

Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Εισαγωγή-Βασικές Έννοιες-
Μοντέλο Υδατικού Ισοζυγίου

Δρ Μ.Σπηλιώτη
Λέκτορα ΔΠΘ

Εισαγωγή

- Αύξηση του πληθυσμού \Rightarrow διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες σε νερό και τροφή
- Ανάπτυξη \Rightarrow δραστηριότητες \Rightarrow αύξηση των αναγκών νερού
- Επομένως, ανάγκη για όλο και μεγαλύτερη αξιοποίηση των υδατικών πόρων
- Εξαιρετικά περιορισμένη ποσότητα γλυκού νερού στον πλανήτη μας (περίπου 0.33% της συνολικά εκτιμώμενης ποσότητας νερού στη γη)
- Επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης συστημάτων ελέγχου και διαχείρισης, που αποβλέπουν στη βέλτιστη διάθεση των υδατικών πόρων.

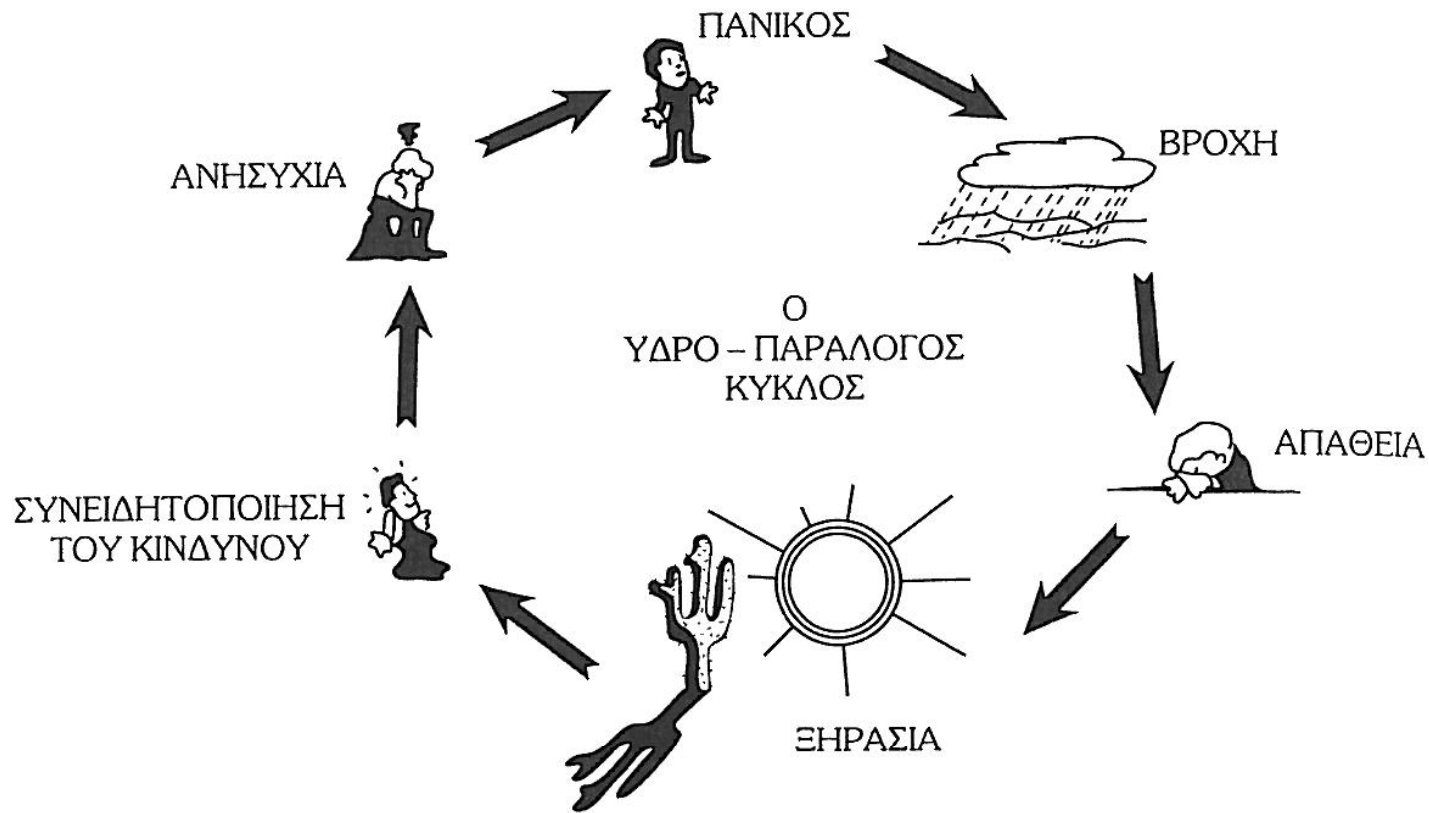
Λειψυδρία

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

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.

ΞΗΡΑΣΙΑ

9

- 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

1^o
- Ξηρότητα κλίματος (aridity)

- Αναφέρεται στα μόνιμα μετεωρολογικά / υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής.

- Δείκτης Ξηρότητας : μέσο ετήσιο ύψος βροχής / μέσο ετήσιο ύψος δυναμικής εξατμισοδιαπνοής

υπερβολικά Ξηρό

< 0.03

Ξηρό

$0.03 - 0.20$

ημίξηρο

$0.20 - 0.50$

ύψυχρο

$0.50 - 0.75$

υγρό

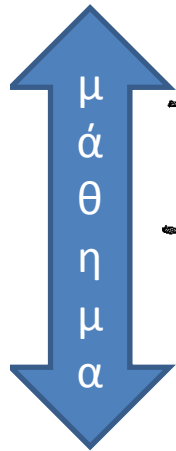
> 0.75

Προσοχή άλλο ξηρότητα (μόνιμη) και άλλο ξηρασία

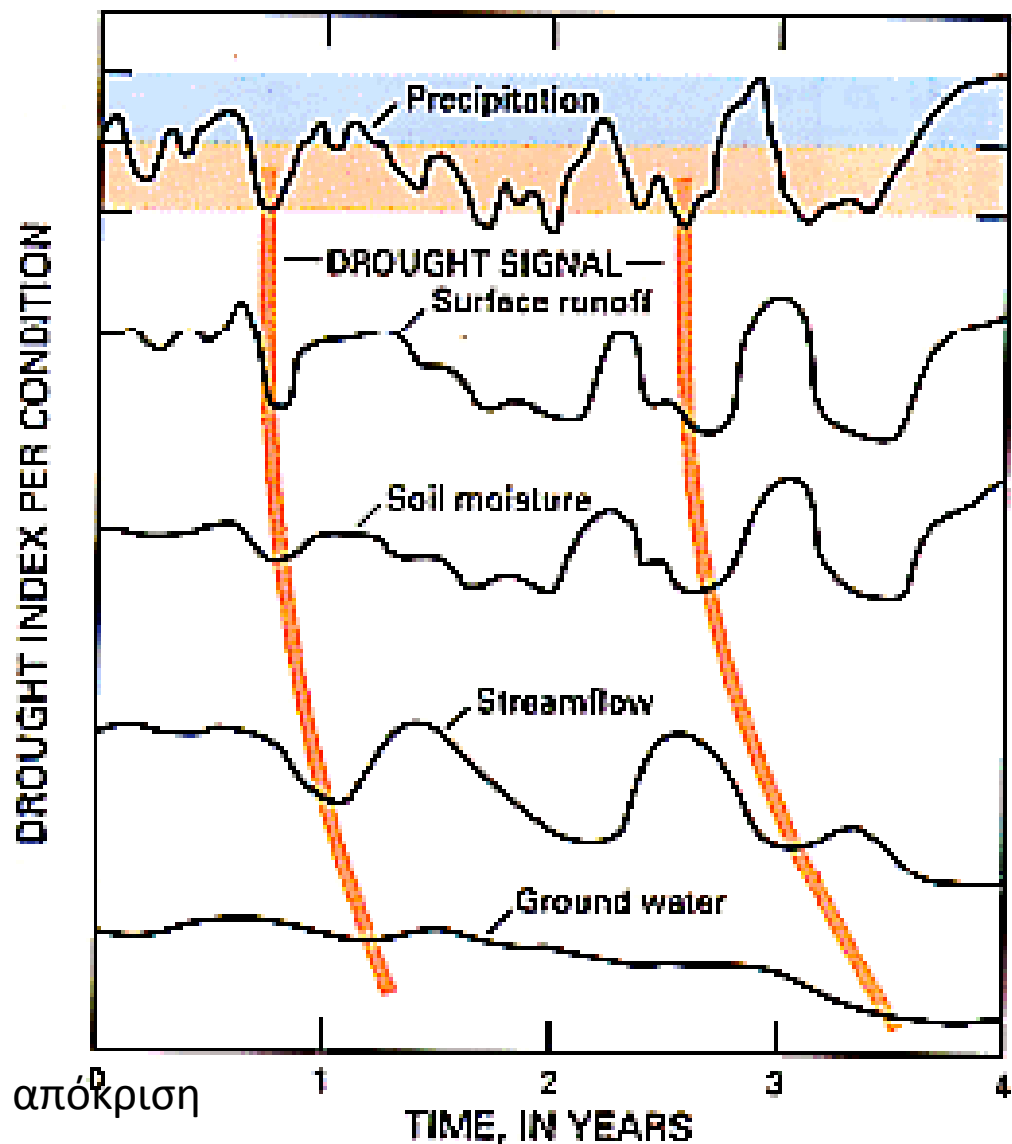
Π.χ. υπάρχει δείκτης ξηρασίας που στηρίζεται στο λόγο Q αλλά με βάση την

