

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### ΕΚΘΕΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ

#### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	2
2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	2
3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ .....	4
3.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	4
3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	4
3.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	5
4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....	7
5. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ – ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ .....	11
6. ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ – ΠΙΘΑΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΕΔΑΦΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ, ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ, ΥΨΗΛΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΥΔΑΤΙΝΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ, ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗ, ΚΙΝΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ Κ.ΛΠ.).....	15
7. ΤΥΧΟΝ ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΓΕΩΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΟΠΩΣ, ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ (ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ Κ.ΛΠ.) ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ (ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΦΡΕΑΤΑ, ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ Κ.ΛΠ.) .....	16

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα έκθεση γεωλογικής αναγνώρισης, αφορά στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) του οικισμού Δαμασίου, του Δήμου Τυρνάβου, η οποία πρόκειται να κατασκευαστεί εντός αγροτεμαχίου συνολικής έκτασης 10.900m<sup>2</sup>, σε απόσταση περί τα 700m νοτιοανατολικά του οικισμού Δαμασίου.

## 2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Η περιοχή μελέτης χωροθετείται στη Δημοτική Ενότητα (Δ.Ε.) Τυρνάβου, του Δήμου Τυρνάβου, της Περιφερειακής Ενότητας (Π.Ε.) Λάρισας, η οποία διοικητικά υπάγεται στην Περιφέρεια Θεσσαλίας.

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας, καταλαμβάνει έκταση που αντιπροσωπεύει περίπου το 11% της συνολικής έκτασης της Ελλάδας. Συνορεύει βόρεια με τις περιφέρειες της Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, νότια με την περιφέρεια Στερεάς Ελλάδος, δυτικά με την περιφέρεια Ηπείρου, ενώ ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος. Η περιφέρεια της Θεσσαλίας, διαρρέεται από τον ποταμό Πηνειό, το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της χώρας, ενώ παράλληλα στην ίδια Περιφέρεια βρίσκεται η ψηλότερη κορυφή της Ελλάδας ο Μύτικας, με υψόμετρο +2.917m. Τέλος, στη Θεσσαλία βρίσκεται η μεγαλύτερη πεδιάδα της Ελλάδας, γνωστή και ως Θεσσαλικός κάμπος.

Ο Νομός Λάρισας συνορεύει στα βόρεια με τους Νομούς Πιερίας και Κοζάνης, στα δυτικά με τους Νομούς Γρεβενών, Τρικάλων και Καρδίτσας, στα νότια με το Νομό Μαγνησίας και στα ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος σε μήκος περί τα 70km. Το 48% της έκτασης του Νομού χαρακτηρίζεται ως πεδινό. Η έκτασή του είναι 5.381km<sup>2</sup> και ο πληθυσμός του, σύμφωνα με τα στοιχεία της απογραφής του έτους 2011, ανέρχεται στους 279.305 κατοίκους.

Η Δ.Ε. Τυρνάβου στην οποία χωροθετείται το υπό μελέτη έργο, βρίσκεται στο κέντρο περίπου του Νομού Λάρισας. Η Δ.Ε. Τυρνάβου συνορεύει βόρεια με τη Δ.Ε. Καρυάς, δυτικά με τις Δ.Ε. Ελασσόνας και Ποταμιάς, νότια με τη Δ.Ε. Κοιλιάδας και τη Δ.Ε. Φαρκαδόνας (Ν. Τρικάλων) και ανατολικά με τις Δ.Ε. Αμπελώνα, Γιάννουλης και Λάρισας. Μορφολογικά η Δ.Ε. Τυρνάβου χαρακτηρίζεται ως πεδινή - ημιορεινή.



**Σχήμα 2.1:** Απόσπασμα χάρτη του Νομού Λάρισας, όπου στον κόκκινο κύκλο περικλείεται η ευρύτερη περιοχή μελέτης.

Η προτεινόμενη Ε.Ε.Λ. κατασκευάζεται για τη διαχείριση και επεξεργασία των λυμάτων του οικισμού Δαμασίου. Η υπό εξέταση Ε.Ε.Λ. χωροθετείται σε αγροτεμάχιο έκτασης 10.900m<sup>2</sup>.

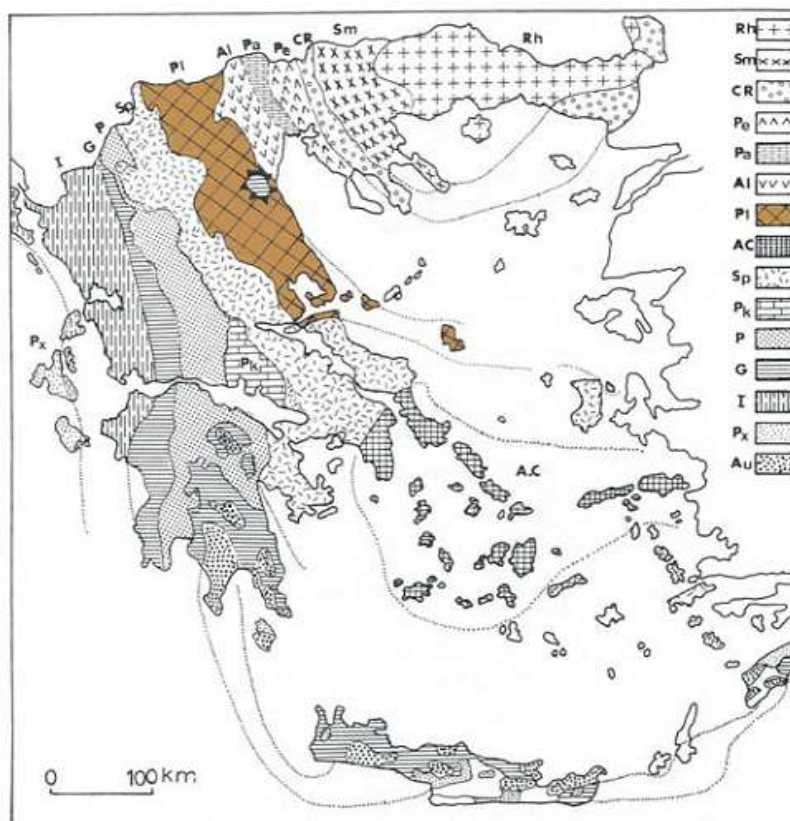
### 3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

