

# Εισαγωγή στο μάθημα Εγχειοβελτιωτικά έργα

Εισαγωγή-Βασικές Έννοιες-

Δρ Μ.Σπηλιώτη  
Αναπληρωτή Καθηγητή ΔΠΘ

Γενικά-ιστορική αναδρομή

# Ιστορική αναδρομή

- Γεωργική επανάσταση
- Σημασία των υδραυλικών έργων (αρδευτικά δίκτυα) στους πρώτους πολιτισμούς στη Μεσοποταμία, το Νείλο και την Κίνα
- Καταστροφή του πολιτισμού των Μάγια από ξηρασίες
- Αριστοτέλης: μελέτη για τις συνιστώσες του υδρολογικού κύκλου
- 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
- Αναγέννηση

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

# Ρωμείο Υδραγωγείο - ιστορικές στρεβλώσεις



Επίσης,  
Μεγάλα  
Υδραυλικά  
έργα  
Αράβων



# Νεώτερη ώθηση

- Δημιουργία αποχετευτικών δικτύων στις Δυτικές μητροπόλεις
- Βιομηχανική επανάσταση
- Μεγάλη ώθηση της επιστήμης και της τεχνικής, Υδραυλικής
  - Χρήση αντλιών
  - Κατασκευή φραγμάτων
  - Επινόηση της Υδρολογίας
  - Εγκαταστάσεις υγιεινής
- Ανεπτυγμένες χώρες του Βορρά, υπερέπάρκεια υδατικού δυναμικού, πρόβλημα ποιότητας σε αντίθεση με το Νότο
- Επινόηση της συστημικής προσέγγισης, διαχείριση υδατικών πόρων
- Προκλήσεις
  - Κλιματική αλλαγή
  - Αύξηση πληθυσμού
  - Οικονομική ξηρασία
- Ολοκληρωμένη διαχείριση και προσαρμοστική διαχείριση

# 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

# Εγγειοβελτιωτικά έργα

Με τον όρο *εγγειοβελτιωτικά έργα* εννοούμε όλα τα έργα που έχουν ως σκοπό την ανάπτυξη και διατήρηση των υδατικών, εδαφικών και γεωργικών πόρων. Με ένα τέτοιο γενικό ορισμό στα εγγειοβελτιωτικά έργα υπάγονται όλα σχεδόν τα έργα υδραυλικά και άλλα που γίνονται στις γεωργικές εκτάσεις.

Τα εγγειοβελτιωτικά έργα συναντώνται είτε ως αυτοτελή είτε σε συνδυασμό με άλλα έργα υδατικών πόρων που αποβλέπουν σε άλλους σκοπούς (π.χ. ύδρευση οικισμών, παραγωγή ενέργειας). Τα σύνθετα αυτά έργα είναι γνωστά ως έργα πολλαπλού σκοπού. Οι σύγχρονες τάσεις κάτω από την επίδραση των γενικότερων οικονομοτεχνικών συνθηκών ευνοούν την κατασκευή έργων πολλαπλού σκοπού.

# Άρδευση - Στραγγίση

Με τον όρο *Άρδευση* εννοούμε συνήθως την προσαγωγή νερού στις καλλιέργειες με τεχνικά μέσα με σκοπό την κανονική τους ανάπτυξη και απόδοση.

Αντίθετα με τον όρο *Στραγγίση* εννοούμε τη διαδικασία απομάκρυνσης του πλεονάζοντος νερού από τις γεωργικές εκτάσεις με τεχνικά μέσα και μεθόδους με σκοπό την ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών. Δευτερογενής αλλά εξ ίσου σπουδαίος είναι ο ρόλος των αρδεύσεων και των στραγγίσεων για τη διατήρηση των εδαφικών γεωργικών πόρων.

Στα αρδευτικά έργα διακρίνουμε συνήθως τα εξής μέρη:

1. Έργα συλλογής, αποθήκευσης ή υδροληψίας
2. Σύστημα μεταφοράς και διανομής του αρδευτικού νερού
3. Σύστημα εφαρμογής.

Αν το αρδευτικό έργο συνοδεύεται με το αντίστοιχο στραγγιστικό διακρίνουμε επί πλέον τα εξής μέρη:


4. Δίκτυο συλλογής και απομάκρυνσης του πλεονάζοντος νερού και
5. Έργο απόθεσης στον τελικό αποδέκτη.



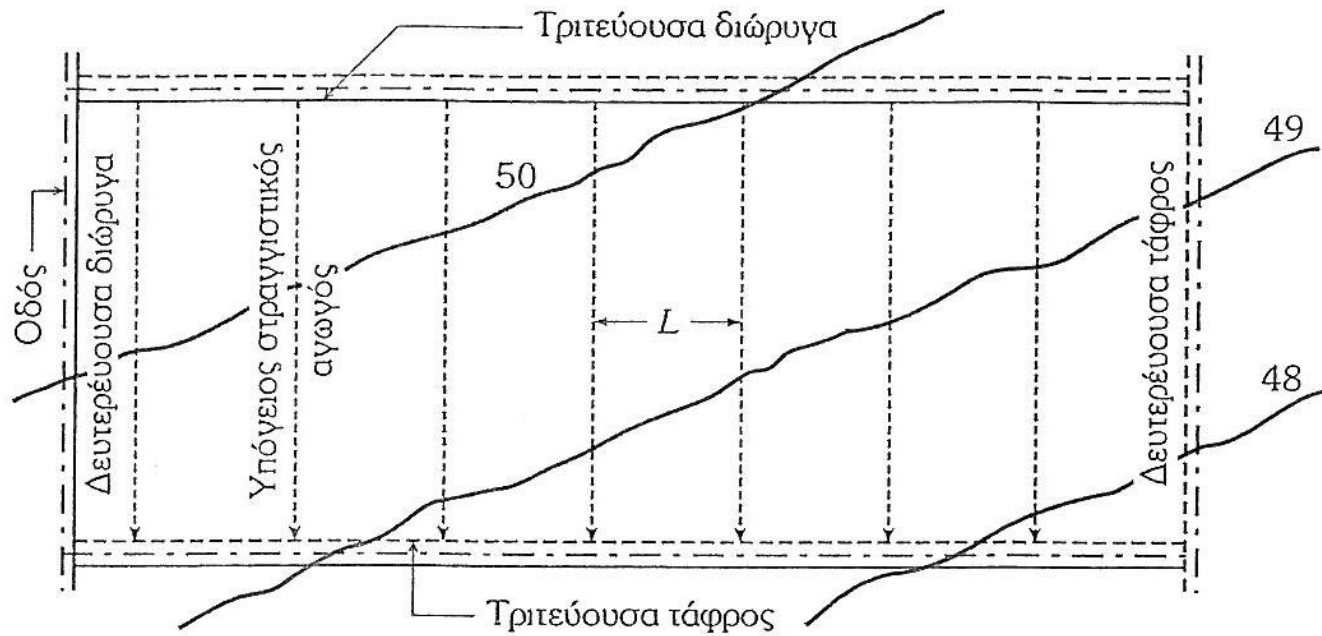
# Στραγγιση

Ο σκοπός της στραγγίσις των γεωργικών εκτάσεων είναι η απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού, είτε στην επιφάνεια του εδάφους, είτε στο ριζόστρωμα των καλλιεργειών για την αποτροπή δυσμενών συνεπειών στην ανάπτυξή τους. Για παράδειγμα, ο κορεσμός της ζώνης ριζοστρώματος που μπορεί να προκληθεί από άνοδο της φρεατικής στάθμης λόγω διήθησης των νερών της βροχής ή της άρδευσης ή από εισροή υπόγειου νερού από παρακείμενη υψηλότερη περιοχή, δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες για τα φυτά με αποτέλεσμα το ριζικό τους σύστημα σταδιακά να σαπίσει. Σε ξηρές περιοχές η στραγγίσις εξασφαλίζει την παρεμπόδιση της συγκέντρωσης αλάτων ως και την απομάκρυνσή τους από το ριζόστρωμα (έκπλυση με ποσότητα νερού πλέον της αρδευτικής δόσης, που θα απομακρυνθεί στη συνέχεια μέσω του στραγγιστικού δικτύου).

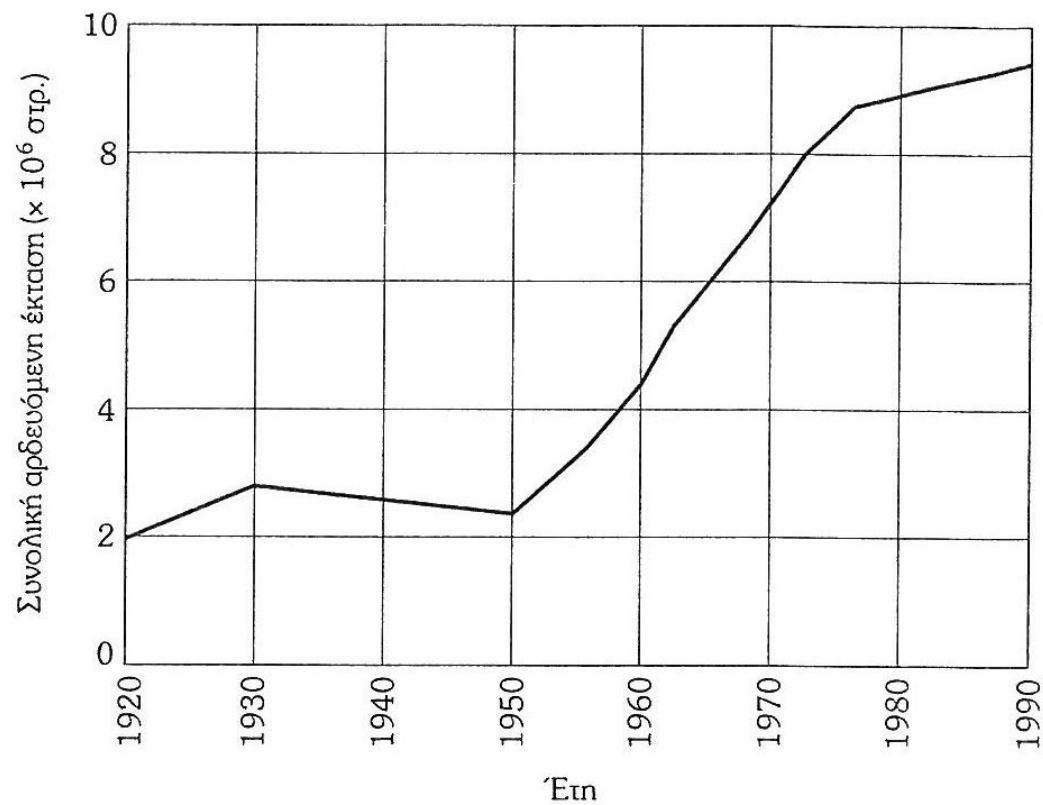
Η απομάκρυνση των επιφανειακών νερών γίνεται συνήθως με ένα δίκτυο τάφρων ή άλλων επιφανειακών αγωγών. Η απομάκρυνση όμως του νερού από το ριζόστρωμα και ο έλεγχος της φρεατικής στάθμης (ανώτατη κορεσμένη επιφάνεια του υπόγειου υδροφορέα όπου το νερό βρίσκεται σε ατμοσφαιρική πίεση), απαιτεί ένα δίκτυο υπόγειων κλειστών στραγγιστικών αγωγών γνωστών με το όνομα «στραγγιστικοί σωλήνες» ή «σωληνωτά ντραίνα» ή εν συντομία «ντραίνα».



Παράδειγμα  
γλάστρας  
με οπή



**Σχ. 9.1:** Τυπική διάταξη στραγγιστικών αγωγών σ' ένα επιφανειακό δίκτυο άρδευσης.

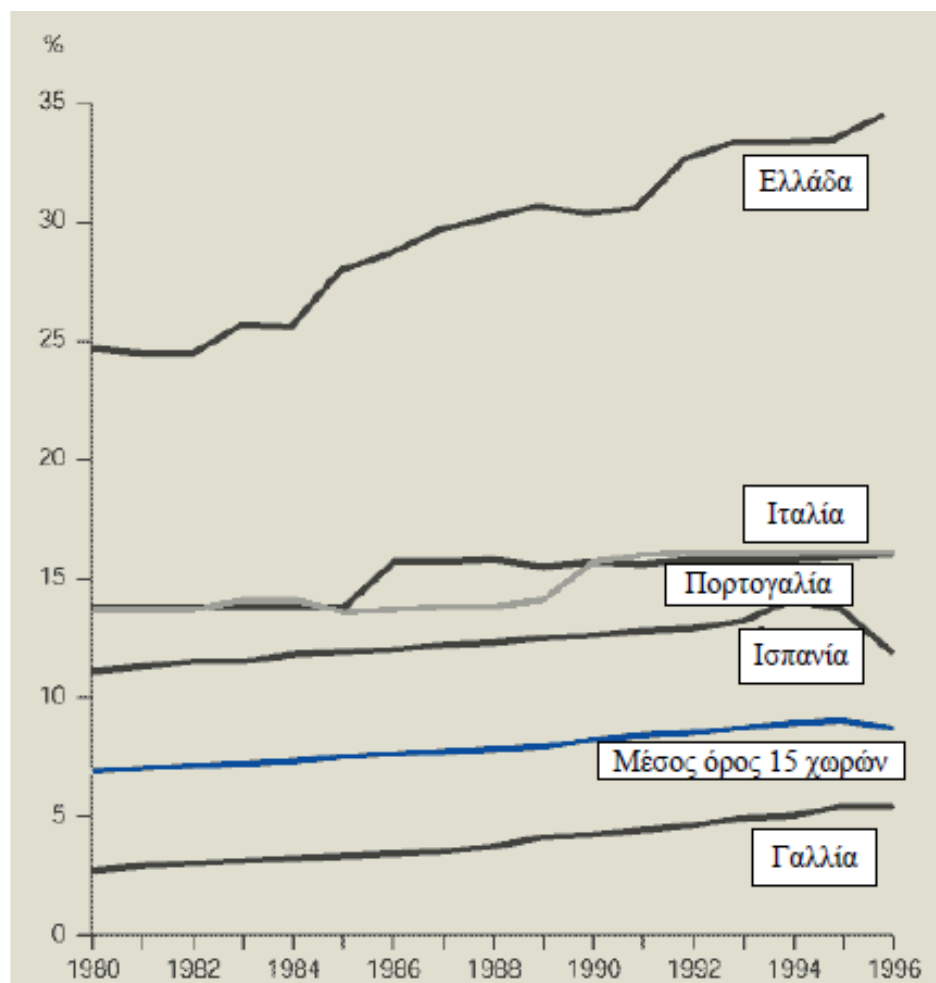


**Σχ. 1.1:** Η εξέλιξη των Αρδεύσεων στην Ελλάδα (1929-1976) (Τσακίρης, 1991).

# Δυνατότητες και προοπτικές

Η συνολική αρδευόμενη έκταση της χώρας μέχρι το 1977 υπολογίζεται σε  $9.8 \times 10^6$  στρέμματα από την οποία 43% αρδεύεται με καταιονισμό και η υπόλοιπη με επιφανειακή άρδευση. Η έκταση αυτή αποτελεί το 22.5% της όλης γεωργικής γης που υπολογίζεται σε  $39 \times 10^6$  στρέμματα και το 24.8% της καλλιεργούμενης γης που φτάνει στα  $35.8 \times 10^6$  στρέμματα. Πιστεύεται ότι οι υδατικοί πόροι της χώρας επαρκούν για την πλήρη ικανοποίηση από πλευράς αναγκών σε νερό για την επέκταση των αρδεύσεων σε  $16 \times 10^6$  στρέμματα δηλαδή το 45% της καλλιεργούμενης γης της χώρας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η από καθαρά συλλογικά αρδευτικά έργα η αρδευόμενη έκταση το 1977 αντιπροσωπεύει μόλις το 41% της συνολικά αρδευόμενης έκτασης. Η υπόλοιπη έκταση αρδεύονταν από μικρά ιδιωτικά ή συνεταιριστικά έργα (Παπαδόπουλος και Σαλάπας, 1978).



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 εγχειριστικά 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.

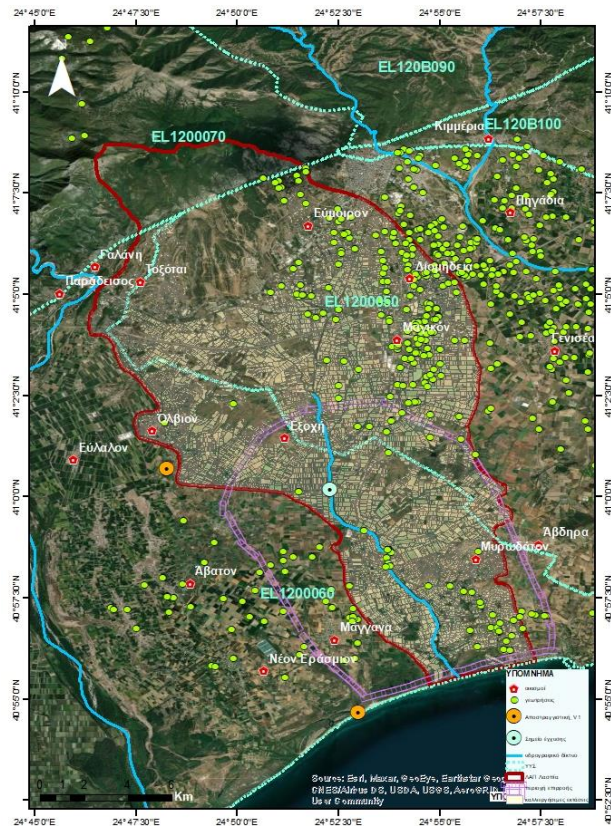
# Νεότερες τάσεις στα εγγειοβελτιωτικά έργα

- **t<1987**, έμφαση το έργο και την αύξηση της γεωργικής παραγωγής
- **Δεύτερη περίοδος από το 1987 μέχρι το 2003**, με την εφαρμογή του νόμου-πλαίσιο 1399/87, ο οποίος συνέδεσε όλες τις αναπτυξιακές δράσεις με την προστασία του περιβάλλοντος και εν γένει των υδάτων δίνοντας προτεραιότητα στην ύδρευση και στο περιβάλλον.
- Η τρίτη περίοδος, **2003-σήμερα**, αφορά στην εφαρμογή της **οδηγίας 2000/60/ΕΚ** με κύριο στόχο την προστασία των υδάτων και την επίτευξη της **«καλής κατάστασής»** τους με συγκεκριμένο πρόγραμμα μέτρων και χρονοδιάγραμμα.
  - Λειψές **συμμετοχικές διαδικασίες**
  - Ανάγκη για **αποκεντρωμένο σχεδιασμό και λήψη απόφασης**  
Π.χ.(ΤΟΕΒ Κρήτης) συνέβαλε στην ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων και στη δικαιότερη κατανομή του νερού μεταξύ των χρηστών. Ε (Κριτωτάκης, 2017)

# Απόφαση για νέα έργα στα πλαίσια της ΔΥΠ

Ένταξη – λειτουργία του έργου στα πλαίσια της λεκάνης απορροής στα πλαίσια της ΔΥΠ

Εμπλοκή κοινού με ερωτηματολόγια και ημερίδες



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ

## Ερωτηματολόγιο.

(Το ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται από τους/τις παράγωγους και χρήστες νερού της λεκάνης απορροής του π. Λασιπία.

Επωνυμία Φορέα/Οργανισμού:
E-mail:
Ηλικία: <25 <input type="checkbox"/> 25-45 <input type="checkbox"/> 45-65 <input type="checkbox"/> >65 <input type="checkbox"/>
Επάγγελμα/Κατάρτιση/Εκπαίδευση: Νέος αγρότης <input type="checkbox"/> Έμπειρος αγρότης (>5 έτη) <input type="checkbox"/> Ικανός αγρότης (χρόνια καλλιέργειας και να έχει τελειώσει το λύκειο ή εξειδικευμένος σε συγκεκριμένο τύπο καλλέργειας) <input type="checkbox"/> Ειδικός (σε οργανισμούς με σχετικό πτυχίο ΑΕΙ) <input type="checkbox"/> Κάτοχος σχετικού μεταπτυχιακού διπλώματος <input type="checkbox"/>
Μορφωτικό επίπεδο: Δημοτικό <input type="checkbox"/> Γυμνάσιο <input type="checkbox"/> Λύκειο <input type="checkbox"/> ΙΕΚ <input type="checkbox"/> Πτυχίο <input type="checkbox"/> Μεταπτυχιακό <input type="checkbox"/> Διδακτορικό <input type="checkbox"/>

### Ερώτηση 1

Ποια πιστεύετε ότι είναι τα βασικότερα προβλήματα του π. Λασιπία. Ιεραρχήστε από 1 έως 8 από το πιο βασικό έως το λιγότερο βασικό πρόβλημα.

