

Εκδόνηση:
ΙΓΜΕ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

**Διεύθυνση Υδατικού Δυναμικού
και Φυσικών Πόρων**

ΣΧΕΔΙΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3
Εκτίμηση υπόγειου υδατικού δυναμικού



ΑΘΗΝΑ
Νοέμβριος 1996

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ**

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ
ΕΛΛΑΔΟΣ**

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΑΘΗΝΑ

1996

"ἡδὺς ἀπορρυμώτερον ὑδῶρ.

Ποσειδώνιος

135-51 π.χ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΣΥΝΟΨΗ	
ABSTRACT	
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1 - 4
II. Η ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	4 - 7
III. ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	7 - 11
IV. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ	11
IV. 1 Στρωματογραφία	11 - 13
IV. 2 Τεκτονική	13 - 17
V. ΓΕΝΙΚΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	17 - 27
V.1 Υδρογεωλογική συμπεριφορά των χαλαρών ιζηματογενών πετρωμάτων	18 - 20
V.2 Υδρογεωλογική συμπεριφορά συνεκτικών ιζηματογενών πετρωμάτων (πλην ανθρακικών)	20 - 22
V.3 Υδρογεωλογική συμπεριφορά μεταμορφωμένων και μαγματικών πετρωμάτων (πλην ανθρακικών)	22 - 23
V.4 Υδρογεωλογική συμπεριφορά ανθρακικών σχηματισμών	23 - 27
VI. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ	27 - 28
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (01)	1.1 - 1.7
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΒΟΡ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (02)	2.1 - 2.5
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (03)	3.1 - 3.8
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (04)	4.1 - 4.9
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ (05)	5.1 - 5.21
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ (06)	6.1 - 6.15
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (07)	7.1 - 7.32
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (08)	8.1 - 8.18
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (09)	9.1 - 9.13
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (10)	10.1 - 10.9
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (11)	11.1 - 11.13
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ (12)	12.1 - 12.16
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ (13)	13.1 - 13.16
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ (14)	14.1 - 14.9

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΥΝΟΨΗ

Η πολύπλοκη εν γένει γεωλογική δομή της χώρας, διαμορφώνει εξ ίσου πολύπλοκες "υδρογεωλογικές συνθήκες" με φυσική συνέπεια, τα επί μέρους δημιουργούμενα υπόγεια υδροφόρα συστήματα να παρουσιάζουν σημαντική ετερογένεια και ανισοτροπία ως προς την οργάνωση και τον τρόπο λειτουργίας τους.

Τα ανωτέρω συνεπάγονται σημαντικές δυσκολίες τόσο στην ακριβή οριοθέτηση των διαφόρων υδροφόρων συστημάτων, την προσέγγιση αντιπροσωπευτικών τιμών των υδραυλικών κ.λ.π. παραμέτρων και την εκτίμηση των αποθεμάτων, όσο και στη μελέτη της δίαιτάς τους και την πρόβλεψη εξέλιξης των αποθεμάτων σε φυσικές και δυναμικές συνθήκες.

Σε γενικές γραμμές, η υδρογεωλογική εικόνα στα υδατικά διαμερίσματα συντίθεται από ένα ή περισσότερα υδροφόρα συστήματα, εντός του δευτερογενώς υδροπερατού συμπαγούς - διαρρηγμένου ανθρακικού υποβάθρου (καρστικά συστήματα ενδορωγματικής ροής) και από τα επικρεμάμενα αυτού υδροφόρα συστήματα επικείμενων πρωτογενώς και δευτερογενώς υδροπερατών χαλαρών, ενίοτε συμπαγών νεωτέρων αποθέσεων (κοκκώδες σύστημα ενδοπορικής - ενδορωγματικής ροής).

Παρά τις επί μέρους διαφοροποιήσεις, πρόκειται για υπόγειες υδροφορίες, πολύ μεγάλης συνολικά δυναμικότητας και στις δύο περιπτώσεις. Η υδρογεωλογική εικόνα συμπληρώνεται με τις μικρής δυναμικότητας εκλεκτικής φύσεως υδροφορίες, που δημιουργούνται και συντηρούνται εντός ημιπερατών σχιστογενευσιακών κ.λπ. πετρωμάτων, λόγω δευτερογενούς πορώδους.

Από πλευράς ΙΓΜΕ, εδόθη έμφαση στην οριοθέτηση των διαφόρων υδροφόρων οριζόντων ή συστημάτων σε ανθρακικούς, προσχωματικούς και λοιπούς σχηματισμούς (γεωλογικά, υδρολογικά και υδρογεωλογικά όρια), στην εκτίμηση των αποθεμάτων και την καταγραφή της ποιοτικής τους κατάστασης σε φυσικές (στατικές) κατά κανόνα συνθήκες.

Όπως είναι επόμενο, στο στάδιο αυτό της έρευνας, ο βαθμός προσέγγισης των υπόγειων αποθεμάτων νερού και της ποιοτικής τους κατάστασης, είναι ανάλογος προς την υπάρχουσα για κάθε περίπτωση υδρογεωλογική,

υδρολογική, υδροχημική κ.λπ. πληροφόρηση και αναφέρεται στα μέσα ρυθμιστικά αποθέματα.

Συνοπτικά το υπόγειο υδατικό δυναμικό της χώρας, όπως προκύπτει από την παρούσα μελέτη, είναι της τάξεως των $20 \times 10^9 \text{ m}^3$. Εξ' αυτού τα $14,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ ή ποσοστό 71% αναλογεί σε αποθέματα συστημάτων ενδορωγματικής ροής (καρστικά υδροφόρα συστήματα), τα $4,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ ή το 21% σε αποθέματα συστημάτων ενδοπορικής συνήθως, ενίοτε ενδορωγματικής ροής (υδροφόρα συστήματα νεωτέρων αποθέσεων) και τα υπόλοιπα $1,7 \times 10^9 \text{ m}^3$ ή 8% σε αποθέματα συστημάτων ενδορωγματικής ροής εντός ημιπερατών σχιστογενευσιακών κ.λπ. πετρωμάτων.

Ένα σημαντικό μέρος του δυναμικού αυτού εκφορτίζεται μέσω πηγών και προσμετράται στην επιφανειακή απορροή.

Από ποιοτική άποψη διαπιστώνεται η καταλληλότητα για κάθε χρήση και κυρίως για ύδρευση και άρδευση ενός μεγάλου ποσοστού των υπογείων εν γένει νερών της χώρας, ενώ ένα αξιόλογο επίσης υδατικό δυναμικό αφορά τα θερμομεταλλικά και ειδικής σύστασης νερά.

Τέλος ένας σημαντικός τομέας του όλου υπογείου υδροφόρου συστήματος είναι ποιοτικά απαξιωμένος είτε από φυσικά αίτια είτε από ανθρώπινες δραστηριότητες.

ABSTRACT

The complicated geological structure of the country, develops equally complicated "hydrogeological conditions".

Consequently, the various aquifer systems show great heterogeneity and anisotropy as far as their pattern and mechanism are concerned.

As a consequence, all the above lead to significant difficulties principally associated with the precise definition of the boundaries of the various aquifer systems, the estimation of representative values for their hydraulic properties and other parameters, the evaluation of their resources, the knowledge of their discharge - patterns as well as the prediction of the evolution of reserves in both natural and dynamic terms.

In the Water Districts, the hydrogeological image mostly is consisted of one or more aquifer systems located in the secondarily permeable compact-faulted carbonate substratum (karstic systems of fissure flow), as well as of the water tables located in the overlying primarily and secondarily permeable loose or sometimes compact neogene and quaternary deposits (porous system of intergranular - fissure flow). In both cases, these are aquifers of very high total potential, despite the various alterations they show locally. The hydrogeological image is completed with the low-potential aquifers of preferable flow, located and fed in the semipermeable schists, gneiss and alike rocks, due to their secondary porosity.

From IGME point of view, emphasis is placed upon the definition of the limits of the various aquifers or systems in carbonates, neogene and quaternary deposits and other rocks (geological, hydrological and hydrogeological limits), the evaluation of the aquifer resources and the recording of their quality mostly under natural static conditions.

As it is obvious, in this phase of the study, the quantitative and qualitative approximation of groundwater reserves is based, in all cases, on existing hydrogeological, hydrological, hydrogeochemical and other information and is referred to the mean regulating reserves.

Briefly, the groundwater potential of the country, as it is calculated in the present study, is of the rate of $20 \times 10^9 \text{ m}^3$. An amount of $14,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ or 71% corresponds to the reserves of fissure flow systems (karstic aquifers), an amount of $4,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ or 21% corresponds mainly to the reserves of intergranular flow systems (porous aquifers) and sometimes to the fissure flow systems (aquifer systems of post-alpine deposits) and the rest $1,6 \times 10^9 \text{ m}^3$ or 8% corresponds to the reserves of fissure flow systems in semipermeable schists, gneiss and alike rocks.

A significant percentage of this potential is discharged from springs and it is added to the surface runoff.

As far as the quality is concerned, also a significant percentage of groundwater of the country is not proper for the most uses, due to natural causes and human activities as well.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστή ασφαλώς σε όλους η σημασία του νερού ως φυσικού αγαθού για τη διατήρηση της ζωής, όπως και η καθοριστική του σημασία, σε κάθε αναπτυξιακή προσπάθεια ώστε να είναι βέβαιο, ότι κανένα αναπτυξιακό έργο, όσο τεκμηριωμένο και αν είναι δεν μπορεί να επιτύχει τους στόχους του, εάν στερείται της επιβαλλόμενης υδρογεωλογικής στήριξης για την εξασφάλιση και διατήρηση των αναγκαίων υδατικών πόρων.

Επισημαίνεται επίσης, ότι η κατά κεφαλή κατανάλωση νερού, αποτελεί έναν από τους βασικούς δείκτες του βιοτικού επιπέδου μιας κοινωνίας.

Είναι επίσης γνωστά τα προβλήματα που αντιμετωπίζουμε σήμερα σχετικά με τους υδατικούς μας πόρους. Τα προβλήματα αυτά είναι πολλά και σύνθετα και συνδέονται :

- με την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση νερού για διάφορες χρήσεις.
- με τις συνεχώς αυξανόμενες περιβαλλοντικής φύσεως δυσμενείς επιπτώσεις λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.
- με τις επαναλαμβανόμενες περιόδους ξηρασίας.
- με την έλλειψη συντονισμού, επικάλυψη αρμοδιοτήτων και ανταγωνιστικών πολλές φορές δραστηριοτήτων μεταξύ των διαφόρων φορέων βασικής και εφαρμοσμένης υδρογεωλογικής και υδρολογικής έρευνας.
- και κυρίως με την έλλειψη σχεδίων ορθολογικής εκμετάλλευσης και προστασίας των υδατικών μας πόρων.

Από όσα συνοπτικά αναφέρθηκαν αναδύεται και η αναγκαιότητα της "διατήρησης" των υδατικών μας πόρων και ως υποχρέωσή μας έναντι των επερχομένων γενεών.

Για την επίτευξη του στόχου αυτού είναι αναγκαία η εκτίμηση του υπόγειου υδατικού δυναμικού και η προχωρημένη γνώση των ποσοτικών και ποιοτικών του διακυμάνσεων και μεταβολών σε ετήσια και υπερετήσια βάση και σε φυσικές και δυναμικές συνθήκες, γεγονός που περιγράφει μια σύνθετη και επίπονη διαδικασία, συναρτώμενη με ένα πλήθος δυσκόλως προσεγγιζομένων, στο χώρο και στο χρόνο παραμέτρων.

Λόγω της φύσεως του αγαθού αυτού, η ποσοτική του προσέγγιση αν και αναγκαία, επισκιάζεται από την ποιοτική διάσταση του προβλήματος, το οποίο ανάγεται στην προστασία των υδατικών μας πόρων δι' όλων των μέσων (περιορισμός κατανάλωσης, ελεγχόμενη διάθεση αποβλήτων, ελεγχόμενες απολήψεις, επανάκτηση- επαναχρησιμοποίηση, κ.λπ.) ώστε να αποτραπεί η μετατώπιση του προβλήματος, "επάρκεια" νερού προς την κατεύθυνση της "ποιοτικής του απαξίωσης", προς μια δηλαδή κατάσταση όπου ενδεχόμενη επάρκεια θα είναι άνευ αντικειμένου.

Το ΙΓΜΕ από της ιδρύσεως του (ΙΓΕΥ) περιέλαβε στους ερευνητικούς προσανατολισμούς του το αντικείμενο της υδρογεωλογίας και έκτοτε υλοποιεί στο βαθμό που το αφορά τους στόχους της εθνικής υδατικής πολιτικής, σχεδιάζοντας και εκτελώντας εκτεταμένα προγράμματα βασικής και εφαρμοσμένης υδρογεωλογικής έρευνας προς την κατεύθυνση της μελέτης των υπογείων υδροφόρων συστημάτων της χώρας, την αποτίμηση του υπόγειου υδατικού δυναμικού και την καταγραφή της ποιοτικής του κατάστασης τόσο σε φυσικές όσο και σε δυναμικές συνθήκες.

Ειδικότερα στο σχέδιο έρευνας "των υπογείων νερών της χώρας" από πλευράς ΙΓΜΕ, εντάσσονται μεταξύ άλλων ερευνητικές δραστηριότητες για την κάλυψη υδρευτικών, αρδευτικών και άλλων αναγκών Δήμων και Κοινοτήτων, έρευνες για την υποστήριξη αναπτυξιακών προγραμμάτων σε περιφερειακό επίπεδο και συνήθως σε κλίμακα υδρολογικής λεκάνης ή νομού αλλά και σε εθνική κλίμακα ως μελέτες δίαυτων υπόγειων υδροφόρων συστημάτων, διασυννοριακών νερών (ποταμών, λιμνών), μελέτες για την αξιοποίηση θερμομεταλλικών, ιαματικών και ειδικής σύστασης νερών, υδρογεωλογικές μελέτες περιβαλλοντικής σκοπιμότητας για τη διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων, αστικών απορριμμάτων, λυμάτων, κ.λπ. και ειδικής φύσεως έρευνες και μελέτες, ως ποσοτικής ανάκαμψης και ποιοτικής αποκατάστασης υπόγειων υδροφόρων συστημάτων (τεχνητός εμπλουτισμός), εκπόνηση υδρογεωλογικών σχεδίων βέλτιστης λειτουργίας ορυχείων, κ.λπ.

Εξίσου σημαντικές δραστηριότητες αφορούν στην εκπόνηση υδρογεωλογικών, υδροχημικών και άλλων ειδικών χαρτών σε διάφορες κλίμακες και στην δημιουργία τράπεζας υδρογεωλογικής εν γένει πληροφορίας.

Δεν προσφέρεται ο χώρος για λεπτομερή παρουσίαση των ειδικότερων ανά υδατικό διαμέρισμα προβλημάτων σχετικά με τους υπόγειους υδατικούς πόρους και των απόψεων του ΙΓΜΕ για την έρευνα και ορθολογική αξιοποίηση του υπόγειου υδατικού δυναμικού της χώρας.

Το βέβαιον είναι, ότι ο μεγάλος βαθμός ανομοιογένειας και ανισοτροπίας που χαρακτηρίζει τους λιθοστρωματογραφικούς, ιζηματογενείς, τεκτογενετικούς, νεοτεκτονικούς, παλαιογεωγραφικούς, ευστατικούς, κ.λπ. χαρακτήρες των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν τη χώρα, ως επακόλουθο της πολύπλοκης γεωλογικής δομής, συνεπάγεται εξίσου πολύπλοκες υδρογεωλογικές συνθήκες, οι οποίες αποτυπώνονται στην οργάνωση και την λειτουργία των υπογείων υδροφόρων συστημάτων και προσδίδουν στο πρόβλημα "διαχείρισης των υπόγειων υδατικών πόρων", τον χαρακτήρα μιας σύνθετης και επίπονης συνεχούς διαδικασίας, συναρτώμενης με ένα πλήθος δυσκόλως προσεγγιζομένων στον χρόνο και στο χώρο υδρογεωλογικών, υδρολογικών, υδροχημικών, κ.λπ. παραμέτρων.

Τα ανωτέρω συνεπάγονται λεπτομερή και αξιόπιστη έρευνα οριοθέτησης των υπογείων υδροφόρων συστημάτων, εκτίμησης του υδατικού δυναμικού τους και της ποιοτικής του κατάστασης, προβλέψεων εξέλιξης των αποθεμάτων σε δυναμικές συνθήκες και επιβεβαίωση- επικαιροποίηση τους (ποσοτική-ποιοτική) σε συνδυασμό και με τις κλιματικές τάσεις και αλλαγές, από τις οποίες εξαρτάται εν πολλοίς η διαθεσιμότητα των υπόγειων νερών.

Προς την κατεύθυνση αυτή το ΙΓΜΕ θα συνεχίσει ασφαλώς να δραστηριοποιείται αξιοποιώντας στον μέγιστο δυνατό βαθμό την γεωλογική, υδρογεωλογική, υδρολογική, υδροχημική κ.λπ. πληροφόρηση που διαθέτει λόγω της αναγνωρισμένης και διεθνώς επιτυχούς 50 ετούς του πορείας.

Η παρούσα εργασία έγινε για λογαριασμό του Υπ. Ανάπτυξης από τους Υδρογεωλόγους Α.Μόρφη, Μ. Παγούνη και Γ. Γκιώνη και στηρίχτηκε στα στοιχεία μελετών του ΙΓΜΕ αλλά και άλλων φορέων καθώς και στην γραπτή ή προφορική πληροφόρηση για το θέμα, των πιό κάτω υπευθύνων κατά περιοχές Υδρογεωλόγων του ΙΓΜΕ Σ. Βεργής, Α. Βιτωρίου, Γ. Γκιώνη, Ι. Γεωργουλής, Θ. Γκέρτσος, Η. Δάνδολος, Δ. Δημητρόπουλος, Κ. Ζαγκούρογλου, Ν. Κακαβάς, Ε. Καλούση, Μ. Καλογιαννάκης, Κ. Καλούμενος, Π. Καμμάς,

I. Καραγγελής, Μ.Κνιθάκης, Ι.Κοϊνάκης, Ν. Κουρμούλης, Μ. Λαζαρίδου, Α. Μανάκος, Δ. Μαραβέγιας, Α. Μόρφης, Κ. Νίκας, Ε. Νικολάου, Μ. Παγούνης, Κ. Παπαδόπουλος, Α. Παπακωνσταντίνου, Π. Παπαπέτρος, Χ. Παπασπυρόπουλος, Α. Πολυχρονάκη, Χ. Σμυρνιώτης, Α. Στάμος, Σ. Στουρνάρα, Κ. Σφέτσος, Ν. Τασιός, Σ. Τζιμούρτας, Β. Τσιούμας, Φ. Χαρμανίδης.

Οι Μ. Λαγοδήμου, Ε. Δέλλιου και Ε. Αργυροπούλου επιμελήθηκαν των σχεδιαστικών κ.λπ. συναφών εργασιών, παρουσίασης του παρόντος τεύχους.

Τον συντονισμό του έργου είχε ο Υδρογεωλόγος Α. Μόρφης.

II. Η ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η γεωμορφολογική εξέλιξη μιας περιοχής είναι αποτέλεσμα της ταχύτητας και της έντασης των εξωγενών διεργασιών που δρουν στην περιοχή, σε συνδυασμό με τις ενδογενείς δυνάμεις, εις τρόπον ώστε το θεωρητικό "Πανεπίπεδο", φυσική συνέπεια των εξωγενών διεργασιών, (αποσάθρωση, διάβρωση, μεταφορά, απόθεση) να μην επιτυγχάνεται λόγω της ενδογενούς δράσης

Μεταξύ των εξωγενών παραγόντων, πρωτεύοντα ρόλο στην δημιουργία του αναγλύφου διαδραματίζει το νερό και η διαβρωτική του ενέργεια.

Οι επιφανειακές απορροές ρυθμίζονται από την λιθολογία, την τεκτονική, το κλίμα, την βλάστηση, την κλίση της επιφάνειας και από την ανθρώπινη επέμβαση.

Επακόλουθο της σύνθετης αλληλεπίδρασης των παραγόντων αυτών είναι η δημιουργία του υδρογραφικού δικτύου μιας περιοχής, ως τελικό αποτέλεσμα της σχέσης "αποχέτευση επιφανειακών νερών" και "ρυθμιστικές παραμέτροι της εν γένει πορείας τους".

Συνεπεία των ανωτέρω, οι υδρογραφικές παράμετροι μιας λεκάνης απορροής είναι συνάρτηση της γεωλογικής και τεκτονικής δομής και έχουν άμεση σχέση με την υδροπερατότητα των πετρωμάτων και κατ'επέκταση με την επιφανειακή απορροή.

Η ανάλυση των αριθμητικών μεγεθών των μορφομετρικών και υδρογραφικών παραμέτρων (μέσες κλίσεις, υψόμετρα, επιφάνειες, πυκνότητα-συχνότητα

δικτύου, κλπ.) δίδουν μια πρώτη εικόνα τόσο της κατανομής των θερμοκρασιών και του σχετικού μεγέθους των εκ τούτων απωλειών νερού (εξάτμιση), όσον και της κατανομής των βροχοπτώσεων και της αναγωγής τους σε κατεισδύον (εμπλουτισμός υδροφορέων) και επιφανειακό νερό (απορροές) μέσα στη λεκάνη απορροής.

Παράλληλα ο εντοπισμός των αποκλίσεων της εξέλιξης του υδρογραφικού δικτύου απο την ιδανική κατάσταση ισορροπίας, επιτρέπει την αναγνώριση των αιτίων που ευθύνονται για την απόκλιση αυτή, γεγονός που παρουσιάζει τόσο θεωρητικό όσο και πρακτικό ενδιαφέρον.

Μέχρις ότου ο ευρύτερος Ελληνικός χώρος αποκτήσει τον σημερινό σύνθετο μορφογενετικό τύπο, πέρασε από διάφορα στάδια ανανέωσης του αναγλύφου του τα οποία συνδέονται αφ'ενός μεν με αντίστοιχα Προνεογενή και νεότερα τεκτονικά γεγονότα και αφ'ετέρου με την επακολουθήσασα διαδικασία αποσάθρωσης, διάβρωσης, μεταφοράς και απόθεσης σε κάθε περίπτωση χέρσευσης της περιοχής.

Ειδικότερα στην σημερινή γεωμορφολογική εικόνα της περιοχής συνέβαλλαν οι τεκτονικές διεργασίες της τριτογενούς και κύρια της τεταρτογενούς περιόδου.

Με την πτύχωση και εν συνεχεία διάρρηξη των τριτογενών και νεογενών ιζημάτων η δημιουργηθείσα χέρσος αποτελεί τον παλαιογεωγραφικό χώρο δράσης του τέταρτου και τελευταίου μεγάλου κύκλου διαβρώσεως, μεταφοράς των προϊόντων αυτών και απόθεσης των πλειστοκαινικών σχηματισμών που με τη σειρά τους υπέστησαν σημαντική διάβρωση κατά περιοχές.

Η γεωμορφολογική εικόνα ολοκληρώνεται με την είσοδο της θάλασσας κατά περιοχές κυρίως στο ανώτερο Διλλούβιο και τις μετέπειτα ανοδικές κινήσεις, που αποτυπώνονται στις αναβαθμίδες των χειμάρρων, ενώ στους ιστορικούς χρόνους λαμβάνουν χώρα καθοδικές κινήσεις όπως διαπιστούται από αρχαία έργα που σήμερα βρίσκονται υπό την θάλασσα.

Μεγάλο τμήμα της χώρας καλύπτεται ως γνωστόν από ανθρακικά πετρώματα επι των οποίων παρατηρείται μια ποικιλία καρστικών μορφών απο τις πιό επιφανειακές μέχρι τις πιό εξελιγμένες, ως πόλγες κ.λ.π.

Φαινόμενα καρστικοποίησης απαντούν στους Κρητιδικούς ασβεστολίθους ενώ δεν απουσιάζουν τόσο από τους Τριαδικούς ασβεστολίθους και ιουρασικούς και τους τραβερτίνες του Νεογενούς όσο και από τα ανθρακικά μεταμορφωμένα πετρώματα.

Στην επιφάνεια των ασβεστολιθικών σχηματισμών παρατηρούνται κατά κανόνα μικρές κοιλότητες που επικοινωνούν συνήθως μεταξύ των και προσδίδουν στο πέτρωμα σπογγώδη υφή, καθώς και επιμήκη έγκοιλα παράλληλα προς τα βασικά συστήματα διακλάσεων ενίοτε πληρωμένα με αργιλικά ερυθροχρώματα.

Σε ωρισμένες περιπτώσεις τα έγκοιλα αυτά πληρούνται από μεταλλεύματα γεγονός που υποδηλοί ότι τα έγκοιλα αυτά έχουν δημιουργηθεί σε παλαιότερες περιόδους χέρσευσης της περιοχής.

Η εις βάθος καρστικοποίηση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων είναι πολλές φορές σημαντική και καθοριστική για την διαμόρφωση και λειτουργία των καρστικών υδροφόρων συστημάτων της περιοχής.

Το επίπεδο ενεργού αποκάρστωσης, όπως και γεωτρητικά έχει διαπιστωθεί, συναντάται ολίγον άνω του επιπέδου της θάλασσας, και συνήθως σε μέσα αρνητικά υψόμετρα περί τα -20 μ. και συνδέεται με το εκεί δημιουργούμενο εκάστοτε καρστικό υδροφόρο σύστημα. Στις παραλιακές ζώνες αποκάρστωσης βυθίζεται πολλές φορές λόγω τεκτονικών αιτιών σε βάθη έως και 150 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Γενικά διακρίνονται πολλά επίπεδα αποκάρστωσης σε σχέση με το σημερινό επίπεδο της θάλασσας, ως αποτέλεσμα τεκτονικών και ευστατικών αιτιών.

Συνήθης επίσης είναι η παρουσία επιφανειών επιπέδωσης, διαβρωσιγενούς ή προσχωσιγενούς προέλευσης, με γενικό προσανατολισμό από Δ προς Α έως ΒΔ-ΝΑ, σχετιζόμενο με τις αντίστοιχες διαρρήξεις και κατακόρυφες μετακινήσεις της νεότερης τεκτονικής.

Η κλιμακωτή διάταξη των επιφανειών επιπέδωσης επί των μετααλπικών κυρίως σχηματισμών είναι αποτέλεσμα του κλιμακωτού τύπου τεκτονικής που έδωσε η γένεση στα μεγάλα τεκτονικά βυθίσματα.

Σε γενικές γραμμές σημειώνοντας τα κατωτέρω σχετικά με τη γεωμορφολογική εικόνα του Ελληνικού χώρου.

- Τεκτονικά αίτια και λιθολογικοί παράγοντες αποτυπώνονται πάνω στις μορφομετρικές και υδρογραφικές παραμέτρους και ελέγχουν την σημερινή μορφολογική εικόνα του Ελληνικού χώρου και την εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου.
- Το σημερινό ανάγλυφο έχει άμεση σχέση με τις γεωλογικές - τεκτονικές συνθήκες της πλειο-τεταρτογενούς περιόδου και χαρακτηρίζεται, από την παρουσία μεγάλων τεκτονικών τάφρων, πεδινών εκτάσεων, ορεινών συγκροτημάτων και εκτεταμένων παραθαλάσσιων περιοχών με συνολικό μήκος ακτών περί τα 15.000 km.

Το 75% της εκτάσεως της χώρας είναι ορεινό και λοφώδες. Οι πεδινές περιοχές αποτελούν μόνον το 25%. Το μέσο υψόμετρο της χώρας υπολογίζεται περί τα 500 μ.

Σχεδόν όλες οι οροσειρές, παρουσιάζουν ΒΔκό - ΝΑκό προσανατολισμό. Η κύρια οροσειρά της Πίνδου διαιρεί την χώρα στην ανατολική και δυτική περιοχή. Οι κύριες ακτές, καθώς και η πλειονότητα των ποταμών ακολουθούν την ίδια ΒΔκη / ΝΑκη διεύθυνση.

- Το υδρογραφικό δίκτυο χαρακτηρίζεται γενικώς από ασύμμετρη ανάπτυξη λόγω τεκτονικών και λιθολογικών αιτιών και από επεισοδιακή απορροή λόγω της μεγάλης κατείσδυσης στους τεκτονισμένους και αποκαρστωμένους ασβεστολιθικούς κυρίως σχηματισμούς.

Οι αριθμητικές τιμές των υδρογραφικών παραμέτρων σε ανθρακικές λεκάνες είναι σημαντικά μικρές, γεγονός που μεταφράζεται σε υπεροχή της κατείσδυσης έναντι της απορροής.

III. ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Ο Ελληνικός χώρος περιλαμβάνεται μεταξύ των παραλλήλων 34° και 42° βόρειο πλάτος και έχει τα χαρακτηριστικά του καλούμενου Μεσογειακού κλίματος, που είναι απαλλαγμένο από το ισχυρό ψύχος των βορείων περιοχών και από τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες των τροπικών και ισημερινών περιοχών.

Στον Ελληνικό χώρο παρατηρείται μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, ως αποτέλεσμα γεωγραφικών και δυναμικών παραγόντων. Στους γεωγραφικούς

παράγοντες αναφέρονται, η μεγάλη ποικιλία του αναγλύφου (συχνή εναλλαγή ξηράς - θάλασσας και σημαντικές υψομετρικές διαφορές) καθώς και το περιορισμέν βάθος της χώρας. Εκ των δυναμικών παραγόντων κυριώτερο ρόλο στη διαμόρφωση των κλιματικών συνθηκών διαδραματίζουν :

- η συχνή επέκταση στον Ελληνικό χώρο του αντικυκλώνα των Αζορών, ως και του ψυχρού Σιβηρικού αντικυκλώνα κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- η συχνή επέκταση του θερμικού χαμηλού της ΝΔ Ασίας στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου κατά το καλοκαίρι.
- η συχνή διέλευση από τον Ελληνικό χώρο των υφέσεων που προέρχονται από τον Ατλαντικό ή τον κόλπο της Γένοβας ή από τις ακτές της ΒΔ Αφρικής.

Σε γενικές γραμμές η χώρα μας διαιρείται στις κατωτέρω τέσσερες κλιματικές ζώνες :

1. Στην Ορεινή ζώνη που περιλαμβάνει τις οροσειρές του κορμού της χώρας και τους λοιπούς ορεινούς όγκους με κύρια γνωρίσματα, την ισομερή κατανομή των α.κ, την περιορισμένη άνομβρη περίοδο κατά το καλοκαίρι, τις σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, τη μεγάλη περίοδο χιονοπτώσεων και χιονοκάλυψης, τους ισχυρούς ανέμους και τα σημαντικά ποσά νέφωσης.
2. Στη ζώνη Βορείου Ελλάδος (Μακεδονία, Θράκη, Ηπειρος, εσωτερικό Β.Θεσσαλίας) με χαρακτηριστικό, την σχεδόν ισομερή κατανομή των βροχοπτώσεων κατά το χειμώνα και την θερινή περίοδο ξηρασίας, με ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος υπερβαίνον τους 20°C και απόλυτη ελαχίστη θερμοκρασία μέχρι και κάτω των -20°C και μεγάλη συχνότητα παγετών και χιονοπτώσεων.
3. Στη Δυτική ζώνη και νήσων Ιονίου (δυτικές παραθαλάσσιες περιοχές και Ιόνιοι νήσοι) με ήπιους χειμώνες, άφθονες χειμερινές βροχές, σπάνιες χιονοπτώσεις και παγετούς, σχετικά μικρή νέφωση και μεγάλη ηλιοφάνεια.
4. Στη ζώνη Ανατολικής Ελλάδος και νήσων Αιγαίου (ανατολικές ακτές, νήσοι Αιγαίου, Κρήτη), με σχετικά χαμηλές βροχοπτώσεις, με δροσερό καλοκαίρι λόγω των επικρατούντων Ετήσιων ανέμων και θερμοκρασίες κατά το χειμώνα χαμηλότερες από αυτές της Δυτικής ζώνης και κλίμα γενικά ξηρότερο.

Από κλιματολογική άποψη το υδρολογικό έτος στη χώρα μας περιλαμβάνει μία ψυχρή περίοδο που διαρκεί από τα μέσα Οκτωβρίου έως τον Μάρτιο και τη θερμή περίοδο Απριλίου - Σεπτεμβρίου. Οι προηγουμένως αναφερθέντες δυναμικοί παράγοντες, με εξαίρεση το θερμικό χαμηλό της Ανατολικής Μεσογείου, σε συνδυασμό με τους γεωγραφικούς παράγοντες προκαλούν τις συχνές και απότομες μεταβολές του καιρού και διαμορφώνουν το κλίμα της ψυχρής περιόδου.

Κατά τη θερμή περίοδο η διέλευση των υφέσεων του Ατλαντικού βορείως της χώρας έχει ως συνέπεια τις σπάνιες βροχοπτώσεις και την μεγάλη περίοδο ξηρασίας, η οποία διακόπτεται από καταιγίδες αστάθειας, κυρίως στις ορεινές περιοχές και στο εσωτερικό της χώρας, ενώ η σχεδόν μόνιμη παρουσία του ασθενούς αντικυκλώνα της Βαλκανικής και του θερμικού χαμηλού της ανατολικής Μεσογείου προκαλεί τους Ετήσιους ανέμους (μελτέμια), οι οποίοι διαμορφώνουν έναν ιδιαίτερο τύπο κλίματος ειδικότερα στις περιοχές του Αιγαίου.

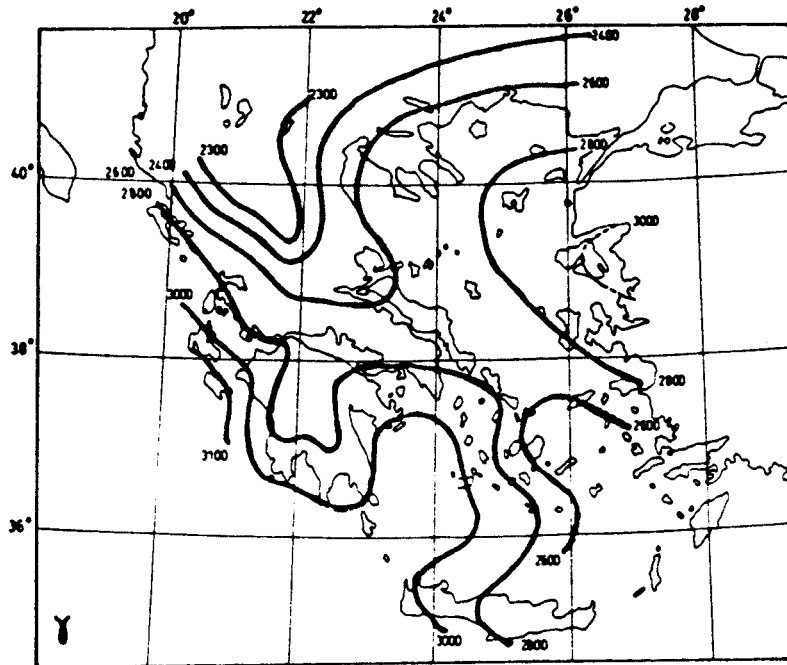
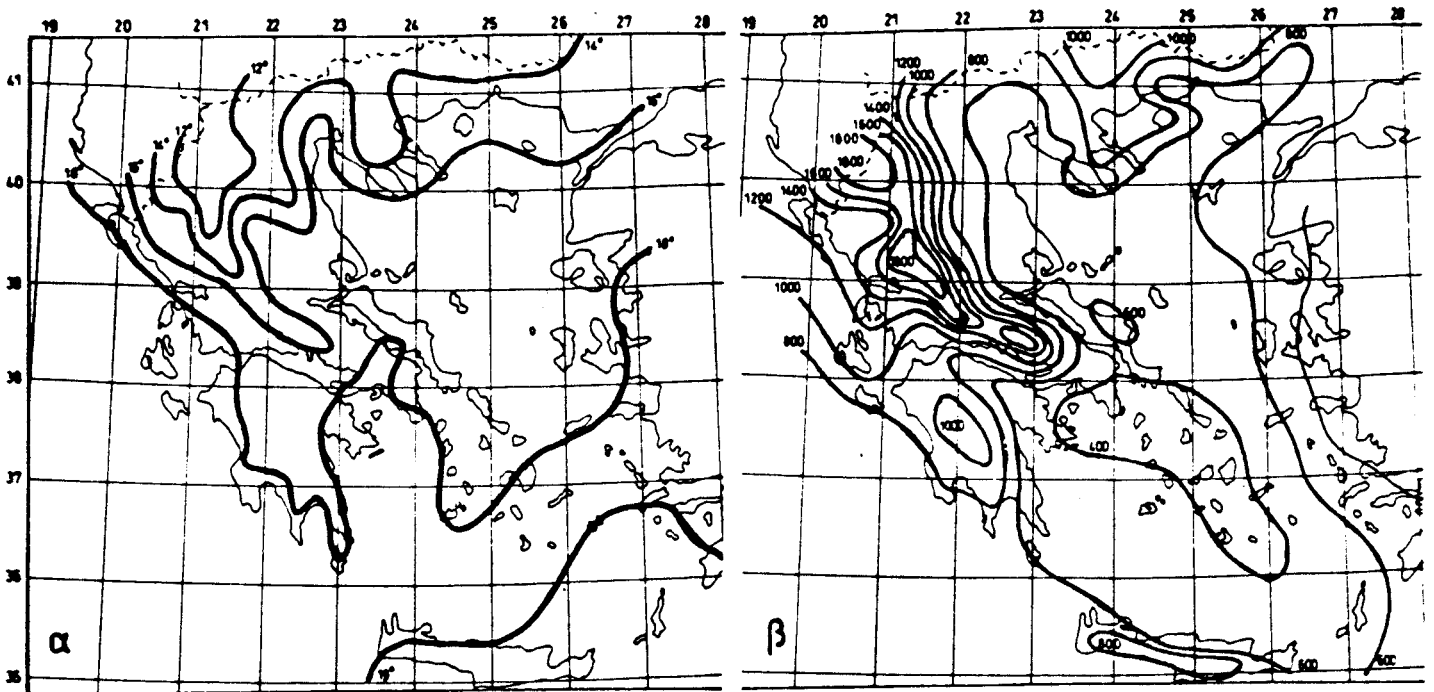
Στην *εικόνα 1* απεικονίζεται παραστατικά η διαφοροποίηση των κλιματικών συνθηκών στις διάφορες κλιματικές ζώνες.

Ως προς τη θερμοκρασία (*εικ. 1α*) ο Ελληνικός χώρος περικλείεται μεταξύ των ισόθερμων 12 και 19.5 °C οι οποίες διατάσσονται κατά κύκλους πλάτους, ενώ στο Αιγαίο αποκλίνουν σαφώς προς νότον. Κατά τη ψυχρή περίοδο η θερμοκρασία αυξάνει από βορρά προς νότο, ενώ το θέρος αντίστοιχη μεταβολή παρατηρείται από την παραλιακή ζώνη προς την ενδοχώρα.

Σε γενικές γραμμές παρατηρείται μία πτώση της θερμοκρασίας από 4 έως 7° C για κάθε 1000 μέτρα αύξησης του υψόμετρου. Το ελάχιστο ετήσιο θερμομετρικό εύρος (13° C) παρατηρείται στο Ν.Α Αιγαίο και το μέγιστο (23° C) στην ορεινή Κεντρική Μακεδονία, με αποτέλεσμα οι επικρατούντες κλιματικοί τύποι στην Κεντρική Μακεδονία, εσωτερικό Θράκης και Ηπειρο να χαρακτηρίζονται ως ηπειρωτικοί, ενώ όσο προχωρούμε προς νότον το κλίμα μεταβάλλεται σε εύκρατο και πλησιάζει προς το θαλάσσιο στις νησιωτικές περιοχές.

- Ως προς την μέση σχετική υγρασία, αυτή κυμαίνεται από 60 έως 70% με υγρότερες περιοχές την Β.δ Ελλάδα, το Βόρειο Ιόνιο και το Β.Α Αιγαίο και ξηρότερες την Αττική και την Αργολίδα. Ο χειμώνας με μέση μηνιαία σχετική υγρασία 80% και πλέον για ορισμένες περιοχές, είναι η πλέον υγρή περίοδος του έτους, ενώ κατά το θέρος οι μέσες μηνιαίες σχετικές υγρασίες είναι της τάξης του 50% .
- Οι επικρατούντες άνεμοι παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές από τόπο σε τόπο. Στις δυτικές περιοχές επικρατούν οι νότιοι άνεμοι κατά την χειμερινή περίοδο και οι βόρειοι κατά το καλοκαίρι, ενώ στις ανατολικές περιοχές και στο Αιγαίο έχουμε την επικράτηση Βορείων ανέμων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Χαρακτηριστικοί άνεμοι είναι οι Ετήσιες (μελέμια), που πνέουν με μεγάλη κανονικότητα από το τέλος Ιουνίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου και οι οποίοι στη Β.Α Ελλάδα και Β. Αιγαίο πνέουν ως βορειοανατολικοί, στο Κεντρικό Αιγαίο ως βόρειοι και στο νότιο Αιγαίο, Κρήτη και Δωδεκάνησα ως βορειοδυτικοί. Πέραν των Ετήσιων υπάρχει ακόμη μία μεγάλη ποικιλία τοπικών ανέμων όπως ο Βαρδάρης στη Θεσ/κη κ.α.
- Ως προς τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, ο βροχομετρικός χαρακτήρας στις διάφορες κλιματικές ζώνες είναι γενικά ίδιος με τη ξηρότητα του κλίματος κατά το καλοκαίρι και τον περιορισμό της βροχερής περιόδου από το τέλος του Φθινοπώρου μέχρι τις αρχές της Ανοιξης. Σε ό,τι αφορά το μέσο ετήσιο ύψος α.κ. τούτο μειώνεται εκ δυσμών προς ανατολάς κι από βορρά προς νότον, κυμαινόμενο από 1800 ως 400 χλστ. (εικ. 1β). Ειδικότερα στη δυτική ζώνη και νήσων Ιονίου οι μέσες τιμές του ετήσιου ύψους α.κ. είναι της τάξεως των 800-1200 χλστ., ενώ σε ορισμένες ορεινές περιοχές καταγράφονται ύψη α.κ. μεγαλύτερα των 1500 χλστ. Στις ανατολικές πλευρές των οροσειρών της Κεντρικής Ελλάδος παρατηρείται σημαντική μείωση του ύψους των α.κ. που πέφτουν στα 400 χλστ. στο νότιο Αιγαίο.
- Η νέφωση είναι γενικά μικρή με ελάχιστες τιμές κατά τη θερινή περίοδο. Η μεγαλύτερη νέφωση παρατηρείται στην ορεινή Β.Δ Ελλάδα, ελαττούμενη προοδευτικώς προς νότον και προς τις ακτές. Ο αριθμός αιθρίων ημερών είναι αρκετά μεγάλος στο νότιο Αιγαίο και στην Κρήτη και ελαττώνεται προοδευτικώς προς Βορράν.

Εικ. 1 Κλιματικές συνθήκες Ελληνικού χώρου



- α 14° μέση ετήσια θερμοκρασία αέρος σε °C
 - β 1800 μέσα ετήσια α.κ. σε χλστ.
 - γ 3100 μέση ετήσια ηλιοφάνεια σε ώρες
- (απο Γ. Ανδρεάδη 1984)

- Τέλος η ηλιοφάνεια (εικ. 1γ) κυμαίνεται από 3000 ώρες το χρόνο σε πολλές περιοχές του νότιου Αιγαίου και της Κρήτης, έως 2300 ώρες στο εσωτερικό της βόρειας χώρας.

IV. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

IV.1. Στρωματογραφία

Τα κρυσταλλικά πετρώματα καταλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος της ανατολικής και νότιας περιοχής της χώρας. Κυρίως, εμφανίζονται στις Δυτική Μακεδονία, την μάζα της Ροδόπης, τα νησιά του Αιγαίου Πελάγους, την Κεντρική Πελοπόννησο και την Κρήτη.

Διαιρούνται σε δυο ενότητες : α) την κατώτερη η οποία αποτελείται από ισχυρώς μεταμορφωμένα πετρώματα (γνεύσιος, σχιστόλιθος, μάρμαρα), και β) την ανώτερη, η οποία αποτελείται από ημιμεταμορφωμένα πετρώματα (φυλλίτες, σχιστόλιθοι, μάρμαρα, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή).

Τα πλουτώνια πετρώματα απαντούν συχνά μέσα στο περιβάλλον των κρυσταλλικών. Αυτά συνήθως είναι γρανίτες, γάββροι και περιδοτίτες.

Επίσης, εντός των κρυσταλλικών μαζών εμφανίζονται και μερικά ηφαιστειακά πετρώματα (δακίτες, ανδεσίτες).

Η ηλικία του δεν είναι ακριβώς γνωστή. Μόνον για τους ανώτερους φυλλίτες, θεωρείται δεδομένο ότι ανήκουν στην περίοδο Περμίου έως και κατωτέρου Μεσοζωϊκού.

Μη μεταμορφωμένα παλαιοζωϊκά πετρώματα έχουν αναγνωρισθεί στη νήσο Κω (Σιλούριο) και στην νήσο Χίο (Δεβόνιο).

Το λιθανθρακοφόρο είναι πιο εκτεταμένο, αποτελείται από σχιστολίθους, φυλλίτες, ψαμμίτες, γραουβάκες και κροκαλοπαγή και εμφανίζεται στην ανατολική Στερέα Ελλάδα, την Λοκρίδα, την Αττική, την Λακωνία και αλλού.

Τα μεσοζωϊκά πετρώματα καταλαμβάνουν μεγάλη εκτάση και απαντούν σχεδόν σε ολόκληρη την χώρα. Κείνται επί των παλαιοζωϊκών πετρωμάτων. Μεταξύ των δυο εποχών παρατηρείται μια διαβρωσιγενής ασυμφωνία, λόγω της τριαδικής απόσυρσης.

Κατά τη διάρκεια της Αλπικής ορογένεσης, σε σύγκριση με την συνολική αναπτυξή τους, μόνον ένα περιορισμένο μέρος των μεσοζωϊκών σχηματισμών επηρρεάσθηκε απο μεταμορφώσεις. Λιθολογικά, τα μεσοζωϊκά πετρώματα κυρίως είναι ασβεστόλιθοι, δολομίτες, κερατόλιθοι, αργιλικοί σχιστόλιθοι, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. Τα εκρηξιγενή πετρώματα είναι συχνά εντός του μεσοζωϊκού περιβάλλοντος, ειδικά εκείνα με υποπυριτική σύσταση.

Τα τριαδικά ιζήματα (κυρίως τα ανώτερα) είναι πολύ κοινά σε όλη την έκταση της χώρας.

Τα ιουρασικά ιζήματα, κατά το μεγαλύτερο μέρος αυτών, αντιπροσωπεύονται απο ασβεστολίθους. Μια μεγάλη ηφαιστειακή και πλουτώνιος δράση έλαβε χώρα κατά την διάρκεια του ιουρασικού, η οποία έδωσε κυρίως υποπυριτικά εκρηξιγενή πετρώματα.

Τα κρητιδικά ιζήματα εμφανίζονται σε διάφορες περιοχές. Στο ανατολικό ήμισυ της χώρας, το κατώτερο κρητιδικό αντιπροσωπεύεται απο ασβεστολίθους και σχιστοκερατολίθους. Τα πλέον εκτεταμένα από τα πετρώματα του κρητιδικού είναι τα ιζήματα του Τουρωνίου και Σενωνίου, που αποτελούνται κυρίως από λεπτά ασβεστολιθικά στρώματα.

Στο δυτικό ήμισυ, το Κρητιδικό εμφανίζεται επίσης με ασβεστολίθους σε συχνή εναλλαγή με ραδιολαρίτες.

Η απόθεση του φλύσχη αρχίζει κατά την διάρκεια του ανώτερου Κρητιδικού και εισέρχεται και στον Καινοζωϊκό αιώνα. Ο φλύσχη είναι πολύ συχνός σε όλη την χώρα και τυπικά συνίσταται από κλαστικά ιζήματα (εναλλαγές λεπτόκοκκων αργιλικών ιζημάτων, αργιλικών σχιστολίθων, μαργών, μαργαϊκών ασβεστολίθων, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών). Η απόθεση του φλύσχη άρχισε από ανατολικά προς τα δυτικά, το δε πάχος του μειώνεται κατά την ίδια διεύθυνση.

Η είσοδος στον Καινοζωϊκό αιώνα, όπως αναφέρθηκε, έγινε λίγο ή πολύ με την απόθεση του φλύσχη. Μια εξαίρεση μόνον σημειώνεται για το πλέον δυτικό τμήμα της χώρας, όπου η απόθεση των ασβεστολίθων συνεχίσθηκε και κατά την διάρκεια του Παλαιοκαίνου, Ηωκαίνου, Ολιγοκαίνου και Μειοκαίνου.

Την ίδια εποχή, για την ανατολική περιοχή της χώρας, ελάμβανε χώρα η απόθεση των μολασσικών σχηματισμών και μάλιστα εντός δύο κυρίων τάφρων.

Η πρώτη έχει διεύθυνση σχεδόν Α - Δ και βρίσκεται στο νότιο μέρος της Ροδοπικής μάζας και η δεύτερη βρίσκεται κατά μήκος της ανατολικής πλευράς της Πίνδου και ακολουθεί την ΒΔ-κη /ΝΑ-κη διεύθυνση.

Έτσι, η ιζηματογένεση συνεχίστηκε σε όλη την χώρα είτε με ασβεστόλιθους είτε με φλύσχη ή μολάσσα μέχρι το μέσο Μειόκαινο.

Κατά την τελευταία αλπική φάση, η τεκτονική ρηγμάτων προκάλεσε καταβυθίσεις, μερικές από αυτές κλειστές, που αντιπροσωπεύουν σήμερα τις νεογενείς λεκάνες. Σε μερικές από αυτές, μεταξύ των ιζημάτων απαντούν λιγνιτικοί ορίζοντες.

Τα τεταρτογενή ιζήματα χαρακτηρίζονται από μικρό βαθμό συνοχής και εμφανίζονται ως διλούβιο και αλλούβιο στις λεκάνες καθώς επίσης στις παράκτιες περιοχές και τις αναβαθμίδες.

IV.2. Τεκτονική.

Οι ελληνικές οροσειρές (με την Πίνδο ως άξονα αυτών), ανήκουν στις Δειναρίδες και δείχνουν ένα γενικό προσανατολισμό ΒΔ-κης/ΝΑ-κης διευθύνσεως. Ανάλογος προσανατολισμός είναι εμφανής και στην κρυσταλλική μάζα, κατά τρόπο ώστε ένα δεύτερο τόξο να σχηματίζεται στον χώρο εσωτερικά του πρώτου, παρά το γεγονός ότι οι σχηματισμοί του δευτέρου έχουν πτυχωθεί προ της Αλπικής Ορογένεσεως, η οποία και διαμόρφωσε αυτό το τόξο οριστικά. Κατ' αυτόν τον τρόπο, φαίνεται ότι η Ροδοπική μάζα καταλαμβάνει το κέντρο των δύο κύκλων. Είναι προφανές ότι, αν και η ουσιαστική διαμόρφωση προκλήθηκε από την Αλπική Ορογένεση, διάφορα προηγούμενα ορογενετικά γεγονότα (Ερκύνειες, Καληδόνιες πτυχώσεις), έχουν επίσης συμβάλει στην τεκτονική δομή του ελληνικού χώρου.

Κατά το τέλος του Παλαιοζωϊκού και αρχές του Μεσοζωϊκού αιώνα, δημιουργήθηκαν επί του παλαιού κρυσταλλικού υποβάθρου ευρείες λεκάνες, υπό την μορφή γεωσυγκλίνων. Επ' αυτών, το σύνολο των οποίων αποτελεί το Ελληνικό Αλπικό γεωσύγκλινο, απετέθησαν τα μεσοζωϊκά ιζήματα, από την εποχή του τριαδικού έως το ανωτ. Κρητιδικό (για το ανατολικό τμήμα της χώρας) και έως το Ηώκαινο (για το δυτικό τμήμα).

Μετά από αυτήν την διαδικασία ακολούθησε η Αλπική πτύχωση, με αρχή κατά το ανωτ. Κρητιδικό. Οι πτυχώσεις εκκινούν κατ' αρχήν από ανατολικά και

αναπτύσσονται εφ' όλου του ελληνικού χώρου προοδευτικά κατευθυνόμενες προς τα δυτικά.

Η πτυχωσιγενής δραστηριότητα σημαίνει το τέλος του ελληνικού γεωσύγκλινου και την εμφάνιση των γεωτεκτονικών ζωνών αυτού.

Τα μεσοζωϊκά ιζήματα τα οποία επηρρεάσθησαν από τα Αλπικά πτυχωσιγενή και ρηξιγενή γεγονότα κατά τρόπον ώστε να χαρακτηρίζονται από κοινά γνωρίσματα ως προς την στρωματογραφία, την τεκτονική και την παλαιογεωγραφία τους, ταξινομούνται σε ενότητες καλούμενες γεωτεκτονικές ζώνες των Ελληνικού Αλπικού γεωσύγκλινου, σύμφωνα με τον *RENZ, C (1940)* και μετά από μελέτες πολλών ετών, οι οποίες συμπλήρωσαν τις προγενέστερες παρατηρήσεις του *PHILIPSON, A (1892)*. Ο τελευταίος είχε διακρίνει την Ζώνη Πίνδου από την Ιόνιο Ζώνη και είχε διαιρέσει τον Ελληνικό χώρο (Αιγίδα) σε τρία τμήματα : α) το πτυχώμενο σύστημα Αν. Ελλάδος, β) το σύστημα ή τόξο του νοτίου Αιγαίου και γ) το σύστημα Δυτ. Ελλάδος.

Αργότερα, ο *BRUNN, J (1956)* διέκρινε τις γεωτεκτονικές ζώνες σε εξωτερικές και εσωτερικές.

Κατά τον *AUBUIN, J (1959)* , συνεπεία παλαιών Ερκυνίων κυρίως πτυχώσεων το Αλπικό γεωσύγκλινο στον ελληνικό χώρο απετελείτο από διαδοχικά επιμήκη υποθαλάσσια υβώματα και αύλακες στα οποία επικρατούσαν διαφορετικές παλαιογεωγραφικές συνθήκες με αποτέλεσμα την διαφορετική ιζηματογένεση που χαρακτηρίζει τις γεωτεκτονικές ζώνες.

Με την ανάπτυξη της θεωρίας των πλακών τα παραπάνω σχήματα γεωτεκτονικών ζωνών έχουν ριζικά αναθεωρηθεί κυρίως ως προς τα αίτια που συνέβαλλαν στη διαμόρφωση των παλαιογεωγραφικών χώρων διαφορετικής ιζηματογένεσης και της γεωδυναμικής εξέλιξης των χώρων αυτών (*Γ.ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, 1976,1977,1991, V.JACOBSHAGEN et.al.1978, J.FERRIERE, 1982*).

Από δυτικά προς τα ανατολικά διακρίνονται οι Ζώνες Παξών ή Προαπούλια, Ιονίου, Γαβρόβου - Τριπόλεως, Πίνδου, Παρνασσού, η Υποπελαγονική Ζώνη, η Πελαγονική Ζώνη, η Ζώνη Αξιού (ή Ζώνες Αλμωπίας, Πάϊκου, Παιονίας), η Σερβομακεδονική Ζώνη και Σερβομακεδονική μάζα και τέλος Ροδοπική μάζα.

Οι μάζες Ροδοπική και Σερβομακεδονική και οι ζώνες Σερβομακεδονική, Αξιού (Παιονίας, Πάϊκου, Αλμωπίας), Πελαγονική και Υποπελαγονική διακρίθηκαν από τον BRUNN. J (1956) ως εσωτερικές επί τη βάσει στοιχείων ιζηματογένεσης, τεκτονικών γεγονότων, παρουσίας ή όχι οφιολιθικών πετρωμάτων, φαινομένων μεταμορφώσεως, καθώς επίσης από το γεγονός ότι καταλαμβάνουν τις εσωτερικές περιοχές των οροσειρών γύρω από την Ροδοπική μάζα.

Οι λοιπές ζώνες, αποτελούν τις εξωτερικές και περιβάλλουν την πρώτη ομάδα. Η Ζώνη Παξών χαρακτηρίζεται από τεκτονική με μικρή ελαστικότητα, η οποία δημιούργησε ευρέα και ρωγματοωμένα αντίκλινα, ενώ η Ιόνιος Ζώνη εμφανίζει μεγαλύτερη πλαστικότητα και κινητικότητα λόγω της παρουσίας των γυψών. Έτσι, τεκτονικά επικρατεί εδώ μια ακολουθία συγκλίνων και αντικλίνων επωθημένων το ένα επί του άλλου από ανατολικά.

Η Ζώνη Γαβρόβου διακρίνεται από τεκτονική δομή ευρέων και ρωγματοωμένων αντικλίνων, το δε υπόβαθρο αυτής έχει υποστεί πολύ περιορισμένη μετακίνηση προς τα δυτικά κατά την διάρκεια της ανάδυσής της.

Η Ζώνη Πίνδου παρουσιάζει πολύ πλαστική τεκτονική λόγω του περιορισμένου πάχους και των συχνών εναλλαγών των ιζημάτων της, όπως επίσης και λόγω της απουσίας υποβάθρου, το οποίο καταβυθίσθηκε από τις πιέσεις που προκάλεσαν τα τεκτονικά γεγονότα που εξελίσσοντο ανατολικά. Όλα τα ιζήματα εδώ πτυχώθηκαν ως μια ακολουθία επωθήσεων από ανατολικά καθώς επίσης και επί του φλύσχη της γειτονικής Ζώνης Γαβρόβου.

Με τον ίδιο τρόπο οι οφιολίθοι της παρακείμενης Υποπελαγονικής Ζώνης έχουν επωθηθεί επί των επωθήσεων και επί του φλύσχη της Ζώνης αυτής.

Η τεκτονική της Ζώνης Παρνασσού δίδει την εικόνα μιας εναλλαγής συγκλίνων και αντικλίνων, δηλ., τεκτονικών βυθισμάτων και εξαρμάτων αντιστοίχως, με κύριο γνώρισμα την ισχυρή ρωγμάτωση των ενοτήτων της που οφείλεται τόσο στο μεγάλο πάχος των ασβεστολιθικών και δολομιτικών αποθέσεων όσο και στην σχετική ομοιογένεια των σχηματισμών της.

Η Υποπελαγονική Ζώνη παρουσιάζει χαμηλή πλαστικότητα και κινητικότητα, λόγω του άκαμπτου υποβάθρου της και του μεγάλου πάχους των ασβεστολιθικών και των δολομιτών της. Αυτή η τεκτονική εκφράζεται με τον

σχηματισμό ρηγματωμένων αντικλίνων και συγκλίνων. Στις ανώτερες ενότητες της Ζώνης όμως, η ελαστικότητα αυξάνεται λόγω των οφιολίθων καθώς επίσης και λόγω των λεπτών στρωμάτων αργιλικών σχιστολίθων που περιλαμβάνονται.

Η Πελαγονική Ζώνη αποτελούσε ένα σταθερό τέμαχος φλοιού, ήδη διαμορφωμένο από την Ερκύνειο δραστηριότητα. Απόδειξη της περιορισμένης της κινητικότητας αποτελούν οι ευρείες πτυχές, με την μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας, που συχνά είναι ρωγματωμένες. Στην ζώνη περιλαμβάνονται αυτόχθονες οφιόλιθοι.

Η Ζώνη Αξιού εμφανίζει ενδιάμεσο τεκτονική, χαρακτηριζόμενη τόσο από ευρέα αντίκλινα, κυρίως ως προς το υπόβαθρο αυτής, όσο και από μια ακολουθία επικαλυπτόμενων πλακών (από ανατολικά προς τα δυτικά) που σχηματίσθηκαν λόγω της ελαστικότητας των ιζημάτων της.

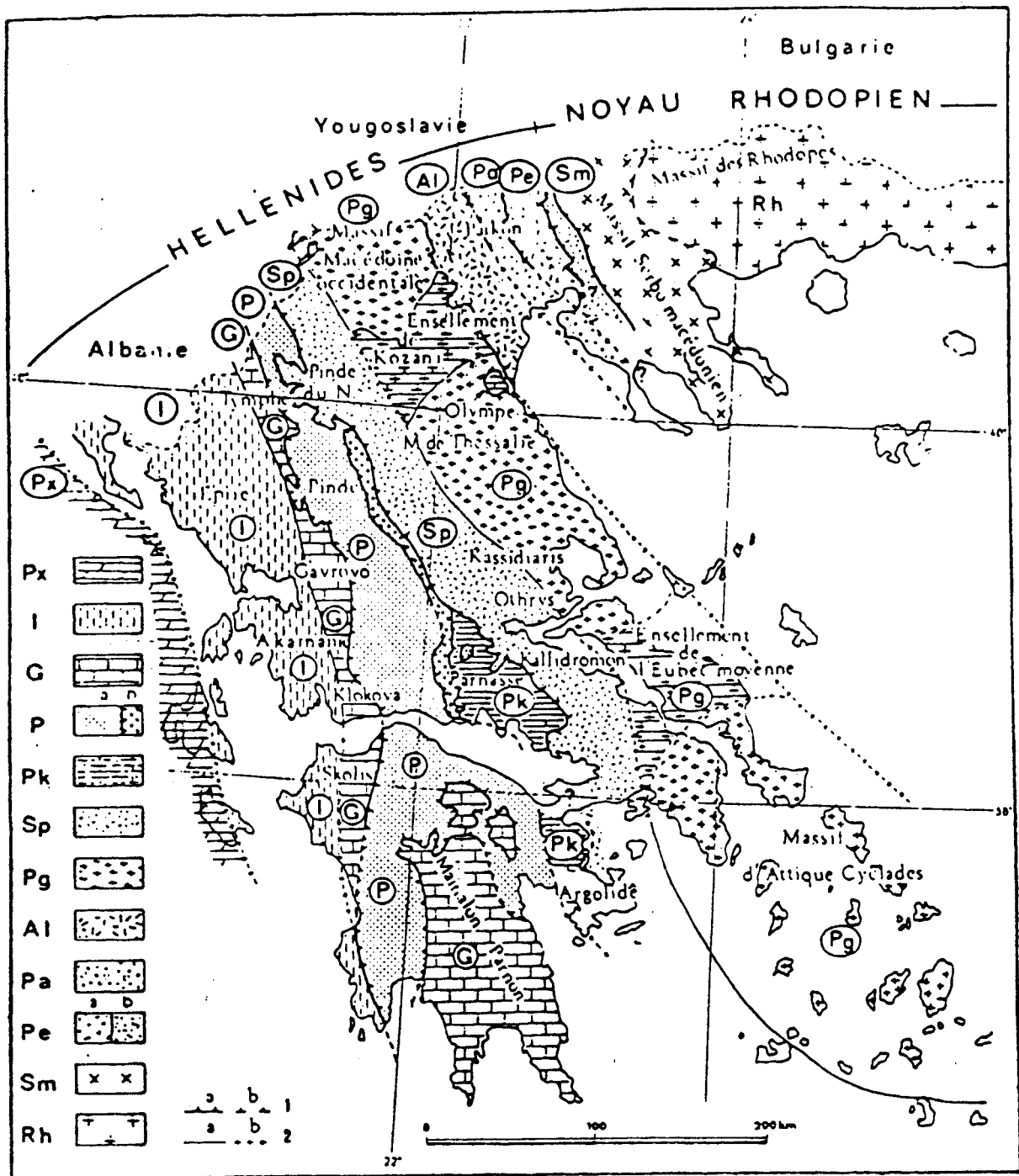
Η Ροδοπική μάζα εμφανίζεται ως ένα σταθερό τέμαχος, διαμορφωμένο από πτυχωσιγενή γεγονότα που έλαβαν χώρα σε προ- αλπική περίοδο. Έτσι, μια πολύ περιορισμένη επίδραση μπορεί να αποδοθεί στην Αλπική δραστηριότητα και αυτή αφορά στα περιθώρια της μάζας.

Την ολοκλήρωση της Αλπικής ορογένεσης (περί το μέσο Μειόκαινο) ακολούθησε περίοδος χαλάρωσης των συμπιεστικών τάσεων, η οποία προκάλεσε μεγάλα κατακόρυφα ρήγματα.

Η ηπειρογενετική δραστηριότητα που ακολούθησε, νοουμένη ως ευρείας κλίμακας άνοδος ή καταβύθιση ηπειρωτικών περιοχών ή του θαλάσσιου πυθμένα, είχε ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό τεκτονικών εξαρμάτων και βυθισμάτων, εκ των οποίων τα τελευταία πληρώθηκαν από τα πλειοκαινικά ιζήματα.

Τέλος, η Ηπειρογένεση του Πλειστοκαίνου προκάλεσε την καταβύθιση ευρέων τεμαχών ξηράς, γεγονός που έδωσε την σύγχρονη μορφολογία του ελληνικού ηπειρωτικού χώρου. Οι ίδιες κινήσεις επίσης κατέληξαν στην δημιουργία των νήσων του Αιγαίου Πελάγους.

Από την άλλη πλευρά, οι ευστατικές κινήσεις λόγω της επέλασης και οπισθοδρόμησης των παγετώνων, προκάλεσαν μια ποικιλία αποτελεσμάτων όπως τα διάφορα επίπεδα καρστικοποίησης που παρατηρούνται σήμερα στους ασβεστολιθικούς όγκους της χώρας, ή όπως η παρουσία πρόσφατων



Εικ. 2 : Χάρτης των γεωτεκτονικών ζωνών του Ελλαδικού χώρου.

Px= Ζώνη Προαπούλια (ή Παξών) I=Ζώνη Ιόνια G=Ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως P=Ζώνη Πίνδου (b: Υπερπινδική Υποζώνη) PK= Ζώνη Παρνασσού Sp=Ζώνη Υποπελαγονική Pg=Ζώνη Πελαγονική Al=Ζώνη Αλμωπίας Pa=Ζώνη Πάικου Pe=Ζώνη Παιονίας (a:υποζώνη Προπαιονίας, b:ανατολικές ενότητες της Παιονίας) Sm=Ζώνη Σερβομακεδονική και Σερβομακεδονική Μάζα Rh=Μάζα της Ροδόπης I=Επίπλευση (a:γνωστή, b:υποτιθέμενη) 2= Όρια ζωνών (a:βέβαια, b:πιθανά).

θαλασσίων ιζημάτων σε υψόμετρα σαφώς μεγάλα σε σχέση με την σημερινή στάθμη της θάλασσας.

Στο χάρτη της εικόνας 2 φαίνονται οι γεωτεκτονικές ζώνες του Ελλαδικού χώρου.

V. ΓΕΝΙΚΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.

Οι λιθοστρωματογραφικοί, ιζηματογενείς, τεκτογενετικοί, παλαιογαιογραφικοί, νεοτεκτονικοί και ευστατικοί χαρακτήρες των διαφόρων πετρωμάτων που δομούν τον ελληνικό χώρο, καθορίζουν την υδρογεωλογική τους συμπεριφορά, η οποία αναφέρεται στη δυνατότητα ή όχι δημιουργίας υδροφόρων οριζόντων εντός της μάζας τους, δηλαδή στην ικανότητά τους ή όχι να αποθηκεύουν και να μεταβιβάζουν το υπόγειο νερό.

Από άποψη υδρογεωλογικής συμπεριφοράς οι γεωλογικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε υδροπερατούς, ημιπερατούς και υδατοστεγείς.

Οι χαλαρές κλαστικές αποθέσεις και οι ασβεστόλιθοι είναι οι πλέον υδροπερατοί σχηματισμοί και καλύπτουν αντίστοιχα το 15% και το 35% της επιφάνειας της χώρας περίπου. Οι ψαμμίτες, τα κροκαλοπαγή, οι ηφαιστίτες, οι οφιόλιθοι και άλλα συμπαγή πετρώματα, ανήκουν επίσης στους υδροπερατούς σχηματισμούς. Το πρωτογενές και δευτερογενές πορώδες παρουσιάζει ικανοποιητική ανάπτυξη.

Στα ημιπερατά πετρώματα κατατάσσονται οι συνεκτικές αποθέσεις και οι κρυσταλλικοί σχηματισμοί, όταν φέρουν ίχνη διάρρηξης και αποσάθρωσης.

Στους υδατοστεγείς σχηματισμούς υπάγονται κατά κύριο λόγο οι αργιλοϊλιώδεις αποθέσεις, αργιλικόι σχιστόλιθοι, υγιή κρυσταλλικά πετρώματα κ.λπ. Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτουν το 40% του Ελλαδικού χώρου.

Οι κύριοι χαρακτήρες που επηρεάζουν την υδρογεωλογική συμπεριφορά των διαφόρων σχηματισμών αφορούν:

- την κοκκομετρική διαβάθμιση (μέγεθος, σχήμα, κατανομή, ανωμαλίες της επιφάνειας κόκκων ή σωματιδίων) στην περίπτωση χαλαρών κοκκωδών σχηματισμών και
- το βαθμό διαγένεσης, τεκτονισμού και καρστικοποίησης, εφόσον πρόκειται περί συμπαγών σχηματισμών.

Οι χαρακτήρες αυτοί ελέγχουν κατά κύριο λόγο την ανάπτυξη του πορώδους, πρωτογενούς και δευτερογενούς και ειδικότερα του ενεργού πορώδους, αλλά και διαμορφώνουν την υδραυλική αγωγιμότητα, εις τρόπον ώστε τα δημιουργούμενα υπόγεια υδροφόρα συστήματα να διαφοροποιούνται ως προς τον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας τους, να παρουσιάζουν δηλαδή διαφορετικά υδρογεωλογικά, υδρολογικά, υδρογεωχημικά και ρυπαντικού δυναμικού χαρακτηριστικά.

Σε γενικές γραμμές η υδρογεωλογική εικόνα του Ελληνικού χώρου συντίθεται από τρία υδρογεωλογικά συστήματα, αυτό του συμπαγούς ρωγματομένου και αποκαρστωμένου ανθρακικού (υδροφόρο) και πτυχωμένου σχιστοψαμμιτικού - σχιστολιθικού (υδατοστεγές) υποβάθρου και από το επικείμενο αυτού κλαστικό ασύνδετο έως συνεκτικό ενίοτε συμπαγές υδροφόρο σύστημα των νεώτερων αποθέσεων. Το τρίτο σύστημα δημιουργείται και συντηρείται εντός των χαρακτηριζομένων ως ημιπερατών έως υδατοστεγών σχηματισμών λόγω του δευτερογενούς πορώδους.

Ειδικότερα για τα διάφορα πετρώματα επισημαίνονται τα κατωτέρω:

V. 1. Υδρογεωλογική συμπεριφορά των χαλαρών ιζηματογενών πετρωμάτων

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα κλαστικά ιζήματα τα οποία διακρίνονται σε "ψηφίτες" (κορήματα - χάλικες με διάμετρο >2 χλστ) σε άμμους (με διάμετρο $0.02 - 2$ χλστ) και σε πηλίτες (ιλείς και άργιλοι με μέση διάμετρο <0.02 χλστ).

Οι κύριοι γεωλογικοί χαρακτήρες των σχηματισμών αυτών σχετίζονται με την λιθοστρωματογραφία και ιζηματογένεση τους και αφορούν στη λιθολογική σύσταση των δομικών τους στοιχείων, στον βαθμό ομοιομορφίας αυτών, στην στρώση, στις πλευρικές μεταβάσεις ως και στο πάχος και την έκτασή τους.

Εντός των σχηματισμών αυτών δημιουργούνται αλληπάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες μέχρι βάθος και 250 μ.

Οι υδροφόροι ορίζοντες της κατηγορίας αυτής, με εξαίρεση την περίπτωση επικράτησης λεπτομερών υλικών, χαρακτηρίζονται από:

- υψηλό ενεργό πορώδες
- σημαντική υδροφορία ελεύθερης ροής σε μικρά σχετικά βάθη
- υπό πίεση συνθήκες σε περίπτωση εναλλαγών ψηφιδιών και πηλιτών
- σύνδεση με επιφανειακά νερά από τα οποία εξασφαλίζουν την τροφοδοσία τους.

Τα ανωτέρω μεταφράζονται σε συνολικό πορώδες από 20% έως 35% , σε ειδική απόδοση (ενεργό πορώδες) έως 25% για τους ελεύθερους ορίζοντες και 0.5% για τους αρτεσιανούς, σε υδροπερατότητες της τάξης του 10^{-1} έως 10^{-3} για τους χάλικες, 10^{-3} έως 10^{-6} για τους άμμους, 10^{-6} έως 10^{-10} για τις ιλεις και 10^{-10} έως 10^{-12} m/s για τις αργίλους και ειδική ικανότητα έως 45 l/s/m για αποθέσεις αμμοχάλικων.

Οι υδροφόροι ορίζοντες του τύπου αυτού σε πολλές περιοχές της χώρας αποτελούν την κύρια πηγή ύδρευσης και άρδευσης. Οι παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται από ολίγα μέχρι και 500 μ^3 /ώρα, όταν η τροφοδοσία από τα επιφανειακά νερά είναι άμεση. (Κάτω ρούς Αλιάκμονα κ.λ.π.).

Ειδικές υδρογεωλογικές συνθήκες επικρατούν στις παράκτιες κοιλάδες και στα δέλτα των ποταμών, όπου οι αποθέσεις συνδυάζονται τόσο με το αλλουβιακό όσο και με το θαλάσσιο περιβάλλον. Οι έρευνες στις παράκτιες περιοχές του Θερμαϊκού, Μαλιακού, Αμβρακικού κ.λ.π. απέδειξαν ότι εντοπίζονται αλληπάλληλα στρώματα γλυκού και υφάλμυρου νερού, σε διάφορα βάθη.

Η εκμετάλλευση των γλυκών νερών στις παράκτιες περιοχές καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη.

α. Οι υδροφόροι ορίζοντες ελεύθερης στάθμης τροφοδοτούνται από την άμεση κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και τη διήθηση των επιφανειακών νερών. Οι συντελεστές κατείσδυσης κυμαίνονται από 15-30% και επιφανειακής απορροής από 10-25%

Το βάθος στάθμης κυμαίνεται από ολίγα έως 20 μ . από την επιφάνεια του εδάφους και η μέση ετήσια μεταβολή είναι της τάξης των 3,5 έως 10 μ .

Σε βάθος 20 - 30 μ . το υπόγειο νερό έχει σταθερή θερμοκρασία, που αντιστοιχεί στη μέση θερινή θερμοκρασία της περιοχής.

Ο χημισμός του νερού στους υδροφόρους ελεύθερης στάθμης επηρεάζεται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες και μεταβάλλεται μέσα στο υδρολογικό έτος. Έτσι την ξηρά περίοδο η τροφοδοσία του υδροφόρου μειώνεται σε μεγάλο ποσοστό ή διακόπτεται εντελώς. Ένα μέρος του νερού αφού εξατμιστεί, διαφεύγει στη ζώνη αερισμού. Τα φαινόμενα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πυκνότητας των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Την υγρά περίοδο, με έντονη τροφοδοσία, προκαλείται αραίωση των διαλυμένων στοιχείων.

Η υγειονομική κατάσταση του υπόγειου νερού στα κλαστικά πετρώματα εξαρτάται από το πάχος της ζώνης αερισμού. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος της, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αυτοκαθαρισμού του νερού, που καταλήγει στους υδροφόρους. Ο επηρεασμός του υπόγειου νερού από φυτοφάρμακα, αστικές και βιομηχανικές εστίες μολύνσεων είναι άμεσος.

Οι υδροφόροι οριζόντες ελεύθερης στάθμης χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για άρδευση αλλά και για άλλες χρήσεις.

β. Οι υδροφόροι οριζόντες υπό πίεση παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη στις πεδινές εκτάσεις της χώρας, στο δέλτα των ποταμών και τις παράκτιες περιοχές.

Η τροφοδοσία τους γίνεται συνήθως από μεγάλες αποστάσεις και με περίπλοκο τρόπο. Για το λόγο αυτό η ανταλλαγή του νερού, η επίδραση των κλιματικών, μορφολογικών, υδρολογικών και άλλων παραγόντων εκδηλώνονται με αργό ρυθμό. Ο επηρεασμός τους είναι συνήθως περιορισμένος.

Η τροφοδοσία των υδροφόρων αυτών γίνεται είτε με την κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στις προβολές των υδροφόρων, είτε μέσω άλλων υδροφόρων συστημάτων με περίπλοκους μηχανισμούς από μακρινές αποστάσεις ή διά μεταγγίσεων.

V.2. Υδρογεωλογική συμπεριφορά συνεκτικών ιζηματογενών πετρωμάτων (πλην ανθρακικών)

Στην κατηγορία των πετρωμάτων αυτών, υπάγονται τα πηλιτικά (συμπαγείς άργιλοι, ιλύες, μάργες) και ψαμμιτικά (ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, λατυποπαγή και πλευρικά συνεκτικά κορήματα) πετρώματα.

Εκ των γεωλογικών χαρακτηριστικών των πετρωμάτων αυτών, πρωτεύοντα ρόλο στην υδρογεωλογική τους συμπεριφορά διαδραματίζουν οι ιζηματογενείς, λιθοστρωματογραφικοί και τεκτονικοί χαρακτήρες τους.

Ως προς τα υδρολογικά, υδρογεωλογικά και υδροχημικά χαρακτηριστικά των υδροφόρων οριζόντων των σχηματισμών αυτών σημειώνονται τα εξής :

- Τα πετρώματα αυτά χαρακτηρίζονται από την παρουσία πρωτογενούς και δευτερογενούς πορώδους.
- Οι υδρογεωλογικές τους ιδιότητες είναι συνάρτηση των αρχικών ιδιοτήτων των χαλαρών κλαστικών υλικών εκ των οποίων προέρχονται και της μεγαλύτερης ή μικρότερης υποβάθμισης των ιδιοτήτων αυτών λόγω συμπύκνωσης και συγκόλλησης των διαφόρων σωματιδίων (διαγένεση).
- Το πρωτογενές πορώδες διαμορφώνει κυρίως την υδροχωρητικότητα του υδροφόρου συστήματος (μικρή πρωτογενής υδροπερατότητα - μεταβιβαστικότητα) ενώ το δευτερογενές πορώδες κυρίως την μεταβιβαστικότητα του συστήματος.
- Η απόδοση των υδρομαστευτικών έργων των οριζόντων αυτών εξαρτάται από την σχέση πρωτογενούς ($K_{πρ}$) και δευτερογενούς ($K_δ$) υδροπερατότητας. Για $K_{πρ} \gg K_δ$ η απόδοση είναι κατά κανόνα συνεχής εφ' όσον εξασφαλίζεται η φυσική τροφοδοσία του υδροφόρου, ενώ για $K_{πρ} < K_δ$ η απόδοση μειώνεται σημαντικά με το χρόνο.

Ειδικότερα και κατά κατηγορία πετρωμάτων επισημαίνονται τα κατωτέρω :

- Τα πηλιτικά πετρώματα χαρακτηρίζονται από ασήμαντο πρωτογενές ενεργό πορώδες (πολύ μικρή $K_{πρ}$). Στην περίπτωση που η δευτερογενής υδραυλική αγωγιμότητα ($K_δ$) είναι πολύ μικρή, τότε συμπεριφέρονται ως στεγανοί σχηματισμοί (βραδυδροφόρα) ενώ όταν έχουν σημαντικό δευτερογενές πορώδες διαμορφώνονται εντός αυτών κακοί έως μέτριοι υδροφόροι οριζόντες. Τα ανωτέρω μεταφράζονται σε μια υδροπερατότητα γενικά μικρότερη του 10^{-8} m/s.
- Τα μαργαικά πετρώματα παρουσιάζουν ειδική παροχή μέχρι 7.5 l/sec/km^2 ανάλογα με το υδραυλικό φορτίο.

- Οι υδραυλικές ιδιότητες των υδροφόρων οριζόντων των ψαμμιτικών πετρωμάτων χαρακτηρίζονται από έντονη ανισοτροπία. Γενικά η κατακόρυφη υδροπερατότητα ($K_{κατ}$) είναι μικρότερη από την αντίστοιχη κατά την οριζόντια έννοια ($K_{ορ}$) σε σχέση $K_{κατ} / K_{ορ}$ της τάξεως μέχρι 3:1.

Η μέση ειδική ικανότητα φθάνει έως 1.5 l/s/m ανάλογα με την ηλικία των ψαμμιτικών σχηματισμών και τα λιθοφασικά χαρακτηριστικά τους.

Ειδικότερα οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή του Τριτογενούς και Τεταρτογενούς που προέρχονται από σκληρά μητρικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι, μάρμαρα, γνεύσιοι) με ευδιάλυτο ανθρακικό συγκολλητικό υλικό, παρουσιάζουν πολύ καλή υδροφορία σε περιπτώσεις που οι διαστάσεις του υδροφόρου είναι σημαντικές, ενώ στην περίπτωση αργιλομαργαϊκών μητρικών πετρωμάτων (φλύσχης κ.λπ.) τα προκύπτοντα πετρώματα χαρακτηρίζονται και ως βραδυυδροφόρα. Η υδροπερατότητα κυμαίνεται από 10^{-4} έως 10^{-7} m/s.

V.3. Υδρογεωλογική συμπεριφορά μεταμορφωμένων και μαγματικών πετρωμάτων (πλην ανθρακικών)

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι γρανίτες, γάββροι, διορίτες, οφιόλιθοι, γνεύσιοι, σχιστόλιθοι και ηφαιστίτες. Η ικανότητα δημιουργίας υδροφόρων οριζόντων εντός των πετρωμάτων αυτών συνδέεται με τον τεκτονισμό τους και ειδικότερα με την πυκνότητα των ενεργών υδρολογικά ρωγμών και λοιπών ασυνεχειών. Η υδροφορία των πετρωμάτων αυτών περιορίζεται σημαντικά με το βάθος.

Σε γενικές γραμμές τα πετρώματα αυτά χαρακτηρίζονται από πολύ μικρό πρωτογενές ενεργό πορώδες, ενώ το δευτερογενές και μέχρι μικρού βάθους είναι σημαντικότερο.

Η δευτερογενής μεταβιβαστικότητα υπερέχει κατά πολύ της πρωτογενούς ενώ οι υδροχωρητικότητες διέπονται από αντίθετη σχέση. Τούτο έχει ως συνέπεια η απόδοση των έργων υδροληψίας να είναι περιορισμένη ενώ παρατηρείται μη γραμμική σχέση μεταξύ αντλούμενης παροχής και πτώσης στάθμης.

Οι ειδικές ικανότητες είναι της τάξης των ολίγων $m^3/ώρα/μέτρο$ πτώσης στάθμης. Ειδικότερα οι οφιόλιθοι λόγω έντονου τεκτονισμού εμφανίζουν

κατακερματισμό σε μεγάλα βάθη (>50m) και σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζουν αξιόλογη σχετικά υδροφορία.

Σε ότι αφορά τους ηφαιστίτες, αυτοί χαρακτηρίζονται γενικά από το σημαντικό δευτερογενές λόγω ρωγμάτωσης και αποσάθρωσης ενεργό πορώδες που φθάνει μέχρι 5-10%. Η υδραυλική αγωγιμότητα των ηφαιστιτών κυμαίνεται από 0-10 m/sec και ελαττούται με την αύξηση της ηλικίας τους και του βάθους, λόγω αύξησης του βαθμού εξαλλοίωσής τους.

Γενικά μεγαλύτερη υδροπερατότητα παρουσιάζουν οι βασαλτικές και ανδεσιτικές λάβες και την μικρότερη οι τόφφοι και φλέβες.

Οι αποδόσεις των υδρομαστευτικών έργων στους ηφαιστίτες ποικίλει από 5-8 l/sec και σπάνια φθάνει τα 50 l/sec.

Σε αντίθεση με τους βασάλτες, οι τραχείτες και οι ρυόλιθοι είναι κατά κανόνα κακοί υδροφόροι.

Γενικά το πορώδες είναι μικρότερο του 5% στις φλέβες και κοίτες και αυξάνει σημαντικά στους πυροκλαστίτες.

Οι κώνοι, δόμοι, κοίτες και φλέβες κατά κανόνα έχουν σημαντικό δευτερογενές μόνο πορώδες, λόγω ρωγμών κατά την ψύξη. Οι υποθαλάσσιες εκχύσεις φλεβών παρουσιάζουν λόγω απότομης ψύξης πυκνή στηλοειδή κατάτμηση και ως εκ τούτου υδροφορίες αντίστοιχες των καρστικών συστημάτων σε πολλές περιπτώσεις.

V.4. Υδρογεωλογική συμπεριφορά ανθρακικών σχηματισμών

α. Γενικοί γεωλογικοί χαρακτήρες ανθρακικών πετρωμάτων

Κύριο και καθοριστικό ρόλο στην διαμόρφωση και τη λειτουργία των καρστικών υδροφόρων συστημάτων διαδραματίζουν οι πιο κάτω γεωλογικοί χαρακτήρες των ανθρακικών πετρωμάτων :

- **Λιθοστρωματογραφικοί και ιζηματογενείς χαρακτήρες** : Καθορίζουν το βαθμό ομοιογένειας και ισοτροπίας των ανθρακικών πετρωμάτων και σχετίζονται με τη δημιουργία ολοκαρστικού ή μεροκαρστικού δικτύου κυκλοφορίας (δευτερογενές πορώδες), ενώ τα υποτριχοειδή έως τριχοειδή διάκενα καθώς και οι στρωσιγενείς επιφάνειες καθορίζουν το μικρό πρωτογενές πορώδες.

- **Τεκτογενετικοί χαρακτήρες.:** Αναφέρονται στη δομική διαμόρφωση σε σύγκλινα, αντίκλινα, κ.λπ., στην σχετική θέση των ανθρακικών πετρωμάτων με άλλους σχηματισμούς, λόγω διαρρήξεων, επωθήσεων και επιπτεύσεων, στο είδος των ασκηθεισών τάσεων που επέδρασαν στα πετρώματα, στον βαθμό κερματισμού, στην προέλευση (εφελκυσμός, συμπίεση) των ρωγμών, την πυκνότητα, προσανατολισμό και θέση αυτών και στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των αγωγών κ.λπ.
- **Παλαιογεωγραφικοί χαρακτήρες.:** Οριοθετούν τις περιόδους χέρσευσης των περιοχών με ανθρακικούς σχηματισμούς, και σχετίζονται με τη δημιουργία παλαιοκάρστ.
- **Νεοτεκτονικοί χαρακτήρες.:** Αναφέρονται στο αποτέλεσμα των νεοτεκτονικών κινήσεων κυρίως του Μέσου - Ανώτερου Ηωκαίνου και Μέσου Μειοκαίνου στα ανθρακικά πετρώματα, το οποίο συνίσταται σε αναδιάταξη των καρστικών συστημάτων αποφασιστική για την υδρογεωλογική τους σημασία και λειτουργία. Η αναδιάταξη αυτή αφορά στην δημιουργία νέων επιπέδων βάσης, ανεξαρτήτων από τη στάθμη της θάλασσας λόγω μεγάλων επωθήσεων, συνεπεία των οποίων μεγάλες ανθρακικές μάζες (καρστ Ολωνού - Πίνδου στην Πελοπόννησο, επωθημένο παράκτιο Πελαγονικό Καρστ Αν. Ελλάδας) τοποθετήθηκαν πάνω σε αδιαπέρατους σχηματισμούς, ενώ παράλληλα γεννάται το θαμμένο κάρστ της μεσοελληνικής αύλακας με την απόθεση των μολασσικών σχηματισμών και προκαλείται έμμεσο φράξιμο των καρστικών συστημάτων από υλικά του φλύσχη. Στο τέλος των μειοκαινικών νεοτεκτονικών κινήσεων, η ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου υποβάλλεται σε τάσεις διατάσεως, κατάτμησης και κατακόρυφης μετακίνησης, με αποτέλεσμα τον κερματισμό των καρστικών συστημάτων και την καταβύθιση ή ανύψωσή τους. Έτσι τα σημερινά παράκτια καρστικά συστήματα αντιπροσωπεύουν τμήματα ενδοχωρικών καρστικών συστημάτων που η συνέχειά τους βρίσκεται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, σε μεγάλα πολλές φορές βάθη (ενεργό κάρστ στην περιοχή Καλάμου στα -150 μ.).
- **Ευστατικοί χαρακτήρες.:** Αναφέρονται στις ευστατικές κινήσεις του Τεταρτογενούς, οι οποίες συνοδεύτηκαν από τις μεγάλες καρστικές διαβρώσεις των μεσοπαγετωδών περιόδων, και είχαν ως αποτέλεσμα την

δημιουργία επιπέδων βάσεως του κάρστ τα οποία βρίσκονται σήμερα σε θετικά υψόμετρα κάτω από την θάλασσα. Στον ορεινό όγκο του Παρνασσού, που αποτελεί ένα από τα αντιπροσωπευτικότερα ολοκαρστικά συστήματα του Ελλαδικού χώρου, εντοπίζονται τρία επίπεδα υδροφορίας.

β. Χαρακτηριστικά καρστικών υδροφόρων συστημάτων

Τα κύρια χαρακτηριστικά των καρστικών υδροφόρων συστημάτων αναφέρονται στα υδρολογικά, υδρογεωλογικά, υδροχημικά, γεωχημικά και ρυπαντικού δυναμικού χαρακτηριστικά όπως :

- στην άμεση αλληλεξάρτηση των συστημάτων στράγγισης, κατακόρυφης ή πλευρικής, που οδηγεί στη συνεχή διακλάδωση των αγωγών νερού.
- στην κίνηση του υπόγειου νερού εντός των αγωγών, που είναι μορφής κατείσδυσης, (επικαρστική - ζώνη αερισμού) και ελεύθερης, υπό πίεση ή σύνθετης ροής (ζώνη κορεσμού).
- στην γεωμετρία των αγωγών, που συνιστά το κριτήριο του είδους της ροής (γραμμική, τυρβώδης), διότι ακόμη και για μικρές τιμές Reynolds, οι συχνές μεταβολές της διατομής των αγωγών, της κατεύθυνσης ροής και η τραχύτητα των αγωγών καθιστούν δυνατή την τυρβώδη ροή.
- στην μεγάλη κατείσδυση που κυμαίνεται από 0,48 έως 0,52 ενώ στις επωθημένες ανθρακικές μάζες φθάνει το 60%, και στη μειωμένη επιφανειακή απορροή που κυμαίνεται από 3-5% και αποτυπώνεται υδρογραφικά από την πολύ μικρή πυκνότητα (σχεδόν έλλειψη) επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου.
- στις μεγάλες εποχικές και υπερετήσιες διακυμάνσεις του υδραυλικού φορτίου (5-80 m) και της παροχής των καρστικών πηγών (δυναμικά αποθέματα). Το εύρος των διακυμάνσεων αυτών συνδέεται με το ύψος και την κατανομή των βροχοπτώσεων στη λεκάνη τροφοδοσίας και προκαλείται από την μεγάλη κατά κανόνα υδραυλική αγωγιμότητα και μεταβιβαστικότητα που οδηγούν σε κακές συνθήκες ρύθμισης των υπογείων απορροών.
- στην αποστράγγιση πολγών μέσω καταβόθρων.

- στο ασήμαντο πρωτογενές πορώδες και το μεγάλο δευτερογενές πορώδες της τάξης του 10-12% για τους ασβεστόλιθους και 6-7% για τους δολομίτες.
- στο ενεργό πορώδες που κυμαίνεται από 0,2% έως 6% σε πολύ τεκτονισμένους ασβεστολίθους με μέσες τιμές της τάξης του 2-5% στον Ελληνικό χώρο.
- στην αύξηση του ενεργούς πορώδους και της υδραυλικής αγωγιμότητας με την αύξηση της δευτερογενούς διαπερατότητας.
- στην μεταβολή της υδραυλικής αγωγιμότητας σε συνάρτηση με την πυκνότητα και τη γεωμετρία των ρωγμών αλλά και με το βάθος.
- στην πρωτογενή υδραυλική αγωγιμότητα που είναι της τάξης του 10^{-8} m/s με μέσες τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας καρστικών, υδροφόρων συστημάτων της τάξης του 10^{-4} m/s.
- στη χαμηλή μεταλλικότητα (250-500 mg/l), οξυανθρακικού τύπου με μικρή συγκέντρωση SO_4^{--} και Cl^- για τα νερά των ενδοχωρικών καρστικών συστημάτων (άμεση εξάρτηση από την λιθολογική σύσταση) και στην επιβάρυνσή τους κυρίως με Cl^- και Na^+ ανάλογα με το ποσοστό ανάμιξης θαλασσινού νερού στα παράκτια συστήματα.
- στην μεγάλη ή μικρότερη υπέροχη ιόντων Mg^{++} έναντι Ca^{++} στην περίπτωση δολομιτών ή δολομιτικών ασβεστολίθων.

Ως προς την επιδεκτικότητα για ρύπανση οι καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες χαρακτηρίζονται από σχετική ευκολία ρύπανσης εξ' αιτίας.

- του μεγάλου βάθους της κορεσμένης ζώνης
- της μικρής κατά κανόνα προσροφητικής και απορροφητικής ικανότητας στην ακόρεστη ζώνη (έλλειψη αυτοκαθαρισμού)
- της μεγάλης υδροπερατότητας της ακόρεστης ζώνης
- της πολύ μεγάλης ταχύτητας ροής και του πολύ μικρού χρόνου παραμονής των ρύπων στο μέσον.

Η εκφόρτιση των καρστικών συστημάτων γίνεται μέσω καρστικών πηγών στην ενδοχώρα ως και δια παρακτίων και υποθαλασσιών μεγάλης κατά κανόνα παροχής.

Γενικά παρατηρείται μία διαφοροποίηση όσο αφορά τις διευθύνσεις της υπόγειας απορροής στους καρστικούς υδροφόρους που στις εσωτερικές τεκτονικές ζώνες αποστραγγίζονται γενικά προς δυτικά και νότια, ενώ οι υδροφόροι των εσωτερικών ζωνών αποστραγγίζονται προς ανατολικά και νότια.

Στη δυτική και νότια Ελλάδα οι ανθρακικές μάζες είναι ανοιχτές προς τη θάλασσα, με αποτέλεσμα τη διείσδυση της θάλασσας στην ενδοχώρα και την ποιοτική υποβάθμιση του υπόγειου νερού όχι μόνο στις παράκτιες περιοχές, αλλά και σε μεγάλη απόσταση από τη θάλασσα (15-20 χλμ.). Η υφαλμύριση προκαλείται τόσο κοντά στο υψόμετρο της θάλασσας όσο και δεκάδες μέτρα πάνω από την επιφάνεια της (10-30 μ.), όπως διαπιστώθηκε στις λεκάνες Ασωπού, Θηβών, Αργους κ.λ.π., λόγω τεκτονικών αιτιών.

Τα υπόγεια καρστικά αποθέματα νερού της χώρας μας εκτιμούνται σε $14 \times 10^9 \mu^3$ /έτος περίπου.

Από τα προαναφερόμενα προκύπτει, ότι στους ανθρακικούς σχηματισμούς αναπτύσσονται οι πλέον αξιόλογοι υδροφόροι, από τους οποίους αντιμετωπίζονται, μεταξύ άλλων, οι υδατικές ανάγκες μεγάλων αστικών κέντρων (Αθήνα, Πάτρα, Ηράκλειο, Ιωάννινα, Λαμία, κ.λ.π.).

Τα καρστικά νερά είναι συνήθως ανθρακικά-μαγνησιούχα, αλλά και θειούχα σε πολλές περιπτώσεις. Στις παράκτιες περιοχές παρουσιάζουν αυξημένη αλατότητα.

Η χρησιμότητα των καρστικών νερών στις παράκτιες περιοχές, αλλά και σε αρκετά τμήματα της Δυτικής Ελλάδας είναι περιορισμένη.

VI. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Στον πίνακα 1 δίδονται συνοπτικά στοιχεία για το υπόγειο υδατικό δυναμικό της χώρας.

Όπως αναλυτικά ανά υδατικό διαμέρισμα φαίνεται, η εκτίμηση του υπόγειου υδατικού δυναμικού επιτεύχθηκε με βάση τον καθορισμό των κυριοτέρων

υδρογεωλογικών συστημάτων των μεγάλων καρστικών ενοτήτων (συστήματα ενδορωγματικής ροής), προσχωματικών λεκανών (συστήματα ενδοπορικής ροής) και λοιπών συστημάτων μικτής ροής.

Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι το συνολικό υπόγειο υδατικό δυναμικό της χώρας (μέσα ετήσια αποθέματα) είναι της τάξεως των $20 \times 10^9 \text{ m}^3$. Εξ' αυτού $14,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ ή ποσοστό 22% αντιστοιχεί σε αποθέματα καρστικών υδροφόρων συστημάτων, $4,2 \times 10^9 \text{ m}^3$ ή 72% σε αποθέματα κοκκωδών συστημάτων προσχωματικών λεκανών και το υπόλοιπο $1,6 \times 10^9 \text{ m}^3$ ή 6% σε αποθέματα υδρογεωλογικών συστημάτων μικτής ροής.

Επισημαίνεται εδώ ότι ένα σημαντικό ποσοστό του δυναμικού αυτού εκφορτίζεται μέσω πηγών και προσμετράται στην επιφανειακή απορροή.

Σε ότι αφορά την ποιοτική κατάσταση των υπόγειων εν γένει νερών της χώρας σημειώνεται επίσης ότι ένα σημαντικό μέρος αυτών είναι ακατάλληλο για τις περισσότερες χρήσεις λόγω φυσικών αιτίων και ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

Επισημαίνεται επίσης ότι σε πολλές περιπτώσεις καρστικών κατά κανόνα υδροφόρων συστημάτων, η λεκάνη τροφοδοσίας ενός συστήματος (είσοδος) και η περιοχή εκφόρτισής του (έξοδος) βρίσκονται σε διαφορετικά γειτονικά υδατικά διαμερίσματα, γεγονός που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη στις προτάσεις διαχείρισης των υδατικών πόρων της ευρύτερης περιοχής.

Ενδεικτικά αναφέρονται τα καρστικά συστήματα Λάδωνα, Πλανήτερου και Παναγίτσας με μέσες ετήσιες εκφορτίσεις 80, 85 και $13 \times 10^6 \text{ m}^3$ στο υδατικό διαμέρισμα Δ. Πελ/σου, αντίστοιχα.

Εξ' αυτών, τα δύο πρώτα συστήματα τροφοδοτούνται και από τις υπόγειες απορροές της πόλγης του Φεναιού (υδατικό διαμέρισμα Β. Πελ/σου) μέσω καταβόθρων, ενώ το σύστημα Παναγίτσας - Δάρα τροφοδοτείται και από τις απορροές της πόλγης της Κανδήλας (υδατικό διαμέρισμα Α. Πελ/σου) μέσω της καταβόθρας της Χωτούσας.

ΠΙΝ.1 ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ (μέσα ετήσια ρυθμιστικά αποθέματα)

α/α	ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ x 10 ⁶ m ³			
		Καρστικά συστήματα	Κοκκώδη συστήματα	Μικτά συστήματα	Σύνολο
1.	Δ. Πελοποννήσου	857.0	181.5	50	1088.5
2.	Β. Πελοποννήσου	347.1	283.0	16	646.1
	Νησιωτικό τμήμα	428	32	-	460
3.	Α. Πελοποννήσου	1535	148	61	1744
	Νησιωτικό τμήμα	28.5	12.1	8.8	49.4
4.	Δ.Ελλάδας	2551.0	100.0	200.0	2851.0
5.	Ηπείρου	1302.0	131	-	1433
	Νησιωτικό τμήμα	25.45	9.6	11.6	45.65
6.	Αττικής	235	32	1.6	268.6
	Νησιωτικό τμήμα	12.6	4.8	3.7	21.1
7.	Αν. Ελλάδας	1291.7	173.0	-	1464.7
	Νησιωτικό τμήμα	374	62.8	24.3	461.1
8.	Θεσσαλίας	1285.0	616	643.0	2544
9.	Δ. Μακεδονίας	1076	278	-	>1354
10.	Κ. Μακεδονίας	100	1260.6	-	>1360
11.	Α. Μακεδονίας	320	230	30	580
12.	Θράκης	210	300	10	520
13.	Κρήτης	1640	248	260	2148
14.	Νησιών Αιγαίου	556	112	328	996
ΣΥΝΟΛΟ		14174.0	4214.4	>1648	20035.0

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (01)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΠΕΛ/ΣΟΥ

Ι. Γεωργουλής, Δ. Μαραβέγιας

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

Χ. Σμυρνιώτης, Π. Σαμπατακάκης

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος, Δ. Δημητρόπουλος

ΑΘΗΝΑ

1996

1. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

1.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στην γεωλογική δομή του διαμερίσματος συμμετέχουν οι πιο κάτω γεωτεκτονικές ενότητες.

- Ενότητα αλπικών ιζημάτων μεσοζωικής ηλικίας τα οποία εμφανίζονται πτυχωμένα και επωθημένα και δομούν το ορεινό τμήμα του διαμερίσματος.
- Ενότητα των μεταλπικών (Τριτογενές) ιζημάτων που πληρώνουν τις τεκτονικές τάφρους και διαμορφώνουν το ημιορεινό και λοφώδες τμήμα.
- Ενότητα των σύγχρονων τεταρτογενών αποθέσεων που αναπτύσσονται στις πεδινές εκτάσεις.

Τα αλπικά ιζήματα ανήκουν γεωτεκτονικά εκ δυσμών προς ανατολάς στην Ιόνιο ζώνη, την ζώνη Πύλου - Γαβρόβου, την Ολωνού - Πίνδου, την ζώνη Τριπόλεως επί της οποίας βρίσκεται επωθημένη η ζώνη Ολωνού και τη μεταμορφωμένη μάζα της Κεντρικής Πελοποννήσου από μάρμαρα και φυλλίτες. Η ζώνη Ολωνού - Πίνδου που καταλαμβάνει την μεγαλύτερη έκταση στη περιοχή ενδιαφέροντος συνίσταται από εναλλαγές φλύσχη - ασβεστολίθων - κερατολίθων ενώ η ζώνη Τριπόλεως από δολομίτες και ασβεστόλιθους.

1.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ - ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ - ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ Κ.Λ.Π. ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Πελοποννήσου έχει έκταση 7.328 km² και ορίζεται βόρεια από τους ορεινούς όγκους Ερύμανθου και Αροανείων και ανατολικά από το Μαίναλο και τον Ταύγετο και δυτικά και νότια από τον Κυπαρισιακό και Μεσσηνιακό κόλπο αντίστοιχα.

Στο διαμέρισμα περιλαμβάνονται : ο νομός Μεσσηνίας, το 53% του νομού Ηλείας, το 48% του νομού Αρκαδίας, το 17,2% του νομού Αχαΐας και το 6,1% του νομού Λακωνίας.