απόκλιση από τις μέσες τιμές $\frac{Q - \bar{Q}}{\sigma_Q}$

Ορισμοί της Ξηρασίας



- Μετεωρολογική Ξηρασία: Περίοδος χωρίς αρκετή βροχή.
- Υδρολογική Ξηρασία: Περίοδος υδρολογικού ελλείμματος (απορροή, αποθήκευση σε ταμιευτήρες, υπόγεια υδροφόρα στρώματα).
- Γεωργική Ξηρασία: Επίπεδα εδαφικής υγρασίας και επάρκειας του νερού για την ανάπτυξη των καλλιεργειών.
- Κοινωνικο-οικονομική Ξηρασία: Ελλείμματα υδατικών πόρων λόγω υπερκατανάλωσης, ανεπαρκούς υποδομής και προετοιμασίας.



Διαφορετική χρονική απόκριση
 στη ξηρασία
 Ανάλογα τη θέση του
 υδρολογικού κύκλου
<http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/drought/>

EXPLANATION

- Precipitation
- Above normal
- Below normal (deficit)

ΔΥΠ / Ορισμοί (1)

- Υδατικός πόρος
- Υδατικό σύστημα
- Υδρολογική λεκάνη ή λεκάνη απορροής

Υδατικός πόρος.

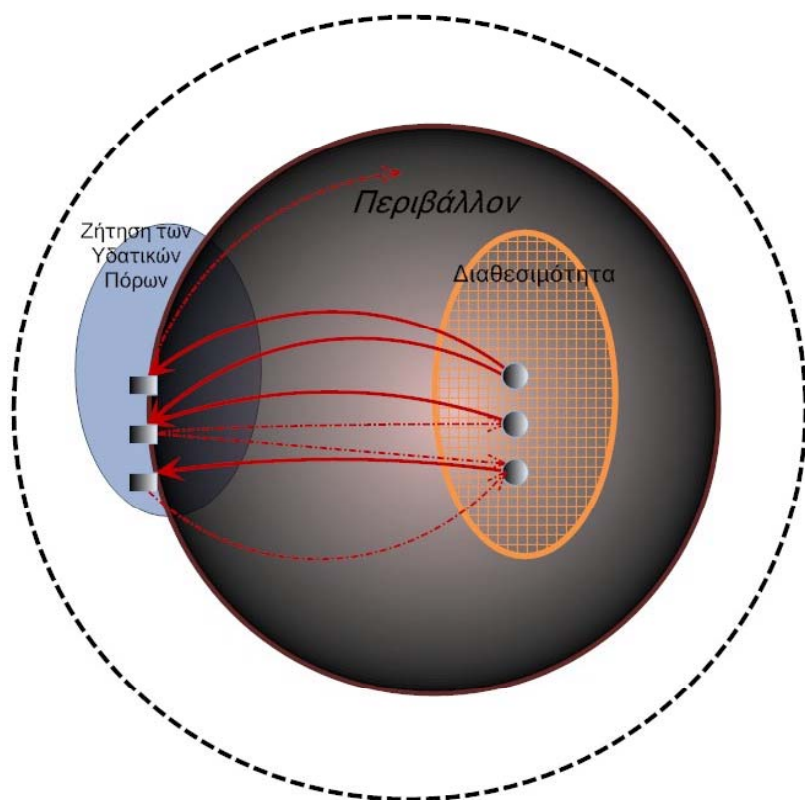
- *Αν και είναι δύσκολο να δοθεί ακριβής ορισμός στον όρο «υδατικός πόρος» γενικά θεωρείται η οποιαδήποτε θέση κυκλοφορίας του νερού στη φύση, όπου συναντάται σε τέτοια μορφή, ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή του από τεχνική και οικονομική άποψη, χωρίς να δημιουργεί προβλήματα στο περιβάλλον (Τσακίρης,2007).*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

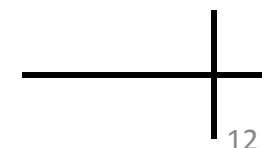


Κάθε έργο δημιουργεί στο περιβάλλον ένα σύνολο αντιδράσεων στο υδατικό σύστημα, στο περιβάλλον γενικότερα ☹️ Συστημική προσέγγιση

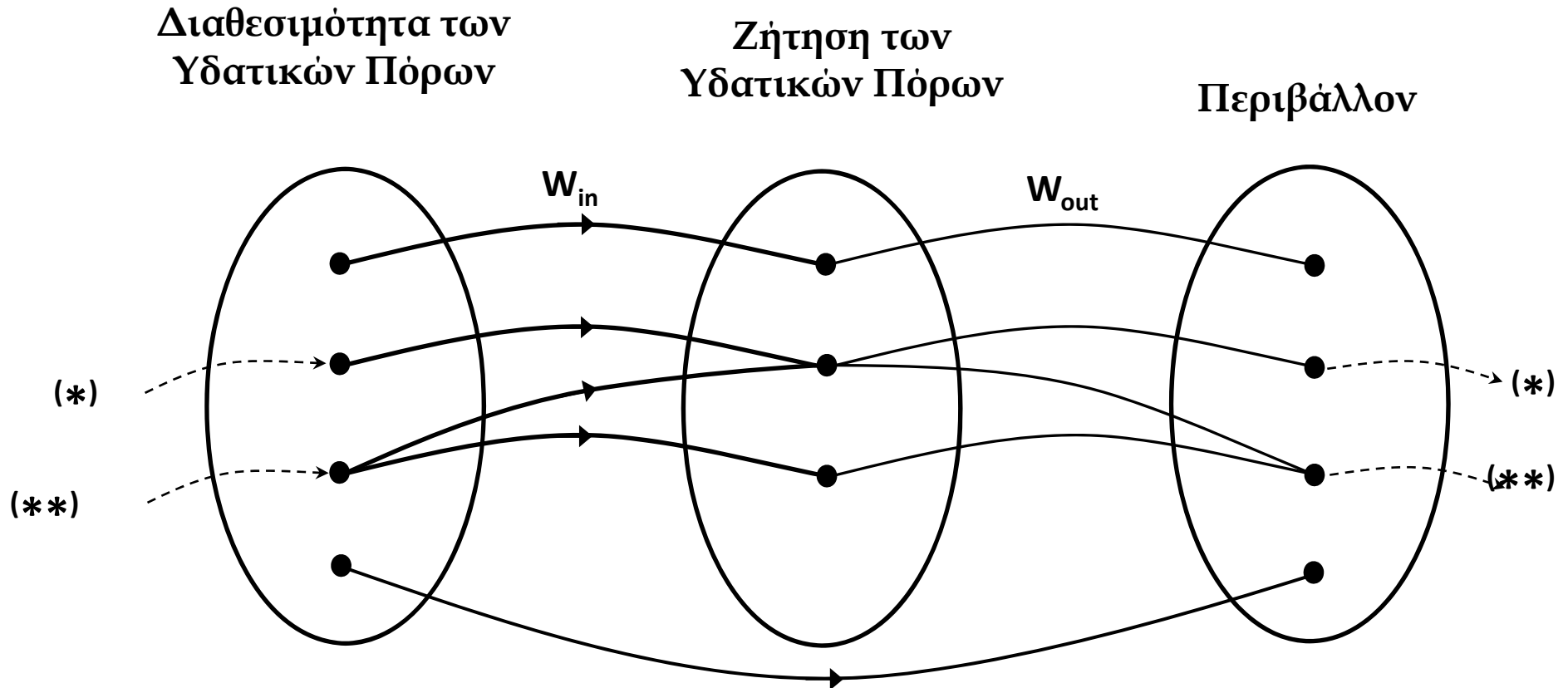
Διαχείριση Υδατικών Πόρων είναι το σύνολο των ενεργειών (μέτρα, έργα, κανονιστικές διατάξεις, συμφωνίες κλπ.) για την αρμονική σχέση μεταξύ