- Πλημμυρικά φαινόμενα
- Προβλήματα στην ποιότητα του νερού από τον π. Λασιπία
- Προβλήματα επάρκειας νερού από τον π. Λασιπία
- Προβλήματα στην ποιότητα του νερού τους καλοκαιρινούς μήνες από τον π. Λασιπία
- Προβλήματα στην ποιότητα του νερού σε έτη με ξηρασία από τον π. Λασιπία
- Προβλήματα επάρκειας νερού από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα
- Προβλήματα στην ποιότητα του νερού τους καλοκαιρινούς μήνες από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα
- Προβλήματα στην ποιότητα του νερού σε έτη με ξηρασία από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα

Αναφέρετε τυχόν άλλα προβλήματα σχετικά με τον π. Λασιπία ή τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα

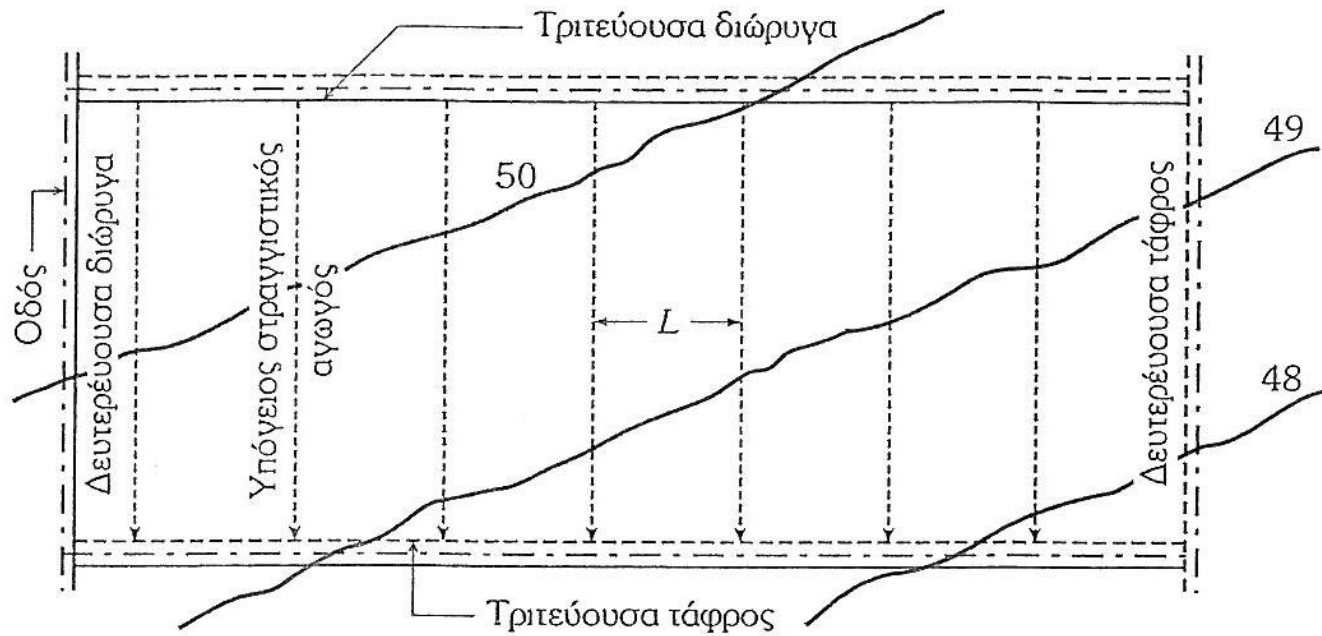
.....

.....



# Συλλογικά και ατομικά δίκτυα στον Ελλ. χώρο

- Συλλογικά δίκτυα, από επιφανειακούς υδατικούς πόρους
- Ιδιωτικά έργα, σχεδόν πάντα από υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, πολλές φορές με μη μελετημένο ή και παράνομο τρόπο → μη βιώσιμη αξιοποίηση υδατικού πόρου



**Σχ. 9.1:** Τυπική διάταξη στραγγιστικών αγωγών σ' ένα επιφανειακό δίκτυο άρδευσης.

Παθογένειες-προκλήσεις

# Παθογένειες

Μερικές από τις παθογένειες της άρδευσης σε επίπεδο Εγγειοβελτιωτικού Έργου είναι οι εξής:

- Η εγκατάλειψη του δικτύου μετά την κατασκευή του (μεγάλες απώλειες και διαρροές).
- Οι μέτριες ή προβληματικές κατασκευές (ή και μελέτες).
- Η ανυπαρξία ουσιαστικής μελέτης για τη «Διαχείριση του Έργου».
- Η ανεπαρκής (και πολλές φορές αντιεπιστημονική) στελέχωση των τοπικών φορέων διαχείρισης.
- Η ανεπαρκής χρηματοδότηση της συντήρησης σε αντίθεση με την κατασκευή.
- Η αδυναμία γρήγορων και επί τόπου επισκευών.
- Η ανυπαρξία Συστήματος Διαχείρισης του δικτύου και των αναγκαίων επιστημονικών εργαλείων.
- Η ανεξέλεγκτη χρήση των πόρων.
- Η δημιουργία δυσμενών συνθηκών για το περιβάλλον.

# Προκλήσεις

- Παρακολούθηση, ανάταξη και εκσυγχρονισμός δικτύων (πολλά από τα οποία είναι παρατημένα)
- Εξοικονόμηση νερού (ορθή λειτουργία, σε κάποιες περιπτώσεις αντικατάσταση της επιφανειακής άρδευσης)
- Ενσωμάτωση της ξηρασίας στο σχεδιασμό και την επιχειρησιακή διαχείριση (π.χ. κανόνες αντιστάθμισης, ελλειμματική άρδευση, σύστημα ασφαλίσεων εισοδήματος κλπ)
- Βιώσιμη αξιοποίηση υδατικών πόρων:
  - Ποσοτικά
  - Ποιοτικά
  - Περιβαλλοντική υποβάθμιση
- Εξοικονόμηση νερού

# Εγκατάλειψη υποδομών...

6



Σχ. 2 Χαρακτηριστική εικόνα που προδίδει μειωμένη φροντίδα και συντήρηση ενός αντλιοστασίου στην περιοχή των εγγειοβελτιωτικών έργων του Κάτω Αχελώου.

Κουτσογιάννης, 2015

# Μη βιώσιμη αξιοποίηση ΥΠ

- Π.χ. περιπτώσεις ατομικών δικτύων, χωρίς σχεδιασμό και έλεγχο:
  - Ποιοτική υποβάθμιση από υπερεκμετάλλευση: (παράκτιοι υδροφορείς, λόγω εισχώρησης θαλασσινού νερού στην ξηρά (υφαλμύριση)).
  - Ποιοτική υποβάθμιση από ρύπανση. Πρόκειται για εκτεταμένη διάσπαρτη ρύπανση από την εκτεταμένη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.
  - Ερημοποίηση

**Πίν. 1** Χρήση νιτρικών και φωσφορικών λιπασμάτων στα 15 κράτη-μέλη της ΕΕ, στην Ισλανδία και στη Νορβηγία (kg/ha γεωργικής γης).

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Αυστρία	70.5	72.8	60.4	58.7	54.5	53.6	52.2	52.9	48.6
Βέλγιο/Λουξεμβούργο	191.6	188.6	177.9	167.4	155.1	148.3	146.8	145.8	145.8
Δανία	167.0	172.1	173.4	160.9	144.0	138.8	136.4	124.7	125.6
Φιλανδία		139.9	126.6	95.5	101.3	111.1	110.9	119.2	117.8
Γαλλία	123.5	123.2	125.5	125.6	105.0	107.4	111.1	113.9	119.2
Γερμανία			132.9	130.7	128.0	118.1	129.3	125.2	125.4
<b>Ελλάδα</b>	<b>126.1</b>	<b>160.4</b>	<b>156.2</b>	<b>148.5</b>	<b>145.0</b>	<b>119.7</b>	<b>120.2</b>	<b>123.9</b>	<b>127.4</b>
Ιρλανδία	73.6	78.2	112.1	111.2	111.0	121.9	125.6		
Ιταλία	99.9	98.2	88.1	92.6	90.7				
Ολλανδία	280.0	287.8	231.4	234.5	230.8	221.6	237.2	229.7	233.8
Πορτογαλία		45.3	57.3	51.9	51.2	50.4	50.3	52.1	56.9
Ισπανία	50.6	52.4	59.3	56.6	47.0	54.5	57.8	55.2	57.8
Σουηδία		132.2	78.8	65.0	77.0	83.3	78.7	85.6	79.3
Βρετανία	89.0	110.5	106.7	97.7	89.1	96.0	102.2	100.6	101.2
Ισλανδία	10.2	8.7	7.7	8.0	8.5	7.8	7.2		
Νορβηγία	184.4	168.4	149.2	143.4	140.3	137.0	137.6		
<b>Μέσος όρος</b>	<b>108.2</b>	<b>111.5</b>	<b>104.0</b>	<b>100.9</b>	<b>92.6</b>	<b>93.8</b>	<b>97.2</b>	<b>96.9</b>	<b>96.8</b>
<b>Μέσος όρος ΕΕ</b>	<b>109.3</b>	<b>112.7</b>	<b>105.3</b>	<b>102.1</b>	<b>93.7</b>	<b>94.9</b>	<b>98.5</b>	<b>98.1</b>	<b>98.0</b>

Πηγή: Έκθεση για τη Γεωργία του European Environment Agency (2000), ΓΓΕΤ (2001).



# Βασικές έννοιες στη ΔΥΠ

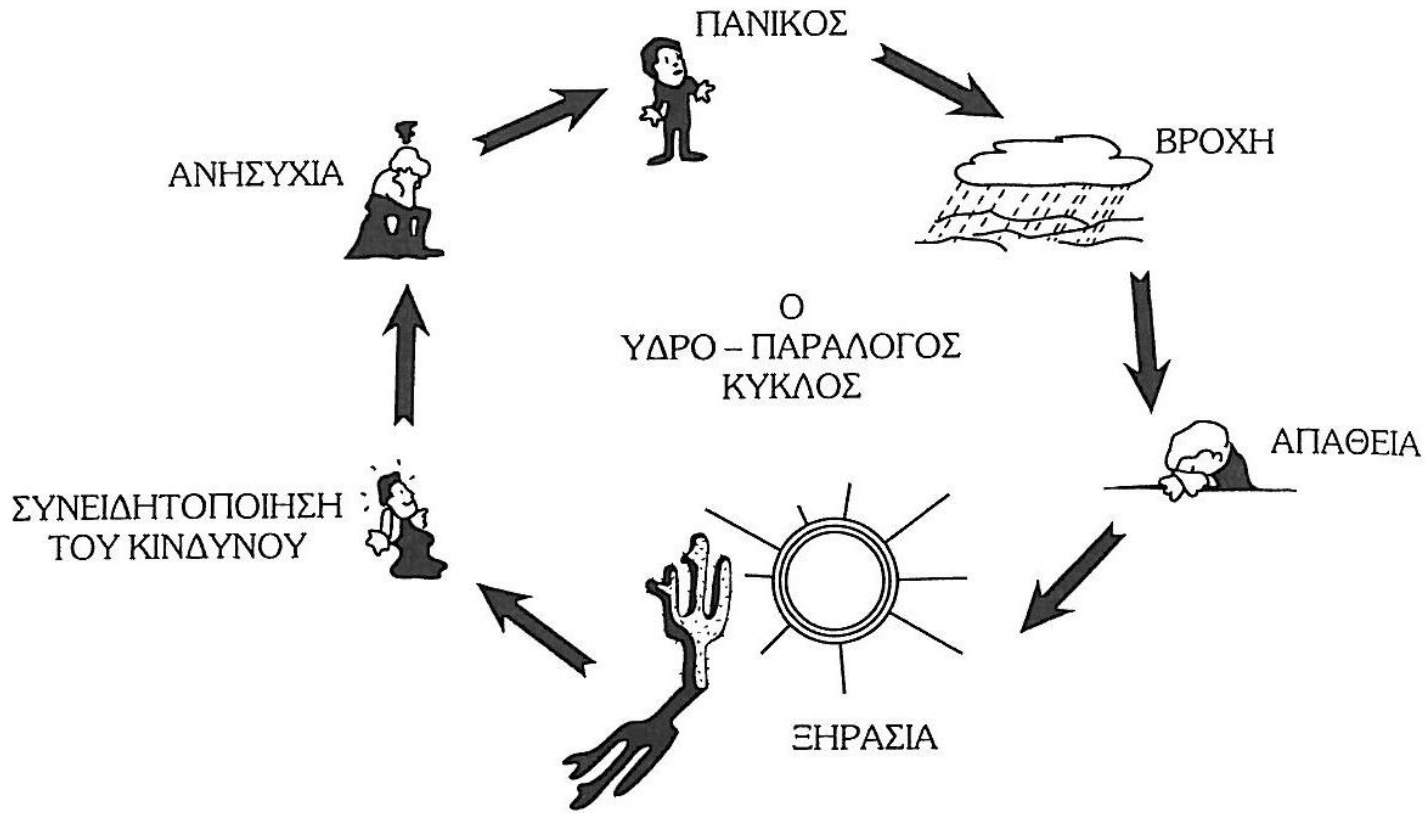
# Λειψυδρία

	Φυσικά Αίτια	Ανθρωπογενή Αίτια
Προσωρινή κατάσταση	Ξηρασία (drought)	Έλλειμμα Νερού (water shortage)
Μόνιμη κατάσταση	Ξηρότητα (aridity)	<b>Λειψυδρία Ερημοποίηση (Desertification)</b>

Λειψυδρία: μόνιμη ή περιστασιακή περίπτωση όπου η ζήτηση υπερβαίνει τους αξιοποιήσιμους υδατικούς πόρους. Αίτια:

- Ανθρωπογενή (αύξηση του πληθυσμού, η έλλειψη υποδομών κ.ά)
- Φυσικά
- Συνδυασμός

Ξηρασία: Το φαινόμενο κατά το οποίο οι ποσότητες εισερχόμενου διαθέσιμου νερού σε ένα σύστημα είναι **κάτω από τις κανονικές για μία σημαντική χρονική περίοδο** (Τσακίρης, 2013)



**Σχ. 13.1:** Ο "υδρο-παράλογος" κύκλος της ξηρασίας.

Το φαινόμενο της ξηρασίας σε αντίθεση με άλλα ακραία γεγονότα όπως πλημμύρες, καταιγίδες κλπ, έχει συνήθως μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς εύκολα να διακρίνεται η αρχή και το τέλος της.

- Γενικός ορισμός Ξηρασίας (για ένα υδατικό σύστημα)

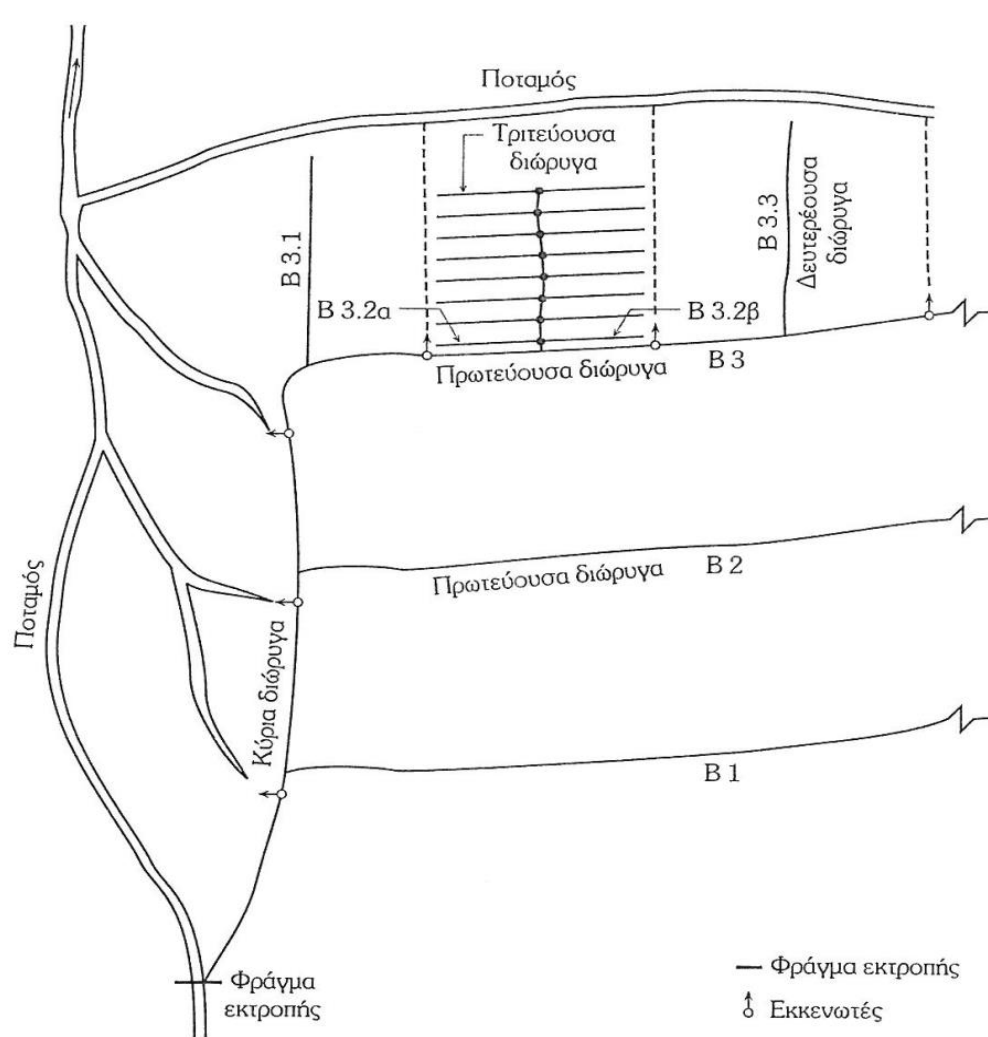
Φαινόμενο κατά τη διάρκεια εμφάνισης του οποίου το υδατικό σύστημα βρίσκεται κάτω από ένα κρίσιμο επίπεδο σε σχέση με την κανονική του λειτουργία.

για ένα κρίσιμο χρονικό διάστημα και έκταση...

- Συντελεί σε υδατικό έλλειμμα και άρα σε λειψυδρία
- Σε αντίθεση με τις πλημύρες καταλαμβάνει μεγάλη χρονική έκταση
- Μη πλήρως «αντιμετωπίσιμο» φαινόμενο, μετριασμός επιπτώσεων μείωση τρωτότητας

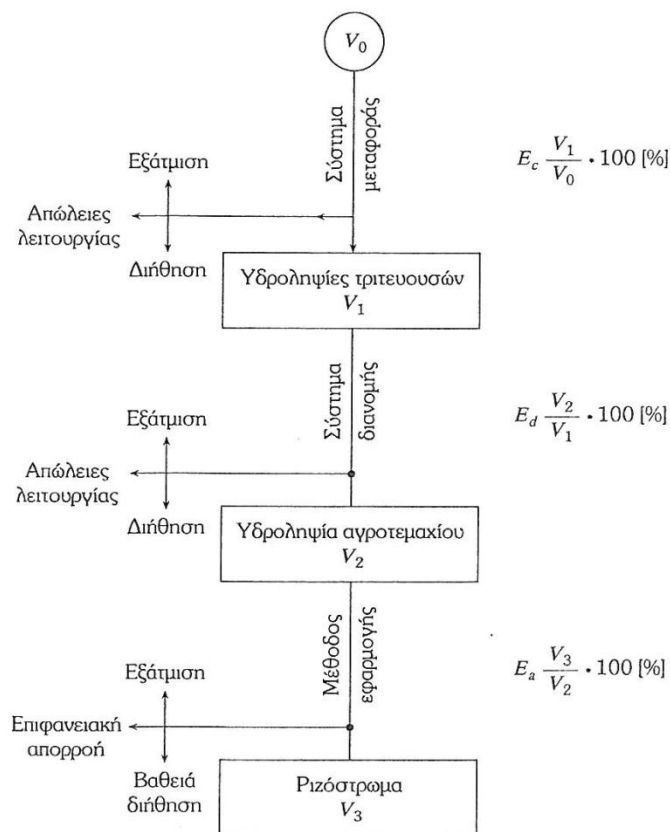
# Απώλειες νερού στα δίκτυα

# Γενική διάταξη συλλογικού δικτύου



Σχ. 6.13: Γενική διάταξη ενός αρδευτικού δικτύου ανοικτών αγωγών.

Οι απώλειες του αρδευτικού νερού κατά την εφαρμογή του μπορούν να καταταγούν: σ' αυτές που οφείλονται στην εξάτμιση, την επιφανειακή απορροή και τη βαθιά διήθηση (Σχήμα 6.14). Οι απώλειες αυτές εξαρτώνται κυρίως από τη μέθοδο εφαρμογής, τις συνθήκες εδάφους και ατμόσφαιρας καθώς και από την εμπειρία και την παιδεία των γεωργών στη χρησιμοποίηση του νερού. Γενικά οι μέθοδοι επιφανειακής άρδευσης σε αντίθεση με τον καταιονισμό συντελούν σε μεγάλο ύψος απωλειών λόγω βαθιάς διήθησης, γεγονός που οφείλεται στην ανομοιομορφία της κατανομής του νερού κατά την εφαρμογή.



**Σχ. 6.14:** Σχηματική παράσταση της διανομής του νερού μέσα στο δίκτυο για τον υπολογισμό των βαθμών απόδοσης.

Οι απώλειες κατά τη μεταφορά και διανομή οφείλονται κυρίως στη διήθηση και κατά δεύτερο λόγο στην εξάτμιση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στις

$$E_p = \frac{V_3}{V_0} \cdot 100 \quad (6.135)$$

Για τον καλύτερο έλεγχο του νερού και των απωλειών ο βαθμός απόδοσης του έργου χωρίζεται συνήθως σε δύο επί μέρους όρους το *βαθμό απόδοσης κατά τη μεταφορά*,  $E_c$  (Conveyance Efficiency) που αναφέρεται στην κίνηση του νερού δια μέσου των αγωγών και το *βαθμό απόδοσης κατά την εφαρμογή*,  $E_a$  (Application Efficiency) που αναφέρεται στην κίνηση του νερού από την υδροληψία του αγρού έως την αποθήκευσή του στο ριζόστρωμα των καλλιεργειών.

Σύμφωνα με τις προτάσεις της Διεθνούς Επιτροπής Αρδεύσεων και Αποστραγγίσεων (Bos και Nugteren, 1974) άρχισε να υιοθετείται η χρησιμοποίηση δύο βαθμών απόδοσης που αντικαθιστούν το γενικό βαθμό απόδοσης κατά τη μεταφορά. Δηλαδή το σύστημα των αγωγών μεταφοράς, όπως χρησιμοποιήθηκε προηγουμένα, διακρίνεται:

α) στο *σύστημα μεταφοράς* (conveyance network) που περιλαμβάνει το κύριο, πρωτεύον και δευτερεύον δίκτυο και

β) στο *σύστημα διανομής* (distribution network) που περιλαμβάνει το τριτεύον δίκτυο. Έτσι αν για παράδειγμα από τον αρχικό όγκο  $V_0$  στην αρχή του δικτύου, στις υδροληψίες των τριτευουσών φτάνει όγκος νερού  $V_1$  και στην υδροληψία του αγροτεμαχίου όγκος  $V_2$ , τότε οι βαθμοί απόδοσης κατά τη μεταφορά και διανομή εκφρασμένοι σε ποσοστό γράφονται αντίστοιχα:

$$E_c = \frac{V_1}{V_0} \cdot 100 (\%) \quad (6.136)$$

και

$$E_d = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100 (\%) \quad (6.137)$$

Ο βαθμός απόδοσης κατά την εφαρμογή (Ορισμός Israelsen, 1932)\* εκφράζεται:

$$E_a = \frac{V_3}{V_2} \cdot 100 (\%) \quad (6.138)$$

όπου  $V_3$  και  $V_2$  παραμένουν όπως προηγουμένα.



