

## Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΠΟΡΤΑΪΚΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Βρουχάκης Ι., Βουβαλίδης Κ., Σφείκος Α., Μαργώνη Σ.

Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. 541-24  
Θεσσαλονίκη, gorilas@geo.auth.gr, vouval@geo.auth.gr, aris3kala@yahoo.com,  
margon@geo.auth.gr

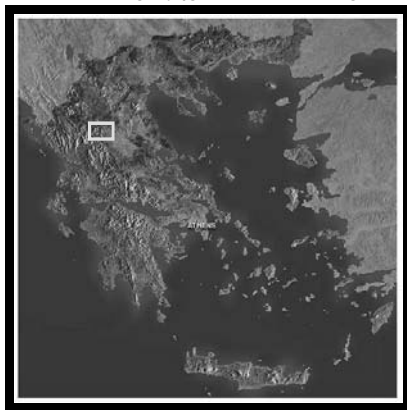
### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο Πορταϊκός ποταμός είναι παραπόταμος του Πηνειού ποταμού. Αποστραγγίζει το δυτικό τμήμα της λεκάνης της Θεσσαλίας και συγκεκριμένα το νότιο τμήμα του νομού Τρικάλων, στο όριο σχεδόν με τον νομό Καρδίτσας. Η υδρολογική του λεκάνη έχει έκταση 294 Km<sup>2</sup> και αποτελεί το 2,8 % της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής του Πηνειού. Η γενική διεύθυνση της υδρολογικής του λεκάνης είναι ΝΔ – ΒΑ.

Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού ποταμού παρουσιάζει ορισμένα χαρακτηριστικά μορφομετρικά γνωρίσματα. Για την ανάλυσή του χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά δεδομένα τα οποία επεξεργάστηκαν με την χρήση λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Η ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου, με την εφαρμογή όλων των νόμων της υδρογραφικής συνθέσεως, έδειξε μια χαρακτηριστική απόκλιση στην ανάπτυξη κλάδων 4<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης. Ο υπολογισμός των τιμών της υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας για τις επιμέρους υπολεκάνες, έδειξε ότι αυτές επηρεάζονται σημαντικά από τη γεωλογία. Σε ορισμένες μάλιστα περιοχές προηγούμενα υδρογραφικά χαρακτηριστικά έχουν κληρονομηθεί σε υποκείμενα πετρώματα που συνθέτουν το σημερινό επιφανειακό ανάγλυφο. Η κατασκευή των ροδοδιαγραμμάτων διευθύνσεων των κλάδων έδειξε να υπάρχει σαφής προτίμηση στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου σε δύο κύριες διευθύνσεις, σχεδόν κάθετες μεταξύ τους, μιας ΒΑ-ΝΔ και άλλης ΒΔ-ΝΑ. Τέλος η κατασκευή των υψομετρικών ολοκληρωμάτων έδειξε ότι το υδρογραφικό δίκτυο του Πορταϊκού ποταμού αναπτύχθηκε πάνω σε μια χερσαία μάζα που ανυψωνόταν στο δυτικό τεκτονικό περιθώριο της λεκάνης της Θεσσαλίας.

### 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξεταζόμενη λεκάνη απορροής του Πορταϊκού ποταμού βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Θεσσαλίας και πιο συγκεκριμένα στο νότιο τμήμα του νομού Τρικάλων στο όριο σχεδόν του νομού αυτού με τον νομό Καρδίτσας, λίγα χιλιόμετρα ΔΝΔ της ομώνυμης πόλης των Τρικάλων. Ορίζεται γεωγραφικά από τις εξής συντεταγμένες :



**ΑΓΜ** : 21° 26' 55" – 21° 43' 28"  
**ΒΓΠ** : 39° 22' 40" – 39° 37' 42"

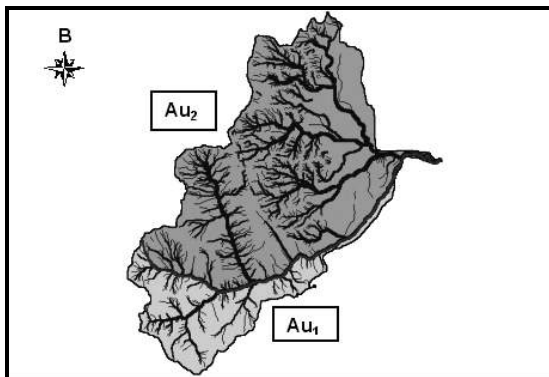
Η γενική διεύθυνση της λεκάνης του Πορταϊκού ποταμού είναι ΝΔ – ΒΑ. Ο κύριος κλάδος του ποταμού ξεκινάει από την οροσειρά της νότιας Πίνδου (περιοχή Στουρναρέικα) από υψόμετρο 1500-1600 μέτρων περίπου. Στην συνέχεια τέμνει εγκάρσια την απότομη οροσειρά του Κόζιακα στην περιοχή της Πύλης και αφού ενωθεί με πλήθος άλλων παραποτάμων και ρεμάτων καταλήγει στη Θεσσαλική πεδιάδα όπου και συμβάλλει στον Πηνειό ποταμό.

## 2 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ

Η λεκάνη απορροής του Πορταϊκού ποταμού οριοθετείται δυτικά από την οροσειρά της νότιας Πίνδου και ανατολικά από την Θεσσαλική πεδιάδα, στο ύψος του Πηνειού ποταμού. Προς βορρά ξεκινάει περίπου 9 Km νότια της Καλαμπάκας ενώ νότια αποτελεί ουσιαστικά το όριο μεταξύ των νομών Τρικάλων και Καρδίτσας. Καλύπτει επιφάνεια περίπου 294 Km<sup>2</sup>, η οποία διαρρέεται από ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο.

Η λεκάνη αυτή αποτελείται από δύο επιμέρους λεκάνες, οι οποίες διαχωρίζονται από την επιμήκη οροσειρά του Κόζιακα (Κερκέτιο όρος) και επικοινωνούν μεταξύ τους στην περιοχή των στενών της Πύλης.