- Υδατικών πόρων
- Κέντρων κατανάλωσης
- Περιβάλλοντος

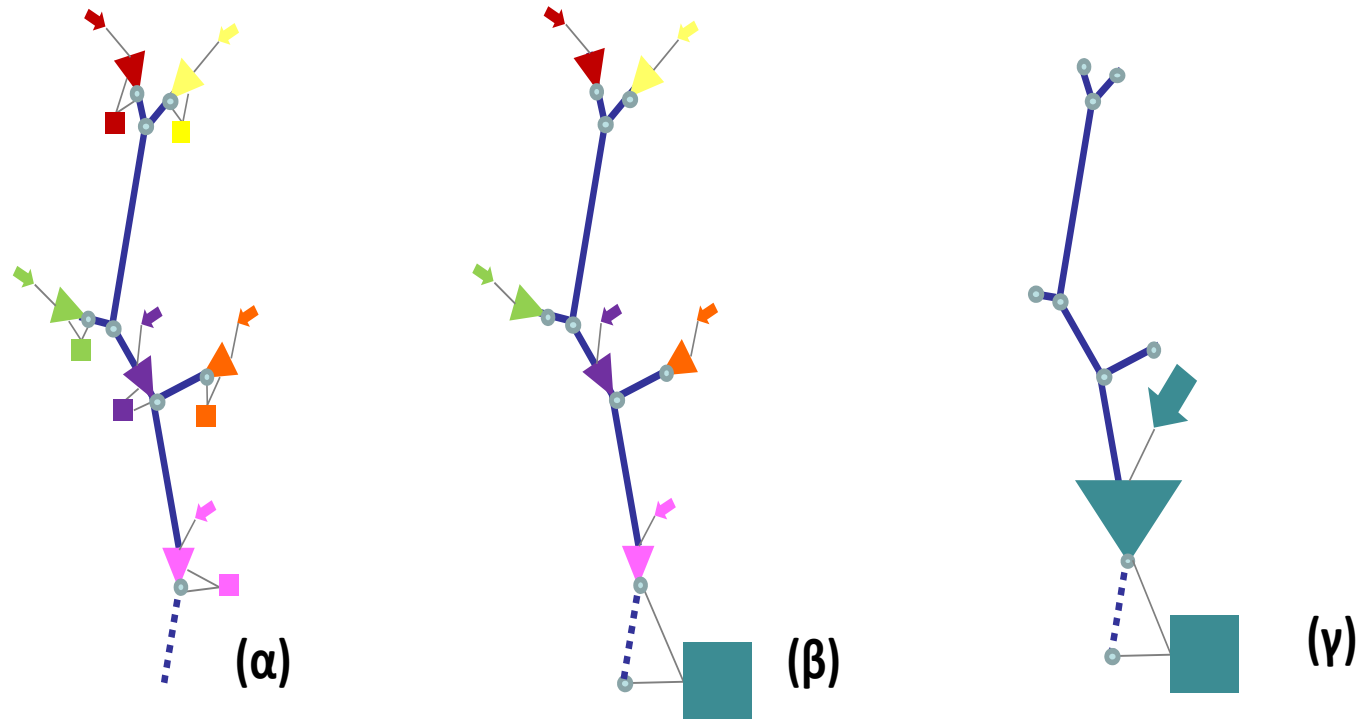
τώρα αλλά και στο μέλλον με στόχο τη διατηρήσιμη ανάπτυξη



Διαγραμματική Παρουσίαση Υδατικού Συστήματος



Μοντελοποίηση υδατικού συστήματος

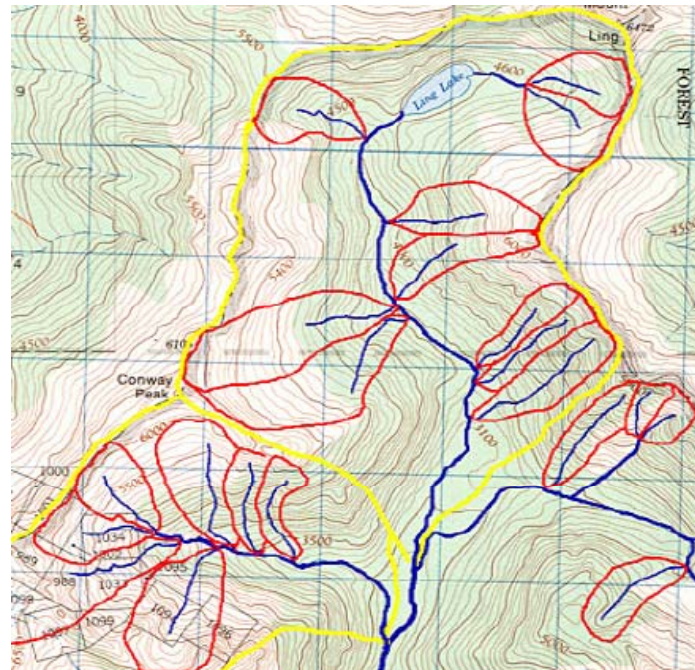


Σχήμα 2 Πραγματικές συνθήκες, (β) Σημειακή κατανάλωση αλλά χωρικά κατανεμημένη λειτουργία των ταμιευτήρων και (γ) σημειακή συγκεντρωτική τοποθέτηση των ταμιευτήρων και της κατανάλωσης