# Απώλειες δικτύων...

πιο ακραίες περιπτώσεις οι απώλειες εξάτμισης δεν υπερβαίνουν το 10% των απωλειών διήθησης. Οι απώλειες διήθησης για δίκτυα ανοικτών αγωγών και έργα μέσης έκτασης κυμαίνονται από 7% έως 35% της παροχής ανάλογα με το υλικό επένδυσης, την κατάσταση της βρεχόμενης επιφάνειας και το σχήμα της διατομής. Μια τρίτη κατηγορία απωλειών της τάξεως των 4% της παροχής (κατά το USBR) αποτελούν οι *απώλειες λειτουργίας του δικτύου* (Operational Losses). Συνήθως στα πρώτα χρόνια λειτουργίας ενός αρδευτικού δικτύου οι απώλειες λειτουργίας είναι πολύ μεγαλύτερες (φτάνουν μέχρι ~~20% της παροχής~~). Γενικά οι απώλειες του αρδευτικού νερού κατά τη μεταφορά και τη διανομή μειώνονται κατά ένα μεγάλο βαθμό αν το δίκτυο αποτελείται από κλειστούς αγωγούς υπό πίεση.

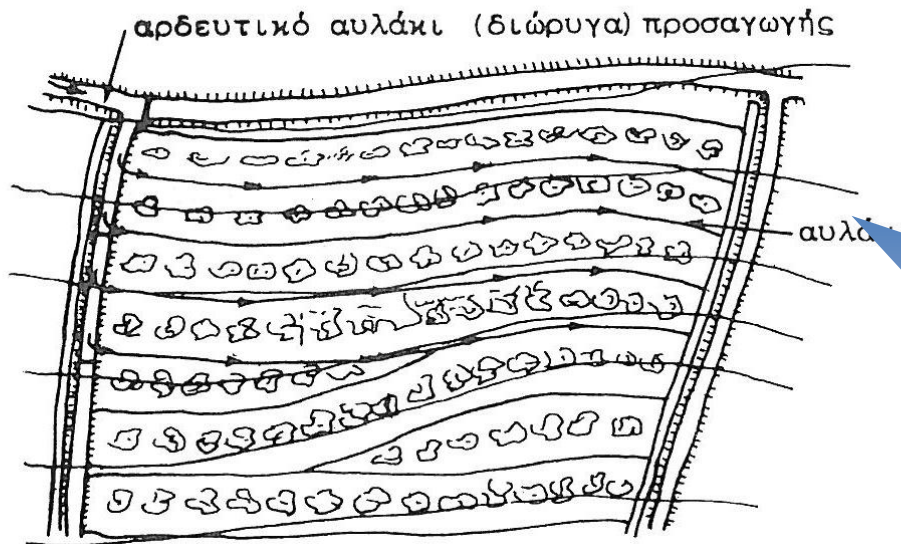
# Μεθοδολογικός διαχωρισμός δικτύων

# Μεθοδολογικός διαχωρισμός δικτύων

- Άρδευση στο αγροτεμάχιο
- Συλλογικό δίκτυο
- Ατομικό δίκτυο



# Άρδευση στο αγροτεμάχιο, παράδειγμα



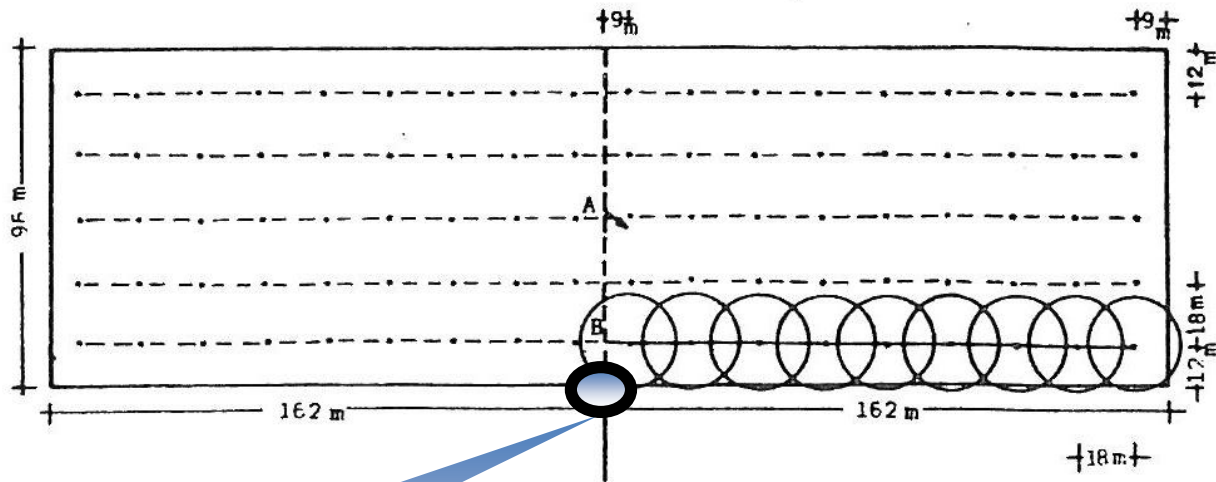
Επιφανειακή  
Άρδευση

---

Απώλειες στην άρδευση στο  
αγροτεμάχιο, μη ομοιομορφία

Σχ. 6.5β. Έκταση αρδευόμενη με αυλάκια σε μεγαλύτερες κλίσεις.

# Μονάδα άρδευσης (1)



υδροστόμιο

Σχ.7.25 Τυπική μονάδα αρδεύσεως

# Συλλογικό δίκτυο

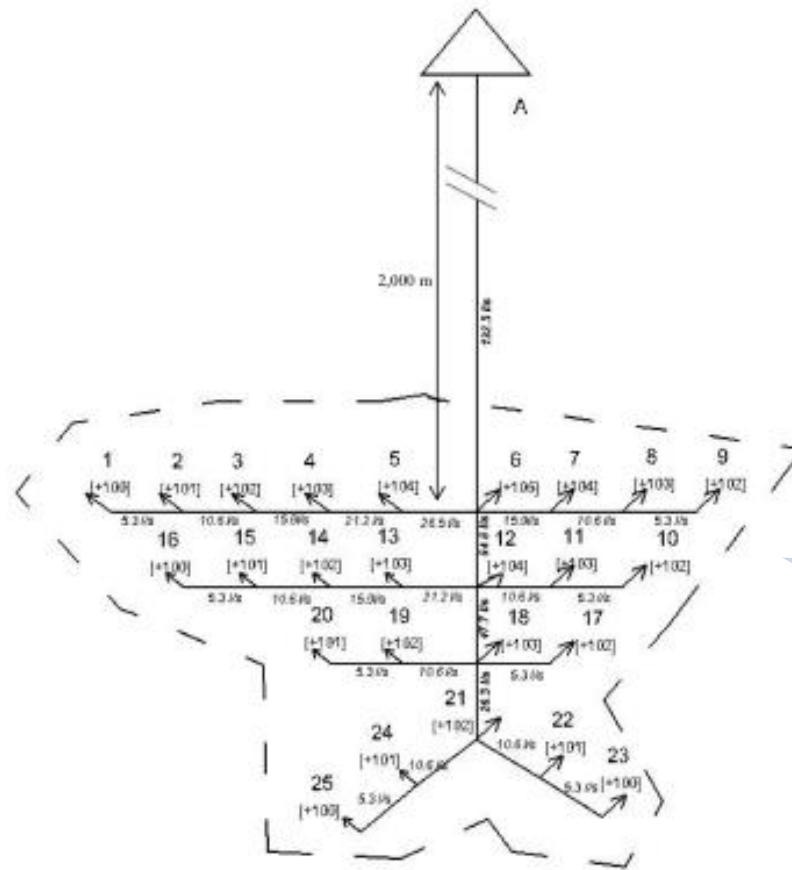
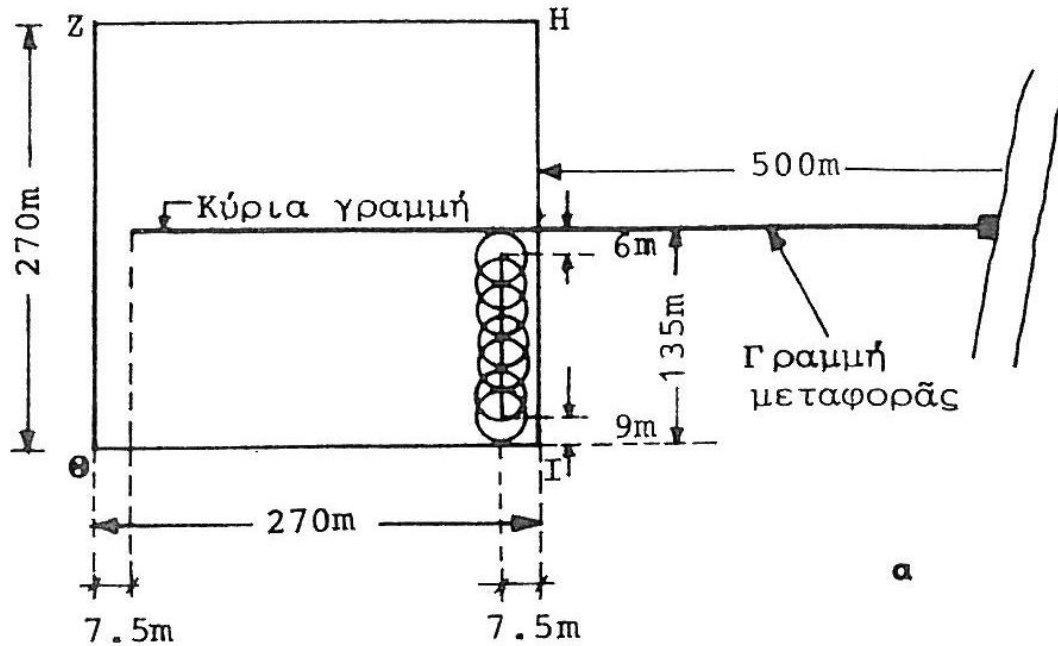


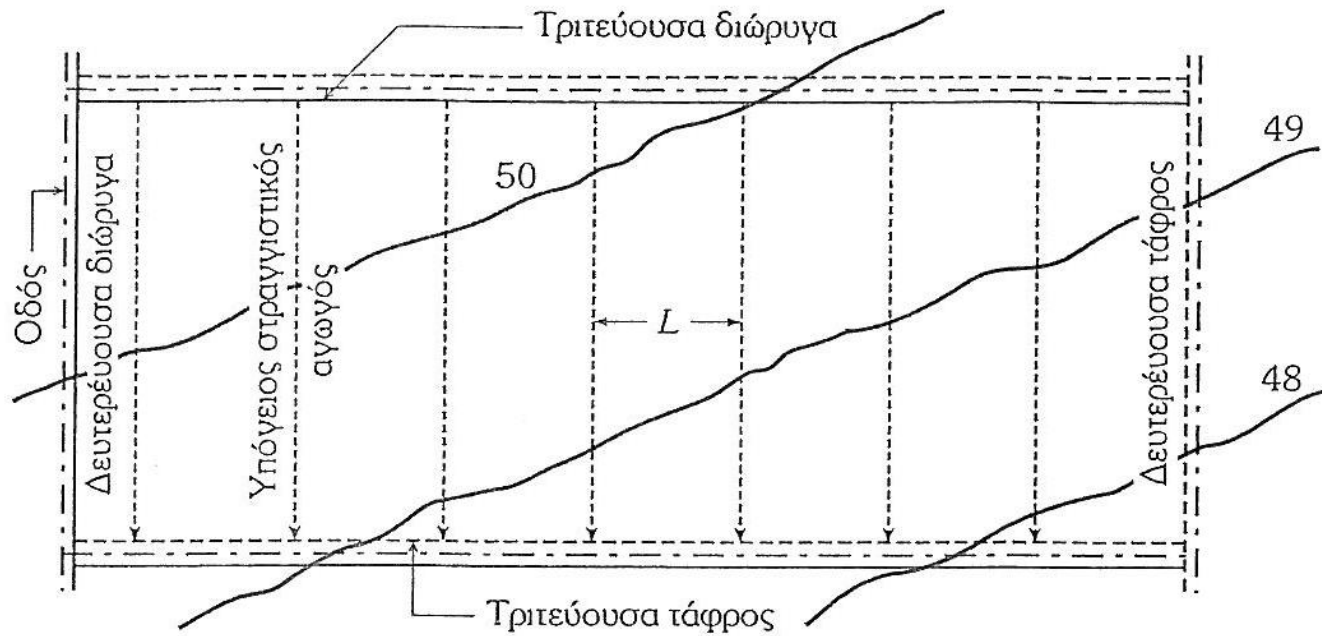
Fig. 3. Gravity irrigation network

Δίκτυο από κλειστούς  
αγωγούς:  
Βασικό δίκτυο,  
Υπόγειοι αγωγοί  
Ακτινωτό δίκτυο

# Ατομικό δίκτυο

-7.58-





**Σχ. 9.1:** Τυπική διάταξη στραγγιστικών αγωγών σ' ένα επιφανειακό δίκτυο άρδευσης.



# Επιλογή συλλογικού δικτύου

- Διαθέσιμοι υδατικοί πόροι (μεγάλοι σπατάλη από επιφανειακά είδη άρδευσης)
- Μετεωρολογικές συνθήκες: Αποφυγή συστημάτων καταιονισμού μεγάλης ακτίνας σε ανεμόπληκτες περιοχές
- Τοπογραφία, αποφυγή επιφανειακών μεθόδων όταν υπάρχουν σημαντικές για την περίπτωση κλίσεις.
- Καλλιέργειες (π.χ. βιομηχανική ντομάτα, όχι καταιονισμός)
- (παράγοντες «άσχετοι» με την Υδραυλική):  
Τεχνογνωσία αγροτών και διαθέσιμοι οικονομικοί και ανθρώπινοι πόροι

Ύλη μαθήματος

# Μάθημα συνδυαστικό

- Βασικές αρχές Υδρολογίας για τον υπολογισμό των αναγκών νερού για τις καλλιεργειες
- Στοιχεία εδάφους (τα απολύτως απαραίτητα)
- Γνώση καλλιεργειών (τα απολύτως απαραίτητα)
- Υδραυλική ανοικτών και κλειστών αγωγών
- Οικονομοτεχνικά στοιχεία
- Ακόρεστη ροή/στραγγίσεις
- Βελτιστοποίηση (απλή αναφορά στα πλαίσια του μαθήματος)
- Ανάλυση αβεβαιότητας

# Διάθρωση ύλης

- Εισαγωγή/ Υδατικός πόρος/Υδατικό σύστημα / Διαχείριση νερού/ αποδοτικότητα αρδεύσεων
- Ανάγκες σε νερό
- Στοιχεία εδάφους
- Άρδευση στο αγροτεμάχιο
- Συλλογικά δίκτυα
- Αναφορά σε στραγγίσεις
- Αναφορά σε οικονομοτεχνικά στοιχεία
- Αναφορά και προαιρετικό θέμα στο βέλτιστο σχεδιασμό
- Εκπαιδευτική εκδρομή

# Εξέταση

- Θέμα με προφορική εξέταση (ομάδες έως δύο ατόμων) επί του θέματος: 30%
- Γραπτές εξετάσεις με ανοικτές σημειώσεις-βιβλία: 70 %

Άρδευση και κλίμα

## Ξηρότητα: Μόνιμο φαινόμενο:

$P/ET_p$

υπερβολικά ξηρό	$< 0.03$
ξηρό	$0.03 - 0.20$
ημίξηρο	$0.20 - 0.50$
ύψυχρο	$0.50 - 0.75$
υγρό	$> 0.75$

**Ξηρασία** : μη μόνιμο φαινόμενο που «σέρνεται»

- Πολλοί ορισμοί και δείκτες
- Δύσκολο να ορισθεί η αρχή της
- Π.χ. Δείκτης PDI
- (πλεονέκτημα λαμβάνει υπόψη και τη θερμοκρασία)
- Ξηρασία απόκλιση από τις κανονικές τιμές....
- Βήματα: Τριμηνιαίο, εξαμηνιαίο, εννεάμηνο, δωδεκάμηνο

Με τη δυναμική εξατμισδιαπνοή λαμβάνεται υπόψη περισσότεροι παράμετροι

$$\alpha_k = \frac{\sum_{j=1}^k P_j}{\sum_{j=1}^k ET_{p,j}}$$

$$RDI_n(k) = \frac{\alpha_k}{\bar{\alpha}_k} - 1$$

# Άρδευση και κλίμα

- Αρδεύσεις σε ξηρό κλίμα (π.χ. περιοχή Ασσουάν)
- Ημίξηρο (Savanna, Steppe, Μεσογειακό)
- Ύψυγρο (Μουσώνες, ύπαρξη περιόδου ξηρασίας)
- Υγρό



# Ημίξηρο κλίμα

Περιοχές με ημίξηρο κλίμα είναι οι περιοχές που για μέρος της περιόδου ανάπτυξης των καλλιεργειών οι αρδεύσεις είναι απολύτως απαραίτητες. Η απόδοση των καλλιεργειών είναι μικρή χωρίς αρδεύσεις και περιορίζεται σε λίγες καλλιέργειες που είναι ανθεκτικές στη ξηρασία. Κάτω από το γενικό ορισμό του ημίξηρου κλίματος διακρίνονται οι εξής υποκατηγορίες:

- α. Το *Τροπικό Κλίμα Savanna* (tropical savana climate) με δύο χωριστές περιόδους: την περίοδο των βροχών και την περίοδο της ξηρασίας. Ο κύριος ρόλος των αρδεύσεων είναι η επέκταση της περιόδου ανάπτυξης στην περίοδο της ξηρασίας.
- β. Το *Υποτροπικό Μεσογειακό Κλίμα* (subtropical Mediterranean climate) με βροχές το χειμώνα και ξηρασία με μεγάλες θερμοκρασίες το καλοκαίρι (π.χ. οι περιοχές γύρω από τη Μεσόγειο, η Νότια Αφρική, η Νότια Αυστραλία, η Καλιφόρνια και η Χιλή). Λόγω της ανομοιομορφίας κατανομής των βροχοπτώσεων στο χρόνο και της διάρκειας της περιόδου ανάπτυξης των περισσότερων καλλιεργειών που περιλαμβάνει τους καλοκαιρινούς μήνες τους έτους, οι αρδεύσεις θεωρούνται εντελώς απαραίτητες για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων.
- γ. Το *Κλίμα των Στεππών* (Steppe climate) με κύριο χαρακτηριστικό την έλλειψη βροχοπτώσεων και μεγάλη ικανότητα της ατμόσφαιρας για εξάτμιση. Το κλίμα των Στεππών είναι το μεταβατικό κλίμα από το ξηρό στο υποτροπικό Μεσογειακό ή τροπικό κλίμα Savana.

# Ύφυγρο κλίμα

Κύριο χαρακτηριστικό του ύφυγρου κλίματος είναι οι αρκετές βροχοπτώσεις και οι μικρές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του έτους. Γενικά διαφέρει λίγο από το υγρό κλίμα όπου συνήθως οι βροχοπτώσεις υπερεπαρκούν για την ικανοποίηση της ατμοσφαιρικής τάσης για εξάτμιση. Στο ύφυγρο κλίμα (που περιλαμβάνει τον τύπο Monsoon της Κεντρικής Αμερικής, Νοτιοανατολικής Ασίας και Ινδίας) διακρίνονται περίοδοι ξηρασίας όπου η άρδευση κρίνεται απαραίτητη για τη διατήρηση της παραγωγής πολλών καλλιεργειών αν και η ολική ετήσια βροχόπτωση συνήθως επαρκεί για την κάλυψη των συνολικών αναγκών.

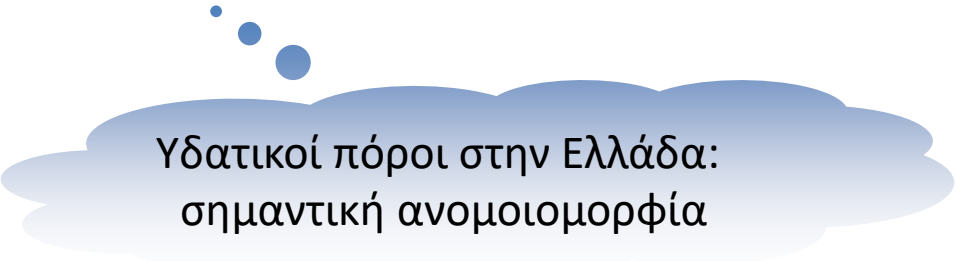
# Υγρό κλίμα

Τέλος στο υγρό κλίμα εκτός ειδικών περιπτώσεων η άρδευση δεν αποτελεί σπουδαίο παράγοντα για την παραγωγικότητα των γεωργικών εκτάσεων. Αντίθετα με την άρδευση η στράγγιση των εδαφών είναι σημαντική για όλα τα κλίματα. Ιδιαίτερο πρόβλημα στράγγισης υπάρχει στα υγρά και ύφυγρα κλίματα χωρίς η σημασία της να μειώνεται στα άλλα κλίματα.

# Ελλάδα

Η Ελλάδα ανήκει γενικά από πλευράς κλίματος στο Υποτροπικό Μεσογειακό Κλίμα. Λόγω της τοπογραφικής διαμόρφωσης της χώρας υπάρχουν αρκετές κλιματικές διαφορές μεταξύ των περιοχών της χώρας. Έτσι η ανατολική Ελλάδα έχει ξηρότερο κλίμα από τη βόρεια και δυτική Ελλάδα. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 350 έως 1200 mm από τα οποία ένα πολύ μικρό ποσοστό αντιστοιχεί στη ξηρή περίοδο (Μάϊος - Σεπτέμβριος). Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 20 και 12.5°C και το μέσο ετήσιο ύψος εξάτμισης μεταξύ 1100 και 1800 mm.

