

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

**"ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ
ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΥΡΚΟΥΤΑ (ΕΥΗΝΟΣ)"**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΑΚΡΗ ΕΛΕΝΗΣ

A.M:20974

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:ΕΥΘΥΜΙΟΣ ΚΑΡΥΜΠΑΛΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΟ

ΕΤΟΣ

2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μελέτη αυτή έχει ως αντικείμενο την ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά – παραπόταμου του Εύηνου ποταμού. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα παρατηρήσεων στο υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και τα γεωμορφολογικά του στοιχεία για την υδρολογική του λεκάνη. Για την ποσοτική ανάλυση, που περιλαμβάνει την αποτύπωση και αρίθμηση των κλάδων, τη χάραξη των υδροκριτικών γραμμών ανά λεκάνη απορροής, τη μέτρηση των μορφομετρικών παραμέτρων καθώς και την κατασκευή των χαρτών γεωγραφικής κατανομής τους, δημιουργήθηκε μια χωρική βάση δεδομένων με τη χρήση του λογισμικού Arc GIS 9.3. Πηγές της πληροφορίας ήταν τοπογραφικοί χάρτες της Γ.Υ.Σ. κλίμακας 1:50000, και συγκεκριμένα των φύλλων Ευηνοχωρίου και Μεσολογίου, όπου αποτυπώνονται τα υδρογραφικά δίκτυα. Για την αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου ακολουθήθηκε η μέθοδος του Strahler (1957). Στα πλαίσια της ποσοτικής γεωμορφολογικής μελέτης το υδρογραφικό δίκτυο αναλύθηκε σύμφωνα με τους νόμους του Horton και εκτιμήθηκαν οι ιδανικές τιμές όσο αφορά τον αριθμό των κλάδων, το μέσο και το αθροιστικό μέσο μήκος των κλάδων, το μέσο εμβαδό και το αθροιστικό μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής ανά τάξη και διερευνήθηκε η σχέση μεταξύ πραγματικών και ιδανικών τιμών. Η σχέση αυτή όσο αναφορά τον αριθμό των κλάδων έδειξε αρνητικές τιμές, μεταξύ πραγματικών και ιδανικών τιμών. Όσο αναφορά το μέσο αθροιστικό μήκος των κλάδων έδειξε θετικές τιμές. Τέλος, όσο αναφορά το μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής αντίστοιχης τάξης έδειξε αρνητικές τιμές για όλες τις τάξεις εκτός από τις λεκάνες απορροής τέταρτης τάξης. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας τις παραπάνω μετρούμενες παραμέτρους εκτιμήθηκαν οι υπολογιζόμενοι μορφομετρικοί παράμετροι που αφορούν την υδρογραφική υφή (υδρογραφική πυκνότητα και υδρογραφική συχνότητα), η παράμετρος της κυκλικότητας των λεκανών απορροής και της κλίσης των κλιτύων. Για κάθε μία από αυτές τις παραμέτρους εκτιμήθηκαν συγκεκριμένα στατιστικά μεγέθη (μέσος όρος, τυπική απόκλιση) ανά τάξη λεκανών απορροής και αποτυπώθηκαν τα ιστογράμματα των τιμών τους. Για τη διερεύνηση του ρόλου της λιθολογίας στην ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου και τη μορφολογία των λεκανών απορροής οι λεκάνες κάθε τάξης διακρίθηκαν σε δύο ομάδες ανάλογα με τη λιθολογία στην οποία έχουν σχηματιστεί Φλύσχης Ζώνης Γαβρόβου (Λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες, Αργιλικοί σχιστόλιθοι). Τα δεδομένα για τα λιθολογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά αντλήθηκαν από τους γεωλογικούς και σεισμοτεκτονικούς χάρτες του Ι.Γ.Μ.Ε για την περιοχή, κλίμακας 1:50000. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η διαφοροποίηση στη λιθολογία δεν διαφοροποιεί σημαντικά τις μέσες τιμές των προαναφερθέντων μορφομετρικών παραμέτρων των λεκανών απορροής αντίστοιχης τάξης. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων των λεκανών

απορροής αντίστοιχης τάξης και τονίστηκαν οι συσχετίσεις μεταξύ αυτών που παρουσιάζουν τιμές μεγαλύτερες του 70%. Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι, οι τεκτονικές δομές έχουν διαμορφώσει το σημερινό γεωμορφολογικό ανάγλυφο και κατ' επέκταση το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής ενδιαφέροντος. Σε ένα ιδανικά δημιουργημένο υδρογραφικό δίκτυο, μόνο με την επίδραση της επιφανειακής απορροής (χωρίς την επίδραση τεκτονικής και ύπαρξης ρηγμάτων και με ενιαία λιθολογία) δεν παρατηρούνται ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή. Η τεκτονική και η γεωλογική δομή έχει επιδράσει στη συγκεκριμένη περιοχή αναγκάζοντας αρκετούς κλάδους μικρών τάξεων να συμβάλλουν σχεδόν σε ορθή γωνία με την κεντρική κοίτη του χειμάρρου. Υπάρχουν, επίσης, κλάδοι πρώτης και δεύτερης τάξης που ελέγχονται από τις τεκτονικές γραμμές.

ABSTRACT

This study has the objective of quantitative geomorphological analysis of the drainage network torrent Kourkouta, tributary of Evinos river. The results of observations in the hydrographic network torrent Kourkouta are presented and the geomorphological elements of the hydrological basin. For the quantitative analysis, including mapping and numbering of branches, formulating watershed lines per basin, measurement of the morphometric parameters and the construction of maps of geographical distribution a geospatial database was created using the software ArcGIS 9.3. Sources of information were topographic maps of Geographical Military Service of scale 1 : 50000, particularly these named Evinohorion and Mesollogion, where hydrographic networks are reflected. For the numbering of the hydrographic network branches the method of Strahler was followed (1957). Within the quantitative geomorphological study the hydrographic network was analyzed in accordance with the laws of Horton and ideal values were evaluated regarding the number of branches, the mean and cumulative mean length, the mean area and the cumulative mean area of watersheds per class and investigated the relationship between actual and ideal values. This relationship regarding the number of branches showed negative values , between actual and ideal values. Regarding the average cumulative length of the branches showed positive values. Finally, regarding the average size of the basins corresponding class showed negative values for all classes except basins fourth order. Furthermore , using the above measured parameters were evaluated the calculated morphometric parameters regarding drainage texture (drainage density and drainage frequency), the circularity of watersheds and the inclination of the slope. For each of these parameters particular statistical sizes were estimated (mean, standard deviation) per basin class and depicted histograms of their values. To investigate the role of the lithology in the development of the hydrographic network and the morphology of the catchments these basins of each class were divided into two groups depending on the lithology. The data for lithological and tectonic characteristics of the basin of the torrent Kourkouta learned from geological and seismotectonic

maps of Institute of Geological and Mining Surveys for the study area, scale of 1 : 50000. The analysis showed that the difference in lithology not significantly differentiates the average values of the above morphometric parameters of watersheds corresponding class. Then the correlation coefficients between morphometric parameters of watersheds corresponding order were calculated and the correlations between them which values were greater than seventy per cent are highlighted. In conclusion, it can be said that the tectonic structures have shaped the current geomorphological relief and therefore the hydrographic network of the region of interest. In a perfectly created hydrographic network , only with the effect of runoff (without the influence and presence of tectonic faults and by single lithology) problems not seen in the sequential order in runoff. The tectonic and geological structure has influence in the region forcing many branches of small order to contribute almost at right angles to the main course of the torrent. There are also first and second order branches controlled by the tectonic lines.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το τρεχούμενο πάνω στην επιφάνεια της Γης νερό αποτελεί τον σπουδαιότερο παράγοντα διαμόρφωσης του επιφανειακού αναγλύφου. Έτσι όταν αυτό οργανώνεται σε μια επιμήκη υδάτινη μάζα μέσα σε ρυάκια, χείμαρρους και ποταμούς δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για την διάβρωση, μεταφορά και απόθεση φερτών υλικών που αποσπάστηκαν από τα μητρικά πετρώματα. Η δράση αυτή του νερού αποτελεί την κύρια αιτία για την δημιουργία των λεκανών απορροής και των κοιλάδων που σαν μορφολογικό σύνολο διαμορφώνουν στη βάση τους του δρόμους αποστράγγισης του νερού δηλαδή το υδρογραφικό δίκτυο. Ουσιαστικά το υδρογραφικό δίκτυο αποτελεί το δίκτυο μεταφοράς - κίνησης του επιφανειακού νερού και των ιζημάτων μιας υδρολογικής λεκάνης.

Η γεωμορφολογία είναι η επιστήμη εκείνη που μελετά το γήινο ανάγλυφο, τις γεωμορφές του, την προέλευσή τους, τις διαδικασίες που τις διαμορφώνουν και τις εξελίσσουν στο χρόνο. Οι γεωμορφολόγοι προσπαθούν να εντοπίσουν, να κατανοήσουν, να αναλύσουν και να ερμηνεύσουν τα χαρακτηριστικά των γεωμορφών και παράλληλα να προσδιορίσουν τη δυναμική τους εξέλιξη σε σχέση με το χρόνο. Η *γεωμορφολογική εξέλιξη* μιας περιοχής είναι η *δυναμική διαδικασία μετάβασης* από ένα περιβάλλον σ' ένα άλλο διαφορετικών συνθηκών, που χαρακτηρίζει μια χρονική περίοδο εξαρτώμενη από τη γεωλογική δομή της περιοχής, την τεκτονική της εξέλιξη, τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, την ένταση και τον χρόνο επίδρασης των διεργασιών, τις ανθρώπινες επεμβάσεις κ.ά. Η μελέτη και διερεύνηση της γένεσης και εξέλιξης των γεωμορφών, καθώς επίσης και των διεργασιών που τις διαμορφώνουν, αποτελεί μια πολύπλοκη συνθετική εργασία ενός πλήθους μεταβλητών παραγόντων, δυναμικά αλληλεξαρτημένων

Από τις παραμέτρους που συνθέτουν τη μορφολογική εικόνα του αναγλύφου μιας περιοχής, εκείνο που αντιδρά ταχύτερα σε κάθε μεταβολή (κύρια τεκτονική) είναι το υδρογραφικό δίκτυο. Αυτή ακριβώς η "ευαισθησία" του, το καθιστά έναν πολύτιμο δείκτη που συμβάλλει πολύ στη μελέτη της νεοτεκτονικής παραμόρφωσης μιας περιοχής. Τούτο διότι οι κλάδοι ενός υδρογραφικού δικτύου επηρεάζονται σαφώς από τις τεκτονικές γραμμές, κυρίως τα ρήγματα ή τα συστήματα διακλάσεων, τις οποίες τείνουν να ακολουθούν αφού η θραύση των πετρωμάτων δημιουργεί ζώνες μειωμένης αντοχής στη διάβρωση.

Προεκτείνοντας αυτό το γεγονός και αντιστρέφοντάς το, βλέπουμε ότι η μελέτη και κύρια η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση ενός υδρογραφικού δικτύου, μπορεί να οδηγήσει στην επισημάνση τεκτονικών γραμμών που δεν είναι ορατές από την υπαίθρια παρατήρηση και

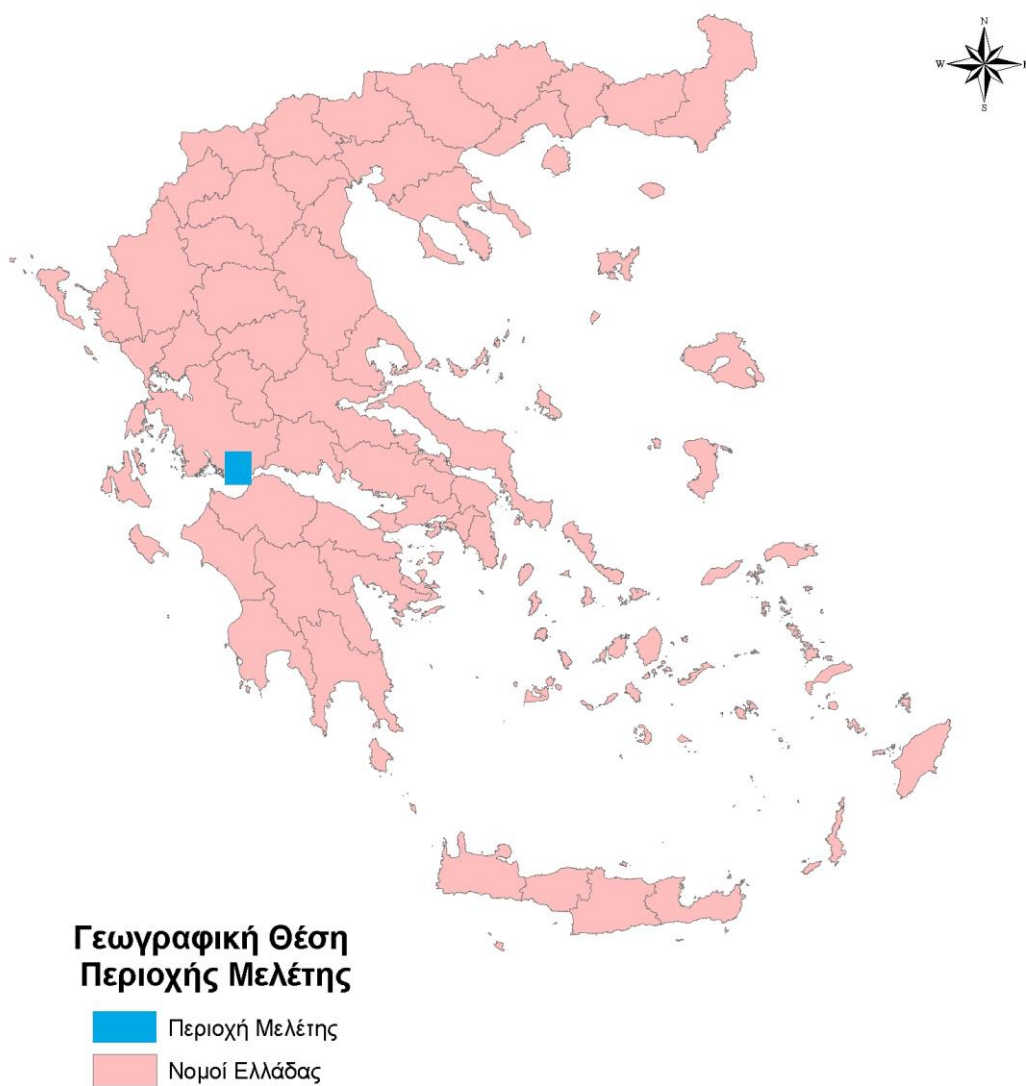
χαρτογράφηση.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα παρατηρήσεων στο υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκουτά, ο οποίος αποτελεί παραπόταμο του Εύηνου ποταμού, καθώς και τα γεωμορφολογικά του στοιχεία για την υδρολογική του λεκάνη. Εξετάστηκαν στοιχεία που αφορούν τη μορφή και την ανάπτυξη των κλάδων του, σε σχέση προς τους νόμους του Horton. Εφαρμόστηκαν οι νόμοι της υδρογραφικής σύνθεσης του Horton. Έγινε ποσοτική ανάλυση του αναγλύφου και υπολογίστηκαν συγκεκριμένοι μορφομετρικοί παράμετροι του υδρογραφικού δικτύου και των λεκανών απορροής. Με βάση τα στοιχεία αυτά, αλλά και στοιχεία ανάπτυξης και προσανατολισμού των κλάδων του δικτύου, έγινε προσπάθεια να συσχετιστούν με τη γεωλογία και την τεκτονική δομή της περιοχής, με αντικείμενο τον τρόπο εξέλιξης του δικτύου αυτού.

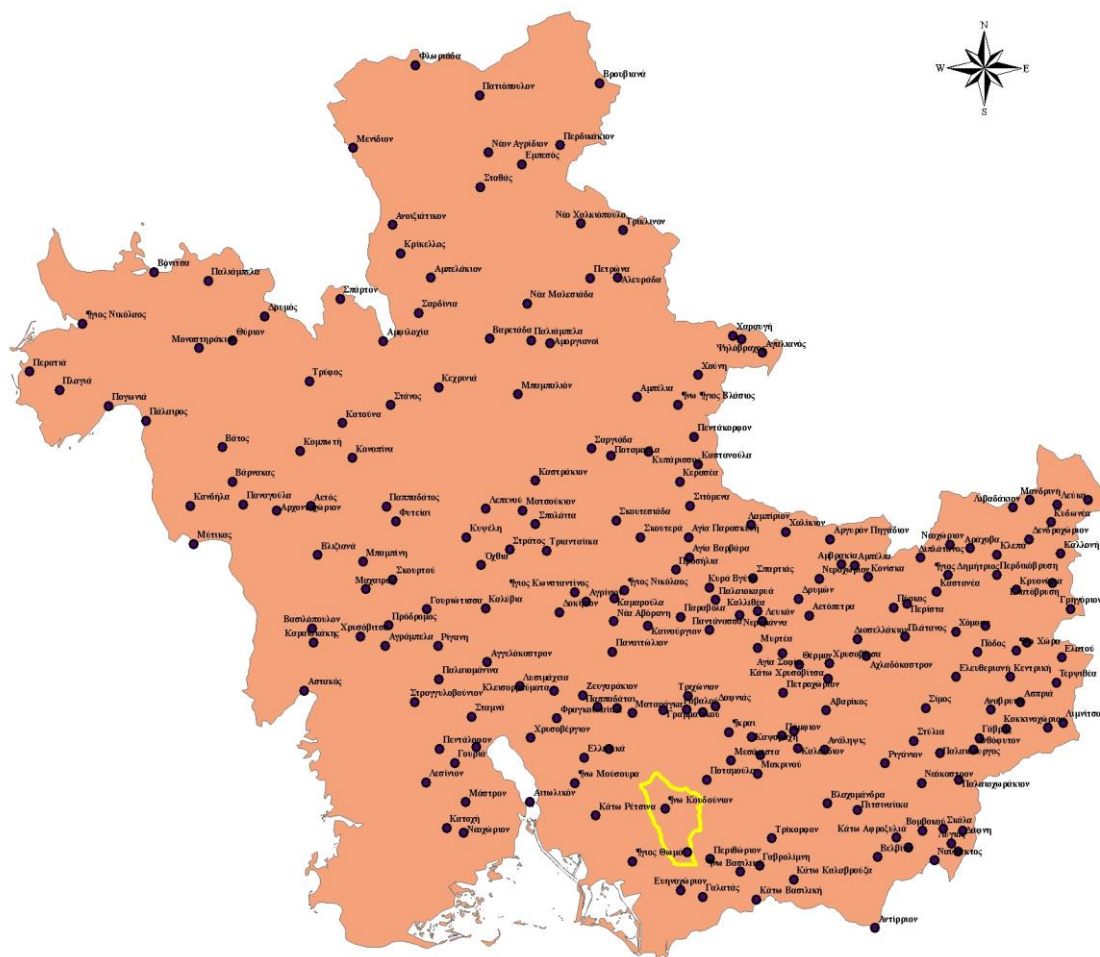
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Η περιοχή στην οποία χωροθετείται η υδρολογική λεκάνη απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά συμπεριλαμβάνεται στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού. Η λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού φυσικογεωγραφικά ανήκει στη Δυτική Στερεά Ελλάδα και διοικητικά υπάγεται στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Φωκίδας και Ευρυτανίας. Ο Εύηνος ποταμός πηγάζει από τον ορεινό όγκο των Βαρδουσίων ορών και εκβάλλει στις βόρειες ακτές του Πατραϊκού κόλπου. Ο χείμαρρος Κουρκουτάς είναι παραπόταμος του Εύηνου ποταμού και εκβάλλει στην κοίτη του. Η υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά οριοθετείται στο νοτιοδυτικό τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του Εύηνου ποταμού.

Βόρεια του ανωτέρου γεωγραφικού ορίου της λεκάνης του Κουρκουτά και σε οριζόντια απόσταση περίπου 10κμ. Βρίσκεται η λίμνη Τριχωνίδα. Νοτιοδυτικά του στομίου της λεκάνης και σε οριζόντια απόσταση περίπου 10κμ. Βρίσκεται η πόλη του Μεσολογγίου.



Εποπτικός χάρτης της γεωγραφικής θέσης της περιοχής μελέτης στο σύνολο της χώρας (Πηγή open geodata)



Γεωγραφική θέση λεκάνης απορροής Κουρκούτα στο Ν. Αιτωλοακαρνανίας

- Πόλεις και Χωριά Αιτωλοακαρνανίας
- ▭ Υδρολογική Λεκάνη Κουρκούτα
- ▭ Νομός Αιτωλοακαρνανίας

Χάρτης του Νομού Αιτωλοακαρνανίας που απεικονίζονται οι πόλεις και τα χωριά του νομού και η γεωγραφική θέση της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκούτα (Πηγή open geodata)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας και η επίτευξη συγκεκριμένων στόχων που είχαν τεθεί απαιτούσε μία συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία αποτελείται από τα παρακάτω στάδια :

- Χωρική αποτύπωση της γεωγραφικής θέσης της περιοχής έρευνας σε σχέση με το γεωγραφικό χώρο της Χώρας
- Σωστή χωρική αποτύπωση (γεωαναφορά) των τοπογραφικών χαρτών 1 : 50000 στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987.
- Ψηφιοποίηση των ορίων της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά(με τη βοήθεια των ισουψών καμπυλών ισοδιάστασης 20μ των τοπογραφικών χαρτών) στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987.
- Ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου (όπως αυτό αποτυπώνεται στους τοπογραφικούς χάρτες) του χειμάρρου Κουρκουτά στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987.
- Ταξινόμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά το σύστημα κατάταξης του Strahler σε τάξεις και εισαγωγή στη βάση δεδομένων του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών ArcGiS
- Ψηφιοποίηση των ισουψών γραμμών (σε ισοδιάσταση 20μ.), όπως αυτό αποτυπώνεται στους τοπογραφικούς χάρτες του χειμάρρου Κουρκουτά στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987, και εισαγωγή της αντίστοιχης πληροφορίας στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGiS
- Δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά από τις ισουψείς καμπύλες στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987 και σε μορφή TIN.
- Μετατροπή του ψηφιακού μοντέλου σε μορφή TIN σε μορφή Raster με μέγεθος εικονοστοιχείου 30μ.
- Εξαγωγή των κλίσεων από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους σε μορφή Raster με μέγεθος εικονοστοιχείου 30μ.
- Εφαρμογή του πρώτου νόμου της υδρογραφικής σύνθεσης του Horton (Τάξης των κλάδων) στο υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά
- Εφαρμογή του δεύτερου νόμου της υδρογραφικής σύνθεσης του Horton (Μήκους των κλάδων) στις λεκάνες απορροής αντίστοιχης τάξης του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά
- Ψηφιοποίηση των λεκανών απορροής των ρεμάτων 1^{ης} τάξης στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987, και εισαγωγή της αντίστοιχης πληροφορίας στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGiS
- Ψηφιοποίηση των λεκανών απορροής των ρεμάτων 2^{ης} τάξης στο Εθνικό Γεωδαιτικό

- Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987, και εισαγωγή της αντίστοιχης πληροφορίας στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGiS
- Ψηφιοποίηση των λεκανών απορροής των ρεμάτων 3^{ης} τάξης στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987, και εισαγωγή της αντίστοιχης πληροφορίας στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGiS
 - Ψηφιοποίηση των λεκανών απορροής των ρεμάτων 4^{ης} τάξης στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987, και εισαγωγή της αντίστοιχης πληροφορίας στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGiS
 - Ψηφιοποίηση της λεκάνης απορροής 5^{ης} τάξης στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987, και εισαγωγή της αντίστοιχης πληροφορίας στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGiS
 - Εφαρμογή του τρίτου νόμου της υδρογραφικής σύνθεσης του Horton (Εμβαδού των λεκανών απορροής) στις λεκάνες απορροής αντίστοιχης τάξης του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά
 - Σωστή χωρική αποτύπωση (γεωαναφορά) των γεωλογικών και σεισμοτεκτονικών χαρτών 1 : 50000 στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς EGSA 1987.
 - Χωρική Συσχέτιση των γεωλογικών σχηματισμών με τη χωρική κατανομή των λεκανών απορροής αντίστοιχης τάξης του υδρογραφικού δικτύου.
 - Εξαγωγή θεματικών χαρτών των μορφομετρικών παραμέτρων των λεκανών απορροής αντίστοιχης τάξης για την εποπτική και καλύτερη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και της πληροφορίας
 - Εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη μορφή και τη διαδικασία δημιουργίας του υδρογραφικού δικτύου

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι

1. Δύο τοπογραφικοί χάρτες της περιοχής μελέτης. Ο πρώτος είναι του Ευηνοχωρίου και ο δεύτερος του Μεσολογγίου. Και οι δύο έχουν κλίμακα 1 : 50000. Ο καθένας από αυτούς περιλαμβάνει πρωτογενή θεματική πληροφορία αναφορικά με το ανάγλυφο, το υψόμετρο, το υδρογραφικό δίκτυο, χαρακτηριστικά σημεία και τοποθεσίες, οι οποίες και αξιοποιήθηκαν για την είσοδο τους στο λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών καθώς και για την παραγωγή δευτερογενούς πληροφορίας.
2. Δύο Γεωλογικοί χάρτες της περιοχής μελέτης. Ο πρώτος είναι του Ευηνοχωρίου και ο δεύτερος του Μεσολογγίου. Και οι δύο έχουν κλίμακα 1 : 50000. Ο καθένας από αυτούς περιλαμβάνει πρωτογενή θεματική πληροφορία αναφορικά με τη γεωλογία της περιοχής καθώς και την τεκτονική, οι οποίες και αξιοποιήθηκαν για την είσοδο τους στο λογισμικό

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ

Η ποσοτική γεωμορφολογική έρευνα του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά έγινε με τη χρήση και αξιοποίηση του λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ArcGIS. Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιήθηκε για την εισαγωγή, μορφοποίηση, διαχείριση, ανάλυση και εξαγωγή των δεδομένων και των πληροφοριών. Χρησιμοποιήθηκαν, επίσης, εντολές γεωεπεξεργασίας και χωρικής ανάλυσης. Χρησιμοποιήθηκε, επίσης, και το λογισμικό Excel του Microsoft Office για τη διαμόρφωση και εξαγωγή συγκεκριμένων πινάκων και διαγραμμάτων.

Γεωαναφορά ψηφιδωτών αρχείων (raster) δεδομένων

Το προβολικό σύστημα στο οποίο έγινε η απεικόνιση των δεδομένων είναι η εγκάρσια μερκατορική προβολή που έχει σα γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (Ε.Γ.Σ.Α. 87) με ελλειψοειδές αναφοράς το GRS 1980. Τα χαρακτηριστικά του προβολικού αυτού συστήματος είναι τα παρακάτω :

κεντρικός μεσημβρινός	$\lambda = 24^{\circ} \text{A}''$
συντελεστής κλίμακας	$\kappa = 0.9996$
πλάτος αναφοράς	$\varphi = 00^{\circ} 00' 00''$
προσθετική σταθερά στο X	$X = 500000.00 \text{ μ.}$
προσθετική σταθερά στο Ψ	$\Psi = 000.00 \text{ μ}$

Έχουμε πρωτογενή δεδομένα, τους τοπογραφικούς χάρτες Ευηνοχωρίου και Μεσολογγίου κλίμακας 1 : 50000, τα οποία όμως δεν έχουν σωστή χωρική αποτύπωση στο σύστημα γεωαναφοράς ΕΓΣΑ 1987.

Το σύστημα συντεταγμένων των παραπάνω χαρτών ήταν το HATT το οποίο χρησιμοποιεί για συντεταγμένες Lat / Long (Γεωγραφικό μήκος / Γεωγραφικό πλάτος), που ήταν διαφορετικό από το σύστημα ΕΓΣΑ 1987.

Γι αυτό έπρεπε να γίνει αναγωγή του προβολικού συστήματος HATT στο σύστημα ΕΓΣΑ 87.

Οι συντεταγμένες των άκρων του τοπογραφικού χάρτη Ευηνοχώριον 1 : 50000 στο σύστημα αναφοράς HATT φαίνονται στον πίνακα

Ευηνοχώριον	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος
Πάνω αριστερή γωνία	$38^{\circ} 30'$	$21^{\circ} 30^{\circ}$
Κάτω αριστερή γωνία	$38^{\circ} 15'$	$21^{\circ} 30^{\circ}$
Πάνω δεξιά γωνία	$38^{\circ} 30'$	$21^{\circ} 45'$

Κάτω δεξιά γωνία	38° 15'	21° 45'
-------------------------	---------	---------

Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό μετατροπής συντεταγμένων από το ένα σύστημα γεωαναφοράς (HATT) στο άλλο (ΕΓΣΑ 1987) Coord gr.

Στο συγκεκριμένο λογισμικό δίνεις σαν (input) τις συντεταγμένες των τεσσάρων γωνιών του κάθε ενός τοπογραφικού χάρτη στο σύστημα γεωαναφοράς HATT και σου αποδίδει σαν (output) τις συντεταγμένες των τεσσάρων γωνιών του κάθε ενός τοπογραφικού χάρτη στο σύστημα γεωαναφοράς ΕΓΣΑ 1987

Οι συντεταγμένες των άκρων του χάρτη Ενηνοχώριον 1 : 50000 στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87, όπως αυτές υπολογίστηκαν με το λογισμικό Coord Gr φαίνονται στον επόμενο πίνακα

Ενηνοχώριον	X	Y
Πάνω αριστερή γωνία	281780	4263850
Κάτω αριστερή γωνία	303585	4263287
Πάνω δεξιά γωνία	302908	4235542
Κάτω δεξιά γωνία	281028	4236104

Η ίδια διαδικασία εφαρμόστηκε και για τον υπολογισμό των συντεταγμένων στο σύστημα γεωαναφοράς ΕΓΣΑ 1987 του άλλου τοπογραφικού χάρτη. Οι συντεταγμένες των άκρων του χάρτη Μεσολόγγιον 1 : 50000 στο σύστημα αναφοράς HATT φαίνονται στον επόμενο πίνακα

Μεσολλόγιον	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό πλάτος
Πάνω αριστερή γωνία	38° 30'	21° 15'
Κάτω αριστερή γωνία	38° 15'	21° 15'
Πάνω δεξιά γωνία	38° 30'	21° 30'
Κάτω δεξιά γωνία	38° 15'	21° 30'

Οι συντεταγμένες των άκρων του χάρτη Μεσολόγγιον 1 : 50000 στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87 φαίνονται στον επόμενο πίνακα

Μεσολλόγιον	X	Y
Πάνω αριστερή γωνία	259974	4264473
Κάτω αριστερή γωνία	281780	4263850
Πάνω δεξιά γωνία	281028	4236104
Κάτω δεξιά γωνία	259147	4236725

Ξέροντας τώρα τις σωστές συντεταγμένες των ακρών των τοπογραφικών χαρτών 1 : 50000 στο σύστημα γεωαναφοράς ΕΓΣΑ 1987 έγινε γεωαναφορά του χάρτη στο σύστημα αυτό για τη σωστή χωρική αποτύπωση τους στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών ArcGIS. Αυτό έγινε με τη χρησιμοποίηση των παραπάνω σημείων ως σημεία αγκίστρωσης των τοπογραφικών χαρτών (**Control points**) και την εφαρμογή ενός πολυωνυμικού μετασχηματισμού 1^{ου} βαθμού από την Toolbar **Georeferencing** του ArcGIS. Έτσι τώρα οι τοπογραφικοί χάρτες της περιοχής έρευνας αποτυπώνονται στη σωστή χωρική τους θέση και τις σωστές συντεταγμένες στο σύστημα

γεωαναφοράς ΕΓΣΑ 1987. Επειδή οι τοπογραφικοί χάρτες αποτελούν βασική πηγή πρωτογενούς πληροφορίας, η σωστή χωρική αποτύπωση τους αποτελεί ικανή και αναγκαία συνθήκη για τη σωστή χωρική αποτύπωση και των δευτερογενών δεδομένων που προέρχονται από τα πρωτογενή.

Δευτερογενή δεδομένα που εξάγονται από τους τοπογραφικούς χάρτες

Από τους τοπογραφικούς χάρτες μπορεί να αποτυπωθεί, και να εισαχθεί στο ArcGIS το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής έρευνας του χειμάρρου Κουρκουτά.

Θεωρείται ότι το υδρογραφικό δίκτυο είναι σωστά αποτυπωμένο στους τοπογραφικούς χάρτες.

Το υδρογραφικό δίκτυο θα αποτυπωθεί και θα εισαχθεί στο ArcGIS σε διανυσματική μορφή (Vector). Η διαδικασία που αναπτύχθηκε είναι η ακόλουθη:

Ανοίγουμε την εφαρμογή ArcCatalog του ArcGIS και δημιουργούμε ένα φάκελο (Folder) για την εισαγωγή και αποθήκευση των χωρικών δεδομένων. Το φάκελο τον ονομάζουμε **Geomorfologiki Kourkoutas**.

