Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΘΕΜΑ :

ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΕΔΙΟ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΑΝΔΡΕΟΥ ΑΝΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΚΥΡΑΤΖΗ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2008

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

σελ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ
1.1. ΖΩΝΗ ΑΛΜΩΠΙΑΣ 1
1.2. ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ 5
1.3. ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ 11
1.4. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΑΦΡΟΣ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ 18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° ΡΗΞΙΓΕΝΕΙΣ ΔΟΜΕΣ ΣΤΗ ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
2.1. ΖΩΝΗ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ 20
2.1.1. ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΡΗΓΜΑ ΡΥΜΝΙΟΥ – ΠΑΛΑΙΟΧΩΡΙΟΥ – ΣΑΡΑΚΗΝΑΣ - ΚΕΝΤΡΟΥ 21
2.1.2. ΡΗΓΜΑ ΣΕΡΒΙΩΝ - ΒΕΛΒΕΝΤΟΥ 22
2.1.3. ΡΗΓΜΑ ΒΕΡΜΙΟΥ - ΒΕΡΓΙΝΑΣ 22
2.1.4. ΡΗΓΜΑ ΧΡΩΜΙΟΥ – ΒΑΡΗΣ - ΜΥΡΣΙΝΑΣ 22

2.2. ΛΕΚΑΝΗ ΦΛΩΡΙΝΑΣ – ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑΣ -ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ 23
2.2.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΤΡΩΝ - ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑΣ 23
2.2.2. ΡΗΓΜΑ ΠΕΡΑΙΑΣ - ΜΑΝΙΑΚΙ 26
2.2.3. ΡΗΓΜΑ ΧΕΙΜΑΔΙΤΙΔΑΣ - ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ 28
2.2.4. ΡΗΓΜΑ ΕΜΠΟΡΙΟΥ – ΠΕΡΔΙΚΑ (ΥΨΩΜΑ ΜΠΟΡΝΤΟ) 29
2.2.5. ΡΗΓΜΑ ΚΑΡΥΟΧΩΡΙΟΥ - ΠΡΟΑΣΤΙΟΥ 30

2.3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΦΛΩΡΙΝΑΣ 31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ
3.1. ΠΑΛΑΙΟΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ 34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΑ ΑΙΩΝΑ 39

ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα εργασία με τίτλο «Σεισμικότητα τάσεις και πεδίο παραμόρφωσης στην ευρύτερη περιοχή της δυτικής Μακεδονίας» πραγματοποιήθηκε στον τομέα Γεωφυσικής του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης υπό την εποπτεία της καθηγήτριας κ. Αναστασίας Κυρατζή.

Με την παρούσα εργασία επιχειρείται μια προσέγγιση της σεισμικότητας στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας. Στην προσπάθεια αυτή, δίνεται μια γενική εικόνα των μεγάλων ρηξιγενών δομών της περιοχής και επιχειρείται ο συσχετισμός τους με την εκδήλωση των σεισμικών γεγονότων.

Η εξεταζόμενη περιοχή οριοθετείται από το γεωγραφικό πλάτος των 40° έως και το γεωγραφικό πλάτος των 41° και από το γεωγραφικό μήκος των 20° 40′ έως και το γεωγραφικό μήκος των 22° 40′ και περιλαμβάνει τους νομούς Γρεβενών Καστοριάς Κοζάνης και Φλώρινάς, τμήματα των νομών Πέλλας και Ημαθίας καθώς και τμήματα των γειτονικών κρατών της Αλβανίας και της Π.Γ.Δ.Μ.

Εικόνα της περιοχής από το googleearth.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Για τους παραπάνω λόγους χρησιμοποιήθηκαν ψηφιοποιημένοι τοπογραφικοί χάρτες γεγονός που κατέστησε δυνατή την κατασκευή ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου και καθορισμό των ρηξιγενών δομών. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν γεωλογικοί χάρτες για την διαμόρφωση μίας σαφέστερης εικόνας της γεωλογικής δομής των εξεταζόμενων περιοχών, καθώς επίσης και την σύνταξη του χάρτη σεισμικότητας. Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα Arcmap , Autocad και Globalmapper (για την μετατροπή των συντεταγμένων στο σύστημα ΕΧΑ 87).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την καθηγήτριά μου Αναστασία Κυρατζή για την άριστη και ουσιαστική συνεργασία σε όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας, καθώς επίσης και για την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε από την πρώτη στιγμή.

Θερμές ευχαριστίες στους κυρίους Σπυρίδη Άνθιμο & Κουτάλου Βασιλική της εταιρίας ΥΕΤΟΣ Ο.Ε. για την παροχή χαρτογραφικού υλικού καθώς επίσης και τους Γκέκα Ιωάννα, Αγρονόμο & Τοπογράφο Μηχανικό, Αραμπέλο Νικόλα, Πολιτικό Μηχανικό και Κούκα Δούκισσα, Γεωλόγο για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν ως προς την χρήση των προγραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

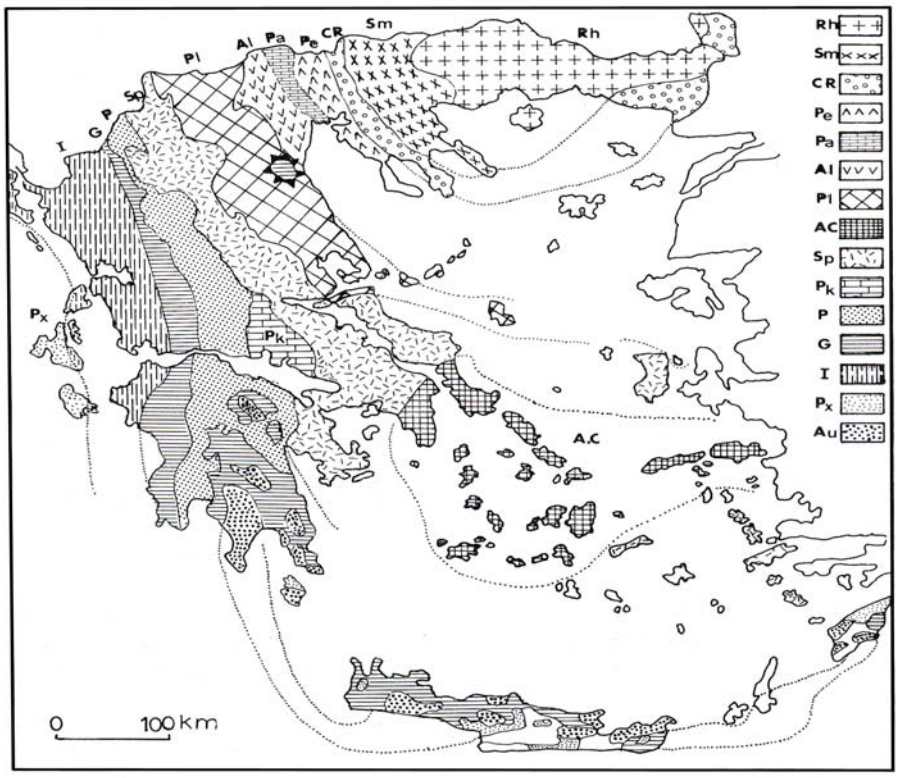
Κλείνοντας ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και στους φίλους (και συνεργάτες μαζί) για την αμέριστη συμπαράστασή τους καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2008

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Το γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής της δυτικής Μακεδονίας χωροθετείται πάνω σε τμήματα των ζωνών Αλμωπίας Πελαγονικής και Υποπελαγονικής, από ανατολικά προς δυτικά , οι οποίες ανήκουν στις Ελληνίδες ζώνες και έχουν υποστεί την πρώιμη ορογενετική δράση κατά την περίοδο του Τριτογενούς. Σε κάθε μια από τις παραπάνω συναντώνται διαφορετικοί σχηματισμοί χαρακτηριστικοί των γεωτεκτονικών συνθηκών που έλαβαν χώρα κατά τη διαδικασία της δημιουργίας της κάθε ζώνης.



Σχήμα 1: Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm:Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιροδοπική ζώνη, [Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας] = Ζώνη Αξιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικο-Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου-Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, Au: Ενότητα «Ταλέα όρη - πλακώδεις ασβεστόλιθοι» πιθανόν της Ιονίου ζώνης. (Κατά Mountrakis et al. 1983).

1.1 ΖΩΝΗ ΑΛΜΩΠΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Η υποζώνη της Αλμωπίας χωροθετείται στο ανατολικό περιθώριο της Πελαγονικής ζώνης και παλαιογεωγραφικά αντιπροσωπεύει το πιο δυτικό τμήμα της παλιάς ωκεάνιας περιοχής της Τυθής. Συγκροτείται κυρίως από οφιόλιθους και τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας, από τα Άνω -Κρητιδικά επικλυσιγενή ιζήματα και από τα μεταμορφωμένα

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

πετρώματα του ηπειρωτικού περιθωρίου. Οι σχηματισμοί αυτοί συναντώνται με την μορφή τεκτονικών λεπίων τα οποία βρίσκονται επωθημένα το ένα πάνω στο άλλο και όλα μαζί βρίσκονται επωθημένα πάνω στο ανατολικό περιθώριο της Πελαγονικής. Τα πετρώματα της Αλμωπίας εμφανίζονται σε συνεχείς επαναλήψεις σχηματίζοντας λέπια και μεγαλέπια χιλιομετρικής κλίμακας, με βάση τα οποία διαιρείται σε επιμέρους ενότητες κάθε μία από τις οποίες συνιστά ένα μεγαλέπιο.

Οι ενότητες αυτές χωρίζονται σε ανατολικές, μεσαίες, δυτικές και βόρειες και είναι οι παρακάτω :

Ανατολικές ενότητες	**Ενότητες μεσαίες**
Άνω Γαρέφη, Μαυρόλακου, Κρανιών Μαργαρίτας, Κλισοχωρίου	Λύκων, Νέας Ζωής, Μεσιμερίου
Ενότητες δυτικές	**Ενότητες Βόρειες**
Κερασιάς, Κεδρώνα, Πόζαρ	Πέτερνικ, Λουτρών

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Παρά το ότι οι σχηματισμοί της ζώνης εμφανίζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους λόγω διαφορερετικής παλαιογεωγραφικής θέσης μπορούν να συνοψιστούν σε μια ενιαία λιθοστρωματογραφική στήλη, όπου από τους βαθύτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες συναντώνται οι σχηματισμοί που ακολουθούν:

Ο κατώτερος ορίζοντας αποτελείται από ισχυρά μεταμορφωμένα πετρώματα όπως οφθαλμοειδείς γνεύσιους και αμφιβολίτες ενώ στην ανώτερη στάθμη εναλλαγές μεταξύ χαλαζιτών, αμφιβολιτικών, μαρμαρυγιακών και χλωριτικών σχιστολίθων αλπικής ηλικίας.

Ο αμέσως ανώτερος ορίζοντας αποτελείται επίσης από μεταμορφωμένα πετρώματα τα οποία συναντώνται με διαρκείς εναλλαγές λόγω της λεπιοειδούς τεκτονικής της περιοχής.

Στην συνέχεια βρίσκεται τοποθετημένος ένας ορίζοντας μεταμορφωμένων ανθρακικών πετρωμάτων, μαρμάρων, κρυσταλλικών ασβεστολίθων, δολομιτών με

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

παρεμβολές σχιστολίθων και μαζί με τον προηγούμενο συνιστά την ιζηματογένεση Τριαδικού- Ιουρασικού.

Πάνω στον προηγούμενο, βρίσκεται τεκτονικά τοποθετημένος ένας σχηματισμός «οφιολιθικών μιγμάτων» ο οποίος αποτελεί τη βάση των επωθημένων μαζών. Πρόκειται για τεκτονικό σχηματισμό που αποτελείται από μάρμαρα ή κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα μέσα σε ένα σχιστοποιημένο οφειολιθικό ή πρασινιτικό ή παλιών τόφφων σχηματίζοντας έτσι ένα έγχρωμο μίγμα πετρωμάτων στο οποίο κυριαρχούν οι οφιόλιθοι. Ηλικία σχηματισμού του θεωρείται το Ανώτερο Ιουρασικό. Οφιόλιθοι συναντώνται σε όλες τις ενότητες και αποτελούνται από σερπεντινίτες, βασικές λάβες και δολερίτες.

Πάνω από τους οφιόλιθους ή συμπτυχωμένες με αυτούς βρίσκονται ιζηματογενείς, ηφαιστειοϊζηματογενείς και κλαστικές σειρές με ηλικία τοποθέτησης άνωιουρασική – κάτωκρητιδική. Περιλαμβάνουν κυρίως ιζήματα βαθιάς θάλασσας, ραδιολαριτικούς κερατόλιθους, μαύρους – κόκκινους – πράσινους αργιλικούς σχιστόλιθους, ψαμμίτες, πελαγικούς ασβεστόλιθους και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, τα οποία βρίσκονται σε εναλλαγές. Συχνά παρεμβάλλονται οφιολιθικά υλικά pillow lavas, δολερίτες, βασικές λάβες ή ακόμα ηφαιστειοκλαστικά υλικά και τόφφοι.

Συνεχίζοντας προς τα πάνω συναντώνται οι σχηματισμοί της Μεσο - Ανω κρητιδικής επίκλυσης με το χαρακτηριστικό κροκαλοπαγές βάσης το οποίο αποτελείται από κλαστικά ιζήματα κροκαλοπαγών, λατυποπαγών, ψαμμιτών που εναλλάσσονται με ασβεστόλιθους και ηλικία που φτάνει στο Άνω Κρητιδικό.

Η επικλυσιγενής ιζηματογένεση συνεχίζεται με την απόθεση τυπικού ασβεστολιθικού ορίζοντα, με ασβεστόλιθους τεφρούς και μαύρους, ψαμμιτοειδείς ή κροκαλοπαγείς, ηλικίας Άνω Κρητιδικού.

Τέλος συναντάται φλύσχης που συνίσταται από ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, ψαμμιτικούς ασβεστόλιθους και ασβεστοσχιστόλιθους. Η ηλικία του φλύσχη είναι αλπική και συγκεκριμένα η απόθεσή του έγινε στο Ανώτερο Μαιστρίχτιο έως και το Κάτω Παλαιόκαινο.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Από παρατηρήσεις της λιθοστρωματογραφίας στη ζώνη της Αλμωπίας συμπεραίνεται ότι αυτή εξελισσόταν από Δ προς Α σε βαθύτερη θάλασσα με πιο βαθιά περιοχή αυτή των ανατολικών ενοτήτων.

Ηφαιστειότητα

Έντονη ηφαιστειότητα εκδηλώθηκε στο τέλος του Τριτογενούς σε έναν ήδη διαμορφωμένο από τις αλπικές πτυχώσεις χώρο. Δημιουργήθηκε έτσι μια σειρά από ηφαιστειακά κέντρα στην περιοχή του όρους Βόρρας, ενώ τα τοφφικά υλικά των εκρήξεων κάλυψαν μια πολύ μεγάλη έκταση τόσο στο Βόρα όσο και στην υπόλοιπη Αλμωπία. Διακρίθηκαν δύο ομάδες πετρωμάτων (Σολδάτος 1955) : Ομάδα Ανδεσιτών στον ανατολικό Βόρα, ομάδα Δελλενιτών – Λατιτών με εξάπλωση στον βορειοδυτικό Βόρα, μεταξύ των δύο τύπων παρατηρούνται και μεταβατικοί. Η ηλικία των ηφαιστειακών εκρήξεων προσδιορίστηκε ως Άνωπλειοκαινική – Κάτωτεταρτογενής.

Τεκτοορογενετική εξέλιξη

Στην Υποπελαγονική ζώνη διακρίνονται τρία κύρια ορογενετικά γεγονότα :.

Το πρώτο τοποθετείται στην περίοδο Ανωτέρου Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού και αντιπροσωπεύει τις διαδικασίες που διενεργήθησαν κατά την καταστροφή της ωκεάνιας περιοχής της Τηθύος και την επώθηση των οφιολίθων στο ηπειρωτικό περιθώριο της Πελαγονικής. Ο τεκτονισμός συνοδεύτηκε από πτύχωση των στρωμάτων και πτυχές υποϊσοκλινείς διεύθυνσης ΒΒΔ – ΝΝΑ και απόκλισης προς τα δυτικά με ταυτόχρονη ανάπτυξη σχιστότητας S_1.

Σε ορισμένες περιπτώσεις η επώθηση των οφιολίθων στην Πελαγονική ζώνη έλαβε την μορφή ενός εκτεταμένου τεκτονικού καλύμματος που αναφέρεται ως «Ηωελληνικό κάλυμμα» και είναι ηλικίας Ανωτέρου Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού.

Η δεύτερη ορογενετική περίοδος τοποθετείται κατά την περίοδο Τελικού Κρητιδικού – Μέσου Μειοκαίνου όπου έγινε και η οριστική ανάδυση της Αλμωπίας. Το γεγονός αυτό συνοδεύτηκε από πτύχωση των στρωμάτων με πτυχές ανοιχτές, αξονικής διεύθυνσης 110° – 120° με ανάπτυξη σχιστότητας ολίσθησης.

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Η τελευταία φάση πραγματοποιήθηκε κατά το τέλος του Πριαμπονίου όπου συνέβη επανατεκτονισμός της περιοχής και καταστροφή των προηγούμενων δομών. Εδώ συνέβη αποκόληση του ανωκρητιδικού καλύμματος στο επίπεδο των οφιολίθων. Οι πτυχές της φάσης αυτής έχουν διεύθυνση ΒΒΔ και δημιουργήθηκαν τα συνεχή λέπια της Αλμωπίας τα οποία επωθήθηκαν πάνω στην Πελαγονική. Κατά το πλειοτεταρτογενές η εφελκυστική τεκτονική δραστηριοποίησε τα παλιά ρήγματα δημιουργώντας ταυτόχρονα και καινούρια κατά διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ, τα οποία διαμόρφωσαν τα ρήγματα της Αλμωπίας

1.2 ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ

Μεγάλο τμήμα της Δυτικής Μακεδονίας βρίσκεται τοποθετημένο στην Πελαγονική ζώνη η οποία έχει γενική διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ και στην οποία περιλαμβάνονται οι ορεινοί όγκοι Βόρας , Βέρνο, και Βέρμιο.

Η ζώνη συγκροτείται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, τους γνευσιωμένους γρανίτες, τα ημιμεταμορφωμένα Περμο - Τριαδικά πετρώματα, τα δύο ανθρακικά καλλύματα Τριαδικού – Ιουρασικού, τους οφειόλιθους και τα Ανωκρητιδικά επικλυσιγενή ιζήματα.

Κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο

Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα αποτελούν το κύριο στοιχείο της ζώνης. Το υπόβαθρο αποτελούν αλλεπάλληλα τεκτονικά λέπια τα οποία έχουν παρόμοια λιθολογική ανάπτυξη και τα οποία κρυσταλλώθηκαν σε όμοιες συνθήκες στο Παλαιοζωικό ή και πιο παλιά στο Προκάμβριο. Οι λιθολογικοί τύποι που τα συγκροτούν είναι γνεύσιοι και σχιστόλιθοι υψηλής θερμοκρασίας.