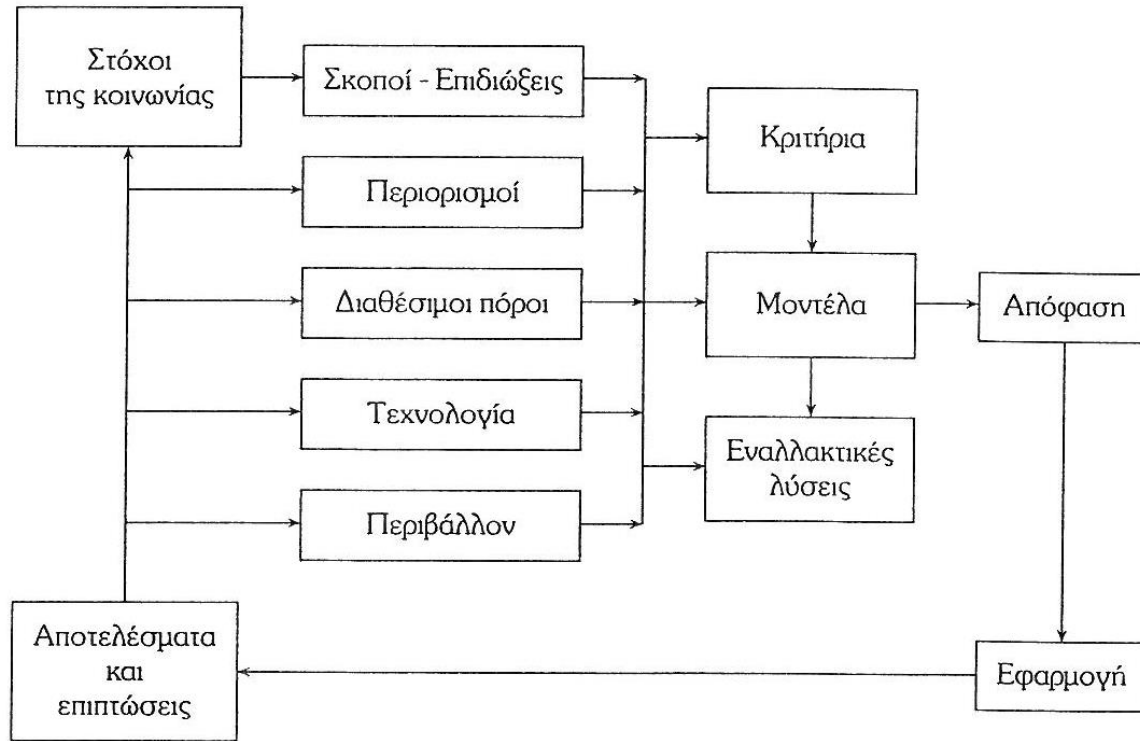
Τσακίρης, 2008



Υδατικοί πόροι στην Ελλάδα:  
σημαντική ανομοιομορφία

Άρδευση στα πλαίσια της ΔΥΠ  
(το έργο δεν είναι μόνο το δίκτυο και η  
άρδευση στο αγροτεμάχιο)

# Ολιστική αντιμετώπιση



**Σχ. 1.3:** Η πορεία μελέτης των έργων με τη χρησιμοποίηση μοντέλων (Biswas, 1976).

# Επιλογή κατασκευής νέου αρδευτικού δικτύου?

**μόνο στα πλαίσια της ΔΥΠ**

Άρδευση στα πλαίσια της δυπ  
(το έργο δεν είναι μόνο το δίκτυο και η  
άρδευση στο αγροτεμάχιο)

# Υδατικός πόρος.

- *Αν και είναι δύσκολο να δοθεί ακριβής ορισμός στον όρο «υδατικός πόρος» γενικά θεωρείται η οποιαδήποτε θέση κυκλοφορίας του νερού στη φύση, όπου συναντάται σε τέτοια μορφή, ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή του από τεχνική και οικονομική άποψη, χωρίς να δημιουργεί προβλήματα στο περιβάλλον (Τσακίρης,2007).*
- Μη συμβατικοί Υδατικοί πόροι



# Σύστημα

- **γ' νόμος δράσης – αντίδρασης**
- Ο όρος «σύστημα» προέρχεται από το αρχαιοελληνικό ρήμα «συνίστημι» το οποίο σημαίνει «συγκροτώ, συνδυάζω, συνδέω, ενώνω» (Μηλάκης, 2006).
- Αντικείμενο μελέτης, το οποίο αποτελείται από ένα σύνολο συστατικών (αντικειμένων, ιδεών, ανθρώπων κ.λπ.), μέρος των οποίων ή και όλα συνδέονται ή **αλληλεπιδρούν** μεταξύ τους. Ορισμένα από τα συστατικά του συστήματος μπορεί επίσης να συνδέονται με άλλα συστήματα ή μόνο με ορισμένα συστατικά άλλων συστημάτων (Wilson, 1981). Οτιδήποτε βρίσκεται εκτός του συστήματος αποτελεί μέρος του περιβάλλοντός του, το οποίο με τη σειρά του αποτελεί ένα ακόμη σύστημα.

# Συστημική θεώρηση στη ΔΥΠ

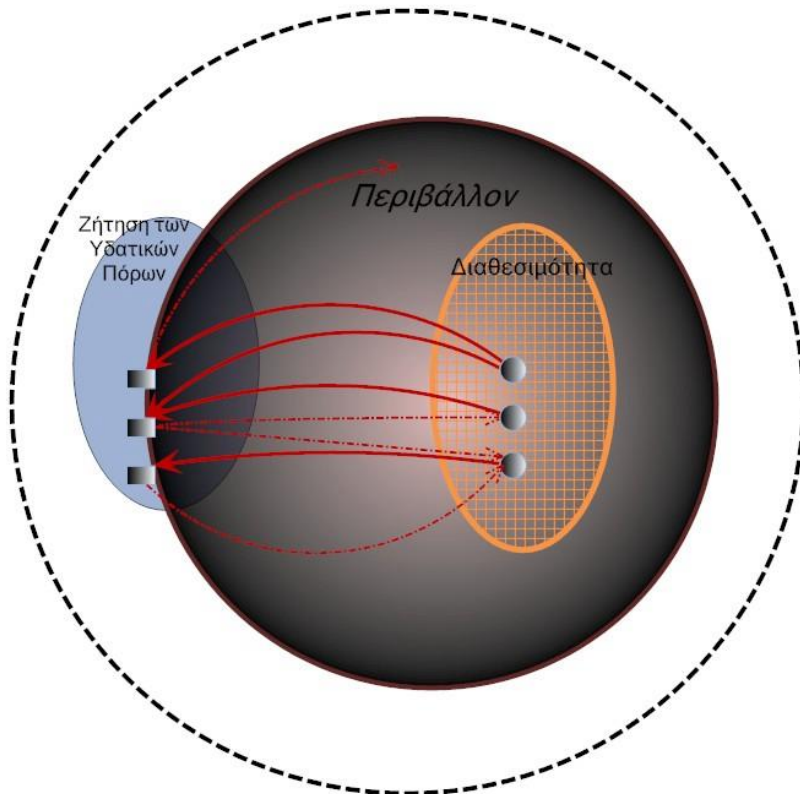
Βασικά χαρακτηριστικά συστήματος:  
Ολότητα, Αλληλεπίδραση, Πολυπλοκότητα,  
Σχέση με το περιβάλλον του

Κάθε έργο δημιουργεί στο περιβάλλον  
ένα σύνολο αντιδράσεων στο  
υδατικό σύστημα, στο περιβάλλον  
γενικότερα ☞ Συστημική  
προσέγγιση

Διαχείριση Υδατικών Πόρων είναι το  
σύνολο των ενεργειών (μέτρα,  
έργα, κανονιστικές διατάξεις,  
συμφωνίες κλπ.) για την αρμονική  
σχέση μεταξύ

- Υδατικών πόρων
- Κέντρων κατανάλωσης
- Περιβάλλοντος

τώρα αλλά και στο μέλλον με στόχο  
τη διατηρήσιμη ανάπτυξη



# Διαγραμματική Παρουσίαση Υδατικού Συστήματος

Διαθεσιμότητα των  
Υδατικών Πόρων

Ζήτηση των  
Υδατικών Πόρων

Περιβάλλον

$W_{in}$

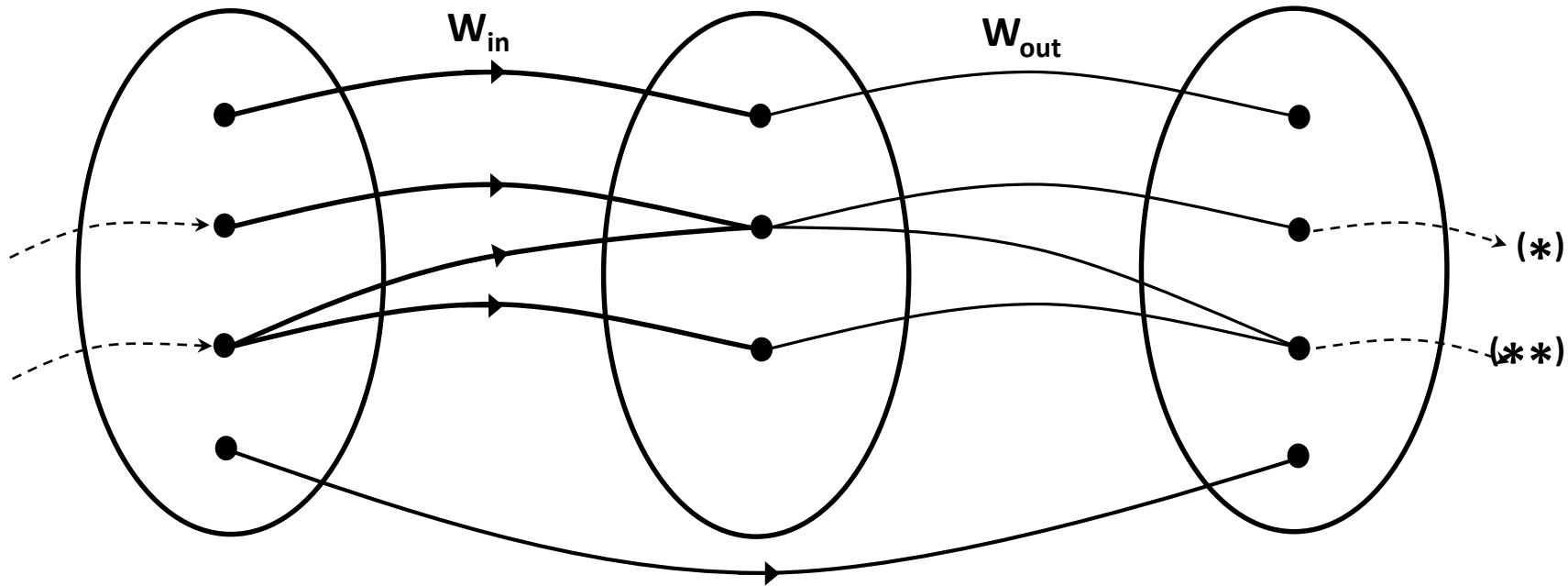
$W_{out}$

(\*)

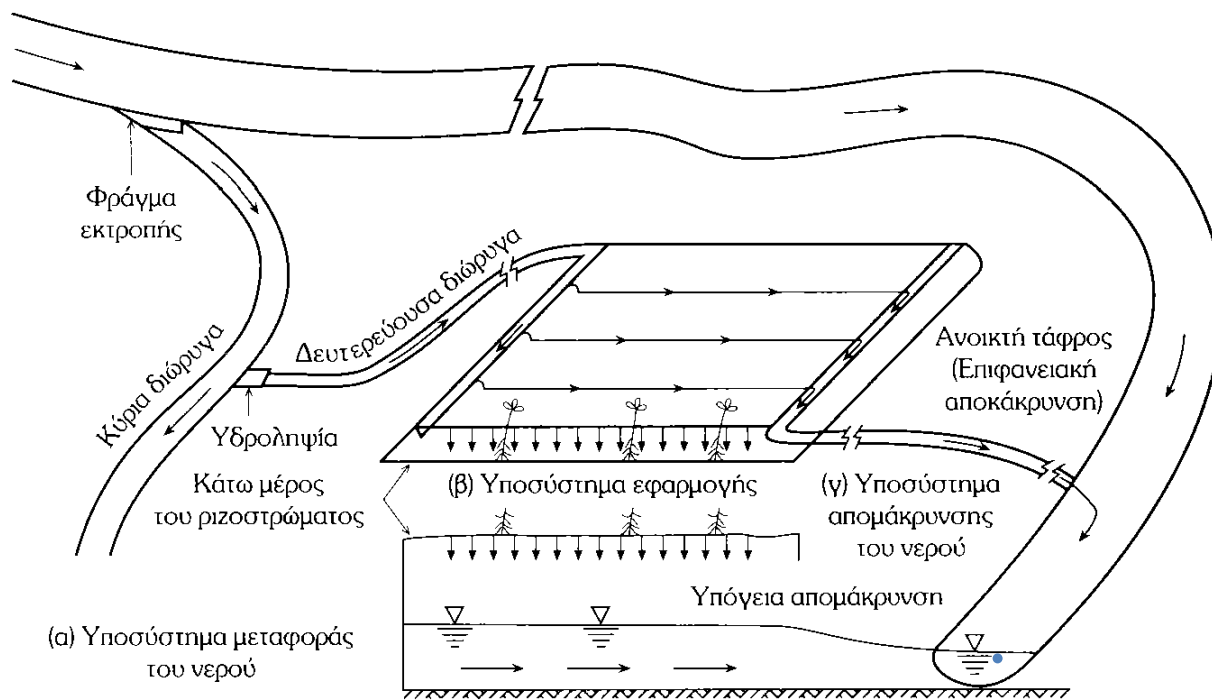
(\*)

(\*\*)

(\*\*)



# Δράση και αντίδραση: Κέντρο κατανάλωσης, περιβάλλον αλλά και διαθεσιμότητα υ.πόρου

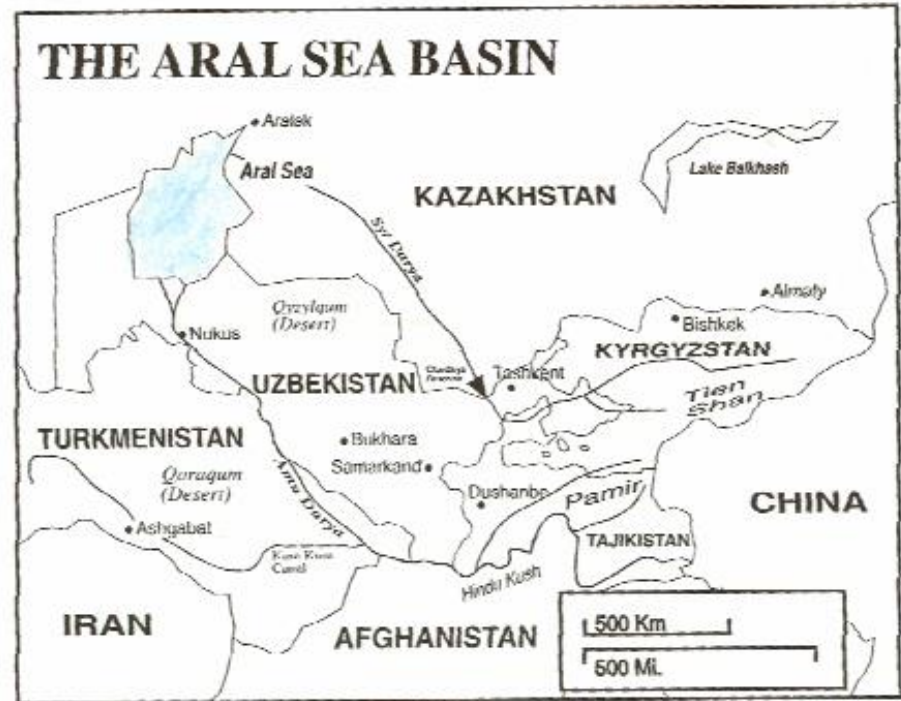


**Σχ. 13.2:** Διαγραμματική αναπαράσταση του συστήματος ποταμού – αρδευόμενης έκτασης – απομάκρυνση νερού.

Ποιοτική υποβάθμιση επ. νερών για χρήση κατάντη

# Αράλη

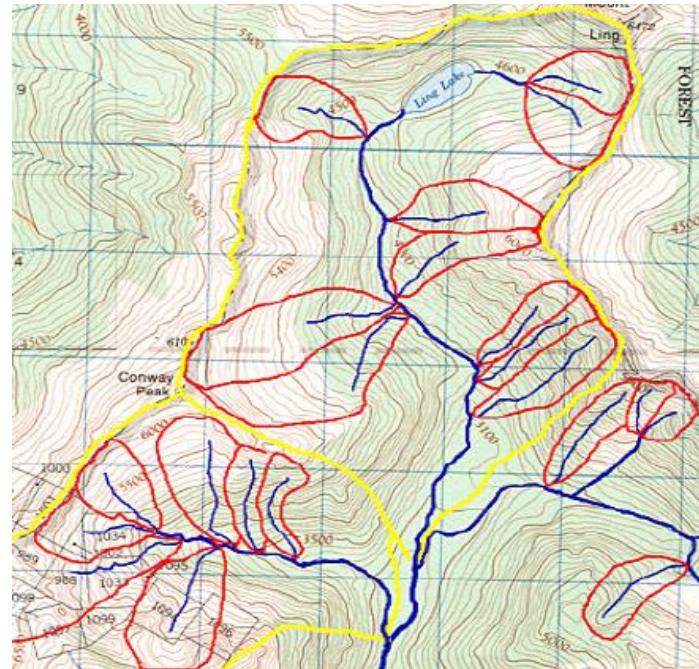
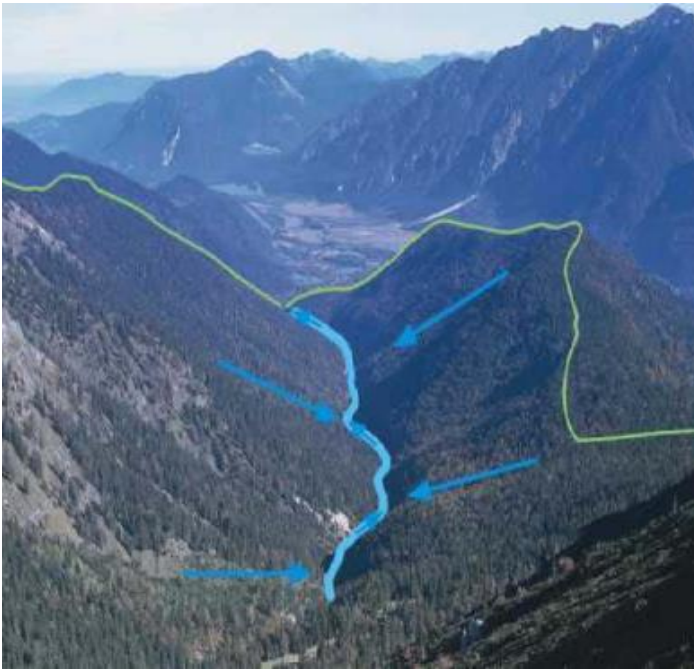
- Όγκος νερού το 1980 = 1/3 του 1960
- Εισροή το 1950 ~ 55km<sup>3</sup>/έτος
- 1980: ~ 10% της εισροής του 1950
- Πτώση στάθμης 1950-1980: 24m
- Παράλιες πόλεις
- Οικολογική καταστροφή (ακύρωση της αλείας / χαβιαρι)
- Προβλήματα υγείας για 40εκ ανθρώπους
- Οικονομική αδυναμία επανάκαμψης



Τσακίρης, 2011

# ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ

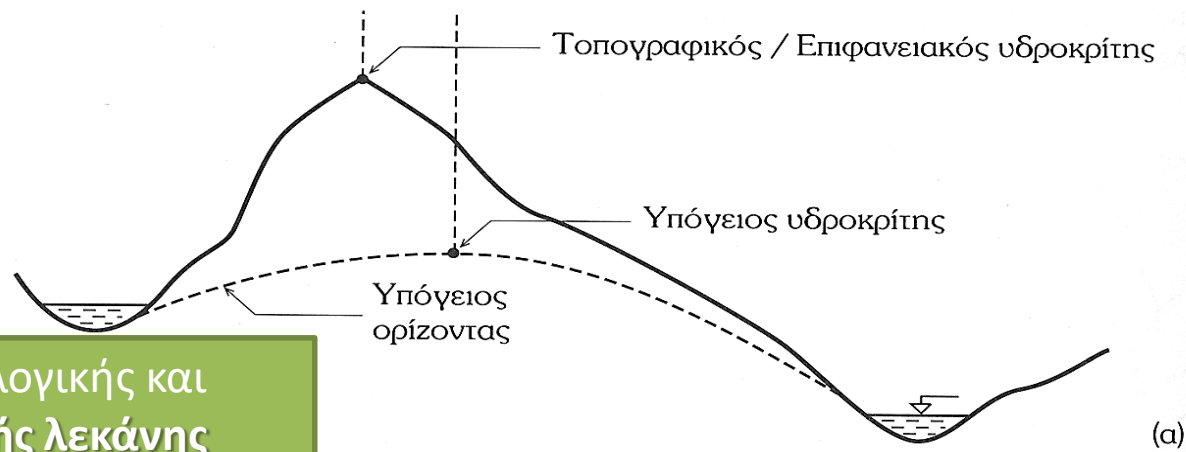
- Η νοητή γραμμή που συνδέει τα ψηλότερα σημεία των υψωμάτων της επιφάνειας του εδάφους και διαχωρίζει τη ροή των όμβριων υδάτων.



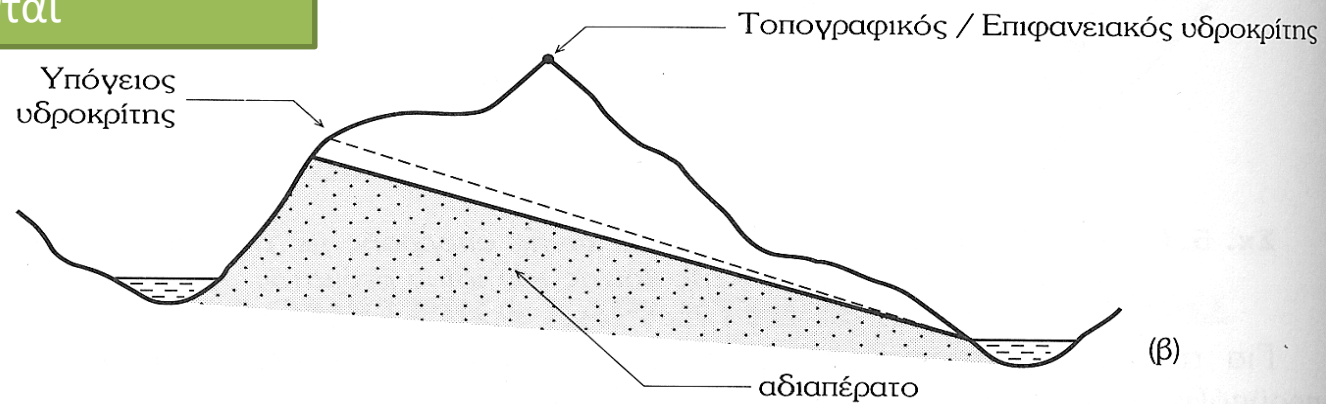
# ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ



Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2013



Διαφορά υδρολογικής και  
υδρογεωλογικής λεκάνης  
--- Δεν ταυτίζονται



- Σχ. 5.2:** Περιπτώσεις απόκλισης στην εκτίμηση της λεκάνης απορροής που γίνεται με βάση τον τοπογραφικό/επιφανειακό υδροκρίτη:
- Το ψηλότερο σημείο του υπόγειου ορίζοντα δεν συμπίπτει με τον τοπογραφικό υδροκρίτη.
  - Η διάταξη των γεωλογικών σχηματισμών δημιουργεί συνθήκες κατάλληλες για τον υπόγειο υδροκρίτη να βρίσκεται σε διπλανή λεκάνη απορροής.



