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

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΑΝΝΑ Κ. ΚΥΡΙΑΚΙΔΟΥ
Πτυχιούχος Γεωλόγος

ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΉ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ, ΜΕΤΣΟΒΟΥ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ 'ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ',
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: 'ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2019

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

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

ΑΝΝΑ Κ. ΚΥΡΙΑΚΙΔΟΥ
Πτυχιούχος Γεωλόγος

ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ ΕΠΙΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ΜΕΤΣΟΒΟΥ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών 'Εφαρμοσμένη και περιβαλλοντική Γεωλογία', Κατεύθυνση 'Τεχνική Γεωλογία'

Ημερομηνία Προφορικής Εξέτασης: 29/10/2019

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Αν. Καθηγητής .Β. Μαρίνος, Επιβλέπων
Επ. Καθηγητής Γ. Παπαθανασίου, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής
Μέλος ΕΔΙΠ Θ. Μακεδών, Μέλος Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής

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

© Άννα Κ. Κυριακίδου, Γεωλόγος, 2019
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.
ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ ΜΕΤΣΟΒΟΥ– *Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*

© Anna K. Kyriakidou, Geologist, 2019
All rights reserved.
ENGINEERING GEOLOGICAL LANDSLIDE SURVEYING AND STABILITY ANALYSIS IN THE AREA OR PERISTERI METSOVO – *Master Thesis*

Citation:
Κυριακίδου Α.. Κ., 2019. – Τεχνικογεωλογική αποτύπωση κατολίσθησης και έρευνα επί των συνθηκών ευστάθειας στην περιοχή Περιστέρι Μετσόβου. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., 104 σελ..
Kyriakidou A. K., 2019. – Engineering geological landslide surveying and stability analysis in the area of Peristeri Metsovo, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, 104 pp.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.

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

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη 7
Abstract 8
Ευχαριστίες 9
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή 10
1.1. Γενικά 10
1.2. Περιοχή έρευνας 11
1.3. Ιστορικό της κατολίσθησης 13
1.4. Σκοπός της έρευνας 14
1.5. Μεθοδολογία έρευνας 14
1.5.1. Εργασία γραφείου 14
1.5.2. Εργασία υπαίθρου 14
1.6. Διαθέσιμα δεδομένα 15
Κεφάλαιο 2. Θεωρητικό πλαίσιο 18
2.1. Κατολισθήσεις 18
2.1.1. Γενικά 18
2.1.2. Ορισμοί κατολισθήσεων 18
2.1.3. Συστήματα ταξινόμησης κατολισθήσεων 19
2.1.4. Σύστημα ταξινόμησης κατολισθήσεων κατά Varnes, 1978 20
2.2. Ενόργανη παρακολούθηση κατολισθήσεων 25
2.2.1. Αποκλισιόμετρα 25
2.2.2. Πιεζόμετρα 26
2.3. Δείκτης γεωλογικής αντοχής GSI 26
Κεφάλαιο 3. Γεωλογική και γεωμορφολογική επισκόπηση μικρής κλίμακας της ευρύτερης περιοχής έρευνας 29
3.1. Γενικά 29
3.2. Γεωμορφολογική προσέγγιση 29
3.3. Γεωλογική προσέγγιση 31
3.3.1. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της Ζώνης Πίνδου 32
3.3.2. Τεκτονική εξέλιξη της Ζώνης Πίνδου 34
3.3.3. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της Ιονίου Ζώνης 36
3.3.4. Τεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Ιονίου Ζώνης 37
3.4. Σχηματισμοί ενδιαφέροντος στην περιοχή έρευνας 38
3.5. Σεισμοτεκτονικό καθεστώς και σεισμική επικινδυνότητα 42
3.6. Υδρογεωλογικό καθεστώς και μικροκλίμα 46

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Κεφάλαιο 4. Γεωλογική και γεωμορφολογική επισκόπηση στενής περιοχής έρευνας.....49
4.1. Γενικά.....49
4.2. Γεωμορφολογική προσέγγιση.....50
4.3. Γεωλογική προσέγγιση.....52
4.3.1. Γεωλογικοί σχηματισμοί στην περιοχή έρευνας.....52
4.3.2. Γεωλογική επισκόπηση στοιχείων της επιφανείας.....57
4.3.3. Γεωλογική επισκόπηση στοιχείων του υπεδάφους.....62
Κεφάλαιο 5. Τεχνικογεωλογική και γεωτεχνική επισκόπηση της περιοχής έρευνας.....68
5.1. Γενικά.....68
5.2. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών της κατολίσθησης.....68
5.3. Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση των στοιχείων επιφανείας.....75
5.4. Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση των δεδομένων των γεωτρήσεων.....79
5.5. Ανάλυση των τεχνικογεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών.....80
Κεφάλαιο 6. Διαχείριση διακινδύνευσης της περιοχής.....96
Κεφάλαιο 7. Συζήτηση.....99
Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα.....100
Βιβλιογραφία.....103

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

Περίληψη

Στα πλαίσια των μεταπτυχιακών σπουδών, εκπονήθηκε η παρούσα εργασία, σχετικά με τις σύγχρονες μετακινήσεις μιας μεγάλης παλαιοκατολίσθησης στην ευρύτερη περιοχή του Περιστερίου Μετσόβου, στην Δυτική Ελλάδα, Ήπειρο, κατά μήκος της χάραξης τόσο του έργου της Εγνατίας Οδού, τμήμα Ηγουμενίτσα-Παναγία όσο και της Παλαιάς Εθνικής οδού που διέρχονται από τον πόδα της κατολίσθησης. Η παρούσα διατριβή στηρίχθηκε εξίσου σε εργασίες γραφείου και υπαίθρου. Οι εργασίες υπαίθρου ήταν επικεντρωμένες στη γεωλογική και τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση, με την συναξιολόγηση τόσο δεδομένων υπαίθρου όσο και γεωερευνητικών εργασιών που έγιναν κατά την διάρκεια μελέτης του αυτοκινητοδρόμου της Εγνατίας Οδού. Εκτός από τη συγγραφή της παρούσας διατριβής, η κυριότερες εκ τελεσθέντες εργασίες γραφείου θεωρούνται η δημιουργία του γεωλογικού και τεχνικογεωλογικού χάρτη της περιοχής και των αντίστοιχων γεωλογικών, τεχνικογεωλογικών και γεωτεχνικών τομών, ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων σχετικών με την ενόργανη γεωτεχνική παρακολούθηση και ο προσδιορισμός του μηχανισμού αστοχίας.

Η κατολίσθηση, διακρίνεται σε δύο τμήματα Α και Β μήκους 390m και 620m και πλάτους 320m και 300m αντίστοιχα και για τα δύο τμήματα. Οι αναγραφόμενες μετακινήσεις προσεγγίζουν τα 25m βάθος διάρρηξης με έναν σημερινό ρυθμό ολίσθησης περί τα 1-2mm/month που την κατατάσσει σε ερπυστικού τύπου ολισθήσεις. Το μέγιστο βάθος διάρρηξης εντοπίζεται στην κατολίσθηση Α στα 52m, βασιζόμενοι στις γεωτρήσεις αλλά και την ενόργανη γεωτεχνική παρακολούθηση.

Τα υλικά που κυριαρχούν στην περιοχή είναι ο φλύσχης της Ιονίου Ζώνης, ο φλύσχης της Πίνδου και ενδιάμεσα αυτών ό τεκτονικός σχηματισμός που έχει προκύψει από την επώθηση της ζώνης της Πίνδου επάνω στην Ιόνιο. Η περιοχή γεωλογικά βρίσκεται λίγο νοτιότερα του μετώπου της επώθησης συνεπώς επηρεάστηκαν έντονα οι σχηματισμοί της από την δράση αυτή. Σήμερα εμφανίζονται εξαιρετικά αποσαθρωμένοι, με την κυριαρχία μίας χαοτικής δομής που ως αποτέλεσμα έχει να απομειώνει εξαιρετικά τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους.

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

Abstract

In the framework of postgraduate studies, the present work was carried out on the modern movements of a large paleolandslide in the wider area of Peristeri, Metsovo, in western Greece, Epirus, along the Egnatia Road, Department of Igoumenitsa-Panagia and the old national road passing through the foot of landslide. This thesis was also based on office and field work. The field work was focused on geological and geological engineering mapping, with the co-evaluation of both field and geotechnical research projects that took place during the study of the motorway of Egnatia Highway. Apart from the writing of this thesis, the main office work was the creation of the geological and technical geological map of the region and the corresponding geological, geological engineering and geotechnical sections, analysis of available data relating to instrumental geotechnical monitoring and determination of the failure mechanism.

The landslide is distinguished in two sections A and B length 390m and 620m and width 320m and 300m respectively for both parts. The listed movements approach the 25m failure depth with a current sliding rate of 1-2mm/month that classifies it into a creep type. The maximum failure depth is located in the landslide A at 52m, based on drilling and instrumental geotechnical monitoring.

The materials that dominate the region are the flysch of the Ionian Zone, the flysch of Pindos and intermediate these the tectonic formation that has emerged from the thrust of the Pindos zone onto the Ionian Zone. The geological region is located a little further south of the front, so its formations were strongly influenced by this action. Today they appear extremely disintegrated, with the dominance of a chaotic structure which, as a result, has a great reduction in their mechanical characteristics.

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

Ευχαριστίες

Στην παρούσα φάση θα ήθελα να ευχαριστήσω την Εγνατία Οδό Α.Ε. για την διάθεση των δεδομένων των γεωτεχνικών μελετών της περιοχής πάνω στα οποία βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό η παρούσα εργασία.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, Μαρίνο Β., Αν. Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ, Μακεδόνα Θ., ΕΔΙΠ του Τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ και Παπαθανασίου Γ., Επ. Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δ.Π.Θ., για την ανάθεση του θέματος και για την εξαιρετική συνεργασία και την αμέριστη βοήθειά τους κατά την εκπόνηση αυτής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Ντάλια Δ. για την εξαιρετική βοήθειά του κατά την διάρκεια της παραμονής μου στην περιοχή για τις έρευνες πεδίου και τις αμέτρητες συμβουλές και πληροφορίες που μοιράστηκε απλόχερα μαζί μου για την περιοχή μελέτης που τόσο καλά γνωρίζει.

Ευχαριστώ πολύ τον Μουρατίδη Α., Επ. Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ. για την αμέριστη βοήθεια και συμβολή του κατά τα πρώτα στάδια της παρούσας εργασίας που αρχικό σκοπό είχε την χρήση μεθόδων τηλεπισκόπησης για την μελέτη της παρούσας θέσης κατολίσθησης.

Τέλος θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω τους δικούς μου ανθρώπους, την οικογένεια και τους φίλους μου που στάθηκαν δίπλα μου και με στήριξαν ακούγοντάς με διαρκώς να μιλάω για δορυφορικές εικόνες, γεωτρήσεις, μοντέλα που δεν βγαίνουν και κινήσεις και διαρρήξεις που δεν φαίνονται.

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

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

1.1. Γενικά

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Εφαρμοσμένης και Περιβαλλοντικής Γεωλογίας του Τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ., με κατεύθυνση ειδίκευσης την Τεχνική Γεωλογία.

Η εργασία που ακολουθεί εστιάζει στην έρευνα μιας μεγάλης σε έκτασης παλαιοκατολίσθησης στην Ήπειρο, Δυτική Ελλάδα. Συγκεκριμένα η περιοχή βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Εγνατίας οδού σε απόσταση 76km από το λιμάνι της πόλης της Ηγουμενίτσας και μόλις 12km από το Μέτσοβο.

Πρόκειται για μία θέση παλαιοκατολίσθησης όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 1.1 με άγνωστη όμως την ακριβή δράση της στο γεωλογικό παρελθόν. Η έκταση της παλαιοκατολίσθησης προσεγγίζεται σε 1km^2, με μήκος περί τα 970m και πλάτος τα 1100m.

Όσον αφορά τις σύγχρονες δράσεις της κατολίσθησης αυτή θα χαρακτηριζόταν ώς ενεργή και στις μέρες μας. Παρατηρούνται διαρκώς μετακινήσεις στην θέση αυτή, όχι όμως στο σύνολό της και σίγουρα όχι ραγδαίες και μεγάλες. Οι σύγχρονες μετακινήσεις εντοπίζονται σε συγκεκριμένα τμήματα της αρχικής έκτασης της παλαιοκατολίσθησης όπως θα παρουσιαστεί στη συνέχεια της εργασίας.

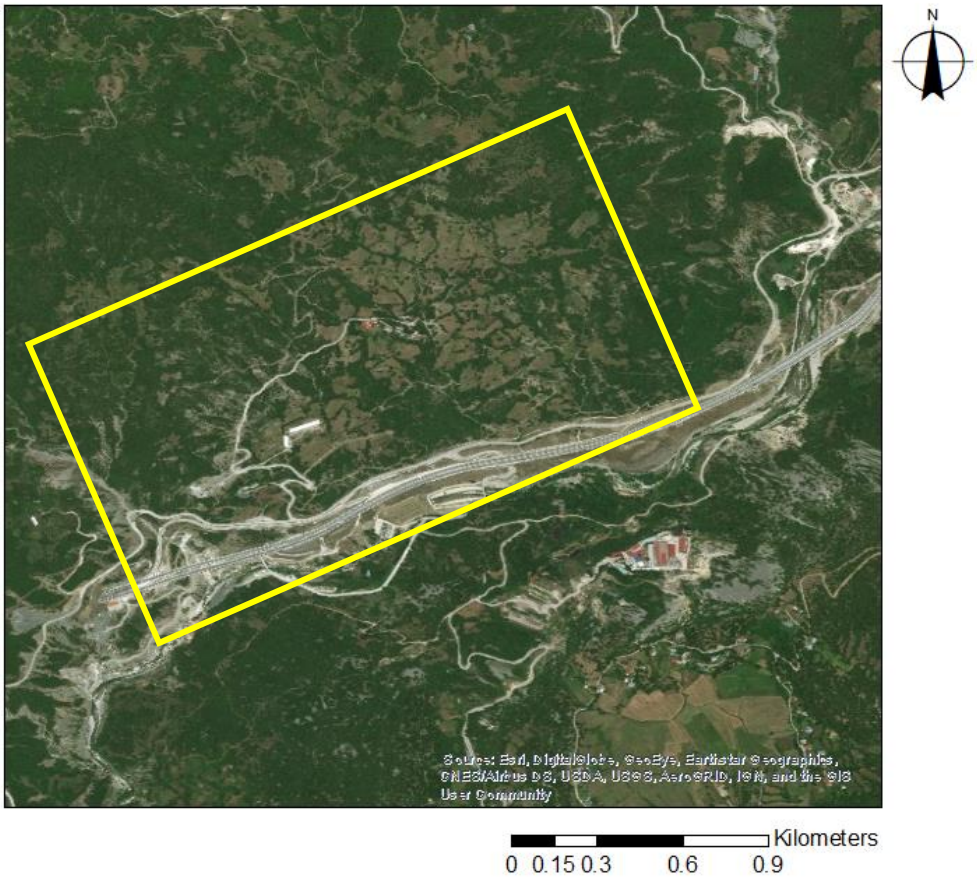
Εικόνα 1.1 Άποψη της κατολίσθησης από το Νότο. Στην επάνω φωτογραφία φαίνεται η παλαιοκατολίσθηση στο σύνολό της, με σημασμένα τα όριά της, ενώ αντίστοιχα στις τρείς φωτογραφίες που ακολουθούν στο κάτω μέρος παρουσιάζονται επιμέρους τμήματα αυτής με μεγαλύτερη λεπτομέρεια.

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

1.2. Περιοχή έρευνας

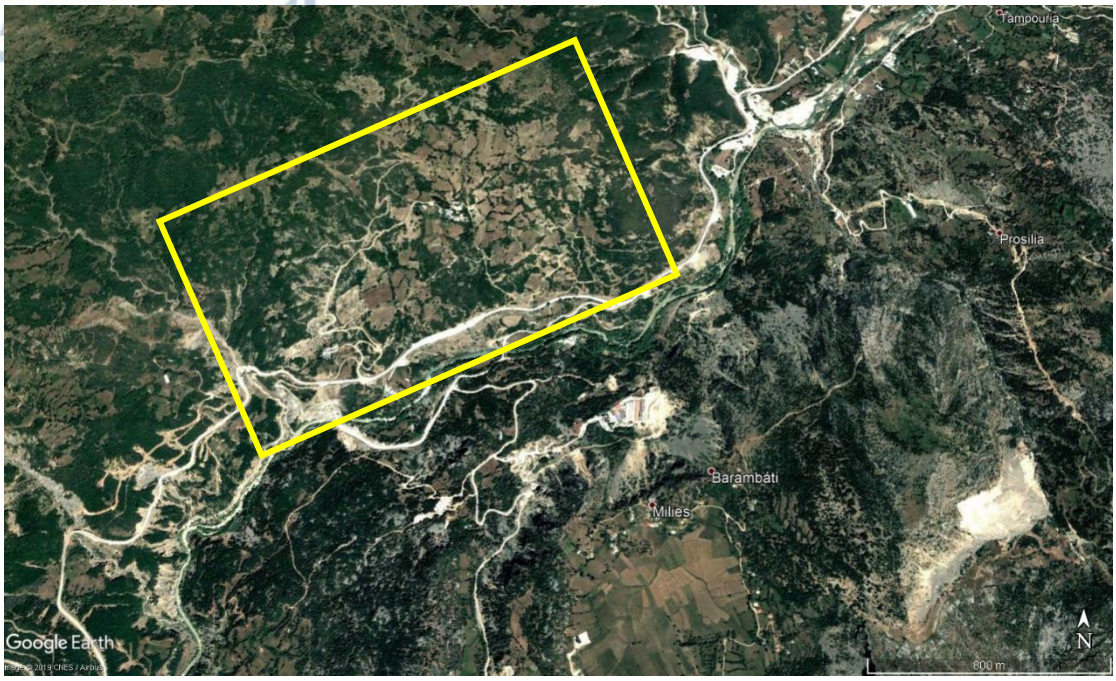
Η περιοχή έρευνας γεωγραφικά ανήκει στον Νομό Ιωαννίνων και υπάγεται στον δήμο Μετσόβου. Η περιοχή ανήκει στην ορεινή Πίνδο και χαρακτηρίζεται από έντονη μορφολογία. Βρίσκεται σε ένα μέσο γεωγραφικό ύψος των 600m στους πρόποδες του όρους Λάκμος. Την περιοχή διατρέχει ο ποταμός Μετσοβίτικος που, μαζί με τον Διπόταμο, αποτελούν τις δύο πρωταρχικές κοίτες του ποταμού Αράχθου. Πρόκειται για μια κατοικημένη περιοχή με τα πιο γνωστά χωριά που εντοπίζονται περιφερειακά να είναι τα Μικρό και Μεγάλο Περιστέρι, Αγία Βαρβάρα και Μηλιές. Συγκεκριμένα στο κέντρο της περιοχής εντοπίζεται ο οικισμός Πρινότοπα όπου απαριθμεί περί τα δέκα σπίτια, καθώς επίσης λίγο νοτιότερα μέσα στο σώμα της κατολίσθησης στεγάζεται και μία κτηνοτροφική μονάδα. Έντονη επιρροή δέχεται και το οδικό δίκτυο της περιοχής, η Παλαιά Εθνική Οδός και ο αυτοκινητόδρομος της Εγνατίας Οδού όπου διέρχονται από τον πόδα της κατολίσθησης. Στις εικόνες 1.3, 1.4 και 1.5 εντοπίζεται η περιοχή έρευνας, ο οικισμός στο κέντρο αυτής, καθώς και το οδικό δίκτυο που διατρέχει την περιοχή.

Η περιοχή πάσχει γενικά από φαινόμενα κατολισθήσεων τόσο στο βόρειο πρανές όπου εντοπίζεται η περιοχή έρευνας, όσο και στο νότιο πρανές.

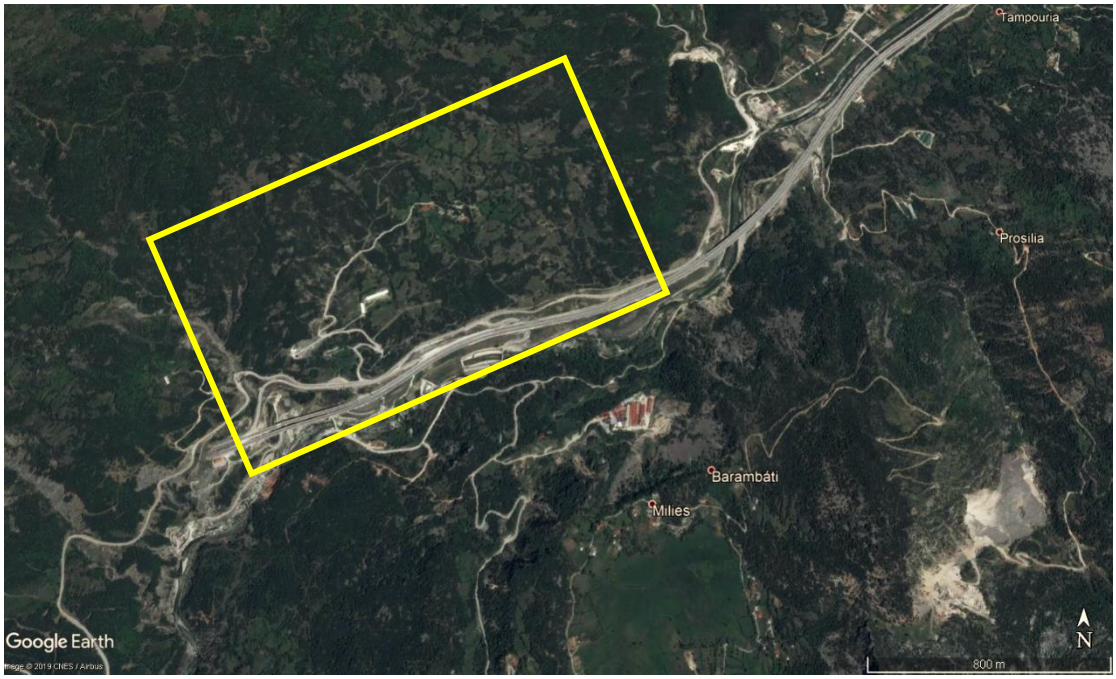


Εικόνα 1.2 Δορυφορική εικόνα της περιοχής έρευνας

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας



Εικόνα 1.3 Άποψη της περιοχής έρευνας. Η εικόνα είναι του 2003, πριν την κατασκευή της Εγνατίας οδού. (Google Earth)



Εικόνα 1.4 Άποψη της περιοχής έρευνας. Η εικόνα είναι προϊόν του 2017, μετά την αποπεράτωση των έργων της Εγνατίας οδού. (Google Earth)

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

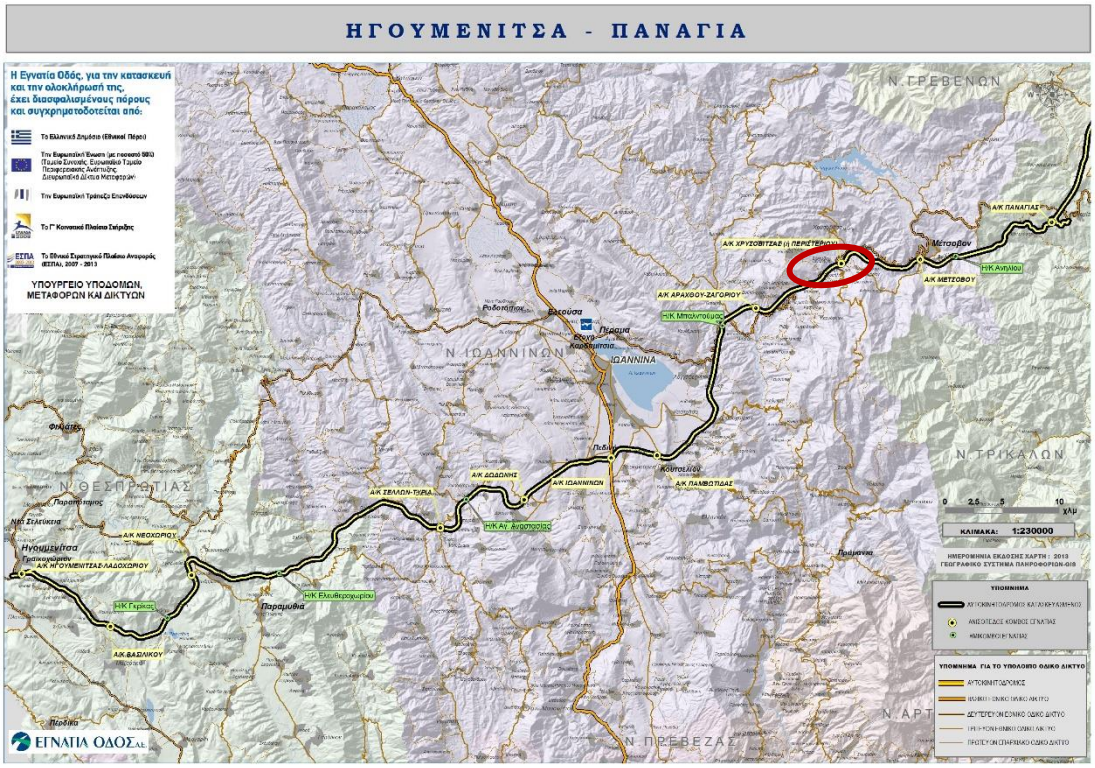
1.3. *Ιστορικό της κατολίσθησης*

Η παρούσα θέση κατολίσθησης αποτελεί ένα σημαντικό αντικείμενο μελέτης καθώς έχει απασχολήσει τόσο στο παρελθόν, αλλά ακόμη μέχρι και σήμερα τόσο την τοπική κοινωνία, όσο και εταιρείες που δραστηριοποιήθηκαν σε διάφορα τεχνικά έργα στην περιοχή.

Αρχικά αξίζει να αναφερθεί πως στην περιοχή όπου εντοπίζεται η κατολίσθηση υπάρχει ο οικισμός Πρινότοπα ο οποίος αριθμεί μερικά σπίτια και λίγο νοτιότερα μία κτηνοτροφική μονάδα. Από μαρτυρίες των κατοίκων της περιοχής τα κτίσματα αυτά ιδιαίτερα κατά τους βροχερούς μήνες εμφανίζουν ρωγμώσεις και καθιζήσεις στο σώμα τους γεγονός το οποίο πλήττει την εύρυθμη λειτουργία των κατασκευών αυτών και συνεπώς της ζωής των κατοίκων.

Επίσης από την περιοχή διέρχεται η Παλαιά Εθνική Οδός η οποία επηρεάζεται έντονα από την δράση της κατολίσθησης. Πρόκειται για ένα πολυπαθές έργο το οποίο διαρκώς εμφανίζει ρωγμές και καθιζήσεις που οφείλονται κατά κύριο λόγο στις μετακινήσεις της συγκεκριμένης κατολίσθησης.

Τέλος το τεχνικό έργο, που παρουσιάζεται στον χάρτη της εικόνας 1.2, το οποίο επηρεάστηκε έντονα κατά την φάση μελέτης αλλά και κατασκευής του ήταν αυτό της Εγνατίας Οδού. Η Εγνατία οδός στο τμήμα αυτό διέρχεται ακριβώς από τον πόδα της κατολίσθησης. Αποτελεί μία θέση η οποία απασχόλησε έντονα τους μελετητές και καθυστέρησε την παράδοση του έργου μέχρι να βρεθεί ο καταλληλότερος και τελικός τρόπος αντιμετώπισης αυτού του φαινομένου και των μετακινήσεων που έδινε. Συγκεκριμένα η παράδοση του τμήματος αυτού καθυστέρησε σε σύγκριση με τα υπόλοιπα τμήματα του έργου και είχε δημιουργηθεί παράκαμψη για το διάστημα αυτό που βρισκόταν σε φάση μελέτης και κατασκευής.



Εικόνα 1.5 Το τμήμα της Εγνατίας οδού Ηγουμενίτσα-Παναγία. Με κόκκινο επισημαίνεται η θέση της περιοχής έρευνας. (Εγνατία Οδός Α.Ε.)

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

Στην περιοχή για τον σκοπό αυτό έγιναν εκτεταμένες μελέτες και έρευνες επί των γεωλογικών και τεχνικογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή και του τρόπου με τον οποίο αστοχεί το υλικό. Μπορούν να διαχωριστούν δύο φάσεις μελετών στις οποίες συνολικά ανορύχθηκε ένας μεγάλος αριθμός δειγματοληπτικών γεωτρήσεων όπου έδωσαν πληροφορίες για την ποιότητα των υλικών στο βάθος. Στο πλαίσιο αυτών των μελετών τοποθετήθηκαν και όργανα μέτρησης των μετακινήσεων, αποκλισιόμετρα καθώς και πιεζόμετρα για την παρακολούθηση της στάθμης των υπόγειων υδάτων και των πιέσεων πόρων.

Εν τέλη το συγκεκριμένο τμήμα της Εγνατίας Οδού δόθηκε σε πλήρη κυκλοφορία το 2006, έπειτα από εκτεταμένα έργα αντιστήριξης και αποστράγγισης που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή για την αντιμετώπιση των μετακινήσεων της κατολίσθησης, τα οποία και θα αναλυθούν εκτενώς στην παρούσα εργασία σε επόμενο κεφάλαιο.

1.4. Σκοπός της έρευνας

Κύριος σκοπός της έρευνας είναι αρχικά η συναξιολόγηση δεδομένων που συλλέχθηκαν στην ύπαιθρο, μορφολογικών, γεωλογικών και τεχνικογεωλογικών στοιχείων, που προέκυψαν από την παρούσα εργασία, με δεδομένα γεωτρήσεων και εργαστηριακών δοκιμών από προηγούμενες μελέτες στην περιοχή. Επιδιώκεται έπειτα να προσδιοριστούν οι παράγοντες που ωθούν στην εκδήλωση σύγχρονων μετακινήσεων. Επίσης στοχεύει η παρούσα εργασία στην κατανόηση του μηχανισμού αστοχίας της κατολίσθησης σε ένα τόσο πολύπλοκο από γεωλογικής άποψης περιβάλλον. Ενώ τέλος αποσκοπεί στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται σήμερα η περιοχή έρευνας έπειτα και από τις βελτιωτικές επεμβάσεις που έγιναν για τους σκοπούς της κατασκευής της Εγνατίας οδού και την διακινδύνευση στο μέλλον.

1.5. Μεθοδολογία έρευνας

1.5.1. Εργασία γραφείου

Η εργασία γραφείου επικεντρώθηκε στην έρευνα και την αξιολόγηση των διαθέσιμων δεδομένων, γεωτρήσεων, χαρτών και βιβλιογραφίας. Μετέπειτα ακολούθησε η πρωτογενής επεξεργασία των δεδομένων και η εκτίμηση των γεωλογικών και μηχανικών χαρακτηριστικών με σκοπό την κατασκευή χαρτών γεωλογικών και τεχνικογεωλογικών καθώς και των αντίστοιχων τομών και τρισδιάστατων μοντέλων.

Κατά την εργασία γραφείου χρησιμοποιήθηκαν διάφορα προγράμματα και λογισμικά, ορισμένα από αυτά ήταν το AutoCAD, η σουίτα της Microsoft Office και το ArcGIS της ESRI.

1.5.2. Εργασία υπαίθρου

Η εργασία υπαίθρου αποτελεί το σημαντικότερο σκέλος μιας έρευνας καθώς σε αυτήν συλλέγονται όλες οι επί τόπου γεωλογικές και τεχνικογεωλογικές πληροφορίες οι οποίες θα αναλυθούν στην πορεία και θα καταλήξουν στα αποτελέσματα της έρευνας. Συμβάλλει στην εξοικείωση του μελετητή με το αντικείμενο που επεξεργάζεται και του δίνει την ικανότητα να αντιλαμβάνεται τους τρόπους με τους

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

οποίους μπορεί να συμπεριφερθεί το εκάστοτε υλικό από την στιγμή που είχε την εμπειρία να έρθει σε επαφή μαζί του.

Στην παρούσα έρευνα εκτελέστηκαν εκτεταμένες επισκέψεις στην περιοχή ενδιαφέροντος και σε διαφορετικές εποχές με σκοπό να μελετηθεί πλήρως το φαινόμενο της κατολίσθησης στην περιοχή Πρινότοπα, να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά της αλλά και οι διαφορές που υπάρχουν εξαιτίας της εποχικότητας σε περιόδους υγρές αλλά και ξηρές. Συνεπώς για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν συνολικά τρεις επισκέψεις στην περιοχή κατά τις χρονικές περιόδους 17-18/7/2018, 28-30/8/2018 και 23-24/03/2019.

Αντικείμενο των επισκέψεων αυτών ήταν η διερεύνηση των γεωλογικών συνθηκών καθώς και της ποιότητας των υλικών της επιφανείας. Σε πρώτη φάση εντοπίστηκαν και διαχωρίστηκαν οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή. Λήφθηκαν μετρήσεις κλίσης και προσανατολισμού τόσο στην στρώση και την δομικών στοιχείων των σχηματισμών όσο και των μεταξύ τους επαφών. Έπειτα παρατηρήθηκαν εποχιακά, μορφολογικά στοιχεία και δείκτες που επιβεβαιώνουν την ύπαρξη σύγχρονων μετακινήσεων. Εκτιμήθηκε η ποιότητα των εδαφικών σχηματισμών και ποσοτικά η αντοχή των βραχωδών σχηματισμών με την χρήση του δείκτη GSI. Τα στοιχεία αυτά αποτυπώθηκαν σε πλήθος φωτογραφιών και σε χάρτες. Συνεπώς στο τέλος χαρτογραφήθηκε το σύνολο των πληροφοριών τόσο σε γεωλογικό όσο και σε ένα αδρό τεχνικογεωλογικό επίπεδο πάνω σε έναν τοπογραφικό χάρτη της περιοχής 1:5000.

1.6. Διαθέσιμα δεδομένα

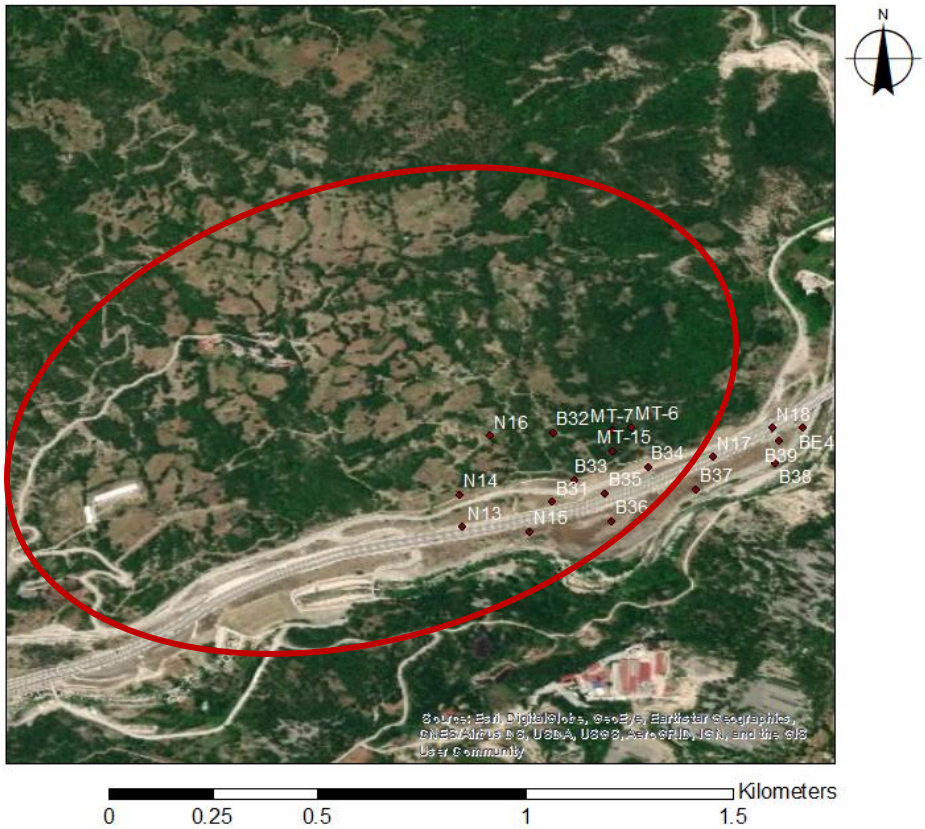
Τα δεδομένα που ήταν διαθέσιμα στην συγκεκριμένη έρευνα και στα οποία βασίστηκε σε πρώτο στάδιο, εντάσσονται σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει δεδομένα τα οποία διατέθηκαν από εταιρείες (ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε, ΕΔΑΦΟΣ Α.Ε) οι οποίες έχουν διενεργήσει παλαιότερα μελέτες στην εν λόγω περιοχή εξαιτίας του έργου της Εγνατίας Οδού καθώς και της Παλαιάς Εθνικής Οδού που διέρχονται από την περιοχή έρευνας και επηρέαζε δραστικά την μελέτη και την κατασκευή του. Στα δεδομένα αυτά συνεπώς περιλαμβάνονται δελτία γεωτρήσεων και μετρήσεις οργάνων, καθώς και ένας τοπογραφικός χάρτης της περιοχής σε κλίμακα 1:5.000.

Στα πλαίσια των προηγούμενων μελετών, υπό την επίβλεψη της ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ Α.Ε., εκτελέστηκε ένας μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων, τόσο δειγματοληπτικών, όσο και τυφλών, χωρίς δειγματοληψία και στα δύο σκέλη της υπό έρευνας κατολίσθησης. Παρόλα αυτά, στην παρούσα έρευνα, οι γεωτρήσεις που ήταν διαθέσιμες προς αξιολόγηση, μαζί με το σύνολο των δεδομένων τους, ήταν 22, από τις οποίες οι τρεις ήταν τυφλές με σκοπό την τοποθέτηση οργάνων. Τα όργανα παρακολούθησης με τα οποία είναι εξοπλισμένες οι γεωτρήσεις είναι πιεζόμετρα για την μέτρηση των πιέσεων πόρων και αποκλισιόμετρα για την μέτρηση των μετακινήσεων στο βάθος. Συγκεκριμένα, την περιοχή παρακολουθούν 8 πιεζόμετρα ανοικτού τύπου, 2 πιεζόμετρα Casagrande και 4 αποκλισιόμετρα.

Οι γεωτρήσεις οι οποίες διατέθηκαν στην παρούσα έρευνα καλύπτουν μια μικρή έκταση κυρίως στο ένα σκέλος της κατολίσθησης, ενώ πολλές από αυτές βρίσκονται και εκτός των ορίων αυτής, πάνω στον άξονα της οδοποιίας. Στον χάρτη, της εικόνας 1.6 που ακολουθεί παρακάτω, βρίσκονται αποτυπωμένες οι γεωτρήσεις με τις συντεταγμένες τους. Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο πλήθος αυτών καλύπτουν μία

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

μικρή σχετικά έκταση της περιοχής έρευνας. Παρόλα αυτά όμως συλλέχθηκαν, με την βοήθεια των δεδομένων αυτών, σημαντικά και χρήσιμα στοιχεία για την έρευνα και την αξιολόγηση της περιοχής και κυρίως του υπεδάφους της. Αποτελεί γεγονός πως για το υπέδαφος μοναδική πηγή πληροφοριών αποτέλεσαν οι γεωτρήσεις αυτές καθώς δεν υπήρχε κανένα άλλο στοιχείο προς έρευνα. Επιπρόσθετες πληροφορίες συλλέχθηκαν από τις τομές και τα πρανή στην ύπαιθρο, τα οποία όμως ήταν ελάχιστα έως και ανύπαρκτα εξαιτίας της ομαλής κλίσης της περιοχής. Μόνη εξαίρεση αποτελούν τα τεχνητά πρανή της Παλαιάς Εθνικής Οδού η οποία διατρέχει την περιοχή στην βάση της και τα οποία παρείχαν στον μελετητή μία ικανοποιητική εικόνα των πετρωμάτων της περιοχής.



Εικόνα 1.6 Άποψη της περιοχής έρευνας από δορυφορική εικόνα και προβολή των θέσεων των γεωτρήσεων επάνω σε αυτή. Με κόκκινη τελεία εντοπίζεται η θέση της εκάστοτε γεώτρησης καθώς αναγράφεται και η κωδική ονομασίας της.

Την δεύτερη κατηγορία δεδομένων αποτέλεσαν τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από την εργασία υπαίθρου στα πλαίσια της παρούσας έρευνας καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτήν. Αυτά είναι φωτογραφίες που συλλεχθήκαν στην ύπαιθρο καθώς και παρατηρήσεις και μετρήσεις γεωλογικής και τεχνικογεωλογικής φύσεως που ελήφθησαν επιτόπου στο πεδίο.

Τέλος, η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει βιβλιογραφικές πηγές και προηγούμενες εργασίες που είχαν ως αντικείμενο τόσο την συγκεκριμένη περιοχή έρευνας όσο όμως και την ευρύτερη περιοχή ή και παρόμοιες περιπτώσεις κατολισθήσεων. Ακόμη αξιοποιήθηκαν και άλλου είδους δεδομένα όπως είναι δορυφορικές εικόνες, των οποίων η διάθεση και η χρήση είναι ελεύθερη στον παγκόσμιο ιστό.

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

Γεώτρηση	Συντεταγμένες			Βάθος (m)	Εγκατεστημένο όργανο	Παρατηρήσεις
	X	Y	Z			
MT6	248242,542	4402806,674	657,26	51,5		
MT7	248205,853	4402801,562	651,14	45,0		
MT15	248204,613	4402749,314	648,87	31,0		
N13	247921,344	4402576,739	617,307	30,6		
N14	247917,800	4402655,384	629,081	25,4		
N15	248044,753	4402580,742	610,427	15,0		
N16	247978,746	4402794,029	653,195	30,5	Πιεζόμετρο ΑΤ	
N17	248391,500	4402729,333	627,692	29,5	Πιεζόμετρο ΑΤ	
N18	248502,167	44,2795,389	626,237	37,0	Πιεζόμετρο ΑΤ	
B31	248088,101	4402603,337	622,287	42,3	Αποκλισιόμετρο	
B32	248095,849	4402797,875	662,110	45,5	Αποκλισιόμετρο	
B33	248131,656	4402682,152	639,840	35,0	Πιεζόμετρο ΑΤ	
B'33	248115,4	4402692,6	640	55,5	Πιεζόμετρο Casagrande	Τυφλή
ΒΠ33	248117,5	4402690,97	640	12,0	Πιεζόμετρο ΑΤ	Τυφλή
B34	248269,210	4402709,651	637,835	35,0	Αποκλισιόμετρο	
ΒΠ34	248266,010	4402707,886	637,807	12,0	Πιεζόμετρο Casagrande	Τυφλή
B35	248187,868	4402649,260	633,554	35,4	Αποκλισιόμετρο	
B36	248197,371	4402581,686	616,617	20,0	Πιεζόμετρο ΑΤ	
B37	248357,667	4402653,218	603,615	20,0	Πιεζόμετρο ΑΤ	
B38	248505,875	4402710,269	605,557	23,0	Πιεζόμετρο ΑΤ	
B39	248513,490	4402765,372	618,930	30,0		
BE4	248558,772	4402795,776	609,373	35,0		

Πίνακας 1.1 Πίνακας που παρουσιάζονται οι κωδικοί των γεωτρήσεων της Εγνατίας Οδού Α.Ε. και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα μαζί με τα στοιχεία συντεταγμένων, βάθους και εγκατεστημένου οργάνου της κάθε γεώτρησης.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι στις περιοχές όπου δεν ήταν διαθέσιμα στοιχεία γεωτρήσεων και οργάνων παρακολούθησης από την Εγνατία Οδό η εργασία βασίστηκε αποκλειστικά σε στοιχεία επιφανείας και σε παραδοχές που έγιναν με βάση και τα υπόλοιπα διαθέσιμα και την ευρύτερη συναξιολόγηση αυτών. Τα στοιχεία υπεδάφους που παρουσιάζονται είναι αποκλειστικά στο δεξιό τμήμα της περιοχής έρευνας. Η οποιαδήποτε σύνδεση τους σε ολόκληρη την έκταση της κατολίσθησης που μπορεί να παρουσιαστεί στην παρούσα εργασία βασίζεται αποκλειστικά σε αξιολογήσεις όλων των διαθέσιμων δεδομένων και σε παραδοχές που έγιναν στο πλαίσιο αυτής.

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

Κεφάλαιο 2. Θεωρητικό πλαίσιο

2.1. Κατολισθήσεις

2.1.1. Γενικά

Οι κατολισθήσεις είναι φαινόμενα τα οποία με τη δράση τους επηρεάζουν το ανάγλυφο της επιφάνειας της γης είτε με μεγάλα ραγδαία επεισόδια είτε με επεισόδια μικρότερης έντασης μεγαλύτερης όμως διάρκειας. Η εκδήλωσή τους επηρεάζεται κυρίως από εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι διαβρώνουν και αποσαθρώνουν τα πετρώματα και τις επιφάνειες των ασυνεχειών και ταπεινώνουν την ποιότητά τους απομειώνοντας τις μηχανικές αντοχές τους. Ορισμένοι από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την εκδήλωση κατολισθήσεων είναι το επιφανειακό και υπόγειο νερό, η δράση του αέρα όπως και οι θερμοκρασιακές μεταβολές. Δεν θα μπορούσε στους παράγοντες αυτούς να μην συμπεριλαμβάνεται και η δράση των σεισμών, οι οποίοι επίσης διαταράσσουν την ισορροπία και την ευστάθεια των πρανών.

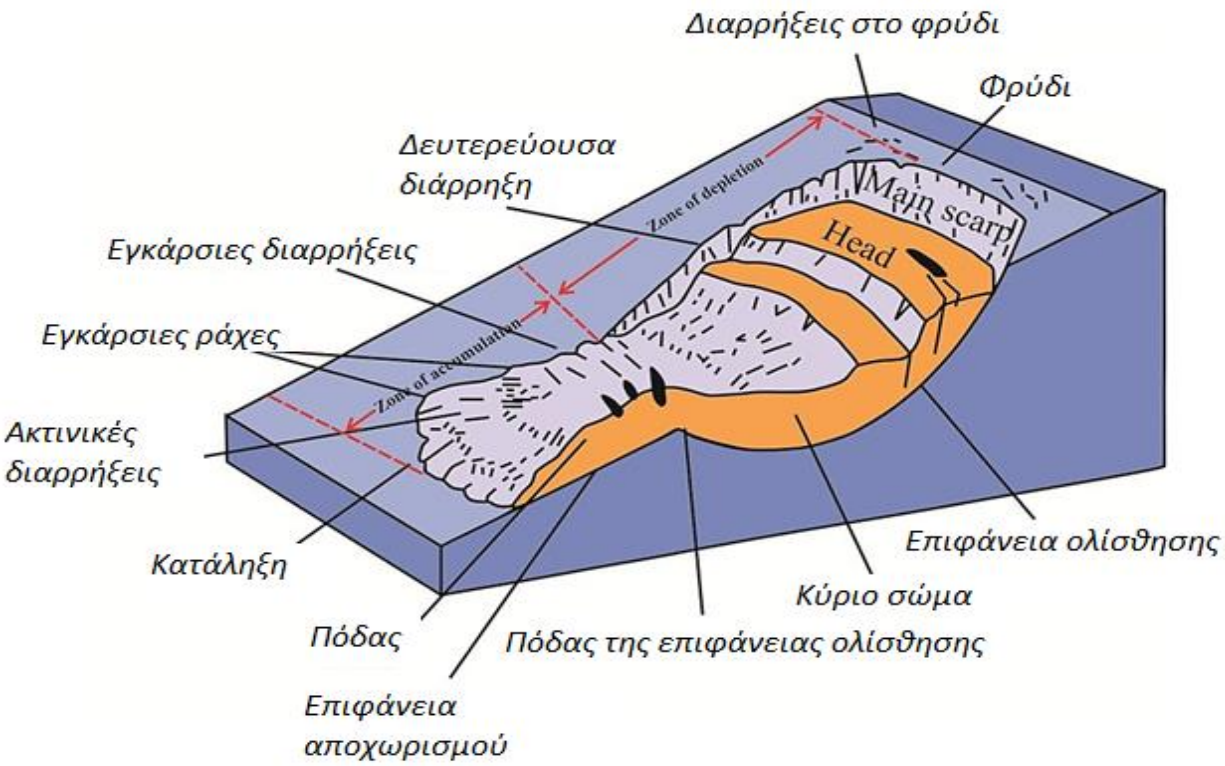
Στο παρόν κεφάλαιο θα ακολουθήσει μία αναφορά στη βιβλιογραφία και στο θεωρητικό πλαίσιο που υπάρχει γύρω από τις κατολισθήσεις. Συγκεκριμένα θα αναλυθούν οι τρόποι ταξινόμησης των κατολισθήσεων από τεχνικογεωλογικής πάντα σκοπιάς και τα συστήματα ταξινόμησης που έχουν προκύψει με το πέρασμα των χρόνων. Ιδιαίτερη αναφορά θα γίνει στο σύστημα ταξινόμησης στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί και πάνω στο οποίο θα βασιστεί η έρευνα της παρούσας περίπτωσης. Επιπλέον θα εξεταστούν οι μηχανισμοί και τα αίτια που οδηγούν στην εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων.

