

Πρακτικά 3ου Συνεδρίου Μάιος 1986			
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ.	σελ.	Αθήνα
	XX/3	115-132	1988
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens

**ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΩΝ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ
ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΚΗΡΕΑ ΚΑΙ ΝΗΛΕΑ (Β.Α. ΕΥΒΟΙΑ)***

Ν. ΦΥΤΡΟΛΑΚΗΣ, Α. ΑΛΕΞΟΥΛΗ—ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ**, Γ. ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ***
Ι. ΚΥΡΟΥΣΗΣ****

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιοχή Προκοπίου-Μαντουδίου Αγ. Άννας διασχίζεται από τους ποταμούς Νηλέα και Κηρέα που αποτελούν κλάδους του Βούδωρου ποταμού. Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου οφείλεται κυρίως σε τεκτονικά αίτια και ακολουθεί γενικά τη διεύθυνση των νεωτέρων ρηγμάτων (ΒΔ-ΝΑ). Ο σχηματισμός του Νηλέα ποταμού οφείλεται σε μεταπλειοκαινική τεκτονική φάση, πριν από την οποία βορειοανατολικοί κλάδοι του πιθανώς εξέβαλαν στον Ευβοϊκό κόλπο. Η πεδιάδα Μαντουδίου ήταν αβαθής κόλπος που πληρώθηκε από τα υλικά που μετέφεραν τα ρεύματα Βούδωρος και Κυμάσι, ενώ η λοφοσειρά Γερόβουνο ήταν νησίδα. Σχηματίζονται πλούσιοι υδροφόροι ορίζοντες υπό πίεση και φρεάτιοι. Υδατοστεγή ζώνη κοντά στην παραλία εμποδίζει την αλμύρινη των υδροφόρων οριζόντων. Η κατάσταση των επιφανειακών και υπόγειων νερών ως προς τη μόλυνση και ρύπανση είναι σχετικά καλή.

RESUME

La région de Prokopí-Madoudí-Ag. Anna est traversée par les rivières Nilea et Kirea qui constituent les affluents de la rivière Vouodoros. La forme du réseau hydrographique est due à la tectonique et elle suit en general l'orientation des failles nouvelles (NW-SE). La formation de la rivière Nilea est due à une phase tectonique post-pliocène, avant laquelle les NE affluents se dirigent probablement à la Golf Enoikos. La vallée de Madoudi d'une part était une Golf plat qui a été remplie par les apports des rivières Vouodoros et Kimasi et la colline Gerounone d'autre part était une petite île.

- ETUDE GEOMORPHOLOGIQUE ET OBSERVATIONS CONCERNANTS L'HYDROGEOLOGIE ET LA POLLUTION DES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES DES BASSINS VERSANTS DES RIVIERES KIREA ET NILEA (NE EVIA).

par

N. Fytrolakis, A. Alexouli-Livaditi, G. Livaditis, J. Kyroussis

•• Ε.Μ. Πολυτεχνείο

*** Ε.Κ. Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

Dans ces formations on observe des nappes aquifères soit libres soit en charge. Une zone impémeuble près de la côte empêche la salination des eaux souterraines. La qualité des eaux superficielles et profondes est en general bonne et eil n'existe pas des problèmes de pollution graves.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Η εργασία αυτή έγινε στα πλαίσια ενός ερευνητικού προγράμματος του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων σχετικού με την κατάσταση των επιφανειακών και υπόγειων νερών και άλλων τυχόν περιβαλλοντολογικών προβλημάτων στην περιοχή Προκοπίου, Μαντουδίου, Αγίας Άννας της ΒΑ Εύβοιας. Το πρόβλημα περιελάμβανε τη μελέτη του υδρογραφικού δικτύου, τη συγκέντρωση των απαραίτητων γεωλογικών και υδρογεωλογικών στοιχείων, απογραφή ρυπογόνων θέσεων, δειγματοληψία νερού και χημικές αναλύσεις σε τρεις περιόδους (Άνοιξη, Φθινόπωρο, Χειμώνα) από 25 θέσεις. Στο πρόγραμμα δεν προβλεπόταν υδρογεωλογική έρευνα των λεκανών απορροής, συγκεντρώθηκαν όμως πολλά υδρογεωλογικά στοιχεία προκειμένου να ελεγχθεί η ρύπανση των υπόγειων νερών.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής.

Η βόρειος Εύβοια παρουσιάζει μεγάλο γεωλογικό ενδιαφέρον εξαιτίας της γεωτεκτονικής της θέσης και της παρουσίας των κοιτασμάτων μαγνησίτη και των σιδηρονικελιούχων και γιὰ τον λόγο αυτό έχουν ασχοληθεί πολλοί ερευνητές. Θα αναφερθούμε πιό κάτω στις πιό πρόσφατες εργασίες που αφορούν στην συγκεκριμένη περιοχή.

Κατ'αρχήν χρησιμοποιήθηκαν οι γεωλογικοί χάρτες του ΙΓΜΕ 1:50.000 Α) Λάρυμνας από ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟ, κ.α. (1978), β) Λίμνης από ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟ κ.α. (1980) και γ) Ψαχνών-Πηλίου από ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟ κ.α. (1981).

Ο WOODWARD (1901) αναφέρει την ανεύρεση θηλαστικών κοντά στο Προκόπι χωρίς να καθορίζει ακριβώς την θέση. Με αυτά διαπιστώνει τη βαθμίδα του Πικερμίου. Οι PSARIANOS and THENIUS (1953) πιστοποιούν την παρουσία Κατώτερου Πλειστοκαίνου με την ανεύρεση του *Elephas meridionalis* στη ΒΑ Εύβοια.

Ο PHILIP (1974) μελετά τη νεοτεκτονική της Λοκρίδας και της ΒΑ γωνίας της Εύβοιας. Ο LEMELLE, F. (1971) ασχολείται με τη νεοτεκτονική της Κ.Εύβοιας, της Αττικής, της Βοιωτίας και της Λοκρίδας. Αναφέρεται κυρίως στις λεκάνες της Κύμης και της Λίμνης.

Οι ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ et al. (1981) μελετούν τις νεογενείς αποθέσεις της Εύβοιας. Γιὰ τη λεκάνη Λίμνης-Ιστιαίας στην οποία μπορεί να ενταχθεί και η περιοχή Προκοπίου, Αγίας Άννας πιστοποιούν την ηλικία ιζηματογένεσης Ανώτερου Μειοκαίνου (Τουρόλιο)-Κατώτερου Πλειοκαίνου (Κ.Ρουσίλιο).

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η Β.Εύβοια, όπου βρίσκεται και η περιοχή στην οποία αφορά η παρούσα εργασία εντάσσεται στην Πελαγονική τεκτονική ενότητα (βλέπε Γεωλογικό Χάρτη της Ελλάδος, 1:500.000, ΙΓΜΕ 1984). Στη γνωστή στρωματογραφική σειρά της Πελαγονικής ενότητας είναι επωημένο το προανωκρητιδικό κάλυμμα των οφιολιθικών πετρωμάτων.

Οι μεταλπικοί σχηματισμοί αντιπροσωπεύονται κυρίως από τις νεογενείς αποθέσεις. Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί περιορίζονται σε χαμηλές πεδινές περιοχές και στις κοιλάδες σε μορφή προσχώσεων.

Λιθολογικά μπορεί να διακρίνει κανείς τις ακόλουθες ενότητες:

- α. Μεσοζωϊκά ανθρακικά πετρώματα της πελαγονικής σειράς, τα οποία παρουσιάζονται έντονα καρστικοποιημένα και αποτελούνται κυρίως από ασβεστόλιθους και δολομίτες Ανωτέρου Τριαδικού και Μέσου Ιουρασικού. Αυτή η ενότητα παρουσιάζει μεγάλη υδροπερατότητα.
- β. Άλλη λιθολογική ενότητα είναι η γνωστή σχιστοψαμμιτοκερατολιθική σειρά, που είναι σχεδόν αδιαπέρατη.
- γ. Τρίτη λιθολογική ενότητα αποτελεί το οφιολιθικό κάλυμμα. Τα πετρώματα αυτά όταν δεν καλύπτονται από ένα παχύ μανδύα αργιλικών υλικών λατεριτικής αποσάθρωσης είναι υδροπερατά.
- δ. Η τέταρτη ενότητα αποτελείται από τους μεταλπικούς σχηματισμούς. Στην ενότητα αυτή μπορεί να ξεχωρίσουν τα νεογενή κροκαλοπαγή και οι διάφοροι μαργαϊκοί και τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι που είναι όλα υδατοπερατά πετρώματα και βρίσκονται συνήθως κοντά στα περιθώρια της λεκάνης. Ακόμη μέσα στα νεογενή μπορεί να ξεχωρίσει κανείς τις λευκοκίτρινες ως ερυθροκίτρινες μάργες που είναι σχεδόν τελείως αδιαπέρατοι σχηματισμοί.

