

## Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΚΛΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΣΠΗΛΑΙΩΝ (Η περίπτωση του σπηλαιίου Επταμύλων σερρών, Α.Μακεδονία, Β.Ελλάδα)

Από τους

Ε. ΒΑΒΛΙΑΚΗ, Γ. ΤΡΩΝΤΣΙΟ, Μ. ΧΑΤΖΗΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

### ABSTRACT

In 1965 some underground karst cavities were revealed in the area of Eptamili, Serres, Macedonia, Greece, during the works of marble excavations. Within these cavities 13 alternations of detrital and chemical sedimentary deposits about 1,5 m of total thickness, were found.

The grain size analysis showed that the diameter of the grains between the limits of fine sand to medium and/or fine clay. These formations represent alternations of beds, mainly of clays and sandy clays, which were deposited in an aquatic environment. These alternations may express periodic changes of flowspeed in the place where the sediments were deposited.

The gradual decrease in the grain size within the upper beds as well as the presence of a calvee calcareous cover ( 20 to 30 cm thick ), may also indicate a gradual decrease of the water speed in the place of deposition. The flowspeed was estimated to be 1 cm/sec in the lowest bed and 0,015 cm/sec in the upper most bed.

The decrease of the flowspeed must be attributed to an increase of the surface of the water mass flowing through the cavities, as a result of a decrease of the water depth by the deposition of the sediments. A probable change of the climate to a drier one must not be excluded.

The relative abundance and predominance of smectite in the lower beds probably is the result of the extensive alteration of chlorite and micas. For this reason the abundance of these minerals is limited. Reversely, the predominance of chlorite and micas in the upper beds is due to their insignificant alteration, obviously because of climate change towards a drier and may be cooler climate. The constituents of the studied sediments with chemical origin are limited at all beds except in the upper cover-bed. In this cover calcite predominates (about 85% ) with different forms, crystalline or non.

### ΣΥΝΟΨΗ

Σε υπόγεια καρστικά έγκοιλα που αποκαλύφθηκαν το 1965 με τη λειτουργία λατομείου στην περιοχή Επταμύλων Σερρών προσδιορίστηκαν 13 εναλλαγές στρωμάτων κλαστικών και χημικών ιζημάτων συνολικού πάχους 1,5 m περίπου.

\* The importance of detrital and chemical deposits for the determination of the development of the karstic caves. (The case of Eptamili cave in the area of Serres, e. Makedonia, N.Greece).

\*\* Department of Geology, Aristotelion University, Thessaloniki.

Η κοκκομετρική ανάλυση έδειξε διακυμάνσεις στη διάμετρο των κόκκων που περιορίζονται στα όρια της λεπτόκοκκης άμμου και μεσόκοκκης έως λεπτόκοκκης αργίλλου. Πρόκειται για εναλλαγές στρωμάτων κυρίως αργίλλων που αποτέθηκαν σε ένα υδάτινο περιβάλλον. Η εναλλαγή αυτή εκφράζει τις περιοδικές αυξομειώσεις της ταχύτητας ροής στο χώρο απόθεσης των ιζημάτων.

Η σταδιακή μείωση του μεγέθους των κόκκων των ανωτέρων στρωμάτων και η παρουσία αργιλλομιγούς ασβεστικού καλύμματος πάχους 20 μέχρι 30 cm υποδεικνύουν μια σταδιακή μείωση της ταχύτητας ροής του νερού στο χώρο αυτό. Η ταχύτητα ροής για το κατώτερο στρώμα ήταν 1 cm/sec και για το ανώτερο 0,015 cm/sec. Η μείωση της ταχύτητας ροής θα πρέπει να αποδοθεί στην αύξηση της επιφάνειας της υδάτινης μάζας που έρρεε στα έγκοιλα εξαιτίας της συνεχούς μείωσης του βάθους του νερού με την απόθεση των ιζημάτων και σε μια πιθανή μεταβολή του κλίματος προς το ξηρότερο.

Η σχετική αφθονία και επικράτηση του σμεκίτη στους κατώτερους ορίζοντες των αποθέσεων θα πρέπει να θεωρείται συνέπεια της εκτεταμένης εξαλλοίωσης του χλωρίτη και των μαρμαρυγιών που για το λόγο αυτό περιορίζονται σημαντικά. Αντίθετα η επικράτηση του χλωρίτη και των μαρμαρυγιών, που χαρακτηρίζει τους ανώτερους ορίζοντες, θα πρέπει να θεωρείται το αποτέλεσμα μιας περιορισμένης κλίμακας εξαλλοίωσης των μαρμαρυγιών και του χλωρίτη πιθανόν εξαιτίας κλιματικής μεταβολής προς ένα ξηρότερο και πιθανόν ψυχρότερο κλίμα.

Τα χημικές προέλευσης υλικά των ιζημάτων είναι περιορισμένα σε όλους τους ορίζοντες πλην του καλύμματος. Στο κάλυμμα επικρατεί με ποσοστό περίπου 85% ο ασβεστίτης σε διάφορες μορφές, κρυσταλλικές ή μη.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ιζήματα που απαντούν σε υπόγεια έγκοιλα καρστικών σπηλαίων αποτελούν βασικούς μάρτυρες για τον προσδιορισμό της εξελικτικής τους πορείας σε σχέση με τον ευρύτερο χώρο εμφανισής τους.

Στην εργασία αυτή με βάση τις κοκκομετρικές και ορυκτολογικές αναλύσεις μιας πλήρους σειράς ιζημάτων, που μελετήθηκαν σ' ένα καρστικό έγκοιλο του σπηλαίου Επταμύλων Σερρών, γίνεται προσπάθεια να προσδιοριστούν οι τότε συνθήκες και το περιβάλλον απόθεσής τους.

Η εργασία αυτή είναι μέρος της υπό εξέλιξη διδακτ. διατριβής που εκπονείται από την Χατζηπαπανικολάου Μαρία με τίτλο : " Φυσικοσπηλαιολογική μελέτη του Σπηλαίου Επταμύλων Σερρών".

## 2. Γεωγραφικά-Γεωλογικά στοιχεία

Το καρστικό έγκοιλο του σπηλαίου Επταμύλων Σερρών βρίσκεται σε Pediments (πετροπρόποδες) του ΝΔ τμήματος του Μενιοικίου και σε υψόμετρο περίπου 100m (Σχήμα 1).

