



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



**ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ – ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΥ
ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΝ ΤΗ ΛΙΜΝΗ ΚΟΡΩΝΕΙΑ ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (G.I.S.)**



Διπλωματική Εργασία

Γαβρά Ελπίδα – Μαρία Α.Ε.Μ.: 4542

Σαββαΐδου Ισμήνη – Αναστασία Α.Ε.Μ.: 4596

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Οικονομίδης

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
1. Εισαγωγή	4
2. Υλικά και μέθοδοι έρευνας.....	6
2.1 Μεθοδολογία.....	7
3. Δημιουργία της λίμνης Κορώνειας	7
4. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής	10
4.1 Σχηματισμός της Σερβομακεδονικής Μάζας.....	10
4.2 Σχηματισμός της Περιοδοπικής Ζώνης	12
4.3 Γεωλογία της περιοχής στη λίμνη Κορώνεια	13
5. Τεκτονική – ρήγματα – λειτουργία ρηγμάτων.....	20
6. Κλίμα της περιοχής μελέτης	24
7. Γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης	26
7.1 Κατασκευή ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM)	27
7.2 Κλίση αναγλύφου	29
8. Υδρογραφικό δίκτυο	35
8.1 Υδρογραφική πυκνότητα	38
Παράρτημα.....	73
Βιβλιογραφία	78

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θεωρούμε υποχρέωσή μας να ευχαριστήσουμε τους κύριο Βαβελίδη Μιχαήλ, Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας, τον κύριο Καντηράνη Νικόλαο και την κύρια Παπαδοπούλου Λαμπρινή, Λέκτορες του Τμήματος Γεωλογίας και τον Δρ. Παπαδόπουλο Αργύριο για την πολύτιμη βοήθειά τους και το υλικό που μας παραχώρησαν. Επίσης, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντά μας κύριο Οικονομίδη Δημήτριο, Λέκτορα του τμήματος Γεωλογίας, για την ουσιαστική βοήθεια και τη συνεχή καθοδήγησή του σε όλες τις φάσεις της εργασίας μας, καθώς και για τη φιλική διάθεση που έδειξε, επιλύοντας οποιαδήποτε απορία μας. Τέλος, το σημαντικότερο ευχαριστώ μας το δίνουμε στις οικογένειές μας, που μας στήριξαν, ανέχτηκαν τις γκρίνιες μας και μας συμβούλευαν σε όλη τη φοιτητική διαδρομή μας.

1. Εισαγωγή

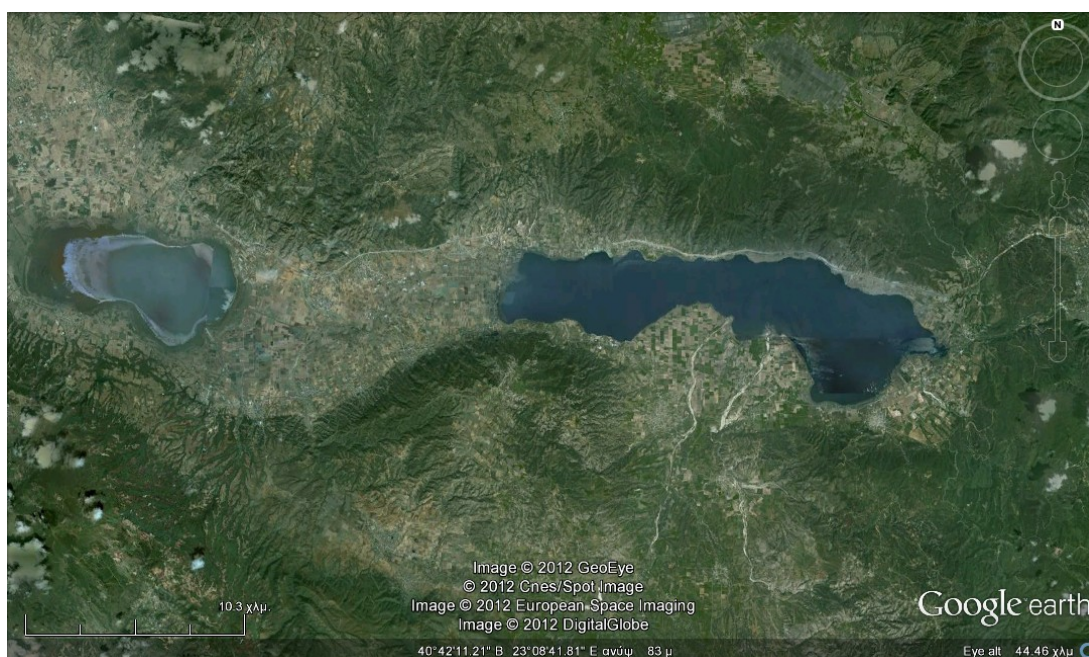
Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η γεωλογική – γεωμορφολογική μελέτη των λεκανών απορροής, που τροφοδοτούν τη λίμνη Κορώνεια με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.). Η λίμνη Κορώνεια ή Λαγκαδά ή Αγίου Βασιλείου τοποθετείται γεωγραφικά στη Βόρειο Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, βρίσκεται στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και σε απόσταση περίπου 12 Km ανατολικά – βορειοανατολικά από την πόλη της Θεσσαλονίκης.

Οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη ανήκουν σε ένα ευρύτερο τεκτονικό μορφολογικό βύθισμα, γνωστό ως Μυγδονία λεκάνη, (Εικ. 1). Η Μυγδονία λεκάνη αποτελούσε τμήμα της αρχαίας επαρχίας της Μακεδονίας, “Μυγδονία”, η οποία και έλαβε το όνομά της από τον Μύγδονα, υιό του θεού Άρη. Η λεκάνη αυτή κατέχει μια επιμήκη ζώνη μεταξύ του Γαλλικού ποταμού και του Στρυμονικού κόλπου. Η λεκάνη της Μυγδονίας είναι ένα εκτεταμένο και επίμηκες βύθισμα, που διαχωρίζει την χερσόνησο της Χαλκιδικής από τον κεντρικό κορμό της Μακεδονίας και αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου βυθίσματος, του Προμυγδονιακού, το οποίο περιλαμβάνει επίσης και τις γειτονικές λεκάνες του Ζαγκλιβερίου και της Μαραθούσας.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες με τις οποίες οριοθετείται η λεκάνη της Μυγδονίας είναι:

$\varphi = 40^{\circ} 35' \text{ έως } 40^{\circ} 53'$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

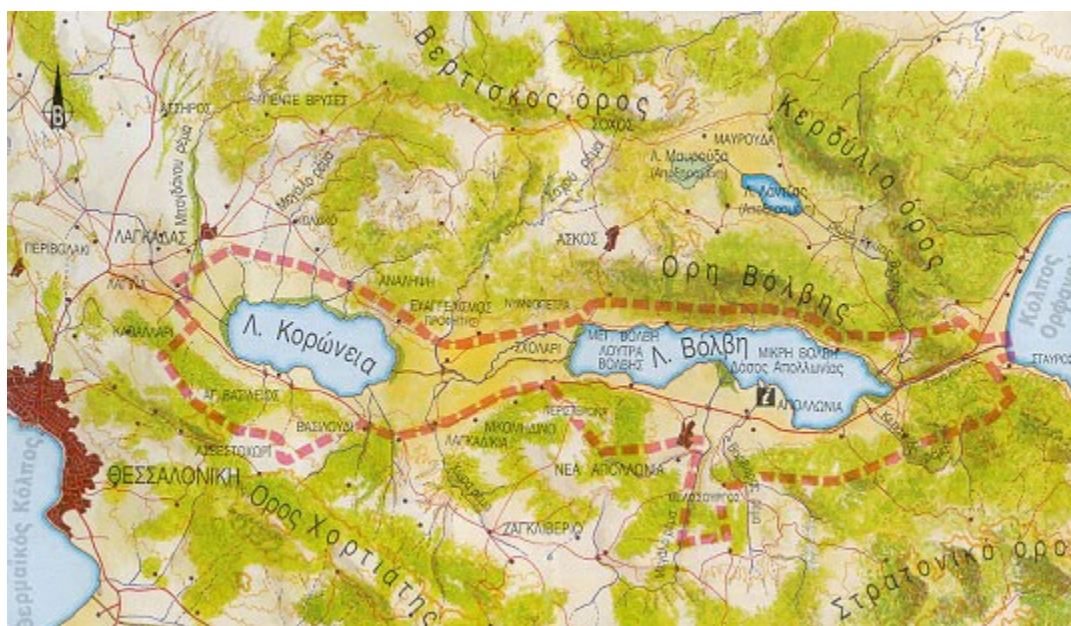
$\lambda = 22^{\circ} 53' \text{ έως } 23^{\circ} 40'$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος



Εικ. 1: Δορυφορική εικόνα από το Google earth όπου απεικονίζεται η περιοχή των δυο λιμνών

Η λεκάνη της Μυγδονίας αποτελείται από δύο τμήματα, το ανατολικό το οποίο συνιστά την υπολεκάνη της λίμνης Βόλβη και το δυτικό το οποίο συνιστά την υπολεκάνη της λίμνης Κορώνεια. Το όριο μεταξύ των δύο αυτών υπολεκανών δεν είναι σαφές, ορίζεται όμως, από τον άξονα Στίβου – Σχολαρίου, με ένα σύστημα ραχών, λόφων και αναβαθμίδων, διαμέσου των οποίων διέρχεται ο ποταμός Δερβένι, στην κεντρική περιοχή της Μυγδονίας.

Η υπολεκάνη του Λαγκάδα, εκτείνεται μεταξύ του ορεινού όγκου της Καμήλας και των ραχών Στίβου- Σχολαρίου, αποτελεί το δυτικό τμήμα της λεκάνης Μυγδονία και έχει σχήμα περίπου τραπεζίου. Η έκταση του χαμηλότερου τμήματος της υπολεκάνης (υψόμετρο <250 m.) είναι 350 km². Η λίμνη Κορώνεια κατέχει το ανατολικό τμήμα της υπολεκάνης, ενώ δυτικά εκτείνεται η εύφορη πεδινή έκταση, εντός της οποίας βρίσκεται και η πόλη του Λαγκαδά.



Εικ. 2: Γεωφυσικός χάρτης όπου απεικονίζεται η περιοχή των δυο λιμνών

Η νότια πλευρά της υπολεκάνης και το ανατολικό τμήμα της βόρειας πλευράς αυτής είναι απότομο, σε αντίθεση με τη βόρεια πλευρά, η οποία είναι ομαλή. Η δυτική πλευρά της υπολεκάνης δεν έχει σαφή όρια, πλην του ορεινού όγκου της Καμήλας, ο οποίος τη διαχωρίζει από την λεκάνη του Γαλλικού ποταμού. Εκατέρωθεν της Καμήλας και μεταξύ Μελισσοχωρίου και Ασσήρου η μορφολογία της περιοχής χαρακτηρίζεται από εναλλαγές ραχών και κοιλωμάτων, (Εικ. 2).

Ειδικότερα η γεωγραφική θέση της λίμνης Κορώνειας καθορίζεται από τις ακόλουθες γεωγραφικές συντεταγμένες:

$\varphi = 40^{\circ} 39'$ έως $40^{\circ} 43'$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος
 $\lambda = 23^{\circ} 05'$ έως $23^{\circ} 12'$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος

Είναι λίμνη γλυκού νερού και έχει σχήμα ελλειψοειδές, με μέσο μήκος του μεγάλου άξονα της έλλειψης 11 km. και διεύθυνση Α-Δ και του μικρού 4,5 km. με διεύθυνση Β-Ν(Ψιλοβίκος, 1977). Η λίμνη Κορώνεια μαζί με τη γειτονική της λίμνη Βόλβη αποτελούν ένα σημαντικό υδροτοπικό σύστημα που με 11 ακόμη ελληνικούς υδροβιότοπους προστατεύονται από τη Διεθνή Σύμβαση Ramsar.

Παρ' όλα αυτά, η λίμνη σήμερα εμφανίζει φανερά σημάδια περιβαλλοντικής καταστροφής έχοντας μία απογοητευτική εικόνα. Λόγω της υπεράντλησης του επιφανειακού υδροφορέα η ποσότητα του νερού της έχει μειωθεί δραστικά. Ενώ πριν την δεκαετία του '70 είχε ένα εμβαδόν επιφάνειας ίσο με 45 km^2 , μέσο βάθος 3 m και όγκο νερού μεγαλύτερο από 150 Mm^3 , σήμερα η λίμνη καλύπτει έκταση μικρότερη από 10 km^2 και η μέση στάθμη του νερού μόλις που φτάνει τα 40 cm.

2. Υλικά και μέθοδοι έρευνας

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα εξής διαθέσιμα δεδομένα:

1. Γεωλογικός χάρτης του Ιδρύματος Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50.000, φύλλο ΚΙΑΚΙΣ (1970-1971).
2. Γεωλογικός χάρτης του Ιδρύματος Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50.000, φύλλο ΛΑΧΑΝΑΣ (1970-1971).
3. Γεωλογικός χάρτης του Ιδρύματος Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50.000, φύλλο ΘΕΡΜΗ (1970-1971).
4. Γεωλογικός χάρτης του Ιδρύματος Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50.000, φύλλο ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ (1970-1971).
5. Γεωλογικός χάρτης του Ιδρύματος Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50.000, φύλλο ΣΟΧΟΣ (1970-1971).
6. Υπολογιστής Dell Inspiron 1090 στα 1.5 GHz.
7. Υπολογιστής HP Pavilion Intel Core T7100 στα 1.8GHz.
8. Λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) ArcGIS 9.3.

Το λογισμικό ArcGIS περιλαμβάνει τις παρακάτω εφαρμογές:

- ArcMap
- ArcCatalog

- ArcToolbox
- 3DAnalyst
- Spatial Analyst
- ASTER GDEM (με χωρική ανάλυση 30m και κατακόρυφη ακρίβεια 20m).

2.1 Μεθοδολογία

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ψηφιοποιήθηκαν στοιχεία από τοπογραφικό και γεωλογικό χάρτη για τη δημιουργία των G.I.S επιπέδων. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα πληροφοριών που αξιοποιήθηκαν είναι τα εξής:

- ASTER GDEM, με χωρική ανάλυση 30m και κατακόρυφη ακρίβεια 20m
- Όρια λεκάνης απορροής της περιοχής μελέτης
- Υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής
- Λιθολογία της περιοχής μελέτης
- Τεκτονικά στοιχεία της περιοχής μελέτης (ρήγματα)

Τα συγκεκριμένα επίπεδα πληροφοριών συνδυάστηκαν κατάλληλα μεταξύ τους, έτσι ώστε να δημιουργηθούν διάφοροι θεματικοί χάρτες.

3. Δημιουργία της λίμνης Κορώνειας

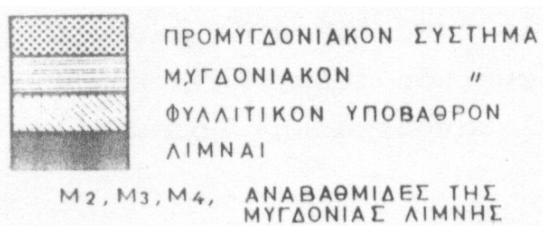
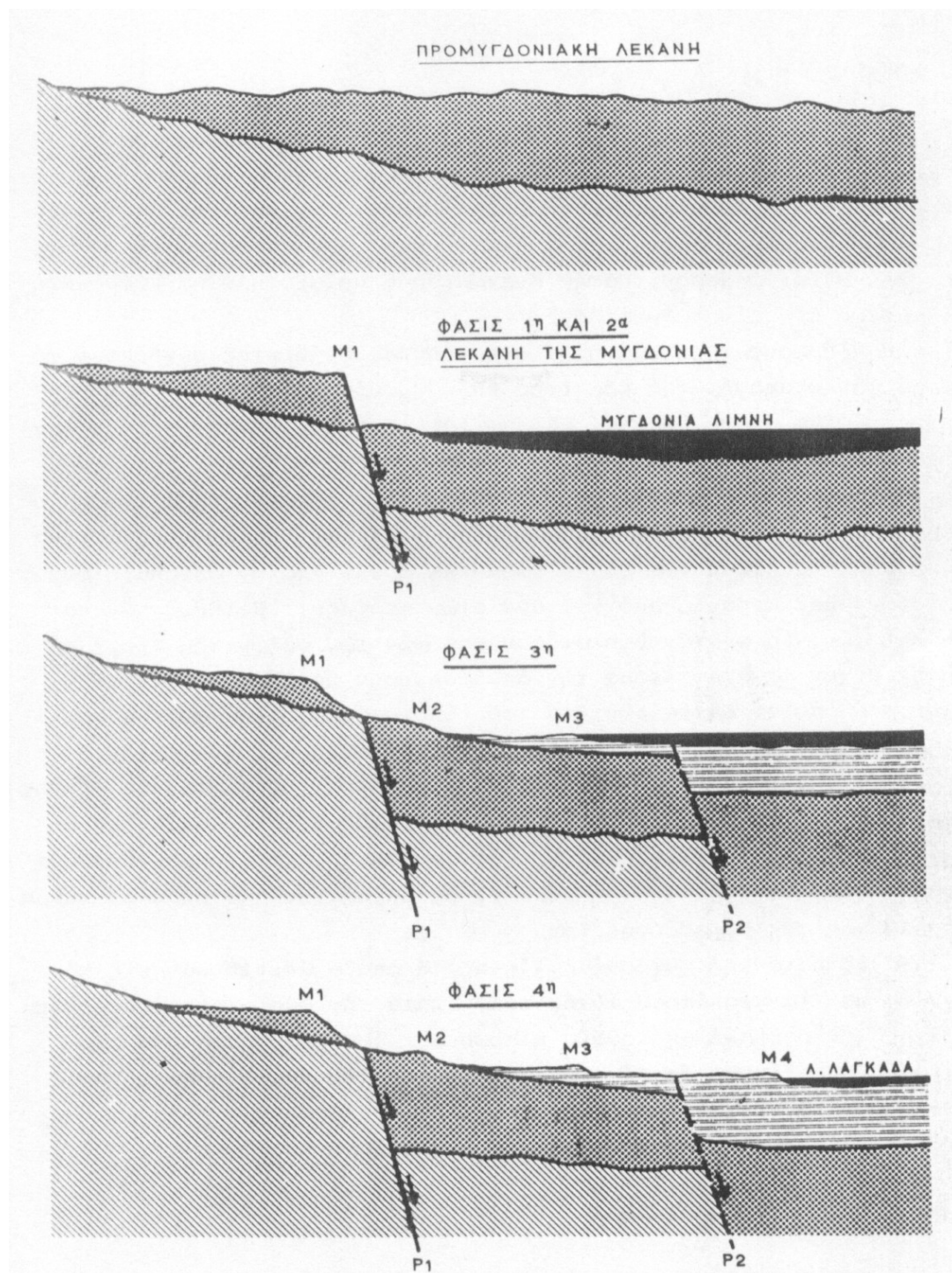
Σύμφωνα με τους Ψιλοβίκο (1977), Μουντράκη (2010) στα μέσα του Παλαιογενούς, λόγω έντονων τεκτονικών κινήσεων σε ολόκληρο το χώρο της βόρειας Ελλάδας σχηματίστηκε μεταξύ του Στρυμονικού κόλπου και του Γαλλικού ποταμού ένα ευρύ εσωτερικό βύθισμα, το οποίο αποτέλεσε την Προμυγδονιακή λεκάνη. Η λεκάνη αυτή σχηματίστηκε στα όρια της Σερβομακεδονικής μάζας με την Περιοδοπική ζώνη, διακόπτοντας τη συνέχεια της οροσειράς του Βερτίσκου κατά την ΝΑ πορεία της.

Η Προμυγδονιακή λεκάνη κατακλύσθηκε βαθμιαία από τα νερά της λεκάνης απορροής και σχηματίστηκε εντός της η Προμυγδονιακή λίμνη, η οποία χέρσευσε κατά το Α. Πλειόκαινο, εξαιτίας απόσυρσης του νερού. Η απόσυρση, αυτή εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο μιας ευρύτερης απόσυρσης της θάλασσας από το χώρο της βόρειας Αιγηίδος και διήρκησε μέχρι το Κ. Πλειστόκαινο.

Τεκτονικά γεγονότα, που συνέβησαν στην περιοχή αυτή κατά τη διάρκεια του Κάτω Πλειστοκαίνου, λόγω τάσεων εφελκυσμού (δημιουργία νέων ρηγμάτων ή ενεργοποίηση παλαιότερων, διεύθυνσης ΒΔ- ΝΑ και Α- Δ), προκάλεσαν τη διάρρηξη και βύθιση τμήματος της Προμυγδονιακής λεκάνης, με συνέπεια το σχηματισμό της λεκάνης της Μυγδονίας. Εξαιτίας της διακοπής της υδάτινης επικοινωνίας της νέας λεκάνης με το Στρυμονικό κόλπο και της συγκέντρωσης των νερών της περιοχής εντός αυτής, σχηματίστηκε μια νέα λίμνη, γνωστή ως Μυγδονία λίμνη. Ο σχηματισμός αυτής σχετίζεται με τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες του Κ. Πλειστοκαίνου και τοποθετείται χρονολογικά στην 1^η Μεσοπαγετώδη περίοδο, δηλαδή πριν από 500 χιλιάδες χρόνια περίπου.

Η Μυγδονία λίμνη, κατά τη φάση της μέγιστης στάθμης έφθανε σε απόλυτο υψόμετρο +135 m και καταλάμβανε τα χαμηλότερα τμήματα των υπολεκανών Λαγκαδά και Βόλβης, καθώς επίσης και μικρό τμήμα της λεκάνης της Μαραθούσας. Η περαιτέρω εξέλιξη της Μυγδονίας λίμνης ακολούθησε διάφορες φάσεις, κατά τη διάρκεια των οποίων επήλθε ταπείνωση της στάθμης της, μέχρις ότου πραγματοποιήθηκε ο χωρισμός αυτής σε δύο λίμνες, τη λίμνη Κορώνεια και τη λίμνη Βόλβη. Οι λιμναίες αναβαθμίδες M₂, M₃, M₄ και M₅ επιβεβαιώνουν τη σταδιακή πτώση της στάθμης, η οποία φαίνεται να σχετίζεται με τα τεκτονικά γεγονότα και τις κλιματικές εναλλαγές του Πλειστοκαίνου. Στο Σχήμα 1 απεικονίζονται οι διάφορες φάσεις εξέλιξης της λεκάνης και της λίμνης Μυγδονίας, στην περιοχή της υπολεκάνης του Λαγκαδά. Η σχηματική, αυτή, παράσταση φανερώνει την τεκτονική δημιουργία της λίμνης Κορώνειας (Ψιλοβίκος 1977).

Η σημερινή κατάσταση δεν αποτελεί την τελευταία φάση εξέλιξης της Μυγδονίας, αλλά μπορούσε να θεωρηθεί σαν μεταβατική προς αυτήν κατάσταση. Η πρόσχωση των λιμνών προχωρούσε, μέχρι πριν από 10 –15 χρόνια, με ταχύτατους ρυθμούς, με αποτέλεσμα η Κορώνεια να τείνει να μετατραπεί σε έλος και η Βόλβη να προχωράει προς χωρισμό σε δύο μικρότερες λίμνες. Πλην των φυσικών διεργασιών, οι οποίες θα οδηγούσαν, μέσω της πρόσχωσης σε εξαφάνιση των λιμνών, σημαντικό ρόλο στο εν λόγω οικοσύστημα διαδραμάτισε και η ανθρώπινη επέμβαση.

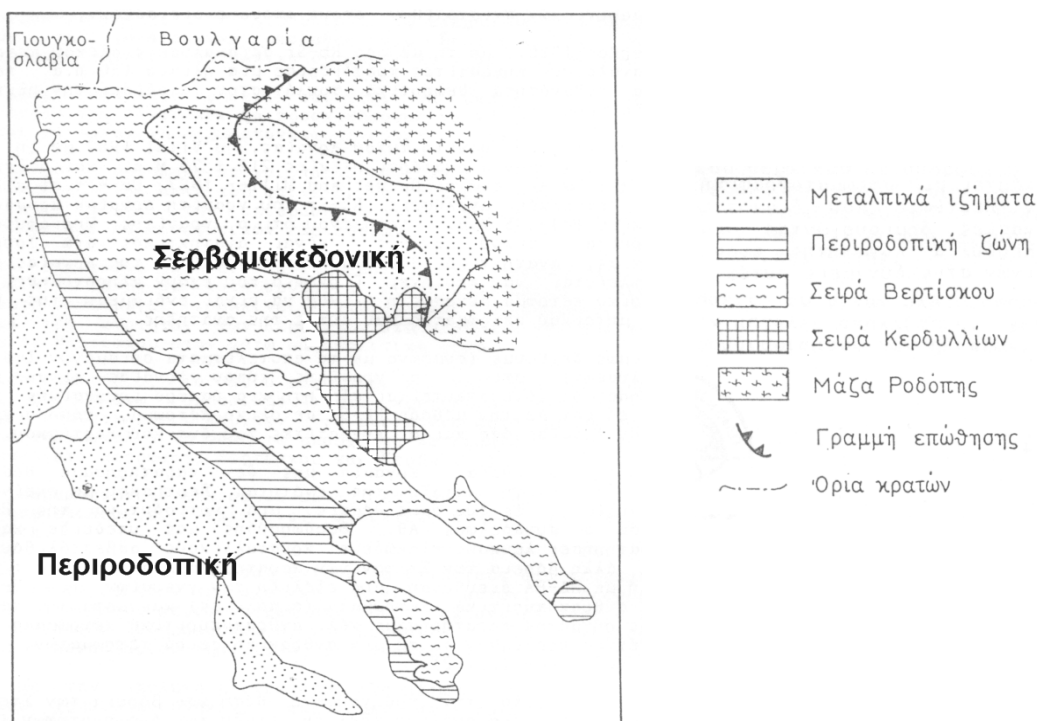


Σχήμα 1: Σχηματική παράσταση των διαφόρων φάσεων εξέλιξης της λεκάνης και στην της λίμνης της Μυγδονίας περιοχή της υπολεκάνης του Λαγκαδά και σχηματισμός αναβαθμίδων (Ψιλοβίκος, 1977)

4. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Το Προ-νεογενές υπόβαθρο της περιοχής εξεταζόμενο από γεωτεκτονική άποψη θεωρείται ότι ανήκει στη Σερβομακεδονική μάζα, με εξαίρεση την υπολεκάνη του Λαγκαδά, που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της λεκάνης, πάνω στο γεωλογικό όριο της εν λόγω μάζας με την Περιοδοπική ζώνη. (Σχήμα 2)

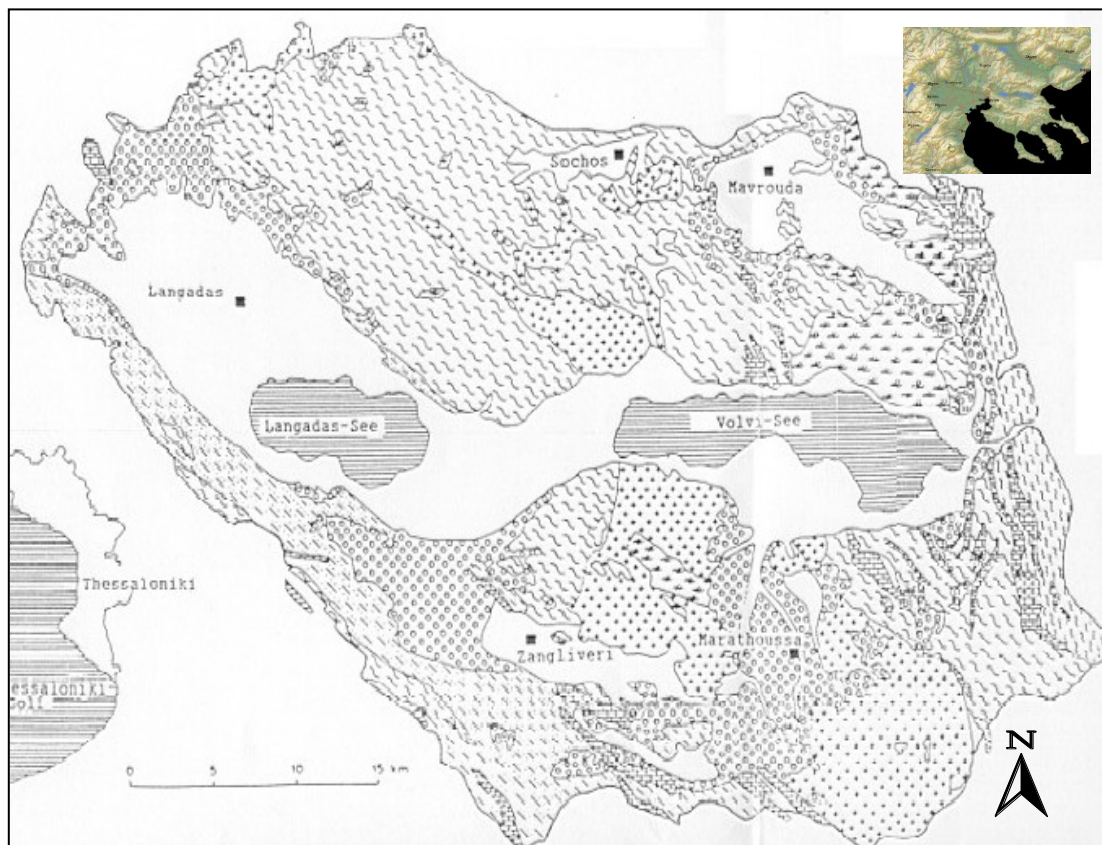
Σκόπιμη θεωρείται μια σύντομη αναφορά στην πετρολογική σύσταση των προ-νεογενών σχηματισμών της περιοχής, οι οποίοι διακρίνονται σε: γνευσιακά πετρώματα με ορίζοντες μαρμάρων, αμφιβολίτες, πετρώματα της φυλλιτικής σειράς, περιορισμένης έκτασης και σημασίας ασβεστόλιθους, χαλαζίτες και γρανίτες.