Η κύρια κοίτη του Πορταϊκού έχει συνολικό μήκος 31,9 Km, ενώ χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι το μεγαλύτερο τμήμα αυτής βρίσκεται δίπλα στον υδροκρίτη της υδρολογικής λεκάνης με αποτέλεσμα το υδρογραφικό δίκτυο να παρουσιάζει μια εντελώς ασύμμετρη ανάπτυξη εκατέρωθεν του κυρίου κλάδου (Σχ. 1).



Σχήμα 1. Ασύμμετρη ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού. Η σκούρα και η ανοιχτόχρωμη επιφάνεια απεικονίζουν τις περιοχές ανάπτυξης του δικτύου εκατέρωθεν του κυρίου κλάδου του Πορταϊκού.

Η πορεία της κύριας κοίτης είναι στην αρχή ΒΔ-ΝΑ για περίπου 7,5 km. Στη συνέχεια κάμπτεται και συνεχίζει για περίπου 21 km με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ μέχρι σχεδόν τη συμβολή της με τον Πηνειό ποταμό.

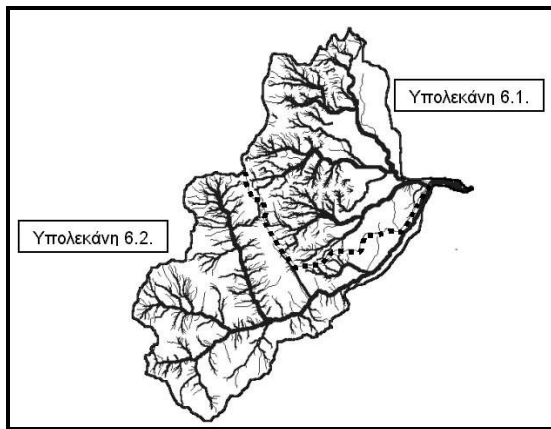
Αν διαιρέσουμε το εμβαδό Au<sub>1</sub> της ανοιχτόχρωμης επιφάνειας κάτω από τον κύριο κλάδο προς το εμβαδό Au<sub>2</sub> της σκουρόχρωμης επιφάνειας πάνω από αυτόν, προκύπτει ο «δείκτης ασυμμετρίας» για την υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού (Ψιλοβίκος, 1990). Έτσι θα έχουμε:

$$Au_1 / Au_2 = 61/229 \approx 1/4.$$

## 3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

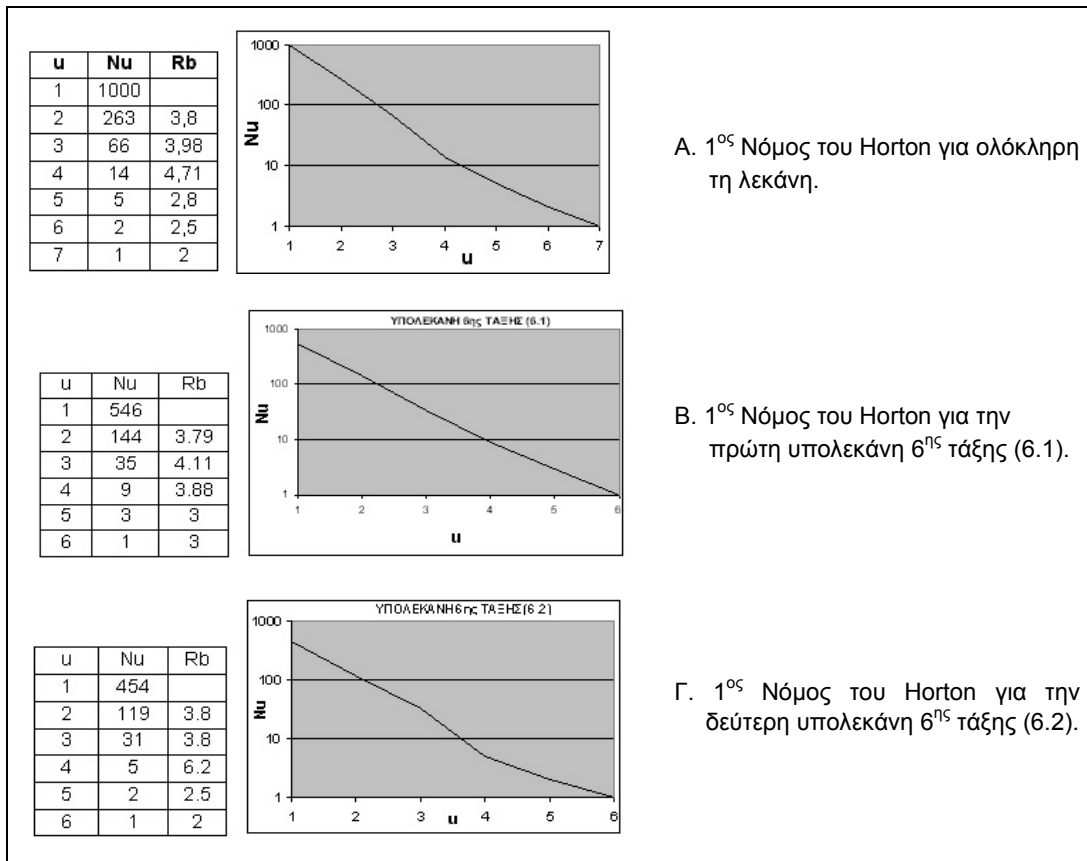
### 3.1 Εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> Νόμου του Horton (αριθμού των κλάδων).

Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε ο 1<sup>ος</sup> νόμος του Horton τόσο για ολόκληρη τη λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού, όσο και για τις δύο υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης. Στο Σχήμα 2 φαίνεται το υδρογραφικό δίκτυο του Πορταϊκού και οι δύο υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης στις οποίες γίνεται αναφορά, ενώ στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται τα διαγράμματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> νόμου στις λεκάνες αυτές. Στα παρακάτω διαγράμματα ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει τον αριθμό των κλάδων Nu, ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι απλός αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων u.



Σχήμα 2. Υδρογραφικό δίκτυο του Πορταϊκού ποταμού και οι υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης. Με τη διακεκομμένη μαύρη γραμμή απεικονίζονται τα όρια των δύο υπολεκανών.