Οι KATSIKATSOS et al. (1981) πιστοποιούν ότι η ιζηματογένεση των νεογενών αποθέσεων άρχισε στις τρεις κύριες λεκάνες σε διαφορετικές ηλικίες:

δηλαδή στη λεκάνη Αλιβέριου-Κύμης άρχισε το Κατώτερο Μειόκαινο (Κάτω Αραγκώνιο), στη λεκάνη Παλιούρα-Γίδες στο Ανώτερο Μειόκαινο (Βαλλέσιον) και στη λεκάνη Λίμνης-Ιστιαίας άρχισε στο Κάτω Πλειόκαινο (Κάτω Ρουσίλιο). Από την έναρξη της ιζηματογένεσης των νεογενών βγαίνουν δύο συμπεράσματα:

- I. ότι η ρηγματογενής τεκτονική άρχισε πιθανόν στις αρχές ή γενικά στο Κατώτερο Μειόκαινο και
- II. ότι οι καταβυθιστικές κινήσεις προχώρησαν προοδευτικά από Νότο προς Βορράν.

Τα ρήγματα έχουν σχηματιστεί προς δύο κύριες διευθύνσεις: α. την ΒΒΔ-ΝΝΑ έως ΒΔ-ΝΑ και β. ΒΑ-ΝΔ. Τα πρώτα ρήγματα έχουν παρατηρηθεί και σε πλειστοκαινικούς σχηματισμούς, γεγονός που δείχνει ότι αυτά είναι πιθανόν και τα νεώτερα.

Θέση-Όρια

Η περιοχή που μελετάται αποτελείται κυρίως από τη λεκάνη απορροής του Βούδωρου ποταμού που χύνεται στο Αιγαίο Πέλαγος ΒΑ του Μαντουδίου. Η έκταση της λεκάνης απορροής είναι 360,43 Km². Το νότιο τμήμα της σχηματίζεται μεταξύ των ΒΔ κλιτύων του όρους Δίρφος (1343) και του όρους Κανδήλι (1246). Προς βορρά εκτείνεται μέχρι το χωριό Κερασιά που βρίσκεται 14Km νότια του Ακρ.Αρτεμίσιο. Το νοτιοανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Βούδωρου ποταμού συμπίπτει με τον ορογραφικό άξονα της οροσειράς Κανδήλι. Η υδροκρτική γραμμή είναι σχεδόν παράλληλη με τις ακτές του Β.Ευβοϊκού κόλπου και βρίσκεται σε μικρή απόσταση από αυτές (1,5-3 Km).

Περιγραφή αναγλύφου

Το ανάγλυφο των επί μέρους τμημάτων της περιοχής εξαρτάται κυρίως από τη λιθολογική σύσταση, την τεκτονική και την παλαιογεωγραφική εξέλιξη, εφόσον βεβαίως οι κλιματικοί παράγοντες θεωρηθεί ότι δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στα επιμέρους τμήματα της υπό μελέτης περιοχής.

Το ανάγλυφο που παρατηρείται στους ασβεστολίθους, οι οποίοι αναπτύσσονται κυρίως στη νότια περιοχή (Κανδήλι-Παγώντας-Δίρφος) είναι αρκετά έντονο. Οι μορφολογικές κλίσεις εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις και ελέγχονται από την πρωτογενή κλίση των στρωμάτων, το πάχος της στρώσης και το είδος του ασβεστόλιθου. Οι ΒΛ κλιτείς του όρους Κανδήλι, που αποτελούνται από μεσοστρωματώδεις έως παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους Κιμμεριδίου ηλικίας, εμφανίζουν μορφολογικές κλίσεις 60-70%. Οι κλίσεις αυτές είναι και οι μεγαλύτερες που απαντώνται στα ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής. Οι μορφολογικές κλίσεις των ΒΔ κλιτύων του Όρους Δίρφος, που αποτελούνται από μέσο έως παχυστρωματώδεις στιφρούς ασβεστόλιθους του Κιμμεριδίου-Τιθωνίου παρουσιάζουν μορφολογικές κλίσεις 40-55%. Ηπιώτερο είναι το ανάγλυφο που παρατηρείται στους μαργαϊκούς λεπτο έως μεσοστρωματώδεις κρητιδικούς ασβεστόλιθους της περιοχής ΝΑ του χωριού Παγώντας, όπου οι μορφολογικές κλίσεις κυμαίνονται από 15-25%.

Η κεντρική περιοχή του νότιου τμήματος, μεταξύ Κανδηλίου και Δίρφος καλύπτεται από πετρώματα της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Το ανάγλυφο παρουσιάζει σαφώς μικρότερες κλίσεις (20-25%) αλλά είναι πολυσχιδές. Αυτό οφείλεται στο διαφορετικό βαθμό αντοχής στη διάβρωση των πετρωμάτων που αποτελούν τη διάπλαση αυτή (αργιλικοί σχιστόλιθοι, ασβεστόλιθοι, οφιόλιθοι). Το ανάγλυφο που παρατηρείται επάνω σε οφιολιθικά πετρώματα όπως στις Β·κλιτείς του Κανδηλίου και νότια του όρους Μαντουδίου, είναι κατά κανόνα ομαλό

με κλίσεις 15-26%. Χαρακτηρίζεται δε από την ύπαρξη επιφανειακού αποσαθρωμένου μανδύα πάχους 0,5-2m, κατά θέσεις το πάχος φθάνει τα 3-5 μέτρα.

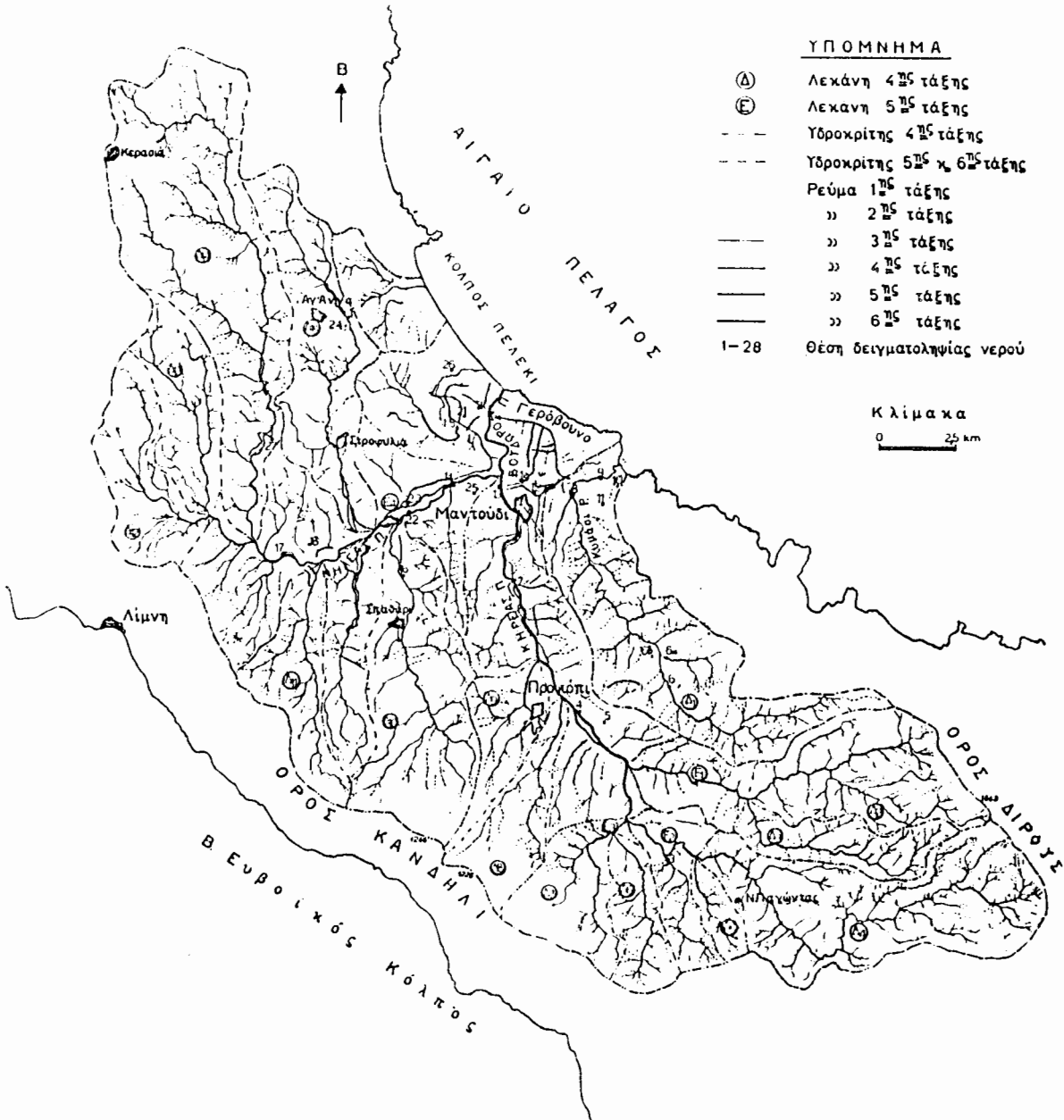
Στους νεογενείς σχηματισμούς, που καλύπτουν όλο σχεδόν το βόρειο τμήμα της περιοχής, καθώς και την περιοχή δυτικά του Προκοπίου και Μαντουδίου, το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη καλά διατηρημένων επιφανειών επιπέδωσης που κλίνουν προς ΒΒΔ έως ΒΑ με κλίση 5° - 10° . Οι επιφάνειες αυτές αναπτύσσονται σε υψόμετρο από 260 έως 60 και διακρίνονται σε 4 ομάδες. Ο συσχετισμός τους είναι προβληματικός λόγω του έντονου τεκτονισμού που ακολούθησε το σχηματισμό τους και απαιτεί ακριβή γνώση της ηλικίας των ρηγμάτων καθώς και μελέτη των τεταρτογενών σχηματισμών της περιοχής. Το θέμα αυτό πρόκειται να αποτελέσει αντικείμενο προσεχούς έρευνας. Το ομαλό ανάγλυφο των επιφανειών επιπέδωσης διακόπτεται από βαθειές χαραδρώσεις που έχουν τοιχώματα με μεγάλες κλίσεις. Οι χαραδρώσεις αυτές έχουν διεύθυνση Β-Ν ή ΒΒΔ-ΝΝΑ, συμπίπτουν με το αρχαιότερο σύστημα ρηγμάτων και συμβάλλουν κατά ορθή γωνία με τον Νηλέα ποταμό.

