

Ψηφιακή συλλογή  
Βιβλιοθήκη

"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

Τμήμα Γεωλογίας

Α.Π.Θ

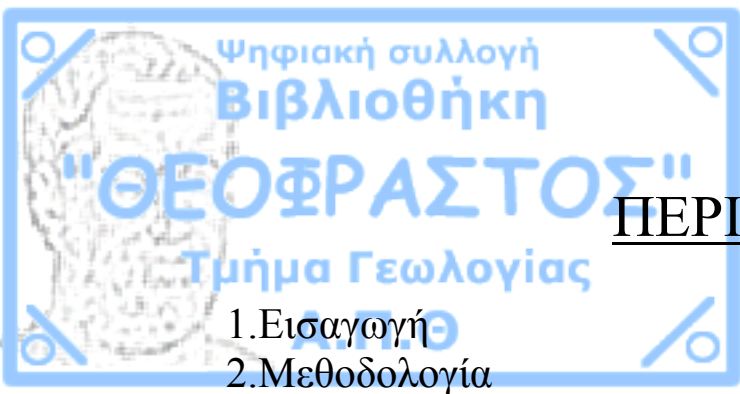
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

# **ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΧΑΒΡΙΑ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ : ΑΓΓΕΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΝ. ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2005



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ
1.Εισαγωγή	3
2.Μεθοδολογία	3
3.Γεωγραφικά Στοιχεία	4
4.Γεωμορφολογικά Στοιχεία	6
5. Γεωτεκτονική και Γεωλογικά Στοιχεία	12
6.Ανάπτυξη Υδρογραφικού Δικτύου	21
6.1 Μορφή	21
6.2 Ποσοτικά Στοιχεία	21
7.Κλιματικά Στοιχεία	26
8.Ανάπτυξη και Δράση του Χαβρία	28
9.Βιβλιογραφία	30

## 1. Εισαγωγή

Η διπλωματική αυτή εργασία έγινε στα πλαίσια του προγράμματος σπουδών του τμήματος Γεωλογίας το θέμα της είναι 'Γεωλογικά και υδρογραφικά στοιχεία που συνδέονται με την ανάπτυξη του χειμάρρου Χαβρία της Χαλκιδικής.' και επιβλέπων καθηγητής είναι ο κ. Α. Ψιλοβίκος του Τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, του τμήματος Γεωλογίας της Σ.Θ.Ε. του Α.Π.Θ.

Σκοπός της είναι να εξετάσει το υδρογραφικό δίκτυο του Χαβρία ποταμού ο οποίος αναπτύσσεται εξολοκλήρου στο κεντρικό κορμό της Χαλκιδικής και να επιχειρήσει να διερευνήσει την επιρροή των φυσικών παραγόντων στην ανάπτυξη του δικτύου στο παρελθόν και μέχρι σήμερα.

Η μελέτη της γεωλογίας της περιοχής έγινε απ' το γεωλογικό χάρτη Αρναίας, κλίμακας 1:50.000, των F. Kockel και H. Mollat, του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.). Αυτή κρίθηκε αναγκαία προκειμένου να γίνουν συσχετισμοί των δικτύων με γεωλογικά και τεκτονικά στοιχεία της περιοχής.

## 2. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλάμβανε :

α. Την αποτύπωση όλων των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του Χαβρία, σε διαφανές χαρτί.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι τοπογραφικοί χάρτες της Γ.Υ.Σ. εκδόσεως (F. Kockel & H.Mollat) και κλίμακας 1 : 50000 και συγκεκριμένα τα φύλλα : Αρναία

Πολύγυρος

Σταυρός.

β. Την αρίθμηση όλων των κλάδων του δικτύου του Χαβρία με τη μέθοδο του Stahler. (Σωτηριάδης & Ψιλοβίκος 1984)

γ. Την εφαρμογή των νόμων της υδρογραφικής σύνθεσης του Horton. Δηλαδή του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> νόμου, για την εφαρμογή των οποίων χρειάστηκε :

- Καταγραφή του αριθμού των κλάδων του δικτύου κατά τάξη
- Μέτρηση του μήκους όλων των κλάδων του δικτύου κατά τάξη.

Για τη μέτρηση του μήκους χρησιμοποιήθηκε καμπυλομετρητής που έδωσε αποτελέσματα σε km.

δ. Την αποτύπωση των λεκανών απορροής 4<sup>ης</sup> τάξης και πέρα και την εμβαδομέτρηση τους.

Για τη μέτρηση των εμβαδών χρησιμοποιήθηκε millimetre χαρτί, όπου το κάθε τετραγωνάκι του ενός τετραγωνικού εκατοστού αντιστοιχούσε σε 0.05 km<sup>2</sup>.

ε. Μορφολογική ταξινόμηση (δενδριτική και σύνθετη κλιμακωτή) του υδρογραφικού δικτύου.

Εκτός από τα στοιχεία που αποτυπώθηκαν και μετρήθηκαν στο δίκτυο έγινε ο υπολογισμός των ακόλουθων στοιχείων :

Υπολογισμός της συχνότητας F του υδρογραφικού δικτύου

Υπολογισμός της πυκνότητας D του υδρογραφικού δικτύου.

Τέλος έγινε στην περιοχή μια επιτόπια επίσκεψη σε ορισμένες θέσεις για την επαλήθευση ή απόρριψη ιδεών που είχαν δημιουργηθεί κατά τα προηγούμενα στάδια της μελέτης.

Στον καθηγητή του τμήματος γεωλογίας κ. Α. Ψιλοβίκο, ο οποίος με βοήθησε σε όλες τις φάσεις της ερευνητικής μου προσπάθειας εκφράζω τις ευχαριστίες μου. Επιπλέον ευχαριστίες εκφράζονται προς όλους όσους με βοήθησαν από το τμήμα της γεωλογίας του Α.Π.Θ. αλλά και σε όλους τους άλλους οικείους, για την πρόσφορα οποιασδήποτε μορφής, ώστε να περατωθεί η εργασία αυτή.

### 3. Γεωγραφικά στοιχεία

Η Χαλκιδική είναι μια χερσόνησος με ιδιαίτερη μορφολογία. Αποτελείται από ένα κεντρικό-ορεινό κορμό στα βόρεια και τρεις σχεδόν παράλληλες απολήξεις χερσονήσων στα νότια. Της Κασσάνδρας δυτικά, της Σιθωνίας στο κέντρο και του Άθως ανατολικά. Ο ορεινός κορμός της αποτελείται από τους ορεινούς όγκους Χορτιάτη, Χολομώντα και Στρατωνικό. Ο Άθως, ο ψηλότερος ορεινός όγκος της Χαλκιδικής βρίσκεται στο νότιο άκρο της ομώνυμης χερσονήσου. Οι συντεταγμένες που καθορίζουν την γεωγραφική της θέση είναι μεταξύ των παράλληλων Β.Γ.Π.  $39^{\circ} 50'$  και  $40^{\circ} 45'$  και μεταξύ των μεσημβρινών Α.Γ.Μ.  $22^{\circ} 45'$  και  $24^{\circ} 30'$ .

Εξ' αιτίας αυτού του διαμελισμού της η ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου είναι πολύπλοκη. Κατά συνέπεια δεν υπάρχει ενιαίο υδρογραφικό δίκτυο αλλά μικροί χείμαρροι που στραγγίζουν περιφερειακά τη Χαλκιδική ( αποκλίνουν από τον ορεινό όγκο του κέντρου). Τα μεγαλύτερα υδρογραφικά δίκτυα χειμάρρων που αναπτύσσονται στον κορμό της Χαλκιδικής είναι : του Ανθεμόντα (δυτικά), του Πλατανορέματος, του Μεγάλου Ρέματος, και της Κοκκαλου (βόρεια) του Ολύνθιου και του Χαβρία(νότια), Μαύρος Λάκκος και Καρύλακκος (ανατολικά) και άλλων μικροτερων κλαδων.

Το δίκτυο του Χαβρία βρίσκεται γεωγραφικά στην κεντρική Χαλκιδική. Το υδρογραφικό του δίκτυο εκτείνεται σε έκταση  $428 \text{ km}^2$ . Οι εκβολές του Χαβρία βρίσκονται στο νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής, στο ΒΑ τμήμα του κόλπου της Κασσάνδρας, ο οποίος περιβάλλεται από την χερσόνησο της Κασσάνδρας και τη χερσόνησο της Σιθωνίας. Η λεκάνη απορροής του περιλαμβάνει τα χωριά Μεταγκίτσι, Μεγάλη Παναγία, Παλαιοχώρι, Αρναία,

Βράσταμα και Ορμύλια κοντά στο οποίο και εκβάλλει. Ο Χαβρίας είναι ο μεγαλύτερος χείμαρρος του νομού.



Φωτογραφία 1: Η Χαλκιδική και θέση της λεκάνης απορροής του Χαβρία.

#### 4. Γεωμορφολογία στοιχεία

Το υδρογραφικό δίκτυο του Χαβρία ουσιαστικά στραγγίζει το νότιο τμήμα του ορεινού όγκου του Χολομώντα. Ο υδροκρίτης χωρίζει τα νερά στραγγίσης της Μυγδονίας (Βόλβη) και αυτά του κόλπου της Κασσάνδρας. Στο Χολομώντα ανήκουν τα μέγιστα υψόμετρα της λεκάνης απορροής. Το μέγιστο υψόμετρο του υδροκρίτη εντοπίζεται στα 1020 m.(σχήμα 1)

##### Α. Γεωμορφολογικά στοιχεία του ανάγλυφου της λεκάνης

Η διάβρωση και η αποσάθρωση είναι οι κύριοι εξωγενείς παράγοντες που έδρασαν και είχαν αποτέλεσμα την δημιουργία της επιφάνειας επιπέδωσης που βρίσκεται στο παρόν δίκτυο. Συγκεκριμένα βρίσκεται στο βορειοανατολικό όριο της λεκάνης.

