



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ»

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΩΝ ΡΙΠΙΔΙΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ
ΚΕΡΚΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Σ.Γ.Π**



Μεταπτυχιακή Εργασία του Λεβέντη Σωτήρη

Αθήνα, Φεβρουάριος 2017



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ

ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ»

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΩΝ ΡΙΠΙΔΙΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ
ΚΕΡΚΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Σ.Γ.Π**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Καρύμπαλης Ευθύμιος (Επιβλέπων καθηγητής)

Χαλκιάς Χρίστος

Αρτελάρης Παναγιώτης

Ο Λεβέντης Σωτήρης,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΕΝΟΤΗΤΑ 1	10
1.1 Ορισμοί.....	10
1.2 Χαρακτηριστικά αλλουβιακών ριπιδίων	14
1.2.1 Αίτια απόθεσης φερτών υλών	14
1.2.2 Εσωτερικές αποθέσεις στις κοίτες των χειμαρρικών ρευμάτων.....	14
1.2.3 Αποθέσεις στα δέλτα των ρευμάτων	15
1.2.4 Αποθέσεις στα ανάντη φραγμάτων	15
1.2.5 Αποθέσεις σε τεχνητές λίμνες	15
1.2.6 Διαδικασίες απόθεσης αλλουβιακών ριπιδίων	16
ΕΝΟΤΗΤΑ 2	17
2.1 Υδρογραφικό δίκτυο	17
2.2 Τύποι υδρογραφικών δικτύων	17
ΕΝΟΤΗΤΑ 3	19
3.1 Γεωγραφικά και διοικητικά χαρακτηριστικά του Ν.Σερρών.....	19
3.2 Ιστορικά στοιχεία	19
ΕΝΟΤΗΤΑ 4	21
4.1 Μορφολογία περιοχής μελέτης	21
4.2 Γεωλογία περιοχής μελέτης.....	21
4.2.1 Πετρώματα υποβάθρου	22
4.2.2 Ιζηματογενείς αποθέσεις	22
ΕΝΟΤΗΤΑ 5	28
5.1 Κλίμα περιοχής μελέτης	28

ΕΝΟΤΗΤΑ 6	29
6.1 Υδρογραφία περιοχής μελέτης	29
6.2 Ο ποταμός Στρυμόνας	30
6.3 Η τεχνητή λίμνη Κερκίνη	32
ΕΝΟΤΗΤΑ 7	35
7.1 Θεσμικά πλαίσια και συνθήκες	35
ΕΝΟΤΗΤΑ 8	37
8.1 Μεθοδολογία	37
ΕΝΟΤΗΤΑ 9	43
9.1 Μορφομετρικές μετρήσεις λεκανών απορροής και των αντίστοιχων αλλουβιακών ριπιδίων τους	43
9.2 Συσχέτιση μεταξύ μορφομετρικών χαρακτηριστικών αλλουβιακών ριπιδίων-λεκανών απορροής	46
9.3 Χωρική κατανομή τιμών μορφομετρικών παραμέτρων	52
ΕΝΟΤΗΤΑ 10	60
Συμπεράσματα.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	62
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	63
Διαδίκτυο.....	64

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία με τίτλο *«Μελέτη της σχέσης των αλλουβιακών ριπιδίων της λίμνης Κερκίνης και των λεκανών απορροής τους με χρήση Σ.Γ.Π»* μου ανετέθη από τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη τον Οκτώβριο του 2016.

Με την εργασία αυτή ολοκληρώνεται η φοίτηση μου στο μεταπτυχιακό τμήμα της Γεωπληροφορικής του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου και στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος που με δίδαξαν, μου μετέδωσαν τις γνώσεις τους και διεύρυναν τους πνευματικούς μου ορίζοντες.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πάνω απ' όλους τον κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη για την συμπαράσταση, την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε σε όλα τα στάδια της μελέτης αυτής. Εξαιρετικά σημαντικές υπήρξαν οι υποδείξεις του στην τελική διαμόρφωση του κειμένου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω και την υποψήφια διδάκτωρ κ. Κανέλλα Βαλκάνου για την χρήσιμη βοήθεια της στα Γ.Σ.Π. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μεταπτυχιακούς συμφοιτητές μου, Χριστίνα Γαλλούση και Δημήτρη Πεντέρη, όπου οι συμβουλές τους και η βοήθεια τους ήταν πολύτιμη.

Ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου για την υπομονή και την συμπαράσταση που έδειξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας, καθώς και την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος ευχαριστώ όλους τους συναδέλφους και φίλους που με τις συμβουλές τους μου συμπαραστάθηκαν και με καθοδήγησαν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των λεκανών απορροής και των αντίστοιχων αλλουβιακών ριπιδίων της λίμνης Κερκίνης, τα οποία βρίσκονται πλησίον του ορεινού όγκου Κερκίνη, στο Νομό Σερρών. Στην υπό μελέτη περιοχή, επικρατούσα γεωμορφή είναι ο ορεινός όγκος της Κερκίνης.

Για τη διεκπεραίωση της εργασίας μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν μορφομετρικές παράμετροι, τόσο των λεκανών απορροής, όσο και των αντίστοιχων αλλουβιακών ριπιδίων. Επίσης, γίνεται μνεία στα γεωλογικά, τεκτονικά, γεωμορφολογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Για τους σκοπούς της εργασίας αντλήθηκαν πρωτογενή δεδομένα από τοπογραφικούς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), κλίμακας 1:50.000 και 1:5.000. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε μια ψηφιακή βάση δεδομένων για την περιοχή μελέτης με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.) και συγκεκριμένα με το λογισμικό ArcGIS. Από τους αναλογικούς αυτούς χάρτες, ψηφιοποιήθηκαν οι ισουψείς καμπύλες με ισοδιάσταση ανά 20m και ανά 4m, το υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Στρυμόνα, οι λεκάνες απορροής και τα αντίστοιχα αλλουβιακά ριπίδια αυτών, όπως επίσης και η λιθολογία εντός των λεκανών απορροής και εντός των αλλουβιακών ριπιδίων.

Στη συνέχεια, έγινε ο υπολογισμός και η συσχέτιση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής και των αντίστοιχων ριπιδίων. Πιο αναλυτικά, εξετάστηκαν οι σχέσεις εμβαδού λεκάνης- εμβαδού ριπιδίου, εμβαδού λεκάνης- κλίσης ριπιδίου και αριθμού τραχύτητας Melton - κλίσης ριπιδίου. Το συμπέρασμα που προέκυψε ύστερα από το συνδυασμό όλων των αποτελεσμάτων είναι το γεγονός ότι τα ριπίδια της περιοχής μελέτης είναι συνδυασμός τόσο ποτάμιων αποθέσεων όσο και κινήσεων λόγω βαρύτητας (ροές κορημάτων). Τα αποτελέσματα αναπαραστάθηκαν σε χάρτες καθώς και σε απεικόνιση τριών διαστάσεων (3D).

Λέξεις κλειδιά: Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ), Λ. Κερκίνη, μορφομετρικοί παράμετροι, λεκάνες απορροής, αλλουβιακά ριπίδια.

ABSTRACT

The aim of this paper is the study of the drainage basins and their corresponding alluvial fans near the area of Kerkini Lake, which are placed adjacent to the Kerkini Mountain, to Serres Prefecture of Macedonia. In the study area, the dominant landform is the Mountain of Kerkini.

For the study, morphometric parameters of the drainage basins and their corresponding alluvial fans were estimated. Also, reference is made to geological, tectonic, geomorphologic and climatic features of wider region of study.

For the purposes of this study topographical maps at the scale of 1:50.000 and 1:5.000 were used, which collected from the Hellenic Geographical Military Service. Subsequently, a spatial data base for the area was constructed from the above mentioned analogue maps, using Geographical Information Systems (GIS). From these maps were digitized by manual method the hydrographic network of the Strimonas, the drainage basins and their corresponding alluvial fans. The lithology within the drainage basins and contours was digitized too.

Subsequently, the calculation and correlation of the morphometric parameters of the basin drainages and their corresponding alluvial fans were carried out. More analytically, three morphometric relations were examined, which are 1) drainage basin area versus fan area, 2) drainage basin area versus fan slope and 3) fan slope versus ruggedness number (M). The conclusion which came up was that the alluvial fans of the study area were formed by a combination of rivers deposits and motions due to gravity. Also, results modeled on maps and displayed on three dimensions model (3D).

Keywords: Geographic information system (Gis), L. Kerkini, morphometric parameters, drainage basins, alluvial fans.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τις τεράστιες δυνατότητες που προσφέρει στο χώρο των επιστημονικών μελετών και ερευνών, τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη της σχέσης των λεκανών απορροής και των ριπιδίων τους, με έγκυρα και γρήγορα αποτελέσματα.

Η εργασία αυτή αποσκοπεί στη διερεύνηση των διεργασιών που επηρεάζουν την έκταση, το σχήμα και τη μορφολογία είκοσι έξι αλλουβιακών ριπιδίων που αναπτύσσονται στην λίμνη Κερκίνη του νομού Σερρών. Η διερεύνηση αυτή, πραγματοποιείται με την ποσοτική γεωμορφολογική προσέγγιση. Η τελευταία περιλαμβάνει τη μέτρηση και τον υπολογισμό των μορφομετρικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου, των αλλουβιακών ριπιδίων και των αντίστοιχων λεκανών απορροής. Ακολούθησε η συσχέτιση των παραπάνω παραμέτρων, ενώ προκειμένου να μελετηθούν τα αλλουβιακά ριπίδια, τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά συνδυάστηκαν με τη γεωμορφολογία και τη γεωλογία των αντίστοιχων λεκανών απορροής.

Η εργασία αποτελείται από δέκα ενότητες, εκ των οποίων η πρώτη και η δεύτερη περιλαμβάνει κάποιους ορισμούς ορισμοί, σχετικά με τη λεκάνη απορροής, το υδρογραφικό δίκτυο, τα αλλουβιακά ριπίδια και ορισμένα χαρακτηριστικά τόσο των αλλουβιακών ριπιδίων όσο και του υδρογραφικού δικτύου. Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει το γεωγραφικό προσδιορισμό και τα γενικά χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής, καθώς και ορισμένα ιστορικά στοιχεία.

Στη τέταρτη ενότητα, αναφέρεται η μορφολογία της περιοχής μελέτης, καθώς και τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της, τα πετρώματα και οι ιζηματογενείς αποθέσεις της.

Στην πέμπτη και έκτη ενότητα, περιλαμβάνεται το κλίμα της περιοχής μελέτης, η υδρογραφία της και γίνεται αναφορά για τον ποταμό Στρυμόνα καθώς και για την τεχνητή λίμνη Κερκίνη.

Η έβδομη ενότητα στη συνέχεια, αναφέρεται στο θεσμικό πλαίσιο που ιδρύθηκε για την περιοχή της λίμνης Κερκίνης, καθώς και στη συνθήκη που επικρατεί περί προστασίας των υγροβιότοπων και το οικολογικό δίκτυο Natura 2000 που την προστατεύει.

Έπειτα ακολουθεί η μεθοδολογία, στην όγδοη ενότητα, η οποία περιλαμβάνει τη δημιουργία ψηφιακής βάσης δεδομένων της περιοχής, τη ψηφιοποίηση κλάδων του υδρογραφικού δικτύου, την οριοθέτηση των λεκανών απορροής και αλλουβιακών ριπιδίων, όπως επίσης και οι μορφομετρικοί δείκτες που υπολογίστηκαν καθώς και οι χάρτες που κατασκευάστηκαν.

Ακόμη, στην ένατη ενότητα, αναλύονται οι μορφομετρικές μετρήσεις των λεκανών απορροής και των αλλουβιακών ριπιδίων. Συσχετίζονται τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των αλλουβιακών ριπιδίων και των λεκανών απορροής (σχέση εμβαδού λεκάνης- εμβαδού ριπιδίου, σχέση εμβαδού λεκάνης- κλίσης ριπιδίου, σχέση αριθμού τραχύτητας Melton-

κλίσης ριπιδίου). Επίσης, οπτικοποιούνται και ορισμένα από τα αποτελέσματα των μορφομετρικών δεικτών σε διαγράμματα (εμβαδόν λεκάνης, εμβαδόν ριπιδίου κ.α).

Τέλος, στη δέκατη ενότητα, αναφέρονται τα συμπεράσματα που έχουν διεξαχθεί μέσω των μορφομετρικών μετρήσεων και γενικότερα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και παρατίθεται ο τελικός χάρτης καθώς και μια τριών διαστάσεων απεικόνιση.

ΕΝΟΤΗΤΑ 1

1.1 Ορισμοί

Λεκάνη απορροής

Λεκάνη απορροής ή υδρολογική λεκάνη ενός ποταμού, ονομάζεται ένα τμήμα της επιφάνειας του εδάφους, πάνω στο οποίο τα νερά που ρέουν επιφανειακά αποστραγγίζονται από το υδρογραφικό δίκτυο του εν λόγω ποταμού (Οδηγία πλαίσιο περί υδάτων-2000/60/EK).

Οι λεκάνες που σχηματίζονται από παραπόταμους ονομάζονται υπολεκάνες και ανάλογα με την τάξη του παραπόταμου διακρίνονται σε υπολεκάνες 1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης} κ.λπ. τάξεως. Αντίστοιχα, η λεκάνη του κυρίως ποταμού, προέρχεται από το άθροισμα των επιμέρους λεκανών.

Τα όρια κάθε λεκάνης καθορίζονται από μία νοητή γραμμή, η οποία ονομάζεται υδροκριτική γραμμή ή υδροκρίτης. Ο υδροκρίτης σχηματίζεται ενώνοντας τα υψηλότερα σημεία μιας περιοχής, όπου εκατέρωθεν αυτού τα επιφανειακά νερά κατευθύνονται προς διαφορετικές λεκάνες απορροής. Η λέξη υδροκρίτης, σημαίνει ότι κρίνει την τύχη των υδάτων.

Σημαντικό είναι να αναφερθούν τα στοιχεία μιας λεκάνης απορροής, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του υδρολογικού ισοζυγίου. Τα στοιχεία αυτά είναι:

- Η φύση των πετρωμάτων που καλύπτουν τη λεκάνη και οι σχέσεις μεταξύ τους. Εξετάζονται λοιπόν τα πετρώματα κυρίως από πλευράς περατότητας και θέσεως που έχουν στη λεκάνη. Για παράδειγμα, αν υπάρχει ένας αδιαπέρατος σχηματισμός στα όρια της λεκάνης, τότε το νερό που πέφτει σε αυτόν απορρέει επιφανειακά και δεν κατεισδύει. Ενώ, αν κατερχόμενο συναντήσει έναν υδροπέρατο σχηματισμό μπορεί να τον εμπλουτίσει, εκτός από το νερό που δέχεται κατευθείαν από τις βροχοπτώσεις. Μια περίπτωση που συμβαίνει το παραπάνω, είναι όταν μια λεκάνη αποτελείται από ασβεστόλιθο και φλύσχη.
- Η μορφολογία της λεκάνης και του υδρογραφικού δικτύου. Πιο αναλυτικά, προσδιορίζονται ποσοτικά ορισμένοι παράμετροι που έχουν σχέση με το υδρολογικό ισοζύγιο όπως είναι:
 - i. Η μέση κλίση λεκάνης: $P=(D*L)/E$,
όπου P = μέση κλίση
 D = ισοδιάσταση
 $L=L_1+L_2+L_3+...+L_n$ το συνολικό μήκος των ισοϋψών καμπυλών.
 E = εμβαδόν λεκάνης

Αξίζει να αναφερθεί ότι όσο αυξάνεται η μορφολογική κλίση, αυξάνεται και ο συντελεστής επιφανειακής απορροής R , ενώ όσο η μορφολογική κλίση μικραίνει, αυξάνεται ο συντελεστής κατείσδυσης I . Το παραπάνω ισχύει για τον ίδιο λιθολογικό σχηματισμό.

- ii. Η κατανομή της επιφάνειας στα διάφορα υψόμετρα (υψογραφική καμπύλη).
Σημειώνεται, ότι το ύψος των βροχοπτώσεων, εξαρτάται εκτός των άλλων παραγόντων και από το απόλυτο υψόμετρο.
- iii. Ανάλυση υδρογραφικού δικτύου
 - Συντελεστής αποστραγγίσεως: $d=E/L$, όπου E = συνολική επιφάνεια και L = συνολικό μήκος των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου
 - Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου: $D=N/E$, όπου N = αριθμός των κλάδων ανεξαρτήτως τάξεως E = επιφάνεια λεκάνης (McKnight's, 2000).

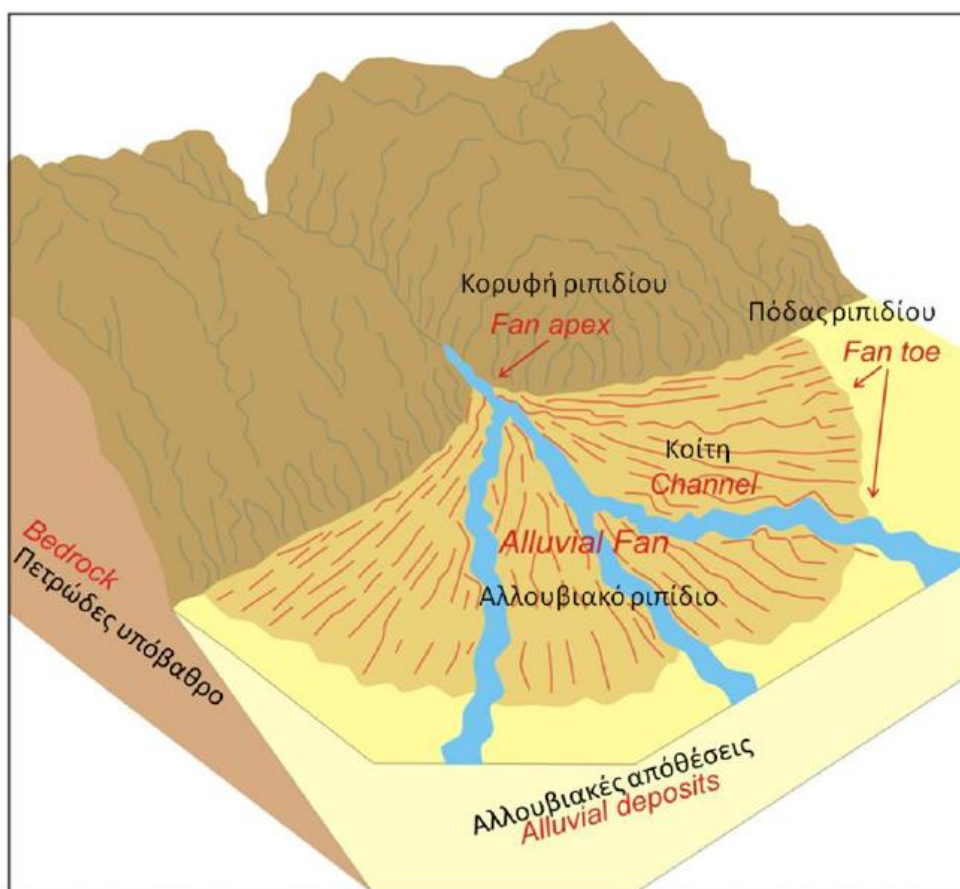
Αλλουβιακά ριπίδια

Ένα από τα πιο σημαντικά χερσαία περιβάλλοντα ιζηματογένεσης θεωρούνται τα αλλουβιακά ριπίδια. Αποτελούν κωνικές-ακτινικές αποθέσεις υλικών οι οποίες αναπτύσσονται σε θέση απότομης αλλαγής του ανάγλυφου, στο σημείο όπου λαμβάνει χώρα το άνοιγμα μιας ορεινής κοιλάδας. Ροές ιζημάτων και νερού, από το κανάλι τροφοδοσίας (feeder canyon), διασκορπίζονται ακτινικά χάνοντας την ενέργειά τους και αποτίθενται. Οι παράγοντες που ελέγχουν την ανάπτυξη των αλλουβιακών ριπιδίων είναι το κλίμα, το υπόβαθρο και η τεκτονική. (Αβραμίδης, 2007)

Αλλουβιακά ριπίδια είναι γεωμορφές απόθεσης που οφείλονται στην συσσώρευση φερτών υλών από ένα μεγάλης κλίσης παραπόταμο στο σημείο συμβολής με την κοίτη ενός μεγαλύτερου κεντρικού ποταμού. Σε περίπτωση που ο χώρος συσσώρευσης των ποτάμιων υλικών είναι η θάλασσα ονομάζονται δελταϊκά ριπίδια.

Το φαινόμενο της απόθεσης υλικών από τους χείμαρρους που κατέρχονται από περιοχές με απότομο ανάγλυφο (λόφοι, ορεινοί όγκοι) προς περιοχές με χαμηλό ανάγλυφο (πεδιάδες ή κεντρικές κοίτες μεγάλων ποταμών), οφείλεται στην απότομη μεταβολή της κλίσης της κοίτης του χείμαρρου και της μείωσης της ταχύτητας των νερών του. Η απότομη μείωση της μεταφορικής του ικανότητας, έχει σαν αποτέλεσμα να αποθέτει τα υλικά του με την έξοδο του στην πεδιάδα χωρίς να μπορεί να τα μετακινήσει περαιτέρω. Στην περίπτωση αυτή λόγω

της απόθεσης των υλικών φράσσεται η κοίτη του χείμαρρου και στρέφεται προς τα πλάγια. Παράλληλα δημιουργούνται νέες εμφράξεις και τελικά οι αποθέσεις σχηματίζουν ριπδοειδής (μορφής βεντάλιας) σωρούς ιζημάτων που ονομάζονται αλλουβιακά ριπιδία.



Εικόνα 1: Σχηματική αναπαράσταση αλλουβιακού ριπιδίου και των μορφολογικών του χαρακτηριστικών. (Πηγή: Καρύμπαλης, 2016)

Η κορυφή των ριπιδίων βρίσκεται τοπογραφικά ψηλότερα και προσδιορίζεται από την έξοδο της κοιλάδας στην πεδιάδα. Οι διαστάσεις των αλλουβιακών ριπιδίων ποικίλουν σημαντικά. Το ίδιο και η κλίση της επιφάνειάς τους. Υπάρχουν ριπιδία με πολύ μικρή κλίση $<1^\circ$ και μεγάλο εύρος και άλλα με μεγάλη κλίση (έως και 15°) που ονομάζονται αλλουβιακοί κώνοι. Το μέγεθος των υλικών των αλλουβιακών ριπιδίων ποικίλει σημαντικά. Στην κορυφή τους συγκεντρώνονται τα χονδρόκοκκα υλικά (κροκάλες, λατύπες, χάλικες κλπ) και όσο απομακρυνόμαστε προς την περιφέρειά του αποτίθενται τα λεπτόκοκκα (άμμος, ιλύς και άργιλος).

Τα αλλουβιακά ριπιδία με κριτήριο τις διεργασίες μεταφοράς και απόθεσης που τα διαμορφώνουν ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: σε αυτά που κυριαρχούνται από τη δράση ποτάμιων διεργασιών και σε αυτά που κυριαρχούνται από κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας. Μορφολογικά τα ποτάμιες διεργασίας αλλουβιακά ριπιδία έχουν μεγάλη έκταση

και μικρή μορφολογική κλίση ενώ αποτελούνται από λεπτόκοκκα καλά αποστρογγυλωμένα υλικά ενώ τα ριπίδια που κυριαρχούνται από κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας έχουν μικρή μορφολογική κλίση, μικρή έκταση και αποτελούνται από αδρομερή και γωνιώδη ή υπογωνιώδη υλικά.

Σε περιοχές που σειρά χειμάρρων καταλήγει σε πεδινή (μικρής κλίσης) περιοχή τα αλλουβιακά ριπίδια μπορεί να συνενωθούν μεταξύ τους και να δημιουργήσουν σχηματισμούς που ονομάζονται σύνθετα αλλουβιακά ριπίδια.