2.1.2. Ορισμοί κατολισθήσεων

Η πρώτη χρήση του όρου «κατολίσθηση» εμφανίστηκε το 1838 (Gruden 2003) και έκτοτε έχει καθιερωθεί από την επιστημονική κοινότητα. Ο όρος κατολίσθηση σε ένα γενικό πλαίσιο χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα φαινόμενα εκείνα στα οποία υπάρχει μετακίνηση εδάφους, βράχου ή και οργανικού υλικού εξαιτίας της βαρύτητας, καθώς επίσης και σε περιοχές όπου η μορφολογία και οι δομές που εμφανίζονται προϋποθέτουν την ύπαρξη τέτοιων μετακινήσεων. Έχει δοθεί πληθώρα ορισμών από διάφορους ερευνητές για το φαινόμενο των κατολισθήσεων. Ο Sharpe (1938) ορίζει ως κατολίσθηση μια αντιληπτή προς τα κατάντη ολίσθηση ή πτώση μιας σχετικά στεγνής μάζας εδάφους ή πετρώματος ή συνδυασμό και των δυο. Ο Terzaghi (1950) όρισε ως κατολίσθηση μία γρήγορη κίνηση μάζας πετρώματος, υπολειμματικού εδάφους ή κορημάτων ενός πρανούς, της οποίας το κέντρο μετακινείται προς τα κάτω και προς τα έξω. Ο Varnes (1958) ορίζει ως κατολίσθηση μία προς τα κατάντη ή πλευρική κίνηση ενός πρανούς και του υλικού του, το οποίο είναι ή βράχος ή έδαφος ή ο συνδυασμός αυτών.

Άσχετα με τον τύπο της κατολίσθησης υπάρχουν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία αναγνωρίζονται και προϊδεάζουν για τη θέση μιας κατολίσθησης και υπάρχει ορισμένη ορολογία για την περιγραφή αυτών. Τα χαρακτηριστικά αυτά, όπως αποδόθηκαν από τον Varnes το 1978, με την αντίστοιχη ορολογία τους παρουσιάζονται σχηματικά στην παρακάτω τρισδιάστατη απεικόνιση μιας τυπικής κατολίσθησης (Εικόνα 2.1).

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Εικόνα 2.1 Τρισδιάστατη απεικόνιση μιας τυπικής κατολίσθησης. Σημειωμένα βρίσκονται τα βασικά χαρακτηριστικά που εμφανίζει μία κατολίσθηση μαζί με την ορολογία που χρησιμοποιείται για την περιγραφή αυτών (Varnes, 1978)

2.1.3. Συστήματα ταξινόμησης κατολισθήσεων

Η ενασχόληση πληθώρας ερευνητών με τις κατολισθήσεις ως φαινόμενο έχει οδηγήσει σε πολλά συστήματα ταξινόμησης. Εμφανίζεται μία δυσκολία στην ταξινόμησή τους η οποία έγκειται στην πολυπλοκότητα των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα και στο συνδυασμό των παραγόντων που επιδρούν και μελετώνται κατά περίπτωση. Οι παράγοντες αυτοί μπορεί να είναι το γεωλογικό υπόβαθρο, η μορφολογία της περιοχής, η γεωμετρία του πρανούς, ο τύπος και η ραγδαιότητα της μετακίνησης και το αίτιο αυτής. Συνεπώς με το πέρασμα των χρόνων προτάθηκαν διάφορες ταξινομήσεις οι οποίες δίνουν έμφαση σε διαφορετικό παράγοντα από αυτούς που αναφέρθηκαν νωρίτερα ή και σε συνδυασμών αυτών των παραγόντων. Όπως είναι λογικό πληρέστερες θεωρούνται οι ταξινομήσεις αυτές που περιλαμβάνουν τους περισσότερους παράγοντες με ταυτόχρονη εύκολη χρήση της μεθοδολογίας μέσα από την οποία προκύπτει ο χαρακτηρισμός αυτός.

Τα πρώτα συστήματα ταξινόμησης που επιχειρήθηκε να προταθούν ήταν λιτά και συνοπτικά περιλαμβάνοντας μόνο έναν από τους παράγοντες τους οποίους χαρακτηρίζουν τον τύπο μιας κατολίσθησης. Το πρώτο σύστημα ταξινόμησης προήλθε από τον Dana το 1862 και ήταν βασισμένο στον τύπο της μετακίνησης της κατολίσθησης όσο αφορά το γεωυλικό που μετακινείται.

Περιείχε τρεις κύριες κατηγορίες οι οποίες πλέον αναγνωρίζονται ως:

- Ροές συνθριμμάτων
- Εδαφικές εξαπλώσεις και
- Ολισθήσεις βράχων

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

Μετέπειτα ο Erskine το 1973 ταξινόμησε τις κατολισθήσεις με βάση ένα άλλο χαρακτηριστικό, την ενεργότητά τους. Με βάση την ταξινόμηση αυτή χώρισε τις κατολισθήσεις σε:

- Σταθεροποιημένες
- Πρόσφατα ενεργές
- Κατολισθήσεις με πρόσφατη δράση έπειτα από μια αδρανή περίοδο
- Ενεργές

Τα ποιο αναγνωρισμένα συστήματα ταξινόμησης είναι του Sharpe (1938) και του Varnes (1978) τα οποία συμπεριλαμβάνουν τον τύπο και την ταχύτητα της μετακίνησης, τον τύπο υλικού και την περιεχόμενη υγρασία.

2.1.4. Σύστημα ταξινόμησης κατολισθήσεων κατά Varnes, 1978

Ο Varnes το 1978 ταξινόμησε τις κατολισθήσεις με βάση τον τύπο της μετακίνησης και στη συνέχεια με βάση τον τύπο του υλικού του οποίου κατολίσθησε. Έπειτα από ορισμένες τροποποιήσεις το σύστημα πήρε την τελική του μορφή που παρατίθεται στον Πίνακα 2.1 και έκτοτε αποτελεί το πιο διαδεδομένο σύστημα ταξινόμησης με ευρεία αναγνώριση και χρήση.\

Τύπος Υλικού	**Τύπος Μετακίνησης**	
Βράχος |Κορήματα |Έδαφος	Πτώσεις	Καταπτώσεις
		Ανατροπές
	Ολισθήσεις	Περιστροφικές
		Μεταθετικές
	Πλευρικές εξαπλώσεις	
	Ροές	Ροές κορημάτων
		Ηφαιστειακές Λασποροές
		Κώνοι κορημάτων
		Ροές εδαφών
		Ερπυσμοί
	Σύνθετες	

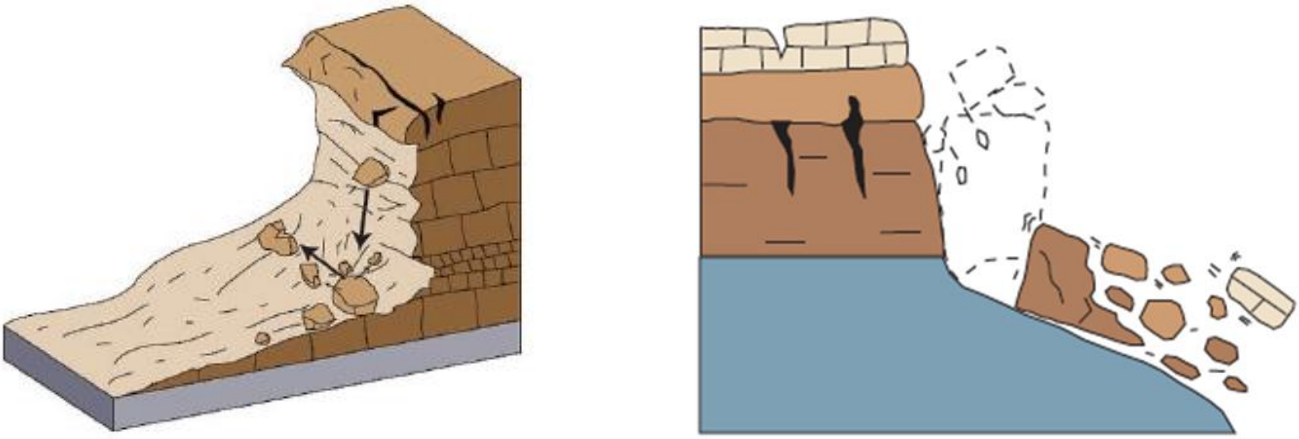
Πίνακας 2.1 Ταξινόμηση των κατολισθήσεων κατά Varnes 1978.

Σε μεγαλύτερη ανάλυση αυτών των μετακινήσεων, οι πτώσεις έχουν την αρχή της γέννησής τους στην αποκόλληση εδάφους ή βράχου από το αρχικό πρανές κατά μήκος μιας επιφάνειας ασυνέχειας, στην οποία μπορεί να έχει λάβει χώρα μια μικρή διατμητική μετακίνηση ή να εκλείπει τελείως. Το υλικό αστοχεί είτε με πτώση, είτε με κύλιση, είτε με ανατροπή. Οι υποκατηγορίες σε αυτόν τον τύπο είναι οι καταπτώσεις και οι ανατροπές.

Καταπτώσεις: Πρόκειται για απότομες καθοδικές κινήσεις βράχου ή και εδάφους ή συνδυασμός αυτών, που αποκολλώνται από απότομες πλαγιές και πρανή. Το υλικό που αστοχεί συνήθως χτυπάει με μικρότερη γωνία πρόσκρουσης πάνω σε χαμηλότερα τμήματα του πρανούς από το οποίο αστόχησε με αποτέλεσμα να αναπηδά. Το υλικό που αστοχεί μπορεί να σπάσει σε μικρότερα τεμάχη και με κύλιση να συνεχίσει να μεταφέρεται στο έδαφος έως ότου σταματήσει.

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

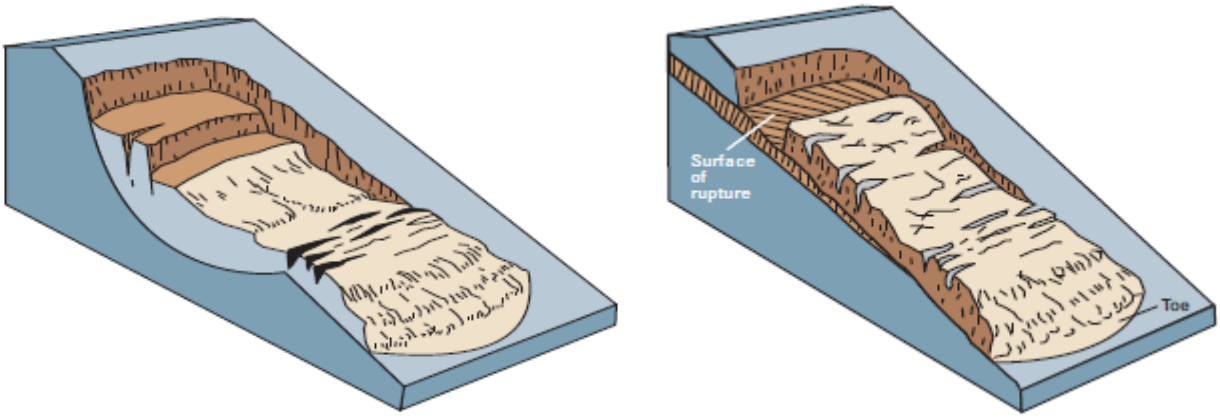
Ανατροπές: Πρόκειται για την προς τα εμπρός περιστροφή μιας μάζας εδάφους ή βράχου από ένα πρανές γύρω από ένα σημείο ή έναν άξονα κάτω από το κέντρο βάρους της μάζας που αστοχεί. Η ανατροπή κατά κύριο λόγο ενεργοποιείται από την βαρύτητα. Υπάρχουν ορισμένες φορές που η ανατροπή οφείλεται στην παρουσία νερού ή πάγου μέσα στις ασυνέχειες με αποτέλεσμα την άσκηση πιέσεων προς την φορά που γίνεται η ανατροπή. Ο τρόπος με τον οποίο αστοχεί ένα υλικό με ανατροπή μπορεί να είναι πολύπλοκος και σύνθετος.



Εικόνα 2.2 Αριστερά: Σχηματική απεικόνιση καταπτώσεων Δεξιά: Σχηματική απεικόνιση ανατροπών (Varnes, 1978)

Συνεχίζοντας την ανάλυση των επιμέρους περιπτώσεων και αναφερόμενοι πλέον στις ολισθήσεις αξίζει να αναφερθεί ότι είναι οι προς τα κάτω μετακινήσεις μιας μάζας εδαφικής ή βραχώδους η οποία συμβαίνει σε επιφάνειες θραύσης ή σε σχετικά λεπτές ζώνες έντονης διατμητικής πίεσης. Η κίνηση δεν πραγματοποιείται ταυτόχρονα στο σύνολο της θραύσης αλλά τμηματικά σε σημεία αυτής. Ο όγκος των κατολισθέντων τροφοδοτείται από μια περιοχή τοπικής αστοχίας. Υποκατηγορίες της ευρύτερης κατηγορίας των ολισθήσεων αποτελούν οι περιστροφικές ολισθήσεις και οι πλευρικές.

Περιστροφικές ολισθήσεις: Οι μάζες ολισθαίνουν προς τα έξω και προς τα κάτω πάνω σε μία ή περισσότερες κοίλες επιφάνειες αστοχίας. Οι επιφάνειες αυτές επίσης προσδίδουν μία ανάστροφη κλίση στην ολισθαίνουσα μάζα, η οποία βυθίζεται προς τα πίσω και ανυψώνεται στον πόδα της κατολίσθησης.

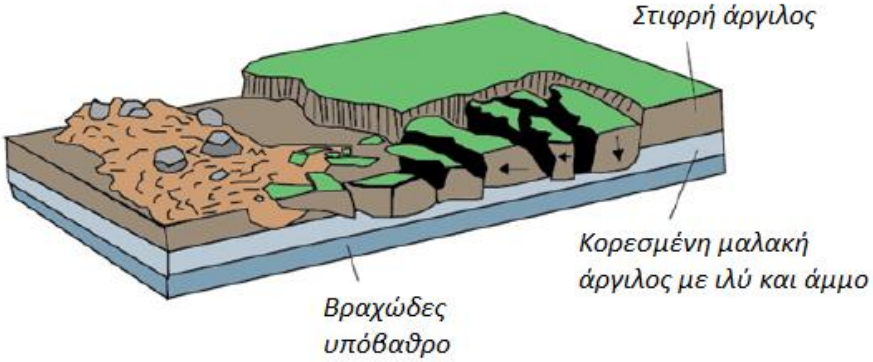


Εικόνα 2.3 Αριστερά: Σχηματική απεικόνιση περιστροφικής ολίσθησης, Δεξιά: Σχηματική απεικόνιση μεταθετικής ολίσθησης (Varnes, 1978)

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

Μεταθετικές ολισθήσεις: Κινήσεις που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος επίπεδων επιφανειών αστοχίας παράλληλες ή υποπαράλληλες στην κλίση του πρανούς.

Όσον αφορά τις περιπτώσεις των πλευρικών εξαπλώσεων αυτές εμφανίζονται συνήθως σε πολύ ήπιες κλίσεις ή και σε εντελώς επίπεδες εκτάσεις στις περιπτώσεις όπου ένα πιο ανθεκτικό στρώμα υπέρκειται ενός ασθενέστερου και μαλακότερου. Τέτοιες αστοχίες συνήθως συνοδεύονται και από καθιζήσεις που εκδηλώνονται στο ασθενέστερο στρώμα. Στις πλευρικές εξαπλώσεις βραχωδών σχηματισμών παρατηρείται ότι τα στερεά τμήματα εκτείνονται δημιουργώντας σιγά σιγά ρωγμές και σταδιακά απομακρύνονται από τα σταθερά τεμάχη και κινούνται πάνω στο μαλακότερο και ασθενέστερο υπόστρωμα χωρίς αυτό όμως να εμφανίζει απαραίτητα κάποια διάρρηξη. Το ασθενέστερο στρώμα δύναται υπό ορισμένες συνθήκες να συμπιεστεί προς τα πάνω και να διεισδύει στις ρωγμές πιέζοντας έτσι περισσότερο τα τεμάχη που ολισθαίνουν. Από την άλλη στις πλευρικές εξαπλώσεις εδαφών το ανώτερο στρώμα πάλι εκτείνεται κατά μήκος μιας ασθενέστερης υποκείμενης ενότητας που έχει υποστεί ρευστοποίηση ή πλαστική παραμόρφωση. Στην περίπτωση όπου η ασθενέστερη μονάδα έχει ικανό πάχος τα τεμάχη του ανώτερου στρώματος μπορεί να βυθίζονται μέσα σε αυτήν, να διαλύονται ή και να ενσωματώνονται με τα ασθενέστερα υλικά και να ρέουν.



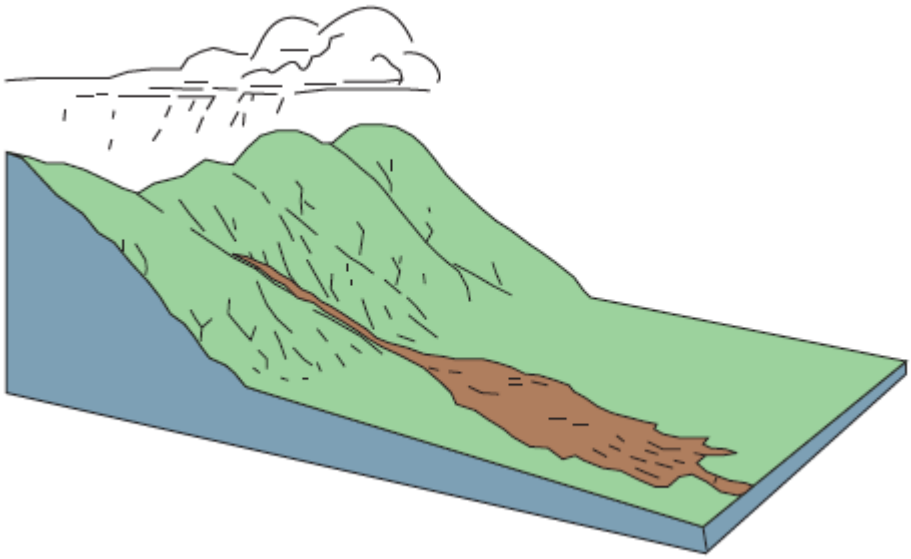
Εικόνα 2.4 Σχηματική απεικόνιση πλευρικών εξαπλώσεων (Varnes, 1978)

Οι ροές είναι αργές έως ταχείες κινήσεις κορεσμένων ή και ξηρών υλικών τα οποία προωθούνται ρέοντας σαν παχύρευστο υγρό, συνήθως μετά από μια αρχική κίνηση ολίσθησης. Ορισμένες ροές μπορεί να οριοθετούνται από βασικές και οριακές επιφάνειες διάρρηξης αλλά η κύρια κίνηση του κατολισθέντος υλικού είναι από ροή. Οι υποκατηγορίες στις οποίες διακρίνονται οι ροές είναι οι ροές κορημάτων και οι κώνοι κορημάτων, τα λαχάρ και οι ροές εδαφών.

Ροές κορημάτων: Μορφή ταχείας κίνησης μαζών στην οποία το χαλαρό έδαφος, βράχος ή και οργανικό υλικό σε συνδυασμό με την ύπαρξη νερού σχηματίζουν έναν πολφό που ρέει προς τα κάτω. Ανεπίσημα ονομάζονται λασποροές εξαιτίας του μεγάλου ποσοστού λεπτόκοκκων κλασμάτων στο μείγμα. Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου κατά τη διάρκεια της μετακίνησης τα τεμάχη αποκτούν ταχύτητα και η υγρασία του συστήματος πέφτει οδηγείται το σύστημα σε κατάσταση ροής κορημάτων. Οι ξηρές πλέον ροές μπορούν να χαρακτηριστούν και ως ροές άμμου. Οι ροές κορημάτων μπορεί να αποδειχθούν μοιραίες καθώς μπορεί να εξελιχθούν εξαιρετικά γρήγορα και χωρίς προειδοποίηση.

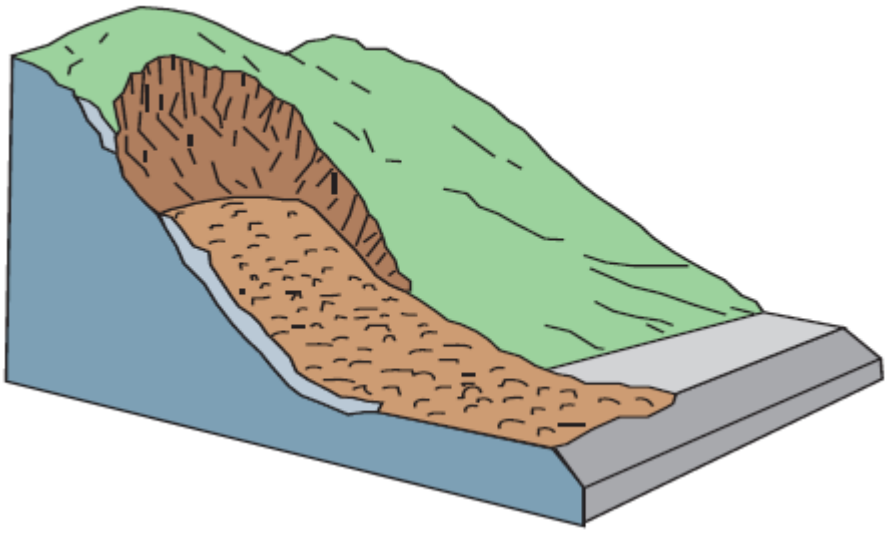
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

Ηφαιστειακές λασποροές: Είναι επίσης γνωστά και ως Lahars. Προέχονται από τις πλαγιές ηφαιστείων και είναι ένας τύπος ροής κορημάτων τα οποία όμως προέρχονται από ηφαιστειακά πετρώματα και ηφαιστειακή τέφρα.



Εικόνα 2.5 Σχηματική απεικόνιση ροής κορημάτων (Varnes, 1978)

Κώνοι κορημάτων: Πρόκειται για μεγάλες, εξαιρετικά ραγδαίες και συχνά σε απότομες κλίσεις καταρρεύσεις ασταθών μαζών που είχαν συγκεντρωθεί στην εν λόγω περιοχή. Τα τεμάχη που κατά κύριο λόγο είναι θραύσματα των περιβαλλόντων πετρωμάτων μεταφέρονται εξαιρετικά γρήγορα μακριά από την περιοχή στην οποία είχαν συγκεντρωθεί. Σε ορισμένες περιπτώσεις η παρουσία χιονιού και πάγου συμβάλλουν στην εκδήλωση της μετακίνησης και με την παρουσία νερού το σύστημα μπορεί να εξελιχθεί σε ροή κορημάτων ή και σε lahar με τις ανάλογες προϋποθέσεις.



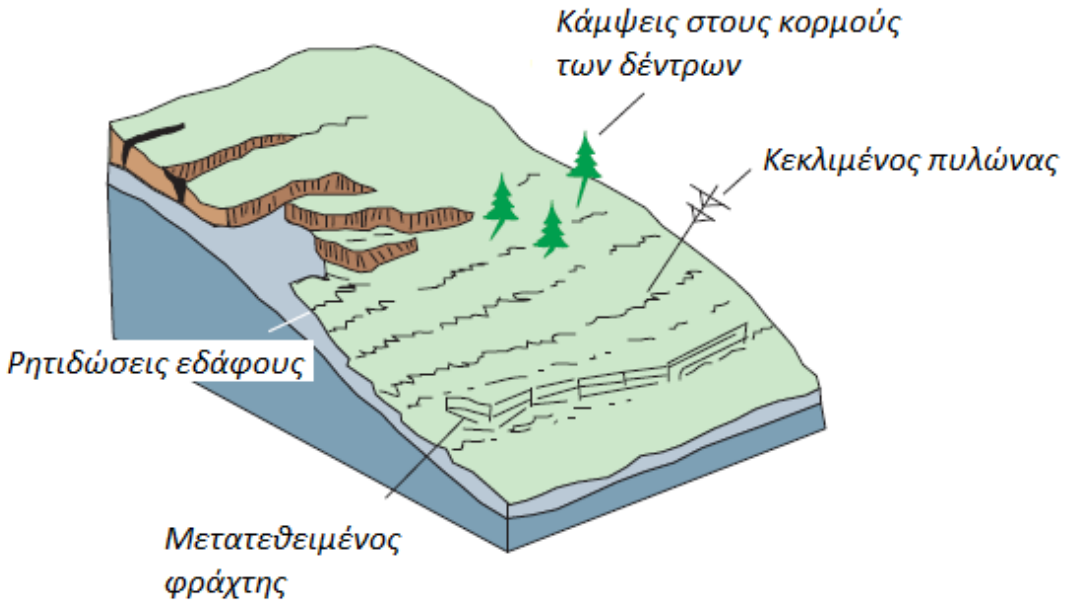
Εικόνα 2.6 Σχηματική απεικόνιση στιβάδων κορημάτων (Varnes, 1978)

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

Ροές εδαφών: Εμφανίζονται σε ήπιες έως μέτριες κλίσεις, σε γενικά λεπτές εδαφικές επιφάνειες αργιλικές ή ιλυώδεις όπως επίσης και σε πολύ διαβρωμένα αργιλικά υπόβαθρα. Οι μάζες αυτές κινούνται σε πλαστική ή ιξώδης ροή με έντονη εσωτερική παραμόρφωση. Τα θαλάσσια αργιλικά ιζήματα όταν διαταραχθούν μπορούν πολύ εύκολα να χάσουν την διατμητική αντοχή τους εξαιτίας της αλλαγής της περιεκτικότητας τους σε νερό, οπότε ξαφνικά υγροποιούνται με αποτέλεσμα να προκαλούνται καταστροφές σε μεγάλες περιοχές και να ρέουν για αρκετά χιλιόμετρα. Οι ροές εδαφών μπορούν να εξελιχθούν με πολύ αργές ταχύτητες (ερπυσμοί) αλλά και πολύ ραγδαία και καταστροφικά.

Ερπυσμοί: Πρόκειται για πολύ αργές ροές εδαφών. Ανεπαίσθητα αργές αλλά σταθερές κινήσεις του εδάφους ή και του βράχου. Η κίνηση αυτή οφείλεται σε εσωτερική διατμητική τάση η οποία είναι ικανή να προκαλέσει παραμορφώσεις, είναι όμως ανεπαρκής για να προκαλέσει αστοχία. Υπάρχουν τρείς κατηγορίες ερπυσμών:

- Εποχικοί, όπου η κίνηση επηρεάζεται από τις εποχικές μεταβολές της υγρασίας και της θερμοκρασίας του εδάφους.
- Συνεχείς, όπου διαρκώς η διατμητική τάση υπερβαίνει την αντοχή του υλικού με αποτέλεσμα να αστοχεί και,
- Προοδευτικοί έως ότου οι πλαγιές φτάνουν σε οριακό σημείο αστοχίας και εκδηλώνουν άλλους πιο μαζικούς τύπους αστοχίας.



Εικόνα 2.7 Σχηματική απεικόνιση των ερπυσμών (Varnes, 1978)

Τέλος υπάρχει και η κατηγορία των σύνθετων κατολισθήσεων όπου όπως υποδηλώνει και η ονομασία τους πρόκειται για σύνθετες κινήσεις μαζών. Αστοχούν σε έναν κυρίαρχο τύπο ολίσθησης σε συνδυασμό όμως με έναν ή περισσότερους από τους υπόλοιπους τύπους.

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

2.2. *Ενόργανη παρακολούθηση κατολισθήσεων*

Η παρακολούθηση των κατολισθήσεων κατά την φάση μελέτης αλλά και έπειτα από αυτήν ή και την ολοκλήρωση ενός πιθανού τεχνικού έργου στην περιοχή κρίνεται μείζονος σημασίας και χρησιμότητας. Με την συνεχή και συνεπή καταγραφή των μετρήσεων σε ορισμένο χρονοδιάγραμμα και πρόγραμμα λαμβάνονται σημαντικότατες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο αστοχεί το εκάστοτε υλικό όπως επίσης και τους παράγοντες που το ωθούν σε αστοχία. Επίσης μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για την ραγδαιότητα των μετακινήσεων, να εκτιμηθεί ο συνολικός όγκος που αστοχεί καθώς επίσης και η όποια πιθανή περιοδικότητα των φαινομένων με την πάροδο του χρόνου. Όλα αυτά έχουν ώς απώτερο σκοπό την ορθή μελέτη του φαινομένου καθώς και την λήψη των απαραίτητων μέτρων για την αντιμετώπισή του ή ακόμη και για την έγκαιρη προειδοποίηση των ενδιαφερόμενων, πολιτική προστασία, σε περιπτώσεις ραγδαίων φαινομένων.

Για να επιτευχθούν όλοι οι παραπάνω στόχοι και για την ορθότερη παρακολούθηση των φαινομένων κατολισθήσεων εγκαθίστανται κατά περίπτωση όργανα παρακολούθησης αυτών. Τα όργανα αυτά μπορούν να διακριθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, η μία περιλαμβάνει τα όργανα που λαμβάνουν επιφανειακές μετρήσεις όπως είναι οι συμβατικές τοπογραφικές μετρήσεις, η χρήση των συστημάτων GPS, οι μετρητές ρωγμών, αλλά και μέθοδοι τηλεπισκόπησης με την χρήση δορυφορικών εικόνων οπτικών και ραντάρ, με την χρήση UAV και αεροφωτογραφιών ή και ραντάρ εδάφους. Από την άλλη η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις υπεδάφιες μετρήσεις μετακινήσεων οι οποίες λαμβάνονται με την χρήση αποκλισιόμετρων εγκατεστημένων μέσα σε γεωτρήσεις και εξτενσιόμετρων (Κούκης Γ, & Σαμπατακάκης Ν., 2007).

Τέλος πολύτιμες πληροφορίες λαμβάνονται και από την μέτρηση των υπόγειων υδάτων καθώς είναι ένας κοινός παράγοντας που επηρεάζει την εξέλιξη των μετακινήσεων στις κατολισθήσεις. Μετρήσεις συνεπώς πιέσεων πόρων και στάθμης των υπόγειων υδάτων λαμβάνονται με την χρήση διάφορων τύπων πιεζόμετρων.

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τόσο από μόνιμα αποκλισιόμετρα όσο και από πιεζόμετρα γι' αυτό κρίνεται απαραίτητα η διευκρίνηση της λειτουργίας τους αλλά και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν.

2.2.1. Αποκλισιόμετρα

Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο και την παρακολούθηση των οριζόντιων μετακινήσεων στο βάθος. Με την χρήση τους προσδιορίζεται το ακριβές βάθος ολίσθησης και η ταχύτητα της μετακίνησης. Με την λήψη τέτοιων στοιχείων είναι δυνατός ο έλεγχος της λειτουργικότητας και της αποτελεσματικότητας τυχών μέτρων αντιμετώπισης που έχουν ληφθεί στην περιοχή αλλά και για τον προληπτικό έλεγχο για την έγκαιρη προειδοποίηση των αρμόδιων αρχών σε περίπτωση που η περιοχή ενδιαφέροντος είναι μείζονος σημασίας όπως είναι κατοικημένες περιοχές, οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα αλλά και δίκτυα κοινής ωφέλειας όπως αγωγοί αερίου (Κούκης Γ, & Σαμπατακάκης Ν., 2007).

Οι μετρήσεις που λαμβάνονται από τα αποκλισιόμετρα παρουσιάζονται συνήθως σε διαγράμματα είτε αθροιστικών μετακινήσεων για κάθε ημερομηνία μέτρησης ή και σε διαγράμματα τμηματικών μετακινήσεων πάλι για κάθε ημερομηνία μέτρησης.

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

2.2.2. Πιεζόμετρα

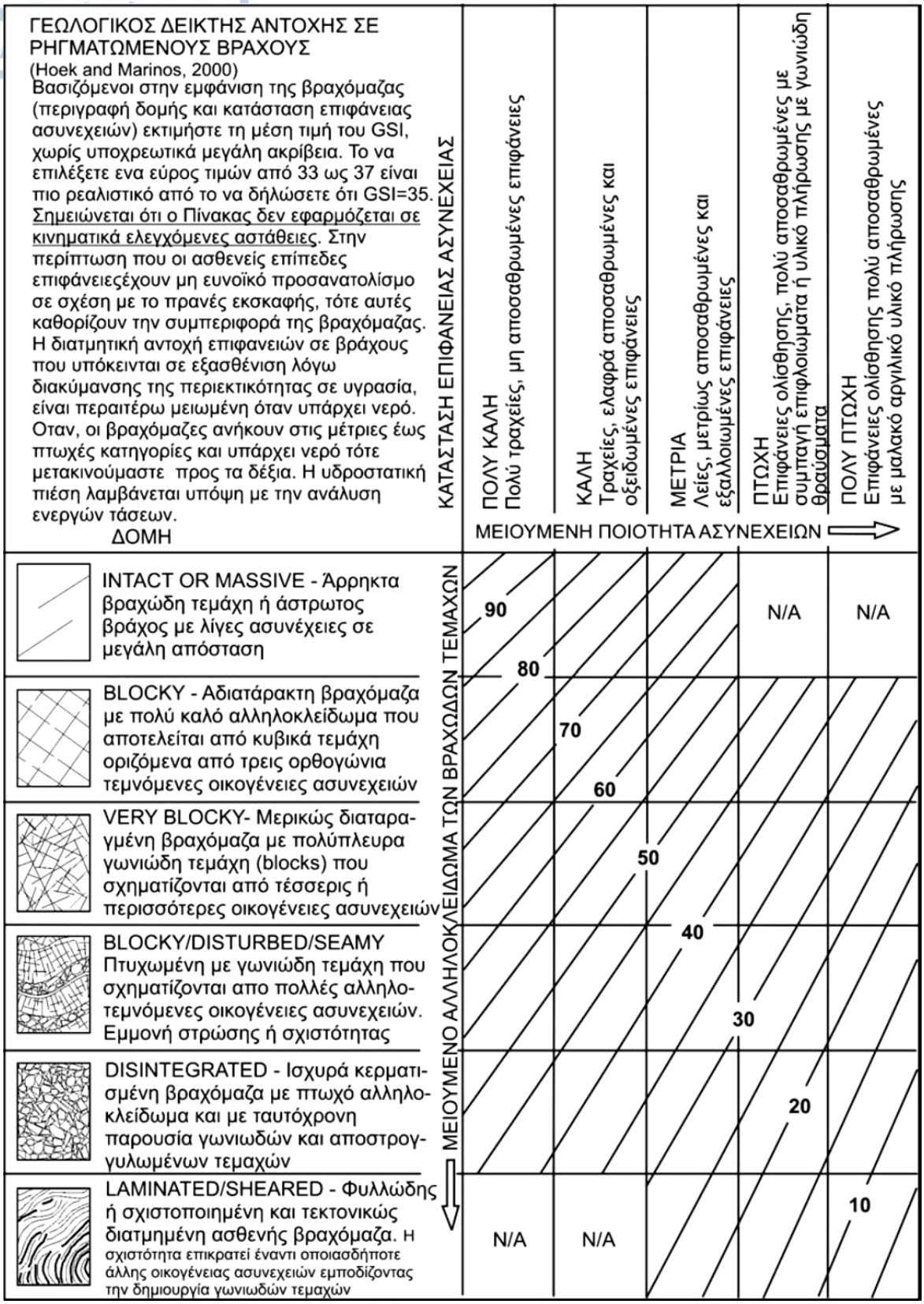
Βασικός σκοπός των πιεζόμετρων είναι η καταγραφή της στάθμης του υπόγειου νερού ή και των πιέσεων πόρων. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι τα πιεζόμετρα ανοικτού σωλήνα τα οποία θεωρούνται ο πιο κοινός τύπος και σε αυτά περιλαμβάνονται και τα πιεζόμετρα τύπου Casagrande. Σε αυτά η μέτρηση λαμβάνεται με σταθμήμετρο. Βασικό τους μειονέκτημα σε σύγκριση με τα πιεζόμετρα με αισθητήρες πίεσης είναι η αργή ανταπόκρισή τους στις μεταβολές των πιέσεων και της στάθμης (Κούκης Γ, & Σαμπατακάκης Ν., 2007). Από την άλλη τα πιεζόμετρα με αισθητήρες πίεσης έχουν σχεδόν άμεση ανταπόκριση σε μεταβολές στάθμης και πίεσης πόρων γεγονός το οποίο είναι χρήσιμο όταν πρόκειται για περιπτώσεις που επηρεάζονται έντονα και γρήγορα λόγο μεγάλης διαπερατότητας των σχηματισμών από τις περιβάλλουσες συνθήκες και κυρίως τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

2.3. Δείκτης γεωλογικής αντοχής GSI

Ο δείκτης GSI αποτελεί την εξέλιξη του κριτηρίου αστοχίας Hoek & Brown (1997). Είναι ένα σύστημα ταξινόμησης της εκτίμησης της απομείωσης της αντοχής της βραχόμαζας για διαφορετικές λογικές περιπτώσεις και συνθήκες που συναντώνται στην ύπαιθρο όπως είναι η ίδια η φύση και η δομή της βραχόμαζας καθώς και η ποιότητα των ασυνεχειών της. Βασίζεται στην οπτική παρατήρηση των χαρακτηριστικών της βραχομάζας με έμφαση στα γεωλογικά χαρακτηριστικά της (δομή και γεωλογική ιστορία) .Ο συνδυασμός της μακροσκοπικής εκτίμησης της δομής των πετρωμάτων και της ποιότητας των ασυνεχειών αποτελεί την βάση για την εκτίμηση του τύπου της βραχόμαζας και τον υπολογισμό του GSI με βάση το διάγραμμα που παρουσιάζεται στην εικόνα 2.8. Γίνεται παραμετροποίηση των ιδιοτήτων της βραχομάζας με πολύ καλή εφαρμογή σε αδύναμες και ετερογενείς βραχομάζες όπως ο φλύσχης που θα απασχολήσει την παρούσα έρευνα (Εικόνα 2.9).

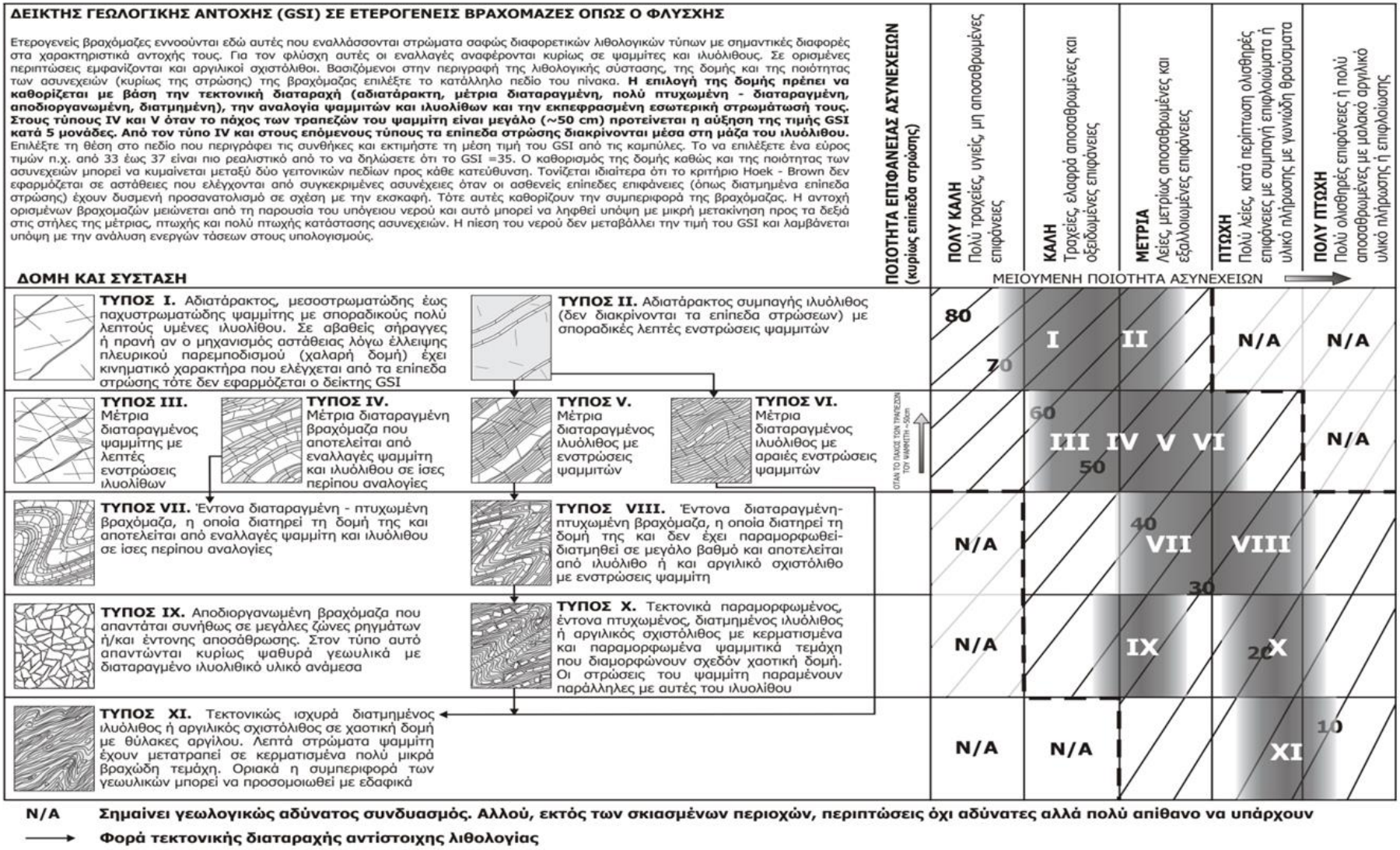
Με το GSI δεν γίνεται σχεδιασμός υποστήριξης (Marinos V. et al, 2005) αλλά μπορεί να εισαχθεί σε μια σειρά από εμπειρικές σχέσεις εκτίμησης των ιδιοτήτων της βραχομάζας, που με την σειρά τους χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισαγωγής σε αριθμητικά μοντέλα. Σε συνδυασμό με το σ_{ci} και την πετρογραφική σταθερά m_i μπορεί να υπολογιστεί η διατμητική αντοχή της βραχομάζας σ_{cm} και το μέτρο παραμορφωσιμότητας Ε. Με εισαγωγή των τιμών στο κριτήριο αστοχίας Hoek & Brown γίνεται υπολογισμός την συνοχής (c) και της γωνίας τριβής (φ).

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ



Εικόνα 2.8 Το βασικό διάγραμμα του δείκτη γεωλογικής αντοχής GSI σε ρηγματωμένες βραχομάζες. (Hoek E., & Marinos P., 2000)

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



Εικόνα 2.9 Δείκτης γεωλογικής αντοχής (GSI) σε ετερογενείς βραχομάζες, όπως ο φλύσχης (Μαρίνος Β., 2007)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Κεφάλαιο 3. Γεωλογική και γεωμορφολογική επισκόπηση μικρής κλίμακας της ευρύτερης περιοχής έρευνας

3.1. Γενικά

Ένα πρώτο πολύ αρχικό στάδιο κάθε έρευνας, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι η θεώρηση της ευρύτερης περιοχής έρευνας σε μικρή κλίμακα. Κύριος και πρωταρχικός στόχος είναι να συλλεχθούν οι πρώτες αδρές πληροφορίες που κρίνονται απαραίτητες και πάνω στις οποίες θα θεμελιωθούν τα μεταγενέστερα πιο λεπτομερή και πιο προσανατολισμένα στο θέμα στοιχεία. Οι πληροφορίες που κρίνονται απαραίτητες ποικίλουν κάθε φορά ανάλογα με την περίπτωση που θα μελετηθεί. Στην παρούσα έρευνα όπου πρόκειται για ένα κατολισθητικό φαινόμενο σε πρώτη φάση μας ενδιαφέρει η γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής και υπό ποιες γεωδυναμικές συνθήκες αυτή προέκυψε, οι γεωλογικές συνθήκες, καθώς και οι κλιματολογικές συνθήκες και η σεισμική δραστηριότητά της.

3.2. Γεωμορφολογική προσέγγιση

Στην παρούσα έρευνα προσεγγίστηκε η περιοχή έρευνας αρχικά σε μικρής κλίμακας γεωμορφολογικούς χάρτες με σκοπό την παρατήρηση και ερμηνεία και της ευρύτερης περιοχής. Στην συνέχεια εντοπίστηκε η έρευνα σε μεγαλύτερης κλίμακας χάρτες, προσανατολισμένους πλέον στο κύριο αντικείμενο της έρευνας που είναι η κατολίσθηση στην περιοχή Πρινότοπα.

Η υπό έρευνα περιοχή βρίσκεται όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα στην ευρύτερη κοιλάδα του ποταμού Αράχθου. Συγκεκριμένα βρίσκεται στην κοιλάδα του Μετσοβίτικου, ο οποίος πηγάζει από τις ανατολικές κλιτύες του ορεινού όγκου της Πίνδου, κοντά στο Μέτσοβο. Η κοιλάδα του Αράχθου περιβάλλεται στα βόρεια από την οροσειρά της Βόρειας Πίνδου, ανατολικά από το όρος Λάκμος και τα Τζουμέρκα, ενώ δυτικά βρίσκεται το όρους Μιτσικέλι. Η κύρια κοίτη του Αράχθου ακολουθεί τον άξονα του σύγκλινου Ηπείρου-Ακαρνανίας με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ, έχει συνολικός μήκος 105 km, ενώ η λεκάνη απορροής του καταλαμβάνει περίπου 2000 km^2. Η λεκάνη απορροής του Αράχθου συνορεύει στα βόρεια-βορειοδυτικά με τις λεκάνες απορροής του Αώου και του Βοϊδομάτη, στα ανατολικά με του Αχελώου και στα δυτικά με του Λούρου.