Στη συνέχεια δημιουργούμε ένα διανυσματικό αρχείο σε μορφότυπο της ESRI **Shapefile**, με όνομα **Ydrografiko diktyo** στο οποίο εισάγονται η πληροφορία του Υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά. Το αρχείο αυτό έχει γεωμετρική μορφή **Γραμμή (Polyline)**. Η μορφή του γραμμικού αυτού αρχείου πρέπει να είναι σωστά τοπολογικά δομημένη. Πρέπει να αποτελείται από ακμές (Edges) και κόμβους (Nodes). Μία ακμή αποτελείται από την αρχή και την άκρη ενός ρέματος, ενώ ένας κόμβος εμφανίζεται εκεί που τέμνονται τρία ρέματα και περισσότερα. Κάθε διανυσματικό αρχείο συνοδεύεται και από μία βάση δεδομένων σε **μορφή dbf**, όπου εισάγεται μέσα της οποιαδήποτε πληροφορία επιθυμούμε και στην κατάλληλη μορφή.

Η εισαγωγή του γραμμικού αρχείου γίνεται ως εξής :

Ανοίγουμε την εφαρμογή ArcMap του ArcGis και από την επιλογή Add Data εισάγουμε το Shapefile **Ydrografiko diktyo**. Στη συνέχεια από την **Toolbar Editing** αρχίζουμε την ψηφιοποίηση όλων των ρεμάτων. Για να υπάρχει σωστή τοπολογία στο γραμμικό αρχείο ενεργοποιούμε την **εντολή Snap** για να γίνεται η σωστή αγκίστρωση κάθε νέου ρέματος στον αντίστοιχο κόμβο.

Μετά την εισαγωγή του Υδρογραφικού δικτύου στο ArcGIS το γραμμικό αυτό αρχείο αποτελείται από ακμές και από κόμβους.

Στη συνέχεια ο υδροκρίτης θα αποτυπωθεί και θα εισαχθεί στο ArcGIS σε διανυσματική μορφή (Vector). Η διαδικασία που αναπτύχθηκε είναι η ακόλουθη :

Ανοίγουμε την εφαρμογή ArcCatalog του ArcGIS και δημιουργούμε ένα διανυσματικό αρχείο σε μορφότυπο της ESRI **Shapefile**, με όνομα **Ydrokritis** στο οποίο εισάγονται η πληροφορία του Υδροκρίτη του χειμάρρου Κουρκουτά, και το οποίο αποθηκεύουμε στο φάκελο που ονομάσαμε

Geomorfologiki Kourkoutas. Το αρχείο αυτό έχει γεωμετρική μορφή **Πολύγωνο (Polygon)**. Κάθε διανυσματικό αρχείο συνοδεύεται και από μία βάση δεδομένων σε **μορφή dbf**, όπου εισάγεται μέσα της οποιαδήποτε πληροφορία επιθυμούμε και στην κατάλληλη μορφή.

Η εισαγωγή του πολυγωνικού αρχείου γίνεται ως εξής :

Ανοίγουμε την εφαρμογή ArcMap του ArcGis και από την επιλογή Add Data εισάγουμε το Shapefile **Ydrokritis**. Στη συνέχεια από την **Toolbar Editing** αρχίζουμε την ψηφιοποίηση του Υδροκρίτη. Για να κλείσει σωστά το πολύγωνο, όταν τελειώσει η ψηφιοποίηση ενεργοποιούμε την επιλογή **Snap to Vertex**.

Στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν οι ισουψείς καμπύλες ισοδιάστασης 20μ. για την περιοχή μελέτης για τη δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους (Ψ.Μ.Ε.). Οι καμπύλες αυτές αποτυπώνονται πάνω στους τοπογραφικούς χάρτες 1 : 50000. Δημιουργήθηκε ένα **γραμμικό αρχείο (Polyline)**, μέσα από το ArcCatalog με όνομα Contours και το οποίο αποθηκεύτηκε στο φάκελο Geomorfologiki Kourkoutas. Με τον όρο ψηφιακό μοντέλο εδάφους εννοούμε ένα σύνολο σημείων της φυσικής επιφάνειας της γης, των οποίων οι συντεταγμένες x,y,z προσδιορίζονται με μετρήσεις και ένα σύνολο υπολογιστικών κανόνων, οι οποίοι μας επιτρέπουν να πάρουμε από τα αποθηκευμένα στις μνήμες ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, πρόσθετα στοιχεία και πληροφορίες όπως λ.χ. το υψόμετρο Z ενός τυχόντος σημείου P του εδάφους όταν δοθούν οι οριζόντιες συντεταγμένες του. Στη βάση δεδομένων dbf του συγκεκριμένου αρχείου δημιουργήθηκε ένα πεδίο, μέσα από το ArcCatalog με όνομα **Height**, όπου εισάγεται η πληροφορία του υψομέτρου κάθε ισουψούς.

Έτσι μπορεί να ειπωθεί ότι το ψηφιακό μοντέλο εδάφους είναι ένα σύστημα που περιγράφει το ανάγλυφο ενός τμήματος της φυσικής επιφάνειας της γης σε μαθηματική μορφή κατάλληλη για την επεξεργασία του με ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Στην παρούσα μελέτη η μέθοδος παρεμβολής που εφαρμόστηκε ήταν αυτή του «Δικτύου Ακανόνιστων Τριγώνων» (Triangular Irregular Network : TIN). Η επιλογή αυτής της μεθόδου έγινε γιατί τα αρχικά δεδομένα αποτελούνταν από χωροσταθμικές καμπύλες ισοδιάστασης 20μ . Η εντολή του λογισμικού ArcGIS που χρησιμοποιήθηκε ήταν **“Create TIN ” από τη μπάρα εργαλείων 3d Analyst**. Δημιουργήθηκε ένα αρχείο TIN με όνομα **«Elevation_TIN»**. Στη συνέχεια επιλέχθηκε η εντολή **Edit TIN** κατά την εφαρμογή της οποίας εισάγεται η υψομετρική πληροφορία μέσα από το πεδίο **Height** του γραμμικού αρχείου **Contours**.

Σε αυτή τη μέθοδο παρεμβολής σε δίκτυο τριγώνων, κατά την οποία τα σημεία στήριξης βρίσκονται στις κορυφές τριγώνων, εκτελείται γραμμική παρεμβολή μέσα σε κάθε τρίγωνο.

Στη συνέχεια μετατράπηκε το Ψηφιακό μοντέλο εδάφους της περιοχής TIN σε μορφή Raster με χωρική ανάλυση (μέγεθος εικονοστοιχείου) 30μ. Αυτό έγινε με την εντολή **Convert TIN to Raster** μέσα από τη γραμμή εργαλείων **3d Analyst**.

Έχουμε ήδη ψηφιοποιήσει το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής και το έχουμε ονοματίσει Ydrografiko diktyo. Στη συνέχεια πρέπει να εισάγουμε στη βάση δεδομένων dbf του αρχείου πληροφορία σχετικά με την τάξη στην οποία ανήκει το κάθε ρέμα, σύμφωνα με το σύστημα κατάταξης Strahler. Δημιουργούμε μέσα από το ArcCatalog ένα πεδίο με όνομα **Taxi_Rematos** και σε μορφή δεδομένων **Integer**, όπου εισάγεται η τάξη κάθε ρέματος.

Με βάση το χωρικά αποτυπωμένο σε τάξεις υδρογραφικό δίκτυο πρέπει να ψηφιοποιήσουμε τις λεκάνες απορροής που αντιστοιχούν σε κάθε τάξη ρέματος. Ανοίγουμε το ArcCatalog και δημιουργούμε πέντε (5) πολυγωνικά αρχεία (Polygon), τα οποία αποθηκεύονται στο φάκελο Geomorfologiki Kourkoutas και το κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί σε λεκάνη απορροής αντίστοιχης τάξης. Δημιουργήθηκαν τα επόμενα αρχεία shapefile :

Lekanes_aporrois_1_taxis

Lekanes_aporrois_2_taxis

Lekanes_aporrois_3_taxis

Lekanes_aporrois_4_taxis

Lekanes_aporrois_5_taxis

Σε κάθε ένα από αυτά τα αρχεία δημιουργούμε, μέσα στο ArcCatalog, ένα πεδίο με όνομα **Taxi_Lekanis** και σε μορφή δεδομένων **Integer**.

Για την ψηφιοποίηση των λεκανών απορροής αντίστοιχης τάξης υποβοηθητικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι το υδρογραφικό δίκτυο αντίστοιχης τάξης και οι υψουψείς καμπύλες.

Για την ψηφιοποίηση των ρηγμάτων και των γεωλογικών σχηματισμών χρησιμοποιήθηκαν σαν υπόβαθρα οι γεωλογικοί χάρτες του ΓΓΜΕ.

Δημιουργήθηκαν τα παρακάτω shapefiles

Ρήγμα πιθανό είναι shapefile polyline και ψηφιοποιήθηκαν τα πιθανά ρήγματα

Ρήγμα ορατό είναι shapefile polyline και ψηφιοποιήθηκαν τα ορατά ρήγματα

Γεωλογικοί σχηματισμοί shapefile polygon και ψηφιοποιήθηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί που βρίσκονται εντός της περιοχής μελέτης. Στη βάση δεδομένων υπάρχει ένα πεδίο όπου εισάγεται η λιθολογία του κάθε πετρώματος.

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Οι συνθήκες ροής των υδρογραφικών δικτύων ρυθμίζονται από ορισμένους παράγοντες, όπως τη λιθολογία, την τεκτονική, τις κλίσεις του γήινου αναγλύφου, το κλίμα κ.α. Η εξέλιξη ενός υδρογραφικού επομένως επηρεάζεται από τη μεταβολή ενός ή περισσότερων από του παράγοντες αυτούς. (Βουβαλίδης Κ, Γάκης Α, Βαβλιάκης Ε, Ψιλοβίκος Α 2003)

Η **ποσοτική ανάλυση** ενός υδρογραφικού δικτύου καθορίζει κάποια σχέση μεταξύ των κλάδων του. Η παρατήρηση ύπαρξης μεγάλων κεντρικών κλάδων, μικρότερων δευτερευόντων και ακόμα μικρότερων πρωτευόντων οδήγησε στη διατύπωση μιας ποσοτικής έκφρασης της ανάπτυξης ενός υδρογραφικού δικτύου με την μορφή αρίθμησης των κλάδων του. Τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά μιας λεκάνης διακρίνονται σε γεωμετρικά (σχήμα, μέγεθος, ανάγλυφο, υψόμετρα, κλίσεις, κ.α.) σε χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου (ταξινόμηση, γεωμετρία, πυκνότητα, συχνότητα, κ.α.) και σε χαρακτηριστικά όπως η γεωγραφική θέση, η κατηγορία του εδάφους, η διηθητικότητα του κ.α. Σκοπός της ανάλυσης των υδρογραφικών δικτύων δεν είναι μόνο η έκφραση των χαρακτηριστικών της δομής του, αλλά ο προσδιορισμός των επιπτώσεων των περιβαλλοντικών παραγόντων σε ένα ποτάμιο σύστημα, και η χρήση αυτής για την πρόβλεψη της εξέλιξης των δικτύων, καθώς και για τον προσδιορισμό της υδρολογικής συμπεριφοράς των λεκανών απορροής. (Κατσάνου Κ. 2007, Μανδηλαράς Δ 2005).

Η ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά προϋποθέτει τη μέτρηση και τον υπολογισμό μορφομετρικών παραμέτρων και δεικτών των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου και των λεκανών απορροής που αντιστοιχούν σε αυτούς τους κλάδους, τη στατιστική τους επεξεργασία και τον προσδιορισμό των θετικών ή αρνητικών αποκλίσεων τους από τις τιμές που αντιπροσωπεύουν οι ιδανικές συνθήκες.

ΚΛΙΜΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Για την αναφορά συγκεκριμένων κλιματικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε σαν πηγή η μελέτη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών με τίτλο «Κλίμα και δασική βλάστηση της Ελλάδας (Γκουβάς, 2011). Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα κλιματικά δεδομένα 515 μετεωρολογικών σταθμών από όλη την Ελλάδα. Από το σύνολο των 515 σταθμών, οι 341 ήταν βροχομετρικοί. Από τους υπόλοιπους 174 σταθμούς, που διέθεταν και δεδομένα θερμοκρασίας αέρα, στους 159 ήταν γνωστές οι τιμές της μέσης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας και στους 15 μόνο η μέση μηνιαία θερμοκρασία.

Για τους 341 σταθμούς, που δεν διέθεταν μετρήσεις θερμοκρασίας ή, σπανιότερα, όταν οι μετρήσεις θερμοκρασίας κάποιων σταθμών βρέθηκαν εσφαλμένες, εκτιμήθηκαν οι μηνιαίες και

ετήσιες τιμές της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα μέσω των εξισώσεων παλινδρόμησης των (Γκουβά και Σακελλαρίου, 2002).



Χάρτης αποτύπωσης των μετεωρολογικών σταθμών (από τους οποίους αντλήθηκαν τα κλιματικά δεδομένα) σε σχέση με τη λεκάνη απορροής χειμάρρου Κουρκούτα (Πηγή Υπόβαθρο ορθοφωτογραφιών ΕΚΧΑ)

Χρησιμοποιήθηκαν για άντληση δεδομένων οι πλησιέστεροι μετεωρολογικοί σταθμοί προς την περιοχή της μελέτης. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες των συγκεκριμένων σταθμών δίνεται στον επόμενο πίνακα.

Σταθμός	Γεωγραφικό μήκος	Γεωγραφικό Πλάτους	X	Ψ	Υψόμετρο
Μεσολόγγι	21° 26'	38° 22'	275330	4249707	5μ
Πλάτανος	21° 47'	38° 36'	306527	4274430	900μ

Όπως συνάγεται από την προαναφερθείσα βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκαν κλιματικά δεδομένα που καταλαμβάνουν τη χρονική περίοδο 1935 – 2000.

Στον πίνακα δίνονται τα κυριότερα κλιματολογικά δεδομένα των πλησιέστερων μετεωρολογικών σταθμών της υδρολογικής λεκάνης του Κουρκουτά (Γκουβάς, 2011). Αναλυτικότερα, ο συμβολισμός και η έννοια κλιματολογικών μεταβλητών έχουν ως εξής:

T_ψ	Μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (°C)
m	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (°C)
T_θ	Μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (°C)
M	Μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (°C)
T_{αν}	Μέση ετήσια θερμοκρασία (°C)
T_α	Μέση θερμοκρασία του τετραμήνου Μαΐου -Αυγούστου (°C)
NT10	Αριθμός μηνών με μέση θερμοκρασία > 10°C
NT20	Αριθμός μηνών με μέση θερμοκρασία > 20°C
P_{αν}	Μέσο ετήσιο ύψος υετού (mm)
P_α	Μέσο ύψος υετού του Τετραμήνου Μαΐου -Αυγούστου (mm)
N_x	Αριθμός μηνών με μέσο ύψος υετού μικρότερο (αριθμητικά) από το διπλάσιο της μέσης θερμοκρασίας τους (P<2T)

Σταθμός	T _ψ (C)	M (C)	T _θ (C)	M (C)	T _{αν} (C)	T _α (C)
Μεσολόγγι	9.6	5.7	25.8	31.4	17.3	23.4

Πλάτανος	4.1	0.5	21.9	27.3	12.5	19.1
----------	-----	-----	------	------	------	------

Σταθμός	NT10	NT20	Pan (mm)	Pa (mm)	N _χ
Μεσολόγγι	11	4	793	67	5
Πλάτανος	7	2	1611	173	2

Έγινε εκτίμηση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας των προαναφερθέντων μετεωρολογικών σταθμών (Μεσολόγγι, Πλάτανος) μέσω κάποιων εξισώσεων γραμμικής παλινδρόμησης και με ανεξάρτητες μεταβλητές τα ζεύγη τιμών - Tan, Tθ και Tψ (Γκουβάς Σακελλαρίου, 2002)

Οι εξισώσεις παλινδρόμησης που υπολογίζουν τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των σταθμών δίνονται στη συνέχεια :

Εξίσωση $T=a+b*T_{an}+c*(T_{\theta}-T_{\psi})$

Όπου

T_{an} Μέση ετήσια θερμοκρασία (°C)

T_θ Μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (°C)

T_ψ Μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (°C)

Οι συντελεστές a, b και c δίνονται στον επόμενο πίνακα :

Εξίσωση $T=a+b*T_{an}+c*(T_{\theta}-T_{\psi})$					
	a	b	c	R²	S
ΙΑΝ	1,7	0,95	-0,56	0,99	0,65
ΦΕΒ	-0,4	1,02	-0,44	0,99	0,80
ΜΑΡ	-1,9	1,07	-0,22	0,98	1,13
ΑΠΡ	-3,4	1,07	0,08	0,97	1,36
ΜΑΙ	-2,4	1,03	0,29	0,97	1,23
ΙΟΥΝ	-0,6	0,98	0,41	0,98	0,95
ΙΟΥΛ	1,2	0,95	0,45	0,99	0,72
ΑΥΓ	1,7	0,96	0,40	0,98	0,90
ΣΕΠ	1,5	1,00	0,24	0,99	0,80
ΟΚΤ	0,5	1,01	0,03	0,98	0,98
ΝΟΕ	1,0	1,00	-0,25	0,98	1,12
ΔΕΚ	1,7	0,95	-0,46	0,99	1,00

R2 Συντελεστής προσδιορισμού

S Τυπικό σφάλμα εκτίμησης

Εφαρμόζοντας τις εξισώσεις παλινδρόμησης για τους δύο μετεωρολογικούς σταθμούς παίρνουμε τους επόμενους πίνακες. **Μέση μηνιαία θερμοκρασία**

Μήνας	Μεσολόγγι (Τ)	Πλάτανος (Τ)
Ιανουάριος	9.1	3.6
Φεβρουάριος	10.1	4.5
Μάρτιος	13	7.6
Απρίλιος	16.4	11.4
Μάιος	20.1	15.6
Ιούνιος	23	18.9
Ιούλιος	24.9	21.1
Αύγουστος	24.8	20.8
Σεπτέμβριος	22.7	18.3
Οκτώβριος	18.5	13.4
Νοέμβριος	14.2	9.1
Δεκέμβριος	10.7	7.9

Για το ύψος του νετού της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικές αναφορές συγκεκριμένης μελέτης (Γκουβάς, 2011).

Οι μεταβλητές που έχουν σχέση με τον νετό της περιοχής μελέτης αναφέρονται στη συνέχεια :

Pan Μέσο ετήσιο ύψος νετού (mm)

Pa Μέσο ύψος νετού του Τετραμήνου Μαΐου -Αυγούστου (mm)

Nx Αριθμός μηνών με μέσο ύψος νετού μικρότερο (αριθμητικά) από το διπλάσιο της μέσης θερμοκρασίας τους ($P < 2T$)

Για τους μετεωρολογικούς σταθμούς της περιοχής μελέτης οι τιμές αυτών των μεταβλητών παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα :

Σταθμός	Pan (mm)	Pa (mm)	Nx (μήνες)
Μεσολόγγι	793	67	5
Πλάτανος	1611	173	2

ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής χαρακτηρίζεται από ένα πολυσχιδές ανάγλυφο από λόφους κυρίως ΒΒΔ – ΝΝΑ διεύθυνσης με υψόμετρα από 50 έως 900 μ.

Η περιοχή γεωμορφολογικά διανύει το στάδιο ωριμότητας και χαρακτηρίζεται ημιορεινή - λοφώδης που βαθμιαία καταλήγει στην θάλασσα, με μέσο υψόμετρο 510m και κλίση αναγλύφου της τάξης του 20 %.

Το κύριο ρέμα Κουρκουτάς με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ και ανατολικά δύο μικρότερες υπολεκάνες (Καβαδόρεμα), αποστραγγίζουν προς τα νότια την ευρύτερη λεκάνη απορροής στον κύριο συλλέκτη των όμβριων υδάτων Εύηνο ποταμό, ο οποίος εκβάλλει στον Πατραϊκό κόλπο.

Στην περιοχή μελέτης ο συσχετισμός μεταξύ της γεωμορφολογίας εδάφους, του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής και των τεκτονικών συνθηκών και γεωλογικών σχηματισμών που έχουν επικρατήσει κατά το γεωλογικό παρελθόν είναι προφανής (ΙΓΜΕ 1989, Σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 500000)

Παρ' όλα αυτά η ανάλυση για την εξέλιξη των υδρογραφικών δικτύων και ο προσδιορισμός της μορφής τους, η οποία οφείλεται σε τοπικές κλιματολογικές, γεωλογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες στηρίζεται στην απευθείας παρατήρηση, στην εξαγωγή συμπερασμάτων από την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου και σε θεωρητικά μοντέλα προσομοίωσης.

Γενικότερα, η κλιμακωτή μορφή υδρογραφικού δικτύου αποτελεί ένδειξη της ύπαρξης απότομης κλίσης πετρωμάτων και ισχυρής γεωλογικής δομής, που οφείλεται στην παρουσία πτυχωμένων πετρωμάτων, ενώ η παράλληλη μορφή αναπτύσσεται εκεί όπου υπάρχει απότομη κλίση πετρωμάτων και η οποία επιβάλλει μία επιλεκτική κατεύθυνση του υδρογραφικού πεδίου σε χαρακτηριστικές συγκλινικές και αντικλινικές δομές από την πλευρική συμπίεσή τους εξαιτίας της πτυχογόνου τεκτονικής (ΙΓΜΕ 1989, Σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 500000, ΙΓΜΕ 1989, Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 50000 Φύλλο Μεσολόγγιον , ΙΓΜΕ 1989 Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 50000. Φύλλο Ευηνοχώριον).

Όταν μια ηπειρωτική σύγκρουση αρχίζει να συμβαίνει, τότε τα οριζόντια στρώματα που αποτέθηκαν στα μέχρι πρόσφατα ανενεργά ηπειρωτικά περιθώρια, αρχίζουν να συμπιέζονται. Αποτέλεσμα αυτής της πίεσης είναι η δημιουργία πτυχών. Αν επικρατούν εφελκυστικές δυνάμεις σε ένα ευρύτερο πεδίο τάσεων, τότε η επιφάνεια του στερεού φλοιού τείνει να εκταθεί. Η περιορισμένη πλαστικότητα της έχει ως αποτέλεσμα την ρηγμάτωσή της και την δημιουργία κανονικών ρηγμάτων τα οποία βυθίζουν τις κεντρικές περιοχές δημιουργώντας τεκτονικές τάφρους (grabens). Παράλληλα οι ενδιάμεσες εξάρσεις της χερσαίας μάζας δημιουργούν τα τεκτονικά κέρατα (horsts).

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή μελέτης σύμφωνα και με το Γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ είναι:

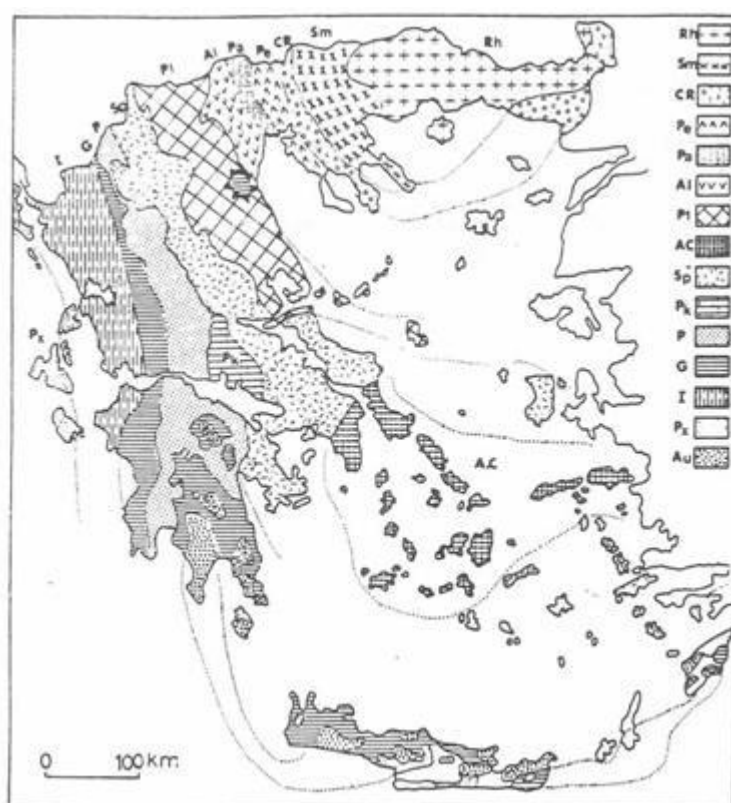
Pt: Καστανόχρωμες ποταμοχερσαίες αποθέσεις (Πλειστοκαίνου): κροκαλοπαγή του φλύσχη μη συνεκτικά και λεπτομερή καστανόχρωμα υλικά που αναπτύσσονται κοντά στο φλυσχικό υπόβαθρο
Φλύσχη Ζώνης Γαβρόβου:

ft.st: λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες: που εναλλάσσονται με λεπτόκοκκους, χονδρόκοκκους συνεκτικούς ψαμμίτες και λεπτές ενστρώσεις αργιλικών σχιστολίθων και κροκαλοπαγών.

ft.sh: αργιλικοί σχιστόλιθοι: γκρί έως υποπράσινου χρώματος, που φέρουν εναλλασσόμενες ενστρώσεις πηλινών, μαργαϊκών ιλυολίθων, ιλυολιθικών ψαμμιτών και λεπτόκοκκων ψαμμιτών.

Αναλυτικότερα, η ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος **γεωτεκτονικά** υπάγεται στις εξωτερικές Ελληνίδες και συγκεκριμένα στην **Ζώνη Γαβρόβου**, η οποία θεωρείται τμήμα ενός υβώματος, δηλαδή μιας εκτενούς υποθαλάσσιας περιοχής όπου ελάμβανε χώρα συνεχής και κατά κύριο λόγο νηριτική και υφαλογόνα ιζηματογένεση με ασβεστόλιθους και δολομίτες. Το ύβωμα αυτό χώριζε τον ωκεανό της Πίνδου από την αύλακα της Ιονίου. Με τις σύγχρονες αντιλήψεις θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει μια αλπική ηπειρωτική πλατφόρμα με νηριτική ιζηματογένεση (Παπανικολάου Δ. 1986).

Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής καλύπτεται από ιζήματα φλύσχη μεγάλου πάχους (έως και 5 km) που υπέρκεινται των ασβεστολίθων της ζώνης Γαβρόβου.

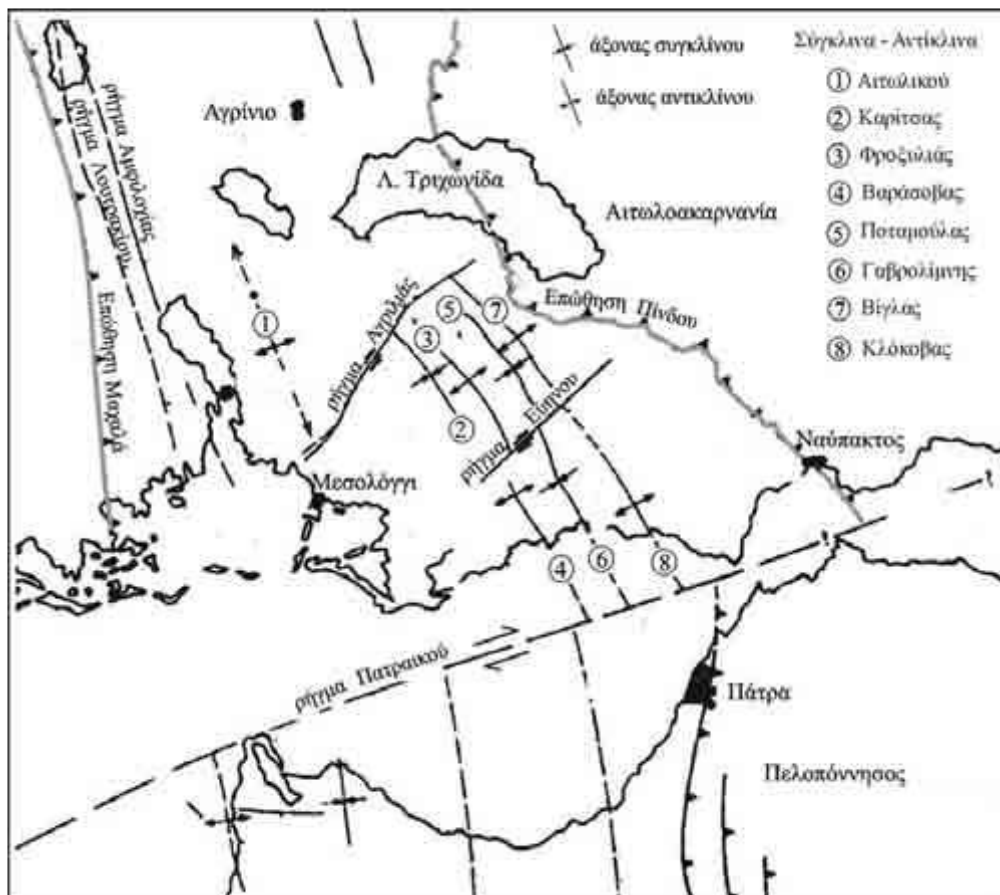


Γεωτεκτονικές ενότητες Ελλάδας
(I=Ιόνιος ζώνη, G= ζώνη Γαβρόβου, P=Ζώνη Πίνδου)

Στο ανατολικό τμήμα της ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος, το κάλυμμα της Ζώνης Πίνδου επωθείται στα ιζήματα του φλύσχη. Η δομή που δίνεται μέσα από τον γεωλογικό χάρτη

όσον αφορά τα ιζήματα του φλύσχη, παραπέμπει σε παραμόρφωση που χαρακτηρίζεται κατά κύριο λόγο από πτυχές και λιγότερο από ρηξιγενή τεκτονική. Οι παραπάνω πτυχές έχουν διεύθυνση αξόνων ΒΒΔ – ΝΝΑ έως ΒΔ – ΝΑ και ροπή των αξονικών επιπέδων προς τα δυτικά. Δύο ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης τέμνουν και μετατοπίζουν τις παραπάνω πτυχές. Η διεύθυνση τους είναι ΒΑ – ΝΔ και χαρακτηρίζονται από δεξιόστροφη μετατόπιση και από πτώση του νοτίου μέρους τους. Παρατηρούμε ότι το ρήγμα του Εύηνου μετατοπίζει τους άξονες των παραπάνω πτυχών (Γεωτεκτονικός χάρτης της Ελλάδος, Μιγκίρος 1991)

Μία από τις κυριότερες πτυχές του φλύσχη στην περιοχή μελέτης, είναι το σύγκλινο Καρίτσας το οποίο απεικονίζεται και στον γεωλογικό χάρτη της περιοχής μελέτης, παρουσιάζοντας μέγιστη έξαρση αναγλύφου στη «Μακρυά Ράχη», δημιουργώντας ένα τυπικό τεκτονικό παράθυρο της Ζώνης Γαβρόβου (ΙΓΜΕ, 1989, Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 50000. Φύλλο Ευηνοχώριον)



Τεκτονικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής (κατά BP, 1971)

Οι τεκτονικές δομές που έχουν διαμορφώσει το σημερινό γεωμορφολογικό ανάγλυφο και κατ' επέκταση υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής ενδιαφέροντος συνοπτικά αναφέρονται ως εξής:

Οι πτυχές όπου παρατηρούνται, παρουσιάζουν παράλληλη διεύθυνση με τα ανάστροφα ρήγματα και αποτελούν συνοδευτικές δομές οι οποίες σχετίζονται άμεσα με τις ζώνες των

ανάστροφον ρηγμάτων.

Το ύψωμα (Μακρυράχη) παρουσιάζει ΒΔ – ΝΑ έως ΒΒΔ – ΝΝΑ διεύθυνση και αποτελεί συγκλινική πτυχή, η οποία αποτυπώνεται ως τεκτονικό παράθυρο, που δομείται κυρίως από φλύσχη ψαμμιτικής φάσης και αποτελεί το βασικό κορμό της περιοχής αυτής. Το ύψωμα αυτό απεικονίζεται στο γεωλογικό χάρτη της περιοχής μελέτης σαν μία νησίδα λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτη που περιβάλλεται από αργιλικό σχιστόλιθο.

Κανονικά ρήγματα, όπως και ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης τέμνουν τις παραπάνω συμπίεστικές δομές διαμορφώνοντας το τελικό ανάγλυφο της περιοχής.

Ανάστροφο ρήγμα διέρχεται από την δυτική πλαγιά του υψώματος «Μακρυράχη» και έχει ΒΔ – ΝΑ διεύθυνση και κλίση προς ΒΑ. Ανάστροφα ρήγματα ΒΔ – ΝΑ έως ΒΒΔ – ΝΝΑ διεύθυνσης με κλίση προς ΒΑ έως ΑΒΑ είναι οι κύριες συμπίεστικές δομές και ελέγχουν το μορφολογικό ανάγλυφο της ευρύτερης περιοχής. Σε αρκετές θέσεις κατά μήκος της επώθησης τα στρώματα του φλύσχη παρουσιάζονται έντονα παραμορφωμένα από μικροπτυχώσεις και παρουσιάζουν μεγάλες κλίσεις (Τεκτονικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής (κατά BP, 1971)

Η περιοχή που αντιστοιχεί στη βάση της επώθησης, (η περιοχή κατά μήκος του άξονα Καρίτσας - Αγίου Γεωργίου) είναι χαμηλού αναγλύφου και επικρατεί φλύσξης αργιλικής φάσης. Τα στρώματα του φλύσχη στο μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής αυτής κλίνουν προς τα ανατολικά με μικρές κλίσεις ενώ σε αρκετές θέσεις στη βάση της επώθησης παρατηρούνται μικρά ασύμμετρα σύγκλινα που σε ορισμένες περιπτώσεις χαρακτηρίζονται από ανεστραμμένο ανατολικό σκέλος.