# ΔΥΠ στον Ελλάδικό χώρο

- Μικρές λεκάνες απορροής και πολλαπλό καθεστώς
- Υδατικά διαμερίσματα
- Μείζων λεκάνη απορροής
- Σχηματοποίηση υδατικού συστήματος με βάση συστημικές αρχές

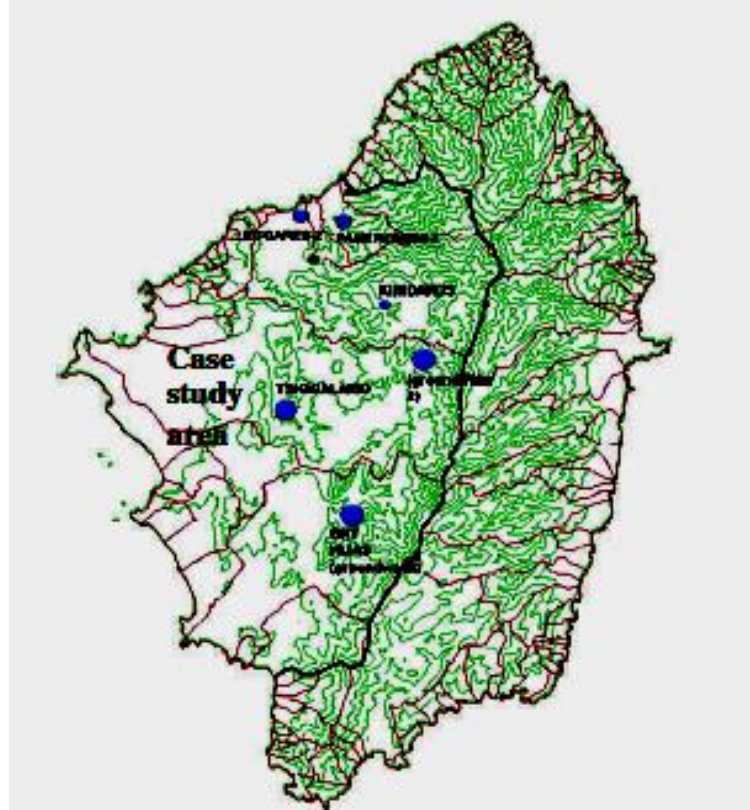
200/60/ΕΚ

Διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής

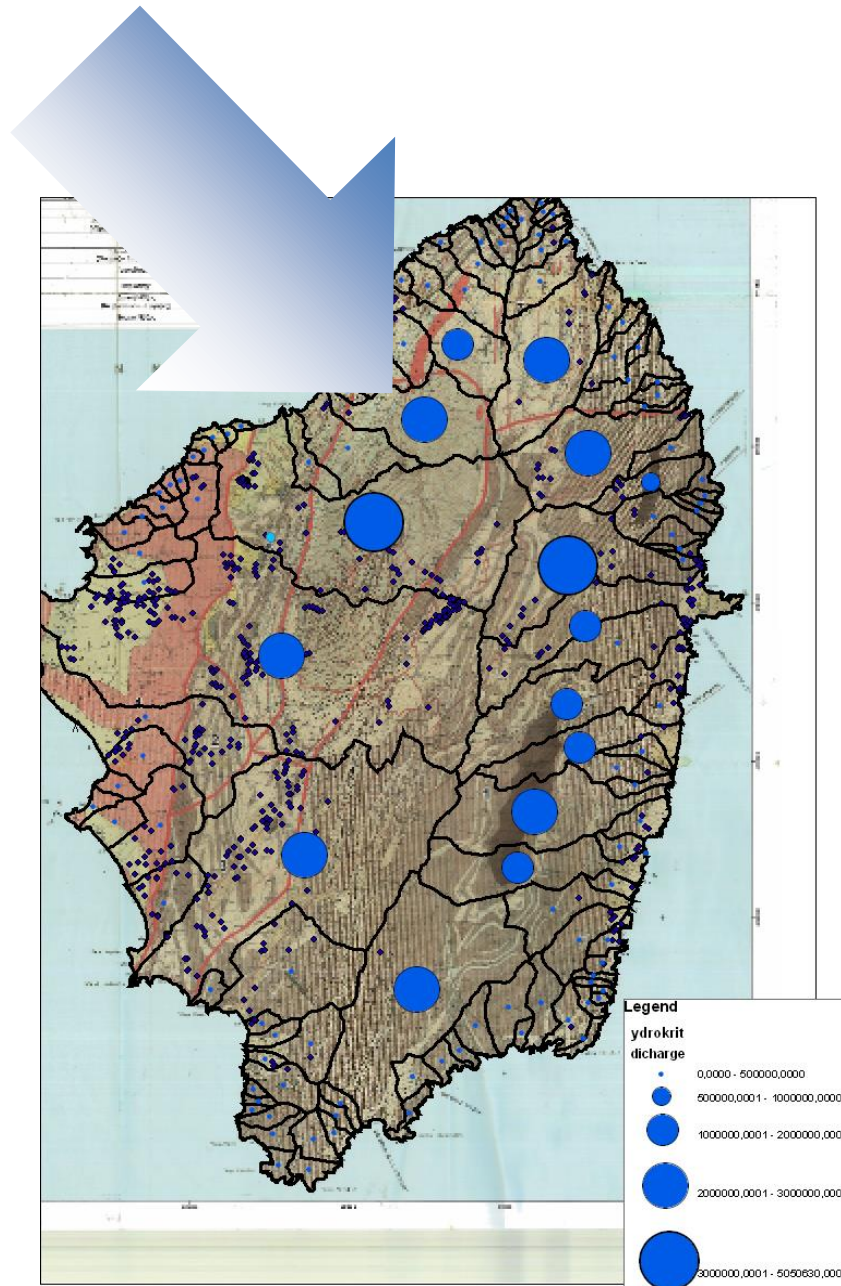
Νάξος, μικρές λεκάνες απορροής

Έννοια μείζονος λεκάνης απορροής

Π.χ. όλη η Νάξος ή το δυτικό τμήμα



- Μέση βροχόπτωση και διασπορά
- Υψόμετρο λεκάνης απορροής
- Μέγεθος λεκάνης απορροής (με προσοχή)
- Γεωλογικοί σχηματισμοί στη λ.α.
- Κλίσεις λ.α και φυτοκάλυψη, σχήμα
- Ανθρωπογενείς δραστηριότητες
- Προσοχή στο καρστ!!!



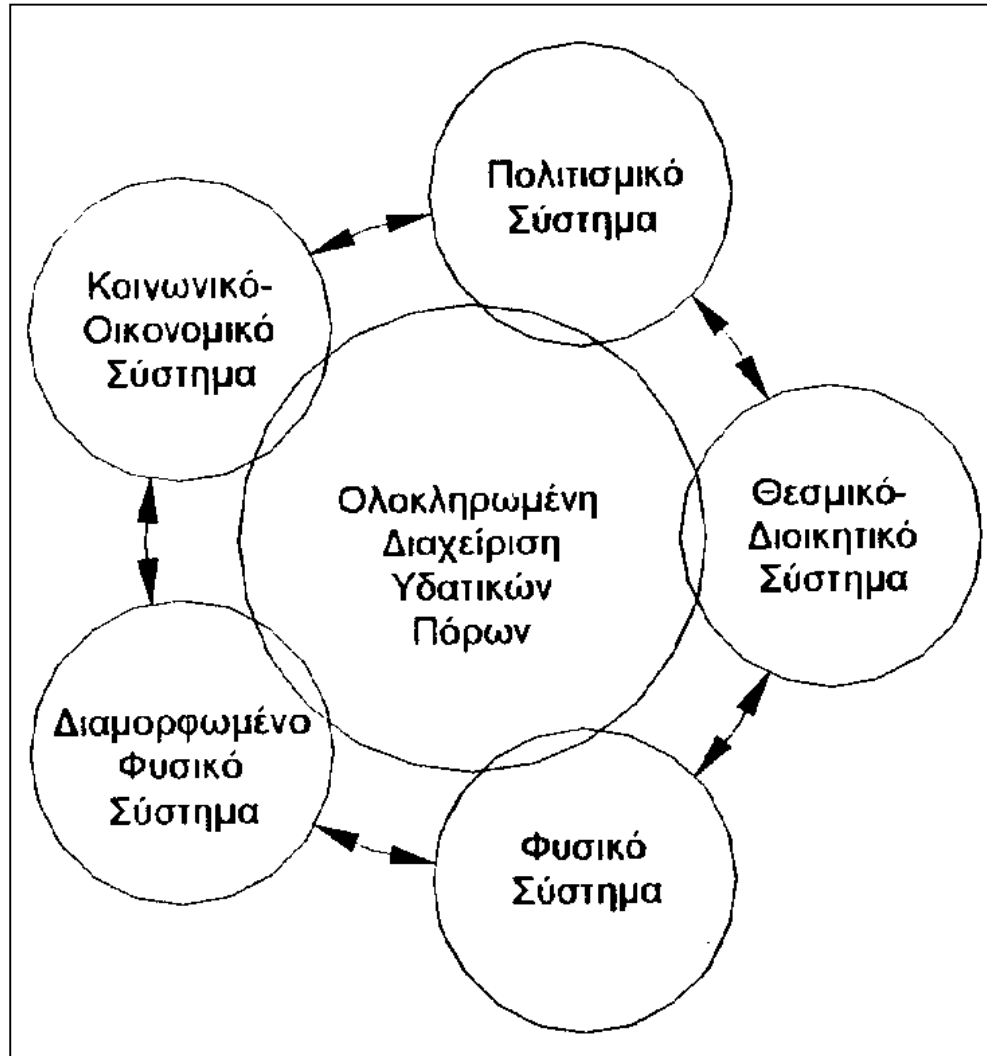
# ΔΥΠ - Ορισμός

Διαχείριση Υδατικών Πόρων είναι το σύνολο των ενεργειών (μέτρα, έργα, κανονιστικές διατάξεις, συμφωνίες κλπ.) που λαμβάνονται με δημοκρατικό τρόπο για την αρμονική σχέση μεταξύ

- Υδατικών πόρων
- Κέντρων κατανάλωσης
- Περιβάλλοντος

τώρα αλλά και στο μέλλον με στόχο τη διατηρήσιμη ανάπτυξη

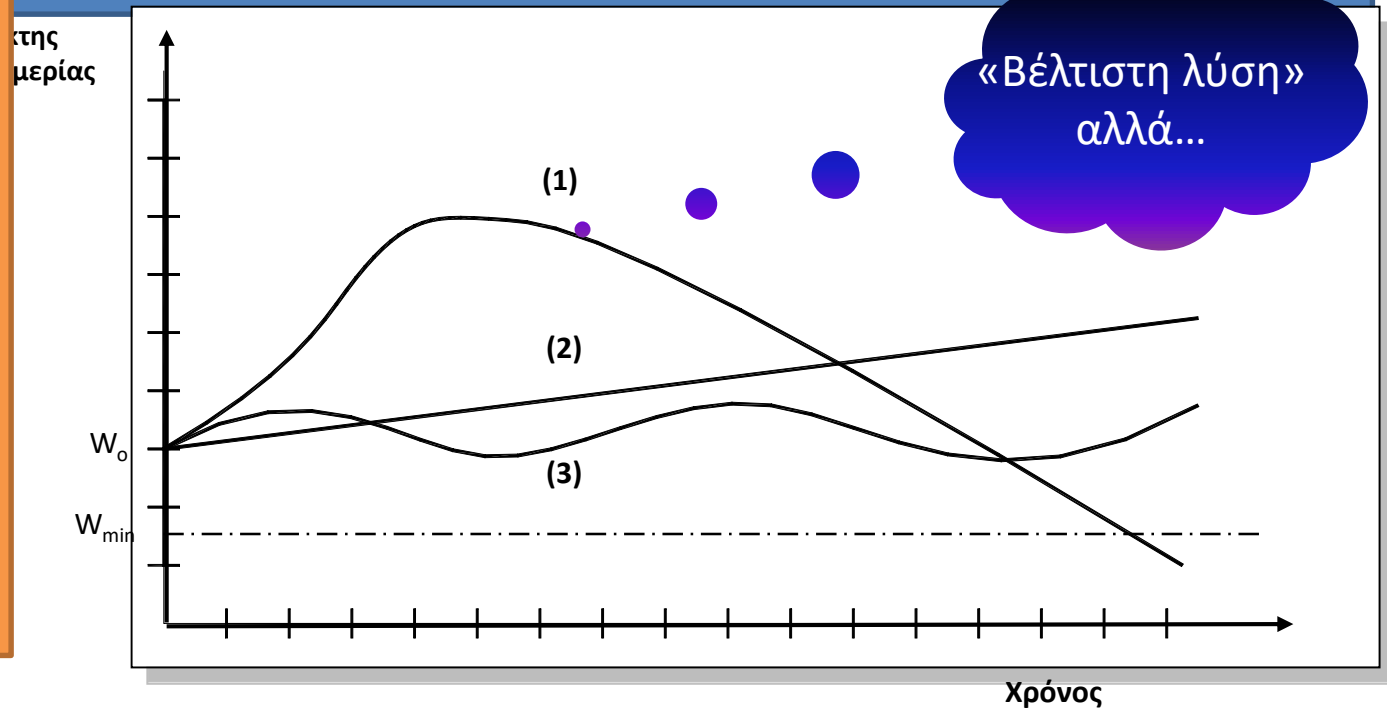
# Ολοκληρωμένη ΔΥΠ



# Διατηρησιμότητα της Ανάπτυξης

Τιμές του δείκτη ευημερίας άνω του  $W_0$ , ανάπτυξη διατηρήσιμη

Τιμές του δείκτη ευημερίας κάτω του  $W_{min}$ , μη επιβίωση



- Ανάπτυξη που χαρακτηρίζεται:
  - ★ Αποδοτικότητα, μη διατηρησιμότητα, μη επιβίωση
  - 📁 Όχι γρήγορη αποδοτικότητα, διατηρησιμότητα, επιβίωση
  - ✳ Μη αποδοτικότητα, μη διατηρησιμότητα, επιβίωση

# Άξονες / Διαστάσεις ΔΥΠ



# Ενδιαφερόμενοι της ΔΥΠ

- Καταναλωτές νερού
- Αυτοί που παίρνουν αποφάσεις (Κυβ, Νομ, Δήμοι, τυχόν συνελεύσεις η δημοψηφίσματα)
- Μηχανικοί, γεωλόγοι κλπ, τεχνοκράτες αναλυτές

# Αρχές ΔΥΠ

- ήπια εκμετάλλευση των υδατικών πόρων
- Ισομερής κάλυψη των αναγκών με αντικειμενικά κριτήρια
- έργα με το ελάχιστο περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος
- προστασία των υδατικών πόρων και του περιβάλλοντος
- συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων / θιγόμενων (επίτευξη της μέγιστης δυνατής συναίνεσης)
- Βιωσιμότητα της ανάπτυξης



# Στόχοι ΔΥΠ

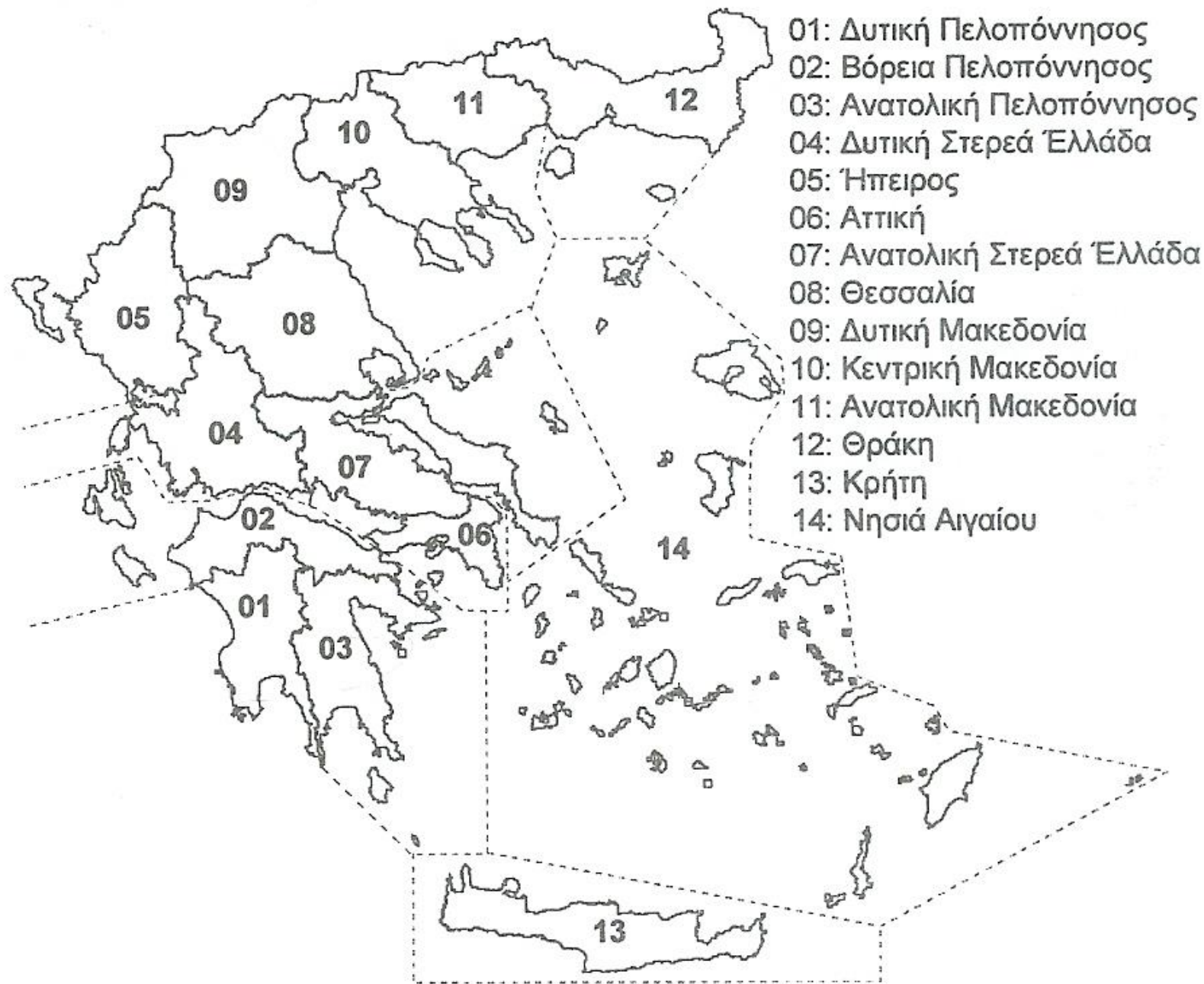
- Παροχή πόσιμου νερού
- Κατά το δυνατόν κάλυψη της ζήτησης (επαρκή ποσότητα και ποιότητα)
- προστασία των υδατικών πόρων και του περιβάλλοντος
- Προστασία από ακραία υδρολογικά φαινόμενα

# Δυσχέρειες

- Πολλαπλές χρήσεις υδατικών πόρων
- Υποκειμενικός παράγοντας κατά τη λήψη απόφασης
- Θεσμικό κενό ή πολυαρχία
- Αβεβαιότητα υδρολογικού κύκλου
- Αβεβαιότητα στην αποτίμηση των επιπτώσεων αλλά και στη σύγκριση διαφορετικών κριτηρίων
- Ανάγκη διεπιστημονικός προσέγγισης κατά το στρατηγικό σχεδιασμό
- Ανάγκη συνεργασίας διαφορετικών ομάδων ενδιαφερομένων, υπηρεσιών αλλά δημοκρατικών θεσμών.