Επιφάνειες επιπέδωσης είναι σχεδόν επίπεδα τμήματα της επιφανείας της ξηράς, που διαμορφώθηκαν κατά τη διάρκεια της απογύμνωσης με ευνοϊκές τεκτονικές και κλιματικές προϋποθέσεις. Η επιφάνεια επιπέδωσης που βρίσκεται στην υπό μελέτη περιοχή, ανήκει σύμφωνα με τη γενική κατάταξη κατά Adams (1975) στις ανυψωμένες επιφάνειες επιπέδωσης, που μετά το σχηματισμό τους μετακινήθηκαν από τη ζώνη ενεργού επιπέδωσης λόγω ανυψωτικών κινήσεων που έλαβαν χώρα στη περιοχή στη διάρκεια του Νεογενούς-Τεταρτογενούς.

Σύμφωνα με τους Ψιλοβίκο και Βαβλιάκη (1983), οι παράγοντες που πρέπει να συντρέξουν για να σχηματιστούν σχεδόν επίπεδα και με ήπιο ανάγλυφο τμήματα στην επιφάνεια της ξηράς είναι :

- Ήπια τεκτονική κατάσταση.
- Ευνοϊκό κλίμα για την αποσάθρωση των πετρωμάτων και την ήπια απογύμνωση της επιφάνειας.
- Χαμηλό ανάγλυφο της περιοχής που πλησιάζει το βασικό επίπεδο.
- Κατά κανόνα διατήρηση των παραγόντων αυτών για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η επιφάνειες επιπέδωσης χαρακτηρίζονται από τα παρακάτω μορφολογικά γνωρίσματα :

1. Από ήπιο ανάγλυφο με μικρές υψομετρικές διαφορές. Η κλίση δεν υπερβαίνει τις  $3^{\circ}$ .
2. Σε τμήματα των επιφανειών εντοπίστηκαν ξηρές κοιλάδες. Η δημιουργία τους οφείλεται σε ανυψώσεις ή βυθίσεις τμημάτων της επιφάνειας που προκάλεσαν κατά θέσεις ένταση στα φαινόμενα διάβρωσης. Η ένταση αυτή είχε σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση της υδροκριτικής γραμμής της λεκάνης απορροής ορισμένων τμημάτων σε βάρος άλλων, την εμφάνιση φαινόμενων 'σύλληψης' και τη



δημιουργία τελικά ξηρών κοιλάδων. Ακόμη για τον σχηματισμό τους συντέλεσαν κυρίως τα τεκτονικά γεγονότα που έλαβαν χώρα στη διάρκεια του Νεογενούς-Τεταρτογενούς.

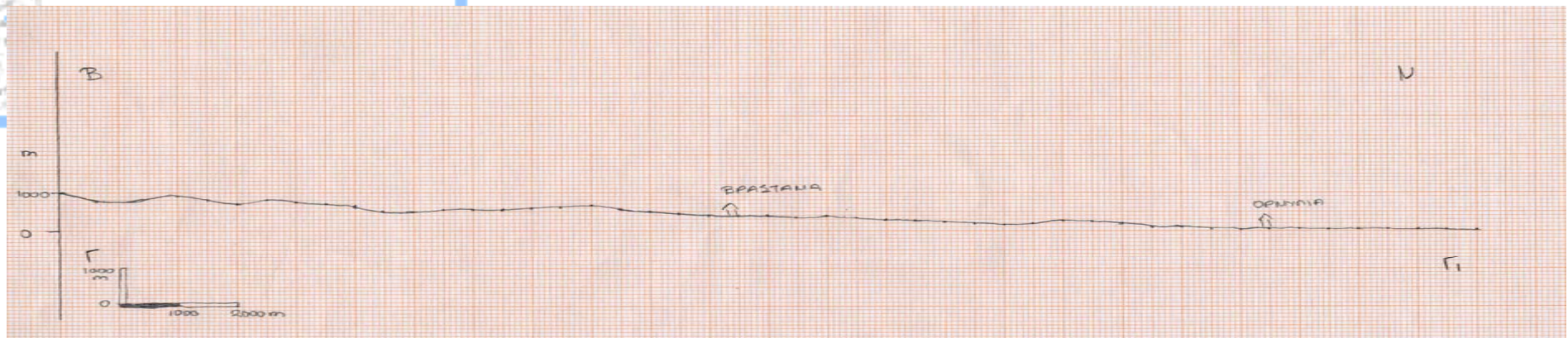
3. Σε τμήματα των επιφανειών επιπέδωσης έχουν εντοπιστεί παλαιοεδάφη, των οποίων η ορυκτολογική σύσταση και το χρώμα, αποδεικνύουν ότι για το σχηματισμό και διαμόρφωση των επιφανειών επιπέδωσης συντέλεσαν και κλιματικές συνθήκες θερμότερες και υγρότερες από τις σημερινές. Τέτοιες συνθήκες επικρατούσαν κατά περιόδους του Νεογενούς μέχρι το Μέσο-Πλειόκαινο ( Ψιλοβικος και Βαβλιάκης 1983).

Το ανάγλυφο της υπόλοιπης λεκάνης απορροής είναι έντονο. Τα μεγαλύτερα υψόμετρα του υδροκρίτη εντοπίζονται βόρεια της λεκάνης.

Εξάιρεση αποτελεί το κεντροανατολικό τμήμα της λεκάνης όπου υπάρχει ήπιο ανάγλυφο. Παρατηρείται ταπείνωση του αναγλύφου που προσεγγίζει τα 100 m υψόμετρο.

Η μεγαλύτερη έκταση της λεκάνης αποτελείται από τον ορεινό όγκο του Χολομώντα. Η υπό μελέτη περιοχή όμως εμφανίζει και περιοχές με ήπιο ανάγλυφο, οι οποίες διακρίνονται στον τοπογραφικό χάρτη, (σχήμα 1) επειδή είναι πιο ανοιχτόχρωμες απ' τις υπόλοιπες (λιγότερες ισουψείς.). Τέτοιες περιοχές είναι της Παναγίας, Πλανά, Κελί, Μεταγκίτσι. Υπάρχει όμως και η πεδινή έκταση που βρίσκεται στις εκβολές του Χαβρία και τοποθετείται σε υψόμετρο 40-0 m.

Όσα αναφερθήκαν μέχρι στιγμής για το ανάγλυφο της λεκάνης μπορούν να γίνουν σαφή από τις τομές που ακολουθούν. Ο προσανατολισμός όλων των τομών είναι Β – Ν.

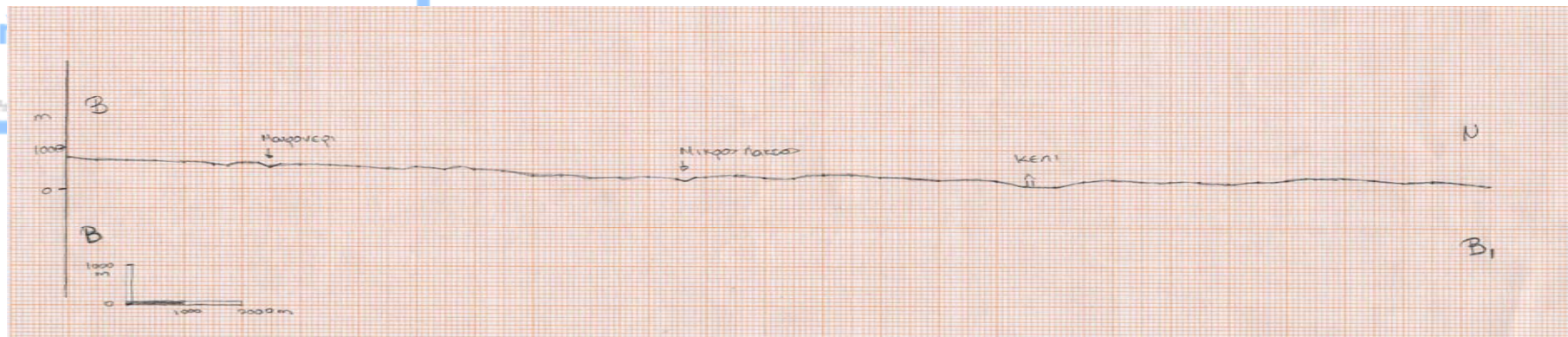


Σχήμα 2 : Τοπογραφική τομή Βράσταμα – Ορμούλια.

Η παραπάνω τομή (σχήμα 2) τοποθετείται δυτικά στη λεκάνη. Περνά από τα χωριά Βράσταμα και Ορμούλια. Όπως φαίνεται βόρεια το ανάγλυφο έντονο και το υψόμετρο φτάνει στα 1000 m.

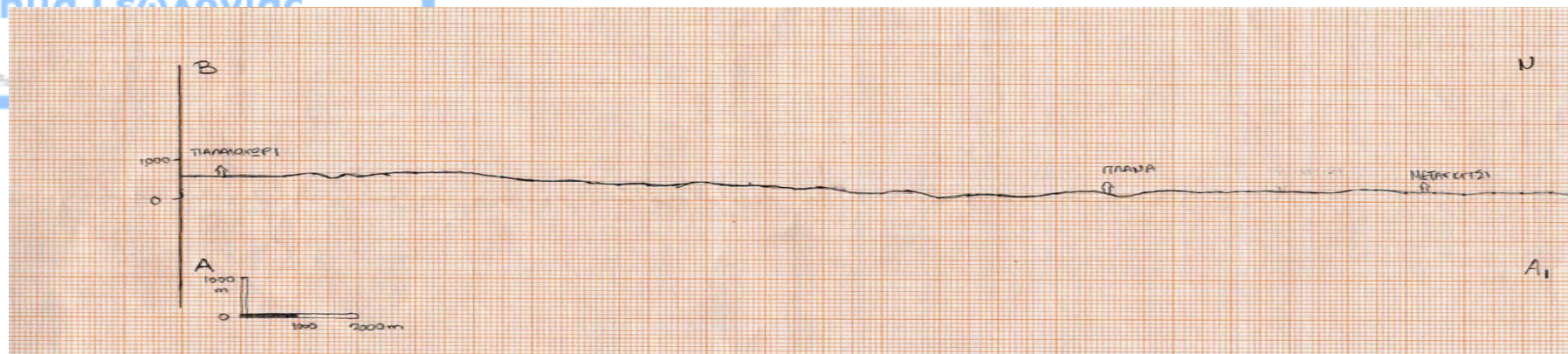
Η ταπείνωση του αναγλύφου έπειτα είναι ομαλή μέχρι το σημείο που υποδεικνύεται από το βέλος όπου υπάρχει μικρή ανύψωση της επιφάνειας κατά 150 m. Στη συνέχεια σταδιακά μειώνεται το υψόμετρο μέχρι το βασικό επίπεδο της θάλασσας.