#### 3.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Γεωτεκτονικά, η περιοχή μελέτης τοποθετείται στον χώρο της Πελαγονικής, η οποία ανήκει στις Εσωτερικές Ελληνίδες Ζώνες (Σχήμα 3.1). Η Πελαγονική εμφανίζεται ως μια επιμήκης ζώνη, ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης, που αρχίζει από την περιοχή των Σκοπίων και διαμέσου των ορεινών συγκροτημάτων Βόρα, Βαρνούντα, Βέρνου, Άσκιου, Πιερίων, Πηλίου και Ανατ. Όθρης φτάνει μέχρι τη Β. Εύβοια και τα νησιά Σκιάθο και Σκόπελο.

Η Πελαγονική ζώνη συγκροτείται από το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο, τους γνευσιωμένους γρανίτες, τα ημιμεταμορφωμένα Περμο - Τριαδικά πετρώματα, τα δύο ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού - Ιουρασικού, τους οφειόλιθους και τα Ανωκρητιδικά επικλυσιογενή ιζήματα, τα οποία αναφέρονται στη συνέχεια από τα παλαιότερα προς τα νεότερα.

- Το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο
- Οι γνευσιομένοι γρανίτες του Άνω Λιθανθρακοφόρου
- Οι Περμοτριάδικές μετακλαστικές ακολουθίες
- Τα ανθρακικά καλύμματα Τριαδικού - Ιουρασικού
- Οι οφειόλιθοι και τα συνοδά ιζήματα
- Τα επικλυσιογενή ιζήματα Μέσου - Άνω Κρητιδικού



**Σχήμα 3.1:** Γεωτεκτονικό σχήμα των Ελληνίδων ζωνών. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιροδοτική ζώνη, [Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας] = Ζώνη Αξιού, PI: 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).

### 3.2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι σχηματισμοί που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, σύμφωνα με το απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. ,φύλλο Φαρκαδόνα, κλίμακα 1:50.000 (Σχήμα 3.2) είναι οι κάτωθι.

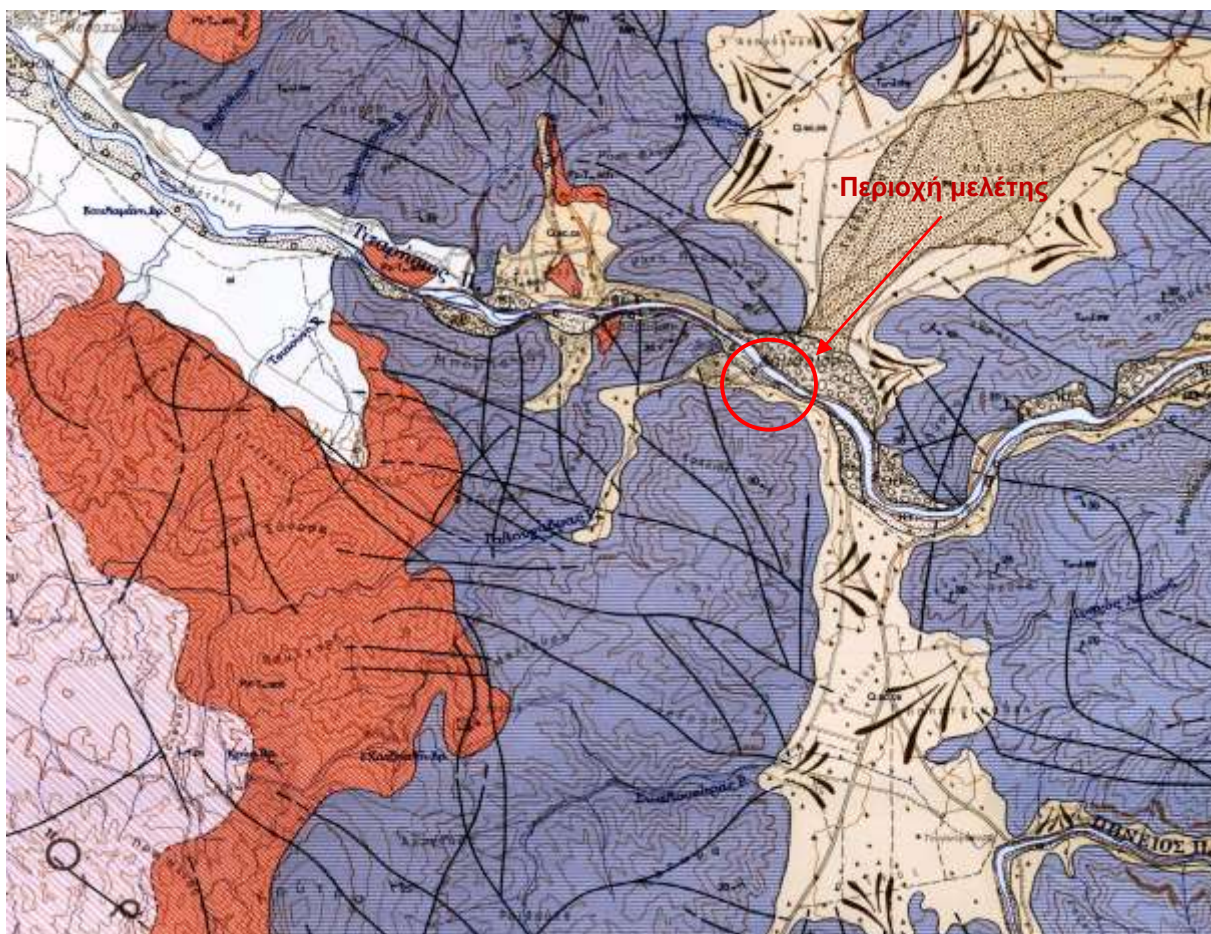
Οι **Μεταλπηκοί σχηματισμοί** συνίστανται από:

- **Σύγχρονες αποθέσεις:** πρόκειται για κροκάλες, λατύπες και άμμο. Τα κοκκομετρικά μεγέθη και η λιθολογική τους σύσταση περιλαμβάνει γνεύσιους και μάρμαρα.
- **Αλλουβιακές αποθέσεις:** πρόκειται για ποτάμιας προέλευσης ασύνδετα υλικά αποτελούμενα από αργίλους και άμμους αναμεμειγμένα με κροκάλες και λατύπες.



- Απαντώνται στα δυτικά της ευρύτερης περιοχής, όπου η λεκάνη του Τιταρήσιου έχει μεγαλύτερο εύρος.
- **Ποτάμιες αναβαθμίδες:** πρόκειται για αδρομερή υλικά με κροκάλες και λατύπες ποικίλου μεγέθους, κυρίως ανθρακικές που προέρχονται από τους γύρω ανθρακικούς σχηματισμούς.
  - **Κώνοι κορημάτων, πλευρικά κορήματα:** πρόκειται για κροκαλολατύπες ποικίλου μεγέθους, κατά κανόνα ανθρακικές, αναμεμειγμένες με λεπτομερές υλικό και μερικές φορές συγκολλημένες ελαφρά με ανθρακική και λιγότερο αργιλική συγκολλητική ύλη.
  - **Ποταμολιμναίες αποθέσεις:** πρόκειται για αργίλους και άμμους αναμεμειγμένες με αδρομερή υλικά που απαντώνται στα βόρεια της περιοχής μελέτης.
  - Οι **Αλπικοί σχηματισμοί** οι οποίοι ανήκουν στην Πελαγονική Ζώνη συνίστανται από:
  - **Μάρμαρα:** Τριαδικής – Ιουρασικής ηλικίας: πρόκειται για παχυστρωματώδη μέχρι άστρωτα αδροκρυσταλλικά, έντονα τεκτονισμένα και καρστικοποιημένα χρώματος λευκού έως λευκότεφρου. Καταλαμβάνουν τον κύριο όγκο του όρους Ζάρκο.
  - **Σχιστόλιθοι:** πρόκειται για μαρμαρυγιακούς, χλωριτικούς σχιστόλιθους και πρασινοσχιστολιθικούς.
  - **Γνεύσιοι – Σχιστογνεύσιοι:** πρόκειται για πετρώματα χρώματος καστανότεφρου. Τα κύρια ορυκτολογικά τους συστατικά είναι χαλαζίας, άστριοι, σερίκιτης και σε μικρότερη αναλογία χλωρίτης και επίδοτο.

Ειδικότερα στην περιοχή μελέτης απαντώνται υλικά ποταμοχερσαίας προέλευσης που είναι κροκάλες, αμμοχάλικα, ιλύς και άργιλος. Κατά θέσεις υπερτερούν τα αδρομερή υλικά και κατά θέσεις τα λεπτόκοκκα υλικά, ανάλογα με το περιβάλλον απόθεσης. Αυτών των υλικών υπόκειται το ασβεστολιθικό υπόβαθρο (μάρμαρα) της περιοχής Τριαδικό – Ιουρασικής ηλικίας.



**Σχήμα 3.2:** Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλο Φαρκαδόνα, κλίμακας 1:50.000, όπου στον κόκκινο κύκλο περικλείεται η περιοχή μελέτης (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας).

