

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΒΟΛΙΝΑΙΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ, ΒΟΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ

Κατσέλης Σταύρος^{1,*} και Καρύμπαλης Ευθύμιος²

¹Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Ελ. Βενιζέλου 70, 17671 Αθήνα, email: gp29304@hua.gr, katselisstavros@yahoo.gr

²Επίκουρος Καθηγητής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Γεωγραφίας, Ελ. Βενιζέλου 70, 17671 Αθήνα, email: karymbalis@hua.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου ποταμού που βρίσκεται στη βόρεια Πελοπόννησο και εκβάλλει στις νότιες ακτές του Κορινθιακού Κόλπου. Μελετήθηκε το ποτάμιο σύστημα με τη μέτρηση, τον υπολογισμό και τη στατιστική επεξεργασία των μορφομετρικών παραμέτρων και δεικτών των κλάδων και των λεκανών απορροής χρησιμοποιώντας την τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Τα αποτελέσματα της ποσοτικής μορφομετρικής μελέτης του υδρογραφικού δικτύου και η συνεκτίμηση των γεωλογικών, λιθολογικών, κλιματικών και τεκτονικών χαρακτηριστικών της περιοχής έδειξε ότι ιδιαίτερα σημαντική για τη διαμόρφωση του υδρογραφικού δικτύου και της μορφολογίας των λεκανών υπήρξε η λιθολογία και το τεκτονικό καθεστώς που κυριαρχείται από την σημαντική ανύψωση κατά την περίοδο του Τεταρτογενούς.

QUANTITATIVE GEOMORPHOLOGICAL STUDY OF THE VOLINEOS RIVER DRAINAGE NETWORK, NORTHERN PELOPONNESE

Katselis Stavros^{1,*} and Karympalis Efthimios²

¹Harokopio University, Department of Geography, 70 El. Venizelou Str. 17671 Athens, email: gp29304@hua.gr

Assistant Professor, Harokopio University, Department of Geography 70 El. Venizelou Str. 17671 Athens, email: karymbalis@hua.gr

Abstract

The aim of this study is the quantitative geomorphological study of the Volineos river drainage network, which is located in the Northern Peloponnese and discharges into the Gulf of Corinth. The drainage network was studied through the measurement of morphometric parameters and the calculation of indices concerning the stream channels and their drainage basins utilizing Geographic Information System techniques. The results of the quantitative morphometric study of the drainage network as well as the geology, lithology, climate conditions and the tectonic regime of the area showed that the development and evolution of the drainage network and corresponding basins has been mainly affected by the distribution of the lithological formations and the tectonic status of the area which is characterized by uplift movements during the period of Quaternary.

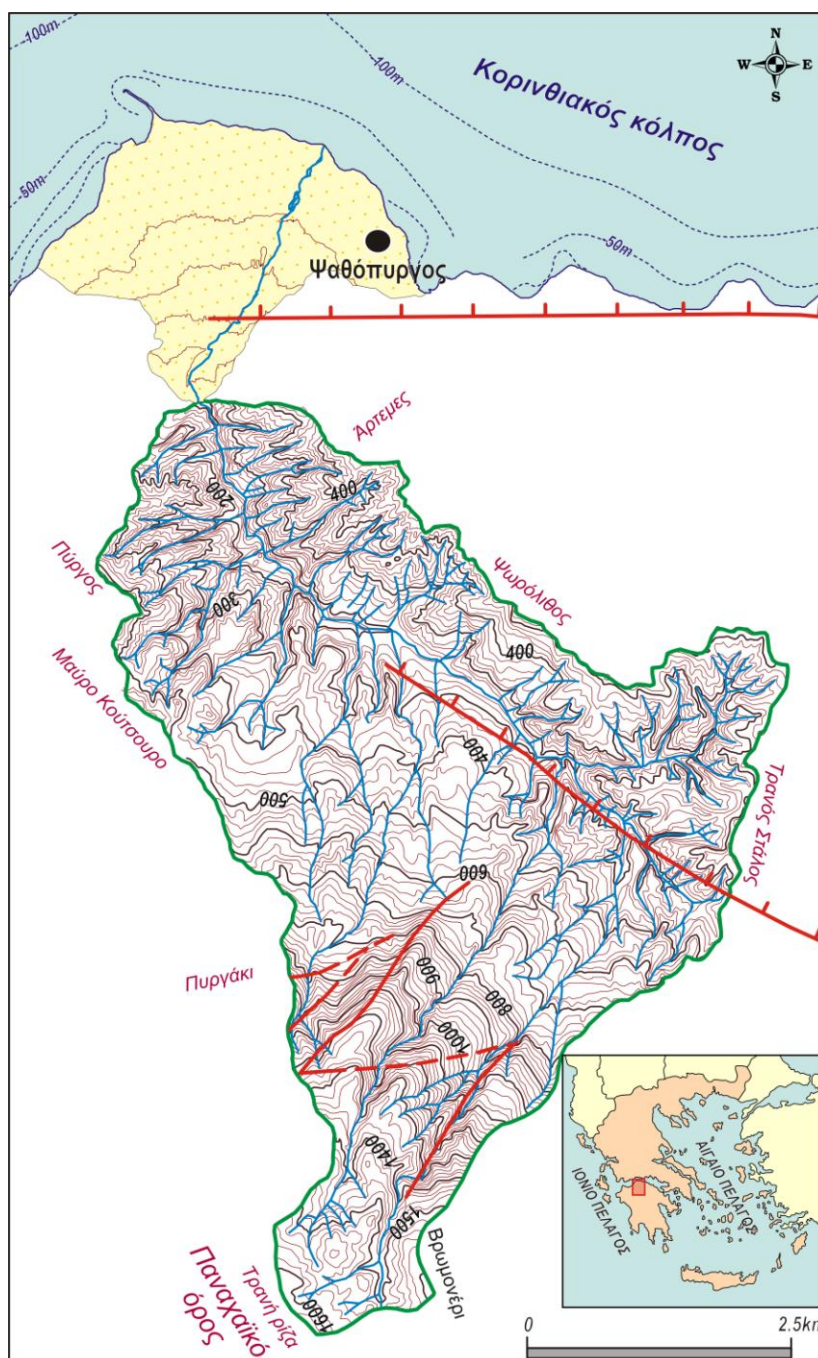
Λέξεις κλειδιά: Ποσοτική γεωμορφολογία, Βολιναίος ποταμός, Πελοπόννησος

