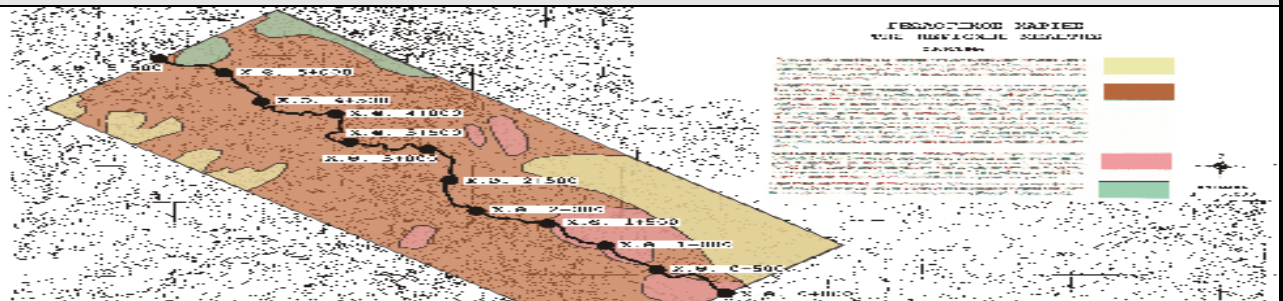


Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης
Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Τομέας Υδατικών Πόρων και Γεωπεριβάλλοντος
Εργαστήριο Γεωφυσικής και Σεισμολογίας

**ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΟΡΙΣΤΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΓΙΑ ΤΗ
ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΔΡΟΜΟΥ ΑΝΤΙΓΟΝΕΙΑΣ-
ΚΟΡΥΦΗΣ – ΚΙΑΚΙΣ
GEOLOGICAL STUDY OF THE UNDER CONSTRUCTION
ROAD (ANTIGONEIA-KORYFI)**



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ : ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΛΦΑ

ΕΠΙΒΛΕΨΗ : ΠΑΝΤΕΛΗΣ ΣΟΥΠΙΟΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 3 |
| ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ | 3 |
| ΓΕΝΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΡΑΞΕΩΣ | 5 |
| ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ | 8 |
| Γενική στρωματογραφική διάρθρωση – Περιγραφή λιθολογικών σχηματισμών. | 8 |
| Γενική στρωματογραφική διάρθρωση | 10 |
| Περιγραφή λιθολογικών σχηματισμών | 10 |
| Σεισμικότητα και Σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου ελληνικού χώρου . | 13 |
| Σεισμικότητα της περιοχής του έργου | 15 |
| Σεισμική επικινδυνότητα - σεισμικός κίνδυνος..... | 19 |
| Εδαφική επικινδυνότητα στην περιοχή του έργου | 22 |
| ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ | 24 |
| Γεωτεχνικές συνθήκες | 30 |
| Μακροσκοπικές παρατηρήσεις..... | 30 |
| Λεπτομερέστερα γεωτεχνικά στοιχεία..... | 30 |
| Περιγραφή των εδαφικών συνθηκών κατά μήκος του άξονα της οδού Αντιγόνας-Κορυφής | 30 |
| Ευστάθεια πρανών – Διαβρώσεις - Κατολισθήσεις..... | 31 |
| ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ | 32 |
| Ετήσια Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα..... | 32 |
| Εξατμισοδιαπνοή | 33 |
| Ολική Απορροή (Επιφανειακή Απορροή και Κατείσδυση) | 34 |
| ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ | 39 |
| Βροχοπτώσεις | 39 |
| Θερμοκρασία | 40 |
| Κλιματικά Χαρακτηριστικά..... | 40 |
| ΕΚΛΟΓΗ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΠΗΓΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑΣ .. | 42 |
| Αδρανή υλικά ειδικών χρήσεων | 42 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - Φωτογραφίες | 44 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – Γεωλογική μηκοτομή κατά μήκος της χάραξης της οδού | 54 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – Εγκάρσιες στον άξονα χάραξης γεωλογικές τομές | 57 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 62 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΟΥ

| | | |
|---|-----|---|
| 1.1. Επωνυμία έργου | : | Εκπόνηση οριστικής μελέτης για τη βελτίωση του διαδημοτικού δρόμου Αντιγόνειας-Κορυφής . |
| 1.2. Είδος έργου | : | Γεωλογική μελέτη |
| 1.3. Μέγεθος | : | 5.500 μέτρα. Διαδημοτική οδός διατομής 1 λωρίδας κυκλοφορίας (3,00 μέτρων) ανά κατεύθυνση, συνολικού πλάτους 7,50 μέτρων και δύο κατευθύνσεων |
| 1.4. Προϋπολογισμός έργου | : | |
| 1.5. Μελετητές έργου | : | |
| 1.6. Περιφέρεια Νομός-Δήμος | – : | Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας Νομός Κιλκίς – Δήμος Κρουσσών |
| 1.7. Θέση του έργου | : | Το έργο πρόκειται να κατασκευασθεί στην θέση της υφιστάμενης δασικής διαδημοτικής οδού Αντιγόνειας-Κορυφής, του Δήμου Κρουσσών. |
| 1.8. Φορέας υλοποίησης | : | Δήμος Κρουσσών, Ν. Κιλκίς |
| 1.9. Τηλέφωνα Δήμου Κρουσσών | : | Τηλ.: 23410-61201 Fax : 23410-61300 |
| 1.10. Ταχ. Δ/ση Δήμου Κρουσσών | : | Τέρπουλλος, ΤΚ 61100 ΚΙΛΚΙΣ |
| 1.11. Αρμόδιος για τη σύνταξη της παρούσας μελέτης | : | |
| 1.12. Παρατηρήσεις | : | Η προτεινόμενη διαδημοτική οδός Αντιγόνειας-Κορυφής που προτείνεται για την εξυπηρέτηση |

και την οδική πρόσβαση της τοπικής και υπερτοπικής κυκλοφορίας, μεταξύ του οικισμού της Αντιγόνης με τον οικισμό της Κορυφής, ταυτίζεται με τον υφιστάμενο δασικό δρόμο, εκτός πολύ μικρών παρεμβάσεων στην χάραξη, διερχόμενη επί το πλείστον μέσα από δασική – χορτολιβαδική και εν μέρη καλλιεργήσιμη γη. Το ανατολικό τμήμα της οδού ανήκει στα διοικητικά όρια του Δήμου Κρουσσών, ενώ το δυτικό στο Δήμο Δοϊράνης του Νομού Κιλκίς. Ο οδικός αυτός άξονας θα αποτελείται από ένα κύριο κλάδο, συνολικού μήκους 5.500 μέτρων.

ΓΕΝΙΚΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΡΑΞΕΩΣ

Το μορφολογικό ανάγλυφο μιας περιοχής είναι αποτέλεσμα της λιθολογικής σύστασης, της τεκτονικής δραστηριότητας, που εκδηλώνεται με τη μορφή ρηγμάτων, επωθήσεων και λεπιώσεων και οδηγεί στην δημιουργία ανάγλυφου, και της αποσάθρωσης και διάβρωσης που τείνουν να ισοπεδώσουν τις μορφές που σχηματίστηκαν από την τεκτονική δραστηριότητα.

Η ευρύτερη περιοχή του έργου γεωμορφολογικά ανήκει στο ορεινό συγκρότημα των Κρουσσιών και συγκεκριμένα βρίσκεται στον δυτικό ημιορεινό κλάδο των Κρουσσιών (τοπογραφικός χάρτης 1:50.000).

Το δυτικό τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής ανήκει στη Λεκάνη Αξιού, και συγκεκριμένα στη λεκάνη 1020 στο 10^ο Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας, σύμφωνα με το χάρτη 1:200.000 της Διεύθυνσης Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων του ΥΒΕΤ, Υπολεκάνη Χέρσου, το ανάγλυφο της οποίας χαρακτηρίζεται ως αδρό στο μεγαλύτερο τμήμα της.

Η λεκάνη Χέρσου στην περιοχή μελέτης έχει σαν ανατολικό φυσικό υδροκρίτη την οροσειρά των Κρουσσιών και συγκεκριμένα τις κορυφές: Τέσσερις κορυφές (571μ., που είναι και το μέγιστο υψόμετρο στην περιοχή μελέτης), Νυφίτσα (552μ.), Πεντάλοφος (460μ.) και Άσπρη Πέτρα (480μ.) (χάρτης 1:50.000). Ο υδροκρίτης συνεχίζεται προς νότο μέχρι τους λόφους που βρίσκονται δυτικά της πόλης του Κιλκίς. Ανατολικά του υδροκρίτη αναπτύσσεται η λεκάνη του Γαλλικού.

Η συνολική επιφάνεια της λεκάνης είναι 235 km², και το μέσο υψόμετρο της 191.6μ. Στην περιοχή μελέτης η γεωμορφολογία είναι κατά τμήματα λοφώδης (η επιφάνεια που ορίζεται από τις ισοϋψείς των 200 και 400μ.) και κατά τμήματα ημιορεινή (η επιφάνεια με υψόμετρα >400μ. και <571μ.).

Το υδρογραφικό δίκτυο μιας λεκάνης απορροής εκτός του ότι αποτελεί τη φυσική δίοδο ροής των επιφανειακών νερών είναι και ο κύριος παράγοντας διαμόρφωσης του ανάγλυφου της λεκάνης, καθώς και ο βασικός μεταφορέας των υλικών διάβρωσης και αποσάθρωσης των γεωλογικών της σχηματισμών.

Στο τμήμα της λεκάνης Χέρσου που βρίσκεται εντός της περιοχής μελέτης υπάρχουν μια σειρά από ρέματα και χείμαρρους. Ο Δοϊράνης Π., ο οποίος ξεκινά

από την Λίμνη Δοϊράνη, αποτελεί τον κύριο αποδέκτη όλης της λεκάνης Χέρσου και δια του Αγιάκ ρέματος και της τεχνητής τάφρου Ν.Καβάλας - Λιμνότοπου τα νερά του καταλήγουν στον Αξιό ποταμό. Τα ρέματα στην περιοχή της Κορυφής (Βαθύ Ρ., Κρυονέρι Ρ., Ψαρόρεμα) έχουν διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ, αποστραγγίζουν τα νερά των λόφων της περιοχής και μέσω του ρέματος «Μεγάλο Ρ.» εκβάλλουν στον Δοϊράνης Π. (δυτικά της Καλίνδριας), για να καταλήξουν στο Αξιό ποταμό.

Το ανατολικό τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής ανήκει στη Λεκάνη Γαλλικού, λεκάνη 1040 στο 10^ο Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας, σύμφωνα με το χάρτη 1:200.000 της Διεύθυνσης Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων του ΥΒΕΤ, το ανάγλυφο της οποίας χαρακτηρίζεται γενικά ως αδρό.

Η λεκάνη Γαλλικού στην περιοχή μελέτης έχει σαν δυτικό φυσικό υδροκρίτη την οροσειρά των Κρουσίων και συγκεκριμένα τις κορυφές Τέσσερις κορυφές (571μ.), Νυφίτσα (552μ.), Πεντάλοφος (460μ.) και Άσπρη Πέτρα (480μ.) (τοπογραφικός χάρτης 1:50.000). Ο υδροκρίτης συνεχίζεται προς νότο μέχρι τους λόφους που βρίσκονται δυτικά της πόλης του Κιλκίς. Δυτικά του υδροκρίτη αναπτύσσεται η λεκάνη του Χέρσου.

Η λεκάνη του Γαλλικού ποταμού που αναπτύσσεται στο ανατολικό τμήμα του νομού Κιλκίς και εκτείνεται μέχρι το Θερμαϊκό Κόλπο, έχει σχήμα σταγόνας με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ. Η συνολική επιφάνεια της λεκάνης είναι 935 km², και το μέσο υψόμετρο της 337.5μ. Στην περιοχή μελέτης η γεωμορφολογία είναι κατά τμήματα λοφώδης (η επιφάνεια που ορίζεται από τις ισοϋψείς των 200 και 400μ.) και κατά τμήματα ημιορεινή (επιφάνεια με υψόμετρα >400μ. και <571μ.).

Ο Γαλλικός ποταμός, συνολικού μήκους 73 km περίπου, είναι ο κύριος αποδέκτης της επιφανειακής απορροής της ομώνυμης λεκάνης. Η διεύθυνση της διαδρομής ροής του είναι ΒΒΑ-ΝΝΔ με αρκετές αποκλίσεις. Η λεκάνη απορροής του Γαλλικού ποταμού έχει πυκνό υδρογραφικό δίκτυο σύνθετης μορφής (δενδρικής μορφής στο βόρειο τμήμα και υποπαράλληλης στο νότιο τμήμα) με μεγάλο συντελεστή διακλαδώσεων. Η αυξημένη πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου με την υψηλή τιμή του συντελεστή διακλαδώσεων, μαρτυρούν την

αυξημένη επιφανειακή απορροή σε σχέση με την κατείσδυση, γεγονός που επαληθεύεται από τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής, οι οποίοι στο σύνολο τους χαρακτηρίζονται ως αδιαπέρατοι. Η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης συνδέεται σε μεγάλο βαθμό και από την τεκτονική δομή της περιοχής. Στο τμήμα της λεκάνης Γαλλικού που βρίσκεται εντός της περιοχής μελέτης υπάρχουν μια σειρά από ρέματα και χείμαρρους, με σημαντικότερο το «Ρεματάκι», τα οποία έχουν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, αποστραγγίζουν τα νερά των λόφων της περιοχής (βορειοδυτικό τμήμα λεκάνης Γαλλικού) και μέσω του «Σπανός Ρ.» εκβάλλουν στον Γαλλικό Π., για να καταλήξουν στο Θερμαϊκό Κόλπο.