### 3.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

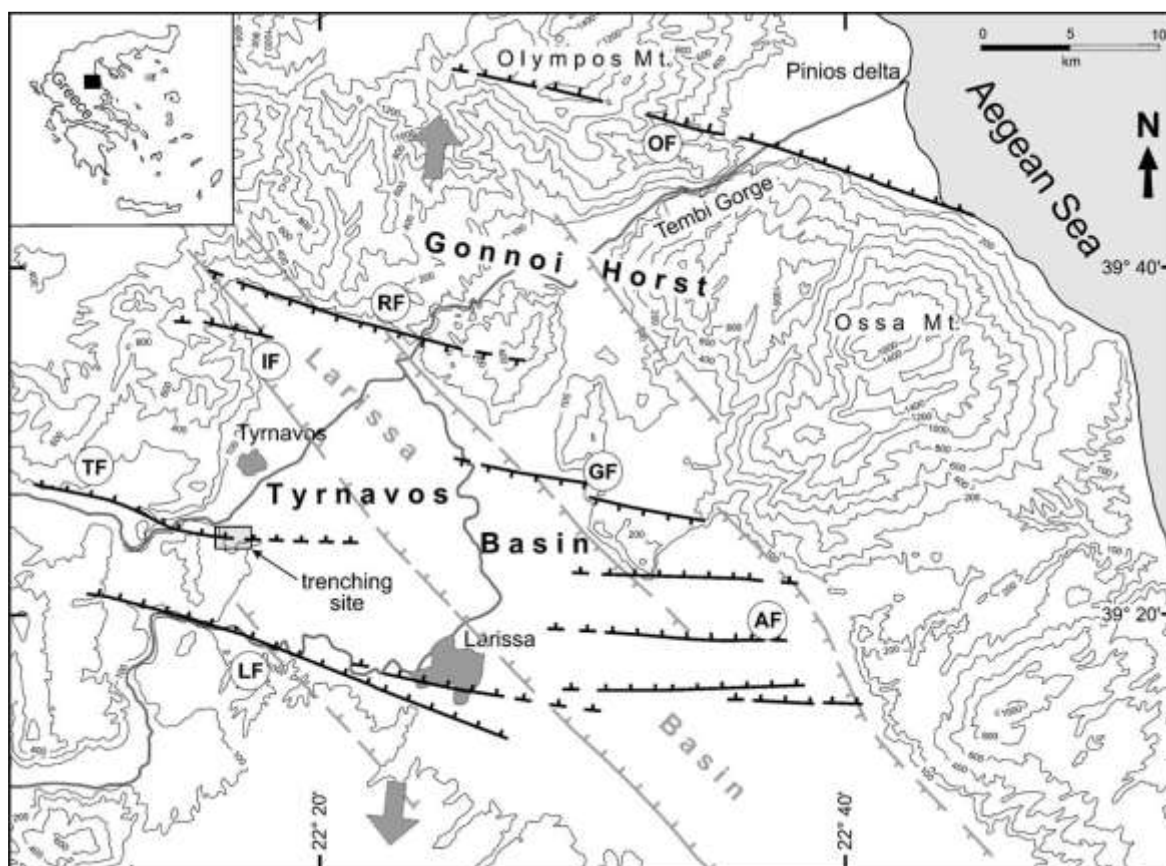
Τα πετρώματα του κρυσταλλοσχιστώδους υποβάθρου της Πελαγονικής υπέστησαν τρεις φάσεις παραμορφώσεων (Άνω Λιθανθρακοφόρο, Ανώτερο Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό και Τριτογενές).

Η πρώτη φάση παραμόρφωσης σχημάτισε την κύρια φύλλωση των πετρωμάτων. Η δεύτερη προκάλεσε έντονο τεκτονισμό και επωθήσεις των οφειολιθικών μαζών στα ηπειρωτικά περιθώρια της λεκάνης, των οφειολίθων από τη ζώνη Αξιού πάνω στο ανατολικό ανθρακικό κάλυμμα της Πελαγονικής και του ανατολικού ανθρακικού καλύμματος πάνω στο κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο. Η τρίτη προκάλεσε λεπίωση των σχηματισμών και επώθηση των λεπίων από Α προς Δ. Αποτέλεσμα της λεπίωσης είναι πολλές φορές και η αναστροφή των σχηματισμών, όπως συμβαίνει στο δυτικό περιθώριο



της Πελαγονικής στη Δυτική Μακεδονία και στην οποία παρατηρείται πλήρης αναστροφή της δομής, με τους βαθύτερους ορίζοντες να επιππεύουν προς Δυσμάς τους ανώτερους.

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τους Caruto et al. 2004, εντοπίζονται ρήγματα ΔΒΔ – ΑΝΑ έως Α – Δ διεύθυνσης, τα οποία μέσα από παλαιοσεισμολογικά δεδομένα χαρακτηρίζονται ως ενεργά, ηλικίας Μέσου Πλειστοκαίνου. Ακόμα, στην περιοχή εντοπίζονται ρήγματα ΒΔ – ΝΑ διεύθυνσης, τα οποία διαμόρφωσαν την λεκάνη της Λάρισας και η ηλικία τους υπολογίζεται στο Πλειόκαινο – Κάτω Πλειστόκαινο.



**Σχήμα 3.3:** Απλοποιημένος τεκτονικός χάρτης της ανατολικής Θεσσαλίας. Με μαύρες γραμμές εμφανίζονται τα ενεργά ρήγματα, Μέσου Πλειστόκαινου, με γκρι γραμμές τα Πλειοκαινικά – Κάτω Πλειστοκαινικά Ρήγματα. TF: Ρήγμα Τυρνάβου, RF: Ρήγμα Ροδιά, IF: Ρήγμα Λυγαριά, GF: Ρήγμα Γυρτώνη, LF: Ρήγμα Λάρισας, AF: Ρήγμα Ασμάκι, OF: Ρήγμα Ομόλιο. Τα μεγάλα βέλη, παρουσιάζουν το ΒΒΑ – ΝΝΔ εφελκυστικό πεδίο που επικρατεί στην περιοχή.



#### 4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Σύμφωνα με την Αποφ. Υπ. αριθμ.: Ε.Γ. οικ. 909/2014 "Εγκριση του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας" (ΦΕΚ 2561/Β/25-10-2014) η περιοχή μελέτης ανήκει στα όρια της Λεκάνης Απορροής (ΛΑΠ) Πηνειού

Η ΛΑΠ Πηνειού έχει έκταση 11.062Km<sup>2</sup>. Κύρια υδρολογική λεκάνη του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας είναι η υδρολογική λεκάνη του Πηνειού, με έκταση περίπου 9.500km<sup>2</sup>. Κυριότεροι παραπόταμοι του Πηνειού (μήκος 262Km) είναι προς τα νότια ο Ενιπέας (μήκος 132Km), ο Φαρσαλιώτης (μήκος 38Km), ο Σοφαδίτης (μήκος 56Km) και ο Καλέντζης (μήκος 58Km), προς τα δυτικά-νοτιοδυτικά ο Πάμισος (μήκος 25Km), και ο Πορταϊκός (μήκος 24Km), και στο βόρειο μέρος ο Ληθαίος (μήκος 63Km), ο Νεοχωρίτης (μήκος 27Km) και ο Τιταρήσιος (μήκος 96Km). Οι κύριες λίμνες της ΛΑΠ Πηνειού είναι η τεχνητή λίμνη Σμοκόβου (έκταση 9,9Km<sup>2</sup>), η τεχνητή λίμνη Αργυροπουλίου (έκταση 0,5Km<sup>2</sup>) και η τεχνητή λίμνη Κάρλας (έκταση 34,9Km<sup>2</sup>).