Ο Μετσοβίτικος ποταμός στα πρώτα χιλιόμετρα του έχει κατεύθυνση προς τα ΒΔ, ενώ προς στο τέλος του όπου συναντάει τον Άραχθο στρέφεται προς τα ΝΔ. Στην περιοχή ενδιαφέροντος η διεύθυνση του Μετσοβίτικου είναι από τα ΒΑ προς τα ΝΔ. Παρόλο που ο Μετσοβίτικος ποταμός είναι το κύριο υδρόρεμα στην περιοχή υπάρχουν πολλά άλλα ρέματα και χείμαρροι οι οποίοι ακολουθώντας το ανάγλυφο της περιοχής καταλήγουν με την σειρά τους στον Μετσοβίτικο ποταμό. Τα μικρότερα ρέματα που διατρέχουν την περιοχή εκβάλλουν σ' αυτόν σχεδόν κάθετα προς τον κύριο ρου, δηλαδή από τα ΒΔ προς τα ΝΑ, δίνοντας έτσι μια όψη ορθογωνικού τύπου στο υδρογραφικό δίκτυο στα όρια της στενής περιοχής έρευνας.

Η ευρύτερη περιοχή έχει υποστεί μεταβολές που οφείλονται σε ανθρώπινες δραστηριότητες καθώς από την περιοχή περνάει τμήμα της Εγνατίας Οδού, γεγονός που θα μας απασχολήσει στην συνέχεια. Στην περιοχή ενδιαφέροντος βρίσκεται η σήραγγα Δεματίου, ο κόμβος της Βοβούσας και η γέφυρα του Μεγάλου Περιστερίου.

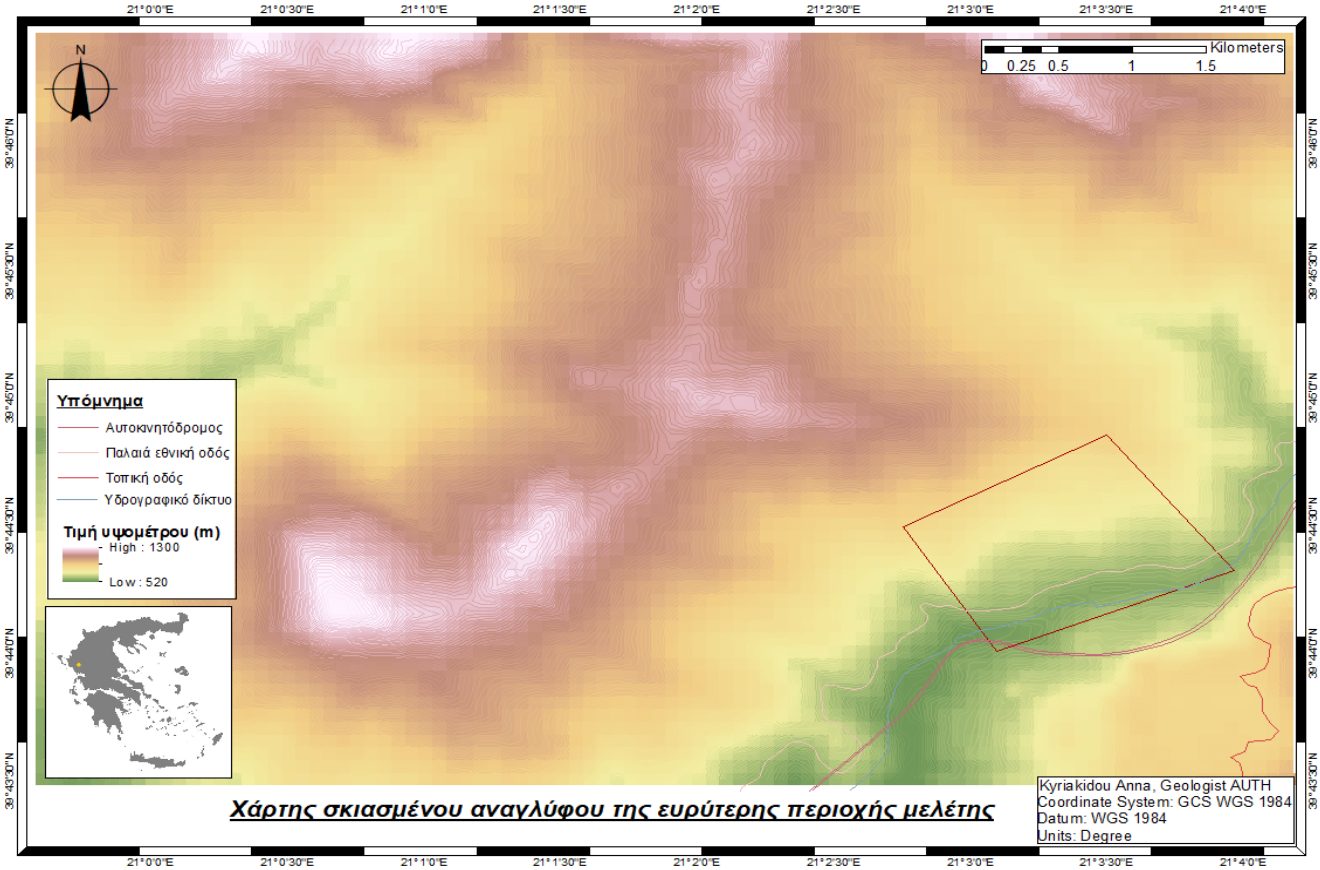
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Επιπρόσθετα έχει κατασκευαστεί από την ΔΕΗ ένα χωμάτινο φράγμα στην κοίτη του Μετσοβίτικου, για υδροηλεκτρικούς σκοπούς, ανάντη της περιοχής έρευνας και τα υπόγεια έργα του υδροηλεκτρικού σταθμού του φράγματος βρίσκονται ακριβώς στα κατάντη της κατολίσθησης στα Πρινότοπα.

Η ανάλυση που ακολουθεί παρακάτω είναι βασισμένη σε ένα μοντέλο αναγλύφου (DEM) της U.S.G.S της αποστολής SRTM. Η ισοδιάσταση των ισοϋψών καμπυλών είναι στα 5m. Από έναν τέτοιας κλίμακας χάρτη μπορούν εξαχθούν χρήσιμες πληροφορίες για την γεωμορφολογία και την γεωδυναμική της ευρύτερης περιοχής.

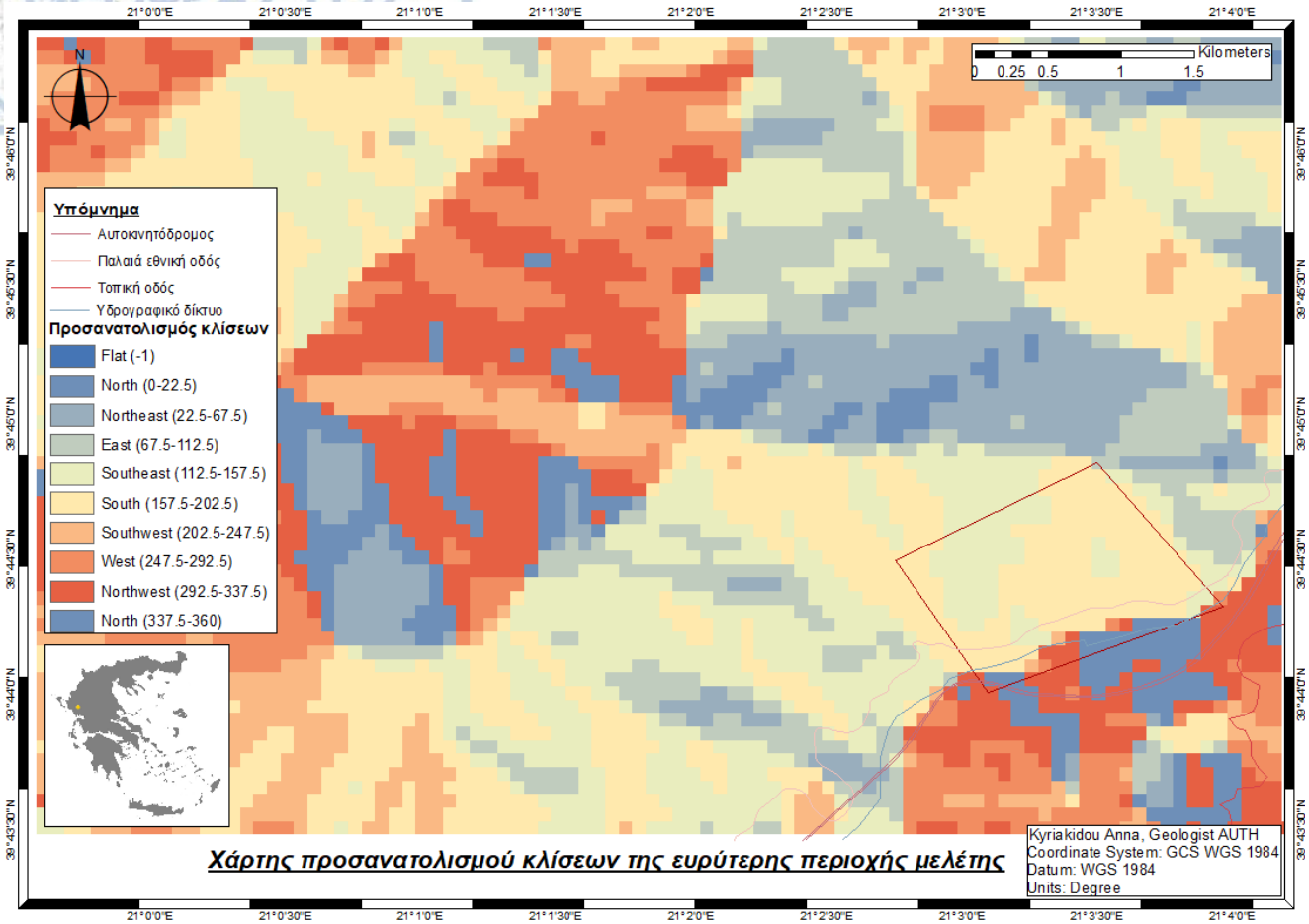
Στην περίπτωση λοιπόν που εξετάζεται παρακάτω (Εικόνες 3.1 και 3.2), παρατηρείται ότι γενικά η περιοχή χαρακτηρίζεται από μέτριο ημιορεινό ανάγλυφο και ήπιες μορφολογικές κλίσεις καθώς και από υδρογραφικό δίκτυο ρεμάτων, με μικρές γενικά λεκάνες απορροής. Οι τιμές του υψομέτρου κυμαίνονται μεταξύ 500-1300m. Παρατηρείται μία κύρια ράχη με διεύθυνση ΒΒΑ-ΝΝΔ και δύο κύριες κοιλάδες με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Η νοτιότερη κοιλάδα είναι και αυτή η οποία φιλοξενεί τον Μετσοβίτικο ποταμό ο οποίος διατρέχει και την στενότερη περιοχή έρευνας της κατολίσθησης.



Εικόνα 3.1 Χάρτης σκιασμένου αναγλύφου της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Με το κόκκινο κουτάκι προσδιορίζεται η περιοχή μελέτης, η περιοχή της κατολίσθησης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Εικόνα 3.2 Χάρτης προσανατολισμού κλίσεων της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Με το κόκκινο κουτάκι προσδιορίζεται η περιοχή μελέτης, η περιοχή της κατολίσθησης.

3.3. Γεωλογική προσέγγιση

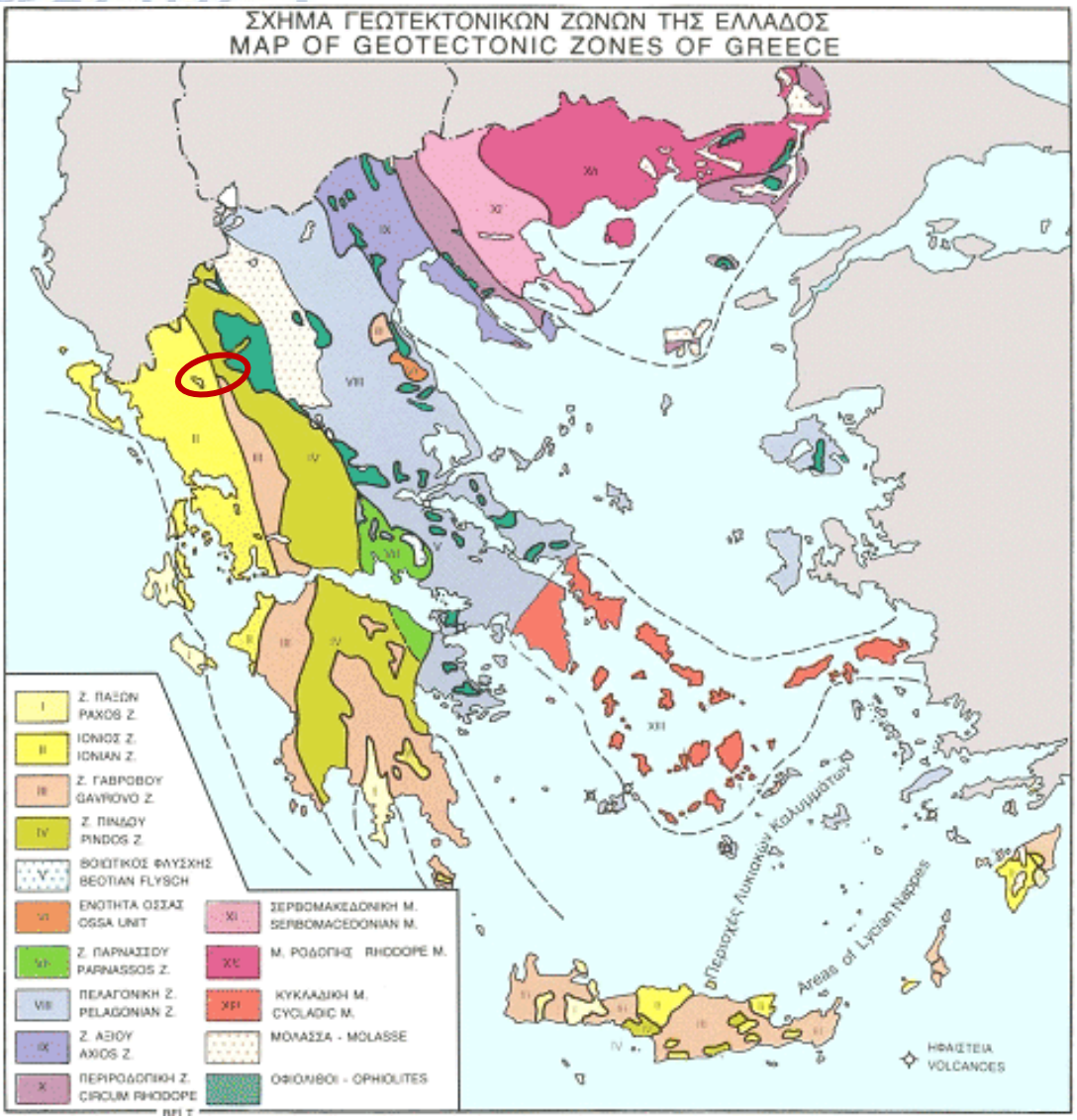
Η περιοχή έρευνας γενικότερα βρίσκεται στο όριο μεταξύ της ζώνης Πίνδου και της Αδριατικοϊόνιου ζώνης, γνωστής και ως Ιόνιος ζώνη. Συγκεκριμένα η ευρύτερη περιοχή έρευνας βρίσκεται στο γεωγραφικό χώρο που καταλαμβάνει την μεγάλη επώθηση της Πίνδου πάνω στην Ιόνιο. Το κύριο μέτωπο της επώθησης αυτής βρίσκεται συγκεκριμένα ελαφρώς δυτικότερα, στα ανατολικά πρανή της κοιλάδας του Αράχθου.

Ο Μετσοβίτικος ποταμός διατρέχει μία εγκάρσια ρηξιγενή κοιλάδα στην οποία λόγο της εκτεταμένης διάβρωσης εμφανίζονται σημεία ως παράθυρα στα οποία εμφανίζονται οι υποκείμενοι αυτόχθονες γεωλογικοί σχηματισμοί, το υπόβαθρο πάνω στο οποίο έλαβε χώρα η επώθηση της Πίνδου, δηλαδή εμφανίζεται ο Φλύσχης της Ιονίου ζώνης.

Παρακάτω θα αναλυθούν συγκεκριμένα η λιθοστρωματογραφική και η τεκτοορογενετική εξέλιξη στις ζώνες Πίνδου και Ιονίου. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στους γεωλογικούς σχηματισμούς που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή έρευνας καθώς επίσης και τα γεωτεκτονικά γεγονότα που συνδέονται με την περιοχή.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ



Εικόνα 3.3 Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδος. Με κόκκινο επισημαίνεται η περιοχή έρευνας μεταξύ στην τεκτονική επαφή της Πίνδου με την Ιόνιο ζώνη. www.igme.gr

3.3.1. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της Ζώνης Πίνδου

Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου, όπως αναφέρεται από τον Philippson 1898, η απλά ως ζώνη Πίνδου, όπως ονομάζεται από τον Aubouin 1959 και θα αναφέρεται έτσι και στην παρούσα έρευνα, αντιπροσωπεύει κατά τις επικρατούσες απόψεις μαζί με την Υποπελαγονική ζώνη τον παλιό, κατεστραμμένο πλέον, ωκεανό της Τηθύος (Νεοτηθύος). Ο ωκεανός αυτός βρισκόταν δυτικά της Πελαγονικής ζώνης.

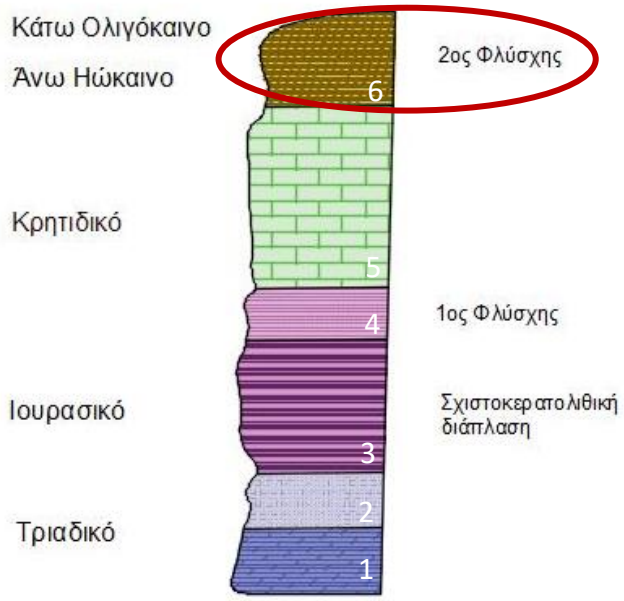
Τα πρώτα αλπικά ιζήματα Μ-Α Τριαδικού που εμφανίζονται στην ζώνη είναι κυρίως κλαστικά, ψαμμίτες, πυριτόλιθοι, μάργες και ασβεστόλιθοι τα οποία εξελίσσονται σε ασβεστιτικούς τουρβιδίτες, ασβεστόλιθους με κερατόλιθους και ασβεστόλιθους με Ammonitico Rosso. Ακόμη στην αλληλουχία αυτή εμφανίζονται και ηφαιστειοϊζηματογενή υλικά Α. Τριαδικού, όπως τόφφοι, ανδεσίτες και σε ορισμένες περιπτώσεις και βασάλτες. Για την παρουσία αυτών των ηφαιστειακών υλικών έχουν δοθεί διάφορες ερμηνείες με την πιο λογική και διαδεδομένη όμως να είναι αυτή που υποστηρίζει πως προέρχονται από ηφαιστειότητα που συνδέεται με την αρχική ηπειρωτική διάρρηξη που έλαβε χώρα κατά το Περμοτριαδικό.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Σε όλη την διάρκεια του Ιουρασικού έλαβε χώρα μια συνεχής ιζηματογένεση σε περιβάλλον βαθιάς θάλασσας με αποτέλεσμα σήμερα μετά τη διαγένεση που υπέστησαν, να βρίσκονται ραδιολαριτικοί κερατόλιθοι, άργιλοι, ψαμμίτες, πελαγικοί πυριτικοί ασβεστόλιθοι και ιάσπιδες. Το σύνολο αυτής της ιζηματογένεσης ονομάζεται σχιστοκερατολιθική διάπλαση η οποία γενικά φτάνει σε πάχος τα 150-200m.

Η σχιστοκερατολιθική αυτή διάπλαση προς τα πάνω, στο Κ. Κρητιδικό, εξελίσσεται σε μια σειρά ρυθμικών εναλλαγών από πηλίτες, ψαμμίτες, μάργες, ραδιολαρίτες και πελαγικούς και λατυποπαγείς ασβεστόλιθους. Το πακέτο αυτό των ιζημάτων αυτών στην περιοχή είναι γνωστό ως ο 1ος φλύσχης της ζώνης της Πίνδου, αν και αυτός ο χαρακτηρισμός αμφισβητείται καθώς δεν ακολούθησε ανάδυση.



Εικόνα 3.4 Λιθοστρωματογραφική στήλη της Ζώνης Ωλονού - Πίνδου. 1: Δολομίτες, 2:Πλακώδεις ασβεστόλιθοι, Αργιλοψαμμίτες, Ηφαιστειοϊζηματογενή υλικά και Ασβεστόλιθοι με πυριτικές ενστρώσεις 3: Αργιλοψαμμίτες, Κερατόλιθοι και Ασβεστόλιθοι με πυριτικές ενστρώσεις 4: Λατυποπαγή, Πλακώδεις ασβεστόλιθοι, Κερατόλιθοι και Αργιλοψαμμίτες, 5: Άνω Κρητιδικοί Ασβεστόλιθοι, 6: Τριτογενής φλύσχης. Με κόκκινο επισημαίνεται ο σχηματισμός ενδιαφέροντος στον οποίο εντοπίζεται η έρευνα. (Μουντράκης, 2010)

Αντίθετα, στο Μ-Α Κρητιδικό, αντί της ανάδυσης υπήρξε συνέχεια στην ιζηματογένεση χωρίς καμία διακοπή ή ασυμφωνία. Βρίσκονται λοιπόν πελαγικοί πλακώδεις ασβεστόλιθοι με ενστρώσεις πυριτικές, αργιλικές καθώς και ασβεστιτικοί τουρβιδίτες και μάργες με συνολικό πάχος 500m.

Στα τέλη του Κρητιδικού (Μαιστρίχτιο-Δάνιο) η ιζηματογένεση διαφοροποιείται και παίρνει ένα χαρακτήρα πιο ασβεστομαργαϊκό που είναι μεταβατικός προς τον φλύσχη του οποίου η απόθεση συνεχίζεται μέχρι και το Α. Ηώκαινο. Ο φλύσχης αυτός πλέον ονομάζεται 2ος φλύσχης της ζώνης της Πίνδου. Εμφανίζει τις χαρακτηριστικές εικόνες, τυπικές και αντιπροσωπευτικές του φλύσχη του ελληνικού χώρου με ρυθμικές εναλλαγές ψαμμιτών και μαργών και πιο σπάνια κροκαλοπαγών και ασβεστολίθων. Στα αργιλοψαμμιτικά μέλη παρεμβάλλονται ολισθόλιθοι μεγέθους από λίγα εκατοστά έως και αρκετά μέτρα. Οι ολισθόλιθοι αυτοί έχουν προέλευση από τους ασβεστόλιθους της ζώνης Πίνδου καθώς και από τα ψαμμιτικά μέλη του ίδιου του φλύσχη. Επιπλέον εμφανίζουν έντονη τεκτονική καταπόνηση, μια εικόνα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

που στο σύνολό της υποδεικνύει τον λεγόμενο άγριο φλύσχη της Πίνδου και είναι χαρακτηριστική η εμφάνισή του σε θέσεις υποβύθισης.

Ο φλύσχης της Πίνδου, όπως αναφέρεται από τους Χρηστάρας, Ζούρος και Μακεδών, 1994, διακρίνεται σε τρεις λιθολογικές ενότητες στην ευρύτερη περιοχή έρευνας. Οι ενότητες για τις οποίες γίνεται λόγος είναι η ενότητα Πολιτσές η οποία θα μας απασχολήσει και στην στενή περιοχή έρευνας, η ενότητα Ζαγορίου και η ενότητα Μετσόβου. Η ενότητα Πολιτσές υπερκαλύπτει τεκτονικά την ενότητα Ζαγορίου που αποτελεί τα νεότερα στρώματα του φλύσχη της Πίνδου ενώ η ενότητα του Μετσόβου εμφανίζεται κατά θέσεις ως τεκτονικά παράθυρα.

Συγκεκριμένα ότι αφορά την ενότητα Πολιτσές που πρεσβεύει στην περιοχή έρευνας, αυτή διακρίνεται σε τέσσερις σχηματισμούς (Christaras et al, 1994). Από την βάση προς τα επάνω λοιπόν συναντώνται ο κόκκινος φλύσχης όπου πρόκειται για μία εναλλαγή ερυθρών σχιστών, πηλιτών και ψαμμιτών με μέγιστο πάχος περί τα 100m. Έπειτα συναντάται ένας δεύτερος σχηματισμός με τεφρούς ψαμμίτες πλούσιους σε μαρμαρυγίες, σε εναλλαγές με σχίστες και μάργες μέσου πάχους 70m. Ο επόμενος σε σειρά σχηματισμός που συναντάται αποτελείται από μαζώδεις ψαμμίτες στους οποίους παρεμβάλλονται στρώσεις τεφρών σχιστών και μαργών συνολικού πάχους 350m. Ο τελευταίος σχηματισμός είναι ο άγριος φλύσχης της Πίνδου για τον οποίο έγινε λόγος και νωρίτερα, πρόκειται για έναν ισχυρά τεκτονισμένο σχηματισμό με τεφρά αργιλικά και ψαμμιτικά μέλη. Στην εικόνα φαίνεται η ευρύτερη περιοχή έρευνας και οι επιμέρους διακρίσεις του φλύσχης της Πίνδου σε αυτήν όπως αυτές ορίστηκαν από τον Ζούρο, 1993.

Με το τέλος της απόθεσης του φλύσχη στο Α. Ηώκαινο επικάθεται πάνω σ' αυτόν με ασυμφωνία ο ολιγοκαινικός μολασσικός σχηματισμός της Μεσοελληνικής αύλακας.

Τέλος οφειόλιθοι που απαντώνται στην περιοχή της ζώνης της Πίνδου προέρχονται από την Υποπελαγονική ζώνη, ενώ βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένοι πάνω στον τριτογενή φλύσχη. Δεν προέρχονται λοιπόν από την ζώνη της Πίνδου και αυτό επιβεβαιώνεται από την απουσία τους στα αλλεπάλληλα λέπια της ζώνης αυτής (Μουντράκης, 2010).

3.3.2. Τεκτονική εξέλιξη της Ζώνης Πίνδου

Όσο αφορά την τεκτονική εξέλιξη της ζώνης Πίνδου είναι γνωστό το ότι αυτή αναδύθηκε με την τελική ορογένεση και υπέστη μία φάση πτυχώσεων κατά το Α.Ηώκαινο-Κ.Ολιγόκαινο που προήλθε από την τελική σύγκρουση της Απουλίας μικροπλάκας με την Ευρασιατική.

Η σύγκρουση αυτή προκάλεσε ισχυρές συμπιεστικές τάσεις με αποτέλεσμα να επωθηθεί η ζώνη της Πίνδου προς τα δυτικά παίρνοντας την μορφή τεκτονικού καλύμματος επάνω στην ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως. Η επώθηση αυτή σε ορισμένες θέσεις υπολογίζεται ότι ξεπέρασε τα 100km ενώ σε άλλες θέσεις επίσης φαίνεται να έχει καλύψει πλήρως την ζώνη Γαβρόβου και να επικάθεται τεκτονικά κατευθείαν επάνω στην Αδριατικοϊόνιο ζώνη.

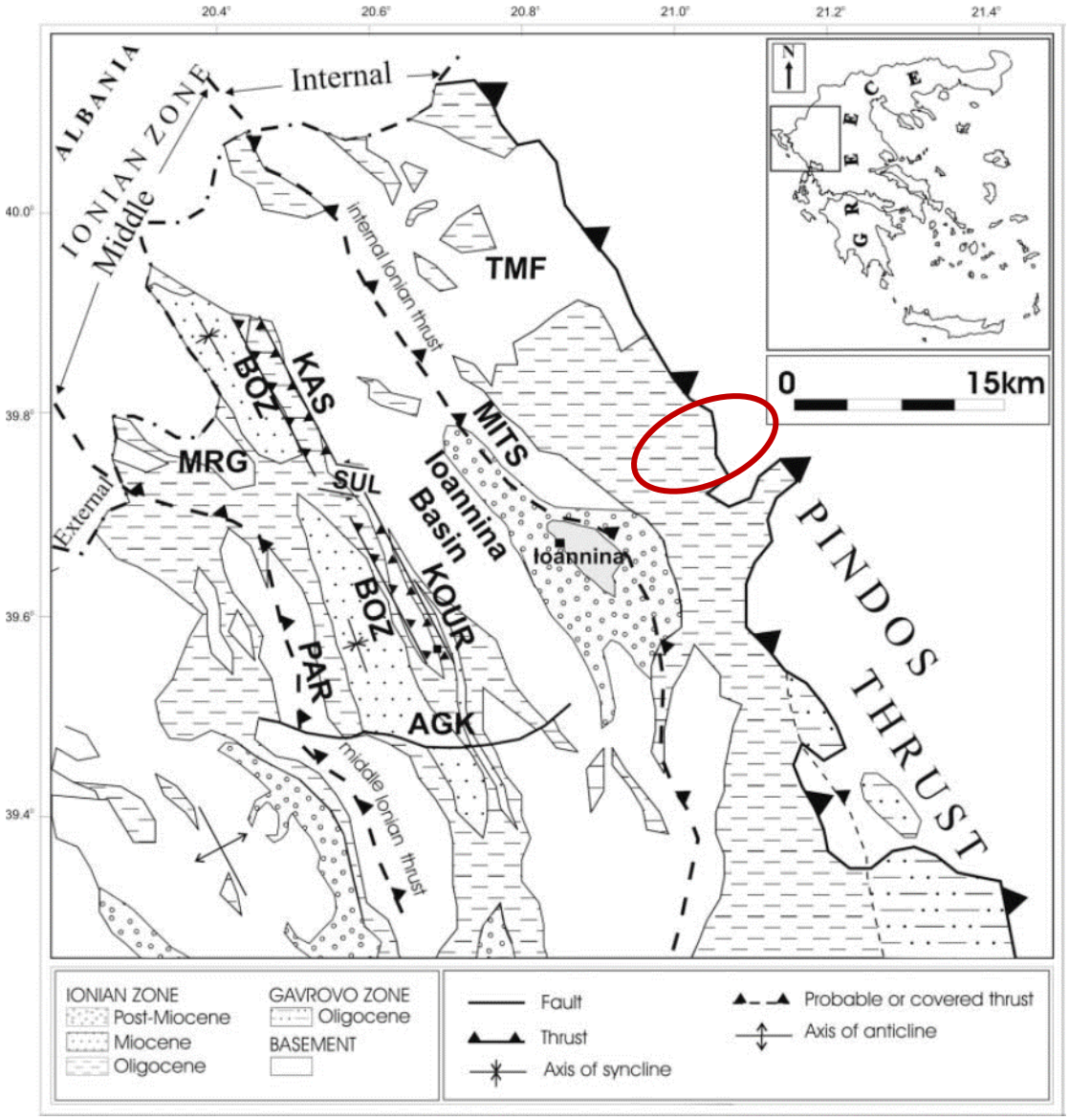
Ταυτόχρονα με την επώθηση και ως αποτέλεσμα των ισχυρών αυτών συμπιεστικών τάσεων τα στρώματα της ζώνης της Πίνδου υπέστησαν μία ισχυρή λεπίωση που οδήγησε στην δημιουργία μίας συνεχούς σειράς από ένδεκα λέπια με γενική διεύθυνση Β-Ν και κλίση προς τα Α, καθώς η συμπίεση που έλαβε χώρα είχε κατεύθυνση από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Κατά τη διάρκεια της πτύχωσης

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

δημιουργήθηκε μεγάλος αριθμός εγκάρσιων ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης τα οποία διακόπτουν την αρχική συνέχεια των λεπίων (Μουντράκης,2010).

Παράλληλα με την επώθηση και εξαιτίας της δράσης της, δημιουργήθηκε ένας τεκτονικός σχηματισμός στην βάση και κατά μήκος αυτής. Ο σχηματισμός αποτελείται από ισχυρά τεκτονισμένα μέλη του φλύσχη της Πίνδου, πηλίτες, ψαμμίτες αλλά και τεμάχη ασβεστολίθων (Zouros & Mountrakis, 1990).



Εικόνα 3.5 Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της δυτικής Ελλάδας που ορίζει τις κύριες γεωλογικές δομές και . Τροποποιημένο από IGSR και IFP (1966) και από Avramidis et al. (2000). PAR: Paramythia, KOUR: Kourendon, SUL: Soulopoulo, KAS: Kassidiares, MRG: Mourgana mountain, BOZ: Botzara, TMF: Timfi. Με κόκκινο επισημαίνεται η περιοχή ενδιαφέροντος.

Επάνω στα στρώματα της ζώνης της Πίνδου βρίσκονται τεκτονικά τοποθετημένες οφειολιθικές μάζες. Αυτές όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως αναφέρονται ως οφειόλιθοι της Πίνδου αν και δεν προέρχονται από αυτήν την ζώνη. Η πιο αποδεκτή εξήγηση που δίνεται για την παρουσία τους είναι ότι προέρχονται από τον δυτικό ωκεάνιο χώρο της Υποπελαγονικής και κατά τη διάρκεια της Τριτογενούς πτύχωσης

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

επωθήθηκαν πάνω στον φλύσχη της Πίνδου μετά από την ολοκλήρωση της ιζηματογένεσης αυτού. Μία άλλη εξίσου αποδεκτή ερμηνεία αποδίδει την ύπαρξη αυτών επάνω στον Τριτογενή φλύσχη ως αποτέλεσμα δράσης εφελκυστικής τεκτονικής κατά την περίοδο του Ολιγοκαίνου. Η εφελκυστική αυτή τεκτονική, με κίνηση προς τα ΝΔ, οδήγησε στην κατάρρευση του ορογενούς με αποτέλεσμα την ολίσθηση των οφιολιθικών σωμάτων από την Υποπελαγονική επάνω στον φλύσχη της Πίνδου. Η τεκτονική αυτή εμφανίζεται στους μεγάλους όγκους οφειολίθων του Βούρινου και της Πίνδου, υποστηρίζοντας την άποψη αυτή (Μουντράκης, 2010).

3.3.3. Λιθοστρωματογραφική εξέλιξη της Ιονίου Ζώνης

Στην Ιόνιο ζώνη συναντώνται Αλπικά ιζηματογενή πετρώματα τα οποία ακολουθούν γενικά μία συνεχή ιζηματογένεση, ενώ δεν έχει αποδειχθεί η ύπαρξη Προαλπικού υποβάθρου.

Κατά το Περμοτριαδικό στην περιοχή αποτίθεται γύψος και άλατα τα οποία οδηγούν στην δημιουργία ενός σχηματισμού εβαποριτών. Οι εβαπορίτες αυτοί παρεμβάλλονται με διαπειρισμό και σε ανώτερα στρώματα ασβεστολιθικά ηλικίας Κ. Λιάσιου. Το πάχος των εβαποριτών φτάνει μέχρι και τα 1500m. Συνοδεύονται από δολομίτες και λατυποπαγή ηλικίας Κ-Μ. Τριαδικό γεγονός το οποίο δείχνει την συνέχιση απόθεσης αυτού του σχηματισμού μέχρι και αυτή την περίοδο.

Επάνω στους εβαπορίτες αποτίθενται ασβεστόλιθοι νηριτικής φάσης, ηλικίας Α. Τριαδικού. Εμφανίζονται μαύροι λιθογραφικοί με απολιθώματα Megalodon, δολομίτες, ασβεστολιθικά λατυποπαγή και μαργαϊκούς ασβεστόλιθους που καλύπτουν και όλο το Α. Τριαδικό.

Κατά το Κ.-Μ. Λιάσιο (Κ. Ιουρασικό) αποτίθενται οι ασβεστόλιθοι του Παντοκράτορα όπως αναφέρονται στην βιβλιογραφία, επίσης νηριτικής φάσης με πάχος που φτάνει τα 600m.

Κατά το Α. Λιάσιο σχηματίζεται με δράση κανονικών ρηγμάτων η ημιπελαγική λεκάνη της Ιονίου, Αυτή σηματοδοτείται από την ύπαρξη των ασβεστολίθων του Λούρου και των Σινιών. Σε αυτούς βρίσκονται απολιθώματα Αμμωνιτών και ενστρώσεις κερατολιθικές που υποδηλώνουν αυτές τις ημιπελαγικές συνθήκες ιζηματογένεσης.

Έπειτα καθ’ όλη την διάρκεια του Μ. Ιουρασικού τον επιμέρους τεμαχισμό που υπέστη η λεκάνη της Ιονίου ακολουθεί ιζηματογένεση ημιπελαγικών και πελαγικών ιζημάτων αναλόγως το βάθος της λεκάνης στην εκάστοτε θέση. Βρίσκονται λοιπόν ασβεστόλιθοι Ammonitico rosso κυρίως στις πλευρές της λεκάνης και αργιλικοί σχιστόλιθοι με Ποσειδώνιες, όπως χαρακτηριστικά αναφέρονται στην βιβλιογραφία.

Από το Α. Μάλμιο (Α. Ιουρασικό) λαμβάνει χώρα μία γενική βύθιση της λεκάνης με αποτέλεσμα πλέον η ιζηματογένεση να εμφανίζει μία ομοιομορφία ως προς το βάθος που καθορίζουν τα εκάστοτε ιζήματα. Αποτίθενται συνεπώς σε όλη την έκτασή της πελαγικοί ασβεστόλιθοι με κερατολιθικές ενστρώσεις, σχηματισμός του οποίου η ιζηματογένεση διήρκησε μέχρι το τέλος του Ηωκαίνου και τον ακολούθησε η απόθεση του φλύσχη της Ιονίου.

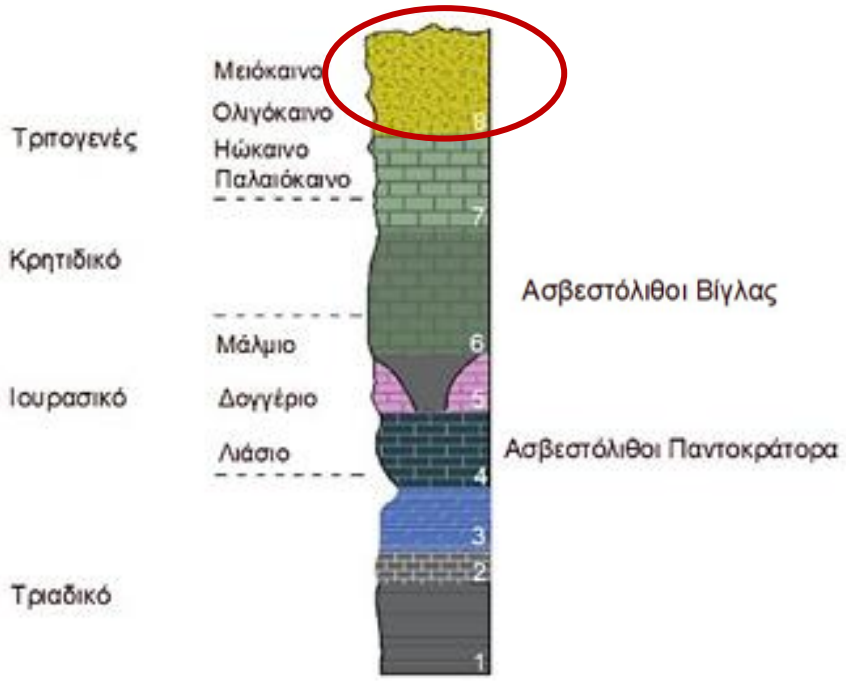
Οι πελαγικοί αυτοί ασβεστόλιθοι είναι ευρέως γνωστοί ως ασβεστόλιθοι της Βίγλας μέχρι το τέλος του Κρητιδικού και έπειτα οι ίδιοι ασβεστόλιθοι μέχρι το τέλος του Ηωκαίνου όπου αναφέρονται ως ασβεστόλιθοι του Ηωκαίνου. Γενικά εμφανίζονται λευκοί ή τεφροί και πλακώδεις με πλακέτες των οποίων το πάχος κυμαίνεται από 2-30cm, με λεπτές αργιλικές ή κερατολιθικές ενστρώσεις πάχους 0,5-

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

4cm. Οι ασβεστόλιθοι του Ηωκαίνου σπανίως εμφανίζονται και ως λατυποπαγείς ενώ εμπεριέχουν και απολιθώματα τρηματοφόρων (Numulites και Alveolina).

Τέλος αποτίθεται ο σχηματισμός του φλύσχη της Ιονίου ζώνης ηλικίας Ηωκαίνου με το τέλος της απόθεσης αυτής να έρχεται στο Ακουϊτάνιο (Κ. Μειόκαινο) όπου και υπέστη συμπιεστική τεκτονική και πτυχώθηκαν τα στρώματα της ζώνης. Το συνολικό πάχος του φλύσχη φτάνει τα 1000m, ένα πάχος όμως το οποίο εικάζεται πως έχει επηρεαστεί αυξητικά και από την πτύχωση. Η σύσταση του φλύσχη είναι κυρίως ψαμμιτική και μαργαϊκή, με εναλλαγές ιλυολίθων, μαργών, μαργαϊκών ασβεστόλιθων, ψαμμιτών και σπανίως κροκαλοπαγών (Μουντράκης, 2010).



Εικόνα 3.6 Λιθοστρωματογραφική στήλη της Αδριατικοϊόνιου ζώνης (Ιόνιου ζώνης). 1: Γύψος και άλατα (Εβαπορίτες), 2: Μαύροι ασβεστόλιθοι, 3: Δολομίτες 4: Νηριτικοί ασβεστόλιθοι «Παντοκράτορα», 5: Ασβεστόλιθοι Ammonitico rosso, κερατόλιθοι και σχιστόλιθοι με Posidonomyes, 6: Πελαγικοί ασβεστόλιθοι «Βίγλας», 7: Ασβεστόλιθοι ημιπελαγικοί Ηωκαίνου, 8: Φλύσχης. Με κόκκινο επισημαίνεται ο σχηματισμός ενδιαφέροντος στον οποίο εντοπίζεται η έρευνα. (Μουντράκης, 2010)

3.3.4. Τεκτονική και παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Ιονίου Ζώνης

Η Ιόνιος ζώνη όπως αναφέρεται από τον Δημόπουλο, 2010, κατά το Περμοτριαδικό υπήρξε μία χερσαία ή πολύ ρηχή θαλάσσια περιοχή, όπως υποστηρίζεται από την βιβλιογραφία. Το γεγονός αυτό καθιστούσε εύκολη την συνεχή χέρσευση της περιοχής με αποτέλεσμα την συγκέντρωση αυτού του μεγάλου πάχους στρωμάτων εβαποριτών, που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Ένα ανάλογο παλαιογεωγραφικό καθεστώς δέσποζε και στην συνέχεια σε όλη την διάρκεια του Τριαδικού έως και το Κ. Ιουρασικό όπου και αποτέθηκαν τα νηριτικά ιζήματα (από το τέλος της απόθεσης των εβαποριτών μέχρι και τους ασβεστόλιθους του Παντοκράτορα). Μετέπειτα κατά το Α. Λιάσιο η διαμόρφωση ενός

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

μειογεωσύγκλινου οδήγησε σε ιζηματογένεση βαθύτερης θάλασσας, ημιπελαγική και πελαγική.

Η παρουσία της γύψου και σε ανώτερα στρώματα ιζημάτων οφείλεται στην διαπειρική προς τα πάνω μετανάστευση αυτής μέσω ρηγμάτων. Η μετανάστευση αυτή πραγματοποιήθηκε λόγω της θερμότητας που αναπτύχθηκε λόγω γεωθερμικής βαθμίδας καθώς και των υψηλών πιέσεων που δέχονταν στο βάθος. Οι υψηλές αυτές πιέσεις προέκυψαν κατά κύριο λόγο από το μεγάλο βάρος που ασκούνταν από το πάχος των υπερκείμενων στρωμάτων ιζημάτων.

Κατά το Κ. Μειόκαινο με τη δράση συμπιεστικής τεκτονικής τα στρώματα της Ιονίου ζώνης πτυχώθηκαν έντονα. Την έντονη αυτή πτύχωση διευκόλυναν πολύ με την παρουσία τους οι εβαπορίτες δημιουργώντας επίσης εσωτερικές ολισθήσεις, οι οποίες είχαν ως αποτέλεσμα την δημιουργία έντονων λεπιώσεων. Από την δράση αυτής της Τριτογενούς συμπιεστικής τεκτονικής προέκυψαν σύνθετες πτυχώσεις. Οι πτυχές εμφανίζουν διαρρήξεις στις πτέρυγες με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αλλεπάλληλες επωθήσεις, εφιππεύσεις και λεπιώσεις.

Μία σειρά αλλεπάλληλων μεγαντικλίνων και μεγασυγκλίνων είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα της Ιονίου ζώνης. Οι μεγαπτυχές αυτές εμφανίζουν βασική αξονική διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ με φορά προς τα δυτικά. Γενικά εμφανίζονται ασύμμετρες πτυχές με σταθερή απόκλιση προς τα ΔΝΔ με ορισμένες εξαιρέσεις όπου οι αποκλίσεις τείνουν προς τα ΑΒΑ. Οι εξαιρέσεις αυτές οφείλονται στην «προς τα πίσω επώθηση» γνωστή και ως back thrust που λαμβάνει χώρα σε ορισμένες περιπτώσεις κατά την προς τα δυτικά συμπίεση. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται σε μεγακλίμακα με χαρακτηριστικό παράδειγμα το μεγαντίκλινο στο όρος Μιτσικέλι των Ιωαννίνων.

Τέλος κατά τη διάρκεια της τελευταίας φάση της πτύχωσης σχηματίστηκαν μεγάλα εγκάρσια ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης. Η διεύθυνση των ρηγμάτων αυτών είναι Α-Δ έως και ΑΒΑ-ΔΝΔ και εμφανίζονται κάθετα στους άξονες των μεγαπτυχών. Ακόμη κατά την τελική αυτή φάση σχηματίστηκαν και επιμήκη ρήγματα διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ τόσο ανάστροφα όσο και κανονικά που οδήγησαν στον σχηματισμό των μεγάλων τάφρων της Ηπείρου και της Στερεάς Ελλάδας.