Στην περιοχή που μελετήθηκε παρατηρήθηκαν καταπτώσεις και περιορισμένης κλίμακας κατολισθήσεις και ρωγμές στο έδαφος. Ο συνδυασμός μεγάλων κλίσεων κλιτύων με την ύπαρξη αποσαθρωμένων πετρωμάτων του οφιολιθικού συμπλέγματος και μανδύα αποσαθρωμάτων μεγάλου πάχους δημιουργεί αυξημένο κίνδυνο κινήσεων εδαφικών μαζών (καταπτώσεων, κατολισθήσεων) κατά μήκος των κλιτύων και ιδιαίτερα κατά τη διάνοιξη ορυγμάτων και δρόμων. Τέτοια φαινόμενα παρατηρήθηκαν κατά μήκος του δρόμου Παγώντα-Προκοπίου. Επίσης μεγάλος κίνδυνος κατολισθήσεων υπάρχει στις περιοχές που καλύπτονται από νεογενή με ομόρροπες κλίσεις στρωμάτων προς αυτές των κλιτύων. Οι νεογενείς αποθέσεις αποτελούνται από εναλλαγές ψαμμιτικών, αργιλικών και μαργαϊκών στρωμάτων, που έχουν διαφορετική μηχανική συμπεριφορά το καθένα. Οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται ως υψηλού κινδύνου και θα πρέπει να δωθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατασκευή τεχνικών έργων ή την επέκταση των οικισμών που βρίσκονται σ'αυτές, όπως είναι η περιοχή της Αγίας Άννας.

Υδρογραφικό δίκτυο

Η περιοχή που μελετάται αποτελείται από τη λεκάνη απορροής του Βούδωρου ποταμού καθώς και από την πολύ μικρότερη λεκάνη απορροής του ρεύματος Κυμάσι που εκβάλλει αυτοτελώς στον Όρμο Μαντουδίου (Σχ. 1). Ο Βούδωρος ποταμός σχηματίζεται από τη συμβολή δύο παραποτάμων του Νηλέα που ρέει στο βόρειο και ανατολικό τμήμα και του Κηρέα στο νότιο. Τα δύο ρεύματα συμβάλλουν κατά ορθή γωνία 1,5 Km ΒΒΑ του Μαντουδίου σχηματίζοντας τον Βούδωρο ποταμό που διασχίζει την αλλουβιακή παραθαλάσσια πεδιάδα του Μαντουδίου έκτασης 12,8 Km² με κλίση 0,2% και χύνεται στο Αιγαίο πέλαγος (Όρμος Πελέ-

ΧΑΡΤΗΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ



κι).

Ο κηρέας ποταμός ρέει από την υψηλή περιοχή που σχηματίζεται μεταξύ των βουνών Κανδήλι και Δίρφως, ακολουθεί την επαφή περιδοτιτών με τα νεογενή και με πορεία από Νότο προς Βορρά φθάνει στο Προκόπι. Αρχικά η κεντρική κοίτη του ρεύματος έχει μεγάλες τιμές κλίσεως (6,8% έως 7,2%) και πολύ ενεργή κοίτη με έντονη κατά βάθος διάβρωση. Τα τοιχώματα της κοίτης παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις (μεγαλύτερες από 100%) και αποτελούνται από λεπτοπλακώδεις πολυπτυχωμένους και διερηγμένης ασβεστολίθους. Τα χαίοντα ρήγματα έχουν πληρωθεί με ερυθρά αργιλικά υλικά και λατύπες. Κατά θέσεις στα απότομα και υψηλά τοιχώματα της κοίτης, παρατηρούνται πλευρικά ασύνδετα κορήματα. Στο τμήμα αυτό της κοίτης του Κηρέα, βρίσκεται και ο δρόμος Χαλκίδας-Μαντουδίου ο οποίος παρουσιάζει πολλά προβλήματα λόγω καταπτώσεως βράχων από τα ασταθή πρανή. Στην κοίτη παρατηρούνται αδρομερή υλικά και ογκόλιθοι μεγέθους μέχρι 2 m^3 . Στην περιοχή Προκοπίου η κλίση της κοίτης μειώνεται στην τιμή του 1%, το πλάτος της αυξάνει και ο ποταμός διαρρέει μία αλλουβιακή πεδιάδα. Σχηματίζει διασπώμενες κοίτες, γεγονός που δείχνει ανομοιομορφη ροή, μεγάλη διακύμανση παροχής και μεγάλη μεταφορά υλικού από το άνω τμήμα της λεκάνης απορροής. Από την περιοχή του Προκοπίου μέχρι το Μαντούδι παρατηρείται μία εποχική αναβαθμίδα ύψους 1-1,5 m. Αμέσως μετά το Μαντούδι ο Κηρέας έχει σχηματίσει την κοίτη του διαβρώνοντας σκληρούς τριαιδικούς-ιουρασικούς ασβεστολίθους που αναδύονται κάτω από τα νεογενή στρώματα, τα οποία παρουσιάζουν πολύ μικρότερη αντοχή στη διάβρωση. Τα χαρακτηριστικά ροής του Κηρέα, στο συγκεκριμένο τμήμα της κοίτης, δείχνουν ότι έρεε σε πολύ υψηλότερο επίπεδο. Η κατά βάθος διάβρωση που ακολούθησε οφείλεται σε σχετική μεταβολή του επιπέδου βάσεως. Η χρονική τοποθέτηση της μεταβολής αυτής είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, διότι δεν διαθέτουμε ακόμα επαρκή στοιχεία, οπωσδήποτε όμως έγινε μετά την απόθεση των νεωτέρων στρωμάτων της νεογενούς σειράς. Το μέγεθος της μεταβολής μπορεί να εκτιμηθεί από την ύπαρξη της επιφάνειας των 80-83 m που αναπτύσσεται στα περιβάλλοντα την περιοχή νεογενή στρώματα, καθώς και από τη σχεδόν επίπεδη και καρστικοποιημένη επιφάνεια του υψώματος Λάκκα (90 m) ΒΔ του Μαντουδίου. Η μικρή υψομετρική διαφορά των 7 m που παρουσιάζουν οι δύο αυτές επιφάνειες είναι δυνατόν να εξηγηθεί από τη διαφορετική αντοχή στη διάβρωση των νεογενών και των ασβεστολίθων.

Το άλλο μεγάλο ρεύμα, ο Νηλέας ποταμός, προέρχεται από τη δυτική περιοχή. Η κεντρική κοίτη ακολουθεί διεύθυνση Δ-Α και συμβάλλει με τον Κηρέα στην περιοχή του Μαντουδίου. Οι νότιοι κλάδοι του Νηλέα προέρχονται από την υψηλή περιοχή του Όρους Κανδήλι, έχουν δε μεγάλες κλίσεις και μεγάλες παροχές. Οι βόρειοι κλάδοι προέρχονται από την περιοχή της Αγ. Άννας που απο-

τελείται κατά 90% από νεογενείς αποθέσεις. Το υπόλοιπο 10% της περιοχής καταλαμβάνεται από ασβεστολίθους του υποβάθρου που εμφανίζονται στην επιφάνεια. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι οι διευθύνσεις των χαραδρώσεων που αναπτύσσονται στα προνεογενή πετρώματα είναι ίδιες με αυτές των χαραδρώσεων που παρατηρούνται στα νεογενή στρώματα. Αρχικά δημιουργείται η εντύπωση ότι η θέση και η διεύθυνση των ρευμάτων επάνω σε νεογενή στρώματα είναι προκαθορισμένη από την ύπαρξη των προνεογενών χαραδρώσεων που παρατηρούνται στους ασβεστολίθους. Μία όμως πιο προσεκτική παρατήρηση των τεκτονικών γραμμών αποδεικνύει ότι όλες οι εγκάρσιες προς το κεντρικό ρεύμα χαραδρώσεις καθορίζονται από ρήγματα διευθύνσεως Β-Ν ή ΒΒΔ-ΝΝΑ. Είναι αξιοσημείωτο ότι τη διεύθυνση αυτή ακολουθεί η κεντρική κοίτη του άλλου μεγάλου ρεύματος του Κηρέα ποταμού. Αντίθετα η κεντρική κοίτη του Νηλέα ακολουθεί εγκάρσια διαδρομή προς την προηγούμενη διεύθυνση, η οποία συμπίπτει με νεοτεκτονική ανωμαλία απράλληλα προς τη γραμμή της προανωκρητιδικής επώθησης, που αρχίζει από την περιοχή Λίμνης και φθάνει στον όρμο Μαντουδίου (Γ.ΚΑΤΣΙ-ΚΑΤΣΟΣ, 1980). Τα κύρια χαρακτηριστικά του Νηλέα ποταμού είναι πρώτο, ότι οι δευτερεύοντες κλάδοι ενώνονται κατά ορθή γωνία με την κεντρική κοίτη του ρεύματος και δεύτερο η ύπαρξη ποταμοχειμάρριων αναβαθμιδών μόνον στους βόρειους κλάδους. Στους νότιους δεν παρουσιάζονται αναβαθμίδες.