Το παραπάνω σπήλαιο αποκαλύφθηκε το 1965 κατά την διάρκεια των εργασιών στα λατομεία του Αγ. Ιωάννη Σερρών. Χαρτογραφήθηκε για πρώτη φορά το 1967 από ομάδα σπηλαιολόγων της Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας ( Ιωάννου, Ι., 1967).

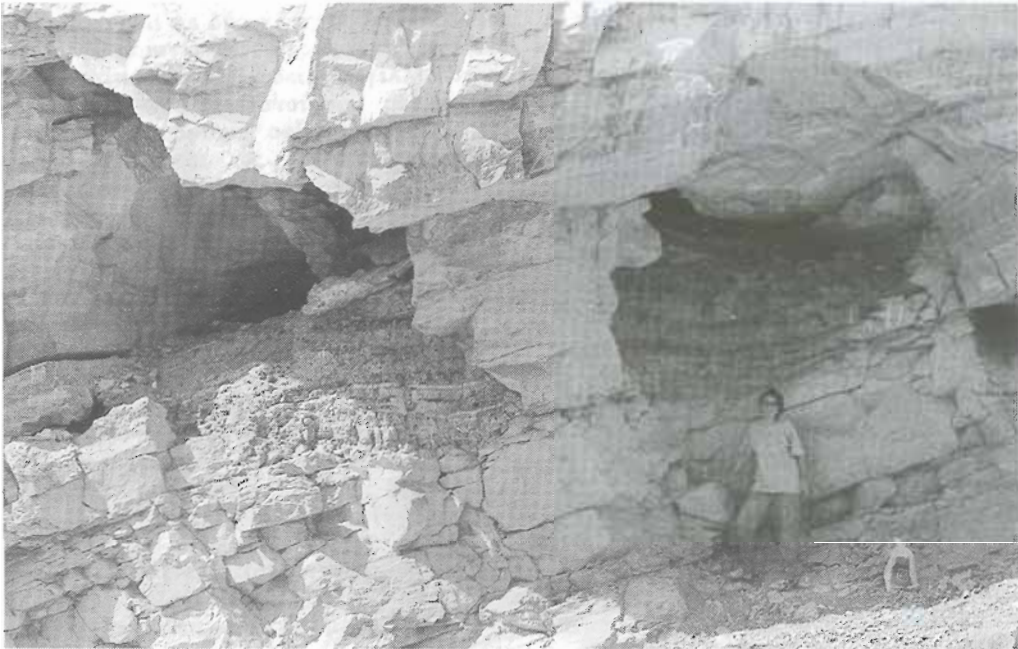
Από γεωκετονική άποψη η ευρύτερη περιοχή έρευνας ανήκει στη μάζα της Ρίλα-Ροδόπης. Τα πετρώματα που επικρατούν είναι κυρίως μάρμαρα, ενώ σε μικρότερη έκταση εμφανίζονται μαρμαρυγιοκοί σχιστόλιθοι, γνεύσιοι και γρανίτες (Osswald 1938, De Boer 1970). Τα σύγκλινα και αντίκλινα έχουν διεύθυνση κυρίως ΒΑ-ΝΔ. Τα μεγαλύτερα ρήγματα έχουν διάφορες διευθύνσεις όπως ΒΑ-ΝΔ-, Δ-Α, ΒΔ-ΝΑ, Β-Ν και έχουν μελετηθεί από τους Osswald (1938) και Βαβλιάκη (1981). Οι απόψεις σχετικά με την ηλικία της μάζας της Ρίλα-Ροδόπης διαφέρουν σημαντικά. Από τους



παιλιότερους ερευνητές η ηλικία της μάζας θεωρείται τουλάχιστον Παλαιοζωϊκή (Cvijic 1901, Javanon 1938, Osswald 1938). Από τους νεώτερους πιστεύεται ότι τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ελληνικής Ροδόπης έχουν υποστεί τη μεταμόρφωση και την πτύχωση κατά τη διάρκεια της αλπικής ορογένεσης (Kronberg 1969, De Boer 1970). Έτσι, το πρόβλημα της ηλικίας παραμένει μέχρι σήμερα ανοικτό.

### 3. Μορφολογία των υπόγειων εγκοίλων

Όπως προαναφέρθηκε η λειτουργία των λατομείων του Αγ.Ιωάννη αποκάλυψε 3 υπόγειους καρστικούς αγωγούς που σήμερα είναι εν μέρει πληρωμένοι με ιζήματα (φωτ. 1). Το σχήμα τους είναι ελλειπτικό με μεγαλύτερο τον οριζόντιο άξονα. Ο μεγαλύτερος αγωγός έχει οριζόντιο πλάτος 3,5 m και ύψος 2 m περίπου.



Φωτ. 1. Το μεγαλύτερο καρστικό έγκοιλο όπου αποτέθηκαν τα μελετημένα ιζήματα

Τα παραπάνω έγκοιλα ανήκουν σε δίκτυο υπόγειων αγωγών του σπηλαιίου των Επταμύλων. Η διαδικασία σχηματισμού και εξέλιξης των εγκοίλων θα εξεταστεί μελλοντικά ταυτόχρονα με τη γένεση και εξέλιξη όλου του σπηλαιίου των Επταμύλων.

Εκείνο το οποίο μπορούμε να πούμε σήμερα είναι ότι ο επιμήκης άξονας του εγκοίλου έχει ανάλογο προσανατολισμό με τα Β-ΒΔ διείθυνσης ρήγματα και κατακλάσεις που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή του σπηλαιίου.

Η δημιουργία των εγκοίλων οφείλεται στην καιρατική διάβρωση από τα νερά της βροχής που κατεισδύουν τόσο κατά μήκος των ρηγμάτων και κατακλάσεων όσο και των στρώσεων. τη φάση της καρστικής διάβρωσης και της γένεσης των εγκοίλων ακολούθησε η απόθεση κλαστικών και χημικών ιζημάτων κάτω από συνθήκες και προϋποθέσεις που εξετάζονται και περιγράφονται στη συνέχεια με λεπτομέρεια.

