



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΟΡΕΣΤΙΔΑΣ ΜΕ ΤΗ
ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (G.I.S)**



Διπλωματική εργασία

Λάζος Ηλίας

ΑΕΜ 4443

Επιβλέπων καθηγητής: Οικονομίδης Δημήτριος

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	1
1. Εισαγωγή.....	2
2.1 Υλικά και μέθοδοι έρευνας.....	4
2.2 Μεθοδολογία.....	5
3. Γεωγραφική θέση της περιοχής.....	6
4.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής.....	8
4.2 Γεωλογία της λεκάνης απορροής της Ορεστίδας.....	15
5. Τεκτονική.....	23
6. Κλίμα της περιοχής μελέτης.....	68
Παράρτημα.....	70
Βιβλιογραφία.....	72

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. *Δημήτριο Οικονομίδη*, Λέκτορα του τμήματος γεωλογίας, για την ουσιαστική βοήθειά του και τη συνεχή καθοδήγησή του σε όλες τις φάσεις της εργασίας. Του είμαι κυρίως ευγνώμων για τη φιλική διάθεση, γεγονός που ωθεί σε μια αποτελεσματική συνεργασία. Το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου για την ηθική και οικονομική τους υποστήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

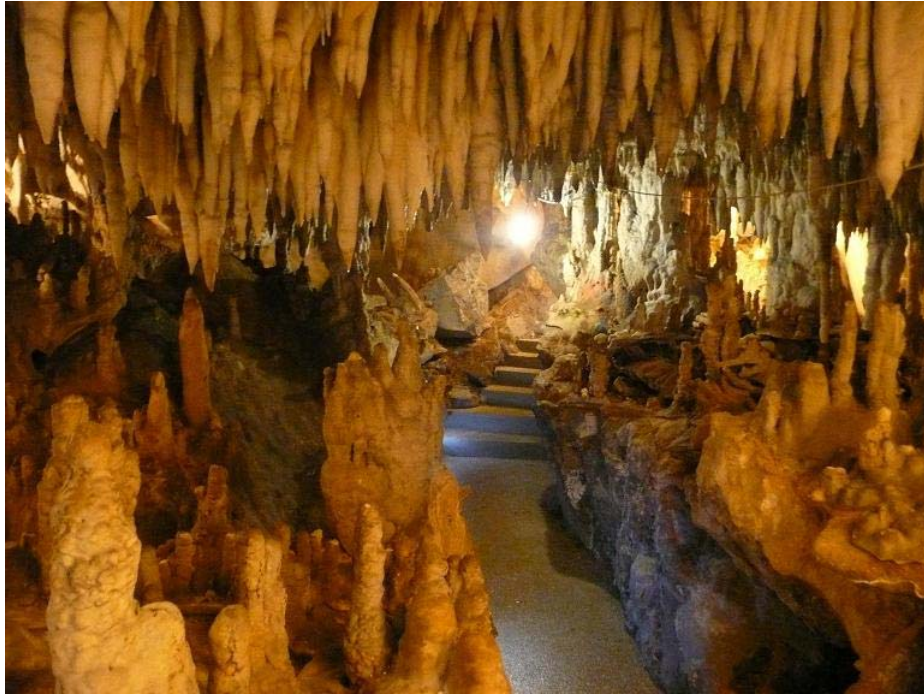
Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η γεωλογική μελέτη της λεκάνης απορροής της λίμνης Ορεστίδας με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S). Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο Νομό Καστοριάς, στη Βορειοδυτική Μακεδονία.

Η λίμνη Ορεστίδα βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα του Νομού Καστοριάς και γύρω από αυτή είναι χτισμένη η πόλη της Καστοριάς. Η λεκάνη απορροής της λίμνης έχει έκταση αρκετών τετραγωνικών χιλιομέτρων και η δημιουργία της λίμνης οφείλεται στη συγκέντρωση των νερών, τα οποία μέσω των ποταμών και των ρεμάτων καταλήγουν από τα γύρω βουνά στη λίμνη.

Κύριο χαρακτηριστικό της ευρύτερης περιοχής έρευνας είναι η έντονη παρουσία τεκτονικών στοιχείων, ρηξιγενούς και πτυχωσιγενούς δράσης, τα οποία οφείλονται στις τεκτονικές διεργασίες που έχουν υποστεί η Πελαγονική ζώνη και η Μεσοελληνική αύλακα, όπου ανήκει και η περιοχή μελέτης. Όσον αφορά τη λίμνη Ορεστίδα, βασικό της χαρακτηριστικό είναι η ανάπτυξη καρστικών μορφών γύρω της καθώς και η παρουσία σπηλαίου, το οποίο ονομάζεται Σπήλαιο του Δράκου.



Λίμνη Ορεστίδα (google earth)



Σπήλαιο του Δράκου

2.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα εξής διαθέσιμα δεδομένα:

1. Γεωλογικός χάρτης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50000, φύλλο Καστοριά.
2. Γεωλογικός χάρτης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50000, φύλλο Κορυτσά-Μεσοποταμία.
3. Γεωλογικός χάρτης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50000, φύλλο Άργος Ορεστικό.
4. Γεωλογικός χάρτης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50000, φύλλο Νεστόριο.
5. Γεωλογικός χάρτης του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε) κλίμακας 1:50000, φύλλο Χιονιάδες-Γράμμος.
6. Υπολογιστής Intel Pentium.
7. Λογισμικό Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S) ArcGIS 9.3.

Το λογισμικό ArcGIS περιλαμβάνει τις παρακάτω εφαρμογές:

1. ArcMap
2. ArcCatalog
3. ArcToolbox
4. 3DAnalyst
5. Spatial Analyst

2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ψηφιοποιήθηκαν στοιχεία από τους γεωλογικούς χάρτες για τη δημιουργία των G.I.S επιπέδων. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα πληροφοριών που αξιοποιήθηκαν είναι τα εξής:

1. Ισοϋψείς καμπύλες, ισοδιάστασης 20m.
2. Όρια λεκάνης απορροής της περιοχής μελέτης.
3. Λιθολογία της περιοχής μελέτης.
4. Τεκτονικά στοιχεία της περιοχής μελέτης (ρήγματα).

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

3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται περιφερειακά της πόλης της Καστοριάς και περιλαμβάνει τα χωριά Νεστόριο, Άργος Ορεστικό, Μεσοποταμία καθώς και τμήμα της Αλβανίας. Η λεκάνη απορροής καταλαμβάνει έκταση 1101,868270 Km² (χωρίς την έκταση της λίμνης).

Για την οριοθέτηση της λεκάνης απορροής της λίμνης Ορεστίδας χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω χάρτες με τις εξής συντεταγμένες:

ΝΕΣΤΟΡΙΟ

X	Y
21°	40° 30'
21° 15'	40° 30'
21° 15'	40° 15'
21°	40° 15'

ΧΙΟΝΙΑΛΕΣ- ΓΡΑΜΜΟΣ

X	Y
20° 42'	40° 30'
21°	40° 30'
21°	40° 15'
20° 42'	40° 15'

ΚΟΡΥΤΣΑ-ΜΕΣΟΠΟΤΑΜΙΑ

X	Y
20° 57' 52''	40° 45'
21° 15'	40° 45'
21° 15'	40° 30'
20° 57' 52''	40° 30'

ΚΑΣΤΟΡΙΑ

X	Y
21° 15'	40° 45'
21° 30'	40° 45'
21° 30'	40° 30'
21° 15'	40° 30'

ΑΡΓΟΣ ΟΡΕΣΤΙΚΟ

X	Y
21° 15'	40° 30'
21° 30'	40° 30'
21° 30'	40° 15'
21° 15'	40° 15'

4.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Γεωτεκτονικά, η περιοχή έρευνας τοποθετείται στην Πελαγονική ζώνη και την Μεσοελληνική αύλακα.

ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ

Η Πελαγονική ζώνη συγκροτείται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα (μάζα), πάνω στα οποία υπάρχουν Μεσοζωικά ιζήματα (κάλυμμα). Ο όρος « Πελαγονική ζώνη» καθιερώθηκε από τους Brunh (1956) και Aubouin (1957) στα πλαίσια της διαίρεσης της Ελλάδας σε αλπικές ισοπικές ζώνες.

Στη διαίρεση αυτή δόθηκε στην Πελαγονική η έννοια του υβώματος που χώριζε την αύλακα της Πίνδου στα δυτικά. Η υποθαλάσσια ράχη της Πελαγονικής πιστεύονταν ότι διακόπτονταν από δύο δίαυλους (βυθίσματα), στις περιοχές Κοζάνης και Κεντρικής Εύβοιας, δια μέσου των οποίων επικοινωνούσαν οι δύο αύλακες. Στη διάρκεια του Μεσοζωικού η ιζηματογένεση στην Πελαγονική ήταν ανθρακική, καθαρά νηριτική με εξαίρεση τις δύο παραπάνω περιοχές όπου εμφανίζονται πελαγικά ιζήματα μαζί με οφειολιθικές μάζες και γι αυτό το λόγο θεωρήθηκαν δίαυλοι. Αυτές οι δύο περιοχές, ως δίαυλοι, είναι περιοχές όπου διατηρούνται οι μάζες των οφειολίθων και των συνοδών ιζημάτων που προήλθαν με επώθηση από τους δύο ωκεάνιους χώρους.

Η Πελαγονική ζώνη με διεύθυνση ΒΒΔ- ΝΝΑ εκτείνεται από τη Γιουγκοσλαβία προς τους Ελληνικούς ορεινούς όγκους του Βόρα, του Βέρνου, του Βερμίου, των Πιερίων, του Ολύμπου, του Πηλίου και της Βόρειας Εύβοιας, στη συνέχεια κάμπεται προς τις Σποράδες. Πιθανή προέκταση της Πελαγονικής στο Αιγαίο είναι τα νησιά Οινούσες από όπου η ζώνη περνά στη Βόρεια Μικρά Ασία, πιθανόν στην περιοχή Σακάρυα που έχει ανάλογα πετρώματα.

Η Πελαγονική ζώνη συγκροτείται από:

1) το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο: τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου έχουν πολύ μεγάλη εξάπλωση στον χώρο της Πελαγονικής και αποτελούν το κύριο δομικό στοιχείο της ζώνης. Στις διάφορες περιοχές της ζώνης το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο δεν είναι ενιαίο και ομογενές αλλά αποτελείται από πολλές ενότητες πετρωμάτων που συνιστούν αλληπάλληλα τεκτονικά λέπια. Κάθε μία από τις ενότητες αποτελείται από τους βαθύτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες από: α) γνεύσιους βιοτιτικούς οφθαλμοειδής ορθο- προέλευσης, β) μιγματιτικούς γνεύσιους, γ) γνεύσιους ταινιωτούς, μοσχοβιτικούς πάρα- προέλευσης, δ) αμφιβολίτες και αμφιβολιτικούς- βιοτιτικούς σχιστόλιθους, ε) γρανατούχους διμαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, στ) εναλλαγές αμφιβολιτικών σχιστολίθων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, επιδοτιτικών σχιστολίθων με παρεμβολές απλιτογενεσίων.

2) τους γνευσιωμένους πλουτωνίτες του Άνω Λιθανθρακοφόρου: Μέσα στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου σε όλη την έκταση της Πελαγονικής παρεμβάλλονται μεγάλοι πλουτωνικοί όγκοι. Πρόκειται για παρόμοιας σύστασης και υφής παλιούς γρανίτες, και χαλαζιακούς μονζονίτες, πορφυριτικούς με μεγάλους κρυστάλλους αστρίων, οι οποίοι αναφέρονται συνήθως με τα ονόματα των περιοχών ανάπτυξής τους. Οι γρανίτες αυτοί είναι μαγματικές διεισδύσεις μέσα στο υπόβαθρο και έχουν προκαλέσει φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Η ηλικία τους με ραδιοχρονολογήσεις καθορίστηκε στο Άνω Λιθανθρακοφόρο (300 Ma). Στη μεγαλύτερη μάζα τους οι γρανίτες εμφανίζονται γνευσιωμένοι διότι υπέστηκαν την αλπική μεταμόρφωση, στο Άνω Ιουρασικό- Κάτω Κρητιδικό, σε συνθήκες χαμηλής πρσινοσχιστολιθικής φάσης. Εμφανίζονται επίσης πολύπλοκα συμπτυχωμένοι με κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Ένα άλλο σημαντικό φαινόμενο που παρατηρείται είναι οι αλληπάλληλες ζώνες μυλονιτίωσης. Συγκεκριμένα μεγάλα τμήματα των γνευσιωμένων γρανιτών και ορισμένοι από τους οφθαλμοειδείς γνεύσιους του κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου είναι έντονα μυλονιτιωμένοι και προέρχονται από αρχικά γρανιτικά πετρώματα που μετατράπηκαν κατά διαδοχικά στάδια σε πρωτομυλονίτες (οφθαλμο- γνεύσιους), μυλονίτες (σχιστώδεις γνεύσιους) και υπερμυλονίτες (φυλλονίτες). Τα έντονα αυτά μυλονιτικά φαινόμενα συνδέονται πιθανόν με μεγάλες τεκτονικές κινήσεις της Πελαγονικής ζώνης.

3) τις Περμοτριάδικές μετακλαστικές ακολουθίες: Πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο και τους γρανιτικούς όγκους του Άνω Λιθανθρακοφόρου αποτέθηκε μια μετά- κλαστική ιζηματογενής σειρά πάχους περίπου 200 m, μέσα στην οποία παρεμβάλλονται ορισμένα ηφαιστειακά υλικά, όξινες και βασικές λάβες και τόφφοι. Με την έννοια αυτή η ακολουθία μπορεί να ονομαστεί ως μετά- ηφαιστειοιζηματογενής σειρά αφού αποτελείται από παλιά ιζήματα, κυρίως κλαστικά, και ηφαιστειακά που αργότερα μεταμορφώθηκαν. Τα ιζήματα αυτά αποτέθηκαν στο Πέρμιο και Κάτω Τριαδικό και στη συνέχεια ,μαζί με τα ηφαιστειακά υλικά μεταμορφώθηκαν στη διάρκεια του Ανώτερου Ιουρασικού- Κάτω Κρητιδικού σε συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης. Τα πετρώματα που συνιστούν τις Περμοτριάδικές ακολουθίες είναι φυλλίτες, μετά- πελίτες, μετά- αρκόζες, χλωριτικοί και σερικιτικοί σχιστόλιθοι, μετά- ψαμμίτες, χαλαζιακά μετά- κροκαλοπαγή, αλλεπάλληλες παρεμβολές φακών ερυθρωπών και τεφρών ανακρυσταλλωμένων ασβεστόλιθων και λατυποπαγών ασβεστόλιθων, ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, μετά- ρυόλιθοι, μετά- βασάλτες και μετά- τόφφοι.

4) τα ανθρακικά καλύμματα του Τριαδικού- Ιουρασικού: Η κύρια Αλπική ιζηματογένεση της Πελαγονικής ζώνης είναι νηριτική, ανθρακική στη διάρκεια Τριαδικού- Ιουρασικού και τα πετρώματά της καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις της ζώνης. Το σύνολο των ανθρακικών αυτών πετρωμάτων συνηθίστηκε να ονομάζεται «Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής» με την έννοια ότι αντιπροσωπεύει την ιζηματογένεση της ηπειρωτικής πλατφόρμας. Πρόκειται όμως για δύο χωριστά ανθρακικά καλύμματα που αποτέθηκαν στα δύο περιθώρια, ανατολικό και δυτικό, της Πελαγονικής ζώνης στη διάρκεια Τριαδικού- Ιουρασικού. Το δυτικό κάλυμμα είναι αυτόχθονο, αποτέθηκε από το Μέσο Τριαδικό μέχρι το Άνω Ιουρασικό πάνω στα μετακλαστικά ιζήματα Περμίου- Κάτω Τριαδικού. Αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους λευκούς, τεφρούς, μαύρους, λατυποπαγείς, ταινιωτούς, πλακώδεις, λεπτοκοκκώδεις, καθώς και ελάχιστες λεπτές παρεμβολές πηλινικών ενστρώσεων. Το συνολικό πάχος του καλύμματος υπολογίζεται στα 600-800 m. Το δυτικό ανθρακικό κάλυμμα παρουσιάζει μια βαθμιαία μεταβολή προς Δυσμάς από καθαρά νηριτικές σε βαθύτερες (ημιπελαγικές- πελαγικές) ιζηματολογικές φάσεις. Το ανατολικό περιθώριο είναι πάρα- αυτόχθονο, αποτέθηκε

δηλαδή στο ανατολικό περιθώριο της Πελαγονικής και στη συνέχεια επωθήθηκε προς Δυσμάς πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής, στο οποίο βρίσκεται σήμερα, χωρίς τη μεσολάβηση κλαστικών ιζημάτων. Το ανατολικό κάλυμμα συνίσταται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίνες και δολομίτες, και χαρακτηρίζεται καθαρά νηριτικό. Και τα δύο ανθρακικά καλύμματα, ανατολικό και δυτικό, εμφανίζουν αισθητή μεταμόρφωση που έλαβε χώρα την περίοδο Άνω Ιουρασικό- Κάτω Κρητιδικό σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής φάσης.

5) τους οφειολίθους και τα συνοδά ιζήματα: Οι οφειόλιθοι της Πελαγονικής είναι αλλόχθονοι και προέρχονται από τις δύο ωκεάνιες περιοχές των ζωνών Αξιού και Υποπελαγονικής που βρίσκονταν εκατέρωθεν της Πελαγονικής. Από τις δύο ωκεάνιες περιοχές οι οφειόλιθοι, μαζί με τα συνοδεύοντα αυτούς ιζήματα βαθιάς θάλασσας, επωθήθηκαν πάνω στα Τριαδικοιουρασικά ανθρακικά καλύμματα των δύο Πελαγονικών περιθωρίων. Υπολείμματα των επωθημένων αυτών μαζών αποτελούν και οι δύο μεγάλες περιοχές οφειολίθων και ιζημάτων βαθιάς θάλασσας και οι οποίες έχουν ονομαστεί διάυλοι της Κοζάνης και της Εύβοιας. Στο δυτικό Πελαγονικό περιθώριο, εκτός από τον διάυλο της Κοζάνης, βρίσκεται και η οφειολιθική μάζα της Καστοριάς με προέλευση επίσης την Υποπελαγονική ζώνη. Οι οφειολιθικές μάζες αποτελούνται από πετρώματα της οφειολιθικής ακολουθίας, δηλαδή από σερπεντινωμένους δουνίτες, χαρτσβουργίτες και άλλα υπερβασικά, επίσης γάββρους, νορίτες και άλλα βασικά πετρώματα και pillow lavas, διαβάσες και άλλα βασικά ηφαιστειακά και τόφφους. Τα συνοδά ιζήματα είναι ραδιολαριτικοί κερατόλιθοι, αργιλικοί σχιστόλιθοι, ασβεστιτικοί πυριτιόλιθοι, πελαγικοί ασβεστόλιθοι και κλαστικά ιζήματα με υλικά προερχόμενα από βασικά μαγματικά πετρώματα. Κατά την επώθηση των οφειολίθων πάνω στα Τριαδικοιουρασικά ανθρακικά καλύμματα των δύο Πελαγονικών περιθωρίων σχηματίσθηκαν χαρακτηριστικά τεκτονικά οφειολιθικά μίγματα (mélanges).

6) τα επικλυσιογενή ιζήματα Μέσου- Άνω Κρητιδικού: Μετά την ανάδυση των Εσωτερικών ζωνών στην Ανωιουρασική- Κατωκρητιδική ορογένεση και τη χέρσευση που ακολούθησε, είχαμε την επίκλυση της θάλασσας στο Μέσο- Άνω Κρητιδικό. Τα ιζήματα της επίκλυσης τοποθετούνται με ασυμφωνία πάνω στα προϋπάρχοντα ανθρακικά πετρώματα (μάρμαρα,

ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, δολομίτες κλπ) των Τριαδικοιουρασικών καλυμμάτων, που εν τω μεταξύ είχαν πτυχωθεί στην ορογενετική περίοδο, είτε ακόμα τοποθετούνται με επικλυσιογενή ασυμφωνία πάνω στους οφειολίθους και τα συνοδά τους πελαγικά ιζήματα όπου βέβαια υπάρχουν τέτοια. Η επίκλυση άρχισε γενικά το Κενομάνιο- Τουρώνιο του Μέσου Κρητιδικού αλλά σε ορισμένες περιοχές φαίνεται ότι καθυστέρησε και εκδηλώθηκε στο Άνω Κρητιδικό. Αναλυτικά η στρωματογραφική διάρθρωση του Μέσο- Άνω Κρητιδικού έχει ως εξής από κάτω προς τα πάνω: α) κροκαλοπαγή, μικροκροκαλοπαγή και μαργαικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Κενομανίου- Τουρώνιου, β) μικροκροκαλοπαγείς ασβεστόλιθοι ηλικίας Σαντωνίου- Καμπανίου, γ) συμπαγής ασβεστόλιθος με απολιθώματα *Orbitoides media* του Μαιστριχτίου, δ) φλύσχης που στην αρχή είναι σχιστώδης ασβεστιτικός, εξελίσσεται σε ασβεστοπηλιτικό- ψαμμιτικό και καταλήγει σε πηλιτικό- κροκαλοπαγή. Η ηλικία του είναι Άνω Μαιστριχτίου- αρχές Παλαιοκαίνου.

ΜΕΣΟΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΥΛΑΚΑ

Η Μεσοελληνική αύλακα έχει μήκος περίπου 130 Km και πλάτος που ξεπερνά τα 40 Km. Εκτείνεται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ παράλληλα στο Ελληνικό ορογενετικό τόξο, στον κορμό του Ελληνικού ηπειρωτικού χώρου. Από τα Ελληνοαλβανικά σύνορα συνεχίζει νότια προς τις περιοχές Καστοριάς, Γρεβενών, Καλαμπάκας και βυθίζεται κάτω από προσχώσεις της πεδιάδας της Θεσσαλίας, ενώ ορισμένες εμφανίσεις της επισημάνθηκαν και πιο νότια. Προς Βορρά επεκτείνεται αρκετά μέσα στην Αλβανία.

Η Μεσοελληνική αύλακα αναπτύσσεται στο γεωλογικό χώρο ανάμεσα στην Υποπελαγονική ζώνη και την ζώνη Πίνδου και έχει ως αλπικό υπόβαθρο κυρίως οφειολιθικές μάζες μεγάλου πάχους, αλλά και ασβεστόλιθους Μεσοζωικούς. Πάνω σε αυτά τα πετρώματα του υποβάθρου αποτέθηκαν κατά τη διάρκεια του Ανώτερου Ηωκαίνου-Ολιγοκαίνου- Μειοκαίνου μεταλλικά, μολασσικού τύπου ιζήματα. Η ιζηματογένεση γινόταν κοντά στο επίπεδο της θάλασσας με αποτέλεσμα να αποθέτονται στην αύλακα άλλοτε θαλάσσια ιζήματα, άλλοτε λιμναία και άλλοτε χερσαία ποταμοχειμάρια. Τα μολασσικά ιζήματα της αύλακας καλύπτουν πλήρως το όριο των ζωνών Ωλονού- Πίνδου και Υποπελαγονικής σε όλο το μήκος τους και έχουν πάχος υπολογιζόμενο στα 5000 m.

Τα μολασσικά ιζήματα της Μεσοελληνικής αύλακας έχουν διαχωριστεί σε πέντε επιμέρους στρωματογραφικές σειρές που αποτέθηκαν χρονο-διαδοχικά και είχαν διάφορες φάσεις ιζημάτων. Αναλυτικά η λιθοστρωματογραφία των επιμέρους σειρών από τις παλιότερες προς τις νεώτερες είναι:

Τα πρώτα μολασσικά ιζήματα είναι κροκαλοπαγή και λατυποπαγή θαλάσσια επικλυσιογενή που επικάθονται στο αλπικό υπόβαθρο κυρίως στους οφειολίθους, καθώς και εναλλαγές ιλυολίθων- ψαμμιτών. Η ηλικία τους είναι Ανωηωκαινική και το πάχος τους υπολογίστηκε 200 m. Ονομάζεται σειρά Κρανιάς.

Η πρώτη αναμφισβήτητη μολασσική σειρά προς τα πάνω με αλληπάλληλα στρώματα μαργών- ιλυολίθων, συνολικού πάχους 600 m,

μέσα στα οποία υπάρχουν σπάνια λιγνιτικά κοιτάσματα. Πρόκειται κυρίως για ιζήματα κυρίως λιμναία, ηλικίας Ολιγοκαίνου. Η σειρά αυτή ονομάζεται σειρά Επταχωρίου.