Σε αρκετές θέσεις στα σκέλη των συγκλίνων και αντικλίνων, τα στρώματα αποκτούν μεγάλες κλίσεις έως και 70° ή ακόμη εμφανίζονται και ανεστραμμένα.

Στο ανατολικό όριο της κορυφογραμμής της λεκάνης απορροής που εξετάζουμε παρατηρούμε την παρουσία ενός αντικλίνου με αντικλινικό άξονα διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ (Τεκτονικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής (κατά BP, 1971)

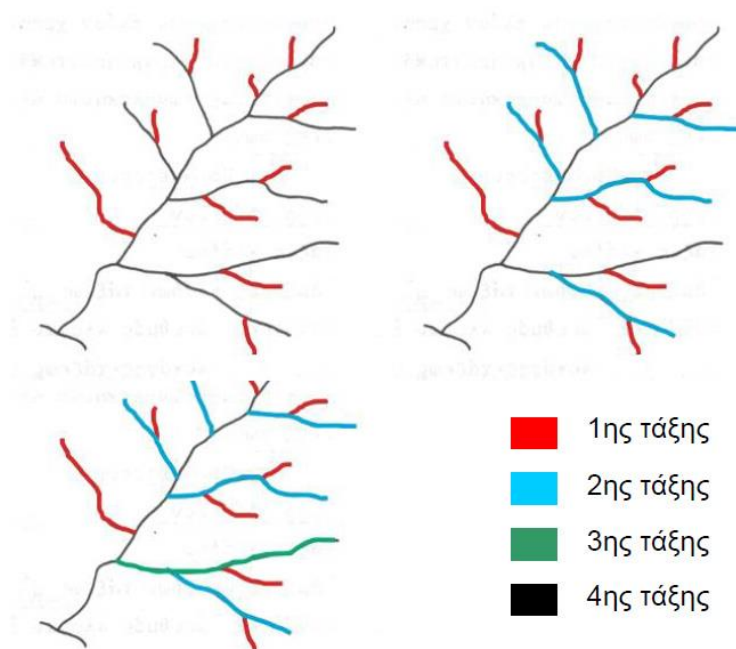
ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΙΘΜΗΣΗΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Για την ποσοτική ανάλυση ενός υδρογραφικού δικτύου πρέπει να καθορίσουμε αρχικά μία σχέση μεταξύ των κλάδων του, που να βασίζεται τόσο στη διαφορά μεγέθους μεταξύ των κλάδων, όσο και στη θέση του κάθε κλάδου ως προς τους υπολοίπους. Έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι ταξινόμησης από τους επιστήμονες. Οι γνωστότεροι και συνήθως χρησιμοποιούμενοι είναι των Horton (1945), Strahler (1952), ο Scheidegger (1965) και Sheve (1967). Παρακάτω θα εξετασθούν αυτοί οι τρόποι ταξινόμησης - αρίθμησης των υδρογραφικών δικτύων.

Μέθοδος Ταξινόμησης του HORTON

Οι μικρότεροι κλάδοι του δικτύου οι οποίοι δεν δέχονται τα νερά κανενός μικρότερου κλάδου αλλά μόνο τα επιφανειακά νερά μιας μικρής λεκάνης, ονομάζονται κλάδοι πρώτης τάξης. Οι μεγαλύτεροι κλάδοι του δικτύου, οι οποίοι δέχονται τα νερά ενός κλάδου 1ης τάξης ονομάζονται κλάδοι 2ης τάξεως κ.ο.κ.

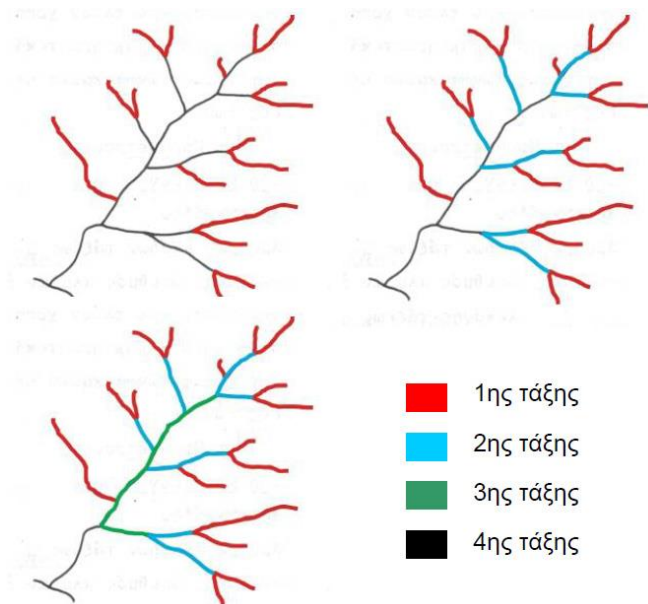
Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ο τρόπος ταξινόμησης των ρεμάτων σύμφωνα με τη μέθοδο του Horton.



Μέθοδος Ταξινόμησης του STRAHLER

Ρεύματα τα οποία δεν δέχονται τα νερά μικρότερων κλάδων ρευμάτων ονομάζονται 1ης τάξεως. Σύνδεση δύο κλάδων ίσης τάξης δημιουργεί ένα νέο κλάδο της αμέσου επόμενης τάξης δηλαδή σύνδεση δύο κλάδων 1ης τάξεως δημιουργεί ένα ρεύμα 2ης τάξεως κ.ο.κ.

Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ο τρόπος ταξινόμησης των ρεμάτων σύμφωνα με τη μέθοδο του Horton.

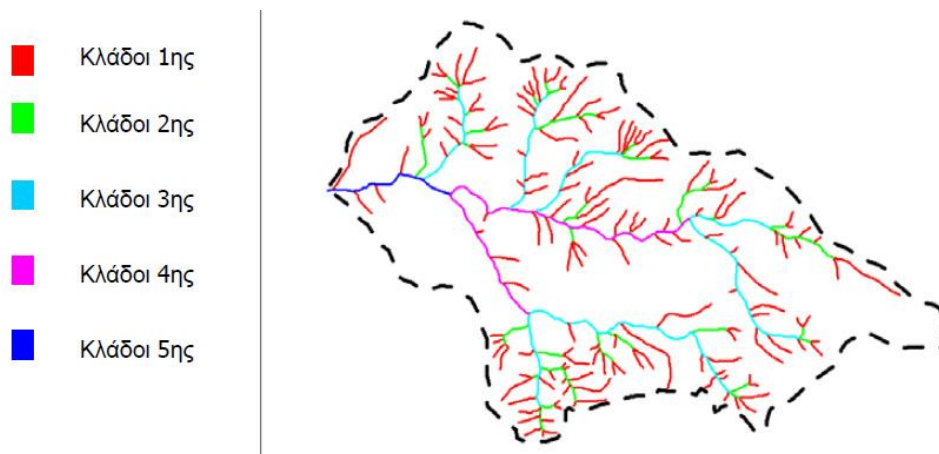


Για τον εντοπισμό του συντελεστή διακλάδωσης και την εφαρμογή των Νόμων του Horton ο καταλληλότερος **τρόπος αρίθμησης** είναι αυτός που προτάθηκε από τον **Strahler** (1952). Έτσι αυτός θα χρησιμοποιείται για την αρίθμηση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά και την κατάταξη τους σε τάξεις.

Για την ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής έρευνας χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες τεχνικές, όπως τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών GIS , με τη χρησιμοποίηση του λογισμικού ArcGis και με βάση τους τοπογραφικούς χάρτες 1 : 50000 της περιοχής έρευνας, και συγκεκριμένα των φύλλων Ευηνχωρίου και Μεσολογίου, όπου αποτυπώνονται τα υδρογραφικά δίκτυα.

Στον επόμενο χάρτη παρουσιάζεται ένα πρότυπο σύστημα ταξινόμησης υδρογραφικού δικτύου με το σύστημα κατάταξης του Strahler.

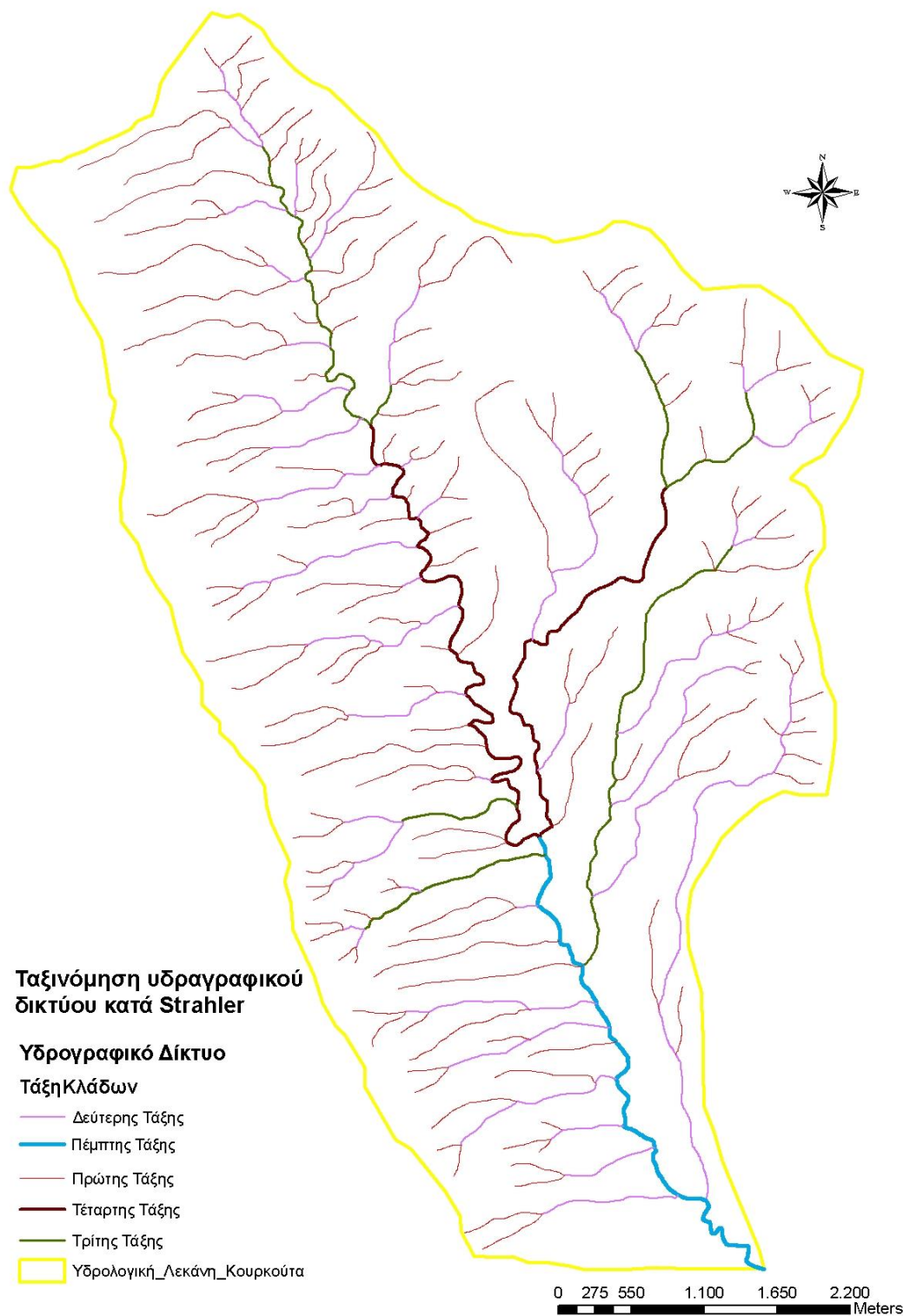
Σχεδιάγραμμα κατάταξης των κλάδων υδρογραφικού δικτύου για την εφαρμογή των νόμων του Horton



Μετά την αρίθμηση των κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου μπορούν να υπολογιστούν διάφορες **μορφομετρικές παράμετροι** τόσο των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου όσο και των υδρολογικών λεκανών τους.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται μετρούμενες παράμετροι του υδρογραφικού δικτύου.

Μετρούμενες παράμετροι του υδρογραφικού δικτύου	
Τάξεις κλάδου (u)	Είναι η ιεράρχηση των κλάδων του Δικτύου με το σύστημα κατάταξης Strahler
Αριθμός κλάδων τάξεως u (N_u)	Είναι το σύνολο των κλάδων τάξεως u .
Συνολικός αριθμός κλάδων εντός λεκανών τάξεως u (ΣN)$_u$:	Είναι ο αριθμός των κλάδων που βρίσκονται μέσα σε μία λεκάνη τάξεως u .
Συνολικό μήκος κλάδων τάξεως u (L_u)	Είναι το άθροισμα των μηκών των κλάδων της ίδιας τάξης μέσα σε μία λεκάνη.
Μέσο μήκος τάξεως u (L_u)	Είναι ο λόγος L_u/N_u
Συνολικό μήκος κλάδων εντός λεκάνης τάξεως u (ΣL)$_u$	Είναι το άθροισμα των μηκών όλων των κλάδων εντός λεκάνης τάξεως u .



Χάρτης ταξινόμησης υδρογραφικού δικτύου λεκάνης απορροής Κουρκούτα κατά Strahler (Πηγή Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)

Νόμοι της υδρογραφικής σύνθεσης

Πρώτος ο Horton υποστήριξε την άποψη ότι η ανάπτυξη κάθε υδρογραφικού δικτύου

ακολουθεί ορισμένους φυσικούς νόμους. Διατύπωσε έτσι τρεις νόμους που πρέπει να διέπουν την ανάπτυξη και τη διαμόρφωση των υδρογραφικών δικτύων, όταν αυτά αναπτύσσονται σε μία περιοχή με σταθερές κλιματικές συνθήκες χωρίς τεκτονικές κινήσεις και με ενιαία λιθολογία (Καρύμπαλης κ.αλ. 2004)

Νόμος του αριθμού των κλάδων 1^{ος} Νόμος του Horton (1945)

Ο πρώτος νόμος που διατύπωσε ο Horton αναφέρεται στη σχέση του αριθμού των κλάδων κάθε τάξης ενός υδρογραφικού δικτύου. Συγκεκριμένα παρατήρησε ότι οι κλάδοι της 1^{ης} τάξης ήταν οι περισσότεροι και ο αριθμός των μεγαλύτερης τάξης κλάδων μειωνόταν γεωμετρικά, μέχρι του ενός κλάδου της μέγιστης τάξης. Ο πρώτος νόμος του Horton Μπορεί να διατυπωθεί και ως εξής : “ *Ο αριθμός των διαδοχικών μικρότερης τάξης κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου τείνει να σχηματίζει μία αύξουσα γεωμετρική ακολουθία, της οποίας ο πρώτος όρος είναι η μονάδα και έχει για λόγο το συντελεστή διακλάδωσης*” (Μανδηλαράς Δ 2005)

Ο αριθμός των διαδοχικώς μικρότερων τάξεων κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου, τείνει να σχηματίζει μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία, της οποίας πρώτος όρος είναι η μονάδα (ο απλός κλάδος της μέγιστης τάξεως) και λόγος, ο λόγος διακλαδώσης Rb.

$$Nu = Rb (k - u)$$

• Nu: ο αριθμός των κλάδων τάξεως u, K: η μέγιστη τάξη, u: η ζητούμενη τάξη, Rb: ο λόγος διακλάδωσης

Η μορφομετρική παράμετρος του υδρογραφικού δικτύου που ονομάζεται **Συντελεστής διακλάδωσης** (Rb) εκφράζει το λόγο μεταξύ του αριθμού των κλάδων μιας δεδομένης τάξης δια του αριθμού των κλάδων της επόμενης τάξης.

$$Rb = Nu / N(u+1)$$

Nu: ο αριθμός των κλάδων τάξεως u, K: η μέγιστη τάξη, u: η ζητούμενη τάξη, Rb: ο λόγος διακλάδωσης,

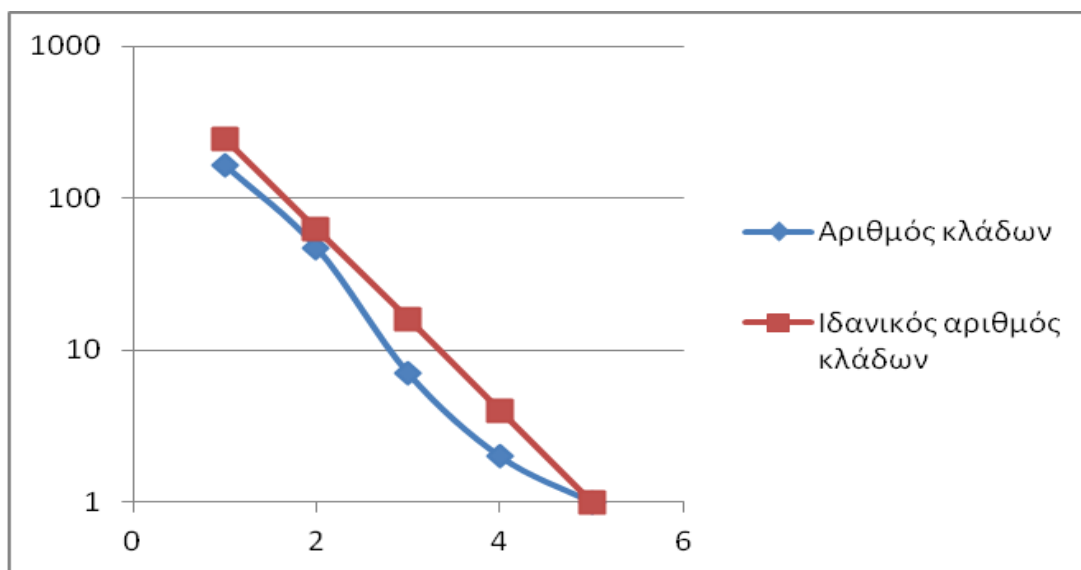
Για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του αριθμού των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκούτα μετρήθηκε ο αριθμός των κλάδων ανά τάξη (Nu) και υπολογίστηκαν οι λόγοι διακλάδωσης Rb, ο ιδανικός αριθμός κλάδων κάθε τάξης (Nu_{Ιδανικό}) και τα ποσοστά απόκλισης των πραγματικών τιμών από τις ιδανικές.

Η πρωταρχική διαδικασία έγινε με τη χρησιμοποίηση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα του λογισμικού ArcGIS. Σε αυτό εισήχθη με ακρίβεια η χωρική πληροφορία και στη συνέχεια η περιγραφική πληροφορία του υδρογραφικού δικτύου, έτσι ώστε να είναι έτοιμο στη συνέχεια για χωρική ανάλυση και στατιστική επεξεργασία.

Πίνακας εφαρμογής του πρώτου νόμου του Horton

Τάξη u	Αριθμός κλάδων Nu	Λόγος διακλάδωσης Rb (Nu+1 /Nu)	Μέσος λόγος διακλάδωσης Rb(mean)	Ιδανική τιμή αριθμού κλάδων	Αποκλιση % από την ιδανική τιμή
1 ^{ης}	164	3.49	3,925	243	-32,5%
2 ^{ης}	47	6.71		62	-24,2%
3 ^{ης}	7	3.5		16	-56,2%
4 ^{ης}	2	2		4	-50%
5 ^{ης}	1			1	0%

Η γραφική παράσταση του συγκεκριμένου νόμου δίνεται στο επόμενο διάγραμμα όπου ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το λογάριθμο του αριθμού των κλάδων (Nu) και του ιδανικού αριθμού κλάδων, ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων (u).



Διάγραμμα διασποράς των νεπέρειων λογαρίθμων του αριθμού των κλάδων και του ιδανικού αριθμού των κλάδων ανά τάξη κλάδου για το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκούτα

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του πλήθους των κλάδων έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 0,989$**

Αντίθετα από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του ιδανικού πλήθους των κλάδων έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 1,00$**

Νόμος του μήκους των κλάδων (2ος Νόμος του Horton)

Ο δεύτερος νόμος που διατύπωσε ο Horton αναφέρεται στη σχέση του μέσου μήκους των κλάδων κάθε τάξεως ενός υδρογραφικού δικτύου. Η εφαρμογή του νόμου οδήγησε σε παρατηρήσεις σχετικά με τη σχέση μεταξύ του μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά.. Τα αθροιστικά μήκη των διαδοχικώς μεγαλύτερων τάξεων κλάδων ενός υδρογραφικού δικτύου, τείνουν να σχηματίσουν μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία, της οποίας πρώτος όρος είναι το μέσον μήκος των κλάδων 1^{ης} τάξεως και λόγος, ο λόγος του μήκους RL.

$$\Sigma Lu = L1RL(u-1)$$

Όπου

L1: το μέσο μήκος των κλάδων 1ης τάξεως,

u: η ζητούμενη τάξη,

RL: ο λόγος του μήκους

Η μορφομετρική παράμετρος του υδρογραφικού δικτύου που ονομάζεται **Λόγος του μήκους (RL)** εκφράζει το λόγο μεταξύ του αθροιστικού μήκους των κλάδων μιας δεδομένης τάξης δια του αθροιστικού μήκους των κλάδων της επόμενης τάξης.

$$RL = \Sigma Lu / \Sigma (Lu-1)$$

Lu: το μέσο μήκος των κλάδων τάξεως u,

L1: το μέσο μήκος του κλάδου 1ης τάξεως,

u: η ζητούμενη τάξη.

Το μέσο μήκος των κλάδων κάθε τάξης δίνεται από τη σχέση :

$$Lu(\text{mean}) = Lu / Nu$$

Όπου

Lu(mean) – Το μέσο μήκος των κλάδων τάξης u σε Km

Lu - Το συνολικό μήκος των κλάδων τάξης u σε Km

Nu - Ο αριθμός των ρεμάτων τάξης u

Ο νόμος αυτός για το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκούτα εφαρμόστηκε με δύο τρόπους. Αρχικά χρησιμοποιώντας τα καθαρά μήκη των κλάδων και στη συνέχεια τα αθροιστικά μήκη ανά τάξη.

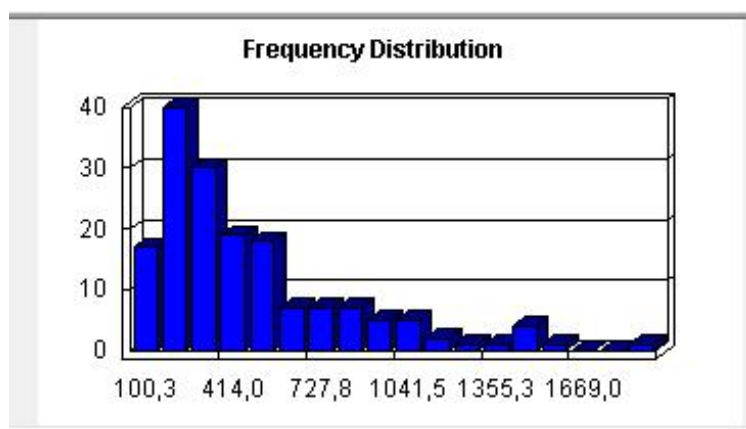
Για τη διερεύνηση αυτής της σχέσης του υδρογραφικού δικτύου κατασκευάστηκε ο επόμενος πίνακας, ο οποίος περιλαμβάνει τα μέσα μήκη των κλάδων ανά τάξη, τους λόγους

μήκους, το μέσο λόγο μήκους, το ιδανικό μήκος των κλάδων ανά τάξη και τις αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές κατά Horton.

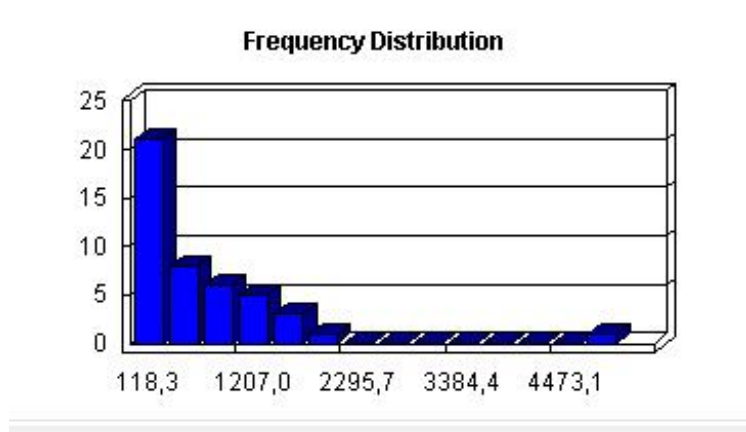
Πίνακας εφαρμογής του δευτέρου νόμου του Horton

Τάξη u	Αριθμός κλάδων Nu	Μέσο μήκος κλάδων σε Km (Lu)	Λόγος μήκους (RL)	Μέσος λόγος μήκους RL(mean)	Ιδανικό μήκος κλάδων σε Km	Αποκλιση % από την ιδανική τιμή
1 ^η	164	0,511	1,610	1,900	0,511	0%
2 ^η	47	0,823	2,240		0,971	-15.2%
3 ^η	7	1,846	2,750		1,845	0%
4 ^η	2	5,074	1,000		3,506	44.7%
5 ^η	1	5,045			6,661	-24.2%

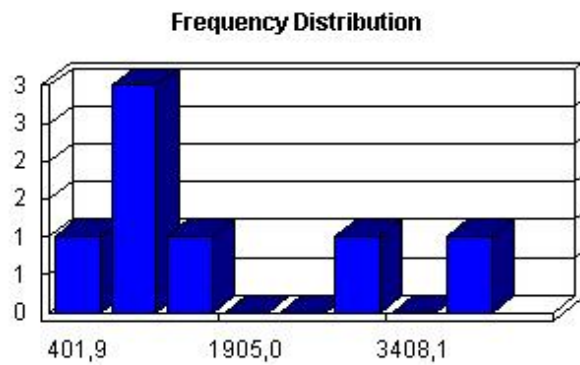
Το ιστόγραμμα των μηκών των κλάδων σε (μ) πρώτης τάξης δίνεται στο επόμενο σχήμα



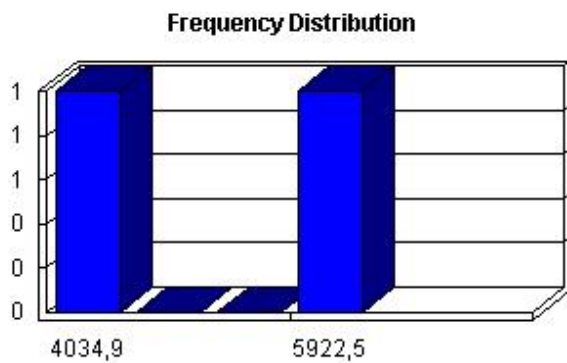
Το ιστόγραμμα των μηκών των κλάδων σε (μ) δεύτερης τάξης δίνεται στο επόμενο σχήμα



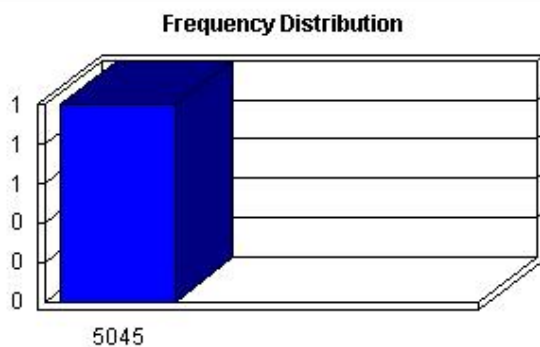
Το ιστόγραμμα των μηκών των κλάδων σε (μ) τρίτης τάξης δίνεται στο επόμενο σχήμα



Το ιστόγραμμα των μηκών των κλάδων σε (μ) τέταρτης τάξης δίνεται στο επόμενο σχήμα

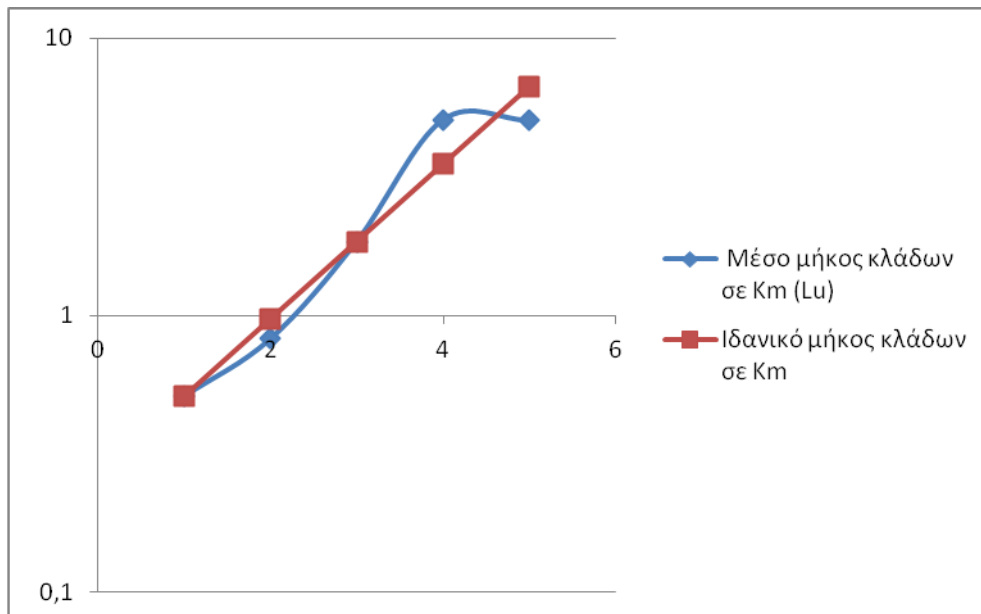


Το ιστόγραμμα των μηκών των κλάδων σε (μ) τέταρτης τάξης δίνεται στο επόμενο σχήμα



Η γραφική παράσταση του συγκεκριμένου νόμου δίνεται στο επόμενο διάγραμμα όπου ο

κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το λογάριθμο του αριθμού του μέσου μήκους των κλάδων (**Lu**) και του ιδανικού αριθμού του μέσου μήκους των κλάδων, ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων (u).



Διάγραμμα διασποράς των νεπέρειων λογαρίθμων του μέσου μήκους των κλάδων και του ιδανικού μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη κλάδου για το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκούτα

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του μέσου μήκους των κλάδων έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 0,971$**

Αντίθετα από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του ιδανικού μέσου μήκους των κλάδων έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 1,00$**

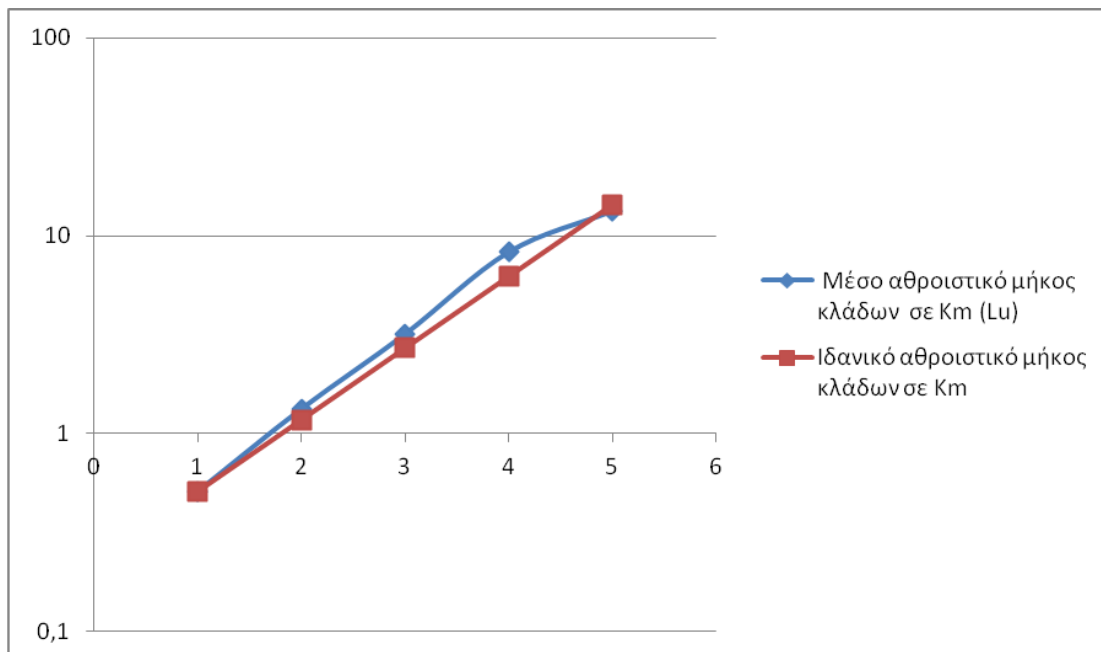
Η εξίσωση που εκφράζει τον Νόμο του μέσου μήκους των κλάδων είναι εκθετική

Στη συνέχεια κατασκευάστηκε ο επόμενος πίνακας, ο οποίος περιλαμβάνει τα αθροιστικά μέσα μήκη των κλάδων ανά τάξη, τους λόγους μήκους, το μέσο λόγο μήκους, το ιδανικό μήκος των κλάδων ανά τάξη και τις αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές κατά Horton.