#### 4. Ιζηματοποθέσεις του εγκοίλου

Όπως φαίνεται στη φωτογραφία2 τα ιζήματα που αποτέθηκαν στο καρστικό έγκοιλο περιλαμβάνουν 13 συνολικά εναλλαγές οριζόντων κλαστικών (κυρίως) και χημικών ιζημάτων. Το σύστημα των παραπάνω ιζηματοποθέσεων κλείνει με ένα κάλυμμα πάχους 15-20 cm (14ος ορίζοντας), ανθρακικής κυρίως σύστασης και χημικής προέλευσης, που θα εξεταστεί ιδιαίτερα στη συνέχεια.

Το μέσο πάχος κάθε ορίζοντα είναι 10-12 cm, ενώ το συνολικό πάχος των αποθέσεων είναι 1,5 m περίπου. Ο χαμηλότερος ορίζοντας βρίσκεται σε ασυμφωνία με το υποκείμενο στρώμα μαρμάρων, ενώ οι υπερκείμενοι έχουν περίπου οριζόντια διάταξη. Το γεγονός αυτό μας επιτρέπει να δεχθούμε ότι τα ιζήματα αποτέθηκαν σε ένα υδάτινο περιβάλλον.



Φωτ.2. Τομή όπου διακρίνονται οι οριζόντες των κλαστικών ιζημάτων και το ασβεστικό κάλυμμα σε τμήμα του εγκοίλου της φωτ.1.

#### 4.1. Κοκκομετρία κλαστικών ιζημάτων

Ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής σύστασης των ιζημάτων έγινε σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία:

α. Απουσσωμάτωση με χημική κατεργασία

β. Κλασματοποίηση των ιζημάτων με τη χρήση της μεθόδου των κοσκίνων, της ελεύθερης πτώσης των αιωρούμενων κόκκων και της φυγοκεντρικής επιτάχυνσης (Νομόγραμμα Tappier και Jackson, 1947).

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η λιθολογική σύσταση των κλαστικών υλικών και ειδικότερα η περιεκτικότητα τους σε άμμο, ιλύ και άργιλλο. Για την ταξινόμηση και το χαρακτηρισμό των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το τριγωνικό διάγραμμα Folk et al (1970) σε συνδυασμό με τις τιμές του πίνακα 1.

Σύμφωνα με τη λιθολογική τους σύσταση οι ιζηματοποθέσεις που εξετάστηκαν διακρίνονται σε δύο κατηγορίες οριζόντων. Στη μία κατηγορία ανήκουν οι οριζόντες όπου επικρατεί το αδρόκοκκο σχετικά κλαστικό υλικό και χαρακτηρίζονται λιθολογικά ως αμμώδεις άργιλλοι. Στην ίδια κατηγορία ταξινομούνται και δύο οριζόντες που αντιστοιχούν σε αμμώδη πηλό και πηλώδη άμμο. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οριζόντες όπου επικρατεί λεπτόκοκκο κλαστικό υλικό και χαρακτηρίζονται ως άργιλλοι, καθώς και δύο οριζόντες, που αντιστοιχούν λιθολογικά σε πηλούς.

Στους οριζόντες του λεπτόκοκκου σχετικά υλικού (2,4,6,8,10,12), (σχήμα 3), οι καμπύλες συχνότητας είναι σύνθετες (Polymodal) και εμφανίζουν τρία μέγιστα που αντιστοιχούν ειδικότερα στις κλάσεις της άμμου ( $d > 63 \mu\text{m}$ ), ιλύος (16-8  $\mu\text{m}$ ) και αργίλλου ( $d < 0,2$ ). Τα υψηλά ποσοστά της άμμου που χαρακτηρίζουν τους οριζόντες (2,4 και 6) οι μεγαλύτερες συχνότητες κατανομής εμφανίζονται στις κοκκομετρικές κλάσεις της αργίλλου ( $d < 0,2 \mu\text{m}$ ), ενώ στους ανώτερους (8,10 και 12) οι μεγαλύτερες συχνότητες αντιστοιχούν στις κλάσεις της άμμου.

Στους οριζόντες του λεπτόκοκκου υλικού (3,5,7,9 και 11) οι καμπύλες συχνότητας εμφανίζουν δύο μέγιστα (bimodal) που αντιστοιχούν στις κλάσεις της αργίλλου ( $d < 0,2 \mu\text{m}$ ) και της ιλύος (16-18  $\mu\text{m}$  συνήθως). Η άργιλλος στους οριζόντες αυτούς εμφανίζει κατά τρόπο σαφή τις μεγαλύτερες συχνότητες κατανομής, ενώ η συμμετοχή της ιλύος είναι περιορισμένη (περίπου 10%) και της άμμου πολύ χαμηλή (μικρότερη από 5%).

Επισημαίνεται ότι στους οριζόντες 1 και 13, που οριοθετούν την έναρξη και το πέρας της κλαστικής ιζηματογένεσης, οι καμπύλες συχνότητας διαφοροποιούνται και χαρακτηρίζονται ως ενδιαμέσου τύπου αν λάβουμε υπόψη τα ποσοστά της άμμου που περιέχονται.

Οι διακυμάνσεις του μεγέθους των κόκκων στους επιμέρους οριζόντες θα πρέπει να αποδοθούν στις αυξομειώσεις της ταχύτητας ροής του νερού στο χώρο απόθεσης των ιζημάτων. Η σταδιακή μείωση της ταχύτητας ροής του νερού, που επιβεβαιώνεται με την απόθεση του 14ου οριζόντα στον οποίο επικρατούν τα χημικής προέλευσης υλικά, οφείλεται κατά την άποψή μας στην αύξηση της επιφάνειας και της ταχύτητας εξάτμισης της υδάτινης μάζας στο έγκοιλο εξαιτίας της συνεχούς μείωσης του βάθους του νερού με την απόθεση των ιζημάτων. Με τη μείωση του βάθους και την άνοδο της στάθμης του νερού είχαμε παράλληλα και μια πλευρική διαρροή ποσότητας νερού στο υπόβαθρο.