Ακολουθεί η παχιά σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών, η οποία ονομάζεται σειρά Πενταλόφου- Μετεώρων. Η όλη σειρά διακρίνεται στα κατώτερα κροκαλοπαγή των Μετεώρων και τα ανώτερα κροκαλοπαγή που περιλαμβάνουν και ενστρώσεις ψαμμιτών και ιλυολίθων. Η συνολική σειρά Πενταλόφου- Μετεώρων έχει πάχος 3000 m και ηλικία Ανώτερου Ολιγοκαίνου- Ακουιτάνιου (Κάτω Μειοκαίνου).

Πάνω στη σειρά των κροκαλοπαγών επικάθεται μια νέα σειρά με ψαμμίτες και ιλυόλιθους σε πυκνές εναλλαγές και σπάνια λιγνιτικά κοιτάσματα, πάχους περίπου 600 m. Ονομάζεται σειρά Τσοτυλίου και χαρακτηρίζεται από λιμναία και χερσαία φάση με χαρακτηριστικά απολιθώματα φύλλων και κλάδων δέντρων. Έχει ηλικία Ακουιτάνιου- Βουρδιγαλίου (Κάτω Μειόκαινου).

Τέλος ακολουθεί μια σειρά που περιλαμβάνει από κάτω προς τα πάνω ψαμμίτες, ασβεστόλιθους, μάργες και ψαμμιτομαργαικούς ασβεστόλιθους με παρεμβολές στην ανώτερη στάθμη των λιγνιτικών στρωμάτων. Ονομάζεται σειρά Καστανοχωρίων ή σειρά Όντρια και έχει ηλικία Βουρδιγαλίου (Κάτω Μειόκαινου) μέχρι το Άνω Μειόκαινο και είναι θαλάσσιας και λιμναίας φάσης.

4.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

Περίληπτικά οι σχηματισμοί της περιοχής μελέτης αναλύονται ως εξής:

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Πλευρικά κορήματα

Ελώδεις περιοχές: ιλύς, υγρά εδάφη και άμμοι με μεγάλο ποσοστό νερού

Αλλουβιακές αποθέσεις: ασύνδετα υλικά προσχώσεων και υλικά αλλουβιακού μανδύα.

Σχηματιζόμενες ποτάμιες αναβαθμίδες

Δελταϊκές προσχώσεις

Καστανοκίτρινοι άμμοι

ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ- ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Παλιά πλευρικά κορήματα

Ποτάμιες και λιμναίες αποθέσεις: χαλαρά κροκαλοπαγή και κυανές έως υποπράσινες άργιλοι, άμμοι, χαλαροί ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και ερυθροί άργιλοι.

Ποτάμιες αναβαθμίδες

Σύγχρονα πλευρικά κορήματα και σύγχρονοι κώνοι κορημάτων

Προσχώσεις λεκανών

Παλαιές χερσαίες αναβαθμίδες

Ανώτερη σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών

Ερυθρογαίες: απαντούν μέσα στα καρστικά έγκλοιλα των αλπικών ανθρακικών πετρωμάτων ή των ασβεστολιθικών κροκαλοπαγών της μολάσσας.

Χονδροκλαστικά υλικά: πολυγενής θεμελιώδης μάζα με διάσπαρτα ή συσσωρευμένα πλευρικά κορήματα.

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΕΣΟΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΥΛΑΚΑΣ

ΒΟΥΡΔΙΓΑΛΙΟ (ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ)

Σχηματισμοί Όρλια: ψαμμιτικές μάργες και μαρμαρυγιούχοι χαλαροί ψαμμίτες

Σχηματισμοί Ζευγοστασίου: ιλυομιγεί, κυανές, συνεκτικές μάργες και κυανές μάργες πτωχές σε χαλαζία.

Ψαμμιτική σειρά: άστρωτοι ή στρωμένοι υποκίτρινοι ψαμμίτες και κατά τόπους και μικροκροκαλοπαγή.

Μαργαϊκή κυρίως σειρά: ιλυομιγείς μάργες σε εναλλαγή με ψαμμίτη.

Σχηματισμοί Χ: Ψαμμιτικές μάργες, ιλυομιγείς, κυανές έως κυανότεφρες.

ΑΚΟΥΙΤΑΝΙΟ (ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ)-ΒΟΥΡΔΙΓΑΛΙΟ (ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ)

Ασβεστιτικοί ψαμμίτες του Πετροπουλάκιου: κροκαλοπαγείς ψαμμίτες

Υφαλογενείς ασβεστόλιθοι Όντρια

Σχηματισμοί Τσοτυλίου: κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες, κλαστικούς ασβεστόλιθους.

Κροκαλοπαγή: κροκάλες ποικίλης σύστασης και μεγέθους που μεταβαίνουν πλευρικά σε χονδρόκοκκους έως πολύ λεπτόκοκκους ασβεστιτικούς ψαμμίτες.

Χαλαροί ψαμμίτες: διάσπαρτες κροκάλες μικρού έως μέτριου μεγέθους. Τοπικά μεταπίπτουν σε μικροκροκαλοπαγή ή χονδρόκοκκους ψαμμίτες.

ΑΚΟΥΙΤΑΝΙΟ (ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ)

Σχηματισμοί Πενταλόφου: πολυγενή κροκαλοπαγή σε βάση και μια επαλληλία από ψαμμιτικές τράπεζες στην κορυφή.

Ενδιάμεσες μάργες: κυανές, κιτρινοπράσινες, ιλυούχες, μαρμαρυγιούχες με λεπτές παρεμβολές λεπτόκοκκου ψαμμίτη.

ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ

ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Σχιστοκερατολιθική διάπλαση: αργιλικοί σχιστόλιθοι, μεταπηλίτες, μεταψαμμίτες, κερατόλιθοι και ραδιολαρίτες.

Περιδοτίτες: βασικά πετρώματα έντονα τεκτονισμένα.

Δουνίτες: υπερβασικά πετρώματα έντονα τεκτονισμένα.

Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα

ΜΕΣΟ- ΑΝΩΤΕΡΟ ΛΙΑΣΙΟ

Ασβεστόλιθοι: σκοτεινόχρωμοι- γκριζόχρωμοι

ΜΕΣΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ- ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΛΙΑΣΙΟ

Ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι: μεσοστρωματώδεις έως παχυστρωματώδεις με χρώμα ανοικτότεφρο- τεφρό που στα ανώτερα μέλη της σειράς γίνεται σκοτεινότεφρος- μελανότεφρος.

ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΠΕΡΜΙΟ- ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ

Ελαφρά μεταμορφωμένο σύστημα: μετακροκαλοπαγή, μεταψαμμίτες, μεταρκόζες που μεταβαίνουν βαθμιαία προς τα πάνω σε φυλλίτες, πρασινοσχιστόλιθους και σχιστόλιθους διαφόρων τύπων.

ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ (αδιαίρετο)

Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα- ανώτερος ορίζοντας: σχιστόλιθοι και σε μικρότερη κλίμακα σιπολίτες, μάρμαρα, σερπεντινίτες και κατά θέσεις χαλαζίτες.

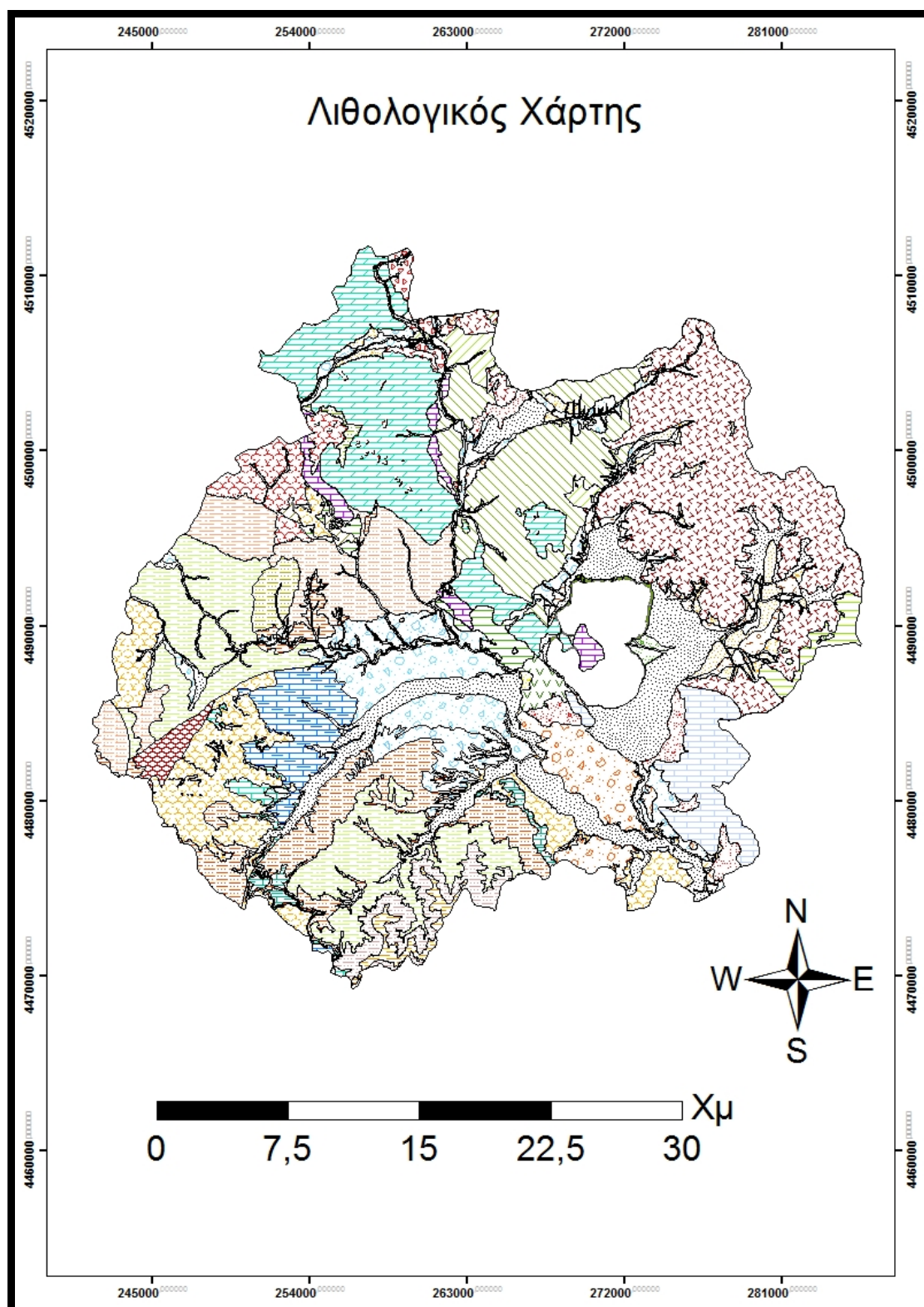
Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα- κατώτερος ορίζοντας: γνεύσιοι με παρεμβολές σχιστόλιθων σε μορφή φακών και αμφιβολίτες σε μικρότερο ποσοστό.

Γρανιτογενεύσιοι Δυτικής Μακεδονίας: γνευσιακή έως σχιστοποιημένη υφή και πορφυροκλαστικό ιστό. Τα κύρια ορυκτά τους είναι χαλαζίας, αλκαλικοί άστριοι, όξινα πλαγιόκλαστα και σερίκιτης.

Σχιστόλιθοι

ΠΛΟΥΤΩΝΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Αδροκρυσταλλικός έως πορφυροειδής μεταγρανίτης: αποτελεί ένα από τα εξωτερικά μέρη του διαφοροποιημένου πλουτωνίτη, χαρακτηρίζεται από έντονη τεκτονική παραμόρφωση κα εξαλλοίωση και έχει βλαστοκατακλαστικό ιστό. Τα κύρια λιθολογικά του συστατικά είναι χαλαζίας, καλιούχοι άστριοι, πλαγιόκλαστα, πράσινη κεροσίλβη και βιοτίτης.



Σχήμα 1: Λιθολογικός χάρτης της λεκάνης απορροής

Υπόμνημα

lithoCopy 2

περιγραφή

	Mir και Mid αδιαίρετοι		Σχιστοκερατολιθική διάπλαση
	Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα ανώτερος ορίζοντας		Σύγχρονα πλευρικά κορήματα και σύγχρονοι κώνοι κορημάτων
	Αδροκρυσταλλικός πορφυροειδής μεταγρανίτης		Υφαλογενείς ασβεστόλιθοι Όντρια
	Αλλουβιακές αποθέσεις		Χονδροκλαστικά υλικά
	Ασβεστιτικοί ψαμμίτες του Πετροπουλάκου		Ανώτερη σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών
	Γρανιτογενέσιος Δυτικής Μακεδονίας		Δελταικές προσχώσεις
	Ελαφρά μεταμορφωμένο σύστημα		Δουνίτες
	Ελώδεις περιοχές		Κροκαλοπαγή
	Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα κατώτερος ορίζοντας		Μαργακή κυρίως σειρά
	Ερυθρογαίες		Παλιά πλευρικά κορήματα
	Καστανόκτρινοι άμμοι		Ποτάμια και λιμναίες αποθέσεις
	Παλαιές χερσαίες αναβαθμίδες		Σχηματισμοί Ζευγοστασίου
	Περιδοπίτες		Χαλαροί ψαμμίτες
	Πλευρικά κορήματα		Σχηματισμοί Ομορφοκλησιάς
	Ποτάμια αναβαθμίδες		Σχηματισμοί Τσοτυλίου
	Ποτάμια αποθέσεις		Ψαμμιτική σειρά
	Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα		ασβεστόλιθοι
	Σχηματιζόμενες ποτάμια αναβαθμίδες		ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι
	Σχηματισμοί Όρλια		ενδιάμεσες μάργες
	Σχηματισμοί Πενταλόφου ψαμμιτική σειρά		κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι
	Σχηματισμοί Χ		οφειόλιθοι
			προσχώσεις λεκανών
			σχιστόλιθοι

Σχήμα 2: Υπόμνημα των λιθολογικών σχηματισμών της λεκάνης απορροής

Εμβαδά των γεωλογικών σχηματισμών που περιέχονται στη λεκάνη απορροής της λίμνης Ορεστίδας:

Πετρώματα	Εμβαδόν (km²)
Προσχώσεις λεκανών	1.482749
Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	32.584295
Σχιστόλιθοι	7.770118
Παλιά πλευρικά κορήματα	13.62881
Ασβεστιτικοί και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	97.186862
Ασβεστόλιθοι	11.846687
Κροκαλοπαγή	20.362246
Ενδιάμεσες μάργες	14.542685
Οφειόλιθοι	5.544549
Σχηματισμοί Ομορφοκλησιάς	100.819172
Δουνίτες	3.154216
Ψαμμιτική σειρά	53.704368
Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα-κατώτερος ορίζοντας	8.393265
Σχηματισμοί Τσοτυλίου	72.16184
Ποτάμιες και λιμναίες αποθέσεις	40.615376
Παλαιές χερσαίες αναβαθμίδες	30.461112
Περιδοτίτες	9.758566
Ασβεστιτικοί ψαμμίτες του Πετροπουλάκιου	8.348241
Σχηματισμοί Όρλια	6.601099
Χαλαροί ψαμμίτες	40.577806
Ποτάμιες αναβαθμίδες	52.101641
Σχηματισμοί Χ	10.210045
Πλευρικά κορήματα	11.935717
Καστανοκίτρινοι άμμοι	7.364288
Χονδροκλαστικά υλικά	12.015683
Γρανιτογενεύσιοι της Δυτικής Μακεδονίας	142.527155
Ελώδεις περιοχές	1.531888
Ελαφρά μεταμορφωμένο σύστημα	72.26573
Ποτάμιες αποθέσεις	1.096653
Σύγχρονα πλευρικά κορήματα και σύγχρονο κώνοι κορημάτων	0.216707
Σχιστοκερατολιθική διάπλαση	2.235762
Αδροκρυσταλλικός-πορφυροειδής μεταγρανίτης	6.314991

Αλλουβιακές αποθέσεις	118.257538
Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα	0.040629
Μαργαϊκή κυρίως σειρά	8.029003
Σχηματισμοί Ζευγοστασίου	20.98851
Υφαλογενείς ασβεστόλιθοι Όντρια	5.395592
Mir και Mid αδιαίρετοι	29.775442
Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα- ανώτερος ορίζοντας	1.126047
Ανώτερη σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών	7.13664
Σχηματιζόμενες ποτάμιες αναβαθμίδες	1.817225
Δελταϊκές προσχώσεις	1.916177
Σχηματισμοί Πενταλόφου	7.383228
Ερυθρογαίες	0.632017
Συνολικό Εμβαδόν Πετρωμάτων	1101,868270

5. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η Πελαγονική ζώνη αποτελεί ένα ηπειρωτικό τέμαχος που αποσπάστηκε από την Γκοντβάνα και συγκρούστηκε και συγκολλήθηκε στην Ευρασία. Στην πορεία και την εξέλιξή της υπέστη επανειλημμένες παραμορφώσεις και μεταμορφώσεις και επομένως αποτελεί ένα πολυπαραμορφωμένο και πολύ μεταμορφωμένο τέμαχος ηπειρωτικού φλοιού. Οι παραμορφώσεις έχουν ομαδοποιηθεί ως εξής:

1η παραμορφωτική φάση Ερκύνιας ηλικίας: Τα πετρώματα της Πελαγονικής υπέστησαν μια πρώτη παραμόρφωση πριν το Άνω Λιθανθρακοφόρο. Η φάση αυτή ήταν συμμεταμορφική με την πρώτη μεταμόρφωση του κρυσταλλοσχιστώδους σε συνθήκες αμφιβολιτικής φάσης και σχημάτισε πτυχές τέλειες πτυχές ισοκλινείς αξονικής διεύθυνσης 155°- 160°.

2η Ορογενετική περίοδος Άνω Ιουρασικού- Κάτω Κρητιδικού: Στην ορογενετική αυτή περίοδο έγινε η καταστροφή των δύο ωκεάνιων περιοχών Αξιού και Υποπελαγονικής- Πίνδου εκατέρωθεν της Πελαγονικής ηπειρωτικής μάζας. Αποτέλεσμα ήταν ο ισχυρός τεκτονισμός των πετρωμάτων και η επώθηση των οφειολιθικών μαζών, με τα συνοδεύοντα αυτούς ιζήματα βαθιάς θάλασσας, πάνω στα ηπειρωτικά περιθώρια της Πελαγονικής. Στο Άνω Ιουρασικό υπολογίζεται ότι έγινε η επώθηση των οφειολίθων από την ζώνη Αξιού πάνω στο ανατολικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής με κατεύθυνση από ΒΑ προς ΝΔ και συνοδεύονταν από μια φάση πτυχώσεων (JE1). Στην ίδια φάση έγινε και η επώθηση του ανατολικού ανθρακικού καλύμματος πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο. Το κλείσιμο της δυτικής λεκάνης και η επώθηση των οφειολίθων της Υποπελαγονικής από Δ προς Α πάνω στο δυτικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής υπολογίζεται ότι έγινε στο κάτω Κρητιδικό, και συνοδεύονταν από μια φάση πτυχώσεων (JE2). Αυτή προκάλεσε πτυχές κλειστές- ανοιχτές, οι οποίες έχουν αξονική διεύθυνση 0°- 30° και απόκλιση προς Α ή ΝΑ.

3η Ορογενετική περίοδος του Τριτογενούς: Η οριστική ανάδυση της Πελαγονικής ζώνης έγινε μετά το τέλος Κρητιδικού στο Τριτογενές και πριν το Μέσο Ηώκαινο. Προκλήθηκε από την τελική ηπειρωτική

σύγκρουση της Απουλίας πλάκας με την Πελαγονική (Κιμμερικό τέμαχος) και την Ευρασία. Στο διάστημα του Τριτογενούς έλαβαν χώρα δύο ομάδες πτυχώσεων: μια (CT1) με πτυχές ανοιχτές αξονικής διεύθυνσης ΒΔ- ΝΑ και απόκλισης προς ΝΔ και μια άλλη (CT2) με κλειστές πτυχές αξονικής διεύθυνσης ΒΑ- ΝΔ (70° - 80°) και απόκλιση προς τα ΝΑ.

Όσον αφορά την περιοχή μελέτης, παρατηρείται μία πολύ έντονη τεκτονική δραστηριότητα η οποία εκδηλώνεται, εκτός από την προαναφερθείσα πτυχωσιγενή δράση, και με την ρηξιγενή δράση των τεκτονικών στοιχείων. Στη περιοχή της λεκάνης απορροής συναντώνται κανονικά ρήγματα, πιθανά ρήγματα, επωθήσεις των οφειολίθων που αναφέρθηκαν προηγουμένως καθώς και εφιππεύσεις.

Σχετικά με την πυκνότητα των ρηξιγενών τεκτονικών στοιχείων παρατηρείται μία ευρύτατη συγκέντρωσή τους στο Βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής ενώ στο Νότιο τμήμα της η ύπαρξή τους είναι περιορισμένη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο Βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής υπάρχουν πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης, τα οποία έχουν υποστεί τις παραμορφώσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Αντίθετα, στο Νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής συναντώνται, κατά κύριο λόγο, οι σχηματισμοί της Μεσοελληνικής αύλακας, οι οποίοι λόγω της μικρότερης ηλικίας τους δεν έχουν υποστεί τις τεκτονικές διεργασίες που προκάλεσαν τα ρηξιγενή και πτυχωσιγενή τεκτονικά στοιχεία στους σχηματισμούς της Πελαγονικής.

Αριθμητικά, το σύνολο των ρηγμάτων, των πιθανών ρηγμάτων, των επωθήσεων και των εφιππεύσεων είναι 1141.554743 Km, ενώ η συνολική πυκνότητά τους στην λεκάνη απορροής είναι 1.036017439 (στην λεκάνη απορροής δεν περιλαμβάνεται το εμβαδόν της λίμνης).