Το πρώτο χαρακτηριστικό αποδεικνύει το σαφή επηρεασμό του υδρογραφικού δικτύου από το παλαιότερο σύστημα ρηγμάτων. Το γεγονός αυτό φαίνεται και από τη γεωμετρία των λεκανών απορροής που εξετάζεται σε επόμενο κεφάλαιο. Το δεύτερο χαρακτηριστικό προϋποθέτει διαφορετικές κατακόρυφες κινήσεις βόρεια και νότια του Νηλέα και συγκεκριμένα ανοδικές κινήσεις στο βόρειο τμήμα και καθοδικές στο νότιο. Οι διαφορετικές αυτές κινήσεις προϋποθέτουν επαναδραστηριοποίηση μεταλπικού ρήγματος σχεδόν παράλληλου προς τη γραμμή της προανωκρητιδικής επώθησης, που ακολουθεί η κεντρική κοίτη του Νηλέα και σύγχρονη στρέψη με άξονα ΒΔ-ΝΑ και φορά βύθισης προς ΒΑ. Η στρόφη των ΒΑ κλάδων του Νηλέα (Λεκάνες Δ_{12} και Δ_{13}), που είναι πολύ πιθανό να έρρεαν αρχικά προς τον Β.Ευβοϊκό, καθώς και η ύπαρξη παλαιού κόλπου στη θέση της σημερινής πεδιάδας Μαντουδίου (που εξετάζεται σε επόμενο κεφάλαιο), ενισχύουν την άποψη της επαναδραστηριοποίησης και στρέψης. Η ηλικία των κινήσεων αυτών με τα μέχρι τώρα στοιχεία είναι νεώτερη από τα ανώτερα μέλη της νεογενούς σειράς.

Βόρεια του Μαντουδίου αναπτύσσεται μία αλλουβιακή πεδιάδα έκτασης $12,8 \text{ Km}^2$. Η παράκτια περιοχή προς το Αιγαίο φράσσεται από μία ασβεστολιθική λοφοσειρά το Γερόβουνο, ώστε στα μόνα τμήματα που φθάνει η πεδιάδα στην ακτή είναι ο όρμος Μαντουδίου και ένα τμήμα του όρμου Πελέκι. Η επιφάνεια της πεδιάδας, που βρίσκεται σε υψόμετρο από 6 έως 2 είναι ομαλή και καλύπτεται

από σύγχρονες προσχώσεις πάχους 1-7,5 m. Κάτω από τις προσχώσεις αυτές βρέθηκαν ΒΑ της θέσης 16 (χαρτ.1) σε υψόμετρο 3,2 σε απόσταση 900 m από τη σημερινή ακτή και βάθος 4,5 m, παράκτιοι ασύνδετοι άμμοι με θραύσματα από δίθυρα και γαστερόποδα.

Από τις παρατηρήσεις που αναφέρθηκαν προκύπτει ότι στη θέση της σημερινής πεδιάδας υπήρχε αβαθής κόλπος με αμμόδη πυθμένα. Ο κόλπος αυτός προσχώθηκε από τα υλικά των ποταμών Νηλέα και Κηρέα καθώς και από το ρεύμα Κυμάσι. Η πλήρωση του κόλπου με χερσαία υλικά έγινε δυνατή λόγω της χαμηλής κυματικής ενέργειας στις ακτές του, οι οποίες προστατεύοντουσαν από την επιμήκη ασβεστολιθική λοφοσειρά. Η λοφοσειρά αυτή ήταν νησίδα που έφραζε την είσοδο του κόλπου, αφήνοντας μόνο δύο στενά περάσματα στις σημερινές θέσεις του Όρμου Μαντουδίου και των εκβολών του Βούδωρου ποταμού. Με την πρόσχωση του κόλπου η νησίδα ενώθηκε με την ξηρά, η επέκταση όμως των ακτών δεν συνεχίστηκε και ιέρα από την ασβεστολιθική λοφοσειρά προς τη θάλασσα διότι η κυματική ενέργεια είναι μεγάλη. Η ακτή αυτή προσβάλλεται από ΒΑ ανέμους που επικρατούν και οι οποίοι προκαλούν κύματα μεγάλου ύψους. Σήμερα οι ακτές αυτές βρίσκονται σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας μεταξύ προσφοράς ιζημάτων από τους ποταμούς και θαλάσσιας διάβρωσης.

Ποσοτική ανάλυση

Για την ποσοτική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου και τη μελέτη των μορφολογικών στοιχείων των λεκανών απορροής, κατασκευάστηκε χάρτης του υδρογραφικού δικτύου σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης κατά A.STRAHLER (1967). Ο χάρτης αυτός έγινε από την επεξεργασία χαρτών Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50.000 ελληνικής έκδοσης. Επί πλέον υπολογίστηκαν ποσοτικά στοιχεία του υδρογραφικού δικτύου καθώς και στοιχεία για τη γεωμετρία των λεκανών απορροής. Τα στοιχεία αυτά δίδονται στους πίνακες I και II.

Από τη μελέτη του χάρτη υδρογραφικού δικτύου καθώς και από τα στοιχεία των πινάκων I και II, προκύπτουν τα εξής:

Η λεκάνη απορροής του Βούδωρου ποταμού, που είναι 6ης τάξεως, αποτελείται από τρεις κλάδους 5ης τάξεως του Κηρέα και ένα κλάδο 5ης τάξεως του Νηλέα ποταμού. Συνολικά σε ολόκληρη τη λεκάνη αναπτύσσονται 14 λεκάνες 4ης τάξεως καθώς και μία ανεξάρτητη λεκάνη 4ης τάξεως του ρεύματος Κυμάσι.

Οι πυκνότητες αποχέτευσης έχουν τιμές από 1,60 Km/Km² έως 3,21 Km/Km² και χαρακτηρίζονται μέτριες έως υψηλές. Μεγάλες σχετικά τιμές παρουσιάζει και η πυκνότητα των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου γεγονός που οφείλεται στον έντονο τεκτονισμό της περιοχής. Οι τιμές του συντελεστού διακλάδωσης είναι αυτές που παρατηρούνται σε φυσικώς αναπτυσσόμενα υδρογραφικά δίκτυα (μεταξύ 3-5). Μικρές αποκλίσεις παρουσιάζουν οι τιμές $Rb_{2,3}$ στις λεκάνες

ΕΠΙΛΟΓΗ 1

ΑΡΧΑΙΟΣ ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΟΣ										ΝΕΟΣ ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΟΣ															
Ανάλυση	Μετρήσεις	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί	Παραστάσεις	Υπολογισμοί						
Κ1	Κ2	Κ3	Κ4	Κ5	Κ6	Κ7	Κ8	Κ9	Κ10	Κ11	Κ12	Κ13	Κ14	Κ15	Κ16	Κ17	Κ18	Κ19	Κ20						
41	130	37	1	1	191	3,08	7,35	1	36	16	8	15	13	1	15	0,21	0,43	1,21	1,21	1	15	2,46	3,33	15	
42	92	11	3	1	179	3,95	2,66	1	38	19	5	5	3	1,5	1,5	0,31	0,58	1,87	1,87	1	15	2,87	3,31	15	
43	102	10	1	1	279	3,82	2,48	10	29	10	5,5	5	3	1,8	1,8	1,51	0,35	1,81	1,81	1	15	2,87	3,31	15	
44	210	56	7	1	371	3,47	3,17	10	6	3	2	2	2	2	2	1,3	0,11	0,37	0,37	1	15	3,03	0,99	10,7	
45	210	56	7	1	371	3,47	3,17	10	6	3	2	2	2	2	2	1,3	0,11	0,37	0,37	1	15	3,03	0,99	10,7	
46	51	14	3	1	69	3,64	4,66	3	17	5	1,5	3	2	2	2	2	0,34	0,42	0,83	0,83	1	15	2,79	3,61	7
47	50	14	3	1	67	3,57	4,66	3	16	5	1,5	3	2	2	2	2	0,33	0,5	0,83	0,83	1	15	2,79	3,61	7
48	47	5	2	1	35	5,4	2,5	2	10	3	1,5	3	2	2	2	1,8	0,37	0,4	0,4	1	15	1,97	2,5	1,66	
49	74	7	2	1	34	3,42	3,5	2	10	3	1,5	3	2	2	2	1,8	0,37	0,4	0,4	1	15	1,97	2,5	1,66	
50	78	19	7	2	105	4,10	7,71	1	29	20	13	7,5	6,5	1,5	1,5	6,5	0,37	0,55	0,71	0,71	1	15	3,19	0,38	7,14
51	54	3	1	1	74	4,10	4,66	3	18	11	6	4	4	2	2	3,9	0,27	0,78	0,78	1	15	2,83	1,76	4,05	
52	54	3	1	1	74	4,10	4,66	3	18	11	6	4	4	2	2	3,9	0,27	0,78	0,78	1	15	2,83	1,76	4,05	
53	54	3	1	1	69	4,33	3	3	23	10	6	4	4	2	2	3,9	0,27	0,78	0,78	1	15	2,83	1,76	4,05	
54	54	3	1	1	80	4,33	6	3	23	6,5	1,2	2,5	2,5	2	2	4,8	0,39	0,36	0,36	1	15	0,92	11,11	0,62	
55	187	38	6	1	242	5,18	6,33	6	48	29	20	12	12	2	2	4,8	0,39	0,36	0,36	1	15	1,72	7,18	3,62	
56	15	3	1	1	85	4,4	5	3	26	10	6,5	10	6,5	1,5	1,5	5,5	0,44	0,66	2,16	2,16	10	1,5	3,27	4,62	
57	189	56	8	2	266	3,55	7	4	71	36	9,5	10	4	2	2	12,5	0,35	0,6	1,18	1,18	5	1,71	1,56	4,23	
58	276	76	13	2	382	3,63	5,44	6,5	2	117	92	26,5	17	3,5	3,5	24	0,50	1,21	1,57	1,57	15	3,07	1,28	5,42	
59	107	28	5	2	138	3,48	5,6	2,5	3	23	13	6,5	6,5	1	1	5,9	0,33	0,46	0,9	0,9	1	1,39	1,85	3,57	
60	811	140	30	5	788	4,38	4,66	5	6	237	116,5	71,5	40	6	6	4,71	0,38	0,83	1,38	1,38	6	1,18	2,86	2,79	
61	286	273	61	12	1366	3,9	3,32	3,08	3	479	270,5	113	33,5	14,5	1,1	6,7	0,5	0,37	0,83	1,85	6,12	17	2,74	2,23	
																								0,59	4,65

