



1<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Κλιματικής Αλλαγής  
Καρδίτσα, 9-10 Ιουνίου 2017



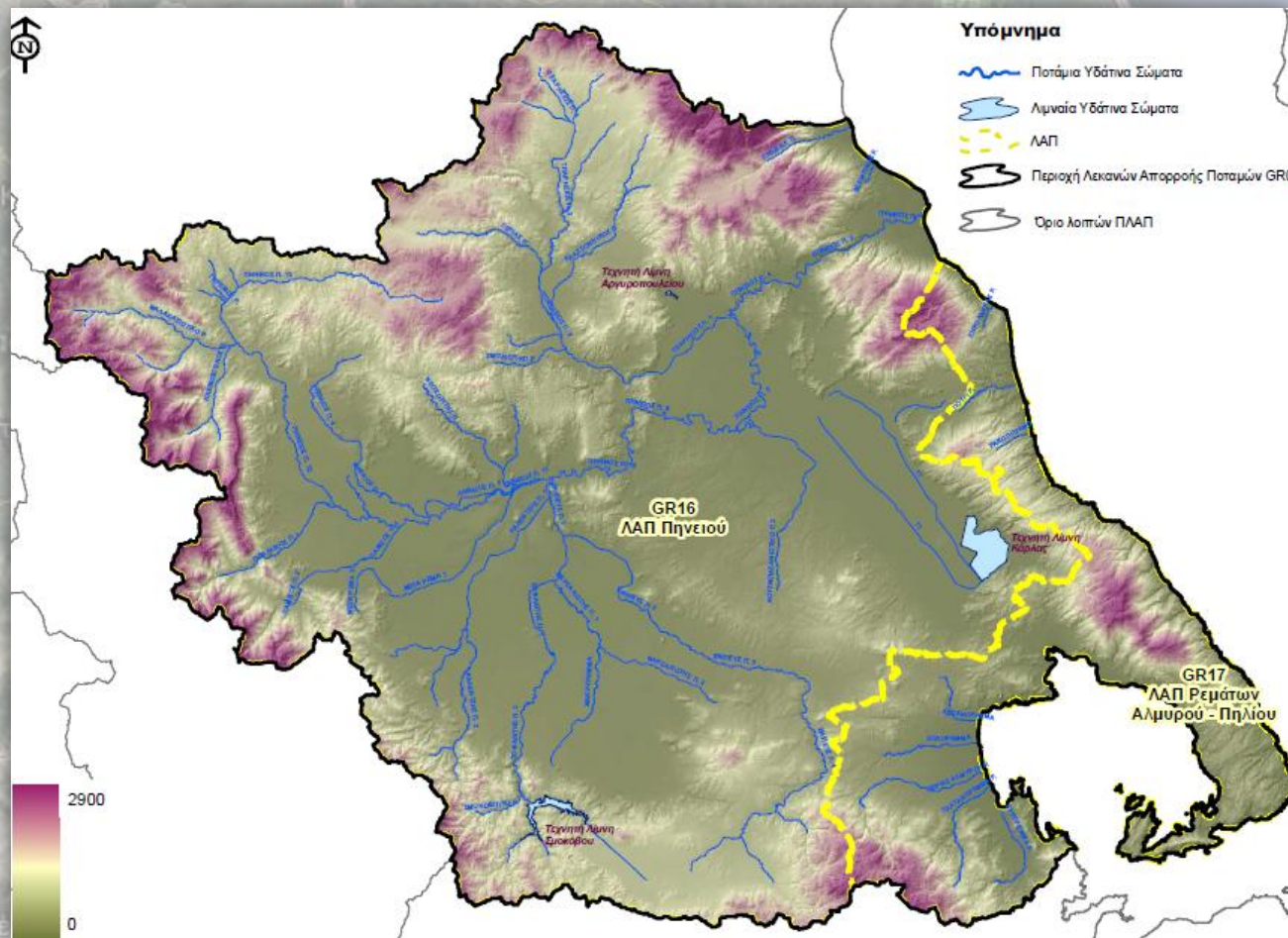
# ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Βουδούρης Κ., Αναγνωστοπούλου Χ., Κολοκυθά Ε.,  
Βενετσάνου Π., Πυθαρούλης Ι., Καρακώστας Θ.

Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ

# Περιοχή Έρευνας

## Μορφολογία









# Περιοχή Έρευνας

## Μεταλλοφορίες



Cr Χρόμιο <i>Chromite</i>	d Δολομίτης <i>Dolomite</i>
PBG Μικτά θειούχα <i>Mixed Sulfides</i>	l Αργίλος <i>Clay</i>
Cu Χαλκός <i>Copper</i>	c Λιγνίτης <i>Lignite</i>
Py Πυρίτης <i>Pyrite</i>	gf Γραφίτης <i>Graphite</i>
Sb Αντιμόνιο <i>Antimony</i>	fe Αστριοί <i>Feldspar</i>
As Αρσενικό <i>Arsenic</i>	q Χαλαζίας <i>Quartz</i>
Mn Μαγγάνιο <i>Manganese</i>	mr Μάρμαρο <i>Marble</i>
Fe Σίδηρος <i>Iron</i>	● Εμφάνιση <i>Occurrence</i>
b1 Βωξίτης <i>Bauxite (1st horizon)</i>	⊕ Ενεργό μεταλλείο <i>Active mine</i>
b2 Βωξίτης <i>Bauxite (2nd horizon)</i>	⊖ Ανενεργό μεταλλείο <i>Idle mine</i>
asb Αμιάντος <i>Asbestos</i>	⊕ Ενεργό λατομείο <i>Active quarry</i>
tc Τάλκης <i>Talc</i>	⊖ Ανενεργό λατομείο <i>Idle quarry</i>



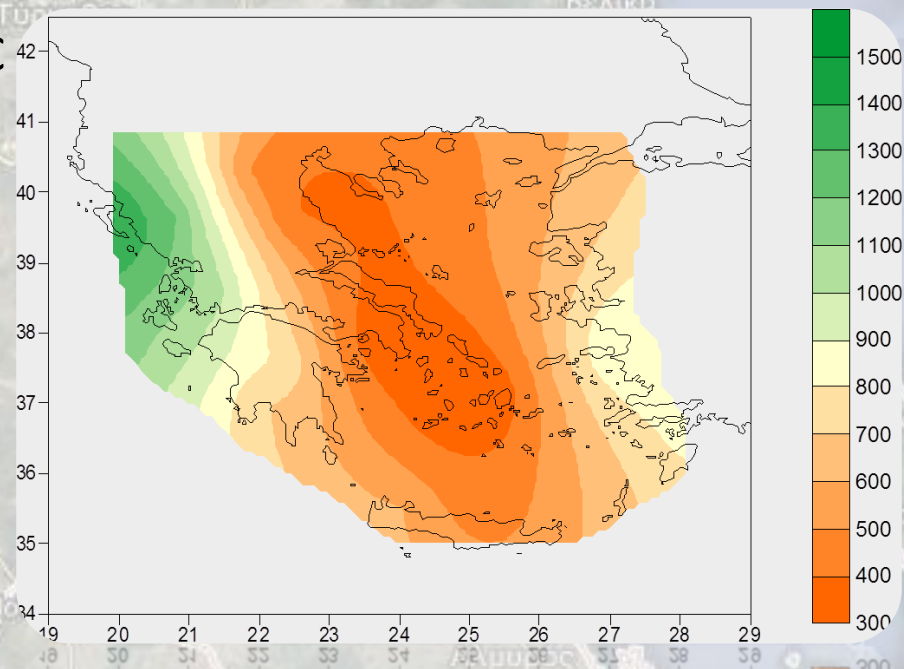
(Μιγκίρος, 1998)

# Περιοχή Έρευνας

## Κλιματικά στοιχεία

- Μέση ετήσια θερμοκρασία: 16-17 °C
- Μέση βροχόπτωση: ~ 680 mm

Περιοχές Υδατικού Διαμερίσματος	Τύπος Κλίματος
Ανατολική: παράκτια-ορεινή	Μεσογειακό
Κεντρική: πεδινή	Ηπειρωτικό
Δυτική: ορεινή	Ορεινό