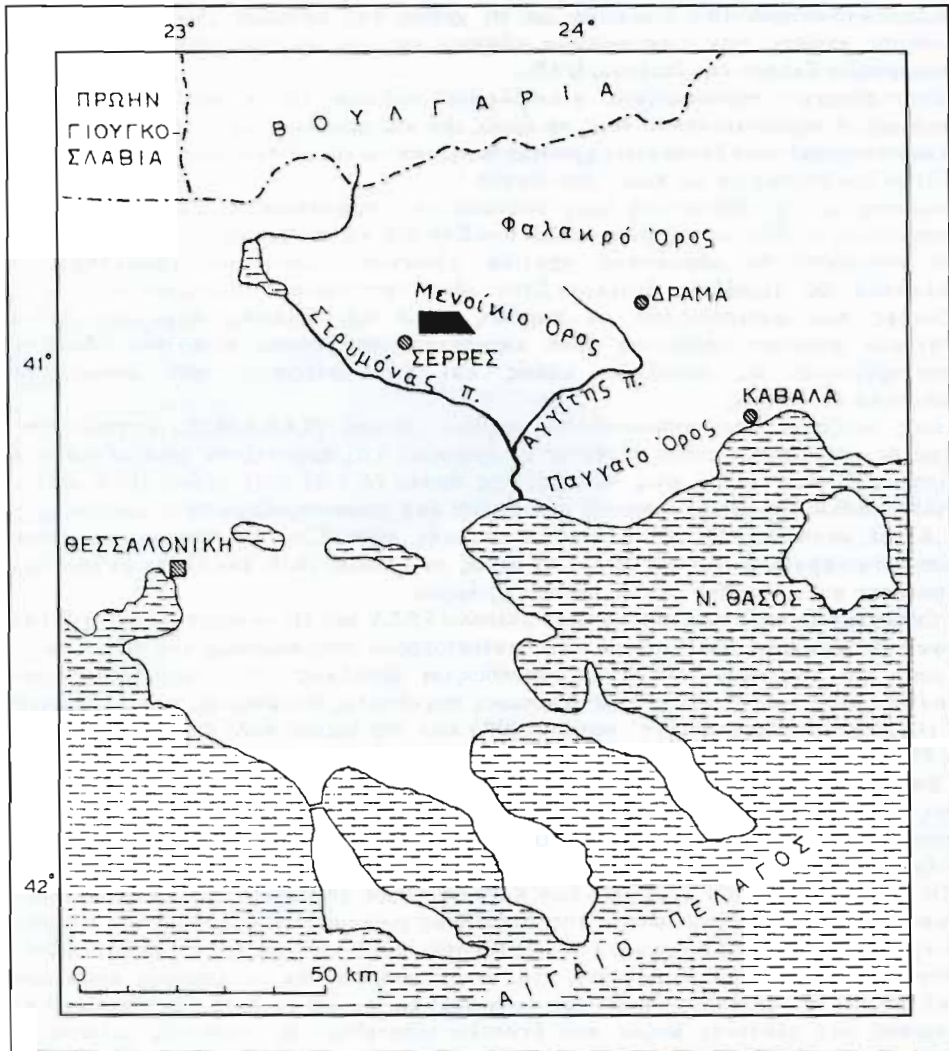
Με βάση τη διάμετρο των κόκκων των ιζημάτων και το διάγραμμα του Hjulstrom (Σχήμα 4) προσδιορίστηκαν οι παρακάτω ταχύτητες ροής του νερού κατά την απόθεση των ιζημάτων:

1-0,48 cm/sec για το κλάσμα της άμμου

0,225-0,03 cm/sec για το κλάσμα της ιλύος

0,015 cm/sec για το κλάσμα της αργίλλου

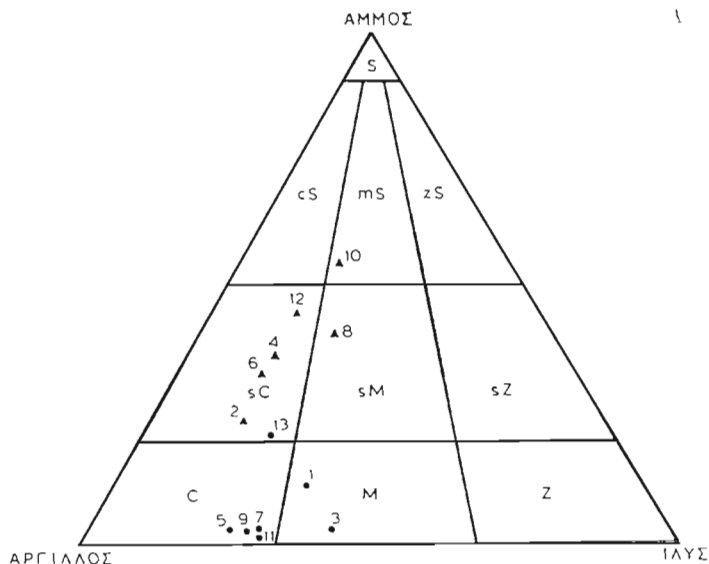




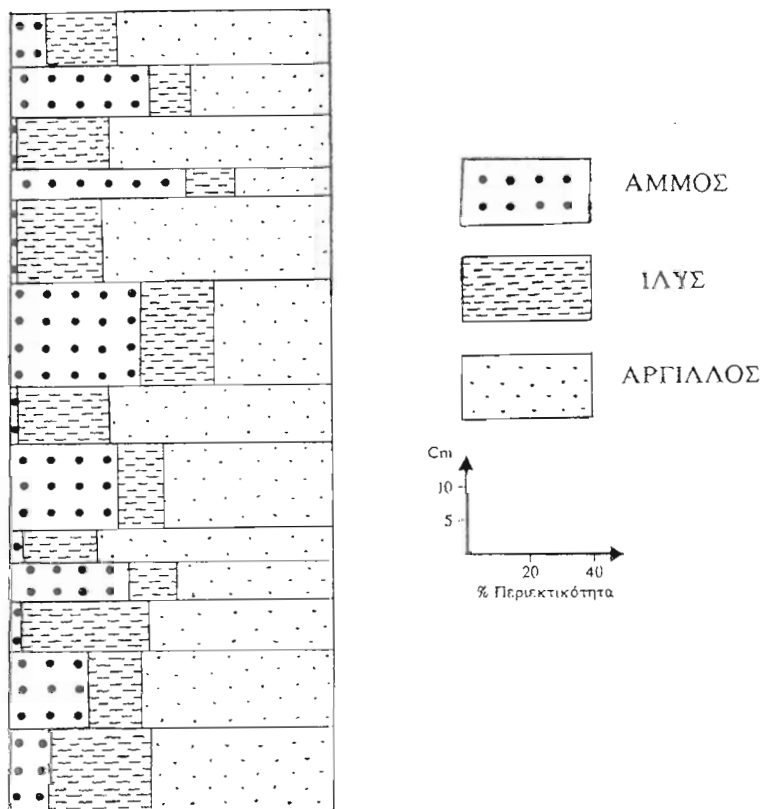
Σχ. 1. Θέση της περιοχής έρευνας στον ευρύτερο χώρο της Μακεδονίας.