Σχήμα 3 : Τοπογραφική τομή Μαυρονέρι – Κελί.

Η τομή του σχήματος 3 βρίσκεται στο κέντρο της λεκάνης και περνά από το χωριό Κελί κι από τους κύριους κλάδους του Χαβρία : Μαυρονέρι και Μικρός Λάκκος. Βόρεια στην τομή το υψόμετρο φτάνει στα 800 m. Σταδιακά υπάρχει πτώση του αναγλύφου. Στο χωριό Κελί Παρατηρείται έντονο βύθισμα φτάνοντας 50 m από το βασικό επίπεδο κι έπειτα νοτιότερα αύξηση πάλι έως τα 300 m.

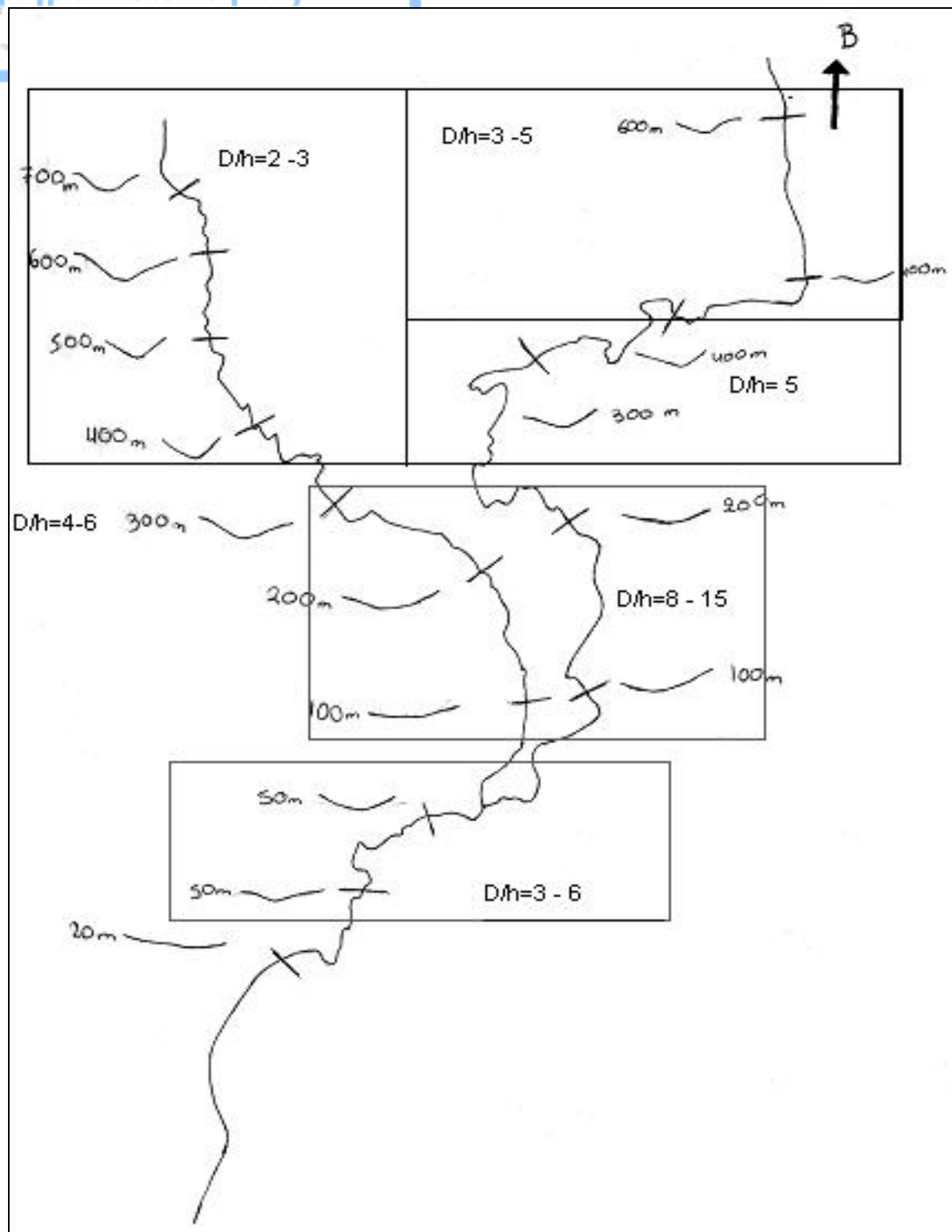


Σχήμα 4: Τοπογραφική τομή Παλαιοχώρι – Μεταγκίτσι.

Η τομή του σχήματος 4 βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης. Περνά από τα χωριά Παλαιοχώρι, Πλανά και Μεταγκίτσι. Βόρεια στην τομή φτάνει το υψόμετρο στα 600 m. Παρεμβάλλεται μια μικρή ανύψωση 100 m κι έπειτα συνεχής ταπείνωση του αναγλύφου. Στο χωριό Πλανά υπάρχει ένα βύθισμα που φτάνει περίπου 50 m υψόμετρο. Σ' αυτή τη λεκάνη βρίσκονται και οι μεγάλες Τεταρτογενείς αποθέσεις. Το ανάγλυφο αυξάνεται και διατηρείται ως το τέλος της τομής στα 300 – 250 m

Β. Γεωμορφολογικά στοιχεία της μορφής της κοιλάδας του Χαβρία

Στο σχήμα 1 Παρατηρείται η μεταβολή της μορφής της κοιλάδας του Χαβρία από τα ψηλότερα στα χαμηλότερα, στους δυο κύριους κλάδους του.



Σχήμα 5: Τομές κοιλάδας Χαβρία στους δυο κύριους κλάδους του.

Στο δυτικό κλάδο στα υψόμετρα των 700 έως και των 400 m, η μορφή της κοιλάδας είναι στενή με πλάτος 300-200 m, και βαθιά περίπου 100 m. Στο υψόμετρο των 300 m η κοιλάδα γίνεται λιγότερο βαθιά με βάθος 50 m, το



πλάτος παραμένει σταθερό. Ακόμα νοτιότερα σε υψόμετρο 200 και 100 m, η κοιλάδα είναι πλέον ρηχή και πλατιά με πλάτος 400-450 m, και βάθος 30-50 m.

Στον ανατολικό κλάδο στα 600 και 400m υψόμετρο η κοιλάδα είναι στενή όπως και στον δυτικό με 200-300 m πλάτος αλλά είναι πιο ρηχή με βάθος 50-60 m. Στις δυο επόμενες τομές των κοιλάδων στα ύψη 400 και 300 m η κοιλάδα γίνεται βαθύτερη, 75 m βάθος και πιο πλατιά, 380 m πλάτος. Στα υψόμετρα των 200 και 100 m η κοιλάδα έχει την ίδια μορφή με τον δυτικό κλάδο, δηλ. πλατιά και ρηχή.

Στον τελικό κλάδο που σχηματίζουν οι δυο παραπάνω κλάδοι στις δυο τομές των 50 m, παραμένει το ίδιο πλατιά αλλά βαθαίνει και πάλι κατά 20-30 m. Στην τομή των 20 m ύψος η κοιλάδα πλέον είναι ρηχή ~30 m και έχει το μεγαλύτερο πλάτος ~500 m.

Στο σχήμα παρατηρούνται μαιανδρισμοί και στους δυο κλάδους μέχρι και το υψόμετρο των 300 m. Στα 200 έως και τα 100 m όμως δεν υπάρχουν μαιανδρισμοί ενώ παρατηρούνται και πάλι στα χαμηλότερα υψόμετρα.

Πρόκειται για μορφές εγκλιβωτισμένων μαιάνδρων μέσα στα πετρώματα του υποβάθρου της λεκάνης στις ζώνες των ανυψωμένων επιφανειών επιπέδωσης 400-600 m και ψηλότερες. Τον εγκλιβωτισμό προκάλεσαν οι ανυψωτικές κινήσεις των εν λόγω επιφανειών, οπότε οι κλάδοι του Χαβρία άνοιξαν τις βαθιές επιγενετικές κοιλάδες όπως φαίνεται στο σχήμα 5.

Αυτή η μεταβολή από εγκλιβωτισμένους μαιάνδρους σε ομαλές κοίτες σε χαμηλότερα υψόμετρα, πιθανόν οφείλεται στην μεταβολή του αναγλύφου της λεκάνης. Οι μαιανδρισμοί λείπουν από ζώνες με ήπιο ανάγλυφο όπως Παναγία, Πλανά, Κελί, Μεταγκίτσι. Πρόκειται δηλαδή για το προφίλ του ποταμού το οποίο γίνεται κατανοητό μέσω των τοπογραφικών τομών της λεκάνης.

