



**ΤΡΑΠΕΖΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**

**ΕΥΡΩΣΥΣΤΗΜΑ**



# **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ**

## **ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ**

**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ**

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΣΤΟΥΡΝΑΡΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ, ΕΚΠΑ**

**Π. ΝΑΣΤΟΣ, ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΚΠΑ**

**Γ. ΓΙΟΞΑΣ, ΓΕΩΛΟΓΟΣ M.Sc.**

**Ν. ΕΥΕΛΠΙΔΟΥ, ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΚΠΑ**

**ΕΜΜ. ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ, ΠΕ/ΙΔΑΧ**

**Σ.Α. ΠΑΡΤΣΙΝΕΒΕΛΟΥ, ΓΕΩΛΟΓΟΣ M.S.S.**

**Β. ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ, M.S.S.**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2011**

## Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα του Ελλαδικού χώρου

1 Εισαγωγή και τοποθέτηση θέματος και προβλήματος

### 1.1 Χαρακτηριστικά, κόσθη και αξίες υδατικού δυναμικού

#### 1.1.1 Οι υδατικοί πόροι

Η έννοια των υδατικών πόρων προκύπτει από τη σχέση ανάμεσα:

- στις υδατικές απαιτήσεις, για τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες, εκφρασμένες με τον όρο *υδατικές ανάγκες*
- στην ύπαρξη ή ανεύρεση, μέσα στο φυσικό περιβάλλον, ροής και αποθεμάτων, σχετικώς εύκολων για εκμετάλλευση, για την ικανοποίηση των αναγκών

Με μια άλλη έννοια, οι υδατικοί πόροι μπορούν να χαρακτηριστούν ως ένα δυναμικό υδατικής προσφοράς από το περιβάλλον. Η σχέση, που προαναφέρθηκε, μπορεί να διαμορφωθεί σε διαφορετικούς χωροχρόνους και σε διάφορες οικονομικές σφαίρες (ERHARD). Οι προσφορές (υδατικοί πόροι) και οι ανάγκες χαρακτηρίζονται αμοιβαίως από:

- μια θέση στο χώρο
- μια ποσότητα νερού (ροής ή αποθέματος), λίγο-πολύ μεταβλητής, στο χρόνο (με τρόπο συνεχή ή ασυνεχή)
- μια ποιότητα νερού

Όσον αφορά την ποιότητα, αυτή διακρίνεται σε:

- *ποιότητα προσφερόμενη*, προσδιοριζόμενη από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του νερού, στο φυσικό περιβάλλον του, σε γενικές γραμμές μεταβαλλόμενη με τη ροή και εξαρτώμενη από τις χρήσεις (κριτήριο των αναγκών για το φυσικό περιβάλλον)
- *ποιότητα απαιτούμενη*, εκφρασμένη, κάθε φορά, από τις προδιαγραφές που ισχύουν για κάθε υδατική χρήση και οι οποίες μεταβάλλονται στο χρόνο, συμφώνως με τις ολοένα ανανεούμενες απόψεις της ιατρικής (ύδρευση), της βιοτεχνολογίας (άρδευση) ή της τεχνολογίας (βιομηχανική χρήση).

Με οικονομικά ή εμπορικά κριτήρια, μια ανάλογη διάκριση εμφανίζεται, με ρόλο, πολλές φορές, καθοριστικό, σε συνθήκες υδατικής επάρκειας ή υπερεπάρκειας και με στόχο την καλύτερη επιλογή των υδατικών πόρων για κάθε χρήση:

- *κόστος προσφοράς*, προσαρμοσμένο στο παθητικό των αναγκών, σε συνάρτηση με τους προηγούμενους χαρακτήρες (τόπος, καθεστώς και ποιότητα)
- *κόστος αναγκών*, εκφρασμένο με διαφορετικές «αξίες νερού» (προστιθέμενη αξία, αξία χρήσης κ.λπ.)

Ένα σύστημα υδατικών πόρων (ένα υδατικό σύστημα εν χρήσει) συνθέτει το κατάλληλο περιβάλλον για τη διατύπωση και παρουσίαση του ποσοτικού υδατικού ισοζυγίου. Το ισοζύγιο αυτό ποσοτικοποιείται αναφερόμενο σε συγκεκριμένη χρονική διάρκεια. Οι επιδράσεις των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στους όρους του ισοζυγίου συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (ERHARD).



Πίνακας 1: Ανθρωπογενείς επιδράσεις στο υδατικό ισοζύγιο

Κατεύθυνση Επιδράσεως ↓	Επίδραση →	Στις εισερχόμενες ροές (αφίξεις)	Στις εξερχόμενες ροές (απορροές)
Αύξηση  +		Εισαγωγή νερού (μεταβίβαση)  Σύλληψη επιφανειακού ή υπόγειου νερού από ένα όμορο περιβάλλον	Ελάττωση της πραγματικής εξατμισιοδιαπνοής, αποστράγγιση.  Εξαγωγή νερού (μερικό φαινόμενο)
Μείωση  -		Ενίσχυση της πραγματικής εξατμισιοδιαπνοής. Μείωση των ενεργών κατακρημνισμάτων	Καταναλώσεις

### 1.1.2 Η ταξινόμηση των υδατικών πόρων

Οι υδατικοί πόροι μπορούν να υποδιαιρεθούν:

Σε σχέση με τη θεώρησή τους ως ροή ή ως απόθεμα:

- Υδατικοί πόροι ανανεώσιμοι ή δυναμικοί (ροή)
- Υδατικοί πόροι μη ανανεώσιμοι (απόθεμα)

Η ανανέωση, στην περίπτωση των υδατικών πόρων έχει την έννοια της αναπαραγωγής, της διατηρήσεως της υποστάσεώς τους. Η διάκριση ανάμεσα σε ανανεώσιμους και μη ανανεώσιμους πόρους αντιστοιχεί στη διάκριση ανάμεσα στη ροή και στο απόθεμα, αλλά η ανανέωση είναι ο λόγος του ενός προς το άλλο. *Είναι η ροή που ανανεώνει και το απόθεμα που ανανεώνεται.* Ωστόσο, η διάκριση ανάμεσα σε πόρους (φυσικούς) ανανεώσιμους και μη ανανεώσιμους (πεπερασμένους) έχει και μια άλλη διάσταση, η αγνόηση της οποίας (χώρος και χρόνος) οδηγεί σε λανθασμένες αποφάσεις για το βαθμό και το χρόνο αξιοποιήσεώς τους. Στην περίπτωση του νερού, αν το θέμα τεθεί για το σύνολο του νερού του πλανήτη (υδρόσφαιρα), ο πόρος είναι μη ανανεώσιμος. Σε τοπικό επίπεδο, ιδιαιτέρως σε χώρες με ξηρή περίοδο του υδρολογικού έτους, στη διάρκεια, ακριβώς, της ξηρής περιόδου, το νερό είναι πόρος μη ανανεώσιμος, ενώ, σε υπερετήσια βάση, είναι ανανεώσιμος.

Σε σχέση με τη φυσική κατάσταση στο περιβάλλον:

- Υδατικοί πόροι επιφανειακοί
- Υδατικοί πόροι υπόγειοι

Σε σχέση με την πρακτική δυνατότητα αξιοποιήσεως ή αναρρυθμίσεώς τους:

- Υδατικοί πόροι φυσικοί ή δυναμικοί
- Υδατικοί πόροι ερευνήσιμοι

Σε σχέση με την επάρκεια του νερού, σε συνδυασμό με τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του, που προσδιορίζουν τη χρήση του, τα νερά ταξινομούνται σε ποιοτικές κατηγορίες.

#### ➤ **Ανανεώσιμοι επιφανειακοί και υπόγειοι υδατικοί πόροι**

Η διάκριση των ανανεώσιμων υδατικών πόρων σε επιφανειακούς και υπόγειους δεν έχει παρά μια θεωρητική έννοια, αν προσομοιάζονται μεταξύ τους ως δύο συνιστώσες της συνολικής ροής. Στο επίπεδο των αφίξεων, επιφανειακή απορροή και κατείσδυση, που τροφοδοτεί τους



υδροφόρους ορίζοντες. Στο επίπεδο των απωλειών, επιφανειακή και υπόγεια απορροή. Σε τοπικό επίπεδο, το γεγονός της χωριστής εκτιμήσεως επιφανειακών και υπογείων πόρων ενέχει τον κίνδυνο η υπόγεια απορροή να ληφθεί υπ' όψη δύο φορές, αναλόγως με ποιες έννοιες θα γίνει η εκτίμηση αυτή. Σε υπερτοπικό επίπεδο, το γεγονός της συγκρίσεως ενέχει τον κίνδυνο εκτιμήσεως βασισμένης στο διαχωρισμό των αφίξεων και εκτιμήσεως βασισμένης στις ροές εξόδου. Στην πραγματικότητα, οι φυσικοί υδατικοί πόροι, προσδιορισμένοι από την επιφανειακή, μετρούμενη ή εκτιμώμενη, απορροή και οι αντίστοιχοι υδατικοί πόροι, προσδιορισμένοι στη βάση της τροφοδοσίας των υδροφόρων οριζόντων, δεν πρέπει να θεωρούνται προστιθέμενοι, παρά σε οριακές περιπτώσεις. Είναι, γενικώς, εν μέρει προστιθέμενοι σε συνάρτηση με την κλίμακα θεωρήσεως και τις φυσικές συνθήκες, κλιματικές και, επικουρικές, γεωλογικές, που επιδρούν στις σχέσεις ανάμεσα στους υδροφορείς και στην επιφανειακή απορροή μιας περιοχής. Κυριότερο αίτιο αυτής της συνηθισμένης συγχύσεως είναι οι δευτερογενείς κ.ο.κ. κατεισδύσεις, εξατμισοδιαπνοές και απορροές. Από την άλλη πλευρά, ένα σημαντικό, πολλές φορές, τμήμα της ροής των υδροφόρων οριζόντων δεν είναι εύκολο να συνυπολογίζεται στη συνολική απορροή στις περιπτώσεις:

- υπόγεια απορροής, που εκφορτίζεται αμέσως στη θάλασσα (υποθαλάσσιες πηγές) ή διασχίζουν σύνορα (καρστικοί, παράκτιοι και διασυνοριακοί υδροφόροι ορίζοντες)
- υδροφόρων οριζόντων, που εκφορτίζονται μερικώς ή ολικώς στον αέρα με τη διαδικασία της εξατμίσεως (ζώνες ξηρές ή ημίξηρες)

#### ➤ **Ανανεώσιμοι υδατικοί πόροι (υπόγεια νερά)**

Δεν πρέπει να προστίθενται στους ανανεώσιμους υδατικούς πόρους, χωρίς μνεία μιας διάρκειας ισχύος της συνθεωρήσεως αυτής. Η έννοια των μη ανανεώσιμων υδατικών πόρων, συνδεδεμένη με απολήψεις από αποθέματα, είναι ανεξάρτητη από το ποσοστό της φυσικής επαναπληρώσεως (ανανεώσεως) του αποθέματος από τη φυσική συνολική ροή. Η έκφραση «στατικοί πόροι» ή «πεπερασμένοι πόροι», χρησιμοποιούμενη, πολλές φορές, για την υπογράμμιση των μη ανανεώσιμων υδατικών πόρων, είναι ασαφής ή διφορούμενη, στο μέτρο που εισάγει σύγχυση με τα αποθέματα λίγο ή καθόλου ανανεούμενα (μη τροφοδοτούμενοι, φυσικώς ή τεχνητώς, υδροφόροι ορίζοντες). Το τμήμα όγκου νερού, αφαιρούμενου από το απόθεμα στο οποίο ανήκει, αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη ελάττωση του αποθέματος συνιστά μη ανανεώσιμους πόρους, ακόμα και αν αυτό το απόθεμα είναι πολύ ανανεούμενο από τη φυσική ροή αφίξεων, των οποίων η μέση τιμή είναι σταθερή. Οι μη ανανεώσιμοι υδατικοί πόροι δεν περιορίζονται στην περίπτωση των υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων, στους οποίους η φυσική επαναπλήρωση δεν είναι εύκολη, λόγω της καλύψεώς τους από το, σχετικώς, αδιαπέρατο στρώμα. Επεκτείνονται και στην περίπτωση ενός μέρους των ελευθέρων υδροφόρων οριζόντων, οι οποίοι, γενικώς, είναι πολύ πιο ανανεούμενοι.

#### **1.1.3 Εκμεταλλεύσιμοι υδατικοί πόροι: Μετακινήσιμοι και χρησιμοποιήσιμοι**

Σε αντίθεση με τους φυσικούς ή εν δυνάμει υδατικούς πόρους, που δεν αντιπροσωπεύουν παρά μια θεωρητική έννοια, οι εκμεταλλεύσιμοι υδατικοί πόροι αντιπροσωπεύουν ποσότητες νερού, που μπορούν να γίνουν αντικείμενο διαχειρίσεως και απολήψεως, σε δεδομένες τεχνικές και οικονομικές συνθήκες. Είναι αυτοί, επομένως, που, πέραν θεωρητικών υπολογισμών, προσεγγίσεων ή αποθεμάτων ασφαλείας, μπορούν να μουν σε καθεστώς υδατικής διαχειρίσεως, να διοχετευθούν στις διάφορες υδατικές χρήσεις. Ο ορισμός τους είναι, επομένως, σχετικός με ποικίλα κριτήρια, που, με τη σειρά τους, εξαρτώνται, επίσης, από τα φυσικά χαρακτηριστικά της υδατικής προσφοράς του περιβάλλοντος και από τις υπάρχουσες, προς κάλυψη, ανάγκες. Είναι, παρ' όλα αυτά, κλασική, αλλά τεχνητή, η διάκριση των τεχνικών και οικονομικών κριτηρίων, για τον ορισμό και διάκριση των *μετακινήσιμων* και *χρησιμοποιήσιμων*



(υδατικών) πόρων, όπως αυτοί ορίστηκαν από το Γαλλικό BRGM\* (ERHARD). Η έννοια, επομένως, της *εκμεταλλευσιμότητας* του φυσικού πόρου επαναδιατυπώνεται με βάση τις ισχύουσες πρακτικές, των τεχνητών διευθετήσεων και τις αντιθέσεις στις ενδεχόμενες υδατικές χρήσεις.

---

\* Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Υπηρεσία του Υπουργείου Βιομηχανίας της Γαλλίας, στην οποία υπάγεται η Γαλλική Εθνική Γεωλογική Υπηρεσία. Υπηρεσία με τεράστια επιστημονική και εφαρμοσμένη προσφορά στη Γαλλία, αλλά και στη διεθνή επιστημονική κοινότητα και στον κόσμο ολόκληρο. Στο κεφάλαιο αυτό, οι απόψεις του BRGM (ERHARD) υιοθετήθηκαν σχεδόν με απόλυτο τρόπο, βήμα προς βήμα, έννοια προς έννοια.

---

Οι *μετακινήσιμοι υδατικοί πόροι* είναι, γενικώς, οι επιλεγμένοι προς μετακίνηση στην κατανάλωση, λαμβάνοντας υπ' όψη τις τεχνικές αντιθέσεις που περιορίζουν τη διευθέτηση και αναρρύθμιση των φυσικών πόρων. Εδώ, κυριαρχεί η δυνατότητα ελέγχου των ροών, σε συνάρτηση με τη θέση των φραγμάτων των προσφερομένων υδατικών συγκεντρώσεων. Επιφανειακώς, διακρίνονται σε:

- *Πόρους σχεδόν διαρκείς και περιορισμένους*, μετακινούμενους με τη βοήθεια υδροληψιών, που αντιστοιχούν σε περιορισμένες εκροές της περιόδου χαμηλών υδάτων, περιλαμβανόμενους ανάμεσα στο μικρό μέγεθος της παροχής και στην ίδια την ύπαρξή της.
- *Πόρους μεταβλητούς*, μετακινούμενους από διευθέτηση και αναρρύθμιση, διακρινόμενους σε κατηγορίες, αναλόγως των αποθηκευμένων όγκων προς διευθέτηση, σε συνάρτηση με τη συχνότητα των εκροών (αναρρύθμιση ετήσια, υπερετήσια κ.λπ.).

Μια αντίθεση σημειώνεται, πολλές φορές, που περιορίζει, ουσιαστικώς, τους μετακινούμενους υδατικούς πόρους. Πρόκειται για τη δυνατότητα συμβιβασμού των δύο ρόλων, που ζητά ο άνθρωπος από την επιφανειακή απορροή, το ρόλο του *αγωγού τροφοδοσίας* μιας δεξαμενής αποθηκεύσεως και το ρόλο του *παροχευτή* της περίσσιας του υδατικού δυναμικού. Σε ορισμένες περιπτώσεις, πρόκειται για απαίτηση, που επεκτείνεται και στην υπόγεια απορροή (υδροφόροι ορίζοντες). Η απαίτηση αυτή εμφανίζεται και μεταβάλλεται αναλόγως της δομής του υδρογραφικού δικτύου, του καθεστώτος απορροής και κατακρημνισμάτων, καθώς και του καθεστώτος υδροληψιών και επανατροφοδοσίας. Στην περίπτωση των εκτεταμένων υδρολογικών λεκανών, η επανακινητοποίηση του υδατικού δυναμικού μπορεί να οδηγήσει σε υπερβάσεις μέχρι και 100% του διαθέσιμου, προς εκμετάλλευση, νερού. Η έννοια, επομένως, των κινητοποιήσιμων υδατικών πόρων αποκτά μια διευρυμένη σημασία κι αποδεικνύει την ισχυρή συσχέτισή της με το καθεστώς των χρήσεων και των μεταβολών τους.

Σε σχέση με την τεχνολογία της κάθε εποχής, οι υδατικοί πόροι διακρίνονται και σε:

- *συμβατικούς υδατικούς πόρους*, χρησιμοποιούμενους με τεχνικές κινητοποιήσεως γνωστές και αποδεδειγμένες
- *μη συμβατικούς υδατικούς πόρους*, χρησιμοποιούμενους από την εξέλιξη των τεχνικών κινητοποιήσεως, πειραματικών τεχνικών ή κατ' εξαίρεση χρήσεων. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει αρκετές περιπτώσεις, όπως π.χ.
  - της αφαιρώσεως του θαλασσινού νερού
  - της μειώσεως των απωλειών από εξάτμιση
  - της τροποποιήσεως του λόγου απορροή/κατείσδυση
  - μη συμβατικών διαδικασιών, όπως η τεχνητή βροχή.

Οι χρησιμοποιούμενοι υδατικοί πόροι, λαμβάνουν υπ' όψη, μεταξύ άλλων, οικονομικές ή κοινωνικοοικονομικές αντιθέσεις:

- *αντιθέσεις οικονομικές*, που μπορούν να καθορίσουν το εφικτό των υδραυλικών διευθετήσεων, εφικτών από τεχνικής πλευράς. Αντίθεση, σχετική με το μέγιστο αποδεκτό ή θεωρούμενο αποδεκτό κόστος



- *αντιθέσεις κοινωνικές*, που εμποδίζουν την υλοποίηση υδραυλικών διευθετήσεων, τεχνικώς εφικτών
- *αντιθέσεις που επιβάλλονται σε υδροληπτικές χρήσεις*, από επιλογές μεταξύ αυτών και των *επί τόπου (in situ) χρήσεων*, που απαιτούν τη διατήρηση μιας ελάχιστης υδατικής ποσότητας σε συγκεκριμένα τμήματα της απορροής
- *αντιθέσεις οικολογικές*, που απαιτούν, εξ ίσου, τη διατήρηση ελαχίστων παροχών\* για να μην εμποδίζεται ο φυσικός ρόλος του νερού, κυρίως στα υδατικά οικοσυστήματα

---

\* Υπενθυμίζεται μια σημαντική κατάκτηση του υπεύθυνου οικολογικού κινήματος, το να θεωρείται, δηλαδή, ως χρήση νερού μια, κατά περίπτωση, ελάχιστη παροχή ποταμού ή ελάχιστη στάθμη λίμνης. Η διατύπωση αυτή υπάρχει και στη σύγχρονη Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

---

Οι *επαναχρησιμοποιούμενοι υδατικοί πόροι* αποτελούν, τέλος, μια ιδιαίτερη κατηγορία, που εξαρτάται από το, κάθε φορά, κοινωνικό, οικονομικό και τεχνολογικό επίπεδο και πρέπει να εκτιμώνται και να υπολογίζονται ξεχωριστά.

## 1.2 Υδατικές ανάγκες

Αντιπροσωπεύουν όγκους διαθέσιμου νερού, επαρκείς σε ποσότητα και κατάλληλους σε ποιότητα, για την ικανοποίηση των χρήσεων, που επιβάλλουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι ανάγκες σε νερό έχουν ένα χαρακτήρα απόλυτο και αυτόνομο, προσδιοριζόμενες από το τεχνολογικό στάδιο και το υπάρχον ή επιδιωκόμενο οικονομικό και δημογραφικό επίπεδο. Σημαίνουν σταθερή, μεταβλητή ή ασυνεχή παροχή για την κάλυψη ειδικών χρήσεων. *Η χρήση νερού είναι η εφαρμογή μιας ή περισσότερων ικανοποιήσεων αναγκών,, ενώ, η χρησιμοποίηση νερού είναι η μετατροπή του σε χρήσιμο, από οικονομικής, παραγωγικής, καταναλωτικής κ.α. πλευράς για να επιτευχθεί η χρήση του.*

## 1.3 Υδατικές απαιτήσεις

Οι υδατικές απαιτήσεις, θεωρούμενες με την οικονομική έννοια της απαιτήσεως, προσδιορίζονται, αρχικώς, σε σχέση με τις υδατικές χρησιμοποιήσεις, που τις αιτιολογούν ως *αναγκαίες απαιτήσεις και/ή συγκεκριμένους υδατικούς προορισμούς*. Σε αντιπαράθεση με την υδατική προσφορά, που καθορίζουν οι υδατικοί πόροι, προσδιορίζονται ως *απαιτήσεις εκμεταλλεύσεως ή απαιτήσεις υδροληψίας*.

## 1.4 Κόστος και αξία του νερού

Στην κλίμακα ενός υδατικού συστήματος (υδατικού πόρου και χρησιμοποιήσεως), ο προσδιορισμός των εκμεταλλεύσιμων υδατικών πόρων εισάγει μια τεχνικοοικονομική αντίθεση ανάμεσα στο προσφερόμενο υδατικό δυναμικό και στη δομή των υπάρχουσών ή προβλεπομένων απαιτήσεων. Αν η έννοια των χρησιμοποιήσιμων πόρων φαίνεται να αντανακλά, σχεδόν ετυμολογικώς, την οικονομική άποψη του χρήστη, η έννοια των μετακινήσιμων πόρων βρίσκει την προέλευσή της στην άποψη του υδραυλικού διευθετητή. Δεν μένουν, παρά οι αποφάσεις, είτε για υδραυλική διευθέτηση, είτε για χρησιμοποίηση, με κριτήρια το κόστος και την αξία του νερού. Στο σημείο αυτό, όμως, παρεμβαίνει με τρόπο αποφασιστικό η επίπτωση στο κόστος του νερού από το κόστος της περιβαλλοντικής διατηρήσεως ή αποκαταστάσεως, όταν επιδιώκεται, βεβαίως.

Με ένα γενικό τρόπο και από οικονομικής πλευράς θεωρήσεως, το κόστος του νερού προσδιορίζεται στο επίπεδο μιας διαχειριστικής μονάδας και της άμεσης (*εσωτερικό κόστος*) ή έμμεσης (*εξωτερικό κόστος*) επιπτώσεως της ιδιαίτερης οικονομικής δραστηριότητας της



μονάδας αυτής. Αυτός είναι ο λόγος που το κόστος του νερού διαφέρει από τόπο σε τόπο, ακόμα και μέσα στο ίδιο κράτος. Στην περίπτωση άμεσης υδροληψίας ο διαχειριστής προκαλεί μια άμεση επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον και η επίπτωση αυτή μεταφράζεται, σε ένα εσωτερικό οικονομικό σχέδιο, ως *καθαρό κόστος εκμεταλλεύσεως* ή *καθαρό κόστος παραγωγής*, που εξαρτάται, κυρίως, από τα χαρακτηριστικά του υδατικού πόρου (προσφοράς). Όταν τα χαρακτηριστικά του υδατικού πόρου δεν αντιστοιχούν στα ανάλογα των υδατικών απαιτήσεων (αποκλίσεις τοποθεσίας, μεταβλητότητας της διαθέσιμης παροχής στο χρόνο, ποιότητας), το εσωτερικό κόστος αυξάνεται κατά τις συνιστώσες, που αντιστοιχούν στο *κόστος προσαρμογής* (κόστος μεταφοράς, αποθηκεύσεως, επεξεργασίας), το οποίο, για μια δεδομένη προσφορά, εξαρτάται, κυρίως, από τα χαρακτηριστικά της ειδικής απαιτήσεως. Το εξωτερικό κόστος είναι η αποτίμηση των αρνητικών (έστω και με επιφυλάξεις) επιπτώσεων, λίγο ή πολύ διαφορετικών, προκαλούμενων από τον τρόπο υδροληψίας ή από τον τρόπο χρήσης, σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον ή σε σχέση με άλλους χρήστες του ίδιου υδατικού πόρου. Η διεθνοποίηση του εξωτερικού κόστους, επομένως η τεχνητή ολοκλήρωση των μορφών εσωτερικού κόστους, μπορεί να πραγματοποιηθεί, ιδιαιτέρως στις περιπτώσεις διασυνοριακών ή διακρατικών υδατικών πόρων, με την πρακτική των πρόωρων συγκρούσεων στο επίπεδο υδροληψίας, καταναλώσεως, ρυπάνσεως κ.α. Ωστόσο, οι εξωτερικές επιπτώσεις της διαχειριστικής δράσης στο περιβάλλον δεν είναι πάντα αρνητικές και δεν μεταφράζονται, πάντα, σε κόστη, αλλά, μερικές φορές, σε έμμεσα πλεονεκτήματα, που, συνήθως, δεν υπεισέρχονται λογιστικώς. Στην περίπτωση της έμμεσης υδροληψίας, ένας ενδιάμεσος παράγοντας, τουλάχιστον αυτός που έχει ως αντικείμενο την παραγωγή και τη διανομή του νερού, τοποθετείται ανάμεσα στο φυσικό περιβάλλον και το χρήστη. Στην περίπτωση αυτή, το νερό είναι το αντικείμενο μιας ανταλλακτικής σχέσης ανάμεσα στον παραγωγό και το χρήστη. Η ανταλλαγή αυτή βασίζεται στη θεώρηση του κόστους ανταλλαγής ή *ανταλλακτικού κόστους*.

Η τιμή του νερού, εκφρασμένη μονεταριστικώς κατά μονάδα όγκου ή, πιο σπανίως, κατά μονάδα ροής, συνδέεται με μια *εμπορική ανταλλαγή* ανάμεσα στον πωλητή (προμηθευτή) και τον αγοραστή (καταναλωτή), σε μια ελεύθερη αγορά, ανταγωνιστική ή όχι. Η έννοια της *αγοράς του νερού* προϋποθέτει την ύπαρξη, τουλάχιστον ενός ενδιάμεσου οικονομικού παράγοντα (παραγωγός, διανομέας) ανάμεσα στο περιβάλλον (υδατικός πόρος) και το χρήστη (απαιτητής). Στην πραγματικότητα, υπεισέρχονται πολύπλοκες εμπορικές ανταλλαγές ανάμεσα στο παραγωγό-διανομέα και στον χρήστη-καταναλωτή, που χαρακτηρίζονται από έναν *πόρο μεταβληθέντα*, στο βαθμό που η χρήση του υδατικού πόρου επιφέρει σ' αυτόν, σημαντικές έως μη αντιστρεπτές μεταβολές. Στο πλαίσιο της πολιτικής οικονομίας, διαμορφώνονται οι ποικίλες σχετικές παράμετροι, όπως η μέση τιμή, η τιμή πωλήσεως, οι σχέσεις κόστους-τιμής, η τιμή ελεύθερης διαχείρισεως ή ελεύθερης χρήσης κ.α. Σε κάθε περίπτωση, η σύγκριση της τιμής, σε σχέση με το κόστος στηρίζεται στη θέση του τοπικού υδατικού καθεστώτος στη δομή του καθεστώτος καταναλώσεως και στην προσέγγιση του προσδιορισμού της τιμής με τη χρήση του λόγου *ετήσια δαπάνη νερού κατά κεφαλή / ετήσιο όγκο νερού χρησιμοποιούμενο κατά κεφαλή* («κατά κεφαλή» θεώρηση) ή του λόγου *ετήσια δαπάνη νερού κατά νοικοκυριό / ετήσιος όγκος νερού χρησιμοποιούμενος κατά νοικοκυριό* («κατά νοικοκυριό» θεώρηση. Εννοείται ότι, όλα τα παραπάνω, αφορούν στο σύνολό τους νερό υδρεύσεως, καθώς τα νερά για άλλες χρήσεις (άρδευση, βιομηχανία κ.α.) ενδέχεται να εισέρχονται σε καθεστώς διαχείρισεως και υπό άλλες συνθήκες. Επίσης, στη θεώρηση αυτή, δεν περιλαμβάνονται, όπως είναι ευνόητο, τα εμφιαλωμένα νερά, έστω και αν πρόκειται για υδρευτικά νερά.

## 2 Σύγκρουση υδατικών απαιτήσεων – υδατικών πόρων

Η εννοιολογική σύγκρουση μεταξύ των υδατικών απαιτήσεων και της υδατικής προσφοράς (χαρακτηριστικά δεδομένων υδατικών πόρων) έχει την έννοια της σύγκρισης (ποιοτικώς και ποσοτικώς) των πραγματικών υδατικών απαιτήσεων των συγκεκριμένων υδατικών χρήσεων και



του συστήματος των πόρων. Η σύγκρουση αυτή, για τους εκμεταλλεύσιμους υδατικούς πόρους, εξυπηρετεί κυρίως τον προσδιορισμό της *επάρκειας* των πόρων και συνεπώς την αποκάλυψη των προβλημάτων από μια ενδεχόμενη έλλειψη νερού.

Η χωρική θεώρηση του θέματος της επάρκειας, σε περιφερειακή ή εθνική κλίμακα, εισάγει την έννοια των *διαθεσίμων υδατικών αποθεμάτων*. Τα αποθέματα αυτά, σε τοπική κλίμακα αντιπροσωπεύουν τους πόρους μείον την υδροληψία και, σε εθνική ή κλίμακα λεκάνης απορροής, τους πόρους μείον τις καταναλώσεις. Αυτό συμβαίνει, γιατί σύμφωνα με την επιλεχθείσα διαδικασία υπολογισμού, οι πολλαπλές χρήσεις ή επαναχρησιμοποιήσεις ποσοτήτων νερού πρέπει ή να προστίθενται στους πόρους ή να επαναχαράζουν την πολιτική των υδροληψιών. Σε κάθε περίπτωση, στα διαχειριστικά προγράμματα είναι απαραίτητη η διάκριση ανάμεσα στον όρο *μεταφορά νερού* (μεταφορά από λεκάνη ή υπολεκάνη σε άλλα, τροποποιώντας την περιφερειακή κατανομή των φυσικών και κινητοποιήσιμων φυσικών πόρων) και της *προσθήκης νερού* (μεταφορά νερού από ένα χώρο υδροληψίας σε ένα προσδιορισμένο χώρο χρήσης).

Η χρονική θεώρηση του θέματος συγκρίνει τις μέσες τιμές των υδροληψιών με τους εκμεταλλεύσιμους υδατικούς πόρους, μια διαδικασία η οποία καθιστά δυσδιάκριτες τις επιπτώσεις των μεταβολών στο χρόνο αμοτέρων. Οι μεταβολές αυτές προσδιορίζονται από τις προσωρινές ανεπάρκειες και τις συνδεόμενες, ετήσιες ή εποχικές, προβληματικές συνθήκες, είτε με ανεπάρκεια της προσφοράς (ξηρασία), είτε με τις υπεραισιότητες. Απαιτείται επομένως ο προσδιορισμός των *ελαχίστων τιμών* των εκμεταλλεύσιμων πόρων για ένα δεδομένο και αποδεκτό χρονικό διάστημα, οι διευθετήσεις στο επίπεδο *αναρρύθμισης του δείκτη τοπικής εκμετάλλευσης* (σύνολο υδροληψιών/φυσικοί πόροι)%, του δείκτη περιφερειακής εκμετάλλευσης (σύνολο καταναλώσεων/φυσικοί πόροι)%, καθώς και άλλων παραμέτρων, απαραίτητων για τη σωστή διατύπωση ενός σωστού και βιώσιμου προγράμματος υδατικής διαχείρισης.

Εξετάζοντας το νερό ως φυσικό πόρο στο πλαίσιο της υδατικής επάρκειας, είναι απαραίτητο να διαχωριστούν δύο έννοιες διαφορετικές μεταξύ τους, που όμως συγχέονται ενίοτε και από επιστήμονες ή υπεύθυνους πολιτικών αποφάσεων και εφαρμογών (τους επονομαζόμενους, διεθνώς decision makers). Η πρώτη έννοια είναι αυτή της *ανομβρίας* ή *ξηρασίας*, δηλαδή της, είτε άμεσης (βροχοπτώσεις), είτε έμμεσης (επιφανειακή και υπόγεια παροχή), μειωμένης προσφοράς νερού στο περιβάλλον, συγκρινόμενη με μετρήσεις χρονοσειρών και θεωρούμενους μέσους όρους. Η δεύτερη έννοια είναι αυτή της *λειψυδρίας*, που έχει να κάνει με το μειωμένο διαθέσιμο υδατικό δυναμικό, σε σχέση με την υπάρχουσα ή προβλεπόμενη χρήση. Η λειψυδρία μπορεί να είναι αποτέλεσμα της ανομβρίας (περίπτωση κατά την οποία ταυτίζονται ποσοτικά οι δύο έννοιες). Μπορεί όμως να προκύπτει σε εποχή κανονικής ή και μεγαλύτερης από το μέσο όρο προσφοράς νερού, και να οφείλεται, είτε σε κακή υδατική διαχείριση, είτε σε κακούς προγραμματισμούς χρήσεων, χρήσεων που δεν μπορούν να καλυφθούν από το διαθέσιμο υδατικό δυναμικό.

Σημαντική παράμετρος σε θέματα διαθεσιμότητας υδάτινων πόρων είναι η τομεακή κατανάλωση. Ο μεγαλύτερος καταναλωτής σε παγκόσμιο επίπεδο είναι ο γεωργικός τομέας. Η εξέλιξη της κατανάλωσης για την κάλυψη των αναγκών στην γεωργία ακολούθησε εκθετική αύξηση. Το έτος 2025 εκτιμάται ότι η κατανάλωση ύδατος στον τομέα της γεωργίας θα ξεπεράσει τα 3.000 hm<sup>3</sup>, ποσότητα εξαπλάσια σε σχέση με το επίπεδο κατανάλωσης των αρχών του 20ου αιώνα. Ο τομέας της βιομηχανίας κατατάσσεται δεύτερος αναφορικά με τις ποσότητες κατανάλωσης και ακολουθεί σταθερό ρυθμό αύξησης. Οι εκτιμήσεις σχετικά με την κατανάλωση στον βιομηχανικό τομέα σε παγκόσμιο επίπεδο το έτος 2025 είναι της τάξης των 1.000 hm<sup>3</sup> νερού. Σημαντική αναμένεται να είναι και η αύξηση στην οικιακή χρήση που διαχρονικά παραμένει ο μικρότερος τομεακός καταναλωτής.

Η έλλειψη υδάτινων πόρων επιδρά ήδη στο 1/3 της εδαφικής επικράτειας της ΕΕ και σε τουλάχιστον 100 εκατομμύρια κατοίκους της. Στην ετήσια έκθεση του European Environment Agency (2009) για τους υδάτινους πόρους υπογραμμίζεται ότι σε αρκετές περιοχές η





υπερβολική κατανάλωση ύδατος από κάποιες χρήσεις προκαλεί κίνδυνο για την κάλυψη των αναγκών των υπόλοιπων χρήσεων (ΕΕΑ 2009). Το αποτέλεσμα είναι να πυκνώνουν οι αναφορές για μειωμένη στάθμη υδάτων σε λίμνες και υπόγεια νερά όπως και η μειωμένη απορροή ποταμών, με επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επιπλέον η έκθεση σημειώνει ότι αυξάνονται τα περιστατικά υφαλμύρωσης παράκτιων υδροφορέων στην ευρωπαϊκή επικράτεια, μειώνοντας έτσι τα υδάτινα διαθέσιμα αποθέματα προς κατανάλωση.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις λειψυδρίας αποτελεί το πρόβλημα των νησιών, ιδιαίτερα των μικρών, αλλά και του λεκανοπεδίου της Αττικής. Πολλά νησιά (π.χ. Κυκλάδες), παρά το γενικά μειωμένο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, τη μικρή έκταση (άρα και τις μικρές δυνατότητες υδατικών συγκεντρώσεων) και τη μεγάλη θερμοκρασία και ηλιοφάνεια (άρα και την υψηλή εξάτμιση), διέθεταν στο παρελθόν επαρκείς υδατικούς πόρους για τις ανάγκες τους. Για τον λόγο αυτό, πολλά από αυτά τα νησιά είχαν παλιά και την ονομασία *Υδρούσα*. Οι αλλαγές των χρήσεων γης από γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία σε τουριστική βιομηχανία, η τρομακτική αύξηση πληθυσμού τους καλοκαιρινούς μήνες, οι αλλαγές στον τρόπο ζωής (συχνό πλύσιμο σώματος και ρούχων κ.λπ.) και η επέκταση των υδατικών χρήσεων (πισίνες, πλύσιμο αυτοκινήτων, κήποι κ.λπ.), δημιουργούν τεράστια ζήτηση σε νερό, τέτοια που το υπάρχον υδατικό δυναμικό αδυνατεί να καλύψει, με ό,τι αυτό συνεπάγεται. Τα προβλήματα επιδεινώνονται από την ανισομερή κατανομή των βροχοπτώσεων, τόσο σε υπερετήσια και ενδοετήσια βάση, όσο και στο χώρο. Ανάλογης προέλευσης πρόβλημα εμφανίζεται και στο λεκανοπέδιο της Αττικής, στη μείζονα αστική περιοχή Αθηνών-Πειραιώς και υπόλοιπων δήμων. Εδώ βρισκόμαστε σε μια κατάσταση συνεχούς και συνεχώς διογκούμενης αστυφιλίας και οικιστικής, οικονομικής και διοικητικής συγκέντρωσης με αποτέλεσμα, στο τέλος της δεύτερης χιλιετηρίδας, ο πληθυσμός του λεκανοπεδίου να έχει φτάσει ή να ξεπερνά το 40% του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδας<sup>1</sup> και οι οικονομικές δραστηριότητες στον ίδιο χώρο να φτάνουν το 70% της συνολικής οικονομικής δραστηριότητας.

