

Πρακτικά 3ου Συνεδρίου Μαΐος 1986			
Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.	Τομ. XX/3	σελ. 77-96	Αθήνα 1988
Bull. Geol. Soc. Greece	Vol.	pag.	Athens

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ DARCY ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΑ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Η ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΑΝΩ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ (ΝΔ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)*

Η. ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ**

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Από τον Νόμο του DARCY είναι γνωστό:

$$v_f = k_f \frac{dh}{ds} \quad (1)$$

v_f = σχετική ταχύτητα

k_f = συντελεστής διαπερατότητας

$$\frac{dh}{ds} = I = \text{Υδραυλική κλίση}$$

Είναι γνωστό επίσης ότι από ένα χάρτη ισοδυναμικών γραμμών ενός ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα και από την απόσταση A μεταξύ δύο γραμμών ροής μπορεί να υπολογιστεί η Υδαταγωγιμότητα.

T (T=k.m, όπου m = πάχος διαπερατού στρώματος)

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{A_2 I_2}{A_1 I_1} \quad (2)$$

και αν το πάχος του διαπερατού στρώματος είναι σταθερό έχουμε:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A_2 I_2}{A_1 I_1} \quad (3)$$

Από τις εξισώσεις (2) και (3) συμπεραίνεται ότι "T" και "k" είναι αντιστρόφως ανάλογοι της Υδραυλικής κλίσης.

Το μέγεθος του "k" στα χαλαρά πετρώματα εξαρτάται κύρια από το μέγεθος των κόκκων του πετρώματος.

Από τους χάρτες ισοδυναμικών γραμμών του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα της μικρής σχετικά νεοτεκτονικής λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας και έχοντας υπόψη τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο συντελεστής "k" στο κέντρο της λεκάνης είναι μεγαλύτερος απ'ότι στην περιφέρεια. Αυτή η παρατήρηση έρχεται σε αντίθεση με τις υπαίθριες παρατηρήσεις, αφού στο κέντρο της λεκάνης οι μεταλλικές αποθέσεις είναι πλέον λεπτόκοκες.

Η παρατηρούμενη αυτή παρέκλιση σ'όχι αφορά την τιμή του "k" εξηγείται με το ότι η λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας εξαιτίας της γεωλογικής και τεκτονικής δομής των αλπικών σχηματισμών που την περιβάλλουν αλλά και της μορφοτεκτονικής της εξέλιξης, αντιπροσωπεύει ένα κλειστό γεωμορφολογικό σύστημα και κατ'επέκταση ένα κλειστό υδρογεωλογικό σύστημα.

- THE APPLICATION OF THE DARCY'S LAW IN CLOSED GEOMORPHOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL SYSTEMS, EXAMPLE: THE BASIN OF ANO MESSINIA (SW PELOPONNISOΣ)

** Γεωλογικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, Αθήνα 157 84

Η συσκευή όμως του DARCY είναι ένα ανοικτό σύστημα. Έτσι ο Νόμος του DARCY δεν μπορεί να εφαρμοστεί παρά μόνο κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, σε υδρογεωλογικές λεκάνες που παρουσιάζουν ανάλογες γεωλογικές-μορφοτεκτονικές συνθήκες με εκείνες της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας.

A_b_s_t_r_a_c_t

After the DARCY's law

$$v_f = k_f \frac{dh}{ds} \quad (1)$$

where v_f = relative velocity

k_f = permeability

$\frac{dh}{ds} = I$ = hydraulic gradient

It is known also that from an isotopotential contour map of an unconfined aquifer and from the distance A between two flow lines the value of Transmissivity T can be obtained ($T = k \cdot m$, where k = permeability and m = thickness of the aquifer (eq.2)

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{A_2 I_2}{A_1 I_1} \quad (2)$$

and if the thickness of the aquifer is constant we have

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A_2 I_2}{A_1 I_1} \quad (3)$$

From the equation (2) and (3) it is concluded that "T" and "k" are inversely proportional to the hydraulic gradient. The permeability (k) is approximately proportional to the square of the mean grain diameter.

From the isotopotential contour maps of the unconfined aquifer of the relative small neotectonic basin of Ano Messinia (SW Peloponnisos), and taking into consideration the foregoing, it is concluded that the permeability coefficient "k" at the central part of the basin is greater than at its margins.

This is in fully contrast with the field observations, as at the central part of the basin the postalpine (Plio?-Quaternary) deposits are more finegrained than in the margins, as it has been proved by boreholes.

The observed deviation concerning the "k" could be explained as the consequence that the Ano Messinia basin, because of its geological and tectonic structure of the alpine formations and its morphotectonic evolution during the neotectonic periode, represents a closed hydrogeological system, whereas the DARCY's apparatus an open one. Consequently the DARCY's law cannot be applied in basin with similar geological-morphotectonic conditions to those of Ano Messinia.

1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ - ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Η λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας μαζί με τη λεκάνη της Κάτω Μεσσηνίας στο νότιο τμήμα, την λεκάνη του Δωρικού και της Κυπαρισσίας στο δυτικό τμήμα σχηματίζουν μια στενή λωρίδα ξηράς, μικρού σχετικά υψόμετρου, που αλλού είναι επίπεδη και αλλού λοφώδης.

Η λωρίδα αυτή ξηράς ενώνει τον Μεσσηνιακό και τον Κυπαρισσιακό κόλπο. Σε παλαιότερες γεωλογικές εποχές (Πλειόκαινο κύρια) απο-τελούσε έναν παλαιολιθικό πολύ μικροτέρων διαστάσεων αφού ένα μεγάλο τμήμα των λεκανών της Κάτω Μεσσηνίας και της Κυπαρισσίας καταλαμβάνονταν από θαλάσσιες νεογενείς αποθέσεις.

Οι παραπάνω λεκάνες αποτελούν τμήματα του τεκτονικού βυθίσματος Καλαμάτας-Κυπαρισσίας που κατέχει μεγάλο μήκος και καθορίζεται από δύο μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες. Η μια ρηξιγενής ζώνη καθορίζει το Βόρειο και Ανατολικό περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος, ενώ η άλλη το Νότιο και Δυτικό. Τόσο τα γεωλογικά όσο και τα τεκτονικά δεδομένα, καθώς επίσης και η μελέτη των πυρήνων πολλών σχετικά γεωτρήσεων που έχουν γίνει στο πεδινό τμήμα δείχνουν ότι η μορφο-τεκτονική εξέλιξη της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας είναι περισσότερο πολύπλοκη από την παραδοχή της ύπαρξης ενός απλού τεκτονικού βυθίσματος.

Η λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας συνδέεται δυτικά με τη λεκάνη του Δω-ρίου με μία στενή πεδινή λωρίδα, η οποία καλύπτεται από μικρού πά-χους κλαστικά ιζημάτα και περιβάλλεται από όλες τις πλευρές της από λόφους ή και χαμηλά όρη που δομούνται από αλπικούς σχηματισμούς. Έτσι από γεωμορφολογική άποψη η λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας σχηματί-ζει μια κλειστή απ'όλες τις πλευρές λεκάνη με εξαίρεση ένα στενό τμήμα στο νότιο περιθώριο και συγκεκριμένα μεταξύ του Νεοχωρίου και του Μελιγαλά, πλάτους 50-100m περίπου, από το οποίο επιτυγχάνεται η αποστράγγιση, όχι μόνον αυτής της ίδιας της λεκάνης αλλά και της λεκάνης Δωρίου, με την οποία αποτελεί ενιαίο υδρολογικό σύστημα.