Σχήμα 2: Γεωτεκτονικό σκαρίφημα της ευρύτερης περιοχής έρευνας (Μουντράκης, 1985)

4.1 Σχηματισμός της Σερβομακεδονικής Μάζας

Το κρυσταλλοσχιστώδες της Σερβομακεδονικής διαιρείται σε δύο μεγάλες σειρές πετρωμάτων: την κατώτερη και αρχαιότερη σειρά των Κερδυλλίων και την ανώτερη (νεότερη) σειρά του Βερτίσκου. (Σχήμα 3)



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Μυγδονιακό σύστημα (Τεταρτογενές)
	Προμυγδονιακό σύστημα (Νεογενές)
	Γρανίτες τύπου Αρναίας, Μεταχαλαζίτες, Χαλαζιτικοί Ψαμμίτες (Ιουρασικό)
	Μετα-πυροκλαστίτες, Ασβεστιτικοί Γραουβάκες, Ασβεστόλιθος, Φλύσχης, Φυλλίτες (Α.Τριαδικό - Α.Ιουρασικό)
	Μάρμαρα και Ασβεστόλιθοι (Παλαιοζωικό – Τριαδικό)
	Αμφιβολίτες, Μετα-γάββροι
	Σειρά Βερτίσκου (Παλαιοζωικό)
	Σειρά Κερδυλίων

Σχήμα 3: Γεωλογικός χάρτης της Προμυγδονιακής Λεκάνης (κατά Σωτηριάδη, 1983)

Μεταξύ των δύο σειρών, σύμφωνα με τους ερευνητές που έκαναν την αρχική διαίρεση (Kockel & Walther 1971), υπάρχει συμφωνία και ομαλή μετάβαση της κατώτερης σειράς προς την ανώτερη. Φαίνεται, όμως, πιο πιθανό ότι ανάμεσα στις δύο σειρές - ενότητες υπάρχει τεκτονική επαφή, η φύση και η σημασία της οποίας δεν έχει ακόμη διευκρινισθεί.

Στη Μυγδονία λεκάνη συναντάμε σχηματισμούς μόνο της σειράς Βερτίσκου και όχι των Κερδυλλίων, αφού αυτή αναπτύσσεται ανατολικότερα.

Η σειρά Βερτίσκου αποτελεί τον κύριο κορμό της Σερβομακεδονικής μάζας. Βρίσκεται στα δυτικά της σειράς των Κερδυλλίων και το δυτικό της περιθώριό εφάπτεται με την Περιοδοπική ζώνη. Αναπτύσσεται σε όλη την οροσειρά της Κερκίνης, των Κρουσίων, του Βερτίσκου, του Χολομώντα, καθώς και στη Σιθωνία και στο Άγιο Όρος.

Οι λιθολογικοί σχηματισμοί οι οποίοι συμμετέχουν στην γεωλογική δομή είναι: γνεύσιοι, μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, με πολύ λεπτά στρώματα μαρμάρων, που απαντώνται στους κατώτερους ορίζοντες, ενώ στα ανώτερα στρώματα επικρατούν οι μεταγάρβροι – μεταδιαβάσες και αμφιβολίτες, που προέρχονται από μεταμόρφωση βασικών πυριγενών. Συχνά, επίσης, παρεμβάλλονται διάσπαρτα σερπεντινικά σώματα, σε τεκτονική επαφή με τα περιβάλλοντα πετρώματα.

4.2 Σχηματισμός της Περιοδοπικής Ζώνης

Η Περιοδοπική ζώνη αποτελείται από παλιά ιζήματα Μεσοζωϊκής ηλικίας. Πρόκειται για μετά-κλαστικά, μετά-ανθρακικά ιζήματα καθώς και μετά-ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα.

Τρεις βασικές ενότητες τη συγκροτούν. Οι ενότητες αυτές, με γενικότερη διάταξη ΒΔ- ΝΑ και ξεκινώντας από ανατολικά προς δυτικά είναι: α) ενότητα Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά, β) ενότητα Μελισοχωρίου - Χολομώντα, γ) ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη. Εδώ, μας ενδιαφέρει περισσότερο η ενότητα Μελισοχωρίου - Χολομώντα, στην οποία και θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά:

Τα πετρώματά της ενότητας Μελισοχωρίου - Χολομώντα, διακρίνονται σε δύο σχηματισμούς, με βάση την ηλικία τους, στον ανώτερο και στον κατώτερο.

Ο ανώτερος «σχηματισμός» που είναι ηλικίας Κάτω – μέσου Ιουρασικού, αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους χρώματος λευκού ή γαλαζωπού, οι οποίοι σχηματίζουν στρώματα μικρού ή μεγάλου πάχους. Επίσης παρατηρούνται ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι με ενστρώσεις μαύρων φυλλιτών και ενστρώσεις σερικιτικών μαρμάρων υπό μορφή λεπτών στρωμάτων. Αποτελεί τον επικρατέστερο σχηματισμό της ενότητας αυτής.

Ο κατώτερος «σχηματισμός» αποτελείται από μάρμαρα και ανακρυσταλλωμένους ασβεστολίθους ηλικίας Μέσο – Άνω – Τριαδικού με συχνές παρεμβολές φυλλιτών και σερικιτικών σχιστολίθων. Πιο πάνω ο σχηματισμός εξελίσσεται σε καθαρά φυλλιτικά πετρώματα. Οι σχηματισμοί της ενότητας εκτείνονται από τη λίμνη Δοϊράνη μέχρι το άκρο της Σιθωνίας, με πάχος από 5 μέχρι 15 χλμ., ενώ η συνέχειά της διακόπτεται από άλλα πετρώματα λόγω τεκτονικών αιτίων.

4.3 Γεωλογία της περιοχής στη λίμνη Κορώνεια

Η περιοχή γύρω από τις λίμνες της Μυγδονίας λεκάνης καλύπτονται από σχηματισμούς, οι οποίοι είναι γνωστοί ως Μυγδονιακό σύστημα. Το σύστημα αυτό χρονολογείται στο Τεταρτογενές, δηλαδή κατά το σχηματισμό της λεκάνης.

Στην ευρύτερη περιοχή συναντάται και το Προμυγδονιακό σύστημα, με το οποίο εννοούμε τους ιζηματογενείς σχηματισμούς που αποτέθηκαν (πριν από το σχηματισμό της λεκάνης) μέσα σε μια ευρύτερη και παλαιότερης ηλικίας λεκάνη, γνωστή ως Προμυγδονιακή λεκάνη (Σχήμα 4).

Η λίμνη του Λαγκαδά βρίσκεται στο όριο της σειράς Βερτίσκου (Σερβομακεδονική) και της ενότητας Μελισσοχωρίου - Χολομώντα (Περιοδοπική).

Η σειρά Βερτίσκου στην περιοχή της λίμνης αντιπροσωπεύεται από γενέσιους διμαρμαρυγιακούς, βιοτιτικούς και μοσχοβιτικούς με σαφή προσανατολισμό των φυλλωδών συστατικών τους και εμφανή σχιστότητα, και στην Παλαιά Χρυσανγή από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Οι γενέσιοι εξαπλώνονται στην νότια πλευρά της λίμνης στην περιοχή που βρίσκεται νότια της γραμμής που ορίζουν τα χωριά Λαγκαδίκια και Στίβος.

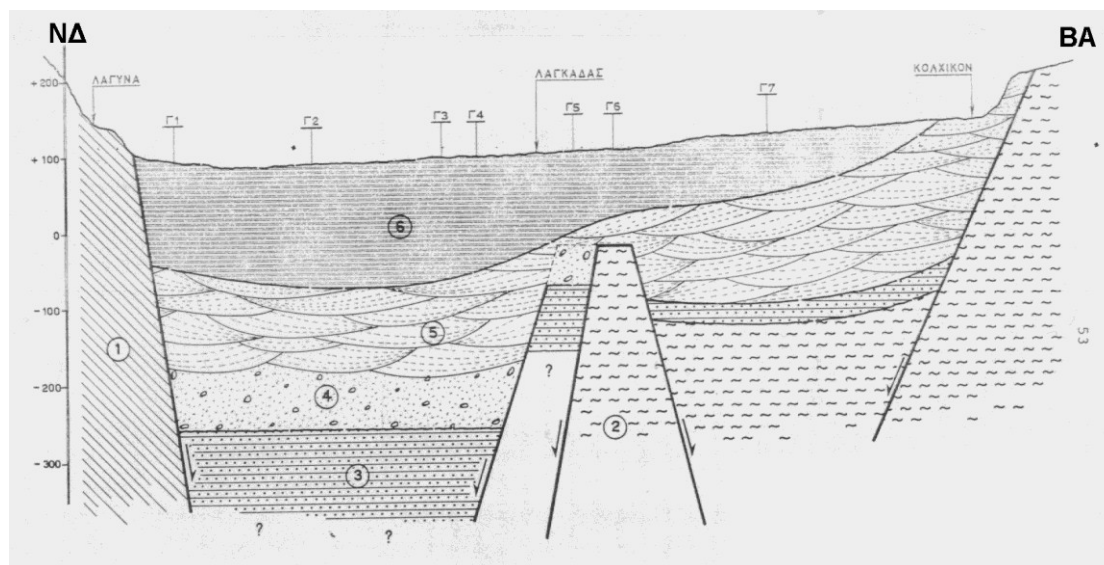
Πάνω στους γενεσίους της σειράς του Βερτίσκου τοποθετείται μια ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά, πάνω στην οποία επικάθεται το σύστημα των ασβεστολίθων. Πρόκειται για συμπαγείς ασβεστόλιθους, οι οποίοι είναι στρωσιγενείς με εναλλαγές μαρμάρων και δολομιτικών ασβεστολίθων. Η ηλικία τους, που υπολογίστηκε με τη βοήθεια μικροπαλαιοτολογικών στοιχείων είναι Μ.-Α. Τριαδικό. Οι ασβεστολιθικοί αυτοί σχηματισμοί κατέχουν την κεντρική, κατ' άξονα, ζώνη του ορεινού όγκου της Καμήλας, ο οποίος, πρέπει να σημειωθεί, ότι αποτελεί το μοναδικό ορεινό όγκο της δυτικής πλευράς της λεκάνης της Μυγδονίας.

Από το χωριό Μελισσοχώρι (ΒΔ της λίμνης) μέχρι το χωριό Βασιλούδι (Ν της λίμνης) εξαπλώνεται η φυλλιτική σειρά, που είναι ένα ιδιαίτερο σύστημα πετρωμάτων φυλλιτικής σύστασης, διαφορετικό των πετρολογικών σχηματισμών της Σερβομακεδονικής μάζας, που προφανώς ανήκουν στην Περιοδοπική ζώνη. Η σειρά αυτή αποτελείται από μεταμορφωμένα και ιζηματογενή πετρώματα, κυρίως φυλλίτες σκοτεινόχρωμους, γραφιτικούς, εν μέρει ψαμμιτικούς, εναλλασσόμενους από ψαμμιτικούς ασβεστόλιθους και χαλαζίτες με παρενθέσεις μαρμάρων, σιπολινών και φακών ασβεστολίθων. Λόγω θέσης και σύστασης η φυλλιτική σειρά θεωρήθηκε ως ιδιαίτερος σχηματισμός των ορίων της Σερβομακεδονικής με την Περιοδοπική και χαρακτηρίστηκε ως φλύσχης του Μελισσοχωρίου (Mercier 1965) ή ως σειρά της Σβούλας (Kockel et al. 1971). Η κατά πλάτος έκταση της εν λόγω σειράς περιορίζεται από τη βόρια πλευρά της λεκάνης και τις κλιτείς του όρους Χορτιάτη. Η γενική

διεύθυνση των πετρωμάτων είναι ΒΔ-ΝΑ, ενώ η κλίση τους είναι ΒΑ. Η ηλικία των φυλλιτικών σχηματισμών αναφέρεται στο Μ.-Α. Παλαιοζωικό.

Στη βόρια πλευρά της υπολεκάνης του Λαγκαδά οι χαλαζίτες και τα συνοδεύοντα κροκαλοπαγή κατέχουν ορισμένους μικρού εύρους ορίζοντες μέσα στη γνευσιακή σειρά του Βερτίσκου. Η γενική διεύθυνση των οριζόντων αυτών είναι ΒΔ-ΝΑ. Ιδιαίτερης σημασίας χαλαζιτικοί σχηματισμοί βρίσκονται μεταξύ των χωριών Ευαγγελισμός (Δ της λίμνης) και Δρακόντιο (Β της λίμνης).

Η λεκάνη Μυγδονία είναι ένα εκτεταμένο τεκτονικό βύθισμα που μέχρι σήμερα είναι ενεργό. Σχηματίστηκε στη διάρκεια του Νεογενούς, έχει διεύθυνση ανατολική - δυτική και εντός της αναπτύσσονται οι δύο λίμνες Κορώνεια και Βόλβη, τεκτονικής προέλευσης (Σχήμα 4). Συγκεκριμένα οι δύο λίμνες δημιουργήθηκαν γύρω στα τέλη του Διχουβίου γεωλογικού ρήγματος.



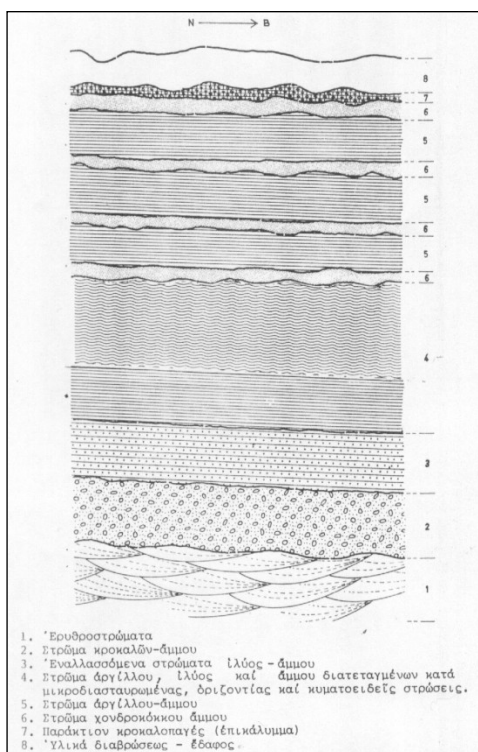
Σχήμα 4: Τομή της περιοχής που βρίσκεται βορειοδυτικά της λίμνης ανάμεσα στα χωριά Λαγύνα και Κολχικό. 1. Φυλλίτες 2. Γνεύσιοι 3. Αργιλλοσλαμμιτικά ιζήματα 4. Άμμος κροκάλες 5. Ερυθροστρώματα 6. Αργίλλοι της Μυγδονίας λίμνης (Ψιλοβίκος, 1977)

Τα κοιλάματα του εδάφους μέσα στα οποία σχηματίστηκαν οι λίμνες σχετίζονται με τεκτονικά φαινόμενα αναγόμενα στο Πλειοστόκαινο, όταν ρήγματα προκάλεσαν την καθίζηση μεγάλου τμήματος της περιοχής με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας τάφρου τεραστίων διαστάσεων. Μέσα στην τάφρο συνέρρευσαν τα γύρω ορεινά ύδατα (λίμνη Μυγδονίας) και το βύθισμα πληρώθηκε από χαλαρά ιζήματα περιόδου Νεογενούς – Τεταρτογενούς, τα οποία σε ορισμένες θέσεις ξεπερνούν τα 500 μ.

Τα χαλαρά κλαστικά ιζήματα, αποτελούν προϊόντα διάβρωσης και αποικοδόμησης από τους γειτονικούς ορεινούς όγκους του Βερτίσκου, Χορτιάτη και

Χολομώντα, οι οποίοι δομούνται από βραχώδεις σχηματισμούς όπως γνεύσιους, φυλλίτες, μάρμαρα, γρανίτες, χαλαζίτες κλπ.

Τα Τεταρτογενή χαλαρά ιζήματα μεικτών φάσεων αποτελούνται από αργιλοΐλυνες, άμμο, ψηφίδες, χάλικες και κροκάλες ποικίλης διαβάθμισης σε κυμαινόμενα ποσοστά. Αποτελούν αποθέσεις χαμηλών περιοχών, κοιλάδων, χειμάρρων και προέρχονται από τη διάβρωση και απόπλυση παλαιότερων σχηματισμών ποικίλης σύστασης. Έχουν συχνά σημαντικό πάχος που φτάνει και εκατοντάδες μέτρα και παρουσιάζουν συχνές και ταχείες μεταβολές της λιθολογικής σύστασης και κοκκομετρίας κατά την οριζόντια και κατακόρυφη εξάπλωση του σχηματισμού (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Εσωτερική διάταξη των υλικών του Μυγδονιακού συστήματος από φυσική τομή του χειμάρρου Μεγάλο Ρέμα (Ψιλοβίκος, 1977)

σχηματισμού.

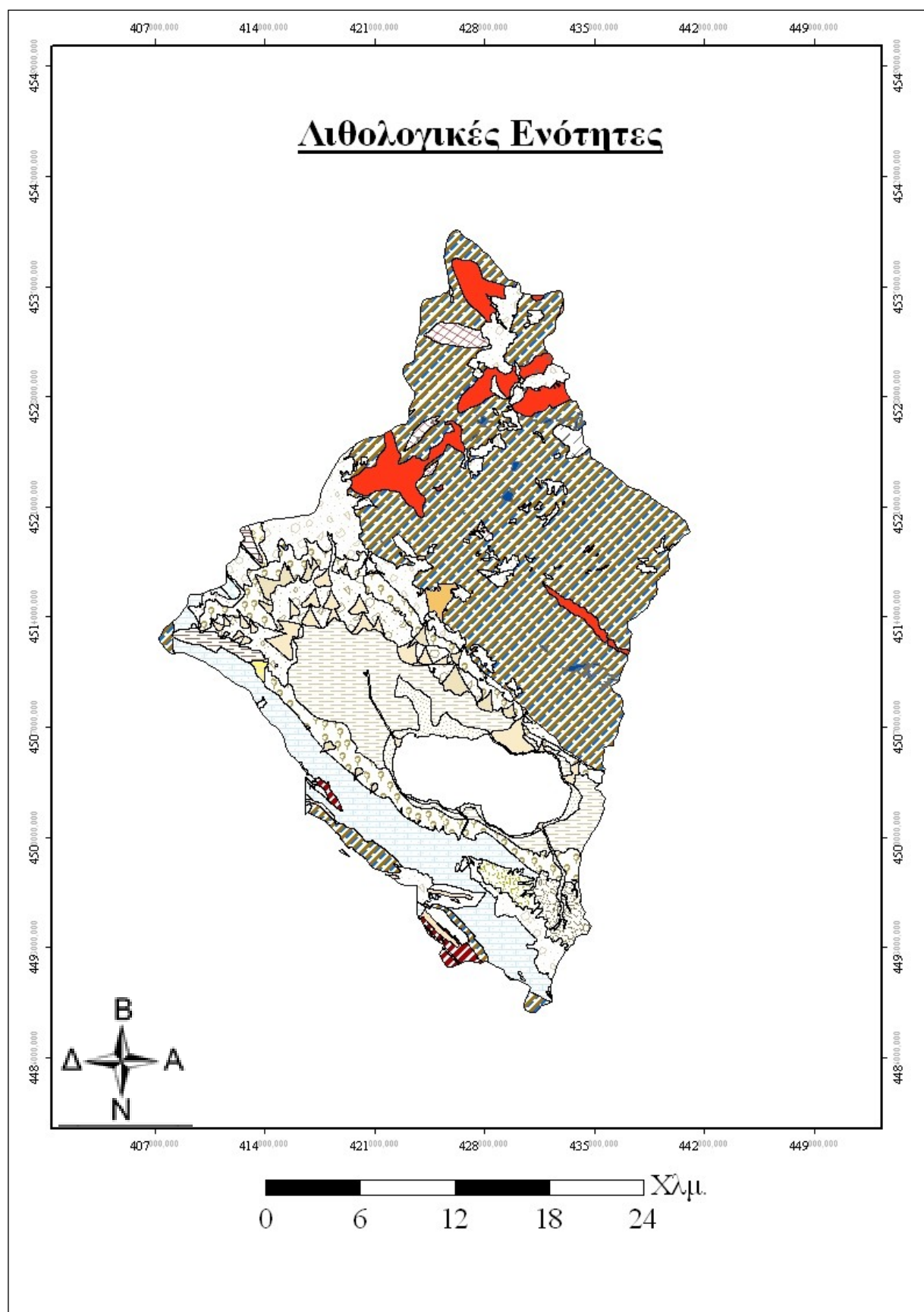
Τη θεωρία σχηματισμού των λιμνών επιβεβαιώνουν τόσο η εμφάνιση θερμών πηγών κατά μήκος τους, όσο και η ανεύρεση στο βυθό αλλά και στις πλαγιές της σημερινής κοιλοπεδιάδας Λαγκαδά-Βόλβης μηχανικών και χημικών ιζημάτων των παλαιότερων θερμομεταλλικών αναβλύσεων.

Οι λόφοι, όπως και τα βουνά στα όριά της, αποτελούνται από έντονα πτυχωμένα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα, ενώ τα παραλίμνια εδάφη από τεταρτογενείς σχηματισμούς, προερχόμενους από την αποσάθρωση των πρώτων. Το θεμελιώδες

Χαρακτηρίζονται από μέτρια ως υψηλή υδροπερατότητα και πλούσια υδροφορία χωρίς όμως να δημιουργούν επιφανειακούς υδροφόρους ορίζοντες μεγάλης δυναμικότητας και με έντονες διακυμάνσεις.

Λόγω της εκτεταμένης επιφανειακής τους εξάπλωσης έχουν αναπτυχθεί επί αυτών οικισμοί. Συχνά παρουσιάζουν γεωτεχνικά προβλήματα καθίζησης και εδαφικών μετακινήσεων. Είναι επιδεκτικά ευχερούς διάβρωσης και απόπλυσης. Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά τους ποικίλλουν ανάλογα με τη λιθολογική σύσταση και κοκκομετρία, ενώ η συμπεριφορά τους ελέγχεται εκτός των άλλων και από το πάχος των αποθέσεων και την κλίση του εδάφους. Παρουσιάζουν απότομες πλευρικές μεταβολές που συνεπάγονται σε μακροκλίμακα ισχυρή ανισοτροπία στη μηχανική συμπεριφορά του

γεωλογικό υπόβαθρο του τμήματος της περιοχής των λιμνών αποτελείται από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, γνεύσιους και φυλλίτες με στρώματα κερατόλιθων. Στο μεσημβρινό τμήμα της λεκάνης, το οποίο αποτελείται από την ορεινή μάζα του Χορτιάτη, υπάρχουν ασβεστολιθικές στρωματώσεις (τα ασβεστολιθικά αυτά στρώματα εμφανίζουν πηγές από τα νερά της βροχής που συγκεντρώνουν στο εσωτερικό τους, οι οποίες ρυθμίζουν την παροχή στη λίμνη). Ως υπόλειμμα της άλλοτε μεγάλης λίμνης Μυγδονίας, η λίμνη Κορώνεια έχει εμφανή ίχνη της προϋπαρξής παλαιών λιμναίων αποθέσεων, καθώς επίσης και μηχανικών ιζημάτων, τα οποία καταλαμβάνουν το νότιο και δυτικό τμήμα της λεκάνης, (Πίν. 1).



Σχήμα 6: Λιθολογικός χάρτης των λεκανών απορροής που τροφοδοτούν τη λίμνη Κορώνεια

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Υπερβασικά_πετρώματα
	Φυλλίτες
	Χαλαζίτες
	Ψαμμιτομαργαϊκή_σειρά
	Προσχώσεις_κοιλάδων
	Ριπίδια_προσχώσεων1
	Ριπίδια_προσχώσεων2
	Σειρά_ερυθρών_αονίλων
	Μεσαίο_σύστημα_αναβαθμίδων_1
	Μεσαίο_σύστημα_αναβαθμίδων_s_c
	Μολάσσα
	Πλαγιокλαστικός_γνεύσιος
	Πλευρικά_κορήματα
	Κροκαλοπαγή
	Λευκοκρατικός_γνεύσιος
	Λιμναία_ιζήματα
	Μεσαίο_σύστημα_αναβαθμίδων_c
	Δουνίτες_και_περιδοτίτες
	Ελλουβιακός_μανδύας
	Ερυθρές_άργιλοι
	Κατώτερη_βαθμίδα
	Κατώτερο_σύστημα_αναβαθμίδων
	Γάββρος
	Διμαρμαρυγικοί_μονότονοι_γνεύσιοι
	Διμαρμαρυγικός_γνεύσιος
	Διμαρμαρυγικός_γρανίτης
	Ασβεστιτικός_φλώσχης
	Ασβεστόλιθοι_ανακρυσταλλωμένοι
	Ασβεστόλιθοι_γλυκών_υδάτων
	Ασβεστόλιθοι_σκοτεινότεφροι
	Αμφιβολίτες
	Αμφιβολίτες_με_γνεύσιο
	Ανώτερο_σύστημα_αναβαθμίδων
	Αποθέσεις_στις_κοίτες

Πετρώματα	Έκταση (km ²)
Κατώτερη Βαθμίδα	35.80
Ριπίδια προσχώσεων 2	16.28
Κροκαλοπαγή	0.91
Δουνίτες και περιδοτίτες	0.12
Αποθέσεις στις κοίτες	3.09
Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά	0.04
Ριπίδια προσχώσεων 1	7.98
Ασβεστόλιθοι γλυκών υδάτων	0.04
Μεσαίο σύστημα αναθμίδων 1	5.74
Σειρά ερυθρών αργίλων	0.82
Φυλλίτες	0.34
Ερυθρές άργιλοι	4.91
Γάββρος	0.01
Μολάσσα	2.88
Λιμναία ιζήματα	12.58
Πλαγιοκλαστικός γνεύσιος	0.48
Ασβεστόλιθοι σκοτεινότεφροι	1.36
Πλευρικά κορήματα	1.60
Προσχώσεις κοιλάδων	72.48
Αμφιβολίτες με γνεύσιο	0.12
Ελλουβιακός μανδύας	2.35
Υπερβασικά πετρώματα	2.69
Διμαρμαρυγιακός γρανίτης	34.97
Διμαρμαρυγιακός γνεύσιος	2.86
Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων s – c	0.99
Λευκοκρατικός γνεύσιος	4.39
Αμφιβολίτες	7.03
Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων	54.73
Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων c	10.11
Χαλαζίτες	4.49
Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων	66.44
Διμαρμαρυγιακοί μονότονοι γνεύσιοι	295.39
Ασβεστιτικός φλύσχος	73.28
Ασβεστόλιθοι ανακρυσταλλωμένοι	2.36
Συνολική Έκταση πετρωμάτων	1575.68

Πίνακας 1: Η έκταση των γεωλογικών σχηματισμών που περιέχονται στις λεκάνες απορροής που τροφοδοτούν τη λίμνη Κορώνεια

5. Τεκτονική – ρήγματα – λειτουργία ρηγμάτων

Η γενικότερη τεκτονική του Προμυγδονιακού βυθίσματος, καθώς επίσης και οι ιδιαίτερες συνθήκες, που προκάλεσαν την τεκτονική διαφοροποίηση της κάθε λεκάνης είναι αποτέλεσμα των πολύπλοκων τεκτονικών κινήσεων του βορειοελλαδικού χώρου.

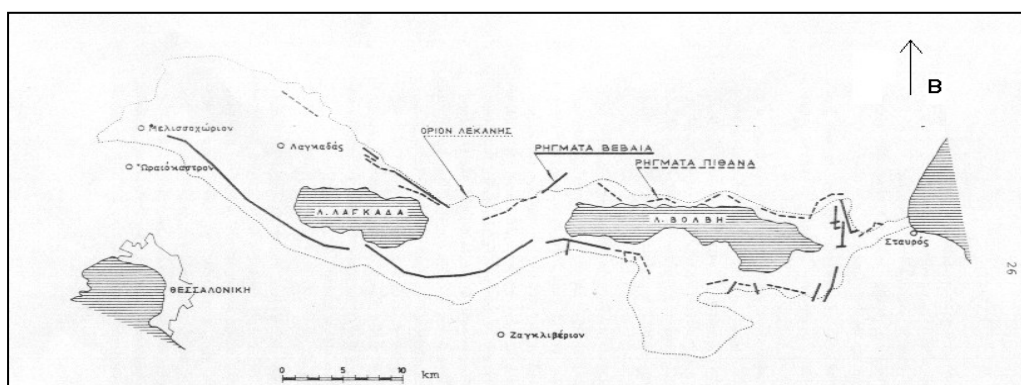
Έτσι, την υπό εξέταση περιοχή έχουν πλήξει δύο ορογενέσεις. Μια πρώτη, ηλικίας Ηώ-ερκύνιας με ρήγματα ΒΑ-ΝΔ και μια νεώτερη αλλά απροσδιορίστου ηλικίας που δημιούργησε ρήγματα ΒΔ-ΝΑ.

Γενικότερα στη λεκάνη της Μυγδονίας (Σχήμα 7) παρατηρούνται κανονικά ρήγματα διαφόρων διευθύνσεων με επικρατέστερα τα ρήγματα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ.

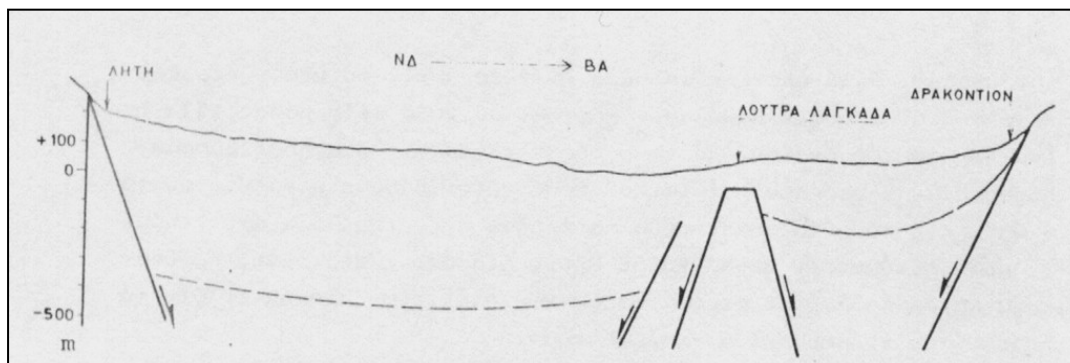
Το ανάγλυφο του υποβάθρου (πυθμένας) της υπολεκάνης Λαγκαδά, όπως προκύπτει με στοιχεία γεωτρήσεων (B.R.G.M. και Y.E.B.) δεν είναι ομαλό αλλά αποτελείται από ένα έζαρμα στο μέσο περίπου κατά την διεύθυνση Καμήλας-Λουτρών Λαγκαδά (σε βάθος 123m), εκατέρωθεν του οποίου υπάρχουν δύο κοιλάματα (Ψιλοβίκος, 1977). Ένα προς βορρά, βάθους 220m και ένα προς νότο με βάθος μεγαλύτερο από 470m. Από στρωματογραφικά στοιχεία προκύπτει ότι το προς νότο κοίλωμα είναι παλιότερο.