Key words: Quantitative geomorphology, Volineos River, Peloponnesus

1. Εισαγωγή

Η ποσοτική γεωμορφολογία των υδρογραφικών δικτύων βασίζεται στη μέτρηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των κλάδων και των λεκανών, όπως είναι το μήκος των κλάδων, το

εμβαδόν και η περίμετρος των λεκανών απορροής κ.α. καθώς και στον υπολογισμό και τη στατιστική επεξεργασία περισσότερο πολύπλοκων παραμέτρων και δεικτών που εκφράζουν ποσοτικά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε δικτύου (Αστάρας, 1980; Καρύμπαλης, 1999). Η γεωγραφική κατανομή των μορφομετρικών παραμέτρων και η ερμηνεία τους λαμβάνοντας υπόψη τα γεωλογικά, τεκτονικά και κλιματικά χαρακτηριστικά βοηθά τη διερεύνηση των κύριων διεργασιών διαμόρφωσής του ανάγλυφου (Μαρουκιάν, 1987; Καρύμπαλης, 1996; Καρύμπαλης κ.α., 2004). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των ποσοτικών γεωμορφολογικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου και της λεκάνης απορροής του Βολιναίου ποταμού με σκοπό τη διερεύνηση των διεργασιών που οδήγησαν στην ανάπτυξη και τη διαμόρφωσή του. Ο Βολιναίος ποταμός βρίσκεται στην Βόρεια Πελοπόννησο και έχει διαμορφώσει μία λεκάνη απορροής έκτασης 27,23 km².



Σχήμα 1 Τοπογραφικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Βολιναίου ποταμού. Στο χάρτη απεικονίζονται και τα κύρια ρήγματα της περιοχής

Η περιοχή μελέτης διοικητικά υπάγεται στο νομό Αχαΐας (Σχήμα 1) και οριοθετείται νοτιοδυτικά από την οροσειρά του Παναχαϊκού με μεγαλύτερο υψόμετρο 1600 m (κορυφή Τρανή Ρίζα), νότια από την κορυφή Βρωμονέρι (1394 m), δυτικά από τις κορυφές Πυργάκι (1000 m), Μαύρο Κούτσουρο (364 m), και Πύργος (440 m) ενώ ανατολικά βρίσκονται οι ορεινοί όγκοι Τρανός, Στάλος, Ψωρόλιθος (593 m) και Άρτεμες (506 m) Η κεντρική κοίτη του ποταμού διανύει συνολικά διαδρομή μήκους περίπου 10 km με διεύθυνση ροής από τα νοτιοδυτικά προς τα βορειοανατολικά για ένα μήκος 4,5 km και στη συνέχεια στρέφεται αποκτώντας διεύθυνση από τα νοτιοανατολικά προς τα βορειοδυτικά για ένα μήκος περίπου 5 km πριν την εκβολή τους στις νότιες ακτές του Κορινθιακού κόλπου όπου έχει διαμορφωθεί ένα σχετικά εκτεταμένο δελταϊκό ριπίδιο έκτασης 4,95 km².

2. Γεωλογία της περιοχής μελέτης

Το νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής του Βολιναίου ποταμού δομείται από τους Αλπικούς γεωλογικούς σχηματισμούς της γεωτεκτονικής ενότητας Ολωνού - Πίνδου ενώ το βόρειο καταλαμβάνεται από Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας αποθέσεις (Σχήμα 2). Η γεωτεκτονική ενότητα Ολωνού-Πίνδου ανήκει στο χώρο των εξωτερικών Ελληνίδων, αποτελεί το τυπικότερο κάλυμμα στον Ελλαδικό χώρο (Δ. Παπανικολάου, 1986) και χαρακτηρίζεται από πελαγική ιζηματογένεση από το Τριαδικό μέχρι το Ανώτερο Κρητιδικό (J. J. Fleury, 1977). Συγκεκριμένα οι Αλπικοί σχηματισμοί που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης είναι, από τους παλαιότερους προς τους νεότερους, οι εξής:

- Ασβεστόλιθοι ηλικίας Ιουρασικού με παρεμβολές ραδιολαριτών. Καταλαμβάνουν πολύ μικρή έκταση στο κεντρικό και νότιο τμήμα της υπό μελέτη λεκάνης απορροής.
- Ραδιολαρίτες, ηλικίας Ιουρασικού-Κατώτερου Κρητιδικού. Η επιφανειακή εξάπλωση του σχηματισμού αυτού είναι περιορισμένης έκτασης και αφορά το νότιο τμήμα της λεκάνης.
- Κερατόλιθοι και ασβεστόλιθοι, ηλικίας Κατωτέρου-Ανωτέρου Κρητιδικού (Κονιάσιο) που καταλαμβάνουν μικρή έκταση στο δυτικό-νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής.
- Πελαγικοί πλακώδεις ασβεστόλιθοι ηλικίας Ανωτέρου Κρητιδικού (Κονιάσιο – Μαιστρίχτιο), και τέλος
- Ο σχηματισμός του φλύσχη, ηλικίας Μαιστρίχτιου-Ηώκαινου, που αποτελείται από ψαμμικά κυρίως στρώματα και σπανιότερα μαργαϊκά, που εναλλάσσονται με λεπτοπλακώδεις πελαγικούς ασβεστόλιθους.

Όπως ήδη αναφέρθηκε το βόρειο τμήμα της λεκάνης καταλαμβάνεται από σχηματισμούς ηλικίας Πλειόκαινου-Πλειστόκαινου οι οποίοι περιλαμβάνουν

- Κυανές μάργες και αμμούχες άργιλους σε εναλλαγές με λεπτόκοκκους ψαμμίτες και κροκαλοπαγή χαλαρής και συχνά ισχυρής συνοχής. Οι σχηματισμοί αυτοί, που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης, αποτελούν παλαιές αποθέσεις δελταϊκών ριπιδίων που έχουν ανυψωθεί λόγω της τεκτονικής ανόδου της βόρειας Πελοποννήσου.

Μικρή σχετικά περιοχή με μεγάλες μορφολογικές κλίσεις στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης, καλύπτεται από:

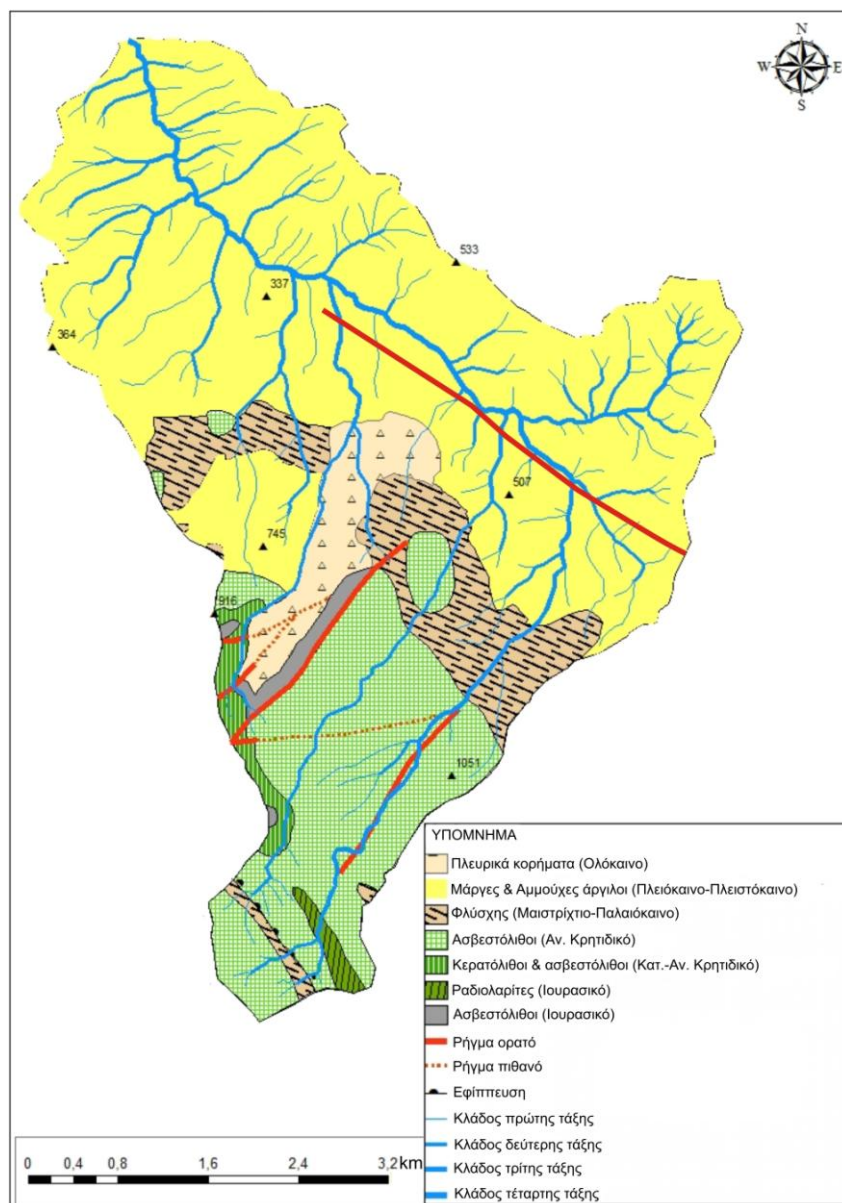
- Πλευρικά κορήματα Ολοκαινικής ηλικίας που αποτελούνται από χαλαρά ασύνδετα γωνιώδη υλικά (αποσαθρώματα) και καλύπτουν τις απόκρημνες πλαγιές των ορεινών όγκων.

Η ευρύτερη περιοχή της βόρειας Πελοποννήσου υπόκειται σε τεκτονική ανύψωση κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς όπως υποδεικνύει η παρουσία των Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας λιμναίων και θαλάσσιων αποθέσεων και οι ανυψωμένες θαλάσσιες αναβαθμίδες που αντιστοιχούν σε παλαιές ακτογραμμές των μεσοπαγετωδών περιόδων του Πλειστόκαινου (Armijo *et al.*, 1996). Βόρεια της λεκάνης του Βολιναίου διέρχεται το ρήγμα του Ψαθόπυργου που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ενεργά κανονικά ρήγματα των νότιων ακτών του Κορινθιακού κόλπου διεύθυνσης Α-Δ. Το δελταϊκό ριπίδιο του ποταμού αναπτύσσεται στο κατερχόμενο τέμαχος του ρήγματος ενώ το υδρογραφικό δίκτυο ρέει στο ανυψούμενο τέμαχος αυτού.

Η λιθολογία των σχηματισμών της λεκάνης σε συνδυασμό με την τεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής έχουν επηρεάσει την εξέλιξη του υδρογραφικού δικτύου και τη μορφολογία του αναγλύφου της λεκάνης απορροής του.

3. Μεθοδολογία

Για την διερεύνηση των γεωμορφολογικών διεργασιών που δρουν στη λεκάνη απορροής του Βολιναίου ποταμού επιχειρήθηκε η ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη του υδρογραφικού του δικτύου. Η ποσοτική μελέτη περιλαμβάνει την αναγνώριση, αποτύπωση και αρίθμηση των ποτάμιων κλάδων σύμφωνα με τη μέθοδο του Strahler (1957), τη χάραξη των υδροκριτικών γραμμών και την οριοθέτηση των επιμέρους λεκανών απορροής, τη μέτρηση και τον υπολογισμό των μορφομετρικών παραμέτρων καθώς και την κατασκευή χαρτών της γεωγραφικής τους κατανομής. Για τους σκοπούς αυτούς δημιουργήθηκε μία χωρική βάση δεδομένων με την χρήση του λογισμικού ArcGis.



Σχήμα 2. Γεωλογικός χάρτης λεκάνης απορροής του Βολιναίου ποταμού βασισμένος στη χαρτογράφηση από το ΙΓΜΕ (Loftus and Tsoflias, 1971).

Οι πηγές της πληροφορίας ήταν τοπογραφικοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, κλίμακας 1:50.000. Μετά την αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και τη χάραξη των υδροκριτικών γραμμών μετρήθηκαν μορφομετρικές παράμετροι που αφορούν τόσο τους κλάδους του δικτύου, όσο και τις αντίστοιχες λεκάνες απορροής (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα οι παράμετροι που μετρήθηκαν είναι τα μήκη των κλάδων, τα εμβαδά και οι περιμέτροι των λεκανών απορροής

καθώς και το συνολικό μήκος των ισοϋψών (ανά 20 m) ανά λεκάνη. Επιπλέον χρησιμοποιώντας τις παραπάνω μετρούμενες παραμέτρους εκτιμήθηκαν οι υπολογιζόμενες παράμετροι που αφορούν την υδρογραφική υφή (υδρογραφική συχνότητα και υδρογραφική πυκνότητα), η παράμετρος της κυκλικότητας των λεκανών καθώς και της κλίσης των κλιτύων. Για κάθε μια από αυτές εκτιμήθηκαν οι μέσες τιμές ανά τάξη ενώ για την απεικόνιση της χωρικής εξάπλωσης των τιμών των τεσσάρων υπολογιζόμενων παραμέτρων εντός της λεκάνης του Βολιναίου, κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες της γεωγραφικής τους κατανομής (Σχήμα 3). Για την κατασκευή κάθε χάρτη οι 199 τιμές που αντιστοιχούν στις λεκάνες ομαδοποιήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες, σταδιακά υψηλότερων τιμών. Για τη διερεύνηση του ρόλου της λιθολογίας στην ανάπτυξη του δικτύου και τη μορφολογία των λεκανών απορροής, οι λεκάνες κάθε τάξης διακρίθηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με τη λιθολογία στην οποία έχουν αναπτυχθεί (μάργες, φλύσχης και ασβεστόλιθοι) και εκτιμήθηκαν οι μέσες τιμές ανά λιθολογία (Πίνακας 2). Τα δεδομένα για τα λιθολογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής αντλήθηκαν από βιβλιογραφικά δεδομένα, χάρτες του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών κλίμακας 1:50.000 και υπαίθριες παρατηρήσεις.

4. Αποτελέσματα της ποσοτικής γεωμορφολογικής μελέτης

Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελείται από 199 συνολικά κλάδους, 149 από τους οποίους ανήκουν στην πρώτη τάξη, 41 στην δεύτερη, 8 στην τρίτη, ενώ η κεντρική κοίτη του ποταμού αποτελεί το μοναδικό κλάδο τέταρτης τάξης. Το υδρογραφικό δίκτυο, ως προς τη μορφή του μπορεί να χαρακτηριστεί σαν σύνθετο. Το βόρειο καθώς και το ανατολικό τμήμα ανήκει στον δενδρικό τύπο ενώ το νότιο εμφανίζει χαρακτηριστικά παράλληλου τύπου. Οι μέσες τιμές των μετρούμενων και υπολογιζόμενων μορφομετρικών παραμέτρων για το σύνολο του δικτύου περιλαμβάνονται στον Πίνακα 1 ενώ για τις λεκάνες των τριών λιθολογιών στον Πίνακα 2 .

Πίνακας 1: Μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου ποταμού

Τάξη (u)	Αριθμός κλάδων (Nu)	Μήκος κλάδου (Km)	Αθροιστικό μήκος κλάδων (km)	Εμβαδόν λεκάνης απορροής (km ²)	Συνολικό μήκος ισοϋψών (ανα καμπυλών (ανα 20m) (Km)	Περίμετρος λεκάνης (km)	Υδρογραφική συχνότητα (F)	Υδρογραφική πυκνότητα (D)	Κυκλικότητα (C)	Κλίση κλιτύων (S) %
I	149	0,32	0.32	0,09	280,5820	1,33	4,38	6,63	0,56	46,91
II	41	0,71	1.57	0,45	481,4060	3,15	3,14	4,43	0,53	48,03
III	8	1,44	7.39	2,18	569,4420	8,25	2,07	3,66	0,41	48,93
IV	1	6,34	93.43	27,23	628,3260	26,98	0,42	3,46	0,47	46,15

Πίνακας 2: Μέσες τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου ποταμού ανά τάξη για τις λεκάνες που αναπτύσσονται στους τρεις κύριους λιθολογικούς σχηματισμούς της περιοχής μελέτης.

τάξη	Υδρ. Πυκνότητα			Υδρ. Συχνότητα			Κλίση Κλιτύων			Κυκλικότητα		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Μαργαϊκοί σχηματισμοί	7,20	4,73	3,75	4,53	3,45	2,25	49,22	50,93	49,80	0,58	0,56	0,42
Ασβεστόλιθοι	4,35	3,49	-	4,3	2,59	-	17,69	38,46	-	0,51	0,46	-
Φλύσχης	3,68	-	-	2,38	-	-	9,97	-	-	0,46	-	-

Το εύρος των τιμών της παραμέτρου της υδρογραφικής πυκνότητας είναι αρκετά μεγάλο καθώς κυμαίνονται μεταξύ 0,48 και 149,2 με τις υψηλότερες τιμές να χαρακτηρίζουν λεκάνες πρώτης τάξης με περιορισμένο εμβαδόν επιφανείας απορροής και επίμηκες σχήμα. Οι κλάδοι αυτοί

βρίσκονται σε νέο στάδιο εξέλιξης και δεν έχουν διαμόρφωση πλήρως τη λεκάνη απορροής τους ώστε να αποκτήσουν ισορροπία μεταξύ μήκους κοίτης και εμβαδού. Οι υψηλότερες τιμές πυκνότητας χαρακτηρίζουν τις λεκάνες που έχουν σαν υπόβαθρο μάργες και οφείλεται στον αδιαπέρατο και ευδιάβρωτο χαρακτήρα του σχηματισμού αυτού (Πίνακας 2). Τα ιδιαίτερα αυτά λιθολογικά χαρακτηριστικά έχουν σαν αποτέλεσμα την ενεργοποίηση του μηχανισμού της οπισθοδρομούσας διάβρωσης και κατά συνέπεια την επέκταση των κοιτών των κλάδων πρώτης τάξης. Οι ενδιάμεσες τιμές πυκνότητας χαρακτηρίζουν τις λεκάνες των δύο πρώτων κυρίως τάξεων και ιδιαίτερα σε αυτές που αναπτύσσονται σε Πλειο-Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς. Στο χάρτη της γεωγραφικής κατανομής των τιμών της υδρογραφικής πυκνότητας παρατηρείται μεγαλύτερη πυκνότητα στο βόρειο και στο ανατολικό τμήμα, όπου κυριαρχούν μάργες και αμμούχες άργιλοι (Σχήμα 3). Η λεπτή υδρογραφική υφή οφείλεται εν μέρει και στο σχετικά μεγάλο ύψος βροχής που σημειώνεται στην περιοχή κατά την ψυχρή περίοδο του έτους.

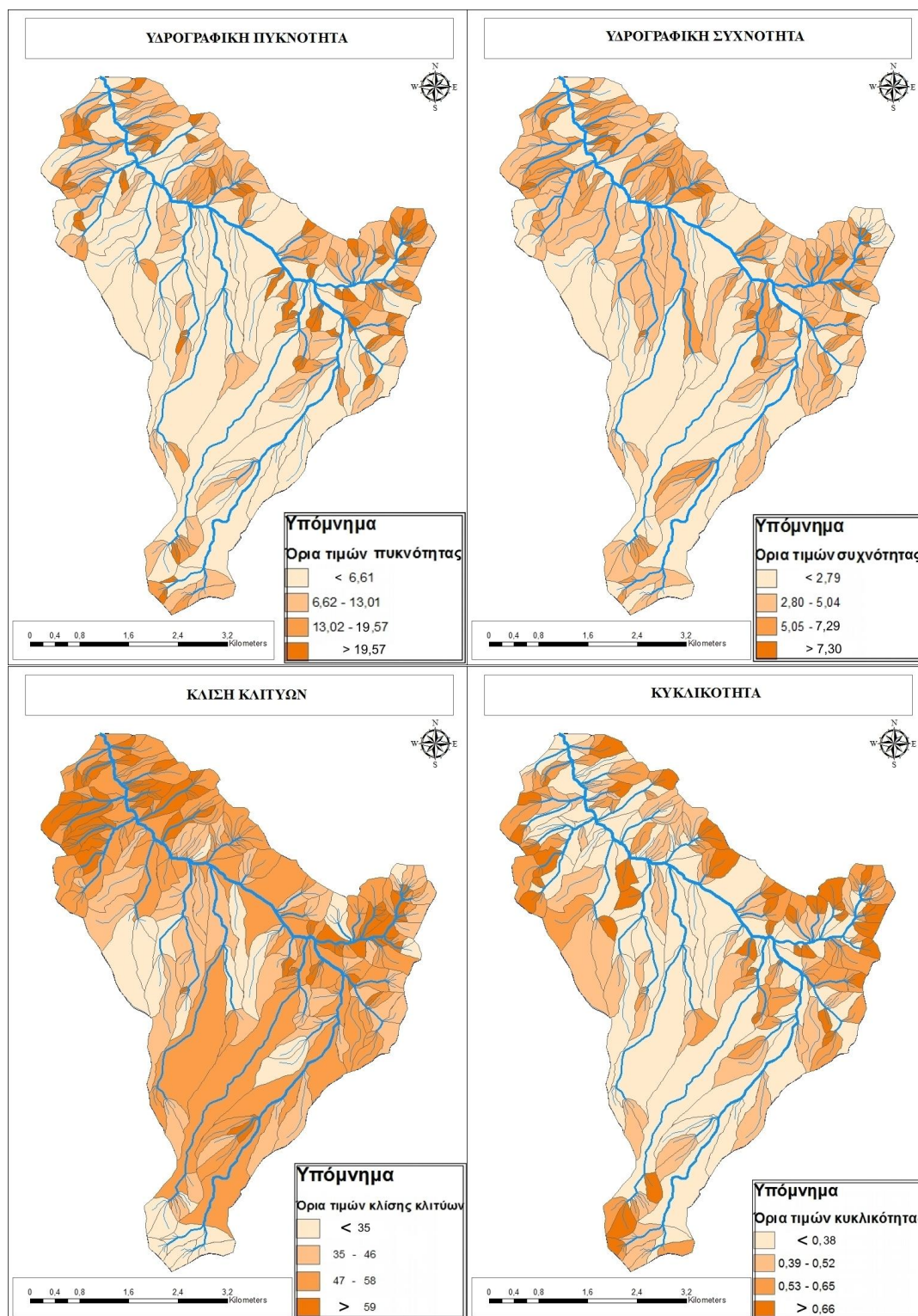
Παρόμοιες είναι οι παρατηρήσεις και για την υδρογραφική συχνότητα. Οι τιμές της παραμέτρου αυτής κυμαίνονται μεταξύ 0,72 και 11,41 και παρατηρείται σταδιακή μείωση των μέσων τιμών από την πρώτη προς την τέταρτη τάξη. Άρα το δίκτυο ακολουθεί τον κανόνα της υδρογραφικής υφής καθώς μεγαλύτερης έκτασης περιοχές αποστραγγίζονται από σταδιακά μικρότερο αριθμό και μήκος κλάδων. Η γεωγραφική κατανομή της παραμέτρου είναι παρόμοια με εκείνη της υδρογραφικής πυκνότητας με τις υψηλότερες τιμές να χαρακτηρίζουν λεκάνες με υπόβαθρο τις Πλειο-Πλειστοκαινικές μαργαϊκές αποθέσεις (Πίνακας 2)

Συμπερασματικά τόσο οι μέσες τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας, όσο και οι αντίστοιχες της υδρογραφικής συχνότητας παρουσιάζουν μια φυσιολογική μείωση με την αύξηση της τάξης. Παρατηρούνται σχετικά υψηλές τιμές πυκνότητας και συχνότητας γεγονός που συνηγορεί για τη λεπτή υδρογραφική υφή του δικτύου. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των υψηλών αυτών τιμών παίζει η λιθολογία της λεκάνης απορροής που τοπικά μπορεί να θεωρηθεί σαν αδιαπέρατη. Οι χάρτες γεωγραφικής κατανομής των παραμέτρων της υδρογραφικής συχνότητας και πυκνότητας δείχνουν γενικά ότι υψηλές τιμές εμφανίζουν λεκάνες απορροής κλάδων πρώτης τάξης που έχουν σχετικά μεγάλο μήκος σε σχέση με την έκταση της περιοχής που αποστραγγίζουν και εντοπίζονται κυρίως στο ανατολικό και βόρειο τμήμα της λεκάνης.

Οι τιμές των κλίσεων για τις λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου ποταμού κυμαίνονται από 10,94% έως 79,57%. Οι υψηλές γενικά τιμές αποτελούν ένδειξη του νέου σταδίου εξέλιξης που διανύει η περιοχή μελέτης καθώς και των έντονων διαβρωτικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα εντός αυτής. Δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων τιμών κλίσης στην ακολουθία των τάξεων. Η πρώτη (46,91%) και η τέταρτη (46,15%) τάξη κυμαίνονται στο ίδιο περίπου επίπεδο ενώ ελαφρώς αυξημένες εμφανίζονται οι τιμές για τη δεύτερη (48,03%) και την τρίτη τάξη (48,93%) (Πίνακας 1). Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση μεγάλων κλίσεων των κλιτύων των λεκανών του βόρειου τμήματος παίζει το τεκτονικό καθεστώς της περιοχής. Η τεκτονική ανύψωση της βόρειας Πελοποννήσου κατά την περίοδο του Τεταρτογενούς είχε σαν αποτέλεσμα την κατά βάθος διάβρωση που οδήγησε στη διαμόρφωση λεκανών με απότομες πλαγιές. Οι μορφολογικά απόκρημνες λεκάνες εντοπίζονται στο βόρειο τμήμα της περιοχής μελέτης στο ανυψούμενο δηλαδή τέμαχος του ενεργού κανονικού ρήγματος του Ψαθόπυργου (Σχήμα 1). Μεγάλες κλίσεις χαρακτηρίζουν και το ανατολικό τμήμα της λεκάνης όπου η ευδιάβρωτη λιθολογία των Πλειο-Πλειστοκαινικών αποθέσεων ευνοεί την κατά βάθος διάβρωση. Ενδιάμεσες τιμές κλίσης εμφανίζουν οι λεκάνες που βρίσκονται στη νότια πλευρά της περιοχής μελέτης και έχουν σαν υπόβαθρο τους πελαγικούς ασβεστόλιθους του Ανώτερου Κρητιδικού, και τον φλύσχη. Οι μικρότερες κλίσεις πιθανά να οφείλονται στο γεγονός ότι η ανάπτυξη των λεκανών αυτών άρχισε χρονικά παλαιότερα σε σχέση με τις αντίστοιχες λεκάνες του βόρειου τμήματος, όπου διαμορφώθηκαν από ηλικιακά νεώτερους κλάδους, με αποτέλεσμα να είχαν περισσότερο χρόνο να εξελιχθούν.

Οι τιμές της παραμέτρου της κυκλικότητας για τις λεκάνες του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου ποταμού κυμαίνονται από 0,10 έως 0,84. Οι λεκάνες με τις υψηλότερες τιμές, δηλαδή εκείνες το σχήμα των οποίων προσεγγίζει περισσότερο την κυκλική μορφή, είναι αυτές της πρώτης τάξης (Πίνακας 1, Σχήμα 3). Η επιμηκυμένη μορφή των λεκανών της δεύτερης και ιδιαίτερα της τρίτης τάξης, οφείλεται κυρίως στον τρόπο εξέλιξης των κεντρικών τους κλάδων. Έχει αναφερθεί ότι η περιοχή της βόρειας Πελοποννήσου, όπου βρίσκεται η λεκάνη του Βολιναίου, έχει υποστεί σημαντική τεκτονική ανύψωση κατά το Τεταρτογενές λόγω της δραστηριοποίησης ενεργών

ρηγμάτων διεύθυνσης ΔΒΔ-ΑΝΑ. Η τεκτονική αυτή ανύψωση ευνόησε την ανάπτυξη του δικτύου στους ευδιάβρωτους σχηματισμούς του Πλειο-Πλειστόκαινου με την διεργασία της οπισθοδρομούσας διάβρωσης. Επιπλέον η επιμήκυνσή των λεκανών δεύτερης και τρίτης τάξης στη νότια πλευρά του δικτύου, που εκφράζεται από τις χαμηλές τιμές της κυκλικότητάς τους, οφείλεται στο ότι η διαμόρφωση της κεντρικής κοίτης των κλάδων τους επηρεάστηκε από την παρουσία παλαιών τεκτονικών ασυνεχειών (ρηγμάτων) διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ (Σχήμα 2).



Σχήμα 3: Χάρτες γεωγραφικής κατανομής των μορφομετρικών παραμέτρων της λεκάνης απορροής του Βολιναίου ποταμού

6. Συμπεράσματα

Το βόρειο και το ανατολικό τμήμα του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου ποταμού μπορεί να χαρακτηριστεί σαν δένδρικού τύπου ενώ αντίθετα το μεγαλύτερο τμήμα του υπόλοιπου δικτύου προσεγγίζει τον παράλληλο τύπο. Το νότιο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου αναπτύσσεται σε Μεσοζωικούς σχηματισμούς και είναι παλαιότερο σε σχέση με το βόρειο και ανατολικό που ρέει σε Πλειο-Πλειστοκαινικής ηλικίας αποθέσεις.