# Διαχείριση Υδατικών Πόρων στην Ελληνική Επικράτεια

- Λεκάνες απορροής μικρού μεγέθους- μεγάλη διαφοροποίηση στο υδρολογικό καθεστώς
- Διεθνή ποτάμια στο Βορρά
- Υδατικά Διαμερίσματα
- Προκλήσεις Διαχείρισης Υδατικών Πόρων στην Ελλάδα

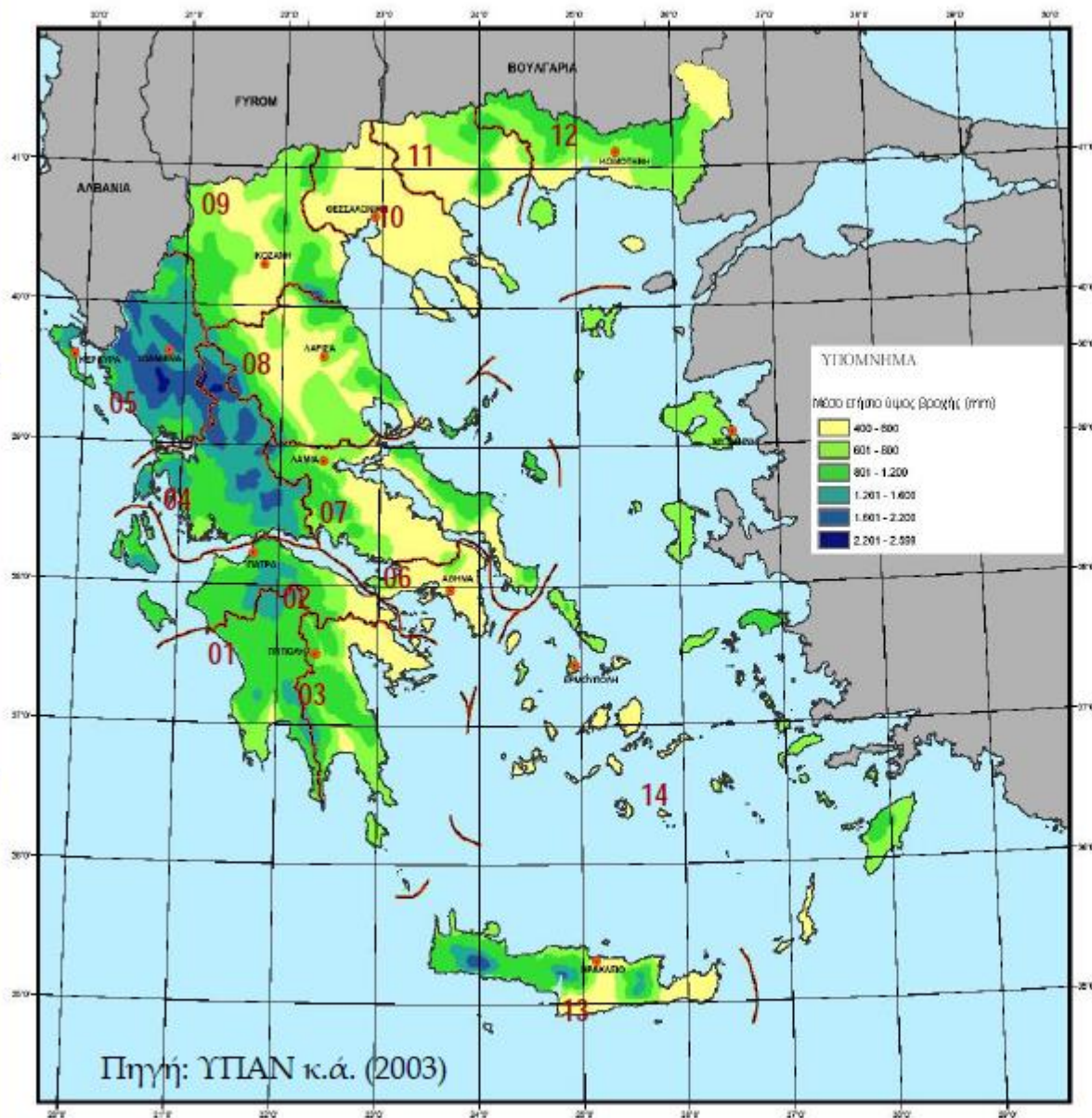


Σχ. 1.5 Διαμερισμός της Ελλάδας σε 14 υδατικά διαμερίσματα.

# Εισαγωγή στη Διαχείριση Υδατικών Πόρων στην Ελλάδα

## 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



# Πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων στην Ελλάδα

---

- ❑ Επάρκεια νερού στη χώρα, αλλά ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο – Συνέπεια οι ελλειμματικές περιοχές (Θεσσαλία, Ανατολική Πελοπόννησος, Νησιά Αιγαίου)
- ❑ Ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στο χώρο και το χρόνο, αναντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς – Απαίτηση περιφερειακών πολιτικών
- ❑ Πολύπλοκο και κατακερματισμένο ανάγλυφο – Συνέπεια μικρές κλίμακες υδρολογικών λεκανών και πολλά υδάτινα σώματα που απαιτούν παρακολούθηση και προστασία
- ❑ Εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από υδατικούς πόρους γειτονικών κρατών – Απαίτηση για διακρατικές συνεργασίες
- ❑ Κυριαρχία των προβλημάτων ποσότητας έναντι της ποιότητας – Αναξιοποίητα επιφανειακά νερά και υπεραντλημένα υπόγεια – Ανάγκη για νέα έργα (μεγάλης κλίμακας, πολλαπλού σκοπού)
- ❑ Ανάγκη συνολικού (διατομεακού) σχεδιασμού και προγραμματισμού για αειφορική ανάπτυξη

Πηγή: ΥΠΙΑΝ κ.ά. (2003)

# Διασυνοριακά ποτάμια

Περισσότερα από 150 ποτάμια και 50 μεγάλες λίμνες διεθνώς μοιράζονται από δύο ή περισσότερα κράτη



## Διακρατική Υδρολογική λεκάνη Νέστου

Ελλάδα GR  
Βουλγαρία BG

Συνολικό μήκος 230km (130 GR, 100 BG)

Επιφάνεια (km<sup>2</sup>)    2.864 GR  
                                 3.412 BG

Πληθυσμός            41.958 GR  
                                 133.851 BG

Μέση ετήσια απορροή 2076 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

# Υπόγειο νερό

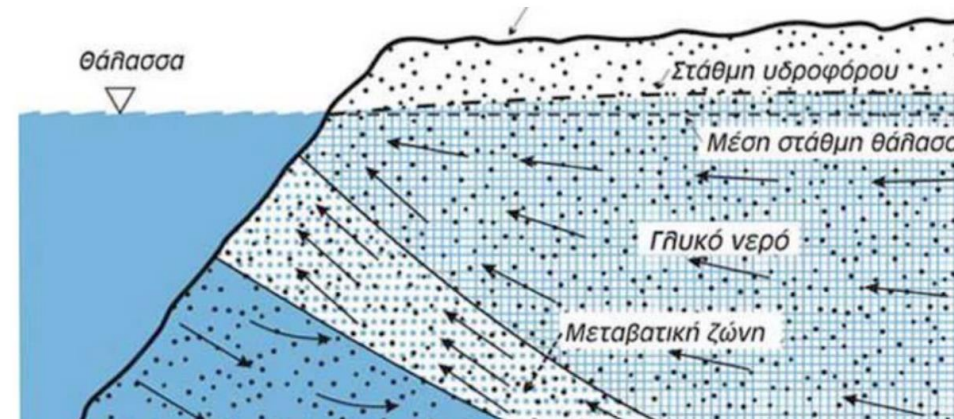
- Λειτουργία του υπόγειου υδροφορέα ως μεγάλη δεξαμενή χωρίς εξατμηση
- Άντληση μικρότερης ποσότητας από τη μέση υπηρετήσια
- Πτώση στάθμης σε πολλές περιοχές (π.χ. Θεσσαλία)
- Υφαλμύρηνση
- Ερημοποίηση: μη (ή δύσκολα) αντιστρεπτή υποβάθμιση εδάφους)
- Συνδυαστική χρήση επιφανειακών υπογείων νερών
- Χρήση καρστικών υδροφορέων για ύδρευση
- Προβλήματα ρύπανσης, δυσκολία καθαρισμού
- Δυσκολία αξιοποίησης καρστικών υδροφορέων στην Ελλάδα



# Εγγειοβελτιωτικά και υπόγεια νερά

- Αστυφιλία, συγκέντρωση στα πεδινά, πολλές φορές σύγκρουση χρήσεων νερού
- Η αυξανόμενη ζήτηση για την κάλυψη των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών οδηγεί σε εξάρτηση από τα υπόγεια νερά. Λόγω του ότι οι παροχές των ποταμοχειμάρρων επηρεάζονται από τις εποχικές μεταβολές, τα υπόγεια νερά αποτέλεσαν τον πιο αξιόπιστο υδατικό πόρο και γι' αυτό αυξήθηκαν προοδευτικά οι απολήψεις υπόγειων νερών (Σταμάτης, 2017). Σήμερα:

- Υφαλμύρνηση παράκτιων υδροφορέων
- Καθίζηση εδαφών στη Θεσσαλία
- Αυξημένο κόστος ενέργειας



# Θεσσαλία, Αθήνα

- Σημαντική κατανάλωση για αρδευτική παραγωγή (Θεσσαλία) και για υδρευτικές-βιομηχανικές ανάγκες (Αθήνα)
- Προβληματισμό εκτροπής Αχελώου (έργο δαπανηρό, με μεγάλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αμφίβολης αποτελεσματικότητας)
- Κλιματική κρίση

# Έλεγχος κατανάλωσης

## Υπερκατανάλωση νερού:

- στερεί το πολύτιμο νερό από άλλους χρήστες
- προκαλεί διάβρωση του εδάφους
- ενισχύει τις πιθανότητες ρύπανσης των νερών με αγροχημικά,

**Ο έλεγχος της κατανάλωσης** οδηγεί σε εξοικονόμηση νερού που αποφέρει σημαντικά οφέλη:

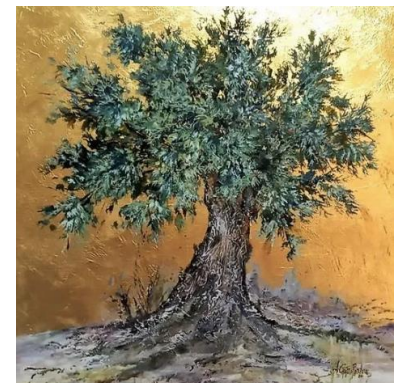
- μείωση ενέργειας άντλησης, προστασία του αγρού από διάβρωση,
- βελτίωση της απόδοσης των εφαρμοζόμενων αγροχημικών, ελαχιστοποίηση των εισροών αγροχημικών στο περιβάλλον,
- προστασία της καλλιέργειας από προσβολές που σχετίζονται με υπερβολική υγρασία
- προστασία και αύξηση χρόνου ζωής υδροληπτικού έργου, αντλητικού συγκροτήματος και αρδευτικού συστήματος
- περιορισμός πιθανότητας πρόκλησης θαλάσσιας διείσδυσης/ενεργοποίησης υδροφόρου ορίζοντα με νερό κακής ποιότητας.

**Πιο δραστικά μέτρα:** Αλλαγή καλλιεργειών , τρόπου άρδευσης , δικττων κλπ

Κατά Παναγόπουλο, 2017 χρέωση νερού για υπερκαταναλώσεις

# Πότε και πόσο (αρδεύσεις) -προγραμματισμός αρδεύσεων

- **Πόσο:** Άρα λοιπόν, με βάση την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί νερό και τις ανάγκες της καλλιέργειας, θα απαντήσουμε και στο ερώτημα με «πόσο» νερό να αρδεύσω. Εδώ βέβαια μπαίνει και το ερώτημα αν έχω αυτή την ποσότητα νερού διαθέσιμη. Στην περίπτωση που δεν την έχω, τότε είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζω η έλλειψη νερού τι επίπτωση μπορεί να έχει στην καλλιέργεια σταθερός (σχετικές έννοιες: *υγρασία εδάφους, δυνητική εξατμισοδιαπνοή, υδατοικανότητα, σημείο μόνιμης μαράνσεως, δόση άρδευσης*).
- **Πότε:** Το κάθε «πότε» θα ποτίσω, δηλαδή μετά από πόσες μέρες το χωράφι πρέπει να ξανααρδευθεί, εξαρτάται από τη βροχή που έχει πέσει, από την υγρασία που έχει το έδαφος και κυρίως από τις ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό. Επομένως, μετά από μια βροχή, αν το ύψος της είναι σημαντικό δεν θα αρδεύσω, ενώ και οι ανάγκες της καλλιέργειας δεν είναι ίδιες μέσα στη βλαστική περίοδο με αποτέλεσμα ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο αρδεύσεων να μην είναι σταθερός (σχετικές έννοιες: *υγρασία εδάφους, δυνητική εξατμισοδιαπνοή, ενεργός βροχόπτωση, καθαρή δόση άρδευσης*) (Παπαμιχαήλ, 2017)



# Άλλες προτάσεις/εναλλακτικές

- **Σοβαρότερες μελέτες της γεωργικής ανάπτυξης και των αρδευτικών αναγκών των χρηστών** σε μελέτες νέων δικτύων και σε μελέτες Ανάταξης και Εκσυγχρονισμού εγγειοβελτιωτικών έργων σε λειτουργία.
- **Βελτίωση της διαχείρισης και συντήρησης** των συλλογικών έργων.
- **Βελτίωση της οργανωτικής δομής:** Δημιουργία νέων ευέλικτων οργανισμών κοινής ωφέλειας (ή υπηρεσίας του Υπουργείου) που θα επικουρούν τους υπάρχοντες (με το κατάλληλο προσωπικό, την τεχνογνωσία και το μέγεθος για να φέρουν σε πέρας επιτυχώς το έργο της διαχείρισης των υδατικών πόρων).
- **Τεχνική καθοδήγηση των αγροτών από ειδικούς επιστήμονες** για μια αποτελεσματικότερη χρήση του αρδευτικού νερού (δημιουργία Γραφείων άρδευσης).
- **Χρέωση του νερού** σύμφωνα με τον καταναλισκόμενο όγκο και όχι σύμφωνα με την αρδευόμενη έκταση.
- **Χρήση** συστημάτων **νέας τεχνολογίας**, όπως οι υδροληψίες με ηλεκτρονικές κάρτες που θα συμβάλουν στην ορθολογικότερη κατανάλωση νερού.
- Δημιουργία **βάσεων δεδομένων για τα αρδευτικά δίκτυα**.
- **Εύρεση οικονομικών πόρων**. Η ενιαία διαχείριση των υδατικών πόρων (αγροτικό- αστικό- βιομηχανικό νερό) μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της οικονομικής κατάστασης των οργανισμών διαχείρισης και στην αναβαθμισμένη διαχείριση των έργων.
- **Εισαγωγή νέων καλλιεργειών** (ή νέων ποικιλιών) με καλύτερη αποτελεσματικότητα της χρήσης του νερού.
- Αυστηρός **έλεγχος στην αδειοδότηση νέων γεωτρήσεων** και στη **λειτουργία των υπαρχουσών**.
- **Έρευνα**
- (Δερκας, 2017)

# Κριτήρια επιλογής εναλλακτικών

- Εκμεταλλευσιμότητα και οικονομικότητα του συνόλου των έργων
- Αποδοτικότητα και η Παραγωγικότητα του νερού
  - Μικρή κατανάλωση ενέργειας
  - Αξιοπιστία
  - Ανθεκτικότητα κάθε υποσυστήματος σε πιθανές αλλαγές
  - Η γρήγορη επανάκαμψη μετά από κάθε αστοχία
  - Δίκαιη κατανομή των πόρων και των προσόδων
  - Διατηρησιμότητα της ανάπτυξης.

Άλλα κριτήρια στον άξονα: **περιβάλλον , οικονομία και κοινωνία**

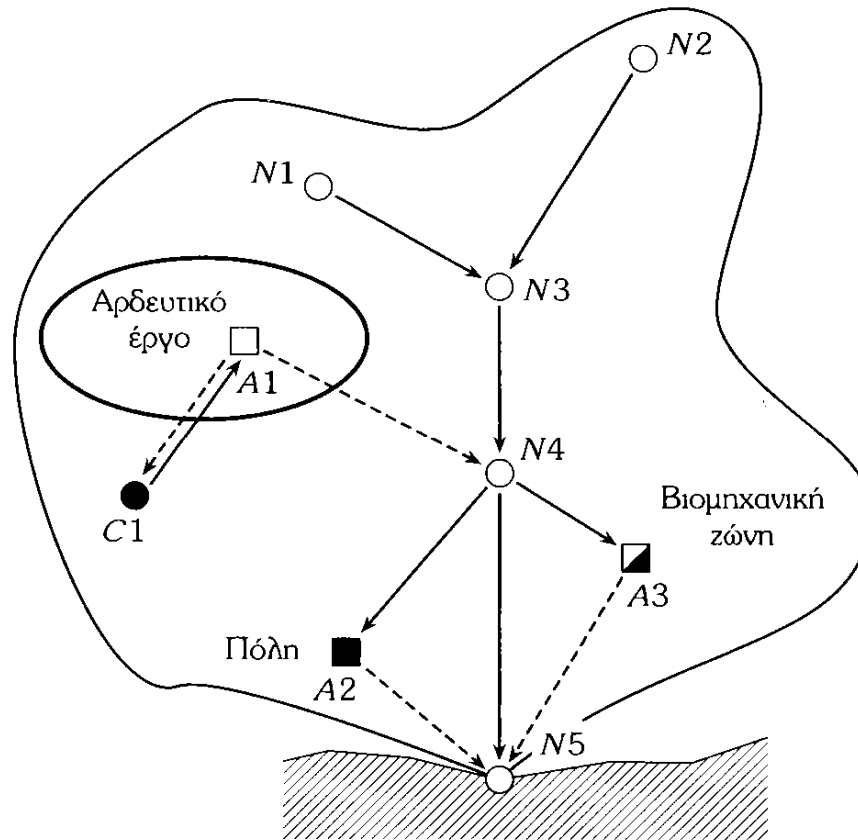
# Επιλογή κατασκευής νέου αρδευτικού δικτύου?

**μόνο στα πλαίσια της ΔΥΠ**

Άρδευση στα πλαίσια της δυπ  
(το έργο δεν είναι μόνο το δίκτυο και η άρδευση στο  
αγροτεμάχιο)

**Η ανάλυση πρέπει να περιλαμβάνει:**  
**Σύστημα: Κέντρα κατανάλωσης,**  
**περιβάλλον, υδατικοί πόροι**

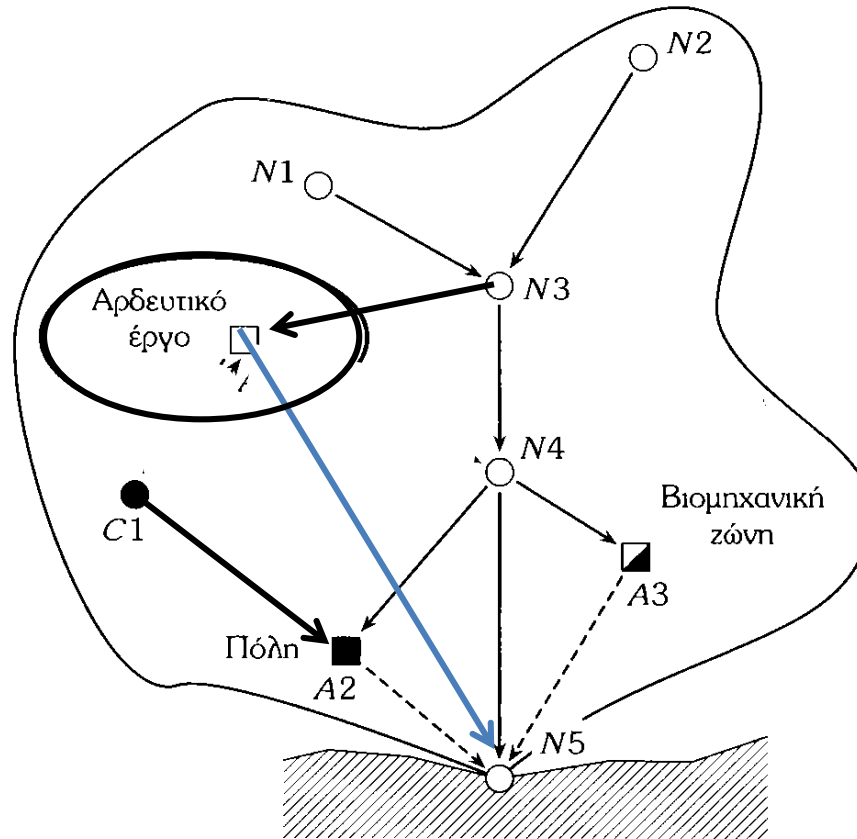
# Σχηματοποίηση



Σχ. 1.8: Υδατικό Σύστημα / Λεκάνη Απορροής.



# Άλλες εναλλακτικές



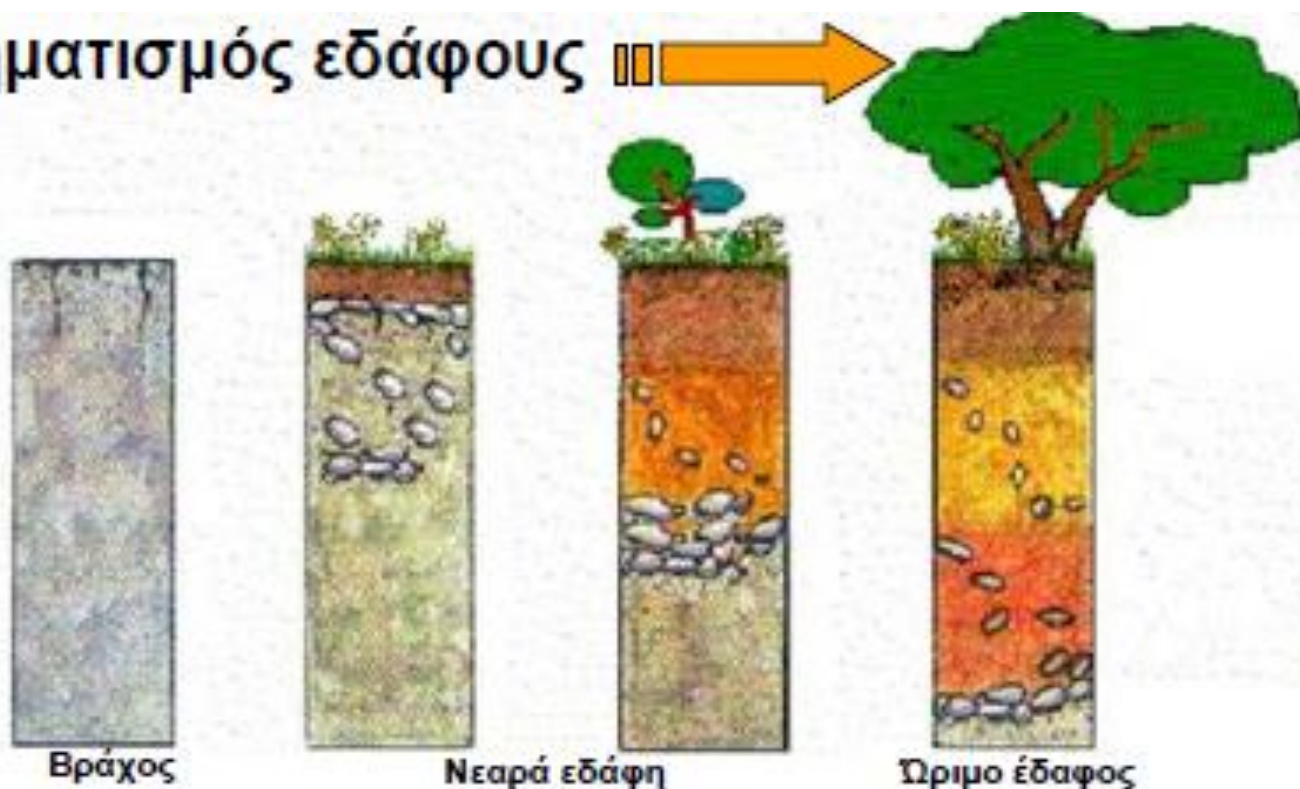
Σχ. 1.8: Υδατικό Σύστημα / Λεκάνη Απορροής.