Τα αλλουβιακά ριπίδια αποτελούν περιοχές που προσφέρονται για την ανάπτυξη οικισμών, χωριών και πόλεων. Οι ευνοϊκές συνθήκες που συγκεντρώνουν είναι η ήπιας κλίσης τοπογραφία, η πλούσια υδροφορία καθώς στις αποθέσεις τους αναπτύσσεται υπόγειο νερό και η παρουσία εύφορων εδαφών για καλλιέργειες.

1.2 Χαρακτηριστικά αλλουβιακών ριπιδίων

1.2.1 Αίτια απόθεσης φερτών υλών

Η απόσπαση και μεταφορά υλικών από τα απορρέοντα ύδατα στις ορεινές λεκάνες των ρευμάτων οφείλεται στο ότι η συρτική δύναμη του νερού, είναι μεγαλύτερη από την αντίσταση του γεωυποθέματος των λεκανών και των κοιτών. Με την κάθοδο όμως του νερού στις χαμηλότερες περιοχές των ρευμάτων, οι κλίσεις των κοιτών μειώνονται, οι δε διατομές τους διευρύνονται, ώστε η ροή των υδάτων να επιβραδύνεται και έτσι να περιορίζεται η συρτική δύναμη τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απόθεση των μεταφερόμενων υλικών. Η συρτική δύναμη του νερού ελαττώνεται προοδευτικά ανάλογα με την μείωση της ταχύτητας ροής προς τα κατάντη. Επομένως και η απόθεση των υλικών ακολουθεί αυτή τη προοδευτική διαδικασία. Αρχικά αποθέτονται οι αδρομερέστερες (μεγαλύτερες) φερτές ύλες, στη συνέχεια οι μεσαίου μεγέθους και κατόπιν οι λεπτότερες. Επομένως η απόθεση των φερτών υλικών ακολουθεί μια φυσική εξέλιξη κατά μήκος των χώρων απόθεσης.

Μαζικές αποθέσεις υλικών σχηματίζονται μετά την έξοδο των υδάτων από την κοίτη εκκένωσης, στις πεδινές περιοχές, όπου τα ρεύματα σχηματίζουν τα ριπίδια τους (κώνοι πρόσχωσης, κοίτες αναμετακίνησης, κοίτες εκβολής, Δέλτα). Αποθέσεις μόνιμες ή προσωρινές δημιουργούνται και στα ορεινά τμήματα των κοιτών, είναι όμως περιορισμένα σε όγκο και έκταση. Ο συνολικός όγκος των αποθέσεων, εκφράζει τη γενική διάβρωση στην ορεινή λεκάνη απορροής και επομένως την χειμαρρικότητα του. (Καρύμπαλης, 2016, σελ 43-45)

1.2.2 Εσωτερικές αποθέσεις στις κοίτες των χειμαρρικών ρευμάτων

Εσωτερικές χαρακτηρίζονται οι αποθέσεις, σε διάφορες θέσεις των κοιτών των ρευμάτων, τόσο στις ορεινές λεκάνες απορροής όσο και στις πεδινές διαδρομές τους. Στις *εσωτερικές αποθέσεις* περιλαμβάνονται και οι συγκεντρώσεις μεγάλων ποσοτήτων φερτών υλών στις κοίτες των ορεινών λεκανών απορροής με μορφή κινητών πυθμένων μεγάλου βάθους.

Τα χειμαρρικά ύδατα μετά την έξοδο τους από την ορεινή λεκάνη απορροής, αποθέτουν προοδευτικά τα φερτά υλικά που μεταφέρουν. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζονται τα *αλλουβιακά ριπίδια*, δηλαδή οι εκτεταμένες αλλουβιακές αποθέσεις με ριπιδιοειδή μορφή και ήπιες κλίσεις. Τα όρια τους διακρίνονται σε *σαφή* ή *ασαφή*, ενώ ανάλογα με τη μορφολογία τους σε *κωνοειδή*, *πτυσοειδή*, *κογχυλιοειδή*, *βοτρυσοειδή* και *κωδωνοειδή*. Στα μικρά χειμαρρικά ρεύματα των ορεινών και πολύ ορεινών περιοχών τα ριπίδια αποκτούν έντονα *κωνικόμορφη*

όψη, μεγάλες κλίσεις και αποτελούνται από αδρομερή υλικά. Ως όριο μεταξύ των ριπιδίων και των κώνων πρόσχωσης θεωρείται η κλίση των 8% στην επιφάνεια του σχηματισμού.

1.2.3 Αποθέσεις στα δέλτα των ρευμάτων

Ως δελταϊκές αποθέσεις ή δέλτα χαρακτηρίζονται οι αποθέσεις των χειμαρρικών ρευμάτων σε λίμνες και σε θάλασσες.

Για τον σχηματισμό ενός δέλτα απαιτούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Ύπαρξη σημαντικής μεταφοράς φερτών υλών από τα ύδατα του ρεύματος στη θέση εκβολής του.
- Ισχυρά ρεύματα κατά μήκος των ακτών και μεταβολές στην στάθμη του νερού (παλίρροια) εμποδίζουν ή καθυστερούν το σχηματισμό του δέλτα.
- Σε βυθιζόμενες ακτές σχηματίζονται δέλτα μόνο, όταν το ποσοστό βύθισης του χώρου ισοσκελίζεται ή υπερκαλύπτεται από εκείνο των προσχώσεων του ρεύματος.
- Η αύξηση του δέλτα ευνοείται ιδιαίτερα όταν οι θάλασσες με ήπιες διακυμάνσεις συνορεύουν με τεκτονικά σταθερές επιπεδόμορφες ακτές.

1.2.4 Αποθέσεις στα ανάντη φραγμάτων

Κατά τη διευθέτηση των χειμαρρικών ρευμάτων επιδιώκεται μεταξύ των άλλων στερέωση της κοίτης και συγκράτηση των φερτών υλών. Τα φράγματα που ιδρύονται για τον σκοπό αυτό, επιδιώκουν το σχηματισμό της κλίσης αντιστάθμισης ή ισορροπίας στις κοίτες των ρευμάτων μετά την πρόσχωσή τους από τις φερτές ύλες. Συνεπώς, οι προσχώσεις των φραγμάτων αυτών είναι επιθυμητές. Το μέγεθος του χώρου απόθεσης που σχηματίζεται και ο όγκος των φερτών υλών, καθορίζεται από τη θέση και το ύψος του φράγματος, από τη μορφολογία του πυθμένα και των πρανών της κοίτης και από την κλίση αντιστάθμισης ή ισορροπίας με αφετηρία τη στέψη του φράγματος.

1.2.5 Αποθέσεις σε τεχνητές λίμνες (ταμιευτήρες)

Στο σημείο εισόδου των ρευμάτων στις τεχνητές λίμνες, που δημιουργούνται με την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων η ροή αρχίζει να εξαπλώνεται σε χώρο ευρύτερο της φυσικής κοίτης, οπότε μειώνεται η συρτική δύναμη του νερού, με αποτέλεσμα να αναγκάζονται σε απόθεση τα μεταφερόμενα υλικά. Τα χονδρόκοκκε υλικά σχηματίζουν ένα είδος κώνου πρόσχωσης, ενώ τα λεπτόκοκκα με την αιολική δύναμη μεταφέρονται στο εσωτερικό της λίμνης και αποθέτονται σ' όλο το χώρο. Σε περίπτωση δε που η στάθμη του

ταμειυτήρα παρουσιάζει διακυμάνσεις, η διαμόρφωση του κώνου διαταράσσεται λόγω της συνεχούς μεταβολής της αφετηρίας πρόσχωσης. (Μάρης, 2004)

1.2.6 Διαδικασίες απόθεσης αλλουβιακών ριπιδίων

Ροές Κορημάτων (debris flows)

Είναι αποθέσεις που σχηματίζονται από μεγάλης πυκνότητας ροές (νερό + ίζημα) με μεγάλο ιξώδες, οι οποίες δεν μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις και σχηματίζουν απότομες κωνικές αποθέσεις. Οι ροές κορημάτων σχηματίζουν λοβούς στην επιφάνεια του ριπιδίου και οι αποθέσεις τους είναι χαλίκια με φτωχή ταξιθέτηση.

Κάλυμμα πλημμύρας (sheetflood)

Τα καλύμματα πλημμύρας απλώνονται σε ένα τμήμα της επιφάνειας του ριπιδίου με τη διαδικασία της αναπήδησης, της αιώρησης και το σύρσιμο. Οι αποθέσεις είναι στρωματομένοι άμμοι και χαλίκια.

Ριπίδιο ροής καναλιού (Stream channel fan)

Τα κανάλια αλλάζουν κατεύθυνση στην επιφάνεια του ριπιδίου με την πάροδο του χρόνου. Οι αποθέσεις είναι τυπικές αποθέσεις δικτυωτού ποταμού. (Αβραμίδης, 2007)

ΕΝΟΤΗΤΑ 2

2.1 Υδρογραφικό δίκτυο

Ο όρος υδρογραφικό δίκτυο, προσδιορίζει το δίκτυο που έχει ένα συγκεκριμένο σχήμα, το οποίο αποτελείται από ανεξάρτητους ποταμούς που συνδέονται μεταξύ τους.

Γίνεται αναγνώριση, ότι στα υδρογραφικά δίκτυα αντικατοπτρίζονται οι επιδράσεις πολλών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι αρχικές κλίσεις των κλιτύων, η διαφορά αντοχής των πετρωμάτων, η γεωλογική δομή, ο πρόσφατος διαστρωφισμός και η πρόσφατη γεωμορφολογική και γεωλογική ιστορία της υδρογραφικής λεκάνης. Εξαιτίας των παραπάνω λοιπόν, η μελέτη των δικτύων αυτών είναι πολύ σημαντική και πολύ χρήσιμη για την ερμηνεία των γεωμορφών. Τέλος, η εξέταση αυτών, συχνά εφαρμόζεται στην πράξη με σκοπό την αναγνώριση των δομικών και λιθολογικών στοιχείων, με βάση τα οποία ελέγχεται η εξέλιξη των γεωμορφών (Παπαπέτρου- Ζαμάνη, 1995).

2.2 Τύποι υδρογραφικών δικτύων

Ο πιο κοινός τύπος υδρογραφικού δικτύου, είναι το **δενδριτικό δίκτυο**. Το δίκτυο αυτό, χαρακτηρίζεται από την ακανόνιστη διακλάδωση των παραποτάμων, προς διάφορες κατευθύνσεις, με διαφορετικές γωνίες και συνηθέστερα οξείες. Οι παραπάνω τύποι δικτύων, δημιουργούνται σε πετρώματα, τα οποία εμφανίζουν αντίσταση στη διάβρωση, δηλαδή δεν υπάρχουν σχηματισμοί δομής που να εμποδίζουν την ανάπτυξή τους. Τα δενδριτικά δίκτυα συνήθως σχηματίζονται σε σχεδόν οριζοντίως ιζηματογενή πετρώματα, ή σε περιοχές εκτεταμένων πυρηγενών. Ενώ δεν αποκλείεται και ο σχηματισμός τους πάνω σε πτυχωμένα, ή μεταμορφωμένα πετρώματα, ειδικά όταν τέμνουν προϋπάρχοντες γεωλογικούς σχηματισμούς.



Εικόνα 2: Δενδριτικός τύπος (Πηγή: Γεωμορφολογία. Παπαπέτρου- Ζαμάνη, 1995)

Ένας άλλος τύπος είναι το **κλιμακωτό δίκτυο**, το οποίο παρουσιάζει ένα σύστημα σχεδόν παράλληλων ποταμών. Οι παράλληλοι ποταμοί, συνήθως βαίνουν κατά μήκος της διεύθυνσης των πετρωμάτων, ή μεταξύ παράλληλων ή σχεδόν παράλληλων τοπογραφικών μορφών, οι οποίες αποτελούν πρόσφατες αποθέσεις του ανέμου και των παγετώνων. Χαρακτηριστικό είναι, ότι ο κύριος κλάδος του δικτύου συχνά κάμπτεται ή τέμνει την παράλληλη προς αυτόν οροσειρά και οι πρωτεύοντες παραπόταμοί του, τέμνουν συνήθως με ορθή γωνία τον κύριο κλάδο. Ενώ αντίστοιχα οι δευτερεύοντες παραπόταμοι, είναι παράλληλοι προς τον κύριο κλάδο. Η μορφή αυτή του υδρογραφικού δικτύου, αντικατοπτρίζει τη γεωλογική δομή της περιοχής. Σημειώνεται ακόμη, ότι οι κοιλάδες των παραποτάμων είναι συνήθως επακόλουθες κοιλάδες διεύθυνσεως. Επιπλέον, αναφέρεται μια ποικιλία της κλιμακωτής μορφής, που είναι η ρηξιγενής κλιμακωτή μορφή. Η παραπάνω, παρατηρείται εκεί όπου υπάρχει μια αλληλουχία παράλληλων ρηγμάτων, που έχουν σχηματίσει εναλλασσόμενες ζώνες ανθεκτικών και μη ανθεκτικών πετρωμάτων.

Άλλοι τύποι υδρογραφικών δικτύων είναι:

- i. **Το ακιδωτό δίκτυο**
- ii. **Το ορθογώνιο δίκτυο**
- iii. **Το ακτινωτό δίκτυο**
- iv. **Το παράλληλο δίκτυο**

Επίσης πολλές φορές συναντώνται δίκτυα που δεν είναι σαφές σε ποια κατηγορία ανήκουν καθώς εμπεριέχουν πολλούς τύπους υδρογραφικών δικτύων.

Ο τύπος του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης ταιριάζει περισσότερο στον δενδριτικό τύπο. Μια εξαίρεση αποτελεί η 26^η λεκάνη απορροής έχει επιμηκυμένη κεντρική κοίτη, με αποτέλεσμα να ανήκει στην κατηγορία του κλιμακωτού τύπου δικτύου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 3

3.1 Γεωγραφικά και διοικητικά χαρακτηριστικά του Ν.Σερρών

Ο Νομός Σερρών συμπεριλαμβάνεται στους 13 Νομούς της Μακεδονίας και διοικητικά υπάγεται στην Περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας. Συνορεύει ανατολικά με τους Νομούς Δράμας και Καβάλας, δυτικά με τους Νομούς Θεσσαλονίκης και Κιλκίς, βόρεια με τη βουλγαρία και την ΠΓΔΜ. Νότια βρέχεται από τον Στρυμονικό κόλπο. Το



48% της συνολικής έκτασης του Νομού χαρακτηρίζεται ως πεδινό-ημιορεινό και περικλείεται από τα δυτικά από τις οροσειρές Κερκίνης, Βερτίσκου, Κερδυλλίων και ανατολικά από τις οροσειρές Ορβήλου, Μενοικίου και Παγγαίου. Ο Νομός διασχίζεται από το ποταμό Στρυμόνα, ο οποίος πηγάζει από τη Βουλγαρία και εκβάλλει στο Στρυμονικό κόλπο. Ο κυριότερος παραπόταμος του είναι ο Αγγίτης, ο οποίος βρίσκεται στα ανατολικά του Νομού. Οι Δήμοι που περιβάλλουν τη λίμνη Κερκίνη είναι ο Δήμος Πετριτσίου, ο Δήμος Κερκίνης και ο Δήμος Ηράκλειας. (wiki.gr, serres.gr)

3.2 Ιστορικά στοιχεία

Στις αρχές του αιώνα, η περιοχή όπου σήμερα είναι η λίμνη, αποτελούσε άνοιγμα του ποταμού Στρυμόνα και καλυπτόταν από ελώδεις εκτάσεις με πολύ πλούσια βλάστηση και παραποτάμια δάση. Ο ποταμός Στρυμόνας δημιούργησε δυο λίμνες. Η μικρή λίμνη που βρισκόταν βόρεια προς το όρος Κερκίνη και η μεγάλη που βρισκόταν κοντά στο δέλτα του ποταμού στη θάλασσα. Η μικρή λίμνη συγκέντρωσε κοντά της του πρώτους κατοίκους το 1510, οι οποίοι ήρθαν από το βουνό Μαυροβούνι, το οποίο σήμερα βρέχεται από τη λίμνη. Οι πρώτοι κάτοικοι, κατοικούσαν στη τοποθεσία Γένη μαχαλά, περίπου 6 km από τη σημερινή Κερκίνη.

Κατέβηκαν στην πεδιάδα και έχτισαν καλύβες κοντά στη λίμνη. Κύρια ασχολία τους ήταν το ψάρεμα. Από το βουνό Καλπάκι ήρθαν κτηνοτρόφοι όπου βόσκησαν τα κοπάδια τους στην πεδιάδα. Το 1820 ήρθαν Τούρκοι και μαζί τους και άλλοι κάτοικοι με καταγωγή από την Καστοριά, όπου η κύρια ασχολία τους ήταν το εμπόριο. Όταν έφυγαν οι Τούρκοι (1913), ήρθαν Θρακιώτικες και Πόντιοι. Ο τόπος έγινε γρήγορα κέντρο και όλοι από τις γύρω περιοχές πηγαينوέρχονταν για τις συναλλαγές τους. Η λίμνη επηρέασε τη ζωή και τις οικονομικές δραστηριότητες των κατοίκων των γύρω περιοχών. Οι περιοχές περιμετρικά της

λίμνης ήταν και είναι υψηλής παραγωγικότητας για την γεωργία και την κτηνοτροφία. (serres.pkm.gov.gr)

Το 1932 με την κατασκευή του φράγματος κοντά στη περιοχή Λιθότοπος καθώς και αναχωμάτων, δημιουργήθηκε λίμνη Κερκίνη (στη θέση της παλιάς λίμνης Μπάτκοβο). Σκοπός του φράγματος ήταν η συγκράτηση των νερών του Στριμώνα για την πρόληψη πλημμύρων λόγω της μεγάλης διακύμανσης της ροής του ποταμού. Όμως με τον καιρό μειώθηκε η χωρητικότητα της λίμνης λόγω των φερτών υλών που μετέφερε ο ποταμός.

Γι' αυτό το λόγο κατασκευάστηκε νέο μεγαλύτερο φράγμα, κοντά στο παλιό, το οποίο άρχισε να λειτουργεί το 1982.

Μετά την κατασκευή του πρώτου φράγματος (1932) η μορφή του αρχικού υγροτόπου άλλαξε ριζικά. Η λίμνη Κερκίνη σε συνδιασμό με την παρουσία των ορεινών όγκων (Μπέλλες και Κρούσια) αποτέλεσαν ένα σπάνιο συνδιασμό φυσικών βιότοπων με μεγάλη ποικιλία φυτών, ζώων, ψαριών και πουλιών. Η κατασκευή της λίμνης συντέλεσε στην καταπολέμηση της ελονοσίας και έδωσε ζωή στα χωράφια του κάμπου με αποτέλεσμα την οικονομική ανάπτυξη του νομού και στην αποκατάσταση των προσφύγων από την Μικρασιατική καταστροφή. (serres.gr)

ΕΝΟΤΗΤΑ 4

4.1 Μορφολογία περιοχής μελέτης

Κύριο μορφολογικό στοιχείο του νομού Σερρών είναι η επιμήκης λεκανοειδής πεδιάδα του, που περικλείεται από βουνά και διαρρέεται από το Στρυμόνα. Προς τα βόρεια και κατά μήκος των συνόρων με τη Γιουγκοσλαβία και τη Βουλγαρία εκτείνεται ο ορεινός όγκος της Κερκίνης (ψηλότερη κορυφή στο ελληνικό έδαφος 2.031 μ.), που φτάνει ως το Ρούπελ, στη στενή κοιλάδα που είχε διανοίξει ο Στρυμόνας. Δυτική συνέχεια είναι ο κύριος όγκος του Ορβήλου με την ψηλότερη κορυφή (2.915 μ.) να βρίσκεται στο βουλγαρικό έδαφος. Στα όρια των νομών Σερρών, Δράμας και της Βουλγαρίας βρίσκεται η κορυφή του Αλί Μπουντούς (2212 μ.) νότια του Ορβήλου, και με ΒΑ-ΝΔ κατεύθυνση υψώνονται τα κατάφυτα Όρη της Βροντούς (1849 μ.), τα οποία εισχωρούν στη πεδιάδα των Σερρών. Νότια των Ορέων της Βροντούς και παράλληλα προς αυτά υψώνεται το Μενοίκιο (1963 μ.), που συνεχίζεται στο νομό Δράμας. Στο νοτιοδυτικό άκρο του νομού, στα όρια με το νομό Καβάλας, υψώνεται με την ίδια ΒΑ-ΝΔ κατεύθυνση, το Παγγαίο (1956 μ.) και στη δυτική πλευρά του ο νομός Σερρών κλείνεται επίσης από βουνά, αλλά χαμηλότερα. Στο νότιο τμήμα υψώνεται το Κερδύλλιον (1091 μ.), στα όρια με το νομό Θεσσαλονίκης και στη συνέχεια στα βόρεια απολήγει ο Βερτίσκοι, που βρίσκεται στο νομό Θεσσαλονίκης. Το Μαυροβούνι (1179 μ.) και το Δύσωρο ή Κρούσια (860 μ.) βρίσκονται στα όρια με το νομό Κιλκίς. (diocles.civil.duth.gr)

4.2 Γεωλογία περιοχής μελέτης

Το τεκτονικό βύθισμα του ποταμού Στρυμόνα (η επονομαζόμενη τάφος των Σερρών), έχει δημιουργηθεί μεταξύ των γεωτεκτονικών ζωνών της Ροδόπης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής μάζας στα δυτικά. Το όριο των δυο ζωνών αποτελεί ο ποταμός Στρυμόνας ενώ η τεκτονική γραμμή επαφής, δεν φαίνεται στην επιφάνεια (πέραν δυο περιορισμένων θέσεων), λόγω της κάλυψης της από την απόθεση των Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων που έχουν πληρώσει το τεκτονικό βύθισμα. Η τάφος των Σερρών αποτελείται από δύο βασικά συστήματα πετρωμάτων (Εικόνα 3):

- Το σύστημα των πετρωμάτων του υποβάθρου (Υπόβαθρο της τάφρου των Σερρών αποτελούν τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδοπικής ζώνης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής στα δυτικά)
- Το σύστημα των μεταλπικών ιζηματογενών αποθέσεων (Νεογενές, Τεταρτογενές)

4.2.1 Πετρώματα υποβάθρου

Το σύστημα των πετρωμάτων του υποβάθρου αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα Παλαιοζωικής ηλικίας, μέσα στα οποία έχουν διεισδύσει πλουτωνίτες Καινοζωϊκής ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα, στο ανατολικό τμήμα των ορεινών σχηματισμών, τμήμα μάζας Ροδόπης (Παγγαίο, Μενοίκιο, όρη Βροντούς, Ορβήλος-Άγκιστρο), εντοπίζονται (εκτός των ορέων της Βροντούς) τα παλαιότερα μεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου της Ροδόπης, τα οποία αποτελούνται κυρίως από μάρμαρα σε εναλλαγές με μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και γνεύσιους (Παλαιοζωικής ηλικίας). Έχουν γενικό προσανατολισμό ΒΑ-ΝΔ.. Εντός των πετρωμάτων του υποβάθρου έχουν διεισδύσει πλουτωνίτες ποικίλης σύστασης (γρανίτες, γρανοδιορίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες, μονζονίτες και γάββροι) ηλικίας Ηωκαινικής - Ολιγοκαινικής. Ανάλογος σχηματισμός θεωρείται και ο μονζονίτης του Ελαιώνα, στο δυτικό άκρο του Μενοικίου όρους.

Το αντίστοιχο δυτικό ορεινό τμήμα της Σερβομακεδονικής μάζας, (όρη Κερδύλλια, Βερτίσκος, Μαυροβούνιο, Δύσωρο, όροι Κερκίνης), αποτελείται από γνεύσιους και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με μικρές παρεμβολές μαρμάρων και αμφιβολιτών. Παρατηρούνται επίσης και εδώ, περιορισμένης έκτασης, πλουτωνικές διεισδύσεις, σε περιοχές του όρους Βερτίσκου (Σοχάς, Λαχανάς, Μεσάδα). Τα όρη των Κερδυλλίων αποτελούνται από παχιά στρώματα βιοτιτικών γνευσίων, που εναλλάσσονται με λεπτά στρώματα μαρμάρων, ενώ στα όρια μεταξύ των ορέων Βερτίσκου-Κερδυλλίων εντοπίζεται μια ζώνη σερπεντινών (οφιολίθων).