Η ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη έδειξε ότι το υδρογραφικό δίκτυο του Βολιναίου ποταμού ακολουθεί τον κανόνα της υδρογραφικής υψής καθώς οι μέσες τιμές τόσο της υδρογραφικής πυκνότητας, όσο και της υδρογραφικής συχνότητας παρουσιάζουν μείωση από την πρώτη προς την τέταρτη τάξη. Οπότε μεγαλύτερες εκτάσεις σταδιακά αποστραγγίζονται από λιγότερους κλάδους και μικρότερο συνολικά μήκος κοιτών. Η μορφή και η εξέλιξη του δικτύου έχει επηρεαστεί σε σημαντικό βαθμό από τη λιθολογία και το τεκτονικό καθεστώς της περιοχής. Η γεωγραφική κατανομή των τιμών των μορφομετρικών παραμέτρων αντανακλά τη δράση των γεωμορφολογικών διεργασιών που είναι ενεργές και διαμορφώνουν τη μορφολογία της περιοχής μελέτης. Οι διεργασίες αυτές είναι η κατά βάθος και η οπισθοδρομούσα διάβρωση και οφείλονται στην τεκτονική ανύψωση της βόρειας Πελοποννήσου κατά την περίοδο του Τεταρτογενούς ενώ παράλληλα ευνοούνται από τον ευδιάβρωτο χαρακτήρα των σχηματισμών του βόρειο τμήματος της λεκάνης. Ενδείξεις του νέου σταδίου εξέλιξης που διανύει η περιοχή μελέτης καθώς και των έντονων διαβρωτικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα εντός αυτής αποτελούν οι υψηλές τιμές των κλίσεων για τις λεκάνες όλων σχεδόν των τάξεων του υδρογραφικού δικτύου του Βολιναίου. Οι μέσες τιμές των παραμέτρων για τις λεκάνες που έχουν σαν υπόβαθρο τους τρεις κύριους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής έδειξε ότι η λιθολογία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη κατανομή των τιμών των μορφομετρικών παραμέτρων και άρα στον καθορισμό κυρίως της υδρογραφικής υψής και της μορφολογικής κλίσης. Μικρότερη είναι η επίδραση της λιθολογίας στο σχήμα των λεκανών. Οι λεκάνες με υπόβαθρο μαργαίτους σχηματισμούς εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές υδρογραφικής συχνότητας, πυκνότητας και κλίσης κλιτύων ενώ οι μέσες τιμές της παραμέτρου της κυκλικότητας δε διαφοροποιείται σημαντικά από λιθολογία σε λιθολογία.

Βιβλιογραφία

- Αστέρας Θ., 1980: Ποσοτική γεωμορφολογική μελέτη τμήματος των δυτικών πλευρών του όρους Βερτίσκον (Κ. Μακεδονία). Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Καρύμπαλης Ε., 1996: Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Καρύμπαλης Ε., 1999: Γεωμορφολογική Μελέτη του υδρογραφικού δικτύου του Εύηνου ποταμού. *Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου*, 59-71.
- Καρύμπαλης Ε., Κοντής Ε. και Ν. Ζούρος, 2004: Ποσοτικές γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου Τσικνιά (Κεντρική Λέσβος). *Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου*, I, 503-511.
- Μαρουκιάν Χ., 1987: Φυσικογεωγραφικές παρατηρήσεις στην υδρογραφική λεκάνη απορροής του Σπερχειού ποταμού. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Παπανικολάου Δ., 1986: *Γεωλογία της Ελλάδας*. Εκδόσεις Επτάλοφος, 240 σ., Αθήνα.
- Armijo R., Meyer B., King G., Rigo A. and D. Papanastassiou, 1996: Quaternary evolution of the Corinth Rift and its implications for the Late Cenozoic evolution of the Aegean. *Geophys. J. Int.*, **126**, 11-53.
- Fleury J.J., 1977: De Lamia a Messolonghi. La nappe du Pinde – Olonos et l'Unite du Megdhoivas. *Bull Soc. Geol. Fr.*, **1**, 53-66.
- Loftus, D.L. and P. Tsoflias, 1971: Geological map of Greece, scale 1:50,000, Nafpaktos Sheet. Greek Institute of Geology and Mineral Exploration.
- Palyvos N., Pantosti D., Stamatopoulos L. and P.M. De Martini, 2007: Geomorphological reconnaissance of the Psathopyrgos and Rion-Patras fault zones (Achaia, NW Peloponnesus). *Bulletin of the Geological Society of Greece*, **XXX**, 1586-1598.
- Strahler A., 1957: Quantitative analysis of watershed Geomorphology. *Am. Geophys. Union Trans*, **38(6)**, 913-920.
- Tsimi Ch., Ganas A., Soulakellis N., Kairis O., and S. Valmis, 2007: Morphotectonics of the Psathopyrgos active fault, western Corinth Rift, central Greece. *Bulletin of the Geological Society of Greece XXXVII*, 500-511.