Το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται ως ορεινό και ημιορεινό στο εσωτερικό και ανατολικό τμήμα του διαμερίσματος (600 - 2400 μ.) και ημιορεινό έως λοφώδες στην περίμετρο (100 - 600 μ.) πεδινό στην παραλιακή ζώνη και τις κοιλάδες των ποταμών. Οι μεγαλύτερες πεδινές εκτάσεις αναπτύσσονται στον κάμπο του Αλφειού, στην παραλιακή ζώνη Πύργου - Πύλου, στον Μεσσηνιακό κάμπο

και στο εσωτερικό υψίπεδο της Μεγαλόπολης (13% του συνόλου). Οι κυριώτεροι ποταμοί συνεχούς ροής που αποστραγγίζουν το διαμέρισμα είναι ο Αλφειός και ο Πάμισος καθώς και ο Νέδας ενώ ο ποταμός Νέδωνας εμφανίζει χειμαρρώδη ροή. Στα παράλια της περιοχής εμφανίζονται οι παράκτιες λίμνες Αγουλινίτσας και Μουριάς (που έχουν αποξηρανθεί) και Καϊάφα (θερμομεταλλική), που σχηματίστηκαν λόγω των αμμόλοφων του Κυπαρισσιακού κόλπου.

Το κλίμα που επικρατεί είναι το θαλάσσιο μεσογειακό στις παραθαλάσσιες και πεδινές περιοχές ενώ προς το εσωτερικό εξελίσσεται σε χερσαίο και σε ορεινό στα ορεινά.

Η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 800 mm στα πεδινά και 1600 mm στα ορεινά με μέση ετήσια τιμή για το διαμέρισμα στα 1100 mm και αριθμό ημερών βροχής 80 - 120 το χρόνο. Η μέση ετήσια θερμοκρασία του διαμερίσματος είναι 19° C και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος είναι συνήθως μικρότερο των 16° C.

Οι κυριώτερες υδρολογικές λεκάνες του διαμερίσματος είναι η λεκάνη του Αλφειού και η λεκάνη του Πάμισου με δευτερεύουσες τις λεκάνες του Νέδα και Νέδωνα.

Ο Αλφειός έχει υδρολογική λεκάνη 3.653 km², πηγάζει από τα Αρκαδικά οροπέδια με τρεις παραπόταμους (Ανω Αλφειό, Ερύμανθο, Λάδωνα) που ενώνονται στην ημιορεινή Ηλεία (Μέσος Αλφειός) και εκβάλλει στον Κυπαρισσιακό κόλπο (Κάτω Αλφειός). Στον παραπόταμο του Λάδωνα υπάρχει μικρός ΥΗΣ που ρυθμίζει την παροχή του. Στη γέφυρα Αλφειούσας 10 km πριν την εκβολή του Αλφειού, λειτουργεί χαμηλό φράγμα για την απόληψη αρδευτικού νερού.

Η μέγιστη παροχή στη θέση αυτή είναι 434 m³/s και η ελάχιστη 16 m³/s (Γ. Παπαναστασίου, 1989).

Η μετρηθείσα απορροή του Αλφειού είναι:

Λεκάνη	Επιφάνεια (km ²)	Ετήσια απορροή (* 10 ⁶ m ³)	Ωμεσ (m ³ /s)
Αλφειός	3.658	2.100	66.6

Οι παραπόταμοι του Αλφειού είναι ο Ανω Αλφειός, με υδρολογική λεκάνη 250 km² κυρίως σε ανθρακικούς σχηματισμούς, ο Λάδωνας με έκταση λεκάνης απορροής μέχρι τη θέση του φράγματος της ΔΕΗ 750 km² και ο Ερύμανθος με λεκάνη απορροής 37,6 km².

Ο Πάμισος πηγάζει από τα βουνά τις Ανω Μεσσηνίας, έχει υδρολογική λεκάνη 728 km² και τροφοδοτείται και από τις απορροές των πηγών Αγ. Φλώρου και Πηδήματος μέσης παροχής 4,5 m³/s και εκβάλλει στον Μεσσηνιακό κόλπο.

Ως προς το υδρολογικό ισοζύγιο του διαμερίσματος σημειώνεται εδώ ότι από τον συνολικό όγκο βροχοπτώσεων που ανέρχεται στα 8034 x 10⁶ m³) ποσοστό 45% (3615 x 10⁶ m³) απώλλυνται δια της εξατμισιδιαπνοής, 15% (1205 x 10⁶ m³) κατεισδύουν και τροφοδοτούν τους υπογείους υδροφόρους του διαμερίσματος και το υπόλοιπο 40% (3013 x 10⁶ m³) απορρέουν επιφανειακά προς τον τελικό αποδέκτη, τον Αλφειό ποταμό.

1.3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Συνεπεία των λιθοστρωματογραφικών, τεκτογενετικών, παλαιογεωγραφικών, νεοτεκτονικών κ.λ.π. χαρακτήρων των γεωλογικών σχηματισμών που αναφέρθηκαν προηγουμένως, διαμορφώνονται στα όρια του διαμερίσματος ή και επεκτείνονται εκτός αυτού στα γειτονικά διαμερίσματα επί μέρους υδρογεωλογικές ενότητες (λεκάνες), τα εντός των οποίων δημιουργούνται υδροφόρα συστήματα, χαρακτηρίζονται από διαφορετική υδρολογική, υδροχημική και ρυπαντική συμπεριφορά.

Τα κυριώτερα υδροφόρα συστήματα επί του προκειμένου είναι τα καρστικά συστήματα και τα αντίστοιχα συστήματα κοκκωδών αποθέσεων του Τεταρτογενούς και εν μέρει Νεογενούς.

1.3.1. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στον πίνακα 1.1. δίδονται στοιχεία για τα επί μέρους καρστικά συστήματα. Κατωτέρω περιγράφονται τα κυριώτερα εξ' αυτών.

1.3.1.1. Καρστική ενότητα άνω ρού Λάδωνα

Η καρστική ενότητα του άνω ρου του Λάδωνα ποταμού διαμορφώνεται, μέσα στα όρια της αντίστοιχης φυσιογραφικής λεκάνης, σε ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης Τριπόλεως στα βόρεια και της Ωλωνού Πίνδου νότια.

Στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται τέσσερα, διακριτικά μεταξύ τους υδροφόρα συστήματα γνωστά ως συστήματα Πλανητέρου, Λάδωνα, Παναγίτσα και Μεθυδρίου.

Επισημαίνονται εδώ ότι τα δύο πρώτα συστήματα και κύρια αυτό του Λάδωνα, τροφοδοτούνται και από τις απορροές της πόλγης Φεναιού (υδατικό διαμέρισμα Β. Πελοποννήσου) μέσω καταβοθρών ενώ το σύστημα Παναγίτσας από τις απορροές της πόλγης της Καντήλας (υδατικό διαμέρισμα Α.Πελοποννήσου) μέσω της καταβόθρας της Χωτούσας.

Τα συστήματα Πλανητέρου και Λάδωνα είναι τα σημαντικότερα, με κύριες εκφορτίσεις στις πηγές Πλανητέρου και Λάδωνα-Μάτι μέσης ετήσιας παροχής 2,70 και 5,8 m³/s αντίστοιχα. Το σύστημα της Παναγίτσας, Δάρα εκφορτίζεται από τις ομώνυμες πηγές μέσης παροχής 0,4 m³/s και το σύστημα Μεθυδρίου μέσης παροχής 0,18 m³/s από τις πηγές Πυργακίου, Μεθυδρίου, Πιάνας.

Η ως άνω περιγραφείσα καρστική ενότητα του Λάδωνα εκφορτίζεται επίσης μέσω περισσότερων από 100 μικροπηγές επαφής, εκτιμώμενης συνολικής παροχής στην τάξη των 6 m³/s, οπότε η συνολική εκφόρτιση της ενότητας αυτής εγγίζει την τάξη των 15 m³/s, παροχή που αντιστοιχεί σε 473 x 10⁶ m³/έτος και αντιπροσωπεύει την μέση πηγαία συνεισφορά του καρστικού συστήματος στην μέση ετήσια απορροή του Λάδωνα ποταμού που είναι της τάξης των 20 m³/s.

1.3.1.2. Καρστική ενότητα άνω ρου Αλφειού.

Πρόκειται για την μεγάλη καρστική ενότητα που δημιουργείται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης της Τριπόλεως και της Πίνδου και εκφορτίζεται δια μιας σειράς πηγών υπερχείλισης στο οροπέδιο της Μεγαλόπολης και κατόπιν, συνολικής παροχής της τάξεως των 6 m³/s.

ΠΙΝ.1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΔΥΤ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Όνομα/ θέση πηγής	Γεωλογικοί σχηματισμοί	T °C	Χημικός τύπος	Χρήση
Λουτρά Ηραίας Αρκαδίας	ασβεστόλιθοι	20	Ca - HCO ₃ H ₂ S	λουτροθεραπεία
Λουτρά Καϊάφα Ηλείας	ασβεστόλιθοι	34,5	Na - Cl H ₂ S	λουτροθεραπεία
Φιγαλείας Ηλείας	νεογενή	25	Ca - HCO ₃	ανεκμετάλλευτη
Αλιμρού Μεσσηνίας	ασβεστόλιθοι	25	Na - Cl H ₂ S	λασποθεραπεία

Σημαντικές εκφορτίσεις της ενότητας αυτής της τάξεως του $1 \text{ m}^3/\text{s}$ συντελούνται μέσω πηγών και στον παραπόταμο Λούσιο. Έτσι οι συνολικές εκφορτίσεις της ενότητας αυτής είναι της τάξεως των $7 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $221 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ και αντιστοιχούν στα ρυθμιστικά αποθέματα της ενότητας αυτής στο βαθμό που δεν αναμένονται άλλες αξιόλογες εκφορτίσεις πέραν των αναφερομένων.

Τα ανωτέρω επιβεβαιώνονται αν ληφθεί υπόψη ότι η καρστική ενότητα του άνω ρού του Αλφειού εκτείνεται πολύ πέραν της αντίστοιχης φυσιογραφικής λεκάνης και η έκτασή της είναι της τάξης των 380 km^2 δεχόμενη κατά μέσο όρο ετησίως $456 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1200 χλστ) εκ των οποίων κατεισδύει το 50% τροφοδοτώντας τα καρστικά συστήματα της ενότητας αυτής.

1.3.1.3. Καρστική ενότητα Δυτ. Λακωνικής Μάνης και ΝΑ Μεσσηνίας (Ν. Ταύγετος).

Δημιουργείται εντός των ανθρακικών πετρωμάτων της Ιονίου ζώνης και της ζώνης Τριπόλεως και εκφορτίζεται διά μιας σειράς παράκτιων, υφάλμυρων κατά κανόνα και υποθαλάσσιων πηγών, μεταξύ των οποίων αναφέρονται οι πηγές Δυρού, Δριάλου, Μεζάπου, Αγ.Νικολάου, Στούπας, Νομισίου, Χωτούσας, Καρδαμύλης, Κιτριών, κ.λ.π. μέσης εκτιμωμένης συνολικής παροχής στην τάξη των $2,7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $85 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Σημειώνεται εδώ ότι το σημαντικότερο ποσοστό του δυναμικού αυτού είναι ακατάλληλο για τις συνήθεις χρήσεις.

1.3.1.4. Καρστική ενότητα Δ. Μεσσηνίας.

Περιλαμβάνει τα καρστικά συστήματα Βασιλιτσίου, Πύλου, Φιλιατρών, Κυπαρισίας, Ζευγολατειού, που δημιουργούνται στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης της Πίνδου. Τα συνολικά αποθέματα της ενότητας αυτής είναι της τάξεως των $170 \times 10^6 \text{ m}^3$ σύμφωνα με τα στοιχεία κατείσδυσης και εκφορτίζεται κύρια δια διάσπαρτων πηγών στο Ιόνιο Πέλαγος ή και μεταγγίζονται πλευρικά σε νεότερες νεογενείς κ.λ.π. αποθέσεις.

1.3.2. ΚΟΚΚΩΔΗ ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα κυριώτερα των εν λόγω υδροφόρων συστημάτων δημιουργούνται εντός των αλλουβιακών αποθέσεων του Αλφειού και τις Άνω και Κάτω Μεσσηνίας και χαρακτηρίζονται κατά κανόνα από μία επαλληλία υπό πίεση υδροφόρων, με παροχές των εκεί γεωτρήσεων από $50 - 150 \text{ m}^3/\text{h}$, ενώ από ποιοτική άποψη

εμφανίζονται (λεκάνη Αλφειού) αυξημένες περιεκτικότητες σε Mn και Fe γεγονός που καθιστά τα υπόγεια νερά ακατάλληλα για ύδρευση.

Στην ανατολική ημιορεινή Ηλεία, στις κροκαλοπαγείς αποθέσεις Λάλα, δημιουργείται ένας αξιόλογος υδροφόρος ορίζοντας πάχους 30 μ. μέχρι βάθος 200 μ. που τροφοδοτείται και από πλευρικές μεταγγίσεις από καρστικά νερά της ζώνης της Πίνδου. Οι παροχές των γεωτρήσεων στα κροκαλοπαγή Λάλα κυμαίνονται μεταξύ 50 και 90 m³/h. Τέλος στις νεογενείς αποθέσεις των λεκανών Αλφειού, Πάμισου και στις αντίστοιχες των περιοχών Ζαχάρως - Πυλίας δημιουργούνται υπό πίεση υδροφόρα συστήματα κατά κανόνα ασυνεχή με ποιοτικής φύσης προβλήματα λόγω ανίχνευσης νιτρικών και αμμωνιακών ιόντων.

Τα συνολικά ετήσια αποθέματα της ενότητας αυτής εκτιμώνται στην τάξη των 180 x 10⁶ σύμφωνα με τις αντίστοιχες κατεισδύσεις λαμβάνοντας συντελεστή κατεισδυσής μεταξύ 8 και 14% των α.κ.

1.3.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Οι σπουδαιότερες θερμομεταλλικές πηγές του υδ. διαμερίσματος είναι αυτές που έχουν σχέση με τα μεγάλα παράκτια τεκτονικά ρήγματα της βόρειας και δυτικής Πελοποννήσου. Σημαντικό ρόλο στην πληθώρα των υδροθειούχων πηγών της περιοχής, έχουν παίξει οι δομοί γύψου που περικλείουν οι εβαπορίτες της δυτικής Ελλάδας (πίνακας 1.1.).

1.4. ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Στους πίνακες 1.2. και 1.3. δίδονται τα υπόγεια αποθέματα για τα επιμέρους καρστικά και κοκκώδη υδροφόρα συστήματα του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Πελοποννήσου.

Από τους πίνακες προκύπτει ότι τα συνολικά υπόγεια αποθέματα ανέρχονται σε 1038 x 10⁶ m³ και αντιστοιχούν σε 857 x 10⁶ m³ σε καρστικούς σχηματισμούς και σε 181 x 10⁶ m³ στους σχηματισμούς του Τεταρτογενούς και Νεογενούς.

Σημειώνεται εδώ ότι στο πιο πάνω υπόγειο υδατικό δυναμικό του διαμερίσματος δεν συνυπολογίζονται τα αντίστοιχα αποθέματα που υπάρχουν

ΠΙΝ. 1.2 ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ Δ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ - ΑΠΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Α.Καρστικές ενότητες συστήματα	Κύριοι υδροφόροι σχηματισμοί	Εκταση km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής χλστ	Μέσος ετήσιος όγκος βροχής m ³ x 10 ⁶	Συντελεστής κατείδυσης %	Κατείδυση m ³ x 10 ⁶	Κύρια σημεία εκφόρτισης συστήματος	Αποθέματα m ³ x 10 ⁶	Ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών
Δυτικής Λακωνικής Μάνης	μάρμαρα ιονίου ζώνης	167	660	108.0	20	21.7	πηγές Δυρού, Δρακού, Μεζπού, Γεραλιμένα και διάσπαρτες υποθαλάσσιες αναβλύσεις	21.7	νερά υφάλμυρα ακατάλληλα για οιαδήποτε χρήση
Μεσηνιακής Μάνης (Χωτούσας, Μηλέας, Καρδαμηνής)	μάρμαρα ιονίου ζώνης και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Τρίπολης	323	700	228.0	20	45.2	πηγές Αγ. Νικολάου, Σιούτσας, Νομισαίου, Χωτούσας, Καρδαμηνής	45.2	νερά υφάλμυρα ακατάλληλα για οιαδήποτε χρήση Χλωριούχα > 800mg/l
Κιτριών - Κάτω Βέργας	μάρμαρα ιονίου ζώνης και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Τρίπολης	27	800	21.6	20	4.3	πηγές Κιτριών, υποθαλάσσιες αναβλύσεις	4.3	νερά υφάλμυρα ακατάλληλα για οιαδήποτε χρήση Χλωριούχα > 800mg/l
Περιβολακίου, Λάκας, Αλαγωνιάς	κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Ιονίου, Τρίπολης	56	830	46.7	30	13.7	πλευρικές μεταγίσεις στις προσχώσεις Καλαμάτας	13.7	ποιότητα νερού γενικά καλή για ύδρευση και άρδευση
Αγ. Φλωρού, Πηδμήματος	ασβεστόλιθοι Τρίπολης	400	-	-	40	140.0	πηγές Αγ. Φλωρού, Πηδμήματος συν. παροχής 4.5 m ³ /s	140.0	
Διαβολιτσίου	ασβεστόλιθοι Πίνδου	-	-	-	-	10.0		10.0	
Βασιλείσας Μεσσηποτάμου	ασβεστόλιθοι Πίνδου	95	680	64.6	26	16.2		16.2	γενικά καλή ποιότητα επί μέρους φαινόμενα ρύπανσης από ελαιουργία και αστικά λύματα
Πύλου	ασβεστόλιθοι Ιονίου ζώνης	48	620	29.8	26	7.5	διάσπαρτες εκφορτίσεις στο Ιόνιο και στις αποθέσεις Γιάλοβας	7.5	υφάλμυρα νερά στην παράκτια ζώνη
Φιλατιρών, Γαργαλιάνων	ασβεστόλιθοι Ιονίου ζώνης	45	700	31.5	36	11.0	υφάλμυρες εκφορτίσεις στο Ιόνιο (Βρωμονέρι) και πλευρικές μεταγίσεις στα νεογένη	11.0	υφάλμυρα νερά στο μέτωπο Γαργαλιάνων
Χονδ्री, Κυπαρισίας, Μαλιγαλά	ασβεστόλιθοι Διανού Πίνδου	235	720	169.2	35	59.2		59.2	κατάλληλα νερά για ύδρευση με τοπικά φαινόμενα ρύπανσης
Ζεβγολαπίου, Κοπαναρίου, Λεπταίου	ασβεστόλιθοι Διανού Πίνδου	280	810	226.8	36	79.4	τοπικές εκφορτίσεις	79.4	ποιότητα κατάλληλη για κάθε χρήση
Ενότητα άνω ρού Αλφειού	ασβεστόλιθοι Πίνδου - Τρίπολης	380	1200	456.0	45	205.0	πηγές επίσφης υπερπλήρωσης συνολικές παροχές της τάξης των 2m ³ /s	205.0	ποιότητα γενικά καλή
Καρστικό σύστ. Πιλανήτερου	ασβεστόλιθοι Τρίπολης	-	-	-	-	88.0	πηγές Πιλανήτερου (2.7m ³ /s)	88.0	καλής ποιότητας
Καρστικό σύστ. Λάδωνα,Μάτι	ασβεστόλιθοι Τρίπολης	-	-	-	-	150.0	πηγές Λάδωνα, Μάτι (5.0m ³ /s)	150.0	
Καρστικό σύστ. Παναγίτσα, Δάρα	ασβεστόλιθοι Πίνδου	-	-	-	-	5.8		5.8	
Καρστικό σύστ. Πυργακίου, Πάνας	ασβεστόλιθοι Πίνδου	-	-	-	-	-	πηγές Μεθυδρίου Πυργακίου Πάνας (0.18m ³ /s)	-	
ΣΥΝΟΛΟ		2056	7710	1379.2		857.0		857.0	

ΠΙΝ.1.3 ΚΟΚΚΩΔΗ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΑ ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ Δ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Υδροφόροι ενότητες - συστήματα	Κύριοι υδροφόροι σχηματισμοί	Εκταση km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής χλστ	Μέσος ετήσιος όγκος βροχής m ³ x10 ⁶	Συντελεστής κατείσδυσης %	Κατείσδυση m ³ x10 ⁶	Αποθέματα		Ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών
							Τεταρτογενή	Νεογενή	
Μεσσηνιακής Μάνης	νεογενές	48	720	34.6	10	3.5	-	3.5	υφάλμυρα νερά στην παράκτια ζώνη
Κιτριών, Καρδαμύλης	νεογενές	23	720	16.6	10	1.7	-	1.7	υφάλμυρα νερά, κατάλληλα οριακά για άρδευση διαφόρων καλλιεργιών
Καλαμάτας, Αρφαρά	νεογενές και τεταρτογενές	65	730	47.5	10	4.8	4.8	4.8	κατάλληλα για ύδρευση, άρδευση, τοπικά προβλήματα ρύπανσης
Λεκάνης Παμίσου	τεταρτογενές	287	720	206.6	14	28.9	28.9	-	κατάλληλα για ύδρευση, άρδευση, τοπικά προβλήματα ρύπανσης
Κορώνης Αγ. Ανδρέα	νεογενές και τεταρτογενές	41	640	26.2	10	2.6	2.6	2.6	υφάλμυρα νερά στην παράκτια ζώνη
Αχλαδοχωρίου, Νερόμυλου, Άρι	νεογενές	162	670	108.5	10	11.0	-	11.0	περιορισμένα φαινόμενα υφαλμύρινσης
Μεθώνης, Φοινικόκοντα	νεογενές	45	620	27.9	8	2.2	-	2.2	νερά κατάλληλα για ύδρευση, άρδευση
Χαδρινού, Γιαλοβάς, Βάλτας, Χώρας	νεογενές	187	710	132.8	10	13.3	-	13.3	υφάλμυρα νερά στην παράκτια ζώνη με τάσεις επιδείνωσης
Μαραθούπολης, Στασιού	νεογενές και τεταρτογενές	105	710	74.6	10	7.5	7.5	7.5	
Καλού νερού, Ράχης Μύρου	νεογενές	67	710	47.6	13	6.2	-	6.2	κατάλληλα για ύδρευση, άρδευση
Ζαγάρως, Πύργου, Λ.Αλφειού	νεογενές και τεταρτογενές	1205	690	831.5	12	99.8	99.8	99.8	κατάλληλα για άρδευση. Συχνά φαινόμενα ρύπανσης (λιπάνσεις, Fe, Mn)
ΣΥΝΟΛΟ		2235	7640	1554.4		181.5		181.5	

εντός των χαρακτηριζομένων ως υδατοστεγών σχηματισμών, οι οποίοι καταλαμβάνουν σημαντική έκταση στο διαμέρισμα (2300 km²) και τα οποία αναμένονται στην τάξη των 50 x 10⁶ m³, όπως προκύπτει και από τον κατεισδύοντα όγκο βροχοπτώσεων στους σχηματισμούς αυτούς αν ληφθή ως μέσος συντελεστής κατείσδυσης η τιμή 0,02.

1.5. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Στους νομούς Μεσσηνίας και Αρκαδίας καταγράφονται υψηλές συγκεντρώσεις NO₃ σε πολλές περιπτώσεις με αποτέλεσμα την ακαταλληλότητα των υπογείων νερών για ύδρευση. Αυξημένες συγκεντρώσεις NO₃ παρατηρούνται επίσης στην παράκτια δυτική Μεσσηνία και Μεγαλόπολη, ενώ στην ευρύτερη περιοχή Πύργου τα υπόγεια νερά κρίνονται γενικά ως κατάλληλα για υδρευτικούς σκοπούς.

Επισημαίνεται τέλος ότι ένας σημαντικός τομέας του όλου υδροφόρου συστήματος του διαμερίσματος (κυρίως παράκτια καρστικά συστήματα κ.λ.π.) είναι ποιοτικά υποβαθμισμένος λόγω θαλάσσιας διείσδυσης.

Ειδικότερα στο νομό Μεσσηνίας παρατηρούνται φαινόμενα θαλάσσιας διείσδυσης στη δυτική παράκτια ζώνη, λόγω υπερεκμετάλλευσης των παράκτιων υδροφόρων (για άρδευση) από το ύψος της Κυπαρισσίας μέχρι Μαραθούπολη, όπου οι τιμές των Cl⁻ σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνούν τα 1500 ppm, καθώς και φαινόμενα ρύπανσης λόγω λίπανσης των εδαφών με εκτεταμένη παρουσία NO₃ από Τερψιθέα μέχρι Μαραθούπολη, όπου οι συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων σε ορισμένες τοποθεσίες ξεπερνούν τα 150 ppm.

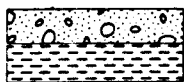
Τέλος παρατηρούνται και φαινόμενα ρύπανσης από βιομηχανικά και αστικά λύματα.

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Δ. Πελοποννήσου

0 10 20 30 40 50 km



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα πολλές φορές υπό πίεση μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες.



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (σχιστοκερατόλιθοι, φλύσχης, κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις υδραυλικά ενεργές ζώνες ρωγματώσεων, και λοιπών ασυνεχειών.

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ**

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ Β. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (02)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΙΤΟΣ ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ

Ι. Γεωργουλή, Δ. Μαραβέγιας

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

Σ. Σκαγιάς, Κ. Νίκας, Π. Σαμπατακάκης

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος, Δ. Δημητρόπουλος

ΑΘΗΝΑ

1996

2. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ Β. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στο Υδατικό Διαμέρισμα της Β. Πελοποννήσου, σημειώνεται σημαντική παρουσία των μετά - αλπικών ιζημάτων (νεογενούς και τεταρτογενούς), τα οποία καταλαμβάνουν εκτεταμένες περιοχές στην περιφέρεια, δυτικά, βόρεια και ανατολικά. Στις νότιες και κεντρικές περιοχές απαντούν οι σχηματισμοί των εξωτερικών γεωτεκτονικών ζωνών Ολονού - Πίνδου και Γαβρόβου - Τριπόλεως, διαφόρου ηλικίας και λιθολογικής σύστασης ως κατωτέρω:

- καρστικοί σχηματισμοί τριαδικής ηλικίας.
- δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστολίθοι και ασβεστόλιθοι ανω-τριαδικής έως ηωκαινικής ηλικίας
- αργιλικοί σχιστόλιθοι .
- ραδιολαρίτες και κερατόλιθοι
- ερυθρές μάργες
- σχηματισμοί του φλύσχη

Οι νεογενείς σχηματισμοί των οποίων το πάχος φθάνει έως 1.500 μ. αποτελούνται κυρίως από μάργες, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. Τα ιζήματα αυτά έχουν αποτεθεί εντός βυθισμάτων και τάφρων, οφειλομένων στη ρηξιγενή τεκτονική που ακολούθησε το τέλος της αλπικής ορογέννεσης και θεωρούνται ιζήματα πλειοπλειστοκαινικής ηλικίας.

Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί συνήθως συνίστανται από συνεκτικά κροκαλοπαγή και αλλουβιακά ριπίδια που έχουν αποτεθεί επί των νεογενών και αλπικών σχηματισμών.

2.2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ, ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ, ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Το υδατικό διαμέρισμα Β. Πελοποννήσου συνολικής έκτασης 6.576 km² περιλαμβάνει τις υδρολογικές λεκάνες του Πηνειού, έκτασης 794 km², του Πύρρου (600 km²), του Γλαύκου (116 km²), του Σελινούντα (398 km²), του Βουραϊκού (266 km²), του Κράθι (92 km²), και τις ενδοροϊκές λεκάνες Φεναιού (235.2km²), Στυμφαλίας (91.8 km²) και της Σκοτεινής, Αλέας (113.2 km²) καθώς επίσης και άλλες επιμέρους μικρότερες λεκάνες συνολικής έκτασης 4258 km².

Το υδατικό διαμέρισμα της Β.Πελοποννήσου οριοθετείται δυτικά από το Ιόνιο Πέλαγος, βορειοδυτικά από τον Πατραϊκό Κόλπο, βόρεια από τον Κορινθιακό βορειοανατολικά από τον Σαρωνικό Κόλπο και νότια από τον ορειογραφικό άξονα που εκκινεί δυτικά με το όρος Σκόλλης, συνεχίζεται στην κεντρική περιοχή με τους ορεινούς όγκους του Ερύμανθου, του Παναχαικού, του Μαρματίου και της Κυλλήνης και καταλήγει ανατολικά στα Όνεια Όρη.

Στο Διαμέρισμα υπάγονται επίσης οι νήσοι Ζάκυνθος, Κεφαλλονιά και Ιθάκη. Μεταξύ των ορεινών όγκων της ΒΑ-κης περιοχής σχηματίζεται μια ζώνη βυθισμάτων, στην οποία λαμβάνει χώρα υπόγεια καρστική απορροή. Από βορρά και νότο διαμορφώνεται μια σειρά από τις κλειστές καρστικές λεκάνες του Φεναιού, της Στυμφαλίας και της Σκοτεινής και Αλέας με αντίστοιχα υψόμετρα πυθμενών 720, 612, 528 και 590 μ. Η σειρά συνεχίζεται νότια με τις πόλγες Χωτούσας- Κανδήλας, Λεβιδίου και Τρίπολης που βρίσκονται εκτός υδατικού Διαμερίσματος.

Οι κλιματικές συνθήκες του διαμερίσματος είναι τύπου ορεινής περιοχής, λόγω των επικρατούντων μεγάλων υψομέτρων στην ενδοχώρα και τύπου δυτικής παράκτιας περιοχής λόγω της εκτεταμένης σε μήκος και εύρος χαμηλής παράκτιας ζώνης και του νησιώτικου τμήματος αυτού.

Το κλίμα σε ετήσια βάση διακρίνεται στη ψυχρή χειμερινή περίοδο (από Οκτώβριο έως και Μάρτιο) και στη θερμή περίοδο (από Απρίλιο έως Σεπτέμβριο).

Η μέση ετήσια υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 60 και 70%. Η πλέον υγρή περίοδος είναι ο χειμώνας με μέση ετήσια σχετική υγρασία έως 80% και η πλέον ξηρή περίοδος είναι το θέρος με μέση μηνιαία σχετική υγρασία 50%.

Η παρουσία μεγάλων υψομέτρων και παρακτίων ζωνών προκαλεί διαφοροποιήσεις στην κατανομή των βροχοπτώσεων.

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης μειώνεται από τις δυτικές προς τις ανατολικές περιοχές και από τις βόρειες προς τις νότιες και κυμαίνεται από 800 έως 1.200 mm στα δυτικά και στην νησιώτικη χώρα, από 800 και 900 mm στη κεντρικά περιοχή και 600 έως 800 mm στις ανατολικές περιοχές του διαμερίσματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Υδρολογικό ισοζύγιο υδατικού διαμερίσματος Β.Πελοποννήσου

Καρστικά υδροφόρα συστήματα	Λιθολογία	Εκταση km ² (μόνον οι υδροπερατοί σχηματισμοί)	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής mm	Μέσος ετήσιος όγκος βροχής x 10 ⁶ m ³	Κατείσδυση		Ποιοτικά χαρακτηριστικά & παρατηρήσεις
					% ο.κ.	x 10 ⁶ m ³	
1. Ορεινού όγκου Ερύμανθου	Ασβεστόλιθοι κερατόλιθοι φλύσχης	145	800	116	40	46,4	Από ποιοτικής πλευράς τα υπόγεια νερά κρίνονται γενικά ως καλής ποιότητας.
2. Ορεινού όγκου Παναχαϊκού	Ασβεστόλιθοι κερατόλιθοι φλύσχης	450	830	373,5	47	175,5	Σημειώνονται μεμονωμένες και τοπικού χαρακτήρα μόνον επιβαρύνσεις από κτηνοτροφικά ή αστικά λύματα.
3. Ορεινού όγκου Μαρματίου - Ζαρούχλας	Ασβεστόλιθοι κερατόλιθοι	50	780	39	50	19,5	Ειδικότερα οι παράκτιες εκφορτίσεις του ορεινού όγκου των Ονείων, είναι υφάλμυρες.
4. Ορεινού όγκου Κυλλήνης	Ασβεστόλιθοι δολομίτες	70	760	54,6	50	26,6	Στον πίνακα δεν περιέχονται τα συστήματα εκείνα που λόγω των γεωλογικών συνθηκών εκφορτίζονται στα γειτονικά Υδατ. Διαμερίσματα της Αν. κ' Δυτ. Πελοποννήσου, καθώς επίσης και οι μικρές μεμονωμένες υδροπερατές μάζες περιορισμένης σημασίας.
5. Ορεινού όγκου Σωτήρα	Ασβεστόλιθοι	45	680	30,6	48	14,7	
6. Ορεινού όγκου Ονείων	Ασβεστόλιθοι	250	680	170	30	51	
7. Μεμονωμένα συστήματα ορεινού όγκου Σανταμερίου (Σκόλις) κ.λ.π.	Ασβεστόλιθοι, φλύσχης	42	800	33,6	40	13,4	
ΣΥΝΟΛΟ	-	1052	-	817,3	-	347,1	

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 Υδρολογικό ισοζύγιο υδατικού διαμερίσματος Β. Πελοποννήσου

Υδροφόρα συστήματα κοκκωδών σχηματισμών	Λιθολογία	Εκταση km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής mm	Μέσος ετήσιος όγκος βροχής x 10 ⁶ m ³	Κατέδουση		Ποιοτικά χαρακτηριστικά & εκφορτίσεις
					% α.ε.	x 10 ⁶ m ³	
1. Αράξου - Βαρθολομιού - Κατάκωλου	Νεογενή και Τεταρτογενή	1287	680	875	12	105	Σημειώνονται εκτεταμένες ζώνες υφαλμύρισης στις παράκτιες περιοχές λόγω των υπεραντλήσεων για αρδευτικούς σκοπούς.
2. Κάτω Αχαιίας - Πατρών - Αιγίου	Νεογενή και Τεταρτογενή	375	730	274	10	27	Επίσης, σημειώνονται τοπικές επιβαρύνσεις και ρυπάνσεις από αστικά λύματα, γεωργικές λιπάνσεις, κτηνοτροφικές μονάδες, ελαιουργεία κ.λ.π.
3. Διακοπτού - Καλαβρύτων - Λυκοποριάς - Ξυλόκαστρου	Νεογενή και Τεταρτογενή	775	730	566	14	79	Οι εκφορτίσεις γίνονται κυρίως μέσω πηγών στην ενδοχώρα, αλλά και μέσω υποθαλάσσιων αναβλύσεων περιορισμένου μάλλον μεγέθους.
4. Κιατού - Βέλους - Δάφνης - Νεμέας	Νεογενή και Τεταρτογενή	600	670	402	12	48	Οι οποίες όμως αυξάνονται προς τον Κορινθιακό και τον Σαρωνικό κόλπο στην περιοχή Κορινθίου - Χιλιμοδίου - Εξαμιλίων.
5. Κορίνθου - Χιλιμοδίου - Εξαμιλίων	Νεογενή και Τεταρτογενή	187	650	122	10	12	
6. Γκούρας - Στυμφαλίας	Τεταρτογενή	95	850	81	15	12	Σημειώνονται πλευρικές μεταγωγές προς τα καρστικά συστήματα.
ΣΥΝΟΛΟ		3319	-	2320	-	283	

2.3. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ - ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

2.3.1. ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Εντός των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν το υδατικό διαμέρισμα της Β. Πελοποννήσου δημιουργούνται πολλά υδροφόρα συστήματα ενδορωγματικής και ενδοπορικτής ροής.

Στους πίνακες 2.1 και 2.2 δίδονται στοιχεία υπογείου δυναμικού όπως αυτό εκτιμάται κυρίως επί τη βάση των επιμέρους συντελεστών κατείσδυσης για τα κυριώτερα εκ των συστημάτων αυτών.

Από τους πίνακες αυτούς προκύπτει ότι το συνολικό υπόγειο δυναμικό του διαμερίσματος εκτιμάται στην τάξη των $630 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αντιστοιχεί σε των $347 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε καρστικά αποθέματα και σε $283 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε αποθέματα κοκκωδών συστημάτων .

Σημειώνεται επίσης ότι στους πίνακες αυτούς δεν περιλαμβάνονται τα αποθέματα εντός των χαρακτηριζόμενων ως υδατοστεγών, πρακτικά στεγανών, σχηματισμών που καταλαμβάνουν έκταση 633 km^2 και τα οποία εκτιμώνται σε $16 \times 10^6 \text{ m}^3$ λαμβανομένων υπ' όψη 3% συντελεστή κατείσδυσης και μέσο ετήσιο ύψος βροχής 850 χλσ.

Έτσι τα συνολικά υπόγεια αποθέματα νερού στο ηπειρωτικό τμήμα του διαμερίσματος ανέρχονται σε $650 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ως προς τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα, αυτά μόνο για το νομό Αχαΐας ανέρχονται σε $321 \times 10^6 \text{ m}^3$ και κατανέμονται σε $186 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην πεδινή Δ. Αχαΐα, $40 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην ορεινή περιοχή Καλαβρύτων - Δ. Αχαΐας, και $95 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην Αιγιαλεία.

2.3.2. ΝΗΣΙΩΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Το υπόγειο υδατικό δυναμικό στο νησιωτικό τμήμα του διαμερίσματος (Ζάκυνθος, Κεφαλλονιά, Ιθάκη) προσεγγίζεται στον πίνακα 2.3 με βάση τον κατεισδύοντα όγκο νερού στα ανθρακικά κ.λ.π. πετρώματα που δομούν τα νησιά.

Με βάση τ' ανωτέρω τα δυνατά αποθέματα υπογείων νερών στο νησιωτικό τμήμα του διαμερίσματος εκτιμώνται σε $460 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αντιστοιχούν σε

$312 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην Κεφαλλονιά , $40 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην Ιθάκη και $108 \times 10^6 \text{ m}^3$ στη Ζάκυνθο.

Εξ' αυτών ποσοστό 93% αντιστοιχεί σε αποθέματα καρστικών σχηματισμών και το 7% σε αποθέματα εντός νεογενών και τεταρτογενών σχηματισμών .

Σημειώνεται εδώ ότι σημαντικό ποσοστό του δυναμικού αυτού είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο λόγω υφαλμύρυνσης.

(Παράκτιες και υποθαλάσσιες εκφορτίσεις καρστικών συστημάτων).

Ειδικότερα σε ότι αφορά την νήσο Ζάκυνθο, στη καρστική ενότητα του ανθρακικού αντικλίνου στην δυτική ακτή της νήσου δημιουργούνται δύο συστήματα . Το καρστικό σύστημα του δυτικού σκέλους του αντικλίνου έκτασης 95 km^2 , το οποίο εκφορτίζεται μέσω διάσπαρτων παράκτιων και υποθαλάσσιων υφάλμυρων πηγών εκτιμώμενης συνολικής παροχής στην τάξη του $1 \text{ m}^3/\text{s}$ και το σύστημα του ανατολικού σκέλους του αντικλίνου η καρστική υδροφορία του οποίου εκδηλούται στην ενδοχώρα σε πολύ μικρά υψόμετρα (περίπου στο επίπεδο θάλασσας), λόγω της παρεμβολής στην προς ανατολάς πορεία των καρστικών νερών, των υδατοστεγών μειοκαινικών μαργών. Το σύστημα αυτό έκτασης 142 km^2 περίπου δέχεται κατά μέσο όρο ετησίως $128 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. εκ των οποίων κατεισδύει ποσοστό 50% ή $64 \times 10^6 \text{ m}^3$. Η ποσότητα αυτή δίδει την τάξη μεγέθους των μέσων ετησίων ανανεώσιμων αποθεμάτων και επαληθεύεται εάν ληφθεί υπόψη η έκταση του υδροφορέα (20 km^2), το κορεσμένο πάχος αυτού (18 μ.) και ο συντελεστής υδροχωρητικότητας (20%).

Ως προς τα εκμεταλεύσιμα αποθέματα , επί του προκειμένου , αυτά εκτιμώνται σε $12 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αναφέρονται στην εκμετάλλευση του 1/6 του πάχους του υδροφόρου (3 μ.) που αντιστοιχεί σε πτώση στάθμης μέχρι του επιπέδου της θάλασσας, ώστε να αποφεύγεται η υφαλμύρυνση.

Σημειώνεται επίσης ότι το πιο πάνω σύστημα εκφορτίζεται και από τη γνωστή παράκτια - υποθαλάσσια πηγή " Κερί Ζακύνθου " μέσης ετήσια παροχής $2 \times 10^6 \text{ m}^3$, με περιεκτικότητα νερού σε χλωριούχα κυμαινόμενα από 500-2.000 mg/l.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις της Ζακύνθου καταλαμβάνουν την ανατολική πεδινή περιοχή με πάχος έως 8 μ. Η ποιότητα του υπογείου νερού είναι

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3 Υδρολογικό ισοζύγιο νησιωτικού τμήματος υδατικού διαμερίσματος Β.Πελοποννήσου

ΝΗΣΙ	Εκταση km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής mm	α.κ. x 10 ⁶ m ³	Επιφανειακή απορροή		Εξατμισοδιαπνοή		Κατείσδυση	
				% α.κ.	x 10 ⁶ m ³	% α.κ.	x 10 ⁶ m ³	% α.κ.	x 10 ⁶ m ³
ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑ	810	1080	875		82		481		312
	690		745	5	37	55	410	40	298
	100		108	35	38	55	59	10	11
	20		22	30	7	55	12	15	3
ΙΘΑΚΗ	100	1000	100		5		55		40
	100		100	5	5	55	55	40	40
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	394	980	374		60		206		108
	237		225	5	12	55	124	40	90
	82		78	35	27	55	43	10	8
	75		71	30	21	55	39	15	10

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4. Στοιχεία κυριώτερων θερμομεταλλικών πηγών υδ. Διαμερίσματος Β. Πελοποννήσου

α/α	Πηγή	Γεωλογικοί σχηματισμοί	Τ°C	Παροχή m ³ /h	Χημικός τύπος	Χρήση
1.	Σελιανίτικων	Προσχώσεις	18,5	7,5	Ca - Mg - HCO ₃ H ₂ S	Λουτροθεραπεία
2.	Αραχωβίτικων	Προσχώσεις	18	15	Na - Cl H ₂ S	Λουτροθεραπεία
3.	Λακόπετρας (ή Αράξου)	Νεογενή	21	20	Na - Cl H ₂ S	Λουτροθεραπεία
4.	Κουνουπελίου	Ασβεστόλιθοι	28	15	Na - Cl H ₂ S	Λουτροθεραπεία
5.	Βρωμονερίου Λεχαιών	Νεογενή	28	20	Na-Ca-HCO ₃ -Cl	Λασπόλουτρα
6.	Κυλλήνης	Νεογενή	25	45	Na - Cl H ₂ S	Λουτροθεραπεία εισπνευσιοθεραπεία
7.	Βάτων Τραγανού	Νεογενή	29,5	20	Ca - HCO ₃ - SO ₄ H ₂ S	Ανεκμετάλλευτος
8.	Φαβάτων Κεφαλληνίας	Νεογενή	17,3	0,5	Mg-Na-HCO ₃ -Cl H ₂ S	Ανεκμετάλλευτος
9.	Αρεθούσης Ιθάκης	Ασβεστόλιθοι	16	150	Ca - HCO ₃	Πόση
10.	Ξυγγιά Ζακύνθου	Ασβεστόλιθοι	18	5	Na - Cl H ₂ S	Λούσεις
11.	Πίσσας Κερίου Ζακύνθου	Ασβεστόλιθοι μέσω προσχώσεων	18	5	Na - Cl	Ανεκμετάλλευτος

υποβαθμισμένη λόγω επίδρασης της θάλασσας και των γυψούχων κοιτασμάτων καθώς και της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα των τεταρτογενών αποθέσεων εκτιμώνται στην τάξη των $11 \times 10^6 \text{ m}^3$, λαμβανομένων υπόψη, της έκτασης του υδροφορέα (75 km^2), της μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης (1.80 μ.) και του συντελεστή υδροχωρητικότητας (8%).

Οι νεογενείς αποθέσεις της Ζακύνθου περιλαμβάνουν σε μεγάλη αναλογία λεπτομερείς υδατοστεγείς μάργες συνολικής εκτάσεως 82 km^2 που περιορίζουν σημαντικά την υδροφορία τους, ενώ παράλληλα η ποιότητα του υπογείου νερού είναι υποβαθμισμένη εξ αιτίας της ανθρωπογενούς δραστηριότητας.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα του αδρομερούς νεογενούς τομέα εκτιμώνται στην τάξη των $2.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ λαμβανομένων υπόψη της έκτασης του συστήματος (10 km^2), της μέσης ετήσιας διακύμανσης στάθμης (1.7 m) και του συντελεστή εναποθήκευσης (0.15).

2.3.3. ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΝΕΡΑ

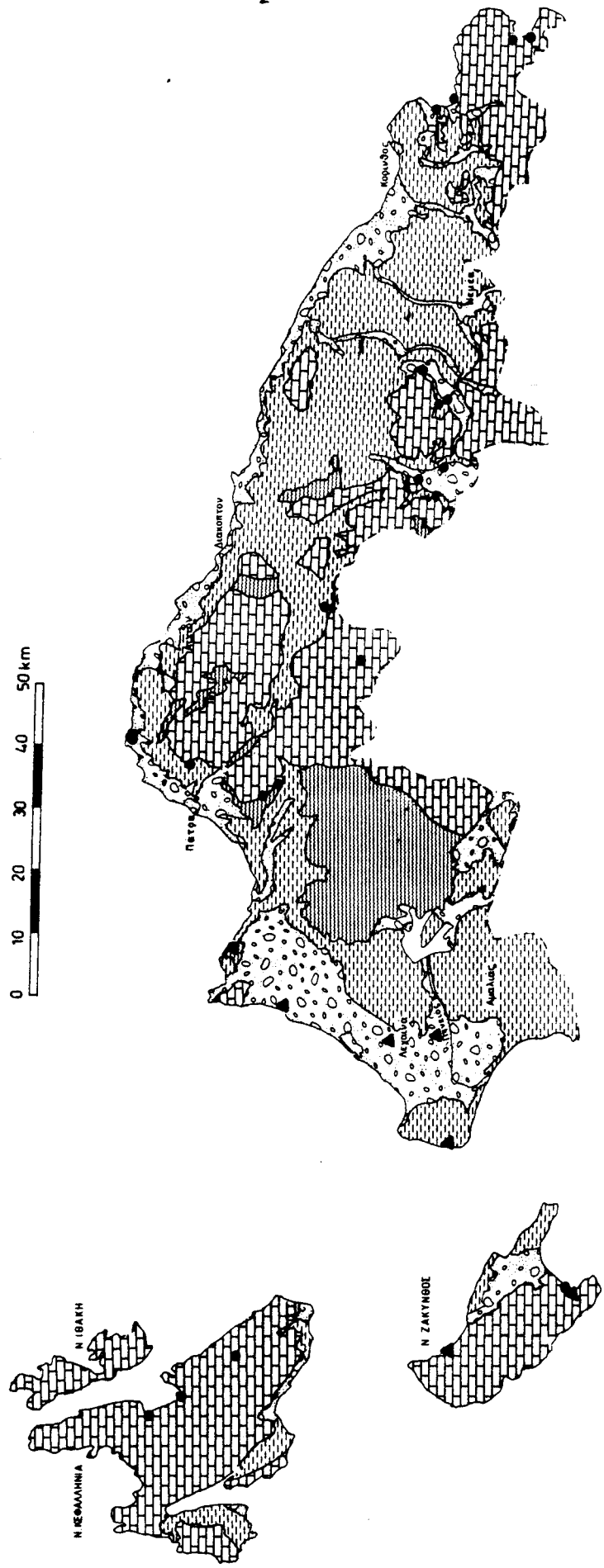
Μιας μικρής κλίμακας θερμική δραστηριότητα συγκεντρώνεται προς τα δυτικά του Διαμερίσματος και εκδηλώνεται με τις υπόθερμες πηγές των περιοχών Κυλλήνης, Ανδραβίδας, Κουνουπελίου και Αράξου.

Η αρχική - λόγω ομαλής γεωθερμικής βαθμίδας - θερμοκρασία των νερών αυτών μειώνεται κατά την μέσω βαθειών ρηγμάτων άνοδο προς τις πηγές, εξ' αιτίας του εξαιρετικά σημαντικού πάχους των νεογενών σχηματισμών της περιοχής.

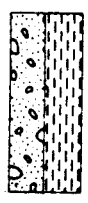
Αναβλύσεις υδροθειούχων κυρίως πηγών σημειώνονται διάσπαρτα σε όλη την έκταση του Διαμερίσματος και οφείλονται στην παρεμβολή πλουσίων σε οργανική ύλη αργιλικών ενστρώσεων εντός των στρωμάτων των νεογενών σχηματισμών.

Στον πίνακα 2.4 δίδονται στοιχεία των κυριώτερων θερμομεταλλικών πηγών του Διαμερίσματος.

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός Χάρτης υδατικού διαμερίσματος Β. Πελοποννήσου



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα ελεύθερης και υπό πίεση ροής μέσης δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδρολιθικές δυναμικότητες, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής λεπτομερών στοιχείων, τις γεωμετρικές τους διαστάσεις κ.λ.π.



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (σχιστόλιθοι, σχιστοκερατόλιθοι, φλύσχης, κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη κατά κανόνα υδροφορία, με εξαιρέση επί μέρους υδροφορίες στις υδραυλικά ενεργές ζώνες ρωγματοτάσεων, και λοιπών ασυνεχειών.



Κυριώτερες πηγές



» θερμικές πηγές

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝΑΤ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (03)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΠΕΛ/ΝΗΣΟΥ

Ι. Γεωργουλή, Δ. Μαραβέγιας

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

Ν. Σιέμος, Θ. Γκέρτσος, Π. Σαμπατακάκης

ΑΘΗΝΑ

1996

3. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

3.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η περιοχή του υδατικού διαμερίσματος της Ανατολικής Πελοποννήσου δομείται εκ Δ προς Α από τους πιό κάτω σχηματισμούς των γεωτεκτονικών ζωνών Ιονίου, Πίνδου, Τριπόλεως και Πελαγονικής ποικίλης λιθολογικής σύστασης και ηλικίας.

- Αργιλικόι σχιστόλιθοι, μικροκροκαλοπαγή και ψαμμίτες Περμοτριάδικής ηλικίας.
- Μάρμαρα, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (Α. Ιουρασικό - Α. Ηώκαινο).
- Μεταμορφωμένα πετρώματα (φυλλίτες - χαλαζίτες).
- Ηφαιστειακά πετρώματα.
- Οφιόλιθοι.
- Σχηματισμοί του φλύσχη (εναλλαγές αργίλων, ψαμμιτών και κροκαλοπαγών).

Σε περιοχές ταπεινομένες τεκτονικά οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτονται από θαλάσσιες, λιμναίες και ποτάμιες αποθέσεις του Πλειοπλειστοκαίνου και Ολοκαίνου εξ αργίλων, πηλών, κροκαλοπαγών, ψαμμιτών, άμμων, κροκαλών, ερυθροχρωμάτων κ.λ.π.

Οι πιό πάνω γεωλογικοί σχηματισμοί έχουν υποστεί την επίδραση επανειλημμένων τεκτονικών κινήσεων που προκάλεσαν την πτύχωση, διάρρηξη αλλά και την οριζόντια και κατακόρυφη μετακίνησή τους.

Τα κύρια συστήματα ρηγμάτων της τεκτονικής αυτής, έχουν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και Δ-Α.

3.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ, ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ κ.λ.π. ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το υδατικό διαμέρισμα της Ανατολικής Πελοποννήσου οριοθετείται δυτικά από τον Ταύγετο και το Μαίναλο, βόρεια από τον ορειογραφικό άξονα Ολύγιρτου, Λυρκείων και Ονείων, ανατολικά από τον Πάρωνα, τον Αργολικό κόλπο και κόλπο της Επιδαύρου και νότια τον Λακωνικό κόλπο, και έχει έκταση 8464 km².

Στο διαμέρισμα υπάγονται επίσης και οι νήσοι Κύθηρα, Σπέτσες, Πόρος, Ύδρα και η χερσόνησος των Μεθάνων.

Το ανάγλυφο της περιοχής είναι σύνθετο, απότομο και κρημνώδες στην ορεινή ζώνη με υψόμετρο 600 - 2400 m και ομαλό στην λοφώδη και πεδινή ζώνη.

Στην περιοχή του υδατικού διαμερίσματος διακρίνονται διάφορες γεωμορφολογικές μονάδες, όπως οι οροσειρές του Ταυγέτου και του Πάρνωνα στο νοτιοδυτικό και ΝΑ αντίστοιχα, με την κοιλάδα του Ευρώτα μεταξύ τους, με ΒΔ-ΝΑ και παράλληλη ως προς αυτά διεύθυνση, οι πόλγες Τριπόλεως, Λεβιδίου και Κανδήλας (αρκαδικά οροπέδια) με τις 9 κύριες καταβόθρες (Κάψια, Χωτούσα, Παρθένι, Κανατάς, Τάκα κ.λ.π.) που οριοθετούνται δυτικά από το Μαίναλον, ανατολικά από το Αρτεμίσιο-Κτενας και βόρεια από τις οροσειρές Ολιγίрту και Λυρκείου, οι οποίες χωρίζουν και το οροπέδιο από τις βορειότερα και εκτός διαμερίσματος κείμενες πόλγες του Φαινεού, της Στυμφαλίας, της Σκοτεινής και Αλέας και το Αργολικό πεδίο ανατολικότερα, με τα ορεινά συγκροτήματα Ονείων, Αραχναίου και Διδύμου μεταξύ Αργολικού και κόλπου Επιδαύρου.

Στην περιοχή του διαμερίσματος συναντώνται όλα τα κλιματικά χαρακτηριστικά των ορεινών και πεδινών - παραθαλάσσιων περιοχών.

Γενικά το κλίμα είναι ξηρό κατά το καλοκαίρι και υγρό τον χειμώνα.

Στο ανατολικό τμήμα του διαμερίσματος η θερμοκρασία κυμαίνεται από 21 έως 33°C το καλοκαίρι και 6 έως 15°C τον χειμώνα, ενώ σε ελάχιστες ημέρες έχουν παρατηρηθεί θερμοκρασίες υπό το μηδέν.

Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 600 χλστ. και η σχετική υγρασία 47 - 55% το θέρος και 65 - 75% τον χειμώνα. Ανάλογες κλιματικές συνθήκες με σχετικά υψηλότερη θερμοκρασία παρατηρούνται και στο νότιο τμήμα του διαμερίσματος.

Στο κεντρικό και βόρειο τμήμα η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 900 χλστ., η θερμοκρασία το καλοκαίρι μεταξύ 15 και 30°C και τον χειμώνα από 2 έως 10°C, με συχνή εμφάνιση αρνητικών, θερμοκρασιών και η σχετική υγρασία 45 έως 50% και 65 έως 80% αντίστοιχα.

ΠΙΝ. 3.1 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ *

Υδατικό ισοζύγιο	Καρστικοί σχηματισμοί (υδροπερατοί)	Προσχωματικοί σχηματισμοί (υδροπερατοί)	Ημιπερατοί σχηματισμοί	Υδατοστεγείς σχηματισμοί	ΣΥΝΟΛΟ
Επιφάνεια (m ² x 10 ⁶)	4858	1055	1150	1401	8464
Υψος βροχής (mm)	800	700	700	700	-
Όγκος βροχής (m ³ x 10 ⁶)	3886	738	805	1061	6490
Συντελεστής εξατ/νοής %	50	55	55	52	
Εξατ/νοη (m ³ x 10 ⁶)	1945	406	443	552	3344
Συντελεστής κατεισδυσης %	40	20	5	2	
Κατεισδυση (m ³ x 10 ⁶)	1535	148	40	21	1764
Συντελεστής επιφ. Απορροής %	10	25	40	46	
Απορροή (m ³ x 10 ⁶)	389	184	322	488	1383

* Δεν συμπεριλαμβάνονται οι νήσοι Κήθυρα, Σπέτσες, Υδρα, Πόρος και η Χερσόνησος Μεθάνων, με συνολικές κατεισδύσεις της τάξης των 50x10⁶m³.

3.3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ - ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Στο υδατικό διαμέρισμα της Αν. Πελοποννήσου υπάρχουν πολλές υδρολογικές λεκάνες, οι κυριότερες των οποίων είναι:

- **Λεκάνη Ευρώτα.** Έχει έκταση 2017 km². Η μέση ετήσια απορροή είναι 260 x 10⁶ m³. Στην ποσότητα αυτή συμπεριλαμβάνεται και η απορροή του Βασιλοποτάμου, που ανήκει στο ίδιο υδρολογικό σύστημα.
- **Λεκάνη Βαρδούνια (Σμύνους).** Είναι η δεύτερη υδρολογική λεκάνη του υδατικού διαμερίσματος με μόνιμη ροή. Η μέση ετήσια απορροή υπολογίζεται σε 16 x 10⁶ m³ περίπου με βάση την παροχή των πηγών Αγ. Μαρίνας από τις οποίες κυρίως τροφοδοτείται.
- **Λεκάνη Τρίπολης.** Έχει έκταση 617 km² και χαρακτηρίζεται ως ενδοροϊκή υδρολογική λεκάνη. Δέχεται μέσο ετήσιο όγκο βροχοπτώσεων 585 x 10⁶ m³ περίπου. Η λεκάνη αποστραγγίζεται μέσω καταβοθρών προς το Αργολικό πεδίο και την παράκτια περιοχή Αστρους - Κιβερίου δια μιας σειράς πηγών, μεταξύ των οποίων οι πηγές, του Ανάβαλου Αστρους και του Ανάβαλου Κιβερίου, με μέση παροχή περί τα 20 και 14 m³/s αντίστοιχα. Σχετικά περιορισμένες ποσότητες νερού αποστραγγίζονται και προς το διαμέρισμα της Δ. Πελ/σου στη λεκάνη του άνω ρού του Λάδωνα δια των πηγών Παναγίτσας, Δάρα, οι οποίες συνδέονται με την καταβόθρα Χωτούσας.
- **Η λεκάνη του Ιναχου** καλύπτει έκταση 555 km² περίπου. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή κατείσδυσης με αποτέλεσμα η επιφανειακή απορροή να παρατηρείται μόνο μετά από ραγδαίες βροχοπτώσεις. Στον Πίνακα 3.1. δίδεται το υδρολογικό ισοζύγιο για τις χαρακτηριστικές κατηγορίες των υδρολιθολογικών σχηματισμών χρησιμοποιώντας συντελεστές εξατμισοδιαπνοής από 50 - 55%, συντελεστή κατείσδυσης από 2 - 40% και συντελεστή επιφανειακής απορροής από 10 - 46%. Από τον Πίνακα 3.1. προκύπτει, ότι στους γεωλογικούς σχηματισμούς του διαμερίσματος Αν. Πελ/σου πέφτουν κατά μέσο όρο 6420 x 10⁶ m³ α.κ. το χρόνο, κατεισδύουν 1764 x 10⁶ m³, 1383 x 10⁶ m³ απορρέουν επιφανειακά και 3344 x 10⁶ m³ απώλυνται δια της εξατμισοδιαπνοής δηλαδή ποσοστά 27,2 - 21,3 και 51,5% αντίστοιχα. Για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιούνται συγκριτικά στοιχεία,

δεδομένου ότι μετρημένες τιμές των διαφόρων παραμέτρων αφορούν μόνο περιορισμένο τμήμα του διαμερίσματος.

3.4. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ - ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Εντός των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν το διαμέρισμα Αν. Πελ/σου δημιουργούνται πολλά υδροφόρα συστήματα τα κυριώτερα των οποίων εντός των ανθρακικών πετρωμάτων και των κοκκωδών αποθέσεων.

3.4.1. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Τα καρστικά συστήματα γενικά παρουσιάζουν μεγάλη δυναμικότητα, αλλά η εκμεταλλευσιμότητά τους είναι περιορισμένη, δεδομένου ότι οι υδροφόροι ορίζοντες συνήθως διαμορφώνονται σε μεγάλα βάθη ή και παρουσιάζουν ανοιχτό μέτωπο στη θάλασσα, με αποτέλεσμα ένα σημαντικό τμήμα του υδατικού δυναμικού να προσεγγίζεται δύσκολα τεχνικοοικονομικά ή να απαξιώνεται ποιοτικά.

Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα υπόγειου νερού είναι δύσκολο να εκτιμηθούν. Αποτελούν, πάντως, μικρό ποσοστό των ρυθμιστικών αποθεμάτων. Η εκτίμηση των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων στις παράκτιες περιοχές μπορεί να γίνει ύστερα από ολοκληρωμένη υδρογεωλογική έρευνα, η οποία απαιτεί αρκετό χρόνο και σημαντικές δαπάνες.

Στον Πίνακα 3.2.α. δίδονται τα κυριώτερα από τα καρστικά συστήματα, τα ρυθμιστικά τους αποθέματα, τα εμφανή σημεία της υπόγειας απορροής και η ποιοτική κατάσταση των υπόγειων νερών.

Αναλυτικότερα στο νότιο τμήμα του διαμερίσματος (νομός Λακωνίας) διακρίνονται δύο μεγάλες καρστικές ενότητες του Ταυγέτου και Πάρνωνα, οι οποίες χωρίζονται σε πολλά επί μέρους καρστικά συστήματα. Μεταξύ των δύο αυτών ενοτήτων αναπτύσσεται η μεγάλη ενότητα κοκκωδών αποθέσεων της λεκάνης του Ευρώτα.

Με βάσει στρωματογραφικά, τεκτονικά, γεωφυσικά και υδραυλικά δεδομένα τα διοικητικά όρια του νομού Λακωνίας ταυτίζονται περίπου με τον υπόγειο υδροκρίτη ο οποίος οριοθετεί τα υδρογεωλογικά συστήματα από τα υδροφόρα συστήματα της Μεσσηνίας και Αρκαδίας με εξαίρεση το ΝΔ άκρο που εκφορτίζεται προς την Μεσσηνιακή Μάνη.

ΠΙΝ.3.2α. ΚΑΡΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Δ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝ. ΠΕΛΣΟΥ - ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Καρτικά συστήματα	Εκταση km ²	Κύριοι υδροφόροι σχηματισμοί	Αποθέματα υπογ. νερού x10 ⁶ m ³	Σημεία εκφόρτισης	Ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών
Μάνης	260	Μάρμαρα Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	30.0	Λακωνικός κόλπος, Ιόνιο - διασπαρτές εκφορτίσεις.	Συνήθως υφάλμυρα νερά χλωριόντα > 150mg/l
Κεντρ. Ταϊνέτου	175	Μάρμαρα ασβεστόλιθοι	32.0	Πηγές Γοράνων, Τρύπης, Ξηροκαμπιών, κ.λ.π.	Ποσιμότητα καλή
Πελάνας Βιβαρίου Κονιδίτσας	150	Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	65.0	Πηγές Πελάνας, Κονιδίτσας	Ποιότητα συνήθως καλή - φαινόμενα υποβάθμισης από ανθρώπινες δραστηριότητες
Κεντρ. Πάρωννα	420	Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι μάρμαρα	70.0	Πλευρικές μεταγνίσεις στις πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις της Λεκάνης Ευρώτα (άνω - μέσος ρους)	Ποσιμότητα γενικά καλή
Ζάρακα	375	Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	60.0	Αιγαίο, διάσπαρτες εκφορτίσεις	Ποσιμότητα γενικά καλή, φαινόμενα υφαλμύρινσης
Σκουταρίου - Αρνας	100	Μάρμαρα Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	17.0	Διασπαρτές εκφορτίσεις Λακωνικός κόλπος	Ποσιμότητα γενικά καλή, νερά υφάλμυρα κυρίως στην παραλιακή ζώνη
Βαλτακίου	37	Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	5.5	Διασπαρτές εκφορτίσεις Λακωνικός κόλπος	Ποσιμότητα γενικά καλή, νερά υφάλμυρα κυρίως στην παραλιακή ζώνη
Μονεμβασιάς	50	Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	5.5	Διασπαρτές εκφορτίσεις Αιγαίο	Ποσιμότητα γενικά καλή, νερά υφάλμυρα κυρίως στην παραλιακή ζώνη
Καστανιάς Βελανιδιών	87	Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και μάρμαρα	5.5	Διασπαρτές εκφορτίσεις Αιγαίο	Ποσιμότητα γενικά καλή, νερά υφάλμυρα κυρίως στην παραλιακή ζώνη
ΣΥΝΟΛΟ	1654		295.5		

ΠΙΝ.3.2β. ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ-ΑΝΑΤ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΜ. ΑΝΑΤ. ΠΕΛΣΟΥ-ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Καρστικά συστήματα	Υδροφόροι σχηματισμοί	Ρυθμιστικά αποθέματα $m^3 \times 10^6$	Εκμεταλλεύσιμα αποθέματα $m^3 \times 10^6$	Σημεία εκφόρτισης	Ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών
Κανδήλας *		30.0 - 35.0	40.0 - 50.0	Κεφαλάρι, Κουρπά, Σιντζι	Ποιότητα νερού, γενικά καλή, οξυανθρακικού τύπου
Μεθοδρίου Παργακίου Πιάνας	Ασβεστόλιθοι Ωλωνού - Πίνδου	5.8	6.5	Μεθοδρίου, Πιάνας, Βυτίνας, Πυργακίου	Ποιότητα νερού, γενικά καλή, οξυανθρακικού τύπου
Σάγκα		4.5	6.7	Πηγές Σάγκα	
Ραφωματίου - Σκορτσίνου - Δυράχιου	Ασβεστόλιθοι Ωλωνού - Πίνδου	9.9	12.0	Πηγές Ραφωμάτη, Σκορτσίνου - Σουλαρίου, Καμάφη, Γιανναι	Ποιότητα νερού, γενικά καλή, οξυανθρακικού τύπου
Παλούμπα Κόκορα	Ασβεστόλιθοι Ωλωνού - Πίνδου	9.0	13.5	Πηγή Παναγιά Κόκορα και Γκολέμης	Ποιότητα νερού, γενικά καλή, οξυανθρακικού τύπου
Κοσμά Κυνουρίας	Ασβεστόλιθοι Τρίπολης	1.0	1.0		Υφάλμυρα νερά
Έλος Μούστου	Ασβεστόλιθοι Τρίπολης	>20.0	15 - 20	Πηγές Πλατάνας, Σίταινα, Μάζια	Υφάλμυρα νερά
Μαρί - Πελέτα	Ασβεστόλιθοι Τρίπολης	1.5 - 2.0	2.5	Πηγή Μαρι, Πηγάδι	Ποιότητα γενικά καλή
ΣΥΝΟΛΟ		>82.0	97.0 - 111.0		

* Αφορά το ΒΑ τμήμα. Το ΝΔ τμήμα γνωστό και ως σύστημα Παναγίτσας - Δάρα με αποθέματα της τάξης των $8 \times 10^6 m^3$ εκφορτίζεται διά των ομονύμων πηγών μέσω της καταβόθρας Χωτούσας.

ΠΙΝ. 3.2γ. ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤ. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Καρστικά συστήματα	Εκταση km ²	Κύριοι υδροφόροι σχηματισμοί	Ρυθμιστικά αποθέματα m ³ x10 ⁶	Κύρια σημεία εκφόρτισης	Ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών
Διδύμων Λιγουριού	130	Ασβεστόλιθοι οφιόλιθοι	55	Αγιος Νικόλαος (0.5 m ³ /s) Μάντια Ιρίων (0.8 m ³ /s)	Υφάλμυρη, περιορισμένη χρήση για άρδευση
Αραχναίου		Ασβεστόλιθοι οφιόλιθοι	6 - 7	Σαρωνικός, πλευρικές μεταγγίσεις στις προσχώσεις του Αργολικού πεδίου	* Δεν συμπεριλαμβάνονται οι ΒΑ της Δήμυνας υφάλμυρες υδροφορίες δυναμικότητας της τάξης των 4x10 ⁶ m ³
Δυτικών Παρυφών Αργολικού Κόλπου	2.400				
α) Αναβάλου Αστρους β) Αναβάλου Κιβερίου γ) Κεφαλαρίου Λέρνης Κρόης		Ασβεστόλιθοι, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες Ζώνης Πίνδου και Τριπόλεως	630.0 410.0 95.0 10.0 80.0	Ανάβαλος Αστρους (~ 20 m ³ /s) Ανάβαλος Κιβερ. (13m ³ /s) Πηγή Κεφαλάρια (3m ³ /s) Πηγή Κρόης (0.3m ³ /s) Πηγή Λέρνης (2.5 m ³ /s)	Τα 9/10 του υδατικού αυτού δυναμικού είναι υφάλμυρα με κυμαινόμενο ευρέως ποσοστό θαλάσσιας συμετοχής. Πηγές Κεφαλαρίου, Λέρνης και Κρόης, κατάλληλες για άρδευση και ύδρευση
		ΣΥΝΟΛΟ	1286		

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.2.α. τα συνολικά καρστικά αποθέματα υπόγειων νερών του νότιου τμήματος του διαμερίσματος είναι της τάξης των $300 \times 10^6 \text{ m}^3$. Από τα αποθέματα αυτά ένα σημαντικό ποσοστό είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο κυρίως λόγω θαλασσίας προσβολής.

Αναφορικά με το κεντρικό και βόρειο τμήμα του διαμερίσματος (νομός Αρκαδίας κυρίως) σημειώνεται η παρουσία μεγάλων καρστικών ενοτήτων, τα επί μέρους υδροφόρα συστήματα των οποίων εκφορτίζονται τόσο στο κεντρικό τμήμα του Αρκαδικού Οροπεδίου, όσο και ανατολικά στις παρυφές του Αργολικού κόλπου ή και υποθαλασσίως αλλά και δυτικά προς το υδατικό διαμέρισμα Δ.Πελ/σου. Σημειώνεται εδώ ότι οι υδατικοί πόροι που εκφορτίζονται υπογείως εισερχομένους στο διαμέρισμα υδατικούς πόρους από το διαμέρισμα Β. Πελ/σου (π.χ. καταβόθρες πόλγων Στυμφαλίας Σκοτεινής και Αλέας πηγές Κρόη, Λέρνη, Κεφαλάρι κ.α.).

Ειδικότερα ως προς την καρστική ενότητα των δυτικών παρυφών Αργολικού κόλπου αυτή διακρίνεται σε επί μέρους καρστικά συστήματα ως κατωτέρω:

- Καρστικό σύστημα ΝΔ παρυφών το οποίο εκφορτίζεται δια των υποθαλασσιών πηγών Αναβάλου Αστρους, εκτιμωμένης παροχής μεταξύ 20 και $25 \text{ m}^3/\text{s}$. Το σύστημα αυτό συνδέεται άμεσα με την καταβόθρα Τάκα στο νότιο τμήμα της πόλης της Τρίπολης.
- Καρστικό σύστημα Ανάβαλου Κιβερίου, εκφορτιζόμενο από τις ομώνυμες πηγές παροχής $14 \text{ m}^3/\text{s}$, τροφοδοτούμενο και από τις επιφανειακές απορροές της πόλης της Τρίπολης μέσω μιας σειράς καταβοθρών ως Κανατά, Νεστάνη και άλλων (ορεινοί όγκοι Αρτεμισίου, Κτενά, κ.λ.π.).
- Καρστικό σύστημα ΒΔ τμήματος (ορεινοί όγκοι Ολιγύρτου, Λυρκείων) εκφορτιζόμενο και δια των πηγών Κεφαλαρίου, Κρόης, Λέρνης συνδεομένων με τις καταβόθρες Στυμφαλίας, Αλέας και Σκοτεινής.

Στους Πίνακες 3.2 β και γ σημειώνονται τα κυριότερα καρστικά συστήματα του κεντρικού και ανατολικού τμήματος του διαμερίσματος, αντίστοιχα.

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 3.2.γ, μόνο η καρστική ενότητα των δυτικών παρυφών του αργιλικού κόλπου έχει μέσες ετήσιες εκφορτίσεις δια παρακτίων και υποθαλασσιών πηγών που υπερβαίνουν την τάξη των $1 \times 10^9 \text{ m}^3$. Μικρότερα καρστικά συστήματα δημιουργούνται στα Αρκαδικά οροπέδια κι στο βόρειο κι ντολικό τμήμα του Αργολικού κόλπου (νομός Αργολίδας).

Από τους πίνακες 3.2. α,β,γ προκύπτει ότι το υπόγειο καρστικό υδατικό δυναμικό του διαμερίσματος είναι της τάξης των $1600 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξ αυτών $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ είναι τα αποθέματα του νοτίου τμήματος (νομός Λακωνίας), τα $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ του κεντρικού και βορείου (νομός Αρκαδίας) και $1200 \times 10^6 \text{ m}^3$ του ανατολικού τομέα του διαμερίσματος (νομός Αργολίδας). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι καίτοι το σημαντικότερο ποσοστό του υπόγειου καρστικού δυναμικού εκδηλούται υπό μορφή πηγών στην Αργολίδα, εν τούτοις προέρχεται από τα Αρκαδικά οροπέδια και τις πόλγες Στυμφαλίας, Σκοτεινής και Αλέας.

Σημειώνεται τέλος ότι ένας σημαντικός τομέας του όλου καρστικού συστήματος είναι ποιοτικά υποβαθμισμένος λόγω θαλάσσιας προσβολής (περίπου το 75%).

3.4.2. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΚΟΚΚΩΔΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ

Τα κοκκώδη υδροφόρα συστήματα έχουν αναλογικά περιορισμένη δυναμικότητα.

Στο νότιο τμήμα (νομός Λακωνίας) του διαμερίσματος, τα κυριώτερα υδροφόρα συστήματα του κοκκώδους Τεταρτογενούς - Νεογενούς δημιουργούνται στις λεκάνες του Γυθείου, Ευρώτα, Μολάων και της Νεάπολης και έχουν συνολικά ρυθμιστικά αποθέματα της τάξεως των $50 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Στο κεντρικό τμήμα του διαμερίσματος (οροπέδιο Τρίπολης - Ασέας) το κοκκώδες υδροφόρο σύστημα καταλαμβάνει έκταση 300 km^2 , έχει μικρή δυναμικότητα και εξυπηρετεί μικρές τοπικές ανάγκες, με εξαίρεση την περιοχή Ραχών Τριπόλεως από όπου εξυπηρετείται μερικώς και η ύδρευση της Τρίπολης.

Τα ετήσια αποθέματα του συστήματος αυτού εκτιμώνται στα $43 \times 10^6 \text{ m}^3$.

ΠΙΝ. 3.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΟΚΚΩΔΩΝ ΣΧΗΜΑΤ. ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Κοκκώδη συστήματα	Εκταση km ²	Ύψος Βροχής Χλστ	Κατάδοση %	Νεογενείς υδροφορίες	Τεταρτογενείς υδροφορίες	Ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών
Λεκάνη Νεαπόλεως	52	630	10	3.3		Καλή για ύδρευση και άρδευση στο τμήμα της ενδοχώρας. Υφάλμυρη στη παράκτια με τάσεις επιδείνωσης.
Λεκάνη Μολών - Ασωπού - Γλυκόβρυσης	95	550	10	4.2		Καλή σε περιορισμένο τμήμα της ενδοχώρας. Υφάλμυρη στο μεγαλύτερο με τάσεις επιδείνωσης.
Λεκάνη Απιδείας	18	650	13	1.6		Καλή για άρδευση και ύδρευση.
Λεκάνη Κάτω και Μέσου Ρου Ευρώτα	275	600	10	16.0		Καλή για άρδευση και ύδρευση. Τοπικά φαινόμενα ρύπανσης (λιπάσματα αστ. λύματα)
Λεκάνη Ανω Ρου Ευρώτα	220	680	15	22.5		Καλή για άρδευση και ύδρευση. Τοπικά φαινόμενα ρύπανσης (λιπάσματα αστ. λύματα)
Λεκάνη Μονεμβασιάς - Αγιάννη	10	550	8	0.5		Οριακά κατάλληλη για άρδευση. λόγω υφαλμύρωσης. Τάσεις επιδείνωσης.
Λεκάνη Γυθείου	62	770	9	4.0		Καλή για άρδευση και ύδρευση.
Οροπέδιο Τρίπολης (Πόλγες, Κανδήλας, Λεβιδίου, Τρίπολης)	302	950	15	43.0		Καλή για άρδευση και ύδρευση. Τοπικά φαινόμενα ρύπανσης (αστ. λύματα - κτηνοτροφ.)
Προσχωματικό σύστημα Αστρους	42	720	15	4.5		Οριακά κατάλληλη για άρδευση, λόγω υφαλμύρωσης. Τάσεις επιδείνωσης.
Λεκάνη Πορτοχελίου - Κρανιδίου	80	500	10	4.0		Οριακά κατάλληλη για άρδευση, λόγω υφαλμύρωσης. Τάσεις επιδείνωσης.
Λεκάνη Αργολικού	335	620	12	25.0		Οριακά κατάλληλη για άρδευση, λόγω υφαλμύρωσης. Τάσεις επιδείνωσης.
Λοιπά Μικροσυστήματα Νοτίου Τμήματος				8.0		
Λοιπά Μικροσυστ.Κεντρικού, Βορείου & Ανατολ. Τμήματος				5.0		
ΣΥΝΟΛΟ				140.0		

Στο ανατολικό τμήμα (νομός Αργολίδας) και νοτιότερα έχουμε τα κοκκώδη συστήματα του Αργολικού πεδίου, Ερμιονίδας, Επιδαύρου, Ιρίων, Λεωνιδίου, Πελετών κ.λ.π. με συνολικά ρυθμιστικά αποθέματα της τάξεως των $40,0 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Στο πίνακα 3.3. δίδονται τα αποθέματα των κυριότερων υδροφόρων συστημάτων των κοκκωδών Τεταρτογενών - Νεογενών εν μέρει αποθέσεων.

Από τον πίνακα 3.3. προκύπτει ότι τα συνολικά αποθέματα του κοκκώδους υδροφόρου συστήματος είναι της τάξης των $140 \times 10^6 \text{ m}^3$ και ότι επίσης ένα σημαντικό μέρος αυτών είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο.

3.5. ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ (Νησιωτικός χώρος)

Στο υδατικό διαμέρισμα Αν. Πελ/σου υπάγονται και τα νησιά Κύθηρα (Λακωνικός κόλπος), Υδρα και Σπέτσες (Αργολικός κόλπος) Πόρος (κόλπος Επιδαύρου) καθώς και η χερσόνησος των Μεθάνων.

3.5.1. ΝΗΣΟΣ ΚΥΘΗΡΑ

Στην γεωλογική κατασκευή της νήσου συμμετέχουν:

Το γεωλογικό υπόβαθρο από μεταμορφωμένα πετρώματα της ενότητας Αρνας από σχιστόλιθους, μαρμαρυγιάκους σχιστολίθους, χαλαζίτες κ.λ.π., ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι της ζώνης Τριπόλεως, εναλλαγές λεπτοπλακωδών ασβεστολίθων, πηλιτών, ραδιολαριτών και μαργαϊκών ασβεστολίθων καθώς και φλύσχης της Πίνδου και νεώτερα θαλάσσια ιζήματα του πλειοκαίνου εξ εναλλαγών μαργών και ψαμμιτών και ανωμειοκαινικών κροκαλοπαγών.

Στον πίνακα 3.4. επιχειρείται η προσέγγιση του υδατικού ισοζυγίου της νήσου.

Από τον πίνακα αυτόν προκύπτει, ότι το συνολικό δυνατό υπόγειο δυναμικό, είναι της τάξης των $33 \times 10^6 \text{ m}^3$, όπως προκύπτει από την συνολική κατείσδυση στο νησί, η οποία κυμαίνεται από 5 έως 30% ανάλογα με τους επί μέρους γεωλογικούς σχηματισμούς. Το σημαντικότερο ποσοστό του δυναμικού αυτού εκφορτίζεται μέσω υποθαλασσίων και παρακτίων διάσπαρτων αναβλύσεων και είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο λόγω θαλάσσιας προσβολής.

3.5.2. ΥΔΡΑ, ΣΠΕΤΣΕΣ, ΠΟΡΟΣ, ΜΕΘΑΝΑ

Στον πίνακα 3.5. δίδονται στοιχεία του υδρολογικού ισοζυγίου για κάθε μία περίπτωση ξεχωριστά. Οι αριθμητικές τιμές των παραμέτρων του ισοζυγίου προέκυψαν από την εν γένει υδρογεωλογική - υδρολογική και γεωλογική πληροφόρηση που υπάρχει για κάθε νησί σε συνδυασμό με βιβλιογραφικά και άλλα δεδομένα.

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 3.5. τόσο οι εισροές όσο και οι αντιστοιχούσες κατεισδύσεις είναι εξαιρετικά περιορισμένες και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αυξημένη ρυπαντική τρωτότητα των υδροφόρων από τη θάλασσα, απαξιώνει ποιοτικά το σημαντικώτερο τμήμα του ως άνω εκτιμηθέντος δυνατού υπόγειου υδατικού δυναμικού, το οποίο συνολικά είναι της τάξης των $16 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αναλογεί περίπου σε $1, 9, 2$ και $4 \times 10^6 \text{ m}^3$ στις Σπέτσες, Υδρα, Πόρο και Αίγινα αντίστοιχα.

ΠΙΝ. 3.4 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΝΗΣΟΥ ΚΥΘΗΡΩΝ

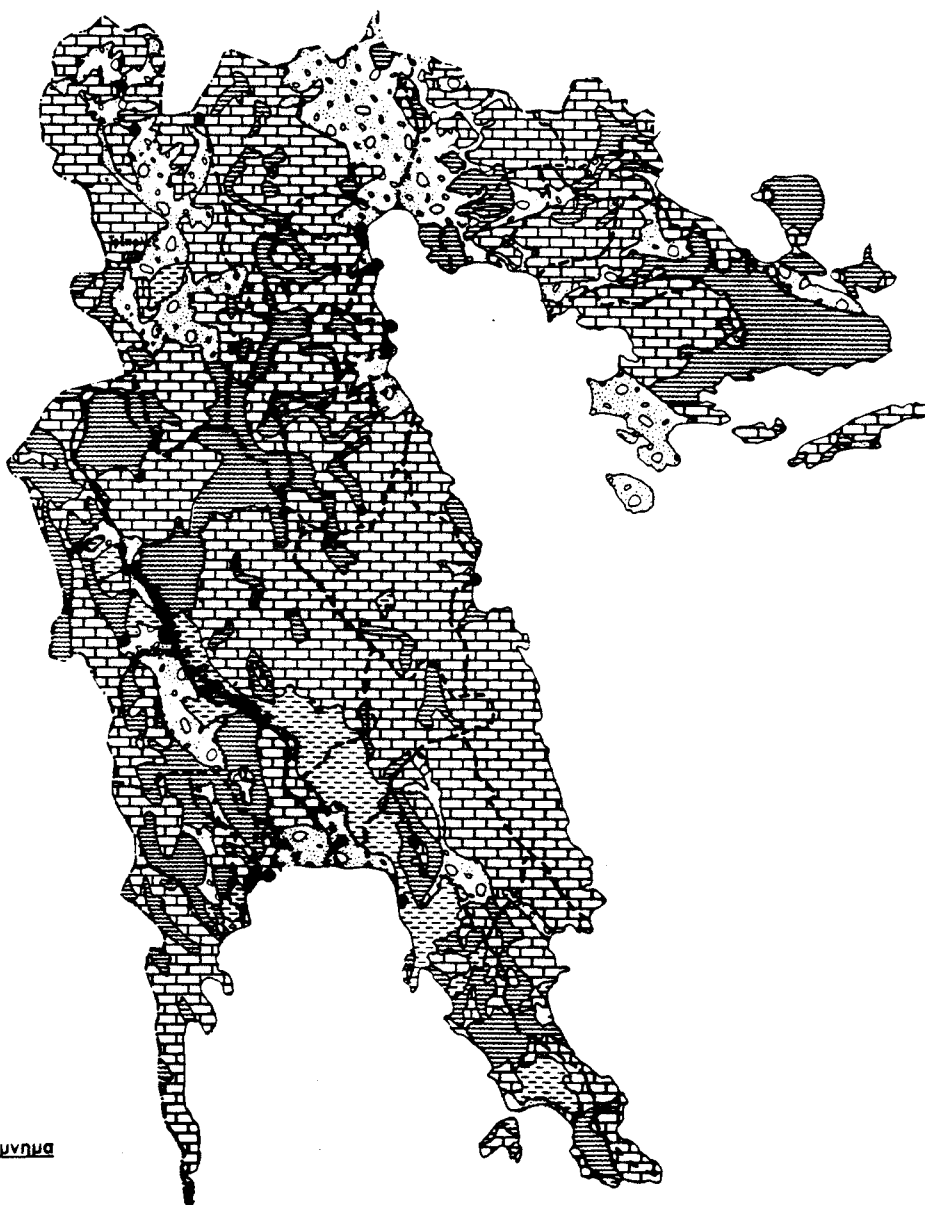
Γεωλογικοί σχηματισμοί	Επιφάνεια km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής 1980 - 1990 σε χλστ	Υδρολογικό ισοζύγιο			Εκφορτίσεις υδροφόρων συστημάτων	Ποιότητα υπογείων νερών
			Βροχοπτώσεις σε m ³ x 10 ⁶	Κατεισδύσεις % ή σε m ³ x 10 ⁶	Εξατμίνοή + απορροή % ή σε m ³ x 10 ⁶		
Ασβεστόλιθοι Πίνδου (υδροπερατοί σχηματισμοί)	83	450	37.35	15% ή 5.60	85% ή 31.75	Διάχυτες εκφορτίσεις υπό μορφή παράκτιων υποθαλάσσιων πηγών. Πλευρική μετάγγιση στους ασβεστόλιθους Τρίπολης.	Ποσιμότητα γενικά καλή.
ασβεστόλιθοι Τρίπολης (υδροπερατοί σχηματισμοί)	90	450	40.50	30% ή 12.15	70% ή 28.35	Παράκτιες και υποθαλάσσιες υφάλμυρες πηγές ΝΔ και ΒΑ ακτές.	Υφάλμυρο νερό λόγω θαλάσσιας προσβολής.
Νεογενείς μάργες, ψαμίτες, κροκαλοπαγή (ημιπερατοί σχηματισμοί)	50	450	22.50	5% ή 11.25	95% ή 21.37	Εκφόρτιση υπό μορφή πηγών μικρής παροχής.	Ποσιμότητα γενικά καλή.
Σχιστόλιθοι, χαλαζίτες, κ.λ.π. ενότητας Μάνης (υδατοστεγείς - ημιπερατοί σχηματισμοί)	53	450	23.85	5% ή 4.48	95% ή 22.67		Ποσιμότητα γενικά καλή. Ενίοτε αυξημένες συγκαντρώσεις ιόντων Fe.

ΠΙΝ 3.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΣΠΕΤΣΩΝ, ΥΔΡΑΣ, ΠΟΡΟΥ, ΑΙΓΙΝΑΣ, ΜΕΘΑΝΩΝ

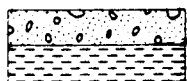
Υδρολογικές ενότητες	Επιφάνεια km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής χλστ	Βροχό- πτωση m ³ x10 ⁶	Υδρολογικό ισοζύγιο				Ποιτική κατάσταση υπογείων νερών - εκφορτίσεις υδροφόρων		
				Εξάτινη		Κατείσδυση			Απορροή	
				%	m ³ x10 ⁶	%	m ³ x10 ⁶		%	m ³ x10 ⁶
1. ΣΠΕΤΣΕΣ Νεογενή κροκαλοπαγή, μαργαϊκές και ψαμμιτικές ενστρώσεις (ημιπερατοί).	18	500	9.0	50.0	4.5	8.0	0.72	42.0	3.78	Υφάλμυρα νερά στη παράκτια ζώνη.
2. ΥΔΡΑ Ασβεστόλιθοι (υδροπερατοί) Τεταρτογενή (υδροπερατοί).	38 2	500 500	19.0 1.0	50.0 60.0	9.5 0.6	45.0 30.0	8.55 0.18	5.0 10.0	0.95 0.10	Κατά κανόνα υφάλμυρα νερά - διάχυτη εκφόρτιση υπό μορφή υποθαλάσσιων πηγών.
ΣΥΝΟΛΟ	40		20.0		10.1		8.73		1.05	
3. ΠΟΡΟΣ Ασβεστόλιθοι (υδροπερατοί) Φλύσχης (ημιπερατός).	9 10	500 500	4.5 5.0	50.0 50.0	2.25 2.50	45.0 5-7	2.0 0.3	5.0 44	0.25 2.20	Υποθαλάσσιες υφάλμυρες εκφορτίσεις. Ποιτικά γενικά καλή ενδορωγματική - ενδοπορική ασθενής υδροφορία.
ΣΥΝΟΛΟ	19		9.5		4.75		2.3		2.45	
4. ΜΕΘΑΝΑ Υφαισίτες (ημιπερατοί).	40	50	20.0	55.0	11.0	20.0	4.0	25.0	5.0	

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Α. Πελοποννήσου

0 10 20 30 40 50km



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα, ενίοτε υπό πίεση, μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μικρές κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες, και έντονα φαινόμενα ποσοτικής και ποιοτικής απαξίωσης (αργολικό πεδίο, λεκάνη Μολάων κ.λ.π.).



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης δυναμικότητας εκφορτιζόμενα εν πολλοίς δια παρακτίων και υποθαλασσίων υφάλμυρων πηγών (αργολικός κόλπος κ.λ.π.)



Διαρρηγμένα πετρώματα (οφιόλιθοι, σχιστογενέσις, κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους μικρές υδροφορίες τοπικής σημασίας.



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (04)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

A. Μόρφης, M. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

N. Κουρμούλης, Β. Τσιούμας

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Β. ΕΛΛΑΔΟΣ

X. Παπασπυρόπουλος

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΙΓΙΑΣ ΠΑΡΙΤΟΣ ΠΡΕΒΕΖΑΣ

E. Νικολάου

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

K. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

1996

4. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

4.1. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ Κ.Λ.Π. ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδος έκτασης 10417 km² καταλαμβάνεται σε μεγάλο ποσοστό από την οροσειρά της Νότιας Πίνδου, τους ορειογραφικούς άξονες της Γκιώνας, Οίτης, Βαρδουσίων, Τυμφρηστού, Αγράφων κ.λ.π. στα ανατολικά και διαβρέχεται νότια από τον Κορινθιακό και Πατραϊκό κόλπο και δυτικά από τον Αμβρακικό κόλπο και το Ιόνιο Πέλαγος.

Διοικητικά η περιοχή του διαμερίσματος υπάγεται στους Νομούς Φωκίδας, Αιτωλο-Ακαρνανίας και Ευρυτανίας. Μικρά τμήματα του διαμερίσματος ανήκουν στους Νομούς Φθιώτιδας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Ιωαννίνων και Άρτας. Στο διαμέρισμα αυτό ανήκει και η Λευκάδα, καθώς και άλλα μικρότερα νησιά κοντά στην παράκτια περιοχή.

Το ανάγλυφο του διαμερίσματος γενικά είναι ορεινό με υψηλές βουνοκορυφές (Γκιώνα 2510μ., Βαρδούσια 2437μ., Άγραφα 2429μ., Αθαμανικά Όρη 2469μ., Ακαρνανικά Όρη 1589μ.), με απότομες κλιτύες και με βαθιές χαραδροφοιλάδες.

Μικρές σχετικά πεδινές εκτάσεις διαμορφώνονται στην περιοχή του Αγρινίου, της Βόνιτσας και στην παράκτια ζώνη Νεοχωρίου - Μεσολογγίου και Ναυπάκτου - Αντιρρίου και αλλού.

Η γεωμορφολογική εικόνα της περιοχής συντίθεται από πολλές γεωμορφολογικές μονάδες, ως συνέπεια της ενδογενούς και εξωγενούς δράσης, με χαρακτηριστικό τους γνώρισμα την βορειοδυτική - νοτιοανατολική διεύθυνση και την παρουσία μεγάλου αριθμού επιφανειών επιπέδωσης, διαβρωσιγενούς προέλευσης σε διάφορα υψόμετρα ως και μιας μεγάλης ποικιλίας άλλων καρστικών μορφών, από τις πλέον απλές έως τις πλέον εξελιγμένες, λόγω των ανθρακικών πετρωμάτων. Το τεκτονικό βύθισμα Τριχωνίδα - Αγρίνιο - Αμφιλοχία έχει διεύθυνση κάθετη ως προς τις κύριες μορφολογικές μονάδες της περιοχής.

Η περιοχή του διαμερίσματος διαρρέεται από σημαντικούς ποταμούς, όπως ο Αχελώος με τη μεγαλύτερη παροχή ποταμών, που έχουν τις πηγές τους στον Ελλαδικό χώρο, της τάξης των 4.385×10^6 m³/έτος, ο Μόρνος και ο Εύηνος.

Στο διαμέρισμα αυτό υπάρχει και ο μεγαλύτερος αριθμός φυσικών και τεχνητών λιμνών (Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Κρεμαστών, Στράτου, Μόρνου, Αγ. Δημητρίου, κ.λ.π.) από όλα τα υδατικά διαμερίσματα.

4.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στη γεωλογική δομή του υδατικού διαμερίσματος Δυτικής Στερεάς Ελλάδος συμμετέχουν εκ δυσμών προς ανατολάς πετρώματα που ανήκουν κυρίως στις γεωτεκτονικές ζώνες, Ιονίου, Γαβρόβου - Τριπόλεως, Ωλωνού - Πίνδου, ενώ μικρή έκταση καταλαμβάνει και η ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας στο Ν.Α. άκρο του διαμερίσματος.

Πρόκειται για ανθρακικούς ως επί το πλείστον σχηματισμούς Τριαδικής έως και Ηωκαινικής ηλικίας ως και φλυσικά πετρώματα σημαντικού πάχους, τριαδικά λατυποπαγή, σχιστοκερατολίθους, κ.λ.π.

Η Ιόνιος ζώνη καταλαμβάνει μεγάλο τμήμα του διαμερίσματος και χαρακτηρίζεται από την παρουσία :

- Τριαδικών λατυποπαγών και εβαποριτών, που συνίστανται από ασβεστολιθικά έως δολομιτικά λατυποπαγή, στα οποία παρεμβάλλονται σκοτεινόχρωμοι ή μαύροι ασβεστόλιθοι, δόμοι γύψου και ανυδρίτες, με σημαντική επιφανειακή εξάπλωση από τον Αμβρακικό κόλπο μέχρι τις εκβολές του Αχελώου.
- Ιουρασικών ασβεστολίθων και κερατολίθων που απαντούν δυτικά των τριαδικών λατυποπαγών, σε μεγάλες εμφανίσεις ερυθροκίτρινων στρωματωδών ασβεστολίθων, που κατά τόπους γίνονται δολομιτικοί. Μέσα σ'αυτούς παρεμβάλλονται αργιλοσχιστώδεις και κερατολιθικές ενστρώσεις. Το πάχος του όλου σχηματισμού είναι αρκετά μεγάλο.
- Κρητιδικών, πλακωδών λευκοκίτρινων ασβεστολίθων που περιέχουν κονδύλους ή στρώματα κερατολίθου και ελάχιστους σχιστοκερατόλιθους. Οι μεγαλύτερες εμφανίσεις τους συναντώνται στα νότια της Αμφιλοχίας και στα ΝΑ/κα του Αστακού, με μεγάλα πάχη.
- Ηωκαινικών ασβεστολίθων σχετικά μικρού πάχους στα ανατολικά της Αμφιλοχίας, Αιτωλικού και Αστακού.

- Φλύσχη από ιλυολίθους, αργιλικούς σχιστολίθους, ψαμμίτες και λιγότερο από κροκαλοπαγή, μεγάλου πάχους και σημαντικής ανάπτυξης στην κεντρική Αιτ/νία.

Η ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως αντιπροσωπεύεται κυρίως από φλύσχη σημαντικού πάχους ενώ τα ανθρακικά της μέλη εμφανίζονται στα βόρεια, στο όρος Μακρυνόρος και στα νότια, στα υψώματα της Κλόκοβας και Βαράσοβας. Πρόκειται για ανωκρητιδικούς ασβεστολίθους πάχους μερικών εκατοντάδων μέτρων και για ηωκαινικούς πλακώδεις ασβεστόλιθους ποικίλοντος πάχους.

Η ζώνη Ωλωνού - Πίνδου καλύπτει το ανατολικό και περισσότερο ορεινό τμήμα της περιοχής και περιλαμβάνει ανθρακικά και κλαστικά ιζήματα, ως τριαδικούς λεπτοπλακώδεις ασβεστολίθους με ενστρώσεις κερατολίθων και αργιλικών σχιστολίθων μικρού επιφανειακού αναπτύγματος και ορατού πάχους, ιουρασικούς ασβεστολίθους και σχιστολίθους σε εναλλαγές, ιουρασικούς σχιστοκερατολίθους με μικρές ασβεστολιθικές ενστρώσεις με πάχος μερικές δεκάδες μέτρα, πλακώδεις κρητιδικούς ασβεστολίθους και περιορισμένες εμφανίσεις φλύσχη.

Ακολουθούν τα νεώτερα πλειοκαινικά ιζήματα από μάργες, μαργαϊκούς ασβεστολίθους και κροκαλοπαγή κ.λ.π. περιορισμένης έκτασης και πάχους και οι τεταρτογενείς αποθέσεις στην πεδιάδα Αργινίου και στα δέλτα του Αχελώου, Ευήνου κ.λ.π.

Η τεκτονική δομή της περιοχής -τυπική των εξωτερικών Ελληνίδων ζωνών- χαρακτηρίζεται από τις διαδοχικές επωθήσεις των γεωτεκτονικών ζωνών, τις επιπτεώσεις μεταξύ των γεωλογικών σχηματισμών και τις πτυχώσεις.

Η μεγαλύτερη από τις επωθήσεις είναι εκείνη της Πίνδου στα ανατολικά, όπου μεσοζωϊκοί ασβεστόλιθοι είναι επωθημένοι στο φλύσχη της ζώνης Γαβρόβου. Οι επιπτεώσεις, συχνές στη ζώνη αυτή αλλά και στις άλλες ζώνες, συνθέτουν την χαρακτηριστική τεκτονική των λεπίων.

Οι πτυχώσεις που ακολουθούν την γενική τεκτονική παράταξη Β.ΒΔ, δημιουργούν διαδοχικά αντίκλινα και σύγκλινα όπως π.χ. τα μεγάλα αντίκλινα της Βαράσοβας, Κλόκοβας, Αμφιλοχίας, Αιτωλικού, Αστακού κ.α.

Η τεκτονική αυτή δομή σε συνδυασμό με τη στρωματογραφική διάταξη των σχηματισμών, παίζουν καθοριστικό ρόλο στον τρόπο διακίνησης των υπόγειων νερών και εμφάνισης των καρστικών πηγών της περιοχής και τούτο διότι οι διαδοχικές επωθήσεις και επιπτεύσεις δημιουργούν επαλληλίες ανθρακικών ζωνών που περιορίζονται -στρωματογραφικά ή τεκτονικά- μεταξύ στεγανών σχηματισμών όπως είναι οι σχιστοκερατόλιθοι και ο φλύσχος.

4.3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ - ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Στο υδατικό διαμέρισμα Δ. Στερεάς Ελλάδος περιλαμβάνονται οι υδρολογικές λεκάνες του Αχελώου συνολικής έκτασης 5.470km², του Εύηνου έκτασης 1505km², του Μόρνου 1930km², η λεκάνη της λίμνης Αμβρακίας έκτασης 100 km² και άλλες επί μέρους μικρότερες λεκάνες συνολικής έκτασης 3.354 km².

Σε γενικές γραμμές αναφορικά με τις παραμέτρους του υδρολογικού ισοζυγίου σημειώνονται και τα κατωτέρω :

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται από 800 - 1000mm για τις περιοχές της νότιας Αιτ/νίας, 1000 - 1200mm για τις περιοχές της δυτικής - κεντρικής Αιτ/νίας και μέρους της Ευρυτανίας και πάνω από 1300 mm για τα υψηλά όρη της Ευρυτανίας.

Η επιφανειακή απορροή είναι μεγάλη, παρά την σημαντική παρουσία των υδροπερατών σχηματισμών διότι συμβάλλουν σ'αυτήν σε μεγάλο ποσοστό και τα νερά των πηγών. Έτσι παρατηρούνται μόνιμες επιφανειακές ροές σε πολλά υδατορρέματα κυρίως της Ευρυτανίας, τα οποία σχεδόν στο σύνολό τους καταλήγουν στον Αχελώο ποταμό, ενώ στις ανατολικές περιοχές του διαμερίσματος αποδέκτες των επιφανειακών νερών είναι οι ποταμοί Εύηνος και Μόρνος. Γενικά η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή, εκφραζόμενη σε ύψος βροχής, κυμαίνεται από 150mm στην περιοχή της Ναυπακτίας έως 350mm στην Ευρυτανία.

Ός προς την εξατμισοδιαπνοή, η περιοχή της δυτικής Στερεάς Ελλάδας, με μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα 17°C περίπου και με διατιθέμενο προς εξάτμιση νερό, παρουσιάζει ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή της τάξεως των 650 mm

που αποτελεί την υψηλότερη τιμή για τον Ελλαδικό χώρο, όπως άλλωστε και οι τιμές των προηγούμενων παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου.

Τέλος η κατείδυση κυμαίνεται ευρέως με ελάχιστες τιμές στην τάξη του 3% (υδατοστεγής φλύσχης) και μέγιστες της τάξης του 50% στα καρστικά πετρώματα.

Από μία πιό λεπτομερή προσέγγιση των παραμέτρων του υδατικού ισοζυγίου των κυριωτέρων υδρολογικών λεκανών του διαμερίσματος ξεχωριστά για τις διάφορες λιθολογικές ενότητες που δομούν τις λεκάνες αυτές, προκύπτουν τα παρακάτω στοιχεία:

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής εκτιμάται σε 1380 mm στη λεκάνη του Αχελώου, 1280 mm του Ευήνου και 1345 mm του Μόρνου. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή εκτιμάται στο 35% των βροχοπτώσεων στη λεκάνη του Αχελώου, στο 39% στη λεκάνη του Ευήνου και στο 40% στη λεκάνη του Μόρνου, ενώ η επιφανειακή απορροή κυμαίνεται από 38 - 40% και η υπόγεια από 20 - 26% περίπου.