4.2.2 Ιζηματογενείς αποθέσεις

Η λιθολογία των ιζηματογενών αποθέσεων της ταφρολεκάνης των Σερρών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των γεωμορφολογικών διεργασιών που συντελέστηκαν στο χώρο του βυθίσματος κατά τη διάρκεια του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς. Με βάση τις διεργασίες αυτές έχει δημιουργηθεί μια ιδιόμορφη δομή στα ιζηματογενή υλικά, με συχνές εναλλαγές των διαφόρων φάσεων. Η πλήρωση του τεκτονικού βυθίσματος σε γενικές γραμμές περιλάμβανε την ακόλουθη διαδικασία:

- ☐ Με την αρχική βύθιση η λεκάνη άρχισε να πληρώνεται με χερσοποτάμια, ποταμολιμναία, δελταϊκά και λιμναία ιζήματα (Μέσο - Ανώτερο Μειόκαινο).
- ☐ Ακολουθεί η επίκλυση και μετακίνηση της θάλασσας στο εσωτερικό της λεκάνης, όπου αποτέθηκαν θαλάσσια, υφάλμυρα και λιμναία ιζήματα (Ανώτερο Μειόκαινο - Πλειόκαινο).

□ Τέλος, ακολουθεί μια νέα βύθιση και η λεκάνη συνεχίζεται να πληρώνεται με χερσοποτάμια, ποταμολιμναία, λιμνο-δελταϊκά και χερσοχειμάρρια ιζήματα (Ανώτερο Πλειόκαινο - Τεταρτογενές).

Το σύστημα των ιζηματογενών αποθέσεων της ταφρολεκάνης των Σερρών, με βάση τις παραπάνω διεργασίες, αποτελείται από μεγάλη ποικιλία υλικών με πολύπλοκη και ανομοιόμορφη κατανομή, εξάπλωση και τεκτονική καταπόνηση (των παλαιότερων ιζημάτων) και διακρίνεται σε δυο κύριες ομάδες υλικών :

□ Την ομάδα των νεογενών ιζημάτων (μειοκαινικών και πλειοκαινικών υλικών)

□ Την ομάδα των τεταρτογενών αποθέσεων (ολόκαινο και πλειστόκαινο).

Η ομάδα των Νεογενών ιζημάτων εμφανίζεται σήμερα στην εσωτερική περιμετρική λοφώδη περιοχή, στα χαμηλότερα μορφολογικά σημεία με πλειστοκαινικά υλικά και στα υψηλότερα με μειοκαινικά. Τα νεογενή ιζήματα αποτελούν το υπόβαθρο των τεταρτογενών αποθέσεων του κεντρικού πεδινού τμήματος. Έχουν μεγάλη εξάπλωση, σχεδόν σε όλο το ανατολικό λοφώδες τμήμα της ταφρολεκάνης και περιορισμένη ανάπτυξη στο δυτικό τμήμα όπου εντοπίζονται μόνο στις λοφώδεις περιοχές των Κερδυλλίων και του Βερτίσκου όρους. Τα βαθύτερα μειοκαινικά στρώματα, αποτελούνται κυρίως από εναλλαγές λεπτόκοκκων υλικών, άργιλο-ιλύων, αργιλλομαργών, λιμναίων ασβεστόλιθων, με αδρομερείς ορίζοντες ψαμμιτών και κροκαλοπαγών. Ο σχηματισμός αυτός, που σήμερα δομεί την υψηλότερη ημιορεινή ζώνη, στα βαθύτερα στρώματα του αντιστοιχεί με κατ' εξοχήν χονδροκλαστικά στρώματα (κροκαλοπαγή - λατυποπαγή - ψαμμίτες), ενώ στα ανώτερα στρώματα είναι κατ' εξοχήν λεπτοκλαστικός (αργιλλοιλύες με λιγνίτες, αργιλλομάργες).

Τα νεώτερα πλειοκαινικά στρώματα αποτελούνται από εναλλαγές, τόσο χονδροκλαστικών υλικών (κροκάλων, λατυπών, χαλικιών, άμμων με ορίζοντες αργιλοιλύων), όσο και λεπτόκοκκων υλικών (ιλύες, άργιλοι, μάργες με φακούς κροκαλών, χαλικιών και άμμου). Το συνολικό πάχος του Νεογενούς ξεπερνά κατά θέσεις τα 800 m. Η ομάδα των τεταρτογενών αποθέσεων αναπτύσσεται στην κεντρική, πεδινή ζώνη της ταφρολεκάνης των Σερρών. Αποτελείται από χονδροκλαστικά υλικά (κροκάλες, χαλίκια, άμμοι) στην περιφέρεια και λεπτόκοκκα υλικά (άμμοι, ιλύες, άργιλοι) στην κεντρική ζώνη. Πρόκειται για φερτά υλικά, προϊόντα αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων του υποβάθρου των ορεινών όγκων και διάβρωσης των παλαιότερων ιζηματογενών αποθέσεων (νεογενή, τεταρτογενή) των περιθωρίων της ταφρολεκάνης των Σερρών. Τα φερτά αυτά υλικά μεταφέρθηκαν από ένα πυκνό δίκτυο πλευρικών ρεμμάτων και χειμάρρων που καταλήγουν στον ποταμό Στρυμόνα, προς την κεντρική πεδινή περιοχή της ταφρολεκάνης. Τα χονδροκλαστικά υλικά αποτέθηκαν,

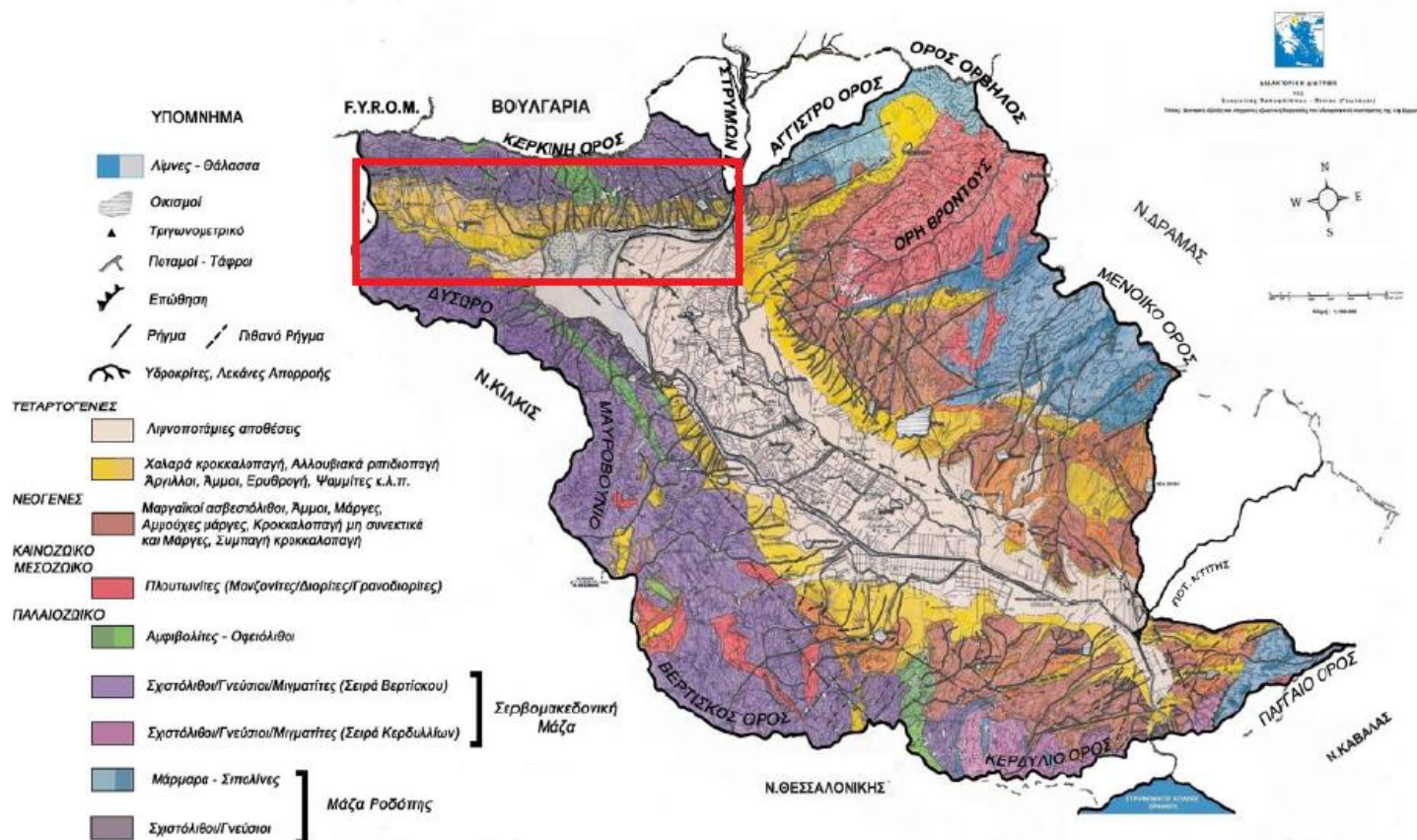
κατά κύριο λόγο στην περιφέρεια, εκεί όπου οι χείμαρροι εγκατέλειπαν τις ορεινές κοιλάδες και εισέρχονταν στην πεδινή ζώνη.

Πολλά μικρά και σύνθετα αλλουβιακά ριπίδια, με γλωσσοειδείς προεξοχές προς το κέντρο της πεδιάδας των Σερρών, έχουν δημιουργήσει μια περιφερειακή ζώνη σημαντικού πάχους και πλάτους, η οποία ευνοεί την ανάπτυξη υδροφορίας. Ιδιαίτερη υδρογεωλογική σημασία αποκτούν οι αποθέσεις των ριπιδίων, στη βόρεια περιθωριακή ζώνη, στους πρόποδες του όρους Κερκίνη στην περιοχή της εισόδου του Στρυμόνα στην πεδινή περιοχή από τα στενά της Κούλας (Σιδηρόκαστρο – Ηράκλεια – Λιμνοχώρι). Μικρότερη υδρογεωλογική σημασία έχουν οι αποθέσεις αυτές, (των ριπιδίων), στη νότια περιθωριακή ζώνη, στην περιοχή της Νιγρίτας, σε ορισμένες θέσεις των προπόδων του Μενοικίου (Νέο Σούλι - Αγ. Πνεύμα, Αγ. Χριστόφορος - Ν. Ζίχνη) και στους δυτικούς πρόποδες του Παγγαίου.

Τα λεπτόκοκκα υλικά αποτέθηκαν στον κεντρικό τομέα της πεδιάδας των Σερρών, εκατέρωθεν της μαιανδρικής ζώνης του Στρυμόνα. Στη ζώνη αυτή εξαιτίας των αλλεπάλληλων πλημμυρών και της παρουσίας της λίμνης του Αχινού, είχε αναπτυχθεί μια ζώνη τελμάτων και ελών μέσα στην οποία κατέληγαν τα λεπτόκοκκα φερτά υλικά των ιλύων και αργίλων αναμεμειγμένα με τελματικά οργανικά υλικά. Τα υλικά αυτά δημιούργησαν ένα παχύ σύστημα πρακτικά αδιαπέρατων στρωμάτων. Μέσα στο σύστημα αυτό παρεμβάλλονται φακοί άμμου, που ευνοούν την ανάπτυξη τοπικώς υπόγειας υδροφορίας. Το μεγαλύτερο πάχος των λεπτόκοκκων, κατά κύριο λόγο ιζημάτων, εντοπίζεται στην περιοχή όπου βρίσκονταν η λίμνη του Αχινού προτού αποξηρανθεί.

Το συνολικό πάχος των Τεταρτογενών αποθέσεων στην ταφρολεκάνη των Σερρών υπολογίζεται ότι υπερβαίνει τα 400 m στο κέντρο της πεδινής ζώνης, ενώ μειώνεται σε 150-200 m στην περιθωριακή ζώνη. Η επιφανειακή τους εξάπλωση υπολογίζεται σε 600 km² περίπου. Στο βόρειο τομέα της ταφρολεκάνης, οι Τεταρτογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται σε ολόκληρη την πεδινή ζώνη, ενώ στο νότιο τομέα περιορίζονται στον ευρύτερο χώρο της παλιάς μαιανδρικής ζώνης του Ποταμού Στρυμόνα και της λίμνης του Αχινού. (Παπαφιλίππου, 1994)

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΑΦΡΟΛΕΚΑΝΗΣ ΣΕΡΡΩΝ



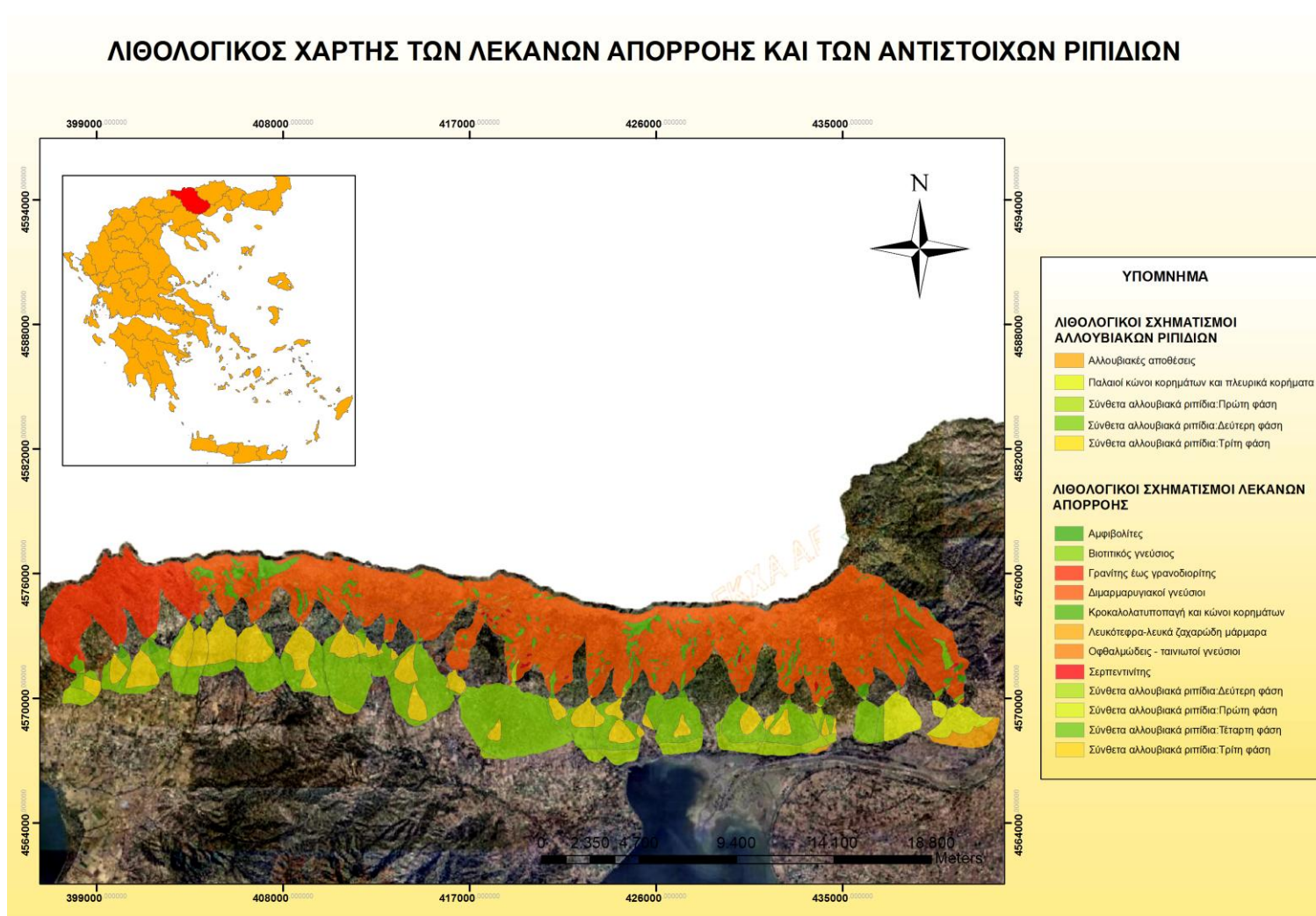
Εικόνα 3: Γεωλογικός χάρτης της τάφρου των Σερρών (Παπαφιλίππου, 1994).

Τα πετρώματα της περιοχής αποτελούνται από μεταμορφωμένα πετρώματα (που σχηματίστηκαν την Παλαιοζωική περίοδο) μέσα στα οποία έχουν διεισδύσει πλουτωνίτες (που σχηματίστηκαν στην Καινοζωική περίοδο). Ο Στρυμόνας αποτελεί περίπου το διαχωριστικό όριο μεταξύ των μαζών της Ροδόπης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής στα δυτικά, το οποίο χωρίζει τη λεκάνη των Σερρών σε δύο τμήματα. Στο ανατολικό τμήμα με τους ορεινούς σχηματισμούς της Βροντούς και του Ορβήλου κυριαρχούν τα μάρμαρα με εναλλαγές ή παρεμβολές σχιστόλιθων, γνεύσιων και αμφιβολιτών. Στο δυτικό τμήμα με τους ορεινούς σχηματισμούς του Μαυροβουνίου – Δύσωρου και Κερκίνης κυριαρχούν γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, μιγματίτες, οφιόλιθοι και αμφιβολίτες. Η πεδινή περιοχή αποτελείται από ιζηματογενή πετρώματα τα οποία προέρχονται είτε από αποθέσεις του ποταμού και των χειμάρρων της περιοχής είτε από θαλάσσια ιζήματα που σχηματίστηκαν σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους (Μειόκαινο – Πλειόκαινο – Τεταρτογενές). Στην περιοχή της λίμνης, ο σχηματισμός των δελταϊκών αποθέσεων του Στρυμόνα οφείλεται σε ρυθμικές εναλλαγές

επεισοδίων ήρεμης και πλημμυρικής παροχής του ποταμού. Στη περιοχή αυτή, υπάρχει ένα ανώτερο στρώμα ιλύος και χαμηλότερα στρώματα άμμου και ιλύος σε εναλλαγές.

Πιο συγκεκριμένα, οι λιθολογικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης, παρουσιάζουν μια ομοιομορφία και κατά κύριο λόγο, αποτελούνται από αλλουβιακές αποθέσεις διαφόρων φάσεων (1^{ης}, 2^{ης} φάσης κλπ). Η περιοχή (η βόρεια περιθωριακή ζώνη δίπλα στους πρόποδες του όρους Κερκίνη), που περικλείει τα σύνθετα αλλουβιακά ριπιδία, ευνοεί την ανάπτυξη της υδροφορίας και αποτελεί περιοχή με ιδιαίτερη υδρογεωλογική σημασία.

Παρακάτω παρατίθεται ο λιθολογικός χάρτης της περιοχής μελέτης:



Χάρτης 1: Λιθολογικός χάρτης περιοχής μελέτης (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Στον παραπάνω χάρτη (Χάρτης 1) αποτυπώνεται η λιθολογία της περιοχής μελέτης. Με αποχρώσεις του πράσινου και του κίτρινου, εμφανίζονται οι αλλουβιακές αποθέσεις των ριπιδίων, στους πρόποδες του όρους Κερκίνη. Με αποχρώσεις του πορτοκαλί και του κόκκινου εμφανίζονται διάφοροι λιθολογικοί σχηματισμοί, στην περιοχή των λεκανών απορροής. Παρατηρείται, ότι οι λιθολογικοί σχηματισμοί των ριπιδίων αποτελούνται μόνο από σύνθετες αλλουβιακές αποθέσεις.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5

5.1 Κλίμα περιοχής μελέτης

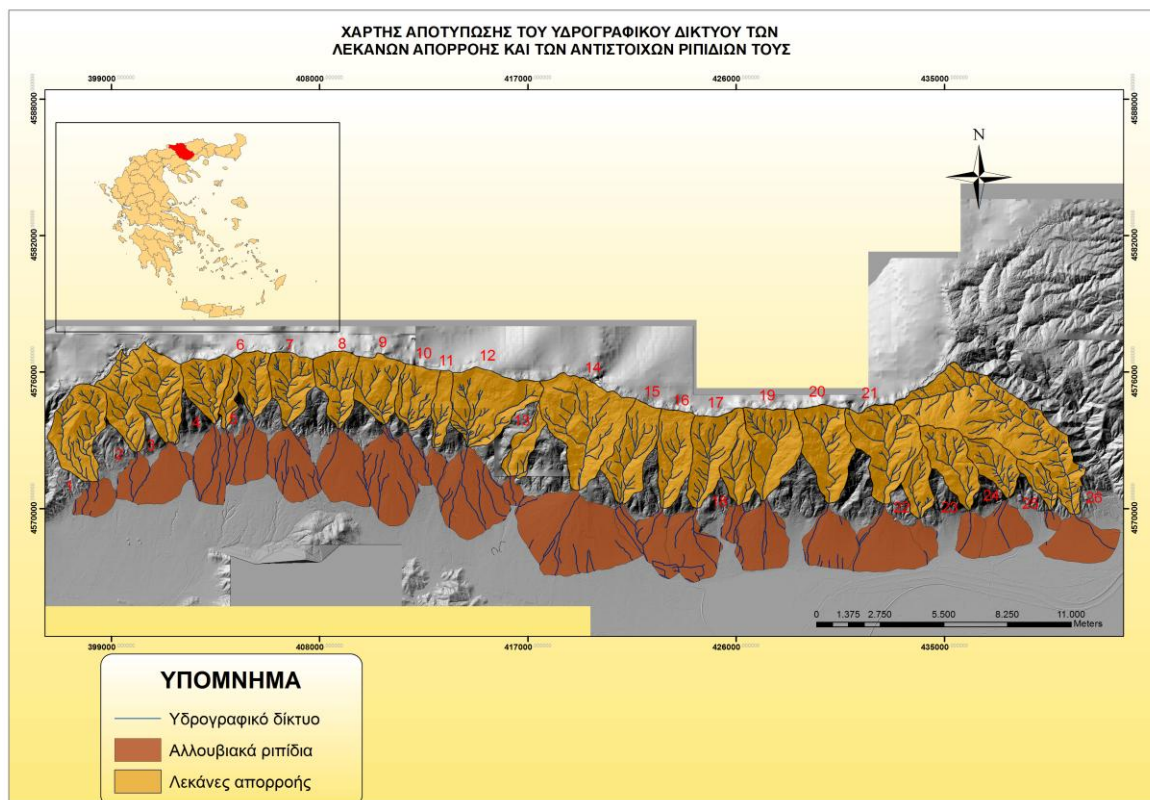
Το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή χαρακτηρίζεται ως ημίξηρο Μεσογειακό με ψυχρούς χειμώνες. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 15°C. Θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος (μέση μηνιαία θερμοκρασία 26,1° C) και ψυχρότερος ο Ιανουάριος (μέση μηνιαία θερμοκρασία 3,8°C). Η μέση μέγιστη ετήσια θερμοκρασία είναι 20,2°C και η μέση ελάχιστη 9,0°C. Ξηρότερος μήνας είναι ο Σεπτέμβριος με μέσο ύψος βροχόπτωσης 21,0 mm, ενώ ο πιο βροχερός είναι ο Νοέμβριος με μέσο ύψος βροχόπτωσης 51,9 mm. Οι χιονοπτώσεις στην περιοχή παρατηρούνται από το Νοέμβριο έως και το Μάρτιο και ο μέσος αριθμός ημερών χιονόπτωσης είναι 4. Το χαλάζι στην περιοχή αποτελεί σπάνιο φαινόμενο, ενώ ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών παγετού είναι 25. Η σχετική υγρασία στην περιοχή είναι 64,7 %. Η περιοχή δεν δέχεται την επίδραση βόρειων ισχυρών ανέμων, επειδή είναι προφυλαγμένη από το όρος Κερκίνη. Οι επικρατέστεροι άνεμοι είναι οι νότιοι με ποσοστό εμφάνισης 8,8% και ακολουθούν οι δυτικοί και οι ανατολικοί με ποσοστό εμφάνισης 7,4% και 7,4% αντίστοιχα. Γενικά δεν παρατηρούνται στην περιοχή ισχυροί άνεμοι έντασης μεγαλύτερης των 8 Beaufort και το ποσοστό νηνεμίας είναι περίπου 53,3%. (diocles.civil.duth.gr)

ΕΝΟΤΗΤΑ 6

6.1 Υδρογραφία περιοχής μελέτης

Κύριο υδρογραφικό στοιχείο του νομού Σερρών είναι ο Στρυμόνας, ο οποίος διαρρέει ολόκληρο το έδαφος του νομού, από τα στενά της Κούλας, όπου μπαίνει στο ελληνικό έδαφος από τη Βουλγαρία ως τις εκβολές του στο Αιγαίο, στα όρια των νομών Καβάλας και Σερρών. Με διάφορα τεχνικά έργα διευθέτησης της κοίτης του ο Στρυμόνας αρδεύει μεγάλο μέρος της σερραϊκής πεδιάδας. Από τους παραπόταμους του σημαντικότερος είναι ο Αγγίτης, που πηγάζει από το νομό Δράμας, της οποίας τη λεκάνη αποχετεύει, και μπαίνει στο νομό Σερρών δια της κοιλάδας που έχει ανοίξει μεταξύ Μενοικίου και Παγγαίου, και συμβάλλει στο Στρυμόνα κοντά στο χωριό Μύρκινος. Από τα βουνά που περικλείουν την πεδιάδα των Σερρών κατεβαίνουν πολλά μικρότερα υδάτινα ρεύματα, που καταλήγουν όλα σχεδόν στο Στρυμόνα. Στο βορειοανατολικό τμήμα του νομού βρίσκεται και η μοναδική (τεχνητή) λίμνη, η λίμνη Κερκίνη. (diocles.civil.duth.gr)

Παρακάτω αποτυπώνεται το υδρογραφικό δίκτυο των λεκανών απορροής και των αλλουβιακών ριπιδίων της περιοχής μελέτης (Χάρτης 2):



Χάρτης 2: Αποτύπωση του υδρογραφικού δικτύου των λεκανών απορροής και των αντίστοιχων ριπιδίων τους. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Στον παραπάνω χάρτη αποτυπώνονται με καφέ απόχρωση τα αλλουβιακά ριπίδια και με κίτρινο απόχρωση οι λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης. Με μπλε απόχρωση αναπαρίσταται το υδρογραφικό δίκτυο, που περικλείεται μόνο στην περιοχή των λεκανών απορροής και των αλλουβιακών ριπιδίων τους. Ο τύπος του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής μελέτης ταιριάζει περισσότερο στον δενδριτικό τύπο. Μια εξαίρεση αποτελεί η 26^η λεκάνη απορροής έχει επιμηκυμένη κεντρική κοίτη, με αποτέλεσμα να ανήκει στην κατηγορία του κλιμακωτού τύπου δικτύου.