3.4. Σχηματισμοί ενδιαφέροντος στην περιοχή έρευνας

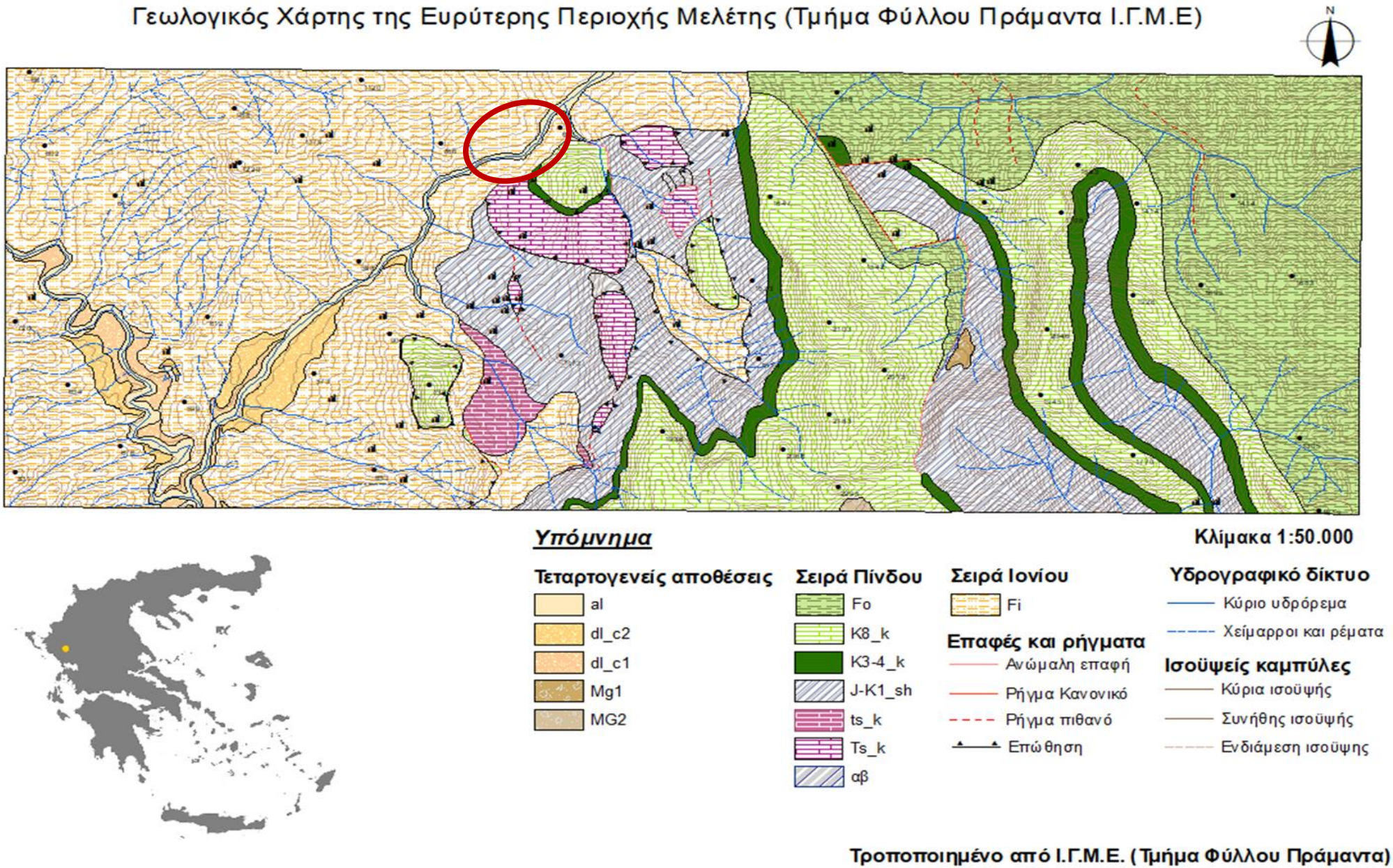
Από τις δύο γεωτεκτονικές ζώνες που αναλύθηκαν εκτενώς παραπάνω αυτοί οι σχηματισμοί που ενδιαφέρουν άμεσα τη παρούσα έρευνα είναι από την ζώνη της Πίνδου ο σχηματισμός του 2^{ου} φλύσχη, ο οποίος στο εξής θα αναφέρεται για συντομία ώς φλύσχης της Πίνδου. Αντίστοιχα από την ζώνη της Ιονίου παρουσιάζει ενδιαφέρον λόγο της θέσης του και της συμμετοχής του στην δράση της κατολίσθησης ο φλύσχης της ζώνης αυτής όπου πάλι χάριν ευκολίας θα αναφέρεται ως φλύσχης της Ιονίου. Τον σημαντικότερο ρόλο στην έρευνα αυτή καθώς και στην εξέλιξη και την φύση της κατολίσθησης διαδραματίζει η τεκτονική επαφή μεταξύ των δύο σχηματισμών όπου πρόκειται για την επώθηση της ζώνης της Πίνδου επάνω στην Ιόνιο ζώνη και τον τεκτονικό σχηματισμό που δημιουργήθηκε εξαιτίας της δράσης αυτής μεταξύ των δύο φλυσχών. Τέλος δεν πρέπει να παραληφθούν τα ιζήματα του Μετσοβίτικου ποταμού, αλλούβια, τα οποία βρίσκονται στην κοίτη του ποταμού και εκατέρωθεν αυτής σε όλο το μήκος της περιοχής έρευνας και συγκεκριμένα όπως θα αναλυθεί και στην συνέχεια κατά μήκος του πόδα της κατολίσθησης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Όπως φαίνεται και στον χάρτη της εικόνας 3.8 (Christaras et al, 1994) επιφανειακά συναντώνται στην περιοχή έρευνας, κυρίως τα ψαμμιτικά και ερυθροπηλιτικά κλάσματα του φλύσχη της Πίνδου και σε μεγάλη έκταση ο τεκτονικός σχηματισμός, ενώ όπως θα αναλυθεί εκτενώς και στην συνέχεια ο φλύσχης της Πίνδου αποτελεί το υπόβαθρο της περιοχής και κάνει την εμφάνισή του στην επιφάνεια μόνο στα δυτικά όρια της περιοχής έρευνας, κυρίως με την κροκαλοπαγή του φάση και την πηλιτική.

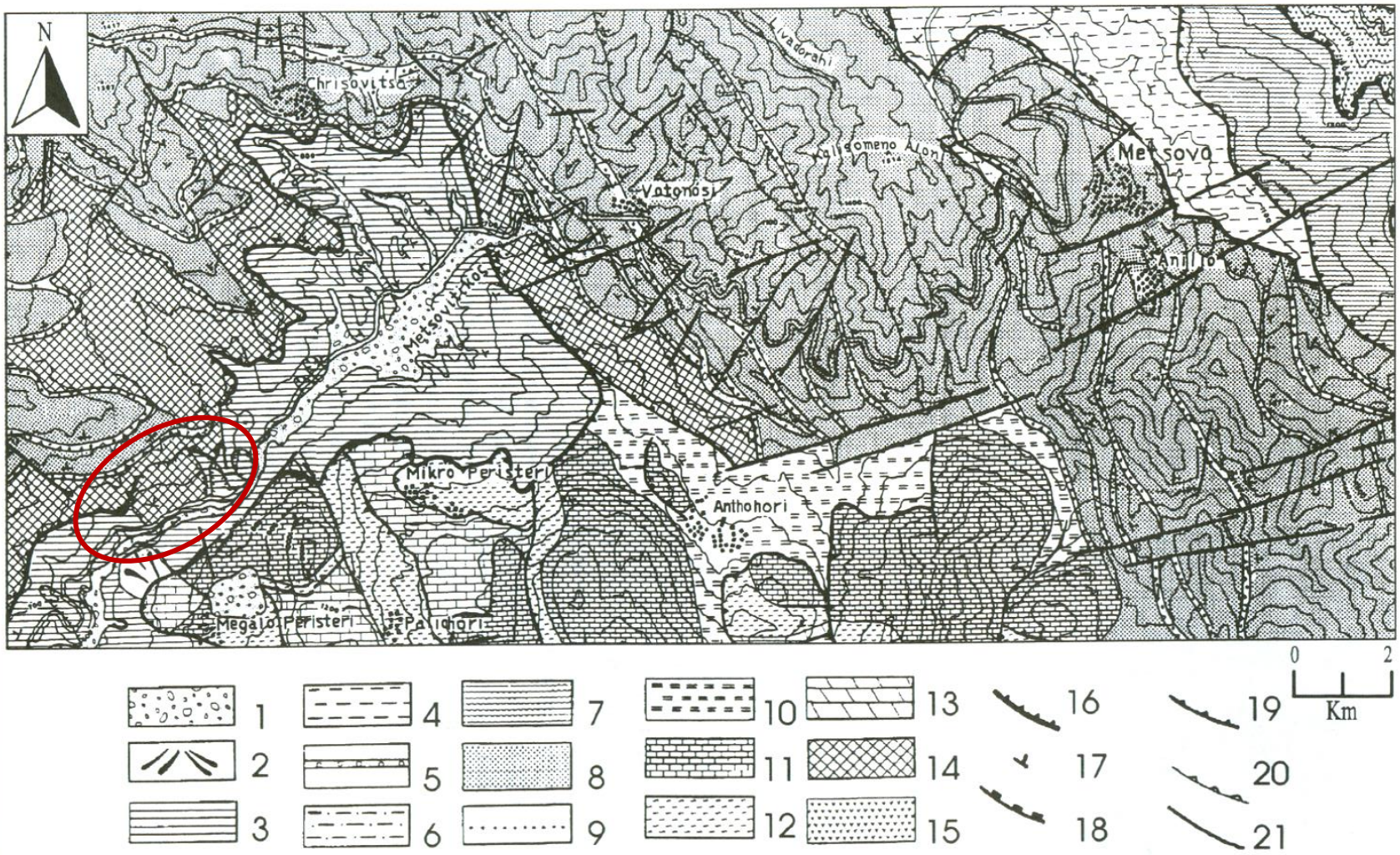
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



Εικόνα 3.7 Γεωλογικός Χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης. al: Σύγχρονες προσχώσεις, dl_c1: Διλούβια, αναβαθμίδα 20m, dl_c2: Παλιά κορήματα, Mg1: Νεότερη περίοδος αποθέσεως παγετώνων, Mg2: Παλαιότερη περίοδος αποθέσεως παγετώνων, Fo: Φλύσχης Πίνδου, K8_k: Πελαγικοί ασβεστόλιθοι, K3-4_k: Μικρολατυποπαγείς ασβεστόλιθοι και φλύσχης με ενστρώσεις ερυθρών μαργών, J_k1_sh: Κερατόλιθοι με ενστρώσεις πελαγικών ασβεστολίθων, ts_k: Ασβεστόλιθοι με ιάσπιδες, Ts_k: Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, αβ: Αυγιτικός ανδεσίτης, Fi: Φλύσχης Ιονίου. Με κόκκινο εντοπίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος. (Τμήμα Φύλλου Πράμαντα Ι.Γ.Μ.Ε)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη



A. Post alpine formations. 1. Quaternary, 2: Scree. B. Alpine formations. i) Ionian zone. Zagoria flysch (Oligecene - Aquitanian). 3: Siltstone & silty sandstone. ii) Gavrovo zone. Metsovo flysch (Oligocene). 4: Siltstone, 5: Conglomerate, 6: Silty sandstone. iii) Pindos zone. Flysch (Palaeocene - Eocene). 7: Wild flysch, Politses flysch: 8: sandstone flysch, 9: Red flych (pelite interbedded with sandstones). Carbonate formation: 10: Transition beds from limestone to flysch (Mestrichtian - Palaeocene), 11: Platy pelagic limestones (Up. Cretaceous), 12: Radiolarites (Jurassic - l. Cretaceous), 13: Pelagic limestones (Up. Triassic), 14: Tectonic formation of the thrust front. iv) Sub-pelagonian zone. 15: Ophiolite nape. 16: Thrust of the tectonic Pindos nappe. 17: strike & dip of beds. 18: Ophiolite nappe front. 19: Thrust. 20: Ramps. 21: Faults.

Εικόνα 3.8 Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης. Με κόκκινο επισημαίνεται η περιοχή ενδιαφέροντος. (Christaras et. al, 1994).

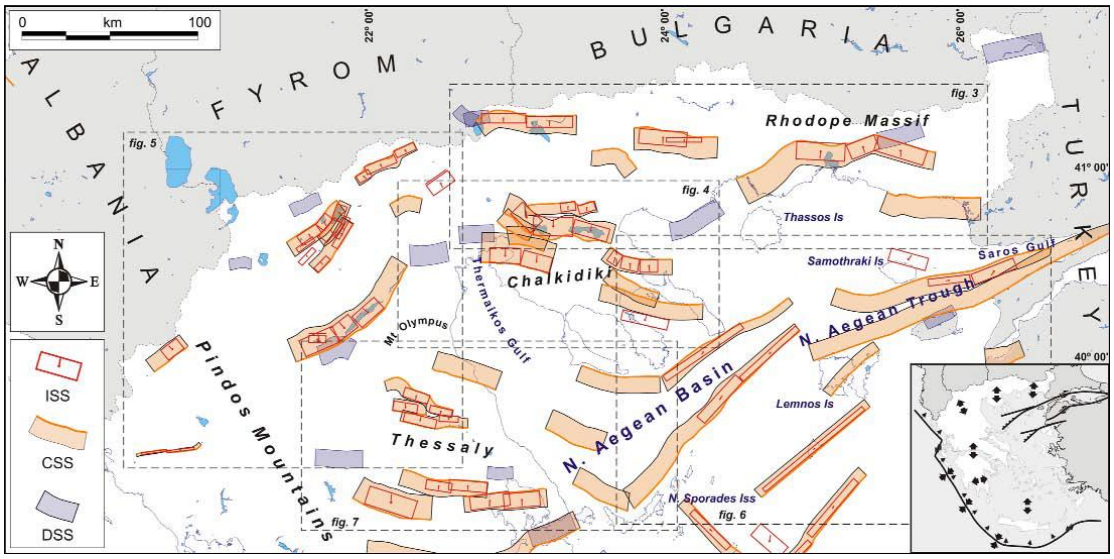
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

3.5. Σεισμοτεκτονικό καθεστώς και σεισμική επικινδυνότητα

Όσο αφορά την εντατική κατάσταση στην οποία βρίσκεται η ευρύτερη περιοχή σήμερα, είναι γνωστό ότι εντάσσεται σε ένα καθεστώς σύγχρονων εφελκυστικών τάσεων. Παρόλα αυτά στην περιοχή δεν παρουσιάζεται ισχυρή αυτόχθονη σεισμική δραστηριότητα.

Στον χάρτη της εικόνας 3.9 που ακολουθεί εντοπίζονται οι σεισμογενείς πηγές όπως αυτές είχαν οριστεί από τους Caputo et al. μέχρι και το 2012 στο σύστημα GreDaSS. Παρατηρούνται στο σύνολο τα κύρια συστήματα ρηγμάτων που κυριαρχούν στον Βόρειο Ελλαδικό χώρο και είναι, 1) η Α-Δ ζώνη ρηγμάτων στην Θράκη και την Ανατολική Μακεδονία, 2) το σύστημα ρηγμάτων ΑΒΑ-ΔΝΔ της Χαλκιδικής, 3) του Βορείου Αιγαίου ΑΒΑ-ΔΝΔ διεύθυνσης σύστημα, 4) το ΑΒΑ-ΔΝΔ της Θεσσαλίας και 5) το σύστημα των Αντι-Ελληνίδων στην δυτική Μακεδονία και Ήπειρο με διεύθυνση ΝΑ-ΒΔ όπου εντοπίζεται στον ευρύτερο χώρο και η περιοχή έρευνας της παρούσας εργασίας.



Εικόνα 3.9 Χάρτης των σεισμογενών πηγών που αναγνωρίζονται στην περιοχή του Βορείου Αιγαίου και περιλαμβάνονται μέχρι σήμερα στο GreDaSS. ISS, μεμονωμένες σεισμογόνες πηγές. CSS, σύνθετες σεισμογόνες πηγές. DSS, υπό συζήτηση σεισμογενείς πηγές. Η περιοχή ενδιαφέροντος της παρούσας έρευνας εντοπίζεται με κόκκινο. (Caputo et al., 2012)

Η περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας και Ηπείρου χαρακτηρίζεται από την οροσειρά της Πίνδου η οποία δημιουργήθηκε έπειτα από μία εκτεταμένη ζώνη πτυχώσεων και λεπιώσεων ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Σε μεγαλύτερη ανάλυση στον χάρτη της εικόνας 3.10 που παρατίθεται παρακάτω παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες ενεργές δομές στην περιοχή αυτή είναι κύριας διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ και διαχωρίζονται μεταξύ τους σε επιμέρους διακριτά συστήματα. Τα συστήματα αυτά είναι της Βόρειας και Νότιας Αλμωπίας, της Γουμένισσας, του Αλιάκμονα και τέλος της Κόνιτσας και του Πετουσίου που βρίσκονται και πλησιέστερα στην περιοχής έρευνας της παρούσας εργασίας.

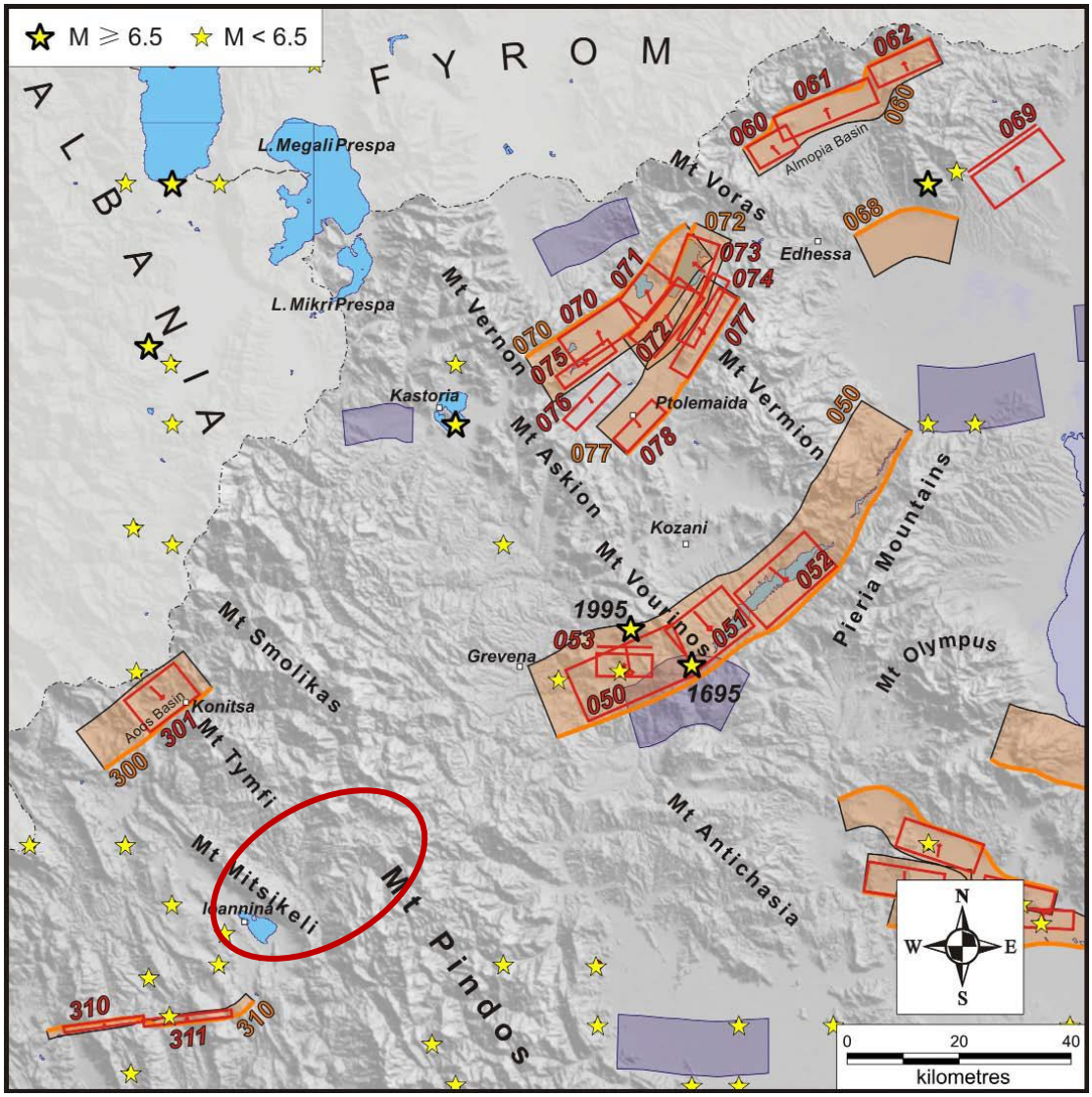
Λεπτομερέστερα ότι αφορά τη ζώνη ρηγμάτων της Κόνιτσας αυτή πρόκειται για μία δομή περί τα 25km συνολικής διάρρηξης, ΒΔ κλίσης. Πρόσφατη δραστηριότητα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

όμως εμφανίζει κυρίως το βορειότερο τμήμα της ζώνης αυτής μέσα στην κοιλάδα του Αώου ποταμού, δηλαδή περίπου τα 11 από τα 25km της συνολικής διάρρηξης. Το μεγαλύτερο μέγεθος σεισμού που εκτιμάται ότι μπορεί να δώσει το σύστημα αυτό είναι της τάξης του 6,6 στην κλίμακα Richter. Παρόλα αυτά οι ενόργανες καταγραφές δείχνουν ως μεγαλύτερου μεγέθους το γεγονός του 1966 με μέγεθος σεισμού το 5,3 στην κλίμακα Richter.

Από την άλλη το σύστημα του Πετουσίου αποτελεί μία συνολική διάρρηξη περί των 39km με κύρια διεύθυνση Α-Δ που εξελίχθηκε στο Μεσοζωικό και κατά την διάρκεια της Αλπικής τεκτονικής δραστηριότητας. Οι επιμέρους δομές του εμφανίζουν ορισμένες διαφοροποιήσεις στις διευθύνσεις κλίσεις που γίνονται κατά τόπους αντιληπτές από κινηματικούς δείκτες, οι οποίοι επίσης υποδηλώνουν μία αριστερόστροφη πλευρική οριζόντια μετατόπιση κατά μήκος αυτών των διαρρήξεων. Αντίστοιχα το μεγαλύτερο μέγεθος σεισμού που υπολογίζεται ότι μπορεί να δώσει το σύστημα αυτό είναι της τάξης του 6,7 στην κλίμακα Richter.

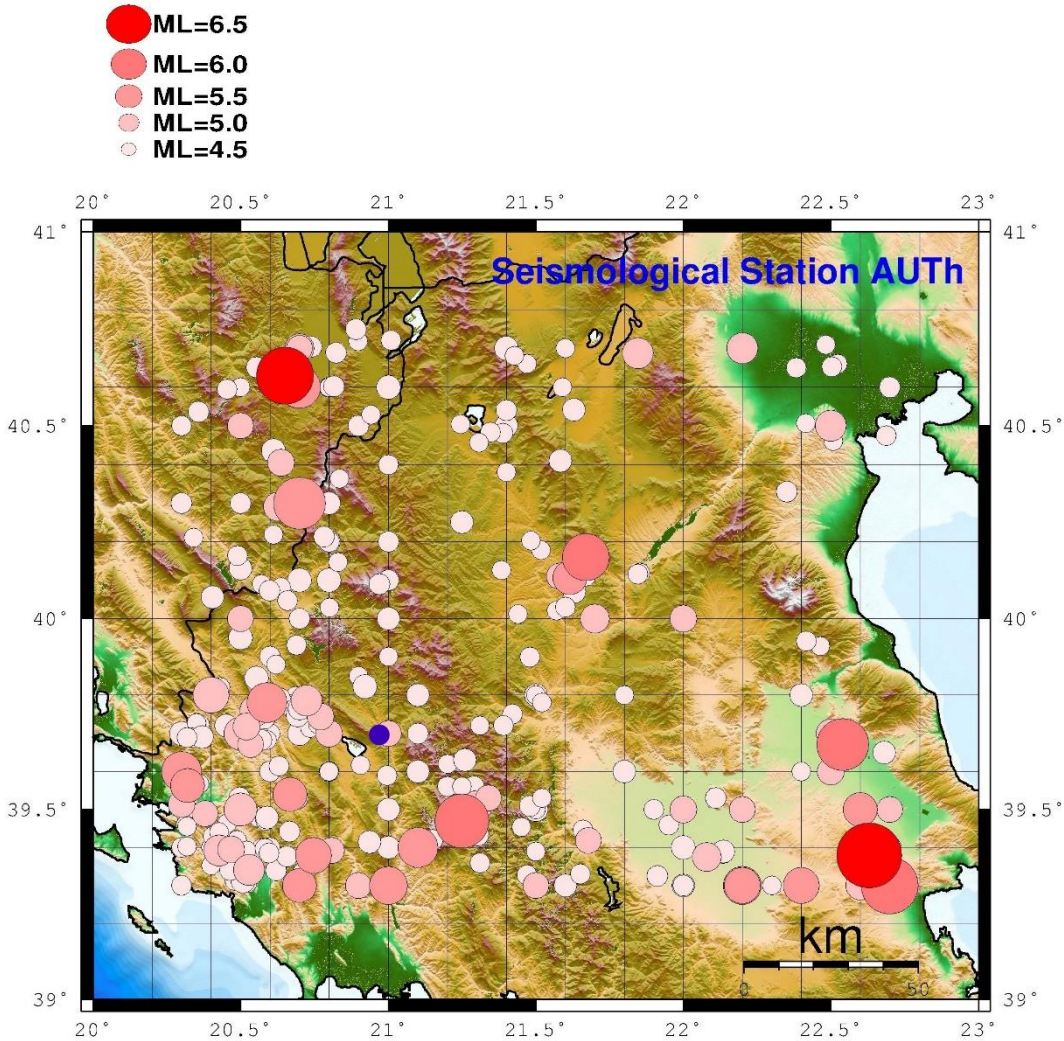


Εικόνα 3.10 Λεπτομερειακός χάρτης των σεισμογενών πηγών που ανήκουν στο σύστημα ρηγμάτων των αντι-Ελληνίδων όπως ονομάζεται στο σύστημα GreDaSS. Η περιοχή ενδιαφέροντος της παρούσας έρευνας εντοπίζεται με κόκκινο. (Caputo et al., 2012)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Γενικά η περιοχή δεν εμφανίζει πολλούς σεισμούς μεγάλου μεγέθους στην κλίμακα Richter όπως φαίνεται και στον χάρτη της εικόνας 3.11. Οι περισσότεροι σεισμοί εντοπίζονται στον θαλάσσιο χώρο του Ιονίου και ελάχιστοι έχουν το επίκεντρό τους στην ηπειρωτική Ελλάδα. Στον χάρτη που παρατίθεται παρακάτω απεικονίζονται τα επίκεντρα ενδεικτικών σεισμών από το 1900 έως και το 2016 με M>=4,5. Παρατηρείται γενικά ότι οι σεισμοί που δεσπόζουν στην περιοχή είναι κυρίως μεγεθών της τάξης 4,5 έως 5 στην κλίμακα Richter, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι εκλείπουν οι μεγαλύτερου μεγέθους σεισμοί.



Εικόνα 3.11 Επίκεντρα σεισμών με M>=4,5 κατά το διάστημα 1900-2016. Με τη μπλε κουκίδα εντοπίζεται η περιοχή έρευνας. (Permanent Regional Seismological Network operated by the Aristotle University of Thessaloniki, Papazachos, C., 2010)

Αναφορικά με τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού, σύμφωνα με τις πρόσφατες τροποποιήσεις του ΕΑΚ-2000 (2000 & 2003), ο ελληνικός χώρος υποδιαιρείται σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας όπως παρουσιάζονται και στον χάρτη της εικόνας 3.12. Η πρώτη ζώνη, στην οποία υπάγεται η περιοχή έρευνας, έχει τιμή σεισμικής επιτάχυνσης σχεδιασμού 0,16g. Η δεύτερη ζώνη έχει τιμή 0,24g και τέλος η τρίτη ζώνη έχει τιμή επιτάχυνσης σχεδιασμού 0,36g. Η περιοχή έρευνας, σύμφωνα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

με την προβολή της στον χάρτη, κατατάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I, με μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους a=0,16.g.

Σύμφωνα με τον πίνακα 3.1 κατηγοριοποίησης εδαφών και βράχων με βάση το Νέο Αντισεισμικό Κανονισμό, τα εδάφη και τα πετρώματα της περιοχής έρευνας εντάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- Στην κατηγορία Α, όπου βρίσκονται οι υγιείς εμφανίσεις του φλύσχη, τόσο της Ιονίου ζώνης, όσο και της Πίνδου
- Στην κατηγορία Β, βρίσκονται ο μανδύας αποσάθρωσης, τα κορήματα και τα πιο καταπονημένα, αποσαθρωμένα μέλη του φλύσχη.

Εικόνα 3.12 Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (2003) Με τη μπλε κουκίδα εντοπίζεται η περιοχή μελέτης www.oasp.gr

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γ
Α.Π

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Α	Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού με μικρό ποσοστό ιλυοαργιλικών προσμίξεων, πάχους μικρότερου των 70μ. Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70μ.
Β	Εντόνως αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη. Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ. Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ.
Γ	Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ. Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5μ.
Δ	Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας ($I_p > 50$) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10μ.
Χ	Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοϊλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων) Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα. (Βλπ. και παρ. 5.1[3]). 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 απώλειας αντοχής. Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη. Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση.

Πίνακας 3.1 Πίνακας κατηγοριοποίησης εδαφών και βράχων με βάση τον ΕΑΚ 2000.

3.6. Υδρογεωλογικό καθεστώς και μικροκλίμα

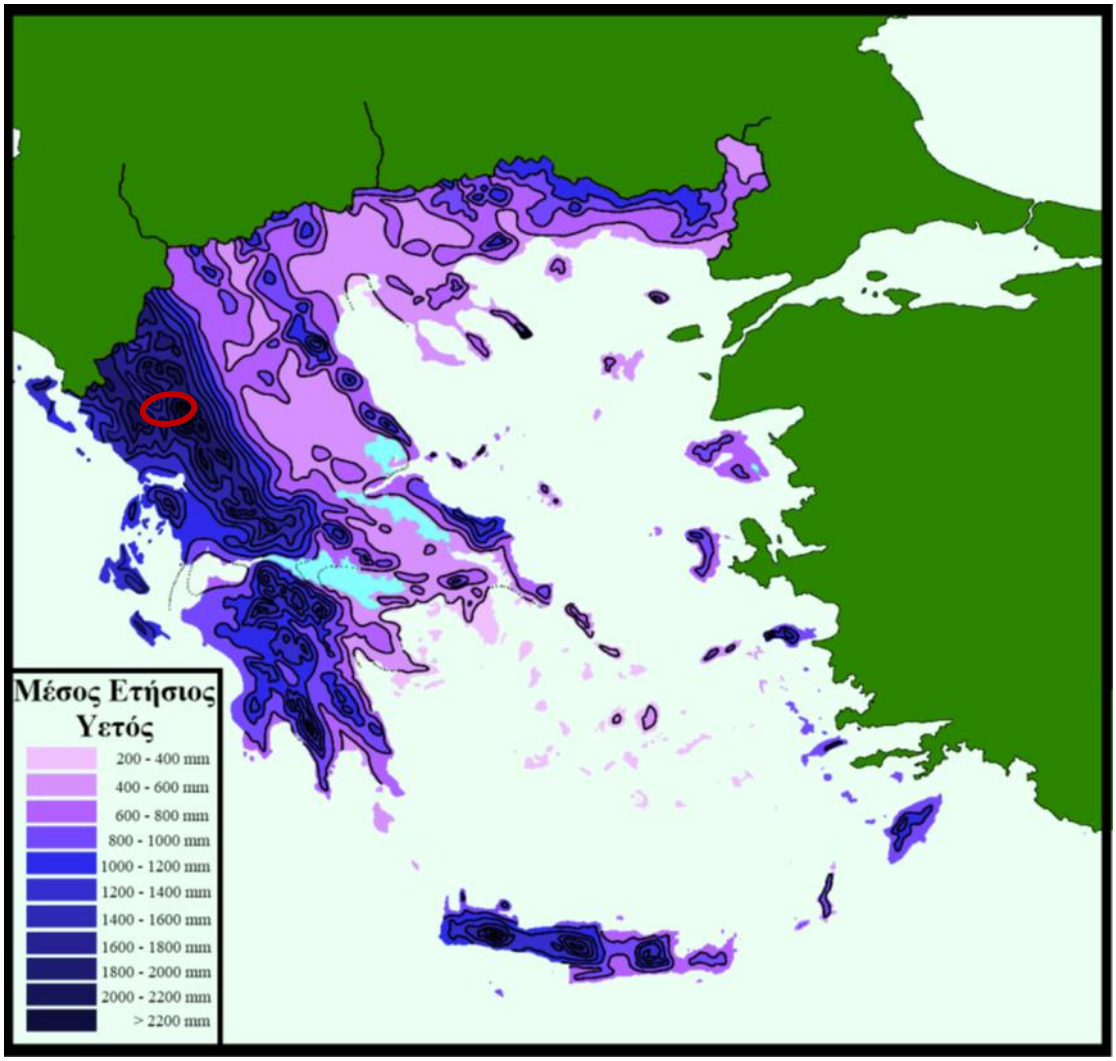
Οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μία περιοχή διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις γεωλογικές και τεχνικογεωλογικές συνθήκες της. Τα κατακρημνίσματα καθώς και οι θερμοκρασιακές μεταβολές κατά την περίοδο του έτους, αλλά και σε μεγαλύτερης κλίμακας χρονικά πλαίσια, οδηγούν σε διαβρωτικά και αποσαθρωτικά φαινόμενα. Οι εναλλαγές μεταξύ υγρών – ξηρών περιόδων έχουν σαν συνέπεια την μηχανική και χημική αποσάθρωση αυτών. Συνεπώς οι κλιματολογικές συνθήκες και το μικροκλίμα της εκάστοτε περιοχής επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων και στην ευστάθεια αυτών στα πρανή.

Το κλίμα που απαντάται στην περιοχή είναι ηπειρωτικό. Συναντάται στην ορεινή ζώνη της Ηπείρου και τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τραχύς χειμώνας με άφθονες βροχές και χιονοπτώσεις ενώ αντίστοιχα το καλοκαίρι είναι δροσερό με τοπικές βροχές και μπόρες. Τα ύψη βροχόπτωσης είναι πολύ υψηλά στη βόρεια Πίνδο (1800mm) ενώ εμφανίζονται μικρότερα στη υπόλοιπη ορεινή ζώνη (1400mm) και στις χαμηλότερες υψομετρικά περιοχές (600-800mm) όπως παρατηρείται και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

στον χάρτη της εικόνας 3.13. Όσον αφορά τις χιονοπτώσεις, η ευρύτερη περιοχή, ως ορεινή και με υψηλές οροσειρές, δέχεται πολλά χιόνια κατά τη χειμερινή περίοδο. Ο παγετός είναι ένα σύνηθες φαινόμενο από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Μάιο, με συχνή εμφάνιση ολικών παγετών και παρατεταμένων χιονοκαλύψεων. Συγκεκριμένα στην περιοχή το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων ανέρχεται σε 1485,8 mm (δεδομένα που συλλέχθηκαν από τον Εθνικό Μετεωρολογικό Σταθμό Μετσόβου για την περίοδο 1961 – 1990). Η ευρύτερη περιοχή γενικά δεν γνωρίζει περίοδο απόλυτης ξηρασίας, γεγονός που εντείνει τις αστάθειες στα πρανή και συμβάλει στην εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων, με το 90% αυτών να οφείλεται σε ακραία καιρικά φαινόμενα όπως παρατεταμένες βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις αλλά και μικρής διάρκειας ραγδαίων βροχοπτώσεων, μεγάλης όμως έντασης.



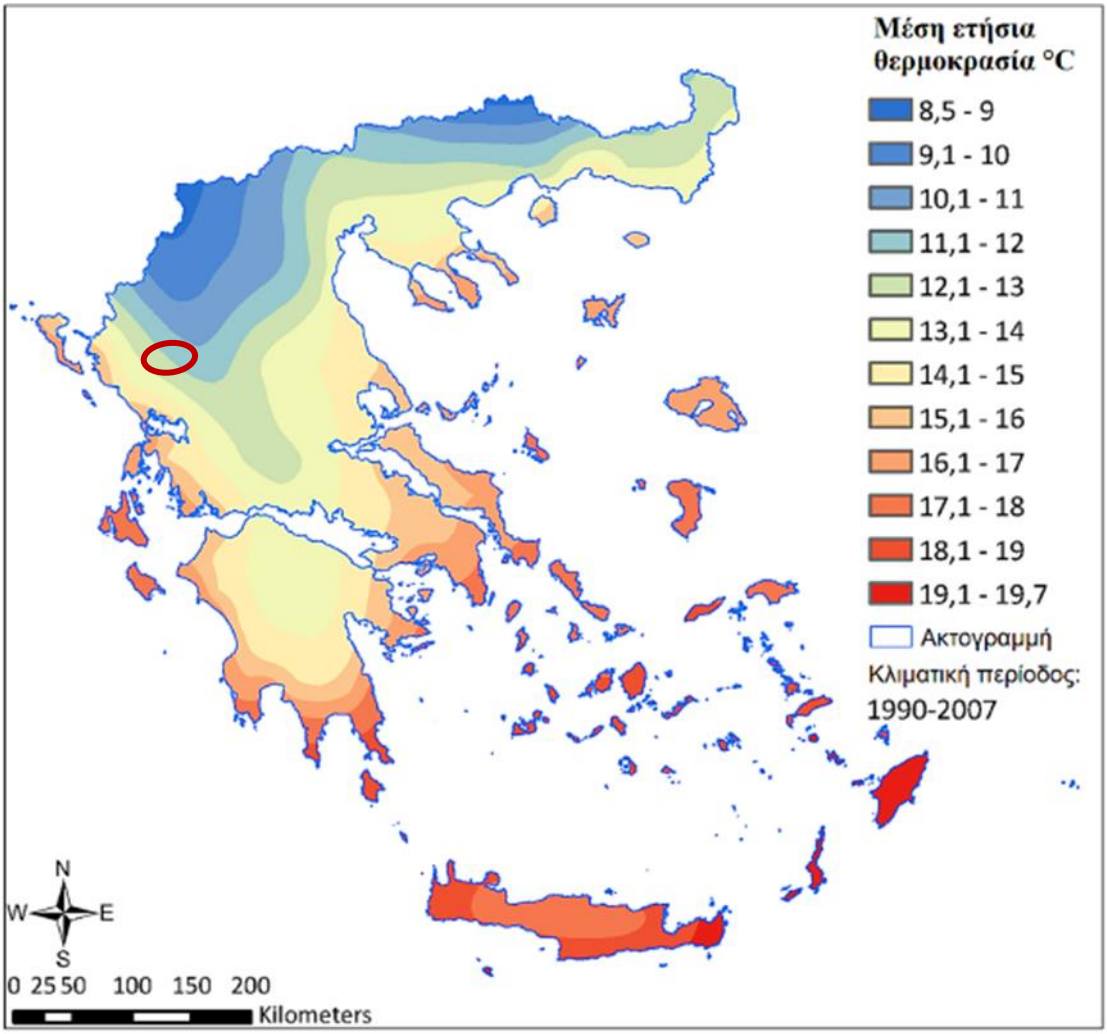
Εικόνα 3.13 Βροχομετρικός Χάρτης της Ελλάδας που απεικονίζει τον μέσο ετήσιο υετό σε mm. Με κόκκινο εντοπίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος. www.meteoclub.gr

Όσο αφορά τις θερμοκρασιακές συνθήκες, κατά τη διάρκεια του έτους, στο ηπειρωτικό κλίμα, σημειώνονται μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού. Η μέση ετήσια θερμοκρασία στην περιοχή, όπως φαίνεται και στον χάρτη της εικόνας 3.14 ανέρχεται στους 13°C, ενώ η διακύμανση των μέσων θερμοκρασιών μεταξύ θερμότερης και ψυχρότερης περιόδου αγγίζει μόλις τους 19°C.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Οι συνθήκες αυτές σε συνδυασμό με τα αργιλικά μέλη του φλύσχη που δεσπόζει στην περιοχή έρευνας και την δράση των χειμάρρων ευνοούν την έντονη μηχανική αποσάθρωση στην επιφάνεια κατά την υγρή περίοδο αλλά και στο βάθος κατά τη διάρκεια των σχετικά πιο ξηρών περιόδων του έτους.



Εικόνα 3.14 Θερμοκρασιακός Χάρτης της Ελλάδας που απεικονίζει τη μέση ετήσια θερμοκρασία σε °C. Με κόκκινο εντοπίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος. www.meteoclub.gr

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Κεφάλαιο 4. Γεωλογική και γεωμορφολογική επισκόπηση στενής περιοχής έρευνας

4.1. Γενικά

Η επιφανειακή έρευνα και η εργασία υπαίθρου αποτελεί το επόμενο βήμα, μετά την εργασία γραφείου και τις βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις, στην εξέλιξη της έρευνας στην περιοχή ενδιαφέροντος. Συγκροτείται κυρίως από την γεωλογική και τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής. Η γεωλογική χαρτογράφηση αποσκοπεί στην κατανόηση και την ερμηνεία της γεωλογικής ιστορίας της περιοχής και των γεωλογικών διεργασιών που έχουν λάβει χώρα. Στις περιπτώσεις όμως όπως αυτή, που πρόκειται για έρευνα κατολισθητικών φαινομένων, δίνεται επίσης ιδιαίτερη σημασία και βαρύτητα όχι μόνο στα υλικά και την ποιότητα αυτών αλλά και σε μορφολογικούς δείκτες που είναι μάρτυρες ενεργότητας ή μη της κατολίσθησης, καθώς και της σφοδρότητας αυτής.

Η γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής είναι μία εργασία πεδίου όπου ο γεωλόγος καλείται να προσδιορίσει τους διαφορετικούς τύπους πετρωμάτων και εδαφών, να τα κατηγοριοποιήσει σε χαρτογραφικές μονάδες, να οριοθετήσει την εμφάνιση τους και να χαρακτηρίσει και να περιγράψει τα χαρακτηριστικά τους και την δομή τους καθώς και την επαφή μεταξύ των διαφορετικών πετρωμάτων. Όλα αυτά πρέπει αφού πρώτα αναγνωριστούν στην ύπαιθρο, έπειτα να σχεδιαστούν σε έναν χάρτη κατάλληλης κλίμακας, με τρόπο τέτοιο ώστε αυτός να είναι σαφής και εύκολος στη χρήση σε συνδυασμό με το υπόμνημα που τον συνοδεύει.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν τρεις επισκέψεις στην περιοχή μελέτης σε διαφορετικές περιόδους και εποχές μέσα στον χρόνο. Η πρώτη επίσκεψη πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 2018 και σε πολύ κοντινό χρονικά διάστημα, τον Αύγουστο του ίδιου έτους πραγματοποιήθηκε η δεύτερη επίσκεψη. Σκοπός και των δύο επισκέψεων ήταν η επισκόπηση της περιοχής και των γεωλογικών συνθηκών κατά την ξηρή περίοδο του έτους. Έπειτα ακολούθησε άλλη μία επίσκεψη τον Μάρτιο του 2019 με σκοπό να παρατηρηθούν και πάλι οι επιτόπου συνθήκες εφόσον όμως έχει μεσολαβήσει η υγρή περίοδος του έτους.

Αρχικά αναγνωρίστηκαν και διαχωρίστηκαν οι επιμέρους σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή. Μιλώντας συγκεκριμένα, αναγνωρίστηκαν οι σχηματισμοί του φλύσχη που απαντώνται στην περιοχή, της Πίνδου και της Ιονίου ζώνης, καθώς επίσης και ο τεκτονικός σχηματισμός που δεσπόζει στην στενή περιοχή έρευνας. Στη συνέχεια προσδιορίστηκαν τα όρια των σχηματισμών αυτών και οι μεταξύ τους επαφή και χαρτογραφήθηκαν επάνω σε ένα τοπογραφικό υπόβαθρο 1:5000. Αναγνωρίστηκαν οι μεταξύ τους επαφές και λήφθηκαν μετρήσεις προσανατολισμού και κλίσης σε αυτές καθώς και μετρήσεις προσανατολισμού και κλίσεων στις στρώσεις των σχηματισμών όπου αυτές βεβαίως ήταν δυνατές. Τα στοιχεία αυτά αποτυπώθηκαν τόσο σε χάρτη όσο βέβαια και σε πλήθος φωτογραφιών που λήφθηκαν επιτόπου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

4.2. Γεωμορφολογική προσέγγιση

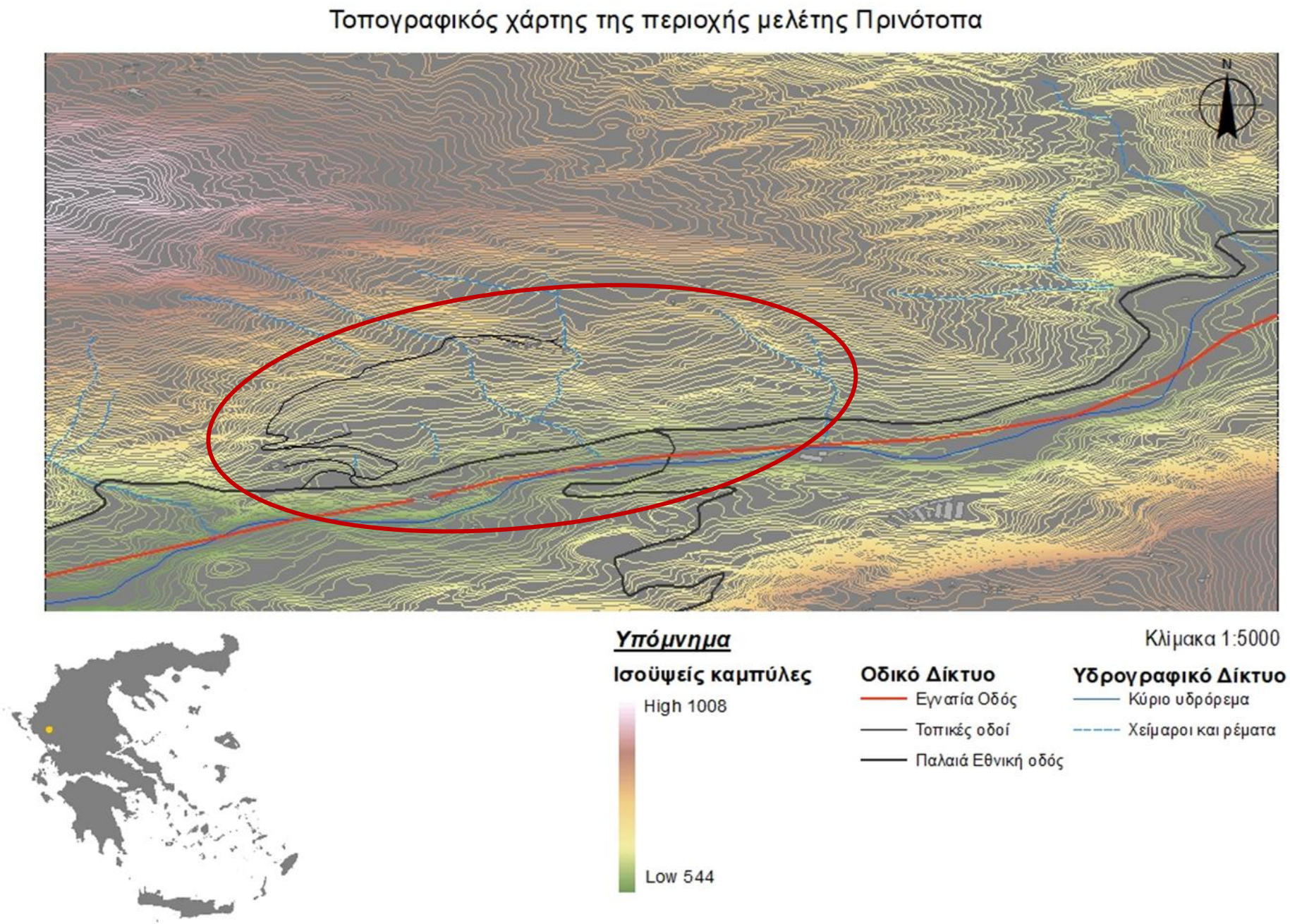
Εστιάζοντας την έρευνα συγκεκριμένα στην στενή περιοχή έρευνας, όπου βρίσκεται η κατολίσθηση στην περιοχή Πρινότοπα, αυτή χαρακτηρίζεται από έντονη μορφολογία. Το κύριο υδρόρεμα που την διατρέχει, είναι ένα τμήμα του ποταμού Μετσοβίτικου. Ο Μετσοβίτικος διατρέχει την περιοχή από τα ΒΑ προς τα ΝΔ, παράλληλα προς τον πόδα της κατολίσθησης. Σε ορισμένα σημεία εμφανίζει μαιανδρισμούς οι οποίοι οφείλονται σε τοπικές εκτροπές του εξαιτίας της δράσης κατολισθητικών φαινομένων, όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο. Ταυτόχρονα όσο αφορά το υδρογραφικό δίκτυο γενικά στην στενή περιοχή έρευνας, παρατηρείται ότι στο κύριο υδρόρεμα καταλήγουν και μικρότερα ρέματα και χείμαρροι με μία φορά κάθετη σε αυτή της ροής του Μετσοβίτικου, ΒΔ-ΝΑ ή και σχεδόν Β-Ν.