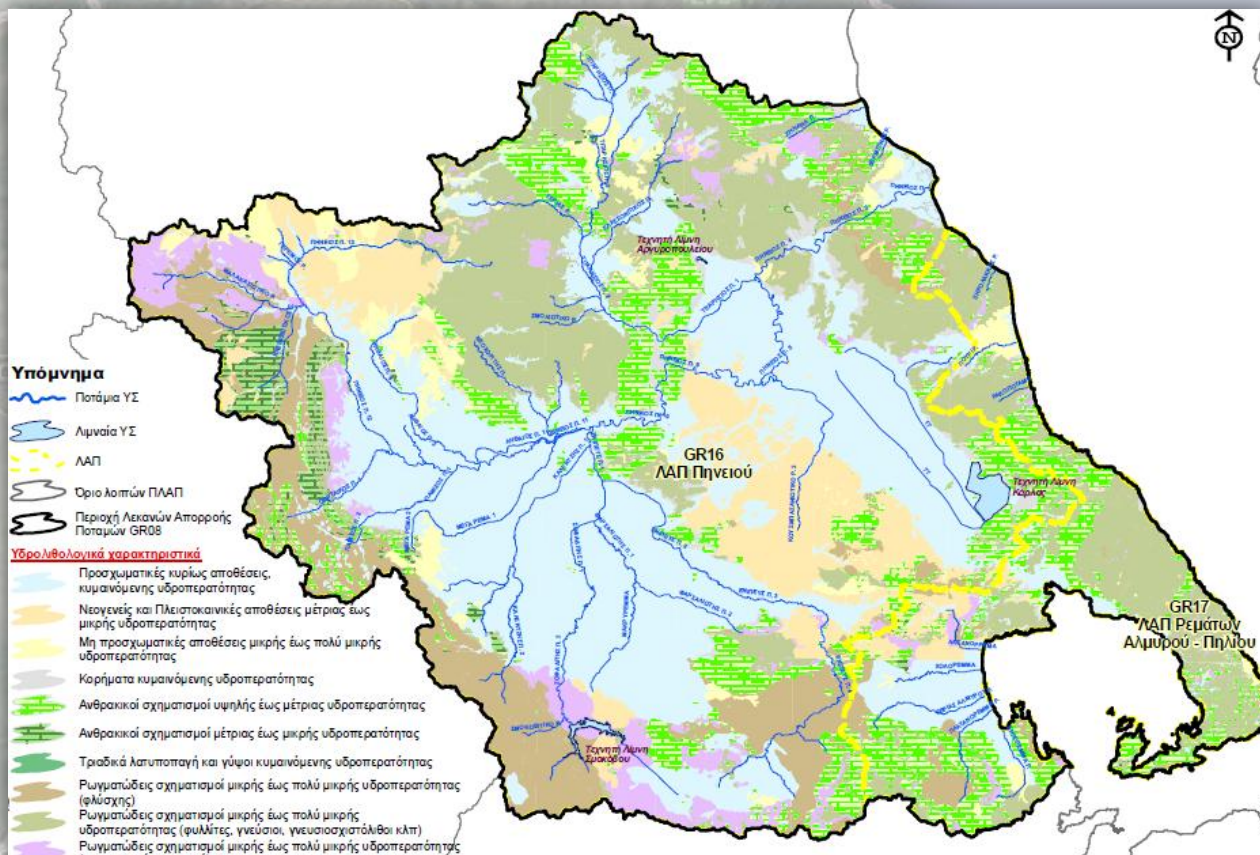
# Περιοχή Έρευνας

## Υδρογεωλογία

### Διαθεσιμότητα νερού:

➤ Επιφανειακά νερά:  
2,5 hm<sup>3</sup>

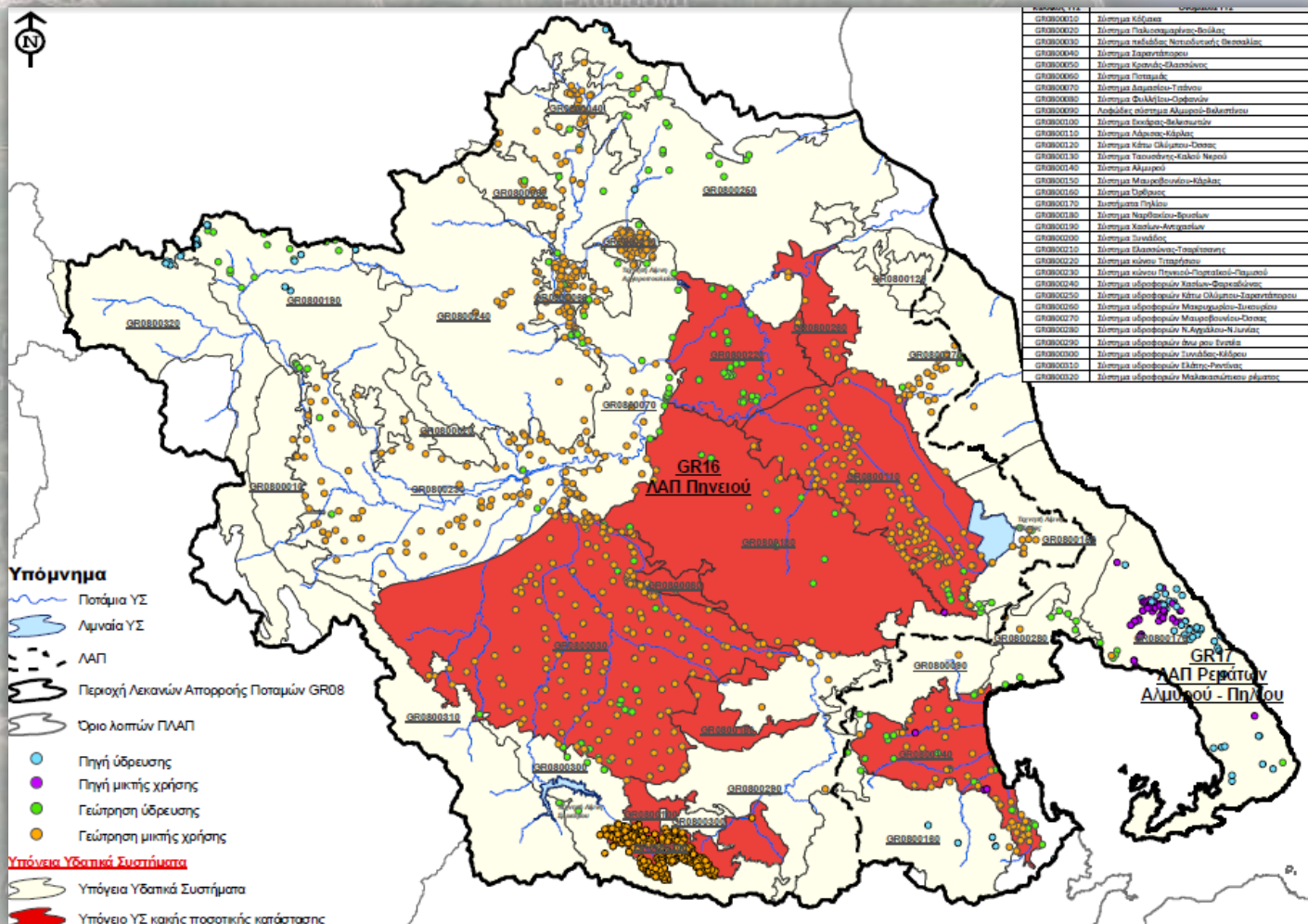
➤ Υπόγεια νερά:  
506 hm<sup>3</sup>



Γενική Γραμματεία Υδάτων

# Περιοχή Έρευνας

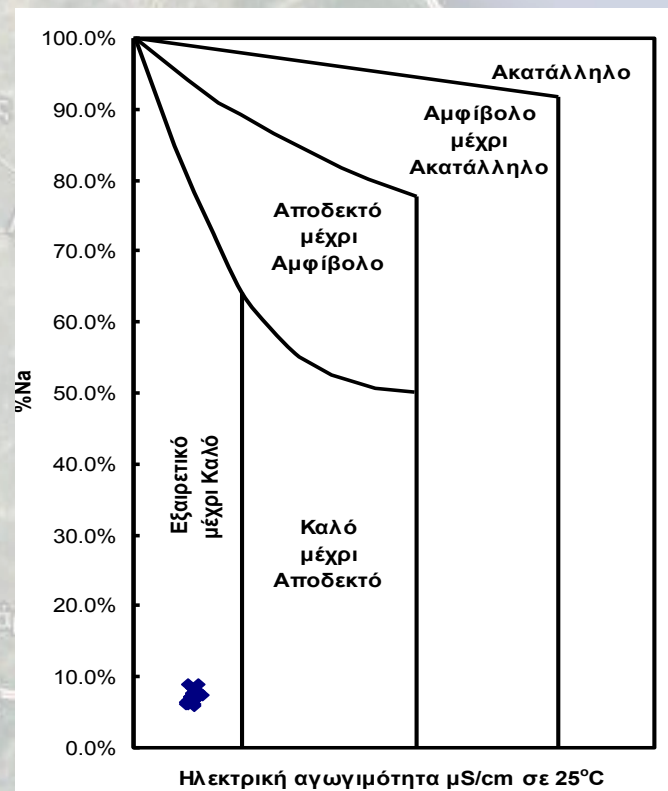
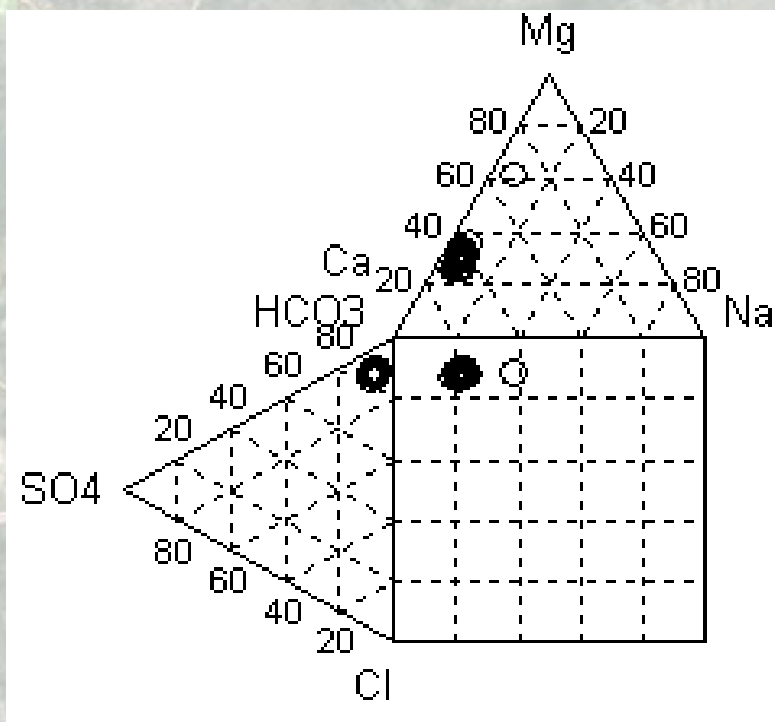