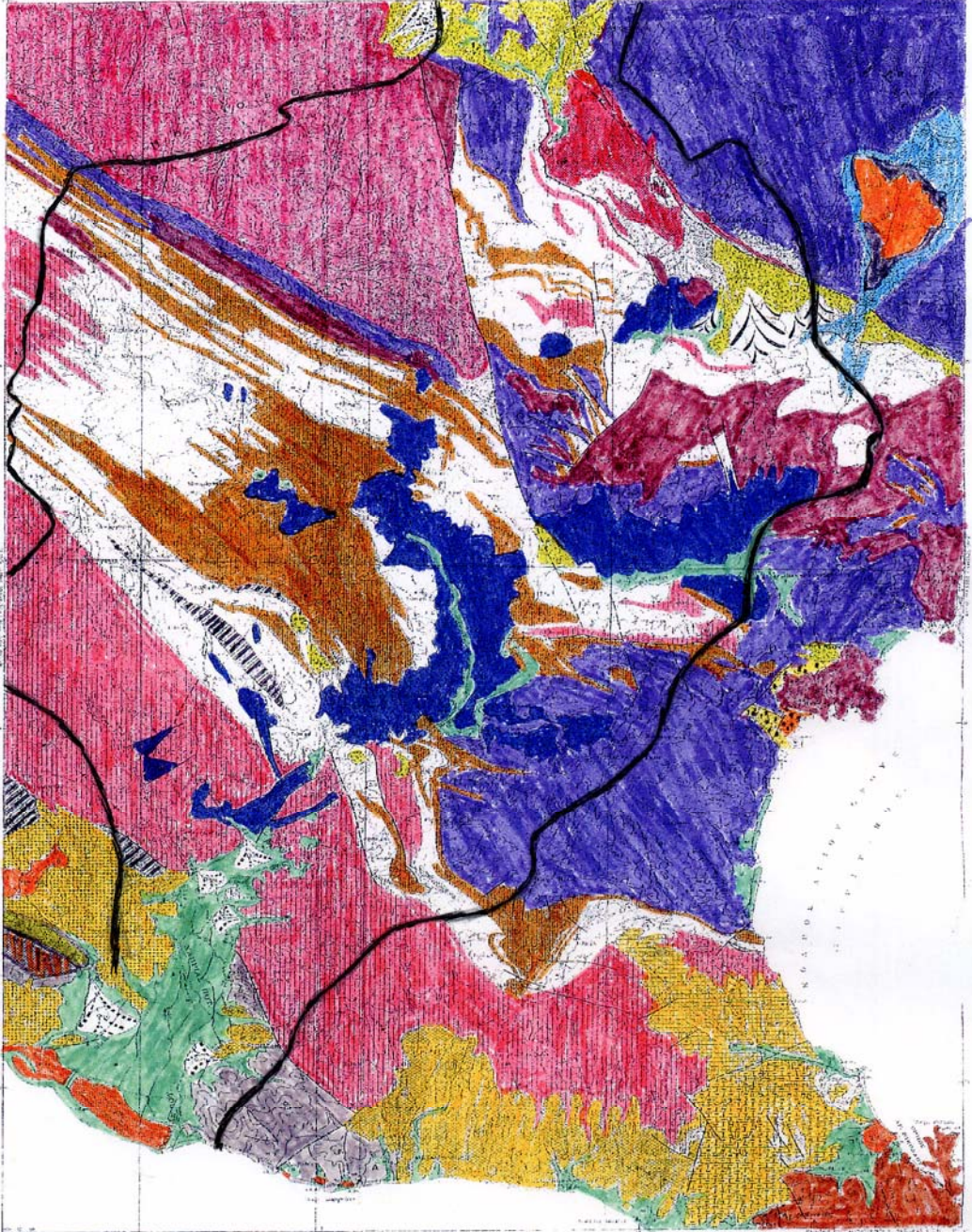
## 5.Γεωτεκτονικά και γεωλογικά στοιχεία

Η περιοχή που στραγγίζεται από τον Χαβρία ανήκει από γεωτεκτονική άποψη στην Σερβομακεδονική μάζα (ανατολικά) και στην Περιοδοπική ζώνη (δυτικά). Ο γεωτεκτονικός χαρακτήρας σύμφωνα με τα μοντέλα λιθοσφαιρικών πλακών, της Σερβομακεδονικής θεωρείται περιθωριακός της μάζας της Ροδόπης. Η γεωτεκτονική σημασία της Περιοδοπικής ζώνης είναι ότι αποτελούσε κατά τη διάρκεια του ιουρασικού την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρωτικής ελληνικής ενδοχώρας και κυρίως της Σερβομακεδονικής μάζας.(Δ.Μ.Μουντράκης 1985)

Η λιθολογική συγκρότηση της λεκάνης του Χαβρία έχει ως εξής ( σχήμα 6):



ΕΠΙΤΟΤΟΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΕΤΩΡΤΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ  
ΦΥΛΛΟ ΑΡΝΑΙΑ



Σχήμα 6: Γεωλογικός χάρτης της λεκανής του Χαβρια και ο υδροκρητής του χαϊμαρρου.



Υπόβαθρο

Τα πετρώματα της Σερβομακεδονικής μάζας στην λεκάνη ανήκουν στο σχηματισμό του Βερτίσκου. Συγκεκριμένα κυριαρχεί ο διμαρμαριγιακός γνεύσιος ο οποίος αποτελείται από πλαγιόκλαστα με ανορθίτη 25-30%, χαλαζία, μοσχοβίτη, βιοτίτη, περθιτικούς καλιούχους αστρίους, επίδοτο και επουσιώδη ορυκτά. Στο πέτρωμα παρεμβάλλονται γρανατούχοι διμαρμαριγιακοί-μαρμαριγιακοί σχιστόλιθοι και σκοτεινότεφροι λεπτόκοκκοι ταινιωτοί βιοτιτικοί γνεύσιοι. (Kockel et Mollat 1978)

Η έκταση των πετρωμάτων που ανήκουν στο σχηματισμό Βερτίσκου αποτελεί το 16.8% του συνόλου των πετρωμάτων της λεκάνης και βρίσκεται στο βορειοανατολικό-ανατολικό τμήμα της περιοχής.

Τα πετρώματα της Περιροδοπικής ζώνη ανήκουν στην ομάδα Σβούλας, αποτελούμενη από χαλαζίτες, φυλλίτες και ασβεστόλιθους ανακρυσταλλωμένους με παρεμβολές μαρμάρων, χαλαζιακών σερικιτικών μαρμάρων, και ασβεστιτικών σχιστόλιθων. Στους ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους βρέθηκαν απολιθώματα κωνόδοντων του Τριαδικού. Τα ποσοστά με τα οποία συμμετέχουν στο σύνολο των πετρωμάτων είναι αντίστοιχα 14.7%, 19% και 12%. Δηλαδή η ομάδα Σβούλας αντιστοιχεί στο σύνολο της στο 45.7% της λεκάνης Χαβρία. Πρόκειται για το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στη λεκάνη. Καλύπτει κυρίως το δυτικό-κεντρικό μέρος της περιοχής.

Επιπλέον υπάρχουν πλουτωνικές διεισδύσεις. Η σημαντικότερη είναι ο διμαρμαρυγιακός-βιοτιτικός γρανίτης (τύπου Αρναίας) (Kockel et Mollat 1978).

Στα βορειοδυτικά έχουμε την εμφάνιση του διμαρμαριγιακού-βιοτιτικού γρανίτη. Είναι μεσοζωικής ηλικίας. Είναι σχιστώδης, μεσόκοκκος έως πηγματιτικός, μερικά λευκοκρατικός έως απλιτικός. Καλύπτει το 8% του συνόλου πετρωμάτων.

Ακόμα αξισημείωτη είναι η παρουσία του πλαγιοκλαστικού - μικροκλινικού γνεύσιου. (Kockel et Mollat 1978)

Καλύπτει το ποσοστό 6% του συνόλου της λεκάνης. Είναι μεσοζωικής ηλικίας στην περιοχή του Χολομώντα και βόρεια του χωριού Πλανά. Ενώ κοντά στα χώρια Μεγάλη Παναγία και Πυργαδίκια είναι πιθανώς προμεσοζωικός. (Kockel et Mollat 1978).

Β.Ιζήματα

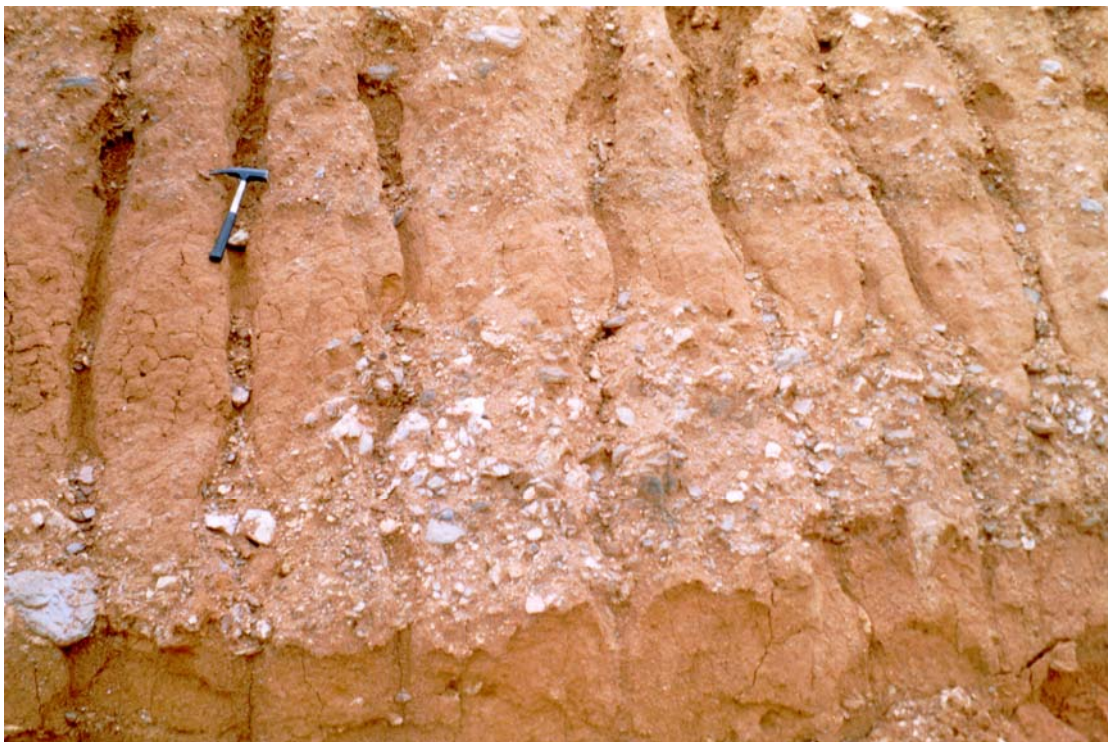
Τα ιζήματα της λεκάνης με την μεγαλύτερη εξάπλωση είναι πλειστοκαινικά και ολοκαινικά. Καλύπτουν συνολικά το 15.8% της έκτασης της λεκάνης του Χαβρία.