### 3 Περιγραφή – Ανάλυση των Υδατικών Διαμερισμάτων (ΥΔ)

Η βασική πηγή στοιχείων για την παρούσα Έκθεση είναι οι μελέτες του «Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008. Επικουρικώς, χρησιμοποιήθηκαν και στοιχεία άλλων μελετών ή ερευνών, που φαίνονται στην παρατιθέμενη βιβλιογραφία.

Στο παρόν κεφάλαιο έχουν προστεθεί παρατηρήσεις, κριτικές θεωρήσεις και αναλύσεις της Ομάδας Εργασίας Νερού, καθώς και οι γεωμορφολογικοί και υδρολιθολογικοί χάρτες και τα επεξηγηματικά διαγράμματα βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής και κανονικοποιημένων τιμών βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής, με το σχολιασμό τους.

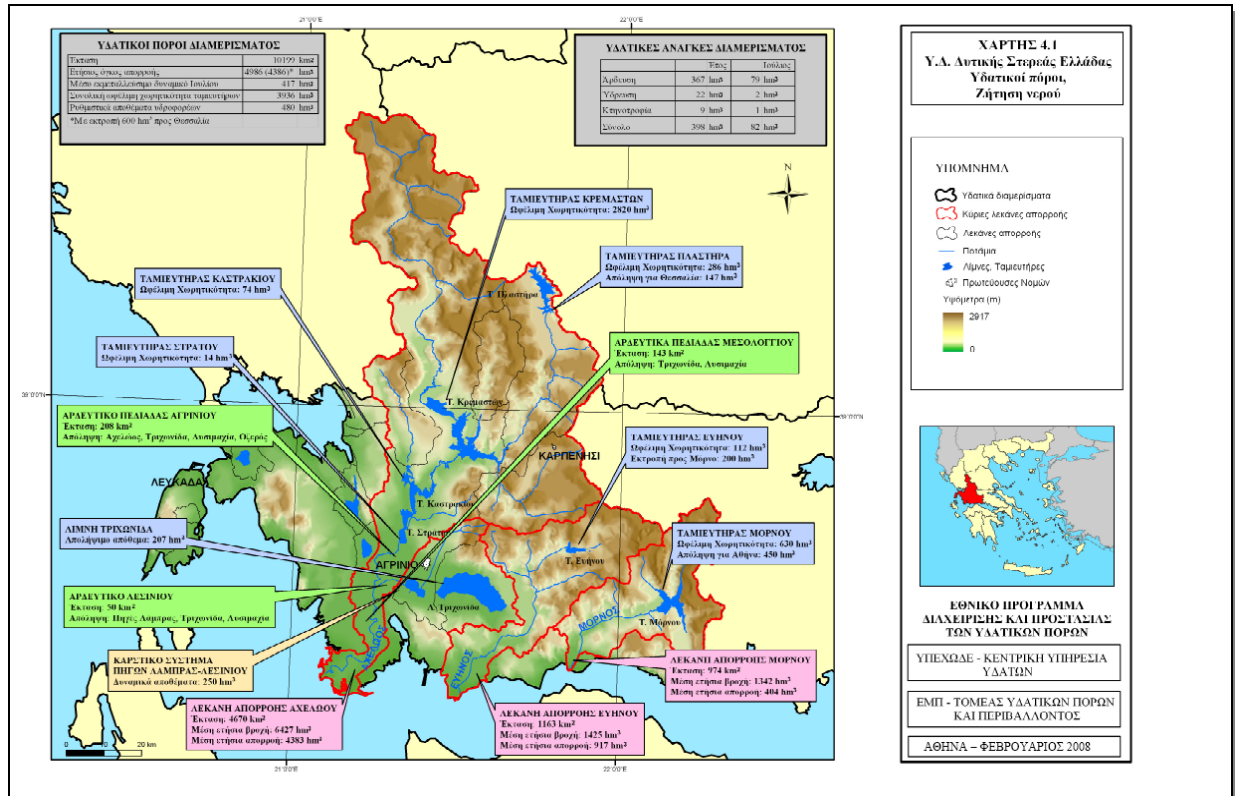
*Τα κείμενα του «Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008 παρατίθενται με στοιχεία italics.*

#### ➤ Υ.Δ. ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (Υ.Δ.04)

##### *Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή*

<sup>1</sup> Στο μόνιμο πληθυσμό του λεκανοπεδίου θα πρέπει να προστεθούν τα εκατομμύρια των ξένων τουριστών, λόγω του ιδιαίτερου αρχαιολογικού ενδιαφέροντος των Αθηνών και άλλων κοντινών περιοχών, αλλά και επιχειρηματιών, καθώς και τα εκατομμύρια των εσωτερικών επισκεπτών, για λόγους οικονομικούς, επιχειρηματικούς, διοικητικούς, υγείας κ.λπ. Εκτός από τα επιφανειακά νερά, η ΕΥΔΑΠ κρατά σε εφεδρεία, με γεωτρήσεις, και τα υπόγεια νερά περιοχών, όπως της περιοχής Καλάμου.

Το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας έχει όρια το όρος Λάκμος προς τα βορειοδυτικά, τους ορεινούς όγκους της Πίνδου, των Βαρδουσιών και της Γκιώνας προς τα ανατολικά, τα όρη Θύαμο, Μακρύ, Βάλτος και Αθαμανικά, τον Αμβρακικό Κόλπο και το Ιόνιο Πέλαγος προς τα δυτικά, και τον Κορινθιακό Κόλπο προς τα νότια. Τα όρια του διαμερίσματος φαίνονται στο Σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος (Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008)

Η συνολική έκταση του διαμερίσματος είναι 10.199 km<sup>2</sup>, από τα οποία τα 303 ανήκουν στη Λευκάδα και τα 53 σε άλλα, μικρά νησιά. Ο πληθυσμός του διαμερίσματος, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 305.512 κάτοικοι και το 2001 ήταν 312.516 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 2,3% (ο πληθυσμός του 2001 έχει υπολογιστεί κατ' εκτίμηση, από τον πληθυσμό των νομών του 2001 και συμφώνως με τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε νομού στο διαμέρισμα το 1991). Στον Πίνακα 4.1, εκτός από την έκταση και τον πληθυσμό, παρουσιάζεται το ποσοστό συμμετοχής της εκτάσεως και του πληθυσμού (1991) κάθε νομού στο διαμέρισμα.

### Γεωμορφολογικά – Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Το υδατικό διαμέρισμα είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος ορεινό, με τις κυριότερες εξάρσεις στο ανατολικό τμήμα του. Οι μόνες πεδινές περιοχές εμφανίζονται στα παράλια του Μεσολογίου, στην πεδιάδα Αργινίου και στην παραλιακή περιοχή της Βόνιτσας. Η κατανομή των υψόμετρων είναι η ακόλουθη: το 28% της εκτάσεως του διαμερίσματος έχει υψόμετρο πάνω από 1000 m, το 57% μεταξύ 200 και 1000 m, και μόνον το 15% έχει υψόμετρο μικρότερο των 200 m (ΥΒΕΤ, 1989). Στο διαμέρισμα αναπτύσσεται από βορρά προς νότο η οροσειρά της νότιας Πίνδου, η οποία περιλαμβάνει τα Αθαμανικά, τα Άγραφα, τον Τυμφρηστό, το Παναιτωλικό και τα

Βαρδούσια. Τα υψόμετρα φτάνουν τα 2416 m (Αθαμανικά) ως 1924 m (Παναιτωλικό). Στα δυτικά εμφανίζονται χαμηλότερα βουνά (Βάλτου και Ακαρνανικά με μέγιστα υψόμετρα 1728 και 1528 m αντίστοιχα). Τέλος, στα ανατολικά βρίσκεται η Οίτη, με υψόμετρο 2325 m. Η μορφολογία των ακτών του διαμερίσματος είναι ιδιαίτερος πολύπλοκη και περιλαμβάνει κλειστές θάλασσες και πολλούς μικρούς κόλπους και νησιά. Στο νοτιοδυτικό τμήμα, στις εκβολές του Αχελώου, σχηματίζονται οι κλειστές λιμνοθάλασσες του Αιτωλικού, του Μεσολογγίου και της Κλείσοβας.

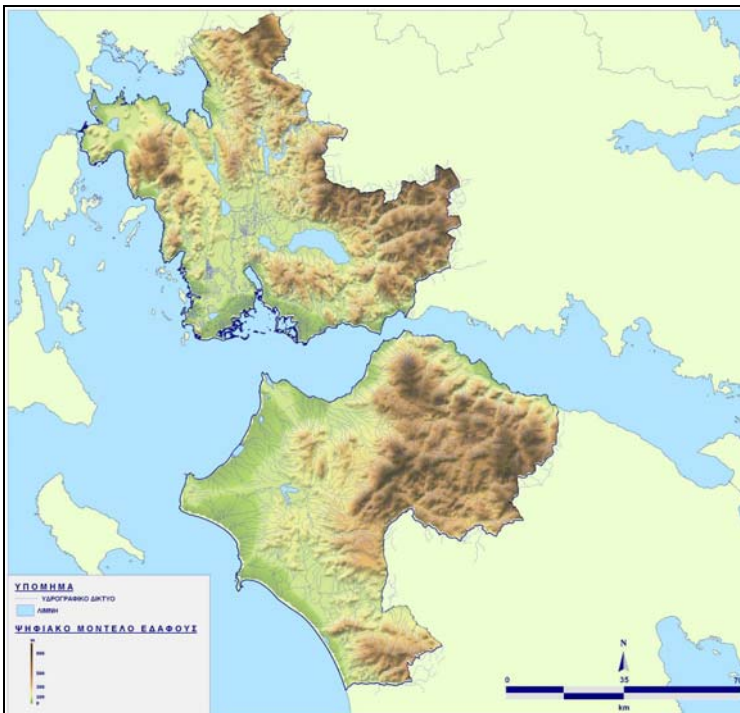
Στο διαμέρισμα, από δυτικά προς τα ανατολικά, απαντώνται οι ακόλουθες γεωτεκτονικές ζώνες:

☒ Ζώνη Παζών στο δυτικό τμήμα της Λευκάδας. Αποτελείται από φλύσχη και μεσοζωικούς ασβεστόλιθους.

☒ Ιόνιος Ζώνη στο υπόλοιπο τμήμα της Λευκάδας και στο δυτικό τμήμα του διαμερίσματος, με ανατολικό όριο τη γραμμή εκβολών Μόρνου και ορέων Βάλτου. Αποτελείται από φλύσχη και μεσοζωικούς ασβεστόλιθους με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά την ύπαρξη παρεμβολών πυριτιόλιθων και σχιστόλιθων, όπως επίσης και τριαδικών λατυποπαγών με γύψους.

☒ Ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης στο κεντρικό ορεινό τμήμα του διαμερίσματος. Αποτελείται κυρίως από φλύσχη και ηωκαινικούς και κρητιδικούς ασβεστόλιθους στα όρη Γαβρόβου, Βαράσοβας και Κλόκοβας.

☒ Ζώνη Πίνδου στα ανατολικά της γραμμής Ναυπάκτου-Τριχωνίδας-Κρεμαστών. Αποτελείται από εναλλαγές λεπτοπλακωδών ασβεστόλιθων με κερατόλιθους, σχιστόλιθους και φλύσχη υπό μορφή λεπιών. Τέλος, στις μορφολογικές υφέσεις του διαμερίσματος συναντώνται σύγχρονες τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις.



Σχήμα 3.2: Γεωμορφολογικός Χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 04

### Υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά

Στο υδατικό διαμέρισμα αναπτύσσονται τρεις κύριες καρστικές ενότητες με υδρογεωλογικό ενδιαφέρον:

**Η ενότητα των Ακαρνανικών Ορέων.** Εκεί αναπτύσσονται τα ακόλουθα κύρια καρστικά συστήματα σε ανθρακικά ιζήματα της Ιόνιας Ζώνης:

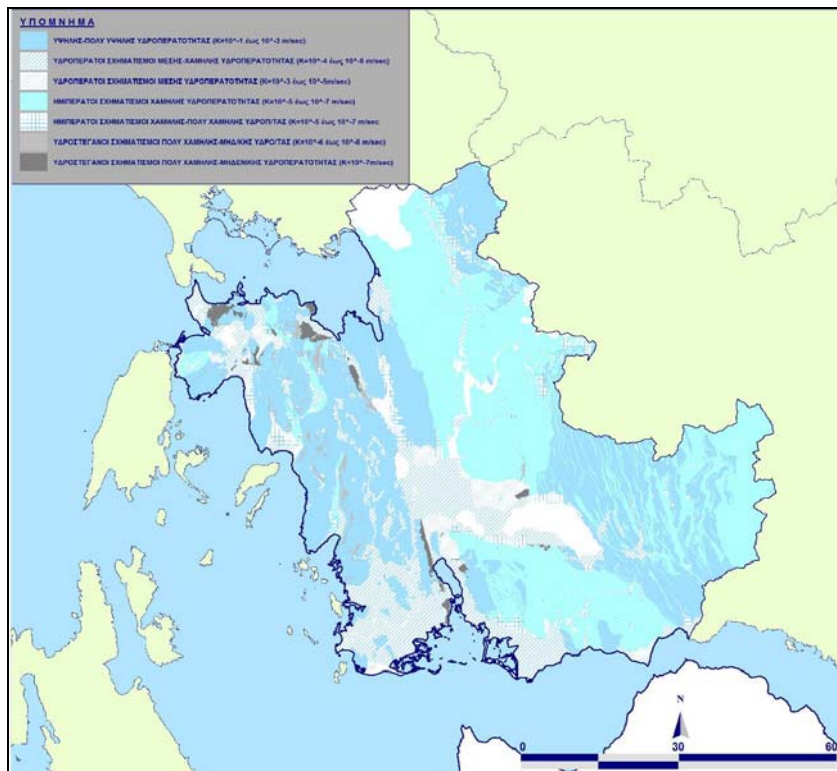
☒ Καρστικό σύστημα Αμφιλοχίας-Λουτρού

- ✚ Καρστικό σύστημα Μοναστηρακίου - Μύτικα,
- ✚ Καρστικό σύστημα Αστακού,
- ✚ Καρστικό σύστημα τριαδικών λατοποπαγών,
- ✚ Καρστικό σύστημα Κεφαλόβρυσου-Αιτωλικού,
- ✚ Καρστική ενότητα Γαβρόβου

**Η ενότητα των ασβεστόλιθων της Πίνδου**, που αναπτύσσεται σε ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης Πίνδου και έχει συνολική έκταση λεκάνης περίπου 3.500 km<sup>2</sup>. Στην ενότητα αυτή εντάσσεται το καρστικό σύστημα Λάκμου – Τζουμέρκων, που εκφορτίζεται στον Άραχθο και ανήκει στο Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου (05). Κατά το υπόλοιπο τμήμα, το σύστημα εκφορτίζεται στις λεκάνες Αχελώου, Ενήνου και Μόρνου, τις παραλίμιες και υπολίμιες πηγές της Τριχωνίδας, και από παραθαλάσσιες ή υποθαλάσσιες πηγές (π.χ. Ναυπάκτου). Η συνολική εκτιμώμενη υπόγεια απορροή είναι της τάξεως των 70 m<sup>3</sup>/s. Στο υδατικό διαμέρισμα, εκτός των καρστικών ενοτήτων, αναπτύσσονται και προσχωματικοί υδροφορείς:

- (α) στη λεκάνη του Αχελώου, κυρίως στην περιοχή Αγρινίου – Πενταλόφου – Νεοχωρίου,
- (β) στο Δέλτα του Ενήνου (στην περιοχή Γαλατά – Αιτωλικού – Ευηνοχωρίου) και
- (γ) στο Δέλτα του Μόρνου.

Τα παραπάνω στοιχεία σχετικά με τις υδρογεωλογικές λεκάνες του υδατικού διαμερίσματος λήφθηκαν από διάφορες μελέτες του ΙΓΜΕ και του ΕΜΠ (Κουτσογιάννης & Μαρίνος, 1995, Παπαστυρόπουλος, 1981, Κουρμούλης, 1984).



Σχήμα 3.3: Υδρολιθολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 04  
**Κλίμα**

Η μέση ετήσια θερμοκρασία εκτιμάται σε περίπου 14°C. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος κυμαίνεται από 18 ως 19°C, ενώ στα ορεινά ξεπερνά τους 20°C. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας είναι το



δεύτερο στη χώρα μετά από εκείνο του Υδατικού Διαμερίσματος Ηπείρου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το διαμέρισμα βρίσκεται στην ομβροπλευρά της χώρας. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ξεκινά από 800 έως 1000 mm περίπου στα παράκτια και πεδινά και φτάνει τα 1400 mm στα ορεινά, ενώ σε μεγάλα υψόμετρα ξεπερνά τα 1800 mm. Ως ενδεικτικές τιμές της ετήσιας βροχοπτώσεως αναφέρονται τα 934 mm στο σταθμό Αγρινίου και τα 1751 mm στον ορεινό σταθμό Μαυρομάτας. Η μέση ετήσια τιμή στο σύνολο του διαμερίσματος εκτιμάται σε 1370 mm. Η πιο βροχερή περίοδος είναι από το Νοέμβριο ως το Φεβρουάριο, ενώ οι πιο ξηροί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Οι χιονοπτώσεις είναι έντονες στα ορεινά του υδατικού διαμερίσματος. Οι μέρες χιονόπτωσης αυξάνουν από τα παράλια προς το εσωτερικό. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών χιονιού στο Μεσολόγγι είναι 0,4, στη Ναύπακτο 0,5, στη Λευκάδα 0,6, στο Αγρίνιο 0,9, στο Λιδορίκι 4,9, ενώ στο Καρπενήσι το μέγεθος αυτό ανέρχεται σε 23. Οι χαλαροπτώσεις είναι επίσης συχνές κατά τους χειμερινούς και ανοιξιάτικους μήνες. Η μέση ετήσια νέφωση κυμαίνεται από 4 ως 5 βαθμίδες, με τις ψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στην ενδοχώρα και τις χαμηλότερες στα παράκτια. Ο αριθμός των αιθριων ημερών κυμαίνεται από 120 ως 140 στα παράκτια (Μεσολόγγι 128) και από 80 ως 120 στο εσωτερικό. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία κυμαίνεται από 65% στα παράκτια (65 και 68% για τους σταθμούς της Ναυπάκτου και του Μεσολογγίου αντίστοιχα), ενώ στο εσωτερικό παρατηρούνται ανάλογες τιμές (65% στο Λιδορίκι). Στο νότιο τμήμα του υδατικού διαμερίσματος εμφανίζεται ξηρή περίοδος 5 ως 6 μηνών, η οποία όμως μειώνεται βαθμιαία προς τα ανατολικά (Πίνδος) σε 1 μήνα ή και λιγότερο, για να αυξηθεί πάλι σε 1 ως 2 μήνες προς την πλευρά της ομβροσκιάς (ΥΒΕΤ, 1989). Στα παράκτια κατά την ξηρή περίοδο επικρατούν οι βορειοδυτικοί άνεμοι. Τους υπόλοιπους μήνες πνέουν βόρειοι, βορειοδυτικοί, νότιοι και νοτιοδυτικοί άνεμοι. Ειδικά στην περιοχή του Μεσολογγίου, το καλοκαίρι επικρατούν οι βορειοδυτικοί άνεμοι και τον υπόλοιπο χρόνο οι βορειοανατολικοί.

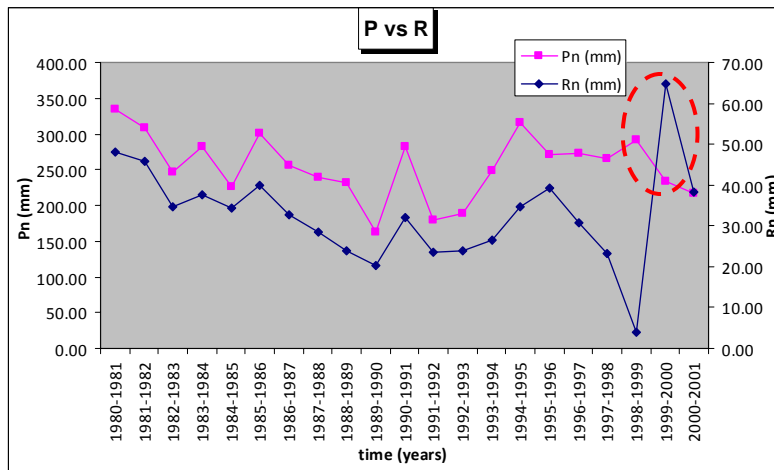
## ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

**Διάγραμμα 1<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής

Βροχόπτωση: P (mm)

Επιφανειακή Απορροή R (mm)

Χρονοσειρά: 1980 – 2001



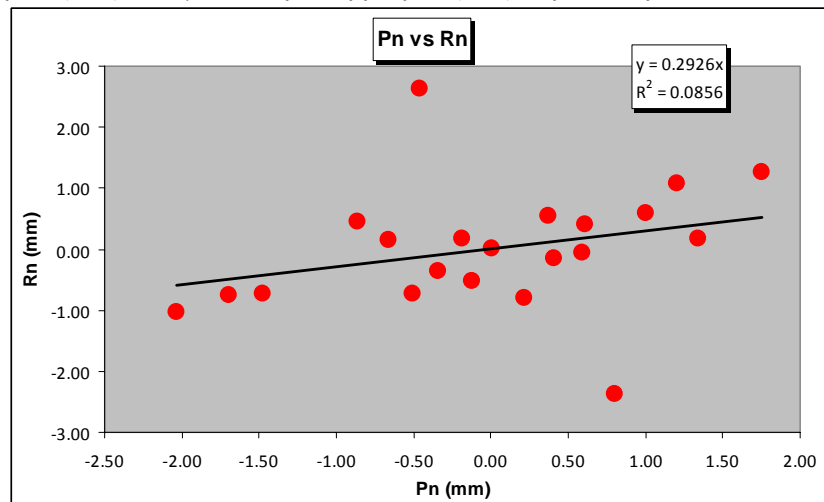
Συμφώνως με το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μια ακολουθία στην οποία οι τιμές της επιφανειακής απορροής μειώνονται καθώς μειώνονται οι τιμές της βροχοπτώσεως. Κατά την περίοδο 1998 – 1999, όπου ενδεχομένως ανθρωπογενείς παράγοντες να έχουν επιδράσει,



παρατηρείται παρά την αύξηση των τιμών βροχοπτώσεως να σημειώνεται σημαντική μείωση των τιμών της επιφανειακής απορροής (πιθανή αύξηση των αρδευτικών αναγκών).

Ο συνδυασμός γεωγραφικής θέσης (ομβροπλευρά), μορφολογίας και γεωλογίας ευνοεί τη συγκέντρωση νερού, επιφανειακή (λίμνες) και υπόγεια (εκτεταμένα καρστικά πεδία). Ευνοείται, όμως, και η επιβάρυνση της ποιότητας των υδατικών συστημάτων λόγω της επιδεκτικότητας του καρστ σε ρυπάνσεις. Σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής, αναμένεται αύξηση της εξατμίσεως και διαπνοής, αύξηση των αναγκών αρδεύσεως και των τουριστικών αναγκών και αύξηση του ρυπαντικού φορτίου λόγω αυξήσεως του ρυπαντικού φορτίου, σε περιορισμένο όγκο υδατικού σώματος.

**Διάγραμμα 2<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση κανονικοποιημένων τιμών βροχοπτώσεως – απορροής  
Βροχόπτωση:  $P_n$  (mm), Επιφανειακή Απορροή  $R_n$  (mm), Χρονοσειρά: 1980 – 2001



### Περιγραφή των υδατικών συστημάτων στη σημερινή κατάσταση.

Δύο είναι οι κύριες χρήσεις νερού στο υδατικό διαμέρισμα: η άρδευση και η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Τα κυριότερα υφιστάμενα αρδευτικά έργα του διαμερίσματος βρίσκονται στις περιοχές του Κάτω Αχελώου και των λιμνών Τριχωνίδας και Λυσιμαχίας. Οι κύριοι ταμιευτήρες ρύθμισης της ροής των ποταμών του διαμερίσματος έχουν στόχο είτε την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας (ταμιευτήρες Αχελώου), είτε την ύδρευση της Αθήνας (ταμιευτήρες Μόρνου και Εύηνου). Μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί τέσσερα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα. Τρία από αυτά βρίσκονται στην κύρια λεκάνη του Αχελώου (Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος) και ένα στον παραπόταμο του Αχελώου Ταυρωπό ή Μέγδοβα.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του υδατικού διαμερίσματος είναι ότι μέρος του υδατικού δυναμικού του εκτρέπεται ήδη προς άλλα υδατικά διαμερίσματα. Συγκεκριμένα, τα έργα εκτροπής είναι τα ακόλουθα:

- α. Ο ταμιευτήρας Αγίου Δημητρίου στον Εύηνο, από τον οποίο εκτρέπεται νερό προς τον ταμιευτήρα του Μόρνου.
- β. Ο ταμιευτήρας Μόρνου, από τον οποίο λαμβάνεται νερό για την Αθήνα (Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής), το οποίο προέρχεται από την απορροή της ανάντη λεκάνης του και τις εισροές από τον Εύηνο.
- γ. Ο ταμιευτήρας Πλαστήρα, από τον οποίο λαμβάνεται νερό για το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, με κύριες χρήσεις την ύδρευση, την άρδευση και την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 3.1: Μέσα ετήσια υδρολογικά μεγέθη κυριότερων λεκανών

Λεκάνη	Θέση	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Βροχόπτωση (mm)	Βροχόπτωση (hm <sup>3</sup> )	Απορροή (hm <sup>3</sup> )	Συντελ. απορροής	
1	Αχελώου*	Καστράκι	4125	1398.6	5769	4014	0.70
2		Στράτος	4349	1398.6	6083	4215	0.69
3		Έξοδος	4812	1344.0	6467	4383	0.68
4	Ταυρωπού	Φράγμα	161	1300.0	209	147	0.70
5	Ευήνου	Φράγμα	352	1250.0	439	281	0.64
6		Πόρος Ρηγ.	892	1282.3	1116	718	0.64
7		Έξοδος	1163		1492	917	0.61
8	Μόρνου	Φράγμα	587	1085.1	637	237	0.37
9		Έξοδος	974		1310	404	0.31
<b>Σύνολα</b>		<b>Έξοδος</b>	<b>7110</b>		<b>9478</b>	<b>5851</b>	<b>0.62</b>

Πηγή: Κουτσογιάννης & Μαρίνος (1995), ΥΠΕΧΩΔΕ (1995), Ευστρατιάδης κ.ά. (2002), Ευστρατιάδης & Μαμάσης (2004), Κ/Ξ Διαχείρισης Υδάτων Κεντρικής & Δυτικής Ελλάδος (2005)  
\* Δεν περιλαμβάνεται η υπολεκάνη Ταυρωπού, ανάντη του φράγματος Πλαστήρα.

	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Είδος απορροής	Ετήσια απορροή (hm <sup>3</sup> )	Απορροή Ιουλίου (hm <sup>3</sup> )
Λεκάνη Αχελώου (Καστράκι)	4125	ρυθμισμένη	3658 <sup>[1]</sup> (3058) <sup>[2]</sup>	298 <sup>[3]</sup>
Λεκάνη λίμνης Τριχωνίδας	300	απολήψιμο απόθ.	207	82
Πηγές Λάμπρας-Λεσινίου	350	φυσική	250	21
Λεκάνη Ευήνου	1163	ρυθμισμένη	717 <sup>[4]</sup>	12
Λεκάνη Μόρνου	974	ρυθμισμένη	154 <sup>[5]</sup>	4
<b>Σύνολο</b>			<b>4986 (4386)<sup>[6]</sup></b>	<b>417</b>

[1] Δεν λαμβάνεται υπόψη το υδατικό δυναμικό της υπολεκάνης Ταυρωπού.  
[2] Με εκτροπή 600 hm<sup>3</sup> προς Θεσσαλία  
[3] Θεωρείται ότι, με κατάλληλη ρύθμιση, διατηρείται σταθερή και στην περίπτωση της εκτροπής προς Θεσσαλία.  
[4] Έχουν αφαιρεθεί 200 hm<sup>3</sup> για ύδρευση της Αθήνας (εκτροπή προς Μόρνο).  
[5] Έχουν αφαιρεθεί 250 hm<sup>3</sup> για ύδρευση της Αθήνας, που προκύπτουν θεωρώντας ετήσια απόληψη 450 hm<sup>3</sup>, εκ των οποίων τα 200 hm<sup>3</sup> προέρχονται από τον Εύηνο.  
[6] Με εκτροπή 600 hm<sup>3</sup> προς Θεσσαλία.

### Γενικό συμπέρασμα για το υδατικό διαμερίσμα

Η θέση του διαμερίσματος το ευνοεί από πλευράς ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (ομβροπλευρά), αλλά και από πλευράς αποθηκεύσεως σε επιφανειακά (φυσικές και τεχνητές λίμνες) και υπόγεια υδατικά σώματα (εκτεταμένα καρστικά πεδία). Η κατεισδυσση είναι, σχετικώς ευνοημένη, σε σχέση με τη απορροή, λόγω των μικρών και μεσαίων υψομέτρων και του μη απότομου αναγλύφου. Η διαταραχή του καθεστώτος



των βροχοπτώσεων (μικρότερο ετήσιο ύψος βροχής, περισσότερα επεισόδια μεγάλης εντάσεων) θα επηρεάσουν την κατείδυση σε φυσιολογικά επίπεδα, χωρίς ακραίες καταστάσεις.



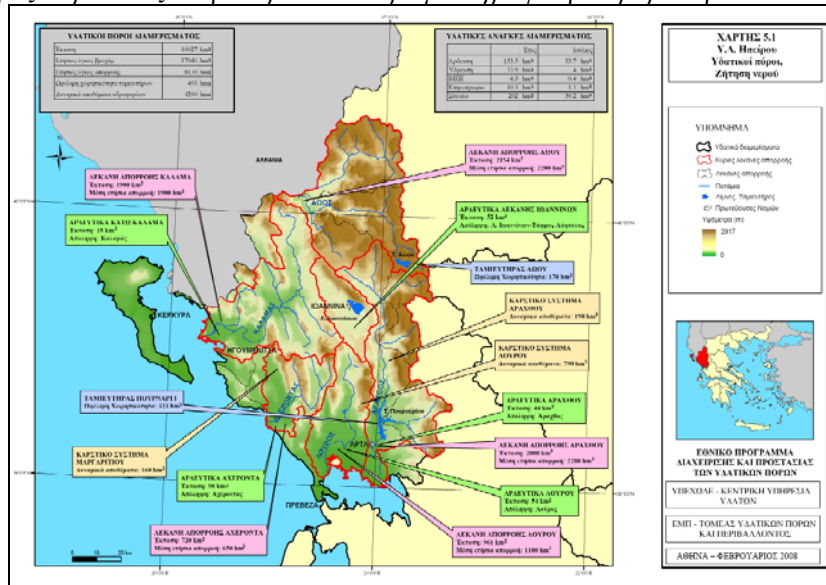
➤ **Υ.Α. ΗΠΕΙΡΟΥ (Υ.Α.05)**

**Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή**

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου έχει έκταση 10.026 km<sup>2</sup>, από τα οποία τα 641 km<sup>2</sup> ανήκουν στην Κέρκυρα. Ο υδροκρίτης του διαμερίσματος ορίζεται ανατολικά από τον όρμο Κοπραίνης του Αμβρακικού Κόλπου, και συνεχίζει στους ορεινούς όγκους Βάλτου, Αθαμανικών, οροσειράς βόρειας Πίνδου, Βόιου, και Γράμμου. Στη συνέχεια τα όρια του διαμερίσματος ορίζονται από τα ελληνοαλβανικά σύνορα. Τα όρια του διαμερίσματος φαίνονται στο Σχήμα 5.1. Ο πληθυσμός του, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 445.658 κάτοικοι και το 2001 ήταν 464.093 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 4.1% (ο πληθυσμός του 2001 έχει υπολογιστεί κατ' εκτίμηση, από τον πληθυσμό των νομών του 2001 και σύμφωνα με τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε νομού στο διαμέρισμα το 1991).

**Γεωμορφολογικά – Γεωλογικά χαρακτηριστικά**

Από γεωμορφολογική άποψη, το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου είναι από τα πιο ορεινά διαμερίσματα της χώρας, δεδομένου ότι οι ορεινές περιοχές της είναι το 70% της συνολικής εκτάσεως, ενώ οι πεδινές μόνο το 15%. Έχει έντονο ανάγλυφο με μεγάλες κλίσεις πρανών και βαθιές χαράδρες (π.χ. Βίκος, Αραχθός, Αχέροντας). Τα υψηλότερα βουνά του είναι ο Σμόλικας (2617 m), τα Τζουμέρκα (2500 m), ο Γράμμος (2500 m), η Τύμφη (2540 m), η Νεμέρτσκα (2200 m), ο Τόμαρος (2100 m), η Μουργκάνα (1900 m) κ.ά. Το διαμέρισμα αναπτύσσεται κυρίως στις γεωτεκτονικές ζώνες Ιονίου, Ωλονού-Πίνδου και εν μέρει στη ζώνη Γαβρόβου. Η Ιόνιος Ζώνη σε γενικές γραμμές παρουσιάζει την παρακάτω στρωματογραφική διάρθρωση:



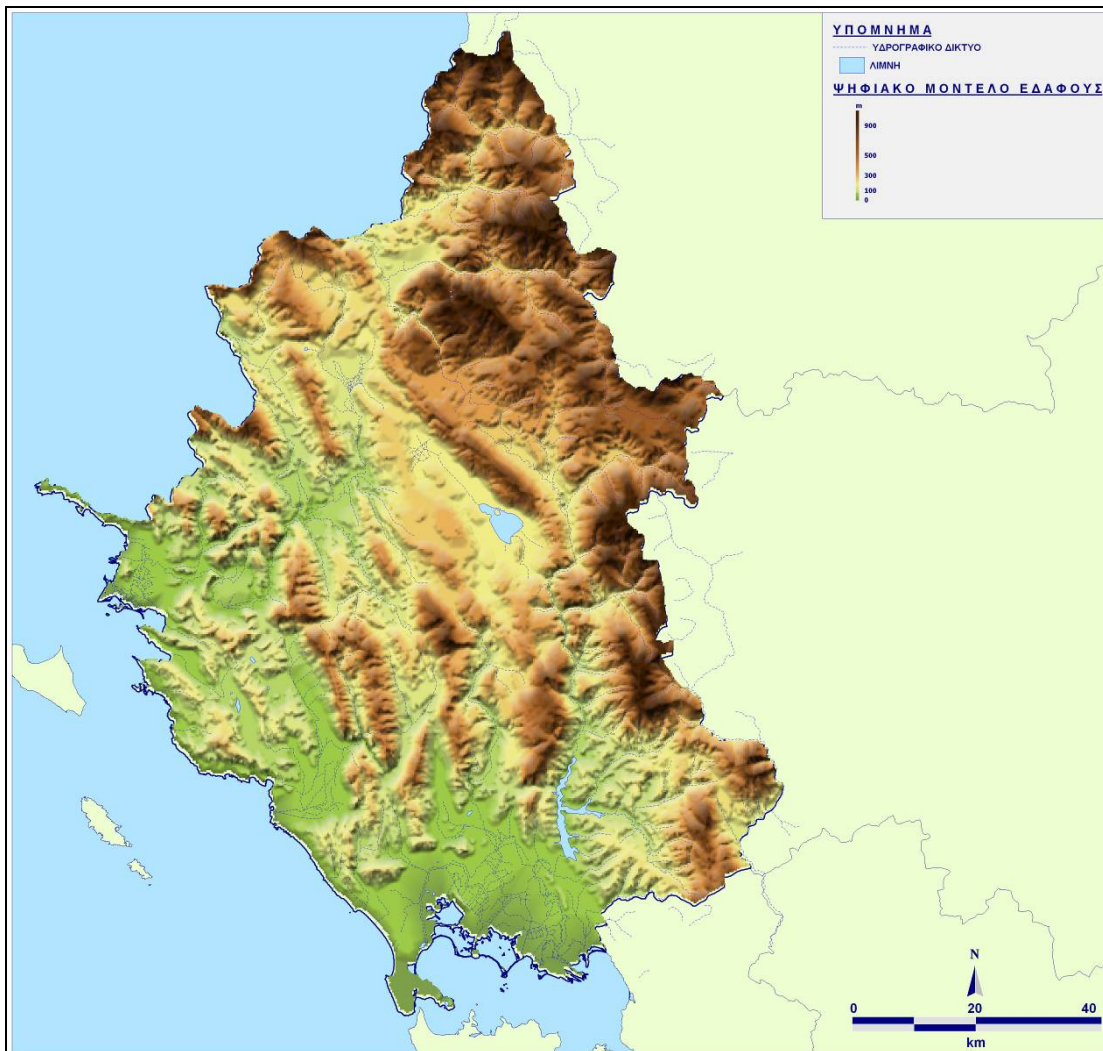
Σχήμα 3.4: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος 05 Διαμερίσματος (Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008)

- σειρά των εβαποριτών και Τριαδικών λατυποπαγών
- σειρά των ανθρακικών πετρωμάτων Ανώτερου Τριαδικού – Ανώτερου Ηώκαινου

- ☐ φλύσχη Ανώτερου Ηώκαινου - Ακουιτάνιου
- ☐ ψαμμιτο – μαργαϊκές αποθέσεις του Βουρδιγάλιου
- ☐ Μειο - Πλειοκαινικές αποθέσεις
- ☐ αλλουβιακές αποθέσεις.

Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου χαρακτηρίζεται ως βαθειά αύλακα από στρωματογραφική άποψη, και αποτελείται από:

- ☐ κλαστικούς Τριαδικούς σχηματισμούς
- ☐ εναλλαγές ανθρακικών-πυριτικών σχηματισμών Ανώτερου Τριαδικού - Σενώνιου
- ☐ μεταβατικά στρώματα Μαιστρίχιτιου – Παλαιόκαινου
- ☐ φλύσχη ανώτερου Ηώκαινου.



Σχήμα 3.5: Γεωμορφολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 05

### Υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που βρίσκονται στα δυτικά του διαμερίσματος είναι ο κυριότερος παράγοντας για την ανάβλυση μιας σειράς καρστικών πηγών, που αποτελούν τη σημαντικότερη τροφοδοσία των ποταμών της Ηπείρου. Όσον αφορά στη ζώνη της Πίνδου, μια σειρά καρστικών πηγών υπερχειλίσσης που εμφανίζονται στα Τζουμέρκα και τον Λάμκο οφείλονται στην επώθηση των ανθρακικών σχηματισμών της ζώνης στον φλύσχη της Ιονίου Ζώνης.

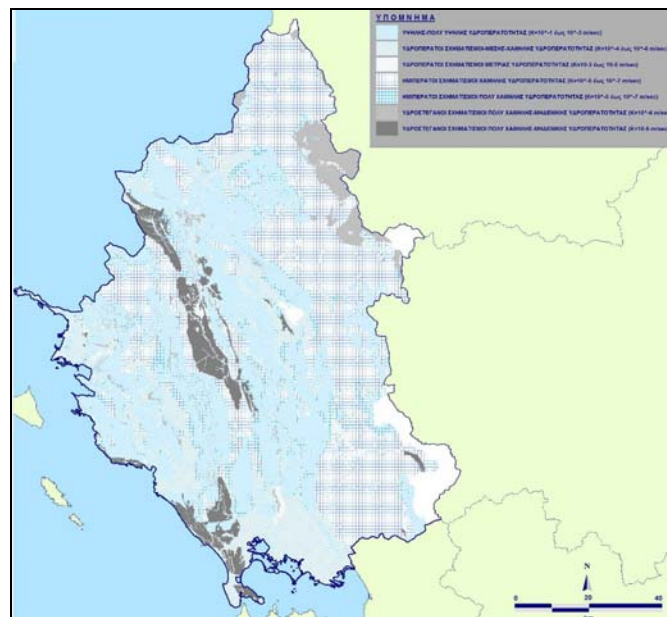
Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ζώνης Γαβρόβου εκδηλώνουν μικρή μόνο υπόγεια απορροή προς το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου, αφού η κύρια αποστράγγισή τους γίνεται προς τη λεκάνη του Αχελώου. Σύμφωνα με την απογραφή των καρστικών πηγών του διαμερίσματος, που πραγματοποιήθηκε από το ΙΓΜΕ (1980 – 1982), τα καρστικά συστήματα που αναπτύσσονται ανά υδρολογική λεκάνη είναι τα ακόλουθα:

- ✚ Καρστικό σύστημα Λούρου
- ✚ Καρστικά συστήματα Άραχθου
- ✚ Καρστικά συστήματα λεκάνης Καλαμά
- ✚ Καρστικό σύστημα αντικλίνου Μεράγκας,
- ✚ Καρστικά συστήματα αντικλίνου Φαρμακοβουνίου
- ✚ Στο πεδινό τμήμα της λεκάνης του ποταμού εμφανίζονται τα καρστικά συστήματα του αντικλίνου της Σαρακίνας και της πηγής Ανάκολης.
- ✚ Καρστικά συστήματα λεκάνης Ιωαννίνων
- ✚ Καρστικά συστήματα λεκάνης Αώου
- ✚ Καρστικά συστήματα Αχέροντα
- ✚ Καρστικά συστήματα λεκάνης Μαργαριτίου

Η συνολική λεκάνη τροφοδοσίας των παραπάνω καρστικών συστημάτων είναι περίπου 150 km<sup>2</sup> και η μέση παροχή περίπου 5 m<sup>3</sup>/s.

#### ✚ Καρστικά συστήματα βόρειας Κέρκυρας

Αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου Ζώνης. Το κυριότερο από αυτά είναι του Παντοκράτορα, που εκφορτίζεται βόρεια, στη λίμνη Κουνουφάδι. Η συνολική έκταση των συστημάτων είναι περίπου 90 km<sup>2</sup> και η συνολική παροχή τους είναι περίπου 3,5 m<sup>3</sup>/s, των οποίων όμως η ποιότητα ελέγχεται ως προς την παρουσία θειικών ιόντων και χλωριόντων.



Σχήμα 3.6: Υδρολιθολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 05

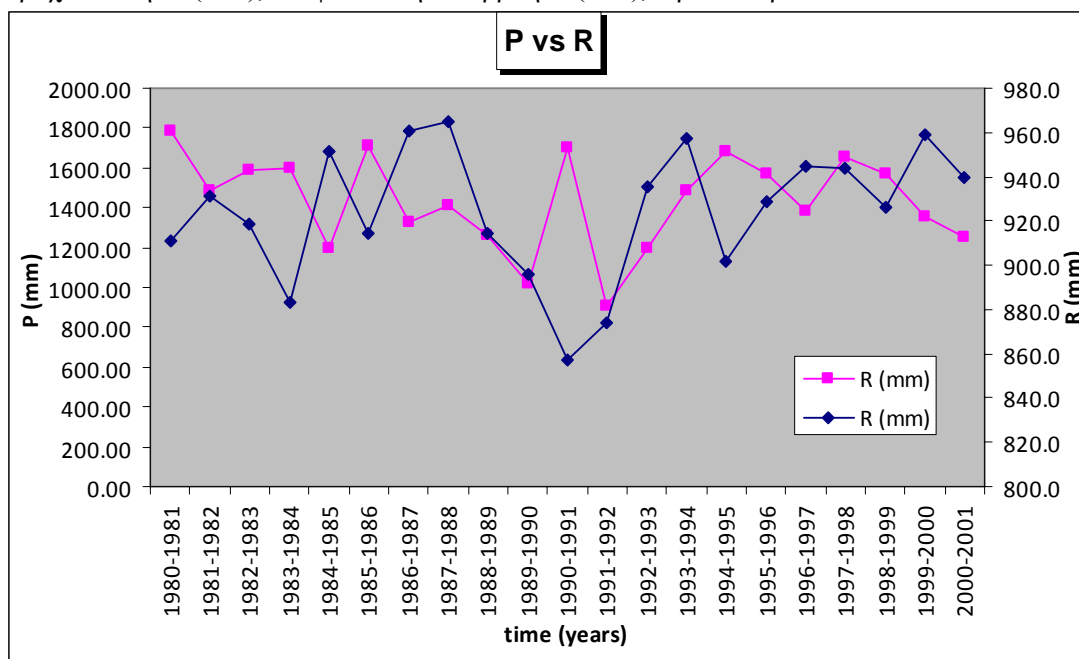
## Κλίμα

Λόγω της γεωγραφικής θέσης και της πολυμορφίας του ανάγλυφου, το διαμέρισμα παρουσιάζει ποικιλία κλίματος. Στην Κέρκυρα και στις ακτές του διαμερίσματος επικρατεί το θαλάσσιο μεσογειακό κλίμα, ενώ όσο προχωρούμε στο εσωτερικό το κλίμα αλλάζει και γίνεται ηπειρωτικό. Έτσι στο εσωτερικό το κλίμα είναι ενδιάμεσο του μεσογειακού και του μεσευρωπαϊκού. Στα ορεινά επικρατεί το ορεινό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 10°C στα ορεινά τμήματα έως 18°C στα παράλια και νησιωτικά τμήματα. Ο πιο θερμός μήνας της περιοχής είναι ο Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής του υδατικού διαμερίσματος κυμαίνεται από 1000 μέχρι 1200 mm στα παράλια και φτάνει μέχρι 2000 mm στα ορεινά τμήματα. Ο αριθμός των ημερών βροχής του έτους κυμαίνεται μεταξύ 70 και 120 και είναι μεγαλύτερος στα παράκτια από ότι στο εσωτερικό του διαμερίσματος. Οι ημέρες χιονοπτώσεων αυξάνουν από τα παράλια προς το εσωτερικό και κυμαίνονται από 0.6 ημέρες το χρόνο στην Κέρκυρα έως 4.8 ημέρες στην Κόνιτσα. Η μέση ετήσια νέφωση του διαμερίσματος κυμαίνεται μεταξύ 3.5 και 5 βαθμίδων. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία μεταβάλλεται μεταξύ 70 και 75%.

#### ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

**Διάγραμμα 4<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής

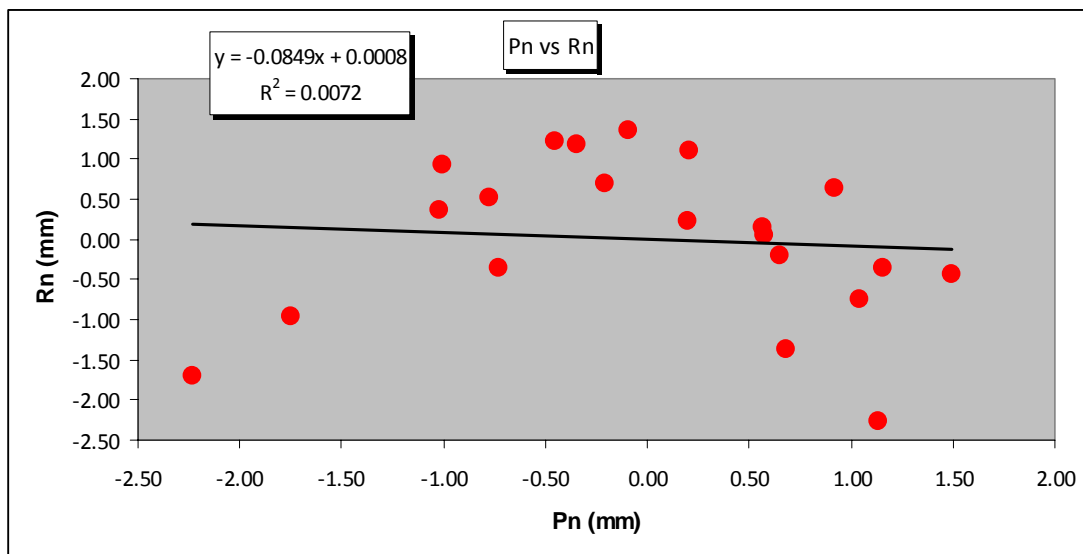
Βροχόπτωση: P (mm), Επιφανειακή Απορροή R (mm), Χρονοσειρά: 1980 – 2001



Οι τιμές της επιφανειακής απορροής αυξάνουν κατά τις περιόδους έντονων βροχοπτώσεων (1992 – 1994), ενώ μειώνονται αναλογικώς κατά την περίοδο μείωσης των τιμών της βροχοπτώσεως (1987 – 1990, 1997 – 1999). Αξιοσημείωτο γεγονός αποτελεί η περίοδος 1981 – 1987.

**Διάγραμμα 5<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση κανονικοποιημένων τιμών βροχοπτώσεως – απορροής

Βροχόπτωση: P<sub>n</sub> (mm), Επιφανειακή Απορροή R<sub>n</sub> (mm), Χρονοσειρά: 1980 – 2001



### Περιγραφή των υδατικών συστημάτων στη σημερινή κατάσταση

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ηπείρου είναι ιδιαίτερος πλεονασματικό σε νερό. Κάποια προβλήματα ελλείψεως είναι τοπικά και μπορούν να καλυφθούν με ορθολογική διαχείριση και εσωτερική μεταφορά πόρων. Ο συνολικός ετήσιος όγκος βροχής για το ηπειρωτικό τμήμα του διαμερίσματος είναι 15.956 hm<sup>3</sup>. Η ετήσια επιφανειακή απορροή είναι 5.550 hm<sup>3</sup>. Ο ετήσιος όγκος βροχής για το νησιωτικό τμήμα του διαμερίσματος είναι 1.090 hm<sup>3</sup>. Η ετήσια επιφανειακή απορροή είναι 388 hm<sup>3</sup> και τα υπόγεια αποθέματα 266 hm<sup>3</sup>.

Ο γεωργικός τομέας αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή νερού στο διαμέρισμα, αφού ο ενεργειακός τομέας απλώς χρησιμοποιεί το νερό και δεν το καταναλώνει. Αποτελεί όμως και τη σημαντικότερη οικονομική δραστηριότητα στην περιοχή, με δυνατότητες αναπτύξεως και στο μέλλον. Οι δυνατότητες αναπτύξεως εστιάζονται στις πεδιάδες Άρτας-Πρέβεζας και Πέτα Κομποτίου, όπου απαιτείται ορθολογικότερη διαχείριση του υδατικού δυναμικού και των έργων, και σταδιακή αντικατάσταση του παλαιωμένου αρδευτικού δικτύου.

Πίνακας 3.2: Υδρολογικό ισοζύγιο ηπειρωτικού τμήματος

Υδρολογικό ισοζύγιο ηπειρωτικού τμήματος					
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί				
	Αδιαπέρ.	Ημιπερ.	Προσχωμ.	Καρστ.	Σύνολο
Επιφάνεια (km <sup>2</sup> )	3688	643	1233	3821	9385
Ύψος βροχής (mm)	1700		1700	1700	
Όγκος βροχής (hm <sup>3</sup> )	7364		2096	6496	15956
Συντελεστής εξατμίσεως	40%		40%	40%	
Εξάτμιση (hm <sup>3</sup> )	2946		838	2598	6382
Συντελεστής κατεισδύσεως	3%		15%	95%	
Κατεισδυση (hm <sup>3</sup> )	133		189	3703	4024
Επίγεια ροή (hm <sup>3</sup> )	4286		1069	195	5550

Πίνακας 3.3: Υδρολογικό ισοζύγιο νησιωτικού τμήματος

Υδρολογικό ισοζύγιο νησιωτικού τμήματος					
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί				
	Αδιαπέρ.	Ημιπερ.	Προσχωμ.	Καρστ.	Σύνολο
Επιφάνεια (km <sup>2</sup> )	14	290	86	251	641
Ύψος βροχής (mm)	1700		1700	1700	
Όγκος βροχής (hm <sup>3</sup> )	517		146	427	1090
Συντελεστής εξατμίσεως	40%		40%	40%	
Εξάτμιση (hm <sup>3</sup> )	207		58	171	436
Συντελεστής κατεισδύσεως	3%		15%	95%	
Κατείσδυση (hm <sup>3</sup> )	9		13	243	266
Συντελεστής επιφ. απορροής	97%		85%	5%	
Επίγεια ροή (hm <sup>3</sup> )	301		75	13	388

Ιδιαίτερη σημασία εμφανίζουν και τα εξής:

- Ο Αμβρακικός κόλπος, τόσο ως τελικός αποδέκτης της επιφανειακής και υπόγειας ροής των λεκανών Λούρου και Αραχθού (καθώς και μικρών γειτονικών λεκανών απορροής), όσο και ως τελικός αποδέκτης των μεταφερομένων ρύπων, από τα υδατικά αυτά συστήματα, αλλά και από το σύνολο των αποστραγγιστικών έργων, τα οποία καταλήγουν στα ποτάμια αυτά.
- Οι ανταλλαγές νερού μεταξύ του Ποταμού Λούρου και του υποκείμενου καρστικού συστήματος είναι συνεχείς και σημαντικές. Σ' αυτό βασίζεται και η πολύ μεγάλη παροχή των παραποτάμιων πηγών Αγ. Γεωργίου, οι οποίες υδρεύουν τη Αρτα, την Πρέβεζα, πάνω από 40 κοινότητες στην περιοχή, τη Λευκάδα και τα μικρότερα νησιά (Μεγανήσι κ.λπ.) και προγραμματίζεται επέκταση της χρήσης του νερού τους.
- Η λίμνη Ζηρού αποτελεί, την πραγματικότητα, ένα φυσικό καρστικό πιεζόμετρο και δεν πρόκειται για συμβατική λιμναία συγκέντρωση επιφανειακής απορροής.
- Η κλειστή λεκάνη των Ιωαννίνων οδηγεί την υπερχειλίση της στη σήραγγα Λαμψίστας απ' όπου το νερό μεταφέρεται στη λεκάνη του Καλαμά, με τη μεσολάβηση μικρού Η/Υ σταθμού. Οι περιμετρικές πηγές της λίμνης, που αποστραγγίζουν, κυρίως, το Μιτσικέλι (Κρύα, Τούμπα, Ντραμπάτοβα) δε λειτουργούν ως πηγές (εκτός από την περιορισμένη, ποσοτικώς και χρονικώς, λειτουργία της Κρύας) δεδομένου ότι οι ανάντη γεωτρήσεις για την ύδρευση των Ιωαννίνων και την άρδευση της πεδιάδας έχουν υποβιβάσει τη στάθμη του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα.

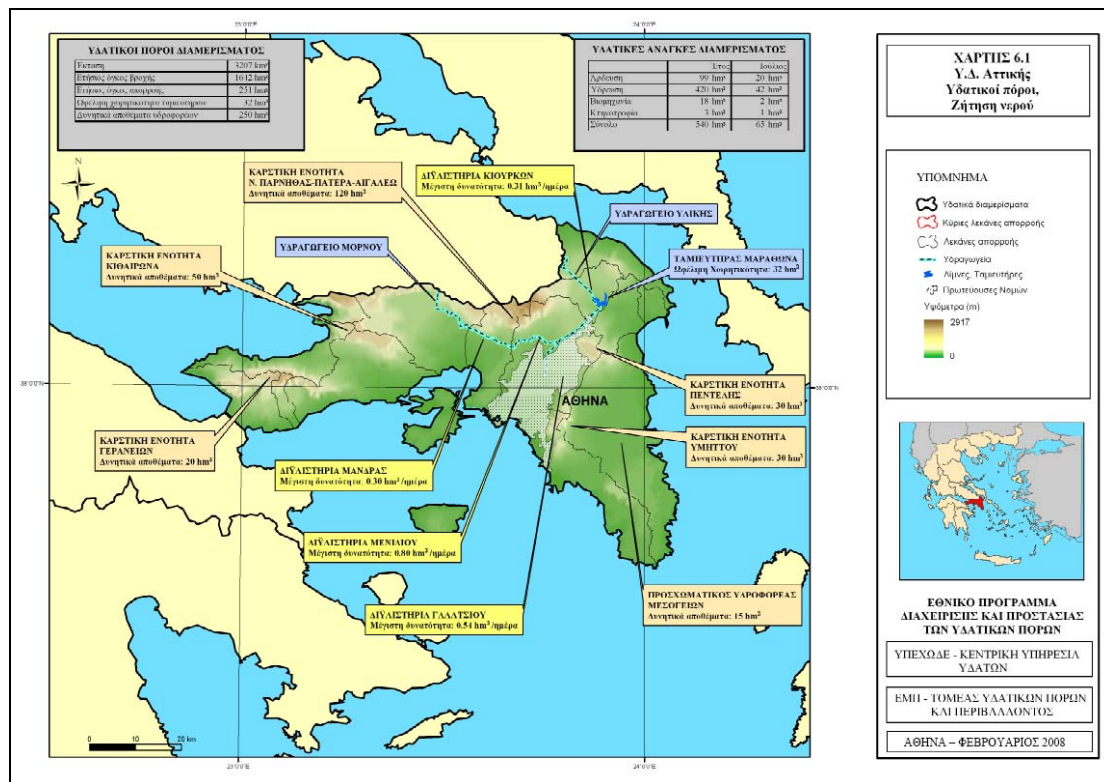
#### Γενικό συμπέρασμα για το υδατικό διαμέρισμα

Η θέση του διαμερίσματος το ευνοεί από πλευράς ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (ομβροπλευρά), αλλά και από πλευράς αποθηκεύσεως σε επιφανειακά και υπόγεια, κυρίως, υδατικά σώματα (εκτεταμένα καρστικά πεδία, σε συνδυασμό με την ύπαρξη δολιμών και άλλων αναλόγων καρστικών γεωμορφών). Η κατείσδυση είναι, λίγο ευνοημένη, σε σχέση με τη απορροή, λόγω των μεγάλων και μεσαίων υψομέτρων και του απότομου αναγλύφου. Η διαταραχή του καθεστώτος των βροχοπτώσεων (μικρότερο ετήσιο ύψος βροχής, περισσότερα επεισόδια μεγάλης εντάσεως) θα επηρεάσουν αρκετά την κατείσδυση.

➤ **Υ.Δ. ΑΤΤΙΚΗΣ (Υ.Δ.06)**

**Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή**

Το Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής περιλαμβάνει σχεδόν ολόκληρο το Νομό Αττικής, τα νησιά Αίγινα, Σαλαμίνα και Μακρόνησο, και μικρά τμήματα της Στερεάς Ελλάδας και της Πελοποννήσου. Η συνολική του έκταση είναι 3.207 km<sup>2</sup>. Τα όρια του διαμερίσματος φαίνονται στο Σχήμα 3.7.



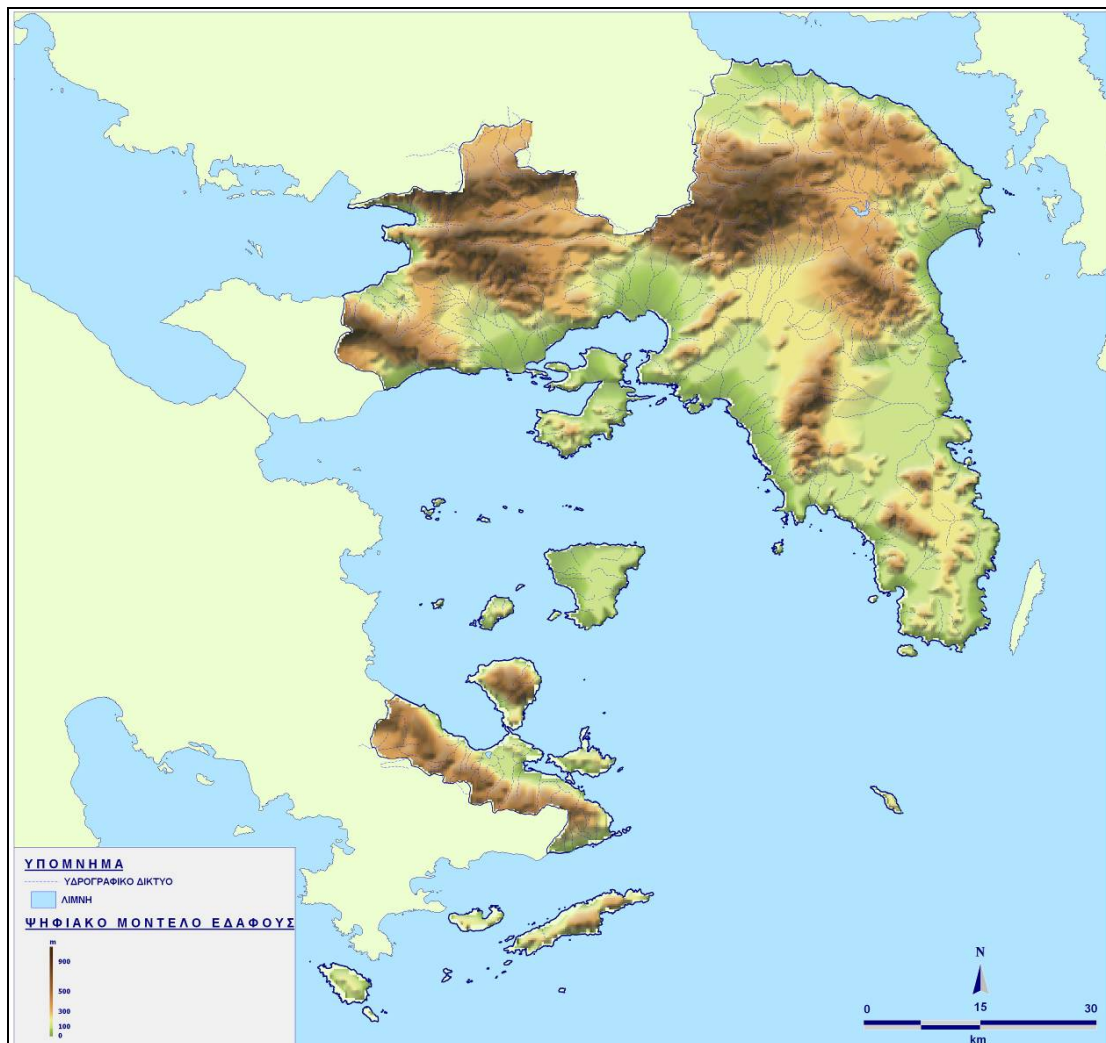
Σχήμα 3.7: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος 06 Διαμερίσματος (Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008)

Ο πληθυσμός του, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 3.502.724 κάτοικοι και το 2001 ήταν 3.737.959 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 6.7% (ο πληθυσμός του 2001 έχει υπολογιστεί κατ' εκτίμηση, από τον πληθυσμό των νομών του 2001 και σύμφωνα με τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε νομού στο διαμέρισμα το 1991). Η περιοχή Αττικής δέχεται πολύ μεγάλο αριθμό εσωτερικών (40% πληθυσμού, σε συνδυασμό με την περιορισμένη αποκέντρωση) και εξωτερικών (μνημεία, τουριστικές τοποθεσίες, συνεδριακός τουρισμός, κυβερνητικές ή άλλες διοικητικές επισκέψεις κα) τουριστών, με αυξημένες υδατικές απαιτήσεις.

**Γεωμορφολογικά - Γεωλογικά χαρακτηριστικά**

Η γεωμορφολογική εικόνα του διαμερίσματος χαρακτηρίζεται από ποικιλομορφία ανάγλυφου. Στο διαμέρισμα περιλαμβάνονται τέσσερα βουνά με υψόμετρο πάνω από 1000 m (Πάρνηθα με 1413, Κιθαιρώνας με 1401, Πεντέλη με 1108, Υμηττός με 1025), ενώ οι περισσότερες πεδινές εκτάσεις

βρίσκονται στην παράκτια ζώνη. Το μέσο υψόμετρο του ηπειρωτικού τμήματος είναι 115 μέτρα, ενώ των νησιών Αίγινας και Σαλαμίνας 60 και 20 μέτρα αντίστοιχα. Η περιοχή του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής συνίσταται από πετρώματα της πελαγονικής ζώνης, τα οποία αντιπροσωπεύονται από μάρμαρα, δολομίτες, ασβεστόλιθους, φυλλίτες, σχιστόλιθους και κροκαλοπαγή του φλύσχη, ηλικίας Άνω Παλαιοζωικού – Παλαιογενούς. Στα μορφολογικά ταπεινωμένα τμήματα του διαμερίσματος τα προαναφερόμενα πετρώματα καλύπτονται από αποθέσεις του Πλειο-πλειστοκαίνου, μέσα στις οποίες διακρίνονται κροκαλοπαγή, άμμοι, άργιλοι, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, πηλοί, ερυθροχρώματα καθώς και λοιποί σχηματισμοί θαλάσσιας, λιμναίας και χερσαίας φάσης. Η σημερινή φυσιογραφική εικόνα του διαμερίσματος, στην οποία διακρίνονται διάφορες γεωμορφολογικές μονάδες, όπως η οροσειρά Πατέρας-Πάρνηθα στα δυτικά, οι ορεινοί όγκοι Υμηττός-Πεντελικό στα ανατολικά και το τεκτονικό βύθισμα του λεκανοπεδίου Αττικής μεταξύ των ορεινών συγκροτημάτων. Το ανατολικότερο τμήμα του διαμερίσματος καταλαμβάνεται από τη λεκάνη Μεσογείων και την ομαλή παράκτια ζώνη Ραφήνας-Μαραθώνα. Το Θριάσιο Πεδίο καλύπτει σχετικά μικρή έκταση μεταξύ των ορέων Αιγάλεω, Πάρνηθα και Πατέρας, και του Σαρωνικού Κόλπου.



Σχήμα 3.8: Γεωμορφολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 06

### Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά



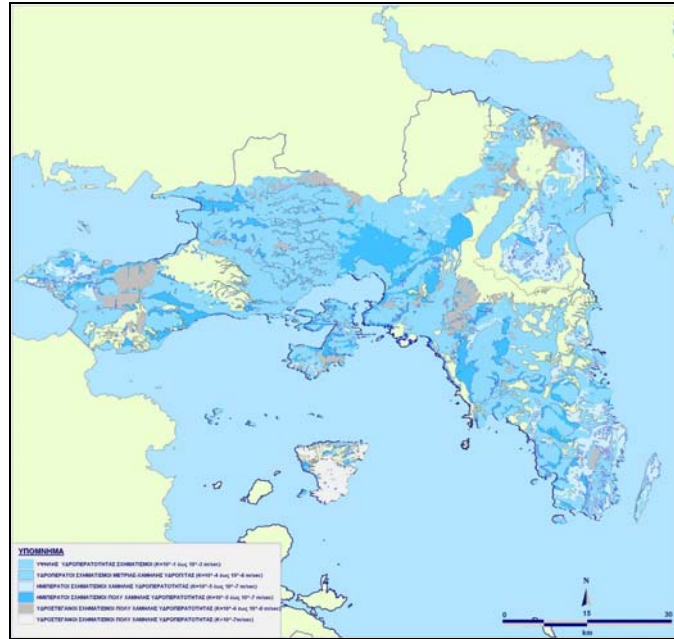


Στο Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής διακρίνονται συνολικά δέκα υδρογεωλογικές ενότητες, από τις οποίες έξι διαμορφώνονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς και τέσσερις στις προσχώσεις. Οι ενότητες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.4, με εκτίμηση της συνολικής επιφάνειας, της μκτής απορροής και των ρυθμιστικών αποθεμάτων.

Πίνακας 3.4: Υδρογεωλογικές ενότητες

Ενότητα	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Συνολική απορροή (hm <sup>3</sup> /έτος)	Δυνητικά αποθέματα (hm <sup>3</sup> /έτος)	Εκφόρτιση
<b>Καρστικές ενότητες σε ανθρακικούς σχηματισμούς</b>				
Ν. Πάρνηθας-Α. Πατέρα-Αιγάλεω	510	157	120	Λίμνη Κουμουνοδούρου, Σαρωνικός
Κιθαιρώνα	260	75	50-70	Κορινθιακός Κόλπος
Γερανίων	250	42	20	Πηγές Σκίνου, Λουτρακίου, Σκάλας
Πεντέλης	250	55	30	Πηγές Κεφαλαρίου Κηφισιάς, Ευβοϊκός
Υμηττού	110	15	30	Πηγές Λουμπάρδας
Βορειοανατολικής Πάρνηθας	300	95	60	Πηγές Αγίων Αποστόλων*
<b>Σύνολο **</b>		<b>439</b>	<b>225-245</b>	
<b>Προσχωματικοί υδροφορείς</b>				
Αθήνας	440	30	5	Σαρωνικός Κόλπος
Μεσογείων	820	50	15	Ευβοϊκός Κόλπος
Μεγάρων	260	15	3	Ευβοϊκός & Σαρωνικός Κόλπος
Λουτρακίου	320	20	4	Κορινθιακός Κόλπος
<b>Σύνολο</b>		<b>115</b>	<b>27</b>	
Πηγή: Κουτσογιάννης και Μαρίνος, 1995.				
* Εκτός του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής				
** Έχει συμπεριληφθεί και η ενότητα βορειοανατολικής Πάρνηθας, παρόλο που μέρος της εκφορτίζεται σε άλλο διαμέρισμα.				

Οι καρστικές υδρογεωλογικές ενότητες γενικά έχουν ανοιχτό μέτωπο στη θάλασσα, με αποτέλεσμα τα υπόγεια νερά να είναι ποιοτικώς υποβαθμισμένα λόγω υφαλμυρώσεως. Στις περιπτώσεις αυτές, αν και είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθούν τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα υπόγειου νερού, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι αυτά δεν υπερβαίνουν το 30% των ρυθμιστικών αποθεμάτων.



Σχήμα 3.9: Υδρολιθολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 06

## Κλίμα

Το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί μεσογειακό, με εξαίρεση τα υψηλά σημεία, όπου το κλίμα είναι ορεινό. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 350 mm στο λεκανοπέδιο Αττικής μέχρι 1.000 mm στα ορεινά τμήματα (Πάρνηθα), ενώ οι ημέρες βροχής κυμαίνονται από 50 μέχρι 100 ετησίως. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1980 – 2001 ήταν 404 mm. Η χιονόπτωση είναι σπάνια στις παράκτιες περιοχές, ενώ αυξάνει σημαντικά στο εσωτερικό του. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16°C μέχρι 18°C, ανάλογα με το υψόμετρο και την απόσταση από τη θάλασσα, ενώ το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι περίπου 16°C. Μείωση των τιμών της βροχοπτώσεως παρατηρούνται σε περιόδους κυρίως λειψυδρίας (1992 – 1994).

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### Περιγραφή του υδατικού συστήματος στη σημερινή κατάσταση

Το Υδατικό Διαμέρισμα Αττικής είναι το μόνο που έχει την ύδρευση ως τη μεγαλύτερη χρήση νερού. Επειδή, λόγω του μεγέθους του πληθυσμού, οι μόνιμες και εποχιακές ανάγκες είναι σημαντικές, σε συνδυασμό με την σχεδόν πλήρη ανεπάρκεια των τοπικών πόρων, απαιτείται η μεταφορά σημαντικών ποσοτήτων νερού από τα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας. Οι ποσότητες αυτές προέρχονται από τη λίμνη Υλίκη, τον ταμιευτήρα του Μόρνου και τον ταμιευτήρα Αγίου Δημητρίου στον Εύηνο. Εκτός από τα επιφανειακά νερά των ταμιευτήρων, για την ύδρευση της Αθήνας χρησιμοποιούνται, εφεδρικά, και υπόγειοι υδατικοί πόροι. Οι υδρευτικές γεωτρήσεις είναι περίπου εκατό, και βρίσκονται στην περιοχή του μέσου ρου του Βοιωτικού Κηφισού, γύρω από την Υλίκη και στην περιοχή της ΒΑ Πάρνηθας. Στο υδατικό διαμέρισμα δεν υπάρχουν μεγάλα αρδευτικά έργα, ενώ το σημαντικότερο υδρευτικό έργο είναι ο ταμιευτήρας Μαραθώνα, ωφέλιμης χωρητικότητας 32,2 hm<sup>3</sup>. Ο εν λόγω ταμιευτήρας εντάσσεται στο ευρύτερο υδροδοτικό σύστημα της ΕΥΔΑΠ, που περιλαμβάνει τους προαναφερθέντες επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους, καθώς και ένα εκτεταμένο δίκτυο εξωτερικών υδραγωγείων. Ο Μαραθώνας λειτουργεί κυρίως ως αναρρυθμιστική διάταξη, και τροφοδοτείται από τις απορροές του Χάραδρου καθώς και από



νερά που μεταφέρονται από τον Μόρνο και την Υλίκη. Στο διαμέρισμα υπάρχουν τέσσερις εγκαταστάσεις διύλισης του υδρευτικού νερού με συνολική μέγιστη δυνατότητα 1,95 hm<sup>3</sup>/ημέρα. Συγκεκριμένα λειτουργούν:

- τα διυλιστήρια στο Γαλάτσι, που είναι σχεδιασμένα για 0,45 hm<sup>3</sup>/ημέρα, με μέγιστη δυνατότητα 0,54 hm<sup>3</sup>/ημέρα
- τα διυλιστήρια στο Μενίδι, που είναι σχεδιασμένα για 0,61 hm<sup>3</sup>/ημέρα, με μέγιστη δυνατότητα 0,80 hm<sup>3</sup>/ημέρα
- τα διυλιστήρια στα Κιούρκα, που είναι σχεδιασμένα για 0,20 hm<sup>3</sup>/ημέρα, με μέγιστη δυνατότητα 0,31 hm<sup>3</sup>/ημέρα
- τα νέα διυλιστήρια στη Μάνδρα, που είναι σχεδιασμένα για 0,20 hm<sup>3</sup>/ημέρα, με μέγιστη δυνατότητα 0,30 hm<sup>3</sup>/ημέρα.