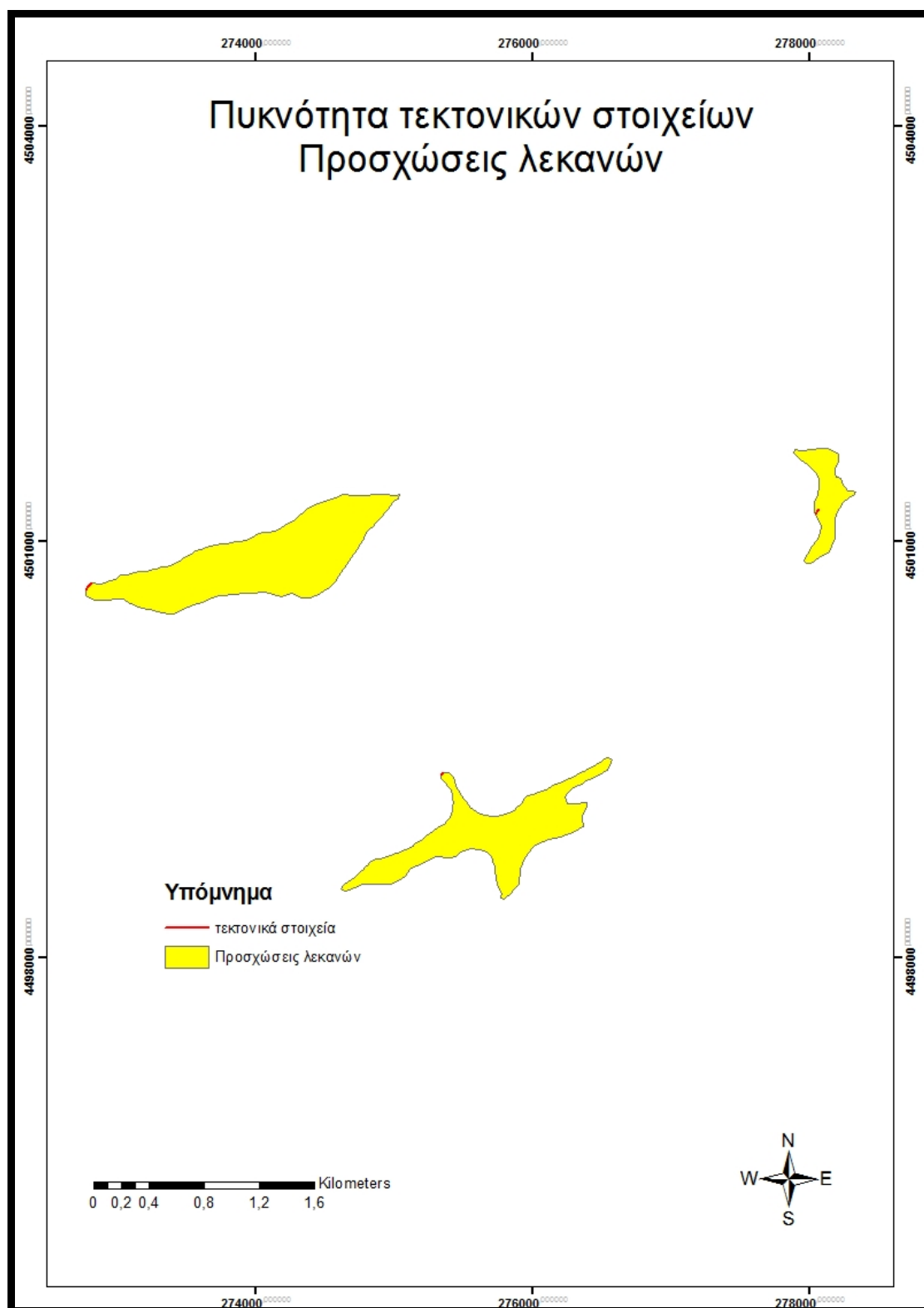
Παρακάτω παραθέτονται αναλυτικά πινάκες με τα μήκη των ρηγμάτων σε κάθε πέτρωμα, την πυκνότητά των ρηγμάτων σε κάθε πέτρωμα καθώς και χάρτες των πετρωμάτων με τα αντίστοιχα ρηξιγενή στοιχεία που περιλαμβάνουν:

Πετρώματα	Μήκος Ρηγμάτων (Km)
Προσχώσεις λεκανών	0.130224
Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	0.70882
Σχιστόλιθοι	19.644493
Παλιά πλευρικά κορήματα	2.281178
Ασβεστιτικοί και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	207.803646
Ασβεστόλιθοι	39.257691
Κροκαλοπαγή	36.783673
Ενδιάμεσες μάργες	18.870806
Οφειόλιθοι	3.141108
Σχηματισμοί Ομορφοκλησιάς	85.799586
Δουνίτες	2.903573
Ψαμμιτική σειρά	7.782346
Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα- κατώτερος ορίζοντας	1.584087
Σχηματισμοί Τσοτυλίου	51.716656
Ποτάμιες και λιμναίες αποθέσεις	26.547835
Παλαιές χερσαίες αναβαθμίδες	0.65701
Περιδοτίτες	3.053495
Ασβεστιτικοί ψαμμίτες του Πετροπουλάκιου	4.431852
Χαλαροί ψαμμίτες	63.31631
Ποτάμιες αναβαθμίδες	15.804724
Σχηματισμοί Χ	9.399309
Πλευρικά κορήματα	1.674581
Χονδροκλαστικά υλικά	3.36169
Γρανιτογενέσιοι της Δυτικής Μακεδονίας	260.059632
Ελώδεις περιοχές	0.064434
Ελαφρά μεταμορφωμένο σύστημα	147.722618
Ποτάμιες αποθέσεις	0.219034
Σχιστοκερατολιθική διάπλαση	9.559844
Αδροκρυσταλλικός-πορφυροειδής μεταγρανίτης	13.435958
Αλλουβιακές αποθέσεις	40.160551
Μαργαϊκή κυρίως σειρά	14.836132

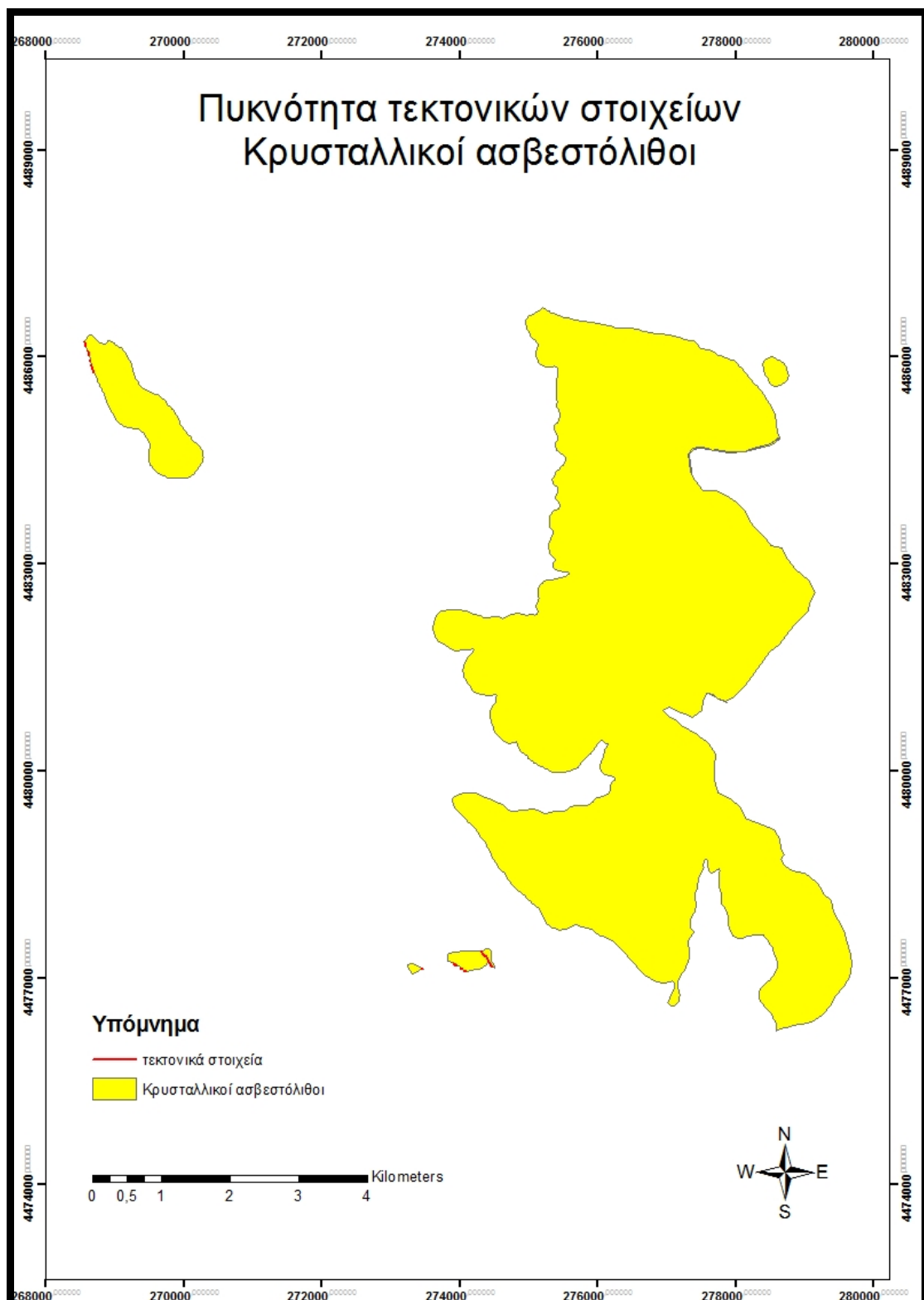
Σχηματισμοί Ζευγοστασίου	1.785157
Υφαλογενείς ασβεστόλιθοι Όντρια	4.9664
Mir και Mid αδιαίρετοι	14.780383
Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα- ανώτερος ορίζοντας	21.838834
Ανώτερη σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών	10.313696
Σχηματιζόμενες ποτάμιες αναβαθμίδες	0.644157
Σχηματισμοί Πενταλόφου	8.925072
Ερυθρογαίες	0.343014
Συνολικό Μήκος Τεκτονικών Στοιχείων	1141.554743

Πετρώματα	Πυκνότητα Ρηγμάτων
Προσχώσεις λεκανών	0.087826058
Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι	0.021735011
Σχιστόλιθοι	2.528210382
Παλιά πλευρικά κορήματα	0.167379104
Ασβεστιτικοί και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι	2.1381866
Ασβεστόλιθοι	3.313811786
Κροκαλοπαγή	1.806464424
Ενδιάμεσες μάργες	1.297614987
Οφειόλιθοι	0.566521822
Σχηματισμοί Ομορφοκλησιάς	0.851024506
Δουνίτες	0.920537148
Ψαμμιτική σειρά	0.144910857
Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα- κατώτερος ορίζοντας	2.601947395
Σχηματισμοί Τσοτυλίου	0.716675961
Ποτάμιες και λιμναίες αποθέσεις	0.407427842
Παλαιές χερσαίες αναβαθμίδες	0.021568812
Περιδοτίτες	0.312904068
Ασβεστιτικοί ψαμμίτες του Πετροπουλάκιου	0.530872551
Χαλαροί ψαμμίτες	1.560368
Ποτάμιες αναβαθμίδες	0.303344073
Σχηματισμοί Χ	0.919702503
Πλευρικά κορήματα	0.140299992
Χονδροκλαστικά υλικά	0.27977519
Γρανιτογενέσιοι της Δυτικής Μακεδονίας	1.824632169
Ελώδεις περιοχές	0.042061822
Ελαφρά μεταμορφωμένο σύστημα	2.044158663
Ποτάμιες αποθέσεις	0.199729541
Σχιστοκερατολιθική διάπλαση	4.275877307
Αδροκρυσταλλικός-πορφυροειδής μεταγρανίτης	2.127629002
Αλλουβιακές αποθέσεις	0.339602462
Μαργαϊκή κυρίως σειρά	1.847817469

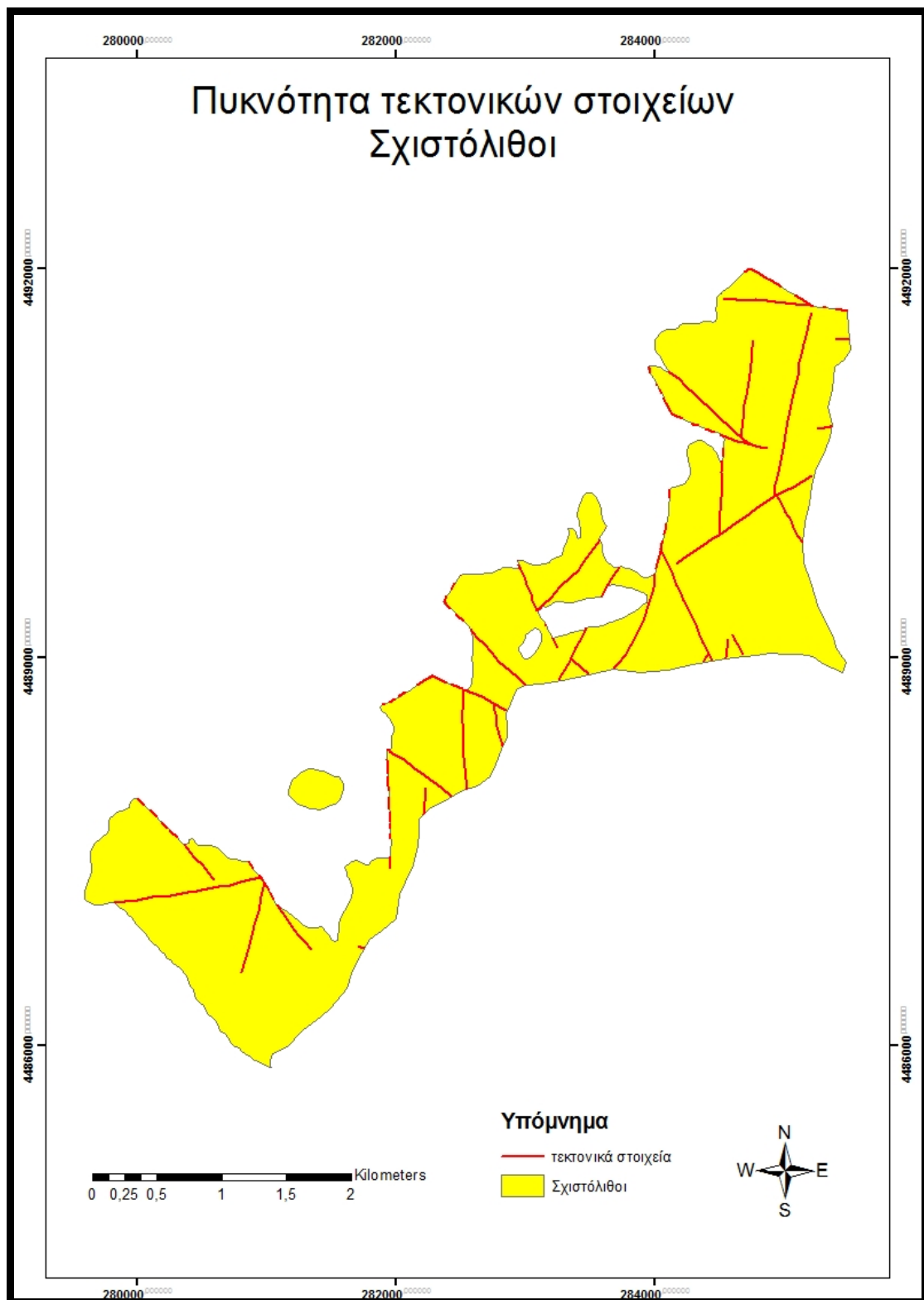
Σχηματισμοί Ζευγοστασίου	0.085054013
Υφαλογενείς ασβεστόλιθοι Όντρια	0.920455068
Mir και Mid αδιαίρετοι	0.496395083
Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα- ανώτερος ορίζοντας	1.406768101
Ανώτερη σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών	1.445175321
Σχηματιζόμενες ποτάμιες αναβαθμίδες	0.354472891
Σχηματισμοί Πενταλόφου	1.208830609
Ερυθρογαίες	0.542729072



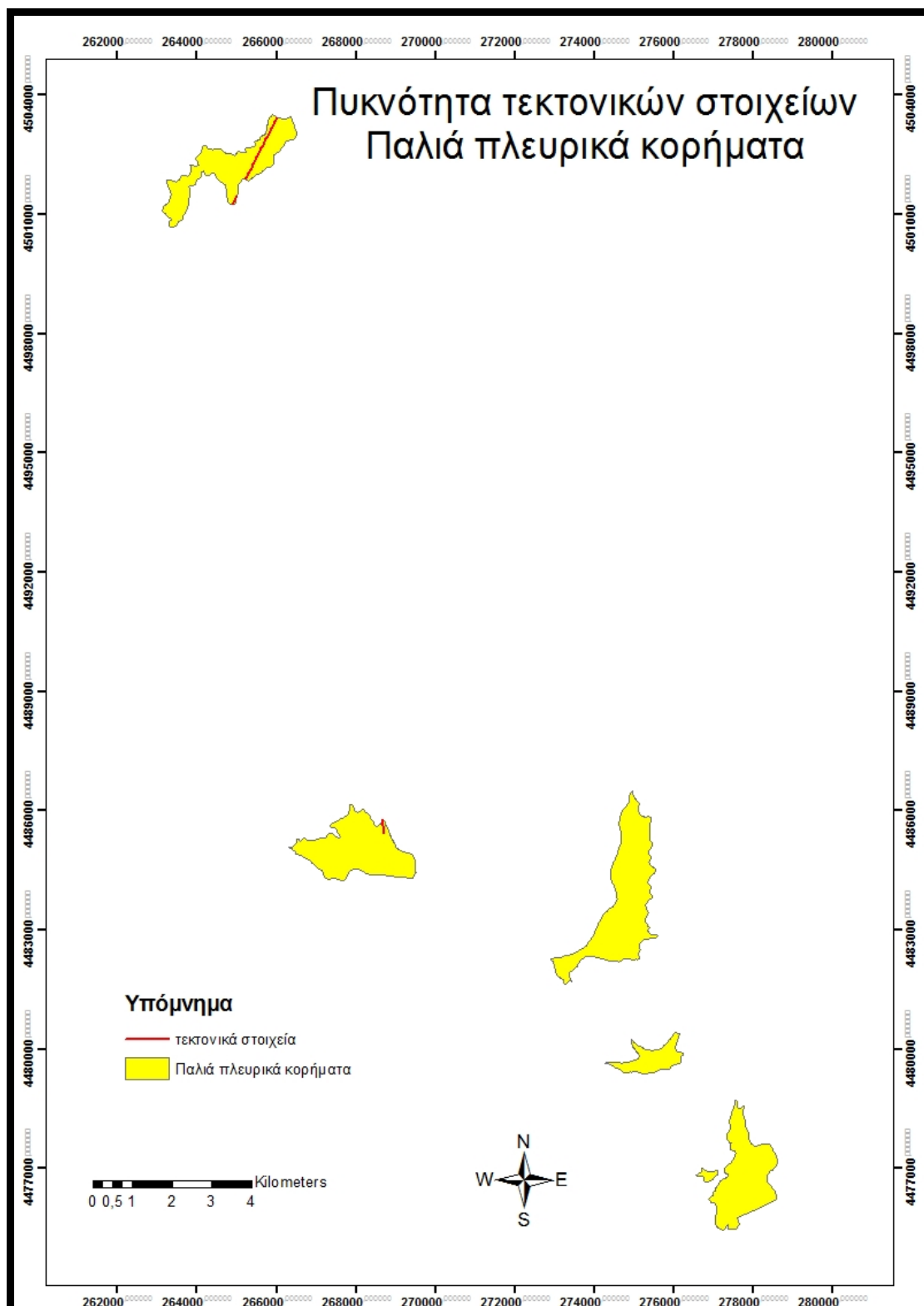
Σχήμα 3: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Προσχώσεις λεκανών



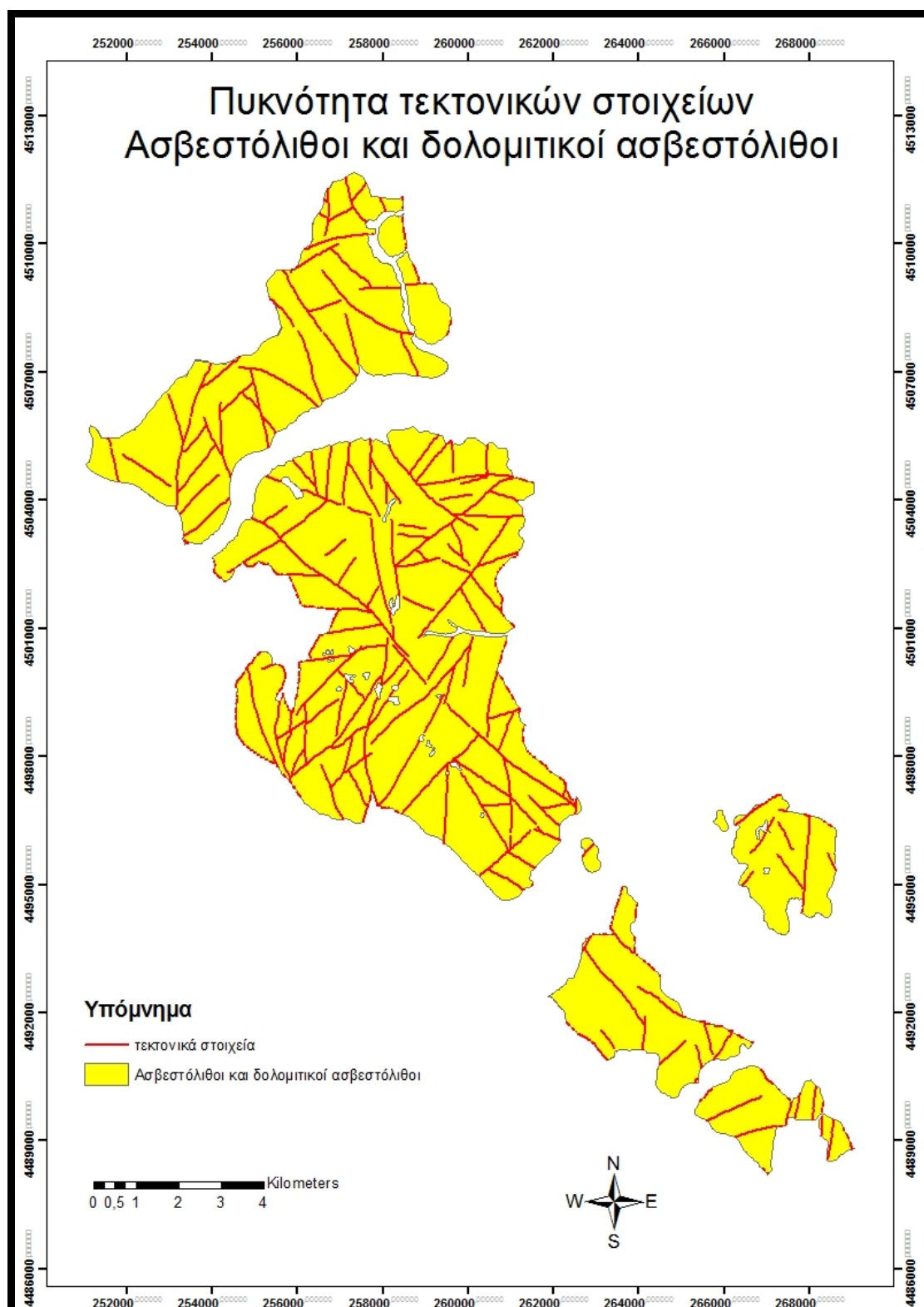
Σχήμα 4: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι



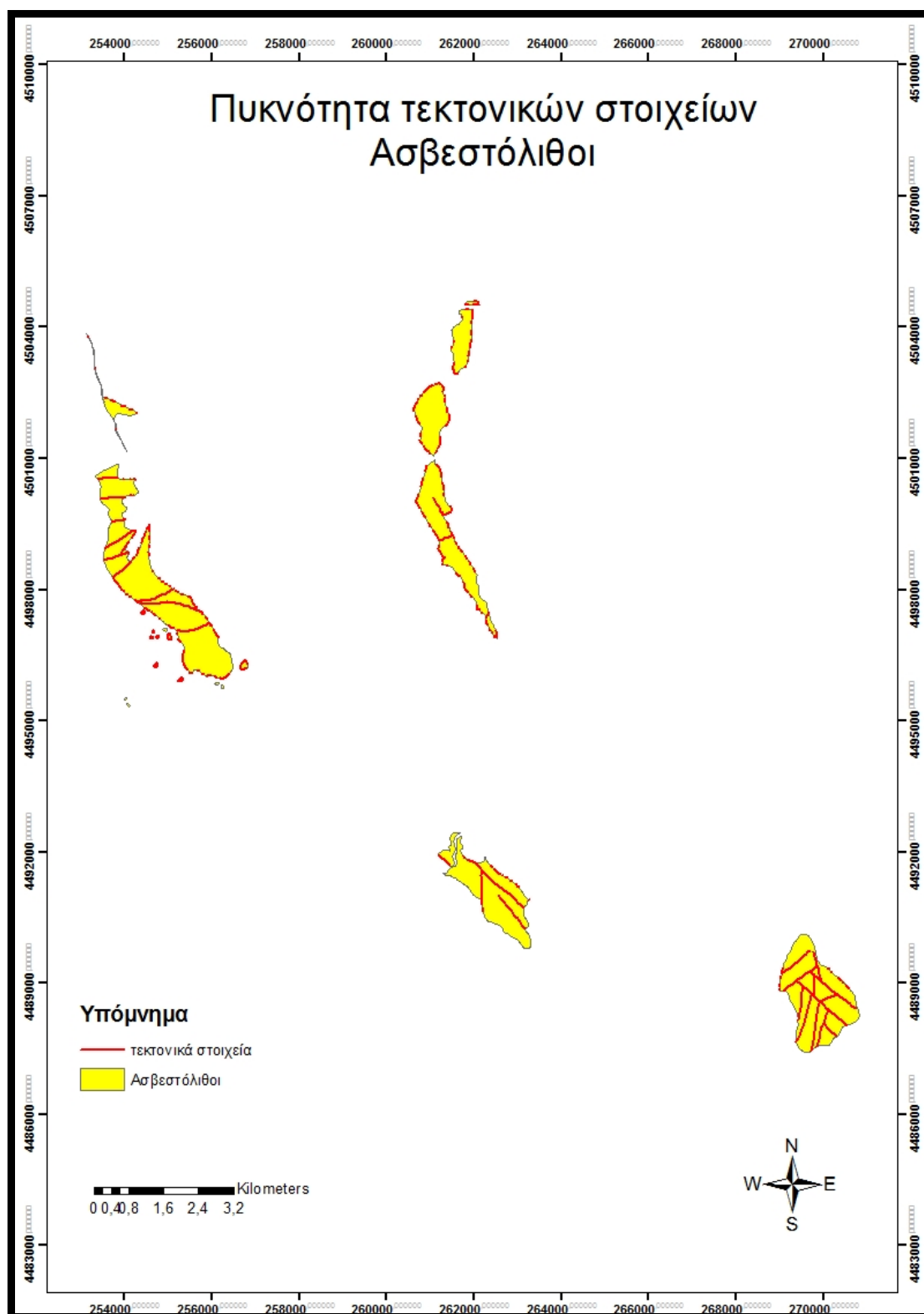
Σχήμα 5: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Σχιστόλιθοι