Τα γενικά γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης είναι
(ι) Η πολύπλοκη γεωλογική και τεκτονική δομή. Στην περιοχή απαντούν τρεις γεωτεκτονικές ενότητες. Απ'αυτές δύο ανήκουν στον αλπικό κύκλο και συγκεκριμένα η ενότητα της ζώνης Ολυνού-Πίνδου και ε-κείνη της ζώνης της Τρίπολης, ενώ η τρίτη που περιλαμβάνει τις πλειοτεταρτογενείς αποθέσεις της λεκάνης ανήκει στον μετα-αλπι-κό κύκλο.

(ιι) Το μεγάλο πάχος των ματααλπικών κλαστικών ιζημάτων συγκριτικά με τις μικρές διαστάσεις της λεκάνης και το ότι διαχωρίζεται από τις άλλες λεκάνες με την παρεμβολή αλπικών ενοτήτων.

Από γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις, που επιβεβαιώθηκαν και από πολ-λές γεωτρήσεις, έχει διαπιστωθεί ότι στο κέντρο της λεκάνης, το πάχος των κλαστικών αυτών ιζημάτων υπερβαίνει τα 280m.

(ιιι) Η ομοιομορφία της φάσης των κλαστικών ιζημάτων.

(ιιιι) Το αλπικό υπόβαθρο, όπως έχει δείξει η γεωηλεκτρική διασκόπηση παρουσιάζει αρκετές λιθολογικές διαφορές. Ένα άλλο χαρακτηρι-στικό της λεκάνης είναι ότι το χαμηλότερο σημείο του αλπικού υ-πόβαθρου, παρά τη γενική ανύψωση της όλης περιοχής κατά την πε-ρίοδο του Πλειοστόκαινου, σήμερα βρίσκεται πολύ χαμηλότερα από

τη σημερινή στάθμη της θάλασσας, και συγκεκριμένα βρίσκεται περίπου 200μ. χαμηλότερα. Αυτό είναι σημαντικό αν ληφθεί υπόψη:

- (α) ότι στα μεταλλικά ιζήματα δεν έχουν παρατηρηθεί μέχρι τώρα θαλάσσιες αποθέσεις και
- (β) ότι σε γειτονικές περιοχές τα αποδεδειγμένα θαλάσσια μεταλλικά ιζήματα, όχι μόνο κυριαρχούν αλλά βρίσκονται σε ύψος πάνω από τα 450μ., ενώ το υψόμετρο της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας είναι ≈ 100 .

2. Α Λ Π Ι Κ Ε Σ Γ Ε Ω Τ Ε Κ Τ Ο Η Ι Κ Ε Σ Ε Ν Ο Τ Η Τ Ε Σ

2.1. Ζώνη Ολωνού - Πίνδου

Η ζώνη αυτή έχει μεγάλη εξάπλωση στη περιοχή (βλ. χάρτη εικ.....) και παρουσιάζεται σχεδόν με όλο της το στρωματογραφικό εύρος. Από τεκτονική άποψη, όπως είναι, γνωστό σχηματίζει ένα κάλυμμα, που είναι επωθημένο στη ζώνη της Τρίπολης. Σε πολλά τμήματα της περιοχής που μελετήθηκε παρατηρείται η επιφάνεια επώθησης.

Όλη η ζώνη είναι πολυπτυχωμένη και παρουσιάζει πολλές λεπίσσεις, με διεύθυνση του άξονα πτυχώσεων από Β-Ν, ή ΒΒΔ-ΝΝΑ. Οι αξονικές επιφάνειες αλλά και οι επιφάνειες εφιππεύσεων έχουν κλίση προς τα Ανατολικά, χωρίς γενικά να αποκλίνουν και παρεκκλίσεις.

Τα παλαιότερα στρώματα της στενής περιοχής ανήκουν στο Ιουρσσικό και αποτελούνται από ραδιολαρίτες σε εναλλαγές με νικριτικούς ασβεστόλιθους, επίσης έχουμε συχνά εμφανίσεις ψαμμιτών, κροκαλοπαγών και μαργών. Προς τα άνω ακολουθούν ερυθρές μάργες, σε εναλλαγές με ψαμμίτες αλλά και ασβεστόλιθους.

Το Κενομάνιο - Ιουράνιο αντιπροσωπεύεται από δύο συνεχόμενες λιθοστρωματογραφικές ενότητες:

(ι) τον "πρώτο φλύσχη" (κάτω) και (ιι) τους μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθους (επάνω).

Η ενότητα του λεγόμενου "πρώτου φλύσχη" αποτελείται κύρια από εναλλαγές μαργών και ψαμμιτών. Λιθολογικά και ιζηματολογικά έχει ομοιότητες η ενότητα αυτή με τον τυπικό φλύσχη.

Η ενότητα των "μικρολατυποπαγών ασβεστόλιθων", που εναλλάσσεται με ερυθροπές μάργες και πρασινοπούς ψαμμίτες, παρουσιάζει στην περιοχή μια λιθολογικά πολυμικτή εικόνα. Οι λατύπες έχουν προέλθει από ασβεστόλιθους αλλά και ραδιολαρίτες κ.ά., ενώ οι λατυποπαγείς πάγκοι δείχνουν μιά κοκομετρική διαβάθμιση. Σ'αυτή την ενότητα έχουν εντοπισθεί πολλά είδη από Ορμπιτολίνες, π.χ. *O. trochus*, *O. lenticularis*, *O. concana*. Η ενότητα αυτή αντιπροσωπεύει τον "Ορίζοντα με ορμπιτολίνες του Κενομανίου" του C. RENZ (1955 S. 337).

Το Άνω Κρητιδικό αντιπροσωπεύεται από πλακώδεις μέχρι μικροπλακώδεις μικριτικούς ασβεστόλιθους, με κατά θέσεις ενστρώσεις από αρενιτικούς ασβεστόλιθους, ερυθρές και κίτρινες μάργες, ενώ παρεμβολές ψαμμιτών είναι σπάνιες.

Ο_φλύσχη πάνω από τους Άνω Κρητιδικούς ασβεστόλιθους ακολουθεί μία σειρά, η οποία αποτελείται από εναλλαγές από πλακώδεις ασβεστόλιθους, μαύρους κερατόλιθους και κόκκινες έως τεφρο-κίτρινες μάργες.

Τα στρώματα αυτά σχηματίζουν τα γνωστά "στρώματα_ματιάβασης" προς τον φλύσχη. Ο φλύσχη αρχίζει ουσιαστικά με τα πρώτα τουρβιδιτικά στρώματα.