## Υφιστάμενη κατάσταση





# Περιοχή Έρευνας

Υφιστάμενη κατάσταση



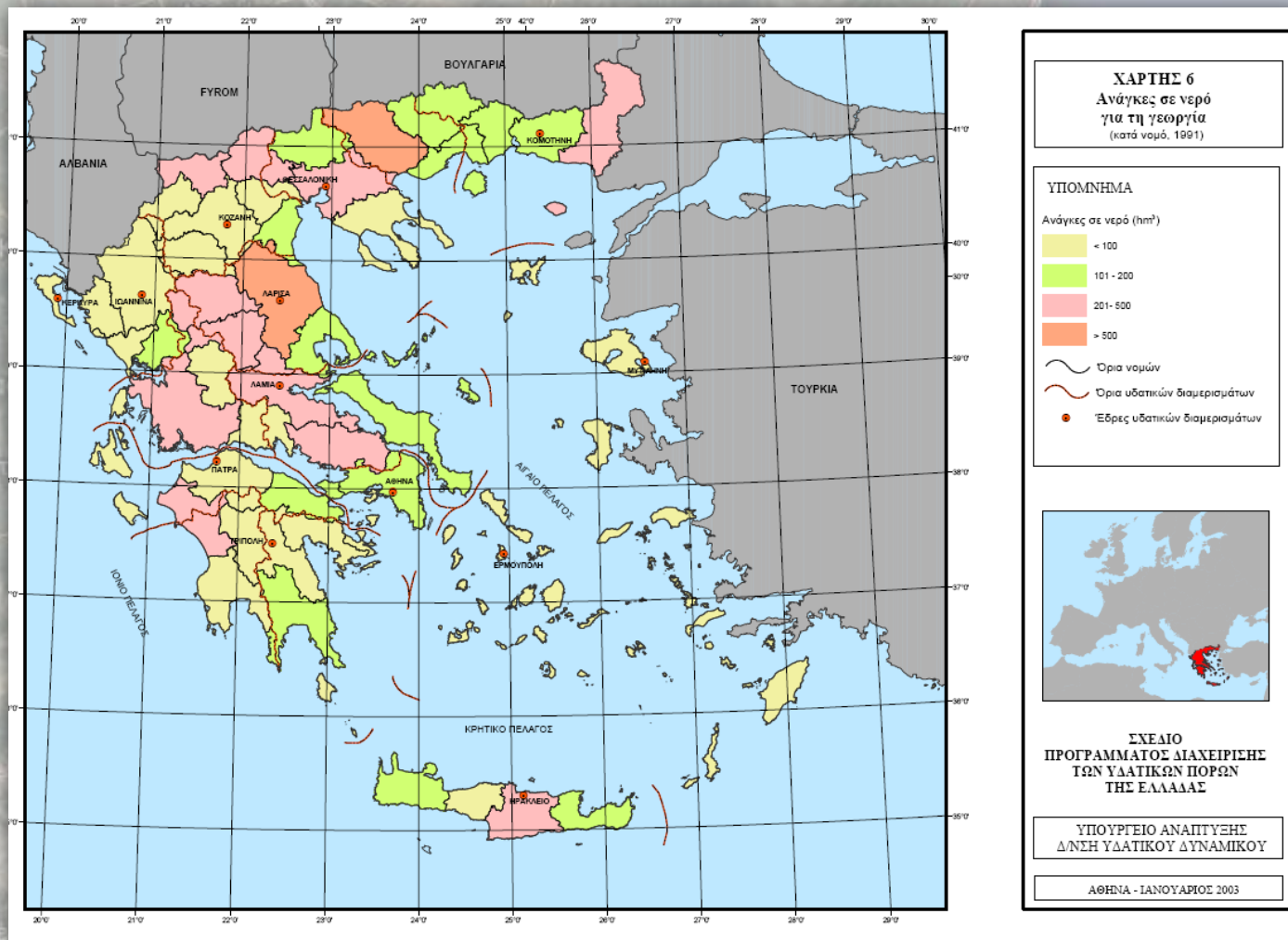


## Πιέσεις στους Υδατικούς Πόρους στη Θεσσαλία

- Εντατική γεωργία ➡ Συνεχής αύξηση των αρδευτικών αναγκών
- Ανεπαρκής αξιοποίηση των επιφανειακών υδατικών πόρων
- Υπερ-άντληση του υπόγειου νερού ➡ Πτώση στάθμης του υπόγειου νερού ➡ Μείωση των αποθεμάτων