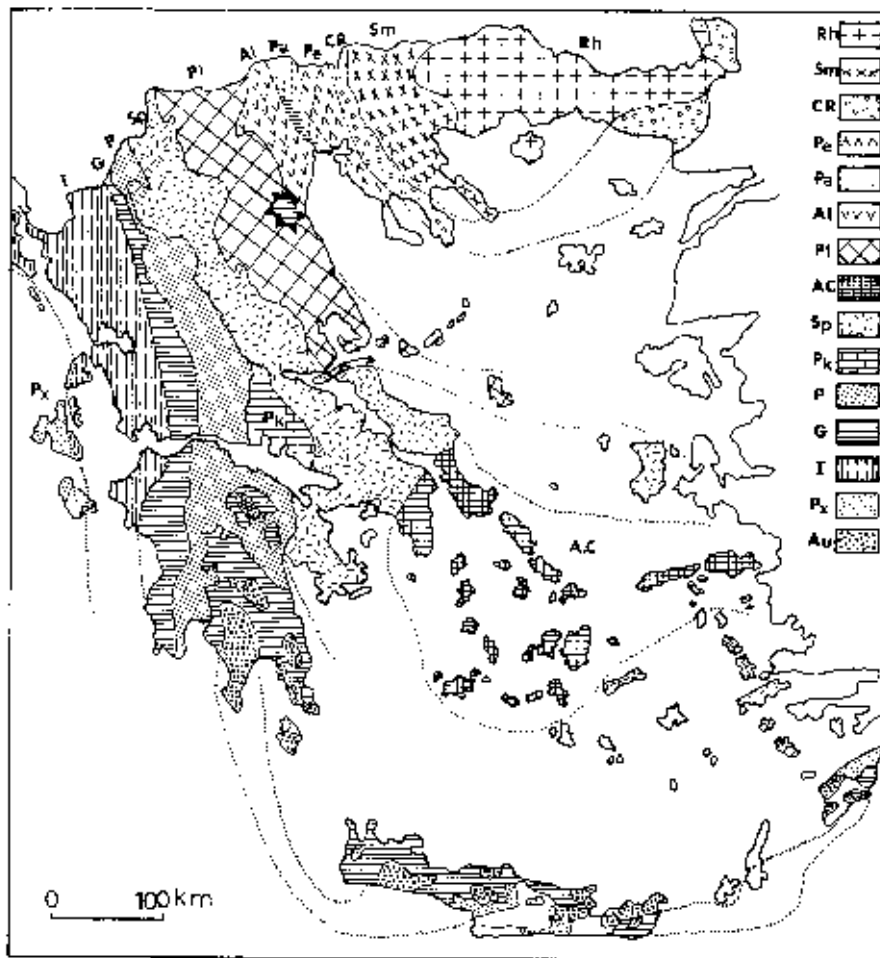
Η χάραξη του δρόμου ξεκινά από το υψόμετρο των 380 μέτρων στα όρια του οικισμού της Αντιγόνας, ανεβαίνει στο υψόμετρο των 460 μέτρων στη θέση Χ.Θ. 1+000 της χάραξης και από το σημείο αυτό συνεχίζει ακολουθώντας την γραμμή του υδροκρίτη μέχρι την θέση Χ.Θ. 2+500 με μέσο υψόμετρο 460 μέτρων, όπου και συναντά τον αυχένα και αρχίζει η κάθοδος προς την λεκάνη του Χέρσου. Στην θέση Χ.Θ. 4+250 η χάραξη έχει φτάσει σε 320 μέτρων και συνεχίζεται σε ομαλό ανάγλυφο για να καταλήξει σε υψόμετρο 320 μέτρων, στη θέση Χ.Θ. 5+500, λίγο έξω από τον οικισμό της Κορυφής.

Η χάραξη καθ' όλο το μήκος της δεν συναντά μεγάλα ρέματα ή απολήξεις χειμάρρων με σημαντικές ροές και μεγάλες λεκάνες απορροής. Σε ορισμένες θέσεις η χάραξη τέμνει την άνω ρου κάποιων μικρών ρεμάτων στο δυτικό τμήμα μετά το πέρασμα του αυχένα, τα οποία έχουν δενδρική ανάπτυξη και εκβάλλουν στο Κρουνέρι Ρ., Βαθύ Ρέμα και στο Ψαρόρεμα. Η παροχή των ρεμάτων αυτών κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι γενικά μικρή έως μηδενική και θα μπορούσαμε να τα χαρακτηρίσουμε ως χειμαρρώδεις.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Γενική στρωματογραφική διάρθρωση – Περιγραφή λιθολογικών σχηματισμών.

Σύμφωνα με τον χωρισμό των Ελληνικών γεωτεκτονικών ζωνών, όπως διαμορφώνεται σήμερα με τις σύγχρονες αντιλήψεις (σχήμα 1), η περιοχή έρευνας γεωτεκτονικά ανήκει στην Σερβομακεδονική Μάζα (Sm).



Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιροδοπική ζώνη, (Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Πίνδου, Al: Ζώνη Αλωπίας) = Ζώνη Αζιού, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αιτικό - Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού - Ικίωνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβρόβου - Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών ή Προαπούλια, Au: Ενώπεια «Ταλέα όρη - πλακτώδεις ασβεστόλιθοι» πιθανόν της Ιονίου ζώνης. (Κατά Μουντρακίς et al. 1983).

Σχήμα 1. Γεωλογικές ζώνες και γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών.

Η Σερβομακεδονική Μάζα (Sm) είναι μια γεωλογική ενότητα που εκτείνεται με ΒΔ - ΝΑ διεύθυνση από την Κεντρική Σερβία έως την Χαλκιδική, βρίσκεται ανάμεσα στην Περιοδοπική ζώνη(CR) (δυτικά) και τη Μάζα της Ροδόπης(Rh) (ανατολικά), και σύμφωνα με τα μοντέλα λιθοσφαιρικών πλακών που έχουν προταθεί μέχρι τώρα, θεωρείται ηπειρωτική μάζα, τμήμα της Λαυρασίας μαζί με την μάζα της Ροδόπης (σχήμα 2).



Τεκτονικό σκαρίφημα της Σερβομακεδονικής μάζας. 1: μεταμορφωτική ζώνη της κεντρικής της Σερβίας 2: περιοχή της Θεσσαλονίκης, 3: ομίχλη των Καρβόλλων, 4: μάζα της Ροδόπης, 5: Περιοδοπική ζώνη, 6: ανατολικό τμήμα της Σερβομακεδονικής, 7: δυτικό τμήμα της Σερβομακεδονικής.

Σχήμα 2. Τεκτονικό σκαρίφημα της Σερβομακεδονικής μάζας.

Το Ελληνικό τμήμα αποτελείται από την κατώτερη και αρχαιότερη σειρά των Κερδυλίων και την ανώτερη (νεώτερη) σειρά του Βερτίσκου. Τα κύρια πετρώματα των σχηματισμών αυτών είναι γνεύσιοι ποικίλης σύστασης, αμφιβολίτες και ορίζοντες μαρμάρου στον σχηματισμό των Κερδυλίων.

Γενική στρωματογραφική διάρθρωση

Στην περιοχή μελέτης δεν απαντούν πετρώματα του σχηματισμού των Κερδυλίων. Η ενότητα Βερτίσκου συνίσταται από μια ακολουθία γνευσίων, μαρμαρυγιακών σχιστολίθων και λεπτών στρωμάτων μαρμάρων, ενώ στους ανώτερους ιδίως ορίζοντες της επικρατούν οι μεταγάββροι-μεταδιαβάσες και αμφιβολίτες, που προήλθαν από την μεταμόρφωση βασικών πυριγενών. Συχνά παρεμβάλλονται με τεκτονικές επαφές μέσα στα άλλα πετρώματα σερπεντινικά σώματα. Τα πετρώματα της ενότητας Βερτίσκου τοποθετούνται στην Παλαιοζωϊκή γεωλογική εποχή, ή ακόμη παλαιότερα στο Προκάμβριο. Τα πετρώματα είναι πολυπτυχωμένα με ισοκλινείς πτυχώσεις Παλαιοζωϊκής και Αλπικής ηλικίας και έχουν υποστεί μεταμόρφωση αλμανδινικής-αμφιβολιτικής φάσης.

Περιγραφή λιθολογικών σχηματισμών

Η ενότητα του Βερτίσκου, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι **Παλαιοζωϊκής ηλικίας** και αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα, κύρια από διμαρμαρυγιακό γνεύσιο στον οποίο παρεμβάλλονται πλαγιόκλαστικοί γνεύσιοι, οφθαλμογνεύσιοι, μοσχοβιτικοί γνεύσιοι, αμφιβολίτες-αμφιβολιτικοί γνεύσιοι, περιδοτίτες-σερπεντινίτες.

Οι **διμαρμαρυγιακοί γνεύσιοι** αποτελούν το επικρατέστερο πέτρωμα του σχηματισμού του Βερτίσκου, είναι σκοτεινότεφροι-καστονόχρωμοι, λεπτό έως μεσοκρυσταλικοί και αποτελούνται από πλαγιόκλαστα ($A_{\eta}=25-30\%$), χαλαζία, μοσχοβίτη, βιοτίτη, καλιούχους αστρίους, επίδοτο και επουσιώδη ορυκτά. Κατά θέσεις (βόρεια Μαυροπλαγιάς) παρεμβάλλονται γρανατούχοι διμαρμαρυγιακοί - μαρμαρυγιακοί γνεύσιοι, βιοιτικοί γνεύσιοι σκοτεινότεφροι-καστανωποί λεπτόκοκκοι με πλαγιόκλαστα, χαλαζία, βιοτίτη, τιτανίτη. Συχνά διασχίζονται από φλέβες πηγματιτών και χαλαζία και γρανιτικές-απλιτικές παρείσακτες κοίτες. Οι γνεύσιοι έχουν υποστεί εν μέρει ανάδρομη μεταμόρφωση προς χλωριτικούς γνεύσιους με υπολείμματα αστρίων.

Οι **αμφιβολίτες - αμφιβολιτικοί σχιστόλιθοι** είναι σκοτεινότεφροι-μαύροι-

ερυθρωποί, λεπτόκοκκοι έως μεσόκοκκοι σε στρώματα με καλή στρώση και χαρακτηρίζονται από μεγάλη σκληρότητα. Συμμετέχουν πράσινη κεροστίλβη, πλαγιόκλαστα (Αη=20-30%), πυρόξενοι, επίδοτο, τιτανίτης με ή όχι χαλαζία και επουσιώδη ορυκτά. Μέσα στους αμφιβολίτες μπορεί να παρεμβάλλονται ακτινολιθικοί και κεροστιλβικοί γνεύσιοι.

Περιοδίτες - σερπεντινίτες απαντούν διάσπαρτοι έως μικρού ή και μεσαίου μεγέθους σώματα εντός του διμαρμαρυγιακού γνευσίου. Είναι σερπεντινωμένοι εξαλλοιωμένοι και μεταμορφωμένοι σε ταλκικούς και αντιγοριτικούς σχιστόλιθους στα περιθωριακά τους τμήματα. Κατά θέσεις εμφανίζεται τάλκης, χρυσολιτικός αμιάντος και βερμικουλίτης. **Εμφανίσεις αμιάντου περιοχής Κορυφής.** Βρίσκεται ΒΑ του χωριού Κορυφή σε απόσταση 500μ. και σε υψ. 360μ. Το γεωλογικό περιβάλλον αποτελείται από υπερβασικά πετρώματα τα οποία έχουν σερπεντινωθεί με αποτέλεσμα να μην απαντούν υπολείμματα ολιβίνη και πυρόξενοι.

Ο σερπεντινίτης είναι κύρια λεπτόκοκκος που μεταπίπτει σε συμπαγές σώμα. Το χρώμα γενικά κυμαίνεται από ανοιχτό πράσινο έως μαυροπράσινο. Ο σερπεντινίτης αποτελείται ως επί το πλείστον από χρυσοτίλη και αντιγορίτη με επουσιώδη ορυκτά γρανάτη, τάλκη, χλωρίτη και μαγνησίτη. Οι μεταλλοφορίες απαντούν ως φωλιές. Τα συνήθη μεταλλικά ορυκτά είναι μαγνητίτης, σιδερίτης, χρωμίτης και τιτανίτης.

Η κύρια μεταλλοφορία είναι ο χρυσοτιλικός αμιάντος που απαντά υπό μορφή φλεβών αμιάντου τύπου (CROSS - FIBER) πάχους 0,05 - 0,10 μ. και μήκους 5μ. και ο τύπος αμιάντου (SLIP - FIBER) πάχους 0,03 - 0,05 μ. και μήκος 3μ. και στις δύο περιπτώσεις ο αμιάντος είναι μέτριας ποιότητας με σκληρές ίνες. Η εμφάνιση αυτή έχει διερευνηθεί με πέντε μικρά ορύγματα κατά την περίοδο 1962 - 1963, εκ των οποίων εξορύχτηκαν μερικές εκατοντάδες τόνοι αμιάντου. Ο μέσος όρος της συμμετοχής των ορυκτών από την ανάλυση πολλαπλών δειγμάτων έδωσε την παρακάτω σύνθεση: χρυσοτίλης 50%, αντιγορίτης 35%, μαγνητίτης 5%, χλωρίτης 2%, γρανάτης 2%, τάλκης 3% και διάφορα 3%. Πέραν των εργασιών που έγιναν την δεκαετία του 60 δεν έγιναν άλλες ερευνητικές εργασίες. Η περιοχή

χρήζει περαιτέρω έρευνας.

Τεταρτογενείς σχηματισμοί καλύπτουν τα πεδινά τμήματα των λεκανών και έχουν μεγάλη επιφανειακή εξάπλωση. Η τεκτονική καταβύθιση των περιοχών αυτών έδωσε την δυνατότητα σχηματισμού αδρόκοκκων χαλαρών σχηματισμών. Αποτελούνται από **Ποταμοχερσαίες αποθέσεις και σύστημα ποτάμιων αναβαθμίδων** (κατώτερο-μεσαίο-ανώτερο): από κροκάλες, χαλίκια και άμμους με αργιλώδες κάλυμμα στο κατώτερο σύστημα και ερυθρούς αργιλούχους άμμους με μερικούς ορίζοντες κροκαλολατυπών και διάσπαρτους ογκόλιθους από μεταμορφωμένα και βασικά πυριγενή, διαφόρων μεγεθών στο ανώτερο σύστημα.