Η διάταξη του πυθμένα της υπολεκάνης (υπόβαθρο) μπορεί να θεωρηθεί πως αντιπροσωπεύει ένα κεντρικό τεκτονικό κέρασ, εκατέρωθεν του οποίου σχηματίζονται δύο τεκτονικοί τάφροι (Σχήμα 8)

Στην περιοχή των διαχωριστικών ορίων των υπολεκανών Λαγκαδά και Βόλβης (περιοχή Στίβου – Σχολαρίου) το υπόβαθρο της λεκάνης Μυγδονίας παρουσιάζει ένα έζαρμα κατά διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ.



Σχήμα 7: Τεκτονικό σκαρίφημα της λεκάνης της Μυγδονίας (Ψιλοβίκος, 1977)

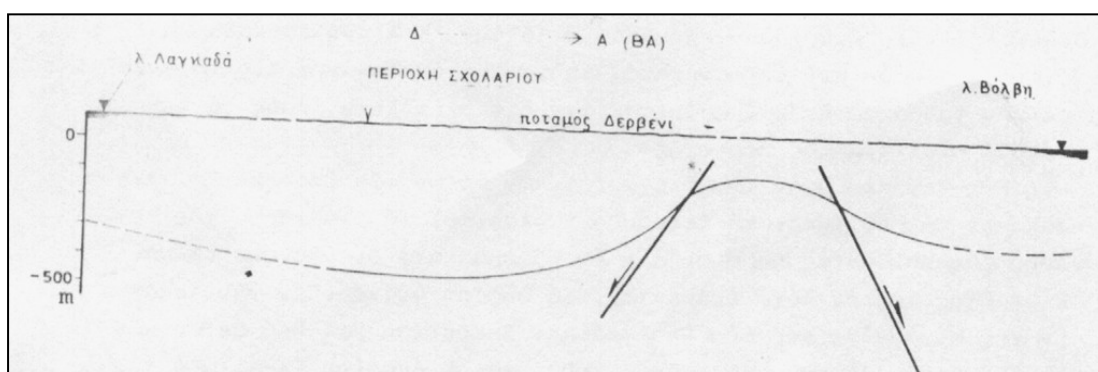


Σχήμα 8: Σχηματική παράσταση της τεκτονικής κατασκευής της υπολεκάνης του Λαγκαδά στην κεντρική περιοχή αυτής (Ψιλοβίκος, 1977)

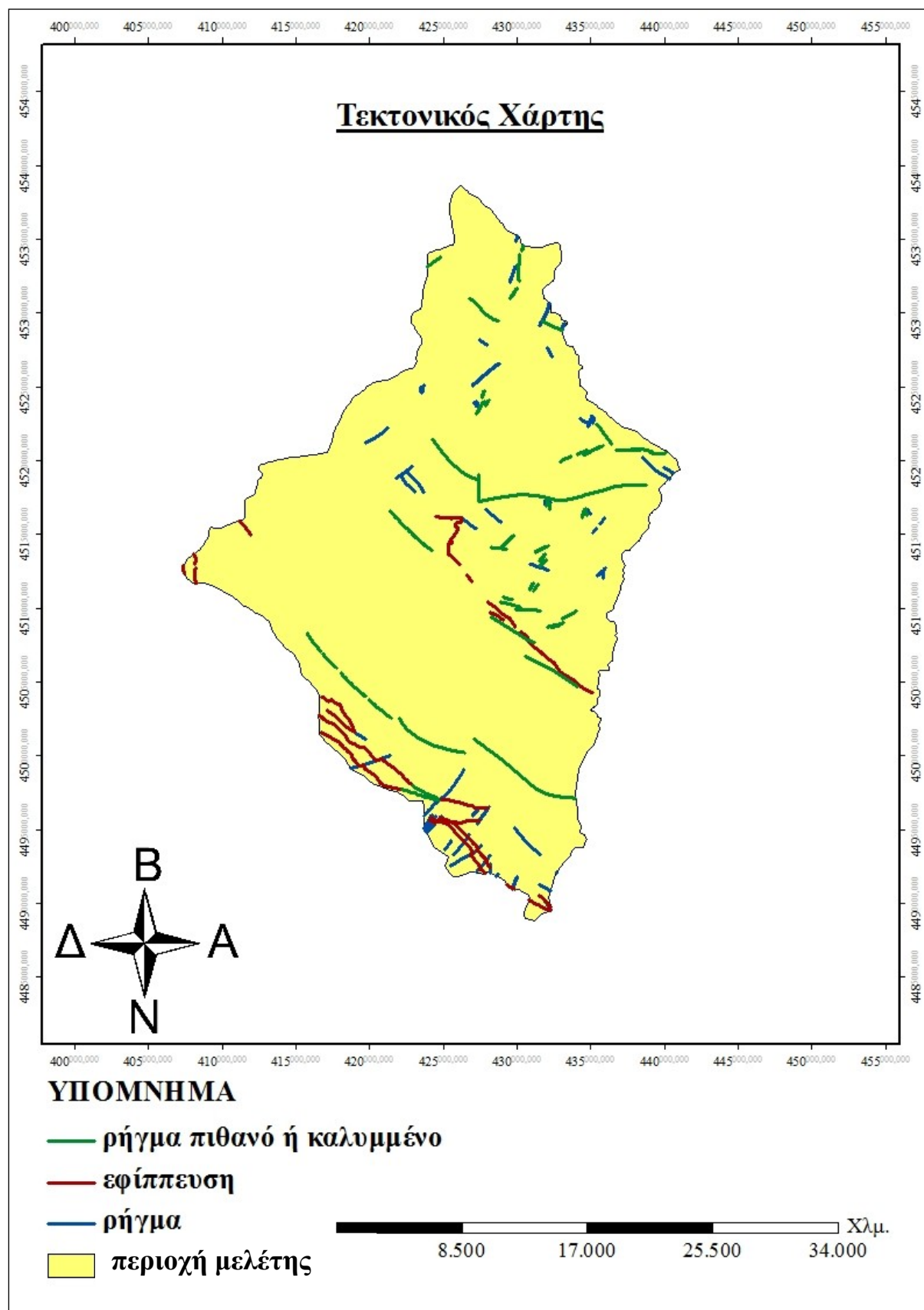
Οι μεταπτώσεις του υποβάθρου της λεκάνης, οι οποίες έχουν ως συνέπεια τη δημιουργία των υπολεκανών Λαγκαδά και Βόλβης πρέπει να οφείλονται σε οριζόντιες δυνάμεις εφελκυσμού. Αυτό τεκμηριώνεται από το γεγονός ότι τα προαναφερθέντα ρήγματα είναι κανονικά (βαρύτητας). (Σχήμα 9)

Τα ρήγματα στην περιοχή θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα από τα αίτια του προβλήματος της λίμνης Κορώνειας, γιατί θα μπορούσε να υπάρχει διαφυγή του νερού της λίμνης, μέσω αυτών.

Όμως, εκτός του ότι η λίμνη Λαγκαδά δεν φαίνεται να σχετίζεται προς τα τεκτονικά στοιχεία της περιοχής (Ψιλοβίκος 1977), τα ρήγματα αυτά δεν είναι πρόσφατα, οπότε δεν είναι δυνατό να ληφθούν υπόψη ως παράγοντας της φθίνουσας πορείας της λίμνης.



Σχήμα 9: Σχηματική παράσταση της τεκτονικής κατασκευής της κεντρικής (μεσολιμναίας) περιοχής της λεκάνης της Μυγδονίας (Ψιλοβίκος, 1977)



Σχήμα 10: Τεκτονικός χάρτης των λεκανών απορροής που τροφοδοτούν τη λίμνη Κορώνεια

Είδος τεκτονικής επαφής	Μήκος ρηγμάτων (km)
<i>Ρήγμα</i>	54.32
<i>Πιθανό ή καλυμμένο ρήγμα</i>	90.14
<i>Επίπλευση</i>	61.84
<i>Συνολικό Άθροισμα μήκους ρηγμάτων</i>	206.30

Πίνακας 2: Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα μήκη των ρηγμάτων για κάθε ένα είδος τεκτονικής επαφής

6. Κλίμα της περιοχής μελέτης

Τα κλιματικά στοιχεία της υπολεκάνης του Λαγκαδά προσομοιάζονται με εκείνα της πόλης της Θεσσαλονίκης καθώς η μεταξύ τους χιλιομετρική απόσταση είναι μικρή – περί τα 15Km – και επιπρόσθετα δεν εμφανίζεται κάποιο ιδιαίτερο κλιματικό φαινόμενο στη λεκάνη της Μυγδονίας που να διαφοροποιεί τις εκεί κλιματικές συνθήκες.

Ο καθορισμός των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή της λεκάνης της Μυγδονίας πραγματοποιήθηκε με βάση τα κλιματικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Σύμφωνα λοιπόν με τα κλιματικά δεδομένα 60 χρόνων (1931-1990) του Μετεωρολογικού Σταθμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ο κλιματικός τύπος της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης μπορεί να υπαχθεί με βάση την ταξινόμηση Köppen στον τύπο κλίματος Csa δηλαδή «Μεσογειακός τύπος κλίματος ή Μεσόθερμος τύπος κλίματος με ξηρό και θερμό θέρος». Τα γενικά χαρακτηριστικά αυτού του κλιματικού τύπου είναι μεσόθερμο κλίμα με ξηρή περίοδο το θέρος και μάλιστα θερμό θέρος, ενώ στα ανωτέρου υψομέτρου τμήματα επικρατούν συγκριτικά δριμύτερες κλιματικές συνθήκες.

Κατά τη χειμερινή περίοδο παρατηρούνται φαινόμενα έντονης ψύξης, ως αποτέλεσμα των κατολισθήσεων ψυχρών αερίων μαζών σε συνδυασμό με μικρού ύψους αναστροφές της θερμοκρασίας. Τα νερά τη λίμνης παγώνουν συχνά με πάγο πάχους λίγων cm (ελάχιστη θερμοκρασία -25.0°C τον Ιανουάριο του 1977). Η λίμνη Κορώνεια το χειμώνα έχει την ίδια θερμοκρασία σε όλο το βάθος της, ενώ η συγκέντρωση του οξυγόνου βρίσκεται σε επίπεδο κορεσμού.

Κατά τη θερινή περίοδο εμφανίζονται υψηλές θερμοκρασίες, εξαιτίας των στάσιμων αντικυκλωνικών συστημάτων και της ταυτόχρονης παρουσίας χαμηλής σχετικής υγρασίας (μέγιστη θερμοκρασία 43.0°C τον Ιούνιο 1977), ενώ η θερμοκρασία του νερού της κυμαίνεται από 25 °C έως 5°C. Επίσης παρατηρούνται έντονες βροχοπτώσεις που οφείλονται στην έντονη εξάτμιση από τη λίμνη, στις υψηλές θερμοκρασίες και στους ανέμους από το Στρυμονικό Κόλπο.

Κλιματική κατάταξη κατά Köppen

Το κλιματικό σύστημα του Köppen βασίζεται κατά στο ποσό της βροχής σε ετήσια βάση και στην κατανομή αυτού μέσα στον χρόνο και στα μεγέθη της θερμοκρασίας σε ετήσια και μηνιαία βάση. Τα δύο αυτά κλιματικά στοιχεία εξεταζόμενα χωριστά και μαζί αποτελούν το πλαίσιο για τις διάφορες υποδιαιρέσεις του κλίματος.

Χρησιμοποιούνται πέντε κύριες και βασικές κατηγορίες κλιμάτων με τα εξής χαρακτηριστικά θερμοκρασίας.

A: Τροπικά κλίματα, θερμές όλες οι εποχές, μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα 18°C και μεγαλύτερη.

B: Ξηρά κλίματα, δεν υπάρχουν θερμοκρασιακοί περιορισμοί.

C: Μεσόθερμα ή θερμά εύκρατα βροχερά κλίματα με ήπιους χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερη των 10°C και του ψυχρότερου μήνα είναι μεταξύ 18°C και 0°C

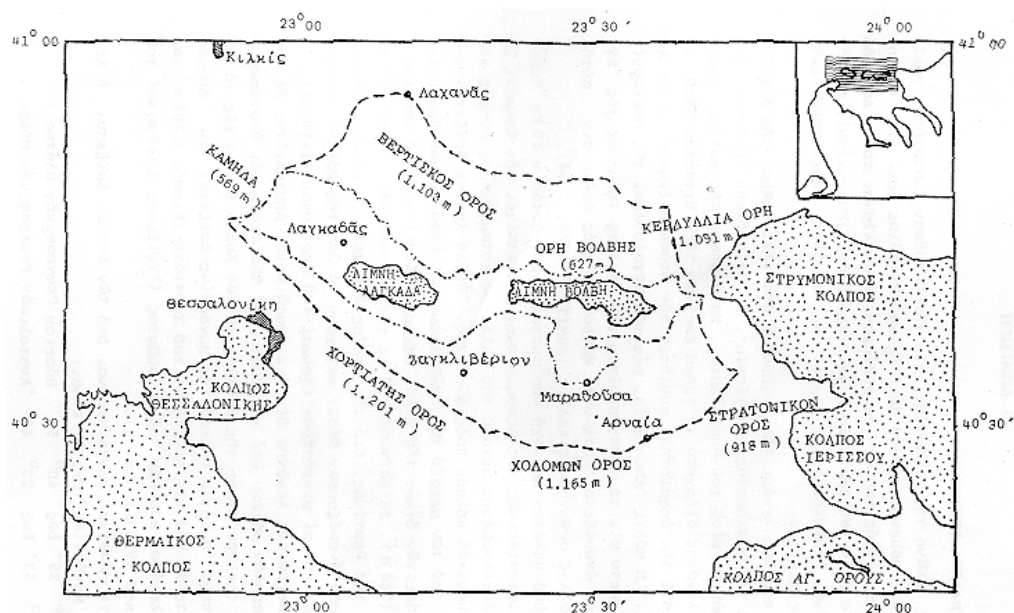
D: Μικρόθερμα ή κλίματα ψυχρού βροχερού δάσους με δριμείς χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι μεγαλύτερη των 10°C και του ψυχρότερου είναι 0°C και μικρότερη.

E: Αρκτικά ή πολικά κλίματα. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι μικρότερη των 10°C . (Μπαλαφούτης, Χ., Μαχαίρας, Π. 1985)

7. Γεωμορφολογία της περιοχής μελέτης

Κύριο γεωμορφολογικό χαρακτηριστικό της ευρύτερης περιοχής μελέτης συνιστά η λεκάνη της Μυγδονίας, η οποία αποτελεί το κεντρικό βύθισμα της περιοχής με διεύθυνση Α – Δ έως ΒΔ – ΝΑ, μέσα στην οποία βρίσκονται οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη. Οι δύο λίμνες που είναι διαταγμένες σε σειρά με διαμήκη άξονα Δ – Α διεύθυνσης και σε απόσταση 11,5Km μεταξύ τους. (Το όριο μεταξύ αυτών των δυο υπολεκανών δεν είναι απόλυτα σαφές και ορίζεται από τον άξονα Στίβου – Σχολαρίου, στην κεντρική περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης, που αποτελείται από ένα σύστημα ράχων, λοφίσκων και αναβαθμίδων μέσω των οποίων διέρχεται ο ποταμός Δερβένι, (Σχήμα 11). Ο άξονας αυτός αποτελεί ταυτόχρονα και τα ανατολικά όρια της υπολεκάνης του Λαγκαδά, ενώ σε αντίθεση τα δυτικά όριά της είναι ασαφή, εξαιρουμένου του ορεινού όγκου της Καμήλας, ο οποίος την διαχωρίζει από τη λεκάνη του Γαλλικού ποταμού.)

Γενικότερα όμως η υπολεκάνη του Λαγκαδά οριοθετείται προς τα δυτικά με μια σειρά χαμηλών ράχων και κοιλωμάτων μέσου υπερθαλάσσιου ύψους 200 300m όπου δεσπόζει ο απότομα υψούμενος ορεινός όγκος της Καμήλας (569m). Τα φυσικά όρια της λεκάνης προς βορρά ορίζονται από τη ζώνη των υψηλών λόφων του Λαχανά (687m) και του Ισώματος (916m) ενώ το νότιο τμήμα της λεκάνης οριοθετείται από τις πλαγιές και τα υψώματα των βορείων κλιτύων του όρους Χορτιάτης (1021m). Στο δυτικό τμήμα της υπολεκάνης του Λαγκαδά εκτείνεται εύφορη πεδινή έκταση εντός της οποίας βρίσκεται η πόλη του Λαγκαδά.



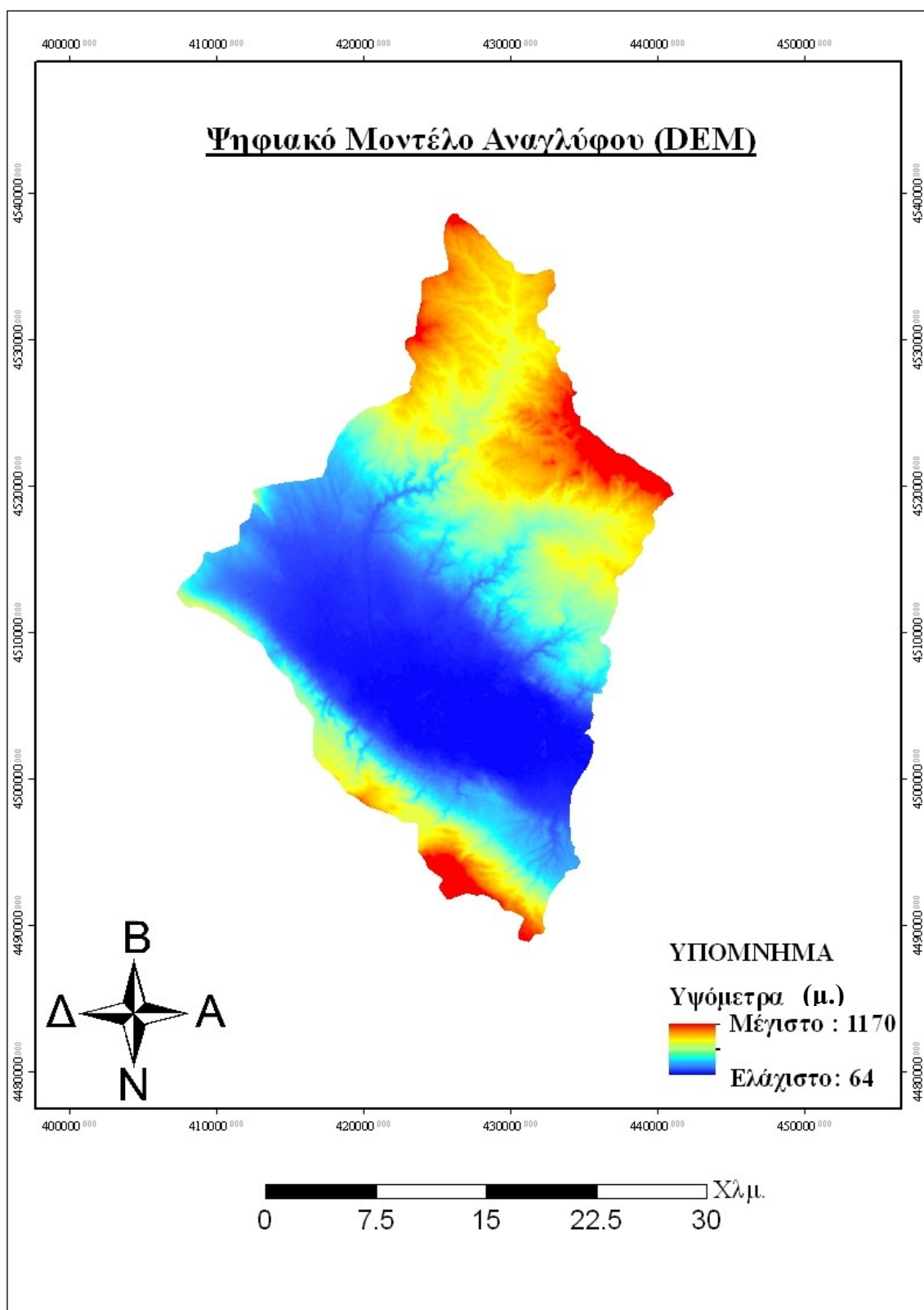
Σχήμα 11: Τοπογραφικό διάγραμμα της ευρύτερης περιοχής εντός της οποίας βρίσκεται η λεκάνη της Μυγδονίας (Ψυλοβίκος, 1977)

Τέλος κρίνεται σκόπιμο να τονιστεί ότι οι γεωμορφολογικοί σχηματισμοί οι οποίοι εντοπίζονται σήμερα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης εκφράζουν κατά κανόνα νεοτεκτονικές διεργασίες. Τέτοιοι σχηματισμοί είναι οι ανυψωμένες επιφάνειες επιπέδωσης. Σχεδόν επίπεδα ή με μικρή κλίση δηλαδή τμήματα της επιφάνειας της ξηράς, τα οποία σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια της απογύμνωσης με ευνοϊκές κλιματικές και τεκτονικές συνθήκες. Οι επιφάνειες επιπέδωσης σχηματίστηκαν αρχικά σε μικρό υψόμετρο (100 - 200m), είχαν σημαντική έκταση και χαρακτήρες ωριμότητας του αναγλύφου. Εν συνεχεία όμως τεμαχίστηκαν και τα τεμάχια τους είτε ανυψώθηκαν στο χώρο των ορεινών όγκων (τεκτονικών κεράτων), είτε βυθίστηκαν στο χώρο των ταφρολεκανών, και καλύφθηκαν από νεότερες ιζηματογενείς αποθέσεις. Στο χώρο όπου κυριαρχούν οι ορεινοί όγκοι του Βερτίσκου, του Χορτιάτη και των βουνών βόρεια της λίμνης Βόλβης, έχει επισημανθεί η παρουσία πολλών τμημάτων μιας επιφάνειας επιπέδωσης σε υψόμετρο 400 - 600m. Μεγάλη εξάπλωση έχει η επιφάνεια αυτή στο λόφο της πλατείας του Ζαγκλιβερίου, στο δυτικό τμήμα των βουνών της Βόλβης και στην εξωτερική περιθωριακή ζώνη του Βερτίσκου (Ασκός, Σοχός, Λοφίσκος, Λαχανάς, Όσσα, Δορκάς, Σεβάστεια, Ξυλούπολις, Ευαγγελίστρια).

Η επιφάνεια 400 – 600m σχηματίστηκε κατά το Κάτω – Μέσο Μειόκαινο και η σημερινή θέση των τμημάτων της σε αυτό το υψόμετρο, οφείλεται σε νεώτερες ανυψωτικές κινήσεις.

7.1 Κατασκευή ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου (DEM)

Τα Ψηφιακά Μοντέλα Αναγλύφου (Digital Elevation Model – DEM) αποτελούν τον πιο διαδεδομένο και συνηθέστερο τρόπο απεικόνισης του αναγλύφου της γήινης επιφάνειας. Το DEM είναι μια αναπαράσταση μορφής καννάβου (raster) μιας συνεχούς επιφάνειας, η οποία στις Γεωεπιστήμες συνήθως αναφέρεται στην επιφάνεια της Γης. Στη συγκεκριμένη εργασία το DEM αναφέρεται στο ανάγλυφο της περιοχής μελέτης και έχει ως βάση δημιουργίας του το ASTER GDEM.



Σχήμα 12: Ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου (DEM)

7.2 Κλίση αναγλύφου

Η κλίση του αναγλύφου είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο τοπογραφικό μέγεθος και πολύ μεγάλης σημασίας για κάθε γεωμορφολογική έρευνα. Η κλίση επηρεάζει το ρυθμό ροής του νερού και των φερτών υλικών που αυτό μεταφέρει, ελέγχοντας την ενέργεια του νερού κατά την κίνηση του στα κατάντη (Zevenbergen και Thorne 1987).

Η ενέργεια της ροής ελέγχεται από την κλίση της επιφάνειας. Ως κλίση, ορίζεται η μέγιστη μεταβολή του υψομέτρου σε κάθε σημείο μιας επιφάνειας. Η αύξηση της κλίσης μιας επιφάνειας οδηγεί σε μεγαλύτερη ενέργεια για την κίνηση του νερού. Με την αύξηση της ενέργειας ενός ρέματος όμως, μεγαλώνει και η μεταφορική του ικανότητα, αναφορικά με τον αριθμό και το μεγεθός των σωματιδίων που αυτό μπορεί να μεταφέρει. Έτσι, οι πιο απότομες κλιτύες παρουσιάζουν και ένα μεγαλύτερο δυναμικό για διάβρωση. (Demek 1972)

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, λαμβάνοντας υπόψη την ταξινόμηση των κλίσεων του αναγλύφου σε έξι (6) κύριες κατηγορίες από την Επιτροπή Γεωμορφολογικής Έρευνας και Χαρτογράφησης (Commision on Geomorphological survey and Mapping) της Διεθνούς Γεωγραφικής Ένωσης (IGU-International Geographical Union) (Demek 1972) υπολογίσθηκε το ποσοστό επί τοις εκατό της κλίσης των κλιτύων της λεκάνης απορροής της λίμνης Κορώνειας και σχεδιάστηκε ο χάρτης κλίσεων του αναγλύφου, (Πίν. 3).

Κλίση 0 – 2° (0 – 3,5%)

Επίπεδο έως ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πλημμυρικά πεδία, επιφάνειες επιπέδωσης, αναβαθμίδες).

Έναρξη διάβρωσης τύπου καλύμματος.

Απουσία προβλημάτων στις ανθρώπινες δραστηριότητες (μεταφορές, οικοδόμηση, γεωργία, υλοτομία).

Κλίση 2 – 5° (3,5 – 8,7%)

Ελαφρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (πρόποδες κοιλάδων, περιοχές τελικών μοραίων, κλιτύες θινών).

Διάβρωση καλύμματος και έναρξη αυλακωτής διάβρωσης. Σε περιοχές φυτοκάλυψης παρατηρείται έναρξη ερπυσμού εδαφών. Μέτρα προστασίας του εδάφους στις καλλιεργούμενες περιοχές.

Ελαφριά δυσκολία στη μετακίνηση των οχημάτων, δυνατότητα εποίκισμού και λειτουργίας βιομηχανιών. Καλλιέργεια δυνατή με τη χρήση μηχανημάτων. Προτεινόμενη η καλλιέργεια κατά τις ισουψείς.

Κλίση 5 – 15° (8,7 – 26,8%)

Ισχυρώς κεκλιμένο ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων, τεκτονικές αναβαθμίδες).

Κινήσεις μαζών, ισχυρή διάβρωση τύπου καλύμματος και αυλακωτή, έντονες διαβρωτικές διεργασίες σε περιοχές μειωμένης φυτοκάλυψης αλλά έναρξη τους και σε περιοχές έντονης φυτοκάλυψης. Πιθανές ολισθήσεις εδάφους και ερπυσμός. Στις 15° (26,8%) βρίσκεται η κρίσιμη γωνία για το σχηματισμό πλήρους εδαφικού ορίζοντα.

Σημαντικές δυσκολίες στην κατασκευή δρόμων και στη μετακίνηση οχημάτων. Αδύνατη η καλλιέργεια δίχως τη χρήση αναβαθμίδων. Δυσκολίες στη χρήση γεωργικών μηχανημάτων.

Κλίση 15 – 35° (26,8 – 70%)

Απότομο έως εξαιρετικά απότομο ανάγλυφο (κλιτύες κοιλάδων μεσαίων όρεων).

Έντονες διεργασίες απογύμνωσης πάσης φύσεως, ερπυσμοί εδαφών, λασπορροές, πολύ έντονη αυλακωτή και γραμμική διάβρωση τόσο σε γυμνές όσο και σε καλυμμένες (δάση) περιοχές.

Δυνατή η μετακίνηση μόνο με ερπυστριοφόρα μηχανήματα. Αδύνατη η καλλιέργεια, δυσχερής η υλοτομία. Περιοχή δασών και βοσκοτόπων.

Κλίση 35 – 55° (70 – 135%)

Απόκρημνο ανάγλυφο (απότομες κλιτύες κοιλάδων υψηλών όρεων, κλιτύες σχηματισμών hogbacks, κλιτύες ασβεστολιθικών φαραγγιών).

Πολύ λεπτό, ασυνεχές στρώμα εδάφους, έντονη απογύμνωση του μητρικού πετρώματος, ισχυρότατη έκθεση στους παράγοντες διάβρωσης και της βαρύτητας. Αδύνατη η προσπέλαση. Περιοχή δασών, όριο εκμετάλλευσης της υλοτομίας.