Τάξη (u)	Αριθμός κλάδων (Nu)	Μέσο Αθροιστικό μήκος κλάδων σε Km ΣLu	Λόγος Αθροιστικό ύ μήκους (RL)	Μέσος Λόγος Αθροιστικό ύ μήκους (RLmean)	Ιδανικό Αθροιστικό μήκος κλάδων σε Km Σ (LuΙδανικό)	Απόκλιση % από την ιδανική τιμή
1 ^{ης}	164	0,511	2,611	2,302	0,511	0%
2 ^{ης}	47	1,334	2,384		1,176	13.4%
3 ^{ης}	7	3,180	2,600		2,708	17.4%
4 ^{ης}	2	8,254	1,611		6,234	32.4%
5 ^{ης}	1	13,299			14,350	-7.4%

Η γραφική παράσταση του συγκεκριμένου νόμου δίνεται στο επόμενο διάγραμμα όπου ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το αθροιστικό μέσο μήκος των κλάδων

$\Sigma(Lu)$ και το ιδανικό αθροιστικό μέσο μήκος των κλάδων ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων (u).



Διάγραμμα διασποράς των νεπέρειων λογαρίθμων του αθροιστικού μέσου μήκους των κλάδων και του ιδανικού μέσου μήκους των κλάδων ανά τάξη κλάδου για το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκουτά.

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του μέσου μήκους των κλάδων έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 0,994$**

Αντίθετα από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του ιδανικού μέσου μήκους των κλάδων έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 1,00$**

Σχέση μέσου εμβαδού λεκανών (3ος Νόμος του Horton)

Με τον 3^ο Νόμο του Horton εκφράζεται η σχέση που παρατηρείται μεταξύ του εμβαδού των λεκανών απορροής των διαδοχικών μεγάλυτέρων λεκανών απορροής ενός υδρογραφικού συστήματος.

Σύμφωνα με το νόμο αυτόν, το μέσο εμβαδόν των διαδοχικώς μεγαλύτερων λεκανών απορροής ενός υδρογραφικού συστήματος, τείνει να σχηματίσει μια αύξουσα γεωμετρική ακολουθία με πρώτο όρο το μέσο εμβαδόν των λεκανών πρώτης τάξεως και λόγο, το λόγο του εμβαδού R_A

$$A_u = A_1 R_A^{(u-1)}$$

Ο λόγος του εμβαδού δίνεται από την σχέση :

$$R_A = Au/A_{(u-1)}$$

L_u : το μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής τάξεως u ,

L_1 : το μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής 1^{ης} τάξεως,

u : η ζητούμενη τάξη.

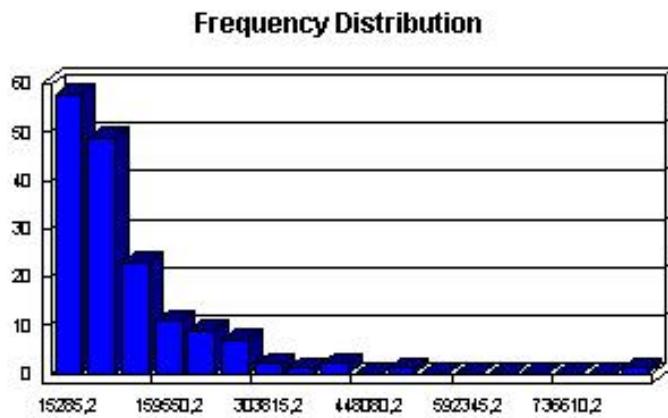
Ο νόμος αυτός για το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκουτά εφαρμόστηκε με δύο τρόπους. Αρχικά χρησιμοποιώντας τα μέσα εμβαδά των λεκανών απορροής αντίστοιχης τάξης και στη συνέχεια τα αθροιστικά μέσα εμβαδά των λεκανών απορροής αντίστοιχης τάξης.

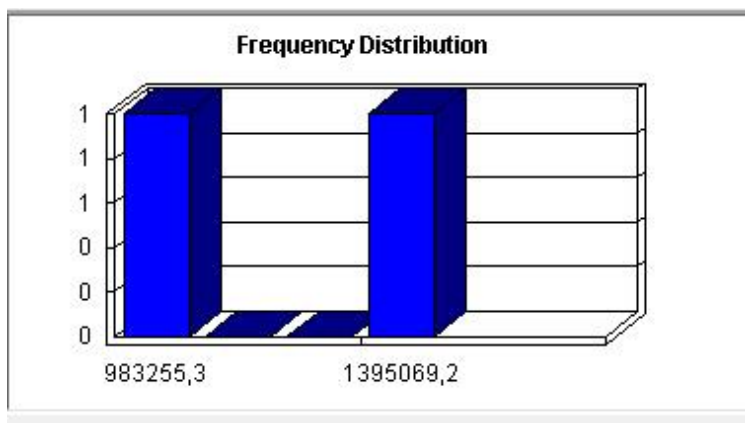
Για τη μελέτη της σχέσης μεταξύ του μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά, υπολογίστηκαν τα μέσα εμβαδά των λεκανών απορροής ανά τάξη (A_u), οι λόγοι των εμβαδών μεταξύ των διαδοχικώς μεγαλύτερων τάξεων (R_a), ο μέσος λόγος του εμβαδού για όλες τις τάξεις, οι ιδανικές μέσες τιμές εμβαδού για κάθε μία από τις τάξεις των λεκανών απορροής και τα ποσοστά απόκλισης των πραγματικών τιμών από τις ιδανικές τιμές.

Στον επόμενο πίνακα αποτυπώνονται τα μέσα εμβαδά των λεκανών απορροής ανά τάξη (A_u), οι λόγοι των εμβαδών μεταξύ των διαδοχικώς μεγαλύτερων τάξεων (R_a), ο μέσος λόγος του εμβαδού για όλες τις τάξεις, οι ιδανικές μέσες τιμές εμβαδού για κάθε μία από τις τάξεις των λεκανών απορροής και τα ποσοστά απόκλισης των πραγματικών τιμών από τις ιδανικές τιμές.

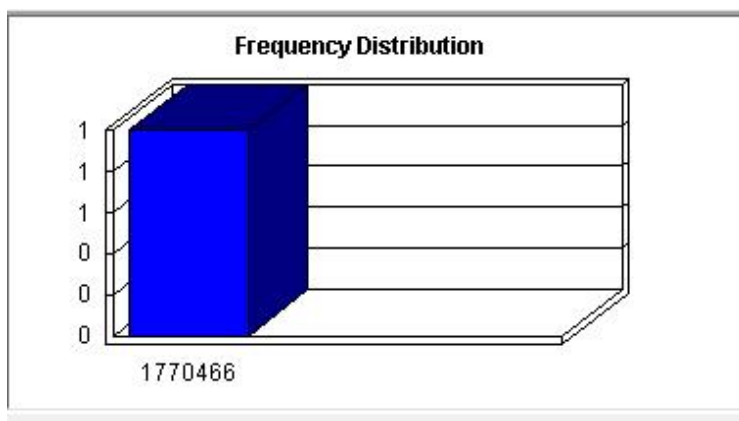
Τάξη u	Αριθμός λεκανών απορροής	Μέσο εμβαδό λεκανών σε Km ²	Λόγος εμβαδού (R_a)	Μέσος λόγος εμβαδού (R_{mean})	Ιδανικό εμβαδό λεκανών σε Km ²	Απόκλιση % από την ιδανική τιμή
1 ^{ης}	164	0,116	1,457		0,116	0
2 ^{ης}	47	0,169	2,680	2,068	0,240	-29,6%
3 ^{ης}	7	0,453	2,669		0,496	-8,9%
4 ^{ης}	2	1,209	1,464		1,026	17,8%
5 ^{ης}	1	1,770			2,122	-16,6%

Το ιστόγραμμα του εμβαδού των λεκανών απορροής πρώτης τάξης σε (μ^2) δίνεται στο επόμενο σχήμα

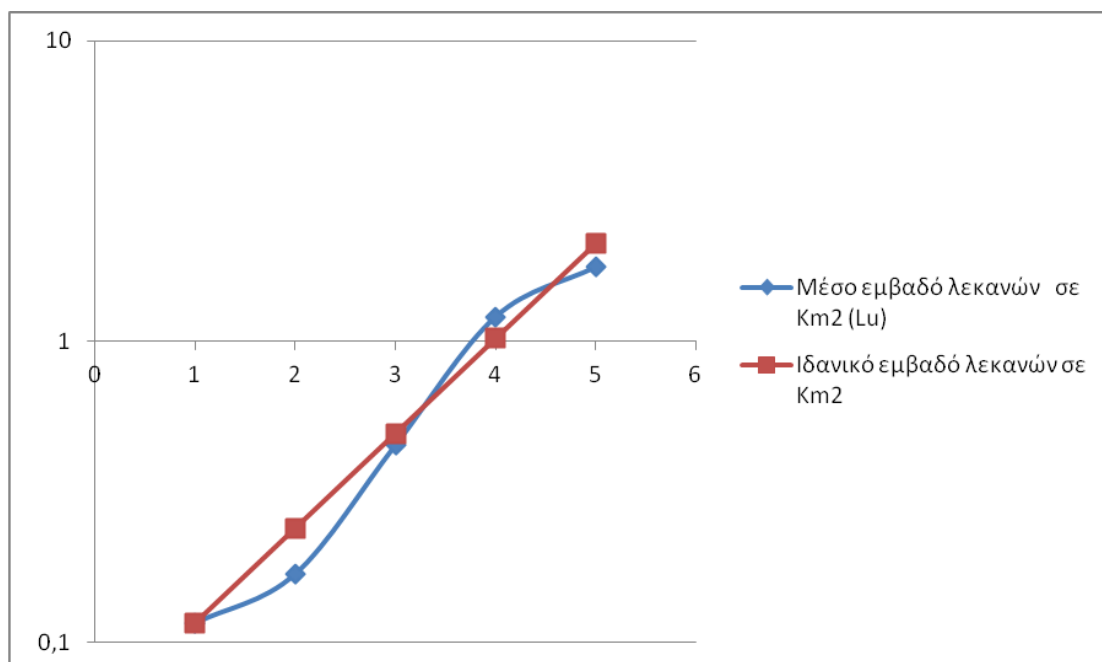




Το ιστόγραμμα του εμβαδού των λεκανών απορροής πέμπτης τάξης σε (μ²) δίνεται στο επόμενο σχήμα



Η γραφική παράσταση του συγκεκριμένου νόμου δίνεται στο επόμενο διάγραμμα όπου ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής και το ιδανικό μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των κλάδων (u).



Διάγραμμα διασποράς των νεπέρειων λογαρίθμων του μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής και

του ιδανικού μέσου μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής ανά τάξη λεκάνης απορροής για το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκούτα

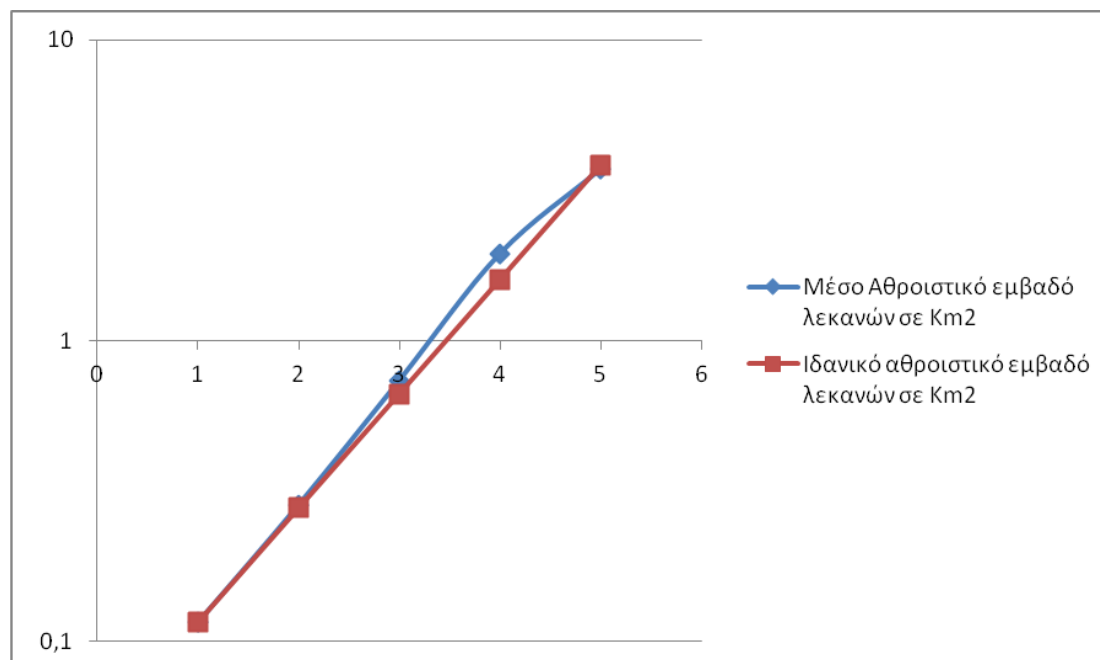
Από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 0,986$**

Αντίθετα από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του ιδανικού μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 1,00$**

Στον επόμενο πίνακα αποτυπώνονται τα αθροιστικά μέσα εμβαδά των λεκανών απορροής ανά τάξη (Au), οι λόγοι των εμβαδών μεταξύ των διαδοχικώς μεγαλύτερων τάξεων (Ra), ο μέσος λόγος του εμβαδού για όλες τις τάξεις, οι ιδανικές μέσες τιμές εμβαδού για κάθε μία από τις τάξεις των λεκανών απορροής και τα ποσοστά απόκλισης των πραγματικών τιμών από τις ιδανικές τιμές.

Τάξη u	Αριθμός λεκανών απορροής	Μέσο Αθροιστικό εμβαδό λεκανών σε Km ²	Λόγος αθροιστικό εμβαδού (Ra)	Μέσος λόγος αθροιστικό εμβαδού (Ramean)	Ιδανικό αθροιστικό εμβαδό λεκανών σε Km ²	Απόκλιση % από την ιδανική τιμή
1 ^η	164	0,116	2,457	2,398	0,116	0%
2 ^η	47	0,285	2,589		0,278	2,5%
3 ^η	7	0,738	2,638		0,666	10,8%
4 ^η	2	1,947	1,909		1,597	21,9%
5 ^η	1	3,717			3,830	-3%

Η γραφική παράσταση του συγκεκριμένου νόμου δίνεται στο επόμενο διάγραμμα όπου ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικός και εκφράζει το αθροιστικό μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής $\Sigma(Lu)$ και το ιδανικό αθροιστικό μέσο εμβαδό των λεκανών απορροής ενώ ο οριζόντιος άξονας είναι αριθμητικός και εκφράζει την τάξη των λεκανών απορροής (u).



Διάγραμμα διασποράς των λογαρίθμων του αθροιστικού μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής και του ιδανικού αθροιστικού μέσου μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής ανά τάξη λεκάνης απορροής για το υδρογραφικό δίκτυο του χειμάρρου Κουρκούτα

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του αθροιστικού μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 0,997$**

Αντίθετα από το διάγραμμα προκύπτει ότι ο νόμος του ιδανικού αθροιστικού μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής έχει **συντελεστή γραμμικής συσχέτισης $R^2 = 1,00$**

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΙ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Τα μέρη του χειμάρρου

Υδρολογική λεκάνη ή λεκάνη απορροής

Υδρολογική λεκάνη ονομάζεται μία καλά καθορισμένη τοπογραφική και υδρολογική ενότητα, η οποία αποτελεί τη στοιχειώδη χωρική μονάδα της αποστράγγισης της επιφάνειας της χέρσου. Οι πλαγιές και οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου αποτελούν τα βασικά μορφολογικά στοιχεία της. Δηλαδή είναι η περιοχή που αποστραγγίζεται από ένα δίκτυο υδατορευμάτων.

Κοίτη ροής

Η κοίτη ροής ενός ποταμού είναι μια στενή αύλακα που διοχετεύει τη ροή της υδάτινης μάζας του ποταμού προς τα κατάντη. Διαμορφώνεται από τις δυνάμεις του τρεχούμενου νερού με τέτοιο τρόπο ώστε να μεταφέρει όσο το δυνατόν καλύτερα προς τα κατάντη, εκτός από τη μάζα του νερού και τις φερτές ύλες που αποτελούν προϊόντα της ποτάμιας διάβρωσης. Το μέγεθος της κοίτης ενός ποταμού ποικίλει από λίγα μέτρα έως χιλιόμετρα. Η διαδικασία που επικρατεί είναι αυτή της μεταφοράς.

Υδροκριτική γραμμή – υδροκρίτης

Για να οριστούν τα όρια μιας λεκάνης απορροής που αποστραγγίζεται διάμεσου ενός υδρογραφικού δικτύου πρέπει πρώτα να κατασκευαστεί ο υδροκρίτης του δικτύου. Με τον όρο Υδροκριτική γραμμή ή Υδροκρίτης ονομάζεται η νοητή γραμμή που συνδέει τα ψηλότερα σημεία των υψωμάτων της επιφάνειας της Γης (λόφοι, βουνοκορφές) και διαχωρίζει τη ροή των όμβριων υδάτων.

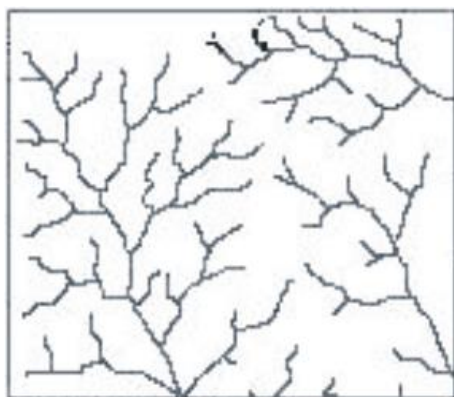
Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχηματισμό και την εξέλιξη ενός υδρογραφικού δικτύου

Κλίμα

Οι βασικοί παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος στην Ελλάδα είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η κυκλοφορία των αερίων μαζών, η μορφολογία και οι τοπικοί άνεμοι. Κατά γενική παραδοχή η χώρα μας, από πλευράς μακροκλίματος ανήκει στο Μεσογειακό τύπο. Οι σημαντικότεροι κλιματικοί παράγοντες είναι το ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων, η μέση θερμοκρασία αέρα και η διεύθυνση και ένταση ανέμων. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν την ποσότητα του νερού που εισέρχεται στην λεκάνη καθώς και την συμπεριφορά των επιφανειακών γεωλογικών σχηματισμών. Ο ρυθμός και η ένταση των γεωμορφολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα

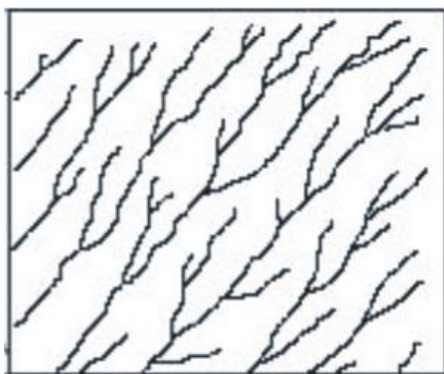
στην περιοχή έρευνας έχουν άμεση σχέση με τις κλιματολογικές συνθήκες. Για παράδειγμα η θερμοκρασία και η βροχή, είναι από του κυριότερους παράγοντες καθορισμού, τόσο του είδους (χημική, μηχανική) όσο και της ταχύτητας αποσάθρωσης των πετρωμάτων. Επιπλέον, το είδος και το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, διαμορφώνουν το χαρακτήρα και την ποσότητα της επιφανειακής ροής, από την οποία εξαρτάται άμεσα η υδρογραφική υφή της περιοχής. Από τα παραπάνω γίνεται φανερό. Ότι το σημερινό ανάγλυφο είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης διαφόρων παραγόντων, μεταξύ των οποίων και το κλιματικό καθεστώς που επικρατεί.

ΜΟΡΦΕΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ



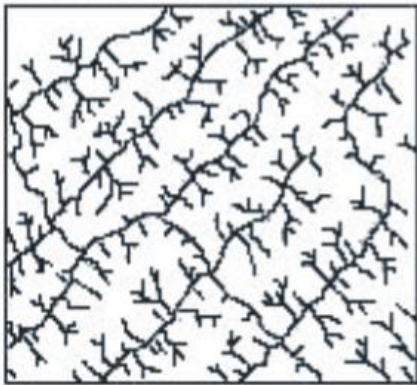
α. Δενδριτική μορφή

Η **δενδριτική** μορφή υδρογραφικού δικτύου θεωρείται ως η απλούστερη μορφή υδρογραφικού δικτύου, η οποία προκύπτει από τη δράση ποτάμιων διεργασιών σε περιοχές ομογενών εδαφών χωρίς έντονη γεωλογική δομή.



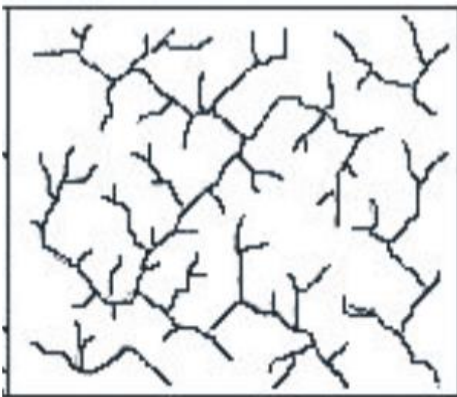
β. Παράλληλη μορφή

Η **παράλληλη** μορφή αναπτύσσεται εκεί όπου υπάρχει απότομη κλίση πετρωμάτων σε ένα πεδίο όπου επιβάλλει μια επιλεκτική κατεύθυνση του υδρογραφικού δικτύου



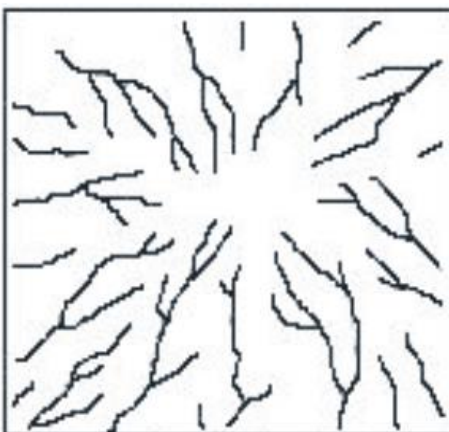
γ.Κλιμακωτή μορφή

Η κλιμακωτή μορφή υδρογραφικού δικτύου αποτελεί ένδειξη της ύπαρξης απότομης κλίσης πετρωμάτων και ισχυρής γεωλογικής δομής, που οφείλεται στην παρουσία πτυχωμένων μεταμορφωμένων πετρωμάτων



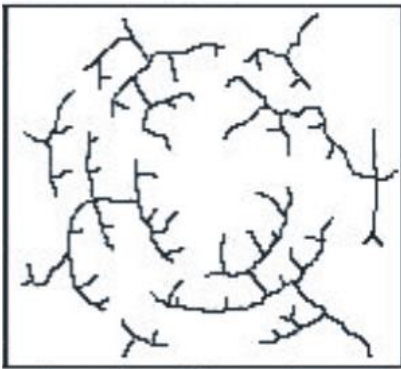
δ.Ορθογώνια μορφή

Η ορθογώνια μορφή σχετίζεται με ισχυρή γεωλογική δομή, η οποία οφείλεται στην ύπαρξη διακλάσεων και ρηγμάτων κάθετων μεταξύ τους



ε.Ακτινωτή μορφή

Η ακτινωτή μορφή εμφανίζεται γύρω από ένα γεωλογικό δόμο ή ηφαίστειο και είναι ενδεικτική παλαιότερης ή ακόμα και σύγχρονης τεκτονικής- ηφαιστειακής δραστηριότητας



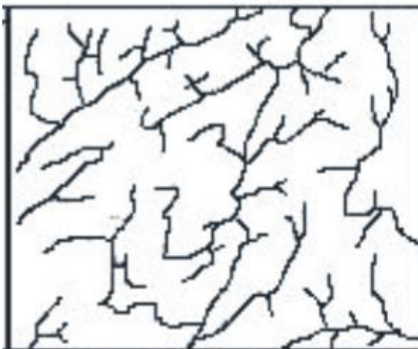
στ. Δακτυλιοειδής μορφή

Η δακτυλιοειδής μορφή σχετίζεται με τη διάβρωση ενός δόμου. Η διαφορά της με την ακτινωτή μορφή, οφείλεται στην παρουσία ενδιάμεσων στρώσεων, ασθενέστερων στην διάβρωση.



ζ. Πολυλεκανώδης μορφή

Η πολυλεκανώδης μορφή υδρογραφικού δικτύου εμφανίζεται τόσο σε λοφώδεις ιζηματογενείς αποθέσεις που οφείλονται στη δράση των παγετώνων, όσο και σε καρστικές περιοχές εξαιτίας της διάλυσης του ασβεστόλιθου



η. Στρεβλομένη μορφή

Η σύνθετης παραμόρφωσης μορφή υδρογραφικού εμφανίζεται σε περιοχές με έντονες γεωλογικές δομές που οφείλονται στη δράση της μεταμόρφωσης και της νεοτεκτονικής

Υδρογραφικό δίκτυο χειμάρρου Κουρκούτα

Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής χαρακτηρίζεται από ένα **πολυσχιδές ανάγλυφο** από λόφους κυρίως ΒΒΔ – ΝΝΑ διεύθυνσης με υψόμετρα από 50 έως 900 μ.

Η περιοχή γεωμορφολογικά διανύει το **στάδιο ωριμότητας** και χαρακτηρίζεται

ημιορεινή - λοφώδης που βαθμιαία καταλήγει στην θάλασσα

Η γεωλογική και η τεκτονική δομή έχει επιδράσει αναγκάζοντας αρκετούς κλάδους μικρών τάξεων να συμβάλλουν σχεδόν σε ορθή γωνία με την κεντρική κοίτη του χειμάρρου.

Στη λεκάνη απορροής το υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει τις δυτικές κλιτύες του όρους Αράκυνθος είναι φανερά επηρεασμένο από την κλίση του αναγλύφου. Οι ακολουθίες του φλύσχη σχηματίζουν μορφή **ομοκλινούς δομής (Questa)**, στη ράχη της οποίας έχουν αναπτυχθεί παράλληλοι μεταξύ τους κλάδοι πρώτης τάξης, που τελικά καταλήγουν σε ορθή γωνία στην κεντρική κοίτη του χειμάρρου Κουρκουτά.

Από τη σχέση μεταξύ του αριθμού των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου διαπιστώνεται ότι οι αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές είναι αρνητικές για όλους τους κλάδους των τάξεων. Συγκεκριμένα η απόκλιση των κλάδων 1^{ης} τάξης φτάνει στο 33%, η απόκλιση των κλάδων 2^{ης} τάξης φτάνει στο 24%, η απόκλιση των κλάδων 3^{ης} τάξης φτάνει στο 56% και η απόκλιση των κλάδων 4^{ης} τάξης φτάνει στο 50%. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι το υδρογραφικό δίκτυο της υδρολογικής λεκάνης δεν εξελίχθηκε φυσιολογικά αλλά πήρε τη συγκεκριμένη μορφή εξαιτίας των έντονων επιδράσεων που άσκησαν οι τεκτονικές γραμμές και της ύπαρξης απότομης κλίσης πετρωμάτων και ισχυρής γεωλογικής δομής, που οφείλεται στην παρουσία πτυχωμένων πετρωμάτων.

Από τη σχέση μεταξύ του μήκους των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου διαπιστώνεται ότι οι αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές δεν είναι ίδιες για όλους τους κλάδους των τάξεων. Συγκεκριμένα τα μήκη των κλάδων 1^{ης} και 3^{ης} τάξης δεν παρουσιάζουν αποκλίσεις από τις ιδανικές τιμές, οι κλάδοι 2^{ης} και 5^{ης} τάξης παρουσιάζουν αρνητική απόκλιση της τάξης του 15% και 24% αντίστοιχα. Μόνο τα μήκη των δύο κλάδων 4^{ης} τάξης παρουσιάζουν θετική απόκλιση της τάξης του 44%.

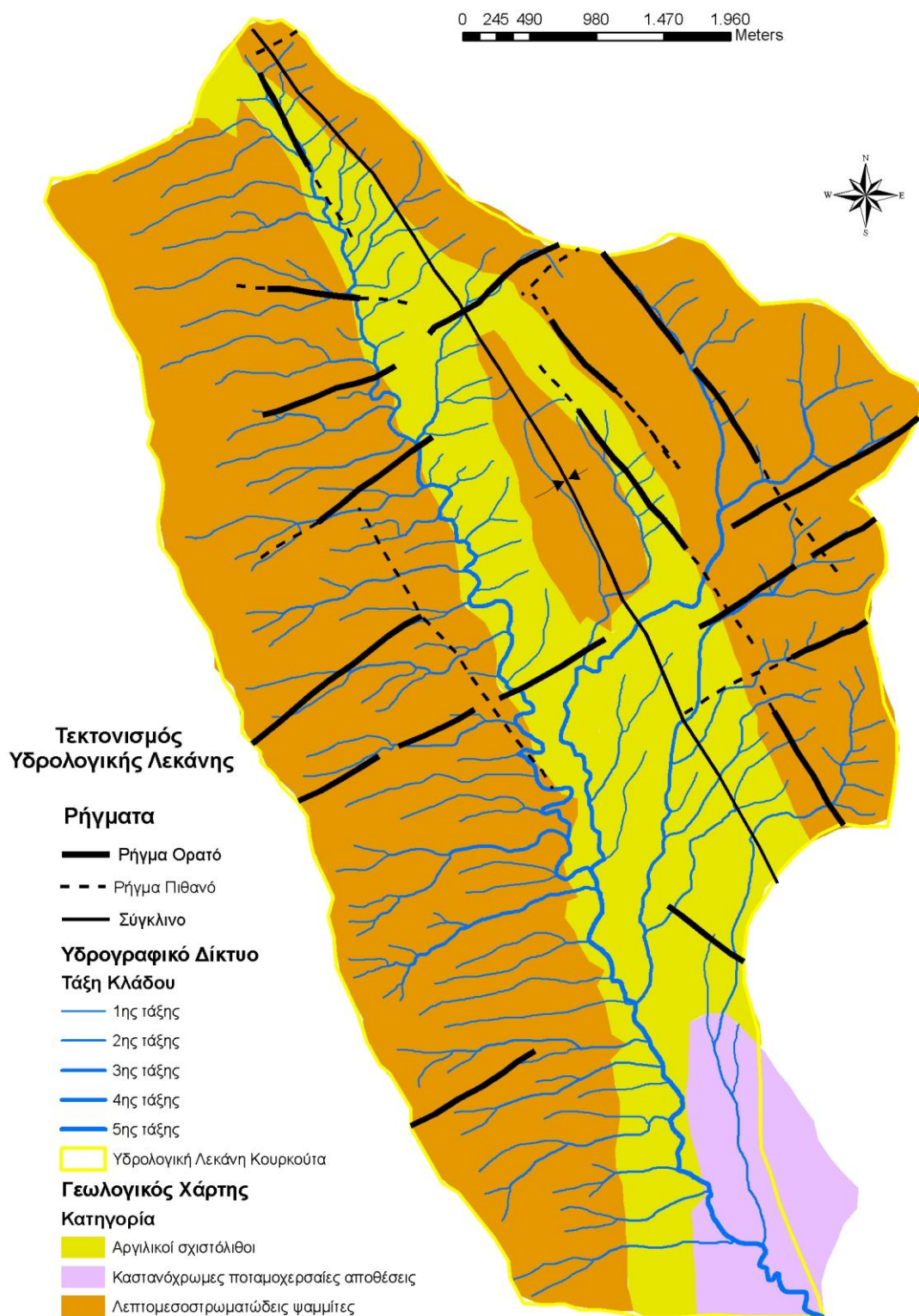
Το υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής είναι πολυσύνθετης μορφής. Αναλυτικότερα, στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής, δυτικά του Ρέματος Κουρκουτά, παρουσιάζονται κανονικά παράλληλα ρήγματα ΝΔ-ΒΑ διεύθυνσης, τα οποία διαμορφώνουν **παράλληλης κλιμακωτής μορφής** υδρογραφικό δίκτυο, όπου οι όλοι οι κλάδοι με βορειοανατολική διεύθυνση συνενώνονται με το κυρίως ρέμα.

Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης απορροής η μορφολογία του εδάφους παρουσιάζει έντονες εξάρσεις και ράχες, καθώς παρατηρείται να διέρχεται με νοτιοανατολική διεύθυνση ο άξονας σύγκλινου. Επίσης, παρατηρούνται εγκάρσιας διεύθυνσης ρήγματα με ΝΔ-ΒΑ και ΒΔ-ΝΑ διευθύνσεις, τα οποία διαμορφώνουν υδρογραφικό δίκτυο **ρηγματογενούς κλιμακωτής μορφής**.