Από το διάγραμμα που προκύπτει για ολόκληρη τη λεκάνη παρατηρούμε ότι υπάρχει μια απόκλιση της ευθείας για τους κλάδους 4<sup>ης</sup> τάξης (μείωση του αριθμού τους).



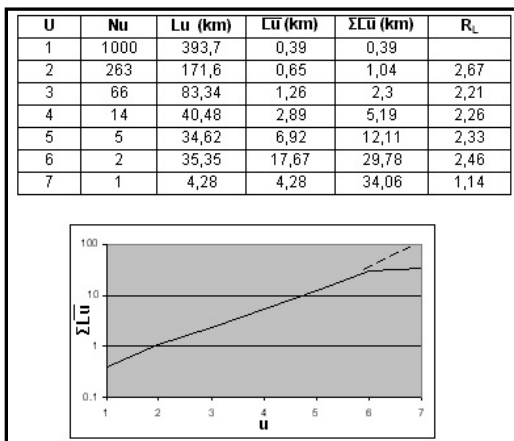
Σχήμα 3. Η εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> Νόμου του Horton για την υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού και για τις δύο κύριες υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης.

Παρατηρώντας τα διαγράμματα βλέπουμε ότι στην υπολεκάνη 6.1. υπάρχει μια μικρή απόκλιση της ευθείας στους κλάδους 4<sup>ης</sup> τάξης ενώ στην υπολεκάνη 6.2. υπάρχει σαφής απόκλιση στους κλάδους 4<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> τάξης. Θέλοντας να ερμηνεύσουμε τις αποκλίσεις αυτές μπορούμε να πούμε ότι:

- I. η υπολεκάνη 6.1. βρίσκεται κατά ένα μεγάλο μέρος της στο περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος της Θεσσαλίας, επηρεαζόμενη έτσι άμεσα από το γεγονός αυτό, κάτι που απεικονίζεται με την μη ομαλή ανάπτυξη των κλάδων 4<sup>ης</sup> τάξης
- II. για την υπολεκάνη 6.2 οι αποκλίσεις αυτές οφείλονται αφενός μεν στην γεωλογία που επικρατεί σε αυτήν, αφετέρου δε στην τεκτονική. Η επίδραση της δεύτερης έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας κλιμακωτής μορφής υδρογραφικού δικτύου. Οι κλάδοι 3<sup>ης</sup> τάξης συμβάλλουν απευθείας με τους κλάδους 5<sup>ης</sup> τάξης αποτρέποντας έτσι την δημιουργία κλάδων 4<sup>ης</sup> τάξης.

### 3.2 Εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> Νόμου του Horton (μήκους των κλάδων).

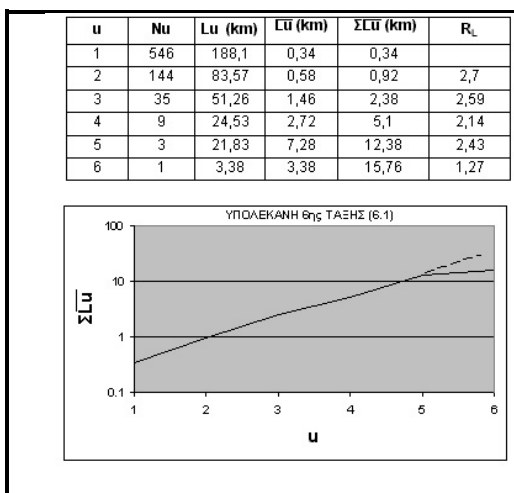
Η εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> νόμου του Horton έγινε και αυτή τόσο στην κύρια λεκάνη όσο και στις δύο υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης. Η γραφική παράσταση και εδώ δίνεται από ένα διάγραμμα στο οποίο ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το αθροιστικό μέσο μήκος των κλάδων ΣL<sub>u</sub>, ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι απλός αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων u.



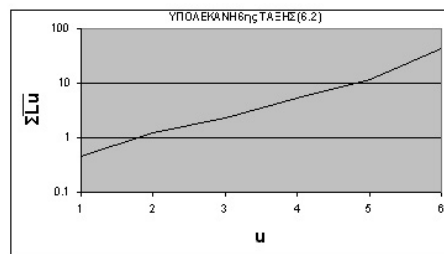
Σχήμα 4. Η εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> Νόμου του Horton για ολόκληρη τη υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού.

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι η ευθεία διατηρείται μέχρι και τους κλάδους 6<sup>ης</sup> τάξης ενώ μετά παρεκκλίνει. Παρατηρώντας την υδρολογική μας λεκάνη στο σημείο ένωσης των δύο κλάδων 6<sup>ης</sup> τάξης, βλέπουμε ότι ο σχηματιζόμενος κλάδος 7<sup>ης</sup> τάξης έχει μικρό μήκος διότι αμέσως συμβάλλει με τον Πηνειό. Το γεγονός αυτό είναι που προκαλεί την απόκλιση στην γραφική παράσταση.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει όπως βλέπουμε παρακάτω και στην πρώτη υπολεκάνη 6<sup>ης</sup> τάξης, όπου το μήκος του κλάδου 6<sup>ης</sup> τάξης είναι μικρό, διότι ενώνεται αμέσως σχεδόν με τον άλλο κλάδο 6<sup>ης</sup> τάξης προς σχηματισμό αυτού της 7<sup>ης</sup>. Αποτέλεσμα η απόκλιση από την ευθεία στο σημείο μεταξύ των κλάδων 5<sup>ης</sup> και 6<sup>ης</sup> τάξης.



u	N <sub>u</sub>	L <sub>u</sub> (km)	L <sub>u</sub> (km)	ΣL <sub>u</sub> (km)	R <sub>L</sub>
1	454	205,7	0,45	0,45	
2	119	88,04	0,74	1,19	2,64
3	31	32,08	1,03	2,22	1,86
4	5	15,95	3,19	5,41	2,44
5	2	12,79	6,39	11,8	2,18
6	1	31,97	31,97	43,77	3,71