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ

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



ΥΔΡΟΚΡΙΤΗΣ

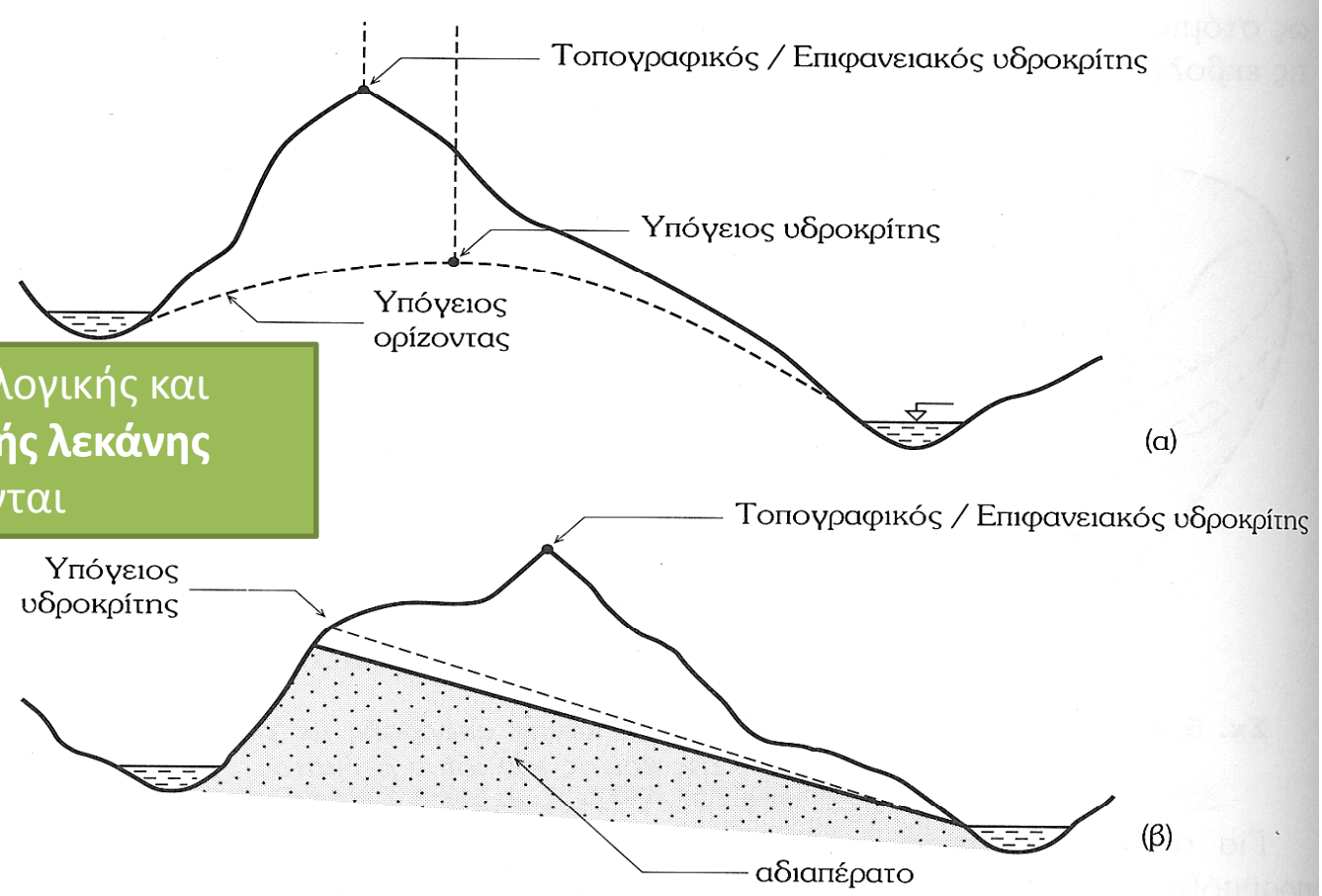


Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2013

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

- Η περιοχή της επιφάνειας της γης που περικλείεται από τον υδροκρίτη
- Το όριο μεταξύ δύο γειτονικών λεκανών απορροής → υδροκρίτης
- Στην περιοχή αυτή συγκεντρώνονται τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, που στη συνέχεια καταλήγουν σε ένα κεντρικό σύστημα απομάκρυνσής τους. Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι ένα ποτάμι, που καταλήγει στη θάλασσα, ένας χείμαρρος, μία καταβόθρα ή μία λίμνη όπου το νερό συγκεντρώνεται και εξατμίζεται ή απορροφάται από το έδαφος.
- Σε κάθε διατομή υδατορέματος αντιστοιχεί μία λεκάνη απορροής (ή υπολεκάνη για ακρίβεια)
- Για λόγους διευκόλυνσης (σε κατανεμημένα μοντέλα) → η λεκάνη υποδιαιρείται σε επιμέρους **υπολεκάνες**
- **2000/60/ΕΚ Διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής (σύστημα)**

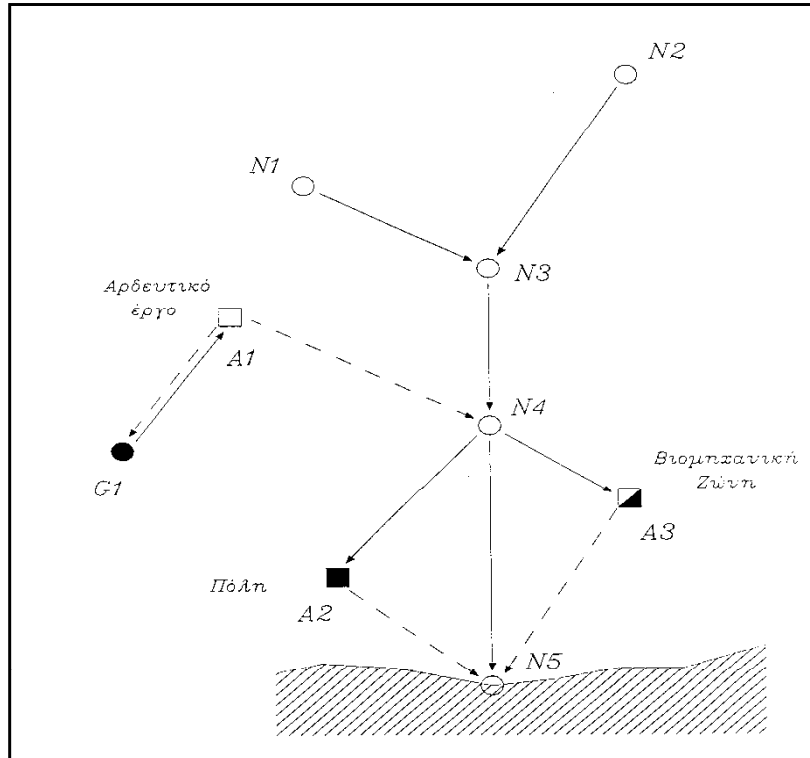
Διαφορά υδρολογικής και υδρογεωλογικής λεκάνης --- Δεν ταυτίζονται



Σχ. 5.2: Περιπτώσεις απόκλισης στην εκτίμηση της λεκάνης απορροής που γίνεται με βάση τον τοπογραφικό/επιφανειακό υδροκρίτη:

- α. Το ψηλότερο σημείο του υπόγειου ορίζοντα δεν συμπίπτει με τον τοπογραφικό υδροκρίτη.
- β. Η διάταξη των γεωλογικών σχηματισμών δημιουργεί συνθήκες κατάλληλες για τον υπόγειο υδροκρίτη να βρίσκεται σε διπλανή λεκάνη απορροής.