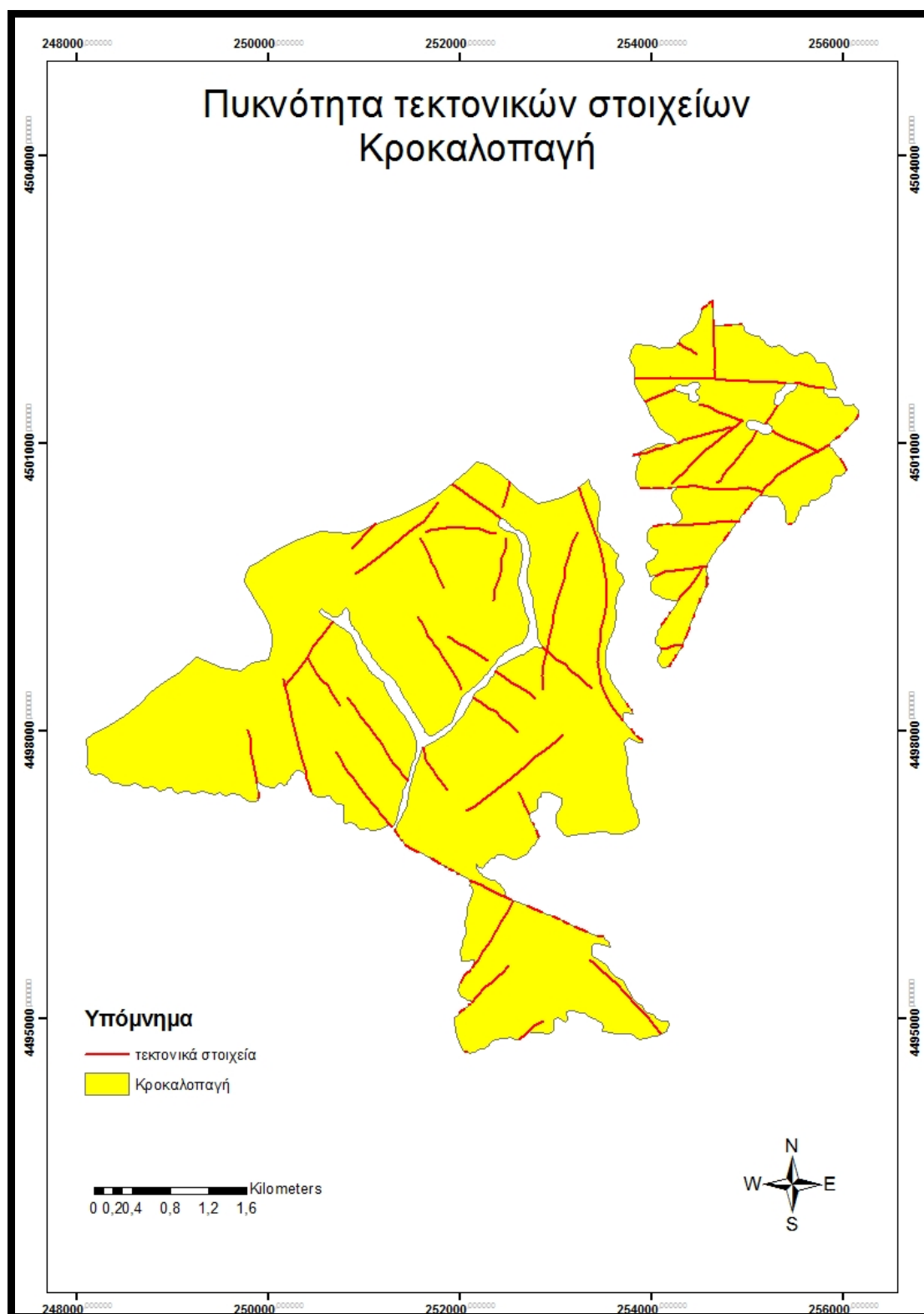
Σχήμα 6: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Παλιά πλευρικά κορήματα



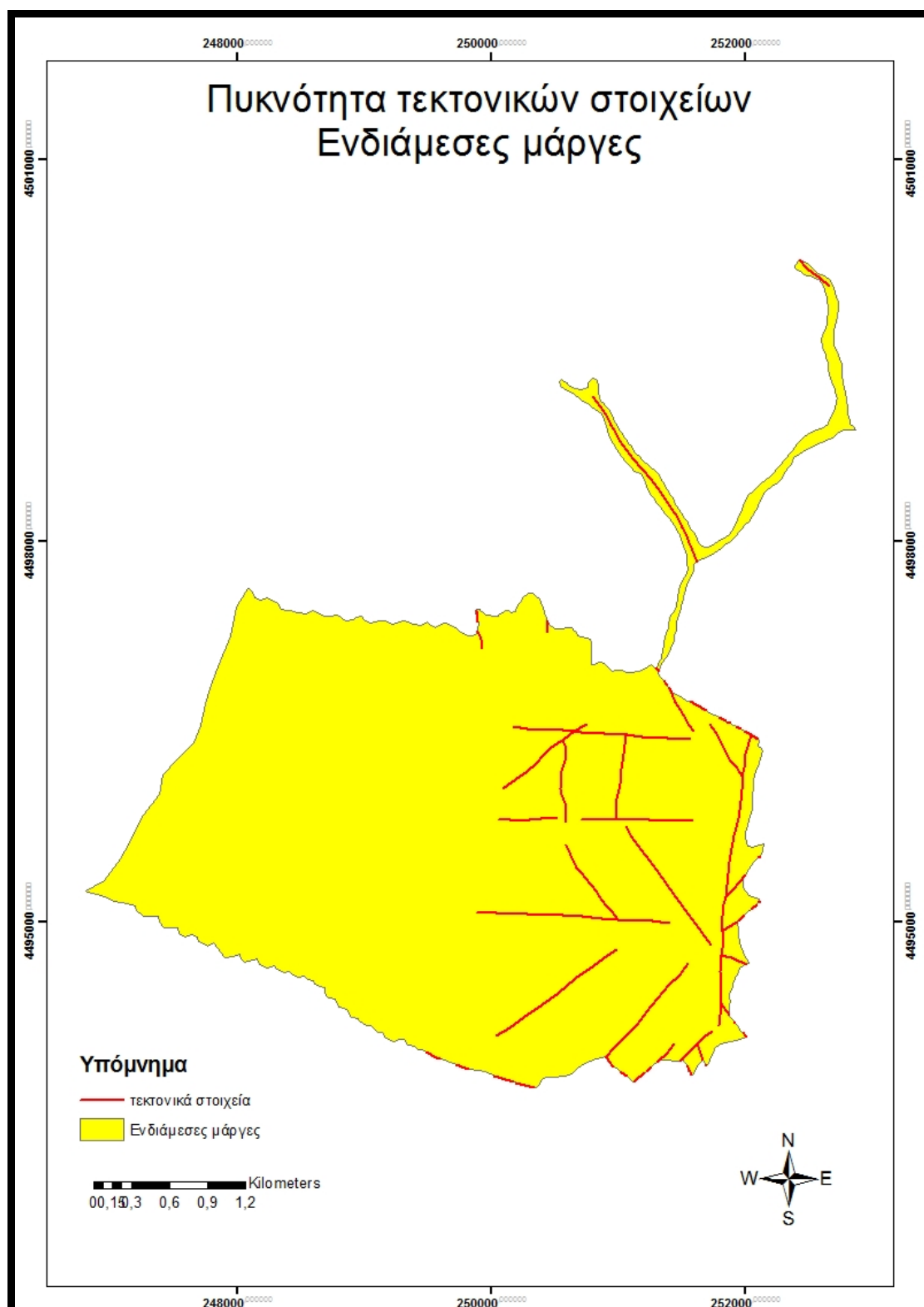
Σχήμα 7: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι



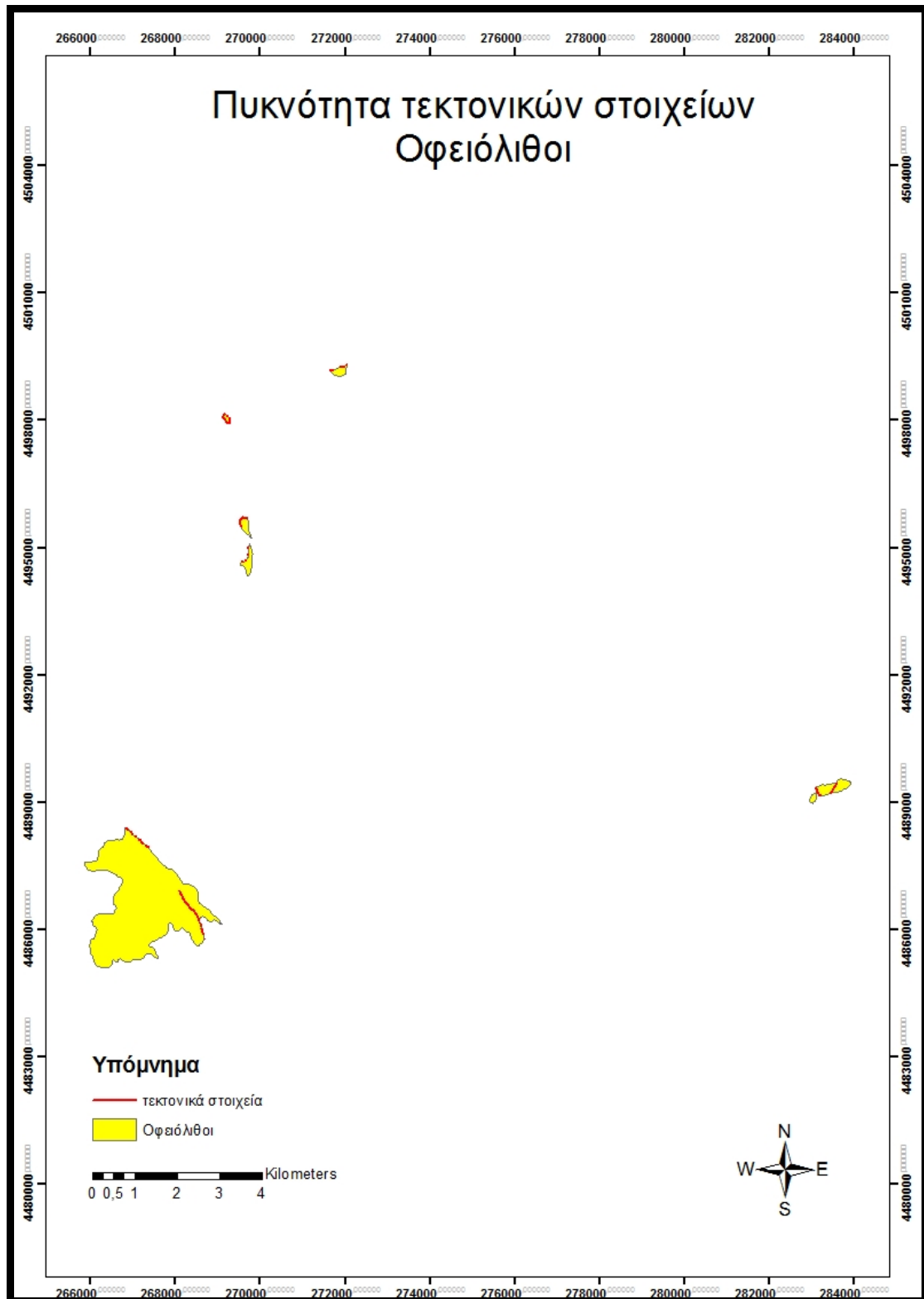
Σχήμα 8: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ασβεστόλιθοι



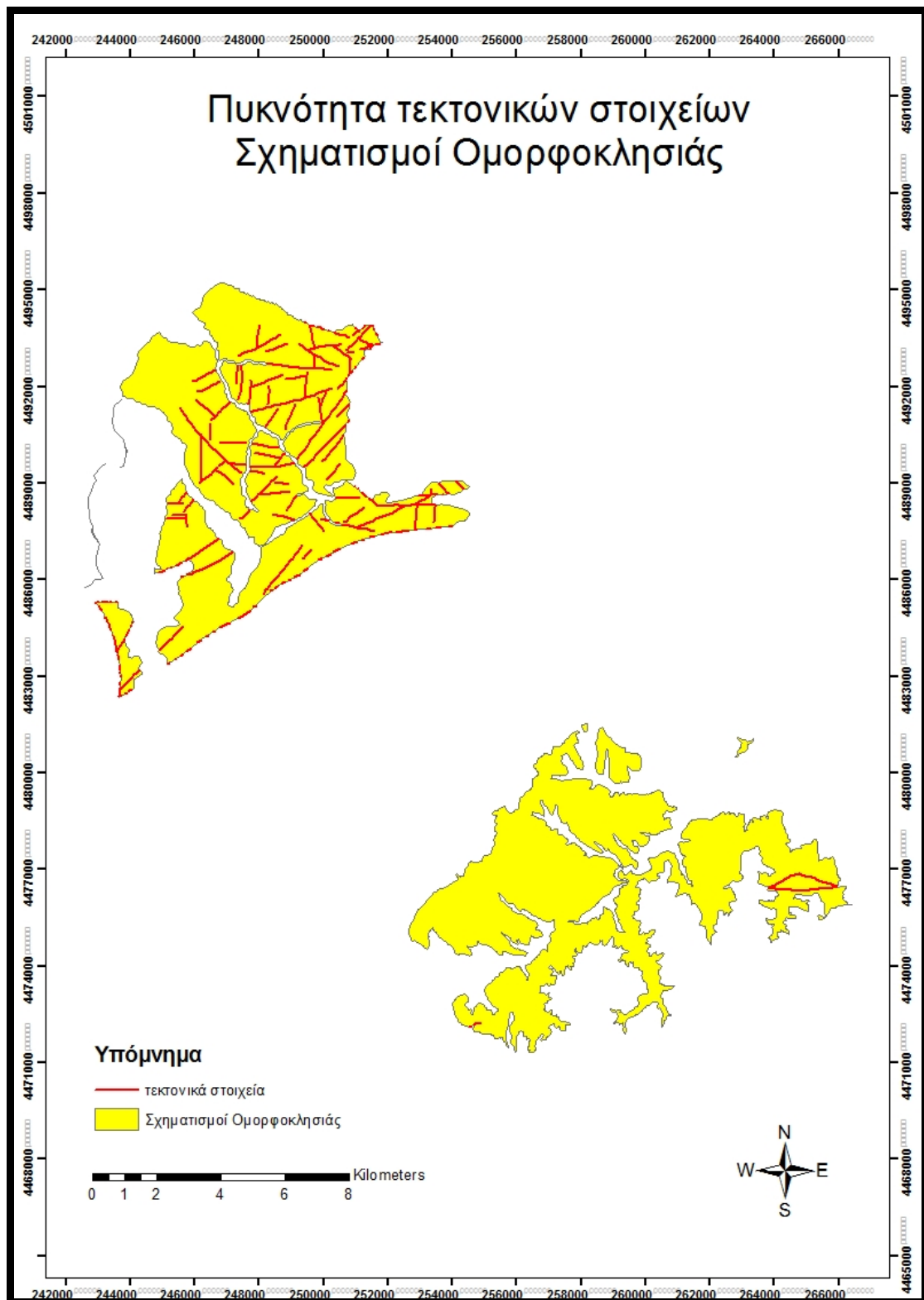
Σχήμα 9: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Κροκαλοπαγή



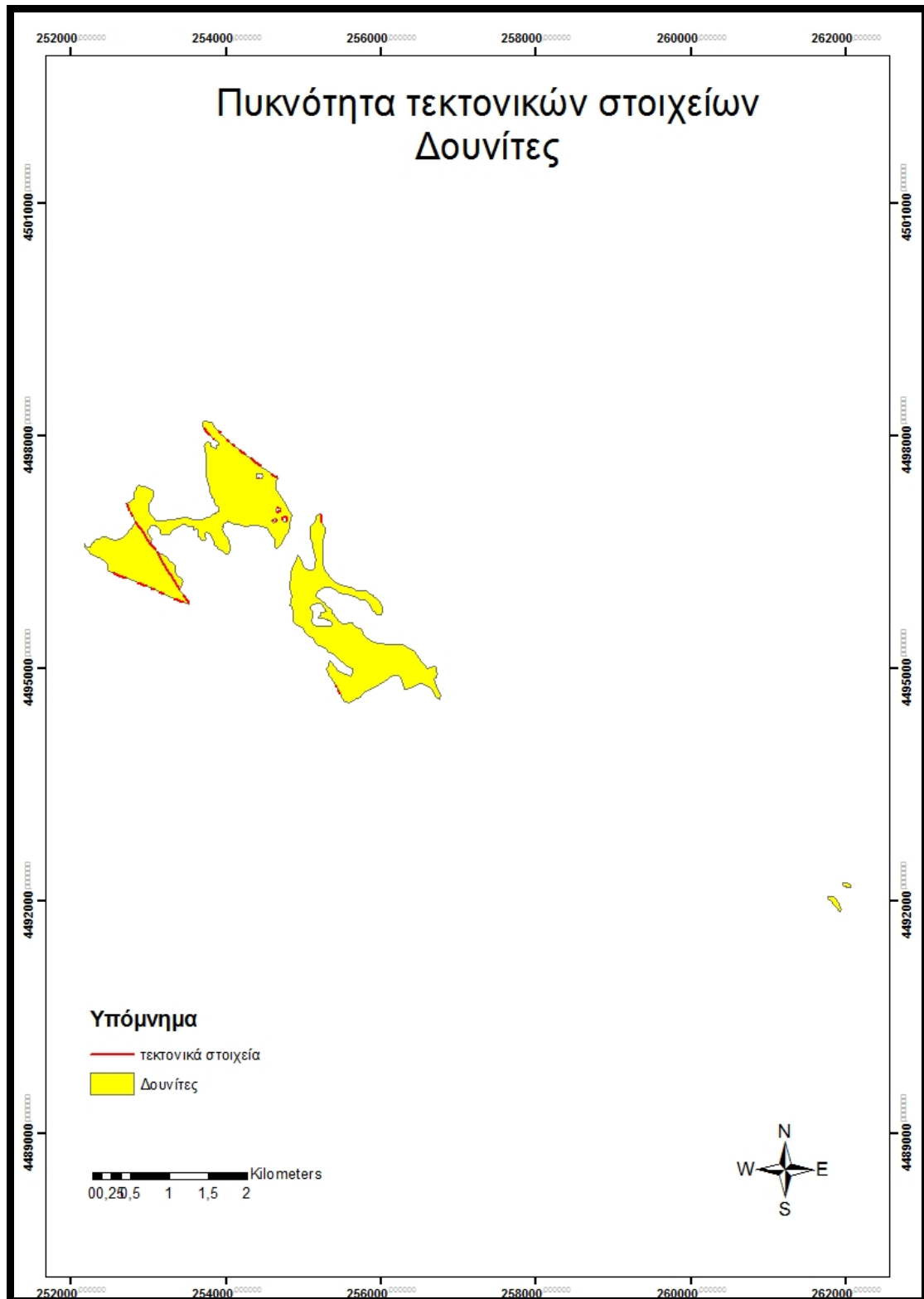
Σχήμα 10: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ενδιάμεσες μάργες



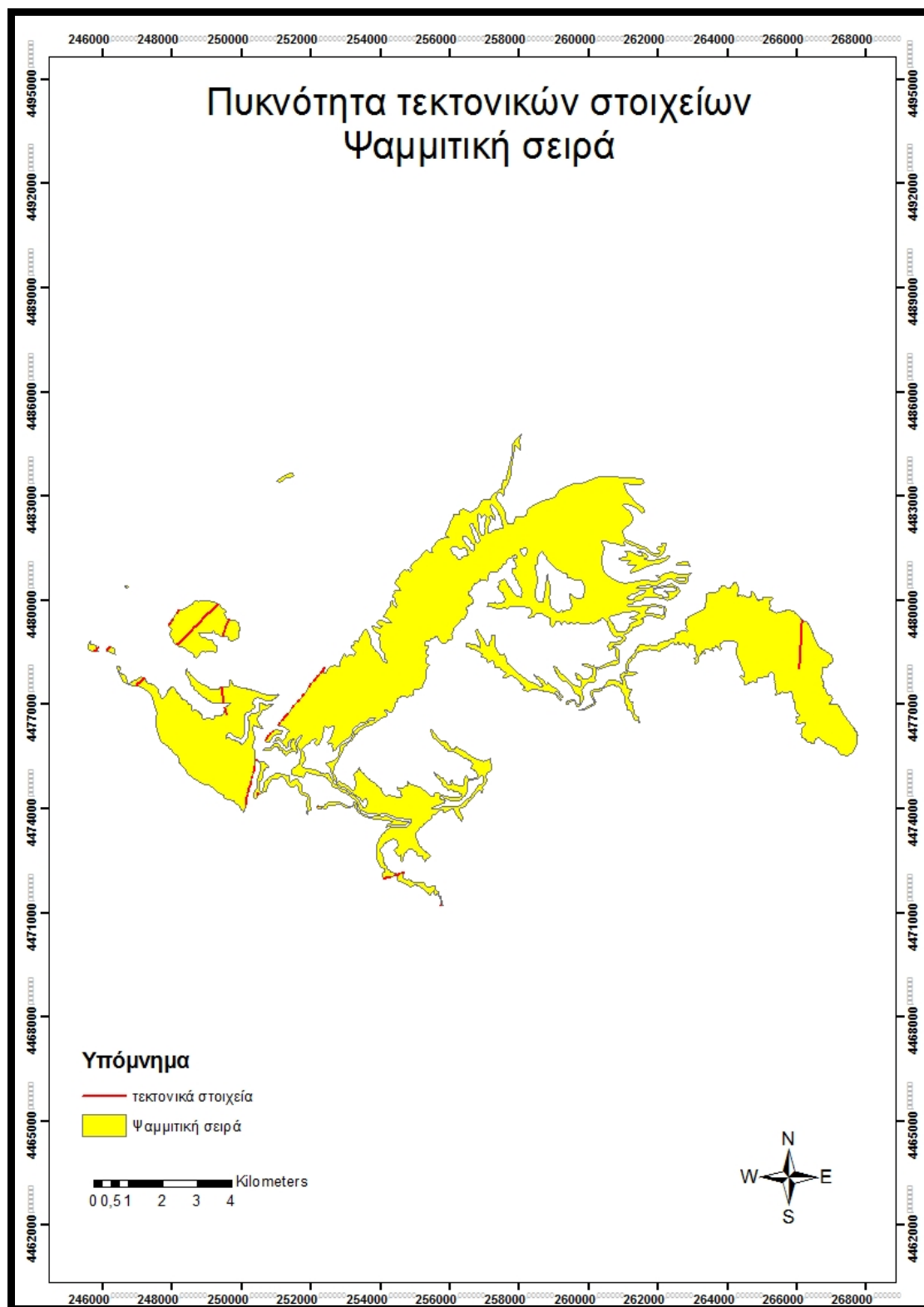
Σχήμα 11: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Οφειόλιθοι



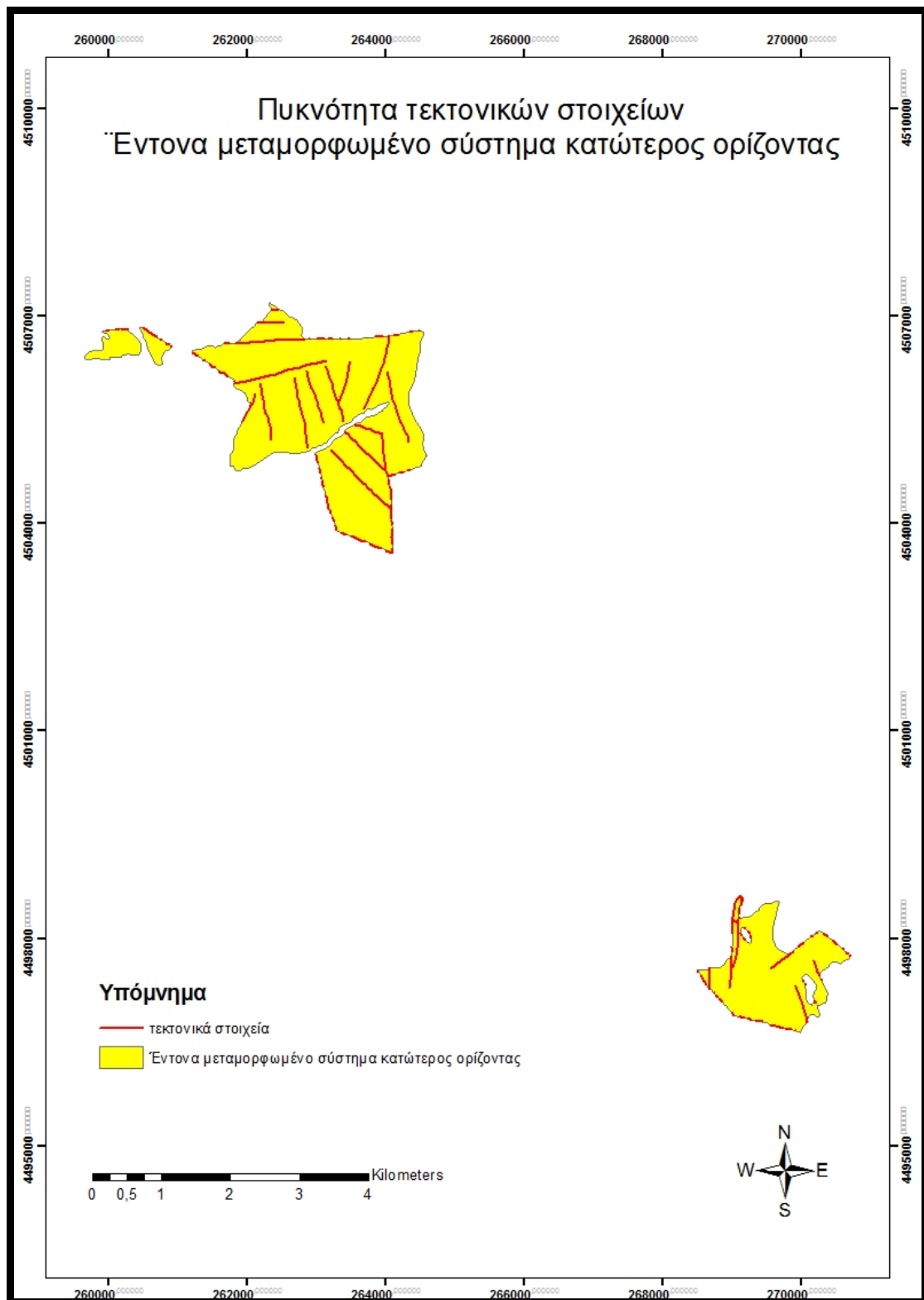
Σχήμα 12: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Σχηματισμοί Ομορφοκλησιάς



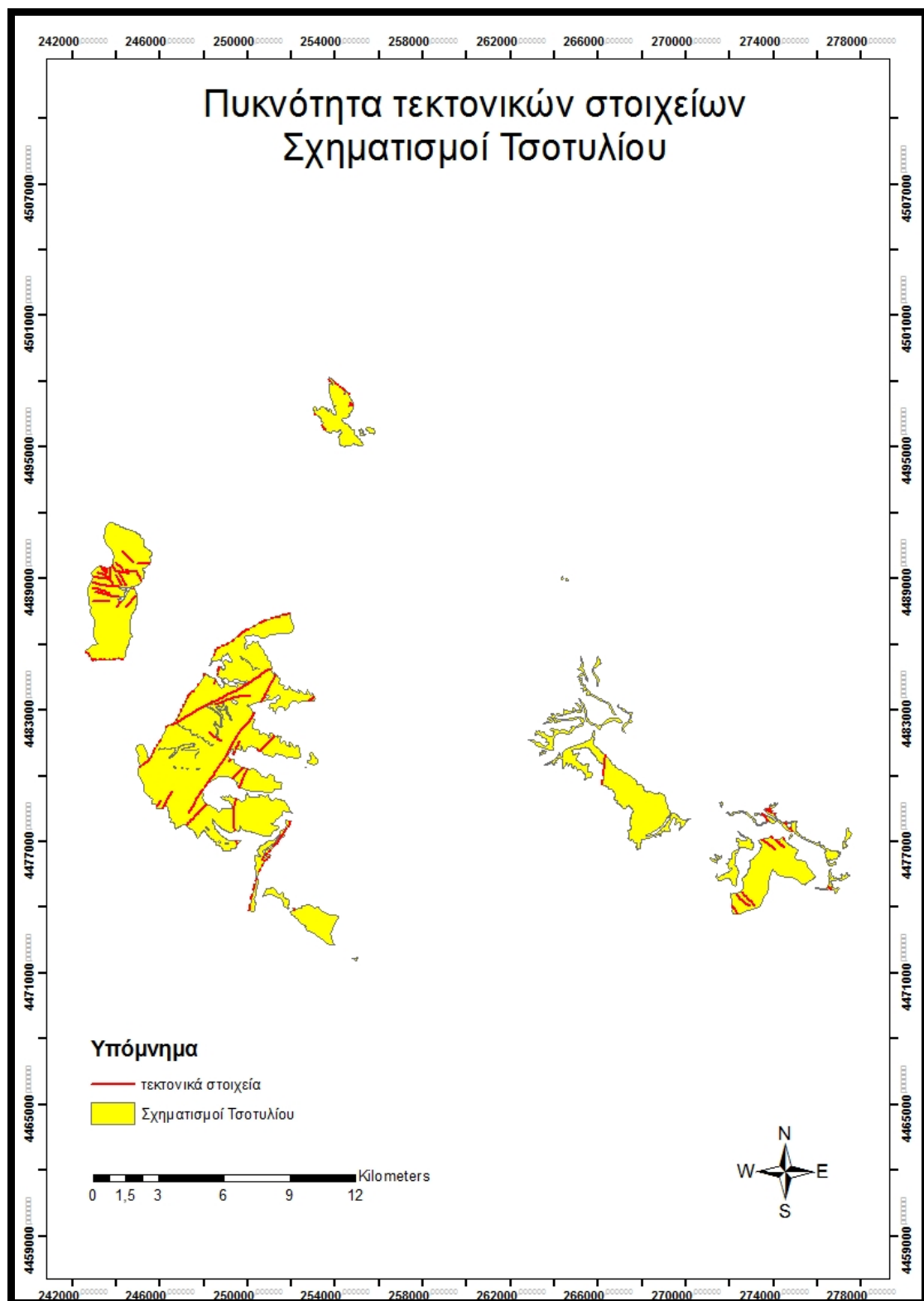
Σχήμα 13: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Δουνίτες



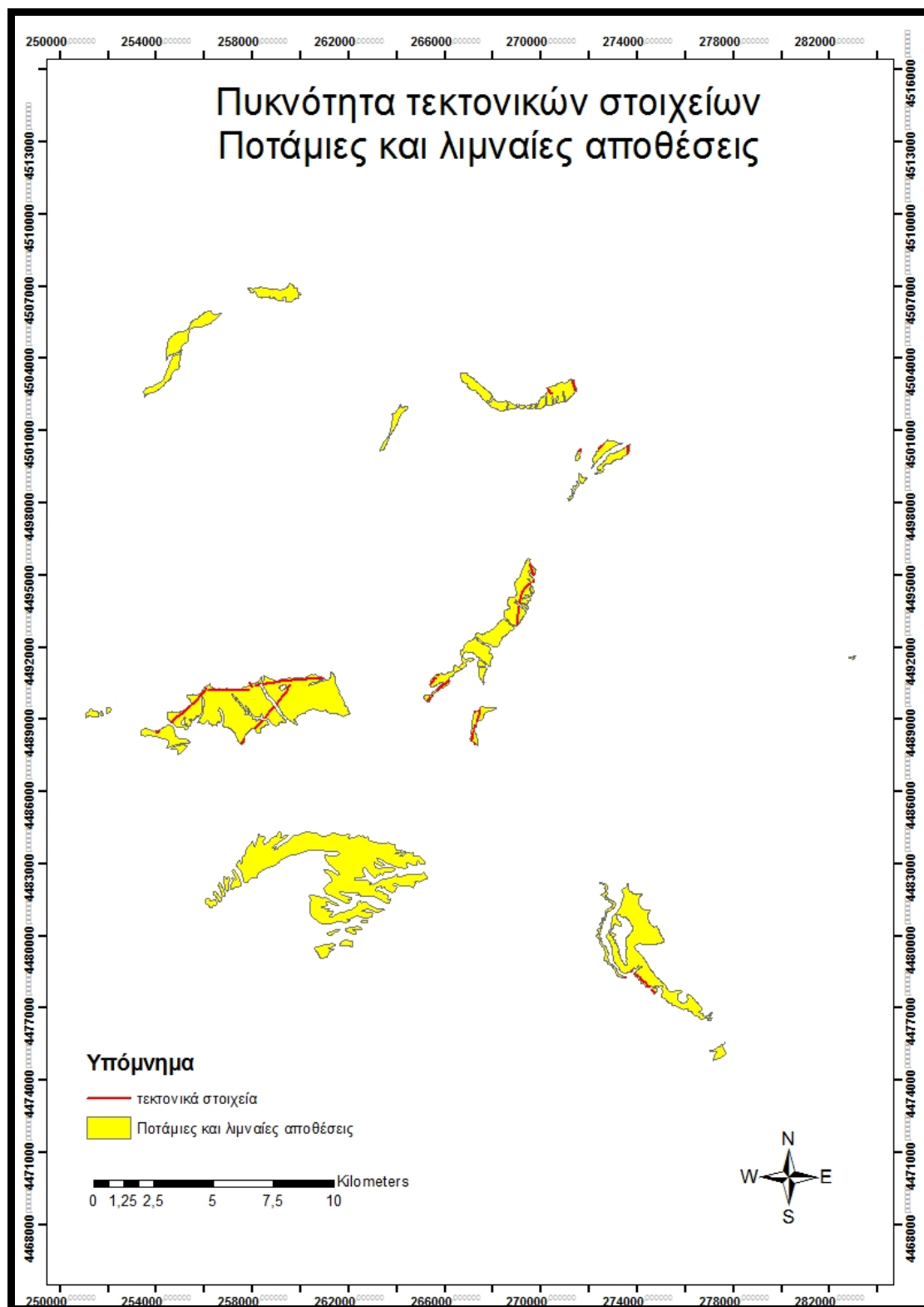
Σχήμα 14: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ψαμμιτική σειρά



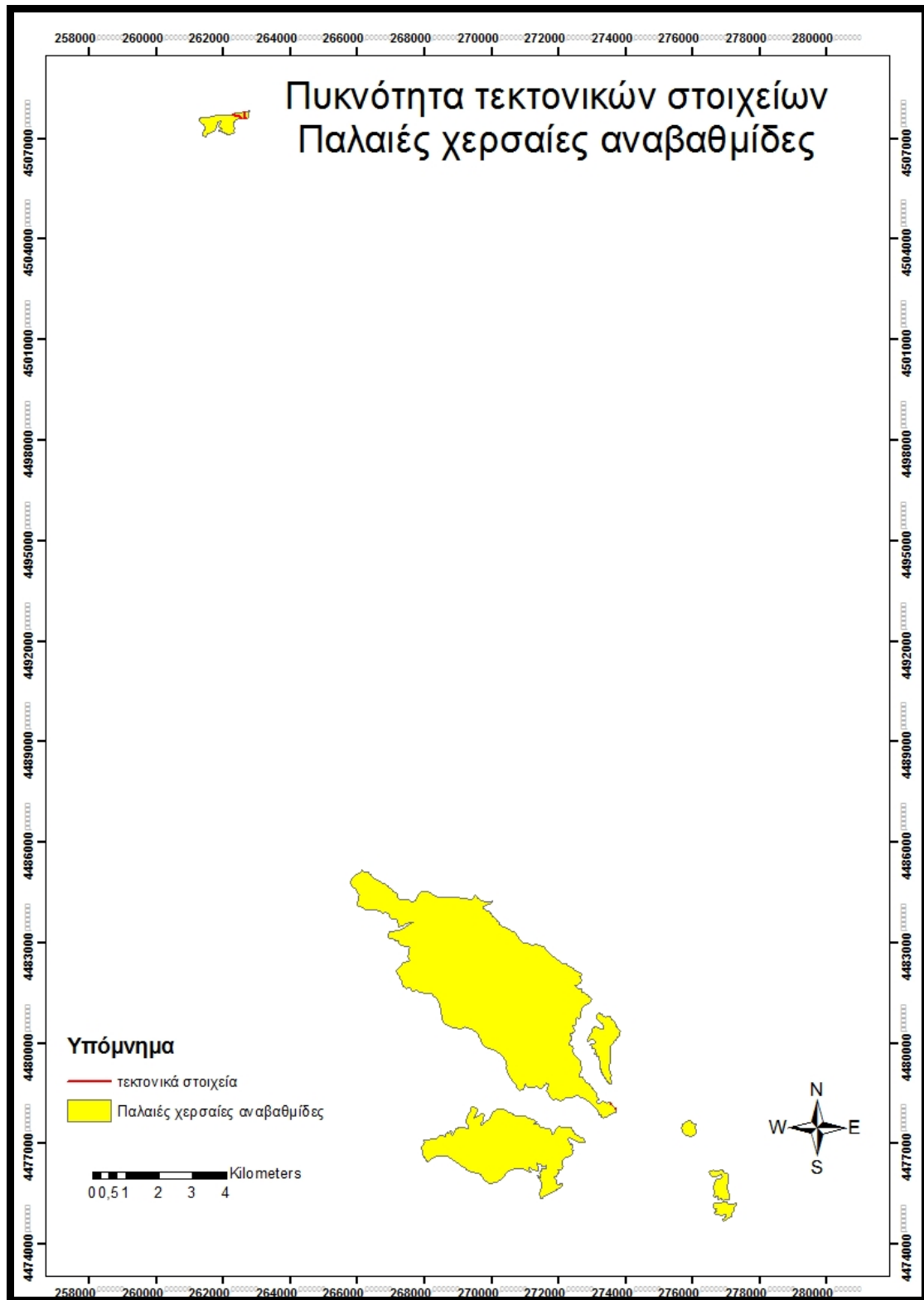
Σχήμα 15: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα κατώτερος ορίζοντας



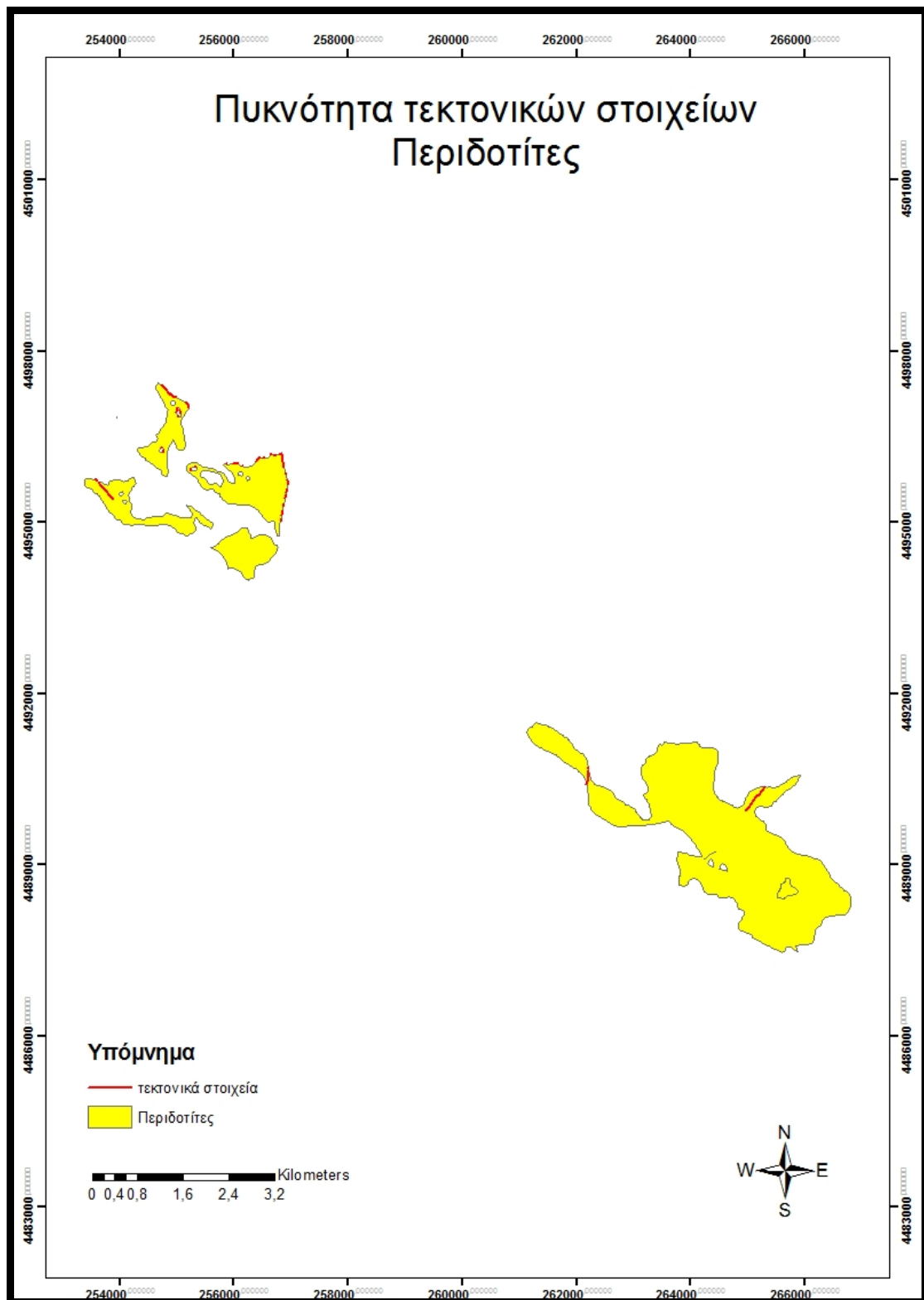
Σχήμα 16: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Σχηματισμοί Τσοτυλίου



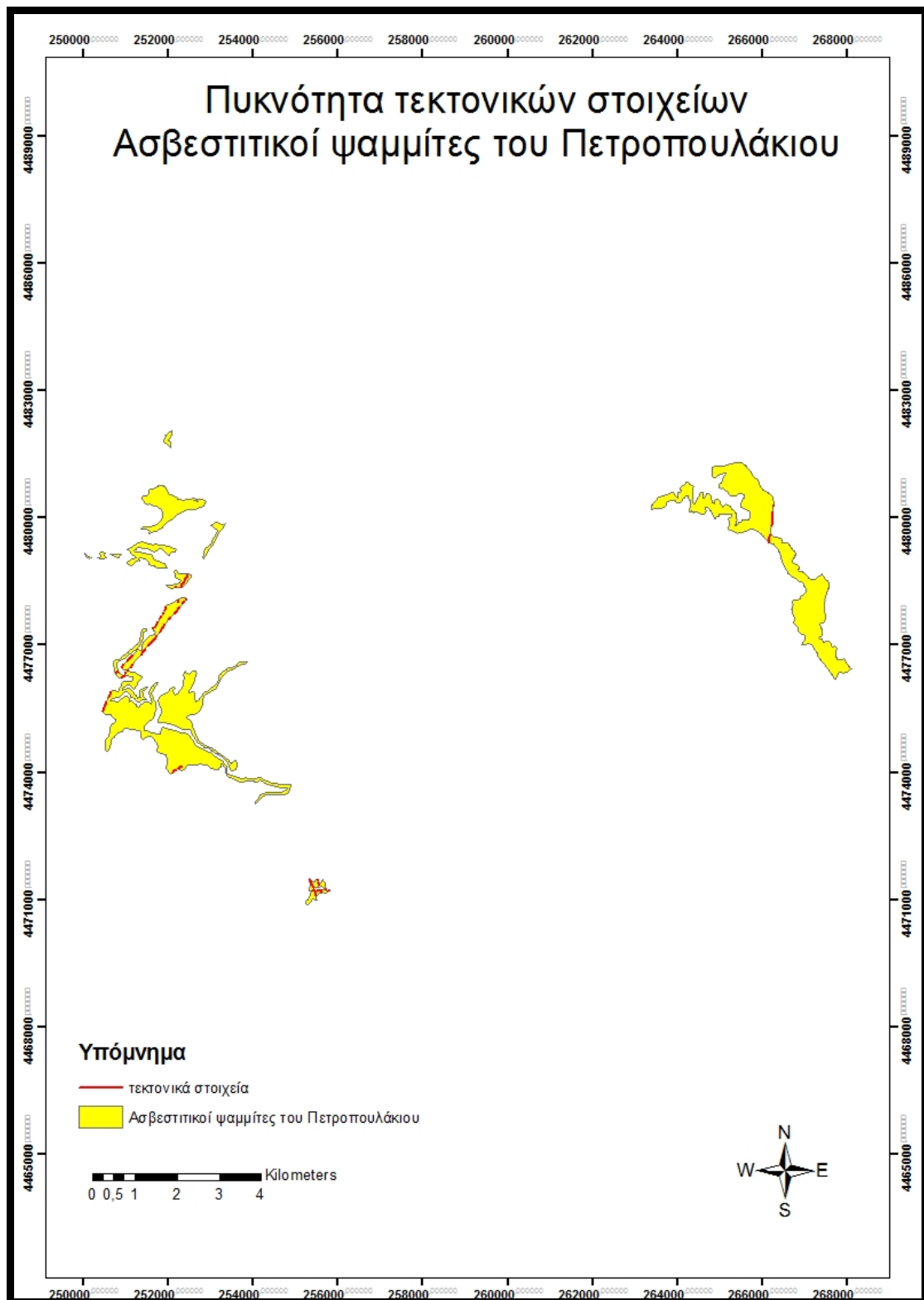
Σχήμα 17: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ποτάμιας και λιμναίες αποθέσεις



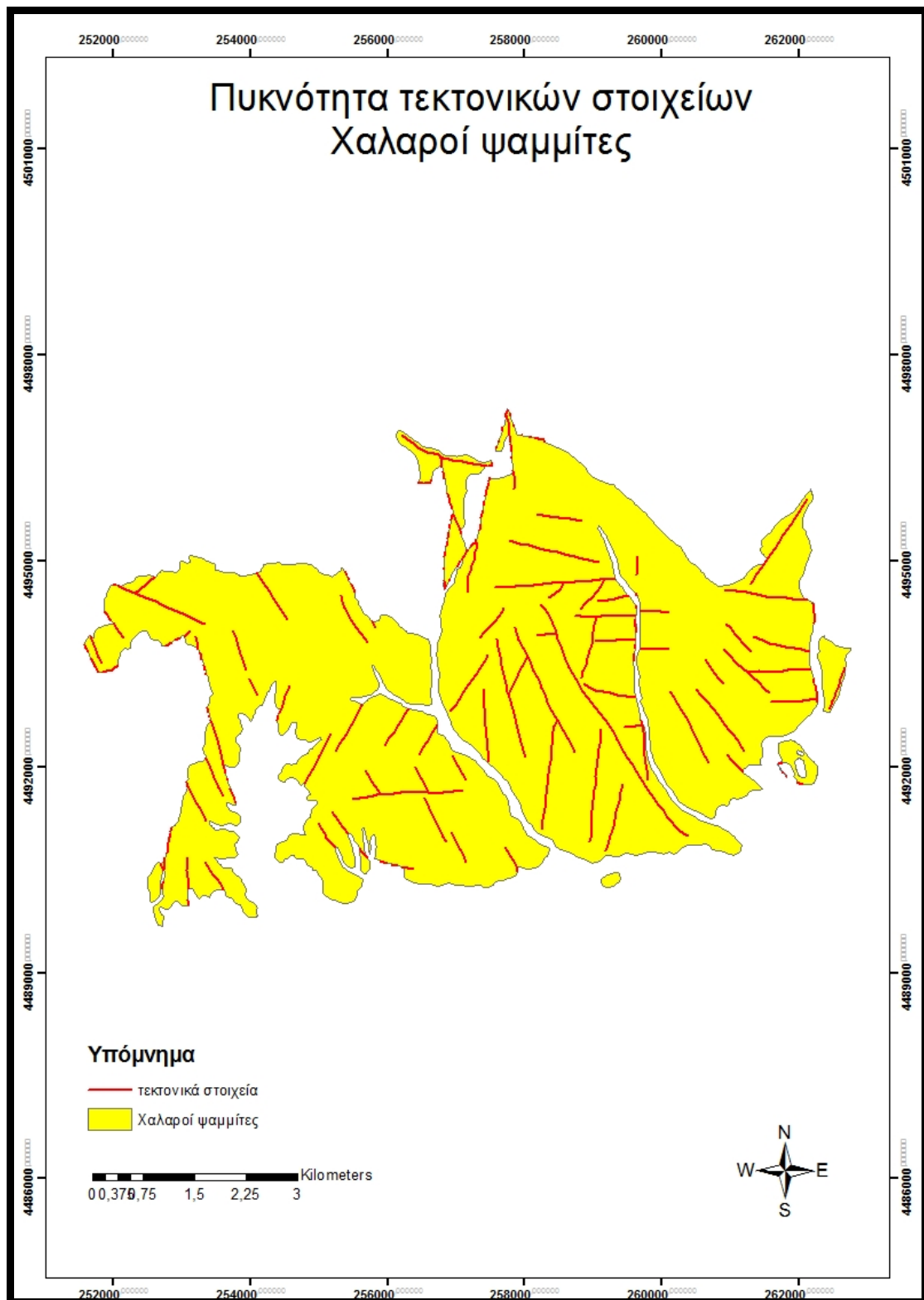
Σχήμα 18: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Παλαιές χερσαίες αναβαθμίδες



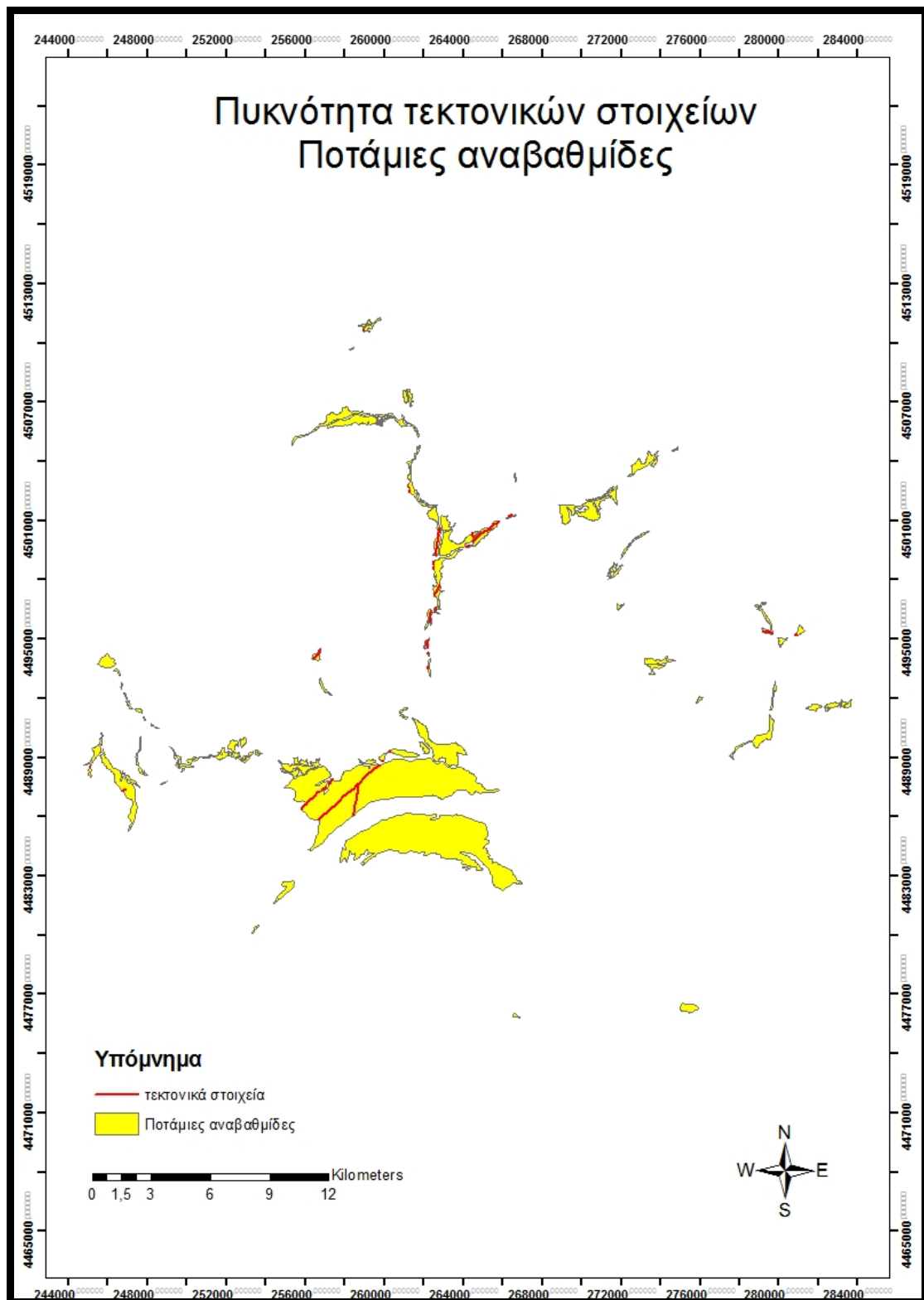
Σχήμα 19: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Περιδοτίτες



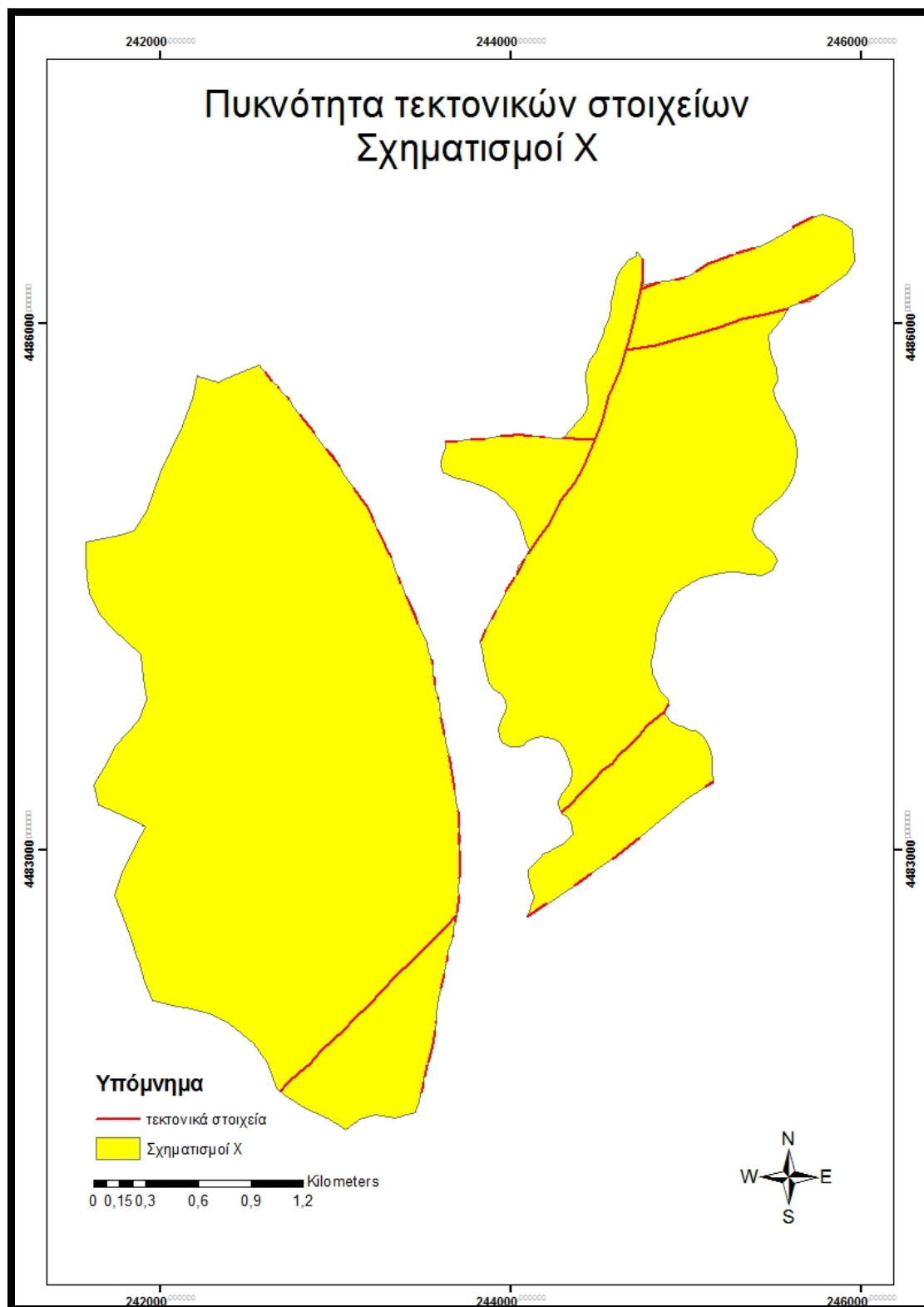
Σχήμα 20: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ασβεστιτικοί ψαμμίτες του Πετροπουλάκιου



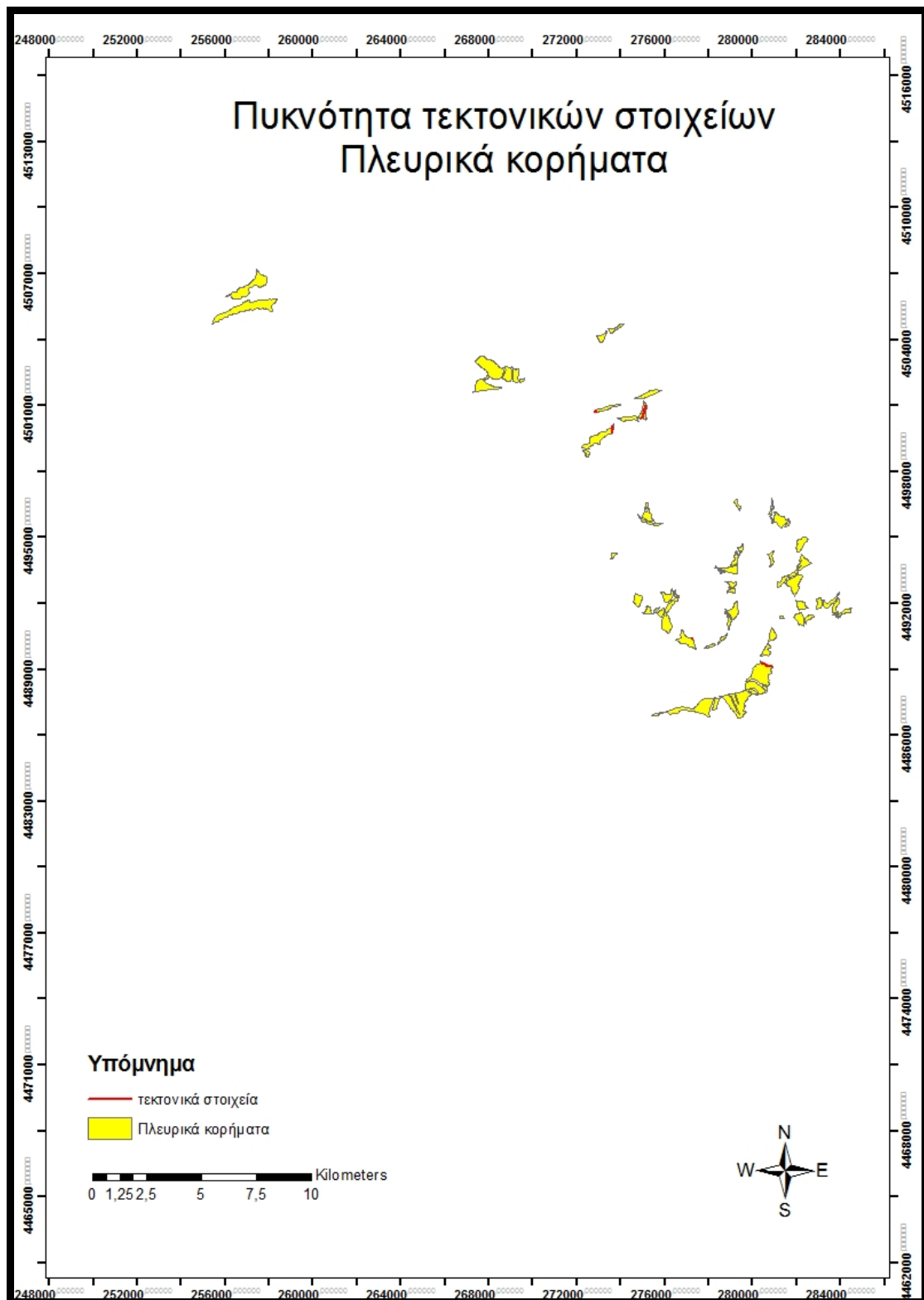
Σχήμα 21: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Χαλαροί ψαμμίτες



Σχήμα 22: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ποτάμιες αναβαθμίδες



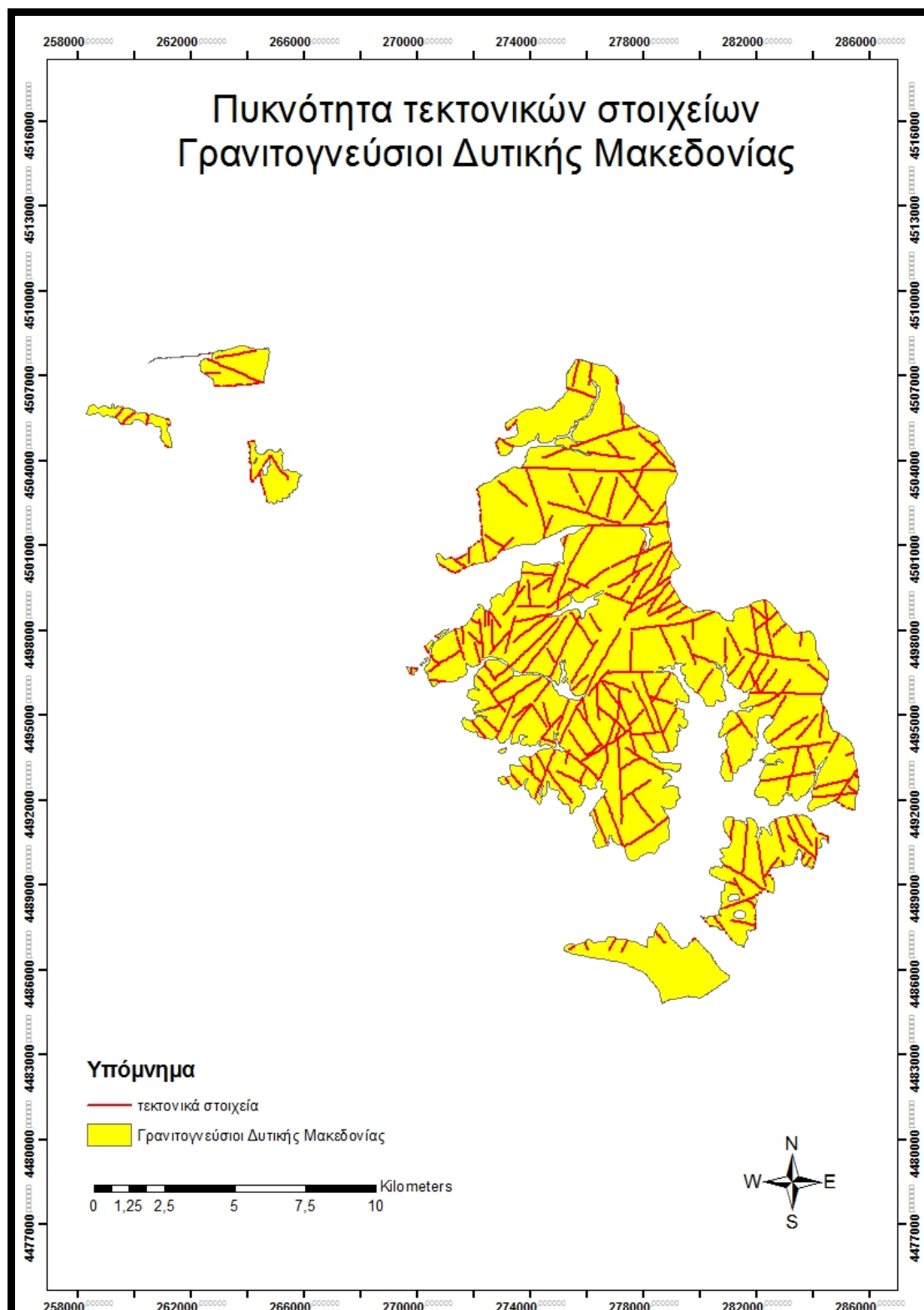
Σχήμα 23: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Σχηματισμοί Χ



Σχήμα 24: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Πλευρικά κορήματα



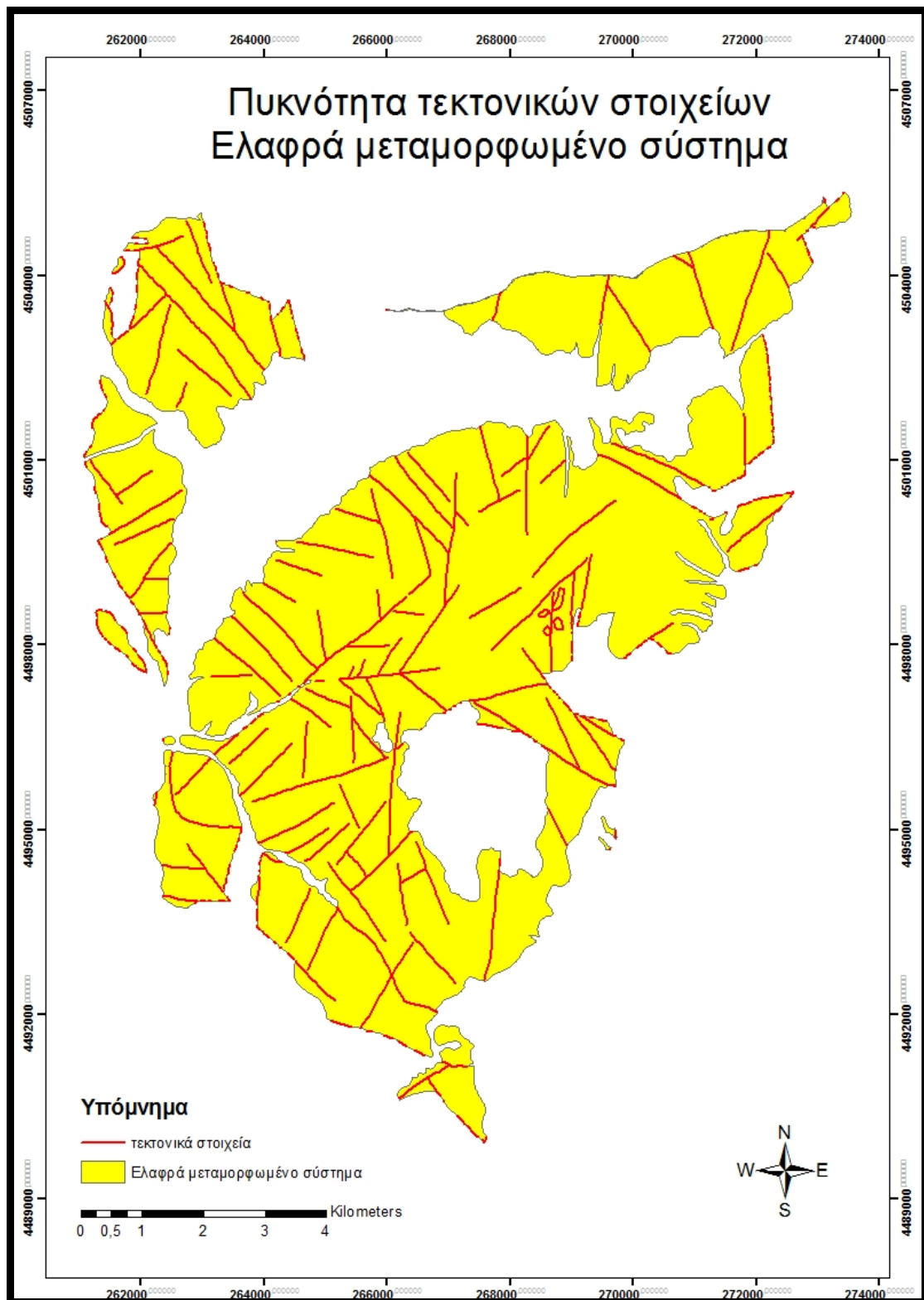
Σχήμα 25: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Χονδροκλαστικά υλικά



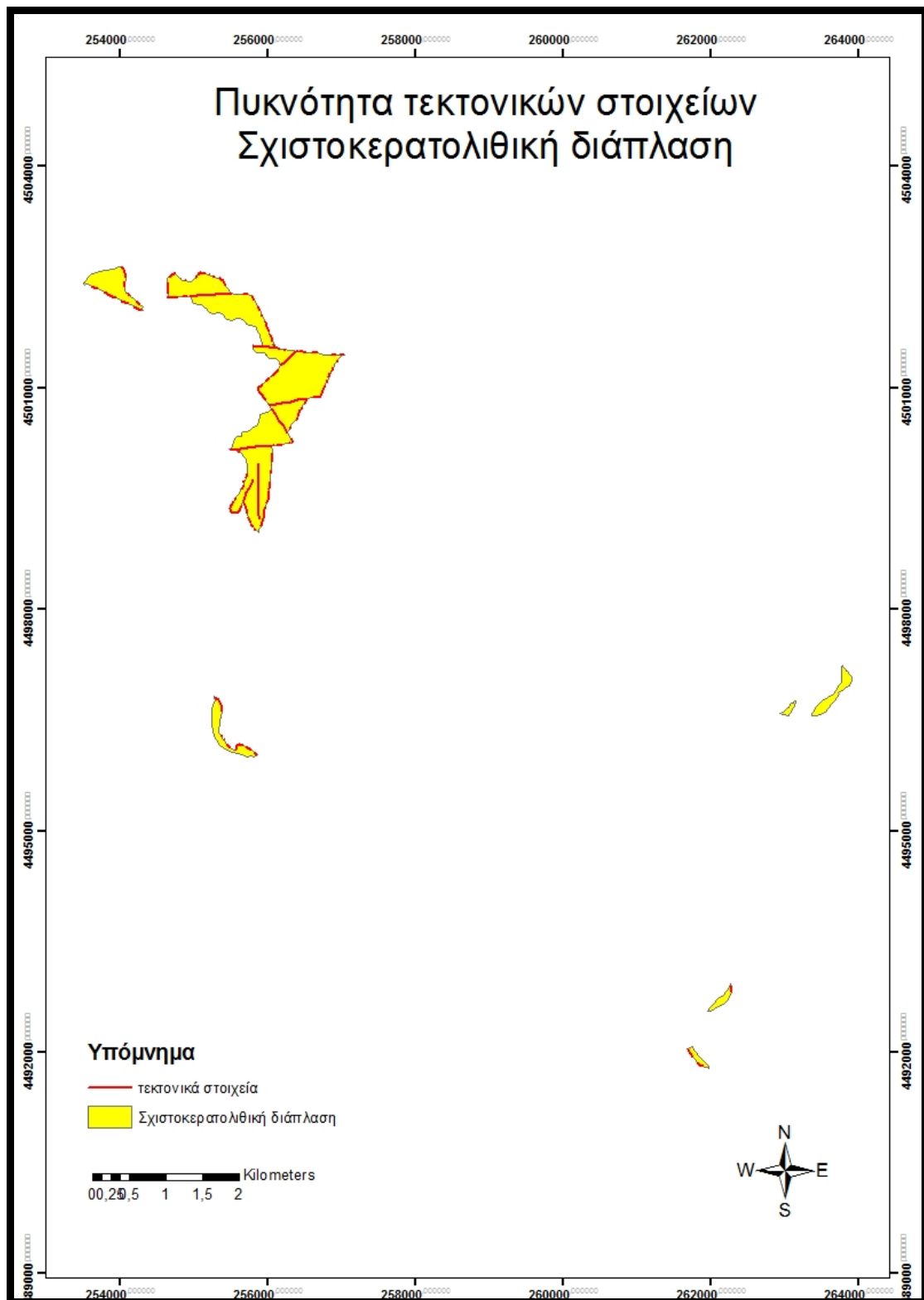
Σχήμα 26: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Γρανιτογενέυσις Δυτικής Μακεδονίας