Πέρα από την εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας νερού, η ανοργάνωτη διασπορά του πληθυσμού απαιτεί σημαντική έκταση δικτύων υδρεύσεως αλλά και αποχετεύσεως, καθώς και διαθέσεως και καθαρισμού των λυμάτων.

### Συμπεράσματα

Οι υδατικοί πόροι του διαμερίσματος δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες, και για το σκοπό αυτό σημαντικές ποσότητες νερού μεταφέρονται από τα Υδατικά Διαμερίσματα Δυτικής και Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (ταμιευτήρες Μόρνου, Ευήνου και Υλίκης). Το μεγαλύτερο ποσοστό των ποσοτήτων αφορά στην ικανοποίηση των υδρευτικών αναγκών της Αθήνας. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να συνεχιστεί η προσπάθεια της ΕΥΔΑΠ για εξοικονόμηση νερού (κίνητρα, βελτίωση δικτύων κλπ.). Πάντως είναι θετικό ότι, στην περιοχή αρμοδιότητας της ΕΥΔΑΠ, η κατανάλωση νερού την τελευταία πενταετία έχει σταθεροποιηθεί στα επίπεδα των 400 hm<sup>3</sup>. Πρέπει ωστόσο να επισημανθεί ότι τις ημέρες αιχμής η κατανάλωση κυμαίνεται κοντά στο φυσικό όριο της υφιστάμενης μεταφορικής ικανότητας των εξωτερικών υδραγωγείων. Τα δυναμικά αποθέματα των υδροφορέων του υδατικού διαμερίσματος εκτιμώνται σε περίπου 250 hm<sup>3</sup> και επαρκούν για την κάλυψη σημαντικού ποσοστού των αρδευτικών κυρίως αναγκών. Δεν συζητείται η κάλυψη των υδρευτικών αναγκών, λόγω της σημαντικής ποιοτικής υποβαθμίσεως των υπόγειων νερών, και, ειδικώς, αυτών που βρίσκονται κάτω από αστικές περιοχές. Παραλλήλως, θα πρέπει να αξιοποιηθεί και το υπόγειο υδατικό του διαμερίσματος αφού, προηγουμένως, προστατευθεί από τις ρυπάνσεις.

Η εικόνα του υδατικού ισοζυγίου της Αττικής στηρίζεται αποκλειστικώς σε βροχομετρικά δεδομένα. Η υδρομετρική πληροφορία είναι ανύπαρκτη και δεν υπάρχουν αξιόπιστες εκτιμήσεις για τις παροχές των ποταμών. Ιδιαίτερα κρίσιμη για το διαμέρισμα είναι η διάσταση των πλημμυρών, κυρίως στις αστικές περιοχές. Επισημαίνεται, ότι η ως τώρα αντιμετώπιση του προβλήματος είναι αποσπασματική και χωρίς στρατηγικό σχεδιασμό. Πέραν των παραπάνω, έμφαση πρέπει να δοθεί και σε διαχειριστικά μέτρα, για τη απομείωση του πλημμυρικού κινδύνου. Παρά τη σημαντική ενίσχυση που προσέφερε η ένταξη των έργων του Ευήνου στο υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, και παρά τη σταθεροποίηση της καταναλώσεως την τελευταία πενταετία, απαιτείται συνεχής επαγρύπνηση για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου λειψυδρίας.

Πίνακας 3.5: Υδρολογικό ισοζύγιο διαμερίσματος σε ετήσια βάση

Υδρολογικό ισοζύγιο διαμερίσματος σε ετήσια βάση					
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί				
	Αδιαπέρ.	Ημιπερ.	Προσχωμ.	Καρστ.	Σύνολο
Επιφάνεια (km <sup>2</sup> )	567	818	446	1376	3207
Ύψος βροχής (mm)	512	512	512	512	
Όγκος βροχής (hm <sup>3</sup> )	290	419	228	705	1642
Εξάτμιση (hm <sup>3</sup> )	203	293	160	494	1 150
Συντελεστής κατεισδύσεως	2%	2%	10%	30%	
Κατείσδυση (hm <sup>3</sup> )	6	8	23	204	241
Επίγεια ροή (hm <sup>3</sup> )	81	117	46	7	251

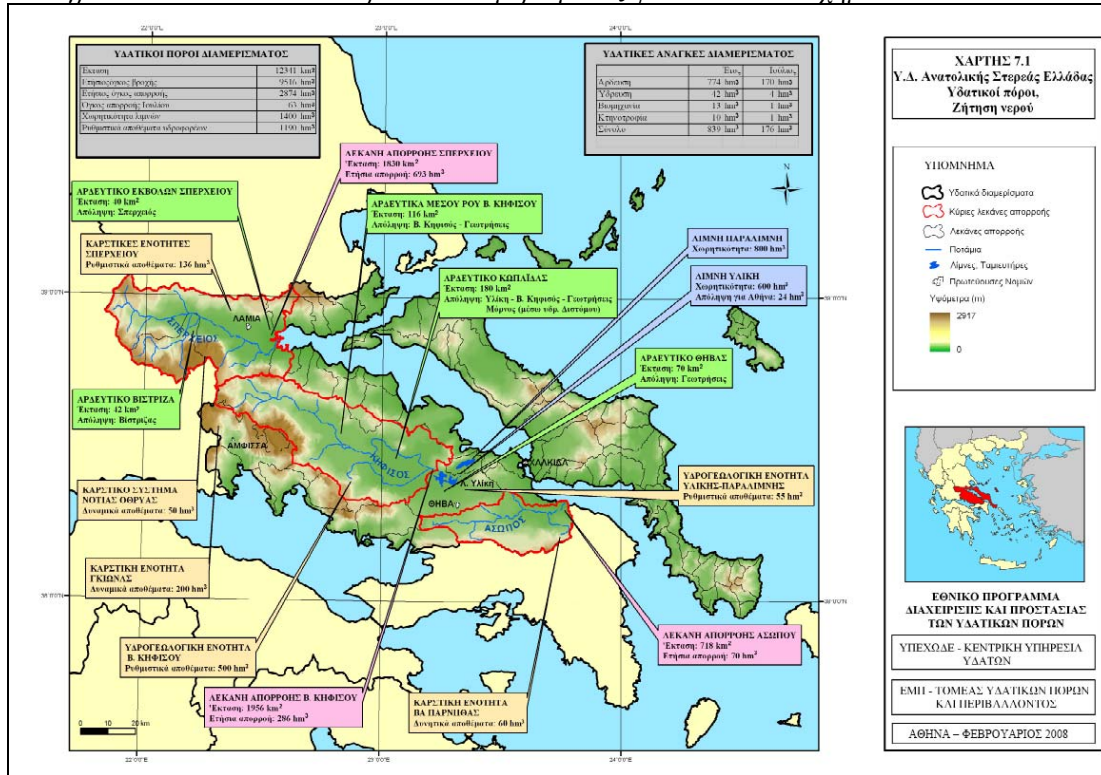
#### Γενικό συμπέρασμα για το υδατικό διαμέρισμα

Η θέση του διαμερίσματος δεν το ευνοεί από πλευράς ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (ομβροσκιά), ούτε και από πλευράς αποθηκεύσεως σε επιφανειακά και υπόγεια, κυρίως, υδατικά σώματα (περιορισμένα καρστικά και προσχωματικά πεδία, εκτεταμένες επιφανειακές στεγανοποιήσεις). Η βασική τροφοδοσία σε νερό γίνεται άλλα υδατικά διαμερίσματα (λεκάνες Μόρνου και Εύηνου, σύστημα Κωπαΐδας – Υλίκης – Παραλίμνης – Δροσιάς). Ωστόσο, είναι το υδατικό διαμέρισμα με τη μεγαλύτερη υδατική κατανάλωση λόγω του υπερπληθυσμού του, αλλά και λόγω της εντατικής αρδύσεως, όπου αυτή εμφανίζεται και του μεγάλου αριθμού εξωτερικών επισκεπτών (τουρισμός) και εσωτερικών επισκεπτών (Αθηνοκεντρική δομή διοικήσεως). Η διαταραχή του καθεστώτος των βροχοπτώσεων (μικρότερο ετήσιο ύψος βροχής, περισσότερα επεισόδια μεγάλης εντάσεων) θα επηρεάσει σοβαρά την εκμετάλλευση (κατείσδυση), υπάρχουσα ή επιδιωκόμενη, των υδατικών σωμάτων του διαμερίσματος.

## Υ.Δ. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (Υ.Δ.07)

### Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή

Το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας περιλαμβάνει τμήμα της Στερεάς Ελλάδας, την Εύβοια, και τα νησιά Βόρειες Σποράδες. Η συνολική του έκταση είναι 12.341 km<sup>2</sup>. Τα όρια του διαμερίσματος φαίνονται στο Χάρτη 7.1. Ο πληθυσμός του, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 560.924 κάτοικοι και το 2001 ήταν 577.955 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 3.0% (ο πληθυσμός του 2001 έχει υπολογιστεί κατ' εκτίμηση, από τον πληθυσμό των νομών του 2001 και συμφώνως με τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε νομού στο διαμέρισμα το 1991). Το σύνολο του πληθυσμού του διακρίνεται σε αστικό κατά 24.2%, ημιαστικό κατά 28.4%, και αγροτικό κατά 47.4%. Τα όρια του διαμερίσματος φαίνονται στο Σχήμα 3.10.



Σχήμα 3.10: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος 07 Διαμερίσματος (Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008)

### Γεωμορφολογικά - Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Το υδατικό διαμέρισμα χαρακτηρίζεται μορφολογικά ορεινό έως ημιορεινό. Στο διαμέρισμα περιλαμβάνονται τέσσερα ορεινά συγκροτήματα με υψόμετρο πάνω από 2.000 m (Γκιώνα 2.510 m, Παρνασσός 2.457 m, Βαρδούσια 2.437 m και Οίτη 2.152 m), και άλλα εννέα ακόμη με υψόμετρα από 1.000 έως 2.000 m. Οι κυριότερες πεδινές περιοχές του διαμερίσματος είναι οι κοιλάδες του Σπερχειού και του Βοιωτικού Κηφισού – Κωπαΐδας, ενώ μικρότερες είναι οι πεδιάδες της Ιστιαίας και της Αρτάκης στην Εύβοια. Το μέσο υψόμετρο του ηπειρωτικού τμήματος είναι 271 m και της Εύβοιας 146 m.

Από γεωτεκτονική άποψη το διαμέρισμα βρίσκεται στις ζώνες Πίνδου, Παρνασσού, Πελαγονική και Κυκλάδων. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στις παραπάνω ενότητες είναι κυρίως



Μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι, δολομίτες, οφιόλιθοι, μάρμαρα, σχιστόλιθοι, φλύσχης και φλυσχοειδείς σχηματισμοί. Οι πεδιάδες και οι κοιλάδες καλύπτονται από Νεογενή, Πλειστοκαινικά και Ολοκαινικά ιζήματα.

### **Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά**

Στο υδατικό διαμέρισμα υπάρχουν ορισμένες υδρογεωλογικές ενότητες με σημαντικό υδατικό δυναμικό, οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια. Οι ενότητες αυτές αποτελούνται από άλλες μικρότερες, που διακινούν ποσότητες νερού, μέσα όμως στα πλαίσια της ευρύτερης ενότητας. Όλες οι ενότητες αναπτύσσονται στους ασβεστόλιθους της Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας. Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα ρυθμιστικά αποθέματα των υδροφορέων του διαμερίσματος.



Σχήμα 3.11: Γεωμορφολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 07

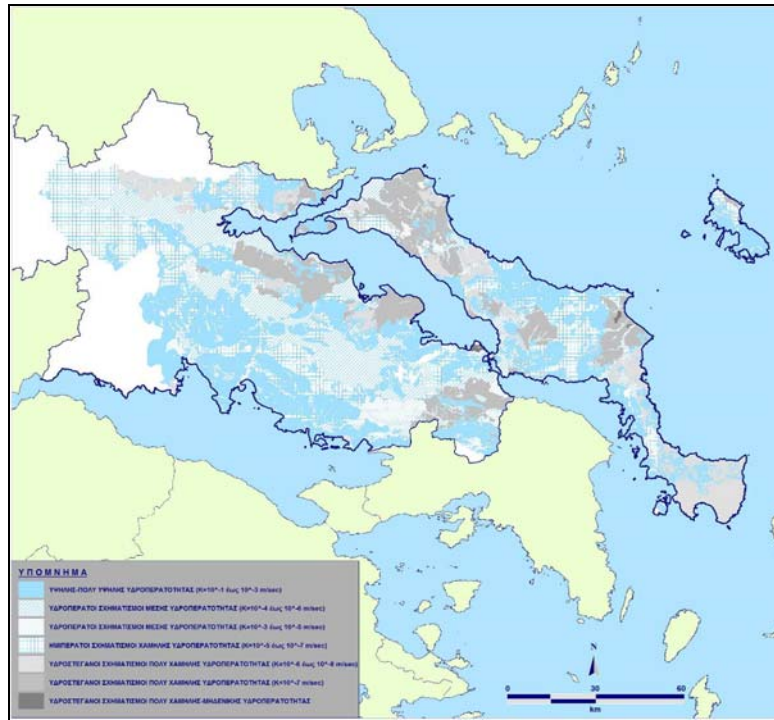
Πίνακας 3.5: Εκτίμηση ρυθμιστικών αποθεμάτων υδροφορέων

<b>Υδροφορέας</b>	<b>Εισροή από άλλο υδροφορέα</b>	<b>Εκφόρτιση</b>	<b>Ετήσια ρυθμιστικά αποθέματα (hm<sup>3</sup>)</b>
Βοιωτικού Κηφισού, σύστημα Υλίκης-Παραλίμνης	Υπόγειες διαφυγές από Υλίκη	Πηγές, Ευβοϊκός Κόλπος, προσχωματικός υδροφορέας Θήβας-Βαγίων	555*
Νοτιοδυτικής πλευράς Παρνασσού		Κορινθιακός Κόλπος μέσω υφάλμυρων πηγών	200
Γκιώνας		Κόλπος Ιτέας μέσω υφάλμυρων πηγών	200
Σύστημα Νότιας Όθρυος		Πηγές	50
Προσχωματικός Σπερχειού		Μαλιακός Κόλπος	50
Καρστικές ενότητες Σπερχειού			136
<b>Σύνολο</b>			<b>1191</b>

Πηγή: ΓΓΜΕ (1996)

\* 500 από Βοιωτικό Κηφισό και 55 από Υλίκη

*Τα ρυθμιστικά αποθέματα των υδροφορέων έχουν εκτιμηθεί με βάση τις παροχές των πηγών που εκφορτίζουν το κάθε σύστημα. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό της ποσότητας που αναφέρεται έχει ήδη υπολογιστεί στο επιφανειακό υδατικό δυναμικό, και ουσιαστικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για ρυθμιστικούς σκοπούς. Οι ποσότητες που διαφεύγουν προς τη θάλασσα από τα συστήματα Υλίκης-Παραλίμνης, νοτιοδυτικής πλευράς Παρνασσού και προσχωματικού υδροφορέα Σπερχειού εκτιμώνται σε 210 hm<sup>3</sup>.*



Σχήμα 3.12: Υδρολιθολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 07

### Κλίμα

Η γεωγραφική θέση και το ανάγλυφο του διαμερίσματος συμβάλλουν στη μεγάλη κλιματική ποικιλία, που περιλαμβάνει από θαλάσσιο μεσογειακό μέχρι ορεινό κλίμα. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 500 mm στη λεκάνη του Ασωπού μέχρι 1200 mm στα ορεινά τμήματα της λεκάνης του Σπερχειού και της Εύβοιας, ενώ οι ημέρες βροχής κυμαίνονται από 50 μέχρι 100 ετησίως. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1980 – 2000 υπολογίστηκε σε 750 mm, ενώ η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή για την περίοδο 1980 – 2000 εκτιμήθηκε σε 13,53 mm. Οι βροχοπτώσεις στις λεκάνες απορροής του Σπερχειού και του Βοιωτικού Κηφισού εκτιμώνται σε 905 mm και 765 mm αντίστοιχα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 11°C μέχρι 18°C, ανάλογα με το υψόμετρο και την απόσταση από τη θάλασσα.

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### Περιγραφή του υδατικού διαμερίσματος στη σημερινή κατάσταση

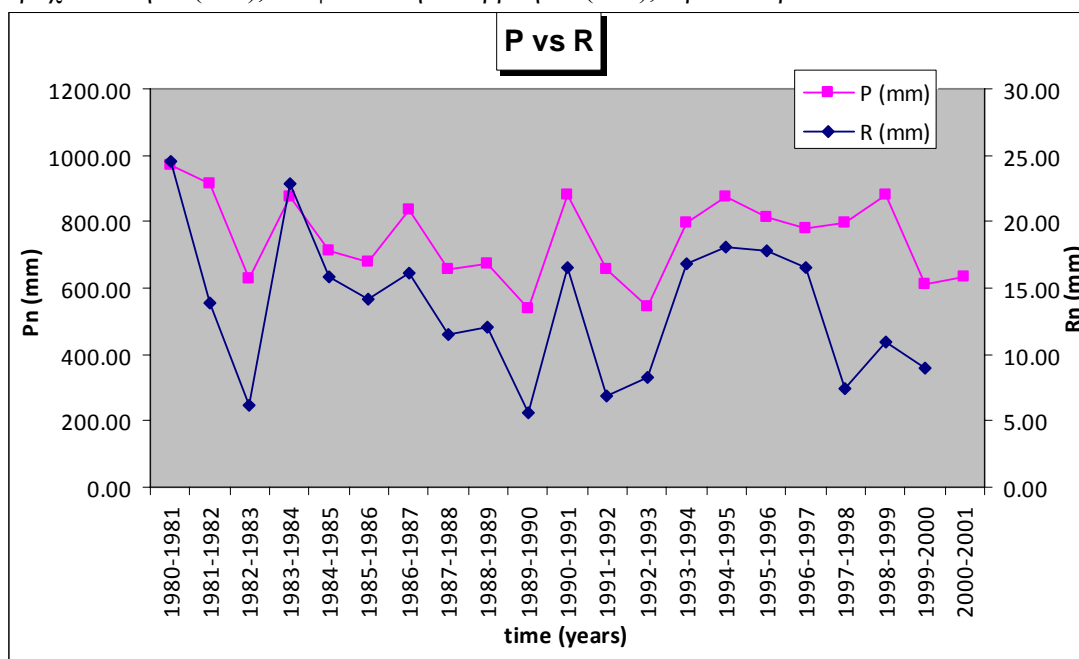
Η κυριότερη χρήση νερού στο διαμέρισμα είναι η άρδευση, ενώ σημαντικές είναι και οι ποσότητες που αντλούνται από την Υλίκη για την ύδρευση της Αθήνας, ιδιαιτέρως σε περιόδους χαμηλής υδροφορίας, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερεκμετάλλευση των αποθεμάτων των ταμιευτήρων Μόρνου και Ευήνου. Η ολική χωρητικότητα της Υλίκης, η οποία τροφοδοτείται κυρίως από τις επιφανειακές απορροές της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού και σε μικρό ποσοστό (6%) από τις απορροές της ίδιας της λεκάνης, φτάνει τα 595 hm<sup>3</sup>, ενώ η ωφέλιμη τα 585 hm<sup>3</sup>. Εκτός από την υδρευτική χρήση, η λίμνη χρησιμοποιείται για την υδροδότηση της Κωπαΐδας με αρδευτικό νερό. Τα τελευταία χρόνια, οι ποσότητες που αντλούνται κατά τη θερινή περίοδο κυμαίνονται στα επίπεδα των 20 hm<sup>3</sup>, αν και στα μέσα της δεκαετίας του 1980 είχαν φτάσει κοντά στα 50 hm<sup>3</sup>. Η παρακείμενη λίμνη Παραλίμνη, χωρητικότητας περί τα 800 hm<sup>3</sup>, χρησιμοποιείται σήμερα για την ύδρευση της Χαλκίδας. Λόγω





της έντονης καρστικοποιήσεως, οι γεωλογικοί σχηματισμοί των τοιχωμάτων τόσο της Υλίκης όσο και της Παραλίμνης δεν είναι στεγανοί, με αποτέλεσμα τη διαφυγή σημαντικών ποσοτήτων νερού. Εκτιμάται ότι όταν η στάθμη της Υλίκης είναι ψηλά, οι απώλειες λόγω διαφυγών φτάνουν στο 50% του όγκου της. Σημαντικές απολήψεις νερού, κυρίως το καλοκαίρι, γίνονται και από γεωτρήσεις στην περιοχή Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης. Οι σημαντικότερες αρδευτικές γεωτρήσεις της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού ανήκουν στο ΥΠΓΕ και διανοίχτηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1970, κυρίως στην περιοχή του μέσου και κάτω ρου (με εξαίρεση αυτές της Σφάκας και του Προφήτη Ηλία). Ορισμένες καλύπτουν τοπικές αρδευτικές ανάγκες, ενώ οι υπόλοιπες διοχετεύουν τα νερά τους στο Υδραγωγείο Κωπαΐδας. Επιπλέον, στο μέσο ρου του Βοιωτικού Κηφισού, στην περιοχή Βασιλικών - Παρορίου, έχουν διανοιχθεί υδρευτικές γεωτρήσεις, που συνδέονται με τον υδαταγωγό του Μόρνου, μέσω του ενωτικού υδραγωγείου Διστόμου. Το τελευταίο έχει δυνατότητα αμφίδρομης λειτουργίας. Στην κανονική του λειτουργία, μεταφέρει νερό από τις γεωτρήσεις Βασιλικών-Παρορίου και το ρέμα Μαυρονερίου για την ύδρευση της Αθήνας, ενώ στην ανάστροφη λειτουργία εκτρέπει μικρό μέρος των απολήψεων του Μόρνου (της τάξης των 4–6 hm<sup>3</sup>) για την ενίσχυση των αρδευτικών αναγκών στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού. Πρόκειται για μια από τις πλέον ενδιαφέρουσες περιπτώσεις (πλην όμως μικρής σε σημασία) ενδοδιαμερισματικών ανταλλαγών νερού, στην οποία εμπλέκονται τρία Υδατικά Διαμερίσματα (4, 6 και 7). Εκτός από τις γεωτρήσεις του ΥΠΓΕ και της ΕΥΔΑΠ, υπάρχει ακόμη ένας αδιευκρίνιστος αριθμός γεωτρήσεων μικρότερης δυναμικότητας που εξυπηρετούν τοπικές χρήσεις νερού, πολλές από τις οποίες είναι παράνομες. Στην λεκάνη της Υλίκης έχουν διανοιχτεί τέσσερις ομάδες γεωτρήσεων, στις περιοχές Μουρικίου - Υπάτου, Ούγγρων - Παραλίμνης, ΝΔ Υλίκης και Ταξιαρχών. Η σκοπιμότητα της χρήσης των γεωτρήσεων Ταξιαρχών, Μουρικίου - Υπάτου και ΝΔ Υλίκης είναι αμφισβητούμενη, δεδομένου ότι φαίνεται να αντλούν, στην ουσία, από τα νερά της Υλίκης.

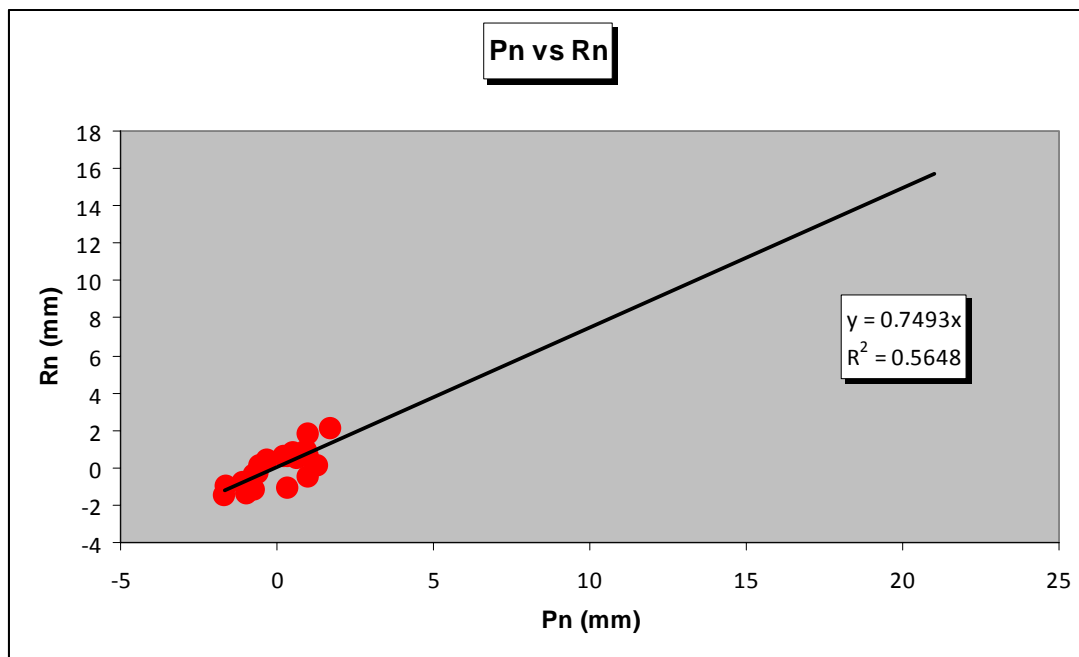
**Διάγραμμα 6<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής  
Βροχόπτωση: P (mm), Επιφανειακή Απορροή: R (mm), Χρονοσειρά: 1980 – 2001



Έντονη χρονική μεταβολή των τιμών βροχοπτώσεως και επιφανειακής απορροής. Αύξηση των τιμών βροχοπτώσεως ακολουθείται από αύξηση των τιμών επιφανειακής απορροής και

αντιστρόφως. Σημαντικό χαρακτηριστικό αποτελεί η έντονη μείωση των τιμών επιφανειακής απορροής κατά την περίοδο 1984 – 1990 και 1997 – 2000.

**Διάγραμμα 7<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση κανονικοποιημένων τιμών βροχοπτώσεως – απορροής  
Βροχόπτωση:  $P_n$  (mm), Επιφανειακή Απορροή  $R_n$  (mm), Χρονοσειρά: 1980 – 2001



### Συμπεράσματα

Οι υδατικοί πόροι του διαμερίσματος, ενώ σε ετήσια βάση ξεπερνούν αρκετά την αντίστοιχη ζήτηση, δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες κατά την αρδευτική περίοδο. Στη ζήτηση λαμβάνονται υπόψη και οι ποσότητες νερού που μεταφέρονται από την Υλίκη και τις υδρευτικές γεωτρήσεις που έχουν διανοιχθεί στο μέσο ρου του Βοιωτικού Κηφισού, για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών της Αττικής. Οι ποσότητες αυτές είναι κατά κανόνα μικρές, με εξαίρεση περιόδους χαμηλών αποθεμάτων των ταμιευτήρων Ευήνου και Μόρνου, οπότε αντλούνται νερά από την Υλίκη και, πιο σπάνια, τις γεωτρήσεις, για την ενίσχυση του υδροδοτικού συστήματος. Αντιθέτως, σε συνήθεις συνθήκες, μεταφέρονται νερά από το υδραγωγείο του Μόρνου, για την κάλυψη μέρους των αρδευτικών αναγκών της Κοπαΐδας. Οι υδρολογικές λεκάνες του Βοιωτικού Κηφισού και του Σπερχειού είναι οι περισσότερο σημαντικές όσον αφορά στους διαθέσιμους υδατικούς πόρους, και διαθέτουν οργανωμένα αρδευτικά δίκτυα, που σε μεγάλο ωστόσο βαθμό είναι πεπαλαιωμένα. Έτσι, σε περιοχές όπως η Εύβοια και οι Βόρειες Σποράδες, είναι απαραίτητη η έρευνα των υπόγειων νερών, αλλά και η κατασκευή μικρών φραγμάτων σε χείμαρρους, για την αντιμετώπιση των θερινών αρδευτικών αναγκών.

Υδρομετρικοί σταθμοί με αξιοποιήσιμα δεδομένα υπάρχουν μόνο στις λεκάνες του Σπερχειού και Βοιωτικού Κηφισού. Τέλος, όσον αφορά στο νησί της Εύβοιας, που είναι το δεύτερο μεγαλύτερο της Ελλάδας, οι μετρητικές υποδομές της είναι ανύπαρκτες.

Πίνακας 3.6: Υδρολογικό ισοζύγιο ηπειρωτικού τμήματος

Υδρολογικό ισοζύγιο ηπειρωτικού τμήματος					
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί				Σύνολο
	Αδιαπέρ.	Ημιπερ.	Προσχωμ.	Καρστ.	
Επιφάνεια (km <sup>2</sup> )	1 970	847	1 978	3100	7895
Ύψος βροχής (mm)	780	780	780	780	
Όγκος βροχής (hm <sup>3</sup> )	1537	661	1543	2418	6158
Εξάτμιση (hm <sup>3</sup> )	830	357	833	1306	3325
Συντελεστής κατεισδύσεως	3.0%	3.0%	15.0%	95.0%	
Κατείσδυση (hm <sup>3</sup> )	21	9	106	1057	1194
Επίγεια ροή (hm <sup>3</sup> )	686	295	603	56	1639

Πίνακας 3.7: Υδρολογικό ισοζύγιο Εύβοιας

Υδρολογικό ισοζύγιο Εύβοιας				
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί			Σύνολο
	Αδιαπέρ.	Προσχωμ.	Καρστ.	
Επιφάνεια (km <sup>2</sup> )	2 519	285	1 363	4 167
Ύψος βροχής (mm)	774	774	774	
Όγκος βροχής (hm <sup>3</sup> )	1 950	220	1 055	3 225
Όγκος εξατμίσεως (hm <sup>3</sup> )	1 111	126	601	1 838
Συντελεστής κατεισδύσεως	3%	15%	97%	
Κατείσδυση (hm <sup>3</sup> )	25	14	440	479
Επίγεια ροή (hm <sup>3</sup> )	813	81	14	908

Πίνακας 3.8: Υδρολογικό ισοζύγιο νησιών

Υδρολογικό ισοζύγιο νησιών					
	Σκιάθος	Σκόπελος	Αλόνησος	Σκύρος	Σύνολο
Επιφάνεια	32	64	43	140	279
Βροχή (mm)	477	477	477	477	
Βροχή (hm <sup>3</sup> )	15.4	30.4	20.5	66.9	133
Εξάτμιση (hm <sup>3</sup> )	10.9	21.6	14.5	47.5	94
Είδος υδροφορέα	I	K	K	K	
Ποσοστό κάλυψης	25%	60%	70%	65%	
Επίγεια ροή (hm <sup>3</sup> )	0.2	5.1	4.0	12.2	22
Υπόγεια απορροή (hm <sup>3</sup> )	4.3	3.7	1.9	7.2	17

### Γενικό συμπέρασμα για το υδατικό διαμέρισμα

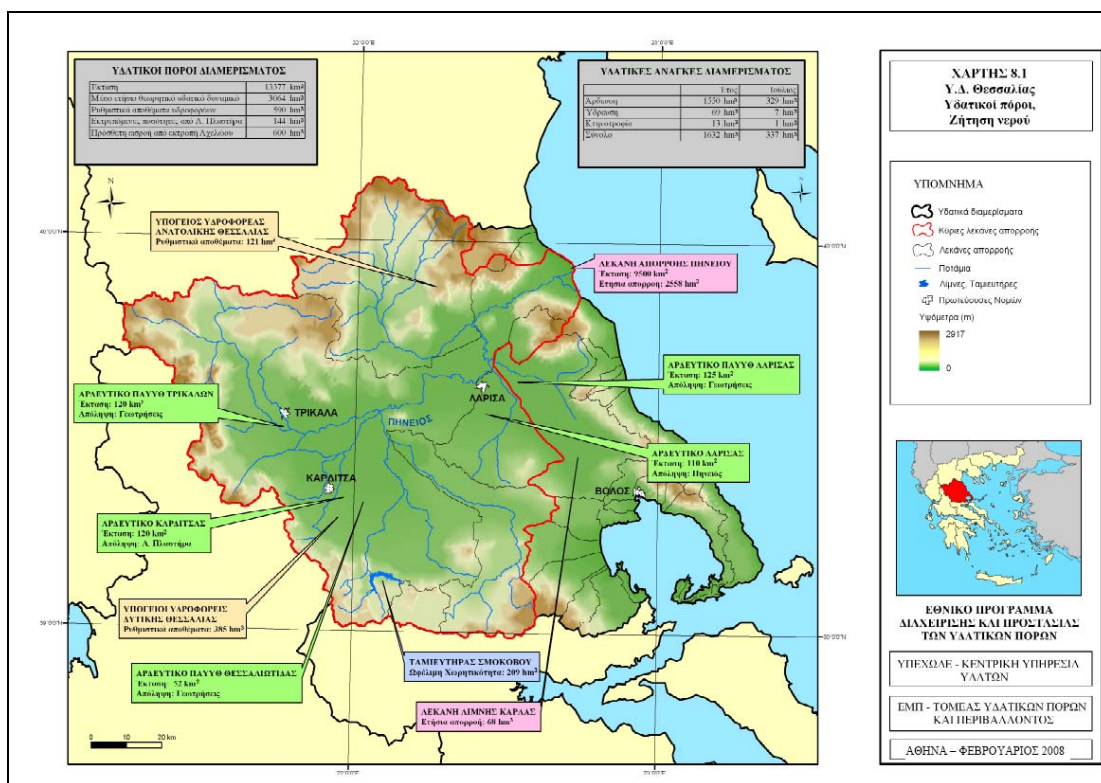
Στην ουσία πρόκειται για δύο ανεξάρτητα υδατικά διαμερίσματα, ένα της ηπειρωτικής Στερεάς Ελλάδας, που εκφράζεται, κυρίως, με τη λεκάνη του Σπερχειού και ένα άλλο που αποτελεί η Εύβοια. Η διαταραχή του καθεστώτος των βροχοπτώσεων (μικρότερο ετήσιο ύψος βροχής, περισσότερα επεισόδια μεγάλης εντάσεων) θα επηρεάσουν αρκετά την κατείδυση, λόγω περιορισμένου βροχομετρικού δείκτη, περιορισμένων καρστικών και προσχωματικών πεδίων και μεγάλων υψομέτρων, ειδικώς στην Εύβοια, σε σύγκριση με τις αποστάσεις των βουνών από τη θάλασσα.

➤ **Υ.Δ. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (Υ.Δ.08)**

**Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή**

Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας συμπίπτει σχεδόν με το αντίστοιχο γεωγραφικό διαμέρισμα. Μικρά μόνο τμήματα του γεωγραφικού διαμερίσματος Θεσσαλίας, κυρίως προς τα νότια και νοτιοδυτικά, ανήκουν σε γειτονικά υδατικά διαμερίσματα. Τα όρια του διαμερίσματος φαίνονται στο Σχήμα 3.13.

Η συνολική έκταση του διαμερίσματος είναι 13.377 km<sup>2</sup>. Ο πληθυσμός του διαμερίσματος, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 730.945 κάτοικοι και το 2001 ήταν 750.445 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 2.7% (ο πληθυσμός του 2001 έχει υπολογιστεί κατ' εκτίμηση, από τον πληθυσμό των νομών του 2001 και σύμφωνα με τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε νομού στο διαμέρισμα το 1991).