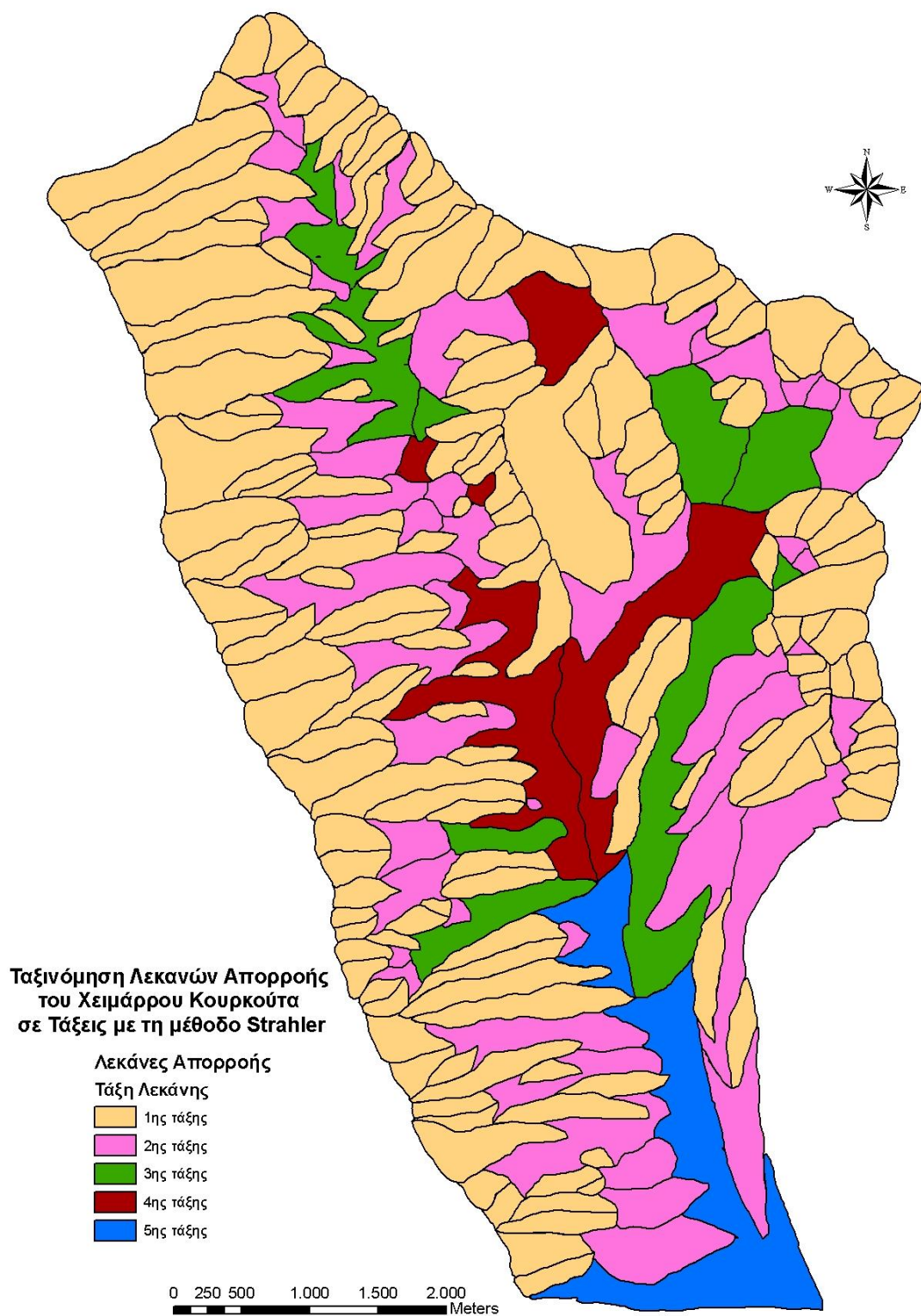
Σημειώνεται ότι τα ρήγματα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, είναι αποτέλεσμα της πτύχωσης των στρωμάτων με κατεύθυνση προς δυσμάς, όπως συμβαίνει στις Ελληνίδες ζώνες, η οποία εξυψώνει το μορφολογικό ανάγλυφο με ράχες και δημιουργεί ανάστροφα ρήγματα κατά μήκος του άξονα της.

Τα εγκάρσια ρήγματα που παρουσιάζονται, με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ, είναι κανονικά και έχουν δημιουργηθεί από εφελκυστικό πεδίο δυνάμεων.

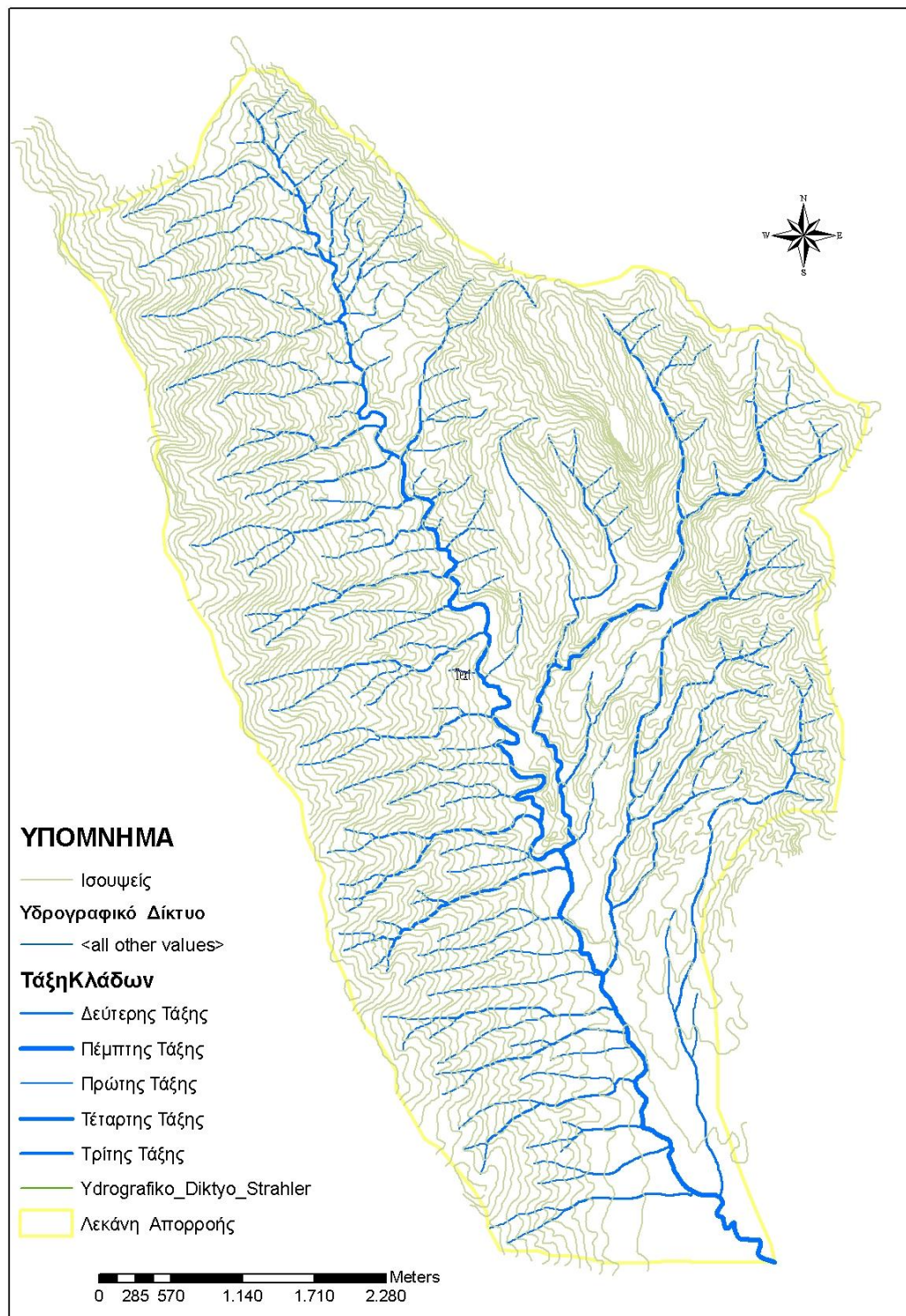
Γενικότερα, η παράλληλη και ρηματογενής κλιμακωτή μορφή υδρογραφικού δικτύου αποτελούν ένδειξη της ύπαρξης έντονου τεκτονισμού και ύπαρξης παράλληλων και εγκάρσιων ρηγμάτων, τα οποία διαμορφώνουν τις κατάλληλες μορφολογικές παραμέτρους εδάφους για την ανάπτυξη του υδρογραφικού συστήματος.



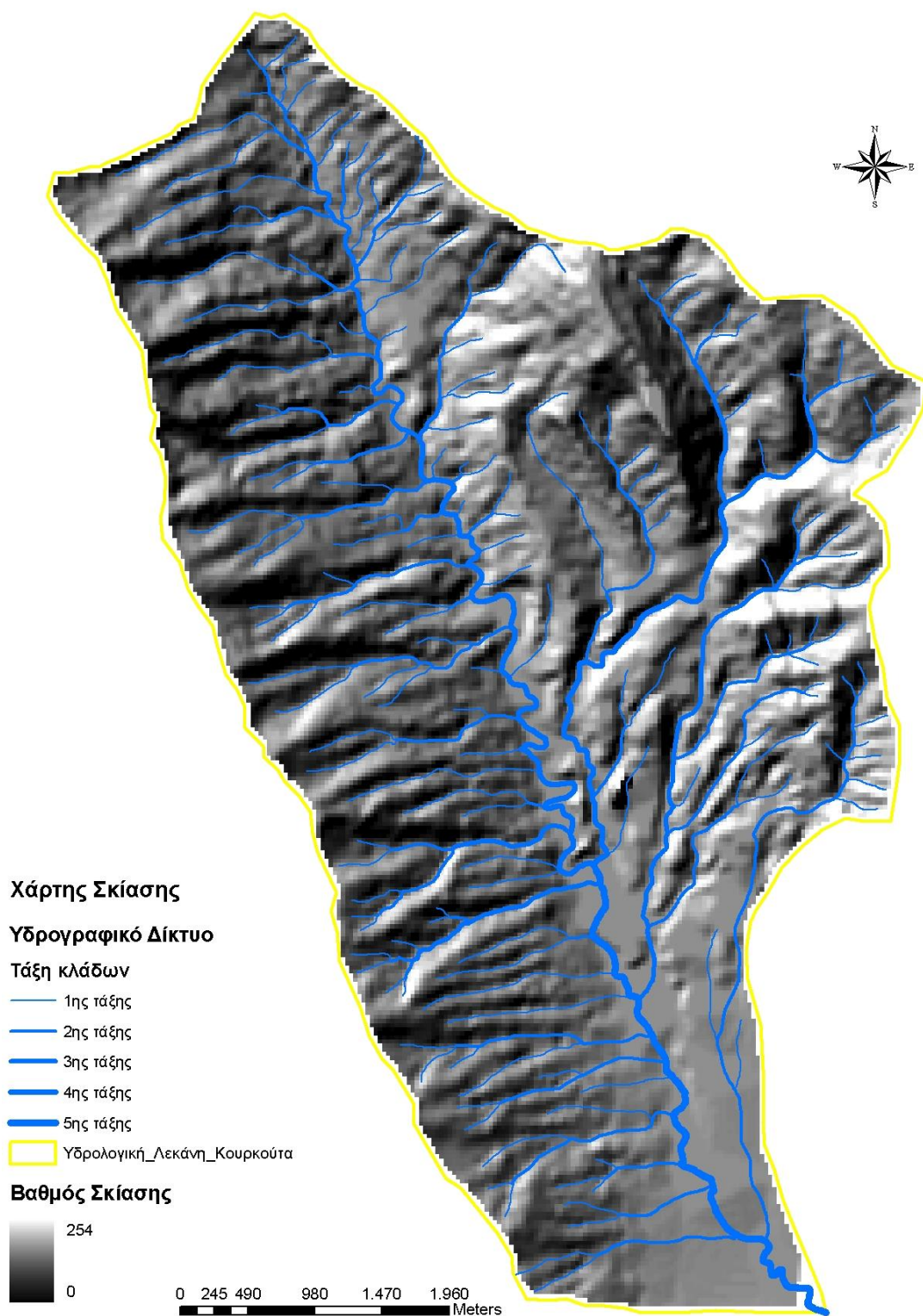
Γεωλογικός χάρτης της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά όπου απεικονίζεται το υδρογραφικό δίκτυο και ο τεκτονισμός της περιοχής – ρήγματα (Πηγή Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000, Γεωλογικοί χάρτες ΙΓΜΕ 1 : 50000)



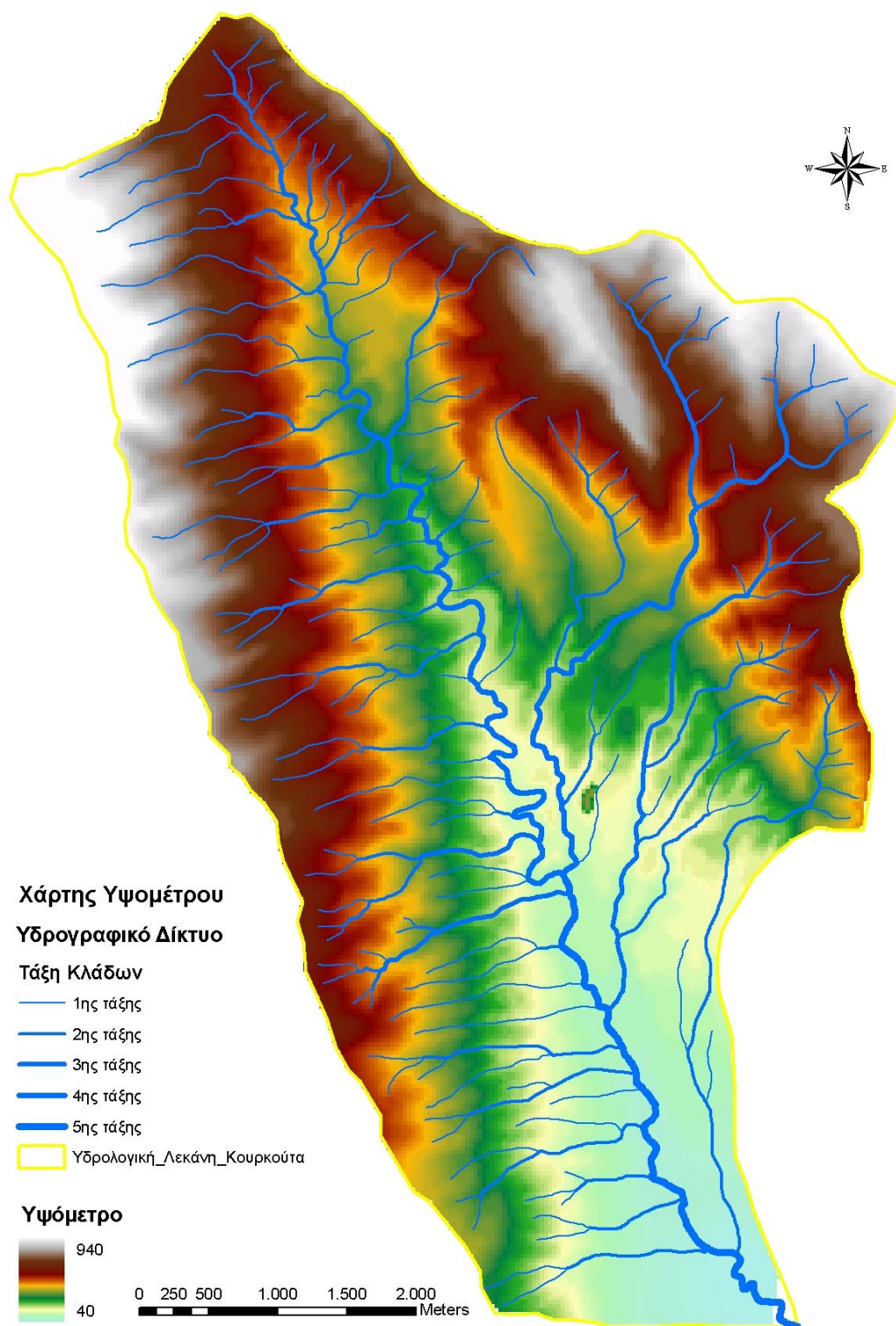
Χάρτης ταξινόμησης των λεκανών απορροής του χειμάρρου Κουρκούτα σε τάξεις με τη μέθοδο του Strahler Κουρκούτα (Πηγή Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)



Τοπογραφικός χάρτης λεκάνης απορροής χειμάρρου Κουρκουτά (Πηγή Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)



*Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουκούτα (Πηγή
Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000, Ψ.Μ.Ε.)*



Χάρτης Ψηφιακού μοντέλου εδάφους της λεκάνης απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά (Πηγή Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η υδρογραφική πυκνότητα είναι ο λόγος του συνολικού μήκους των κλάδων όλων των τάξεων που βρίσκονται εντός της λεκάνης απορροής προς το εμβαδό της λεκάνης (Παυλόπουλος 2007 , Καρύμπαλης 2004)

Η υδρογραφική πυκνότητα μαζί με την υδρογραφική συχνότητα συνθέτουν την υδρογραφική υφή μιας υδρολογικής λεκάνης. Υψηλές τιμές πυκνότητας και συχνότητας είναι ένδειξη λεπτής υδρογραφικής υφής ενώ χαμηλές τιμές υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας χαρακτηρίζουν τραχεία υδρογραφική υφή.

Οι παράμετροι της υδρογραφικής υφής εξαρτώνται από το κλίμα της περιοχής τις φυσικές ιδιότητες του καλύμματος, τη βλάστηση και το ανάγλυφο (Κατσάνου Κ. 2007, Κατσέλης Σ 2008, Καρύμπαλης 2004). Τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας μικρότερες από (5) θεωρούνται χαμηλές και υποδηλώνουν δίκτυα με αραή ανάπτυξη των κλάδων τους. Τιμές μεταξύ 6 – 20 θεωρούνται ενδιάμεσες ενώ για πολύ πυκνά υδρογραφικά δίκτυα οι τιμές κυμαίνονται από 20-40 (Βουβαλίδης).

Η υδρογραφική πυκνότητα είναι ένας ποσοτικός δείκτης ο οποίος είναι ευαίσθητος στη μεταβολή των βροχοπτώσεων, και στις αλλαγές γεωλογίας και γεωλογικών δομών μέσα σε μία υδρολογική λεκάνη. Μικρές αριθμητικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα σε στις επιμέρους λεκάνες μιας υδρολογικής λεκάνης (π.χ 2 με 3 μονάδες) δεν έχουν ιδιαίτερη σημασία σε αντίθεση με μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις οι οποίες αντανakλούν άμεσα στη μορφή και στις λειτουργίες του δικτύου (Βουβαλίδης).

Στην υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά η μέση τιμή της υδρογραφικής πυκνότητας είναι 5,32 (Km-1), ενώ και στο μεγαλύτερο ποσοστό των λεκανών απορροής (γύρω στο 70%), οι τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας κυμαίνονται από 3 έως 7,5. Η μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται σε λεκάνες απορροής 2^{ης} τάξης (τιμές 17,7 και 12,8 – κωδικοί λεκανών 157 και 306 αντίστοιχα) επειδή η επιφάνεια που αποστραγγίζουν έχει πολύ μικρό εμβαδόν. Οι μικρότερες τιμές είναι από 1,13 έως 1,94 και εμφανίζονται σε λεκάνες απορροής 1^{ης} τάξης και εκεί όπου το μήκος του κλάδου είναι πολύ μικρό σε σχέση με το εμβαδό της περιοχής που αποστραγγίζει. Αναφορικά με το γεωλογικό υπόθεμα παρατηρείται ότι και οι μικρότερες και οι μεγαλύτερες τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας εμφανίζονται στους Λεπτομεσοστρωματώδεις Ψαμμίτες.

Παρατηρώντας τα στατιστικά δεδομένα του επόμενου πίνακα παρατηρούμε ότι οι μέσες τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας αυξάνονται λίγο μεταξύ λεκανών απορροής 1^{ης} και 2^{ης} τάξης, ενώ στη συνέχεια και μέχρι τη λεκάνη 5^{ης} τάξης ελαττώνονται σταδιακά. Τέλος, οι τιμές της τυπικής απόκλισης των λεκανών απορροής 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξης είναι περίπου παρεμφερείς.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται κάποια στατιστικά δεδομένα για την υδρογραφική πυκνότητα της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και για τις επιμέρους λεκάνες συγκεκριμένων τάξεων.

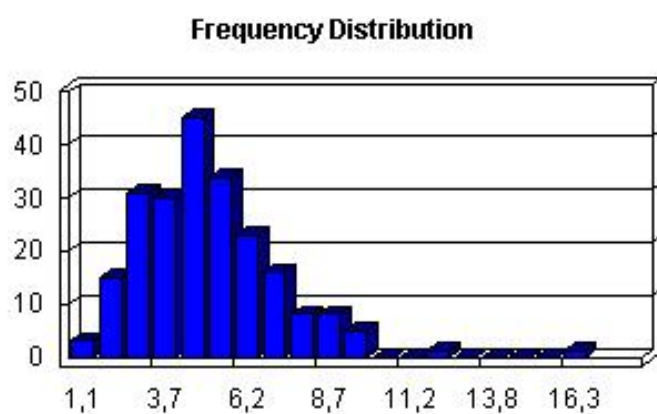
Υδρολογική λεκάνη	Μέση τιμή	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή	Τυπική απόκλιση
	5,32	1,14	17,7	2,08
1 ^{ης} τάξης	5,0	1,14	10,34	1,84
2 ^{ης} τάξης	5,97	2,27	17,07	2,83
3 ^{ης} τάξης	4,57	2,71	6,57	1,30
4 ^{ης} τάξης	4,18	4,25	4,10	0,08
5 ^{ης} τάξης	2,84	2,84	2,84	2,84

Όσο αναφορά τη διαφοροποίηση των τιμών της υδρογραφικής πυκνότητας μεταξύ των γεωλογικών σχηματισμών δεν παρουσιάζει αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ των λεκανών απορροής διαφόρων τάξεων. Συμπεραίνεται ότι το γεωλογικό υπόθεμα δεν ασκεί σημαντική επίδραση στις τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας των λεκανών απορροής συνολικά και μεταξύ των τάξεων.

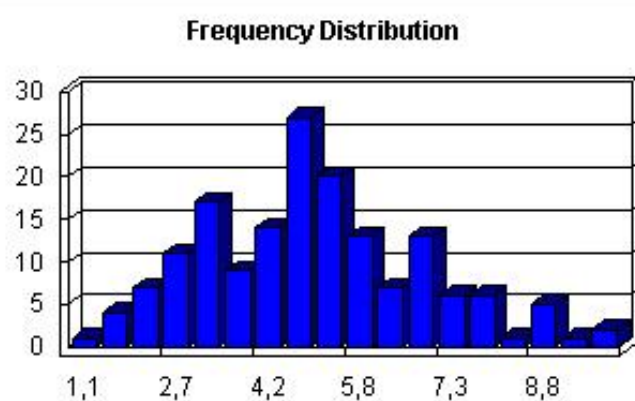
Στο επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της υδρογραφικής πυκνότητας ανά τάξη λεκάνη απορροής και ανά γεωλογικό σχηματισμό.

Λεκάνες ταλαπορροής τάξης	Υδρογραφική πυκνότητα Μέση τιμή	ft.sh: αργιλοί σχιστόλιθοι	ft.st: λεπτομεσοστρωμα τώδεις ψαμμίτες	Ptφ: Καστανόχρω μες ποταμοχερσαίες αποθέσεις
1 ^{ης} τάξης	5,0	5,72	5,08	5,34
2 ^{ης} τάξης	5,97	5,86	6,10	3,60
3 ^{ης} τάξης	4,57	4,78	4,49	-
4 ^{ης} τάξης	4,18	4,17	-	-
5 ^{ης} τάξης	2,84			

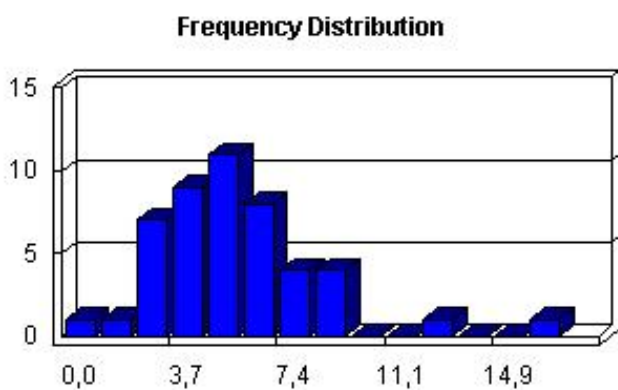
Τα ιστογράμματα των τιμών της υδρογραφικής πυκνότητας για την υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και για τις λεκάνες αντίστοιχων τάξεων φαίνονται στα επόμενα σχήματα



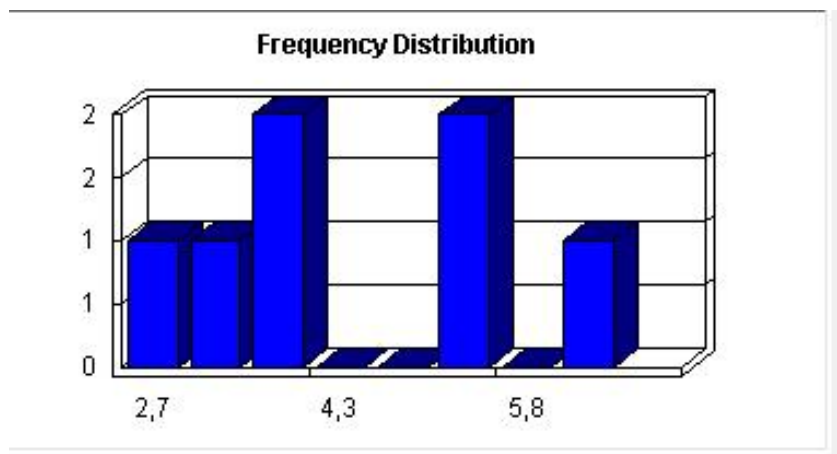
Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής πυκνότητας Du Υδρολογικής λεκάνης



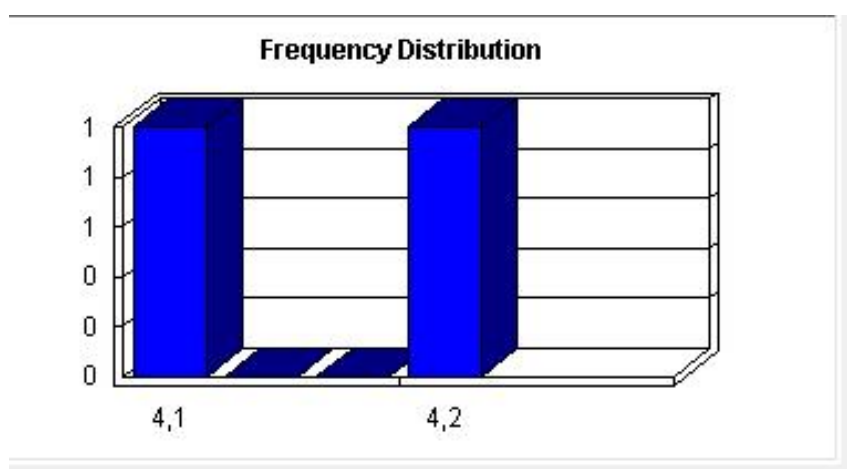
Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής πυκνότητας Du λεκανών 1^{ης} τάξης



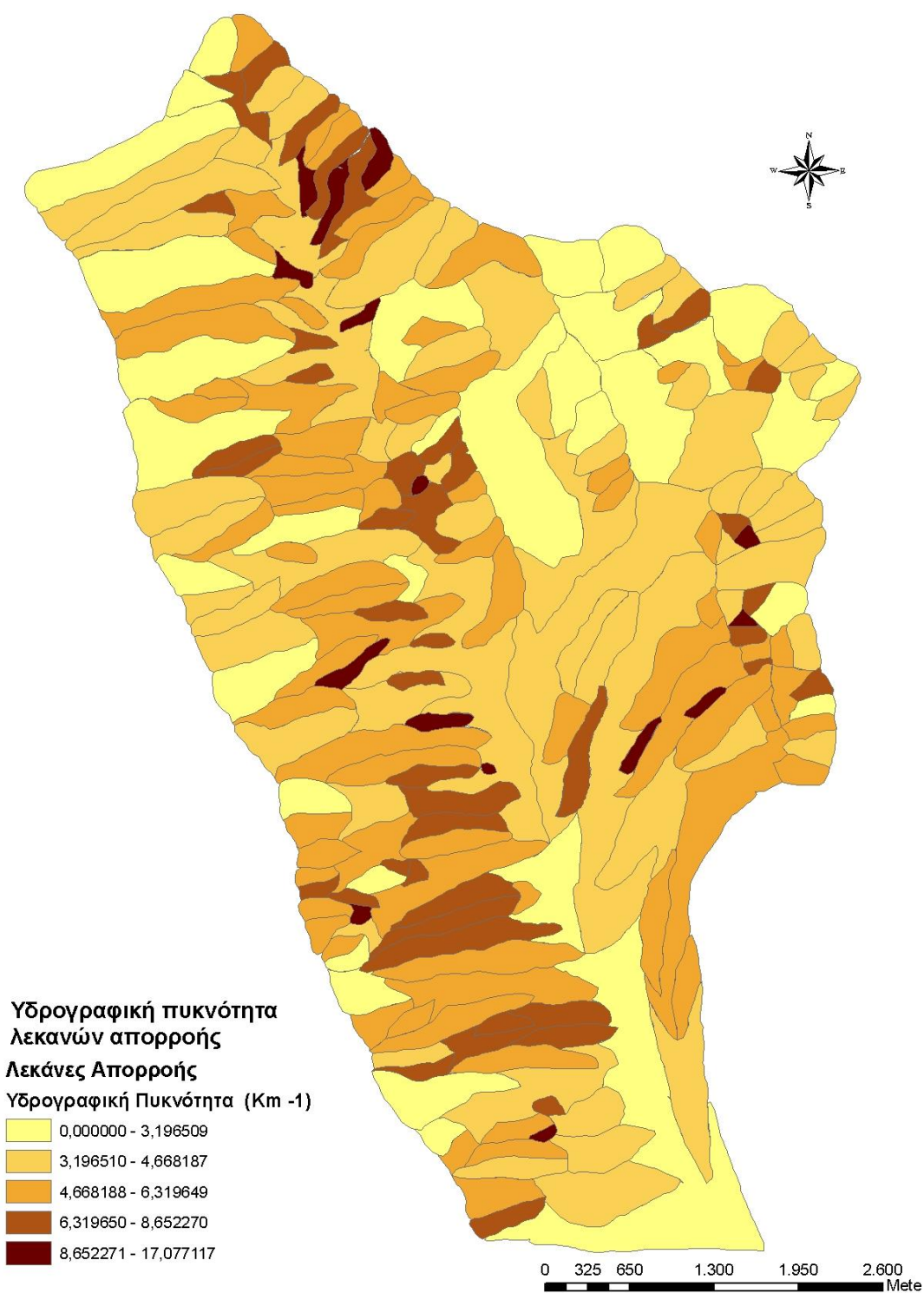
Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής πυκνότητας Du λεκανών 2^{ης} τάξης



Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής πυκνότητας Du λεκανών 3^{ης} τάξης



Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής πυκνότητας Du λεκανών 4^{ης} τάξης



*Χάρτης υδρογραφικής Πυκνότητας της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά (Πηγή
Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)*

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

Υδρογραφική συχνότητα είναι ο λόγος του συνολικού αριθμού των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μία λεκάνη απορροής προς το εμβαδό της λεκάνης. Είναι προφανές ότι η συχνότητα εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των κοιτών (Παυλόπουλος 2007 , Καρύμπαλης 2004). Αυτή είναι μία συμπληρωματική μέτρηση της υφής του αναγλύφου, αλλά είναι ανεξάρτητη της υδρογραφικής πυκνότητας γιατί εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των κοιτών και όχι από το μήκος τους (Βρουχάκης κ.αλ. 2004).

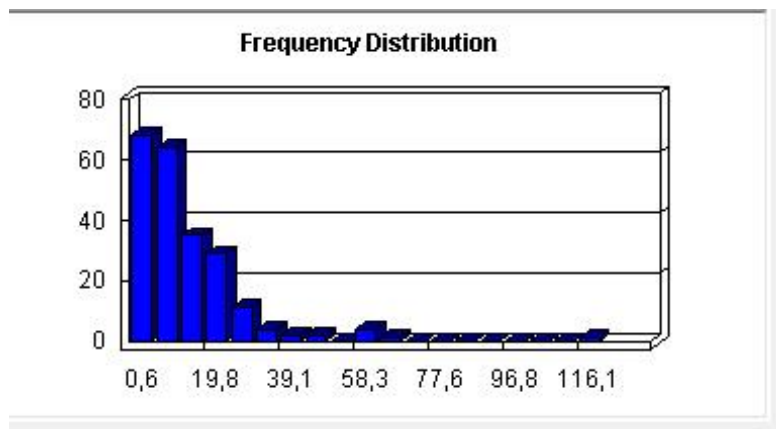
Οι λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά παρουσιάζουν ένα αρκετά μεγάλο εύρος τιμών υδρογραφικής συχνότητας. Η χαμηλότερη τιμή υδρογραφικής συχνότητας (0,56) παρουσιάζεται στη λεκάνη απορροής 5^{ης} τάξης η οποία στραγγίζει μεγάλη επιφάνεια. Η ψηλότερη τιμή υδρογραφικής συχνότητας (122) παρουσιάζεται σε λεκάνη απορροής 2^{ης} τάξης και η οποία στραγγίζει πολύ μικρή επιφάνεια. Από τα στατιστικά δεδομένα των τιμών καθώς και το αντίστοιχο ιστόγραμμα (όπως απεικονίζονται στη συνέχεια) παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στις λεκάνες απορροής 1^{ης} και 2^{ης} τάξης (μέσος όρος τιμών περίπου 15) καθώς και το μεγαλύτερο εύρος τιμών (αφού η τυπική απόκλιση είναι 11,32 και 20,75 για την 1^η και 2^η τάξη αντίστοιχα).

Στον πίνακα των στατιστικών παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των τιμών για κάθε τάξη λεκανών απορροής. Παρατηρείται ότι ο μέσος όρος τιμών της 2ης τάξης είναι μεγαλύτερος από το μέσο όρο τιμών της 1^{ης} τάξης. Στη συνέχεια παρατηρείται σταδιακή μείωση των μέσων τιμών της υδρογραφικής συχνότητας προχωρώντας από τη 2^η στην 5^η τάξη. Άρα δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι το δίκτυο ακολουθεί τον κανόνα της υδρογραφικής υφής.

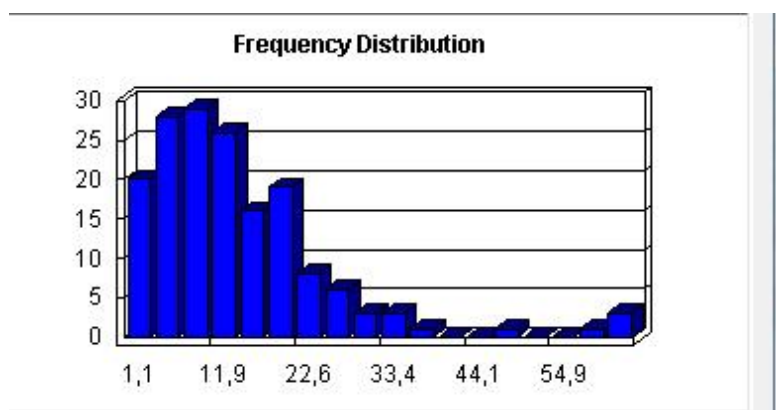
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται κάποια στατιστικά δεδομένα για την υδρογραφική συχνότητα της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και για τις επιμέρους λεκάνες συγκεκριμένων τάξεων.

Υδρολογική λεκάνη	Μέση τιμή	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή	Τυπική απόκλιση
Όλες οι τάξεις	14,55	0,56	122	13,91
1 ^{ης} τάξης	14,82	1,14	65,42	11,32
2 ^{ης} τάξης	16,03	1,47	122	20,75
3 ^{ης} τάξης	4,40	0,94	14,10	4,28
4 ^{ης} τάξης	0,86	0,7	1,02	0,16
5 ^{ης} τάξης	0,56	0,56	0,56	0,56

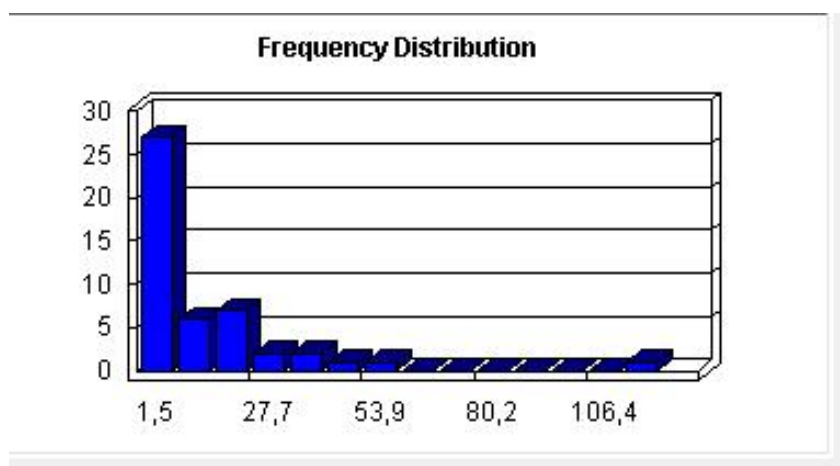
Τα ιστογράμματα των τιμών της υδρογραφικής συχνότητας για την υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και για τις λεκάνες αντίστοιχων τάξεων φαίνονται στα επόμενα σχήματα



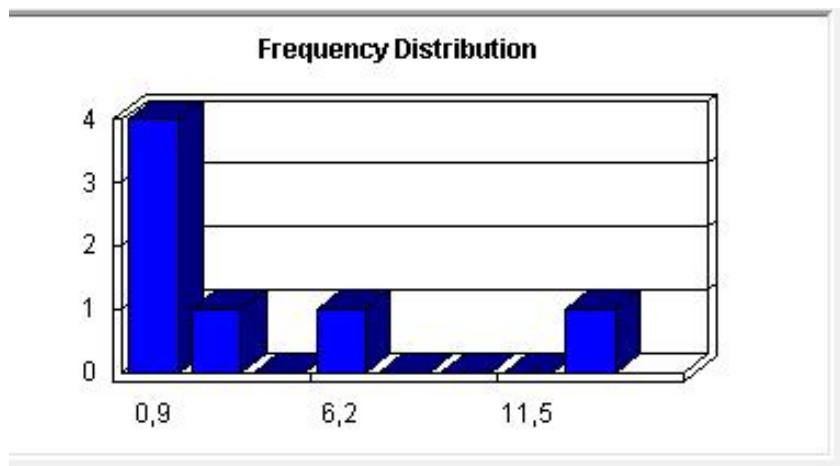
Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής συχνότητας Fu Υδρολογικής λεκάνης



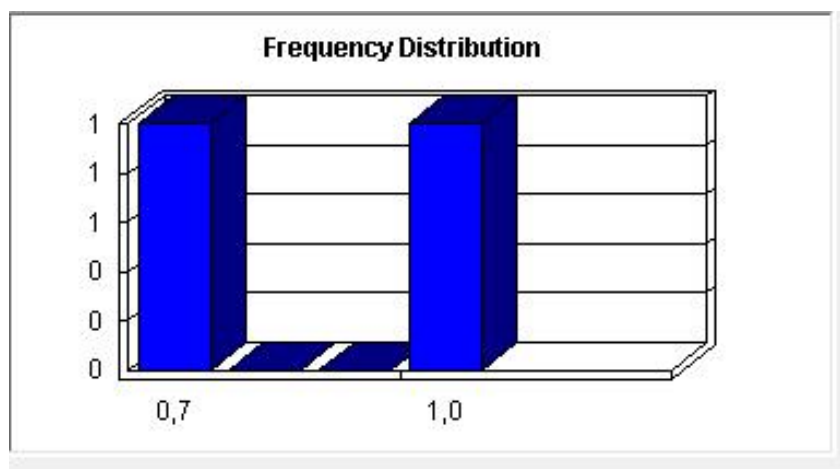
Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής συχνότητας Fu λεκανών 1^{ης} τάξης



Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής συχνότητας Fu λεκανών 2^{ης} τάξης



Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής συχνότητας F_u λεκανών 3^{ης} τάξης



Ιστόγραμμα τιμών Υδρογραφικής συχνότητας F_u λεκανών 4^{ης} τάξης

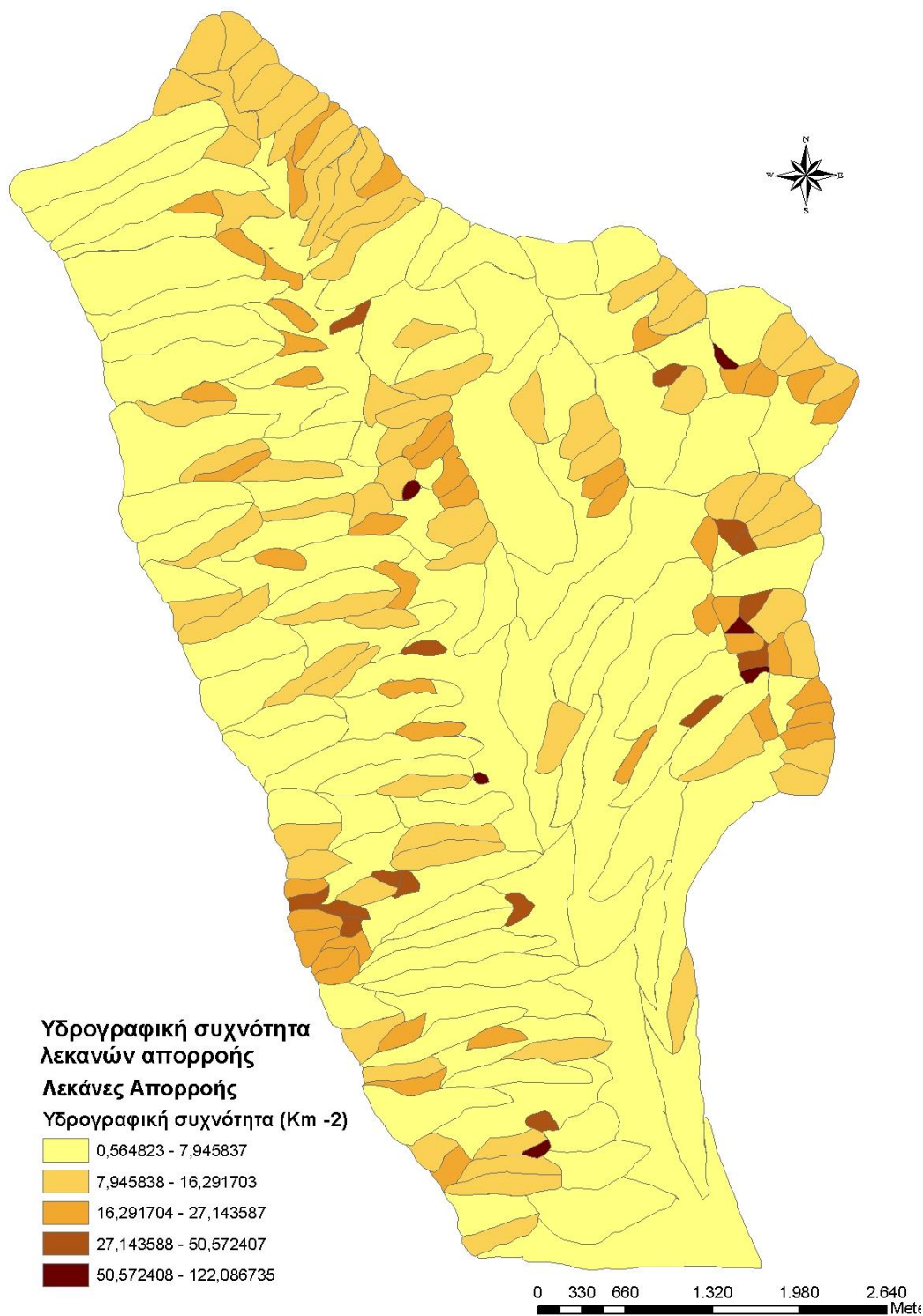
Από τον πίνακα μεσών τιμών της υδρογραφικής συχνότητας ανά τάξη λεκάνης απορροής και ανά γεωλογικό σχηματισμό, που απεικονίζεται στη συνέχεια, παρατηρούνται τα παρακάτω :

Στους **αργιλικούς σχιστόλιθους** παρατηρείται μείωση της μέσης τιμής από την 1^η στην 2^η τάξη, η οποία, όμως, δεν ακολουθείται από αντίστοιχη μείωση και στην 3^η τάξη. Για τις επόμενες δύο, στην αύξουσα σειρά, τάξεις παρατηρείται μείωση της μέσης τιμής τους. Στους **λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες** παρατηρείται αύξηση της μέσης τιμής από την 1^η στη 2^η τάξη και στη συνέχεια μείωση για την 3^η τάξη. Παρατηρείται, επίσης, παρόμοιες μέσες τιμές για λεκάνες 1^{ης} τάξης και για τους αργιλικούς σχιστόλιθους και για **τους λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες**. Αντίθετα για λεκάνες 2^{ης} τάξης παρατηρούνται πολύ μεγαλύτερες τιμές για **τους** λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες από ότι για τους αργιλικούς σχιστόλιθους. Για τις λεκάνες απορροής 3^{ης} τάξης η μέση τιμή στους αργιλικούς σχιστόλιθους είναι σχεδόν διπλάσια από την αντίστοιχη στους λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες. Άρα μπορεί να ειπωθεί ότι δεν ακολουθείται ο νόμος της υδρογραφικής υφής για κανένα από τους γεωλογικούς σχηματισμούς.

Στο επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της υδρογραφικής πυκνότητας ανά τάξη λεκάνης απορροής και ανά γεωλογικό σχηματισμό.

Λεκάνες τα/απορρο ής τάξης	Υδρογραφικ ή συχνότητα Μέση τιμή	ft.sh: αργιλικοί σχιστόλιθ οι	ft.st: λεπτομεσοστρωματώδ εις ψαμμίτες	P_{tf}: Καστανόχρω μες ποταμοχερσαίε ς αποθέσεις
Όλες οι τάξεις	14,55			
1^{ης} τάξης	14,82	15,70	14,73	9,52
2^{ης} τάξης	16,03	7,30	20,25	3,14
3^{ης} τάξης	4,40	7,52	3,15	-
4^{ης} τάξης	0,86	1,71	-	-
5^{ης} τάξης	0,56	0,56	-	-

Στη συνέχεια παρουσιάζεται **Χάρτης Υδρογραφικής Συχνότητας** για την Υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά



*Χάρτης υδρογραφικής Συχνότητας της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά (Πηγή
Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)*

ΚΛΙΣΗ ΚΛΙΤΥΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Κλίση κλιτύων της λεκάνης (Su) είναι ο λόγος του γινομένου του συνολικού μήκους των ισουψών καμπυλών μιας συγκεκριμένης ισοδιάστασης που οριοθετούνται από τον υδροκρίτη της λεκάνης επί την ισοδιάσταση αυτή διά το εμβαδό της λεκάνης. Η παράμετρος αυτή αποτελεί μία ποσοτική έκφραση της τραχύτητας του αναγλύφου. Εκφράζεται επί της % και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της τόσο περισσότερο απότομο και τραχύ είναι το ανάγλυφο της κοιλάδας που έχει δημιουργήσει η κοίτη του συγκεκριμένου κλάδου (Παυλόπουλος 2007, Καρύμπαλης 2004)

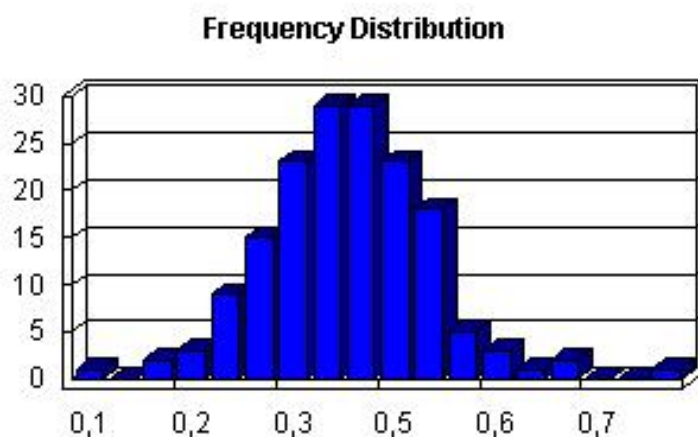
Στην υδρολογική λεκάνη απορροής του χειμάρρου Κουρκούτα οι τιμές των κλίσεων κλιτύως κυμαίνονται από 6% έως 82%. Τη μικρότερη κλίση έχει η λεκάνη απορροής 2^{ης} τάξης, με κωδικό 366, που αναπτύσσεται σε Καστανόχρωμες ποταμοχερσαίες αποθέσεις. Τη μεγαλύτερη κλίση έχει η λεκάνη απορροής 1^{ης} τάξης, με κωδικό 220, που βρίσκεται στα βορειοανατολικά της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά, ανήκει στην ευρύτερη υπολεκάνη του Καβαδορέματος και κοντά στο ύψωμα Μακρυά Ράχη. Αναπτύσσεται στο μεγαλύτερο μέρος της σε λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες, ενώ ένα μικρό μέρος της βρίσκεται σε αργιλικούς σχιστόλιθους. Οι τιμές των κλίσεων για την υδρολογική λεκάνη του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκούτα είναι σχετικά υψηλές, με έντονα διασπορά τιμών για τις λεκάνες απορροής 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξης. Αυτό είναι αποτέλεσμα των έντονων διαβρωτικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα εντός αυτής, σαν αποτέλεσμα της μικρής υδατοπερατότητας του γεωλογικού υποθέματος του φλύσχη πάνω στο οποίο έχει αναπτυχθεί η υδρολογική λεκάνη. Χαμηλή τιμή κλίσης έχει η λεκάνη απορροής 5^{ης} τάξης, ο κλάδος της οποίας εκβάλλει στον Εύηνο ποταμό.

Δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μέσω των μέσων τιμών κλίσεων στην ακολουθία των τάξεων (1^η έως 4^η), με τη μεγαλύτερη μέση τιμή να παρατηρείται στις τάξεις 3^{ης} τάξης. Υψηλές τιμές κλίσεων παρατηρούνται στο βορειοδυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής, στο βόρειο τμήμα αυτής (εκεί που αρχίζει η κεντρική κοίτη) καθώς και στο βορειοδυτικό τμήμα αυτής. Ενώ χαμηλές τιμές κλίσεων παρατηρούνται στο νότιο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης εκατέρωθεν της κεντρικής κοίτης της λεκάνης απορροής 5^{ης} τάξης.

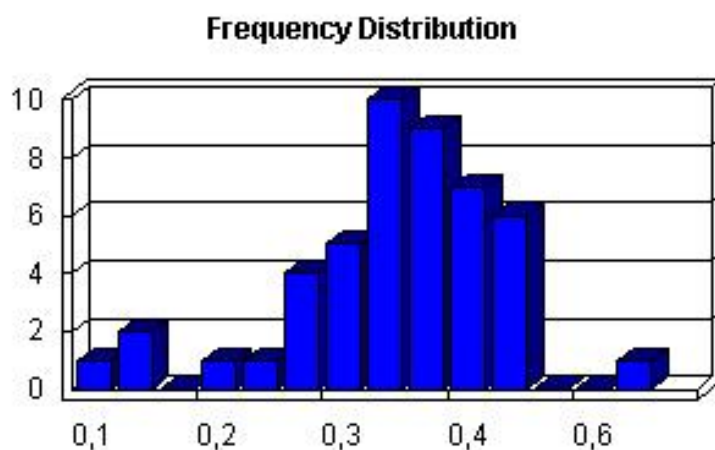
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται κάποια στατιστικά δεδομένα για την κλίση κλιτύων της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και για τις επιμέρους λεκάνες συγκεκριμένων τάξεων.

Υδρολογική λεκάνη	Μέση τιμή	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή	Τυπική απόκλιση
	0.41	0.06	0.82	0.11
1 ^{ης} τάξης	0.42	0.06	0.82	0.10
2 ^{ης} τάξης	0.39	0.06	0.62	0.11
3 ^{ης} τάξης	0.44	0.35	0.61	0.09
4 ^{ης} τάξης	0.40	0.37	0.42	0.02
5 ^{ης} τάξης	0.12	0.12	0.12	0.00

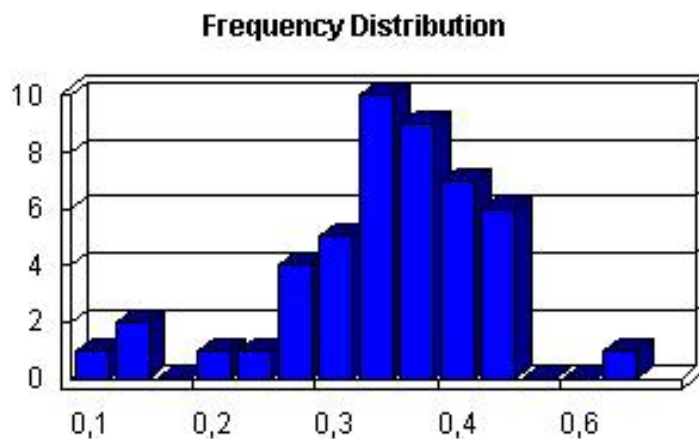
Τα ιστογράμματα των τιμών της κλίσης των κλιτύων για την υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκούτα καθώς και για τις λεκάνες αντίστοιχων τάξεων φαίνονται στα επόμενα σχήματα



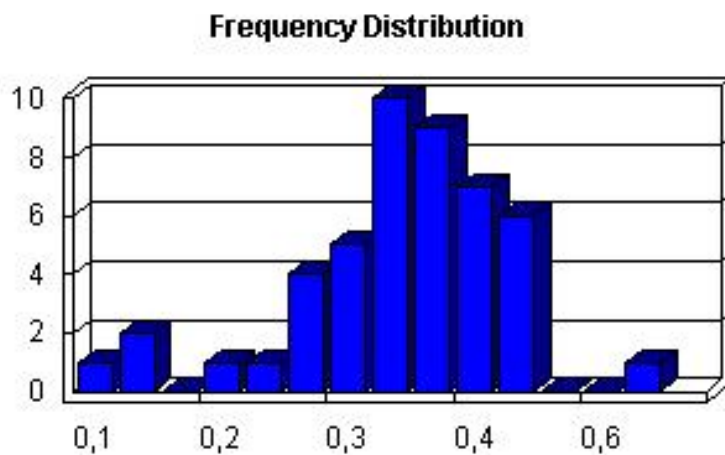
Ιστογράμμα τιμών Κλίσης κλιτύων Su Υδρολογικής λεκάνης



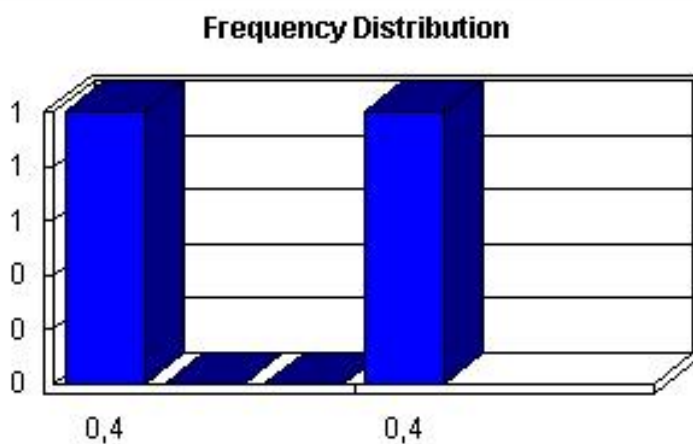
Ιστογράμμα τιμών Κλίσης κλιτύων Su λεκανών 1^{ης} τάξης



Ιστογράμμα τιμών Κλίσης κλιτύων Su λεκανών 2^{ης} τάξης



Ιστογράμμο τιμών Κλίσης κλιτύων Su λεκανών 3^{ης} τάξης



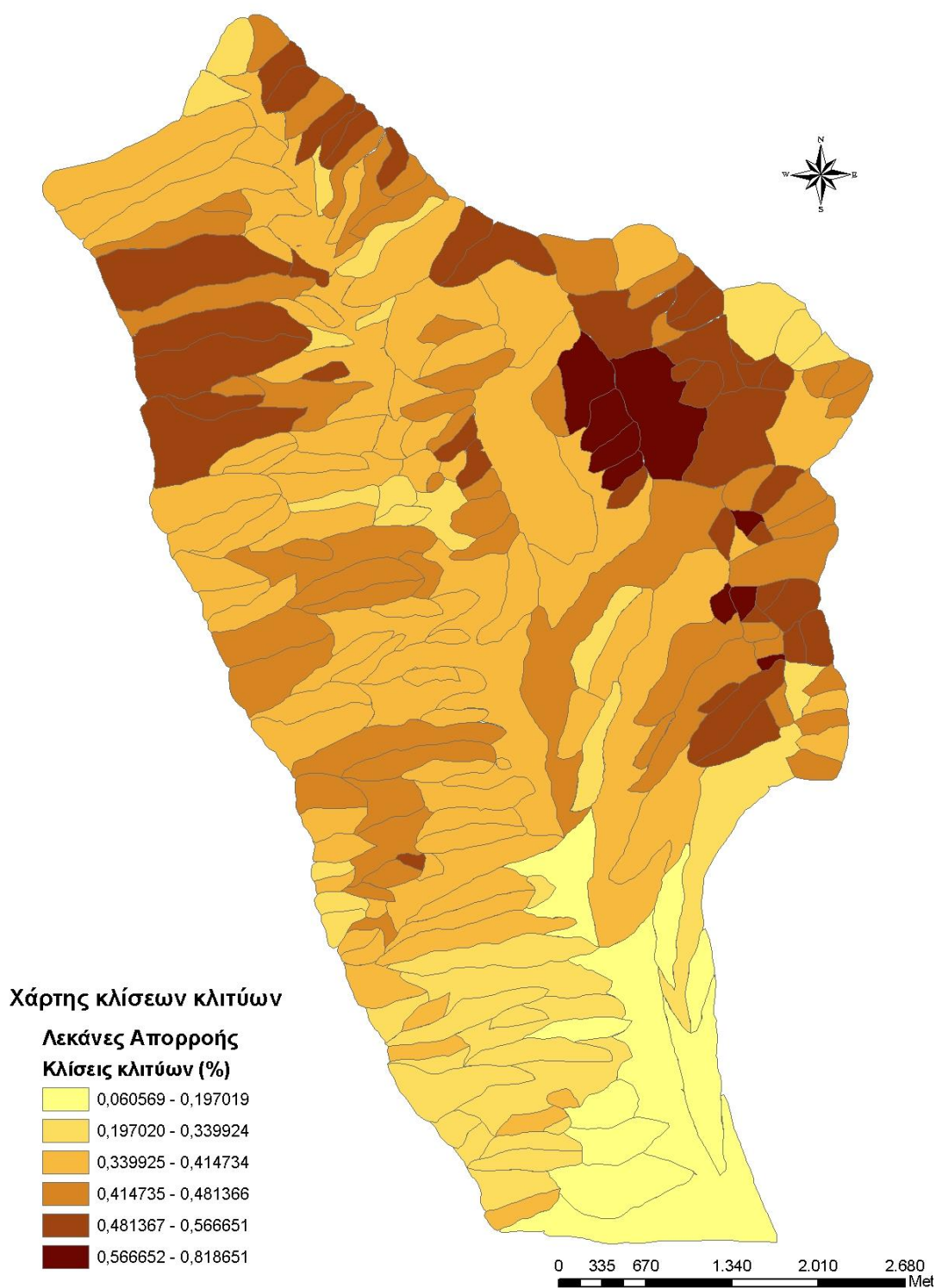
Ιστογράμμο τιμών Κλίσης κλιτύων Su λεκανών 4^{ης} τάξης

Όσο αναφορά τη γεωλογία της υδρολογικής λεκάνης παρατηρείται ότι οι κλίσεις κλιτύων είναι λίγο μεγαλύτερες στους λεπτομεσοστρωματώδεις ψαμμίτες σε σχέση με τους αργιλικούς σχιστόλιθους για τις λεκάνες απορροής 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξης. Στις Καστανόχρωμες ποταμοχερσαίες αποθέσεις παρατηρούνται μικρές κλίσεις της τάξης του 10% και 6% για λεκάνες απορροής πρώτης και δεύτερης τάξης αντίστοιχα.

Στο επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της κλίσης κλιτύων ανά τάξη λεκάνη απορροής και ανά γεωλογικό σχηματισμό.

Λεκάνες απορροής ή τάξης	Κλίση κλιτύων Μέση τιμή	ft.sh: αργιλικόι σχιστόλιθοι	ft.st: λεπτομεσοστρωμα τώδεις ψαμμίτες	Pt: Καστανόχρω μες ποταμοχερσαίες αποθέσεις
Όλες οι τάξεις	0.41			
1 ^{ης} τάξης	0.42	0,42	0,43	0,10
2 ^{ης} τάξης	0.39	0,34	0,42	0,06
3 ^{ης} τάξης	0.44	0,39	0,46	-
4 ^{ης} τάξης	0.40	0,40	-	-
5 ^{ης} τάξης	0.12	0,12	-	0,12

Στη συνέχεια παρουσιάζεται **Χάρτης Κλίσεων Κλιτύων** για την Υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά



Χάρτης Κλίσεων κλιτύων της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά. (Πηγή Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)

ΚΥΚΛΙΚΟΤΗΤΑ Cu

Η κυκλικότητα λεκάνης αποτελεί μία ποσοτική έκφραση του σχήματος (γεωμετρίας) της λεκάνης απορροής. Οι τιμές της παραμέτρου της κυκλικότητας κυμαίνονται από 0 έως 1. Όταν το σχήμα της λεκάνης είναι τέλειος κύκλος η τιμή της κυκλικότητας προσεγγίζει τη μονάδα, ενώ όσο η τιμή αυτή ελαττώνεται το σχήμα της λεκάνης γίνεται πιο επιμήκης (Παυλόπουλος 2007, Καρύμπαλης 2004).

Η μελέτη της γεωμετρίας και του σχήματος των λεκανών είναι σημαντική για τον προσδιορισμό των γεωμορφολογικών διεργασιών που δρουν εντός αυτών. Επιμήκεις μορφές λεκανών χαρακτηρίζουν λεκάνες με πιθανή κυρίαρχη διεργασία την οπισθοδρομούσα διάβρωση. Επιπλέον χαμηλές τιμές κυκλικότητας μπορεί να αποτελούν ένδειξη ότι η διαμόρφωση της κεντρικής κοίτης έχει βοηθηθεί από την ύπαρξη τεκτονικών ασυνεχειών (ρήγματα, διακλάσεις) ή την επαφή γεωλογικών σχηματισμών διαφορετικής λιθολογίας. Αντίθετα λεκάνες κυκλικού σχήματος αντιπροσωπεύουν προχωρημένο στάδιο εξέλιξης (Ζυγούρα 2011, Καρύμπαλης 2003, Μανδηλαράς 2005).

Οι λεκάνες απορροής του χειμάρρου Κουρκούτα παρουσιάζουν μία ευρεία γκάμα τιμών από 0,06 έως 0,88. Η χαμηλότερη τιμή βρίσκεται σε λεκάνη απορροής 3^{ης} τάξης, που βρίσκεται στο βόρειο μέρος της υδρολογικής λεκάνης και η οποία έχει επιμήκες και ακανόνιστο σχήμα. Τη μεγαλύτερη τιμή την έχει μία λεκάνη απορροής 1^{ης} τάξης που βρίσκεται δίπλα της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου Κουρκούτα και έχει σχεδόν κυκλική μορφή.

Οι μέσες τιμές της κυκλικότητας ελαττώνονται όσο μεγαλώνουν οι τάξεις των λεκανών απορροής στο υδρογραφικό δίκτυο και αυτό φανερώνει μία ομαλή εξέλιξη των κλάδων των δικτύων ανάλογα με την τάξη τους και το ανάγλυφο της περιοχής.

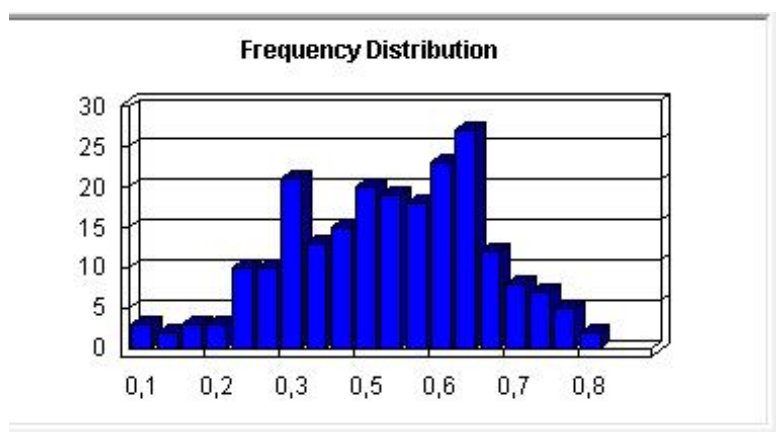
Παρ' όλα αυτά οι μέσες τιμές κυκλικότητας για όλες τις τάξεις δεν είναι μεγάλες με τη μεγαλύτερη μέση τιμή να είναι 0,51 για λεκάνες 1^{ης} τάξης. Αυτό είναι αποτέλεσμα της ύπαρξης πολλών κλάδων 1^{ης} και 2^{ης} τάξης που εκβάλουν απευθείας στην κεντρική κοίτη του χειμάρρου. Αυτό έχει αποτέλεσμα να παρατηρείται το φαινόμενο της ανωμαλίας στη διαδοχική κατά τάξη απορροή το οποίο δημιουργεί πολλές επιμήκεις λεκάνες απορροής. Αυτό συμβαίνει στα δυτικά της κεντρικής κοίτης του χειμάρρου, όπου το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύσσει παράλληλη μορφή εκεί όπου υπάρχει απότομη κλίση πετρωμάτων σε ένα πεδίο όπου επιβάλλει μία επιλεκτική κατεύθυνση του υδρογραφικού πεδίου.