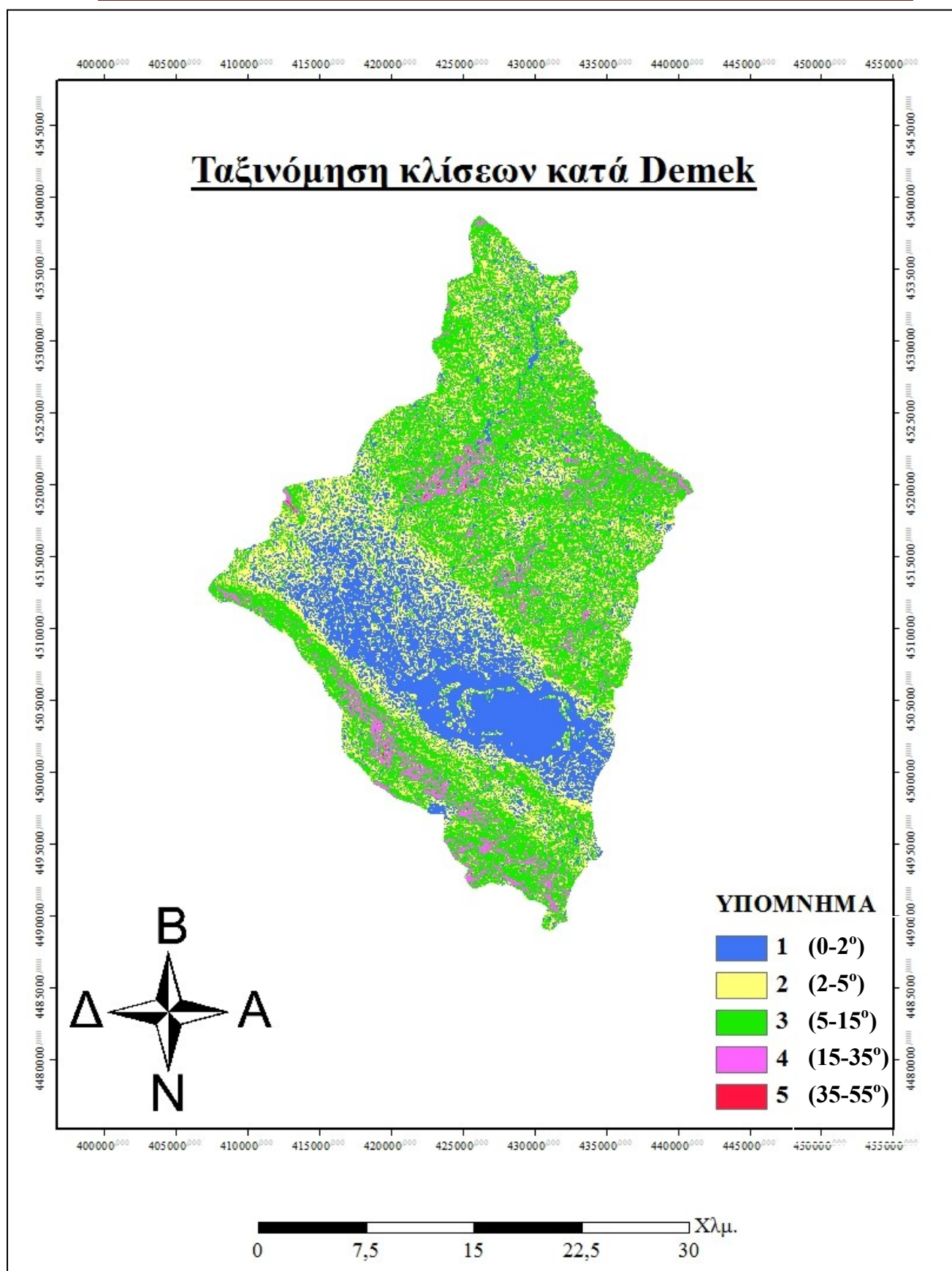
Κλίση > 55° (> 135%)

Κάθετο ανάγλυφο (κάθετες κλιτύες σε περιοχές ψαμμιτικών και ασβεστολιθικών όρεων).

Απουσία εδάφους. Απογύμνωση των εκτεθειμένων πετρωμάτων, κατάρρευση βράχων. Αδύνατη η οικονομική εκμετάλλευση. Αναρρίχηση. Κίνδυνος πτώσης βράχων στα κατάντη.

Κλίσεις	Εμβαδόν(km ²)
0-2°	194,69
2-5°	223,49
5-15°	325,05
15-35°	43,06
35-55°	0,37
<i>Συνολικό Εμβαδόν</i>	786,66

Πίνακας 3: Ταξινόμηση των κλιτύων κατά Demek και η έκταση που καταλαμβάνουν



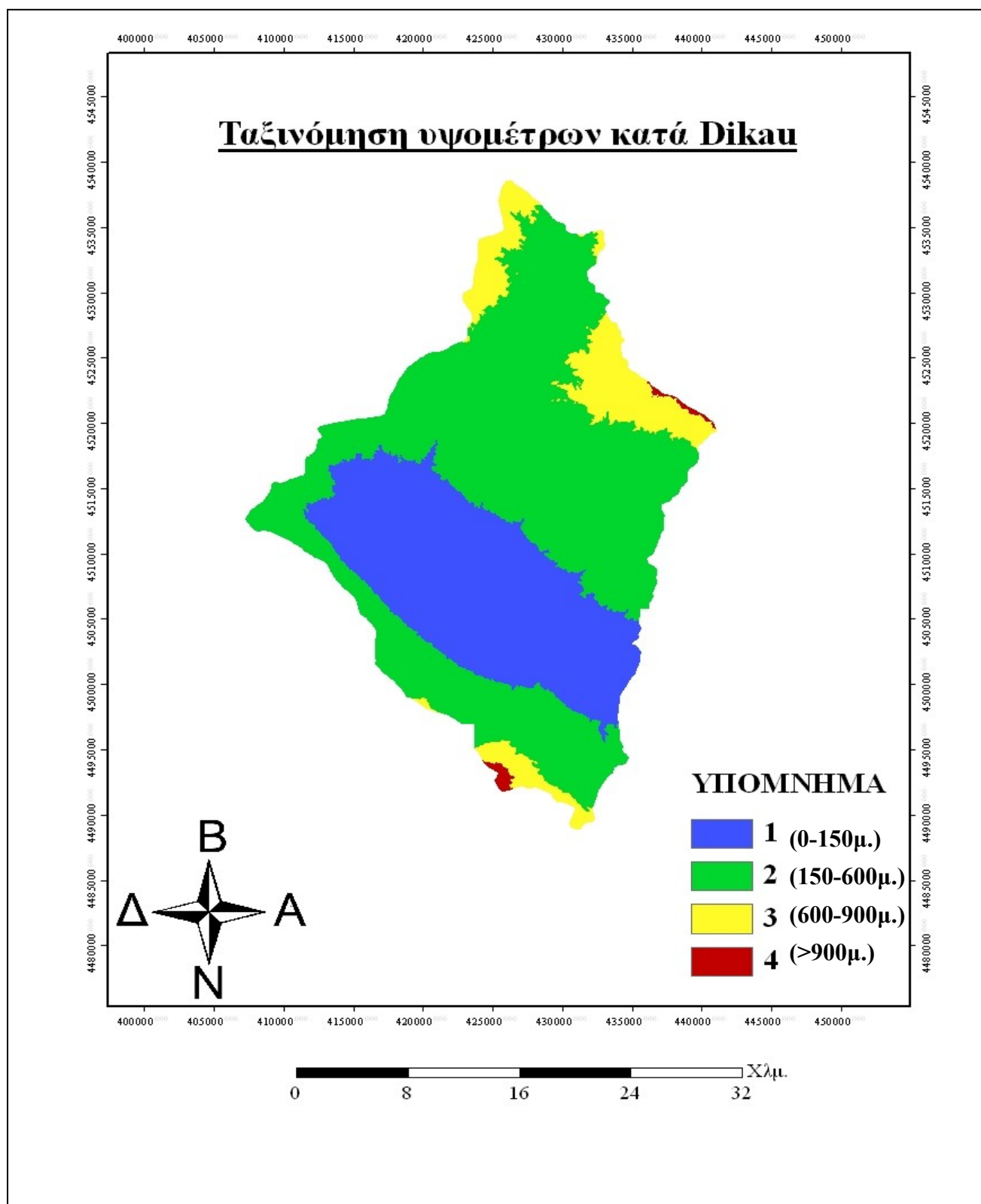
Σχήμα 13: Ταξινόμηση κλίσεων κατά Demek

Ταξινόμηση υψομέτρων κατά Dikau

0 – 150 m	Πεδινή
150 – 600 m	Λοφώδης
600 – 900 m	Ημιορεινή
> 900 m	Ορεινή

Κλάσεις	Εμβαδόν(km ²)
1 ^η 0 – 150 m	224,42
2 ^η 150 – 600 m	459,51
3 ^η 600 – 900 m	79,00
4 ^η >900 m	3,73
Συνολικό Εμβαδόν Κλάσεων	786,66

Πίνακας 4: Ταξινομημένα υψόμετρα κατά Dikau και η έκταση που καταλαμβάνουν



Σχήμα 14: Ταξινόμηση κλίσεων κατά Dikau

8. Υδρογραφικό δίκτυο

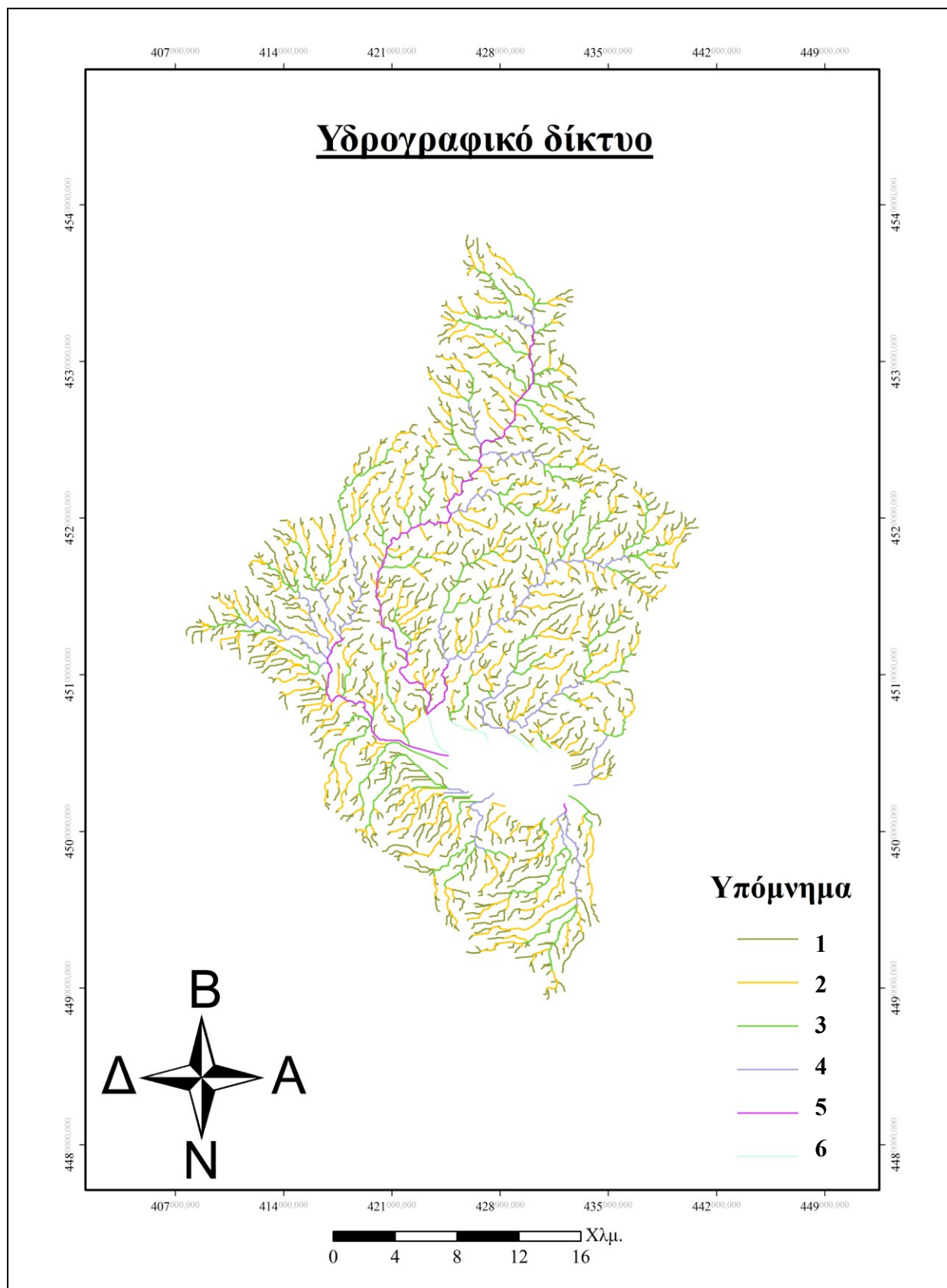
Το υδρογραφικό δίκτυο αποτελεί θεμελιώδη γεωμορφολογικό παράγοντα και η ανάπτυξη, μορφή και λειτουργία του έχουν μελετηθεί από διάφορους ερευνητές.

Ως **υδρογραφικό δίκτυο** χαρακτηρίζεται το σύνολο των ρεμάτων τα οποία αποστραγγίζουν μια λεκάνη απορροής.

Στην παρούσα εργασία η ταξινόμηση των κλάδων του δικτύου έγινε με τη μέθοδο του Strahler. Μετρήθηκαν υδρογραφικοί κλάδοι, 1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης}, 4^{ης} και 5^{ης} τάξης. Το συνολικό άθροισμα του μήκους των κλάδων βρέθηκε ότι ισούται με 1.623,58 km, (Πίν. 5).

Κλάδοι	Μήκος (km)
1ης τάξης	771,30
2ης τάξης	440,89
3ης τάξης	244,55
4ης τάξης	102,01
5ης τάξης	56,55
6ης τάξης	8,28
Συνολικό Άθροισμα Μήκους Κλάδων	1.623,58

Πίνακας 5: Μήκος υδρογραφικών κλάδων ανάλογα με την τάξη τους



Σχήμα 15: Υδρογραφικό δίκτυο των λεκανών απορροής που τροφοδοτούν τη λίμνη Κορώνεια

Πετρώματα	Μήκος υδρογραφικού δικτύου (km)
Κατώτερη Βαθμίδα	107.59
Ριπίδια προσχώσεων 2	44.93
Κροκαλοπαγή	0.39
Δουνίτες και περιδοτίτες	0.87
Αποθέσεις στις κοίτες	20.14
Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά	0.03
Ριπίδια προσχώσεων 1	22.67
Ασβεστόλιθοι γλυκών υδάτων	0.34
Μεσαίο σύστημα αναθμίδων l	9.45
Σειρά ερυθρών αργίλων	2.12
Φυλλίτες	1.22
Ερυθρές άργιλοι	15.70
Γάββρος	0.00
Μολάσσα	8.10
Λιμναία ιζήματα	28.92
Πλαγκιοκλαστικός γνεύσιος	1.26
Ασβεστόλιθοι σκοτεινότεφροι	1.11
Πλευρικά κορήματα	1.33
Προσχωσεις κοιλάδων	172.13
Αμφιβολίτες με γνεύσιο	0.00
Ελλουβιακός μανδύας	2.31
Υπερβασικά πετρώματα	3.10
Διμαρμαρυγιακός γρανίτης	69.42
Διμαρμαρυγιακός γνεύσιος	5.60
Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων s – c	3.84
Λευκοκρατικός γνεύσιος	5.79
Αμφιβολίτες	16.33
Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων	135.07
Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων c	21.73
Χαλαζίτες	5.46
Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων	113.26
Διμαρμαρυγιακοί μονότονοι γνεύσιοι	603.77
Ασβεστιτικός φλύσχης	147.94
Ασβεστόλιθοι ανακρυσταλλωμένοι	3.76
Συνολικό Μήκος Υδρογραφικού Δικτύου	729.66

Πίνακας 6: Μήκος υδρογραφικού δικτύου, ανά λιθολογικό σχηματισμό

8.1 Υδρογραφική πυκνότητα

Η **υδρογραφική πυκνότητα** χαρακτηρίζεται ως ένα θεμελιώδες χαρακτηριστικό του αναγλύφου. Η ανάπτυξη και η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου αντανακλούν τη λιθολογία, την τοπογραφία, την εδαφολογία, την επικρατούσα βλάστηση και τις κλιματολογικές συνθήκες μιας περιοχής αποτελώντας έναν πολύτιμο δείκτη.

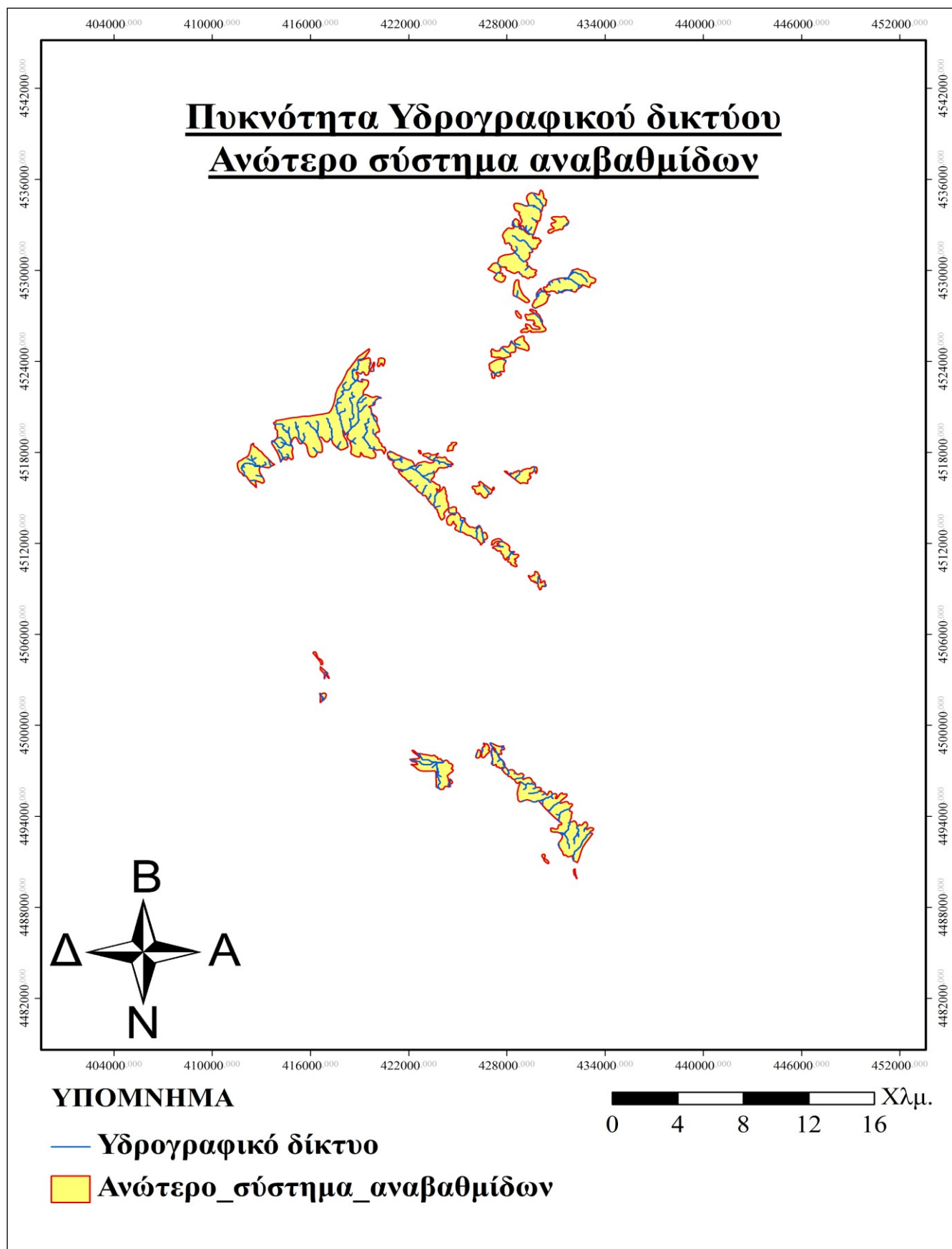
Σύμφωνα με τον Horton (1945), η υδρογραφική πυκνότητα ορίζεται ως το μήκος των ρεμάτων ανά μονάδα επιφάνειας της λεκάνης απορροής και παραμένει ανεξάρτητη της συνολικής τάξης του υδρογραφικού δικτύου.

Η υδρογραφική πυκνότητα χαρακτηρίζει σε μεγάλο βαθμό την περιοχή για την οποία υπολογίζεται. Έχει παρατηρηθεί πως περιοχές υδατοπερατών πετρωμάτων, ήπιου αναγλύφου, έντονης φυτοκάλυψης και χαμηλής έντασης βροχοπτώσεων χαρακτηρίζονται από χαμηλές τιμές υδρογραφικής πυκνότητας (μέχρι 5 km/km^2). Αντίθετα, σε περιοχές αδιαπέρατων πετρωμάτων, απότομου αναγλύφου και μεγάλης έντασης βροχοπτώσεων, υπολογίζονται μεγάλες τιμές υδρογραφικής πυκνότητας (πάνω από 20 km/km^2). Τέλος, εξαιρετικά μεγάλες τιμές υδρογραφικής πυκνότητας παρατηρούνται σε περιοχές που παρουσιάζουν έντονη χαραδρωτική διάβρωση τύπου Badlands (έως και 800 km/km^2), όπου βέβαια υπάρχουν τέτοιες περιοχές.

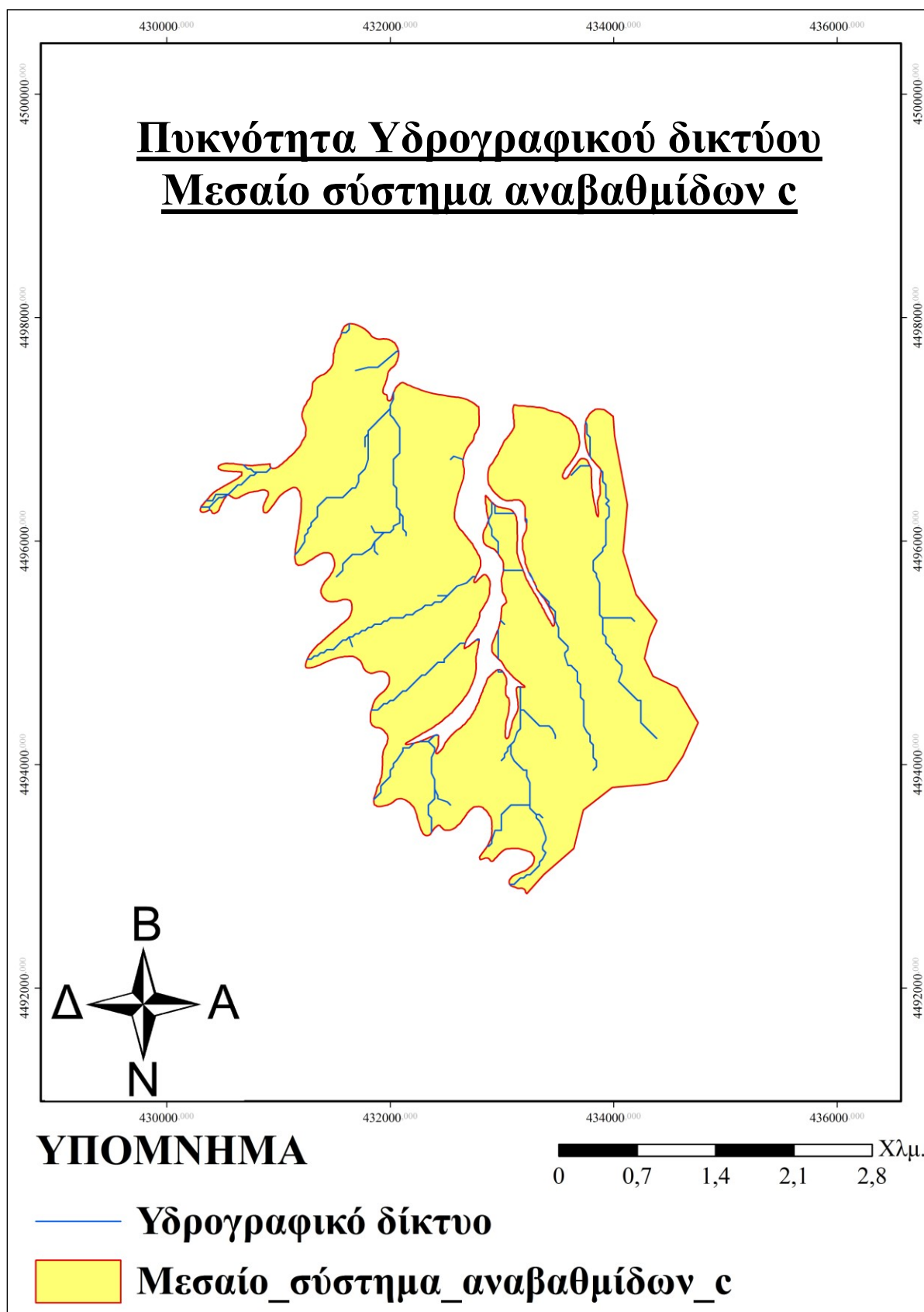
Στην παρούσα εργασία, το συνολικό άθροισμα της υδρογραφικής πυκνότητας είναι 0.463 km^{-1} , (Πίν. 7).

Πετρώματα	Υδρογραφική Πυκνότητα (km ⁻¹)
Κατώτερη Βαθμίδα	3.005
Ριπίδια προσχώσεων 2	2.761
Κροκαλοπαγή	0.428
Δουνίτες και περιδοτίτες	7.062
Αποθέσεις στις κοίτες	6.510
Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά	0.814
Ριπίδια προσχώσεων 1	2.834
Ασβεστόλιθοι γλυκών υδάτων	8.392
Μεσαίο σύστημα αναθμίδων l	1.646
Σειρά ερυθρών αργίλων	2.579
Φυλλίτες	3.627
Ερυθρές άργιλοι	3.199
Γάββρος	0.00
Μολάσσα	2.815
Λιμναία ιζήματα	2.299
Πλαγκιοκλαστικός γνεύσιος	2.609
Ασβεστόλιθοι σκοτεινότεφροι	0.811
Πλευρικά κορήματα	0.828
Προσχώσεις κοιλάδων	2.375
Αμφιβολίτες με γνεύσιο	0.00
Ελλουβιακός μανδύας	0.981
Υπερβασικά πετρώματα	1.153
Διμαρμαρυγικός γρανίτης	1.985
Διμαρμαρυγικός γνεύσιος	1.957
Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων s – c	3.893
Λευκοκρατικός γνεύσιος	1.319
Αμφιβολίτες	2.325
Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων	2.468
Μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων c	2.150
Χαλαζίτες	1.216
Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων	1.705
Διμαρμαρυγακοί μονότονοι γνεύσιοι	2.044
Ασβεστιτικός φλύσχης	2.019
Ασβεστόλιθοι ανακρυσταλλωμένοι	1.595
Υδρογραφική Πυκνότητα της Περιοχής Μελέτης	0.463

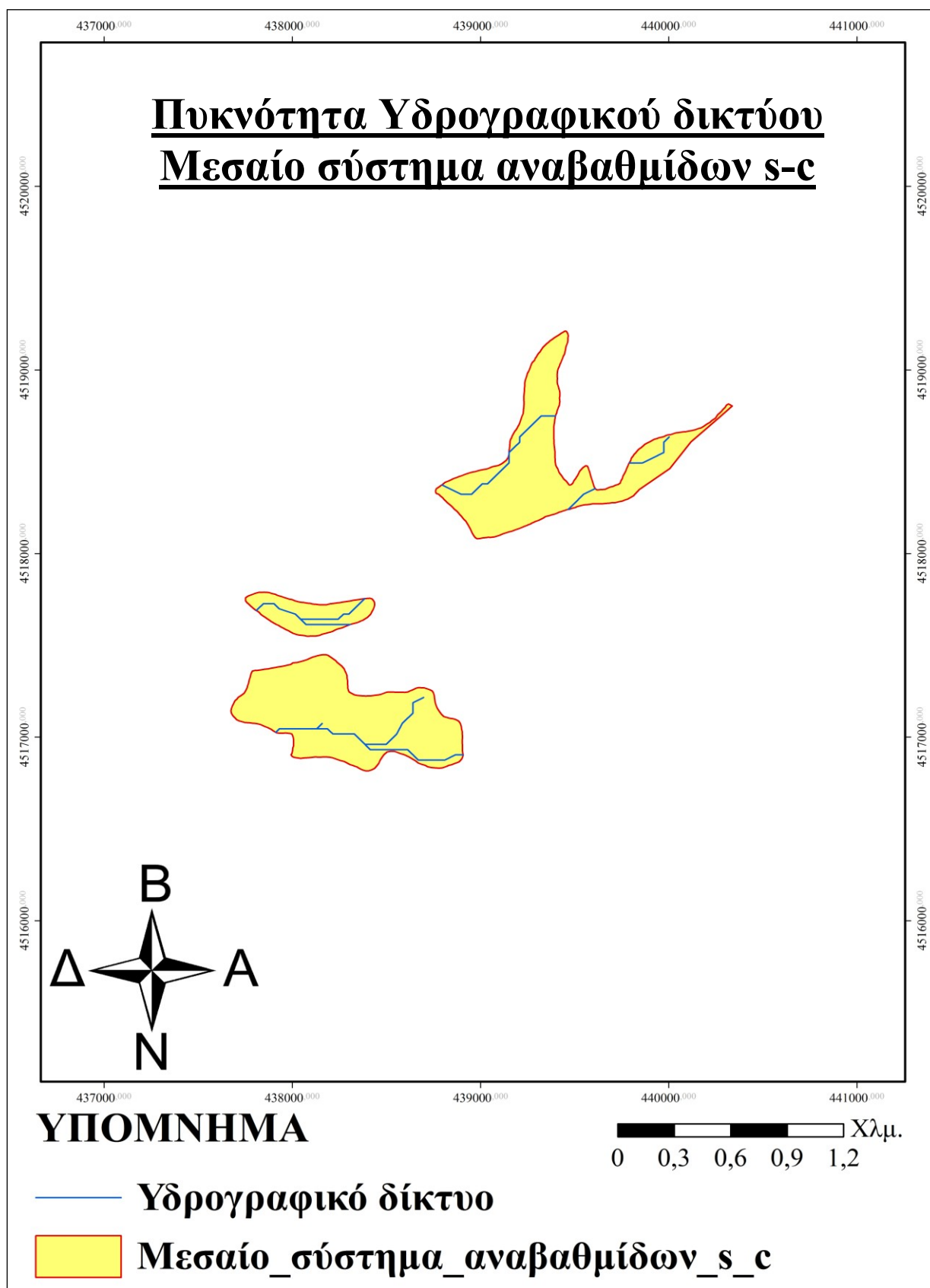
Πίνακας 7: Υδρογραφική πυκνότητα λιθολογικών σχηματισμών