Για την περιοχή των Ακαρνανικών Ορέων που περιλαμβάνεται μεταξύ του βυθίσματος Αμφιλοχίας - Αγρινίου και κοιλάδος Αχελώου ανατολικά, Ιονίου δυτικά και Αμβρακικού κόλπου βόρεια, έκτασης 1120 km² που εξετάζεται ως ενιαία υδρολογική λεκάνη λόγω της περιπλοκότητας της μορφολογίας και της γειτνιάσής της με τη θάλασσα, όπως επίσης και το νησί της Λευκάδας, με έκταση 302 km² το μέσο ετήσιο ύψος βροχής υπολογίζεται στα 980 και 975 mm αντίστοιχα. Ο όγκος βροχής εκτιμάται σε 1098 x 10⁶ και 295 x 10⁶ m³/έτος και η μικτή απορροή στο 70% των βροχοπτώσεων ή σε 768 x 10⁶ και 206 x 10⁶ m³/έτος αντίστοιχα.

4.4. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Συνεπεία των λιθοστρωματογραφικών, τεκτογενετικών, νεοτεκτονικών και παλαιογεωγραφικών χαρακτήρων των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών που δομούν το υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, δημιουργείται εντός αυτών ένας μεγάλος αριθμός υπογείων υδροφόρων συστημάτων με διαφορετική δομή, οργάνωση και λειτουργία και διαφορετικά υδρολογικά, υδρογεωχημικά και ρυπαντικού δυναμικού χαρακτηριστικά.

Μεταξύ των ως άνω συστημάτων πρωτεύοντα ρόλο έχουν τα καρστικά συστήματα ως και τα υδροφόρα συστήματα ενδοπορικής ροής.

Τα καρστικά συστήματα της ζώνης της Πίνδου π.χ. χαρακτηρίζονται από μια επαλληλία, λόγω των διαδοχικών επιπτεύσεων, με συνέπεια την κατά ζώνες εκδήλωση της περιορισμένης ανά σύστημα, αλλά συνολικά σημαντικής υδροφορίας και τον μεγαλύτερο βαθμό αποκάρστωσης στους κρητιδικούς ασβεστόλιθους έναντι του παρατηρούμενου στα παλαιότερα ανθρακικά ιζήματα.

Στην Ιόνιο Ζώνη αναγνωρίζονται εκτεταμένα καρστικά συστήματα μεγάλης κατά κανόνα δυναμικότητας, εκφορτιζόμενα συνήθως παρακτίως ή υποθαλασσίως. Η αποκάρστωση εν προκειμένω είναι μεγαλύτερη στα τριαδικά ιζήματα (λατυποπαγή) από ό,τι στους κρητιδικούς ασβεστολίθους, ενώ η ποιοτική κατάσταση των καρστικών νερών είναι σε μεγάλο ποσοστό υποβαθμισμένη σε σχέση με τα υπόγεια νερά της ζώνης της Πίνδου.

Τα καρστικά συστήματα της ζώνης Τριπόλεως τροφοδοτούνται και από μεταγγίσεις νερών επιφ.ταμιευτήρων (τεχνητή λίμνη Κρεμαστών) και Εύηνος, με συνέπεια να σημειώνεται σε πολλές περιπτώσεις αυξημένη υδροφορία μη δικαιολογούμενη από τις άμεσες κατεισδύσεις και τις διαστάσεις του συστήματος.

Αναλυτικότερα, τα καρστικά συστήματα της ζώνης της Πίνδου καταλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις (3470km^2), τόσο στη λεκάνη του Αχελώου, όσο και στη λεκάνη του Ευήνου, μέσω της οποίας επεκτείνονται και στη λεκάνη του Μόρνου. Τα συστήματα αυτά είτε είναι υδραυλικώς ανεξάρτητα, είτε επικοινωνούν μεταξύ τους. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα καρστικά συστήματα του ΒΔ τμήματος των Αθαμανικών ορέων που εκφορτίζονται στον Αραχθο εκτός διαμερίσματος και τα συστήματα των ορεινών όγκων Αγράφων, Παναιτωλικού και Τυμφρηστού που εκφορτίζονται στον Αχελώο, την Τριχωνίδα και τον Μόρνο αντίστοιχα. Τα υπόγεια νερά στο νοτιότερο τμήμα της καρστικής ενότητας της Πίνδου καταλήγουν τόσο στον Εύηνο, όσο και στον Μόρνο ποταμό μέσω μεταγγίσεων. Η συνολική υπόγεια απορροή της ενότητας αυτής εκτιμάται σε $87,6\text{ m}^3/\text{s}$.

ΠΙΝ. 4.1 Αποθέματα υπογείων νερών υδατικού διαμερίσματος Δυτ.Στερεάς Ελλάδος

I	ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ -ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	Εκταση km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής mm	Μέσος ετήσιος όγκος βροχής m ³ · 10 ⁶	Κατείαδωση		Κύρια σημεία εκφόρτισης υδροφόρου συστήματος -ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών	Αποθέματα υπογείων νερών (m ³ · 10 ⁶)	
					%	m ³ · 10 ⁶		Δυναμικά (εκφορτιστικά)	Ακίνητα (κατεχόμενα)
α	Ι Ο Ν Ι Ο Σ Ζ Ο Ν Η								
α1	ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΛΑΥΠΟΛΙΩΝ								
α1.1	Σύστημα Ασπίου	250	1000	250	50	125	Διάσπαρτες αναβλάσεις Λάρπρας επί μετώπου 1,5 Km σε απόμτρο 20m συνολικής παροχής περί τα 8 m ³ /h, βεβαιωμένα νερά σε SO4 (200mg/l), αγωγιμότητα 800-1800 μS/cm.Σημαντική παραδοσιακή πηγή του Διέλιου.	252	125.0
α1.2	Σύστημα Δρυμού	85	1000	85	50	42.5	Πηγή διάσπαρτες αναβλάσεις (πηγές Γαργαθής και υψόμετρο 180-230 m παροχής 660m ³ /h με πολλά βεβαιωμένα νερά σε θερμο αλάτι(1417mg/l).Σημαντικές αγουσιες εκφορτιστες στον Αιθαλαϊκό κόλπο.	>5.8	42.5
α1.3	Σύστημα Κατοχής	3	1000	3	50	1.5	Τρεις αναβλάσεις (υπόδοχο πηγής συνολικής παροχής 100 m ³ /h με περιεκτικότητα νερού σε SO4 300 mg/l και Cl στα 140 mg/l	1.0	1.5
α1.4	Σύστημα Μάστορο-Γιούρα	8	1000	8	50	4	Πλευρική εκφόρτιση στο αλληλοβιακό πεδίο με SO4 στην τάξη των 100 mg/l	4.0	4.0
α2	ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΑΙΒΕΣΤΟΛΙΩΝ								
α2.1	Σύστημα Αιμένος (Βόνιτσα)	20	1000	20	50	10	Παραλινικές εκφορτιστες (πηγές Βλάχας) παροχής >1000m ³ /h νερά ποιοτικά υποβαθμισμένα (SO4=175, Cl=1300, Na=740 mg/l)	8.8	10.0
α2.2	Σύστημα Παλιόμπελα	10	1000	10	50	5	Παραλινικές εκφορτιστες (πηγή Γούβα)παροχής >500 m ³ /h, πηγαία νερά μικρής αλατότητας (TDS 675 mg/l)	4.4	5.0
α3	ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΟΥΡΑΪΚΩΝ ΑΙΒΕΣΤΟΛΙΩΝ								
α3.1	Σύστημα Σκληρίνα-Παλαίρου	82	1000	82	50	41	Διάσπαρτες, παραλινικές - υποβλάσεις αναβλάσεις (πηγές Παλιόρας), παροχής >100m ³ /h. Στο ίδιο σύστημα και η πηγή Χολώνη (4km ³ /h), (SO ₄ =1070, Cl=7700, Na=4280 mg/l), σημαντικές δυναμικές υποβλάσεις σε Διπλωμάτ.	>1.34	41.0
α3.2	Σύστημα Βασιλοπόταμου	10	1000	10	50	5	Εκφόρτιση και από πηγές Βλάχας παροχής 390m ³ /h, νερά ποιοτικά υποβαθμισμένα στο βόλοσσα (Cl=1188, Na=650 mg/l)	3.4	5.0
α4	ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΡΗΤΙΑΚΩΝ ΑΙΒΕΣΤΟΛΙΩΝ								
α4.1	Σύστημα Αμφιλοχίας	90	1000	90	50	45	Παραλινικές-υποβλάσεις αναβλάσεις (πηγές Πετρόνικου) επί μετώπου 150 m συνολικής παροχής >3000m ³ /h, υπόγεια νερά υποβαθμισμένα στο θάλασσα (Cl=1464, Na=846 mg/l)	>26.3	45.0
α4.2	Σύστημα Μοναστηρακίου	10	1000	10	50	5	Πηγές Μοναστηρακίου, αναβλάσεις στο υψόμετρο 280 m με παροχή 564 m ³ /h και καλής ποιότητας νερό	4.94	5.0
α4.3	Σύστημα Σπάρτου	40	1000	40	50	20	Διάσπαρτες επί μετώπου 200 m παραλινικές αναβλάσεις Βλάχας, υψόμετρος συνολικής παροχής >700 m ³ /h	>6.13	20.0
α4.4	Σύστημα Αχυρών	12	1000	12	50	6	Διάσπαρτες αναβλάσεις Κεφαλόβουρα, Καστανιάς συνολικής παροχής >500 m ³ /h, αλφειοταλάια νερά (TDS 186 mg/l)	>4.4	6.0
α4.5	Σύστημα Αστακού	25	1000	25	50	12.5	Πηγή Βλάχας παροχής 650 m ³ /h, νερά υποβαθμισμένα (Cl=2530 mg/l)	5.7	12.5
α5	ΕΝΟΤΗΤΑ ΗΘΚΑΝΩΝ ΑΙΒΕΣΤΟΛΙΩΝ								
α5.1	Σύστημα Αιτωλικού	20	1000	20	50	10	Πηγές Κεφαλόβουρα και Φοινικές συνολικής παροχής >135 m ³ /h και καλή ποιότητα νερού	>1.2	10
α5.2	Σύστημα Κεχρινιάς	39.5	1000	32.5	50	10	Επιφανειακή () υδροφορία, εκφορτιζόμενη στους υποκείμενους κρητιδικούς ασβεστολιθούς του συστήματος Αμφιλοχίας	-19	19

ΠΙΝ. 4.1 Αποθέματα υπογείων νερών υδατικού διαμερίσματος Δυτ.Στερεάς Ελλάδος (συνέχεια)

I	ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	Εκταση km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής mm	Μέσος ετήσιος όγκος βροχής m ³ 10 ⁶	Κατέλιθωση		Κύρια σημεία εκφόρτισης υδροφόρου συστήματος - ποιοτική κατάσταση υπογείων νερών	Αποθέματα υπογείων νερών (m ³ 10 ⁶)	
					%	m ³ 10 ⁶		Δυναμικά (εκφορτίσεις)	Δυνατά (κατελιθώσεις)
β	ΖΩΝΗ ΓΑΒΡΟΒΟΥ-ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ								
β1	ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΡΗΤΙΔΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΩΘΩΝ								
β1.1	Σύστημα Βαρσσοβας	10	1000	10	50	50	Παράρτιες πηγές Κρυσσινών παροχής 1238 m ³ /h, προφανώς τροφοδοτούμενες και από Εβηνο. Στο ίδιο σύστημα ανήκουν και οι παράρτιες πηγές Αρνιολοφίας παροχής >40 m ³ /h με υψόμετρο νερού (400) εναντι 140 της ΠΥΝΔΣ Κρυσσινών	>11.2	5.0
β1.2	Σύστημα Μακρινόρους (Γαβρόβου)	200	1200	240	50	120	Το ΒΔ άκρο κείται εκτός διαμερίσματος. Το σύστημα εκφορτίζεται υπό τις πηγές Εμπασού , παροχής 65m ³ /h και από τις πηγές Γρίδιου.	-120;	120
β2	ΕΝΟΤΗΤΑ ΗΚΑΚΙΝΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΩΘΩΝ								
β2.1	Σύστημα Βραβιανών	44	1200	52.8	50	26.4	Εκφόρτιση μέσω μικροπηγών	- 5;	26.5
β2.2	Σύστημα Κλόκοβας	10	1000	10	50	5	Υποθαλάσσιες εκφορτίσεις -Πλευρική μετάγγιση στα αλώβια		5
γ	ΖΩΝΗ ΟΛΩΝΟΥ - ΠΙΝΔΟΥ								
γ1	ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΑΔΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΩΘΩΝ								
γ1.1	Σύστημα Μυρτιάς	10	1200	12	48	5.7	Πηγή προσφύγη ΗΜΑ στην όχθη της Τριγωνικής παροχής > 100 m ³ /h, χαμηλής αλατινότητας νερό.	>1.0	5.7
γ2	ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΟΥΡΑΣΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΩΘΩΝ								
γ2.1	Σύστημα Νεροσύρτη	5	1200	6	48	3.0	Πηγή Νεροσύρτη σε υψόμετρο 820 m παροχής 50 m ³ /h, χαμηλής αλατινότητας νερό (TDS 243 mg/l), υπθαλάσσιες εκφορτίσεις	0.5	3.0
γ3	ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΡΗΤΙΔΙΚΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΩΘΩΝ								
γ3.1	Σύστημα Ναυπάκτου	100	1203.8	120	48	57.6	Πηγή Κεφαλόβρυσου παροχής 1100 m ³ /h . νερό χαμηλής αλατινότητας (TDS 270 mg/l), υπθαλάσσιες εκφορτίσεις	9.6	57.6
γ3.2	Σύστημα Θέρμου						Πηγή Κεφαλόβρυσου . παροχής 700 m ³ /h, νερό καλής ποιότητας μικρής μεταλλικότητας	6.1	
γ3.3	Σύστημα Ευπαλίου-Μοναστηραίου	125	1203.8	150.5	48	72.2	Εκφόρτιση μέσω πηγών Γαύβου, Αμπλας, Θέρμο, Φαίβας, Παλισταύρη, Τριεσινο, Πεντέγανου συνολικής παροχής 4800 m ³ /h	42.0	36.1
γ3.4	Σύστημα Βαρδουσίων	234	1203.8	281.7	48	135.2	Εκφόρτιση ενσχηματισ ετέρα από πηγή Βελουζίων (Κάδων) και μια σειρά πηγών Δόση, Τριανό, Θάρονο κλπ. συνολικής παροχής 4000 m ³ /h.	35.0	135.2
γ4	ΥΠΟΛΟΠΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΖΩΝΗΣ ΠΙΝΔΟΥ	2900	1300	3770	48	1810	Εκφορτίσεις σε μεγάλα κατά κετόνα υψόμετρα με πολυάριθμες πηγές μικρής ανα πηγή παροχής αλλά πολύ μεγάλης συνολικής παροχής (57.4 m ³ /ε), χαμηλής εν γένει αλατινότητας, καλής ποιότητας.	-1800	1810
	ΣΥΝΟΛΟ					2551		>2405	2551

Επισημαίνεται, ότι τα μεγέθη αυτά προέρχονται από θεωρητικές εκτιμήσεις και μετρήσεις του ΙΓΜΕ (παρατηρήσεις μικρής περιόδου) και για το λόγο αυτό μπορεί να μην αποδίδουν πλήρως την πραγματική κατάσταση αναφορικά με τη δυναμικότητα της καρστικής ενότητας της Πίνδου.

Στη Ζώνη Γαβρόβου διακρίνεται η καρστική ενότητα των κρητιδικών ασβεστολίθων (σύστημα Βαράσοβας και Μακρυνόρους) και η ενότητα των Ηωκαινικών (σύστημα Βραβιανών και Κλόκοβας), με σημαντικότερο το σύστημα Μακρυνόρους (Γαβρόβου) που εκφορτίζεται από τις πηγές Τρίκλινο, στο φράγμα Κρεμαστών.

Τέλος, η καρστική υδρογεωλογική ενότητα Ακαρνανίας η οποία αφορά στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Ιονίου Ζώνης, έχει έκταση 165 km² περίπου και διακρίνεται σε πολλά μικρά υδρογεωλογικά συστήματα, τα οποία εκφορτίζονται προς διάφορες κατευθύνσεις (Αμβρακικός Κόλπος, Ιόνιο, κοιλάδα Αχελώου).

Η συνολική υπόγεια απορροή της ενότητας αυτής εκτιμάται σε 12 m³/s. Οι παροχές των παράκτιων και υποθαλάσσιων πηγών είναι γενικά μεγάλες. Οι πηγές της Λάμπρας έχουν παροχή 8m³/s, η οποία αναμφισβήτητα οφείλεται και στη διήθηση του νερού από τον Αχελώο ποταμό.

Στην Ιόνιο Ζώνη ανήκει και το υδρογεωλογικό καρστικό σύστημα της Λευκάδας, έκτασης 120 km² περίπου. Η υπόγεια απορροή εκτιμάται γύρω στα 3 m³/s και εκφορτίζεται κύρια στη θάλασσα.

Εκ των συστημάτων ενδοπορικής ροής αναφέρονται οι υδροφορίες των τεταρτογενών αποθέσεων των λεκανών Αγρινίου, Δέλτα Αχελώου, Αιτωλικού, Τριχωνίδας, Ευήνου, Μόρνου, κ.λ.π.

Τα ετησίως ανανεώσιμα αποθέματα στην περίπτωση αυτή, όπως αυτά εκτιμώνται με βάση τον συντελεστή κατείσδυσης, υπερβαίνουν τα 100 x 10⁶ m³ μόνο στις τρεις κύριες τεταρτογενείς λεκάνες του διαμερίσματος (80 x 10⁶ m³ στη λεκάνη Αχελώου, 20 x 10⁶ m³ στη λεκάνη του Ευήνου και 6 x 10⁶ m³ στη λεκάνη του Μόρνου).

Στο υπόγειο δυναμικό πρέπει να προστεθούν και οι κατεισδύσεις εντός των χαρακτηριζόμενων ως υδατοστεγών σχηματισμών, που καταλαμβάνουν το σημαντικότερο σε έκταση τμήμα του διαμερίσματος. Τα αποθέματα αυτά είναι

της τάξης των $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($160, 13$ και $19 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα για τις λεκάνες απορροής του Αχελώου, Ευήνου και Μόρνου) λαμβάνοντας ως μέσο συντελεστή κατείσδυσης την τιμή $0,03$.

Στους πίνακες 4.1. δίδονται αναλυτικά στοιχεία για τα κυριώτερα καρστικά συστήματα του υδατικού διαμερίσματος της Δυτικής Στερεάς Ελλάδος.

4.5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Στο υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας παρά την έντονη σεισμικότητα και την παρουσία μεγάλων τεκτονικών ρηγμάτων δεν παρατηρείται αξιόλογος υδροθερμική δραστηριότητα. Το γεγονός αυτό πρέπει να αποδοθεί στα μεγάλα πάχη του φλύσχη και των αλλεπάλληλων επιππεύσεων επ'αυτού, μεσοζωϊκών σχηματισμών εξ εναλλαγών υδροπερατών και στεγανών πετρωμάτων.

Οι μόνες θερμομεταλλικές πηγές, είναι αυτές των Κρεμαστών και της Αλευράδας που βρίσκονται στην κοίτη του Αχελώου.

Μετά την κατασκευή του φράγματος Κρεμαστών τα νερά της λίμνης εκάλυψαν την πηγή των Κρεμαστών τα νερά της οποίας επανεμφανίστηκαν κατόντι του φράγματος και εντός του υπογείου της ΔΕΗ, όπου και προκάλεσαν σοβαρά προβλήματα λόγω της διαβρωτικότητάς των εξ'αιτίας της παρουσίας H_2S .

Εκτός των πηγών αυτών στο διαμέρισμα συναντάται και μία σειρά ψυχρών μεταλλικών, κυρίως υδροθειούχων πηγών ως και άλλες ολιγομεταλλικές πηγές που χρησιμοποιούνται για ποσιθεραπεία και λουτροθεραπεία.

Στον πίνακα 4.2. δίδονται στοιχεία για τις πιο πάνω θερμομεταλλικές κ.λ.π. πηγές.

4.6. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Στους πίνακες 4.1. δίδονται αναλυτικά στοιχεία δυναμικού κ.λ.π. των κυριωτέρων καρστικών συστημάτων. Από το περιεχόμενο των πινάκων και τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι το υπόγειο υδατικό δυναμικό του διαμερίσματος υπερβαίνει τα $2700 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αντιστοιχεί σε $2400 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε καρσικά νερά και σε $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε υπόγεια νερά κοκκωδών συστημάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2. Στοιχεία θερμομεταλλικών πηγών υδατ. διαμερίσματος Δυτ. Στερρεάς Ελλάδος

α/α	Πηγή	Γεωλογικοί σχηματισμοί	Τ°C νερού	Παροχή σε m ³ /h	Χημικός τύπος	TDS σε ppm	Χρήση
1.	Χαλκιοπούλο	Φλύσχης	15	2	Ca - Na - HCO ₃ H ₂ S	422	Λουτροθεραπεία
2.	Κορπή	Ασβεστόλιθοι	13	300-400	Ca - HCO ₃	255	Ποσιθεραπεία
3.	Αγ. Βάρβαρος	Φλύσχης	14	1-2	Ca - Na - HCO ₃ H ₂ S	511	Λουτροθεραπεία
4.	Λουτρά Μυρτιάς	Ασβεστόλιθοι	19.5	φρέαρ	Na - Ca - HCO ₃ H ₂ S	521	"
5.	Σώκου	Προσχώσεις	18	15	Ca - Na - Mg - HCO ₃ H ₂ S	650	"
6.	Ζωγράφουλου	"	18	1.2	Ca - Na - Mg - HCO ₃ - SO ₄ H ₂ S	680	"
7.	Χούνη	Φλύσχης	25	5-10	Na - Ca - Cl - HCO ₃ - SO ₄ H ₂ S	780	Ανεκμετάλλευτος
8.	Μπαλκιάνα Αλευράδας	"	32.5	30-40	Na - Ca - Cl - HCO ₃ - SO ₄ H ₂ S	1056	Λουτροθεραπεία
9.	Μαμάκω	"	17	0.5	Ca - Na - Mg - HCO ₃	670	"
10.	Στάχτη Πόριαρη	Ασβεστόλιθος - φλύσχης	14	100-150	Ca - HCO ₃	424	"

Στο δυναμικό αυτό δεν συνυπολογίζονται οι υδροφορίες που συναντώνται και συντηρούνται στα λοιπά υδροφόρα συστήματα σε πετρώματα χαρακτηριζόμενα ως πρακτικά υδατοστεγή. Τα αποθέματα αυτά εκτιμώνται στην τάξη των $200 \times 10^6 \text{ m}^3$.

4.7. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

- Ποιοτικά τα νερά των πηγών του υδατικού διαμερίσματος χαρακτηρίζονται σαν πολύ καλής έως ικανοποιητικής ποσιμότητας. Εξαιρέση μόνο αποτελούν τα νερά των παράκτιων πηγών, που λόγω του επηρεασμού τους από τη θαλάσσια διείδυση παρουσιάζουν υψηλές αλατότητες.
- Συγκριτικά, για τις πηγές της ενδοχώρας, η ποιότητα των νερών στη ζώνη Ωλονού-Πίνδου είναι καλύτερη από εκείνη της Ιονίου και αυτό φαίνεται τόσο από τις συνολικές τιμές των διαλυμένων αλάτων, όσο και από τις ολικές σκληρότητες. Ειδικότερα στη ζώνη Ωλονού-Πίνδου η ολική σκληρότητα κυμαίνεται από 9-27,6 Γαλλικούς βαθμούς, ενώ στην Ιόνιο από 11,4-45,4. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στις υψηλότερες τιμές της μόνιμης σκληρότητας που είναι απόρροια της παρουσίας εβαποριτών στην Ιόνιο ζώνη.
- Μικρές ποιοτικές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται επίσης όχι μόνο από ζώνη σε ζώνη, αλλά και στα νερά της ίδιας ζώνης. Έτσι στη ζώνη Ωλονού-Πίνδου οι πηγές της Ευρυτανίας και της ορεινής Ναυπακτίας παρουσιάζουν στην πλειοψηφία τους χαμηλές ολικές σκληρότητες 9-19 Γαλ. βαθμούς ενώ στις νότιες απολήξεις της ζώνης, η σκληρότητα κυμαίνεται από 18-27,6 Γαλ. βαθμούς. Η διαφοροποίηση αυτή αποδίδεται στα διαφορετικά εύρη των καρστικών συστημάτων και κατά συνέπεια στο μεγαλύτερο χρόνο παραμονής του νερού μέσα σ'αυτά. Αντίθετα στην Ιόνιο ζώνη οι παρατηρούμενες ποιοτικές διαφορές στα νερά των πηγών είναι άμεση συνάρτηση με την λιθολογία. Έτσι η ποιότητα των νερών των κρητιδικών ασβεστολίθων είναι καλύτερη από εκείνη των Ιουρασικών ασβεστολίθων και η τελευταία καλύτερη από εκείνη των Τριαδικών λατυποπαγών.

Στον πίνακα 4.3. δίδονται στοιχεία χημισμού του νερού ωρισμένων πηγών του νομού Αιτωλοακαρνανίας.

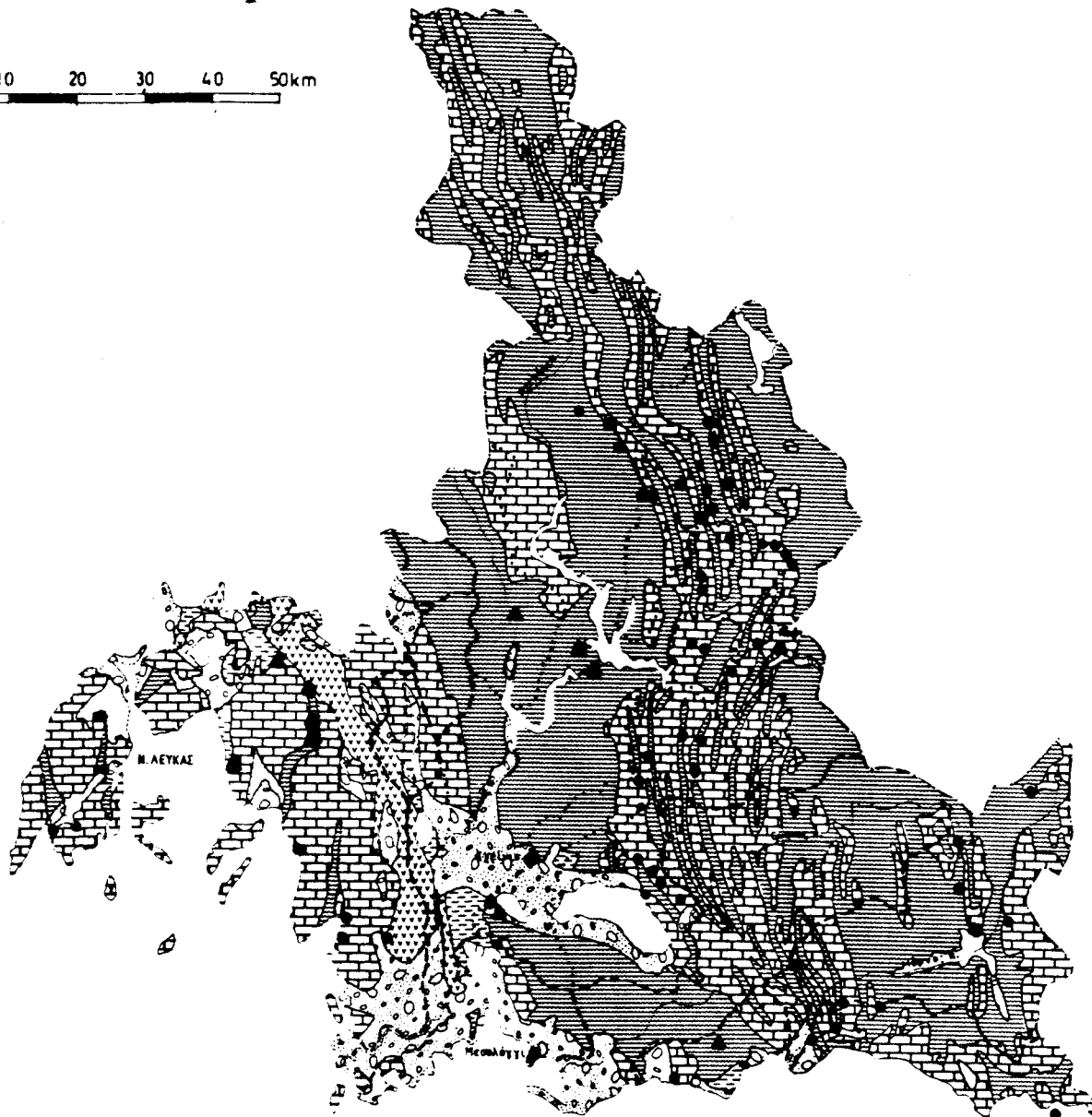
ΥΔΡΟΣΗΜΕΙΩΝ ΝΟΜΟΥ ΑΙΤ/ΝΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΗΜΕΙΟΥ	ΗΜΕΡ. Ημ.Μν.Ετ	pH Εργα- στορ.	Αγωγι- μς/cm 25οC	Ca++	Mg++	Na+	K+	CO3--	HCO3--	CL-	SO4--	NO3-	NO2--	NH4-
ΠΗΓΗ ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ	29.09.94	7.68	383	3.60	0.32	0.10	0.02	0.00	3.61	0.25	0.12	0.07	APN.	APN.
ΠΗΓΗ ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	15.07.95	7.56	567	2.96	2.88	0.20	0.02	0.00	3.11	0.35	2.55	0.05	ΕΛ.ΘΕΤ.	APN.
ΠΗΓΗ ΘΕΡΜΟΥ	13.07.94	7.62	390	2.16	1.72	0.21	0.01	0.00	3.61	0.30	0.11	0.08	APN.	APN.
ΠΗΓΗ ΑΧΥΡΑ	28.09.94	7.92	255	2.24	0.20	0.12	0.02	0.00	2.16	0.25	0.24	0.03	ΕΛ.ΘΕΤ.	APN.
ΠΗΓΗ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	23.09.94	7.54	1514	6.24	1.44	6.90	0.07	0.00	5.30	8.60	0.57	0.20	APN.	APN.
ΠΗΓΗ ΛΑΜΠΡΑΣ	12.07.94	7.27	790	5.76	2.28	0.55	0.02	0.00	3.64	0.80	4.06	0.06	ΕΛ.ΘΕΤ.	APN.
ΠΗΓΗ ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟ	12.07.94	7.44	570	3.28	1.73	0.76	0.04	0.00	4.39	0.80	0.49	0.15	APN.	APN.
ΠΗΓΗ ΚΟΡΙΠΗΣ	15.07.94	7.77	342	3.12	0.20	0.18	0.01	0.00	2.70	0.30	0.38	0.07	APN.	APN.
ΠΗΓΗ ΜΥΡΤΙΑΣ	12.11.96	7.50	644	1.76	1.00	4.08	0.03	0.00	5.86	0.50	0.39	0.10	APN.	APN.
ΠΗΓΕΣ ΚΑΚΑΒΙΑ	13.07.94	7.77	430	2.64	0.78	0.70	0.05	0.00	2.91	0.75	0.37	0.10	APN.	APN.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Οι συγκεκριμένες εκφράζονται σε mg/lε (1.γ.μ.ε. - Παρ/μο Πρέβεζας)

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Δ. Στερεάς Ελλάδος

0 10 20 30 40 50km



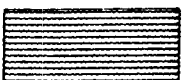
Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα ελεύθερης και υπό πίεση ροής μέσης δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής λεπτομερών στοιχείων, τις γεωμετρικές τους διαστάσεις κ.λ.π.



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα, πολύπλοκης ενίοτε δομής, οργάνωσης και λειτουργίας, μεγάλης και μικρής δυναμικότητας ανάλογα με τον βαθμό αποκάρσωσης, τις διαστάσεις του συστήματος κ.λ.π.



Διαρρηγμένα πετρώματα (φλύσχης, σχιστοκερατόλιθοι, κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη κατά κανόνα υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις υδραυλικά ενεργές ζώνες ρωγματώσεων, και λοιπών ασυνεχικών.

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ (05)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΕΒΕΖΑΣ

Ε. Νικολάου

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Β. ΕΛΛΑΔΟΣ

Χ. Παπασπυρόπουλος

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

Χ. Σμυρνιώτης

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

5. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ

5.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στη γεωτεκτονική δομή του διαμερίσματος συμμετέχουν κατά κύριο λόγο σχηματισμοί της Αδριατικοϊονίου ζώνης και της ζώνης Πίνδου. Στο βόρειο και ανατολικό τμήμα λεκάνης Αωού συναντούμε και πετρώματα του οφιολιθικού συμπλέγματος και στην υπολεκάνη του Σαραντάπορου τους σχηματισμούς της μεσοελληνικής αύλακας (ψαμμίτες, πολυγενή κροκαλοπαγή, μάργες). Στο νότιο ανατολικό τμήμα εμφανίζεται και η ζώνη Γαβρόβου στα όρη του Βάλτου.

Η Ιόνιος ζώνη χαρακτηρίζεται από μια επαλληλία μεγάλων αντικλίνων και συγκλίνων γενικής διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ που είναι και η τυπική Πινδική διεύθυνση.

Η στρωματογραφική ακολουθία της Ιονίου Ζώνης είναι η ακόλουθη:

- Εβαποριτική σειρά και τριαδικά λατυποπαγή (περμο-τριαδικό).
- Ανθρακική σειρά (ανώτερο τριαδικό - ανώτερο Ηώκαινο).
- Φλύσχης αδιαίρετος (ανώτ. Ηώκαινο - Ακουϊτάνιο).

Η Εβαποριτική σειρά: παρουσιάζεται με τους γύψους και τα κοιτάσματα ανυδρίτη. Οι γύψοι εμφανίζονται σε πολλές περιοχές (Φιλιππιάδα, Βρυσέλα, Ηγουμενίτσα, περιοχή Παρακαλάμου στον άνω ρου Καλαμά, λεκανοπέδιο Ιωαννίνων, Αχέροντας κ.α.). Κυρίως εμφανίζονται κατά μήκος των μεγάλων ρηγμάτων και εφιππεύσεων. Τα κοιτάσματα του ανυδρίτη δεν εμφανίζονται επιφανειακά αλλά εντοπίστηκαν στο αντίκλινο του Ξηροβουνίου σε γεωτρήσεις. Τα τριαδικά λατυποπαγή είναι ο σχηματισμός που κατά κανόνα συνοδεύει την γύψο και αποτελείται από λατύπες μαύρων δολομιτωμένων ασβεστολίθων μέσα σε ένα αργιλικό συνδετικό υλικό.

Η ανθρακική σειρά αποτελείται από:

- Δολομίτες και δολομιτωμένους ασβεστολίθους (αν.τριαδικό - μέσο Λιάσιο).
Εμφανίζονται κυρίως στην εξωτερική Ιόνιο ζώνη (περιοχή Πάργας) αλλά και στην Τύμφη.

- Ασβεστολίθους Σινιών και Παντοκράτορα (νόριο - μέσο Λιάσιο). Συμπαγείς και άστρωτους λευκότεφρους νηριτικής φάσης. Το πάχος τους φτάνει και τα 1.000 μ. και έχουν σημαντική εξάπλωση στη λεκάνη Λούρου στα όρη Παραμυθιάς και Σουλίου και στα όρη Μαργαριτίου - Πάργας.
- Σχιστολίθους με Ποσειδώνιες (αν. Λιάσιο - Δογγέριο).
- Ασβεστολίθους Βίγλας (αν. Ιουρασικό - ανωτ. Κρητιδικό): Ασβεστόλιθοι με πυριτιακές ενστρώσεις και πρασινωπούς αργίλους στα κατώτερα τμήματα. Εμφανίζονται σε όλη την επικράτεια της Ηπείρου και το πάχος τους παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις (το μέγιστο φθάνει και τα 900 μ.).
- Ασβεστολίθους ανωτ. Σενωνίου: Έχουν μεγάλη εξάπλωση στο Ξηροβούνι στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων και στον άνω ρου του Καλαμά.
- Ασβεστολίθους Ηωκαίνου: Λεπτοπλακώδεις μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι με πυριτιακούς κονδύλους. Πάχος από 250 - 450 μ. Εμφανίζονται σε εκτεταμένες περιοχές του αντικλίνου του Αράχθου στην Τύμφη και στο Δούσκο.

Αδιαίρετος φλύσχη : Εναλλαγές ιλυωδών μαργών και μεσόκκοκων έως χονδρόκκοκων ψαμμιτών. Το πάχος του φλύσχη είναι μεγάλο τέτοιο που σε μεγάλα σύγκλινα υπερβαίνει τα 3.000 μ.

Τη λιθολογική στήλη της Ιονίου συμπληρώνουν οι κυανές μάργες του Βουρδιγαλίου και τα λιμναία πλειοκαινικά ιζήματα (ψαμμούχοι άργιλοι).

Η ζώνη Ωλωνού - Πίνδου στο υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου παρουσιάζεται στις ανατολικές περιοχές (Αθαμανικά όρη - Λάκμος) υπό μορφή ενός μεγάλου τεκτονικού καλύματος που έχει επωθηθεί πάνω στην Ιόνιο Ζώνη. Κατά κύριο λόγο στην Ηπειρο εμφανίζεται η δυτική (εξωτερική) υποζώνη με ένα ευρύ φάσμα λιθολογικών φάσεων (ανθρακική, σχιστοκερατολιθική, κλαστική).

Υπό μορφή τεκτονικών καλυμάτων πάνω στην ζώνη Πίνδου εμφανίζονται και οι οφιόλιθοι που καταλαμβάνουν τον κύριο όγκο του Μουροβουνίου του Σμόλικα και του Γράμμου.

Η ζώνη Γαβρόβου παρουσιάζεται στα όρη Βάλτου με ασβεστολίθους και φλύσχη. Υπάρχει και η άποψη ότι το ορεινό συγκρότημα της Τύμφης ανήκει στην ζώνη Γαβρόβου - Τριπόλεως.

5.2. ΓΕΝΙΚΑ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η συνολική επιφάνεια του διαμερίσματος είναι 9.980 km² και είναι ένα από τα πλουσιότερα σε νερό διαμερίσματα της χώρας.

Το υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου περιλαμβάνει εξ' ολοκλήρου σχεδόν την Περιφέρεια Ηπείρου (εκτός από ορισμένες περιοχές του Νομού Αρτας που ανήκουν στην υδρολογική λεκάνη του Αχελώου) τμήματα της περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας (που ανήκουν στην υδρολογική λεκάνη Αώου) και τα νησιά Κέρκυρα και Παξούς.

Σε ότι αφορά στο ηπειρωτικό τμήμα τα όρια του διαμερίσματος είναι από Βορειοδυτικά και Βόρεια τα σύνορα Ελλάδας - Αλβανίας έως την κορυφή του Γράμμου. Βορειοανατολικά το διαμέρισμα ορίζεται από τον υδροκρίτη Αώου Αλιάκμονα και ανατολικά από τον υδροκρίτη Πηνειού - Αώου. ΝΑ-κα ορίζεται από τον υδροκρίτη Αράχθου - Αχελώου ενώ προς Νότο μέχρι τον Αμβρακικό από τον υδροκρίτη του χειμάρρου Βοβού και του χειμάρρου Μενεδίου Αμφιλοχίας.

Από μορφολογική άποψη το διαμέρισμα Ηπείρου είναι ένα από τα πλέον ορεινά διαμερίσματα της χώρας δεδομένου ότι οι ορεινές περιοχές αποτελούν το 70% της συνολικής έκτασης ενώ οι πεδινές μόνο το 15%. Το ανάγλυφο είναι έντονο με μεγάλες κλίσεις των πρηνών και βαθιές χαράδρες (χαράδρα Βίκου, Αράχθου, Αχέροντα κ.α.).

Οι μεγαλύτερες οροσειρές από ανατολικά προς δυτικά είναι:

- Τα Αθαμανικά όρη (Τζουμέρκα) και ο Λάκμος που από την περιοχή της Κατάρης βόρεια καταλήγουν κοντά στην Αρτα με κορυφές που φτάνουν τα 2.500 μ. Οι σημαντικότερες πηγές του Αχελώου και του Αράχθου εκδηλώνονται από το ορεινό συγκρότημα των Τζουμέρκων και του Λάκμου.
- Τα όρη Βάλτου στα όρια νομού Αρτας - Αιτωλοακαρνανίας.
- Ο ορεινός όγκος Κατάρης - Μαυροβουνίου - Μετσόβου.

- Το όρος Σμόλικας με υψόμετρο 2.617 μ. που είναι και το μεγαλύτερο υψόμετρο του διαμερίσματος.
- Η οροσειρά του Γράμμου με υψόμετρο έως 2.500 μ.
- Το ορεινό συγκρότημα Τύμφη (Γκαμήλα) που παρεμβάλεται μεταξύ Αώου και Βοϊδομάτη (με υψόμετρο 2.540 μ.).
- Το όρος Μιτσικέλι που υπερυψώνεται της Λίμνης των Ιωαννίνων (1.810 μ.).
- Το ορεινό συγκρότημα Νεμέρτσικα - Πωγωνιανή - Δούσκο που νότια από την περιοχή Καλπακίου προεκτείνεται πέραν των ελληνικών συνόρων εντός της Αλβανίας (υψόμετρα 2.200 μ.). Από εδώ εκδηλώνονται οι πρώτες πηγές του Καλαμά καθώς και πηγές του Αώου.
- Το όρος Ξηροβούνι (1.600 μ.) μεταξύ Αράχθου και Λούρου.
- Το όρος Τόμαρος (2.100 μ.) οι νότιες προεκτάσεις του οποίου αποτελούν και τα βουνά της δυτικής όχθης του Λούρου.
- Τα Θεσπρωτικά όρη, τα όρη Κουρέντα και το όρος Κασιδιάρης που αναδύονται στο σύγκλινο Βοτσαρά.
- Τα όρη Παραμυθιάς και Σουλίου και τα όρη Μαργαριτίου - Πάργας.
- Το όρος Μουργκάνα στα Ελληνοαλβανικά σύνορα με υψόμετρο 1.900 μ.

5.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ - ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

Το υδρογραφικό δίκτυο της Ηπείρου συγκροτούν οι ποταμοί Αώος, Αραχθος, Αχελώος, Αχέρων, Κάλαμος, Λούρος και Δρινός καθώς και μικρότεροι ποταμοί και χείμαρροι που εκβάλλουν απ' ευθείας στη θάλασσα. Η αποστράγγιση της κλειστής λεκάνης Ιωαννίνων γίνεται στη λίμνη και στη συνέχεια τα υπερχειλίζοντα από αυτή νερά μέσω της Τάφρου Λαψίστας και της σήραγγας Κληματιάς απορρέουν στον Καλαμά. Υπάρχουν και σημαντικές περιοχές του λεκανοπεδίου οι οποίες αποστραγγίζονται μέσω καταβοθρών. Σε καταβόθρες αποστραγγίζεται και η κλειστή λεκάνη Μαργαριτίου και άλλες μικρότερες κλειστές λεκάνες όπως αυτή των δυτικών Ζαγορίων, των Γραμμενοχωρίων κ.α.

Το υδάτινο διαμέρισμα Ηπείρου περιλαμβάνει τις υδρολογικές λεκάνες:

- Αράχθου με επιφάνεια 2.240 km² (περιλαμβάνει τις υπολεκάνες Καλεντίνη, Καλαρίτικου και Μετσοβίτικου). Το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης αναπτύσσεται στο ομώνυμο φλυσχικό σύγκλινο εντός της λεκάνης αυτής, ανάντι της Αρτας έχει κατασκευασθεί το φράγμα Πουρναρίου.
- Καλαμά με επιφάνεια 1.763 km². Ο Καλαμάς πηγάζει από το όρος Δούσκο και εκβάλλει στην Σαγιάδα.
- Λούρου με επιφάνεια 926 km². Οι πρώτες πηγές του Λούρου βρίσκονται στο όρος Τόμαρος και σχεδόν εξ' ολοκλήρου ο ποταμός αναπτύσσεται σε καρστικούς σχηματισμούς.
- Αχέροντα με επιφάνεια 724 km²
- Αώου με επιφάνεια 2.144 km². Πρόκειται για τον άνω ρου του Αώου που περιλαμβάνει και τις υπολεκάνες Σαραντάπορου (914 km²) και Βοϊδομάτη (418 km²). Ο ποταμός αφού διανύσει 67 χλμ. στο ελληνικό έδαφος εισέρχεται στην Αλβανία και εκβάλλει κοντά στην Αυλώνα.
- Δρίνου με επιφάνεια 254 km². Ο Δρίνος αποτελεί παραπόταμο του Αώου και η συγκεκριμένη επιφάνεια αφορά στα Ελληνικά τμήματα αυτής της υπολεκάνης.
- Κλειστή λεκάνη Ιωαννίνων με επιφάνεια 508 km².

Εκτός των παραπάνω κύριων λεκανών υπάρχουν και άλλες μικρές λεκάνες όπως αυτή του Βωβού ποταμού ανατολικά της Αρτας, των χειμάρρων Καστροσυκιάς και Ριζών ΒΔ της Πρέβεζας, των ρεμάτων Πέρδικας, Πλαταριάς και Λαδοχωρίου και του Ξάνθου ποταμού στην παραμεθόριο περιοχή Τσαμαντά. Στην Κέρκυρα με βάση τον επιφανειακό υδροκρίτη διακρίνονται πέντε υδρολογικές λεκάνες.

Η μέση ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1951 - 1988 δίνεται κατά λεκάνη στον πίνακα 5.1. Στον πίνακα αυτόν δίδεται επίσης ο ετήσιος όγκος νερού που δέχεται κάθε λεκάνη χωριστά.

5.1. Μέση ετήσια βροχόπτωση (1951 - 1988)

Υδρολογική λεκάνη	Επιφάνεια km ²	Μέση ετήσια βροχ/ση σε mm 1951 - 1988	Όγκος νερού x 10 ⁶ m ³
Αώου	812	1.782	1.447
Σαραντάπορου	914	1.486	1.358
Βοϊδομάτη	418	1.815	758
Σύνολο λεκάνης Αώου	2.144		3.563
Αράχθου	2.040	1.840	3.753
Λούρου	926	1.595	1.476
Αχέροντα	794	1.606	1.275
Καλαμά	1.763	1.704	3.004
Ιωαννίνων (κλειστή)	508	1.666	846
Δρίνου	252	1.742	442
Υπόλοιπες λεκάνες	1.547	1.200	1.856

Από υδρολιθολογική άποψη οι ανθρακικοί σχηματισμοί του υδατικού Διαμερίσματος και τα αδρομερή μέλη των νεώτερων αποθέσεων χαρακτηρίζονται ως υδροπερατοί έως πολύ υδροπερατοί σχηματισμοί σε αντίθεση με τα λεπτομερή μέλη του Τεταρτογενούς και Νεογενούς και τα στρώματα του φλύσχη κ.λ.π. τα οποία κατατάσσονται στην κατηγορία των υδατοστεγών εν γένει σχηματισμών.

Από άποψη δυναμικότητας υδροφορίας, αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες δημιουργούνται εντός των ανθρακικών πετρωμάτων και του αδρομερούς τεταρτογενούς πληρώματος των διαφόρων λεκανών.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι υδρολογικές λεκάνες δεν συμπίπτουν με τις υδρογεωλογικές.

Η οριοθέτηση των υδρογεωλογικών λεκανών των αντίστοιχων ποταμών είναι έργο δύσκολο στο υδατικό διαμέρισμα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην μεγάλη εξάπλωση των καρστικών ενοτήτων που στις πολλές περιπτώσεις καλύπτουν περιοχές που ανήκουν σε δύο - τρεις ή και περισσότερες λεκάνες απορροής. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της κεντρικής ενότητας που παρακάτω αναφέρουμε στην οποία η χάραξη του υπόγειου υδροκρίτη μεταξύ Λούρου -

Αράχθου - λεκάνης Ιωαννίνων - Βοϊδομάτη - Καλαμά μάλλον προς το παρόν είναι ανέφικτη.

Υπάρχουν επίσης καρστικές ενότητες όπως Αμαράντου, Δούσκου - Νεμέρτσικας - Πωγωνιανής, Μουργκάνας οι οποίες εκτείνονται και εντός του Αλβανικού εδάφους με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η εκτίμηση της περιοχής τροφοδοσίας των μεγάλων καρστικών πηγών.

5.3.1 ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

5.3.1.1 ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΑΡΤΑΣ - ΠΡΕΒΕΖΑΣ

Πρόκειται για την μεγαλύτερη πεδιάδα του διαμερίσματος. Από βόρεια οριοθετείται από τους ασβεστόλιθους της Ιονίου ζώνης και νότια έρχεται σε επαφή με τον Αμβρακικό. Σημαντική υδροφορία παρατηρούμε στον κάμπο της Αρτας όπου έχουμε μέχρι το βάθος των 200 μέτρων επαλληλία υδροφόρων πολλές φορές υπό πίεση. Στις νότιες περιοχές παρατηρείται και αρτεσιανισμός. Η ενότητα φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται προς το παρόν σημαντικά από την διείσδυση της θάλασσας. Η απόδοση των γεωτρήσεων είναι καλή και σε πολλές περιπτώσεις φτάνει και τα 200 m³/h. Η τροφοδοσία των υδροφόρων είναι από την βροχόπτωση στο ανάπτυγμα του κάμπου (το ύψος βροχής είναι 1947 mm), από διηθήσεις κυρίως του Αράχθου αλλά και του Λούρου και από πλευρικές μεταγγίσεις καρστικών νερών από την βόρεια περιοχή. Η συνολική επιφάνεια των αλλουβιών εκτιμάται στα 250 km² και συμπεριλαμβάνονται και τα νεογενή της περιοχής Πρέβεζας.

Η εκτίμηση των αποθεμάτων της ενότητας είναι στα 86 x 10⁶ m³ νερού ποσό όμως που μπορεί να αποκλίνει από την πραγματικότητα αν ληφθεί υπ' όψη ο μηχανισμός τροφοδοσίας της ενότητας.

5.3.1.2 ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΠΟΛΓΗΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Καταλαμβάνει έκταση περίπου 100 km² και καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της πόλης. Το πάχος των αποθέσεων φτάνει και τα 300 μέτρα στην αξονική περιοχή. Από την βορειοανατολική πλευρά η ενότητα δέχεται πλευρικές μεταγγίσεις από το καρστικό σύστημα του Μιτσικελίου και προς τα δυτικά του λεκανοπεδίου τροφοδοτεί τις καρστικές ενότητες που υπόγεια

αποστραγγίζονται σε πηγές του Καλαμά (Κλιματιά και Λίθινο). Κατ' εκτίμηση και με επιφύλαξη τα αποθέματα της ενότητας είναι περίπου $30 \times 10^6 \text{ m}^3$.

5.3.1.3 ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΚΟΝΙΤΣΑΣ

Περιλαμβάνει τις προσχώσεις του Αώου και του Βοϊδομάτη που πληρώνουν την λεκάνη της Κόνιτσας. Από τις αλλουβιακές αποθέσεις αναβλύζουν οι πηγές Παναγία και Λιθοβούνι μέσης παροχής 0.65 και 0.4 m^3/sec .

Η μεγάλη παροχή των πηγών αυτών συσχετιζόμενη με την μικρή έκταση του αλλουβιακού πεδίου μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι πηγές αυτές σε μεγάλο ποσοστό τροφοδοτούνται από τον Αώο ποταμό πράγμα που ως ένα βαθμό προκύπτει και από την υδροχημική συγγένεια των νερών αυτών. Τα αποθέματα των τεταρτογενών αποθέσεων του Κάμπου Κόνιτσας εκτιμώνται στα $15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

5.3.2 ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Το μεγαλύτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι καρστικοί σχηματισμοί του διαμερίσματος.

Με βάση τη γεωγραφική τους κατανομή στο διαμέρισμα μπορούμε να διακρίνουμε από ανατολικά προς τα δυτικά τις ακόλουθες μεγάλες ανθρακικές μάζες.

Την ενότητα Πίνδου : Περιλαμβάνει τα όρη Τζουμέρκα και Λάκμος. Είναι μια εκτεταμένη ανθρακική μάζα που απαρτίζεται από ασβεστολίθους της ζώνης Πίνδου και είναι επωθημένη προς τα δυτικά πάνω στον φλύσχη της Ιονίου ζώνης. Ανατολικά βρέχεται από τον Αχελώο ποταμό στην κοίτη του οποίου εμφανίζονται και οι σημαντικότερες πηγές. Μεγάλες καρστικές πηγές εμφανίζονται επίσης κατά μήκος της επώθησης. Οι περιοχές τροφοδοσίας αυτών των πηγών αποτελούν και τις αντίστοιχες υδρογεωλογικές ενότητες που ανήκουν στο υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου και συγκεκριμένα στη λεκάνη Αράχθου.

Την Κεντρική ενότητα : Καταλαμβάνει την αξονική περιοχή της Ηπείρου και εκτείνεται νότια από την πεδιάδα της Αρτας έως τα Ελληνοαλβανικά σύνορα βόρεια. Αποτελεί την μεγαλύτερη καρστική ενότητα του διαμερίσματος και στην

δομή της συμμετέχουν κυρίως οι ασβεστόλιθοι της αξονικής Ιονίου ζώνης. Στην ενότητα αυτή αναπτύσσεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου ο Λούρος ποταμός. Σημαντικοί τομείς αυτής της ενότητας αποστραγγίζονται στον Αραχθο και στον Αχέροντα.

Η ενότητα αυτή αποτελεί τον υδρογεωλογικό κόμβο της Ηπείρου και οριοθετείται δυτικά από το φλυσικό σύγκλινο Βότσαρα και ανατολικά από το φλυσικό σύγκλινο του Αράχθου νότια το όριο αποτελεί το μεγάλο εγκάρσιο ρήγμα της λίμνης Ζηρού και οι τεταρτογενείς αποθέσεις του Κάμπου Αρτας - Πρέβεζας.

Βόρεια η ενότητα προεκτείνεται εντός του Αλβανικού εδάφους. Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει ένα πλήθος καρστικών συστημάτων τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω με πολύπλοκους μηχανισμούς λειτουργίας καθώς και ένα πλήθος υδροχημικών επαρχιών. Τα επίπεδα αυτής της ενότητας διαμορφώνονται βόρεια από τον ποταμό Βοϊδομάτη και τον Καλαμά. Το επίπεδο αυτό κυμαίνεται από 390 - 460 μέτρα. Στο κεντρικό τμήμα η Παμβώτιδα λίμνη και το επίπεδο ανάπτυξης των αλλουβίων στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων καθορίζουν το επίπεδο εκφόρτισης του καρστικού συστήματος Μιτσικελίου που βρίσκεται μεταξύ 460 - 470 μέτρων.

Περιμετρικά των ανθρακικών μαζών του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων οι κοίτες του Λούρου, του Αράχθου και του Καλαμά καθορίζουν ένα χαμηλότερο επίπεδο που γενικά κυμαίνεται μεταξύ των 300 - 360 μέτρων.

Στο καρστικό σύστημα του Λούρου διακρίνουμε τρία επίπεδα, το ανώτερο στα 250 μέτρα, το μέσο στα 120 περίπου μέτρα και το χαμηλό στα 10-20 περίπου μέτρα (επίπεδο του Κάμπου Αρτας).

Ενότητες του σύγκλινου Βοτσαρά : Πρόκειται για τα ανθρακικά περικόλινα που αναδύονται εντός του φλύσχη και συγκροτούν τα όρη Θεσπρωτικά (νότια), τα όρη Κουρέντα (στο μέσο) και τον Κασιδιάρη (βόρεια).

Ενότητα Παραμυθιάς-Σουλίου : Περιλαμβάνει τα ομώνυμα ορεινά συγκροτήματα οι βόρειες προεκτάσεις των οποίων εκτείνονται πέραν του

Καλαμά (καρστικό σύστημα πηγών Ραβένας) και οι νότιες έως την περιοχή Καναλακίου (καρστικό σύστημα πηγών Κόχλας). Δυτικά η ενότητα είναι επωθημένη στον φλύσχη του σύγκλινου Παραμυθιάς και ανατολικά το όριο της αποτελεί το φλύσχη του Βοτσαρά. Την ενότητα διαρρέουν στο βόρειο τμήμα ο Καλαμάς και στο νότιο ο Αχέροντας, στις κοίτες των οποίων συναντούμε και τις μεγάλες πηγαίες εκφορτίσεις Πέντε Εκκλησιές και Σκάλα Τζαβέλενας (Γλυκή) αντίστοιχα.

Ενότητες εξωτερικής Ιονίου ζώνης : Σ'αυτές ανήκουν τα αντικλινικά λέπια Μαργαριτίου και Πάργας και οι ανθρακικές μάζες Ηγουμενίτσας - Φιλιατών. Μεγάλες περιοχές των ενοτήτων αυτών αποστραγγίζονται απ'ευθείας στη θάλασσα πράγμα που καθιστά δύσκολη την εκτίμηση των υπόγειων αποθεμάτων νερού.

Ενότητα Μουργκάνας : Περιλαμβάνει το ομώνυμο καρστικό σύστημα η μεγαλύτερη έκταση του οποίου βρίσκεται εντός του Αλβανικού εδάφους.

Στη συνέχεια επιχειρείται η προσέγγιση των καρστικών αποθεμάτων ανά υδρολογική λεκάνη.

5.3.2.1 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΛΑΜΑ

Εντός των ανθρακικών πετρωμάτων της ενότητας αυτής δημιουργούνται επιμέρους υδρογεωλογικές μονάδες με κυριώτερες τις μονάδες Πωγωνίου - Δούσκου, Κασιδιάρη, Μονής Βέλλα, Λιθίνου - Ζιτσάς, Γραμμενοχωρίων και Κουρντών στον ανω ρού, Μουργκανάς και Πέντε Εκκλησιών στον μέσω ρού και Φιλιατών και Ηγουμενίτσας στον κάτω ρού.

Από άποψη δυναμικότητας υδροφορίας οι πιό πάνω υδρογεωλογικές μονάδες χαρακτηρίζονται ως σημαντικές και εκφορτίζονται μέσω καρστικών πηγών, οι κυριώτερες των οποίων είναι οι πηγές Γκλάβας, Μάνας Νερού, Γραμουστής, Αγίων, Σιταριάς, Δεσποτικού, Κλιματιάς, Μονής Βελλά, Αναβρυστικών Λίστας, Πέντε Εκκλησιών, Νεράιδας και Ανακαλής, συνολικής μέσης ετήσιας παροχής $9.5 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Επί τη βάσει των ανωτέρω ο ετησίως εκφορτιζόμενος από το σύστημα αυτό όγκος καρστικών νερών είναι της τάξης των $300 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Η ποσότητες αυτές αντιστοιχούν στα δυναμικά αποθέματα του συστήματος και υπολήπτονται πλέον του 50% των κατεισδύσεων επί των ασβεστολίθων όπως αυτές εκτιμήθησαν λαμβάνοντας έναν συντελεστή κατείσδυσης ίσο με 50% .

μέση ετήσια βροχόπτωση	1,704 μ	$900 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1,704 \text{ m} = 1.533,6 \times 10^6 \text{ m}^3$
επιφάνεια ασβεστολίθων	$900 \times 10^6 \text{ m}^2$	
συντελεστής κατείσδυσης	0,5	κατεισδύον όγκος βροχ. $766 \times 10^6 \text{ m}^3$

5.3.2.2 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΩΟΥ

Στην λεκάνη του Αώου διακρίνουμε την μεγάλη καρστική υδρογεωλογική ενότητα της Τύμφης και τις ενότητες Αμαράντου και Αρένων Γράμμου. Αυτές αποστραγγίζονται κυρίως στις πηγές Βοιδομάτη μέσης παροχής $4,6 \text{ m}^3/\text{s}$, στις πηγές Ισβορο, Αμαράντου μέσης παροχής $0,56 \text{ m}^3/\text{s}$ και στην πηγή Πευκόφυτο μέσης παροχής $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$, συνολικής μέσης παροχής $5,36 \text{ m}^3/\text{s}$ που σημαίνει μέσο ετήσιο εκφορτιζόμενο δια των πηγών όγκο νερού $169 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Οι εκφορτίσεις αυτές αντιστοιχούν στα συνολικά δυναμικά αποθέματα της καρστικής ενότητας του Αωού.

Ειδικότερα το σύστημα Τύμφης έκτασης 265 km^2 δέχεται ετησίως $477 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. εκ των οποίων κατεισδύουν 230×10^6 δεχόμενοι συντελεστή κατείσδυσης 0,48.

Η μέση ετήσια διακύμανση στάθμης στο σύστημα αυτό είναι 8,15 m.

Τα μέσα ετήσια δυναμικά αποθέματα του καρστικού συστήματος Τύμφης που είναι και το σπουδαιότερο εκτιμώνται στην τάξη των $150 \times 10^6 \text{ m}^3$.

5.3.2.3 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στην περίπτωση της λεκάνης Ιωαννίνων διακρίνεται η καρστική ενότητα Μιτσικελίου και οι καρστικές ενότητες νότια του λεκανοπεδίου. Οι τελευταίες ανήκουν στις λεκάνες Λούρου και Αράχθου.

5.3.2.3.1 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΙΤΣΙΚΕΛΙΟΥ

Τις κύριες εκφορτίσεις της ενότητας Μιτσικελίου αποτελούν οι πηγές Τούμπας, Κρύας, Καντινίκου και Αμφιθέας, οι οποίες βρίσκονται κατά μήκος της επαφής ασβεστολίθων και προσχώσεων της πόλγης. Η μέση συνολική παροχή των πηγών αυτών είναι της τάξης των $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Στα νότια - ανατολικά η ενότητα έρχεται σε υδραυλική επικοινωνία με την Παμβώτιδα λίμνη. Το καρστικό σύστημα Μιτσικελίου τροφοδοτεί πλευρικά και την ενότητα των τεταρτογενών αποθέσεων της πόλγης. Τα μέσα δυναμικά αποθέματα της ενότητας αυτής εκτιμούνται περίπου στα $70 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Η καρστική ενότητα Μιτσικελίου έκτασης 100 km^2 δέχεται κατά μέσο όρο ετησίως $166 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. εξ' όων ποσοστό της τάξης του 48% ή $80 \times 10^6 \text{ m}^3$ κατεισδύουν εντός των ασβεστολίθων και τροφοδοτούν τον καρστικό υδροφόρο.

5.3.2.3.2 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΟΥΡΟΥ

Στην ενότητα αυτή διακρίνονται τα πιο κάτω υδροφόρα συστήματα.

α) Καρστικό σύστημα Θεσπρωτικών ορέων: Η έκταση του συστήματος είναι περίπου 120 km^2 και εκφορτίζεται κύρια δια της πηγής Σκάλας μέσης παροχής $18 \text{ m}^3/\text{s}$, παροχή που αντιστοιχεί σε μέσα ετήσια δυναμικά αποθέματα της τάξης των $88 \times 10^6 \text{ m}^3$. Με βάση την ετήσια βροχώπτωση (1595 mm) και με συντελεστή κατείσδυσης (0.5), στους ασβεστόλιθους του συστήματος κατεισδύουν $95 \times 10^6 \text{ m}^3$.

β) Καρστικό σύστημα πηγής Πριάλα -λίμνης Ζήρου: Βρίσκεται στο νότιο τμήμα της δυτικής όχθης του Λούρου και καταλαμβάνει έκταση περίπου 30 km^2 . Οι κύριες εκφορτίσεις του συστήματος είναι η πηγή Πριάλας και οι πηγές Κεφαλόβρυσο (υπερχειλίση της λίμνης Ζήρου). Με βάση την μέση ετήσια παροχή των πηγών, η απόδοση του συστήματος είναι της τάξης των $20 \times 10^6 \text{ m}^3$.

γ) Καρστικό σύστημα πηγών Χανόπουλο: Ταυτίζεται περίπου με το αντίκλινο του Ξηροβουνίου και περιλαμβάνει τις ομώνυμες χλωριονατριούχες - υδροθειούχες πηγές. Η μέση ετήσια παροχή των πηγών είναι της τάξης των $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $110 \times 10^6 \text{ m}^3$ και η περιοχή τροφοδοσίας εκτιμάται σε 160 km^2 .

δ) Καρστικό σύστημα μέσου ρου του Λούρου: Περιλαμβάνει τις μεγάλες καρστικές πηγές Αγίου Γεωργίου, Ομορφάδας και Βαθύ. Το επίπεδο εκφόρτισης αυτών των πηγών κυμαίνεται από 120 έως 140 μέτρα. Η συνολική μέση ετήσια παροχή αυτών των πηγών είναι $4.2 \text{ m}^3/\text{s}$, που αντιστοιχεί σε δυναμικά αποθέματα της τάξης των $132 \times 10^6 \text{ m}^3$. Η περιοχή τροφοδοσίας εκτιμάται στα 195 km^2 .

ε) Καρστικό σύστημα άνω ρου του Λούρου: Περιλαμβάνει τις καρστικές πηγές Βήρου και Μουσιώτισσας, στις οποίες εκφορτίζονται οι υψηλές περιοχές και τα νότια τμήματα του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Η συνολική ετήσια παροχή αυτών των πηγών είναι της τάξης των $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $37 \times 10^6 \text{ m}^3$. Η επιφάνεια του συστήματος εκτιμάται στα 53 km^2 περίπου.

5.3.2.3.3 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΡΑΧΘΟΥ

Διακρίνονται τα πιο κάτω καρστικά συστήματα:

α) Καρστικό σύστημα πηγών Κλίφκη: Περιλαμβάνει την ομώνυμη πηγή στην κοίτη του Αράχθου μέσης ετήσιας παροχής $0.44 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $14 \times 10^6 \text{ m}^3$. Στην πηγή εκφορτίζονται και σβεστολιθικές περιοχές του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων καθώς και νερά που παροχετεύονται σε καταβόθρες του λεκανοπεδίου. Αυτό καθιστά δύσκολη την εκτίμηση της περιοχής τροφοδοσίας της πηγής, η οποία εκτιμάται στα 30 km^2 περίπου.

β) Καρστικό σύστημα πηγής Πλατανούσα: Η λεκάνη τροφοδοσίας του συστήματος που εκφορτίζεται δια της πηγής Πλατανούσας μέσης ετήσιας παροχής $0.22 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $7 \times 10^6 \text{ m}^3$, είναι 16 km^2 περίπου. Το σύστημα αυτό καταλαμβάνει τα ανατολικά πρηνή του βόρειου τμήματος του Ξηροβουνίου.

γ) Καρστικό σύστημα Αθαμανικών ορέων (Τζουμέρκων): Περιλαμβάνει την ανθρακική μάζα των Αθαμανικών που είναι επωθημένη πάνω στον φλύσχη της Ιονίου ζώνης. Κατά μήκος της επώθησης εκδηλώνονται σημαντικές καρστικές πηγές του Αράχθου όπως: Τσιποτήρα, Βουργαρέδι, Καταράκτης, Μελισουργός κ.ά. Αν και δεν υπάρχουν συστηματικές μετρήσεις παροχής των πηγών εκτιμούμε ότι η συνολική τους παροχή είναι της τάξης των $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $78.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ /έτος.

δ) Καρστικό σύστημα όρους Λάκμου: Αποτελεί την βόρεια προέκταση των Αθαμανικών και περιλαμβάνει ανθρακικούς σχηματισμούς της Πίνδου που είναι επωθημένη πάνω στον Ιόνιο φλύσχη. Εκφορτίζεται με πολλές καρστικές πηγές στους παραπόταμους του Αράχθου Καλαρίτικο και Μετσοβίτικο. Κυριότερες πηγές είναι: Ματσουντας, Μέγα Πλαί, Βαθύπεδο, Μύλοι, Ανθοχώρι. Στις πηγές αυτές δεν υπάρχει μία ικανοποιητική χρονοσειρά μετρήσεων. Η συνολική παροχή εκτιμούμε ότι είναι της τάξης του $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $50 \times 10^6 \text{ m}^3$ /έτησίως. Η συνολική επιφάνεια του συστήματος είναι της τάξης των 75 km^2 περίπου.

5.3.2.4 ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΧΕΡΟΝΤΑ

Στην λεκάνη αυτή διακρίνεται η καρστική ενότητα Κορώνης, η ενότητα ορέων Παραμυθιάς, η ενότητα ορέων Σουλίου και η ενότητα των καρστικών πηγών Χόχλας.

Η ενότητα της Παραμυθιάς εκφορτίζεται δια των πηγών "Γλυκής Αχέροντα" μέσης συνολικής παροχής $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Τα δυναμικά αποθέματα της ενότητας αυτής εκτιμώνται στην τάξη των $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ /έτος.

Το καρστικό σύστημα Κορώνης έχει έκταση περίπου 180 km^2 και δέχεται ετησίως $290 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού από τα οποία κατεισδύουν $140 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Η ενότητα αποστραγγίζεται στο μέτωπο των πηγών Κορώνης μέσης παροχής $4 \text{ m}^3/\text{s}$, δηλαδή μέσης ετήσιας εκφορτίσεως στο ύψος των $126 \times 10^6 \text{ m}^3$.

5.3.3 ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΝΕΡΑ

Στα ανατολικά του διαμερίσματος αυτού εμφανίζονται σχηματισμοί της ζώνης Πίνδου ακολουθούμενοι προς δυσμάς από αυτούς των ζωνών Γαβρόβου και Ιονίου. Μικρή έκταση προς τα ΒΑ καταλαμβάνουν υπερβασικά πετρώματα της Ανατολικής Ελλάδος. Όλες οι ζώνες αυτές είναι επωθημένες εξ ανατολών προς δυσμάς η μία επί της άλλης.

Η υδροθερμική δραστηριότητα στο διαμέρισμα αυτό είναι περιορισμένη και επικεντρώνεται στις περιοχές Καβασίλων - Πυξαριάς - Αμαράντου όπου υπάρχουν οι ομώνυμες πηγές και ατμοθέρμες.

Μία άλλη μικρή θερμική ανωμαλία παρατηρείται κοντά στην Περάνθη νοτίως της Αρτας. Η περιοχή αυτή δεν έχει ερευνηθεί δεόντως και πιθανώς να έχει μεγάλο υδροθερμικό ενδιαφέρον λαμβάνοντας υπ'όψιν ότι ευρίσκεται περίπου

ΠΙΝ. 5.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Α/Α	ΠΗΓΗ	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	Τ ^ο C	ΠΑΡΟΧΗ m ³ /h	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	TDS ppm	ΧΡΗΣΗ
1	ΑΜΑΡΑΝΤΟΥ	Ασβεστόλιθοι	36-39		Ζεστός ατμοσφαιρικός αέρας	1200	Απόλυουτρα
2	ΛΟΥΤΡΑ ΠΥΞΑΡΙΑΣ	Φλύσχης	30	100-300	Na-Ca-Cl-H ₂ S		Ανεκμετάλλευτος
3	ΛΟΥΤΡΑ ΚΑΒΑΣΙΩΝ	Φλύσχης	30	20-400	Na-Ca-Cl-H ₂ S	1200	Λουτροθεραπεία
4	ΝΕΛΕΣ ΜΠΡΙΟ	Ασβεστόλιθοι	11	25-30	Ca-SO ₄	1350	Αρδευση
5	ΧΑΝΟΠΟΥΛΟ	Ασβεστόλιθοι	17	3000	Na-Ca-Cl-SO ₄ -H ₂ S	2050	Λουτροθεραπεία (μερικώς)
6	ΚΑΤΩ ΜΠΑΝΗ	Ασβεστόλιθοι	20	8-10	Na-Ca-Cl-SO ₄ -H ₂ S	4100	Ανεκμετάλλευτος
7	ΑΝΩ ΜΠΑΝΗ	Ασβεστόλιθοι	17	50	Na-Ca-Cl-HCO ₃ -H ₂ S	1450	Ανεκμετάλλευτος
8	ΠΑΛΙΟΣΑΡΑΓΑ	Προσχώσεις	19	5	Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃ -H ₂ S	2000	Λουτροθεραπεία

ΠΙΝ.5.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ		Καρστικά αποθέματα		Αποθέματα κοκκωδών συστημάτων	
		$m^3 \times 10^6$			
A	ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ			131	
1	Πεδιάδα Αρτας - Πρέβεζας			86	
2	Πόλη Ιωαννίνων			30	
3	Λεκάνη Κόνιτσας			15	
B	ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	1302			
1	Λεκάνη Καλαμά	300		766	
2	Λεκάνη Αώου	169			
3	Λεκάνη Ιωαννίνων (Μιτσικέλι)	70		80	
4	Λεκάνη Λούρου	α)Καρστικό σύστημα Θεσπρωτικών ορέων	88	387	95
		β)Καρστικό σύστημα πηγής Πριάλα - λίμνης Ζήρου	20		
		γ) Καρστικό σύστημα πηγών Χανόπουλου	110		
		δ) Καρστικό σύστημα μέσου ρού του Λούρου	132		
		ε)Καρστικό σύστημα άνω ρού του Λούρου	37		
5	Λεκάνη Αραχθού	α)Καρστικό σύστημα πηγών Κλίφκη	14	150	
		β)Καρστικό σύστημα πηγής Πλατανούσα	7		
		γ) Καρστικό σύστημα Αθαμανικών ορέων	78.8		
		δ) Καρστικό σύστημα όρους Λάκμου	50		
6	Λεκάνη Αχέροντα	α)Καρστικό σύστημα Παραμυθιάς	100	226	140
		β) Καρστικό σύστημα Κορώνης	126		

στην προέκταση του μεγάλου άξονα υδροθερμικών εκδηλώσεων που από τον Μαλιακό κόλπο φθάνουν έως τα Κρεμαστά και την Αλευράδα (βλ. Απογραφή θερμικών πηγών).

Σε ότι αφορά στον χημισμό των μεταλλικών και θερμομεταλλικών νερών, αυτός εξαρτάται από την παρουσία αργιλικών φάσεων του φλύσχη (ο οποίος δίδει πλήθος υδροθειούχων κυρίως πηγών) και από την παρουσία διαππειρικών γύψων, οι οποίοι συντελούν στη γένεση των θειούχων και χλωριούχων πηγών.

Στον πίνακα 5.2. δίδονται στοιχεία των σημαντικότερων μεταλλικών και θερμομεταλλικών πηγών του διαμερίσματος Ηπείρου.

5.4. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Στον πίνακα 5.3. συνοψίζεται το υπόγειο υδατικό δυναμικό στο διαμέρισμα της Ηπείρου (εκτός νήσου Κέρκυρας), ξεχωριστά για τις καρστικές και τεταρτογενείς υδροφόρες ενότητες.

5.5. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Στο υδατικό διαμέρισμα της Ηπείρου μπορούμε να διακρίνουμε τις παρακάτω κατηγορίες νερών που διαμορφώνονται κυρίως από τα λιθολογικά χαρακτηριστικά των υδροφορέων, αλλά και από πολλούς άλλους παράγοντες, όπως η διείδυση της θάλασσας, η ανθρωπογενής δραστηριότητα κ.λ.π.

Οι κατηγορίες αυτές είναι:

α. Νερά σε ανθρακικά πετρώματα

Είναι ο πλέον διαδεδομένος τύπος υπόγειων νερών των υδροφόρων, που αναπτύσσεται σε ασβεστολίθους ή γενικότερα σε ανθρακικά πετρώματα της Ιονίου ζώνης (ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα, ασβεστόλιθοι Ιουρασικού και ανώτερου Κρητιδικού, Ηωκαινικοί ασβεστόλιθοι) καθώς και στις σύγχρονες αποθέσεις. Γεωγραφικά τα νερά αυτά βρίσκονται σε περιοχές της ενδοχώρας, δηλαδή σε υδροφόρους που δεν επηρεάζονται από τη θάλασσα.

Από τον χημισμό των κυριότερων πηγαίων εκφορτίσεων των υδροφόρων αυτών προκύπτει, περιεκτικότητα ιόντων Ca^{++} , μεταξύ 40-85 p.p.m.

β. Νερά οφιολιθικών πετρωμάτων με αυξημένη περιεκτικότητα Mg^{++}

Πρόκειται κυρίως για νερά που συνδυάζονται με σχηματισμούς του οφιολιθικού συμπλέγματος της Πίνδου και δολομιτών κατά ένα μέρος. Η περιεκτικότητα σε Mg^{++} κυμαίνεται μεταξύ των 26 και 40 p.p.m.

γ. Νερά βεβαρυμένα με SO_4^{--}

Πρόκειται κυρίως για νερά των ασβεστολίθων, τα οποία έρχονται σε επαφή με τριαδικούς γύψους. Τα νερά αυτά εντοπίζονται στον κάτω ρού του Αχέροντα (πηγές Αχέροντα και πηγές Κορώνης), στη λεκάνη Καλαμά (πηγή Ανάκολη, πηγή Κοτσέκι, πηγή Γραμούστη και Σιταριάς), στη λεκάνη Λούρου (πηγή Βαθύ) και στη λεκάνη Αώου (πηγή Μάνα Νερού, Βουβός και Νέλες).

Η περιεκτικότητα σε SO_4^{--} κυμαίνεται από 100 - 1000 p.p.m.

δ. Νερά χλωρονατριούχα

Στην κατηγορία αυτή διακρίνουμε :

Χλωρονατριούχα νερά που η προέλευση του χλωρίου και νατρίου οφείλεται στη διεύθυνση της θάλασσας. Γενικά τα νερά αυτά βρίσκονται στις παράκτιες περιοχές και σε υδροφόρους με ανοιχτό μέτωπο στη θάλασσα. Η αγωγιμότητά τους φτάνει μέχρι τα 5.000 $\mu S/cm$.

Χλωρονατριούχα νερά που η προέλευση των ιόντων Cl και Na οφείλεται στην επαφή καρστικών υδροφόρων με κοιτάσματα ορυκτού άλατος. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα νερά των πηγών Περάνθη και Χανόπουλο Αρτας και Σαντινίκου στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων. Στις δύο πρώτες πηγές η περιεκτικότητα για το Cl^- κυμαίνεται από 500 - 600 p.p.m. και για το Na από 300 - 400 p.p.m., ενώ στην τρίτη το Cl^- ανέρχεται σε 180 p.p.m. και το Na σε 120 p.p.m.

Οι πηγές Χανόπουλο και Περάνθη μπορούν επίσης να χαρακτηρισθούν και ως υδροθειούχες πηγές, δεδομένου ότι σ'αυτές το H_2S είναι οργανοληπτικά ανιχνεύσιμο.

Η οικιστική, βιομηχανική, γεωργική δραστηριότητα φαίνεται πως έχουν υποβαθμίσει την ποιότητα του νερού. Πρόβλημα τέτοιου είδους παρουσιάζεται κυρίως στο λεκανοπέδιο Ιωαννίνων και στην παράκτια περιοχή του Αμβρακικού (κάμπος Αρτας - Πρέβεζας).

ΠΙΝ. 5.4.

ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΡΤΙΚΟΣ ΠΙΣΤΩ ΙΑΝΝΑΚΕ ΚΕΤΑΛΛΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΑΡΟΣΦΗΜΙΟΥ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ			pH Εργσ- στραφ.	Αγωγιμ Εργσστ 25°C	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻⁻	NH ₄ ⁺	Σ.Δ.Α	Μονάδα μέτρα- σης			
	2	3	4																5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ΠΡΙΑΔΑ (4)	91-09-20		7.73	435	3.72	0.38	0.38	0.01			1.96	0.60	0.75	0.00	APN.	APN.	7.80	me/l			
					74.55	4.62	0.77	0.39		119.51	21.28	36.06	0.00							265.18	mg/l
					47.70	4.87	4.87	0.12		25.12	7.69	9.61	0.00								100	me/l
ΣΙΤΑΡΙΑ (31)	91-01-31		7.74	427	3.80	0.56	0.08	0.01			2.08	0.25	2.09	9.03	ΘΕΤ.	APN.	8.99	me/l			
					76.15	6.81	1.85	0.39		26.83	8.86	100.48	1.86							223.23	mg/l
					42.70	6.29	0.90	0.11		23.37	2.81	23.48	0.34								100	me/l
ΑΙΣΤΑ (29)	92-07-27		8.14	268	2.32	0.10	0.13	0.01			2.92	0.20	0.23	0.00	APN.	APN.	5.91	me/l			
					46.49	1.22	3.00	0.39		178.05	7.09	11.05	0.00							247.29	mg/l
					39.25	1.69	2.20	0.17		49.41	3.38	3.89	0.00								100	me/l
ΤΟΥΜΠΑ (24)	90-05-21		8.30	361	3.36	0.40	0.16	0.02			3.42	0.20	0.19	0.05	APN.	APN.	7.80	me/l			
					67.33	4.86	3.69	0.78		208.54	7.09	9.13	3.10							304.52	mg/l
					43.06	5.13	2.05	0.26		43.85	2.56	2.44	0.64								100	me/l
ΚΡΥΑ (25)	90-05-21		8.20	482	3.24	0.32	1.25	0.02			2.74	1.55	0.52	0.10	APN.	APN.	9.74	me/l			
					64.93	3.89	28.87	0.78		167.07	54.96	25.00	6.21							351.71	mg/l
					33.26	3.29	12.83	0.21		28.13	15.91	5.34	1.03								100	me/l
ΓΟΥΣΑΑ (9)	90-05-10		7.78	524	4.00	1.28	0.54	0.02			4.06	0.75	1.03	0.07	E.Θ.	APN.	11.75	me/l			
					80.16	15.57	12.47	0.78		247.56	26.60	49.52	4.35							437.01	mg/l
					34.04	10.89	4.60	0.17		34.55	6.38	8.77	0.60								100	me/l
ΑΝΑΒΡΥΣΤΙΚΑ (22)	92-07-21		7.86	313	2.40	0.80	0.08	0.01			3.00	0.25	0.10	0.00	APN.	APN.	6.64	me/l			
					48.10	9.73	1.85	0.39		182.93	8.86	4.81	0.00							256.67	mg/l
					36.14	12.05	1.20	0.15		45.18	3.77	1.51	0.00								100	me/l
ΠΕΝΤΕ ΕΚΑΝΗΣΙΕΣ (21)	92-07-31		7.97	340	2.64	0.82	0.18	0.02			2.71	0.30	0.67	0.00	APN.	APN.	7.34	me/l			
					59.91	9.98	4.16	0.78		165.24	10.64	32.21	0.00							282.92	mg/l
					35.97	11.17	2.45	0.27		36.92	4.09	9.13	0.00								100	me/l
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ (35)	90-09-13		8.39	260	2.12	0.58	0.11	0.02	0.16		2.27	0.30	0.22	0.00	APN.	APN.	5.78	me/l			
					42.48	7.05	2.54	0.78	4.80	138.41	10.63	10.57	0.00							217.26	mg/l
					36.67	10.03	1.90	0.34	2.76	39.27	5.19	3.80	0.00								100	me/l
ΑΡΑΦΗΣ (36)	90-10-16		8.00	392	3.20	0.76	0.16	0.01			2.59	0.40	1.25	0.00	APN.	APN.	8.37	me/l			
					64.12	9.24	3.69	0.39		157.92	14.18	60.09	0.00							309.63	mg/l
					38.23	9.08	1.91	0.11		30.90	4.77	14.93	0.00								100	me/l
ΠΑΝΑΓΙΑ (39)	90-09-11		8.30	570	2.60	3.44	0.22	0.22	0.20		5.35	0.60	0.29	0.15	APN.	APN.	13.07	me/l			
					52.10	41.84	5.08	8.59	6.00	326.21	21.27	13.94	9.31							484.34	mg/l
					19.89	26.31	1.68	1.68	1.53	40.93	4.59	2.21	1.14								100	me/l
ΚΑΝΗΜΑΤΙΑ (23)	90-08-10		7.90	396	3.78	0.30	0.25	0.03			3.59	0.45	0.15	0.16	APN.	APN.	8.71	me/l			
					75.75	3.65	5.77	1.17		218.90	15.96	7.21	9.94							338.35	mg/l
					43.39	3.44	2.87	0.34		41.22	5.17	1.72	1.84								100	me/l
ΜΟΝΗ ΒΕΛΑΔΕΣ (33)	90-09-05		8.23	325	3.14	0.24	0.09	0.06			3.07	0.25	0.05	0.08	IXN.	APN.	6.98	me/l			
					62.93	2.92	2.08	2.34		187.20	8.86	2.40	4.97							237.70	mg/l
					44.98	3.43	1.29	0.86		43.98	3.58	0.72	1.14								100	me/l
ΑΓΙΟΙ (32)	90-08-09		7.93	361	3.32	0.30	0.08	0.19			3.27	0.45	0.12	0.06	E.Θ.	APN.	7.79	me/l			
					66.53	3.65	1.85	7.42		199.39	15.96	5.77	3.73							304.30	mg/l
					42.02	3.82	1.03	2.64		41.98	5.39	1.59	0.77								100	me/l
ΑΝΑΒΡΥΣΤΙΚΑ (18)	90-08-09		7.00	300	65.73	6.33	3.23	1.17			211.58	12.41	8.17	10.56			319.18	mg/l			
					40.34	6.40	1.72	0.37		42.68	4.31	2.09	2.09							100	me/l
					3.12	0.52	0.32	0.02		3.12	0.45	0.34	0.06	APN.	APN.	7.95	me/l				
ΣΚΑΛΑ (5)	90-08-20		7.93	377	62.52	6.33	7.39	0.78			190.24	15.96	16.35	3.73			393.30	mg/l			
					39.25	6.54	4.03	0.25		39.25	5.66	4.28	6.75							100	me/l

ΠΙΝ. 5.5

ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΡΤΙΚΟΣ ΠΙΣΤΩΝ ΒΕΛΑΡΥΠΕΤΣΩΝ ΣΕ SO₄ & Cl

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΗΡΟΝΗ				Αγωγιμότητα	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻⁻	ΚΗ ₂	Σ.Α.Α	Κοστίδα
ΥΑΡΩΜΕΝΟΙ	Ετ-Μν-Εμ	Ετ-Μν-Εμ	Ετ-Μν-Εμ	Ετ-Μν-Εμ	25oC	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	αίτησ-ορις
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	19
ΒΑΘΥ (8)	91-09-09			7.81	756	6.92 138.67 41.74	0.88 10.71 5.31	0.47 10.85 2.29	0.02 0.78 0.12		3.06 186.98 3.25	0.65 23.05 3.92	4.51 216.83 27.20	0.07 4.35 0.42	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	16.58 591.82 100	mg/l mg/l %
ΓΡΑΝΩΣΤΗ (34)	90-11-08			7.68	1705	20.64 413.63 44.18	2.24 27.25 4.72	0.15 3.46 0.32	0.02 0.78 0.04		2.77 168.90 5.93	0.40 14.18 0.86	20.47 984.13 43.81	0.03 1.86 0.86	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	46.72 1614.18 100	mg/l mg/l %
ΑΓ. ΓΕΡΡΥΙΟΣ (6)	91-09-06			8.26	588	4.48 89.79 35.84	1.19 14.35 9.44	0.60 13.86 4.80	0.02 0.78 0.16		3.25 198.17 20.00	0.70 24.82 5.60	2.24 107.69 17.92	0.03 1.86 0.24	ΙΧΝ.	ΑΡΝ.	12.50 451.29 100	mg/l mg/l %
ΣΑΝΤΙΝΙΚΟΥ (26)	91-02-28			7.60	863	2.84 56.91 17.66	0.28 3.41 1.74	4.90 113.16 30.47	0.01 0.39 0.06		23.30 135.97 13.87	5.10 180.85 31.72	0.72 34.61 4.48	0.00 0.00 0.00	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	37.15 525.31 100	mg/l mg/l %
ΓΑΥΚΗ (14)	90-08-27			8.07	1057	9.88 197.99 39.07	2.40 29.19 9.49	0.30 6.93 1.17	0.01 0.39 0.04		2.82 171.95 11.15	0.55 19.50 2.17	9.23 448.56 36.89	0.00 0.00 0.00	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	25.31 874.50 100	mg/l mg/l %
ΚΟΡΩΝΗ (12)	87-09-25			7.86	570	4.56 92.38 37.35	1.20 14.60 9.83	0.31 7.16 2.54	0.01 0.39 0.08		4.18 254.87 34.28	0.45 15.96 3.69	1.43 68.75 11.71	0.07 4.35 0.57	ΙΧΝ.	ΑΡΝ.	12.21 457.46 100	mg/l mg/l %
ΑΝΑΚΟΛΗ (20)	91-01-16			7.60	1103	13.32 226.85 41.88	1.72 20.92 6.36	0.23 5.31 0.85	0.23 8.98 0.85		2.80 170.73 10.36	0.50 17.73 1.85	10.17 488.94 37.62	0.06 3.73 0.22	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	27.03 942.76 100	mg/l mg/l %
ΒΟΥΒΟΣ (37)	90-09-14			8.02	1120	9.62 192.78 34.91	3.66 44.52 13.28	0.28 6.46 1.01	0.19 7.42 0.68		2.46 150.00 8.92	0.80 28.36 2.90	10.50 504.80 38.11	0.04 2.48 0.14	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	27.55 936.82 100	mg/l mg/l %
ΜΑΝΑ ΝΕΡΟΥ (38)	90-11-19			8.01	490	4.04 80.96 37.79	1.20 14.59 11.22	0.10 2.38 0.93	0.01 0.39 0.09		2.82 171.95 26.37	0.25 8.86 2.33	2.24 107.69 28.95	0.03 1.86 0.28	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	10.69 388.60 100	mg/l mg/l %
ΓΕΡΩΜΗΝΗ (30)	90-05-24			7.88	601	5.62 112.63 42.64	0.84 10.22 6.37	0.18 2.31 0.76	0.01 0.39 0.07		3.23 196.95 24.51	0.35 12.41 2.65	3.00 144.23 22.76	0.03 1.86 0.23	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	13.18 481.00 100	mg/l mg/l %
ΠΕΡΑΛΩΗ (1)	91-06-20			7.63	5020	8.64 173.15 14.66	6.72 81.75 11.39	14.00 323.33 23.75	0.18 7.03 0.31		2.82 171.95 4.78	14.70 521.28 24.94	11.83 568.75 20.07	0.06 3.73 0.10	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	58.95 1850.97 100	mg/l mg/l %
ΛΕΜΟΥΛΙΑ (11)	87-10-26			7.79	5500	8.56 171.54 7.21	10.04 122.14 8.46	40.00 923.79 33.71	0.64 25.00 0.54		5.02 306.10 4.23	48.50 1719.96 40.87	5.82 279.81 4.90	0.08 4.97 0.07	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	118.66 3553.31 100	mg/l mg/l %
ΧΑΝΟΒΟΥΛΟ (2)	92-11-10			7.25	3240	13.12 262.93 20.18	3.16 38.44 4.86	16.00 369.52 24.62	0.21 8.20 0.40		2.92 178.05 3.11	16.90 599.29 26.00	12.69 610.10 19.52	0.00 0.00 0.00	ΙΧΝ.	Ε.Θ.	65.10 2066.53 100	mg/l mg/l %
..... (16)	.....			.....	.....	74.15 8.29	52.31 9.64	323.33 31.38	11.72 0.67	0.84 0.63	217.68 8.00	599.29 26.00	73.08 3.41	2.48 0.09	.....	.....	1354.88 100	mg/l %
ΟΜΟΡΦΑΔΑ (7)	91-09-09			7.84	567	4.64 92.99 38.19	1.00 12.17 8.23	0.43 9.93 3.54	0.01 0.39 0.08		3.22 196.34 26.58	0.50 17.73 4.12	2.26 108.65 18.60	0.09 5.59 0.74	ΑΡΝ.	ΑΡΝ.	12.15 443.79 100	mg/l mg/l %

Στους πίνακες 5.4 και 5.5 δίδονται στοιχεία χημικών αναλύσεων νερών των κυριωτέρων πηγών του υδατικού διαμερίσματος.

Στη νήσο Κέρκυρα, οι καρστικοί υδροφόροι όπου απομωνώνονται από τη θάλασσα, δίνουν νερό εξαιρετικής ποιότητας. Χαρακτηριστικά αναφέρονται μερικές ενδεικτικές τιμές όπως αγωγιμότητα 500 $\mu\text{S}/\text{m}$, σκληρότητα 24°F και περιεκτικότητα σε Cl^- και SO_4^{2-} αντιστοίχως 30 και 50 mg/l .

Οι ζώνες υφαλμύρισης των νερών στους ανθρακικούς σχηματισμούς εντοπίζονται στην περιοχή Μαρμάρου, λόγω εντατικών αντλήσεων κυρίως κατά την περίοδο της ανομβρίας 1989-92 καθώς και στα βορειοανατολικά παράλια, λόγω της άμεσης επικοινωνίας των ανθρακικών σχηματισμών με τη θάλασσα.

Οι πεδινές περιοχές της νήσου, όπου δεν δέχονται απορροή από Τριαδικά Λατυποπαγή παρουσιάζουν καλή υδροφορία.

Εξαιρεση βέβαια αποτελούν οι παράκτιες περιοχές, όπου έχουμε διαπιστωμένη ζώνη υφαλμύρισης εύρους 500 μέτρων.

Τέλος εντός των Τριαδικών Λατυποπαγών η παρουσία γύψου δίνει ως προς την σκληρότητα απαγορευτικές για υδρευτική χρήση τιμές.

5.6. ΝΗΣΟΣ ΚΕΡΚΥΡΑ

Στην νήσο Κέρκυρα με βάση τον επιφανειακό υδροκρίτη, που δεν συμπίπτει απαραίτητα πάντα με τον υπόγειο, διακρίνονται οι ακόλουθες υδρολογικές λεκάνες.

- **Λεκάνη Β.ΒΑ-κης Κέρκυρας.**

Περιλαμβάνει σχεδόν στο σύνολό της την ασβεστολιθική μάζα του Β.ΒΑ τμήματος της νήσου, η οποία αποτελεί και την σημαντικότερη υδρογεωλογική ενότητα για την έρευνα υπόγειων νερών.

- **Λεκάνη Β.ΒΔ-κης Κέρκυρας.**

Καταλαμβάνει το Β.ΒΔ τμήμα της νήσου και περιλαμβάνει:

α. Στα νότια περιθώρια αυτής ανθρακικούς σχηματισμούς με γνωστές εκφορτίσεις υπό μορφή πηγών.

β. Τριτογενείς - στεγανούς κυρίως - σχηματισμούς, που καλύπτουν μεγάλο τμήμα αυτής και

γ. Σύγχρονες αποθέσεις - που καλύπτουν τα βόρεια κράσπεδα της λεκάνης - μέσα στις οποίες αναπτύσσεται φρεάτιος ορίζοντας μικρής δυναμικότητας και ποιοτικά βεβαρυμένος κυρίως στα παράλια της λεκάνης.

- **Λεκάνη Δ-κης Κέρκυρας**

Εκτείνεται κατά μήκος του δυτικού άκρου του Κεντρικού τμήματος της νήσου, από Λιαπάδες μέχρι τον Άγιο Γόρδιο.

Στα δυτικά της περιθώρια εκτός των ανθρακικών πετρωμάτων που εκτείνονται νότια των Λιαπάδων, εμφανίζονται Μειοπλειοκαινικοί σχηματισμοί υδροφόροι ή μη (βεβαρυμένης όμως ποιότητας λόγω των στρωμάτων γύψου), ενώ στα ανατολικά περιθώρια της λεκάνης σχηματίζεται το λιβάδι του «Ρόπα» από αλλουβιακές αποθέσεις, μέσα στις οποίες αναπτύσσεται προσχωματικός υδροφόρος βεβαρυμένος ποιοτικά.

- **Λεκάνη Α-κης Κέρκυρας**

Καταλαμβάνει το Κεντρο-ανατολικό τμήμα της νήσου από Σκριπερό μέχρι τους Αγίους Δέκα και θεωρείται ως η λεκάνη των Τριαδικών Λατυποπαγών, αφού οι σχηματισμοί αυτοί καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της και τη χαρακτηρίζουν υδρογεωλογικά.

Εκτός των Τριαδικών Λατυποπαγών που παρουσιάζουν σημαντική υδροφορία - πολύ βεβαρυμένη όμως ποιοτικά λόγω των γύψων - διακρίνουμε ακόμη Μειο-πλειοκαινικούς σχηματισμούς (μάργες) και σύγχρονες αποθέσεις μέσα στις οποίες αναπτύσσεται φτωχός φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας.

- **Λεκάνη Νότιας Κέρκυρας**

Στο μεγαλύτερο τμήμα της καλύπτεται είτε από Τριαδικά Λατυποπαγή (κακή υδροφορία) είτε από στεγανούς σχηματισμούς και μόνο η «υπολεκάνη» του Μεσσόγκη ποταμού με ανθρακικές εμφανίσεις στα ανατολικά και δυτικά κράσπεδά της, παρουσιάζει το μεγαλύτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

5.6.1. Υπόγειο υδατικό δυναμικό

Ως προς τα αποθέματα γίνεται αναφορά στον ετησίως κατεισδύοντα όγκο νερού στα διάφορα συστήματα, καθώς και στις γνωστές απολήψιμες (μέσω

γεωτρήσεων) ποσότητες νερού, αφού άλλες εκφορτίσεις των συστημάτων ή δεν είναι γνωστές ή δεν είναι μετρήσιμες.

Σύμβολα	:	A	=	έκταση
		C	=	συντελεστής κατείσδυσης
		P	=	μέσο ετήσιο ύψος βροχής
		V ₁	=	ετήσιος κατεισδύων όγκος νερού
		V ₂	=	ετήσιος γνωστός απολήψιμος όγκος νερού
		V ₃	=	V ₁ - V ₂

5.6.1.1. Ανθρακικά πετρώματα

i) Λεκάνη Β.ΒΑ-κης Κέρκυρας

Παρατήρηση : Υπολογίζεται η έκταση μόνο των ασβεστολίθων του αντικλίνου του Παντοκράτορα, αφού οι υπόλοιποι και κυρίως η μεγάλη μάζα των ασβεστολίθων «Βίγλας» παρουσιάζουν ήδη βεβαρυμένη υδροφορία λόγω της άμεσης επικοινωνίας με τη θάλασσα.

A	=	30.25 Km ²
C	=	40%
P	=	1300 mm
V ₁	=	15,73 x 10 ⁶ m ³
V ₂	=	2,0 x 10 ⁶ m ³ (γεωτρήσεις: Fk ₄ , Fk ₅ Αγ. Μαρτίνου, Γ ₁ : Λαυκίου)
V ₃	=	V ₁ - V ₂ = 13,73 x 10 ⁶ m ³

Γνωστές εκφορτίσεις (μη μετρήσιμες) του πιο πάνω όγκου.

α) **Βόρεια** : το μεγάλο μέτωπο των παράκτιων πηγών «Αγ. Σπυρίδωνα» και η δημιουργία υφάλμυρης λίμνης.

β) **Νότια** : οι πολλές υποθαλάσσιες εκφορτίσεις (περιοχή Ύψου).

ii) Λεκάνη Β.ΒΔ-κης Κέρκυρας

A	=	10,9 Km ²
C	=	30%
P	=	1300 mm
V ₁	=	4,61 x 10 ⁶ m ³

$$V_2 = 2,27 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (γεωτρήσεις: Fk}_6, \text{ Sk}_9, \text{ Πηγές: Κληματιάς, Νυμφών)}$$

$$V_3 = V_1 - V_2 = 2,34 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (Γνωστή εκφόρτιση: Η υποθαλάσσια πηγή «Βρύσσαρος» στην περιοχή Παλαιοκαστρίτσας).}$$

iii) Λεκάνη Δ-κης Κέρκυρας

$$A = 6,68 \text{ Km}^2$$

$$C = 40\%$$

$$P = 1300 \text{ mm}$$

$$V_1 = 3,48 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 1,72 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (γεωτρήσεις Sk}_4 \text{ Μαρμάρου, Sk}_5 \text{ Κανακάδων)}$$

$$V_3 = 1,76 \times 10^6 \text{ m}^3$$

iii) Λεκάνη Νότιας Κέρκυρας

$$A = 3,15 \text{ Km}^2$$

$$C = 40\%$$

$$P = 1300 \text{ mm}$$

$$V_1 = 1,638 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,788 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (γεώτρηση Sk}_7 \text{ Αγ. Ματθαίου)}$$

$$V_3 = 0,850 \times 10^6 \text{ m}^3$$

5.6.1.2. Τριαδικά Λατυποπαγή

i) Λεκάνη Ανατολικής Κέρκυρας

Καταλαμβάνουν έκταση $\approx 58 \text{ Km}^2$

Δέχονται ετησίως περίπου : $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού

Με μία μέση ετήσια διακύμανση της στάθμης των υδροφόρων τους της τάξης του 1,0 m και με συντελεστή εναποθηκείσεως $\approx 20\%$, τα ρυθμιστικά αποθέματα τούτων υπολογίζονται σε : $11,6 \times 10^6 \text{ m}^3$.

5.6.1.3. Τεταρτογενείς αποθέσεις

Καταλαμβάνουν έκταση $\approx 80 \text{ km}^2$

Με μέση ετήσια διακύμανση στάθμης της τάξης του $\Delta h = 1,5 \text{ m}$ και με συντελεστή εναποθηκείσεως $\approx 8\%$, τα ρυθμιστικά τους αποθέματα εκτιμώνται σε : $V = 9,6 \times 10^6 \text{ m}^3$.