Επίσης, παρατηρείται ένας αργιλώδες ελλουβιακός μανδύας αποσάθρωσης, ο οποίος καλύπτει τα μεταμορφωμένα πετρώματα, το πάχος του είναι μικρό και κυμαίνεται από μερικά χιλιοστά μέχρι μερικές δεκάδες εκατοστά.

Σεισμικότητα και Σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά του ευρύτερου ελληνικού χώρου

Με τον όρο σεισμικότητα μιας περιοχής εννοούμε μια ποσότητα η οποία είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερα είναι τα μεγέθη των σεισμών που γίνονται στην περιοχή αυτή και όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα (π.χ. ετήσιος αριθμός) των σεισμών κάθε μεγέθους.

Ποιοτική αντίληψη της γεωγραφικής κατανομής της σεισμικότητας, σε μια περιοχή, μπορεί να αποκτηθεί με χάρτες που παριστάνουν την κατανομή των επικέντρων των σεισμών.

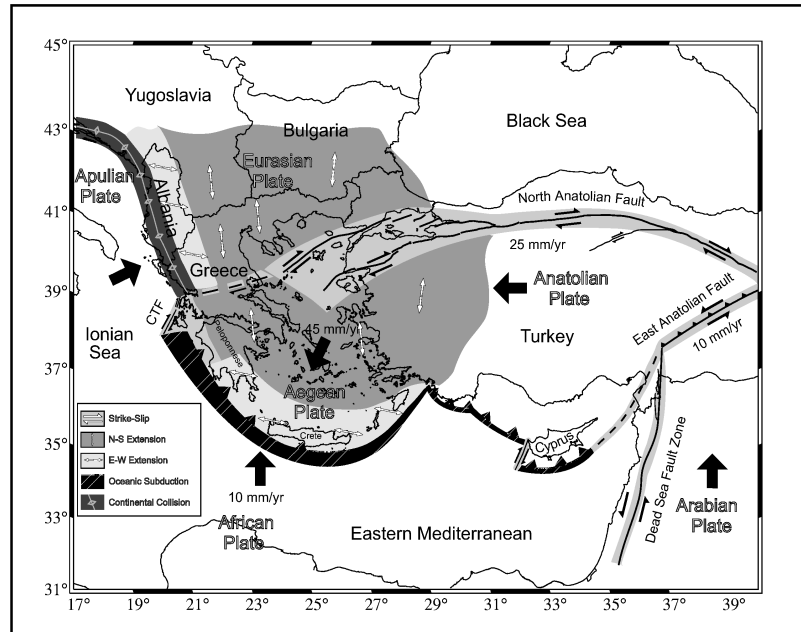
Ο ποσοτικός καθορισμός της σεισμικότητας σε μια περιοχή είναι δυνατός με την χρήση της γνωστής σχέσης των Gutenberg και Richter (1944) μεταξύ του αριθμού, N_t , των σεισμών οι οποίοι συμβαίνουν στην περιοχή αυτή σε χρόνο t ετών και έχουν μεγέθη ίσα με M ή μεγαλύτερα και του μεγέθους M . Η σχέση έχει την μορφή:

$$\log N_t = \alpha_t - bM$$

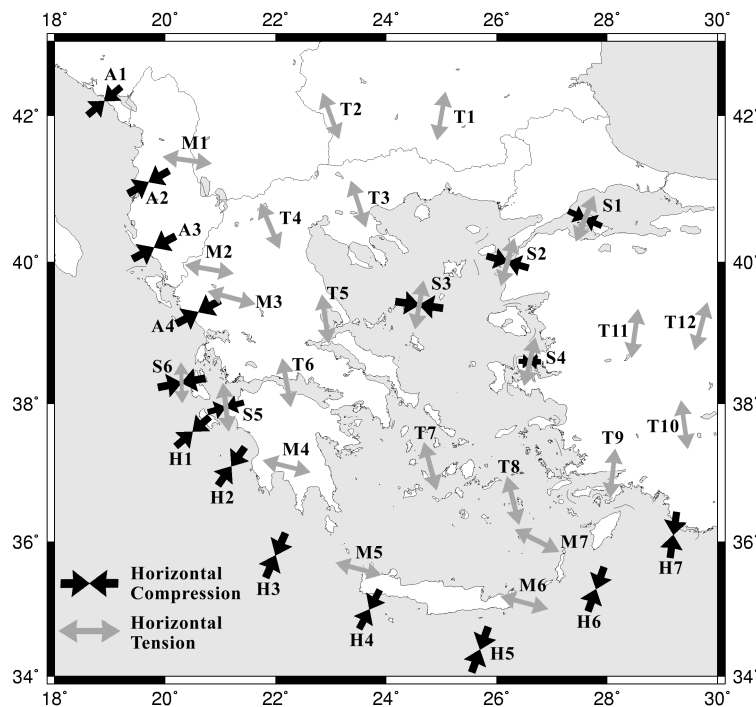
όπου N_t είναι ο αριθμός των σεισμών μεγέθους M ή μεγαλύτερου που έγιναν σε μια περιοχή εμβαδού S σε χρονικό διάστημα t ετών και α_t , b είναι παράμετροι οι οποίες μπορούν να υπολογισθούν σε κάθε περιοχή με βάση τις διαθέσιμες παρατηρήσεις.

Τα γεωτεκτονικά και σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, καθορίζονται από τις κινήσεις των κύριων τεκτονικών πλακών οι οποίες είναι οι: Ευρασιατική, Αφρικανική και Αραβική τεκτονική πλάκα (σχήμα 3).

Στο σχήμα 4, βλέπουμε την κύρια σεισμοτεκτονική εικόνα του Αιγαίου και των γύρω περιοχών. Συμπεραίνεται, ότι η εκάστοτε σεισμική δραστηριότητα που αναπτύσσεται στην ευρύτερη περιοχή οφείλεται κατά κύριο λόγο σε εφελκυστικά πεδία τάσεων με κύρια διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ/κά περίπου.



Σχήμα 3 Οι κινήσεις των πλακών, οι οποίες επηρεάζουν την ενεργό τεκτονική στο Αιγαίο και τις γύρω περιοχές (Papazachos et al., 1997c).



Σχήμα 4. Κύρια σεισμοτεκτονική εικόνα του Αιγαίου και των γύρω περιοχών. Οι διευθύνσεις των P-αξόνων (συμπίεσης) παριστάνονται με τα μαύρα συγκλίνοντα βέλη, ενώ οι διευθύνσεις των T-αξόνων (εφελκυσμού) με άσπρα αποκλίνοντα βέλη. Τα ρήγματα παράταξης παριστάνονται με δύο αντίθετα βέλη (Papazachos et al., in

press).

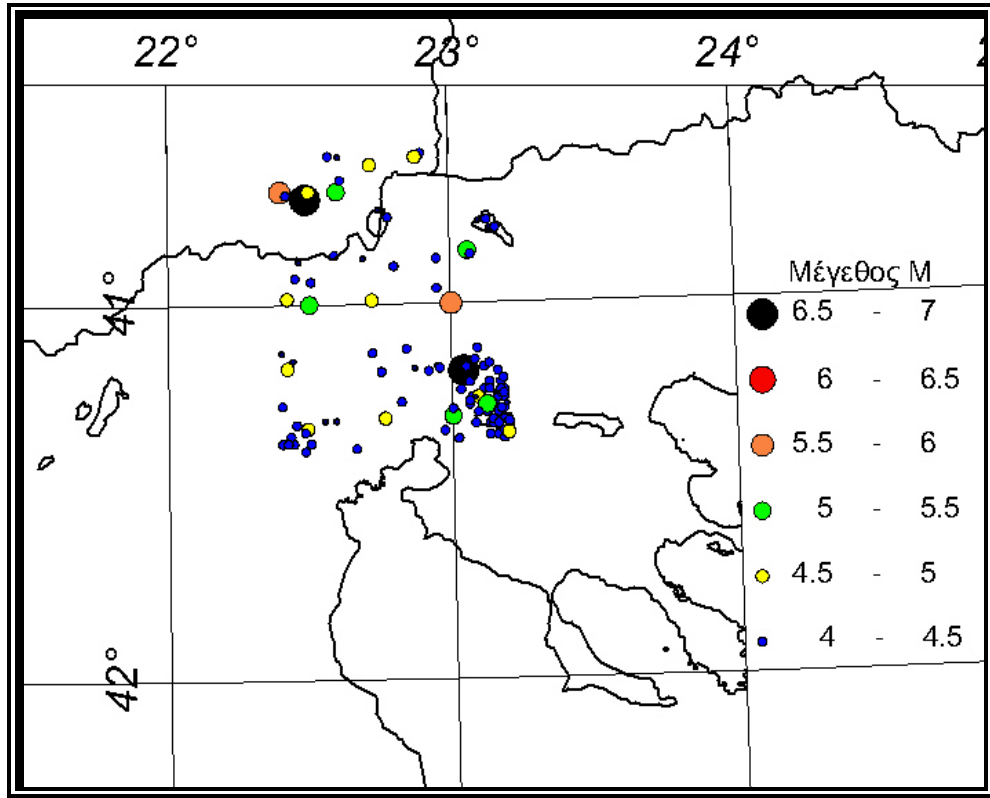
Η αναφορά στις σεισμοτεκτονικές ιδιότητες που επικρατούν στον ευρύτερο χώρο μελέτης επιβεβαιώνονται από τα ρήγματα που εντοπίζονται και έχουν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ/κή και μερικώς Β-Ν (σχήμα 4). Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και η ερευνητική ομάδα του Α.Π.Θ./Τμήμα Γεωλογίας, η οποία επισημαίνει τα παρακάτω. Από την ανάλυση της σύγχρονης τεκτονικής της περιοχής προκύπτει ότι στην περιοχή επικρατεί ένα εφελκυστικό πεδίο τάσεων.

Έτσι, λαμβάνοντας υπ'όψην ένα μεγάλο αριθμό σεισμικών δεδομένων, βασισμένα στα όργανα μέτρησης και ιστορικών δεδομένων, καθώς επίσης και γεωφυσικών και γεωλογικών δεδομένων, όπως το είδος του ρήγματος, τους ρυθμούς σεισμικότητας, τιμές της παραμέτρου b , προσανατολισμός των ισόσειστων καμπύλων, τάσεις των γεωλογικών ζωνών και ρυθμούς παραμόρφωσης, έγινε ο καθορισμός των σεισμικών ζωνών όπως παρουσιάζονται στη συνέχεια. Κάθε σεισμική ζώνη περιλαμβάνει ένα κύριο σεισμικό ρήγμα που έλαβε χώρο ένας μέγιστος (χαρακτηριστικός) σεισμός, αλλά μπορεί και να περιλαμβάνει κάποια μικρότερα ρήγματα. Διάκριση της Ελλάδας και της γύρω περιοχής σε σεισμικές πηγές έχει γίνει από αρκετούς επιστήμονες (Papazachos 1980, 1990; Χατζηδημητρίου, 1984; Hatzidimitriou et al., 1985; Papazachos and Papaioannou 1997).

Σεισμικότητα της περιοχής του έργου

Στο σχήμα 5 παρουσιάζονται τα επίκεντρα των σεισμών με μέγεθος μεγαλύτερο από 4 για το χρονικό διάστημα 1901 –2001 στην ευρύτερη περιοχή μελέτης. Οι μεγαλύτεροι σεισμοί στην περιοχή είναι δύο. Α) Ο σεισμός της Ασύρου το 1902 μεγέθους 6.6 της κλίμακας Richter, ο οποίος έγινε αισθητός στην περιοχή της Δοϊράνης. Συγκεκριμένα το κτίριο του σιδηροδρομικού σταθμού έπαθε σημαντικές βλάβες, ενώ η λίμνη της Δοϊράνης ταλαντώθηκε καθαρά κατά τη διάρκεια του σεισμού. Β) Ο σεισμός στο Valandovo της FYROM, το 1932 με

μέγεθος 6.7. Ο σεισμός αυτός προκάλεσε ζημιές τόσο στην περιοχή της Δοϊράνης, όσο και του Κιλκίς.