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΟΣΟΣΤΑ %			ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
	ΑΜΜΟΣ	ΙΑΥΣ	ΑΡΓΙΛΛΟΣ		
1	11,72	32,01	56,24	M	Πηλός
2	24,62	15,72	59,64	sC	Αμμώδης Άργιλλος
3	3,24	39,84	56,09	M	Πηλός
4	36,68	15,37	47,98	sC	Αμμώδης Άργιλλος
5	3,8	23,30	72,88	C	Άργιλλος
6	33,66	13,68	52,67	sC	Αμμώδης Άργιλλος
7	2,54	28,5	68,96	C	Άργιλλος
8	40,83	23,1	36,12	sM	Αμμώδης Πηλός
9	2,36	26,63	71	C	Άργιλλος
10	54,84	15,44	29,72	mS	Πηλώδης Άμμος
11	1,8	29,46	68,78	C	Άργιλλος
12	44,06	13,04	39,78	sC	Αμμώδης Άργιλλος
13	11,7	21,55	66,75	sC	Αμμώδης Άργιλλος

Πίνακας 1. Αποτελέσματα κοκκομετρικής ανάλυσης και λιθολογικός χαρακτηρισμός κατά Folk et al (1970).



Σχ. 2. Ταξινόμηση και χαρακτηρισμός δειγμάτων κατά Folk et al (1970).



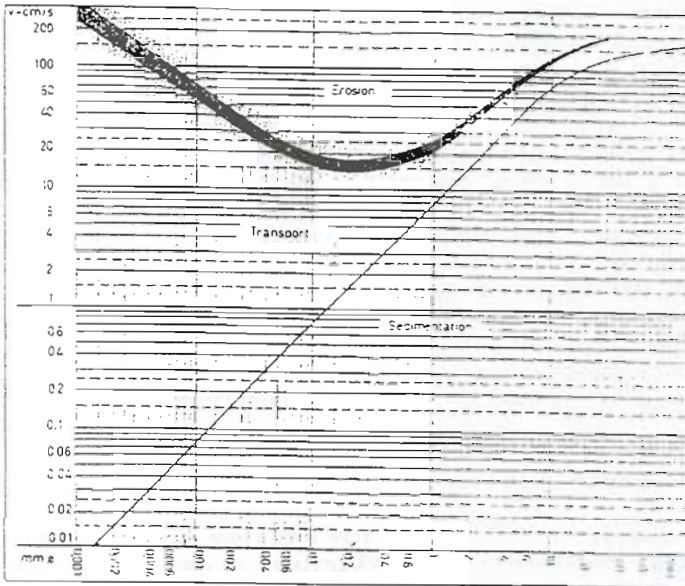
Σχ. 3. Γραφική απεικόνιση του πάχους και της εκατοστιαίας (%) περιεκτικότητας των ιζημάτων σε άμμο, ιλύ και άργιλλο.



## 4.2. Ορυκτολογία κλαστικών ιζημάτων

Η ορυκτολογική σύσταση των ιζημάτων προσδιορίστηκε ακτινογραφικά (περίθλαση των ακτίνων X), σε περιθλασίμετρο PHILIPS (PV 1710) με αντικάθοδο χαλκού και συνθήκες λειτουργίας 45 ΚΩ, 30 mA και περιοχή σάρωσης 3-45ο (2θ). Εξετάσθηκαν αντιπροσωπευτικά κλάσματα της ιλύος (20-2 μm, τυχαία προσανατολισμένα) και της αργίλλου (2-0,2 μm, κορεσμένα με Mg και αιθυλενογλυκόλη, παράλληλα προσανατολισμένα) μετά τις χημικές κατεργασίες αποσυσσωμάτωσης κατά Jackson (1970).

Από τις χαρακτηριστικές ανακλάσεις των ορυκτών σε συνδυασμό και με τις σχετικές τους εντάσεις στα περιθλασιογράμματα που πάρθηκαν (σχήμα 5), διαπιστώνονται κατά περίπτωση τα παρακάτω:



Σχ. 4. Σχέσεις μεταξύ ταχύτητας ροής, απογύμνωσης και απόθεσης κατά Hjulstrom (1935).

### Σύσταση κλάσματος 20-2 μm

Στη σύσταση της ιλύος και γενικά των αδρομερών κλασμάτων ( $d > \mu\text{m}$ ) συμμετέχει ο χαλαζίας, κατά κύριο λόγο με σχετικά υψηλά ποσοστά και ακολουθούν οι άστριοι (καλιούχοι και πλαγιόκλαστα), οι μαρμαρυγίες (μοσχοβίτης κυρίως) και ο χλωρίτης.

Ειδικότερα, ο χαλαζίας είναι το επικρατέστερο ορυκτό σε όλους τους οριζόντες ανεξάρτητα από τη λιθολογική τους σύσταση και με μικρό σχετικά εύρος διακυμάνσεων.

Η συμμετοχή των φυλλοπιριτικών ορυκτών (μαρμαρυγίες, χλωρίτης 2) στους κατώτερους οριζόντες ιλύος (2 μέχρι 6) είναι σχετικά περιορισμένη σε αντίθεση με τους ανώτερους οριζόντες (7 μέχρι 12), όπου παρατηρείται μια σημαντική αύξηση.

Περίπου ανάλογη διακύμανση διαπιστώθηκε και στην κατανομή των αστρίων.

Η αφθονία των φυλλοπιριτικών ορυκτών στα αδρομερή γενικά κλάσματα διαφοροποιείται επίσης σύμφωνα με τις αλλαγές της κοκκομετρικής σύστασης που, όπως αναφέρθηκε, χαρακτηρίζουν τις διαδοχικές εναλλαγές των αποθέσεων. Έτσι, στους ορίζοντες που επικρατεί το λεπτόκοκκο κλαστικό υλικό (ορίζοντες αργίλλου και πηλού) η περιεκτικότητα της ιλύος σε μαρμαρυγίες και χλωρίτη εμφανίζεται αισθητά μεγαλύτερη.