# Περιοχή Έρευνας

## Αρδευτική χρήση





## Πιέσεις στους Υδατικούς Πόρους στη Θεσσαλία

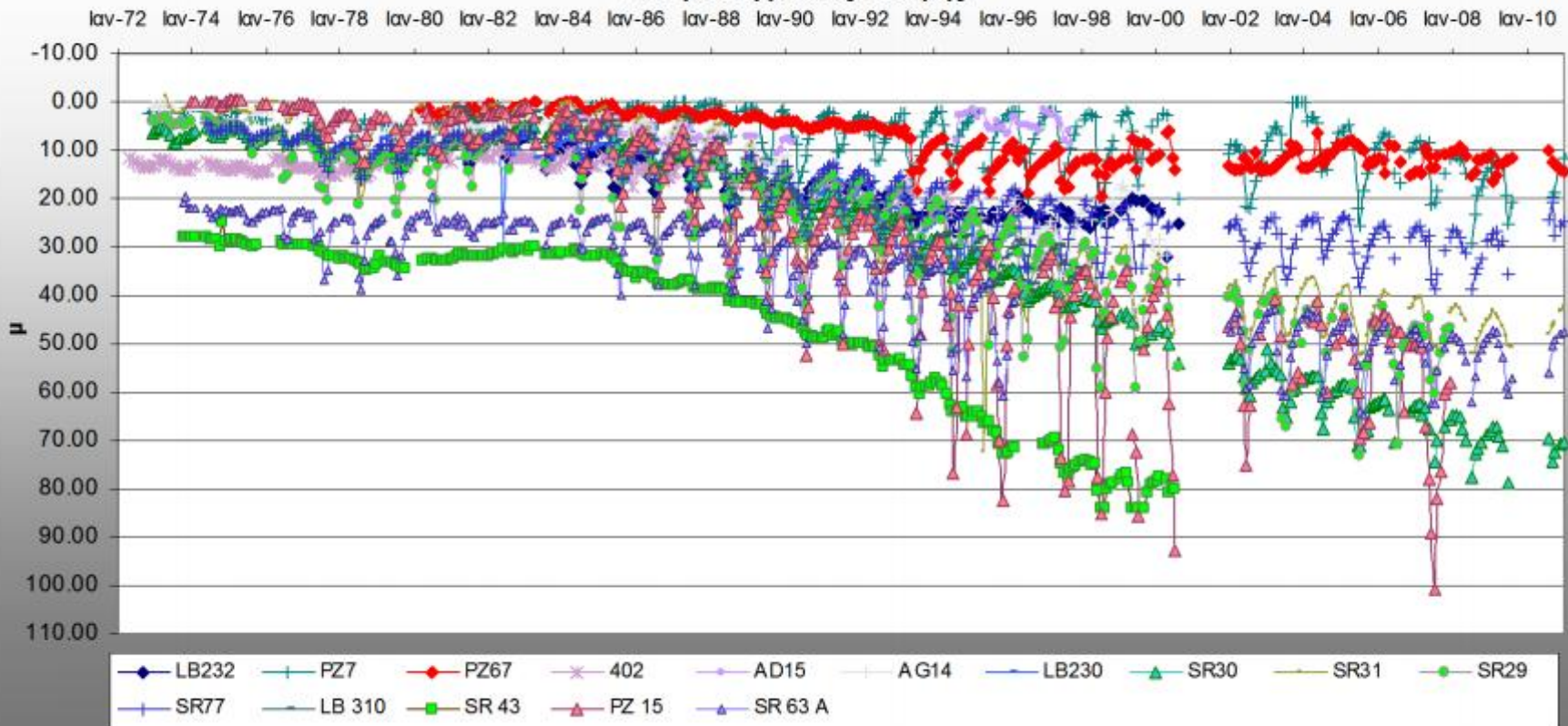
Νομός	Αρδευθείσες Εκτάσεις (Στρέμματα)	Άρδευση από Επιφανειακά Νερά (Στρέμματα)	Άρδευση από Υπόγεια Νερά (Στρέμματα)
Καρδίτσας	768.000	320.000	448.000
Λάρισας	1.180.000	224.000	956.000
Μαγνησίας	247.000	126.000	121.000
Τρικάλων	330.000	79.000	251.000
<b>Σύνολο</b>	<b>2.525.000</b>	<b>749.000</b>	<b>1.776.000</b>

(Λουκάς, 2012)

# Πιέσεις στους Υδατικούς Πόρους στη Θεσσαλία

## ΠΕΔΙΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΑΡΙΣΑΣ - ΚΑΡΛΑΣ

### Διακύμανση βάθους στάθμης

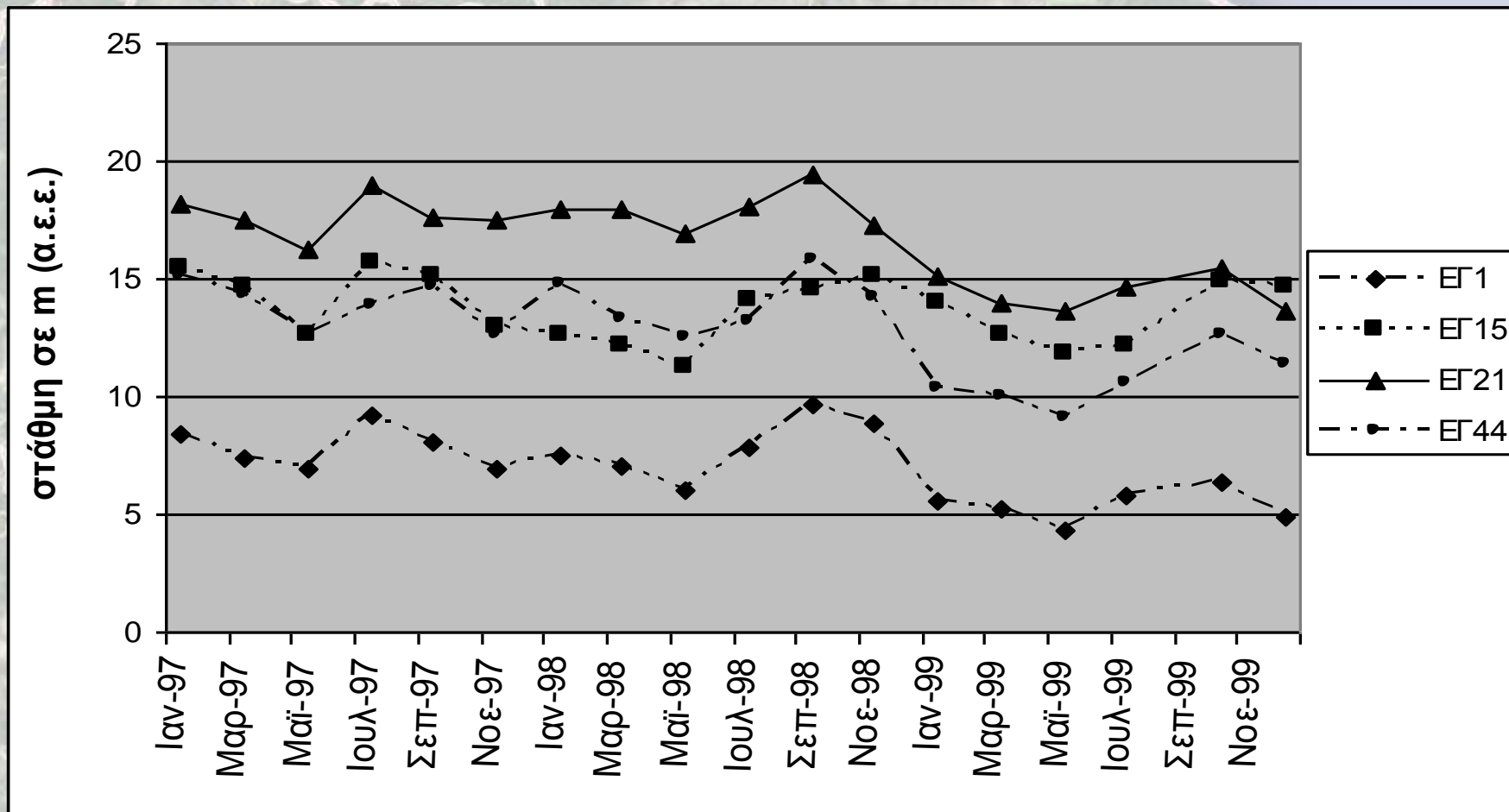


Γενική Γραμματεία Υδάτων



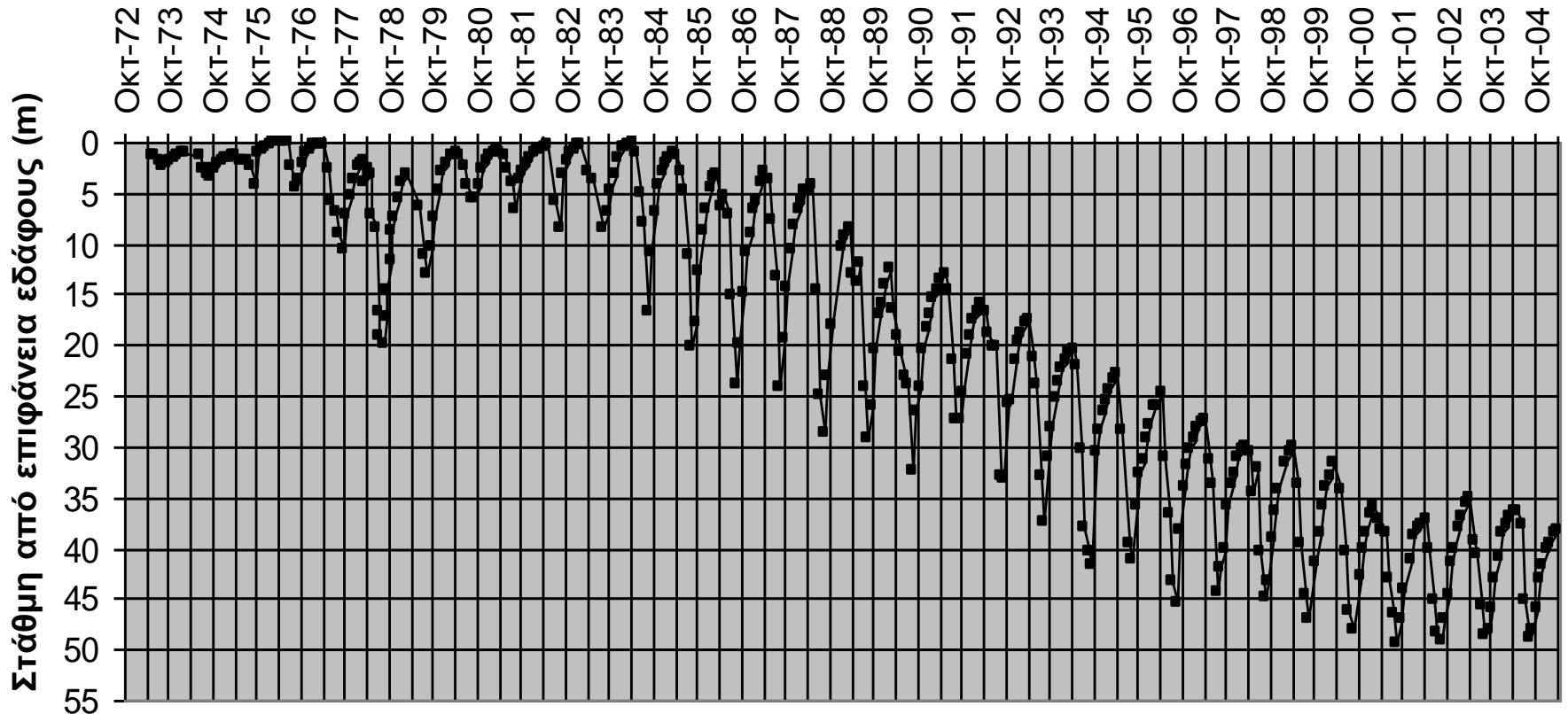
# Πιέσεις Στους Υδατικούς Πόρους στη Θεσσαλία

ΕΛΑΣΣΟΝΑ-ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ



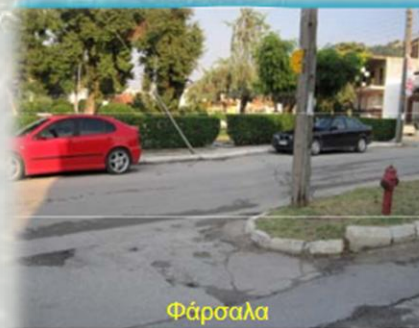
# Πιέσεις στους Υδατικούς Πόρους στη Θεσσαλία

Διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού  
σε γεώτρηση του Πλατυκάμπου





# Καθιζήσεις από Υπεράντληση



(Λουπασάκης, Κ., 2015)

# Πιέσεις στους Υδατικούς Πόρους





## Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στους Υδατικούς Πόρους

- Αλλαγές στην ποσότητα, τη χωρική, χρονική κατανομή και την ποιότητα των διαθέσιμων υδατικών πόρων
- Μεταβολές στη συχνότητα εμφάνισης ακραίων φαινομένων (ξηρασία και πλημμύρες)
- Αλλαγές στη ζήτηση νερού
- Αλλαγές στην υγρασία του εδάφους
- Αλλαγές στη διάβρωση του εδάφους και της στερεομεταφοράς
- Καθιζήσεις εδαφών από υπεράντληση

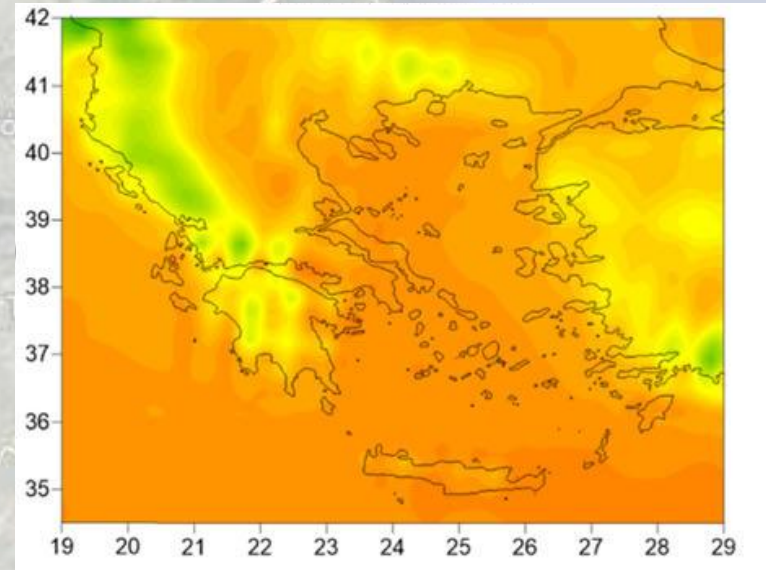
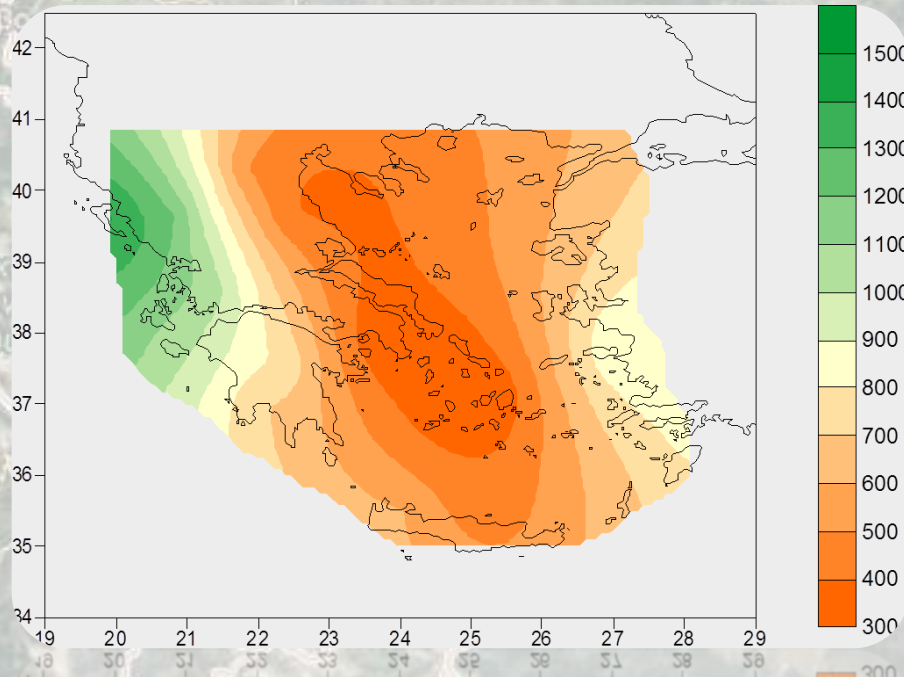
## Κλιματικά Μοντέλα

- Για την ποσοτικοποίηση της κλιματικής αλλαγής, εφαρμόστηκε το κλιματικό μοντέλο **RegCM3** με χωρική ανάλυση 25km x25km, με γονέα το μοντέλο γενικής κυκλοφορίας ECHAM5 και το οποίο ακολουθεί το σενάριο εκπομπών **A1B**.
- Δεδομένα:
  - Ημερήσια βροχόπτωση
- Χρονικές Περίοδοι:
  - i. Περίοδος αναφοράς: 1971-2000
  - ii. Μελλοντική περίοδος: 2071-2100

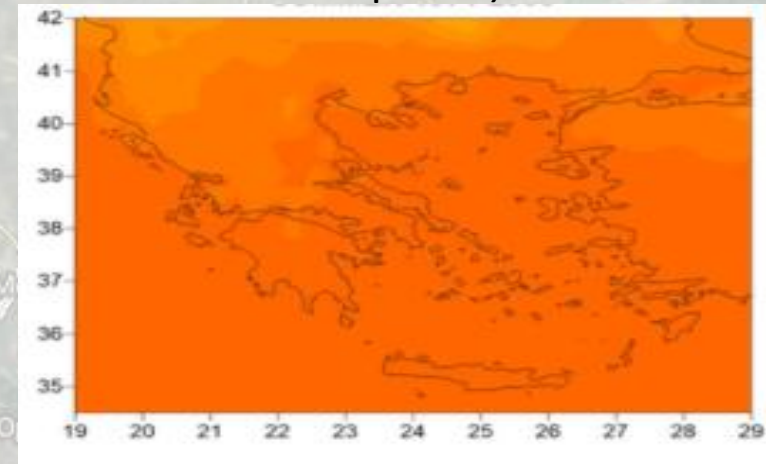


# Κλιματικά Μοντέλα

Περίοδος Αναφοράς: 1971-2000



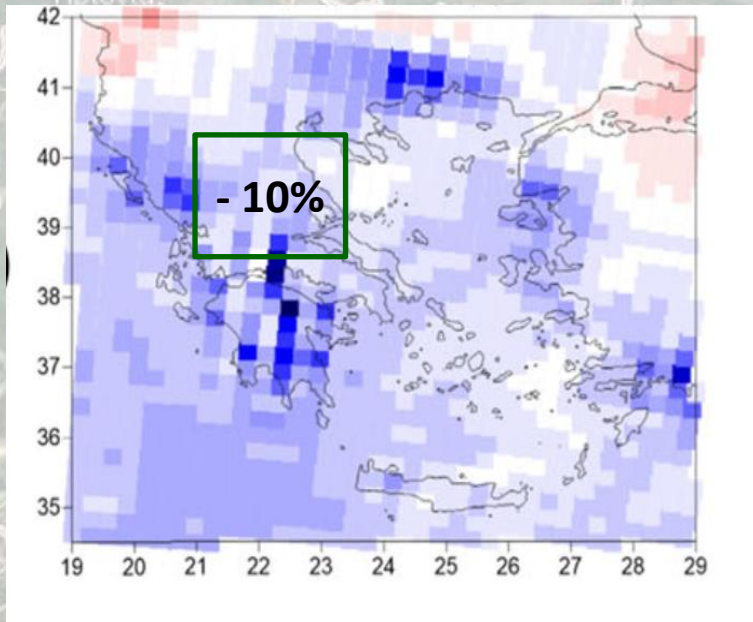
Χειμώνας



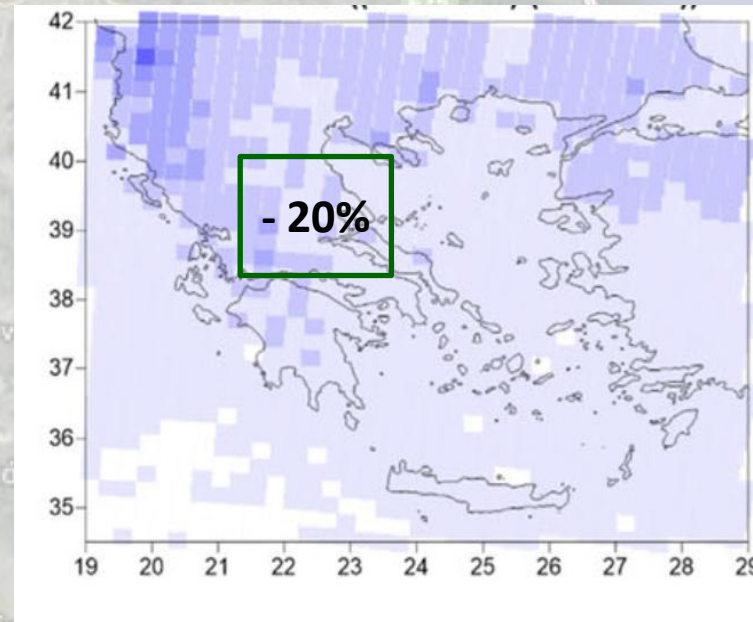
Καλοκαίρι

# Κλιματικά Μοντέλα

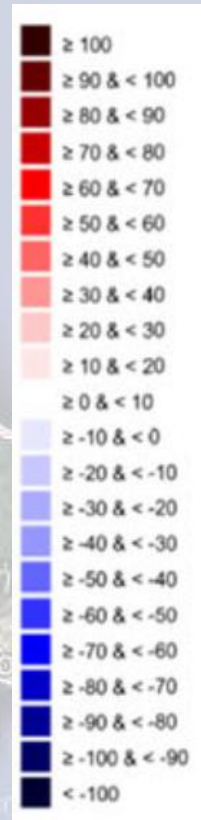
Διαφορές [(2071-2100)-(1971-2000)]



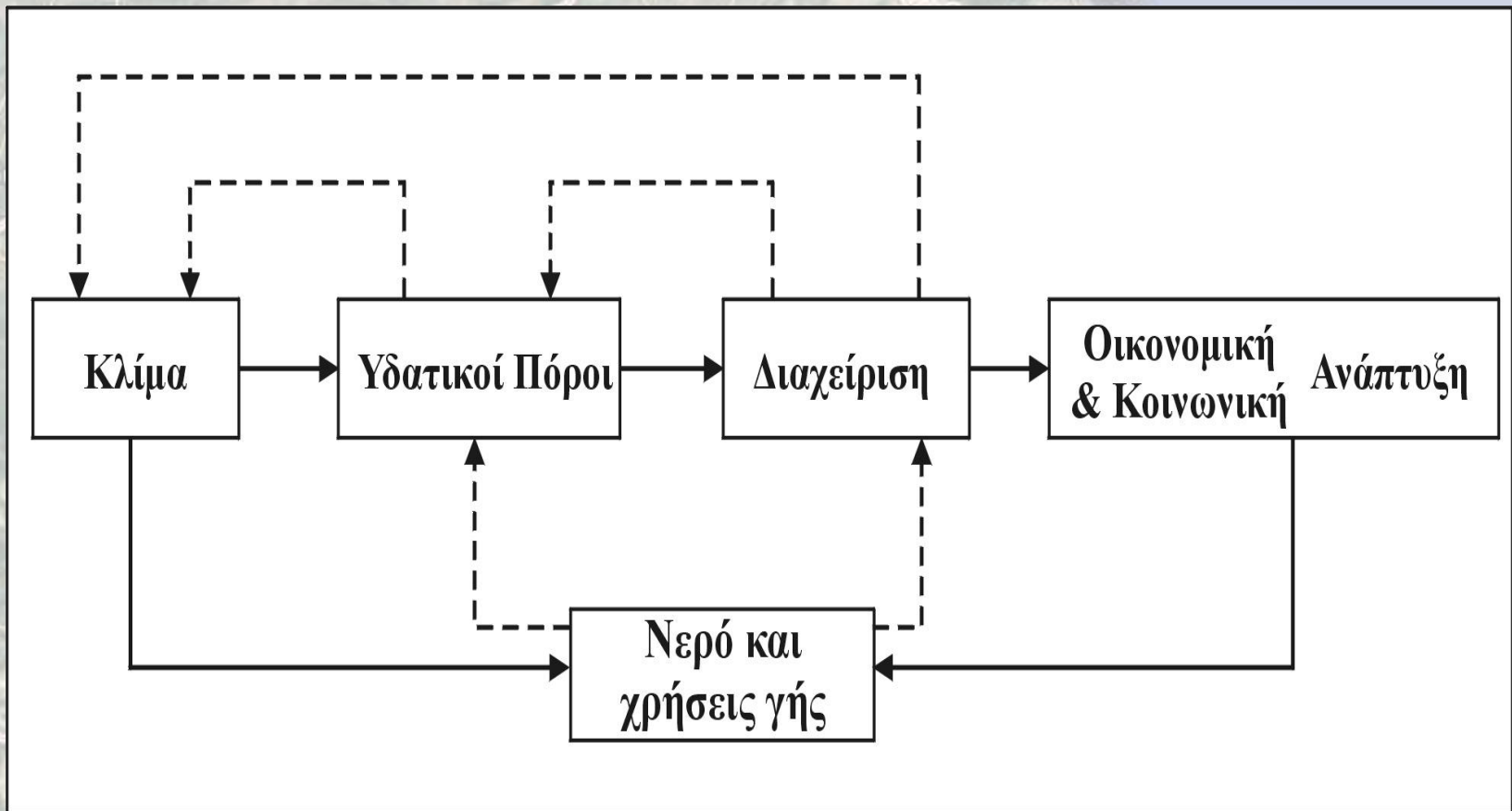
Χειμώνας



Καλοκαίρι



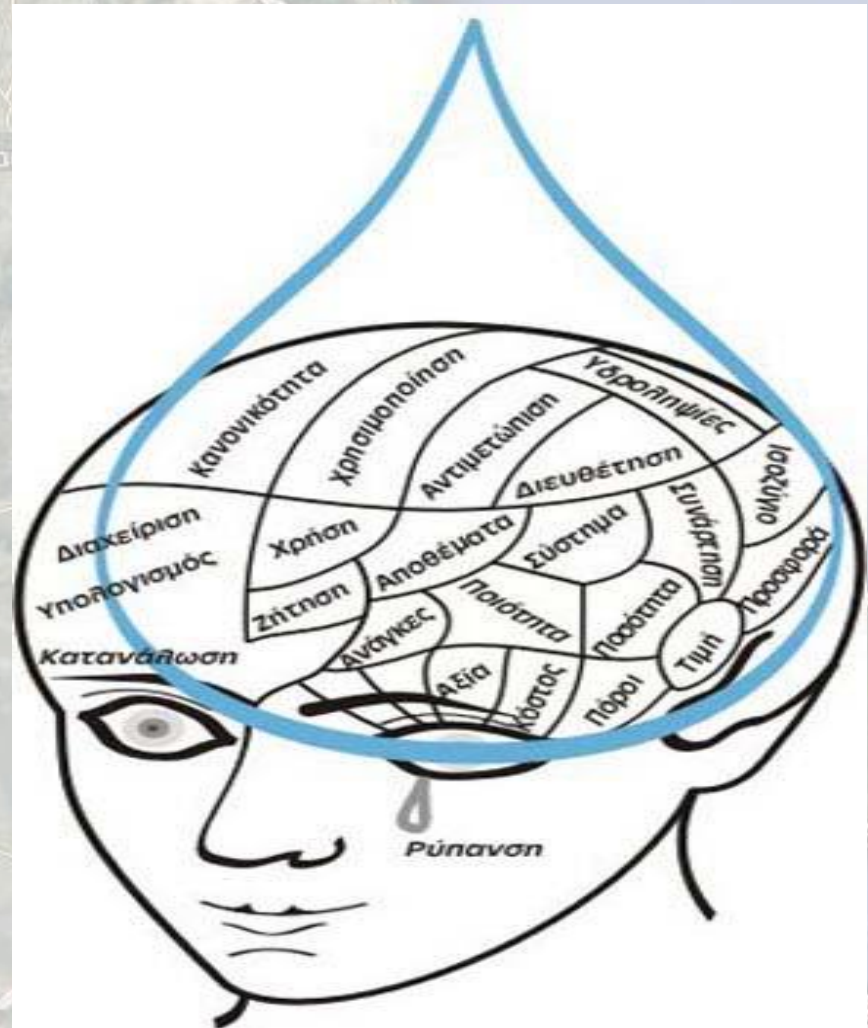




**Συσχέτιση μεταξύ κλίματος, υδατικών πόρων και ανάπτυξης (Da Cunha, 1989)**

(Οι συνεχείς γραμμές δείχνουν τις κύριες σχέσεις και οι διακεκομμένες τις ανατροφοδοτούμενες)

Η διαχείριση πρέπει να λαμβάνει υπόψη πολλούς παράγοντες.



(Σούλιος, 2004)



# Μέτρα Διαχείρισης των Νερών για την Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής

Κατηγορία	Προσαρμοστικά μέτρα
Θεσμικά	<ul style="list-style-type: none"><li>-<u>Ολοκληρωμένη διαχείριση</u> των υδατικών πόρων (υπόγεια, επιφανειακά και πηγαία νερά).</li><li>-Πρώθηση της <b>συνέργειας</b> στη χρήση νερού και στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και στην αποδοτική χρήση τους.</li><li>-Βελτίωση της <b>ενημέρωσης</b> και της <b>διάχυσης</b> πληροφοριών.</li><li>-Οικοδόμηση της <b>προσαρμοστικής ικανότητας</b> στις αλλαγές.</li><li>-Προσαρμογή του <b>νομικού πλαισίου</b>.</li><li>-Ανάπτυξη <b>οικονομικών εργαλείων</b> (δημόσιες επενδύσεις, επιδοτήσεις, κ.ά.).</li><li>-Καθορισμός <b>πολιτικών</b> χαμηλού κόστους για τη δημιουργία ενός χρονοδιαγράμματος των σχετικών λύσεων για την προσαρμογή.</li><li>-Δημιουργία <b>δικτύων</b> για τη χρησιμότητα του νερού.</li></ul>

# Μέτρα Διαχείρισης των Νερών για την Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής

## Σχεδιασμός & Λειτουργία

- Λειτουργία **υδάτινων** υποδομών με τρόπο ώστε να αυξηθεί η **ανθεκτικότητά** τους στην **κλιματική αλλαγή**.
- Υλοποίηση **προγραμμάτων** για την **προστασία** της ποιότητας και ποσότητας των **υδατικών πόρων**.
- Προτεραιότητα στη λειτουργία των **υποδομών** υγιεινής, αποχέτευσης, απολύμανσης και επεξεργασίας λυμάτων.
- Μείωση της ζήτησης νερού με έλεγχο των διαρροών, εφαρμογή προγραμμάτων **εξοικονόμησης** και **επαναχρησιμοποίησης** των νερών.
- Αύξηση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή με ποικιλία **πηγών** **τροφοδοσίας** νερού και **βελτίωση της διαχείρισης των ταμιευτήρων**.



# Μέτρα Διαχείρισης των Νερών για την Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής

## Σχεδιασμός & Λειτουργία

-Αλλαγές στη **λειτουργία** των φραγμάτων, όπου και όταν αυξάνονται οι υδατικοί πόροι, ώστε να επωφελούνται τα οικοσυστήματα.

-**Σχεδιασμός** και **εφαρμογή** εργαλείων λήψης αποφάσεων που λαμβάνουν υπόψη την αβεβαιότητα και εκπληρώνουν πολλαπλούς στόχους.

-**Εξασφάλιση** ότι τα σχέδια και οι υπηρεσίες είναι λειτουργικά, υλοποιήσιμα, προσαρμόσιμα και έχουν μακροπρόθεσμα οφέλη.

# Μέτρα Διαχείρισης των Νερών για την Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής

Μείωση των επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών

- **Παρακολούθηση** και **λειτουργία** συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης.
- **Σχεδιασμός** των πόλεων και των βασικών υποδομών σε περιοχές με μικρή επικινδυνότητα πλημμυρών.
- Σύνταξη **σχεδίων** έκτακτης ανάγκης.
- **Προώθηση της μείωσης της ζήτησης νερού και της αποτελεσματικής χρήσης** του από όλους τους χρήστες.
- **Ανάπτυξη φυτών/δένδρων** για την αντιμετώπιση των πλημμυρών και ποικιλιών καλλιεργειών που είναι ανθεκτικές στην ξηρασία και την αλατότητα.
- **Εξασφάλιση νερού από πολλές πηγές τροφοδοσίας** (χωρικά και σε είδος) για τη **μείωση** των επιπτώσεων της ξηρασίας και της μεταβλητότητας στη διαθεσιμότητα του νερού.



# Μέτρα Διαχείρισης των Νερών για την Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής

<p>Αρδευτική χρήση</p>	<p>-<b>Βελτίωση</b> της αποδοτικότητας των <b>μεθόδων άρδευσης</b> (εφαρμογή ορθής αρδευτικής πρακτικής) και μείωση των υδατικών αναγκών για αρδευτική χρήση.</p> <p>-<b>Επαναχρησιμοποίηση</b> των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση.</p> <p>-Θέσπιση <b>κινήτρων</b> και <b>επιδοτήσεων</b> που ενθαρρύνουν τη μείωση της χρήσης του νερού και μετριάζουν τη ρύπανση.</p>
<p>Βιομηχανική χρήση</p>	<p>-<b>Μεταφορά</b> υδροβόρων βιομηχανιών και καλλιεργειών σε περιοχές με επάρκεια νερού.</p> <p>-Κατά την επιλογή εναλλακτικών πηγών ενέργειας, να γίνεται αξιολόγηση των αναγκών σε νερό.</p> <p>-<b>Χρήση</b> του βιομηχανικού νερού με πιστοποιημένη αποδοτικότητα.</p>

(IPCC, 2014 με τροποποιήσεις)

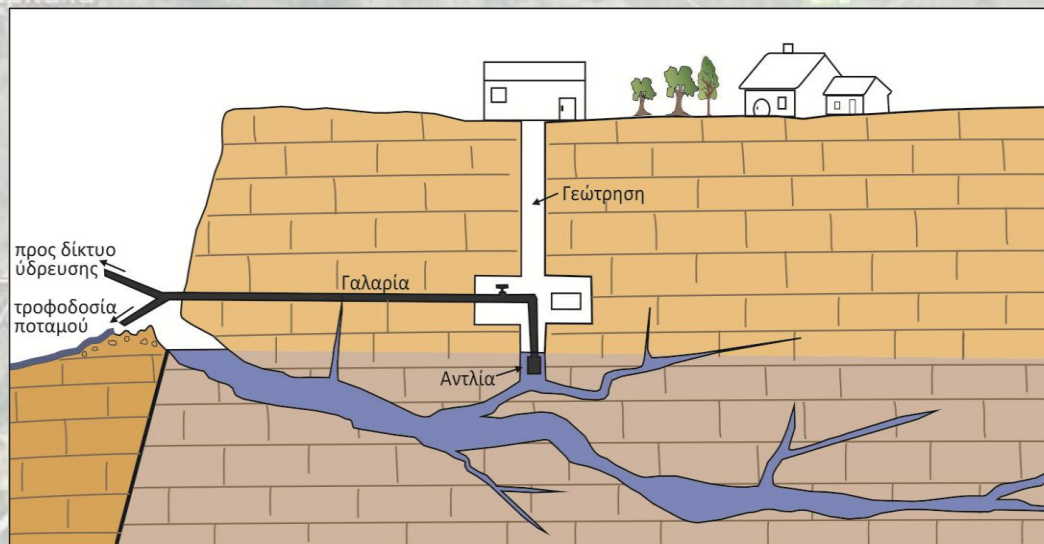
## Ο Ρόλος του Υπόγειου Νερού στην Αντιμετώπιση της Κλιματικής Αλλαγής

- Το υπόγειο νερό διαδραματίζει ένα σπουδαίο ρόλο στην **προσαρμογή** (adaptation) μιας περιοχής απέναντι στην κλιματική αλλαγή.
- Παρουσιάζει **ανθεκτικότητα** απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Για το λόγο αυτόν, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση υδρολογικών ισοζυγίων σε περιοχές που έχουν διαταραχθεί.



# Διαχείριση Υδατικών Πόρων

- Η **αποτελεσματική διαχείριση** (active management) υπόγειων νερών περιλαμβάνει τον κλιμακωτό ρυθμό άντλησης νερού από τον υδροφόρα. Λειτουργεί ως ταμιευτήρας φράγματος (π.χ. καρστικός υδροφόρας Lez κοντά στο Montpellier της Γαλλίας).



Παράδειγμα αποτελεσματικής διαχείρισης υπόγειου υδροφόρα (BRGM, 2012).

# Διαχείριση Μεταβαλλόμενων Υδατικών Πόρων

- Η **αναρρύθμιση** των πηγών, από τις οποίες παίρνουμε τη μέγιστη δυνατή ποσότητα νερού την ξηρή περίοδο με άντληση από γεωτρήσεις και πηγάδια στον υδροφορέα που τροφοδοτεί την πηγή και η αναπλήρωση γίνεται την υγρή περίοδο.
- Ο **τεχνητός εμπλουτισμός**, αλλά και η **χρήση επεξεργασμένων λυμάτων** αποτελούν μια τεχνική και ένα μέτρο για τη μείωση των πιέσεων στα γλυκά νερά από την κλιματική αλλαγή.
- Η βιώσιμη διαχείριση του υπόγειου νερού και η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή είναι ένα εθνικό θέμα **εξασφάλισης νερού** (water security).
- Η **ανθεκτικότητα** (resilience) δεν πρέπει να αφορά μόνο στη χρήση του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά και στην ενίσχυση και προστασία των οικοσυστημάτων.



# Αποτελεσματικές Διοικητικές Μεταρρυθμίσεις στη Διαχείριση του Υπόγειου Νερού (Governance)

(UNESCO, FAO, International Association of Hydrogeologists)

Βασίζονται σε **τέσσερις** άξονες:

- 1) Μόνιμη συνεργασία των χρηστών νερού και ύπαρξη μηχανισμών για τον συντονισμό μεταξύ υπόγειων νερών και άλλων τομέων (π.χ. γεωργία, ύδρευση, ενέργεια).
- 2) Αποτελεσματικό νομικό και κανονιστικό πλαίσιο.
- 3) Σωστή και ολοκληρωμένη γνώση που αφορά τους υπόγειους υδροφορείς (παρακολούθηση, διάχυση πληροφορίας).
- 4) Πολιτικές, σχέδια και οικονομικά εργαλεία (π.χ. επενδύσεις, κατασκευή έργων υποδομής, τιμολόγηση νερού, κίνητρα, κ.ά.).

# Αποτελεσματικές Διοικητικές Μεταρρυθμίσεις στη Διαχείριση του Υπόγειου Νερού

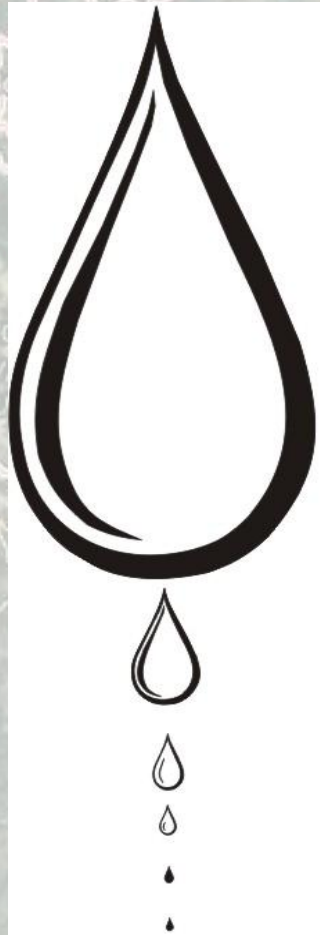
(UNESCO, FAO, International Association of Hydrogeologists)

Οι βασικές αρχές για την επίτευξη της αποτελεσματικής διακυβέρνησης του υπόγειου νερού είναι:

- Το υπόγειο νερό υπό δημόσιο έλεγχο δεν πρέπει να διαχειρίζεται απομονωμένα, αλλά μαζί με άλλες πηγές νερού.
- Η διαχείριση του υπόγειου νερού πρέπει να εναρμονισθεί με τη διαχείριση των χρήσεων γης.
- Ανάγκη για συνέργειες σε εθνικό και τοπικό επίπεδο για την εκπόνηση και υλοποίηση των σχεδίων διαχείρισης και προστασίας του υπόγειου νερού.
- Η αποτελεσματική διαχείριση του υπόγειου νερού απαιτεί τη συνεργασία στον σχεδιασμό όλων των υπόγειων δραστηριοτήτων.
- Ο συντονισμός στη χάραξη πολιτικών με άλλους τομείς, όπως γεωργία, ενέργεια, αστική και βιομηχανική ανάπτυξη και περιβάλλον.



# Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας και καλό καλοκαίρι!



97.2%	Νερό Θαλασσών
2.14%	Νερό Παγετώνων
0.61%	Υπόγειο Νερό
0.009%	Επιφανειακά Νερά
0.005%	Υγρασία Εδάφους
0.001%	Νερό στην Ατμόσφαιρα