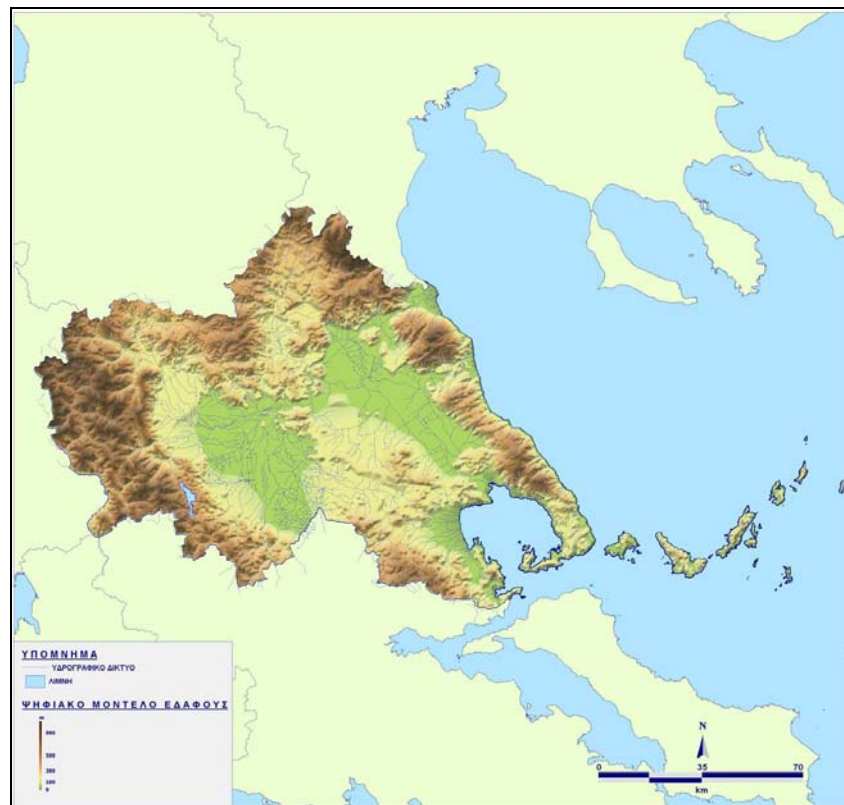
Σχήμα 3.13: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος 08 Διαμερίσματος (Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008)

**Γεωμορφολογικά - Γεωλογικά χαρακτηριστικά**

Το διαμέρισμα παρουσιάζει απλή γεωμορφολογική εικόνα, με τα ορεινά τμήματά του περιμετρικά και τα πεδινά στις κεντρικές περιοχές. Υπάρχουν πέντε ορεινοί όγκοι, μεταξύ των οποίων ο Όλυμπος, με υψόμετρο 2917 m, το ψηλότερο στην Ελλάδα. Το πεδινό τμήμα σε ανατολική και δυτική περιοχή από τα χαμηλά Χαλκηδόνια Όρη. Οι δύο αυτές περιοχές είναι ανεξάρτητες από υδρογεωλογική άποψη. Το μέσο υψόμετρο του διαμερίσματος είναι 285 m. Το Θεσσαλικό Πεδίο

είναι τεκτονικό βύθισμα που περιβάλλεται από τις οροσειρές Ολύμπου-Καμβουνίων στα βόρεια, Πίνδου στα δυτικά, Όθρυος στα νότια και Πηλίου - Όσσης στα ανατολικά. Στο υδατικό διαμέρισμα αναπτύσσονται από τα ανατολικά προς τα δυτικά οι ακόλουθες γεωτεκτονικές ζώνες και ενότητες:

- Ενότητα Όσσης, που συναντάται στο ομόνυμο βουνό και στον Όλυμπο. Αποτελεί τεκτονικό παράθυρο και συνίσταται από φυλλίτες, μάρμαρα και δολομίτες.
- Πελαγονική Ζώνη, που συναντάται στο ανατολικό τμήμα του διαμερίσματος και συνίσταται από κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και μάρμαρα, καθώς επίσης και από γνεύσιους, σχιστόλιθους και αμφιβολίτες.
- Υποπελαγονική Ζώνη, που συναντάται στην κεντρική Θεσσαλία, με κύριο χαρακτηριστικό την εκτεταμένη ανάπτυξη των οφιολιθικών υπερβασικών πετρωμάτων, του φλύσχη και των σχιστοκερατόλιθων.
- Ζώνη της Πίνδου, που αναπτύσσεται στα δυτικά όρια της πεδιάδας προς την οροσειρά της Πίνδου και αποτελείται από λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους σε εναλλαγές με σχιστοκερατόλιθους και φλύσχη. Στο δυτικό τμήμα της Θεσσαλικής Πεδιάδας αναπτύσσονται τα μολασικά ιζήματα της μεσοελληνικής αύλακας, που στη συγκεκριμένη θέση αποτελούνται κυρίως από μεγάλο πάχος συνεκτικά κροκαλοπαγή. Το πεδινό τμήμα του διαμερίσματος, όπως επίσης και οι λόφοι που παρεμβάλλονται μεταξύ δυτικής και ανατολικής Θεσσαλίας, καλύπτονται από σύγχρονα τεταρτογενή και νεογενή ιζήματα.



Σχήμα 3.14: Γεωμορφολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 08

### Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

Στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας αναπτύσσονται σημαντικοί προσχωματικοί υδροφορείς, αλλά και μεγάλες καρστικές υδρογεωλογικές ενότητες. Όσον αφορά στην πρώτη κατηγορία



υδροφορέων, η πεδιάδα της Θεσσαλίας διαχωρίζεται σε δύο κύριες υδρογεωλογικές λεκάνες, της δυτικής και της ανατολικής Θεσσαλίας. Οι δύο λεκάνες διαχωρίζονται με λοφώδη περιοχή νεογενών αποθέσεων, που θεωρείται ξεχωριστή υδρογεωλογική ενότητα.

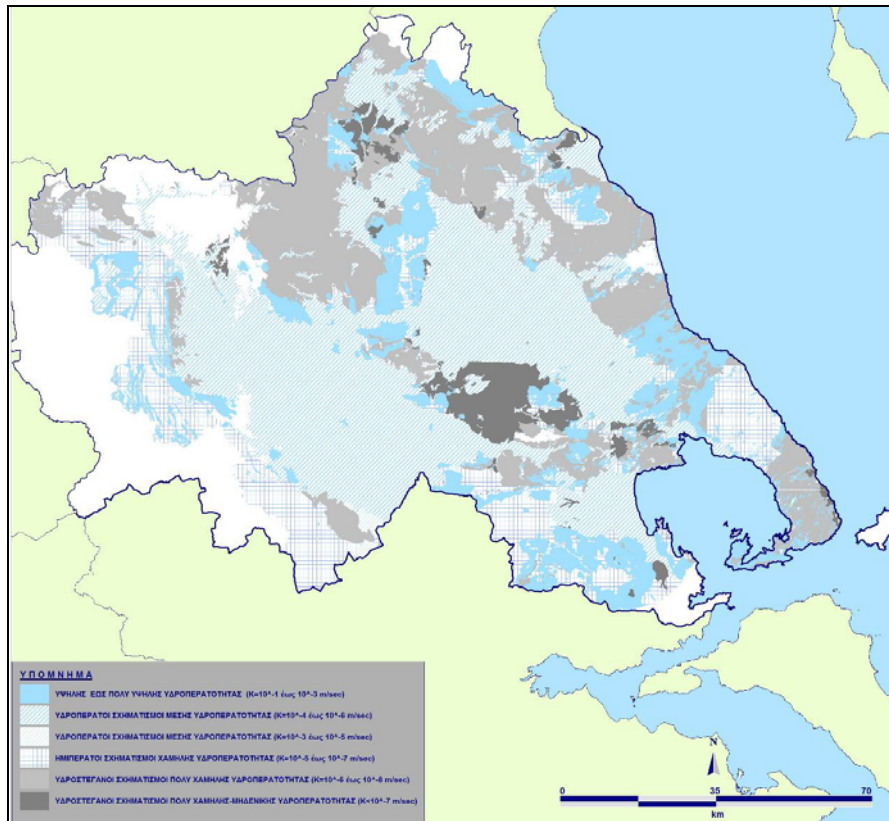
Εκτιμήσεις σχετικά με το υδατικό δυναμικό των υδρογεωλογικών λεκανών του διαμερίσματος δίνονται στον Πίνακα 3.9.

Όπως προκύπτει από την παρακολούθηση της στάθμης σε περίπου 250 γεωτρήσεις και πιεζόμετρα, τα τελευταία 20 – 25 χρόνια, στο σύνολο σχεδόν των υπόγειων υδροφορέων της Θεσσαλίας (με εξαίρεση τη ζώνη Τρικάλων – Καλαμπάκας και το καρστ του Τυρνάβου), οι ποσότητες που αντλούνται είναι πολύ μεγαλύτερες από εκείνες που μπορούν να ανανεωθούν. Σύμφωνα με στοιχεία μελετών, το σύνολο της ποσότητας του νερού που αντλήθηκε κατά την εικοσαετία 1974 – 1994 εκτιμάται σε 1.000 hm<sup>3</sup>, εκ των οποίων τα 800 hm<sup>3</sup> αφορούν μόνο την δεκαετία 1984 – 1994. Η αντίστοιχη πτώση στάθμης, σε σχέση με τα μέσα της δεκαετίας του 1970, ανέρχεται σε 15 – 20 m στην περιοχή Σοφάδων – Παλαμά – Ανάβρας, 15 – 40 m στην περιοχή των Φαρσάλων, 30 – 50 m στην περιοχή Χάλκης – Ζαπείου – Κιλελέρ, και 50 – 100 m στην περιοχή Μύλων – Ορφανού (Γκούμας, 2006).

Πίνακας 3.9 Εκτίμηση υπόγειου υδατικού δυναμικού

Λεκάνες	Ετήσιο υδατικό δυναμικό (hm <sup>3</sup> )
<b>Δυτική πεδιάδα</b>	
Τρικάλων	46.6
Λυγαριάς	13.2
Μ. Καλυβίων	53.9
Σελλάνων	69.1
Πηνειού	23.8
Καλλίθηρου	3.7
Ματαράγκας-Ορφανών	14.6
Θεσσαλιώτιδας	46.3
Φαρσάλων	46.3
Υπόλοιπο δυτικής πεδιάδας	67.0
<b>Σύνολο δυτικής πεδιάδας</b>	<b>384.6</b>
<b>Ανατολική πεδιάδα</b>	
Δαμασίου	2.7
Τυρνάβου	75.3
Χάλκης	7.0
Βορειοανατολικού ορίου	1.1
Στεφανοβικίου	9.7
Υπόλοιπη ανατολικής πεδιάδας	25.6
<b>Σύνολο ανατολικής πεδιάδας</b>	<b>121.4</b>
Κάρλας	5.0
Αλμυρού	70.0
Δυτικού Πηλίου	6.0
Ανατολικού Πηλίου	2.0
<b>Σύνολο υδατικού διαμερίσματος</b>	<b>589.0</b>

Πηγή: Μελισσάρης (1990)



Σχήμα 3.15: Υδρολιθολογικός χάρτης Υδατικού Διαμερίσματος 08

## Κλίμα

Το υδατικό διαμέρισμα διαιρείται σε τρεις περιοχές:

- την ανατολική παράκτια και ορεινή, με μεσογειακό κλίμα
- την κεντρική πεδινή, με ηπειρωτικό κλίμα
- τη δυτική ορεινή, με ορεινό κλίμα.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16 ως 17°C. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος ξεπερνά τους 22°C. Οι πιο θερμοί μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος και οι πιο ψυχροί ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος. Οι παγετοί είναι συχνοί και εμφανίζονται κατά την περίοδο Νοεμβρίου-Απριλίου. Οι ημέρες παγετού κυμαίνονται από 9,2 στο Βόλο σε 35,5 στη Λάρισα και 33,8 στα Τρίκαλα σε μέση ετήσια βάση. Το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο διαμέρισμα είναι σχετικά μεγάλο στα δυτικά, στη συνέχεια μειώνεται στο πεδινό τμήμα και αυξάνεται πάλι στο ορεινό ανατολικό τμήμα. Ενδεικτικές τιμές της ετήσιας βροχοπτώσεως είναι 468 mm στο σταθμό Λάρισας, 550 mm στο σταθμό Τυρνάβου και 1142 mm στον πιο ορεινό σταθμό του Μουζακίου. Στο σύνολο του διαμερίσματος, η μέση ετήσια επιφανειακή βροχόπτωση εκτιμάται σε 678 mm (Κ/Ξ Διαχειρίσεως Υδάτων Κεντρικής & Δυτικής Ελλάδος, 2005).

Οι πιο βροχεροί μήνες είναι από τον Οκτώβριο ως τον Ιανουάριο, ενώ οι πιο ξηροί οι Ιούλιος και Αύγουστος. Οι χιονοπτώσεις είναι συνηθισμένες, ιδιαίτερες στα ορεινά του διαμερίσματος, και γίνονται πιο έντονες από τα νότια προς τα βόρεια και από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Οι περισσότερες χιονοπτώσεις παρατηρούνται τους μήνες Φεβρουάριο και Ιανουάριο. Στα δυτικά και ορεινά τμήματα του διαμερίσματος, αρχίζουν το Σεπτέμβριο και φτάνουν μέχρι και τις αρχές





*Ιουλίου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών χιονιού στο Βόλο είναι 3,4, στη Λάρισα 4,0 και στα Τρίκαλα 6,2. Οι χαλαζοπτώσεις είναι επίσης συχνές, κυρίως κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο στα βόρεια του διαμερίσματος και κατά τους μήνες Φεβρουάριο ως Απρίλιο στο νοτιοανατολικό τμήμα. Η μέση ετήσια σχετική υγρασία κυμαίνεται από 67% μέχρι 72%. Στο διαμέρισμα εμφανίζεται ξηρή περίοδος 4 ως 5 μηνών στα ανατολικά, η οποία όμως μειώνεται βαθμιαία σε 2 ως 4 μήνες στα κεντρικά-δυτικά πεδινά και 1 ως 2 μήνες στα δυτικά ορεινά.*

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### Περιγραφή του υδατικού συστήματος στη σημερινή κατάσταση

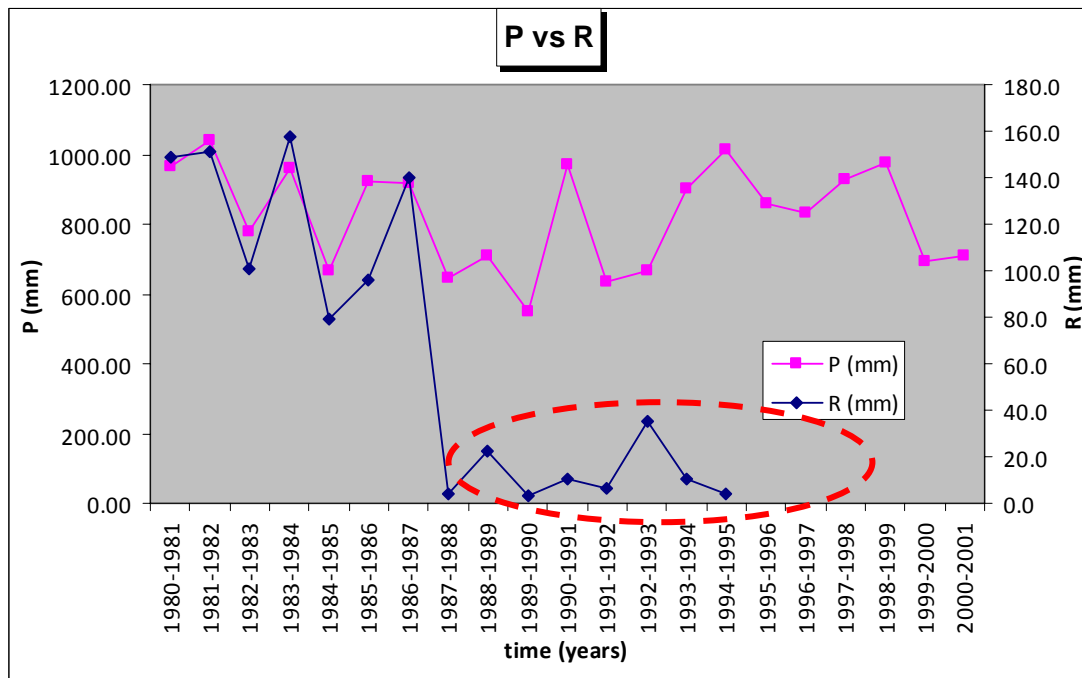
Η σημαντικότερη χρήση νερού στη Θεσσαλία είναι η άρδευση. Από μεγάλα έργα αξιοποίησης των επιφανειακών υδατικών πόρων, μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί οι ταμιευτήρες Πλαστήρα και Σμοκόβου (ο τελευταίος τέθηκε σε πιλοτική λειτουργία τον Ιούλιο του 2003). Από το φράγμα Πλαστήρα εκτρέπονται τα νερά του Ταυρωπού (παραπόταμου του Αχελώου) από το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας προς το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, για άρδευση, ύδρευση αλλά και παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Τα έργα Σμοκόβου, που περιλαμβάνουν το φράγμα στον ποταμό Σοφαδίτη (παραπόταμος του Πηνειού) και τη σήραγγα εκτροπής Λεονταρίου, κατασκευάστηκαν με σκοπό την εξασφάλιση νερού για την άρδευση 252.000 στρεμμάτων στους Νομούς Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας, την ύδρευση οικισμών και την παραγωγή ενέργειας. Επισημαίνεται ότι ένα μέρος των εισροών του ταμιευτήρα Σμοκόβου προέρχεται από τις απορροές του οροπεδίου της Ξυνιάδας, εκτάσεως 80 km<sup>2</sup> (η συνολική λεκάνη τροφοδοσίας του ταμιευτήρα έχει έκταση 376,5 km<sup>2</sup>). Στα δύο τμήματα της πεδιάδας Θεσσαλίας έχει κατασκευαστεί, για αρδευτικούς σκοπούς, πλήθος υδρογεωτρήσεων, είτε από την τοπική ΥΕΒ, στα πλαίσια του Προγράμματος Αναπτύξεως Υπόγειων Υδάτων Θεσσαλίας (ΠΑΥΥΘ), είτε από ιδιώτες.

Δεδομένου ότι οι διαφορές μεταξύ του υδατικού και του γεωγραφικού διαμερίσματος εντοπίζονται γενικά στις περιμετρικές ορεινές περιοχές, όπου δεν γίνονται αρδεύσεις, η κατάταξη των αρδευόμενων εκτάσεων κατά νομό δεν δημιουργεί καμία σύγχυση. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980, ξεκίνησε η κατασκευή μικρής κλίμακας έργων αξιοποίησης των επιφανειακών νερών. Συγκεκριμένα, έχουν κατασκευαστεί 13 πεδινοί ταμιευτήρες σε ακαλλιέργητες εκτάσεις του Δημοσίου, που εξυπηρετούν μέχρι 60.000 στρέμματα, κυρίως στις παρακάρλιες περιοχές του ΤΟΕΒ Πηνειού. Επιπλέον, έχουν κατασκευαστεί 85 μόνιμα και 60 πρόχειρα φράγματα και λιμνοδεξαμενές σε συλλεκτήρες ή ποταμούς. Σημαντικότερα είναι το φράγμα Αγιονερίου στο Ν. Λάρισας, χωρητικότητας 14 hm<sup>3</sup>, και το φράγμα Παναγιώτικο στο Ν. Μαγνησίας, χωρητικότητας 1,63 hm<sup>3</sup> (Γκούμας, 2006). Ακόμη, βρίσκεται σε εξέλιξη η κατασκευή των έργων της Κάρλας, καθώς και του ρουφράκτη Γυρτώνης στον Πηνειό. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΥΠΓΕ, από τη λίμνη Πλαστήρα αρδεύονται πάνω από 150.000 στρέμματα, ενώ από ιδιωτικές γεωτρήσεις αρδεύονται 600.000 στρέμματα. Από τα προβλεπόμενα έργα του Σμοκόβου, μικρό μόνο μέρος έχει ολοκληρωθεί. Συγκεκριμένα, σήμερα αρδεύονται 18.000 στρέμματα μέσω σωληνωτών αγωγών και άλλα 37.000 στρέμματα από προσωρινά έργα (ρουφράκτες). Τέλος, από τα προσωρινά χωμάτινα φράγματα αρδεύονται, αν και πλημμελώς, σημαντικές εκτάσεις των νομών Καρδίτσας, Τρικάλων και Λάρισας, και συγκεκριμένα πάνω από 500.000 στρέμματα. Σε επίπεδο διαμερίσματος σήμερα αρδεύονται συνολικά, μέσω οργανωμένων δικτύων, 769.500 στρέμματα, ενώ από ιδιωτικά έργα αρδεύονται 1.124.500 στρέμματα. Έτσι, η συνολική αρδευόμενη έκταση φθάνει τα 1.894.000 στρέμματα.



**Διάγραμμα 8<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής

Βροχόπτωση: P (mm) ⇨ Χρονοσειρά: 1980 – 2001, Επιφανειακή Απορροή: R (mm) ⇨ Χρονοσειρά: 1980 – 1995

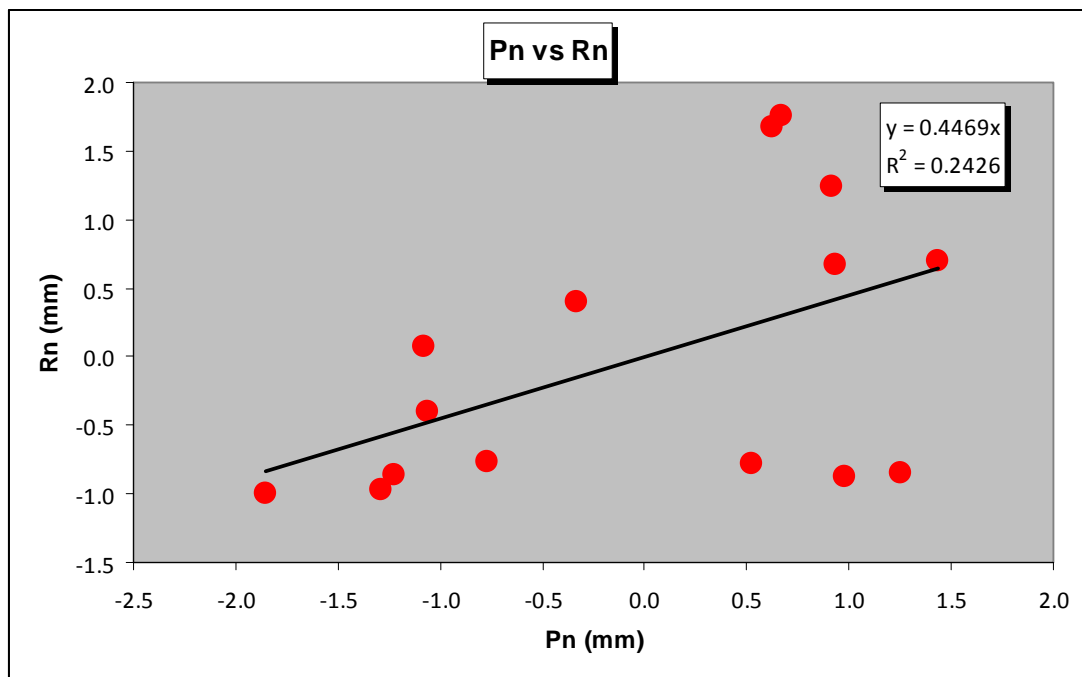


Έντονη μείωση των τιμών επιφανειακής απορροής από το έτος 1987.

**Διάγραμμα 9<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση κανονικοποιημένων τιμών βροχοπτώσεως – απορροής

Βροχόπτωση: P<sub>n</sub> (mm) ⇨ Χρονοσειρά: 1980 – 2001

Επιφανειακή Απορροή R<sub>n</sub> (mm) ⇨ Χρονοσειρά: 1980 – 1995





## Συμπεράσματα

Το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, που έχει ως μείζονα χρήση την άρδευση, είναι σήμερα το πιο ελλειμματικό διαμέρισμα της ηπειρωτικής χώρας σε νερό. Οι κύριοι υδατικοί πόροι του διαμερίσματος είναι ο ποταμός Πηνειός και οι υπόγειοι υδροφορείς της δυτικής και της ανατολικής Θεσσαλίας. Οι τοπικοί υδατικοί πόροι, επιφανειακοί και υπόγειοι, παρά την ενίσχυσή τους από τις εκροές του ταμιευτήρα Πλαστήρα, δεν επαρκούν για την κάλυψη των απαιτήσεων σε αρδευτικό νερό των υφιστάμενων καλλιεργειών. Η έλλειψη υποδομών σε έργα ταμίευσης, σε συνδυασμό με τον μη ορθολογικό προγραμματισμό των καλλιεργειών, έχει οδηγήσει σε σημαντικό περιορισμό της θερινής ροής των ποταμών και δραματική υποβάθμιση των υδροφορέων, εξαιτίας της εντατικής χρήσης των γεωτρήσεων, τη στιγμή που η χρήση των, κατά κανόνα, χωμάτων καναλιών ως έργων μεταφοράς έχει ως συνέπεια अपαράδεκτα υψηλές απώλειες νερού. Το κύρια έργο αξιοποίησης των επιφανειακών υδατικών πόρων είναι οι ταμιευτήρες Πλαστήρα και Σμοκόβου. Ο πρώτος εκτρέπει τα νερά του Ταυρωπού, παραπόταμου του Αχελώου, με κύριες χρήσεις των νερών αυτών την άρδευση και την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Τα τελευταία χρόνια, η περιοχή της λίμνης παρουσιάζει έντονη τουριστική ανάπτυξη. Η ανάγκη προστασίας του τοπίου, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις διατήρησης καλής ποιοτικής καταστάσεως των νερών του ταμιευτήρα, έχουν εισαγάγει επιπρόσθετους περιορισμούς στη χρήση του ταμιευτήρα. Όσον αφορά στον ταμιευτήρα Σμοκόβου, πρόκειται για ένα νέο έργο πολλαπλού σκοπού (άρδευση, ύδρευση, παραγωγή ενέργειας αλλά και εμπλουτισμός κώνου Σοφαδίτη), που τέθηκε σε πιλοτική λειτουργία τον Ιούλιο του 2003. Η αξιοποίηση του ταμιευτήρα είναι άμεσα συνυφασμένη με την ανάπτυξη των κατάντη αρδευτικών δικτύων. Από τα 252.000 στρέμματα που προβλέπεται να αρδεύονται μέσω σωληνωτών δικτύων υψηλής αξιοπιστίας, σήμερα αρδεύονται μόλις 18.000, ενώ 37.000 στρέμματα αρδεύονται από προσωρινά έργα. Στην κατεύθυνση της ορθολογικής αντιμετώπισης των προβλημάτων νερού στο υδατικό διαμέρισμα, ιδιαίτερα επωφελής κρίνεται η κατασκευή φραγμάτων στα ορεινά τμήματα της λεκάνης του Πηνειού. Ωστόσο, λίγα από τα προτεινόμενα έχουν κριθεί οικονομικά βιώσιμα, ενώ άλλα αναμένεται να έχουν σημαντικές τεχνικές αλλά και κοινωνικές δυσχέρειες στην υλοποίησή τους. Για τους παραπάνω λόγους, η προώθηση των εν λόγω έργων εντάσσεται σε πιο μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Ανεξάρτητα από την πρόοδο των έργων, η αντιμετώπιση των ελλειμμάτων πρέπει να εστιαστεί στη διαχείριση της ζήτησης, ιδιαίτερα της αρδευτικής. Ειδικότερα, πρέπει να προωθηθεί η αναδιάρθρωση των υφιστάμενων καλλιεργειών (βαμβάκι, καπνός, σιτάρι, μηδική) που, πέρα από το γεγονός ότι είναι ιδιαίτερα υδροβόρες, παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα με τη νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική. Στην κατεύθυνση του περιορισμού της καταναλώσεως αρδευτικού νερού εντάσσονται, ακόμη, η εκπαίδευση των νέων αγροτών, η βελτίωση των μεθόδων αρδεύσεως και η χρήση μη συμβατικών υδατικών πόρων. Μέχρι σήμερα, εξαιτίας των παραγόντων που αναλύθηκαν εκτενώς παραπάνω, γίνεται υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων, με αποτέλεσμα την πτώση της στάθμης των υδρογεωτρήσεων, την υφαλμύριση παράκτιων υδροφορέων και καθιζήσεις του εδάφους.

Όσον αφορά στα υδρευτικά έργα, σημαντικό είναι το ζήτημα των απωλειών των εσωτερικών δικτύων, που αποτελεί έναν επιπρόσθετο παράγοντα άσκοπης σπατάλης νερού. Η αξιοπιστία της υδρολογικής πληροφορίας στο υδατικό διαμέρισμα είναι από μέτρια ως μικρή. Επιπλέον, υπάρχουν σημαντικές ελλείψεις σε υδρομετρικά δεδομένα, καθώς τα τελευταία 10–15 έτη παρατηρείται εγκατάλειψη των σχετικών υποδομών. Η συστηματική παρακολούθηση της παροχής του Πηνειού και των κύριων παραποτάμων του, καθώς και της στάθμης του υδροφορέα, αποτελεί αναγκαίο βήμα για την αξιόπιστη εκτίμηση του υδατικού δυναμικού του διαμερίσματος, επιφανειακού και υπόγειου, και τη λήψη των αναγκαίων διαχειριστικών μέτρων.

Πίνακας 3.10: Συνολικό (επιφανειακό και υπόγειο) υδατικό δυναμικό

Συνολικό (επιφανειακό και υπόγειο) υδατικό δυναμικό			
Σημερινή κατάσταση	Έκταση λεκάνης (km <sup>2</sup> )	Ετήσια απορροή (hm <sup>3</sup> )	Απορροή Ιουλίου (hm <sup>3</sup> )
Λεκάνη Πηνειού (συνολική)	9500	2558	54
Απόληψη από φράγμα Πλαστήρα*	161	144	43
Υπόγεια νερά δυτικής Θεσσαλίας		385	96
Υπόγεια νερά ανατολικής Θεσσαλίας		121	30
<b>Σύνολο</b>	<b>9661</b>	<b>3208</b>	<b>223</b>

Πίνακας 3.11: Υδρολογικό ισοζύγιο διαμερίσματος σε ετήσια βάση

Υδρολογικό ισοζύγιο διαμερίσματος σε ετήσια βάση					
	Υδρολιθολογικοί σχηματισμοί				
	Αδιαπέρ.	Ημιπερ.	Προσχωμ.	Καρστ.	Σύνολο
Επιφάνεια (km <sup>2</sup> )	5254	1720	4195	2168	13377
Ύψος βροχής (mm)	780	780	780	780	
Όγκος βροχής (hm <sup>3</sup> )	4098	1365	3272	1691	10426
Συντελεστής εξατίσεως	60%		60%	60%	60%
Εξάτμιση (hm <sup>3</sup> )	3277		1963	1015	6255
Συντελεστής κατεισδύσεως	3%		25%	85%	
Κατεισδύση (hm <sup>3</sup> )	66		327	580	973
Επίγεια ροή (hm <sup>3</sup> )	2119		982	101	3202

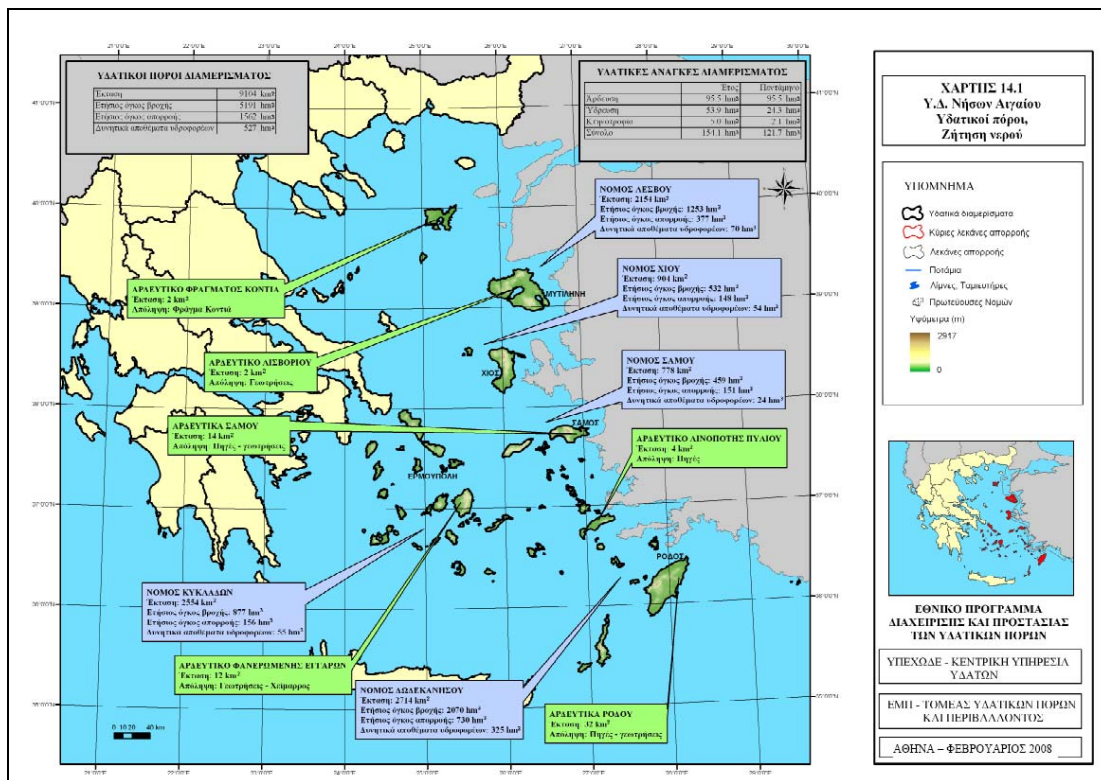
#### Γενικό συμπέρασμα για το υδατικό διαμέρισμα

Πρόκειται για το υδατικό διαμέρισμα με το μεγαλύτερο όγκο αρδευτικής υδατικής καταναλώσεως. Οι υπόγειοι υδροφορείς έχουν πρόβλημα ανανεώσεως των αποθεμάτων τους, πράγμα που αναμένεται να επιδεινωθεί με την προβλεπόμενη κλιματική αλλαγή, ειδικώς σε ό, τι αφορά τη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία. Τα νέα έργα στην περιοχή (φράγματα Σμοκόβου και πεδινής ζώνης, επανενεργοποίηση Κάρλας κ.λπ.) σε συνδυασμό με την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και την εφαρμογή συγχρόνων αρδευτικών συστημάτων μπορεί, ίσως, να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, χωρίς, ενδεχομένως τη χρήση της μερικής εκτροπής του Αχελώου, για την οποία υπάρχουν σοβαρές αντιρρήσεις λόγω μη υπάρξεως απαντήσεων ή τεκμηριωμένων απαντήσεων σε μια σειρά θέματα, όπως η αδυναμία προσδιορισμού του υδατικού ελλείμματος (άγνοια εκτάσεως προς άρδευση, αρδευτικών συστημάτων, ειδών προς καλλιέργεια), λειτουργίας των φραγμάτων της ΔΕΗ ανάντη της εκτροπής (Κρεμαστά, Καστράκι), λειτουργία των αρδευτικών δικτύων του Κάτω Αχελώου από τα φράγμα του Στράτου, διατήρηση του περιβάλλοντος στο δέλτα και τις εκβολές και του κόστους του απαραίτητου συστήματος διανομής από το έργο κεφαλής και του απαραίτητου αποστραγγιστικού συστήματος.

## Υ.Δ. ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΙΑΙΟΥ (Υ.Δ.14)

### Γεωγραφικά στοιχεία και διοικητική δομή

Το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου περιλαμβάνει τα νησιωτικά συγκροτήματα των Νομών Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Λέσβου, Σάμου και Χίου. Απαρτίζεται δηλαδή από όλα τα νησιά των Περιφερειών Βόρειου και Νότιου Αιγαίου, εκτός από τη Μακρόνησο και τα Κύθηρα. Η συνολική έκτασή του ανέρχεται σε 9.104 km<sup>2</sup>.



Σχήμα 3.16: Όρια Υδατικού Διαμερίσματος 14 Διαμερίσματος (Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων» του 2008)

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του είναι ο διαμελισμός της έκτασής του σε πολλές μικρότερες αυτοτελείς ενότητες, τα νησιά. Η ιδιαιτερότητα αυτή επιβάλλει την προσέγγιση του διαμερίσματος ανά νησί, η συνολική έκταση του οποίου λαμβάνεται ως μια υδρολογική-υδρογεωλογική ενότητα. Το σύνολο των κατοικημένων νησιών ξεπερνά τα 50. Από αυτά εξετάζεται το ισοζύγιο των 39 κυριότερων και μεγαλύτερων, που έχουν πληθυσμό πάνω από 300 κατοίκους και συνολική έκταση 8.662 km<sup>2</sup>. Ο πληθυσμός του διαμερίσματος, με βάση τα απογραφικά στοιχεία της ΕΣΥΕ, το 1991 ήταν 456.712 κάτοικοι και το 2001 ήταν 508.807 κάτοικοι, παρουσιάζοντας αύξηση 11.4%. Ο πληθυσμός διακρίνεται σε αστικό κατά 31.7%, ημιαστικό κατά 20.3%, και αγροτικό κατά 48.0%.

### Γεομορφολογικά - Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Το έδαφος του συνόλου των νησιών του υδατικού διαμερίσματος κατανέμεται σε πεδινό, ορεινό και ημιορεινό, με τα μεγαλύτερα υψόμετρα να συναντώνται στη Ρόδο (1215 m), στη Χίο (1186 m)



και στη Λέσβο (968 m). Το μέσο υψόμετρο του διαμερίσματος είναι 160 m. Εξαιτίας της μικρής εκτάσεως των νησιών, δεν αναπτύσσονται αξιόλογες υδρολογικές λεκάνες σε αυτά. Η αποστράγγιση των νερών της βροχής πραγματοποιείται μέσω μικρών παράκτιων ρεμάτων, πολλές φορές σε ακτινωτή διάταξη. Εξαιρεση αποτελούν τα νησιά Λέσβος, Ρόδος και Χίος, που ξεπερνούν σε έκταση τα 500 km<sup>2</sup> (αντίστοιχα 1630, 1398 και 841 km<sup>2</sup>). Επίσης, τα μικρά ύψη βροχής που δέχονται πολλά από τα νησιά (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα), σε συνδυασμό με τη γεωλογική διαμόρφωσή τους, δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη πυκνού υδρογραφικού δικτύου. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στα νησιά του υδατικού διαμερίσματος παρουσιάζουν μεγάλη πολυμορφία. Αναλυτικότερα, στα νησιά του Αιγαίου συναντώνται οι παρακάτω γεωτεκτονικές ενότητες:

☐ Μεταμορφωμένη κυκλαδική μάζα με παρουσία μαρμάρων, κρυσταλλικών ασβεστόλιθων, σχιστόλιθων και γνεύσιων. Αναπτύσσεται στο σύνολο, σχεδόν, των νήσων Κυκλάδων, Ικαρίας και Σάμου. Τοπικά παρατηρούνται γρανιτικές διεισδύσεις (Σέριφος, Νάξος, Μύκονος, Πάρος, κλπ.).