Λεκάνες απορροής με μεγάλες τιμές κυκλικότητας παρατηρούνται επί το πλείστον στο ανατολικό, βορειανατολικό και βόρειο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά και στα χωρικά όρια του υδροκίτη της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά, όπου το υδρογραφικό δίκτυο έχει κλιμακωτή μορφή.

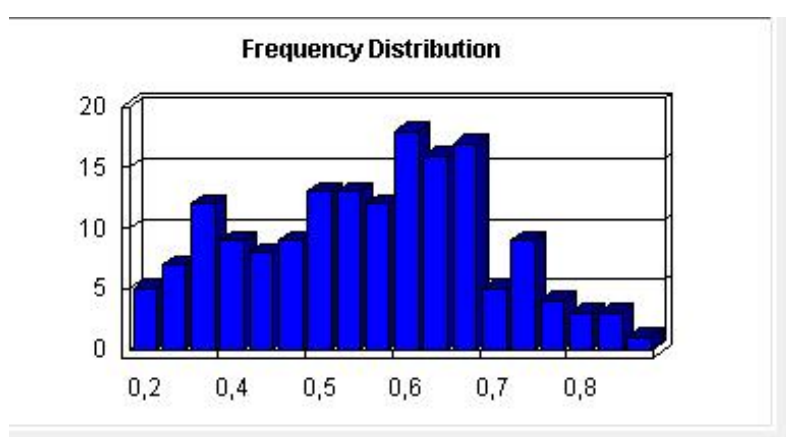
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται κάποια στατιστικά δεδομένα για τις τιμές κυκλικότητας της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και για τις επιμέρους λεκάνες συγκεκριμένων τάξεων.

Υδρολογική λεκάνη	Μέση τιμή	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή	Τυπική απόκλιση
Όλες οι τάξεις	0,51	0,06	0,88	0,16
1 ^{ης} τάξης	0,53	0,25	0,88	0,14
2 ^{ης} τάξης	0,46	0,14	0,87	0,18
3 ^{ης} τάξης	0,36	0,06	0,65	0,20
4 ^{ης} τάξης	0,11	0,07	0,17	0,05
5 ^{ης} τάξης	0,087	0,087	0,087	0,087

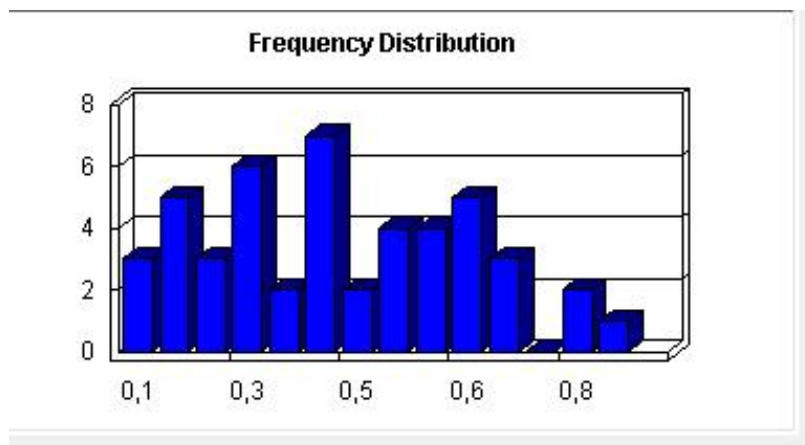
Τα ιστογράμματα των τιμών της κυκλικότητας για την υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά καθώς και για τις λεκάνες αντίστοιχων τάξεων φαίνονται στα επόμενα σχήματα



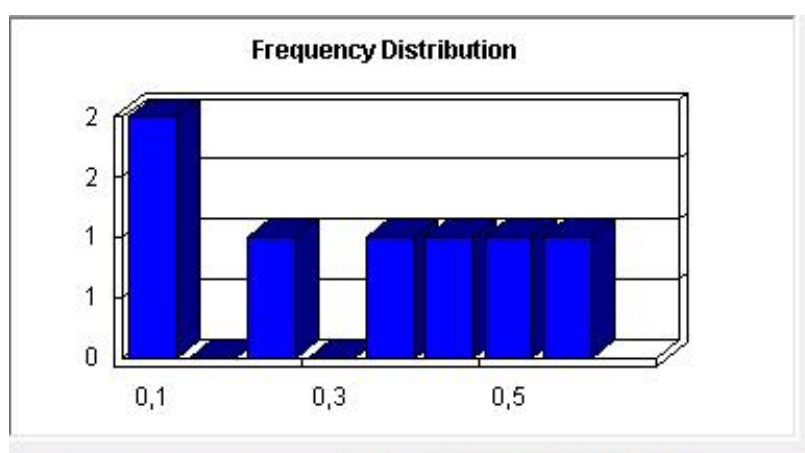
Ιστογράμμα τιμών Κυκλικότητας Cu Υδρολογικής λεκάνης



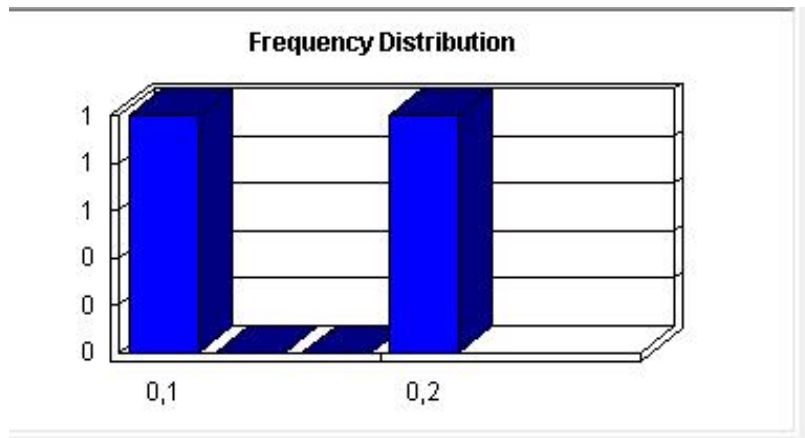
Ιστογράμμα τιμών Κυκλικότητας Cu λεκανών 1^{ης} τάξης



Ιστόγραμμα τιμών Κυκλικότητας Cu λεκανών 2^{ης} τάξης



Ιστόγραμμα τιμών Κυκλικότητας Cu λεκανών 3^{ης} τάξης

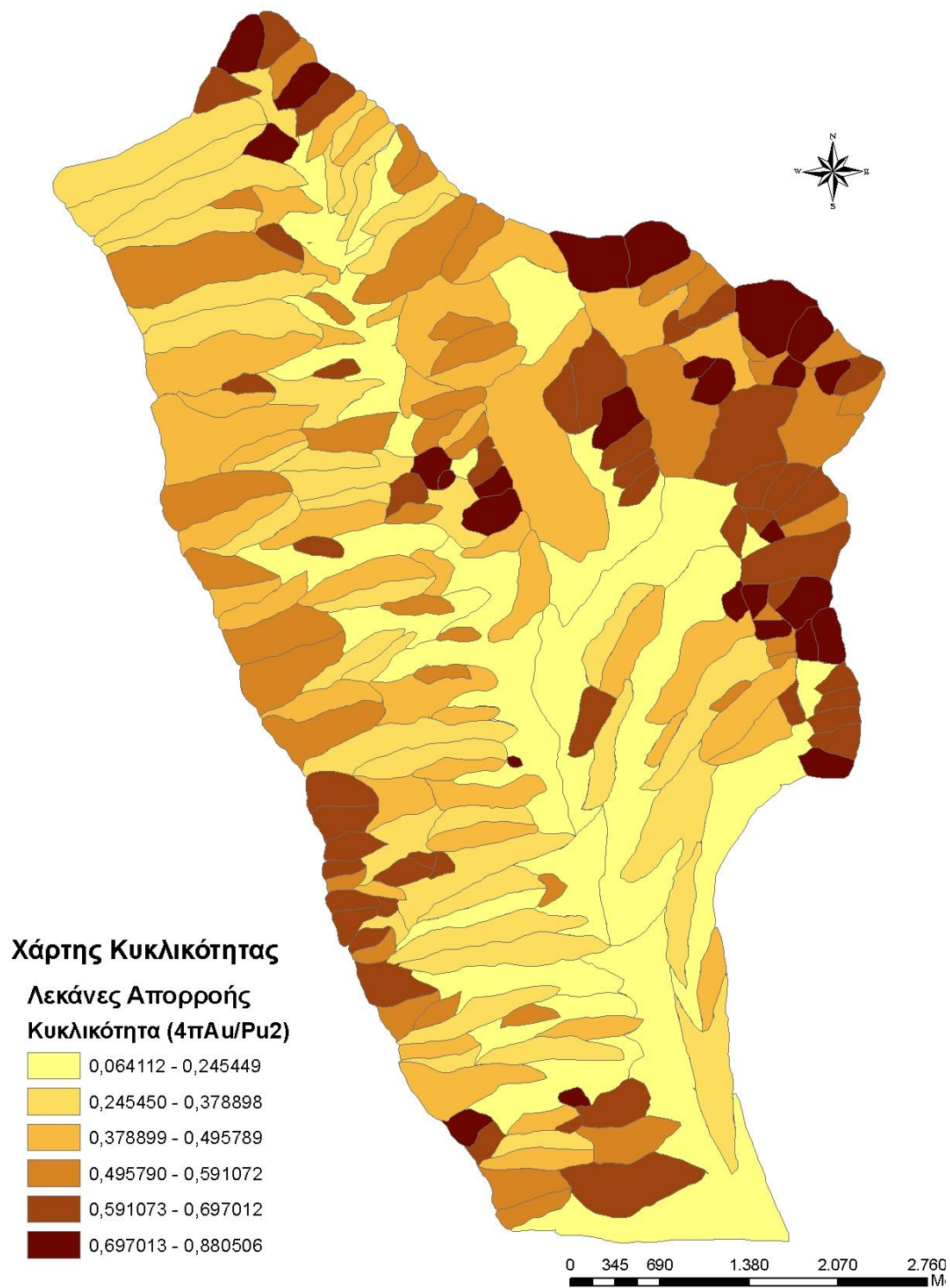


Ιστόγραμμα τιμών Κυκλικότητας Cu λεκανών 4^{ης} τάξης

Όσο αναφορά την κατανομή των μέσων τιμών κυκλικότητας μεταξύ των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών παρατηρούνται λίγο μεγαλύτερες τιμές στους λεπτομεσοστρωματώσεις ψαμμίτες σε σχέση με τις μέσες τιμές των αργιλικών σχιστολίθων για λεκάνες απορροής 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} τάξης. Στις καστανόχρωμες ποταμοχερσαίες αποθέσεις παρατηρούνται αρκετά χαμηλότερες μέσες τιμές κυκλικότητας (ο αριθμός των λεκανών απορροής είναι μικρός, οπότε δεν είναι αντιπροσωπευτικό το δείγμα).

Στο επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της κυκλικότητας ανά τάξη λεκάνη απορροής και ανά γεωλογικό σχηματισμό.

Λεκάνες απορροής τάξης	Κυκλικό- τητα Μέση τιμή	ft.sh: αργιλοί σχιστόλιθοι	ft.st: λεπτομεσοστρωμα- τώδεις ψαμμίτες	Pt: Καστανόχρω- μες ποταμογερασάιες αποθέσεις
Όλες οι τάξεις	0,51			
1 ^{ης} τάξης	0,53	0,53	0,53	0,44
2 ^{ης} τάξης	0,46	0,43	0,47	0,25
3 ^{ης} τάξης	0,36	0,30	0,38	-
4 ^{ης} τάξης	0,11	0,12		-
5 ^{ης} τάξης	0,087	0,09	-	



Χάρτης Κυκλικότητας της υδρολογικής λεκάνης του χειμάρρου Κουρκουτά (Πηγή Τοπογραφικοί χάρτες ΓΥΣ 1 : 50000)

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ – ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΖΕΥΓΩΝ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Κρίθηκε σκόπιμο να υπολογιστούν οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων που υπολογίστηκαν για τους 164 κλάδους του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά και ανά τάξη.

Οι μορφομετρικές παράμετροι για τις οποίες υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης είναι οι παρακάτω :

Lu Μήκος κλάδου

Au Εμβαδό λεκάνης απορροής

Pu Περίμετρος λεκάνης απορροής

Du Υδρογραφική πυκνότητα

Fu Υδρογραφική συχνότητα

Su Κλίση κλιτύων

Cu Κυκλικότητα

Συντελεστές συσχέτισης κλάδων Πρώτης τάξης

Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές συσχέτισης για τους κλάδους πρώτης τάξης που έχουν σαν υπόβαθρο όλους τους γεωλογικούς σχηματισμούς. Οι συντελεστές απεικονίζονται στον επόμενο πίνακα.

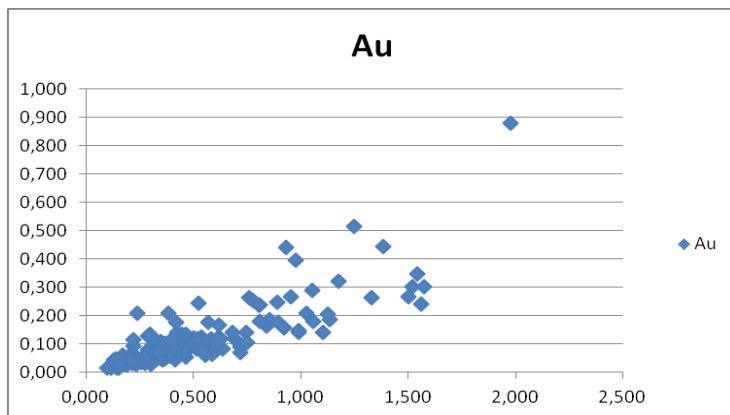
	Lu	Au	Pu	Du	Fu	Su	Cu
Lu	1	0,826	0.936	-0.077	0.610	-0.10	-0.637
Au	0,826	1	0.912	-0.450	0.591	-0.02	0.341
Pu	0.936	0.912	1	-0.328	-0.700	-0.12	-0.629
Du	-0.077	-0.450	-0.328	1	0.520	-0.07	-0.244
Fu	0.610	0.591	-0.700	0.520	1	0.14	0.371
Su	-0.10	-0.02	-0.12	-0.07	0.14	1	0.26
Cu	-0.637	0.341	-0.629	-0.244	0.371	0.26	1

Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων για τους κλάδους πρώτης τάξης του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά.

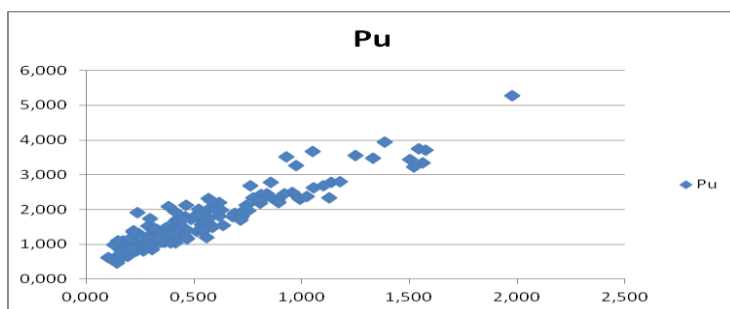
Από τον πίνακα διαπιστώνεται ότι πολύ καλές θετικές συσχετίσεις παρουσιάζονται μεταξύ του μήκους των κλάδων και του εμβαδού και της περιμέτρου της λεκάνης απορροής του αντίστοιχου κλάδο, με αντίστοιχες τιμές 0,826 και 0,936. Η συσχέτιση μεταξύ μορφομετρικών παραμέτρων που προσδιορίζουν την υδρογραφική υφή παρουσιάζουν μικρή σχετικά θετική συσχέτιση της τάξης του 0,52. Στο διάγραμμα διασποράς που απεικονίζει τις τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας σε σχέση με αυτές της υδρογραφικής συχνότητας παρατηρούνται πολλές λεκάνες απορροής 1^{ης} τάξης που εμφανίζουν σημαντική απόκλιση από την ευθεία παλινδρόμησης που περιγράφει τη συσχέτιση. Μεταξύ των συσχετίσεων που εμφανίζουν αρνητικό συντελεστή

σχετικά σημαντικές είναι εκείνες μεταξύ περιμέτρου και υδρογραφικής συχνότητας, με τιμή $-0,700$. Επίσης, μεταξύ μήκους κλάδων και περιμέτρου με την κυκλικότητα των λεκανών απορροής, με τιμές $-0,637$ και $-0,629$ αντίστοιχα.

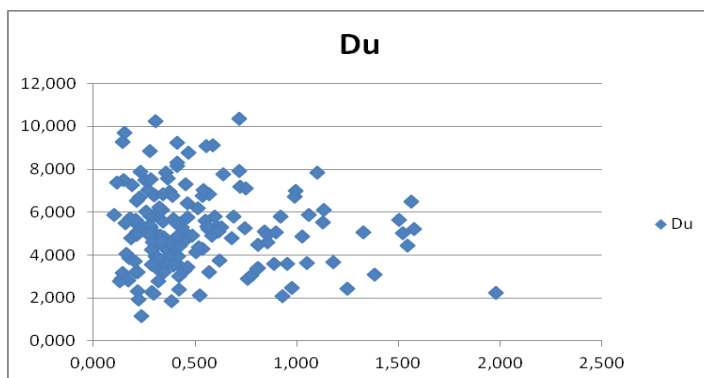
Στη συνέχεια απεικονίζονται τα διαγράμματα διασποράς μεταξύ ζευγαριών μορφομετρικών μεταβλητών.



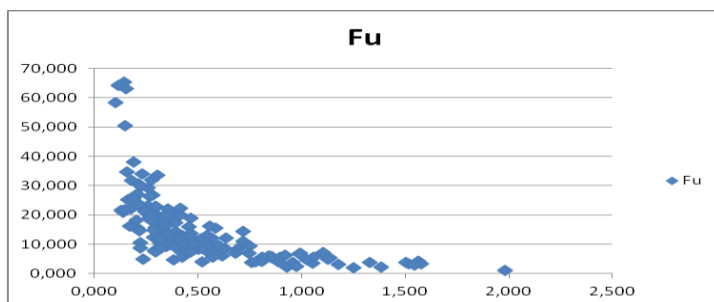
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Au και Lu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



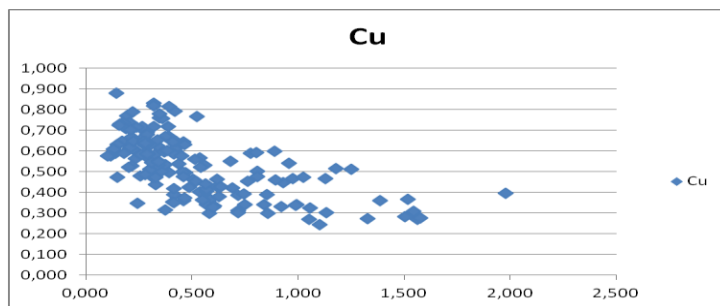
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Pu και Lu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



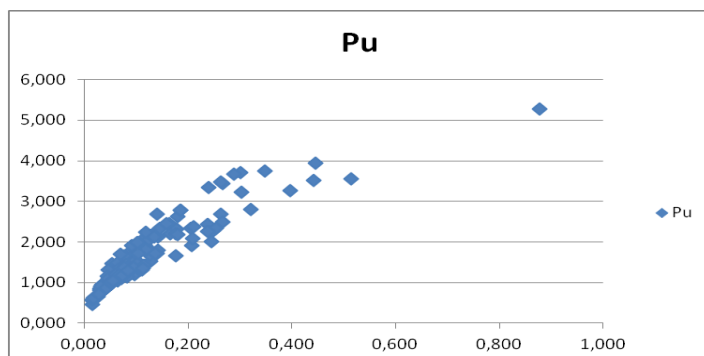
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Du και Lu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



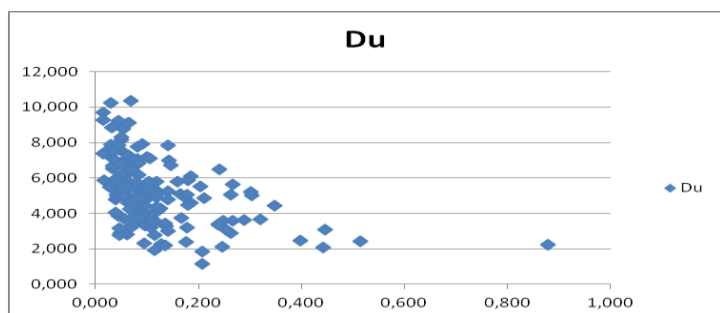
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Fu και Lu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



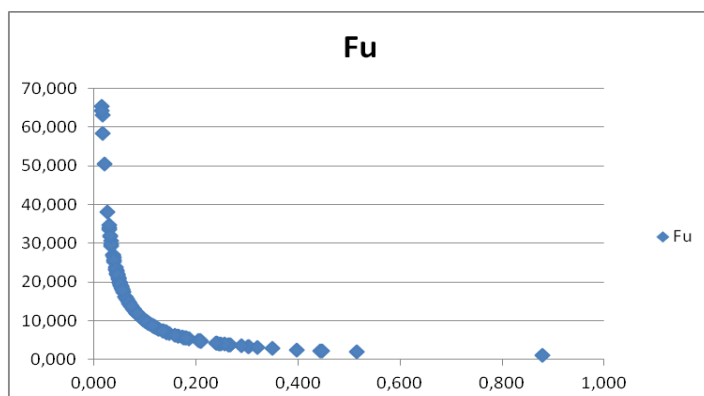
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Cu και Lu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



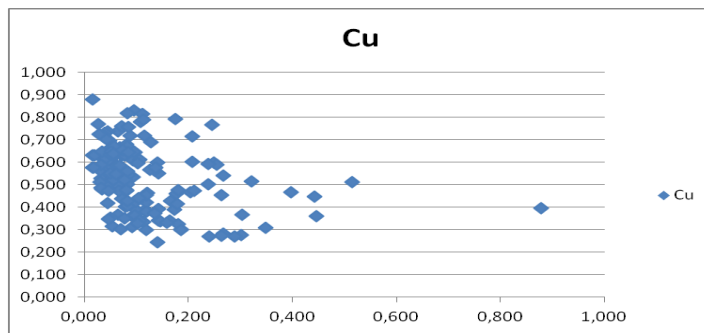
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Au και Pu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



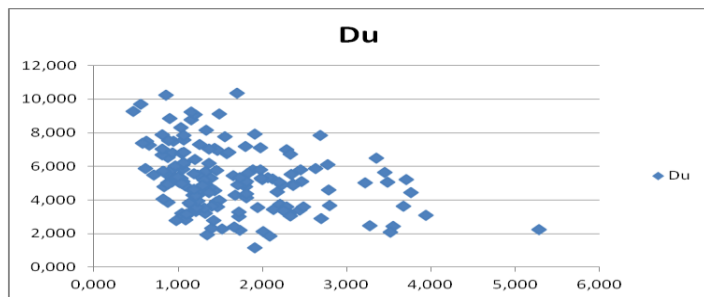
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Au και Du για λεκάνες 1^{ης} τάξης



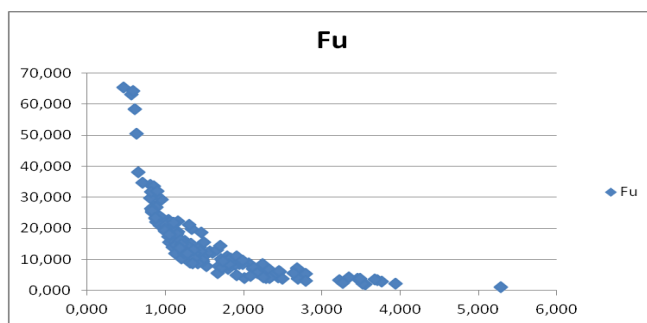
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Au και Fu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



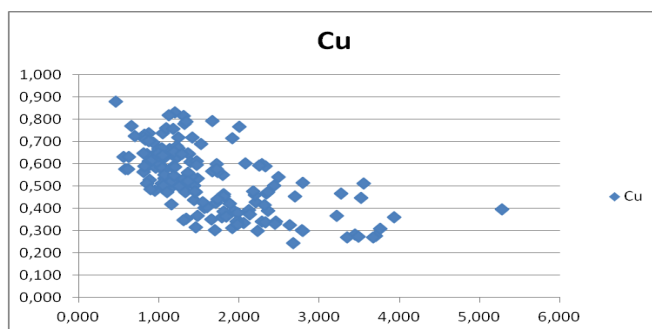
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Au και Cu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



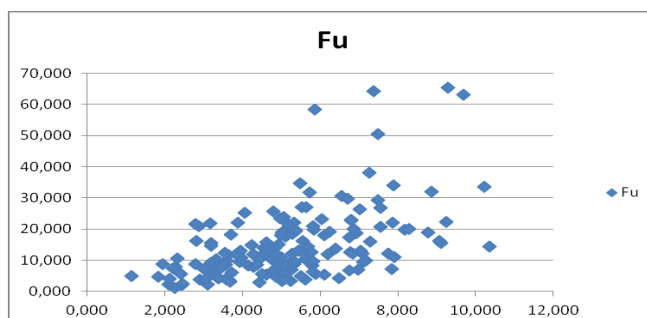
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Ru και Du για λεκάνες 1^{ης} τάξης



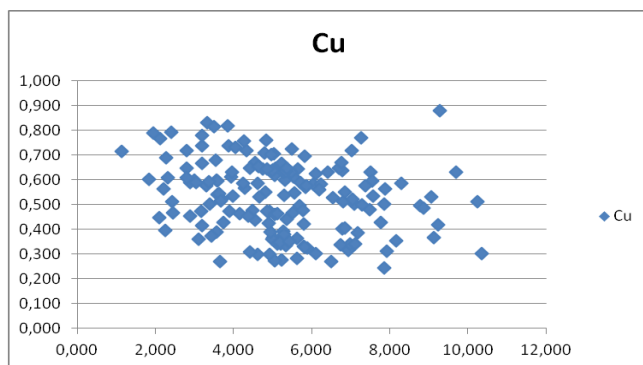
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Ru και Fu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



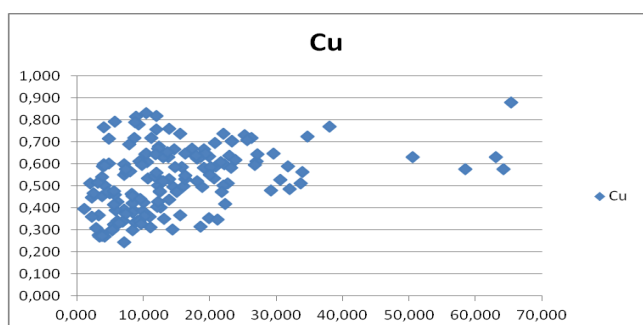
Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Ru και Cu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Du και Fu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Du και Cu για λεκάνες 1^{ης} τάξης



Διάγραμμα διασποράς μεταξύ Fu και Cu για λεκάνες 1^{ης} τάξης

Συντελεστές συσχέτισης κλάδων Δεύτερης τάξης

Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές συσχέτισης για τους κλάδους δεύτερης τάξης που έχουν σαν υπόβαθρο όλους τους γεωλογικούς σχηματισμούς. Οι συντελεστές απεικονίζονται στον επόμενο πίνακα.

	Lu	Au	Pu	Du	Fu	Su	Cu
Lu	1	0.905	0.935	-0.204	-0.493	-0.21	-0.658
Au	0.905	1	0.954	-0.475	-0.581	-0.24	-0.615
Pu	0.935	0.954	1	-0.405	-0.585	-0.21	-0.772
Du	-0.204	-0.475	-0.405	1	0.799	0.12	0.322
Fu	-0.493	-0.581	-0.585	0.799	1	0.17	0.574
Su	-0.21	-0.24	-0.21	0.12	0.17	1	0.09
Cu	-0.658	-0.615	-0.772	0.322	0.574	0.09	1

Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων για τους κλάδους δεύτερης τάξης του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά

Εμφανίζονται στον πίνακα 9 θετικές συσχετίσεις (ανεξάρτητα της σημαντικότητας του συντελεστή συσχέτισης) και 12 αρνητικές συσχετίσεις (ανεξάρτητα της σημαντικότητας του συντελεστή συσχέτισης). Από τον ίδιο πίνακα διαπιστώνεται ότι πολύ καλές θετικές συσχετίσεις παρουσιάζονται μεταξύ του μήκους των κλάδων και του εμβαδού και της περιμέτρου της λεκάνης απορροής του αντίστοιχου κλάδου, με αντίστοιχες τιμές 0,905 και 0,935.

Η συσχέτιση μεταξύ μορφομετρικών παραμέτρων που προσδιορίζουν την υδρογραφική υφή (υδρογραφική πυκνότητα σε σχέση με υδρογραφική συχνότητα) παρουσιάζουν ικανοποιητική θετική συσχέτιση της τάξης του 0,80. Η τιμή αυτή – για τις λεκάνες απορροής δεύτερης τάξης – είναι μεγαλύτερη κατά 0,28 σε σχέση με την αντίστοιχη για τις λεκάνες απορροής πρώτης τάξης. Η ικανοποιητική συσχέτιση δείχνει καλύτερες συνθήκες αποστράγγισης που επικρατούν στις λεκάνες της τάξης αυτής.

Μεταξύ των συσχετίσεων που εμφανίζουν αρνητικό συντελεστή σχετικά σημαντικές είναι εκείνες μεταξύ περιμέτρου και κυκλικότητας, με τιμή -0,772. Επίσης, μεταξύ μήκους κλάδων και εμβαδού λεκάνης απορροής με την κυκλικότητα των λεκανών απορροής, με τιμές -0,658 και -0,615 αντίστοιχα. Για τα υπόλοιπα ζευγάρια μορφομετρικών μεταβλητών δεν παρατηρούνται αξιοπρόσεκτες συσχετίσεις.

Συντελεστές συσχέτισης κλάδων Τρίτης τάξης

Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές συσχέτισης για τους κλάδους τρίτης τάξης που έχουν σαν υπόβαθρο όλους τους γεωλογικούς σχηματισμούς. Οι συντελεστές απεικονίζονται στον επόμενο πίνακα.

	Lu	Au	Pu	Du	Fu	Su	Cu
Lu	1	0.962	0.920	-0.313	-0.681	-0.44	-0.792
Au	0.962	1	0.873	-0.546	-0.729	-0.19	-0.627
Pu	0.920	0.873	1	-0.293	-0.600	-0.49	-0.847
Du	-0.313	-0.546	-0.293	1	0.590	-0.66	-0.195
Fu	-0.681	-0.729	-0.600	0.590	1	-0.15	0.334
Su	-0.44	-0.19	-0.49	-0.66	-0.15	1	0.82
Cu	-0.792	-0.627	-0.847	-0.195	0.334	0.82	1

Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων για τους κλάδους δεύτερης τάξης του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά

Για την Τρίτη τάξη του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά, που αριθμεί 7 κλάδους, υπολογίστηκαν συνολικά 21 συντελεστές συσχέτισης από τους οποίους οι 5 είναι θετικοί και οι 16 αρνητικοί. Από τον ίδιο πίνακα διαπιστώνεται ότι πολύ καλές θετικές συσχετίσεις παρουσιάζονται μεταξύ του μήκους των κλάδων και του εμβαδού και της περιμέτρου της λεκάνης απορροής του αντίστοιχου κλάδο, με αντίστοιχες τιμές 0,962 και 0,920.

Η συσχέτιση μεταξύ μορφομετρικών παραμέτρων που προσδιορίζουν την υδρογραφική υφή (υδρογραφική πυκνότητα σε σχέση με υδρογραφική συχνότητα) παρουσιάζουν μικρή θετική συσχέτιση της τάξης του 0,59. Επομένως, αυτής της τιμής συσχέτιση δεν αποτυπώνει ικανοποιητικές συνθήκες αποστράγγισης για τις λεκάνες απορροής αυτής της τάξης.

Σχετικά ικανοποιητικές αρνητικές συσχετίσεις παρατηρούνται μεταξύ των παρακάτω ζευγών μορφομετρικών παραμέτρων :

Μεταξύ μήκους κλάδων και υδρογραφικής συχνότητας και κυκλικότητας με τιμές -0,681 και -0,792 αντίστοιχα.

Μεταξύ εμβαδού λεκάνης απορροής και υδρογραφικής συχνότητας και κυκλικότητας με τιμές -0,729 και -0,627 αντίστοιχα.

Μεταξύ περιμέτρου λεκάνης απορροής και κυκλικότητας με τιμή -0,847

Συντελεστές συσχέτισης για το σύνολο του υδρογραφικού δικτύου

Εκτιμήθηκαν οι συντελεστές συσχέτισης για τους κλάδους και τις λεκάνες απορροής όλων των τάξεων του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά για όλο το γεωλογικό υπόβαθρο που βρίσκεται η υδρολογική λεκάνη. Οι συντελεστές απεικονίζονται στον επόμενο πίνακα.

	Lu	Au	Pu	Du	Fu	Su	Cu
Lu	1	0,932	0,960	-0,140	-0,435	-0.19	-0,647
Au	0,932	1	0,955	-0,332	-0,439	-0.16	-0,518
Pu	0,960	0,955	1	-0,250	-0,440	-0.20	-0,639
Du	-0,140	-0,332	-0,250	1	0,644	-0.02	-0,028
Fu	-0,435	-0,439	-0,440	0,644	1	0.14	0,448
Su	-0.19	-0.16	-0.20	-0.02	0.14	1	0.26
Cu	-0,647	-0,518	-0,639	-0,028	0,448	0.26	1

Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων για τους κλάδους όλων των τάξεων του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά.

Παρατηρούνται 6 θετικές συσχετίσεις και 15 αρνητικές συσχετίσεις σε ένα σύνολο 21 ζευγών μορφομετρικών μεταβλητών. Παρατηρείται από μία γενική εκτίμηση ότι οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των διαφόρων ζευγών μορφομετρικών μεταβλητών, για όλους τους κλάδους, είναι μειωμένοι ελαφρώς από τους αντίστοιχους για κλάδους συγκεκριμένης τάξης.

Πολύ καλές θετικές συσχετίσεις συνεχίζουν να παρουσιάζονται μεταξύ μήκους κλάδων και εμβαδού και περιμέτρου λεκανών απορροής με αντίστοιχες τιμές 0,932 και 0,960. Επίσης μεταξύ εμβαδού και περιμέτρου λεκανών απορροής με τιμή 0,955. Η συσχέτιση μεταξύ υδρογραφικής πυκνότητας και συχνότητας παρουσιάζει τιμή 0,644 που δεν μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική για να τεκμηριώσει καλές συνθήκες αποστράγγισης της υδρολογικής λεκάνης.

Τέλος, παρόμοιες τιμές αρνητικής συσχέτισης αποτυπώνονται μεταξύ μήκους κλάδων και κυκλικότητας λεκανών απορροής και περιμέτρου και κυκλικότητας με τιμές -0,647 και -0,639 αντίστοιχα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κάποια ενδεικτικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την ποσοτική γεωμορφολογική ανάλυση του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά μπορούν να συνοψιστούν ως εξής :

- Το κλίμα της περιοχής όπως συνάγεται από κάποιες συγκεκριμένες κλιματικές μεταβλητές των πλησιέστερων δύο μετεωρολογικών σταθμών είναι Μεσογειακό. Χαρακτηρίζεται δηλαδή από ήπιους βροχερούς χειμώνες και σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια.
- Το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής χαρακτηρίζεται από ένα **πολυσχιδές ανάγλυφο** από λόφους κυρίως ΒΒΔ – ΝΝΑ διεύθυνσης με υψόμετρα από 50 έως 900 μ.
- Η περιοχή **γεωμορφολογικά διανύει το στάδιο ωριμότητας** και χαρακτηρίζεται ημιορεινή - λοφώδης που βαθμιαία καταλήγει στην θάλασσα, με μέσο υψόμετρο 510m και κλίση αναγλύφου της τάξης του 20 %.
- Γενικότερα, η **κλιμακωτή και ορθογώνια μορφή** υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά αποτελεί ένδειξη της ύπαρξης απότομης κλίσης πετρωμάτων, που οφείλεται στην παρουσία πτυχωμένων πετρωμάτων, ενώ η **παράλληλη μορφή** αναπτύσσεται εκεί όπου υπάρχει απότομη κλίση πετρωμάτων και η οποία επιβάλλει μία επιλεκτική κατεύθυνση του υδρογραφικού πεδίου σε χαρακτηριστικές συγκλινικές και αντικλινικές δομές από την πλευρική συμπίεσή τους εξαιτίας της πτυχογόνου τεκτονικής.
- Η γεωλογική και η τεκτονική δομή έχει επιδράσει αναγκάζοντας αρκετούς κλάδους μικρών τάξεων να συμβάλλουν σχεδόν σε ορθή γωνία με την κεντρική κοίτη του χειμάρρου.
- Στη λεκάνη απορροής το υδρογραφικό δίκτυο που αποστραγγίζει τις δυτικές κλιτύες του όρους Αράκυνθος είναι φανερά επηρεασμένο από την κλίση του αναγλύφου. Οι ακολουθίες του φλύσχη σχηματίζουν μορφή **ομοκλινούς δομής (Questa)**, στη ράχη της οποίας έχουν αναπτυχθεί παράλληλοι μεταξύ τους κλάδοι πρώτης τάξης, που τελικά καταλήγουν σε ορθή γωνία στην κεντρική κοίτη του χειμάρρου Κουρκουτά.
- Υπάρχουν κλάδοι πρώτης και δεύτερης τάξης που ελέγχονται από τις τεκτονικές γραμμές ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης, κύρια άξονες συγκλίνων και αντικλίνων
- Από τη σχέση μεταξύ του αριθμού των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου διαπιστώνεται ότι οι αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές είναι αρνητικές για όλους τους κλάδους των τάξεων. Συγκεκριμένα η απόκλιση των κλάδων 1^{ης} τάξης φτάνει στο 33%, η απόκλιση των κλάδων 2^{ης} τάξης φτάνει στο 24%, η απόκλιση των κλάδων 3^{ης} τάξης φτάνει στο 56% και η απόκλιση των κλάδων 4^{ης} τάξης φτάνει στο 50%. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι το υδρογραφικό δίκτυο της υδρολογικής λεκάνης δεν εξελίχθηκε φυσιολογικά αλλά πήρε τη συγκεκριμένη μορφή εξαιτίας των έντονων επιδράσεων που άσκησαν οι τεκτονικές γραμμές και της ύπαρξης απότομης κλίσης πετρωμάτων και ισχυρής γεωλογικής δομής, που οφείλεται στην παρουσία πτυχωμένων πετρωμάτων. Επίσης εκεί όπου υπάρχει απότομη

κλίση πετρωμάτων, αυτό επιβάλλει μία επιλεκτική κατεύθυνση του υδρογραφικού πεδίου σε χαρακτηριστικές συγκλινικές και αντικλινικές δομές από την πλευρική συμπίεσή τους εξαιτίας της πτυχογόνου τεκτονικής.

- Από τη σχέση μεταξύ του μήκους των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου διαπιστώνεται ότι οι αποκλίσεις των πραγματικών από τις ιδανικές τιμές δεν είναι ίδιες για όλους τους κλάδους των τάξεων. Συγκεκριμένα τα μήκη των κλάδων 1^{ης} και 3^{ης} τάξης δεν παρουσιάζουν αποκλίσεις από τις ιδανικές τιμές, οι κλάδοι 2^{ης} και 5^{ης} τάξης παρουσιάζουν αρνητική απόκλιση της τάξης του 15% και 24% αντίστοιχα. Μόνο τα μήκη των δύο κλάδων 4^{ης} τάξης παρουσιάζουν θετική απόκλιση της τάξης του 44%. Αυτή η διαφοροποίηση μπορεί να ερμηνευτεί από την έντονη επίδραση που ασκεί η τεκτονική της περιοχής που ενδεχομένως να επιβάλει μία επιλεκτική κατεύθυνση του υδρογραφικού πεδίου σε χαρακτηριστικές συγκλινικές και αντικλινικές δομές.
- Από την ανάλυση της σχέσης μεταξύ του μέσου εμβαδού των λεκανών απορροής του υδρογραφικού δικτύου παρατηρείται ότι οι αποκλίσεις των πραγματικών εμβαδών από τα ιδανικά δεν είναι της ίδιας μορφής για τις λεκάνες όλων των τάξεων. Συγκεκριμένα οι λεκάνες απορροής 1^{ης} τάξης δεν παρουσιάζουν αποκλίσεις των εμβαδών από τις ιδανικές τιμές, οι λεκάνες απορροής 2^{ης} τάξης παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση της τάξης του 30%, οι κλάδοι 3^{ης} και 5^{ης} τάξης παρουσιάζουν απόκλιση 9% και 17% αντίστοιχα, ενώ μόνο οι λεκάνες απορροής 4^{ης} τάξης παρουσιάζουν θετική απόκλιση της τάξης του 18%.
- Σε ένα ιδανικά δημιουργημένο υδρογραφικό δίκτυο, μόνο με την επίδραση της επιφανειακής απορροής (χωρίς την επίδραση τεκτονικής και ύπαρξης ρηγμάτων και με ενιαία λιθολογία) δεν παρατηρούνται ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή. Αντίθετα προς αυτή τη διαπίστωση στην υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Κουρκουτά παρατηρούνται αρκετές ανωμαλίες στη διαδοχική κατά τάξη απορροή. Συγκεκριμένα παρατηρείται ότι 20 κλάδοι πρώτης τάξης συμβάλουν απευθείας στην κεντρική κοίτη, 7 κλάδοι δεύτερης τάξης εκβάλουν απευθείας στον κλάδο 5^{ης} τάξης, 7 κλάδοι 2^{ης} τάξης εκβάλουν απευθείας στους δύο κλάδους 4^{ης} τάξης και 2 κλάδοι 3^{ης} τάξης εκβάλουν απευθείας στον κλάδο 5^{ης} τάξης.
- Οι λεκάνες του υδρογραφικού δικτύου παρουσιάζουν τιμές κυκλικότητας από 0,06 έως 0,88. Οι λεκάνες πρώτης τάξης έχουν μεγαλύτερες τιμές, σαν μέση τιμή, αλλά παρουσιάζουν τεράστια απόκλιση στην μικρότερη και μεγαλύτερη τιμή τους που είναι αντίστοιχα 0,25 και 0,88. Επίσης και οι λεκάνες δεύτερης και τρίτης τάξης παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στην μικρότερη και μεγαλύτερη τιμή τους που είναι αντίστοιχα 0,14 και 0,87 (2^{ης} τάξης) και 0,06 και 0,65 (3^{ης} τάξης).

- Η υδρογραφική πυκνότητα και η υδρογραφική συχνότητα συνθέτουν την υδρογραφική υφή μιας λεκάνης. Οι τιμές της πυκνότητας για τη λεκάνη απορροής του χειμάρρου Κουρκουτά παρουσιάζουν αρκετά μεγάλο εύρος. Υψηλές τιμές πυκνότητας παρουσιάζουν οι λεκάνες πρώτης τάξης και δεύτερης τάξης με σχήμα επιμήκες και περιορισμένο εμβαδό επιφάνειας απορροής. Για τις επόμενες τάξεις η τιμή της υδρογραφικής πυκνότητας μειώνεται με την αύξηση της τάξης. Οι λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου παρουσιάζουν ένα αρκετά μεγάλο εύρος τιμών υδρογραφικής συχνότητας που οφείλεται κυρίως στην έντονη τεκτονική της περιοχής και δευτερευόντως στη λιθολογία. Οι μέσες τιμές υδρογραφικής συχνότητας για τις λεκάνες πρώτης και δεύτερης τάξης είναι αρκετά υψηλές σε σχέση με τις τιμές υδρογραφικής συχνότητας για τις υπόλοιπες λεκάνες των άλλων τάξεων. Στο χάρτη υδρογραφικής συχνότητας των λεκανών απορροής απεικονίζεται η χωρική διαφοροποίηση των τιμών τους.
- Οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των μορφομετρικών παραμέτρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό της διαφοράς του σταδίου εξέλιξης και των διεργασιών διάβρωσης και απόθεσης εντός των λεκανών του υδρογραφικού δικτύου του χειμάρρου Κουρκουτά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Horton R. (1932). Drainage Basin Characteristics. American Geophysical Union. Transactions 350-361.

Loftus, D.L. and P. Tsoflias, 1971: Geological map of Greece, scale 1:50,000, Nafpaktos Sheet. Greek Institute of Geology and Mineral Exploration.

Strahler A., 1957: Quantitative analysis of watershed Geomorphology. *Am. Geophys. Union Trans*, **38(6)**, 913-920.

Αναγνώστου Β, Κυρικήδου Χ, Δρακολούλου Π 2009. Η μορφοδυναμική της νήσου Τήνου ως μηχανισμός διαμόρφωσης των ακτών της. 9th Symposium on Oceanography & Fisheries.

Βουβαλίδης Κ. Μαθήματα φυσικής γεωγραφίας.

<http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/contents00.html>

Βουβαλίδης Κ, Γάκης Α, Βαβλιάκης Ε, Ψιλοβίκος Α 2003. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στην υδρολογική λεκάνη του χειμάρρου Ξηροπόταμου Δοξάτου Δράμας.

Βρουχάκης Ι, Βουβαλίδης Κ, Σφέικος Α, Μαργώνη Σ, 2004. Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου του Πορταϊκού ποταμού της Θεσσαλίας

Γιαννόπουλος Σ, Κατσή Α, Παπαμιχαήλ Δ, Τζιμόπουλος Χ, 2004. Προσδιορισμός των Γεωμορφολογικών Χαρακτηριστικών της Λεκάνης του Πορταϊκού Ποταμού με το Λογισμικό WMS

Γκουβάς Μ., 2011. Κλίμα και δασική βλάστηση της Ελλάδας. Εθνικό αστεροσκοπείο Αθηνών

ΓΥΣ . Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 50000. Φύλλο Ευηνοχώριον.

ΓΥΣ . Τοπογραφικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 50000. Φύλλο Μεσολόγγιον.

Ζύγουρα Α., 2011. Ο ρόλος των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών του υδρογραφικού δικτύου του Σαρανταπόταμου στον πλημμυρικό κίνδυνο του Θριασίου πεδίου. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία. Τμήμα Γεωγραφίας – Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

ΓΓΜΕ, 1989. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 50000. Φύλλο
Ευηνοχώριον.

ΓΓΜΕ 1989, Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1: 50000. Φύλλο
Μεσολόγγιον.

ΓΓΜΕ 1989. Σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1 : 500000

Καρύμπαλης Ε 1996. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού.
Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας Πανεπιστημίου Αθηνών

Καρύμπαλης Ε 1999. Γεωμορφολογική μελέτη του υδρογραφικού δικτύου του Εύηνου ποταμού.
Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου

Καρύμπαλης Ε, Κοντής Ε, και Ζούρος Ν 2004. Ποσοτικές γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη
λεκάνη απορροής του χειμάρρου Τσικνιά.

Καρύμπαλης Ε 2004. Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας. Πανεπιστημιακές παραδόσεις
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Κατσάνου Κ., 2007. Περιβαλλοντική Υδρογεωλογική μελέτη των υδρολογικών λεκανών της
ευρύτερης περιοχής του Αιγίου με τη χρήση Υδροχημικών μεθόδων. Μεταπτυχιακή Διατριβή.
Τμήμα Γεωλογίας Πάτρας

Κατσέλης Σ, 2008. Ποσοτική Γεωμορφολογική ανάλυση του Υδρογραφικού δικτύου του
Βολιναίου ποταμού. Τμήμα Γεωγραφίας – Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Κουτσόπουλος Κ 2002. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και ανάλυση χώρου

Κουτσόπουλος Κ και Ανδρουλάκης Ν 2003. Εφαρμογές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών
με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS

Λειβαδίτης Γ. 1993. Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη νήσο Ζάκυνθο.

Μανδηλαράς Δ, 2005. Περιβαλλοντική Υδρολογική Έρευνα στη λεκάνη του Γλαύκου. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Γεωλογίας Πανεπιστημίου Πατρών

Παυλόπουλος Κ, Σκέντος Α, Λοταμπάση Χ, 2007. Γεωμορφολογική Χαρτογράφηση και μελέτη της ευρύτερης περιοχής Δισπηλίου λίμνης Καστοριάς

Πρακτικά 3^{ου} Πανελλήνιου Γεωγραφικού Συνεδρίου 2003

Παπανικολάου Δ. 1986. Γεωλογία της Ελλάδος ΜΑΡΙΟΛΟΠΟΥΛΟΣ, Η. (1960): Κλιματικά στοιχεία του ελληνικού δικτύου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

ΜΑΡΙΟΛΟΠΟΥΛΟΣ Η., ΚΑΡΑΠΠΕΡΗΣ Λ. (1955): Αι βροχοπτώσεις εν Ελλάδι. Αθήναι.

ΜΑΡΚΟΥ-ΙΑΚΩΒΑΚΗ Π., ΛΙΩΚΗ-ΛΕΙΒΑΔΑ-ΤΣΕΛΕΠΙΔΑΚΙ Η. (1975): Κλιμογράμματα και δείκτης ξηρότητας εις τον ελληνικόν χώρο. Δημοσιεύματα εργαστηρίου κλιματολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών

ΜΠΟΛΤΣΗΣ Θ. (1986): Συμβολή στη μελέτη του υδατικού ισοδυνάμου των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της περιοχής Ηπείρου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.

ΚΑΝΔΗΛΗΣ Φ. (1988): Ο υετός στη Στερεά Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα

ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Ν. (2002): *Εκτίμηση των μηνιαίων και ετησίων τιμών της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα*. Πρακτικά 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Ιωάννινα, 25-28 Σεπτεμβρίου 2002, σελ. 66-71.

ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Ν., ΞΥΣΤΡΑΚΗΣ Φ. (2007): *Εκτίμηση του μέσου ετησίου και μηνιαίου ύψους υετού στον ελλαδικό χώρο*. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης. Τεχνική Βιβλιοθήκη, μελέτη υπ' αριθ. 01/07, 28 σελ. + Παράρτημα (34 χάρτες).

ΑΝΔΡΕΑΚΟΣ Κ. (1978): Κλιματικά στοιχεία 86 μετεωρολογικών σταθμών του ελληνικού δικτύου. Περίοδος 1930-75. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Αθήνα

ΠΑΓΩΝΗΣ Κ. (1998): Συμβολή στη μελέτη των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της Πελοποννήσου. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα

ΣΤΑΘΗΣ Δ. (1998): Τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της Πίνδου από υδρολογική άποψη. Διδ. Διατρ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Μορφομετρικές Παράμετροι Λεκανών Απορροής

ObjectID : Κωδικός Λεκάνης Απορροής
Kodikos : Τάξη της αντίστοιχης Λεκάνης Απορροής
Lu : Μήκος κλάδου που αντιστοιχεί στη Λεκάνη Απορροής (Km)
Au : Εμβαδό Λεκάνης Απορροής (km²)
Pu : Περίμετρος Λεκάνης Απορροής
Du : Υδρογραφική Πυκνότητα Λεκάνης Απορροής Κλάδου (Km)
Fu : Υδρογραφική Συχνότητα Λεκάνης Απορροής Κλάδου (Km²)
Cu : Κυκλικότητα Λεκάνης Απορροής

OBJECTI

D	Kodikos	Lu	Au	Pu	Du	Fu	Cu
246	2	1,132	0,341	2,662	3,318	2,930	0,605
242	2	0,801	0,179	1,984	4,480	5,594	0,571
236	2	0,481	0,141	1,608	3,421	7,111	0,683
228	2	1,537	0,358	4,653	4,298	2,797	0,207
219	2	1,401	0,213	3,758	6,582	4,699	0,189
211	2	1,591	0,322	4,065	4,937	3,103	0,245
196	2	0,167	0,033	0,846	5,091	30,423	0,576
189	2	0,174	0,039	1,186	4,411	25,416	0,351
189	2	0,195	0,020	0,633	9,555	48,879	0,641
162	2	0,873	0,167	2,453	5,241	6,001	0,348
162	2	0,480	0,144	2,006	3,327	6,931	0,450
157	2	0,140	0,008	0,343	17,077	122,087	0,875
147	2	1,031	0,264	2,611	3,901	3,784	0,487

116	2	1,524	0,340	4,219	4,480	2,939	0,240
103	2	0,385	0,066	1,131	5,791	15,060	0,652
89	2	1,105	0,184	2,635	5,997	5,427	0,333
85	2	0,828	0,154	1,871	5,384	6,506	0,552
65	2	1,062	0,194	2,834	5,481	5,160	0,303
57	2	0,349	0,041	1,061	8,563	24,516	0,455
21	2	0,571	0,097	1,696	5,879	10,292	0,424
4	2	0,348	0,079	1,184	4,401	12,645	0,709
4	2	0,811	0,094	2,116	8,652	10,667	0,263
25	2	0,427	0,048	1,308	8,829	20,678	0,355
37	2	0,765	0,120	2,586	6,358	8,306	0,226
78	2	0,902	0,338	3,228	2,670	2,959	0,407
110	2	1,073	0,130	2,146	8,271	7,711	0,354
89	2	0,530	0,064	1,067	8,289	15,633	0,706
133	2	1,432	0,229	3,729	6,246	4,363	0,207
126	2	0,184	0,059	1,310	3,134	16,997	0,431
252	2	2,099	0,452	5,706	4,644	2,212	0,174
177	2	0,644	0,111	1,462	5,820	9,041	0,650
306	2	1,641	0,260	2,780	6,320	3,852	0,422
306	2	0,214	0,017	0,625	12,772	59,672	0,538
318	2	1,782	0,305	3,585	5,842	3,279	0,298
326	2	1,369	0,347	3,405	3,945	2,882	0,376
339	2	1,144	0,318	3,977	3,593	3,142	0,253
183	2	0,166	0,025	0,707	6,662	40,106	0,627
267	2	0,270	0,039	0,902	6,899	25,541	0,604
289	2	0,221	0,040	0,956	5,520	24,928	0,551
289	2	0,333	0,047	0,838	7,161	21,474	0,832
283	2	0,804	0,273	2,541	2,950	3,669	0,530
297	2	0,220	0,031	0,782	7,152	32,469	0,633
297	2	0,220	0,022	0,588	9,821	44,589	0,814
339	2	3,927	0,681	7,728	5,768	1,469	0,143
181	5	5,046	1,770	15,968	2,850	0,565	0,087
248	1	0,583	0,082	1,434	7,091	12,168	0,502
244	1	0,416	0,116	1,940	3,567	8,584	0,389
212	1	1,135	0,186	2,780	6,112	5,385	0,302
217	1	0,423	0,141	1,718	3,002	7,096	0,600
198	1	1,102	0,140	2,681	7,849	7,121	0,245
356	1	0,691	0,119	1,883	5,794	8,381	0,423
187	1	0,256	0,034	0,946	7,480	29,250	0,480
60	1	1,519	0,303	3,223	5,016	3,302	0,366
48	1	1,250	0,514	3,552	2,431	1,945	0,512
247	1	0,680	0,142	1,798	4,807	7,066	0,550
243	1	0,458	0,092	1,787	4,998	10,906	0,360
233	1	0,266	0,052	1,007	5,080	19,131	0,648
240	1	0,154	0,016	0,561	9,700	63,066	0,633
239	1	0,392	0,069	1,322	5,689	14,507	0,495
237	1	0,191	0,026	0,655	7,264	38,033	0,770
232	1	0,206	0,065	1,049	3,197	15,494	0,737

234	1	0,760	0,263	2,695	2,889	3,799	0,455
229	1	0,840	0,164	2,459	5,111	6,086	0,341
225	1	0,719	0,100	1,804	7,181	9,981	0,387
220	1	0,366	0,048	1,065	7,562	20,650	0,536
223	1	0,373	0,054	1,460	6,940	18,601	0,317
222	1	0,327	0,072	1,437	4,542	13,884	0,438
214	1	0,295	0,051	1,055	5,839	19,781	0,571
216	1	0,437	0,083	1,389	5,290	12,094	0,538
202	1	1,502	0,267	3,449	5,622	3,744	0,282
200	1	1,562	0,240	3,347	6,494	4,158	0,270
193	1	0,138	0,048	1,011	2,880	20,896	0,588
194	1	0,205	0,037	0,872	5,529	27,017	0,611
197	1	0,992	0,142	2,290	6,976	7,031	0,341
191	1	0,291	0,057	1,057	5,111	17,557	0,640
190	1	0,338	0,055	1,055	6,113	18,100	0,624
0	1	0,214	0,033	0,883	6,548	30,603	0,527
168	1	0,208	0,037	0,848	5,646	27,144	0,643
185	1	0,172	0,061	1,092	2,806	16,287	0,646
184	1	0,148	0,020	0,626	7,497	50,572	0,633
166	1	0,421	0,077	1,237	5,474	12,995	0,632
164	1	0,457	0,097	1,373	4,738	10,359	0,643
163	1	0,289	0,127	1,523	2,273	7,855	0,690
158	1	0,536	0,079	1,572	6,779	12,645	0,402
159	1	1,057	0,179	2,635	5,892	5,572	0,325
155	1	1,576	0,301	3,707	5,228	3,318	0,276
153	1	0,467	0,053	1,160	8,779	18,816	0,496
0	1	0,809	0,239	2,443	3,390	4,188	0,503
0	1	0,746	0,142	2,124	5,268	7,063	0,394
148	1	0,299	0,044	1,039	6,805	22,744	0,511
136	1	0,586	0,064	1,486	9,122	15,556	0,366
138	1	0,566	0,109	2,002	5,207	9,193	0,341
143	1	0,232	0,029	0,809	7,888	33,972	0,565
134	1	0,455	0,062	1,253	7,289	16,009	0,500
128	1	0,605	0,114	2,062	5,333	8,810	0,335
127	1	0,855	0,173	2,365	4,939	5,777	0,389
119	1	0,503	0,121	1,813	4,148	8,242	0,464
122	1	0,313	0,080	1,458	3,897	12,453	0,475
121	1	0,296	0,134	1,732	2,206	7,443	0,562
117	1	0,279	0,048	0,930	5,821	20,844	0,697
93	1	0,619	0,166	2,205	3,731	6,031	0,428
92	1	0,955	0,267	2,490	3,581	3,749	0,540
87	1	0,410	0,050	1,336	8,170	19,927	0,353
86	1	0,567	0,083	1,604	6,851	12,080	0,404
68	1	0,485	0,099	1,714	4,892	10,093	0,424
67	1	0,240	0,045	0,971	5,319	22,182	0,600
63	1	0,281	0,037	0,885	7,552	26,856	0,597
69	1	0,930	0,443	3,521	2,100	2,259	0,449
0	1	0,975	0,397	3,270	2,456	2,518	0,467

47	1	0,266	0,053	1,020	5,013	18,860	0,641
23	1	0,856	0,186	2,790	4,612	5,386	0,300
359	1	1,544	0,349	3,758	4,428	2,868	0,310
0	1	1,052	0,289	3,670	3,644	3,465	0,269
14	1	1,385	0,446	3,937	3,105	2,242	0,361
5	1	0,219	0,094	1,396	2,323	10,613	0,608
53	1	0,260	0,043	0,965	6,034	23,202	0,582
9	1	0,386	0,089	1,248	4,340	11,250	0,717
11	1	0,417	0,106	1,477	3,930	9,428	0,611
17	1	0,637	0,082	1,550	7,763	12,192	0,429
27	1	0,327	0,066	1,326	4,918	15,053	0,475
0	1	0,245	0,047	1,305	5,192	21,233	0,347
40	1	0,557	0,061	1,204	9,071	16,292	0,532
39	1	0,326	0,052	1,062	6,235	19,110	0,583
83	1	0,538	0,126	1,672	4,277	7,946	0,565
90	1	0,549	0,098	1,836	5,614	10,227	0,364
108	1	0,413	0,050	1,032	8,297	20,088	0,587
105	1	0,568	0,178	2,316	3,196	5,622	0,417
22	1	0,356	0,045	1,062	7,864	22,108	0,503
104	1	0,414	0,076	1,653	5,431	13,109	0,351
106	1	0,142	0,015	0,467	9,282	65,423	0,881
84	1	1,126	0,205	2,344	5,508	4,889	0,467
266	1	0,421	0,176	1,668	2,398	5,694	0,793
268	1	0,372	0,094	1,484	3,974	10,695	0,533
175	1	0,988	0,147	2,329	6,741	6,823	0,339
315	1	0,414	0,045	1,158	9,237	22,331	0,419
319	1	0,304	0,030	0,853	10,234	33,687	0,512
345	1	0,348	0,072	1,092	4,828	13,871	0,759
338	1	0,129	0,046	0,976	2,791	21,692	0,608
336	1	0,296	0,044	0,928	6,792	22,916	0,636
333	1	0,358	0,084	1,180	4,275	11,932	0,756
272	1	0,465	0,073	1,203	6,405	13,781	0,630
290	1	0,319	0,096	1,205	3,314	10,404	0,831
291	1	0,293	0,064	1,165	4,610	15,743	0,587
271	1	0,337	0,072	1,306	4,668	13,843	0,532
294	1	0,522	0,245	2,004	2,126	4,076	0,767
287	1	0,176	0,045	0,879	3,867	22,012	0,739
286	1	0,217	0,068	1,132	3,185	14,699	0,667
284	1	0,204	0,055	1,153	3,698	18,141	0,521
303	1	0,888	0,249	2,284	3,573	4,022	0,599
323	1	1,025	0,211	2,366	4,867	4,750	0,472
340	1	0,211	0,042	0,923	5,048	23,911	0,617
309	1	0,161	0,040	0,824	4,055	25,253	0,732
334	1	0,216	0,043	0,875	5,035	23,285	0,705
313	1	0,226	0,034	0,809	6,701	29,657	0,648
312	1	0,346	0,108	1,321	3,190	9,231	0,780
310	1	0,267	0,038	0,815	7,021	26,335	0,718
307	1	0,187	0,039	0,832	4,786	25,630	0,708

322	1	0,115	0,016	0,583	7,365	64,271	0,576
321	1	0,180	0,032	0,819	5,716	31,722	0,590
302	1	0,275	0,052	0,993	5,238	19,063	0,668
299	1	0,367	0,102	1,468	3,592	9,776	0,596
300	1	0,309	0,085	1,402	3,638	11,777	0,543
33	1	0,718	0,091	1,915	7,913	11,019	0,311
35	1	0,718	0,069	1,701	10,349	14,421	0,301
41	1	0,629	0,119	1,983	5,302	8,434	0,379
43	1	0,583	0,118	2,235	4,922	8,443	0,298
51	1	1,177	0,321	2,795	3,670	3,118	0,515
265	1	0,236	0,208	1,911	1,138	4,815	0,714
293	1	0,100	0,017	0,611	5,863	58,470	0,575
145	1	0,895	0,177	2,199	5,057	5,650	0,460
55	1	0,277	0,031	0,898	8,861	31,991	0,487
124	1	0,461	0,080	1,450	5,775	12,516	0,477
114	1	0,392	0,112	1,312	3,497	8,930	0,817
112	1	0,212	0,043	0,874	4,964	23,373	0,704
111	1	0,390	0,058	1,041	6,759	17,321	0,670
100	1	0,343	0,050	1,068	6,856	20,001	0,550
99	1	0,146	0,046	1,105	3,172	21,786	0,472
73	1	0,515	0,083	1,366	6,199	12,029	0,560
75	1	0,617	0,121	1,809	5,109	8,286	0,463
77	1	0,449	0,136	1,721	3,291	7,338	0,578
79	1	0,341	0,061	1,188	5,546	16,277	0,546
295	1	0,286	0,081	1,220	3,549	12,401	0,680
296	1	0,305	0,077	1,238	3,953	12,973	0,632
274	1	0,158	0,029	0,707	5,485	34,695	0,725
278	1	0,319	0,083	1,129	3,841	12,025	0,819
281	1	0,284	0,054	1,035	5,275	18,560	0,632
0	1	0,464	0,135	2,133	3,440	7,412	0,373
179	1	0,809	0,180	2,179	4,492	5,551	0,477
253	1	0,269	0,050	0,998	5,340	19,875	0,635
255	1	0,276	0,052	0,999	5,365	19,416	0,649
257	1	0,374	0,082	1,241	4,552	12,175	0,670
259	1	0,322	0,115	1,418	2,792	8,683	0,719
261	1	0,425	0,096	1,366	4,428	10,413	0,646
262	1	0,382	0,208	2,084	1,834	4,802	0,602
324	1	0,519	0,119	1,810	4,374	8,425	0,455
330	1	0,562	0,105	1,728	5,349	9,522	0,442
332	1	0,922	0,159	2,448	5,808	6,303	0,333
96	1	0,287	0,068	1,205	4,236	14,782	0,585
251	1	1,979	0,878	5,282	2,254	1,139	0,395
49	1	1,330	0,263	3,484	5,054	3,802	0,272
350	1	0,777	0,255	2,328	3,049	3,921	0,591
140	1	0,805	0,239	2,251	3,375	4,193	0,591
363	1	0,751	0,106	1,973	7,114	9,475	0,340
7	1	0,542	0,077	1,361	7,046	12,994	0,522
343	1	0,340	0,073	1,186	4,646	13,684	0,653

341	1	0,277	0,056	1,045	4,987	17,990	0,639
94	1	0,599	0,103	1,981	5,811	9,708	0,330
2	1	0,221	0,114	1,346	1,941	8,775	0,790
3	1	0,410	0,084	1,284	4,855	11,837	0,644
88	4	6,113	1,437	16,373	4,255	0,696	0,067
174	4	4,035	0,983	8,558	4,104	1,017	0,169
182	3	1,699	0,303	3,753	5,608	3,301	0,270
161	3	1,038	0,158	2,226	6,569	6,327	0,400
16	3	0,402	0,071	1,369	5,666	14,098	0,475
273	3	1,300	0,392	2,741	3,321	2,554	0,655
347	3	4,142	1,061	9,848	3,904	0,943	0,137
0	3	1,219	0,450	3,208	2,711	2,224	0,549
0	2	0,608	0,267	2,611	2,272	3,739	0,493
0	2	0,000	0,165	2,234	0,000	6,058	0,416
0	2	0,372	0,039	1,046	9,588	25,792	0,445
0	3	3,125	0,739	12,030	4,230	1,354	0,064

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητη μου για όλη την
στηριξή του καθώς και την οικογενειά μου.