Από τα Υδάτινα Συστήματα που καταγράφηκαν στα πλαίσια του Σχεδίου Διαχείρισης Υδάτων, πλησίον της άμεσης περιοχής μελέτης υφίστανται το ποτάμιο υδατικό σύστημα Τιταρήσιος Ποταμός 2 (GR0816R000202007N), το οποίο αποτελεί και τον τελικό αποδέκτη των επεξεργασμένων λυμάτων της υπό μελέτη Ε.Ε.Λ.

Σύμφωνα με το εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης και αναφορικά με το ποτάμιο υδατικό σύστημα Τιταρήσιος Ποταμός 2 (GR0816R000202007N) η χημική κατάσταση των υδάτων του χαρακτηρίζεται ως άγνωστη, ενώ όσον αφορά την οικολογική κατάσταση και το οικολογικό δυναμικό της λίμνης, αυτά κρίνονται ως μέτρια.

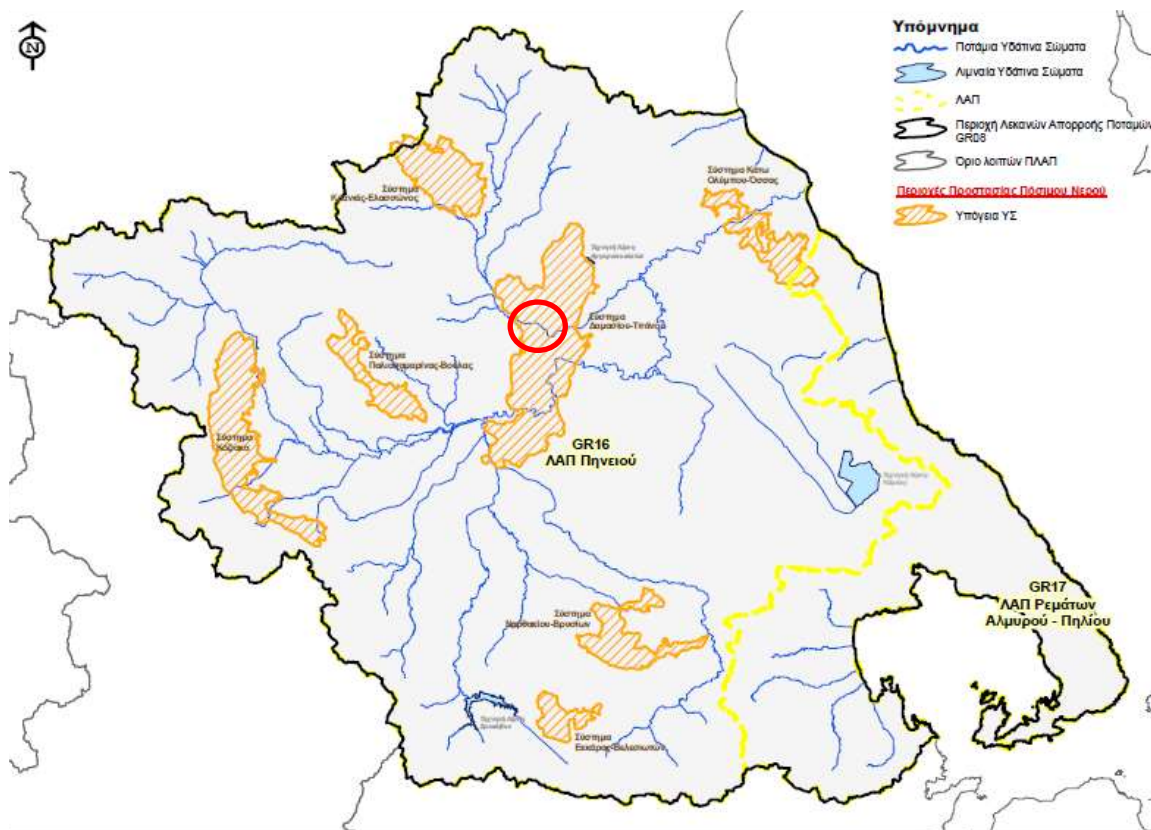
Αναφορικά με τα υπόγεια ύδατα, στην περιοχή του περιβαλλοντικά αδειοδοτημένου έργου εντοπίζεται το υπόγειο υδατικό σύστημα (ΥΥΣ) Δαμασίου – Τιτανίου (GR0800070). Το ΥΥΣ Δαμασίου – Τιτανίου (GR0800070) είναι ένα υψηλής δυναμικότητας καρστικό σύστημα. Στην έκταση του υπάρχουν αρκετές γεωτρήσεις και τρεις(3) αξιόλογες πηγές. Πρόκειται για τις πηγές Μάτι Τυρνάβου και Αγία Άννα στο βόρειο τμήμα και Αμυγδαλιά στις νότιες εκφορτίσεις. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο σύστημα επηρεάζουν σημαντικά την δίαιτα των πηγών. Στο εν λόγω ΥΥΣ υπάρχει σημαντικός

αριθμός υδρογεωτρήσεων. Στην τροφοδοσία του ΥΥΣ Δαμασίου – Τιτανίου συμβάλουν σημαντικά και τα επιφανειακά ποτάμια συστήματα Τιταρήσιου και Πηνειού.