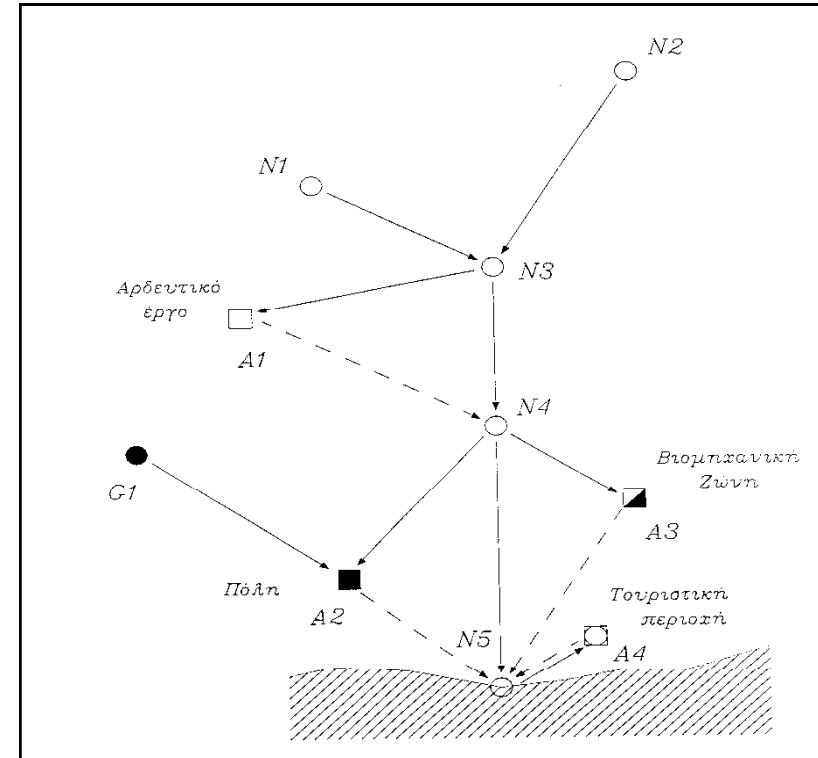
Λεκάνη απορροής



Υπάρχουσα κατάσταση

Σενάριο 1: Μέσες υδρολογικές συνθήκες

Σενάριο 2: Δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες



Μελλοντική κατάσταση με παράλληλη κατασκευή έργων

Σενάριο 1: Μέσες υδρολογικές συνθήκες

Σενάριο 2: Δυσμενείς υδρολογικές συνθήκες

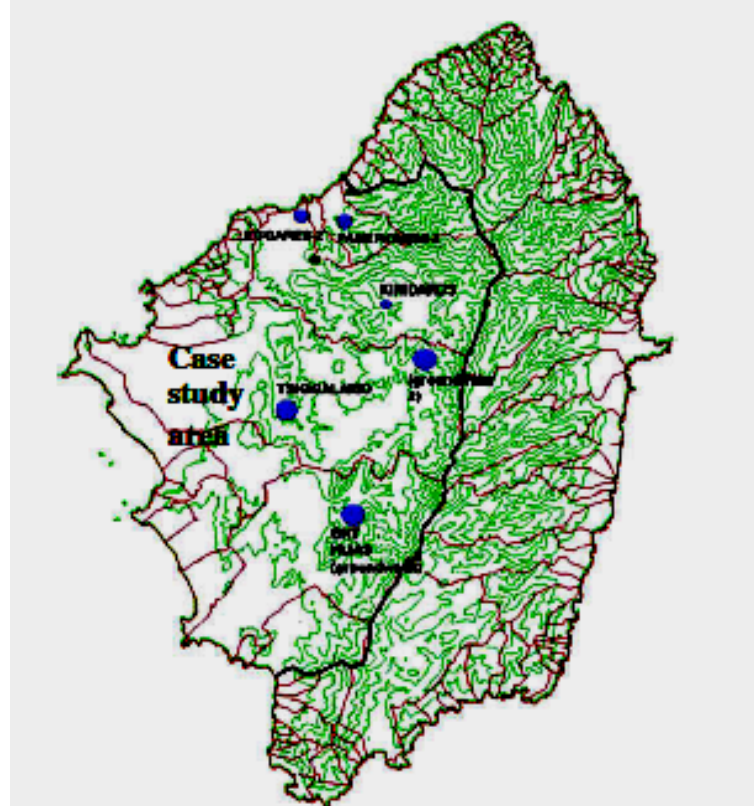
ΔΥΠ στον Ελλάδικό χώρο

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

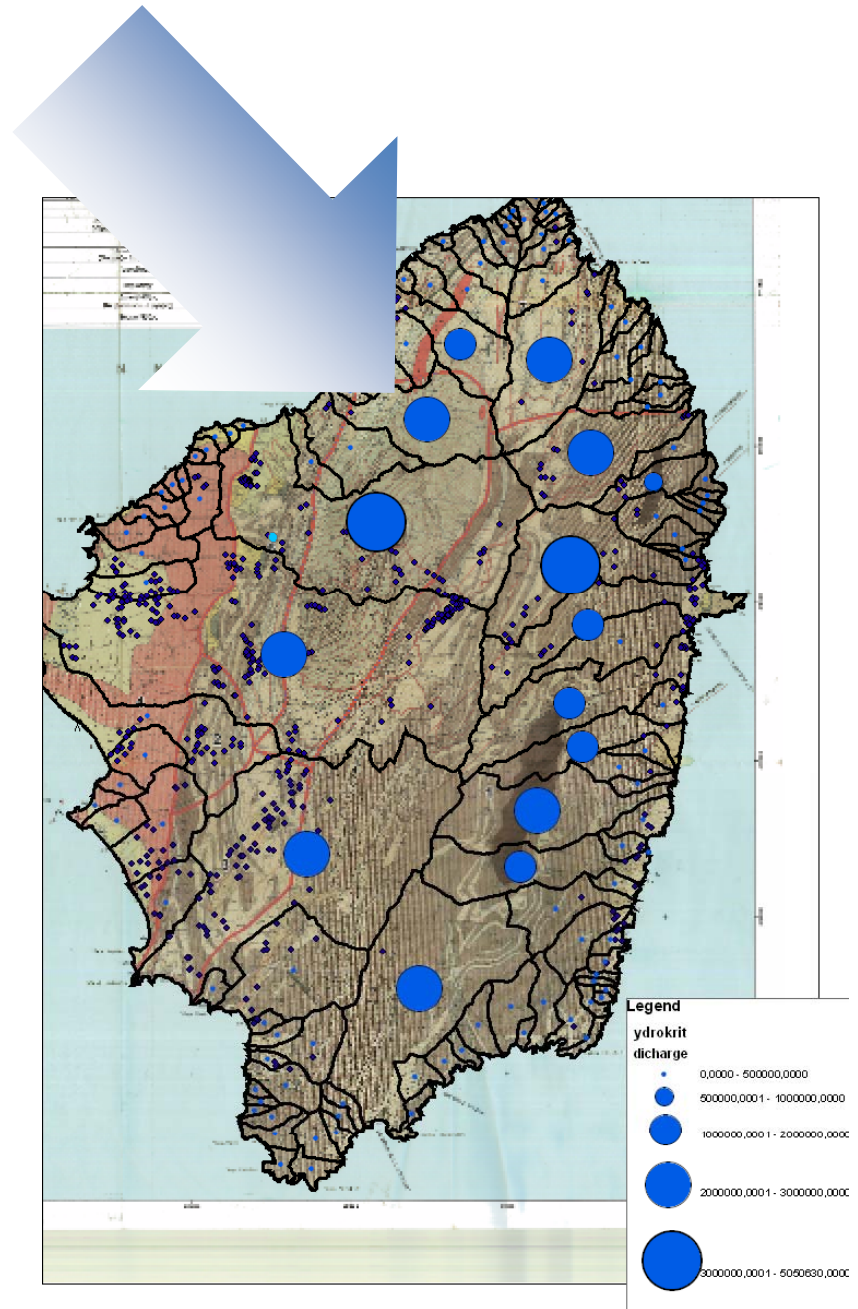
200/60/ΕΚ

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!!!