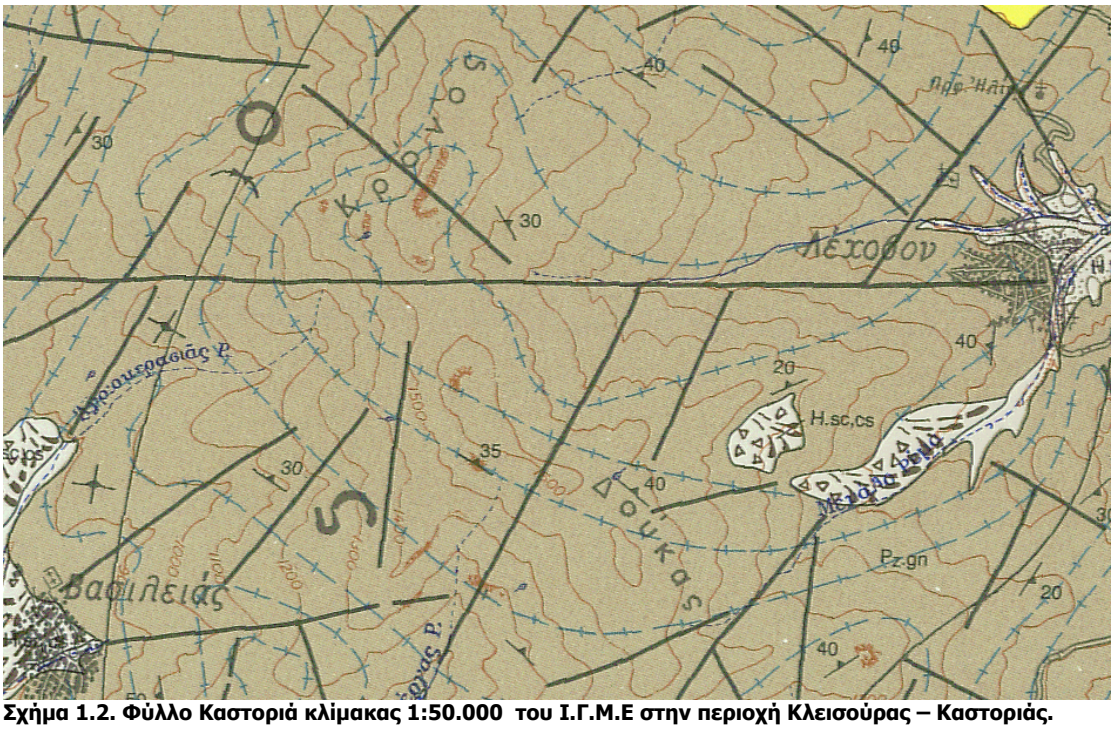
Οι γνευσιομένοι γρανίτες του άνω λιθανθρακοφόρου

Μέσα στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα της Πελαγονικής παρατηρούνται μεγάλοι γρανιτικοί όγκοι όπως ο γρανίτης της Φλώρινας, της Καστοριάς, του Λιβαδίου Πιερίων, του καταφυγίου Πιερίων κλπ. Οι γρανίτες αυτοί διείσδυσαν μέσα στο υπόβαθρο και

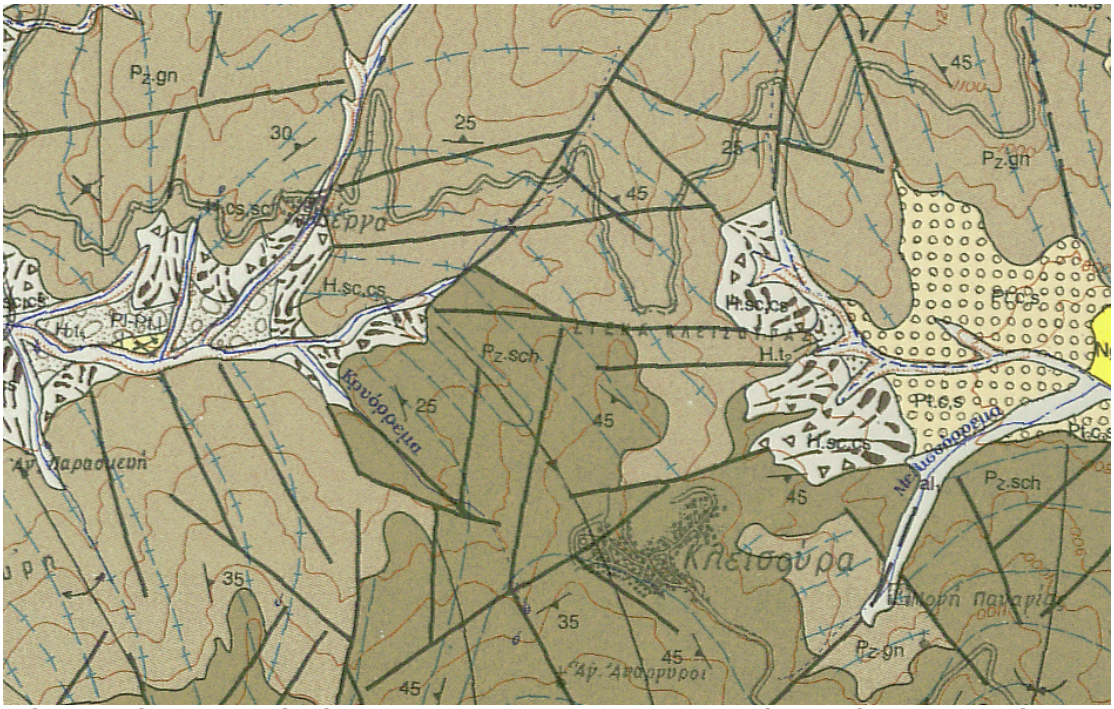
21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

προκάλεσαν φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής στο κρυσταλλοσχιστώδες. Στη μεγαλύτερη μάζα τους οι γρανίτες εμφανίζονται γνευσιωμένοι αφού υπέστησαν την Αλπική μεταμόρφωση, στο Άνω Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό, σε συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης.



Σχήμα 1.2. Φύλλο Καστοριά κλίμακας 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε στην περιοχή Κλεισούρας – Καστοριάς.



Σχήμα 1.3.Φύλλο Καστοριά κλίμακας 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε στην περιοχή Κλεισούρας – Καστοριάς.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Περμοτριαδικές μετακλαστικές ακολουθίες

Πάνω στο κρυσταλοσχιστώδες υπόβαθρο και τους γνευσιωμένους γρανιτικούς όγκους του Άνω λιθανθρακοφόρου αποτέθηκε μια κλαστική ιζηματογενής σειρά πάχους περίπου 200m μέσα στην οποία παρεμβάλονται ορισμένα ηφαιστειακά υλικά, όξινες και βασικές λάβες και τόφφοι. Τα ιζήματα αυτά μαζί με τα ηφαιστειακά μεταμορφώθηκαν στη διάρκεια του Α. Ιουρασιού – Κ. Κρητιδικού σε συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής μεταμόρφωσης.

Οι μετακλαστικές σειρές του Περμοτριαδικού εμφανίζονται κατά μήκος του δυτικού περιθωρίου της Πελαγονικής ζώνης και αντιπροσωπεύουν την παλιά ιζηματογένεση ηπειρωτικής κατωφέρειας, που αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της ηπειρωτικής διάρρηξης, που οδήγησε στην ανάπτυξη της ωκεάνιας περιοχής δυτικά της Πελαγονικής. Στο χείλος της ηπειρωτικής διάρρηξης αναπτύχθηκε ηφαιστειότητα η οποία παρεμβάλλεται μέσα στις μετακλαστικές σειρές.

Ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού – Ιουρασικού

Η κύρια Αλπική ιζηματογένεση της Πελαγονικής είναι νηριτική, ανθρακική στη διάρκεια Τριαδικού – Ιουρασικού και τα πετρώματά της καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις της ζώνης.Το σύνολο των ανθρακικών αυτών ιζημάτων ονομάζεται «Μεσοζωικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής».

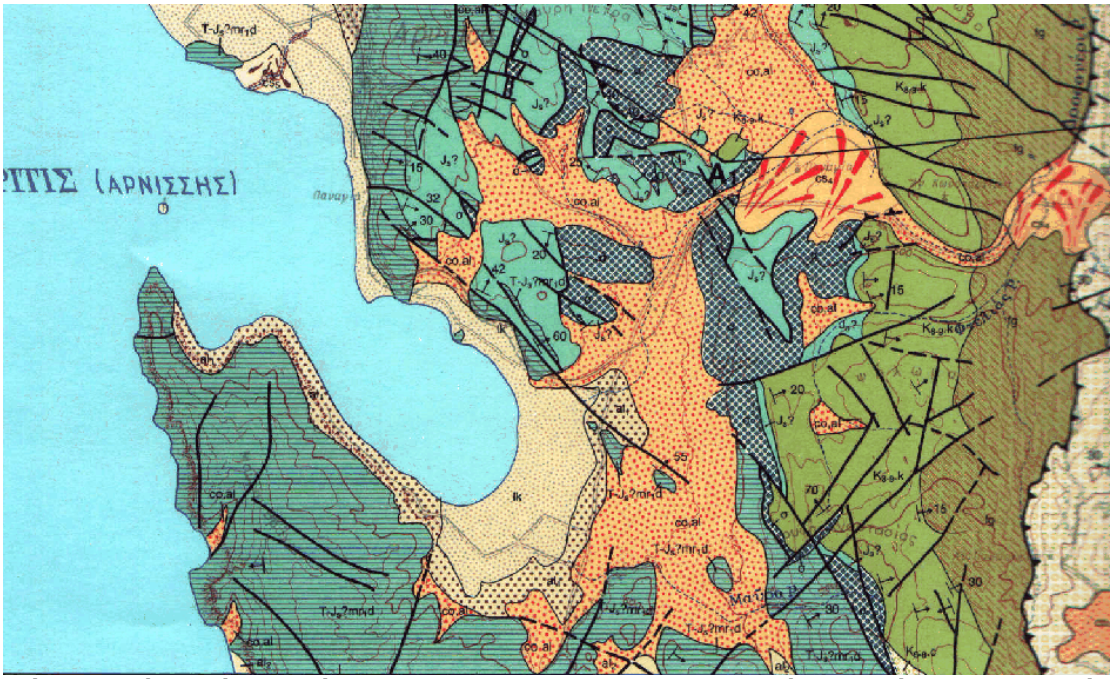
Νεώτερες έρευνες έδειξαν ότι πρόκειται για δύο χωριστά ανθρακικά καλύμματα που αποτέθηκαν στα δύο περιθώρια της Πελαγονικής ζώνης στη διάρκεια του Τριαδικού – Ιουρασικού.

Το δυτικό τμήμα είναι αυτόχθονο, αποτέθηκε από το Μέσο Τριαδικό μέχρι το Κάτω Κρητιδικό πάνω στα μετακλαστικά ιζήματα Περμίου Κάτω Τριαδικού, παρουσιάζει μια βαθμιαία μεταβολή προς τα δυτικά από καθαρά νηριτικές σε βαθύτερες ιζηματολογικές φάσεις και αποτελείται κυρίως από ασβεστόλιθους. Το συνολικό πάχος του καλύμματος υπολογίζεται στα 600 – 800 m

Το ανατολικό ανθρακικό κάλυμμα είναι παρα – αυτόχθονο, αποτέθηκε δηλαδή στο ανατολικό περιθώριο της Πελαγονικής προς τη ζώνη της Αλμωπίας και στη συνέχεια επωθήθηκε προς τα δυτικά πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής. Συνίσταται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίνες και δολομίτες,

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

και χαρακτηρίζεται καθαρά νηριτικό. Και τα δύο ανθρακικά καλύμματα εμφανίζουν αισθητή μεταμόρφωση που έλαβε χώρα στην περίοδο Ανωτέρου Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού σε συνθήκες χαμηλής πρασινοσχιστολιθικής φάσης, ανάλογη με τη μεταμόρφωση των Περμοτριαδικών μετακλαστικών ιζημάτων.



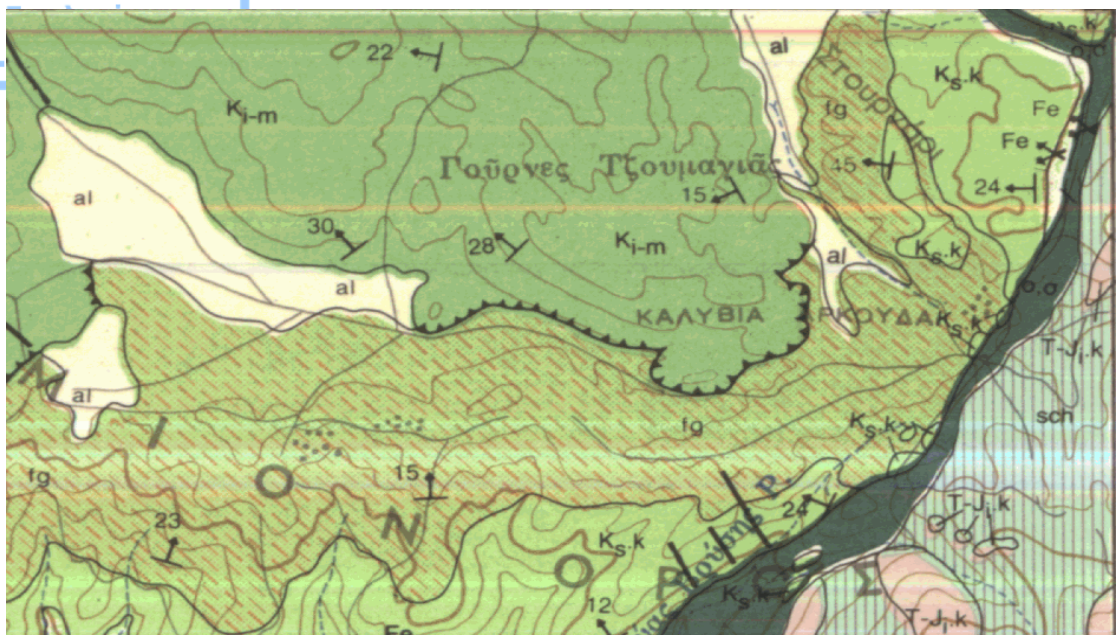
Σχήμα 1.4 Φύλλο Πύργοι κλίμακας 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε στον στον χώρο της βόρειας Πελαγονικής στην περιοχή της Άρνισσας.

<u>Οφειόλιθοι και συνοδά ιζήματα</u>

Οι οφειόλιθοι της Πελαγονικής είναι αλλόχθονοι και προέρχονται από τις δύο ωκεάνιες περιοχές των ζωνών Αξιού και Υποπελαγονικής που βρίσκονται εκατέρωθεν της Πελαγονικής. Από τις δύο ωκεάνιες περιοχές οι οφειόλιθοι, μαζί με τα ιζήματα βαθιάς θάλασσας που τους συνοδεύουν, επωθήθηκαν πάνω στα Τριαδικοϊουρασικά ανθρακικά καλύμματα των δύο Πελαγονικών περιθωρίων κατάλοιπο των επωθημένων αυτών μαζών αποτελεί η μεγάλη περιοχή οφιολίθων και ιζημάτων βαθιάς θάλασσας στην ευρύτερη περιοχή της Κοζάνης που ονομάζεται «Δίαυλος Κοζάνης».

Ο δίαυλος Κοζάνης κατέχεται από τη μεγάλη οφειολιθική σειρά του όρους Βούρινος που βρίσκεται τεκτονικά τοποθετημένη στο δυτικό Πελαγονικό περιθώριο. Στο ίδιο περιθώριο βρίσκεται επίσης και η οφειολιθική μάζα της Καστοριάς με προέλευση επίσης από την Υποπελαγονική ζώνη. Στο ανατολικό περιθώριο της Πελαγονικής βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένοι πάνω στο Τριαδικοϊουρασικό ανθρακικό κάλυμμα οι οφιολιθικές μάζες της Άρνισσας – Βεγορίτιδος και του Βερμίου με προέλευση τη ζώνη Αξιού.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα
Α.



Σχήμα 1.5 Φύλλο Σιάτιστα κλίμακας 1:50.000 του Ι.Γ.Μ.Ε στην περιοχή του Βερμίου όπου παρατηρείται το σύστημα σχιστοκερατολίθων και οφιολίθων.

ζ. Τα επικλυσιγενή ιζήματα Μέσου - Άνω Κρητιδικού

Μετά την ανάδυση των εσωτερικών ζωνών στην Ανωϊουρασική – Κατωκρητιδική ορογένεση και τη χέρσευση που ακολούθησε, είχαμε την επίκλυση της θάλασσας Μέσου – Άνω Κρητιδικού. Τα ιζήματα της επίκλυσης τοποθετούνται με ασυμφωνία πάνω στα προϋπάρχοντα ανθρακικά πετρώματα των Τριαδικοϊουρασικών καλυμμάτων, τα οποία εν τω μεταξύ πτυχώθηκαν στην ορογενετική περίοδο ή βρίσκονται τοποθετημένα πάνω στους οφειόλιθους και τα πελαγικά ιζήματα που τους συνοδεύουν.

Η στρωματογραφική διάρθρωση του Μέσο – Άνω Κρητιδικού από τους βαθύτερους ορίζοντες προς τους ανώτερους έχει ως έξής :

- Κροκαλοπαγή, μικρολατυποπαγή και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Κενομανίου-Τουρωνίου
- Μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι ηλικίας Σαντωνίου – Καμπανίου
- Φλύσχης που στην αρχή είναι σχιστώδης ασβεστιτικός, εξελίσσεται σε ασβεστοπηλιτικό – ψαμμιτικό και καταλήγει σε πηλιτικό – κροκαλοπαγή. Η ηλικία είναι του Άνω Μαιστριχτίου – αρχές Παλαιοκαίνου

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Μεταμόρφωση και Τεκτοορογενετική Εξέλιξη

Τα πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης δέχτηκαν την επίδραση δύο μεταμορφικών φάσεων.

Η πρώτη πραγματοποιήθηκε κατά το Παλαιοζωικό πριν το Άνω Λιθανθρακοφόρο και μεταμόρφωσε το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο σε συνθήκες κάτω πρασινοσχιστολιθικής έως άνω αμφιβολιτικής φάσης. Αυτή η μεταμόρφωση πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονα με την πρώτη παραμορφωτική φάση η οποία σχημάτισε πτυχές τέλειες ισοκλινείς και την πρώτη κύρια φύλλωση στα πετρώματα του κρυσταλλοσχιστώδους με τη μορφή σχιστότητας S_1 παράλληλη στα αξονικά επίπεδα των ισοκλινών πτυχών.

Η δεύτερη αλπική μεταμόρφωση, έλαβε χώρα το Ανώτερο Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό και μεταμόρφωσε μαζί τους γρανίτες του Άνω Λιθανθρακοφόρου, τις μετακλαστικές σειρές Περμίου – Κάτω Τριαδικού και τα Τριαδικοϊουρασικά ανθρακικά καλύμματα σε συνθήκες χαμηλής (άνω) πρασινοσχιστολιθικής φάσης. Η μεταμόρφωση αυτή συμπίπτει με την καταστροφή των δύο ωκεάνιων περιοχών Αξιού και Υποπελαγονικής – Πίνδου με αποτέλεσμα τον ισχυρό τεκτονισμό των πετρωμάτων και την επώθηση των οφειολιθικών μαζών μαζί με τα συνοδά τους ιζήματα βαθιάς θάλασσας πάνω στα ηπειρωτικά περιθώρια της Πελαγονικής. Αυτή η φάση πτυχώσεων προκλήθηκε σε δύο στάδια. Το πρώτο κατά το Άνω Ιουρασικό όπου έγινε η επώθηση των οφειολίθων της Υποπελαγονικής από ΒΑ προς ΝΔ, σχηματίζοντας πτυχές υποϊσοκλινείς έως ισοκλινείς γενικής αξονικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ. Το δεύτερο στάδιο έγινε κατά το Κάτω Κρητιδικό όπου συνέβει και το κλείσιμο της δυτικής ωκεάνιας λεκάνης και ως αποτέλεσμα αυτού η επώθηση των οφειολίθων της Υποπελαγονικής από Δ προς Α πάνω στο δυτικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής.

Κατά την περίοδο τελικού Κρητιδικού έως μέσου Μειοκαίνου πραγματοποιήθηκε η τριτογενής φάση πτυχώσεων αποτέλεσμα της ανάδυσης της Πελαγονικής ζώνης. Στο διάστημα αυτό έλαβαν χώρα δύο φάσεις πτυχώσεων η πρώτη με πτυχές ανοιχτές , ισοπαχείς, γενικής αξονικής διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ και απόκλιση προς τα ΝΔ και μια δεύτερη με πτυχές κλειστές – ανοιχτές αξονικής διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ και απόκλιση προς τα ΝΑ.

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Τέλος την περίοδο Ολιγοκαίνου – Μειοκαίνου έγινε η τελική παραμόρφωση των σχηματισμών προκαλώντας πτυχές κάμψης πολύ ανοιχτές και τύπου knick γενικής αξονικής διεύθυνσης Β – Ν.

1.3 ΥΠΟΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ

ΓΕΝΙΚΑ

Σημαντικό μέρος της εξεταζόμενης περιοχής βρίσκεται στον χώρο της Υποπελαγονικής ζώνης. Η Υποπελαγονική ζώνη είναι τοποθετημένη στη δυτική πλευρά της Πελαγονικής και εκτείνεται και αυτή με διεύθυνση τη γενική των Ελληνίδων ΒΔ – ΝΑ. Σύμφωνα με έρευνες (Aubouin 1959) η ζώνη αυτή καθορίστηκε ως η δυτική κατωφέρεια του υβώματος της Πελαγονικής προς την αύλακα της ζώνης της Πίνδου, και αποδόθηκαν σε αυτή χαρακτήρες ιζηματογένεσης ενδιάμεσους μεταξύ νηριτικής και πελαγικής φάσης.