Όσον αφορά την τοπογραφία και το πώς εξελίσσεται το ανάγλυφο στην περιοχή έρευνας παρατηρείται στον τοπογραφικό χάρτη της εικόνας ότι γενικά κυριαρχούν μεγάλες κλίσεις και χαραδρώσεις με σχετικά μεγάλο βάθος. Τα υψόμετρα κυμαίνονται από τα 550m περίπου μέχρι και τα 1000m. Εξαίρεση σε αυτό το έντονο ανάγλυφο αποτελούν οι περιοχές που είναι εκατέρωθεν του Μετσοβίτικου ποταμού που έχουν επηρεαστεί από τη δράση του ποταμού αλλά και από την σύγχρονη δράση κατολισθητικών φαινομένων. Σε αυτές τις εκτάσεις συνεπώς συναντώνται πιο ήπιες κλίσεις με όχι τόσο έντονη μορφολογία καθώς εκλείπουν και οι εξάρσεις. Συγκεκριμένα στις κλιτύες που βρίσκονται νότια του Μετσοβίτικου ποταμού έπειτα από μια μικρή έκταση κατά μήκος του υδρορέματος που εμφανίζεται σχετικά επίπεδη και με μικρές κλίσεις, ακολουθεί ένα έντονο και πολύ απότομο ανάγλυφο. Αντίθετα στις κλιτύες της βόρειας πλευράς, όπου εντοπίζεται και η έρευνα της κατολίσθησης, το ανάγλυφο εμφανίζεται ηπιότερο με μικρές γωνίες κλίσης.

Ο προσανατολισμός των κλίσεων στην στενή περιοχή έρευνας της κατολίσθησης είναι Ν-ΝΑ (περίπου 115°-200°). Όσον αφορά την κλίση των κλιτύων, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, εμφανίζονται μικρές και ήπιες, με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ των 7°-25° .

Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως στον τοπογραφικό χάρτη της εικόνας όπου φαίνονται με μεγαλύτερη λεπτομέρεια οι ισοϋψείς καμπύλες στην θέση της κατολίσθησης γίνεται έντονα αισθητό το φαινόμενο των αντικριστών ισοϋψών καμπυλών που έχει προκύψει εξαιτίας της δράσης της κατολίσθησης στην περιοχή.

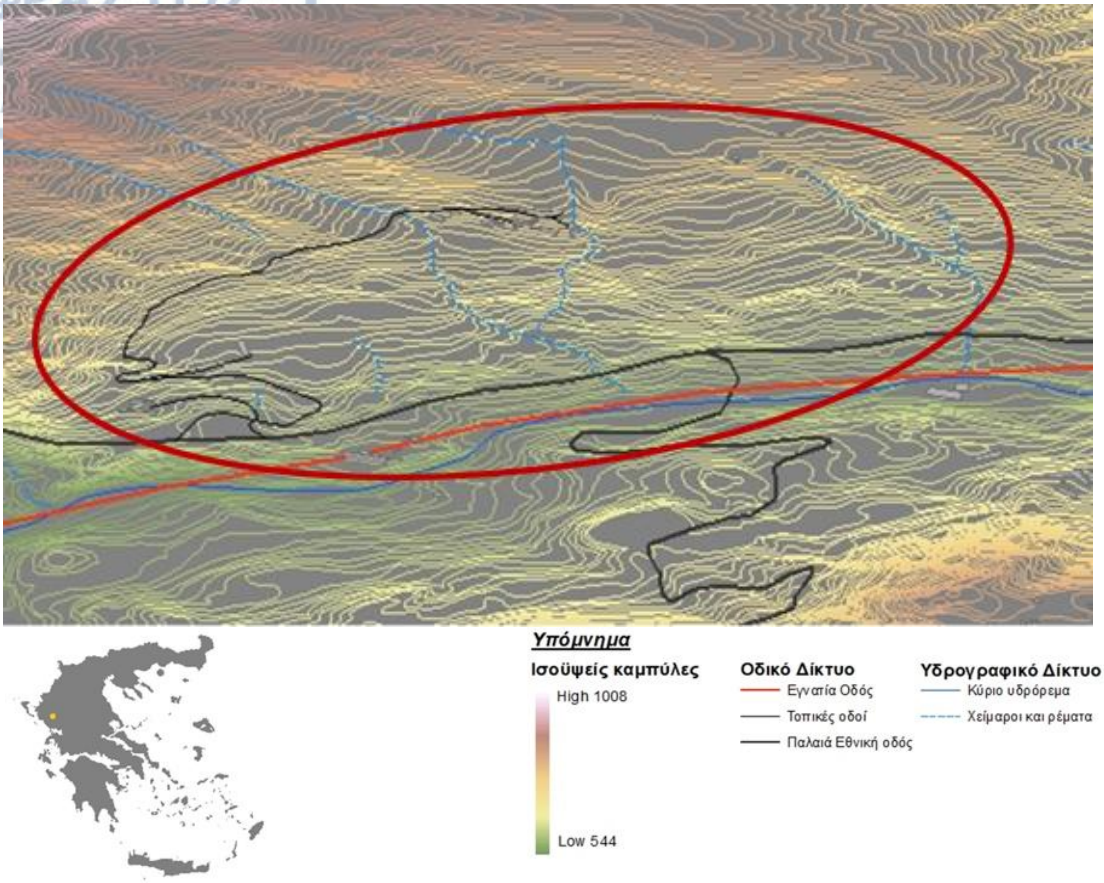
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



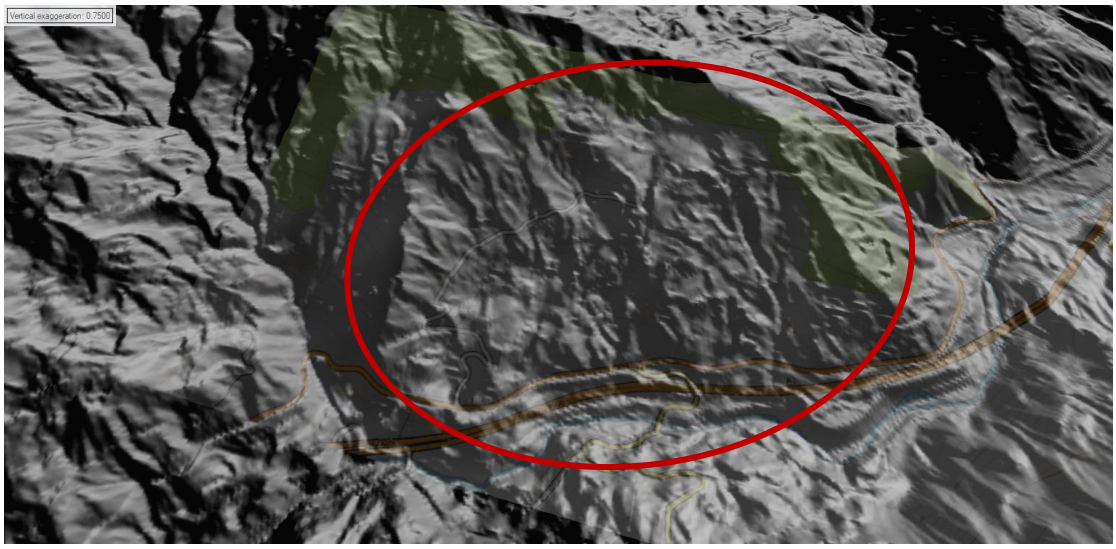
Εικόνα 4.1 Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής με σημασμένο το οδικό και το υδρογραφικό δίκτυο. Με κόκκινο επισημαίνεται η περιοχή έρευνας.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ



Εικόνα 4.2 Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής με σημασμένο το οδικό και το υδρογραφικό δίκτυο. Με κόκκινο επισημαίνεται η περιοχή έρευνας



Εικόνα 4.3 Ψηφιακό μοντέλο εδάφους της περιοχής με ανάλυση 5m. Με κόκκινο επισημαίνεται η περιοχή έρευνας.

4.3. Γεωλογική προσέγγιση

4.3.1. Γεωλογικοί σχηματισμοί στην περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας της κατολίσθησης βρίσκεται στο γεωγραφικό χώρο που καταλαμβάνει την επώθηση της ζώνης της Πίνδου επάνω στην Ιόνιο ζώνη.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Συγκεκριμένα μελετάται η περιοχή λίγο ανατολικότερα του μετώπου του τεκτονικού αυτού καλύμματος της Πίνδου.

Ο ποταμός Μετσοβίτικος που όπως αναφέρθηκε, διατρέχει την ρηξιγενή κοιλάδα της περιοχής, με την δράση του έχει απομακρύνει μεγάλο μέρος των υλικών αυτών του καλύμματος της Πίνδου και κατά θέσεις έχει δημιουργήσει δύο εκτεταμένα τεκτονικά παράθυρα τα οποία έχουν αποκαλύψει το υπόβαθρο πάνω στο οποίο έλαβε χώρα αυτή η επώθηση. Η υπό έρευνα κατολίσθηση στην περιοχή Πρινότοπα βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή του παραθύρου Χρυσοβίτσας-Περιστερίου. Το υπόβαθρο αυτό το οποίο αποκαλύφθηκε δεν είναι άλλο από τον φλύσχη της Ιονίου ζώνης, ο οποίος εμφανίζεται επίσης, όπως και ο φλύσχης της Πίνδου, καταπονημένος από την δράση της επώθησης. Μεταξύ του φλύσχη της Πίνδου και της Ιονίου, στην επαφή τους βρίσκεται μία εκτεταμένη ζώνη ενός τεκτονικού μίγματος, πολλές φορές χαοτικού, το οποίο προέκυψε κατά την κίνηση της ζώνης της Πίνδου πάνω στα αυτόχθονα υλικά της Ιονίου.

Στην στενότερη περιοχή έρευνας της κατολίσθησης απαντώνται κυρίως οι δύο τύποι φλύσχη, αυτός της Ιονίου ζώνης στην βάση και αυτός της Πίνδου στα ανώτερα στρώματα. Οι δύο τύποι φλύσχη αμφότεροι εμφανίζονται ισχυρά καταπονημένοι και αποσαθρωμένοι εξαιτίας της έντονης τεκτονικής δραστηριότητας που έλαβε χώρα στην περιοχή. Ως αποτέλεσμα αυτής λοιπόν εμφανίζονται ψαμμιτικής, ιλυολιθικής και ασβεστολιθικής σύστασης φάσεις του φλύσχη αποδιοργανωμένες με πιο αργιλική μορφή και πολλές φορές εμφανίζεται μια χαοτική δομή, ένα τεκτονικό μίγμα με υλικά τόσο από τον φλύσχη της Ιονίου όσο και από της Πίνδου.

Συνεπώς στην στενή περιοχή έρευνας της κατολίσθησης λιθολογικά απαντώνται τρεις κύριες ενότητες, ο φλύσχης της ζώνης της Ιονίου και της Πίνδου και ο τεκτονικός σχηματισμός που βρίσκεται στην επαφή των δύο.

Εικόνα 4.4 Τυπική εικόνα φλύσχη Ιονίου Ζώνης (ψαμμιτική-κροκαλοπαγής φάση).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Όσο αφορά συγκεκριμένα τον φλύσχη της Ιονίου ζώνης που απαντάται στην περιοχή έρευνας ανήκει στα στρώματα Ζαγορίου, που είναι ο ανώτερος ορίζοντας του σύγκλινου Αναρνανίας-Ηπείρου, Ολιγοκαινικής ηλικίας. Εμφανίζεται τεφρός με τη σύστασή του να είναι κυρίως πηλιτική με ενστρώσεις ποικίλου πάχους, λεπτοστρωματώδεις έως και παχυστρωματώδεις, ψαμμιτικές και ιλυολιθικές. Κατά θέσεις εμφανίζονται και πιο χονδρόκοκκες ενστρώσεις και μεμονωμένοι πάγκοι χαλαρών στρωμένων κροκαλοπαγών. Ακόμη κατά τόπους εμφανίζονται φακοειδή σώματα άστρωτων κροκαλοπαγών, με μέγεθος φακών που ποικίλει από 1-2 έως και εκατοντάδες μέτρα. Στη στενή περιοχή έρευνας της κατολίσθησης εμφανίζονται κυρίως οι πιο λεπτόκοκκες φάσεις του φλύσχη της Ιονίου. Στα γειτονικά πρανή όμως εκτός των ορίων της κατολίσθησης εμφανίζεται επίσης μια πιο ψαμμιτική-κροκαλοπαγής αλληλουχία στρωμάτων αυτού. Μετρήσεις προσανατολισμού και κλίσης που έγιναν στον φλύσχη έδωσαν τιμές στρώσης 55°/060°, 55°/020° και 50°/018°. Στις εικόνες 4.4 και 4.5, δίνονται οι τυπικές εικόνες του φλύσχη της Ιονίου που απαντάται στην περιοχή και αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Εικόνα 4.5 Φλύσχης Ιονίου Ζώνης (ιλυολιθική φάση).

Από την άλλη ο φλύσχης της ζώνης της Πίνδου είναι ο γνωστός και ως 2° φλύσχης της Πίνδου, Ολιγοκαινικής ηλικίας. Εμφανίζεται καστανοκόκκινος με σύσταση κυρίως πηλιτική (Εικόνα 4.6). Παρατηρούνται συχνές εναλλαγές στρωμάτων ψαμμιτών και ιλυολίθων ενώ δεν εκλείπουν και οι παχυστρωματώδεις ψαμμίτες. Συγκεκριμένα στην θέση έρευνας της κατολίσθησης ο φλύσχης αυτός βρίσκεται σχεδόν τελείως αποδομημένος ενώ φέρει μαζί του και πολλά ασβεστολιθικά τεμάχη τα οποία πιθανολογείται ότι προέρχονται και αυτά από την ζώνη της Πίνδου ή ακόμη και από αυτήν του Γαβρόβου (Εικόνα 4.7. Οι ασβεστόλιθοι αυτοί ποικίλουν σε μέγεθος, βρίσκονται τεμάχη μεγέθους από λίγα εκατοστά έως και εκατοντάδες μέτρα με πιο σύνηθες μέγεθος όμως, τουλάχιστον για τη στενή θέση της περιοχής έρευνας της κατολίσθησης, περίπου το 1m. Παρακάτω δίνονται οι τυπικές εικόνες του φλύσχη της Πίνδου που απαντάται στην περιοχή και αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Η τελευταία λιθολογική ενότητα που απαντάται στην περιοχή έρευνας της κατολίσθησης όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα είναι ένας τεκτονικός σχηματισμός που προέκυψε από την επώθηση της ζώνης της Πίνδου επάνω στην ζώνη της Ιονίου. Το συγκεκριμένο τεκτονικό μίγμα λιθολογικά αποτελείται από ένα συνονθύλευμα υλικών της Ιονίου ζώνης, της Πίνδου αλλά πιθανώς και της ζώνης Γαβρόβου (Εικόνα 4.8). Λιθολογικά το τεκτονικό μίγμα αποτελείται κυρίως από πηλίτες, ψαμμίτες και ασβεστόλιθους, τα οποία εμφανίζονται είτε τελείως αποδιοργανωμένα είτε ως ογκόλιθοι μέσα σε ένα ευρύτερο αργιλικό περιβάλλον. Πρόκειται λοιπόν για ανακατεμένα υλικά των τριών αυτών ζωνών χωρίς καμία δομή και συνάφεια. Κατά θέσεις μπορεί να εμφανίζονται σημεία στα οποία να υπάρχει η υποψία μιας παραμένουσας δομής, στην πραγματικότητα όμως αποτελούν κυρίως ογκόλιθους προερχόμενους από τα αρχικά πετρώματα των ζωνών, οι οποίοι παρόλη την τεκτονική καταπόνηση, διατηρούν σε ένα ποσοστό την μητρική δομή τους. Ο σχηματισμός αυτός είναι που αστοχεί στην συγκεκριμένη θέση και δίνει τις μετακινήσεις που θα αναλυθούν εκτενώς στην παρούσα εργασία.

Εικόνα 4.6 Τυπική εικόνα φλύσχη ζώνης Πίνδου (ερυθροπηλιτική φάση).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 4.7 Τυπική εικόνα φλύσχη ζώνης Πίνδου. Πηλιτική φάση με ασβεστολιθικά τεμάχη τεκτονικής φύσεως.

Στην θέση έρευνας της κατολίσθησης ο τεκτονικός σχηματισμός που περιεγράφηκε βρίσκεται στρωματογραφικά ενδιάμεσα του φλύσχη της Ιονίου και της Πίνδου, στην επαφή αυτών. Βέβαια όπως είναι λογικό εξαιτίας τόσο διαβρωτικών φαινόμενων, όσο και κατολισθητικών σε πολλές περιπτώσεις εκλείπει ο φλύσχης της Πίνδου και εμφανίζεται κατευθείαν στην επιφάνεια το τεκτονικό μίγμα. Ακόμη εξαιτίας της έντονης τεκτονικής δράσης του παρελθόντος σήμερα είναι εξαιρετικά δύσκολο σε ορισμένες θέσεις να γίνει ο διαχωρισμός μεταξύ του τεκτονικού μίγματος και κάποιας πιθανής εξαιρετικά αποδιοργανωμένης εικόνας του φλύσχη της Πίνδου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 4.8 Τυπική εικόνα τεκτονικού σχηματισμού στη βάση της επώθησης. Παρατηρείται ένα αποσαθρωμένο αργιλικό κυρίως υλικό με γωνιώδη τεμάχη ψαμμιτών και ασβεστολίθων σε ποικίλα μεγέθη.

4.3.2. Γεωλογική επισκόπηση στοιχείων της επιφανείας

Στο πλαίσιο της έρευνας και κατά τη διάρκεια εργασίας υπαίθρου στην περιοχή ενδιαφέροντος, διεξήχθη γεωλογική χαρτογράφηση μεγάλης κλίμακας. Ο σκοπός της εργασίας αυτής ήταν προσδιοριστούν οι σχηματισμοί και οι γεωλογικές δομές που απαντώνται στην περιοχή καθώς και τα μεταξύ τους όρια και σχέσεις. Όπως είναι αναμενόμενο προσδιορίστηκαν επίσης και τα όρια των κατολισθήσεων όπως αυτές διαχωρίζονται με βάση τις σημερινές ενδείξεις κίνησης και όχι με δεδομένο ότι η παλαιοκατολίσθηση έχει δράσει μαζικά στο παρελθόν. Η γεωλογική χαρτογράφηση που έλαβε χώρα στην περιοχή έρευνας ολοκληρώθηκε με την δημιουργία ενός χάρτη μεγάλης κλίμακας που παρατίθεται παρακάτω στην εικόνα 4.9.

Με μια πιο λεπτομερή ματιά στον γεωλογικό χάρτη (Εικόνα 4.13), αρχικά παρατηρείται το κύριο υδρόρεμα που είναι ο Μετσοβίτικος ποταμός που διατρέχει στα νότια την περιοχή έρευνας. Οι αλλουβιακές αποθέσεις του Μετσοβίτικου παρατηρείται ότι καταλαμβάνουν μια σχετικά μεγάλη έκταση εκατέρωθεν της σημερινής κοίτης του. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται τόσο σε πλευρικές μετατοπίσεις της κοίτης κατά το διάστημα δράσης του ποταμού, όσο και πλημμυρικές παροχές του ποταμού που συνεπάγονται και όγκο στερεοπαροχών.

Στο κεντρικό σημείο του χάρτη, όπου τοποθετούνται και οι κατολισθήσεις, δεσπόζει ο τεκτονικός σχηματισμός. Τα όρια αυτού με τον σχηματισμό του φλύσχη της Πίνδου που απαντάται στο βορειοδυτικό τμήμα του χάρτη δεν είναι πάντα αρκετά σαφή, όπως επίσης δύναται να υπάρχουν ορισμένα σημεία ακόμη και μέσα στα όρια του τεκτονικού σχηματισμού τα οποία να είναι πινδικής καθαρά προέλευσης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 4.9 Τυπική εικόνα της χαοτικής κατάστασης που επικρατεί και καθιστά δύσκολο τον προσδιορισμό των ορίων μεταξύ της ζώνης της Πίνδου και του τεκτονικού σχηματισμού. (Άποψη από τα ΝΑ)

Όσο αφορά την επαφή του τεκτονικού σχηματισμού με τον φλύσχη της Ιονίου πρέπει να τονιστεί ότι είναι τεκτονική επαφή και συγκεκριμένα επώθηση (Εικόνα 4.9). Στον γεωλογικό χάρτη που παρατίθεται παρακάτω η επαφή αυτή απεικονίζεται με κόκκινη γραμμή που φέρει κόκκινα τρίγωνα. Τα όρια του τεκτονικού σχηματισμού με τον φλύσχη της Ιονίου ζώνης στην επιφάνεια βρίσκονται κυρίως εκατέρωθεν, στα δυτικά και τα ανατολικά του τεκτονικού σχηματισμού. Η επαφή αυτή προσδιορίζεται με μεγαλύτερη βεβαιότητα καθώς είναι σαφής και ξεκάθαρος ο λιθολογικός διαχωρισμός των δύο αυτών σχηματισμών. Ο προσανατολισμός και η κλίση της επαφής αυτής μετρήθηκε στο ανατολικό όριο της κατολίσθησης 63°/157°, ενώ στα δυτικά μέσα στο ρέμα 55°/342°. Τον ίδιο προσανατολισμό με το δυτικό όριο της Ιονίου με τον τεκτονικό σχηματισμό παρουσιάζει και η επαφή της Ιονίου Ζώνης με την ζώνη της Πίνδου μέσα στο ρέμα αυτό που βρίσκεται στα δυτικά (55°/336°).

Τέλος, στο κεντρικό σημείο του χάρτη, ενδιάμεσα των δύο σημασμένων κατολισθήσεων, εμφανίζεται φλύσχης της Ιονίου να περιβάλλεται από τον τεκτονικό σχηματισμό (Εικόνα 4.11. Η εμφάνιση αυτή στο σημείο οφείλεται σε έκθεση του υποβάθρου έπειτα από προηγούμενη ολίσθηση των υπερκείμενων σχηματισμών, δηλαδή του τεκτονικού σχηματισμού και του φλύσχη της Πίνδου. Η έκθεση αυτή λοιπόν οφείλεται σε παλαιότερες κινήσεις που έδωσε η συγκεκριμένη κατολίσθηση είτε στο σύνολό της, είτε τμηματικά.

Γενικά στο σύνολο της περιοχής έρευνας, εξαιτίας της φύσης των υλικών και της αποσαθρωμένης και αποδομημένης εικόνας τους, καθίσταται δύσκολο να διαχωριστούν τα κατολισθέντα υλικά από αυτά του τεκτονικού σχηματισμού. Σε αυτό συμβάλλει επίσης και η μορφολογία της κατολίσθησης όπου δεν έχει πολλές εξάρσεις, είναι γενικά ήπιων κλίσεων και χωρίς ξεκάθαρο όγκο υλικών που κατολισθαίνουν. Όλα αυτά δυσχεραίνουν τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών και των ορίων της, ο οποίος όμως, όπως θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο, κατέστη εν τέλει δυνατός.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

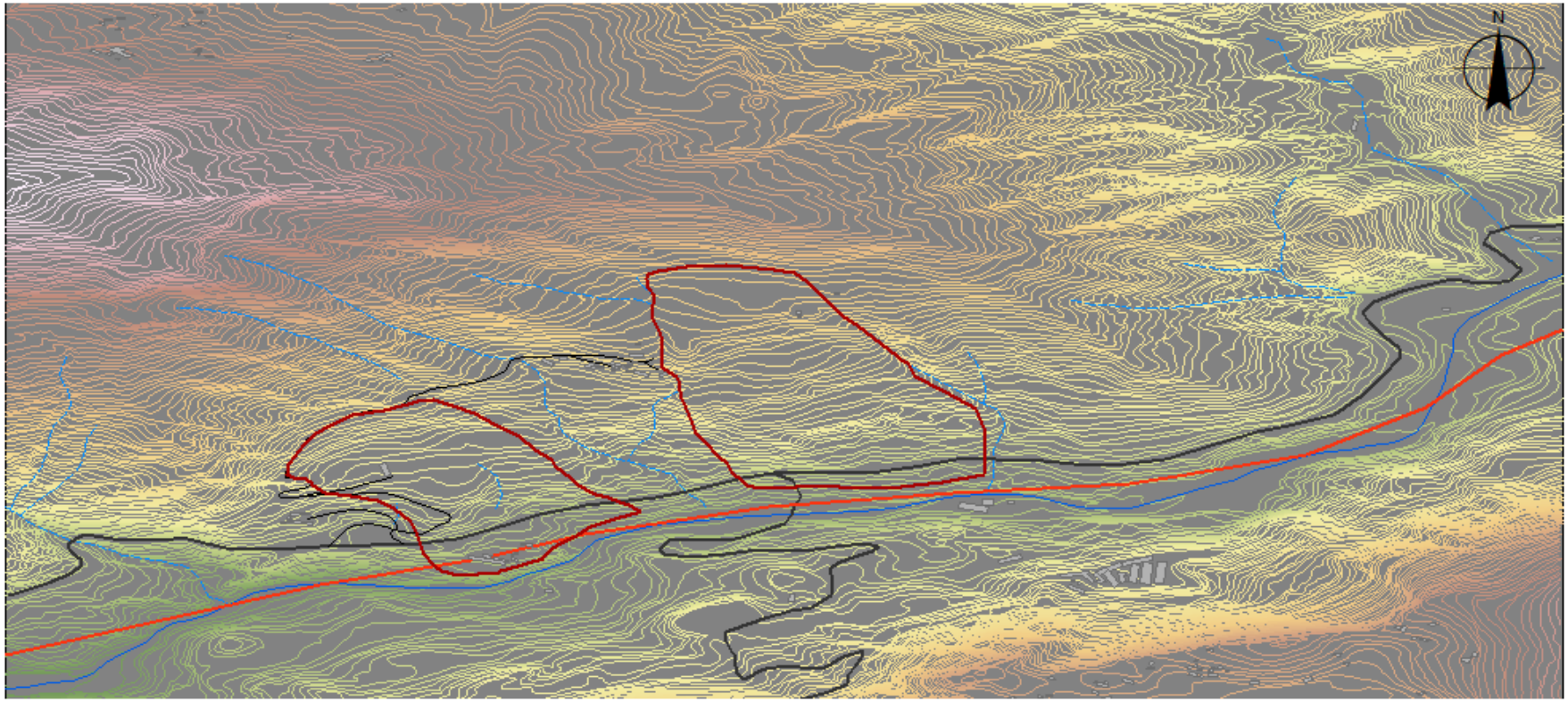
Εικόνα 4.10 Η επαφή του φλύσχη της Ιονίου ζώνης και του τεκτονικού σχηματισμού μέσα στο ρέμα που βρίσκεται στα δυτικά της περιοχής έρευνας. (Άποψη φωτογραφίας από τα ΝΔ).

Εικόνα 4.11 Ο φλύσχης της Ιονίου ζώνης που εκτίθεται ενδιάμεσα στα δύο μέρη της κατολίσθησης. (Άποψη από τον Νότο)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή

Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής μελέτης Πρινότοπα με σημασμένα τα όρια των κατολίσθήσεων



Υπόμνημα

Κλίμακα 1:5000

Ισοϋψείς καμπύλες

High 1008

Low 544

Οδικό Δίκτυο

Εγνατία Οδός

Τοπικές οδοί

Παλαιά Εθνική οδός

Όρια κατολισθήσεων

Υδρογραφικό Δίκτυο

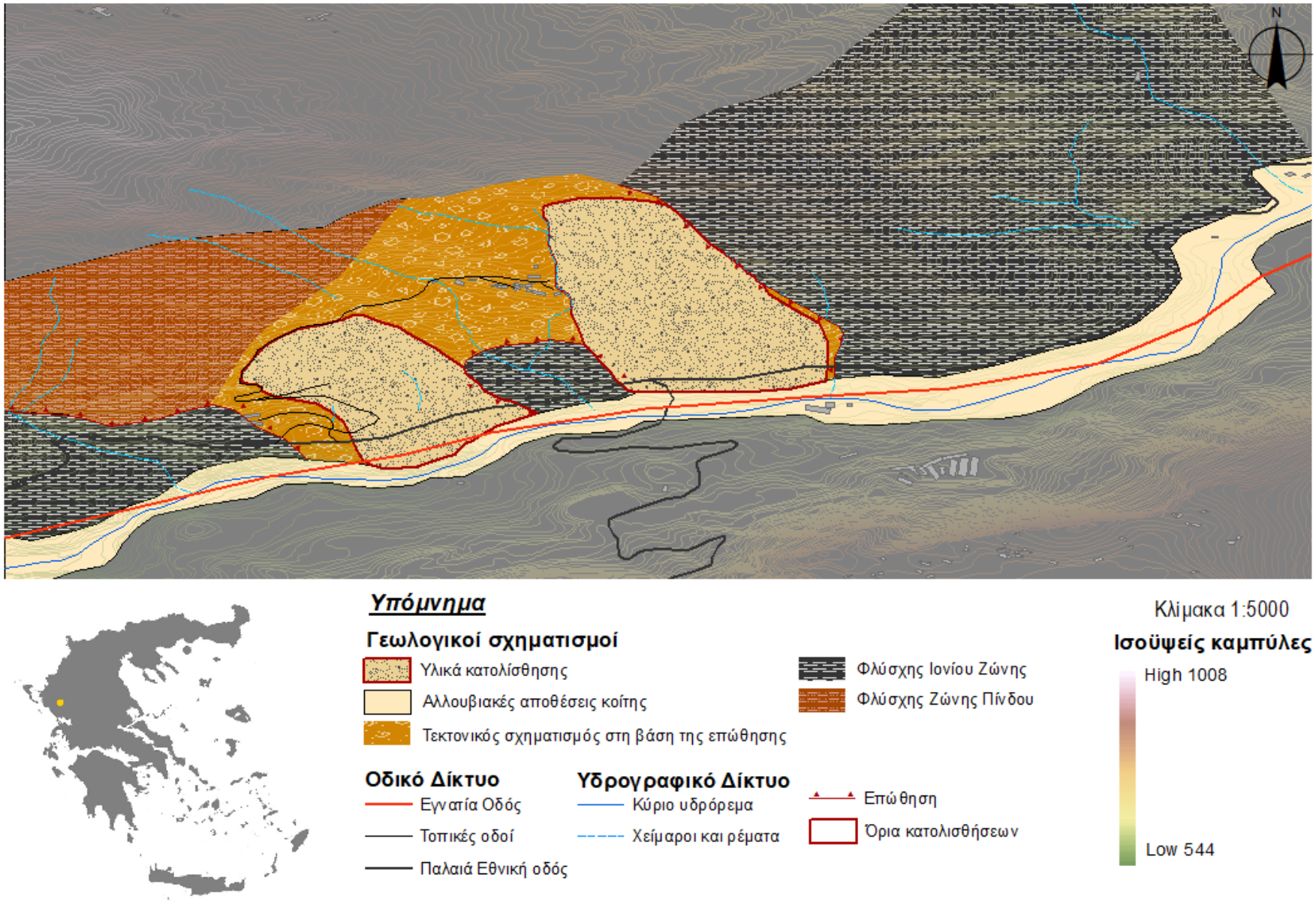
Κύριο υδρόρεμα

Χείμαροι και ρέματα

Εικόνα 4.12 Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής Πρινότοπα με σημασμένα τα όρια των κατολισθήσεων όπως αυτά προέκυψαν από την μελέτη που προηγήθηκε.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Γεωλογικός χάρτης της περιοχής έρευνας με σημασμένα τα όρια των κατολισθήσεων



Εικόνα 4.13 Γεωλογικός χάρτης μεγάλης κλίμακας της περιοχής έρευνας με σημασμένα τα όρια των κατολισθήσεων, του οδικού και υδρογραφικού δικτύου καθώς και των οικισμών.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

4.3.3. Γεωλογική επισκόπηση στοιχείων του υπεδάφους

Η παρούσα κατολίσθηση έχει μελετηθεί εκτεταμένα από την Εγνατία Οδό Α.Ε. κατά την κατασκευή της Εγνατίας οδού μεταξύ Ιωαννίνων και Γρεβενών. Κατά τη διάρκεια της έρευνας αυτής ανορύχθηκε ένα πλήθος δειγματοληπτικών γεωτρήσεων με σκοπό την ενδελεχή έρευνα του υπεδάφους από γεωλογικής και γεωτεχνικής σκοπιάς. Η ανάγκη μέτρησης τόσο της πίεσης του νερού όσο και τον μετακινήσεων οδήγησαν στην τοποθέτηση οργάνων, πιεζόμετρα και κλισιόμετρα αντίστοιχα για τους σκοπούς που αναφέρθηκαν, μέσα στις γεωτρήσεις.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο1), εκτελέστηκαν γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες στην συγκεκριμένη περιοχή σε διάφορες φάσεις από την Εγνατία Οδό Α.Ε. κατά τη διάρκεια έρευνας του έργου της Εγνατίας οδού. Ακόμη διατέθηκαν ορισμένες γεωτρήσεις της ΔΕΗ που είχαν ανορυχθεί στην περιοχή για δικούς της σκοπούς και τα δεδομένα τους ήταν επίσης διαθέσιμα προς χρήση και αξιολόγηση. Στην παρούσα έρευνα ήταν διαθέσιμος ένας μικρός μόνο όγκος δεδομένων τόσο των γεωτρήσεων, όσο και των οργάνων που τοποθετήθηκαν, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 1).

Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα που παρατίθενται παρακάτω προέκυψαν έπειτα από ενδελεχή έρευνα και αξιολόγηση των διαθέσιμων στοιχείων καθώς και ένα συνδυασμό των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά την εργασία υπαίθρου στην περιοχή. Η αξιολόγηση των δεδομένων καθώς και η σύνδεση τους ήταν δυσχερής κυρίως λόγω της ασυμφωνίας στην περιγραφή και το χαρακτηρισμό των σχηματισμών από τους διαφορετικούς μελετητές.. Ελλείψει ενός κοινού κώδικα, σε συνδυασμό με τα ελλιπή δεδομένα και την μη ύπαρξη φωτογραφιών των δειγμάτων των γεωτρήσεων δεν κατέστη δυνατός ο εκ νέου χαρακτηρισμός των σχηματισμών. Συνεπώς, έπειτα από εκτεταμένη έρευνα των σχηματισμών στην ύπαιθρο και των αντίστοιχων χαρακτηρισμών αυτών στις γεωτρήσεις, έγιναν διάφορες παραδοχές σε διάφορα στάδια της έρευνας, ώστε να μπορέσουν να εξαχθούν εν τέλει συμπεράσματα.

Οι γεωλογικές τομές που παρατίθενται παρακάτω αποτελούν ένα τμήμα των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την έρευνα και συναξιολόγηση όλων των στοιχείων που αναφέρθηκαν ενδελεχώς νωρίτερα. Οι προβολές των τομών αυτών στην επιφάνεια φαίνονται στον χάρτη της εικόνας 4.14 που ακολουθεί με σημασμένες επίσης τις γεωτρήσεις που μελετήθηκαν και τα δεδομένα τους χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή των τομών.

Οι τομές που ακολουθούν παρουσιάζουν γενικά μία ίδια αλληλουχία στην λιθολογία όπως είναι λογικό (Εικόνες 4,15, 4.16, 4.17, 4.18). Παρατηρείται στην επιφάνεια συνήθως ένα στρώμα, χρώματος καστανού, το οποίο αποτελείται όπως αναφέρεται στις γεωτρήσεις από αποσαθρώματα και κορήματα των κλιτύων το οποίο έχει ένα μέσο πάχος στις τομές αυτές περί τα 10m. Στα δελτία των γεωτρήσεων δεν γίνεται λόγος περί κατολισθέντων υλικών. Έπειτα από εκτεταμένη έρευνα και συναξιολόγηση των διαθέσιμων στοιχείων προκύπτει ότι τμήμα αυτών των κορημάτων αποτελούν και τα κατολισθέντα υλικά. Συνεπώς στις τομές που ακολουθούν και με δεδομένο ότι βρισκόμαστε εντός των ορίων της κατολίσθησης τα υλικά αυτά είναι τα υλικά αυτών των μετακινήσεων, τα κατολισθέντα υλικά.

Ακολουθεί ο τεκτονικός σχηματισμός ακριβώς κάτω από τα κατολισθέντα υλικά. Εμφανίζεται στις τομές με λαδί χρώμα και τεμάχη διάσπαρτα μέσα στο σώμα αυτού.

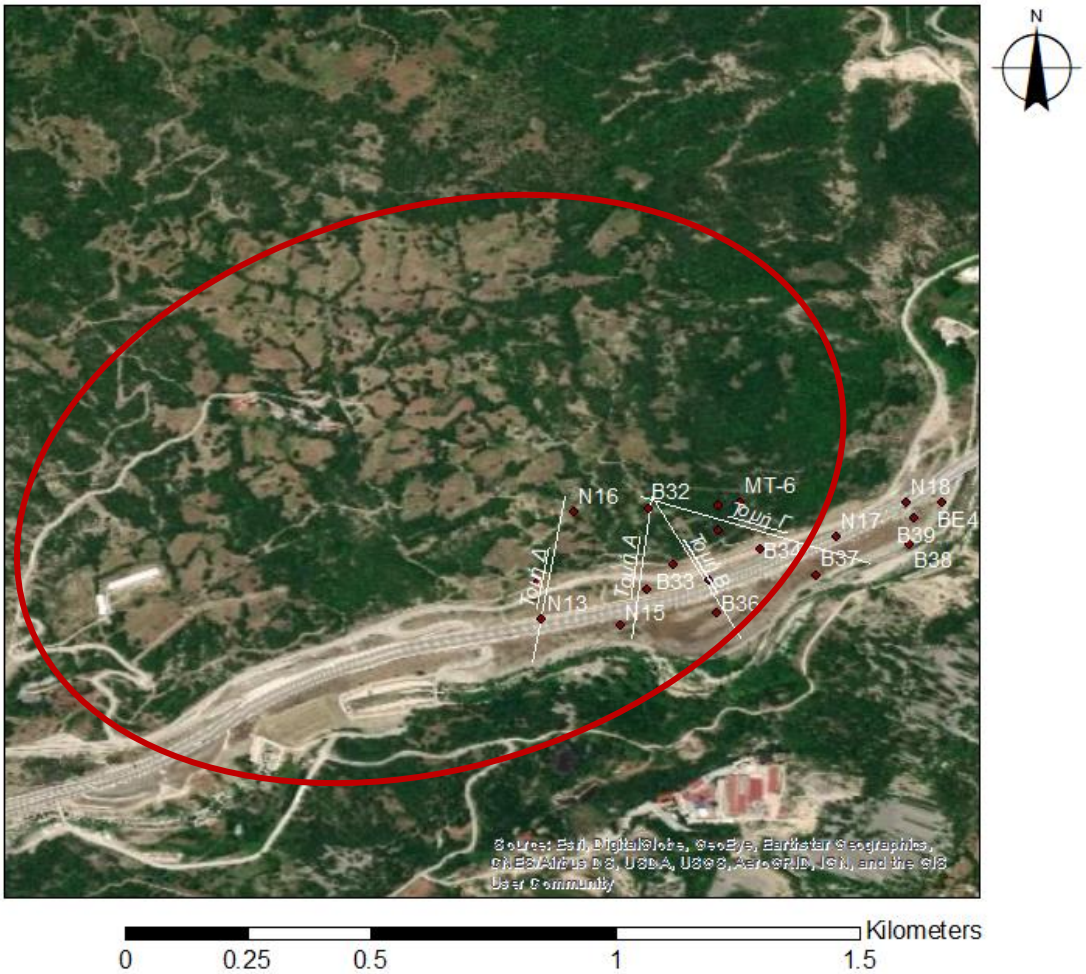
Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Αποτελείται από άργιλο έως αμμώδη άργιλο, με κατά τόπους τεμάχη ιλυολιθικά, ασβεστολιθικά και ψαμμιτικά που ποικίλουν σε μέγεθος, από μερικά εκατοστά έως και λίγα μέτρα. Το μέσο πάχος του στρώματος αυτού είναι περί τα 30m, παρατηρείται όμως ένα εύρος διακύμανσης από τα 10 έως τα 40m.

Τέλος στη βάση των γεωλογικών τομών και αποτελώντας το υπόβαθρο της περιοχής, εμφανίζεται ο υγιής φλύσχης της Ιονίου ζώνης. Οι φάσεις του φλύσχη που συναντώνται από τις γεωτρήσεις στο βάθος αποτελούνται από εναλλαγές στρωμάτων ιλυολίθων και ψαμμιτών ή κροκαλοπαγή/λατυποπαγή με λεπτές ενστρώσεις ψαμμιτών ή ιλυόλιθοι με λεπτές ενστρώσεις ψαμμιτών.

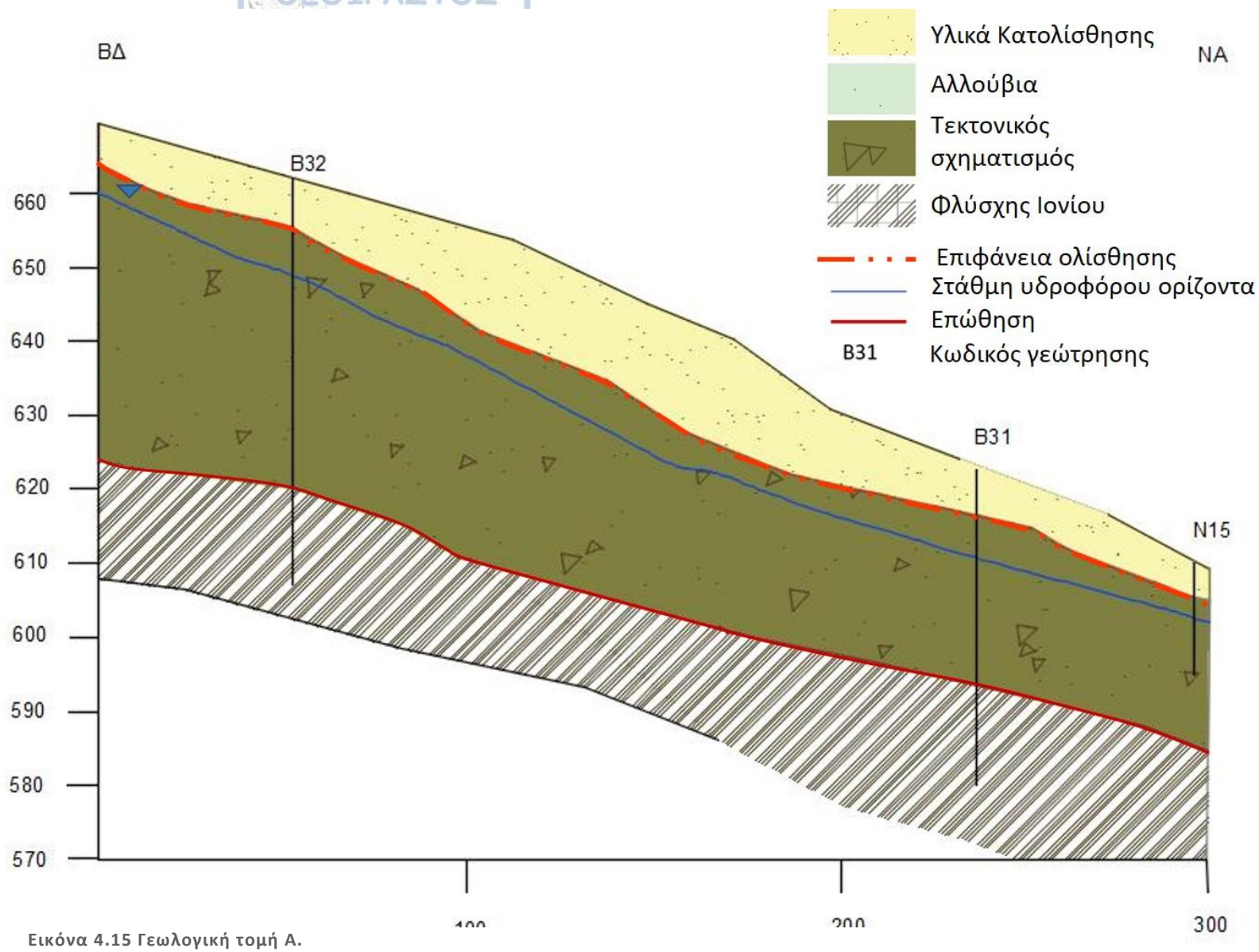
Διαφορά στην αλληλουχία των στρωμάτων παρουσιάζει η γεωλογική τομή Δ, στην οποία απουσιάζει τελείως ο τεκτονικός σχηματισμός μεταξύ των υλικών που κατολισθαίνουν και του φλύσχη. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται σε παλαιότερες βαθύτερες μετακινήσεις που επηρέασαν την περιοχή. Εξάλλου είναι γεγονός πως τα κατολισθέντα υλικά έχουν προέλευση από τον φλύσχη της Πίνδου που κάλυπτε τον τεκτονικό σχηματισμό και έβρισκε μία ασθενή ζώνη πάνω στην οποία μπορούσε να ολισθήσει, καθώς επίσης και από το ίδιο το mélange το οποίο από μόνο του αποτελεί μία ασθενή μάζα υλικών.