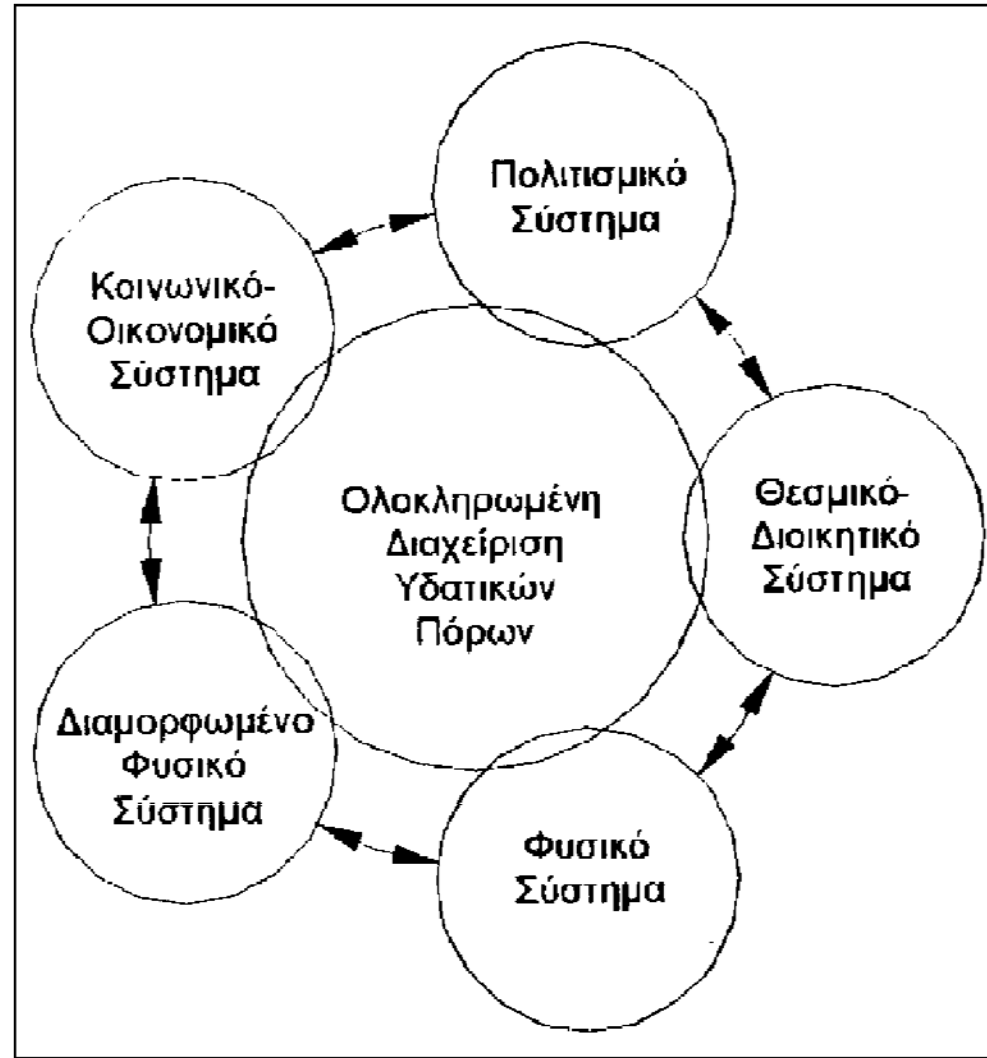
ΔΥΠ - Ορισμός

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

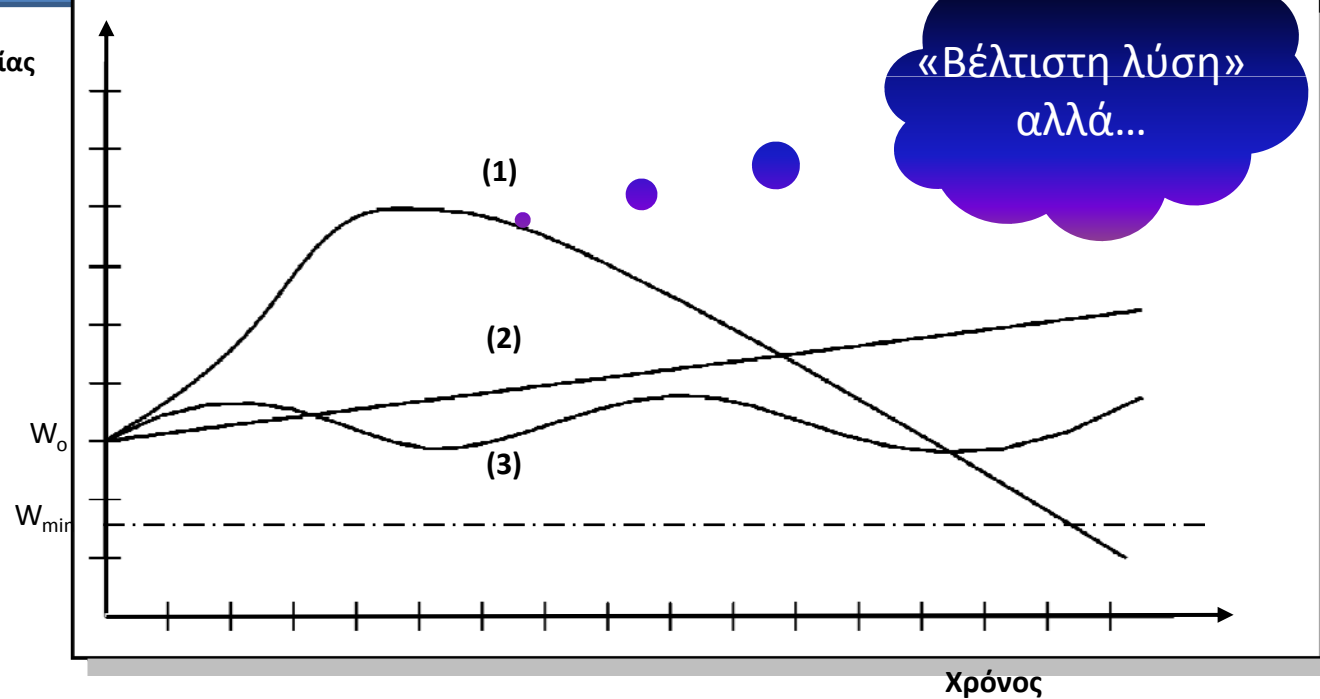
Ολοκληρωμένη ΔΥΠ



Διατηρησιμότητα της Ανάπτυξης

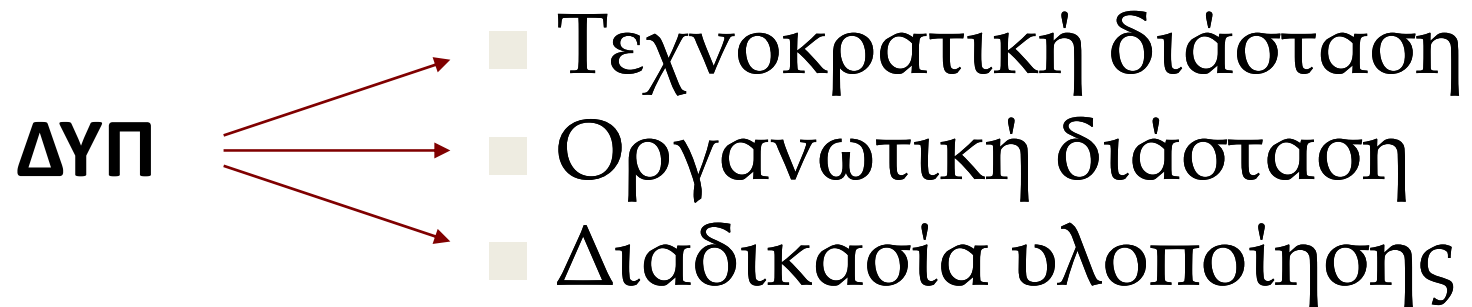
Τιμές του δείκτη ευημερίας άνω του W_0 , ανάπτυξη διατηρήσιμη