#### Σύσταση κλάσματος 2-0,2 μm

Αν λάβουμε υπόψη τα περιθλασιογράμματα του αργιλλικού κλάσματος (σχήμα 6) καταλήγουμε στις παρακάτω διαπιστώσεις:

Στη σύσταση του αργιλλικού κλάσματος συμμετέχουν σχεδόν αποκλειστικά τα φυλλοπιριτικά ορυκτά σμεκτίτης, ιλλίτης και χλωρίτης, ενώ με πολύ περιορισμένη συμμετοχή εμφανίζονται ο χαλαζίας και οι άστριοι.

Ο σμεκτίτης στους κατώτερους ορίζοντες (2 μέχρι 6) αποτελεί το επικρατέστερο ορυκτό και ακολουθεί ο χλωρίτης που είναι το δεύτερο από άποψη αφθονίας ορυκτό. Στους ανώτερους ορίζοντες (7 μέχρι 13) εμφανίζεται μια σημαντική αύξηση στη συμμετοχή του χλωρίτη που συνδυάζεται με ανάλογη σχετική αύξηση του ιλλίτη. Έτσι, στους ανώτερους ορίζοντες γίνονται αποδεκτά:

η επικράτηση του χλωρίτη (στους ορίζοντες 11 και 13 ο χλωρίτης παρουσιάζει την ισχυρότερη ανάκλαση).

η σχετική αύξηση της περιεκτικότητας του ιλλίτη και

η μείωση της περιεκτικότητας του σμεκτίτη

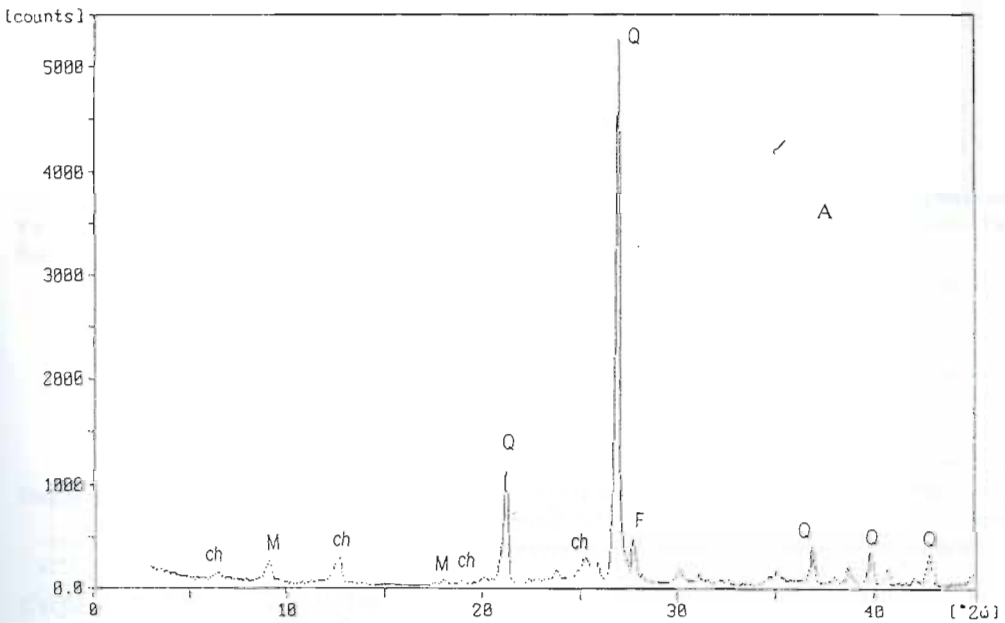
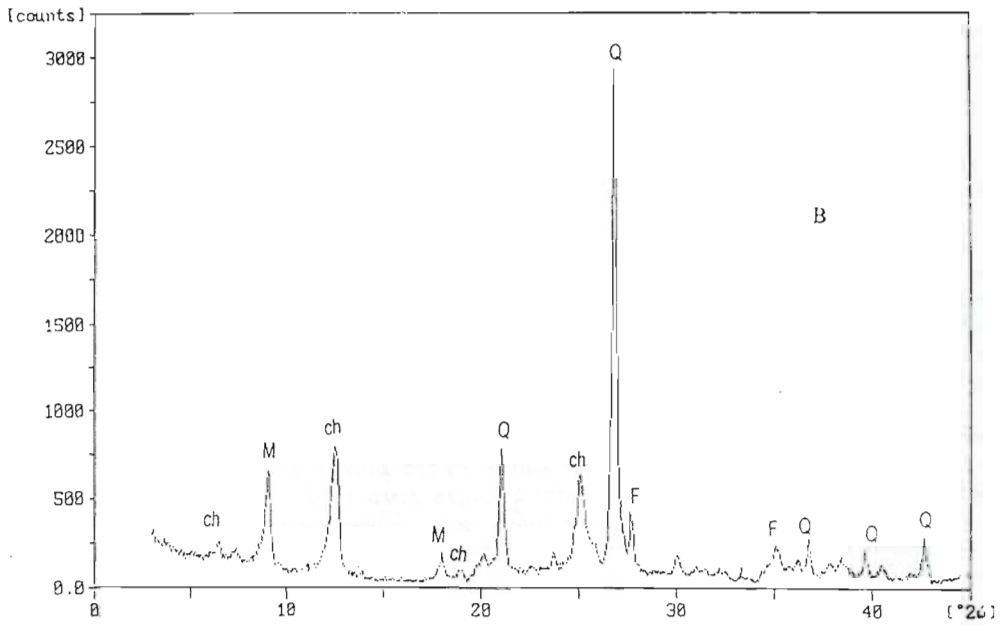
Μια τάση αύξησης του χλωρίτη και του ιλλίτη κατά τη μετάβαση γενικά από τους ορίζοντες αδρόκοκκων υλικών στους αμέσως υπερκείμενους ορίζοντες λεπτόκοκκων υλικών, γίνεται αισθητή στο σύστημα των αποθέσεων.