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της Υποπελαγονικής ζώνης είναι οι μεγάλες οφειολιθικές μάζες και η συνοδεύουσα αυτήν σχιστοκερατολιθική διάπλαση. Σύμφωνα με τις σημερινές γεωτεκτονικές απόψεις οι οφειόλιθοι της ζώνης χαρακτηρίζονται σαν η εξωτερική οφειολιθική λωρίδα της Ελλάδας γνωστή με το χαρακτηρισμό ERO. Θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει την οφειολιθική συρραφή της παλαιάς ωκεάνιας περιοχής που βρισκόταν δυτικά του Πελαγονικού ηπειρωτικού τεμάχους.

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ

Α-Προαλπικό Υπόβαθρο της Ζώνης

Προαλπικό υπόβαθρο δεν συναντάται σε όλες της περιοχές της υποπελαγονικής. Εκεί όμως όπου εμφανίζεται αποτελείται από γνευσίους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, αμφιβολίτες και παρεμβολές μαρμάρων, πρόκειται δηλαδή για το ίδιο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Πελαγονικής Κάτω - Παλαιοζωικής ηλικίας. Πέρα όμως από τα τυπικά υψηλής μεταμόρφωσης πετρώματα σε πολλές περιοχές εντοπίστηκαν και ιζηματογενή ή ημιμεταμορφωμένα στρώματα του παλαιοζωικού εξακριβωμένα με χαρακτηριστικά απολιθώματα.

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Β- Αλπική λιθοστρωματογραφική εξέλιξη

Η ζώνη παρουσιάζει τρεις διαφορετικές στρωματογραφικές – τεκτονικές διαδοχές των πετρωμάτων της :

- Οφειολιθική ακολουθία και τα συνοδά ιζήματα βαθιάς θάλασσας χωρίς να παρατηρείται το τεκτονικό τους υπόβαθρο.
- Οφειόλιθοι και τεκτονικά ιζήματα τοποθετημένα πάνω σε ανθρακικά πετρώματα.
- Οφειόλιθοι και συνοδά ιζήματα επωθημένα πάνω σε νηριτικά ανθρακικά πετρώματα τυπικά ηπειρωτικού περιθωρίου.

Οι τρεις παραπάνω διαδοχές πετρωμάτων αντιπροσωπεύουν την εξέλιξη από τα δυτικά προς τα ανατολικά των βαθιών ωκεάνιων συνθηκών ιζηματογένεσης προς τις νηριτικές του ηπειρωτικού περιθωρίου.

Οι αλπικοί σχηματισμοί που μετέχουν στις παραπάνω στρωματογραφικές – τεκτονικές διαδοχές περιγράφονται στη συνέχεια

Τριαδικά ιζήματα

Όπου έχουμε εμφάνιση προ – οφειολιθικού ανθρακικού υποβάθρου η αλπική ιζηματογένεση αρχίζει στο βερφρένιο (πρώτη βαθμίδα του τριαδικού), με κροκαλοπαγή, ψαμμίτες ασβεστόλιθους και παρεμβολές τοφφικών υλικών. Ακολουθούν ασβεστόλιθοι Κάτω – Μέσου Τριαδικού οι οποίοι είναι πελαγικοί με κονδύλους πυριτικούς είτε νηριτικοί με φύκη, ανάλογα με το αν η θέση αυτή ήταν κοντά στον ωκεάνιο χώρο ή κοντά στο ηπειρωτικό περιθώριο. Προς το Ανώτερο Τριαδικό αντιπροσωπεύεται από τεφρούς ασβεστόλιθους συχνά ωολιθικούς, καθώς και δολομίτες

Σχιστοκερατολιθική διάπλαση και οφειόλιθοι

Ο βασικότερος σχηματισμός της Υποπελαγονικής ζώνης είναι η σχιστοκερατολιθική διάπλαση, η απόθεση της οποίας διήρκησε όλο το Κρητιδικό και στις περιοχές που δεν παρατηρείται η ασβεστολιθική σειρά η απόθεσή της ξεκίνησε στο Άνω Τριαδικό.

Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση συνίσταται από λεπτόκοκκα ιζήματα όπως κόκκινους – πράσινους – μαύρους αργιλικούς σχιστόλιθους, ραδιολαριτικούς κερατόλιθους, μάργες, λεπτόκοκκους ψαμμίτες, πηλίτες, αργιλοπηλίτες, παρεμβολές λεπτόκοκκων πελαγικών

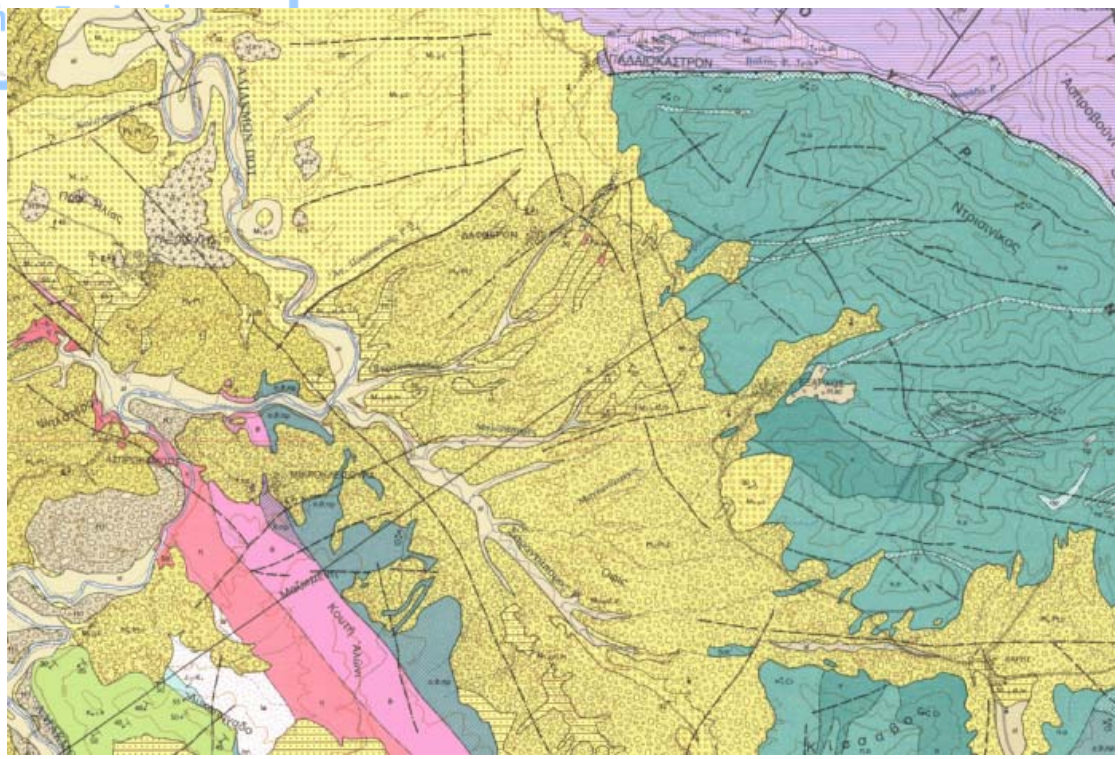
Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

ασβεστόλιθων. Τα ιζήματα αυτά βρίσκονται σε συνεχείς εναλλαγές και συγκροτούν μια σειρά αρκετού πάχους που αντιπροσωπεύει ιζηματογένεση πελαγική – ωκεάνια. Τα ανώτερα στρώματα της διάπλασης έχουν κατά θέσεις τουρβιδική εμφάνιση που προσομοιάζει με φλυσχοειδή ιζηματογένεση και επεκτείνεται μέχρι το Κατώτερο Κρητιδικό.

Μέσα στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση συχνά παρεμβάλλονται συμπτυχωμένα μικρά και μεγάλα οφειολιθικά σώματα και στο σύνολό τους ονομάζεται «σχιστοκερατολιθική με οφειολίθους διάπλαση». Συχνές είναι και οι διεισδύσεις βασικών ηφαιστιτών καθώς και βασικών τόφφων έτσι ώστε η διάπλαση να αποκτά χαρακτήρα ηφαιστειοϊζηματογενούς σειράς.

Ο κύριος όγκος των οφειολίθων βρίσκεται στην ανώτερη στάθμη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης και στη βάση τους μάλιστα παρατηρείται και σχηματισμός τεκτονικών οφειολιθικών μιγμάτων (mélanges). Από τις μεγαλύτερες οφειολιθικές μάζες της Ελλάδας συναντώνται στην εξεταζόμενη περιοχή και είναι αυτές της Καστοριάς και του όρους Βούρινος στην περιοχή της Κοζάνης. Ιδιαίτερα στην περιοχή του Βούρινου εμφανίζεται πλήρης η οφειολιθική ακολουθία με όλα σχεδόν τα βασικά και υπερβασικά πετρώματα πλουτωνικά και ηφαιστειακά . Συνδεδεμένα με την οφειολιθική μάζα του Βούρινου είναι και σημαντικά κοιτάσματα χρωμιτών.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμή

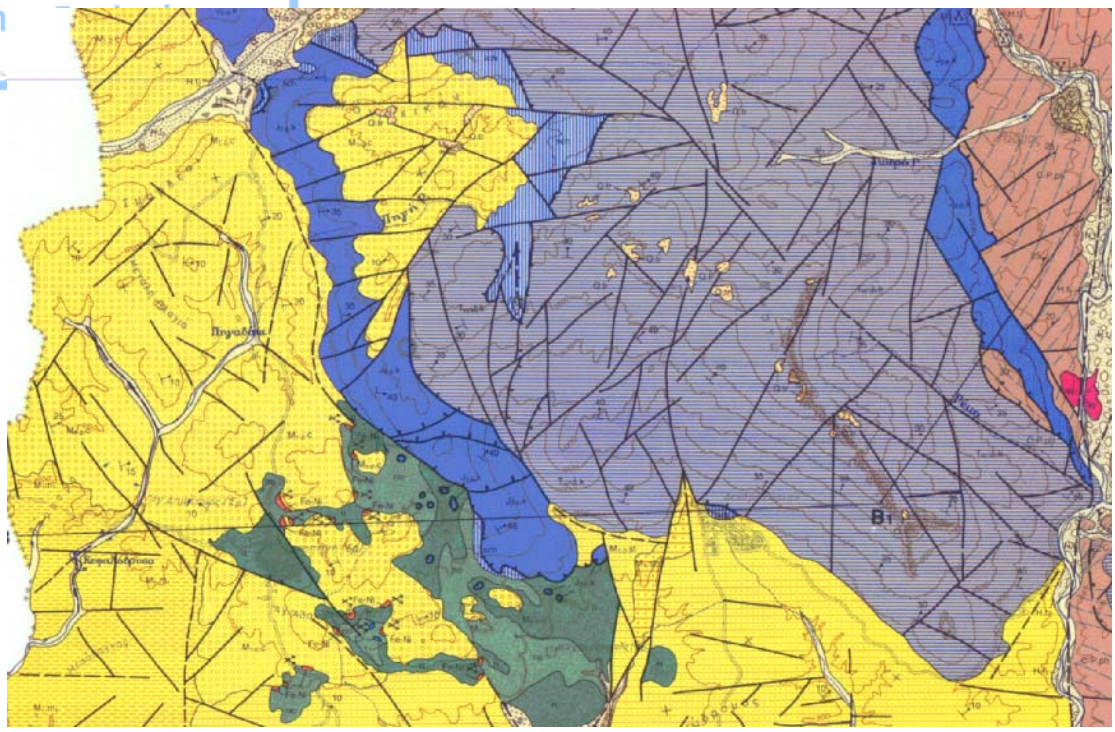


Σχήμα 1.6. Φύλλο Κνίδη Κλίμακας 1:50.000, στην περιοχή του όρους Βούρινος όπου έμφανίζεται το οφιολιθικό σύμπλεγμα, ηλικίας Ιουρασικού.

Ασβεστόλιθοι Ιουρασικού

Παρά την δεσπόζουσα σημασία της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης στην ιζηματογένεση του Ιουρασικού, σε πολλές περιοχές της Υποπελαγονικής οι οφειόλιθοι βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένοι πάνω σε ανθρακικά πετρώματα που αποτελούν συνέχεια των αντίστοιχων Τριαδικών και η απόθεσή του συνεχίστηκε στο Ιουρασικό. Τα ανθρακικά πετρώματα είναι ασβεστόλιθοι πελαγικοί ή νηριτικοί τυπικοί ηπειρωτικού περιθωρίου. Πρόκειται για ασβεστόλιθους Λιασίου μαύρους, τεφρούς περισσότερο νηριτικούς, ασβεστόλιθους πλακώδεις, τεφρούς συχνά ωολιθικούς ή τύπου bird – eye ηλικίας Δογγερίου –Μαλμίου οι οποίοι εναλλάσσονται με αλλεπάλληλες ενστρώσεις κερατολίθων, πηλιτών και πυριτικών μαργών, στοιχεία που δείχνουν τον πελαγικό χαρακτήρα της όλης σειράς (σειρά Κρυσταλλοπηγής).

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμή



Σχήμα 1.7. Φύλλο Κορυτσά - Μεσοποταμία Κλίμακας 1:50.000, στην περιοχή της Καστοριάς, όπου φαίνεται η σχιστοκερατολιθική διάπλαση , οι οφιόλιθοι της Πελαγονικής καθώς επίσης και τα ανθρακικά πετρώματα της περιοχής (Σειρά Κρυσταλλοπηγής).

Ιζήματα της Μέσο – Άνω Κρητιδικής επίκλυσης

Κατά την περίοδο του Ανώτερου Ιουρασικού Κάτω Κρητιδικού εκδηλώθηκε ορογένεση στο χώρο των εσωτερικών ελληνίδων και ως αποτέλεσμα αυτής την ανάδυση της Υποπελαγονικής ζώνης. Στη συνέχεια ακολούθησε χέρσευση η οποία ευνόησε τον σχηματισμό αξιόλογων σιδηρονικελιούχων λατεριτικών κοιτασμάτων από την λατεριτική αποσάθρωση των οφειολίθων. Στο Κενομάνιο του Μέσου Κρητικού εκδηλώθηκε επίκλυση της θάλασσας με μικρές χρονικές διαφορές στις διάφορες θέσεις και απόθεση του χαρακτηριστικού κροκαλοπαγούς βάσης και στη συνέχεια την απόθεση ασβεστόλιθων Άνω – Κρητιδικής ηλικίας νηριτικοί και κατά θέσεις πελαγικοί μαργαϊκοί κονδυλώδεις, μέσα στους οποίους παρεμβάλλονται μικρού πάχους ψαμμιτικά και μαργαϊκά στρώματα. Η ιζηματογένεση συνεχίστηκε με την απόθεση φλύσχη που ξεκίνησε στο Άνω Μαιστρίχτιο (Ανώτερο Κρητιδικό) και έληξε στο τέλος του Ηώκαινου όπου και εκδηλώθηκε η τελική ορογενετική δράση.

Τα ιζήματα αυτής της επίκλυσης αποτέθηκαν με ασυμφωνία πάνω στα προϋπάρχοντα πετρώματα. Άλλες φορές πάνω στους οφειόλιθους και τα λατεριτικά κοιτάσματα, άλλες φορές πάνω στη σχιστοκερατολιθική διάπλαση και άλλες πάνω στα Τριαδικά ή Ιουρασικά

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

ανθρακικά ιζήματα ανάλογα με την τεκτονική δομή που δημιουργήθηκε έπειτα από τις πτυχώσεις Ανωτέρου Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού.

Μεταλπικά μολασσικά ιζήματα

Με τη δράση της τελικής ορογένεσης του Άνω Ηώκαινου αναπτύχθηκε στο δυτικό χώρο της Υποπελαγονικής μια μεγάλη αύλακα η οποία λειτούργησε κυρίως το Ολιγόκαινο – Μέσο Μειόκαινο ως χώρος απόθεσης μολασσικών ιζημάτων, πολύ μεγάλου πάχους. Η αύλακα αυτή είναι γνωστή ως «Μεσοελληνική αύλακα». Η Μεσοελληνική αύλακα εμφανίζεται στην πλήρη της δομή και στρωματογραφία εξ' αιτίας της θέσης της κοντά στο νέο ορογενετικό μέτωπο των ελληνίδων. Με μήκος περίπου 130km και πλάτος που ξεπερνάει τα 40 km εκτείνεται με διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ στον κορμό του Ελληνικού ηπειρωτικού χώρου, από τα Ελληνοαλβανικά σύνορα προς τις περιοχές της Καστοριάς των Γρεβενών της Καλαμπάκας και βυθίζεται κάτω από τις προσχώσεις της πεδιάδας της Θεσσαλίας.

Σ αυτήν μεταλπικά αποτέθηκαν, μολασσικού τύπου ιζήματα από υλικό το οποίο προμήθευαν οι αναδυμένες οροσειρές Πίνδου και Υποπελαγονικής που την περιέβαλαν. Επειδή η ιζηματογένεση γινόταν στο επίπεδο της θάλασσας στην αύλακα αποθέτονταν διαφόρων φάσεων ιζήματα, από θαλάσσια και λιμναία έως χερσαία ποταμοχειμάρια αποτέλεσμα της συνεχούς βύθισης της αύλακας και της εισβολής της θάλασσας σε αυτήν. Στη συνέχεια η λεκάνη πληρώνονταν και λειτουργούσε σαν κλειστή λιμνοθάλασσα με τις λιμναίες και ποταμοχειμάριες αποθέσεις.

Το σύνολο αυτών των ιζημάτων σε επαναλαμβανόμενους κύκλους αποτελεί την τεκτοφάση της μολάσσας. Τα ιζήματα αυτά καλύπτουν πλήρως το όριο των ζωνών Ωλονού – Πίνδου και Υποπελαγονικής και το πάχος τους υπολογίζεται στα 5.000 m.

Τέτοιου τύπου ιζήματα συναντώνται στην περιοχή μελέτης και αναφέρονται παρακάτω ακολουθώντας στρωματογραφικά κριτήρια από τα νεώτερα προς τα παλαιότερα:

- Η «σειρά Καστανοχωρίων Καστοριάς» ή «σειρά Όντρια» η οποία περιλαμβάνει από τους βαθύτερους προς τους ανώτερους ορίζοντες : *ψαμμίτες, ασβεστόλιθους, μάργες και ψαμμιτομαργαϊκούς ασβεστόλιθους* με παρεμβολές στην ανώτερη στάθμη της *λιγνιτικών στρωμάτων* . Είναι Βουρδιγάλιας ηλικίας (Κάτω Μειόκαινο) και είναι κυρίως θαλάσσιας φάσης με λιμναίες παρεμβολές (κοιτάσματα λιγνίτη).

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

- Η «σειρά Τσοτυλίου» λιμναίας φάσης με *μάργες* και *λιγνιτικά κοιτάσματα* πάχους περίπου 600 m ηλικίας Άνω Ακουιτανίου – Βουρδιγαλίου (Κάτω Μειόκαινο).
- Η «σειρά Επταχωρίου» η οποία αποτελείται από στρώματα μαργών πάχους 600 m μέσα στα οποία υπάρχουν λιγνιτικά κοιτάσμα. Είναι λιμναία ιζήματα ηλικίας Άνω Ολιγόκαινου. Σε μικρότερο ποσοστό περιέχει ψαμμίτες και κροκαλοπαγή.
- Η «σειρά Κρανιάς» όπου συναντώνται τα πρώτα μολασσικά ιζήματα, τα οποία είναι θαλάσια επικλυσιγενή κροκαλοπαγή και λατυποπαγή και τα οποία επικάθονται στο αλπικό υπόβαθρο και κυρίως στους οφειόλιθους. Είναι Άνω – Κρητιδικής ηλικίας και το πάχος τους υπολογίστηκε περί τα 200 m.

Σημειώνεται τέλος ότι στα μολασσικά ιζήματα της προέκτασης της Μεσοελληνικής αύλακας στην Αλβανία έχουν βρεθεί εκμεταλεύσιμα κοιτάσματα πετρελαίου.

Τεκτοορογενετική εξέλιξη

Η τεκτοορογενετική εξέλιξη της Υποπελαγονικής ζώνης ομοιάζει με αυτή της Πελαγονικής με την οποία έχει στενή γεωτεκτονική σχέση. Σε αυτήν εντοπίζονται δύο κύρια ορογενετικά γεγονότα.