ΠΙΝΑΚΑΣ 11

Αριθμός	Επιφάνεια	Υψος	Μήκος	Πλάτος	Ελαστικότητα	Επιπέδωση	Αντοχή	Μορφολογία				Μέγεθος	Επιπέδωση	Επιπέδωση	Επιπέδωση	Επιπέδωση	Επιπέδωση	Επιπέδωση	Επιπέδωση	
								Αντοχή	Αντοχή	Αντοχή	Αντοχή									
Α1	38,42	13,75	4,2	0,335	38,5	0,335	2,4	4,8	2,4	0,8	0	0	518	518	37,67	0,41				
Α2	21,18	8,2	4,5	0,345	22,5	0,345	3,71	6,18	3,71	0,8	180	180	1393	1393	144,26	0,31				
Α3	15,35	7,6	1,9	0,305	16	0,305	4,02	9,72	4,02	2,6	210	210	1000	940	129,68	0,23				
Α4	37,62	11,85	4,75	0,476	31,5	0,476	4,96	4,76	4,96	1,90	190	878	688	688	50,05	0,20				
Α5	3,75	3,75	1,4	0,736	8	0,736	3,46	8,31	3,46	1,90	665	475	398,66	475	198,66	0,28				
Α6	4,8	5,65	2,4	0,546	14	0,546	3,34	8,43	3,34	1,80	788	388	304,07	388	104,07	0,28				
Α7	12,41	5,5	3,85	0,689	13,5	0,689	2,76	5,23	2,76	1,80	1210	1000	187,27	1000	187,27	0,44				
Α8	11,56	7,85	2,9	0,448	18	0,448	1,60	3,63	1,60	30	1225	1153	157,77	1153	157,77	0,45				
Α9	9,62	7,5	2,9	0,471	16	0,471	1,50	3,22	1,50	35	1188	1188	144,76	1188	144,76	0,44				
Α10	27,5	12,8	4,2	0,778	18	0,778	2,50	6,04	2,50	95	1298	834	88,11	834	88,11	0,17				
Α11	12,75	8,5	2,9	0,386	20,5	0,386	2,60	5,67	2,60	95	705	630	78,70	630	78,70	0,34				
Α12	14	7,75	3,4	0,485	19	0,485	2,57	5,87	2,57	85	867	772	94,72	772	94,72	0,31				
Α13	13,62	8,15	2,55	0,314	17,5	0,314	2,28	4,58	2,28	75	862	792	94,86	792	94,86	0,35				
Α14	52,87	16,8	3,15	0,733	31	0,733	2,10	3,20	2,10	35	417	382	29,61	382	29,61	0,46				
Α15	23,75	12,8	3,1	0,338	14,5	0,338	2,15	3,20	2,15	0	1343	1343	31,52	1343	31,52	0,37				
Ε1	44,37	12,5	5	0,632	37,5	0,632	2,66	5,50	2,66	80	1343	1263	101,04	1263	101,04	0,37				
Ε2	45,75	14,5	6	0,439	37,5	0,439	4,87	7,42	4,87	170	768	708	49,51	708	49,51	0,20				
Ε3	21,62	6	5,5	0,838	18,5	0,838	2,73	6,38	2,73	9	878	598	95,66	598	95,66	0,36				
Ε4	188,75	10	28,4	0,166	121,5	0,166	3,87	2,48	3,87	8	1246	1237	123,7	1237	123,7	0,40				
Ε5	346,43	42,6	15,5	0,245	114,5	0,245	2,68	4,33	2,68	0	1343	1343	31,52	1343	31,52	0,37				

Δ_2 , Δ_{13} , Δ_{14} , E_1 και E_2 . Μεγαλύτερη απόκλιση ($Rb_{3,4}=10$) παρατηρείται στη λεκάνη Δ_4 . Οι αποκλίσεις αυτές, όπως και οι προηγούμενες οφείλονται σε τεκτονικά αίτια. Η επίδραση της τεκτονικής φαίνεται και από τη γεωμετρία των λεκανών απορροής, ιδίως αυτών της 4ης τάξεως. Για παράδειγμα η μήκυνση (η οποία εκφράζει τη σχέση διαμέτρου κύκλου ίσης περιμέτρου προς το μήκος της λεκάνης) σε όλους τους κλάδους του Νηλέα (Δ_{10} έως Δ_{15}) έχει τιμές από 0,671 έως 0,780, ενώ η τιμή για ολόκληρη τη λεκάνη του Νηλέα (E_4) παρουσιάζει μήκυνση 3,86. Οι ακραίες τιμές που παρατηρούνται μεταξύ των δευτερευόντων κλάδων και ολόκληρης της λεκάνης δείχνουν ότι οι δευτερεύοντες κλάδοι ανήκαν πιθανώς σε άλλο υδρογραφικό δίκτυο και ενώθηκαν λόγω ενός τεκτονικού γεγονότος. Στην υπόθεση αυτή συνηγορεί και η κατά ορθή γωνία σύνδεση των κλάδων με το κεντρικό ρεύμα αλλά και η ύπαρξη ποταμοχειμάρριων αναβαθμίδων μόνο στους βόρειους κλάδους του Νηλέα.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

α) Στοιχεία για την τροφοδοσία και τα επιφανειακά νερά

Οι λεκάνες απορροής των ποταμών Νηλέα και Κηρέα έχουν μεγάλη έκταση (360 km^2). Τα πολύ υδατοπερατά πετρώματα (ασβεστόλιθοι, κερματισμένοι περιδοτίτες και κροκαλοπαγή) βρίσκονται περισσότερο διαδεδομένα στις υδροκριτικές περιοχές χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα υδατοπερατά πετρώματα απουσιάζουν από το εσωτερικό των λεκανών, αλλά απλώς η έκτασή τους αποτελεί ένα μικρό ποσοστό του συνόλου της επιφάνειας. Το μεγαλύτερο ποσοστό καλύπτεται από μάργες και αργίλους.

Η τροφοδοσία λοιπόν των υδροφόρων οριζόντων γίνεται κυρίως από τα πετρώματα των περιθωρίων και του υδροκρίτη των λεκανών όπου και οι πιο έντονες βροχοπτώσεις. Πιο αναλυτικά η λεκάνη του Κηρέα τροφοδοτείται σχεδόν εξ'ολοκλήρου από τα νότια και νοτιοανατολικά περιθωρία της. Κατά ένα μεγάλο ποσοστό η λεκάνη του Νηλέα τροφοδοτείται από τα νοτιοδυτικά. Ο κύριος υδροσυλλέκτης στις περιοχές αυτές είναι η οροσειρά Κανδήλι. Σ'αυτό συνηγορεί και το γεγονός ότι το νότιο δίκτυο του Νηλέα ξηραίνεται, ή στην πιο καλή περίπτωση η ροή μειωμένη πιά, γίνεται κάτω από τα χαλίκια της κοίτης (σύγκρισε θέσεις 16 και 17 του πίνακα παροχών).

β) Υδροφόροι ορίζοντες

Η πλούσια υδροφορία των λεκανών Νηλέα και Κηρέα είναι πιθανόν να ενισχύεται με πλευρική τροφοδοσία. Στη σκέψη αυτή οδηγεί η μεγάλη και διαρκής υδροφορία τόσο του φρεάτιου ορίζοντα όσο και των βαθύτερων υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων για τους οποίους θα αναφερθούν παραδείγματα πιο κάτω.