6.2 Ο ποταμός Στρυμόνας

Ο ποταμός Στρυμόνας είναι ένας από τους ποταμούς της Βαλκανικής Χερσονήσου με συνολικό μήκος 360 χλμ. εκ των οποίων 242 βρίσκονται στο έδαφος της Βουλγαρίας και 118 σε ελληνικό. Οι Βούλγαροι τον αποκαλούν με το όνομα Στρούμια, ενώ στην περίοδο της Τουρκοκρατίας ήταν γνωστός με την ονομασία Καρά-Σού. Στο ελληνικό έδαφος ο ποταμός ρέει αποκλειστικά στο έδαφος του νομού Σερρών και μαζί με τον Αγγίτη, που είναι ο κυριότερος ελληνικός παραπόταμός του, ανήκουν στην υδρογραφική λεκάνη της ανατολικής Μακεδονίας. Εκβάλλει στον Στρυμονικό κόλπο, προσφέροντας του εκτός από τα νερά του και το όνομα του.

Πηγάζει από το όρος Βίταζα, νοτιοδυτικά της Σόφιας σε υψόμετρο 2.200μ. Ρέει προς Νότο, αρχικά πολύ ορμητικός μέσα από απότομες χαράδρες, ενώ στη συνέχεια σχηματίζει μια εύφορη κοιλάδα ανάμεσα στα όρη Ρούγιεν και Ρίλα. Συνεχίζοντας την πορεία του προς την Ελλάδα, διανοίγει μια δίοδο ανάμεσα στα όρη Μάλες και Πιρίν και λίγο πριν την είσοδό του στο ελληνικό έδαφος δέχεται τα νερά του σημαντικότερου παραποτάμου του, του Στρούμιτσα, που πηγάζει από το όρος Πλακοβίτσα, που βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Γιουγκοσλαβίας.

Στην Ελλάδα εισέρχεται δυτικά του χωριού Προμαχώνας, δια μέσου των στενών του Ρούπελ, που ο ίδιος έχει διανοίξει, ανάμεσα στις οροσειρές της Κερκίνης και του Όρβηλου. Στο σημείο αυτό λόγω της απότομης αλλαγής της κλίσης του εδάφους, ο ποταμός χάνει την ορμητικότητά του και χωρίζεται σε δύο κλάδους. Ο δυτικός εισέρχεται στη Λίμνη Κερκίνη και στη συνέχεια ρέει προς τα νοτιοανατολικά μέχρι το σημείο που ενώνεται με τον ανατολικό μεγαλύτερο κλάδο και σχηματίζουν ενιαία κοίτη κοντά στο χωριό Λιθοτόπι.

Από το σημείο αυτό και σε μήκος 50 χιλιομέτρων μέχρι τη συμβολή του με τον Αγγίτη, η κοίτη του Στρυμόνα είναι τεχνητή, με αναχώματα και αρδευτικά κανάλια. Η τεχνητή αυτή

κοίτη κρίθηκε απαραίτητη, επειδή η αβαθής φυσική κοίτη υπήρξε στο παρελθόν αιτία εκτεταμένων καταστροφών από πλημμύρες. Τα αρδευτικά κανάλια αφαιρούν τον πλεονάζοντα όγκο νερού και ταυτόχρονα γονιμοποιούν την πεδιάδα.

Ο Στρυμόνας συμβάλλει με τον Αγγίτη ο οποίος πηγάζει στις νότιες παρυφές του Φαλακρού Όρους, 5 χιλιόμετρα πριν τις εκβολές του. Στην θέση αυτή υπήρχε η, αποξηραμένη σήμερα, λίμνη του Αχινού. Τέλος ο Στρυμόνας διέρχεται ανάμεσα στα όρη Κερδύλλιο και Παγγαίο και εκβάλλει στον Στρυμονικό κόλπο, ανατολικά του χωριού Ν Κερδύλλια, σχηματίζοντας μικρό δέλτα . Η περιορισμένη έκταση του δέλτα, οφείλεται στην επίδραση του κυματισμού και της κατά μήκος των ακτών διάχυσης των φερτών υλικών του ποταμού. Παλαιότερα οι εκβολές του ήταν ανατολικότερα από τις σημερινές.

Οι κυριότεροι ελληνικοί παραπόταμοι του Στρυμόνα είναι ο Μπούτκοβας που ρέει στην μικρή κοιλάδα των Ποροίων του νομού Σερρών, ο Εξάβης που πηγάζει από το Κερδύλλιο, ο Κρουσοβίτης που πηγάζει από τον Όρβηλο και ο Ξηροπόταμος που πηγάζει από το Μαυροβούνι. Η συνολική λεκάνη απορροής του Στρυμόνα έχει έκταση 16.550 τετραγωνικά χιλιόμετρα, από τα οποία μόνο 6.027 βρίσκονται σε ελληνικό έδαφος.

Ο ποταμός είναι πλούσιος σε φερτές ύλες που προσχώνουν συνεχώς στην πεδιάδα των Σερρών και τη Λίμνη Κερκίνη. Υπολογίζεται ότι μεταφέρονται τουλάχιστον 4 εκατομμύρια κυβικά μέτρα φερτών υλών ετησίως, σε μέση ετήσια απορροή 3,4 δισεκατομμυρίων κυβικών μέτρων νερού. Το πλάτος του ξεπερνάει τα 250 μέτρα , ενώ το βάθος του φτάνει τα 3 μέτρα.

Η κοιλάδα του Στρυμόνα αποτελεί την μοναδική δίοδο επικοινωνίας της Βουλγαρίας με την Ελλάδα και από αυτήν διέρχεται η οδός Θεσσαλονίκης - Σόφιας. Τα πετρώματα της λεκάνης απορροής του είναι κυρίως μεταμορφωμένα αποτελούμενα από γνεύσιους, σχιστόλιθους και μάρμαρα. Υπάρχουν επίσης εκρηξιγενή πετρώματα και μεταλλικά ιζηματογενή. Σε ορισμένες θέσεις της κοίτης του, υπάρχουν συγκεντρώσεις προσχωματικού χρυσού.

Στις όχθες του ποταμού υπάρχει ποικιλία υδρόβιας βλάστησης από θάμνους που δίνουν ομορφιά στον ποταμό. Επικρατούν οι λεύκες, οι ιτιές, οι ακακίες και τα πλατάνια. Στα νερά του ζουν αρκετά είδη ψαριών, ανάμεσα στα οποία κυριαρχεί ο κυπρίνος και σε πολύ μικρότερες ποσότητες, τα τσιρόνια, οι πέρκες, οι γουλιανοί και τα χέλια. Την πανίδα του οικοσυστήματος του ποταμού συμπληρώνει πλήθος ζώων και πουλιών που φωλιάζουν στις όχθες του και είναι άμεσα εξαρτημένα από αυτόν. (strymonikos.net)

6.3 Η τεχνητή λίμνη Κερκίνη

Στα παλιά χρόνια υπήρχε στον Νομό Σερρών, κοντά στο χωριό Κερκίνη, μια μικρή ρηχή λίμνη, η Κερκινίτιδα. Τροφοδοτούνταν από τον ποταμό Στρυμόνα και από άλλες πηγές. Ελάχιστα είναι γνωστά σήμερα για την οικολογία της. Τη δεκαετία του 1930 το κράτος για να απαλλάξει τον κάμπο των Σερρών από τις συχνές και καταστρεπτικές πλημμύρες που προκαλούσε ο Στρυμόνας, κατασκεύασε μεγάλο αντιπλημμυρικό φράγμα στην κοίτη του ποταμού στο ύψος περίπου όπου βρισκόταν η φυσική Λίμνη Κερκινίτιδα.

Δημιουργήθηκε έτσι μια τεχνητή φραγματική λίμνη που υπερκάλυψε τη φυσική και ονομάστηκε Κερκίνη. Με τις μεγάλες ποσότητες φερτών υλικών που μεταφέρει και εναποθέτει ο Στρυμόνας στη λίμνη (5.000.000 m³ στις αρχές του αιώνα, 1.000.000 m³ στις αρχές της δεκαετίας του '90), η χωρητικότητα της Κερκίνης σε νερό άρχισε να μειώνεται. Έτσι κατασκευάστηκε νέο μεγαλύτερο φράγμα στον Λιθότοπο, το 1982, έγινε ανύψωση και επέκταση των αναχωμάτων καθώς και εκτροπή και διευθέτηση της κοίτης του Στρυμόνα.

Η λειτουργία του νέου φράγματος οδήγησε σε αλλαγή των υδρολογικών συνθηκών στην περιοχή του υγροτόπου και σε εμφανείς επιπτώσεις σ' ολόκληρο το οικοσύστημα. Η Λίμνη Κερκινίτιδα χαρακτηρίζονταν από πλούσιο παρόχθιο δάσος, ρηχά νερά, εκτεταμένα έλη με υγρολίβαδα και καλαμώνες. Τα μεγάλα εγγειοβελτιωτικά έργα, για να εξυγιανθεί η περιοχή και να δαμαστούν οι πλημμύρες που κάθε άνοιξη ξεσπούσαν στην κοιλάδα του Στρυμόνα, εκεί όπου ο ποταμός ξανοίγεται ανάμεσα στα όρη Κερκίνη (Μπέλες) και Μαυροβούνι (Κρούσια), περιόρισαν τα νερά της λίμνης. Τα νερά, περιορισμένα πλέον από τα αναχώματα και το φράγμα, έγιναν βαθιά, ενώ ένα μεγάλο μέρος του συστήματος έχασε τη δυναμική του ως υγρότοπος.

Το παρόχθιο δάσος μετατράπηκε σε χωράφια, ξυλεύτηκε και στη θέση του κτίστηκαν οι οικισμοί Χρυσοχώραφα, Μεγαλοχώρι και Λιμνοχώρι. Ό,τι απέμεινε από το δάσος, πνιγμένο στο νερό, άρχισε την πορεία του προς τη νέκρωση. Τα υγρά λιβάδια έχασαν την πλούσια βλάστησή τους, οι καλαμώνες αφανίσθηκαν. Σήμερα, η Λίμνη Κερκίνη, σχετικά ρηχή το μεγαλύτερο διάστημα του έτους, πλαισιώνεται στα βόρειά της (εκεί όπου ελεύθερη από τα αναχώματα εκδηλώνεται η πλημμύρα την άνοιξη) από εκτάσεις που περιοδικά καλύπτονται με νερό, εμφανίζοντας έτσι έντονη εναλλαγή υγρού στοιχείου και ξηράς. Εκεί αναπτύσσεται πυκνή βλάστηση, πλούσια σε αριθμό και είδη φυτών. Στην περιοχή δημιουργείται πλήθος οικοσυστημάτων, από το πλημμυρισμένο την άνοιξη δάσος με ιτιές, αρμυρίκια, σκλήθρα, πλατάνια, φράξους και λεύκες, ως τον εντυπωσιακό τάπητα από νούφαρα, που καλύπτει έκταση 5 περίπου στρέμματα στη λίμνη, από τα υγρά λιβάδια με την πυκνή τους βλάστηση, ως τα ρηχά νερά με τη σαλβίνια και το νεροκάστανο, καθώς επίσης από τις αμμώδεις νησίδες που σχηματίζει ο ποταμός, μέχρι τα πλούσια σε ψάρια βαθιά νερά της λίμνης.

Η ποικιλότητα αυτή των ενδιαιτημάτων και της χλωρίδας, η αφθονία της τροφής και η γεωγραφική θέση της Κερκίνης συνέβαλαν ώστε ο υγρότοπος αυτός να γίνει σημαντικός τόπος για την ορνιθοπανίδα, που βρίσκει εδώ κατάλληλες συνθήκες για διαβίωση, αναπαραγωγή, διατροφή, διαχείμαση ή σταθμό της μεταναστευτικής της πορείας. Σε καμία άλλη τεχνητή λίμνη της Ελλάδας δεν δημιουργήθηκε τόση ποικιλία και έκταση ενδιαιτημάτων για την πανίδα και ιδιαίτερα για την ορνιθοπανίδα. Το γεγονός αυτό αντικατοπτρίζεται και από την αναγνώρισή της ως Υγρότοπο Διεθνούς Σημασίας σύμφωνα με τη Σύμβαση Ραμσάρ. Αρχικά, ο σκοπός της δημιουργίας της «τεχνητής» λίμνης ήταν κυρίως αντιπλημμυρικός, καθώς επίσης συγκράτησης των φερτών υλών του ποταμού Στρυμόνα και άρδευσης του κάμπου των Σερρών. Τα νερά των πλημμυρών άρχισαν να συγκρατούνται στη λίμνη και αφήνονταν κατόπιν να εκρεύσουν αργά- αργά πάλι προς τον Στρυμόνα, οπότε οι ζημιές στις καλλιέργειες και τους οικισμούς σταμάτησαν.

Τα νερά που συγκεντρώνονταν στη λίμνη άρχισαν να χρησιμοποιούνται για την άρδευση του κάμπου των Σερρών. Το αγροτικό εισόδημα ανέβηκε δραστικά και βελτιώθηκε η υγεία των αγροτών. Από την άλλη πλευρά αλλοιώθηκε το φυσικό περιβάλλον. Ειδικότερα, στη Λίμνη Κερκίνη:

- Δημιουργείται εποχιακή αυξομείωση της στάθμης της λίμνης με υψόμετρο νερού 31,0 – 31,5m το φθινόπωρο και 36,0m περίπου την άνοιξη και αντίστοιχα μεταβάλλεται η επιφάνειά της από 50.000 στρέμματα περίπου σε 73.000 στρέμματα.
- Οι καλαμώνες που καταλάμβαναν επιφάνεια 10.000-12.000 στρεμμάτων πριν το 1982 καταστράφηκαν ολοσχερώς ως το 1984.
- Το παραποτάμιο δάσος από ιτιές στο Μανδράκι που έφθανε τα 7.000 στρέμματα στις αρχές της δεκαετίας του 1980, μειώνεται στα 3.500 στρέμματα το 1990 και στα 1.500 στρέμματα το 2002. Ταυτοχρόνως μειώθηκε η πυκνότητά του με αποτέλεσμα να υπάρχουν πλέον ελάχιστα σημεία κατάλληλα για φωλεοποίηση.
- Τα νούφαρα στο βορειοδυτικό τμήμα της λίμνης ενώ στην αρχή παρουσίασαν αύξηση και το 1991 έφθασαν τα 3.000 στρέμματα στη συνέχεια μειώθηκαν σε 150 στρέμματα το 2002 και σε λιγότερο από 3 στρέμματα το 2003.
- Οι νησίδες, τα υγρά λιβάδια και τα λασποτόπια που είναι οι μοναδικοί τόποι τροφής-φωλεάσματος πουλιών και αναπαραγωγής ψαριών κατακλύζονται με νερό και δεν είναι διαθέσιμα για τους οργανισμούς που διαβιούν σ' αυτά. Η μείωση των αλιευμάτων είναι σημαντική και από το 1984 έχουν εξαφανιστεί τα χέλια.
- Τέλος, οι προσχώσεις και τα φερτά υλικά που μεταφέρει ο Στρυμόνας και τα οποία αποτίθενται στη λίμνη ελαττώνουν σταδιακά την υδατοχωρητικότητά της και περιορίζουν τα αβαθή και πλέον παραγωγικά μέρη της. Παρόλα αυτά, η λίμνη, με την πάροδο του χρόνου, άρχισε να αποκτά και άλλες αξίες επιπλέον της αντιπλημμυρικής αξίας για την οποία και

κατασκευάστηκε. Οι σπουδαιότερες από αυτές σήμερα είναι η βιολογική, η αρδευτική και η αλιευτική, ενώ άρχισαν να αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο τα τελευταία έτη, η επιστημονική και η αξία αναψυχής.

Το 2003 συστάθηκε ο Φορέας Διαχείρισης της Λίμνης Κερκίνης με γνωμοδοτικό-συντονιστικό ρόλο. Ιδιαίτερη σημασία για την περιοχή της Λίμνης Κερκίνης έχουν δύο ουσιαστικά αλληλένδετα ζητήματα που σχετίζονται με τη διατήρηση και διαχείρισή της. Καταρχάς η ανάγκη διατήρησης της λίμνης έχει αναγνωρισθεί τόσο από την ελληνική νομοθεσία όσο και από διεθνείς συμβάσεις. Συγκεκριμένα η ευρύτερη περιοχή προστατεύεται από τις διεθνείς Συμβάσεις Ραμσάρ και Βέρνης καθώς και από τη Σύμβαση της Βόννης για την προστασία αποδημητικών ειδών της ορνιθοπανίδας.

Επίσης έχει προταθεί για ένταξη στο Δίκτυο Natura 2000 (Οδηγίες 92/43 και 79/409 της Ε.Ε.). Επιπλέον η λίμνη θεωρείται μία από τις 196 Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά της Ελλάδας. Η θεσμική αυτή διάσταση της ανάγκης προστασίας της περιοχής οδηγεί στο δεύτερο ζήτημα που είναι η ευρύτερη αναπτυξιακή δυναμική που έχει προσδώσει ο τουρισμός –με έμφαση στον οικοτουρισμό- στην περιοχή. Η δυναμική αυτή ξεπερνάει κατά πολύ τα στενά γεωγραφικά πλαίσια της λίμνης αναδεικνύοντας την περιοχή σε τουριστικό προορισμό υπερτοπικής σημασίας με ουσιώδη συμβολή στην οικονομική ανάπτυξη του Νομού Σερρών.

Η μεγαλύτερη πρόκληση για τους επιστήμονες στην Κερκίνη είναι το πώς θα επιτευχθεί ο μακροπρόθεσμος σχεδιασμός του υδρολογικού της καθεστώτος, ώστε να διατηρηθούν και να ανορθωθούν όλες οι λειτουργίες και οι αξίες της λίμνης. (Τσάρτας, 2005)

Η λίμνη Κερκίνη τοποθετείται στο Β.Δ τμήμα του Ν.Σερρών σε απόσταση 40km από τη πόλη των Σερρών. Είναι τεχνητή λίμνη με σχήμα ανεστραμμένου απιδιού (αχλάδι) με κορυφή το θυρόφραγμα Λιθότοπου και μήκος κεντρικού άξονα 15km. Τροφοδοτείται κυρίως από τον ποταμό Στρυμόνα που έρχεται από τη Βουλγαρία και εκβάλλει στη λίμνη στο βόρειο άκρο της. Πρόκειται για τεχνητή λίμνη που ανακατασκευάστηκε με σκοπό τη συγκράτηση των πλημμυρικών παροχών του ποταμού Στρυμόνα και την αποθήκευση του νερού για άρδευση τους καλοκαιρινούς μήνες. Τοποθετείται στο Β.Δ άκρο της λεκάνης των Σερρών και περιλαμβάνει ορεινά και υδροτοπικά οικοσυστήματα υψηλής εθνικής αλλά και παγκόσμιας σημασίας. Ο υδροβιότοπος αποτελεί πολύ σημαντικό τόπο διατροφής για τα αρπακτικά πουλιά, ενδιάμεσο σταθμό για τα μεταναστευτικά είδη καθώς και τόπο αναπαραγωγής για μεγάλο αριθμό πτηνών.

Η λίμνη Κερκίνη καθώς και η ευρύτερη περιοχή της αποτελεί έναν από τους έντεκα Ελληνικούς υδροβιότοπους που προστατεύονται από τη Σύμβαση Ramsar, η οποία αποσκοπεί στην προστασία και τη συνετή διαχείριση των υδροβιότοπων και των φυσικών πόρων τους σε διεθνές επίπεδο. (Μπέλση, 2009)

ΕΝΟΤΗΤΑ 7

7.1 Θεσμικά πλαίσια και συνθήκες

Θεσμικό πλαίσιο

Ο Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Κερκίνης ιδρύθηκε με τους Νόμους 2742/99 (ΦΕΚ 207Α/7-10-1999) και 3044/02 (ΦΕΚ 197Α/27-08-2002), με σκοπό τη διοίκηση και διαχείριση της ευρύτερης περιοχής του υγροτόπου Κερκίνης. Διοικείται από Πιμελές Δ.Σ. που ορίζεται με απόφαση του Υπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και αποτελείται από εκπροσώπους υπουργείων, της αυτοδιοίκησης, παραγωγικών φορέων και περιβαλλοντικών οργανώσεων. Χρηματοδοτείται κυρίως από το ΥΠΕΧΩΔΕ μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Περιβάλλον».