Ανώτερο Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό

Αυτή η ορογενετική περίοδος προκάλεσε την ανάδυση των προ Κρητιδικών σχηματισμών. Αναγνωρίζονται πτυχές της φάσης JE_2 του Κάτω Κρητιδικού οι οποίες είναι κλειστές ή ανοιχτές που συνοδεύονται συχνά από σχιστότητα ολίσθησης και αναγνωρίστηκαν στις περιοχές των οφειολιθικών μαζών της Καστοριάς και του Βούρινου και έχουν άξονική διεύθυνση ΒΒΑ – ΝΝΔ. Βασικό γνώρισμα των πτυχών αυτών είναι η ασύμμετρη απόκλιση προς τα ανατολικά και η σύνδεσή τους με την επώθηση των οφειολίθων από το δυτικό ωκεάνιο χώρο της Υποπελαγονικής προς τα ανατολικά πάνω στο περιθώριο της Πελαγονικής.

Τριτογενείς φάσεις πτυχώσεων

Δύο κύριες φάσεις πτυχώσεων προκλήθηκαν κατά το Τριτογενές. Η πρώτη CT_1 με πτυχές ανοιχτές, ισοπαχείς, αξονικής διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ και η δεύτερη CT_2 με πτυχές

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

κλειστές – ανοιχτές με διεύθυνση αξόνω ΒΑ – ΝΔ και απόκλιση προς τα νοτιοανατολικά. Οι φάσεις αυτές σχημάτισαν μεγάλες πτυχές και σπουδαίες δομές όπως είναι η αντικλινική δομή του όρους Βόρας με άξονα 125° βυθιζόμενο προς τα νοτιοανατολικά.

Τέλος στην περίοδο Ολιγοκαίνου – Μειοκαίνου έγινε η τελική παραμόρφωση CT_3 των σχηματισμών προκαλώντας πτυχές κάμψης πολύ ανοιχτές και τύπου knick γενικής αξονικής διεύθυνσης Β – Ν.

1.4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΑΦΡΟΣ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

Η λιγνιτοφόρα λεκάνη Φλώρινας – Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας – Κοζάνης – Σερβίων - Ελασσώνας αποτελεί τμήμα της μεγάλης τεκτονικής τάφρου μήκους > 120 km, που εκτείνεται από το Μοναστήρι (F.Y.R.O.M) μέχρι την Ελασσόνα, νότια του Αλιάκμονα ποταμού.

Ο άξονας της τάφρου έχει ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση, παράλληλη με τον άξονα των Ελληνίδων. Γεωτεκτονικά η περιοχή ανήκει στην Πελαγονική ζώνη. Η τάφρος δημιουργήθηκε από τη ρηξιγενή τεκτονική του Νεογενούς. Κατά το Ανώτερο Μειόκαινο επεκράτησαν εφελκυστικές τάσεις με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ, που δημιούργησαν το κύριο βύθισμα με ρήγματα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Κατά το Ανώτερο Πλειόκαινο και το Τεταρτογενές εφελκυστικές τάσεις ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης χώρισαν το αρχικό βύθισμα σε επιμέρους λεκάνες, που οριοθετούνται από ΒΑ-ΝΔ ρήγματα. Σχηματίστηκαν έτσι οι λεκάνες Φλώρινας, Αμυνταίου-Πτολεμαΐδας, Κοζάνης-Σερβίων και Ελασσόνας.

Οι Νεογενείς αποθέσεις των παραπάνω λεκανών διακρίνονται σε τρεις σειρές:

- την κατώτερη σειρά (σχηματισμός Κομνηνών),
- τη μεσαία σειρά (σχηματισμός Πτολεμαΐδας) και
- την ανώτερη σειρά.

Η *κατώτερη* σειρά αποτελείται στη βάση της από ένα γνευσιακό κροκαλοπαγές, το οποίο μεταβαίνει προς τα πάνω σε μάργες, αμμώδεις μάργες, άμμους, ιλύες, αργίλους και λιγνίτες. Το περιβάλλον απόθεσης ήταν ποτάμιο, ποταμολιμναίο και τοπικά τελματικό. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Άνω Μειοκαινική μέχρι Κάτω Πλειοκαινική, όπως διαπιστώθηκε από μακροπαλαιοβοτανικούς και παλυνολογικούς προσδιορισμούς.

Ο *μεσαίος* σχηματισμός χαρακτηρίζεται από μεγάλου πάχους στρώματα λιγνιτών, που εναλλάσσονται με στρώματα αργίλων, ιλύων, αμμωδών αργίλων και μαργών. Το

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

περιβάλλον απόθεσης ήταν κύρια λιμναίο και λιμνοτελματικό. Η ηλικία του σχηματισμού είναι Πλειοκαινική σύμφωνα με παλυνολογικές μελέτες.

Ο *ανώτερος* σχηματισμός αποτελείται από τις Τεταρτογενείς αποθέσεις. Το πάχος τους δεν είναι σταθερό, αλλά κυμαίνεται από λίγα μέτρα μέχρι μερικές εκατοντάδες μέτρα. Τα ιζήματα κάθονται ασύμφωνα πάνω στα Πλειοκαινικά στρώματα. Η αιτία της ασυμφωνίας είναι ο τεκτονισμός του Ανώτερου Πλειοκαίνου-Κατώτερου Πλειστοκαίνου. Τα ιζήματα είναι κύρια ποτάμια (άμμοι και κροκάλες), ενώ τοπικά απαντώνται άργιλοι και μάργες, μικρού πάχους λιγνιτικά στρώματα και τύρφη.

Σχήμα 1.8. Σκαρίφημα τμήματος της τεκτονικής τάφρου της Δυτ. Μακεδονίας στο οποίο ξεχωρίζουν και οι θέσεις των λιγνιτικών κοιτασμάτων (Αχ: Αχλάδα, Λ: Λόφοι, Β: Βεύη, Βε: Βεγόρα, Βα: Βαλτόνερα, Αμ: Αμύνταιο, Πε: Περδίκα, Αρ: Αρδασσα, Κ: Κομνηνά, Αν: Ανατολικό, Π: Πτολεμαΐδα).

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

2. ΡΗΞΙΓΕΝΕΙΣ ΔΟΜΕΣ ΣΤΗ ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ

Εισαγωγή

Για τον εντοπισμό των ρηγμάτων στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας, έχουν ληφθεί υπόψη κυρίως γεωλογικά κριτήρια αφού τα σεισμολογικά δεν είναι αρκετά και δεν μπορούν να τεκμηριώσουν την ενεργό δράση των ρηγμάτων της περιοχής.

Τα ρήγματα αυτά στο σύνολό τους είναι αποτέλεσμα ενός εφελκυστικού πεδίου τάσεων που έλαβε χώρα κατά το τεταρτογενές και δημιούργησε μια σειρά σχεδόν παράλληλων ρηγμάτων γενικής αξονικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, τα οποία δεσπόζουν στον ευρύτερο γεωλογικό χώρο της δυτικής Μακεδονίας. Εντοπίζονται στον ευρύτερο χώρο της νεογενούς λεκάνης Φλώρινας – Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας – Κοζάνης η οποία έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και την διασχίζουν εγκάρσια με διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ έως ΑΒΑ – ΔΝΔ. Ορισμένα από τα ρήγματα αυτά χαρακτηρίζονται ως ενεργά (Παυλίδης 1985, Pavlides and Mountrakis 1987, Mountrakis et al 1995), με σημαντικότερο το ρήγμα του Αλιάκμονα το οποίο και έδωσε τον μεγάλο σεισμό της περιοχής Κοζάνης - Γρεβενών στις 13 Μαΐου του 1995.

2.1.Ζώνη Αλιάκμονα

Μια από τις κυριότερες νεοτεκτονικές δομές γενικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ στη δυτική Μακεδονία είναι το ρήγμα της κοιλάδας του ποταμού Αλιάκμονα. Η τεκτονική γραμμή του Αλιάκμονα εκτείνεται μέχρι την Κεντρική Μακεδονία και έχει συνολικό μήκος πάνω από 70 km. Ακολουθεί στενά την κοίτη του ποταμού από την περιοχή Γρεβενών – Κοζάνης, διασχίζει το Βέρμιο, και ακολουθώντας γενική διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ διακλαδίζεται προς τα Πιέρια και πιθανόν καταλήγει στην πεδιάδα Βέροιας – Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για ρηξιγενή ζώνη με σημαντική νεοτεκτονική δράση η οποία έκοψε εγκάρσια τις οροσειρές Βούρινου και Βερμίου για να δημιουργηθεί η δίοδος του ποταμού Αλιάκμονα.

Η ρηξιγενενής ζώνη του Αλιάκμονα αποτελείται από συνεχόμενα τμήματα τα οποία ταυτοποιήθηκαν από πρόσφατες γεωλογικές έρευνες στην περιοχή, και καταδικνύονται σε ποικίλους δημοσιευμένους γεωλογικούς χάρτες σαν ανεξάρτητα ρήγματα άγνωστης ηλικίας. Τα τμήματα της ρηξιγενούς ζώνης του Αλιάκμονα ορίζονται ως αυτόνομα τμήματα και είναι από τα δυτικά προς τα ανατολικά τα παρακάτω :

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

- Ρήγμα Ρυμνίου - Παλαιοχωρίου – Σαρακήνας - Κέντρου
- Ρήγμα Σερβίων - Βελβεντού.
- Ρήγμα Βερμίου - Βεργίνας
- Ρήγμα Χρωμίου – Βάρης -Μυρσίνας

Κατά τον σεισμό της 13^{ης} Μαΐου στην περιοχή Κοζάνης – Γρεβενών ενεργοποιήθηκε ένα μόνο τμήμα της ρηξιγενούς ζώνης το ρήγμα Ρυμνίου – Παλαιοχωρίου – Σαρακήνας - Κέντρου

2.1.1 Σεισμικό ρήγμα Ρυμνίου - Παλαιοχωρίου – Σαρακήνας - Κέντρου

Το ρήγμα έχει διεύθυνση Β 70 ^{o} και συνολικό μήκος περίπου 30 km. Εκφράζεται από μια σειρά επιφανειακών διαρρήξεων, καταπτώσεων βράχων και κατολισθήσεων, οι οποίες ξεκινούν από την περιοχή του Ρυμνίου και συνεχίζοντας προς τα ΝΔ διασχίζοντας το νότιο μέρος του βουνού Βούρινος, περνούν από τα χωριά Παλαιοχώρι και Σαρακήνα και καταλήγουν σρο Κέντρο. Το ρήγμα επηρεάζει πλειστοκαινικά ιζήματα και σύγχρονα κορήματα στην περιοχή του Ρυμνίου, καθώς επίσης και Πλειοκαινικά - Τεταρτογενή ιζήματα της λεκάνης Κοζάνης –Πολυφύτου. Στην συνέχεια το ρήγμα από το Ρύμνιο μέχρι το Παλαιοχώρι διασχίζει οφιολιθικά πετρώματα της μάζας του Βούρινου, ενώ από το Παλαιοχώρι και μέχρι το Κέντρο διασχίζει τα μολασσικά ιζήματα της Μεσο – Ελληνικής αύλακας (σχηματισμός Τσοτυλίου) και τις Πλειο – Πλειστοκαινικές ποταμοχειμάρριες αποθέσεις της λεκάνης Γρεβενών.

Σχήμα 2.1. Το σεισμικό ρήγμα στη Σαρακίνα (κατακόρυφη μετατόπιση 8 – 10 cm)

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

2.1.2 Ρήγμα Σερβίων – Βελβεντού

Το ρήγμα Σερβίων – Βελβεντού είναι η επέκταση της ρηξιγενούς ζώνης του Αλιάκμονα προς τα ανατολικά. Έχει διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ (60°) και κλίση 60° – 70° προς τα ΒΔ και το συνολικό του μήκος φτάνει τα 24 km. Βρίσκεται στα νότια της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου. Η νεοτεκτονική δράση του ρήγματος πιθανόν να ευθύνεται για το βύθισμα που καλύπτεται από την λίμνη.

2.1.3 Ρήγμα Βερμίου - Βεργίνας

Το ρήγμα αυτό έχει διεύθυνση ΒΑ –ΝΔ (50° – 60°), ακολουθώντας την κοίτη του ποταμού Αλιάκμονα διασχίζοντας εγκάρσια την οροσειρά του Βερμίου και αποτελώντας έτσι φυσικό σύνορο μεταξύ των βουνών Βέρμιο και Φλάμπουρο.

Το μήκος του ρήγματος είναι 20km και εμφανίζεται να κόβει το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο και τους μεσοζωικούς ασβεστόλιθους της Πελαγονικής. Δυτικά του χωριού Πολύδενδρου το ρήγμα διαχωρίζεται σε δύο επιπλέον κλάδους κάτι όμως που δεν έχει ακόμα διευκρινιστεί.

Το ρήγμα θεωρείται ότι συνεχίζεται πιο ανατολικά μέσα στις τεταρτογενείς αποθέσεις της λεκάνης Βέροιας – Θεσσαλονίκης, υπόθεση όμως που αν πραγματικά ισχύει θα αύξανε το μήκος του ρήγματος με συνεπαγόμενη αύξηση της σεισμικής επικινδυνότητας.

2.1.4 Χρωμίου – Βάρης - Μυρσίνας

Η διάρρηξη έχει γενική διεύθυνση Α – Δ. Ξεκινάει ανατολικά του Χρωμίου και καταλήγει λίγο πριν την πόλη των Γρεβενών, στο χωριό Μυρσίνα. Το μήκος της διάρρηξης υπολογίζεται στα 15km και τοποθετείται στη θέση του Διαύλου της οφιολιθικής μάζας του Βούρινου κοντά στο χωριό Χρώμιο. Η ρηξιγενής αυτή γραμμή παρουσιάζεται στην περιοχή του Χρωμίου με την μορφή σειράς παράλληλων ανοιχτών διαρρήξεων και κατολισθήσεων μέσα σε αποθέσεις της λεκάνης Κοζάνης, ηλικίας Βιλλαφραγκίου. Δυτικότερα στην περιοχή Βάρης και Σαμαρά Ράχης η γραμμή αυτή εμφνίζεται μερικές φορές με τη μορφή ολισθήσεων βαρύτητας.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

2.2 Λεκάνη Φλώρινας – Πτολεμαΐδας – Αμυνταίου

Στην περιοχή της μεγάλης λεκάνης Φλώρινας – Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας έχουν εντοπιστεί μετά από γεωλογικές έρευνες (Μουντράκης, 1983, Παυλίδης, 1985, Pavlides and Mountrakis, 1987) έχουν εντοπιστεί άλλα έξι (6) εξίσου σημαντικά και ενεργά ρήγματα, τα οποία έχουν διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ (Β 40° – 60°) και διασχίζουν εγκάρσια την μεγάλη αυτή λεκάνη. Τα ενεργά αυτά ρήγματα είναι τα εξής από βορά προς νότο:

- Ρήγμα Νυμφαίου – Ξινού Νερού – Λίμνης Πετρών
- Ρήγμα Βεγορίτιδας – Αγίου Παντελεήμονα
- Ρήγμα Περαίας – Μανιάκι
- Ρήγμα Χειμαδίτιδας – Αναργύρων
- Ρήγμα Εμπορίου – Περδίκα (Ύψωμα Μπορντό)
- Ρήγμα Καρυοχωρίου - Προαστίου.

2.2.1. Περιοχή Πετρών – Βεγορίτιδας

Στις νοτιοδυτικές παρυφές του όρους Βόρας ,συναντώνται ορισμένες από τις μεγαλύτερες μεταπτώσεις της περιοχής, οι οποίες αναπτύσσονται κυρίως στους τριαδικϊουρασικούς ανθρακικούς σχηματισμούς. Μερικές από αυτές τις μεταπτώσεις συνεχίζονται και στα ιζήματα της λεκάνης και για αυτό παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι μεταπτώσεις αυτές είναι οι παρακάτω :

Α.Ρήγμα Νυμφαίου – Ξινού Νερού – Λίμνης Πετρών, το οποίο αποτελεί την μεγαλύτερη ρηξιγενή γραμμή της περιοχής και έχει μήκος 30km και είναι ένα κανονικό ρήγμα με μετάπτωση προς τα ΝΑ στο οποίο οφείλεται η δημιουργία του εξάρματος Κλειδιού – Ξινού Νερού – Αετού.

Το ρήγμα ξεκινά από την βόρεια, βορειοδυτική πλευρά της λίμνης Πετρών, έχει διεύθυνση 35° – 40° φαινόμενη γωνία κλίσης περίπου 60° ΝΑ και στην θέση αυτή έχει ορατό άλμα περί τα 250km. Αν και η ρηξιγενής επιφάνεια καλύπτεται από στρώμα τεκτονικού λατυποπαγούς που εμποδίζει να φανούν καθαρές κατοπτρικές επιφάνειες, διαπιστώθηκαν σε ορισμένες θέσεις τεκτονικές γραμμώσεις ολίσθησης δύο διευθύνσεων. Η πρώτη χαρακτηρίζει κανονική τεκτονική κίνηση με αριστερόστροφη συνιστώσα ενώ η δεύτερη επίσης κανονική με μικρή δεξιόστροφη συνιστώσα. Η συνέχεια του ρήγματος δεν εμφανίζεται επιφανειακά μεταξύ των χωριών Πέτρες και Ξινού Νερού μια περιοχή

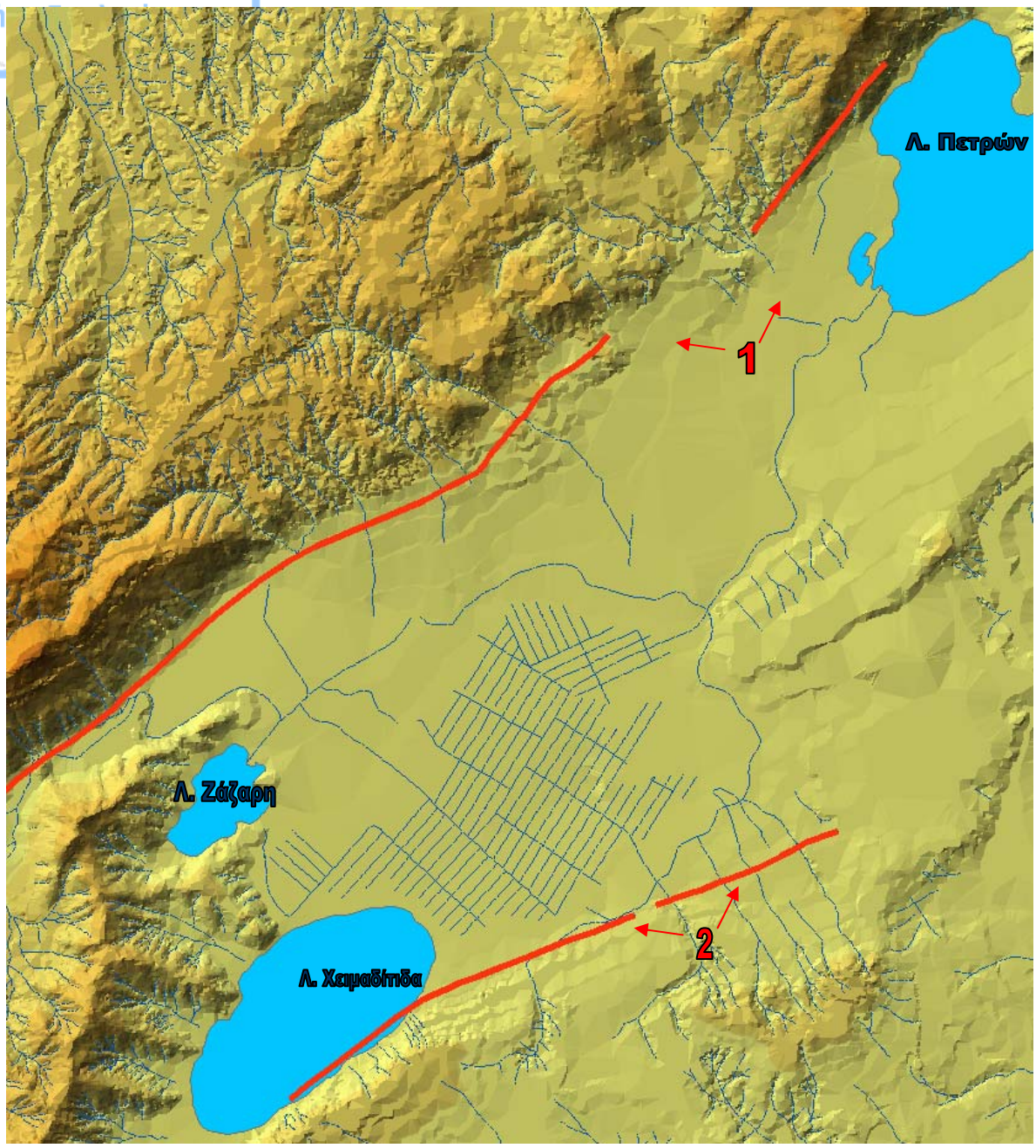
21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

σχετικά χαμηλού αναγλύφου που καλύπτεται από τα κροκαλοπαγή του σχηματισμού Προαστίου και των νεογενών ιζημάτων. Σε αυτήν την περιοχή είναι πιθανό να συμβαίνει μια υπόγεια δράση του ρήγματος χωρίς επιφανειακή εμφάνιση της ρηξιγενούς επιφάνειας. Το ίδιο ρήγμα συνεχίζει προς τα νοτιοδυτικά προς τα χωριά Φανός, Αετός έως και το χωριό Νυμφαίο όπου φαίνεται να επηρεάζει τα μεταμορφωμένα πετρώματα της ενότητας του Βέρνου. Το ρήγμα αυτό χαρακτηρίζεται σαν μια ζώνη ρηγμάτων λόγω της στενής γενετικής του σχέσης με άλλα μικρότερα ρήγματα τόσο στα ιζήματα όσο και στους σχηματισμούς του υποβάθρου και επιπλέον επιφανειακά δεν εμφανίζεται σαν μια συνεχής γραμμή.

Από στρωματογραφικά δεδομένα χρονολογήθηκε ως ένα μετα – Ιουρασικό τεκτονικό γεγονός αφού επηρεάζει τα πετρώματα του τριαδικοϊουρασικού καλύμματος και παρουσιάζει νεότερες επαναδραστηριοποιήσεις (Μουντράκης 1983).

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμή



Σχήμα 2.2. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους μορφής TIN στο οποίο απεικονίζονται η ζώνη ρηγμάτων Νυμφαίου – Ξινού – Νερού – Λίμνης Πετρών (1) και το μεγάλο ρήγμα χειμαδίτιδας - Αναργύρων (2). αποτυπωμένα σε ψηφιακό μοντέλο αναγλύφου..

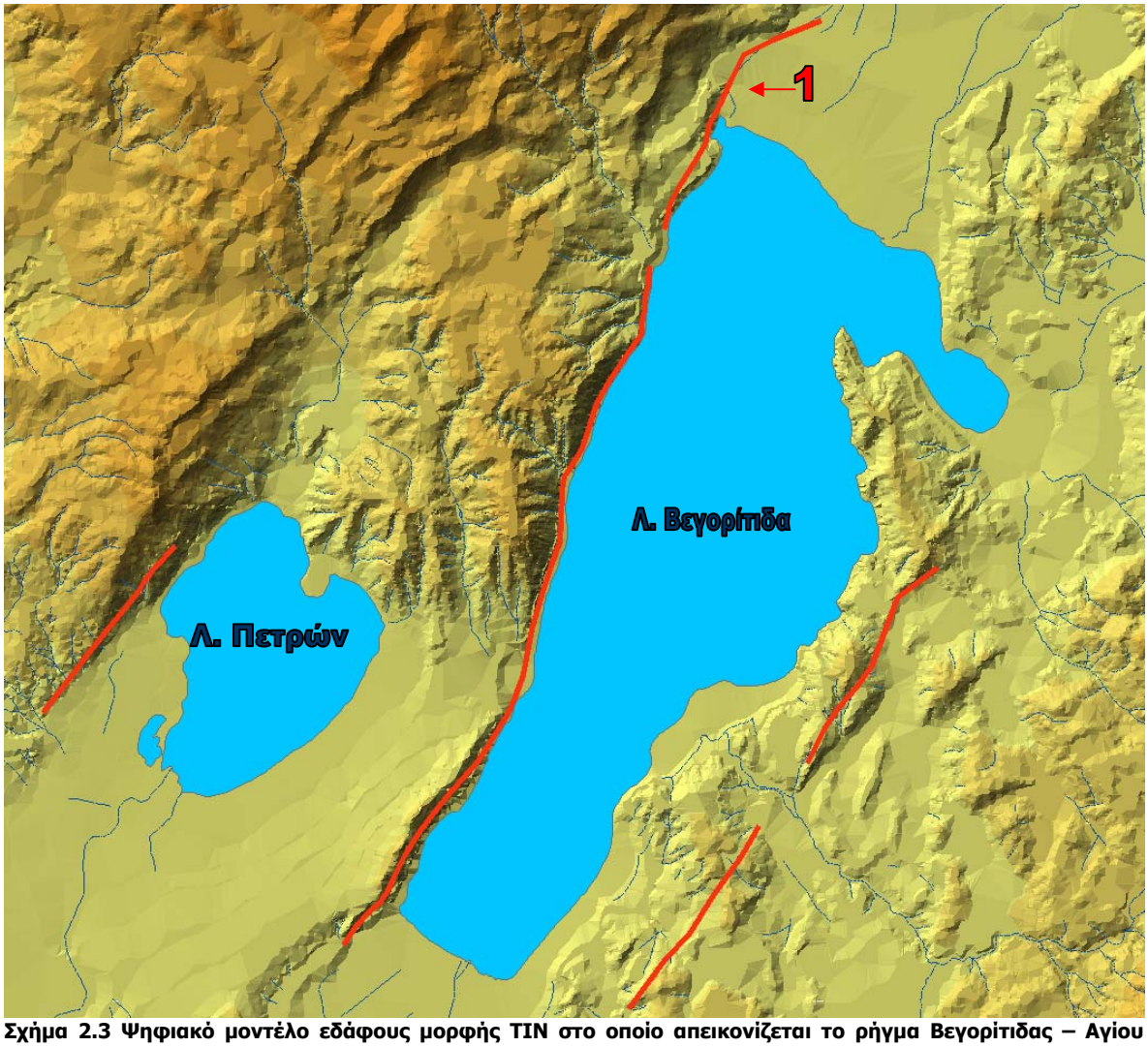
Β. Το Ρήγμα Βεγορίτιδας – Αγ. Παντελεήμονα, αποτελεί ένα μεγάλο ρήγμα μήκους 12 km το οποίο οριοθετεί την βορειοδυτική πλευρά του βυθίσματος της Βεγορίτιδας. Εκτείνεται από το χωριό Βεγόρα μέχρι τον οικισμό του Αγίου Σπυρίδωνα, και εμφανίζεται διεύθυνση 30° – 40° και κλίση 60° ΝΑ. Πρόκειται για ένα κανονικό ρήγμα με ορατό άλμα πάνω από 200m στις περιοχές Βεγόρα και Άγιο Παντελεήμονα ενώ λαμβάνοντας υπόψη το βάθος του ασβεστόλιθου στο βυθισμένο τμήμα (κάτω από την λίμνη), το άλμα αυτό πιθανόν να φτάνει τα 500μ. Γενικά σε όλο το μήκος της ρηξιγενούς γραμμής της

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Βεγορίτιδας εμφανίζονται πολλές κατοπτρικές επιφάνειες που ανήκουν τόσο στην ρηξιγενή επιφάνεια του κύριου ρήγματος όσο και σε μικρορήγματα της ευρύτερης ρηξιγενούς ζώνης. (Παυλίδης 1985)

Συνολικά στην περιοχή της λίμνης Πετρών και βόρεια της Βεγορίτιδας διαπιστώθηκαν τρία διαφορετικά είδη τεκτονικών κινήσεων τα οποία όμως είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ίσως ανήκουν σε διαφορετικές τεκτονικές φάσεις (Παυλίδης 1985).



Σχήμα 2.3 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους μορφής TIN στο οποίο απεικονίζεται το ρήγμα Βεγορίτιδας – Αγίου Παντελεήμονα (1).

2.2.2 Ρήγμα Περαίας - Μανιάκι

Η περιοχή νότια και νοτιανατολικά της λίμνης Βεγορίτιδας εμφανίζεται με ομαλότερο ανάγλυφο και λιγότερο έντονο τεκτονισμό με ρηξιγενείς δομές μικρότερου μήκους και άλματος, οι οποίες τέμνουν τους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής με κύρια αξονική διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ. Μεταξύ των χωριών Περαία και Μανιάκι παρατηρείται μια

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

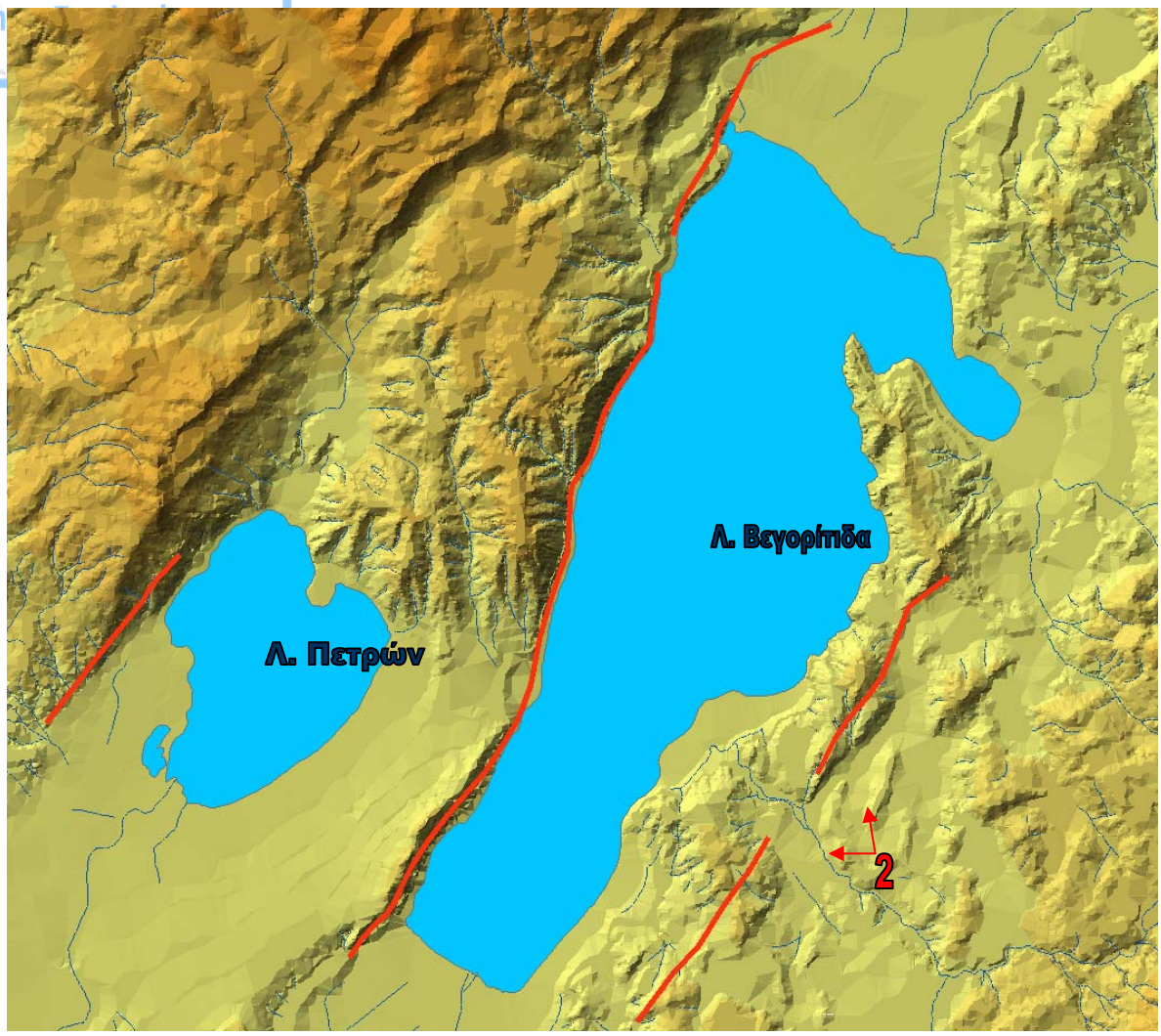
σειρά μικρών κανονικών ρηγμάτων τα οποία είναι παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα της λίμνης Βεγορίτιδας και τα οποία όπως έχει διαπιστωθεί από αεροφωτογραφίες φαίνεται να συγκροτούν μια συνεχή τεκτονική γραμμή συνολικού μήκους περίπου 10km . Η διεύθυνση των ρηγμάτων αυτών είναι μεταξύ 50° – 60° , η γωνία κλίσης τους καθορίστηκε στις 75° έως 80° ενώ το άλμα τους από 2μ έως και 15μ. Οι ρηξιγενείς τους επιφάνειες είναι καλυμμένες με σύγχρονα πλευρικά κορήματα.

Νοτιοδυτικά του χωριού Περαία αποκαλύφτηκε με τεχνητό τρόπο τμήμα της κατοπτρικής επιφάνειας του ρήγματος πάνω στην οποία διαπιστώθηκαν τρεις διακριτές τεκτονικές κινήσεις (Παυλίδης 1985). Η πρώτη με στοιχεία 55° / 85° ΝΑ και γωνία pitch 40 ^{o} Α, Η δεύτερη με στοιχεία 60° / 80° ΝΑ και γωνία pitch 50° Δ Ενώ η τρίτη που εμφανίζει και τις εντονότερες γραμμώσεις έχει στοιχεία 60° / 80° ΝΑ και γωνία pitch 86° η οποία και θεωρείται νεότερη όλων. Η ηλικία του ρήγματος και κυρίως της τελευταίας του δραστηριοποίησης συνδέεται άμεσα με την ηλικία των κορημάτων που καλύπτουν την κατοπτρική επιφάνεια και καθορίζεται σαν ρήγμα ενεργό.

Γενικά για την περιοχή από τα νότια της βεγορίτιδας έως και την κοιλάδα Κομνηνών – Πύργων έχουν διαπιστωθεί ομάδες ρηγμάτων με παράταξη κυρίως ΒΑ – ΝΔ και μικροδιαρρήξεις διαφόρων διευθύνσεων από τις οποίες συμπεραίνονται τρία διαφορετικά είδη κινήσεων :

- Μία γενικής διεύθυνσης ΒΔ – ΝΔ αποτέλεσμα εφελκυστικών τάσεων τεταρτογενούς ηλικίας.
- Μια γενικής διέυθυνσης ΒΒΔ – ΝΝΑ επίσης εφελκυστική παλαιότερη της πρώτης
- Μια διεύθυνσης άΞονα συμπίεσης ΒΒΔ – ΝΝΑ και άξονα εφελκυσμού ΑΒΑ –ΔΝΔ

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμή



Σχήμα 2.4. Το ρήγμα Περαίας – Μανιάκι (2) αποτυπωμένο σε ψηφιακό μοντέλο εδάφους μορφής TIN .

2.2.3 Ρήγμα Χειμαδίτιδας - Αναργύρων

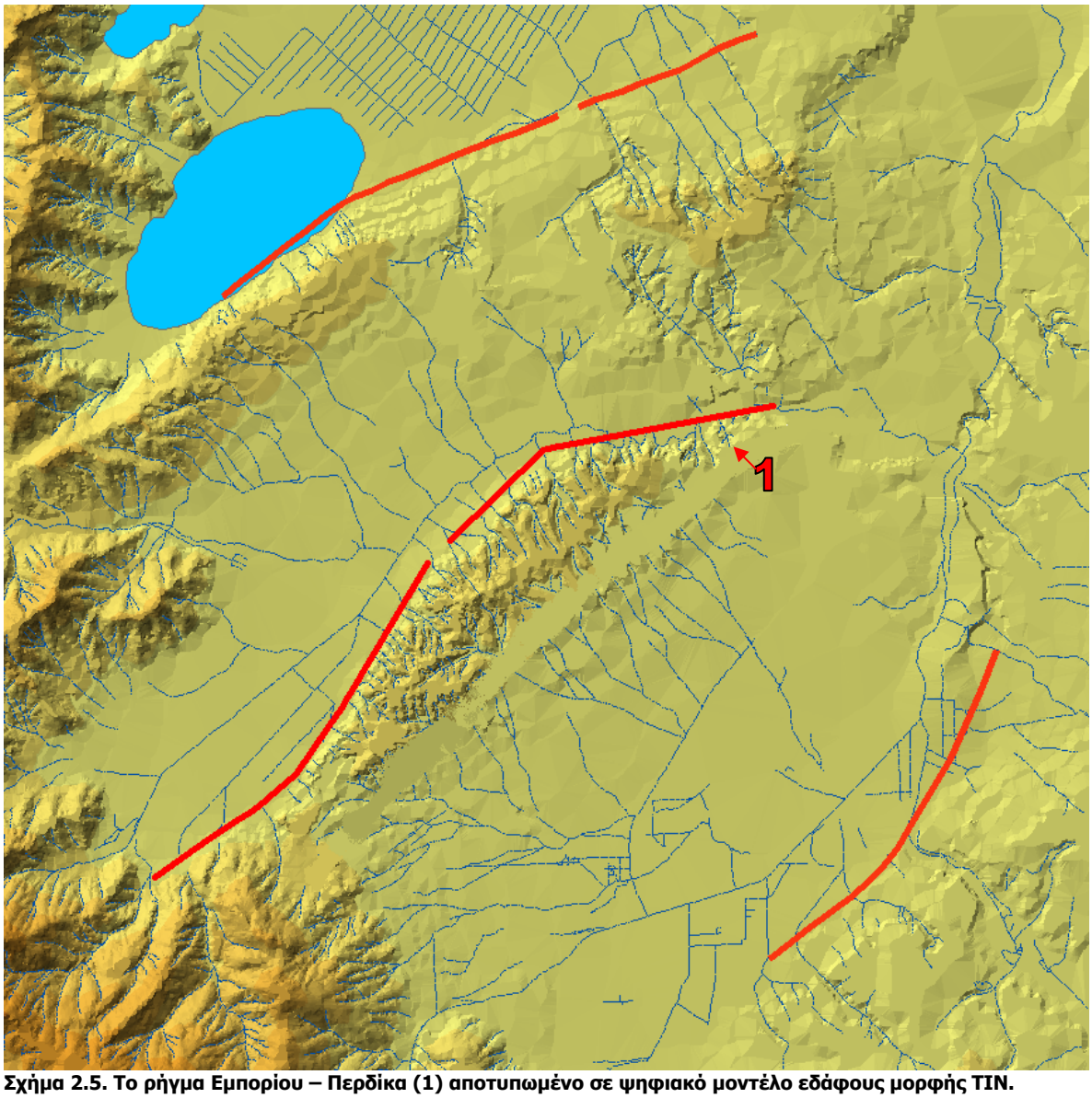
Στην περιοχή αυτή παρατηρούνται ρήγματα τα οποία δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια της ιζηματογένεσης της λεκάνης και μετά και η συνέχεια αυτών βρίσκεται και στα περιθώρια της λεκάνης.

Εδώ συναντάται το κανονικό ρήγμα Χειμαδίτιδας – Αναργύρων το οποίο τοποθετείται στην νότια πλευρά της λίμνης Χειμαδίτιδας, έχει διεύθυνση ΝΔ – ΒΑ και κλίση 60° . Το ρήγμα κόβει τα λιγνιτικά κοιτάσματα Αναργύρων και Απόφυσης. Από την μια πλευρά του ρήγματος το κοίτασμα συναντάται επιφανειακά ενώ από την άλλη ο ίδιος ορίζοντας βρίσκεται στο βάθος των 130 m δηλαδή άλμα του ρήγματος περί τα 130 m (Koukouzas et al 1981). Το ρήγμα διασχίζει όλη τη σειρά των τεταρτογενών ιζημάτων μέχρι και τα ολοκαινικά ιζήματα της υπολεκάνης της Χειμαδίτιδας.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

2.2.4 Ρήγμα Εμπορίου – Περδίκα (Ύψωμα Μπορντό)

Πρόκειται για ρήγμα διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ (50°) με μετάπτωση προς τα βόρεια και συνολικό μήκος 15 km το οποίο τέμνει εγκάσια την λεκάνη και παρατηρείται μεταξύ του χωριού Εμπόριο στους πρόποδες του όρους Άσκιο (Σινιάτσικου) και του χωριού Περδίκα στη μέση της λεκάνης. Κυρίως βρίσκεται κατά μήκος του βορειοδυτικού βυθίσματος του υψώματος Μπορντό και προφανώς το βύθισμα οφείλει τη δημιουργία του σε αυτό το ρήγμα το οποίο και αποτελεί το όριο των πλειοκαινικών ιζημάτων του υψώματος Μπορντό και των αντίστοιχων πλειστοκαινικών του βυθίσματος.



Σχήμα 2.5. Το ρήγμα Εμπορίου – Περδίκα (1) αποτυπωμένο σε ψηφιακό μοντέλο εδάφους μορφής TIN.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

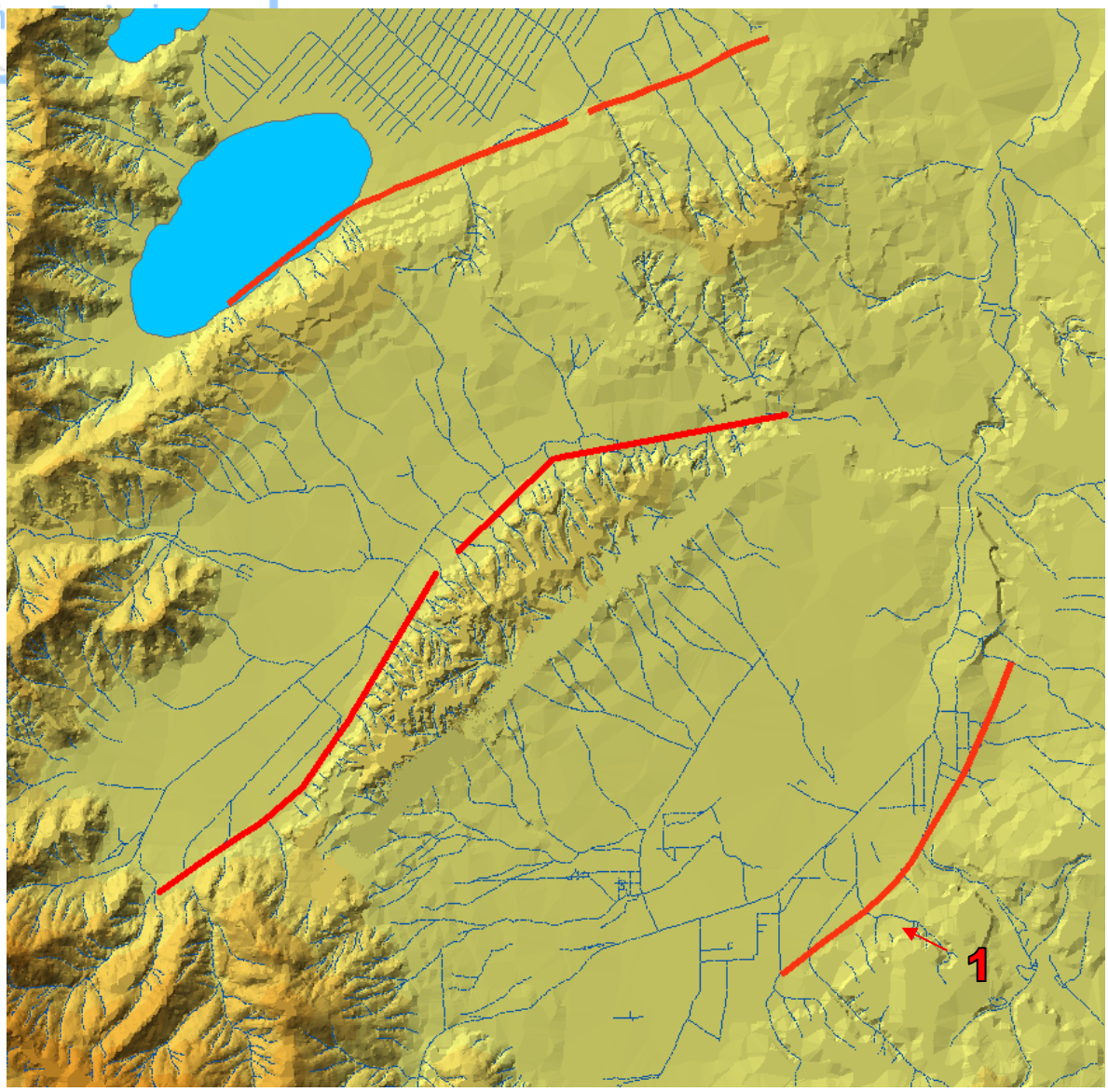
2.2.5 Ρήγμα Καρυοχωρίου - Προαστίου

Τα λιγνιτοφόρα ιζήματα της περιοχής καλύπτονται από λεπτά στρώματα ποταμολιμναίων αποθέσεων, ερυθροχωμάτων και αλλουβίων τεταρτογενούς ηλικίας, τα οποία κόβονται από μεγάλα και μικρά μεταπλειοκαινικά ρήγματα τα οποία δημιουργούν τεκτονικά κέρατα τόσο προς βορά όσο και προς νότο.

Το μεγαλύτερο από αυτά είναι το ρήγμα Καρυοχωρίου – Προαστίου το οποίο οριοθετεί προς τα βόρεια το κοίτασμα του λιγνιτορυχείου Πτολεμαΐδας. Έχει γενική διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ, 40° και κλίση 70° ΒΔ και γωνία pitch 80° – 85° που φανερώνει κανονική συνιστώσα κίνησης. Από παρατηρήσεις που έχουν γίνει στα τεταρτογενή κροκαλοπαγή των ανώτερων στρωμάτων των ερυθροστρωμάτων, διαπιστώθηκαν ρήγματα της τάξης των μερικών εκατοστών (Παυλίδης 1985), γεγονός που φανερώνει πολύ πρόσφατη επαναδραστηριοποίησή του.

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμή



Σχήμα 2.6. Το ρήγμα Καρυοχωρίου – Προαστίου (1) αποτυπωμένο ψηφιακό μοντέλο εδάφους μορφής TIN .

2.3 Περιοχή λεκάνης Φλώρινας

Η λεκάνη της Φλώρινας εμφανίζει κοινή τεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη με την λεκάνη της Πτολεμαΐδας. Στην περιοχή επικρατούν δύο κύριες διευθύνσεις ρηγμάτων μία ομάδα διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ και μία δεύτερη σχεδόν κάθετη με την πρώτη γενικής διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ.

Στην περιοχή αυτή αξίζει να αναφερθεί το ρήγμα Αχλάδας – Σκοπού – Παπαδιάς διεύθυνσης ΒΑ – ΝΔ το οποίο δημιουργήθηκε πριν το νεογενές φαίνεται όμως να έχει επαναδραστηριοποιηθεί αφού εμφανίζεται να κόβει τα νεογενή ιζήματα της περιοχής.

Στην ίδια περιοχή συναντάται και το ρήγμα βόρεια του χωριού λόφοι το οποίο εμφανίζει νεοτεκτονική δραστηριότητα και έχει γενική διεύθυνση Α – Δ. Η συνέχεια

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

αυτού του ρήγματος έχει διαπιστωθεί μέσα στα ασβεστολιθικά πετρώματα στα δυτικά του όρους Βόρας από όπου και έχει βρεθεί ότι έχει διεύθυνση 90° και κλίση 70° Β.

Δίνεται υπόμνημα των υψομέτρων των παραπάνω σχημάτων :

Edge type
Hard Edge
Elevation
528 - 702.889
702.889 - 877.778
877.778 - 1052.667
1052.667 - 1227.556
1227.556 - 1402.444
1402.444 - 1577.333
1577.333 - 1752.222
1752.222 - 1927.111
1927.111 - 2102

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Εισαγωγή

Η Κατανομή των επικέντρων των σεισμών που έχει προκύψει από τα διεθνή σεισμολογικά δίκτυα τις τελευταίες δεκαετίες δείχνει ότι στους ωκεανούς η σεισμικότητα περιορίζεται σε στενές ζώνες που αποτελούν που αποτελούν και τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Αντίθετα στις ηπείρους η σεισμικότητα είναι διεσπαρμένη σε ευρύτατες ζώνες. Όμως μέσα στις ζώνες αυτές έχουν εντοπιστεί περιοχές εύρους εκατό ή και περισσότερων χιλιομέτρων στις οποίες δεν παρατηρούνται επίκεντρα σεισμών. Τέτοιες περιοχές στη ζώνη Άλπεων-Ιμαλαϊων, η Αδριατική, η περιοχή των Κυκλάδων στο Αιγαίο, η *Δυτική Μακεδονία*, η κεντρική Τουρκία, το κεντρικό Ιράν, διάφορες περιοχές της Κίνας, κλπ. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία σε ορισμένες τουλάχιστον από τις περιοχές αυτές δεν έχουν εντοπιστεί επίκεντρα ισχυρών σεισμών κατά τους ιστορικούς χρόνους. Για το λόγο αυτό οι περισσότεροι επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι περιοχές αυτές αποτελούν, "τεκτονικά τεμάχη στα οποία η σεισμικότητα είναι κατά μία τουλάχιστον τάξη μικρότερη από τις γύρω περιοχές" (πχ. Jackson and McKenzie 1988).

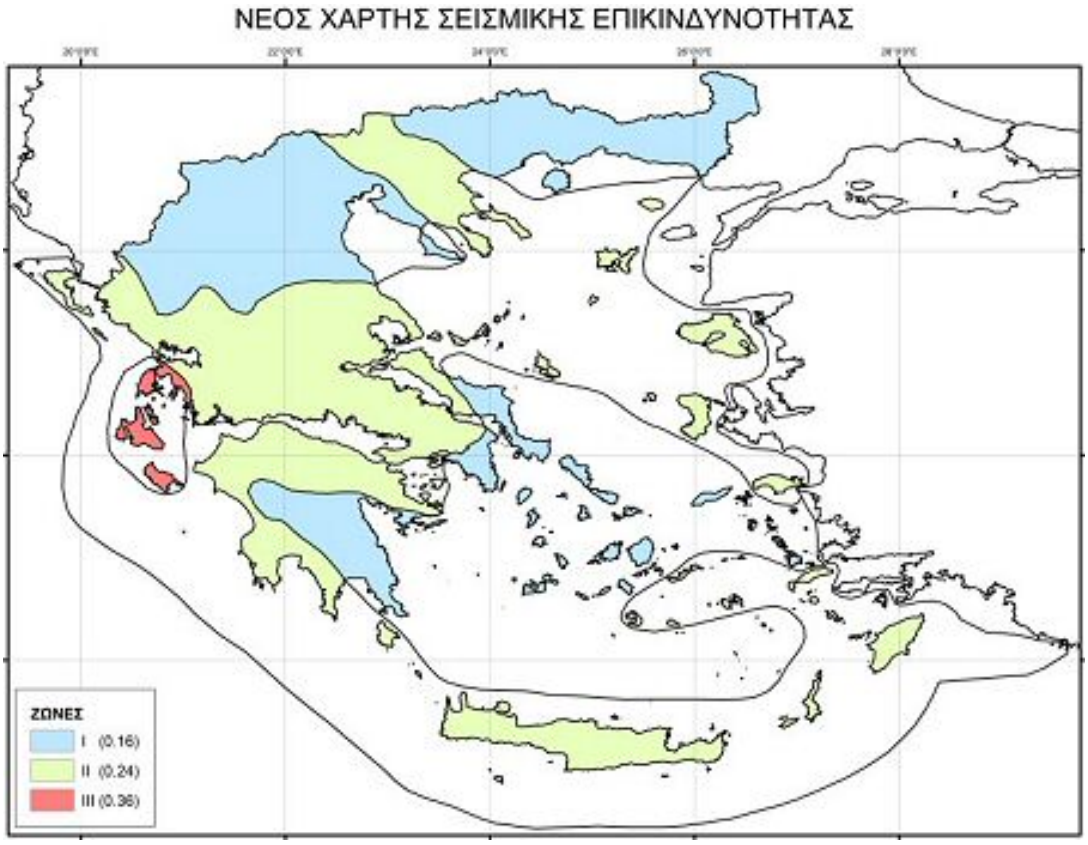
Το συμπέρασμα αυτό, έγινε ευρύτατα αποδεκτό και αναπτύχθηκε σε αναμφισβήτητη σεισμολογική και τεκτονοφυσική θεωρία. Χαρακτηριστικά, σε όλες τις μελέτες καθορισμού ζωνών γένεσης σεισμών στον Ελληνικό χώρο που είχαν γίνει μέχρι το 1995, η Δυτική Μακεδονία θεωρείτο περιοχή στην οποία δεν αναμένετο γένεση σημαντικού σεισμού. Και αυτό παρότι υπήρχαν αντίθετες ενδείξεις, όπως πρόσφατα ρήγματα (ΙΓΜΕ, αδημοσίευτα στοιχεία, Pavlides and Mountrakis, 1987) αλλά και σεισμολογικά στοιχεία: Ένας σεισμός μεγέθους 5.6 είχε πλήξει, χωρίς όμως καταστροφές την περιοχή Γρεβενών το 1984 (Pavlides and Simeakis,1987-1988 Παπαζάχος et al., 1995).

Είναι προφανές ότι η καθολικά σχεδόν αποδεκτή άποψη περί ασεισμικών περιοχών επηρέασε και τον καθορισμό των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας σε πολλές χώρες. Στην Ελλάδα πχ., σύμφωνα με το χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (Σχήμα 3.2.1) που μάλιστα μπήκε οριστικά σε εφαρμογή στις 20 Ιουνίου 1995, η περιοχή των Κυκλάδων, της Δυτικής Μακεδονίας και της Ανατολικής Θράκης θεωρήθηκαν περιοχές πρακτικά απαλλαγμένες από σημαντικούς σεισμούς και περιοχές ελάχιστου σεισμικού

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

κινδύνου. Για το λόγο αυτό ο σεισμός της 13 Μαΐου 1995 μεγέθους 6.6, ο μεγαλύτερος στον ελληνικό χώρο την τελευταία δεκαετία (Παπαζάχος et al., 1995, Hatzfeld et a., 1995) που χτύπησε τις θεωρούμενες "ασεισμικές" περιοχές Γρεβενών- Κοζάνης ήταν αναμφίβολα μια μεγάλη έκπληξη για τη διεθνή επιστημονική κοινότητα (Stiros, 1995a, Pavlides et al., 1995).



Σχήμα 3.1. Χάρτης των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στην Ελλάδα. Με γαλάζιο χρώμα περιλαμβάνονται οι περιοχές που διατρέχουν τον μικρότερο σεισμικό κίνδυνο εντός της οποίας περιλαμβάνεται και η περιοχή της δυτικής Μακεδονίας

3.1 Παλαιοσεισμολογική ιστορία της Δυτικής Μακεδονίας

Ιστορικά στοιχεία

Μπορεί η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας να θεωρείτο τουλάχιστον στο παρελθόν ασεισμική, οι κατάλογοι των σεισμών όμως δείχνουν ότι πόλεις όπως η Βέροια και η Έδεσσα είχαν καταστραφεί από μεγάλο σεισμό το 896μΧ (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 1989).

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Μια συστηματική μελέτη σεισμών από ιστορικές πηγές από την Ευαγγελάτου-Νοταρά (1993), περιέχει δύο Βραχέα Χρονικά που αναφέρουν σεισμική καταστροφή της πόλης της Έδεσσας το 1395/96.

Ο χρόνος του σεισμού καθορίζεται μεταξύ Σεπτεμβρίου 1395 και Αυγούστου 1396 και στα δύο χρονικά τα οποία γράφηκαν στο πρώτο μισό του 16ου αι. από χρονικογράφους που ζούσαν σε διαφορετικές περιοχές, αλλά είχαν πιθανότατα κοινή πηγή πληροφοριών. Από την ανάλυση των κειμένων προκύπτει ότι η καταστροφή της πόλης ήταν μεγάλη, και προκύπτει το συμπέρασμα ότι κακλύστηκε μερικά τουλάχιστον η πόλη της Εδεσσας από τα νερά του Εδεσσαίου (Ευαγγελάτου-Νοταρά 1993 που βασίζεται στον P. Schreiner).

Αρχαιολογικά στοιχεία

Ανασκαφές στην αρχαία Πέλλα έχουν δείξει ότι περί το 90πΧ η πόλη υπέστη ολοσχερή καταστροφή με αποτέλεσμα τη μερική τουλάχιστον εγκατάλειψη της. Η περιοχή της αρχαίας πόλης δεν κατοικήθηκε ξανά, και για αυτό τα ερείπια των πέτρινων καλοχτισμένων σπιτιών της τότε πρωτεύουσας της Μακεδονίας βρέθηκαν όπως είχαν μείνει ακριβώς μετά την καταστροφή. Ανάμεσα στα ερείπια της πόλης δεν βρέθηκαν ίχνη πυρκαγιάς ή κάποιας εχθρικής επιδρομής, ανακαλύφτηκαν όμως σκελετοί ανθρώπων που βρέθηκαν αμέριμνοι μέσα σ'αυτά την ώρα της καταστροφής (Σιγανίδου, 1981). Μάλιστα στην αγορά της πόλης, στα ερείπια εργαστηρίων βρέθηκαν στίβες από εκατοντάδες πολύτιμες μήτρες σκαλιστών πιάτων πεσμένες μονόπαντα, ως ένα αόρατο καταστροφικό χέρι να είχε σπρώξει τους σωρούς με τις μήτρες και τα εργαστήρια προς μια κατεύθυνση. Ακόμη η πόλη ήταν κτισμένη σε επίπεδο έδαφος, και συνεπώς η περίπτωση μιας κατολίσθησης κλπ πρέπει να αποκλειστεί (Stiros, 1995a; 1996).

Τα στοιχεία αυτά δεν αφήνουν αμφιβολία ότι η αιτία της καταστροφής είναι ένας σεισμός, εξήγηση που πρώτος είχε δώσει ο ανασκαφέας κ. Ι. Ακαμάτης, καθηγητής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Ακαμάτης, 1985).

Η ολική καταστροφή χαμηλών κτισμάτων υποδηλώνει έναν τοπικό σεισμό, ο οποίος στην περίπτωση της αρχαίας Πέλλας προκάλεσε μεγάλες εντάσεις (κλίμακας τουλάχιστον Χ, δηλαδή ολική καταστροφή). Είναι δύσκολο να υποθέσουμε ότι ένας τέτοιος σεισμός είχε μέγεθος μικρότερο από 6.0, εκτός εάν ήταν ένας σεισμός με μέγεθος 5.5-6.0, με πολύ μικρό εστιακό βάθος (λίγα μόλις χιλιόμετρα) και επίκεντρο ακριβώς κάτω από την πόλη. Η εγκατάλειψη πάντως νεκρών και της πόλης υποδηλώνει καταστροφή του

21/5/2009 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας - Α.Π.Θ.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

ευρύτερου πολεοδομικού συγκροτήματος και δεν συνηγορεί στην υπόθεση ενός τοπικού σεισμού μικρού μεγέθους.

Συνεπώς τα αρχαιολογικά στοιχεία τεκμηριώνουν έναν άλλο καταστροφικό σεισμό που έπληξε την θεωρούμενη "ασεισμική" περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας.

Ιστορικοί σεισμοί

Στην συνέχεια αναφέρονται οι ιστορικοί σεισμοί που έπληξαν την περιοχή της δυτικής Μακεδονίας καθώς επίσης και των γύρω περιοχών και είχαν μακροσεισμικές επιπτώσεις στις πόλεις της δυτικής Μακεδονίας

ΠΟΛΗ	ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΑ	φ	λ	Μ
ΒΕΡΟΙΑ	896	-	-	40.5	22.5	6.0
ΒΕΡΟΙΑ	1211	-	-	40.5	22.3	6.4
ΕΔΕΣΣΑ	1395	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	-	40.9	22.3	6.8
ΚΟΖΑΝΗ	1695	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	-	40.1	21.8	6.5
ΚΑΣΤΟΡΙΑ	1709	-	-	40.6	21.3	6.0
ΚΑΣΤΟΡΙΑ	1812	ΜΑΪΟΣ	29	40.5	21.3	6.5
ΣΙΑΤΙΣΤΑ	1894	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	23	40.3	21.4	6.1
ΟΧΡΙΔΑ	1906	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	28	40.9	20.7	6.0

ΠΙΝΚΑΣ 3.1. Πινακας με τους Ιστορικούς σεισμούς που έπληξαν την ευρύτερη περιοχή, μεγέθους M≥6.0 (Papazachos and Papazachou 1995).

896, 40.5o N, 22.5o E, h=n, M=6.0 Βέροια

Πληροφορίες για τον σεισμό αυτό δίνονται από το Βυζαντινό συγγραφέα Ιωάννη Καμενιάτη ο οποίος αναφέρει ότι η Βέροια και η γύρω περιοχή συνταράχθηκε από σεισμό και ότι οι Άραβες κατέλαβαν την πόλη στις αρχές του Αυγούστου του 904 και μετέφεραν ως αιχμάλωτους πολλούς κατοίκους της στην Κρήτη (Σαθάς 1867, Χιονίδης 1970, 1995)*. Ο Καμενιάτης δεν αναφέρει την ημερομηνία γένεσης του σεισμού αλλά μεταγενέστεροι συγγραφείς, βασιζόμενοι σε έμμεσα στοιχεία, θεωρούν ότι αυτός έγινε μεταξύ 896 και 904.

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

1211, 40.5° N, 22.3° E, h=n, M=6.4 Βέροια

Από κληρονομική υπόθεση που έφτασε στο αρχιεπισκοπικό δικαστήριο της Αχρίδας προκύπτει ότι ο σεισμός γκρέμισε το κάστρο της Βέροιας και κατέστρεψε την εκκλησία της θεοτόκου Ελεούσας (Χιονίδης 1970, Κίσσας 1991, 1994)*.

1395, Οκτώβριος, 40.9° N, 22.30° E, h=n, M=6.8 Έδεσσα

Όπως προκύπτει από διάφορες πηγές (Ευαγγελάτου – Νοταρά 1993, Κίσσας 1994, Ambraseys 1999)* από το σεισμό βυθίστηκε ένα μέρος της πόλης των Βοδενών και κατέρευσε ένα μέρος των τειχών της Θεσσαλονίκης. Έγινε έντονα αισθητός στο Άγιο Όρος και στις γύρω περιοχές όπου έγινε επίσης αισθητός ένας σεισμός στις 30 Νοεμβρίου που ακολουθήθηκε από άλλους τον Ιανουάριο, Ιούνιο και Αύγουστο του επόμενου έτους

1695, Σεπτέμβριος, 40.1° N, 21.8° E, h=n, M=6.5 Κοζάνη

Με ένα φιρμάνι που εκδόθηκε τον Μάρτιο του 1701 παρέχεται η άδεια για την επισκευή της εκκλησίας του Αγίου Νικολάου της Κοζάνης που βλάφτηκε από σεισμό (Παπαιωάννου 1989, Ambraseys, 1999)*. Εξ' άλλου σε μια σημείωση του μοναχού Καλλίνικου στο μοναστήρι της Αγίας Τριάδας στο Βελβενδό γράφεται ότι στις 15 Σεπτεμβρίου 1695 τα μεσάνυχτα της Δευτέρας η γη τραντάχθηκε από τα θεμέλια (Τσαρμανίδης 1995)*. Πρόκειται πιθανότητα για τον ίδιο σεισμό. Ο Στείρος (1998)*, βασιζόμενος σε πληροφορίες για επισκευές εκκλησιών, διατυπώνει την άποψη ότι αρκετά χωριά και πόλεις αυτής της περιοχής (Κοζάνη, Σιάτιστα, Λόχμη, Αμυγδαλιά, Μικρόκαστρο) υπέστησαν σημαντικές βλάβες από αυτόν τον σεισμό.

1709, 40.6° N, 21.3° E, h=n, M=6.0 Καστοριά

Ένα φιρμάνι που εκδόθηκε στις 10 Δεκεμβρίου του 1711 αναφέρει ότι μερικά μέρη των τζαμιών που χτίστηκαν από τους σουλτάνος Μεχμέτ και Σουλεημάν στο κάστρο της Καστοριάς καταστράφηκαν από το σεισμό (Ambraseys and Finkel 1999)*

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

1812, Μάιος 29, 40.5° N, 21.3 ο E, h=n, M=6.5 Καστοριά

Σύμφωνα με σημείωση εκκλησιαστικού βιβλίου που βρέθηκε στην Παναγιά Ρασιώτισσα στην Καστοριά, έγινε ένας μεγάλος σεισμός στις 17 Μαΐου 1812 (παλαιά ημερομηνία). Τζάμια καμινάδες και σπίτια γκρεμίστηκαν. Οι κάτοικοι εγκατέλειψαν τα σπίτια τους και πήγαν στα βουνά και στους δρόμους, όπου κατασκεύασαν καλύβες για να ζήσουν. Οι μετασεισμοί κράτησαν τρεις μήνες (Γκολομπίας 1986)*

1894, Αύγουστος 23, 40.3° N, 21.4° E, h=n, M=6.1 Σιάτιστα

Ο σεισμός προκάλεσε πολλές ζημιές μεταξύ Σιάτιστας, Σελίστρας (Εράτυρα) και Καστοριάς και έγινε έντονα αισθητός στο Μοναστήρι και την Κορυτσά (Ambraseys 1999)*

1906, Σεπτέμβριος 28, 40.9° N, 20.7° E, h=n, M=6.0 Οχρίδα

Ο σεισμός προκάλεσε καταστροφές στην περιοχή της Οχρίδας και ειδικότερα Starovo και τη Struga. Οι μετασεισμοί συνεχίστηκαν μέχρι τον Οκτώβριο (Michailovic 1951, Karnik 1969)*. Ισόσειστες του σεισμού παρατίθενται στον Άτλαντα της UNESCO (Shebalin et al. 1974b)*

* Τα βιβλιογραφικά δεδομένα της παραγράφου" ιστορικοί σεισμοί " αφορούν πηγές στις οποίες ανέτρεξαν οι Παπαζάχος Β και Παπαζάχου Κ, κατά την συγγραφή του βιβλίου : " Οι σεισμοί της Ελλάδας" Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη (2002).

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ" Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

4. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΑ ΑΙΩΝΑ

Στόχος του κεφαλαίου είναι η παρουσίαση της σεισμικότητας της ευρύτερης περιοχής της Δυτικής Μακεδονίας.

Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον κατάλογο σεισμών που εξέδωσε το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης και περιλαμβάνουν όλους τους σεισμούς που έλαβαν χώρα στην ευρύτερη περιοχή, από το 1911 (χρονολογία έναρξης της ενόργανης καταγραφής των σεισμών), έως και το 2006.

Οι συντεταγμένες των θέσεων εκδήλωσης των σεισμών αυτών μετατράπηκαν από το σύστημα **UTM** στο σύστημα **ΕΧΑ 87**, με τη βοήθεια του προγράμματος **global mapper** και στην συνέχεια έγινε εισαγωγή των σημείων αυτών στο πρόγραμμα **Autocad.**

Για την δημιουργία του χάρτη σεισμικότητας χρησιμοποιήθηκε σαν υπόβαθρο ο γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος που εξέδωσε το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε, 1983) κλίμακας 1:500.000, πάνω στον οποίο εισήχθησαν τα επίκεντρα των σεισμών σαν σημεία και τα μεγέθη των σεισμών με M≥5.0

Στην συνέχεια ακολουθεί πίνακας όλων των σεισμών που έλαβαν χώρα στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας καθώς και στους γειτονικούς νομούς καθώς επίσης και στις γειτονικές χώρες Αλβανία και F.Y.RO.M.

4.1. Πίνακας των σεισμών που έλαβαν χώρα στην περιοχή. Δίνονται οι συντεταγμένες τους στο συστημα UTM (φ,λ) και ΕΧΑ 87 (x,y), καθώς και το μέγεθος του κάθε σεισμού.

ΕΤΟΣ	φ	λ	x	y	M
1911	40,54	20,42	221811,939	4532503,757	6,7
1911	40,54	20,48	230237,137	4532190,538	5,6
1911	40,54	20,48	230237,137	4532190,538	5,2
1911	40,54	20,48	230237,137	4532190,538	5,1
1911	41,00	20,42	222231,527	4543607,568	4,8
1911	41,00	20,42	222231,527	4543607,568	4,9
1911	41,00	20,48	230643,977	4543294,193	4,8
1912	40,54	20,36	213386,621	4532826,64	6,1
1912	40,54	20,36	213386,621	4532826,64	5,4
1912	40,54	20,36	213386,621	4532826,64	5,3
1912	40,42	20,42	220975,316	4510296,528	5,2
1916	40,18	20,48	227813,444	4465571,439	4,7
1919	40,00	20,30	200996,051	4433227,494	5,0
1919	40,18	20,42	219312,302	4465883,642	6,3
1919	40,06	20,48	227012,183	4443366,15	4,9
1919	40,06	20,42	218485,933	4443677,985	4,9
1919	40,12	20,48	227412,397	4454468,727	4,7
1919	40,12	20,48	227412,397	4454468,727	4,6

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

1920	41,00	21,24	281116,388	4541616,86	5,3
1921	40,24	21,00	245192,025	4476078,426	4,6
1921	40,00	22,00	329067,931	4429273,244	4,6
1923	40,00	22,00	329067,931	4429273,244	4,7
1930	40,30	20,42	220142,099	4488089,823	5,6
1931	40,36	20,48	229021,566	4498880,382	4,6
1931	40,36	20,42	220558,28	4499193,11	5,9
1931	40,42	20,42	220975,316	4510296,528	5,0
1931	40,36	20,48	229021,566	4498880,382	4,5
1931	40,36	20,42	220558,28	4499193,11	4,7
1932	40,54	20,42	221811,939	4532503,757	5,0
1938	40,18	20,42	219312,302	4465883,642	5,0
1941	41,00	20,30	205406,268	4544263,327	5,2
1955	40,00	21,42	303455,687	4429891,267	5,1
1955	40,00	20,42	218074,037	4432575,353	4,6
1955	40,00	20,30	200996,051	4433227,494	4,5
1955	40,42	22,12	347723,273	4506615,597	5,3
1955	40,42	22,12	347723,273	4506615,597	4,6
1958	40,54	21,12	263936,785	4531034,256	5,4
1960	40,12	21,00	244439,403	4453873,557	4,6
1960	40,38	20,39	216467,616	4503054,246	6,5
1960	40,36	20,42	220558,28	4499193,11	4,5
1960	40,36	20,36	212094,864	4499515,488	4,7
1960	40,18	20,30	202309,591	4466536,953	4,9
1962	40,30	20,30	203189,832	4488743,873	5,0
1962	40,48	20,42	221393,202	4521400,077	5,0
1964	40,32	21,24	279580,191	4489805,032	4,7
1964	40,30	20,54	237093,831	4487474,35	4,7
1966	40,06	20,36	209959,535	4443999,443	4,5
1966	40,06	21,00	244064,261	4442771,336	4,7
1966	40,36	20,30	203631,311	4499847,518	4,5
1966	40,30	21,30	287946,127	4485859,205	4,5
1966	40,42	21,36	297026,713	4507827,749	4,5
1966	40,08	20,30	201578,835	4448031,562	4,5
1967	40,20	22,21	359635,297	4465662,795	4,7
1967	40,00	20,30	200996,051	4433227,494	4,5
1967	40,06	20,42	218485,933	4443677,985	4,5
1967	40,42	21,30	288576,982	4508063,49	4,5
1968	40,36	21,00	245947,761	4498283,862	4,9
1969	40,00	20,48	226612,802	4432263,708	4,5
1969	40,05	20,58	241159,143	4441017,434	4,6
1969	40,06	21,00	244064,261	4442771,336	4,6
1970	40,02	20,32	203986,578	4436817,106	4,5
1970	40,23	21,24	279089,522	4473151,948	4,5
1970	41,00	20,48	230643,977	4543294,193	4,5
1971	40,36	20,40	217737,156	4499299,497	4,6
1972	40,46	21,23	278939,557	4515752,372	4,6
1972	40,31	21,15	266815,896	4488340,43	4,5
1972	40,43	20,54	237941,783	4511530,916	4,7
1972	40,50	20,38	215910,165	4525315,398	4,6
1973	40,52	20,45	225887,002	4528644,725	4,6
1973	40,43	21,01	247798,073	4511189,297	4,6
1974	40,51	21,11	262353,939	4525527,854	4,5

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

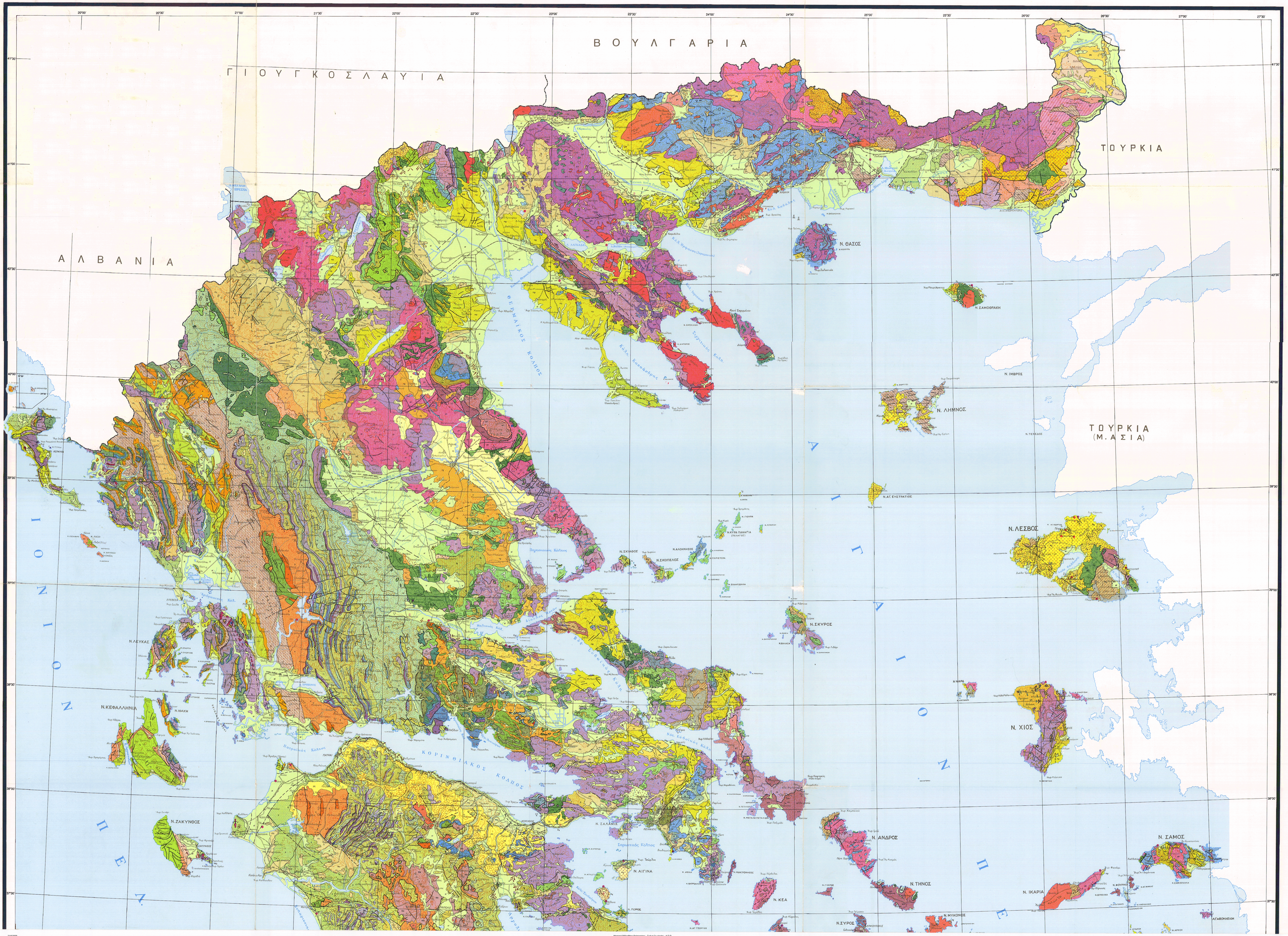
1974	40,38	20,37	213647,877	4503162,261	4,7
1974	40,18	20,36	210811,019	4466205,48	4,6
1974	40,12	20,38	213222,802	4454994,111	4,5
1974	40,14	20,38	213363,37	4458695,104	5,2
1974	40,22	20,50	230912,157	4472871,355	4,5
1974	40,11	20,37	211733,225	4453197,625	4,7
1974	40,49	21,35	295975,3	4520819,042	4,6
1975	40,16	21,33	291465,595	4459836,218	4,6
1975	40,28	21,22	276535,47	4482487,447	4,6
1975	40,10	20,29	200305,072	4451788,751	4,6
1976	40,46	20,43	222660,846	4517646,041	4,5
1977	40,42	20,44	223792,201	4510191,157	4,7
1977	40,46	21,18	271904,984	4515965,63	4,6
1978	40,47	21,22	277588,226	4517644,919	4,5
1979	40,30	20,59	244156,901	4487229,283	4,5
1979	40,50	22,20	359270,019	4521195,347	4,7
1979	40,10	21,31	288319,952	4448813,629	4,5
1980	40,50	22,20	359270,019	4521195,347	4,5
1980	40,03	20,30	201214,405	4438778,994	4,6
1980	40,47	22,23	363383,743	4515565,56	4,5
1981	40,38	20,51	233385,748	4502428,676	4,7
1981	40,36	20,50	231842,633	4498778,283	4,7
1981	40,31	21,19	272464,682	4488166,307	4,6
1981	40,42	21,37	298434,992	4507789,396	4,6
1981	40,42	21,39	301251,544	4507713,492	4,5
1981	40,50	21,20	274944,069	4523281,306	4,5
1982	40,40	21,29	287062,66	4504402,952	4,7
1982	40,32	21,36	296521,887	4489324,347	4,8
1983	40,48	20,45	225612,177	4521242,339	4,9
1983	40,48	20,46	227018,496	4521190,297	5,0
1983	40,15	20,43	220523,302	4460279,492	4,5
1983	40,50	20,51	234183,164	4524635,242	4,6
1983	40,51	20,51	234249,763	4526485,814	4,9
1984	40,28	21,38	299146,82	4481846,77	4,8
1984	40,39	21,53	320833,417	4501661,235	5,2
1984	40,05	21,39	299431,113	4439253,538	5,5
1984	40,28	21,20	273708,998	4482572,345	4,6
1985	40,47	20,25	197409,365	4520488,86	4,6
1986	40,46	22,07	340841,049	4514164,332	5,1
1986	40,26	20,44	222693,25	4480582,486	4,6
1987	40,23	20,43	221072,752	4475083,426	4,9
1987	40,10	20,46	224439,618	4450870,77	4,5
1990	40,55	22,22	362253,377	4530393,825	6,0
1992	40,58	21,01	248744,068	4538947,245	4,7
1992	40,25	20,35	209894,905	4479213,849	4,6
1993	40,33	22,23	362907,365	4489662,502	4,6
1995	40,49	20,45	225680,848	4523092,93	5,1
1995	40,04	21,36	295117,575	4437517,2	4,5
1995	40,10	21,40	301095,223	4448467,085	6,6
1995	40,08	21,38	298157,689	4444841,812	4,9
1995	40,08	21,37	296737,525	4444879,776	4,8
1995	40,07	21,48	312313,37	4442626,685	4,6
1995	40,00	21,34	292072,171	4430193,662	4,8

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

1995	40,04	21,33	290852,887	4437633,445	4,7
1995	40,02	21,31	287906,489	4434011,858	4,5
1995	40,05	21,36	295167,494	4439367,395	4,6
1995	40,03	21,29	285114,262	4435941,954	4,7
1995	40,06	21,25	279587,749	4441655,651	4,5
1995	40,07	21,37	296687,9	4443029,572	4,5
1995	40,03	21,37	296489,575	4435628,798	5,2
1995	40,07	21,32	289585,298	4443223,372	4,5
1995	40,00	21,33	290649,218	4430232,662	4,7
1995	40,04	21,34	292274,452	4437594,43	4,9
1995	40,03	21,35	293645,766	4435705,486	5,3
1995	40,00	21,31	287803,303	4430311,459	4,6
1995	40,01	21,35	293545,319	4432005,111	5,1
1995	40,08	21,35	293897,189	4444956,504	4,8
1995	40,05	21,31	288061,403	4439562,49	5,5
1995	40,06	21,35	293796,566	4441256,084	4,7
1995	40,06	21,37	296638,293	4441179,372	4,7
1996	40,37	21,38	299594,154	4498499,587	4,7
1996	40,05	20,36	209888,738	4442148,962	5,3
1996	40,02	20,40	215366,341	4436382,255	4,5
1996	40,02	20,40	215366,341	4436382,255	4,5
1996	40,05	20,38	212731,583	4442040,752	5,5
1996	40,03	20,42	218279,877	4438126,653	4,7
1996	40,03	20,43	219701,972	4438074,028	4,8
1996	40,02	20,38	212521,426	4436489,365	5,2
1996	40,00	20,39	213804,598	4432734,781	4,7
1997	40,09	21,34	292527,7	4446845,488	4,5
1997	40,01	21,26	280741,777	4432363,339	5,0
1998	40,11	21,12	261407,488	4451466,547	4,7
2001	40,05	20,24	192831,308	4442820,686	5,0
2001	40,50	20,55	239805,512	4524435,085	4,6
2004	40,38	20,43	222107,051	4502841,434	4,5
2004	40,49	21,02	249581,807	4522244,614	4,7
2004	40,19	20,38	213715,213	4467947,646	5,5
2005	40,02	20,32	203986,578	4436817,106	4,7
2006	40,57	20,31	206586,797	4538655,132	4,5

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

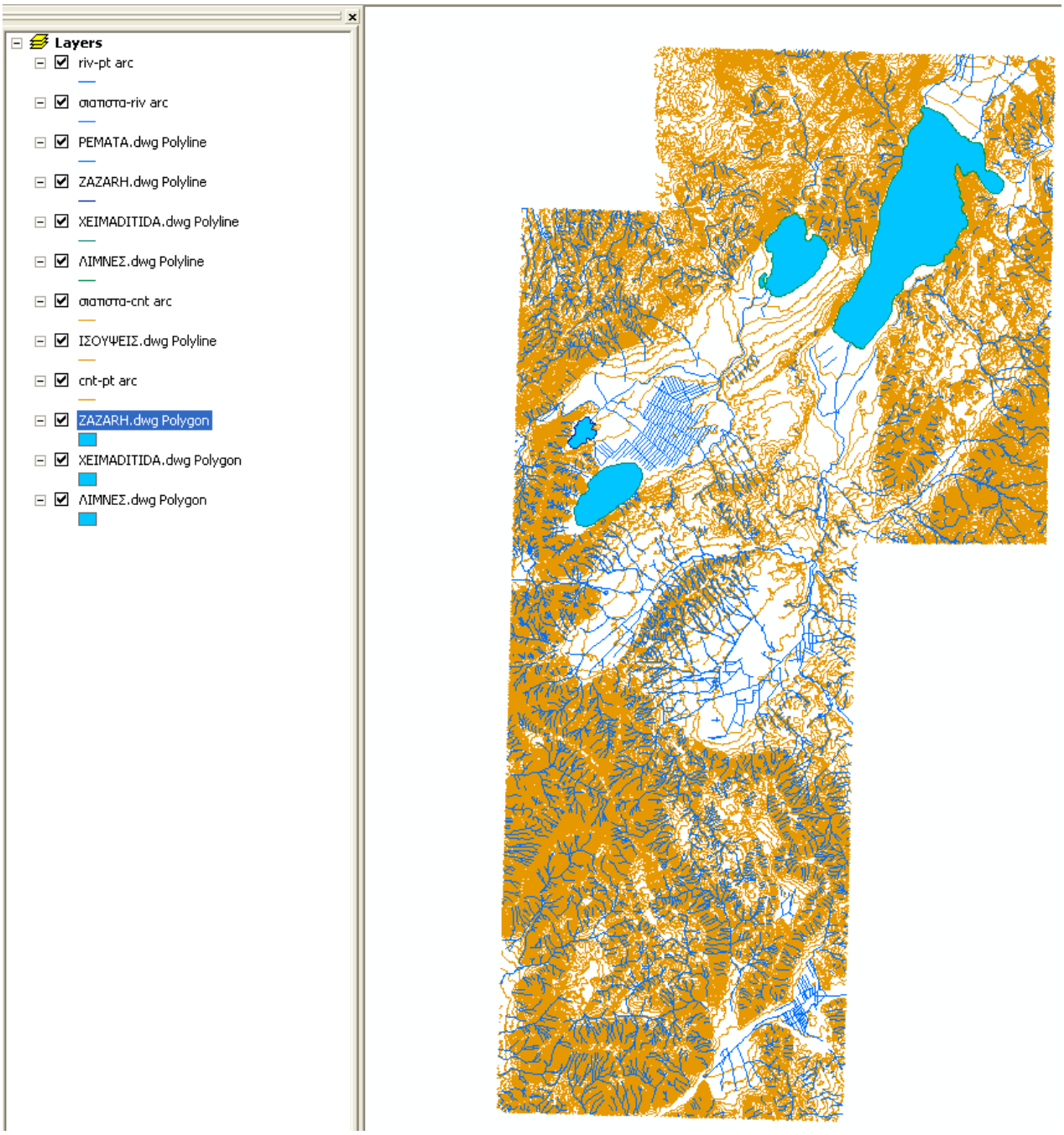

ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ
ΓΙΟΥΓΚΟΣΛΑΥΙΑ
ΑΛΒΑΝΙΑ
ΤΟΥΡΚΙΑ
ΤΟΥΡΚΙΑ
(Μ. ΑΣΙΑ)
ΙΟΝΙΟΝ ΠΕΛΑΓΟΣ
ΑΙΓΑΙΟΝ ΠΕΛΑΓΟΣ
Θερμαϊκός Κόλπος
Κόλπος Κασσάνδρας
Κόλπος Ορφανού
Κόλπος Καβάλας
Κόλπος Κωμοτηνής
Κόλπος Αλεξανδρούπολης
Κόλπος Σαρωνικός
Κόλπος Αργολικός
Κόλπος Μεσσηνιακός
Κόλπος Λακωνικός
Κόλπος Πατραϊκός
Κόλπος Κορινθιακός
Κόλπος Αμβρακικός
Κόλπος Πρεβέζας
Κόλπος Κυλλήνης
Κόλπος Κιλκίς
Κόλπος Σαλαμίνος
Κόλπος Μαλιακός
Κόλπος Βόλου
Κόλπος Σκιάθου
Κόλπος Σκοπέλου
Κόλπος Αλοννήσου
Κόλπος Σκύρου
Κόλπος Χίου
Κόλπος Σάμου
Κόλπος Κάλυμνου
Κόλπος Κω
Κόλπος Ρόδου
Κόλπος Κρήτης
Κόλπος Μεσσαρά
Κόλπος Λακωνικός
Κόλπος Μεσσηνιακός
Κόλπος Κυπαρισσίας
Κόλπος Πύλου
Κόλπος Κορώνης
Κόλπος Μεσσηνίας
Κόλπος Μεσσηνιακός
Κόλπος Λαμία
Κόλπος Αλιβέρι
Κόλπος Μυτιλήνης
Κόλπος Σιγρίου
Κόλπος Μεστά
Κόλπος Χαλκίδας
Κόλπος Κάρυστος
Κόλπος Κρανίδι
Κόλπος Ερμιόνη
Κόλπος Κοιλάδα
Κόλπος Κόρινθος
Κόλπος Αίγιο
Κόλπος Κατακόλο
Κόλπος Πύλος
Κόλπος Κυπαρισσία
Κόλπος Μεσσήνη
Κόλπος Λακωνία
Κόλπος Μονεμβασία
Κόλπος Κρήτη
Κόλπος Ρόδος
Κόλπος Κάλυμνος
Κόλπος Κω
Κόλπος Σάμος
Κόλπος Χίος
Κόλπος Λέσβος
Κόλπος Σκύρος
Κόλπος Σκόπελος
Κόλπος Σκιάθος
Κόλπος Αλόννησος
Κόλπος Μυτιλήνη
Κόλπος Σίγριο
Κόλπος Μεστά
Κόλπος Χαλκίδα

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

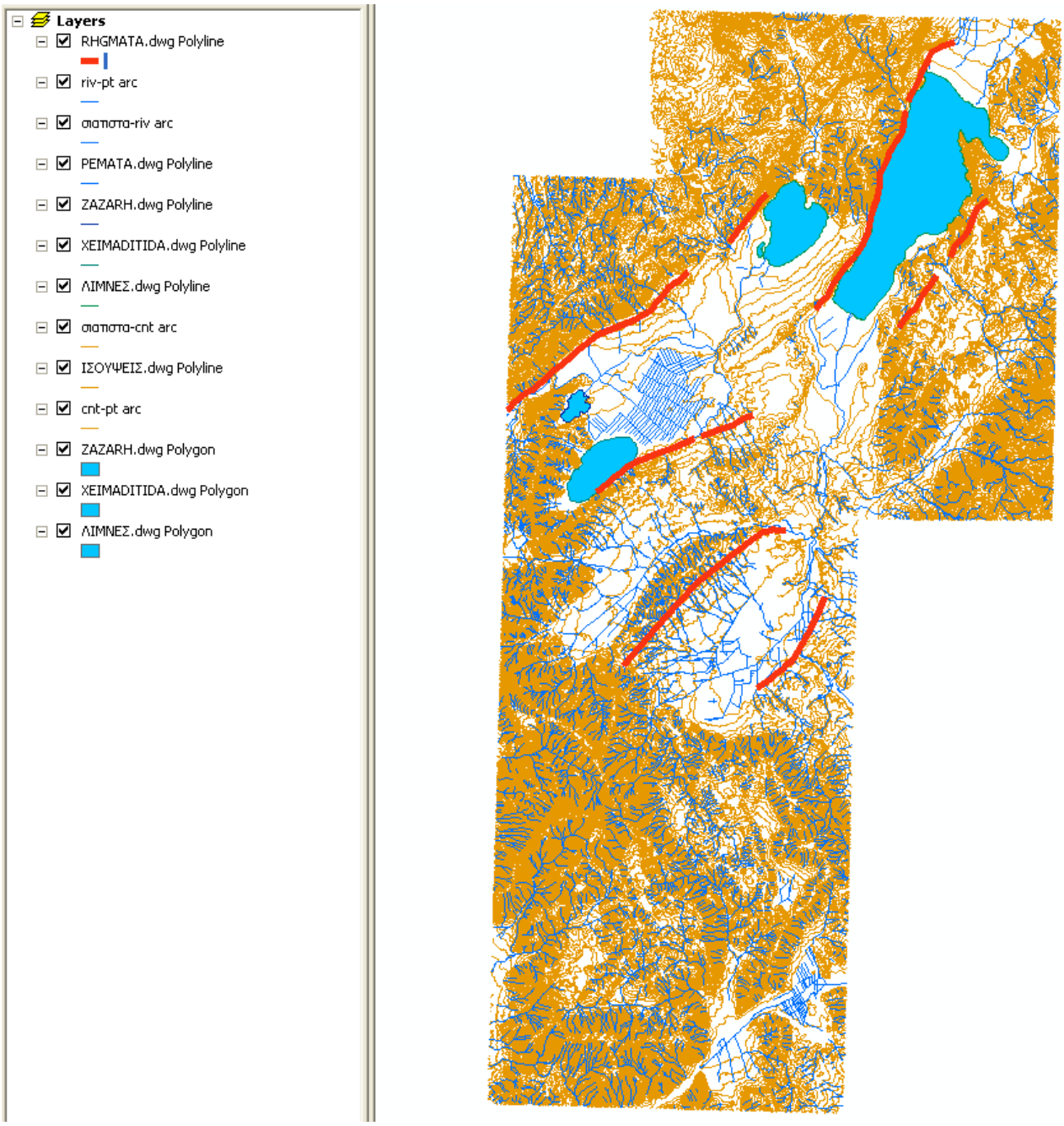
Για την κατασκευή του τρισδιάστατου μοντέλου αναγλύφου της περιοχής της λεκάνης Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας, χρησιμοποιήθηκαν ψηφιοποιημένοι τοπογραφικοί χάρτες από τα φύλλα : Άρνισσα, Πτολεμαΐδα και Σιάτιστα της Γ.Υ.Σ κλίμακας 1:50.000 .



Σχήμα 1. Ψηφιοποιημένοι τοπογραφικοί χάρτες φύλλα Άρνισσα, Πτολεμαΐδα, Σιάτιστα της Γ.Υ.Σ κλίμακας 1: 50.000

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

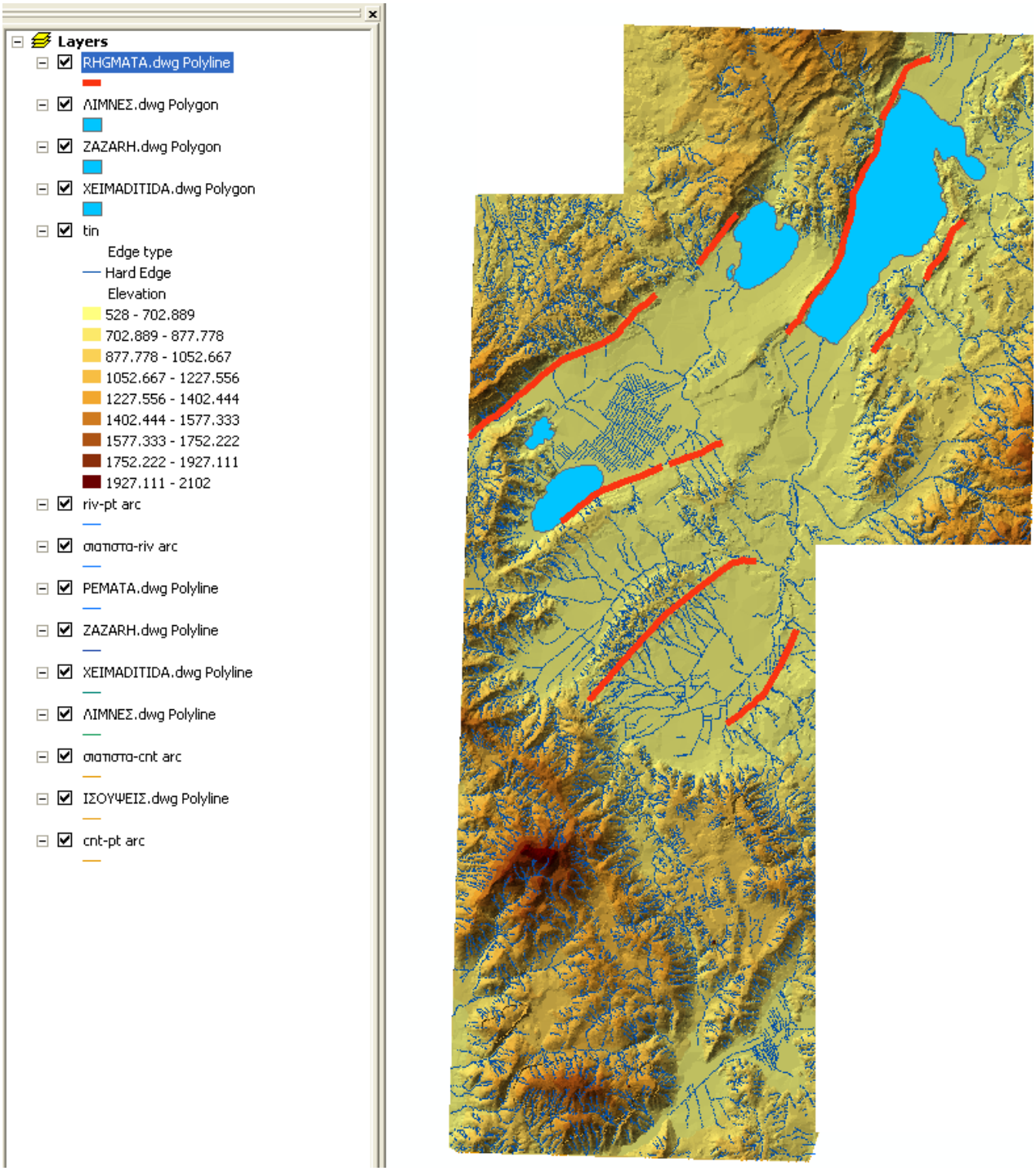
Στην συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν τα ρήγματα στους αντίστοιχους γεωλογικούς χάρτες και εισήχθησαν τα δεδομένα στο πρόγραμμα Arcmap :



Σχήμα 2. Ψηφιοποιημένοι τοπογραφικοί χάρτες φύλλα Άρνισσα, Πτολεμαΐδα, Σιάτιστα της Γ.Υ.Σ κλίμακας 1: 50.000. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται τα ρήγματα.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

Τέλος δημιουργήθηκε το τρισδιαστατο μοντέλο της περιοχής.



Σχήμα 3.Τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους της λεκάνης Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ακαμάτης, Ι.(1985). Πήλινες μήτρες από την Πέλλα – Συμβόλη στη μελέτη της ελληνιστικής κεραμεικής. Διατριβή για Υφηγεσία Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Aubouin J. (1959). Contribution a l' etude geologique de la grece septentrionale : Les corfins de l' Epire et de la Thesalie.

Ευαγγελάτου – Νοταρά, Φ.(1993). Σεισμοί στο Βυζάντιο από τον 13^{ο} μέχρι και τον 15^{ο} αιώνα Ιστορική εξέταση.

Hatzfeld, D. Et al (1995). The Kozani – Grevena (Greece) earthquake of May 13, 1995, Ms=6.6. Preliminary results of a field multydisciplinary survey.

Jackson,J. And Mc Kenzie, D. (1998). The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterranean and the Middle East.

Mountrakis, D., Pavlides, S., Zouros, N., Chatzipetros, A. And Kostopoulos, D. (1995). The 13 May 1995 western Macedonia (Greece) earthquake. Preliminary results on the seismic fault geometry and kinematics. ''XV Congress of the Carpatho – Balkan Geological Association.

Μουντράκης Δ., 1985, "Γεωλογία της Ελλάδας", University Studio Press, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Μουντράκης Δ.,Παυλίδης Σ, Ζούρος Ν, Χατζηπέτρος Α, Κώτσης Η, "Ο Σεισμός Κοζάνης – Γρεβενών της 13^{ης} Μαΐου 1995 Επιφανειακές εκδηλώσεις ρηγμάτων – Νεοτεκτονικές μελέτες – Τεκτονικός κίνδυνος"

Ξανθοπούλου Α, 2006 " Συμβολή των γεωλογικών δεδομένων στην εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας στη Δυτική Μακεδονία " Μεταπτυχιακή Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ

Παπαζάχος Β., και Παπαζάχου, Κ.(1989). Οι σεισμοί της Ελλάδος. Ζήτης, Θεσσαλονίκη.

Παπαζάχος, Β. , Παναγιωτόπουλος, Δ., Σκορδύλης, Ε., Καρακαίσης, Γ., Παπαϊωάννου,Χ., Καρακώστας, Β., Παπαδημητρίου, Ε., Κυρατζή, Α., Χατζηδημητρίου, Π., Λεβεντάκης, Γ., Βοϊδομάτης, Φ., Πεφτιτσέλης, Κ και Τσάπανος, Θ.(1995). Η φυσική διαδικασία γένεσης του κύριου σεισμού τη; Κοζάνης – Γρεβενών της 13^{ης} Μαΐου 1995 (Ms=6.6) και της σεισμικής ακολουθίας του.

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

Παπαζάχος Β, Παπαζάχου Κ, 2002, " Οι σεισμοί της Ελλάδας" Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Παυλίδης Σ, 1985. " Νεοτεκτονική εξέλιξη της λεκάνης Φλώρινας – Βεγορίτιδας – Πτολεμαΐδας, Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ.

Pavlides, S. And Mountrakis, D (1987). Extensional tectonics of northwestern Macedonia, Greece, since the late Miocene. Journal of structural geology.
Pavlides, S. And Simeakis, K. (1997/1998). Neotectonics and active tectonics in low seismicity areas of Greece : Vegoritis (NW Macedonia) and Melos Isl. Complex (Cyclades) – Comparison. Annales Geologique des Pays Hellenique.

Σιγανίδου, Μ. (1981). Πέλλα, τμήμα 1, τετράγωνο 2. Αρχαιολογικό δελτίο.

Σολδάτος,Κ. (1995). Οι ηφαιστείται της Αλμωπίας. Διδακτορική Διατριβή Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Στείρος Σ, " Ήταν ο σεισμός των Γρεβενών – Κοζάνης μη αναμενόμενος ; , Σεισμική ιστορία και σεισμική επικινδυνότητα της Δυτικής Μακεδονίας με βάση Παλαιοσεισμολογικά – Αρχαιοσεισμολογικά δεδομένα.

Stiros, S. (1995a). Unexpected shock rocks and aseismic area.

Stiros, S. (1996). Identification of earthquakes fron archeological data: Methodology, criteria and limitations. In: S. Stiros and R. Jones, eds., Archaeoseismology.

Χατζηπέτρος Α, 1997-1998 "Παλαιοσεισμολογική – Μορφοτεκτονική μελέτη και μηχανική συμπεριφορά των συστημάτων ενεργών διαρρήξεων Μυγδονίας, Ανατολικής Χαλκιδικής, Κοζάνης – Γρεβενών. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.