Στο φλύσχη της περιοχής υπερισχύει γενικά το πηλιτικό και λεπτόκοκκο υλικό, ενώ οι ασβεστολιθικές παρεμβολές είναι σπάνιες.

Απολιθώματα που έχουν βρεθεί στους ασβεστόλιθους είναι διαφορετικής ηλικίας, πρόκειται για επανιζηματογένεση παλαιότερου υλικού.

2.2. Η_ζώνη_Τρίπολης:

Εμφανίσεις της ζώνης Τρίπολης παρουσιάζονται στο νοτιοανατολικό περιθώριο της περιοχής. Οι κυριότεροι σχηματισμοί της ζώνης αυτής είναι:

(ι) οι ασβεστόλιθοι_της_Τρίπολης, οι οποίοι αποτελούν μία κλειστή σειρά ανθρακικών και

(ιι) Ο_φλύσχη

Τα ανθρακικά πετρώματα της ζώνης αυτής δείχνουν σ'όλο το στρωματογραφικό πλάτος τους νηριτικό χαρακτήρα.

Πιο συγκεκριμένα οι διάφορες ακολουθίες έχουν ως εξής:

Το Τριαδικό_Άνω_Ιουρασικό αντιπροσωπεύεται κύρια από δολομιτικούς στρωματολιθικούς ασβεστόλιθους.

Το Άνω_Ιουρασικό αποτελείται από παχυστρωματώδεις, κρυσταλλικούς συχνά ωλιθικούς, μαύρους έως κυανότεφρους ασβεστόλιθους, που συνήθως είναι απολιθματοφόροι.

Το Κάτω_Κρητιδικό αποτελείται από βιογενείς ασβεστόλιθους, που συχνά είναι δολομιτιωμένοι, λατυποπαγείς και κατά θέσεις κρυσταλλικοί, παχυστρωματώδεις και συμπαγείς.

Σ'αυτούς τους ασβεστόλιθους έχουν βρεθεί πολλά απολιθώματα (Miliolidae, Textularidae, Dasycladaceae, Orbitolina sp. κ.α.)

Το Άνω_Κρητιδικό αντιπροσωπεύεται από παχυστρωματώδεις νηριτικούς βιογενείς ασβεστόλιθους, κατά θέσεις δολομιτιωμένους.

Κατά το Παλιόκαινο οι ασβεστόλιθοι είναι τεφρού χρώματος και σχετικά μικρού πάχους που συνεχίζουν προς τα άνω με τους ασβεστόλιθους του Ηωκαίνου. Οι τελευταίοι χαρακτηρίζονται από τη γνωστή παλαιοπανίδα που είναι πλούσια σε Nummulites, Alveolines κ.λ.π.

Ο_φλύσχη: Η ιζηματογένεση του φλύσχη της Τρίπολης αρχίζει κατά το Πριαμπόνιο και τελειώνει στο Κατ. Μειόκαινο. Η επαφή του φλύσχη με τα υποκείμενα ανθρακικά είναι συνήθως τεκτοιζηματογενής.

Πρόκειται δηλ. για επιφάνειες ρηγμάτων, που έγιναν είτε πριν είτε κατά τα αρχικά στάδια της ιζηματογένεσης και τα οποία καλύφθηκαν κατόπιν με τα ιζήματα του φλύσχη. Ο φλύσχος επομένως βρίσκεται σε πολλές θέσεις σε ασυμφωνία προς τους υποκείμενους ασβεστόλιθους. Παρόμοιες επαφές φλύσχη και ασβεστολίθων απαντώνται και σε άλλες περιοχές, ειδικότερα στην Κεντρική Πελοπόννησο, και έχουν περιγραφεί από τους D. RICHTER - I. MARIOLAKOS.

Εκτός από τεκτονοϊζηματογενή επαφή παρατηρείται επίσης στην ευρύτερη περιοχή και κανονική επαφή των ασβεστολίθων με το φλύσχη, όπου μάλιστα απαντώνται και στρώματα μετάβασης.

2.3. Τα Μεταλπικά Πετρώματα

2.3.1. Γενικά

Η επίπεδη επιφάνεια της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας κατά το μεγαλύτερο μέρος της δεν έχει φυσικές τομές. Οι τελευταίες απαντούν μόνο τα περιθώρια της λεκάνης, εκεί όπου οι μικροί χείμαρροι εκβάλλουν στη λεκάνη. Οι μεταλπικές αποθέσεις της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας αποτελούνται κύρια από κλαστικό υλικό. Ολόκληρο σχεδόν το πεδινό τμήμα της λεκάνης καλύπτεται από ένα μικρού πάχους στρώμα αργίλλου ή αργιλλοαμμώδους σύστασης.

Προς τα κάτω παρατηρείται αδρομερέστερο κλαστικό υλικό.

Αδρομερές υλικό έχουν επίσης διατηρήσει οι γεωτρήσεις, οι οποίες έχουν γίνει προς τα περιθώρια της λεκάνης.

Το λεπτόκοκκο αργιλικό υλικό βρίσκεται επίσης σε βάθος 25-40μ.

Απ' αυτό το βάθος και μετά αρχίζει μ.λ. άλλη εναλλαγή από χονδρόκοκκο και λεπτόκοκκο κλαστικό υλικό.

Αυτά τα στρώματα αργίλλου αποτελούν και τον κύριο ορίζοντα που προκαλούν τις αρτεσιανές συνθήκες, που έχουν δημιουργηθεί κατά τόπους όπως για παράδειγμα στις περιοχές Κεντρικού, Κωνσταντίνου, Μούστα κ.ά.