Η ορυκτολογική σύσταση του αργιλλικού κλάσματος στην περίπτωση του ορίζοντα 1 παρουσιάζει κοινά χαρακτηριστικά και ομοιότητες με τους ανώτερους ορίζοντες.

#### 4.3. Σύσταση των χημικών ιζημάτων

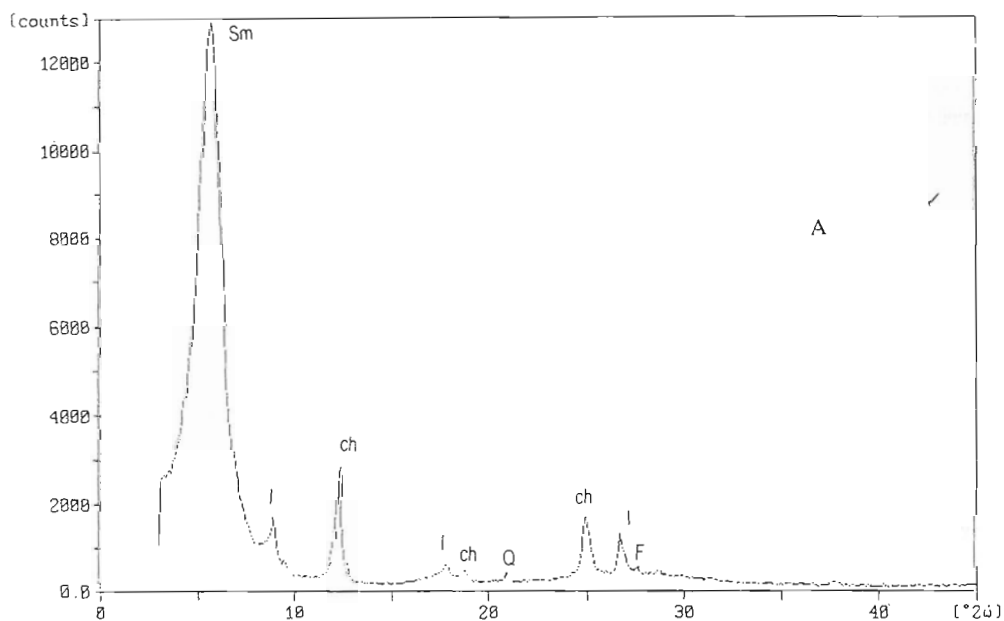
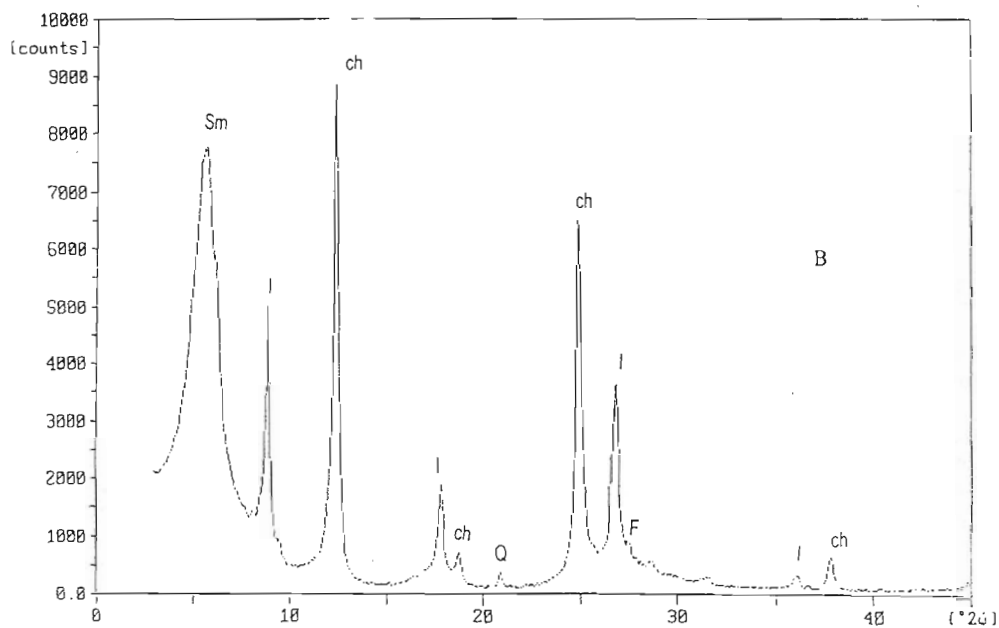
Τα υλικά που συμμετάχουν στη σύσταση των ιζημάτων, που εξετάστηκαν μέχρι τώρα, είναι από άποψη προέλευσης μικτά (κλαστικά-χημικά). Το κλαστικό υλικό αντιπροσωπεύει ποσοστά που κυμαίνονται από 85 έως 90% με λίγες εξαιρέσεις, ενώ τα χημικής προέλευσης υλικά κυμαίνονται σε ποσοστά μικρότερα από 15%. Το λεπτομερές κλαστικό υλικό της ιλύος και αργίλλου αποτελεί στους ορίζοντες αυτούς το υλικό πλήρωσης. Τα χημικής προέλευσης υλικά έχουν ανθρακική σύσταση (αβεσσιτική κυρίως) συμμετέχουν συνήθως σε ποσοστά μικρότερα από 15% και αποτελούν κατά κύριο λόγο τη συγκολλητική ύλη.

Στον τελευταίο ορίζοντα (14ο), που αποτελεί και το κάλυμμα των προηγούμενων αποθέσεων, επικρατούν τα χημικής προέλευσης υλικά που συμμετέχουν σε ποσοστό μεγαλύτερο από 85%. Στη σύσταση του καλύμματος, που εμφανίζει υψηλό σχετικά βαθμό συμπαγοποίησης, συμμετέχει λεπτομερές υλικό ανθρακικής σύστασης, κυρίως αβεσσιτικής. Ο αβεστίτης εμφανίζεται μικροκρυσταλλικός, κρυστοκρυσταλλικός ή και άμορφος. Στον ορίζοντα αυτό, το κλαστικό προέλευσης υλικό περιορίζεται σε ποσοστό μικρότερο από 15% και αποτελείται από χαλαζία, κυρίως στο αδρομερέστερο κλάσμα και σε μικρότερο βαθμό από μαρμαρυγίες και χλωρίτη, ενώ στο αργιλλικό κλάσμα ( $d < 2\mu\text{m}$ ) κυριαρχεί σχεδόν αποκλειστικά ο σμεκτίτης.