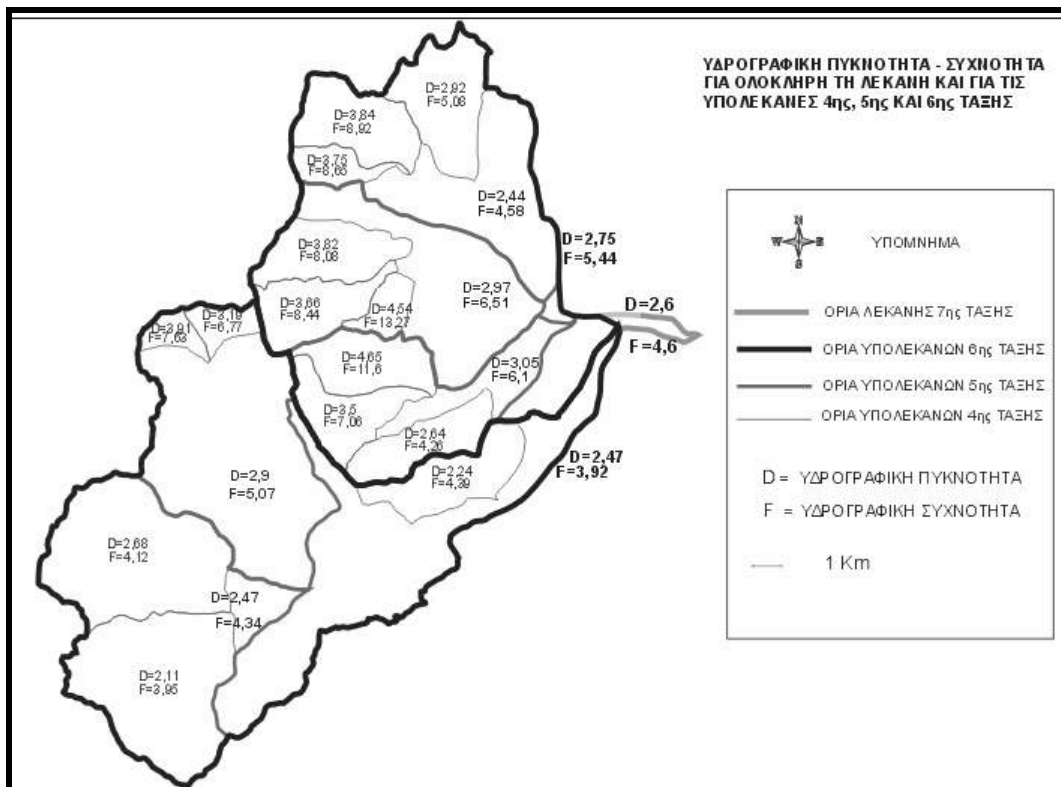
Σχήμα 5. Η εφαρμογή του 2<sup>ου</sup> Νόμου του Horton για τις δύο κύριες υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης του Πορταϊκού ποταμού.

Στο διάγραμμα της υπολεκάνης 6.2 βλέπουμε ότι η καμπύλη που προκύπτει τείνει να σχηματίζει ευθεία παρουσιάζοντας μικροαποκλίσεις. Σε μερικές υπολεκάνες μικρότερης τάξης οι αποκλίσεις αυτές γίνονται ακόμα πιο αισθητές, χωρίς όμως να είναι συγκεκριμένη η τάξη στην οποία παρουσιάζονται. Και σε αυτή την περίπτωση η πιθανότερη αιτία είναι η τεκτονική, που λόγω των ρηγμάτων, προκαλεί κατακερματισμό στα πετρώματα με αποτέλεσμα την ανάπτυξη και αύξηση του μέσου μήκους των κλάδων.

Όπως είναι φυσικό, απόλυτη ευθεία είναι εξαιρετικά δύσκολο να προκύψει για οποιοδήποτε φυσικό μελετούμενο υδρογραφικό δίκτυο. Τόσο ο πρώτος όσο και ο δεύτερος νόμος του Horton αναφέρονται σε ένα μοντέλο υδρογραφικού δικτύου, το οποίο έχει αναπτυχθεί τέλεια πάνω σε ένα εντελώς ισότροπο μέσο χωρίς την επίδραση της τεκτονικής. Στην περίπτωση μας, από την μία η τεκτονική και από την άλλη η ανισοτροπία των πετρωμάτων έχουν επιδράσει στην διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου, γεγονός που αποτυπώνεται σε όλα τα διαγράμματα τόσο των μεγάλων λεκανών όσο και σε αυτά των μικρότερων τάξεων.

### 3.3 Υδρογραφική πυκνότητα και συχνότητα.

Ως υδρογραφική πυκνότητα (ή πυκνότητα αποστραγγίσεως), ονομάζεται ο λόγος του συνολικού μήκους των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μία λεκάνη απορροής, προς το εμβαδόν της λεκάνης αυτής. Εκφράζει έτσι τον αριθμό των km (ή m) μέσα σε μια κοίτη ρεύματος, η οποία διατηρείται από επιφάνεια αποστραγγίσεως 1 km<sup>2</sup> (ή m<sup>2</sup>), (Horton 1945, από Αστάρα 1980). Συμβολίζεται με D, έχει μαθηματικό τύπο  $Du = (\Sigma L)u/Au$  και μετριέται σε km<sup>-1</sup> (ή m<sup>-1</sup>).



Σχήμα 6. Οι τιμές υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας για τις υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> 5<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> τάξης του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού ποταμού.

Υδρογραφική συχνότητα ονομάζεται ο λόγος του συνολικού αριθμού των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μία λεκάνη απορροής, προς το εμβαδόν της λεκάνης αυτής (Horton 1945, από Αστάρτα 1980). Συμβολίζεται με  $F_u$ , έχει τύπο  $F_u = (\Sigma N)u / Au$  και μετριέται σε  $Km^{-2}$ . Αυτή είναι μια συμπληρωματική μέτρηση της υψής του αναγλύφου, αλλά είναι ανεξάρτητη της υδρογραφικής πυκνότητας, γιατί εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των κοιτών και όχι από το μήκος τους.