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

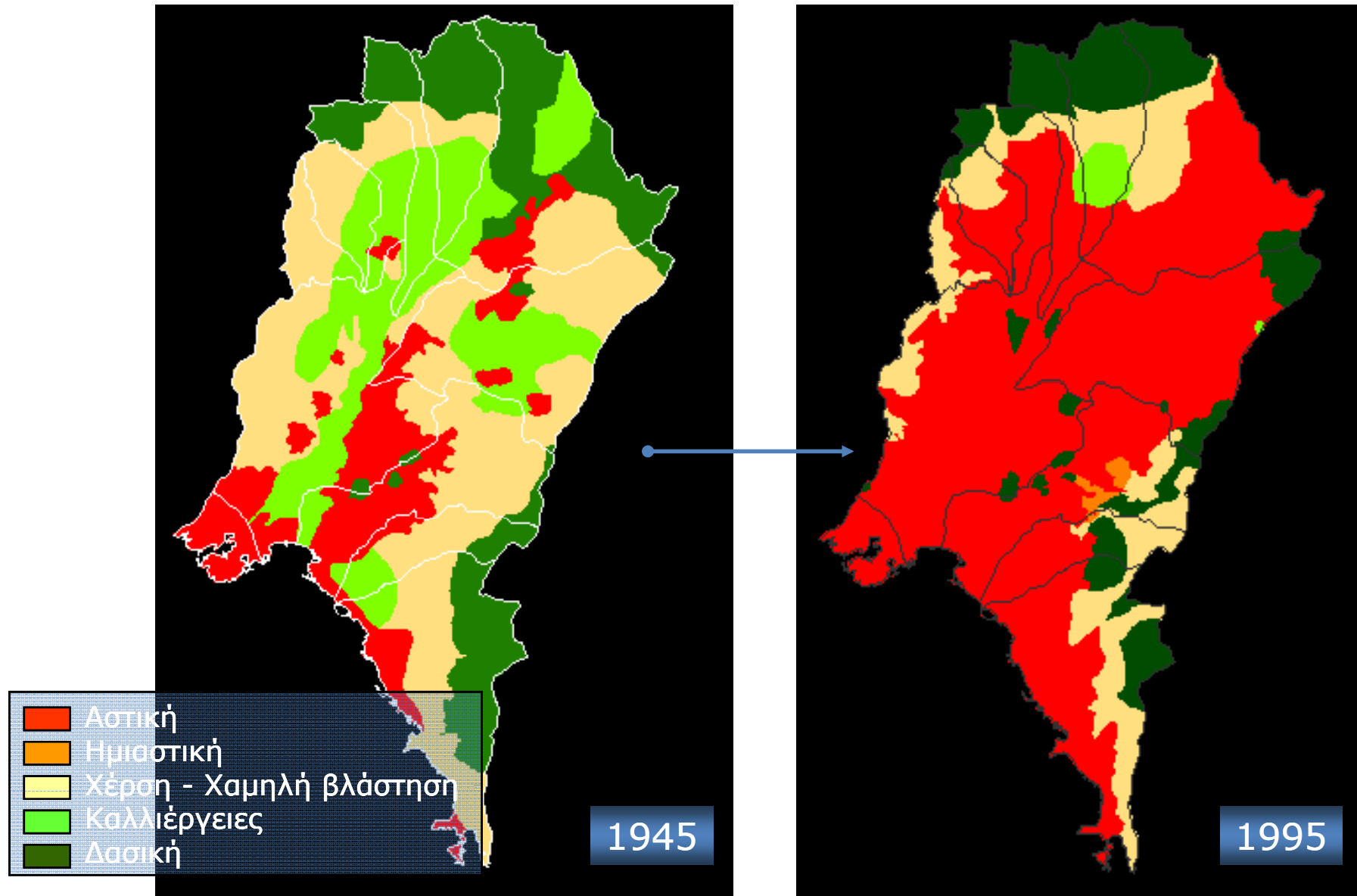
ΔΥΠ – Διαστάσεις

- Χωρική διάσταση
(Γεωγραφική / Χωροταξική)
- Γεωμορφολογία
- Χρήσεις γης
- Υδρολογική / Μετεωρολογική διάσταση
- Κοινωνικο-οικονομική διάσταση
- Αναπτυξιακή διάσταση
- Περιβαλλοντική διάσταση

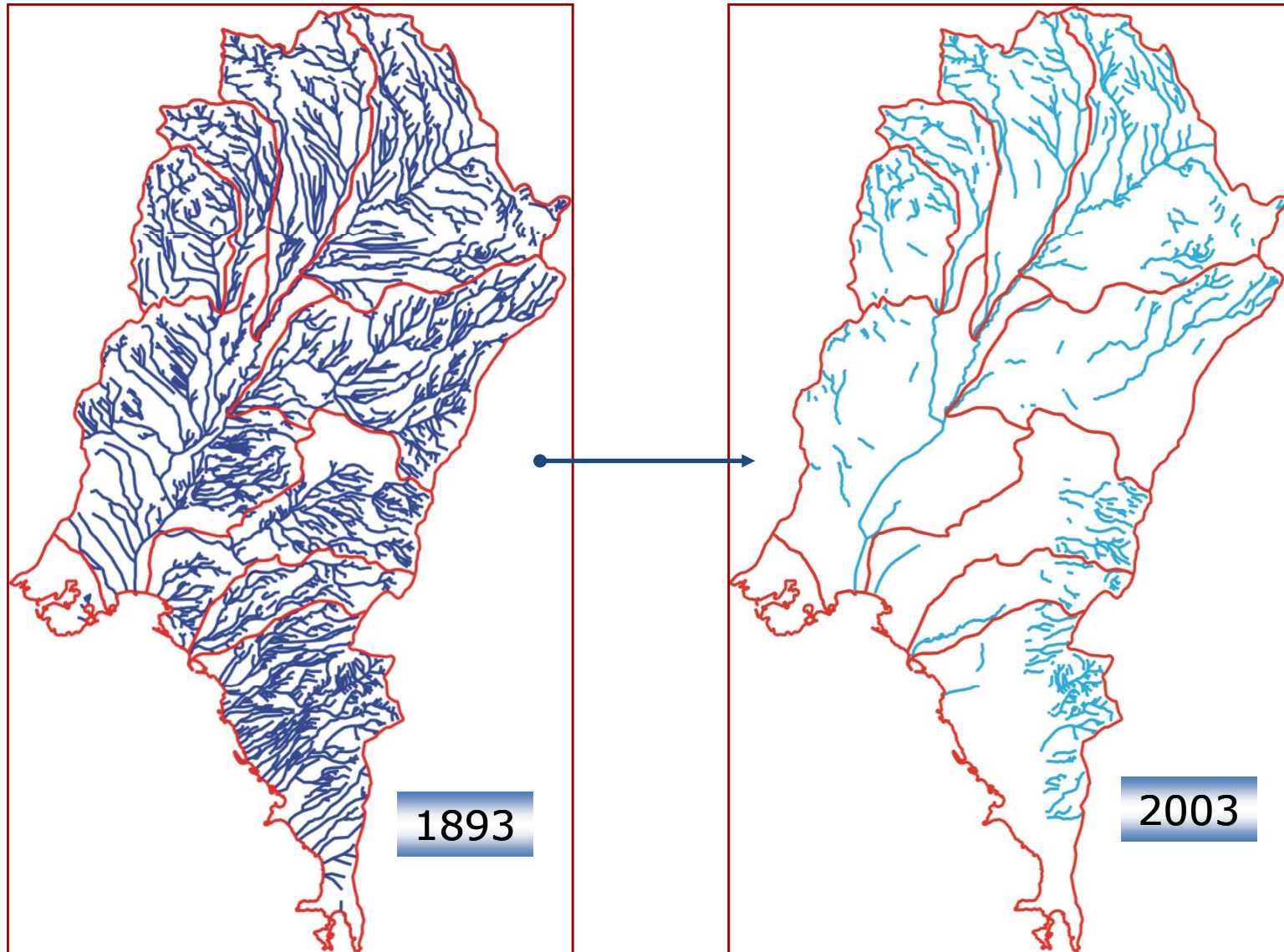
ΔΥΠ – Δυναμική Παρακολούθηση- Προκλήσεις

- Αλλαγές στο περιβάλλον (φυσικές αλλαγές)
- Κλιματικές αλλαγές
- Ανθρωπογενείς αλλαγές
- Κοινωνικο-οικονομικές αλλαγές
- Τεχνολογικές αλλαγές

Μεταβολή χρήσεων γης (1945 - 1995)



Μεταβολή ρεμάτων (1893 - 2003)



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.

