) που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αν οι ολικές απώλειες του υπό κατασκευή ταμιευτήρα (εξάτμιση, διαφυγές, υπερχειλίσσεις) ανέρχονται σε ποσοστό 18% της μέσης υπερετήσιας εισροής στον ταμιευτήρα.
- Η έκταση της καλλιεργήσιμης επιφάνειας που μπορεί να αρδευτεί με την παραπάνω ποσότητα νερού, (σε περίπτωση που το φράγμα ήταν αρδευτικό), αν η **δυναμική εξατμισοδιαπνοή** της καλλιέργειας κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου είναι 650 mm και η βροχόπτωση την ίδια περίοδο αμελητέα.