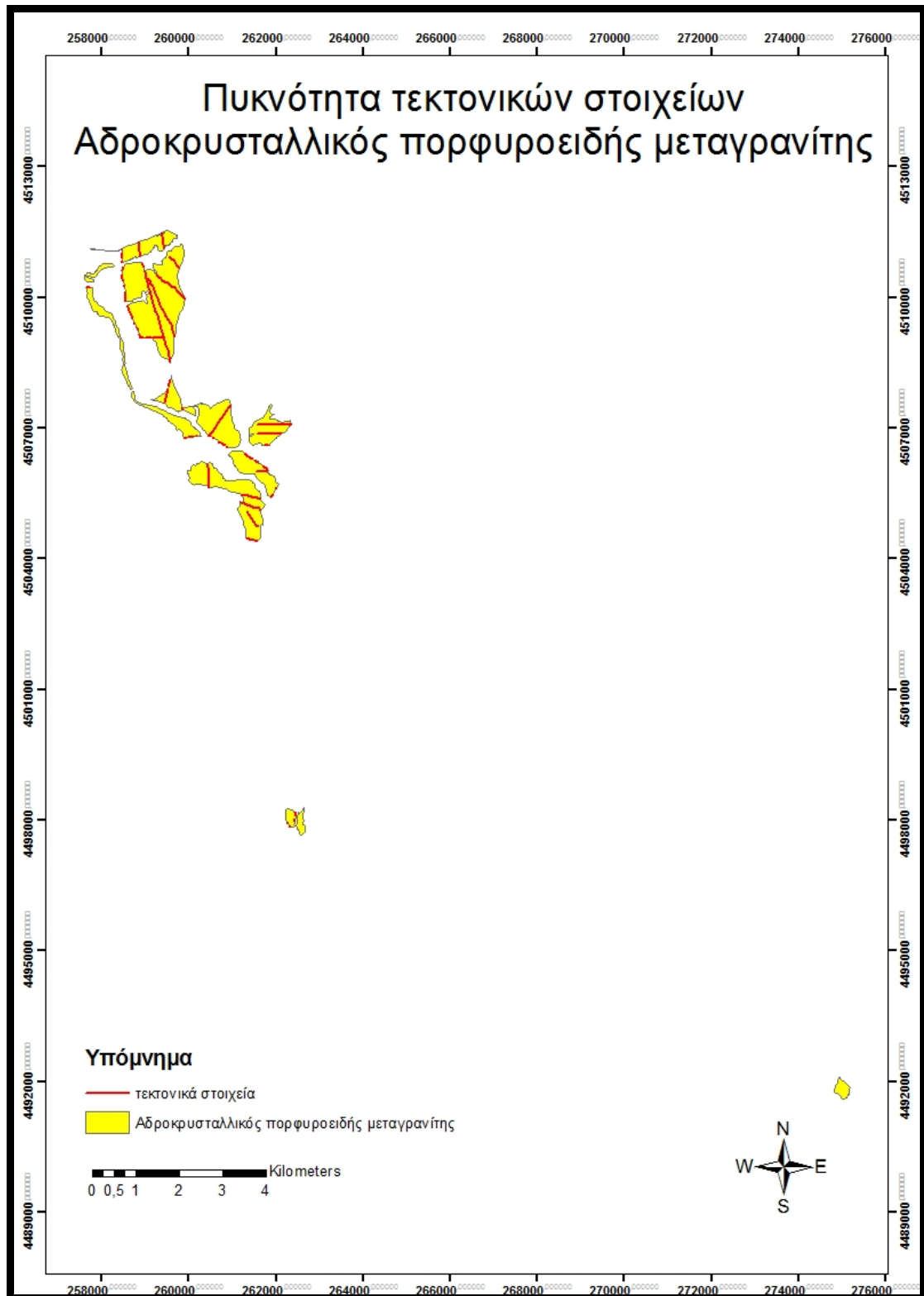
Σχήμα 27: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ελώδεις περιοχές



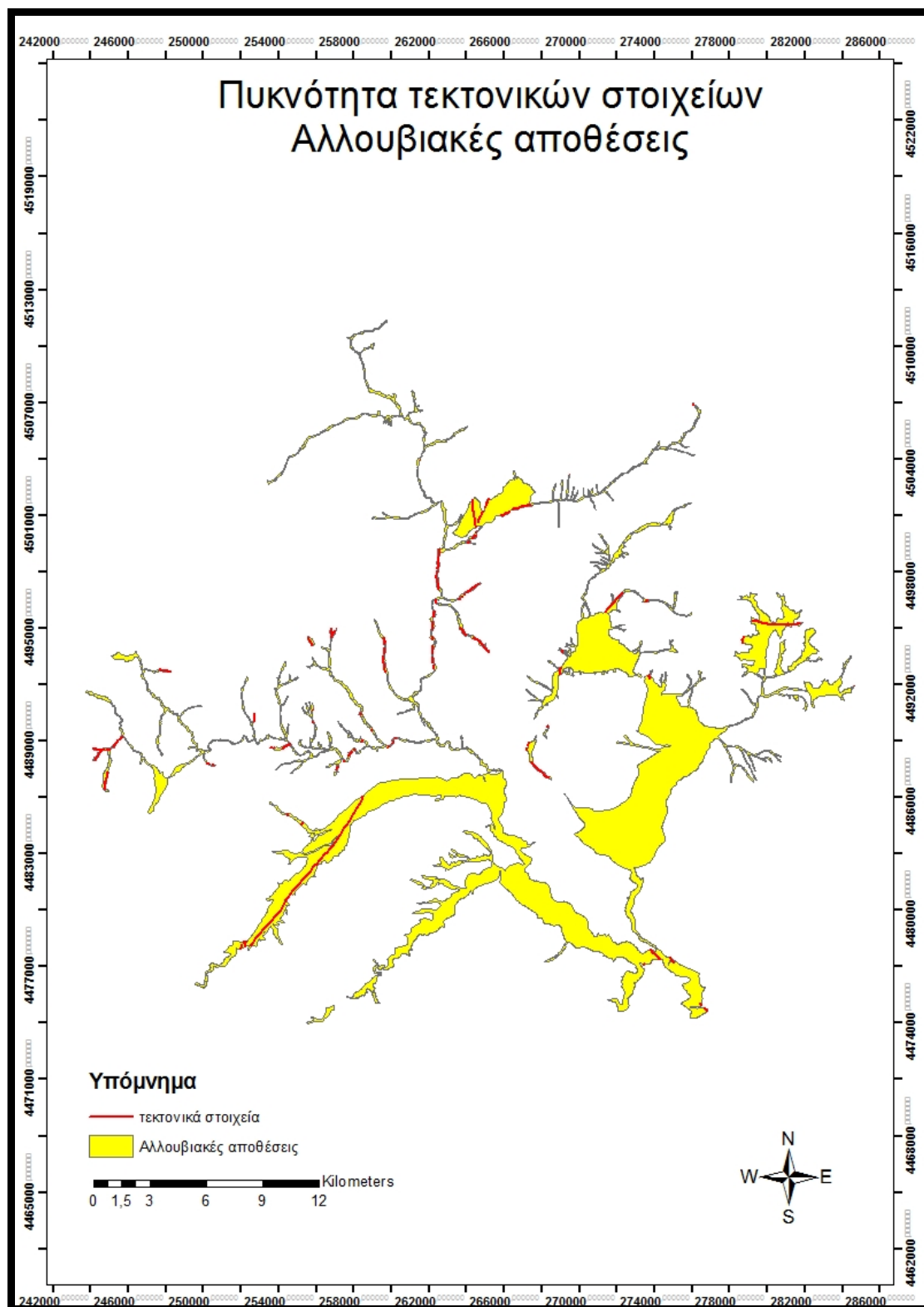
Σχήμα 28: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ελαφρά μεταμορφωμένο σύστημα



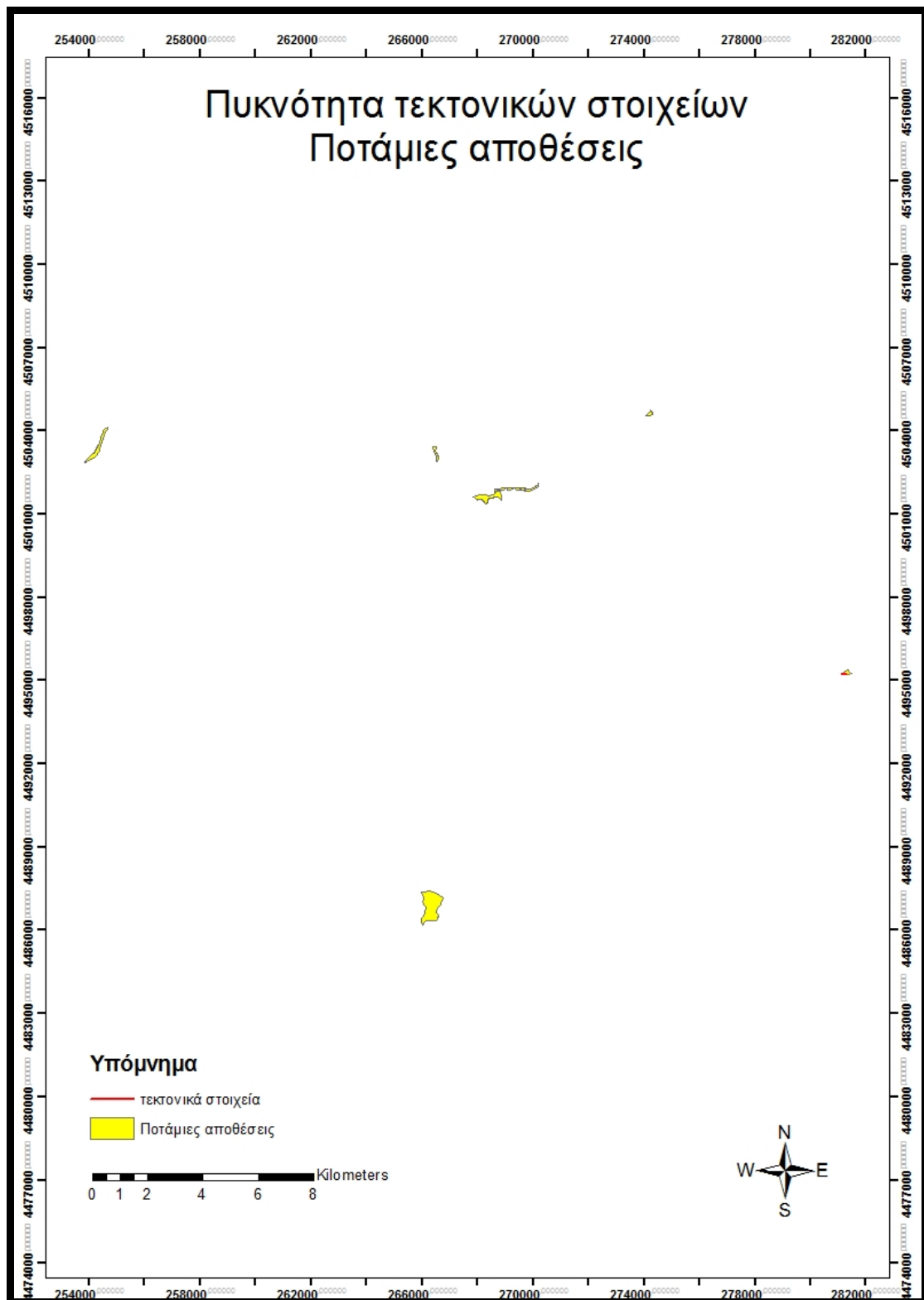
Σχήμα 29: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Σχιστοκερατολιθική διάπλαση



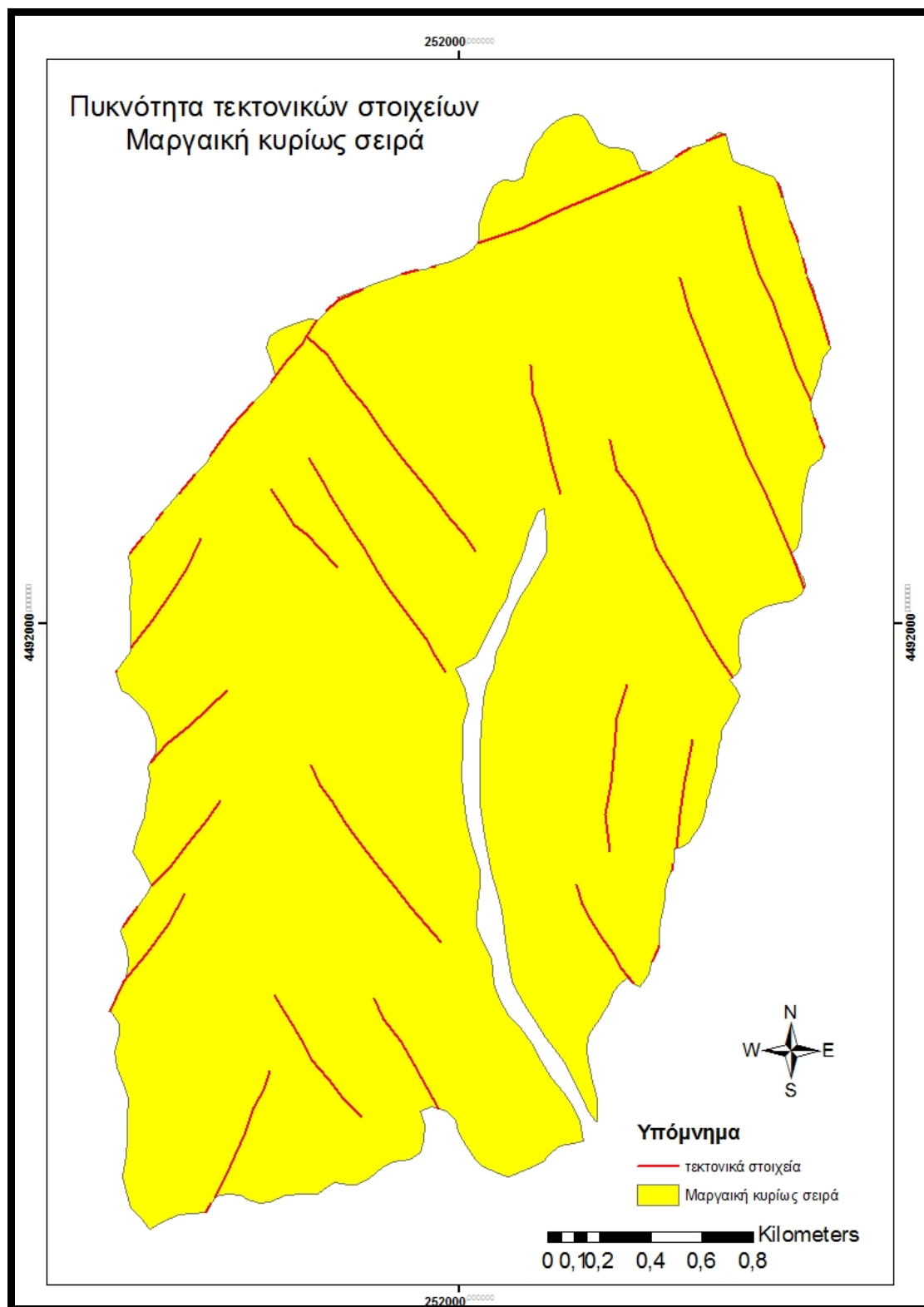
Σχήμα 30: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Αδροκρυσταλλικός πορφυροειδής μεταγρανίτης



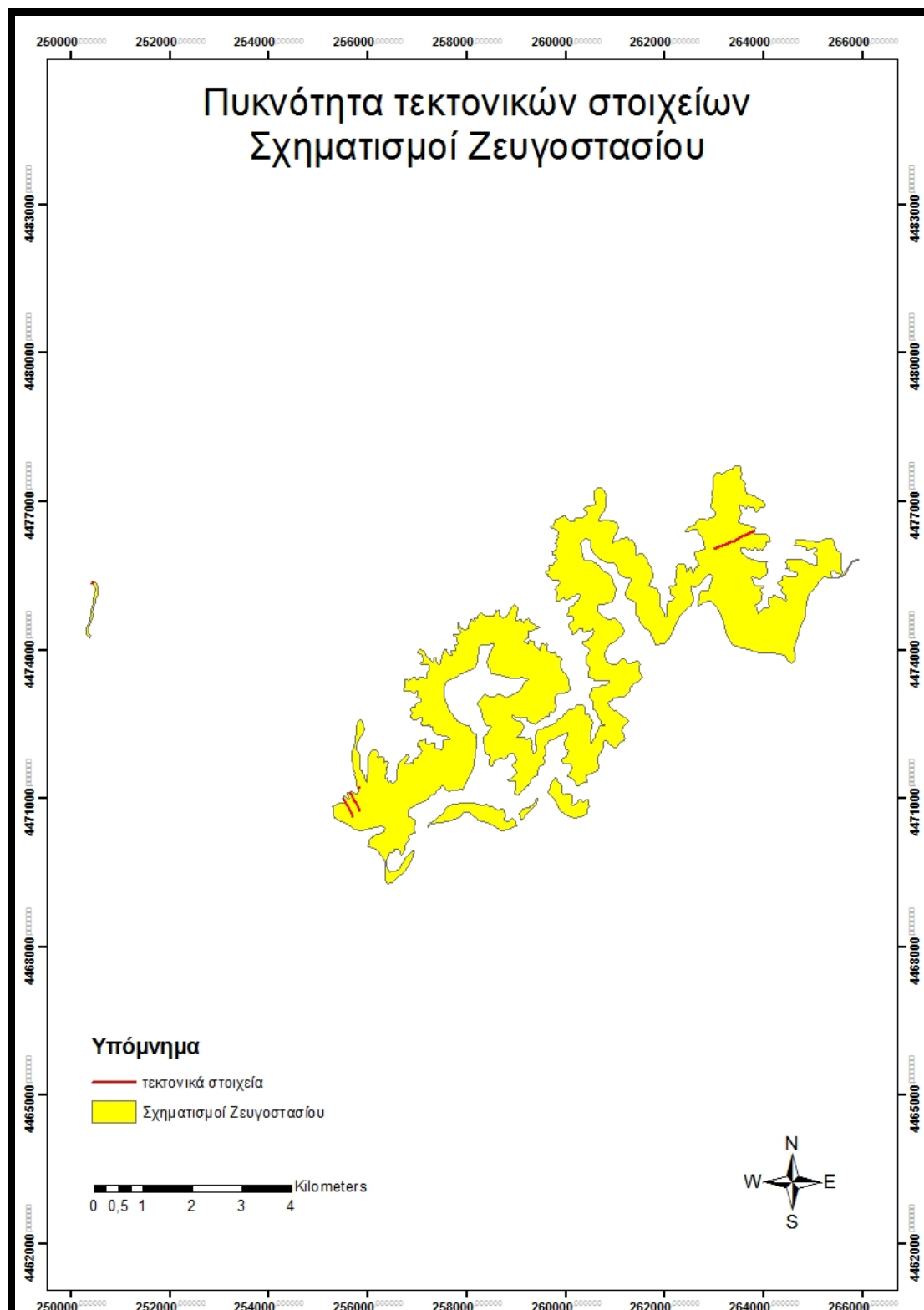
Σχήμα 31: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Αλλουβιακές αποθέσεις



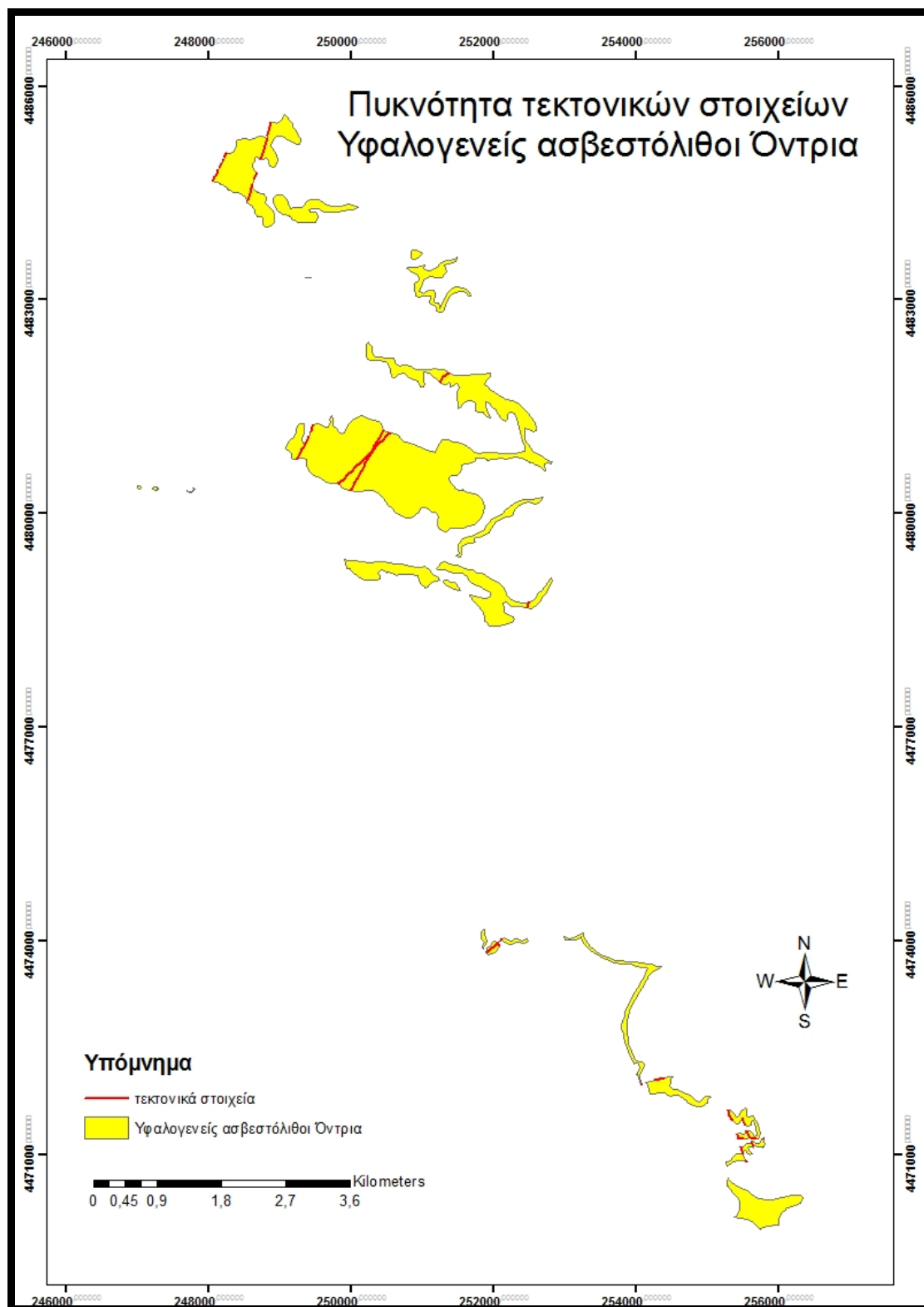
Σχήμα 32: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ποτάμιες αποθέσεις