5.6.1.4. Νεογενείς σχηματισμοί

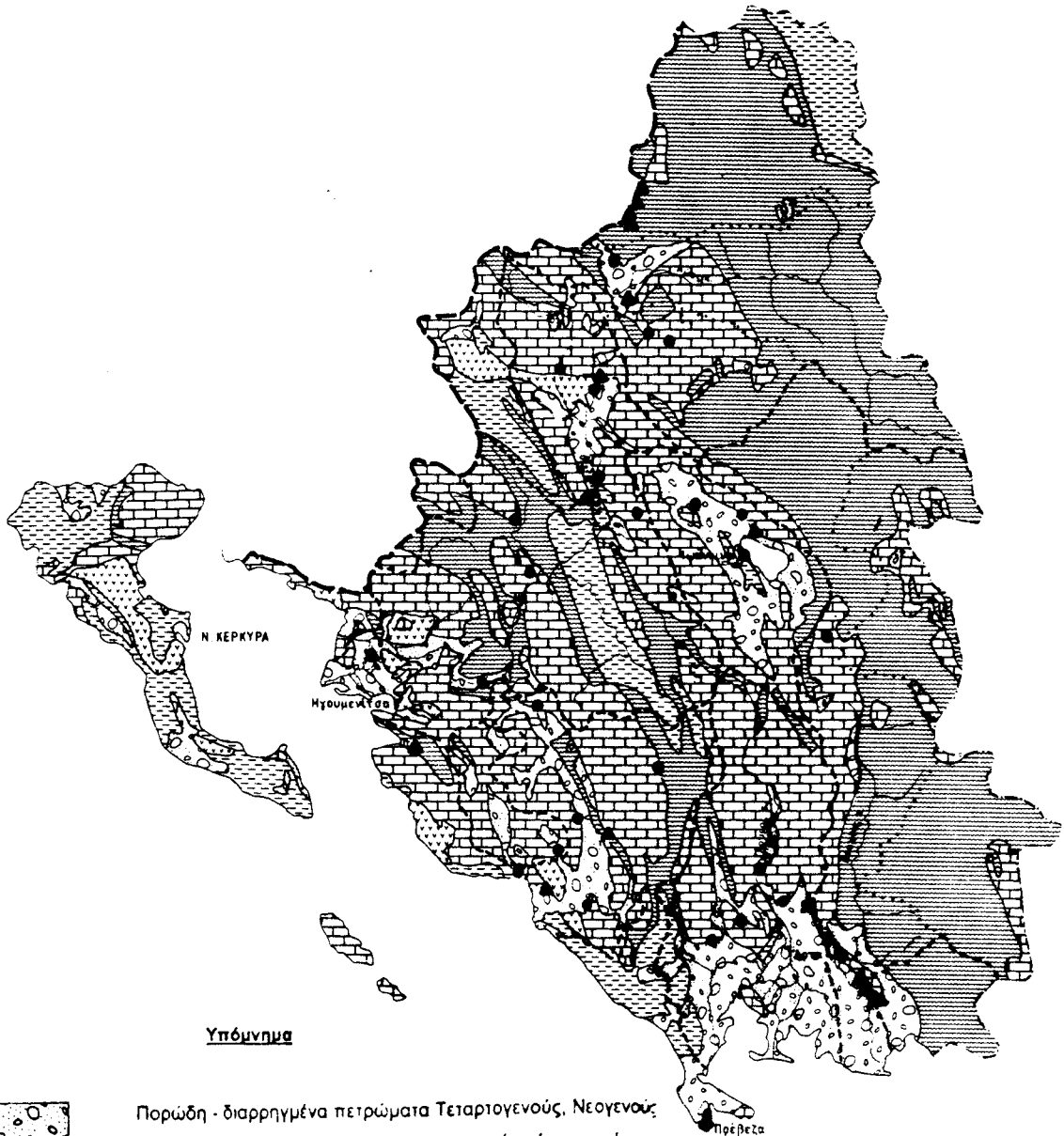
Παρουσιάζουν μεγάλη εξάπλωση στο νησί, κυρίως στο Β.ΒΔ και Νότιο τμήμα αυτού.

Στην πλειονότητά τους τα πιο πάνω ιζήματα αποτελούνται από στεγανές μάργες, ενώ όπου συνίστανται από αδρομερή υλικά το πάχος αυτών είναι μικρό και δεν παρουσιάζουν αξιόλογη υδροφορία ή όπου παρουσιάζουν (π.χ. γεώτρηση Sk₁₀ Γιαννάδων) αυτή είναι βεβαρυμένη λόγω της παρουσίας γύψου.

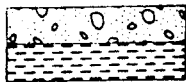
Στον πίνακα 5.6. συνοψίζεται το υπόγειο υδατικό δυναμικό της νήσου Κέρκυρας, ξεχωριστά για τους ανθρακικούς σχηματισμούς, τα τριαδικά λατυποπαγή και τις τεταρτογενείς αποθέσεις, ενώ οι νεογενείς σχηματισμοί, παρά την μεγάλη επιφανειακή εμφάνιση θεωρούνται πρακτικά στεγανοί.

Ενδεικτικός Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Ηπείρου

0 10 20 30 40 50 km



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής λεπτομερών στοιχείων.



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (οφιόλιθοι, κρυσταλλοσχιστώδοι κ.τ.ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις ζώνες ρωγματώσεων.

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ (06)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

Ν. Σιέμος

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

1996

6. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΤΤΙΚΗΣ

6.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η περιοχή του υδατικού διαμερίσματος της Αττικής συνίσταται από πετρώματα της Πελαγονικής Ζώνης, τα οποία αντιπροσωπεύονται από μάρμαρα, δολομίτες, ασβεστολίθους, φυλλίτες, σχιστολίθους και κροκαλοπαγή του φλύσχη, ηλικίας Ανω Παλαιοζωϊκού - Παλαιογενούς. Τα ως άνω πετρώματα συνιστούν το συμπαγές υπόβαθρο, επί του οποίου στα μορφολογικώς ταπεινωμένα τμήματα επικάθονται οι αποθέσεις του Νεογενούς και Τεταρτογενούς.

Στο σύστημα του υποβάθρου, στις διάφορες περιοχές του Διαμερίσματος επικρατούν τοπικά μεταμορφωμένα και αμεταμόρφωτα ανθρακικά πετρώματα, σχιστόλιθοι, σχιστοψαμμίτες, κ.λ.π.

Στην περιοχή της Β.ΒΑ-κης Αττικής, το μεταμορφωμένο σύστημα Γραμματικού - Μαραθώνα, εξ εναλλαγών μαρμάρων και σχιστογενευσίων εντάσσεται στο κρυσταλλοσχιστώδες της Αττικής, το οποίο αποτελεί το ΒΔ τμήμα της Αττικοκυκλαδικής μάζας.

Η ανθρακική μεταμορφωμένη σειρά αποτελείται από τον παλαιότερο ορίζοντα μαρμάρων της Πεντέλης (Προμεσολιθανθρακοφόρο ;) από χονδροκρυσταλλικά μεσοστρωματώδη λευκότεφρα έως κυανά μάρμαρα ορατού πάχους μεγαλύτερου των 300 m, τον ενδιάμεσο ορίζοντα μαρμάρων Γραμματικού (Ιουρασικό), από λεπτο-μεσοστρώδη μάρμαρα πάχους 300 m, τα μάρμαρα του Μαραθώνα λεπτο-παχυστρωματώδη, μικροκρυσταλλικά κάτω κρητιδικής ηλικίας και τον ανώτερο ορίζοντα μαρμάρων Αγ.Μαρίνας (Ανω κρητιδικό) από παχυστρωματώδη έως μεσοστρωματώδη τεφρά έως λευκότεφρα μάρμαρα με ορατό πάχος της τάξεως των 1000 m.

Μεταξύ των πιο πάνω οριζόντων μαρμάρων παρεμβάλλονται τρεις σχιστολιθικοί ορίζοντες, με αρχαιότερο τον ορίζοντα Διονύσου εκ μοσχοβιτικών σχιστολίθων και γενευσίων πάχους μέχρι και 1000 m (Τριαδικό έως Νεοπαλαιοζωϊκό), με ενδιάμεσο ορίζοντα τον σχιστολιθικό ορίζοντα Μαραθώνα εκ χλωριτικών μαρμαρυγιακών σχιστολίθων (Ιουρασικό), παρεμβαλλόμενο μεταξύ των μαρμάρων Γραμματικού και Μαραθώνα και ανώτερο ορίζοντα τους

σχιστόλιθους του Ραμνούντα (Μεσοκρητιδικό) εκ χλωριτικών και αμφιβολιτικών σχιστόλιθων πάχους από 200 - 400 m υποκείμενο των μαρμάρων της Αγ. Μαρίνας.

Στην Ανατολική Αττική κυριαρχεί το αντίκλινο Υμηττού - Πεντέλης Ν.ΝΑ-κής διεύθυνσης καθώς και τα μικρότερα αντίκλινα Πανείου - Μερέντας και Καμάριζας στο Λαύριο της αυτής διεύθυνσεως. Από λιθολογική άποψη έχουμε και εδώ μια εναλλαγή σχιστόλιθων, δολομιτών και μαρμάρων.

Στην Δυτική Αττική, το υπόβαθρο συνίσταται από ανθρακικούς σχηματισμούς (ασβεστόλιθοι, δολομητικοί ασβεστόλιθοι, δολομίτες) και συνιστά τα όρη Πάρνηθας, Κιθαιρώνα, Πατέρα και Γερανείων εν μέρει.

Οι νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις των οποίων το πάχος ανέρχεται σε ολίγες εκατοντάδες μέτρα, πληρώνουν τα βυθίσματα της Αθήνας, της Ελευσίνας, των Μεσογείων, των Μεγάρων και της βόρειας περιοχής της Αττικής (Μαραθώνας). Στις αποθέσεις αυτές περιλαμβάνονται μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και λατυποπαγή, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, άμμοι, κροκάλες, άργιλοι, κ.λ.π.

- Η τεκτονική της περιοχής είναι πολύπλοκη και διακρίνεται σε μία παλαιότερη προνεογενή τεκτονική κυρίως του Μεσοζωικού, η οποία έπληξε και τα δύο συστήματα και χαρακτηρίζεται από την έντονη πτύχωση των στρωμάτων την πολλαπλή κατάτμηση, λόγω διαρρήξεως αυτών και την εκδήλωση εφασπτομενικών κινήσεων, καθώς και σε μία νεότερη τεκτονική του Τριτογενούς και Τεταρτογενούς με έντονο ρηξιγενή τεκτονισμό και παράλληλη ανάδραση παλαιότερων τεκτονικών ανωμαλιών. Κατά την προαλπική περίοδο, σύμφωνα με τις διατυπούμενες απόψεις, τόσο η περιοχή της Πάρνηθας όσο και του μεταμορφωμένου συστήματος υπέστησαν την επίδραση μίας τεκτονικής, που έδωσε άξονες ΒΑ - ΝΔ διεύθυνσεως (Βαρίσκεια ορογένεση;). Κατά την Αλπική περίοδο έχουμε την εκδήλωση στον ευρύτερο χώρο της Πάρνηθας, της Παλαιοκιμερικής πτύχωσης κατά τη διάρκεια της οποίας προέκυψαν πτυχές ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης και επτυχώθηκαν τα ανωτριάδικα ιζήματα, ενώ παράλληλα εκδηλώθηκαν εφασπτομενικές κινήσεις που έφεραν τα νεοπαλαιοζωικά στρώματα επί των ανωτριάδικών ιζημάτων.

Η Πυρηνική πτύχωση κατά τη διάρκεια της οποίας επτυχώθησαν τα ανωκρητιδικά ιζήματα και ο φλύσχης έδωσε πτυχές ΒΑ - ΝΔ κατεύθυνσης, ενώ όπως και κατά την παλαιοκρητική περίοδο, έχουμε εκδήλωση εφαιπτομενικών κινήσεων, συνεπεία των οποίων τα νεοπαλαιοζωικά στρώματα επιπεύουν τριαδικούς ασβεστολίθους, ιουρασικούς σχιστοψαμμίτες και ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους, όπως συμβαίνει στη βόρεια της Μαλακάσας περιοχή και αλλού. Αναλόγου διευθύνσεως πτυχές ΒΔ-ΝΑ, παρατηρούνται στα μάρμαρα του μεταμορφωμένου συστήματος που φαίνονται επηρεασμένες και μετατοπισμένες από νεότερες πτυχές ΒΑ-ΝΔ διευθύνσεως που διακρίνονται εντονότερα στα ανώτερα μάρμαρα.

Την Πυρηνική ορογένεση διαδέχτηκε το στάδιο χαλάρωσης των πιέσεων με αποτέλεσμα την δημιουργία μεγάλων ρηγμάτων βαρύτητας που διαχώρησαν την περιοχή σε τεμάχια, η κατακόρυφη μετακίνηση των οποίων δημιούργησε τις τεκτονικές τάφρους και κέρατα.

Η νεότερη τεκτονική έδωσε τρεις κύριες νεώτερες δ/σεις πτυχώσεων ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και Β-Ν και επτυχώθησαν τα νεογενή ιζήματα των λεκανών της ευρύτερης περιοχής.

Στο τέλος του Διλουβίου ακολουθούν κατακόρυφες κινήσεις ΒΑ-ΝΔ έως Α-Δ δ/σης, με αποτέλεσμα τη διάρρηξη των διλουβιακών και παλαιότερων σχηματισμών και τη δημιουργία του Ευβοικού κόλπου.

- Στην ευρύτερη περιοχή Πάρνηθας διακρίνονται τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων δ/σης ΑΒΑ-ΔΒΔ έως Α-Δ, ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ γενικά παράλληλα προς τις αντίστοιχες προνεογενείς πτυχές της Αλπικής ορογένεσης, τις οποίες και έχουν διαρρήξει.

Παράλληλης διευθύνσεως ρήγματα αποτυπώνονται στις περιοχές των νεογενών ιζημάτων.

Στο μεταμορφωμένο σύστημα τα παλαιότερα αλπικής ηλικίας ρήγματα δ/σης ΒΑ-ΝΔ παρουσιάζουν μετατοπίσεις, λόγω δράσεως νεωτέρων ρηγμάτων Α-Δ.

Σημειώνεται επίσης λόγω της υδρογεωλογικής της σημασίας, η άποψη, ότι το μεταμορφωμένο σύστημα Γραμματικού-Μαραθώνα βρίσκεται επωθημένο

πάνω στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Πάρνηθας. Η άποψη αυτή στηρίζεται σε υδρογεωλογικούς, υδρολογικούς και ιστοτοπικούς συσχετισμούς και τεκμηριώνεται γεωτρητικά από γεωτρήσεις μεγάλου βάθους στον ευρύτερο χώρο των πηγών των Αγ. Αποστόλων και είναι αντίθετη με τις μέχρι τώρα αντιλήψεις, σχετικά με την τεκτονική σχέση των δύο συστημάτων στην περιοχή του Καλάμου, τουλάχιστον.

6.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ, ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ, ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ Κ.Λ.Π. ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το υδατικό Διαμέρισμα Αττικής καταλαμβάνει έκταση 3184 km². Κατά το μεγαλύτερο τμήμα της η Αττική είναι λοφώδης και ορεινή.

Η φυσιογραφική εικόνα της Αττικής στην οποία διακρίνονται διάφορες γεωμορφολογικές μονάδες, είναι αποτέλεσμα της επίδρασης επί των λιθολογικών σχηματισμών, των αλληπάλληλων τεκτονικών κινήσεων και της βαθιάς διάβρωσης κατά την κατακόρυφη και οριζόντια έννοια.

Οι γεωμορφολογικές αυτές μονάδες είναι η οροσειρά Πατέρα (1131 μ.) - Πάρνηθας (κορυφή Οζα 1413 μ.) βορειοδυτικά, τα όρη Κιθαιρώνας (1409 μ.) και Γεράνεια (1351 μ.), οι ορεινοί όγκοι Υμηττού (1026 μ.) και Πεντελικού (1107 μ.) ανατολικά και το τεκτονικό βύθισμα του Λεκανοπεδίου Αθήνας μεταξύ των ορεινών συγκροτημάτων.

Το ανατολικότερο τμήμα του διαμερίσματος καταλαμβάνεται από τη λεκάνη των Μεσογείων και την ομαλή παράκτια ζώνη Ραφήνα-Μαραθώνας. Το Θριάσιο πεδίο καλύπτει μικρή σχετικά έκταση μεταξύ των ορέων Αιγάλεω, Πάρνηθα, Πατέρα και του Σαρωνικού κόλπου. Στο δυτικό τμήμα εντοπίζεται το τεκτονικό βύθισμα των Μεγάρων και η λεκάνη του Λουτρακίου, επίσης με ομαλό ανάγλυφο εδάφους.

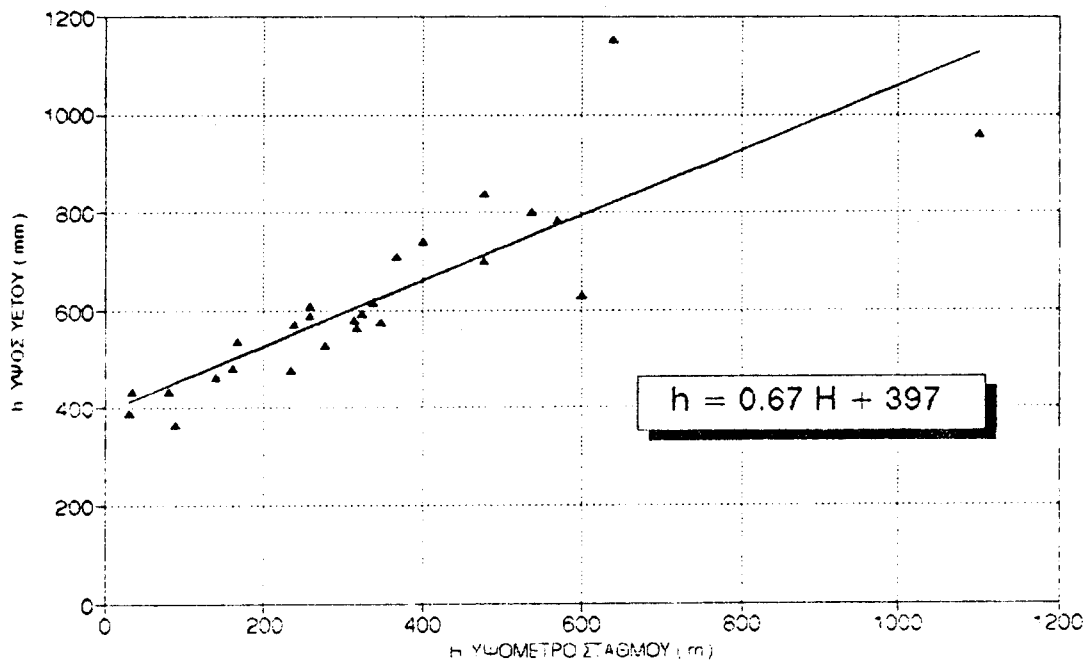
Διακρίνονται οι εξής κύριες λεκάνες:

1. Υδρολογική λεκάνη Κηφισσού - Ιλισού. Οριοθετείται από την κορυφογραμμή των ορέων Αιγάλεω, Πάρνηθα, Πεντελικό και Υμηττό. Αποστραγγίζεται από τον Κηφισσό ποταμό προς τον Σαρωνικό κόλπο. Η μέση ετήσια απορροή εκτιμάται σε $25 \times 10^6 \text{ m}^3$ περίπου.

ΠΙΝ.6.1 Μέσα ετήσια ύψη α.κ. περιόδου 1958 - 1988
βροχομετρικών σταθμών ευρύτερης περιοχής Β.ΒΑ.Αττικής

Α/Α	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟ- ΜΕΤΡΟ (m)	ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ (mm)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ	Α/Α	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟ- ΜΕΤΡΟ (m)	ΥΨΟΣ ΥΕΤΟΥ (mm)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ
1	ΚΗΦΙΣΣΙΑ	320	564.2	1958 - 1969	14	ΚΙΟΥΡΚΑ (ΑΦΙΔΝΑΙ)	400	740.1	1958 - 1968
2	ΧΩΡΙΟΝ ΜΠΟΓΙΑΤΙ	350	572.6	1958 - 1969	15	ΑΓ. ΘΩΜΑΣ	88	364.4	1958 - 1960
3	ΧΑΝΙ	260	606.6	1958 - 1988	16	Β'ΛΙΖΑ	167	637.7	1960 - 1988
4	ΜΠΟΓΙΑΤΙ	260	587.4	1958 - 1988	17	ΥΛΙΚΗ	80	433.0	1969 - 1988
5	ΤΑΤΟΙ (ΕΕΥ)	480	838.5	1958 - 1983	18	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	31	387.1	1958 - 1988
6	ΤΑΤΟΙ (ΕΜΥ)	235	477.0	1958 - 1988	19	ΤΑΝΑΓΡΑ	140	460.3	1958 - 1992
7	ΦΡΑΓΜΑ	240	569.4	1958 - 1988	20	ΚΑΛΛΙΘΕΑ	325	593.0	1963 - 1985
8	ΣΤΑΜΑΤΑ	370	709.2	1958 - 1988	21	ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΤΡΙΑ	640	1152.0	1963 - 1985
9	ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙ	340	614.9	1958 - 1988	22	ΥΠΑΤΟ	315	579.0	1963 - 1985
10	ΒΑΡΝΑΒΑΣ	480	700.4	1958 - 1988	23	ΘΗΒΑ	161	481.0	1967 - 1928
11	ΚΑΤΣΙΜΙΔΙ	570	782.6	1958 - 1988	24	ΠΥΛΗ	540	800.0	1945 - 1977
12	ΑΓ. ΜΕΡΚΟΥΡΙΟΣΙ	600	628.0	1958 - 1969	25	ΠΑΡΝΗΘΑ	1100	958.0	1976 - 1977
13	ΚΑΚΟΣΑΛΕΣΙ (ΑΥΛΩΝΑ)	280	527.3	1958 - 1967					

ΕΙΚ.6.1. Σχέση Υψομέτρου - Υψους α.κ. στην ευρύτερη περιοχή Β.ΒΑ. Αττικής



2. Υδρολογική λεκάνη Μαραθώνα. Καλύπτει μικρή έκταση στο ΒΑ τμήμα του διαμερίσματος και αποστραγγίζεται από τον ποταμό Χάραδρο. Στην ίδια λεκάνη εντάσσεται η τεχνητή λίμνη Μαραθώνα που χρησιμοποιείται για την ύδρευση των Αθηνών.

3. Υδρολογική λεκάνη Μεσογείων. Καταλαμβάνει την πεδινή περιοχή των Μεσογείων, τις νότιες κλιτύες του Πεντελικού, τις ανατολικές του Υμητού και τις βόρειες των Πάνειων ορέων.

4. Υδρολογική λεκάνη Θριασίου πεδίου. Στην λεκάνη αυτή περιλαμβάνεται και η νοτιοδυτική Πάρνηθα, η νότια Πάστρα και το ανατολικό τμήμα του όρους Πατέρα. Η λεκάνη αποστραγγίζεται στον κόλπο της Ελευσίνας, μέσω του Σαρανταποτάμου.

Το κλίμα της Αττικής χαρακτηρίζεται ως ξηρό παρά το γεγονός ότι περιβάλλεται σχεδόν πανταχόθεν από θάλασσα. Γενικά, οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος (2^ο και 3^ο δεκαήμερο) και ο Φεβρουάριος (1^ο δεκαήμερο) και οι θερμότεροι ο Ιούλιος και ο Αυγούστος, με μέση ελαχίστη μηνιαία θερμοκρασία + 7^ο c και η μέση μέγιστη μηνιαία + 29^ο c.

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 68% (47% την καλοκαιρινή και 78 % την χειμερινή περίοδο)

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 400mm στο επίπεδο της θάλασσας με βροχοβαθμίδα της τάξεως των 70mm /100 αύξησης του υψομέτρου.

Ειδικότερα σε ότι αφορά στο Β.ΒΑ-κό τμήμα τμήμα του υδατικού διαμερίσματος στον πίνακα 6.1 δίδονται τα στοιχεία διαφόρων βροχομετρικών σταθμών της ευρύτερης περιοχής, από την επεξεργασία των οποίων προέκυψε η σχέση μεταξύ υψομέτρου και ύψους βροχής. (εικόνα 6.1)

Με την χρήση αυτής της εξίσωσης κατασκευάστηκε ο βροχομετρικός χάρτης της περιοχής, και μετά από επανειλημμένες εμβαδομετρήσεις στον χάρτη υπολογίστηκαν ξεχωριστά οι βροχοπτώσεις που δέχονται οι επι μέρους λιθολογικοί σχηματισμοί (πιν. 6.2). Από τον πίνακα 6.2 προκύπτει ότι τα μάρμαρα της περιοχής έκτασης 56,3 Km² δέχονται ετησίως 34,2 x 10⁶ m³ α.κ., οι σχιστόλιθοι με επιφάνεια 60,3 Km² δέχονται 35.7 x 10⁶ m³ α.κ και οι νεώτερες αποθέσεις εκτάσεως 232 Km² δέχονται 146,6 x 10⁶ m³ α.κ.

Ως προς την κατείδυση, αυτή υπολογίσθηκε ξεχωριστά για τον ενδιάμεσο ορίζοντα μαρμάρων εκ του μέσου ετήσιου όγκου κατακρημνισμάτων ($12,94 \times 10^6 \text{ m}^3$) και της συνολικής ετήσιας εκφόρτισης των πηγών Κ. Σουλίου ($6 \times 10^6 \text{ m}^3$), στην τάξη του 50% .

Ανάλογοι συντελεστές κατείδυσης εκτιμώνται και για τα λοιπά ανθρακικά μέλη της μεταμορφωμένης σειράς, ενώ της ίδιας τάξης μεγέθους κατεισδύσεις υπολογίσθηκαν και στην γειτονική ανθρακική περιοχή της Πάρνηθας με την μέθοδο Kessler. Ως προς την κατείδυση στους σχιστολίθους, αυτή εκτιμήθηκε στην τάξη του 5% των α.κ, στην περιοχή.

Συντελεστής απορροής της τάξεως του 5% εκτιμάται για τα μάρμαρα του μεταμορφωμένου συστήματος, ενώ για τους σχιστολίθους υπολογίζεται στο 35-40% .

Στον πίνακα 6.3. δίδεται το υδρολογικό ισοζύγιο της περιοχής της Β.ΒΑ-κης Αττικής.

Ανάλογοι συντελεστές εκτιμάται ότι δεν θα αφίστανται πολύ της πραγματικότητας και για τις υπόλοιπες περιοχές.

Ανάλογοι συντελεστές εκτιμάται ότι δεν θα υφίστανται πολύ της πραγματικότητας και για τις υπόλοιπες περιοχές.

6.3. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Εξ' αιτίας των λιθοστρωματογραφικών, ιζηματογενών, τεκτογενετικών, νεωτεκτονικών και παλαιογεωγραφικών τους χαρακτήρων, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή παρουσιάζουν διάφορη υδρογεωλογική συμπεριφορά με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλες υδροφόροι ενότητες, εντός των οποίων συναντώνται και συντηρώνται επί μέρους υδροφόρα συστήματα μεγάλης ή μικρής δυναμικότητας και με διάφορα υδρολογικά, υδρογεωχημικά και ρυπαντικού δυναμικού χαρακτηριστικά.

Εκ των υδροφόρων αυτών ενοτήτων ιδιαίτερο ενδιαφέρον από άποψη δυναμικού παρουσιάζουν οι καρστικές ενότητες, ενώ οι υδροφόροι ενότητες των κοκκωδών αλλουβιακών αποθέσεων και του κοκκώδους νεογενούς πληρώματος είναι δευτερεύουσας σημασίας.

ΠΙΝ. 6.2. Μέσος ετήσιος όγκος α.κ. ανά λεκάνη και λιθολογική ενότητα

Περιοχή Μεταμορφωμένου Συστήματος	Σ Υ Ν Ο Λ Ο		Μάρμαρα		Σχιστόλιθοι		Νεότερες αποθέσεις	
	Επιφ. km ²	α.κ. m ³ 10 ⁶	Επιφ. km ²	α.κ. m ³ 10 ⁶	Επιφ. km ²	α.κ. m ³ 10 ⁶	Επιφ. km ²	α.κ. m ³ 10 ⁶
	359.23	217.57	66.3	34.24	60.33	35.70	232.55	146.63
Μάρμαρα Αγ. Μαρίνας	-	-	17.3	7.80	-	-	-	-
Σχιστόλιθοι Ραμνούνας	-	-	-	-	3.48	1.56	-	-
Μάρμαρα Μαραθώνα	-	-	26.2	12.94	-	-	-	-
Σχιστόλιθοι Μαραθώνα	-	-	-	-	51.28	31.83	-	-
Μάρμαρα Γραμματικού (Βόρεια λίμνης)	-	-	22.7	13.50	-	-	-	-
Σχιστόλιθοι Διονύσου (Βόρεια λίμνης)	-	-	-	-	5.57	3.31	-	-

ΠΙΝ. 6.3. Υδρολογικό ισοζύγιο περιοχής μεταμορφωμένου συστήματος
B.BA Αττικής

Υδρογεωλογικές ενότητες	Υδρολογικό ισοζύγιο							
	Μάρμαρα			Σχιστόλιθοι				
	α.κ. m ³ x 10 ⁶	0% m ³ x 10 ⁶		α.κ. m ³ x 10 ⁶	0% m ³ x 10 ⁶			
Περιοχή μεταμορφωμένου συστήματος	P	34.96	R (0.05)	1.71	P	56.40	R (0.45)	14.68
			E (0.45)	15.41			E (0.50)	40.19
			I (0.50)	17.12			I (0.05)	1.58
Ενδιάμεσος ορίζοντας μαρμάρων Μαραθώνα	P	12.34	R (0.05)	0.65		-		
			E (0.45)	5.82				
			I (0.50)	6.47				
Σχιστόλιθοι Μαραθώνα		-			P	31.83	R (0.45)	14.32
							E (0.50)	15.92
							I (0.05)	1.59

Από άποψη υδρογεωλογικής συμπεριφοράς τα ανθρακικά πετρώματα χαρακτηρίζονται ως υδροπερατά έως πολύ υδροπερατά ανάλογα με τον βαθμό αποκάρστωσής τους. Στην κατηγορία των υδροπερατών σχηματισμών κατατάσσονται επίσης τα αδρομερή μέλη του Τεταρτογενούς (άμμοι, κροκάλες, κ.λ.π.) και οι Τραβερτίνες του Νεογενούς. Τα ψαμμιτοκροκαλοπαγή του Πλειοπλειστοκαινικού χαρακτηρίζονται ως ημιπερατά έως υδροπερατά.

Κοινά χαρακτηριστικά σχεδόν όλων των υδροφόρων συστημάτων είναι η υδραυλική τους συνέχεια με την θάλασσα, η απουσία φαινομένων αρτεσιανού με εξαίρεση ωρισμένων τομέων του υδροφόρου πλειοπλειστοκαινικού συστήματος και η υποβαθμισμένη ποιότητα των υπογείων νερών, είτε λόγω υπεραντλήσεων ή τεκτονικών και παλαιογεωγεραφικών αιτιών στην παράκτια κυρίως ζώνη είτε λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και στην ενδοχώρα.

6.3.1. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

6.3.1.1. Καρστική ενότητα Δυτ. Αττικής

Την ενότητα αυτή συνθέτουν τα μεσοζωϊκά ανθρακικά ιζήματα των ορεινών όγκων Πάρνηθας, Πάστρας και Κιθαιρώνα.

Εντός των ανθρακικών αυτών ιζημάτων δημιουργούνται αξιόλογα υδροφόρα συστήματα, με πλέον ενδιαφέρουσα περίπτωση αυτή του καρστικού συστήματος της ΒΑ Πάρνηθας που υπάγεται στο διαμέρισμα Αν. Ελλάδος αλλά εκφορτίζεται δια των πηγών των Αγ. Αποστόλων Καλάμου στο διαμέρισμα της Αττικής.

Το καρστικό σύστημα της Δ. Αττικής (νότιο σκέλος αντκλίνου Πάρνηθας, Πάστρας κ.λ.π.) χωρίζεται από το προηγούμενο από το υδατοστεγές νεοπαλαιοζωϊκό σχιστοψαμμιτικό υπόβαθρο, το οποίο συναντάται σε πολλά σημεία κατά μήκος της κορυφογραμμής της Πάρνηθας και συμπίπτει περίπου με τον επιφανειακό υδροκρίτη.

Η εκφόρτιση του καρστικού συστήματος της Δ. Αττικής είναι διάσπαρτη συντελούμενη επί ενός μεγάλου μετώπου κατά μήκος των ακτών του Σαρωνικού και Κορινθιακού κόλπου.

Το μέσο ελάχιστο απόλυτο υψόμετρο στάθμης του συστήματος αυτού είναι 10 μ. και συναντάται σε βάθη μεταξύ 200 και 300 μ.

Η μέση ετήσια διακύμανση της στάθμης είναι 2 μ. Οι κρίσιμες παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται μεταξύ 30 και 150 m³/h. Οι τιμές της μεταβιβαστικότητας καθορίζονται ως επί το πλείστον μεταξύ του 1,5 x 10⁻² m²/sec και 5 x 10⁻³ m²/sec. Οι συνολικές απολήψεις νερού ετησίως ανέρχονται σε 6 x 10⁶ m³.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα του καρστικού συστήματος της Δυτικής Αττικής εκτιμώνται στην τάξη των 120 x 10⁶ m³.

6.3.1.2. Καρστική ενότητα Αν. Αττικής

Στην Β.ΒΑ-κη Αττική οι εντός των μαρμάρων δημιουργούμενοι καρστικοί οριζόντες εγκιβωτίζονται από υδατοστεγείς σχιστολίθους και χαρακτηρίζονται από διαφορετικής δυναμικότητας υδροφορία, οργάνωση καρστικού δικτύου και υδρολογική λειτουργία. Η μεγάλη κλίση των σχιστολίθων είναι η αιτία αναλόγων ταχυτήτων υπόγειας κυκλοφορίας καρστικών νερών, ενώ παράλληλα καθορίζεται και η γενική κατεύθυνση υπόγειας αποστράγγισης, για το τμήμα εκείνο της διαδρομής των καρστικών νερών που η επιφάνεια επαφής σχιστολίθων μαρμάρων βρίσκεται σε θετικά υψόμετρα. Από υδροχημική άποψη σημειώνεται εδώ ο ολιγομεταλλικός οξυανθρακικός χαρακτήρας των καρστικών νερών και η θάλασσια διείσδυση σε συνθήκες εκμετάλλευσης.

Ο ανώτερος καρστικός υδροφόρος ορίζοντας της Αγ. Μαρίνας χαρακτηρίζεται γενικά από μικρές και επισφαλείς λόγω θαλάσσιας προσβολής αποδόσεις και δεν προσφέρεται για εκμετάλλευση (παροχή της τάξης των 5 m³ / ώρα).

Τα υδρολογικά όρια του ορίζοντα αυτού, ορίζονται ΒΑ και ΝΑκα από τη θάλασσα και δυτικά επεκτείνονται πέραν των αντιστοίχων γεωλογικών ορίων και περιλαμβάνουν και τμήμα των νεογενών αποθέσεων της περιοχής.

Το υποκείμενο υδατοστεγές σχιστολιθικό υπόβαθρο των μαρμάρων (σχιστόλιθοι Ραμνούντα) με γενική δ/ση Β-Ν και κλίση προς ανατολάς 30°, ρυθμίζει την προς ανατολάς κίνηση των καρστικών νερών για το τμήμα της διαδρομής τους, που η ως άνω επαφή βρίσκεται σε θετικά υψόμετρα.

Γενικά η εκφόρτιση του καρστικού ορίζοντα της Αγ. Μαρίνας γίνεται με δ/ση υπόγειας αποστράγγισης προς ανατολάς απ' ευθείας στη θάλασσα, ενώ στο

νότιο όριο της λεκάνης πιθανολογούνται επί μέρους διάσπαρτες εκφορτίσεις στα δυτικά κράσπεδα της ελώδους περιοχής του Σχοινιά

Ο ενδιάμεσος καρστικός υδροφόρος ορίζοντας των μαρμάρων του Μαραθώνα δημιουργείται εκτός των ομονύμων μαρμάρων που παρεμβάλλονται μεταξύ του σχιστολιθικού ορίζοντα του Ραμνούνα και του ορίζοντα σχιστολίθων του Γραμματικού.

Πρόκειται για τη δεύτερη και στρωματογραφικά υποκείμενη της προηγούμενης και σημαντικότερη από άποψη δυναμικότητας υδροφορίας, υδρογεωλογική μονάδα της περιοχής.

Η εκφόρτιση του ορίζοντα αυτού συντελείται δια των υφαλμύρων καρστικών πηγών Κάτω Σουλίου (1500 mg/l χλωριόντα), μέσης ημερήσιας παροχής της τάξεως των 20.000 m³.

Ο ισοζυγισμός μεταξύ εκφόρτισης και εμπλουτισμού (απ'ευθείας κατείσδυση) δίδει ένα έλλειμα νερού της τάξεως του 1 . 10⁶ m³ που καλύπτεται από την έμμεση τροφοδοσία (κατείσδυση επιφανειακών απορροών).

Ο καρστικός υδροφόρος ορίζοντας των μαρμάρων Γραμματικού εγκιβωτίζεται μεταξύ των δύο σχιστολιθικών οριζόντων του Διονύσου και του Μαραθώνα.

Πρόκειται για την κατώτερη, στρωματογραφικά, υδρογεωλογική ενότητα στην περιοχή η οποία τροφοδοτείται κύρια από την απ' ευθείας κατείσδυση των βροχοπτώσεων και δευτερευόντως από τις επιφανειακές απορροές επί των σχιστολίθων που καταλαμβάνουν σημαντικό μέρος της φυσιογραφικής λεκάνης. Η επαφή μαρμάρων και σχιστολίθων Διονύσου αποτελεί συγχρόνως και το υδρογεωλογικό όριο του ορίζοντα σε ότι αφορά το ΝΔ τμήμα αυτού ενώ ΒΔ, Β και Α τα όρια δεν είναι εμφανή διότι τα μάρμαρα βυθίζονται κάτω από τους σχιστολίθους του Μαραθώνα.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα του καρστικού συστήματος της Β.ΒΑ Αττικής εκτιμώνται στην τάξη των 17 x 10⁶ m³.

Στην Α.ΝΑ Αττική, οι σημαντικότερες καρστικές υδροφορίες συναντώνται στο κατώτερο μάρμαρο, παρ' όλο που και τα λοιπά μάρμαρα της λιθολογικής ακολουθίας είναι από άποψη υδροφορίας εξ' ίσου σημαντικά όταν δεν έχουν προσβληθεί από την θαλάσσια διείσδυση.

Ο υδροφόρος ορίζοντας εντός του κατώτερου μαρμάρου διαμορφώνεται σε ένα μέσο μέγιστο υψόμετρο 5 μέτρων κατά την ξηρά περίοδο, ενώ υψηλότερα υψόμετρα απαντώνται τοπικά για τεκτονικούς κυρίως λόγους.

Τα συνήθη βάθη προς την ζώνη κορεσμού κυμαίνονται μεταξύ 100 και 230 μέτρων και η μέση ετήσια διακύμανση στάθμης είναι 5 μ.

Στο ανώτερο μάρμαρο καθώς και στις λοιπές ενότητες μαρμάρων της στρωματογραφικής ακολουθίας που ήδη αναφέρθηκε, η ζώνη κορεσμού, διαμορφώνεται σε υψηλότερα υψόμετρα, αναλόγως της θέσεως του αδιαπέρατου σχιστολιθικού υποβάθρου.

Σε αυτές τις περιπτώσεις τα συνήθη βάθη είναι μικρότερα από 150 μ. Ο τελικός αποδέκτης των ρών από τους υδροφόρους που αναπτύσσονται στα μάρμαρα είναι η θάλασσα, είτε κατ'ευθείαν είτε μέσω του πορώδους συστήματος που παρεμβάλλεται υδραυλικά.

Η μεταβιβαστικότητα λαμβάνει τιμές κυρίως μεταξύ του $2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ και του $1 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$.

Οι συνήθεις παροχές των γεωτρήσεων βρίσκονται μεταξύ των τιμών $10 \text{ m}^3/\text{h}$ και $80 \text{ m}^3/\text{h}$.

Τα αποθέματα του καρστικού αυτού συστήματος είναι της τάξης των $19 \times 10^6 \text{ m}^3$.

6.3.2. ΥΔΡΟΦΟΡΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΟΚΚΩΔΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ

Στην ενότητα αυτή ανήκουν κυρίως οι τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις που πληρούν τις τεκτονικές λεκάνες της Αθήνας, του Θριάσιου πεδίου (Ελευσίνα), τη λεκάνη των Μεγάρων, των Μεσογείων και τη λεκάνη του Μαραθώνα.

Στην λεκάνη της Αθήνας και ανατολικά, η αδιαπέρατη βάση του συστήματος συνίσταται στο μεγαλύτερο τμήμα από το σχιστολιθικό υπόβαθρο, ενώ το υπόλοιπο σύστημα έχει στο υπόβαθρο ασβεστολίθους και μάρμαρα και μερικώς μεταγγίζει προς αυτό.

Στην Δυτική Αττική, ρόλο βάσης αυτού του υδροφόρου συστήματος διαδραματίζει το επίπεδο της θάλασσας και σε μεγαλύτερα υψόμετρα οι ανθρακικοί σχηματισμοί, επί των οποίων και επικρέμεται.

6.3.2.1. Λεκάνη Αθήνας

Στην λεκάνη της Αθήνας η στάθμη διαμορφώνεται σε ένα μέσο μέγιστο υψόμετρο 450 m, με υδραυλική κλίση μεταξύ 0.06 και 0.01 και με μέγιστο βάθος στάθμης σχεδόν 20 m. Η μέση ετήσια διακύμανση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα δεν υπερβαίνει τα 2m.

Η μέση κρίσιμη παροχή φρεάτων μεγάλης διαμέτρου και γεωτρήσεων είναι $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Η μεταβιβαστικότητα συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 1.5×10^{-4} και $5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

6.3.2.2. Θριάσιο Πεδίο

Στην περιοχή της Ελευσίνας το μέγιστο υψόμετρο στο οποίο διαμορφώνεται η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα είναι 4 μ. με υδραυλική κλίση είναι μεταξύ 0,001 και 0,0002 και μέση ετήσια διακύμανση στάθμης 1,1 m. Το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα στην κεντρική περιοχή κυμαίνεται μεταξύ 30 και 140 μ.

Τοπικά, έχει καταγραφεί, υποβιβασμός της στάθμης της τάξης των 25 cm ετησίως λόγω των υπεραντλήσεων. Η κρίσιμη παροχή φρεάτων μεγάλης διαμέτρου παρουσιάζει μεγάλο εύρος τιμών που κυμαίνονται μεταξύ 5 και $70 \text{ m}^3/\text{h}$. Οι τιμές της μεταβιβαστικότητας καθορίζονται μεταξύ $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$ και $3,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$.

6.3.2.3. Λεκάνη Μεγάρων

Στην λεκάνη των Μεγάρων ο υδροφόρος ορίζοντας στην ΒΔ-κη περιοχή τελεί μερικώς υπό πίεση, ενώ προς τα νοτιοανατολικά επικρατούν συνθήκες ελεύθερης ροής. Η μέση ετήσια διακύμανση στάθμη είναι περίπου 1,8 m με μέγιστες τιμές έως και 4 μ.

Η κρίσιμη παροχή, γεωτρήσεων και φρεάτων κυμαίνεται μεταξύ 5 και 50 m³/h. Οι τιμές μεταβιβαστικότητας έχει υπολογισθεί ότι βρίσκονται μεταξύ 2×10^{-4} m²/sec και 9×10^{-4} m²/sec.

6.3.2.4. Λεκάνη Μεσογείων

Στην κεντρική περιοχή το υπόγειο νερό βρίσκεται μερικώς υπό πίεση. Η πιεζομετρική επιφάνεια κυμαίνεται μεταξύ υψόμετρου 10 και 220 και έχει μέση ετήσια διακύμανση 1,2 μ. Το σχιστολιθικό υπόβαθρο, στην εξωτερική τουλάχιστον ζώνη παίζει τον κυριώτερο ρόλο για την θέση και την μορφολογία του υδροφόρου ορίζοντα.

6.3.2.5. Λεκάνη Μαραθώνα

Στην περιοχή αναπτύσσεται φρεάτιος ορίζοντας που εκφορτίζεται προς τη θάλασσα και ο οποίος φθάνει μέχρι ένα μέσο μέγιστο υψόμετρο 5 μ., ειδικά στην βόρεια περιοχή όπου η στάθμη της θάλασσας αποτελεί το επίπεδο βάσεως. Στην νότια περιοχή έχουν μετρηθεί υψόμετρα έως 20 μ., εξ αιτίας του υπερυψωμένου εδώ αδιαπέρατου υποβάθρου.

Τα βάθη μέχρι τον υδροφόρο ορίζοντα κυμαίνονται μεταξύ 5 και 90 μ. στα βόρεια και μεταξύ 5 και 130 μ. στα νότια.

Σε όλη την περιοχή η μέση ετήσια διακύμανση της στάθμης είναι 1,6 m.

Οι κρίσιμες παροχές γεωτρήσεων και φρεάτων κυμαίνονται μεταξύ 5 και 50 m³/h, ενώ η παροχή των 30 m³/h αποτελεί αποδέκτη μέση τιμή για την περιοχή. Η μεταβιβαστικότητα καθορίζεται μεταξύ των τιμών 6×10^{-4} m²/sec και $1,4 \times 10^{-3}$ m²/sec.

6.3.3. ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΝΕΡΑ

Στο διαμέρισμα εμφανίζονται όπως αναπτύχθηκε σχηματισμοί της Αττικοκυκλαδικής μάζας και της Πελαγονικής ζώνης. Οι πρώτοι καταλαμβάνουν το νότιο και νοτιοανατολικό μέρος της χερσονήσου ενώ το υπόλοιπο μέρος του διαμερίσματος καταλαμβάνεται από την Πελαγονική ζώνη. Στην Αττικοκυκλαδική μάζα επικρατούν τα μεταμορφωμένα πετρώματα όπως μάρμαρα και σχιστόλιθοι ενώ στην Πελαγονική ζώνη έχουμε κυρίως

ΠΙΝ. 6.4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡ/ΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΕΩΣ ΝΕΡΩΝ

α/α	ΠΗΓΗ	ΓΕΩΛ.ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	T° C	ΠΑΡΟΧΗ m ³ /h	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	TDS mg/l	ΧΡΗΣΗ
1	Λίμνη Βουλιαγμένης	Μάρμαρα	22 - 25	-	Na-Mg-Cl-SO ₄	18552	Λουτροθεραπεία
2	Λουμπάρδα Κορωπίου	Μάρμαρα	22	20 - 30	Na-Mg-Cl-SO ₄	8023	Ανεκμετάλλευτη
3	Λουτρακίου	Ασβεστόλιθοι	32	-	Na - Cl	1153	Λουτροθεραπεία
4	Επιτραπέζιο Λουτρακίου	Κοκκώδης υδροφόρος	-	285	Mg- HCO ₃	550	Εμφιάλωση
5	Σουβάλα Αίγινας	Ασβεστόλιθοι	24	40 - 50	NaCl	13865	Ανεκμετάλλευτη

Πιν. 6.5 ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΙΝΑΣ ΚΑΙ ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ

Υδρολιθολογικές ενότητες	Επιφάνεια Km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής mm	Όγκος βροχοπτώσεων m ³ x 10 ⁶	Εξατ/νοή		Επιφανειακή Απορροή		Κατείσδυση	
				%	m ³ x 10 ⁶	%	m ³ x 10 ⁶	%	m ³ x 10 ⁶
ΑΙΓΙΝΑ									
1. Νεογενείς αποθέσεις (υδατοστεγείς-ημιπερατοί)	33	500	16,5	60,0	9,9	25,0	4,12	15,0	2,48
2. Ασβεστόλιθοι (υδροπερατοί)	3	500	1,5	60,0	0,9	-	-	40,0	0,60
3. Ηφαιστίτες (υδατοστεγείς-ημιπερατοί)	49	500	24,5	60,0	14,7	30,0	7,35	9-11	2,45
ΣΥΝΟΛΟ	85		42,5		25,5		11,47		5,53
ΣΑΛΑΜΙΝΑ									
1. Ασβεστόλιθοι (υδροπερατοί)	50,75	500	25,4	50,0	12,70	3,0	0,76	47,0	11,94
2. Τεταρτογενή (υδροπερατοί)	18,50	500	9,25	60,0	5,55	15,0	1,4	25,0	2,31
3. Σχιστόλιθοι κλπ (υδατοστεγή)	8,0	500	4,0	50,0	2,0	47,0	1,9	3,0	1,20
ΣΥΝΟΛΟ	77,25		38,65		20,25		4,06		15,45

ασβεστολίθους και σχηματισμούς της οφιολιθικής διάπλασης. Στην περιοχή Κρομμυωνίας υπάρχουν ηφαιστειακές εκχύσεις προσφάτου σχετικά ηλικίας (Σουσαάκι, περιοχή Ισθμου) καθώς και στην νήσο Αίγινα.

Υδροθερμική δραστηριότητα στο διαμέρισμα απαντάται στις περιοχές λίμνη Βουλιαγμένης και Κορωπί καθώς και στην Κρομμυωνία (Σουσαάκι, Λουτράκι) και στην Αίγινα. Είναι επίσης γνωστό ότι στην περιοχή Αργυρουπόλεως έχει συναντηθεί ζεστό νερό σε γεωτρήσεις που έχουν εκτελεσθεί από ιδιώτες αλλά δεν υπάρχουν στοιχεία χημικών αναλύσεων και άλλων φυσικοχημικών παραμέτρων. Τέλος στο Δήμο Λουτρακίου υπάρχει το γνωστό επιτραπέζιο μεταλλικό νερό.

Στον πίνακα 6.4. δίδονται στοιχεία των θερμομεταλλικών επιτραπέζιων κ.λ.π. πηγών με την παρατήρηση ότι τόσο στη Λίμνη Βουλιαγμένης όσο και στο Λουτράκι υπάρχουν περισσότερες της μιάς αναβλύσεις.

6.6. ΝΗΣΟΣ ΑΙΓΙΝΑ ΚΑΙ ΣΑΛΑΜΙΝΑ

Στο υδατικό διαμέρισμα Αττικής υπάγονται και οι νήσοι Αίγινα και Σαλαμίνα.

Στον πίνακα 6.5 γίνεται προσέγγιση του υδρολογικού ισοζυγίου στα δύο αυτά νησιά. Όπως προκύπτει από τον πίνακα τα συνολικά δυνατά υπόγεια αποθέματα νερού της νήσου Αίγινας είναι της τάξεως των $5.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αντιστοιχούν σε $2,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ στους νεογενείς υδροφόρους, $0,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ στον καρστικό υδροφόρο, και $2,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ στο ημιυδροφόρο σύστημα των ηφαιστιτών. Σημειώνεται περαιτέρω ότι το πάχος του νεογενούς υδροφορέα είναι περίπου 70 m/h, και βάθος στάθμης 20 - 60 m και μέση απόδοση γεωτρήσεων $10 \text{ m}^3/\text{h}$, με υψηλότερη απόδοση μέχρι και $25 \text{ m}^3/\text{h}$ στην περιοχή της Κυψέλης. Η υπεράντλησή του, λόγω τουριστικής κυρίως κίνησης έχει προκαλέσει θαλάσσια ρύπανση (χλωριόντα $\approx 500 \text{ mg/l}$). Ως προς τον καρστικό υδροφορέα, αυτός βρίσκεται υπό καθεστώς εντατικής επίσης εκμετάλλευσης (παροχές γεωτρήσεων = $50 \text{ m}^3/\text{h}$) με χλωριόντα περί τα 2500 mg/l . Τέλος το υδροφόρο σύστημα των ηφαιστιτών, χαρακτηρίζεται από κλεκτικής φύσεως υδροφορία καλής γενικά ποιότητας κυρίως στην ενδοχώρα με παροχές μέχρι και $40 \text{ m}^3/\text{h}$ /γεώτρηση.

Κατ' αντιστοιχία προς τα ανωτέρω το δυνατό υπόγειο υδατικό της νήσου Σαλαμίνας είναι της τάξεως των $15 \times 10^6 \text{ m}^3$ κατανέμεται σε 12,0 - 2,3 και $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα στους καρστικούς, τεταρτογενείς και λοιπούς υδροφόρους. Ενας σημαντικός τομέας του όλου υδροφόρου συστήματος της νήσου είναι ποιοτικά ακατάλληλος για κάθε χρήση λόγω υφαλμύρισης.

6.6. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως στον πίνακα 6.6 δίδονται τα αποθέματα υπογείων νερών στο διάγραμμα της Αττικής, όπως αυτά εκτιμήθηκαν επί τη βάσει του συντελεστή κατείσδυσης, για τις επί μέρους λεκάνες.

ΠΙΝ. 6.6. Υπόγεια αποθέματα νερού υδατ. διαμερίσματος Αττικής.

Υδρογεωλογικές ενότητες		Ρυθμιστικά αποθέματα $\times 10^6 \text{ m}^3$
I.	Ενότητες κοκκωδών αποθέσεων	53
	1. Λεκάνη Αθήνας	2.0
	2. Θριάσιο πεδίο	5.0
	3. Λεκάνη Μεγάρων	20.0
	4. Λεκάνη Μεσογείων	22.0
	5. Λεκάνη Μαραθώνα	4.0
II.	Καρστικές ενότητες	156
	1. Καρστική ενότητα Δυτ. Αττικής	120.0
	2. Καρστική ενότητα Ανατ. Αττικής	36.0

Μία πιο αναλυτική προσέγγιση του υπόγειου υδατικού δυναμικού του διαμερίσματος δίδεται στον πίνακα 6.7. από τον οποίο προκύπτει μικρή απορροή $457 \times 10^6 \text{ m}^3$ και $111 \times 10^6 \text{ m}^3$ για τα καρστικά και κοκκώδη συστήματα, ενώ τα ρυθμιστικά αποθέματα εκτιμώνται στην τάξη των $235 \times 10^6 \text{ m}^3$ και $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα.

ΠΙΝ. 6.7 Υπόγεια αποθέματα νερού υδατικού διαμερίσματος Αττικής

Ι. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ Υ/Γ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	Επιφάνεια Km ²	Υψος βροχής mm	Συντελεστής μικτής απορροής %	Μικτή απορροή 10 ⁶ m ³ /έτος	Ρυθμιστικά αποθέματα 10 ⁶ m ³ /έτος	Περιοχή-σημείο εκφόρτισης
1. Ν.Πάρνηθα-Α.Πατέρα-Αιγάλεω	525	600	0.5	157	120	Λίμνη Κουμουδούρου-Σαρωνικός
2. Κιθαιρώνα	250	600	0.5	75	50 - 70	Κορινθιακός
3. Γεράνια	275	512	0.3	42	20	Πηγές Σκίνου,Λουτρακιου
4. Πεντέλης	250	550	0.4	55	30	Κεφαλάρι,Ευβοικός
5.Υμητός	100	512	0.85	15	5	Λ.Βουλιαγμένης - Λουμπάρδα
ΙΙ. ΛΕΚΑΝΕΣ ΠΡΟΣΧΩΣΕΩΝ						
1. Αθήνα	375	400	0.2	30	5	Σαρωνικός
2. Μεσόγεια	700	350	0.2	50	15	Ευβοικός
3. Μέγαρα	200	350	0.2	15	3	Σαρωνικός - Κορινθιακός
4. Λουτράκι	275	350	0.2	20	4	Κορινθιακός
5. Θριάσιο	100	600	0.5	30	5	

Σημειώνεται εδώ ότι στο πιο πάνω υπόγειο υδατικό δυναμικό πρέπει να προστεθεί και το αντίστοιχο των νησιών Αίγινας και Σαλαμίνας που υπάγονται στο υδατικό διαμέρισμα Αττικής.

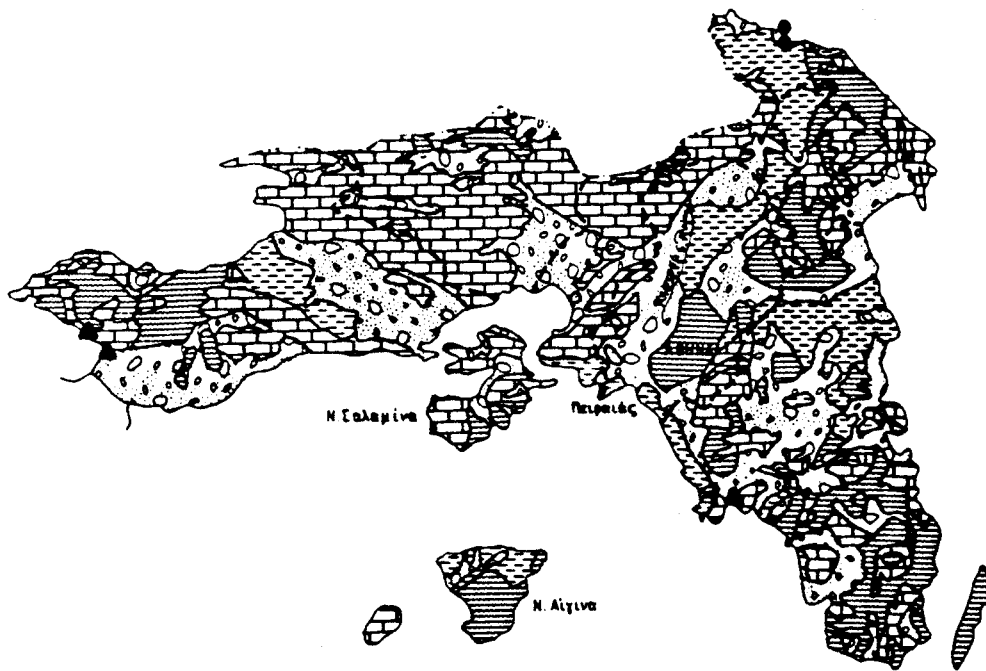
Σημειώνεται επίσης ότι στους πίνακες 6.6. και 6.7. δεν έχει συμπεριληφθεί το υπόγειο υδατικό δυναμικό το οποίο δημιουργεί και συντηρείται εντός των υπολοίπων γεωλογικών σχηματισμών του διαμερίσματος (μεγάλο τμήμα νεογενούς σειράς, σχιστογενευσιακά κ.α. πετρώματα).

Επισημαίνεται τέλος ότι το σύνολο των υδρευτικών κυρίως αναγκών του διαμερίσματος καλύπτεται από εισαγόμενους υδατικούς πόρους από άλλα διαμερίσματα.

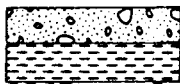
Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ακόμη και τα σημαντικά αποθέματα του καρστικού υδροφόρου συστήματος της ΒΑ Πάρνηθας το οποίο εκφορτίζεται κύρια δια των υφάλμυρων πηγών Καλάμου (μέση παροχή $2\text{m}^3/\text{s}$) και τα οποία χρησιμοποιούνται για την ύδρευση των Αθηνών υπάγεται στο διαμέρισμα Αν. Ελλάδος.

Ενδεικτικός Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Αττικής

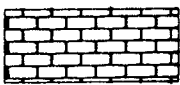
0 10 20 30 40 50 km



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα μέσης δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής λεπτομερών στοιχείων.



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (οφιόλιθοι, κρυσταλλοσχιστώδοι, κ λ π) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις ζώνες ρωγματώσεων.

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (07)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

Ν. Κακαβάς, Β. Τσιούμας, Η. Δάνδολος

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

1996

7. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Στο υδατικό διαμέρισμα Αν. Στερεάς Ελλάδος περιλαμβάνονται οι υδρολογικές λεκάνες του Σπερχειού, του Βοιωτικού Κηφισσού του Ασωπού, η λεκάνη Αμφισσας - Ιτέας, η νήσος Εύβοια και μερικές μικρότερες νήσοι ως Σκύρος, Αλόνησος, Σκόπελος, Σκιάθος.

7.1. ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

7.1.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η λεκάνη του Σπερχειού ποταμού αποτελεί τεκτονικό βύθισμα ευρισκόμενο στην περιοχή μεταβάσεως από τις εσωτερικές προς τις εξωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες. Δομείται από σχηματισμούς που ανήκουν στις ζώνες Παρνασσού - Γκιώνας, Πίνδου και Ανατολικής Ελλάδας και υπερπυνδικής υποζώνης (ή Βοιωτικής σειράς), οι οποίες αναπτύσσονται ως ακολούθως:

Πρός τα δυτικά αναπτύσσεται ο Φλύσχης της ανατολικής Πίνδου που κυρίως εμφανίζεται με πηλιτικά και ψαμμιτικά πετρώματα παλαιωγενούς ηλικίας, καθώς και η υπερπυνδική υποζώνη αποτελούμενη από ιουρασικούς έως κρητιδικούς ασβεστόλιθους και ραδιολαρίτες.

Προς τα νότια της λεκάνης σημειώνεται η γεωτεκτονική ζώνη Παρνασσού - Γιώνας, αποτελούμενη ως επί το πλείστον από ασβεστόλιθους και δολομίτες μεσοζωικής και εν μέρει παλαιογενούς ηλικίας.

Προς τα νοτιοανατολικά καθώς και τα βόρεια της λεκάνης σημειώνεται ανάπτυξη της ζώνης Ανατ. Ελλάδας με μεσοζωϊκούς σχηματισμούς που κυρίως είναι σχιστοκερατόλιθοι και οφιόλιθοι, αλλά επίσης ασβεστόλιθοι και δολομίτες.

Στους νεώτερους σχηματισμούς της λεκάνης περιλαμβάνονται τα νεογενή ιζήματα λιμναίας και θαλασσίας φάσεως (μάργες με ενστρώσεις λιγνίτη άργιλοι, ψαμμίτες, χάλικες, κροκαλοπαγή και μαργαικοί ασβεστόλιθοι) καθώς και οι τεταρτογενείς αποθέσεις.

Οι τελευταίες διακρίνονται σε ολιγομειοκαινικά κροκαλοπαγή, πλειστοκαινικές λιμναίες αποθέσεις, αποθέσεις του Σπερχειού ποταμού και κώνους κορημάτων, πλευρικά κορήματα και ριπίδια χειμάρρων.

7.1.2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ , ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ, ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το μήκος του Σπερχειού ποταμού είναι 82.5 km. Η υδρολογική του λεκάνη συνολικής έκτασης 2116 Km² διαιρείται από δευτερεύοντες επιφανειακούς υδροκρίτες σε 21 υπολεκάνες, οι οποίες αποστραγγίζονται επιφανειακά προς τον Σπερχειό ποταμό μέσω μεγάλων χειμάρρων μόνιμης ροής..

Εξ' αυτών σημειώνονται ιδιαίτερος λόγω της σπουδαιότητάς τους ο χείμαρρος της Βιστρίτσας στα ΝΔ-κα της λεκάνης που αποστραγγίζει περιοχή εκτάσεως 291 km², ο Γοργοπόταμος και ο Ασωπός στα ΝΑ-κα που αποστραγγίζουν επιφάνειες 49.6 km² και 85,7 km² αντιστοίχως, καθώς και ο χείμαρρος Ξηριάς στα ΒΑ-κα που αποστραγγίζει έκταση 83.6 km².

Το τοπίο χαρακτηρίζεται από έντονη μορφολογική αντίθεση μεταξύ του βυθίσματος του Σπερχειού και των ορεινών όγκων που το περιβάλλουν.

Τα περιθώρια της λεκάνης οριοθετούνται βόρεια από την οροσερά της Οθρυος, δυτικά από τον Τυφρηστό και νότια από τις οροσειρές των Βαρδουσίων, της Οίτης και του Καλλίδρομου, ενώ ανατολικά η λεκάνη είναι ανοικτή προς τον Μαλιακό κόλπο.

Το κλίμα στις περιοχές ανάντι του Σπερχειού καθίσταται προοδευτικά ηπειρωτικό, ορεινού ηπειρωτικού τύπου στις περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο από 500 μ. και πεδινού στην κοιλάδα.

Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες αέρα κυμαίνονται μεταξύ 8° και 28°C (μετεωρολογικός σταθμός Λαμίας, υψόμετρο 104), ενώ η μετρηθείσα βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 564 και 1751 mm.

7. 1. 3 . ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ

Για τον υπολογισμό των συνολικών κατακρημνισμάτων χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία δέκα βροχόμετρων εγκατεστημένων στα περιθώρια της λεκάνης. Η ολική ετήσια βροχόπτωση υπολογίστηκε σε 1806.5 x 10⁶ m³, σύμφωνα με τις μετρήσεις του χρονικού διαστήματος 1972 - 82.

Ο συντελεστής εξατμισοδιαπνοής υπολογίστηκε σε 62,5% βάσει του τύπου του Turc.

Βάσει μετρήσεων του χρονικού διαστήματος 1972-82 η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή ανέρχεται σε $501,1 \times 10^6 \text{ m}^3$ ή 23,7% των συνολικών βροχοπτώσεων της λεκάνης.

Επομένως η κατείσδυση αντιστοιχεί στο 13,8% των βροχοπτώσεων ή σε $249,3 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Συνοπτικά το ισοζύγιο της λεκάνης είναι :

$$1806,5 \times 10^6 \text{ m}^3 = (1129,1 + 501,1 + 249,3) \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$100\% = 62,5\% + 23,7\% + 13,8\%$$

7.1. 3.1. ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν σε μετρήσεις της χρονικής περιόδου 1972-82. Στις καρστικές περιοχές της λεκάνης υπολογίστηκε ο συντελεστής κατείσδυσης δια της μεθόδου Kessler.

Για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής τροποποιήθηκε και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Bardon - Parakis, από την οποία προέκυψε συντελεστής εξατμισοδιαπνοής 0,344.

Στον πίνακα 7.1. δίδονται τα ισοζύγια ορισμένων καρστικών ενοτήτων της λεκάνης Σπερχειού.

Αναλυτικά κατά καρστική ενότητα έχουμε :

α) Καρστική ενότητα της κεντρικής Οίτης, που αποτελείται από ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους της γεωτεκτονικής ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας.

Με τη μέθοδο Kessler ο συντελεστής ενεργού κατείσδυσης υπολογίσθηκε σε 49,9% με βάση τα ακόλουθα στοιχεία:

Μέση ετήσια παροχή πηγών $0,443 \text{ m}^3/\text{sec}$

επιφάνεια $46,8 \times 10^6 \text{ m}^2$

μέση βροχόπτωση 599 mm.

Επομένως το ισοζύγιο της καρστικής ενότητας της κεντρικής Οίτης είναι:

Εκταση $152,5 \text{ Km}^2$

Συντελεστής ενεργού κατείσδυσης 49.9%

Συντελεστής εξατμισοδιαπνοής 34.4%

Επιφανειακή απορροή 15.7%

$$P = I + E + R$$

$$100\% = 49.9 + 34.4 + 15.7$$

$$130.1 \times 10^6 \text{ m}^3 = (64.9 + 44.8 + 20.4) \times 10^6 \text{ m}^3.$$

β) Καρστική ενότητα Οίτης - Καλλιδρόμου που αποτελείται από τριαδικό - ιουρασικούς ασβεστόλιθους της γεωτεκτονικής ζώνης Ανατ. Ελλάδας.

Με τη μέθοδο Kessler ο συντελεστής ενεργού κατείδυσης υπολογίστηκε σε 53.6% με βάση τα ακόλουθα στοιχεία:

Μέση ετήσια παροχή πηγών : 0.453 m³/sec.

επιφάνεια : 44.5 x 10⁶ m²

μέση βροχόπτωση : 599 mm

Επομένως το ισοζύγιο της καρστικής ενότητας Οίτης - Καλλιδρόμου είναι:

Έκταση 46.5 km²

Συντελεστής ενεργού κατείδυσης 53.6%

Συντελεστής εξατμισοδιαπνοής 34.4%

Επιφανειακή απορροή 12%

$$P = I + E + R$$

$$100\% = 53.6 + 34.4 + 12.0$$

$$39.7 \times 10^6 \text{ m}^3 = (21.3 + 13.7 + 4.7) \times 10^6 \text{ m}^3.$$

ΠΙΝ. 7.1. ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ

Καρστικές ενότητες	Βροχοπτώσεις	Εξατμισοδιαπνοή	Επιφανειακή απορροή	Κατείδυση
σε m ³ x 10 ⁶				
α) Καρστική ενότητα Κεντρ. Οίτης	130,1	44,8	20,4	64,9
β) Καρστική ενότητα Οίτης - Καλλιδρόμου	39,7	13,7	4,7	21,3
γ) Καρστική ενότητα ΒΔ-κης Όθρυος	99,4	34,2	15,1	50,1

γ) Καρστική ενότητα της ΒΔ-κης Όθρυος που αποτελείται από ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους της γεωτεκτονικής ζώνης Ανατ. Ελλάδας

Με τη μέθοδο kessler ο συντελεστής ενεργού κατείσδυσης υπολογίσθηκε σε 50.1% με βάση τα ακόλουθα στοιχεία:

Μέση ετήσια παροχή πηγών: $0.377\text{m}^3/\text{sec}$

επιφάνεια $39 \times 10^6 \text{m}^2$

μέση βροχόπτωση : 599mm

Επομένως το ισιζύγιο της καρστικής ενότητας της Β-Δ-κης Όθρουος είναι

Έκταση 116.5km^2

Συντελεστής ενεργού κατείσδυσης 50.4 %

Συντελεστής εξατμισιοδιαπνοής 34.4 %

Επιφανειακή απορροή 15.2%

$$P = I + E + R$$

$$100\% = 50.4 + 34.4 + 15.2$$

$$99.4 \times 10^6 \text{m}^3 = (50.1 + 34.2 + 15.1) \times 10^6 \text{m}^3$$

7.1.4. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

Με βάση την παραγωγικότητα των υδροφόρων οριζόντων που δημιουργούνται εντός των γεωλογικών σχηματισμών που δομούν τη Λεκάνη, αυτοί διαρίνονται, ως ακολούθως:

7.1.4.1. Εκτεταμένοι και πολύ υψηλά παραγωγικοί υδροφόροι

α. Οι υδροφόροι των κοκκωδών σχηματισμών είναι συνεχείς και υψηλής έως μέτριας περατότητας. Κυρίως αναπτύσσονται εντός των αλλουβιακών κώνων, των προσχώσεων του ποταμού καθώς και των αποθέσεων του δέλτα αυτού. Είναι ελεύθεροι ή υπό πίεση. Η δεύτερη περίπτωση αφορά υδροφόρους που αναπτύσσονται στο δέλτα και σε τμήματα της κοίτης του Σπερχειού.

Στους υδροφόρους των κοκκωδών έχει υπολογιστεί από δοκιμές αντλήσεως των γεωτρήσεων ότι η ειδική ικανότητα κυμαίνεται από 10 έως $71 \text{m}^3 / \text{h} / \text{m}$. Οι τιμές μεταβιβαστικότητας ορίζονται μεταξύ $40 - 170 \text{m}^2 / \text{h}$.

β. Για τους υψηλά παραγωγικούς υδροφόρους ενδορωγματικής ροής το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο καρστ. Σημαντικές εκφορτίσεις των καρστικών όγκων του Τυμφρηστού είναι γνωστές στο Μαυρίλο καθώς και στο Νεοχώριο. Αντίστοιχες εκφορτίσεις σημειώνονται για την Οίτη και το Καλλίδρομο, ενώ

βόρεια της κοιλάδας Σπερχειού σημαντικές εκφορτίσεις θεωρούνται εκείνες των καρστικών όγκων μεταξύ Νέας Μαγνησίας και Μονής Αντινίσσας / Παλαιοχωρίου, καθώς επίσης από το Λογκίτσιο, την Στυλίδα και το Σαπουνόρεμα.

7.1.4.2. Μετρίως εκτεταμένοι και παραγωγικοί υδροφόροι.

α. Οι ενδοπορικής ροής υδροφόροι είναι συνεχείς έως ασυνεχείς και μέτριας περατότητας. Εντοπίζονται στις κοίτες του ποταμού, στα επίπεδα της κοιλάδας, στις αποθέσεις του δέλτα και στους κώνους.

Το υπόγειο νερό βρίσκεται σε καταστάσεις από ελεύθερο έως υπό πίεση. Υφάλμυρα νερά εντοπίζονται σε περιοχές εντός του δέλτα του Σπερχειού και σε εκτάσεις παρά τον Μαλιακό Κόλπο.

Από δοκιμές αντλήσεων έχει υπολογιστεί ότι η ειδική ικανότητα κυμαίνεται μεταξύ 2 και 5 m³ / h / m μόνον και ότι οι τιμές μεταβιβαστικότητας βρίσκονται μεταξύ 3 και 17 m² / h.

Τέτοιου τύπου υπόγεια νερά απαντούν στα δυτικά της λεκάνης σε περιοχές που κυρίως πλαισιώνουν την κοίτη του ποταμού και έρχονται σε επαφή με τους αλλουβιακούς κώνους, καθώς επίσης σε εκτεταμένες περιοχές στο δέλτα και στα νότια του Μαλιακού Κόλπου.

Λόγω της περιορισμένης περατότητάς τους, η οποία αφείλεται μερικώς στις αργίλους που απαντούν σε μικρό βάθος, αυτοί οι υδροφόροι χρησιμοποιούνται τοπικά μέσω μεγάλου αριθμού αβαθών φρεάτων, για την αύξηση της διατιθέμενης για αρδευτικούς σκοπούς παροχής.

β. Οι ενδορωγματικής ροής υδροφόροι δημιουργούνται σε ρωγματωμένους ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και γραουβάκες. Από την κατανομή τους στο χώρο και την μέτρια έως χαμηλή εκφόρτισή τους μέσω πηγών, είναι προφανές ότι μπορούν να καλύπτουν ανάγκες μόνο ορεινών οικισμών για ύδρευση, κτηνοτροφία, κ.λ.π.

υπολογισμούς οι πλέον αντιπροσωπευτικές τιμές ενεργού πορώδους) είναι $2757 \times 10^6 \text{ m}^3$. Σε αυτά πρέπει να προστεθούν και $15 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού προερχόμενα από τους αρτεσιανούς υδροφόρους, οπότε το σύνολο ανέρχεται σε $2772 \times 10^6 \text{ m}^3$.

γ) Εκμεταλλεύσιμα αποθέματα

Τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα με βάση το 1/2 και το 1/3 των γεωλογικών αποθεμάτων έχουν για τα υδρολογικά έτη 1971 - 72, 1975 - 76, 1981 - 82 ως ακολούθως:

i) Εκμεταλλεύσιμα αποθέματα υπολογισμένα με βάση το 1/2 των γεωλογικών αποθεμάτων υδρολογικό έτος 1971 - 72: $1497 \times 10^6 \text{ m}^3$
 1975 - 76: $1460 \times 10^6 \text{ m}^3$
 1981 - 82: $1456 \times 10^6 \text{ m}^3$

ii) Εκμεταλλεύσιμα αποθέματα υπολογισμένα με βάση το 1/3 των γεωλογικών αποθεμάτων υδρολογικό έτος 1971 - 72: $1035 \times 10^6 \text{ m}^3$
 1975 - 76: $998 \times 10^6 \text{ m}^3$
 1981 - 82: $994 \times 10^6 \text{ m}^3$

Εκ των ανωτέρω προκύπτει μείωση των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων από το 1972 προς το 1982 , η οποία ανέρχεται σε 2. 7% ή σε 4% των γεωλογικών αποθεμάτων αντιστοίχως.

7.1.5.2. ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΕΝΟΤΗΤΩΝ

Στην προκειμένη περίπτωση γίνεται εκτίμηση των δυνατών αποθεμάτων όπως αυτά προκύπτουν για τις διάφορες καρστικές ενότητες με βάση τις επιμέρους κατεισδύσεις που προαναφέρθηκαν.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω τα συνολικά δυνατά αποθέματα ανέρχονται σε $131.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ (πιν.7.1) και κατανέμονται σε $65 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην καρστική ενότητα κεντρικής Οίτης, $21 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην ενότητα Οίτης - Καλλιδρόμου και σε $50 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην καρστική ενότητα Β-Δ-κης Όθρυος.

7.1.6. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Από τα αποτελέσματα χημικών αναλύσεων νερού πηγών, θερμών πηγών, αβαθών φρεάτων και γεωτρήσεων (αρτεσιανής και μη αρτεσιανής ροής), συμπεραίνεται ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις διαλελυμένων αλάτων περιορίζονται μόνο σε ορισμένες θερμές πηγές.

Τα υπόγεια νερά μικρού βάθους και αυτά σε βάθη μέχρι 300 m κυρίως ανήκουν στον Ca - Mg - HCO₃⁻ τύπο, με τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας κυμαινόμενης μεταξύ 300 και 600 mμhos. Υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας έως 1500 mμhos ή και περισσότερο περιορίζονται κυρίως σε νερά γεωτρήσεων ή φρεάτων που βρίσκονται στην παράκτια περιοχή και το δέλτα.

Εδώ το σύνολο των διαλελυμένων αλάτων μόλις φτάνει τα 2100 mg / l ενώ τα χλωριόντα μόλις τα 338 mg / l. Αυτή η συγκέντρωση χλωρίου μάλλον οφείλεται σε απόπλυση αλάτων που περιέχονται σε αργίλους θαλάσσιας προέλευσης, οι οποίες αποτελούν το δάπεδο ή την οροφή του υδροφόρου.

Αξιολογείται ιδιαίτερα μια πιθανή θαλάσσια διείσδυση στην περιοχή αρτεσιανής υδροφορίας νότια της Λαμίας, στο Κόμμα.

Γλυκό νερό Na - HCO₃ τύπου εντοπίζεται στην αρτεσιανή περιοχή της Ανθήλης και της Ροδίτσας. Η υψηλή συγκέντρωση νατρίου πιθανόν να οφείλεται σε ανταλλαγή ιόντων.

Η αρτεσιανή περιοχή στα Καλύβια δυτικά της Λαμίας, αποδίδει υπόγειο νερό Mg - Ca - HCO₃⁻ τύπου. Το μαγνήσιο εδώ προέρχεται από τους οφιόλιθους των βορείων περιθωρίων ή του υποβάθρου του βυθίσματος.

Οι αρτεσιανοί υδροφόροι ορίζοντες της λεκάνης Σπερχειού, ομαδοποιούνται με βάση τα αποτελέσματα ισοτοπικών αναλύσεων, ως κατωτέρω:

α) αρτεσιανά φρέατα εντός της κοίτης Σπερχειού στην περιοχή μεταξύ Μεξιάτες - Κόμμα, καθώς και μέσα στις περιοχές Κόμμα, Ροδίτσα και Ανθήλη: $\delta^{18}\text{O} = (-9.36 \pm 0.04) \%$.

β) αρτεσιανά φρέατα στην περιοχή Μοσχοχωρίου: $\delta^{18}\text{O} = (-8.81 \pm 0.77) \%$.

γ) αρτεσιανά φρέατα στην περιοχή Καλύβια: $\delta^{18}\text{O} = (-6.85 \pm 0.41) \%$.

Οι ισοτοπικές διαφορές των νερών που ανήκουν στις τρεις ως άνω διαφορετικές αρτεσιανές "επαρχίες" οφείλονται στο διαφορετικό μέσο υψόμετρο των περιοχών τροφοδοσίας τους, που αντιστοίχως είναι:

α) Όρη της δυτικής περιοχής της Λεκάνης του Σπερχειού ($H = 1350 \text{ m}$).

β) Ανατολική Οίτη και Καλλίδρομον ($H = 950 \text{ m}$).

γ) Όθρυς, περιοχή δυτικά της Λαμίας ($H = 250 \text{ m}$).

Επίσης, από αναλύσεις τρίτου διαπιστώνεται ότι γενικά τα αρτεσιανά υπόγεια νερά έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 20 ετών, ενώ ειδικά τα αρτεσιανά νερά της περιοχής των Καλυβίων έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 150 ετών.

Συνοπτικά, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα για το πόσιμο νερό στην περιοχή της λεκάνης του Σπερχειού τα κρύα νερά είναι βασικά ανθρακικής προέλευσης και καλής έως μέτριας ποιότητας, ενώ παράλληλα είναι άριστα για αρδευτική χρήση ($SAR < 5$). Εξαιρέση αποτελεί το ανατολικό τμήμα του δέλτα του Σπερχειού με $SAR > 18 - 26$. Αυτά τα νερά διακρίνονται σε 4 ζώνες λόγω διαφορετικών τιμών και αιτίων υποβιβασμού της ποιότητάς τους. Ακόμη, σημειώνεται ρύπανση των υδάτων του κάτω ρου του ποταμού και μέχρι την εκβολή του στον Μαλιακό Κόλπο, λόγω βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμμάτων.

7.1. 6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Αναφορικά με την ποιότητα των θερμομεταλλικών νερών σημειώνονται τα εξής:

Τρεις διαφορετικές ομάδες θερμών πηγών εντοπίζονται μέσα στη Λεκάνη.

1) Οι θερμές πηγές Λουτρών Υπάτης, Θερμοπυλών και Δαμάστας

2) Οι θερμές πηγές Πλατυστόμου και Παλαιοβράχας

3) Η θερμή πηγή Αρχανίου.

Το μέσο υψόμετρο των περιοχών τροφοδοσίας των θερμών πηγών Αρχανίου, Πλατυστόμου και Παλαιοβράχας είναι περίπου 1100 μέτρα.

ΠΙΝ. 7.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝ. ΣΤΕΡ. ΕΛΛΑΔΟΣ

α/α	Πηγή	Γεωλογικός σχηματισμός	T °C	Παροχ. m ³ /h	Χημικός τύπος	T.D.S p.p.m	Χρήσεις
1.	Καμ. Βούρλα Δεξ Γεωργαλά	Ασβεστόλιθος	32	32	Na - Cl	12825	Λουτροθεραπ.
2.	<i>Κ. Βούρλα</i> Κονιαβίτη	Ασβεστόλιθος	31.4	20 - 30	Na-Ca-Cl-SO ₄ H ₂ S	8723	Λουτροθεραπ.
3.	Θερμοπυλών	Ασβεστόλιθος	40		Na-Ca-Cl-HCO ₃ H ₂ S	9139	Λουτροθεραπ.
4.	Ψωρονέρια Δαμάτσας	Ασβεστόλιθος	38		Na-Ca-Mg-Cl-SO ₄ -HCO ₃	19305	Ανεκμετάλλ.
5.	Υπάτης	Ασβεστόλιθοι μέσω νεογενών και προσχώσεων	33.2	0.5	Na-Ca-Cl-HCO ₃ H ₂ S-CO ₂	8663	Λουτροθεραπ.
6.	Παλαιοβράχας	Φλύσχης	21		Na-HCO ₃ -Cl H ₂ S	331	Λουτροθεραπ.
7.	Πλατυστόμου	Φλύσχης	26.2- 32.6	35 - 40	Na-Cl-HCO ₃ -H ₂ S CH ₄	~400	Λουτροθεραπ. <i>Προσχηματ. Α</i>
8.	Αρχανίου	Περιδοτίτες	28	20 - 30	Ca-Na-CO ₃ -Cl	120	Λουτροθεραπ.
9.	Γιάλτρων	Ασβεστόλιθοι μέσω νεογενών	43.5	3.5	Na-Ca-Mg-Cl-SO ₄ H ₂ S	34037	Λουτροθεραπ.
10.	Αιδηψού	Ασβεστόλιθοι μέσω Τραβερτινών	35-73		Na-Ca-Cl-SO ₄ CO ₂	29150 - 33902	Λουτροθεραπ.
11.	Ηλίων	Μεταμορφωμένα βασικά	39		Na-Ca-Hg-Cl-SO ₄	24363	Ανεκμετάλλ.

Από τα αποτελέσματα των ισοτοπικών αναλύσεων αυτών των πηγών αποδεικνύεται ότι τα δείγματα θερμού νερού παρουσιάζουν πολύ καλή σύμπτωση προς τη γραμμή του μετεωρικού νερού.

Οι θερμές πηγές λουτρών Υπάτης ($T^{\circ}\text{C} = 29-32^{\circ}\text{C}$), Θερμοπυλών ($T^{\circ}\text{C} = 41^{\circ}\text{C}$) και Δαμάστας ($T^{\circ} = 34^{\circ}\text{C}$), ταξινομούνται στα Na - HCO_3 - SO_4 νερά με σύνολο διαλελυμένων αλάτων από 6300 έως 27400 mg / l, πράγμα που σημαίνει μερικώς επίδραση από τη θάλασσα και σε μερικές περιπτώσεις επίδραση από "απολιθωμένο νερό".

Πράγματι, οι ισοτοπικές αναλύσεις των δειγμάτων από τις θερμές πηγές Δαμάστας, Λ. Υπάτης και Θερμοπυλών δείχνουν συμμετοχή υπολειμάτων θαλάσσιου νερού ή απολιθωμένου νερού με σύσταση θάλασσας σε αναλογίες κυμαινόμενες μεταξύ 67% και 14%.

Πρόσφατα (1996) στην περιοχή Λ. Υπάτης, γεώτρηση του ΙΓΜΕ βάθους 341 μ. απέδωσε ιαματικό νερό της ίδιας προελεύσεως με εκείνο της πηγής πλούσιο σε CO_2 και H_2S και με συνεχή αρτεσιανή ροή τουλάχιστον $200 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Οι θερμές πηγές Πλατυστόμου και Παλαιοβράχας έχουν χαμηλές συγκεντρώσεις συνόλου διαλελυμένων αλάτων κυμαινόμενες από 260 έως 385 mg/l και ανήκουν στον (Ca - Mg - Na) HCO_3 τύπο.

Η θερμή πηγή Αρχανίου παροχής $5 \text{ m}^3 / \text{h}$ και συνόλου διαλελυμένων αλάτων 190 mg / l που ανήκει στον χλωριο - υδροξυλο - ανθρακικό τύπο, παρουσιάζει εξαιρετική ιδιαιτερότητα ως προς το pH (pH = 11.45). Η πηγή αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως η δεύτερη πλέον αλκαλική πηγή της Ευρώπης μετά την πηγή Kulasi της Γιουγκοσλαβίας. Αναφέρονται επίσης Na - Cl κυρίως πηγές κατά μήκος του ρήγματος της Κνημίδος, στην περιοχή Καμμένων Βούρλων, ωρισμένες από τις οποίες είναι γνωστές και για τις ραδιενεργές ιδιότητές τους.

7.2. ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΣΟΥ

7.2.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η λεκάνη απορροής του Βοιωτικού Κηφισσού συνίσταται από σχηματισμούς των γεωτεκτονικών ζωνών Ανατολικής Ελλάδας , Παρνασσού - Γικώνας και Βοιωτίας ποικίλης λιθολογικής σύστασης περίπλοκης τεκτονικής δομής και

ηλικίας Ανωτέρου Παλαιοζωικού - Ηωκαίνου. Οι σχηματισμοί αυτοί στα πεδινά τμήματα καλύπτονται από νεώτερες λιμναίες και ποταμοχειμαρώδεις αποθέσεις μεγάλου γενικά πάχους.

Η περιοχή της λεκάνης τέμνεται από μεγάλο αριθμό ρηγμάτων δύο κυρίων συστημάτων με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και ΝΑ-ΒΔ.

Την γεωμορφολογική εικόνα της περιοχής συνθέτουν το ορεινό συγκρότημα Παρνασσού - Ελικώνα νότια, του Καλλιδρόμου - Χλωμού βόρεια και το τεκτονικό βύθισμα μεταξύ των ορεινών αυτών συγκροτημάτων.

7.2.2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΣΟΥ

Η λεκάνη απορροής του Βοιωτικού Κηφισσού διαιρείται σε πέντε υπολεκάνες, διαδοχικά τοποθετημένες σε διαφορετικά υψόμετρα κατά μήκος της κοιλάδας του και οι οποίες αποτελούν ενιαίο υδρολογικό σύστημα.

Οι υπολεκάνες αυτές είναι από δυτικά προς ανατολικά, του άνω, μέσου και κάτω ρού του Βοιωτικού Κηφισσού καθώς και οι υπολεκάνες της Υλίκης και της Παραλίμνης.

Η συνολική έκταση της υδρολογικής λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού είναι 1960 km² και των υπολεκανών Υλίκης και Παραλίμνης 418 km² και 76 km² με μέσα υψόμετρα 480 m, 210 m και 235 m αντίστοιχα.

Το 40% της συνολικής έκτασης του συστήματος καλύπτεται από ασβεστολίθους μεγάλης υδροπερατότητας, το 25% από σχηματισμούς του φλύσχη και του συμπλέγματος και το 35% από αποθέσεις, μέτριας έως πολλή χαμηλής υδροπερατότητας.

7.2.3. ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Κατωτέρω δίδονται κατά προσέγγιση στοιχεία του υδατικού ισοζυγίου για την περίοδο 1982 - 1989.

Για την περίοδο αυτή η μέση ετήσια βροχόπτωση στη λεκάνη του Κηφισσού ήταν 627 mm, η εξατμισοδιαπνοή 351 mm, ή 56%, η επιφανειακή απορροή 117 mm, ή 18.6% και η κατείσδυση 159 mm ή 25.4% των α.κ. αντίστοιχα.

Το μέσο ύψος της ετήσιας βροχόπτωσης στις λεκάνες των λιμνών Υλίκης και Παραλίμνης εκτιμήθηκε σε 480 mm.

Τα μεγέθη του υδρολογικού ισοζυγίου για τη μέση ετήσια περίοδο 1982-89 δίνονται στον παρακάτω πίνακα

Υδρολογική λεκάνη	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής χλστ	Βροχόπτωση $m^3 \times 10^6$	Επιφανειακή απορροή $10^6 m^3$	Κατείσδυση $10^6 m^3$
Βοιωτικός Κηφισσός	627	1229	228	312
Υλίκη - Παραλίμνη	480	237	44	58

Η επιφανειακή απορροή της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού ελέγχεται στη σύραγγα της Καρδίτσας, ενώ της βορειοανατολικής Κωπαΐδας (περιοχή Κάστρου) στην καταβόθρα του Αγ. Ιωάννη Κόκκινου.

Επισημαίνεται, ότι η μέση ετήσια απορροή του Βοιωτικού Κηφισσού τη χρονική περίοδο 1907 - 1995 κυμαινόταν μεταξύ $430 \times 10^6 m^3$ και $122 \times 10^6 m^3$ / έτος περίπου.

Τα τρία τελευταία έτη οι απορροές της λεκάνης, μετρημένες στη σύραγγα της Καρδίτσας ήταν $250 \times 10^6 m^3$ / έτος περίπου. Στην Υλίκη κατέληξαν επιλέον $44 \times 10^6 m^3$ /έτος από τη δική της λεκάνη. Το απόθεμα νερού στη λίμνη ανέρχεται σήμερα γύρω στα $240 \times 10^6 m^3$. Οι ετήσιες απώλειες του νερού από τη λίμνη εκτιμούνται σε $55 \times 10^6 m^3$ /έτος περίπου. Από ένα μέρος των απωλειών αυτών κατά κύριο λόγο τροφοδοτούνται οι υδροφόροι ορίζοντες γύρω από τη λίμνη καθώς και η Παραλίμνη.

7.2.4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

7.2.4.1. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΣΟΥ - ΥΛΙΚΗΣ - ΠΑΡΑΛΙΜΝΗΣ

Οι ενότητες του Βοιωτικού Κηφισσού διαμορφώνονται στα ανθρακικά πετρώματα των γεωτεκτονικών ζωνών Ανατολικής Ελλάδας και Παρνασσού - Γκιώνας.

Η στρωματογραφία και η τεκτονική της περιοχής συνέβαλαν στη δημιουργία υδροφόρων οριζόντων σε διάφορα υψόμετρα, τοποθετημένων κλιμακωτά κατά μήκος της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού. Εκ των καρστικών ενοτήτων ορισμένες είναι ανεξάρτητες και άλλες επικοινωνούν μεταξύ τους υδραυλικά.

α) Καρστική ενότητα άνω ρού

Πρόκειται για την ενότητα ασβεστολίθων του ΒΔ Παρνασσού, της ΒΑ Γκιώνας και της Ν. Οίτης έκτασης 370 Km², στην οποία κατεισδύουν περί τα 130 x 10⁶ m³ νερό το χρόνο.

Οι υδροφόροι ορίζοντες της ενότητας αυτής εκφορτίζεται στις πηγές Πολυδροσου - Λιχιάς μέσης ετήσιας παροχής 1.68 x 10⁶ m³/sec. Η λεκάνη τροφοδοσίας επεκτείνεται νοτιοδυτικά του επιφανειακού υδροκρίτη.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα υπολογίζονται σε 85 x 10⁶ m³ / έτος και τα γεωλογικά σε 592 x 10⁶ m³. Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι μεγάλες ποσότητες υπογείου νερού μεταγγίζονται στους υδροφόρους ορίζοντες του πεδινού τμήματος της υπολεκάνης και των γειτονικών περιοχών.

β) Καρστική ενότητα μέσου ρού

Στην ενότητα αυτή συγκαταλέγονται τα δύο μεγάλα υδρογεωλογικά συστήματα του κεντρικού Β-Α Παρνασσού και του Α Καλλιδρόμου, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους λόγω τεκτονικών γεγονότων και δημιουργούν ενιαίο υδροφόρο ορίζοντα μεγάλης υδροδυναμικότητας με επίπεδο βάσης το μέτωπο αναβλύσεων των πηγών Μέλανα -Πολυγύρας, μέσης ετήσιας παροχής 4.30 m³/ sec.

Η λεκάνη τροφοδοσίας έχει έκταση 690 km² και δέχεται 375 x 10⁶ m³ βροχοπτώσεις το χρόνο. Επίσης οι ποσότητες νερού από τις κατεισδύσεις του Βοιωτικού Κηφισσού που δέχεται η υπολεκάνη του μέσου ρού, είναι σημαντικές. Όπως προαναφέραμε, μια μεγάλη ποσότητα των επιφανειακών και υπογείων νερών του άνω μέσου ρού διαφεύγουν σε παρακείμενες λεκάνες (7m³/ sec)

Τα ρυθμιστικά αποθέματα της ενότητας αυτής ανέρχονται σε 260 x 10⁶ m³ το χρόνο και τα γεωλογικά σε 2795 x 10⁶ m³

Όλες οι υδρογεωλογικές παράμετροι αλλά και η συμπεριφορά του υδροφόρου ορίζοντα την περίοδο της εντατικής εκμετάλλευσης (1992-1994) για την ύδρευση της Πρωτεύουσας και την άρδευση της Κωπαΐδας υποδηλώνουν τη μεγάλη αποθηκευτικότητα, αλλά και τη γρήγορη αναπλήρωση των υπογείων αποθεμάτων νερού. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την εφαρμογή προγράμματος

αναρρύθμισης του καρστικού υδροφορέα , για την εξοικονόμηση πρόσθετων αποθεμάτων νερού της τάξης των $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ /έτος συνολικά.

γ) Καρστική ενότητα κάτω ρού

Στην ενότητα αυτή ανήκουν οι καρστικοί υδροφόροι του Β. Ελικώνα και του Κάστρου που είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους .

Η γεωλογική δομή του Ελικώνα είναι περίπλοκη πράγμα που καθιστά τη μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών πολλή δύσκολη.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα του υπογείου νερού του βόρειου Ελικώνα εκτιμούνται σε $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ /έτος. Μεγάλα τμήματα του καρστικού συστήματος αποστραγγίζονται στις πηγές Κρύα Λειβαδειάς , Αγ. Ιωάννη Λαφυστίου, Πέτρας Υψηλάντη και Αλιάρτου, μέσης ετήσιας παροχής $1.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Μεγάλες ποσότητες υπογείου νερού μεταγγίζονται στις προσχώσεις της Κωπαίδας και στους υδροφόρους σχηματισμούς της περιοχής Βαγιών - Θήβας.

Ο καρστικός υδροφόρος ορίζοντας του Κάστρου τροφοδοτείται από την απευθείας κατείδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και τις διηθήσεις του Μέλανα ποταμού στα βόρεια κράσπεδα της Κωπαίδας. Τα ρυθμιστικά αποθέματα νερού εκτιμούνται σε $45 \times 10^6 \text{ m}^3$ / έτος. Ο υδροφόρος αυτός ορίζοντας αποστραγγίζεται στις πηγές της Λάρυμνας, μέσης ετήσιας παροχής $0.8 \text{ m}^3/\text{sec}$, των Σκορπονερίων και της ενδιάμεσης παράκτιας περιοχής.

δ) Καρστική ενότητα υπολεκάνης λιμνών Υλίκης - Παραλίμνης

Η Υδρογεωλογική αυτή ενότητα αντιπροσωπεύεται από τους ιουρασικούς - τριαδικούς ασβεστολίθους νοτιοδυτικά της Υλίκης, από τους κρητιδικούς ασβεστολίθους στην μεταξύ των λιμνών περιοχή και από τους ιουρασικούς ασβεστολίθους βόρεια και νότια της Παραλίμνης.

Κύριο χαρακτηριστικό της ενότητας αυτής είναι η μεγάλη υδροπερατότητα και η τροφοδοσία από τις λίμνες. Τα ρυθμιστικά αποθέματα υπολογίζονται σε $55 \times 10^6 \text{ m}^3$ /έτος και τα γεωλογικά σε $485 \times 10^6 \text{ m}^3$. Τα υπόγεια νερά καταλήγουν κύρια στις παράκτιες πηγές του Ευβοϊκού κόλπου (Λουκίσια, Βαθύ). Οι διάσπαρτες υποθαλάσσιες αναβλύσεις καθιστούν την εκτίμηση της παροχής αδύνατη.

7.2.4.2. Υδρογεωλογική ενότητα κλαστικών σχηματισμών

Η υδρολογική ενότητα των κλαστικών σχηματισμών δημιουργείται στις ποτάμιες και λιμναίες αποθέσεις των πεδινών τμημάτων του Βοιωτικού Κηφισσού και του κάμπου Θηβών - Βαγίων, από στρώματα άμμων και κροκαλών διαχωριζόμενα με παρεμβολές αργιλοϋλιωδών. Πρόκειται για υπό πίεση ή ελεύθερης στάθμης υδροφόρους ορίζοντες, τα αποθέματα των οποίων εκτιμούνται συνολικά σε $45 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Το μέγεθος των αποθεμάτων εξαρτάται άμεσα από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, τις πλευρικές μεταγίσεις νερού από τις ασβεστολιθικές μάζες και τις διηθήσεις του Βοιωτικού Κηφισσού. Στον κάμπο Θηβών - Βαγίων η αποδοτικότητα των υδροφόρων συνδυάζεται και με τις διαφυγές της Υλίκης.

7.2.5. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Το υπόγειο υδατικό δυναμικό του Βοιωτικού Κηφισσού κατά υδρογεωλογική ενότητα παρουσιάζεται στον πίνακα 7.2. Στον ίδιο πίνακα δίδονται και οι απορροές στη σήραγγα Καρδίτσας και στη λεκάνη Θηβών.

Από την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων προκύπτει, ότι η πραγματική επιφανειακή απορροή του Βοιωτικού Κηφισσού στην σήραγγα της Καρδίτσας είναι το αποτέλεσμα της αφαίρεσης των πηγαίων νερών από τη μετρημένη τιμή της απορροής $(291.5 - 145.0) \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος} = 146.5 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$ περίπου.

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα το επιφανειακό και υπόγειο υδατικό δυναμικό του Βοιωτικού Κηφισσού την περίοδο 1982 - 89 ήταν $636.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ περίπου. Στο υδατικό δυναμικό του συστήματος θα πρέπει να συμπεριληφθούν ακόμα τα υπόγεια αποθέματα νερού της περιοχής των λιμνών Υλίκης - Παραλίμνης και Κάστρου, που εκτιμούνται γύρω στα 75×10^6 και $45 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ αντίστοιχα. Σύνολο $756.5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Την τελευταία τριετία (1993 - 95) η υδρολογική κατάσταση του Βοιωτικού Κηφισσού βελτιώθηκε σημαντικά αφού το υφιστάμενο υδατικό δυναμικό ανέρχεται σε $705 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ περίπου, σύμφωνα με την αναθεώρηση των αποθεμάτων υπόγειου νερού (κολώνα 4 του πίν. 7.2)

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2 : ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΣΟΥ

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	Μετρημένη παροχή $10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$		Ρυθμιστικά αποθέματα υπόγειου νερού $10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$	
	Χρονική περίοδος		Χρονική περίοδος	
	1 1982-89	2 1993-1995	3 1982-93	4 1993-95
I. Βοιωτικός Κηφισσός				
1. Ανθρακικοί υδροφόροι				
- Υπολεκάνη άνω ρου			85,0	95,0
- Υπολεκάνη μέσου ρου			260,0	290,0
- Υπολεκάνη κάτω ρου			120,0	145,0
- Περιοχή Κάστρου			45,0	54,0
2. Κλαστικοί υδροφόροι			25,0	30,0
II. Υλίκη-Παραλίμνη				
1. Ανθρακικοί υδροφόροι			55,0	66,0
2. Κλαστικοί υδροφόροι			20,0	25,0
III. Σήραγγα Καρδίτσας	291,5*	250,0	-	-
IV. Διόρυγα (λεκάνη) Θήβας	~ 30,0	44,0	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	321,5	294,0	610,0	705,0

* Η μετρημένη επιφανειακή απορροή του Βοιωτικού Κηφισσού στη σήραγγα της Καρδίτσας την περίοδο 1982 - 89 ήταν $291,5 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$ περίπου. Κατά προσέγγιση του υδρολογικού ισοζυγίου για την ίδια περίοδο κυμαινόταν στα $228 \times 10^6 \text{m}^3$ το χρόνο. Η διαφορά μεταξύ της μετρημένης και υπολογισμένης απορροής για την ίδια περίοδο οφειλόταν προφανώς στα πηγαία νερά, που κατάληγαν στην Υλίκη, ενώ είχαν περιληφθεί στα υπόγεια ρυθμιστικά αποθέματα.

Για τις υδροδοτικές ανάγκες της περιοχής του Βοιωτικού Κηφισσού και του Λεκανοπεδίου Αττικής εκμεταλλεύονται $250 \times 10^6 \text{ m}^3$ / έτος περίπου. Ως προς τις ανάγκες σε νερό για άρδευση αυτές φαίνονται στον πιν. 7. 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.3. ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ (ΓΕΩΤΕΕ, 1995)

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΚΤΑΣΗ (Στρέμματα)	ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΝΕΡΟ $\text{m}^3/\text{στρέμμα}$	ΕΤΗΣΙΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ 10^6 m^3
Ανω ρους	60.000	667	40
Μέσος ρους	85.000	660	56
Κάτω ρους	200.000	663	141
Θηβαϊκό πεδίο	65.000	615	41
Σύνολο	410.000	2.605	278

7.2.6. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα υπόγεια νερά μέσα στα μορφολογικά όρια της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσού μπορεί γενικά να χαρακτηριστούν ως ανθρακικά και μαγνησιούχα κατά τόπους, κατάλληλα για πόση.

Στις λεκάνες των λιμνών Υλίκης - Παραλίμνης, τα υπόγεια νερά είναι επίσης κατά κύριο λόγο, ανθρακικά- μαγνησιούχα, αλλά με αυξημένη περιεκτικότητα χλωριόντων λόγω της επικοινωνίας στις ανθρακικές μάζες με τη θάλασσα. Στις μάζες αυτές τα υπόγεια νερά είναι περιορισμένης χρησιμότητας. (Κτυπάς, ανατολικό τμήμα περιοχής Παραλίμνης).

Τα επιφανειακά νερά είναι κατάλληλα για ύδρευση (ύστερα από επεξεργασία) , όσο και για άρδευση.

Η υποβάθμιση του υπόγειου νερού στις παράκτιες περιοχές της Παραλίμνης - Υπάτου και στον κάμπο Θηβών - Βαγίων μπορεί να επιδεινωθεί, αν δεν ληφθούν μέτρα προστασίας και ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων.