Π ί ν α κ α ς παροχών ορισμένων υδατορευμάτων και πηγών. Ρ=υδατορεύμα, Π=πηγή και Ν+Κ=μετά τη συμβολή των ποταμών Νηλέα και Κηρέα. Οι τιμές εκφράζουν lt/sec.

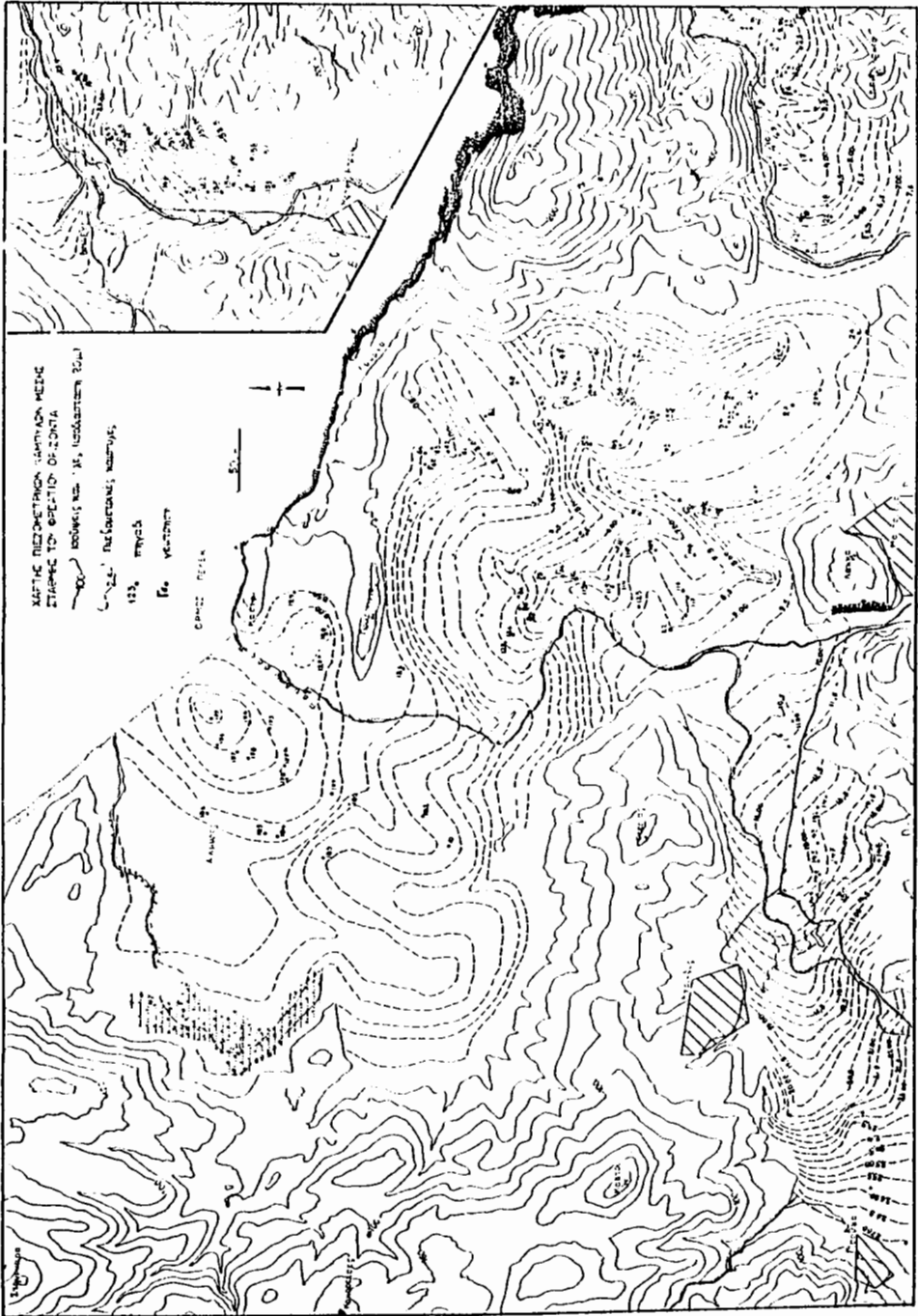
Θέση	Απρίλιος 1985	Οκτώβριος 1985	Ιανουάριος 1986	Θέση	Απρίλιος 1985	Οκτώβριος 1985	Ιανουάρ. 1986
1Ρ	218	17	158,7	11Π	1,0	0,1	1,0
2Ρ	296,2	-	96,4	13Ρ	2245	67,5	1607,6
4Ρ	70,2	-	365,4	14Ρ	2361	118,1	1690
5Π	18	0,66	7	16Ρ	550	26,25	288
6Ρ	106,6	37,5	395,8	17Ρ	834	-	600
6αΡ	-	0,066	74,4	18Π	2	-	0,09
6βΠ	-	98	0,166	20Ν+Κ	6,130	50	1084,8
7Ρ	184,7	568	680	22Ρ	1883	111	601,2
8Ρ	-	568	983,3	24Π	0,55	0,1	0,16
9Ρ	-	-	983,3	27Ρ	-	-	607,6

Γιὰ τη μελέτη του φρεάτιου ορίζοντα μετρήθηκαν περί τα 190 πηγάδια και γεωτρήσεις μικρού βάθους. Μετρήθηκε η στάθμη τους στο τέλος Οκτωβρίου και στο τέλος Μαρτίου. Με τη μέση στάθμη κατασκευάσθηκε πιεζομετρικός χάρτης (σχ.2). Τα λοιπά στοιχεία των πηγαδιών και γεωτρήσεων (υψόμετρο εδάφους, χημηλή και υψηλή στάθμη, βάθος) δεν παρουσιάζονται στη δημοσίευση αυτή λόγω περιορισμένου χώρου (απαιτούνται 5 σελίδες).

Οι γεωτρήσεις που προχωρούν κάτω από το φρεάτιο ορίζοντα παρουσιάζουν αρτεσιανή στάθμη, που τον χειμώνα και την Άνοιξη μπορεί να φθάσει στην επιφάνεια του εδάφους π.χ. Γ₆ (μέχρι -23μ. διάτρηση), Γ₁₄ (μέχρι -70μ.), Γ₁₉ (μέχρι -12,30), Γ₂₃ (μέχρι -18). Στην περίοδο χαμηλής στάθμης αυτή βρίσκεται 1-4 μ πάνω από την στάθμη του φρεάτιου ορίζοντα ανάλογα με το βάθος της γεώτρησης.

Ο φρεάτιος ορίζοντας στις πεδινές εκτάσεις του Μαντουδίου και της Κηρίνθου-Κρύας Βρύσης (όρμοι Κυμάσι και Πελέκι) βρίσκεται στο βάθος 4,5-7,5 μ περίπου ανάλογα με τη θέση και φαίνεται ότι ταυτίζεται με τον πυθμένα Παλαιοπλειστοκαινικού Κόλπου. Αυτό φαίνεται από την άμμο και τα όστρακα που αναρροφούνται με την άντληση του νερού.

Ο φρεάτιος ορίζοντας είναι σχεδόν σε όλη την έκταση πλούσιος ώστε να επαρκεί στην άρδευση των πεδινών αυτών εκτάσεων. Οι χημικές αναλύσεις που έγιναν έδειξαν ότι τα νερά παρουσιάζουν χαμηλή περιεκτικότητα σε χλωρίοντα, παρά το γεγονός ότι βρίσκονται κοντά στη θάλασσα και σε ορισμένα πηγάδια κάτω από την στάθμη της. Εξαιρέση αποτελεί το δείγμα Δ₂₆ που προέρχεται από το έλος των καρστικών πηγών (ΒΔ του οικισμού Κρύα Βρύση) όπου η αλμύρωση



γίνεται μέσα από τους ασβεστολίθους. Απ'αυτά συμπεραίνεται ότι τόσο οι νεογενείς μάργες, που βρίσκονται κάτω από την άμμο του πυθμένα του παλαιοκόλπου όσο και οι νεώτερες αργιλικές προοχώσεις πάνω απ'αυτήν σχηματίζουν προς την ακτή μιá ενιαία υδατοστεγανή ζώνη. Αυτό φαίνεται και από την ανύψωση της στάθμης του φρεάτιου ορίζοντα στην παραλία του οικισμού Κρύας Βρύσης στον όρμο Πελέκι, όπου εμποδίζεται η εκτόνωσή του προς τη θάλασσα.

Όταν η εκβολή του ποταμού κλείσει από συσσωρεύσεις άμμου (έντονος κυματισμός) παρατηρείται ανύψωση της στάθμης του φρεάτιου ορίζοντα σε ύψος πάνω από αυτό της ανοιξιάτικης υψηλής στάθμης στην περίοδο της χαμηλής φθινοπωρινής στάθμης. Το φαινόμενο παρατηρήθηκε στην πεδινή έκταση βόρεια της κοίτης (Όρμος Πελέκι) και δείχνει τον εμπλουτισμό του φρεάτιου ορίζοντα από τον ποταμό στη θέση αυτή.

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΟΛΥΝΣΗ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ

Επελέγησαν 29 σημεία δειγματοληψίας με κριτήρια την απόσταση και τα πετρώματα γύρω από εστίες μόλυνσης και ρύπανσης (οικισμοί, πτηνοτροφικές μονάδες, βιομηχανίες, κλπ). Έγιναν τρεις σειρές αναλύσεων (την άνοιξη, το φθινόπωρο και το χειμώνα). Λόγω χώρου παρουσιάζονται μόνο δύο σειρές αναλύσεων.

Γιά να μελετηθεί η ποιότητα των υπόγειων νερών της περιοχής, τόσο των επιφανειακών όσο και των υπογείων η δειγματοληψία περιλαμβάνει τις παρακάτω κατηγορίες σημείων: δεκαέξι (No 1,2,4,5,6α,7,8,9,13,14,16,17,20,22,26,27) αφορούν επιφανειακά νερά (ποτάμια), έξι (No 3,5,6β,11,18,24) πηγαία νερά και τα υπόλοιπα επτά (No 10,12,15,19,21,23,25) πηγάδια ή γεωτρήσεις. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στις δύο από τις τρεις συνολικά δειγματοληψίες δίνονται στον πίνακα ΙΙΙ. Όπως φαίνεται από τον πίνακα, δεν έγιναν πλήρεις χημικές αναλύσεις των νερών (έτσι π.χ. δεν προσδιορίστηκαν τα T.D.S., Ca^{+2} , Mg^{+2} , HCO_3^- , CO_2 , SO_4^{--} , K^+ , Na^+) με αποτέλεσμα να μη μπορούν να κατασκευασθούν τα διαγράμματα ποσιμότητας (Διαγράμματα Waterlot), τα διαγράμματα SCHOELLER-BERKALOF, τα διαγράμματα DUROV ή τα διαγράμματα των DUROV-PIPER με τα οποία γίνεται η κατάταξη των νερών σε διάφορες ομάδες ανάλογα με το χημισμό τους.

Γιά το σχολιασμό των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ποιότητα των νερών ρησιμοποιήσαμε τα Ελληνικά Πρότυπα (Standards) όπως αυτά ορίζονται με την υπ'αριθμ.Γ3α/761 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 180, 10-4-1968 Τεύχος Δεύτερο).

Με βάση αυτά και από τη μελέτη του πίνακα ΙΙΙ μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:

- 1) Οι τιμές του ΡΗ κυμαίνονται από 6,15-8,54 είναι δηλ. μέσα στα επιτρεπτά όρια ποσιμότητας (επιτρεπτό 6,5-8,5).
- 2) Η ηλεκτρική αγωγιμότητα παίρνει τιμές από 300-800 $\mu\text{S/cm}$ στους 25⁰ C (επιτρεπτό μέχρι 1000 $\mu\text{S/cm}$). Εξαίρεση αποτελεί το δείγμα Νο 26 που αφορά το νερό ενός υφάλμυρου έλους με αποτέλεσμα να εμφανίζει πολύ υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (11150 $\mu\text{S/cm}$).
- 3) Οι τιμές του διαλελυμένου οξυγόνου κυμαίνονται από 3-11 ppm (επιτρεπτό 2 ppm και μεγαλύτερο) δεν παρουσιάζουν δηλ. κάποιο πρόβλημα.
- 4) Τα νιτρικά ιόντα έχουν σχετικά χαμηλές τιμές με εξαίρεση τα δείγματα Νο 12 και 18 που παρουσιάζουν αντίστοιχα τιμές 42 και 35,8 ppm χωρίς όμως και αυτά να ξεπερνούν το όριο των 50 ppm
- 5) Η αμμωνία και το NH_4^+ ανιχνεύονται μόνο σε ίχνη (0,01-0,28 ppm) και δεν ξεπερνούν το όριο των 0,5 ppm.
- 6) Οι τιμές των χλωριόντων κυμαίνονται από 15-86ppm με εξαίρεση και πάλι το δείγμα Νο 26 όπου μετρήθηκαν 4.010 ppm Cl^- λόγω του υφάλμυρου νερού που υπάρχει στη θέση αυτή. Όσο αφορά λοιπόν τα χλωριόντα οι τιμές τους είναι πολύ χαμηλότερες από το όριο των 350 ppm.
- 7) Η ολική σκληρότητα έχει τιμές από 203-600 ppm. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση μετρήθηκε και πάλι στο δείγμα Νο 26 (1314 ppm) και ακολουθεί το δείγμα Νο 19 με 600 ppm . Όλα τα υπόλοιπα δείγματα δεν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα (όριο 500 ppm).
- 8) Το χρώμα και η θολρότητα στις περισσότερες περιπτώσεις είναι μηδέν και μόνο σε λίγες θέσεις που αφορούν κύρια ποτάμια ξεπερνούν το επιτρεπτό όριο των 5 μονάδων (κοινό και για τις δύο αυτές παραμέτρους).
- 9) Οι 11 μικροβιολογικές αναλύσεις που έγιναν έδειξαν μεγάλη περιεκτικότητα κωλοβακτηριδίων στις θέσεις Δ₁ και Δ₂₅. Η πρώτη οφείλεται σε αποχετεύσεις της κοινότητας Αγίας Άννας και η δεύτερη σε πτηνοτροφική μονάδα και σε λύπανση των χωραφιών με κοπριά.
- 10) Τα δείγματα Δ₁, Δ₇, Δ₁₀, Δ₁₁, Δ₂₆ παρουσιάζουν αυξημένες περιεκτικότητες σε C.O.D. (επιτρεπτό όριο 10 ppm) και B.O.D₅ (όριο 6 ppm) λόγω της μόλυνσης και ρύπανσης που υφίσταται από τα οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα.
- 11) Από τις τρεις σειρές ανάλυσης που έγιναν προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα: α) Όσον αφορά στο COD και BOD το 50% των δειγμάτων υπερβαίνει το επιτρεπτό όριο. β) Όσον αφορά στην NH_3 και στο NH_4 το 33% των δειγμάτων παρουσιάζει υψηλότερες τιμές από το όριο. γ) Όσον αφορά τέλος τα κωλοβακτηρίδια το 40% των δειγμάτων παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές από το όριο των 5 ανά 100ml δείγματος.

ΤΙΤΛΟΣ III: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΗΜΙΣΤΡΟΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ (ΚΟΝΤΡΕΙΟΣ 1985-ΑΡΧΑΙΟΣ 1985).

Αποβιολογισμένος Παράσιτος	Δ ₁	Δ ₂	Δ ₃	Δ ₄	Δ ₅	Δ ₆	Δ ₇	Δ ₈	Δ ₉	Δ ₁₀	Δ ₁₁	Δ ₁₂	Δ ₁₃	Δ ₁₄	Δ ₁₅	Δ ₁₆	Δ ₁₇	Δ ₁₈	Δ ₁₉	Δ ₂₀	Δ ₂₁	Δ ₂₂	Δ ₂₃	Δ ₂₄	Δ ₂₅	Δ ₂₆	Δ ₂₇			
θερμοκρασία °C	18,5	15,0	17,1	19,8	18,2	16,2	15,2	16,7	18,2	19,5	19,8	20,3	18,4	18,5	20,3	19,7	18,7	18,9	17,7	19,6	17,4	18,4	18,4	18,9	20,6					
pH	7,13	6,15	6,79	7,53	8,36	8,32	7,75	7,95	7,57	8,21	7,36	7,38	7,55	7,13	7,98	7,63	7,75	7,38	7,18	7	7,03	7,36	7,25	8,13						
βακτηριακή απεικόνιση	580	360	300	550	532	520	645	592	675	525	660	710	560	580	540	660	580	660	540	800	440	400	11150	680						
διαλυμένο οξυγόνο (ppm)	8	11	9	11	9	3	3	9	8	11	11	4	8	9	11	7	8	4	10	5	10	10	4	9						
NO ₃ (ppm)	3,98	3,09	2,65	8,84	4,86	5,30	2,21	8,84	4,2	4,86	5,74	12,37	6,63	31,82	0,73	0,134	0,073	0,097	0,636	0,158	0,073	0,061								
NO ₂ (ppm)	0,169	0,048	0,036	0,122	0,183	0,097	0,244	0,146	0,085	0,097	0,061	0,073	0,036	0,036	0,073	0,134	0,073	0,097	0,636	0,158	0,073	0,061								
NO ₃ + NO ₂ (ppm)	0,116	0,051	0,038	0,129	0,193	0,103	0,258	0,154	0,090	0,103	0,068	0,077	0,038	0,077	0,141	0,077	0,103	0,097	0,167	0,077	0,064									
ολική σκληρότητα (ppm)	421	241	203	329	386	386	456	433	447	362	377	401	386	367	353	418	365	376	336	415	297	239	1214	361						
χάλκινα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
φωσφορικά (F.T.U.)	2	8	2	7	9	6	4	0	4	5	2	0	0	0	2	9	0	0	2	2	4	8	4	0						
Cl ⁻ (ppm)	39	22	24	21	38	32	59	40	42	29	24	63	24	29	30	31	15	29	38	24	28	33	4010	22						
CaCO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
C.O.D. (ppm)	17	4,6	9	20	1	1	28	17	3	1	3	4	6	1,5	8	3,6	8	1	5	5	7	3	45	3						
B.O.D ₅ (ppm)	3,3	0,9	1,8	4,2	0	0,3	7,4	3,6	0,6	0,3	0,8	0,9	1,9	0,5	2,4	1	1,6	6,2	1,2	1,4	1,5	0,9	7	0,6						
Αποβιολογισμένος Παράσιτος	Δ ₁	Δ ₂	Δ ₃	Δ ₄	Δ ₅	Δ ₆	Δ ₇	Δ ₈	Δ ₉	Δ ₁₀	Δ ₁₁	Δ ₁₂	Δ ₁₃	Δ ₁₄	Δ ₁₅	Δ ₁₆	Δ ₁₇	Δ ₁₈	Δ ₁₉	Δ ₂₀	Δ ₂₁	Δ ₂₂	Δ ₂₃	Δ ₂₄	Δ ₂₅					
θερμοκρασία (°C)	21,9	23	15,7	17,6	18,6	19,5	22,6	21,1	18,2	19,3	21,2	19,8	19,4	19,4	21,4	18,9	17,9	19,9	17,6	16,3	17,6	16,5	16,8	16,4	17,9					
pH	7,16	7,98	7,41	8,09	7,81	8,01	7,56	8,44	8,41	7,82	7,95	8,47	8,37	8,45	7,87	8,23	8,37	7,64	7,39	8,22	7,8	8,30	7,88	7,52	7,61					
Μικροβιακή απεικόνιση (με Coliforms 20°C)	53	530	310	325	371	310	425	460	480	605	640	425	460	600	600	425	460	530	750	410	540	420	525	560	575					
διαλυμένο οξυγόνο (ppm) 4	6,5	6	10	9,5	8	10,5	9	4,5	2	6	8,5	9,5	6	10	10	10	10	8	3	6,5	6,5	9	4	3						
NO ₃ (ppm)	6,19	3,54	4,86	4,86	4,86	6,63	5,20	6,15	3,08	7,96	39,34	5,30	5,30	12,38	7,96	6,63	35,80	13,26	7,51	25,64	7,51	14,14	10,15	22,54						
NO ₂ (ppm)	0,012	0,049	0	0	0,110	0	0,097	0,097	0,266	0,073	0,024	0,024	0,024	0,012	0,024	0,061	0,012	0,341	0	0,061	0,305	0,045	0,037	0,098						
NO ₃ + NO ₂ (ppm)	0,013	0,052	0	0	0,116	0	0,103	0,103	0,284	0,103	0,077	0,026	0,026	0,013	0,026	0,084	0,013	0,361	0	0,084	0,332	0,052	0,039	0,103						
CaCO ₃ (ppm)	349	374	241	251	214	217	303	314	340	435	446	435	304	336	383	315	282	374	600	328	489	325	397	447	420					
χάλκινα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
φωσφορικά (F.T.U.)	0	0	0	0	0	0	2	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	2	0	0	0	0						
Cl ⁻ (ppm)	31	71	32	29	68	37	28	44	57	69	63	54	49	14	72	47	42	63	86	32	44	22	48	42	58					
CaCO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
C.O.D. (ppm)	9,1	7,1	2	6,1	12,2	1	1	67	44,7	2	5	4	8,5	8	2	8	17,3	7,1	11	8	1	2	3	1	17,2					
B.O.D ₅ (ppm)	1,6	2,2	1,2	1,8	2,5	0,5	0,5	17	13	0,4	1	0,4	0,4	1	0,7	2,2	4	2,1	2,8	0,5	0,7	0,5	0,8	0,4	2,8					

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την όλη έρευνα βγαίνουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Οι περιοχές που καλύπτονται από αποσασθρωμένα υλικά του οφιολιθικού συμπλέγματος, ή από νεογενείς αποθέσεις με κλίση στρωμάτων ομόρροπες προς αυτές των πρανών εμφανίζουν υψηλό κίνδυνο κατολισθήσεων.

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου οφείλεται κατά κύριο λόγο σε τεκτονικά αίτια. Η κεντρική κοίτη του Κηρέα ποταμού, του ρεύματος Κυμάσι καθώς και οι δευτερεύοντες κλάδοι του Νηλέα ακολουθούν τη διεύθυνση των νεώτερων ρημάτων (ΒΔ-ΝΑ). Ο σχηματισμός του Νηλέα ποταμού οφείλεται σε μεταπλειοκαινική τεκτονική φάση η οποία προκάλεσε την ένωση προϋπαρχόντων κλάδων, οι οποίοι σχημάτισαν τη σημερινή κεντρική κοίτη του ποταμού. Είναι πολύ πιθανόν, πριν από την τεκτονική αυτή φάση, ορισμένοι βορειοανατολικοί κλάδοι του Νηλέα να είχαν την εκβολή τους στον Β.Ευβοϊκό. Η πεδιάδα Μαντουδίου ήταν αβαθής κόλπος και η λοφοσειρά του Γερόβουνου (ΒΑ Μαντουδίου) νησίδα. Η πεδιάδα σχηματίστηκε από την πλήρωση του κόλπου με υλικά των ρευμάτων Βούδωρου και Κυμάσι.

Οι λεκάνες, κυρίως του Κηρέα και λιγώτερο του Νηλέα, δέχονται πλευρική τροφοδοσία από τον ορεινό όγκο "Κανδήλι". Σχηματίζονται πλούσιοι υδροφόροι ορίζοντες τόσο υπό πίεση όσο και φρεάτιοι. Δημιουργείται υδατοστεγανή ζώνη κοντά στην παραλία των πεδινών εκτάσεων Μαντουδίου και Κυμασίου με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η αλμύρωση των υδροφόρων οριζόντων.

Από τις χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις συμπεραίνουμε ότι τόσο τα επιφανειακά όσο και τα υπόγεια νερά του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα παρουσιάζουν εποχιακά, ως προς κάποια τουλάχιστον από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν, πρόβλημα μόλυνσης και ρύπανσης ώστε να κρίνονται ακατάλληλα για ύδρευση ενώ είναι κατάλληλα για την άρδευση της περιοχής. Πρόβλημα δεν παρουσίασε η βαθεία γέωτρηση για την ύδρευση του Μαντουδίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

FREEZE, R.R., CHERRY, J.A., (1969): Ground Water. Elsevier.

FRIED, J.J., (1975): Groundwater pollution. Elsevier.

HEM, J.D., (1970): Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. Geological Survey Water Supply paper, 1473.

International Symposium on Impact of Agricultural Activity on Ground Water. I.A.H. Prague, 1982.

JACKSON, A.J., et al., (1982): The neotectonics of the Aegean, an alternative view—Earth and Planetary Science Letters, 61, 303-318, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

- JACOBSON, R.L., LANGMUIR, D., (1971): The chemical history of some spring waters in Carbonate Rocks. *Ground Water* 8, No 3, 5-9.
- ΚΑΤΣΙΚΑΤΣΟΣ, Γ. et al., (1978): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, φύλλο Λάρυμνα, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- " et al., (1980): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος, 1:50.000, φύλλο Λίμνη, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- " et al., (1981): Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος, 1:50.000, φύλλο Ψαχνών-Πηλίου, Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- " et al., (1981): The neogene of the island of Euboea (Evia), review. *Geol. en Mijnbouw*, 0016-7746/81#004-0509.
- LANGMUIR, D., (1971): The geochemistry of some carbonate ground waters in central Pennsylvania. *Geoch. et Cosmochimica Acta* Vol. 35, pp. 1023-1045.
- ΛΕΙΒΑΔΙΤΗΣ, Γ., ΑΛΕΞΟΥΛΗ-ΛΕΙΒΑΔΙΤΗ, Α., (1983): Γεωμορφολογική μελέτη της Αίγινας. *Πρακτ.Ακαδ.Αθηνών*, τόμ. 58ος σελ. 520-542.
- LEMEILLE, F., (1977): Etudes neotectoniques en Grèce centrale nord-orientale: Eubée centrale, Attique, Beotie, Locride et dans la Sporades du Nord (Skyros), Thèse de 3^e Cycle, Université de Paris-Sud.
- OLIVE, PH., (1976): Analyse chimique des eaux et thermodynamique. Université de Genève. *Memento pratique*.
- PHILLIP, H., (1974): Etude neotectonique des rivages égéens en Locride et Eubée Nord Occidentale (Grèce), Thèse 3^e cycle, Université des Sciences et Technologie du Languedoc, Montpellier.
- PSARIANOS, P., and THENIUS, E., (1953): Über Elephas (Archidiskodon) meridionalis (Eleph-Mammal.) von Euböa (Griechenland). *Prakt.Acad.Ath.*, 28:413-424.
- ΣΑΝΔΟΥΑΝΝΙ, Θ., (1984): Etude néotectonique des rivages occidentaux du canal d'Atalanti (Grèce centrale). These 3^e cycle, Université de Paris XI, 190 p.
- SCHOELLER, M.H., (1960): Recherches sur l'acquisition de la composition chimique des eaux souterraines. Université de Bordeaux.
- Seminar on ground water protection. Strategies and Practices. United Nations E.C.E. Committee on Water problems. Athens, 1983.
- STRAHLER, A.N., (1957): Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Amer.Geoph.Union Trans*, 38, p.913-920.
- WOODWARD, A., (1981): On the bonebeds of Pikermi, Attica and on similar deposits in northern Euböa. *Geol. Mag.* 4:481-486.