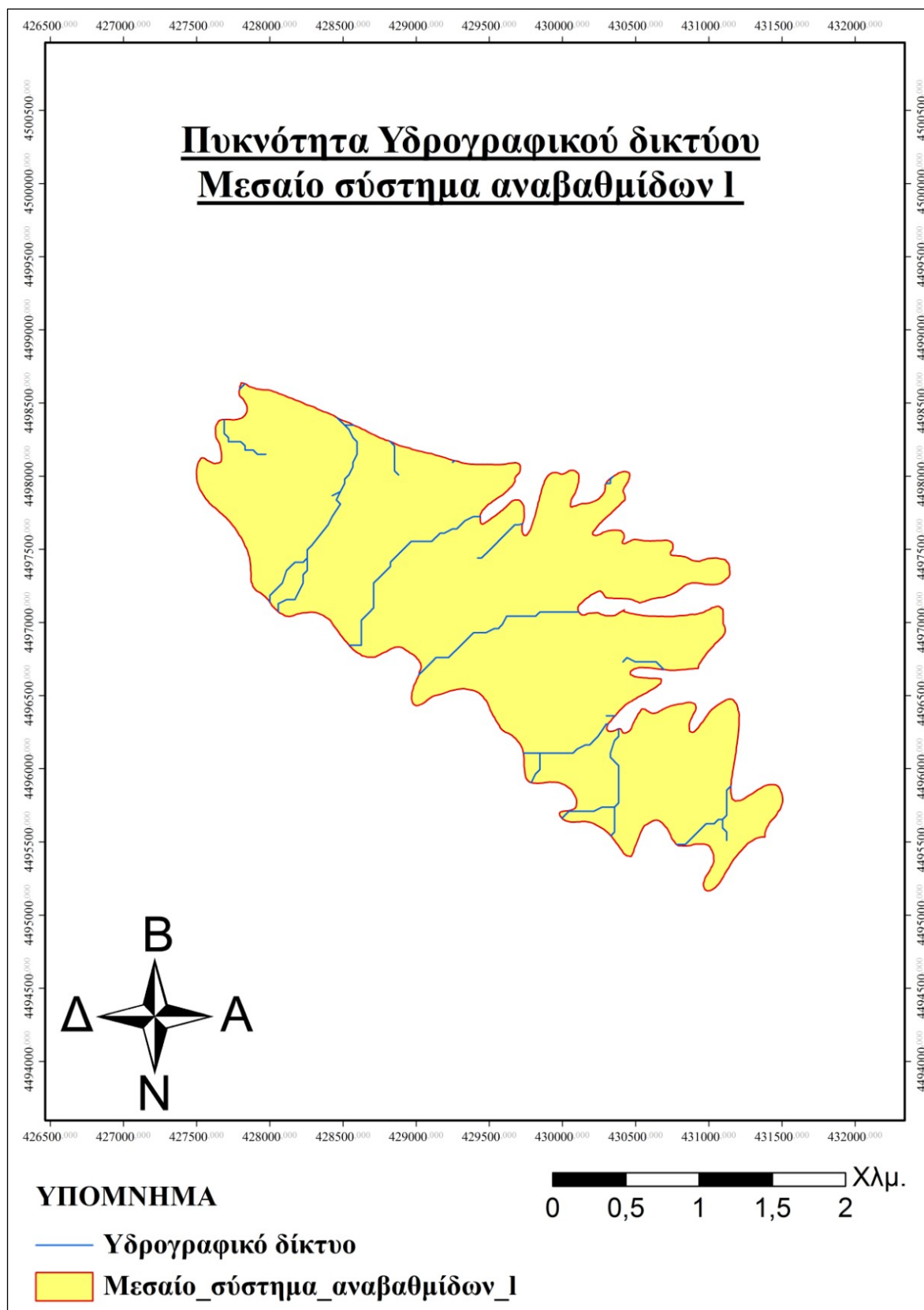
Σχήμα 16: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων



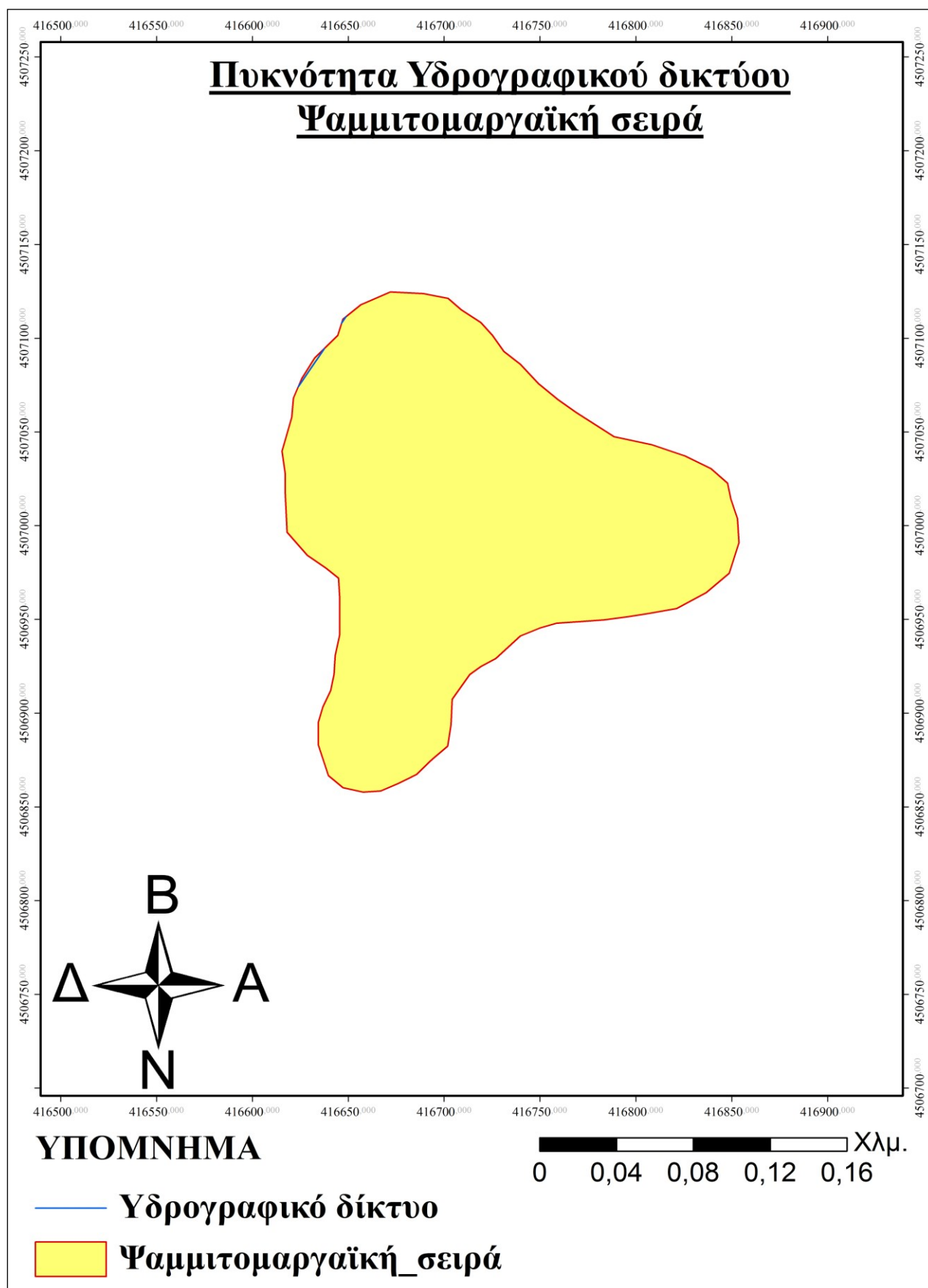
Σχήμα 17: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων c



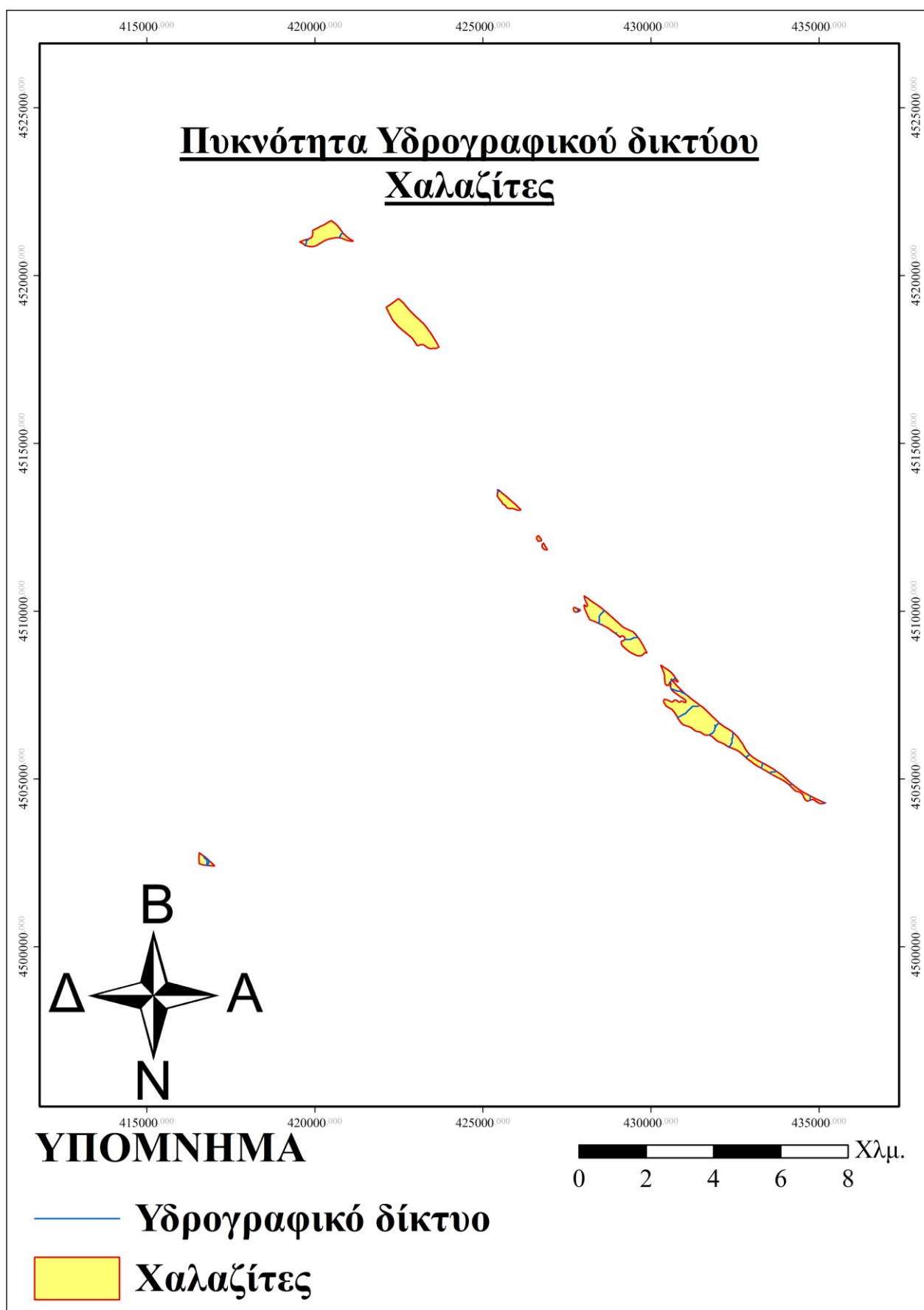
Σχήμα 18: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων s-c



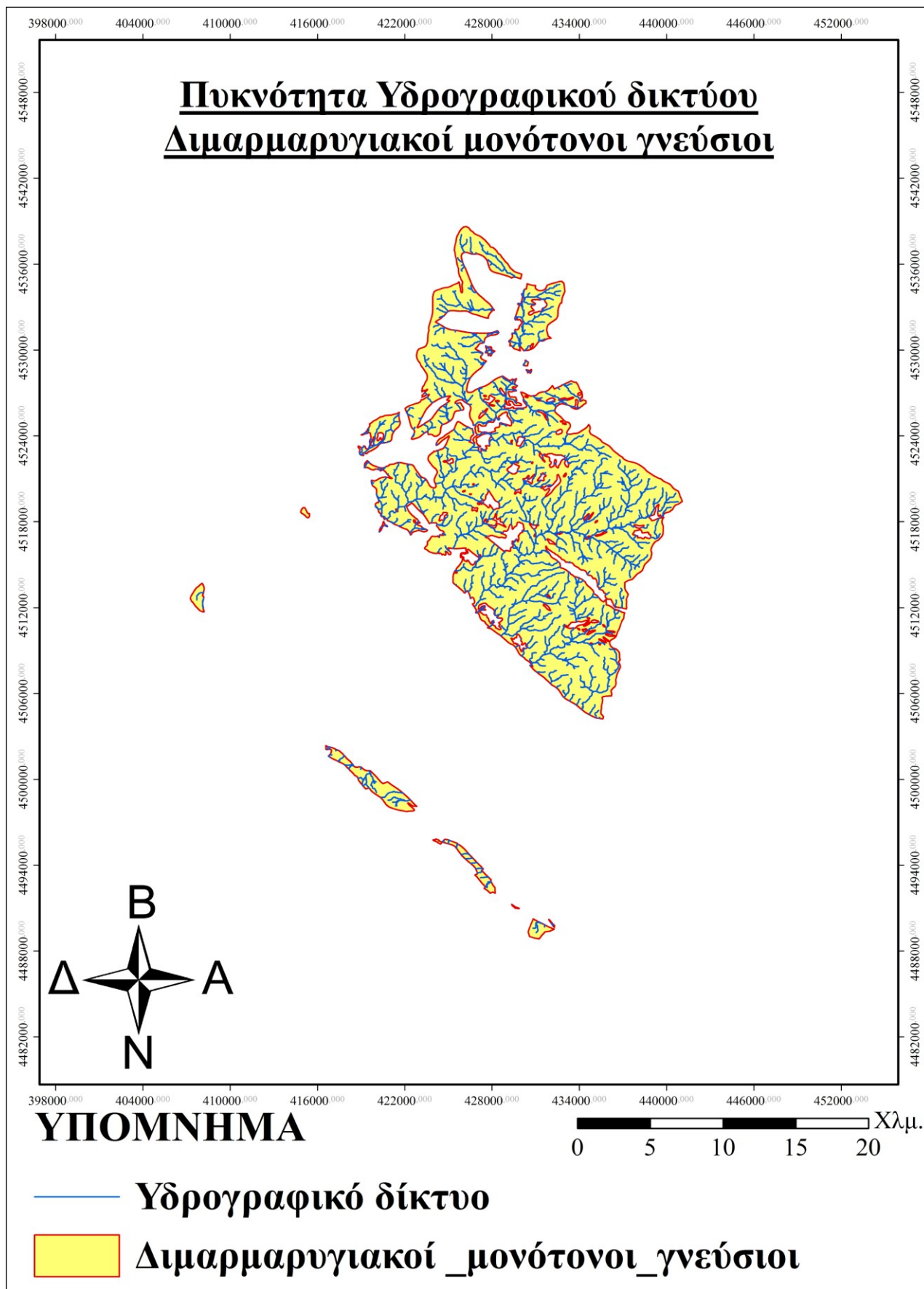
Σχήμα 19: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – μεσαίο σύστημα αναβαθμίδων Ι



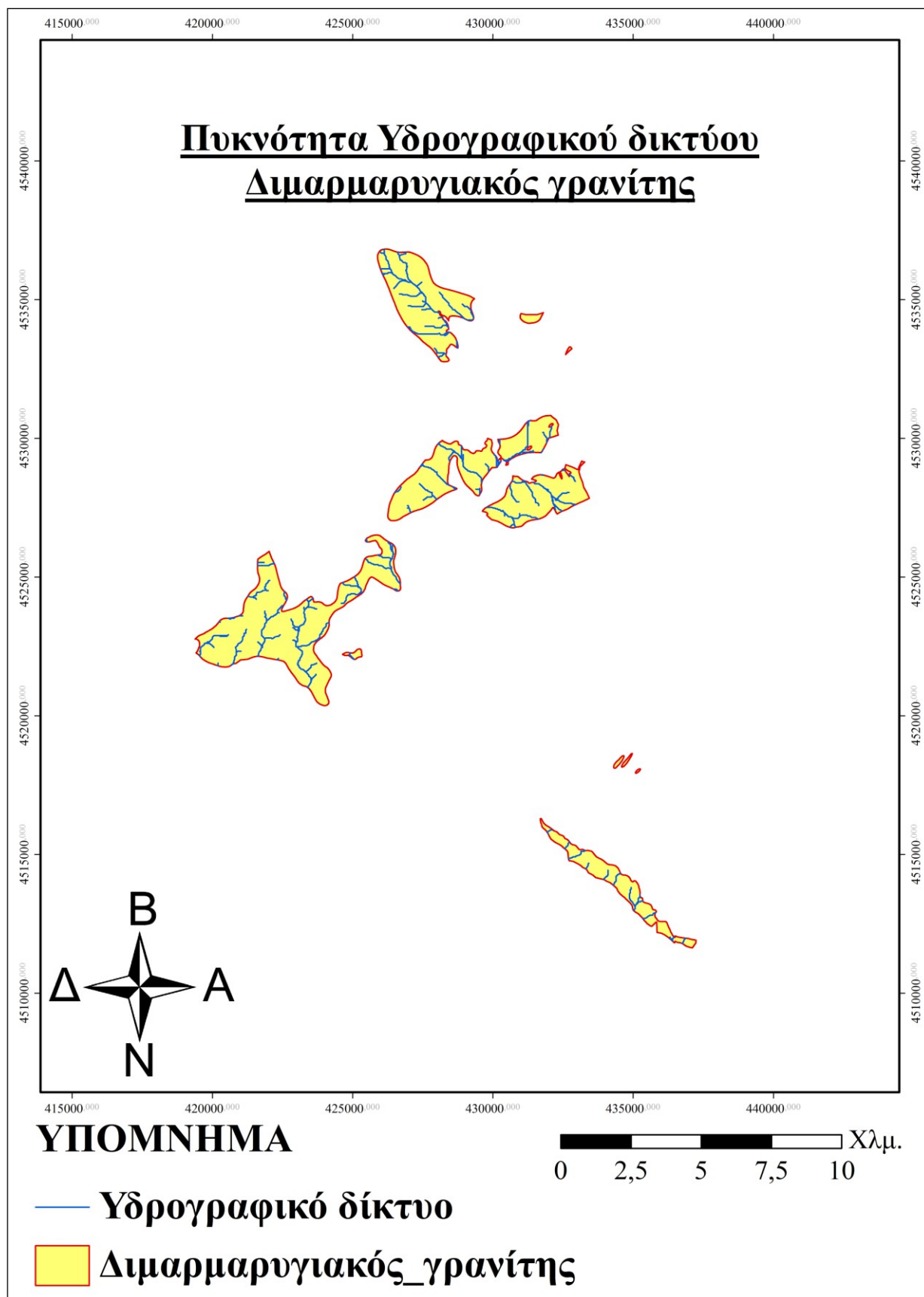
Σχήμα 20: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ψαμμιτομαργαϊκή σειρά



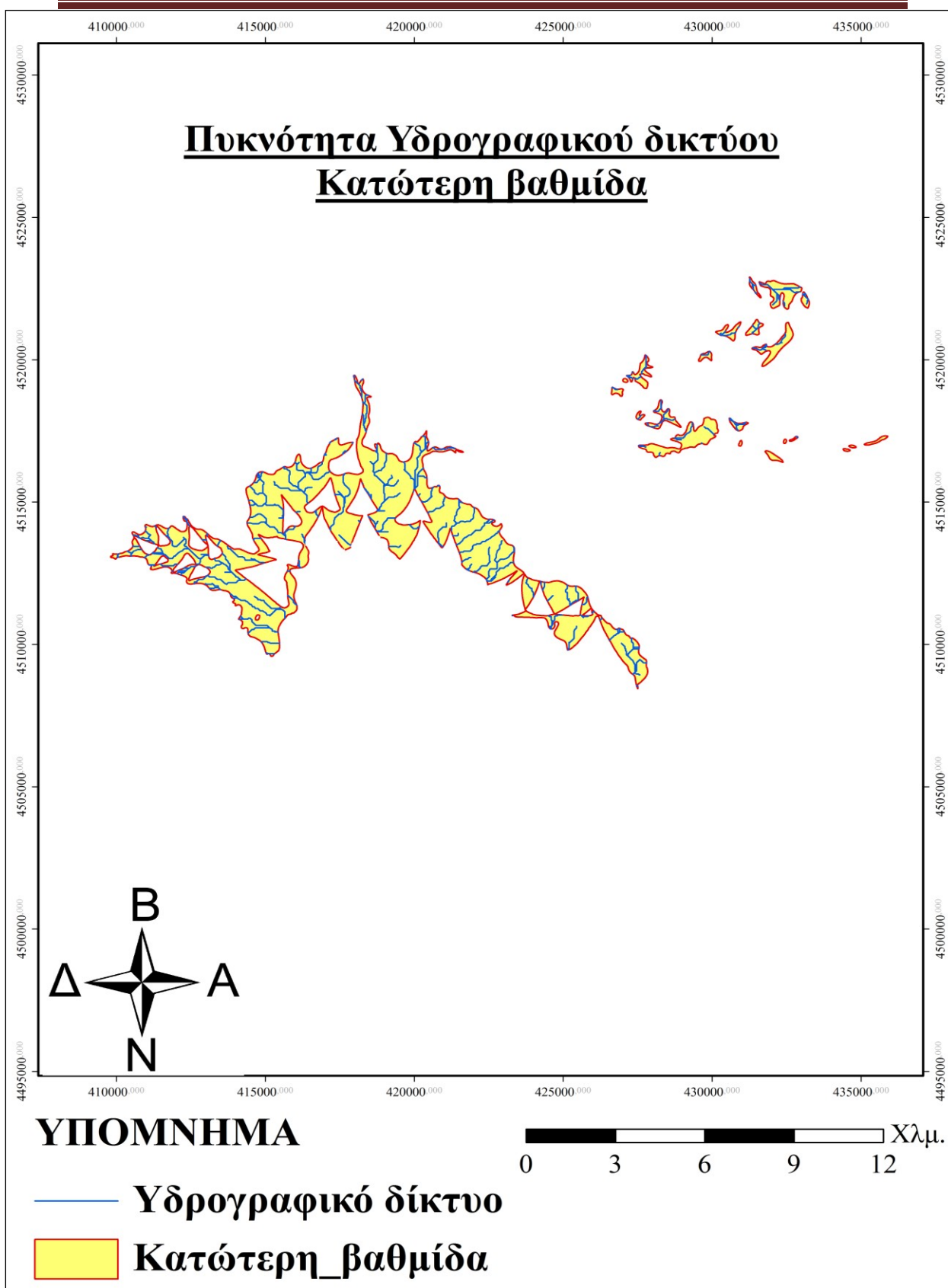
Σχήμα 21: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – χαλαζίτες



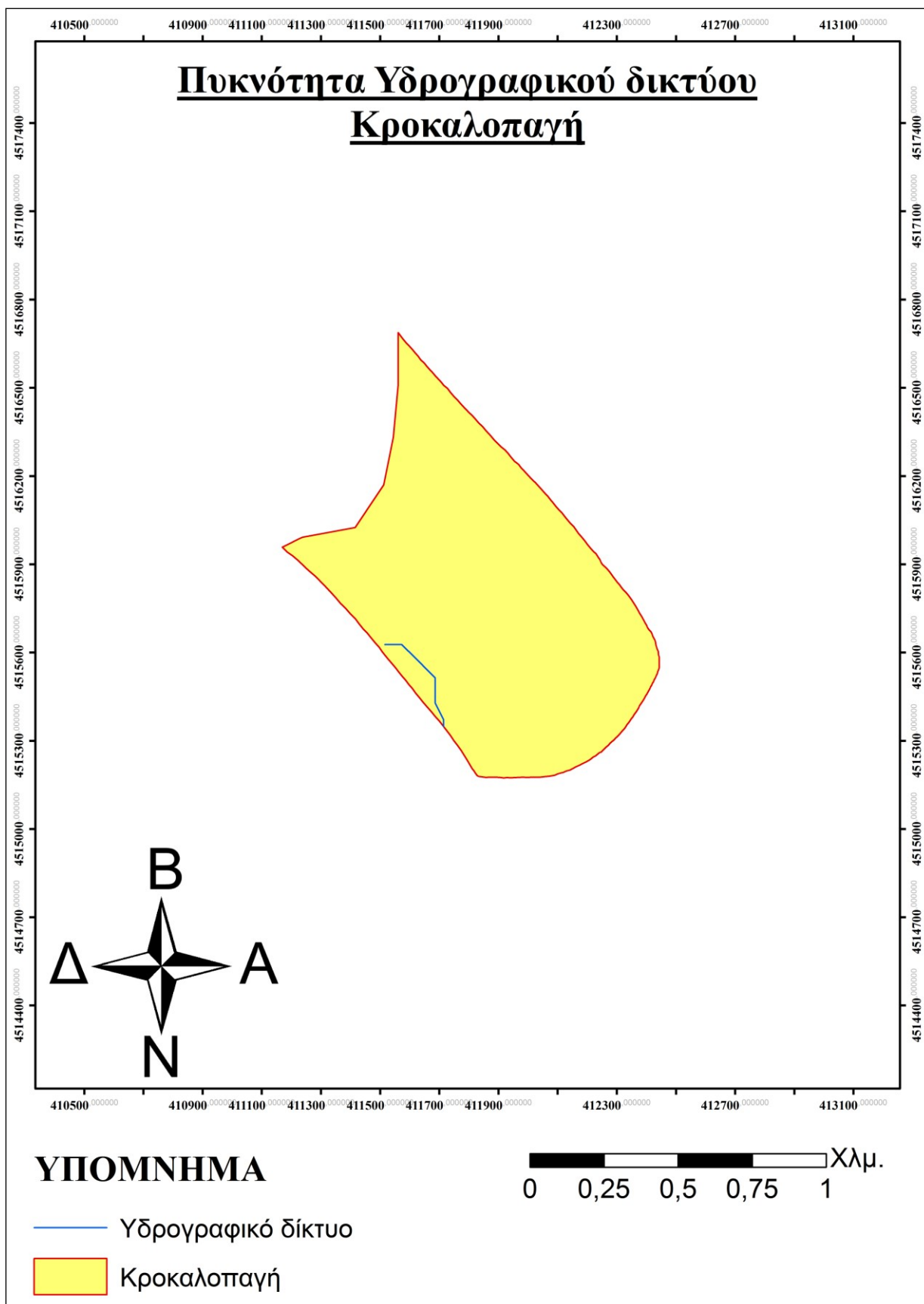
Σχήμα 22: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – διμαρμαρυγιακοί γνέυσιοι



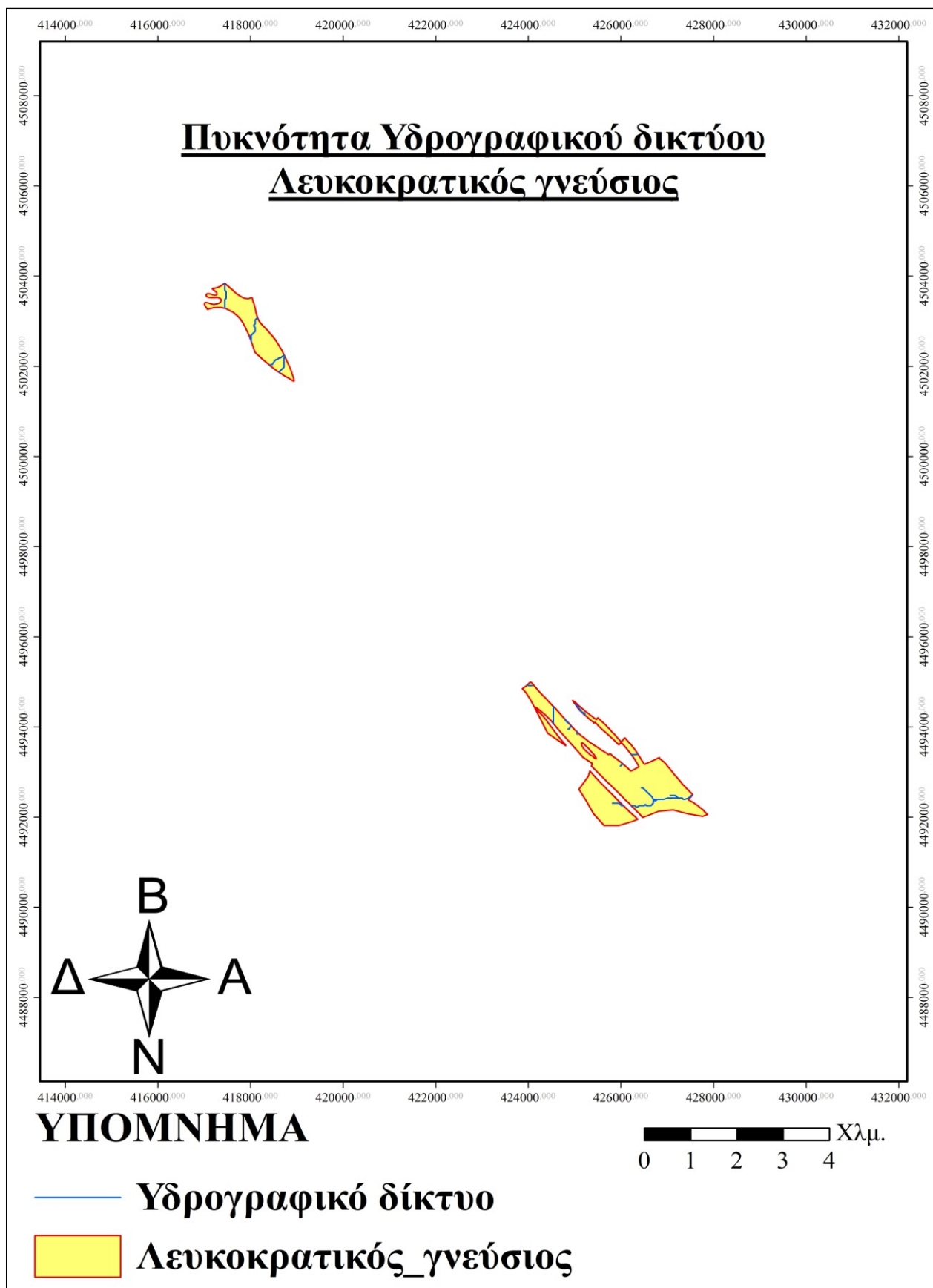
Σχήμα 23: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – διμαρμαρυγιακός γρανίτης