7.3. ΛΕΚΑΝΗ ΑΣΩΠΟΥ

7.3.1. Γεωλογική δομή

- Στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης Ασωπού απαντά μια μεγάλη ποικιλία πετρωμάτων από το Παλαιοζωϊκό μέχρι και σύγχρονα ιζήματα. Αναλυτικότερα και κατά σειρά ηλικίας συμμετέχουν αλλουβιακές και διλουβιακές αποθέσεις, νεογενείς σχηματισμοί, η μεσοζωϊκή αμεταμόρφωτη σειρά της Πάρνηθας με το νεοπαλαιοζωϊκό της υπόβαθρο και το μεταμορφωμένο σύστημα Γραμματικού - Μαραθώνα, ανατολικότερα εκτός διαμερίσματος. Το γεγονός αυτό και οι απόψεις που διατυπώνονται για τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων σχηματισμών ως και η τεκτονική σχέση μεταξύ του μεταμορφωμένου συστήματος και της σειράς της Πάρνηθας, προσδίδουν μια ενδιαφέρουσα πολύπλοκη εικόνα στη γεωλογική κατασκευή της περιοχής.
- Οι αλλουβιακές, χερσαίες έως ποταμοχερσαίες αποθέσεις, από ανδρομερή υλικά στην περιφέρεια και λεπτομερέστερα στο κέντρο των επιμέρους λεκανών και πάχους από ολίγα μέτρα μέχρι και μερικές δεκάδες μέτρα, καταλαμβάνουν σημαντική έκταση μαζί με τα διλουβιακά κροκαλοπαγή. Στην ευρύτερη περιοχή Καλάμου συμμετέχουν προϊόντα διάβρωσης και αποσάθρωσης και εκ των δύο συστημάτων.
- Οι μειοκαινικές - μειοπλειοκαινικές αποθέσεις συνιστούν δύο συστήματα πετρωμάτων, από ποταμοχειμαρρώδους προέλευσης χερσαίους σχηματισμούς εκ κροκαλοπαγών, πηλών και αργίλων (άνωτερο σύστημα) και από λιμναία ιζήματα (κατώτερο σύστημα), εξ εναλλαγών, ψαμμιτοκροκαλοπαγών, αργίλων, μαργαϊκών ασβεστολίθων και τραβερτινών με λίαν έντονες λιθοφασικές μεταβολές κατά την οριζόντια και κατακόρυφη έννοια, συνέπεια παλαιογεωγραφικού αναγλύφου και διαφορετικής λιθολογικής σύστασης επί μέρους περιοχών τροφοδοσίας με υλικά διάβρωσης και αποσάθρωσης. Το συνολικό πάχος της σειράς υπερβαίνει τα 500 m και συναντάται στην περιοχή Μαλακάσας - Ωρωπού - Μαρκοπούλου όπου και αναπτύσσονται και οι δύο γνωστοί λιγνιτικοί ορίζοντες της περιοχής. Συνολικά οι τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις της λεκάνης του Ασωπού καταλαμβάνουν έκταση 429 km² σε σύνολο επιφάνειας 714 km².

- Η μη μεταμορφωμένη σειρά της Πάρνηθας αρχίζει με το νεοπαλαιοζωϊκό σχιστοψαμμιτικό της πυρήνα, συνεχίζεται με τους τριαδικούς - μεσοϊουρασικούς ασβεστολίθους και δολομίτες και με την ανώϊουρασική κάτω κρητιδική διάπλαση και περατούται με τους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους και τα επ' αυτών μεσοηκαινικά στρώματα φλύσχη. Το νεοπαλαιοζωϊκό υπόβαθρο της μεσοζωϊκής ανθρακικής σειράς συνίσταται από σχιστόλιθους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή με παρεμβολές βασικών εκρηξιγενών σωμάτων και φακοειδείς ενστρώσεις λεπτοπλακωδών μαργαϊκών ασβεστολίθων. Η μεσοζωϊκή ανθρακική σειρά συνίσταται από λεπτοπλακώδεις μαργαϊκούς ασβεστολίθους του Κατώτερου - μεσου Τριαδικού μεγίστου ορατού πάχους της τάξης των 400 m, απο μεσοτριαδικούς - κάτω ιουρασικούς μεσοπαχυστρωματώδεις, κατά θέσεις άστρωτους ασβεστολίθους και δολομίτες που έχουν συνολικό πάχος 1000 m και καταλαμβάνουν σημαντική έκταση στην περιοχή ενδιαφέροντος και από άνω κρητιδικούς λεπτοπλακώδεις μαργαϊκούς ασβεστολίθους πάνω από τους οποίους αναπτύσσονται οι παχυστρωματώδεις τεφροί ασβεστόλιθοι του Τουρωνίου, συνολικού πάχους 300 m. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της λεκάνης καταλαμβάνουν έκταση 284.57 km² .
- Εκτός διαμερίσματος απαντά όπως είπαμε ανατολικότερα (διαμέρισμα Αττικής) το μεταμορφωμένο σύστημα Γραμματικού - Μαραθώνα, εξ εναλλαγών μαρμάρων και σχιστογενευσίων που εντάσσεται στο κρυσταλλοσχιστώδες της Αττικής το οποίο αποτελεί το ΒΔ τμήμα της Αττικοκυκλαδικής μάζας.
- Η τεκτονική της περιοχής είναι πολύπλοκη και διακρίνεται σε μία παλαιότερη προνεογενή τεκτονική κυρίως του Μεσοζωϊκού , η οποία έπληξε και τα δυο συστήματα και χαρακτηρίζεται από την έντονη πτύχωση των στρωμάτων, την πολλαπλή κατάτμηση λόγω διαρρήξεως αυτών και την εκδήλωση επαπτομενικών κινήσεων, καθώς και σε μία νεώτερη τεκτονική του Τριτογενούς και Τεταρτογενούς, με έντονο ρηξιγενή τεκτονισμό και παράλληλη ανάδραση παλαιότερων τεκτονικών ανωμαλιών.
- Στην περιοχή της Πάρνηθας Πάστρας και Κιθαιρώνα διακρίνονται τρία κύρια συστήματα ρηγμάτων δ/σης ΑΒΑ-ΔΒΔ έως Α-Δ, ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ

γενικά παράλληλα προς τις αντίστοιχες προνεογενείς πτυχές της Αλπικής ορογένεσης, τις οποίες και έχουν διαρρήξει.

Η νεότερη τεκτονική έδωσε τρεις κύριες νεώτερες δ/σεις πτυχώσεων ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ και Β-Ν και επτυχώθηκαν τα νεογενή ιζήματα της τεκτονικής τάφρου Θηβών Μαλακάσας Καλάμου και των άλλων νεογενών λεκανών της ευρύτερης περιοχής.

Στο τέλος του Διλουβίου ακολουθούν κατακόρυφες κινήσεις ΒΑ-ΝΔ έως Α-Δ δ/σης, με αποτέλεσμα τη διάρρηξη των διλουβιακών και παλαιότερων σχηματισμών και τη δημιουργία του Ευβοϊκού κόλπου.

7.3.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ - ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΣΩΠΟΥ

- Την γεωμορφολογική εικόνα της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης Ασωπού συνθέτουν η μεγάλη τεκτονική τάφρος Θηβών - Μαλακάσας - Ωρωπού με τα ορεινά συγκροτήματα Πάρνηθας - Πάστρας στα νότια περιθώρια της και το ασύμμετρο βύθισμα του Ευβοϊκού κόλπου βόρεια.
- Στο σημερινό μορφογενετικό τύπο της λεκάνης απεικονίζονται οι τεκτογενετικοί και λιθοστρωματογραφικοί χαρακτήρες των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής και ειδικότερα οι νεοτεκτονικές - ευστατικές κινήσεις της πλειο-τεταρτογενούς περιόδου.
- Ένας μεγάλος αριθμός επιφανειών επιπέδωσης, διαβρωσιγενούς ή προσχωσιγενούς προέλευσης, με γενικό προσανατολισμό Δ-Α έως ΒΑ-ΝΔ, ελέγχεται από τις αντίστοιχες διαρρήξεις και κατακόρυφες κινήσεις της νεότερης τεκτονικής.
- Στα βόρεια περιθώρια της λεκάνης, που οριοθετούνται από τη γραμμή Σχηματάρι - Οινόφυτα - Κάλαμος, παρατηρείται μια κλιμακωτή διάταξη των επιφανειών επιπέδωσης επί των μετααλπικών κυρίως σχηματισμών, ως αποτέλεσμα του κλιμακωτού τύπου τεκτονικής που έδωσε γένεση στο βύθισμα του Ευβοϊκού.
- Η πόλη των Δερβενοχωρίων με την καταβόθρα των Σκούρτων δεσπόζει μιας μεγάλης ποικιλίας καρστικών μορφών στους ανθρακικούς σχηματισμούς της λεκάνης.

ΠΙΝ. 7.4 Μορφομετρικές - Υδρογραφικές παράμετροι
Λεκάνης Απορροής Ασωπού Ποταμού

U	- τάξη κλάδων	1	2	3	4	5	6
N_u	- πλήθος κλάδων ταξ. u	398	99	24	5	2	1
	- ιδανική κατάσταση	525	150	43	12	3	1
	- απόκλιση (αριθμητική)	-127	-51	-19	-7	-1	0
	- απόκλιση (%)	-24	-34	-44.2	-58.3	-33.2	0
L_u	- μήκος κλάδων ταξ. u	3.91	223.1	87.4	43.7	29.0	14.8
	- μέσο μήκος ταξ. u	0.98	2.25	3.64	8.74	14.5	14.8
	- ιδανική κατάσταση	0.98	1.77	3.18	5.72	10.29	18.52
	- απόκλιση (αριθμητική)	0.0	0.48	0.46	3.02	4.21	-3.72
	- απόκλιση (%) σε km	0.0	27.10	14.5	52.8	40.9	-20.1
A_u	- εμβαδό κλάδων ταξ. u	355.42	346.45	368.55	532.50	686.50	716.50
	- μέσο εμβαδό ταξ. u	0.89	3.50	15.36	106.50	343.25	716.50
	- ιδανική κατάσταση	0.89	3.66	15.03	61.79	253.96	1043.76
	- απόκλιση (αριθμητική)	0.0	-0.16	0.33	44.71	89.29	-327.26
	- απόκλιση (%) σε km ²	0.0	-4.37	2.20	72.36	35.16	-31.35
R_b	- λόγος διακλάδωσης	4.02	4.13	4.80	2.50	2.0	
	- μέσος λόγος >>			3.50			
R_l	- λόγος μήκους	2.30	1.62	2.40	1.66	1.02	
	- μέσος λόγος μήκους			1.80			
RA	- λόγος εμβαδού	3.93	4.93	6.93	3.22	2.08	
	- μέσος λόγος εμβαδού			4.11			
F_u	- συχνότητα κλάδων ταξ.θ	0.555	0.138	0.033	0.007	0.003	0.001
	- μέση συχνότητα σε km ² (αριθμ.κλάδων / km ²)			0.74			
D_u	- πυκνότητα κλάδων ταξ.θ	0.546	0.311	0.122	0.061	0.040	0.021
	- μέση πυκνότητα σε km ⁻¹ (km. κλάδων / km ²)			1.10			
H_b	-μέγιστο ανάγλυφο λεκ.(m)			1300			
R_h	-σχετικό >> >> %						
R_h	-δείκτης >> >> (m)			0.071			
P	-περίμετρος λεκάνης (km)			140			
S	-κλίση λεκάνης %			12.5			
C	-κυκλικότητα λεκάνης			0.459			
C_e	-επιμήκυνση λεκάνης						

- Η εις βάθος καρστικοποίηση των ασβεστολίθων της μεσοζωικής σειράς της Πάρνηθας είναι σημαντική και καθοριστική στη δημιουργία και λειτουργία του καρστικού υδροφόρου συστήματος της ΒΑ Πάρνηθας, με το επίπεδο ενεργού αποκάρσωσης να βυθίζεται λόγω τεκτονικών αιτιών σε μεγάλα αρνητικά υψόμετρα, της τάξης των 150 m, στην παραλιακή ζώνη, όπου και η κυρία έξοδος του συστήματος δια των πηγών των Αγ. Αποστόλων Καλάμου.
- Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής του Ασωπού ποταμού χαρακτηρίζεται γενικά ως αραιό με λεπτή υφή - πολύ μικρή υδρογραφική πυκνότητα ($0,74 \text{ km}^{-2}$) και συχνότητα ($1,1 \text{ km}^{-1}$) - που μεταφράζεται σε υπεροχή της κατείσδυσης έναντι της απορροής.

Στον πίνακα 7.4. δίδονται οι μορφομετρικές και υδρογραφικές παράμετροι της λεκάνης απορροής του Ασωπού.

- Οι κλιματικές συνθήκες στην λεκάνη απορροής δεν διαφέρουν ουσιωδώς από τις επικρατούσες στον ευρύτερο χώρο της Αττικής, το κλίμα της οποίας χαρακτηρίζεται ως ξηρόν, παρά το γεγονός ότι περιβάλλεται σχεδόν πανταχόθεν από θάλασσα.
- Η μέση μέγιστη θερμοκρασία και ηλιοφάνεια είναι $27,3 \text{ }^\circ\text{C}$ και 348 ώρες αντίστοιχα και παρατηρήθηκε τον Ιούλιο ενώ η μέση ελάχιστη είναι $7,7 \text{ }^\circ\text{C}$ και 98 ώρες και παρατηρήθηκε τον Ιανουάριο.
Αντιστρόφως ανάλογα κατανέμεται η μέση μηνιαία μέγιστη υγρασία (77% τον Ιανουάριο και 48% τον Ιούλιο).
- Η μέση βροχοβαθμίδα στην περιοχή έρευνας είναι 67 χλστ βροχής ανά 100 μέτρα αύξησης του υψομέτρου, ενώ η αντίστοιχη ελάττωση της θερμοκρασίας είναι $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

7.3.3. ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

- Η λεκάνη απορροής του Ασωπού ποταμού, συνολικής έκτασης 714 km^2 δέχεται ετησίως $454 \times 10^6 \text{ m}^3$ ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.
Εξ' αυτών $166 \times 10^6 \text{ m}^3$ δέχεται η υπολεκάνη του άνω ρού έκτασης 259 km^2 , $266 \times 10^6 \text{ m}^3$ ο μέσος ρούς έκτασης 410 km^2 και $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ ο κάτω ρούς έκτασης 44 km^2 .

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της Πάρνηθας καταλαμβάνουν το 55% (224 km²) της λεκάνης του μέσου ρού και δέχονται ετησίως $177 \times 10^6 \text{ m}^3$ ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελούντες την κύρια πηγή τροφοδοσίας των πηγών Καλάμου.

- Σε ότι αφορά τις υπόλοιπες παραμέτρους που υπεισέρχονται στο υδρολογικό ισοζύγιο και ειδικότερα για τη λεκάνη του μέσου ρού του Ασωπού η οποία εν πολλοίς ταυτίζεται με τη λεκάνη τροφοδοσίας των πηγών των Αγ. Αποστόλων, υπολογίστηκε ότι η απορροή είναι 5% ($9 \times 10^6 \text{ m}^3$) και 25% ($22 \times 10^6 \text{ m}^3$), η εξατμισοδιαπνοή 45% ($80 \times 10^6 \text{ m}^3$) και 60% ($53 \times 10^6 \text{ m}^3$) και η κατείδυση 50% ($90 \times 10^6 \text{ m}^3$) και 15% ($13 \times 10^6 \text{ m}^3$) αντίστοιχα για την ορεινή ανθρακική και λοφώδη - πεδινή ζώνη.

Τα ανωτέρω μεταφράζονται σε ένα μέσο ετήσιο εμπλουτισμό του καρστικού συστήματος της τάξης των $90 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Στους πίνακες 7.5. έως 7.7. δίδονται στοιχεία βροχόπτωσης κ.λ.π. παραμέτρων ενώ στον πίνακα 7.8. καταστρώνεται το υδρολογικό ισοζύγιο για τον άνω - μέσω και κάτω ρού του Ασωπού.

7.3.4. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

7.3.4.1. ΧΑΛΑΡΟΙ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

- Οι λιθostrωματογραφικοί και ιζηματογενείς χαρακτήρες των χαλαρών ιζηματογενών πετρωμάτων της λεκάνης κατατάσσουν τα ανδρομερή τους μέλη γενικά, στην κατηγορία των υδροπερατών σχηματισμών. Εντός αυτών δημιουργούνται γενικά μικρής δυναμικότητας υδροφορίες ελεύθερης ροής, ενίοτε υπό πίεση, με έντονα φαινόμενα θαλάσσιας προσβολής στους παράκτιους τομείς, που καλύπτουν γενικά μικρές τοπικές υδρευτικές και αρδευτικές ανάγκες. Η εκδήλωση της υδροφορίας συντελείται ενίοτε και υπό μορφή πηγών επαφής εποχικής ροής μικρής παροχής (ελουβιακοί μανδύες, νεοπαλαιζωικών σχιστοψαμμιτών).

7.3.4.2. ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΙ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

- Τα πηλιτικά και ψαμμιτικά πετρώματα καταλαμβάνουν σημαντική έκταση κυρίως ως μέλη της νεογενούς σειράς (μάργες, ψαμμίτες, άργιλοι,

ΠΙΝ. 7.5 Υπολογισμός όγκου μετεωρικού νερού που δέχεται ετησίως
η Λεκάνη Ασωπού

Ισούετοι σε χλστ.	Επιφάνεια		Μέσο ετήσιο ύψος α.κ. σε χλστ.	Συνολικός μέσος ετήσιος όγκος α.κ. σε m ³ 10 ⁸
	dm ² επί χάρτου	km ²		
ΑΝΩ ΡΟΥΣ				
500 - 600	4.067	101.69	550	55.93
600 - 700	4.263	106.57	650	69.27
700	0.038	0.96	700	0.67
700 - 800	1.015	25.38	750	39.03
800	0.077	1.94	800	1.55
800 - 900	0.510	12.75	850	10.84
900 - 1000	0.205	7.63	950	7.24
1000	0.068	1.70	1000	1.70
ΣΥΝΟΛΟ		258.62		166.23
ΜΕΣΟΣ ΡΟΥΣ				
400 - 500	3.070	76.74	450	34.53
500 - 600	5.015	125.37	550	68.96
600	0.099	2.49	600	1.49
600 - 700	1.723	43.08	650	28.00
700	0.045	1.14	700	0.80
700 - 800	3.450	86.25	750	64.69
800	0.277	6.94	800	5.55
800 - 900	1.530	38.25	850	32.51
900 - 1000	0.800	20.00	950	19.00
1000 - 1100	0.262	6.55	1050	6.88
1100 - 1200	0.082	2.06	1150	2.37
1200	0.032	0.80	1200	0.96
ΣΥΝΟΛΟ		409.67		265.74
ΚΑΤΩ ΡΟΥΣ				
400 - 500	1.409	35.24	450	15.86
500 - 600	0.250	6.25	550	3.44
600	0.078	1.95	600	1.17
ΣΥΝΟΛΟ		43.44		20.47
ΓΕΝ. ΣΥΝΟΛΟ		711.73		452.44
ΛΕΚΑΝΗ ΑΣΩΠΟΥ				
400 - 500	4.475	111.88	450	50.34
500 - 600	9.140	228.50	550	125.68
600	0.177	4.44	600	2.66
600 - 700	6.260	156.50	650	101.73
700	0.084	2.10	700	1.47
700 - 800	4.463	111.56	750	88.67
800	0.357	8.94	800	7.15
800 - 900	2.040	51.00	850	43.35
900 - 1000	1.105	27.63	950	26.24
1000	0.068	1.70	1000	1.70
1000 - 1100	0.262	6.55	1050	6.88
1100 - 1200	0.083	2.06	1150	2.37
1200	0.032	0.80	1200	0.96
ΣΥΝΟΛΟ		713.66		454.20

ΠΙΝ. 7.6 ΜΕΣΟΣ ΕΤΗΣΙΟΣ ΟΓΚΟΣ Α.Κ. ΑΝΑ ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΙ ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Λεκάνη απορροής	Επιφάνεια km ²	α.κ. x10 ⁶ m ³	Λιθολογικές ενότητες			
			Ανθρακικοί σχηματισμοί		Νεογενείς - Τεταρτογενείς αποθέσεις	
			Επιφάνεια km ²	α.κ. x10 ⁶ m ³	Επιφάνεια km ²	α.κ. x10 ⁶ m ³
Ανω ρους Ασωπού	258.62	115.23	59.96	46.67	198.65	110.47
Μέσος ρους Ασωπού	409.67	265.74	224.02	176.84	185.05	88.90
Κάτω ρους Ασωπού	43.44	20.46	0.00	0.00	43.44	20.47
Ασωπός ποταμός	713.66	454.20	284.57	223.51	429.09	230.69

p7.6

ΠΙΝ. 7.8 ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	ΟΡΕΙΝΗ ΖΩΝΗ		ΛΟΦΩΔΗΣ - ΠΕΔΙΝΗ ΖΩΝΗ			
	Ανθρακικοί σχηματισμοί		Νεογενείς - Τεταρτογενείς αποθέσεις			
	Είσοδοι (εισροές) m ³ x10 ⁶	Εξοδοι (εκροές) m ³ x10 ⁶	Είσοδοι (εκροές) m ³ x10 ⁶	Εξοδοι (εκροές) m ³ x10 ⁶		
Ανω ρους Ασωπού	ρ	46.67	R(0.05) 2.33	ρ	110.47	R(0.25) 27.62
			E(0.45) 21.00			E(0.60) 56.28
			I(0.50) 23.33			I(0.15) 16.57
Μέσος ρους Ασωπού	ρ	176.84	R(0.05) 8.86	ρ	88.90	R(0.25) 22.22
			E(0.45) 79.58			E(0.60) 53.36
			I(0.50) 88.42			I(0.15) 13.34
Κάτω ρους Ασωπού	-	-		ρ	20.47	R(0.25) 5.11
						E(0.60) 12.28
						I(0.15) 3.10

ΠΙΝ.7.7 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΣΩΠΟΥ ΣΕ Κ.Μ./ ΜΗΝΑ (ΘΕΣΗ ΚΛΕΙΔΙ)

Υδρολογικό έτος	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕΜ.	ΔΕΚ.	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	Ολική ετήσια
1971 - 72	-	-	192.000	714.000	621.000	1.839.000	1.648.900	691.100	253.100	-	-	-	6.206.100
1972 - 73	-	-	216.000	9.740.000	603.000	1.286.900	1.770.800	691.500	61.700	-	-	-	5.603.900
1973 - 74	-	-	197.000	804.900	1.606.000	818.000	1.516.000	570.000	42.000	-	-	-	5.553.900
1974 - 75	-	-	221.000	1.226.000	972.000	628.000	893.100	477.000	51.000	-	-	-	4.468.100
1975 - 76	-	-	420.000	1.407.900	787.000	1.592.000	1.932.000	1.390.000	449.000	-	-	-	7.977.900
1977 - 78	-	-	513.000	955.000	1.378.200	2.164.000	1.149.000	386.000	24.000	-	-	-	6.569.200
1978 - 79	-	-	540.000	1.477.800	1.453.200	1.367.400	913.400	228.000	35.900	-	-	-	6.015.700
1979 - 80	-	-	597.000	1.905.000	2.004.500	1.744.000	2.183.200	1.756.500	762.800	-	-	-	10.913.000
1980 - 81	-	-	177.000	984.000	1.563.100	1.520.000	1.808.000	1.309.100	113.000	-	-	-	7.474.200
1981 - 82	-	-	359.000	852.000	1.190.000	752.000	1.878.000	1.250.000	900.000	-	-	-	7.181.000
1982 - 83	-	-	296.000	505.000	1.312.000	2.055.000	658.000	957.000	874.000	-	-	-	6.657.000
1983 - 84	-	-	632.000	720.000	1.134.000	1.784.000	2.207.000	888.000	657.000	-	-	-	8.022.000
1987 - 88	-	-	267.000	890.000	974.800	450.700	1.498.000	398.500	424.800	-	-	-	4.903.000
1988 - 89	-	-	127.100	1.114.700	1.073.400	511.200	608.400	250.700	222.200	-	-	-	3.908.700
1990 - 91	-	-	212.000	1.202.500	1.023.700	834.000	1.368.700	866.500	300.000	-	-	-	5.806.400
ΣΥΝΟΛΟ	-	-	4.936.000	16.320.000	17.695.900	19.346.200	22.033.500	12.355.900	4.513.500	-	-	-	97.360.100
ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ	-	-	3.290.066	1.048.850	1.179.720	1.289.740	1.468.900	823.720	309.000	-	-	-	6.490.670

κροκαλοπαγή) και δευτερευόντως ως πλειστοκαινικά συνεκτικά ιζήματα (κροκαλοπαγή). Οι λεπτομερείς αργιλομαργαϊκές αποθέσεις συμπεριφέρονται ως υδατοστεγείς έως ημιπερατοί σχηματισμοί με μια ασθενή ενίοτε υδροφορία, συντηρούμενη εντός των μαργών λόγω μικρού δευτερογενούς πορώδους. Στο σύνολό της η σειρά περιορίζεται στο ρόλο επιπέδου βάσης κυκλοφορίας υπογείων νερών που περιέχονται στους υπερκείμενους αδρομερείς σχηματισμούς ψαμμιτοκροκαλοπαγών.

- Ο αδρομερής κατά κανόνα χαρακτήρας των δομικών στοιχείων των ψαμμιτοκροκαλοπαγών, ο μικρός βαθμός ομοιομορφίας τους και η διαφορετική προέλευση, ως και ψαμμιτο-αργιλοψαμμιτική συνδετική ύλη, παράλληλα με την ρωγμάτωση ιδίως των κατωτέρων μελών, κατατάσσουν τους σχηματισμούς αυτούς στην κατηγορία των υδροπερατών - ημιπερατών σχηματισμών, ενώ η διαπιστούμενη ασυνέχειά τους, τόσο λόγω τεκτονικών αιτιών όσο και λόγω πλευρικών μεταβάσεων και αλληπάλληλων παρεμβολών λεπτομερών υλικών είναι η αιτία δημιουργίας ανεξάρτητων, ενίοτε υπό πίεση, υδροφόρων οριζόντων μικρής ειδικής απόδοσης μέχρι και $0.5 \text{ m}^3/\text{ώρα}/\text{m}$, εκφορτιζόμενων πολλές φορές υπό πηγών επαφής μικρής παροχής. Ανάλογη υδρογεωλογική συμπεριφορά και υδροληπτικές δυνατότητες χαρακτηρίζουν τα πλειστοκαινικά λατυποκροκαλοπαγή.

7.3.4.3. ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

- Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της Πάρνηθας κατατάσσονται από άποψη υδρογεωλογικής συμπεριφοράς σε ημιπερατούς έως λίαν υδροπερατούς σχηματισμούς, ανάλογα με τους γεωλογικούς των χαρακτήρες. Στους ημιπερατούς σχηματισμούς υπάγονται οι παλαιοζωικοί και κάτω - μεσοτριάδικοί ασβεστόλιθοι, με κύριο χαρακτηριστικό τη διαμόρφωση ανεξάρτητων επι μέρους υδρογεωλογικών μονάδων περιορισμένης δυναμικότητας, εκφορτιζόμενων υπό πηγών επαφής μικράς παροχής. Στην κατηγορία των υδροπερατών σχηματισμών υπάγονται οι μεσοτριάδικοί κάτω ιουρασικοί και κρητιδικοί ασβεστόλιθοι που αποτελούν μια υδρογεωλογική ενότητα ενιαία καθ' όλη την ανθρακική στήλη χωρίς την παρεμβολή άξιων λόγου υδραυλικών εμποδίων. Ο δημιουργούμενος εντός της ενότητας αυτής καρστικός υδροφόρος ορίζοντας της ΒΑ Πάρνηθας είναι μεγάλης

δυναμικότητας και εξαιρετικής σημασίας, τόσο για την ενίσχυση ύδρευσης των Αθηνών όσο και για την κάλυψη των υδρευτικών αναγκών Δήμων και Κοινοτήτων της περιοχής.

7.3.5. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ - ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Εντός των ορίων της λεκάνης του Ασωπού διακρίνονται οι καρστικές ενότητες Ανω και μέσου ρού.

7.3.5.1. ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΡΟΥ

Πρόκειται για την υδροφόρο ενότητα που δημιουργείται εντός των μεσοζωικών ασβεστολίθων της σειράς της Πάρνηθας και υποδιαιρείται σε δυο υδροφόρα συστήματα από τον αναδυόμενο στην κορυφογραμμή της Πάρνηθας σχιστοψαμμιτικό νεοπαλαιοζωικό υδατοστεγή πυρήνα της.

Το υδροφόρο σύστημα της νότιας Πάρνηθας που εκφορτίζεται προς τον κόλπο της Ελευσίνας - Μεγάρων (ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα Αττικής) και το σύστημα της ΒΑ Πάρνηθας που μας ενδιαφέρει εν προκειμένω και το οποίο εκφορτίζεται κύρια δια των υφάλμυρων καρστικών πηγών των Αγ. Αποστόλων Καλάμου μέσης παροχής $2 \text{ m}^3/\text{s}$ συμπεριλαμβανομένων και των υποθαλάσσιων αναβλύσεων όπως τεκμηριώνεται επί τη βάσει στρωματογραφικών, τεκτονικών, υδρολογικών, υδρογεωλογικών, ιστοτοπικών, γεωτρητικών κριτηρίων.

Η λεκάνη τροφοδοσίας των πηγών συμπίπτει με τη λεκάνη του μέσου ρού του Ασωπού.

Όπως ήδη είπαμε η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του μέσου ρού του Ασωπού ποταμού είναι 410 km^2 και δέχεται κατά μέσο όρο ετησίως $266 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ.. Εξ' αυτών 224 km^2 δηλαδή το 55% περίπου καλύπτονται από ανθρακικά πετρώματα της ορεινής Πάρνηθας και δέχονται ετησίως περί τα $180 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. δηλαδή ποσοστό 68% επί του συνόλου, ενώ τα υπόλοιπα $90 \times 10^6 \text{ m}^3$ περίπου πέφτουν επί των τεταρτογενών και νεογενών αποθέσεων της λεκάνης που καλύπτουν έκταση 185 km^2 .

Από τα $180 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. που δέχεται κατά μέσο όρο το ορεινό ανθρακικό τμήμα της λεκάνης ποσοστό της τάξεως του 50% δηλαδή $90 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. κατεισδύουν και τροφοδοτούν το καρστικό υδροφόρο σύστημα της ΒΑ Πάρνηθας, 5% δηλαδή $9 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. απορρέουν επιφανειακά και το υπόλοιπο 45% ή $80 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. απώλυνται δια της εξατμισοδιαπνοής.

Αναφορικά με τα κύρια υδρολογικά, υδραυλικά χαρακτηριστικά του καρστικού συστήματος της ΒΑ Πάρνηθας σημειώνονται τα κατωτέρω :

- Το ύψος του μέσου ετήσιου εμπλουτισμού του συστήματος, το οποίο είναι της τάξεως των $90 \times 10^6 \text{ m}^3$, προερχόμενο κυρίως από τις κατεισδύσεις των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο ορεινό ανθρακικό τμήμα της λεκάνης τροφοδοσίας και το οποίο ορίζει παράλληλα και το ύψος των υπερετήσιων απολήψεων για τη "διατήρηση" του συστήματος.
- Η μικρή μέση υπηρετήσια μεταβολή του υδραυλικού φορτίου που είναι της τάξεως των 6 και 5 m αντίστοιχα για το κέντρο του συστήματος και την έξοδο αυτού. Η μικρή αυτή μεταβολή υποδηλώνει την μεγάλη δυναμικότητα και σταθερότητα του συστήματος. Αναλυτικότερα το ύψος της μέσης μέγιστης απόλυτης στάθμης είναι της τάξης των 19 και 11 m στο κέντρο και στην έξοδο του συστήματος ενώ της ελαχίστης είναι της τάξεως των 13 και 6 m αντίστοιχα.
- Στις επιμέρους μέσες ετήσιες στάθμες αναγνωρίζεται η επίδραση του ύψους των α.κ. (μέτρο εμπλουτισμού του συστήματος) και των εκάστοτε απολήψεων από αυτό. Γενικώς διαπιστώνεται μια πτωτική τάση, τόσο στις μέσες, όσο και στις μέγιστες και ελάχιστες απόλυτες στάθμες της τελευταίας 20ετίας, που μεταφράζεται σε 30 εκατοστά μείωσης του υδραυλικού φορτίου ανά έτος, κατά μέσο όρο. Στις περιπτώσεις που η πτωτική τάση της μέσης στάθμης συνοδεύεται από παράλληλη αύξηση του εύρους των ετησίων διακυμάνσεων, αυτό οφείλεται στην αύξηση των απολήψεων τη συγκεκριμένη περίοδο, όπως συμβαίνει για το έτος 1992-93. Γενικά, τόσο η μέγιστη στάθμη όσο και η ελάχιστη κυμαίνονται περίξ μιάς μέσης τιμής, γεγονός που περιγράφει μία κατάσταση υδραυλικής ισορροπίας η οποία συνδέεται με σταθερές υδρολογικές συνθήκες και προσδιορίζει ασφαλώς ένα καλά οργανωμένο καρστικό σύστημα.

- Οι μεταβολές στο υδραυλικό φορτίο επιφέρουν αντίστοιχες μεταβολές στην παροχή των παράκτιων πηγών των Αγ. Αποστόλων. Συγκεκριμένα, η μέση μέγιστη παροχή υπολογίστηκε σε 1,329 και η ελάχιστη σε 0,780 m³/sec. Η μέση περίοδος στέρησης των πηγών διαρκεί από τον Μάιο έως τον Νοέμβριο. Λαμβάνοντας υπ'όψη ότι και η παροχή των υποθαλάσσιων πηγών είναι ανάλογη με αυτή των παράκτιων, εκτιμάται ότι κατά τη διάρκεια της μέσης περιόδου στέρησης (190 ημέρες) απορρέουν από τις πηγές 33×10^6 m³.
- Η μεγάλη μέση τιμή της μέσης παροχής κατά τη διάρκεια των περιόδων στέρησης (1,017 m³/sec), υποδηλεί εκτεταμένη λεκάνη τροφοδοσίας των πηγών και καλές συνθήκες ρύθμισης των υπόγειων απορροών του καρστικού υδροφόρου συστήματος οι οποίες προσδιορίζουν και τη σταθερότητά του.

Η σταθερότητα του συστήματος απεικονίζεται και στο μεγάλο μέσο αναγκαίο χρόνο για την πραγματική στέρηση των πηγών, που είναι της τάξεως των 3.200 ημερών ή 9 ετών συνεχούς ξηρασίας και η οποία στέρηση ασφαλώς δεν επέρχεται, λόγω των μεσολαβουσών περιόδων εμπλουτισμού του συστήματος.

- Η κίνηση των καρστικών νερών από την περιοχή εμπλουτισμού προς την περιφέρεια της ανθρακικής, που είναι μορφής κατείσδυσης (επικαρστική - ζώνη αερισμού) και υπό πίεση ή σύνθετης ροής (ζώνη κορεσμού). Η κίνηση αυτή λαμβάνει χώρα μέσω ενός δικτύου ασυνεχειών πάσης φύσεως, που φθάνουν μέχρι και σε μεγάλα αρνητικά υψόμετρα, από -20 έως -30 m στην περιοχή Αυλώνας - Μαυροσουβάλας έως και -150 m στην παράκτια περιοχή Καλάμου.
- Η μεγάλη μέση τιμή του συντελεστού υδατοαγωγιμότητας (T) που είναι της τάξεως του 10^{-2} m²/s και η σχετικά μεγάλη μέση τιμή του συντελεστή υδροχωρητικότητας (S) που εκτιμάται στο 3-5% σύμφωνα με τ'αποτελέσματα των αντλητικών δοκιμασιών.
- Η μεγάλη μέση ηλικία των καρστικών νερών του συστήματος, που κυμαίνεται από 35 έτη στην περιοχή Αυλώνας μέχρι 60 έτη στην περιοχή των πηγών των Αγ. Αποστόλων, με ενδιάμεσες τιμές 50 έτη στην περιοχή

Μαυροσουβάλας, ηλικίες οι οποίες αντιστοιχούν σε πολύ μικρές ταχύτητες της τάξεως των 500 και 850 μέτρων το χρόνο για τις μεταξύ Αυλώνας-Μαυροσουβάλας και Μαυροσουβάλας - Αγ. Αποστόλους περιοχές αντίστοιχα, σύμφωνα με τ'αποτελέσματα της ιστοπικής έρευνας.

- Ο υφάλμυρος χαρακτήρας των καρστικών νερών της παράκτιας ζώνης και ο ολιγομεταλλικός - οξυανθρακικός τύπος πόσιμων νερών καλής ποιότητας για την ενδοχώρα, με βραδεία τάση υφαλμύρισης των νερών της περιοχής Βίλιζας - Αγ. Θωμά.
- Απο άποψη ρυπαντικής επιδεκτικότητας ο καρστικός υδροφόρος ορίζοντας της ΒΑ Πάρνηθας χαρακτηρίζεται ως υψηλού κινδύνου, λόγω κυρίως της ταχυτάτης απαγωγής των καρστικών νερών από την περιοχή εισόδου προς την περιφέρεια της ανθρακικής μάζας, εξ'αιτίας της μεγάλης κλίσης του υπόβαθρου (επικαρστική υδροδιαβιβαστική ζώνη). Εξ' αιτίας των ανωτέρω και της σπουδαιότητας του συστήματος πρέπει να αποφευχθεί κάθε δραστηριότητα στην περιοχή αναφορικά με διαμόρφωση χώρων υγειονομικής ταφής απορριμάτων και άλλων συναφών δραστηριοτήτων που θα μπορούσε να προκαλέσουν ποιοτική απαξίωση του υδροφόρου.
- Ως προς τα αποθέματα υπόγειων καρστικών νερών αυτά εκτιμήθηκαν στην τάξη των $125 \times 10^6 \text{ m}^3$ (ρυθμιστικά), $510 \times 10^6 \text{ m}^3$ (γεωλογικά) και $236 \times 10^6 \text{ m}^3$ (εκμεταλλεύσιμα). Εκ των γεωλογικών 29% ή $150 \times 10^6 \text{ m}^3$ περιέχεται στην μεταξύ Μαυροσουβάλας και Αγ. Αποστόλων περιοχή , το 21% ή $108 \times 10^6 \text{ m}^3$ μεταξύ Αυλώνας και Μαυροσουβάλας και το υπόλοιπο 50% ή $252 \times 10^6 \text{ m}^3$ περιέχονται στον δυτικό τομέα . Επισημαίνονται και πάλι εδώ οι επιφυλάξεις σχετικά με την προσέγγιση κυρίως των γεωλογικών αποθεμάτων.
- Κατ' αντιστοιχίαν προς τα ανωτέρω και σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ιστοπικής έρευνας η αποθηκευτική ικανότητα του συστήματος είναι της τάξεως των $4000 \times 10^6 \text{ m}^3$ δηλαδή 40 φορές μεγαλύτερη από τη μέση ετήσια αναπλήρωση.
- Αναφορικά τέλος με τα δυναμικά αποθέματα όπως αυτά εκτιμώνται από τις καμπύλες στείρευσης των πηγών των Αγ. Αποστόλων αυτά

είναι της τάξεως των $50 \times 10^6 \text{ m}^3$ με μέγιστες τιμές 75 και ελάχιστες $27 \times 10^6 \text{ m}^3$ για μια μέση περίοδο στέρησης 190 ημερών.

7.3.5.2. ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΝΩ ΡΟΥ

Η καρστική ενότητα του άνω ρού του Ασωπού έκτασης 60 km^2 δεν έχει μελετηθεί επαρκώς ως προς τα αποθέματά της και ως εκ τούτου περιοριζόμαστε εδώ στα δυνατά αποθέματα της ενότητας αυτής που είναι της τάξης των $23 \times 10^6 \text{ m}^3$ όπως προκύπτει από το υδρολογικό ισοζύγιο (πιν. 7.8).

7.3.6. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΚΟΚΩΔΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

7.3.6.1. ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΣΟΥ ΡΟΥ, ΑΝΩ ΡΟΥ

Οι νεώτερες αποθέσεις του μέσου ρού του Ασωπού ποταμού καταλαμβάνουν έκταση 185 km^2 και δέχονται ετησίως $89 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ., ενώ στον Άνω ρού επιφανείας 198.05 km^2 νεώτερων αποθέσεων πέφτουν ετησίως $110.47 \times 10^6 \text{ m}^3$ α.κ. Εξ' αυτών ποσοστό 15% ή 13.34 και $16.57 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα κατεισδύει και τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφόρους της περιοχής οριοθετώντας παράλληλα την τάξη μεγέθους των δυνατών ετησίων υπόγειων αποθεμάτων νερού στις νεώτερες αποθέσεις του άνω και μέσου ρου του Ασωπού.

Το αντίστοιχο μέγεθος για τον κάτω ρού είναι της τάξης των $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ με επιφάνεια νεωτέρων αποθέσεων 43 km^2 και σύνολο α.κ. $20.47 \times 10^6 \text{ m}^3$.

7.3.7. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΣΩΠΟΥ

Αναφορικά με τα καρστικά νερά και ειδικότερα αυτά του υδροφόρου συστήματος της ΒΑ Πάρνηθας (μέσους ρούς) σημειώνεται εδώ ο υφάλμυρος χαρακτήρας των νερών της παράκτιας ζώνης, ο ολιγομεταλλικός - οξυανθρακικός τύπος ποσίων νερών για την ενδοχώρα (περιοχή Μαυροσουβάλας κυρίως) και η βραδεία τάση ποιοτικής υποβάθμισης (υφαλίρυνσης) των νερών της περιοχής Βίλιζας - Αυλώνος ως και ο υφάλμυρος χαρακτήρας των νερών της περιοχής Οινοφύτων- Σχηματαρίου. Ως προς τα νερά του υδροφόρου τεταρτογενούς - νεογενούς συστήματος αυτά γενικά είναι καλής ποιότητας με εξαίρεση τους παράκτιους τομείς του συστήματος που είναι ποιοτικά υποβαθμισμένα λόγω θαλάσσιας προσβολής.

Ως προς την ρυπαντική επιδεκτικότητα τα καρστικά συστήματα ίδια στην καρστική τους ζώνη εμφανίζουν αυξημένη περατότητα και δεν ενδείκνυται εκ των ανωτέρω εγκατάσταση χώρου υγειονομικής κ.λ.π. ταφής απορριμάτων και άλλων ρυπογόνων δραστηριοτήτων πολύ περισσότερο στην ευρύτερη περιοχή Αυλώνας που αποτελεί τον πυρήνα της λεκάνης τροφοδοσίας του τόσο σημαντικού για την ενίσχυση της ύδρευσης της Αθήνας, καρστικού υδροφόρου συστήματος της ΒΑ Πάρνηθας.

7.4. ΛΕΚΑΝΗ ΑΜΦΙΣΣΑΣ - ΙΤΕΑΣ

Η περιοχή δομείται από ανθρακικούς σχηματισμούς της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας κύρια, αλλά και της ζώνης της Πίνδου εντός των οποίων δημιουργούνται αξιόλογα καρστικά συστήματα, σε αντίθεση με τις νεώτερες αποθέσεις που χαρακτηρίζονται από περιορισμένη υδροφορία.

7.4.1. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

7.4.1.1. Καρστική ενότητα Ν. Παρνασσού

Η ενότητα αυτή έκτασης 382 km² χωρίζεται σε επιμέρους καρστικά συστήματα τα οποία εκφορτίζονται σε διάφορα υψόμετρα όπως από μια σειρά παράκτιων πηγών ως οι πηγές συνεχούς ροής Ποταμός, Αγ.Ιωάννης Κιρράς, Αγ. Νικόλαος συνολικής μέσης παροχής 177 m³/s αλλά και πολλών διάσπαρτων υποθαλάσσιων αναβλύσεων ως και δια των πηγών Αργοστιλιάς, Δροσοχωρίου, Ελασσώνας κ.λ.π. παροδικής κατά κανόνα λειτουργίας και μέσης συνολικής παροχής 0,3 m³/s.

Εκ των ανωτέρω συνάγεται ότι τα μέσα ρυθμιστικά αποθέματα της καρστικής ενότητας του Ν. Παρνασσού υπερβαίνουν κατά πολύ τα 66 x 10⁶ m³ (2.1 m³/s) δοθέντος ότι στις πιό πάνω πηγαίες εκφορτίσεις δεν συμπεριλαμβάνονται οι υποθαλάσσιες εκφορτίσεις που δεν είναι προσεγγίσιμες αλλά και άλλες ενδεχόμενες υπόγειες απορροές που δεν είναι γνωστές .

Τα ανωτέρω επιβεβαιώνονται και από το μέσο κατεισδύοντα όγκο βροχοπτώσεων στην ενότητα αυτή, που εκτιμάται στην τάξη των 200 x 10⁶ m³ λαμβάνοντας μέσο ετήσιο ύψος βροχής τα 1055 χλστ. και συντελεστή κατεισδυσής 0.50, σύμφωνα με στοιχεία και από γειτονικές περιοχές.

7.4.1.2. Καρστική ενότητα Γκιώνας

Κατ' αντιστοιχίαν προς τα ανωτέρω η ενότητα αυτή, έκτασης 498 km², δέχεται κατά μέσο όρο ετησίως 600 x 10⁶ m³ α.κ. (μέσο ετήσιο ύψος βροχής 1203.5 χλστ.) εκ των οποίων ποσοστό 50% που αντιστοιχεί σε 300 x 10⁶ m³ νερό κατεισδύει και τροφοδοτεί τα καρστικά συστήματα της περιοχής τα οποία εκφορτίζονται δια μιάς σειράς πηγών ως οι πηγές Μεγάλη Βρύση, Κέδρος, Μπαμπαούτσι, Βελούχι κ.λ.π. συνολικής ετήσιας απορροής 9.7 x 10⁶ m³ (0.3 m³/s) και κύρια από τις παράκτιες υφάλμυρες καρστικές πηγές Μύλων μέσης παροχής 1.11 m³/s (35 x 10⁶ m³/έτος). Ένας μεγάλος επίσης αριθμός διάσπαρτων υποθαλάσσιων αναβλύσεων, αγνώστου συνολικής παροχής, εντοπίζεται κατά μήκος του μετώπου Ιτέας Ερατινής.

7.4.2. ΚΟΚΚΩΔΗ ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

7.4.2.1. Κοκκώδες υδροφόρο σύστημα λεκάνης Αμφισσας

Εντός των νεώτερων αποθέσεων της λεκάνης που καταλαμβάνουν έκταση 32 km² δημιουργείται ασθενούς δυναμικότητας, υδροφόρος ορίζοντας ο οποίος τροφοδοτείται κύρια από τις κατεισδύσεις των α.κ. αλλά και από πλευρικές μεταγίσεις καρστικών νερών.

Η λεκάνη δέχεται ετησίως 19.8 x 10⁶ m³ α.κ. (ετήσιο ύψος α.κ. 608 χλστ), Εξ'αυτών 11.7 x 10⁶ m³ ή ποσοστό 60% απώλλυνται δια της εξατμισοδιαπνοής και το υπόλοιπο αποτελεί την επιφανειακή και υπόγεια απορροή.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα του συστήματος αυτού εκτιμάται ότι δεν υπερβαίνουν την τάξη των 5 x 10⁶ m³

7.4.3. ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Αναφορικά με την ποιότητα των υπογείων εν γένει νερών της περιοχής Φωκίδας επισημαίνονται τα κατωτέρω:

- Ένας σημαντικός τομέας του όλου υπογείου υδροφόρου συστήματος είναι ποιοτικά απαξιωμένος λόγω θαλάσσιας προσβολής.
- Η ποσιμότητα των νερών των πηγών ενδοχώρας είναι πολύ καλή έως ικανοποιητική σύμφωνα με την ταξινόμηση του G. WATERLOT.

Η ολική σκληρότητά τους κυμαίνεται από 10 έως 28 Γαλλικούς βαθμούς .

ΠΙΝ. 7.9 ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΗΣΟΥ ΕΥΒΟΙΑΣ

Μήνες	Μέσες μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεων mm		
	Βροχομετρικός σταθμός Ζερμπισίων περίοδος μετρήσεων 1930 - 1968	Βροχομετρικός σταθμός Καρύστου περίοδος μετρήσεων 1932 - 1992	Βροχομετρικός σταθμός Αλιβερίου περίοδος μετρήσεων 1976 - 1982
Ιανουάριος	99.7	115	84.5
Φεβρουάριος	74.8	97.7	85.1
Μάρτιος	66.8	81.8	55.7
Απρίλιος	33.6	34.4	47.1
Μάιος	18.3	18.4	15.6
Ιούνιος	10.6	8.2	9.3
Ιούλιος	2.8	5.5	4.4
Αύγουστος	2.6	8.8	5.3
Σεπτέμβριος	22.8	14.5	26.1
Οκτώβριος	54.2	66.9	75.8
Νοέμβριος	76.4	80.9	71.3
Δεκέμβριος	96.4	128.8	78.7
Μέση ετήσια βροχόπτωση	559	660.9	558.9

ΠΙΝ. 7.11 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΝΗΣΙΩΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜ. ΥΔ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝ. ΣΤΕΡ. ΕΛΛΑΔΟΣ

Γεωλογικοί σχηματισμοί	Εκταση km ²	Ατμοσφαιρικά Κατακρημίσματα x 10 ⁶ m ³	Επιφ. απορροή (R)		Εξατμισοδιαπνοή (E)		Κατείσδυση (I)	
			α.κ. %	x 10 ⁶ m ³	α.κ. %	x 10 ⁶ m ³	α.κ. %	x 10 ⁶ m ³
Ασβεστόλιθοι	1401	831	5%	41.5	50%	415.5	45%	374
Τεταρτογενή	489	290	28%	81.2	60%	174	12%	35
Νεογενή	946	561	40%	224.4	55%	308	5%	28
Σχιστόλιθοι, Γνεύσιμοι κ.λ.π.	1216	721	42%	302.8	55%	396	3%	22
		2403		649.9		1293.5		459

ΠΙΝ. 7.10 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΝΗΣΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΝΗΣΟΣ	Επιφάνεια γεωλογικών σχηματισμών (Κm ²) 1:σβεστώλιθοι 2:τεταρτογενή 3:νεογενή 4:σχιστόλιθοι, γυψώσιλοι, κ.λπ	Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα x10 ⁶ m ³	Επιφ. απορροή (R) % α.κ.				Εξατμισοδιαπνοή (E) % α.κ.				Κατείσδυση (I) % α.κ.			
			1: 5%	2: 28%	3: 40%	4: 42%	1: 50%	2: 60%	3: 55%	4: 55%	1: 45%	2: 12%	3: 5%	4: 3%
ΕΥΒΟΙΑ	1:	1.114	660	33		330				297				
	2:	489	290	81,2		174				34,8				
	3:	937	555	222		305,2				27,75				
	4:	1.118	663	278,4		364,65				19,95				
	Συν.επιφ.	3.658	Συν.όγκος α.κ. 2.168	Σύνολο R	614,4	Σύνολο E	1173,85	Σύνολο I	379,5					
ΣΚΙΑΘΟΣ	1:													
	2:													
	3:													
	4:	47,94	28,5	11,97		15,67				0,85				
	Συν.επιφ.	47,94	Συν.όγκος α.κ. 28,5	Σύνολο R	11,97	Σύνολο E	15,67	Σύνολο I	0,85					
ΣΚΟΠΕΛΟΣ	1:	40	24	1,2		12				10,8				
	2:													
	3:													
	4:	34	22	9,24		12,1				0,66				
	Συν.επιφ.	74	Συν.όγκος α.κ. 46	Σύνολο R	10,44	Σύνολο E	24,1	Σύνολο I	11,46					
ΑΛΟΝΝΗΣΟΣ	1:	60	35,5	1,77		17,75				15,97				
	2:													
	3:	4	2,5	1		1,37				0,12				
	4:													
	Συν.επιφ.	64	Συν.όγκος α.κ. 38,0	Σύνολο R	2,77	Σύνολο E	19,12	Σύνολο I	16,09					
ΣΚΥΡΟΣ	1:	187	111	5,55		55,5				49,95				
	2:													
	3:	5	3	1,2		1,65				0,15				
	4:	16	95	39,9		52,25				2,85				
	Συν.επιφ.	208	Συν.όγκος α.κ. 209	Σύνολο R	46,65	Σύνολο E	109,4	Σύνολο I	52,95					

- Στις παράκτιες πηγές, σε συνθήκες φυσικής εκφόρτισης παρουσιάζεται αυξημένη και ευρέως μεταβαλλόμενη αλατότητα τόσο από πηγή σε πηγή, όσο και εποχικά στην ίδια πηγή, λόγω του επηρεασμού από τη θάλασσα και του πολύπλοκου μηχανισμού λειτουργίας τους.

Έτσι η μέγιστη συγκέντρωση χλωριόντων της πηγής Αγ. Ιωάννης Κίρρας είναι 615 mg/l και η ελάχιστη 4250 με αντίστοιχες τιμές για την πηγή Μύλων 3850 και 2300 mg/l

- Ποιοτικές διαφοροποιήσεις και ομοιότητες παρατηρούνται τόσο στα υπόγεια νερά της ίδιας ζώνης όσο και σε εκείνα διαφορετικών ζωνών. Έτσι η σκληρότητα των νερών των πηγαίων εκδηλώσεων της ημιορεινής - λοφώδους περιοχής στους Κρητιδικούς ασβεστόλιθους, της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας κυμαίνεται μεταξύ 13 - 22 Γαλλ.βαθμών ενώ στην πεδινή ζώνη από 17- 28° .

7.5. ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΥΔ. ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝ. ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Στο υδατικό διαμέρισμα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας ανήκουν ακόμη τα νησιά Εύβοια και Σποράδες (Σκιάθος, Σκόπελος, Αλόνησος, Σκύρος).

Για τα νησιά του Υδ. Διαμερίσματος, το υδρολογικό ισοζύγιο προσεγγίζεται με την παραδοχή συγκεκριμένων τιμών, οι οποίες για τις υδρολογικές παραμέτρους με τις τιμές που λαμβάνονται για το ηπειρωτικό τμήμα του διαμερίσματος.

Ο υπολογισμός των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων έγινε από στοιχεία τριών βροχομετρικών σταθμών της νήσου Εύβοιας .

Εξ' αυτών προκύπτει ως μέση τιμή ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων για την περιοχή $P = 593 \text{ mm}$, που εκτιμάται ως αντιπροσωπευτική για όλα τα νησιά του διαμερίσματος.

Στον πιν. 7.10 δίδονται αναλυτικά ισοζύγια για κάθε νήσο ξεχωριστά και για τους επιμέρους γεωλογικούς σχηματισμούς που δομούν το νησί.

Στον πιν. 7.11 δίδεται το ισοζύγιο για το σύνολο του νησιώτικου τμήματος του υδατικού Διαμερίσματος.

Όπως προκύπτει από τον πιν. 7.11 το σύνολο των αποθεμάτων, όπως αυτά εκτιμώνται επί τη βάση του ποσοστού κατείσδυσης των α.κ είναι της τάξης των

$460 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αντιστοιχούν σε $374 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε καρστικά αποθέματα $63 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε αποθέματα συστημάτων ενδοπορικής ροής και $22 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε αποθέματα εντός λοιπών ημιπερατών εν γένει σχηματισμών.

7.6. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Στον πίνακα 7.12 συνοψίζεται το υπόγειο υδατικό δυναμικό του Διαμερίσματος, χωρίς να συνυπολογίζεται το αντίστοιχο δυναμικό που δημιουργείται και σε πολλές περιπτώσεις συντηρείται εντός της ομάδας των χαρακτηριζόμενων ως πρακτικά υδατοστεγών σχηματισμών.

Από τον πιν. 7.12 προκύπτει ότι συνολικά ρυθμιστικά αποθέματα του υδατικού διαμερίσματος Αν. Στερεάς Ελλάδας είναι της τάξης των $2 \times 10^9 \text{ m}^3$ Εξ' αυτών $1665 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντιστοιχούν σε αποθέματα καρστικών συστημάτων και $236 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε συστήματα ενδοπορικής ροής.

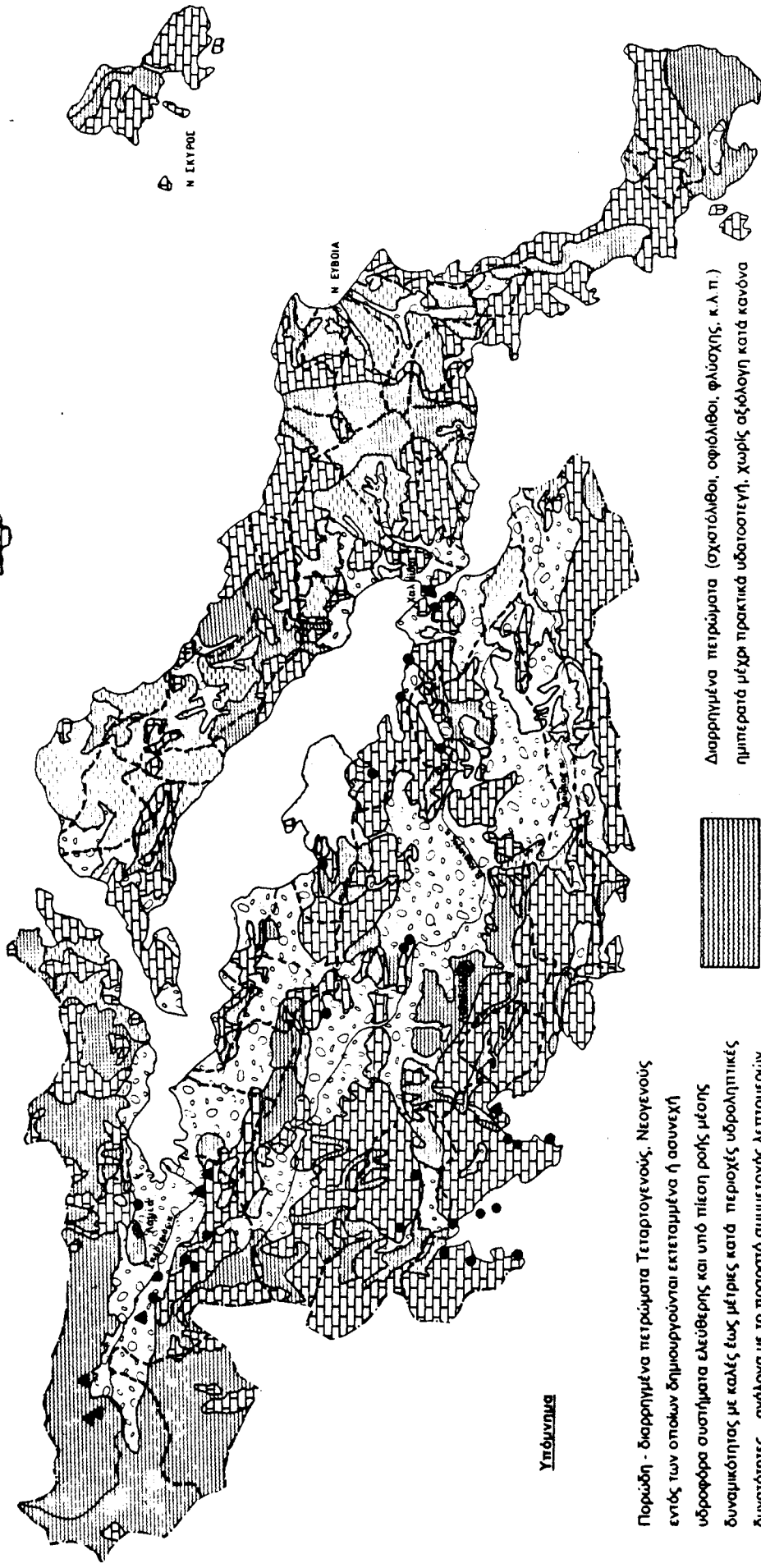
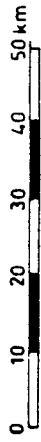
Αναλυτικότερα στη λεκάνη του Σπερχειού αναλογούν $136 \times 10^6 \text{ m}^3$ αποθέματα νερού σε καρστικά πετρώματα και $85 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε κοκκώδη, στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισσού, Υλίκης, Παραλίμνης 507 και $50 \times 10^6 \text{ m}^3$, στη λεκάνη Ασωπού 149 και $33 \times 10^6 \text{ m}^3$, στη λεκάνη Άμφισσας, Ιτέας 500 και $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ και στο νησιώτικο χώρο του διαμερίσματος 374 και $63 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα.

Σημειώνεται εδώ ότι το σημαντικότερο ποσοστό του ως άνω υδατικού δυναμικού και ιδιαίτερα του καρστικού είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο και ακατάλληλο για τις συνήθεις χρήσεις λόγω θαλασσίας προσβολής.

ΠΙΝ. 7.12 ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝ. ΣΤ. ΕΛΛΑΔΟΣ

Υδρολογική λεκάνη υδροφόρο σύστημα	Ρυθμιστικά	Γεωλογικά	Εκμετ/μα	Ρυθμιστικά
	Καρστικά συστήματα			κοκκώδη συστήματα
	Αποθέματα $m^3 \times 10^6$			
Α. Λεκάνη Σπερχειού				
1.Κοκκώδες σύστημα πεδινού τμήματος				85,00
2.Καρστικό σύστημα κεντρικής Οίτης	64,90			
3.Καρστικό σύστημα Οίτης Καλιδρόμου	21,30			
4.Καρστικό σύστημα ΒΔ Οθρυος	50,10			
ΣΥΝΟΛΟ	135,70			85,00
Β.Λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού				
1.Κοκκώδες σύστημα				27,50
2.Καρστικό σύστημα άνω ρού	90,00			
3.Καρστικό σύστημα μέσου ρού	275,00			
4.Καρστικό σύστημα κάτω ρού	132,50			
5.Καρστικό σύστημα Κάστρου	49,50			
ΣΥΝΟΛΟ	447,00			27,50
Γ.Υλίκη Παραλίμνη				
1.Κοκκώδες σύστημα				22,50
2.Καρστικό σύστημα	60,50			
ΣΥΝΟΛΟ	60,50			22,50
Δ.Λεκάνη Ασωπού				
1.Κοκκώδες σύστημα άνω ρού				16,60
2.Κοκκώδες σύστημα μέσου ρού				13,40
3.Κοκκώδες σύστημα κάτω ρού				3,10
4.Καρστικό σύστημα άνω ρού	23,30			
5.Καρστικό σύστημα μέσου ρού	125,00			
ΣΥΝΟΛΟ	148,30			33,10
Ε.Λεκάνη 'Αμφισσας , Ιτέας				
1.Κοκκώδες σύστημα				5,00
2.Καρστικό σύστημα Ν.Παρνασσού	200,00			
3.Καρστικό σύστημα Γκιώνας	300,00			
ΣΥΝΟΛΟ	500,00			5,00
ΣΤ.Νησιώτικος χώρος				
1.Εύβοια	297,00			62,50
2.Σκιάθος				
3.Σκόπελος	10,80			
4.Αλόνησος	16,00			0,10
5.Σκύρος	50,00			0,10
ΣΥΝΟΛΟ	373,80			62,70
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	1665,50			235,80
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ > 1900 $m^3 \times 10^6$				

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Αν. Στερεάς Ελλάδος



Υπόμνημα

Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα ελεύθερης και υπό πίεση ροής μέσης δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής λεπτομερών στοιχείων, τις γεωμετρικές τους διαστάσεις κ.λ.π.

Διαρρηγμένα - καρτικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας.

Διαρρηγμένα πετρώματα (σχατολίθοι, οφιόλιθοι, φλύσχης, κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη κατά κανόνα υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις υδραυλικά ενεργές ζώνες ρωγματώσεων, κ.λ.π. ασυνεχειών.

Κυριώτερες καρστικές πηγές
 > Θερμικές πηγές



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ (08)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

A. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΔΙΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Β. ΕΛΛΑΔΟΣ

N. Τασιός, Π. Παπαπέτρος, Κ. Ζαγκούρογλου

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ

A. Μανάκος

ΔΙΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

1996

8. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

8.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Τα ορεινά συγκροτήματα που περιβάλλουν τη Θεσσαλική πεδιάδα αντιπροσωπεύουν φασικώς, εξ Ανατολών προς Δυσμάς, πετρώματα της Πελαγονικής και Υποπελαγονικής ζώνης, ιζήματα μεταβατικά της τελευταίας προς την Πινδική ζώνη, την αποκαλούμενη Υπερπινδική, και τέλος τη ζώνη της Πίνδου.

Η Πελαγονική ζώνη παλαιοζωικής ηλικίας αντιπροσωπεύεται από κρυσταλλικούς σχιστόλιθους, φυλλίτες και γνευσίους με ενστρώσεις μαρμάρων. Επ' αυτών κάθονται ασυμφώνως κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, μάρμαρα και δολομίτες, εντός των οποίων συχνά απαντούν και οφιολιθικά σώματα.

Η υποπελαγονική ζώνη (σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφίολιθους) περιλαμβάνει τα δυτικά κράσπεδα της Θεσσαλικής πεδιάδας (νότιες υπώρειες Κασιδιάρη, δυτικά κράσπεδα λεκάνης Καρδίτσας -Τρικάλων, ανατολικές υπώρειες Ιτάμου, Όθρυς).

Η υπερπινδική σειρά ή σειρά Κόζιακα (εναλλαγές ασβεστολίθων - σχιστοκερατολίθων) αντιπροσωπεύεται στα κατώτερα αυτής μέλη από σχιστοκερατολίθους οι οποίοι σαν τόξο περιβάλλουν τη λεκάνη Καλαμπάκας - Καρδίτσας από δυσμάς και από το ύψος της Περιστεράς μέχρι του Μουζακίου περίπου.

Η πεδινή Θεσσαλία, ειδικά το δυτικό τμήμα, αντιστοιχεί προς τη λεγόμενη "Ελληνική αύλακα", οι τριτογενείς μολασικές αποθέσεις, της οποίας αποτελούν μια ασυνεχή σειρά, από το μέσο ανώτερο Ηώκαινο έως το Βουρδιγάλιο.

Διακρίνονται πέντε σειρές τριτογενών αποθέσεων (σειρές Ριζώματος, Επταχωρίου, Μετεώρων, Φαναρίου και Τρικάλων) και η καθεμία βρίσκεται επικλυσίγενώς επί της παλαιότερας.

Οι μολασικές αποθέσεις αποτελούν το υπόβαθρο των πλειο-πλειστοκαινικών και νεωτέρων τεταρτογενών σχηματισμών που καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις και έχουν σημαντικό πάχος.

Οι πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις συνίστανται εκ συνάγματος ποικίλης κοκκομετρίας, ποταμοχειμαρρώδους ή και λιμναίας προελεύσεως.

Τρεις μεγάλες τεκτονικές μονάδες , κάθε μια από τις οποίες αποτελεί ιδιαίτερη ενότητα με ίδια παλαιογραφική ιστορία, σκιαγραφούν την εξέλιξη της Θεσσαλικής πεδιάδος.

Η τεκτονική τάφος της Λάρισας , που δημιουργήθηκε από πολύ πρόσφατες καταβυθίσεις, το Αντίκλινο Τιάνου - Χαλκοδονίου, που σχηματίζεται από βορρά του Πηνειού με πυρήνα από γνεύσιους, ενώ οι δύο πτέρυγες του αποτελούνται από μάρμαρα και η Λεκάνη Τρικάλων -Καρδίτσας που αποτελεί μία τεκτονική τάφο που δημιουργήθηκε κατά το πλειόκαινο και εν συνεχεία πληρώθηκε με πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις.

Στο βόρειο τμήμα της λεκάνης Τρικάλων - Καρδίτσας εμφανίζεται το σύγκλινο της Καλαμπάκας , του οποίου τον πυρήνα αποτελούν τα κροκαλοπαγή των Μετεώρων.

Όσον αφορά στον Κόζιακα, πρόκειται για ένα τεράστιο συγκλινόριο που έχει επιππεύσει τον φλύσχη της Πίνδου προς Δυσμάς, ενώ οι οφιολίθοί του έχουν επωθηθεί επί των σχηματισμών της υπερπινδικής σειράς.

Οι ασβεστόλιθοι Θυμιάματος αποτελούν λέπια στο μέτωπο της επιππεύσεως του Κόζιακα.

Τέλος ο Κασσιδιάρης αποτελεί ένα αντίκλινο με βαρεία τεκτονική, όπου οι διαρρήξεις έχουν διαδραματίσει πρωταρχικό ρόλο, με άξονα πτυχώσεως περίπου Α-Δ.

8.2. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ - ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Η ορεινή Θεσσαλία περιβάλλει πανταχόθεν την πεδινή.

Η ορεινή Θεσσαλία (υψόμετρο άνω των 200 μ.), έχει έκταση 9.550 km² ή 66, 5% της όλης επιφάνειας . Το ΒΔ/κο τμήμα της καταλαμβάνεται από τα Αντιχάσια όρη και τμήμα των Χασίων (κορυφές Κράτσοβο 1564 μ., Ορθοβούνιο 1106 μ., Βαλκανάσια 1282 μ., Οξυά 1416 μ., και Μετερίζια 1381 μ.). Το βόρειο τμήμα καταλαμβάνουν τα Καμβούνια (κορυφές Βουνάσα 1615 μ., Αμάρμπη 1476 μ. και Δόβρας 1378 μ.). Το ΒΑ/κο τμήμα καταλαμβάνεται από το όρος Τίταρος και από τμήματα του άνω και κάτω Ολύμπου.

Στο ανατολικό τμήμα δεσπόζει η Όσσα (κορυφές Προφ. Ηλίας 1778 μ. και Μαυροβούνι 1054 μ.) και το όρος Πήλιο (μέγιστο υψόμετρο 1551 μ.) και στο

νότιο τα όρη Χαλκοδονίου (725 μ.), Ναρθακίου (1011 μ.) και η οροσειρά της Όθρυος έως και τμήμα της χαμηλής νότιας Πίνδου.

Το δυτικό τμήμα καλύπτεται από τις κορυφές της ανατολικής - νοτίου Πίνδου.

Τέλος, στο κέντρο της πεδινής Θεσσαλίας δημιουργείται μια επιμήκης ράχη από τα όρη του Ζάρκου (685 μ.), Τιάνου (693 μ.), Φυλληίου (533 μ.) και Χαλκοδονίου (725 μ.). Η ράχη αυτή χωρίζει την πεδινή Θεσσαλία στο ανατολικό και δυτικό τμήμα που αντιστοιχούν σε δύο λεβητοειδείς λεκάνες με σημερινή μορφή αποκλειστικά οφειλόμενη στην παλαιογεωγραφική εξέλιξή τους.

Οι δύο αυτές λεκάνες (πεδινή Θεσσαλία) έχουν έκταση 4.520 km², ή 33.5% του όλου Θεσσαλικού χώρου με υψόμετρο κυμαινόμενο από 45 μ. μέχρι 200 μ.

Το κύριο χαρακτηριστικό κλιματικό στοιχείο του Θεσσαλικού πεδίου είναι η εναλλαγή μιας ψυχρής υγρής και μιας θερμής ξηρής περιόδου.

Η μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία (27,6°C) παρατηρείται κατά το μήνα Ιούλιο ενώ η ελάχιστη (2,5°C) τον Ιανουάριο.

Όσον αφορά στη σχετική υγρασία του αέρα κοντά στο έδαφος, το μέγιστο (80%) παρατηρείται τους μήνες Νοέμβριο και Δεκέμβριο και το ελάχιστο (50%) τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.

Η μέγιστη μηνιαία εξάτμιση (132 mm) σημειώνεται κατά τον μήνα Αύγουστο.

Εξ αυτών προκύπτει ότι στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας επικρατούν οι χαρακτήρες του ημίξηρου μεσογειακού κλίματος.

Ολόκληρη η πεδινή Θεσσαλία αποστραγγίζεται από τον Πηνειό ποταμό. Η λεκάνη απορροής του Πηνειού διαιρείται σε μεγάλο αριθμό υπολεκανών, του Ενιππέα, Φαρσαλιώτη, Σοφαδίτη, Καλέντζη, Πάμισου, Πορταϊκού, Μουργκάνι, Ληθαίου, Νεοχωρίτη και Τιταρησίου. Στο υδατικό διαμέρισμα περιλαμβάνεται και η κλειστή λεκάνη της Κάρλας.

Στον πίνακα 8.1. δίδονται τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα κατά λεκάνη απορροής, στην περιοχή της Δυτικής Θεσσαλίας, καθώς και μέσες ετήσιες επιφανειακές απορροές ορισμένων λεκανών για την περίοδο 1959-1968.

Ειδικότερα ο συνολικός όγκος βροχής στο ορεινό και πεδινό τμήμα της Δυτικής Θεσσαλίας, έκτασης 3335 και 2706 km² ανέρχεται σε 3.945 και 1827 x 10⁶ m³ και αντιστοιχεί σε μέσο ετήσιο ύψος α.κ. 955 χλστ.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω , το ορεινό και πεδινό τμήμα στο σύνολο του υδατικού διαμερίσματος έκτασης 9.550 και 4.520 km² δέχεται αντίστοιχα 11.296 και 3.058 x 10⁶ m³ α.κ.

Πίνακας 8.1. Βροχοπτώσεις, επ.απορροές λεκανών Δ. Θεσσαλίας

Υδρολογική λεκάνη	Επιφάνεια σε km ²	Ετήσιος όγκος α.κ. σε 10 ⁶ m ³	Επιφ. απορροή %
1. Πορταϊκού	137	199,55	57,80
2. Σαρακίνα	-	-	38,20
3. Παμισού	161	207,15	50,50
4. Σοφαδίτη	899	1.011,40	-
5. Ενιππέα	624	626,15	12,39
6. Ληθαίου	114,50	121	-
7. Μουργκάνι	425,50	512,15	-
8. Μαλακασιώτου, Καστανιώτικου, Κλεινοβίτικου	525,00	780,00	-
9. Υπόλοιπον τμήματος λεκάνης απορροής Πηνειού ποταμού	3.155	2.314,45	-
Σύνολο	6.041	5.771,80	

Η εξατμισοδιαπνοή ανέρχεται σε 620 mm ή 65% επί του ετήσιου ύψους βροχής της λεκάνης (μέθοδος TURC).

Με βάση τα ανωτέρω, προκύπτει ότι ο όγκος του κατεισδύοντος νερού ανέρχεται σε 800 x 10⁶ m³ ή ότι ο συντελεστής κατείσδυσης (I) είναι 14%.

Στην πραγματικότητα ο συντελεστής κατεισδύσεως είναι διάφορος για την ορεινή και πεδινή περιοχή της λεκάνης . Έτσι το ορεινό τμήμα της λεκάνης , όπου μόνο το 20% περίπου της επιφάνειας αυτού αποτελείται από υδροπερατούς σχηματισμούς (ανθρακικά πετρώματα), ο συντελεστής κατεισδύσεως θα είναι μικρότερος έναντι εκείνου του πεδινού τμήματος. Αντίθετα , ο συντελεστής απορροής του ορεινού τμήματος της λεκάνης είναι μεγαλύτερος από εκείνον του πεδινού , καθόσον η παρουσία υδατοστεγών σχηματισμών στο μεγαλύτερο ποσοστό της επιφάνειας αυτού περιορίζει τις δυνατότητες για κατείσδυση, με συνέπεια να έχουμε αυξημένη επιφανειακή απορροή.

Έτσι, ο συντελεστής κατεισδύσεως για το ορεινό τμήμα της λεκάνης υπολογίσθηκε σε 9,4% , ενώ από στοιχεία λυσιμέτρων εγκατεστημένων στην περιοχή Σαρακίνας και Μικρού Κεφαλόβρυσου, ο συντελεστής κατεισδύσεως του πεδινού τμήματος υπολογίζεται σε 15% περίπου .

(Γ. Καλλέργης, Α. Μόρφης, Χ. Παπασπυρόπουλος, Θ. Χριστοδούλου 1973).

Έτσι, το υδρολογικό ισοζύγιο για το ορεινό και πεδινό τμήμα της Δυτικής Θεσσαλίας είναι:

$$P=R + E + I$$

Ορεινό τμήμα :	Επιφανειακή απορροή	(R) = 40% επί των ατμ. κατακρημν.
	Εξατμισοδιαπνοή	(E) = 50% επί των ατμ. κατακρημν.
	Κατείσδυση	(I) = 10% επί των ατμ. κατακρημν.
Πεδινό τμήμα:		(R) = 25% επί των ατμ. κατακρημν.
		(E) = 60% επί των ατμ. κατακρημν.
		(I) = 15% επί των ατμ. κατακρημν.

Εκτιμάται ότι οι ως άνω τιμές είναι αντιπροσωπευτικές για το σύνολο του Υδατικού Διαμερίσματος.

8.3. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ, ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Οι σχηματισμοί που δομούν το Υδατικό Διαμέρισμα ομαδοποιούνται σε υδροπερατούς (ανθρακικοί σχηματισμοί- αδρομερείς αποθέσεις Τεταρτογενούς), ημιπερατούς (νεογενείς αποθέσεις κατά περίπτωση

γνευσιοσχιστολιθικά πετρώματα) και υδατοστεγείς (λεπτομερείς φάσεις Τριτογενούς-Τεταρτογενούς και συμπαγή μεταμορφωμένα κ.λ.π. πετρώματα).

Η πεδιάδα της Θεσσαλίας διαχωρίζεται ως ήδη ανεφέρθη σε δύο κύριες αυτοτελείς υδρογεωλογικές λεκάνες, αυτές της δυτικής και ανατολικής πεδιάδας.

Κάθε μία από τις υδρογεωλογικές αυτές λεκάνες, αποτελείται από επιμέρους υδρογεωλογικές ενότητες ή υπολεκάνες.

Η παρουσία ή επικράτηση ορισμένων υδροφόρων οριζόντων σε κάθε μία των "υπολεκανών" είναι το κύριο χαρακτηριστικό αυτών, παρά το γεγονός, ότι υπάρχει στενή αλληλεξάρτηση των εν λόγω υδροφόρων.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των υπολεκανών είναι η κοκκομετρική σύσταση των προσχώσεων, η οποία φυσικά είναι συνάρτηση της γεωλογικής δομής των κρασπέδων της λεκάνης αφ' ενός και της αποστάσεως στην οποία έχουν αποθεθεί ως τα μητρικά τους πετρώματα αφ' ετέρου.

Η υδρολιθολογική σύνθεση των τεταρτογενών και πλειοκαινικών αποθέσεων, σε συνδυασμό προς την τεκτονική δομή του υποβάθρου αυτών (νεογενείς αποθέσεις), συνηγορεί υπέρ του διαχωρισμού της δυτικής λεκάνης σε τέσσερεις υπολεκάνες, ήτοι την υπολεκάνη Καλαμπάκας, την υπολεκάνη Τρικάλων, την υπολεκάνη Καρδίτσας - Σοφάδων και την υπολεκάνη Ζαιμίου - Φαρσάλων.

Η ανατολική πεδινή Θεσσαλία διαχωρίζεται στην υπολεκάνη Τυρνάβου και στο υπόλοιπο της πεδιάδας (Κάρλα, Λάρισα) και σε μικρές προσχωσιγενείς λεκάνες προς τα ΒΑ/κά.

Στο διαχωρισμό τέλος μεταξύ της δυτικής και ανατολικής πεδιάδας λαμβάνεται ως ξεχωριστή ενότητα η μεταξύ αυτών λοφώδης περιοχή των Νεογενών αποθέσεων (Ταουσάνη), εξ αιτίας της μη ουσιαστικής υδρογεωλογικής επικοινωνίας της με τις δύο πεδιάδες και της ιδιαίτερης γεωλογικής διαμόρφωσής της.

8.3.1. Υδροφόρες ενότητες κοκκωδών αποθέσεων

8.3.1.1. Υπολεκάνη Καλαμπάκας

Αποτελεί το ΒΔ/κό τμήμα της Δυτικής Θεσσαλικής πεδιάδας, προς νότο δε φθάνει μέχρι της γραμμής που ορίζεται υπό των χωρίων Ράξα, 1 χλμ. βορείως Μικρού και Μεγάλου Κεφαλόβρυσου και Πρίνου. Η υπολεκάνη αυτή, εκτάσεως

155 km², χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πλούσιου υδροφόρου οριζοντα ελεύθερης επιφανείας πάχους μεγαλύτερου των 50 μ. Η παρουσία αργιλικών ενστρώσεων φακοειδούς μορφής, δίνει την εντύπωση δημιουργίας οριζόντων υπό πίεση. Η συνήθης παροχή των γεωτρήσεων είναι 150 m³/h και η ειδική παροχή είναι της τάξεως των 300 m³/h.m.

8.3.1.2. Υπολεκάνη Τρικάλων

Η υπολεκάνη Τρικάλων εκτάσεως 620 km², αποτελεί την προς νότο συνέχεια της προηγούμενης υπολεκάνης ενώ προς τα ανατολικά εκτείνεται μέχρι των στενών του Τσιοτίου και χωρίζεται σε τρεις τομείς . Οι αποθέσεις εδώ είναι χαρακτηριστικές ενός κώνου , ποταμοχειμαρρώδους προελεύσεως , όπου εναλλάσσονται υλικά αδρομερή μετά λεπτομερών με αποτέλεσμα την δημιουργία αλλεπάλληλων υπό πίεση υδροφοριών μέχρι βάθους 180 μ.. ή και μεγαλύτερου ακόμη.

Η αυτόματη ροή φρεάτων εντός του οριζοντα αυτού κυμαίνεται από 60 έως 110 m³/h, με πολύ μεγαλύτερη (350 m³/h.m) απόδοση που όμως έχει ως συνέπεια την μεταβολή των υπό πίεση συνθηκών σε συνθήκες μερικώς υπό πίεση ή και ελεύθερης ροής, λόγω σημαντικής πτώσης στάθμης (τομέας Πορταϊκού, Παμίσου). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της παρουσίας μεγάλων πηγών στα όρια των υπολεκανών Καλαμπάκας και Τρικάλων, όπως είναι οι πηγές Μεγάλου και Μικρού Κεφαλόβρουσου μέσης παροχής 2 m³/s που εκφορτίζουν τον επικρεμμάμενο υδροφόρο ορίζοντα.

α. Τομέας Φαρκαδώνας

Περιλαμβάνει το ανατολικό τμήμα της υπολεκάνης Τρικάλων από Πατουλιάς μέχρι Κουτσοχέρου, αποτελείται από αδρομερή υλικά και πέραν της απευθείας κατείσδυσης τροφοδοτείται από τον Πηνεϊό , τις πηγές Βούλας, των Αντιχασίων ορέων και εν μέρει των πηγών Κλοκωτού. Στην περιοχή του Ζάρκου, οι προσχώσεις τροφοδοτούνται και υπό των μαρμάρων των ορέων του Ζάρκου. Ο τομέας αυτός χαρακτηρίζεται εκ της παρουσίας ικανού υδροφόρου οριζοντα ελευθέρας επιφάνειας, ο οποίος προς το κέντρο της λεκάνης μεταπίπτει ταχέως σε ορίζοντα υπό πίεση.

Η ειδική παροχή των φρεάτων εδώ κυμαίνεται από 5 έως 75 m³/h.m.

β. Τομέας Τρικάλων

Πρόκειται για μία επαλληλία υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων με ειδική παροχή 10-15 m³/h.m και υπό ορισμένες συνθήκες πολύ μεγαλύτερη μέχρι και 200 m³/h.m.

γ. Τομέας κώνων Πορταϊκού και Παμίσου

Η περιοχή κώνων Πορταϊκού και Παμίσου και πάχους υπέρ τα 50 μ. είναι από τις πλέον ενδιαφέρουσες, από απόψεως υδροφορίας.

Προς το κέντρο της λεκάνης, ο υδροφόρος ορίζοντας ελευθέρας επιφανείας, μεταπίπτει σε επαλληλία υδροφόρων οριζόντων υπό πίεση με ειδικές παροχές της τάξεως των 15 m³/h.m και σε ορισμένες θέσεις (Φύκη) πολύ μεγαλύτερες.

8.3.1.3. Υπολεκάνη Καρδίτσας - Σοφάδων

Η υπολεκάνη Καρδίτσας εκτάσεως 722 km² περιλαμβάνει το τμήμα νοτίως της γραμμής Φαναρίου, Ριζοβουνίου, Κεραμιδίου.

Οι ειδικές παροχές εδώ είναι κατά κανόνα μικρότερες του 1 m³/h m. Μεγαλύτερη παροχή δίνουν οι περιοχές Κουρτικίου, Κουρτεσίου, Παλαμά, Ματαράγκας, Σοφάδων, και Άνω Ορφανών (ειδικές παροχές μέχρι 5 m³/h m).

8.3.1.4. Υπολεκάνη Ζαϊμίου - Σοφιάδας - Φαρσάλων

Η εν λόγω υπολεκάνη, εκτάσεως 613 km², αποτελεί το ΝΔ/κό πέρας της λεκάνης Δυτικής Θεσσαλίας, βρίσκεται δε υπό την επίδραση ενός σημαντικού αριθμού χειμάρρων ως ο Καλέντζης, Λείψικος, Φαρσαλιώτης κ.λ.π. και δύο ποταμών, του Ενιππέα και Σοφαδίτου. Εδώ συναντώνται κατά τόπους σημαντικοί υδροφόροι ορίζοντες ελευθέρας επιφανείας στα κράσπεδα και υπό πίεση στο κέντρο.

Τα υδροφόρα στρώματα είναι γενικώς μικρού πάχους και εναλλάσσονται μετά ιλυούχων σχηματισμών με ειδικές παροχές, μεταξύ 3-5 m³/h m στην περιοχή Φαρσάλων-Δενδρακίων φτάνουν τα 8m³/h m και στην περιοχή της Σοφιάδας η ειδική παροχή κυμαίνεται περί τα 1m³/h m.

8.3.1.5. ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΤΥΡΝΑΒΟΥ

Νότια και ανατολικά ορίζεται από τον ποταμό Πηνειό ενώ βόρεια και δυτικά περικλείεται από τα μάρμαρα και τους γνεύσιους της Πελαγονικής ζώνης.

Οι ανδρομερείς αποθέσεις του Τιταρησίου παρουσιάζουν επιφανειακώς σχετική ομοιογένεια μέχρι το όριο του Πηνειού ποταμού. Στις περιοχές όμως Γυρτύνης, Ομορφοχωρίου, και Πλατύκαμπου οι ανδρομερείς αυτές αποθέσεις βυθίζονται σε μεγαλύτερα βάθη και διακόπτονται εκεί από συνεχή μάλλον στρώματα αργίλου.

Στο κεντρικό τμήμα (Αμπελώνας, Φαλάνη) το πάχος των αλλουβίων ανέρχεται σε αρκετές εκατοντάδες μέτρα.

Στην περιοχή Πλατανούλια, Αγ. Σοφιάς και Δενδρών το υπόβαθρο βρίσκεται σε βάθος 50-100μ. και αποτελείται από νεογενείς αποθέσεις, ενώ στο Β.ΒΑ-κο τμήμα της περιοχής το υπόβαθρο βρίσκεται σε βάθος 180-250μ. και αποτελείται από γνεύσιους και κρυσταλλικούς σχιστολίθους.

Στον ευρύ κώνο αποθέσεων του Τιταρησίου αναπτύσσεται ένας ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας, ο οποίος στα ανατολικά του μεταπίπτει σε ορίζοντα υπό πίεση. Οι υπό πίεση αυτές υδροφορίες βρίσκονται σε μεγάλα βάθη και αποσφηνούνται κατά θέσεις ώστε δεν παρατηρούνται π.χ. στον Πλατύκαμπο.

Η τροφοδοσία των υπόγειων υδροφορέων της ευρύτερης περιοχής Τυρνάβου γίνεται κυρίως από την διήθηση των νερών του Τιταρησίου καθώς επίσης και από την κατ'ευθείαν κατείσδυση στη ζώνη ανάπτυξης του κώνου του. Τέλος λαμβάνει χώρα και μετάγγιση καρστικών νερών από τα δυτικά κρυσπεδα.

8.3.1.6. ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΤΗΣ ΠΕΔΙΑΔΑΣ ΑΝ. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

α) ΛΙΜΝΗ ΚΑΡΛΑ

Στο υπόλοιπο της ανατολικής πεδιάδας αναπτύσσονται ασθενείς υπό πίεση υδροφορίες. Στην περιοχή που παλαιότερα καταλάμβανε η λίμνη Κάρλα, συναντώνται λεπτομερείς αποθέσεις

Υπόβαθρο των αλλουβιακών αποθέσεων, των οποίων το μεγαλύτερο πάχος φτάνει τα 550μ. ανατολικά του χωριού Χάλκη, αποτελούν τα μάρμαρα και οι κρυσταλλικοί σχιστόλιθοι της Πελαγονικής ζώνης.

Στο νοτιοανατολικό τμήμα το υπόβαθρο αναδύεται κατά θέσεις λόγω τεκτονισμού. Εδώ το πάχος των προσχώσεων κυμαίνεται μεταξύ 50 και 250μ. και επικρατούν τα αργιλοιλυώδη στρώματα.

Στην ευρύτερη περιοχή της παλιάς λίμνης Κάρλας δυσμενής συνθήκη για την ποιότητα του υπογείου νερού αποτελεί η ύπαρξη κατά θέσεις των αλατούχων αργίλων.

Ζώνες γενικά καλύτερης υδροφορίας είναι η περιοχή Χάλκης και η περιοχή Αρμενίου-Στεφανοβικίου-Ριζόμυλου, ενώ η τροφοδοσία των βαθιών υπό πίεση υδροφορέων της ευρύτερης περιοχής είναι μικρή και πραγματοποιείται από υπόγειες πλευρικές μεταγγίσεις του κώνου του Τιταρησίου και των κώνων άλλων μικρών χειμάρρων. Η τροφοδοσία από την κατείσδυση είναι πολύ μικρή λόγω της παρουσίας των λεπτόκοκκων προσχώσεων.

Οι καρστικοί σχηματισμοί του υποβάθρου της Κάρλας τροφοδοτούνται κατά κύριο λόγο από τους ανθρακικούς σχηματισμούς του Μαυροβουνίου και κατά δεύτερο λόγο από τα κοκκώδη των κρασπέδων της Κάρλας με κίνηση υπογείου νερού Δ-ΝΔ.

β) ΠΡΟΣΧΩΣΙΓΕΝΗΣ ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΙΑΣ - ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ

Έχει έκταση περί τα 60km² και βρίσκεται περί τα 10km ΝΔ-κα της Ελασσόνας. Εντός των αλλουβιακών αποθέσεων της λεκάνης (άμμοι, χάλικες, κροκάλες, άργιλοι) διαμορφώνονται συνθήκες ελεύθερης (κράσπεδα λεκάνης) και υπό πίεση (κεντρικό τμήμα) ροής με συντελεστή υδατοαγωγιμότητας $4-7 \times 10^{-4}$ και $6-8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$ αντίστοιχα. Το πάχος των προσχώσεων στο κέντρο της λεκάνης είναι της τάξεως των 60μ. ελατούμενο προς τα κράσπεδα όπου δεν υπερβαίνει τα 30μ.

Στο κέντρο της λεκάνης αναβλύζουν οι πηγές Αμουρίου στη θέση Γιαλί, λόγω της έξαρσης του σχιστογενευσιακού υπόβαθρου εντός του τεταρτογενούς υδροφορέα. Η μέση ετήσια παροχή των πηγών αυτών ανέρχεται σε 0.55 m³/sec. Ο συντελεστής στείρευσης (α) είναι της τάξης του 3.7×10^{-3} , ενώ τα δυναμικά υπερετήσια αποθέματα υπολογίστηκαν σε $20 \times 10^6 \text{ m}^3$. Η μέση διακύμανση της υπόγειας στάθμης του υδροφορέα ανέρχεται σε 60cm.

γ) ΠΡΟΣΧΩΣΙΓΕΝΗΣ ΛΕΚΑΝΗ ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ - ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ

Η προσχωσιγενής λεκάνη Ελασσόνας-Τσαρίτσανης είναι ένα τεκτονικό βύθισμα 35 km² που προήλθε από την δράση ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ. Η λεκάνη απορροής καλύπτει έκταση 65km² και αποστραγγίζεται επιφανειακά από το ρέμα Ασμάκι.

Το πεδινό τμήμα της λεκάνης έχει απόλυτο υψόμετρο που κυμαίνεται μεταξύ 270 και 320 μ. και περιβάλλεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από κρυσταλλικά πετρώματα του υποβάθρου της Πελαγονικής ζώνης. Μόνο στο ανατολικό της τμήμα εμφανίζονται τα Τριαδικοϊουρασικά μάρμαρα που ανήκουν στο καρστικό υδροφόρο Τυρνάβου-Δαμασίου (πηγή Μάτι). Οι παραπάνω γεωλογικοί σχηματισμοί αποτελούν τα όρια της προσχωσιγενούς λεκάνης .

Στα ιζήματα της λεκάνης Ελασσόνας αναπτύσσεται υπόγεια υδροφορία (επάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες) εντός φακοειδών κυρίως αποθέσεων αμμοχάλικων και κροκαλών. Το πάχος των υδροφόρων στρωμάτων ποικίλει από 2 έως 18μ. Το απόλυτο υψόμετρο στάθμης είναι 250μ με μέση ετήσια διακύμανση της στάθμης 4μ. από το κράσπεδο της λεκάνης προς το κέντρο αυτής και στη συνέχεια μια κύρια υπόγεια αποστράγγιση προς Α, ΝΑ διεύθυνση. Ειδικά στο ΝΑ τμήμα της λεκάνης όπου το συνολικό πάχος των υδροφόρων υπερβαίνει τα 46 μ. το T είναι της τάξεως του 10^{-3} m/sec. Τα ρυθμιστικά αποθέματα της λεκάνης δεν ξεπερνούν τα 4×10^6 m³. Μια προσεγγιστική εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης με ύψος βροχής 591mm, το οποίο εκφράζει τον 20ετή μέσο όρο βροχής της λεκάνης, δίδεται κατωτέρω:

$$P = 38,4 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ή } 100\%$$

$$I = 4,2 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ή } 11\%$$

$$E = 28,1 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ή } 73\%$$

$$R = 6,1 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ ή } 16\%$$

δ) ΠΡΟΣΧΩΣΙΓΕΝΗΣ ΛΕΚΑΝΗ ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ

Η προσχωσιγενής λεκάνη Σαραντάπορου είναι ένα τεκτονικό βύθισμα 40 km² περίπου που προήλθε από την δράση ρηγμάτων που έχουν διεύθυνση Β-Ν, ΒΔ-ΝΑ, ΒΑ-ΝΔ. Η ευρύτερη λεκάνη απορροής καλύπτει έκταση 289 km² περίπου και αποστραγγίζεται επιφανειακά από τον ποταμό Βούλγαρη.

Το πεδινό τμήμα της λεκάνης έχει απόλυτο υψόμετρο που κυμαίνεται μεταξύ 480 μ. και 640 μ. και περιβάλλεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από κρυσταλλικά πετρώματα του υπόβαθρου της Πελαγονικής ζώνης.

Μια προσεγγιστική εκτίμηση του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του Βούλαργη με ύψος βροχής 640 mm, το οποίο εκφράζει τον 20ετή μέσο όρο βροχής που δέχεται η λεκάνη στο μέσο υψόμετρο της (784μ) δίνει τα ακόλουθα:

$$P = 185 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad 100\%$$

$$I = 20 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad 11\%$$

$$E = 28,1 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad 73\%$$

$$R = 30 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{ή} \quad 16\%$$

8.3.1.7. ΛΟΦΩΔΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ

Οι λόφοι αυτοί υψόμετρου 100-200μ. διαχωρίζουν υδρογεωλογικά τις πεδιάδες της ανατολικής και δυτικής Θεσσαλίας. Αποτελούνται από στρώματα λιμναίων ασβεστολίθων, μαργών, αργίλων, ψαμμιτών, κροκαλοπαγών και άμμων. Το υπόβαθρο αυτών των πλειοκαινικών αποθέσεων βρίσκεται σε βάθος 100-300μ. και αποτελείται από οφιολίθους και κρυσταλλικούς σχιστολίθους.

Μεταξύ των λόφων αυτών αναπτύσσονται οι μικρές αλλουβιακές λεκάνες Μαυροβουνίου και Κουτσοχέρου-Κάστρου-Μάνδρας.

Η κύρια τροφοδοσία λαμβάνει χώρα από την απευθείας κατείσδυση, η οποία προφανώς είναι πολύ μικρή όπως και η πλευρική τροφοδοσία από την Θεσσαλική πεδιάδα με συνέπεια την περιορισμένη υδροφορία του συστήματος.

8.3.2. Καρστικές ενότητες

Στα κράσπεδα της Θεσσαλικής πεδιάδας αναπτύσσονται διακεκριμένες καρστικές ενότητες, οι οποίες στην δυτική Πεδιάδα αποτελούνται κυρίως από ασβεστολίθους και στην ανατολική πεδιάδα κυρίως από μάρμαρα και υποδιαιρούνται σε επιμέρους καρστικά συστήματα.

Η αποστράγγιση γίνεται δια των πηγών, ενώ δευτερευόντως και αναλόγως των τοπικών συνθηκών καρστικά υπόγεια νερά μεταγγίζονται προς τους κοκκώδεις υδροφόρους.

Στις ενότητες αυτές οι γεωτρήσεις παρουσιάζουν πολύ μεγάλες παροχές (έως και 400 m³/h).

Λόγω της υψηλής αποδόσεως και της πληθώρας των γεωτρήσεων στα μάρμαρα και στους ασβεστολίθους, πολλές από τις καρστικές ενότητες

βρίσκονται ήδη σε κατάσταση υπερεκμετάλλευσης με αποτέλεσμα την στείρευση πολλών καρστικών πηγών ή τη μη ελεγχόμενη αναρρύθμιση της απορροής των πηγών (π.χ. Μάτι Τυρνάβου, Μάτι Κεραμιδίου κ.λ.π.).

8.3.2.1. ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΥΡΝΑΒΟΥ - ΔΑΜΑΣΙΟΥ

Το καρστικό σύστημα Τυρνάβου - Δαμασίου δομούν τα Τριαδικά - Ιουρασικά μάρμαρα της Πελαγονικής ζώνης που αποτελούν την κανονική προς τα πάνω εξέλιξη των νεοπαλαιοζωικών κρυσταλλικών πετρωμάτων της.

Έχουν μία επιμήκη ανάπτυξη με διεύθυνση Β-N και διαρρέονται κάθετα από τους ποταμούς Πηνειό και Τιταρήσιο.

Στους παραπάνω ανθρακικούς σχηματισμούς δημιουργείται καρστικός υδροφόρος σε απόλυτο υψόμετρο περί τα 73μ. εκφορτιζόμενος κύρια από την καρστική πηγή Μάτι μέσης ετήσιας παροχής $1,2\text{m}^3/\text{s}$ και μόνο κατά την υγρά περίοδο από τις πηγές Αγ. Άννας και Αμυγδαλιάς.

Ο συντελεστής στείρευσης της πηγής Μάτι είναι $3,7 \times 10^{-2}$ ενώ τα μέσα δυναμικά αποθέματα υπολογίστηκαν σε $50 \times 10^6 \text{m}^3$.

Ο καρστικός υδροφορέας έχει έκταση 198km^2 ενώ το πάχος του είναι δύσκολο να εκτιμηθεί. Η μέση ετήσια διακύμανση της στάθμης είναι 1,50 m με συντελεστή υδατοαγωγιμότητας $T = 2,4 \times 10^{-1}$ έως $6,7 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{sec}$ και υδροχωρητικότητας

$$S = 3,5\%$$

Η εν γένει γεωλογική και υδρολογική πληροφόρηση της περιοχής οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για ένα σύνθετο καρστικό υδροφόρο σύστημα που τροφοδοτείται εν μέρει και από διήθηση του ποταμού Τιταρησίου ο οποίος διασχίζει τους ανθρακικούς σχηματισμούς επί ενός μεγάλου σχετικά μετώπου. Τα μέσα ρυθμιστικά αποθέματα του εν λόγω συστήματος, το οποίο σημειωτέον βρίσκεται υπό συνθήκες υπερεκμετάλλευσης, εκτιμώνται στην τάξη των $70 \times 10^6 \text{m}^3$.

8.3.2.2. ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΡΑΝΙΑΣ- ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ

Πρόκειται για καρστικό σύστημα μεγάλης υδροδυναμικότητας με ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον. Το σύστημα αυτό αναπτύσσεται στα μάρμαρα της

αυτόχθονης συνεχούς ανθρακικής σειράς τα οποία έχουν πάχος 2000 μ. και καταλαμβάνουν στην περιοχή έκταση 92 km². Η ανθρακική σειρά εξαιτίας επιππευτικών κινήσεων, καλύπτεται κυρίως από νεοπαλαιοζωικούς σχηματισμούς του υποβάθρου της Πελαγονικής ζώνης.

Το σύστημα εκφορτίζεται ΝΑ-κα δια της πηγής Κεφαλοβρύσου μέσης ετήσιας παροχής 1,6 m³/s, 12 χλμ. δυτικά της Ελασσόνας.

Ο λόγος των μεγίστων προς τις ελάχιστες παροχές της πηγής δεν είναι μεγάλος (μέσος όρος 4,5) γεγονός που υποδηλεί ένα καλά οργανωμένο καρστικό σύστημα με καλή δυνατότητα ρύθμισης των υπογείων απορροών και με μεγάλη δυναμικότητα.

Η ανάβλυση της πηγής Κεφαλοβρύσου οφείλεται σε ρήγμα (30/70 ΝΑ) που εντοπίστηκε 2,5 χλμ. νότια της πηγής και το οποίο στις θέσεις ανάβλυσης δεν είναι ορατό διότι καλύπτεται από νεογενή και ολοκαινικά ιζήματα.

Οι διακυμάνσεις στάθμης του υδροφόρου κυμαίνονται από 1,16 έως 4,15μ. , με συντελεστή υδατοαγωγιμότητας $T = 2,5 \times 10^{-1} \text{ m}^2 / \text{sec}$ και υδροχωρητικότητας $S = 3,1\%$

Ο συντελεστής στείρευσης της πηγής Κεφαλοβρύσου είναι $2,3 \times 10^{-3} (\eta\mu^{-1})$ και τα μέσα δυναμικά της αποθέματα $33 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα του συστήματος Κρανιάς-Ελασσόνας είναι της τάξεως των $50 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Σημειώνεται επίσης ότι η ειδική παροχή του κάρστ είναι 9,6 lit/sec/km² τιμή που είναι αντιπροσωπευτική για τον Ελληνικό χώρο (Μεσογειακό Κάρστ) και η κατείσδυση της τάξης του 49% με μέσο ετήσιο ύψος βροχής 529χλστ.

8.3.2.3. ΛΟΙΠΑ ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ενας μεγάλος αριθμός μικρότερων αναλογικά καρστικών συστημάτων από άποψη δυναμικότητας δημιουργείται επίσης εντός των ανθρακικών πετρωμάτων των κρασπέδων της Θεσ/κης πεδιάδας κυριότερα των οποίων είναι τα συστήματα Κεραμιδιού, Παναμά, Ματαράγας, Βούλας, Εκάρας, Καλού νερού και Κάρλας.