Εικόνα 4.14 Άποψη της περιοχής έρευνας από δορυφορική εικόνα και προβολή των θέσεων των γεωτρήσεων σε αυτή καθώς και των γεωλογικών τομών που κατασκευάστηκαν. Με κόκκινη τελεία εντοπίζεται η θέση της εκάστοτε γεώτρησης καθώς αναγράφεται και η κωδική ονομασίας της, με λευκή γραμμή οι προβολές των τομών και με κόκκινο πλαίσιο η περιοχή έρευνας.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

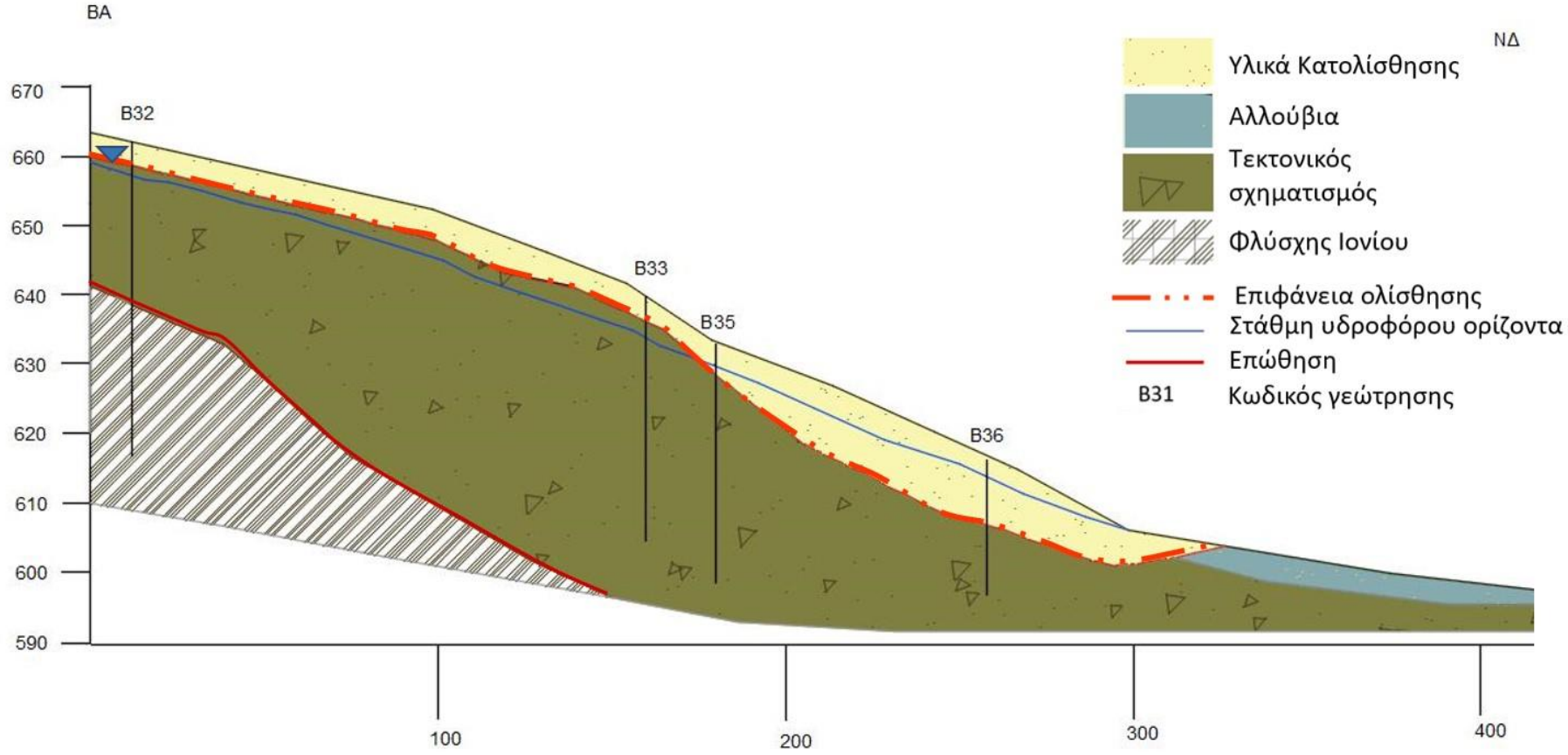
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Εικόνα 4.15 Γεωλογική τομή Α.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

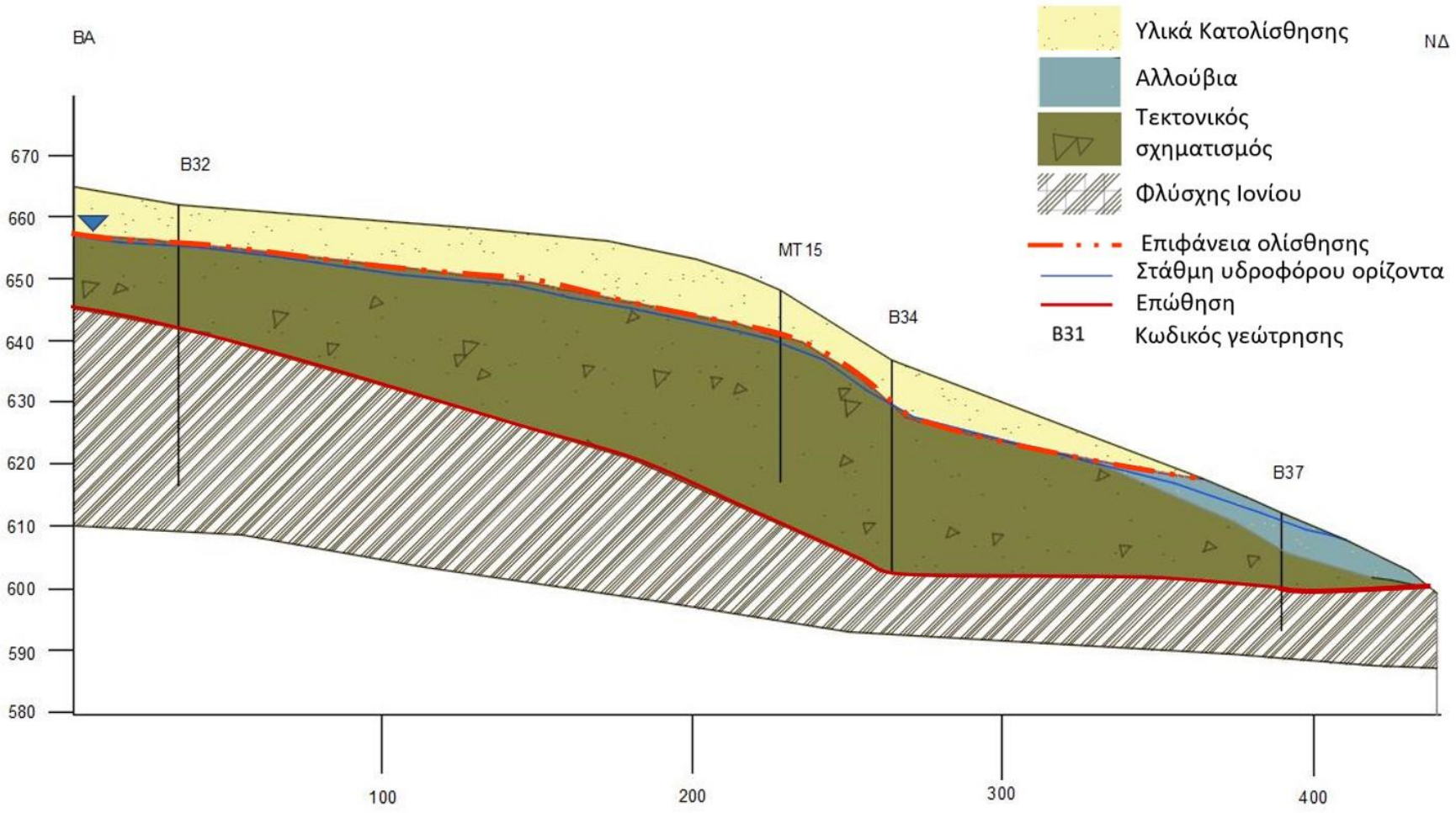
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Εικόνα 4.16 Γεωλογική τομή Β.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

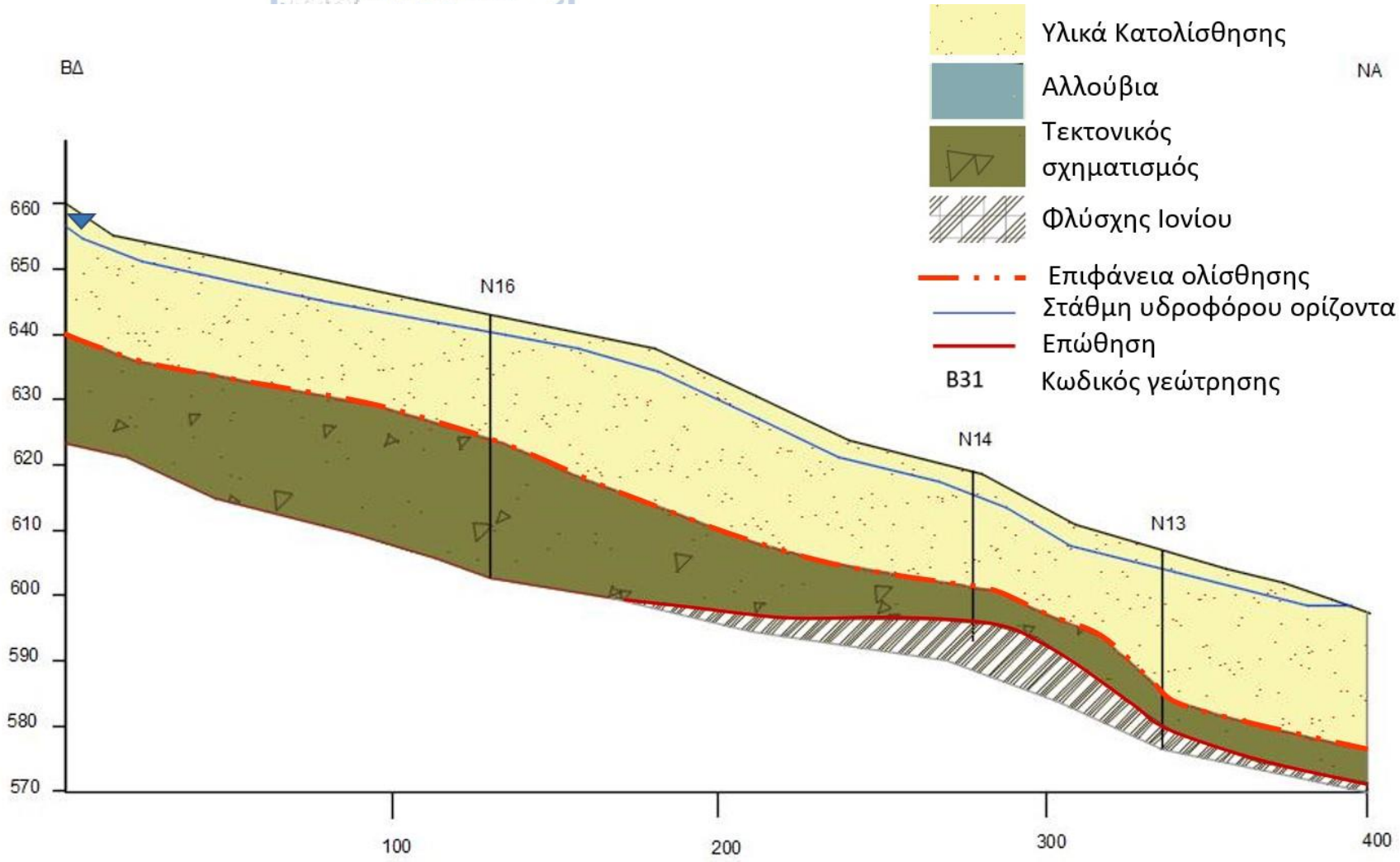
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Εικόνα 4.17 Γεωλογική τομή Γ.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας



Εικόνα 4.18 Γεωλογική τομή Δ.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Κεφάλαιο 5. Τεχνικογεωλογική και γεωτεχνική επισκόπηση της περιοχής έρευνας

5.1. Γενικά

Η τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση, η οποία προφανώς αποτελεί εξέλιξη της γεωλογικής που έχει προηγηθεί, συμπληρώνει ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες και στοιχεία για την αντοχή και την ποιότητα των πετρωμάτων. Οι πληροφορίες αυτές κρίνονται ως απαραίτητα και χρήσιμα στοιχεία και δεδομένα για την εκάστοτε γεωτεχνική έρευνα που ακολουθεί. Μια τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση γίνεται σε μεγάλη κλίμακα έτσι ώστε να μπορούν να παρουσιαστούν οι απαραίτητες πληροφορίες με μεγαλύτερη λεπτομέρεια και σαφήνεια. Οι τιμές της κλίμακας ενός τέτοιου χάρτη λοιπόν κυμαίνεται από 1:5.000 μέχρι και 1:200 σε πολλές περιπτώσεις, όπου κρίνεται απαραίτητο. Ενώ αντίστοιχα η κλίμακα του γεωλογικού χάρτη είναι σαφώς μικρότερη με τιμές από 1:100.000 μέχρι 1:5.000. Κύριος σκοπός της τεχνικογεωλογικής χαρτογράφησης είναι η παροχή πληροφοριών για τις επί τόπου συνθήκες, γεωλογικές και γεωτεχνικές οι οποίες κρίνονται κατά περίπτωση χρήσιμες και σημαντικές. Τέτοιες πληροφορίες κρίνεται απαραίτητο να είναι γνωστές όταν στην περιοχή πρόκειται να κατασκευαστεί οποιοδήποτε τεχνικό έργο, έχει ήδη κατασκευαστεί κάποιο και έχει αστοχήσει εντελώς ή εξαιτίας κάποιας μικρής αστοχίας επηρεάζεται έστω και ελάχιστα η λειτουργία του.

Στις παραγράφους του κεφαλαίου αυτού θα αναλυθούν όλες αυτές οι ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί. Απώτερος σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η διευκρίνηση των συνθηκών κάτω από τις οποίες λειτουργεί αυτή η κατολίσθηση, αφού πρώτα αναλυθούν τα χαρακτηριστικά τα οποία οδηγούν στο συμπέρασμα πως εξαρχής πρόκειται για μία περιοχή η οποία έδινε στο παρελθόν και συνεχίζει και δίνει μέχρι και σήμερα μετακινήσεις μαζών.

5.2. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών της κατολίσθησης

Όπως είναι ήδη γνωστό και έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η περιοχή έρευνας στο γεωλογικό παρελθόν έχει δράσει ως παλαιοκατολίσθηση η οποία εικάζεται ότι ήταν μεγάλη σε έκταση αλλά και βάθος και είναι η αιτία που δεν εμφανίζεται καθόλου φλύσχης της ζώνης της Πίνδου σε αυτήν στην επιφάνεια. Η θεωρία λέει πως τα υλικά της ζώνης της Πίνδου βρίσκοντας μία πολύ ασθενή ζώνη, αυτή του τεκτονικού σχηματισμού, ολίσθησαν επάνω σε αυτή συμπαρασύροντας μαζί τους και υλικά του τεκτονικού σχηματισμού. Αυτή η δράση είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί η σημερινή μορφολογία, που θα αναλυθεί εκτενώς στη συνέχεια, και ταυτόχρονα να εκλείπει ο φλύσχης της Πίνδου από τα στενά όρια της περιοχής έρευνας. Θεωρείται ότι η παλαιοκατολίσθηση αυτή έδρασε σε διάφορα στάδια και όχι συνεχώς και οδήγησε σε αυτό το τελικό αποτέλεσμα, με τις σημερινές δράσεις της ίσως να αποτελούν κατάλοιπα της μεγαλύτερης και εντονότερης δράσης του παρελθόντος.

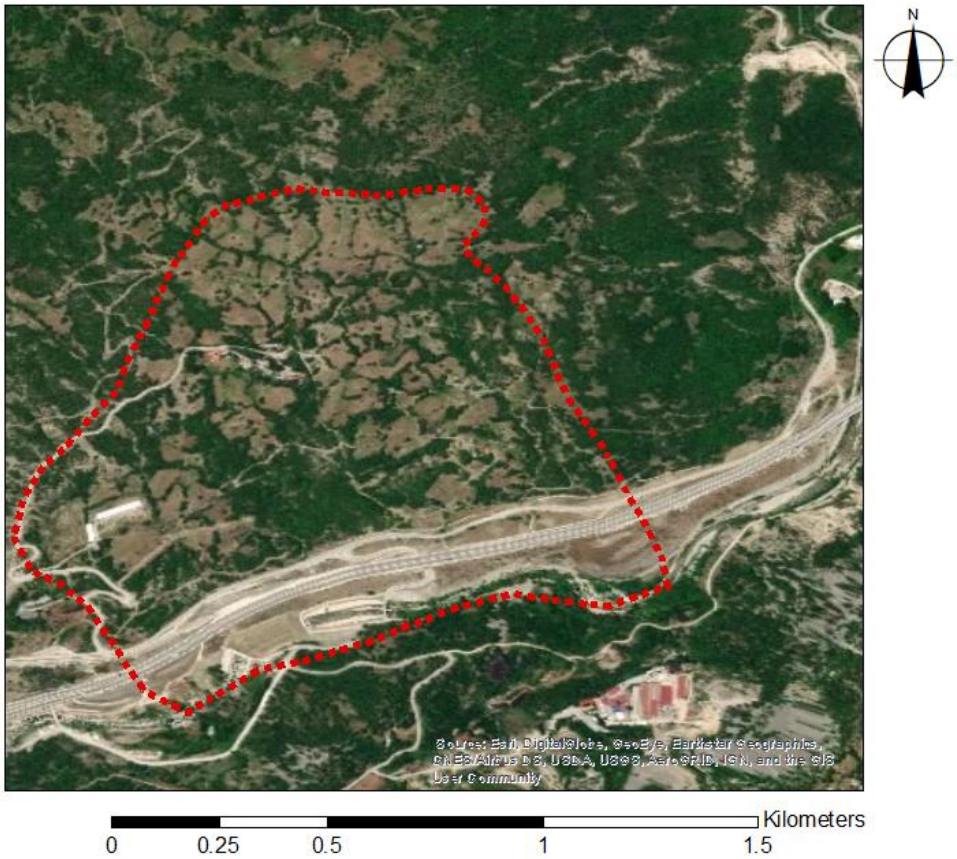
Σε πρώτο επίπεδο έρευνας κρίνεται απαραίτητη η επισκόπηση της περιοχής από απόσταση έτσι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί η ευρύτερη μορφολογία της και έπειτα να ακολουθήσουν οι λεπτομερέστερες εικόνες στο σώμα αυτής. Για τον σκοπό αυτό μελετήθηκαν δορυφορικές εικόνες κατά την διάρκεια της εργασίας γραφείου

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

αλλά εποπτεύθηκε επίσης η περιοχή έρευνας από τις απέναντι κλιτύες κατά την διάρκεια της εργασίας υπαίθρου.

Αρχικά παρατηρώντας τις δορυφορικές εικόνες που ακολουθούν παρακάτω (Εικόνα 5.1) εντοπίζεται μία περιοχή η οποία εμφανίζει μία επιπέδωση και αισθητά πιο ομαλές κλίσεις από ότι η υπόλοιπη περιοχή στο σύνολό της. Παρατηρείται ακόμη ότι εκλείπει η βλάστηση στις εκτάσεις αυτές ενώ στην γύρω περιοχή είναι πιο έντονη η παρουσία της, γεγονός βέβαια που μπορεί να οφείλεται καθαρά στην χρήση γης των εκτάσεων αυτών. Εξαίρεση αποτελεί ένα τμήμα στο κεντρικό σημείο της περιοχής έρευνας όπου εμφανίζει έντονη βλάστηση σε αντίθεση με την υπόλοιπη περιοχή και οι κλίσεις μοιάζουν να είναι πιο έντονες και απότομες. Το τμήμα αυτό θα μπορούσε να αποτελεί ένα σταθερό σήμερα σημείο το οποίο πιθανόν να μην εμφανίζει τις ίδιες μετακινήσεις όπως η υπόλοιπη έκταση. Είναι επίσης γεγονός ότι οι εκτάσεις αυτές εξαιτίας της επιπέδωσης που εμφανίζουν χρησιμοποιούνται πλέον και ως χωράφια από τους κατοίκους της ευρύτερης περιοχής. Επιπλέον στο κέντρο αυτής έχει χτιστεί ένας μικρός οικισμός ο οποίος αριθμεί λίγα σπίτια, ενώ στο δυτικό τμήμα υπάρχει μία χοιροτροφική μονάδα. Όλες αυτές οι χρήσεις γης δεν θα μπορούσαν να επιτευχθούν αν δεν ήταν ήπιες οι κλίσεις της πλαγιάς, αλλά γεννούν επίσης ερωτήματα όσο αφορά την σύγχρονη δράση της κατολίσθησης και την σφοδρότητα και την συχνότητα αυτών των μετακινήσεων. Οι ίδιες παρατηρήσεις εξήχθησαν και από την άποψη της περιοχής από τις απέναντι κλιτύες καθώς πραγματοποιήθηκε και σε πρώτη φάση ένας αδρός προσδιορισμός των ορίων της παλαιοκατολίσθησης, όπως αυτά αποτυπώνονται στις εικόνες 5.1 και 5.2.



Εικόνα 5.1 Δορυφορική εικόνα της περιοχής ενδιαφέροντος με σημασμένα τα όρια της παλαιοκατολίσθησης όπως αυτά ορίστηκαν στην παρούσα έρευνα.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

Εικόνα 5.2 Άποψη της παλαιοκατολίσθησης από τον Νότο με σημασμένα με κόκκινο τα όριά της όπως αυτά προέκυψαν από την παρούσα εργασία.

Εντοπίζοντας στη συνέχεια την έρευνα της περιοχής σε μεγαλύτερη κλίμακα και προσεγγίζοντας πλέον την κατολίσθηση παρατηρούνται ορισμένα στοιχεία τα οποία δηλώνουν την ύπαρξη σύγχρονων μετακινήσεων, όχι όμως μεγάλης έκτασης και σφοδρότητας. Προσεγγίζοντας την περιοχή έρευνας, τόσο στην Παλαιά Εθνική οδό που διατρέχει την περιοχή στο νότιο τμήμα της, δηλαδή στον πόδα της κατολίσθησης, όσο και στον επαρχιακό δρόμο που προσεγγίζει τον οικισμό στο κέντρο της παρατηρούνται πολλές διαρρήξεις κατά μήκος αυτών (Εικόνα 5.3). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει την ύπαρξη μετακινήσεων στο οδόστρωμα το οποίο όμως από μόνο του δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι οι μετακινήσεις αυτές οφείλονται σε ολισθήσεις των υλικών της κατολίσθησης και όχι για παράδειγμα σε αστοχίες του οδοστρώματος.

Φτάνοντας και παρατηρώντας το κύριο σώμα της κατολίσθησης γίνεται αισθητή μία μορφολογία που χαρακτηρίζεται από εξάρσεις, βυθίσματα και κατά τόπους ταπεινώσεις του αναγλύφου, η οποία δεν μπορεί παρά να οφείλεται σε αστάθεια του υπεδάφους και στην ύπαρξη μικρών ή και μεγάλων ολισθήσεων είτε επιφανειακών είτε σχετικά βαθιών.

Λεπτομερέστεροι μορφολογικοί δείκτες ωστόσο εντοπίζονται στο σώμα της κατολίσθησης οδηγούν στο συμπέρασμα πως υπάρχουν και σύγχρονες μετακινήσεις σε αυτή αν και πιθανόν μικρότερης κλίμακας και έντασης. Τέτοιους μορφολογικούς δείκτες αποτελούν μία πληθώρα επιφανειακών διαρρήξεων οι οποίες βρίσκονται διάσπαρτες μέσα στο σώμα της κατολίσθησης άλλες μικρότερου μεγέθους και άλλες αρκετά μεγαλύτερες και ορατές (Εικόνα 5.5). Η εξέλιξη αυτών των μεγαλύτερων διαρρήξεων μπορεί ακόμη και να παρακολουθηθεί με το πέρασμα του χρόνου, καθώς είναι πιθανό να μην επηρεάζονται πολύ, σε βαθμό που να εξαλειφθούν από την επιφανειακή διάβρωση. Επιπρόσθετα παρατηρούνται ρυτιδώσεις στην επιφάνεια του εδάφους γεγονός που επίσης υποδηλώνει μικρές, ερπυστικές, πιθανόν αβαθείς κινήσεις των υλικών της επιφάνειας.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 5.3 Επιφανειακές διαρρήξεις στον δρόμο που οδηγεί στον οικισμό και στην Παλαιά Εθνική οδό, όπως επίσης και στα τοιχία αντιστήριξης.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό γνώρισμα των κατολισθήσεων αποτελούν λιμνάζοντα νερά που κάνουν την εμφάνισή τους στην περιοχή έρευνας. Αυτά, όπως και στο σύνολό τους όλα τα χαρακτηριστικά που εντοπίστηκαν, διαπιστώθηκαν τόσο κατά τη διάρκεια ξηρής περιόδου όσο και μετά την υγρή περίοδο του χειμώνα. Παρατηρήθηκε λοιπόν πως ενώ τα σημεία στα οποία υπήρχε λιμνάζον νερό και ήταν ξερά κατά την περίοδο του καλοκαιριού, την άνοιξη και χωρίς την εκδήλωση πρόσφατων βροχοπτώσεων την ημέρα παρακολούθησης, αυτά είχαν συγκρατήσει σημαντική ποσότητα νερών τα οποία μοιάζουν να είναι στάσιμα, όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.4. Επιπρόσθετα κατά την υγρή περίοδο, εντοπίστηκαν και σημεία στα οποία φαίνεται να υπάρχουν μικρές αναβλύσεις νερού οι οποίες δεν υπήρχαν κατά την ξηρή περίοδο. Συνεπώς τα υλικά τα οποία υπάρχουν στην περιοχή, τα υλικά της κατολίσθησης στην επιφάνεια αλλά και τα υλικά του υποβάθρου, τόσο ο τεκτονικός σχηματισμός όσο και ο φλύσχης, φαίνεται να μην ευνοούν την αποστράγγιση της περιοχής.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 5.4 Λιμνάζον νερό κατά την ξηρή περίοδο (επάνω) και μετά την υγρή περίοδο (κάτω).

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 5.5 Επιφανειακές διαρρήξεις στο σώμα της κατολίσθησης.

Παρατηρώντας όλα αυτά τα χαρακτηριστικά, την κλίμακά τους αλλά και το πως συμπεριφέρονται, τις αλλαγές που εμφανίζουν με την πάροδο του χρόνου αλλά και την εποχικότητα τους εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με την φύση της κατολίσθησης και της δραστηριότητάς της. Συνυπολογίζοντας και την χωρική κατανομή αυτών των στοιχείων καθώς και την απουσία τους σε ορισμένα σημεία της περιοχής, κατέστη δυνατός ο προσδιορισμός των ορίων της κατολίσθησης (Εικόνα 5.6).

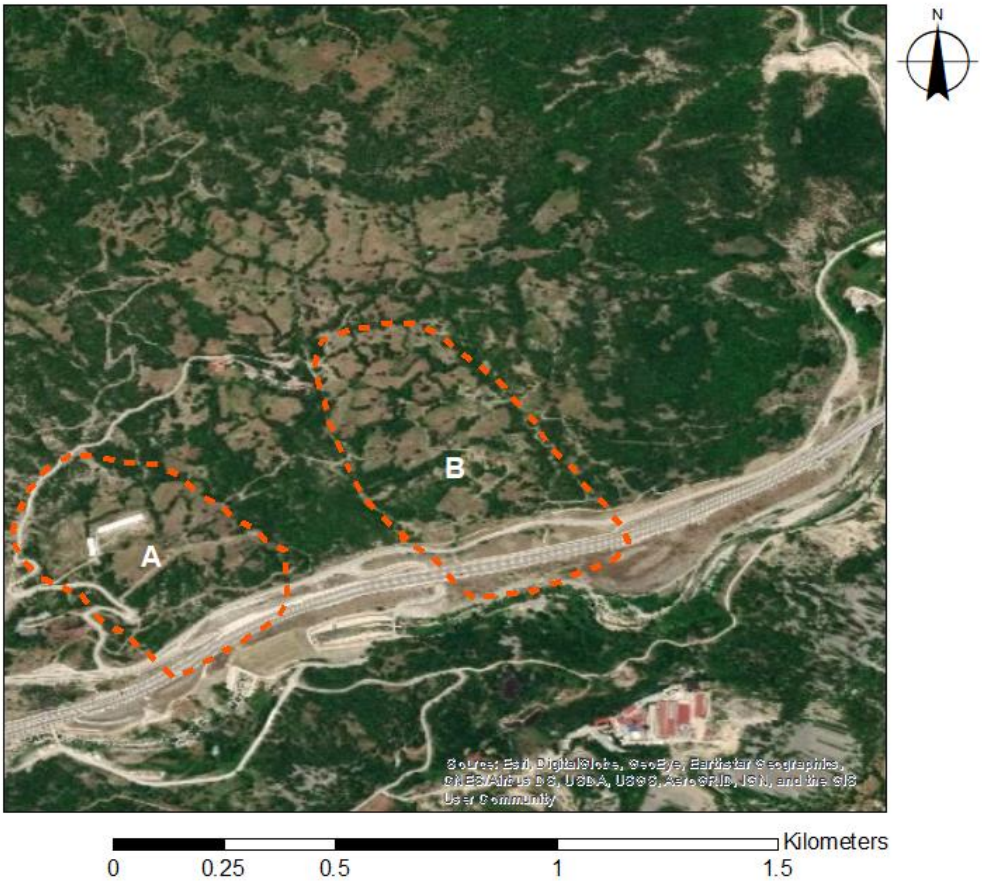
Συνεπώς από τα στοιχεία που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν συμπεραίνεται πως πρόκειται για μετακινήσεις σύνθετες, οι οποίες ορίζονται από μία ασθενή ζώνη και ένα ασθενές γενικά υλικό όπως έχει αναλυθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι οποίες όμως εκδηλώνονται ως μετακινήσεις περιστροφικού τύπου, ή και ως ερπυστικές. Παρατηρείται δηλαδή ότι δεν αστοχεί η επιφάνεια της ασθενούς ζώνης αλλά τα ίδια τα υλικά που συγκροτούν την περιοχή. Επιπρόσθετα πρόκειται για μετακινήσεις οι οποίες τουλάχιστον στην σύγχρονη δράση τους είναι μικρές και τμηματικές μιας και δεν εμφανίζονται πολύ έντονες δομές όπως διαρρήξεις ή εξάρσεις, οι οποίες να σηματοδοτούν μεγάλες και ραγδαίες κινήσεις.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Γεγονός αποτελεί η απουσία χαρακτηριστικών δομών που προμηνύουν την ύπαρξη μετακινήσεων σε ορισμένες περιοχές. Το κεντρικό τμήμα της περιοχής έρευνας όπως παρατηρήθηκε και από απόσταση έμοιαζε να μην μετακινείται όπως επιβεβαιώθηκε και από την επί τόπου έρευνα. Το τμήμα αυτό εμφανίζει έντονη βλάστηση, θάμνους και δέντρα τα οποία δεν μοιάζουν να έχουν επηρεαστεί από μετακινήσεις του εδάφους. Ακόμη η μορφολογία της περιοχής αυτής διαφέρει εντελώς από αυτήν της υπόλοιπης έκτασης. Είναι δυσπρόσιτη, με πολύ απότομες κλίσεις και μικρές χαραδρώσεις. Προσεγγίζοντας την περιοχή αυτή από το Νότο, από τον πόδα της κατολίσθησης δηλαδή, παρατηρείται ότι εμφανίζεται το φλυσχικό υπόβαθρο της Ιονίου ζώνης, γεγονός που δεν παρατηρείται σε όλο το υπόλοιπο μήκος του πόδα. Συνεπώς εξάγεται το συμπέρασμα πως το τμήμα αυτό αποτελεί ένα σταθερό σημείο τουλάχιστον σε ότι αφορά τις σύγχρονες μετακινήσεις και όχι την παλαιοκατολίσθηση. Ακόμη ώς σταθερό σημείο κρίνεται και η περιοχή στην οποία είναι χτισμένος ο οικισμός αλλά και οι εκτάσεις πάνω από αυτόν.

Τα περιφερειακά όρια της κατολίσθησης ορίστηκαν με βάση την αλλαγή της λιθολογίας, από τον τεκτονικό σχηματισμό δηλαδή στον φλύσχη της Ιονίου ζώνης ο οποίος παραμένει γενικά αλώβητος από τις μετακινήσεις αυτές, καθώς επίσης και από την έλλειψη χαρακτηριστικών δομών, όπως αυτές που αναφέρθηκαν νωρίτερα, εκτός των ορίων αυτών. Από την ανάλυση των χωρικών δεδομένων εξήχθη το συμπέρασμα πως οι σύγχρονες μετακινήσεις εντοπίζονται σε δύο διαφορετικές περιοχές (κατολίσθηση Α και Β), ενώ ενδιάμεσα αυτών υπάρχει μία σταθερή ράχη στην οποία δεν υπάρχουν εμφανή σημάδια μετακινήσεων.



Εικόνα 5.6 Δορυφορική εικόνα της περιοχής έρευνας με σημασμένα τα όρια των κατολισθήσεων Α και Β.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

5.3. Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση των στοιχείων επιφανείας

Μετά από εκτεταμένη παρατήρηση και ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν συμπεραίνεται ότι στην περιοχή έρευνας εντοπίζονται διαφορετικοί τεχνικογεωλογικοί τύποι. . Αυτό σημαίνει ότι παρατηρήθηκαν διαφορές στην ποιότητα των σχηματισμών οι οποίες μεταφράζονται σε διαφορές στις παραμέτρους αντοχής αυτών.

Κατά την εργασία υπαίθρου παρατηρήθηκε η διαφορά στην σύσταση, την κοκκομετρία αλλά και τη δομή των σχηματισμών και εκτιμήθηκαν οι τιμές GSI όπου αυτό κατέστη δυνατό, κυρίως δηλαδή στον φλύσχη της Ιονίου ζώνης ο οποίος ακόμα διατηρεί έστω και υπολείμματα της αρχικής του δομής και δεν έχει επηρεαστεί πολύ από τις κινήσεις της κατολίσθησης. Συνεπώς από τις δομές που εμφανίστηκαν και μελετήθηκαν στην ύπαιθρο διαχωρίστηκαν αρχικά δύο τύποι του φλύσχη της Ιονίου ζώνης στην επιφάνεια. Ο ένας τύπος αποτελείται από ιλυόλιθο κυρίως, τεφρού έως πρασινότεφρου χρώματος με τεμάχη και ενστρώσεις ψαμμιτών ενώ κατά θέσεις εμφανίζει επιφάνειες σχιστότητας (Εικόνα 5.7). Η τιμή GSI που εκτιμήθηκε για τον τύπο αυτό είναι 20-25 και κατατάσσεται στον τύπο φλύσχη VIII ή και X (Εικόνα 5.8) με βάση το διάγραμμα GSI του φλύσχη (Μαρίνος Β., 2007). Ο δεύτερος τύπος φλύσχη που παρατηρήθηκε στην ύπαιθρο αποτελείται από ιλυόλιθο τεφρό έως πρασινότεφρο με ενστρώσεις ψαμμιτών και κροκαλοπαγών (Εικόνα5.7). Το GSI στην προκειμένη περίπτωση εκτιμήθηκε μεταξύ 40-50 και βάσει του διαγράμματος GSI του φλύσχη κατατάσσεται στις κατηγορίες VII ή και IV (Εικόνα 5.9) .

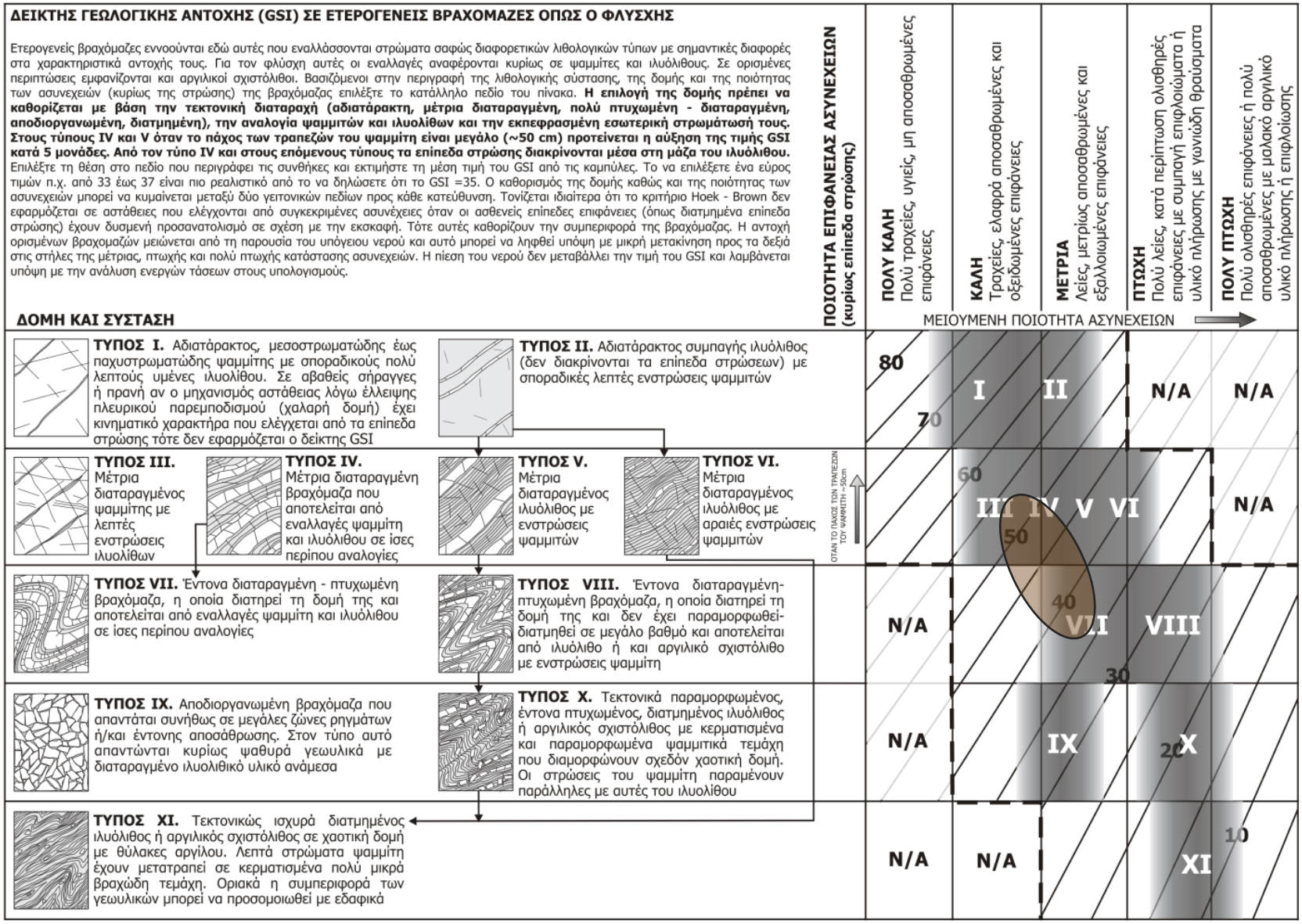
Εικόνα 5.7 Στις εικόνες εμφανίζονται οι δύο τύποι φλύσχη της Ιονίου ζώνης. Στην επάνω εικόνα εκτιμήθηκε το GSI:40-50, ενώ αντίστοιχα στην κάτω εικόνα 20-30.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ ΟΠΩΣ Ο ΦΛΥΣΧΗΣ

Ετερογενείς βραχόμαζες εννοούνται εδώ αυτές που εναλλάσσονται στρώματα σαφώς διαφορετικών λιθολογικών τύπων με σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά αντοχής τους. Για τον φλύσχη αυτές οι εναλλαγές αναφέρονται κυρίως σε ψαμμίτες και ιλυόλιθους. Σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται και αργιλικοί σχιστόλιθοι. Βασιζόμενοι στην περιγραφή της λιθολογικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχειών (κυρίως της στρώσης) της βραχόμαζας επιλέξτε το κατάλληλο πεδίο του πίνακα. **Η επιλογή της δομής πρέπει να καθορίζεται με βάση την τεκτονική διαταραχή (αδιατάρακτη, μέτρια διαταραγμένη, πολύ πτυχωμένη - διαταραγμένη, αποδιοργανωμένη, διατμημένη), την αναλογία ψαμμιτών και ιλυολίθων και την εκπεφρασμένη εσωτερική στρωμάτωσή τους. Στους τύπους IV και V όταν το πάχος των τραπεζών του ψαμμίτη είναι μεγάλο (~50 cm) προτείνεται η αύξηση της τιμής GSI κατά 5 μονάδες. Από τον τύπο IV και στους επόμενους τύπους τα επίπεδα στρώσης διακρίνονται μέσα στη μάζα του ιλυόλιθου.** Επιλέξτε τη θέση στο πεδίο που περιγράφει τις συνθήκες και εκτιμήστε τη μέση τιμή του GSI από τις καμπύλες. Το να επιλέξετε ένα εύρος τιμών π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώσετε ότι το GSI =35. Ο καθορισμός της δομής καθώς και της ποιότητας των ασυνεχειών μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ δύο γειτονικών πεδίων προς κάθε κατεύθυνση. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι το κριτήριο Hoek - Brown δεν εφαρμόζεται σε αστάθειες που ελέγχονται από συγκεκριμένες ασυνέχειες όταν οι ασθενείς επίπεδες επιφάνειες (όπως διατμημένα επίπεδα στρώσης) έχουν δυσμενή προσανατολισμό σε σχέση με την εκσκαφή. Τότε αυτές καθορίζουν την συμπεριφορά της βραχόμαζας. Η αντοχή ορισμένων βραχομαζών μειώνεται από τη παρουσία του υπόγειου νερού και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη με μικρή μετακίνηση προς τα δεξιά στις στήλες της μέτριας, πτωχής και πολύ πτωχής κατάστασης ασυνεχειών. Η πίεση του νερού δεν μεταβάλλει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση ενεργών τάσεων στους υπολογισμούς.



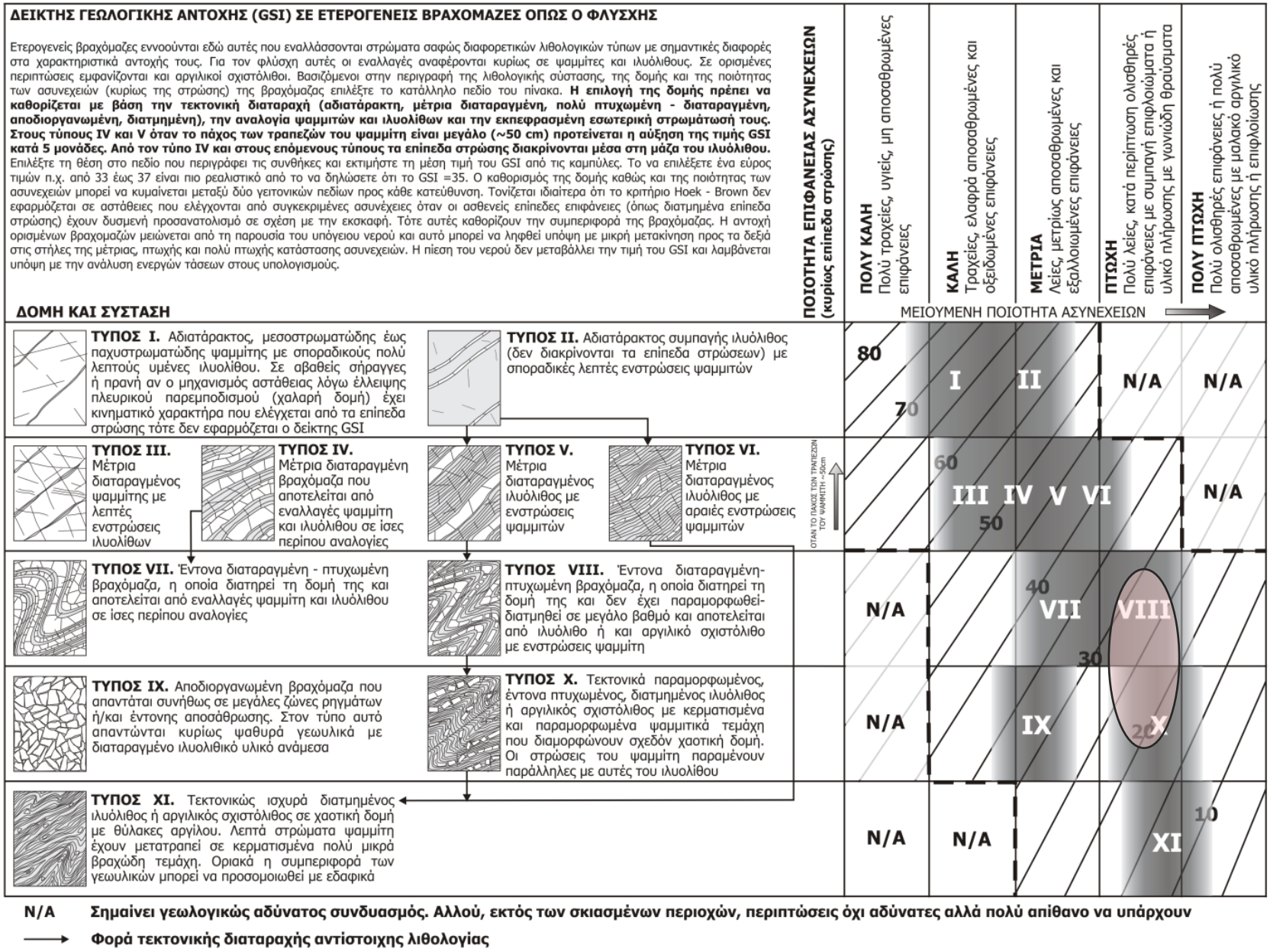
N/A **Σημαίνει γεωλογικώς αδύνατος συνδυασμός. Αλλού, εκτός των σκιασμένων περιοχών, περιπτώσεις όχι αδύνατες αλλά πολύ απίθανο να υπάρχουν**

⟶ Φορά τεκτονικής διαταραχής αντίστοιχης λιθολογίας

Εικόνα 5.8 Προβολή στο διάγραμμα GSI του φλύσχη (Μαρίνος Β., 2007) της τιμής του GSI που προέκυψε για τον φλύσχη της Ιονίου ζώνης (κροκαλοπαγής φάση) GSI: 40-50

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη



Εικόνα 5.9 Προβολή στο διάγραμμα GSI του φλύσχη (Μαρίνος Β., 2007) της τιμής του GSI που προέκυψε για τον φλύσχη της Ιονίου ζώνης (ιλυολιθική φάση) GSI: 20-30

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Παρατηρώντας τους υπόλοιπους σχηματισμούς διαχωρίστηκαν κι εκεί αδρά δύο τύποι (Εικόνα 5.10). Ο διαχωρισμός αυτός στην ύπαιθρο έγινε κυρίως με την διαφορά στην σύσταση και την κοκκομετρία των σχηματισμών. Έτσι παρατηρήθηκε ένας σχηματισμός τεφρός όπου αποτελούνταν κυρίως από λεπτόκοκκα κλάσματα με λίγα χονδρόκοκκα συστατικά όπως άμμους και χαλίκια που αποτελούν κυρίως τα υλικά κατολίσθησης. Ο σχηματισμός αυτός φαίνεται να καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της περιοχής έρευνας. Από την άλλη σε ορισμένες θέσεις εμφανίζονταν πάλι λεπτόκοκκα κυρίως κλάσματα τα οποία όμως έφεραν και μεγαλύτερα τεμάχη σύστασης ιλυολιθικής, ασβεστολιθικής και ψαμμιτικής. Τα τεμάχη αυτά αν και σε ορισμένες περιπτώσεις φτάνουν σε μέγεθος το 1m, κυρίως όμως είναι της τάξης των μερικών εκατοστών. Ακόμη αξίζει να αναφερθεί πως τα τεμάχη αυτά εμφανίζονται έντονα αποσαθρωμένα και καταπονημένα. Ο δεύτερος αυτός τύπος πάλι αποτελεί μέλος των υλικών κατολίσθησης αλλά και τμήματα αυτού αποτελούν τον τεκτονικό σχηματισμό που δεν έχει αστοχήσει. Η διαφορά κυρίως μεταξύ των κατολισθημένων και μη μελών εντοπίζεται κυρίως στην συνοχή που παρουσιάζουν τα υλικά του τεκτονικού σχηματισμού που δεν έχουν αστοχήσει.