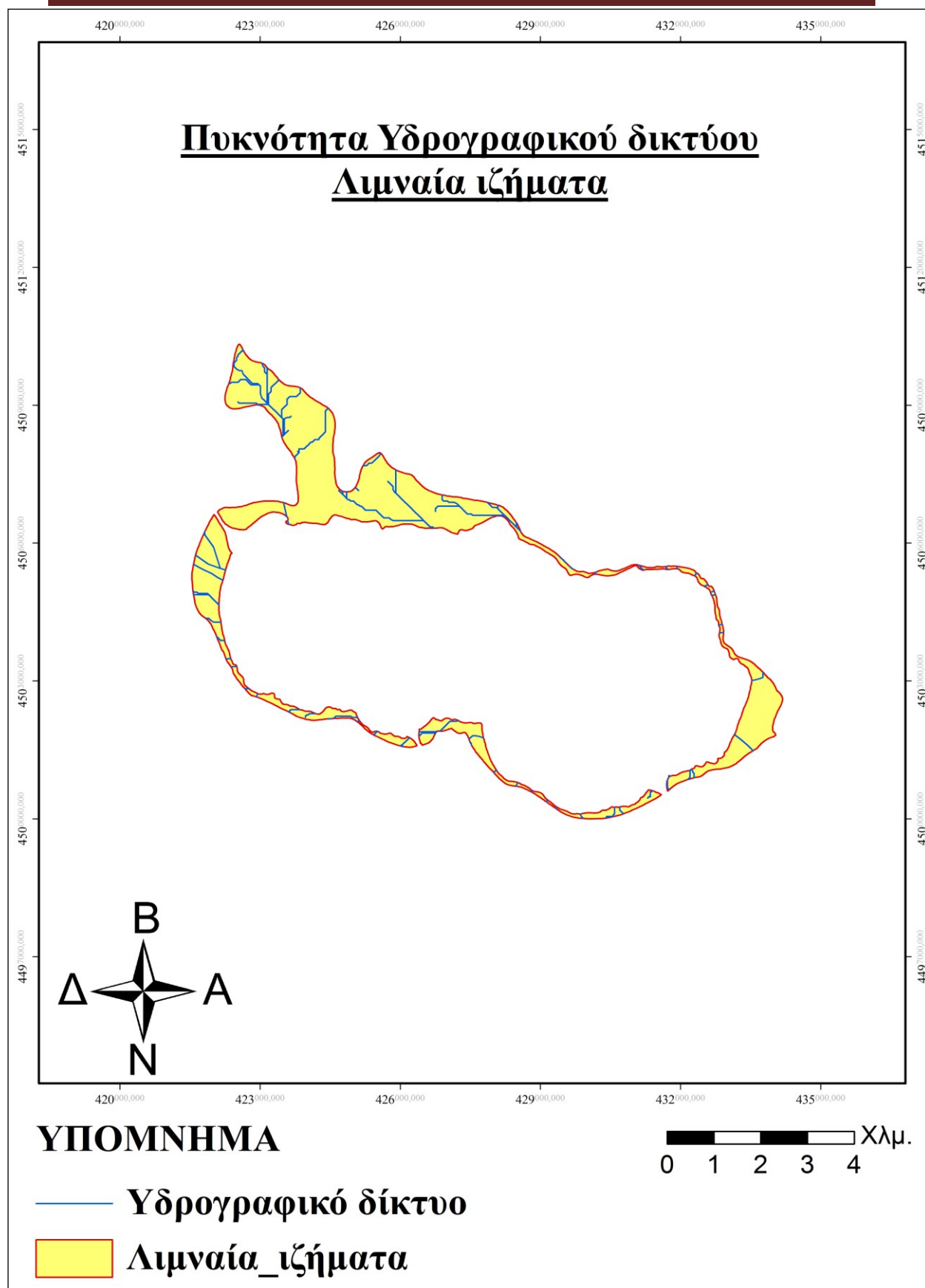
Σχήμα 24: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – κατώτερη βαθμίδα



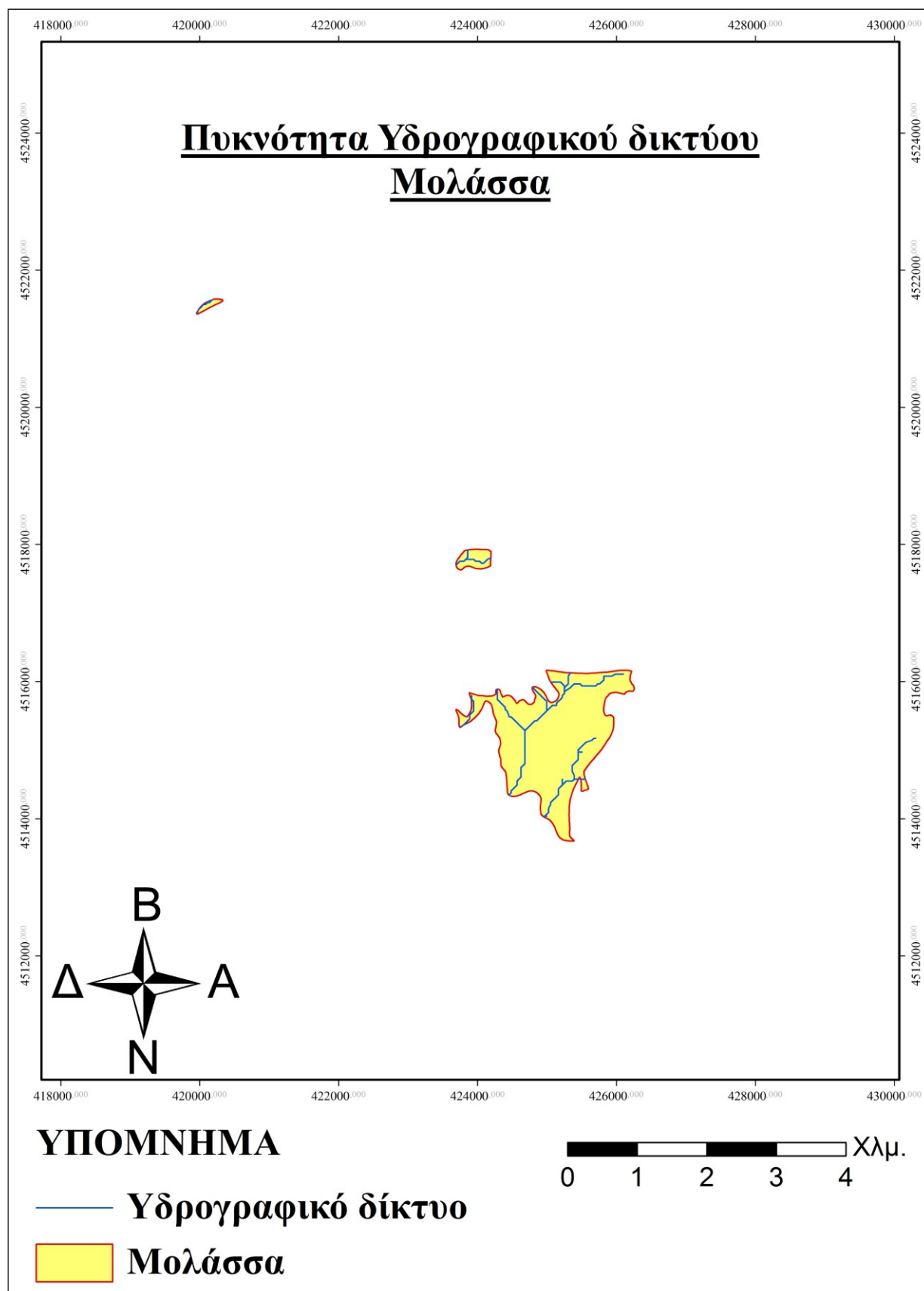
Σχήμα 25: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – κροκαλοπαγή



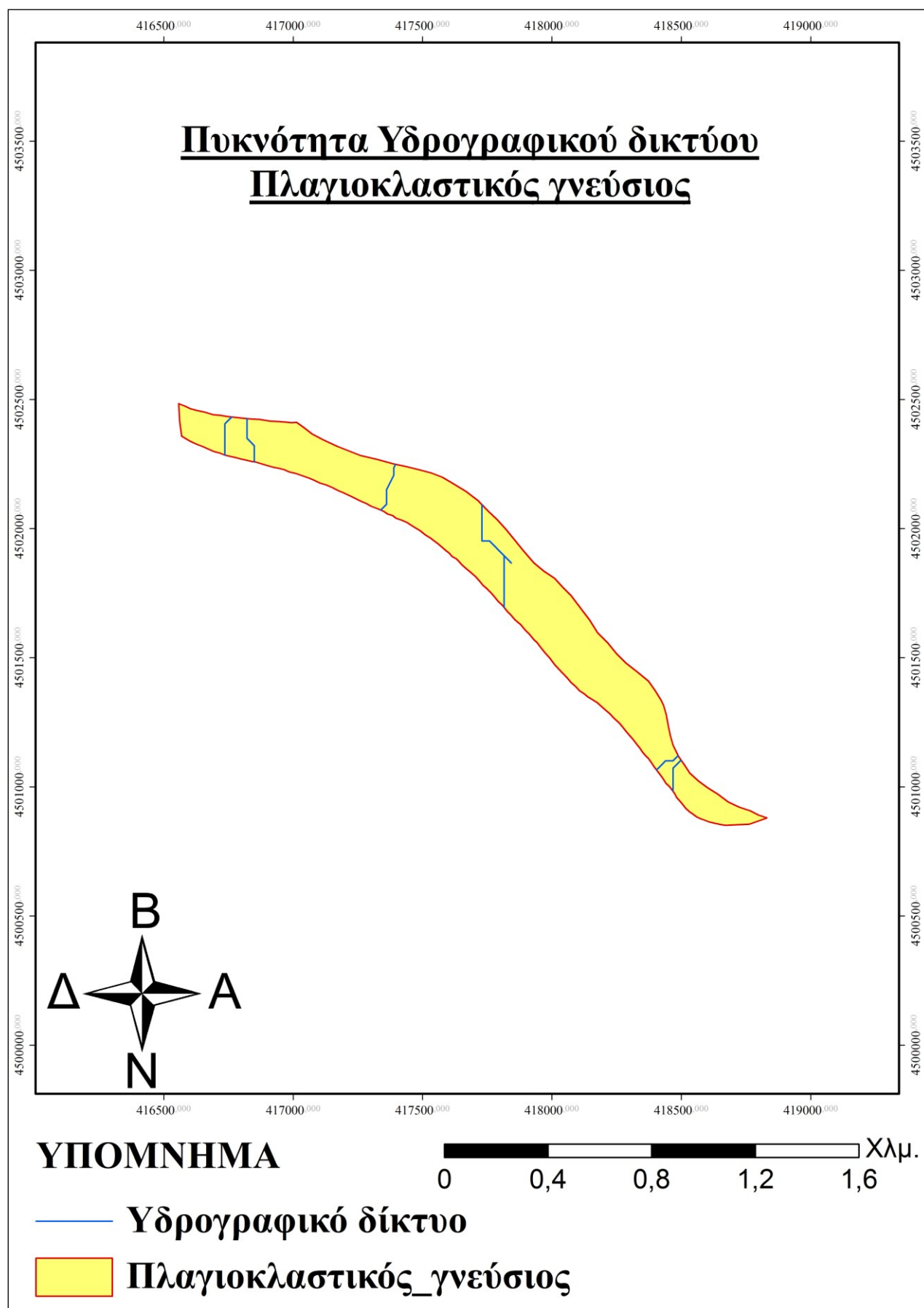
Σχήμα 26: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – λευκοκρατικός γνεύσιος



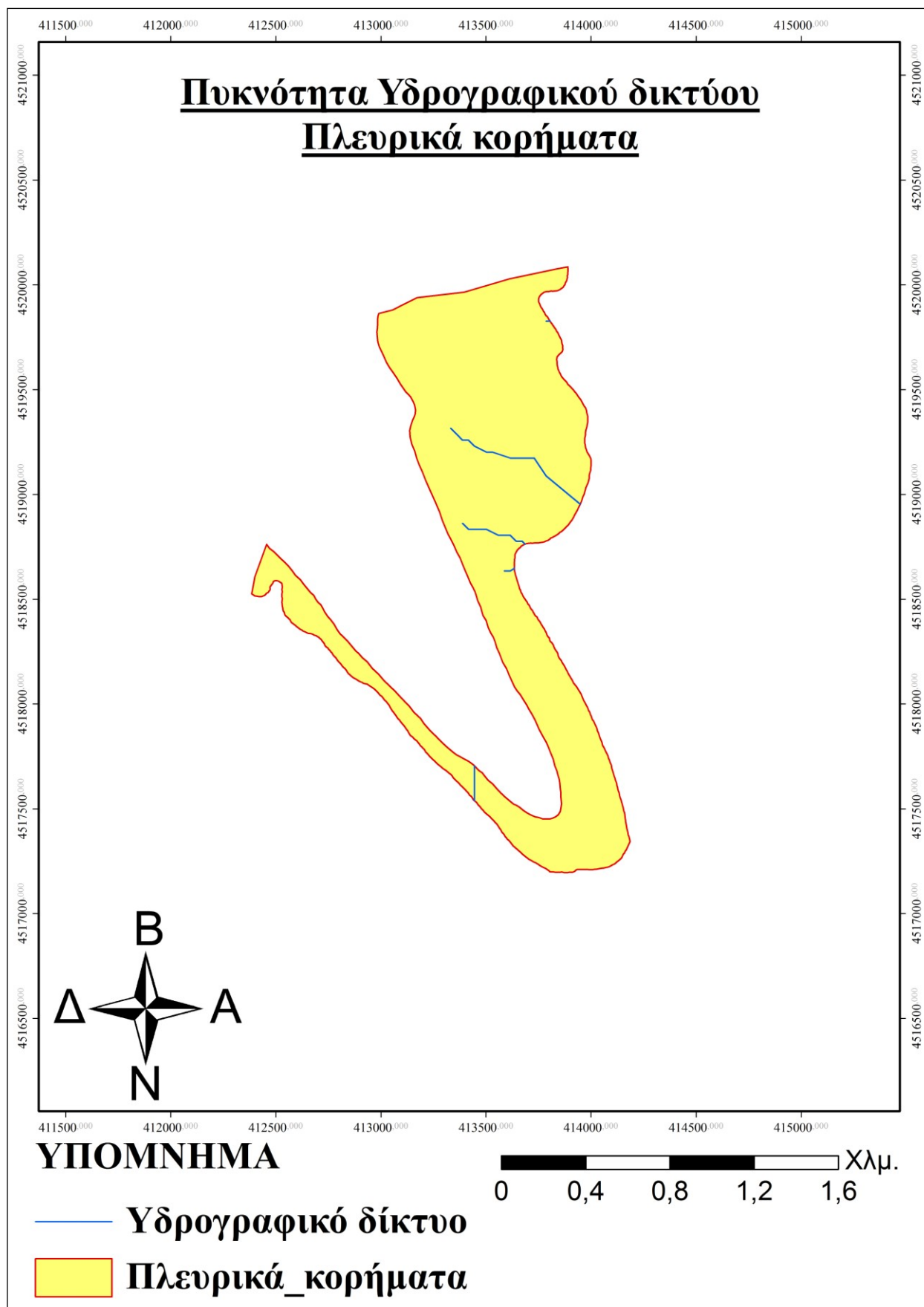
Σχήμα 27: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – λιμναία ιζήματα



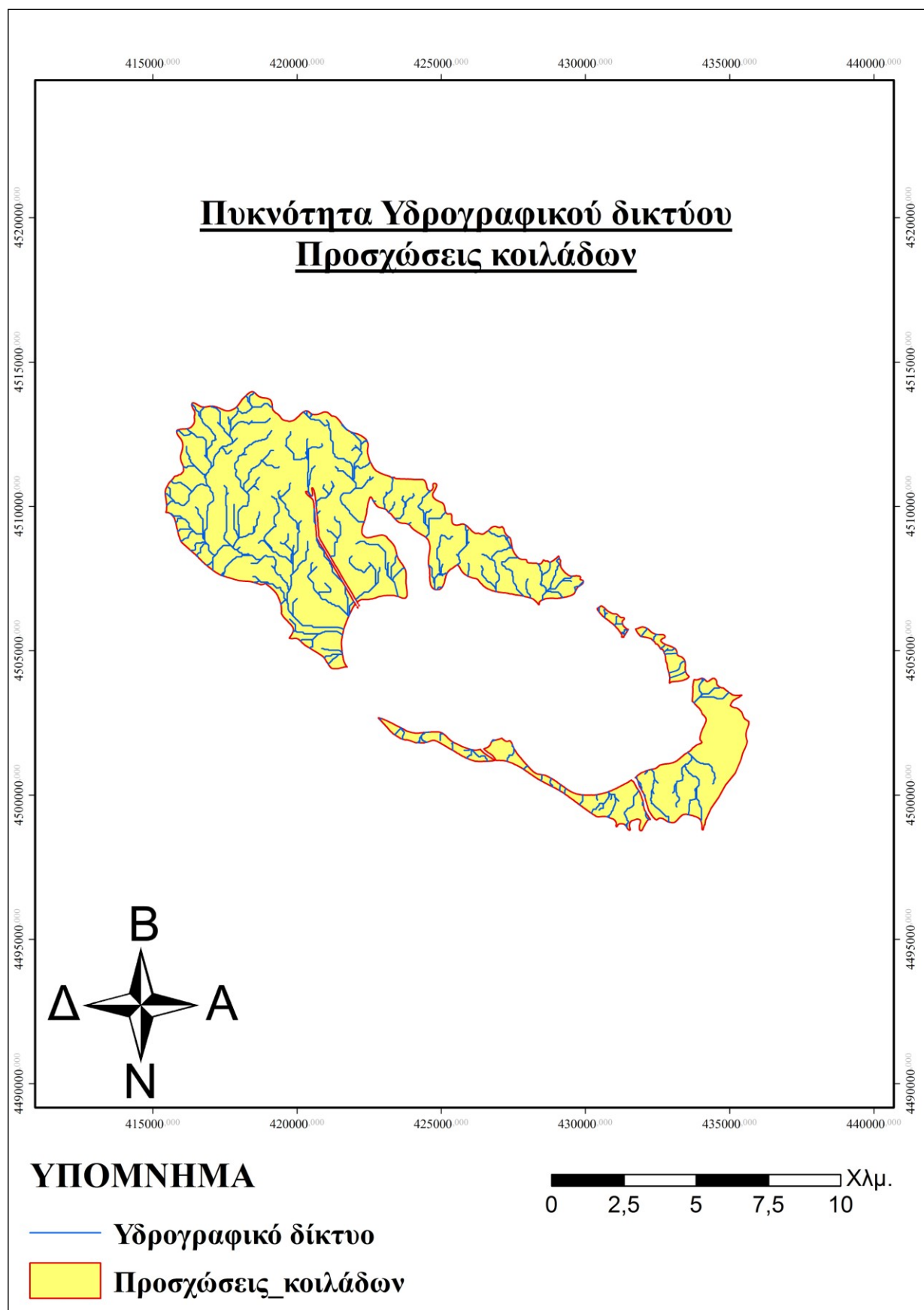
Σχήμα 28: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – μολάσσα



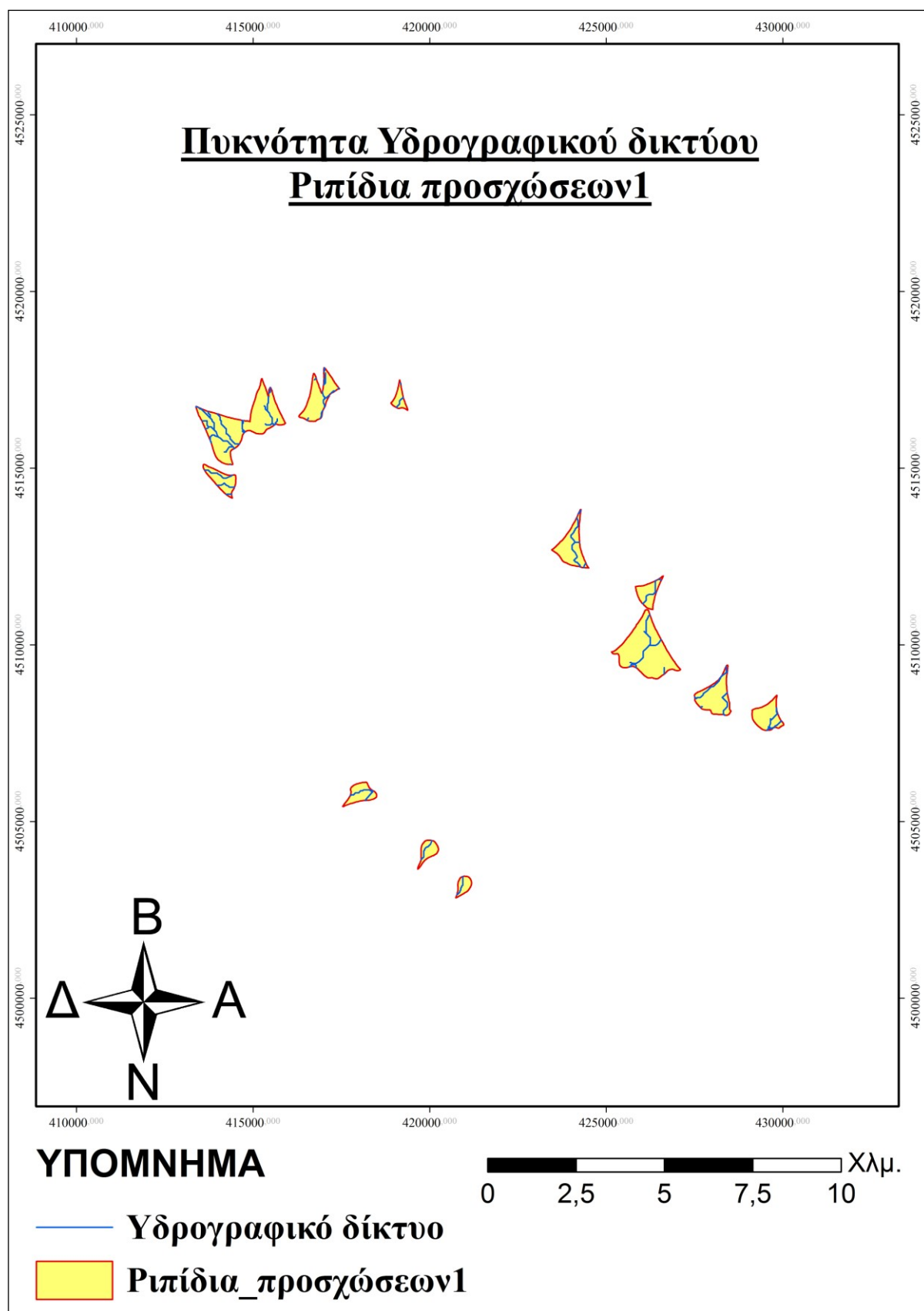
Σχήμα 29: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – πλαγιοκλαστικός γνεύσιος



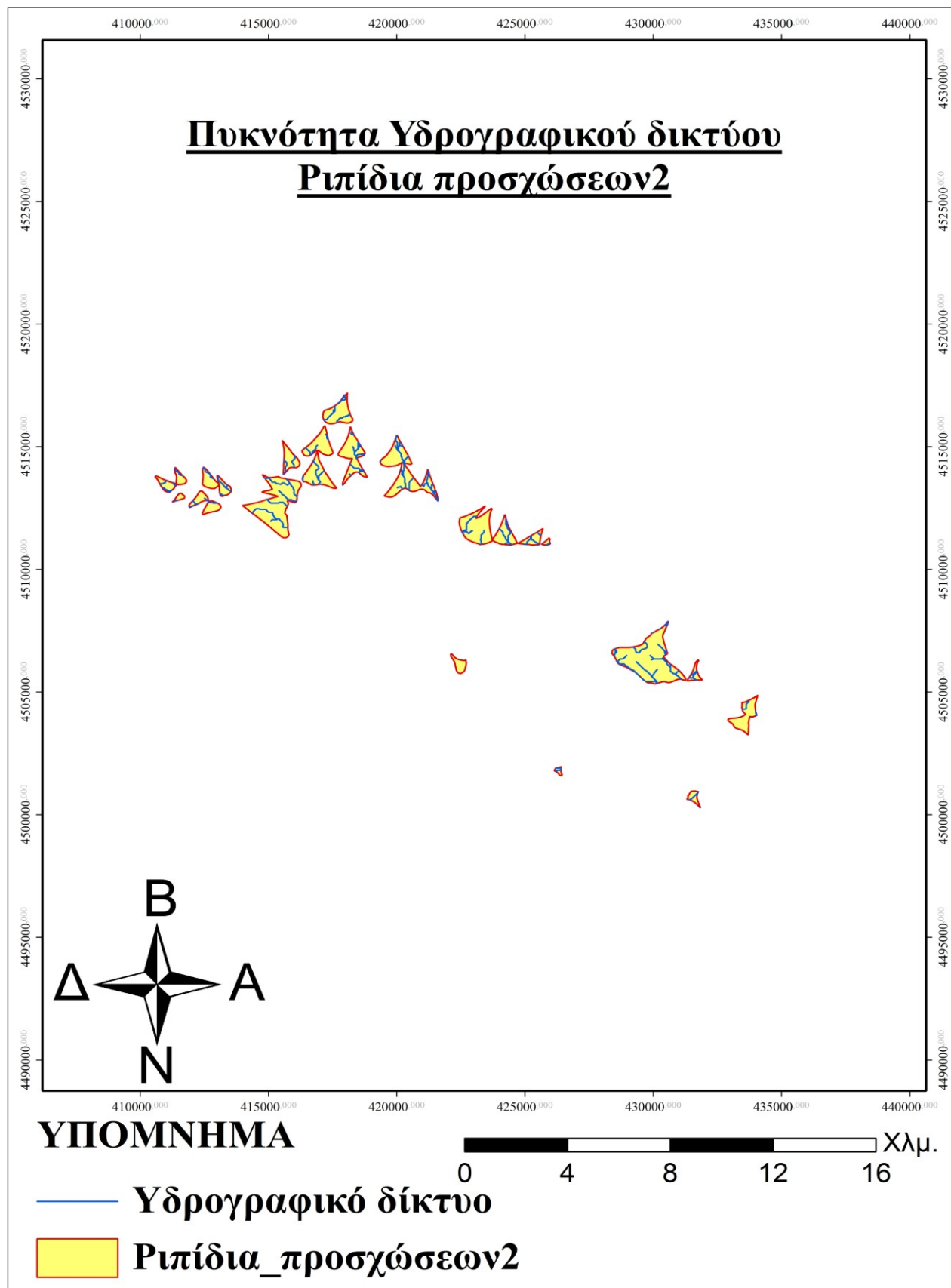
Σχήμα 30: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – πλευρικά κορήματα

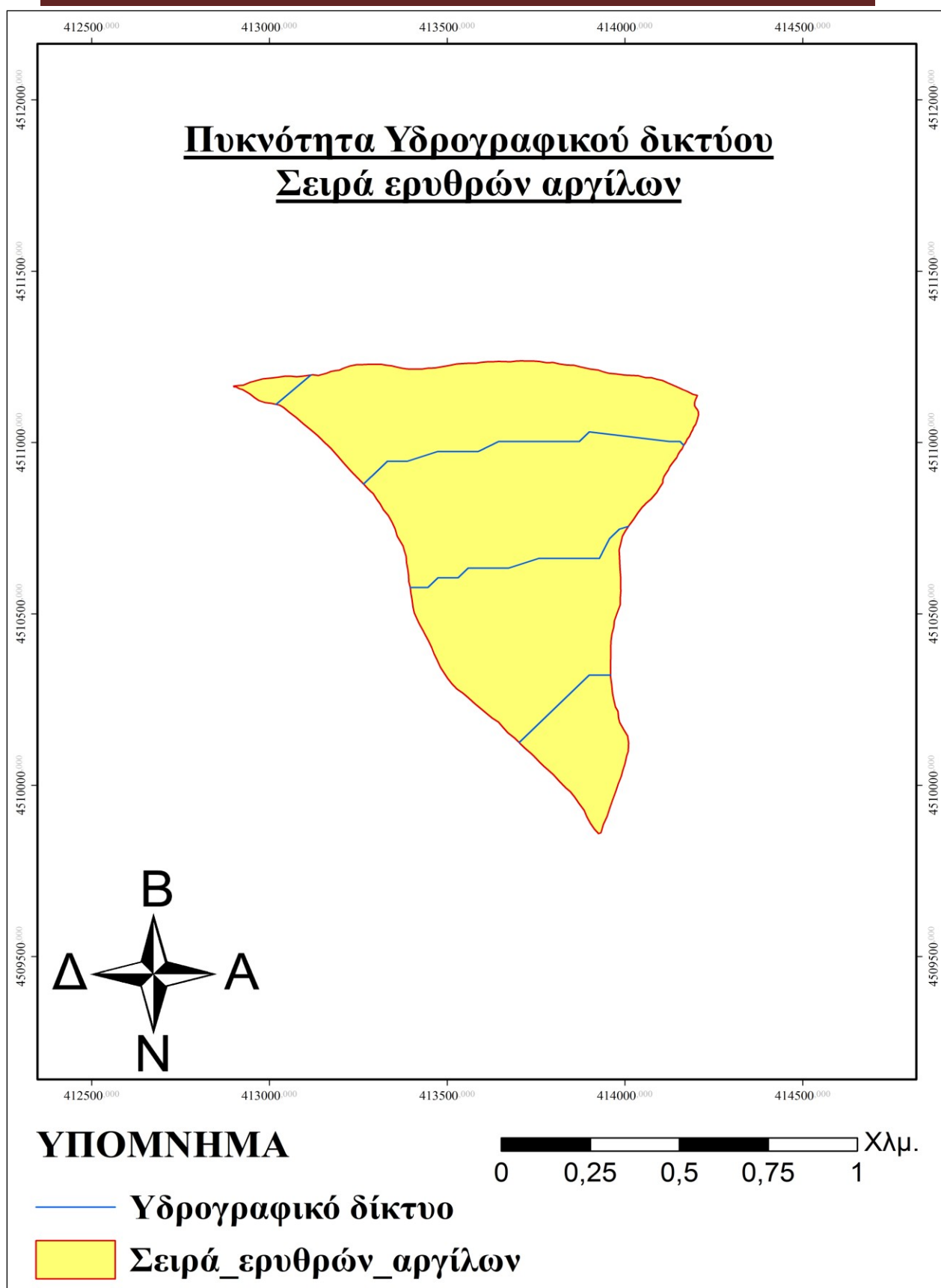


Σχήμα 31: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – προσχώσεις κοιλάδων

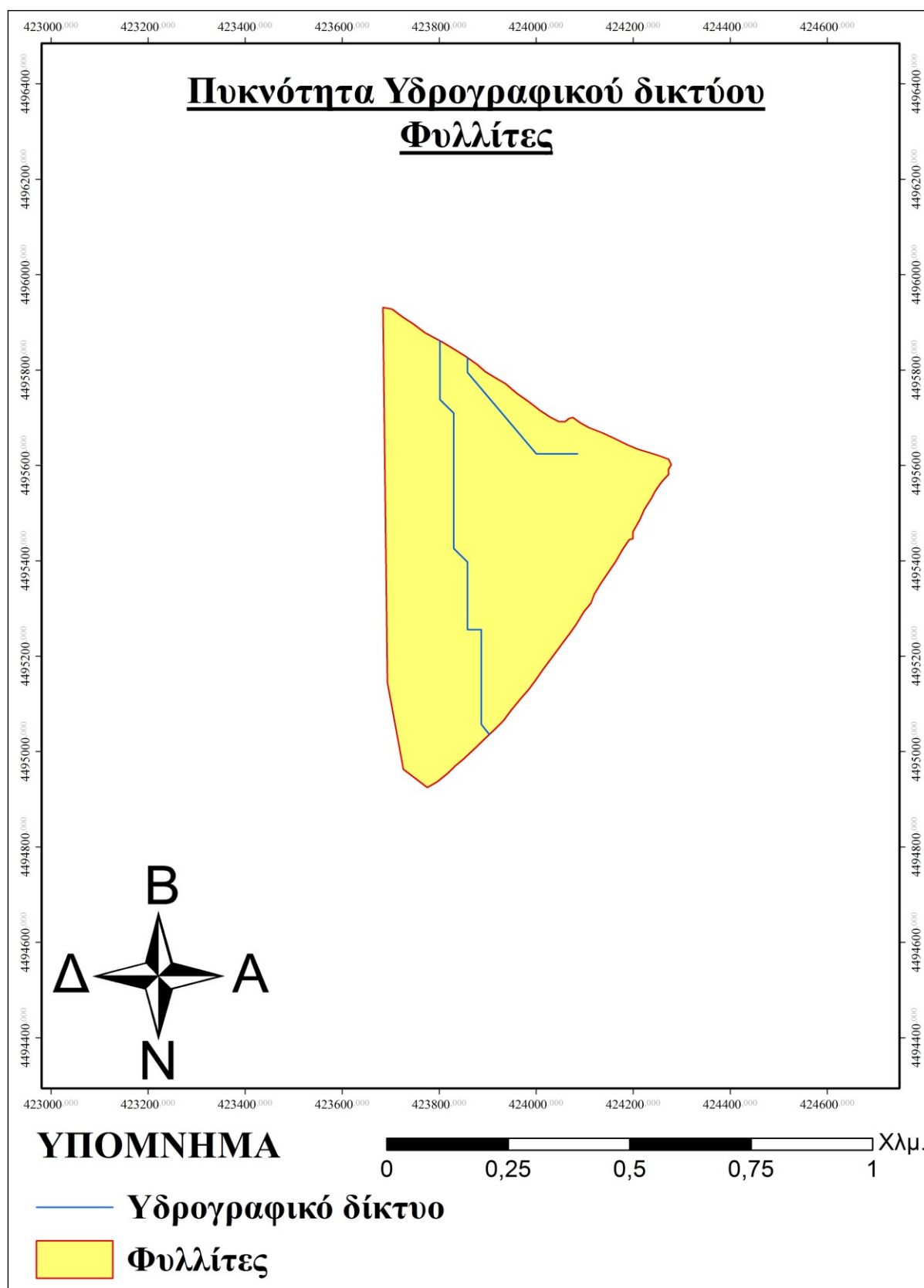


Σχήμα 32: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ριπίδια προσχώσεων 1





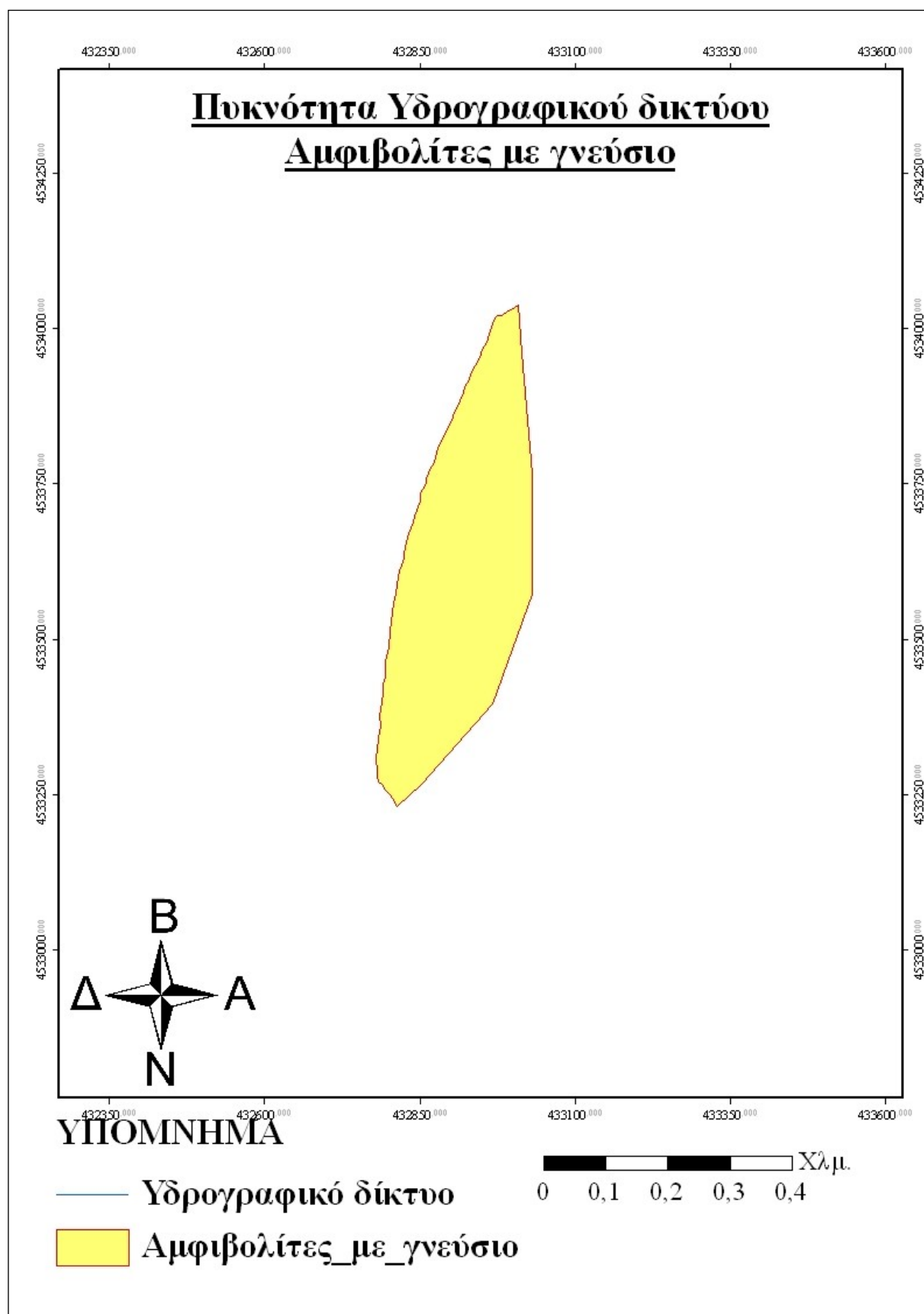
Σχήμα 34: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – σειρά ερυθρών αργίλων



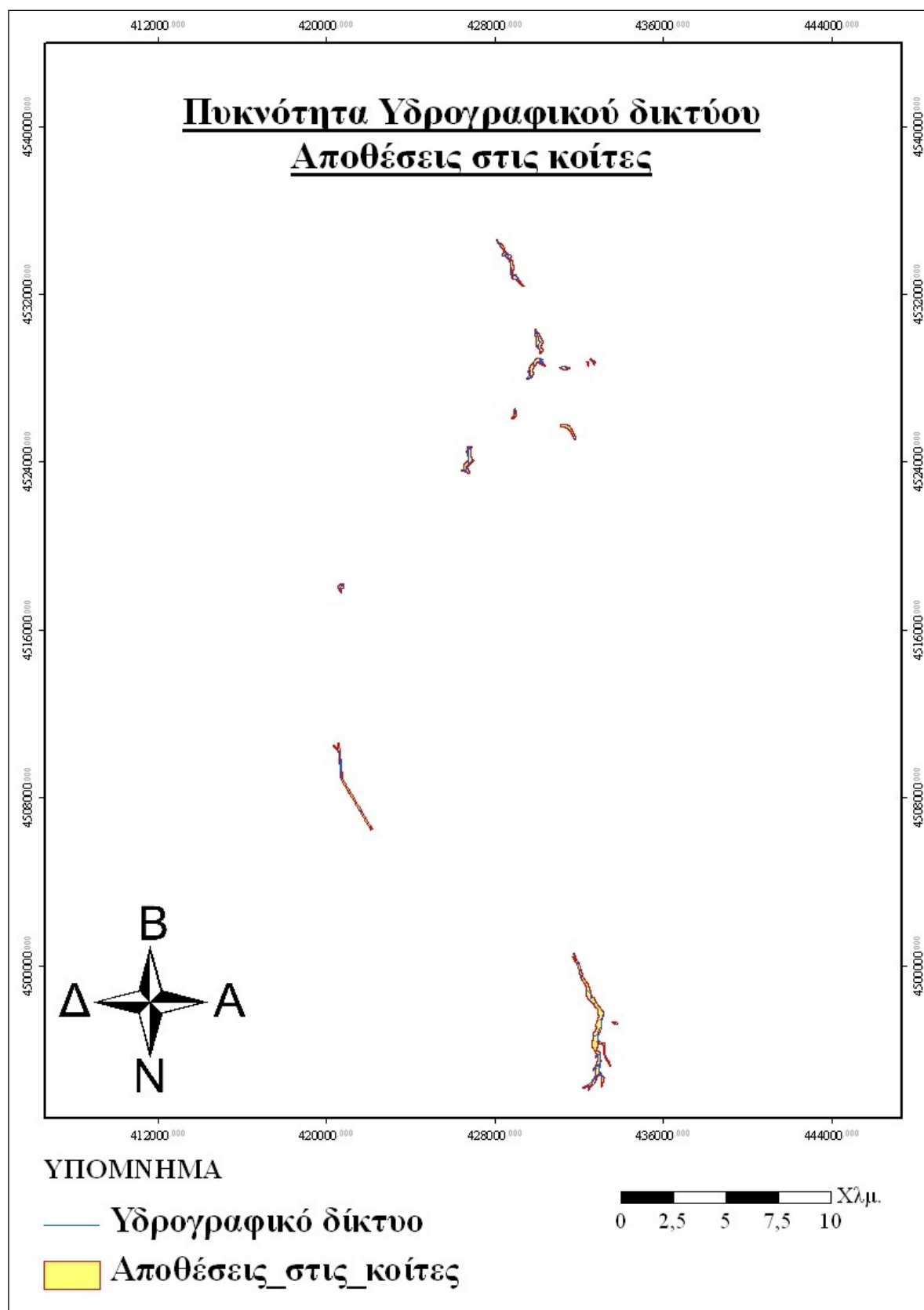
Σχήμα 35: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – φυλλίτες



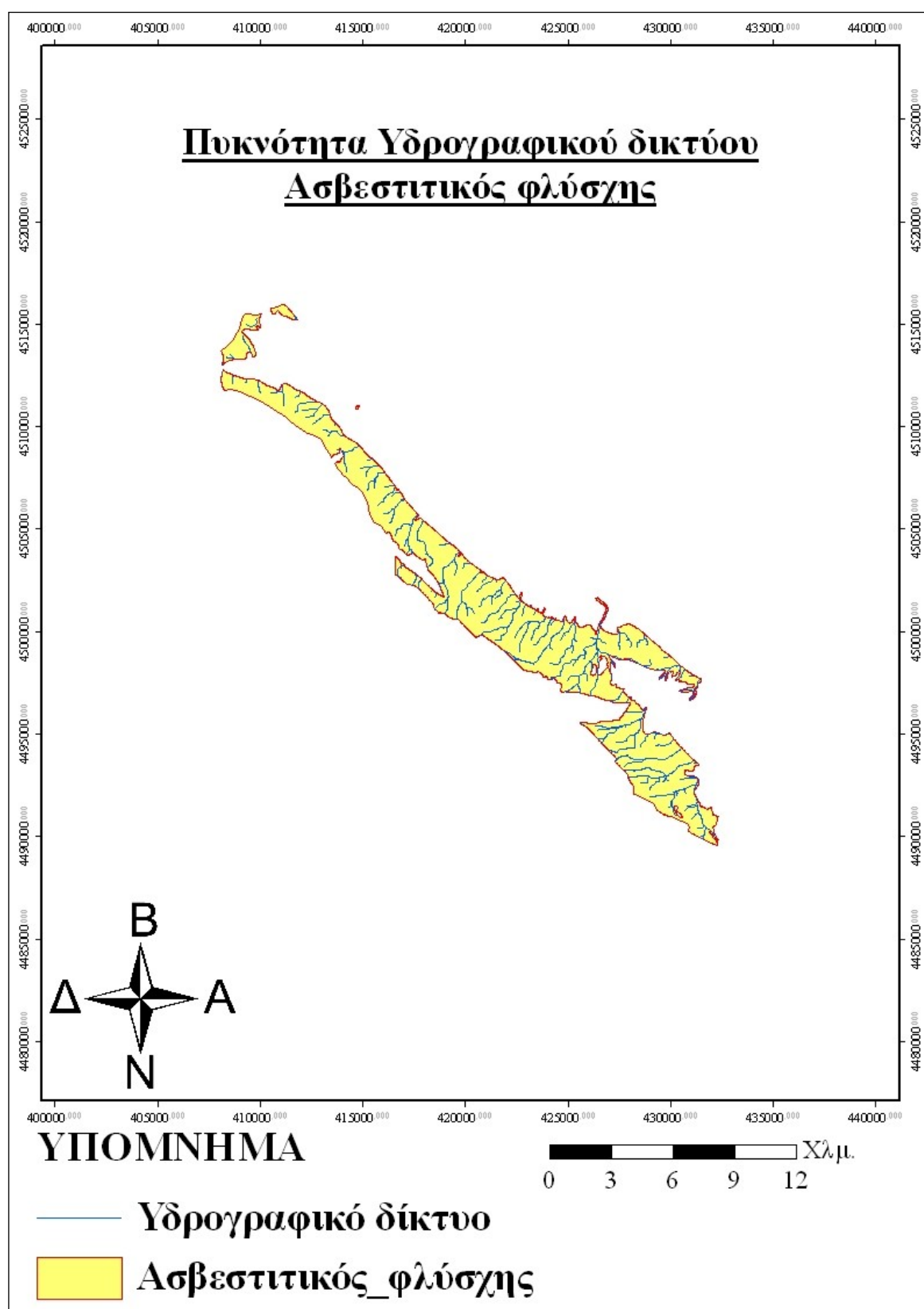
Σχήμα 36: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – αμφιβολίτες



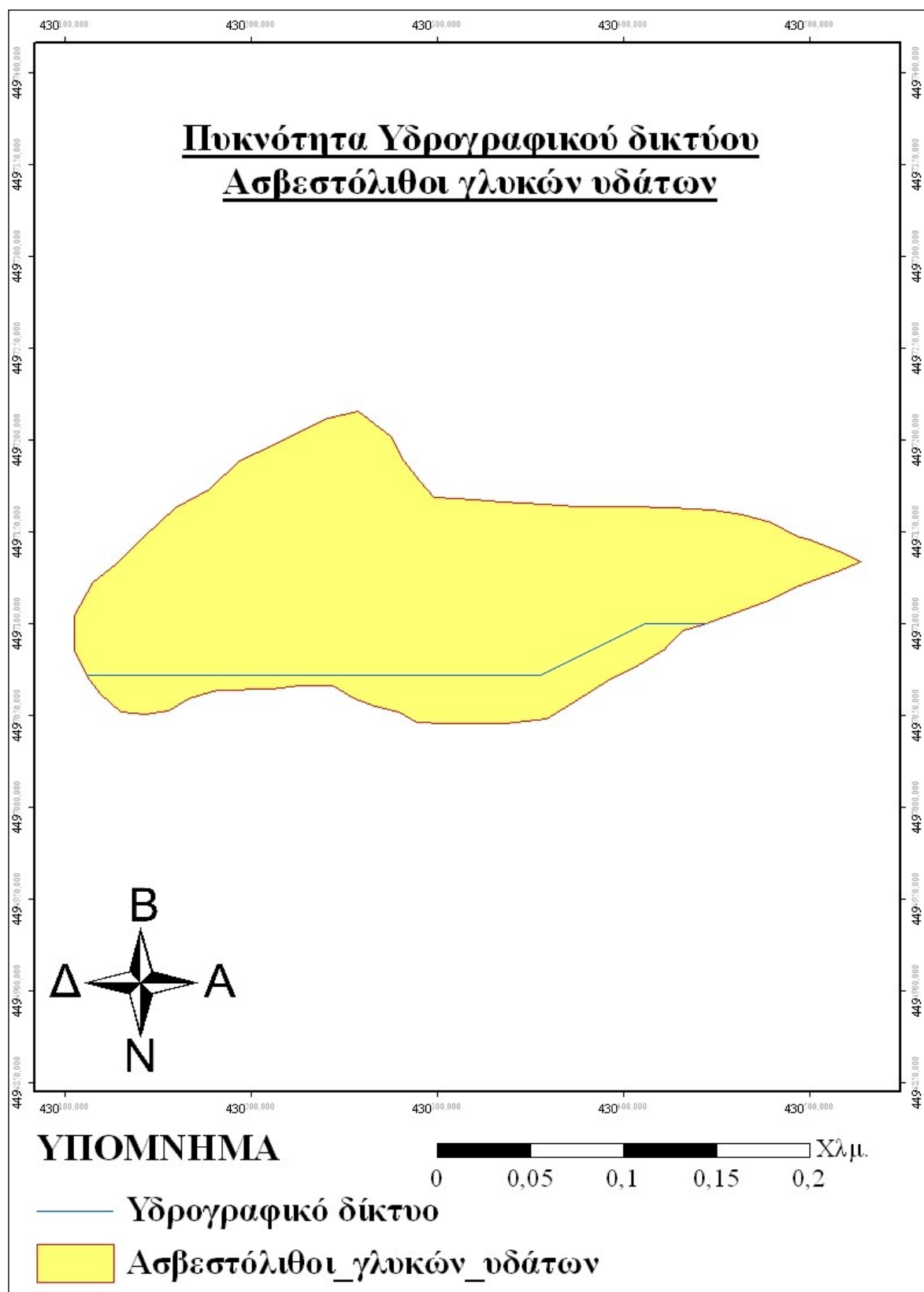
Σχήμα 37: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – αμφιβολίτες με γνεύσιο



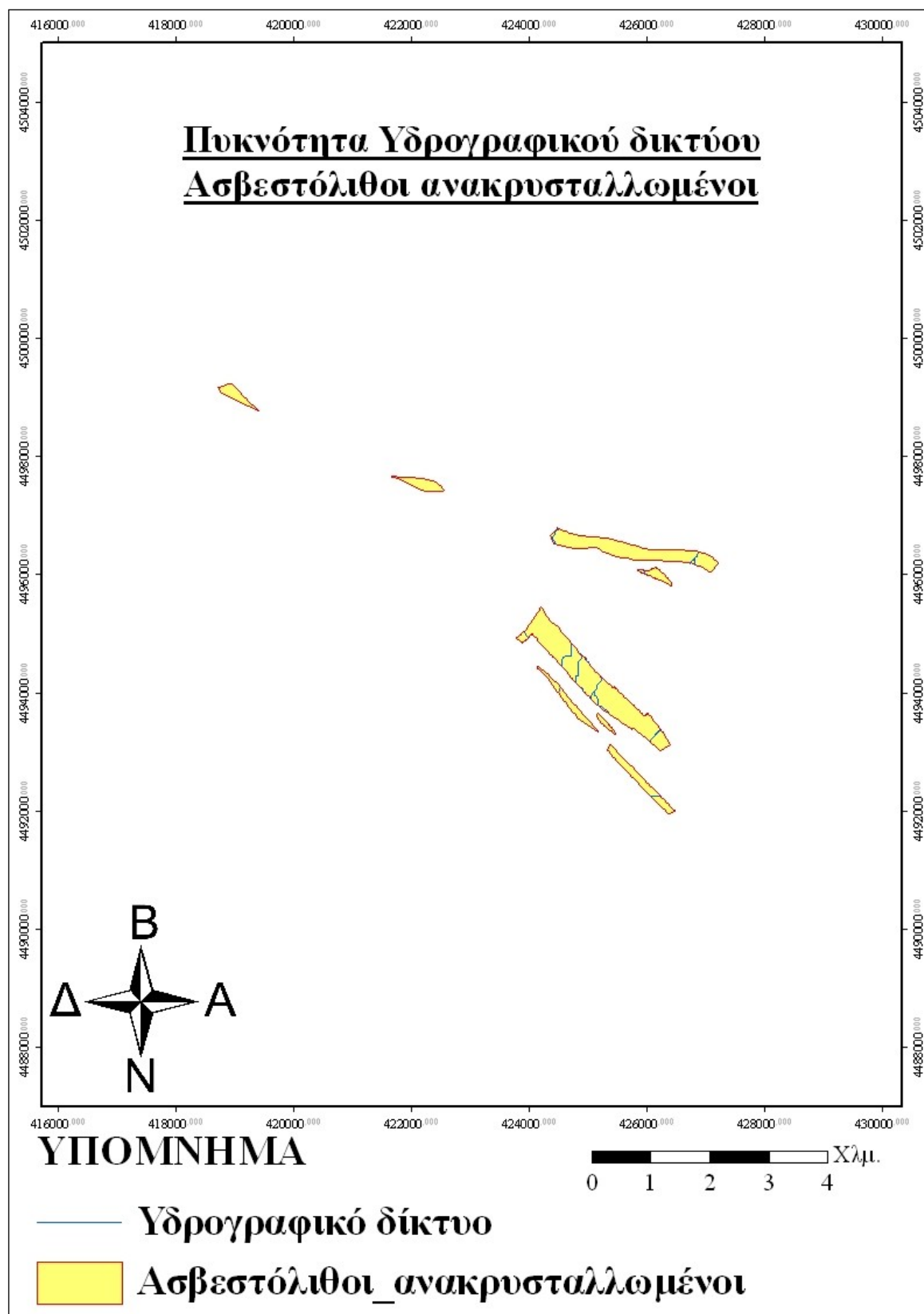
Σχήμα 38: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – αποθέσεις στις κοίτες



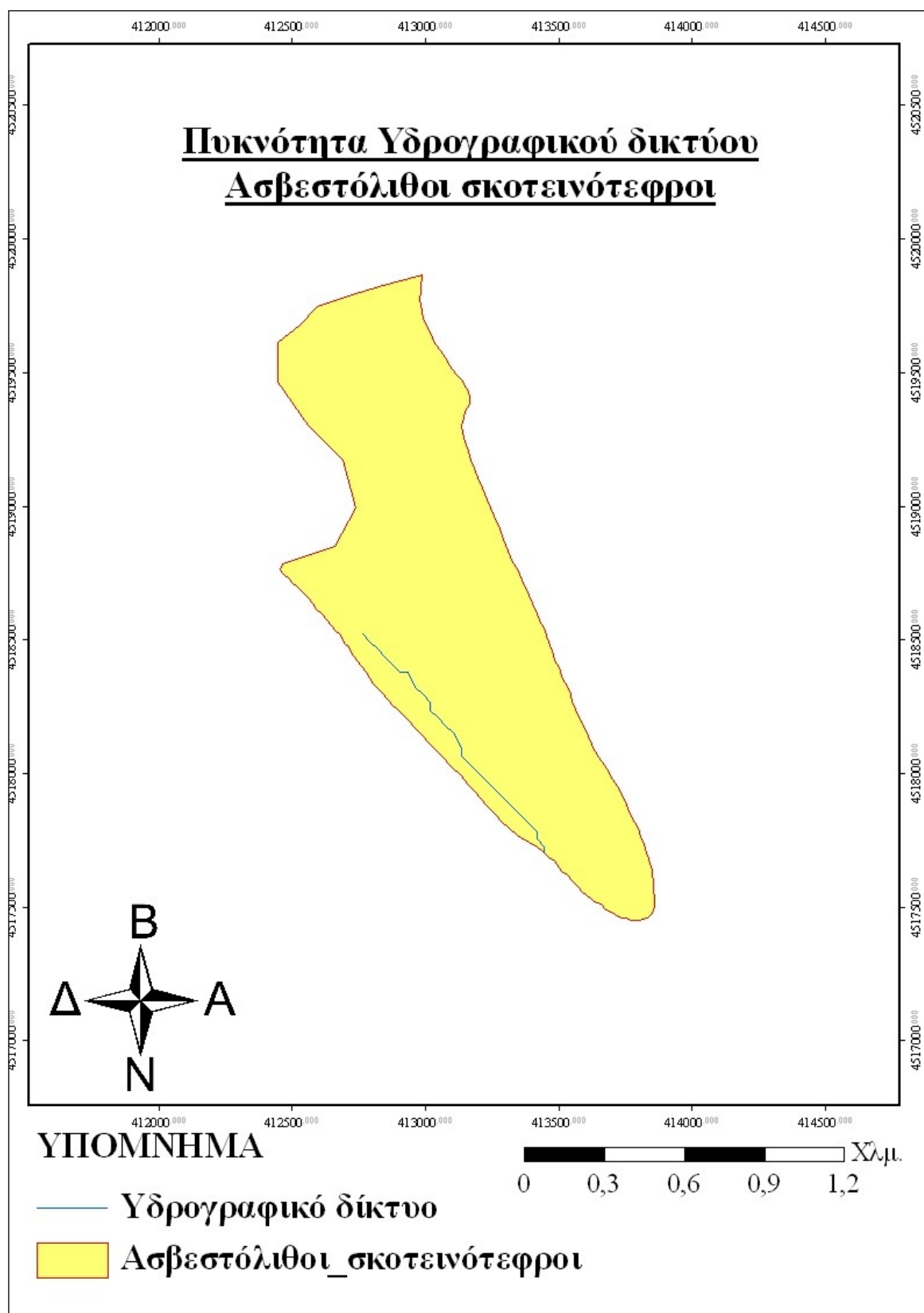
Σχήμα 39: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ασβεστιτικός φλύσσης



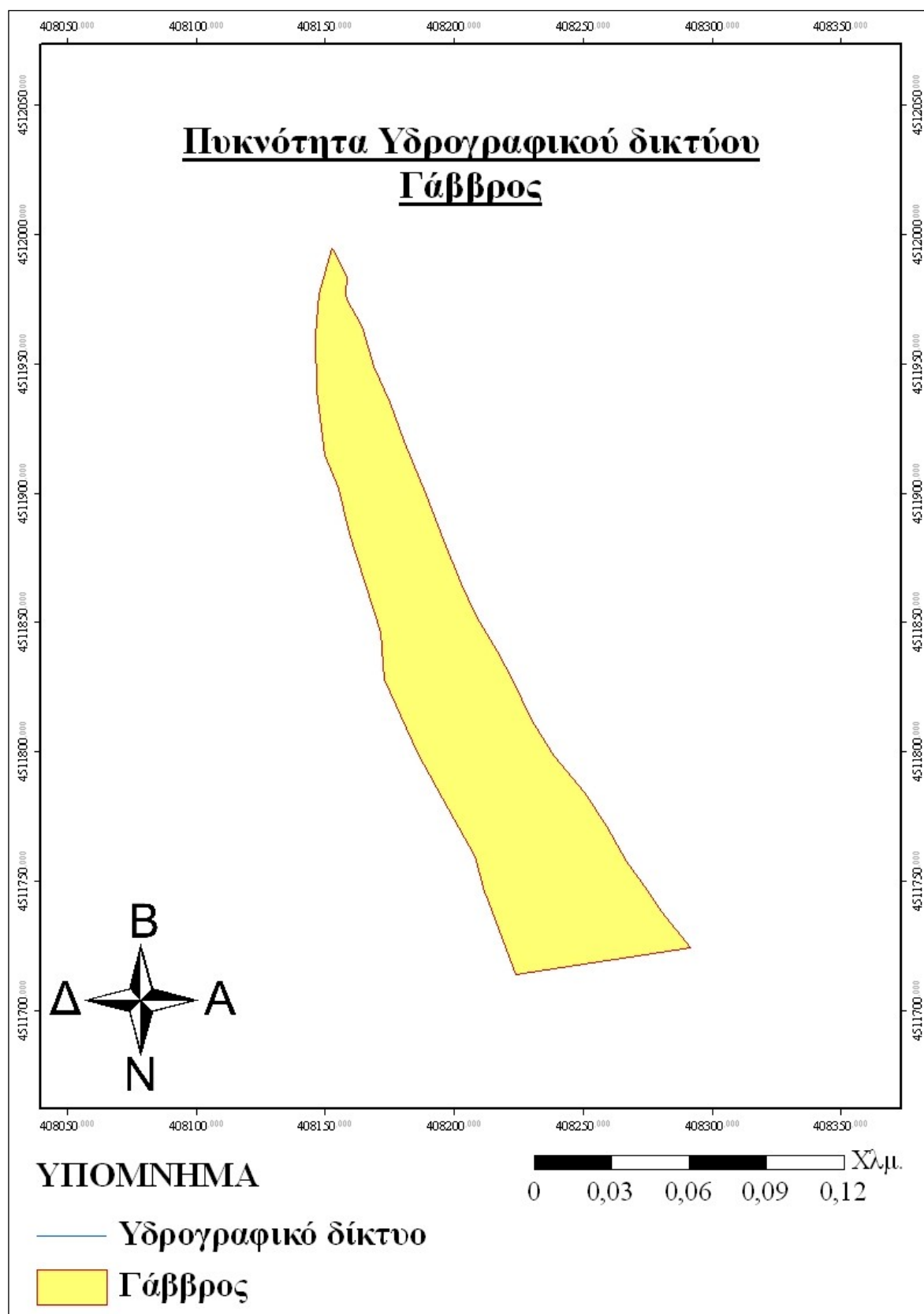
Σχήμα 40: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ασβεστόλιθοι γλυκών υδάτων