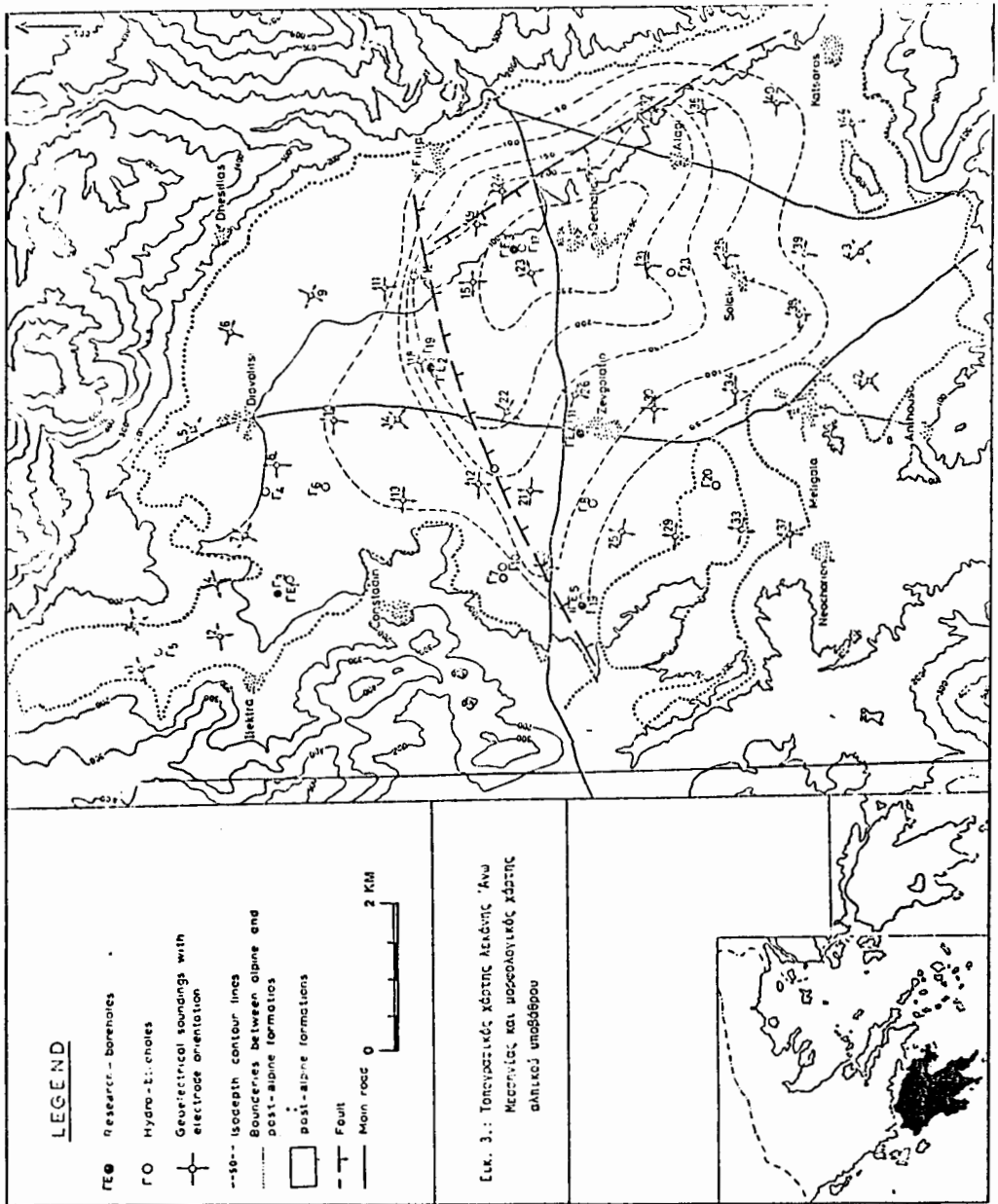
2.3.2. Η φάση των μεταλπικών αποθέσεων στη λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των κλαστικών ιζημάτων της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας είναι:

(ι) το ερυθρό χρώμα

(ιι) η έλλειψη των σαπροπηλών, λιγνιτών και γενικά βιογενών ιζημάτων

(ιιι) η έλλειψη απολιθωμάτων ακόμη και φυτικών λειψάνων



(ιν) το μεγάλο πάχος που σε ορισμένες θέσεις ξεπερνά τα 250μ.

Τα μικροσκοπικά δείγματα (πάνω από 25) τα οποία έχουν ληφθεί από διαφορετικά βάθη γεωτρήσεων, δεν περιέχουν ούτε ρολλεν, οστρακοειδή, διάτομα ή άλλα απολιθώματα. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό και με το χρώμα και τα άλλα μακροσκοπικά ιζηματολογικά χαρακτηριστικά μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για χερσαίες αποθέσεις. Αυτό βέβαια δεν αποκλείει την περίπτωση, ένα τμήμα της περιοχής κατά διαστήματα να είχε μετατραπεί σε λίμνη τουλάχιστον παροδικά, τα παλαιογεωγραφικά δεδομένα όμως φαίνεται ότι δεν ευνόησαν τον σχηματισμό λιγνιτών, όπως συμβαίνει στη λεκάνη της Μεγαλόπολης, που βρίσκεται αμέσως βόρεια της εξεταζόμενης λεκάνης. Στη λεκάνη της Μεγαλόπολης όπως είναι γνωστό έχουν σχηματισθεί λιγνίτες τόσο κατά το Πλειόκαινο, όσο και κατά το Πλειστόκαινο.

Εμφανίσεις λιγνιτών επίσης έχουμε σ'όλες τις άλλες γειτονικές λεκάνες, όπως στη λεκάνη της Κάτω Μεσσηνίας και Κυπαρισσίας οι οποίες όπως αναφέρθηκε έχουν αναπτυχθεί στο ίδιο τεκτονικό βύθισμα, στη λεκάνη της Μεσσηνίας οφείλεται μάλλον σε φαινόμενα ρολλεν οξειδωσης.

3. Η Γ Ε Ω Μ Ο Ρ Φ Ο Λ Ο Γ Ι Α Τ Ο Υ Α Λ Π Ι Κ Ο Υ Υ Π Ο Β Α Θ Ρ Ο Υ Τ Η Σ Λ Ε Κ Α Ν Η Σ Τ Η Σ Α Ν Ω Μ Ε Σ Σ Η Ν Ι Α Σ

Για να εξηγηθεί το γεωμορφολογικό ανάγλυφο του αλπικού υπόβαθρου χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα 5 δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, 20 υδρογεωτρήσεων και 42 γεωηλεκτρικών διασκοπήσεων. Τα τελευταία ήσαν κανονικά κατανεμμένα, σ'όλη την περιοχή και η απόσταση του ενός οημείου από το άλλο δεν υπέρβαινε το 1 Km. (εικ.....)

Η ακρίβεια των γεωφυσικών αποτελεσμάτων μπορεί να θεωρηθεί σαν πολύ καλή, ειδικά για την επαφή μεταξύ των μεταλπικών κλαστικών ιζημάτων και του αλπικού υπόβαθρου, διότι πολλές φορές το αποτέλεσμα των γεωφυσικών δεδομένων συμφωνούν με αυτά των γεωτρήσεων. Τα δεδομένα της λιθολογίας του υπόβαθρου πρέπει να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Για το λόγο αυτό και για τον έλεγχο των δεδομένων των γεωηλεκτρικών διασκοπήσεων έγιναν πολλές μετρήσεις στο αλπικό υπόβαθρο γειτονικών περιοχών. Πραγματοποιήθηκαν επίσης πολλές μετρήσεις στα τυπικά πετρώματα της Ζώνης Ολωνού-Πίνδου και της Ζώνης της Τρίπολης.

Με βάση τα συγκεντρωθέντα στοιχεία (γεωτρήσεις και γεωφυσικά δεδομένα) κατασκευάσθηκαν οι ισοϋψείς της επαφής των μετααλπικών κλαστικών ιζημάτων και του αλπικού υπόβαθρου.

Το αλπικό υπόβαθρο μπορεί, με βάση την πυκνότητα των ισοϋψών, να χωρι-

στεί σε 4 μέρη (εικ.....)

Η πρώτη περιοχή βρίσκεται νοτιοδυτικά του χωριού Κεντρικού και σχηματίζει το υπόβαθρο της κοιλάδας μεταξύ του Αγριλόβουνου και του χωριού Μάνδρες. Το ανάγλυφο αυτού του τμήματος μπορεί να θεωρηθεί σαν η προέκταση του ανάγλυφου των γειτονικών λόφων και βουνών.

Το πάχος των μετααλπικών ιζημάτων σ' αυτή την περιοχή κυμαίνεται από 40-50μ. Λιθολογικά το υπόβαθρο αποτελείται κατά το μεγαλύτερο μέρος του από ασβεστολίθους του Άνω Κρητιδικού της Ζώνης Ολωνού-Πίνδου.

Η δεύτερη περιοχή αντιπροσωπεύει μια στενή λωρίδα πλάτους 300-500μ. με διεύθυνση Α-Δ, η οποία εκτείνεται στο ύψος του χωριού Κεντρικό.

Η κλίση του αλπικού υπόβαθρου στη περιοχή αυτή σε σύγκριση με εκείνη της προηγούμενης περιοχής είναι κατά πολύ μεγαλύτερη και ανέρχεται σε 45-60°.

Το πάχος των μετααλπικών ιζημάτων κατά μήκος αυτής της λωρίδας κυμαίνεται από 60-220m., ενώ κατά θέσεις, όπως έχουν δείξει ορισμένες γεωτρήσεις, υπερβαίνει τα 260m. Η απότομη κλίση, το μικρό πλάτος της λωρίδας και η ευθύγραμμη διάταξη συνηγορούν υπέρ της τεκτονικής παρέλευσης της δομής αυτής και συγκεκριμένα πρέπει να αντιπροσωπεύουν μία ρηξιγενή ζώνη.

Σ' αυτή την περιοχή, τόσο στην ανατολική όσο και στη δυτική της προέκταση πάνω στους λόφους και στα όρη έχουν εντοπισθεί πολλά ρήγματα, χωρίς όμως να δημιουργούν τοπογραφική ανωμαλία. Αυτό βέβαια εξηγείται με το ότι τα ρήγματα ήταν παλιά και το ανάγλυφο το οποίο είχε σχηματισθεί από τον τεκτονισμό αυτό έχει καταστραφεί μεταγενέστερα με το σχηματισμό καινούργιου ανάγλυφου. Υπάρχει βέβαια κι' άλλη εξήγηση.

Στη λεκάνη πάντως ο τεκτονισμός είναι της ίδιας ηλικίας με την ιζηματογένεση και σ' αυτή την περίπτωση προ- Άνω Πλειστοκαινικός. Έχουμε δηλαδή ένα συνιζηματογενή ρηματογόνο τεκτονισμό του οποίου οι επιφάνειες των ρημάτων στο βάθος της λεκάνης έχουν παραμείνει, ενώ στην επιφάνεια με τις συνεχείς μεταβολές του ανάγλυφου έχουν εξομαλυνθεί με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν σήμερα να εντοπιστούν μορφολογικά.

Το τρίτο τμήμα είναι αυτό το οποίο εκτείνεται στο ανατολικό μέρος της λεκάνης. Πρόκειται και εδώ για μία στενή λωρίδα με μία κλίση 40°-50° και διεύθυνση Β-Ν.

Το τέταρτο τμήμα εκτείνεται στο νοτιοδυτικό μέρος του αλπικού υπόβαθρου. Έχει μεγάλη ομοιότητα με το ανάγλυφο της γύρω περιοχής. Λιθολογικά φαίνεται ότι -σ υπόβαθρο αποτελεί τη συνέχεια των επιφανειακών ^(φλύσχη) ενοτήτων με μερικές μόνο διαφορές, όπου οι γεωφυσικές έρευνες δείχνουν ότι το υπόβαθρο σχηματίζουν οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.

4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΟΙΚΕΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΣ ΑΝΩ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

Από τις γεωτρήσεις στην λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας έχουν εντοπισθεί δύο ξεχωριστοί υδροφόροι ορίζοντες. Ο χαμηλότερος βρίσκεται υπό πίεση ενώ ο υψηλότερος είναι ελεύθερος.

Μεταξύ των δύο υδροφόρων οριζόντων και σ'ένα βάθος 30-50μ. περίπου από την επιφάνεια, εμφανίζεται ένα υδατοστεγές στρώμα κόκκινου αργιλικού υλικού, που είναι και η αιτία του αρτεσιανού χαρακτήρα του χαμηλότερου υδροφόρου ορίζοντα.

4.1. Η στάθμη του ύδατος στον ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας

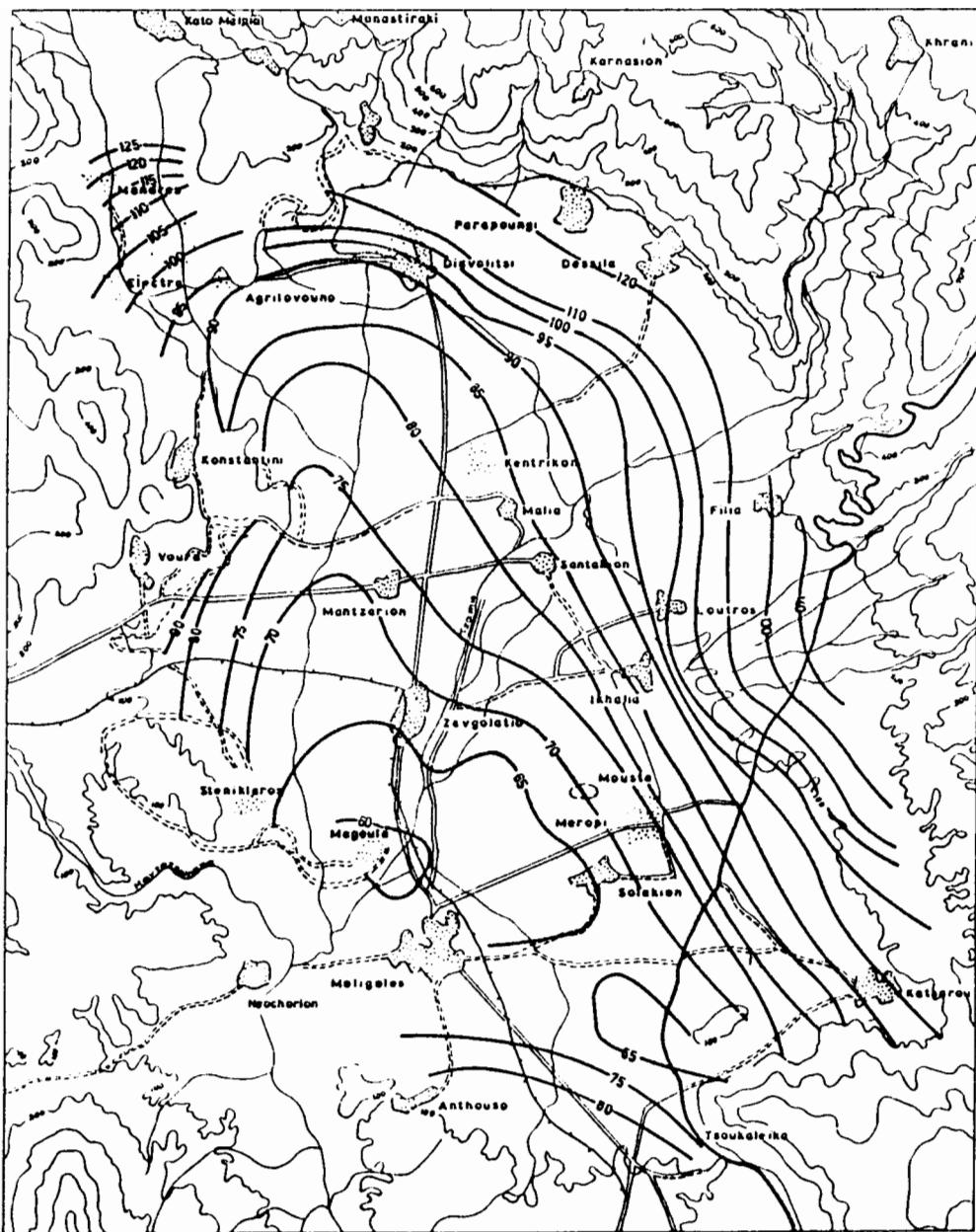
Για την κατασκευή του χάρτη της στάθμης του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα έγιναν μεταξύ 1976-78 μετρήσεις σε μία σειρά από καθορισμένα φρέατα. Από αυτές τις μετρήσεις κατασκευάστηκαν δύο χάρτες ισοδυναμικών γραμμών της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και μάλιστα ένας χάρτης για την υψηλότερη στάθμη του έτους 1976(Μάιο) (Εικ....) και ένας για την χαμηλότερη στάθμη του ίδιου έτους (Εικ...)

Από τον χάρτη των ισοδυναμικών γραμμών της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα που δεν τελεί υπό πίεση συμπεραίνονται τα εξής:

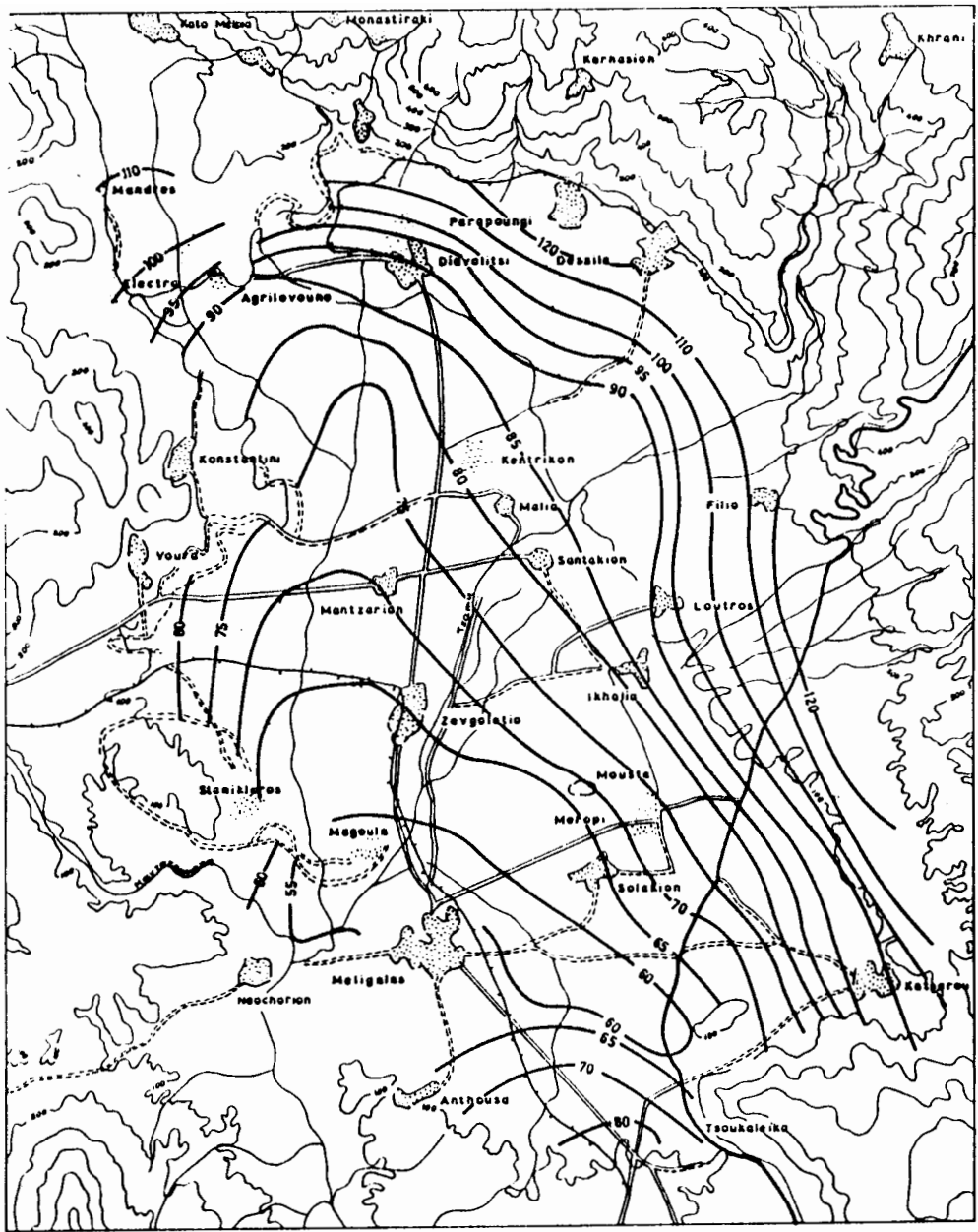
- (ι) Για το τμήμα βόρεια από τα χωριά Ηλέκτρα και Αργιλόβουνο μέχρι το χωριό Κάτω Μελπια πρέπει ο υδροφόρος ορίζοντας να επηρεάζεται από τον μικρό ποταμό που διασχίζει την στενή κοιλάδα αυτής της περιοχής. Το ποτάμι αυτό ρέει όλο το χρόνο διότι τροφοδοτείται από την μεγάλη πηγή της Άνω Μελπιας. Σ'αυτή την περιοχή της κοιλάδας σχηματίζουν οι ισοδυναμικές καμπύλες του υδροφόρου ορίζοντα με την κοίτη γωνία 70° η δε μέση κλίση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα είναι 10-12%.
- (ιι) Μεταξύ των χωριών Ηλέκτρα και Αργιλόβουνο και νότια μέχρι τα χωριά Κωνσταντίνα και Διαβολίτσι κυριαρχούν οι ίδιες περίπου συνθήκες, με την διαφορά ότι εδώ η μέση κλίση της στάθμης είναι μικρότερη από 10%.
- (ιιι) Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης η διεύθυνση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα είναι περίπου παράλληλη με την διεύθυνση της μορφολογίας
Η μέση κλίση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα σ'αυτή την περιοχή είναι 25-30 %. Από την γωνία της διεύθυνσης των ισοδυναμικών

γραμμών του υδροφόρου ορίζοντα και της διεύθυνσης ροής των διαφόρων ρευμάτων (90°) συμπεραίνεται ότι η τελευταία δεν επηρεάζει καθόλου τον υδροφόρο ορίζοντα.