☐ Περιοχή των καλυμμάτων, που αναπτύσσεται στο μεγαλύτερο τμήμα των νησιών της Δωδεκανήσου, εκτός των νησιών της Ρόδου και Καρπάθου. Συναντώνται εδώ ασβεστόλιθοι, φλύσχης και νεογενείς αποθέσεις. Τοπικά παρατηρούνται ηφαιστειακές εκχύσεις (Πάτιμος, Κως, Νίσυρος), όπως επίσης και παλαιοζωικά στρώματα σχιστόλιθων και φυλλιτών (Λέρος, Κως).

☐ Ζώνες Γαβρόβου-Τριπόλεως και Πίνδου, με παρουσία ασβεστόλιθων και φλύσχη, στις νήσους Κάρπαθο και Ρόδο.

☐ Πελαγονική Ζώνη με κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους, και γνευσιοσχιστόλιθους, όπως επίσης και σχηματισμούς του Παλαιοζωικού (Χίος, Ψαρά).

☐ Μεγάλες εκτάσεις ηφαιστειακών εκχύσεων στη Λέσβο, Λήμνο, Θήρα, Κίμωλο και Μήλο. Στη Λήμνο συναντώνται συμπλεκόμενες με μολασσικούς σχηματισμούς. Στο νοτιοανατολικό τμήμα της Λέσβου παρατηρούνται παλαιοζωικοί σχηματισμοί (σχιστόλιθοι, φυλλίτες, γραουβάκες) και οφιόλιθοι.

### **Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά**

Το κύριο χαρακτηριστικό των νησιών είναι η ύπαρξη περιορισμένης εκτάσεως υδροφορέων, κυρίως καρστικών, που αναπτύσσονται σε ανθρακικούς σχηματισμούς (μάρμαρα, δολομίτες, ασβεστόλιθους, κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους). Οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζονται συχνά σε εναλλαγές με αδιαπέρατους σχηματισμούς (αργιλικούς σχιστόλιθους, γνεύσιους, αμφιβολίτες, κλπ.). Οι καρστικοί υδροφορείς εκφορτίζονται είτε σε πηγές επαφής, όταν οι αντίστοιχοι ανθρακικοί σχηματισμοί είναι κλειστοί προς τη θάλασσα, είτε σε παραθαλάσσιες ή υποθαλάσσιες πηγές, όταν είναι ανοικτοί προς αυτήν, οπότε υπάρχουν και προβλήματα υφαλμυρώσεως. Ανοικτοί καρστικοί υδροφορείς εμφανίζονται στα νησιά Χίος, Ικαρία, Σάμος, Κάλυμνος, Σίφνος, Πάρος, Αντίπαρος, Νάξος, Σύρος, Σίκινο, Θήρα, Αμοργός, Αστυπάλαια, Σύμη, Τήλος, Ρόδος και Κάρπαθος.

Σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται μικρής εκτάσεως υδροφορίες μέσα σε ρωγματομένους πυριγενείς και μεταμορφωμένους σχηματισμούς (π.χ. Λέσβος, Σέριφος, Σίφνος, Άνδρος, Τήνος, Μύκονος, Νάξος, Τος).

Σημαντική υδροφορία υπάρχει στους πορώδεις προσχωματικούς και νεογενείς σχηματισμούς στα μεγάλα νησιά (Ρόδος, Κως, Λήμνος, Χίος, Λέσβος και Σάμος). Στις υδροφορίες που αναπτύσσονται σε πορώδεις σχηματισμούς, απαντώνται φαινόμενα υφαλμυρώσεως εξαιτίας της υπερεκμεταλλεύσεως αυτών, σε συνδυασμό με τις χαμηλές βροχοπτώσεις και με τη δυσκολία επαναπληρώσεως των υπόγειων αποθεμάτων. Οι πορώδεις προσχωματικοί και νεογενείς υδροφορείς στα περισσότερα νησιά έχουν μικρή έκταση, λόγω σχετικής μικρής αναπτύξεως των αλουβιακών και νεογενών σχηματισμών. Μικρού δυναμικού υδροφορείς αναπτύσσονται και σε ηφαιστειακά πετρώματα και ηφαιστειακούς τόφφους στα νησιά Λήμνος, Λέσβος, Θήρα, Μήλος, Κίμωλος, Τήλος, Νίσυρος και Κως.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, δεν ευνοείται η ανάπτυξη μεγάλων υδρογεωλογικών λεκανών στο



υδατικό διαμέρισμα. Κατ' επέκταση οι πηγές δεν έχουν σημαντικό μέγεθος και ανάπτυξη και πολλές φορές παρουσιάζονται προβλήματα ποιότητας νερού. Τα ρυθμιστικά αποθέματα όμως αυτών των πηγών συμβάλλουν σημαντικώς στην αντιμετώπιση τοπικών ζητήσεων, κυρίως υδρεύσεων.

Η εκτιμηθείσα από το υδρολογικό ισοζύγιο ποσότητα υπόγειου νερού δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθεί παρά μόνο σ' ένα μικρό ποσοστό. Το ποσοστό αυτό κυμαίνεται στα διάφορα νησιά και εξαρτάται από το ανάγλυφο, τη διαμόρφωση υδρογεωλογικών λεκανών με υδραυλικό φράγμα προς τη θάλασσα, και από τη γεωλογία και την τεκτονική της περιοχής.

Στον πίνακα 14.1 παρατηρείται μεγάλη απόκλιση μεταξύ των εκτιμώμενων υπόγειων διαθέσιμων ποσοτήτων και αυτών που σήμερα υφίστανται εκμετάλλευση. Καλύτερη προσέγγιση των υπό εκμετάλλευση και των θεωρητικώς διαθέσιμων ποσοτήτων παρουσιάζεται στα νησιά εκείνα για τα οποία έχει πραγματοποιηθεί αξιόλογη υδρογεωλογική έρευνα (Κως, Λέσβος).

Συμφώνως με εκτίμηση της Κ/Ξ Υδατοοδημάτων Αιγαίου (2006) με βάση τα δεδομένα από 47 νησιά (με πληθυσμό άνω των 10 κατοίκων) για την περίοδο 1985 - 2001, η βροχόπτωση ανέρχεται σε  $5.328,6 \text{ hm}^3$ , η πραγματική εξατμισοδιαπνοή σε  $2.816,5 \text{ hm}^3$ , η κατείσδυση σε  $733,5 \text{ hm}^3$  και η απορροή σε  $1778,2 \text{ hm}^3$ .

## Κλίμα

Το υδατικό διαμέρισμα παρουσιάζει σημαντικές κλιματικές παραλλαγές λόγω της γεωγραφικής θέσης, του μεγέθους και της αποστάσεως των νησιών από τις πλησιέστερες ηπειρωτικές ακτές. Τα νησιά μπορούν να διακριθούν σε πέντε ομάδες με παρεμφερή μεγέθη βροχοπτώσεως και εξατμισοδιαπνοής, με βάση τα οποία έγινε ο υπολογισμός των ισοζυγίων:

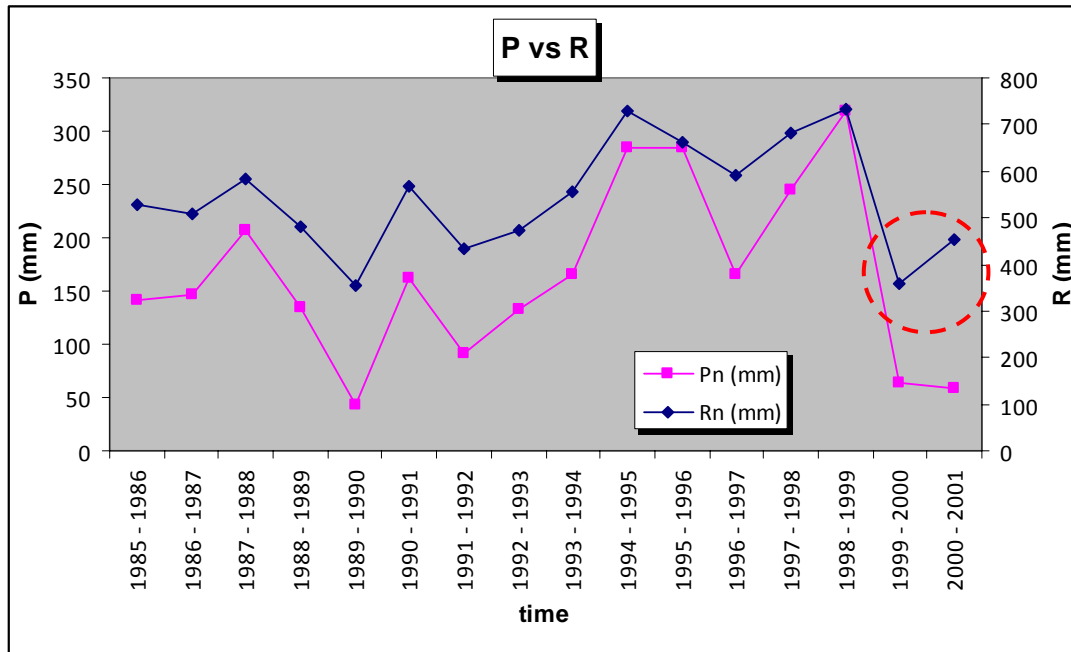
- ☒ κεντρικές και νότιες Κυκλάδες (Φολέγανδρος, Πάρος, Μήλος, Κίμωλος, Σίφνος, Σέριφος, Σύρος, Μύκονος, Νάξος, Αμοργός, Ανάφη, Θήρα, Ίος, Σίκινος)
- ☒ βόρειες Κυκλάδες (Κύθνος, Κέα, Άνδρος, Τήνος)
- ☒ βόρειο Αιγαίο (Λήμνος, Άγιος Ευστράτιος)
- ☒ ανατολικό Αιγαίο (Λέσβος, Χίος, Ψαρά, Ικαρία, Σάμος, Φούρνοι, Πάτμος)
- ☒ Δωδεκάνησα (Λέρος, Κάλυμνος, Κως, Νίσυρος, Σύμη, Τήλος, Χάλκη, Ρόδος, Κάρπαθος, Κάσος, Αστυπάλαια).

Στο σύνολο των νησιών κυριαρχεί το ήπιο εύκρατο μεσογειακό κλίμα, το οποίο στις νοτιοανατολικές περιοχές κλίνει προς το θαλάσσιο. Η μέση ετήσια θερμοκρασία του διαμερίσματος κυμαίνεται από  $16.9^\circ\text{C}$  στο βόρειο άκρο μέχρι  $19.9^\circ\text{C}$  στο νότιο (Λήμνος  $16.9^\circ\text{C}$ , Ρόδος  $19.2^\circ\text{C}$ ). Το μεγαλύτερο ύψος βροχής δέχονται τα νησιά που βρίσκονται κοντά στις μικρασιατικές ακτές και το μικρότερο οι Κυκλάδες (σύμφωνα με στοιχεία της ΕΜΥ μέχρι 1991). Ενδεικτικώς, στον Πίνακα 14.2 παρουσιάζεται η μέση ετήσια βροχόπτωση σε αντιπροσωπευτικούς σταθμούς, ένα κατά ομάδα νησιών. Ειδικώς, για τις βόρειες Κυκλάδες επιλέχθηκε ο σταθμός Ελληνικού (Αθήνα).

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

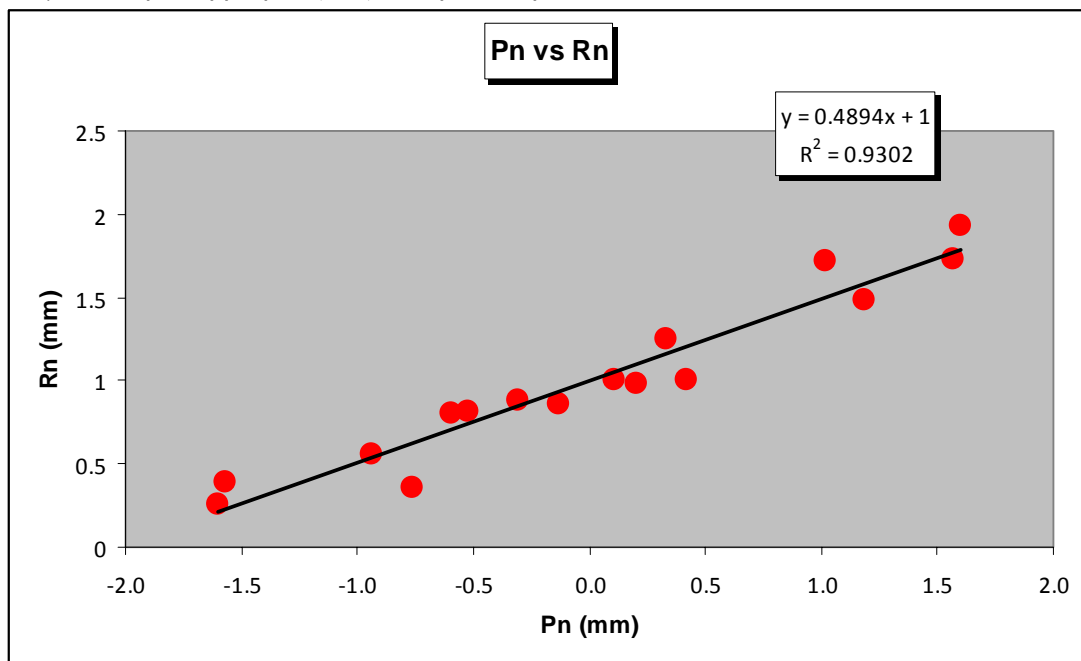
**Διάγραμμα 10<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής

Βροχόπτωση: P (mm) ⇒ Χρονοσειρά: 1980 – 2001, Επιφανειακή Απορροή: R (mm) ⇒ Χρονοσειρά: 1980 – 2001



Οι τιμές επιφανειακής απορροής ακολουθούν τις τιμές της βροχοπτώσεως. Άμεση επίπτωση της αυξομειώσεως των τιμών. Την περίοδο 2000 – 2001 παρατηρείται αυξητική τάση των τιμών της επιφανειακής απορροής

**Διάγραμμα 11<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση κανονικοποιημένων τιμών βροχοπτώσεως – απορροής  
 Βροχόπτωση: P<sub>n</sub> (mm) ⇒ Χρονοσειρά: 1980 – 2001  
 Επιφανειακή Απορροή R<sub>n</sub> (mm) ⇒ Χρονοσειρά: 1980 – 1995







## Συμπεράσματα

Με βάση τις μελέτες αποδελτιώσεως του ΥΒΕΤ (Δημακόπουλος, 1989) και τα άλλα στοιχεία που βρέθηκαν, θεωρείται δύσκολη η ποσοτική και ποιοτική εκτίμηση των υδατικών πόρων του διαμερίσματος. Η κύρια αιτία γι' αυτό είναι η έλλειψη βασικών δεδομένων, ενώ τα λίγα που υπάρχουν είναι ανεπαρκή και αμφίβολης αξιοπιστίας. Πολλές από τις μελέτες στερούνται βασικών υδρολογικών και υδρογεωλογικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για την εφαρμογή τους. Τόσο οι μελέτες υδρεύσεως όσο και αρδεύσεως και αποστραγγιστικών έργων, πλην ελάχιστων εξαιρέσεων, στηρίζονται σε αυθαίρετες παροχές των πηγών υδροληψίας ή το πολύ σε ελάχιστες μετρήσεις, και χρησιμοποιούν συχνά αυθαίρετους συντελεστές επιφανειακής απορροής, ενώ σχεδόν σε καμία από αυτές δεν λαμβάνονται υπόψη οι υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής του έργου. Με βάση την έλλειψη των ανωτέρω στοιχείων είναι δύσκολη η σύνταξη τεκμηριωμένου υδατικού ισοζυγίου.

Το Υδατικό Διαμέρισμα Νήσων Αιγαίου παρουσιάζει ιδιομορφίες όσον αφορά στη θεώρηση των διαθέσιμων φυσικών υδατικών πόρων, εξαιτίας της ύπαρξης πολλών υδρολογικών-υδρογεωλογικών αυτοτελών μονάδων (νησιά), αλλά και στην κάλυψη των υδρευτικών, κυρίως, αναγκών των κατοίκων των δεκάδων νησιών. Με βάση τις προσεγγίσεις και τις εκτιμήσεις το σύνολο των νερών της βροχής που δέχεται το διαμέρισμα ανέρχεται σε 5.200 hm<sup>3</sup>/έτος. Από την ποσότητα αυτή τα 3.100 hm<sup>3</sup>/έτος καλύπτουν την εξατμισοδιαπνοή (ποσοστό 60%), τα 525 hm<sup>3</sup>/έτος κατεισδύουν εμπλουτίζοντας τις υπόγειες υδροφορίες (ποσοστό 10%), και τα υπόλοιπα 1560 hm<sup>3</sup>/έτος απορρέουν προς τη θάλασσα (ποσοστό 30%). Οι ποσότητες αυτές εκτιμήθηκαν για τα νησιά με πάνω από 300 κατοίκους, χωρίς να ληφθούν υπόψη πολλά άλλα νησιά του υδατικού διαμερίσματος. Με βάση τα στοιχεία της Μελέτης Διαχείρισεως Υδατικών Πόρων Κυκλάδων (2001), τα υδρολογικά ισοζύγια των νησιών των Κυκλάδων διαφοροποιούνται σε σχέση με τη βροχή χωρίς να μεταβάλλεται ουσιαστικά το ισοζύγιο προσφοράς-ζητήσεως. Στα νησιά Άνδρος, Τήνος και Νάξος υπολογίζεται αισθητά μεγαλύτερη ωφέλιμη βροχή στην παραπάνω μελέτη. Το μικρό ύψος βροχής που δέχονται τμήματα του υδατικού διαμερίσματος (από 350 έως 818 mm), σε συνδυασμό με τη μικρή έκταση των περισσότερων νησιών και τις γεωλογικές τους συνθήκες, δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη μεγάλων υδρολογικών και υδρογεωλογικών λεκανών. Ο μικρός όγκος νερού της βροχοπτώσεως που δέχονται τα περισσότερα νησιά δεσμεύεται κατά κύριο λόγο από την εξατμισοδιαπνοή, και η υπόλοιπη ποσότητα είτε κατεισδύει εμπλουτίζοντας τις μικρές υδρογεωλογικές λεκάνες, όταν το επιτρέπουν οι υδρογεωλογικές συνθήκες, είτε απορρέει, μέσω μικρών ρεμάτων κυρίως, προς τη θάλασσα. Από την ποσότητα των 525 hm<sup>3</sup>/έτος που, με βάση τις προσεγγίσεις που προκύπτουν από την κατάρτιση των υδατικών ισοζυγίων ανά νησί, κατεισδύει στο υπέδαφος, μόνο μικρό ποσοστό μπορεί να αξιοποιηθεί πρακτικώς. Αιτίες είναι η ύπαρξη μικρών σε έκταση υδρογεωλογικών λεκανών, η μη ύπαρξη στεγανών φραγμών προς τη θάλασσα που να συγκρατούν την υπόγεια απορροή προς αυτή, η ανάπτυξη καρστ ανοιχτού τις περισσότερες φορές προς τη θάλασσα, και τέλος το μικρό ύψος των βροχοπτώσεων που δέχονται οι επιφάνειες των νησιών. Σε ορισμένα νησιά, όπως η Ρόδος, η Λέσβος και η Κως, όπου έχουν πραγματοποιηθεί ή πραγματοποιούνται υδρογεωλογικές μελέτες, προκύπτει ότι μεγάλο μέρος των αναγκών, της τάξεως του 70%, μπορούν να καλυφθούν από την ορθολογική διαχείριση των υπόγειων νερών.

Οι υπόγειοι υδροφορείς, εξαιτίας της σημαντικής συνεισφοράς τους στην κάλυψη των υδατικών αναγκών των νησιών, τις περισσότερες φορές υφίστανται υπερεκμετάλλευση, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα την ποιοτική υποβάθμιση των νερών τους εξαιτίας της διεισδύσεως της θάλασσας (Ρόδος, Κως, Πάρος, Χίος, Σάμος, Λέσβος κλπ.). Η ποιοτική αυτή υποβάθμιση αναφέρεται στους καρστικούς υδροφορείς (Χίος) και στους κοκκώδεις αλουβιακούς και νεογενείς (Ρόδος, Κως, Σάμος, Λέσβος). Με βάση νεότερα συμπεράσματα της Μελέτης Διαχείρισεως Υδατικών Πόρων Κυκλάδων (2001), που τεκμηριώθηκε με υδρογεωλογικές έρευνες, η κατάσταση διαμορφώνεται ως εξής:



α. στα νησιά Άνδρος, Τήνος, Μύκονος, Κέα, Κύθνος, Σέριφος, Πάρος, Ίος και Ανάφη υπάρχει σε γενικές γραμμές επάρκεια πόρων που καλύπτει τη ζήτηση είτε λόγω των υδρογεωλογικών συνθηκών είτε λόγω της χαμηλής ζήτησως

β. στη Σίφνο η κατάσταση είναι οριακή

γ. στα νησιά Σύρος, Σαντορίνη και Φολέγανδρος παρουσιάζονται ελλείμματα

δ. στη Νάξο και τη Μήλο υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης της ζήτησως με την προοπτική αναπτύξεως έργων. Το ποσοστό αξιοποίησης των επιφανειακών νερών από τα 1600 hm<sup>3</sup> που εκτιμήθηκαν είναι μικρότερο αυτού των υπόγειων και εκτιμάται ότι είναι της τάξεως του 10%. Η κύρια αιτία αυτού είναι η ύπαρξη μικρών υδρολογικών λεκανών και πολλών μικρού μήκους παράκτιων ρεμάτων. Η αξιοποίηση των επιφανειακών νερών είναι δυνατή με την αποθήκευσή τους σε φράγματα και λιμνοδεξαμενές, και τον τεχνητό εμπλουτισμό των υπόγειων κοκκωδών υδροφορέων, με προτεραιότητα στις περιοχές όπου παρατηρούνται φαινόμενα υφαλμυρίσεως. Η προσπάθεια που πραγματοποιείται από το πρόγραμμα λιμνοδεξαμενών και φραγμάτων του ΥΠΑΑΤ για την αποθήκευση σε πολλά νησιά του επιφανειακού νερού είναι πολύ θετική. Με την ολοκλήρωση του προγράμματος αναμένεται να συγκεντρώνονται περί τα 75 hm<sup>3</sup>/έτος, ποσότητα σημαντική, αν ληφθεί υπόψη ότι το σύνολο των αναγκών του υδατικού διαμερίσματος κατά το πεντάμηνο Μαΐου-Σεπτεμβρίου είναι 100 hm<sup>3</sup> περίπου.

Σε μεγάλο μέρος των νησιών αναπτύσσονται υδροφορείς στις παράκτιες πεδιάδες, που κρίνονται αξιόλογοι όχι τόσο για τις μεγάλες ποσότητες υπόγειου νερού που διαθέτουν, όσο για τη χρησιμοποίησή τους στην κάλυψη τοπικών αναγκών σε νερό υδρεύσεως και αρδύσεως. Οι υπόγειοι αυτοί υδροφορείς είναι αναγκαίο να προστατευτούν από την περαιτέρω διείσδυση της θάλασσας, εξαιτίας της μεγάλης σημασίας τους, και να εξεταστεί η δυνατότητα τεχνητού εμπλουτισμού τους. Σε πολλές περιπτώσεις παράκτιων προσχωματικών και νεογενών υδροφορέων παρατηρούνται φαινόμενα υποβαθμίσεως της ποιότητας εξαιτίας της υφαλμυρίσεως. Στις περιοχές αυτές είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για τη μείωση των αντλούμενων ποσοτήτων, να εξευρεθούν πιθανές άλλες πηγές υδροδοτήσεως, σε συνδυασμό με την εφαρμογή προγραμμάτων τεχνητού εμπλουτισμού των υδροφορέων, τόσο για την καλύτερευση της ποιότητας του υπόγειου νερού, όσο και για την αύξηση των ποσοτήτων υπόγειου νερού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη θερινή περίοδο.

Πίνακας 3.12: Υπόγεια αποθέματα

Νήσος	Μέση παροχή πηγών (κυρίως καρστικών)* (m <sup>3</sup> /h)	Ετήσιο δυναμικό πηγών* (hm <sup>3</sup> /έτος)	Υπόγειο δυναμικό κοκκωδών υδροφορέων* (hm <sup>3</sup> /έτος)	Σύνολο υπόγειου δυναμικού* (hm <sup>3</sup> /έτος)	Εκτιμηθείσα ποσότητα από υδρολ. ισοζύγιο** (hm <sup>3</sup> /έτος)
Ρόδος	500	4.40	20.00	24.40	140.00
Κως	400	3.50	8.50	12.00	29.00
Κάλυμνος	80***	0.70	-	-	40.00
Λέσβος	3900	34.00	14.00	48.00	60.00
Λήμνος	40	0.35	-	-	7.00
Σάμος	400***	3.50	-	-	17.00
Νάξος	150***	1.30	-	-	24.00
Ίος	-	-	0.22****	-	0.40
Πάρος	150***	1.30	-	-	8.00
Τήνος	40***	0.35	-	-	2.00

\* Από στοιχεία της Μελέτης Αποδελτιώσεως του YBET (Δημακόπουλος, 1989). Τα στοιχεία αυτά είναι τις περισσότερες φορές εκτιμητικά και όχι πάντα αξιόπιστα.

\*\* Από στοιχεία της μελέτης των Binnie & Partners et al. (1984) με επικαιροποίηση.

\*\*\* Αναφέρονται μόνο τα αποθέματα σημειακών πηγών που έχουν απογραφεί από μελετητές. Δεν αναφέρονται εδώ οι διάχυτες εκφορτίσεις των υπόγειων υδροφορέων προς τις κοίτες των ρεμάτων και προς τη θάλασσα.

\*\*\*\* Αναφέρονται μόνο τα αποθέματα κοκκωδών υδροφορέων.



Πίνακας 3.13: Αναλυτικό ισοζύγιο κατά νησί

Νησιά	Έκταση km <sup>2</sup>	Ύψος βροχής mm	Σύνολο βροχόπτωσης hm <sup>3</sup>	Πραγματική εξατμισοδιαπνοή hm <sup>3</sup>	Ποσοστό εκτάσεως υδροπερατού σηματισμού %	Υπόγειο δυναμικό* hm <sup>3</sup>	Επίγεια ροή hm <sup>3</sup>
<b>Νομός Κυκλάδων</b>							
Φολέγανδρος	32	379	12.1	8.88	50	1.5	1.62
Πάρος	195	379	73.9	57.76	50	7.9	8.34
Αντίπαρος	35	379	13.3	9.77	30	1.0	2.43
Μήλος	151	379	57.2	42.33	40	2.4	12.47
Κίμωλος	36	379	13.6	10.06	90	1.3	2.24
Σίφνος	73	379	27.7	20.50	60	4.2	3.00
Σέριφος	73	379	27.7	20.50	10	0.1	7.10
Σύρος	84	379	31.8	23.53	25	0.8	7.47
Κύθνος	99	379	34.5	27.25	10	0.1	7.15
Κέα	131	379	45.7	36.10	10	0.1	9.50
Ανδρος	380	379	132.6	104.75	25	2.8	25.05
Τήνος	194	379	67.7	53.48	20	1.1	13.12
Μύκονος	85	379	32.2	23.83	20	0.25	8.12
Νάξος	428	379	162.2	120.03	50	20.45	21.72
Αμοργός	121	379	45.9	33.89	70	8.1	3.81
Ανάφη	38	379	14.4	10.66	20	0.1	3.64
Θήρα	76	379	28.8	21.31	60	1.8	5.69
Ίος	108	379	40.9	30.27	15	0.24	10.39
Σίκινος	41	379	15.5	11.47	50	0.8	3.23
<b>Σύνολο</b>			<b>877.7</b>	<b>666.37</b>		<b>55.04</b>	<b>156.09</b>
<b>Νομός Δωδεκανήσου</b>							
Πάτμος	34	603	20.5	12.71	15	0.2	7.59
Λέρος	53	818	43.4	21.22	30	2.6	19.48
Κάλυμνος	111	818	90.8	44.50	90	40.4	5.90
Κως	290	818	237.2	116.23	60	29.0	91.97
Νίσυρος	41	818	33.5	16.41	5	0.1	16.99
Σύμη	58	818	47.4	23.23	100	23.4	0.77
Τήλος	63	818	51.5	25.23	80	20.4	5.87
Χάλκη	28	818	22.9	11.22	100	11.3	0.38
Ρόδος	1398	818	1143.6	560.36	60	140	443.24
Κάρπαθος	301	818	246.2	120.64	40	20.1	105.46
Κάσος	66	818	54	26.46	80	21.4	6.14
Αστυπάλαια	97	818	79.3	38.86	40	15.7	25.74
<b>Σύνολο</b>			<b>2070.4</b>	<b>1017.07</b>		<b>324.6</b>	<b>729.53</b>
<b>Νομός Σάμου</b>							
Σάμος	476	603	287.0	177.94	70	21.8	87.26
Ικαρία	255	603	153.8	95.36	40	1.3	57.14
Φούρνοι	30	603	18.1	11.22	100	0.5	6.38
<b>Σύνολο**</b>			<b>458.9</b>	<b>284.52</b>		<b>23.6</b>	<b>150.78</b>
<b>Νομός Λέσβου</b>							
Λήμνος	476	520	247.5	180.67	70	7	59.83
Λέσβος	1630	603	982.9	609.40	40	59.8	313.70
Άγιος	43	520	22.4	16.28	100	2.4	3.62
Ευστράτιος							
<b>Σύνολο</b>			<b>1252.8</b>	<b>806.35</b>		<b>69.2</b>	<b>377.15</b>

Πηγή: Binnie & Partners et al. (1984). Επικαιροποίηση με το μοντέλο BEMERMHN.  
\* Αναφέρεται εδώ το θεωρητικώς υφιστάμενο υπόγειο δυναμικό, χωρίς να είναι δυνατή η εκμετάλλευσή του. Ως υπόγειο δυναμικό λαμβάνεται μόνο η ποσότητα που κατεισδύει σε υδροφορείς καρστικούς μικτούς ή κοκκώδεις. Δεν υπολογίζεται η μικρή ποσότητα νερού που κατεισδύει στο μμυανδύα αποσάθρωσης των αδιαπεράτων σχηματισμών, η οποία εκτιμάται σε 3% της ενεργού βροχής. Στις περιπτώσεις των νησιών όπου αναπτύσσεται καρστικός υδροφορέας μεγάλης εκτάσεως, το υπόγειο δυναμικό που αναφέρεται, σημαντικού μμεγέθους μερικές φορές, είναι το θεωρητικό, και είναι δυνατή η εκμετάλλευση μόνο μέρους αυτού, μέχρι περίπου 30-40%. Το υπόλοιπο εκρέει υπογείως προς τη θάλασσα, λόγω της επαφής περιμετρικώς του καρστικού υδροφορέα με αυτή. Το ποσοστό



εκμεταλλεύσεως της επιφανειακής απορροής είναι πολύ μικρότερο.  
\*\* Το σύνολο του νομού προκύπτει μόνο από τα εξεταζόμενα νησιά άνω των 300 κατοίκων. Υπάρχουν στο διαμέρισμα και πολλά άλλα μικρά νησιά, που δεν περιέχονται στις εδώ αναλυτικές προσεγγίσεις.

#### Γενικό συμπέρασμα για το υδατικό διαμέρισμα

Στην ουσία πρόκειται για ξεχωριστό υδατικό διαμέρισμα σε κάθε νησί, τουλάχιστον στα μικρά νησιά. Πρόκειται για τη περιοχή που θα υποστεί τις μεγαλύτερες επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή, δεδομένου ότι:

- Είναι η περιοχή με το μικρότερο βροχομετρικό δείκτη
- Χαρακτηρίζεται από μεγάλες θερμοκρασίες, ηλιοφάνεια και ισχυρούς ανέμους, που ευνοούν την εξάτμιση
- Έχουν μικρή έκταση, επομένως περιορισμένη δυνατότητα υδατοσυγκεντρώσεων
- Έχουν ορεινό ανάγλυφο επομένως ευνοείται η επιφανειακή απορροή
- Προσβάλλονται πανταχόθεν από τα θάλασσα, πράγμα που ευνοεί τη υφαλμύρωση των υπόγειων νερών
- Είναι περιοχές, όπου κανένα πρόγραμμα υδατικής διαχείρισεως δεν τηρείται, λόγω αλλαγής χρήσεων γης, από γεωργοκτηνοτροφική χρήση σε τουριστική, σε συνδυασμό με την τεράστια αύξηση του πληθυσμού την, υδρολογικώς, κρίσιμη περίοδο.

## **4 Γενικά για την διαθεσιμότητα υδάτινων πόρων στην Ελλάδα**

Τα υδατικά αποθέματα αναφέρονται σε συγκεκριμένη περιοχή και χρονική στιγμή ή, κατά μέσο όρο, σε μια συγκεκριμένη περίοδο του υδρολογικού έτους. Τα αποθέματα αυτά προσδιορίζονται είτε ως επιφανειακά (δίκτυο επιφανειακής απορροής-ποτάμια, ρυάκια κ.λπ., λίμνες, παγετώνες, χιονοκάλυψη), είτε ως υποεπιφανειακά, δηλαδή εδαφικά (υγρασία ακόρεστης ζώνης) και υπεδαφικά (αποθέματα υδροφόρων οριζόντων). Τα αποθέματα, κυρίως τα υπόγεια, μεταβάλλονται στο χρόνο, γεγονός που ενδιαφέρει άμεσα τη διαχείρισή τους (εκμετάλλευση, ποιοτική προστασία, ποσοτική ανανέωση). Οι μεταβολές αυτές προκύπτουν από τις διαφορές ανάμεσα στις εισροές και εκροές (αφίξεις και απώλειες ή τροφοδοσίες και καταναλώσεις). Η μεταβλητότητα των αποθεμάτων μπορεί να εκφραστεί με το ποσοστό του μεταβαλλόμενου τμήματός τους σε σχέση με το σταθερό τμήμα τους. Είναι το φαινόμενο που συχνά αναφέρεται ως 'ρυθμιστικά και μόνιμα αποθέματα', διατύπωση όχι πολύ σωστή από υδρογεωλογικής πλευράς, και η οποία είχε οδηγήσει παλαιότερα σε κατευθύνσεις ατυχούς χρήσης υδατικών πόρων. Η σχέση ανάμεσα στο απόθεμα μιας συγκεκριμένης - επιφανειακής ή υπόγειας - υδατικής δεξαμενής και στη μέση ροή που τη διασχίζει, αποτελεί την ανανέωση των αποθεμάτων. Το γεγονός ότι μια υδατική δεξαμενή ανανεώνεται λίγο-πολύ αστραπιαίως, δεν πρέπει να συγχέεται με την έννοια της ανανεωσιμότητας ενός υδατικού πόρου. Η περίπτωση των στατικών υδατικών δεξαμενών, πολύ λίγο ανανεώσιμων, αναφέρεται, επίσης ως υδατικό απόθεμα. Η ανανεωσιμότητα και ο βαθμός ή ρυθμός ανανέωσης ενός υδατικού πόρου πρέπει να αξιολογείται σε συνδυασμό με το βαθμό ή ρυθμό αξιοποίησης του πόρου αυτού, τόσο στην κατεύθυνση της κάλυψης των υδατικών αναγκών για διάφορες χρήσεις νερού, όσο και στη διατήρηση της υδατικής πλευράς του περιβάλλοντος. Πρέπει να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με τις νέες ισχύουσες αρχές υδατικής διαχείρισης, πρέπει να προσδιορίζεται

μια ελάχιστη οικολογική παροχή ποταμού, μια ελάχιστη στάθμη λίμνης και μια ελάχιστη στάθμη υδροφόρου ορίζοντα, οι οποίες χαρακτηρίζονται και αντιμετωπίζονται ως χρήσεις νερού. Οι χρήσεις αυτές κρίνονται αναγκαίες για να εξασφαλισθούν οι οικολογικές ανάγκες των συστημάτων και οι λεγόμενες οικολογικές υπηρεσίες τους (ecological services).

Παρά τις επί σειρά ετών προσπάθειες δημόσιων φορέων και οργανισμών δεν έχουν ακόμη συγκεντρωθεί τα απαραίτητα δεδομένα για μια πλήρη και αξιόπιστη εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της χώρας. Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζεται εκτίμηση ενός γενικού υδρολογικού ισοζυγίου της χώρας σε μέση ετήσια χρονική βάση. Για την εκτίμηση αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα, με όποια σχετική αξιοπιστία έχουν, από την ανάλυση των υδατικών διαμερισμάτων. Τα δεδομένα αυτά έχουν αντληθεί από πληροφορίες επιμέρους μελετών, αλλά και μετρήσεων για συνιστώσες του υδρολογικού ισοζυγίου. Τα μεγέθη αυτά έχουν, ως ανεφέρθη, σχετική αξιοπιστία, η οποία μειώνεται όταν το μέγεθος ανάγεται στο σύνολο της χώρας (πρόσθεση των κατά διαμέρισμα ποσοτήτων).

Η εναρμόνιση της Ελλάδας με την Οδηγία 2000/60 έγινε με το νόμο 3199/2003. Η διαχείριση των υδάτινων πόρων γίνεται σε επίπεδο υδατικού διαμερίσματος (σύνολο λεκανών απορροής με κατά το δυνατόν όμοιες υδρολογικές-υδρογεωλογικές συνθήκες), που αποτελεί το περιφερειακό επίπεδο διαχείρισης του νερού (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.14: Γενικευμένο ετήσιο υδρολογικό ισοζύγιο, κατά υδατικό διαμέρισμα (hm<sup>3</sup>)

Υδατικά διαμερίσματα	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Όγκος Βροχής <sup>5</sup> (hm <sup>3</sup> )	Εξάτμιση <sup>5</sup> (hm <sup>3</sup> )	Υδατικό Δυναμικό (hm <sup>3</sup> )	Προσφορά <sup>4</sup> (hm <sup>3</sup> )	Ζήτηση <sup>4</sup> (hm <sup>3</sup> )	Παρατηρήσεις <sup>4</sup>
01 Δυτικής Πελοποννήσου	7301	8031	3614	4417	73	55	Πλεονασματικό
02 Βόρειας Πελοποννήσου	7310	6404	2824	3580	122	104	Πλεονασματικό
03 Ανατολικής Πελοποννήσου	8477	6563	3290	3273	56	67	Ελλειμματικό
04 Δυτικής Στερεάς Ελλάδας	10199	13973	5310	8663	415	82	Πλεονασματικό
05 Ηπείρου	10026	17046	6818	10228	193	33	Πλεονασματικό
06 Αττικής	3207	1642	1150	492	56	54	Οριακά Πλεονασματικό <sup>2</sup>
07 Ανατ. Στερεάς Ελλάδας	12341	9516	5257	4259	128	187	Ελλειμματικό <sup>3</sup>
08 Θεσσαλίας	13377	10434	6260	4174	210	335	Ελλειμματικό
09 Δυτικής Μακεδονίας	13440	10470	5654	4816	159	136	Πλεονασματικό
10 Κεντρικής Μακεδονίας	10389	6068	3034	3034	137	130	Οριακά Πλεονασματικό
11 Ανατολικής Μακεδονίας	7280	4917	2722	2195	354	132	Πλεονασματικό
12 Θράκης	11177	8574	5325	3249	424	253	Πλεονασματικό
13 Κρήτης	8335	7500	4874	2626	130	133	Οριακά Ελλειμματικό <sup>4</sup>
14 Νήσων Αιγαίου	9103	5192	3104	2088	7	25	Ελλειμματικό
<b>Σύνολο χώρας</b>	<b>131962</b>	<b>116330</b>	<b>59236</b>	<b>57094</b>	<b>2.464</b>	<b>1.726</b>	

Πηγή: (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον - Αειφόρος Ανάπτυξη, 2007)

<sup>2</sup> Οι υδατικοί πόροι είναι κατά βάση μεταφερόμενοι από γειτονικά διαμερίσματα

<sup>3</sup> Οι αρδευόμενες εκτάσεις κατά ΕΣΥΕ φαίνονται υπερεκτιμημένες και γι' αυτό, το διαμέρισμα, ενώ έχει σήμερα οριακά επαρκείς πόρους, εμφανίζεται ως έντονα ελλειμματικό.

<sup>4</sup> Σήμερα, η ζήτηση καλύπτεται πλημμελώς, κυρίως από πηγές και γεωτρήσεις.

<sup>4</sup> Οι τιμές και τα χαρακτηριστικά τους αφορούν το μήνα Ιούλιο

<sup>5</sup> Οι τιμές είναι σχετικά υπερεκτιμημένες

## 5 Φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στον τομέα των υδάτων στην Ελλάδα.

Η αρχή των φαινομένων του υδρολογικού κύκλου βρίσκεται στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχόπτωση, χιονόπτωση, χαλάζι κ.λπ.). Τα νερά των κατακρημνισμάτων, με την άφιξή τους στην επιφάνεια της γης, διαμοιράζονται πρωτογενώς στην εξάτμιση και διαπνοή (μέσω των φυτών), στην απορροή (μέσω των υδρογραφικών δικτύων) και στη κατείσδυση. Δευτερογενώς κ.ο.κ. το σχήμα αυτό γίνεται πιο σύνθετο, καθώς νερό που απορρέει, στη διαδρομή του εξατμίζεται ή κατεισδύει μερικώς, και αντιθέτως, νερό που έχει κατεισδύσει, εξέρχεται στην επιφάνεια μέσω των πηγαίων εκφορτίσεων και συνεχίζει τη διαδρομή του με επιφανειακή απορροή και μερική εξάτμιση. Οι μεταβολές αυτές μπορούν να γίνουν αρκετές φορές. Επί πλέον, το νερό που κατεισδύει, πριν εμπλουτίσει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, καλύπτει κατά προτεραιότητα τις υδατικές ανάγκες της εδαφικής και υποεδαφικής ζώνης και του ριζικού συστήματος (νερό κατακρατήσεως, προσροφήσεως, τριχοειδές), στην οποία επιτελείται η ανάπτυξη φυτικών και ζωικών οργανισμών. Γίνεται επομένως φανερό, ότι κάθε διατάραξη στο καθεστώς των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων συνεπάγεται σημαντικές μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο και στο υδρολογικό (επιφανειακά ύδατα) και υδρογεωλογικό (υπόγεια ύδατα) ισοζύγιο.

Η επιφάνεια του Ελλαδικού χώρου ανέρχεται στα 130.000 km<sup>2</sup> περίπου εκ των οποίων το 20% αντιπροσωπεύει τα 3.000, περίπου, νησιά. Τα 2/3 της επιφάνειας αυτής είναι ορεινή, καθιστώντας την Ελλάδα μια από τις πλέον ορεινές χώρες της Ευρώπης. Η Ελλάδα έχει τη μεγαλύτερη ακτογραμμή στην Ευρώπη, μήκους 15.000 km, το 5% της οποίας αντιπροσωπεύει περιοχές μοναδικής οικολογικής αξίας. Το κλίμα της Ελλάδας συνίσταται από τρεις τύπους που επηρεάζουν διακεκριμένες περιοχές. Οι τύποι αυτοί είναι ο Μεσογειακός, ο Αλπικός και ο Εύκρατος τύπος. Ο πρώτος χαρακτηρίζεται από ήπιους, υγρούς χειμώνες και ζεστά, ξηρά καλοκαίρια. Τα νησιά του Αιγαίου πελάγους είναι αυτά που εμφανίζουν στο μεγαλύτερο ποσοστό του αυτόν τον κλιματικό τύπο. Ο Αλπικός τύπος επικρατεί, κυρίως, στη δυτική Ελλάδα. Τέλος, ο Εύκρατος τύπος αφορά το κεντρικό και βορειοανατολικό τμήμα της χώρας. Η Αθήνα βρίσκεται σε μια μετάβαση, εμφανίζοντας χαρακτηριστικά τόσο του Μεσογειακού όσο και του Αλπικού τύπου. Οι κλιματικές μεταβολές, ως είναι φυσικό, από θέση σε θέση, μεταβάλλουν και την υδατική εικόνα της κάθε περιοχής.

Η λεκάνη της Μεσογείου δείχνει να επηρεάζεται ιδιαίτερα από τις κλιματικές αλλαγές στο θέμα του νερού, λόγω της γεωγραφικής της θέσης σε συνδυασμό με την κυκλοφορία των (υγρών και όχι) αερίων μαζών. Οι συγκεκριμένες αυτές επιπτώσεις αντιπροσωπεύονται από σχετικές φυσικές διαδικασίες που είναι, μεταξύ άλλων διαδικασιών ή φαινομένων, οι εξής (IPCC, 2007):

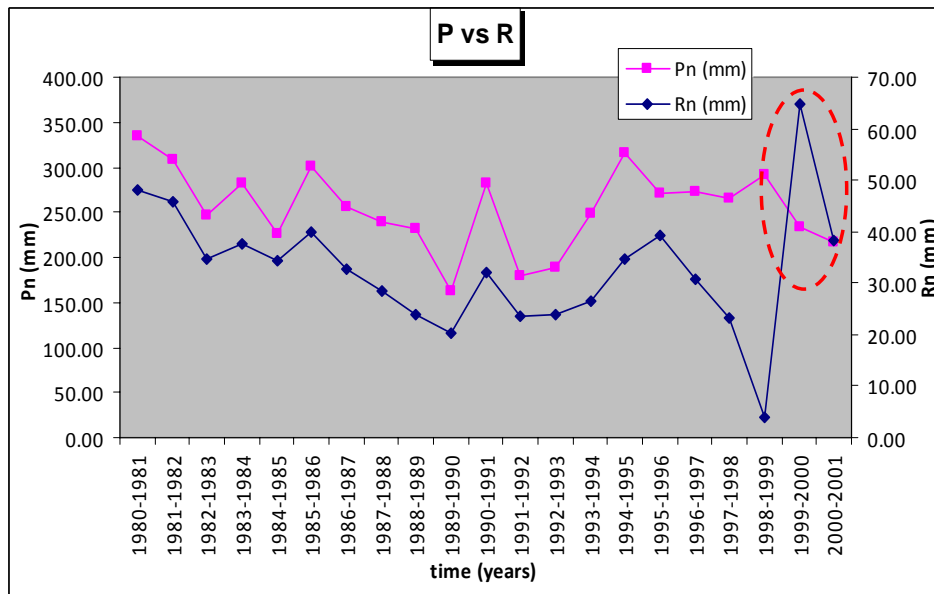
- Η αύξηση της θερμοκρασίας και της εξατμισιοδιαπνοής
- Η παρεπόμενη αύξηση της κατανάλωσης υδατικών πόρων για αρδεύσεις, ενέργεια και γενικές χρήσεις
- Η μείωση των κατακρημνισμάτων, τουλάχιστον εκείνων που προσφέρονται να εξυπηρετήσουν από υδρογεωλογικής πλευράς



Στη κατανομή των συνολικών κατακρημνισμάτων στην Ελλάδα, καθοριστικός αναδεικνύεται ο ρόλος της οροσειράς της Πίνδου, δυτικώς της οποίας σταματούν πολλές βροχοπτώσεις, με αποτέλεσμα τη σημαντικώς διαφορική βροχόπτωση ανάμεσα στην δυτική και ανατολική Ελλάδα. Το υδατικό έλλειμμα είναι φυσιολογικό, δεδομένου ότι η κατανομή της επιφανειακής απορροής εμφανίζει μια ανάλογη εικόνα με τη κατανομή των βροχοπτώσεων (Σχ. 1).

Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται μια ακολουθία στην οποία οι τιμές της επιφανειακής απορροής μειώνονται καθώς μειώνονται οι τιμές της βροχόπτωσης. Κατά την περίοδο 1998 – 1999, κατά την οποία ενδεχομένως έχουν επιδράσει ανθρωπογενείς παράγοντες, παρατηρείται, παρά την αύξηση των τιμών βροχόπτωσης, μια σημαντική μείωση των τιμών της επιφανειακής απορροής (πιθανή αύξηση των αρδευτικών αναγκών).

**Διάγραμμα 12<sup>ο</sup>:** Συσχέτιση βροχοπτώσεως – επιφανειακής απορροής  
Βροχόπτωση\* : P (mm), Επιφανειακή Απορροή R\* (mm), Χρονοσειρά: 1980 – 2001



\* Οι μειωμένες τιμές οφείλονται στο ότι το διάγραμμα αναφέρεται σε υπολεκάνες του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας, οι οποίες εκφράζουν ένα ποσοστό της συνολικής υδατικής διακίνησης, αλλά κυρίως στο ότι δεν είναι μετρηθείσες τιμές, αλλά τιμές προερχόμενες από επεξεργασία λογισμικών προγραμμάτων (ΥΠΑΝ, 2003).

Ο συνδυασμός γεωγραφικής θέσης (ομβροπλευρά), μορφολογίας και γεωλογίας ευνοεί τη συγκέντρωση επιφανειακών (λίμνες) και υπόγειων (εκτεταμένα καρστικά πεδία) νερών. Ευνοείται όμως και η επιβάρυνση της ποιότητας των υδατικών συστημάτων λόγω της επιδεκτικότητας του καρστ σε ρυπάνσεις. Σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής, αναμένεται αύξηση της εξάτμισης και διαπνοής, αύξηση των αναγκών άρδευσης και ενδεχομένως των τουριστικών αναγκών, και αύξηση του ρυπαντικού φορτίου λόγω αύξησης του ρυπαντικού φορτίου σε περιορισμένο όγκο υδατικού σώματος.

Η εξατμισιοδιαπνοή είναι μια σοβαρή υδρολογική απώλεια, που διενεργείται τόσο στην επιφάνεια όσο και στα ανώτερα εδαφικά στρώματα. Το ποσοστό της είναι ιδιαίτερος υψηλό, ειδικώς στις ξηρές ανατολικές περιοχές της Ελλάδας. Ένας ευρέως



χρησιμοποιούμενος δείκτης για τον χαρακτηρισμό του κλίματος μιας περιοχής είναι ο δείκτης ξηρότητας της UNESCO (indicator of dryness), προσδιοριζόμενος ως η σχέση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης προς την αντίστοιχη δυνητική εξατμισοδιαπνοή. Η κατανομή του συγκεκριμένου δείκτη στην Ελλάδα υπογραμμίζει τη σοβαρότητα της ξηρασίας που εμφανίζουν οι νοτιοανατολικές περιοχές και τα νησιά του Αιγαίου.

Η διάκριση των ανανεώσιμων υδατικών πόρων σε επιφανειακούς και υπόγειους δεν έχει παρά μια θεωρητική έννοια, αν προσομοιάζονται μεταξύ τους ως δύο συνιστώσες της συνολικής ροής: Στο επίπεδο των αφίξεων, επιφανειακή απορροή και κατείσδυση, που τροφοδοτεί τους υδροφόρους ορίζοντες. Στο επίπεδο των απωλειών, επιφανειακή και υπόγεια απορροή. Σε τοπικό επίπεδο, το γεγονός της χωριστής εκτίμησης επιφανειακών και υπογείων πόρων ενέχει τον κίνδυνο η υπόγεια απορροή να ληφθεί υπόψη δύο φορές, αναλόγως με ποιες έννοιες θα γίνει η εκτίμηση αυτή. Σε υπερτοπικό επίπεδο, το γεγονός της σύγκρισης ενέχει τον κίνδυνο εκτίμησης βασισμένης στο διαχωρισμό των αφίξεων και εκτίμησης βασισμένης στις ροές εξόδου. Στην πραγματικότητα, οι φυσικοί υδατικοί πόροι, προσδιορισμένοι από την επιφανειακή, μετρούμενη ή εκτιμώμενη, απορροή και οι αντίστοιχοι υδατικοί πόροι, προσδιορισμένοι στη βάση της τροφοδοσίας των υδροφόρων οριζόντων, δεν πρέπει να θεωρούνται προστιθέμενοι, παρά σε οριακές περιπτώσεις. Είναι, γενικώς, εν μέρει προστιθέμενοι σε συνάρτηση με την κλίμακα ανάλυσης και τις φυσικές συνθήκες, κλιματικές και, επικουρικές, γεωλογικές, που επιδρούν στις σχέσεις ανάμεσα στους υδροφορείς και στην επιφανειακή απορροή μιας περιοχής. Κυριότερο αίτιο αυτής της συνήθους σύγχυσης είναι οι δευτερογενείς κ.ο.κ. κατεισδύσεις, εξατμισοδιαπνοές και απορροές. Από την άλλη πλευρά, ένα σημαντικό πολλές φορές τμήμα της ροής των υδροφόρων οριζόντων δεν είναι εύκολο να συνυπολογιστεί στη συνολική απορροή στις περιπτώσεις:

- υπόγεια απορροής που εκφορτίζεται αμέσως στη θάλασσα (υποθαλάσσιες πηγές) ή διασχίζει σύνορα (καρστικοί, παράκτιοι και διασυνοριακοί υδροφόροι ορίζοντες)
- υδροφόρων οριζόντων που εκφορτίζονται μερικώς ή ολικώς στον αέρα με τη διαδικασία της εξάτμισης (ζώνες ξηρές ή ημίξηρες)

Οι επιπτώσεις στα υδατικά, κυρίως τα υπόγεια υδατικά συστήματα από τις κλιματικές αλλαγές μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

1. Γενική μειωμένη τροφοδοσία και ανανέωση του νερού των υδροφόρων οριζόντων από τη μείωση των βροχοπτώσεων και την αύξηση της εξατμισοδιαπνοής
2. Αυξημένη υφαλμύρωση των παράκτιων και υποθαλάσσιων υδροφόρων οριζόντων, ιδιαιτέρως των καρστικών, με προέλαση προς τη ενδοχώρα του μετώπου υφαλμύρωσης λόγω του μειωμένου δυναμικού της χερσαίας υδατικής φάσης από τη μειωμένη τροφοδοσία και την υπεράντληση
3. Αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντικού φορτίου στα παράκτια υδατικά σώματα και στη θάλασσα λόγω μικρότερης αραιώσης
4. Εντατικοποίηση της αποδόμησης των δελταϊκών περιοχών, που ήδη έχει ξεκινήσει λόγω της κατασκευής εγκάρσιων φραγμάτων στην ανάντη ζώνη (μείωση απορροής και στερεοπαροχής) και παραλλήλων αναχωμάτων στην πεδινή ζώνη του δέλτα (άφιξη μεταφερόμενου υλικού σε ένα και μοναδικό στόμιο)





5. Ρύπανση ή αποξήρανση των παράκτιων υγροτόπων
6. Επιδείνωση του φαινομένου της ερημοποίησης λόγω υδατικού ελλείμματος και εδαφικών μεταβολών (συμπυκνώσεις στεγανοποιήσεις κ.λπ.)

### **5.1 Παρατηρήσεις και παραδοχές για την εκτίμηση των υδάτων στην Ελλάδα εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών**

Προκειμένου να διατυπωθούν οι ενδεχόμενες μεταβολές στο υδατικό δυναμικό της χώρας μέχρι και το έτος 2100 πραγματοποιήθηκαν εκτιμήσεις υδρολογικού ισοζυγίου για τις περιόδους 2021-2050 και 2071-2100. Η πληροφορία (βλ. Ομάδα Εργασίας Κλίματος) προήλθε από τη χρησιμοποίηση μοντέλων εκτίμησης κλιματικών μεταβολών (βροχόπτωση και εξατμισιοδιαπνοή σε mm αντίστοιχα). Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα με κωδικό A1B, A2 και B2, ενώ η εφαρμογή του μοντέλου B1 δεν κατέστη δυνατό. Κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκαν δύο εκτιμήσεις των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου P (βροχόπτωση), Etr (εξατμισιοδιαπνοή), I (κατείσδυση), και R (επιφανειακή απορροή), όπου στην μεν πρώτη περίπτωση δεν κατέστη δυνατό ο υπολογισμός της εξατμισιοδιαπνοής και της επιφανειακής απορροής, εξαιτίας της μη παραδοχής των αποτελεσμάτων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση έγινε υπολογισμός όλων των αναγκαίων παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πρώτη περίπτωση η γεωγραφική οριοθέτηση των περιοχών περιλαμβάνει τόσο το ηπειρωτικό τμήμα όσο και ένα μέρος του νησιωτικού τμήματος (εκτός της περιοχής του Αιγαίου, που αφορά το ΥΔ 14). Στη δεύτερη περίπτωση περιλαμβάνεται μόνο το ηπειρωτικό τμήμα. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε προκειμένου να διακριθεί η αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων.

Στα πλαίσια της επεξεργασίας των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου γίνεται αναφορά του συντελεστή κατείσδυσης των επιμέρους λιθολογικών σχηματισμών που απαντώνται στον ελλαδικό χώρο σύμφωνα με τα δεδομένα που υπάρχουν στις Διαχειριστικές Μελέτες (ΔΧΜ) του ΥΠΑΝ (2003).



Πίνακας 3: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ. Σενάριο A1B (περίοδος 2021 – 2050)

A1B		2021-2050													
WD	CZ	A (km <sup>2</sup> )	P (m)	P (mm)	V (hm <sup>3</sup> )	Etr (m)	Etr (mm)	Etr (hm <sup>3</sup> )	R (hm <sup>3</sup> )	Αδιαπέρατοι	Ημιπερατοί	Προσχωματικοί	Καροτικοί	I (hm <sup>3</sup> )	I+R (hm <sup>3</sup> )
1	WP	7301	0.82	816.14	5958.6	0.51	512.50	3741.8	1231.04	2331 km <sup>2</sup>	1300 km <sup>2</sup>	1230 km <sup>2</sup>	2440 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	40%		
										57.1	31.8	100.4	796.6	985.8	2216.9
3	EP	8477	0.50	503.80	4270.7	0.37	373.13	3163.0	-121.06	1634 km <sup>2</sup>	838 km <sup>2</sup>	1012 km <sup>2</sup>	4993 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										24.7	21.1	51.0	1132.0	1228.8	1107.7
4,5	WG	20211	1.11	1108.39	22401.7	0.57	565.93	11438.0	5717.53	8034 km <sup>2</sup>	1138 km <sup>2</sup>	1456 km <sup>2</sup>	9583 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	45%		
										267.1	37.8	161.4	4779.8	5246.1	10963.7
6,7,8	CEG	29063	0.47	470.96	13687.5	0.37	366.06	10638.8	1200.78	10310 km <sup>2</sup>	3500 km <sup>2</sup>	6904 km <sup>2</sup>	8349 km <sup>2</sup>		
										2%	3%	10%	35%		
										97.1	49.5	325.2	1376.2	1847.9	3048.7
9,10	WCM	23832	0.58	575.50	13715.3	0.40	400.13	9535.9	2673.47	8139 km <sup>2</sup>	5298 km <sup>2</sup>	7343 km <sup>2</sup>	3052 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										140.5	152.4	422.6	790.4	1506.0	4179.4
11,12	EMT	18457	0.66	659.17	12166.3	0.46	460.48	8499.1	2523.84	10377 km <sup>2</sup>		5567 km <sup>2</sup>	2513 km <sup>2</sup>		
										4%		7%	37%		
										273.6		256.9	612.9	1143.4	3667.2
Total					72200			47017	13226					11958	25184

Πίνακας 4: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ. Σενάριο A1B (περίοδος 2071 - 2100): Ηπειρωτικό τμήμα

A1B		2071-2100													
WD	CZ	A (km <sup>2</sup> )	P (m)	P (mm)	V (hm <sup>3</sup> )	Etr (m)	Etr (mm)	Etr (hm <sup>3</sup> )	R (hm <sup>3</sup> )	Αδιαπέρατοι	Ημιπερατοί	Προσχωματικοί	Καρστικοί	I (hm <sup>3</sup> )	I+R (hm <sup>3</sup> )
1	WP	7301	0.67	672.10	4907.0	0.45	453.84	3313.5	781.67	2331 km <sup>2</sup>	1300 km <sup>2</sup>	1230 km <sup>2</sup>	2440 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	40%		
										47.0	26.2	82.7	656.0	811.8	1593.5
3	EP	8477	0.42	418.13	3544.5	0.33	330.51	2801.7	-277.05	1634 km <sup>2</sup>	838 km <sup>2</sup>	1012 km <sup>2</sup>	4993 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										20.5	17.5	42.3	939.5	1019.8	742.8
4,5	WG	20211	0.95	946.76	19135.0	0.53	533.09	10774.3	3879.57	8034 km <sup>2</sup>	1138 km <sup>2</sup>	1456 km <sup>2</sup>	9583 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	45%		
										228.2	32.3	137.8	4082.8	4481.1	8360.7
6,7,8	CEG	29063	0.41	413.39	12014.4	0.34	339.06	9854.1	538.21	10310 km <sup>2</sup>	3500 km <sup>2</sup>	6904 km <sup>2</sup>	8349 km <sup>2</sup>		
										2%	3%	10%	35%		
										85.2	43.4	285.4	1208.0	1622.0	2160.3
9,10	WCM	23832	0.51	510.63	12169.3	0.37	369.08	8795.9	2037.22	8139 km <sup>2</sup>	5298 km <sup>2</sup>	7343 km <sup>2</sup>	3052 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										124.7	135.3	375.0	701.3	1336.2	3373.4
11,12	EMT	18457	0.58	584.39	10786.1	0.43	426.41	7870.2	1902.17	10377 km <sup>2</sup>		5567 km <sup>2</sup>	2513 km <sup>2</sup>		
										4%		7%	37%		
										242.6		227.7	543.4	1013.7	2915.8
total					62556			43410	8862					10285	19147

A: Επιφάνεια, P: βροχόπτωση, V: όγκος νερού, Etr: Πραγματική Εξατμισιοδιαπνοή, R: Επιφανειακή Απορροή, I: κατείδυση, CZ: κλιματική ζώνη, WD: υδατικό διαμέρισμα  
Οι εκτάσεις των υδατικών διαμερισμάτων και των λιθολογικών σχηματισμών καθώς επίσης και των συντελεστών κατείδυσης προέρχονται από τις ΔΧΜ του ΥΠΙΑΝ

Πίνακας 5: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ. Σενάριο Α2 (περίοδος 2021 – 2050): Ηπειρωτικό τμήμα

Α2		2021-2050													
WD	CZ	A (km <sup>2</sup> )	P (m)	P (mm)	V (hm <sup>3</sup> )	Etr (m)	Etr (mm)	Etr (hm <sup>3</sup> )	R (hm <sup>3</sup> )	Αδιαπέρατοι	Ημιπερατοί	Προσχωματικοί	Καρστικοί	I (hm <sup>3</sup> )	I+R (hm <sup>3</sup> )
1	WP	7301	0.59	589.49	4303.9	0.49	494.94	3613.6	-21.75	2331 km <sup>2</sup>	1300 km <sup>2</sup>	1230 km <sup>2</sup>	2440 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	40%		
										41.2	23.0	72.5	575.3	712.1	690.3
3	EP	8477	0.41	411.29	3486.5	0.35	351.73	2981.6	-498.23	1634 km <sup>2</sup>	838 km <sup>2</sup>	1012 km <sup>2</sup>	4993 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										20.2	17.2	41.6	924.1	1003.1	504.9
4,5	WG	20211	0.78	779.64	15757.3	0.51	513.63	10381.0	1686.21	8034 km <sup>2</sup>	1138 km <sup>2</sup>	1456 km <sup>2</sup>	9583 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	45%		
										187.9	26.6	113.5	3362.1	3690.1	5376.3
6,7,8	CEG	29063	0.43	433.62	12602.3	0.39	392.30	11401.4	-500.53	10310 km <sup>2</sup>	3500 km <sup>2</sup>	6904 km <sup>2</sup>	8349 km <sup>2</sup>		
										2%	3%	10%	35%		
										89.4	45.5	299.4	1267.1	1701.4	1200.9
9,10	WCM	23832	0.50	496.39	11830.0	0.40	404.52	9640.5	890.51	8139 km <sup>2</sup>	5298 km <sup>2</sup>	7343 km <sup>2</sup>	3052 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										121.2	131.5	364.5	681.7	1298.9	2189.4
11,12	EMT	18457	0.54	538.85	9945.6	0.45	452.24	8347.0	663.88	10377 km <sup>2</sup>		5567 km <sup>2</sup>	2513 km <sup>2</sup>		
										4%	7%	37%			
										223.7		210.0	501.0	934.7	1598.6
Total					57925.5			46365.1	2220.08				9340	11560	

Α: Επιφάνεια, Ρ: βροχόπτωση, V: όγκος νερού, Etr: Πραγματική Εξατμισιοδιαπονοή, R: Επιφανειακή Απορροή, I: κατείσδυση, CZ: κλιματική ζώνη, WD: υδατικό διαμέρισμα  
Οι εκτάσεις των υδατικών διαμερισμάτων και των λιθολογικών σχηματισμών καθώς επίσης και των συντελεστών κατείσδυσης προέρχονται από τις ΔΧΜ του ΥΠΙΑΝ

Πίνακας 3.15: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ. Σενάριο A2 (περίοδος 2071 - 2100).

A2		2071-2100													
WD	CZ	A (km <sup>2</sup> )	P (m)	P (mm)	V (hm <sup>3</sup> )	Etr (m)	Etr (mm)	Etr (hm <sup>3</sup> )	R (hm <sup>3</sup> )	Αδιαπέρατοι	Ημιπερατοί	Προσχωματικοί	Καρστικοί	I (hm <sup>3</sup> )	I+R (hm <sup>3</sup> )
1	WP	7301	0.50	504.37	3682.4	0.47	465.63	3399.6	-326.40	2331 km <sup>2</sup>	1300 km <sup>2</sup>	1230 km <sup>2</sup>	2440 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	40%		
										35.3	19.7	62.0	492.3	609.2	282.8
3	EP	8477	0.35	349.46	2962.4	0.33	326.86	2770.8	-660.74	1634 km <sup>2</sup>	838 km <sup>2</sup>	1012 km <sup>2</sup>	4993 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										17.1	14.6	35.4	785.2	852.3	191.6
4,5	WG	20211	0.68	682.58	13795.6	0.49	490.99	9923.4	641.50	8034 km <sup>2</sup>	1138 km <sup>2</sup>	1456 km <sup>2</sup>	9583 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	45%		
										164.5	23.3	99.4	2943.5	3230.7	3872.2
6,7,8	CEG	29063	0.39	392.09	11395.3	0.39	390.28	11342.7	-1485.86	10310 km <sup>2</sup>	3500 km <sup>2</sup>	6904 km <sup>2</sup>	8349 km <sup>2</sup>		
										2%	3%	10%	35%		
										80.8	41.2	270.7	1145.7	1538.5	52.6
9,10	WCM	23832	0.44	442.92	10555.7	0.38	382.37	9112.6	284.01	8139 km <sup>2</sup>	5298 km <sup>2</sup>	7343 km <sup>2</sup>	3052 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										108.1	117.3	325.2	608.3	1159.0	1443.0
11,12	EMT	18457	0.47	470.28	8680.0	0.42	421.60	7781.5	82.75	10377 km <sup>2</sup>		5567 km <sup>2</sup>	2513 km <sup>2</sup>		
										4%		7%	37%		
										195.2		183.3	437.3	815.7	898.5
total					51071			44331	-1465					8206	6741

A: Επιφάνεια, P: βροχόπτωση, V: όγκος νερού, Etr: Πραγματική Εξατμισιοδιαπονή, R: Επιφανειακή Απορροή, I: κατείσδυση, CZ: κλιματική ζώνη, WD: υδατικό διαμέρισμα  
Οι εκτάσεις των υδατικών διαμερισμάτων και των λιθολογικών σχηματισμών καθώς επίσης και των συντελεστών κατείσδυσης προέρχονται από τις ΔΧΜ του ΥΠΙΑΝ

Πίνακας 3.16: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ. Σενάριο B2 (περίοδος 2021 – 2050).

B2		2021-2050													
WD	CZ	A (km <sup>2</sup> )	P (m)	P (mm)	V (hm <sup>3</sup> )	Etr (m)	Etr (mm)	Etr (hm <sup>3</sup> )	R (hm <sup>3</sup> )	Αδιαπέρατοι	Ημιπερατοί	Προσχωματικοί	Καρστικοί	I (hm <sup>3</sup> )	I+R (hm <sup>3</sup> )
1	WP	7301	0.61	614.97	4489.9	0.54	543.20	3965.9	-218.85	2331 km <sup>2</sup>	1300 km <sup>2</sup>	1230 km <sup>2</sup>	2440 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	40%		
										43.0	24.0	75.6	600.2	742.8	524.0
3	EP	8477	0.47	471.15	3993.9	0.41	405.50	3437.4	-592.61	1634 km <sup>2</sup>	838 km <sup>2</sup>	1012 km <sup>2</sup>	4993 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										23.1	19.7	47.7	1058.6	1149.1	556.5
4,5	WG	20211	0.88	876.55	17716.0	0.51	513.37	10375.7	3191.42	8034 km <sup>2</sup>	1138 km <sup>2</sup>	1456 km <sup>2</sup>	9583 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	45%		
										211.3	29.9	127.6	3780.0	4148.8	7340.2
6,7,8	CEG	29063	0.47	467.55	13588.4	0.40	396.47	11522.6	231.25	10310 km <sup>2</sup>	3500 km <sup>2</sup>	6904 km <sup>2</sup>	8349 km <sup>2</sup>		
										2%	3%	10%	35%		
										96.4	49.1	322.8	1366.3	1834.5	2065.8
9,10	WCM	23832	0.55	550.10	13110.0	0.43	430.02	10248.2	1422.26	8139 km <sup>2</sup>	5298 km <sup>2</sup>	7343 km <sup>2</sup>	3052 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										134.3	145.7	403.9	755.5	1439.5	2861.7
11,12	EMT	18457	0.62	618.31	11412.1	0.49	485.82	8966.8	1372.86	10377 km <sup>2</sup>		5567 km <sup>2</sup>	2513 km <sup>2</sup>		
										4%		7%	37%		
										256.6		240.9	574.9	1072.5	2445.4
Total					64310			48517	5406				10387	15794	

A: Επιφάνεια, P: βροχόπτωση, V: όγκος νερού, Etr: Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή, R: Επιφανειακή Απορροή, I: κατείδυση, CZ: κλιματική ζώνη, WD: υδατικό διαμέρισμα  
Οι εκτάσεις των υδατικών διαμερισμάτων και των λιθολογικών σχηματισμών καθώς επίσης και των συντελεστών κατείδυσης προέρχονται από τις ΔΧΜ του ΥΠΙΑΝ

Πίνακας 3.17: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ. Σενάριο B2 (περίοδος 2071 - 2100).

B2		2071-2100													
WD	CZ	A (km <sup>2</sup> )	P (m)	P (mm)	V (hm <sup>3</sup> )	Etr (m)	Etr (mm)	Etr (hm <sup>3</sup> )	R (hm <sup>3</sup> )	Αδιαπέρατοι	Ημιπερατοί	Προσχωματικοί	Καρστικοί	I (hm <sup>3</sup> )	I+R (hm <sup>3</sup> )
1	WP	7301	0.58	584.03	4264.0	0.55	547.14	3994.7	-436.13	2331 km <sup>2</sup>	1300 km <sup>2</sup>	1230 km <sup>2</sup>	2440 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	40%		
										40.8	22.8	71.8	570.0	705.5	269.3
3	EP	8477	0.44	440.76	3736.3	0.40	401.68	3405.0	-743.72	1634 km <sup>2</sup>	838 km <sup>2</sup>	1012 km <sup>2</sup>	4993 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										21.6	18.5	44.6	990.3	1075.0	331.3
4,5	WG	20211	0.85	849.10	17161.2	0.52	521.96	10549.3	2592.94	8034 km <sup>2</sup>	1138 km <sup>2</sup>	1456 km <sup>2</sup>	9583 km <sup>2</sup>		
										3%	3%	10%	45%		
										204.7	29.0	123.6	3661.6	4018.9	6611.8
6,7,8	CEG	29063	0.45	447.23	12997.8	0.40	402.40	11695.0	-451.92	10310 km <sup>2</sup>	3500 km <sup>2</sup>	6904 km <sup>2</sup>	8349 km <sup>2</sup>		
										2%	3%	10%	35%		
										92.2	47.0	308.8	1306.9	1754.8	1302.9
9,10	WCM	23832	0.53	531.73	12672.2	0.43	430.79	10266.6	1014.19	8139 km <sup>2</sup>	5298 km <sup>2</sup>	7343 km <sup>2</sup>	3052 km <sup>2</sup>		
										3%	5%	10%	45%		
										129.8	140.9	390.4	730.3	1391.4	2405.6
11,12	EMT	18457	0.59	593.21	10948.9	0.49	487.41	8996.1	923.78	10377 km <sup>2</sup>		5567 km <sup>2</sup>	2513 km <sup>2</sup>		
										4%	7%	37%			
										246.2	231.2	551.6	1029.0	1952.8	
total					61780			48907	2899				9975	12874	

A: Επιφάνεια, P: βροχόπτωση, V: όγκος νερού, Etr: Πραγματική Εξατμισοδιαπνοή, R: Επιφανειακή Απορροή, I: κατείσδυση, CZ: κλιματική ζώνη, WD: υδατικό διαμέρισμα  
Οι εκτάσεις των υδατικών διαμερισμάτων και των λιθολογικών σχηματισμών καθώς επίσης και των συντελεστών κατείσδυσης προέρχονται από τις ΔΧΜ του ΥΠΙΑΝ

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων κάθε παραμέτρου του υδρολογικού ισοζυγίου για κάθε ενδεχόμενο σενάριο οδήγησε στα εξής συμπεράσματα:

Πίνακας 3.18: Εκτίμηση της μεταβολής των παραμέτρων  $V$  (όγκος βροχής) και  $I+R$  (υδατικό δυναμικό) του γενικευμένου υδρολογικού ισοζυγίου ανά κλιματικό σενάριο και ανά περίπτωση, εκφρασμένες %.

	A1B		A2		B2	
2021 - 2050	$V$	$I+R$	$V$	$I+R$	$V$	$I+R$
	- 8%	- 20%	- 8%	- 19%	- 3%	- 7%
	A1B		A2		B2	
2071 - 2100	$V$	$I+R$	$V$	$I+R$	$V$	$I+R$
	- 14%	- 37%	- 22%	- 54%	- 14%	- 30%

Η σύγκριση των παραπάνω τιμών με τα σημερινά δεδομένα οδηγεί στο συμπέρασμα της μείωσης των τιμών ύψους βροχής κατά 3 – 7% και του συνολικού υδατικού δυναμικού κατά 7 – 20%, για την περίοδο 2021-2050, και 14 – 22% επί της βροχόπτωσης και 30 – 54% του υδατικού δυναμικού για την περίοδο 2071-2100, στο σύνολο της επικράτειας.

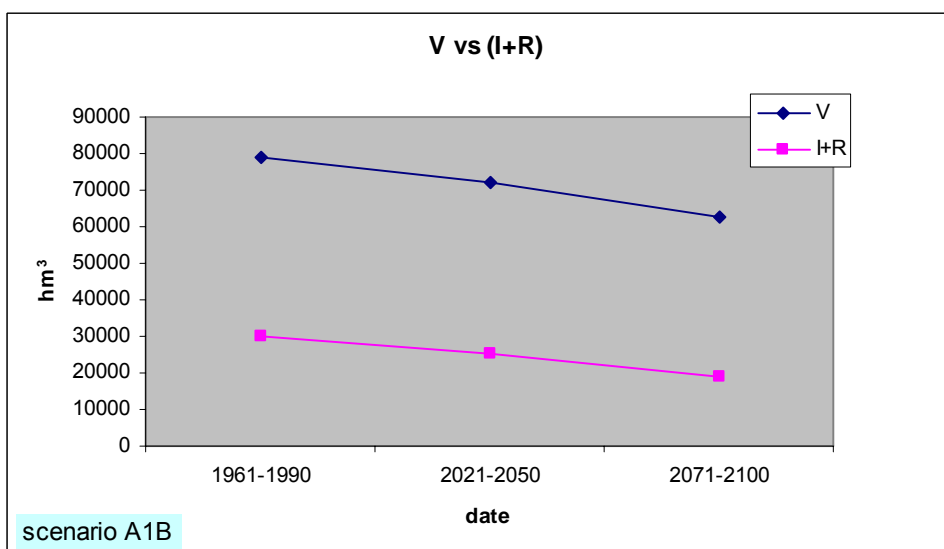
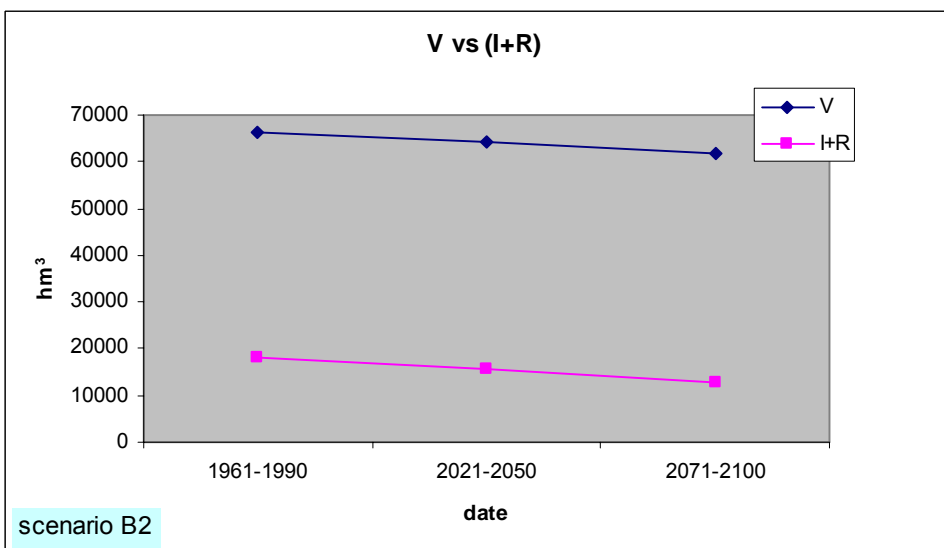
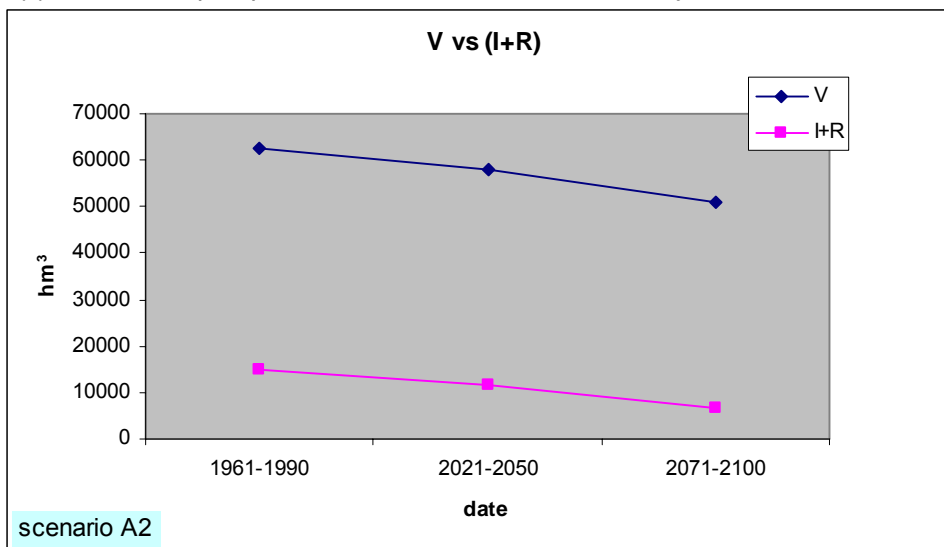
Τα παραπάνω συμπεράσματα σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το 75 – 80% περίπου του συνολικού υδατικού δυναμικού της χώρας αποτελεί μέρος της ζήτησης νερού προς άρδευση γίνεται αντιληπτό πως η μεταβολή αυτή θα έχει άμεσες συνέπειες στο είδος και έκταση των καλλιεργειών, σε συνδυασμό με τις αλλαγές αγροτικών πρακτικών.

### 3.1.5.1.1 Διαγράμματα συσχέτισης όγκου νερού βροχής προς όγκο νερού κατεΐσδυσης και επιφανειακής απορροής.

Προκειμένου να απεικονιστεί η συσχέτιση του όγκου νερού βροχής  $V$  ( $\text{hm}^3$ ) με τον όγκο νερού κατεΐσδυσης  $I$  ( $\text{hm}^3$ ) και τον όγκο νερού που ρέει επιφανειακά, κατασκευάστηκαν τα παρακάτω διαγράμματα με βάση τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου για τις περιόδους 2021 – 2050 και 2071 – 2100, για κάθε σενάριο.



**Διάγραμμα 13<sup>ο</sup>:** Μεταβολή του V και του I+R από το 1961 έως το 2100



## 6 Δυνατότητες προσαρμογής και αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (Σχετική προσαρμογή της Εκθεσης Stern στην Ελληνική πραγματικότητα)

➤ **Η προσαρμογή είναι καθοριστική σε σχέση με τις αναπόφευκτες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τις οποίες ο κόσμος, ήδη, υφίσταται.** Θα είναι εξαιρετικώς σπουδαία για τις αναπτυσσόμενες χώρες, που θα κτυπηθούν σκληρότερα και συντομότερα από την κλιματική αλλαγή.

Η έλλειψη μέτρων προσαρμογής θα δημιουργήσει μια κατάσταση, ανάλογη εκείνης των αναπτυσσόμενων χωρών λόγω της απουσίας, όχι καλής ή κακής, αλλά, έστω, στοιχειώδους, εφαρμογής σχεδίου συνδυασμένης υδατικής διαχείρισεως. Στην απουσία αυτή, εκτός των γενικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (μείωση βροχοπτώσεων, αύξηση θερμοκρασίας, εξατμίσεως και αναγκών υδατικής καταναλώσεως) θα πρέπει να προστεθούν η αλόγιστη άρδευση το καλοκαίρι με κανονάκια και κατακλύσεις, οι απώλειες νερού από τα παλιά τμήματα των υδρευτικών δικτύων των πόλεων και η συνεχόμενη αύξηση στην υδατική κατανάλωση λόγω αυξήσεως του πληθυσμού (τουριστικού και γενικότερου), της συνεχούς βελτιώσεως του επιπέδου ζωής, με άμεση σύνδεση με την υδατική κατανάλωση (επέκταση εξοχικών κατοικιών, πάρκων, συνθηκών καθημερινότητας κ.α.). Σε όλα αυτά θα πρέπει να προστεθούν και οι δευτερογενείς επιπτώσεις, όπως η αυξημένη εξατμισιοδιαπνοή, η αυξημένη άρδευση και η συνεχής επιδεινώση από την αλλαγή των χρήσεων γης, κυρίως από τη μετατροπή αγροτικών περιοχών σε τουριστικές.

➤ **Η προσαρμογή μπορεί να περιορίσει τις επιπτώσεις, αλλά δεν μπορεί, μόνη της, να λύσει το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής.** Η προσαρμογή θα είναι σπουδαία στο να περιορίσει τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Οποσδήποτε, ακόμα και με προσαρμογή, θα υπάρξουν υπολειμματικά κόστη. Παράδειγμα, αν οι αγρότες μεταπηδήσουν και προσαρμοστούν σε μεγαλύτερη κλιματική αντίσταση, θα έχουν μικρότερη παραγωγή.

Τέτοια μεταπήδηση αγροτών ή άλλων μεγάλων υδατικών καταναλωτών (π.χ Τουρισμός, η βασική ελληνική Βιομηχανία) δεν είναι εφικτή με απουσία σχεδίου υδατικής διαχείρισεως. Τα έκτακτα μέτρα, σύμφωνα με τις τοπικές συνθήκες, τις πολιτικές και οικονομικές συνθήκες, τις εποχιακές ανάγκες, τις απαιτήσεις της αγοράς, την ΚΑΠ, το ισοζύγιο εισαγωγών και εξαγωγών και το πολιτικό κόστος, θα λύσουν κάποια προβλήματα, αλλά θα δημιουργήσουν ή θα επιδεινώσουν άλλα. Τα υπολειμματικά κόστη (residual costs) πιθανώς θα μειωθούν, αλλά τα συνολικά οφέλη (net and gross benefit of adaptation) από την προσαρμογή, δεν θα αυξηθούν, σε ποσότητα και ένταση.

➤ **Υπάρχουν όρια στο τι η προσαρμογή μπορεί να πετύχει.** Καθώς το μέγεθος και η ταχύτητα της αμείωτης κλιματικής αλλαγής αυξάνει, η σχετική αποτελεσματικότητα της προσαρμογής θα μειωθεί. Για τα φυσικά συστήματα, υπάρχουν σαφή όρια ως προς την ταχύτητα με την οποία είδη και οικοσυστήματα μπορούν να μεταναστεύσουν ή θα προσαρμοστούν. Για τις ανθρώπινες κοινωνίες,

υπάρχουν, επίσης, όρια, για παράδειγμα, αν ανέλθει το ύψος της θάλασσας, κάποιες περιοχές χωρών θα γίνουν ακατοίκητες.

Τα δύο πρώτα μηνύματα – κλειδιά αφορούσαν, αποκλειστικώς, συμβατικές υδατικές χρήσεις, ενώ στο σημείο αυτό, υπεισέρχεται η επιβίωση των φυσικών συστημάτων, όπου τα υδατικά συστήματα έχουν την απόλυτη προτεραιότητα, καθώς από αυτά εξαρτώνται και τα υπόλοιπα. Τα σαφή όρια μεταβολών των φυσικών συστημάτων δεν είναι και τόσο σαφή, παρά μόνο ως προς την αρνητική τους εξέλιξη. Ωστόσο, η πιο πιθανή εξέλιξη είναι η αγνόηση της οικολογικής παροχής και στάθμης, (της ελάχιστης παροχής ποταμού ή της ελάχιστης στάθμης λίμνης, για τη συντήρηση του οικοσυστήματος) για την κάλυψη άμεσων υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών. Η κατάκλυση παραθαλάσσιων περιοχών από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας είναι κοινό παγκόσμιο πρόβλημα, στην Ελλάδα, πάντως, θα εμφανιστεί με ιδιαίτερη οξύτητα, λόγω της φυσιογραφίας της χώρας και των χρήσεων γης.

➤ **Χωρίς δυνατό και έγκαιρο περιορισμό, τα φυσικά όρια και τα κόστη προς την προσαρμογή θα αυξηθούν γρήγορα.** Αυτό θα συμβεί, ειδικώς, στις αναπτυσσόμενες χώρες και υπογραμμίζει την ανάγκη για πίεση στην κατεύθυνση προς τον περιορισμό.

Η διαμόρφωση της καταστάσεως στην Ελλάδα είναι προδιαγεγραμμένη, κατά τα προηγούμενα, από την έλλειψη ή κακή υδατική διαχείριση και χωρίς την αντιμετώπιση των διαπιστωμένων μεγάλων απωλειών.

➤ **Η προσαρμογή, στις περισσότερες περιπτώσεις, θα προσφέρει τοπικά οφέλη, αντιληπτά χωρίς χρονοτριβή, σε αντίθεση με τον περιορισμό.** Επομένως, κάποια προσαρμογή θα συμβεί από μόνη της, όπως μεμονωμένες αντιδράσεις σε σχέση με την αγορά ή τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Πολλές, θα λάβουν χώρα σε τοπικό επίπεδο. Η αυτόνομη προσαρμογή μπορεί να επιφέρει κόστος στα πτωχότερα τμήματα της κοινωνίας.

Ως προς το τελευταίο, η Ελλάδα δεν μπορεί να αποτελέσει εξαίρεση, καθώς η τιμή του νερού, των προϊόντων και των υπηρεσιών, που συνδέονται με το νερό, θα γίνουν δυσβάστακτα για το συγκεκριμένο τμήμα της κοινωνίας.

➤ **Η προσαρμογή, όμως είναι σύνθετη και πολλοί περιορισμοί πρέπει να αντιμετωπιστούν. Οι κυβερνήσεις έχουν ένα ρόλο να παίξουν στην εφαρμογή της προσαρμογής, αρχίζοντας τώρα, προσφέροντας πολιτικές και οικονομικές οδηγίες και σχετική υποστήριξη στον ιδιωτικό τομέα και στους πολίτες.** Άλλες πλευρές της προσαρμογής, όπως μείζονες αποφάσεις στο θέμα των υποδομών, θα απαιτήσουν μεγαλύτερες προβλέψεις και σχεδιασμούς, ενώ σε άλλο πεδίο, όπως γνώση και τεχνολογία, θα αφορούν ένα παγκόσμιο όφελος.

Και η περίπτωση αυτή δείχνει την απόλυτη αναγκαιότητα εφαρμογής σχεδίου συνδυασμένης υδατικής διαχείρισεως και αντιμετώπισεως διαπιστωμένων μεγάλων υδατικών απωλειών. Μελέτες σε τομείς ευαίσθητους στο κλίμα, σημειώνουν πολλές πλευρές προσαρμογής, που θα προσφέρουν όφελος, με αύξηση του σχετικού κόστους. Αλλά, η ποσοτική πληροφόρηση στα κόστη και στα οφέλη της οικονομίας της ευρείας προσαρμογής, είναι, προς το παρόν, περιορισμένη.

➤ **Ο ρόλος της προσαρμογής.** Η προσαρμογή είναι ένα ζωτικό τμήμα στην αντιμετώπιση της προκλήσεως της κλιματικής αλλαγής. Είναι ο μόνος δρόμος στη σχέση με αναπόφευκτες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τις οποίες υφίσταται, ήδη, ο κόσμος και, επιπροσθέτως, προσφέρει την ευκαιρία για την προσαρμογή της οικονομικής δραστηριότητας σε τρωτούς τομείς και την υποστήριξη βιώσιμης αναπτύξεως.

Η Ελλάδα είναι από τις χώρες, που, ήδη, υφίστανται τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τόσο πρωτογενώς (αύξηση θερμοκρασιών και εξατμισοδιαπνοών, αύξηση της γενικής υδατικής καταναλώσεως, μείωση προσφερόμενου νερού, τουλάχιστον εκείνου που μπορεί να εμπλουτίσει τους υπόγειους υδροφορείς κ.λπ.) είτε δευτερογενώς (αύξηση του κόστους εισαγομένων προϊόντων, εντατικοποίηση των αρδεύσεων, σε διαφωνία με την ΚΑΠ, προεόρτια περιβαλλοντικών μεταναστών κ.α.). Η ανατροπή του καθεστώτος αυτού μπορεί να γίνει μόνο με την προαναφερθείσα εφαρμογή της υδατικής πολιτικής και των άλλων ενεργειών.

➤ **Η προσαρμογή μπορεί να λειτουργήσει σε δύο γενικά επίπεδα. Δημιουργία προσαρμοστικής ικανότητας.**

Δημιουργώντας την πληροφόρηση και τις συνθήκες (κανονιστικές θεσπιστικές επιχειρησιακές), που απαιτούνται για την ενίσχυση της προσαρμογής. Τα μέτρα για τη δημιουργία αυτή κυμαίνονται από την κατανόηση των και των πλευρών της προσαρμογής των δυνητικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (π.χ. κατανόηση της μελέτης των επιπτώσεων και προσδιορισμός των τρωτοτήτων).

Συμπλήρωση των Υπουργικών αποφάσεων για την έναρξη εφαρμογής των διαχειριστικών μελετών (με παράλληλη αναθεώρηση και επικαιροποίησή τους, λόγω παρελεύσεως μεγάλου διαστήματος από την εκπόνησή τους), εκτίμηση των επιπτώσεων ανά λεκάνη απορροής, προσδιορισμός και κλιμάκωση του βαθμού τρωτότητας επιφανειακών και υπογείων υδατικών σωμάτων και άμεσα μέτρα (με παράλληλη έναρξη εφαρμογής της οικονομίας νερού, όπως, αυτή προαναφέρθηκε).

➤ **Απελευθέρωση των ενεργειών προσαρμογής.** Κάνοντας βήματα που θα βοηθήσουν τη μείωση της τρωτότητας σε κλιματικούς κινδύνους ή την εκμετάλλευση ευκαιριών. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν: φύτευση διαφορετικών καλλιεργειών και μεταβολή του χρόνου φυτεύσεως, έρευνα στη φυσική υποδομή για τη προστασία έναντι ειδικών κλιματικών κινδύνων, όπως πλημμυρική προστασία ή νέοι ταμιευτήρες.

Αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, μέσα στο πλαίσιο ενός ανάλογου σχετικού εθνικού σχεδιασμού, των αρδευτικών συστημάτων, εμμέσως (μεταβολή του χρόνου φυτεύσεως ή άλλα γεωπονικά μέτρα) και αμέσως εκσυγχρονισμός των αρδευτικών συστημάτων.

➤ **Οι προοπτικές της προσαρμογής.** Μερικές προσαρμογές θα συμβούν από μόνες τους, ως μεμονωμένες αντιδράσεις σε αλλαγές στη φύση, στην αγορά ή σε άλλες περιπτώσεις. Άλλες επιπτώσεις θα χρειαστούν μεγαλύτερες προβλέψεις και σχεδιασμούς. Η προσαρμογή διαφέρει από το μετριασμό διότι: στις περισσότερες περιπτώσεις προσφέρει τοπικό όφελος και διότι αυτά τα οφέλη μπορούν να επιτευχθούν χωρίς μεγάλους χρόνους καθυστέρησης. Πολλές δράσεις θα γίνουν «αυτομάτως», από μεμονωμένους δράστες, όπως οικογένειες, και επιχειρηματίες, σε

αντίδραση στην υπάρχουσα ή αναμενόμενη κλιματική αλλαγή, χωρίς την ενεργή μεσολάβηση της πολιτείας. Αυτό είναι γνωστό σαν αυτόνομη προσαρμογή.

Σε αντίθεση, η καθοδηγούμενη, πολιτικώς, προσαρμογή μπορεί να οριστεί ως το αποτέλεσμα μιας μελετημένης πολιτικής απόφασης, αυτό που, μερικές φορές, αναφέρεται σαν σχεδιασμένη προσαρμογή. Η έκταση στην οποία η κοινωνία μπορεί να βασιστεί σε αυτόνομη προσαρμογή για να μειώσει τα κόστη από την κλιματική αλλαγή, ουσιαστικώς, προσδιορίζει την αναγκαιότητα για παραπέρα πολιτικές αποφάσεις.

Η διάκριση ανάμεσα σε μακράς και μικρής διάρκειας προσαρμογή (ως τεκμαίρεται, διάρκειας εφαρμογής και διάρκεια επιτεύξεως της προσαρμογής) συνδέεται με τα κατάλληλα βήματα και την ευελιξία και προσαρμοστικότητα των επιλογών της προσαρμογής. Στην προσαρμογή μικρής διάρκειας, η κλιματική αλλαγή αντιμετωπίζεται με κεφαλαιοποιημένο απόθεμα (π.χ. φυσικές υποδομές), έτσι ώστε οι κύριες διαθέσιμες επιλογές περιορίζονται από δεδομένα της παραγωγής (π.χ. ένας αγρότης μπορεί να σταματήσει τη καλλιέργεια και να αναβάλει τη φύτευση, περιμένοντας τις προβλέψεις για καλύτερες καιρικές συνθήκες). Από την άλλη πλευρά, μείζονες επενδύσεις στην άρδευση δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν ανεπηρέαστες από μια τέτοια χρονική κλίμακα. Η αποτίμηση τέτοιων επενδύσεων απαιτεί προσδοκίες ως προς τα κόστη και τα οφέλη μερικών δεκαετιών, που δημιουργεί μια πρόκληση στις απαιτήσεις ως προς την πρόβλεψη των εξελίξεων του κλίματος και του καιρού. Αν το κλίμα μεταβάλλεται πιο γρήγορα από ό, τι είχε προβλεφθεί, η υποδομή αχρηστεύεται πριν από τη προγραμματισμένη διάρκεια ζωής της ή απαιτεί δαπανηρές τροποποιήσεις για την προσαρμογή της στα πραγματικά δεδομένα.

Η αυτόνομη προσαρμογή είναι ένας μεγάλος κίνδυνος για τα υδατικά συστήματα της Ελλάδας, μιας χώρας που (και) στο υδατικό περιβάλλον διακρίνεται από τη στρεβλή νομοθεσία (περιοριστικά μέτρα στην περίπτωση των ιδιωτικών γεωτρήσεων), παραβίαση, αγνόηση ή καταχρηστική εφαρμογή της νομοθεσίας. Γενικώς, λόγω της πλημμελούς ενασχολήσεως του κράτους με την ικανοποίηση των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών, στο πλαίσιο τεκμηριωμένων αποφάσεων, κυριαρχεί μια «υδατική αυτοδικία», με αιχμές τις παράνομες γεωτρήσεις τις παράνομες συνδέσεις, τις υπεραντλήσεις, τις ρυπάνσεις και το παράνομο εμπόριο νερού.

Η πολιτικώς καθοδηγούμενη προσαρμογή δεν μπορεί να είναι αξιόπιστη και, μάλιστα, να μην είναι επιζήμια αντί ευεργετική, αν δεν βασίζεται σε πλήρες σχέδιο συνδυασμένης υδατικής διαχείρισεως και σε διορθωτικές επεμβάσεις περιορισμού των μεγάλων υδατικών απωλειών.

Το κεφαλαιοποιημένο απόθεμα, στην περίπτωση των υδατικών συστημάτων, δεν μπορεί παρά να είναι (από πριν προετοιμασμένο):

- εθνικό χωροταξικό σχέδιο, όπου η χρήση των, επιφανειακών και υπογείων, υδατικών σωμάτων και οι χρήσεις γης θα περιγράφονται και θα περιφρουρούνται
- εφαρμογή του εθνικού σχεδίου υδατικής διαχείρισεως, προσαρμοσμένη στις εκάστοτε συνθήκες, που θα ελέγχεται πλήρως και αυστηρώς
- εκσυγχρονισμός των αρδευτικών συστημάτων
- εκσυγχρονισμός των αστικών υδρευτικών συστημάτων
- υδατικά αχρησιμοποίητα αποθέματα

- αύξηση υδατικών απολήψεων με τους περιορισμούς που επιβάλλει η κάθε περίπτωση
- επαναχρησιμοποίηση χρησιμοποιημένων νερών
- τεχνητός εμπλουτισμός υδροφόρων οριζόντων

➤ **Η προσαρμογή θα συμβεί, στην πράξη, σε αντίδραση σε ειδικά κλιματικά γεγονότα και στο πλαίσιο κοινωνικοοικονομικών αλλαγών**

Οι μεταβολές του κλίματος και του καιρού (π.χ. εμφάνιση ισχυρότερων και συχνότερων πλημμυρών και καταιγίδων), είναι ένα πρώτο βήμα για προσαρμογή. Η επαύξηση των αντιδράσεων στην προετοιμασία για μελλοντικές επιπτώσεις, είναι το δεύτερο βήμα π.χ. η χρησιμοποίηση πιο ανθεκτικών καλλιεργειών στην ξηρασία ή η βελτίωση της αντιπλημμυρικής προστασίας. Πολλές προσαρμογές θα προκληθούν από τη μεταβολή του κλίματος και, ιδιαιτέρως από τα μεταβολή του καιρού, όπως καλοκαίρια θερμά με κύματα καταιγίδων, που θα είναι σημαντικά προειδοποιητικά σήματα στην κατεύθυνση της διασποράς της γνώσης και της πληροφορίας. Επίσης, πολλές αποφάσεις προσαρμογής εμπλέκονται, σε ένα βαθμό, σε συνήθειες και έθιμα, ιδιαιτέρως δράσεις που συνδέονται με μικρά μεγέθη πόρων. Αυτό, μπορεί να περιορίσει την έκταση των προσαρμογών, που είναι προσανατολισμένες στη μεγιστοποίηση του καθαρού οφέλους, με μια οικονομική και κοινωνική έννοια.

Η επαγρύπνηση και η από τώρα αντιμετώπιση του θέματος εμφανίζεται επιτακτική. Στο πεδίο των υδατικών συστημάτων, αυτό οδηγεί, εκ νέου, σε πλήρες σχέδιο συνδυασμένης υδατικής διαχείρισεως και σε διορθωτικές επεμβάσεις περιορισμού των μεγάλων υδατικών απωλειών. Εμφανίζεται, επίσης, η ειδική περίπτωση των μικρών δράσεων, που θα αποτελέσουν εξαίρεση στη γενική εφαρμογή των κανόνων της καθοδηγούμενης προσαρμογής, δράσεις που σε ορισμένες περιοχές (π.χ. νησιά) ή σε ορισμένες χρήσεις (π.χ. τουρισμός) μπορούν να ακυρώσουν τη γενική προσπάθεια και όλη την τεκμηρίωση της υδατικής διαχείρισεως. Ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να αποτελέσουν εξαιρέσεις (π.χ. Κασταλία πηγή στους Δελφούς) αλλά η γενίκευση κρύβει μεγάλες και μη αντιστρεπτές επιπτώσεις.

➤ **Οι αποφάσεις για το χρόνο και το σύνολο των προσαρμογών απαιτούν τη σύγκριση κόστους – οφέλους.**

Μια αποτίμηση κάθε ειδικής μεθόδου προσαρμογής, θα πρέπει να περιέχει τη σύγκριση του οφέλους, που προκύπτει από τις επιπτώσεις που αποφεύγονται με το κόστος, καταλλήλως εκτιμώμενο στο χρόνο.

**Κόστη και οφέλη της προσαρμογής**

Τύπος προσαρμογής	Υφιστάμενο κλίμα (T <sub>0</sub> )	Μεταβλημένο κλίμα (T <sub>1</sub> )
Προσαρμογή στο υφιστάμενο κλίμα (A <sub>0</sub> )	Υφιστάμενο κλίμα. Η κοινωνία προσαρμόζεται στο υφιστάμενο κλίμα (T <sub>0</sub> , A <sub>0</sub> ) ή Βασική Περίπτωση	Μεταβλημένο κλίμα. Η κοινωνία προσαρμόζεται στο υφιστάμενο κλίμα (T <sub>1</sub> , A <sub>0</sub> )
Προσαρμογή στο μεταβλημένο κλίμα (A <sub>1</sub> )	Υφιστάμενο κλίμα. Η κοινωνία προσαρμόζεται στο μεταβλημένο κλίμα (T <sub>0</sub> , A <sub>1</sub> )	Μεταβλημένο κλίμα. Η κοινωνία προσαρμόζεται στο μεταβλημένο κλίμα (T <sub>1</sub> , A <sub>1</sub> )

Ποικίλες περιπτώσεις κόστους και οφέλους προκύπτουν από τον παραπάνω πίνακα, με βάση τις κατευθύνσεις:

Ζημιά κλιματικής αλλαγής, είναι η απώλεια ευημερίας, συνδεδεμένη με μετακίνηση από το βασικό κλίμα (πάνω αριστερά) σε μεταβλημένο κλίμα χωρίς προσαρμογή (πάνω δεξιά)  $W(T_1, A_0) - W(T_0, A_0)$

Καθαρά οφέλη προσαρμογής, είναι η μείωση της ζημιάς, που επιτυγχάνεται με προσαρμογή στο μεταβλημένο κλίμα, αφαιρώντας το πάνω δεξιά κουτί από το κάτω δεξιά κουτί:  $W(T_1, A_1) - W(T_1, A_0)$

Ζημιά κλιματικής αλλαγής μετά την προσαρμογή, είναι η διαφορά ανάμεσα σε κοινωνική ευημερία, στο κάτω δεξιά κουτί, και στο πάνω αριστερά κουτί:  $W(T_1, A_1) - W(T_0, A_0)$ .

Κόστος σχεδιασμού για την κλιματική αλλαγή	Κίνδυνοι κλιματικής αλλαγής	
	Χαμηλός	Υψηλός
Χαμηλό	Χαμηλός κίνδυνος	Σχεδιασμός για την κλιματική αλλαγή
Υψηλό	Μη σχεδιασμός για την κλιματική αλλαγή	Υψηλός κίνδυνος

Στην Ελλάδα, όπως και σε ολόκληρο σχεδόν, τον κόσμο, το θέμα των υδατικών συστημάτων και των υδατικών χρήσεων περιγράφεται ακριβώς από τους προηγούμενους πίνακες, με τον ίδιο τρόπο που περιγράφονται όλες οι «φυσικές υποδομές», στο πεδίο των χρήσεων γης, των φυσικών πόρων και της επαναδιαθέσεως, στο περιβάλλον, των υποπροϊόντων της ανθρώπινης δραστηριότητας.

## 7 Συμπεράσματα

Συμπεραίνεται ότι η κλιματική αλλαγή θα επιδράσει αρνητικά στον τομέα των υδάτινων πόρων σε όλα τα υδατικά διαμερίσματα και κάτω από όλα τα ενδεχόμενα σενάρια, ως εξής:

- Γενική μειωμένη τροφοδοσία και ανανέωση του νερού των υδροφόρων οριζόντων από τη μείωση των βροχοπτώσεων και την αύξηση της εξατμισοδιαπνοής
- Αύξημένη υφαλμύρωση των παρακτίων και υποθαλασσίων υδροφόρων οριζόντων, ιδιαιτέρως των καρστικών, με προέλαση προς τη ενδοχώρα του μετώπου υφαλμυρώσεως, λόγω του μειωμένου δυναμικού της χερσαίας υδατικής φάσης, από τη μειωμένη τροφοδοσία και την υπεράντληση.
- Αύξηση της συγκεντρώσεως ρυπαντικού φορτίου στα παράκτια υδατικά σώματα και στη θάλασσα λόγω μικρότερης αραιώσεως
- Εντατικοποίηση της αποδομήσεως των δελταϊκών περιοχών, που, ήδη έχει ξεκινήσει λόγω της κατασκευής εγκάρσιων φραγμάτων στην ανάντη ζώνη (μείωση απορροής και στερεοπαροχής) και παραλλήλων αναχωμάτων στην

πεδινή ζώνη του δέλτα (άφιξη μεταφερόμενου υλικού σε ένα και μοναδικό στόμιο)

- Ρύπανση ή αποξήρανση των παράκτιων υγροτόπων
- Επιδείνωση του φαινομένου της ερημοποίησης λόγω υδατικού ελλείμματος και εδαφικών μεταβολών (συμπυκνώσεις στεγανοποιήσεις κ.λπ.)

**Η σύγκριση των εκτιμηθεισών μελλοντικών τιμών με τα σημερινά δεδομένα οδηγεί στο συμπέρασμα της μείωσης των τιμών ύψους βροχής κατά 3 – 7% και του συνολικού υδατικού δυναμικού κατά 7 – 20%, για την περίοδο 2021-2050, και 14 – 22% επί της βροχόπτωσης και 30 – 54% του υδατικού δυναμικού για την περίοδο 2071-2100, στο σύνολο της επικράτειας.**

Τα παραπάνω συμπεράσματα σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το 75 – 80% περίπου του συνολικού υδατικού δυναμικού της χώρας αποτελεί μέρος της ζήτησης νερού προς άρδευση γίνεται αντιληπτό πως η μεταβολή αυτή θα έχει άμεσες συνέπειες στο είδος και έκταση των καλλιεργειών, σε συνδυασμό με τις αλλαγές αγροτικών πρακτικών.

Οι πλέον τρωτές κλιματικές ζώνες, στις οποίες και καταγράφεται το μεγαλύτερο κόστος, είναι η Κεντρική, Ανατολική και η Δυτική Ελλάδα, και από την Β. Ελλάδα ιδιαίτερος η Κεντρική Μακεδονία. Ωστόσο φαίνεται πως υπάρχουν σημαντικά περιθώρια για την εφαρμογή δράσεων προσαρμογής.

Προτείνεται η έρευνα της επιστημονικής κοινότητας και η μέριμνα όσων ασκούν πολιτική, να στραφεί στη διερεύνηση των δράσεων προσαρμογής. Η καταγραφή και η μελέτη υδρολογικών, υδρογεωλογικών και οικονομοτεχνικών δεδομένων σε χωρικό επίπεδο, συγκρίσιμο με το χώρο δράσης εταιριών παροχής υπηρεσιών ύδρευσης, μπορεί να τροφοδοτήσει ένα νέο κύκλο έρευνας για τη διερεύνηση των αποδοτικότερων δράσεων προσαρμογής σε κατάλληλο χωρικό επίπεδο και χρονικό ορίζοντα.



## 8 Βιβλιογραφία

- COST action 620 (2004). Vulnerability and risk mapping for the protection of the carbonate (karst) aquifers, *Final Report, EUR 20912*
- COST action 621 (2004). Groundwater management of coastal karstic aquifers, *Final Report EUR 20911*
- ΕΔΕΥΑ (2007). “Υλικό Οικονομικής Επιτροπής”. Διαθέσιμο (1/2011) στο: <http://www.edeya.gr/material.php>
- Erhard-Cassegrain A., Margat J. L’ eau, matière première. Resources, Utilisations, Besoins et Demandes, Coût et Prix, Prelevements et Consommations, *Aide-Memoire Terminologique, B.R.G.M. 78 SGN 674 HYD, Orléans*
- European Commission, Environment, Technical Report 2007/001
- European Environment Agency (2009): “Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought”. EEA Report. Διαθέσιμο (1/2011): [http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe/at_download/file)
- IPCC (2007). Report on Global Climatic Changes
- Marinos P., Stournaras G., Karotsieris Z. (1990). Ensembles karstiques et dispersion des écoulements souterrains en Grèce du NW. Le cas des bassins de rivières Louros et Arakhthos. *Intern. Conf. Ground Water in Mountainous Regions, I.A.H., I.A.H.S., Symp. 5-8 Mémoires V. XXII Part 2, pp. 872-882, Lausanne*
- Mariotti A., Zeng N., Yoon J. H., Artale V., Navarra A., Alpert P., Laurent Z X Li (2008). Mediterranean water cycle changes: transition to drier 21st century conditions in observations and CMIP3 simulations, *Environment Research Letters, 3, 4, 2008*
- Milly, P., C., D., Dunne, K., A., Vecchia, A., V. (2005). Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate, *Nature 438: 347–350*.
- Skoullou M. (2010): Climate change in the Mediterranean region: Possible threats and responses” in “Water Management, Water Security and Climate Change Adaptation: Early Impacts and Essential Responses”, by Claudia Sadoff and Mike Muller, *GWP, TEC background papers No 14*
- Σούλιος Γ. (2010): Γενική Υδρογεωλογία, τόμος 1<sup>ος</sup>, *University Studio Press, Θεσσαλονίκη*
- Stournaras G (1998): “Ground Water and Nitrates in Greece. An Overview.” *Journal of Environmental Hydrology v. 6, P4*.
- Stournaras G. (1999). Correlating morphometric parameters of Greek Rhone-type deltas. Hydrogeologic and environmental aspects, *Environmental Geology, V 38/1, No 1*
- Stournaras G. (2008). Hydrogeology and vulnerability of limited extension fissured rocks islands, *Ecology & Hydrobiology, Vol. 8, NO 2-4, p. 391-399*
- Stournaras G. (2010). The water in Mediterranean, in “*Losing Paradise*”: *The Water Crisis in the Mediterranean, Ashgate Publishing Ltd, UK*
- Stournaras G., Leonidopoulou D., Yoxas G. (2007). Geoenvironmental approach of Tinos Wetlands (Aegean Sea, Hellas), *35th International Congress of IAH, Groundwater and Ecosystems, Lisbon, Portugal*
- Stournaras G., Migiros G., Stamatis G., Evelpidou N., Botsialas C., Antoniou V., Vasilakis E. (2007). The fractured rocks in Hellas, *Groundwater Hydrology, Special Volume*
- Στουρνάρας Γ. (2007). Νερό. Περιβαλλοντική Διάσταση και Διαδρομή, *Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη*
- ΥΠΕΧΩΔΕ (2003). Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης Των Υδατικών Πόρων Της Χώρας, Αθήνα
- ΥΠΕΧΩΔΕ (2008). “Εφαρμογή των οικονομικών πυλών του άρθρου 5 της Κοινοτικής Οδηγίας περί Υδάτων 2000/60/ΕΚ στην Ελλάδα”. Αθήνα