Σχ. 5. Περιθλασιογράμματα κλάσματος 20-2 μm από τυχαία προσανατολισμένα παρασκευάσματα των δειγμάτων 2 (αμμώδης άργιλλος, A) και 9 (άργιλλος, B). ch: χλωρίτης, Q: χαλαζίας, M: μαρμαρυγίες, F: άστριοι.





Σχ. 6. Περιθλασιογράμματα κλάσματος 2-0,2 μm από παράλληλα προσανατολισμένα παρασκευάσματα των δειγμάτων 4 (αμμώδης άργιλλος, A) και 11 (άργιλλος, B). Sm: σμεκτίτης, Q: χαλαζίας, I: ιλλίτης, F: άστριοι, ch: χλωρίτης.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τις τιμές της κοκκομετρικής-λιθολογικής σύστασης και το διάγραμμα των Folk et al (1970) τα μελετηθέντα κλαστικά ιζήματα χαρακτηρίζονται ως άργιλλοι, αμμόδεις άργιλλοι, πηλοί και αμμόδεις πηλοί.

Η σχεδόν οριζόντια διάταξη των ιζημάτων στο καρστικό έγκοιλο υποδηλώνει ένα υδάτινο περιβάλλον απόθεσης.

Με βάση τη διάμετρο των κόκκων των ιζημάτων και το διάγραμμα του Hjulstrom (1935) οι ταχύτητες ροής του νερού κατά την απόθεση κυμαίνεται στα όρια από 1 cm/sec έως 0,015 cm/sec.

Η εκτεταμένη εμφάνιση του σμεκτίτη και η συνύπαρξη του ιλλίτη και χλωρίτη στα αργιλλικά κλάσματα των ιζηματογενών σχηματισμών της μελέτης, προϋποθέτουν μια ευρεία κατανομή των μαρμαρυγιών και του χλωρίτη στους πετρολογικούς σχηματισμούς της ευρύτερης περιοχής έρευνας. Στη διαπίστωση αυτή καταλήγουμε αν λάβουμε υπόψη ότι οι φυσικές εμφανίσεις σμεκτίτη και ιλλίτη αντιπροσωπεύουν συνήθως τα προϊόντα της φυσικής και χημικής αποσάθρωσης των μαρμαρυγιών και του χλωρίτη.

Η σχετική αφθονία και επικράτηση του σμεκτίτη στους ορίζοντες των αποθέσεων θα πρέπει να θεωρείται συνέπεια της εκτεταμένης εξαλλοίωσης του χλωρίτη και των μαρμαρυγιών που για το λόγο αυτό περιορίζονται σημαντικά. Αντίθετα η επικράτηση του χλωρίτη και των μαρμαρυγιών, που χαρακτηρίζει τους ανώτερους ορίζοντες, θα πρέπει να θεωρείται το αποτέλεσμα μιας περιορισμένης κλίμακας εξαλλοίωσης των μαρμαρυγιών και του χλωρίτη πιθανόν εξαιτίας κλιματικής μεταβολής προς ένα ξηρότερο και πιθανόν ψυχρότερο κλίμα.

Τα χημικής προέλευσης υλικά των ιζημάτων είναι περιορισμένα σε όλους τους ορίζοντες πλην του καλύμματος. Στο κάλυμμα επικρατεί με ποσοστό περίπου 85% ο ασβεστίτης σε διάφορες μορφές, κρυσταλλικές ή μη.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τον Τομέα Εδαφολογίας της Σχολής Γεωτεχνικών Επιστημών του Α.Π.Θ. και ιδιαίτερα το Λέκτορα κ. Ν. Μπαρμπαγιάννη για την τεχνική υποστήριξη στη λήψη των περιθλασιογραμμάτων.

Επίσης ευχαριστίες εκφράζονται από την τρίτη συγγραφέα στο Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ.) για την οικονομική υποστήριξη της εκπόνησης της διδακτορικής της διατριβής.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαβλιάκης, Ε., 1981. Μελέτη επιφανειών διάβρωσης καρστικών παγετωδών και περιπαγετωδών μορφών του όρους Μενοικίου στην Α.Μακεδονία από γεωμορφολογικής και μορφογενετικής πλευράς. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- Cvijic, J., 1901. Die tektonischen Vorgänge in der Rhodopenmasse. *Sitzungsber. d.K.Akad. d. Wiss.Math.naturw. Kl.Bd CX Abt.I Wien*
- De Boer, H., 1970. Geologisch-petrographische Untersuchungen in Rhodope-Massiv Griechisch-Ostmakedonien. Der Menikion-Bergzug nordostlich Serrai. *Beith. Geol.Jb.* 88,43-79.

- Folk, R.L., Andrews, P.B., Lewis, D.W., 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in *N.Zealand.N.Z.J. Geol.Geophys.*, 13.
- Hjulstrom, F., 1935. Studies on the morphological activities of rivers. *Bull. Geol. Inst.Uppsala* 25, 221-527.
- Ιωάννου, Ι., 1967. Σπήλαιο Επταμύλων Σερρών. *Δελτίο Ελληνικής Σπηλαιολογικής Εταιρείας*, 9, 42-49, Αθήνα.
- Jackson, M.L., 1970. Soil chemical analysis. Advanced course 2nd. ed.Madison, Wisconsin Published by the author.
- Jaranov, D., 1938. La geologie du massif des Rhodopes et son importance a propos de la tectonique de la peninsule Ballianique. *Bull. Lab. geogr. phys. Fac. sci. Univ.Paris*, 11.
- Kronberg, P., Meyer, W., Pilger, A., 1970. Geologie der Rilla-Rhodope Masse Zwischen Strimon und Nestos. *Beith. Geol. Jb.*, 88, 133-180.
- Osswald, K., 1938. Geologische geschichte von Griechisch-Nordmakedonien. *Υπόμνημα Γεωλ. Υπηρεσίας Ελλάδος*, 3.
- Tanner, C.B., Jackson, M.L., 1947. Nomographs of sedimentation times for soil particles under gravity or centrifugal acceleration. *Soil. Sci. Soc. Proc. Amer.*