Συνθήκη Ραμσάρ (Ramsar)

Η τεράστια οικολογική σημασία των υγροτόπων έχει αναγνωριστεί παγκόσμια. Αρκετοί από αυτούς προστατεύονται είτε με Εθνικές νομοθεσίες είτε με διεθνείς συμβάσεις, όπως είναι η "Σύμβαση Ραμσάρ" ή αλλιώς "Σύμβαση για τους υγρότοπους Διεθνούς σημασίας ως Ενδιαιτήματος για Υδροβία Πουλιά". Η σύμβαση αυτή είναι του 1971 και η επικύρωση της από την χώρα μας έγινε με το Ν.Δ. 191/20-11-1971 (ΦΕΚ 350 Α/74), με το οποίο εντάσσονται σε αυτή 11 Ελληνικοί υγρότοποι που θεωρούνται διεθνούς σημασίας και χρειάζονται ειδική προστασία. Μια από τις βασικές υποχρεώσεις της χώρας μας, ως μέλους της Διεθνούς Σύμβασης Ραμσάρ, είναι η οριοθέτηση τους σε ζώνες (Α,Β,Γ) προστασίας με συγκεκριμένες δραστηριότητες σε κάθε ζώνη και η ορθολογική διαχείριση των 11 υγροτόπων. Η οριοθέτηση των υγροτόπων Ραμσάρ βρίσκεται στο στάδιο υλοποίησης με 20 και πλέον χρόνια καθυστέρησης από την ημερομηνία κύρωσης της Σύμβασης Ραμσάρ.

Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000

Ο ορατός κίνδυνος εξαφάνισης πολλών ειδών και αλλοίωσης της σύνθεσης και υποβάθμισης πολλών οικοσυστημάτων οδήγησε στην έκδοση της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ «Για την διατήρηση των φυσικών ενδιαιτημάτων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο. Σκοπός της οδηγίας είναι «να συμβάλει στην προστασία της βιολογικής ποικιλομορφίας μέσω της διατήρησης των φυσικών οικοτόπων, καθώς και της άγριας χλωρίδας και πανίδας στο ευρωπαϊκό έδαφος των κρατών μελών όπου εφαρμόζεται η συνθήκη».

Κατά τη λήψη μέτρων, σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές απαιτήσεις, καθώς και οι περιφερειακές και τοπικές ιδιομορφίες. Βασικό μέσο για την επίτευξη του σκοπού της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ αποτελεί η δημιουργία δικτύου προστατευμένων περιοχών με την ονομασία "NATURA 2000". Το δίκτυο Natura 2000 αποτελείται από Ειδικές Ζώνες Διατήρησης σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και από Ζώνες Ειδικής Προστασίας για τα πουλιά σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ για την προστασία των πουλιών. Οι περιοχές του δικτύου τελούν υπό καθεστώς ειδικής διαχείρισης που καθορίζει κάθε κράτος-μέλος, λαμβάνοντας υπόψη κοινωνικές, οικονομικές και πολιτιστικές ιδιαιτερότητες. Το δίκτυο Natura 2000, έχει ως στόχο την αποτελεσματικότερη προστασία των απειλούμενων ειδών και των ενδιαιτημάτων, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την γενικότερη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. (www.ypeka.gr)

ΕΝΟΤΗΤΑ 8

8.1 Μεθοδολογία

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας, η οποία έχει συμβάλει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση των διάφορων γεωγραφικών προβλημάτων. Τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων καθώς είναι σχεδιασμένα να υποστηρίξουν τη συλλογή, τη διαχείριση, την επεξεργασία, την ανάλυση, τη μοντελοποίηση και την απεικόνιση των γεωγραφικών αλλά και μη γεωγραφικών δεδομένων που αναφέρονται στο χώρο και μεταβάλλονται στο χρόνο (Χαλκιάς Χ., 2003).

Για την παρούσα εργασία κρίθηκε απαραίτητη η χρήση των ΣΓΠ για την επεξεργασία, την μοντελοποίηση και την απεικόνιση των πληροφοριών που θεωρήθηκαν χρήσιμες για την μελέτη της σχέσης των αλλουβιακών ριπιδίων της λίμνης Κερκίνης καθώς και των λεκανών απορροής τους. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS 10.3.1.

Απαραίτητη ήταν η χρήση υποβάθρων, για το λόγο αυτό τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της συγκεκριμένης μελέτης είναι οι χάρτες της περιοχής της λίμνης Κερκίνης 1:50.000 και 1:5.000, οι οποίοι αποκτήθηκαν από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ).

Κατά τη γεωαναφορά ενός χάρτη εμφανίζεται ένα σφάλμα. Αυτό οφείλεται στην τοποθέτηση του σταυρονήμου πάνω στο σωστό σημείο του χάρτη, δηλαδή στο κατά πόσο το σταυρόνημο και συνεπώς το σημείο που δημιουργείται πάνω στο χάρτη έχει ακριβώς τις ίδιες συντεταγμένες με αυτές του σημείου που βρίσκεται στον πραγματικό χάρτη. Γίνεται λοιπόν σαφές πως το τετραγωνικό σφάλμα (Total RMS Error) που δημιουργείται είναι λογικό να διαφέρει από χρήστη σε χρήστη. Επιπλέον η μέση τιμή του τετραγωνικού σφάλματος πρέπει να αντιστοιχεί στο $\frac{1}{4}$ της κλίμακας του χάρτη. Αυτό σημαίνει πως για τους χάρτες με κλίμακα 1:5000 το σφάλμα πρέπει να είναι μικρότερο από 1. (Χαλκιάς Χ., 2003)

Οι παραπάνω χάρτες γεωαναφέρθηκαν στο προβολικό σύστημα που χρησιμοποιεί η χώρα μας, το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ'87).

Για τους σκοπούς της εργασίας δημιουργήθηκε μια ψηφιακή βάση δεδομένων σε περιβάλλον ΣΓΠ με τη χρήση του λογισμικού ArcGis 10.3.1.

Στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν το υδρογραφικό δίκτυο και οι ισοϋψείς καμπύλες ανά 20m από τον χάρτη με κλίμακα 1:50.000. Με βάση τις ισοϋψείς αυτές, δημιουργήθηκε shapefile και ψηφιοποιήθηκαν οι λεκάνες απορροής του υδρογραφικού δικτύου.

Από τον χάρτη κλίμακας 1:5.000 ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες ανά 4m. Με βάση τις ισοϋψείς αυτές, δημιουργήθηκε shapefile και ψηφιοποιήθηκαν τα αλλουβιακά ριπιδία.

Οι λεκάνες που ψηφιοποιήθηκαν είναι 26 στο σύνολο, ομοίως και τα αντίστοιχα ριπιδία τους. Επίσης, σύμφωνα με τον χάρτη κλίμακας 1:50.000 ψηφιοποιήθηκαν και οι λιθολογικοί σχηματισμοί που εντάσσονται στα όρια των λεκανών απορροής καθώς των αλλουβιακών ριπιδίων τους.

Η αρίθμηση τόσο των λεκανών απορροής όσο και των αντίστοιχων ριπιδίων τους έγινε με φορά από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

Η μελέτη αυτή βασίζεται στον υπολογισμό κάποιων μορφομετρικών παραμέτρων, των οποίων τα αποτελέσματα πιθανολογείται ότι θα βοηθήσουν στο να παρθούν τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας. Οι μορφομετρικοί παράμετροι που υπολογίστηκαν για τις λεκάνες απορροής (Πίνακας 2) αλλά και για τα αλλουβιακά τους ριπιδία αντίστοιχα (Πίνακας 3) παρουσιάζονται παρακάτω με μια σύντομη περιγραφή:

Μορφομετρικές Παράμετροι της Λεκάνης Απορροής	Σύμβολο	Επεξήγηση
Εμβαδόν λεκάνης απορροής	Ab	η συνολική έκταση εμβαδογράμματος πάνω από την κορυφή του ριπιδίου, η οποία μετράται σε τετραγωνικά χιλιόμετρα
Κορυφή λεκάνης	Cb	το μέγιστο υψόμετρο της λεκάνης απορροής σε μέτρα
Περίμετρος της λεκάνης απορροής	Pb	το μήκος των ορίων της λεκάνης σε χιλιόμετρα
Συνολικό μήκος κλάδων εντός της λεκάνης απορροής	Lc	μετράται σε χιλιόμετρα
Συνολικό μήκος των υψώνων (ανά 20m) εντός της λεκάνης απορροής	ΣLc	μετράται σε χιλιόμετρα
Ανάγλυφο της λεκάνης	Rb	αντιστοιχεί στην κατακόρυφη διαφορά μεταξύ της κορυφής της λεκάνης και της κορυφής του ριπιδίου, δίνεται σε μέτρα
Αριθμός τραχύτητας Melton	M	ένας δείκτης της ανθεκτικότητας της λεκάνης, ο οποίος υπολογίζεται από τον τύπο $M = Rb \cdot Ab^{-0.5}$
Κλίση της λεκάνης απορροής	Sb	λαμβάνεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση $Sb = e \cdot \Sigma Lc / Ab$, το c είναι η ισοδιάσταση (ανά 20 μέτρα στη συγκεκριμένη έρευνα)
Πυκνότητα της λεκάνης απορροής	Db	ο λόγος του συνολικού μήκους των κλάδων προς το εμβαδόν της λεκάνης, $Db = \Sigma Lc / Ab$
Συχνότητα της λεκάνης απορροής	Fb	ο λόγος του συνολικού αριθμού των κλάδων προς το εμβαδόν της λεκάνης, $Fb = Nu / Ab$

Πίνακας 1: Μορφομετρικές Παράμετροι των λεκανών απορροής.

(Πηγή: Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region II, Karymbalis et al, 2011)

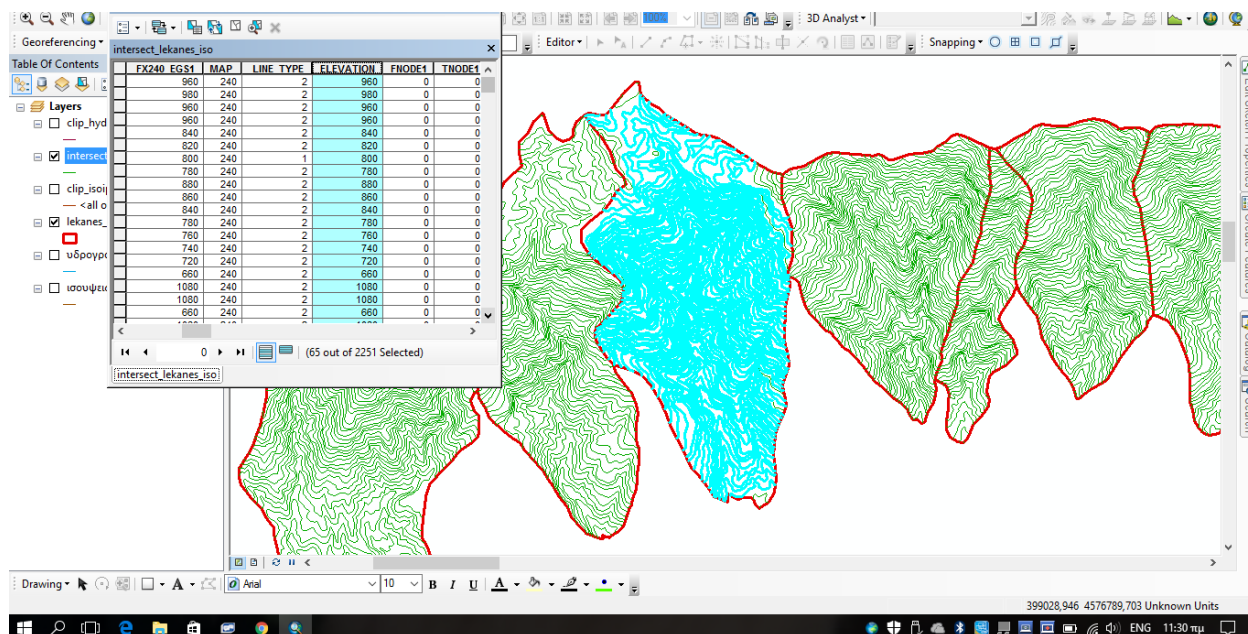
Μορφομετρικές Παράμετροι των Αλλουβιακών Ριπιδίων	Σύμβολο	Επεξήγηση
Εμβαδόν του ριπιδίου	Af	η συνολική έκταση εμβαδογράμματος κάθε ριπιδίου σε τετραγωνικά χιλιόμετρα
Κορυφή ριπιδίου	Apf	το υψόμετρο της κορυφής του ριπιδίου σε μέτρα
Μήκος ριπιδίου	Lf	η απόσταση μεταξύ του πόδα (ακτογραμμή για τα περισσότερα από τα ριπιδία) και της κορυφής του ριπιδίου σε μέτρα
Κλίση ριπιδίου	Sf	η μέση κλίση που μετράται κατά μήκος του αξονικού τμήματος του ριπιδίου, $Sf = (\text{Υψόμετρο κορυφής Ριπιδίου} - \text{Υψόμετρο πόδα Ριπιδίου}) / \text{Μήκος Ριπιδίου}$
Καμπυλότητα ριπιδίου	Cf	ορίζεται ως ο λόγος του a/b, όπου το a είναι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του άξονα του ριπιδίου και του κεντρικού σημείου της ευθείας γραμμής, που ενώνει την κορυφή του ριπιδίου με τον πόδα και το b είναι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του πόδα του ριπιδίου και του κεντρικού σημείου, $Cf = (\text{Υψόμετρο κορυφής Ριπιδίου} - \text{Μέσο Υψόμετρο Ριπιδίου}) / (\text{Μέσο Υψόμετρο Ριπιδίου} - \text{Υψόμετρο πόδα Ριπιδίου})$

Πίνακας 2: Μορφομετρικές Παράμετροι των αλλουβιακών ριπιδίων.

(Πηγή: Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region II, Karymbalis et al, 2011)

Αξιοποιώντας τις εντολές και τα εργαλεία που προσφέρει το πρόγραμμα ArcGis 10.3.1, υπολογίστηκαν και επεξεργάστηκαν οι παραπάνω παράμετροι. Δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων όπου καταχωρήθηκαν τα αποτελέσματα και στη συνέχεια επεξεργάστηκαν περαιτέρω καθώς ορισμένοι παράμετροι αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους και υπολογίζονται με βάση άλλες παραμέτρους.

Για τον υπολογισμό των “απλών” παραμέτρων που αφορούν τις **λεκάνες απορροής**, όπως το εμβαδόν της λεκάνης (Ab) και η περίμετρός της (Pb) χρησιμοποιήθηκαν αυτοματοποιημένες εντολές (calculate geometry). Για την κορυφή της λεκάνης απορροής (Cb) και το συνολικό μήκος των ισοϋψών εντός της λεκάνης (ΣLc) αξιοποιήθηκαν οι πληροφορίες που μας δίνουν οι ισοϋψείς με ισοδιάσταση ανά 20m αφού πρώτα τις περιορίσαμε εντός των ορίων των λεκανών (Εικόνα 3). Ομοίως υπολογίστηκε το συνολικό μήκος των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου εντός των λεκανών απορροής (Lc), περιορίζοντας τα υδρογραφικά στα όρια των λεκανών.



Εικόνα 4: Υπολογισμός των παραμέτρων C_b και ΣL_c των λεκανών απορροής.
(Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Για τον υπολογισμό του αναγλύφου της λεκάνης (R_b) αξιοποιούνται και πάλι οι πληροφορίες που μας δίνουν οι ισοϋψείς με ισοδιάσταση ανά 20m, καθώς υπολογίζουμε την διαφορά του μέγιστου και του ελάχιστου υψομέτρου εντός της εκάστοτε λεκάνης. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με την βοήθεια των εντολών (field calculator) που παρέχει ο πίνακας των χαρακτηριστικών (attribute table) που έχουμε δημιουργήσει για το θεματικό επίπεδο (shapefile) των λεκανών απορροής.

Ομοίως με τις εντολές (field calculator) που παρέχει το attribute table υπολογίστηκε και ο αριθμός τραχύτητας Melton (M) με τον τύπο: $M = R_b * A_b^{-0.5}$.

Ομοίως η κλίση της λεκάνης απορροής (S_b) με βάση των τύπο: $S_b = e * \Sigma L_c / A_b$, όπου e η ισοδιάσταση ανά 20m, ΣL_c το συνολικό μήκος ισοϋψών και A_b το εμβαδόν της λεκάνης.

Ομοίως η πυκνότητα της λεκάνης απορροής (D_b) με βάση τον τύπο: $D_b = L_c / A_b$, όπου L_c το συνολικό μήκος των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου εντός των λεκανών απορροής και A_b το εμβαδόν της λεκάνης.

Ο υπολογισμός της συχνότητας της λεκάνης απορροής (F_b) πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τον τύπο: $F_b = N_u / A_b$, όπου N_u ο συνολικός αριθμός των κλάδων και A_b το εμβαδόν της λεκάνης.

Για τον υπολογισμό του συνολικού αριθμού των κλάδων (N_u) χρησιμοποιήθηκε η εργαλειοθήκη (toolbox) του προγράμματος ArcMap και εξειδικευμένες εντολές (Analysis tools) και υποεντολές (Identity) ώστε να αποσπάσουμε την συγκεκριμένη πληροφορία από το shapefile των λεκανών απορροής σε συνδυασμό με τις πληροφορίες του υδρογραφικού

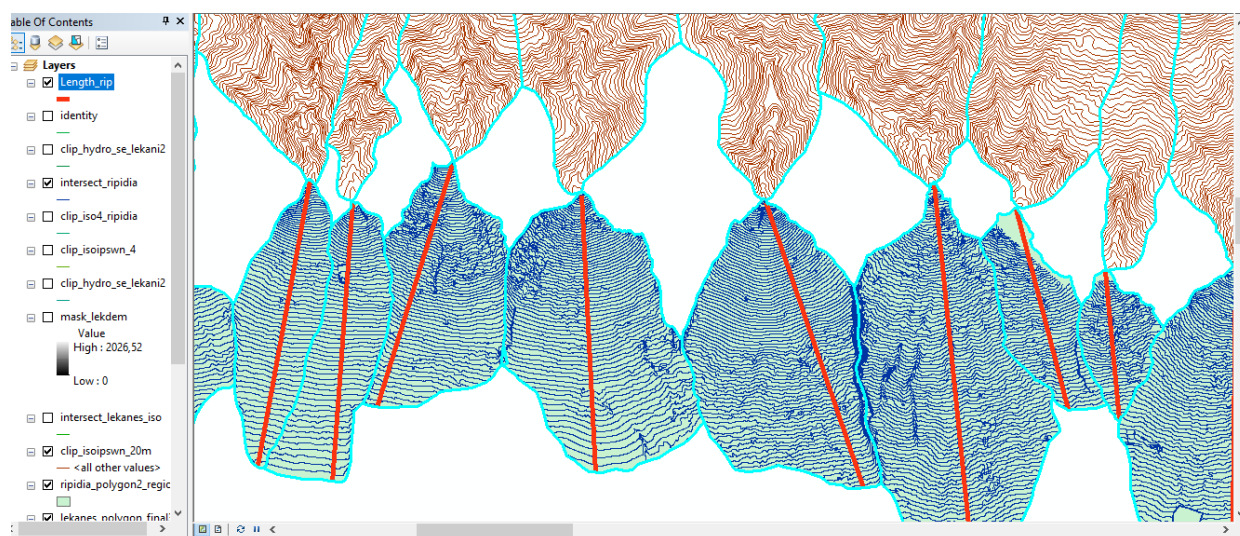
δικτύου. Στη συνέχεια αφού υπολογίστηκε το Nu με τις εντολές που παρέχονται από το field calculator υπολογίζεται ο τύπος της συχνότητας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Για τον υπολογισμό των παραμέτρων που αφορούν τα **αλλουβιακά ριπίδια** ακολουθήθηκε το ίδιο σκεπτικό και παρόμοιες εντολές.

Πιο συγκεκριμένα για τον υπολογισμό του εμβαδού του ριπιδίου (Af) χρησιμοποιήθηκε αυτοματοποιημένη εντολή (calculate geometry). Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με την βοήθεια των εντολών (field calculator) που παρέχει ο πίνακας των χαρακτηριστικών (attribute table) που έχουμε δημιουργήσει για το θεματικό επίπεδο (shapefile) των ριπιδίων.

Για τον υπολογισμό της κορυφής του ριπιδίου (Apf), αξιοποιήθηκαν οι πληροφορίες που μας δίνουν οι ισοϋψείς με ισοδιάσταση ανά 4m αφού πρώτα τις περιορίσαμε εντός των ορίων των αλλουβιακών ριπιδίων.

Το μήκος του ριπιδίου (Lf) υπολογίστηκε με κάθετες γραμμές από το υψηλότερο σημείο του ριπιδίου προς το χαμηλότερο σημείο του. Στη συνέχεια αξιοποιώντας τις αυτοματοποιημένες εντολές (calculate geometry) μετρήθηκε το μήκος (length) των κάθετων αυτών γραμμών που στην ουσία είναι τα μήκη για κάθε ριπίδιο (Εικόνα 4).



Εικόνα 5: Με κόκκινες ευθείες αποτυπώνονται τα μήκη του κάθε ριπιδίου.

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Για τον υπολογισμό της κλίσης του ριπιδίου (Sf) χρησιμοποιείται ο τύπος:
$$Sf = (\text{Υψόμετρο κορυφής ριπιδίου} - \text{υψόμετρο πόδα ριπιδίου}) / \text{Μήκος ριπιδίου}.$$

Αξιοποιούνται και πάλι οι πληροφορίες που μας δίνουν οι ισοϋψείς με ισοδιάσταση ανά 4m, καθώς υπολογίζουμε την διαφορά του μέγιστου (max) και του ελάχιστου (min) υψομέτρου εντός του εκάστοτε ριπιδίου. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με την βοήθεια των εντολών (field calculator) που παρέχει ο πίνακας των χαρακτηριστικών (attribute table) που έχουμε δημιουργήσει για το θεματικό επίπεδο (shapefile) των αλλουβιακών ριπιδίων.

Τέλος, για τον υπολογισμό της καμπυλότητας του ριπιδίου (Cf) χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:
$$Cf = (\text{Υψόμετρο κορυφής ριπιδίου} - \text{Μέσο υψόμετρο ριπιδίου}) / (\text{Μέσο υψόμετρο ριπιδίου} - \text{Υψόμετρο πόδα ριπιδίου})$$

Η μέτρηση αυτή επιτεύχθηκε με δύο τρόπους, όπου και οι δύο εμφάνισαν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα. Ο πρώτος τρόπος αξιοποίησε το toolbox και μια εξειδικευμένη εντολή (zonal statistics as table), όπου αυτόματα υπολογίζονται τα μέγιστα, ελάχιστα και μέσα υψόμετρα, καθώς και άλλες πληροφορίες. Ο δεύτερος τρόπος και λίγο πιο εμπειρικός, αξιοποίησε τις ισοϋψείς με ισοδιάσταση ανά 4m και τις κάθετες ευθείες που αντιπροσωπεύουν τα μήκη του ριπιδίου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Το μέσο υψόμετρο βρίσκεται εύκολα παρατηρώντας ποιά ισοϋψή εφάπτεται στο μέσο της ευθείας που αντιπροσωπεύει το μήκος του ριπιδίου. Ο τρόπος αυτός ήταν αρκετά χρονοβόρος και όχι τόσο ακριβής στα αποτελέσματά του, οπότε αξιοποιήθηκε ο πρώτος τρόπος.

Στη συνέχεια, αφού υπολογίστηκαν τα παραπάνω υψόμετρα, ο υπολογισμός του τύπου της καμπυλότητας γίνεται με την βοήθεια των εντολών (field calculator) που παρέχει ο πίνακας των χαρακτηριστικών (attribute table) που έχουμε δημιουργήσει για το θεματικό επίπεδο (shapefile) των αλλουβιακών ριπιδίων.

Αφού υπολογίστηκαν οι παραπάνω μορφομετρικοί δείκτες, επιχειρήθηκε η συσχέτιση ορισμένων από αυτών, καθώς και η οπτικοποίηση τους σε λογαριθμικά αλλά και απλά διαγράμματα. Παρακάτω γίνεται αναλυτικότερη η παρουσίαση και ο σχολιασμός τους καθώς και η οπτικοποίηση των τελικών αποτελεσμάτων υπό μορφή χαρτών. Τέλος, επιχειρήθηκε η αναπαράσταση των λεκανών απορροής και των αντίστοιχων ριπιδίων τους σε μορφή τριών διαστάσεων, με τη βοήθεια του υποπρογράμματος ArcScene.