Το σύνολο σχεδόν των συστημάτων αυτών βρίσκεται από καιρό σε θέση υπερεκμετάλλευσης , όπως μαρτυρεί η υπερβολική πτώση της στάθμης (π.χ.45 μ. πτώση στάθμης στο σύστημα Μικρού βουνού), με αποτέλεσμα τη

ΠΙΝ.8.2 ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ ΠΗΓΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πηγή	Παλαιότερη μέση παροχή πηγής m ³ /sec	Σημερινά επίπεδα παροχής σε m ³ /sec και έτος μεταβολής
Μάτι Τυρνάβου	2.6	1.0 μετά το 1991
Αγ. Άννας	0.3	0.1 μετά το 1989
Ταμπάκος Φαρσάλων	0.15	0 μετά το 1985
Χτούρι Πολυκερίου	0.3	0 μετά το 1989
Βελεσιώτες - Εκκάρα	0.25	Εποχική λειτουργία
Βρυσιά	0.4	Εποχ. λειτ. μετά το 1985
Μικρού Βουνού	0.2	0 μετά το 1985
Βούλας	0.4	Εποχική λειτουργία
Κεφαλόβρυσο Μύρων		0 μετά το 1985
Βελεστίνου	0.3	0.1

p8.2

ΠΙΝ.8.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

α/α	Πηγή και κοινότητα	Γεωλογικοί σχηματισμοί	T °C	Παροχή σε m ³ /h	Χημικός τύπος	Χρήση
1	Σμόκοβο Λουτροπηγής	Φλύσχης	35 °C	25	Na-CO ₃ H ₂ S	Λουτροθεραπεία
2	Σουλαντά Αηδονοχωρίου	Φλύσχης	36 °C	9	Na-CO ₃ H ₂ S	Λουτροθεραπεία
3	Λουτρά Γαβρακίων	Υπερβασικά	22 °C	0.22	Ca-Na-CO ₃ -Cl	Ποσιθεραπεία
4	Πασαλή Εκκάρας	Περιδοτίτες μέσω προσχώσεων	24 °C	1.0	Na-CO ₃ H ₂ S	Λουτροθεραπεία Ποσιθεραπεία
5	Κόκκινο νερό Καρίτσας	Μεταμορφωμένα πετρώματα	15 °C	0.5	Ca-Mg-HCO ₃ CO ₂	Ποσιθεραπεία

στείρευση ή την επεισοδιακή λειτουργία των πηγών εκφόρτισής τους και την ποιοτική υποβάθμιση σε περιπτώσεις επικοινωνίας με τη θάλασσα.

Τα ανωτέρω επιβεβαιώνονται από τα στοιχεία του πίνακα 8.2(Π. Μαρίνος, 1994), όπου δίδονται οι μέσες ετήσιες παλαιότερες και πρόσφατες παροχές ορισμένων καρστικών πηγών της Θεσσαλίας.

8.4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Οι πλέον αξιόλογες θερμομεταλλικές πηγές του Υδατικού Διαμερίσματος είναι αυτές του συγκροτήματος Σμοκόβου-Αηδονοχωρίου, οι οποίες εμφανίζονται εντός του φλύσχη της ζώνης Πίνδου.

Επίσης μικρή θερμική ανωμαλία με αλκαλικά νερά παρατηρείται στην περιοχή Εκκάρας - Γαβρακίων . Οι πηγές αυτές αναβλύζουν από υπερβασικά πετρώματα της υποπελαγονικής ζώνης.

Σε όλη την έκταση του Υδατικού Διαμερίσματος και ιδιαίτερα στις περιοχές του φλύσχη της Ζώνης Πίνδου και της Υπερπινδικής υποζώνης , σημειώνεται ανάβλυση πληθώρας μικρών υδροθειούχων πηγών.

Η παρουσία H_2S στο νερό των πηγών αυτών είναι βιολογικής προελεύσεως και οφείλεται στην αναγωγή SO_4 ιόντων από την δράση θειοβακτηριδίων που αναπτύσσονται σε αναγωγικό περιβάλλον.

Τέλος στο βορειανατολικό τμήμα του Υδατικού Διαμερίσματος, όπου επικρατούν τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Πελαγονικής Ζώνης σημειώνονται αναβλύσεις ξινών νερών, οι κυριότερες των οποίων είναι οι πηγές Καρίτσας. Στον πίνακα 8.3 δίδονται στοιχεία παροχής, χρήσης κ.λ.π. των κυριότερων θερμομεταλλικών πηγών του διαμερίσματος.

8.5. ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στον πίνακα 8.4 επιχειρείται η κατάστρωση του υδρολογικού ισοζυγίου του υδατικού Διαμερίσματος.

Επί τη βάση του πίνακα αυτού προκύπτει ότι ο συνολικός κατεισδύον όγκος νερού είναι $2544 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Στον βαθμό που η ως άνω κατεισδυούσα ποσότητα δύναται να αντιπροσωπεύει τα ρυθμιστικά αποθέματα, τότε αυτά κατανέμονται ως ακολούθως:

Ρυθμιστικά αποθέματα Δυτικής Θεσσαλίας $994 \times 10^6 \text{ m}^3$

Ρυθμιστικά αποθέματα Ανατολικής Θεσσαλίας $1550 \times 10^6 \text{ m}^3$

Από τον πίνακα επίσης προκύπτει ότι τα συνολικά ρυθμιστικά αποθέματα των τεταρτογενών σχηματισμών της Θεσσαλίας ανέρχονται σε $442 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Ως προς τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα του Διαμερίσματος επισημαίνονται τα ακόλουθα :

Για τον υπολογισμό των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων (ρυθμιστικά + μέρος των γεωλογικών αποθεμάτων) λήφθηκαν υπόψη οι ακόλουθες δύο περιπτώσεις.

α) εκμετάλευση του μισού του πάχους του υδροφόρου ορίζοντα

β) εκμετάλευση του 1/3 αυτού.

Ετσι για την πεδιάδα της Δυτικής Θεσσαλίας, για μεν την πρώτη περίπτωση ο συνολικός όγκος των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων υπολογίσθηκε σε $1424 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού, για δε τη δεύτερη σε $949 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού. (ΙΓΜΕ - Υδατ. Έρευνα Θεσσαλίας-1973).

Αναλυτικότερα , τα ετήσια εκμεταλλεύσιμα αποθέματα νερού κατά υπό λεκάνες για τις δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις, κατανέμονται ως ακολούθως:

α. στην υπολεκάνη Καλαμπάκας : $270.942 \times 10^6 \text{ m}^3 - 180 \times 10^6 \text{ m}^3$

β. στην υπολεκάνη Τρικάλων : $1.049.590 \times 10^6 - 699.664 \times 10^6 \text{ m}^3$

γ. στην υπολεκάνη Καρδίτσας-Σοφάδων : $61.954 \times 10^6 \text{ m}^3 - 41234 \times 10^6 \text{ m}^3$

δ. στην υπολεκάνη Ζαιμίου -Φαρσάλων : $41882 \times 10^6 \text{ m}^3 - 27985 \times 10^6 \text{ m}^3$

Λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο ετήσιο κατεισδύοντα όγκο νερού ($800 \times 10^6 \text{ m}^3$) στη λεκάνη της Δυτικής Θεσσαλίας είναι φανερό ότι η ετήσια φυσική αναπλήρωση δεν καλύπτει το σύνολο του όγκου των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων του οποίου υπολείπεται κατά $150 \sim 600 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Αναφορικά με την σημερινή κατάσταση για το σύνολο της Θεσσαλικής πεδιάδας, προκύπτει ότι οι υδροφόροι ορίζοντες εκτός ελαχίστων περιπτώσεων, βρίσκονται κάτω από καθεστώς υπερεκμετάλλευσης, εφ'όσον

ΠΙΝ. 8.4 ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Περιοχές	Γεωλογικοί σχηματισμοί	Εκταση Km ²	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής mm	Μέσος ετήσιος όγκος α.τ x10 ⁶ m ³	Επιφανειακή απορροή		Εξατμισοδιαπνοή		Κατείσδυση		
					% α.κ	x10 ⁶ m ³	% α.κ	x10 ⁶ m ³	% α.κ	x10 ⁶ m ³	
ΔΥΤΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ	Πεδινή δυτική Θεσσαλία	Τεταρτογενή	675	1562	25	390	60	937	15	234	
		Νεογενή	560	378	25	94	60	226	15	56	
	Ορεινή δυτική Θεσσαλία	Ασβεστόλιθοι	931	1182	1100	10	110	50	550	40	440
		σχιστογενέσιοι, φλύσχης, ραδιολαρίτες, οφιόλιθοι κ.λ.π.	2235	1182	2641	40	1036	50	1320	10	264
		ΣΥΝΟΛΟ		5681		1650		3033		994	
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ	Πεδινή ανατολική Θεσσαλία	Τεταρτογενή	675	1393	25	348	60	835	15	208	
		Νεογενή	1168	675	788	25	197	60	427	15	118
	Ορεινή ανατολική Θεσσαλία	Ασβεστόλιθοι	1588	1182	1877	5	94	50	938	45	845
		σχιστογενέσιοι, φλύσχης, ραδιολαρίτες, οφιόλιθοι κ.λ.π.	3208	1182	3791	40	1500	50	1895	10	379
		ΣΥΝΟΛΟ		7849		2139		4095		1550	

παρατηρείται συστηματικά υποβιβασμός της στάθμης των γεωτρήσεων και μείωση της παροχής των πηγών.

Στις περισσότερες από τις παραπάνω περιπτώσεις τα φαινόμενα κάμψης των υδροφόρων οριζόντων παρουσιάστηκαν ήδη από το 1985 και πάντως πριν το 1990.

Στον πίνακα 8.5 (Π. Μαρίνος, 1994), παρουσιάζεται η πτώση στάθμης για τις περιόδους 1974-1994 και 1993-1994, ο όγκος νερού που αντλήθηκε το 1993-1994 με βάση τις καλλιεργούμενες εκτάσεις και το είδος των καλλιεργειών κυρίως, καθώς επίσης ο όγκος νερού που αντιστοιχεί στην παρατηρηθείσα υπολειπόμενη πτώση στάθμης της ίδιας περιόδου (1993-1994). Για την εκτίμηση του πιο πάνω αναλογούντος όγκου νερού ελήφθησαν υπόψη συντελεστές υδροχωρητικότητας από 2 έως 6% περίπου.

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται ότι τα $550 \times 10^6 \text{ m}^3$ υπογείου νερού που αντλήθηκαν κατά το 1994, υπερβαίνουν τα υπόγεια αποθέματα που δύνανται να ανανεωθούν. Την μόνιμη πτώση στάθμης κατά το 1994 προκάλεσε η απόληψη

περίπου $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ υπογείου νερού που αντλήθηκαν από τα μόνιμα, μη ανανεώσιμα αποθέματα.

Εμμεσα προκύπτει ως εκ τούτου ότι τα ρυθμιστικά αποθέματα της πεδιάδας της Θεσσαλίας είναι της τάξεως των $450 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Ρυθμιστικά αποθέματα της τάξης των $600 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντιστοιχούντα στην πεδιάδα της Δ.Θεσσαλίας $120 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην πεδιάδα της Ανατ. Θεσσαλίας, και $95 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην περιοχή Κάρλας, Αλμυρού, Πηλίου, έχουν εκτιμηθεί και από τον Π. Μελισσάρη, 1990.

Ρυθμιστικά αποθέματα για την Θεσσαλία έχουν εκτιμηθεί από το ΙΓΜΕ το 1983 και το 1987, ανερχόμενα σε 1980 και $2150 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντιστοίχως. Τα ως άνω ποσά κατανέμονται στα συστήματα ενδορωγματικής και ενδοπορικής ροής της Θεσσαλίας ως ακολούθως:

σύστημα ενδορωγματικής ροής $1180 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1983)

σύστημα ενδοπορικής ροής $800 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1983)

σύστημα ενδορωγματικής ροής $1300 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1987)

σύστημα ενδοπορικής ροής $850 \times 10^6 \text{ m}^3$ (1987)

Τέλος, από το υπουργείο Συντονισμού- Εθνικό Χωροταξικό Σχέδιο, υδατικοί πόροι

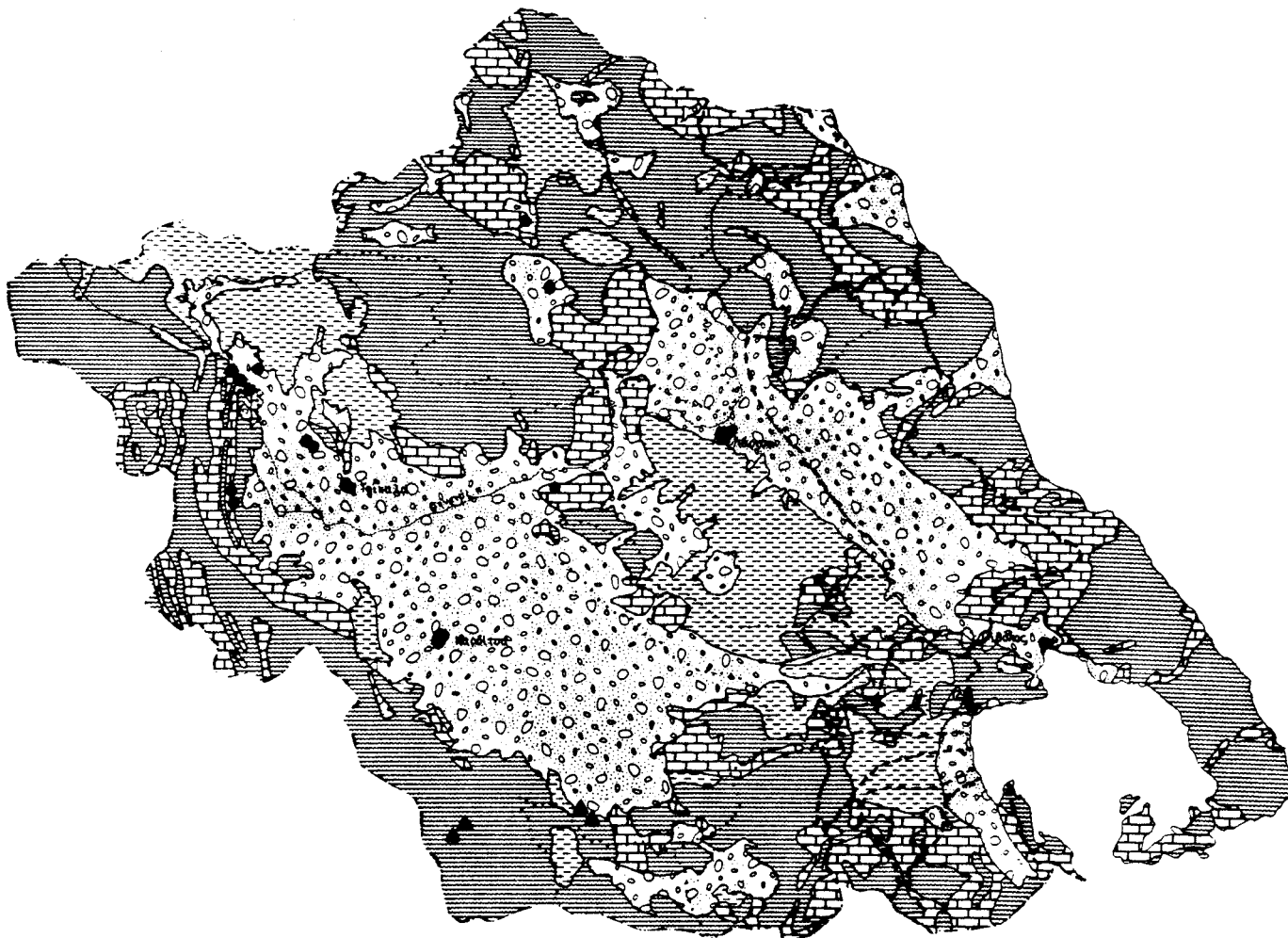
(Δοξιάδης Α.Ε 1980), το σύνολο των υπογείων και πηγαίων νερών της Θεσσαλίας υπολογίζεται στην τάξη των $1525 \times 10^6 \text{ m}^3$.

ΠΙΝ. 8.5 Κατάσταση υπόγειας υδροφορίας ανά Νομό στην πεδιάδα Θεσσαλίας

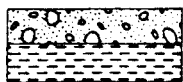
Νομός και έκταση γεωργικής γης, στην οποία αναφέρονται οι αντλήσεις	Πτώση στάθμης 1974 - 1994 (m)	Πτώση στάθμης 1993 - 1994 (m)	Όγκος υπόγειου νερού που αντλήθηκε το 1993 - 1994 ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Όγκος υπόγειου νερού αντίστοιχος της υπολειπομένης πτώσης στάθμης 1993 - 1994
Λάρισας 1.471.000 στρ.	κατά περιοχές από 7 έως 25	κατά περιοχές από -0,3 έως 3	232,8	53,39
Μαγνησίας 90.000 στρ.	20	1,5	36,7	2,7
Καρδίτσας 859.500 στρ.	κατά περιοχές από 1 έως 15	κατά περιοχές από 0,5 έως 2	148	32,76
Τρικάλων 457.000 στρ.	κατά περιοχές από 2 έως 5	-	98,20	-
Φθιώτιδας 89.000 στρ.	10	3	32,5	8
ΣΥΝΟΛΟ	-	-	548,2	96,85

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας

0 10 20 30 40 50 km



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα πολλές φορές υπό πίεση μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες, ανάλογα με τις γεωμετρικές τους διαστάσεις και τη συμμετοχή λεπτομερών στοιχείων



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (οφιόλιθοι, σχιστογενέυσις, φλύσχης κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις υδραυλικά ενεργές ζώνες ρωγματώσεων και λοιπών ασυνεχειών.

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (09)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ

Α. Στάμος, Α. Μανάκος

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

Σ. Τζιμούρτας, Α. Πρατανόπουλος, Ι. Καραγγελής

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

1996

9. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

9.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Σύμφωνα με τις νεότερες αντιλήψεις για τη γεωλογική δομή του Ελλαδικού χώρου η περιοχή του υδατικού διαμερίσματος της Δυτικής Μακεδονίας ανήκει στην Πελαγονική Ζώνη.

Δομείται από κρυσταλλοσχιστώδη, μη μεταμορφωμένα και μαγματικά πετρώματα παλαιοζωϊκής ηλικίας. Στα πετρώματα αυτά επικάθηνται ιζήματα του Μεσοζωϊκού (δολομίτες, ασβεστόλιθοι και αργιλοψαμμιτικοί σχιστόλιθοι). Μερικά τους μέλη (οφιόλιθοι, κρητιδικοί ασβεστόλιθοι) συνδυάζονται με γεωτεκτονικά γεγονότα και θεωρούνται αλλόχθονα.

Τα πετρώματα της περιοχής έχουν υποστεί την επίδραση δύο ορογενετικών φάσεων, στις οποίες οφείλονται οι επιπτεύσεις και οι ρωγματώσεις τους.

Στα ταπεινωμένα τεκτονικά τμήματα της περιοχής αναπτύσσονται αποθέσεις λιμναίας και ποτάμιας προέλευσης, μεγάλου συνήθως πάχους, με επικράτηση λεπτομερών μελών (άργιλοι, πηλοί, ιλύες). Τα αδρομερούς φάσης υλικά καταλαμβάνουν μικρή έκταση.

Οι ασβεστόλιθοι παρουσιάζουν μεγάλη υδροπερατότητα και αποτελούν τον κύριο υδροφόρο σχηματισμό της περιοχής. Τα υπόγεια αποθέματα νερού στα πετρώματα αυτά ανέρχονται σε πολλές εκατοντάδες εκατομμύρια κυβ. μέτρα, σε αντίθεση με τα αποθέματα των κλαστικών υδροφόρων στρωμάτων, που είναι μικρού σχετικά όγκου λόγω των περιορισμένων διαστάσεων και δυνατοτήτων τροφοδοσίας τους.

Στα μαγματικά, κρυσταλλοσχιστώδη κ.λ.π. πετρώματα η υδροφορία περιορίζεται στις ζώνες ρωγματώσεων και τεκτονικών ασυνεχειών και είναι κατά κανόνα πολύ μικρή.

Οι μάργες και οι αποθέσεις πηλών και αργίλων χαρακτηρίζονται ως οι πλέον υδατοστεγανοί σχηματισμοί.

9.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

9.2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ, ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στο διαμέρισμα αυτό, συνολικής έκτασης 13696 km², υπάγεται η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας καθώς και τμήμα της Κεντρικής Μακεδονίας τμήμα δηλαδή, της λεκάνης του κάτω ρου του ποταμού Αλιάκμονα.

Το διαμέρισμα οριοθετείται από τους ορειογραφικούς άξονες Βοΐου, Σμόλικα, Χασίων και Αντιχασίων της βόρειας Πίνδου δυτικά, Καρβουνίου και Φλάμπουρου νότια, από τον δυτικό υδροκρίτη της κοιλάδας του Λουδία στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης ανατολικά και από τη συνοριακή γραμμή της χώρας με τα Σκόπια και την Αλβανία βόρεια.

Η γεωγραφική θέση και οι κλιματολογικές, γεωμορφολογικές και γεωλογικές συνθήκες είναι οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της υδρολογικής εικόνας του διαμερίσματος.

Το κλίμα του διαμερίσματος είναι ηπειρωτικό μεσογειακού τύπου, με σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια του έτους, ψυχρό το χειμώνα και υγρό ως ξηρό το υπόλοιπο διάστημα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 13°C περίπου.

Από τη μορφή του ανάγλυφου και τη διάταξη των μορφολογικών μονάδων εξαρτάται η κατανομή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και είναι από 500 mm μέχρι 1000 mm.

Στο χώρο του υδατικού διαμερίσματος διακρίνονται έξι παράλληλες μεταξύ τους γεωμορφολογικές μονάδες με γενική διεύθυνση διάταξης ΒΔ - ΝΑ. Τα όρια μεταξύ των διαφόρων μονάδων είναι τεκτονικής φύσης. Από τα δυτικά προς τα ανατολικά οι μονάδες αυτές είναι:

- το ανατολικό τμήμα της οροσειράς Γράμμου, Βοΐου, Σμόλικα, Χασίων, Αντιχασίων
- το λεκανοπέδιο Καστοριάς, Γρεβενών.
- η οροσειρά Βέρνου, Ασκίου, Βουρίνου.
- λεκανοπέδιο Φλώρινας, Πτολεμαϊδας, Κοζάνης.
- η οροσειρά Βερμίου.

- το δυτικότερο τμήμα του κάμπου Θεσσαλονίκης.
- νοτιώτερα δεσπόζει η οροσειρά του Ολύμπου με τους κώνους κορρημάτων του Λιτοχώρου και την πεδιάδα της Κατερίνης.

Οι ορεινές περιοχές χαρακτηρίζονται συνήθως από υψηλές κορυφές, με μέγιστο απόλυτο υψόμετρο 3497 μ. (Σμόλικας), από απότομες κλίσεις πρηνών και από βαθιές χαραδρώσεις και κοιλάδες.

Με τις μορφολογικές μονάδες συνδυάζονται σε γενικές γραμμές οι υδρολογικές λεκάνες, αλλά και οι υδρογεωλογικές, ως ένα βαθμό, ενότητες οι οποίες περιγράφονται πιο κάτω.

Η κλίση του εδάφους και η σύστασή του από υδρολιθολογικής άποψης παίζουν τον κυριότερο ρόλο στην επιφανειακή απορροή και την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου, που είναι ποικιλόμορφο.

Ο Αλιάκμονας, το μεγαλύτερο σε μήκος ποτάμι της χώρας, είναι ο κυριότερος αποδέκτης των επιφανειακών νερών, με μέση ετήσια απορροή $72.9 \text{ m}^3 / \text{sec}$. Η απορροή του Εδεσσαίου και Τριποτάμου εκτιμάται σε 3.4 και $2.9 \text{ m}^3 / \text{sec}$ αντίστοιχα.

Στο διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας βρίσκονται οι περισσότερες λίμνες της χώρας, ως Πολυφύτου, Βεγορίτιδας, Χειμαδίτιδας, Ζάλαρης, Πετρών, Καστοριάς, Μικρής και Μεγάλης Πρέσπας, μερικές από τις οποίες αποτελούν μοναδικούς υδροβιότοπους με σπάνια είδη στον Ευρωπαϊκό χώρο.

9.2.2 ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ

Στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας διακρίνονται οι εξής υδρολογικές λεκάνες:

- Άνω ρου Αλιάκμονα
- Κάτω ρου Αλιάκμονα - Ανατολικού Βερμίου
- Πτολεμαΐδας
- Τριπόταμου Φλώρινας
- Πρεσπών
- Πιερίας (Μαυρονερίου)
- Αλμωπαίου

Τα βασικά υδρολογικά μεγέθη των υδρολογικών λεκανών δίδονται στον πίνακα 9 - 1, ενώ στα επί μέρους κείμενα περιγράφονται τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα.

9.2.2.1 Υδρολογική λεκάνη άνω ρου Αλιάκμονα

Η λεκάνη του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα έχει έκταση 6100 km² και μέσο υψόμετρο 1000 m. Διαχωρίζεται στις υπολεκάνες Καστοριάς, Γρεβενών και Κοζάνης.

Μορφολογικά συγκροτείται από τους ορεινούς όγκους της δυτικής Πίνδου δυτικά, του Ασκίου βορειοανατολικά και των Πιερίων και Καμβουνίων νότια. Μεταξύ των ορεινών συγκροτημάτων αναπτύσσονται οι πεδινές εκτάσεις Καστοριάς, Γρεβενών και Κοζάνης.

Τα ανθρακικά πετρώματα με μεγάλη υδροπερατότητα καταλαμβάνουν επιφάνεια 700 km², ενώ οι κλαστικές αποθέσεις μέτριας έως καλής υδροπερατότητας 120 km² περίπου. Οι υδατοστεγανοί, θεωρητικά, αλλά με χαμηλή κατά ζώνες ρωγματώσεων υδροπερατότητα, λιθολογικοί σχηματισμοί καταλαμβάνουν 5286 km² δηλαδή 85% περίπου της έκτασης της λεκάνης.

Το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που δέχονται τα ανθρακικά πετρώματα της περιοχής είναι 850 mm, οι προσχώσεις 600 mm και οι στεγανοί σχηματισμοί 650 mm .

9.2.2.2 Υδρολογική λεκάνη κάτω ρου Αλιάκμονα - ανατολικού Βερμίου

Η λεκάνη συμπεριλαμβάνει τις ανατολικές βουνοπλαγιές του Βερμίου και το πεδινό τμήμα της λεκάνης απορροής του κάτω ρου του Αλιάκμονα συνολικής έκτασης 380 km². Οι προσχωσιγενείς σχηματισμοί καλύπτουν μικρό τμήμα της έκτασης αυτής, χωρίς πρακτικό ενδιαφέρον από υδρογεωλογικής σκοπιάς.

Η λεκάνη δέχεται 850 mm βροχή το χρόνο κατά μέσο όρο.

9.2.2.3 Υδρολογική λεκάνη Πτολεμαΐδας

Η λεκάνη Πτολεμαΐδας έκτασης 1800 Km² περιβάλλεται από τα όρη Ασκίου δυτικά, Βερμίου και Βόρρα ανατολικά και βόρεια αντίστοιχα, νότια δε οριοθετείται από το μορφολογικό ύβωμα της Κοζάνης.

Χαρακτηρίζεται ως κλειστή υδρολογική λεκάνη, διότι η αποστράγγιση της περιοχής πραγματοποιείται υπογείως. Είναι η περιοχή της χώρας με τις περισσότερες λίμνες (Βεγορίτιδα, Πετρών, Χειμαδίτιδα).

Οι ασβεστόλιθοι έχουν έκταση 750 km², οι αποθέσεις άμμων και κροκαλών 400 km² και οι λοιποί σχηματισμοί 650 km². Το μέσο ύψος βροχοπτώσεων που ετησίως δέχονται τα πετρώματα αυτά είναι 700 mm, 590 mm και 800 mm αντίστοιχα.

Όπως προαναφέραμε, η περιοχή αποστραγγίζεται υπογείως. Η λεκάνη κατάκλυσης της Βεγορίτιδας στην οποία καταλήγει μεγάλο ποσοστό της επιφανειακής απορροής, αναμφισβήτητα αποτελεί την κύρια ζώνη εκφόρτισης. Τα αποθέματα νερού στη λίμνη σήμερα εκτιμώνται σε $700 \times 10^6 \text{ m}^3$ / έτος και μειώνονται συνεχώς, με παράλληλη υποβάθμιση της ποιότητας, λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας.

9.2.2.4 Υδρολογική λεκάνη Τριπόταμου Φλώρινας

Η έκταση της λεκάνης ανέρχεται στα 705 km². Οι ανθρακικοί σχηματισμοί καλύπτουν 85 km², οι προσχώσεις 280 km² και οι μαγματικοί και κρυσταλλοσχιστώδεις 340 km². Οι γεωλογικοί σχηματισμοί δέχονται μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων 500 - 700 mm.

Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι η παρουσία υπόγειων νερών με μεγάλη περιεκτικότητα διοξειδίου του άνθρακα.

Τελικός αποδέκτης των επιφανειακών νερών είναι ο Τριπόταμος, μέσης ετήσιας απορροής $70 \times 10^6 \text{ m}^3$, ο οποίος εισέρχεται στη γειτονική χώρα των Σκοπίων.

9.2.2.5 Υδρολογική λεκάνη Πρεσπών

Αποτελεί τμήμα μιας ευρύτερης υδρολογικής λεκάνης που επεκτείνεται στην Αλβανία και στα Σκόπια.

Η έκταση της λεκάνης στο Ελληνικό έδαφος είναι 176 Km².

Το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είναι 800 mm περίπου.

Τα πετρώματα με υψηλή τιμή συντελεστή κατείσδυσης καλύπτουν έκταση 120 km² , ενώ τα υπόλοιπα 56 Km² αντιπροσωπεύονται από πετρώματα με μέτρια και χαμηλή τιμή κατείσδυσης..

Στις λίμνες της Μικρής και της Μεγάλης Πρέσπας καταλήγει μικρή ποσότητα επιφανειακού νερού, ενώ παρατηρείται μια φθίνουσα πορεία του υδατικού δυναμικού της Μεγάλης Πρέσπας, πιθανώς λόγω ανθρώπινων παρεμβάσεων από τη γειτονική χώρα των Σκοπίων.

9.2.2.6 Υδρολογική λεκάνη Αλμωπαίου

Τα όρια της λεκάνης ορίζονται βόρεια από την οροσειρά Βόρα, ανατολικά από το Πάϊκο, δυτικά από το Βέρμιο και νότιο από τους ηφαιστειακούς λόφους τους οποίους διατρέχει ο Αλμωπαίος ποταμός.

Η λεκάνη Αλμωπίας έχει έκταση 1020 km² , και δέχεται κατά μέσο όρο 747 χλστ. α.κ.

Λαμβάνοντας μέσο συντελεστή κατείσδυσης 21% προκύπτει κατεσδύον όγκος βροχοπτώσεων της τάξης των 160 x 10⁶ m³ για όλη τη λεκάνη, στην οποία μεγάλη συμμετοχή έχουν τόσο οι ανθρακικοί σχηματισμοί όσο και οι κοκκώδεις και λεπτομερείς νεότερες αποθέσεις.

9.2.3 ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Για την προσέγγιση του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικά στοιχεία, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν συγκεκριμένες μετρήσεις στη διάθεσή μας. Σύμφωνα με τα στοιχεία το ετήσιο μέσο ύψος βροχοπτώσεων στις διάφορες λεκάνες κυμαίνεται από 500 mm μέχρι 1000 mm, το ποσοστό εξατμισιδιαπνοής από 30 έως 52%, της επιφανειακής απορροής από 12 έως 50 % και της κατείσδυσης από 9 έως 48 %.

Τα μεγέθη του υδρολογικού ισοζυγίου ωρισμένων λεκανών δίνονται στον πίνακα.9 - 1

ΠΙΝΑΚΑΣ 9-1: ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

ΛΕΚΑΝΗ	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ	ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ	ΕΞΑΤΜΙΣΙΔΙΑΠΝΟΗ
	σε $m^3 \times 10^6$ ανά έτος			
1. Άνω ρου Αλιάκμονα	4735.0	2300.0	415.0	2020.0
2. Κάτω ρου Αλιάκμονα - Ανατ. Βερμίου	450.0	100.0	22.0	328.0
3. Πτολεμαΐδας	1280.0	155.0	400.0	725.0
4. Τριποτάμου Φλώρινας	420.0	210.0	65.0	145.0
5. Πρεσπών	150.0	35.0	65.0	50.0
6. Αλμωπαίου	762.0	167.0	160.0	435.0

9.3 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

Από υδρολιθολογική άποψη οι γεωλογικοί σχηματισμοί του διαμερίσματος κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

1. Πετρώματα υψηλής υδροπερατότητας (ασβεστόλιθοι και αλλουβιακές αποθέσεις αμμοχάλικων στις κοιλάδες των ποταμών μικρής έκτασης).
2. Αποθέσεις αμμοκροκαλών καλής ή μέτριας υδροπερατότητας, ανάλογα με το ποσοστό των λεπτομερών υλικών, με υδροφορίες ελεύθερης ή υπό πίεση ροής. Η αποδοτικότητά τους κυμαίνεται από μερικά ως μερικές δεκάδες κυβικά μέτρα την ώρα (λεκάνες Πτολεμαΐδας, Καστοριάς).
3. Μαγματικά και κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα γενικά υδατοστεγανά, με μικρή υδροφορία στις ζώνες ρωγματώσεων και τεκτονικών ασυνεχειών.
4. Θαλάσσιες και λιμναίες αποθέσεις μαργών, αργιλοϊλύων και πηλών. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και οι αποθέσεις ερυθροχρωμάτων. Είναι

υδατοστεγανοί σχηματισμοί και καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής, ειδικά στη λεκάνη του Αλιάκμονα.

Στο υδατικό διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας διακρίνονται υδρογεωλογικές ενότητες καρστικών πετρωμάτων και κοκκωδών αποθέσεων.

Οι υδρογεωλογικές ενότητες δεν αντιστοιχούν γεωγραφικά στις υδρολογικές λεκάνες. Εντός των ενοτήτων αυτών δημιουργούνται αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες, οι οποίοι άλλοτε επικοινωνούν υδραυλικά και άλλοτε είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Μικρής δυναμικότητας υδροφορίες, που εξυπηρετούν κύρια τοπικές ανάγκες συναντώνται και εντός των οφιολιθικών πετρωμάτων (σύμπλεγμα Βούρινου)

9.3.1 ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Εντός των ενοτήτων αυτών δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα, τα οποία εντοπίζονται σε διάφορα υψόμετρα, έχουν διαφορετικές διαστάσεις, μεγάλη υδροπερατότητα και πλούσια αποθέματα νερού.

9.3.1.1 Ενότητα του ανατολικού Βερμίου

Εντός της ενότητας αυτής δημιουργούνται αξιόλογα επιμέρους καρστικά υδροφόρα συστήματα, με μέσα ετήσια αποθέματα υπογείων νερών $220 \times 10^6 \text{ m}^3$. Τα συστήματα αυτά αποστραγγίζονται στις πηγές Έδεσσας, Νάουσας, Σεβαστιανών Πέλλας, Βέροιας, με μέση ετήσια παροχή $1.2 \text{ m}^3 / \text{s}$, $3.0 \text{ m}^3 / \text{s}$, $0.5 \text{ m}^3 / \text{s}$ και $2.3 \text{ m}^3 / \text{s}$ αντίστοιχα.

9.3.1.2 Ενότητα του βορειοδυτικού Βερμίου

Τροφοδοτείται απ' ευθείας από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, από τις μεταγγίσεις της λίμνης Βεγορίτιδας και των προσχωματικών υδροφόρων στρωμάτων της Πτολεμαΐδας, καθώς και από τις διηθήσεις των υδατορεμάτων της περιοχής.

Χαρακτηρίζεται από πλούσια αποθέματα υπόγειου νερού, τα οποία εκτιμώνται στην τάξη των $130 \times 10^6 \text{ m}^3$ ανά έτος και αποστραγγίζεται στις πηγές Βόδα του

Εδεσσαϊκού ποταμού στη λίμνη Νησίου Πέλλας, μέσης ετήσιας συνολικής παροχής $4 \times 12 \text{ m}^3/\text{s}$.

9.3.1.3 Ενότητα νοτιοδυτικού Βερμίου - Σερβίων και Ασκίου όρους

Είναι η μεγαλύτερη καρστική υδρογεωλογική ενότητα στο υδατικό διαμέρισμα. Καταλαμβάνει μέρος της υδρολογικής λεκάνης της Πτολεμαΐδας και το μεγαλύτερο τμήμα της βρίσκεται στην υδρολογική λεκάνη του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα.

Η τροφοδοσία της συντελείται κυρίως από τις απ' ευθείας κατεισδύσεις βροχοπτώσεων στους ορεινούς όγκους, από τις διηθήσεις του Αλιάκμονα και λιγότερο των προσχωματικών υδροφόρων.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα εκτιμώνται σε $350 \times 10^6 \text{ m}^3$ περίπου ετησίως.

Τα υπόγεια νερά της ενότητας αυτής αποστραγγίζονται δια των πηγών Νεραϊδας νότια της Κοζάνης στη λίμνη Πολυφύτου, που έχουν κατακλυσθεί από τα νερά της παραπάνω τεχνητής λίμνης.

Γενικά, τα βάθη υδροφορίας είναι μεγάλα και καθιστούν οικονομικά ασύμφορη την εκμετάλλευση, εκτός ελάχιστων θέσεων.

9.3.1.4 Ενότητες Δυτικού και Κεντρικού Βερμίου

Είναι μικρά και ανεξάρτητα καρστικά υδροφόρα συστήματα στο Δυτικό - Κεντρικό Βέρμιο, που εκφορτίζονται δια μικρών πηγών, κυρίως επαφής, από τις οποίες υδροδοτούνται οι οικισμοί της περιοχής.

Η συνολική παροχή των πηγών αυτών ανέρχεται στο $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Οι καρστικοί αυτοί σχηματισμοί έχουν συνολική έκταση 55 km^2 περίπου.

9.3.1.5 Ενότητα όρους Τρικλάρι Καστοριάς

Διαμορφώνεται στους ασβεστολίθους της ζώνης Ανατολικής Ελλάδος στην υδρολογική λεκάνη του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα εκτιμώνται σε $45 \times 10^6 \text{ m}^3$. Οι πηγές Γάβρου, Κορομηλιάς και Καστοριάς αποτελούν τα σημεία εκφόρτισης της ενότητας αυτής, με συνολική παροχή $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Η ανθρακική μάζα τροφοδοτείται, εκτός από τις βροχοπτώσεις, εν μέρει και από τις διηθήσεις του ποταμού Αλιάκμονα.

9.3.1.6 Ενότητα Κορησού - Βογατσικού Καστοριάς

Η λεκάνη αυτή διαμορφώνεται στους ασβεστόλιθους της ζώνης της Ανατολικής Ελλάδας με ρυθμιστικά αποθέματα $20 \times 10^6 \text{ m}^3$, τα οποία αποστραγγίζονται στις πηγές Γέρμας, Μηλίτσας, Κορησού και Βογατσικού Καστοριάς, συνολικής παροχής $0.63 \text{ m}^3 / \text{s}$.

Τα υπόγεια νερά της μπορούν περαιτέρω να εκμεταλλευτούν για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών της περιοχής.

9.3.1.7 Ενότητα λεκάνης Πρεσπών

Η υδρογεωλογική αυτή λεκάνη επεκτείνεται σε μεγάλο ποσοστό στα εδάφη των γειτονικών χωρών της Αλβανίας και των Σκοπίων.

Η έκταση στον Ελλαδικό χώρο ανέρχεται στα 56 km^2 .

Εκφορτίζεται σε πηγές στα γειτονικά κράτη και κυρίως στην Αχρίδα των Σκοπίων.

Τα υδροφόρα συστήματα της ενότητας αυτής που εκφορτίζονται στον Ελλαδικό χώρο έχουν ρυθμιστικά αποθέματα της τάξεως $15 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$.

9.3.1.8 Ενότητα Ολύμπου - Πιερίων ορέων

Τα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας αυτής περιβάλλονται από δυτικά από υδατοστεγείς σχιστογενευσίους με αποτέλεσμα τα καρστικά νερά να εκφορτίζονται προς τους κώνους Βροντούς Λιτοχώρου ανατολικά, μέσω μίας σειράς πηγών ως Πριόνας, Μέγα Σπηλαίου, Αγ. Τριάδας, Αγίας Κόρης μέσης παροχής της τάξης των $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ και άνω.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα της ενότητας αυτής είναι της τάξης των $250 \times 10^6 \text{ m}^3$.

9.3.1.9 Ενότητα ΒΑ Βόρα - Πίνοβου

Ο δημιουργούμενος καρστικός υδροφορέας στους κρητιδικούς ασβεστόλιθους, του ορεινού όγκου Πίνοβου έκτασης περί τα 40 km^2 , εκφορτίζεται προς την λεκάνη Αλμωπίας δια των πηγών Φιλώτειας, Πευκωτού, Θηρόπετρας με παροχές από 20 έως $500 \text{ m}^3/\text{h}$.

Τα αποθέματα του καρστικού αυτού συστήματος εκτιμώνται στην τάξη των $15 \times 10^6 \text{ m}^3$.

9.3.2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΚΟΚΚΩΔΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ

Εντός των σχηματισμών αυτών (αμμοχαλικώδη στρώματα σε εναλλαγές με αργιλοϊλύες) συγκριτικά με τους καρστικούς σχηματισμούς δημιουργούνται μικρότερης δυναμικότητας υδροφόρα συστήματα, ελεύθερα ή υπό πίεση, κυριώτερα των οποίων είναι του άνω ρου του ποταμού Αλιάκμονα, της Πτολεμαΐδας, της Φλώρινας, Κάτω ρου Αλιάκμονα, λεκάνη Κατερίνης, λεκάνη Αλμωπίας.

Τα συνολικά ρυθμιστικά αποθέματα της ενότητας αυτής είναι της τάξης των $280 \times 10^6 \text{ m}^3$.

9.3.3 ΟΦΙΟΛΙΘΙΚΟ ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ ΒΟΥΡΙΝΟΥ

Το υδρογεωλογικό καθεστώς του Βούρινου χαρακτηρίζεται από εκλεκτικές υδροφορίες μικρής δυναμικότητας, που εμφανίζονται και συντηρούνται σε ασυνέχειες (συστήματα ρηγμάτων διακλάσεων, ρωγμών) ως και σε ζώνες αποσάθρωσης σε μικρά γενικώς βάθη. Οι υδροφορίες αυτές εκδηλώνονται κατά κανόνα υπό μορφή πηγών μικρής παροχής. Οι δύο μεγαλύτερες πηγές που υδρομαστεύουν οφιολίθους απεγράφησαν στην λεκάνη Μυλοποτάμου και έχουν μέση ετήσια παροχή 25 και 17 m^3/h .

Είναι προφανές ότι η περιορισμένη κατείσδυση και γενικά υπόγεια υδροφορία του Βούρινου, ευνοούν την επιφανειακή απορροή του νερού, το οποίο καταλήγει στον Αλιάκμονα μέσω υδρορρευμάτων (εκ των οποίων οκτώ μόνιμης ροής) με μέση ετήσια παροχή της τάξης των $20 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Δίδεται στην συνέχεια το υδρολογικό ισοζύγιο της λεκάνης Μυλοποτάμου, για την οποία υπάρχουν στοιχεία.

Η λεκάνη έχει έκταση 7,36 km^2 και το 90% αυτής καλύπτεται από υπερβασικά πετρώματα.

Σύνολο κατακρημνισμάτων	P : $7,74 \times 10^6 \text{ m}^3$	
Επιφανειακή απορροή	R : $3,44 \times 10^6 \text{ m}^3$	ή 44% των α.κ
Εξατμισοδιαπνοή	E : $3,33 \times 10^6 \text{ m}^3$	ή 43,04 % των α.κ
Κατείσδυση	I : $0,97 \times 10^6 \text{ m}^3$	ή 12,52% των α.κ

9.3.4 ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΝΕΡΑ

Στο διαμέρισμα αυτό εμφανίζονται στο ανατολικό και κεντρικό μέρος του σχηματισμοί των ζωνών Αξιού και Πελαγονικής ενώ προς τα δυτικά και νότια επικρατούν σχηματισμοί μολασσικού τύπου.

Η υδροθερμική δραστηριότητα δεν είναι τόσο έντονος όπως στα ανατολικότερα διαμερίσματα της Μακεδονίας και της Θράκης, περιορίζεται δε αυτή στην περιοχή των Λουτρών Αριδαίας και με μικρότερη ένταση στις λίμνες Χειμαδίτιδα και Ζάζαρη.

Στα βόρεια και βορειοδυτικά του διαμερίσματος είναι σημαντική η παρουσία πηγών όξινου τύπου ενώ στα νότια και δυτικά επικρατούν οι υδροθειούχες πηγές.

Στην περιοχή του πεδινού τμήματος του νομού Φλωρίνης αλλά και νοτιότερα υπάρχουν μεγάλα αποθέματα όξινου μεταλλικού νερού το οποίο περιέχει ελεύθερο CO₂ βιομηχανικά εκμεταλλεύσιμο.

Στον πίνακα 9.2 δίδονται στοιχεία των σημαντικότερων θερμομεταλλικών και μεταλλικών πηγών του διαμερίσματος αυτού.

Ο αριθμός που ακολουθεί την ένδειξη ΜΑΚ, αναφέρεται στον αύξοντα αριθμό της πηγής σύμφωνα με την έκδοση ΙΓΜΕ "Απογραφή θερμομεταλλικών πηγών Ελλάδος" Τόμος ΙΙΙ.

9.3.5 ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Στον πίνακα 9-3 δίδονται τα αποθέματα υπόγειου νερού στο διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας.

Από τον πίνακα 9.3 προκύπτει:

- Οι σημαντικότεροι υδροφόροι ορίζοντες διαμορφώνονται στους καρστικούς σχηματισμούς του διαμερίσματος και τα συνολικά ρυθμιστικά αποθέματά τους υπερβαίνουν την τάξη των $1000 \times 10^6 \text{ m}^3$.
- Τα ρυθμιστικά αποθέματα των κοκκωδών αποθέσεων εκτιμάται ότι υπερβαίνουν την τάξη των $280 \times 10^6 \text{ m}^3$.
- Τα συνολικά αποθέματα (καρστικά και κοκκώδη συστήματα) εκτιμώνται στην τάξη των $1400 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Πιν. 9-2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ

α/α	ΠΗΓΗ	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	T °C	ΠΑΡΟΧΗ m ³ / h	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	TDS mg/l	ΧΡΗΣΙΣ
1.	ΜΠΑΪΝΤΑ ΜΑΚ 61	Τραβερτίνης επί μαρμάρων	25	70 - 80	Ca-Mg-HCO ₃ CO ₂	780	Αρδευσις
2.	ΑΣΠΡΗ ΠΕΤΡΑ ΜΑΚ 62	Μάρμαρα	13	10	Ca-Mg-HCO ₃ CO ₂	1450	Ανεκμετάλλευτος
3.	ΛΟΥΤΡΑ ΑΡΙΔΑΙΑΣ ΜΑΚ 64-65	Μάρμαρα	36-37		Ca-Mg-HCO ₃ CO ₂	990	Λουτροθεραπεία
4.	ΚΑΛΥΒΙΑ ΠΑΠΑΔΙΑΣ ΜΑΚ 69	Σχιστόλιθοι	14		Ca-Mg-HCO ₃ CO ₂	980	Ανεκμετάλλευτος
5.	ΧΕΙΜΑΔΙΤΙΔΟΣ ΜΑΚ 71	Σχιστόλιθοι	27	8 - 9	Na-Cl-SO ₄ -HCO ₃	870	Ανεκμετάλλευτος
6.	ΖΑΖΑΡΗΣ ΜΑΚ 72	Προσχώσεις επί μεταμορφωμένων	27	0,15	Na-Cl-SO ₄ -HCO ₃	870	Ανεκμετάλλευτος
7.	ΚΑΛΤΕΝΙΤΣ ΜΑΚ 74	Τραβερτίνης επί μαρμάρων	15	2,5	Ca-HCO ₃ CO ₂	560	Εμφιάλωσις
8.	ΛΟΥΤΡΑ ΑΜΜΟΥΔΑΡΑΣ ΜΑΚ 75	Μολάσσεσις	15		Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl H ₂ S	810	Λουτροθεραπεία
9.	ΑΣΠΡΟΝΕΡΙ ΜΑΚ 78	Μολάσσεσις	19		Ca-Mg-HCO ₃ H ₂ S	630	Λουτροθεραπεία

Πίνακας 9-3: ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ		ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ $m^3 \times 10^6$
I. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ		
1. Ανατολικού Βερμίου		220,0
2. Βόρειου - Δυτικού Βερμίου		130,0
3. Νότιου-Δυτικού Βερμίου-Σερβίων-Ασκίου όρους		350,0
4. Δυτικού - Κεντρικού Βερμίου		31,0
5. Τρικλαρίου όρους Καστοριάς		45,0
6. Κορησού - Βογατσικού Καστοριάς		20,0
7. Πρεσπών Φλώρινας		15,0
8. Ολύμπου - Πιερίων		250,0
9. ΒΑ Βόρα - Πίνοβου		15,0
ΣΥΝΟΛΟ		1076,0
II. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΚΟΚΚΩΔΩΝ ΑΠΟΘΕΣΩΝ		
1. Άνω ρου Αλιάκμονα 2. Πτολεμαΐδας 3. Φλώρινας		70,0
4. Αλμωπίας		63,0
4. Κάτω ρούς Αλιάκμονα		30,0
5. Κατερίνης	Τριτογενές	35,0
	Τεταρτογενές	80,0
ΣΥΝΟΛΟ		278,0
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ		1414,0

9.3.6 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Τα υπόγεια νερά στο υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας χαρακτηρίζονται γενικά ως ασβεστομαγνησιούχα.

Υπάρχουν τοπικές εστίες ρύπανσης των υπογείων και επιφανειακών νερών κυρίως από τη ρίψη των βιομηχανικών αποβλήτων ΔΕΗ και ΑΕΒΑΛ στον ποταμό Σουλού της υδρολογικής λεκάνης Πτολεμαΐδας.

Ο ποταμός Σουλού διηθεί νερά στους κοκκώδεις σχηματισμούς της λεκάνης της Πτολεμαΐδας, για να καταλήξουν στη Βεγορίτιδα, που με τη σειρά της μεταγγίζει $60 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερό ετήσια στους καρστικούς υδροφόρους.

Στον ποταμό Αλιάκμονα καταλήγουν τα αστικά λύματα από Καστοριά μέχρι Κοζάνη. Επίσης διοχετεύονται και ποσότητες αμιάντου από βιομηχανία εκμετάλλευσης αμιάντου.

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤΡ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (10)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

*Α. Παπακωνσταντίνου, Σ. Τζιμούρτας, Ε. Καλούση,
Α. Πρατανόπουλος, Ι. Καραγγελής.*

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

1996

10. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

10.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στον ευρύτερο γεωτεκτονικό χώρο του υδατικού διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας συναντώνται εκ δυσμών προς ανατολάς η Πελαγονική ζώνη, η ζώνη Αξιού, η Περιροδοπική ζώνη, η Σερβομακεδονική μάζα και ανατολικότερα η μάζα της Ροδόπης.

Τόσο η Πελαγονική όσο και η Περιροδοπική και η ανατολικότερα κείμενες ζώνες παρουσιάστηκαν στα γειτονικά διαμερίσματα.

Η ζώνη του Αξιού καταλαμβάνει σημαντική έκταση και διακρίνεται σε τρεις υποζώνες (Αλμωπίας, Πάϊκου, Παιονίας).

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή συνίστανται από σύγχρονες τεταρτογενείς αποθέσεις εξ άμμων, πηλών, αργίλων, κροκαλοπαγών και ερυθροχρωμάτων, κλπ, από νεογενή ιζήματα ψαμμιτοκροκαλοπαγών, μαργών και αργίλων κ.λ.π., το μεσοζωικό υπόβαθρο των ανωτέρω από ανθρακικά πετρώματα, σχιστολίθους και φυλλίτες, νεογενείς πλειστοκαινικούς όξιτους ηφαιστίτες, (ρυόλιθοι, τραχύτες), μεσοζωικά βασικά ως υπερβασικά πετρώματα της οφιολιθικής σειράς, μεσοζωικούς γρανίτες, γρανοδιορίτες.

Η μεγάλη ποικιλία των πετρωμάτων και η μεταξύ τους θέση φανερώνει την πολύπλοκη τεκτονική δομή της περιοχής.

Τα πετρώματα αυτά ανάλογα με την ηλικία τους υπέστησαν την επίδραση τεκτοορογενετικών κινήσεων που τα πτύχωσαν, μεταμόρφωσαν και ρηγμάτωσαν.

Ετσι οι γνεύσιοι π.χ. της σειράς του Βερτίσκου υπέστησαν την επίδραση προμεσοζωικών κινήσεων, (Ερκύνιες) που είχαν σαν αποτέλεσμα την πτύχωση των. Οι πτυχές αυτές έχουν Β-Ν διεύθυνση και οι άξονές των βυθίζονται προς Βορρά. Παράλληλα με την πτύχωση τα πετρώματα μεταμορφώθηκαν στην αμφιβολιτική φάση.

Κατά το Μεσοζωικό (άνω ιουρασικό - κάτω κρητιδικό) τα μεσοζωικής ηλικίας πετρώματα καθώς και ο γνεύσιος δέχθηκαν την επίδραση ορογενετικών

κινήσεων με αποτέλεσμα να μεταμορφωθούν (πρασινοσχιστολιθική φάση) και να πτυχωθούν.

Οι πτυχές που δημιουργήθηκαν κατά την φάση αυτή είναι υποισοκλινείς και οι αξονές των έχουν διάφορες διευθύνσεις. Κατά την περίοδο αυτή εκδηλώθηκε μαγματισμός που δημιούργησε μεγάλους γρανιτικούς όγκους (Αρναίας, Αγίου Ορους, Λαχανά κ.ά.).

Μεταξύ του άνω κρητιδικού και ολιγοκαίνου, τριτογενείς φάσεις πτυχώσεων δημιούργησαν ανοικτές πτυχές τύπου knick, knick ζώνες καθώς επίσης λεπιώσεις και επωθήσεις. Τα μετά αλπικά ιζήματα τοποθετήθηκαν εντός των μεγάλων τεκτονικών τεκτονικών τάφρων (τάφρος αξιού κ.λ.π.), μετά την τελική παροξυσμική φάση των αλπικών πτυχώσεων (άνω ιουρασικές - κάτω κρητιδικές και τριτογενείς ορογενετικές κινήσεις) που εκδηλώθηκε σαν κύμα πτύχωσης από τα ανατολικά προς τα δυτικά και ανέδυσσε τις Ελληνικές ζώνες.

10.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ

Το υδατικό διαμέρισμα κεντρικής Μακεδονίας έχει έκταση 10.414 km². Οι κυριώτερες υδρολογικές λεκάνες είναι η λεκάνη του Αξιού, μικρό μόνο μέρος της οποίας (2.137 km²) βρίσκεται στο Ελληνικό έδαφος (το μεγαλύτερο τμήμα έκτασης 21.812 km² κείται εκτός Επικράτειας), η λεκάνη του Λουδία (1.377km²) η οποία εμπεριέχεται στην ευρύτερη πεδιάδα Θεσ/νίκης, έκτασης 2.400 km² , η λεκάνη του Γαλλικού, της Μυγδονίας (2015 km²), με τις λίμνες Λαγκαδά και Βόλβη και άλλες δευτερεύουσες λεκάνες.

10.3 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Εξ αιτίας των λιθοστρωματογραφικών, ιζηματογενών, τεκτογενετικών, νεοτεκτονικών και παλαιογεωγραφικών τους χαρακτήρων, οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή παρουσιάζουν διάφορον υδρογεωλογική συμπεριφορά με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλες υδροφόροι ενότητες εντός των οποίων συναντώνται και συντηρούνται επί μέρους υδροφόρα συστήματα μεγάλης ή μικρής δυναμικότητας και με διάφορα υδρολογικά, υδρογεωχημικά και ρυπαντικού δυναμικού χαρακτηριστικά.

Εκ των υδροφόρων αυτών ενοτήτων, ιδιαίτερο ενδιαφέρον από άποψη δυναμικού παρουσιάζουν οι υδροφόροι ενότητες των κοκκωδών αλλουβιακών αποθέσεων με το σημαντικότερο υπόγειο υδατικό δυναμικό τόσο στην κλίμακα του διαμερίσματος, όσο και της επικράτειας, ενώ τα αντίστοιχα συστήματα του κοκκώδους τριτογενούς πληρώματος είναι δευτερεύουσας σημασίας.

Το καρστικό υδατικό δυναμικό του διαμερίσματος είναι σχετικά περιορισμένο, λόγω της περιορισμένης συμμετοχής των ανθρακικών ιζημάτων στη γεωλογική κατασκευή του διαμερίσματος.

10.3.1 Υδροφόροι ενότητες Τεταρτογενών αποθέσεων

10.3.1.1 Ευρύτερη πεδιάδα Θεσ/νίκης (Λεκάνη Λουδία)

Εχει έκταση 2.400 km² και καταλαμβάνει τον χώρο από τον κάτω ρου του Αλιάκμονα δυτικά, μέχρι τον Αξιό ανατολικά και την Εδεσσα βόρεια. Εντός των αλλουβιακών αποθέσεων της λεκάνης και ειδικότερα μέχρι μέσο βάθος 50 μ. συναντάται μιά αξιόλογη υπόγεια υδροφορία, ελεύθερης (φρεάτιος ορίζοντας) ή υπό πίεση ροής (ενδιάμεσο υδροφόρο σύστημα), χαρακτηριζόμενη από υψηλές, τιμές μεταβιβαστικότητας (10^{-2} έως 10^{-3} m²/s), υδροπερατότητας (10^{-3} - 10^{-4} m/s) και υδροχωρητικότητας (12 έως 20 x 10^{-2}) με αντίστοιχα υψηλές αποδόσεις των έργων υδροληψίας, μέση υπερετήσια μεταβολή υδραυλικού φορτίου 2.34 m και καλές γενικά ποιότητες υπογείων νερών.

Τα μέσα ρυθμιστικά αποθέματα είναι της τάξης των 830×10^6 m³ στο σύνολο της λεκάνης.

10.3.1.2 Λεκάνη Αξιού (δυτικό τμήμα)

Το μέσο πάχος των τεταρτογενών αποθέσεων της λεκάνης του Αξιού (δυτικό τμήμα) είναι της τάξης των 75 μ. στο κέντρο της λεκάνης, μειούμενο στα 40 μ. δυτικότερα στην περιοχή Αγ. Πέτρου.

Εντός των αποθέσεων αυτών δημιουργούνται δύο υδροφόρα συστήματα:

- Φρεάτιος υδροφόρος ορίζοντας ελεύθερης ροής μέχρι βάθους 25 μ. με μέσο πάχος υδροφόρου 15 μ. μέση ετήσια διακύμανση υδραυλικού φορτίου 1,60 μ. , μεταβιβαστικότητα (T) $2,07 \times 10^{-2}$ m²/s , $4,3 \times 10^{-3}$ m²/s ,

$1,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$ και (K) $1,38 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$, $2,86 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ και $1,30 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ αντίστοιχα για τις περιοχές Αξιούπολης, Ριζιών και Αγ. Πέτρου.

- Ενδιάμεσο υδροφόρο σύστημα από αλεπάλληλους οριζόντες μέσου πάχους 28 μ. από βάθος 30 έως 70 μ., κατά κανόνα υπό πίεση με μέση ετήσια μεταβολή φορτίου 1,69 μ. και T από 2,81 έως $5,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ και K από 1,12 έως $2,08 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Τα ρυθμιστικά αποθέματα έχουν υπολογιστεί στην τάξη των $50 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ειδικότερα στην περίπτωση του Αξιού έχουν υπολογιστεί επίσης τόσο τα γεωλογικά ($1077 \times 10^6 \text{ m}^3$) όσο και τα εκμεταλλεύσιμα ($170 \times 10^6 \text{ m}^3$) αποθέματα.

10.3.1.3 Λεκάνη Αξιού (Αν. τμήμα)

Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης Αξιού, στην περιοχή Δ, ΒΔ και ΝΔ του Κιλκίς διαμορφώνονται επιμέρους τεταρτογενείς υπολεκάνες ως της Δοϊράνης, Χέρσου Αρτζάν, Γυναικοκάστρου εντός των οποίων δημιουργούνται υδροφόροι οριζόντες μέσου πάχους ~ 30 μ., με μέση ετήσια διακύμανση στάθμης της τάξης του 1 μ., και ρυθμιστικά αποθέματα της τάξης των $40 \times 10^6 \text{ m}^3$.

10.3.1.4 Λεκάνη Γαλλικού

Το τεταρτογενές του νοτίου τμήματος της λεκάνης που παρουσιάζει και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον καταλαμβάνει έκταση 42 km^2 . Εντός των αποθέσεων αυτών δημιουργείται υδροφόρος οριζοντας μέσου πάχους 24 μ., με συντελεστή υδατοαγωγιμότητας T από $5,3 \times 10^{-2}$ έως $4,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ και μέσα ρυθμιστικά αποθέματα της τάξης των $5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

10.3.1.5 Λεκάνη Μυγδονίας

Η συνολική έκταση της λεκάνης είναι 2015 km^2 . Το πεδινό τμήμα της λεκάνης καλύπτεται από νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα και έχει έκταση 684 km^2 .

Εντός των αποθέσεων του πεδινού τμήματος συναντάται μία αξιόλογος υδροφορία. Σε γενικές γραμμές διακρίνεται ένας υδροφόρος οριζοντας ελευθέρως ροής, μέχρι μέσου βάθους 50 μ. και ένα σύστημα υπό πίεση οριζόντων για βάθη μεγαλύτερα των 50 μέτρων.

Οι μετρημένες απορροές στα κράσπεδα της λεκάνης είναι $215 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ και στην είσοδο των δύο λιμνών $50 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$, γεγονός που υποδηλοί μέση ετήσια τροφοδοσία του ελεύθερου κυρίως ορίζοντα με $165 \times 10^6 \text{ m}^3$. Στις ποσότητες αυτές πρέπει να προστεθούν και $32 \times 10^6 \text{ m}^3$ μέσες ετήσιες απ'ευθείας κατεισδύσεις βροχοπτώσεων στο πεδινό τμήμα, ότε τα ρυθμιστικά αποθέματα της λεκάνης εκτιμώνται στα $197 \times 10^6 \text{ m}^3$.

10.3.1.6 Ευρύτερη περιοχή Χαλκιδικής

Στην ευρύτερη περιοχή Χαλκιδικής διαμορφώνονται μία σειρά από επιμέρους λεκάνες που καλύπτονται από τεταρτογενείς και νεογενείς σχηματισμούς.

Τα συνολικά ρυθμιστικά αποθέματα των λεκανών αυτών είναι της τάξης των $90 \times 10^6 \text{ m}^3$ και αντιστοιχούν σε $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ στη λεκάνη Ανθεμούντα, $32 \times 10^6 \text{ m}^3$ στη λεκάνη Επανωμής, Μουδανιών, Καλικράτειας, σε $22 \times 10^6 \text{ m}^3$ στην χερσόνησο Κασάνδρας κ.λ.π. (βλέπε πίνακα).

10.3.2 ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΚΟΚΚΩΔΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΝΕΟΓΕΝΟΥΣ

Στις περισσότερες λεκάνες στον υπολογισμό των αποθεμάτων δεν έχει γίνει διάκριση μεταξύ κοκκωδών τεταρτογενών και νεογενών αποθέσεων.

Μόνο στη λοφώδη περιοχή της λεκάνης του Αξιού έχουν εκτιμηθεί τα αποθέματα της ψαμιτοκροκαλοπαγούς σειράς του νεογενούς μέχρι βάθους 200 μ., στην τάξη των $50 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Πρόκειται για υπό πίεση υδροφορίες που συναντώνται σε βάθη μεγαλύτερα των 70 μ. στο βόρειο τμήμα της λεκάνης και 45 - 50 μ. στα δυτικά κράσπεδα αυτής. Το υδροφόρο αυτό σύστημα απομωνείται από το υπερκείμενο κοκκώδες του τεταρτογενούς δια στρώματος αργίλου πάχους 5-10 μ.

Το μέσο πάχος του υδροφόρου συστήματος μέχρι του βάθους των 200 μ. είναι της τάξης των 55 μ.

Οι υδραυλικοί παράμετροι της ψαμιτοκροκαλοπαγούς σειράς είναι $T = 4,3 \times 10^{-4}$ έως $3,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ και $K = 10^{-5}$ έως $5,4 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.

10.3.3 ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Λόγω της περιορισμένης έκτασης των ανθρακικών πετρωμάτων το καρστικό υδατικό δυναμικό του διαμερίσματος της Κεντρικής Μακεδονίας είναι σχετικά μικρό.

Το πλέον αξιόλογο καρστικό σύστημα δημιουργείται στους ασβστολίθους του ΝΔ Πάϊκου και εκφορτίζεται δια των πηγών Αραβησού οι οποίες υδροδοτούν την πόλη της Θεσ/νίκης.

Τα μέσα δυναμικά αποθέματα του συστήματος αυτού υπολογίστηκαν σε $60,2 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Μικρότερης δυναμικότητας υδροφόρα συστήματα δημιουργούνται στους ασβεστολίθους του Αν. Πάϊκου με μέσα ετήσια αποθέματα $26 \times 10^6 \text{ m}^3$, της Γκρόπης με $6 \times 10^6 \text{ m}^3$ και των Πετραλώνων δυναμικότητας $6,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

10.4. ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΝΕΡΑ

Στην Κεντρική Μακεδονία παρουσιάζεται μεγάλος αριθμός σημαντικών θερμομεταλλικών πηγών, όπως άλλωστε παρατηρείται γεωγραφικά σε περιοχές που δομούνται από τις λεγόμενες εσωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες.

Η γένεση των πηγών αυτών οφείλεται στην υψηλή γεωθερμική βαθμίδα που παρατηρείται στην περιοχή αυτή και η οποία είναι απόρροια αφ'ενός μεν της εντόνου μαγματικής δραστηριότητας που έχει λάβει χώρα κατά το παρελθόν, αφ'ετέρου δε της τεκτονικής των βυθισμάτων.

Στις εσωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες όπου επικρατούν τα μεταμορφωμένα πετρώματα εμφανίζονται κυρίως όξινες ανθρακικές πηγές, πλούσιες σε ελεύθερο CO_2 , που συχνά αποθέτουν μεγάλες ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου στην έξοδό τους. Η προέλευση CO_2 οφείλεται κυρίως σε διεργασίες μεταμορφώσεως που βρίσκονται ακόμη σε εξέλιξη, καθώς και στην χημική διάβρωση ανθρακικών πετρωμάτων από όξινα νερά.

Στον πίνακα 10.1. παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των κυριώτερων πηγών της Κεντρικής Μακεδονίας.

ΠΙΝ.10.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ Κ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

α/α	Ονομασία πηγής	Τ° C	pH	Παροχή m ³ /h	Πετρώματα προέλευσης	Υδροχημικός τύπος	Χρήση
1	Μεταλλικό Μ.Βρύσης Κιλκίς	18.8	6.25	0.25	μάρμαρα	Ca-Mg-HCO ₃ -SO ₄ - CO ₂	πόση
2	Πικρολίμνη Κιλκίς	23.3	6.50	1.5	μέσω προσχώσεων	Na-HCO ₃ -CO ₂	ανεκμετάλλευτη
3	Λουτρά Ν.Απολλωνίας	50.2	7.85		από γρανίτες μέσω αποθέσεων	Na-SO ₄ -HCO ₃ -H ₂ S	λουτροθεραπεία
4	Νυμφόπετρα Θεσ/κης	35.0	8.15	3.6	μέσω προσχώσεων	Na-SO ₄ -HCO ₃ -H ₂ S	
5	Λουτρά Λαγκαδά	39.8	7.50		μέσω προσχώσεων	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ - H ₂ S	λουτροθεραπεία
6	Λουτρά Θέρμης	36.5	9.60		μέσω προσχώσεων	Na-Cl- H ₂ S	λουτροθεραπεία
7	Σουρωτή Θεσ/κης	21.0	6.10	1.5	νεογενή	Ca-Na-HCO ₃ -Cl-CO ₂	ποσιθεραπεία εμφιάλωση
8	Καρστικό σύστημα Πετραλώνων	28 - 41	6.1-6.4		ασβεστόλιθοι	CO ₂ -B-F-As	
9	Αγ.Νικόλαος Αγ.Παρασκευής Χαλκιδικής	44.0	6.30	60	ασβεστόλιθοι	Na-Cl-CO ₂ -H ₂ S	λουτροθεραπεία

10.5. ΤΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Στον πίνακα 10.2 παρουσιάζονται τα υπόγεια αποθέματα νερού ξεχωριστά για τους κοκκώδεις υδροφόρους και τους ανθρακικούς.

Όπως φαίνεται στον πίνακα το σημαντικότερο ποσοστό του υπόγειου υδατικού δυναμικού του διαμερίσματος δημιουργείται εντός των κοκκωδών τεταρτογενών κυρίως υδροφορέων και είναι της τάξης των $1260 \times 10^6 \text{ m}^3$ έναντι $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ που αντιστοιχούν στα καρστικά αποθέματα.

Πέραν τούτου και ειδικότερα για τη λεκάνη του Αξιού έχουν εκτιμηθεί και τα γεωλογικά και εκμεταλλεύσιμα αποθέματα τα οποία ανέρχονται σε 1077×10^6 και $170 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα.

Έτσι τα εκτιμηθέντα αποθέματα στο σύνολο του διαμερίσματος είναι της τάξης των $1350 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι δεν έχουν προσμετρηθεί τα αποθέματα τα οποία δημιουργούνται εντός των ημιπερατών πετρωμάτων ως γνευσιογρανιτικών κ.λ.π. τα οποία καταλαμβάνουν σημαντική έκταση στο διαμέρισμα, γεγονός που φανερώνει ότι το υπόγειο υδατικό δυναμικό του διαμερίσματος είναι μεγαλύτερο των $1350 \times 10^6 \text{ m}^3$.

10.6. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Η ποιότητα των υπογείων νερών του Ν/δ. Διαμερίσματος εξεταζόμενη κατά υδρολογική λεκάνη έχει ως ακολούθως.. Στη λεκάνη του Λουδία (ευρύτερη περιοχή Θεσ/κης) , τα υπόγεια νερά είναι HCO_3Ca τύπου και ειδικά στις περιοχές Βεργίνας , Παλατίτσας , Νεοκάστρου είναι HCO_3Mg τύπου.

Στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης, στην περιοχή Πλατεώς - Αράχθου - Νεοχωρίου, σε βάθος μεγαλύτερο των 100 μ. υπάρχουν εγκλωβισμένα υφάλμυρα νερά εντός μαργαικών ασβεστολίθων υφάλμυρης φάσης. Στο νότιο τμήμα , σημειώνεται θαλάσσια επίδραση στον φρεάτιο ορίζοντα μέχρι και σε απόσταση 5Km από την ακτή.

Στο δυτικό τμήμα της λεκάνης Αξιού, η ποιότητα του φρεατίου και μέσου υδροφόρου ορίζοντα κρίνεται γενικώς πολύ καλή και είναι τύπου $\text{HCO}_3\text{-Ca}$. Σημειακά παρατηρείται επιβάρυνση ως προς τον Fe και το Mn.

Για τους βαθείς υδροφόρους ορίζοντες, στο βόρειο τμήμα της λεκάνης ο τύπος των νερών είναι $\text{HCO}_3\text{-Na}$. Ισχυρή υφαλμύρυνση αυτής εμφανίζεται σε βάθη μεγαλύτερα των 120 μ.

Στο Ανατολικό τμήμα της λεκάνης Αξιού καθώς και στις λεκάνες Δοιράνης, Χέρσου, Αρτζάν, Γυναικοκάστρου και Γαλλικού ποταμού, η ποιότητα των υπογείων νερών κρίνεται γενικά ως καλή. Εξαίρεση παρουσιάζει η χαμηλή περιοχή Αρτζάν όπου εντοπίζονται εγκλωβισμένα υφάλμυρα νερά, και ορισμένες περιοχές στην Χέρσο, Δοιράνη, Γυναικοκάστρο και Γαλλικού όπου παρατηρούνται αυξημένες περιεκτικότητες σε K, Na, Fe, Mg, SO_4 .

Επίσης, σε ορισμένες περιοχές της λεκάνης Χέρσου και Γυναικοκάστρου και συγκεκριμένα στις περιοχές Μεταλλικού, Νέας Βρύσης, Καστανιών, Ηλιόλουστου Μ. Στέρνας, Λεβεντοχωρίου και Πικρολίμνης εντοπίζονται ξινά και υπόξινα νερά ($\text{pH} < 7$) με περιεκτικότητα $\text{HCO}_3 > 600 \text{mg/l}$ και αγωγιμότητα από 1000 έως 4530 $\mu\text{Mhos/a}$ κ.

Στις λεκάνες Μυγδονίας, Ανθεμούντα, Επανωμής Μουδανιών, Ολύνθιου, στις Χερσονήσους Κασσάνδρας και Σιθωνίας, στην βόρεια και παράκτια Χαλκιδική, στο Ανατ. και Ν/Δ. Πάϊκο καθώς και στην Γκρόπη η ποιότητα των υπογείων νερών θεωρείται γενικά καλή με εξαίρεση τις παράκτιες ζώνες όπου παρουσιάζονται φαινόμενα υφαλμύρυνσης.

Ειδικά στη λεκάνη Επανωμής πέραν της υφαλμύρυνσης, στην περιοχή μεταξύ Ν. Καλλικράτειας - Ν.Μοουδανιών η ποιότητα είναι προβληματική λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε νιτρικά (NO_3 έως 150mg/l). Στην ίδια λεκάνη, στην περιοχή που γειτνιάζει με το καρστ Πετραλώνων, σημειώνεται υψηλή συγκέντρωση αρσενικού (As έως 300 $\mu\text{g/l}$).

Στη λεκάνη του Ολύνθιου δεν υπάρχουν ενδείξεις υφαλμύρυνσης των υπογείων υδροφορέων στην παράκτια ζώνη.

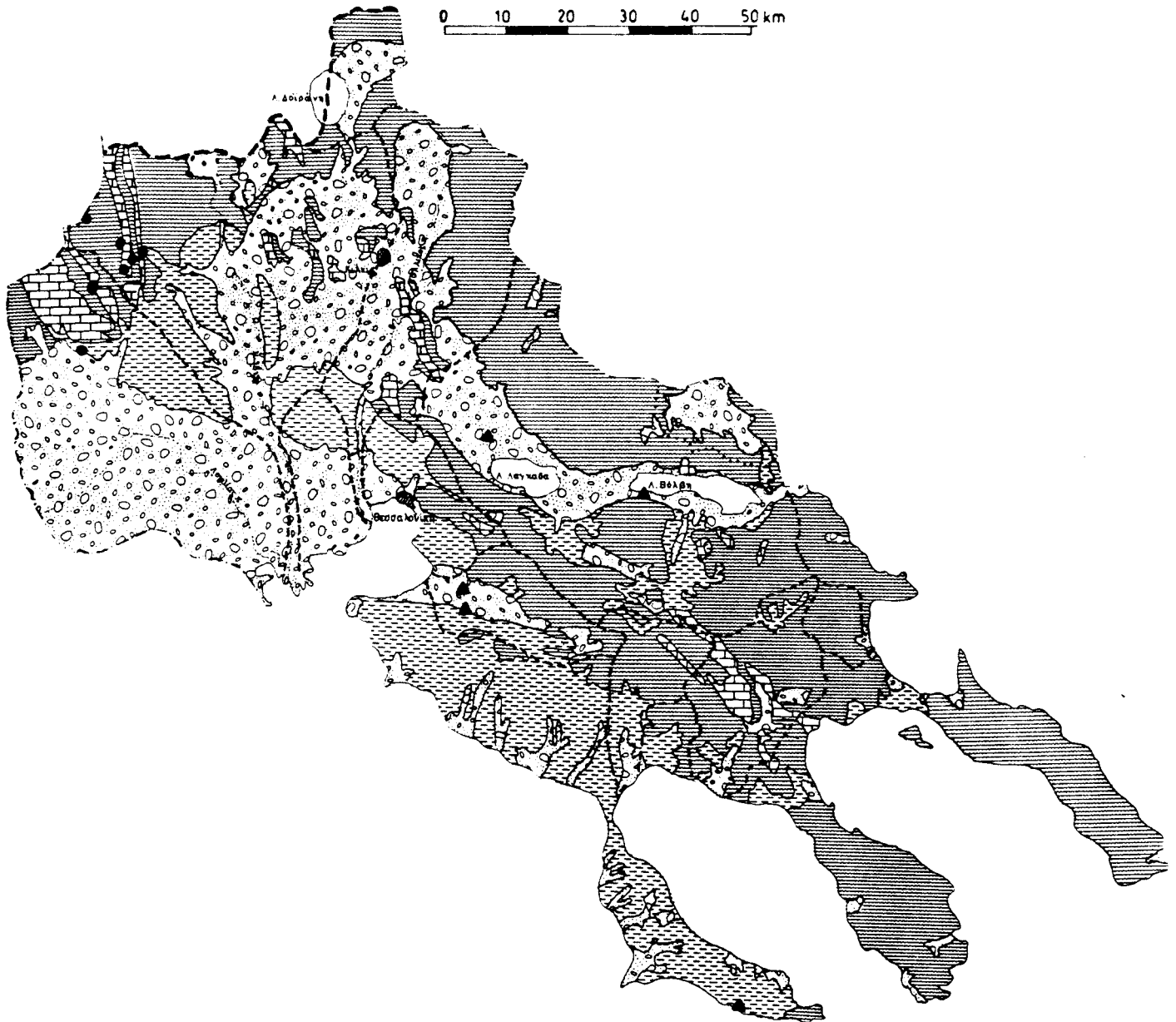
ΠΙΝ.10.2 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΔΙΑΜ. Κ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Α/Α	Υδρολογική λεκάνη	Ρυθμιστικά αποθέματα σε $m^3 \times 10^6$		
		καρστικά συστήματα	κοκκώδη συστήματα	
			Τεταρτογενούς	Νεογενούς
1	Λουδία (ευρύτερη πεδιάδα Θεσ/κης)		830.0	
2	Αξιού (δυτ.τμήμα)		50.0	50.0
3	Αξιού (ανατ.τμήμα) α)λεκάνη Δοϊράνης β)λεκάνη Χέρσου γ)λεκάνη Αρτζάν δ)λ.Γυναικόκαστρου		8.4 7.5 12.2 10.5	
4	Γαλλικού		5.0	
5	Μυγδονίας		198.0	
6	Ανθεμούντα		20.0	
7	Επανωμής- Μουδανιών		32.0	
8	Ολυνθίου		8.0	
9	Χερ.Κασσάνδρας		22.0	
10	Χερ.Σιθωνίας		4.0	
11	Βορείου παράκτιας Χαλκιδικής (Ολυμπιάς κλπ)		3.0	
12	Ανατ.Παϊκού	26.0		
13	ΝΔ.Παϊκού	60.2		
14	Γκρόπης	6.0		
15	Πετραλώνων	6.5		
	ΣΥΝΟΛΟ	98.7	1260.6	

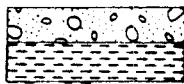
Στη Χερσόνησο Κασσάνδρας, τα υπόγεια νερά είναι κυρίως Ca-Mg-Na-HCO₃-Cl. και γενικά καλής ποιότητας . Ομοίως και στην Χερσόνησο Σιθωνίας όπου δεν παρατηρείται υφαλμύρυνση των παράκτιων υδροφορέων. Όμως παρατηρείται ρύπανση των επιφανειακών νερών σε ορισμένα υδρορρέματα λόγω της μεικτής θειούχου μεταλλοφορίας (Στρατωνι), εκ της οποίας σημειώνεται επιβάρυνση σε Pb,As,Zn,Fe,Mn,SO₄, κ.λ.π.

Τέλος τα υπόγεια καρστικά νερά των Πετραλώνων, είναι ειδικής χημικής σύστασεως με ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακος (CO₂=800mg/l), βόρειο (B=5mg/l), φθόριο(F=1,8mg/l) και Αρσενικό (As από 2000 έως 1250 μ. gr/l).

Ενδεικτικός Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Κ. Μακεδονίας



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα κατά κανόνα υδροφόρα συστήματα πολύ μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής λεπτομερών στοιχείων.



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (οφιόλιθοι, κρυσταλλοσχιστίωδοι, κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις ζώνες ρωγματώσεων.

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ (11)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

Μ. Λαζαρίδου

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Β. ΕΛΛΑΔΟΣ

Κ. Παπαδόπουλος

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος

ΑΘΗΝΑ

1996

11. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

11.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στην γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής του υδατικού διαμερίσματος Αν. Μακεδονίας συμμετέχουν:

- Αλλουβιακές αποθέσεις από χάλικες, λατύπες, άμμους, αργίλους και πηλούς που καλύπτουν τις πεδιάδες Σερρών , Δράμας, Νευροκοπίου και Μαρμαρά, διλλουβιακοί σχηματισμοί εκ συνεκτικών ή χαλαρών λατυποκροκαλοπαγών στα κράσπεδα των πεδιάδων, με μέγιστο πάχος περί τα 400 μ. στο κέντρο της λεκάνης του Στρυμώνα σύμφωνα με γεωτρητικά στοιχεία από την περιοχή Ποντισμένου.
- νεογενείς αποθέσεις από ψαμμίτες, λατυποκροκαλοπαγή και μάργες σημαντικού πάχους. Ενδεικτικά σημειώνεται ότι στο κέντρο της λεκάνης των Σερρών το συνολικό πάχος μαζί με τα τεταρτογενή είναι της τάξης των 3000 μ.
- Στους σχηματισμούς του υποβάθρου μετέχουν στο ανατολικό ήμισυ η μάζα της Ροδόπης και στο δυτικό ήμισυ η Σερβομακεδονική μάζα.

Στη ζώνη της Ροδόπης διακρίνονται δύο σειρές πετρωμάτων: μια κατώτερη σειρά των γνευσίων και μια ανώτερη των μαρμάρων. Οι Zachos - Dimadis 1982, διέκριναν στα μάρμαρα ένα κατώτερο και ένα ανώτερο ορίζοντα.

Ο ανώτερος ορίζοντας συνίσταται από άσπρα μάρμαρα, ογκώδη και δολομιτοποιημένα σε αρκετά σημεία, ενώ ο κατώτερος από μάρμαρα ογκώδη γκρι ή σε πάγκους και ραβδωτά στη βάση τους.

Στο ανατολικό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης Στρυμώνα, σε αντίθεση με το δυτικό, τα μάρμαρα παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ανάπτυξη.

Στο κρυσταλλοσχιστώδες της Σερβομακεδονικής μάζας απαντούν δύο σειρές πετρωμάτων : α) η κατώτερη και αρχαιότερη σειρά των Κερδυλλίων και β) η ανώτερη και νεώτερη σειρά του Βερτίσκου.

Η σειρά των Κερδυλλίων περιλαμβάνει σχηματισμούς μαρμάρων, βιοιτιτικού γνεύσιου και αμφιβολιτών, ενώ η σειρά του Βερτίσκου συνίσταται από μία ακολουθία γνευσίων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, λεπτών στρωμάτων μαρμάρων, ως επίσης και από αμφιβολίτες, μεταδιαβάσες, μεταγάβρους (στον ανώτερο κυρίως ορίζοντα) που προήλθαν από την μεταμόρφωση των εκρηξιγενών πετρωμάτων.

Στη γεωλογική δομή της περιοχής μετέχουν επίσης εκρηξιγενή πετρώματα ως περιδοτίτες παλαιοζωϊκής ηλικίας, κρητιδικοί και ηωκαινικοί γρανίτες και πλειοπλειστοκαινικοί ρυόλιθοι.

Η τεκτονική της περιοχής χαρακτηρίζεται από την επώθηση - εφίππευση της Σερβομακεδονικής μάζας επί της μάζας της Ροδόπης κατά μήκος της «τεκτονικής ζώνης» του Στρυμώνα, που στο μέγιστο τμήμα της είναι καλυμμένη από τις νεώτερες αποθέσεις.

Η περιοχή διελαύνεται από δύο ομάδες ρηγμάτων ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ δ/νσης αλπικής ηλικίας συνεπεία των οποίων δημιουργήθηκαν οι λεκάνες Σερρών και Δράμας εντός των οποίων απετέθησαν οι νεώτερες αποθέσεις.

Λεπτομερέστερη ανάλυση της γεωλογικής δομής έχει γίνει στο δυτικό τμήμα του συνορεύοντος υδατικού διαμερίσματος Θράκης.

11.2 ΓΕΝΙΚΑ - ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ

Από υδρογραφική άποψη ο ευρύτερος χώρος του διαμερίσματος της Αν. Μακεδονίας κυριαρχείται από τη φυσιογραφική λεκάνη του τριεθνούς ποταμού Στρυμώνα.

Η λεκάνη απορροής του Στρυμώνα έχει συνολική έκταση 16.772 km² εκ των οποίων 5.967 km² βρίσκονται στο Ελληνικό έδαφος και 10.775 στο Βουλγαρικό. Το ελληνικό τμήμα μέχρι τη γέφυρα Σιδηροκάστρου έχει έκταση 660 km².

Η λεκάνη του Στρυμώνα υποδιαιρείται σε τρεις υπολεκάνες, των Σερρών έκτασης 3.350 km² που διαρέεται από τον Στρυμώνα και εκβάλλει στον κόλπο

του Ορφανού (Στρυμωνικός), της Δράμας που αποστραγγίζεται προς τον Στρυμώνα από τον Αγγίτη έκτασης 1.932 km² και την κλειστή λεκάνη Νευροκοπίου έκτασης 818 km² τα νερά της οποίας διοχετεύονται προς την λεκάνη Αγγίτη μέσω καταβόθρας.

Στο ίδιο διαμέρισμα υπάγεται και η λεκάνη του Μαρμαρά που εκτείνεται ΝΔ της Καβάλας σε έκταση 187 Km² μέχρι τα ερείπια Μονολίθου και εκβάλλει στο Στρυμωνικό κόλπο.

Η λεκάνη του Στρυμώνα περιβάλλεται από τους ορεινούς όγκους Κερδύλια (υψ. 1091 μ.), Βερτίσκος (υμ. 1103 μ.), Κρούσια (υψ. 1179 μ.), Μπέλες (υψ. 2031 μ.), Ορβηλος (υψ. 2212 μ.), Φαλακρό (υψ. 2232 μ.), Λεκάνης (υψ. 1298 μ.) και το Παγγαίο (υψ. 1956 μ.). Στο εσωτερικό της λεκάνης αναδύονται οι ορεινοί όγκοι Βροντού (υψ. 1849 μ.) και Μενοικίου (υψ. 1963 μ.).

11.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

11.2.1 ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΣΕΡΡΩΝ

Στον πίνακα 11.1 γίνεται προσέγγιση του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης των Σερρών για την περίοδο 1982 - 1990.

Πίν. 11.1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕΡΡΩΝ

ΕΙΣΡΟΕΣ σε m ³ x 10 ⁶		ΕΚΡΟΕΣ (ΑΠΩΛΕΙΕΣ) σε m ³ x 10 ⁶	
Κατακρημνίσματα (P)	2400.0	Εξατμισοδιαπνοή (E)	3340.0
Εισροές από άνω ρου Στρυμώνα (α)	3150.0	κατείσδυση (I)	323.0
Επιστροφές από απολήψεις (α ex) α ex = Qex/3	43.0	απορροή Στρυμώνα (A) (κάτω ρούς)	1800.0
		απολήψεις (Qex)	130.0
Σύνολο εισροών	5593.0	Σύνολο εκροών	5593.0

Στο ισοζύγιο δεν λαμβάνονται υπ'όψη οι εισροές από την λεκάνη Αγγίτη ο οποίος συναντά τον Στρυμώνα στο νότιο άκρο της λεκάνης και οι εισροές του αντιστοιχούν στις εκροές .

Ως προς τη σχέση που συνδέει τις βροχοπτώσεις p με το υψόμετρο προέκυψε η εξίσωση:

$$P = h \times 0.65 + 377.7$$

με συντελεστή συσχέτισης 88%.

Αναφορικά με την επικαιροποίηση των στοιχείων σημειώνεται ότι οι απορροές και οι βροχοπτώσεις της περιόδου 1990 - 95 παρουσιάζουν μείωση της τάξης του 30%.

11.2.2 ΛΕΚΑΝΗ ΑΓΓΙΤΗ

Στον πίνακα 11.2 δίδονται στοιχεία του υδρολογικού ισοζυγίου όπως αυτό εκτιμήθηκε για την λεκάνη του Αγγίτη από τα στοιχεία διαφόρων σταθμών, που βρίσκονται σε διαφορετικά υψόμετρα.

Πιν. 11.2 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΓΓΙΤΗ

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ		ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ + ΑΠΟΡΡΟΗ		ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
				χλσ	%	χλσ	%	
Δράμας	101	626.0	15.0	507.6	81.0	118.4	19.0	1964 - 1983
Νευροκοπίου	570	700.4	11.0	520.4	74.3	180.0	25.7	1964 - 1981
Καταφύγιο	740	787.8	10.8	531.4	68.5	248.4	31.5	1964 - 1983
Εξοχή	620	795.5	10.5	515.2	64.8	280.0	35.2	1964 - 1981

Αναφορικά με τη σχέση που συνδέει το υψόμετρο με το ύψος βροχοπτώσεων και τη θερμοκρασία προέκυψαν αντίστοιχα οι πιο κάτω εξισώσεις με συντελεστές συσχέτισης 0.85 και 0.97 αντίστοιχα.

$$P = h \times 0.32 + 597$$

$$T = h \times 0.0075 + 15.75$$

11.2.3 ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΜΑΡΜΑΡΑ

Στον πίνακα 11-3 δίδονται στοιχεία του υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης Μαρμαρά για την περίοδο 1980-1983.

Πιν.11.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΑΡΜΑΡΑ

Παράμετροι	χλστ	%	όγκος νερού $m^3 \times 10^6$	Παρατηρήσεις
Βροχοπτώσεις (P)	461.1	100.0	86.22	Περίοδος μετρήσεων 1980 - 83
Εξατμισοδιαπνοή (E)	321.3	69.9	60.08	
Επ. απορροή (A _ο)	58.8	12.8	10.99	
Υπ. απορροή (A _υ)	87.0	18.9	16.27	
Μεταβολή αποθεμάτων (ΔG)	-6.0	-1.3	-1.12	

Από τον πίνακα 11-6 προκύπτει ενεργός κατεΐσδυση της τάξης του 15% αντιστοιχούσα σε 86 χλστ. ή $16 \times 10^6 m^3/έτος$.

11.3 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

Από άποψη υδρογεωλογικής συμπεριφοράς οι απαντούμενοι στην περιοχή ενδιαφέροντες γεωλογικοί σχηματισμοί κατατάσσονται στην κατηγορία των υδροπερατών έως πολύ υδροπερατών σχηματισμών (αδρομερή μέλη νεώτερων αποθέσεων - ανθρακικά πετρώματα) και ημιπερατών ως υδατοστεγών (λεπτομερείς αποθέσεις, σχιστογενευσιακά πετρώματα, εκριξηγενή), ενώ η τεκτονική δομή (σχέση καρστικοποιημένων μαρμάρων με υδατοστεγείς σχιστογενευσίους αφ' ενός και τεταρτογενές νεογενές πλήρωμα της λεκάνης (της Δράμας κυρίως) είναι εκείνη που διαμορφώνει επι μέρους καρστικά συστήματα και οργανώνει τη λειτουργία τους.

Γενικά στο χώρο του υδατικού διαμερίσματος Αν. Μακεδονίας δημιουργούνται τρία βασικά υδροφόρα συστήματα εντός των αντίστοιχων λιθολογικών ενότητων.

- Το υδροφόρο σύστημα των τεταρτογενών αποθέσεων
- Το υδροφόρο σύστημα των νεογενών σχηματισμών
- Το καρστικό υδροφόρο σύστημα

11.3.1 ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

11.3.1.1 ΛΕΚΑΝΗ ΣΕΡΡΩΝ (ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ)

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις της λεκάνης των Σερρών έκτασης 1000 km^2 περίπου από χάλικες, λατύπες άμμους, αργίλους και λατυποκροκαλοπαγή, έχουν σημαντικό πάχος (μέχρι και 400 μ) και δημιουργούν εντός της μάζας τους αλληπάλληλους υδροφόρους ορίζοντες, ενίοτε υπό πίεση, μεγάλης δυναμικότητας.

Ο φρεάτιος ορίζοντας συναντάται συνήθως σε βάθη από 1.5 έως 3 μ . από την επιφάνεια και χαρακτηρίζεται επίσης από καλές αποδόσεις (μέση παροχή γεωτρήσεων μικρού βάθους $10 - 40 \text{ m}^3 / \text{ώρα}$ σε όλη την έκταση της λεκάνης).

Το σύστημα αυτό παρουσιάζει μεγάλη μέση υδατοαγωγιμότητα ($T = 10^{-2} - 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}$) και εξασφαλίζει την τροφοδοσία του, τόσο από την άμεση κατείσδυση α.κ όσο και από κατεισδύσεις δια της κοίτης των χειμάρων και ιδιαίτερα του Στρυμώνα.

Τα μέσα ετήσια ρυθμιστικά αποθέματα του τεταρτογενούς υδροφόρου συστήματος της λεκάνης των Σερρών εκτιμώνται στην τάξη των $165 \times 10^6 \text{ m}^3$ λαμβάνοντας υπόψη μέση διακύμανση στάθμης (Δh) ίση με 1.1 m και συντελεστή υδροχωρητικότητας S ίσο με 0.15 .

ρυθμιστικά αποθέματα τεταρτογενών αποθέσεων λεκάνης Σερρών	$165 \times 10^6 \text{ m}^3$
---	-------------------------------

11.3.1.2 ΛΕΚΑΝΗ ΔΡΑΜΑΣ (ΑΓΓΙΤΗΣ)

Το τεταρτογενές της λεκάνης της Δράμας καταλαμβάνει έκταση 620 km^2 (μέχρι την ισοϋψή των 200 μ). Για την περίπτωση αυτή δεν υπάρχουν στοιχεία, εκτιμώνται όμως ότι αποθέματα της τάξης των $30 \times 10^6 \text{ m}^3$.

11.3.1.3 ΛΕΚΑΝΗ ΜΑΡΜΑΡΑ

Παρά την μικρή συνολική έκταση της λεκάνης, το πάχος των τεταρτογενών αποθέσεων (άργιλοι, άμμοι, χάλικες, χαλαρά λατυποκροκαλοπαγή) κυμαίνεται από 49 έως 171 μ. στην περιοχή μεταξύ Αγ. Παρασκευής και Εξοχής όπου και διαμορφώνονται συνθήκες υπό πίεση ροής, ενώ στο ΝΔ άκρο της κοιλάδας το πάχος κυμαίνεται μεταξύ 72 και 94 μ. Γεωτρητικά έχει διαπιστωθεί και πάχος αποθέσεων μεγαλύτερο των 164 μ.

Εντός των σχηματισμών αυτών δημιουργείται υδροφορία ικανοποιητικής δυναμικότητας, με παροχές γεωτρήσεων της τάξης των 50 - 200 m³/ώρα στο νότιο τμήμα και 50 m³/ώρα στο βόρειο.

Τα μέσα ετήσια αποθέματα των τεταρτογενών αποθέσεων εκτιμώνται στην τάξη των 5 x 10⁶ m³.

11.3.2 ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Στο δυτικό ήμισυ της λεκάνης Σερρών η παρουσία των ανθρακικών πετρωμάτων είναι περιορισμένη σε σχέση με την ανάπτυξή τους στο ΒΑ τμήμα και στη λεκάνη Δράμας - Νευροκοπίου.

Η μεγάλη επιφανειακή ανάπτυξη των μαρμάρων σε συνδυασμό με το αξιόλογο πάχος τους και το μεγάλο βαθμό αποκάρσωσης και η στρωματογραφική - τεκτονική τους θέση σε σχέση με το υδατοστεγές σχιστογενευσιακό υπόβαθρο και το τεταρτογενές πλήρωμα της λεκάνης, διαμορφώνουν συνθήκες ανάπτυξης καρστικής υδροφορίας μεγάλης δυναμικότητας εκδηλούμενης κατά κανόνα μέσω πηγών.

11.3.2.1 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕΡΡΩΝ

Τα μάρμαρα που αναπτύσσονται στο ΒΑ τμήμα της λεκάνης των Σερρών δομούν τους ορεινούς όγκους Αγκίστρου και Μενοικίου με σημαντικό πάχος και έκταση περί τα 360 km².

α) ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΝΟΙΚΙΟΥ

Ο ομώνυμος καρστικός υδροφόρος ορίζοντας μεγάλης δυναμικότητας εκφορτίζεται κύρια δια των πηγών Αγ. Ιωάννη μέσης υπερετήσιας παροχής 0.506 m³/s (περίοδος 1987 - 1991).

Τα ανωτέρω μεταφράζονται σε μέσες υπερετήσεις εκφορτίσεις για την πενταετία 1987-91 της τάξης των $16 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Αναφορικά με τα μέσα δυναμικά αποθέματα της καρστικής πηγής Αγ. Ιωάννη αυτά εκτιμήθηκαν από την καμπύλη στείρευσης της πηγής στην τάξη των $18 \times 10^6 \text{ m}^3$.

$$q = 0,66 e^{-3,14 \times 10^{-3}t}$$

β) ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ

Εντός των μαρμάρων του ορεινού όγκου ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ δημιουργείται μεγάλης δυναμικότητας καρστικός υδροφόρος ο οποίος εκφορτίζεται κύρια μέσω των πηγών Μύλοι, Ντελι - Κράβα και μέσης παροχής $0.609 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $19.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ και $1.150 \text{ m}^3/\text{s}$ ή $36.27 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ αντίστοιχα. Συνολικά εκφορτίζονται από το σύστημα κατά μέσο όρο $55 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ για την ίδια ως άνω περίοδο.

Στον πίνακα 11.4 δίδονται στοιχεία μέσης παροχής των κυριότερων πηγών συμπεριλαμβανομένων και ορισμένων θερμομεταλλικών.

Πίν.11.4 Μέση ετήσια παροχή κυριότερων καρστικών πηγών
Λεκάνης Σερρών (Στρυμόνας)

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΠΗΓΗΣ	ΜΕΣΗ ΥΠΕΡΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΟΧΗ m^3 / sec	ΑΠΟΡΡΕΟΝ ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ $\text{m}^3 \times 10^6 / \text{έτος}$	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ
1. Αγ. Ιωάννης	0.506	15.96	1 9 8 7 - 1 9 9 1
2. Σιδηρόκαστρο Ζεστά Νερά	0.211	6.65	
3. Αγκιστρο Θερμή	0.014	0.44	
4. Αγκιστρο Μύλοι	0.609	19.20	
5. Ντελί Κράβα	1.150	36.27	
Πηγή Ελαιώνα	0.048	1.510	

11.3.2.2 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΔΡΑΜΑΣ (ΑΓΓΙΤΗΣ)

Στο ανατολικό τμήμα του Διαμερίσματος στη λεκάνη της Δράμας (Αγγίτης) δημιουργούνται επίσης αξιόλογα καρστικά υδροφόρα συστήματα που εκφορτίζονται δια πηγών μεγάλης παροχής σε υψόμετρα 100 - 200 μ.

Από τις μέχρι σήμερα ενδείξεις διαφαίνεται μια υδραυλική επικοινωνία μεταξύ καρστικών υδροφόρων και τεταρτογενούς υδροφορίας του πεδινού τμήματος της λεκάνης.

Στον πίνακα 11.5 δίδονται στοιχεία παροχής των κυριότερων καρστικών πηγών που εκφορτίζουν τα καρστικά συστήματα της λεκάνης του Αγγίτη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.5 ΠΑΡΟΧΕΣ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ Λ. ΑΓΓΙΤΗ (m³ x 10⁶ / έτος)

ΠΗΓΗ	Περίοδος μετρήσεων - παροχή					
	Μ.Ο 1979-92	Μ.Ο 1990-92	1992	1993	1994	Μ.Ο 1979-94
Αγ. Βαρβάρα	103	30	11	11.2	34.9	38.02
Μααρά	140	52	41	52.4	71.7	71.42
Συμβολή	29	21	19	18.6	22.6	22.04
Γαλ.Νερά	57	20	13	9.5	18.1	23.52
Κεφαλάρι	76	55	52	58.2	50.0	58.24
Καρνάντζα						25.23
Σύνολα	405	178	136	149.9	197.3	238.50

Από τον πίνακα 11-5 προκύπτει ότι:

- Ο συνολικός κατά μέσο όρο απορρέον όγκος καρστικών νερών είναι της τάξης των $240 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως.

- Το έτος 1992 είναι το πλέον ελλειμματικό. Ο όγκος νερού που απορρέει κατά το έτος 1992 είναι $136,0 \times 10^6 \text{ m}^3$. Από το 1994 η τάση είναι αυξητική.
- Τα έτη 1991 έως 1994 σε σχέση με τα ιστορικά βροχομετρικά δεδομένα της περιοχής υπήρξαν ξηρά.

11.3.2.3 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΑΡΜΑΡΑ

Στα επωθημένα επί των σχιστολίθων μάρμαρα της λεκάνης δημιουργείται μία υδροφορία η οποία εκδηλώνεται δια μιας σειράς πηγών συνολικής μέσης παροχής 321.3 l/s ή $10 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Στα μάρμαρα που εναλλάσσονται με σχιστολίθους δημιουργείται υδροφορία εκδηλούμενη δια πηγής μέσης παροχής 31 l/s ή $1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Συνολικά ως εκ των ανωτέρω, εκφορτίζονται δια των μαρμάρων περί τα $11 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ κατά μέσο όρο.

11.3.3 ΛΟΙΠΕΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Εντός των ορίων του υδατικού διαμερίσματος Αν. Μακεδονίας δημιουργούνται στους διάφορους σχηματισμούς και άλλες δευτερεύουσες υδρογεωλογικές ενότητες, οι οποίες σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζουν τοπικό ενδιαφέρον.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι υδροφορίες που συναντώνται εντός των αδρομερών ψαμμιτοκροκαλοπαγών νεογενών αποθέσεων στις δύο λεκάνες Σερρών και Δράμας και οι υδροφορίες της σχιστογενευσιαμφιβολιτικής σειράς της Σερβομακεδονικής μάζας που έχει καθολική ανάπτυξη στο βόρειο και δυτικό τμήμα της λεκάνης των Σερρών.