Τα πλειστοκαινικά ιζήματα αποτελούνται από ποταμοχειμάρρειες άμμους, ψηφίδες, κροκάλες κυρίως σχιστολιθικές, μικρής συνοχής(εικόνα 1 & 2). Αυτά συγκροτούν το ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων. (Kockel et Mollat 1978).



Φωτογραφία 2: Τεταρτογενείς αποθέσεις στην υπό μελέτη περιοχή.

Πρόκειται για ερυθροστρώματα στα οποία παρεμβάλλονται στρώματα που αποτελούνται κυρίως από κροκάλες και ψηφίδες. Στην εικόνα φαίνονται 4 τέτοια στρώματα.



Φωτογραφία 3: Η διαβάθμιση του υλικού στις τεταρτογενείς αποθέσεις.



Τα χαλίκια και οι κροκάλες αποτελούνται από πετρώματα των μεγαλύτερων υψομέτρων (φυλλίτες, γνεύσιοι, γρανίτης, ). Και στις 2 εικόνες είναι εμφανής η επίδραση των νερών των κατακρημνισμάτων στο σχηματισμό, με τη δημιουργία των αυλακώσεων (rills) στην επιφάνεια της τομής (Ψιλοβίκος 1984).

Από τα ιζήματα της λεκάνης έχει τη μεγαλύτερη συμμετοχή η οποία ανέρχεται στο ποσοστό του 8.3% του συνόλου των πετρωμάτων και το 52.5% του συνόλου των ιζημάτων της λεκάνης. Η απόθεση του σχηματισμού έχει μεγάλη εξάπλωση στο κεντροανατολικό μέρος της λεκάνης.

Τα Ολοκαινικά ιζήματα αποτελούνται από δυο διαφορετικούς σχηματισμούς. Ο πρώτος και παλαιότερος σε ηλικία σχηματισμός συγκροτείται από άμμους και κροκάλες ονομαζόμενος κατώτερη βαθμίδα του κατώτερου συστήματος αναβαθμίδων. (Kockel et Mollat 1978). Η απόθεση των υλικών αυτών είναι κύρια στο βόρειο τμήμα και πιο συγκεκριμένα ανάμεσα στα χώρια Αρναία και Παλαιοχώρι καθώς και νότια του χωριού Μεγάλη Πανάγια. Η έκταση που κατέχουν αντιστοιχεί στο 2.5% του συνόλου.



Φωτογραφία 4: Κατώτερη αναβαθμιδά του Χαβρία.

Στην παραπάνω εικόνα 3 απεικονίζεται η κατώτερη αναβαθμιδά του χειμάρρου Χαβρία στην τοποθεσία Πλανά.

Το δεύτερο Ολοκαινικό ίζημα είναι οι αλλουβιακές αποθέσεις οι οποίες είναι κροκάλες ψηφίδες άμμοι και αργιλλοιλύς . (Kockel et Mollat 1978).



Φωτογραφία 5: Αλλουβιακές αποθέσεις του χειμάρρου Χαβρία.

Πρόκειται φυσικά για τις νεότερες αποθέσεις του Χαβρία. Αποτελούνται από πετρώματα του υποβάθρου των μεγαλύτερων υψομέτρων.(γρανίτη, γνεύσιους, φυλλίτες, ). Το μέγεθος των κροκάλων κυμαίνεται από 3cm έως και 15cm και έχουν υποστεί ποτάμια επεξεργασία. Τα αλλουβιακά αυτά ιζήματα βρίσκονται στην κοίτη του ποταμού, όπου επιτρέπει η γεωμορφολογία την απόθεση και ο μεγαλύτερος όγκος τους είναι κοντά στις εκβολές του ποταμού (χωριό Ορμύλια). Αποτελούν το 5% του συνόλου των πετρωμάτων .

Όλα τα πετρώματα που προαναφέρθηκαν αντιπροσωπεύουν το 91.8% της έκτασης της λεκάνης.

Τα κυριότερα πετρώματα και τα αντίστοιχα ποσοστά τους αναφέρονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1 : Λιθολογικοί σχηματισμοί που απαντώνται μέσα στη λεκάνη απορροής του Χαβρία με ποσοστά της έκτασης που κατέχουν.

Λιθολογικοί τύποι	Έκταση %	Περιοχή λεκάνης
Γνεύσιος Βερτίσκου	16,8%	ΒΑ/Α τμήμα λεκάνης
Χαλαζίτες της σειράς Σβούλας -Περιοδοπική	14,7%	Δ/Κ τμήμα λεκάνης
Φυλλίτες της σειράς Σβούλας -Περιοδοπική	19%	Δ/Κ τμήμα λεκάνης
Ασβεστόλιθοι της σειράς Σβούλας – Περιοδοπική	12%	Δ/Κ τμήμα λεκάνης
Πλουτωνίτης και Γνεύσιος Αρναίας	14%	ΒΔ/Α τμήμα λεκάνης
Πλειστοκαινικές αποθέσεις (ερυθροστρώματα)	8,3%	Κ/Α τμήμα λεκάνης
Ολοκαινικές αποθέσεις	7,5%	Β/Κ/Ν τμήμα λεκάνης
Λοιποί λιθολογικοί τύποι	7,7%	Ν/ΒΑ τμήμα λεκάνης



Στην περιοχή του Χαβρία υπάρχουν κανονικά ρήγματα και εφιππεύσεις. Από τα πιο χαρακτηριστικά ρήγματα είναι αυτό που εντοπίζεται στην επαφή του γρανίτη της Αρναίας με τα πετρώματα της σειράς Σβούλας, στο ΒΔ τμήμα της περιοχής. Η διεύθυνση παράταξης είναι ΒΔ-ΝΑ.. Ακόμα ένα ρήγμα βρίσκεται στην επαφή του σχηματισμού Βερτίσκου με τα γείτονα πετρώματα. Τοποθετείτε βορειοανατολικά με διεύθυνση παράταξης ΒΑ-ΝΔ. (Kockel et Mollat 1978)

Τα ρήγματα αυτά είναι αναγνωρίσιμα ακόμα κι από δορυφορική λήψη. Στην οποία φαίνονται ως ευθύγραμμα τμήματα.

Υπάρχουν 3 εφιππεύσεις αρκετά μεγάλες. Η πρώτη που βρίσκεται βορειότερα των άλλων δυο και σχεδόν παράλληλα με την τεκτονική επαφή του Βερτίσκου είναι η εφιππευση της ομάδας Σβούλας σε αμφιβολίτες του παλαιοζωικού κυρίως.

Η δεύτερη είναι εφιππευση των ανακρυσταλλωμένων ασβεστόλιθων της Σβούλας, στους χαλαζίτες της ίδιας ομάδας. Βρίσκεται ανάμεσα στα χωριά Πλανά και Μεταγκίτσι.

Η τρίτη βρίσκεται κοντά στις εκβολές του ποταμού. Πρόκειται για την εφιππευση των χαλαζιτών της Σβούλας πάνω στα πετρώματα της σειράς γάββρων Λαναριού. (Kockel et Mollat 1978)

Οι εφιππεύσεις αυτές φαίνεται ότι δεν έχουν επηρεάσει την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του Χαβρία.

Άλλα κανονικά ρήγματα έχουν επηρεάσει κυρίως τις αποθέσεις των τεταρτογενών ιζημάτων. Εξ' αιτίας των βυθισμάτων που δημιουργούνται η απόθεση ιζημάτων είναι έντονη. Έτσι τα πετρώματα αυτά εμφανίζονται στο χάρτη να οριοθετούνται απ' τα ίδια τα ρήγματα.

Στη δορυφορική εικόνα (φωτογραφία 6) απεικονίζεται η ΒΑ Χαλκιδική. Στην εικόνα το ρήγμα που τοποθετεί τον γρανιτικό όγκο σε επαφή με το σχηματισμό της Σβούλας είναι το δυτικό ευθύγραμμο τμήμα της εικόνας. Το ρήγμα που φέρνει σε τεκτονική επαφή το σχηματισμό Βερτίσκου με το σχηματισμό Σβούλας είναι το ανατολικό ευθύγραμμο τμήμα της εικόνας.



Φωτογραφία 6: Ψευδοέγχρωμη δορυφορική εικόνα LANSAT-5/TM (29-06-1991) της ευρύτερης περιοχής μελέτης (Οικονομίδης 2000)

## 6. Ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου

### 6.1 Μορφή

Στο υδρογραφικό δίκτυο του Χαβρία ο τελικός κλάδος που αποτελεί και τις εκβολές είναι 7<sup>ης</sup> τάξης. Ο σχηματισμός του οφείλεται στην ένωση των δυο κυρίων κλάδων 6<sup>ης</sup> τάξης. Ο κλάδος που αναπτύσσεται δυτικά της λεκάνης ονομάζεται Μηλιαδινό ρέμα κι ανατολικός ονομάζεται Καλαμούδια ρέμα. Οι δυο κλάδοι αναπτύσσονται άνισα (σχήμα 7, οι λεκάνες με τα όρια χρώματος καφέ). Το Μηλιαδινό ρέμα που αναπτύσσεται δυτικά στη λεκάνη απορροής δημιουργεί ένα πυκνό δίκτυο σε επιφάνεια που αντιστοιχεί περίπου στο 1/4 της επιφάνειας που δημιουργούν και οι δυο μαζί κλάδοι. Η μορφή του δικτύου αυτού του κλάδου είναι δενδριτική (που προδίδει μια σχετικά ομαλή περιοχή με ομογενή πετρολογική κατασκευή). Ο κλάδος Καλαμούδια αναπτύσσεται στη μεγαλύτερη επιφάνεια του δικτύου, καλύπτει τα 3/4 της συνολικής επιφάνειας των δυο κλάδων. Στο ψηλότερο τμήμα της λεκάνης το δίκτυο είναι αραιό, ενώ προς τα νότια γίνεται πυκνότερο και αποκτά μορφή σύνθετη κλιμακωτή και δενδριτική. Η λεκάνη απορροής του Χαβρία καλύπτει έκταση 428km<sup>2</sup>.