ΕΝΟΤΗΤΑ 9

9.1 Μορφομετρικές μετρήσεις λεκανών απορροής και των αντίστοιχων αλλουβιακών ριπιδίων τους

Η συγκεκριμένη μελέτη βασίζεται σε ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία που απεικονίζουν τη μορφολογία και τη μορφομετρία των ριπιδίων και των λεκανών απορροής τους. Προκειμένου να προσδιοριστεί ο ρόλος του εφοδιασμού του ποτάμιου ιζήματος στην εξέλιξη των ριπιδίων, έγινε συσχέτιση μεταξύ των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών (τα οποία εκφράστηκαν από μορφομετρικές παραμέτρους) των λεκανών απορροής και των χαρακτηριστικών των ριπιδίων τους. Το υψόμετρο της κορυφής και του πόδα του ριπιδίου, καθώς επίσης και του μέσου της ευθείας γραμμής, που ενώνει την κορυφή του ριπιδίου με τον πόδα, υπολογίστηκαν με βάση τις ισοϋψείς με ισοδιάσταση 4 μέτρων και κλίμακας 1:5.000. Αντίθετα, οι παράμετροι που αφορούν τις λεκάνες απορροής, υπολογίστηκαν με βάση τις ισοϋψείς με ισοδιάσταση 20 μέτρων και κλίμακας 1:50.000.

Οι μετρήσεις, οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα των μορφομετρικών παραμέτρων της υπό μελέτη περιοχής, παρουσιάστηκαν χρησιμοποιώντας τεχνικές των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (G.I.S) και πιο συγκεκριμένα του προγράμματος ArcGIS 10.3.1.

Η μελέτη της μορφομετρίας των αλλουβιακών ριπιδίων και των λεκανών απορροής, αποκαλύπτει πολλές πληροφορίες σχετικά με την εξέλιξη των ριπιδίων και τη δυναμική των διεργασιών, που είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό του ριπιδίου. Οι παρακάτω πίνακες (Πίνακας 3, Πίνακας 4) παρουσιάζουν τα αποτελέσματα των μετρούμενων και υπολογιζόμενων μορφολογικών παραμέτρων του υδρογραφικού δικτύου, των 26 λεκανών απορροής και των 26 αλλουβιακών ριπιδίων της περιοχής μελέτης.

Λεκάνες	Εμβαδόν (Ab) (Km2)	Περίμετρος P(b) (km)	Μήκος κλάδων (Lc) (km)	Πυκνότητα λεκάνης (Db) (km-1)	Ανάγλυφο Λεκάνης Rb (m)	Melton	Κλίση Λεκάνης Sb(%)	Συχνότητα λεκάνης Fb (km-2)	Μήκος ισοϋψών (ΣLc) (km)	Κορυφή λεκάνης (Cb) (m)	Nu
1	7,4	11,6	25,04	3,38	1151	0,60	14,89	8,38	55,1	1476	62
2	5,3	12,2	18,7	3,53	1118	0,73	19,74	8,87	52,3	1532	47
3	6,4	12,1	17,05	2,66	1206	0,58	25,22	6,09	80,7	1638	39
4	4,2	8,7	12,56	2,99	1300	0,62	43,14	8,33	90,6	1843	35
5	1,4	7,1	4,2	3,00	1320	0,81	68,86	5,00	48,2	1845	7
6	3,2	7,9	8,4	2,63	1264	0,64	44,44	8,44	71,1	1870	27
7	4,6	9,03	16,6	3,61	1281	0,67	39,87	11,09	91,7	1869	51
8	4,5	9,2	15,6	3,47	1284	0,62	36,40	10,89	81,9	1868	49
9	4,4	9	12,2	2,77	1305	0,55	38,41	8,64	84,5	1880	38
10	3,9	8,1	12,7	3,26	1187	0,61	36,26	8,72	70,7	1723	34
11	2,2	7,8	5,8	2,64	1331	0,75	65,55	7,73	72,1	1769	17
12	8,9	12,5	23,9	2,69	1434	0,61	35,17	7,64	156,5	1909	68
13	2,5	8,7	7,8	3,12	1187	0,42	49,44	3,20	61,8	1477	8
14	12,2	15,3	24,3	1,99	1506	0,52	14,08	3,44	85,9	1826	42
15	6,3	11,8	19,08	3,03	1552	0,88	28,38	5,56	89,4	1805	35
16	5,4	10,6	12,2	2,26	1492	0,48	31,44	3,33	84,9	1775	18
17	6,2	11,7	16,3	2,63	1671	0,59	38,77	5,97	120,2	2026	37
18	3,3	8,9	12,9	3,91	1483	0,38	49,27	5,15	81,3	1792	17
19	6,9	11,5	15,2	2,20	1642	0,95	34,29	4,64	118,3	2018	32
20	7,2	11,7	12,1	1,68	1633	0,63	30,92	4,72	111,3	1963	34
21	8,7	13,2	22,9	2,63	1621	0,60	24,16	5,75	105,1	1943	50
22	2,7	7,5	7,7	2,85	1206	0,60	38,37	7,78	51,8	1437	21
23	5,2	10,4	15,08	2,90	1423	0,61	14,54	6,92	37,8	1639	36
24	3,6	8,3	14,3	3,97	1103	0,70	36,22	10,56	65,2	1379	38
25	1,9	6,6	7,9	4,16	824	0,48	17,37	12,63	16,5	959	24
26	18,7	24,1	54,7	2,93	1519	0,48	18,56	10,21	173,5	1659	191

Πίνακας 3: Μορφομετρικές παράμετροι των λεκανών απορροής της λίμνης Κερκίνης.

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Ρυτίδιο	Εμβαδόν ρυτιδίου (Af) (km2)	Κορυφή ρυτιδίου (Apf) (m)	Μήκος ρυτιδίου (Lf) (km)	Καμπυλότητα ρυτιδίου (Cf)	Κλίση ρυτιδίου (Sf)
1	2,19	340	1,89	1,48	0,071
2	1,84	416	2,96	1,56	0,059
3	4,23	468	2,8	1,81	0,081
4	2,41	544	3,24	1,43	0,091
5	2,5	527	1,72	1,79	0,160
6	3,36	611	3,18	1,59	0,098
7	5,31	590	1,27	1,98	0,239
8	5,48	588	2,23	1,51	0,169
9	6,82	576	2,78	1,64	0,151
10	1,7	536	0,9	1,39	0,303
11	1,06	439	2,1	1,22	0,093
12	8,28	476	3,43	1,96	0,106
13	0,81	438	2,22	4,73	0,127
14	13,9	388	4,49	2,18	0,069
15	1,24	277	4,06	1,94	0,046
16	2,9	284	3,5	2,19	0,067
17	5,32	356	1,57	2,44	0,204
18	1,13	319	3,09	1,48	0,072
19	5,39	378	2,18	2,16	0,158
20	4,64	334	3,27	2,89	0,091
21	5,92	324	3,03	3,36	0,095
22	1,27	236	3,9	1,94	0,051
23	2,02	303	3,3	4,06	0,080
24	3,61	276	2,77	2,49	0,084
25	0,47	141	1,77	1,43	0,038
26	4,86	133	2,45	3,74	0,037

Πίνακας 4: Μορφομετρικές παράμετροι των αλλουβιακών ριτιδίων της λίμνης Κερκίνης.

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, οι τιμές της υδρογραφικής πυκνότητας των λεκανών κυμαίνονται από $1,68 \text{ km}^{-1}$ (Λεκάνη 20) έως $4,16 \text{ km}^{-1}$ (Λεκάνη 25), με μέση τιμή $2,9 \text{ km}^{-1}$. Αντίστοιχα η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή της υδρογραφικής συχνότητας είναι $3,20 \text{ km}^{-2}$ (Λεκάνη 13) και $12,63 \text{ km}^{-2}$ (Λεκάνη 25), με μέση τιμή $7,9 \text{ km}^{-2}$.

Ο αριθμός τραχύτητας Melton (M) παρουσιάζει ελάχιστη τιμή 0,38 (Λεκάνη 18) και μέγιστη 0,88 (Λεκάνη 15).

Το ελάχιστο και μέγιστο εμβαδό των λεκανών απορροής είναι $1,4 \text{ Km}^2$ (Λεκάνη 6) και $18,7 \text{ Km}^2$ (Λεκάνη 26) αντίστοιχα, με μέση τιμή $9,5 \text{ Km}^2$. Παρομοίως, το ελάχιστο και μέγιστο εμβαδό των αλλουβιακών ριπιδίων είναι $0,47 \text{ Km}^2$ (Ριπίδιο 25) και $8,48 \text{ Km}^2$ (Ριπίδιο 12), με μέση τιμή $4,5 \text{ Km}^2$.

Όσον αφορά την ελάχιστη και μέγιστη τιμή της κλίσης των λεκανών απορροής, αυτές είναι 14,08 (Λεκάνη 14) και 68,86 (Λεκάνη 5) αντίστοιχα, με μέση τιμή 34,3. Η ελάχιστη τιμή κλίσης των αλλουβιακών ριπιδίων είναι 0,037 (Ριπίδιο 26) και η μέγιστη τιμή 0,303 (Ριπίδιο 10). Η μέση τιμή κλίσης των ριπιδίων είναι 0,10.

Η μορφομετρική παράμετρος της περιμέτρου των λεκανών απορροής, έχει ελάχιστη τιμή 6,6 Km (Λεκάνη 25) και μέγιστη 24,1 Km (Λεκάνη 26). Η μέση τιμή είναι 10,6 Km.

Σχετικά με το δείκτη καμπυλότητας, η ελάχιστη τιμή των αλλουβιακών ριπιδίων είναι 1,22 (Ριπίδιο 11) και η μέγιστη 4,73 (Ριπίδιο 13) αντίστοιχα, με μέση τιμή 2,17.

9.2 Συσχέτιση μεταξύ μορφομετρικών χαρακτηριστικών αλλουβιακών ριπιδίων-λεκανών απορροής

Η συσχέτιση μεταξύ των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών (τα οποία εκφράστηκαν από μορφομετρικές παραμέτρους) των ριπιδίων και των λεκανών απορροής τους, περιλαμβάνει τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ του εμβαδού της λεκάνης απορροής και του εμβαδού του ριπιδίου, του εμβαδού της λεκάνης απορροής και της κλίσης του ριπιδίου και τον αριθμό τραχύτητας του Melton, τα οποία μελετώνται διεξοδικά παρακάτω.

Σχέση Εμβαδού Λεκάνης- Εμβαδού Ριπιδίου

Τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά, που συγκρίνονται πιο συχνά, μεταξύ των λεκανών απορροής και των αλλουβιακών ριπιδίων, είναι οι αντίστοιχες εκτάσεις τους. Ο W.B. Bull (1962), ήταν ο πρώτος που αναγνώρισε ότι η έκταση της λεκάνης απορροής αυξάνει με την αντίστοιχη αύξηση της έκτασης που καταλαμβάνει το αλλουβιακό ριπίδιο. Η σχέση αυτή ποσοτικοποιείται με μια απλή εκθετική εξίσωση που έχει την ακόλουθη μορφή:

$$A_f = cA_b^k$$

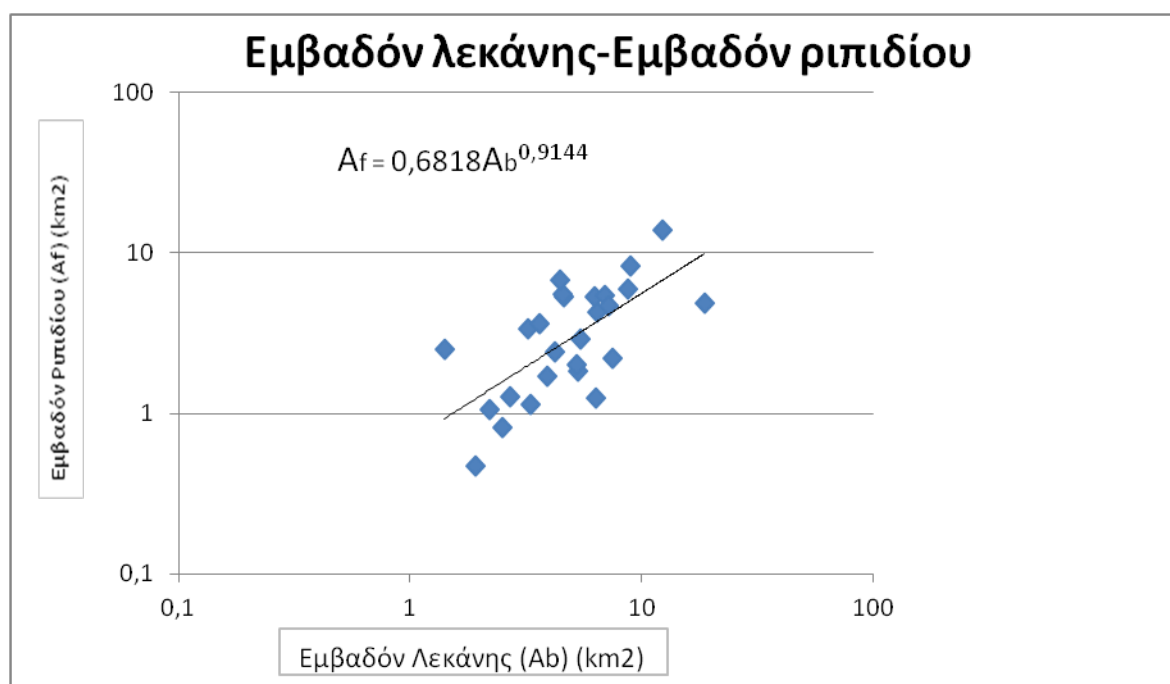
Όπου:

- A_f (fan Area) είναι το εμβαδόν του ριπιδίου,
- A_b (basin Area) είναι το εμβαδόν της λεκάνης απορροής,
- c είναι ένας εμπειρικός συντελεστής που εκφράζει το λόγο του εμβαδού ενός αλλουβιακού ριπιδίου προς το εμβαδόν της λεκάνης απορροής του ίσο με 1,
- k είναι εκθέτης που εκφράζει την κλίση της γραμμής παλινδρόμησης και μετρά το ρυθμό μεταβολής του εμβαδού του ριπιδίου σε σχέση με την αύξηση του εμβαδού της λεκάνης απορροής του.

Η σύγκριση αυτών των δύο παραμέτρων προσφέρει την πιο ενδιαφέρουσα συσχέτιση για τα αλλουβιακά ριπίδια των περισσότερων περιοχών του κόσμου. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί και για τα ριπίδια της περιοχής μελέτης. Αναπαριστώντας το ζεύγος αυτό των παραμέτρων σε ένα λογαριθμικό διάγραμμα (ένα διάγραμμα δηλαδή που τόσο ο οριζόντιος όσο και ο κατακόρυφος άξονας είναι λογαριθμικοί και όχι αριθμητικοί),

καθίσταται σαφές ότι τα στοιχεία δεν ταιριάζουν απόλυτα σε μια εκθετική συνάρτηση πρώτου βαθμού (Karymbalis, 2007; Karymbalis et al, 2011).

Για τα 26 ριπίδια ης περιοχής μελέτης, φαίνεται από το *Διάγραμμα 1*, ότι η συνάρτηση έκτασης λεκάνης- έκταση ριπιδίου παίρνει τη μορφή:



Διάγραμμα 1: Σχέση Εμβαδού Ριπιδίου- Εμβαδού Λεκάνης

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Ο συντελεστής αυτός, που σύμφωνα με τον Harvey (1997) συνήθως παίρνει τιμές μεταξύ 0,1 και 2,2, έχει την τιμή 0.6 για την περιοχή μελέτης. Ο εκθέτης κυμαίνεται 0.7 έως 1,1 (Harvey, 1997) και είναι γενικά μικρότερος από 1,0 (Hooke ANF Rohrer, 1977). Για την περιοχή μελέτης η τιμή είναι 0.91. Η διακύμανση των τιμών του εκθέτη k και του συντελεστή c για υγρές και υπο-υγρές περιοχές ριπιδίων έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία και έχουν αποδοθεί σε διάφορους παράγοντες, όπως οι κλιματικές συνθήκες, το τεκτονικό υπόβαθρο και η σχετική διαβρωτικότητα των τύπων πετρωμάτων της περιοχής. (Karymbalis et al, 2011).

Με βάση τον Hooke (1968) ο εκθέτης αυτός παίρνει τις μεγαλύτερες τιμές για ξηρές περιοχές, γύρω στο 0,9 και 0,88 σύμφωνα με τους Oguchi και Ohmori (1994), για υγρές περιοχές γύρω στο 0,58, ενώ για πολικές περιοχές γύρω στο 0,65. Η τιμή για τις ξηρές περιοχές υποδηλώνει ότι τα ριπίδια επιμηκύνονται ελάχιστα με την αύξηση της έκτασης των

λεκανών απορροής τους. Η χαμηλότερη τιμή από 1,0 συνεπάγεται ότι οι μεγαλύτερες λεκάνες απορροής τροφοδοτούν αναλογικά με λιγότερα υλικά τα αλλουβιακά ριπιδία σε σχέση με τις μικρότερες λεκάνες. Αυτό μπορεί να συμβαίνει επειδή τα μεγαλύτερα αλλουβιακά ριπιδία μπορεί να αργήσουν να προσαρμοστούν με τον διαθέσιμο χώρο και να έρθουν σε ισορροπία σε σχέση με τα μικρότερα ριπιδία. Αυτό έχει αποδοθεί στις μικρότερες αποστάσεις που πρέπει να μεταφερθεί το ίζημα για την πλήρωση των μικρότερων αλλουβιακών ριπιδίων. (Karymbalis, 2007).

Οι τιμές του συντελεστή και του εκθέτη που περιγράφουν τη σχέση αυτή για τα αλλουβιακά ριπιδία που μελετήθηκαν ταιριάζει με τις τιμές που έχουν εκτιμηθεί από ανάλογες μελέτες σε ξηρά περιβάλλοντα, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5, που ακολουθεί.

Τιμές του συντελεστή c και του εκθέτη k , μεταξύ του εμβαδού της λεκάνης απορροής και του εμβαδού του ριπιδίου ($A_f = cA_b^k$), από προηγούμενες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορα περιβάλλοντα			
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	c	k	ΑΝΑΦΟΡΑ
1. Great Smoky Mts of Appalachian Mountain (USA)	0.23	0.53	Saito, 2004
2. Dellwood, North Carolina, USA	0.23	0.53	Mills (1982)
3. Roan Mountain, North Carolina, USA	0.38	0.76	Mills (1983)
4. Philippines	0.66	0.72	Saito, 2004
5. General River Valley, Costa Rica	0.92	1.01	Kesel (1985)
6. Banff, Alberta, Canada, fluvial fans	0.48	0.32	Kostaschuk et al. (1986)
7. Banff, Alberta, Canada, debris-flow fans	0.17	0.48	Kostaschuk et al. (1986)
8. NE Japan	0.96	0.93	Saito, 2004
9. Japan (115 fans)	2.23	0.4	Oguchi and Ohmori (1994)
10. Central Alps, Northern Italy	0.29	0.33	Crosta and Frattini (2004)
11. Southern Sterea Hellas (Central Greece), Northern shore of Gulf of Corinth	0.14	0.83	Karymbalis (2007)
12. Northern Peloponnesus	0.13	0.79	Karymbalis (2011)

Πίνακας 5: Τιμές c και k της σχέσης $A_f = cA_b^k$, σε διάφορα περιβάλλοντα.

(Πηγή: Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region II, Karymbalis et al., 2011)

Η τιμή του συντελεστή c της περιοχής μελέτης ($c = 0,63$), πλησιάζει την τιμή του συντελεστή στην περιοχή των Φιλιππινών ($c = 0.66$). Το παραπάνω πιθανόν να οφείλεται σε παρόμοιες συνθήκες-διεργασίες σχηματισμού των ριπιδίων (π.χ. παρόμοια χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής, παρόμοια γεωλογία και τεκτονικό καθεστώς, ή και παρόμοιες κλιματικές συνθήκες).

Η τιμή του εκθέτη k της εξίσωσης για την περιοχή μελέτη, ($k= 0.91$), πλησιάζει τις τιμές των περιοχών της Βόρειας Πελοποννήσου ($k= 0.79$), της Νότιας Στερεάς Ελλάδας ($k= 0.83$), της Κόστα Ρίκα ($k=1,01$) και της Νοτιανατολικής Ιαπωνίας ($k= 0,93$).

Τέλος, υπολογίστηκε και ο βαθμός συσχέτισης (Correl) μεταξύ της παραπάνω σχέσεις (Εμβαδόν λεκάνης-Εμβαδόν ριπιδίου), όπου έδειξε ότι η συσχέτιση μας είναι καλή (0,6).

Σχέση Εμβαδού Λεκάνης – Κλίσης Ριπιδίου

Η σχέση μεταξύ του εμβαδού της λεκάνης απορροής και της κλίσης του ριπιδίου είναι δυνατόν να διατυπωθεί μέσω της συνάρτησης:

$$S_f = c A_b^k$$

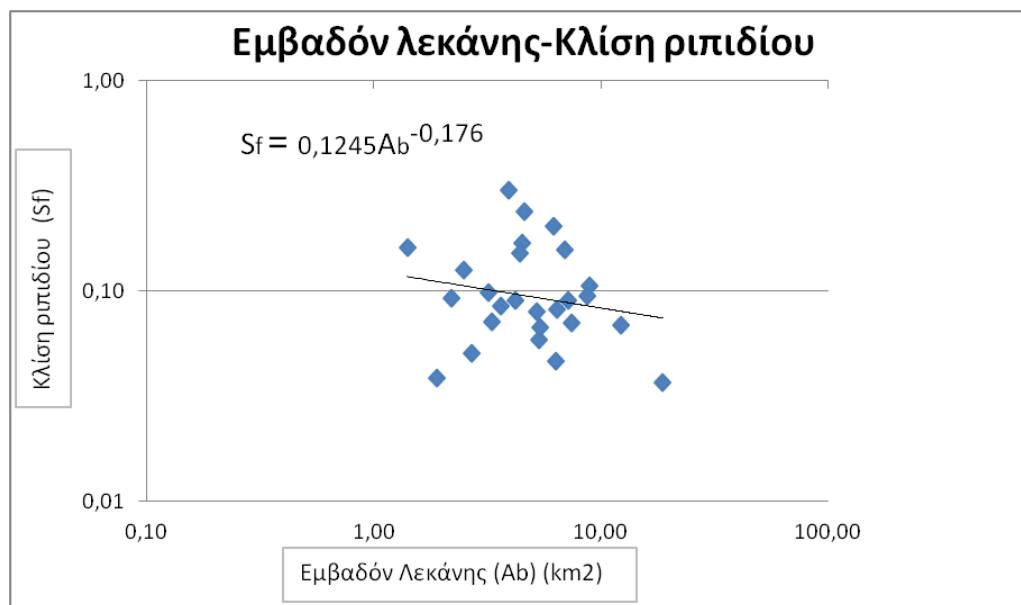
Όπου S_f (fan Slope) είναι η κλίση του ριπιδίου,

A_b (basin Area) είναι το εμβαδόν της λεκάνης απορροής,

c είναι ένας εμπειρικός συντελεστής και

k είναι εκθέτης που εκφράζει την κλίση της γραμμής παλινδρόμησης

Από το *Διάγραμμα 2*, φαίνεται ότι η συνάρτηση έκτασης λεκάνης – κλίσης ριπιδίου για την περιοχή μελέτης παίρνει την μορφή:



Διάγραμμα 2: Σχέση Κλίσης Ριπιδίου- Εμβαδού Λεκάνης. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Η τιμή του εκθέτη που καθορίζεται από την πλειονότητα των παραδειγμάτων της βιβλιογραφίας και που περιγράφονται από άλλους συγγραφείς είναι εντός του εύρους -0.35/-0.17 (Harvey, 1997) ενώ αυτή του συντελεστή είναι μεταξύ 0,03-0,17. Στην περιοχή μελέτης η τιμή του συντελεστή είναι 0,12 και του εκθέτη -0,17, δηλαδή εντός των ορίων που αναφέρουν οι συγγραφείς.