Ερημοποίηση

# Ερημοποίηση

- Η ερημοποίηση, όπως έχει οριστεί στην Παγκόσμια Διάσκεψη Κορυφής του Περιβάλλοντος (1992), είναι υποβάθμιση των γαιών στις ξηρές, ημίξηρες και ύφυγρες περιοχές, η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα πολλών παραγόντων στους οποίους περιλαμβάνονται οι κλιματικοί παράγοντες και οι ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Πιο αναλυτικά, η ερημοποίηση είναι η διαδικασία σύμφωνα με την οποία η γόνιμη γη υποβαθμίζεται και σταδιακά εξαφανίζεται, αφήνοντας κηλίδες απογυμνωμένων περιοχών που εξαπλώνονται, και πιθανά ενοποιούνται διαμορφώνοντας περιοχές μικρής παραγωγικότητας (Στεφανάτου, 2010)

# Σχηματισμός εδάφους



Διάβρωση

# ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ

- Η βασική συνέπεια είναι η εγκατάλειψη της γης λόγω της απώλειας της παραγωγικότητας του εδάφους. Παρατηρείται απώλεια της ποιότητας της ζωής με επακόλουθο την μετανάστευση των ανθρώπων

# Παραδείγματα ερημοποίησης

- Υφαλμήρυνση υπογείων υδροφόρων (έλλειμμα νερού)
- Λανθασμένη αντικατάσταση δασών η βοσκότοπων σε έντονα επικλινείς πλαγιές--- διάβρωση εδαφών λόγω πλημμύρας, υποβάθμιση γονιμότητας

• • • Η ερημοποίηση καθορίζεται από τις Υδρολογικές συνιστώσες

# Διάβρωση εδαφών

ναμένεται σημαντική διάβρωση. Η μέγιστη παροχή που μπορεί να παροχευθεί σε ένα αυλάκι χωρίς να προκαλεί διάβρωση, μπορεί να υπολογιστεί από την εμπειρική σχέση (Παπαζαφειρίου και Παπαμιχαήλ, 1996)

$$Q_m = 0.0063/S_0 \quad (13.4)$$

όπου  $Q_m$  είναι η μέγιστη παροχή σε L/sec και  $S_0$  είναι η κλίση του αυλακιού (m/m).

Για τον υπολογισμό των ετήσιων απωλειών εδάφους, οι Fornstom και Borrelli (1985) δίνουν την παρακάτω εμπειρική σχέση:

$$E = \frac{30.9 S^{1.66} Q_z^{2.45}}{D_{50}^{0.47} L^{1.62}} \quad (13.5)$$

όπου  $E$  είναι η ετήσια απώλεια εδάφους ( $t/ha \cdot yr$ ),  $S$  είναι η κλίση του αυλακιού (%),  $Q_z$  είναι η παροχή που εφαρμόζεται στο αυλάκι (L/min),  $D_{50}$  είναι το μέσο μέγεθος των εδαφοσωματιδίων ( $\mu m$ ) και  $L$  είναι το μήκος του αυλακιού (m).

Για τη διατήρηση της παραγωγικότητας των καλλιεργούμενων φυτών σε εδάφη όπου υπάρχει διάβρωση, η SCS (Soil Conservation Service) εκτιμά ότι η μέγιστη τιμή καθαρής ετήσιας διάβρωσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 0.2 έως 1.1 t/στρέμμα/έτος (Carter, 1993). Η μείωση της παραγωγικότητας μπορεί να είναι αρκετά σημαντική. Δεδομένα καταγραφής σε σιτάρι έδειξαν ότι η μείωση της απόδοσης μπορεί να φτάσει το 2% για κάθε εκατοστό απώλειας εδάφους (Kολουεκ κ.ά. 1993).

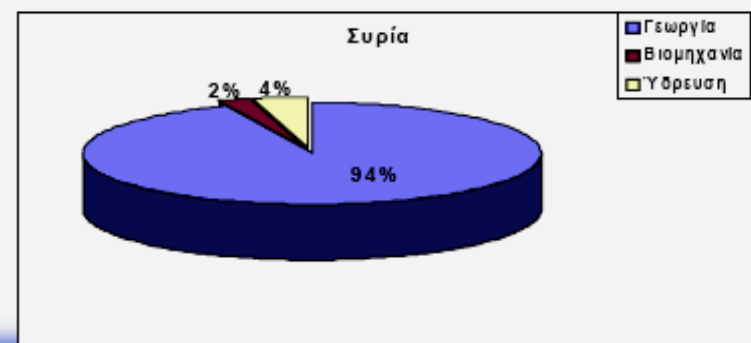
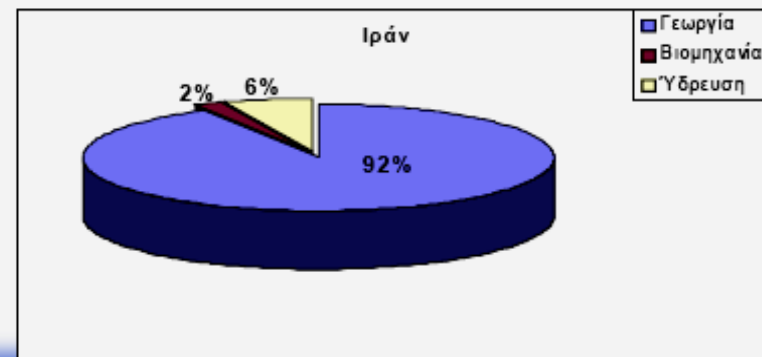
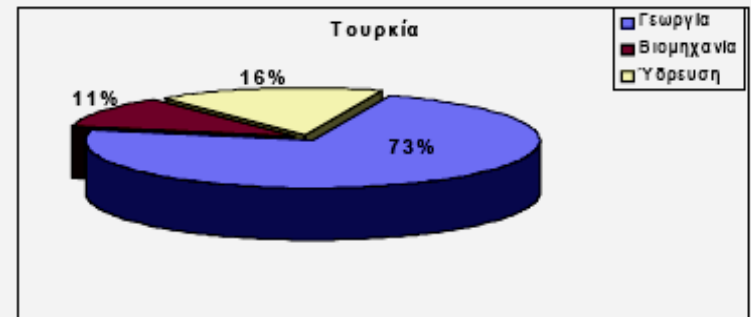
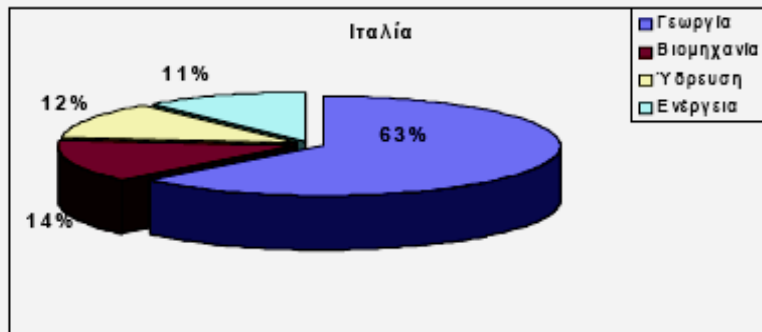
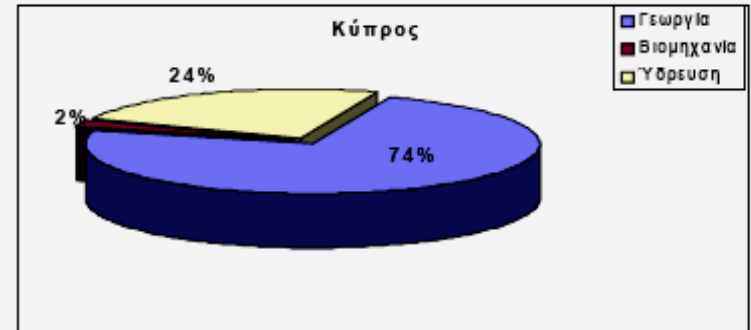
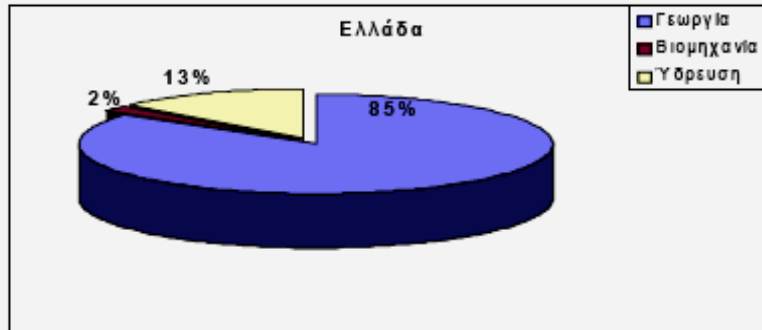
**Ζήτηση νερού**



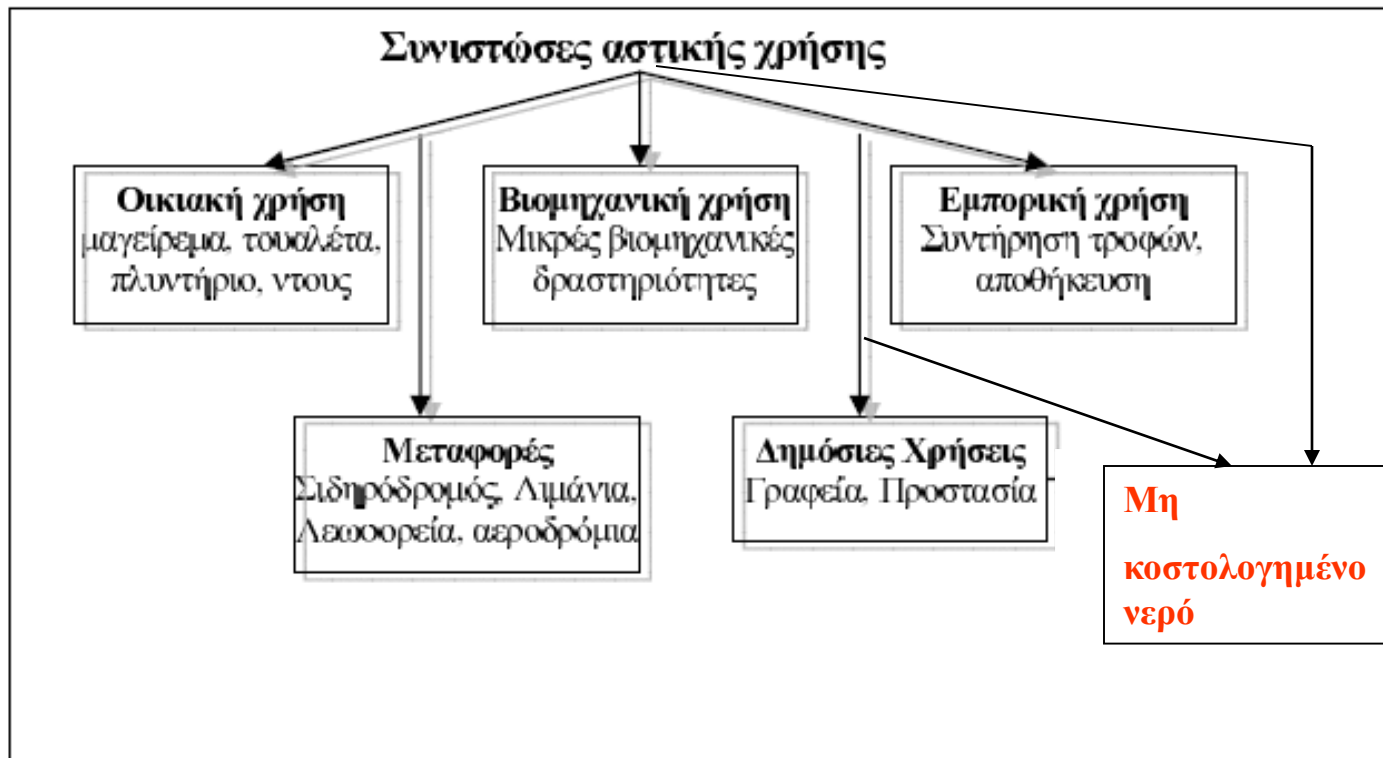
# ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

- Ζήτηση/ Ανάγκες
- Τομείς:
  - Ύδρευση
  - Τουρισμός
  - Βιομηχανία
  - Παραγωγή Ενέργειας
  - Γεωργία
  - Περιβάλλον
  - Αισθητική αναβάθμιση

# Ποσοστά κατανάλωσης νερού ανά χρήση



# Αστική χρήση νερού

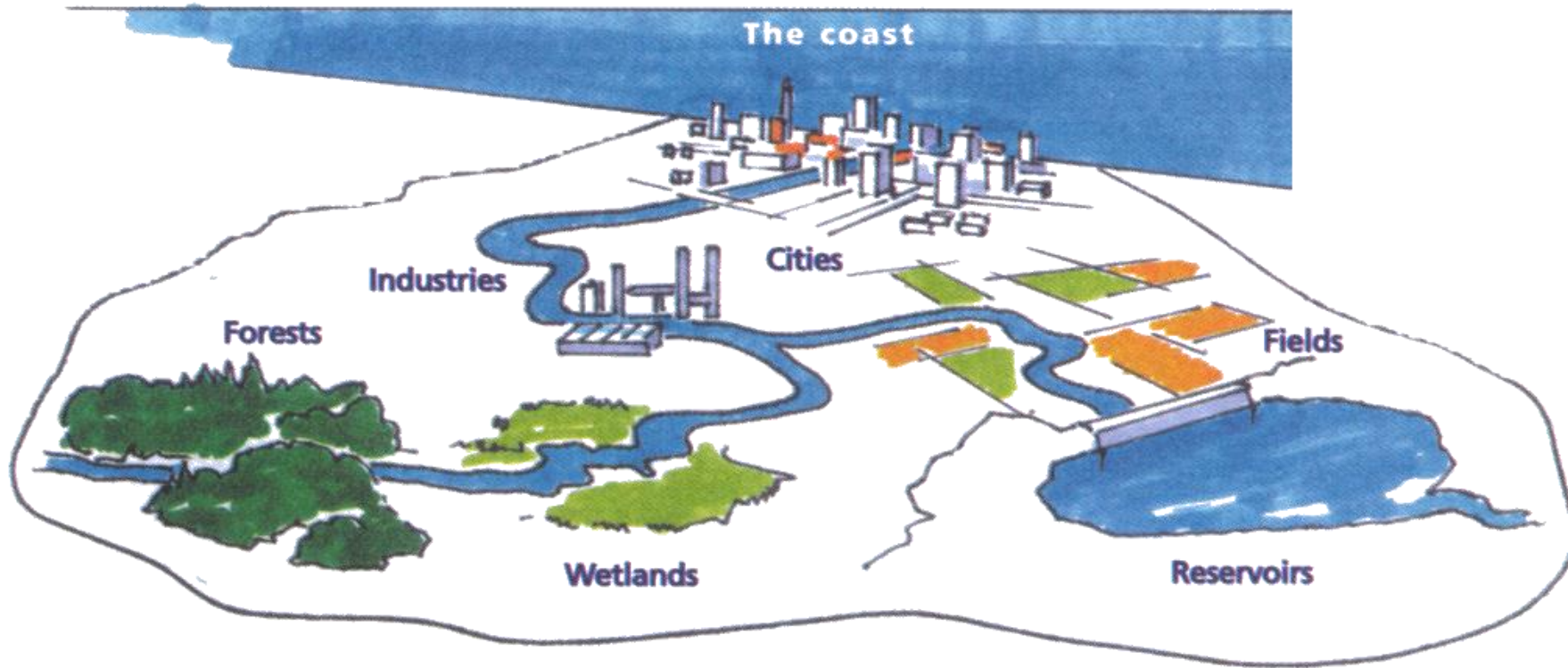


Πίνακας 2.12. Καταναλώσεις επιχειρήσεων [17].

Είδος επιχείρησης	Μονάδα	Απαιτούμενη ποσότητα νερού
1. Αρτοποιείο	1/υπαλ. ημερ.	150
2. Ζαχαροπλαστείο	1/υπαλ. ημερ.	200
3. Κρεοπωλείο	1/υπαλ. ημερ.	250
4. Κουρείο	1/υπαλ. ημερ.	250
5. Μικρές επιχειρήσεις με καθαρή παραγωγική διαδικασία	1/υπαλ. ημερ.	50
6. Μικρές επιχειρήσεις με βρώμικη παραγωγική διαδικασία	1/υπαλ. ημερ.	250
7. Εστιατόρια	1/(υπαλ. + πελ.) ημερ.	50
8. Ξενοδοχεία πολυτελείας με αναλογία υπαλλήλων προς πελάτες $\geq 1$	1/(υπαλ. + πελ.) ημερ.	600
9. Ξενοδοχεία μεσέας κατηγορίας με αναλογία υπαλλήλων προς πελάτες = 0.5	1/(υπαλ. + πελ.) ημερ.	300
10. Απλά Ξενοδοχεία με αναλογία υπαλλήλων προς πελάτες = 0.25	1/(υπαλ. + πελ.) ημερ.	200

Πίνακας 2.13. Απαιτούμενη ποσότητα νερού στην κτηνοτροφία [17].

Είδος	Μονάδα	Απαιτούμενη ποσότητα νερού
1. Μεγάλο ζώο	1/ζωο. ημερ.	50
2. Μεγάλο ζώο με ξέπλυμα κοπριάς χωρίς διάστρωση αχύρων	1/ζωο. ημερ.	60
3. Μεγάλο ζώο με ξέπλυμα κοπριάς και διάστρωση αχύρων	1/ζωο. ημερ.	70
4. Μικρό ζώο = 1/5 της ποσότητας του μεγάλου ζώου		
5. Σταθμός συγκέντρωσης γάλατος	1/1	1.5
6. Επαγγελματικοί κήποι οπωρολαχανικών	1/m <sup>2</sup>	0.8



Country	Annual renewable water Resources km <sup>3</sup> yr <sup>-1</sup>	Total fresh Water withdrawal km <sup>3</sup> yr <sup>-1</sup>	Domestic use %	Industrial use %	Agricultural use %	Irrigated area 10 <sup>3</sup> ha
Algeria	14.3	4.5	25	15	60	555
Cyprus	0.9	0.21	24	2	74	40
Egypt	86.8	55.1	6	8	86	3,265
Libya	0.6	4.6	11	2	87	470
Morocco	30.0	11.04	5	3	92	1,258
Sudan	154.0	17.8	4	1	94	1,946
Tunisia	4.1	3.08	9	3	89	352
Bahrain	0.1	0.24	39	4	56	3
Gaza St.	0.06	0.12	40		60	12
Iran	137.5	70.03	6	2	92	7,264
Iraq	96.4	42.8	3	5	92	3,525
Israel	2.1	1.9	16	5	79	193
Jordan	0,9	0.98	22	3	75	73
Kuwait	0.0	0.54	37	2	60	5
Lebanon	4.8	1.29	28	4	68	88
Oman	1.0	1.22	5	2	94	62
Qatar	0.1	0.28	23	3	74	13
Saudi A.	2.4	17.02	9	1	90	1,473
Syria	46.1	14.41	4	2	94	1,082
Turkey	200.7	31.6	16	11	72	4,186
U.A.E	0.1	2.11	24	9	67	67
W. Bank	0.4	0.10	6.5		93.5	10.4
Yemen	4.1	2.93	7	1	92	481

# Προβληματισμοί

- Υψηλή θερμοκρασία με έλλειμμα βροχής την περίοδο των καλλ. Ανάγκη για αρδεύσεις αυξημένη (αυξημένη θερμοκρασία, αυξημένες ανάγκες)
- Χαμηλή παραγωγικότητα νερού σχέση με άλλες χρήσεις
- Προ κρίσης: σκεπτικισμός για την κατανάλωση νερού στην αρδευόμενη γεωργία

- Άρδευση στην Ελλάδα βασικός καταναλωτής νερού, 85%
- ΔΥΠ χωρίς να συμπεριληφθεί η αρδευόμενη γεωργία είναι κενό γράμμα για τη χώρα

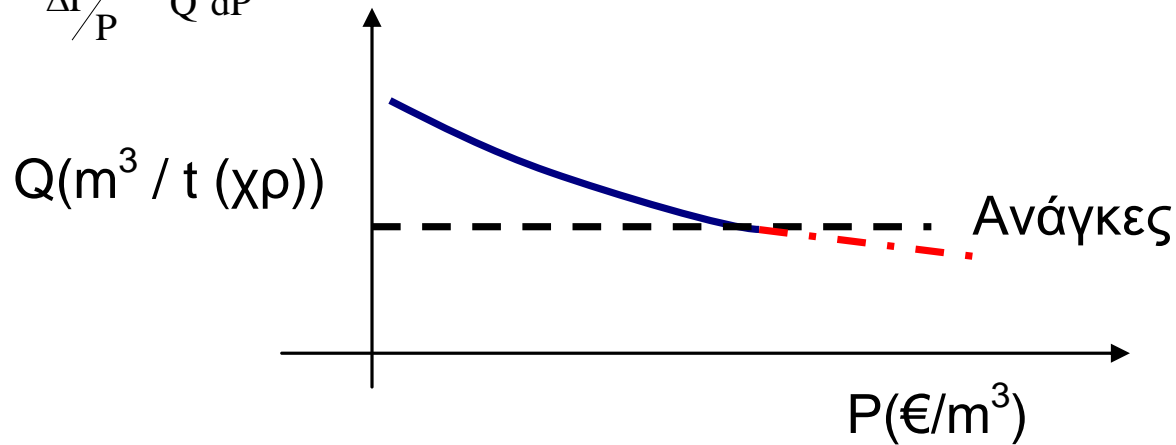


## Ελαστικότητα της ζήτησης

Θεωρώντας στο παραπάνω μοντέλο ότι μία μεταβλητή  $X$  είναι η τιμή του νερού προκύπτει  $P$ :

Ελαστικότητα στην ζήτηση = (Ποσοστό αλλαγής στο  $Q$ )/(Ποσοστό αλλαγής στο  $P$ )=

$$PE = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{P}{Q} \frac{dQ}{dP}$$



Προφανώς η καμπύλη ζήτησης δεν πρέπει να είναι κάτω από την καμπύλη των αναγκών για κοινωνικούς λόγους.

Ζήτηση, οικονομικό μέγεθος (μόνο???)