- (iv) Στην υπόλοιπη περιοχή είναι ακόμη μικρότερη η μέση κλίση της στάθμης και μάλιστα από τις δύο πλευρές του άξονα της κύριας ροής του υδροφόρου ορίζοντα είναι 5-10%, ενώ κατά μήκος του άξονα της υδραυλικής κλίσης είναι 2-4%.
- (v) Το υπόγειο νερό συγκεντρώνεται στην περιοχή μεταξύ των χωριών Στενικκλαρος-Ζευγολάτιο-Σολάκι-Μελιγαλά. Αυτή η περιοχή μετατρέπεται σε περίοδο πλημμυρών σε έλος. Ο ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας ρέει μεταξύ των κλαστικών ιζημάτων Μαγούλας και Μελιγαλά και συγκεντρώνεται βόρεια από το Μελιγαλά. Σ' αυτή την περιοχή σταματά κάθε άλλη υπόγεια ροή, διότι εδώ η κοίτη του ποταμού διασχίζει το φλύσχη της Ζώνης της Τρίπολης.



Εικ. 4α.: Χάρτης πιεσομετρικής επιφάνειας ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα



Oktober 1976

Εικ. 4β.: Χάρτης πιεσομετρικής επιφάνειας ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα

4.2. Εφαρμογή του νόμου του DARCY σε κλειστά γεωμετρολογικά συστήματα

Από τον νόμο του DARCY είναι γνωστό ότι:

$$v_f = k_f \frac{dh}{ds} \quad (1)$$

v_f = σχετική ταχύτητα

k_f = συντελεστής διαπερατότητας

$$\frac{dh}{ds} = I = \text{υδραυλική κλίση}$$

$$v_f = \frac{Q}{F} \quad (2)$$

Είναι γνωστό ότι από ένα συνδυασμό των ισοδυναμικών γραμμών και των γραμμών ροής ενός υδροφόρου ορίζοντα μπορεί να υπολογισθεί ο συντελεστής διαπερατότητας "κ" καθώς επίσης και η υδαταγωγιμότητα T.

$$k \cdot I_1 \cdot M_1 \cdot A_1 = k_{f2} \cdot I_2 \cdot M_2 \cdot A_2 \quad (3)$$

M = πάχος υδροπερατού στρώματος

A = απόσταση μεταξύ δύο γραμμών ροής

T = κ M = υδαραγωγιμότητα.

Όταν $M_1 = M_2$ έχουμε:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A_2 \cdot I_2}{A_1 \cdot I_1} \quad (4)$$

Από την εξίσωση (4) συμπεραίνεται ότι ο συντελεστής διαπερατότητας είναι αντιστρόφως ανάλογος της υδραυλικής κλίσης I, δηλαδή το κ αυξάνει όταν μικραίνει η τιμή του I, δηλαδή όταν η απόσταση των ισοδυναμικών γραμμών του υδροφόρου ορίζοντα μεγαλώνει, μικραίνει αντιστοίχως η τιμή του κ, η υδραυλική κλίση έχει μεγάλη τιμή όταν η απόσταση των ισο-

δυναμικών γραμμών του υδροφόρου ορίζοντα είναι μικρή.

Είναι επίσης γνωστό ότι η τιμή του συντελεστή διαπερατότητας εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων του πετρώματος.

Από τους χάρτες ισοδυναμικών γραμμών της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας ^{όμως} αποδεικνύεται ότι πρὸς τα περιθώρια της λεκάνης η τιμή του k είναι μικρότερη, απ'ότι στο κέντρο της λεκάνης. Αυτές οι παρατηρήσεις όμως έρχονται σε αντίθεση με τις υπαίθριες παρατηρήσεις διότι στο κέντρο της λεκάνης έχουμε λεπτόκοκκο υλικό και όχι στα περιθώρια της λεκάνης, όπου εκβάλλουν με μεγάλη κλίση οι χείμαροι των βουνών.

Στα περιθώρια της λεκάνης απαντώνται σε πολλές θέσεις παχυστρωματώδη κροκαλοπαγή, τα οποία είναι αποθέσεις του Άνω Πλειστόκαινου. Είναι γνωστό βέβαια ότι σε παλαιότερες γεωλογικές εποχές δεν είναι απαραίτητο να επικρατούσαν οι ίδιες μορφοδυναμικές συνθήκες. Στην περίπτωση όμως της λεκάνης Άνω Μεσσηνίας έχει αποδειχθεί από γεωτρήσεις ότι το υλικό απόθεσης στα περιθώρια της λεκάνης είναι χονδρόκοκκο ενώ στο κέντρο λεπτόκοκκο. Από τα παραπάνω θα έπρεπε η τιμή του k να ήταν μεγαλύτερη στα περιθώρια της λεκάνης απ'ότι στο κέντρο. Η "ανωμαλία" αυτή όμως όσον αφορά την τιμή του k που υπολογίζεται από τον χάρτη των ισοδυναμικών καμπύλων με αυτή που αναμένεται από τις φυσικές συνθήκες μπορεί να εξηγηθεί εάν εφαρμόσουμε την θεωρία των συστημάτων.

Όπως είναι γνωστό κατά τον V. BERTALANFFY υπάρχουν δύο συστήματα ιζηματογένεσης

το κλειστό και το ανοικτό σύστημα

Το κλειστό σύστημα έχει "κλειστές επαφές" όπου δεν μπορεί να εισέλθει κανένα υλικό ή ενέργεια. Ένα κλειστό σύστημα λοιπόν χαρακτηρίζεται από μία τάση για εξουδετέρωση όλων των υπάρχοντων διαφορών π.χ. υψομετρικές διαφορές του ανάγλυφου.

Ένα ανοικτό σύστημα αντίθετα προϋποθέτει την ύπαρξη μιας συνεχούς μεταφοράς ενέργειας.

Ένα ανοικτό σύστημα μπορεί να μεταβληθεί σ'ένα "Steady state"

(V. BERTALANFFY, 1950, 5 156-157). Κατά τον CHORLEY (1962, S.3)

το ανοικτό σύστημα είναι ανάλογο με την κίνηση του νερού μέσα από ένα δοχείο, το οποίο όμως συνεχώς γεμίζει.

Η συσκευή όμως που χρησιμοποίησε ο DARCY είναι παρόμοια με το παράδειγμα που περιγράφει ο CHORLEY.

Αυτό όμως δεν ισχύει για την λεκάνη της Άνω Μεσσηνίας διότι εξαιτίας της γεωλογικοτεκτονικής της δομής παρουσιάζει "υτεγανότητα" δηλ. αντι-

προσωπεύει ένα κλειστό υδρογεωλογικό σύστημα.