Για την περιοχή μελέτης ο εκθέτης έχει αρνητική τιμή και ο συντελεστής σχεδόν ίδια τιμή από την πλειοψηφία των περιοχών που αναγράφονται στον Πίνακα 5. Το παραπάνω εν δυνάμει οφείλεται σε παρόμοιες συνθήκες-διεργασίες σχηματισμού των ριπιδίων (π.χ. παρόμοια χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής, παρόμοια γεωλογία και τεκτονικό καθεστώς, ή και παρόμοιες κλιματικές συνθήκες).

Τέλος, υπολογίστηκε και ο βαθμός συσχέτισης (Correl) μεταξύ της παραπάνω σχέσεις (Εμβαδόν λεκάνης-Κλίσης ριπιδίου), όπου έδειξε ότι η συσχέτιση μας δεν είναι και τόσο καλή (-0,2).

Σχέση Αριθμού Τραχύτητας Melton (M)- Κλίσης Ριπιδίου

Ο Melton είναι ένα μέτρο χωρίς διάσταση του σχετικού αναγλύφου της λεκάνης, το οποίο ενσωματώνει τα μέτρα της απόστασης μεταφοράς των προϊόντων της διάβρωσης και του διαθέσιμου αναγλύφου της, παρέχοντας έτσι ένα αποτελεσματικό μέτρο της κλίσης προς τα κάτω, όπου το υλικό κινείται προς το ριπίδιο. Ένα πολύτιμο χαρακτηριστικό του αριθμού του Melton, είναι η ικανότητά του για διάκριση λεκανών όπου διεργασίες υλικών λόγω βαρύτητας είναι περισσότερο συχνές σε σχέση με λεκάνες που κυριαρχούνται από ποτάμιες διεργασίες. (Karymbalis et al, 2011)

Ο αριθμός τραχύτητας του Melton, είναι ουσιαστικά ένας δείκτης κλίσης της λεκάνης απορροής, μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με τη λειτουργία ισχύος του παρακάτω τύπου:

$$Sf=cM^b$$

Όπου: **Sf** (fan Slope) είναι η κλίση του ριπιδίου,

M είναι ο αριθμός τραχύτητας Melton

c είναι ένας εμπειρικός συντελεστής και

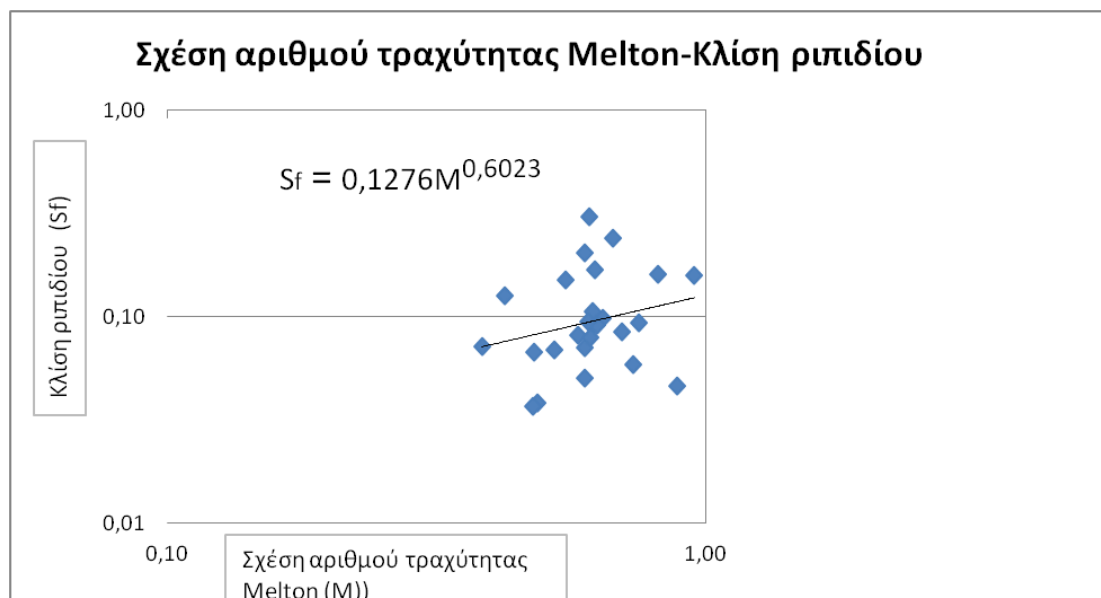
b είναι εκθέτης που υποδεικνύει τη γραμμική σχέση μεταξύ Sf και M.

Οι τιμές του εκθέτη b από προηγούμενες και πρόσφατες μελέτες είναι περίπου 1.00 Στην περιοχή μελέτης, η τιμή του b είναι 0,60.

Σύμφωνα με τους De Scally και Owens (2004), τα ριπίδια που έχουν σχηματιστεί από διεργασίες κινήσεων υλικών λόγω βαρύτητας παρέχονται από λεκάνες με ένα υψηλότερο αριθμό τραχύτητας Melton, όταν τα ριπίδια είναι πιο απότομα, μικρότερα και λιγότερο κοίλα. Η διαφοροποίηση των ριπιδίων που δημιουργούνται από διεργασίες κινήσεων υλικών λόγω βαρύτητας και εκείνων που δημιουργούνται από κανονικές ποτάμιες διεργασίες είναι σημαντικές, λόγω της πολύ μεγαλύτερης διαβρωτικής και καταστρεπτικής δυνατότητας των προηγούμενων.

Στο Διάγραμμα 3, οι υψηλότερες τιμές κλίσης και Melton (Λεκάνη-Ριπίδιο 19, Sf= 0.15, M= 0.95 και στη Λεκάνη-Ριπίδιο 8, Sf= 0.16, M= 0,62) πιθανόν να υποδηλώνουν ότι τα ριπίδια έχουν σχηματιστεί περισσότερο από κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας και όχι μόνο από τις ποτάμιες διεργασίες.

Τέλος, υπολογίστηκε και ο βαθμός συσχέτισης (Correl) μεταξύ της παραπάνω σχέσεις (Αριθμός τραχύτητας Melton-Κλίσης ριπιδίου), όπου έδειξε ότι η συσχέτιση μας δεν είναι και τόσο καλή (0,2).



Διάγραμμα 3: Σχέση Κλίσης Ριπιδίου- Αριθμού Τραχύτητας Melton. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

9.3 Χωρική κατανομή τιμών μορφομετρικών παραμέτρων

Παρακάτω παρουσιάζονται απλά διαγράμματα με ορισμένα από τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής και των αντίστοιχων ριπιδίων τους. Τα διαγράμματα μας βοηθάνε στο να οπτικοποιήσουμε το εμβαδόν, την κλίση και τον αριθμό τραχύτητας Melton των λεκανών απορροής. Επίσης οπτικοποιείται το εμβαδόν και η κλίση των αλλουβιακών ριπιδίων.

Διαγράμματα λεκανών απορροής



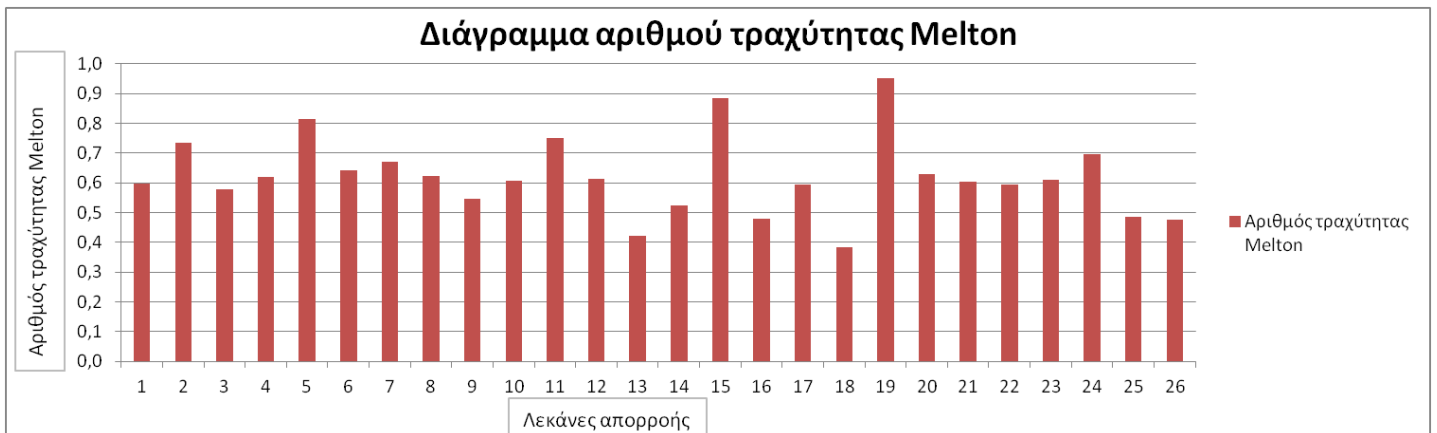
Διάγραμμα 4: Σχέση εμβαδού-λεκάνης απορροής. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Σύμφωνα με το διάγραμμα παρατηρούμε ότι στη λεκάνη απορροής No 26 αντιστοιχεί το μεγαλύτερο εμβαδόν ($18,7\text{km}^2$), ενώ στη λεκάνη απορροής No 5 το μικρότερο ($1,4\text{km}^2$). Όσο πηγαίνουμε από τα δυτικά προς τα ανατολικά, δεν παρουσιάζεται κάποια σταδιακή αύξηση της έκτασης του εμβαδού των λεκανών.



Διάγραμμα 5: Σχέση κλίσης λεκάνης-λεκάνης απορροής. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

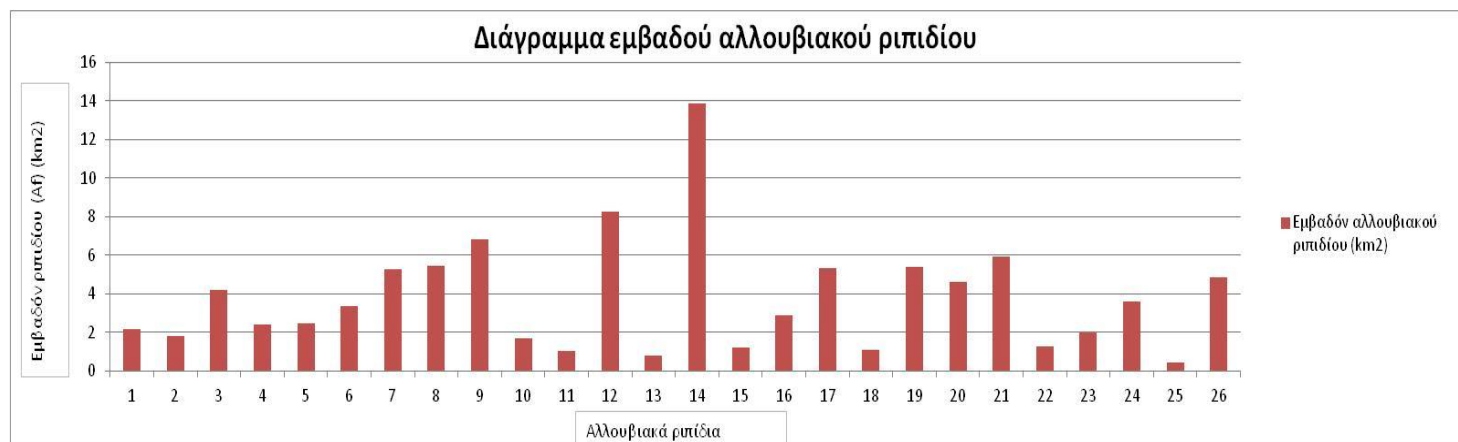
Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι η λεκάνη απορροής No 5 έχει την μεγαλύτερη κλίση (68,8%), ενώ η λεκάνη No 14 την μικρότερη (14,08%). Παρατηρείται μια διακύμανση των τιμών της κλίσης, καθώς από τα δυτικά με κατεύθυνση προς τα ανατολικά, η κλίση αυξομειώνεται.



Διάγραμμα 6: Σχέση αριθμού τραχύτητας Melton-λεκάνης απορροής. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι η λεκάνη No 19 έχει την μεγαλύτερη τιμή Melton (0,95), ενώ η λεκάνη No 18 την μικρότερη (0,38). Στο κέντρο της περιοχής μελέτης, δηλαδή μεταξύ των λεκανών No 13 – No 18, παρατηρείται μια πτώση της τιμής Melton, με εξαίρεση τη λεκάνη No15. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, μεγάλες τιμές Melton συνεπάγονται υποδηλώνουν ότι τα ριπίδια των συγκεκριμένων λεκανών πιθανόν να έχουν δημιουργηθεί από κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας.

Διαγράμματα αλλουβιακών ριπιδίων



Διάγραμμα 7: Σχέση εμβαδού ριπιδίου-αλλουβιακού ριπιδίου. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Σύμφωνα με το διάγραμμα, στο ριπίδιο No14 αντιστοιχεί το μεγαλύτερο εμβαδόν ($13,9\text{km}^2$), ενώ το ριπίδιο No 25 παρουσιάζει την μικρότερη έκταση, με εμβαδόν $0,47\text{ km}^2$. Με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά, η έκταση των ριπιδίων αυξάνεται σταδιακά, μέχρι το ριπίδιο No 9. Στη συνέχεια παρατηρείται μια απότομη ανξομείωση του εμβαδού των υπόλοιπων ριπιδίων.

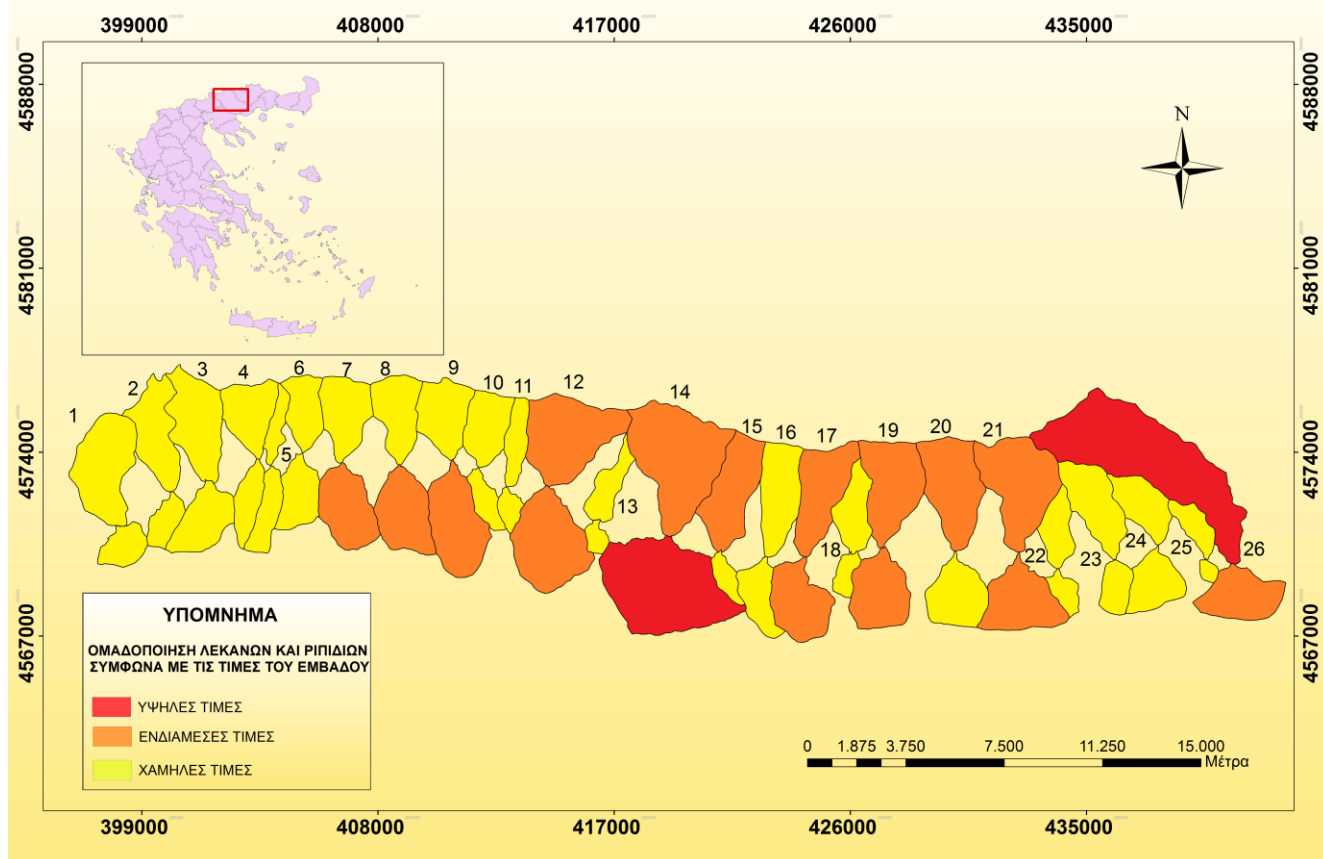


Διάγραμμα 8: Σχέση κλίσης ριπιδίου-αλλουβιακού ριπιδίου. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι στο ριπίδιο No 10 αντιστοιχεί η μεγαλύτερη κλίση (0,30), ενώ στο ριπίδιο No 26 αντιστοιχεί η μικρότερη κλίση (0,037). Με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά, η κλίση των ριπιδίων παρουσιάζει μια γενική αύξηση, όπου συνεχίζει μέχρι το τέλος με ανξομειώσεις στις τιμές της. Τα ριπίδια με μεγάλη κλίση, υποδηλώνουν ότι πιθανώς ο σχηματισμός τους να προήλθε από ροές κορημάτων.

Τα πιο πάνω διαγράμματα οπτικοποιήθηκαν σε χάρτες:

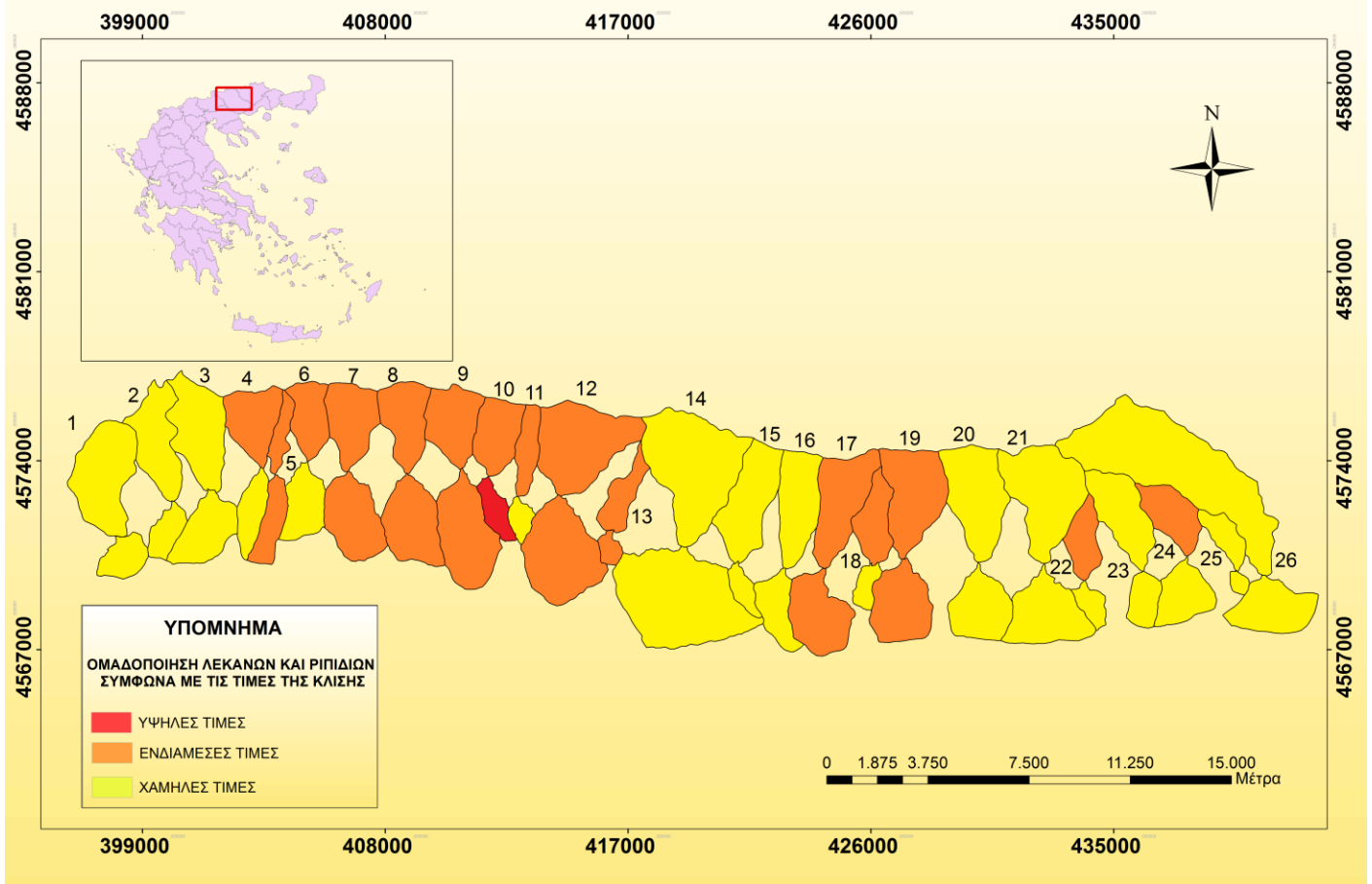
ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΩΝ ΡΙΠΙΔΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ



Χάρτης 3: Χάρτης ομαδοποίησης των λεκανών απορροής και των αλλουβιακών ριπιδίων, σύμφωνα με τις τιμές του εμβαδού. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Στον παραπάνω χάρτη (Χάρτης 3) αποτυπώνονται οι τιμές του εμβαδού τόσο των λεκανών απορροής όσο και των αλλουβιακών ριπιδίων. Με αποχρώσεις του κίτρινου αποτυπώνονται οι χαμηλές τιμές, δηλαδή οι λεκάνες και τα ριπίδια με μικρό εμβαδόν. Με πορτοκαλί οι περιοχές των λεκανών και των ριπιδίων όπου οι τιμές του εμβαδού είναι ενδιάμεσες. Τέλος, με κόκκινη απόχρωση οπτικοποιήθηκαν οι λεκάνες και τα ριπίδια που έχουν μεγάλη έκταση (Λεκάνη No 26 και Ριπίδιο No 14).

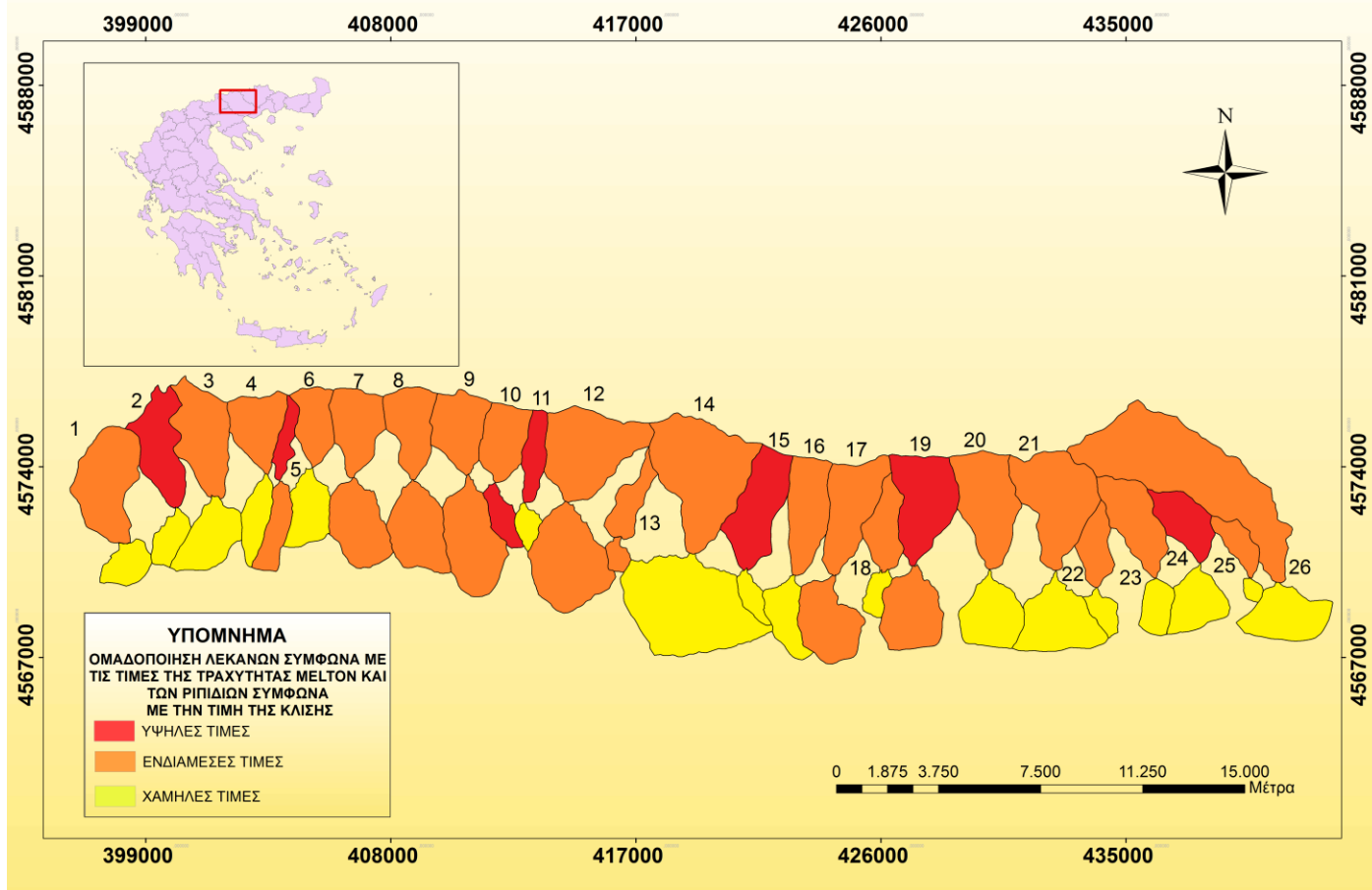
ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΩΝ ΡΙΠΙΔΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ



Χάρτης 4: Χάρτης ομαδοποίησης των λεκανών απορροής και των αλλουβιακών ριπιδίων, σύμφωνα με τις τιμές της κλίσης. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

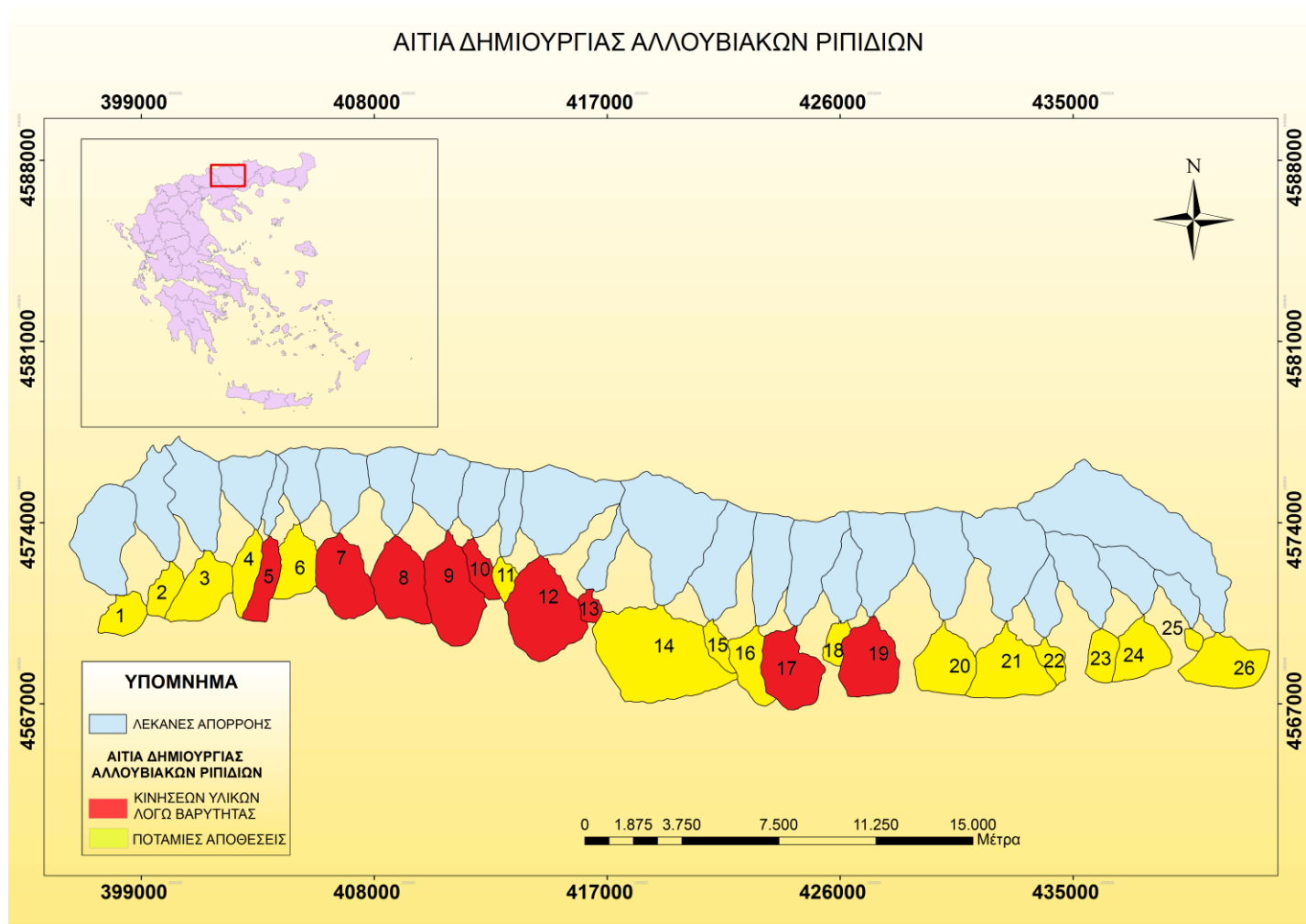
Στον παραπάνω χάρτη (Χάρτης 4) αποτυπώνονται οι τιμές της κλίσης τόσο των λεκανών απορροής όσο και των αλλουβιακών ριπιδίων. Με αποχρώσεις του κίτρινου αποτυπώνονται οι χαμηλές τιμές, δηλαδή οι λεκάνες και τα ριπίδια με μικρή κλίση. Με πορτοκαλί οι περιοχές των λεκανών και των ριπιδίων όπου οι τιμές της κλίσης είναι ενδιάμεσες. Τέλος, με κόκκινη απόχρωση οπτικοποιήθηκαν οι λεκάνες και τα ριπίδια που έχουν μεγάλη κλίση. Παρατηρήθηκε ότι καμία λεκάνη δεν αποτυπώθηκε με κόκκινο χρώμα, καθώς οι τιμές της κλίσης ήταν πολύ μικρές έως ενδιάμεσες. Αντίθετα μόνο ένα ριπίδιο αποτυπώθηκε με κόκκινη απόχρωση (Ριπίδιο Νο 10).

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΩΝ ΡΙΠΙΔΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ



Χάρτης 5: Χάρτης ομαδοποίησης των λεκανών απορροής σύμφωνα με τις τιμές του αριθμού τραχύτητας Melton και των ριπιδίων σύμφωνα με τις τιμές της κλίσης. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

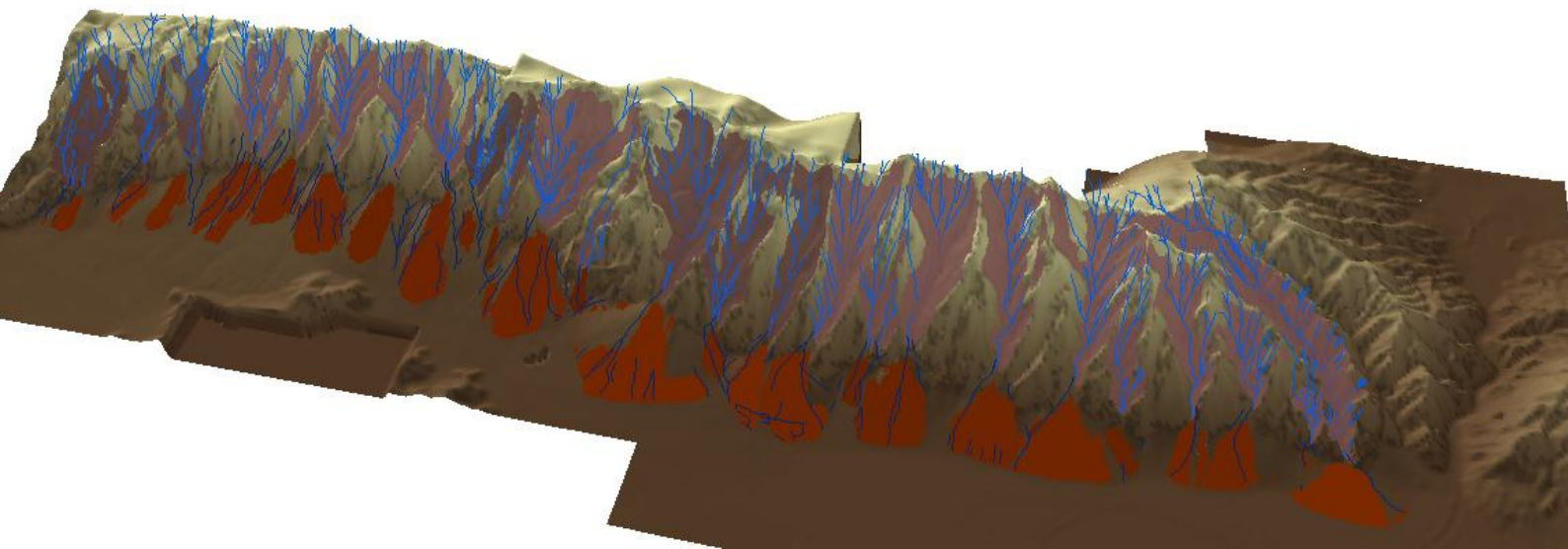
Στον παραπάνω χάρτη (Χάρτης 5) αποτυπώνονται οι τιμές του αριθμού τραχύτητας Melton για τις λεκάνες απορροής και οι τιμές της κλίσης για τα αλλουβιακά ριπίδια. Παρατηρείται ότι με κίτρινη απόχρωση δεν αποτυπώθηκε καμία λεκάνη, καθώς οι τιμές του αριθμού τραχύτητας Melton κυμαίνονται από ενδιάμεσες (πορτοκαλί απόχρωση) έως υψηλές (κόκκινη απόχρωση). Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι λεκάνες με υψηλές τιμές αριθμού τραχύτητας Melton υποδηλώνουν ότι η δημιουργία των αντίστοιχων ριπιδίων τους προκλήθηκε λόγω κινήσεων υλικών λόγω βαρύτητας (ροές κορημάτων). Τα ριπίδια αυτά είναι το ριπίδιο Νο 10, το οποίο αποτυπώνεται με κόκκινη απόχρωση και πιθανόν και τα ριπίδια με πορτοκαλί απόχρωση (Ριπίδιο Νο 5, 7, 8, 9, 17, 19).



Χάρτης 6: Χάρτης αποτύπωσης των αιτιών δημιουργίας των αλλουβιακών ριπιδίων της περιοχής μελέτης. (Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Στον πιο πάνω χάρτη (Χάρτης 6) αποτυπώνονται τα ριπίδια με διαφορετικές αποχρώσεις, ανάλογα με την αιτία δημιουργίας τους. Αναλυτικότερα, τα ριπίδια των οποίων η αιτία δημιουργίας τους είναι οι κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας αναπαρίστανται με κόκκινη απόχρωση. Αντίθετα, τα ριπίδια των οποίων η αιτία δημιουργίας τους είναι οι ποτάμιες αποθέσεις αναπαρίστανται με κίτρινη απόχρωση.

Επίσης, επιχειρήθηκε να αποτυπωθούν οι λεκάνες απορροής και τα αντίστοιχα αλλουβιακά τους ριπίδια σε επίπεδο τριών διαστάσεων (3D). Παρακάτω παρατίθεται το τελικό αποτέλεσμα:



Αναπαράσταση 3D: Αποτύπωση του υδρογραφικού δικτύου, των λεκανών απορροής και των αντίστοιχων αλλουβιακών ριπιδίων τους με τη βοήθεια των τριών διαστάσεων (3D).

(Πηγή: Ιδία επεξεργασία, 2017)

Στο πιο πάνω σχήμα, αποτυπώνονται οι λεκάνες απορροής καθώς και τα αντίστοιχα ριπίδια τους της περιοχής μελέτης. Επίσης αποτυπώθηκε και το υδρογραφικό δίκτυο που διαρρέει εντός της περιοχής των λεκανών και των αντίστοιχων ριπιδίων τους. Με την απόχρωση του μωβ αναπαρίστανται οι λεκάνες απορροής, ενώ με την καφέ απόχρωση τα ριπίδια τους. οι μπλε γραμμές είναι το υδρογραφικό που διαρρέει τόσο τις λεκάνες απορροής όσο και τα ριπίδια τους.

ΕΝΟΤΗΤΑ 10

Συμπεράσματα

Για την διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας, η οποία αποσκοπεί στη μελέτη της σχέσης των αλλουβιακών ριπιδίων της λίμνης Κερκίνης και των λεκανών απορροής τους, δημιουργήθηκε μια ψηφιακή βάση δεδομένων που αφορά την περιοχή μελέτης, σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

Σκοπός ήταν η αξιοποίηση στοιχείων από τοπογραφικούς και γεωλογικούς χάρτες για τη σχεδίαση του υδρογραφικού δικτύου, της λιθολογίας, των λεκανών και των ριπιδίων. Η συλλογή και αξιοποίηση βιβλιογραφικών δεδομένων καθώς επίσης και η μελέτη των χαρτών οδήγησε στις ακόλουθες διαπιστώσεις.

Σύμφωνα με τη συσχέτιση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών των αλλουβιακών ριπιδίων και των λεκανών απορροής, παρατηρήθηκε ότι οι τιμές των συντελεστών c και των εκθετών k (στις σχέσεις εμβαδού λεκάνης- εμβαδού ριπιδίου και εμβαδού λεκάνης- κλίσης ριπιδίου), είναι εντός των ορίων που αναφέρουν διάφοροι ερευνητές. Αντίστοιχα, η τιμή του εκθέτη b (στη σχέση αριθμού τραχύτητας Melton- κλίσης ριπιδίου), είναι επίσης εντός των ορίων, όπως αναφέρεται από προηγούμενες και πρόσφατες μελέτες.

Πιο συγκεκριμένα, από τη σχέση *Εμβαδού Ριπιδίου- Εμβαδού Λεκάνης* (Διάγραμμα 1), παρατηρήθηκε ότι η τιμή του εκθέτη παραπέμπει σε περιοχές με σχετικά ξηρό κλίμα. Αυτό σημαίνει ότι τα ριπίδια επιμηκύνονται ελάχιστα με την αύξηση της έκτασης των λεκανών απορροής τους. Επιπλέον η σχέση αυτή και το αντίστοιχο διάγραμμα οδηγεί στη διαπίστωση ότι τα ριπίδια που έχουν διαμορφωθεί στην περιοχή μελέτης είναι μεγάλης έκτασης σχετικά με την έκταση των λεκανών που τα δημιούργησαν. Αυτό οφείλεται στην τεκτονική βύθιση της περιοχής που έχει δημιουργήσει αρκετό χώρο για την απόθεση και διαμόρφωση των ριπιδίων καθώς και στον ορεινό και τραχύ χαρακτήρα των λεκανών που σε συνδυασμό με τη λιθολογία ενδεχομένως οδηγούν σε μεγάλη προσφορά φερτών υλών. Οι λεκάνες απορροής εξαιτίας του απόκρημνου ανάγλυφου και των μεγάλων κλίσεων τους τροφοδοτούν με μεγάλες ποσότητες ιζημάτων την έξοδό τους σχηματίζοντας τα αντίστοιχα μεγάλης έκτασης ριπίδια κάθε λεκάνης.

Σύμφωνα με τη σχέση *Κλίσης Ριπιδίου- Αριθμού Τραχύτητας Melton* (Διάγραμμα 3) και το διάγραμμα κλίσης του αλλουβιακού ριπιδίου (Διάγραμμα 8), εντοπίστηκαν οι υψηλότερες τιμές κλίσης και Melton στα ριπίδια και στις λεκάνες απορροής αντίστοιχα. Τα ριπίδια με μεγάλη κλίση (Ριπίδια Νο 7, 8, 10, 17, 19), υποδηλώνουν ότι πιθανώς ο σχηματισμός τους να

προήλθε από ροές κορημάτων. Συμπεραίνεται ότι, τα ριπίδια αυτά έχουν σχηματιστεί περισσότερο από κινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας και όχι μόνο από τις ποτάμιες διεργασίες. Από το διάγραμμα Melton-κλίση ριπιδίου και από την χωρική κατανομή των ριπιδίων με τις μεγαλύτερες κλίσεις διαπιστώθηκε ότι τα ριπίδια εκείνα που έχουν σχηματιστεί κυρίως από ροές κορημάτων είναι τα Νο 8 και Νο 19.

Τέλος, προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα ριπίδια της περιοχής μελέτης είναι αποτέλεσμα συνδυασμού ποτάμιων διεργασιών και κινήσεων υλικών λόγω βαρύτητας (ροές κορημάτων). Επίσης, μπορούμε να αποδεχτούμε πώς με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τις τεράστιες δυνατότητες που προσφέρει στο χώρο των επιστημονικών μελετών και ερευνών, τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη της σχέσης των λεκανών απορροής και των ριπιδίων τους, με έγκυρα και γρήγορα αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αβραμήδης Π., 2007, *Ιζηματολογία: Ενότητα 7 Περιβάλλοντα ιζηματογένεσης-Αλλουβιακά ριπίδια*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ανοικτά ακαδημαϊκά μαθήματα.
- Καρύμπαλης Ε., Τσόδουλος Ι., 2016, *Σημειώσεις Ποτάμιας Γεωμορφολογίας*, Χαροκόπιο Πανεπιστήμιο, Καλλιθέα..
- Μάρης Φ., 2004, *Κεφάλαιο 7^ο: Διευθέτηση Ορεινών Υδάτων Ι*, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων.
- Παπαπέτρου- Ζαμάνη Α., 1995, *Γεωμορφολογία*, Αθήνα, Εκδόσεις Συμμετρία.
- Παπαφιλίππου – Πέννου Ε., 1994: *Επιφανειακά ύδατα (Αναπτυξιακό Συνέδριο Νομού Σερρών – ενότητα Ι. Ορυκτά – Ενέργεια – Γεωθερμία)* [Σέρρες, σ. 307-309].
- Τσάρτας Π, Μανώλογλου Ε., Μάρκου Α., Κατσακιώρη Μ., 2005, *ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ: Ανάλυση των εμπλεκόμενων κοινωνικών ομάδων και σχεδιασμός συμμετοχικών διαδικασιών για τη διαχείριση των υδατικών πόρων στη λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα*, Θεσσαλονίκη.
- Κολοκύθα Ε., Αντωνόπουλος Ζ., Μυλόπουλος Γ., Ντότα Α., 2008, *Τεχνικά Χρονικά: Η συμβολή της τεχνητής λίμνης Κερκίνης στην αειφορική ανάπτυξη της λεκάνης απορροής του Στρυμόνα*.
- Μπέλση Μ., 2009, *Λίμνη Κερκίνη: Προστασία περιβάλλοντος, επιπτώσεις και επιδράσεις στον ευρύτερο χώρο*, Αθήνα.
- Σκορδάς Κ., Αναγνωστοπούλου Μ., *Αειφορική διαχείριση του νερού της λίμνης Κερκίνης*, Πρακτικά Προγράμματος Κατάρτισης, 25-25 Σεπτεμβρίου 1995, Σέρρες.
- Χαλκιάς, Χ., 2003. *Σημειώσεις Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών ΙΙ*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Mcknight's T.L., Hess D., 2000, *Physical Geography, a landscape appreciation*, Prentice Hall PTR.
- Karymbalis E., Gaki- Papanastasiou K., 2011, *Investigation of relationships between fan delts and drainage basin morphometric variables along the southwestern coast gulf of Corinth, northern Peloponnesus*, Greece, *Natura Environment and Culture in the Mediterranean Region II*, Recep Efe, Munir Oztuct and Ibrahim Atalay (Editor), pages 92- 101.
- Karymbalis E., 2007, *Fan deltas geomorphology in the northern coast of gulf of Corinth*, Greece. Proceedings of the eighth international conference on the Mediterranean coastal environment, MEDCOAST 07, E. Ozhan (Editor), Alexandria, Egypt, pages 1328- 1330.
- Crosta,G. & Frattini, P., 2004, *Controls on modern alluvial fan processes in the central Alps, Northern Italy*. *Earth Surface Processes and Landforms*, **29**, 267-293, doi: 10.1002/esp.1009.
- Harvey, A.M., 1988, *Controls of alluvial fan development: the alluvial fans of the Sierra de Carrascoy*, Murcia, Spain. *Catena Supplement*, **13**, 123–137.
- Kostaschuk, R.A., MacDonald, G.M.&Putnam, P.E. 1986, *Depositional processes and alluvial fan-drainage basin morphometric relationships near Banff, Alberta, Canada*, *Earth Surface Processes and Landforms*, **11**, 471-484.
- Mills H.H, 1982, *Piedmont-cove deposits of the Delwood quadrangle, Great Smoky Mountains, North Carolina, USA*, **26**, 163-178.
- Mills H.H, 1983, *Pediment evolution at Roan Mountain, North Carolina, U.S.A.* *Geografiska Annaler*, **65**, 111-126.
- Oguchi, T. & Ohmori, H. 1994, *Analysis of the relationships among alluvial fan area, source basin area, basin slope, and sediment yield*, **38**, 405–420.

Διαδίκτυο

- Δήμος Σερρών. Εύρεση στο διαδικτυακό τόπο www.google.gr. Πρόσβαση στις 15 Δεκεμβρίου 2016, στην ιστοσελίδα: <http://www.serres.gr/> και <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%AD%CF%81%CF%81%CE%B5%CF%82>
- Ιστορικά στοιχεία Δήμου Σερρών. Εύρεση στο διαδικτυακό τόπο www.google.gr. Πρόσβαση στις 17 Δεκεμβρίου 2016, στην ιστοσελίδα: <http://serres.pkm.gov.gr/>
- Γεωμορφολογία περιοχής μελέτης. Εύρεση στο διαδικτυακό τόπο www.google.gr. Πρόσβαση στις 26 Οκτωβρίου 2016, στην ιστοσελίδα: <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/seres/pr45ge.pdf>
- Ποταμός Στρυμόνας. Εύρεση στο διαδικτυακό τόπο www.google.gr. Πρόσβαση στις 15 Νοεμβρίου 2016, στην ιστοσελίδα: <http://www.strymonikos.net/portal>
- Οδηγία πλαίσιο περί υδάτων. Εύρεση στο διαδικτυακό τόπο www.google.gr. Πρόσβαση στις 18 Νοεμβρίου 2016, στην ιστοσελίδα: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=F1AF2ARLHmo%3D&tabid=248&language=el-GR>
- Θεσμικά πλαίσια και συνθήκες. Εύρεση στο διαδικτυακό τόπο www.google.gr. Πρόσβαση στις 25 Νοεμβρίου 2016, στην ιστοσελίδα: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=432>