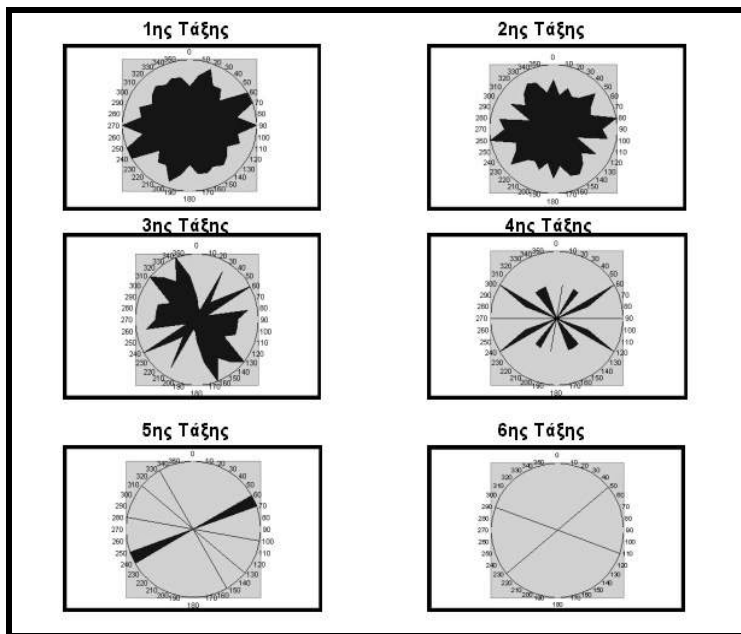
Στο παραπάνω σχήμα 6 φαίνονται οι υδρογραφικές πυκνότητες (D) και συχνότητες (F) για ολόκληρη τη λεκάνη καθώς και για τις υπολεκάνες 6<sup>ης</sup>, 5<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> τάξης. Όπως παρατηρείται, οι τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας κυμαίνονται από 2,11 έως 4,65  $km^{-1}$  ενώ αυτές της υδρογραφικής συχνότητας από 3,92 έως 13,27  $km^{-2}$ , τιμές δηλαδή αρκετά υψηλές για τις περισσότερες από τις προαναφερόμενες υπολεκάνες (Σωτηριάδης & Ψιλοβίκος 1984).

Αυτό που πρέπει να αναφερθεί είναι ότι μερικές από αυτές παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές D και F. Αξιοσημείωτο είναι μάλιστα ότι οι υψηλές τιμές πυκνότητας υπάρχουν και σε ασβεστολιθικές περιοχές. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι πρόκειται για "κληρονομημένο" υδρογραφικό δίκτυο από τους επωημένους, πάνω στον ασβεστόλιθο, οφειολίθους. Το δίκτυο αυτό δηλαδή αναπτύχθηκε αρχικά πάνω στους οφειολίθους, οι οποίοι στη συνέχεια διαβρώθηκαν και το υπάρχον δίκτυο αποτυπώθηκε στους υποκείμενους ασβεστολίθους.

Αναφορικά τώρα με τις υψηλές τιμές της υδρογραφικής συχνότητας σε όλη γενικά την περιοχή, αυτές είναι δείγμα της πρόσφατης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου και των διεργασιών ανανέωσης-αναγέννησης του Πορταϊκού.

### 3.4 Η επιρροή της γεωλογικής δομής και της τεκτονικής στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου.

Στην εργασία αυτή κατασκευάστηκαν και παρατίθενται παρακάτω (Σχ. 7), ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων για κάθε τάξη κλάδων για την κύρια λεκάνη. Σκοπός των ροδοδιαγραμμάτων αυτών είναι να επιβεβαιώσουν την σχέση που υπάρχει μεταξύ της τεκτονικής και της διεύθυνσης των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου συγκρίνοντας τις επικρατούσες διευθύνσεις των τεκτονικών στοιχείων με τις αντίστοιχες διευθύνσεις των κλάδων του δικτύου.



Σχήμα 7. Ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων των κλάδων όλων των τάξεων για ολόκληρη τη λεκάνη.

Η υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού αναπτύσσει το δίκτυο της στο Δυτικό τμήμα σε σχηματισμούς της σειράς Κόζιακα (Λέκκας 1988 ) ενώ το Ανατολικό Νοτιοανατολικό της τμήμα

αναπτύσσεται πάνω στους σχηματισμούς της Ζώνης Πίνδου. Μέρος της λεκάνης αναπτύσσεται και στις αποθέσεις της Θεσσαλικής πεδιάδας.

Οι ρηξιγενής τεκτονικές δομές της περιοχής για την οικονομία της παρούσας εργασίας, μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες ομάδες με σχετική χρονική διαδοχή (Λέκκας 1988, Caputo R. 1990):

**Ομάδα Α:** Περιλαμβάνει τα περιθωριακά κανονικά ρήγματα της Μεσοελληνικής αύλακας που ουσιαστικά την οριοθετούν και φέρνουν σε επαφή τους σχηματισμούς της ενότητας Δυτικής Θεσσαλίας με τους Μολασσικούς σχηματισμούς. Έτσι πρόκειται για ρήγματα ίδιας ηλικίας με την ηλικία των Μολασσικών σχηματισμών δηλαδή Ολιγοκαίνου – Μειοκαίνου. Η επικρατούσα διεύθυνση των ρηγμάτων αυτών είναι ΒΔ – ΝΑ.

Στην ομάδα αυτή εντάσσονται και τα παλαιότερα επωθητικά και ανάστροφα ρήγματα που τοποθετούν την σειρά Κόζιακα επί των σχηματισμών της Πίνδου.

**Ομάδα Β:** Περιλαμβάνει κανονικά κυρίως ρήγματα τα οποία τέμνουν όλες τις προϋπάρχουσες δομές, φέρνουν σε επαφή Αλπικούς σχηματισμούς με σύγχρονες αποθέσεις, δημιουργούν έντονες μορφολογικές ανωμαλίες, καλύπτονται συχνά από πλευρικά κορήματα και έχουν εν γένει όλα τα χαρακτηριστικά πρόσφατων διαρρήξεων. Η ηλικία τους τοποθετείται στο Πλειόκαινο– Τεταρτογενές και η διεύθυνση τους ΒΑ – ΝΔ.

Στο παραπάνω Σχήμα 7 φαίνονται τα ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων των κλάδων όλων των τάξεων για ολόκληρη τη λεκάνη. Από την ανάλυσή τους προκύπτουν τα εξής:

Στα ροδοδιαγράμματα μικρών τάξεων (1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup>) η επικρατούσα διεύθυνση των κλάδων είναι ΒΑ – ΝΔ και Α – Δ, συμπίπτει δηλαδή με την επικρατούσα διεύθυνση των νεωτέρων ρηγμάτων ηλικίας Πλειοκαίνου – Τεταρτογενούς. Οι πιο πρόσφατοι δηλαδή κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου δείχνουν να έχουν επηρεαστεί από την νεοτεκτονική του Τεταρτογενούς. Από την άλλη πλευρά η καλή ανάπτυξη των κλάδων αυτών σχεδόν κάθετα με τους μεγαλύτερους κλάδους οφείλεται στη ευνοϊκή γεωλογική δομή της περιοχής.

Στα ροδοδιαγράμματα των μεγαλύτερων τάξεων (3<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup>) η επικρατούσα διεύθυνση των κλάδων είναι ΒΔ – ΝΑ, συμπίπτει δηλαδή με την διεύθυνση των ρηγμάτων ηλικίας Ολιγοκαίνου – Μειοκαίνου ρήγματα δηλαδή παλαιότερα από αυτά που επηρέασαν τους νεώτερους κλάδους.

Με βάση τα παραπάνω λοιπόν θα μπορούσε να ειπωθεί ότι υπάρχει σαφής σχέση της τεκτονικής με την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου με τους νεώτερους κλάδους να ακολουθούν τα πιο πρόσφατα ρήγματα και τους παλαιότερους κλάδους να ακολουθούν τα παλαιότερα ρήγματα. Την σχέση αυτή έρχεται να συμπληρώσει η γεωλογία, που με τη σειρά της συμβάλλει στην διαμόρφωση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου επιτρέποντας τους να αναπτυχθούν πάνω στις διευθύνσεις που δημιούργησε η τεκτονική.

Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στις δύο υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης γεγονός που ενισχύει τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για άμεση σχέση τεκτονικής και γεωλογίας στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου.

## 4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ

### 4.1 Υψομετρικό ολοκλήρωμα – υψομετρική καμπύλη.

Για την ανάλυση του αναγλύφου της περιοχής μελέτης υπολογίστηκε αρχικά η υψομετρική καμπύλη και το υψομετρικό ολοκλήρωμα για ολόκληρη τη λεκάνη και μετέπειτα, θα δούμε στη συνέχεια γιατί, και για τις δύο υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης.

Το υψομετρικό ολοκλήρωμα είναι η έκφραση, με μία τιμή, του σταδίου απογυμνώσεως μιας λεκάνης απορροής. Η υψομετρική καμπύλη δείχνει με απλό τρόπο την κατανομή της μάζας του αναγλύφου μέσα στη λεκάνη, μια λεκάνη που ορίζεται από την περίμετρό της και από δύο επίπεδα, ένα βασικό επίπεδο διερχόμενο από το στόμιο της λεκάνης και ένα επίπεδο κορυφής διερχόμενο από το ψηλότερο σημείο του υδροκρίτη της λεκάνης. Με τον παραπάνω τρόπο η υψομετρική καμπύλη περιγράφει τη λεκάνη απορροής σε μια κατά μήκος τομή (Αστάρης 1980).

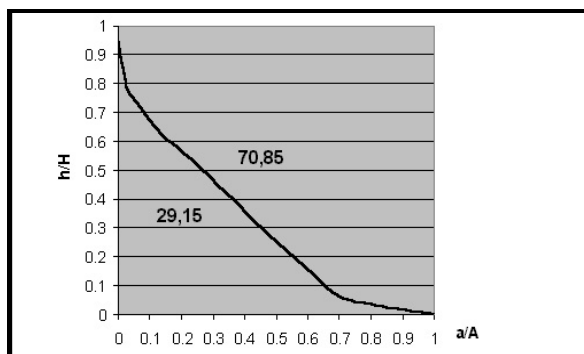
Για να κατασκευάσουμε την υψομετρική καμπύλη, στον άξονα x τοποθετούμε τις τιμές  $\alpha_1/A$ , όπου  $\alpha_1$  το επίμερος κάθε φορά αθροιζόμενο εμβαδό και Α το ολικό εμβαδό της λεκάνης και στον άξονα y τις τιμές  $h/H$ , όπου  $h$  η υψομετρική διαφορά μεταξύ της μετρούμενης επιφάνειας και του στομίου της λεκάνης και  $H$  η υψομετρική διαφορά από το στόμιο έως την κορυφή της λεκάνης. Έτσι ύστερα από υπολογισμούς για την εξεταζόμενη λεκάνη κατασκευάστηκε ο παρακάτω πίνακας και στη συνέχεια έγινε η υψομετρική καμπύλη για ολόκληρη τη λεκάνη.

	<b>1800m</b>	<b>1700m</b>	<b>1600m</b>	<b>1500m</b>	<b>1400m</b>
<b>x = a/A</b>	0.304 / 293.7 = 0.00103	1.781 / 293.7 = 0.006	5.026 / 293.7 = 0.017	7.434 / 293.7 = 0.025	17.85 / 293.7 = 0.06
<b>y = h/H</b>	1690 / 1760 = 0.96	1590 / 1760 = 0.903	1490 / 1760 = 0.847	1390 / 1760 = 0.79	1290 / 1760 = 0.733
	<b>1300m</b>	<b>1200m</b>	<b>1100m</b>	<b>1000m</b>	<b>900m</b>
<b>x = a/A</b>	29.32 / 293.7 = 0.1	41.65 / 293.7 = 0.142	60.99 / 293.7 = 0.208	76.72 / 293.7 = 0.261	92.92 / 293.7 = 0.316
<b>y = h/H</b>	1190 / 1760 = 0.676	1090 / 1760 = 0.619	990 / 1760 = 0.562	890 / 1760 = 0.506	790 / 1760 = 0.449
	<b>800m</b>	<b>700m</b>	<b>600m</b>	<b>500m</b>	<b>400m</b>
<b>x = a/A</b>	108.6 / 293.7 = 0.37	124.3 / 293.7 = 0.423	140.6 / 293.7 = 0.479	156.9 / 293.7 = 0.534	173.5 / 293.7 = 0.59
<b>y = h/H</b>	690 / 1760 = 0.392	590 / 1760 = 0.335	490 / 1760 = 0.278	390 / 1760 = 0.222	290 / 1760 = 0.165
	<b>300m</b>	<b>200m</b>			
<b>x = a/A</b>	190.7 / 293.7 = 0.649	212.8 / 293.7 = 0.724			
<b>y = h/H</b>	190 / 1760 = 0.108	90 / 1760 = 0.051			

Σχήμα 8. Πίνακας τιμών για ολόκληρη την υδρολογική λεκάνη.

Στις παραπάνω τιμές πρέπει επίσης να συμπεριλάβουμε αυτές για:

- $a = 0 \Rightarrow x = 0$  και επειδή τότε  $h = H \Rightarrow y = 1$
- $h = 0 \Rightarrow y = 0$  και επειδή τότε  $a = A \Rightarrow x = 1$



Σχήμα 9. Υψομετρική καμπύλη για ολόκληρη την υδρολογική του Πορταϊκού ποταμού.

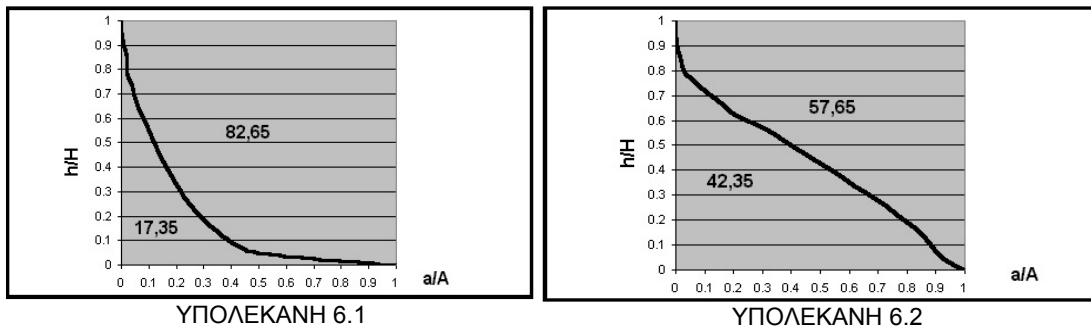
Το εμβαδό κάτω από την σχηματιζόμενη υψομετρική καμπύλη αποτελεί το 29,15 % του ολικού τετραγώνου, δηλαδή αντιστοιχεί σε ένα υψομετρικό ολοκλήρωμα  $S = 29,15$  %. Σύμφωνα με τον Strahler (1952, 1957, 1964) η μετάβαση από το στάδιο της «νεότητας» στο στάδιο της «ωριμότητας», ανταποκρίνεται κατά προσέγγιση στο υψομετρικό ολοκλήρωμα  $S = 60\%$  και από το στάδιο της «ωριμότητας» σε αυτό του «γήρατος» στο  $S = 35\%$  (Αστάρας 1980).

Η τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος δεν αποτελεί έκφραση του όγκου που έχει διαβρωθεί και μεταφερθεί σε κάθε λεκάνη, γιατί δεν πρόκειται για μια στατική περιοχή που διαβρωνόταν αλλά για μια τεκτονικά διαμορφωμένη περιοχή που προέκυψε από μεγάλες κατακόρυφες μετακινήσεις. Έτσι εξηγείται η μορφή της υψομετρικής καμπύλης καθώς και η μικρή τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος, που σε διαφορετική περίπτωση θα έδειχνε μια περιοχή που βρίσκεται σε στάδιο γήρατος. Εξάλλου σύμφωνα με τον Strahler (1952, 1954, 1958, 1964) τέτοιες μορφές υψομετρικών καμπυλών και τόσο χαμηλές τιμές υψομετρικών ολοκληρωμάτων δείχνουν περιοχές, που μπορεί να εμφανίζουν μορφή σταδίου γήρατος αλλά στην πραγματικότητα αποτελούν μεταβατικό στάδιο (monadnock phase). Τους συντελεστές αυτούς επομένως δεν μπορούμε να τους δούμε σαν απόλυτες τιμές, αλλά μόνο σαν συγκριτικές τιμές μεταξύ υπολεκανών.



Για το λόγο αυτό στη συνέχεια κατασκευάστηκαν οι υψομετρικές καμπύλες και υπολογίστηκαν τα υψομετρικά ολοκληρώματα για τις δύο υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξεως με σκοπό να συγκριθούν μετέπειτα οι τιμές τους.

Όπως φαίνεται, το υψομετρικό ολοκλήρωμα για την ανατολική υπολεκάνη είναι αρκετά χαμηλό (17,35%) σε σχέση με αυτό της δυτικής υπολεκάνης (42,35%) ενώ η τιμή του για όλοκληρη τη λεκάνη έχει μια ενδιάμεση τιμή (29,15%).



Σχήμα 10. Υψομετρικές καμπύλες για τις δύο κύριες υπολεκάνες 6<sup>ης</sup> τάξης (6.1 και 6.2) του Πορταϊκού ποταμού.

Η διαφορά αυτή στην τιμή του υψομετρικού ολοκληρώματος μεταξύ των δύο υπολεκάνων 6<sup>ης</sup> τάξεως οφείλεται στο γεγονός ότι ένα μεγάλο τμήμα της ανατολικής υπολεκάνης αναπτύσσεται μέσα στη τεκτονική λεκάνη της Θεσσαλίας, δηλαδή σε πεδινή περιοχή με ομαλό ανάγλυφο. Αντίθετα η δυτική υπολεκάνη βρίσκεται μέσα σε ορεινό όγκο με απότομο ανάγλυφο και χρειάζεται περισσότερο χρόνο έτσι ώστε να προχωρήσει η διάβρωση και η υψομετρική της καμπύλη να φθάσει στο όριο ισορροπίας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού παρουσιάζει μια εντελώς ασύμμετρη ανάπτυξη (δείκτης ασυμμετρίας 1/4) γεγονός που οφείλεται τόσο στη γεωλογία των πετρωμάτων όσο και στην τεκτονική.

Η μορφή του υδρογραφικού δικτύου μπορεί να χαρακτηριστεί κατά τόπους δενδριτική, παρουσιάζει όμως σε ορισμένες περιοχές στοιχεία τόσο κλιμακωτής, όσο και υποπαράλληλης μορφής. Η ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου έδειξε ότι υπάρχουν σαφείς αποκλίσεις τόσο για τον 1<sup>ο</sup> όσο και για τον 2<sup>ο</sup> νόμο του Horton. Και στις δύο περιπτώσεις οι αποκλίσεις αποτελούν σαφή ένδειξη της ελεγχόμενης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου στην υδρολογική λεκάνη του Πορταϊκού ποταμού.

Οι υψηλές τιμές υδρογραφικής πυκνότητας που παρουσιάζουν ορισμένες υπολεκάνες με ασβεστολιθικά πετρώματα οφείλονται σε "κληρονομημένο" υδρογραφικό δίκτυο από υπερκείμενα πετρώματα που διαβρώθηκαν (οφειόλιθοι). Οι υψηλές τιμές της υδρογραφικής συχνότητας σε όλη γενικά την περιοχή αποτελούν δείγμα της πρόσφατης ανάπτυξης του υδρογραφικού δικτύου και των διεργασιών ανανέωσης του Πορταϊκού.

Τα ροδοδιαγράμματα διευθύνσεων των κλάδων έδειξαν ότι οι πιο πρόσφατοι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου (1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> τάξης) εμφανίζουν σαφή προτίμηση στην ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση. Αντίθετα οι κλάδοι μεγαλύτερης τάξης εμφανίζουν σαφή ΝΔ-ΒΑ ανάπτυξη σχεδόν κάθετη με την προηγούμενη.

Τέλος τα υψομετρικά ολοκληρώματα έδειξαν διαφοροποίηση των δύο κύριων υπολεκάνων του υδρογραφικού δικτύου. Κάτι τέτοιο δικαιολογείται από την ανάπτυξη της πρώτης στο δυτικό τεκτονικό περιθώριο της λεκάνης της Θεσσαλίας, όπου η απότομη μορφολογία του ορεινού όγκου συναντά την επίπεδη πεδιάδα της Θεσσαλίας. Αντίθετα στη δεύτερη το υδρογραφικό δίκτυο που

βρίσκεται σε φάση ταχείας διάβρωσης μέσα στον ορεινό όγκο, δημιουργεί απότομο ανάγλυφο και χρειάζεται περισσότερο χρόνο για την καταστροφή της χερσαίας μάζας και της μείωσης του επιφανειακού αναγλύφου.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ασάρας Θ., 1980. Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των Δ. πλευρών του όρους Βερτίσκον (Κ. Μακεδονία). Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ., 44-54.
- Λέκκας Ε., 1988. Γεωλογική δομή και γεωδυναμική εξέλιξη της οροσειράς του Κόζιακα (Δυτική Θεσσαλία). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών., 21-44 & 225.
- Σωτηριάδης Λ. & Ψιλοβίκος Α., 1984. Ασκήσεις Γεωμορφολογίας. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 46-47.
- Ψιλοβίκος Α., 1990. Η επίδραση της νεοτεκτονικής στη διαμόρφωση των υδρογραφικών δικτύων της νοτιοδυτικής Ροδόπης. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρίας XXII., 171-182.
- Caputo R., 1990. Geological and structural study of the recent and active brittle deformation of the Neogene - Quaternary basins of Thessaly. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Επιστ. Επ. Τμ. Γεωλογίας, τ.12.
- Horton R., 1945. Erosional development of streams and their drainage basin : Hydrological approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Amer. Bull., 56, 275-370.
- Strahler A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Bulletin Geolog. Societ. Americ., 63, 1117-1142.
- Strahler A. N., 1954. Quantitative geomorphology of erosional landscapes. 19<sup>th</sup> Inter. Geol. Cong. (Algeries), 341-354.
- Strahler A. N., 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions, American Geophysical Union, 38, 913-920.
- Strahler A. N., 1958. Dimensional analysis of watershed geomorphology. Geological Society of America Bulletin, 60, 279-299.
- Strahler A. N., 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In CHOW, V. T., (Ed.) Handbook of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, Section 14, 54p.

## DRAINAGE NETWORK EVOLUTION OF THE PORTAIKOS RIVER (THESSALY)

Vrouhakis I., Vouvalidis K., Sfeikos A., and Margoni S.

*Department of Physical and Environmental Geography, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, 541-24, Thessaloniki, gorilas@geo.auth.gr, vouval@geo.auth.gr, aris3kala@yahoo.com, margon@geo.auth.gr*

## ABSTRACT

Portaikos river is a tributary of Pinios River located in Thessaly. It drains the southern part of Thessaly basin, and specifically the south part of the district of Tricala. This region is located at the border with the district of Karditsa. Portaikos River drainage basin covers an area of 294 km<sup>2</sup>, which is 2.8 % of the total drainage basin of Pinios River. The direction of Portaikos river drainage basin extends from SW-NE.

The evolution of Portaikos River drainage network presents some specific morphometric features. Its analysis required the use of digital data, which were analyzed with G.I.S. software. During the study of the drainage network with the laws of drainage composition, we found a certain deviation of the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> order streams. Geology has influenced significantly the estimated values of drainage density and frequency of the sub-basins. In some specific areas previous hydrographic features are inherited by the underlying rocks, which constitute the current surface morphology. The analysis of the rose diagrams of the tributaries showed a clear tendency in two main directions. The one extends from NE-SW and the other from NW-SE, almost vertical to each other. To conclude, the hypsometric (area altitude) analysis revealed that Portaikos River drainage network has developed upon a landmass of the western tectonic border of Thessaly basin.