Η στεγανότητα της λεκάνης επιτυγχάνεται για τους εξής λόγους

- ι. Διότι η διάταξη των λεπών και των πτυχών σε συνδυασμό (Εικ...) με την στρωματογραφική στήλη της ζώνης Ωλονού-Πίνδου όπου υπάρχουν πολλές υδατοστεγείς ενότητες όπως εναλλαγές πηλιτών με ραδιολαρίτες, ο πρώτος φλύσσης, και ο τυπικός φλύσσης δεν επιτρέπουν την πρός δυσμάς κίνηση του υπόγειου νερού.
- ιι. Εξαιτίας της μεγάλης ρηξιγενούς ζώνης που καθορίζει το βόρειο και βορειοανατολικό περιθώριο της λεκάνης και φέρνει σε επαφή τους μεταλλικούς οχηματισμούς με εκείνους της ζώνης Ωλονού-Πίνδου και τον φλύσση της Τρίπολης και στην περιοχή αυτή ομοίως δεν είναι έννοια η εκκένωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.
- ιιι. Πρός Νότο ομοίως δημιουργούνται υδατοστεγείς συνθήκες αφού τόσο στο υπόβαθρο της λεκάνης όσο και στο περιθώριο αναπτύσσεται ο φλύσσης της Τρίπολης.
- ιiv. Η μόνη περιοχή που θα μπορούσε να αναμένεται αποστράγγιση του υπόγειου νερού είναι το νοτιοανατολικό περιθώριο της λεκάνης δηλαδή στην περιοχή μεταξύ των χωριών Τσουκαλείικα και Κατσαρού όπου στην επιφάνεια αναπτύσσονται οι ασβεστόλιθοι της Τρίπολης.
Όμως και στην περιοχή αυτή δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο διότι οι γεωτρήσεις απόδειξαν ότι σε μικρό βάθος κάτω από την επιφάνεια της πεδιάδας το υπόβαθρο της λεκάνης δομείται από φλύσση της Τρίπολης.

5. Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Μετά τα όσα αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα, μπορεί να εξαχθούν τα ακόλουθα σαν γενικό συμπέρασμα.

Οριομένες νεοτεκτονικές λεκάνες της Ελλάδας εξαιτίας του αλπικού τεκτονισμού σε συνδυασμό με την λιθολογία των αλπικών ενοτήτων αλλά και της μορφοτεκτονικής εξέλιξης κατά την νεοτεκτονική περίοδο, είναι δυνατόν να μετατραπούν σε κλειστά γεωμορφολογικά και κατ'επέκταση σε κλειστά υδρογεωλογικά συστήματα.

Στις περιπτώσεις αυτές δεν ισχύει ο Νόμος του DARCY και επομένως οι

πιεζομετρικοί χάρτες που κατασκευάζονται για τους ελεύθερους υδροφόρους ορίζοντες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του συντελεστή "κ".

LITERATURVERZEICHNIS

- CHORLEY, R.J., 1962: Geomorphology and general systems theory. - U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 500-B 10 p1.
- DUFAURE, J.J. 1965 : Problèmes de Neotectonique dans le Péloponnèse. Rev. D. Géogr. Phys. et d. Geol. Dynam. (2), 7, Fasc. 3, p. 235-252, Paris.
- FREYBERG, B.V. 1973 : Geologie des Isthmus von Korinth. Erlanger Geol. Abh., 95, 183 S., Erlangen.
- HAGEDORN, J. 1969: Beiträge zur quartären Morphologie griechischer Hochgebirge. - Göttinger Geogr. Abh., 50, 135.
- HORTON, R.E. 1932: Drainage basin characteristics. Amer. Geophys. Union Trans. p. 350-361.
- KELETAT, D. - SCHRÖDER, B. 1975: Vertical displacement of Quaternary shorelines in the Peloponnesos Greece. Proc. verb. CIESM. Congr. Monaco.
- KING, C.A. 1966: Techniques in Geomorphology. E. Arnold, 342 p., London.
- KOWALCZYK, G., WINTER, J. und K.-P. WINTER. 1975: Junge Tektonik im Südwest-Peloponnes. Bull. Geol. Soc. Greece, 12, s. 40-51, Athen
- LALECHOS, N. 1975. Geological structure of central-west Peloponnes. Thesis, Patras Univ., Geol. Rec. Rep., F.I.G.U.E., 53, Athens.
- MARIOLAKOS, I. 1974: Comparative geomorphological observations between the drainage patterns of Erymanthos and Ladon, Peloponnesus, Greece. - Prakt. Akad. Athens, 49, pp. 238-250
- MARIOLAKOS, I. 1976: Thoughts and view points on certain problems of the geology and tectonics of Peloponnesus (Greece). Ann. Geol. d. Pays Hellen., 27, p. 215-313.
- MARIOLAKOS, I. 1979: A proposed tectonic model for the Evolution of the Gulf of Korinth. Field Guide the Neogene of Megara-Peloponnesos-Zakynthos, VII Intern. Congr. on Medit. Neog. Strat., Athens 1979.
- MARIOLAKOS, I. LEKKAS, S., PAPANIKOLAOU, D. 1976: Quantitative geomorphological analysis of drainage patterns in the Vth order basins of Alfios river (Peloponnes, Greece). Arbeiten ans Geogr. Instit. d. Univ. Salzburg, 6, S. 229-264
- MAUL, OT. 1921: Beiträge zur Morphologie des Peloponnes und des südlichen Mittelgriechenlands. Geogr. Abhandl., 10, fasc. 3, 120 S. Leipzig.

- RENZ, C. 1955: Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands. - Inst.Geol.Subsurf. Research, 637 S.Athen.
- RICHTER, W.-LILLICH W., 1975: Abriss der Hydrogeologie.- Schweizerbart'sche Verlagsb., 281 S. Stuttgart.
- RIEDL, H. 1976 - Beiträge zur regionalen Geographie des Beckens von Sparta und seiner Nachbarräume unter besonderer Berücksichtigung der geomorphologischen Verhältnisse. *Arbeiten aus d. Geogr.Inst. d. Univ. Salzburg*, 6, s.283-409.
- RIEDL, H. 1977 - Die Formenelemente im Bereich des arkadischen zentralzuges und des Westarkadischen Gebirges auf dem Peloponnes (Griechenland), *Ann.Géol.d.Pays Hellén.*, 29, s.209-255, (Athen, 1978).
- RIEDL, H., 1977 - Klimatisch bedingte vorzeitliche Leitformen Griechenlands. *Mitt.d.Geogr.Gen.München*, 62.
- RIEDL, H. 1979 - Climatically controlled fossilized key features of Greece. *Proceedings of VI Coll.on the Geology of the Aegean Region*, vol.I, pp. 503-508, Athens.
- SCHRÖDER, B. 1975 - Bemerkungen zu marinen Terrassen des Quartärs im NE-Peloponnes/Griechenland, *N.Jb.Geol.Paläont.Abh.*, 49, 2, s. 148-161, Stuttgart.
- STOCKER, E. 1976 - Klimanorphologische Untersuchungen auf der Mani Halbinsel mit besonderer Berücksichtigung der Formengruppe Glatthand-Pediment-Karstrandebene. *Arbeiten aus d. Geogr. Institut d. Univ. Salzburg*, 6, s.91-228.
- STRAHLER, A.N. 1950: Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis. *Amer.Journ.Sci.* 248, p. 673-800.
- STRAHLER, A.N. 1954 - Statistical analysis in geomorphic research. *Journ.Geol.*, 62, pp.1-25.