Ορθολογική ΔΥΠ

Για την Ορθολογική Διαχείριση των Υδατικών Πόρων πρέπει να αποφεύγονται

- οι τομεακές λύσεις
- οι μονοκριτηριακές προσεγγίσεις

Σημείο εκκίνησης:

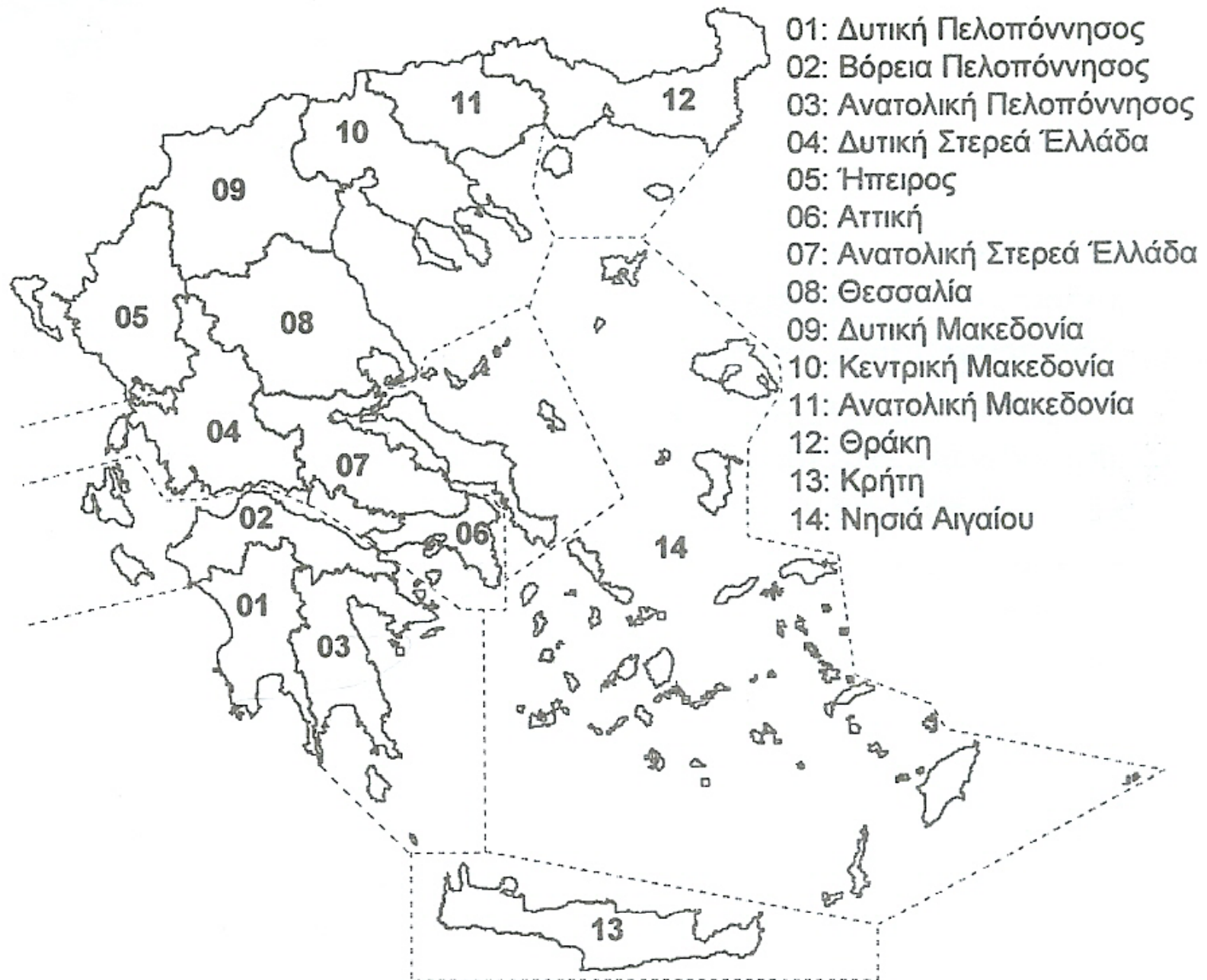
Το περιβάλλον με τους περιορισμούς και τις δυνατότητές του

ΔΥΠ / Επίπεδα Ανάλυσης

- Μόνιμη κατάσταση
 - Μέση κατάσταση
 - Διακύμανση
- Μη μόνιμη κατάσταση
 - Ανθρωπογενείς αλλαγές
 - Φυσικές αλλαγές (Τσακίρης, 2011)

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

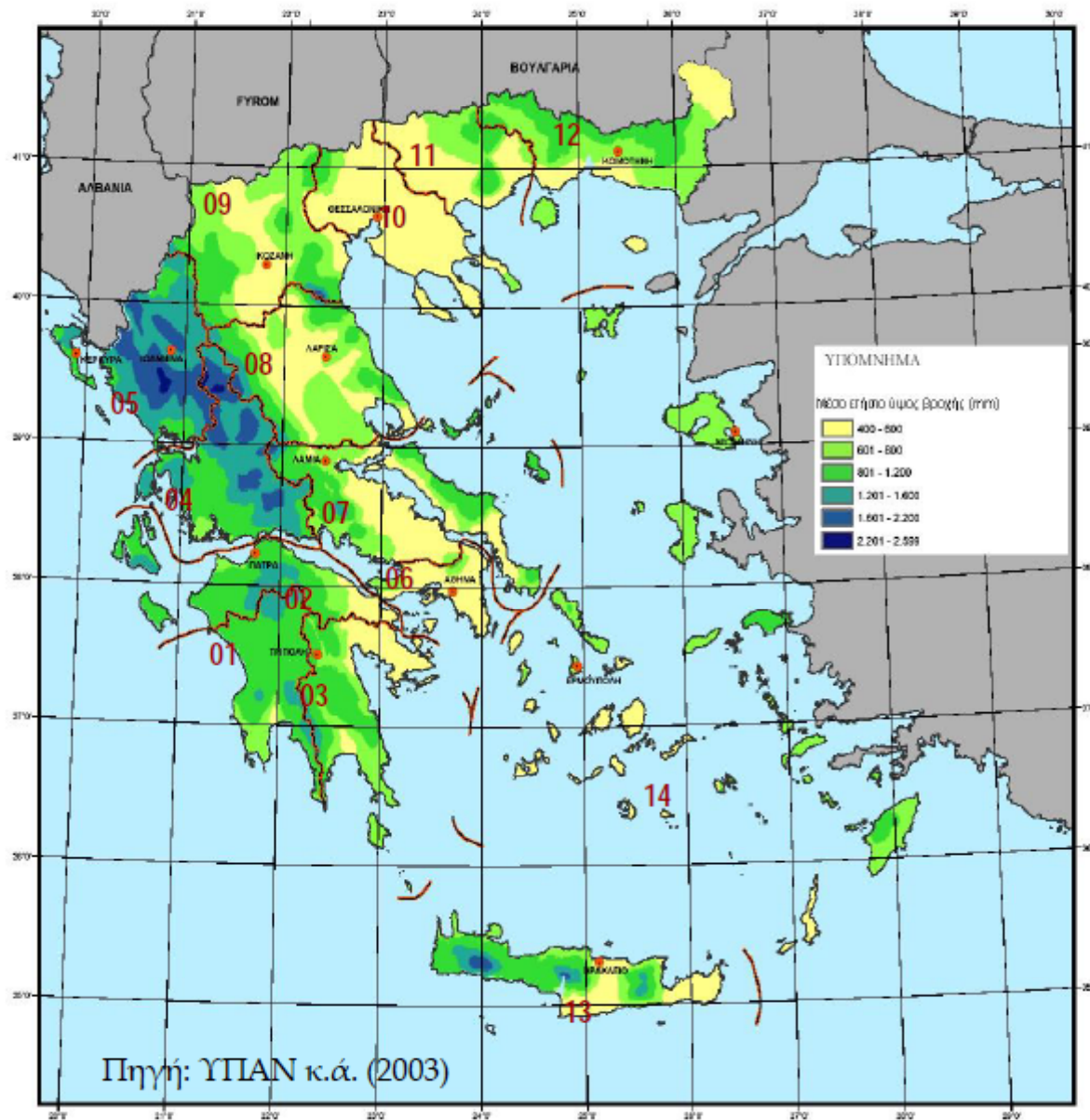


Σχ. 1.5 Διαμερισμός της Ελλάδας σε 14 υδατικά διαμερίσματα.

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 (km²) 2.864 GR
 3.412 BG

Πληθυσμός 41.958 GR
 133.851 BG

Μέση ετήσια απορροή 2076 x 10⁶ m³

Υπόγειο νερό

- Λειτουργία του υπόγειου υδροφορέα ως μεγάλη δεξαμενή χωρίς εξάτμιση
- 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