Σχήμα 5 Κατανομή επικέντρων σεισμών με μεγέθη $M \geq 4$ κατά το διάστημα 1901-2001, στην περιοχή του έργου.

| Year | Date | Time | Lat | Lon | Depth | M | Phase | | | | | | |
|------|------|---------|--------|--------|-------|-----|-------|--|--|--|--|--|--|
| 1902 | 0705 | 145630 | 40.820 | 23.040 | 0.0 | 6.6 | C-P | | | | | | |
| 1905 | 1105 | 220000 | 40.700 | 23.000 | 15.0 | 5.5 | C-P | | | | | | |
| 1905 | 1118 | 001900 | 41.000 | 23.000 | 0.0 | 5.6 | C-P | | | | | | |
| 1907 | 0817 | 115100 | 41.300 | 22.500 | 0.0 | 4.9 | C-P | | | | | | |
| 1913 | 1121 | 160852 | 41.000 | 22.500 | 0.0 | 5.2 | C-P | | | | | | |
| 1931 | 0307 | 001652 | 41.300 | 22.400 | 0.0 | 6.0 | C-P | | | | | | |
| 1931 | 0307 | 015000 | 41.300 | 22.500 | 0.0 | 4.9 | C-P | | | | | | |
| 1931 | 0308 | 015028 | 41.280 | 22.490 | 0.0 | 6.7 | C-P | | | | | | |
| 1931 | 0308 | 021135 | 41.300 | 22.500 | 0.0 | 4.9 | C-P | | | | | | |
| 1931 | 0308 | 022649 | 41.300 | 22.600 | 0.0 | 5.1 | C-P | | | | | | |
| 1959 | 0811 | 232804 | 41.400 | 22.900 | 0.1 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1965 | 0319 | 233732 | 41.390 | 22.880 | 33.0 | 4.7 | C-P | | | | | | |
| 1969 | 0205 | 224416 | 41.100 | 22.800 | 37.0 | 4.4 | C-P | | | | | | |
| 1972 | 0308 | 220356 | 40.690 | 22.550 | 0.0 | 4.0 | C-P | | | | | | |
| 1972 | 0812 | 234758 | 41.010 | 22.720 | 6.0 | 4.9 | C-P | | | | | | |
| 1974 | 0621 | 010953 | 41.120 | 22.950 | 0.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1974 | 0622 | 233013 | 41.140 | 23.060 | 10.0 | 5.2 | C-P | | | | | | |
| 1974 | 0821 | 122008 | 41.290 | 22.420 | 24.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1974 | 1015 | 095651 | 40.640 | 23.020 | 3.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1974 | 1202 | 141544 | 41.130 | 23.070 | 21.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1975 | 0228 | 195107 | 40.630 | 22.440 | 5.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1976 | 0426 | 063740 | 41.040 | 22.950 | 20.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0111 | 1050812 | 40.820 | 22.750 | 13.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0526 | 055321 | 40.650 | 23.160 | 10.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0528 | 145807 | 40.650 | 23.130 | 10.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0607 | 184307 | 40.820 | 23.160 | 10.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0607 | 185051 | 40.720 | 23.180 | 10.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0619 | 114144 | 40.770 | 23.180 | 7.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0619 | 120938 | 40.760 | 23.160 | 10.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0620 | 202757 | 40.720 | 23.130 | 0.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0620 | 203739 | 40.730 | 23.060 | 16.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0620 | 205240 | 40.750 | 23.070 | 2.0 | 4.4 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0620 | 213359 | 40.790 | 23.170 | 10.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0620 | 213920 | 40.770 | 23.110 | 33.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0620 | 220311 | 40.770 | 23.030 | 2.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0620 | 225840 | 40.740 | 23.150 | 0.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0621 | 010254 | 40.830 | 23.110 | 19.0 | 4.4 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0621 | 010444 | 40.660 | 23.180 | 0.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0621 | 032027 | 40.710 | 23.160 | 6.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0621 | 074033 | 40.850 | 23.080 | 0.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0621 | 122945 | 40.750 | 23.090 | 8.0 | 4.9 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0621 | 132100 | 40.760 | 23.170 | 16.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0621 | 212012 | 40.750 | 23.180 | 0.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0622 | 022642 | 40.800 | 23.180 | 17.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0622 | 152208 | 40.880 | 23.090 | 0.0 | 4.4 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0623 | 015703 | 40.790 | 23.130 | 14.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0623 | 195827 | 40.760 | 23.180 | 0.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0623 | 204631 | 40.790 | 23.060 | 11.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0624 | 032426 | 40.840 | 23.130 | 16.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0624 | 070144 | 40.750 | 23.160 | 0.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0625 | 034504 | 40.720 | 23.170 | 10.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0625 | 184206 | 40.770 | 23.130 | 10.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0626 | 000400 | 40.760 | 23.170 | 10.0 | 4.4 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0629 | 090850 | 40.690 | 23.180 | 10.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0629 | 101218 | 40.640 | 23.180 | 0.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0701 | 032309 | 40.710 | 23.120 | 0.0 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0701 | 032551 | 40.720 | 23.120 | 3.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0704 | 222329 | 40.730 | 23.120 | 18.0 | 5.1 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0713 | 172657 | 40.680 | 23.130 | 4.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0802 | 210337 | 40.770 | 23.170 | 10.0 | 4.4 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0806 | 054323 | 40.680 | 23.140 | 3.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1978 | 0928 | 231610 | 40.720 | 23.000 | 3.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1979 | 0306 | 102040 | 40.690 | 23.140 | 10.0 | 4.2 | C-P | | | | | | |
| 1979 | 0416 | 223448 | 40.720 | 23.170 | 0.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1979 | 0827 | 105340 | 40.760 | 23.180 | 10.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1979 | 0925 | 020408 | 40.850 | 22.440 | 22.0 | 4.0 | C-P | | | | | | |
| 1980 | 0314 | 130429 | 40.730 | 22.400 | 10.0 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1980 | 0804 | 155733 | 40.830 | 22.420 | 10.0 | 4.6 | C-P | | | | | | |
| 1980 | 0820 | 045512 | 40.680 | 23.080 | 10.0 | 4.5 | C-P | | | | | | |
| 1981 | 0302 | 213747 | 40.655 | 23.195 | 2.5 | 4.6 | C-P | | | | | | |
| 1981 | 0306 | 010133 | 40.739 | 22.820 | 3.4 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1981 | 0510 | 233301 | 40.616 | 22.660 | 1.1 | 4.3 | C-P | | | | | | |
| 1981 | 0617 | 045453 | 41.121 | 22.691 | 9.2 | 4.0 | C-P | | | | | | |
| 1981 | 0818 | 204944 | 41.330 | 22.613 | 2.4 | 4.1 | C-P | | | | | | |
| 1981 | 0907 | 174311 | 41.394 | 22.571 | 1.3 | 4.5 | C-P | | | | | | |

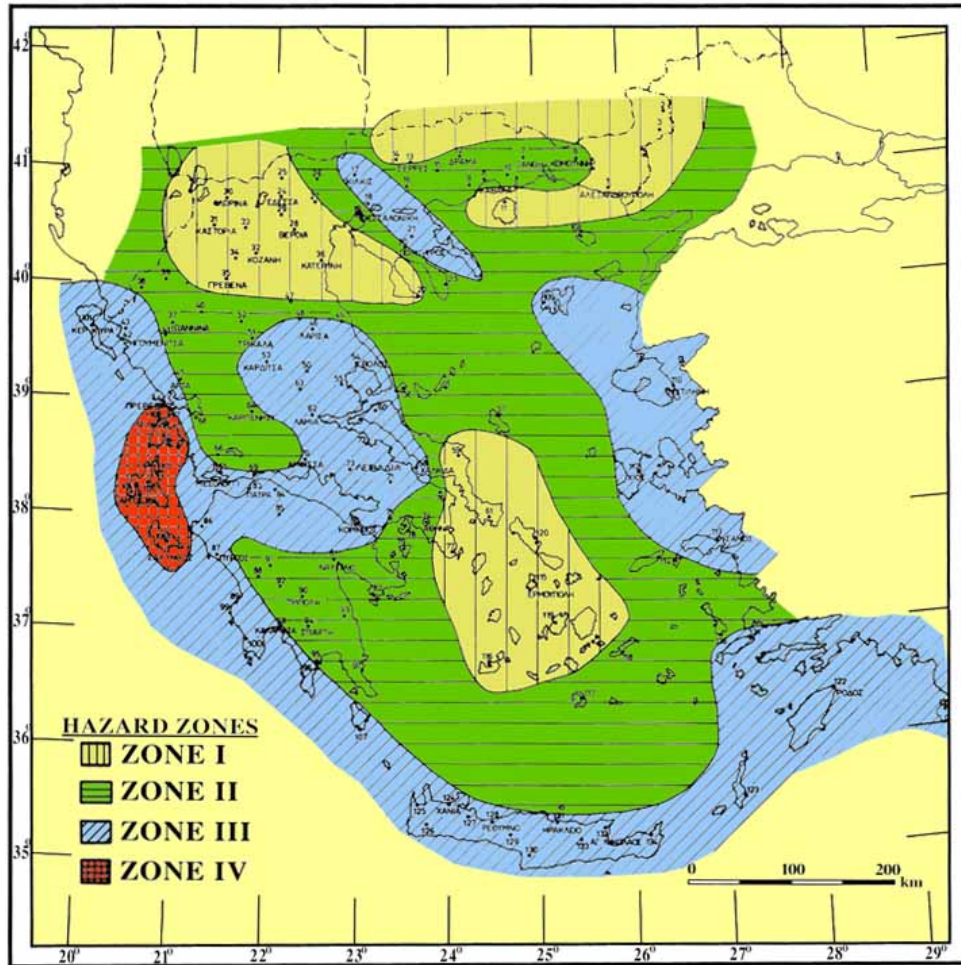
| | | | | | | |
|------|---------------|--------|--------|------|-----|-----|
| 1981 | 1010231650 | 41.391 | 22.607 | 1.1 | 4.0 | C-P |
| 1982 | 0506195324 | 40.710 | 23.090 | 3.3 | 4.2 | C-P |
| 1982 | 1227081441 | 40.880 | 22.840 | 3.4 | 4.3 | C-P |
| 1983 | 0406045527 | 40.821 | 22.917 | 1.5 | 4.4 | C-P |
| 1983 | 0419024950 | 40.732 | 23.189 | 3.5 | 4.0 | C-P |
| 1983 | 0826161531 | 41.015 | 22.421 | 3.5 | 4.6 | C-P |
| 1984 | 0708033140 | 41.130 | 22.590 | 0.5 | 4.5 | C-P |
| 1984 | 1016043734 | 40.750 | 23.080 | 7.6 | 4.0 | C-P |
| 1986 | 0218215535 | 40.680 | 23.160 | 0.5 | 4.3 | C-P |
| 1986 | 0508151945 | 40.870 | 22.400 | 9.8 | 4.0 | C-P |
| 1988 | 0729133748 | 40.740 | 23.060 | 0.1 | 4.2 | C-P |
| 1988 | 1208092615 | 40.670 | 22.490 | 7.5 | 4.6 | C-P |
| 1988 | 1211061229 | 40.680 | 22.450 | 1.9 | 4.3 | C-P |
| 1988 | 1217165019 | 40.660 | 22.480 | 0.3 | 4.3 | C-P |
| 1989 | 0805235418 | 41.220 | 23.130 | 1.0 | 4.2 | C-P |
| 1989 | 0818092301 | 41.200 | 23.140 | 0.5 | 4.0 | C-P |
| 1989 | 0912161130 | 40.650 | 22.430 | 0.6 | 4.3 | C-P |
| 1989 | 0913121819 | 40.630 | 22.400 | 1.0 | 4.3 | C-P |
| 1989 | 0913122010 | 40.630 | 22.420 | 3.1 | 4.2 | C-P |
| 1989 | 0913160124 | 40.690 | 22.590 | 2.3 | 4.0 | C-P |
| 1989 | 0919225115 | 40.630 | 22.500 | 9.7 | 4.3 | C-P |
| 1990 | 0131101615 | 41.370 | 22.720 | 5.0 | 4.8 | C-P |
| 1990 | 0811064310 | 40.870 | 22.720 | 1.3 | 4.1 | C-P |
| 1990 | 1224023405 | 41.070 | 22.450 | 1.0 | 4.4 | C-P |
| 1991 | 0128100112 | 41.113 | 22.463 | 0.6 | 4.0 | C-P |
| 1991 | 0303100907 | 41.060 | 22.506 | 0.7 | 4.3 | C-P |
| 1991 | 0914210009 | 40.662 | 22.970 | 1.0 | 4.1 | C-P |
| 1992 | 0409055102 | 40.685 | 23.197 | 10.0 | 4.1 | C-P |
| 1993 | 0105163658 | 41.230 | 22.780 | 3.3 | 4.1 | C-P |
| 1993 | 0327234709 | 41.200 | 23.160 | 6.7 | 4.5 | C-P |
| 1993 | 0328000642 | 41.220 | 23.100 | 1.8 | 4.0 | C-P |
| 1993 | 1102193934 | 40.610 | 22.480 | 1.3 | 4.2 | C-P |
| 1995 | 0105044803 | 40.834 | 22.947 | 3.7 | 4.0 | C-P |
| 1995 | 0105044830 | 40.828 | 22.868 | 8.3 | 4.0 | C-P |
| 1995 | 0105142939 | 40.828 | 22.956 | 5.8 | 4.4 | C-P |
| 1995 | 0213131636 | 40.696 | 22.762 | 5.4 | 4.8 | C-P |
| 1998 | 0328181325 | 41.250 | 22.746 | 5.6 | 4.0 | C-P |
| 2001 | 0121025355.20 | 40.830 | 23.050 | 10.0 | 4.5 | THE |

Σεισμική επικινδυνότητα - σεισμικός κίνδυνος

Μέτρο της σεισμικής επικινδυνότητας σε μια θέση, όπου υπάρχει ή πρόκειται να γίνει μια τεχνική κατασκευή, είναι μια ποσότητα, H , της οποίας μέτρο αποτελεί η αναμενόμενη ένταση της σεισμικής κίνησης στη θέση αυτή. Η ένταση αυτή μπορεί να μετρηθεί με την αναμενόμενη εδαφική επιτάχυνση, γ , ή την εδαφική ταχύτητα, v , ή την εδαφική μετάθεση, s , της σεισμικής κίνησης ή με την αναμενόμενη μακροσεισμική ένταση, I .

Το αναμενόμενο τελικό αποτέλεσμα της σεισμικής κίνησης σε μια θέση (βλάβες σε τεχνικές κατασκευές, θάνατοι, κλπ) ονομάζεται σεισμικός κίνδυνος, R (seismic risk) και εξαρτάται από τη σεισμική επικινδυνότητα της θέσης και από τις ιδιότητες της ίδιας της κατασκευής (ποιότητα, ιδιοπερίοδο, απόσβεση, πλαστιμότητα). Το μέτρο των ιδιοτήτων αυτών της κατασκευής ονομάζεται τρωτότητα, V (Vulnerability), της τεχνικής κατασκευής. Για το λόγο αυτό ο σεισμικός κίνδυνος, R , θεωρείται ως συνέλιξη της σεισμικής επικινδυνότητας, H , και της τρωτότητας, V (δηλ. $R=H*V$).

Περισσότερες από 40 επιστημονικές εργασίες σχετικά με τη σεισμική επικινδυνότητα στην Ελλάδα, έχουν δημοσιευτεί τα τελευταία χρόνια. Οι εργασίες αυτές καλύπτουν προβλήματα που σχετίζονται με την αναμενόμενη μακροσεισμική ένταση, και τις μέγιστες εδαφικές επιταχύνσεις, ταχύτητες και διάρκειες της ισχυρής σεισμικής κίνησης (Papaioannou and Papazachos, 2000).



Σχήμα 6 Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος.

Το συνολικό αποτέλεσμα των προηγούμενων δημοσιεύσεων είναι ο χάρτης του σχήματος 6, στον οποίο η Ελλάδα είναι χωρισμένη σε τέσσερις ζώνες (IV,III,II,I), ίσης σεισμικής επικινδυνότητας, ο οποίος προτάθηκε από τους τέσσερις σεισμολογικοί φορείς της Χώρας, δηλαδή τον Τομέας Γεωφυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, τον Τομέας Γεωφυσικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Αστεροσκοπείου Αθηνών και το Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών. Ο χάρτης αποτελεί τμήμα του Νέου Αντισεισμικού Κανονισμού της Ελλάδας (NEAK) από το 1995. Η περιοχή μελέτης (Σερβομακεδονική Μάζα) ανήκει στην Κατηγορία III.

Οι αναμενόμενες επιταχύνσεις, σε συνάρτηση με τη μέση περίοδο επανάληψης, T_m , δίνονται από τις σχέσεις:

$$\log \gamma_m = 0,264 \log T_m + 1,739 \text{ (Κατηγορία III)}$$

Για μέση περίοδο επανάληψης $T_m = 60$ έτη, οι παράμετροι της εδαφικής σεισμικής κίνησης (I, γ_m, v_m) παίρνουν τις παρακάτω τιμές:

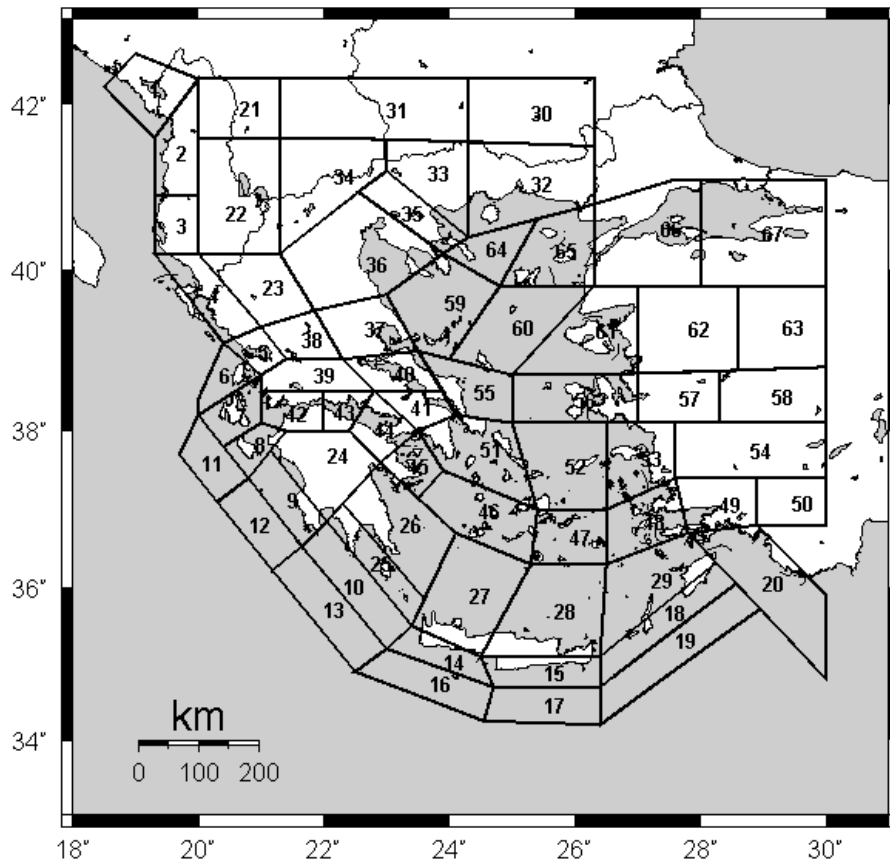
$$I = 7,2 \quad \gamma_m = 0,16 \quad v_m = 14 \text{ (Κατηγορία III)}$$

ενώ για περίοδο επανάληψης $T_m = 1000$ έτη οι παράμετροι γίνονται:

$$I = 8,5 \quad \gamma_m = 0,35 \quad v_m = 40 \text{ (Κατηγορία III)}$$

(Παπαζάχος και Παπαζάχου, 1989).

Οι (Ραφαίοπου και Παπαζάχος, 2000) χώρισαν τον ελληνικό χώρο σε 67 σειсмоγενών πηγών των επιφανειακών σεισμών. Η περιοχή μελέτης ανήκει στη ζώνη 35 σύμφωνα με τον παραπάνω χωρισμό, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.



Σχήμα 7 Σεισμογενείς πηγές επιφανειακών σεισμών στην Ελλάδα και τις γύρω περιοχές.

Για τις σεισμικές αυτές πηγές υπολόγισαν τις σεισμικές τους παραμέτρους (Πίνακας 1), δηλαδή τις παραμέτρους b, a (κανονικοποιημένες για ένα χρόνο) της σχέσης Gutenberg-Richter, το εμβαδόν της επιφάνειας, A , κάθε πηγής, το μέγιστο αναμενόμενο μέγεθος, M_{max} , η ετήσια συχνότητα σεισμών, r , με μέγεθος $M \geq 5.0$.

Πίνακας 1 Πληροφορίες για την Σεισμικότητα και Μακροσεισμικές Παράμετροι του Πεδίου των Πηγών των Επιφανειακών Σεισμών (Ραφαίοπου και Ραπαζαχός, 2000).

| Κωδικός Πηγής | Όνομα | b | a | Εμβαδόν, A, Km^2 | M_{max} | Συχνότητα, $r, M \geq 5.0$ |
|---------------|-------|------|------|---------------------------|-----------|----------------------------|
| 35 | Βόλβη | 0,84 | 4,04 | 5903 | 7,1 | 0,723 |

Εδαφική επικινδυνότητα στην περιοχή του έργου

Σύμφωνα με τον Ελληνικό αντισεισμικό Κανονισμό, όπως αυτός αναθεωρήθηκε το 1995, ο σεισμικός συντελεστής σχεδιασμού μιας τεχνικής κατασκευής μάζας εξαρτάται σοβαρά - εκτός των άλλων παραγόντων - και από την επικινδυνότητα του εδάφους θεμελίωσης της κατασκευής.

Κατά τον παραπάνω κανονισμό τα εδάφη θεμελίωσης διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας. Στην κατηγορία (α) ανήκουν τα εδάφη μικρής σεισμικής επικινδυνότητας δηλαδή εκείνα που αποτελούνται από συμπαγή και ομοιογενή στρώματα ή από αργιλομαργαικά, περίπου οριζόντια, στρώματα, πάχους μεγαλύτερου των 15 μέτρων. Στην κατηγορία (β) ανήκουν τα εδάφη μέτριας σεισμικής επικινδυνότητας, δηλαδή στρώματα χαλαρά σε οριζόντια ή με ελαφρά κλίση. Στην κατηγορία (γ) υπάγονται εδάφη μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας, δηλαδή εδάφη φυσικών ή δομικών κορημάτων, παραλιακών ή τεχνητών προσχώσεων, ελώδη ή τελατωδή και περιοχές αποξηραμένων λιμνών. Τέλος, στην κατηγορία (δ) κατατάσσονται εδάφη εξαιρετικής σεισμικής επικινδυνότητας, δηλαδή χαλαρά ανομοιογενή εδάφη, σε απότομες πλαγιές και περιοχές πάνω από σπηλαιώδη πετρώματα.

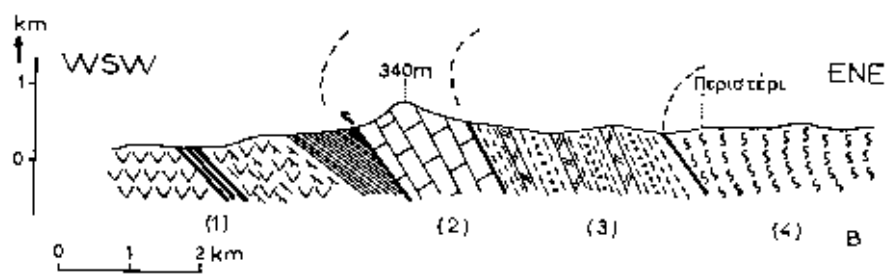
Το υπό μελέτη έργο βρίσκεται πάνω σε συμπαγή πετρώματα (γνευσιακό, αμφιβολιτικό κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο), ενώ μικρό μέρος της υπό μελέτη οδού διέρχεται από περιοχές με πλειστοκαινικά ιζήματα (πλευρικά κορήματα και αλλουβιακές αποθέσεις) μικρού πάχους.

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Τα πετρώματα της Σερβομακεδονικής Μάζας, Παλαιοζωικής ηλικίας, έχουν υποστεί επανειλημμένες τεκτονικές επιδράσεις. Η πρώτη κύρια τεκτονική δράση ήταν οι Ερκύνιες πτυχώσεις κατά το Άνω Παλαιοζωικό (πριν 300εκ. χρόνια). Κατά την ορογένεση αυτή δημιουργήθηκαν ισοκλινείς πτυχές συμμορφικές ως προς την κύρια αμφιβολιτική μεταμόρφωση, οι άξονες των οποίων έχουν γενική διεύθυνση και βύθιση προς Βορρά.

Η δεύτερη ορογενετική περίοδος είναι Αλπική και τοποθετείται μεταξύ Ανωτέρου Ιουρασικού και Κάτω Κρητιδικού. Στην περιόδο αυτή έλαβε χώρα ή δεύτερη ανάδρομη πρασινοσχιστολιθική μεταμόρφωση και η δεύτερη φάση πτυχώσεων που ήταν συμμεταμορφική και προκάλεσε πτυχές υποϊσοκλινείς οι άξονες των οποίων εμφανίζονται διασπαρμένοι. Στην ίδια περίοδο εκδηλώθηκε και η Τρίτη (Μεσοζωική) φάση μαγματισμού που δημιούργησε τους μεγάλους γρανιτικούς όγκους της μάζας.

Μεταξύ Τέλους Κρητιδικού και Ολιγοκαίνου έλαβαν χώρα οι τριτογενείς Αλπικές φάσεις πτυχώσεων, οι οποίες δημιούργησαν τις λεπιώσεις των στρωμάτων, τοπικές και μεγάλες επωθήσεις, καθώς και μια ανάστροφη των στρωμάτων στο δυτικό περιθώριο της ζώνης (σχήμα 8).



Σχηματική γεωλογική τομή στην περιοχή του δυτικού ορίου της Σερβομακεδονικής. 1: οφειολιθικά πετρώματα προερχόμενα από τη ζώνη Αξιού και ιζήματα βαθιάς θάλασσας, κερατόλιθοι και φλίσχης Ιουρασικού, της Περιοδοπικής, 2: ανθρακικά πετρώματα Τριαδικού – Ιουρασικού ηπειρωτικού περιθωρίου, 3: μετακλαστική – ηφαιστειοζηματογενής σειρά Περμίου – Κάτω Τριαδικού, 4: κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο Σερβομακεδονικής.

Σχήμα 8. Σχηματική γεωλογική τομή στη δυτική περιοχή της Σερβομακεδονικής.

Στο παραπάνω σχήμα τα στρώματα της Σερβομακεδονικής (4) και Περιοδοπικής (2,3) εμφανίζονται ανεστραμμένα, με τα παλαιότερα να βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένα πάνω στα νεώτερα, και όλα μαζί να επωθούνται πάνω στην ζώνη Αξιού. Η αναστροφή αυτή οφείλεται στις τριτογενείς πτυχώσεις. Ανοιχτές πτυχές και πτυχές τύπου knick προκλήθηκαν κατά τη διάρκεια αυτών των πτυχώσεων. Οι τριτογενείς αυτές πτυχώσεις έγιναν σε τρεις διαδοχικές φάσεις: στο Τέλος Κρητιδικού, στο Πριαμπόνιο του Άνω Ηωκαίνου και στο Ολιγόκαινο και προκάλεσαν συνεχείς λεπιώσεις με απόκλιση προς τα Δυτικά, με αποτέλεσμα η Σερβομακεδονική κρυσταλλοσχιστώδης μάζα να επιπεύει τα νεώτερα Περμοτριάδικά μεταϊζήματα της Περιοδοπικής.

Μετά την ολοκλήρωση των πτυχώσεων και την ανάδυση των περιοχών ο χώρος υφίσταται την επίδραση νεοτεκτονικών δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες αυτές εκδηλώνονται σαν ρηξιγενή τεκτονική, σχηματίζοντας κέρατα και τάφρους μέσα στους οποίους εναποτέθηκαν τα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα. Αποτέλεσμα των κινήσεων είναι η δημιουργία των σύγχρονων βυθισμάτων της περιοχής, δηλαδή της λεκάνης του Χέρσου και του Γαλλικού. Το ορεινό τμήμα των δυτικών Κρουσσιών στην περιοχή μελέτης είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα κέρατος.

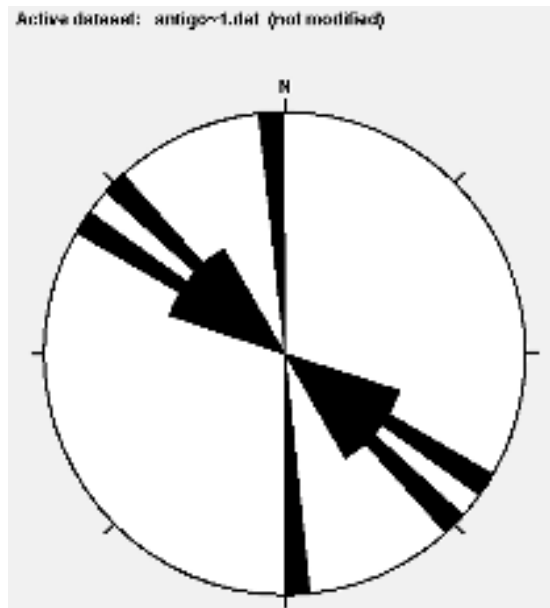
Όλα τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα τα πετρώματα στην περιοχή μελέτης να παρουσιάζονται κατά θέσεις πτυχωμένα και επιφανειακά κατακερματισμένα (Φωτο. 1).



Φωτογραφία 1. Πτυχωμένα και κατακερματισμένα στρώματα στην περιοχή μελέτης (ισοκλινής πτυχή, στα όρια του οικισμού της Κορυφής).

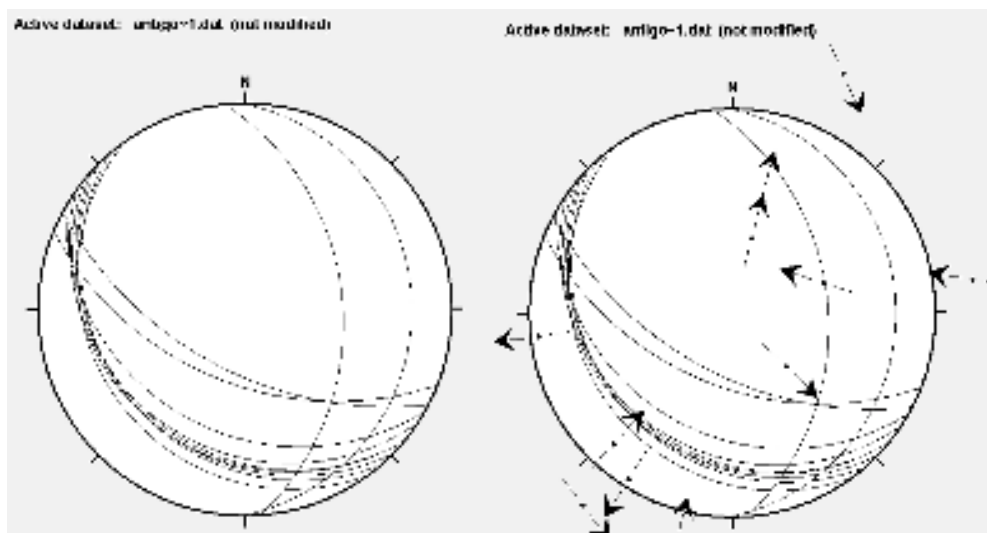
Οι παρατάξεις των σχηματισμών δεν ακολουθούν σταθερές διευθύνσεις και γωνίες κλίσεων, λόγω της έντονης φάσης πτυχώσεων που έχει επιδράσει σε αυτά. Τα κύρια ρήγματα στην ευρύτερη περιοχή είναι τα κανονικά ρήγματα που έχουν δημιουργήσει τα βυθίσματα και έχουν γενική διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Επίσης υπάρχουν ανάστροφα ρήγματα σε διευθύνσεις, ΒΔ-ΝΑ και ΔΒΔ-ΑΝΑ (βλέπε γεωτεκτονικό χάρτη περιοχής). Τα ρήγματα αυτά μπορούν να χαρακτηριστούν ως σεισμικά, δεδομένης της λανθάνουσας κατάστασης στην οποία βρίσκονται (βλέπε κεφ. Σεισμικότητα της περιοχής).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα γραμμικά και επιφανειακά τεκτονικά στοιχεία που μετρήθηκαν με σκοπό την μικροτεκτονική μελέτη/ανάλυση της περιοχής. Στο σχήμα 9 απεικονίζεται το σύστημα των παρατάξεων των στρωμάτων που εμφανίζεται στην υπό μελέτη περιοχή. Είναι φανερό ότι οι μικροτεκτονικές δομές (πτυχές) ακολουθούν το γενικότερο πεδίο τάσεων της περιοχής, με κύριους άξονες, Β-Ν και ΒΔ-ΝΑ/κα δεδομένου ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην επιφανειακή εμφάνιση του πτυχωμένου υποβάθρου.



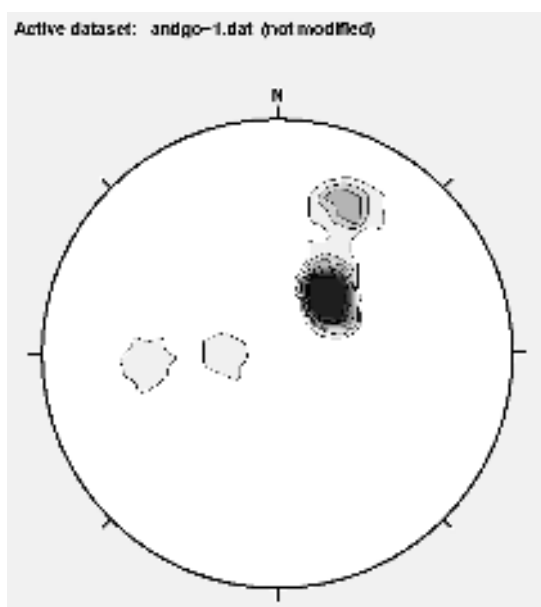
Σχήμα 9 Ροδοδιάγραμμα διευθύνσεων παρατάξεων.

Στη συνέχεια (σχήμα 10) παρουσιάζονται τα ίδια επιφανειακά στοιχεία στο δίκτυο Schmidt με τη μορφή μέγιστων κύκλων. Παρατηρείται ότι στην περιοχή υπάρχουν δύο κύριες κατευθύνσεις, οι ΝΔ/κες και οι Α/κές.



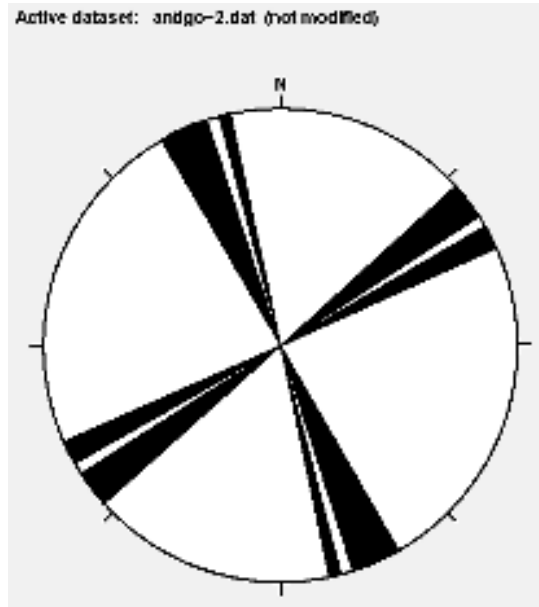
Σχήμα 10 Προβολή των επιφανειών πτυχών στο δίκτυο Schmidt με τη μορφή μέγιστων κύκλων.

Δεδομένης της μεγάλης σημασίας που έχει η εξακρίβωση των μέγιστων συγκέντρωσης των τεκτονικών στοιχείων, αποφασίστηκε η χαρτογράφηση της πυκνότητας των πόλων όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα. Στο σχήμα 11 παρουσιάζεται η πυκνότητα πόλων πτυχών με τη μορφή ισοκαμπύλων. Με τον τρόπο αυτό καθορίστηκαν οι περιοχές και οι ζώνες με την ίδια πυκνότητα πόλων και κατ' επέκταση το σημείο της μεγαλύτερης συγκέντρωσης πόλων που θα συμπίπτει προφανώς με το πεδίο που περικλείει το μέγιστο αριθμό πόλων.



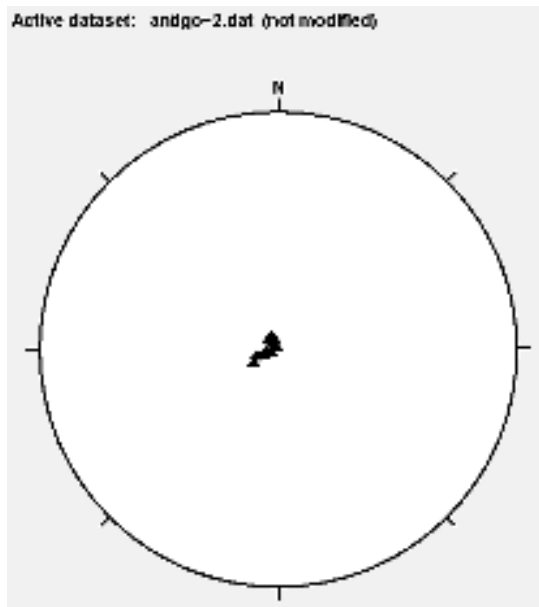
Σχήμα 11 Απεικόνιση των μέγιστων συγκεντρώσεων τεκτονικών δομών που προβάλλονται στο δίκτυο Schmidt με τη μορφή πόλων.

Παράλληλα μετρήθηκαν πλήθος γραμμικών στοιχείων τα οποία απεικονίζονται παρακάτω και βρίσκονται σε πλήρη συμφωνία με την ευρύτερη τεκτονική. Πιο συγκεκριμένα στο σχήμα 12 παρουσιάζεται το σύστημα των διακλάσεων και διαρρήξεων στην περιοχή έρευνας. Παρατηρείται πλήρης ταύτιση με την έως τώρα παρατηρούμενη μακρό/μίκρο τεκτονική γενικής διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, ΒΔ-ΝΑ και ΔΒΔ-ΑΝΑ.



Σχήμα 12 Ροδοδιάγραμμα συστήματος διακλάσεων και διαρρήξεων

Τέλος, στο σχήμα 13 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των πόλων των γραμμικών στοιχείων. Παρατηρούμε ότι οι γωνίες κλίσεις τους είναι περίπου 90° .



Σχήμα 13 Παρουσίαση των γραμμικών στοιχείων υπό μορφή πόλων σε διάγραμμα Schmidt.

Γεωτεχνικές συνθήκες

Μακροσκοπικές παρατηρήσεις

Από την ανωτέρω περιγραφή των μορφολογικών, γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών, όπως προκύπτουν από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις επιφανείας, συμπεραίνεται ότι στην περιοχή που εξετάζεται δεν θα αντιμετωπισθούν ιδιαίτερα γεωτεχνικά προβλήματα. Η γεωμηχανική συμπεριφορά των διαφόρων λιθολογικών σχηματισμών σε συνδυασμό με την απουσία μορφολογικών κλίσεων δεν ευνοεί την εκδήλωση εδαφικών κινήσεων, ενώ παράλληλα οι υδρογεωλογικές συνθήκες είναι τέτοιες που δεν θα προξενήσουν προβλήματα στο στάδιο κατασκευής της οδού.

Λεπτομερέστερα γεωτεχνικά στοιχεία

Στην ευρύτερη περιοχή έρευνας δεν έχουν πραγματοποιηθεί λοιπά τεχνικά (ερευνητικά σκάμματα, ορύγματα ή ερευνητικές γεωτρήσεις), στοιχεία των οποίων θα βοηθούσαν καταλυτικά στην λεπτομερέστερη μελέτη των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών (βάθη υπόγειων υδάτων, φυσική υγρασία, αστράγγιστη συνοχή, κοκκομετρική σύσταση εδαφικών σχηματισμών, πλαστικότητα και ειδικό βάρος σχηματισμών, κ.α).

Περιγραφή των εδαφικών συνθηκών κατά μήκος του άξονα της οδού Αντιγόνας-Κορυφής

Τα εδάφη επιφανειακά (-1.5m) είναι κατά κύριο λόγο αργιλώδη και ιλυώδη, μαλακά έως μέσης συνεκτικότητας σχηματισμοί που εκσκάπτονται εύκολα με συνήθη μηχανικά μέσα. Βαθύτερα, εμφανίζεται η κρυσταλλοσχιστώδης φάση με μειωμένη περατότητα και η οποία εκσκάπτεται δύσκολα με τα συνήθη μηχανικά μέσα. Η στάθμη των υπόγειων υδάτων δεν έχει χαρτογραφηθεί δεδομένης της έλλειψης πιεζομέτρων στην περιοχή έρευνας. Με βάση τα γεωλογικά και υδρογεωλογικά στοιχεία, στην περιοχή δεν αναμένονται υπόγεια ύδατα σε βάθη που μπορούν να δημιουργήσουν κατασκευαστικά προβλήματα.

Ευστάθεια πρανών – Διαβρώσεις - Κατολισθήσεις

Λόγω μικρών μορφολογικών κλίσεων, δεν παρουσιάζονται προβλήματα διαβρώσεων και κατολισθήσεων όσο και ευστάθειας πρανών. Τέτοιου είδους προβλήματα θα μελετηθούν κατά τη φάση κατασκευής των επιχωμάτων και των υπόλοιπων τεχνικών.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η υδρολογία των υπόγειων νερών δεν είναι ανεξάρτητη εκείνης των επιφανειακών. Για να υπολογισθεί το ισοζύγιο του υπόγειου δυναμικού μιας περιοχής πρέπει να είναι γνωστό το υδρολογικό ισοζύγιο των επιφανειακών νερών. Τα δεδομένα που παρατίθενται είναι από την υδρογεωλογική μελέτη που πραγματοποίησε το ΙΓΜΕ κατά την χρονική περίοδο 1988 – 1993 (Καλούση, 1996). Σύμφωνα με την μελέτη αυτή η πιο συνήθης μορφή της εξίσωσης του υδρολογικού ισοζυγίου μιας περιοχής είναι:

$$P = R + E + I$$

όπου P τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα σε mm, R η επιφανειακή απορροή σε mm, E η πραγματική εξατμισοδιαπνοή σε mm και I η κατείδυση σε mm.

Το δυτικό τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής ανήκει στη Λεκάνη Αξιού, και συγκεκριμένα στη λεκάνη 1020 στο 10^ο Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας, σύμφωνα με το χάρτη 1:200.000 της Διεύθυνσης Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων του ΥΒΕΤ, Υπολεκάνη Χέρσου, το ανάγλυφο της οποίας χαρακτηρίζεται ως αδρό στο μεγαλύτερο τμήμα της. Τα βροχομετρικά δεδομένα για την ευρύτερη περιοχή μελέτης στην λεκάνη Χέρσου, λήφθηκαν από το **βροχομετρικό σταθμό Μεγάλης Στέρνας**.

Το ανατολικό τμήμα της εξεταζόμενης περιοχής ανήκει στη Λεκάνη Γαλλικού, λεκάνη 1040 στο 10^ο Υδατικό Διαμέρισμα Κεντρικής Μακεδονίας, σύμφωνα με το χάρτη 1:200.000 της Διεύθυνσης Υδατικού Δυναμικού και Φυσικών Πόρων του ΥΒΕΤ, το ανάγλυφο της οποίας χαρακτηρίζεται γενικά ως αδρό. Τα βροχομετρικά δεδομένα για την ευρύτερη περιοχή μελέτης στην λεκάνη Γαλλικού, λήφθηκαν από το **βροχομετρικό σταθμό Μελάνθιου**.

Ετήσια Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα

Για τον υπολογισμό του συνόλου των κατακρημνισμάτων που δέχεται μια υδρολογική λεκάνη πρέπει να υπολογισθεί η μέση βροχόπτωση στη συγκεκριμένη λεκάνη. Επειδή δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του μέσου ετήσιου ύψους βροχής

και του υψομέτρου των βροχομετρικών σταθμών, επιλέχθηκε «η μέθοδος των πολυγώνων του Thiessen» που έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

| Λεκάνη | Έκταση (km ²) | Όγκος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (10 ⁶ m ³) | Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm/έτος) |
|----------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| Χέρσου | 235 | 120,6 | 513,92 |
| Γαλλικού | 793 | 414,3 | 522,43 |

Εξατμισοδιαπνοή

Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε για τις λεκάνες Χέρσου και Γαλλικού με βάση την εξίσωση του Turck και την μέθοδο Thorntwaite, οι οποίες έδωσαν παρόμοια αποτελέσματα. Παρακάτω παραθέτονται τα αποτελέσματα της μεθόδου Thorntwaite:

| Λεκάνη | Ετήσιος όγκος εξατμισοδιαπνοής (10 ⁶ m ³) | Πραγματική εξατμισοδιαπνοή (mm/έτος) | Εξατμισοδιαπνοή % |
|----------|--|--------------------------------------|-------------------|
| Χέρσου | 106,22 | 452 | 87,96 |
| Γαλλικού | 355,74 | 448,6 | 85,87 |

Από τις αναλύσεις που έγιναν και στις δύο λεκάνες παρατηρούμε ότι από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο υπάρχει έλλειμμα νερού, τους θερινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, ενώ αυξάνει η δυνητική εξατμισοδιαπνοή, η πραγματική μειώνεται. Η αναπλήρωση της εδαφικής υγρασίας αρχίζει από τον Οκτώβριο και ολοκληρώνεται μέσα στο Νοέμβριο.

Ολική Απορροή (Επιφανειακή Απορροή και Κατείσδυση)

Με τον όρο ολική απορροή αναφερόμαστε στο σύνολο του νερού που απορρέει από μια λεκάνη. Το απορρέον νερό διακρίνεται σε αυτό που απορρέει επιφανειακά και σε αυτό που κατεισδύει.

| Λεκάνη | Ετήσιος όγκος ολικής απορροής (10^6 m^3) | Ολική απορροή (mm/έτος) | Εξατμισοδιαπονή % |
|----------|--|-------------------------|-------------------|
| Χέρσου | 14,38 | 61,86 | 12,04 |
| Γαλλικού | 58,56 | 73,8 | 14,13 |

Επιφανειακή απορροή (R) είναι το ποσοστό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτει σε μια λεκάνη και απορρέει επιφανειακά και μετά από κάποια διαδρομή εισέρχεται στο υδρογραφικό δίκτυο.

Οι χείμαρροι της περιοχής μελέτης που βρίσκονται εντός της λεκάνης Χέρσου παρουσιάζουν απορροή, η οποία είναι επεισοδιακή μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Η μέση ετήσια επιφανειακή απορροή για το χρονικό διάστημα 1988-1993 για την λεκάνη Χέρσου είναι $4,34 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ενώ ο συντελεστής απορροής είναι 3,6%. Στην λεκάνη του Χέρσου δεν υπάρχουν σημαντικές πηγές, λόγω της ανυπαρξίας ορεινών όγκων με υδροπερατά πετρώματα. Μικροπηγές εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης, οι οποίες αποστραγγίζουν τον ελλουβιακό μανδύα των γνευσίων και αμφιβολιτών. Οι παροχές τους είναι μικρές, της τάξης των 3-6 $\text{m}^3/\text{ημέρα}$.

Η λεκάνη του Γαλλικού ποταμού έχει πυκνό υδρογραφικό δίκτυο με κύριο αποδέκτη το Γαλλικό ποταμό, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως ποταμοχείμαρρος. Η επιφανειακή ροή του Γαλλικού καθώς και των κυριοτέρων παραποτάμων του δεν παρουσιάζουν μόνιμο χαρακτήρα. Η εμφάνιση και η διάρκεια της απορροής είναι αντίστοιχες των κλιματολογικών συνθηκών (ένταση, διάρκεια και εποχιακή κατανομή βροχοπτώσεων) που επικρατούν στην περιοχή, καθώς επίσης και της

υδραυλικής συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών που διασχίζει ο ποταμός και του βαθμού διαπερατότητας της όχθης του.

Στην λεκάνη του Γαλλικού έχουμε την εμφάνιση ενός μεγάλου πλήθους πηγών, μικρής γενικά παροχής (5-30 m³/ημέρα), οι οποίες εμφανίζονται σε διάφορα ύψη των κλιτύων της οροσειράς των Κρουσσίων ή στις βάσεις τους και που αποστραγγίζουν το ασυνεχές χαλαρό ή αποσαθρωμένο τμήμα των αδιαπέρατων σχηματισμών (γνευσίων).

Το Σπανός Ρ. το οποίο αποστραγγίζει τα νερά της περιοχής μελέτης έχει μέση ετήσια επιφανειακή απορροή για το χρονικό διάστημα 1988-1993, ίση με 0,79 10⁶m³, ενώ η συνολική επιφανειακή απορροή για Γαλλικό είναι 10,82 10⁶m³.

Κατείσδυση (I) είναι το τμήμα εκείνο των κατακρυσμάτων που συγκρατείται στο έδαφος και συμπληρώνει την υγρασία του, καθώς και εκείνο που τροφοδοτεί τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες. Η υδρολιθολογική συμπεριφορά των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών εξαρτάται από την πετρολογική τους σύσταση, την κοκκομετρική σύσταση, το βαθμό διαγένεσης, την τεκτονική καταπόνηση, καθώς και από το βαθμό διάρρηξης και αποσάθρωσης τους. Ανάλογα με την υδρολιθική τους συμπεριφορά οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε υδροπερατούς, ημιπερατούς και αδιαπέρατους.

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των διαφόρων σχηματισμών που συναντώνται στην περιοχή μελέτης και στα ευρύτερα όρια αυτής είναι:

Λεκάνη Χέρσου: τα πετρώματα της λεκάνης αυτής μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες που περιλαμβάνουν, α) τα συμπαγή πετρώματα των δυτικών Κρουσσίων, δηλαδή γνεύσιοι, αμφιβολίτες, περιδοτίτες και β) όλα τα κοκκώδη πετρώματα δηλαδή τα κορήματα, τον ελλουβιακό μανδύα και τις αποθέσεις πληρώσεως της λεκάνης (Ολοκαινικές και Πλειοπλειστοκαινικές).

α) Συμπαγή πετρώματα: Πρόκειται για γνεύσιους, αμφιβολίτες, και περιδοτίτες, οι σχηματισμοί αυτοί δομούν το ανατολικό περιθώριο της λεκάνης και αποτελούν το υπόβαθρο αυτής. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι χωρίς ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον λόγω της μικρής υδροπερατότητας τους. Από υδρογεωλογικής πλευράς σημασία έχει το δευτερογενές τους πορώδες, όπου

αναπτύσσουν μεγάλες περατότητες και είναι κυρίως οι ζώνες διάρρηξης και οι επιφάνειες ασυνεχειών (διακλάσεις, ρήγματα), σχιστότητας, ζώνες μυλωνιτίωσης και αποσάθρωσης.

Υδρογεωτρήσεις στους παραπάνω σχηματισμούς θεωρήθηκαν αποτυχούσες ή απέδωσαν μικρές έως ελάχιστες παροχές. Ο συντελεστής κατείσδυσης K κυμαίνεται από 10^{-6} έως 10^{-9} m³/sec.

β) Χαλαροί σχηματισμοί: Πρόκειται για αλλουβιακές αποθέσεις, κώνους κορημάτων, πλευρικά κορήματα, ελλουβιακός μανδύας αποσάθρωσης και πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις ποταμοχερσαίας προέλευσης. Είναι οι πιο σημαντικοί από υδρογεωλογικής άποψης, γιατί παρουσιάζουν μεγάλο πρωτογενές πορώδες, έχουν μεγάλη εξάπλωση και συναντώνται στο πεδινό τμήμα της λεκάνης. Το πάχος των σχηματισμών αυτών ποικίλει κατά θέσεις και αυξάνει από τα περιθώρια της λεκάνης προς το κέντρο της.

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης βρίσκεται στην περίμετρο της πεδιάδας όπου το πάχος των προσχώσεων είναι μικρό, το συνολικό πάχος των επάλληλων υδροφόρων οριζόντων είναι της τάξεως των 12 μ. Η υδραυλική αγωγιμότητα των σχηματισμών αυτών είναι μικρή της τάξης $<10^{-5}$ m³/sec. Γενικά η υδροφορία που αναπτύσσεται στη ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται μικρή ως πολύ μικρή.

Από πλευράς *τροφοδοσίας των υδροφόρων που αναπτύσσονται στα ιζήματα της λεκάνης σημειώνεται ότι αυτή εξασφαλίζεται:*

- Με απευθείας κατείσδυση μέρους των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.
- Με διηθήσεις του νερού των διαφόρων χειμάρρων και ρεμάτων.
- Με πλευρική τροφοδοσία από τα πετρώματα που περιβάλουν την πεδιάδα (μέσω ρηξιγενών γραμμών).

Λεκάνη Γαλλικού: τα πετρώματα της λεκάνης αυτής που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες που περιλαμβάνουν, α) τα συμπαγή πετρώματα των δυτικών Κρουσσίων, δηλαδή γνεύσιοι, αμφιβολίτες, περιδοτίτες και β) όλα τα κοκκώδη πετρώματα δηλαδή τα κορήματα, τον ελλουβιακό μανδύα και τις αποθέσεις πληρώσεως της λεκάνης

(Ολοκαινικές και Πλειοπλειστοκαινικές).

α) Συμπαγή πετρώματα: Πρόκειται για γνεύσιους, αμφιβολίτες, και περιδοτίτες. Οι σχηματισμοί αυτοί δομούν το δυτικό περιθώριο της λεκάνης και αποτελούν το υπόβαθρο αυτής. Είναι χωρίς ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον λόγω της μικρής υδροπερατότητας τους. Υδροφορείες αναπτύσσονται κυρίως μόνο στο επιφανειακό αποσαθρωμένο ή χαλαρωμένο από ρωγμές τμήμα τους, που όμως δεν έχει σημαντικό πάχος, ούτε συνεχή ανάπτυξη, ώστε να μπορεί να παρουσιάζει ενδιαφέρον για συστηματική εκμετάλλευση. Εκδηλώσεις της υδροφορίας αυτής είναι το πλήθος των πηγών μικρής ως πολύ μικρής παροχής. Τοπικά μπορεί να δημιουργηθεί πιο αξιόλογη υδροφορία εκεί που η ρωγμάτωση είναι πιο έντονη και πιο εκτεταμένη, τόσο επιφανειακά όσο και στο βάθος. Υδρογεωτρήσεις στους παραπάνω σχηματισμούς θεωρήθηκαν αποτυχούσες ή απέδωσαν μικρές έως ελάχιστες παροχές. Ο συντελεστής κατείδυσης K κυμαίνεται από 10^{-6} έως 10^{-9} m^3/sec .

β) Χαλαροί σχηματισμοί: Πρόκειται για αλλουβιακές αποθέσεις, κώνους κορημάτων, πλευρικά κορήματα, ελλουβιακός μανδύας αποσάθρωσης και πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις ποταμοχερσαίας προέλευσης. Οι σύγχρονες αποθέσεις στις κοίτες των ποταμών και χειμάρρων αποτελούνται από αμμώδεις αργίλους, άμμους, χαλίκια και κροκάλες. Το πάχος των σχηματισμών αυτών ποικίλει κατά θέσεις και αυξάνει προοδευτικά από βορρά προς νότο (μηδέν στα βόρεια, 20-25 στην περιοχή Μάνδρες-Γαλλικού).

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης βρίσκεται στο δυτικό άξονα της λεκάνης του Γαλλικού όπου το πάχος των προσχώσεων είναι μικρό (~40μ.). Η υδραυλική αγωγιμότητα των σχηματισμών αυτών είναι μικρή της τάξεως του 10^{-5} m^3/sec και σημειακά φτάνει τα 10^{-4} m^3/sec . Γενικά η υδροφορία που αναπτύσσεται στη ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται μικρή ως πολύ μικρή (στην περιοχή Μαυροπλαγιάς-Κεντρικού, βόρεια από την θέση μελέτης μετρήθηκαν παροχές 8-20 m^3/h).

Από πλευράς *τροφοδοσίας των υδροφόρων* που αναπτύσσονται στα ιζήματα της λεκάνης σημειώνεται ότι αυτή εξασφαλίζεται:

- Με απευθείας κατείσδυση μέρους των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.
- Με διηθήσεις του νερού των διαφόρων χειμάρρων και ρεμάτων του Γαλλικού Π.
- Με πλευρική τροφοδοσία από τα πετρώματα που περιβάλλουν την πεδιάδα (μέσω ρηξιγενών γραμμών).

ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Βροχοπτώσεις

Από τα κλιματολογικά στοιχεία 4 βροχομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών που λειτούργησαν από διάφορες υπηρεσίες στην ευρύτερη περιοχή μελέτης και παρουσιάζουν μια κοινή χρονική περίοδο 21 ετών (1973-1993) υπολογίστηκε ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης είναι 523,67 mm.