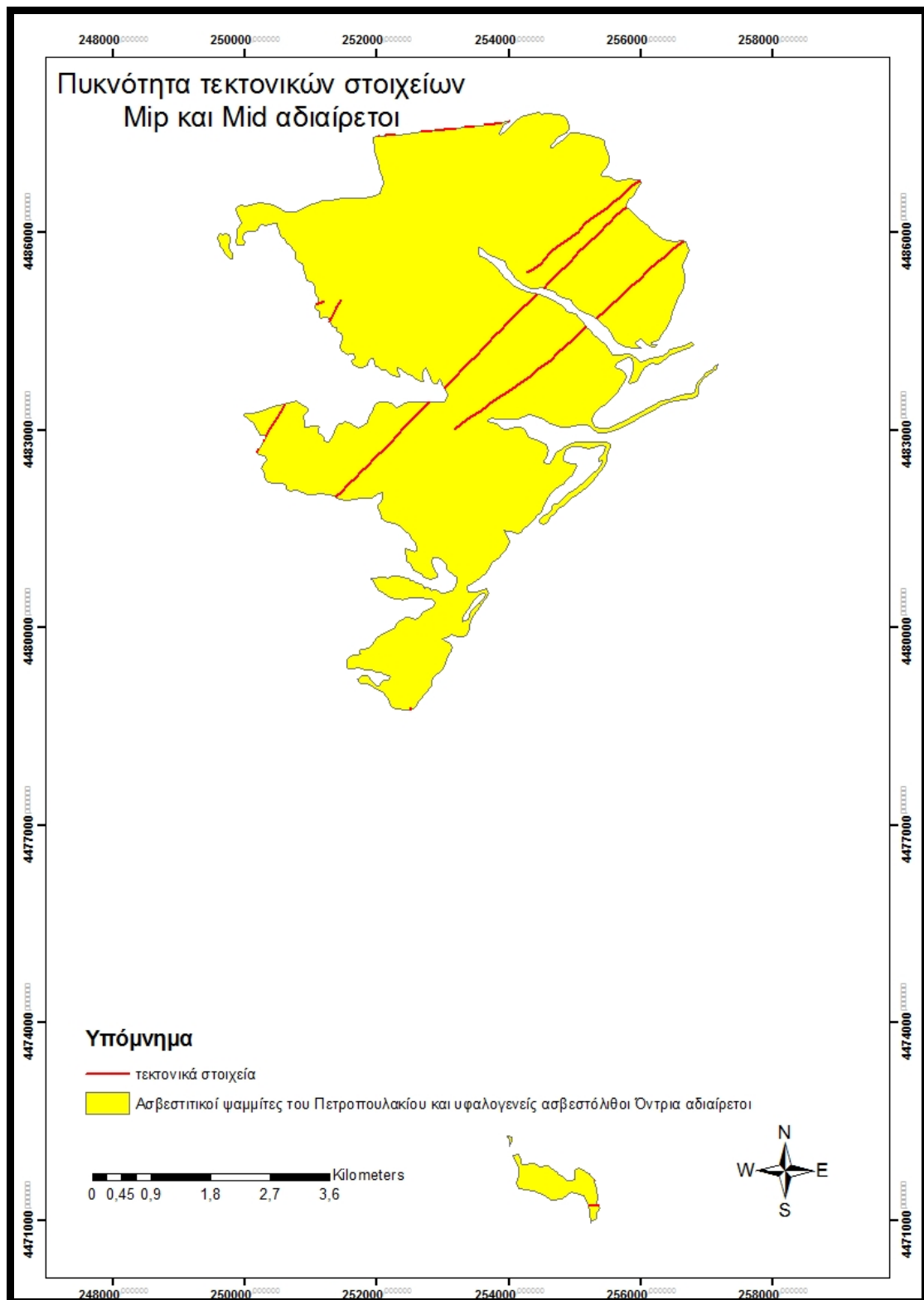
Σχήμα 33: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Μαργαϊκή κυρίως σειρά



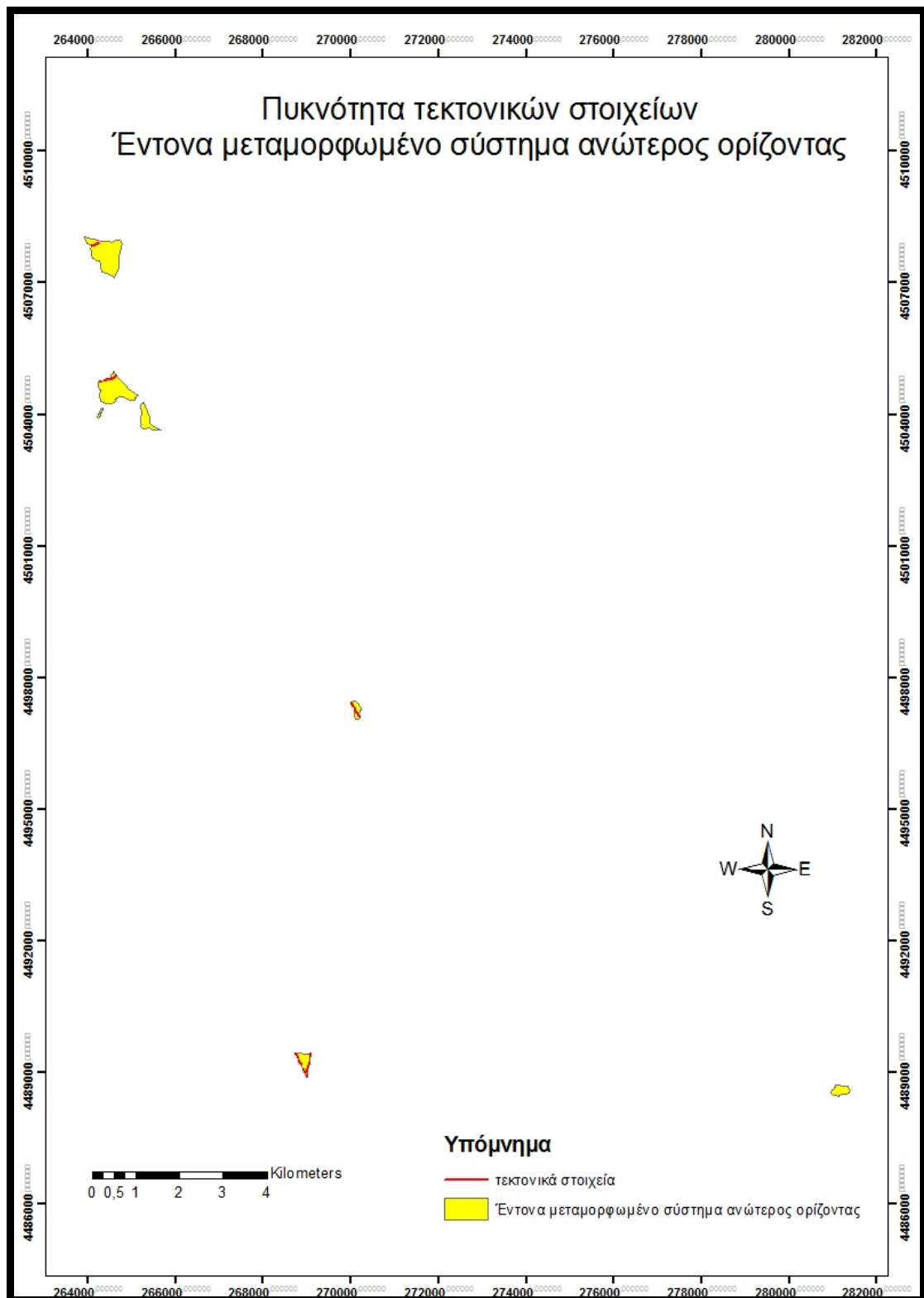
Σχήμα 34: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Σχηματισμοί Ζευγοστασίου



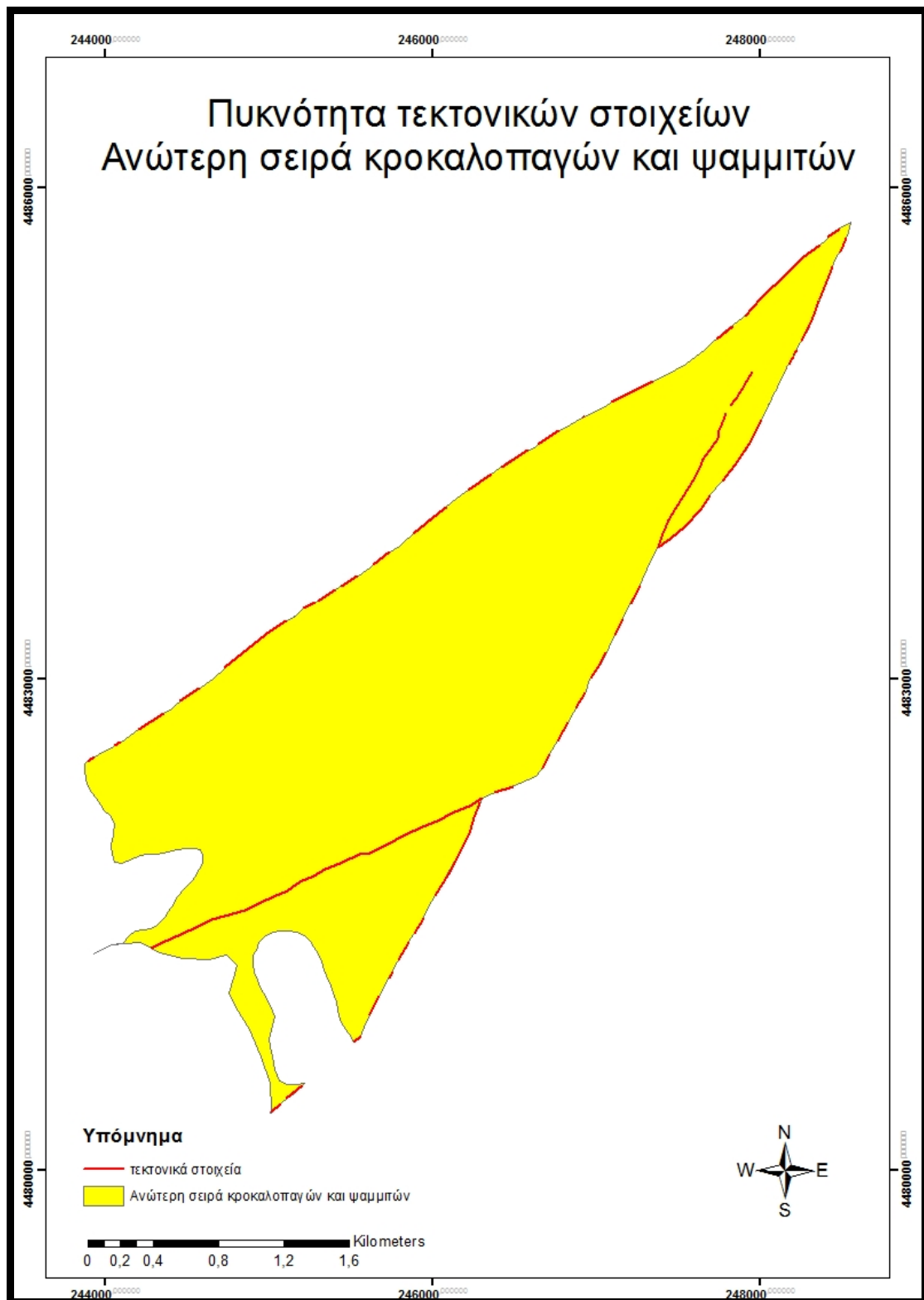
Σχήμα 35: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Υφαλογενείς ασβεστόλιθοι Όντρια



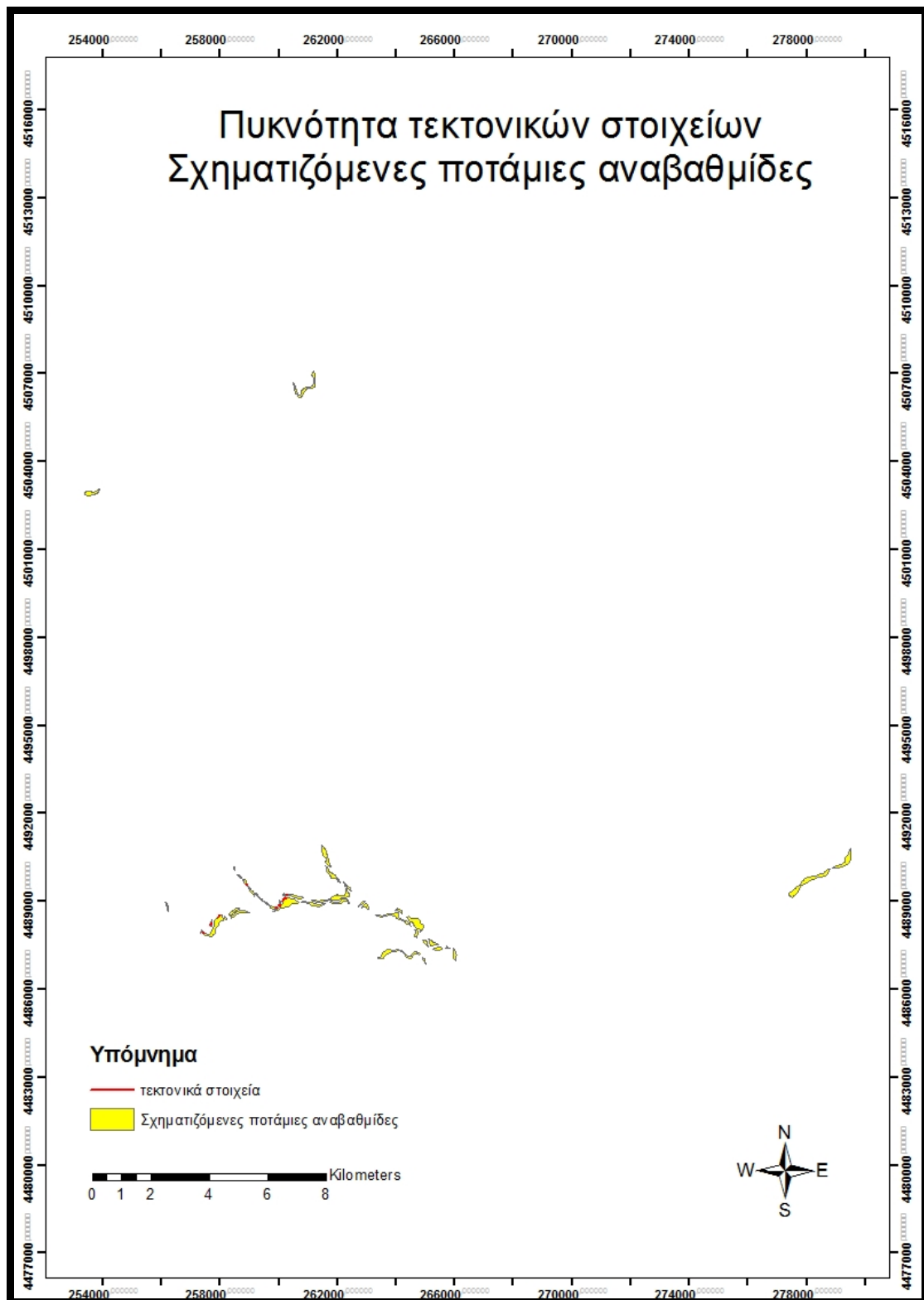
Σχήμα 36: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Μίρ και Μid αδιαίρετοι



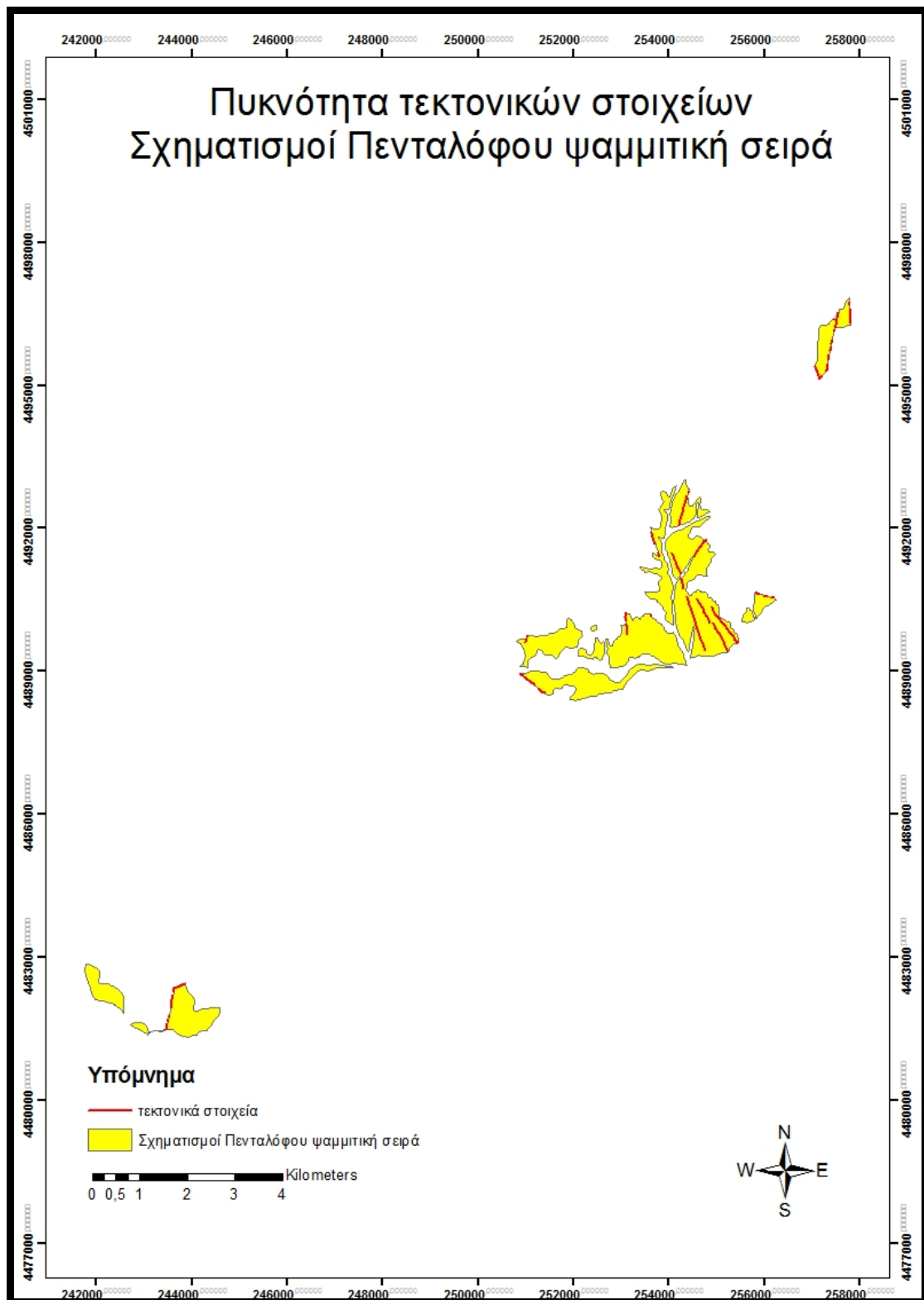
Σχήμα 37: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Έντονα μεταμορφωμένο σύστημα ανώτερος ορίζοντας



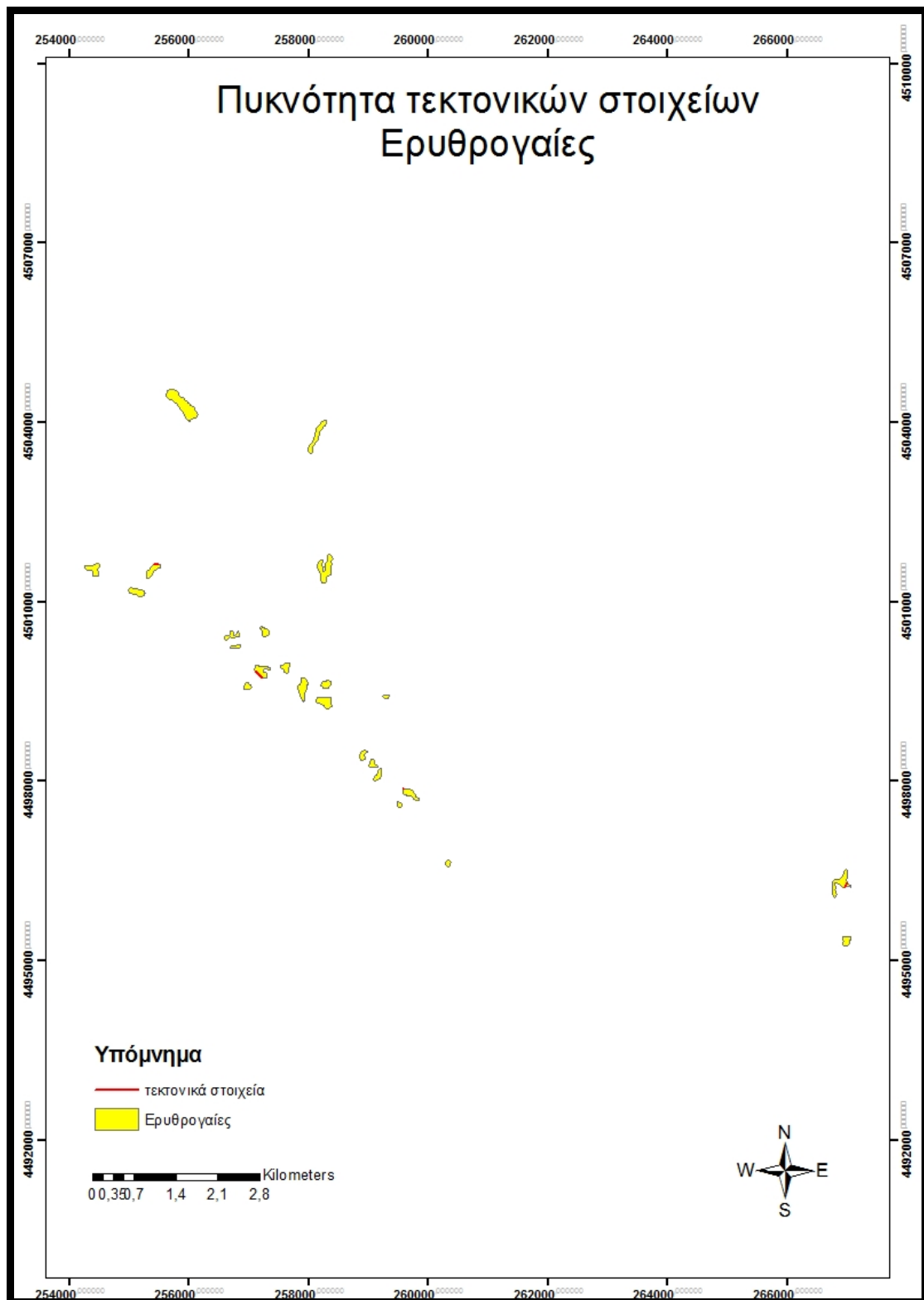
Σχήμα 38: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ανώτερη σειρά κροκαλοπαγών και ψαμμιτών



Σχήμα 39: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων-Σχηματιζόμενες ποτάμιες αναβαθμίδες



Σχήμα 40: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Σχηματισμοί Πενταλόφου ψαμμιτική σειρά



Σχήμα 41: Πυκνότητα τεκτονικών στοιχείων- Ερυθρογαίες

6. ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο κλιματικός τύπος της ευρύτερης περιοχής μελέτης, με βάση την ταξινόμηση Korppen χαρακτηρίζεται ως τύπος κλίματος Csa, δηλαδή μεσογειακός τύπος κλίματος ή μεσόθερμος τύπος κλίματος με ξηρό και θερμό θέρος καθώς και ήπιους και υγρούς χειμώνες.

Το κλίμα της περιοχής αποτελεί μια μετάβαση από το μεσογειακό προς το ηπειρωτικό, ενώ η παρουσία βουνών δρουν ως ασπίδα στους ψυχρούς βόρειους ανέμους. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 13,2 βαθμοί Κελσίου, μέση ανώτερη είναι 22,5 βαθμοί Κελσίου και η μέση κατώτερη 3,7 βαθμοί Κελσίου. Το μήνα Αύγουστο παρατηρείται η απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία και το μικρότερο ύψος βροχής, ενώ το μήνα Ιανουάριο η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία.

Κλιματική κατάταξη κατά Korppen

Το κλιματικό σύστημα του Korppen βασίζεται 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 διάφορες υποδιαίρεσεις 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 βαθμοί Κελσίου 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 βαθμών Κελσίου και του ψυχρότερου μήνα είναι μεταξύ 18 και 0 βαθμών Κελσίου.

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

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

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 **litho** και έπειτα το **copy rigmata** και κάνουμε επικόλληση στον ίδιο φάκελο, τον οποίο ονομάζουμε **rigmata copy**.
4. Ανοίγουμε το **Arc Map** και στη συνέχεια το **rigmata copy**. Για να ξεκινήσουμε πατάμε **Editor** και στη 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 μήκος2 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.

ΣΧΗΜΑΤΑ 3 – 41

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Μουντράκης Δημοσθένης (2010). Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας, σελ. 105-119.

Μπαλαφούτης, Χ., Μαχαίρας, Π. (1985). Μαθήματα γενικής κλιματολογίας με στοιχεία βιοκλιματολογίας, σελ. 196-200.