Αναφορικά με τα νεογενή της λεκάνης των Σερρών που καταλαμβάνουν έκταση 680 km^2 τα ρυθμιστικά αποθέματα εκτιμώνται στην τάξη των $30 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Πιο ολοκληρωμένα στοιχεία διατίθενται για το γνευσιοσχιστολιθικό σύστημα της λεκάνης Μαρμαρά, η εντός του οποίου δημιουργούμενη υδροφορία εκδηλούται μέσω μιας σειράς πηγών συνολικής μέσης παροχής $47,4 \text{ l/s}$ γεγονός που αντιστοιχεί σε εκφορτίσεις ετήσιες της τάξης των $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Πίν. 11-6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

α/α	ΠΗΓΗ	ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	Τ °C	ΠΑΡΟΧΗ m ³ / h	ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΧΡΗΣΙΣ
1.	ΚΑΪΝΑΚΙ ΜΑΚ 6	Προσχώσεις επί γρανιτών	22		Na-Ca-Cl-HCO ₃ TDS 816	Υδρευσις
2.	Λ. ΜΕΓ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ ΜΑΚ 7	Αποθέσεις τεταγών επί μαρμάρων	30		Ca-Mg-HCO ₃ TDS 391 - CH ₄	Λασπόλουτρα
3.	ΛΟΥΤΡΑ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΜΑΚ 8-9-10	Μάρμαρα και προσχώσεις επί μαρμάρων	39-41	200 ≈	Na-Ca-Cl-HCO ₃ TDS 2900-3000	Λουτροθεραπεία
4.	ΚΟΡΑΚΙΑ ΜΑΚ 11	Γρανίτες	52	15 ≈	Na-Mg-HCO ₃ TDS 3600	Ανεκμετάλλευτος
5.	ΛΟΥΤΡΑ ΝΙΓΡΙΤΑΣ ΜΑΚ 14-15-16-17	Προσχώσεις επί πλειστοκαινικών σε άμεση σχέση με υπερβασικά	27-52		Na-Mg-HCO ₃ -Cl TDS 3300-2600 CO ₂	Λουτροθεραπεία & ποσιθεραπεία
6.	ΛΟΥΤΡΑ ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ ΜΑΚ 18-19	Μάρμαρα	40	50-60	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ TDS 400-420	Λουτροθεραπεία (μερικώς)
7.	ΛΟΥΤΡΑ ΣΙΔΗΡΟΚΑΣΤΡΟΥ ΜΑΚ 21-22	Μειοπλειστο- καινικές αποθέσεις σε σχέση με μάρμαρα και γρανίτες	37-45		Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ TDS 1600-1700 CO ₂	Λουτροθεραπεία
8.	ΑΓΙΑΣΜΑ ΑΓ.ΒΑΡΒΑΡΑΣ ΜΑΚ 23	Τραβερίνες επί μαρμάρων	50	0,1	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ TDS 1600 CO ₂	Λουτροθεραπεία
9.	ΖΕΣΤΑ ΝΕΡΑ ΜΑΚ 24	Ασβεστολιθικά λατυποπαγή	23	500-600	Ca-HCO ₃ TDS 600	Αρδευση

Πιν. 11.7 Υπόγεια αποθέματα νερού υδατ. διαμερισματος Αν. Μακεδονίας

ΛΕΚΑΝΗ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΥΔΡΟΦΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ	ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΕΤΕΡΤΟΓΕΝΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ	ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΝΕΟΓΕΝΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ	ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΧΙΣΤΟΓΝΕΥΣΙΩΝ ΚΑΛΤ.	ΣΥΝΟΛΟ	
Ρυθμιστικά αποθέματα σε m³ x 10⁶							
ΣΤΡΥΜΩΝΑ	ΣΕΡΡΩΝ (ΣΤΡΥΜΩΝΑΣ)	Καρστικό σύστημα Μενοίκιου	16.0	165.0	30.0	25.0	291.0
		Καρστικό σύστημα Αγκίστρου	55.0				
	ΔΡΑΜΑ (ΑΓΓΙΤΗ)	Καρστικό σύστημα Αγίτη	238.0	30.0	-	-	>270
	ΝΕΥΡΟΚΟΠΙΟΥ						
ΜΑΡΜΑΡΑ	ΜΑΡΜΑΡΑΣ	Καρστικό σύστημα Μαρμαρά	11.0	5.0	1.5	17.5	
	ΣΥΝΟΛΟ		320.0	>200.0	>30.0	>27.0	>580.0

Αναλόγως πολ/σιες αναμένονται οι εκφορτίσεις στα αντίστοιχα πετρώματα που καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις ιδίως στην λεκάνη Σερρών. (1040 km²) όπου τα μέσα ετήσια αποθέματα εκτιμώνται στην τάξη των 25 x 10⁶ m³ (συντελεστής κατείσδυσης 4%).

11.4 ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΝΕΡΑ

Στο ανατολικό μέρος του διαμερίσματος αυτού εμφανίζονται λιθολογικοί σχηματισμοί της μάζας της Ροδόπης ενώ δυτικότερα έχουμε σχηματισμούς της Σερβομακεδονικής ζώνης.

Λιθολογικά, οι σχηματισμοί αυτοί που αποτελούν και το υπόβαθρο των μετατεκτονικών αποθέσεων, συνίστανται εκ μεταμορφωμένων κυρίως πετρωμάτων. Αρκετή όμως έκταση καταλαμβάνουν και τα μαγματικής προελεύσεως πετρώματα.

Παρατηρείται και στην περιοχή αυτή έντονος γεωθερμική δραστηριότητα, αποτέλεσμα της οποίας είναι η παρουσία πλήθους θερμοπηγών και η οποία οφείλεται τόσο στην πρόσφατον μαγματική δραστηριότητα όσο και στην έντονον τεκτονική.

Στον πίνακα 11.6 παρατίθενται στοιχεία των σημαντικότερων εκ των πηγών αυτών.

Πέραν τούτων όμως υπάρχει και πλήθος άλλων μεταλλικών πηγών όξινου κυρίως χαρακτήρος η γένεσης των οποίων οφείλεται στην παρουσία των μεταμορφωμένων πετρωμάτων.

Ο αριθμός που ακολουθεί την ένδειξη ΜΑΚ, αναφέρεται στον αύξοντα αριθμό πηγής της εκδόσεως ΙΓΜΕ "Απογραφή Θερμομεταλλικών Πηγών Ελλάδος" Τόμος ΙΙΙ.

11.4 ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Στον πίνακα 11.7 δίδονται τα αποθέματα νερού ξεχωριστά για τους τεταρτογενείς και καρστικούς υδροφόρους, ως και λοιπές περιπτώσεις.

Από τον πίνακα φαίνεται ότι τα ρυθμιστικά αποθέματα των καρστικών υδροφόρων είναι της τάξης των 320×10^6 και των τεταρτογενών υδροφόρων πολύ περισσότερα από $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ αν συμπεριληφθούν και τα αντίστοιχα αποθέματα των λεκανών Αγγίτη κ.λ.π.

Ως εκ των ανωτέρω το σύνολο των μετρημένων αποθεμάτων υπογείων νερών στο διαμέρισμα ανατολικής Μακεδονίας είναι $580 \times 10^6 \text{ m}^3$ /έτος.

11.5 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

- Στη λεκάνη του Στρυμώνα η ποιότητα των νερών είναι γενικά καλή. Τα νερά είναι χαμηλής αλατότητας. Σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις παρατηρείται αύξηση ιόντων (Cl^- , Na, SO_4).

Η ολική σκληρότητα των νερών είναι της τάξης των 100 - 300 ppm CaCO_3 .

- Στο νότιο τμήμα της πεδιάδας των Σερρών στο φρεάτιο αλλά και στους βαθύτερους υδροφόρους ορίζοντες, παρατηρείται αύξηση των ιόντων Cl, που έχει όμως τοπικό χαρακτήρα και αποδίδεται στην παλαιογεωγραφική εξέλιξη της περιοχής και συγκεκριμένα στην παγίδευση υφάλμυρων φάσεων.

- Στους βαθύτερους υδροφόρους ορίζοντες της πεδιάδας Σερρών, παρουσιάζεται τοπικά αλλοίωση της ποιότητας των νερών. Αυτό οφείλεται στα υπάρχοντα γεωθερμικά ρευστά της περιοχής (γεωθερμικό πεδίο Νιγρίτας και Κερκίνης - Σιδηροκάστρου).

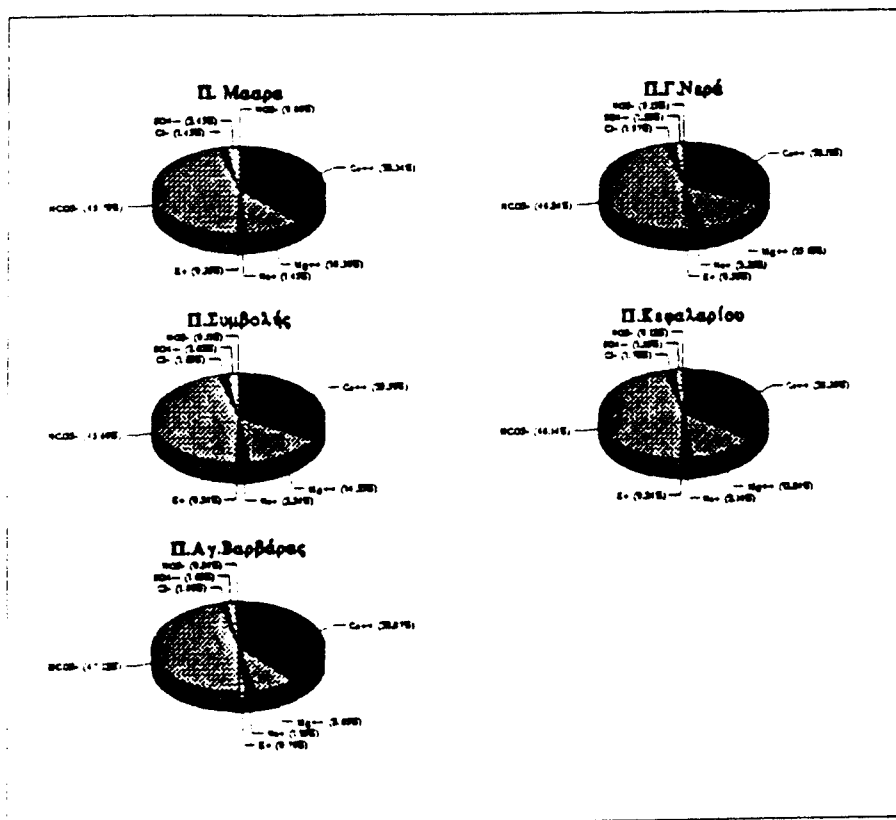
- Η περιεκτικότητα των υπογείων νερών σε νιτρικά άλατα είναι συνήθως μικρή και μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια.

- Τέλος όσον αφορά την επιβάρυνση των υπογείων νερών σε βαρέα μέταλλα, αυτή είναι γενικά μικρή. Παρατηρήθηκαν όμως σε κάποια δείγματα αποκλίσεις αυτών σε συγκεντρώσεις ιόντων Fe, Mn, Zn.

- Από άποψη ποσιμότητας τα νερά χαρακτηρίζονται γενικά κατάλληλα. Ως προς την καταλληλότητα των νερών για άρδευση η ταξινόμηση με βάση την τιμή SAR για τις λεκάνες Σερρών και Δράμας δίδει τιμή SAR < 5 δηλαδή νερό εξαιρετικής ποιότητας στις περισσότερες περιπτώσεις.

Πίνακας 11.8. Χημικά χαρακτηριστικά νερών κυριότερων πηγών Λ.Αγίτης

Κοδ./Με.	Κατιόντα						Ανιόντα		pH	Αγωγ.
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na+	K+	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼⁼	NO ₃ ⁻		
Π. Μαυρα	2.68	0.72	0.10	0.02	3.20	0.10	0.17	0.00	7.5	280
Π.Γ.Ναρό	2.44	1.04	0.25	0.03	3.56	0.15	0.12	0.01	7.6	315
Π.Συμβολής	3.00	1.28	0.20	0.03	4.08	0.15	0.18	0.01	7.5	365
Π.Κεφαλαρίου	2.96	1.08	0.18	0.02	3.88	0.15	0.13	0.01	7.5	340
Π.Αγ.Βαρβόρας	3.58	0.74	0.18	0.07	4.34	0.10	0.15	0.05	7.7	385



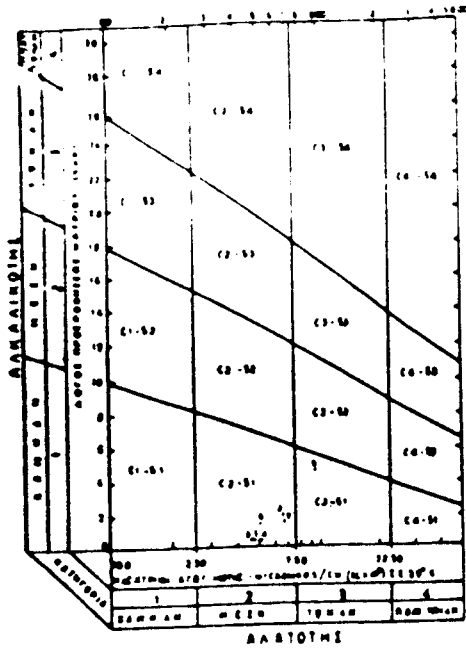
Πίνακας 11 9 Χημικά χαρακτηριστικά νερών κυριωτέρων καρστικών πηγών λεκάνης Σερρών

A/A	ΙΤΟΙΧΕΙΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	PH	ΑΓΩΓ/ΤΑ	Ca	Mg	Na	K	ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ	ΗCO ₃	CL	SO ₄	NO ₃	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΣΕ	ΘΕΙΚΕΣ	
	ΘΕΙΓΡΑΤΟΣ							ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ:ΑΝΙΟΝΤΩΝ	(meq/l)						CaCO ₃ (PPM)	ΠΟΛΥΘΗΞΗ	
															ΠΑΡΘΕΝΗ	ΟΙΚΗ	
1	1111	15/05/87	7.00	320	1.76	0.68	0.36	0.10	2.90	3.06	2.34	0.10	0.6	0.00	117	5	122
	ΕΠΑΜΥΛΟΙ																αρν.
2	1112	07/04/88	7.90	350	3.20	0.80	0.33	0.04	4.37	4.35	3.62	0.10	0.55	0.00	185	15	200
	ΕΠΑΜΥΛΟΙ																αρν.
3	ΠΙ	26/08/88	7.70	280	1.70	0.80	0.25	0.03	2.78	2.78	2.08	0.10	0.60	0.00	104	21	125
	Π.ΑΓ.ΙΩΑΝΝΗΣ																αρν.
4	ΠΙ	21/05/90	7.40	345	3.06	0.94	0.25	0.03	4.28	4.24	3.68	0.20	0.36	0.00	184	16	200
	Π.ΑΓ.ΙΩΑΝΝΗΣ																αρν.
5	ΠΗΓΗ	21/05/90	7.50	290	2.84	0.76	0.05	0.01	3.66	3.60	3.42	0.10	0.08	0.00	171	9	180
	ΜΥΛΟΙ ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ																αρν.

Πίνακας 11 10 Χημικά χαρακτηριστικά νερών υδροφόρων συστημάτων λεκάνης Μαρμαρά

A/A	Υδροφορέας	Σύν. βελγμ.	Σκληρότητα σε γεωμ.βαθ.		Ca ⁺⁺ σε mg/l		Mg ⁺⁺ σε mg/l		Σύνολο ανιόντων-κατιόντων	
			Απρ.	Οκτ.	Απρ.	Οκτ.	Απρ.	Οκτ.	Απρ.	Οκτ.
1	Γνεύσιου και γνευσ.σχιστόλ.	7	5,2	4,0	24,6	20,7	7,8	4,6	161,4	129,9
2	Μάρμαρα σε εναλλαγή με σχιστόλιθους	1	9,4	6,8	50,1	34,5	10,4	8,7	302,8	285,4
3	Μάρμαρα	12	9,5	7,9	55,1	43,3	7,9	8,1	294,1	245,8
4	Τεταρτογενείς αποθέσεις	4	9,4	7,6	49,9	38,3	10,5	9,9	333,1	252,6

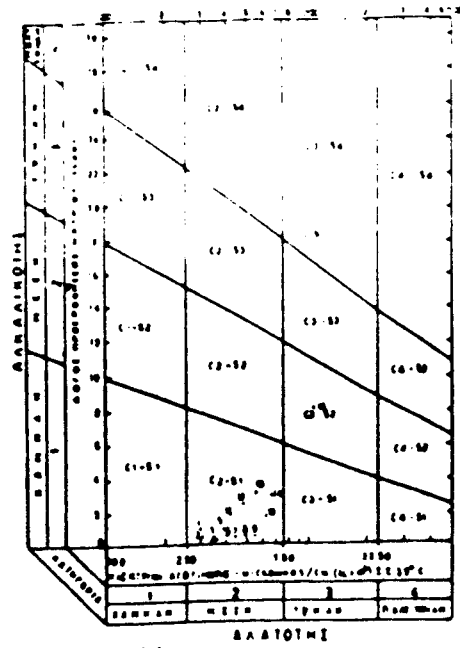
ΔΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΙΕΡΡΩΝ
ΒΑΘΗΣ ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ



ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ

1	217	51124 A
2	1638	61335
3	1637	71378
4	1636	

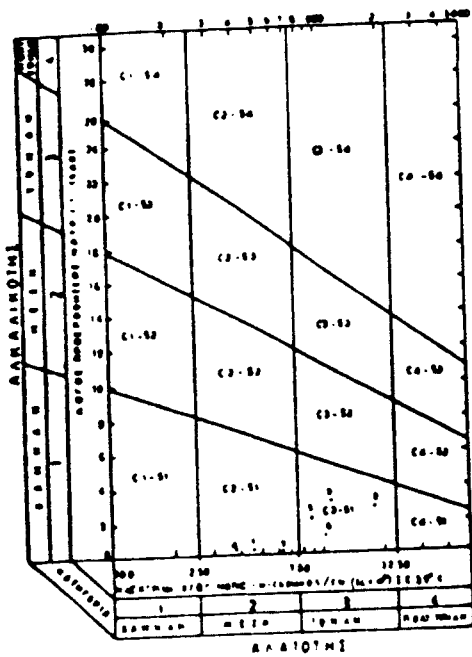
Β ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΙΕΡΡΩΝ
ΘΑΛΗΣ ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ



ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ

1	2146	61589	111208
2	1772	71138	121267
3	152	81258	131350
4	113	91386	141331
5	162	10185	15111
			16111

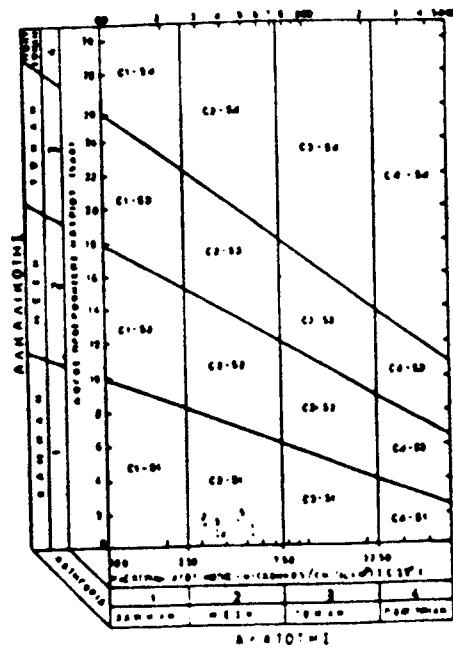
Υ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΔΡΑΜΑΣ
ΒΑΘΗΣ ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ



ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ

1	18	5051
2	57	60252
3	20	7026
4	12	

6 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΠΕΡΙΟΧΗ Ν. ΔΡΑΜΑΣ
ΘΑΛΗΣ ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ



ΥΠΟΦΩΡΕΑΣ

1	87
2	67
3	58
4	70
5	78

Ως καλής ποιότητας κρίνονται επίσης τα υπόγεια νερά της λεκάνης Μαρμαρά τα οποία παρουσιάζουν μικρή σκληρότητα (5 γερμ. βαθμοί - γνευσιοσχιστόλιθοι και 9 βαθμοί - μάρμαρα και Τεταρτογενές).

Στους πίνακες 11.8 έως 11.10 δίδονται τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού των κυριωτέρων καρστικών πηγών κ.λ.π. του διαμερίσματος, ενώ στις εικόνες 11.1 α, β, γ, δ ταξινομούνται τα υπόγεια νερά της λεκάνης Σερρών ως προς την καταλληλότητα τους για άρδευση.

11.6 ΧΡΗΣΕΙΣ

Οι ετήσιες απολήψεις υπόγειων νερών στη λεκάνη των Σερρών για την ύδρευση, άρδευση και βιομηχανία υπολογίζεται ότι είναι της τάξης των $100 - 150 \times 10^6 \text{ m}^3$, από τις οποίες οι $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντιπροσωπεύουν απολήψεις για ύδρευση Δήμων και Κοινοτήτων. Από τις ποσότητες αυτές το 60 - 70% αντιπροσωπεύει απολήψεις κατά την περίοδο Μαΐου - Οκτωβρίου.

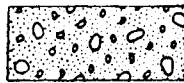
Στο ανατολικό τμήμα του διαμερίσματος μέρος των υπογείων νερών χρησιμοποιείται για ύδρευση και άρδευση. Ο Δήμος Καβάλας λαμβάνει περί τα 500 m^3 / ημέρα από τις πηγές Κεφαλαρίου. Από το ίδιο σύστημα αρδεύονται σημαντικές εκτάσεις και τροφοδοτούνται βιομηχανίες τυποποίησης αγροτικών προϊόντων. Από το καρστικό σύστημα των πηγών Αγίας Βαρβάρας τροφοδοτείται η Βιομηχανία επεξεργασίας χαρτιού Softex και άλλες μικρότερες επιχειρήσεις. Από την πηγή Μασρά αρδεύονται σημαντικές εκτάσεις. Ο σύνδεσμος κοινοτήτων βορείου Παγγαίου χρησιμοποιεί για ύδρευση τα νερά των πηγών Γαλ. Νερά. Από τις πηγές Συμβολής υδρεύεται η ομώνυμη κοινότητα ενώ το μεγαλύτερο μέρος των υδάτων τους καταλήγει στη θάλασσα.

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Α. Μακεδονίας

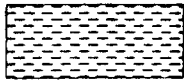
0 10 20 30 40 50 km



Υπόμνημα



Πορώδη πετρώματα Τεταρτογενούς (χάλικες, λατύπες, άμμοι, άργιλοι), εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα πολύ μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μικρές κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες.



Αδρομερή ψαμμτοκροκαλοπαγή της νεογενούς σειράς πρωτογενώς και δευτερογενώς υδροπερατά έως ημιπερατά. Συναντώνται ενίοτε αξιόλογες σχετικά υδροφορίες (λεκάνη Σερρών).



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα μάρμαρα και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Σερβομακεδονικής μάζας, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (γρανίτες, σχιστογενέυσιοι, κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους μικρές υδροφορίες τοπικής

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ (12)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΘΡΑΚΗΣ

Σ. Βεργής

ΑΘΗΝΑ

1996

12. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΘΡΑΚΗΣ

12.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η γεωλογική δομή στην ευρύτερη περιοχή του υδατικού διαμερίσματος Θράκης είναι πολύπλοκη και εν πολλοίς καθοριστική, στη δημιουργία των υπογείων υδροφόρων συστημάτων της περιοχής και ιδιαίτερα των καρστικών, ως και στον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας αυτών.

Στην γεωλογική κατασκευή της περιοχής δεσπόζει η ελληνική Ροδόπη με δύο συστήματα πετρωμάτων:

- άνω ανθρακικό σύστημα πετρωμάτων
- κάτω γνευσιοαμβολιτικό σύστημα

Σύμφωνα με τις νεώτερες αντιλήψεις η Ροδόπη χαρακτηρίζεται από έντονη πτυχωσιγενή τεκτονική και επωθητικές κινήσεις.

Στην Ελληνική Ροδόπη διακρίνονται τρεις τεκτονικές ενότητες (κεντρική, δυτική και ανατολική) με κοινά τεκτονικά και λιθοστρωματογραφικά χαρακτηριστικά. Η ενότητα της κεντρικής Ροδόπης χωρίζεται από τη δυτική ενότητα μέσω της μεσοροδοπικής τεκτονικής ζώνης Ξάνθης - Σιδηρονερίου, ενώ η ενότητα της ανατολικής Ροδόπης χωρίζεται από την δυτική και κεντρική δια της "Θρακικής τεκτονικής ζώνης" Νέας Καρβάλης - Ξάνθης - Κομοτηνής - Κύμης.

Η νεότερη ρηξιγενής τεκτονική με τα μεγάλα ρήγματα βαρύτητας ΒΑ και ΒΔ δ/σης έχει προκαλέσει διάρρηξη των στρωμάτων, ασυνέχεια αυτών και την δημιουργία μεγάλων τεκτονικών τάφρων της Ορεστιάδας, Αλεξανδρουπόλεως και Ξάνθης - Κομοτηνής, εντός των οποίων απετέθησαν νεώτερα τριτογενή και τεταρτογενή ιζήματα σημαντικού πάχους.

Από λιθολογική άποψη το άνω ανθρακικό σύστημα περιλαμβάνει δύο σειρές.

- σειρά σχιστολίθων - σιπολινών (Μενοίκιον Καβάλας)
- σειρά μαρμάρων ΒΟΖ - DAG (Φαλακρόν)

Η σειρά των σχιστολίθων βρίσκεται σε κανονική επαφή με τα υποκείμενα αυτόχθονα μάρμαρα, αλλά και ανεστραμμένη κάτω από τα επωθημένα μάρμαρα.

Το κάτω γνευσιοαμφιβολιτικό σύστημα περιλαμβάνει τις πιο κάτω σειρές:

- ανώτερη μαρμαροαμφιβολιτική σειρά
 - σειρά οφθαλμογνευσίων
 - κατώτερη σειρά μαρμαροαμφιβολιτών
 - σειρά οφθαλμογνευσίων - γνευσιογρανιτών - μιγματιτών
- Ειδικότερα στην γεωλογική κατασκευή του ανατολικού τμήματος του υδατικού διαμερίσματος (νομός Έβρου) συμμετέχουν:
- μεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου εκ μαρμαρυγιακών και αμφιβολιτικών σχιστολίθων με ελάχιστες φακοειδείς ενστρώσεις μαρμάρων. Στην ίδια ομάδα συγκαταλέγονται και τα ημιμεταμορφωμένα πετρώματα του φιλλιτικού συστήματος Μάκρης, εξ αργιλικών, σεκρικίτικων κλπ σχιστολίθων μεσοζωικής ηλικίας με ενστρώσεις ασβεστολίθων και μαρμάρων.
 - κρητιδικά στρώματα της σειράς Δρυμού εκ κροκαλοπαγών, ψαμμιτών και σχιστολίθων, σε ασυμφωνία επί του μεταμορφωμένου υποβάθρου.
 - τριτογενείς σχηματισμοί μεσο - ηωκαινικής, πλειο - πλειστοκαινικής ηλικίας, εκ κροκαλοπαγών, ψαμμιτών, μαργών, αργίλων και ασβεστολίθων, που πληρούν τις δύο κύριες τεκτονικές λεκάνες Ορεστιάδας και Αλεξανδρουπόλεως, οι οποίες σχετίζονται με τα περιθωριακά ρήγματα της Ροδοπικής μάζας και διαχωρίζονται μεταξύ των από το μεταμορφωμένο υπόβαθρο στο ύψος Διδυμοτείχου.
 - πλειστοκαινικές αποθέσεις ηπειρωτικής φάσεως εκ χαλαρών κροκαλοπαγών, άμμων, αργίλων, αργιλοϊλύων και αμμούχων αργίλων (περιοχή Άρδα)
 - ολοκαινικές αποθέσεις από άμμους, χάλικες, κροκάλες και αργίλους (δέλτα Έβρου, παρέμβριος περιοχή, πεδινό τμήμα Ορεστιάδας, κολλάδες Άρδα, Ερυθροποτάμου κá).

- μαγματικά πετρώματα ως ηφαιστίτες (διαβάσεις μέσα στην κρητιδική σειρά Δρυμού, ανδειςίτες και δακίτες του Αν. Ηωκαίνου και ολιγοκαινικοί τόφοι σε μεγάλη έκταση, κύρια στα περιθώρια της λεκάνης Αλεξανδρουπόλεως) και μεμονωμένα γρανιτικά σώματα εντός του κρυσταλλοσχιστώδους.

- Στο δυτικό τμήμα του υδατικού διαμερίσματος (λεκάνη Νέστου) επικρατούν μεταμορφωμένα πετρώματα εκ σχιστογενευσίων που αναπτύσσονται βόρεια της νοητής γραμμής Δαφνώνα - Πτελέας.

Η σειρά των σχιστογενευσίων βρίσκεται σε συμφωνία επί των υποκειμένων μαρμάρων που απαντούν βόρεια της περιοχής Παραδείσου - Ζαρκαδιάς - Λευκαδίου και μέχρι της γραμμής Δαφνώνας - Πτελέας.

Εκ των μαγματικών πετρωμάτων, όξινά ηφαιστειακά πετρώματα εκ τόφφων συναντώνται στο βόρειο και ΒΑ τμήμα της λεκάνης, ενώ σημαντική έκταση καταλαμβάνουν και οι γρανιτοειδείς σχηματισμοί. Οι τριτογενείς αποθέσεις της περιοχής αρχίζουν με την επίκλυση ηωκαινικών μαργών, ασβεστολίθων και ψαμμιτοκροκαλοπαγών. Στην περιοχή Μικρομηλέας - Λακούδας επικρατούν λατυπο - κροκαλοπαγή γνευσιακής σύστασης και συμπαγείς άργιλοι και δευτερευόντως συναντώνται εναλλαγές άμμων, χαλλίκων και αργίλων. Στο δυτικό τμήμα του δέλτα του Νέστου συναντώνται κάτω από το τεταρτογενές μειοκαινικές αποθέσεις εκ κροκαλών - χαλικών - άμμων - αργίλων, μαργών και ψαμμιτών θαλάσσιας φάσης, ενώ στο ανατολικό τμήμα επικρατούν χερσαίοι σχηματισμοί εξ αργίλων και άμμων.

Οι αλλουβιακές τέλος αποθέσεις από αργίλους, άμμους και χάλικες καταλαμβάνουν σημαντική έκταση στο δέλτα του Νέστου.

- Το κεντρικό τμήμα του υδατικού διαμερίσματος (ευρύτερη περιοχή Ξάνθης - Κομοτηνής) δομείται από πετρώματα του μεταμορφωμένου υποβάθρου εκ σχιστογενευσίων και δευτερευόντως εκ μαρμάρων ως και από το φυλλιτικό σύστημα. Συναντώνται επίσης κρητιδικά κροκαλοπαγή, γραυβάκες και ψαμμίτες ως και τριτογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις που πληρούν το βύθισμα Ξάνθης - Κομοτηνής, το οποίο προς τα ΝΑ χωρίζεται από την τριτογενή λεκάνη Αλεξανδρουπόλεως δια του φυλλιτικού συστήματος Μάκρης.

- Η Θάσος δομείται επίσης από μάρμαρα και δολομίτες σε εναλλαγές με γνευσίους και σχιστολίθους. Τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Θάσου εντάσσονται στη μεταβατική ζώνη σχιστογνευσίων και μαρμάρων του συστήματος της Ροδόπης . Νεότερες αποθέσεις του Αν. Μειοκαίνου απαντούν στην περιοχή Λιμεναρίων - Όρμου Άστρις και αποτελούνται από λατυποκροκαλοπαγή και αδρόκοκους ψαμμίτες.

Το τεταρτογενές από κροκάλες, λάτυπες, χάλικες και άμμους και αργίλους καταλαμβάνει επίσης μικρή έκταση στις περιοχές Ποταμιάς, Λιμένα, Ποτού, Καλυβιών.

- Το μεταμορφωμένο υπόβαθρο της Ροδόπης αντιπροσωπεύεται στη Σαμοθράκη από την σειρά των άνω ιουρασικών - κάτω κρητιδικών σχιστολίθων και χαλαζιτών. Εντός του υποβάθρου αυτού εισέδυσαν σε τρεις φάσεις εκρηξιγενή πετρώματα. Εξ' αυτών οι οφιόλιθοι (κρητιδικοί βασάλτες και γάβροι) καλύπτουν σημαντική έκταση στο νησί, ενώ τα όξινα εκρηξιγενή (γρανίτες) του Ολιγόκαινου - κάτω Μειοκαίνου καλύπτουν το κεντρικό τμήμα.

Η τελευταία εκρηξιγενής φάση αντιπροσωπεύεται από άνω ηωκαινικούς ανδεσίτες, ανδεσιτικούς τόφφους και τοφφίτες και ολιγοκαινικούς - κάτω μειοκαινικούς ρυοδακίτες και καλύπτει το δυτικό τμήμα του νησιού.

Οι νεώτεροι ηωκαινικοί - μειοπλειοκαινικοί σχηματισμοί εκ κροκαλοπαγών, ψαμμιτών, μαργών και ασβεστολίθων καταλαμβάνουν μικρή έκταση, σε αντίθεση με τις τεταρτογενείς αποθέσεις από πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, άμμων και πηλών που καλύπτουν περιφερειακά τη νήσο Σαμοθράκη.

12.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

12.2.1 ΓΕΝΙΚΑ - ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ

Στον ευρύτερο γεωγραφικό χώρο της Θράκης διαμορφώνονται δύο μεγάλες φυσιογραφικές λεκάνες των διεθνών ποταμών Έβρου και Νέστου, συνολικής έκτασης 52788 και 6130 km² αντίστοιχα. Στο υδατικό διαμέρισμα Θράκης συνολικής έκτασης 11241 km² (ελληνικό τμήμα) αναπτύσσεται ένα μικρό μόνο μέρος της λεκάνης του Έβρου έκτασης 3241 km² ή ποσοστού 6,48%, ενώ το ελληνικό τμήμα της λεκάνης του Νέστου είναι 2720 km² ή ποσοστό 32,5%.

Πιν. 12.1 Μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεως περιόδου 1976 - 1987 στο
Υδατικό Διαμέρισμα Θράκης

ΛΕΚΑΝΗ/ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ km ²	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΟ- ΠΤΩΣΗΣ χλσ	ΟΓΚΟΣ ΒΡΟΧΟ- ΠΤΩΣΗΣ m ³ x 10 ⁶	ΠΛΗΘΟΣ ΒΡΟΧΟ- ΣΤΑΘΜΩΝ
ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ		11241	708.7	7967	56
Α. ΕΒΡΟΥ (Ελληνικό τμήμα)		3421	647.4	2215	15
	1. Άρδα	332.4	529	176	3
	2. Ερυθροπόταμος Ερυθροπόταμος	446.5 406.8	799.5 595.6	357 242	4 6
	3. Μέγα ρέμμα	233.2	737.3	172	1
	4. Ποτιστικό ρέμμα	197.3	697.8	138	
Β. ΝΕΣΤΟΥ		2280	762.6	1739	17
	τμήμα α. Νέστου	1825	736.0	1365	12
	τμήμα β. Νέστου	425	874.0	372	4
	Δέλτα Νέστου	440	563.0	248	1
	1. Αρκουδόρεμα	283.3	768.3	218	4
	2. Διαβολόρεμα	356.4	723.3	258	2
	3. Μούσδα ρέμα	203.0	667.6	136	3
4. Δεσπάτη (Ελληνικό τμήμα)	119.0	593.0	71	3	
Γ. ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΥΠΟΛΟΙΠΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	1. Φιλίρης	1490	618.9	922	12
	2. Ξηροπόταμος (κομψάτος)	555	868.1	482	5
	3. Ξάνθια ρέμα (κόσσυθος)	234	921.0	216	5
Δ. ΝΗΣΟΙ *	1. Θάσος	398	542.0	216	1
	2. Σαμοθράκη	178	-	-	-

* χρονική περίοδος παρατηρήσεων 1980-1995

Στη λεκάνη του Έβρου (ελληνικό τμήμα) διαμορφώνονται δευτερεύουσες υπολεκάνες ως του Άρδα και Ερυθροποτάμου (μόνιμης ροής) και του Μέγα ρέματος και Ποτιστικού ρέματος παροδικής ροής.

Στη λεκάνη του Νέστου (ελληνικό τμήμα) διαμορφώνονται επιμέρους υπολεκάνες εκφορτιζόμενες στο Νέστο μέσω ρεμάτων μόνιμης ροής (Αρκουδόρεμμα, Διαβολόρεμα, Μούσδα ρέμα, Δεσπάτης) ως και παροδικής ροής (Μυλόρεμμα, Δροσόρεμα, Ξεριάς κ.ά).

Εκτός των δύο ως άνω κύριων διεθνών λεκανών διαμορφώνονται και ορισμένες άλλες ανεξάρτητες δευτερεύουσες υπολεκάνες, όπως αυτές των ποταμών μόνιμης ροής Φιλίρη, Ξηροποτάμου (Κομπάτος), Κυδωνέας και Ξάνθια ρέμα (Κόσσυθος) στην περιοχή Ξάνθης - Κομοτηνής και οι λεκάνες των ποταμών επισοδειακής ροής ως ρέμα Ειρήνης και Τσαΐ ρέμα στην περιοχή Έβρου που εκβάλλουν απ' ευθείας στο Θρακικό πέλαγος.

Τέλος επισημαίνονται εδώ οι δυσκολίες προσέγγισης του ισοζυγίου της λεκάνης του Έβρου λόγω έλλειψης στοιχείων (σημαντικό τμήμα εκτός ελληνικής επικράτειας).

Σημειώνεται επίσης ότι με καθαρά γεωλογικά, γεωμορφολογικά, υδρολογικά και υδρογεωλογικά κριτήρια η λεκάνη του Νέστου (ελληνικό τμήμα) χωρίζεται σε τρία τμήματα:

- τμήμα (α) ανάντι γραμμής Πτελέας - Δαφνώνας και μέχρι Βουλγαρικών συνόρων έκτασης 1855 km²
- τμήμα (β) κατάντη γραμμής Πτελέας - Δαφνώνας και μέχρι γραμμής Παραδείσου - Ζαρκάδας έκτασης 425 km²
- τμήμα (γ) Δέλτα Νέστου έκτασης 440 km²

12.2.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

12.2.2.1 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ

Στην ευρύτερη περιοχή του υδατικού διαμερίσματος Θράκης είναι εγκατεστημένοι 56 βροχομετρικοί σταθμοί της ΕΜΥ, ΔΕΗ, ΥΠΓΕ, ΥΠΔΕ και ΙΓΜΕ (ένας σταθμός ανά 214 km²) κατανεμημένοι σε υψόμετρα από 2 μ. (σταθμός λιμένος Θάσου) μέχρι και 1010 μ. (σταθμός Σκαλωτής) με μέγιστο

υψόμετρο στο διαμέρισμα τα 1900 μ. Για την περίοδο 1976 - 1987 το μεγαλύτερο ύψος βροχής ίσο με 3015 χλσ μετρήθηκε στο σταθμό Ξάνθης το 1976 και το μικρότερο 170 χλσ το 1977 στο βροχομετρικό σταθμό Αρίσβης.

Από τα βροχομετρικά στοιχεία της 10ετίας 1976 - 1987 υπολογίστηκε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής στο υδατικό διαμέρισμα Θράκης (εκτός νήσων Θάσου και Σαμοθράκης) και βρέθηκε ίσο προς 708,6 χλσ, ύψος που αντιστοιχεί σε μέσο ετήσιο όγκο κατακρημνισμάτων της τάξεως των $8 \times 10^9 \text{ m}^3$.

μέσα ετήσια ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα διαμερίσματος Θράκης

$$11241 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 0,7086 \text{ m} = 7967 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Στον πίνακα 12.1 δίδονται αναλυτικά στοιχεία για τις κυριότερες λεκάνες και υπολεκάνες της περιοχής ενδιαφέροντος.

12.2.2.2 ΑΠΟΡΡΟΗ

Στον ποταμό Έβρο συνεχείς μετρήσεις απορροής έγιναν την διετία 1971 - 73 από την 1^η ΔΕΚΕ Αλεξανδρουπόλεως.

Στον ποταμό Νέστο γίνονται μετρήσεις από την ΔΕΗ στις θέσεις Γέφυρα Παπάδων και Τέμενος. Το ΙΓΜΕ έχει εκτελέσει επίσης μετρήσεις παροχής σε μια σειρά ρεμάτων μόνιμης και επισοδειακής ροής σε διάφορες περιόδους.

Στον πίνακα 12.2 δίδονται στοιχεία απορροής, για τις κύριες λεκάνες και υπολεκάνες του υδατικού διαμερίσματος Θράκης. Από τον πίνακα 12.2 προκύπτει ότι ο Έβρος την περίοδο 1971 - 1973 είχε μέση ετήσια παροχή $8.850 \times 10^6 \text{ m}^3$ που ισοδυναμεί με ειδική απορροή $83,5 \text{ l / s / km}^2$.

Ως προς την απορροή του Νέστου στις θέσεις Γέφυρα Παπάδων και Τέμενος προκύπτει μια μέση ετήσια απορροή $943 \times 10^6 \text{ m}^3$ ή $29,9 \text{ m}^3/\text{s}$ και $1287 \times 10^6 \text{ m}^3$ ή $40,8 \text{ m}^3/\text{s}$ αντίστοιχα.

Η μέση ετήσια αύξηση της απορροής του Νέστου στην κατάντη κείμενη θέση Τέμενος έναντι της θέσεως Γέφυρας είναι ίση με $344 \times 10^6 \text{ m}^3$ ή $10,94 \text{ m}^3/\text{s}$ και προέρχεται από την απορροή του μεταξύ των δύο ως άνω θέσεων τμήματος της λεκάνης, εκτάσεως 1120 km^2 , γεγονός που μεταφράζεται σε απορροή $9,77 \text{ l/s/km}^2$.

ΠΙΝ. 12.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ
ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΡΑΚΗΣ

ΛΕΚΑΝΗ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΣΕ ΧΛΣΤ.	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ % α.κ.	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ
ΕΒΡΟΣ	Ερυθροπόταμος (Αβδελα - Διδ/χον)	521.50		1978 - 87
	Μέγα ρέμα	532.70		1978 - 87
	Ποτιστικό ρέμα	541.80		1978 - 87
ΝΕΣΤΟΣ	τμήμα α	429.90	58.80	" "
	τμήμα β	440.30	50.40	" "
	Δέλτα Νέστου	346.60	61.50	" "
ΥΠΟΛΟΙΠΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Φυλίρης	454.30	74.10	" "

ΠΙΝ. 12.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ
ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΡΑΚΗΣ

ΛΕΚΑΝΗ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΡΡΟΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ		ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗ		ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΡΑΤΗ- ΡΗΣΕΩΝ
		χλστ	%	χλστ	%	χλστ	%	
ΕΒΡΟΣ	Ερυθροπόταμος (Αβδελα - Διδ/χον)	39.50	5.70	- 9.3	- 1.30	30.20	4.40	1978-87
	Μέγα ρέμα	58.10	7.60	-21.60	- 2.80	36.50	4.80	" "
	Ποτιστικό ρέμα	47.90	5.90	- 1.60	- 0.20	46.30	5.70	" "
ΝΕΣΤΟΣ	τμήμα α		9.00	- 0.2	- 0.20		8.80	" "
	τμήμα β						60.60	" "
	Δέλτα Νέστου	226.0					39.00	" "
ΥΠΟΛΟΙΠΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Φυλίρης	52.4		36.0	5.90	88.40		" "

ΠΙΝ. 12.5 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΡΑΚΗΣ

ΛΕΚΑΝΗ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	α.κ N	εξαίνοη V		επιφανειακή απορροή Αο		υπόγειος απορροή Αυ		μεταβολή αποθεμάτων ΔG		ενεργός κατείσδυση S	
			χλστ	%	χλστ	%	χλστ	%	χλστ	%	χλστ	%
Α. ΕΒΡΟΥ	1. Ερυθροπόταμος (Αβδέλα-Διδύχων) 2. Μέγα ρέμα 3. Ποτιστικό ρέμα	660.0										
		689.1	521.5	75.7	137.4	19.9		5.7	-9.3	-1.3	30.2	4.4
		762.2	532.7	69.9	193.0	25.3	58.1	7.6	-21.6	-2.8	36.5	4.8
		813.0	541.8	66.6	224.0	27.7	47.9	5.9	-1.6	-0.2	46.3	5.7
Β. ΝΕΣΤΟΥ	Τμήμα α Δέλτα Νέστου	736.1	430.0	58.4	242.0	32.8		9.0	-1.8	-0.2	64.1	8.0
		580.0	354.0	61.0	0.0	0.0	226.0	39.0	0.0	0.0	226.0	39.0
Γ. ΥΠΟΛΟΙΠΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	Φυλίρης	613.5	454.3	74.1	70.8	11.5	52.4	8.5	36.0	5.9	88.4	14.4

Ο ούτως οριζόμενος τομέας α_1 του τμήματος α της λεκάνης έκτασης 1120 km^2 αποτελεί το 70% περίπου αυτής και δομείται σε ποσοστό 90% από αδιαπέρατους εν γένει σχηματισμούς, ενώ μόνο 10% καλύπτεται από υδροπερατά μάρμαρα.

Ανάλογη υδρολιθολογική κατανομή παρουσιάζει ο ανάντη της θέσεως "Γέφυρα Παπάδων" και μέχρι των συνόρων τομέας α_2 εκτάσεως 397 km^2 του τμήματος α της λεκάνης και ο κατάντη της θέσεως "Τέμενος" τομέας α_3 έκτασης 338 km^2 του τμήματος α αυτής.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η τιμή της απορροής $9,77 \text{ l/s/km}^2$ είναι αντιπροσωπευτική για ολόκληρο το τμήμα α της ΕΛΑ και αντιστοιχεί σε μέση ετήσια απορροή $573,1 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Τμήμα α της ΕΛΑ **$A = A_o + A_u = 573,1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$**
ή $9,77 \text{ l/s/km}^2$
 με **A_o** και **A_u** επιφανειακή και υπόγεια απορροή αντίστοιχα

Ο όγκος αυτός αντιστοιχεί σε ύψος βροχοπτώσεως 308 mm ή σε συντελεστή απορροής 41,8% επί του συνόλου των 736 mm που δέχεται κατά μέσο όρο ετησίως το τμήμα α της ΕΛΑ.

Στους πίνακες 12.3, 12.4 δίδονται αντίστοιχα στοιχεία εξατμισοδιαπνοής και κατείδυσης, ενώ στον πίνακα 12.5 γίνεται σύνθεση του υδρολογικού ισοζυγίου των επιμέρους λεκανών. Οι παράμετροι του ισοζυγίου υπολογίστηκαν με διάφορες μεθοδολογίες.

12.3 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στον ευρύτερο χώρο του υδατικού διαμερίσματος Θράκης, απαντά μια μεγάλη ποικιλία πετρωμάτων από το παλαιοζωικό μέχρι και νεώτερα ιζήματα. Το γεγονός αυτό, καθώς και οι απόψεις που εκφράζονται σχετικά με την τεκτονική σχέση διαφόρων σχηματισμών προσδίδουν στην περιοχή μια ενδιαφέρουσα υδρογεωλογική εικόνα. Από άποψη περατότητας ως κατ' εξοχήν υδροπερατοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται τα μάρμαρα και τα

αδρομερή μέλη των νεώτερων αποθέσεων, ενώ οι σχιστογενευσίοι κλπ και τα λεπτομερή μέλη του Τεταρτογενούς και Νεογενούς είναι στο σύνολο της σειράς υδατοστεγείς σχηματισμοί.

Οι σπουδαιότερες από άποψη δυναμικότητας υδροφορίας υδρογεωλογικές ενότητες αναφέρονται στις κλαστικές τεταρτογενείς αποθέσεις και στους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής εντός των οποίων δημιουργούνται αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες ως κατωτέρω.

12.3.1 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ

12.3.1.1 ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

Αποτελούνται από χάλικες, κροκάλες και αργίλους σημαντικού πάχους. Εντός των αποθέσεων αυτών δημιουργούνται επάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες, ενίοτε υπό πίεση, μέχρι μέσου βάθους 60 μ στο πεδινό τμήμα και 150 μ στο λοφώδες τμήμα της λεκάνης. Ένας μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων με παροχές μεγαλύτερες των 100 m³/ώρα στο πεδινό τμήμα και μεταξύ 50 και 100 m³/ώρα στο λοφώδες υδρομαστεύουν τις αποθέσεις αυτές και επιβεβαιώνουν τη μεγάλη δυναμικότητα της αναπτυσσόμενης εδώ υδροφορίας.

Το όλο υδροφόρο σύστημα τροφοδοτείται άμεσα από τις κατεισδύσεις α.κ και έμμεσα δια της κοίτης του Εβρου κυρίως και δευτερευόντως των λοιπών παραποτάμων, έχει μέση τιμή υδατοαγωγιμότητας από 2×10^{-2} ως $3,8 \times 10^{-3}$ m/s για το πεδινό τμήμα και 1×10^{-2} ως $8,2 \times 10^{-4}$ m/s για το λοφώδες με αντίστοιχη τιμή υδροπερατότητας $1,2 \times 10^{-3}$ ως $1,6 \times 10^{-4}$ m/s και $8,2 \times 10^{-4}$ έως $6,1 \times 10^{-5}$ m/s. Ως προς την ποιότητα των νερών αυτά κρίνονται γενικώς κατάλληλα από άποψη ποσιμότητας ενώ τα έργα υδροληψίας χαρακτηρίζονται γενικώς από έλλειψη μέτρων προστασίας (πίν. 12-7).

12.3.1.2 ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΑΡΕΜΒΡΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Οι αποθέσεις της παρέμβριας περιοχής αποτελούνται κύρια από αργίλους, άμμους και χάλικες σε εναλλαγή μέχρι βάθος 70 μ., με αποτέλεσμα τη δημιουργία επάλληλων υδροφόρων ενίοτε υπό πίεση, που εκμεταλλεύονται δια γεωτρήσεων παροχής 50 - 100 m³/ώρα. Στο δέλτα του Έβρου επικρατούν

πλέον λεπτομερή υλικά και συναντώνται υπό πίεση υδροφόροι (παροχή γεωτρήσεων 50 - 100 m³/ώρα) μέχρι βάθος 150 μ. Ποιότητα νερού γενικά υποβαθμισμένη λόγω απόθεσης αλάτων.

12.3.1.3 ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗΣ ΛΕΚΑΝΗ ΞΑΝΘΗΣ - ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ

Πρόκειται για αποθέσεις από άμμους, κροκάλες και αργίλους που παρουσιάζουν έντονη λιθολογική μεταβολή κατά την οριζόντια και κατακόρυφη με επικράτηση των αδρόκοκων στοιχείων στις κοίτες των χειμάρων Κοσύθου και Κομψάτου κατά τη διαδρομή τους στην πεδινή ζώνη και λεπτομερέστερων υλικών προς τη λίμνη Βιστονίδα.

Εντός των σχηματισμών αυτών δημιουργούνται υδροφόροι ορίζοντες μέχρι βάθους 80 μ η δε δυναμικότητα των γεωτρήσεων είναι της τάξεως του 50 - 100 m³/h στην περίπτωση αυτή. Στα νότια περιθώρια της λίμνης λόγω συσώρευσης λεπτομερών υλικών στα επιφανειακά στρώματα, παρατηρείται αρτεσιανισμός σε γεωτρήσεις βάθους μεγαλύτερου των 15 μ. Η ανανέωση των αποθεμάτων γίνεται και εδώ δια της ίδιας οδού (άμεση κατείσδυση α.κ και έμμεση μέσω κοίτης χειμάρων).

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην περίοδο 1980 - 81 κατείσδυσαν μέσω της κοίτης του Κομψάτου κατά τη διαδρομή του στο πεδινό τμήμα 12 x 10⁶ κ.μ. νερού, μόνο κατά την θερινή περίοδο.

Ποιότητα υπογείων νερών γενικά καλή με τάσεις ποιοτικής υποβάθμισης λόγω ανθρώπινης δραστηριότητας.

12.3.1.4 ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΔΕΛΤΑ ΝΕΣΤΟΥ

Η τεταρτογενής λεκάνη του Δέλτα του Νέστου χωρίζεται από τη λεκάνη Ξάνθης - Κομοτηνής με το κέρασ των Αβδήρων. Εντός των αποθέσεων του Δέλτα (ιλείς, άργιλοι, άμμοι, χάλικες) δημιουργείται μια επαλληλία υδροφόρων οριζόντων, με το φρεάτιο ορίζοντα να καταλαμβάνει μεγάλη έκταση και τοπικά πάχος μέχρι και 20 μ και να επικρέμεται τριών τουλάχιστον άλλων εκτεταμένων βαθύτερων υδροφόρων οριζόντων.

Στην πλησίαλο ζώνη, λόγω των δελταικών αποθέσεων κυρίως παρατηρείται αρτεσιανισμός για βάθη μεγαλύτερα των 17 μ.

Η αναπλήρωση των αποθεμάτων συντελείται και δια της κοίτης του Νέστου. Η άποψη ότι οι σχηματισμοί του Δέλτα τροφοδοτούνται και από το καρστικό σύστημα Ορέων Λεκάνης δεν φαίνεται να ευσταθεί, όπως συνάγεται από την επώθηση του υδατοστεγούς γνευσιοαμφιβολιτικού συστήματος από ΝΑ πάνω στα μάρμαρα της Λεκάνης, σε συνδυασμό με το ρήγμα Ν. Καρβάλης - Κομοτηνής και την παρουσία των πηγών υπερχείλισης Παραδείσου. Υπολογίζεται ότι η ολική κατείσδυση στο Δέλτα είναι της τάξεως του 39% των βροχοπτώσεων. Η εκμετάλλευση των υπογείων νερών του Δέλτα κυρίως για άρδευση γίνεται μέσω γεωτρήσεων μέχρι βάθος 140 μ παροχής 50 - 100 κ.μ/ώρα.

Λόγω υπεράντλησης του φρεάτιου κυρίως ορίζοντα έχουμε την εμφάνιση φαινομένων θαλάσσιας διείσδυσης.

12.3.2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

12.3.2.2. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΟΡΕΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ

Εντός των μαρμάρων των Ορέων Λεκάνης δημιουργείται το ομώνυμο καρστικό υδροφόρο σύστημα, το οποίο ορίζεται βόρεια από την επώθηση του υδατοστεγούς γνευσιοαμφιβολιτικού συστήματος πάνω στα μάρμαρα Φαλακρού, ΝΑ από το ρήγμα Ξάνθης - Ν. Καρβάλης και επίσης την επώθηση των γνεύσιων και μιγματιτών του ως άνω υδατοστεγούς συστήματος επί των μαρμάρων Φαλακρού και δυτικά από τις τεταρτογενείς αποθέσεις της πεδιάδας Δράμας - Κρηνίδων - Αμυδαλώνα. Η υδρογεωλογική ενότητα των μαρμάρων Ορέων Λεκάνης διακρίνεται στο:

- καρστικό σύστημα των επωθημένων μαρμάρων Φαλακρού επί της σχιστολιθικής σειράς Μενοικίου - Καβάλας στην περιοχή Παλαιάς Καβάλας - Κεχροκάμπου. Η εντός της ενότητας αυτής αναπτυσσόμενη καρστική υδροφορία εκφορτίζεται δια μιας σειράς πηγών υπερχείλισης (Π69 έως Π75) μέσης συνολικής παροχής 230 l/s, οι οποίες εμφανίζονται στις τεκτονικές γραμμές των επωθημένων μαρμάρων σε υψόμετρα από 760 έως 330 μ.
- καρστικό σύστημα των πτυχωμένων μαρμάρων επικείμενων του γνευσιοαμφιβολιτικού υποβάθρου. Το σύστημα αυτό υποδιαιρείται σε ανεξάρτητες υδρογεωλογικές μονάδες.

Πιν. 12.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

α/α	ΠΗΓΗ	ΓΕΩΛ. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	Τ°C	ΠΑΡΟΧΗ l / sec	ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΧΡΗΣΗ
1.	Μάκρης (Π-175)	εντός μαρμάρων με περιβάλλον ηφαιστειακών πετρωμάτων	23-24	22-111		Ανεκμετάλλευτη
2	Βαθυρέματος (Π-181)	εντός μαρμάρων με περιβάλλον και υπόβαθρο γρανοδιορίτη	22.4-22.5	~ 100		Ανεκμετάλλευτη
3.	Λουτρά Λυδίας (Π-182)	εντός τεταρτογενών αποθέσεων με υπόβαθρο γρανοδιορίτη	24.8-29.1	1.0		Λασπόλουτρα
4.	Ξινό νερό Θερμιών Δράμας (Π-179)	εντός γρανοδιοριτών	12-17.4	0.021-0.027	Na-Ca-HCO ₃	Ανεκμετάλλευτη
5.	Ξινό νερό Θερμιών Δράμας (Π-180)	εντός γρανοδιορίτη	15-18.8	0.061-0.102	Na-HCO ₃	Ανεκμετάλλευτη
6.	Λουτρά Τραϊανούπολης (Π-174)	εντός ηφαιστειακών πετρωμάτων	50-52	~ 3.0	Na-Ca-Cl	Λουτροθεραπεία
7.	Λουτρά Γενισιάς (Π-176)	εντός τεταρτογενών αποθέσεων σε ρηξιγενή ζώνη	32-42.5	~ 0.7	Ca-Mg-HCO ₃ -Cl	Λουτροθεραπεία
8.	Λουτρά Θέρμων Ξάνθης (Π-177)	σε ρηξιγενή ζώνη της κατώτερης μαρμαρο- αμφιβολιτικής σειράς και μιγματιτών	37.8-53.5	5.5-6.5	Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄	Λουτροθεραπεία
9.	Λουτρά Θερμιών Δράμας (Π-178)	εντός γρανοδιορίτη	43-56	5-6	Na-HCO ₃	Υποτυπώδης λουτροθεραπεία
10.	Αιζί Σου Ν. Καρβάλης (Π-183)	εντός μαρμάρων	23.5-24.2	99-607	Na-Cl	Ανεκμετάλλευτη
11.	Λουτρά Ελευθέρων (Π-184)	εντός μαρμάρων με υπόβαθρο γρανοδιορίτη	39-39.4	~ 30	Na-Ca-Cl-HCO ₃	Λουτροθεραπεία
12.	Λουτρά Θέρμων Σαμοθράκης (Π-185)	εντός διαβασικών βασαλτών και γάβρων	42-57	0.11-1.06	Na-Cl	Λουτροθεραπεία

- καρστική ενότητα Α. Αθανασίου - Πασχαλιάς, η οποία εκφορτίζεται δια της πηγής Π91 (πηγή Κεφαλαρίου) παροχής 1,65 - 3,65 m³/s και σε περίοδο έντονων βροχοπτώσεων και από την διαλείπουσα πηγή Πασχαλιάς (Π76) παροχής 177 l/s.

- καρστική ενότητα Κρηνίδων - Σταυρούπολης, εκφορτιζόμενη νοτιοδυτικά στην περιοχή Κρηνίδων δια της πηγής Π90 παροχής 82 - 235 l/s και ΒΑ προς την κοιλάδα του Νέστου δια της διαλείπουσας πηγής Π77 παροχής έως και 227 l/s.

- καρστική ενότητα Ν. Καρβάλης - Παραδείσου. Τα μάρμαρα της ενότητας αυτής ακάλυπτα από υπερκείμενους σχηματισμούς εκφορτίζονται κύρια προς την κοιλάδα του Νέστου δια των πηγών υπερχείλισης Π83 και Π87, Π88, Π89 ολικής παροχής 2,2 m³/s και ΝΔ επίσης μέσω της θερμομεταλλικής πηγής Π183 παροχής 99 -607 l/s.

- καρστική ενότητα ανατολικά Νέστου, η οποία εκφορτίζεται προς την κοιλάδα του Νέστου μέσω παρόχθιων πηγών, κύρια όμως μέσω των πηγών υπερχείλισης Π 78 έως Π82 και Π84, 85 και 86 ολικής παροχής 200 l/s.

Το ως άνω περιγραφέν καρστικό υδροφόρο σύστημα των μαρμάρων Ορέων Λεκάνης τροφοδοτείται κύρια από την κατείσδυση σημαντικού μέρους των α.κ και ενδεχομένως από το Νέστο ο οποίος εισέρχεται στο καρστικό σύστημα στην περιοχή Πασχαλιάς και εξέρχεται αυτού στην περιοχή Τοξοτών αφού διανύσει μια ελικοειδούς μορφής απόσταση 30 χλμ μέσα σε μάρμαρα.

Από ποιοτική άποψη τα καρστικά νερά είναι γενικά καλής ποιότητας.

12.3.2.3 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΣΚΑΛΩΤΗΣ

Η ενότητα των μαρμάρων Σκαλωτής που βρίσκονται υπό μορφή καλύμματος πάνω στην κατώτερη μαρμαροαμφιβολιτική σειρά, στους μιγματίτες και γρανοδιορίτες αποτελεί μια ανεξάρτητη καρστική υδρογεωλογική μονάδα έκτασης 75 km² εκφορτιζόμενη δια των πηγών Π 49 ως Π 60 και της θερμής πηγής Π 181 μέσης ετήσιας παροχής από 6,9 έως 12,9 x 10⁶ m³.

12.3.2.4 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΑΣΟΥ

Το καρστικό υδροφόρο σύστημα των μαρμάρων της ανατολικής Θάσου τροφοδοτείται κύρια από τις απευθείας κατεισδύσεις α.κ και δευτερευόντως από επιφανειακές απορροές ανάντη κειμένων υδατοστεγών σχηματισμών εντός της υδρολογικής λεκάνης των μαρμάρων. Η εκφόρτιση του συστήματος γίνεται μέσω μιας σειράς πηγών μέσης συνολικής παροχής $17,7 \times 10^6$ κ.μ/έτος.

Διακρίνονται δύο καρστικές υποενότητες :

- Καρστική ενότητα μαρμάρων Ραχωνίου - Αλυκής εκφορτιζόμενη δια των πηγών υπερχείλισης Π118 έως Π122, Π139 έως Π142 και Π145 μέσης ετήσιας παροχής $3,5 \times 10^6$ m³.
- Καρστική ενότητα μαρμάρων Θάσου - Παναγίας - Κοινύρων που εκφορτίζεται δια των πηγών Π123 έως Π138 ετήσιας παροχής $14,2$ m³.

12.3.2.5 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΚΑΡΔΑΜΟΥ

Ο καρστικός υδροφόρος της ενότητας αυτής εκφορτίζεται διά των πηγών υπερχείλισης Π14 έως Π21, μέσης ετήσιας παροχής 3×10^6 m³.

12.3.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Στις εσωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες οι οποίες δομούν την περιοχή Θράκης, παρατηρείται συγκέντρωση σημαντικών θερμομεταλλικών πηγών. Τούτο οφείλεται στην υψηλή γεωθερμική βαθμίδα αυτών των περιοχών, η οποία είναι απόρροια αφ' ενός μεν της έντονης μαγματικής δραστηριότητας που έλαβε χώρα κατά το παρελθόν, αφ' ετέρου δε της τεκτονικής των βυθισμάτων.

Στον πίνακα 12.6 δίδονται στοιχεία των σημαντικότερων θερμομεταλλικών πηγών της Θράκης. Οι πηγές με α/α 1 - 3 νοούνται ως θερμές ($T^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$ και σύνολο διαλελυμένων αλάτων < 1000 mg / l), οι πηγές με α/α 4 - 5 ως μεταλλικές ($T^{\circ}\text{C} < 20^{\circ}\text{C}$ και σύνολο διαλελυμένων αλάτων > 1000 mg / l) και οι πηγές με α/α 6 - 12 ως θερμομεταλλικές ($T^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$ και σύνολο διαλελυμένων αλάτων > 1000 mg / l).

ΠΙΝ. 12.7 Μέσα ετήσια αποθέματα υπογείων νερών κυριωτέρων τεταρτογενών καρστικών και λοιπών υδροφορέων Θράκης

Α. ΠΕΡΙΟΧΕΣ σχηματισμού υδροφόρων οριζόντων σε τεταρτογενείς αποθέσεις (Άμμοι, χάλικες, κροκάλες, άργιλλοί)	Ετήσια αποθέματα νερού σε $m^3 \times 10^6$	Χημισμός υπόγειων νερών (mg/l)			Ποσιμότητα
		TDS	CL ⁻	NO ₃ ⁻	
ΛΕΚΑΝΗ ΟΡΕΣΤΙΑΔΟΣ	45	253 - 544	10 - 116	0 - 15	Ποσιμότης γενικά καλή . Ελλειψη μέτρων προστασίας σημείων υδροληψίας
	23				
ΠΑΡΕΜΒΡΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ &	13	404 - 650	28 - 70	0 - 10	Καλή
ΔΕΛΤΑ ΕΒΡΟΥ	17		>350		Υποβαθμισμένη ποιότητα λόγω απόθεσης αλάτων
ΕΡΥΘΡΟΠΟΤΑΜΟΣ	18	540 - 890	~120	0 - 30	Ποιότης γενικά καλή. Τάση υποβάθμισης λόγω ανθρώπινης δραστηριότητας
ΛΕΚΑΝΗ ΞΑΝΘΗΣ - ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	37	127 - 705	8 - 196	0 - 31	Ποιότης γενικά καλή με ενδείξεις υποβαθμίσεως λόγω ανθρώπινης δραστηριότητας
	32	127 - 705	8 - 196	0 - 31	
ΔΕΛΤΑ ΝΕΣΤΟΥ	17	127 - 705	8 - 196	0 - 31	Υποβαθμισμένη ποιοτικά λόγω υπαλυμύρισης και ανθρώπινης δραστηριότητας. Μέτωπο υπαλυμύρισης 4km από ακτή
	45	116 - 934	5 - >350	0 - 100	
ΣΥΝΟΛΟ υπογείων αποθεμάτων νερού κυρίων τεταρτογενών αποθέσεων	55		5 - >350		
	302				

Η δυναμικότητα των γεωτρήσεων είναι της τάξεως των 50 - 100 κ.μ. / ώρα και το βάθος αυτών κυμαίνεται από μερικές δεκάδες μέτρα μέχρι 170 μέτρα.

12.8 Μέσα ετήσια αποθέματα υπόγειων νερών κυριότερων καρστικών υδροφόρων θράκης.

Β. ΠΕΡΙΟΧΕΣ σχηματισμού υδροφόρων οριζόντων σε ανθρακικά πετρώματα	Ετήσια αποθέματα νερού σε $m^3 \times 10^6$	Χημισμός			ΠΟΣΙΜΟΤΗΤΑ
		υπόγειων νερών (mg/l) min / max			
		TDS	CL ⁻	NO ₃	
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΟΡΕΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ	190	247-604	6-15	2-31	Τα νερά της κατηγορίας αυτής χαρακτηρίζονται γενικώς ΚΑΛΗΣ ΠΟΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
ΜΑΡΜΑΡΑ ΣΚΑΛΩΤΗΣ	10	178-514	3-16	0-12	Επαιτιούμενη ποιοτική υποβάθμιση λόγω μερικής τροφοδοσίας από Νέστο στην διαδρομή από Πασχαλίδ-Τοξότες μήκους 30km εντός μαρμάρων.
ΜΑΡΜΑΡΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΘΑΣΟΥ	11	160-417	13-28	0-31	
ΜΑΡΜΑΡΑ ΚΑΡΔΑΜΟΥ	4				
ΣΥΝΟΛΟ	215				

12.9 Μέσα ετήσια αποθέματα υπόγειων νερών σε λοιπούς υδροφόρους (γρανίτες κ.λ.π.).

Γ. ΠΕΡΙΟΧΕΣ με υδροφορίες σε γρανιτικά, φυλλιτικά κ.λ.π. πετρώματα	Ετήσια αποθέματα νερού σε $m^3 \times 10^6$	Χημισμός			ΠΟΣΙΜΟΤΗΤΑ
		υπόγειων νερών (mg/l) min / max			
		TDS	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
Ν. ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ	6	95-145	2-13	1.8-4	Υποβαθμισμένη ποιότητα λόγω μικρής σκληρότητας
ΦΥΛΛΙΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΑΚΡΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	4				
ΣΥΝΟΛΟ	10				

12.3.4 ΛΟΙΠΕΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Εντός του ορίου του υδατικού διαμερίσματος Θράκης δημιουργούνται εντός διάφορων σχηματισμών και άλλα υδροφόρα συστήματα τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζουν τοπικό ενδιαφέρον.

Ενδεικτικά αναφέρεται το υδροφόρο σύστημα που δημιουργείται εντός των διαβασικών βαλαστών και των οφιολίθων της Σαμοθράκης, του φυλλιτικού συστήματος Μάκρης Αλεξανδρούπολης κ.λ.π.

12.4. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Στους πίνακες 12.7 - 12.8 και 12.9 δίδονται τα μέσα ετήσια υπόγεια αποθέματα νερού, όπως αυτά εκτιμώνται για τα κυριώτερα υδροφόρα συστήματα του υδατικού διαμερίσματος Θράκης καθώς επίσης και η ποιοτική κατάσταση των υπογείων νερών και η καταλληλότητά τους για διάφορες χρήσεις.

Σχετικά με τα αποθέματα επισημαίνονται τα ακόλουθα:

Όπως προκύπτει από τους πίνακες το σύνολο των ετησίων υπογείων αποθεμάτων νερού είναι της τάξεως των $530 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξ αυτών $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντιστοιχούν σε υπόγειο δυναμικό τεταρτογενών λεκανών, $210 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε καρστικούς υδροφορείς και $10 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε μαγματικά, κά πετρώματα.

Πρέπει να τονιστεί ότι στους πίνακες 12.7 έως 12.9 αξιολογούνται μόνο οι σημαντικότερες κατά κατηγορία υδροφορίες, η δε αναφορά στους μαγματικούς υδροφορείς μόνο της Σαμοθράκης γίνεται λόγω της αναγκαιότητας εκμεταλλεύσεώς των εξ' αιτίας σοβαρών αναγκών σε νερό στο νησί.

Η υδροφορία των νεογενών εν γένει σχηματισμών δεν κρίνεται σημαντική και σε κάθε περίπτωση η εκτίμηση των αποθεμάτων δεν αναμένεται να μεταβάλλει σημαντικά το υπόγειο υδατικό δυναμικό της Θράκης.

Από άποψη ποσιμότητας τα νερά των καρστικών συστημάτων χαρακτηρίζονται ως κατάλληλα. Τα νερά των τεταρτογενών υδροφόρων οριζόντων σε γενικές

γραμμές είναι καλής ποιότητας με εμφανή τάση υποβάθμισης λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Τα υπόγεια νερά στο Δέλτα Έβρου και Νέστου έχουν υποστεί υφαιμύριση λόγω υπεραντλήσεων.

Υποβαθμισμένη γενικά θεωρείται η ποιότητα των νερών των μαγματικών πετρωμάτων Σαμοθράκης λόγω πολύ μικρής σκληρότητας.

Τα έργα υδροληψίας χαρακτηρίζονται γενικώς από έλλειψη ζωνών προστασίας.

Από τον πίνακα 12.7 προκύπτει επίσης ότι ένα μεγάλο μέρος του υπόγειου υδροφόρου εν γένει συστήματος της Θράκης έχει "υδροληπτικά απαξιωθεί" ως προς την κάλυψη υδρευτικών αναγκών λόγω ποιοτικής υποβαθμίσεως των υπογείων νερών, ενώ παρ/λα είναι γνωστό ότι σημαντικό μέρος των ετησίων υπογείων αποθεμάτων διατίθεται για άρδευση.

Έτσι μόνο για τις αρδευτικές ανάγκες των πεδιάδων Ξάνθης και Ροδόπης συνολικής αρδεύσιμης έκτασης 1.000.000 περίπου στρεμμάτων απαιτούνται $500 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού ετησίως εξ'ών τα $70 \times 10^6 \text{ m}^3$ εκτιμάται ότι καλύπτονται από υπόγεια νερά.

12.5 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

Πέραν των αναφερομένων στην παράγραφο 12.4, στους πίνακες 12.10 και 12.11 και 12.12 δίδονται οι απαιτήσεις σε νερό ύδρευσης για τα έτη 1990 και 2020 στους νομούς Έβρου, Ροδόπης και Ξάνθης αναλυτικά για τους Δήμους και τις Κοινότητες.

Έτσι προκύπτει ότι το 2020 η μέγιστη κατανάλωση σε νερό ύδρευσης θα είναι 122.252 κμ/ημέρα ή $44,68 \times 10^6$ κμ/χρόνο για τον νομό Έβρου, 86161 κμ/ημέρα ή $31,45 \times 10^6$ κμ/χρόνο για τον νομό Ροδόπης και 72.100 κμ/ημέρα ή $26,24 \times 10^6$ κμ/χρόνο για τον νομό Ξάνθης, δηλαδή συνολικά το 2020 μόνο για ύδρευση θα απαιτούνται στο υδατικό διαμέρισμα Θράκης 280513 κμ νερό/ημέρα ή $102,37 \times 10^6$ κμ/έτος.

Αναφορικά με τις απαιτήσεις σε νερό για βιομηχανική χρήση σημειώνεται ότι η πλήρης ανάπτυξη των τριών βιομηχανικών ζωνών Αλεξανδρούπολης, Κομοτηνής, Ξάνθης προϋποθέτει την διάθεση 30.000 κμ νερό ημερησίως δηλαδή 11×10^6 κμ/έτος.

ΠΙΝ. 12.10 Μεγίστη απαιτούμενη κατανάλωση νερού για ύδρευση στο Νομό Εβρου

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ κ.μ. ΝΕΡΟ			
	1981	2020	1990 250l/ ατομ/ημέρα		2020 375l/ ατομ/ημέρα	
			κ.μ./ημέρα	κ.μ./ έτος	κ.μ./ημέρα	κ.μ./ έτος
1. Ν. ΕΒΡΟΥ						
1.1. Δ.ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗΣ	36.719	79.487	9.180	3.35 . 10 ⁶	29.800	10.88 . 10 ⁶
13 κοινότητες (38 οικισμοί)	13.885	30.061	3.470	1.27 . 10 ⁶	11.273	4.11 . 10 ⁶
1.2. Δ. ΔΙΔΥΜ/ΧΟΥ	8.374	18.128	2.094	0.76 . 10 ⁶	6.798	2.48 . 10 ⁶
29 κοινότητες (53 οικισμοί)	27.045	58.552	6.761	2.47 . 10 ⁶	21.957	8.01 . 10 ⁶
1.3 Δ. ΟΡΕΣΤΙΑΔΟΣ	12.685	27.460	3.171	1.16 . 10 ⁶	10.297	3.76 . 10 ⁶
25 κοινότητες (42 οικισμοί)	27.499	59.535	6.875	2.51 . 10 ⁶	22.326	8.14 . 10 ⁶
1.4. Δ. ΣΟΥΦΛΙΟΥ	5.043	10.917	1.261	0.46 . 10 ⁶	4.094	1.49 . 10 ⁶
12 κοινότητες (25 οικισμοί)	11.322	24.512	2.830	1.04 . 10 ⁶	9.192	3.35 . 10 ⁶
1.5. Δ. ΦΕΡΡΩΝ	4.917	10.644	1.229	0.45 . 10 ⁶	3.992	1.46 . 10 ⁶
1 κοινότητα	392	849	108	0.04 . 10 ⁶	318	0.17 . 10 ⁶
1.6. Δ. ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ (ΧΩΡΑ)	941	2.033	235	0.09 . 10 ⁶	762	0.3 . 10 ⁶
6 οικισμοί	1.777	3.847	444	0.16 . 10 ⁶	1.443	0.53 . 10 ⁶
ΣΥΝΟΛΑ			17.170	6.27 . 10 ⁶	55.743	20.37 . 10 ⁶
			20.448	7.49 . 10 ⁶	66.509	24.31 . 10 ⁶
			37.618	13.76 . 10 ⁶	122.252	44.68 . 10 ⁶

ΠΙΝ. 12.11 Μεγίστη απαιτούμενη κατανάλωση νερού για ύδρευση στο Νομό Ροδόπης

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ κ.μ. ΝΕΡΟ			
	1981	2020	1990 250 l/ατομ/ημέρα		2020 375 l/ατομ/ημέρα	
			κ.μ./ημέρα	κ.μ./έτος	κ.μ./ημέρα	κ.μ./έτος
2. Ν. ΡΟΔΟΠΗΣ						
2.1. Δ.ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ	35.663	77.201	8.916	3.25 . 10 ⁶	28.950	10.57. 10 ⁶
27 κοινότητες (128 οικισμοί)	46.327	100.298	11.582	4.23 . 10 ⁶	37.611	13.73. 10 ⁶
2.2. Δ.ΣΑΠΩΝ	4.999	10.822	1.250	0.46 . 10 ⁶	4.058	1.48. 10 ⁶
9 κοινότητες (59 οικισμοί)	19.144	41.446	4.786	1.75 . 10 ⁶	15.542	5.67. 10 ⁶
ΣΥΝΟΛΑ			10.166	3.71. 10 ⁶	33.008	12.05. 10 ⁶
			16.368	5.98. 10 ⁶	53.153	19.40. 10 ⁶
			26.534	9.69. 10 ⁶	86.161	31.45. 10 ⁶

ΠΙΝ. 12.12 Μεγίστη απαιτούμενη κατανάλωση νερού για ύδρευση στο Νομό Ξάνθης

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ		ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ κ.μ. ΝΕΡΟ			
	1981	2020	1990 250 l/ατομ/ημέρα		2020 375 l/ατομ/ημέρα	
			κ.μ./ημέρα	κ.μ./έτος	κ.μ./ημέρα	κ.μ./έτος
3. Ν. ΞΑΝΘΗΣ						
3.1. Δ.ΞΑΝΘΗΣ	34.031	73.668	8.508	3.11 . 10 ⁶	27.626	10.0 . 10 ⁶
35 κοινότητες (185 οικισμοί)	53.464	115.750	13.366	4.89 . 10 ⁶	43.406	15.84 . 10 ⁶
3.2. Δ. ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	1.316	2.849	329	0.12 . 10 ⁶	1.068	0.40 . 10 ⁶
ΣΥΝΟΛΑ			8.837	3.23 . 10 ⁶	28.694	10.40 . 10 ⁶
			13.366	4.89 . 10 ⁶	43.406	15.84 . 10 ⁶
			22.203	8.12 . 10 ⁶	72.100	26.24 . 10 ⁶

12.6 ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ

Προκειμένου να εκτιμηθεί η σημερινή κατάσταση αναφορικά με την προσέγγιση των παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου και την εξέλιξη των αποθεμάτων στο υδατικό διαμέρισμα Θράκης γίνεται χρήση στο στάδιο αυτό των βροχομετρικών δεδομένων του σταθμού Κάστρου Θάσου (δεν έχει γίνει ακόμη επεξεργασία στοιχείων άλλων σταθμών) και κυρίως μετρήσεων παροχής ορισμένων υδρορεμάτων και πηγών (πίνακας 12.13).

Από τον πίν. 12.13 προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής για την περίοδο 1988-95 παρουσιάζεται μειωμένο σε ποσοστό 32% έναντι του αντιστοίχου ύψους της περιόδου 1980-87 σύμφωνα με τα δεδομένα του σταθμού Καστρου Θάσου.
- Αντίστοιχα μεγάλο ποσοστό μείωσης της τάξης του 45% παρουσιάζουν επίσης κατά τη ίδια περίοδο τα ρυθμιστικά αποθέματα του καρστικού συστήματος μαρμάρων Ανατολικής Θάσου, όπως αυτά εκτιμώνται επί τη βάση μετρήσεων παροχής των πηγών που εκφορτίζουν το σύστημα αυτό.
- Το καρστικό υδροφόρο σύστημα που δημιουργείται εντός των πτυχωμένων μαρμάρων των Ορέων Λεκάνης, το οποίο από άποψη υδατικού δυναμικού αντιπροσωπεύει και το 99% του όλου καρστικού συστήματος εμφανίζει μέση ετησια μείωση της τάξης του 7% την περίοδο 1988 - 1995 έναντι της περιόδου 1978 - 1987. Τηρουμένων των αναλογιών η μικρή αυτή μείωση έναντι της αντίστοιχα μεγάλης μείωσης των βροχοπτώσεων επιβεβαιώνει την μεγάλη δυναμικότητα και σταθερότητα του υδροφόρου συστήματος.
- Η παροχή των υδρορευμάτων μόνιμης ροής της λεκάνης Νέστου παρουσιάζει επίσης μείωση ανάλογη της αντίστοιχης των βροχοπτώσεων, ενδεικτικό της άμεσης σύνδεσής των με αυτές.
- Σημαντική τέλος είναι η μείωση των αποθεμάτων του συστήματος των επωθημένων μαρμάρων λόγω της άμεσης συνδέσεως των με τις βροχοπτώσεις και της μικρής δυναμικότητας των αποθεμάτων όπως προκύπτει από τις παροχές των πηγών που το εκφορτίζουν.

- Αναφορικά με τους τεταρτογενείς υδροφορείς αναμένεται μία ανάλογη μείωση των αποθεμάτων τους την περίοδο 1988 - 95, λόγω της πτωτικής τάσης των α.κ για την περίοδο όπως είπαμε ήδη.

Τέλος ως προς την ποιοτική κατάσταση των υπογείων αποθεμάτων νερού στο υδατικό διαμέρισμα Θράκης σήμερα, παρατηρείται μια μετατόπιση του μετώπου υπαλμύρινσης προς την ενδοχώρα στην περιοχή του Δέλτα Νέστου και την περιοχή Πόρπης ΝΔ Κομοτηνής ενώ η ποιότητα των υπογείων καρστικών υδατικών πόρων δεν φαίνεται να έχει υποστεί αισθητές μεταβολές.

ΠΙΝ. 12.13

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ (Μ)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ %
		1980 - 1987	1988 - 1995	
		Μέσο ετήσιο ύψος βροχής χλστ	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής χλστ	
ΚΑΣΤΡΟ ΘΑΣΟΥ	524	645	438	- 32.1

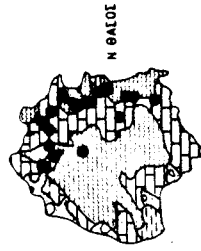
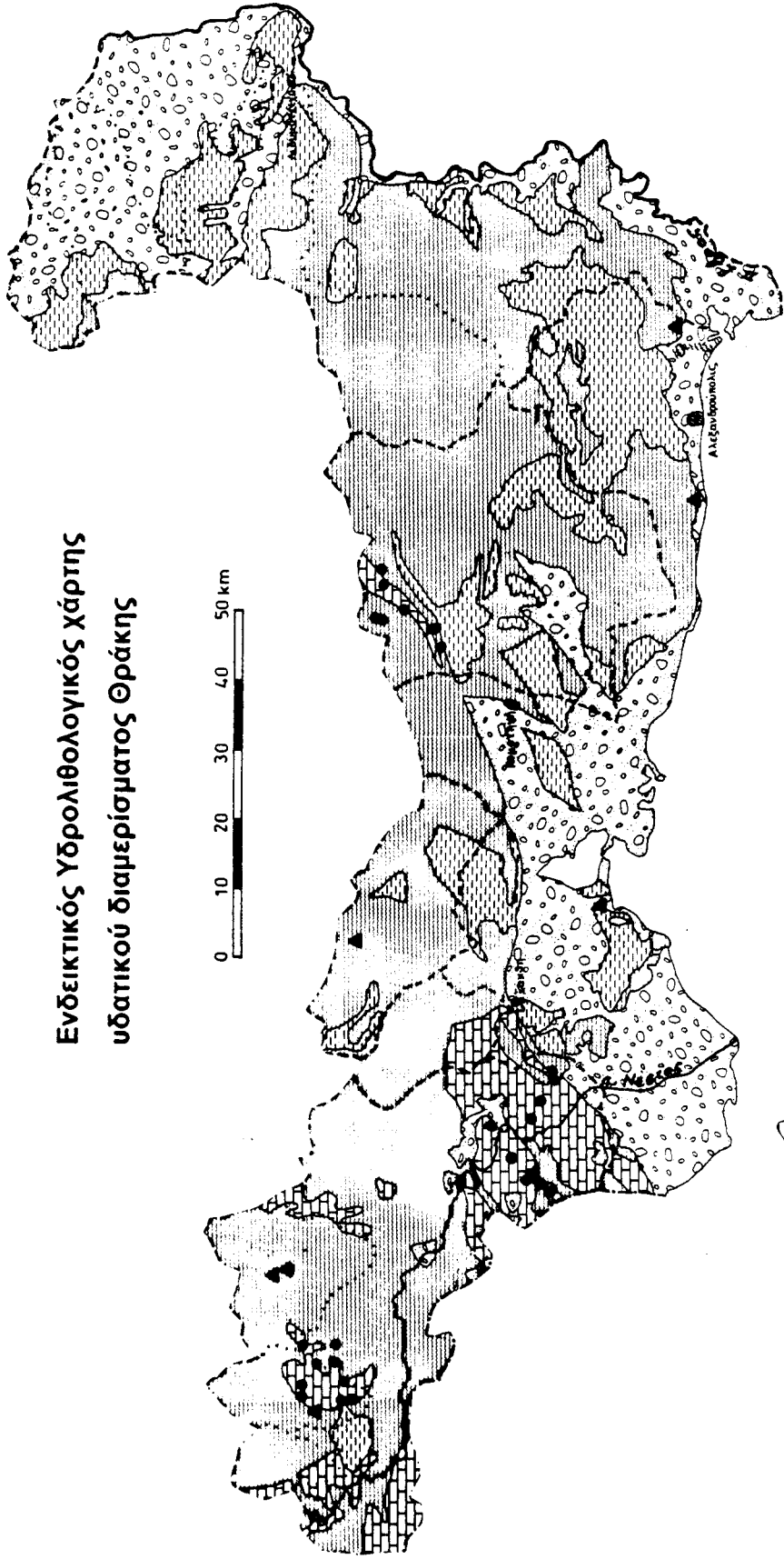
ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΑΡΜΑΡΩΝ ΘΑΣΟΥ	ΠΗΓΕΣ	Μέση ετήσια παροχή περιόδου 1983 - 1987 l / sec	Μέση ετήσια Παροχή περιόδου 1988 - 1995 l / sec	Μεταβολή %
		Π - 137	8.5	7.3	-14.1
Π - 145	9.5	4.9	-48.9	
Π - 126	14.6	6.8	-53.4	
Π - 131	126.8	64.9	-48.8	
Π - 116	63.8	22.9	-64.1	
ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ				-45.8

ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΡΕΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ (ΠΤΥΧΩΜΕΝΑ ΜΑΡΜΑΡΑ)	Π 20 Π 21 Π 23	622.4	558.0	-10.3
			566.4	506.0	-10.6
	2408.0	2377.0	-1.3	
ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ				-7.4

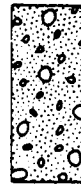
ΕΠΩΘΗΜΕΝΑ ΜΑΡΜΑΡΑ	Π 1 Π 3 Π 7	24.7	18.7	-24.3
			56.5	29.9	-47.1
	37.1	25.0	-32.6	
ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ				-44.7

ΛΕΚΑΝΗ	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ	Μέση ετήσια παροχή (m ³ x 10 ⁶) περιόδου		Μεταβολή
		1979 - 87	1988 - 93	
ΝΕΣΤΟΥ	Δεσπάτης	63.4	45.4	-28.4
	Μούσδα ρέμα	54.5	39.0	-28.4
	Διαβολόρεμα	92.5	60.6	-34.5
	Αρκουδόρεμα	71.1	59.5	-16.3
ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ				-26.9

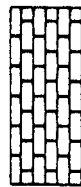
Ενδεικτικός Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Θράκης



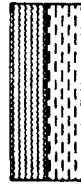
Υπόμνημα



Πορώδη, ασύνδετα - ασθενώς συνδεδεμένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα πολύ μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με συνήθως καλές έως μικρές κατά περιοχές υδρολιθολογικές δυνατότητες.



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα ανθρακικά πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα ή πορώδη πετρώματα (σχιστογενεοισομφολιική σειρά, εκκρηξίμενη κλπ. - τριτογενή) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη συνήθως υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους εκλεκτικές υδροφορίες τοπικής σημασίας.

κυριώτερες πηγές

» θερμές πηγές



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ (13)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

A. Μόρφης, M. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

ΤΜΗΜΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ ΚΡΗΤΗΣ

M. Κνιθάκης, M. Καλογιαννάκης, Κ. Καλούμενος,

A. Πολυχρονάκη, I. Κοϊνάκης

ΑΘΗΝΑ

1996

13. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

13.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Η γεωλογική δομή της Κρήτης είναι γενικά πολύπλοκη. Το νησί συγκροτείται από πολλές επί μέρους γεωλογικές ενότητες. Τα βασικά προνεογενή συστήματα πετρωμάτων είναι το αυτόχθονο και το ετερόχθονο σύστημα. Ακολουθούν οι νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί.

Το αυτόχθονο σύστημα αποτελείται από πετρώματα κυρίως ανθρακικά, ηλικίας Μέσου Περμίου έως Αν. Ηωκαίνου. Το αλλόχθονο σύστημα αποτελείται από διαδοχικές επωθήσεις και καλύμματα, μερικά από τα οποία ανήκουν στις εσωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες του ηπειρωτικού Ελληνικού χώρου.

Το αυτόχθονο σύστημα αρχίζει στρωματογραφικά με τα "στρώματα Φόδελε" που απαντούν στην Β. Κρήτη (Τάλεα Ορη) και τα οποία είναι ασβεστόλιθοι, δολομίτες, κλαστικά ιζήματα και οι υποκείμενοι αυτών σχιστόλιθοι.

Ακολουθούν τα "στρώματα Σίσων" που αποτελούνται από μάρμαρα και δολομιτικά κροκαλοπαγή.

Στη συνέχεια εμφανίζονται "οι στρωματολιθικοί δολομίτες" και τα "στρώματα Γκίγκιλου". Τα τελευταία απαντούν στα Λευκά Ορη, αποτελούνται από ασβεστόλιθους, δολομίτες και μάρμαρα, και υπόκεινται των "στρωμάτων πλακωδών ασβεστολίθων - (platten Kalk)", οι οποίοι είναι κρυσταλλικοί και εμφανίζονται σε όλη την Κρήτη με μεγάλη επιφανειακή έκταση και πάχος.

Το ετερόχθονο σύστημα αποτελείται από μεγάλα τεκτονικά καλύμματα, τα οποία έχουν επωθήση επάνω στο αυτόχθονο σύστημα.

Οι ενότητες πετρωμάτων που συνιστούν το ετερόχθονο σύστημα είναι οι ακόλουθες:

- "Η ενότητα Τρυπαλιού" που αποτελείται κυρίως από δολομίτες κυψελωδούς υφής, κροκαλοπαγή, μάρμαρα κ.ά. με μεγάλη ανάπτυξη στην Δυτική Κρήτη (Λευκά Ορη).

- “Η ενότητα χαλαζιτών - φυλλιτών” που απαντά σε όλη την Κρήτη με γενικά μεγάλες επιφανειακές εμφανίσεις.

Το πάχος των στρωμάτων αυτών κυμαίνεται από λίγα έως μερικές εκατοντάδες μέτρα. Συχνά είναι κατακερματισμένα, οπότε παρουσιάζουν και υδρογεωλογικό ενδιαφέρον λόγω ανάβλυσης εξ αυτών πηγών με ικανοποιητική παροχή.

- “ Η ενότητα Τρίπολης” που αποτελείται κυρίως από ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι και δολομίτες). Τα κατώτερα στρώματα είναι οι σχηματισμοί της αργιλοσχιστολιθικής ανθρακικής σειράς (Δ. Κρήτη), ενώ τα ανώτερα τελειώνουν με τον φλύσχη.

Τα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας έχουν μεγάλο πάχος και σε όλη την έκτασή τους είναι κατακερματισμένα, διαρηγμένα και έντονα καρστικοποιημένα. Συνήθως υπέρκεινται των φυλλιτών - χαλαζιτών με αποτελέσματα την ανάβλυση καρστικών πηγών επαφής συχνά μεγάλης παροχής.

- “Η ενότητα Ωλονού - Πίνδου” που παρουσιάζεται συνήθως επωθημένη στον φλύσχη της ενότητας Τρίπολης, αλλά παρατηρείται και σε άμεση τεκτονική επαφή με την ενότητα χαλαζιτών - φυλλιτών.

Η ενότητα αυτή που κυρίως αποτελείται από ανθρακικά πετρώματα χωρίζεται στις σειρές Πίνδου (Κεντρική Κρήτη), Εθιας (Νοτ. Κρήτη) και Μαγκάσα (Αν. Κρήτη), με βάση ορισμένες λιθολογικές και παλαιοντολογικές διαφορές.

- “Η ενότητα οφιολίθων και κρυσταλλοσχιστωδών” που αποτελεί το ανώτερο τεκτονικό κάλυμμα της Κρήτης. Απαντά κυρίως στην Κεντρική περιοχή της και αποτελείται από οφιολίθους συνοδευόμενους από ασβεστολίθους και φλυσχοειδή.

Οι νεογενείς σχηματισμοί υπέρκεινται κατά περίπτωση του φλύσχη ή των μεσοζωϊκών ασβεστολίθων ή των στρωμάτων χαλαζιτών - φυλλιτών. Αποτελούνται από μάργες, μαργαϊκούς ασβεστολίθους γύψους και κροκαλοπαγή. Το πάχος των σχηματισμών είναι αρκετά μεγάλο και έχουν ως

βάση απσβεστολιθικά κροκαλοπαγή, τα οποία όπως και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι παρουσιάζουν υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί απαντούν ως παλαιά Πλειστοκαινικά ιζήματα ή ως αλλουβιακές προσχώσεις. Στις τελευταίες λόγω της συστάσεως τους από αδρομερή και κοκκώδη υλικά αναπτύσσονται φρεάτιοι υδροφόροι ορίζοντες συχνά ικανοποιητικής δυναμικότητας.

13.2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΙΣΟΖΥΓΙΑ

Η Κρήτη ως νησί είναι μία αυτόνομη υδρολογική ενότητα συνολικής έκτασης περίπου 8300 Km².

Ο συνολικός όγκος των κατακρημνισμάτων στην Κρήτη είναι σχετικά υψηλός και έχει υπολογιστεί περίπου σε $12.5 \times 10^9 \text{ m}^3$.

Το μεγαλύτερο τμήμα του νησιού ορίζεται από ορεινές και ημιορεινές ζώνες. Τα πεδινά τμήματα είναι μικρής σχετικά έκτασης με πλέον σημαντικά της Μεσσάρας, της Ιεράπετρας, του Καστελλίου Πεδιάδας, των περιοχών των πόλεων Χανίων και Ρεθύμνου καθώς και του Οροπεδίου Λασιθίου.

Τον κεντρικό ορεινό άξονα του νησιού με διεύθυνση Δ - Α αποτελούν οι ορεινοί όγκοι Λευκά Ορη (2454μ.), Ψηλορείτης (2456μ.), Δίκη (2147μ.) και τα Ορη Σητείας (1476μ.).

Κατωτέρω αναλύονται τα υδρολογικά ισοζύγια των κυριωτέρων υδρολογικών ενότητων του διαμερίσματος τα οποία συνοψίζονται στον Πίν. 13.1.

13.2.1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί των Λευκών ορέων έχουν έκταση 730 km². Για τον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου υπολογίζεται και η επιφάνεια των νεογενών - τεταρτογενών αποθέσεων που τροφοδοτούνται άμεσα από τους ανθρακικούς σχηματισμούς. Έτσι η συνολική έκταση ανέρχεται στα 850 km².

Αν λάβουμε ένα μέσο ύψος βροχής για όλη την ενότητα των Λευκών ορέων ίσο με 1700 mm τότε ο συνολικός ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις ανέρχεται σε $1445 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Για ολόκληρη την έκταση της ενότητας αυτής θεωρούμε συντελεστή κατείσδυσης 50%, εξατμισιδιαπνοής 45% και επιφανειακή απορροής 5%, οπότε οι παράμετροι του ισοζυγίου έχουν ως κατωτέρω:

$$\text{Κατείσδυση } 50\% \times 1445 \times 10^6 \text{ m}^3 = 722.5 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{Εξατμισιδιαπνοή } 45\% \times 1445 \times 10^6 \text{ m}^3 = 650 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{Επιφανειακή απορροή } 5\% \times 1445 \times 10^6 \text{ m}^3 = 72.25 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

13.2.2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Ν. ΧΑΝΙΩΝ

Η ενότητα αυτή χωρίζεται σε δύο λεκάνες, την λεκάνη Νωπηγείων - Κισσάμου και την λεκάνη Κολυμβαρίου - Χανίων - Σούδας, έκτασης 120 km² και 90 km² αντιστοίχως, στις οποίες απαντούν ως επί το πλείστον χαλαροί και νεώτεροι συνεκτικοί σχηματισμοί.

Λαμβάνοντας υπ'όψη ότι το ετήσιο ύψος βροχής είναι 650 mm τα μέσα ετήσια α.κ. στις δύο λεκάνες είναι $70 \times 10^6 \text{ m}^3$ και $58,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα.

Ως προς τις υπόλοιπες παραμέτρους του ισοζυγίου εκτιμάται κατείσδυση 20% ή $15.6 \times 10^6 \text{ m}^3$, εξατμισιδιαπνοή 65% ή $50.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ και επιφ. απορροή 15% ή $11.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ για την λεκάνη Νωπηγείων - Κισσάμου και κατείσδυση 25% ή $14.6 \times 10^6 \text{ m}^3$, εξατμισιδιαπνοή 65% ή $38.02 \times 10^6 \text{ m}^3$ και επιφ. απορροή 10% ή $5.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ για την λεκάνη Κολυμβαρίου - Χανίων - Σούδας.

13.2.3. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ

Η έκταση που καταλαμβάνει η ενότητα αυτή είναι 400 km². Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής υπολογίσθηκε στα 700 mm.

Ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις : $280 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση (30%) ή $84 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΝΟΤΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ

Η έκταση που καταλαμβάνει η ενότητα αυτή είναι 700 km². Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής καθορίσθηκε στα 900 mm.

Ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις : $630 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση (30-35%) ή $200 \times 10^6 \text{ m}^3$.

α/α	ΕΝΟΤΗΤΑ	ΥΔΡΟΛΟΓΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ	ΕΚΤΑΣΗ km ²	ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ mm	ΟΓΚΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ m ³	ΚΑΤΕΣΤΑΥΣΗ Κ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ-ΔΙΑΠΝΟΗ Ε	ΕΠΙΦ. ΑΠΟΡΡΟΗ Α
1	Λ. Ορέων	Ανθρακικοί σχηματισμοί (730km ²) νεογενή (120 km ²)	850	1700	1445 x 10 ⁶	K= 50% η 722.5 x 10 ⁶ m ³	E=45% η 650 x 10 ⁶ m ³	A=5% η 72.25 x 10 ⁶ m ³
2	Βορείου Τμήμ. Ν. Χανίων	Χαλαροί και νεότεροι συνεκτικοί σχηματισμοί	120	650	78 x 10 ⁶	K= 20% η 15.6 x 10 ⁶ m ³	E=65% η 50.7 x 10 ⁶ m ³	A=15% η 11.7 x 10 ⁶ m ³
2β	Λεκάνη Κολυμβηταρίου Χανίων - Σούδας	""	90	650	58.5 x 10 ⁶	K= 25% η 14.6 x 10 ⁶ m ³	E=65% η 38.02 m ³	A=10% η 5.9 x 10 ⁶ m ³
3	Β. Τμήματος Ν. Ρεθύμνης	Νεογενείς σχηματισμοί	400	700	280 x 10 ⁶	K= 30% η 84 x 10 ⁶ m ³	E = 60% η 168 x 10 ⁶ m ³	A= 10% η 28 x 10 ⁶ m ³
4	Ν. Τμήματος Ν. Ρεθύμνης		700	900	630 x 10 ⁶	K= 30 - 35% η 200 x 10 ⁶ m ³	E = 60-65% η 390 x 10 ⁶ m ³	A= 5-10% η 40 x 10 ⁶ m ³
5	Ψηλορείτη	Ανθρακικοί σχηματισμοί	510	1500	765 x 10 ⁶	K= 50% η 385 x 10 ⁶ m ³	E=45% η 345 x 10 ⁶ m ³	A=5% η 35 x 10 ⁶ m ³
6	Τάλαιων Ορέων		200	700	140 x 10 ⁶	K= 50% η 70 x 10 ⁶ m ³	E= 45% η 63 x 10 ⁶ m ³	A= 5% η 7 x 10 ⁶ m ³
7	Δίκτης Ξέλενας	Ανθρακικοί σχηματισμοί	750	800	600 x 10 ⁶	K= 50% η 300 x 10 ⁶ m ³	E=45% η 270 x 10 ⁶ m ³	A=5% η 30 x 10 ⁶ m ³
8	Αστερουσίων	Ημιπερατοί σχηματισμοί	400	600	240 x 10 ⁶	K= 25% η 60 x 10 ⁶ m ³	E=50% η 120 x 10 ⁶ m ³	A=25% η 60 x 10 ⁶ m ³
9	Κεντρικού τμήματος Ν. Ηρακλείου	Νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις	1500	500	750 x 10 ⁶	K= 15% η 112.5 x 10 ⁶ m ³	E=50% η 375 x 10 ⁶ m ³	A=35% η 262.5 x 10 ⁶ m ³
10	Φουρνή - Ελουίντα	Ανθρακικοί σχηματισμοί	120	650	78 x 10 ⁶	K= 50% η 39 x 10 ⁶ m ³	E=48% η 37.5 x 10 ⁶ m ³	A=2% η 1.5 x 10 ⁶ m ³
11	Θρύπητη - Ορνου	Ανθρακικοί σχηματισμοί	176	800	140 x 10 ⁶	K= 40% η 56 x 10 ⁶ m ³	E=48% η 67 x 10 ⁶ m ³	A=2% η 17 x 10 ⁶ m ³
12	Ζάκρου	Ανθρακικοί σχηματισμοί	200	700	140 x 10 ⁶	K= 50% η 70 x 10 ⁶ m ³	E=48% η 67 x 10 ⁶ m ³	A=2% η 3 x 10 ⁶ m ³
13	Ιεράπετρας	Νεογενείς σχηματισμοί	180	400	72.1 x 10 ⁶	K= 20% η 14.4 x 10 ⁶ m ³	E=65% η 46.8 x 10 ⁶ m ³	A=15% η 10.8 x 10 ⁶ m ³
14	Σητείας	Νεογενείς σχηματισμοί	60	550	33 x 10 ⁶	K= 20% η 6.6 x 10 ⁶ m ³	E=65% η 21.5 x 10 ⁶ m ³	A=15% η 4.9 x 10 ⁶ m ³

13.2.5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ

Ο ορεινός όγκος του Ψηλορείτη καλύπτεται από ανθρακικούς σχηματισμούς σε μία έκταση 510 km^2 .

Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής υπολογίζεται στα 1500 mm .

Εκτιμούμε ότι το 50% των ετήσιων βροχοπτώσεων είναι κατείσδυση, το 45% εξάτμιση και το 5% επιφανειακή απορροή.

Ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις:

$$510 \text{ km}^2 \times 1.5 \text{ m βροχή} = 765 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

$$\text{Κατείσδυση: } 765 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 50\% = 385 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

$$\text{Εξατμισιοδιαπνοή: } 765 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 45\% = 345 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

$$\text{Επιφανειακή απορροή } 765 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 5\% = 35 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

13.2.6. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΑΛΑΙΩΝ ΟΡΕΩΝ

Η έκταση που καταλαμβάνει είναι 200 km^2 . Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής υπολογίσθηκε στα 700 mm .

Ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις: $140 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση: (50%) ή $70 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.7. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΙΚΤΗΣ - ΣΕΛΕΝΑΣ

Ο ορεινός όγκος Δίκτης - Σελένας καλύπτεται από ανθρακικούς σχηματισμούς σε μία έκταση 750 km^2 .

Το μέσο υπερετήσιο ύψος βροχής καθορίζεται στα 800 mm .

Εκτιμούμε ότι το 50% των ετήσιων βροχοπτώσεων είναι κατείσδυση, το 45% εξάτμισιοδιαπνοή και το 5% επιφανειακή απορροή.

Ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις: $600 \times 10^6 \text{ m}^3$.

$$\text{Κατείσδυση: } 600 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 50\% = 300 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

$$\text{Εξατμισιοδιαπνοή: } 600 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 45\% = 270 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

$$\text{Επιφανειακή απορροή: } 600 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 5\% = 30 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

13.2.8. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ

Ο ορεινός όγκος Αστερουσίων καλύπτεται στο μεγαλύτερο μέρος του από αδιαπέρατους σχηματισμούς, ενώ οι εμφανίσεις ανθρακικών σχηματισμών είναι σχετικά μικρές. Εκτιμάται ως εκ τούτου κατείσδυση 25%, εξατμισιδιαπνοή 50% και επιφανειακή απορροή 25%.

Η έκταση των Αστερουσίων είναι περίπου 400 km^2 και το μέσο ύψος βροχής 600 mm .

Ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις: $240 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση: $240 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 25\% = 60 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξατμισιδιαπνοή: $240 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 50\% = 120 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Επιφανειακή απορροή: $240 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 25\% = 60 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.9. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Η περιοχή αυτή που ανέρχεται στα 1500 km^2 καλύπτεται από νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις.

Το μέσο ύψος βροχής είναι 500 mm , που αντιστοιχεί σε ετήσιες βροχοπτώσεις $750 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση: $750 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 15\% = 112.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξατμισιδιαπνοή: $750 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 50\% = 375 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Επιφανειακή απορροή: $750 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 35\% = 262.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.10 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΦΟΥΡΝΗ - ΕΛΟΥΝΤΑ

Η ενότητα αυτή καταλαμβάνει έκταση 120 km^2 και αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς. Το ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 650 mm . Έτσι ο ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις είναι: $78 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση: $78 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 50\% = 39 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξατμισιδιαπνοή: $78 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 48\% = 37.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Επιφανειακή απορροή: $78 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 2\% = 1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.11. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΘΡΥΠΤΗ - ΟΡΝΟΥ

Η ενότητα αυτή καταλαμβάνει έκταση 176 km^2 και αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς. Το ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 800 mm. Έτσι ο ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις είναι: $140 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση: $140 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 40\% = 56 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξατμισοδιαπνοή: $140 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 48\% = 67 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Επιφανειακή απορροή: $140 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 2\% = 17 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.12. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΖΑΚΡΟΥ

Η ενότητα αυτή καταλαμβάνει έκταση 200 km^2 και αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς. Το ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 700mm. Έτσι ο ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις είναι: $140 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση: $140 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 50\% = 70 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξατμισοδιαπνοή: $140 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 48\% = 67 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Επιφανειακή απορροή: $140 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 2\% = 3 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.13. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

Η ενότητα αυτή καταλαμβάνει έκταση 180 km^2 και αποτελείται από νεογενείς σχηματισμούς. Το ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 400 mm. Έτσι ο ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις είναι: $72.1 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείσδυση: $72 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 20\% = 14.4 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξατμισοδιαπνοή: $72 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 65\% = 46.8 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Επιφανειακή απορροή: $72 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 15\% = 10.8 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.2.14. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΣΗΤΕΙΑΣ

Η ενότητα αυτή καταλαμβάνει έκταση 60 km^2 και αποτελείται από νεογενείς σχηματισμούς. Το ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 550mm. Έτσι ο ετήσιος όγκος νερού από τις βροχοπτώσεις είναι: $33 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Κατείδυση: $33 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 20\% = 6.6 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Εξατμισιοδιαπνοή: $33 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 65\% = 21.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Επιφανειακή απορροή: $33 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 15\% = 4.9 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.3. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

Από τα πετρώματα που συνθέτουν την Κρήτη υδρογεωλογικό ενδιαφέρον υπό την έννοια της ανάπτυξης υπόγειων υδροφοριών και υδροαποθεματικών ζωνών για εκμετάλλευση παρουσιάζουν :

- Τα ανθρακικά πετρώματα
- Τα υδροπερατά μέλη του Τεταρτογενούς και τα λατυποκροκαλοπαγή και οι ασβεστόλιθοι του Νεογενούς
- Λοιπές περιπτώσεις πετρωμάτων

13.3.1. ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

Τα ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι, δολομίτες, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι) αποτελούν σημαντικές υδρολιθολογικές μονάδες, αφ' ενός λόγω της μεγάλης επιφανειακής τους ανάπτυξης και αφ' ετέρου λόγω του υψηλού κατακερματισμού και της καρστικοποίησής τους, πράγμα που οφείλεται στην πολύπλοκη γεωλογική και τεκτονική εξέλιξη της Κρήτης, στις παλαιογεωγραφικές μεταβολές και στις διάφορες κατά διαστήματα κινήσεις στον ευρύτερο γενικά χώρο της Μεσογείου (ρήγματα, μεταβολές στάθμης, θάλασσας, κ.ά.).

Δοθέντος ότι οι κύριοι ορεινοί όγκοι Λευκά Ορη, Ψηλορείτης, Δίκητη, Ορη Σητείας) δομούνται σχεδόν εξ ολοκλήρου από ανθρακικά πετρώματα, είναι προφανές ότι αυτά δέχονται και το μεγαλύτερο ποσοστό ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Έτσι τροφοδοτούνται οι σημαντικές υπόγειες υδροφορίες και φυσικά οι μεγάλες καρστικές πηγές που αναβλύζουν γύρω από τους όγκους αυτούς.

Ιδιαίτερα πρέπει να αναφερθούν καρστικές υδροφορίες που αναπτύσσονται κοντά στη θάλασσα και μάλιστα όταν τα ανθρακικά πετρώματα έχουν άμεση ή έμμεση επαφή με αυτήν χωρίς την παρουσία μη υδροπερατών σχηματισμών.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων οι υδροφορίες αυτές είναι υφάλμυρες, γεγονός που μειώνει αισθητά τους διαθέσιμους υδάτινους πόρους του νησιού.

Οι ποσότητες του βεβαρυμένου λόγω υφαλμύρισης νερού που απορρέει από καρστικές πηγές προς τη θάλασσα είναι τεράστιες. Έχει υπολογισθεί ότι ο μέσος ετήσιος όγκος είναι μεγαλύτερος από $1 \times 10^9 \text{ m}^3$.

13.3.1.1. ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ

Περιφερειακά του ομώνυμου ανθρακικού όγκου, δημιουργούνται ανεξάρτητα καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης δυναμικότητας.

- καρστικό σύστημα Αγίας - Μεσκλών - Μυλωνιατών
- καρστικό σύστημα ευρύτερης περιοχής Γεωργιούπολης - Κουρνά
- καρστικό σύστημα νοτίων παρυφών Λευκών Ορέων

Τα συστήματα αυτά εκφορτίζονται κύρια δια των πηγών Μεσκλών, Θερίσου, Αγιάς, Γεωργιούπολης καθώς και δια των πηγών των νοτίων και στις παρυφές του ορεινού όγκου. Τα δυνατά αποθέματα υπογείων καρστικών νερών της ενότητας αυτής είναι της τάξεως των $720 \times 10^6 \text{ m}^3$, όπως αυτά εκτιμώνται επί τη βάσει των στοιχείων κατείσδυσης των α.κ.

Ένα σημαντικό ποσοστό του δυναμικού αυτού μεταγγίζεται υπογείως και πλευρικά προς τις τοπογραφικά χαμηλότερα κείμενες αποθέσεις του νεογενούς, τροφοδοτώντας έτσι τις εκεί δημιουργούμενες σημαντικές υδροφορίες με πλέον αξιόλογες αυτές των περιοχών Καλαμιώνα και Στύλου Αρμένων.

13.3.1.2. ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ

Τα κυριότερα καρστικά συστήματα της ενότητας αυτής είναι:

- Καρστικό σύστημα Τυλίσσου
- Καρστικό σύστημα Λουτρακίου - Κρούσωνα
- Καρστικό σύστημα Σάρχου
- Καρστικό σύστημα Μάραθου
- Καρστικό σύστημα Αξού
- Καρστικό σύστημα Καλύβου
- Καρστικό σύστημα Μαργαρίτων
- Καρστικό σύστημα Βισταγής

- Καρστικό σύστημα Αποδούλου

Η εκφόρτιση της καρστικής αυτής ενότητας συντελείται κύρια δια των πηγών Αλμυρού Ηρακλείου, Γέργερης, Αξού κα. μέσης συνολικής παροχής $8.56 \text{ m}^3 / \text{s}$ ή $270 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$.

Επί προσθέτως από το ίδιο σύστημα αντλούνται κατά μέσο όρο ετησίως περί τα $20 - 25 \times 10^6 \text{ m}^3$ ενώ τροφοδοτούνται πλευρικά και τα υδροφόρα συστήματα που δημιουργούνται εντός των νεογενών σχηματισμών του Βόρειου τμήματος Ρεθύμνης και του Δυτικού τμήματος του Ηρακλείου.

Τα δυνατά αποθέματα, όπως αυτά εκτιμώνται επί τη βάσει του συντελεστού κατείσδυσης ανέρχονται σε $385 \times 10^6 \text{ m}^3$

13.3.1.3. ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΑΛΑΙΩΝ ΟΡΕΩΝ

Η ενότητα αυτή συμμετέχει στην τροφοδοσία της πηγής Αλμυρού Ηρακλείου, των πηγών Φόδελε και των υποθαλάσσιων πηγών Μπαλί.

Τα κυριότερα υδροφόρα συστήματα της ενότητας αυτής είναι:

- καρστικό σύστημα Εξάντη
- καρστικό σύστημα Μπαλίου
- καρστικό σύστημα Σισσών
- καρστικό σύστημα Φόδελε
- καρστικό σύστημα Δοξαρου

Ο συνολικά εκφορτιζόμενος όγκος νερού από τις πηγές Φόδελε και τις υφάλμυρες καρστικές πηγές Μπαλίου δεν έχει υπολογισθεί.

Μέσω γεωτρήσεων αντλούνται επίσης $2 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$. Τα δυνατά αποθέματα είναι της τάξης των 70×10^6 .

13.3.1.4 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΙΚΤΗ - ΣΕΛΕΝΑ

Η καρστική αυτή ενότητα εκφορτίζεται κύρια από τις πηγές Αλμυρού Αγ. Νικολάου, Καλαμαύκας, Καλού Χωριού, Μάλες, Χριστού, Σύμης, Κεφαλόβρυσου, Λουτρακίου, Κράσι, Κεράς, Κασταμονίτσας και από τις

υφάλμυρες πηγές Μαλίων μέσης ετήσιας συνολικής παροχής $80 \times 10^6 \text{ m}^3$ ή $2,54 \text{ m}^3 / \text{s}$.

Από το σύστημα αυτό αφαιρούνται δια αντλήσεως μέσω γεωτρήσεων περί τα $40 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως. Τα δυνατά αποθέματα της ενότητας αυτής είναι της τάξης των $300 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$.

13.3.1.5 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΦΟΥΡΝΗ - ΕΛΟΥΝΤΑ

Κυριότερες υπόγειες υδροφορίες εντοπίζονται στην περιοχή Λίμνες - Νεάπολης και στην ευρύτερη περιοχή Σκοινιά.

Από το καρστικό σύστημα Φουρνή - Ελούντας αναβλύζουν και οι υφάλμυρες πηγές Ελούντα και Σκοινιά.

Από τις γεωτρήσεις της περιοχής γίνεται ετήσια απόληψη νερού της τάξεως των $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Τα δυνατά υπόγεια αποθέματα της ενότητας αυτής εκτιμώνται σε $39 \times 10^6 \text{ m}^3$ λαμβάνοντας συντελεστή κατείσδυσης 0.50.

13.3.1.6 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΘΡΥΠΤΗ - ΟΡΝΟΥ

Κυριότερες υπόγειες υδροφορίες που έχουν εντοπιστεί είναι στο βόρειο τμήμα της περιοχής (Σφάκα - Σκοπή) και στις περιοχές Αχλαδιών, Καβουσίου.

Από το καρστικό σύστημα Θρύπτη - Όρνον τροφοδοτούνται περιμετρικά και οι υπόγειες υδροφορίες των νεογενών σχηματισμών.

Κυριότερες πηγές που τροφοδοτούνται από την ενότητα αυτή είναι η υφάλμυρη πηγή Μαλαύρας και οι πηγές Σταυροχωρίου, Πεύκων, Αγ. Γεωργίου κά, συνολικής ετήσιας παροχής $14.5 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ποσότητες καρστικών νερών της τάξης των $3 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως αντλούνται επίσης από την ενότητα αυτή.

Τα δυνατά αποθέματα στην προκειμένη περίπτωση εκτιμώνται σε $56 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.3.1.7 ΚΑΡΣΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΖΑΡΚΟΣ

Η ενότητα εκφορτίζεται δια των κύριων πηγών Ζάκρου, Ζου και μιας σειράς υφάλμυρων πηγών συνολικής παροχής $6.1 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$, ενώ παράλληλα γίνονται απολήψεις μέσω γεωτρήσεων της τάξης των $14 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$.

Τα δυνατά αποθέματα της ενότητας αυτής εκτιμώνται στην τάξη των $70 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.3.2 ΥΔΡΟΦΟΡΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ - ΝΕΟΓΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Στις αλλουβιακές προσχώσεις αναπτύσσονται υπόγειες υδροφορίες - φρεάτιος ορίζοντας - που σε ορισμένα πεδινά τμήματα είναι ικανοποιητικής δυναμικότητας. Πεδινά τμήματα με αξιόλογη υδροφορία είναι η πεδιάδα Κισσάμου, οι περιοχές γύρω από τις πόλεις Χανίων και Ρεθύμνου, οι περιοχές Μαλίων, Καστελίου, καθώς και οι πεδιάδες Μεσσάρας και Ιεράπετρας στην Ν. Κρήτη.

Τα λατυποκροκαλοπαγή και οι βιοκλαστικοί ασβεστόλιθοι των νεογενών έχουν μεγάλη υδροπερατότητα. Αναπτύσσονται πολλές υπόγειες υδροφορίες ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες κάθε περιοχής (τεκτονικές επαφές, υποκείμενα στεγανά κá).

Ενδιαφέρον πάντως παρουσιάζουν τα νεογενή στις περιοχές που έρχονται σε επαφή με τα ανθρακικά πετρώματα των μεγάλων ορεινών όγκων, καθώς και αυτών των τεκτονικών καλυμμάτων. Συχνά εντοπίζονται υπόγειες τροφοδοσίες από τα ανθρακικά πετρώματα προς τα νεογενή.

Από τα νεογενή γενικά αναβλύζει πλήθος μικρών πηγών, με παροχή από 1 έως $20 \text{ m}^3 / \text{h}$. Οι πηγές αυτές εξυπηρετούν ανάγκες τοπικού χαρακτήρα.

Τέλος, οι αποδόσεις των γεωτρήσεων σε αυτούς τους σχηματισμούς γενικά δεν είναι πολύ μεγάλες.

13.3.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ Β ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ

Καλύπτεται κυρίως από νεότερα χαλαρά και συνεκτικά πετρώματα. Κυριότερες υπόγειες υδροφορίες αναπτύσσονται στην μεταξύ Σούδας και Κολυμβαρίου περιοχή, με σημαντικότερη του κάμπου Σούδας - Χανίων, ως και στην περιοχή Καστελίου Κισσάμου. Επίσης υδροφορίες αναπτύσσονται και στο ακροδυτικό τμήμα του Ν. Χανίων μεταξύ των περιοχών όρμος Σφηναρίου - όρμος Στομίου.

Κυριότερες πηγές που αναβλύζουν από τους σχηματισμούς αυτούς αλλά τροφοδοτούνται κύρια από το καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων είναι των

Καλυβών, Στύλου, Αρμένων, Βρυσών, Καλαμιώνα, καθώς επίσης οι πηγές Νωπηγίων - Κισσάμου και άλλες μικρότερες στην περιοχή Καστελίου.

Ο συνολικός εκφορτιζόμενος όγκος νερού από τις πηγές και τις γεωτρήσεις αυτής της περιοχής ανέρχεται σε $18,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως.

Τα συνολικά δυνατά αποθέματα του συστήματος αυτού (βλέπε πιν. 13-1) είναι της τάξης των $30 \times 10^6 \text{ m}^3$ / έτος.

13.3.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΝΟΜΟΥ ΡΕΘΥΜΝΗΣ

Καλύπτεται στο μεγαλύτερο μέρος από νεογενή ιζήματα.

Κυριότερες υδροφορίες έχουν εντοπιστεί στις περιοχές Ρεθύμνου, Πρίνου, Περάματος, Γαράζου, Χουμερίου, Ελεύθερας, Αρμένων, Επισκοπής κ.ά.

Στο σύστημα αυτό αναβλύζουν πολλές πηγές μικρής παροχής, καθώς και οι μεγάλης παροχής πηγές της περιοχής Επισκοπής (Φοντάνα, Αναβρετή κ.ά.) και η υφάλμυρη πηγή Κατσιρίδη.

Ο ετήσιος αντλούμενος όγκος νερού από γεωτρήσεις ανέρχεται σε αυτή την περιοχή σε $6 \times 10^6 \text{ m}^3$, ενώ από τις πηγές εκφορτίζονται ετησίως $17 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού.

Τα δυνατά αποθέματα του συστήματος αυτού (πιν. 13.1) υπολογίζονται σε $84 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.3.2.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΝΟΜΟΥ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Το κεντρικό τμήμα του Ν. Ηρακλείου καλύπτεται από νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμούς. Στο τμήμα αυτό εντοπίζονται τοπικές υπόγειες υδροφορίες κύρια εντός μαργαϊκών ασβεστολίθων , γύψων και κροκαλοπαγών, με σημαντικότερες αυτές της λεκάνης Μεσσαρά , Οροπεδίου Καστέλι - Θραψανών , Λεκάνης Φοινικιάς, Αρχανών, περιοχής Μυρτιάς - Αγ. Παρασκιάς , Βενεράτο, Αγ. Θωμά, Σοκαρά - Ακριας.

Στο κεντρικό τμήμα του Ν. Ηρακλείου αναβλύζουν από μαργαϊκούς ασβεστολίθους αρκετές μικροπηγές, αλλά άξιες λόγου είναι μόνο οι πηγές Ασπρακών και Κουνάβων, μέσης ετήσιας παροχής $40 \text{ m}^3 / \text{h}$ εκάστη.

Εκτιμάται ότι από τις κυριότερες υπόγειες υδροφορίες της περιοχής αυτής που εντοπίζονται κύρια σε μαργαίικούς ασβεστολίθους και κροκαλοπάγη, γίνεται ετήσια απόληψη νερού της τάξεως των $40 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Τα δυνατά αποθέματα του συστήματος αυτού εκτιμώνται στην τάξη των $110 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.3.2.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ

Το σύστημα αυτό που εκτείνεται από Μύρτο - Ιεράπετρα - Κουτσουρά - Καλό Νερό δημιουργείται εντός νεογενών αποθέσεων. Κυριότερες υπόγειες υδροφορίες εντοπίστηκαν στις περιοχές Μύτρου , Κεντρί , Αγ. Ιωάννης. Στην περιοχή αυτή αναβλύζουν μικροπηγές κυριότερη των οποίων είναι η πηγή Παπλινού.

Στην λεκάνη αυτή από γεωτρήσεις γίνεται ετήσια απόληψη νερού της τάξεως των $1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ και από τις πηγές αναβλύζουν περίπου $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού.

Τα δυνατά αποθέματα εκτιμώνται σε $15 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.3.2.5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΤΕΙΑΣ

Το σύστημα αυτό εκτείνεται από Σητεία-Φανερωμένη , Λιθίνες - Πισκοκέφαλο και δημιουργείται κύρια εντός νεογενών σχηματισμών. Κυριότερες υπόγειες υδροφορίες εντοπίστηκαν στις περιοχές Λιθινών - Παπαγιαννάδες - Πισκοκέφαλου , Σκοπής και Σητείας.

Από γεωτρήσεις γίνονται ετήσια απόληψη νερού της τάξης των $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ και από τις πηγές αναβλύζουν περίπου $0.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού.

Τα δυνατά αποθέματα στο σύστημα Σητείας εκτιμώνται σε $6.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ (πιν. 13.1).

13.3.3. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΛΟΙΠΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

13.3.3.1. ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ

Στην δομή του συμμετέχει ποικιλία γεωλογικών σχηματισμών από όλες τις γεωτεκτονικές ζώνες που εμφανίζονται στην Κρήτη. Το τμήμα αυτό δεν συνιστά

Πίν. 13.2 ΥΠΟΓΕΙΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΕΝΟΤΗΤΕΣ		ΔΥΝΑΤΑ ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ	ΕΚΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΠΗΓΩΝ - ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
			ΕΚΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΠΗΓΩΝ	ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ ΔΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ	
10^6 m^3					
A.	ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ				
1.	Λευκ. Ορέων	720	--	--	Άγνωστες εκφορτίσεις πηγών στην νότια πλευρά Λ. Ορέων
2.	Ψηλορείτης	385	290 - 270	295 20-25	
3.	Ταλαια Ορη	70	1	2	Είναι άγνωστες οι εκφορτίσεις των υποθαλάσσιων πηγών Μπαλί
4.	Δίκτη - Σελενα	300	120 80	40	
5.	Φουρνή - Ελούντα	39		1,5	Άγνωστες εκφορτίσεις υφάλμυρων πηγών Ελούντας
6.	Θρύπτη - Ορνου	56	17,5 14,5	3	Άγνωστες εκφορτίσεις πηγής Μαλάβρας
7.	Ζάκρος	70	6,1	14	
B.	ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ				
1.	Β.τμήμα Ν. Χανίων	30	18,5		
2.	Β. τμήμα Ν. Ρεθύμνης	84	17 23	6	
3.	Κεντρικό τμήμα Ν. Ηρακλείου	112,5	1 41	40	
4.	Ιεράπετρα	15	1 2,5	1,5	
5.	Σητεία	6,6	0,5 5,5	5	
Γ.	ΛΟΙΠΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ				
1.	Ν. τμήμα Ν. Ρεθύμνης	200	43 45	2	
2.	Αστερούσια	60			Άγνωστες εκφορτίσεις πηγών στη θάλασσα

ενιαίο υδροσύστημα αλλά είναι ένα σύνολο μικρών υδρογεωλογικών μονάδων με παρόμοια χαρακτηριστικά.

Οι σημαντικότερες υδροφορίες σε αυτό έχουν εντοπισθεί στις περιοχές Κοξαρε-Αγγουσελιανών , Λαμπινής , Κρύας Βρύσης , Αμπαδιάς , Αγ. Γαλήνης , Ροδακίνου κ.α. Στο τμήμα αυτό αναβλύζουν οι σημαντικές πηγές Μέρωνα - Γερακαρίου , Σπηλίου , Κουρταλιώτη , Αργυρούπολης, κ.α.

Η ετήσια εκφόρτιση από τις πηγές της περιοχής υπολογίζεται σε $43 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού , ενώ ο ετήσιος αντλούμενος όγκος νερού από γεωτρήσεις σε $2 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Τα δυνατά αποθέματα είναι της τάξης των $200 \times 10^6 \text{ m}^3$.

13.3.3.2. ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΑ

Καλύπτεται από ποικιλία σχηματισμών όπου κυριαρχούν οι σχηματισμοί του οφιολιθικού συμπλέγματος , οι σχηματισμοί της Ζώνης Πίνδου (Φλύσχης , Ασβεστόλιθος) και οι σχηματισμοί της Ζώνης Τρίπολης (Φλύσχης , Ασβεστόλιθος).

Τα δυνατά αποθέματα στην περιοχή αυτή είναι $60 \times 10^6 \text{ m}^3$ (πιν. 13.1).

13.4. ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Στον πίνακα 13.2 δίδονται στοιχεία για το υπόγειο υδατικό δυναμικό του διαμ. Κρήτης. Τα συνολικά δυνατά αποθέματα είναι της τάξης των $2.150 \times 10^6 \text{ m}^3$. Από τις μετρηθείσες εκφορτίσεις πηγών προκύπτει μέσος ετήσιος απορρέον όγκος νερού της τάξης των $450 \times 10^6 \text{ m}^3$ και οι απολήψεις μέσω γεωτρήσεων εκτιμώνται στα $150 \times 10^6 \text{ m}^3$. Το σύνολο εκφορτίσεων και απολήψεων της τάξης των $600 \times 10^6 \text{ m}^3$ αποτελεί ασφαλή μέρος των ρυθμιστικών αποθεμάτων τα οποία είναι πολύ μεγαλύτερα, χωρίς να μπορούν να προσεγγιστούν στη φάση αυτή.

13.5. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η ποιότητα των υπογείων και επιφανειακών νερών είναι γενικά καλή. Επηρεάζεται όμως από τους παρακάτω κατά περίπτωση παράγοντες :

1. Παρατηρείται διείσδυση της θάλασσας στις πλησιάζες και χαμηλές κυρίως περιοχές.

Καρστικές υπόγειες υδροφορίες υψηλής δυναμικότητας αποδίδουν υφάλμυρο νερό λόγω της γεωλογικής δομής. Κατά δυσμενή συγκυρία μερικές από τις μεγαλύτερες πηγές της Κρήτης έχουν νερό με ποιότητα βεβαρυθμένη λόγω της υφαλμύρισης από την θάλασσα και όπως είναι επόμενο είναι ακατάλληλο για χρήση. Έχει υπολογισθεί ότι ο μέσος ετήσιος όγκος νερού που απορρέει από αυτές τις πηγές προς την θάλασσα είναι $1 \times 10^9 \text{ m}^3$.

Ακόμη, σε τεταρτογενείς αποθέσεις παρατηρείται υφαλμύριση υπόγειων νερών (Ιεράπετρα , Μάλια , κ.α.) λόγω υπερεκμεταλλεύσεων.

2. Σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας υπόγειων υδροφοριών συχνά μεγάλης δυναμικότητας (βόρειο τμήμα Ν. Ηρακλείου) , οφείλεται στην ύπαρξη εμφανίσεων γύψων του τριαδικού και του Νεογενούς.

3. Άμεση ρύπανση επιφανειακών και συχνά έμμεση των υπογείων νερών παρατηρείται από την διάθεση απονερών ελαιοτριβείων.

4. Πηγή ρύπανσης και μόλυνσης των υπόγειων και επιφανειακών νερών αποτελούν τα φυτοφάρμακα , η χρήση των οποίων αποτελεί μεγάλο μελλοντικό κίνδυνο για ορισμένες περιοχές.

5. Κίνδυνο για τα υπόγεια νερά , μελλοντικά σημαντικό , αποτελεί η μη ενδεδειγμένη διάθεση των αστικών λυμμάτων.

Από τους παραπάνω παράγοντες , αυτοί της υφαλμύρισης λόγω γεωλογικών και τεκτονικών αιτιών και της παρουσίας της γύψου αποτελούν μόνιμες φυσικές αιτίες υποβιβασμού της ποιότητας των υπόγειων νερών και εξ αυτού δημιουργούνται άμεσα προβλήματα ύδρευσης και άρδευσης ορισμένων τουλάχιστον περιοχών.

Συνοπτικά ποιοτικά χαρακτηριστικά δίδονται στον πίνακα 13.3 και στον σχετικό χάρτη.

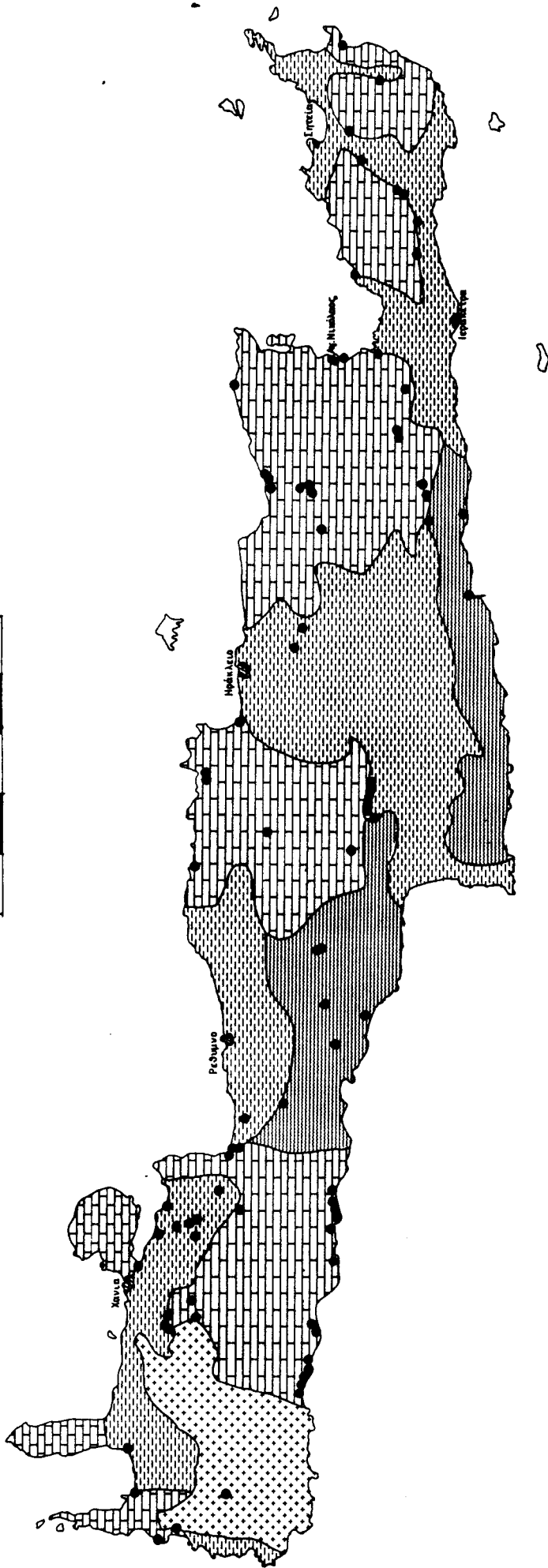
ΠΙΝ. 13.3 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΒΑΘΜΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ & ΠΗΓΑΙΩΝ ΝΕΡΩΝ	ΥΦΑΛΜΥΡΕΣ ΥΠΟΓ. ΥΔΡΟΦ. & ΥΦΑΛΜΥΡΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΑΛΛΕΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ
ΛΕΥΚΩΝ ΟΡΕΩΝ	Γενικώς καλή *	Πηγές Νοτίων ακτών Πηγές Γεωργιούπολης		Σχεδόν πλήρης
ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ Ν. ΧΑΝΙΩΝ	"	Περιοχές Δ. Κισσάμου, Γραμβούσας, Ροδωπού, Ακρωτηρίου		"
ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	"	Περιοχή Κατσιρίδη παράκτιες ζώνες Πλατανιά - Ρεθύμνου και Πετρε	Περιοχή Αδελε - Πηγής, υπογ. γυψούχες υδροφορίες	Αυξανόμενος βαθμός εκμετάλλευσης λόγω μεγάλων αναγκών
ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	"	Παράκτιες ζώνες Αγ. Γαλήνης & Αγ. Παύλου		Μερική
ΨΗΛΟΡΕΙΤΗ	"	Πηγή Αλμυρού Ηρακλείου	Περιοχή Τυλισσού κατά εποχές, αύξηση Cl ⁻	Αυξανόμενος βαθμός εκμετάλλευσης
ΤΑΛΛΑΙΩΝ ΟΡΕΩΝ	"	Πηγές Μπαλίου		Νότιες παρυφές πλήρης. Περιοχή Σισσών- Φόδελε μερική
ΔΙΚΤΗΣ-ΣΕΛΕΝΑ	"	Περιοχές Χερσονήσου Λακωνίων και Μάλιων - Σίσσου. Πηγή Αλμυρού Αγ. Νικολάου		Γενικώς πλήρης. Περιοχές Καστέλι- Παναγιά & Μάλες - Ρίζα μερική.
ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΑ (ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ)	"			Μερική
ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΤΜΗΜΑ Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Γενικά υποβαθμισμένη		Λεκάνη Μεσσαράς, Οροπεδίου, Καστελίου Θραψανού, Λεκάνη Αρχανών κατά εποχές από φυτοφάρμακα Περιοχές Φοίνικας, Μυρτιάς- Αγ. Παρασκευής, Βενεράτου, Αγ. Θωμά, Σοκαρά, Ακρια, κ.α. υπογ. γυψούχες υδροφορίες	Πλήρης
ΦΟΥΡΝΗ ΕΛΟΥΝΤΑ	ΛΙΜΝΕΣ - ΝΕΑΠΟΛΗ	"	Περιοχή Σκοινιά Πηγές βορείων ακτών	Σχεδόν πλήρης
ΘΡΥΠΤΗ-ΟΡΝΟΝ	"	"	Πηγή Μαλαούρα	Μερική
ΖΑΚΡΟΣ	"	"	ΝΑ- ΚΑ της Ζάκρου	Πλήρης
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	"	"		Μερική
ΣΗΤΕΙΑ	"	"	Ακτές πόλεως Σητείας	Πλήρης

* Γενικώς καλή → Αγωγιμότητα 300 - 1000 μS/cm

TDS < 1000 mg/l

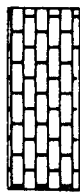
Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Κρήτης



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μικρές κατά περιοχές υδραληπτικές δυνατότητες, ανάλογα με το ποσοστό συμμετοχής λεπτομερών στοιχείων.



Διαρρηγμένα - καρατικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης δυναμικότητας.



Διαρρηγμένα πετρώματα (E) σχιστοκερατόλιθοι, φλύσχης, οφιόλιθοι, κ.λ.π.) (F) φυλίδες, χαλαζιτες) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδαταστεγή, με μικρές επιμέρους υδροφορίες στις ζώνες ρωγματούσεων και αξιόλογη υδροφορία στο νότιο τμήμα του Ν. Ρεθύμνης



Κυριώτερες πηγές

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ (14)

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Α. Μόρφης, Μ. Παγούνης, Γ. Γκιώνη

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Ν. ΕΛΛΑΔΟΣ

Ν. Κουρμούλης, Φ. Χαρμανίδης, Ν. Σιέμος

Δ/ΝΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ Β. ΕΛΛΑΔΟΣ

Π. Καμμάς, Σ. Στουρνάρα

Δ/ΝΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Κ. Σφέτσος, Α. Βιτωρίου

ΑΘΗΝΑ

1996

14. ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ

14.1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Τα νησιά του Αιγαίου Πελάγους συνίστανται από πετρώματα των γεωτεκτονικών ζωνών, που δομούν το χώρο της ηπειρωτικής Ελλάδας. Συνδυάζονται με τον ερκύνιο και τον αλπικό ιζηματοορογενετικό κύκλο και καλύπτουν τις γεωλογικές περιόδους από το Σιλούριο μέχρι το Ηώκαινο.

Οι κλαστικοί σχηματισμοί της Κω, της Χίου και της Λέσβου, οι οποίοι αντιπροσωπεύονται από γραουβάκες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και σχιστολίθους με ενστρώσεις μαρμάρων και ανακρυσταλλωμένων ασβεστολίθων, ανήκουν στα αρχαιότερα πετρώματα του Ελλαδικού χώρου, ενώ οι αποθέσεις μολασσικού τύπου της Μήλου στα νεώτερα.

Τα κρυσταλλοσχιτώδη και εκρηξιγενή πετρώματα καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα των νησιωτικών συγκροτημάτων. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί παρουσιάζουν μικρότερη συγκριτικά ανάπτυξη και δομούν το κεντρικό τμήμα της Χίου, με ευρεία ζώνη εξάπλωσης Β-Ν, μικρές εκτάσεις της Σάμου και της Ρόδου, την Κάλυμνο και την Αμοργό καθώς και τμήματα της ΝΑ Λέσβου και των Κυκλάδων (Νάξος, Πάρος, Σίφνος, Κέα), με τη μορφή μαζών ή διαστρώσεων μαρμάρων και ανακρυσταλλωμένων ασβεστολίθων.

Χαρακτηριστικοί σχηματισμοί για αρκετά νησιά (Θήρα, Μήλος, Νίσυρος, Λέσβος, Λήμνος) είναι τα ηφαιστειακά όξινα και τα πυροκλαστικά πετρώματα. Οι μειοπλειοκαινικοί και πλειστοκαινικοί σχηματισμοί αντιπροσωπεύονται από θαλάσσιες, λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις κροκαλοπαγών, άμμων, μαργών, αργίλων, ερυθροχρωμάτων κ.λπ. και παρατηρούνται κατά κύριο λόγο στη Ρόδο, Λέσβο, Χίο, Σάμο σε σημαντικές εκτάσεις, ενώ στα υπόλοιπα νησιά του υδατικού διαμερίσματος, καλύπτουν μικρή έκταση.

Τα προμειοκαινικής ηλικίας πετρώματα έχουν υποστεί την επίδραση πολλών ορογενετικών φάσεων. Το σημαντικότερο τεκτονικό γεγονός, που συνέβαλε στη διαμόρφωση της σημερινής γεωμορφολογικής εικόνας του διαμερίσματος, είναι οι κατακόρυφες μετακινήσεις και ο καταποντισμός της Αιγαϊίδας, που άρχισαν από το Μέσο Μειόκαινο. Με το γεγονός αυτό, μεταξύ άλλων,

συνδυάζεται η σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα του Ελλαδικού χώρου στο πρόσφατο παρελθόν.

14.2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ, ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΑ κ.λ.π. ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το υδατικό διαμέρισμα των νησιών του Αιγαίου Πελάγους περιλαμβάνει το νησιωτικό συγκρότημα των νομών Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Λέσβου, Σάμου και Χίου, εκτός από τη Θάσο, τη Σαμοθράκη, τις Σποράδες και τη Μακρόνησο.

Η συνολική έκταση του υδατικού διαμερίσματος ανέρχεται σε 9.104 km². Το σύνολο των κατοικημένων νησιών ξεπερνά τα 50. Από αυτά εκτιμάται το ισοζύγιο των κυριοτέρων και μεγαλύτερων νησιών, με πληθυσμό μεγαλύτερο των 300 κατοίκων.

Ο συνολικός πληθυσμός του υδατικού διαμερίσματος ανέρχεται σε 456.899 κατοίκους. Οι κάτοικοι των νησιών απασχολούνται κύρια στον αγροτικό και τουριστικό τομέα.

Το μεγαλύτερο τμήμα των νησιών του υδατικού διαμερίσματος είναι ορεινό και, σε μικρό μόνο ποσοστό, ημιορεινό και πεδινό. Τα μεγαλύτερα υψόμετρα συναντούνται στη Ρόδο (1.215 m), στη Χίο (1.186 m), στη Λέσβο (968 m), ενώ στα νησιά του Κυκλαδικού συγκροτήματος τα υψόμετρα κυμαίνονται από 450 m μέχρι 1.000 m.

Η επιφανειακή απορροή συντελείται προς διάφορες κατευθύνσεις μέσω μικρών υδρορρεμάτων με παροδική ροή. Το υδρογραφικό δίκτυο μερικών νησιών παρουσιάζει ακτινωτή διάταξη, ως αποτέλεσμα της φύσης του τεκτονισμού και της διάβρωσης των πετρωμάτων (γρανιτοειδή). Πεδινό και ομαλό σχετικά ανάγλυφο παρατηρείται μόνο στα Δωδεκάνησα, στη Λέσβο, στη Χίο και στη Σάμο.

Αναφορικά με τα βροχομετρικά στοιχεία του διαμερίσματος στον πίνακα 14.1 δίδονται τα μέσα μηνιαία και ετήσια ύψη βροχής σε χλστ για τα νησιά των Κυκλάδων.

Οι μέσες αυτές τιμές αναφέρονται στην τριακονταπενταετή περίοδο από το 1960 - 1995.

ΠΙΝ. 14.1 ΜΕΣΑ ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΥΨΗ ΒΡΟΧΗΣ ΣΕ mm

ΣΤΑΘΜΟΣ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΣΥΝ
Ανδρος	125,8	109,7	72,8	29,7	18,8	12,4	1,9	1,4	12,1	38,4	82,2	134,5	639,7
Σύρος	93,7	62,8	49,4	21,9	15,1	4,3	0,7	1,6	8,2	41,2	60,4	90,0	449,3
Νάξος	80,4	60,9	43,7	20,8	15,6	4,1	0,7	0,4	7,7	32,3	51,0	79,1	396,7
Πάρος	98,2	51,9	63,7	20,0	10,5	3,9	0,0	0,4	7,3	44,2	54,2	104,6	458,9
Αντίπαρος	77,6	55,4	59,7	20,6	14,3	2,9	0,0	0,1	9,1	45,0	48,8	95,0	428,5
Μήλος	97,3	59,0	47,1	22,1	12,9	3,3	0,2	0,5	9,0	41,2	65,6	101,4	459,6
Αστυπάλαια	92,7	58,7	57,8	18,5	16,6	2,4	0,0	0,1	5,0	36,1	40,0	83,2	411,1
Θήρα	73,8	52,2	41,2	20,6	11,6	1,8	0,1	1,5	9,0	26,4	51,6	74,4	364,1

Από τον πίνακα 14.1 διαπιστώνουμε ότι, στα νησιά Ανδρο, Μήλο και Θήρα, το μέγιστο παρατηρείται το Δεκέμβριο και στην Αστυπάλαια, Νάξο και Σύρο τον Ιανουάριο είναι το ελάχιστο, εκτός των σταθμών Ανδρου και Νάξου, όπου παρατηρείται τον Αύγουστο, στους υπόλοιπους σταθμούς παρατηρείται τον Ιούλιο.

Μετά τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο, σαν βροχερότερους μήνες εμφανίζεται ο Φεβρουάριος, εκτός των νήσων Πάρου και Μήλου, στις οποίες ο Νοέμβριος υπερέρχει ελαφρώς του Φεβρουαρίου.

Συγκρίνοντας τα ύψη βροχής των Κυκλάδων με τα νησιά που βρίσκονται κοντά στις Μικρασιατικές ακτές (Ανδρο-Χίο, Ικαρία, Νάξο-Κω, Μήλο-Ρόδο), παρατηρούμε ότι η βροχή τείνει να αυξάνει από Δυσμάς προς Ανατολάς, ιδιαίτερα κατά την ψυχρή περίοδο Οκτωβρίου - Μαρτίου.

14.3. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ - ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Οι δυνατότητες διαμόρφωσης υδροφόρων οριζόντων και υδρογεωλογικών λεκανών στα νησιά του υδατικού διαμερίσματος είναι περιορισμένες λόγω της κατανομής της ξηράς, της μικρής, γενικά, έκτασης των νησιών, της υδρολιθολογικής σύστασης αλλά και της τεκτονικής δομής. Οι δυσμενείς κατά κανόνα παράγοντες συνέβαλαν στη διαμόρφωση υδρογεωλογικών συστημάτων, ως κατωτέρω.

14.3.1. Υδροφόρα συστήματα σε προαλπικές σειρές πετρωμάτων

Στους υδροφόρους αυτούς σχηματισμούς ανήκουν τα σχιστοκρυσταλλικά συστήματα πετρωμάτων, μέσα στα οποία εντοπίζονται μάζες και στρώσεις μαρμάρων και ανακρυσταλλωμένων ασβεστολίθων, με διαφορετικό βαθμό υδροπερατότητας. Καλή ως μέτρια υδροπερατότητα, ανάλογα με το βαθμό ανάπτυξης των τεκτονικών ασυνεχειών και των καρστικών μορφών, παρουσιάζουν τα ανθρακικά μέλη των συστημάτων. Οι παροχές των πηγών εκφόρτισης των συστημάτων αυτών στη νοτιοανατολική Λέσβο, τη Σάμο και τη Ρόδο, όπου αυτά παρουσιάζουν σημαντικές σχετικά διαστάσεις, κυμαίνονται από 50 - 400 m³/h, ενώ στα νησιά των Κυκλάδων είναι συνήθως 5 - 30 m³/h.

Στη νήσο Ιο εντός των εναλλαγών των μαρμάρων με τους σχιστόλιθους παρατηρούνται ασθενείς και ποιοτικά βεβαρυμένες από την θάλασσα υδροφορίες, το δυναμικό των οποίων εκτιμάται στην τάξη των $100 \times 10^3 \text{ m}^3$, ενώ οι σχηματισμοί των σχιστολίθων και γρανοδιοριτών, αν και θεωρητικά υδατοστεγείς, παρουσιάζουν κατά τόπους υδροφορίες που συνδέονται με ρηξιγενείς ζώνες και εκδηλώνονται υπό μορφή πηγών. Από τις παροχές των πηγών, το υδροδυναμικό των ημι-υδροφόρων αυτών συστημάτων υπολογίστηκε σε $120 - 150 \times 10^3 \text{ m}^3$ και πρόκειται για καλής ποιότητας νερό.

14.3.2. Καρστικά συστήματα αλπικού κύκλου

Οι υδροφόροι αυτοί αντιπροσωπεύονται από ασβεστολίθους και δολομίτες, με μεγάλη, γενικά, υδροπερατότητα λόγω τεκτονισμού και καρστικοποίησης. Η υδροχωρητικότητά τους κυμαίνεται από 1,5 - 4%.

Στη Χίο οι καρστικοί υδροφόροι αναπτύσσονται στο αξονικό τμήμα του συγκλινορίου των ασβεστολίθων, διεύθυνσης Β-Ν, σε όλο το μήκος του νησιού. Στο χώρο του συγκλινορίου διαμορφώνονται δύο υδρογεωλογικά συστήματα, το ΒΑ Λαγκάδας-Νάγου και το ΝΔ Καλαμωτής - Καρίντας. Το πρώτο σύστημα εκφορτίζεται στις πηγές Νάγου - Γιάσωνο - Αμάδες, με νερό καλής ποιότητας, μέσης ετήσιας παροχής $200 \text{ m}^3/\text{h}$ συνολικά, καθώς και στις υφάλμυρες παράκτιες και υποθαλάσσιες πηγές Λαγκάδας - Αγ.Ιωάννη και Μιλιγκά μεγάλης δυναμικότητας, ενώ το δεύτερο σύστημα στις υποθαλάσσιες και παράκτιες πηγές της Καλαμωτής και Λιθίου, η παροχή των οποίων είναι δύσκολο να εκτιμηθεί. Τα υπόγεια αποθέματα νερού των ασβεστολίθων υπερβαίνουν τα $30 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ αλλά μόνο μικρή ποσότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα, λόγω υφαλμύρισης.

Στη νήσο Νάξο οι μεγαλύτερες και παχύτερες ζώνες μαρμάρων απαντώνται στα ανατολικά του νησιού όπου και καταλαμβάνουν το 35% αυτού. Είναι καρστικά συστήματα ανοικτά προς τη θάλασσα, μικρής αποθηκευτικής ικανότητας και πολύ βεβαρυμένης ποιοτικά υδροφορίας.

Στο υπόλοιπο μέρος του μεταμορφωμένου συστήματος μαρμάρων - σχιστολίθων αναπτύσσονται υπόγειες υδροφορίες των οποίων το αποθεματικό

δυναμικό υπολογίζεται σε $3,5 - 4 \times 10^6 \text{ m}^3$, από τα οποία σήμερα εκμεταλλεύονται τα $2,5 - 3 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Στους ανθρακικούς σχηματισμούς της Θήρας που καταλαμβάνουν το 10% της συνολικής έκτασης περίπου, οι δημιουργούμενοι υδροφόροι ορίζοντες, λόγω της άμεσης εκφόρτισής τους προς τη θάλασσα παρουσιάζουν πολύ ασθενές υδροαποθεματικό αλλά και επιβαρυμένο (500 - 1000 p.p.m Cl). Το δυναμικό αυτό εκτιμάται σε $40 - 50.000 \text{ m}^3$.

Στην Αμοργό, το ανοικτό μέτωπο των ανθρακικών σχηματισμών προς τη θάλασσα (σε ποσοστό 70%) σε συνδυασμό με τη μορφολογία, δεν αφήνει περιθώρια διαμόρφωσης αξιόλογων και εκμεταλλεύσιμων υδροφόρων οριζόντων. Τα δυνατά αποθέματα εκτιμώνται στην περίπτωση αυτή στην τάξη των $300 - 400 \times 10^3 \text{ m}^3$ και από ποιοτική άποψη είναι έντονα υποβαθμισμένα.

14.3.3. Υδροφόρα συστήματα σε ηφαιστειακά πετρώματα

Τα ηφαιστειακά πετρώματα παρουσιάζουν γενικά μεγάλη υδροπερατότητα, λόγω πρωτογενούς και δευτερογενούς πορώδους. Οι υδρογεωλογικές έρευνες στη Λέσβο έχουν διαπιστώσει ότι η υδροφορία εξαρτάται από το βαθμό της υδροθερμικής εξαλλοίωσης των πετρωμάτων και τα υλικά της διάβρωσης, που πληρώνουν τα διάκενά τους. Οι υδροφόροι ορίζοντες είναι συνήθως υπό πίεση και οι παροχές των υδροληπτικών έργων υπερβαίνουν, κατά τόπους, τα $100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Μικρότερη σχετικά υδροφορία εντοπίζεται στους ηφαιστείτες της Πάτμου, Κω, Μήλου, Θήρας κ.λπ.

Η ποιότητα του νερού, όπως συνήθως συμβαίνει στις παράκτιες περιοχές, δεν ανταποκρίνεται στις υγειονομικές διατάξεις, λόγω υφαλμύρισης.

Η Νίσυρος αποτελεί κλασική περίπτωση ηφαιστειακής νήσου και δομείται εξ ολοκλήρου από ηφαιστειακά πετρώματα ως ανδεσίτες, τραχείτες, τραχειανδεσίτες, ρυολίθους, κίσηρη, τόφφους κ.λπ. πυροκλαστικά μέχρι στάχτες.

Η τεκτονική δομή της νήσου και τα γεωμορφολογικά, υδρογραφικά και υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της, είναι επηρεασμένα από το βύθισμα της καλδέρας με τους 4 κύριους κρατήρες, στο κέντρο της. Η οριζόντια περατότητα των λαβών, εκ γενετικών λόγων, είναι μεγαλύτερη από την κατακόρυφη, όπως επίσης, των εξωτερικών τμημάτων των έναντι των κεντρικών.

Γενικά οι τόφφοι, κίσσηρις, κροκαλοπαγή και προσχωματικά υλικά έχουν μεγαλύτερη περατότητα των λαβών.

Στο νησί δεν διαμορφούται υδροφόρος ορίζοντας πόσιμου νερού ή ακόμη και αρδευτικού προς εκμετάλλευση. Οπου δεν βρέθηκαν θερμά νερά, οι γεωτρήσεις απεδείχθησαν είτε άνυδρες, είτε το νερό τους ήταν έντονα επηρεασμένο από την θαλάσσια διείσδυση και την επικρατούσα γεωθερμική ανωμαλία.

Ενα ενδιαφέρον επίσης υδροφόρο σύστημα από άποψη οργάνωσης και λειτουργίας αλλά και δυναμικότητας δημιουργείται στα ηφαιστειακά πετρώματα της Θήρας που καλύπτουν το 90% περίπου της συνολικής έκτασης του νησιού (λάβες, πυροκλαστικά, κίσσηρη κ.ά.).

Οι κύριοι υδροφόροι ορίζοντες αναπτύσσονται εν προκειμένω σε στρώμα παλαιογεωγραφικού ορίζοντα, πάχους από μερικά εκατοστά έως 3 m, που βρίσκεται κάτω από παχύ στρώμα κίσσηρης στα ανατολικά κυρίως τμήματα του νησιού.

Τα συνολικά αποθέματα των υδροφόρων αυτών έχουν υπολογιστεί σε $4 - 4,5 \times 10^6 \text{ m}^3$, εκ των οποίων μόνο τα $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ θεωρούνται εκμεταλλεύσιμα, λόγω της υφαλμύρινσης συνεπεία υπεραντλήσεων.

14.3.4. Υδροφόροι ορίζοντες νεωτέρων αποθέσεων

Η υδροφορία στους πορώδεις σχηματισμούς του Νεογενούς και Τεταρτογενούς στα νησιά Λέσβο, Χίο, Σάμο, Ρόδο, Λήμνο και Κω είναι σημαντική, αλλά η καταλληλότητα του νερού για κάλυψη υδροδοτικών αναγκών είναι περιορισμένη εξ αιτίας της υφαλμύρινσης.

Στα υπόλοιπα νησιά και ειδικότερα στις Κυκλάδες οι δυνατότητες ύπαρξης υδροφορίας περιορίζονται στις κοιλάδες των ρεμάτων των νησιών Ιου, Κύθνου, Σερίφου, Κέας.

Στις περιπτώσεις αυτές τα αποθέματα νερού είναι πολύ περιορισμένα αλλά και συνήθως ακατάλληλα για άμεση χρήση, λόγω αυξημένης περιεκτικότητας χλωριόντων.

Στη νήσο Νάξο στις προσχωσιγενείς λεκάνες του νησιού, που καταλαμβάνουν περίπου το 10% της έκτασής του, αναπτύσσονται υδροφόροι ορίζοντες αξιόλογης αναλογικά δυναμικότητας, όπως π.χ. στην περιοχή "Λιβιάδι" με εκτιμώμενα αποθέματα περίπου $2,5 \times 10^6 \text{ m}^3$, τα οποία όμως λόγω υπερεκμετάλλευσης είναι ποιοτικά υποβαθμισμένα (500 - 1500 p.p.m Cl).

Στην Αμοργό, η πλέον, συγκριτικά, αξιόλογη υδροφορία αναπτύσσεται στις τρεις αλλουβιακές λεκάνες των Καταπόλων Αιγιάλης και Κολοφάνας, όπου όμως παρατηρούνται έντονα φαινόμενα θαλάσσιας επίδρασης (500 - 1500 p.p.m Cl).

Θεωρητικά τα δυνατά αποθέματα υπογείου νερού στις αλλουβιακές αποθέσεις είναι της τάξης των $40 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Στην Ιο σε τέσσερις αλλουβιακές λεκάνες μικρών διαστάσεων, που δεν υπερβαίνουν το 1 km^2 έκαστη, διαμορφώνονται υδροφόροι ορίζοντες μικρής υδροδυναμικότητας της τάξεως των $5 - 15 \times 10^3 \text{ m}^3$, βεβαρυμένης ποιοτικής κατάστασης (300 - 1000 p.p.m Cl).

Στη Νίσυρο, η έλλειψη λεκανών ικανού μεγέθους, είναι η αιτία της εμφάνισης υδροφόρων ζωνών περιορισμένης έκτασης στις εξόδους μερικών ρεμάτων στο βόρειο παράκτιο τμήμα (Μανδράκι - Πάλλοι).

Από ποιοτική άποψη, όπως και στην περίπτωση της υδροφορίας των ηφαιστειών, που αναφέρθηκε προηγουμένως, ακόμη και ο ασθενής τοπικός φρεάτιος ορίζοντας που σχηματίζεται στις μικρές πεδιάδες είναι υποβαθμισμένος.

Το βύθισμα της καλδέρας, πληρωμένο από αργιλλικά υλικά και έντονα επιβαρυσμένο από τις ατμίδες και τις θειούχες αποθέσεις κ.λπ., δεν προσφέρεται για διερεύνηση και εκμετάλλευση υπόγειου νερού ή και χρήση του επιφανειακού, που συγκεντρώνεται εκεί.

14.4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΡΙΣΜΑΤΟΣ ΝΗΣΩΝ ΑΙΓΑΙΟΥ

Στον χώρο του Αιγαίου που καταλαμβάνεται από τις εξωτερικές γεωτεκτονικές ζώνες (Κρήτη, Κάρπαθος, Ρόδος) είναι χαρακτηριστική η απουσία σημαντικών θερμομεταλλικών πηγών, ενώ στον χώρο των εσωτερικών ζωνών υπάρχει πληθώρα επιφανειακών γεωθερμικών εκδηλώσεων όλων των τύπων και εντυπωσιακή συγκέντρωση αυτών κατά μήκος του ενεργού ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου, όπου οι τιμές ροής θερμότητας είναι υψηλές και συχνά ξεπερνούν την παγκόσμια μέση τιμή. Στο τόξο ανήκουν οι πηγές των νήσων Κύθνου, Μήλου, Κιμώλου, Σαντορίνης, Νισύρου, Ανάφης, Κω, Καλύμνου.

Μια δεύτερη ομάδα θερμομεταλλικών πηγών σημειώνεται στον χώρο του Ανατολικού Αιγαίου, όπου παρατηρείται αφ' ενός η συστηματική διάταξη των πηγών αυτών κατά μήκος μεγάλων τεκτονικών βυθισμάτων με διεύθυνση Α-Δ (Ικαρία) και αφ' ετέρου η συγκέντρωση των υψηλότερων θερμοκρασιών του Αιγαιακού χώρου (Λέσβος). Εδώ ανήκουν οι πηγές Σαμοθράκης, Λέσβου, Σάμου, Ικαρίας.

Στον πίνακα 14.2. δίδονται τα χαρακτηριστικά των κυριοτέρων θερμομεταλλικών πηγών του υδατικού διαμερίσματος.

14.5. ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Στο υδατικό διαμέρισμα των νησιών του Αιγαίου δεν υπάρχουν τα αναγκαία στοιχεία για τα περισσότερα νησιά για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου και για το λόγο αυτό έγινε χρήση και στοιχείων βροχόπτωσης και συντελεστών απορροής κ.λπ. από την Ηπειρωτική Ελλάδα, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τη μικρή, γενικά, έκταση των νησιών, το διαμελισμό της ξηράς, τη μορφολογία, τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των λιθολογικών σχηματισμών στα διάφορα νησιά κ.λπ. παράγοντες.

ΠΙΝ. 14.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΡΜΟΜΑΤΑΛΛΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ

Όνομασία πηγής και νήσος	Γεωλογικοί σχηματισμοί	T °C	Παροχή m ³ /h	Χημικός τύπος	Χρήση
Κακαβός Κύθνου	μάρμαρα (μέσω αλλουβίων)	52	40	Na - Cl	λουτροθεραπεία
Καναβά Μήλου	μεταμορφωμένα και τόφφοι (μέσω αλλουβίων)	50	3	Na - Cl	
Αγιόκλημα Κιμώλου	τόφφοι	55	-	Na - Cl	
Πλάκα Θήρας	Φυλλίτες	34	-	Na - Cl	ανεκμετάλλευτη
Πίσω Θέρμη Κώ	ασβεστολιθικοί φακοί εντός σχιστολίθων	46	-	Na - Cl	ανεκμετάλλευτη
Θέρμα Καλύμνου	δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	37	-	Na - Cl	λουτροθεραπεία
Λευκάδα Ικαρίας	μεταμορφωμένα με φλέβες γρανίτη	58	-	Na - Cl	ανεκμετάλλευτη
Σπήλαιο Ικαρίας	μεταμορφωμένα με φλέβες γρανίτη	54	-	Na - Cl	λουτροθεραπεία
Κράτσα Ικαρίας	μεταμορφωμένα	54	20	Na - Cl	λουτροθεραπεία
Παμφίλη Ικαρίας	μεταμορφωμένα	55	50	Na - Cl	λουτροθεραπεία
Ευθαλού Λέσβου	λάβες	43	4	Na - Cl	
Ψαρόθερμα Λέσβου	λάβες	76	-	Na - Cl	
Πολιχνίτος Λέσβου	Ιγνιμβρίτες	81	-	Na - Cl	
Αγ. Ιωάννης Λέσβου	Ιγνιμβρίτες	67	-	Na - Cl	
Κόλπου Γέρας Λέσβου	μάρμαρα (μέσω νεογενών και πλευρικών κορημάτων)	39	-	Na - Cl	
Λουτρών Θερ/νης Λέσβου	μάρμαρα εντός σχιστολίθων (μέσω προσχώσεων)	47	-	Na - Cl	λουτροθεραπεία
Λουτρά "Μανδρακίου-Νισύρου	ηφαισίτες	46	μεγάλη μη μετρήσιμη	Na - Cl	λουτροθεραπεία
Παλλών Νισύρου	ηφαισίτες	40		Na - Cl	ανεκμετάλλευτη
Αυλακίου Νισύρου	ηφαισίτες	57		Na - Cl	ανεκμετάλλευτη

ΠΙΝ. 14.3 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΝΗΣΙΩΝ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΑΙΓΑΙΟΥ

Νήσος - Νομός	Εκταση km ²	Υψος βροχής (mm)	Ετήσιος όγκος βροχής m ³ x10 ⁶	Εκταση υδρ/κών σχηματισμών όγκος βροχής m ³ x10 ⁶				Εξατμισ- διαπνοή %	Επιφανειακή απορροή %	Κατείσδυση %	Εκμεταλ. υπόγεια αποθέμ m ³ x10 ⁶
				υδροπερατοί		ημιπε- ρατοί	υδατο- στεγείς				
				καρστικοί	προσχωμαείς						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Λέσβος - Λέσβου	1635	605	985	-	550	790	295	50	30	20	65
Λήμνου- Λέσβου	480	520	250	-	110	120	250	70	20	10	5
Αγ.Ευστράτιος-Λέσβου	43	520	22	-	-	-	43	73	17	10	0,5
Ρόδος-Δωδεκάνησα	1395	820	1145	140	500	595	160	48	30	22	95
Κάρπαθος - Δωδεκάνησα	301	818	246	160	410	485	135	550	343	252	10
Αστυπάλαια - Δωδεκάνησα	97	818	79	50	-	15	32	49	32	19	5
Τήλος - Δωδεκάνησα	58	818	47	40	5	-	13	49	5	46	5
Κάσος - Δωδεκάνησα	66	818	54	42	18	4	2	23	2	22	7
Πάτμος - Δωδεκάνησα	35	603	21	-	-	10	25	62	35	3	0,3
Σύμη - Δωδεκάνησα	58	818	47	58	-	-	-	50	2	48	5
Λέρος - Δωδεκάνησα	52	818	43	9	5	5	25	23,5	1	22,5	0,5
Νίσυρος - Δωδεκάνησα	30	560	17	-	-	30	-	70	25	5	0,3
Τήλος - Δωδεκάνησα	62	818	63	41	5	-	16	50	10	40	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Χάλη - Δωδεκάνηρα	28	818	23	28	-	-	-	50	5	45	2
Κώς - Δωδεκάνηρα	290	818	237	2	66	100	122	49	38	13	10
Κάλυμνος - Δωδεκάνηρα	110	818	90	91	12	-	7	50	6,5	43,5	12
Χίος - Χίου	845	603	510	520	70	55	200	60	20	20	30
Ψαρά - Χίου	40	603	24	315	40	30	125	306	102	102	30
Οινούσες - Χίου	14	603	8	-	-	-	40	60	35	5	0,3
Νιάξος - Κυκλάδων	430	379	163	-	3	-	24	15	8	1	0,2
Ανδρος - Κυκλάδων	375	349	131	-	2	-	11	60	30	10	0,2
Πάρος - Κυκλάδων	195	379	74	190	40	110	90	65	25	10	5
Μύλος - Κυκλάδων	150	379	56	72	15	41	35	106	41	16	5
Αμοργός - Κυκλάδων	120	379	45	40	5	140	190	75	15	10	7
Ιος - Κυκλάδων	105	379	41	14	1,5	49	66,5	98	20	13	7
Θήρα - Κυκλάδων	76	379	29	85	15	45	50	75	15	10	2
Τήνος - Κυκλάδων	194	349	68	32	6	17	19	55,5	11,1	7,4	2
Κέα - Κυκλάδων	130	349	45	-	150	-	-	75	15	10	2
Κύθνος - Κυκλάδων	98	349	34	-	56	-	-	42	8,4	5,6	2
Σέριφος - Κυκλάδων	75	379	28	94	2	10	14	70	5	25	5
				35	1	4	5	31,50	2,3	11,2	5
				5	-	12	91	65	15	20	2
				2	-	5	34	26,7	6,2	8,2	2
				4	-	47	25	65	20	15	1,5
				1,5	-	18	9,5	19	5,8	4,2	1,5
				15	7	-	172	78	17	5	0,3
				5	2	-	61	53	12	3	0,3
				-	10	30	90	78	15	7	0,5
				-	3	10	32	35	7	3	0,5
				-	15	20	63	72	18	10	1
				-	5	7	19	24	6	4	1
				-	20	25	30	73	15	12	1
				-	7	9	12	20	5	3	1

Η μέση ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται στα νησιά του Ν. Λέσβου μεταξύ 520 και 605 mm, στη Χίο και Σάμο 603 mm και στις Κυκλάδες από 350 - 380 mm. Η επιφανειακή απορροή εκτιμάται στο 2 - 74% και η κατείσδυση στο 3 - 61% των βροχοπτώσεων.

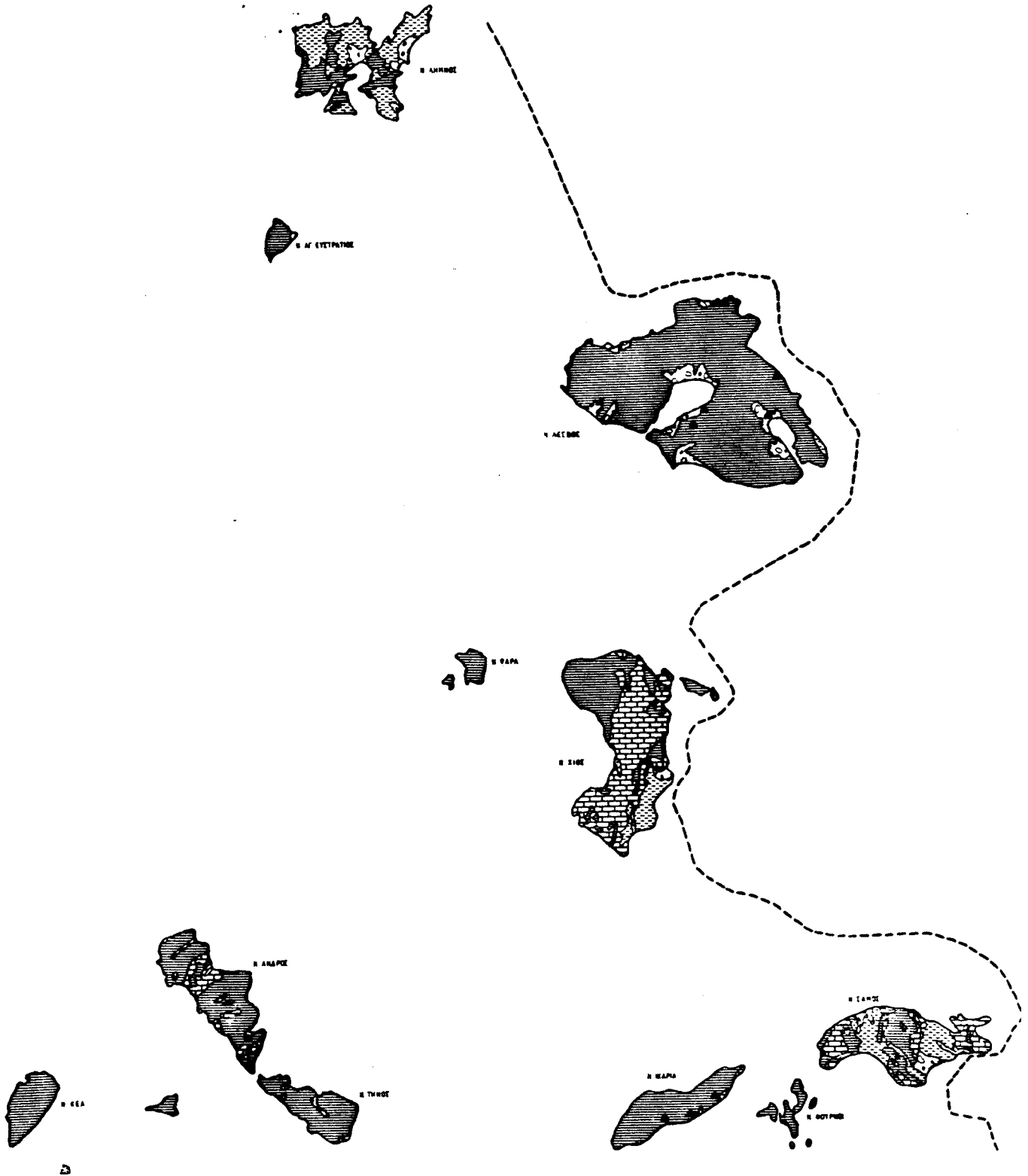
Η εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου έγινε κατά υδρολιθολογικούς σχηματισμούς για το σύνολο της έκτασής τους σε κάθε νησί, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 14.3.

Από τα στοιχεία του πίνακα 14.3 προκύπτει επιφανειακή απορροή σε $2.080 \times 10^6 \text{ m}^3$ και κατείσδυση $985 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ για το σύνολο του διαμερίσματος.

Συνεπεία των δυσμενεστάτων κατά κανόνα υδρογεωλογικών συνθηκών είναι δύσκολη η εκτίμηση του υπογείου υδατικού δυναμικού στο διαμέρισμα των νήσων Αιγαίου, τόσο του ανανεούμενου όσο και του εκμεταλλεύσιμου, θεωρητικά βεβαίως, ο πιο πάνω εκτιμηθείς κατεισδύων όγκος βροχοπτώσεων των $985 \times 10^6 \text{ m}^3$ προσδιορίζει την τάξη των δυνατών ετήσιων αποθεμάτων, το σημαντικότερο ποσοστό των οποίων βεβαίως είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο, λόγω θαλάσσιας διείσδυσης κυρίως.

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης υδατικού διαμερίσματος Νήσων Αιγαίου

0 10 20 30 40 50 km



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, Α.**, Γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες του τοπογραφικού φύλλου "ΜΟΧΟΣ" (Κεντροανατολική Κρήτη). Διδακτορική διατριβή - Παν/μιο Αθηνών 1990.
- ANGELIER, J.**, Tectonic evolution of the Hellenic Arc since Late Miocene. *Tectonophysics* , 1978.
- ARONIS, G., BURDON, J.,D., ZERIS, K.**, Development of a Karst Limestone Spring in Greece, 1961
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης ποταμού Νέστου. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1980*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης ποταμού Έβρου . *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1981*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδας, υδατικό διαμέρισμα Θράκης. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1985*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Υδρογεωλογική έρευνα Ν. Θάσου. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1985*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης ποταμού Μαρμαρά. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1986*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Υδρογεωλογική έρευνα Ν. Σαμοθράκης, *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1986*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Ξάνθης- Κομοτηνής. *ΙΓΜΕ, Αθήνα 1986*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Καρστικό υδροφόρο σύστημα Ορέων Λεκάνης, δυνατότητες και προοπτική στη λύση προβλημάτων ύδρευσης και βιομηχανικής χρήσης της Περιφέρειας Θράκης. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1989*
- ΒΕΡΓΗΣ, Σ.**, Υδρογεωλογικός και υδροχημικός χάρτης κλ. 1:200.000 υδατικού διαμερίσματος Θράκης - Ορέων Λεκάνης - ποταμού Μαρμαρά. *ΙΓΜΕ, 1990*
- ΒΙΤΩΡΙΟΥ - ΓΕΩΡΓΟΥΛΗ, Α.**, Ν. Νίσυρος, Περιβαλλοντική Μελέτη Βάσης (Κεφ. Υδρογεωχημίας). *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1992*
- B.P.**, The geological results of petroleum exploration in western Greece, 1971
- BURDON, J., D., DOUNAS, A.**, Hydrochemistry of the Parnassos - Giona aquifers and problems of seawater contamination in Greece, 1961
- BURDON, J., D., PAPAKIS, N.**, The Karst groundwater resources of Parnassos-Giona. Greece, Athens, 1963
- ΓΑΚΗΣ, Α.**, Διακύμανση στάθμης ύδατος πιεζομετρικών γεωτρήσεων ΜΕΤΡΟ Αθηνών. *ΙΓΜΕ, 1977*

- ΓΑΚΗΣ, Α.**, Υδρογεωλογική έρευνα νήσου Σύρου. *ΙΓΜΕ, 1978*
- ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, Ι.**, Υδρογεωλογική μελέτη της μεταλλοφόρου περιοχής Μολάων Λακωνίας. *ΙΓΜΕ, 1988*
- ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, Ι.**, Γεωλογικές και υδρογεωλογικές έρευνες στην επαρχία Μαντινείας (Πελοπόννησος). *ΙΓΜΕ, 1989*
- ΓΚΑΤΖΟΥΓΙΑΝΝΗΣ, Α., ΓΚΕΡΤΣΟΣ, Θ., ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ.**, Μελέτη σύνταξης υδατικού ισοζυγίου Βοιωτικού Κηφισού. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1986*
- ΓΚΕΡΤΣΟΣ, Θ.**, Προκαταρκτική υδρογεωλογική μελέτη για ενίσχυση ύδρευσης κοινοτήτων του Συνδέσμου ύδρευσης "ΠΕΡΑΤΗ" ΚΥΘΗΡΩΝ. *ΙΓΜΕ, 1989*
- ΓΚΕΡΤΣΟΣ, Θ.**, Υδρογεωλογική αναγνώριση για την ενίσχυση ύδρευσης του Συνδέσμου ύδρευσης "ΟΧΕΛΕΣ" ΚΥΘΗΡΩΝ. *ΙΓΜΕ, 1996*
- ΓΚΙΩΝΗ, Γ.**, Απογραφή θερμομεταλλικών πηγών Ελλάδας, Ι, Αιγαίο Πέλαγος. *Αθήνα, ΙΓΜΕ, 1983*
- CHARMANIDES, PH.**, Identification des structures aquifères en domaine, insulaire métamorphique et evaluation de leurs caractéristiques hydro - géologiques (ex.: d' Îles de l' archipel des cyclades), *Diplome de Docteur de l' Université Montpellier, 1996*
- ΔΗΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ, Δ.**, Υδρογεωλογική μελέτη για την προστασία των υδροφόρων οριζόντων Λουτρακίου. *ΙΓΜΕ, 1983*
- ΔΟΞΙΑΔΗΣ, Α.Ε.**, Εθνικό χωροταξικό σχέδιο και πρόγραμμα της Ελλάδος, τόμος V, υδατικοί πόροι, 1980
- ΔΟΥΝΑΣ, Α.**, Η Γεωλογία της μεταξύ Μεγάρων και Ερυθρών περιοχής. *Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 1971*
- ΔΟΥΝΑΣ, Α., ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., ΜΟΡΦΗΣ, Α.**, Υδρογεωλογική έρευνα στα πλαίσια της μελέτης του ΜΕΤΡΟ Αθηνών. *ΙΓΜΕ, 1976*
- ΔΟΥΝΑΣ, Α., ΜΑΣΤΟΡΗΣ, Κ.**, Υδρογεωλογική έρευνα της ευρείας περιοχής Χαλκίδος 1969
- ΔΟΥΝΑΣ, Α., ΚΑΚΑΒΑΣ, Ν., ΤΑΣΙΟΣ, Ν.**, Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης Σπερχειού ποταμού. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1970*
- ΔΟΥΝΑΣ, Α., ΚΑΚΑΒΑΣ, Ν., ΤΑΣΙΟΣ, Ν.**, Υδρογεωλογική έρευνα νήσου Καλύμνου. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1972*
- ΔΟΥΝΑΣ, Α., ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., ΜΟΡΦΗΣ, Α., ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ.**, Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης μέσου ρου Ασωπού. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1978*

- ΔΟΥΝΑΣ, Α., ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., ΜΟΡΦΗΣ, Α., ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ.,** Υδρογεωλογική έρευνα υφάλμυρων καρστικών πηγών Αγ. Αποστόλων Καλάμου Αττικής. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1980*
- ΔΟΥΝΑΣ, Α., ΓΚΑΤΖΟΥΓΙΑΝΝΗΣ, Α., ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ.,** Υδρογεωλογικός χάρτης Ελλάδος, φύλλο Θήβα - Βάγια κλ. 1:50.000. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1988*
- FAO/SF2/** Karst groundwater investigation in Greece , *I. G. S. R.*
- GIONI, G.,** Groundwater in Greece. *IGME, Athens, 1986*
- ΖΑΜΠΟΚΑΣ, Ν., ΣΤΑΜΟΣ, Α.,** Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής λιγνιτικού κοιτάσματος Κομνηνών Πτολεμαΐδας - Προτάσεις υδρολογικής προστασίας ορυχείου. *ΙΓΜΕ, 1993*
- ΚΑΚΑΒΑΣ, Ν., ΓΚΙΩΝΗ, Γ.,** Υδρογεωλογική έρευνα περιοχής Δήμου Περιστερίου Αττικής. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1978*
- ΚΑΚΑΒΑΣ, Ν.,** Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος, VI, Ανατολική Στερεά Ελλάδα. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1984*
- ΚΑΚΑΒΑΣ, Ν.,** Υδρολογικό ισοζύγιο λεκάνης απορροής του Σπερχειού ποταμού. *Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 1984*
- ΚΑΚΑΒΑΣ, Ν.,** Η κατάσταση των αποθεμάτων υπογείου ύδατος στην κοιλάδα του Σπερχειού ποταμού. Προτεινόμενοι τρόποι κάλυψης του ελλείματος νερού με αναρύθμιση υπόγειων ταμιευτήρων. *ΙΓΜΕ, 1985*
- ΚΑΚΑΒΑΣ, Ν.,** Αποτελέσματα γεωτρητικών ερευνών και αντλήσεων που έγιναν σε διαφορετικούς υδροφόρους σχηματισμούς της κοιλάδας του Σπερχειού. *ΙΓΜΕ, 1985*
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ.,** Υδρογεωλογική έρευνα υπολεκάνης Καλαμπάκας (Δυτ. Θεσσαλία). *Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 1969*
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., ΜΟΡΦΗΣ, Α., ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Χ., ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, Θ.,** Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης Δυτικής Θεσσαλίας. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1973*
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., ΣΚΑΓΙΑΣ, Σ.,** Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος III Θεσσαλία. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1980*
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ.,** Το καρστικό σύστημα και οι παράκτιες - υποθαλάσσιες καρστικές πηγές. *1980*
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ.,** Εφαρμοσμένη Υδρογεωλογία. *Αθήνα, 1988*
- ΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ, Κ., ΚΟΪΝΑΚΗΣ, Ι.,** Υδρογεωλογική μελέτη ΝΑ-κών παρυφών Ψηλορείτη. *ΙΓΜΕ, 1994*

- ΚΑΛΟΥΣΗ, Ε., ΜΟΡΦΗΣ, Α., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Κ., ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Α., ΜΑΛΤΖΑΡΗΣ, Φ., ΣΤΑΙΚΟΠΟΥΛΟΣ, Γ.,** Υδρογεωλογική - γεωλογική έρευνα περιοχών Ν. Θεσ/κης για εναπόθεση Στερεών Βιομηχανικών Αποβλήτων (ΣΒΑ). *ΙΓΜΕ, 1991*
- ΚΑΜΜΑΣ, Π.,** Διερεύνηση δυνατοτήτων χώρου διάθεσης απορριμμάτων συνδέσμων Ο.Τ.Α. Δυτ. Σάμου. *ΙΓΜΕ, 1989*
- ΚΑΡΑΓΓΕΛΗΣ, Ι., ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ, Π.,** Μελέτη υδρογεωλογικών συνθηκών περιοχής όρους Πίνοβου Αλμωπίας. *ΙΓΜΕ, 1992*
- ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ.,** Γεωλογία της Ελλάδος. *Παν/μιο Πατρών - Πάτρα, 1989*
- ΚΕΠΕ,** Υδατικοί πόροι. 1989
- ΚΙΣΚΥΡΑΣ, Δ.,** Επί της γεωτεκτονικής καταστάσεως του Ελλαδικού χώρου. *Αθήνα, 1960*
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ.,** Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος - Λεκάνη Στρυμώνα. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1983*
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ Μ., ΠΕΤΡΗ Ε., ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ Μ.** Έρευνα ποιότητας νερών λεκάνης Σερρών. *ΙΓΜΕ, 1988*
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ., ΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ, Κ., ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ, Μ.,** Αναφορά στα αποτελέσματα και συμπεράσματα της έρευνας των υποθαλάσσιων πηγών στην περιοχή Μπαλί Ρεθύμνου. *ΙΓΜΕ, 1990*
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ., ΟΥΡΑΝΟΣ, Γ.,** Συνοπτική έκθεση υδρογεωλογικής έρευνας Ν. Ρεθύμνης. *ΙΓΜΕ, 1990*
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ., ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ Μ., ΖΑΜΠΕΤΑΚΗΣ, Γ.,** Υδρογεωλογική έρευνα πηγής Αλμυρού Αγ. Νικολάου και της ευρύτερης περιοχής Ν. Λασιθίου. *ΙΓΜΕ, 1990*
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Μ., ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΗ, Α., ΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ, Κ., ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΑΚΗΣ, Μ.,** Συνθήκες ύδρευσης Κρήτης. *ΙΓΜΕ, 1990*
- ΚΟΥΝΗΣ, Γ.,** Υδρογεωλογική έρευνα Μετρό Αθηνών, I μετρήσεις. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1980*
- ΚΟΥΝΗΣ, Γ.,** Υδρογεωλογική έρευνα Μετρό Αθηνών, II ανάλυση υδρογ. συνθηκών. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1981*
- ΚΟΥΝΙΣ, G., VITORIOU, A., GIONI, G., DIMITROPOULOS, D.,** Evaluation of Groundwater Resources in Greece. *IGME, Athens, 1983*
- ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν.,** Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος - II Κρήτη. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1979*
- ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν.,** Υδρογεωλογική έρευνα Κυκλάδων , 1ος. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1980*

- ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν.**, Υδρογεωλογική έρευνα Κυκλάδων, Αμοργός. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1983*
- ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν., ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΥ, Ρ., ΤΡΙΠΠΛΕΡ, Κ.**, Evaluation of Geochemical Data of Spring Water from Crete, Greece. *BGR - ΙΓΜΕ, 1984*
- ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν.**, Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδας, V, Δυτική Στερεά Ελλάδα. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1984*
- ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν.**, Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδας, ΙΧ, Φωκίδα - Βοιωτία. *Αθήνα, 1987*
- ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν.**, The consequences of volcanic activity of the hydrogeological conditions of the island of Thera. *The third international Congress Santorini. Greece 1989*
- ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ, Μ.**, Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης Στρυμώνα. Συμπεράσματα, αποτελέσματα μακροχρόνιων παρατηρήσεων. *ΙΓΜΕ, Θεσ/κη, 1993*
- ΛΕΟΝΤΙΑΔΗΣ, Ι.**, Ισοτοπική έρευνα λεκάνης Ασωπού. *DEMO 80/6 G, 1980*
- ΛΟΖΙΟΣ, Σ.**, Τεκτονική ανάλυση μεταμορφωμένων σχηματισμών ΒΑ Αττικής. *Διδακτορική διατριβή - Παν/μιο Αθηνών, 1993*
- ΜΑΝΑΚΟΣ, Α.**, Υδρογεωλογική έρευνα οφιολιθικού συμπλέγματος Βούρινου. *ΙΓΜΕ, 1995*
- ΜΑΡΑΒΕΓΙΑΣ, Δ., ΣΙΕΜΟΣ, Ν.**, Πρόδρομη έκθεση υδρογεωλογικής μελέτης Ερμιονίδας. *ΙΓΜΕ, 1986*
- ΜΑΡΑΒΕΓΙΑΣ, Δ.**, Υδρογεωλογική έρευνα ΝΑ-κης Γορτυνίας και ευρύτερης περιοχής λεκάνης Μεγαλούπολης. *ΙΓΜΕ, 1988*
- ΜΑΡΑΤΟΣ, Γ.**, Η γεωλογία της Ελλάδος Ι. *Αθήνα, 1972*
- ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η.**, Η γεωλογία της Ελλάδος. *Εκδόσεις Παν/μιου Αθηνών, Α. Ν^ο13, Αθήνα, 1976*
- ΜΑΣΤΟΡΗΣ, Κ.**, Υδρογεωλογική έρευνα εις ασβεστολιθική περιοχή νοτίου Γκιώνας. *Αθήνα, 1968*
- ΜΕΤΤΟΣ, Α.**, Γεωλογική και παλαιογεωγραφική μελέτη των ηπειρωτικών νεογενών και τεταρτογενών σχηματισμών ΒΑ Αττικής και Ν Βοιωτίας. *Διδακτορική διατριβή - Αθήνα, 1992*
- ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., ΜΑΣΤΟΡΗΣ, Κ.**, Υδρογεωλογική μελέτη της καρστικής πηγής Αλμυρού. (*Ηράκλειον Κρήτης*), *ΙΓΜΕ, 1969*
- ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ.**, Υδρογεωλογική μελέτη της καρστικής περιοχής του ορεινού συγκροτήματος Παρνασσού. *Αθήνα, 1971*

- ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., ΣΚΑΓΙΑΣ, Σ.,** Υδρογεωλογική έρευνα περιοχής Κορίνθου - Λουτρακίου. *Αθήνα, 1971*
- ΜΟΡΦΗΣ, Α., ΔΑΝΔΟΛΟΣ, Η., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Κ.,** Τα αποτελέσματα της υδρογεωτρητικής έρευνας στην μεταξύ Αυλώνας και Μαλακάσας περιοχή . *Αθήνα, 1992*
- MORFIS, A., ZOJER, H.,** (Editors): Karst Hydrogeology of the Central and Eastern Peloponnesus. *Steirische Beitrage Zur Hydrogeologie, Jahrgang 1985/86 Wien, 1986*
- MORFIS, A., PARASKEVOPOULOU, P.,** 5th International Symposium of Underground Water Tracing (5 SUWT). *Proceedings - IGME, Athens, 1980*
- MORFIS, A.,** Hydrogeological investigation of Karstic Brackish Springs of Kalamos Area. *Umweltwissenschaftliche Fachtage P27-30 Graz, 1990*
- ΜΟΡΦΗΣ, Α.,** Υδρογεωλογική έρευνα καρστικού υδροφόρου συστήματος ΒΑ Πάρνηθας και ευρύτερης περιοχής Β. Αττικής. *Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, 1995*
- ΜΠΟΡΝΟΒΑΣ, Ι., ΡΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ, Θ.,** Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος , κλ. 1:500.000. *IGME, 1983*
- ΝΙΚΑΣ, Κ., ΣΤΟΥΡΝΑΡΑ, Σ., ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ.,** Υδρογεωλογική έρευνα για τον εντοπισμό φυσικού αερίου CO₂ στην περιοχή Carbonica N. Φλώρινας. *IGME, 1989*
- ΝΙΚΑΣ, Κ.,** Υδρογεωλογική έρευνα Αγ. Όρους. Αποτελέσματα γεωτρήσεων - αντλήσεων. *IGME, 1992*
- ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ε.,** Οι υδρογεωλογικές συνθήκες στο Δέλτα Αχελώου. *IGME, Πρέβεζα, 1993*
- ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ε., ΛΑΓΚΑΡΗΣ, Β.,** Αποτελέσματα υδρογεωλογικής έρευνας Ηπείρου. *IGME, Πρέβεζα, 1989*
- ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ε., ΛΑΓΚΑΡΗΣ, Β.,** Υδρογεωλογική μελέτη συνθηκών που επέδρασαν στις ποσοτικές και ποιοτικές παραμέτρους Λίμνης Ιωαννίνων. *IGME, Πρέβεζα, 1989*
- ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ε., ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ.,** Φυσικοχημικές παράμετροι νερού πηγών Χανόπουλου. *IGME, Πρέβεζα, 1993*
- ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ε., ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ., ΤΖΟΥΛΗΣ, Χ.,** Υδρογεωλογική μελέτη Λουτρών Πρέβεζας. *IGME, Πρέβεζα, 1995*
- ΟΡΦΑΝΟΣ, Γ., ΜΕΤΤΟΣ, Α.,** Υδρογεωλογική μελέτη Ρόδου. Απογραφή σημείων ύδατος. *IGME, 1971*

- ΟΡΦΑΝΟΣ, Γ., ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ., Υδρογεωλογική έρευνα Καμένων Βούρλων.
ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1975
- ΟΡΦΑΝΟΣ, Γ., Απογραφή θερμομεταλλικών πηγών Ελλάδος II Πελοπόννησος -
Ζάκυνθος - Κύθηρα. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1985*
- ΟΡΦΑΝΟΣ, Γ., ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ., ΓΚΙΩΝΗ, Γ., Χάρτης θερμομεταλλικών πηγών Ελλάδος,
κλ. 1:500.000. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1995*
- ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ., ΓΚΕΡΤΣΟΣ, Θ., Υδρογεωλογική έρευνα νήσου Κυθήρων
(Γεωτρήσεις - Γεωχημεία). *ΙΓΜΕ, 1984*
- ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ., Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης Βοιωτικού Κηφισσού.
ΕΓΕ, Αθήνα, 1988
- ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ., ΣΜΥΡΝΙΩΤΗΣ, Χ., Προσέγγιση υδατικού ισοζυγίου Βοιωτικού
Κηφισσού. *ΥΕ, Πάτρα, 1993*
- ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ., Αποτελέσματα και συμπεράσματα από τη λειτουργία των
γεωτρήσεων ύδρευσης της πρωτεύουσας στην περιοχή Βοιωτίας -
Β. Κηφισσού. *ΙΓΜΕ, 1994*
- ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ., ΓΚΑΤΖΟΥΓΙΑΝΝΗΣ, Α., ΓΚΕΡΤΣΟΣ, Θ., Εκθεση υδρογεωλογικής
έρευνας- υπολογισμός αποθεμάτων υπογείων νερών περιοχής Βοιωτικού
Κηφισσού. *ΙΓΜΕ, 1994*
- ΠΑΓΟΥΝΗΣ, Μ., Υπολογισμός υπογείων αποθεμάτων νερών περιοχής Ν. Βοιωτίας
και λεκάνης Βοιωτικού Κηφισσού. *ΙΓΜΕ, 1994*
- ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Κ., ΤΣΙΟΥΜΑΣ, Β., ΖΟΡΑΠΑΣ, Β., Ανάλυση των παραμέτρων του
υδρολογικού ισοζυγίου στη λεκάνη του νομού Φωκίδας. *ΙΓΜΕ, 1996*
- ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Κ., Υδρογεωλογική έρευνα κυριωτέρων καρστικών πηγών
λεκάνης του Αγγίτη. *ΙΓΜΕ, 1992*
- ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Α., Υδρογεωλογική μελέτη της λεκάνης Φλώρινας.
Αθήνα, 1975
- ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Α., Υδρογεωλογική έρευνα στο καρστ του Βερμίου.
ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, 1983
- ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ, Α., Υδρογεωλογική έρευνα Ν. Χαλκιδικής - Λ. Μυγδονίας,
συμπεράσματα - προτάσεις. *ΙΓΜΕ, 1993*
- ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΣ, Π., Αποτελέσματα γεωτρητικής έρευνας Ν. Αστυπάλαιας. *ΙΓΜΕ, 1980*
- ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΣ, Π., Υδρογεωλογική έρευνα Ν. Λειψών. *ΙΓΜΕ, 1983*
- ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Χ., Υδρογεωλογική έρευνα νήσου Λευκάδας.
ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1978

- ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Χ.**, Πηγή Μοναστηρακίου Βόνιτσας - ισοζύγιο χρήσεως. *ΙΓΜΕ, Αθήνα 1981.*
- ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Χ.**, Υδρογεωλογική έρευνα νήσου Κέρκυρας. *ΙΓΜΕ, 1991*
- PAYNE, B., LEONTIADIS, I., DIMITROULAS, C., DOUNAS, A., KALLERGIS, G., MORFIS, A.**, A study of the Kalamos springs in Greece with environmental isotopes. *Athens, 1978*
- ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΗ, Α.**, Πρόδρομη έκθεση υδρογεωλογικής έρευνας Κεντρικής και Ανατολικής Κρήτης, βόρειο τμήμα Ηρακλείου. *ΙΓΜΕ, 1989*
- ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΗ, Α., ΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ, Κ., ΠΑΥΛΙΔΟΥ, Σ.**, Γεωλογική - υδρογεωλογική αναγνώριση για την εξέταση της δυνατότητας κατασκευής μικροταμιευτήρα στην περιοχή Νυβριτού - Γέργερης - Πανασσού Ν. Ηρακλείου. *ΙΓΜΕ, 1990*
- ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΗΣ, Ι.**, Γεωλογική - υδρογεωλογική μελέτη λεκανών για τη θέση κατασκευής μικροφραγμάτων περιοχής Βιάνου Ν. Ηρακλείου. *ΙΓΜΕ, 1990*
- ΠΡΑΤΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, Α., ΧΑΡΜΑΝΙΔΗΣ, Φ.**, Αποτελέσματα γεωτρητικής έρευνας στα νησιά Σύρο, Τήνο και Πάρο. *ΙΓΜΕ, 1988*
- ΠΡΑΤΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, Α., ΣΤΟΥΡΝΑΡΑ, Σ.**, Υδρογεωλογική έρευνα ευρύτερης περιοχής Παϊκού. *ΙΓΜΕ, 1993*
- ΣΑΜΠΑΤΑΚΑΚΗΣ, Π.**, Λήψη άμεσων μέτρων για την αντιμετώπιση του υδρευτικού προβλήματος του Δ. Άργους. *ΙΓΜΕ, 1983*
- ΣΑΜΠΑΤΑΚΑΚΗΣ, Π.**, Προβλήματα διαχείρισης υπογείων νερών προσχωσιγενούς λεκάνης Βαρδούνια Ν. Λακωνίας. *ΙΓΜΕ, 1988*
- ΣΑΜΠΑΤΑΚΑΚΗΣ, Π., ΜΑΚΡΗΣ, Α.**, Φαινόμενα υφαλμύρωσης και δυνατότητες ορθολογικής διαχείρισης σε παράκτιους υδροφόρους της ΝΔ και ΝΑ Πελοποννήσου. *2^ο Πανελλήνιο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, Πάτρα, 1993*
- ΣΑΜΠΑΤΑΚΑΚΗΣ, Π., ΜΑΚΡΗΣ, Α., ΓΚΙΝΤΩΝΗ, Ε., ΤΖΟΥΛΗΣ, Χ.**, Φαινόμενα ρύπανσης των υπογείων νερών στη παράκτια Τριφυλλία από τη χρήση γεωργικών λιπασμάτων. *7^ο Γεωλογικό Συνέδριο Ε. Γ. Ε., Θεσ/νίκη, 1994*
- ΣΙΕΜΟΣ, Ν.**, Πρόδρομη έκθεση για τις υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής Τροιζηνίας Ν. Αττικής. *ΙΓΜΕ, 1983*
- ΣΙΕΜΟΣ, Ν.**, Υδρογεωλογική αναγνώριση νήσου Σπετσών. *ΙΓΜΕ, 1987*
- ΣΚΑΓΙΑΣ, Σ.**, Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδας, Πελοπόννησος, Ζάκυνθος, Κεφαλληνία. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1978*
- ΣΚΑΓΙΑΣ, Σ.**, Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος. VIII. Υδατικό διαμέρισμα Ανατολικής Ελλάδος. (Νομός Ευβοίας). *ΙΓΜΕ, 1986*

- ΣΚΑΓΙΑΣ, Σ.**, Αποτελέσματα γεωτρητικής έρευνας στη Ν. Ζάκυνθο. *ΙΓΜΕ, 1989*
- ΣΜΥΡΝΙΩΤΗΣ, Χ.**, Προκαταρκτική έκθεση υδρογεωλογικής μελέτης του καρστικού συστήματος του Λούρου. *ΙΓΜΕ, 1991*
- ΣΜΥΡΝΙΩΤΗΣ, Χ.**, Προκαταρκτική έκθεση υδρογεωλογικής μελέτης των καρστικών συστημάτων Ηπείρου. *ΙΓΜΕ, 1993*
- ΣΜΥΡΝΙΩΤΗΣ, Χ., ΚΟΝΤΡΑ, Α., ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ε., ΛΑΓΚΑΡΗΣ, Β.**, Προκαταρκτική έκθεση υδρογεωλογικής μελέτης του καρστικού συστήματος του Μιτσικελίου και της λεκάνης Ιωαννίνων. *ΙΓΜΕ, 1997*
- ΣΟΥΛΙΟΣ, Γ.**, Συμβολή στην υδρογεωλογική έρευνα των καρστικών υδροφόρων συστημάτων του Ελληνικού χώρου. *Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσ/νίκης - Παρ/μα 27 Τόμος 22^{ος}*
- ΣΤΑΜΟΣ, Α., ΜΑΝΑΚΟΣ, Α.**, Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδας. ΙΧ. Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας. *ΙΓΜΕ, 1986*
- ΣΤΑΜΟΣ, Α., ΜΑΝΑΚΟΣ, Α.**, Απογραφή καρστικών πηγών υδατικού διαμερίσματος Δ. Μακεδονίας. *ΙΓΜΕ, 1987*
- ΣΤΑΜΟΣ, Α.**, Υδρογεωλογική έρευνα Ν. Γρεβενών. *ΙΓΜΕ, 1989*
- ΣΤΑΜΟΣ, Α.**, Βασικά υδρογεωλογικά και υδρολογικά στοιχεία λίμνης Βεγορίτιδας - Προτάσεις διασώσής της. *ΙΓΜΕ, 1996*
- ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ, Α.**, Η ανομβρία της περιόδου 1989 και οι επιπτώσεις στο υδροσύστημα της Κ. Πελοποννήσου. *ΙΓΜΕ, 1989*
- ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ.**, Υδρογεωλογική αναγνώριση ιαματικών και θερμομεταλλικών πηγών, Αλμωπίας. *ΙΓΜΕ, Αθήνα, 1984*
- ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ.**, Υδρογεωλογική έρευνα Λέσβου στα πλαίσια ευρύτερης γεωθερμικής μελέτης (για λογαριασμό της ΔΕΗ). *ΙΓΜΕ, 1985*
- ΣΦΕΤΣΟΣ, Κ.**, Απογραφή θερμομεταλλικών πηγών Ελλάδας, ΙΙΙ, Ηπειρωτική Ελλάδα. *Αθήνα, ΙΓΜΕ, 1988*
- ΤΑΝΙΤΙΑΝ, Ι., ΣΑΜΠΑΤΑΚΑΚΗΣ, Π.**, Aspects of groundwater salinization in Filiatra Limestones. *7^ο Intern. Congress of the Geol. Society of Greece, Thessaloniki, 1994*
- ΤΑΣΙΟΣ, Ν., ΔΟΥΝΑΣ, Α.**, Προκαταρκτική υδρογεωλογική μελέτη περιοχής Βιστρίτσας Ν. Φθιώτιδος. *ΙΓΜΕ, 1975*
- ΤΑΣΙΟΣ, Ν., ΝΙΚΟΛΑΟΥ, Ν.**, Υδρογεωλογική γεωτεχνική έρευνα διάθεσης απορριμμάτων Δ. Λάρισας. *ΙΓΜΕ, 1988*
- ΤΖΙΜΟΥΡΤΑΣ, Σ.**, Έκθεση υδρογεωλογικών συνθηκών Λ. Αλιάκμονα. *ΙΓΜΕ, 1993*

- ΤΖΙΜΟΥΡΤΑΣ, Σ.**, Υδρογεωλογική μελέτη Δυτικού Τμήματος Λ. Αξιού. *IGME, 1994*
- ΤΖΙΜΟΥΡΤΑΣ, Σ., ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, Θ.**, Υδρογεωλογική μελέτη Λ. Αξιού. *IGME, 1991*
- ΤΣΑΝΑΚΤΣΗΣ, Δ.**, Υδρογεωλογική έρευνα Παρεμβρίων περιοχών. *IGME, Ξάνθη, 1989*
- ΤΣΙΟΥΜΑΣ, Β.**, Έκθεση για την διάθεση των λυμμάτων Ν. Ευρυτανίας. *IGME, 1989*
- ΥΔΡΟΓΑΙΑ**, Προκαταρκτική έκθεση αξιοποίησης περιοχής Βιστονίδας και έρευνα υπογείων υδάτων περιοχής Ιάσμου. *Αθήνα, 1973*
- ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ, ΜΑΡΙΝΟΣ, Π. (Συνεργάτης)**, Καθορισμός υδατικών αναγκών στη Θεσσαλία και στην Αιτ/νια και οι δυνατοί τρόποι καλυψής τους. *Αθήνα, 1995*
- ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ**, Υδρογεωλογική μελέτη προσχωματικού πεδίου Νέστου. *Αθήνα, 1976*
- UNESCO IASH, IAH, Inst.of Geol. Sciences**, International Legend for hydrogeological maps. *Paris - Getbrugge - London, 1970*
- ΥΒΕΤ**, Μετεωρολογικοί - Βροχομετρικοί σταθμοί της χώρας. *Αθήνα, 1987*
- ΥΒΕΤ**, Υδρομετρικοί σταθμοί της χώρας. *Αθήνα, 1987*
- ΧΑΡΜΑΝΙΔΗΣ, Φ.**, Έκθεση γεωτρητικής έρευνας Ν. Σύρου, Τήνου, Πάρου, Σερίφου, Μήλου. *IGME, 1987*
- ΧΑΡΜΑΝΙΔΗΣ, Φ., ΝΟΚΑΣ, Η.**, Έκθεση προβλημάτων ύδρευσης και ποιοτικής υποβάθμισης υπογείων νερών Κυκλάδων. *IGME, 1989*
- ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, Θ., ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., ΜΟΡΦΗΣ, Α., ΚΟΥΡΜΟΥΛΗΣ, Ν., ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Χ.**, Υδρογεωλογική έρευνα εις λεκάνην Αξιού. *IGME, Αθήνα, 1995*
- VITORIΟΥ - GEORGOULI, A., STYLIANOU, A.**, Report on Hydrochemical Investigation in Central Peloponessus. *IGME, Athens, 1983*