Πίνακας 2 Μέσες και ακραίες τιμές κατακρημνησμάτων ετήσιων δεδομένων των βροχομετρικών σταθμών.

| Σταθμοί | Υψόμετρο (m) | Μέγιστη τιμή (mm) | Ελάχιστη τιμή (mm) | Μέσος όρος (mm) |
|-------------|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|
| Μεταξοχώρι | 277 | 845,9 | 277,0 | 552,4 |
| Μελάνθιο | 490 | 864,0 | 343,0 | 522,9 |
| Κιλκίς | 275 | 682,4 | 335,1 | 505,1 |
| Μεγ. Στέρνα | 125 | 674,0 | 277,4 | 514,3 |

Επίσης, διαπιστώθηκε ότι ο πιο βροχερός μήνας είναι ο Νοέμβριος και ο πιο ξηρός ο Σεπτέμβριος, καθώς και ότι υπάρχει μια σχετικά ομοιόμορφη κατανομή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Από το σύνολο των βροχοπτώσεων που δέχεται η περιοχή το μεγαλύτερο ποσοστό (56%) αντιπροσωπεύει τις βροχοπτώσεις της περιόδου Οκτωβρίου-Μαρτίου και το μικρότερο της περιόδου Απριλίου-Σεπτεμβρίου, με κάποια έξαρση τον μήνα Μάιο, γεγονός που οφείλεται στη δράση των καταιγίδων.

Από την επεξεργασία των βροχομετρικών στοιχείων προέκυψε ότι δεν υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ του ύψους των κατακρημνισμάτων και του υψόμετρου, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί ή στο μικροκλίμα που επικρατεί στο κεντρικό και ανατολικό τμήμα του νομού ή στην ποιότητα των παρατηρήσεων των σταθμών.

Θερμοκρασία

Από τα στοιχεία 2 μετεωρολογικών σταθμών οι οποίοι δεν παρουσιάζουν ελλείψεις στις παρατηρήσεις και έχουν κοινή περίοδο παρατηρήσεων 13 ετών (1973-1985) διαπιστώνεται ότι ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος και ο θερμότερος ο Ιούλιος. Η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίσθηκε ίση με 12,8° C.

Πίνακας 3 Μέσες και ακραίες τιμές θερμοκρασιών ετήσιων δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών (περίοδος 1973-1985) .

| Σταθμοί | Υψόμετρο (m) | Μέγιστη τιμή (°C) | Ελάχιστη τιμή (°C) | Μέσος όρος (°C) |
|--------------|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------|
| Α. Θεοδωράκι | 480 | 13,6 | 12,2 | 12,8 |
| Μελάνθιο | 490 | 14,0 | 11,9 | 12,8 |

Πίνακας 4 Μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασιών των μετεωρολογικών σταθμών (περίοδος 1973-1985) .

| Σταθμοί | Ι | Φ | Μ | Α | Μ | Ι | Ι | Α | Σ | Ο | Ν | Δ |
|--------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| Α. Θεοδωράκι | 3,5 | 3,9 | 7,3 | 10,7 | 16,3 | 20,2 | 22,9 | 21,7 | 19,3 | 14,4 | 8,5 | 5,0 |
| Μελάνθιο | 3,3 | 4,0 | 7,3 | 11,2 | 16,3 | 20,1 | 22,6 | 21,7 | 19,2 | 14,3 | 8,6 | 5,1 |

Κλιματικά Χαρακτηριστικά

Από τα κλιμογραφήματα που καταρτίστηκαν με τα στοιχεία θερμοκρασίας – βροχοπτώσεων του Μελανθίου, προκύπτει ότι οι περισσότεροι μήνες βρίσκονται στις εύκρατες ζώνες εκτός των Ιουλίου, Αυγούστου, Σεπτεμβρίου οι οποίοι βρίσκονται στις ζώνες των ξηρών μηνών. Κατά την ταξινόμηση του Καραπιέρη (1974), μπορεί το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής να καταταγεί βροχομετρικά στο Β' σύστημα όπου παρουσιάζεται διπλή κύμανση του υετού δηλ. δύο μέγιστα ένα κύριο κατά το Νοέμβριο και από ένα κατά τον Απρίλιο ή Μάιο (κλίμα χερσαίο).

Πίνακας 5 Μέσες μηνιαίες τιμές κατακρημισμάτων και θερμοκρασιών του μετεωρολογικού σταθμού Μελάνθιου (περίοδος 1973-1985) .

| Μήνας | Κατακρ/τα (mm) | Μέση μηνιαία τιμή (°C) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|
| ΙΑΝ | 33,9 | 3,3 |
| ΦΕΒ | 36,0 | 4,0 |
| ΜΑΡ | 40,3 | 7,3 |
| ΑΠΡ | 42,0 | 11,2 |
| ΜΑΙ | 57,1 | 16,3 |
| ΙΟΥΝ | 53,4 | 20,1 |
| ΙΟΥΛ | 35,5 | 22,6 |
| ΑΥΓ | 42,5 | 21,7 |
| ΣΕΠ | 24,5 | 19,2 |
| ΟΚΤ | 39,6 | 14,3 |
| ΝΟΕ | 58,4 | 8,6 |
| ΔΕΚ | 44,0 | 5,1 |

ΕΚΛΟΓΗ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΩΝ ΠΗΓΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑΣ

Αδρανή υλικά ειδικών χρήσεων

Αδρανή υλικά για ειδικές χρήσεις θεωρούνται τα πετρώματα τα οποία είναι κατάλληλα ως αντιολισθητικός τάπητας στην οδοποιία καθώς επίσης και για την επίστρωση σιδηροδρομικού δικτύου. Η καταλληλότητα ή μη των αδρανών υλικών για τις παραπάνω χρήσεις εξαρτάται από τα φυσικοχημικά - ορυκτολογικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων π.χ. τραχύτητα, πορώδες, διακρυσταλικότητα, σκληρότητα, διατμητικότητα κ.ά.

Οι κύριοι συντελεστές των προσδιορίζουν την καταλληλότητα των αδρανών υλικών ως αντιολισθητικά είναι :

- Συντελεστής αντοχής σε τριβή και κρούση (Los Angeles)
- Συντελεστής λείανσης (P.S.V)
- Συντελεστής απότριψης (A.A.V.)

Πετρώματα που θεωρούνται κατάλληλα για ειδικές χρήσεις είναι βασάλτες, ανδεσίτες, γάββροι, γρανίτες, γνεύσιοι, pillow laves ρυόλιθοι και ολιβινίτες.

Σε μικρή απόσταση από την περιοχή μελέτης εντοπίζονται θέσεις απόληξης αδρανών υλικών οδοστρωσίας. Προτείνεται να επιλεγεί μια από τις παρακάτω:

A) **Αντιολισθηρά Αμάραντων.** ΝΑ του οικισμού Αμάραντα και σε απόσταση 200μ. κοντά στα τελευταία σπίτια εντοπίζονται βασικά - υπερβασικά πετρώματα διαστάσεων 800x600μ., τα οποία πρόσφατα ερευνήθηκαν από ιδιώτη και από το ΙΓΜΕ και διαπιστώθηκε ότι είναι κατάλληλα ως αντιολισθηρά υλικά. Κατά την δεκαετία του 1970 από την παραπάνω εμφάνιση χρησιμοποιήθηκαν υλικά για την επίστρωση του διεθνούς οδικού δικτύου Κιλκίς Προμαχώνα.

B) **Αδρανή Κορυφής.** Ανατολικά και ΒΑ του οικισμού Κορυφή και σε απόσταση 600μ. αντίστοιχα εντοπίζονται δύο σώματα βασικών υπερβασικών

πετρωμάτων από τα οποία χρησιμοποιήθηκε υλικό για την κατασκευή του παραπάνω διεθνούς δρόμου.

Περιοχή Πευκοδάσους

Γ) Βρίσκεται ανατολικά του χωριού **Πευκοδάσους** στη θέση Ορεβίτσα, έχει έκταση 3 τ.χλμ. Εντοπίζεται κύρια μέσα στο σύστημα πολλαπλών φλεβών, των οφιολίθων κατά θέσεις δε απαντούν και pillow lavas.

Δ) Περιοχή **Πευκοδάσους** (Μπάτσοβο) Βρίσκεται ΒΒΔ του Πευκοδάσους και φθάνει μέχρι την κοίτη του Αξιού. Αποτελείται κύρια από λεπτόκοκκο διαβάση, ανδεσίτη, πυριτιωμένους γάββρους και λίγο βασάλτη.

Ε) Περιοχή Παναγιάς ράχη. Βρίσκεται ΝΝΔ του **Πευκοδάσους**, νότια του εκεί ανώνυμου ρέματος στη θέση Παναγιάς ράχη. Αποτελείται κύρια από λεπτόκοκκο διαβάση και βασάλτη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - Φωτογραφίες

Παρουσίαση των διαφόρων θέσεων (Χ.Θ.) κατά μήκος της χάραξης.



Φώτο 1,2. Άποψη της ανατολικής και δυτικής πλευράς του διαδημοτικού δρόμου Αντιγόνης-Κορυφής στην Χ.Θ. 0+250



Φώτο 3,4. Άποψη της βόρειας και νότιας πλευράς του διαδημοτικού δρόμου Αντιγόνης-Κορυφής στην Χ.Θ. 0+250



Φώτο 5,6. Επιφανειακή εμφάνιση του γεωφυσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 0+000



Φώτο 7. Επιφανειακή εμφάνιση αμφιβολίτη στην Χ.Θ. 0+850 **Φώτο 8.** Επιφανειακή εμφάνιση αμφιβολίτη στην Χ.Θ. 1+150



Φώτο 9,10. Επιφανειακή εμφάνιση του γνευσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 1+500



Φώτο 11, 12. Άποψη της βόρειας και νότιας πλευράς του διαδημοτικού δρόμου Αντιγόνας-Κορυφής στον αυχένα (Χ.Θ. 2+750)



Φώτο 13,14. Επιφανειακή εμφάνιση του γνευσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 3+000. Στην θέση αυτή θα γίνει αλλαγή της υφιστάμενης χάραξης, για την ομαλοποίηση της κλίσης του διαδημοτικού δρόμου.



Φώτο 15, 16. Επιφανειακή εμφάνιση του γνευσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 3+000. Ο γνεύσιος εμφανίζεται κατακερματισμένος.



Φώτο 17. Επιφανειακή εμφάνιση του γνευσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 3+100. **Φώτο 18.** Διέλευση από ρεματιά στην Χ.Θ. 3+120.



Φώτο 19. Άποψη της θέσεως διόρθωσης της χάραξης από την Χ.Θ. 3+250 **Φώτο 20.** Επιφανειακή εμφάνιση του γνευσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 3+400



Φώτο 21, 22. Άποψη της βόρειας και νότιας πλευράς του διαδημοτικού δρόμου στην Χ.Θ. 4+000. Το ανάγλυφο ομαλοποιείται.



Φώτο 23, 24. Άποψη της θέσεως διόρθωσης της χάραξης στην Χ.Θ. 4+200. Εμφανίζεται το γνευσιακό υπόβαθρο, μαζί με τον ελλουβιακό μανδύα αποσάθρωσης.



Φώτο 25, 26. Ισοκλινής πτυχή στην Χ.Θ. 4+500. Εμφάνιση χαλαζία μέσα στους γνευσίους στην ίδια θέση.



Φώτο 27, 28. Επιφανειακή εμφάνιση του γνευσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 4+750.



Φώτο 25, 26. Ισοκλινής πτυχή στην Χ.Θ. 4+500. Εμφάνιση χαλαζία μέσα στους γνευσίους στην ίδια θέση.



Φώτο 27, 28. Επιφανειακή εμφάνιση του γνευσιακού υποβάθρου στην Χ.Θ. 4+750.



Φώτο 29, 30. Αποψη του αυχένα (Χ.Θ.750) διέλευσης της χάραξης από την θέση Χ.Θ. 5+250.



Φώτο 31. Επιφανειακή εμφάνιση περιδοτίτη στην Χ.Θ. 5+250. **Φώτο 32.** Θέση κατασκευής τεχνικού στην Χ.Θ. 5+500, στο τέλος του δρόμου.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ – Γεωλογική μηκοτομή κατά μήκος της χάραξης της
οδού**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – Εγκάρσιες στον άξονα χάραξης γεωλογικές τομές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΚΑΛΟΥΣΗ Ε. (1996), Υδρογεωλογική Μελέτη Ν.Κιλκίς υπέρ Νομαρχίας Κιλκίς. ΙΓΜΕ.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ, Δ. (1985), Γεωλογία της Ελλάδας. Α.Π.Θ.
- ΤΣΑΜΑΝΤΟΥΡΙΔΗΣ Π. και ΣΤΑΜΠΟΛΙΔΗΣ Α. (2000), Μελέτη Αξιοποίησης Ορυκτού Πλούτου Νόμου Κιλκίς, Α.Ν.Ε.Α.Π. ΚΙΛΚΙΣ
- Papazachos, B.C, Papaioannou, C.A, Papazachos, C.B, Savvaidis, A.S, Rupture Zones in the Aegean Region, Tectonophysics, in press.
- Papazachos, C.B. & Papaioannou C.A., Seismic hazard in Greece based on new seismotectonic data. Abstracts: IASPEI 29th General Assembly, Thessaloniki, 18-28 August 1997, 294, 1997.
- Papazachos, B.C., Seismicity rates and long term earthquake prediction in the Aegean area. Quaterniones Geodaesiae, 3, 171-190, 1980.
- Papazachos, B.C., Seismicity of the Aegean and surrounding area. Tectonophysics, 178, 287-308, 1990.
- Hatzidimitriou, P.M., Papadimitriou, E.E., Mountrakis, D.M. and Papazachos, B.C., The seismic parameter b of the frequency-magnitude relation and its association with the geological zones in the area of Greece. Tectonophysics, 120, 141-151, 1985.