**Παραγωγικότητα νερού**

# Παραγωγικότητα νερού

- Όφελος (ή φυσικές μονάδες) (ετήσιο) ανά  $m^3$  νερού (ετήσιο) NB/W, ( $\text{€}/ m^3$ ).
- Εξαρτάται:
  - είδος καλλιέργειας
  - συνθήκες εδάφους και κλίματος στην περιοχή
  - διαθεσιμότητα νερού
  - πρακτική αρδεύσεων
  - οικονομικές πρακτικές
- Διακύμανση παραγωγικότητας νερού ανά περιοχή, αντικειμενικές και υποκειμενικές συνθήκες

## Παραγωγικότητα του Νερού

- μεγαλύτερη παραγωγή με λιγότερο νερό ( More crop per drop)-

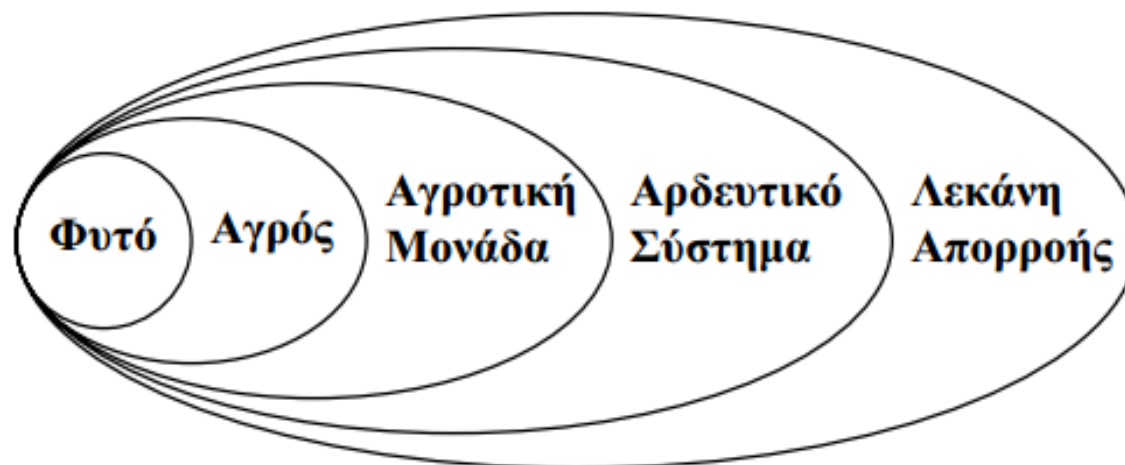
$$WP = \frac{\text{όφελος}}{\text{νερό}}$$

όφελος: σε φυσικούς ή οικονομικούς όρους

νερό: σε μονάδες όγκου νερού

Η κλίμακα επηρεάζει τον τρόπο υπολογισμού

- **Κλίμακες για τον υπολογισμό της παραγωγικότητας του νερού**



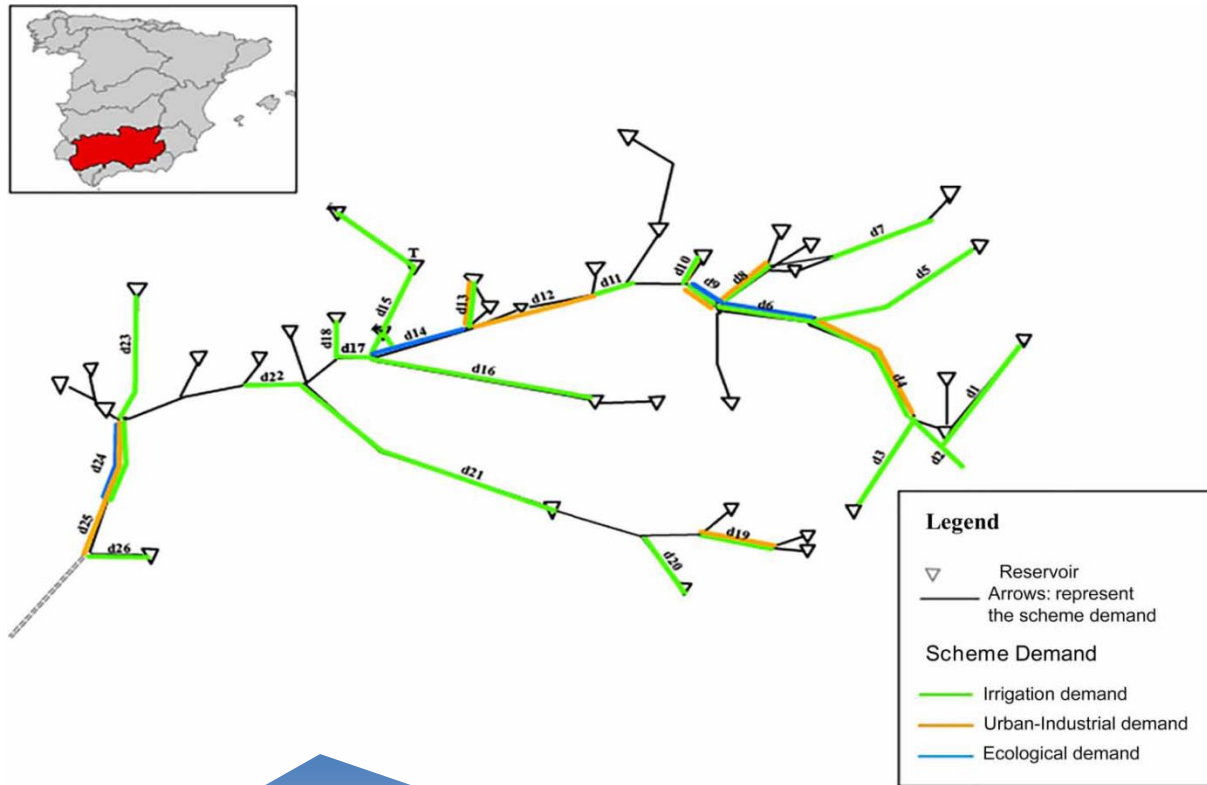
Τσακίρης, 2014

Τι πρέπει να γίνει στα αρδευτικά δίκτυα;

- μείωση απωλειών στα δίκτυα
- βελτίωση μεθόδων άρδευσης
- καλύτερα αποτελέσματα με επιστημονική υποστήριξη

Μείωση καταναλώσεων  
Αύξηση παραγωγικότητας

# Παραγωγικότητα νερού για άρδευση και κλιματική αλλαγή



Έντονη διαφορά παραγωγικότητας από περιοχή σε περιοχή, μείωση κατανάλωσης νερού  
Σε περιοχές χαμηλής παραγωγικότητας  
(Spiliotis et al., 2015)

**Table 2** | Existent urban, ecological, and irrigation demand with the corresponding productivity at branches

Branch	Region	Existent irrigation demand, $\bar{a}_i$ (hm <sup>3</sup> /yr)	Water irrigation productivity (€m <sup>-3</sup> )	Cumulative irrigation demand (hm <sup>3</sup> /yr)	Urban demand (hm <sup>3</sup> /yr)	Cumulative urban demand (hm <sup>3</sup> /yr)	Ecological demand (hm <sup>3</sup> /yr)
1	Alto Guadiana Menor	44	0.31	44	1	1	-
2	La Bolera	42	0.25	86	-	1	-
3	Fardes	47	0.26	47	-	-	-
4	Guadiana Menor	13	0.25	146	-	1	-
5	Vegas Altas	42	0.25	42	-	-	-
6	Vegas Medias	48	0.25	236	-	1	4.15
7	Guadalmena	16	0.25	16	-	-	-
8	Guadalimar	46	0.25	62	8.79	9.79	-
9	Vegas Bajas + Jaén	83	0.42	381	22	31.79	11.40
10	Rumblar	40	0.29	40	14	14	-
11	Jandula - Badajoz	157	0.25	578	-	45.79	-
13	Guadalmellato	74	0.23	74	43 a%	43 a%	-
14	Guadalq. after Cord.	-	-	652	-	88.79	18.70
15	Sierra Boyera	7	0.25	7	-	-	-
16	Guadajoz	24	0.49	24	-	-	-
17	Guadajoz-Genil	59	0.25	742	-	89.79	-
18	Bembezar	136	0.09	136	-	-	-
19	Alto Genil	100	0.48	100	38	38	-
20	Cacín	41	0.48	41	-	-	-
21	Genil-Cabra and Bajo Genil	262	0.25	403	-	38	-
22	Valle Inferior and Afluentes	230	0.25	1511	-	126.79	-
23	Viar	101	0.26	101	-	-	-
24	Bajo Guad./Sevilla	957	0.25	2569	170	296.79	31.4
25	Resto Guadalquivir	-	-	2569	36	332.79	-
26	Salado de Morón	14	0.37	14	-	-	-

# Έλλειψη υποδομών στο τρίτο κόσμο Οικονομική ξηρασία... (απλά για προβληματισμό...)



# Προκλήσεις....

- **Κατανομή ζήτησης στην Ελλάδα και στον κόσμο**
- **Λόγοι Αύξησης της ζήτησης**
  - Αύξηση Πληθυσμού
  - Αύξηση Αρδευόμενων εκτάσεων
  - Αστικοποίηση και συγκέντρωση πληθυσμού στα αστικά κέντρα
  - Κλιματική αλλαγή
  - Ανάπτυξη
  - Άνοδος πολιτιστικού επιπέδου \ νέες ανάγκες

**–Κλιματική αλλαγή: Ένταση ακραίων φαινομένων, μείωση βροχόπτωσης, αύξηση θερμοκρασίας στο ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΌ ΧΏΡΟ**

**–Θεώρηση υδατικών σωμάτων, αναβάθμιση οικοσυστημάτων**



# Λειψυδρία

	Φυσικά Αίτια	Ανθρωπογενή Αίτια
Προσωρινή κατάσταση	Ξηρασία (drought)	Έλλειμμα Νερού (water shortage)
Μόνιμη κατάσταση	Ξηρότητα (aridity)	<b>Λειψυδρία Ερημοποίηση (Desertification)</b>

Λειψυδρία: μόνιμη ή περιστασιακή περίπτωση όπου η ζήτηση υπερβαίνει τους αξιοποιήσιμους υδατικούς πόρους. Αίτια:

- Ανθρωπογενή (αύξηση του πληθυσμού, η έλλειψη υποδομών κ.ά)
- Φυσικά
- Συνδυασμός

Ξηρασία: Το φαινόμενο κατά το οποίο οι ποσότητες εισερχόμενου διαθέσιμου νερού σε ένα σύστημα είναι **κάτω από τις κανονικές για μία σημαντική χρονική περίοδο και έκταση** (Τσακίρης, 2013)

# Δείκτης λειψυδρίας Rws

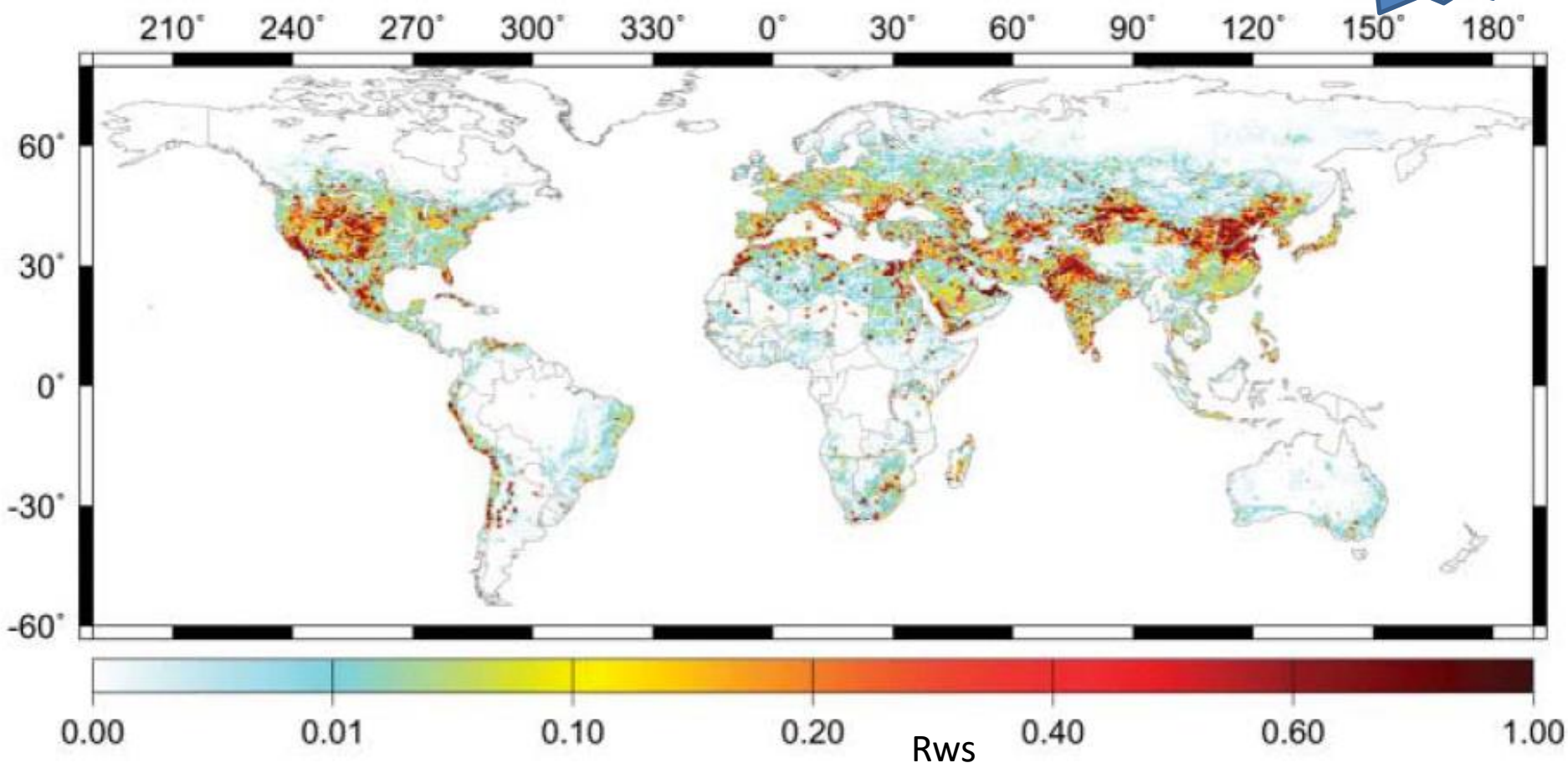
( $Rws > 0.4$ ) = Water Stress

$Rws =$

«απόσυρση (χρήση) νερού– αφαλάτωσης νερό

Ανανεώσιμες ετήσιες ποσότητες νερού

Κατώφλι  
40%



# Τυπική αστική χρήση νερού

- 100-600L/άτομο/day (υψηλό εισόδημα)
- 50-100L/ άτομο /day (χαμηλό εισόδημα)
- 10-40L/ άτομο /day (σπανιότητα νερού)
  - Προσοχή, δεν χρησιμοποιώ τους πολλαπλασιαστικούς συντελεστές της ύδρευσης (υδραυλική, μέγιστη στιγμιαία)



# Λειψυδρία

- Πρώτη αδρομερή εκτίμηση με βάση μέσες τιμές και την κατανάλωση κατ' άτομο.
- Αστική απαίτηση(?):
  - $100\text{L/person/day} = 40\text{m}^3/\text{person/year}$
  - $600\text{L/person/day} = 240\text{m}^3/\text{person/year}$
- Προσθέτω αγροτική ενεργειακή και βιομηχανική χρήση που αντιστοιχεί καθ' άτομο:
  - $20 \times 40\text{m}^3/\text{person/year} = 800\text{m}^3/\text{person/year}$
- Ολικές ανάγκες:
  - $840\text{m}^3/\text{person/year}$
  - $1040\text{m}^3/\text{person/year}$

Με βάση τις δυνητικές ποσότητες νερού

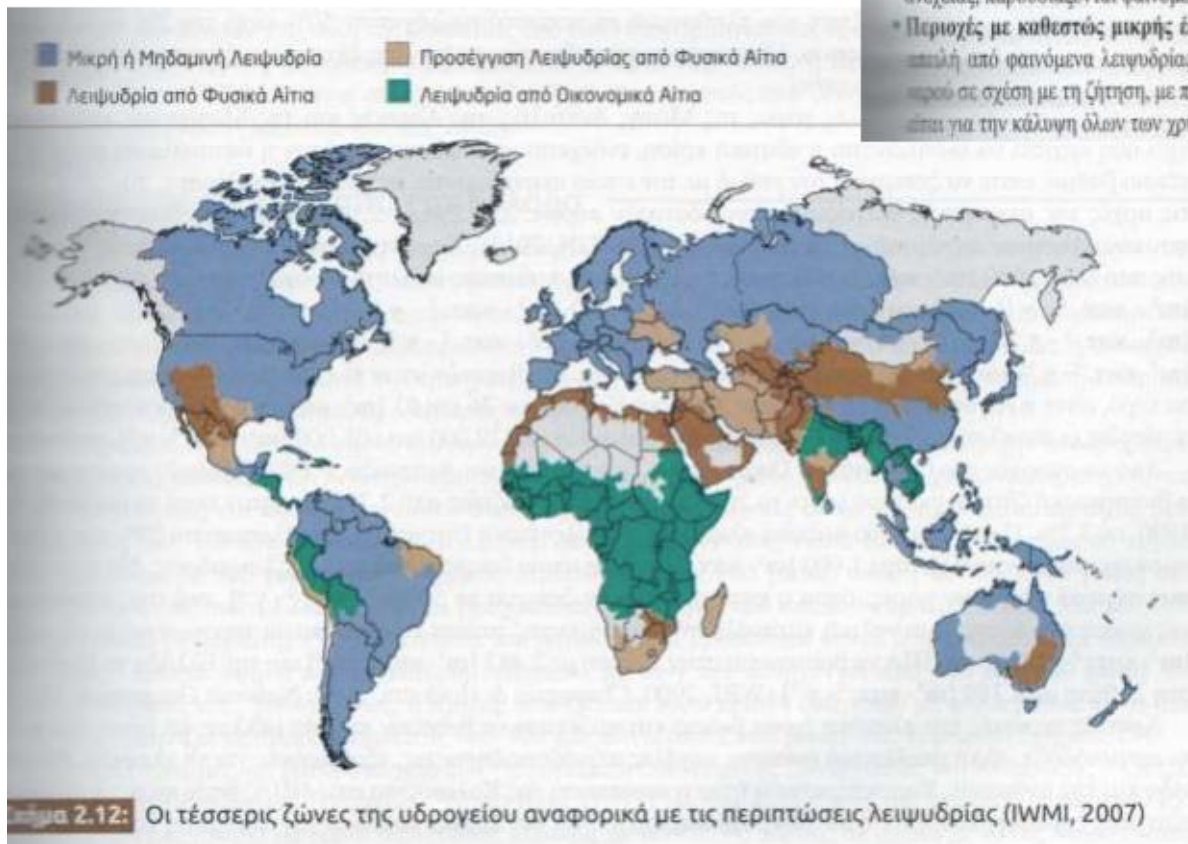
### δείκτης υδατοπόνησης Falkenmark

- **Water scarcity (Λειψυρία):**  $<1000 \text{ m}^3 / \text{person}/\text{year}$ 
  - Χρόνια και εκτεταμένης χωρικής έκτασης προβλήματα
- **Water stress:**  $<1700 \text{ m}^3 / \text{person}/\text{year}$ 
  - Τοπικά προβλήματα
- **Επάρκεια:**  $>1700 \text{ m}^3 / \text{person}/\text{year}$
- Η συνολική ποσότητα ανανεώσιμων υδατικών πόρων (επιφανειακών και υπόγειων) που εισέρχεται ετησίως σε μία περιοχή και είναι **δυναμικά διαθέσιμη** προς εκμετάλλευση για την κάλυψη των υδατικών αναγκών της, προς τον πληθυσμό της περιοχής αυτής. Δεν πρόκειται για το εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό

# Λειψυδρία από φυσικά ή οικονομικά αίτια =

$f(\% \text{ χρησιμοποίησης επιφ. παροχής})$

- **Περιοχές σε καθεστώς λειψυδρίας από φυσικά αίτια:** Η ανάπτυξη των υδατικών πόρων γίνεται με πολύ εντατικό τρόπο και έχει ξεπεράσει κατά πολύ τα όρια της αιφορικής διαχείρισης. Αυτό σημαίνει ότι πάνω από το 75% της επιφανειακής απορροής των ποταμών χρησιμοποιείται για τις ανάγκες των γεωργικών, βιομηχανικών και οικιακών χρήσεων, συμπεριλαμβανομένων και των ποσοτήτων νερού που προκύπτουν από επιστρεφόμενα νερά άρδευσης και ανακύκλωσης.
- **Περιοχές που προσεγγίζουν τη λειψυδρία από φυσικά αίτια:** Περισσότερο από το 60% της επιφανειακής απορροής των ποταμών, χρησιμοποιείται για τις παραπάνω αναφερόμενες χρήσεις. Οι λεκάνες αυτές, αναμένεται να βιώσουν λειψυδρία από φυσικά αίτια στο άμεσο μέλλον.
- **Περιοχές σε καθεστώς λειψυδρίας από οικονομικά αίτια:** Στις περιοχές αυτές, υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα νερού σε σχέση με τη ζήτηση, με ποσοστό λιγότερο του 25% της επιφανειακής απορροής να χρησιμοποιείται για την κάλυψη των ανθρώπινων χρήσεων. Παρά το γεγονός αυτό, οι οικονομικοί περιορισμοί στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα, περιορίζουν την πρόσβαση σε καθαρό νερό, ακόμη και αν δεν παρουσιάζονται φαινόμενα λειψυδρίας από φυσικά αίτια. Στις περιοχές αυτές, λόγω οικονομικής ανέχειας, παρουσιάζονται φαινόμενα υποσιτισμού, φτώχειας και εξαθλίωσης.
- **Περιοχές με καθεστώς μικρής έως μηδαμινής λειψυδρίας:** Στις περιοχές αυτές, δεν υπάρχει άμεσα απειλή από φαινόμενα λειψυδρίας από φυσικά και οικονομικά αίτια. Υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα νερού σε σχέση με τη ζήτηση, με ποσοστό λιγότερο του 25% της επιφανειακής απορροής να χρησιμοποιείται για την κάλυψη όλων των χρήσεων.



Ψιλοβίκος, 2021