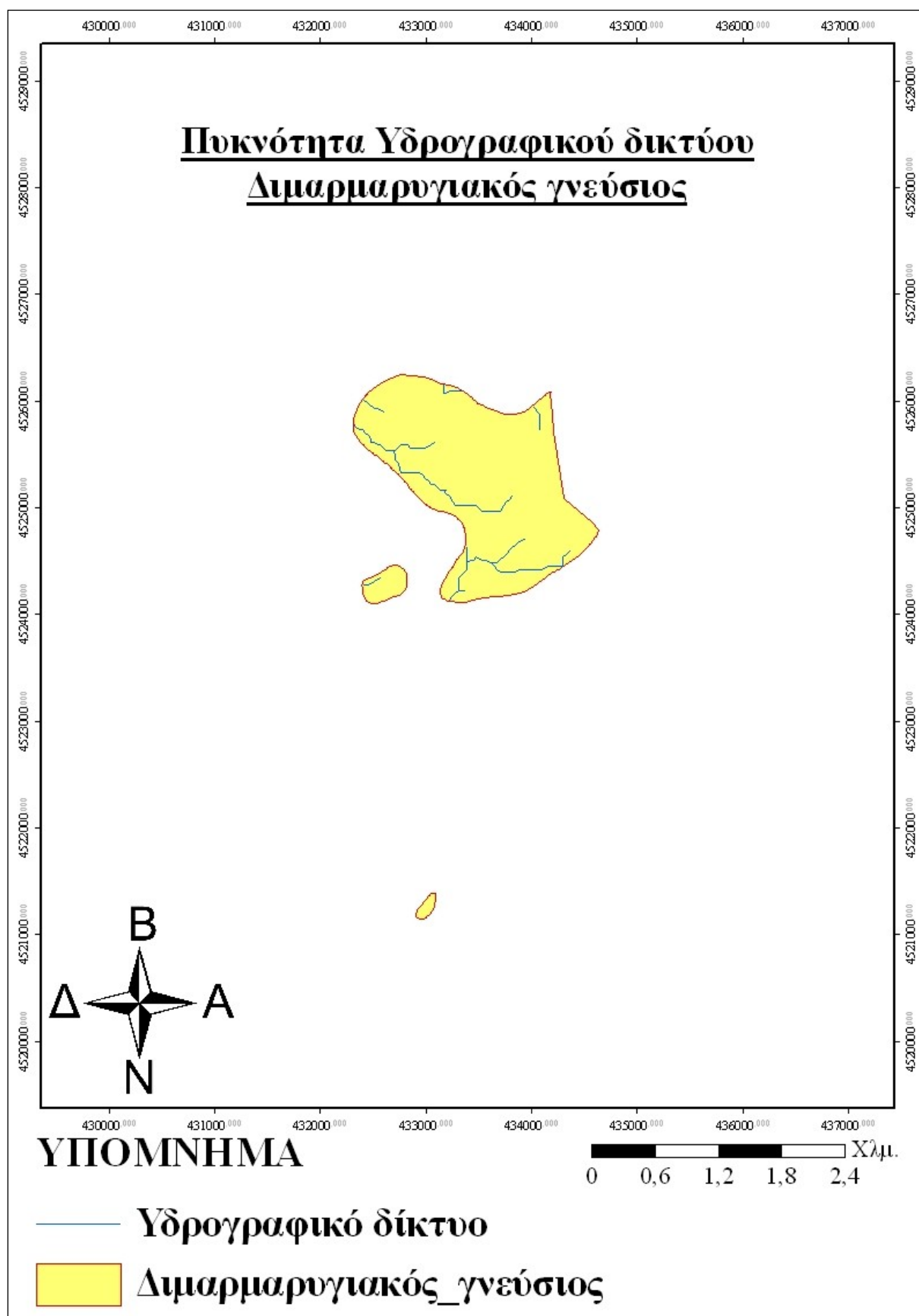
Σχήμα 41: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ασβεστόλιθοι ανακρυσταλλωμένοι



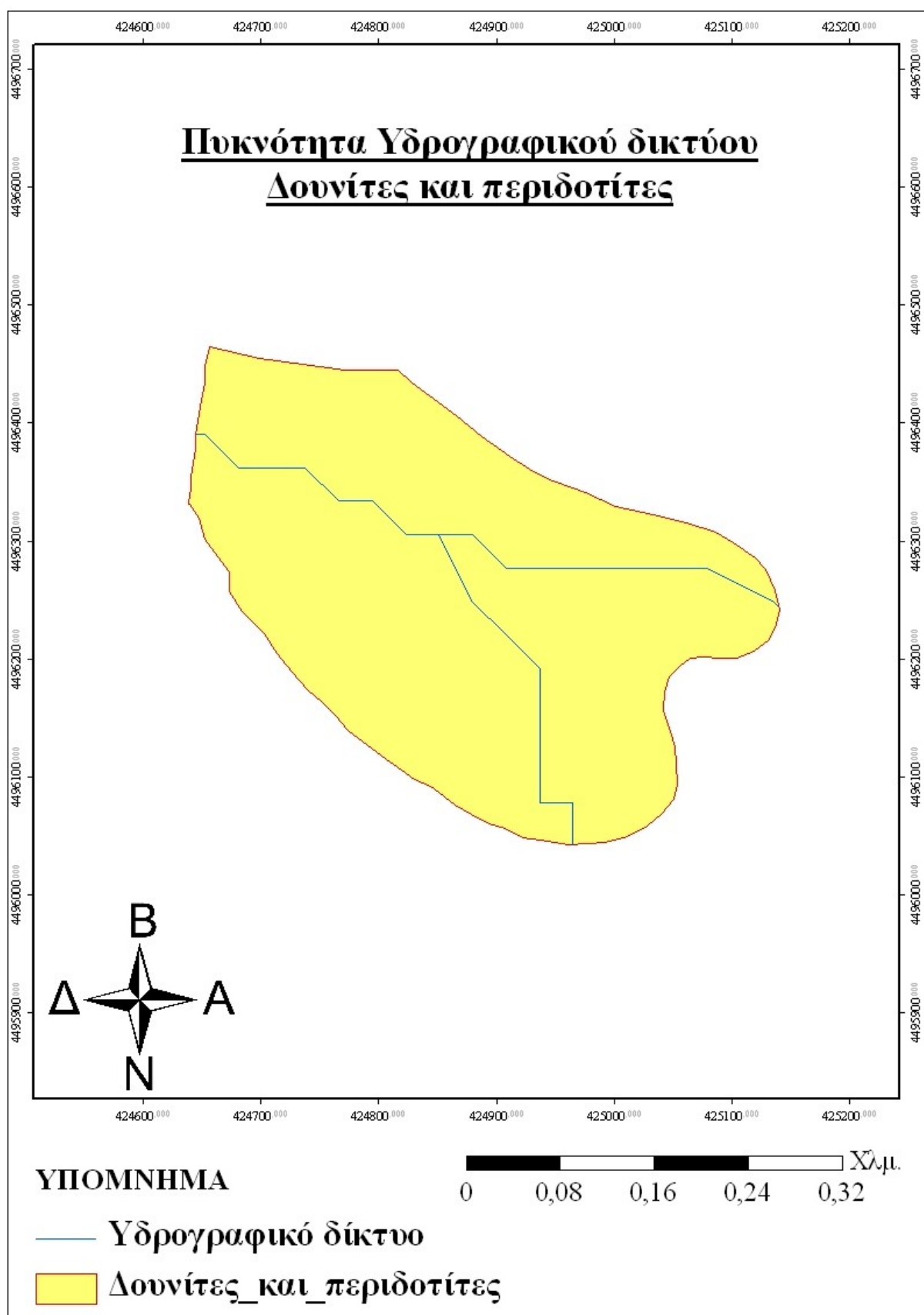
Σχήμα 42: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ασβεστόλιθοι σκοτεινότεφροι



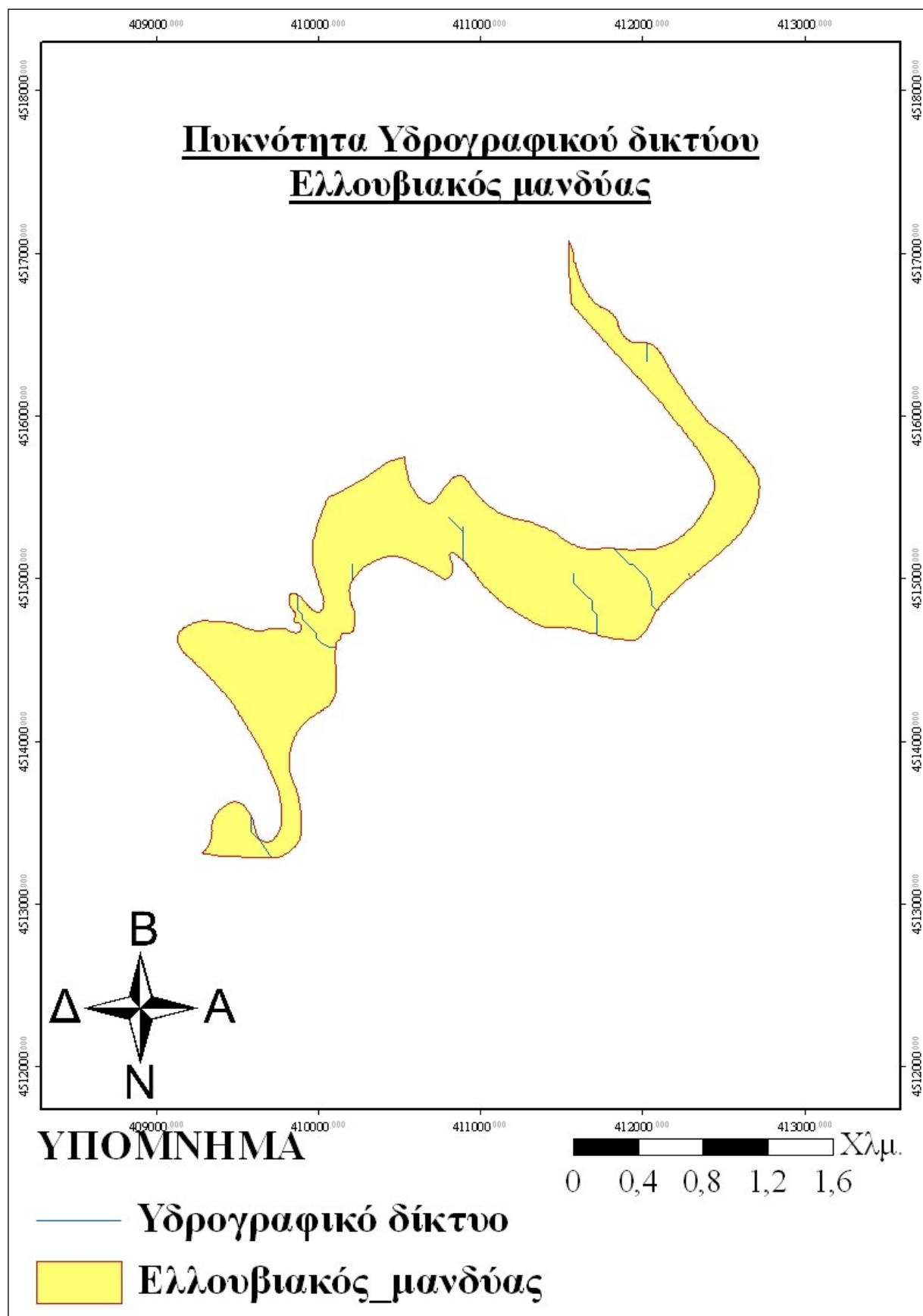
Σχήμα 43: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – γάββρος



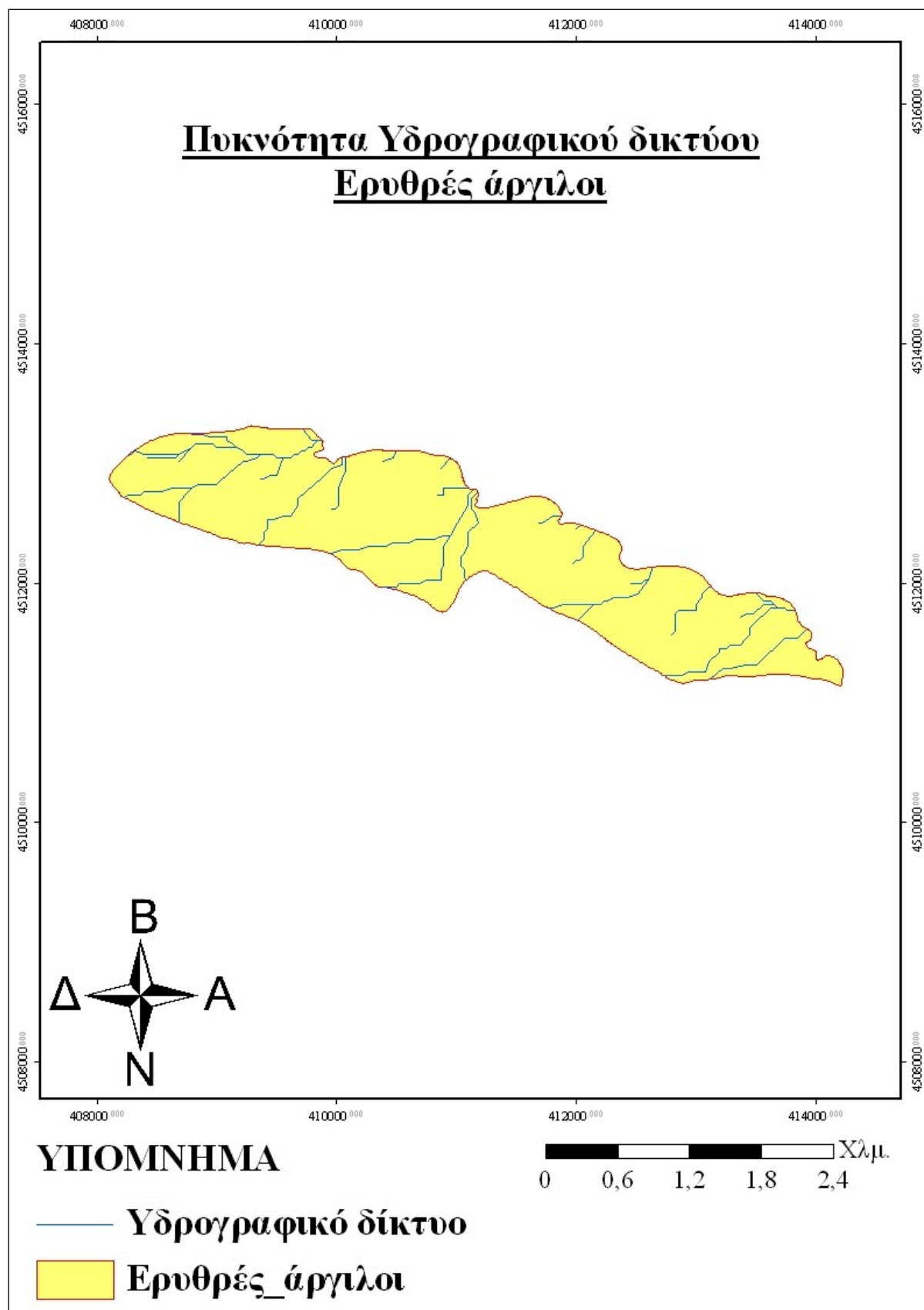
Σχήμα 44: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – διμαρμαρυγιακός γνεύσιος



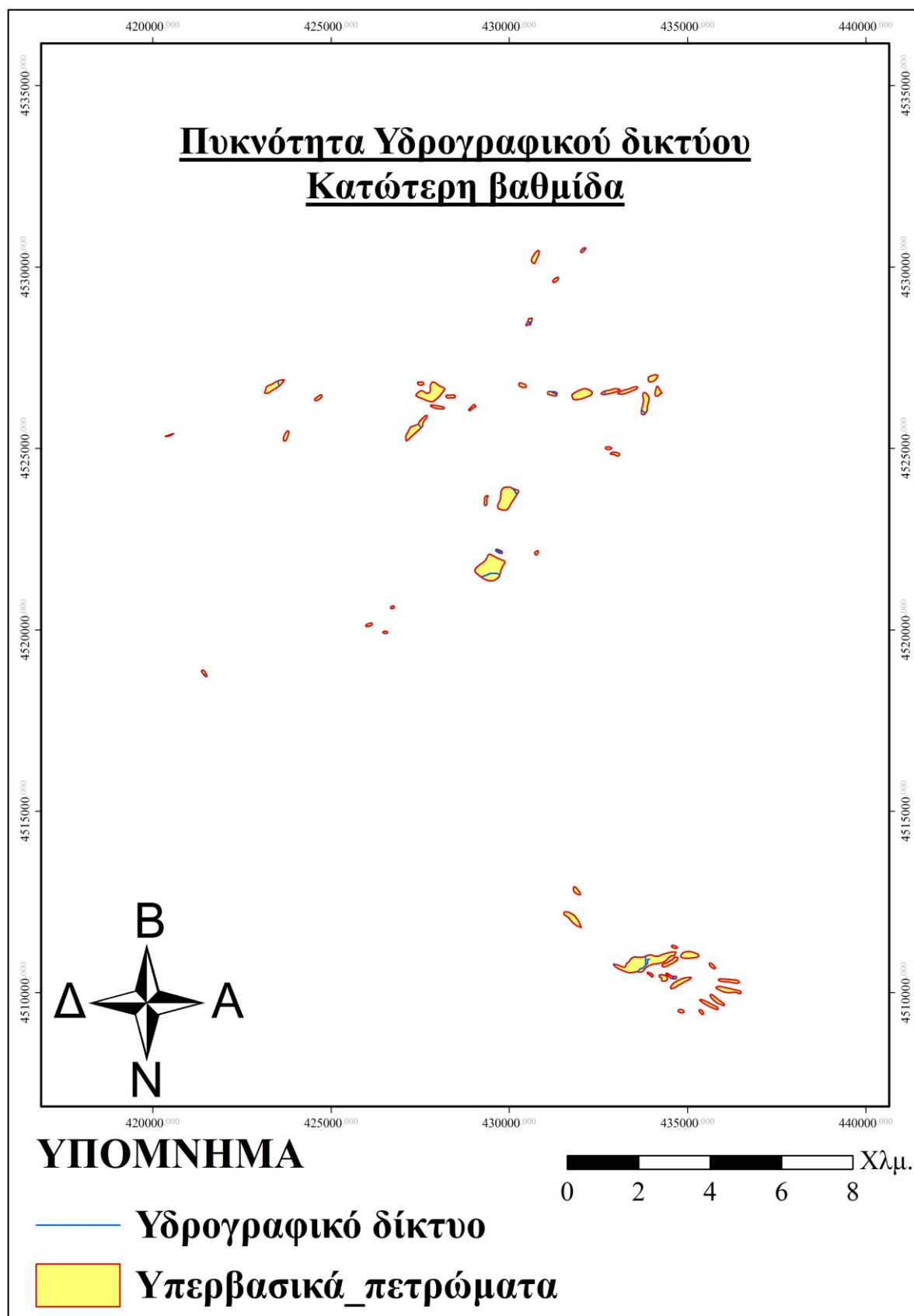
Σχήμα 45: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – δουνίτες και περιδοτίτες



Σχήμα 46: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ελλουβιακός μανδύας



Σχήμα 47: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – ερυθρές άργιλοι



Σχήμα 48: Πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου – κατώτερη βαθμίδα

Παράρτημα

ΕΚΤΑΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

Βήματα για να βρούμε την έκταση που καταλαμβάνει η υδρογραφική λεκάνη:

1. Επιλέγουμε το **Open Attribute Table**.
2. Στη συνέχεια επιλέγουμε το **Add field** για να προσθέσουμε μία καινούρια στήλη, την οποία ονομάζουμε «Εμβαδόν».
3. Πάνω στο καινούριο **Field** πατάμε δεξί κλικ.
4. Επιλέγουμε το **Calculate Geometry**.
5. Στο **Area** βάζουμε την μονάδα που επιθυμούμε να έχει το αποτέλεσμα, στην περίπτωση μας επιλέγουμε km².
6. Τέλος μας εμφανίζεται το εμβαδόν της υδρογραφικής λεκάνης.

ΨΗΦΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ (DEM)

Για να δημιουργήσουμε ένα ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Επιλέγουμε το εικονίδιο **Arctoolbox** που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων.
2. Διαλέγουμε το **3D Analyst tools**.
3. Έπειτα επιλέγουμε το **Raster**.
4. Και κάνουμε κλικ στην επιλογή **Topo to Raster**.
5. Στο παράθυρο που ανοίγει συμπληρώνουμε τις αντίστοιχες επιλογές στις ισοϋψείς, στη λεκάνη και στο υδρογραφικό δίκτυο. Στο **iso** βάζουμε **contour**, στη **lekani** βάζουμε **boundary** και στο **ydro** βάζουμε **stream**.
6. Τέλος πατάμε OK.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Για να υπολογίσουμε την υδρογραφική πυκνότητα:

1. Επιλέγουμε το εικονίδιο **Arctoolbox** από την γραμμή εργαλείων.
2. Διαλέγουμε το **3D Analysis tools**.
3. Έπειτα επιλέγουμε το **Extract** και μετά το **Clip**.
4. Ανοίγοντας το **Clip** στην επιλογή **Input Features** βάζουμε το υδρογραφικό δίκτυο, στην επιλογή **Clip Features** βάζουμε το λιθολογικό σχηματισμό και στο **Output Features** βάζουμε το υδρογραφικό δίκτυο που είναι «κομμένο» στα όρια του λιθολογικού σχηματισμού.
5. Επιλέγουμε το **Select by attributes**.
6. Στο πλαίσιο της περιγραφής γράφουμε κάθε φορά το όνομα του σχηματισμού που μας ενδιαφέρει. Κάνουμε διπλό κλικ και πατάμε OK.
7. Στη συνέχεια επιλέγουμε το **Editor** και έπειτα το **Start editing**.
8. Επιλέγουμε το selection, κάνουμε δεξί κλικ στο **Lithocopy** και στη συνέχεια πατάμε **Create Layer**.
9. Στο Lithocopy selection κάνουμε δεξί κλικ και το αποθηκεύουμε, **Save as layer file** στον φάκελο **geo**.
10. Κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε το **Remove**.
11. Κάνουμε κλικ στο κενό για να αφήσει το επιλεγμένο αντικείμενο.
12. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία και για τους υπόλοιπους γεωλογικούς σχηματισμούς.

ΜΗΚΟΣ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

Για να υπολογίσουμε το μήκος των ρηγμάτων:

1. Ανοίγουμε το **Add Data** και φορτώνουμε τα αρχεία της λεκάνης και των ρηγμάτων.
2. Στη συνέχεια δημιουργούμε ένα αντίγραφο του αρχείου των ρηγμάτων, **copy rigmata**.
3. Από το **Arc Catalog** ανοίγουμε το **geo** και έπειτα το **copy rigmata** και κάνουμε επικόλληση στον ίδιο φάκελο, τον οποίο ονομάζουμε **rigmata copy**.
4. Ανοίγουμε το **Arc Map** και στην συνέχεια το **rigmata copy**. Για να ξεκινήσουμε πατάμε **Editor** και την συνέχεια **Start editing**.
5. Επιλέγουμε το **Selection** και μετά το **select by attributes**. Στην περιγραφή βάζουμε το ρήγμα, ανοίγουμε το **Editor**, επιλέγουμε το **Merge** για να ομαδοποιήσουμε τα στοιχεία μας και τέλος πατάμε OK. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για την άλλη κατηγορία των πιθανών ρηγμάτων.
6. Στο **Attribute Table** κάνουμε δεξί κλικ για έλεγχο και για να δημιουργήσουμε μια καινούρια στήλη για το μήκος των ρηγμάτων. Πατάμε το **Options** και μετά το **Add Field**, δημιουργούμε τη στήλη με το όνομα Μήκος και στην επιλογή **Sort** βάζουμε **Double**.
7. Στην στήλη μήκος κάνουμε δεξί κλικ, διαλέγουμε το **Calculate Geometry**. Στο **Area** βάζουμε την μονάδα που επιθυμούμε να έχει το αποτέλεσμα, στην περίπτωση μας επιλέγουμε km.
8. Τέλος μας εμφανίζεται το μήκος των ρηγμάτων των δύο κατηγοριών.

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΜΕ ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

Για να βρούμε το μήκος των ρηγμάτων που υπάρχουν σε κάθε γεωλογικό σχηματισμό:

1. Επιλέγουμε το εικονίδιο **Arctoolbox** που βρίσκεται στη γραμμή εργαλείων.
2. Διαλέγουμε το **3D Analysis tools**.
3. Έπειτα επιλέγουμε το **Extract** και μετά το **Clip**.
4. Ανοίγοντας το **Clip** στην επιλογή **Input Features** βάζουμε τα ρήγματα, στην επιλογή **Clip Features** βάζουμε το αντίγραφο της λιθολογίας (litho copy) και στο **Output Features** βάζουμε το όνομα του γεωλογικού σχηματισμού που μας ενδιαφέρει.
5. Αφαιρούμε από τα Layers τα αντίγραφα litho copy και rigmata copy.
6. Κάνουμε ομαδοποίηση των δεδομένων. Επιλέγουμε **Editor, Start Editing, Merge**.
7. Και στη συνέχεια τα αποθηκεύουμε. Επιλέγουμε **Editor, Save Edits, Stop Editing**.
8. Επιλέγουμε το **Attribute Table** και στη συνέχεια το **Options**. Πατάμε το **Add Field** για να δημιουργήσουμε μια στήλη με το όνομα μήκος 2 και στην επιλογή **Sort** βάζουμε **Double**.
9. Για να δούμε ποιο είναι το μήκος των ρηγμάτων στο αντίστοιχο πέτρωμα που μελετάμε, στη στήλη μήκος 2 κάνουμε δεξί κλικ και διαλέγουμε το **Calculate Geometry**. Στο **Area** βάζουμε την μονάδα που επιθυμούμε να έχει το αποτέλεσμα, στην περίπτωση μας επιλέγουμε km.
10. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία και για τους υπόλοιπους γεωλογικούς σχηματισμούς.

ΜΗΚΟΣ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Για να υπολογίσουμε το μήκος του υδρογραφικού δικτύου που υπάρχει σε κάθε γεωλογικό σχηματισμό:

1. Φορτώνουμε με το **Add Data** ένα αρχείο της μορφής **ydro-amfivolites** που περιέχει τα υδρογραφικά δίκτυα στον αντίστοιχο γεωλογικό σχηματισμό που μας ενδιαφέρει.
2. Πατάμε **Editor, Start Editing, Editing tool** με το οποίο επιλέγουμε όλο το υδρογραφικό δίκτυο.
3. Για να ομαδοποιήσουμε το υδρογραφικό δίκτυο από το **Editor** επιλέγουμε την εντολή **Merge** και πατάμε OK.
4. Κάνουμε δεξί κλικ στο αρχείο που έχουμε φορτώσει και επιλέγουμε το **Open Attribute Table**.
5. Ανοίγουμε το **Options** και επιλέγουμε το **Add Field** για να δημιουργήσουμε μια καινούρια στήλη με το όνομα μήκος. Στην επιλογή **type** βάζουμε **double**.
6. Κάνουμε δεξί κλικ στην στήλη μήκος και επιλέγουμε το **Calculate Geometry** βάζοντας στη θέση των μονάδων km, για να υπολογίσει το μήκος του υδρογραφικού δικτύου στο πέτρωμα που έχουμε επιλέξει.
7. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία και για τους υπόλοιπους γεωλογικούς σχηματισμούς.

ΠΙΝΑΚΕΣ

Σελ. : 19, 23, 31, 33, 37, 39

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σελ. : 9, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 25, 28, 32, 34, 36, 40 - 72

Βιβλιογραφία

- ❖ Μουντράκης Δημοσθένης, Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας, Εκδόσεις University Press, Θεσσαλονίκη 2010, σελ. 49 - 51, σελ.245 – 246.
- ❖ Μπαλαφούτης Χρήστος, Μαχαίρας Παναγιώτης, Μαθήματα Γενικής Κλιματολογίας με Στοιχεία Βιοκλιματολογίας, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 1985, σελ. 196 - 200.
- ❖ Παυλίδης Σπύρος, Γεωλογία των Σεισμών, Εκδόσεις University Press, Θεσσαλονίκη 2003, σελ. 309 - 316.
- ❖ Ψιλοβίκος Αντώνιος, Παλαιογεωγραφική Εξέλιξη της Λεκάνης και της Λίμνης της Μυγδονίας (Λαγκαδά – Βόλβη), Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1977.
- ❖ Dikau, R. (1989). The application of a digital relief model to landform analysis. In: Raper, J. F. (ed.) 1989. Three dimensional applications in Geographical Information Systems. Taylor and Francis, London, p.51 - 77.
- ❖ Demek, J. (1972). Manual of Detailed Geomorphological Mapping. Academia, Prague, p.334.