Η ποσότητα των αντλήσεων-απολήψεων από το υδατικό σύστημα (περί τα  $44 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$ ) είναι μικρότερη από τα ετησίως ανανεώσιμα υδατικά αποθέματα (περί τα  $120 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$ ). Οι απολήψεις επηρεάζουν τα συνδεδεμένα επιφανειακά συστήματα ή οικοσυστήματα Τιταρήσιου και Πηνειού.

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης και αναφορικά με την ποιοτική κατάσταση του υπόγειου υδατικού συστήματος "Δαμασίου - Τιτάνου" δεν έχουν επισημανθεί ιδιαίτερα προβλήματα διάχυτων ή σημειακών πηγών στην επιφάνεια του υδατικού συστήματος και δεν έχει διαγνωστεί καμία τάση ρύπανσης. Το υπόγειο υδατικό σύστημα έχει καλή χημική κατάσταση. Αναφορικά με την ποσοτική κατάσταση του υπόγειου υδατικού συστήματος δεν προέκυψαν ενδείξεις υπεράντλησης και κρίνεται ως καλή.

Επίσης, το υπόγειο καρστικό υδατικό σύστημα "Δαμασίου - Τιτάνου" έχει ενταχθεί στο μητρώο προστατευόμενων περιοχών ως περιοχή προστασίας πόσιμου ύδατος, όπως εμφανίζεται στο σχήμα που ακολουθεί.



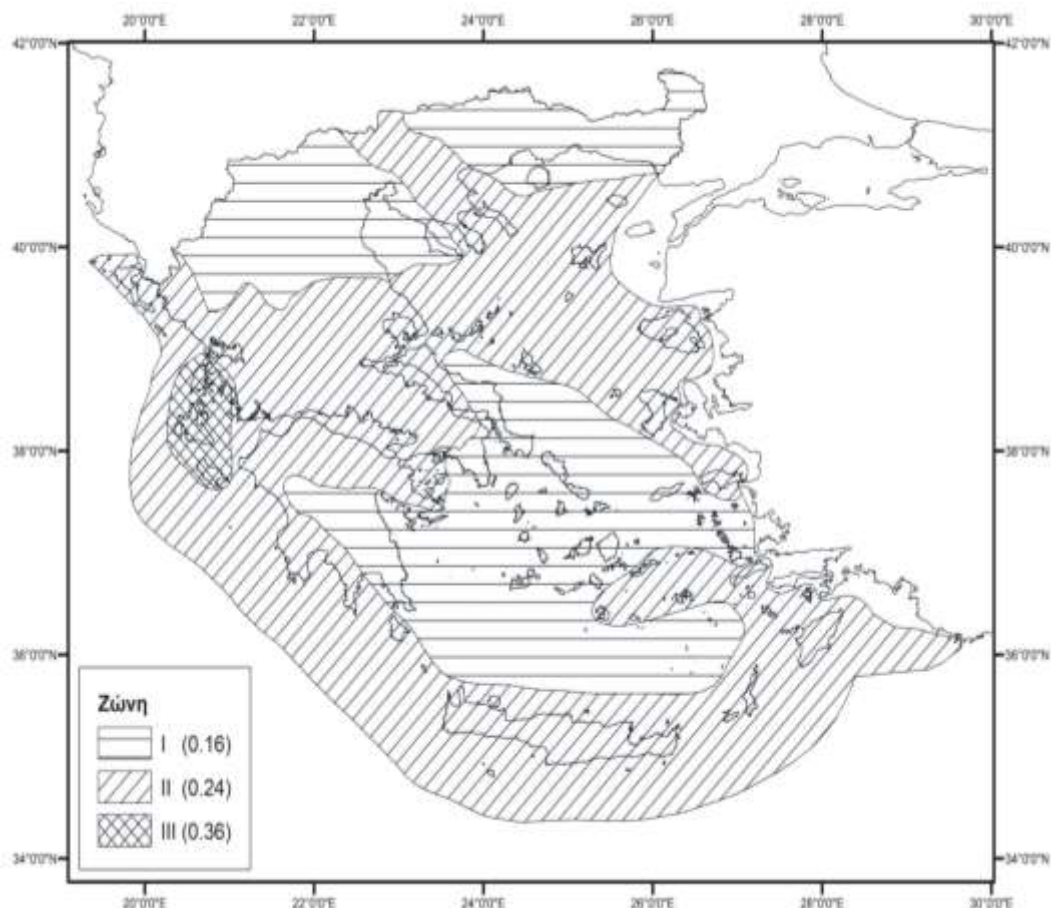
**Σχήμα 4.1:** Προστατευόμενες περιοχές – Περιοχές πόσιμου νερού, σύμφωνα με το εγκεκριμένο σχέδιο διαχείρισης (το σχήμα είναι άνευ κλίμακας) (ΦΕΚ 2561/Β/25-10-2014). Στο κόκκινο κύκλο περιλαμβάνεται η περιοχή μελέτης.

Όπως προαναφέρθηκε η προτεινόμενη Ε.Ε.Λ. εδράζεται σε ποταμοχερσαίους σχηματισμούς που είναι κροκάλες, αμμοχάλικα, ιλύς και άργιλος. Κατά θέσεις υπερτερούν τα αδρομερή υλικά και κατά θέσεις τα λεπτόκοκκα υλικά, ανάλογα με το περιβάλλον απόθεσης. Οι σχηματισμοί αυτοί παρουσιάζουν πρωτογενές πορώδες και είναι υδροπερατοί. Υποκείμενα των υλικών αυτών εντοπίζεται το ασβεστολιθικό υπόβαθρο (μάρμαρα) της περιοχής το οποίο παρουσιάζει υψηλή διαπερατότητα λόγω της καρστικοποίησης του.

## 5. ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ – ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ

Σεισμική επικινδυνότητα σε μια θέση, όπου υπάρχει ή πρόκειται να γίνει μια τεχνική κατασκευή, είναι μια ποσότητα  $H$ , της οποίας το μέτρο αποτελεί η αναμενόμενη ένταση της σεισμικής κίνησης στη θέση αυτή. Η ένταση αυτή μπορεί να μετρηθεί με την αναμενόμενη εδαφική επιτάχυνση  $\gamma$  ή την εδαφική ταχύτητα  $U$  ή την εδαφική μετάθεση  $S$  της σεισμικής κίνησης ή με την αναμενόμενη μακροσεισμική ένταση  $I$ .

Η ευρύτερη περιοχή του έργου δεν παρουσιάζει έντονη σεισμική δραστηριότητα. Σύμφωνα με το χάρτη ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας που περιέχεται στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000) και την απόφαση Δ17α/115/9ΦΝ.275/03 τροποποίησης του ΕΑΚ 2000, η περιοχή μελέτης ανήκει στη ζώνη Ι που είναι της μικρότερης σεισμικής δραστηριότητας.



**Σχήμα 5.1:** Οι τρεις κατηγορίες ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στις οποίες χωρίστηκε ο Ελληνικός χώρος, σύμφωνα με την Δ17α/115/9ΦΝ.275/03 τροποποίησης του Ε.Α.Κ. 2000.

Για κάθε μία από τις τρεις κατηγορίες ζωνών οι αναμενόμενες επιταχύνσεις σε συνάρτηση με τη μέση περίοδο επανάληψης δίνονται από τις σχέσεις:

$$\log \gamma_m = 0.277 \log T_m + 1.576 \quad (\text{Κατηγορία I})$$

$$\log \gamma_m = 0.264 \log T_m + 1.736 \quad (\text{Κατηγορία II})$$

$$\log \gamma_m = 0.240 \log T_m + 2.015 \quad (\text{Κατηγορία III})$$



Συνήθως, ως μέγιστη τιμή μιας παραμέτρου της εδαφικής σεισμικής κίνησης, η οποία δεν πρέπει να προκαλέσει βλάβες ή μπορεί να προκαλέσει μικρές βλάβες εύκολα επισκευάσιμες καθορίζεται εκείνη, η οποία έχει τη μέγιστη πιθανότητα να συμβεί κατά το χρόνο ζωής της κατασκευής, π.χ.  $T_m=60$  έτη. Ως μέγιστη τιμή μιας παραμέτρου της εδαφικής κίνησης η οποία δεν πρέπει να προκαλέσει κατάρρευση της οικοδομής θεωρείται, συνήθως, εκείνη που έχει μεγάλη μέση περίοδο επανάληψης π.χ.  $T_m=1000$  έτη. Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται οι τιμές της μακροσεισμικής έντασης  $I$  και των δύο παραμέτρων της μέγιστης εδαφικής κίνησης,  $\gamma_m$ ,  $u_m$  για τις δύο αυτές σεισμικές κινήσεις, δηλαδή για  $T_m=60$  έτη και  $T_m=1000$  έτη. Τέτοιες τιμές δίνονται για κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 5.1:** Τιμές των παραμέτρων της εδαφικής σεισμικής κίνησης για τις τρεις κατηγορίες σεισμικών ζωνών και για μέσες περιόδους επανάληψης: α)  $T_m=60$  έτη και β)  $T_m=1.000$  έτη.

	α) $T_m=60$ έτη				β) $T_m=1000$ έτη		
Ζώνη	$I$	$\gamma_m$ (g)	$u_m$ (cm/sec)		$I$	$\gamma_m$ (g)	$u_m$ (cm/sec)
I	6,7	0,12	10		8,0	0,26	27
II	7,2	0,16	14		8,5	0,35	40
III	8,1	0,28	29		9,2	0,55	69

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης  $\gamma_m$  και της μέγιστης εδαφικής ταχύτητας,  $u_m$ , για πέντε τιμές της μακροσεισμικής έντασης. Γενικά οι σεισμοί στον Ελληνικό χώρο προκαλούν βλάβες ( $I>VI$ ) όταν η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση υπερβαίνει την τιμή  $74\text{cm/sec}^2$  και η μέγιστη εδαφική ταχύτητα την τιμή  $6\text{cm/sec}$ .

**Πίνακας 5.2:** Τιμές της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης ( $\gamma$ ) και της μέγιστης εδαφικής ταχύτητας ( $u$ ) για πέντε τιμές της μακροσεισμικής έντασης

$I$	$\gamma$ (cm/sec <sup>2</sup> )	$u$ (cm/sec)
VI	74	6
VII	138	14
VIII	257	31
IX	479	71
X	891	162

Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνεται η σεισμική δραστηριότητα της περιοχής, για μεγέθη σεισμών  $M \geq 4,0$  από το 550π.Χ. έως σήμερα.

**Πίνακας 5.3:** Σεισμική δραστηριότητα της ευρύτερης περιοχής, σε ακτίνα περί τα 40km από την περιοχή του έργου (από  $\varphi=39^\circ 20'$  έως  $\varphi=40^\circ 37'$  και από

$\lambda=21^{\circ}43'$  έως  $\lambda=22^{\circ}39'$ ) για σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου ή ίσου με 4,0 Richter.

ΕΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	ΒΑΘΟΣ	ΜΕΓΕΘΟΣ
1621	39,5	21,9	0	6
1661	39,5	22,1	0	6,2
1668	39,7	22,4	0	6
1674	39,4	21,9	0	6
1731	39,7	22,5	0	6
1735	39,4	21,8	0	6,4
1743	39,4	22,6	0	6,6
1766	39,8	22,3	0	6,1
1781	39,6	22,4	0	6,2
1911	39,5	22	0	4,7
1921	40	22	0	4,6
1923	40	22	0	4,7
1941	39,67	22,54	0	6,3
1941	39,7	22,5	0	4,8
1941	39,6	22,5	0	5,1
1941	39,6	22,5	0	4,9
1941	39,5	22,6	0	5,5
1941	39,5	22,6	0	5,3
1954	39,5	22,2	0	4,8
1954	39,5	22	0	4,8
1954	39,4	22,6	0	4,6
1956	39,5	22,2	0	4,9
1956	39,5	21,9	0	4,5
1956	39,5	21,9	0	4,6
1956	39,5	22,2	0	5
1957	39,38	22,63	0	6,8
1957	39,4	22,6	0	4,7
1961	39,4	22	90	4,9
1965	39,46	21,95	0	4,6
1966	39,5	22,1	57	4,7
1983	39,472	22,082	10	4,5
1983	39,597	21,914	1	4,5
1990	40	22,49	8	4,5
2003	39,941	22,416	16	5,2
2007	39,414	22,104	33	4,5

Από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας, στον Ε.Α.Κ. 2000, τα εδάφη κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες Α, Β, Γ, Δ και Χ.

**Πίνακας 5.4:** Κατηγορίες εδάφους.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
A	Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με την προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση. Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70m. Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70m.
B	Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη. Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5m ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m. Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70m.
Γ	Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5m ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70m.
Δ	Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλαστιμότητας ( $I_p > 50$ ) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10m.
X	Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοιλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων). Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα. Απότομες κλιτείς καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων. Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπυκνώσεως ή απώλεια αντοχής. Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις. Οργανικά εδάφη. Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση.

Με βάση την κατάταξη αυτή, χαρακτηρίστηκαν ανάλογα και οι σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή χωροθέτησης της Ε.Ε.Λ. Δαμασίου και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Επίσης, στον πίνακα αυτό φαίνονται οι τιμές δύο σημαντικών παραμέτρων για τα έργα, οι τιμές  $T_1$  και  $T_2$  (χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος).

**Πίνακας 5.5:** Σεισμική επικινδυνότητα γεωλογικών σχηματισμών περιοχής μελέτης.

ΕΔΑΦΙΚΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ $T_1$ (sec)	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ $T_2$ (sec)
Ποτάμιες αναβαθμίδες	B	0,15	0,60
Κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα	B	0,15	0,60
Μάρμαρα	B	0,15	0,60

## 6. ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ – ΠΙΘΑΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ (ΕΔΑΦΗ ΧΑΜΗΛΗΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ, ΔΥΣΜΕΝΕΙΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ, ΥΨΗΛΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΥΔΑΤΙΝΟΣ

## **ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ, ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗ, ΚΙΝΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ Κ.ΛΠ.)**

Η προτεινόμενη Ε.Ε.Λ. θα εδραστεί σε ποταμοχερσαίους σχηματισμούς που είναι κροκάλες, αμμοχάλικα, ιλύς και άργιλος. Κατά θέσεις υπερτερούν τα αδρομερή υλικά και κατά θέσεις τα λεπτόκοκκα υλικά, ανάλογα με το περιβάλλον απόθεσης. Οι σχηματισμοί μπορούν να χαρακτηριστούν ως γαιώδεις. Υποκείμενα των σχηματισμών αυτών εντοπίζονται μάρμαρα τα οποία χαρακτηρίζονται ως βραχώδη. Το πάχος των ποταμοχερσαίων σχηματισμών είναι μικρό, ενώ συνυπολογίζοντας ότι τα μάρμαρα εμφανίζουν υψηλή κατείσδυση λόγω της καρστικοποίησής τους, στην περιοχή έδρασης της Ε.Ε.Λ. δεν αναμένεται να συναντηθεί υδροφόρος ορίζοντας, οπότε δεν αναμένεται να δημιουργηθούν και δυσμενείς καθιζήσεις, προβλήματα ρευστοποίησης, κινητικά φαινόμενα κ.λπ.

## **7. ΤΥΧΟΝ ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΓΕΩΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΟΠΩΣ, ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ (ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ, ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ Κ.ΛΠ.) ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ (ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΦΡΕΑΤΑ, ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ Κ.ΛΠ.)**

Η περιοχή έδρασης της Ε.Ε.Λ. συνίσταται από ποικίλης σύνθεσης γαιώδη ποταμοχερσαία εδάφη, όπως κροκάλες, αμμοχάλικα, ιλύς και άργιλος. Για τον ανωτέρω λόγο και με σκοπό να ταξινομηθούν και να εξακριβωθούν οι γεωμηχανικές ιδιότητες των σχηματισμών και σε κάθε περίπτωση για την ασφαλή έδραση της Ε.Ε.Λ. Δαμασίου, προτείνεται η εκπόνηση γεωτεχνικής μελέτης, για τη σύνταξη της μελέτη εφαρμογής και την κατασκευή του έργου, που θα αποτελεί συμβατική υποχρέωση του αναδόχου.



ΤΥΡΝΑΒΟΣ, 23 ΜΑΙΟΥ 2022  
(Τόπος – Ημερομηνία)

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ & ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο Γεν. Δ/ντης της  
ΔΕΥΑ ΤΥΡΝΑΒΟΥ

Κων/νος Παπαϊωάννου

Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός  
MSc

Σταύρος Τσαγκαράκος  
Διπλ. Τοπογράφος Μηχανικός,  
MSc

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ

Με την υπ' αριθμ. 27/2022 Απόφαση του Δ.Σ. της ΔΕΥΑ ΤΥΡΝΑΒΟΥ

Ο Πρόεδρος του ΔΣ της ΔΕΥΑ ΤΥΡΝΑΒΟΥ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΟΚΟΥΡΑΣ  
ΔΗΜΑΡΧΟΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