Εικόνα 5.10 Στις εικόνες εμφανίζονται τα υλικά κατολίσθησης όπως παρατηρήθηκαν στην ύπαιθρο. Στην επάνω εικόνα ο τύπος με τα μεγάλα βραχώδη τεμάχη, ενώ αντίστοιχα στην κάτω εικόνα ο τύπος με τα πιο λεπτόκοκκα κλάσματα.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

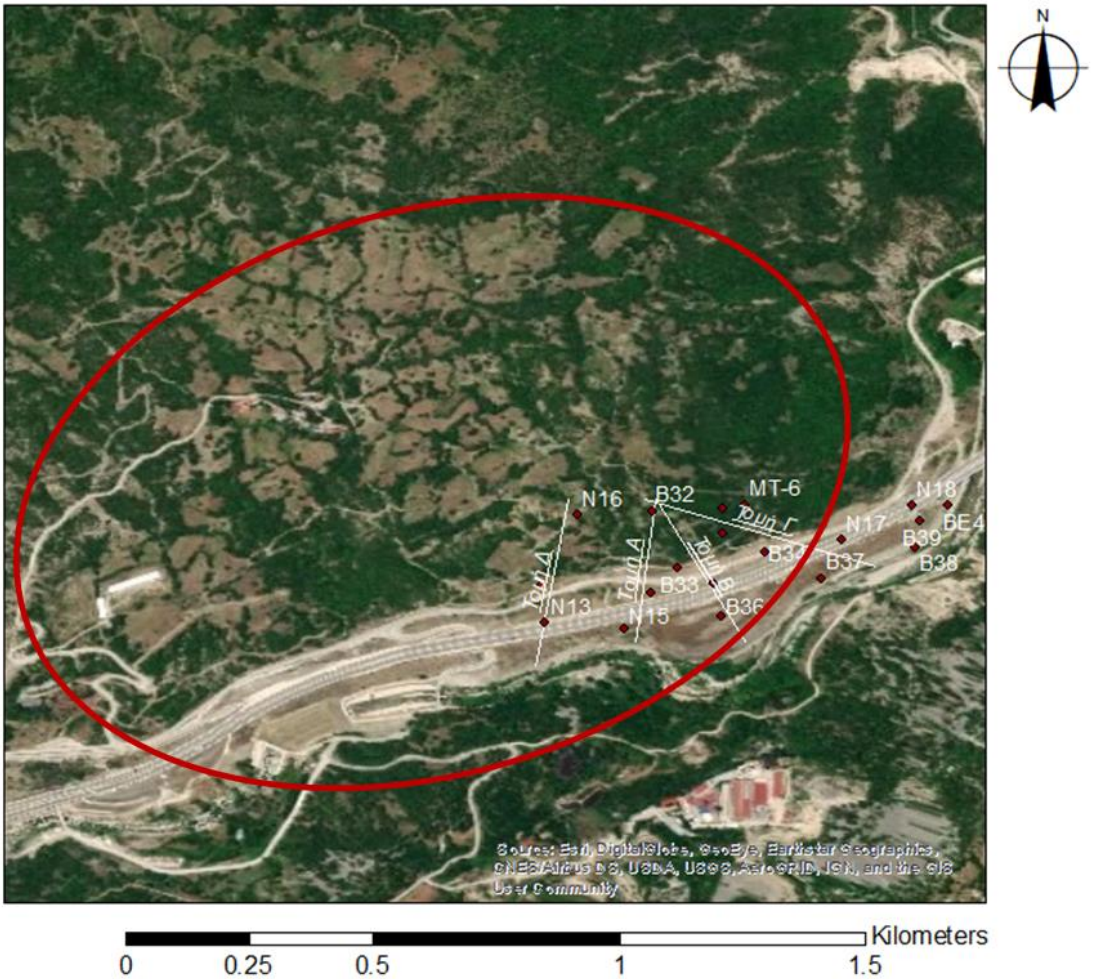
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

5.4. *Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση των δεδομένων των γεωτρήσεων*

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και νωρίτερα για τους σκοπούς της συγκεκριμένης έρευνας διατέθηκαν ορισμένα δεδομένα γεωτρήσεων από την Εγνατία Οδό Α.Ε.. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν επίσης και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών και επί τόπου δοκιμών που εκτελέστηκαν στην περιοχή και αυτά είναι που θα αναλυθούν στην παρούσα παράγραφο.

Οι επί τόπου δοκιμές που εκτελέστηκαν ήταν δοκιμές SPT στους εδαφικούς σχηματισμούς, εκτίμηση του δείκτη RQD στους πυρήνες των γεωτρήσεων καθώς επίσης και οι μετρήσεις οργάνων που τοποθετήθηκαν μέσα στις γεωτρήσεις, πιεζόμετρα και κλισιόμετρα.

Από τα δεδομένα που λήφθηκαν από τα κλισιόμετρα ήταν γνωστά τα βάθη στα οποία συνήθως καταγράφονταν μετακινήσεις καθώς και το μέγιστο βάθος διάρρηξης. Οι τιμές αυτές αντίστοιχα ήταν 23-25m όσον αφορά το μέσο βάθος μετακινήσεων ενώ το μέγιστο βάθος διάρρηξης έφτανε τα 52m σε ένα σημείο στην κατολίσθηση Α.



Εικόνα 5.11 Άποψη της περιοχής μελέτης από δορυφορική εικόνα και προβολή των θέσεων των γεωτρήσεων επάνω σε αυτή καθώς και των τεχνικογεωλογικών τομών που κατασκευάστηκαν. Με κόκκινη τελεία εντοπίζεται η θέση της εκάστοτε γεώτρησης καθώς αναγράφεται και η κωδική ονομασίας της, ενώ με λευκή γραμμή εντοπίζονται οι προβολές των τομών. (Εγνατία Οδός Α.Ε.)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Όσο αφορά τα δεδομένα των πιεζόμετρων αυτά έδιναν μία στάθμη σημειακά στις γεωτρήσεις σε βάθος περίπου τα 6-9m από την επιφάνεια του εδάφους. Παρατηρήθηκε ότι η στάθμη του υπόγειου νερού εμφανίζει μία κανονικότητα ώς προς την μορφή της σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους, δηλαδή ακολουθεί την μορφολογία.

Συγκεκριμένα για τους εδαφικούς σχηματισμούς οι τιμές του SPT, όπου αυτό έχει εφαρμογή και νόημα, κυμαίνονται μεταξύ των 13-24 κτύπων που τους χαρακτηρίζει ως μέτριας πυκνότητας. Αξίζει να αναφερθεί πως οι δοκιμές του SPT συχνά εμφανίζει χτύπους άνω των 50, αρνήσεις. Αυτές κατά τόπους οφειλόταν σε πολύ στιφρούς σχηματισμούς, όμως στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να οφείλεται στην παρουσία πιο αδρόκοκκων κλασμάτων, χαλικιών και μεγαλύτερων τεμαχών μέσα στα αργιλικά μέλη όπου αντιστέκονται και οδηγούν σε αυτές τις τιμές.

Όσο αφορά τις τιμές του RQD στους βραχώδεις σχηματισμούς που είχε εφαρμογή, κυρίως δηλαδή στα υγιέστερα μέλη του φλύσχη της Ιονίου αυτές εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των τιμών 50-90, με μία δεσπόζουσα όμως και αντιπροσωπευτικότερη τιμή περί του 65.

Οι εργαστηριακές δοκιμές που εκτελέστηκαν στα δείγματα των γεωτρήσεων περιλάμβαναν δοκιμές για τον προσδιορισμό των ορίων Atterberg, τριαξονικές δοκιμές, δοκιμές άμεσης διάτμησης, μονοαξονικής θλίψης και δοκιμές στερεοποίησης. Επίσης προσδιορίστηκε για τους βραχώδεις σχηματισμούς ο δείκτης γεωλογικής αντοχής GSI.

Οι εργαστηριακές δοκιμές που εκτελέστηκαν στους εδαφικούς σχηματισμούς ποσοτικοποίησαν την ποιότητα και την αντοχή αυτών. Η αστράγγιστη διατμητική αντοχή (c_u) των εδαφικών σχηματισμών κυμαινόταν μεταξύ των τιμών 120-180kPa. Οι ενεργές παράμετροι αντοχής προσδιορίστηκαν με τιμές συνοχής (c') 10-20kPa και αντίστοιχα η γωνία τριβής (φ') 21°-23°. Τέλος το μέτρο παραμορφωσιμότητας (E_s) έχει τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 10-14Mpa.

Από την άλλη οι εργαστηριακές δοκιμές που εκτελέστηκαν στους βραχώδεις σχηματισμούς έδειξαν διαφοροποιήσεις μεταξύ των τιμών διαχωρίζοντάς τους σε δύο τύπους, τον υγιή φλύσχη της Ιονίου ζώνης και την πλήρως αποσαθρωμένη μορφή αυτού. Ο αποσαθρωμένος τύπος είχε τιμές θλιπτικής αντοχής (σ_c) περί το 1MPa, ενεργές τιμές συνοχής (c') και γωνίας τριβής (φ΄) 0,02kPa και 27° αντίστοιχα, ενώ το μέτρο ελαστικότητας (E) έχει τιμή 0,23GPa. Ο υγιής τύπο του φλύσχη της Ιονίου παρουσιάζει εμφανώς καλύτερες τιμές με σ_c : 3.5MPa, c': 8kPa, φ':41° και E: 1GPa.

5.5. Ανάλυση των τεχνικογεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών

Οι τιμές που προέκυψαν από τις εργαστηριακές και επί τόπου δοκιμές, οι παρατηρήσεις και οι τιμές GSI που εξήχθησαν στην ύπαιθρο για τα στοιχεία της επιφάνειας, συμφωνούσαν με τις τιμές GSI που δόθηκαν από τους μελετητές της Εγνατίας Οδού Α.Ε. Όλες αυτές συναξιολογήθηκαν ώστε να προκύψουν οι τεχνικογεωλογικές ενότητες που συναντώνται στην περιοχή τόσο επιφανειακά όσο και στο βάθος. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1.

Η πρώτη τεχνικογεωλογική ενότητα αποτελείται από αργίλους χαλίκια και άμμους ασύνδετα μεταξύ τους. Κατά τόπους εμφανίζεται περισσότερο αμμώδης ή χαλικώδης, με μεγάλα ιλυολιθικά, ασβεστολιθικά και ψαμμιτικά τεμάχη. Πρόκειται για τα υλικά κατολίσθησης τα οποία γεωλογικά προέρχονται από τον τεκτονικό σχηματισμό και αποτελούν τμήματα αυτού τα οποία έχουν αστοχήσει και

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

παρουσιάζουν τις μετακινήσεις αυτές. Πρόκειται για μία τεχνικογεωλογική ενότητα με μεγάλο πάχος. Ανάλογα τη θέση που γίνεται η τομή παρουσιάζει πάχη από 5-30m. Η μεγάλη αυτή διακύμανση στο πάχος των υλικών κατολίσθησης οφείλεται εξολοκλήρου στην θέση μέσα στην κατολίσθηση στην οποία γίνεται η τομή, σε θέσεις όπως ο πόδας της κατολίσθησης τα υλικά έχουν μικρότερο πάχος ενώ στο κέντρο αυτής αγγίζουν την μέγιστη τιμή τους. Η ποιότητα των υλικών αυτών όπως και του τεκτονικού σχηματισμού στο σύνολό του επηρεάζεται έντονα από την περιεχόμενη υγρασία τους, όσο αυξάνεται η περιεχόμενη υγρασία τους τόσο μειώνεται η αστράγγιστη διατμητική αντοχή τους (Christaras et al., 1995).

Η δεύτερη τεχνικογεωλογική ενότητα αποτελείται από μέτριας πυκνότητας έως στιφρή καστανή έως τεφρή άργιλο με χαλίκια και άμμο. Κατά τόπους εμφανίζεται περισσότερο αμμώδης ή χαλικώδης, με μεγάλα ιλυολιθικά, ασβεστολιθικά και ψαμμιτικά τεμάχη τα οποία όμως εμφανίζονται έντονα αποσαθρωμένα και καταπονημένα. Πρόκειται για έναν αδιαπέρατο σχηματισμό που εμφανίζει εξαιρετικά δύσκολη αποστράγγιση.

Η τρίτη τεχνικογεωλογική ενότητα αποτελείται από ιλυόλιθο πρασινότεφρο, πολύ μικρής αντοχής, έντονα έως πλήρως αποσαθρωμένο με τεμάχη και ενδιαστρώσεις ψαμμιτών και ασβεστολίθων. Κατά θέσεις ο σχηματισμός αυτός εμφανίζει επιφάνειες σχιστότητας. Αποτελεί τα πιο αποσαθρωμένα τμήματα του φλύσχη της Ιονίου. Τα εν λόγω τμήματα έχουν επηρεαστεί τεκτονικά και συνεπώς ποιοτικά από την δράση επάνω σε αυτά της επώθησης της ζώνης της Πίνδου. Εξαιτίας της ιλυολιθικής τους φύσης κι αυτά συνιστούν έναν αδιαπέρατο σχηματισμό.

Η τέταρτη και τελευταία τεχνικογεωλογική ενότητα που καθορίστηκε αποτελείται από ιλυόλιθο πρασινότεφρο, μέτριας έως καλής ποιότητας, με ενστρώσεις ψαμμιτών και κροκαλοπαγούς. Πρόκειται γεωλογικά για τον υγιή φλύσχη της Ιονίου ζώνης, ιλυολιθική και κροκαλοπαγής φάση, ο οποίος δεν έχει επηρεαστεί από την δράση της επώθησης και διατηρεί στον μεγαλύτερο βαθμό την δομή και την ποιότητά του. Η ενότητα αυτή αποτελεί και το υπόβαθρο της περιοχής έρευνας.

Τον καθορισμό των τεχνικογεωλογικών ενοτήτων ακολούθησε η χωρική τοποθέτηση αυτών με βάση τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί τόσο στην ύπαιθρο όσο και από τις γεωτρήσεις. Τα αποτελέσματα της χωρικής τοποθέτησης αυτών τόσο σε χάρτη (Εικόνα 5.13) όσο και σε μηκοτομές (Εικόνες 5.14, 5.15, 5.16, 5.17).

Το όριο μεταξύ της ΤΕ2 και ΤΕ3, που είναι επώθηση που δεσπόζει στην περιοχή, αποτελεί και την κύρια ασθενή ζώνη που ωθεί σε ολίσθηση τις μάζες πάνω από αυτή, δηλαδή τον τεκτονικό σχηματισμό. Παρόλα αυτά όπως αναφέρθηκε νωρίτερα και όπως έχει προκύψει επίσης από τα δεδομένα των αποκλισιόμετρων η επιφάνεια ολίσθησης των σημερινών μετακινήσεων βρίσκεται περί τα 25m βάθος από την επιφάνεια, με μέγιστο βάθος διάρρηξης τοπικά τα 52m. Επίσης όπως προκύπτει πάλι από τις μετρήσεις των αποκλισιόμετρων ο ρυθμός ολίσθησης, μετά την εφαρμογή των μέτρων αντιστήριξης και αποστράγγισης που έγιναν από την Εγνατία Οδό Α.Ε, που θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο, είναι της τάξης του 1-2mm/month ενώ παλαιότερα άγγιζαν και τα 10mm/month. Ο ρυθμός αυτός σήμερα κατατάσσει την κατολίσθηση σε μία ερπυστικού τύπο ολίσθηση, ενεργή αλλά με πολύ μικρές μετακινήσεις οι οποίες δεν είναι αντιληπτές παρά μόνο με ενόργανες μετρήσεις.

Αξίζει να αναφερθεί πως με τα χαμηλά μηχανικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζει η ΤΕ1, την επιφάνεια της επώθησης που αποτελεί μία εξαιρετικά ασθενή

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

ζώνη σε συνδυασμό με την μικρή διαπερατότητα των σχηματισμών, των αυξημένων κατακρημνισμάτων κατά την υγρή περίοδο του έτους, την δράση του Μετσοβίτικου ποταμού και της παλαιάς θαμμένης κοίτης από τα κατολισθέντα συντελούνται οι ιδανικές συνθήκες για την αστάθεια μιας περιοχής και της εμφάνισης μετακινήσεων αυτής της τάξης μεγέθους που παρουσίαζαν πριν την εφαρμογή των μέτρων αντιστήριξης και αποστράγγισης. Συνεπώς αυτό που κυρίως ωθεί την εξέλιξη των μετακινήσεων αυτών είναι η παρουσία των υπόγειων υδάτων και η αδυναμία εκτόνωσης μέσα σε αυτούς τους αδιαπέρατους σχηματισμούς, των πιέσεων πόρων που δημιουργούνται.

Οι τεχνικογεωλογικές τομές των εικόνων που παρατίθενται παρακάτω συντάχθηκαν με την χρήση δεδομένων από τις διαθέσιμες στην περιοχή γεωτρήσεις, οι οποίες ώς επί το πλείστων βρίσκονται κυρίως στον πόδα της κατολίσθησης. Ακόμη χρησιμοποιήθηκαν και αξιολογήθηκαν οι παρατηρήσεις υπαίθρου για την επιφάνεια και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα των πυρήνων των γεωτρήσεων και εκτελέστηκαν στο πλαίσιο μελέτης της περιοχής από την Εγνατία Οδό Α.Ε.

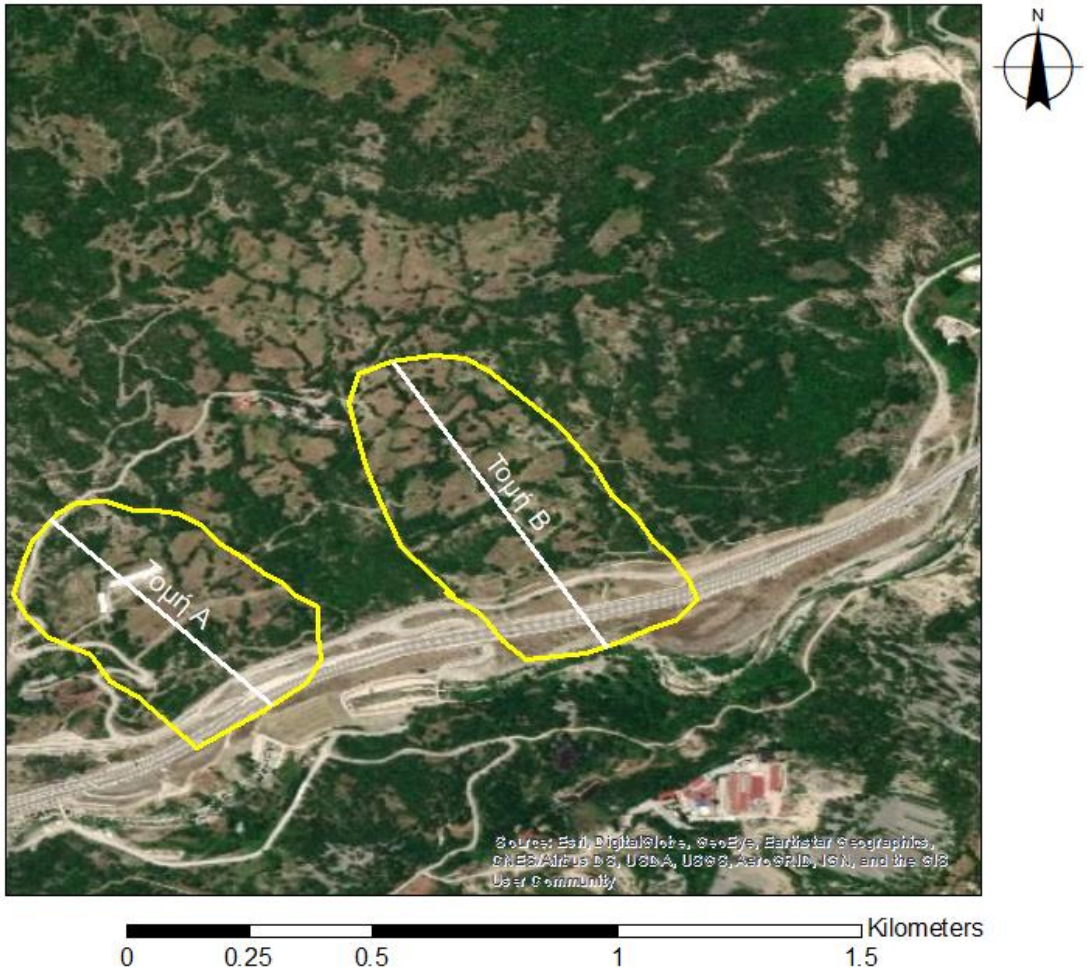
Οι τομές αυτές όπως γίνεται αντιληπτό και στην εικόνα 5.12 βρίσκονται στον πόδα της κατολίσθησης Β και συνεπώς παρουσιάζουν την αλληλουχία και την γεωμετρία των τεχνικογεωλογικών ενοτήτων στο τμήμα αυτό της κατολίσθησης.

Χάριν πληρότητας της έρευνας και με σκοπό να γίνει αντιληπτό το μέγεθος της κατολίσθησης και η γεωμετρία τόσο του συνόλου της όσο και των επιμέρους τεχνικογεωλογικών ενοτήτων συντάχθηκαν δύο ακόμη τεχνικογεωλογικές τομές για το σύνολο των κατολισθήσεων, μία για κάθε κατολίσθηση. Για να επιτευχθεί αυτό έγιναν ορισμένες παραδοχές όσο αφορά την γεωμετρία της επιφάνειας ολίσθησης αλλά και των τεχνικογεωλογικών ενοτήτων καθώς δεν υπήρχε εικόνα για τις συνθήκες στο βάθος σε πολλά καίρια τμήματα της κατολίσθησης Β και καμία πληροφορία για την κατολίσθηση Β. Συνεπώς αφού αξιολογήθηκαν οι τομές στον πόδα της κατολίσθησης Β και οι επιφανειακές ενδείξεις, σε συνδυασμό με πληροφορίες από ορισμένες δημοσιεύσεις και μελέτες για την περιοχή θεωρήθηκε ότι και η κατολίσθηση Α αστοχεί με τον ίδιο τρόπο όπως η Β και παρουσιάζει παρόμοια γεωμετρία όσο αφορά τις εναλλαγές και τα πάχη των τεχνικογεωλογικών ενοτήτων στο βάθος. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στις εικόνες 5.18 και 5.19. Δημιουργήθηκε επίσης μία γεωτεχνική τομή στην οποία επάνω τοποθετήθηκαν οι τιμές της θλιπτικής αντοχής, της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής και των ενεργών παραμέτρων αντοχής, συνοχή και γωνία τριβής για τις αντίστοιχες τεχνικογεωλογικές ενότητες (Εικόνα 5.21) ενώ στην εικόνα 5.20 τα κύρια στοιχεία αυτών.

Το τελικό προϊόν είναι το τρισδιάστατο μοντέλο της περιοχής της κατολίσθησης στο οποίο απεικονίζονται η κλίμακα και τα χαρακτηριστικά της στο σύνολό τους. Το μοντέλο αυτό παρουσιάζεται στην εικόνα 5.22.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ



Εικόνα 5.12 Άποψη της περιοχής έρευνας από δορυφορική εικόνα με σημασμένα τα όρια των κατολισθήσεων και προβολή των θεωρητικών τομών Α και Β .

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη "ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

ΤΕ	Περιγραφή	C_u	σ_c	c'	φ'	E_s	E	GSI	RQD
ΤΕ1	Υλικά κατολίσθησης. Χαλαρές άργιλοι, χαλίκια και άμμοι χωρίς συνοχή. Κατά τόπους εμφανίζονται περισσότερο αμμώδη ή χαλικώδη, με μεγάλα ιλυολιθικά, ασβεστολιθικά και ψαμμιτικά τεμάχη.	6kPa	-	0kPa	15°	-	-	-	-
ΤΕ2	Μέτριας πυκνότητας έως στιφρή καστανή έως τεφρή άργιλος με χαλίκια και άμμο. Κατά τόπους εμφανίζεται περισσότερο αμμώδης ή χαλικώδης, με μεγάλα ιλυολιθικά, ασβεστολιθικά και ψαμμιτικά τεμάχη τα οποία όμως εμφανίζονται έντονα αποσαθρωμένα και καταπονημένα	160kPa	-	20kPa	21°	12MPa	-	-	-
ΤΕ3	Ιλυόλιθος πρασινότεφρος, πολύ μικρής αντοχής, έντονα έως πλήρως αποσαθρωμένος με τεμάχη και ενδιαστρώσεις ψαμμιτών και ασβεστολίθων. Κατά θέσεις εμφανίζει επιφάνειες σχιστότητας.	-	1,0 MPa	0,02kPa	27°	-	0,23GPa	20-30 Τύπος φλύσχη VIII και X	-
ΤΕ4	Ιλυόλιθος πρασινότεφρος μέτριας έως καλής ποιότητας, με ενστρώσεις ψαμμιτών και κροκαλοπαγούς (Φλύσχης Ιονίου ζώνης, ιλυολιθική και κροκαλοπαγής φάση)	-	3,5 MPa	8kPa	41°	-	1 GPa	40-50 Τύπος φλύσχη IV και VII	50-90 Μέση τιμή 65

Πίνακας 5.1 Στον παρών πίνακα παρουσιάζονται οι τεχνικογεωλογικές ενότητες όπως προέκυψαν από την συναξιολόγηση όλων των διαθέσιμων στοιχείων καθώς και οι παράμετροι αντοχής και παραμορφωσιμότητας των σχηματισμών. Όπου: c_u η αστράγγιστη διατμητική αντοχή, σ_c η θλιπτική αντοχή, c' και φ' οι ενεργές παράμετροι αντοχής συνοχής και γωνίας τριβής αντίστοιχα, E_s το μέτρο παραμορφωσιμότητας, Ε το μέτρο ελαστικότητας και τέλος οι δείκτες GSI και RQD. (Δεδομένα από Εγνατία Οδό Α.Ε.)

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"

ΔΕΙΚΤΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (GSI) ΣΕ ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΒΡΑΧΟΜΑΖΕΣ ΟΠΩΣ Ο ΦΛΥΣΧΗΣ

Ετερογενείς βραχόμαζες εννοούνται εδώ αυτές που εναλλάσσονται στρώματα σαφώς διαφορετικών λιθολογικών τύπων με σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά αντοχής τους. Για τον φλύσχη αυτές οι εναλλαγές αναφέρονται κυρίως σε ψαμμίτες και ιλυόλιθους. Σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται και αργιλικοί σχιστόλιθοι. Βασιζόμενοι στην περιγραφή της λιθολογικής σύστασης, της δομής και της ποιότητας των ασυνεχειών (κυρίως της στρώσης) της βραχόμαζας επιλέξτε το κατάλληλο πεδίο του πίνακα. **Η επιλογή της δομής πρέπει να καθορίζεται με βάση την τεκτονική διαταραχή (αδιατάρακτη, μέτρια διαταραγμένη, πολύ πτυχωμένη - διαταραγμένη, αποδιοργανωμένη, διατμημένη), την αναλογία ψαμμιτών και ιλυολίθων και την εκπεφρασμένη εσωτερική στρωμάτωσή τους. Στους τύπους IV και V όταν το πάχος των τραπεζών του ψαμμίτη είναι μεγάλο (~50 cm) προτείνεται η αύξηση της τιμής GSI κατά 5 μονάδες. Από τον τύπο IV και στους επόμενους τύπους τα επίπεδα στρώσης διακρίνονται μέσα στη μάζα του ιλυόλιθου.** Επιλέξτε τη θέση στο πεδίο που περιγράφει τις συνθήκες και εκτιμήστε τη μέση τιμή του GSI από τις καμπύλες. Το να επιλέξετε ένα εύρος τιμών π.χ. από 33 έως 37 είναι πιο ρεαλιστικό από το να δηλώσετε ότι το GSI =35. Ο καθορισμός της δομής καθώς και της ποιότητας των ασυνεχειών μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ δύο γειτονικών πεδίων προς κάθε κατεύθυνση. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι το κριτήριο Hoek - Brown δεν εφαρμόζεται σε αστάθειες που ελέγχονται από συγκεκριμένες ασυνέχειες όταν οι ασθενείς επίπεδες επιφάνειες (όπως διατμημένα επίπεδα στρώσης) έχουν δυσμενή προσανατολισμό σε σχέση με την εκσκαφή. Τότε αυτές καθορίζουν την συμπεριφορά της βραχόμαζας. Η αντοχή ορισμένων βραχομαζών μειώνεται από τη παρουσία του υπόγειου νερού και αυτό μπορεί να ληφθεί υπόψη με μικρή μετακίνηση προς τα δεξιά στις στήλες της μέτριας, πτωχής και πολύ πτωχής κατάστασης ασυνεχειών. Η πίεση του νερού δεν μεταβάλλει την τιμή του GSI και λαμβάνεται υπόψη με την ανάλυση ενεργών τάσεων στους υπολογισμούς.

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ

ΤΥΠΟΣ I. Αδιατάρακτος, μεσοστρωματώδης έως παχυστρωματώδης ψαμμίτης με σποραδικούς πολύ λεπτούς υμένες ιλυολίθου. Σε αβαθείς σήραγγες ή πρανή αν ο μηχανισμός αστάθειας λόγω έλλειψης πλευρικού παρεμποδισμού (χαλαρή δομή) έχει κινηματικό χαρακτήρα που ελέγχεται από τα επίπεδα στρώσης τότε δεν εφαρμόζεται ο δείκτης GSI

ΤΥΠΟΣ II. Αδιατάρακτος συμπαγής ιλυόλιθος (δεν διακρίνονται τα επίπεδα στρώσεων) με σποραδικές λεπτές ενστρώσεις ψαμμιτών

ΤΥΠΟΣ III. Μέτρια διαταραγμένος ψαμμίτης με λεπτές ενστρώσεις ιλυολίθων

ΤΥΠΟΣ IV. Μέτρια διαταραγμένη βραχόμαζα που αποτελείται από εναλλαγές ψαμμίτη και ιλυόλιθου σε ίσες περίπου αναλογίες

ΤΥΠΟΣ V. Μέτρια διαταραγμένος ιλυόλιθος με ενστρώσεις ψαμμιτών

ΤΥΠΟΣ VI. Μέτρια διαταραγμένος ιλυόλιθος με αραιές ενστρώσεις ψαμμιτών

ΟΤΑΝ ΤΟ ΠΑΧΟΣ ΤΩΝ ΤΡΑΠΕΖΩΝ ΤΟΥ ΨΑΜΜΙΤΗ ~50cm

ΤΥΠΟΣ VII. Έντονα διαταραγμένη - πτυχωμένη βραχόμαζα, η οποία διατηρεί τη δομή της και αποτελείται από εναλλαγές ψαμμίτη και ιλυόλιθου σε ίσες περίπου αναλογίες

ΤΥΠΟΣ VIII. Έντονα διαταραγμένη-πτυχωμένη βραχόμαζα, η οποία διατηρεί τη δομή της και δεν έχει παραμορφωθεί-διατμηθεί σε μεγάλο βαθμό και αποτελείται από ιλυόλιθο ή και αργιλικό σχιστόλιθο με ενστρώσεις ψαμμίτη

ΤΥΠΟΣ IX. Αποδιοργανωμένη βραχόμαζα που απαντάται συνήθως σε μεγάλες ζώνες ρηγμάτων ή/και έντονης αποσάθρωσης. Στον τύπο αυτό απαντώνται κυρίως ψαθυρά γεωυλικά με διαταραγμένο ιλυολιθικό υλικό ανάμεσα

ΤΥΠΟΣ X. Τεκτονικά παραμορφωμένος, έντονα πτυχωμένος, διατμημένος ιλυόλιθος ή αργιλικός σχιστόλιθος με κερματισμένα και παραμορφωμένα ψαμμιτικά τεμάχη που διαμορφώνουν σχεδόν χαοτική δομή. Οι στρώσεις του ψαμμίτη παραμένουν παράλληλες με αυτές του ιλυολίθου

ΤΥΠΟΣ XI. Τεκτονικώς ισχυρά διατμημένος ιλυόλιθος ή αργιλικός σχιστόλιθος σε χαοτική δομή με θύλακες αργίλου. Λεπτά στρώματα ψαμμίτη έχουν μετατραπεί σε κερματισμένα πολύ μικρά βραχώδη τεμάχη. Οριακά η συμπεριφορά των γεωυλικών μπορεί να προσομοιωθεί με εδαφικά

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ (κυρίως επίπεδα στρώσης)

ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ Πολύ τραχείες, υγιείς, μη αποσαθρωμένες επιφάνειες

ΚΑΛΗ Τραχείες, ελαφρά αποσαθρωμένες και οξειδωμένες επιφάνειες

ΜΕΤΡΙΑ Λείες, μετρίως αποσαθρωμένες και εξαλλοιωμένες επιφάνειες

ΠΤΩΧΗ Πολύ λείες, κατά περίπτωση ολισθηρές επιφάνειες με συμπαγή επιφλοιώματα ή υλικό πλήρωσης με γωνιώδη θραύσματα

ΠΟΛΥ ΠΤΩΧΗ Πολύ ολισθηρές επιφάνειες ή πολύ αποσαθρωμένες με μαλακό αργιλικό υλικό πλήρωσης ή επιφλοίωσης

ΜΕΙΟΥΜΕΝΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΣΥΝΕΧΕΙΩΝ

	ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ	ΚΑΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΠΤΩΧΗ	ΠΟΛΥ ΠΤΩΧΗ
ΤΥΠΟΣ I, ΤΥΠΟΣ II	80, 70	I	II	N/A	N/A
ΤΥΠΟΣ III, ΤΥΠΟΣ IV, ΤΥΠΟΣ V, ΤΥΠΟΣ VI	60, 50	III IV V VI			N/A
ΤΥΠΟΣ VII, ΤΥΠΟΣ VIII	N/A	40 VII	30 VII VIII		
ΤΥΠΟΣ IX, ΤΥΠΟΣ X	N/A	IX	20 X		
ΤΥΠΟΣ XI	N/A	N/A		10 XI	

N/A **Σημαίνει γεωλογικώς αδύνατος συνδυασμός. Αλλού, εκτός των σκιασμένων περιοχών, περιπτώσεις όχι αδύνατες αλλά πολύ απίθανο να υπάρχουν**

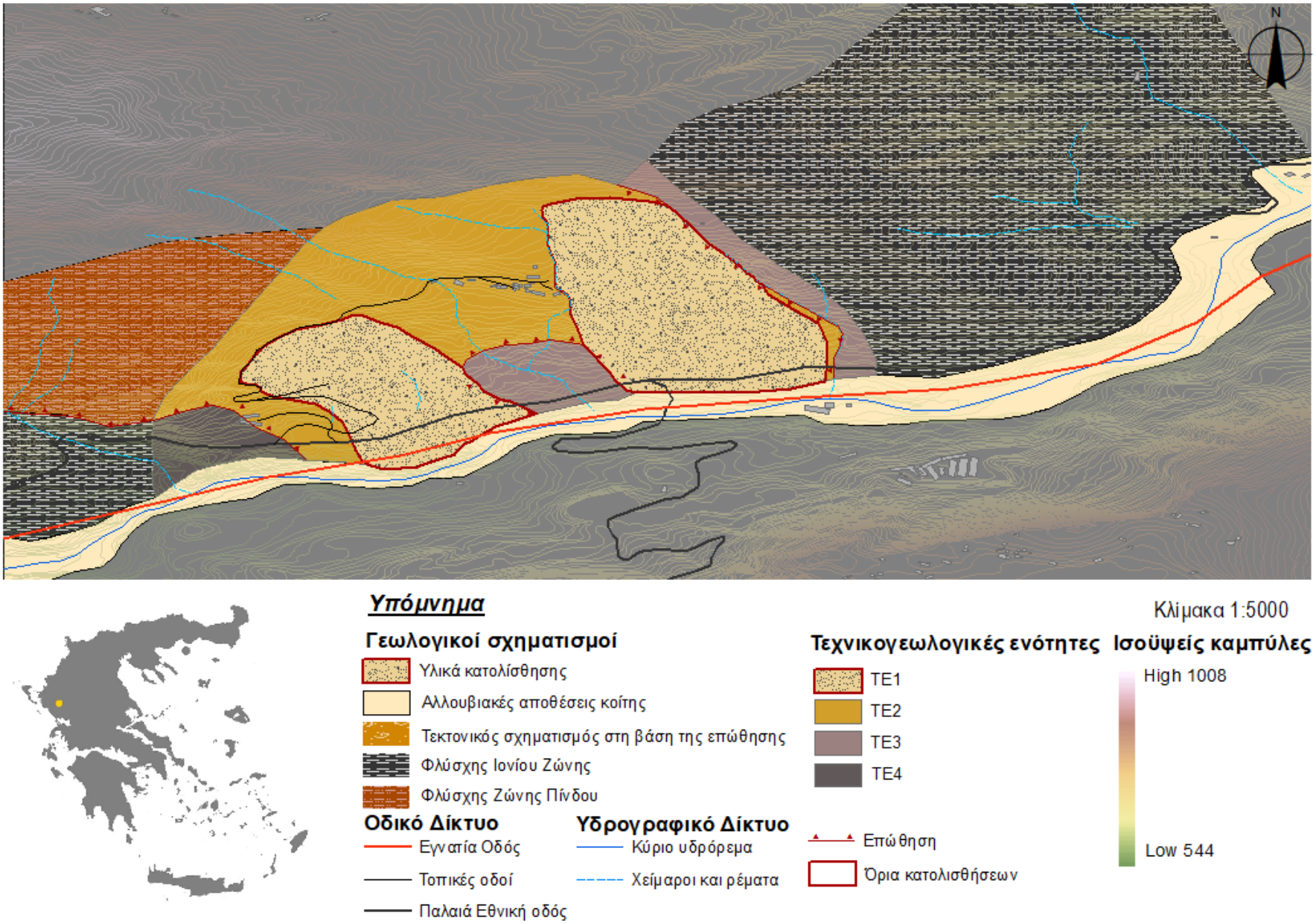
⟶ **Φορά τεκτονικής διαταραχής αντίστοιχης λιθολογίας**

Πίνακας 5.2 Δείκτης γεωλογικής αντοχής (GSI) σε ετερογενείς βραχομάζες όπως ο φλύσχης (Μαρίνος Β., 2007). Επισημαίνονται οι τύποι φλύσχη που συναντώνται στην περιοχή έρευνας, GSI_TE2: 20-30, GSI_TE3:40-50.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή

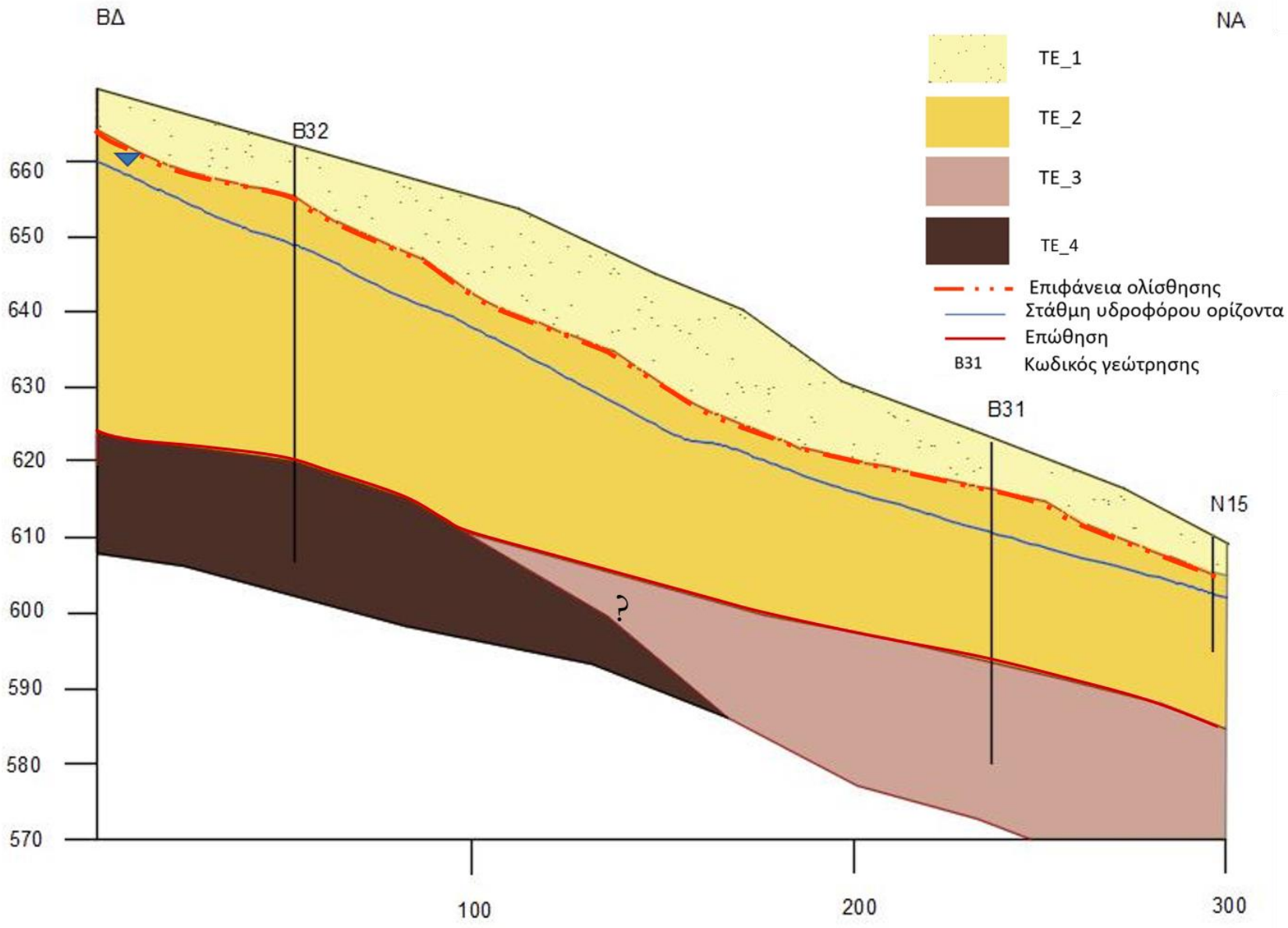
Τεχνικογεωλογικός χάρτης της περιοχής έρευνας με σημασμένα τα όρια των κατολισθήσεων



Εικόνα 5.13 Τεχνικογεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης Πρινότοπα με σημασμένα τα όρια των κατολισθήσεων. Ακόμη εκτός των ορίων της περιοχής μελέτης της κατολίσθησης αποτυπώνονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

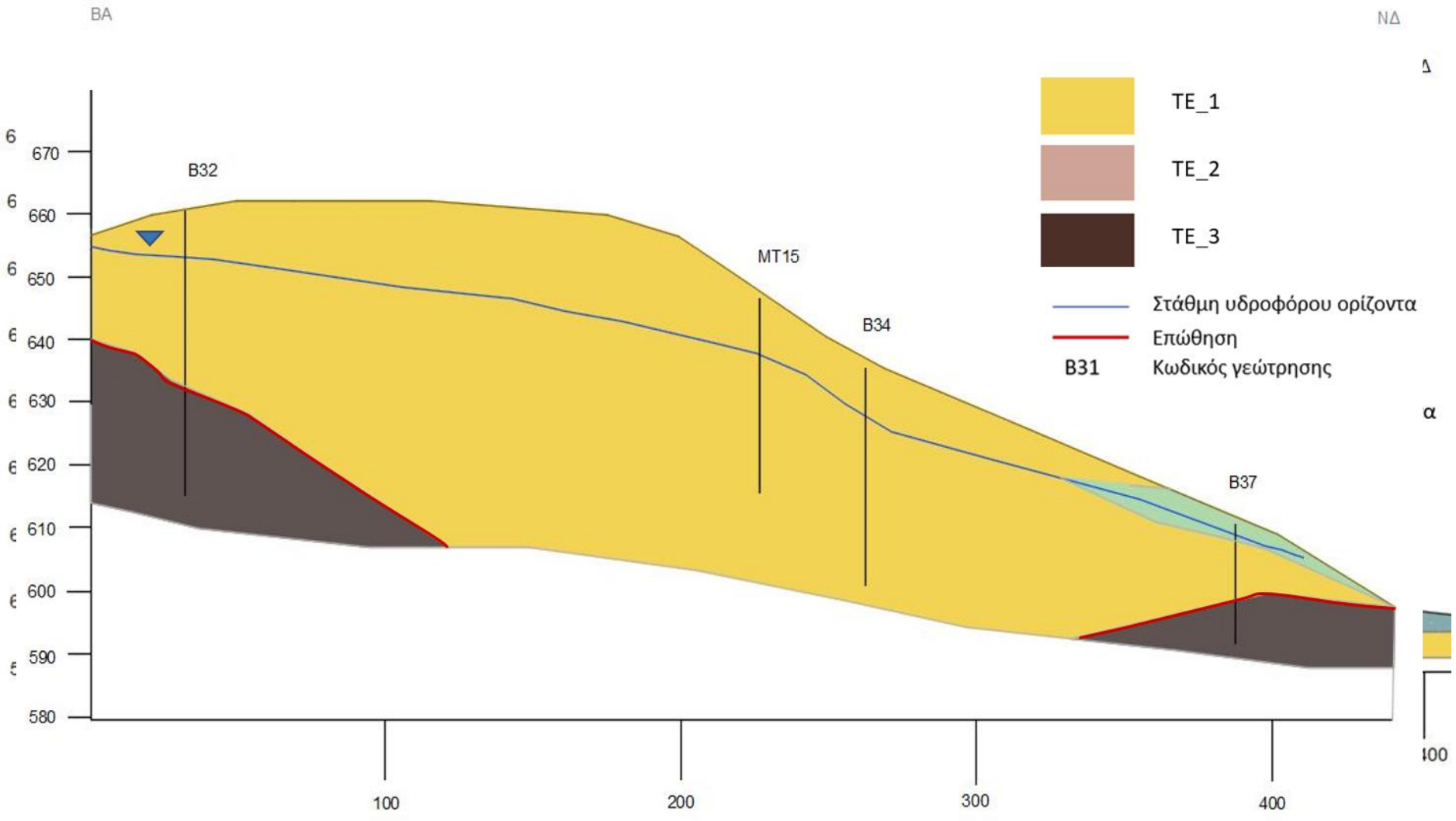
Ψηφιακή συλλογή



Εικόνα 5.14 Τεχνικογεωλογική τομή Α

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

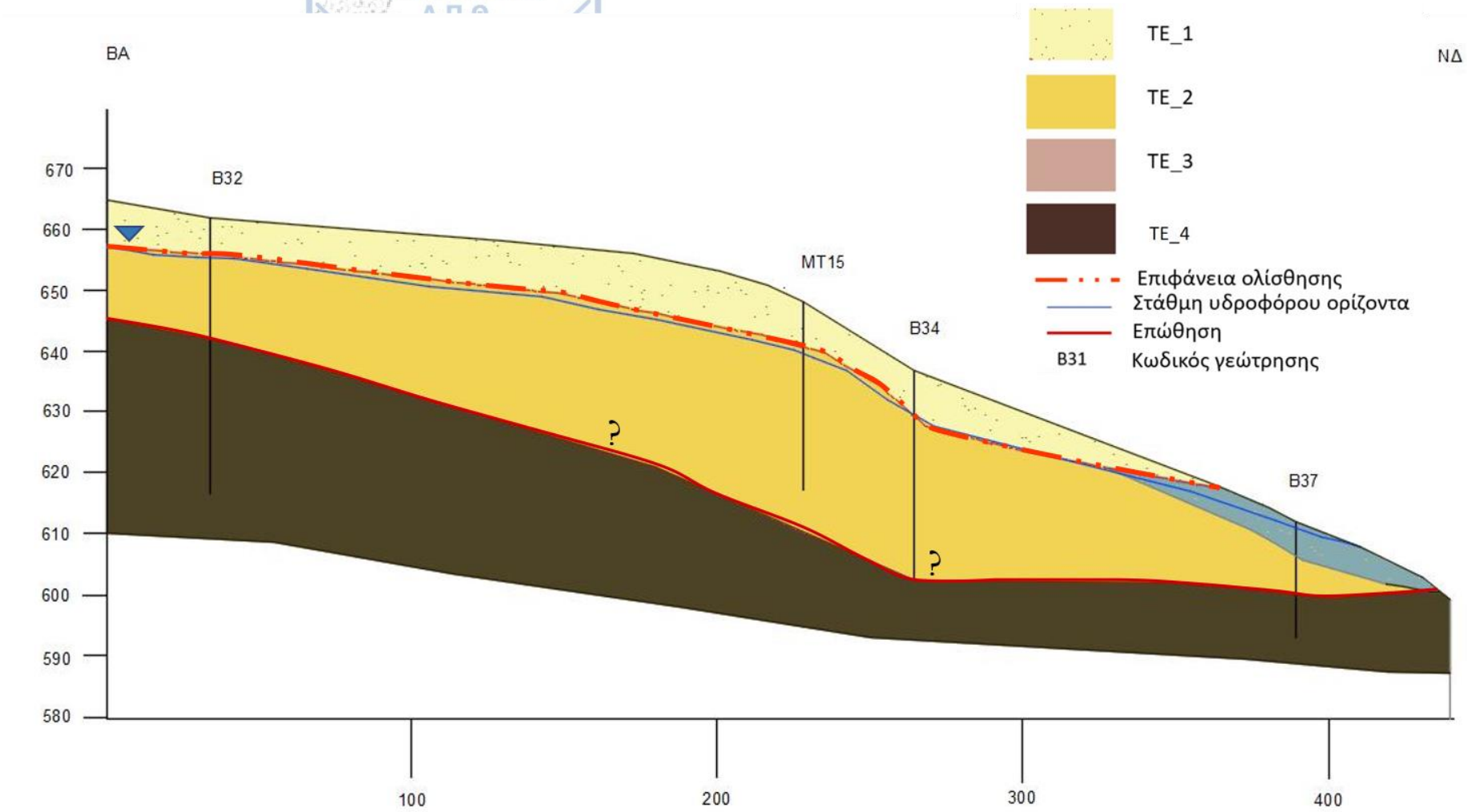
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Εικόνα 5.15 Τεχνικογεωλογική τομή Β

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

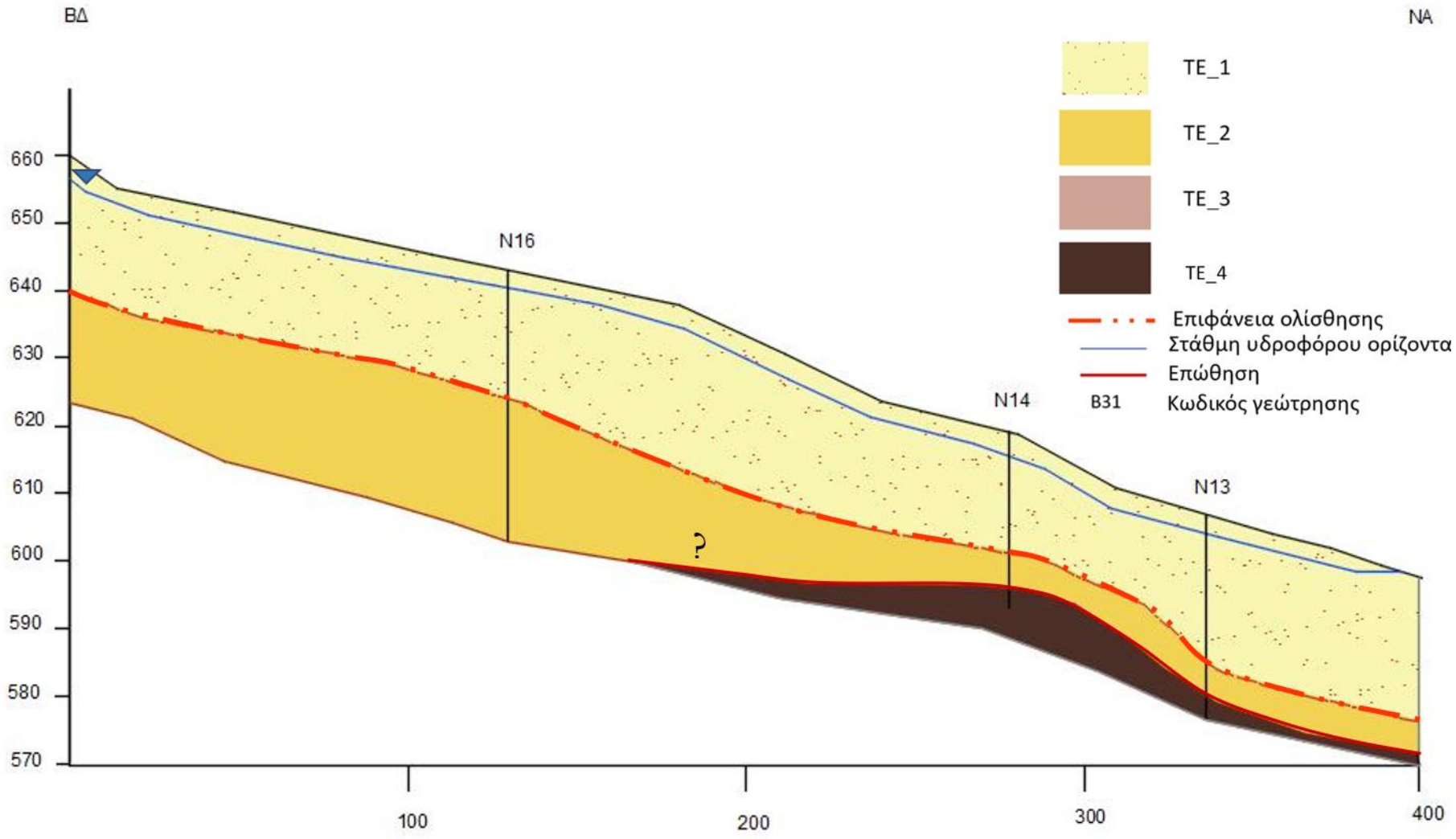
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.