### 6.2 Ποσοτικά Στοιχεία

Για την ποσοτική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του Χαβρία ακολουθήθηκε αρχικά η αρίθμηση των κλάδων του δικτύου, με τη μέθοδο του Strahler. Σύμφωνα με αυτή, οι κλάδοι που δεν δέχονται νερά από μικρότερα ρεύματα ονομάζονται 1<sup>ης</sup> τάξης. Σύνδεση δυο κλάδων ίδιας τάξης, δημιουργεί κλάδο τάξης ανώτερης κατά μια μονάδα (δηλ. 1+1=2, 2+2=3 κ.τ.λ.). Μετά τη συμβολή κλάδων διαφορετικής τάξης, το ρεύμα συνεχίζει με τιμή τάξης ίση με τη μεγαλύτερη από τις δυο.

#### α. 1<sup>ος</sup> Νόμος HORTON

Ο 1<sup>ος</sup> νόμος του Horton συσχετίζει το πλήθος των κλάδων κάθε τάξης του υδρογραφικού δικτύου με την τάξη στην οποία ανήκουν. Η μαθηματική του έκφραση δίνεται από τη σχέση :  $N_u = R_b^{(K-u)}$

όπου  $N_u$  : το πλήθος της  $u$  τάξης ρευμάτων

$K$  : η μέγιστη τάξη του δικτύου (εδώ 7)

$u$  : η τάξη για την οποία υπολογίζεται το  $N_u$

$R_b$  : ο λόγος διακλαδώσεως που είναι  $R_b = N_u / N_{(u+1)}$  .

(Σωτηριάδης & Ψιλοβίκος 1984).



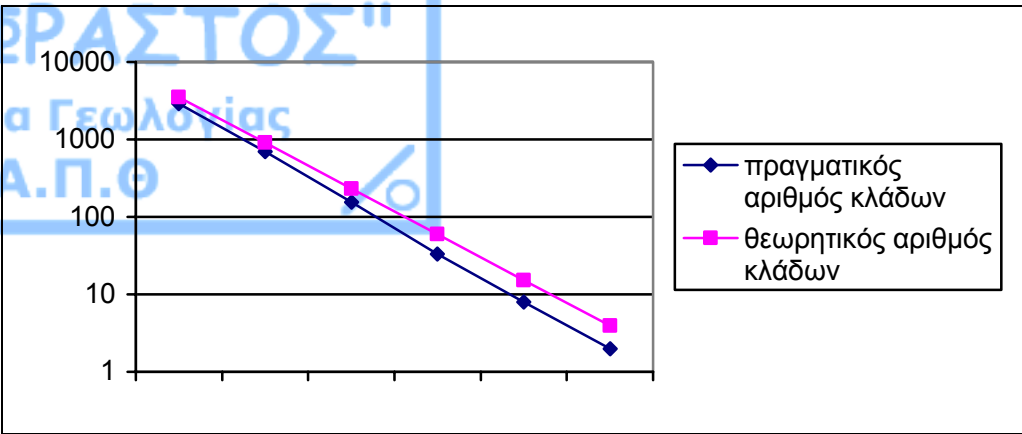
Απο τη μέτρηση των κλάδων του δικτύου προέκυψε ο ανάλογος πίνακας 2:

**Πίνακας 2 : Σχέσεις τάξης και αριθμών κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Χαβρία και εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> νόμου του Horton.**

Τάξη (u)	Μετρημένο πλήθος ρευμάτων (N)	Λόγος (Rb)	Θεωρητικά ιδανικός αριθμός N
1 <sup>η</sup>	2895	.....4,2	.....3518,74
2 <sup>η</sup>	693	.....4,5	.....902,24
3 <sup>η</sup>	154	.....4,7	.....231,34
4 <sup>η</sup>	33	.....4,1	.....59,31
5 <sup>η</sup>	8	.....4,0	.....15,2
6 <sup>η</sup>	2	.....2,0	.....3,9
7 <sup>η</sup>	1		

M.O. Rb=3.9

Ο λόγος διακλαδώσεως μεταξύ των διαφόρων τάξεων διαφέρει γι' αυτό τελικά βρέθηκε η μέση τιμή του, η οποία είναι Rb=3.9. Οι τιμές του Rb στα φυσικώς αναπτυσσόμενα δίκτυα κυμαίνεται από 3 έως 5. Επομένως πρόκειται για ένα φυσικά ανεπτυγμένο δίκτυο. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε ο 1<sup>ος</sup> Νόμος του Horton τόσο ως προς τα στοιχεία που μετρήθηκαν στο Χαβρία όσο και ως προς τα στοιχεία που προέκυψαν με βάση το M.O. του Rb=3.9 όπως φαίνεται στο σχήμα 8.



Σχήμα 8: Εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> νόμου του Horton.

Η γραφική παράσταση σε ημιλογαριθμικό χαρτί συσχετίζει τις τιμές μεταξύ των μετρηθέντων στο δίκτυο κλάδων και των θεωρητικών αριθμών κλάδων που προέκυψε από την τιμή του  $R_b=3,9$ . Στο γράφημα υπάρχει απόκλιση η οποία είναι μικρή στις μεγαλύτερες τιμές όμως αυξάνεται σταδιακά προς τις μικρότερες τιμές.

β. 2<sup>ος</sup> νόμος του Horton

Ο 2<sup>ος</sup> νόμος του Horton συσχετίζει το μήκος των κλάδων κάθε τάξης του δικτύου με την τάξη στην οποία ανήκουν. Μαθηματικά εκφράζεται από τη σχέση :  $\Sigma L_u = L_1 * R_L^{(u-1)}$

όπου  $L_u$  : το μέσο μήκος των κλάδων  $u$  τάξης

$L_1$  : το μέσο μήκος για της 1<sup>ης</sup> τάξης κλάδους

$u$  : η τάξη για την οποία υπολογίζουμε το  $\Sigma L_u$

$R_L$  : ο λόγος του μήκους  $R_L = \Sigma L_u / \Sigma L_{(u-1)}$  (Σωτηριάδης &

Ψιλοβίκος 1984).

Για την εφαρμογή του νόμου πρώτα υπολογίζεται ο λόγος του μήκους με τη σχέση που προαναφέρθηκε. Έπειτα γίνεται ο υπολογισμός των θεωρητικών τιμών του μήκους των κλάδων σύμφωνα με τον τύπο :  $L_u = L_1 * R_L^{(u-1)}$

Παράδειγμα :  $L_1 = 0,25 * 2,34^{(1-1)} = 0,25$ . Έπειτα βρίσκουμε το Αθροιστικό Μέσο Μήκος κλάδων των θεωρητικών τιμών.



Από τις μετρήσεις του μήκους των κλάδων του δικτύου προέκυψε ο επόμενος πίνακας 3.

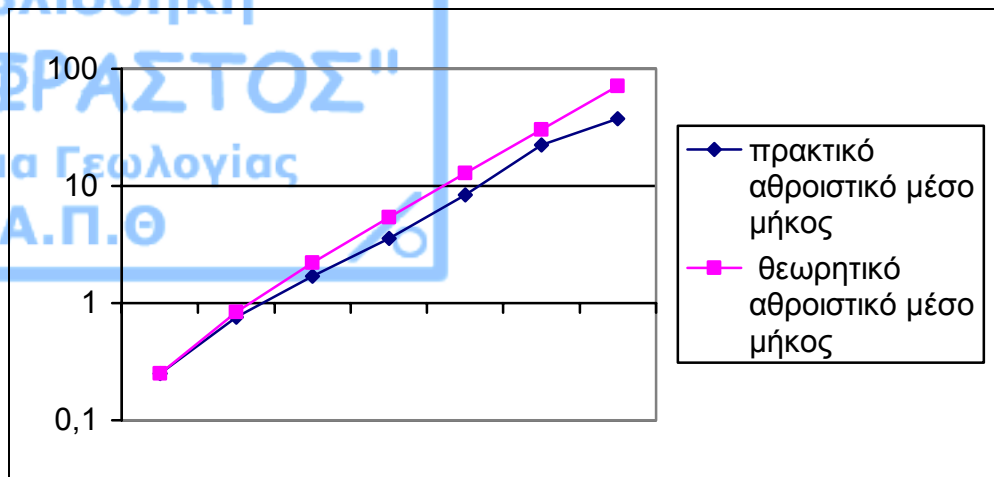
**Πίνακας 3: Σχέσεις μήκους των κλάδων κάθε τάξης στο υδρογραφικό δίκτυο του Χαβρία και εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> Νόμου του Horton.**

τάξη	συνολικό μήκος	μέσο μήκος	πρακτικές αθροιστικές		θεωρητικές αθροιστικές
			μέσες τιμές μήκους	λόγος μήκους	μέσες τιμές μήκους
1 <sup>η</sup>	724,95	0,25	0,25	3,04	0,25
2 <sup>η</sup>	352	0,51	0,76	2,22	0,84
3 <sup>η</sup>	144	0,93	1,69	2,11	2,21
4 <sup>η</sup>	62	1,88	3,57	2,35	5,41
5 <sup>η</sup>	38,5	4,81	8,38	2,67	12,9
6 <sup>η</sup>	28	14	22,38	1,67	30,43
7 <sup>η</sup>	15	15	37,38		71,47
			M.O. RL=2,34		

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα 3 υπολογίστηκε αρχικά ο M.O. του Λόγου του Μήκους ανάμεσα στις διαδοχικές τάξεις και στη συνέχεια η μέση τιμή του, η οποία είναι  $R_L = 2,34$ .

Για κάθε υδρογραφικό δίκτυο ισχύει ότι τα Αθροιστικά Μέσα Μήκη των διαδοχικώς μεγαλύτερης τάξεως κλάδων, τείνουν να σχηματίσουν μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία, της οποίας πρώτος όρος είναι το μέσο μήκος των κλάδων 1<sup>ης</sup> τάξεως και λόγος ο λόγος του μήκους (RL). Αυτή είναι η διατύπωση του 2<sup>ου</sup> νόμου Horton.

Για φυσικώς αναπτυσσόμενα δίκτυα, η γραφική παράσταση του αθροιστικού μέσου (λογαριθμικός άξονας), με την τάξη των κλάδων (στον απλό αριθμητικό άξονα) σε ημιλογαριθμικό χαρτί, μας δίνει ευθεία (Σωτηριάδης & Ψιλοβίκος 1984).



Σχήμα 9: Εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> νόμου του Horton.

Στην πράξη σύμφωνα με το γράφημα του σχήματος 9 υπάρχει απόκλιση των πρακτικών τιμών από την ευθεία των θεωρητικών απόκλιση αυτή είναι αμελητέα κατά συνέπεια πρόκειται για ένα φυσικώς αναπτυγμένο δίκτυο.

#### δ. υδρογραφική πυκνότητα και υδρογραφική συχνότητα

Όλα τα προηγούμενα αποτελέσματα αποτελούν πηγές για τον υπολογισμό δυο βασικών παραμέτρων, της υδρογραφικής πυκνότητας και της υδρογραφικής συχνότητας.

Ο λόγος για τον οποίο προτιμήθηκαν είναι ότι, 'είναι μια ιδιότητα του μήκους και της επιφάνειας που εξαρτάται από διάφορους παράγοντες του περιβάλλοντος όπως το κλίμα, η βλάστηση, το είδος του πετρώματος και το ανάγλυφο. Η πυκνότητα είναι αποτέλεσμα της ανθεκτικότητας του εδάφους, της έντασης απορροής και της κλίσης του εδάφους και έτσι αποτελεί έναν πολύ ευαίσθητο δείκτη της εξέλιξης της διάβρωσης. Γι αυτό η εκτίμηση της τιμής της προσφέρεται για έρευνες στις οποίες η μορφή και η εξέλιξη συνδέονται.' η συχνότητα αποτελεί συμπληρωματική μέτρηση της υφής του ανάγλυφου, ανεξάρτητη όμως από την πυκνότητα. (Αστάρας 1980)

η συχνότητα  $F$  υπολογίστηκε από τη σχέση :  $F=SN/A$

όπου  $SN$  το άθροισμα του πλήθους όλων των τάξεων των κλάδων και  $A$  το εμβαδο της λεκάνης απορροής.

Η πυκνότητα  $D$  υπολογίστηκε από τη σχέση :  $D=SL/A$

όπου  $SL$  το άθροισμα του μήκους όλων των κλάδων όλων των τάξεων και  $A$  το εμβαδό της λεκάνης απορροής.

Για το παρόν δίκτυο οι τύποι της πυκνότητας και της συχνότητας είναι αντίστοιχα:

$$D = 1364.45/428 = \underline{3.19} \quad \text{και} \quad F = 3786/428 = \underline{8.84}$$

Οι τιμές της πυκνότητας ποικίλουν από (3-4)χαμηλή, (8-16)μέση και (30-50) υψηλή. Στο παρόν δίκτυο η τιμή είναι 3,19. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η χαμηλή αυτή τιμή υποδηλώνει περιοχή με σκληρά πετρώματα και κάλυψη από πυκνή βλάστηση. Στην πράξη η βλάστηση είναι ικανοποιητικά πυκνή και τα

πετρώματα είναι μέσης σκληρότητας. Παράγοντες που δεν επιτρέπουν την δημιουργία πυκνού υδρογραφικού δικτύου(Σωτηριάδης & Ψιλοβικος 1984).

Η τιμή της συχνότητας F είναι στο συγκεκριμένο δίκτυο 8,84. Η τιμή θεωρείται φυσιολογική, θεωρώντας ως αυξημένες τιμές, τις μεγαλύτερες του 10. ( $F > 10 \text{ km}^{-2}$ ). Όποτε το δίκτυο είναι φυσικώς αναπτυσσόμενο με μικρή επιρροή της τεκτονικής της λεκάνης απορροής.

## 7.Κλιματικά στοιχεία

Μέσα στην υδρολογική λεκάνη του Χαβρια λειτουργούν οι μετεωρολογικοί σταθμοί της Μεγάλης Παναγίας, των Πλανών και της Ορμύλια. Η κλιματολογία της υπό μελέτη λεκάνης διερευνήθηκε με τη βοήθεια μετρήσεων κλιματικών παραμέτρων τόσο των σταθμών Μ.Παναγιας, των Πλανών και Ορμύλιας όσο και των σταθμών του Ταξιάρχη, του Αγίου Προδρόμου, της Αρναίας και του Αγίου Μάμα.

Από τα κλιματικά στοιχεία των παραπάνω σταθμών, υπολογίστηκαν η μέση βροχόπτωση και η μέση θερμοκρασία της λεκάνης του Χαβρια για κάθε μήνα, για τη χρονική περίοδο των υδρολογικών ετών 1974-1975 μέχρι 1997-1998. Με βάση τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και τη μέση βροχόπτωση της λεκάνης για την παραπάνω χρονική περίοδο γίνεται η κατάταξη του κλίματος της περιοχής με τη βοήθεια της σχέσης του De Martonne's [Φλόκας (1986), από Καραμούζη (2000)]

$$I = 12P/t + 10$$

όπου I = δείκτης της ο οποίος χαρακτηρίζει το κλίμα της περιοχής και οι χαρακτηριστικές του τιμές δίνονται στον πίνακα 6.2, P = μεση μηνιαία βροχόπτωση και t = μέση μηνιαία θερμοκρασία.

Πίνακας 4: Χαρακτηρισμός του κλίματος από τα όρια τιμών του I.

Όρια τιμών του I	χαρακτηρισμός του κλίματος
$I < 5$	πολύ ξηρό
$5 < I < 15$	ξηρό
$15 < I < 20$	ημίξηρο
$20 < I < 30$	ύφυγρο
$30 < I < 60$	υγρό
$I > 60$	πολύ υγρό

Στον πίνακα 5 δίνεται ο χαρακτηρισμός το κλίματος της υδρολογικής λεκάνης για κάθε μήνα, που βασίζεται στην εκτίμηση του δείκτη του De Martonne's, με βάση τα στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών. Από τον πίνακα προκύπτει ότι το κλίμα της περιοχής από τον Νοέμβριο μέχρι τον Μάρτιο είναι υγρό, με εξαίρεση τον Δεκέμβριο που είναι πολύ υγρό. Την περίοδο Απριλίου-Ιουνίου και τον Οκτώβριο είναι ύφυγρο, ενώ τον Ιούλιο και τον Αύγουστο ημίξηρο. Τον Σεπτέμβρη το κλίμα χαρακτηρίζεται ξηρό. Επίσης

παρατηρούμε ότι η μέγιστη θερμοκρασία είναι 22,36 °C, τον Ιούλιο, ενώ η μέση ελάχιστη 3,55 °C τον Ιανουάριο. Η μέση ελάχιστη βροχόπτωση είναι 22,32mm τον Σεπτέμβριο ενώ η μέγιστη 87,81mm τον Δεκέμβριο.

**Πίνακας 5: Μέση μηνιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση για την περίοδο 1974-1998 και χαρακτηρισμός του κλίματος με βάση τον δείκτη I. (από Καραμουζη, 2000)**

μήνας	θερμοκρασία °C	βροχόπτωση (mm)	δείκτης I	είδος κλίματος
Ιανουάριος	3,55	49,81	44,12	υγρό
Φεβρουάριος	3,71	66,84	58,5	υγρό
Μάρτιος	6,23	48,61	35,94	υγρό
Απρίλιος	10,28	49,06	29,04	ύφυγρο
Μάιος	15,61	54,93	25,74	υφυγρο
Ιούνιος	20,21	54,4	21,61	υφυγρο
Ιούλιος	22,36	41,47	15,38	ημίξηρο
Αύγουστος	21,8	40,28	15,2	ημίξηρο
Σεπτέμβριος	18,11	22,32	9,53	ξηρό
Οκτώβριος	13,42	49,73	25,48	υφυγρο
Νοέμβριος	7,95	80,55	53,86	υγρό
Δεκέμβριος	4,79	87,81	71,24	πολύ υγρό

Σε γενικές γραμμές το κλίμα της υπό μελέτη περιοχής είναι υφυγρο έως υγρό. Αποτέλεσμα είναι το δίκτυο να έχει ικανοποιητική τροφοδοσία νερού από τα κατακρημνίσματα. Ταυτόχρονα τα πετρώματα του υποβάθρου συμβάλλουν στη διατήρηση της ροής του Χαβρία, χωρίς σοβαρές απώλειες λόγω διάβρωσης. Παράλληλα ευνοούν τη φυτοκάλυψη (κλίμα και λιθολογία ) η οποία προστατεύει την επιφάνεια της λεκάνης και διατηρεί το δίκτυο σε φυσική κατάσταση λειτουργίας. Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις είναι επίσης μικρές και δεν έχουν μέχρι στιγμής επιρρεάσει σοβαρά τις φυσικές διεργασίες μέσα στη λεκάνη.

Η κατασκευή όμως φράγματος-ταμιευτήρα νερών μέσα στην κοίτη του Χαβρία θα αποτελέσει μια σοβαρή αλλαγή σε όλο το σύστημά του.



## 8. Ανάπτυξη και δράση του Χαβρία

Από τα στοιχεία της έρευνας προέκυψε ότι η ανάπτυξη του Χαβρία στη θέση της λεκάνης απορροής οφείλεται κυρίως στις ακόλουθες αιτίες :

α. Γεωλογική σύσταση σχηματισμών. τα πετρώματα στη περιοχή αποτελούν σύνθεση δυο ζωνών, της Σερβομακεδονικής και Περιοδοπικής. Βρίσκεται ουσιαστικά στο όριο αυτών των γεωτεκτονικών ενοτήτων. Τα κύρια πετρώματα που αποτελούν την λεκάνη είναι : φυλλιτες, διμαρμαριγιακοί γνευσιοί, χαλαζίτες, ασβεστόλιθοι ανακρυσταλωμένοι, διμαρμαρυγιακος-βιοτιτικός γρανίτης, πλαγιοκλαστικός-μικροκλινικός γνεύσιος (Kockel et Mollat 1978). Τα πετρώματα αυτά είναι μέσης σκληρότητας με αποτέλεσμα τη μικρή κατείσδυση των νερών των κατακρημνισμάτων και με αρκετά μεγάλη επιφανειακή απορροή ευνοώντας τη δημιουργία υδρογραφικού δικτύου.

β. Η γεωμορφολογική ανάπτυξη της περιοχής. Ο ορεινός όγκος του Χολομώντα δημιουργεί το ψηλό ανάγλυφο της λεκάνης του Χαβρία βόρεια το οποίο σχετίζεται με τον υδροκρίτη και την έκταση της λεκάνης απορροής.

γ. Οι ανυψωτικές διαδικασίες που έδρασαν πρόσφατα στην περιοχή είχαν ως αποτέλεσμα την ανανέωση του ποταμού και τον εγκιβωτισμό του μέσα στις ίδιες τις αποθέσεις του. Πριν τη δράση των ανυψωτικών διαδικασιών, η διάβρωση των πετρωμάτων του υποβάθρου κυρίως, από σημεία έντονου ανάγλυφου οδήγησε σε αποθέσεις ιζημάτων στο κεντροανατολικό τμήμα της λεκάνης. Στις αποθέσεις αυτές οφείλεται η σημερινή μεγάλη τροφοδοσία φερτών υλικών στο προαναφερθέν τμήμα. Σήμερα η διάβρωση συνεχίζεται τόσο στα πετρώματα που βρίσκονται στα μεγαλύτερα υψόμετρα, όσο και στα τεταρτογενή ιζήματα του κεντροανατολικού τμήματος της λεκάνης. Οι νεότερες αποθέσεις εντοπίζονται στην κοίτη και στις όχθες του ποταμού σε διάφορα σημεία που το επιτρέπει το ανάγλυφο. Η μεγαλύτερη ποσότητα των νεότερων ιζημάτων βρίσκεται στις εκβολές του ποταμού (Ορμύλια).

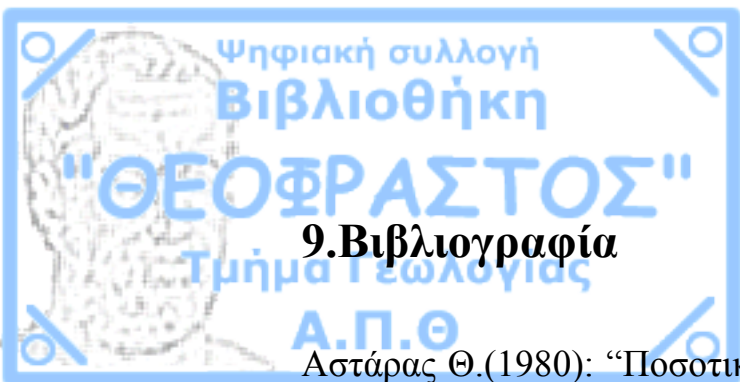
δ. Η τεκτονική επέδρασε έμμεσα στο υδρογραφικό δίκτυο. Ρήγματα κανονικά δημιούργησαν βυθίσματα μέσα στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης, όπου ο Χαβρίας απέθεσε ιζήματα χάνοντας τη μεταφορική του ικανότητα. Στην περιοχή αυτή σήμερα το ανάγλυφο είναι ήπιο, ενώ έχουν διαβρωθεί τα τεταρτογενή ιζήματα και η κοιλάδα είναι ρηχή και πλατιά.

ε. Ο Χαβρίας σήμερα δρα διαβρωτικά στο μεγαλύτερο μέρος του. Ο μεγαλύτερος όγκος των αποθέσεων καταλήγει στις εκβολές του. Το νερό του ποταμού προέρχεται από κατακρημνίσματα εφ' ενός αλλά κι από πηγές που βρίσκονται βόρεια, στον ορεινό όγκο του Χολομώντα.

Το νερό του χρησιμοποιείται για ύδρευση και άρδευση. Η άρδευση στην περιοχή είναι απαραίτητη, γιατί υπάρχουν καλλιέργειες, κυρίως κοντά στα χωριά. Μεγάλη είναι η ανάγκη για ύδρευση καθώς οι κοινότητες που βρίσκονται μέσα στη λεκάνη απορροής του Χαβρία τροφοδοτούνται με νερό από εκεί.

Οι ανθρώπινες επεμβάσεις έχουν να κάνουν με την ύδρευση και άρδευση. Οι μεγάλες απολήψεις σε νερό δημιουργούν πρόβλημα στη μεταφορική ικανότητα του Χαβρια. Μια ακόμα επέμβαση του ανθρώπου είναι η διευθέτηση της κοίτης του στις εκβολές του. Ένα αναμενόμενο έργο στην περιοχή είναι η δημιουργία φράγματος.

Μια ακόμα παρέμβαση του ανθρώπου είναι η αποβολή βιομηχανικών λυμάτων στην λεκάνη απορροής του χειμάρρου(κυρίως από ελαιοτριβεία). Άμεσο αποτέλεσμα είναι η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος.



## 9.Βιβλιογραφία

Αστάρας Θ.(1980): “Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκον.” (Κ.Μακεδόνια), Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού(1969): Τοπογραφικός χάρτης φύλλου Αρναίας, νομού Χαλκιδικής, κλίμακας 1:50000 .

Ινστιτούτο Γεωλογικών & Μεταλλευτικών Ερευνων:Γεωλογικός Χάρτης, φύλλου Αρναίας. Kockel & Mollat 1968, διάρθρωση Τεταρτογενών και νεογενών Παπαδόπουλος 1974.Έκδοση 1978 Κλίμακα 1:50000.

Καραμούζης Δ., (2000): “Ερευνητικό έργο. Διαχείριση υδατικών πόρων υδρολογικής λεκάνης Ολύnthιου Χαλκιδικής. Πακέτο εργασίας: Χωροθέτηση και προκαταρκτική διερεύνηση φράγματος Βατόνια (Ολύnthιου) Χαλκιδικής.” Ελληνική Δημοκρατία-Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας-Υπουργείο Γεωργίας. Θεσσαλονίκη.

Κούλας Νικ., (2004) : “Φυσικό περιβάλλον και στοιχεία διαχείρισης του χειμάρρου Ολύnthιου της Χαλκιδικής.” Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης. Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

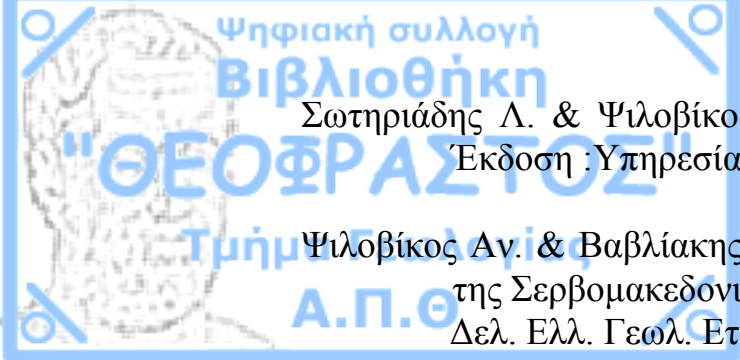
Μάστορας Δημ., (1987): “Μελέτη του υδρογραφικού δικτύου του Νέστου ποταμού από γεωμορφολογική άποψη.” Διπλωματική εργασία. Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ .

Μουντράκης Δημ., (1985): Γεωλογία Ελλάδας. Έκδοση : University studio press. Θεσ/νικη. 36-56 σελ.

Οικονομίδης Δ.,(2000): “Συμβολή της τηλεπισκόπισης των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) στην γεωλογική, κοιτασματολογική και περιβαλλοντική έρευνα της ΒΑ Χαλκιδικής.” Διδακτορική διατριβή. Τμήμα γεωλογίας Α.Π.Θ. 136 σελ.

Σωτηριάδης Λαζ., (1995) : Μαθήματα φυσικής γεωγραφίας. Έκδοση : Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Α.Π.Θ.





Σωτηριάδης Λ. & Ψιλοβίκος Αντ. (1984): Ασκήσεις γεωμορφολογίας.  
Έκδοση :Υπηρεσία δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.

Ψιλοβίκος Αν. & Βαβλίακης : “Το πρόβλημα των επιφανειών στο Χώρο της Σερβομακεδονικής μάζας και της μάζας της Ρίλα-Ροδόπης.”  
Δελ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. XVI, 163-172σελ.

Ψιλοβίκος Αν., (1984) : Μαθήματα ιζηματολογίας, Τμήμα Γεωλογίας,  
έκδοση : Υπηρεσία δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. 61 σελ.



Ψηφιακή συλλογή  
Βιβλιοθήκη

"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

Τμήμα Γεωλογίας

Α.Π.Θ

Ψηφιακή συλλογή  
Βιβλιοθήκη

"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

Τμήμα Γεωλογίας

Α.Π.Θ