Εικόνα 5.16 Τεχνικογεωλογική τομή Γ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

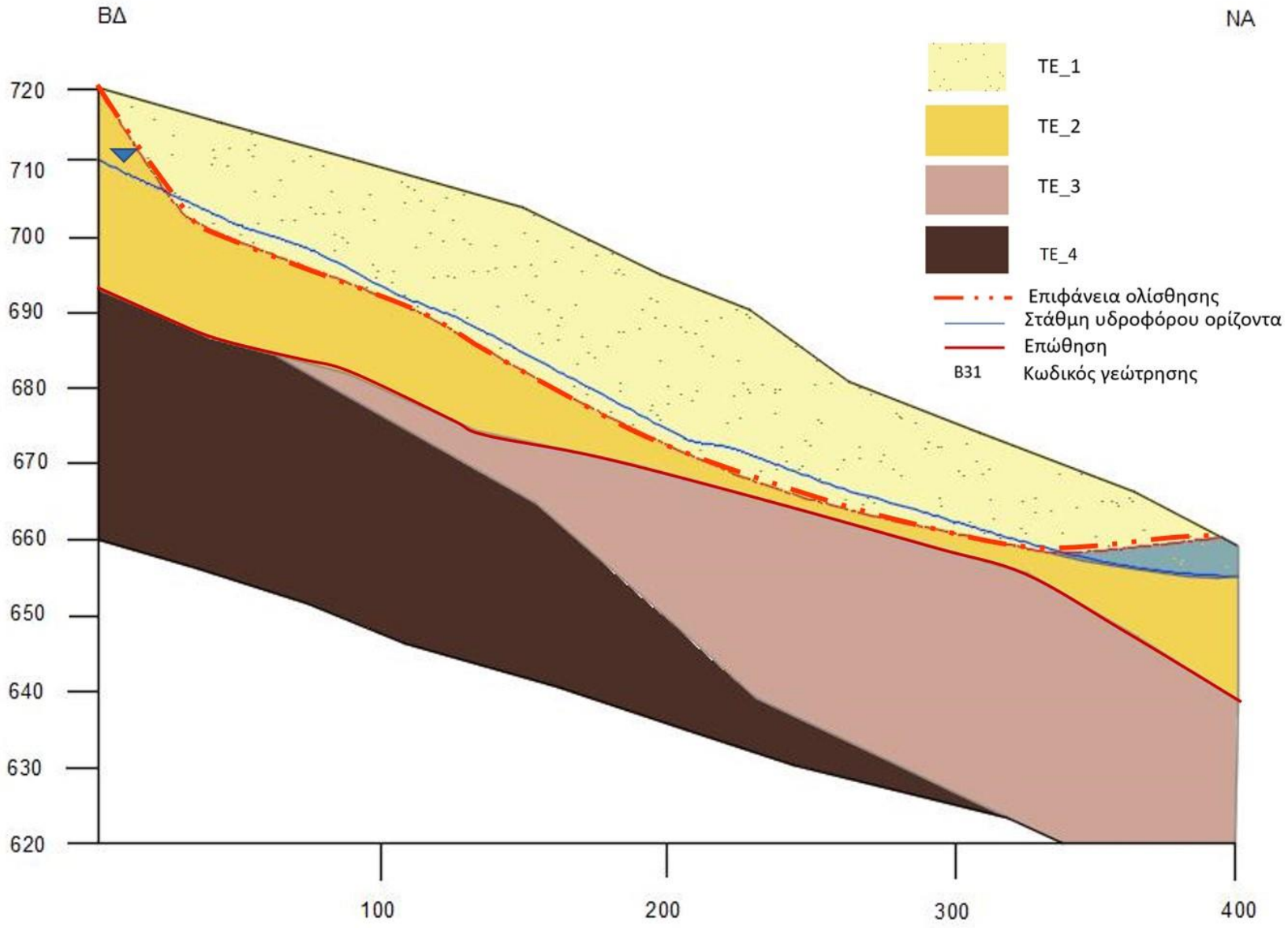
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ



Εικόνα 5.17 Τεχνικογεωλογική τομή Δ

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

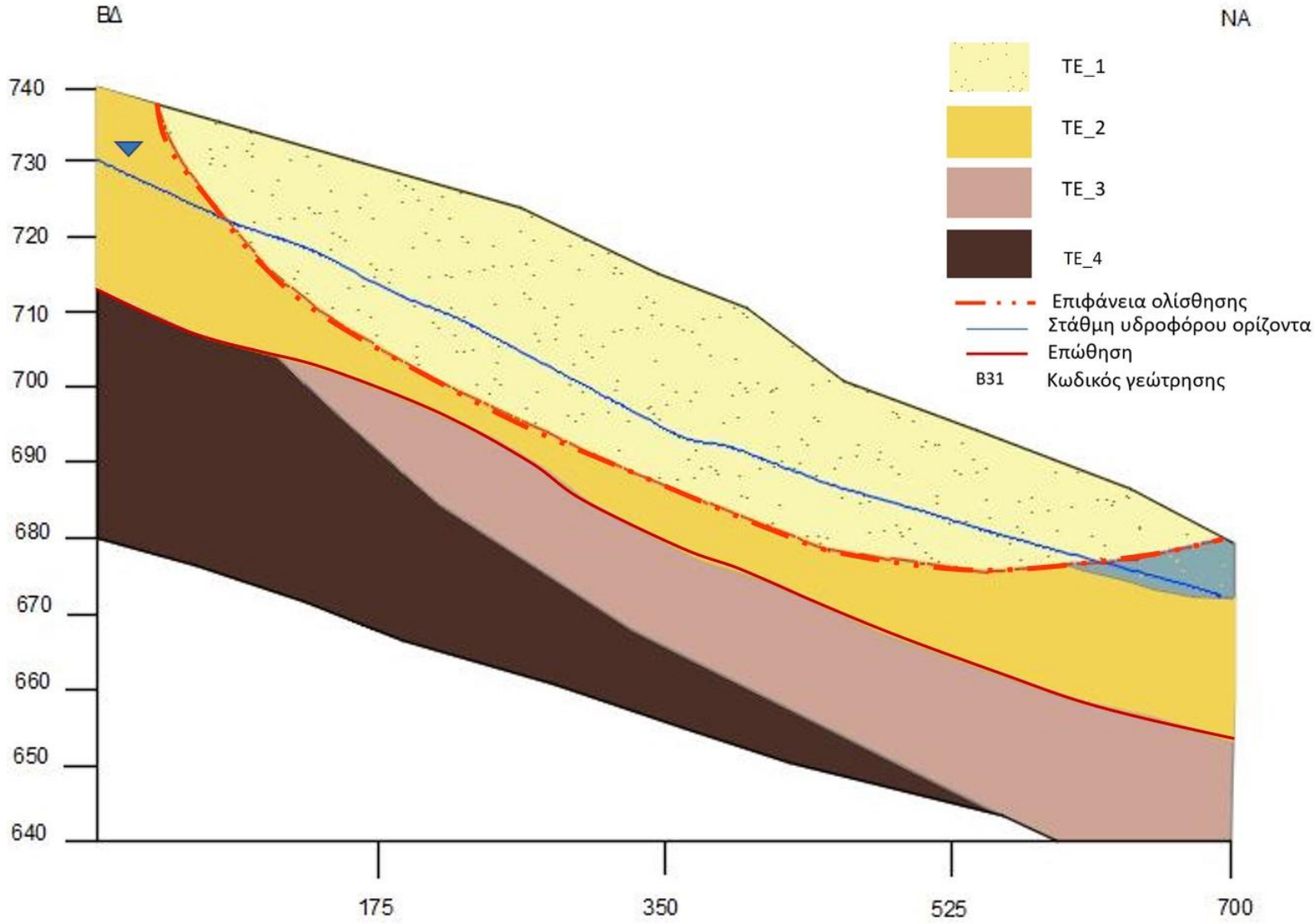
Ψηφιακή συλλογή



Εικόνα 5.18 Θεωρητική τεχνικογεωλογική τομή της κατολίσθησης Α.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

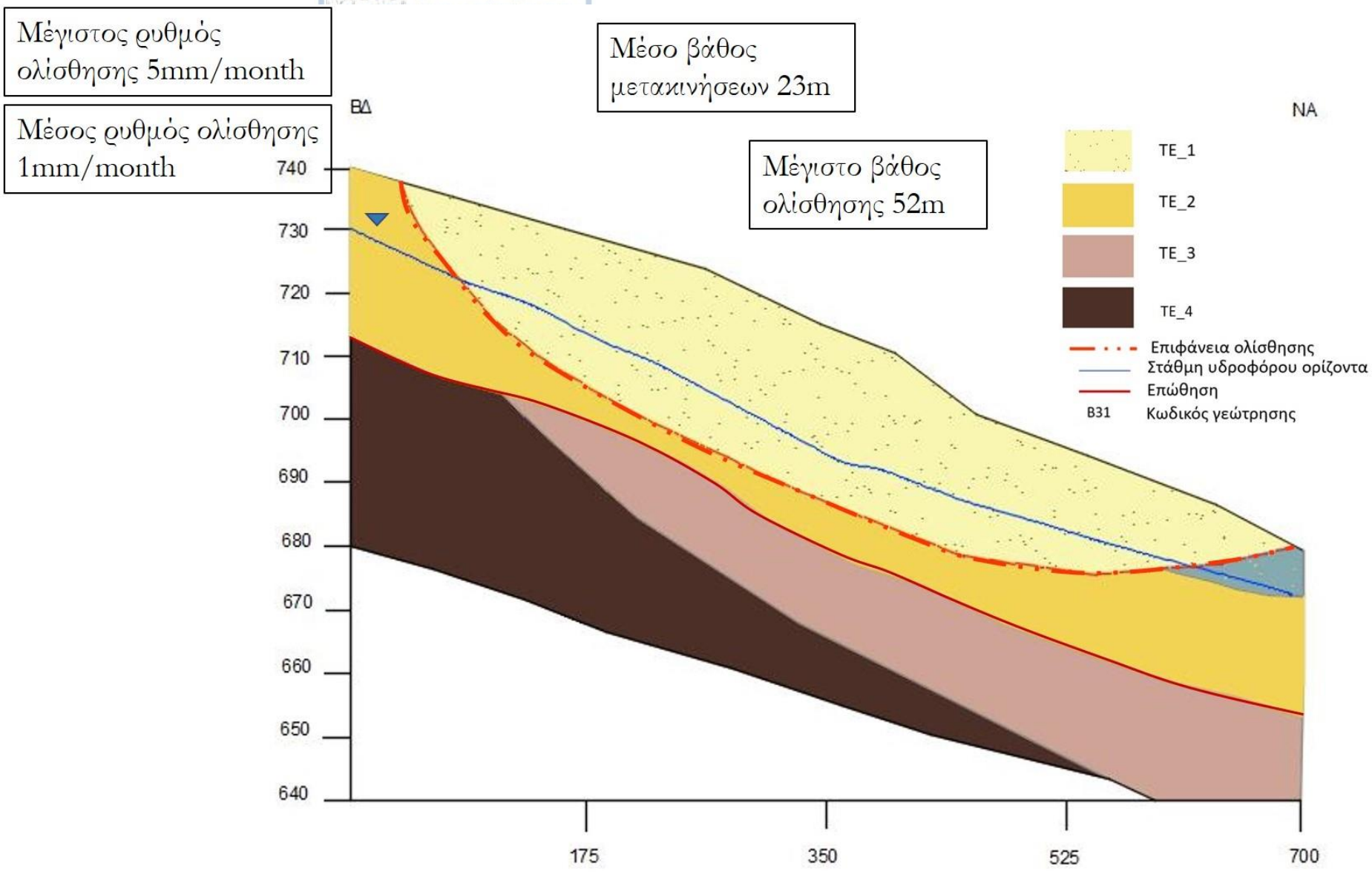
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη



Εικόνα 5.19 Θεωρητική τεχνικογεωλογική τομή της κατολίσθησης Β

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

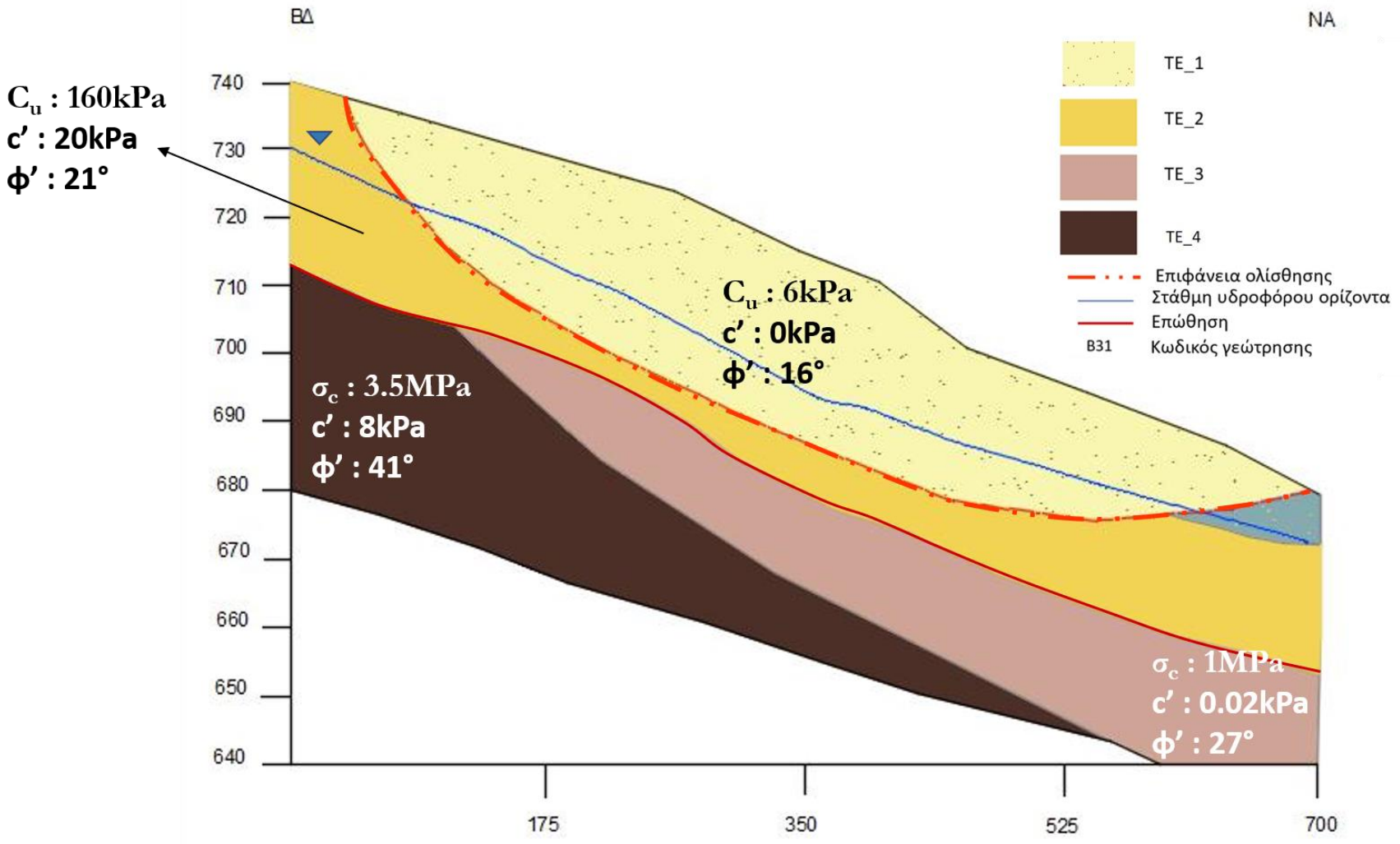
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη



Εικόνα 5.20 Θεωρητική τεχνικογεωλογική τομή με τα κύρια χαρακτηριστικά των κατολισθήσεων Α και Β.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

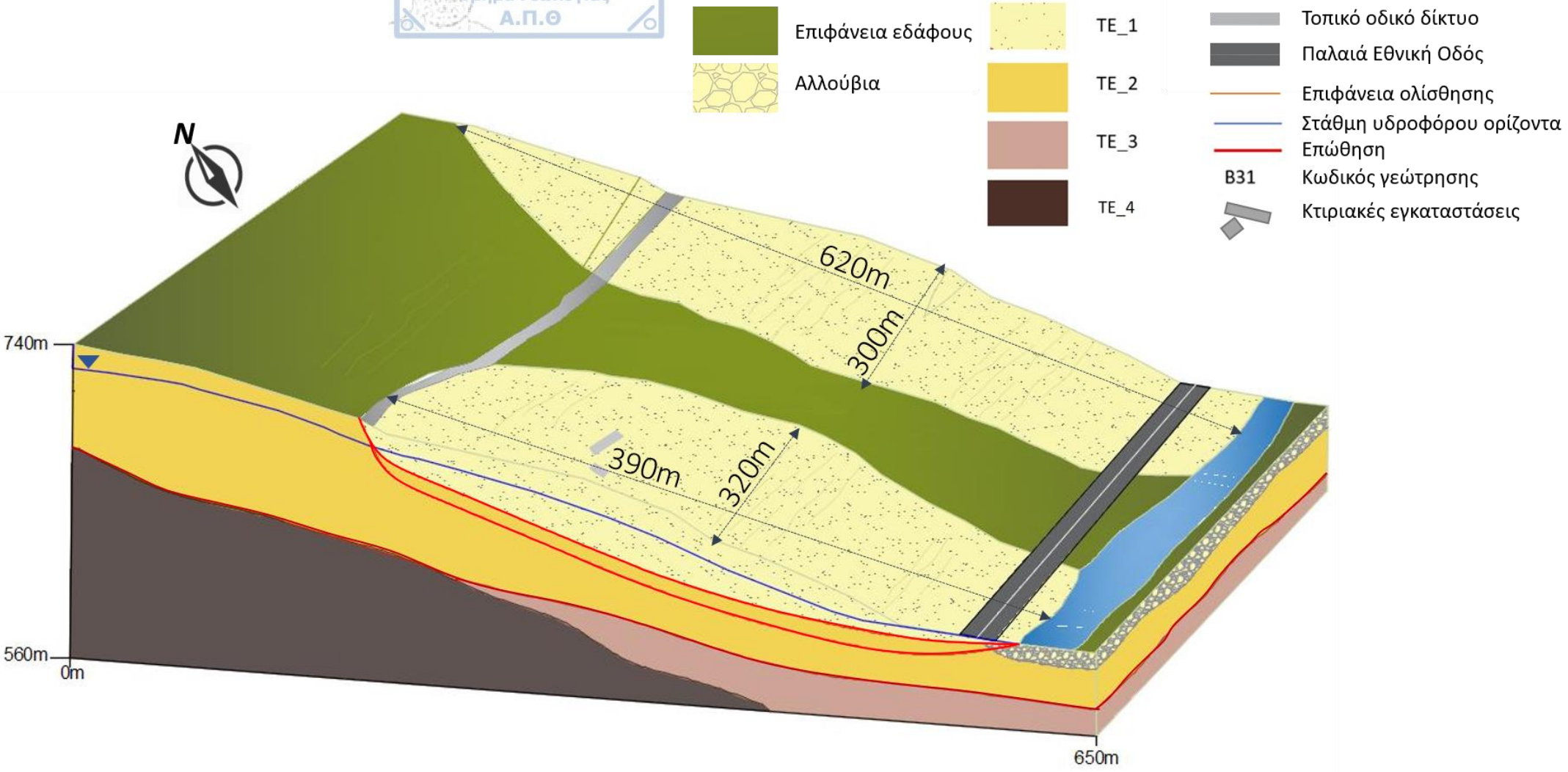
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"



Εικόνα 5.21 Γεωτεχνική μηκοτομή , όπου c_u η αστράγγιστη διατμητική αντοχή, σ_c η θλιπτική αντοχή και c' και ϕ' οι ενεργές παράμετροι αντοχής συνοχής και γωνίας τριβής αντίστοιχα.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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



Εικόνα 5.22 Τρισδιάστατη απεικόνιση του μοντέλου της κατολίσθησης στην περιοχή Πρινότοπα

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Κεφάλαιο 6. Διαχείριση διακινδύνευσης της περιοχής

Η Εγνατία Οδός Α.Ε. μετά την έρευνα της συγκεκριμένης θέσης και για αποφυγή των προβλημάτων που θα προέκυπταν στα τεχνικά έργα εξαιτίας των μετακινήσεων της κατολίσθησης αυτής προέβη σε ορισμένες λύσεις οι οποίες είχαν ως σκοπό την σταθεροποίηση της κατολίσθησης σε ένα επίπεδο που να μην αποτελεί πρόβλημα για τα τεχνικά έργα.

Αρχικά το έργο της κατασκευής της Εγνατίας οδού από την συγκεκριμένη θέση περνάει με επάνω σε επιχώματα, ενώ σε ένα μικρό σημείο έπειτα από την περιοχή έρευνας διέρχεται με γέφυρα θεμελιωμένη σε βάθρα στον φλύσχη της Ιονίου ζώνης ο οποίος είναι ικανός να παραλάβει αυτά τα φορτία.

Παράλληλα κατασκευάστηκε ένα δίκτυο πηγαδιών και μικρών αποστραγγιστικών σηράγγων, τα οποία βοηθούν στην αποστράγγιση των υλικών που ολισθαίνουν με σκοπό να αποφορτίζονται από τις τάσεις των πιέσεων πόρων του νερού μέσα σε αυτά και να βελτιωθεί η ευστάθειά τους. Τα αποστραγγιστικά αυτά μέτρα παρουσιάζονται στις εικόνες.

Εικόνα 6.1 Αποστραγγιστικά μέτρα στην κατολίσθηση στην περιοχή Πρινότοπα.

Ακόμη η κατασκευή της Παλαιάς Εθνικής οδού τοποθετήθηκε επάνω σε ένα επίχωμα που λειτουργεί ως αντιστήριξη στον πόδα της κατολίσθησης.

Τέλος αποφασίστηκε ο εγκιβωτισμός της κοίτης του Μετσοβίτικου ποταμού ώστε να μην διαβρώνει με την δράση του τον πόδα της κατολίσθησης αυξάνοντας έτσι ακόμα περισσότερο τον συντελεστή ασφαλείας έναντι ολίσθησης. Η σήραγγα που κατασκευάστηκε για τον εγκιβωτισμό του ποταμού καθώς και τα συρματοκιβώτια που τοποθετήθηκαν στις πλευρές της κοίτης του ποταμού παρουσιάζονται στις εικόνες.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 6.2 Αποστραγγιστικά μέτρα στην κατολίσθηση στην περιοχή Πρινότοπα. Πηγάδια αποστράγγισης.

Εικόνα 6.3 Δίδυμη σήραγγα εγκιβωτισμού του Μετσοβίτικου.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμ

Εικόνα 6.4 Συρματοκιβώτια στις πλευρές της κοίτης του Μετσοβίτικου ως μέτρο αντιστήριξης και αποστράγγισης.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Κεφάλαιο 7. Συζήτηση

Στους αρχικούς σκοπούς της παρούσας έρευνας κατά την ανάθεσή της συμπεριλαμβανόταν και η τεχνικογεωλογική και γεωτεχνική έρευνα της συγκεκριμένης κατολίσθησης με μεθόδους τηλεπισκόπησης. Συγκεκριμένα θα μελετούνταν ο ρυθμός ολίσθησης της κατολίσθησης καθώς και τα χαρακτηριστικά αυτής με τη χρήση δορυφορικών εικόνων, οπτικών και ραντάρ.

Η επεξεργασία και η ανάλυση ανά δύο, εικόνων διαφορετικών περιόδων με την χρήση της μεθόδου cross correlation και με την μέθοδο InSAR θα ήταν ικανές να δώσουν αποτελέσματα όπου θα ήταν ορατή η κίνηση της κατολίσθησης και συνεπώς με αναγωγή στον χρόνο θα μπορούσε να εξαχθεί ο ρυθμός ολίσθησης. Επίσης με γνωστά τα σημεία όπου υπάρχουν σύγχρονες μετακινήσεις θα ήταν εφικτό να προσδιοριστούν τα όρια των κατολισθήσεων καθώς και ποια τμήματα αυτής δραστηριοποιούνται περιοδικά.

Τα αποτελέσματα που θα προέκυπταν από την συγκεκριμένη ανάλυση θα συγκρίνονταν με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα γεωλογικά, τεχνικογεωλογικά και γεωτεχνικά δεδομένα που αναλύθηκαν και παρουσιάστηκαν νωρίτερα στην παρούσα έρευνα, με σκοπό να διαπιστωθεί η συμφωνία ή μη στα αποτελέσματα των δύο μεθόδων.

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της έρευνας έγιναν διάφορες προσπάθειες να εφαρμοστούν αυτές οι μέθοδοι με εικόνες από τους δορυφόρους Landsat 7 και 8 καθώς και από τους δορυφόρους Sentinel 1 και 2. Οι προσπάθειες αυτές δεν έδωσαν τα επιθυμητά αποτελέσματα, μιας και οι συγκεκριμένες δορυφορικές εικόνες δεν διαθέτουν επαρκή χωρική ανάλυση για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι οι πολύ μικρές μετακινήσεις της τάξης των 1-2cm/year δεν μπορούσαν να γίνουν αντιληπτές από τις εικόνες αυτές.

Συνεπώς με αυτό το δεδομένο αλλά και εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση γύρω από το συγκεκριμένο θέμα κρίθηκε πως για τους σκοπούς μίας έρευνας κατολίσθησης με τα χαρακτηριστικά που έχει η κατολίσθηση στα Πρινότοπα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εικόνες με πολύ υψηλή χωρική ανάλυση, ώστε να μπορούν να καταγραφούν οι πολύ μικρές μετακινήσεις. Η χρήση των εικόνων αυτών από τους δορυφόρους Landsat και Sentinel πιθανόν να έχουν εφαρμογή σε περιπτώσεις κατολισθήσεων με μεγαλύτερες, πιο ραγδαίες και εμφανείς μετακινήσεις.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Κεφάλαιο 8. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε με σκοπό την γεωλογική και τεχνικογεωλογική έρευνα και αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της κατολίσθησης στην περιοχή Πρινότοπα.

Η συγκεκριμένη κατολίσθηση έχει μελετηθεί εκτενώς από την Εγνατία Οδό Α.Ε. κατά την διάρκεια έρευνας και κατασκευής της στην Ήπειρο. Η κατολίσθηση αυτή για τους μελετητές του έργου αποτέλεσε πρόβλημα καθώς επηρέαζε την αρχική χάραξη του έργου και ήταν η αιτία που άργησε η παράδοση του συγκεκριμένου τμήματος σε κυκλοφορία. Η άμεση ανάγκη εύρεσης της κατάλληλης λύσης και τρόπου αντιμετώπισης αυτού το φαινομένου οδήγησε και στα εκτεταμένα γεωτεχνικά προγράμματα, γεωτρήσεις και παρακολούθηση της περιοχής.

Η περιοχή γεωλογικά βρίσκεται πάνω στην θέση επώθησης της ζώνης της Πίνδου επάνω στην Ιόνιο, δύο πολύ σημαντικές γεωτεκτονικές ζώνες που κατά το παρελθόν είχαν έντονη τεκτονική δραστηριότητα, κυρίως συμπιεστική. Η φλυσχική σύσταση της περιοχής και η έντονη τεκτονική δράση είχαν ως αποτέλεσμα την διαμόρφωση καταπονημένων και αποσαθρωμένων δομών με πιο αργιλική μορφή η οποία συχνά εμφανίζει τελείως χαοτική δομή με πολύ φτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά. Τα κύρια δομικά χαρακτηριστικά της περιοχής είναι η επώθηση που δημιουργεί τον τεκτονικό σχηματισμό, η στρώση του φλύσχη καθώς και η επιφάνεια ολίσθησης. Ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται σε σχετικά υψηλό επίπεδο εξαιτίας της χαμηλής διαπερατότητας του εδάφους και των πετρωμάτων.

Η κατολίσθηση βρίσκεται γεωγραφικά μέσα στην κοιλάδα του Μετσοβίτικου ποταμού ο οποίος τη διατρέχει στον πόδα της. Έπειτα από εκτεταμένη γεωλογική παρατήρηση και έρευνα στο πεδίο διαπιστώθηκε ότι οι σημερινές μετακινήσεις διακρίνονται σε δύο περιοχές της αρχικής παλαιοκατολίσθησης. Αποτελείται συνεπώς από δύο τμήματα το δυτικό τμήμα Α και το ανατολικό τμήμα Β. Μεταξύ των δύο αυτών τμημάτων της κατολίσθησης παρατηρείται ένα σταθερό σημείο στο οποίο εμφανίζεται και το φλυσχικό υπόβαθρο της Ιονίου ζώνης. Τα υλικά που κατολισθαίνουν είναι κυρίως τα υλικά του τεκτονικού σχηματισμού τα οποία έχουν πολύ φτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά και ο ρυθμός ολίσθησής τους επηρεάζεται αισθητά από τις εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Αυτό που στην πραγματικότητα ωθεί την εξέλιξη των μετακινήσεων αυτών είναι η παρουσία των υπόγειων υδάτων και η αδυναμία εκτόνωσης μέσα σε αυτούς τους αδιαπέρατους σχηματισμούς, των πιέσεων πόρων που δημιουργούνται σε συνδυασμό πάντα με τα φτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά της βραχομάζας και της επιφάνειας της επώθησης που συνιστά μια εξαιρετικά ασθενή ζώνη η οποία δίνει το έναυσμα για την εκδήλωση των μετακινήσεων.

Παρατηρείται πληθώρα αστοχιών στις κατασκευές όπως ρωγμές στους δρόμους, τα κτίρια και τους τοίχους αντιστήριξης οι οποίες είναι δείκτες μετακίνησης της κατολίσθησης. Άλλοι παρόμοιοι δείκτες εμφανίζονται στο σώμα της κατολίσθησης και πρόκειται για επιφανειακές ρωγμές, ρυτιδώσεις στο έδαφος, λιμνάζοντα νερά και μικρές αναβλύσεις.

Ο σύγχρονος ρυθμός ολίσθησης της κατολίσθησης είναι πολύ μικρός της τάξης των 1-2mm/μήνα γεγονός που πλέον κατατάσσει την κατολίσθηση σε μία μετακίνηση ερπυστικού τύπου ενώ οι παλαιότερες δράσεις της, πριν δηλαδή την εφαρμογή μέτρων αντιστήριξης και αποστράγγισης, είχαν κυρίως περιστροφικό χαρακτήρα. Οι μετακινήσεις που αποτυπώνονται στα αποκλισιόμετρα οριοθετούν την επιφάνεια

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

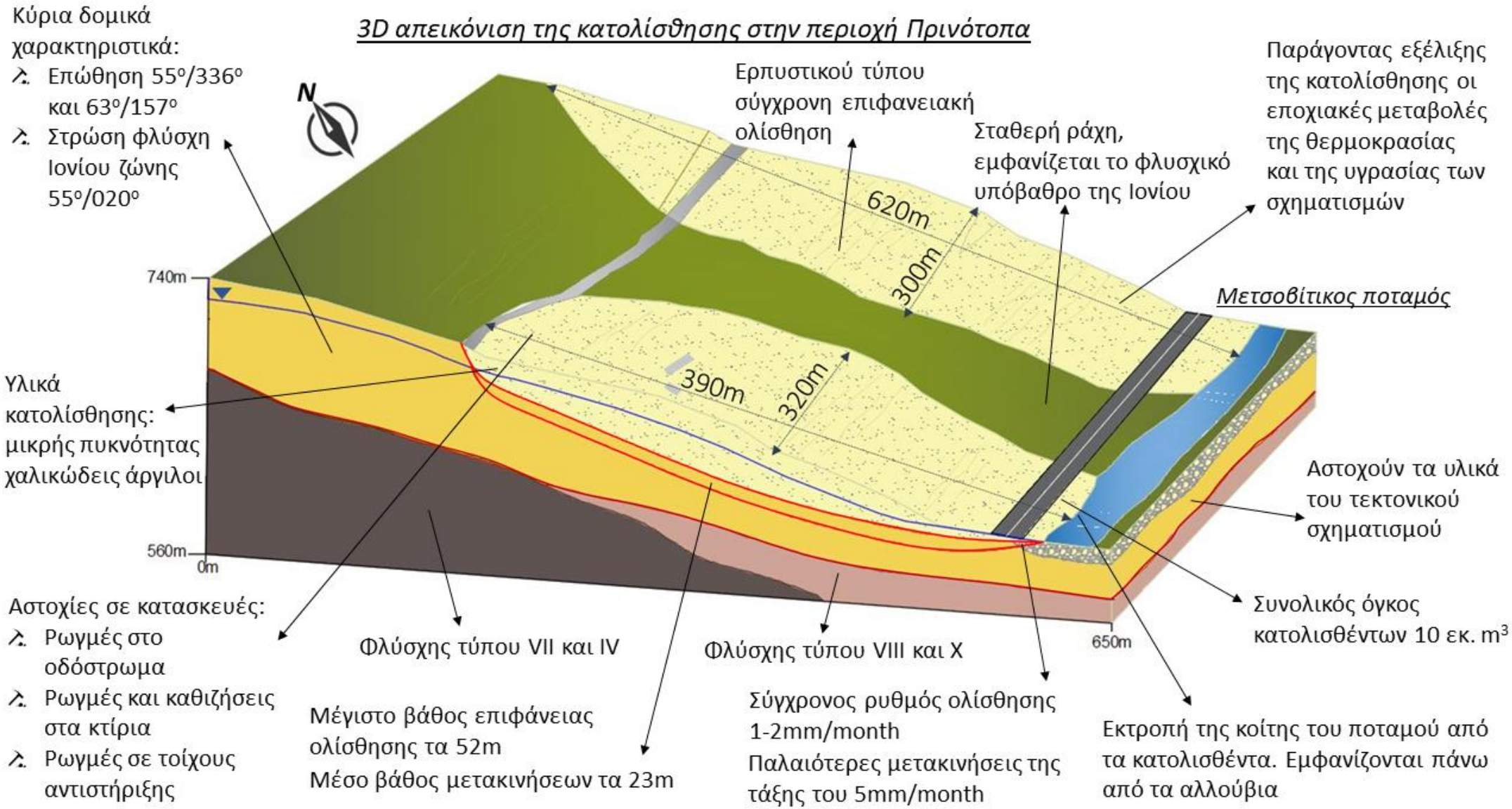
Ψηφιακή συλλογή
Βιβλιοθήκη
"ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ"
Τμήμα Γεωλογίας
Α.Π.Θ.

ολίσθησης περί τα 25m βάθος από την επιφάνεια του εδάφους μέσα με μέγιστο βάθος διάρρηξης τα 52m σε ένα σημείο στην κατολίσθηση Α.

Τέλος η διαχείριση της διακινδύνευσης της περιοχής της κατολίσθησης έγινε με την κατασκευή και την εφαρμογή ορισμένων παθητικών μέτρων αντιστήριξης και αποστράγγισης καθώς και με εγκιβωτισμό της κοίτης του ποταμού σε ένα σημείο ώστε να αποφευχθεί η διάβρωση του πόδα της κατολίσθησης από την δράση του Μετσοβίτικου ποταμού, καθώς η παρουσία των υπόγειων νερών και οι πιέσεις πόρων που αδυνατούν να εκτονωθούν είναι ο κύριος μηχανισμός αστοχίας στην συγκεκριμένη περίπτωση.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ψηφιακή συλλογή Βιβλιοθήκη



Εικόνα 8.1 Τρισδιάστατη απεικόνιση της κατολίσθησης στην περιοχή Πρινότοπα με σημειωμένα τα κύρια στοιχεία που την χαρακτηρίζουν.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

Βιβλιογραφία

Ζιούρκας Κ., (1989). Κατολισθητικά φαινόμενα στον ελληνικό χώρο. Τεχνικογεωλογική θεώρηση - στατιστική ανάλυση. Διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών ΠΑΤΡΑ 1989. no sources in the current document.

Κούκης Γ., Σαμπατακάκης Ν., (2007). Γεωλογία Τεχνικών Έργων. Παπασωτηρίου και ΣΙΑ Ο.Ε. Αθήνα.

Μαρίνος Β., (2007). Γεωτεχνική ταξινόμηση και τεχνικογεωλογική συμπεριφορά ασθενών και συνθετων γεωυλικών κατά τη διάνοιξη σηράγγων. Διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Πολιτικών Μηχανικών 2007.

Μουντράκης Δ., (2010). Γεωλογία και Γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ: UNIVERSITY STUDIO PRESS.

Bardanis M., & Cavounidis S., (2016). The stabilization of the landslides in Area B, Section 2.4 of Egnatia Highway in Western Greece. Proceedings 1st International Conference on Natural Hazards & Infrastracture, Chania, Greece.

Bardanis M., Cavounidis S., & Dounias G., Numerical simulation of the pore pressure regime in landslides with drainage.

Bell F.G., (2007). Engineering Geology, Second edition, Elsevier Ltd. p581

Bieniawski Z.T., (1989). Engineering rock mass classification: a complete manual for engineers and geologist in mining, civil and petroleum engineering. John Wiley & Sons, p251.

Caputo R., Chatzipetros A., Pavlides S., & Sboras S., (2012). The Greek Database of Seismogenic SOoyrces (GreDaSS): State-of-the-art for northern Greece. Annals of Geophysics, 55, 5, 2012; doi: 10.4401/af-5168

Carter T. G., & Marinos V., (2014). Use of GSI for rock engineering design. In Proceedings 1st international conference on applied empirical design methods in mining. Lima, Peru.

Christaras B., Zouros N., & Makedon Th., (1994): Slope stability phenomena along the Egnatia highway: The part Ioannina - Metsovo, in Pindos mountain chain, Greece. Proceedings, 7th International Congress IAEG, 5-9 September, Lisboa, Portugal, Balkema p. 3951-3958.]

Christaras B., Zouros N., & Makedon Th., (1995). Behaviour of the Votonosi formation in Pindos mountain (Greece). Proceedings XI ECSMEE Copenhagen ’95, Volume 7, pp 7.23-7.28.

Clayton C.R.I., Matthews M.C., & Simons N.E., (1995) Site Investigarion, second edition. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, N. J..

Cornforth, D.H., (2005). Landslides in practice: investigation, analysis, and remedial / preventative options in soils. 596 pp., John Wiley & Sons, Inc.,

Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslides: investigation and mitigation. Chapter 3-Landslide types and processes. Transportation research board special report, (247).

Deere D.U., & Deere D.W., (1988). “The rock quality designation index in practice”, Rock Engineering Systems for Engineering Purposes, ASTM STP 984, Louis Kirkaldie, Ed., American Society for Testing Materials, Philadelphia, pp. 17-34

Highland L.M., & Bobrowsky P., (2008), The landslide handbook—A guide to

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

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

understanding landslides: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 p.

Hungr, O., Leroueil S., & Picarelli L., (2014). The Varnes classification of landslide types, an update. Landslides, 11(2), 167-194.

Marinos P., & Hoek E., (2001). Estimating the geotechnical properties of heterogeneous rock masses such as flysch. Bull Eng Geol Env 60:82–92

Marinos P., & Hoek E. (2000). GSI: A geologically friendly tool for rockmass strength estimation. In: Proc. GeoEng2000 at the Int. Conf. on Geotechnical and Geological Engineering, Melbourne, Technomic publishers, Lancaster, Pennsylvania, pp 1422-1446

Marinos P., & Tsiambaos G., (2010). Strength and deformability of specific sedimentary and ophiolithic rocks. Bulletin of the Geological Society of Greece, 43, 1259-1266.

Marinos V., Marinos P., & Hoek E., (2005). The geological strength index: applications and limitations. Bull Eng Geol Environ (2005) 64: 55–65

Novotný, J., (2013). Varnes Landslide Classification (1978). Charles University in Prague, Faculty of Science, Czech Republic, (November), p.25

Papazachos B.C., Comninakis P.E., Scordilis E.M., Karakaisis G.F. & Papazachos C.B. (2010). A catalogue of earthquakes in the Mediterranean and surrounding area for the period 1901 - 2010, Publ. Geophys. Laboratory, University of Thessaloniki.

Pavlides S., Caputo R., Sboras S., Chatzipetros A., Papathanasiou G. and Valkaniotis S (2010): The Greek catalogue of active faults and database of seismogenic sources, Bull. Geol. Soc. Greece, 43 (1), 486-494.

Price D.G., & de Freitas M.H., (2009). Engineering Geology, Principles and Practice. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 450p

Robertson H. F. A., Clift D. P., Degnan J. P., & Jones J., (1991). Palaeogeographic and palaeotectonic evolution of the Eastern Mediterranean Neotethys. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 87 (1991): 289-343

USGS, (2004). Landslide Types and Processes. Highway Research Board Special Report, (July), pp.1–4.

Varnes D. J., (1978). Slope movement types and processes. Special report, 176, 11-33.

Waltham T., (2009). Foundations of engineering geology. CRC Press.

Zouros N., (1993). Study of the tectonic phenomena of Pindos nappe overthrust, in Epirus area. Ph.D. Thesis, Univerity Thessaloniki: 407pp

Zouros N., & Mountrakis D., (1990). The Pindos thrust and the tectonic relation between the external geotectonic zones in Metsovon-Eastern Zagori area (Northwestern Greece). Proc. 5th congress. Bull. Geol. Soc. Greece, XXV/1, 245-262.

Ψηφιακή βιβλιοθήκη Θεόφραστος – Τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης