

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΥΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ



Διπλωματική Εργασία

Νικολαΐδου Ελισσάβητ, ΑΕΜ 4334

Επιβλέπον : Χρηστάρας Βασίλειος ,Καθηγητής ΑΠΘ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ✓ Πρόλογος
 - Γενικά
 - Αντικείμενο-Σκοπός
 - Στοιχεία Έργου
- ✓ Εισαγωγή
- 1. Γεωλογία Περιοχής
 - 1.1 Εισαγωγή
 - 1.2 Γεωλογική Δομή της Περιοχής
 - 1.3 Μαγματισμός και Μεταμόρφωση της Περιοχής
 - 1.4 Τεκτονική Εξέλιξη της Περιοχής
 - 1.5 Υδρογεωλογία της Περιοχής
- 2. Διογκούμενα Εδάφη-Προϊόντα Αποσάθρωσης Γνευσιακών Πετρωμάτων.
 - 2.1 Ποια Διογκούμενα Αργιλικά Ορύκτα
 - 2.2 Πως Δημιουργούνται Αργιλικά Ορυκτά (Τρόπος Προέλευσης – Μητρικά Πετρώματα)
 - 2.3 Ρυθμοί Αποσάθρωσης
 - 2.4 Εδαφική Τομή (Προφίλ) σε Πυριγενή και Μεταμορφωμένα Πετρώματα (κατά FOOKES)
- 3. Παρουσίαση – Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Γεωτεχνικής Έρευνας.
 - 3.1 Τεχνική Περιγραφή Εργασιών Γεωτεχνικής Έρευνας

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

- 3.2 Εργαστηριακές Δοκιμές
Εδαφομηχανικής
- 3.3 Στρωματογραφία Υπεδάφους – Υπόγεια
Νερά
- 3.4 Τιμές Εδαφομηχανικών Παραμέτρων
- 3.5 Γεωτεχνικό Προσομοίωμα
- 4. Εδαφοτεχνικοί Έλεγχοι
 - 4.1 Είδος και Μέτρα Βελτίωσης Συνθηκών
Θεμελίωσης
 - 4.2 Επιτρεπόμενη Τάση Έναντι Θραύσης
Εδαφών
 - 4.3 Εκτίμηση Καθιζήσεων – Δείκτη
Εδάφους
 - 4.4 Εκσκαφές – Αντιστηρίξεις – Αντλήσεις
- 5. Υπολογισμός Διόγκωση Υλικών Υπό
Εξέταση.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1.1. Γενικά

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο χώρο του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης στο τμήμα Γεωλογίας από τη φοιτήτρια Νικολαΐδου Ελισσάβετ. Η επιλογή του θέματος έγινε κατόπιν συζητήσεως με τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Χρηστάρα. Αφορμή για την σύνταξη της παρούσας εργασίας ήταν η παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας-μελέτης που διεξήχθη με δειγματοληπτική γεώτρηση, σε οικόπεδο στην Κομοτηνή, όπου θα κατασκευαστεί μια πεντάροφη οικοδομή με υπόγειο. Επιπλέον, βάση των υλικών που προήλθαν από την εν λόγω γεώτρηση έγινε η διερεύνηση αργιλικών-λεπτόκοκκων εδαφών στην συγκεκριμένη περιοχή.

Η μεθοδολογία και ειδικότερα τα επί μέρους βήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την ετοιμασία αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι:

1. Βιβλιογραφική Διερεύνηση (desk study)
2. Εκτέλεση γεωερευνητικών εργασιών (ερευνητικών-δειγματοληπτικών γεωτρήσεων) με συνεχή πυρηνοληψία και εκτέλεση επί τόπου δοκιμών (που έγινε στα πλαίσια υλοποίησης ειδικού τεχνικού έργου θεμελίωσης),
3. Εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής και βραχομηχανικής (που έγινε επίσης στα πλαίσια υλοποίησης ειδικού τεχνικού έργου θεμελίωσης)
4. Εκτέλεση εργαστηριακών μεθόδων πάνω σε δείγματα πιθανών διογκούμενων εδαφών,
5. Αξιολόγηση όλων των αποτελεσμάτων των επί τόπου δοκιμών και των εργαστηριακών δοκιμών και
6. Σύνταξη του κειμένου της Διπλωματικής Εργασίας.

Σημαντική ώθηση και ουσιαστική βοήθεια στην ετοιμασία αυτής της διπλωματικής εργασίας δόθηκε από τον Διδακτορικό ερευνητή κ. Νικόλαο Χατζηγώγο, ο οποίος και προμήθευσε τα πραγματικά στοιχεία της επί τόπου διεξαχθείσας γεωτεχνικής έρευνας και με

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

την πολύτιμη βοήθεια του ιδίου εξάγαμε τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, τον οποίο και ευχαριστώ ιδιαίτερως.

Τέλος, ειδικές ευχαριστίες εκφράζονται για τον καθ. Κ. Χρηστάρα, ο οποίος με καθοδήγησε αποτελεσματικά στην εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

1.2 Αντικείμενο-Σκόπος

Αντικείμενο της εργασίας και ως εκ τούτου και της γεωτεχνικής έρευνας - μελέτης αποτέλεσε η διερεύνηση και ο προσδιορισμός των εδαφικών συνθηκών που επικρατούν στο οικόπεδο κατασκευής του κτιρίου (στρωματογραφία, υπόγεια νερά, χαρακτηριστικά εδάφους, κ.λπ.).

Τα στοιχεία αυτά συνθέτονται και αξιολογούνται προκειμένου αφενός μεν να εκτιμηθούν οι τιμές των εδαφικών εκείνων παραμέτρων που απαιτούνται στη μελέτη θεμελίωσης του έργου (χαρακτηριστικά αντοχής και συμπίεστότητας εδάφους, φέρουσα ικανότητα σχεδιασμού θεμελίωσης - επιτρεπόμενη τάση, δείκτης εδάφους, κατάταξη από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας, κ.λπ.), αφετέρου δε να διατυπωθούν τεκμηριωμένες προτάσεις που αφορούν την κατασκευή και ασφάλεια των θεμελιώσεων και του υπογείου (είδος και μέτρα εξασφάλισης της θεμελίωσης από καθίζηση, πάχος εξυγίανσης, κατάλληλος τρόπος εκσκαφής, απαιτούμενη τυχόν αντιστήριξη, θέματα στεγάνωσης υπογείου, κ.λπ.).

Πέρα από αυτά όμως, η εργασία έχει ως απώτερο σκοπό την παρουσίαση στοιχείων για διογκούμενα εδάφη που κυρίως είναι προϊόντα αποσάθρωσης γνευσιακών πετρωμάτων που μπορεί να υπάρχουν ανάλογα με τα υλικά που βρίσκονται σε κάθε περιοχή και ειδικά στην περιοχή της Κομοτηνής που εξετάζουμε σε αυτή την περίπτωση.

1.3 Στοιχεία Έργου

Το οικόπεδο, στο οποίο εκτελέσθηκε η γεωτεχνική έρευνα και θα κατασκευαστεί το νέο κτίριο βρίσκεται επί των οδών Αινείου και Αγχίσου, στο Ο.Τ. 357 στην Κομοτηνή (σχήμα 1).

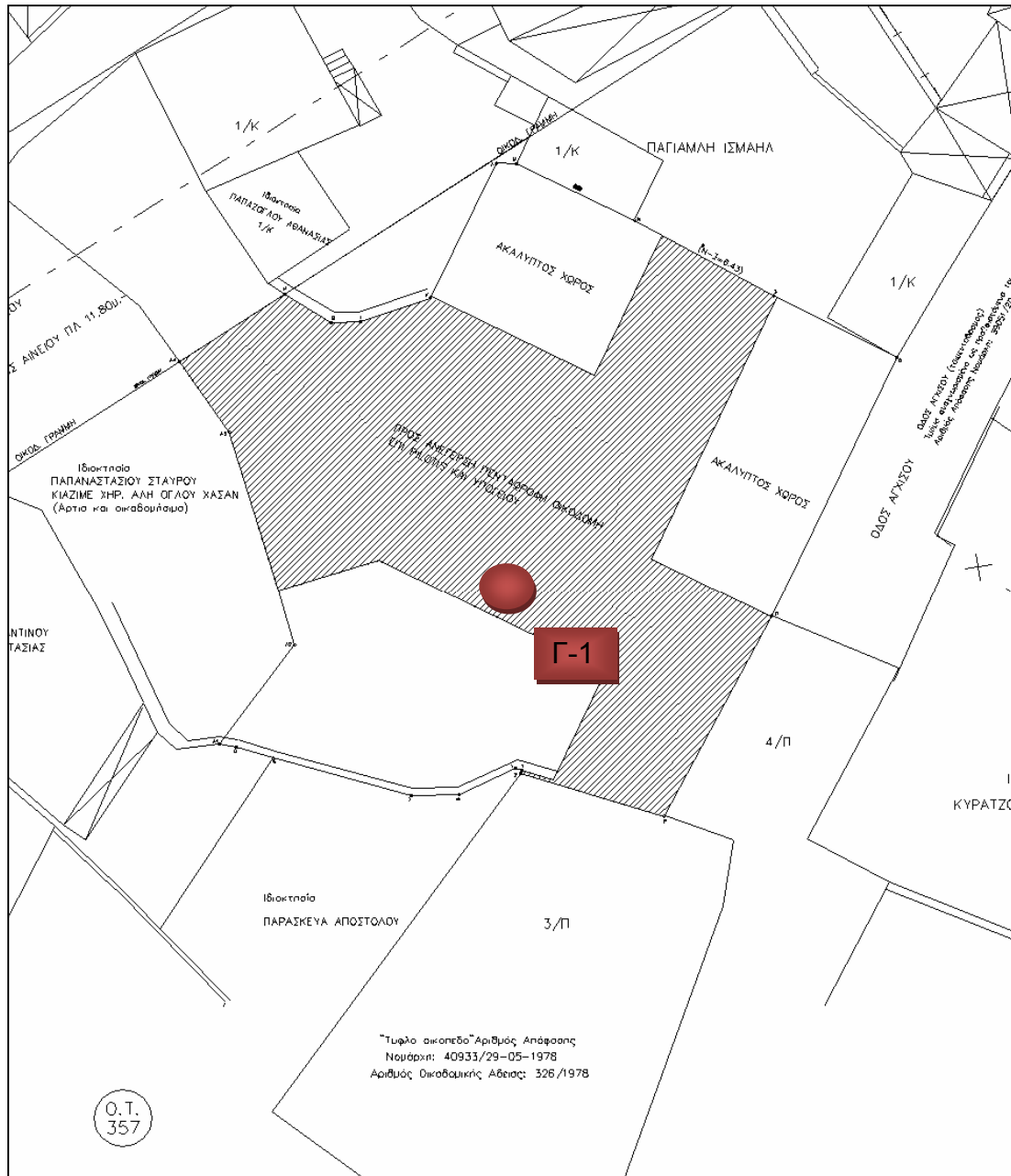
Στο εν λόγω οικόπεδο, πρόκειται να κατασκευαστεί μία πενταόροφη οικοδομή, η οποία θα περιλαμβάνει και υπόγειο. Οι θέση της γεωτεχνικής έρευνας φαίνεται στο σχήμα 2.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Σχήμα 1. Θέση οικοπέδου γεωτεχνικής έρευνας.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΤΙΑΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΛΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Σχήμα 2. Θέση διεξαγωγής δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ-1.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την έκθεση όλων των τύπων πετρωμάτων στην επιφάνεια της γης, αυτά υφίστανται ορισμένες μεταβολές στη δομή και τη χημική τους σύσταση. Αυτές οι μεταβολές οφείλονται στην αποσάθρωση τους και γενικότερα στην αλλοίωση τους λόγω των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν στην επιφάνεια της Γης από τις συνθήκες στις οποίες δημιουργήθηκαν ή ακόμα και σε μεταβολές του κλίματος και άλλων παραγόντων κατά την πάροδο του χρόνου. Κατά την αποσάθρωση εκτελούνται δύο σημαντικές λειτουργίες. Πρώτον ο σχηματισμός εδάφους στις αρχικές θέσεις αλλοίωσης των αρχικών πετρωμάτων και δεύτερον ο τεμαχισμός τους στα συστατικά τους μέρη, η μεταφορά τους με τη βοήθεια του νερού, αέρα και άλλων γεωμορφολογικών δυνάμεων με αποτέλεσμα την απόθεση τους σε άλλα σημεία και τέλος ο σχηματισμός νέων πετρωμάτων. Οι διεργασίες αυτές αποτελούν τμήμα του γεωλογικού κύκλου των πετρωμάτων.

Η αποσάθρωση και κατ' επέκταση η δημιουργία εδάφους, είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων όπως το κλίμα, η τοπογραφία, η φύση του μητρικού πετρώματος και του χρόνου. Το κλίμα ελέγχει τη θερμοκρασία και καθορίζει τη διαθεσιμότητα του νερού στον υδρολογικό κύκλο, τη δράση του ανέμου οι οποίοι είναι παράγοντες πολύ σημαντικοί για την εξέλιξη της αποσάθρωσης. Η τοπογραφία είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων όπως η αποσάθρωση, η διάβρωση, η ιζηματογένεση, ο τύπος των επιφανειακών διεργασιών κ.α.. Υπάρχει αμοιβαία λειτουργία μεταξύ εδάφους και αποσάθρωσης τέτοια ώστε το έδαφος επηρεάζει τη διαδικασία αποσάθρωσης μεν αλλά και η πρόοδος της αποσάθρωσης καθορίζει τη τελική μορφή του εδάφους. Με την πάροδο του χρόνου εξελίσσεται η αποσάθρωση και αυξάνεται το βάθος δράσης της. Βέβαια και οι κλιματικές συνθήκες και η μορφολογία του εδάφους μεταβάλλονται χρονικά με αποτέλεσμα το περιβάλλον αποσάθρωσης να μεταβάλλεται συνεχώς σχηματίζοντας και διαφορετικούς τύπους εδαφών ακόμα και στην ίδια περιοχή.

Η σύσταση και η υφή του αρχικού πετρώματος είναι βασικά στοιχεία στη διεργασία της αποσάθρωσης. Με τον όρο υφή εννοούμε το μέγεθος, το σχήμα, την κατανομή των κόκκων του καθώς και το βαθμό ανάμιξης κρυστάλλων και σωματιδίων των

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

κρυστάλλων που συνιστούν το πέτρωμα και επηρεάζουν εξίσου το μετασχηματισμό του. Για παράδειγμα, μεγάλα σωματίδια έχουν

μεγαλύτερη επιφάνεια έκθεσης και επομένως είναι περισσότερο εκτεθειμένο στις αποσάθρωτικές διεργασίες.

Η ορυκτολογία και η χημική σύσταση του πετρώματος καθορίζουν τον τύπο και το ρυθμό της μετατροπής του. Ο ρυθμός αποσάθρωσης σχετίζεται με τη σειρά κρυστάλλωσης των ορυκτών κατά Bowen, κατά την οποία ο χαλαζίας και οι καλιούχοι άστριοι είναι λιγότερο επιδεκτικά στην αλλοίωση των πετρωμάτων ενώ τα σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά και οι ασβεστούχοι άστριοι είναι τα πρώτα που αλλοιώνονται. Κατά την αλλοίωση των αστρίων και ορισμένων σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών σχηματίζονται τα αργιλικά ορυκτά εκ των οποίων ορισμένα είναι διογκώσιμα προκαλώντας διαφόρων τύπων προβλήματα σε ανθρώπινες κατασκευές και στη φύση (καθιζήσεις, διαφορικές καθιζήσεις, ολισθήσεις, αστοχίες κ.α.).

Επιπλέον η αποσάθρωση των πετρωμάτων γίνεται σε στάδια τα οποία και ελέγχονται από τους προαναφερθέντες παράγοντες με αποτέλεσμα την δημιουργία ζωνών με διαφορετικό χρώμα, ορυκτολογική σύσταση και μηχανικές ιδιότητες. Το πάχος των ζωνών και τα διάφορα χαρακτηριστικά τους είναι βέβαια διαφορετικά ανάλογα με το αρχικό πέτρωμα, τον τύπο αποσάθρωσης και τους παράγοντες που την ελέγχουν. Το σύνολο των ζωνών αυτών αποτελούν το εδαφικό προφίλ.

Δεδομένων όλων των παραπάνω είναι προφανές ότι από τα παράγωγα αποσάθρωσης είναι δύσκολο, όχι μόνο να αναγνωρισθεί το μητρικό τους πέτρωμα αλλά και να εκτιμηθούν με ακρίβεια οι μηχανικές τους ιδιότητες. Γι αυτό η αντιμετώπιση αυτών των υλικών απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή ενώ θα πρέπει να ελέγχονται τόσο η οι εδαφομηχανικές ιδιότητες τους όσο και η ορυκτολογική σύσταση, ήτοι να ερευνηθεί αν υπάρχουν διογκώσιμα αργιλικά ορυκτά, και κατά πόσο αυτά είναι επικίνδυνα.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Στα κεφάλαια της συγκεκριμένης εργασίας θα αναλυθούν:

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται διεξοδικότερα η γεωλογία της περιοχής που μελετούμε και πιο συγκεκριμένα η γεωλογική δομή, η τεκτονική και η υδρογεωλογία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος αποσάθρωσης των γνευσιακών πετρωμάτων και το εδαφικό προφίλ που σχηματίζεται σε τέτοιας φύσης πετρώματα. Καθώς επίσης ποια είναι τα διογκούμενα αργιλικά και πως δημιουργούνται.

Στο τρίτο κεφάλαιο και στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθενται η παρουσίαση της γεωτεχνικής έρευνας με πλήρη περιγραφή των εδαφομηχανικών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν και παρατίθενται σε πίνακες οι τιμές των εδαφομηχανικών ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών συντελεστών τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αποτύπωση του υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας και καθιζήσεων με το πρόγραμμα Settle 3D.

Στο έκτο κεφάλαιο δίνονται τα στοιχεία από τις δοκιμές διογκώσεων που έγιναν σε δυο διαφορετικά σημεία και σε διαφορετικά υλικά.

Στο έβδομο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί για την περιοχή που εξετάζουμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο:

Γεωλογία Περιοχής

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή της Κομοτηνής βρίσκεται στην Ελληνική Ενδοχώρα και συγκεκριμένα τοποθετείται στη Μάζα της Ροδόπης η οποία περιλαμβάνει τον ορεινό όγκο της Ροδόπης στη Θράκη και την Νότια Βουλγαρία, την Ανατολική Μακεδονία με δυτικό όριο την γραμμή του Στρυμόνα ποταμού και τέλος τη νήσο Θάσο. Η Ροδόπη βρίσκεται μεταξύ του Δυναρικού και του Αλπιδικού κλάδου δηλαδή μεταξύ Δυναρίδων και Κάρπαθο-Βαλκανίδων. Έτσι δεν είναι ξεκάθαρο αν είναι ένας μεσαίος αλπικός κλάδος ή ένας ενδιάμεσος πυρήνας.

Ο γεωτεκτονικός χαρακτήρας της Ροδόπης σύμφωνα με τα νέα μοντέλα λιθοσφαιρικών πλακών για την εξέλιξη της Μεσογείου, είναι καθαρά ηπειρωτικός και θεωρείται ότι η προέλευση της μάζας είναι είτε από την πλάκα της Ευρασίας είτε από τα Κιμμερικά ηπειρωτικά τεμάχια που αποσπάστηκαν από την Gondwana τα οποία κινήθηκαν Βορειοανατολικά και ενσωματώθηκαν στην Ευρασία.

1.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ

Στην μάζα της Ροδόπης υπάρχει γενικά η έλλειψη σαφούς στρωματογραφίας και ιζηματογενών πετρωμάτων . Η μάζα αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη και πυριγενή πετρώματα και

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

έτσι οι έρευνες περιστράφηκαν γύρω από λιθολογική σύσταση του κρυσταλλοσχιστώδους , το πάχος του και άλλα τέτοια στοιχεία.

Η πρώτη μελέτη έγινε από τον Osswald ο οποίος διαίρεσε το κρυσταλλοσχιστώδες υπόβαθρο της Ελληνικής Ροδόπης σε τέσσερις ορίζοντες, που από τις βαθύτερες στις ανώτερες είναι :

- Η σειρά E των γνευσίων της βάσης
- Η σειρά F των μαρμάρων
- Η σειρά G των μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων
- Η σειρά H των σχιστόλιθων και μαρμάρων

Η ηλικία αυτών των πετρωμάτων είναι Προκάμβριος ως Κάτω Παλαιοζωική.

Στη συνέχεια διαχωρίστηκε η μάζα της Ελληνικής Ροδόπης σε δυο τεκτονικές μονάδες: την ανώτερη <<τεκτονική ενότητα του Σιδηρόνερου>> στα βόρεια κατά μήκος των Ελληνοβουλγαρικών συνόρων και την κατώτερη <<τεκτονική ενότητα του Παγγαίου>> που καταλαμβάνει τη δυτική και νοτιοδυτική Ροδόπη.

- Η ενότητα Σιδηρόνερου αποτελείται κυρίως από ορθογνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους , αμφιβολίτες, λεπτές ενστρώσεις μαρμάρων και μιγματίτες. Αν και είναι η ανώτερη τεκτονική ενότητα πετρωμάτων, είναι η παλαιότερη ηλικιακά ενότητα.
- Η ενότητα Παγγαίου συγκροτείται από έναν κατώτερο ορίζοντα με ορθογνεύσιους , σχιστόλιθους και αμφιβολίτες, έναν μεσαίο ορίζοντα μαρμάρων μεγάλου πάχους και έναν ανώτερο ορίζοντα με εναλλαγές σχιστόλιθων και μαρμάρων. Αυτή θεωρείται η νεότερη ενότητα πετρωμάτων.

Συγκεκριμένα περαιτέρω έρευνες διαίρεσαν την ανώτερη ενότητα του Σιδηρόνερου σε επιμέρους ενότητες μια από τις οποίες είναι στην περιοχή της Κομοτηνής και λίγο πιο βόρεια. Αυτή η επιμέρους ενότητα ονομάζεται <<ενότητα Καρδάμου>> και αποτελείται από αλβιτικούς γνεύσιους , πελιτικούς γνεύσιους , μεταπελίτες , παραγνεύσιους , μιγματιτικούς γνεύσιους , μεταβασίτες και ενστρώσεις μαρμάρων. Παρόλο που χωρίζεται σε πολλές επιμέρους ενότητες αναφέρεται ως μια ενιαία ενότητα Σιδηρόνερου.

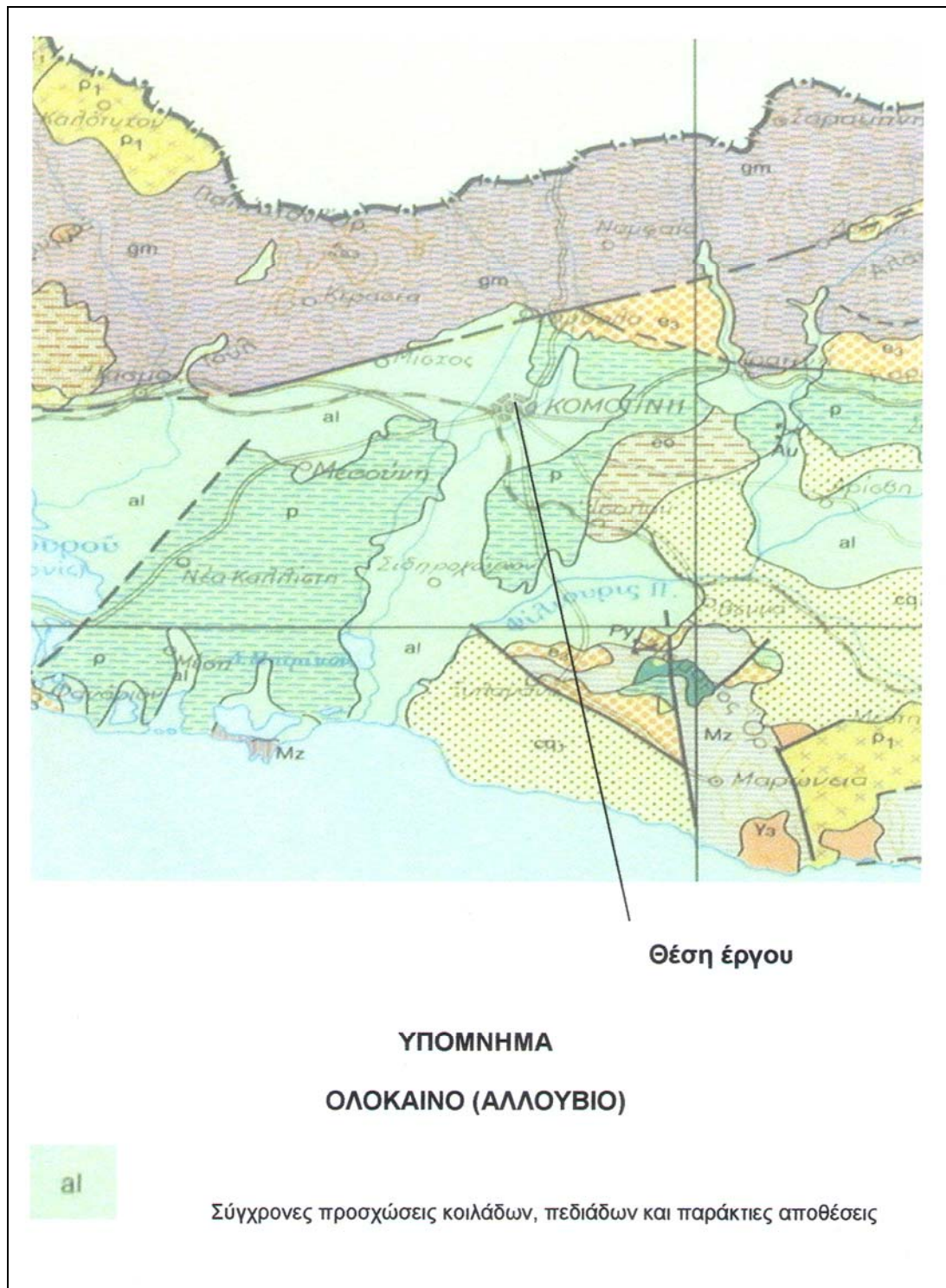
Όμως σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (σχήμα 3), το υπέδαφος στην ευρύτερη περιοχή της πόλης της Κομοτηνής

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

αποτελείται κυρίως από σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, το υπέδαφος στη θέση του συγκεκριμένου οικοπέδου συνίσταται κυρίως από ιλυώδεις άμμους έως αμμώδεις ιλύς, χαλαρές έως μέτρια πυκνές, με υποκείμενες υγρές ιλυώδεις έως αμμώδεις αργίλους, σε κατάσταση γενικά μαλακή έως μέσης συνεκτικότητας. Βαθύτερα των 6,20m εντοπίζεται στιφρή ιλυώδης άργιλος υψηλής πλαστικότητας.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Σχήμα 3. Γεωλογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής του έργου. (ΙΓΜΕ, κ. 1:50.000)

1. 3 ΜΑΓΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

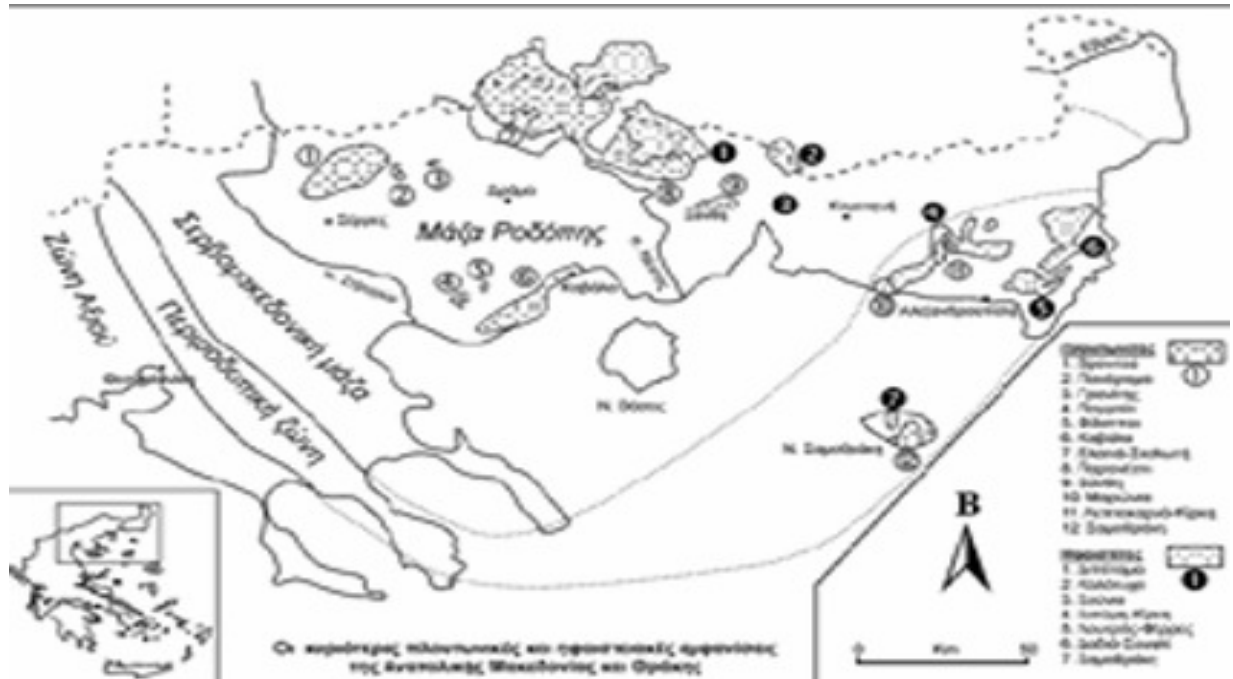
➤ ΜΑΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

Μεγάλοι και μικροί πυριγενείς όγκοι διατρύπουν τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα της μάζας Ροδόπης και δημιουργούν σημαντικά φαινόμενα μεταμόρφωσης επαφής, ορισμένα με αξιόλογη μεταλλοφορία.

Τα πυριγενή πετρώματα του νομού είναι πλουτωνικά και ηφαιστειακά.

1. Οι πλουτωνίτες είναι κυρίως γρανίτες (μοσχοβιτικοί, βιοτιτικοί και κερροστιλβικοί) , γρονοδιορίτες, μονζονίτες, τοναλίτες και διορίτες. Η ηλικία αυτών έχει διαπιστωθεί με ραδιοχρονολογήσεις ως Τριτογενής και συγκεκριμένα Ηωκαινική-Ολιγοκαινική-Μειοκαινική με τιμές από 50-14Ma και συνδέονται με την εφελκυστική τεκτονική που έλαβε χώρα κατά την εξέλιξη της υποβύθισης της Νέας Τηθύος κάτω από την Ελληνική Ενδοχώρα. Οι κυριότεροι πλουτωνικοί όγκοι είναι του Παγγαίου, του Συμβόλου-Καβάλας , της Βροντούς , του Παρανεστίου, της Ξάνθης κ.α. Εκτός από τις Άνω Κρητιδικές –Τριτογενείς ηλικίες, ορισμένες ραδιοχρονολογήσεις που έγιναν με την μέθοδο U-Pb έδωσαν πολύ παλαιότερες ηλικίες και δημιούργησαν σύγχυση για την αρχική ηλικία κρυστάλλωσης των πλουτωνιτών της Ροδόπης.
2. Τα ηφαιστειακά πετρώματα της Ελληνικής Ροδόπης κατανέμονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους σε δυο κύριες περιοχές εμφανίσεων. Μια στην περιοχή Φερών-Σάπων του Έβρου και μια βόρεια της Ξάνθης-Κομοτηνής στα Ελληνοβουλγάρικα σύνορα. Η σύσταση των ηφαιστιτών κυμαίνεται από βασαλτική έως ρυολιθική (βασάλτες, ανδεσίτες, λατίτες , δακίτες, τράχυτες, ρυόλιθοι) και ανήκουν σε ασβεσταλκαλικές και σονσονιτικές σειρές που σχηματίσθηκαν κατά την Τριτογενή εφελκυστική τεκτονική με σύμφωνη ηλικία με τους πλουτωνίτες κυρίως Ολιγοκαινική (35-25Ma).

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Εικόνα1: Κύριοι πλουτωνικές εμφανίσεις της περιοχής. Γεωλογία και γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας. (Δημοσθένης Μουντράκης)

➤ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδόπης συγκροτούν αναμφίβολα μια παλιά-παλαιοζωική κρυσταλλοσχιστώδη μάζα. Οι πρωτόλιθοι των μεταμορφωμένων ήταν είτε παλαιοζωικοί γρανίτες που αργότερα δημιούργησαν τους γνεύσιους είτε ιζήματα παλαιοζωικά που έδωσαν τα ανάλογα γνευσιοσχιστολιθικά πετρώματα και μάρμαρα.

Απολιθώματα ηλικίας Ορδοβισίου όπως και οι ραδιοχρονολογήσεις που έγιναν σε ζirkόνια μαρτυρούν ότι υπήρχε μια παλαιοζωική κρυσταλλοσχιστώδης μάζα του Παλαιοζωικού στην οποία διείσδυσαν οι πλουτωνικοί όγκοι αργότερα.

Έτσι συμπεραίνεται ότι υπήρξε μια παλαιοζωική γενική μεταμόρφωση πιθανόν αμφιβολιτικής φάσης που δημιούργησε αυτή κρυσταλλοσχιστώδη μάζα. Αυτή υπέστη μια πολύπλοκη μεταμορφική δράση στη περίοδο Κρητιδικού – Τριτογενούς κατά τη διάρκεια της Αλπικής ορογενετικής εξέλιξης . Συγκεκριμένα παρατηρούνται υπολειμματικές παραγενέσεις ορυκτών που δηλώνουν την επίδραση στη μάζα της Ροδόπης μιας εκλογιτικής φάσης μεταμόρφωσης

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

δηλαδή υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία υπολογίζεται σε $T=700-750^{\circ}\text{C}$ και η πίεση $P=15-25\text{kbars}$.

Η εκλογιτική αυτή φάση έλαβε χώρα στο Κρητιδικό (119Ma) και αλλοιώθηκε έντονα από τη μεταγενέστερη μεταμόρφωση του Τριτογενούς. Σήμερα βρίσκονται μόνο υπολειμματικά ορυκτά αυτής της φάσης.

Έπειτα κατά το Τριτογενές η Ροδόπη υπέστη τη δράση γενικευμένης μεταμόρφωσης αμφιβολιτικής φάσης που εξάλειψε στο μεγαλύτερο μέρος τις προηγούμενες μεταμορφικές παραγενέσεις και σήμερα αποτελεί την επικρατούσα μεταμόρφωση του κρυσταλλοσχιστώδους της Ροδόπης συνοδευόμενη με την κύρια σχιστότητα των πετρωμάτων με ακριβή ηλικία στο Ηώκαινο.

Κατά την συνέχιση της ανύψωσης του ορογενούς στο Ολιγόκαινο τα πετρώματα της Ροδόπης βρέθηκαν σε συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας και πίεσης και υπεστήκαν μια χαμηλότερη μεταμόρφωση πρασινοσχιστολιθικής φάσης η οποία ήταν ανάδρομη ως προς την προηγούμενη κύρια μεταμόρφωση της αμφιβολιτικής φάσης.

Από όλα τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η Ροδόπη αποτελεί μια πολύ μεταμορφωμένη μάζα κρυσταλλοσχιστώδων πετρωμάτων που συγκεντρωμένα υπέστη κατά την εξέλιξη της, τις εξής φάσεις μεταμόρφωσης:

- 1) Γενική μεταμόρφωση αμφιβολιτικής φάσης κατά το Παλαιοζωικό.
- 2) Εκλογιτική μεταμόρφωση στο Κρητιδικό.
- 3) Αμφιβολιτική μεταμόρφωση στο Ηώκαινο.
- 4) Πρασινοσχιστολιθική μεταμόρφωση στο Ολιγόκαινο.

Οι 2^η, 3^η και 4^η φάσεις εξελίχθηκαν κατά την ανύψωση της οροσειράς στην Αλπική ορογένεση δημιουργώντας εξελικτικά ανάδρομες συνθήκες από τις βαθύτερες προς τις ανώτερες.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Εικόνα2:Γεωλογία και γεωμορφολογία της περιοχής. Εργασία πολυτεχνικού τμήματος Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου.

1. 4 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

➤ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η ενότητα Σιδηρόνερο επιπτεύει την ενότητα Παγγαίου από Βορρά προς Νότο κατά μήκος μιας μεγάλου μήκους τεκτονικής γραμμής γενικής διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ(περίπου 110°).

Η τεκτονική ανάλυση του κρυσταλλοσχιστώδους που έγινε μέχρι τώρα σε περιοχές της Ροδόπης, διαπίστωσε τρεις φάσεις πτυχώσεων στους σχηματισμούς.

- i. Η πρώτη προκάλεσε πτυχές ισοκλινείς,συμμεταμορφικές ,γενικής αξονικής διεύθυνσης Β-Ν. Η ηλικία υποτίθεται ότι είναι Παλαιοζωική σύγχρονη της πρώτης κύριας μεταμόρφωσης του κρυσταλλοσχιστώδους .
- ii. Η δεύτερη φάση με πτυχές υποισοκλινείς και άξονες διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ έως ΑΒΑ-ΔΝΔ συνοδεύεται με μια πολύ εμφανή γράμμωση που προέρχεται από την τομή της Παλαιοζωικής φύλλωσης των πετρωμάτων με μια

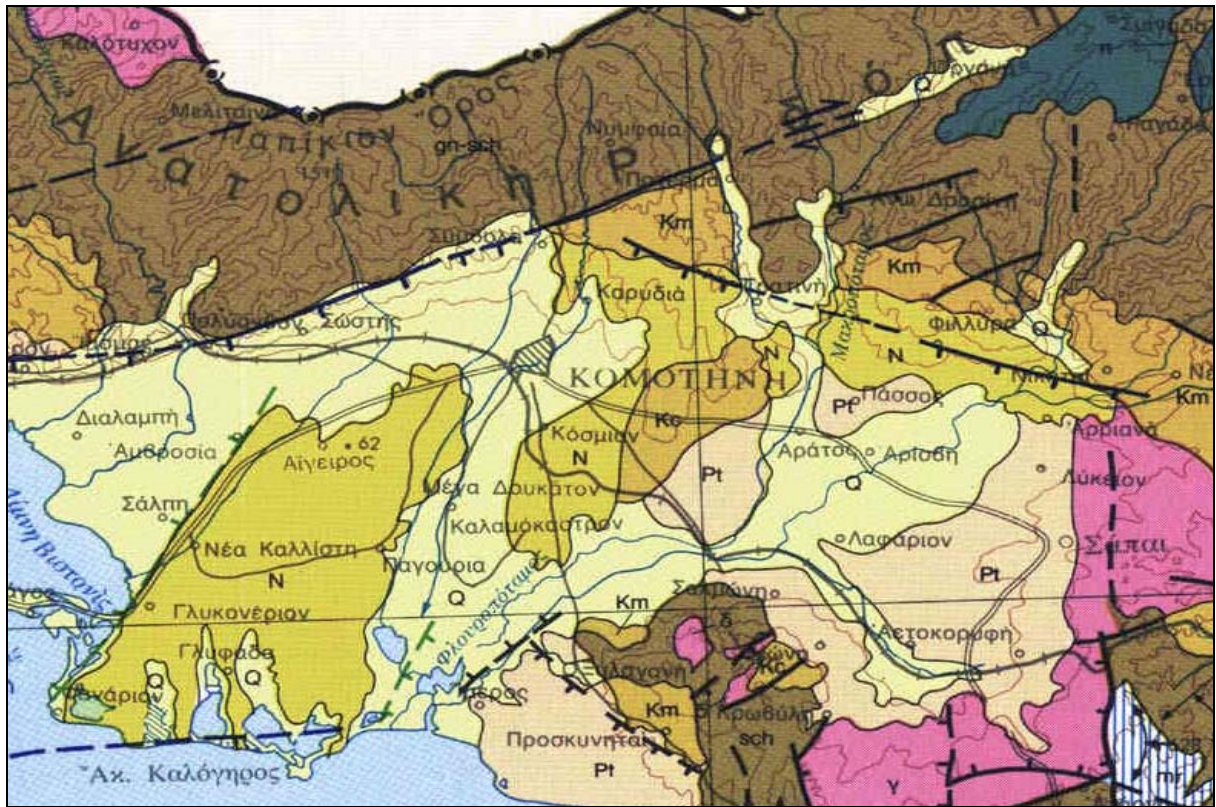
Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

δεύτερη σχιστότητα που συνόδευσε αυτή την δεύτερη φάση πτυχώσεων. Οι δομές της φάσης αυτής είναι αυτές που κυριαρχούν στα πετρώματα της Ροδόπης και τα περισσότερα πλουτωνικά σώματα εμφανίζονται προσανατολισμένα κατά την διεύθυνση αυτών των αξόνων κατέχοντας κυρίως τους πυρήνες μεγααντίκλινων. Η τοποθέτηση αυτή των πλουτωνικών σωμάτων αποτελεί και ουσιαστικό κριτήριο για την ηλικία της φάσης πτυχώσεων που εξαρτάται βέβαια από την αρχική ηλικία των πλουτωνιτών. Επομένως το θέμα μπαίνει ως εξής : αν η αρχική ηλικία είναι πράγματι μόνο Ηωκαινική- Ολιγοκαινική τότε η δεύτερη φάση είναι ίδιας ηλικίας.

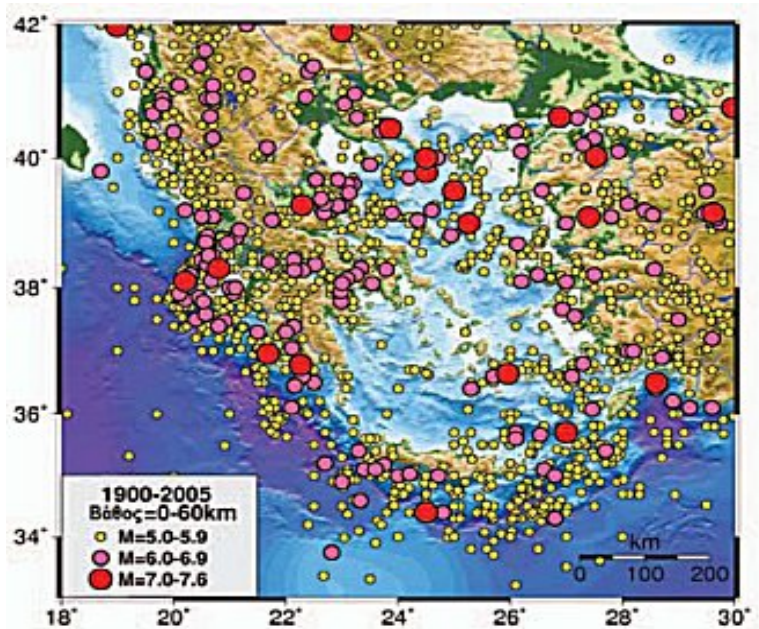
- iii. Η Τρίτη φάση πτυχώσεων έχει πτυχές ανοιχτές διεύθυνσης αξόνων ΒΔ-ΝΑ (συνήθως 120°) που επαναπτυχώνουν τις προγενέστερες πτυχές. Η ηλικία της τρίτης φάσης πιστεύεται ότι είναι Ολιγοκαινική, και μ' αυτή συνδέεται η μεγάλη επιππευτική κίνηση της <<ενότητας Σιδηρόνερου>> πάνω στην <<ενότητα Παγγαίου>>, η τεκτονική επαφή των οποίων συμπίπτει γενικά με την αξονική διεύθυνση της τρίτης φάσης.

Υπάρχουν και άλλες μικρότερης κλίμακας επιππεύσεις και επωθήσεις που παρατηρούνται στη Ροδόπη έχουν επίσης την ίδια γενική διεύθυνση. Όλες οι φάσεις πτυχώσεων που περιγράφηκαν επιβεβαιώνουν την άποψη ότι η μάζα της Ροδόπης επηρεάσθηκε από τις Αλπικές παραμορφώσεις, ανεξάρτητα από την ηλικία των μεταμορφωμένων πετρωμάτων της.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΤΙΑΛΙΚΩΝ-ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Εικόνα3.Σεισμοτεκτονικός χάρτης περιοχής μελέτης. (ΙΓΜΕ, κ: 1:500.000)



Εικόνα4:Χάρτης επιφανειακών σεισμών Ελλάδας.(www.seismos.gr)

➤ ΤΕΚΤΟΟΡΟΓΕΝΕΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Βάση όλων των παραπάνω, η Ροδόπη εμφανίζεται σήμερα ως ένα σύμπλεγμα τεκτονικών καλυμμάτων που συμμετέχει στο τελικό Ελληνικό Ορογενές όπως αυτό διαμορφώθηκε οριστικά στην περίοδο Κρητιδικού – Τριτογενούς από τη συμπίεση που προκλήθηκε με την τελική ηπειρωτική σύγκρουση της Απουλίας μικροπλάκας με την Ευρασία.

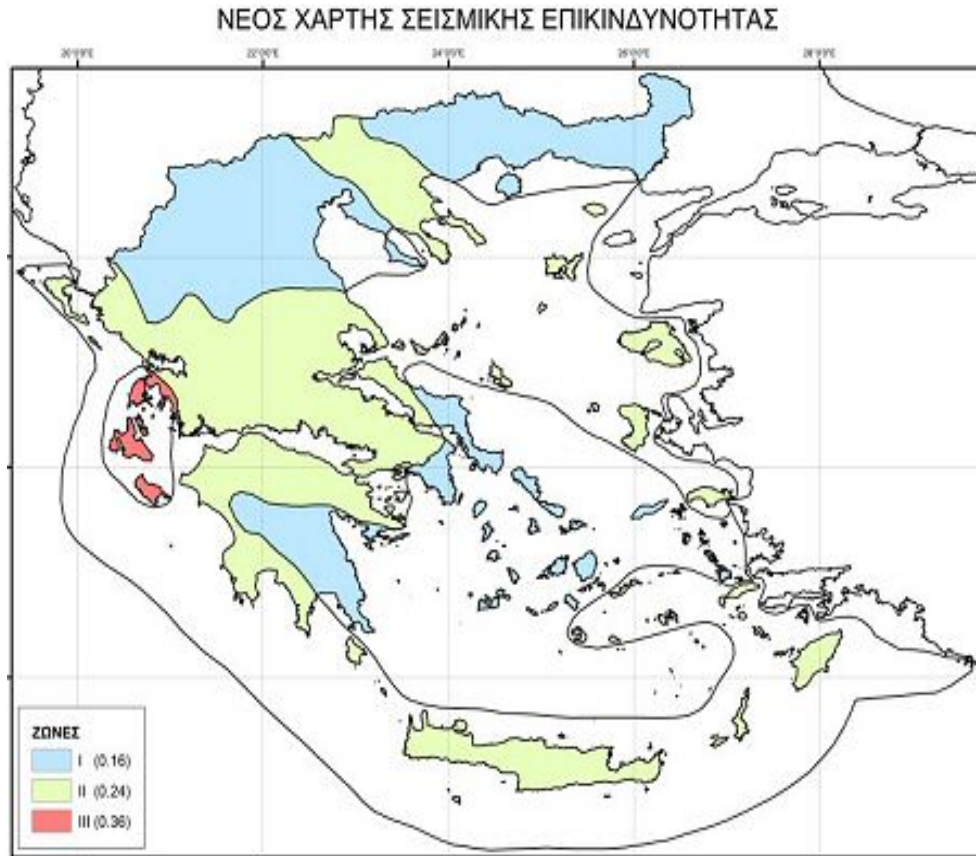
Κατά τον επακόλουθο εφελκυσμό του Νεότερου Τριτογενούς προκλήθηκε κατάρρευση των τεκτονικών καλυμμάτων και των λεπιών με μικρής γωνίας κλίσης ρήγματα αποκόλλησης και εκταφή των βαθύτερων μεταμορφικών οριζόντων. Έτσι σήμερα στη Ροδόπη εμφανίζονται με τεκτονικές επαφές οριζόντες διαφόρων μεταμορφικών συνθηκών, που συγκροτούν αυτό που ονομάζουμε γενικά <<κρυσταλλοσχιστώδης μάζα της Ροδόπης >>.

Η διαδικασία της εκταφής των βαθύτερων οριζόντων έγινε σε διαδοχικά στάδια στο Τριτογενές στα 65 Μα, 42-36 Μα και 23-12 Μα. Η ενότητα Κύμης που αποτελεί τον βαθύτερο μεταμορφωμένο ορίζοντα (σχηματίστηκε από εκλογιτική μεταμόρφωση υπερύψηλης πίεσης και θερμοκρασίας στο Κρητιδικό σε βάθος 57 km) ανυψώθηκε σταδιακά και εκτάφηκε στο Παλαιόκαινο (65Μα). Οι ενότητες Σιδηρόνερου, Καρδάμου και Κέχρου βρίσκονται τεκτονικά κάτω από την Ενότητα Κύμης και ανυψώθηκαν πολύ γρήγορα από το στάδιο της αμφιβολιτικής μεταμόρφωσης και η εκταφή τους έγινε στο Ηώκαινο- Ολιγόκαινο (42-36Μα). Τέλος η ενότητα του Παγγαίου που τεκτονικά βρίσκεται κάτω από αυτή του Σιδηρόνερου ανυψώθηκε επίσης πολύ γρήγορα και η εκταφή της έγινε το Ανώτερο Ολιγόκαινο – Κάτω Μειόκαινο (23-12 Μα).

Η ενότητα Παγγαίου, αποτελούμενη κατά το μεγαλύτερο μέρος από μάρμαρα, καθώς περιβάλλεται από τα ΒΑ από τα τεκτονικά καλύμματα του Σιδηρόνερου που είναι βαθύτεροι μεταμορφικοί οριζόντες και από τα Δ από τους επίσης βαθύτερους οριζόντες της Σερβομακεδονικής μάζας, συγκροτεί ένα τυπικό μεταμορφικό πυρήνα, η εκταφή του οποίου συντελέστηκε το Μειόκαινο με την εφελκυστική κατάρρευση των τεκτονικών καλυμμάτων και ταυτόχρονη

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

διείσδυση γρανιτικών μαγμάτων που έδωσαν τους γρανίτες της Βροντού , του Συμβόλου (Καβάλας) , του Παγγαίου κ.α.



Εικόνα5. Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας (ΦΕΚ 1154Β', 12-8-2003)

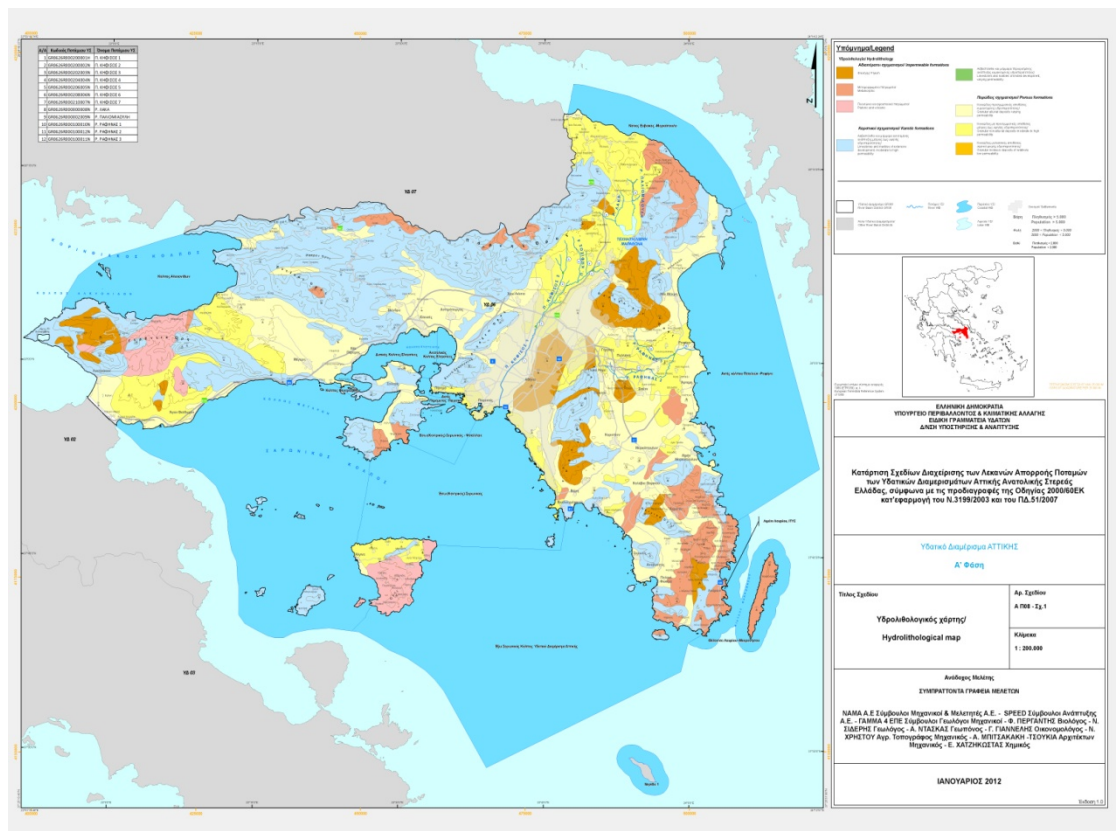
1.5 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Οι υδρολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή εξαρτώνται από τη διαπερατότητα των λιθολογικών σχηματισμών, το γεωτεκτονικό καθεστώς που επικρατεί, τη γεωμορφολογία και το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Τα πετρώματα που απαντούν στην περιοχή μπορούν να διακριθούν όσον αφορά την συμπεριφορά τους σχετικά με το πόσο εύκολα επιτρέπουν την κυκλοφορία του υπόγειου νερού μέσα τους σε α) υψηλής διαπερατότητας β) μέτριας διαπερατότητας γ) χαμηλής διαπερατότητας και δ) σε αδιαπέρατα. Οι διάφοροι γεωλογικοί σχηματισμοί

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

ταξινομούνται ως προς την υδροφορία με βάση το πορώδες τους .

Οι σπουδαιότερες από άποψη δυναμικότητας υδρογεωλογικές ενότητες εντοπίζοντας στις κλαστικές τεταρτογενείς αποθέσεις και στους ανθρακικούς σχηματισμούς της περιοχής.



Εικόνα6:Υδρολογικός χάρτης Θράκης (Πηγή: ΥΠΕΚΑ-Κείμενα Τεκμηρίωσης)

- Τεταρτογενείς αποθέσεις

Λεκάνη Ορεστιάδας : Αποτελούνται από χάλικες, κροκάλες και αργίλους σημαντικού πάχους. Το όλο υδροφόρο σύστημα τροφοδοτείται από τις κατεισδύσεις και έμμεσα από την κοίτη του Έβρου και των παραποτάμων του.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Παρέβριος περιοχή : Αποτελούνται κυρίως από αργίλους και χάλικες σε εναλλαγή. Στο Δέλτα του Έβρου επικρατούν λεπτομερή υλικά.

Λεκάνη Ξάνθης –Κομοτηνής : Πρόκειται για αποθέσεις σε άμμους , κροκάλες και αργίλους που παρουσιάζουν έντονη λιθολογική μεταβολή, με επικράτηση των αδρόκοκκων στοιχείων στις κοίτες των χειμάρρων Κοσύνθου και Κομπάτου κατά τη διαδρομή τους στην πεδινή ζώνη , και λεπτομερέστερων υλικών προς τη λίμνη Βιστωνίδα.

Δέλτα Νέστου : Η αναπλήρωση των αποθεμάτων συντελείται και από την κοίτη του Νέστου. Υπολογίζεται ότι η ολική κατείσδυση στο δέλτα είναι περίπου 39% των βροχοπτώσεων. Λόγω υπεράντλησης του υδροφορέα παρατηρούνται φαινόμενα θαλάσσιας διείσδυσης.

- Ανθρακικοί σχηματισμοί

Ενότητα Μαρμάρων Ορέων Λεκάνης : Ορίζεται προς τα Β από την επώθηση του γνεύσιο αμφιβολιτικού συστήματος πάνω στα μάρμαρα του Φαλακρού, στα ΝΑ από το ρήγμα της Ξάνθης –Νέας Καρβάλης , και στα Δ από τις τεταρτογενείς αποθέσεις της πεδιάδας Δράμας – Κρηνίδων – Αμυγδαλεώνα. Τροφοδοτείται από άμεση κατείσδυση και ενδεχομένως από τον Νέστο ποταμό. Από ποιοτική άποψη τα νερά είναι γενικά καλής ποιότητας. Η ενότητα αυτή διακρίνεται από τα παρακάτω υδρογεωλογικά συστήματα :

- ❖ Σύστημα επωθημένων μαρμάρων Φαλακρού.
- ❖ Ενότητες πτυχωμένων μαρμάρων των επικείμενων του γνευσιο αμφιβολιτικού υποβάθρου, διακρίνεται σε τρία

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΤΙΑΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

υποσυστήματα και εκφορτίζεται κυρίως στη
λεκάνη της Δράμας.

Καρστικό σύστημα ανατολικά του Νέστου, που
εκφορτίζεται σε παρόχθιες πηγές υπερχείλισης :
Το σύνολο των πηγαίων εκφορτίσεων είναι περίπου 5,5-6
 m^3/s από τα οποία το 50% περίπου φαίνεται ότι εκφορτίζεται
στη λεκάνη της Δράμας.

Μικρότερες καρστικές ενότητες στα
Ελληνοβουλγαρικά σύνορα : Τμήμα της καρστικής ενότητας
Νευροκοπίου ,που εκφορτίζεται Α στη λεκάνη Αγγίτη.

Ενότητα Μαρμάρων Σκαλωτής : Αποτελεί
ανεξάρτητη καρστική υδρογεωλογική μονάδα έκτασης 75
 km^2 και μέσης ετήσιας απορροής 20 hm^3 .

Μάρμαρα Ανατολικής Θάσου: Τροφοδοτείται
κυρίως από άμεση κατείσδυση και δευτερεύουσες
επιφανειακές απορροές. Η εκφόρτιση του συστήματος γίνεται
μέσω μιας σειράς πηγών συνολικής απορροής 17 $hm^3/year$.

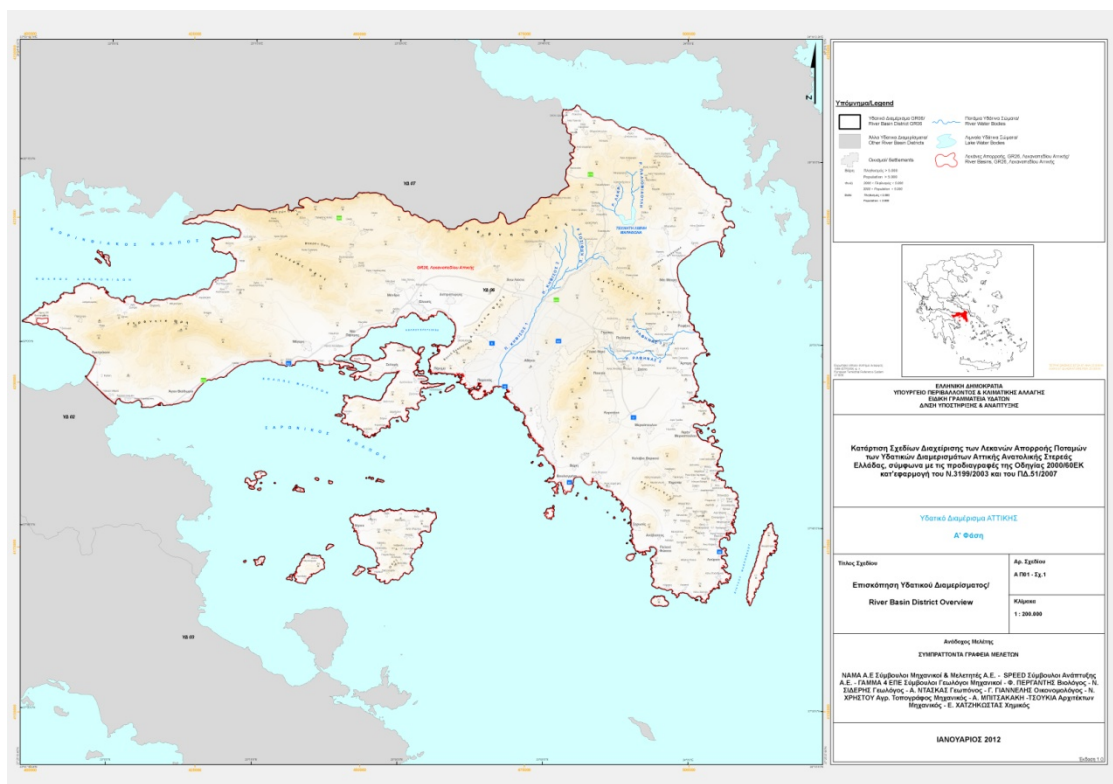
Χαρακτηριστικά σημειώνεται ότι τμήμα των λεκανών της
Θράκης είναι διασυνοριακές λεκάνες έτσι από το συνολικό
όγκο επιφανειακής απορροής του ηπειρωτικού τμήματος
 $\sim 10.200 \text{ hm}^3$, η επιφανειακή απορροή από τα Ελληνικά
τμήματα των λεκανών εκτιμάται σε $\sim 2.700 \text{ hm}^3$. Τα υπόγεια
αποθέματα εκτιμώνται περίπου σε 200 hm^3 για τους
καρστικούς υδροφορείς και σε 300 hm^3 για τους
προσχωματικούς .

Η επιφανειακή απορροή του νησιωτικού τμήματος εκτιμάται
σε 77 $hm^3/year$ και τα υπόγεια αποθέματα σε 32 $hm^3/year$.

Σε ότι αφορά την ποιότητα των επιφανειακών νερών
επισημαίνεται ότι το νερό του ποταμού Στρυμόνα είναι

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΤΙΑΙΚΩΝ-ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

καταρχήν κατάλληλο για πόση. Κύριες πηγές ρύπανσης είναι οι μη σημειακές απορροές από τις αγροτικές δραστηριότητες. Τα νερά του Αγγίτη , που κατεισδύουν στους προσχωματικούς υδροφορείς της πεδιάδας Δράμας, εμφανίζουν επίσης υψηλές συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων από αστικά και βιομηχανικά λύματα. Ο Έβρος έχει χαρακτηριστικά που ικανοποιούν καταρχήν τις απαιτήσεις άρδευσης και επιπλέον πληροί οριακά τις προϋποθέσεις για απόληψη νερού για άρδευση μετά από επεξεργασία. Επίσης τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ποταμών Νέστου, Λύσσου, Καμψάτου και Κόσυνθου καθώς και της λίμνης Βιστωνίδας καλύπτουν την ανάγκη για απόληψη νερού για πόση μετά από επεξεργασία. Ωστόσο, οι αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφόρου καθιστούν τη λίμνη Βιστωνίδα ιδιαίτερα ευαίσθητη ως προς τον ευτροφισμό.



Εικόνα7:Επισκόπηση υδάτινου διαμερίσματος (Πηγή: ΥΠΕΚΑ-Κείμενα Τεκμηρίωσης)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο :
ΔΙΟΓΚΟΥΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ – ΠΡΟΙΟΝΤΑ
ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ ΓΝΕΥΣΙΑΚΩΝ
ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.1 ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΔΙΟΓΚΟΥΜΕΝΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ
ΟΡΥΚΤΑ.

Η ορυκτολογία των υπολειμματικών εδαφών κληρονομείται εν μέρει από το μητρικό πέτρωμα από το οποίο προέρχεται και παράγεται μερικώς από τις διαδικασίες της επί τόπου αποσάθρωσης. Συνεπώς ποικίλλει σημαντικά όπως και το μέγεθος των κόκκων και το ειδικό βάρος. Οι κόκκοι και η κατανομή τους στο έδαφος εξελίσσονται σταδιακά καθώς προχωρά η αποσάθρωση. Οι χονδροί κόκκοι που συναντώνται σε υπολειμματικά εδάφη συνίστανται συνήθως από χαλαζία και από μερικώς αλλοιωμένα πλαγιόκλαστα. Τα τελευταία μπορεί να αλλοιωθούν περαιτέρω σε συνθήκες διάτμησης, ήτοι παρουσίας εντός διατμημένης ζώνης. Επιπλέον, κατά την αποσάθρωση του μητρικού πετρώματος, κληροδοτούνται στο δημιουργηθέν έδαφος δομικά στοιχεία, τα οποία προσδίδουν στο έδαφος μια ελαφρά πρόσθετη συνοχή ακόμα και σε εξαιρετικά αποσαθρωμένο υλικό. Αυτή η συνοχή επηρεάζει τη μηχανική συμπεριφορά και συμβάλει στην αντοχή και την ακαμψία του υλικού. Οι επιπτώσεις του μητρικού υλικού είναι περισσότερο διακριτές στα αρχικά στάδια αποσάθρωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν δομές ανισοτροπίας που κληρονομούνται, συνήθως από αρχικά μεταμορφωμένα πετρώματα, σχιστόλιθους και γνεύσιους κατά κύριο λόγο. Υπολειπόμενες ζώνες διάτμησης και επιφάνειες στρώσης και

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

σχιστότητας καθώς και οι αναπτυσσόμενες ρωγμές επηρεάζουν δυσμενώς τη συμπεριφορά του εδάφους. Η χαμηλή αντοχή κατά μήκος ασυνεχειών στο έδαφος αποδίδεται σε σωματίδια επενδυμένα με χαμηλής τριβής οργανικές ενώσεις σιδήρου και μαγνησίου.

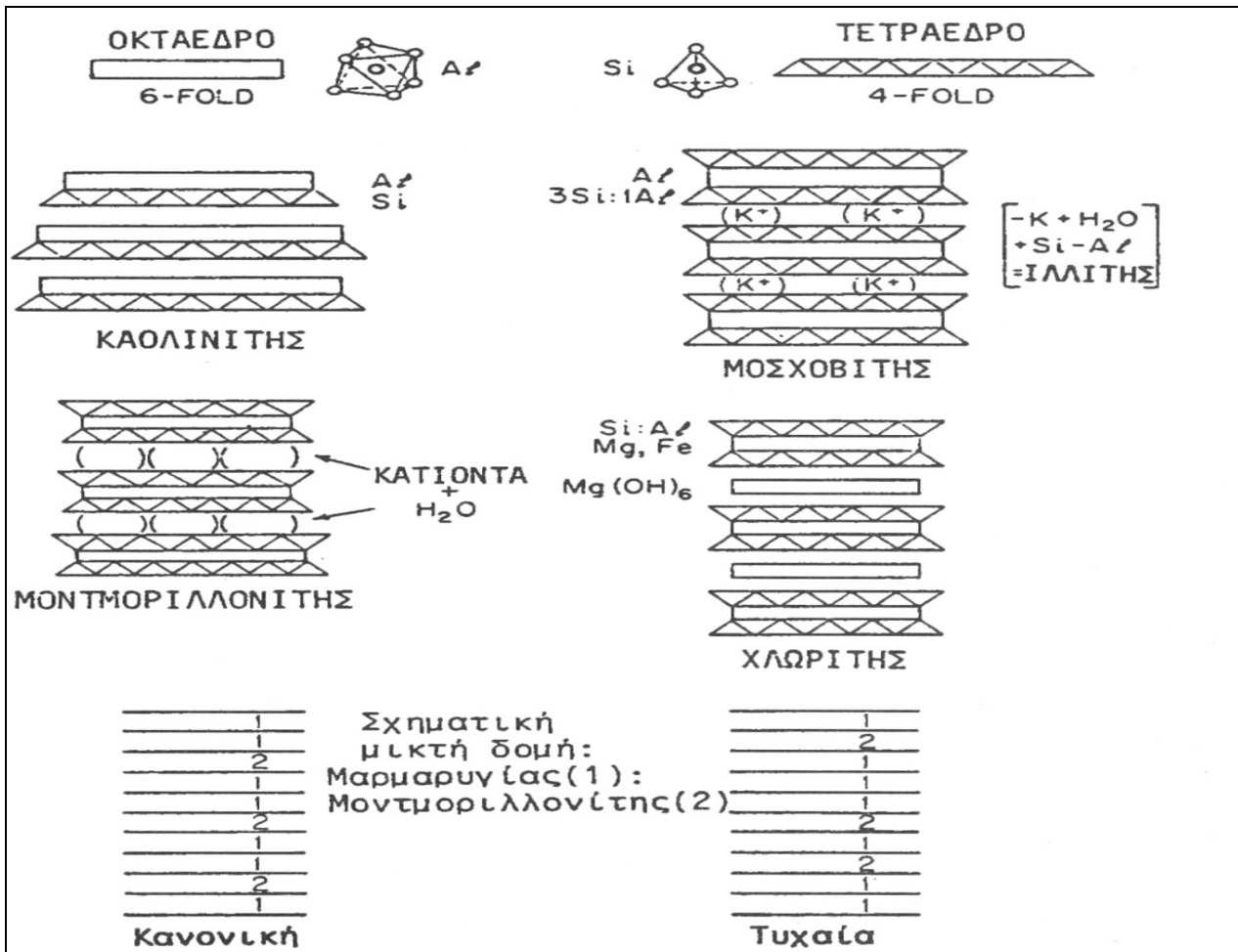
Όσον αφορά τα αργιλικά ορυκτά που προκύπτουν από τη μεταβολή των καλιούχων αστρίων και των μαρμαρυγιών, τα περισσότερο συνηθισμένα είναι, ο καολίνης, ιλλίτης, μοντμοριλλονίτης, ο σμεκτίτης, ο αλλουσίτης κ.α..

Τα αργιλικά ορυκτά ανήκουν στη γενική ομάδα των φυλλοπυριτικών ορυκτών γιατί δομούνται από φύλλα με εξαμελείς δακτυλίους πυριτίου (Si) και ορισμένα με τετραμελείς δακτυλίους. Συγκεκριμένα οι φυλλοπυριτικοί κρύσταλλοι έχουν σχηματιστεί από τη συνένωση τετραεδρικών φύλλων SiO_4 με οκταεδρικά φύλλα αργιλίου (Al^{3+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}). Ένα τετραεδρικό φύλλο SiO_4 σχηματίζεται όταν ένα άτομο οξυγόνου (O^{2-}) μοιράζεται μεταξύ δύο τετράεδρων. Ομοίως ένα οκταεδρικό φύλλο σχηματίζεται όταν ένα άτομο Al μοιράζεται μεταξύ δύο οκταέδρων Al. Ανάλογα με τη σχέση των τετραεδρικών προς τα οκταεδρικά φύλλα σε μια κρυσταλλική στοιβάδα που επαναλαμβάνεται και τη χημική τους σύσταση, δημιουργούνται οι διάφοροι τύποι και τα μέλη των φυλλοπυριτικών ορυκτών. Σε αρκετά από τα τελευταία παρατηρείται ισόμορφη υποκατάσταση ιόντων με αποτέλεσμα η εξωτερική επιφάνεια ενός κρυστάλλου να εμφανίζεται φορτισμένη ηλεκτρικά. Τα εξωτερικά ιόντα εναλλάσσονται με άλλα που βρίσκονται σε εδαφικά διαλύματα. Η πυκνότητα του φορτίου στην επιφάνεια κάθε ηλεκτρικής στοιβάδας προσδίδει στο προκύπτον ορυκτό διαφορετικές ιδιότητες.

Πολύ σημαντική ιδιότητα των αργιλικών υλικών αποτελεί η απορρόφηση ορισμένων ανιόντων και κατιόντων στην επιφάνεια των κρυστάλλων και η διατήρησή τους σε εναλλασσόμενη μορφή. Ιόντα, τα οποία μπορούν να εναλλάσσονται μεταξύ υγρής και στερεής κατάστασης και που συναντώνται συχνά στο έδαφος είναι: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , H^+ , NH_4^+ κ.α.. Η ικανότητα αυτή (Cation Exchange Capacity-CEC) των αργιλικών ορυκτών να ανταλλάσσουν ιόντα δεν επηρεάζει τη δομή των τετραέδρων/οκταέδρων και εκφράζεται σε χιλιοστο-γραμμοϊσοδύναμα ανά 100gr εδάφους. Φαίνεται ότι τα κατιόντα απορροφώνται πιο εύκολα από τα ανιόντα, συνεπώς οι επιφάνειες των αργιλικών ορυκτών εμφανίζονται συνήθως αρνητικά φορτισμένες. Προφανώς, δεν απορροφούν όλοι οι τύποι αργιλικών ορυκτών με την ίδια ικανότητα. Για παράδειγμα ο μοντμοριλλονίτης είναι 10 φορές πιο ενεργός από τον καολινίτη και στην απορρόφηση κατιόντων λόγω της μεγαλύτερης ειδικής επιφάνειας

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

του σε σχέση με τον ιλλίτη και τον καολίνη καθώς και του μεγαλύτερου αρνητικού φορτίου που φέρει ο πρώτος. Παρακάτω δίνεται μια εικόνα σχετικά με τη δομή κάποιων αργιλικών ορυκτών, την ικανότητα ανταλλαγής ιόντων και τις διαστάσεις τους και μια προσπάθεια συσχέτισης των ορίων Atterberg με τον τύπο του ορυκτού και τη φύση του προσροφόμενου ιόντος.



Σχήμα4:Ορολογία και δομή φυλλοπυριτικών ορυκτών.

	Καολίνης	Ιλλίτης	Μοντμοριλλονίτης
Πάχος κόκκου	0.5-2 μικρά	0,003-0,1 μικρά	Λιγότερο από 9.5 Å
Διάμετρος κόκκου	0,5-4 μικρά	0,5-0,1 μικρά	0,05-10 μικρά
Ειδική επιφάνεια (m/gram)	10-20	65-80	50-840
Ικανότητα ανταλλαγής Ιόντων (CEC)	3-15	10-40	70-80

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Πίνακας 1: Μέγεθος και εύρος της ικανότητας κατιοντοανταλλαγής των κύριων αργιλικών ορυκτών

Κατιόν	Na ⁺		K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺	
	Αργ. /ορυκτό	LL %	PI %	LL %	PI %	LL %	PI %	LL %
Καολίνης	29	1	35	7	34	8	39	11
Ιλλίτης	61	27	81	38	90	50	83	44
Μοντμοριλλ- λονίτης	344	251	161	104	166	101	158	99

Πίνακας 2: Τιμές ορίων Atterberg σε σχέση με τα αργιλικά ορυκτά και τα προσροφόμενα ορυκτά

Ο **καολινίτης** και ο **αλλοϋσίτης** ανήκουν στην ομάδα Σερπεντίνη – Καολινίτη, η δομή τους είναι 1:1 και έχουν δι-οκταεδρικό χαρακτήρα (Martin et al., 1991). Ο καολίνης προέρχεται από την εξαλλοίωση αστρίων και μαρμαρυγιών. Έντονη βροχόπτωση και απόπλυση (ελεύθερα στραγγιζόμενες συνθήκες) καθώς και όξινο περιβάλλον διευκολύνουν το σχηματισμό του και για αυτό θεωρείται ότι σχηματίζεται σε υγρές τροπικές και υποτροπικές συνθήκες, ή και σε ψυχρά εύκρατα κλίματα με μέτρια βροχόπτωση (100-150 cm) και χαμηλή θερμοκρασία (16-18° C). Απαραίτητη είναι και η ύπαρξη ομαλού σχετικά αναγλύφου και ήρεμων τεκτονικών συνθηκών ώστε η χημική αποσάθρωση να υπερισχύει της διάβρωσης.

Ο **Αλλοϋσίτης** εμφανίζεται συχνά σε τροπικά υπολειμματικά εδάφη, συνήθως προερχόμενα από ηφαιστειακά υλικά (π.χ. τέφρα ηφαιστειακή). Προκαλούν μικρές αλλαγές όγκου ενώ μπορεί να περιέχουν νερό το οποίο όμως δεν επιδρά στη μηχανική του συμπεριφορά.

Ο **Ιλλίτης** ανήκει στην ομάδα των εύκαμπτων μαρμαρυγιών (μαζί με το Μοσχοβίτη και το Βιοτίτη), έχει δομή 2:1, δι-οκταεδρικού χαρακτήρα με ενδοστρωματωμένα άνυδρα μονοσθενή κατιόντα (Martin et al., 1991). Προέρχεται από την εξαλλοίωση αστρίων και μαρμαρυγιών και περιέχει λιγότερο K⁺ και περισσότερο νερό από τους μαρμαρυγίες και περισσότερο K⁺ από τον μοντμοριλλονίτη με τον οποίο μπορεί να είναι ενδοστρωματωμένος. Τείνει να σχηματίζεται σε αλκαλικό περιβάλλον με ελεύθερα στραγγιζόμενες συνθήκες.

Ο **Μοντμοριλλονίτης** ανήκει στην ομάδα σμεκτίτη, έχει δομή 2:1, δι-οκταεδρικού χαρακτήρα με ενδοστρωματωμένα ένυδρα ανταλλάξιμα κατιόντα (Martin et al., 1991). Προέρχεται από την εξαλλοίωση σιδηρομαγνησιούχων ορυκτών, αστρίων και ηφαιστειακών υλικών. Διογκώνεται πάρα πολύ στο νερό

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

ή στα πολικά υγρά. Απαιτούμενες συνθήκες για το σχηματισμό του αποτελούν έντονος θρυμματισμός, υψηλή ενυδάτωση και περιορισμένη απόπλυση (φτωχά στραγγιζόμενες συνθήκες). Η παρουσία νερού είναι απαραίτητη για τη μεταβολή των αρχικών ορυκτών ενώ η περιορισμένη απόπλυση συσσωρεύει τα ιόντα στο σημείο σχηματισμού του (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}). Επομένως τείνει να σχηματίζεται σε αλκαλικό περιβάλλον με παρουσία ιόντων μαγνησίου, συνθήκες ημί-ξηρών περιοχών με σχετικά χαμηλή ή εποχιακά μέτρια βροχόπτωση και όπου η εξάτμιση υπερσχύει της βροχόπτωσης.

Η ομάδα σμεκτίτη εμφανίζεται συχνά σε μαύρες τροπικές αργίλους (vertisols) και αν εμφανιστούν σε μεγάλες ποσότητες μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες μεταβολές όγκου ως απόκριση σε μικρές εποχιακές αλλαγές στις ενεργές τάσεις. Προσέτι, όταν η επιφάνεια εξάτμισης περιορίζεται οι αλλαγές αυτές μπορεί να προκαλέσουν μεγάλες παραμορφώσεις στην επιφάνεια του εδάφους.

Ο καολίνης έχει πλακώδη μορφή με χαμηλό συντελεστή τριβής μεταξύ των κόκκων αν και οι τελευταίοι είναι πολύ μεγαλύτεροι και είναι λιγότερο ενεργοί. Ως εκ τούτου, υπολειμματικά εδάφη που περιέχουν καολίνη είναι παρουσιάζουν χαμηλότερη συμπίεστότητα, δεν διογκώνονται και έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε σύγκριση με άλλο τύπο εδάφους, ο οποίος έχει ίδιο ποσοστό αργίλου αλλά περιέχει σμεκτίτη (διογκώσιμο ορυκτό αργίλου). Γενικά τα πλακώδη αργιλικά ορυκτά με χαμηλό συντελεστή τριβής μπορεί να αποκτήσουν προσανατολισμό σε πιθανή διάτμηση, με αποτέλεσμα την χαμηλή αντοχή λόγω τριβής και το σχηματισμό λειασμένων διατμητικών επιφανειών. Τέτοιες επιφάνειες μπορεί να είναι παρούσες σε υπολειμματικά εδάφη, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα εκδηλώσεων τάσεων που συνοδεύουν τις διεργασίες δημιουργίας εδάφους, συρρίκνωσης και επέκτασης.

Θα μπορούσε να ειπωθεί βάσει των ιδιοτήτων των αργιλικών ορυκτών ότι τα πιο επικίνδυνα ορυκτά για την δημιουργία φαινομένων καθιζήσεων και γενικά διογκώσεων σε θέσεις θεμελίωσης τεχνικών έργων είναι ο μοντμοριλλονίτης και ο σμεκτίτης και εν μέρει ο ιλλίτης.

Παρακάτω φαίνεται μια προσπάθεια κατάταξης εδαφών βάσει της ορυκτολογικής σύστασης, τις κλιματικές ζώνες όπου εμφανίζονται οι τύποι εδαφών και τις συνθήκες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης και η κατανομή τους σε παγκόσμια κλίμακα

**Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.**

Τύπος Εδάφους	Ζώνη	Μέση ετήσια Θερμοκρασία (°C)	Ετήσια βροχόπτωση (μ)	Ξηρή Περίοδος
Φερσιαλιτικά (Fersiallitic soils)	Μεσογειακή Υποτροπική	13-20	0,5 – 1,0	ΝΑΙ
Φερογενή (ferruginous soils) Φεριτικά (μεταβατικά) (Ferrisols)	Υποτροπική	20-25	1,0 – 1,5	Μερικές Φορές
Φεραλιτικά (ferallitic soils)	Τροπική	> 25	> 1,5	ΟΧΙ
Εδάφη ηφαιστειακής Τέφρας (andosols)	Ηφαιστειογενείς Περιοχές			
Εδάφη με πολύ μεγάλο ποσοστό διογκούμενων αργιλικών ορυκτών (vertisols, black cotton clays)			> 1,25	ΝΑΙ

Πίνακας 3: Οι κυριότεροι τύποι εδαφών βάσει της ορυκτολογικής σύστασης και η κατανομή τους ανάλογα με τις συνθήκες βροχόπτωσης και θερμοκρασίας.



Εικόνα8: Χάρτης κατανομής των διαφόρων τύπων εδαφών σε παγκόσμια κλίμακα

2.2 ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΤΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ (ΤΡΟΠΟΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ – ΜΗΤΡΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ)

Το έδαφος που απαντά ευρέως στην επιφάνεια της γης και καλύπτει τους υποκείμενους βραχώδεις σχηματισμούς μπορεί γενικά να ταξινομηθεί σε δύο ευρείες κατηγορίες, ως εξής:

α) μεταφερμένο έδαφος (κολουβιακής ή αλλουβιακής προέλευσης), τα αποσυντιθέμενα υλικά έχουν μεταφερθεί από την αρχική τους θέση, κυρίως από την επίδραση της βαρύτητας και την ταυτόχρονη δράση του επιφανειακού ύδατος (ατμοσφαιρικό και επιφανειακής απορροής) και του ανέμου.

β) υπολειμματικό έδαφος (ελουβιακής προέλευσης).

Ως υπολειμματικό έδαφος ορίζεται το έδαφος που δημιουργείται από τη επί τόπου αποσύνθεση του μητρικού του πετρώματος, το οποίο δεν έχει μεταφερθεί σε σημαντική απόσταση, ή και καθόλου από τη θέση αποσύνθεσης.

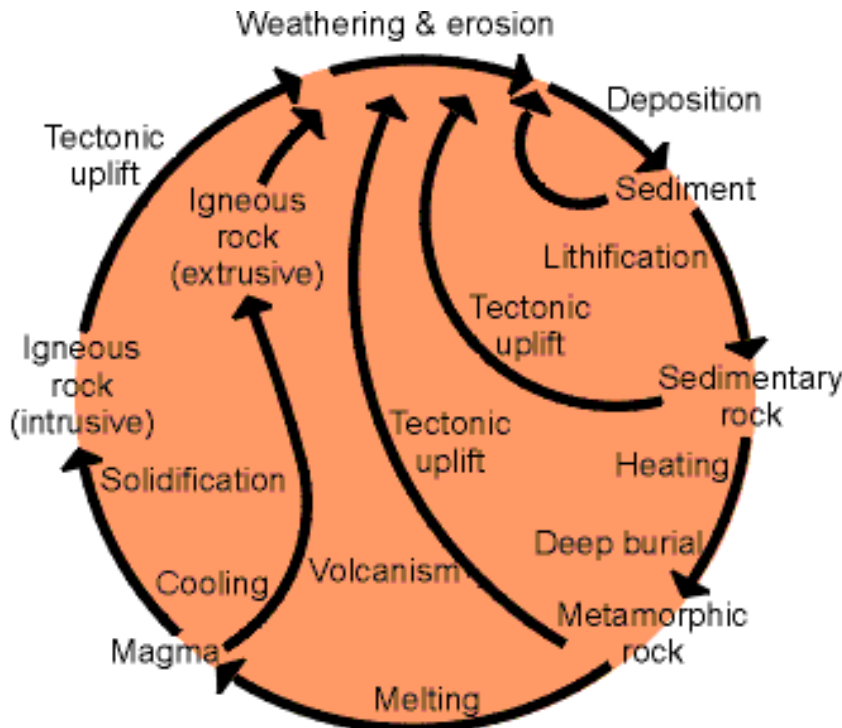
Η σύσταση του υπολειμματικού εδάφους, στα αρχικά στάδια σχηματισμού του, εξαρτάται από τον φύση του μητρικού του πετρώματος. Το υπολειμματικό έδαφος μπορεί να προέρχεται από διάφορους τύπους μητρικών πετρωμάτων. Στην περίπτωση της πολύ μεγάλης επιτευχθείσας χημικής μεταβολής και απόπλυσης, καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη, έως αδύνατη η αναγνώρισή τους. Ο σχηματισμός ενός μανδύα αποσάθρωσης σημαντικής έκτασης (τόσο, επιφανειακά, όσο και κυρίως σε πάχος), είναι πολύ συνηθισμένος σε τέτοιου τύπου εδάφη. Το πάχος του μανδύα αποσάθρωσης ποικίλει σημαντικά, ανάλογα με τις διεργασίες σχηματισμού του και το βάθος, μέχρι το οποίο δρουν οι υπόψη διεργασίες.

Το υπολειμματικό έδαφος, όπως και άλλοι τύποι εδαφών, προκύπτουν από την επίδραση των εξωγενών δυναμικών διεργασιών στο εκάστοτε μητρικό πέτρωμα και αποτελούν τμήμα του γεωλογικού κύκλου της εξέλιξης των πετρωμάτων.

Στο παρακάτω σχήμα αναπαριστώνται τα στάδια γενετικών διεργασιών και τελικής μορφής εξέλιξης των διαφόρων γενετικών τύπων πετρωμάτων (πυριγενή, ιζηματογενή, μεταμορφωμένα), όταν αυτά εκτεθούν στις διαφορετικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν κατά τόπους στην γήινη επιφάνεια και οι οποίες είναι

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

εντελώς διαφορετικές από αυτές των σχηματισμών των πετρωμάτων σε μεγάλο βάθος.



Σχήμα5: Στάδια γενετικών διεργασιών των διαφόρων τύπων πετρωμάτων

Γενικά οι μεταβολές που υφίστανται τα αρχικά πετρώματα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

1. Μηχανική αποσάθρωση: επιτυγχάνεται με την διάσπαση του πετρώματος, καταστρέφεται η συνοχή του χωρίς να μεταβάλλεται η χημική του σύσταση. Κυριαρχεί σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου και σε μεγάλο γεωγραφικό πλάτος όπου η ύπαρξη νερού περιορίζεται συνήθως σε στερεά μορφή (χιονιού ή πάγου). Είναι ιδιαίτερα δραστική σε κλιματικές περιοχές με σημαντικές ημερήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές.

Οι διαδοχικές φάσεις ψύξης - θέρμανσης επιφέρουν αντίστοιχα συστολή και διαστολή στα πετρώματα δημιουργώντας ρωγμές, διαρρήξεις και τελικά την χαλάρωση και αποχωρισμό διαφόρων τεμαχίων. Μικροσκοπικά, οι διαφορετικοί συντελεστές διαστολής των διαφόρων ορυκτών δημιουργούν τάσεις στις επαφές των κόκκων και οδηγούν σε κοκκώδη διάσπαση. Επομένως οι διαδοχικές φάσεις θέρμανσης ψύξης των πετρωμάτων ενισχύουν το πορώδες του και τα κάνουν περισσότερο επιδεκτικά σε άλλες μορφές αποσάθρωσης.

Επιπλέον, λόγω της κακής θερμικής αγωγιμότητάς τους, οι εναλλασσόμενες διαστολή και συστολή, επιδρούν κυρίως στις εξωτερικές επιφάνειές τους, ασκώντας επίσης μεγάλες τάσεις. Με

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

αυτό τον τρόπο λεπτιοειδή κομμάτια απομακρύνονται σταδιακά από την επιφάνεια μητρικού υλικού, διαδικασία που ονομάζεται αποφλοίωση. Η τελευταία μπορεί να συμβεί και από αποφόρτιση, όταν σε μια ακολουθία σχηματισμών απομακρύνεται το ανώτερο στρώμα υπό την επίδραση της βαρύτητας σε συνδυασμό με τη δράση νερού μετεωρικού/επιφανειακής απορροής, του ανέμου ή από ανθρωπογενή δράση. Κατά την αποφόρτιση συμβαίνει εκτόνωση της πίεσης του υπερκείμενου τεμάχους με αποτέλεσμα την διαστολή της βραχομάζας και τελικά την υποπαράλληλη ρωγμάτωση και φύλλωση(αποφλοίωση μεγάλης κλίμακας). Το βάθος της αποφόρτισης περιορίζεται περίπου στα 25 μέτρα όπου η τάση συμπίεσης και η εσωτερική τάση υπερεισχύουν της τάσης ελαστικής διόγκωσης. Συνθήκες που ευνοούν την αποφόρτιση εμφανίζονται συνήθως σε ογκώδη, ομογενή πετρώματα (τα πετρώματα που έχουν τις ίδιες φυσικές και χημικές ιδιότητες σε όλα τα σημεία τους) όπως οι παχυστρωματώδεις ψαμμίτες.

Σημαντικό συντελεστή μηχανικής αποσύνθεσης αποτελεί και ο παγετός. Η ευπάθεια του πετρώματος σε παγετό εξαρτάται από το πορώδες του, το μέγεθος και τη συνέχεια των πόρων του και τον βαθμό κορεσμού του. Όταν το αποθηκευμένο νερό στους πόρους του πετρώματος παγώνει, αυξάνει σε όγκο μέχρι και 9% με αποτέλεσμα να ασκούνται πολύ μεγαλύτερες τάσεις στα τοιχώματα των πόρων. Επαναλαμβανόμενοι κύκλοι τήξης-πήξης του νερού των πόρων συνεισφέρουν στην διεύρυνση των ρωγμών του. Συνήθως χονδρόκοκοι σχηματισμοί ανθίστανται καλύτερα στη δράση του παγετού σε σχέση με τους λεπτόκοκκους.

Άλλοι παράγοντες που υποβοηθούν την φυσική αποσύνθεση πετρωμάτων είναι η απόθεση αλάτων στους πόρους των σχηματισμών (συναντάται κυρίως σε ιζηματογενείς σχηματισμούς π.χ. ασβεστόλιθους και δολομίτες και δη σε ξηρά κλίματα), η διείσδυση των φυτικών ριζών, όλων των ειδών βλάστησης, σε μεγάλα βάθη ασκώντας πολύ μεγάλες τάσεις και τέλος η δράση τρωκτικών και λοιπών ζώων (π.χ. τερμίτες, τρωκτικά, γαιωσκόληκες) που φιλοξενεί το έδαφος, τα οποία καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες εδάφους υποβοηθώντας τη μηχανική αποσύνθεσή του.

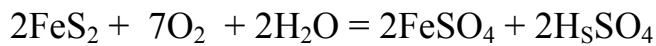
2. Χημική – βιολογική αποσύνθεση: οδηγεί σε ορυκτολογική μεταβολή και διάλυση των πετρωμάτων και είναι οι κυριότερες διεργασίες σχηματισμού των υπολειμματικών εδαφών. Γενικά το νερό συντελεί αποτελεσματικά στη χημική διάβρωση ενώ διατηρεί σε διάλυση ουσίες που αντιδρούν με τα ορυκτά των

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

σχηματισμών, ήτοι οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, οργανικά και νιτρικά οξέα. Τα παράγωγα των χημικών αντιδράσεων στην πλειονότητα τους καταλαμβάνουν μεγαλύτερο όγκο από τα αρχικά ορυκτά των μητρικών πετρωμάτων εφόσον βρίσκονται σε πιο σταθερή ισορροπία με το περιβάλλον. Οι χημικές διεργασίες που υφίστανται οι διάφοροι σχηματισμοί είναι οι εξής:

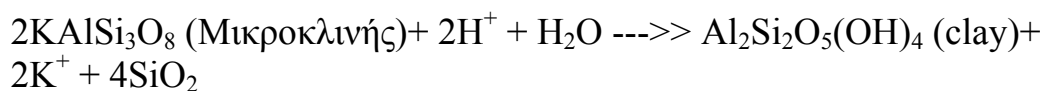
- Οξειδωση: αντίδραση των στοιχείων με το οξυγόνο, προς σχηματισμό οξειδίων και υδροξειδίων, ή οποιαδήποτε άλλη διαδικασία που προκαλεί την απώλεια ηλεκτρονίων και οδηγεί σε θετική φόρτιση των στοιχείων.

Π.χ. σχηματισμός του θειικού οξέος από λεπτόκοκκο πυριτή

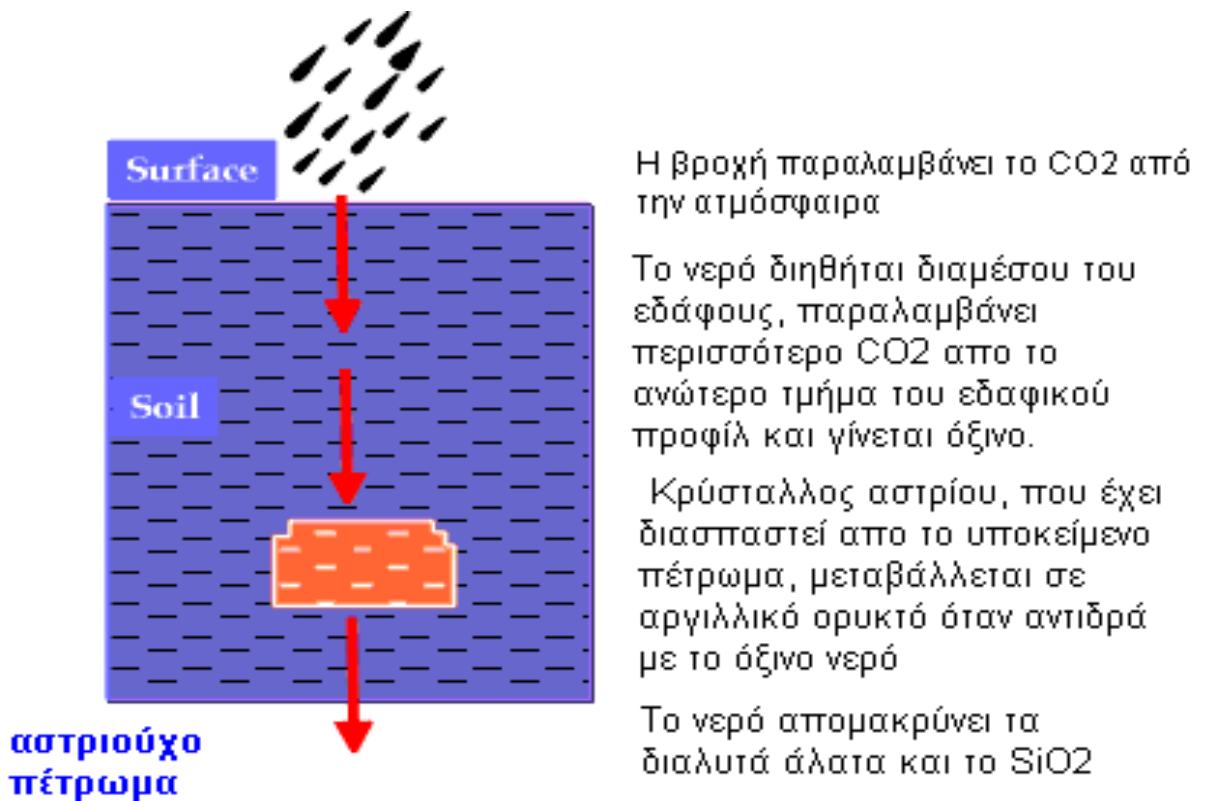


- Υδρόλυση: αντίδραση των ορυκτών με το νερό, αντικατάσταση των κατιόντων μετάλλων από κατιόντα υδρογόνου (H^+) και ανιόντα υδροξυλίου (OH^-) και σχηματισμό νέων ορυκτών. Η αντίδραση αυτή είναι η κυριότερη μέθοδος αποσύνθεσης των πυριτικών ορυκτών ενώ επιταχύνονται παρουσία άνθρακα.

Όταν τα αργιλοπυριτικά ορυκτά (π.χ. οι καλιούχοι άστριοι) υφίστανται υδρόλυση σχηματίζουν αργιλικά ορυκτά (π.χ. καολίνη), κυρίαρχα συστατικά των υπολειμματικών εδαφών. Κατά την αντίδραση αυτή τα αστριούχα ορυκτά διαστέλλονται με αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του πετρώματος. Η κοκκώδης αποσύνθεση των αδρομερών πυριγενών πετρωμάτων, π.χ. των γρανιτών, αποδίδονται κατά μεγάλο ποσοστό στην υδρόλυση των αστρίων, ενώ σε αυτή συνεισφέρουν και άλλα γρανιτικά ορυκτά όπως ο βιοτίτης.

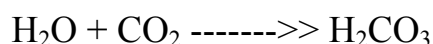


Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Σχήμα6: Μεταβολή αστρίου σε αργιλικό ορυκτό από υδρόλυση

- Ενυδάτωση(//αφυδάτωση): σχετίζεται με την απορρόφηση(//αφαίρεση) μορίων νερού στο κρυσταλλικό πλέγμα των ορυκτών με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ορυκτών. Κατά τη δημιουργία νέων ένυδρων ορυκτών προκαλώντας συχνά ογκομετρική αύξηση (π.χ. σε αργιλικά ορυκτά)η οποία και παράγει μεγαλύτερες μηχανικές τάσεις με αποτέλεσμα τη διάσπαση του πετρώματος .
- Διάλυση: το νερό (μετεωρικό ή αποθηκευμένο στο πορώδες του πετρώματος) ως διαλύτης αποσυνθέτει τα ορυκτά, υποβοηθούμενο από το ανθρακικό οξύ (H₂CO₃), το οποίο σχηματίζεται από το υπάρχον CO₂ . Η αντίδραση αυτή είναι περισσότερο συνηθισμένη σε ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθος).
- Ανθράκωση: το CO₂ διαλύεται στο νερό και σχηματίζεται ανθρακικό οξύ (H₂CO₃) το οποίο αντιδρά με τα ορυκτά π.χ. διαλύει τον ασβεστίτη (CaCO₃) σε ασβέστιο και διαπτανθρακικά ιόντα.



Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Αυτή η χημική αντίδραση εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα σε άνθρακα και υγρασία ενώ υπερισχύει σε ασβεστολιθικά και δολομιτικά εδάφη. Είναι επίσης υπεύθυνη για τη μετατροπή τέτοιων περιοχών σε καρστικά τοπία.

Άλλες χημικές αντιδράσεις δευτερεύουσας σημασίας από άποψη συχνότητας εμφάνισης, σημαντικές όμως για τη δημιουργία των υπολειμματικών εδαφών είναι:

- Ιοντοανταλλαγή, δηλαδή ανταλλαγή ιόντων μεταξύ ιόντων εδαφικών διαλυμάτων και κρυστάλλων, ανταλλαγή μέσα στο κρυσταλλικό πλέγμα του ίδιου ορυκτού ή με άλλα ορυκτά, διεργασία συνηθισμένη σε αργίλους.
- Χύλωση, δηλαδή η δημιουργία χυλικής ένωσης (οργανικά παράγωγα φυτών) οι οποίες συνδέονται με ιοντικούς και ομοιοπολικούς δεσμούς με μεταλλικά ιόντα και έχουν τη δυνατότητα να απομακρύνουν χημικά στοιχεία (κάλιο, νάτριο, πυρίτιο κ.α.) σε ευνοϊκές συνθήκες pH όπου αυτά είναι διαλυτά.
- Απόπλυση, εδαφικού υλικού και μετανάστευση ιόντων από τη διάλυση τους στο νερό. Η ευκινησία των ιόντων εξαρτάται από το ιοντικό δυναμικό τους (Fe: ανθίσταται περισσότερο, Si: σχετικά δυσκίνητο, Al: σχεδόν μη κινητό).
- Επιπρόσθετα, τα χουμικά οξέα που περιέχονται στους ανώτερους εδαφικούς ορίζοντες και τα νιτρικά οξέα, το επιπλέον CO₂ που σχηματίζονται από την οργανική αποσύνθεση, συμμετέχουν αν και όχι σημαντικά στην αποσύνθεση του εδάφους, μειώνοντας το pH του εδαφικού περιβάλλοντος.

Τα αποτελέσματα των μηχανικών και χημικών αντιδράσεων πολλές φορές δεν μπορούν να διακριθούν μεταξύ τους. Λαμβάνουν χώρα σχεδόν ταυτόχρονα και αλληλεπιδρούν υποβοηθώντας η μία την άλλη. Όταν, για παράδειγμα, λόγω της μηχανικής αποσάθρωσης δημιουργούνται ρωγμές ή θρυμματισμός στο μητρικό πέτρωμα, μεγαλώνει η επιφάνεια έκθεσής του ενώ παράλληλα διευκολύνεται η διείσδυση του νερού και άλλων ουσιών διαβρώνοντας αρχικά σε επιφάνειες διαχωρισμού και μετέπειτα την περαιτέρω έως και ολοκληρωτική αποσύνθεση του.

2.3 ΡΥΘΜΟΙ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ:

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Ο ρυθμός με τον οποίο εξελίσσεται η αποσάθρωση εξαρτάται εκτός από τη δυναμική των διαβρωτικών παραγόντων και από την ανθεκτικότητα της υπόψη βραχομάζας. Η τελευταία ελέγχεται από την ορυκτολογική σύσταση, υφή, πορώδες, αντοχή καθώς και την παρουσία και τη συχνότητα εμφάνισης επιφανειών ασυνέχειας, ήτοι σχιστότητας, στρώσης, διακλάσεων, ρωγμών κάθε είδους και ρηγμάτων. Από τα ορυκτά που συνιστούν ένα υγιές πέτρωμα, τα πρωτοσχηματιζόμενα που κρυσταλλώνονται σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες, είναι και τα περισσότερο επιδεκτικά στην διάβρωση. Επομένως, η σειρά διάβρωσης των ορυκτών φαίνεται να είναι η αντίστροφη της σειράς κρυστάλλωσης κατά Bowen (1922). Σύμφωνα με αυτή:

- Ο χαλαζίας παραμένει σχεδόν άθικτος, εκτός ίσως από τη στρογγυλοποίηση των κόκκων του
- Τα σιδηρομαγνησιούχα ορυκτά, είναι τα πρώτα που αποσυντίθενται σε αργιλικά και πολύ ευδιάλυτα οξείδια σιδήρου.
- Οι Κ – άστριοι αποσυντίθενται σε αργιλικά ορυκτά, συμπεριλαμβανομένων των καολινίτη, μοντμοριλλονίτη, ιλλίτη, μετά τη διάλυση των Na^+ , Ca^+ , και K^+ στο νερό. Το ίδιο ισχύει και για το μοσχοβίτη.
- Ο ασβεστίτης αποσυντίθεται σε ιόντα CO^- και Ca^+ .

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται κάποιες αλλαγές που υφίστανται ορισμένα ορυκτά.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Σχήμα7:Επιδεκτικότητα ορυκτών στην αποσάθρωση.

Primary minerals	Residual minerals*	Leached ions
Feldspars	Clay minerals	Na ⁺ , K ⁺
Micas	Clay minerals	K ⁺
Quartz	Quartz	-
Fe-Mg minerals	Clay minerals + Hematite + Goethite	Mg ²⁺
Feldspars	Clay minerals	Na ⁺ , Ca ²⁺
Fe-Mg minerals	Clay minerals	Mg ²⁺
Magnetite	Hematite, Goethite	-
Calcite	None	Ca ²⁺ , CO ₃ ²⁻

Πίνακας4: Σειρά κρυστάλλωσης κατά Bowen (1922) και παράγωγα αποσάθρωσης ορισμένων ορυκτών των πετρωμάτων.

Εκτός από την ορυκτολογική σύσταση, η αλληλεμπλοκή των ορυκτών αποτελεί σημαντικό παράγοντα στις διεργασίες αποσάθρωσης, δεδομένου ότι ένα ισχυρά συγκολλημένο πέτρωμα ανθίσταται περισσότερο στη διάβρωση, ενώ το μικρό πορώδες δεν επιτρέπει τη διέλευση του νερού και άλλων διαβρωτικών ουσιών.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Όσον αφορά στις επιφάνειες ασυνέχειας, τα έντονα διερυγμένα πετρώματα καθώς και αυτά με στρώση ή σχιστότητα είναι πολύ ευπαθή με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ζώνες αποσάθρωσης μεγάλου πάχους ιδιαίτερα κατά μήκος των επιφανειών αυτών.

Άλλοι παράγοντες που ελέγχουν τις διαβρωτικές διεργασίες και το σχηματισμό των υπολειμματικών εδαφών είναι:

1. Το κλίμα. Κάθε τύπος κλίματος συνεισφέρει διαφορετικά στις διεργασίες αποσάθρωσης. Ουσιαστικά το κλίμα καθορίζει την διαθεσιμότητα υγρασίας και τη θερμοκρασία. Το νερό ελέγχει τη κινητικότητα των ιόντων ενώ με την αύξηση της υγρασίας παρατηρείται μείωση του ασβεστίου (Ca) και αύξηση του νατρίου (Na) και του οργανικού υλικού. Επίσης η θερμοκρασία και η υγρασία καθορίζουν τη συσσώρευση αλάτων, τις αντιδράσεις σιδήρου (Fe) και το των εδαφικών διαλυμάτων.

Γενικά σε τροπικές περιοχές με μεγάλο ύψος βροχής και οι υψηλές θερμοκρασίες, επιταχύνονται σημαντικά οι χημικές διεργασίες, ενώ αντίθετα σε ξηρά κλίματα λαμβάνει χώρα κυρίως η μηχανική διάβρωση. Η μηχανική αποσάθρωση «ευδοκιμεί» σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου και μεγάλου γεωγραφικού πλάτους επειδή παρόλο που υπάρχει νερό, αυτό βρίσκεται σε μορφή παγετού.

Επομένως στις διαφορετικές κλιματικές ζώνες δημιουργούνται αντίστοιχα και διαφορετικοί τύποι εδαφών.

2. Η τοπογραφία. Η τοπογραφία περιλαμβάνει στοιχεία όπως το ανάγλυφο, την μορφολογική κλίση του εδάφους και την ανωμαλότητά του, τις υψομετρικές διαφορές και την έκθεση των πρανών. Η κλίση, το υψόμετρο και το σχήμα ενός πρανού καθορίζουν τον ρυθμό αποσάθρωσης και την ικανότητα των διαβρωτικών διεργασιών να απομακρύνουν τα παραγόμενα υλικά. Χαμηλές πλαγιές έχουν περισσότερη διαθέσιμη υγρασία λόγω της υψηλότερης στάθμης υπόγειου νερού και περισσότερη βλάστηση (σε υγρά και εύκρατα κλίματα). Σε επίπεδες επιφάνειες οι συνθήκες διάβρωσης είναι πιο ομαλές, σε κοίλες επιφάνειες πρανών η αποσάθρωση αυξάνεται προς κατόντη ενώ το αντίθετο συμβαίνει σε κυρτές επιφάνειες. Γενικότερα απότομο ανάγλυφο και μεγάλη μορφολογική κλίση συνεπάγεται και μεγαλύτερο ρυθμό διάβρωσης.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

3. Ο χρόνος. Οι προαναφερθείσες αποσάθρωτικές διεργασίες απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα για τη δημιουργία μεγάλου πάχους εδαφών.

Τα υπολειμματικά εδάφη φτάνουν τη μέγιστη ανάπτυξή τους σε τροπικές συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων, αλλά εμφανίζονται και σε περιοχές με εύκρατο ακόμα και ξηρό κλίμα και σποραδικά σε παγωμένα εδάφη. Υπολειμματικά παλαιοεδάφη συναντώνται επίσης σε διάφορες περιοχές.

Λόγω της ποικιλίας παραγόντων που αλληλεπιδρούν για τη δημιουργία των υπολειμματικών εδαφών και επειδή είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ο βαθμός που επηρεάζουν τη σύσταση και τη συμπεριφορά τους η αυστηρή ταξινόμηση τους σε ομάδες κοινών χαρακτηριστικών, δεν είναι ρεαλιστική. Μια χρήσιμη ταξινόμηση θα ήταν δυνατή, βάσει της δομής και της ορυκτολογικής ανάλυσης των αργιλικών ορυκτών.

Μπορούν να διακριθούν οι παρακάτω ομάδες: βάσει της ορυκτολογικής ανάλυσης:

- 1) Εδάφη χωρίς ισχυρή ορυκτολογική επίδραση
- 2) Εδάφη με μεγάλη ορυκτολογική επίδραση από συνήθη αργιλικά ορυκτά.
- 3) Εδάφη με μεγάλη ορυκτολογική επίδραση από αργιλικά ορυκτά που δεν συναντώνται σε ιζηματογενή εδάφη (διογκούμενα).

Βάσει της δομής:

- 1) Μεγάλη μάκρο - δομική επίδραση
- 2) Μεγάλη μικρο – δομική επίδραση
- 3) Ελάχιστη ή καθόλου δομική επίδραση.

Στην συνέχεια δίνεται ένας πίνακας που εξηγεί διαδοχικά τις διεργασίες που γίνονται κατά την μηχανική αποσάθρωση και χημική παράλληλα γρανιτικών και γνευσιακών πετρωμάτων ώσπου αυτά να δώσουν υπολειμματικό έδαφος και όλα τα επακόλουθα αυτού.

Οι γνεύσιοι είναι μεταμορφωμένα πετρώματα που προέρχονται από την αποσάθρωση και αλλαγή που παθαίνουν οι γρανίτες που είναι καθαρά πυριγενή πετρώματα.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Συγκεκριμένα κατά την μηχανική αποσάθρωση και χημική αποσύνθεση γρανιτών (και γνευσίων που αποτελούν μεταμορφωμένους γρανίτες) υφίστανται αλλαγές στην ορυκτολογική σύσταση και μετατροπή σε αργιλικό – ιλυώδες εδαφικό υλικό. Ταυτόχρονα αυξάνεται το πορώδες και μειώνεται η ξηρή πυκνότητα του. Η διαδικασία ξεκινά από τον αναλλοίωτο γρανίτη (1). Στη συνέχεια δημιουργείται μια λεπτή κρούστα κόκκινης-καφέ σκωρίας στα τοιχώματα (3) και μια ζώνη μικροσκοπικά διαβρωμένου γρανίτη (2) οι οποίες μετακινούνται προς το εσωτερικό της βραχομάζας. Μια αποχρωματισμένη ανοιχτή καστανή προς κιτρινωπή-άσπρη ζώνη σηματοδοτεί το τέλος του συμπαγούς βράχου (4). Η θρυμματισμένη ζώνη (5) αποτελείται κυρίως από άργιλο και ιλύ, υλικά αποσύνθεσης του γρανίτη. Αυτό το υλικό φαίνεται να είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο λόγω της μικρής γωνίας τριβής και της τάσης της διάτμησης κατά μήκος προυπαρχουσών ασυνεχειών του γρανίτη. Στο στάδιο (6) ο γρανίτης διασπάται σε ένα μίγμα αμμώδους / αργιλικού-ιλυώδους υλικού. Στο τελείως αποσαθρωμένο υλικό τα χρώματα σκουριάς έχουν εξαφανιστεί και το υπολειμματικό έδαφος διατηρεί ίχνη του θρυμματισμένου γρανίτη.

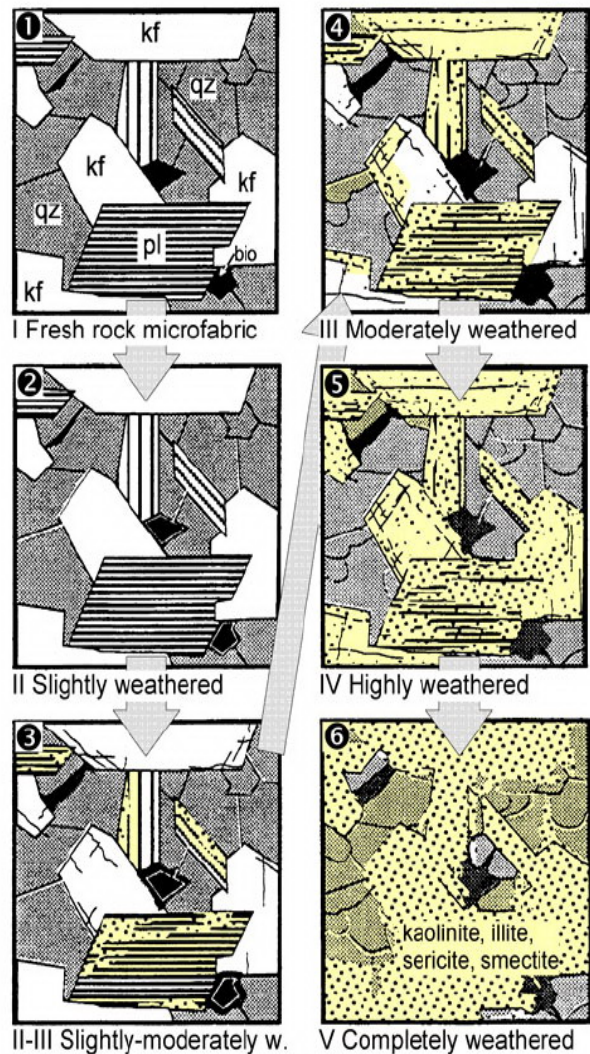


Figure 5: Weathering grades in the microfabric (modified after Scholz 1999).

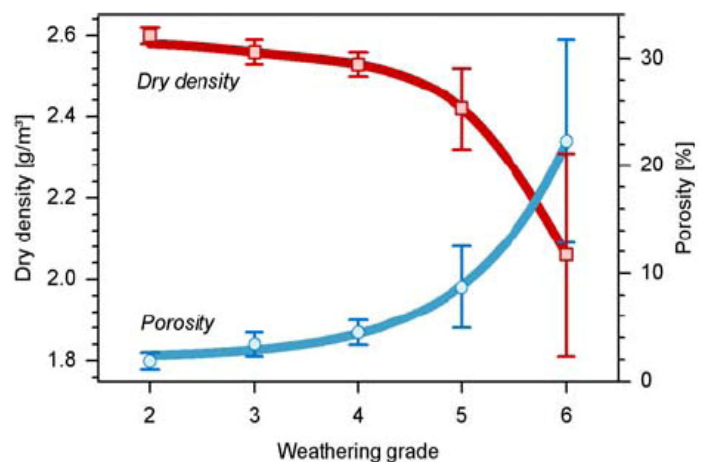


Figure 6: Connection of the weathering grade with dry density and porosity (pore volume). High/mean/low values are plotted for each grade.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

--	--

**Σχ.5 του πίνακα: Ορυκτολογικές μεταβολές κατά τα διάφορες φάσεις (I-V) ξεκινώντας από το αναλλοίωτο πέτρωμα ως το εντελώς αποσαθρωμένου.
Σχ.6 του πίνακα: Μεταβολή του πορώδους και της ξηρής πυκνότητας με την αύξηση του βαθμού αποσάθρωσης**

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΤΙΑΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

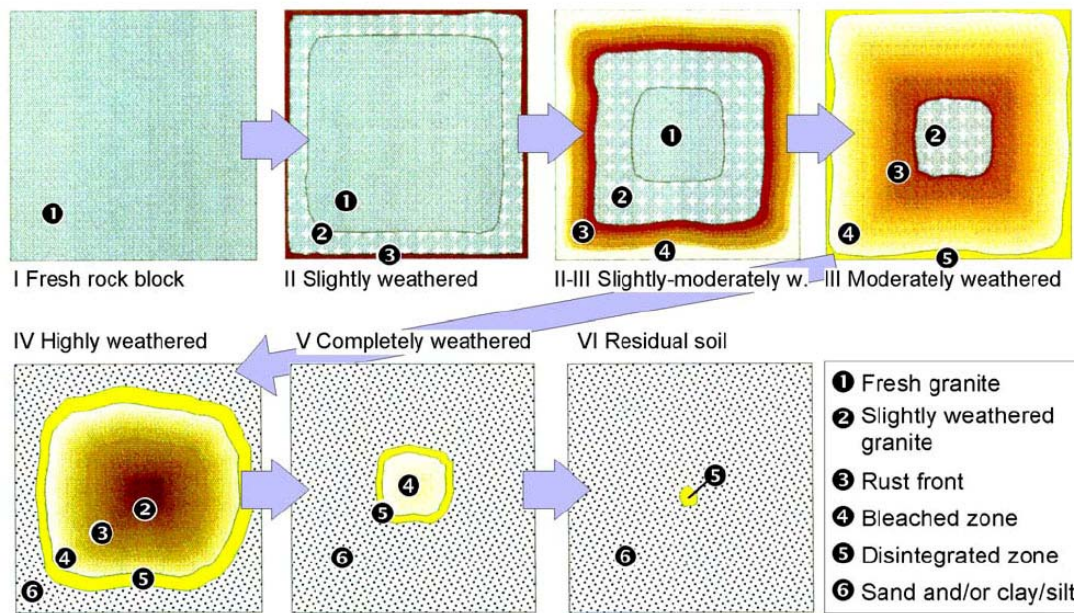


Figure 7: Grades of weathering in a Königshain granite block according to the ISRM 1978 weathering grades (modified after Scholz 1999).

Σχήμα9:Σταδιακή αποσάθρωση γρανίτη και τα σχετικά προϊόντα σε κάθε φάση αποσάθρωσης.

2.4 ΕΔΑΦΙΚΗ ΤΟΜΗ (ΠΡΟΦΙΛ) ΣΕ ΠΥΡΙΓΕΝΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ (κατά FOOKES) :

Κατά το σχηματισμό των υπολειμματικών εδαφών, σχηματίζεται μια ακολουθία οριζόντων, σχεδόν παράλληλων προς την επιφάνεια του εδάφους, οι οποίοι υπέρκεινται του υποκειμένου υγιούς πετρώματος και αποτελούν την εδαφική τομή (ή εδαφικό προφίλ). Οι ορίζοντες έχουν διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες που ελέγχονται από το διαφορετικό βαθμό αποσάθρωσης τους. Το πάχος τους είναι συνάρτηση του μητρικού πετρώματος, της τοπογραφίας, του κλίματος, της τεκτονικής καταπόνησης και των υδραυλικών συνθηκών που επικρατούν κατά τόπους. Τα εδαφικά προφίλ παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Συγκεκριμένα το προφίλ που σχηματίζεται πάνω από πυριγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα, υποδιαιρείται σε τρεις κύριες ομάδες:

1). Υπολειμματικό έδαφος (I)

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

2). Αποσαθρωμένο πέτρωμα (II)

3). Σχετικά ή τελείως αναλλοίωτο, πέτρωμα υποβάθρου (III).

Όσο και αν φαίνεται απλή αυτή η ταξινόμηση, δεν είναι εύκολο να εφαρμοστεί λόγω των ακανόνιστων και συχνά μεταβαλλόμενων επαφών τους.

Ειδικά το υπολειμματικό έδαφος διαρείται σε τρεις ζώνες:

- **Ζώνη IA** ορίζεται ως η ζώνη έκπλυσης εδαφικού υλικού. Εδώ συχνά αναπτύσσονται αμμώδεις υφές και το ανώτερο τμήμα είναι κανονικά οργανικό.
- **Ζώνη IB** όπου γίνεται απόθεση των στερεών συστατικών που μεταφέρονται από τον ορίζοντα IA. Ο B ορίζοντας είναι συχνά σκοτεινόχρωμος, πλούσιος σε ορυκτά μεγέθους αργίλου ενώ τα αρχικά ευδιάλυτα στοιχεία έχουν εκπληθεί. Ο υπόψη ορίζοντας έχει μεταβληθεί σημαντικά και δεν παραμένει κανένα στοιχείο που να υποδηλώνει τη αρχική σύσταση και δομή της βραχομάζας. Μερικές φορές εμπλουτίζεται σε πυρίτιο και αργίλιο ή σίδηρο και υφίσταται τσιμεντοποίηση. Λόγω αυτών των αλλαγών του υλικού και επειδή υφίσταται εποχιακές μεταβολές στη περιεχόμενη υγρασία, οι φυσικές ιδιότητες του ποικίλλουν σημαντικά.
- **Ζώνη IC** Αναγνωρίζεται από την αρχική βραχώδη δομή, η οποία παραμένει παρόλο που το υλικό συμπεριφέρεται περισσότερο σαν εδαφικό παρά σαν βραχώδες. Η δομή αυτή περιλαμβάνει διακλάσεις, ρήγματα και ορυκτά των οποίων ο προσανατολισμός είναι πανομοιότυπος με την αρχική σχετική τους θέση. Οι άστριοι έχουν μετατραπεί σε καολινίτη, ή άλλα αργιλικά ορυκτά, οι μαρμαρυγίες έχουν μερικώς, ή ολοκληρωτικά διασπαστεί και τα περισσότερα από τα υπόλοιπα ορυκτά του μητρικού πετρώματος, εκτός από το χαλαζία, έχουν μεταβληθεί. Το αποτέλεσμα είναι ότι ο φαινομενικά αρχικά σκληρός βράχος έχει τη σύσταση εδάφους και συμπεριφέρεται από πολλές απόψεις σαν έδαφος. Οι ασθενείς ζώνες που έχουν κληρονομηθεί από το αρχικό πέτρωμα είναι πολυπληθέστερες και πιο συνεχείς απ' ό τι συνήθως είναι στα μεταφερμένα εδάφη. Οι αμμώδεις ιλύες και οι ιλυώδεις άμμοι κυριαρχούν καθώς και οι πολύ μαρμαρυγιακές ζώνες είναι συνηθισμένες σε σημεία του αρχικού πετρώματος με

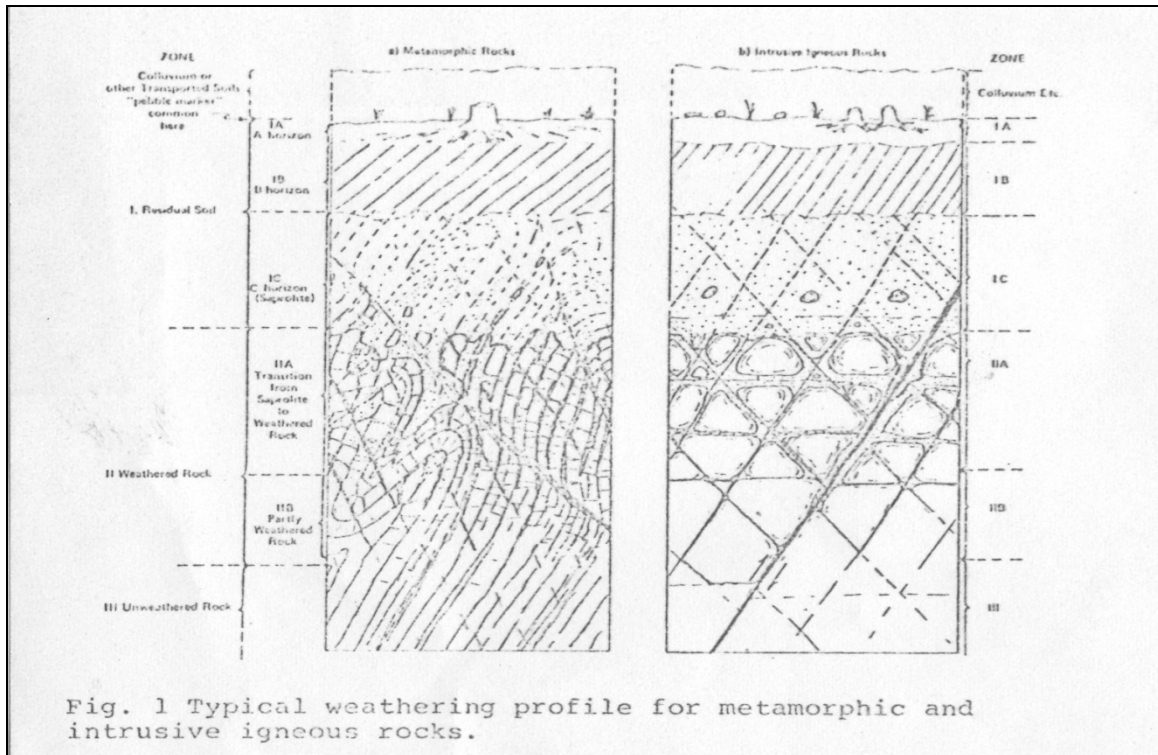
Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

υψηλό ποσοστό σε μαρμαρυγίες. Αυτή η ζώνη η οποία διατηρεί την υπολείπουσα βραχώδη δομή ορίζεται ως σαπρόλιθος. Για να μπορεί να αναγνωρίζεται από τις άλλες ζώνες του αποσαθρωμένου πετρώματος προσδιορίζεται από την παρουσία λιγότερου από 10% του όγκου *corestones*, δηλαδή υγιή, ή μερικώς αποσαθρωμένα κομμάτια βράχου, ή κατάλοιπα ενός προηγούμενα μεγαλύτερου διερρηγμένου τεμάχους υγιούς πετρώματος. Τα ιλυώδη και αμμώδη υλικά της ζώνης αυτής είναι γενικά πολύ συμπιεστά και επιδεκτικά σε επιφανειακή και υπόγεια διάβρωση.

- **Ζώνη IIA** Χαρακτηρίζεται από το μεγάλο εύρος στις φυσικές ιδιότητες των συστατικών τους, ήτοι των εδαφικών υλικών και των βραχωδών τμημάτων (*corestones*). Τα τελευταία καταλαμβάνουν ποσοστό 10 – 95 % του συνολικού όγκου. Η αποσάθρωση λαμβάνει χώρα κατά μήκος των προϋπάρχουσων διακλάσεων και ρηγμάτων και κατά μήκος λιθολογικών ενοτήτων που είναι πιο ευάλωτα στην αποσάθρωση. Το εδαφικό υλικό μεταξύ των βραχωδών τμημάτων είναι μέση προς αδρόκοκκη άμμο, σχετικά καθαρή ή αμμώδη και μαρμαρυγιακή. Η ζώνη αυτή είναι πολύ διαπερατή και οι απώλειες νερού σε γεωτρήσεις που φτάνουν στο συγκεκριμένο βάθος πολύ συνηθισμένες. Η μεταβατική αυτή ζώνη είναι θέση πολλών προβλημάτων σχετικά με θεμελιώσεις πάνω σε υπολειμματικά εδάφη και αυτό γιατί περιέχουν συστατικά με διαφορετικό βαθμό αποσάθρωσης και ως αποτέλεσμα διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες.
- **Μερικώς αποσαθρωμένο πέτρωμα ή ζώνη IIB.** Περιλαμβάνει πέτρωμα με αισθητό αποχρωματισμό και κάποια μεταβολή κατά μήκος των διαρρήξεων. Επί πλέον η μεταβολή των αστρίων και των μαρμαρυγιών έχει ξεκινήσει και κατά περίπτωση εξελιχθεί σε σημαντικό βαθμό. Το πέτρωμα υποβαθμίζεται κατά την εξέλιξη των μεταβολών από την αρχική κατάσταση σε πέτρωμα με μικρότερη αντοχή και μεγαλύτερη διαπερατότητα. Η διαπερατότητα αυξάνεται λόγω των αλλαγών του όγκου μερικών κόκκων ως νέες ορυκτολογικές φάσεις και αυξημένη ρωγμάτωση και άνοιγμα των προϋπάρχουσων διαρρήξεων λόγω της εκτόνωσης των τάσεων, προκαλούμενη από τη αποσάθρωση των υπερκείμενων στρωμάτων.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

- **Αδιάβρωτο βραχώδες υπόστρωμα ή ζώνη III.** Δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή των αστρίων και μαρμαρυγιών ή κάποια μεταβολή που να οφείλεται σε επιφανειακή αποσάθρωση.



Σχήμα10: Εδαφικό προφίλ που αναπτύσσεται σε μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της ανωτέρω ακολουθίας στρωμάτων είναι η επί τόπου δυσκολία διάκρισης των ορίων μεταξύ υπολειμματικού εδάφους και αποσαθρωμένου βράχου λόγω της διαβαθμιζόμενης σύστασης και δομής. Η διάκριση που βασίζεται στο ποσοστό παρουσίας αδιάβρωτων τεμαχίων γίνεται για καθαρά πρακτικούς σκοπούς.

Η σημασία του εδαφικού προφίλ σε προβλήματα ευστάθειας πρανών είναι προφανής. Κάθε ζώνη στην ακολουθία αυτή έχει σημαντικά διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες. Δημιουργείται έτσι μια ακολουθία ζωνών χαμηλής διαπερατότητας και αντοχής (ζώνη IB) που υπέρκειται ζωνών υψηλής διαπερατότητας (ζώνες IIA & IIB) οι οποίες είναι υποοριζόντιες προς την εδαφική επιφάνεια. Το όριο μεταξύ των τελευταίων είναι η πιο επικίνδυνη ζώνη για την εμφάνιση ολισθήσεων και αστοχιών.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Σε ένα εδαφικό προφίλ που δημιουργείται πάνω από ένα αρχικό γρανίτη, οι διάφορες ζώνες που αναπτύχθηκαν παραπάνω με διαφορετικό βαθμό αποσάθρωσης έχουν αντίστοιχα και διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες. Ένα παράδειγμα κατανομής αυτών με το βάθος παρατίθεται παρακάτω. Οι μετρήσεις των μηχανικών ιδιοτήτων και οι δοκιμές αντοχής εκτελέστηκαν στην περιοχή Konigshainer, 100 χλμ, ανατολικά της Δρέσδης στη Γερμανία εν' όψει κατασκευής μιας σήραγγας. Το μητρικό πέτρωμα είναι και σε αυτή την περίπτωση γρανίτης ενώ εμφανίζονται και υπολειμματικά εδάφη στην ευρύτερη περιοχή.

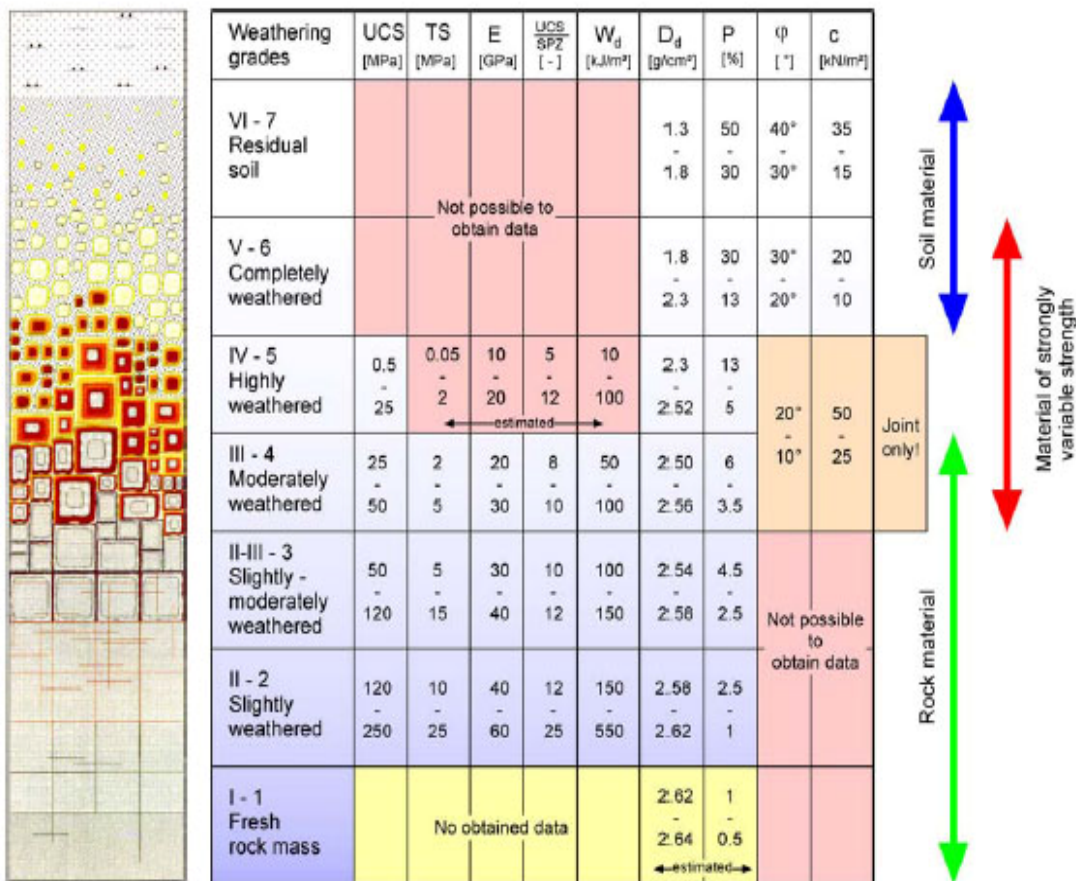


Figure 13: Weathering profile and some physical rock properties. UCS – unconfined compressive strength, TS – tensile strength, E – Young’s modulus, W_d – specific destruction work, D_d – dry density, P – porosity, φ – friction angle, c – cohesion (determined through direct shear tests).

Σχήμα11: Πίνακας κατανομής των μηχανικών ιδιοτήτων αναλογικά με το βάθος.

Συνοψίζοντας από τα παραπάνω, τα υπολειμματικά εδάφη έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τα οποία τα διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα μεταφερόμενα εδάφη:

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

- Δεν υφίστανται την επίδραση προφόρτιση
- Ασυνήθιστα αργιλικά ορυκτά στη σύσταση τους.
- Συχνά ισχυρές δομικές επιδράσεις (μικροσκοπικές και μακροσκοπικές)
- Εμπειρικές σχέσεις/εξισώσεις της συμβατικής εδαφομηχανικής δεν είναι εφαρμόσιμες.
- Συχνά υψηλή διαπερατότητα και μεγάλες τιμές C_v
- Συχνά ισχυρά επηρεαζόμενες από ετερογένεια (όχι πάντα)

Επιπλέον υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ αυτών ανάλογα με το σχηματισμό από τον οποίο προκύπτουν, τη γεωγραφική θέση που εμφανίζονται, το ανάγλυφο της περιοχής, την τεκτονική καταπόνηση που έχουν υποστεί και τις υδραυλικές συνθήκες. Οι διαφοροποιήσεις αυτές έχουν αντίκτυπο στις μηχανικές τους ιδιότητες και τη γενικότερη συμπεριφορά τους.

Κάποιες γενικές παρατηρήσεις σχετικά με την μηχανική συμπεριφορά τους ως εδαφικά υλικά δίνονται παρακάτω:

- Η διατμητική αντοχή τους τείνει να είναι μεγαλύτερη από τα ιζηματογενή εδάφη – αποδεικνύεται από τις απότομες πλαγιές στις οποίες απαντούν.
- Η αστράγγιστη αντοχή τους είναι σπάνια μικρότερη από 75 kPa και κυμαίνεται περίπου όσο η αντοχή των μαλακών βραχωδών υλικών.
- Οι τιμές του συντελεστή τριβής ϕ' τείνουν να είναι μεγαλύτερες από 30° και η τιμή του c' είναι συχνά σημαντική
- Σε πλαγιές εδαφών που περιέχουν πολυάριθμες ανομοιογένειες είναι σχεδόν αδύνατο να προσδιοριστούν εργαστηριακά οι τιμές αντοχής c' & ϕ' .
- Τέλος να επισημανθεί ότι τα υπολειμματικά εδάφη είναι πολύ ευμετάβλητα και οι γενικεύσεις είναι επικίνδυνες.

Επομένως προκειμένου να γίνει μια σωστή εκτίμηση των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του υπό εξέταση εδάφους θα πρέπει να ληφθούν υπόψη εκτός από τα δομικά στοιχεία της περιοχής και η ορυκτολογική

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

σύσταση του εδάφους και ιδιαίτερα το ποσοστό και η φύση των παρόντων αργιλικών ορυκτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο :
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Τεχνική περιγραφή εργασιών γεωτεχνικής έρευνας

Η έρευνα του υπεδάφους στη θέση του έργου πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή μίας δειγματοληπτικής γεώτρησης (θέση Γ-1, βάθους 10m), όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 1: Στοιχεία γεωτεχνικής έρευνας

Γεωτρήσεις	Βάθος έρευνας (m)	Στάθμη υπόγειου υδάτινου ορίζοντα (m)
Γεώτρηση Γ-1	10,00	3,90

Η γεώτρηση Γ-1 πραγματοποιήθηκε με συνεχή δειγματοληψία αδιατάρακτων δειγμάτων εδάφους. Η τεχνική δειγματοληψίας, η περιγραφή του εδάφους, η αρίθμηση των δειγμάτων και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, παρατίθενται στο μητρώο των γεωτρήσεων στο Παράρτημα Α του παρόντος τεύχους.

Τα δείγματα των γεωτρήσεων εξετάστηκαν μακροσκοπικά και ορισμένα αντιπροσωπευτικά εξ αυτών υποβλήθηκαν σε εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Όλες οι ερευνητικές εργασίες πεδίου διεξήχθησαν από εξειδικευμένο συνεργείο της ΦΡΑΓΚΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ κατά τρόπο σύμφωνο με τις σχετικές Δημόσιες Τεχνικές Προδιαγραφές (ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε101-83, Ε106-86).

3.2 Εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής

Σε επιλεγμένα δείγματα των γεωτρήσεων διεξήχθη ένα πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής κατάλληλα προσαρμοσμένο στη σύσταση των δειγμάτων και στις απαιτήσεις θεμελίωσης του έργου.

Οι εργαστηριακές δοκιμές περιελάμβαναν :

- Δοκιμές κατάταξης του εδάφους (κοκκομετρικές αναλύσεις με κόσκινα, μετρήσεις ορίων υδαρότητας - πλαστικότητας).
- Δοκιμές προσδιορισμού φυσικών χαρακτηριστικών (φυσική υγρασία, φαινόμενο βάρος και εξ αυτών προσδιορισμό του δείκτη κενών και του βαθμού κορεσμού του εδάφους).
- Δοκιμές προσδιορισμού των παραμέτρων συμπιεστότητας (δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης).

Όλες οι δοκιμές διεξήχθησαν κατά τρόπο σύμφωνο προς τις σχετικές Δημόσιες Τεχνικές Προδιαγραφές (ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε105-86), τα δε αποτελέσματα τους δίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα Β του παρόντος τεύχους. Τα αποτελέσματα αυτά παρατίθενται επίσης συνοπτικά στο μητρώο της γεώτρησης Γ-1 του Παραρτήματος Α, του παρόντος τεύχους.

3.3 Στρωματογραφία υπεδάφους - υπόγεια νερά

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, το υπέδαφος στη θέση του συγκεκριμένου οικοπέδου συνίσταται κυρίως από ιλυώδεις άμμους έως αμμώδεις ιλείς, χαλαρές έως

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

μέτρια πυκνές, με υποκείμενες υγρές ιλυώδεις έως αμμώδεις αργίλους, σε κατάσταση γενικά μαλακή έως μέσης συνεκτικότητας. Βαθύτερα των 6,20m εντοπίζεται σφιγρή ιλυώδης άργιλος υψηλής πλαστικότητας. Η στρωματογραφία του υπεδάφους είναι πρακτικώς οριζόντια και παρουσιάζεται στην εδαφική τομή του σχήματος 6.

Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκαν τα εξής στρώματα :

Στρώμα “F” : Επιφανειακά και μέχρι βάθος 1,0÷1,6m περίπου, συναντήθηκαν τεχνητές επιχωματώσεις με μπάζα, λίθους και κεραμικά, με σκούρο καστανό αργιλοιλυώδες συνδετικό υλικό.

Στρώμα “S1” : Από βάθος 1,0÷1,6m μέχρι βάθος 3,5m εντοπίσθηκε καστανοκίτρινη, μέτρια πυκνή ιλυώδης έως αργιλώδης άμμος, (κατάταξη κατά USCS: SC-CL).

Στρώμα “C1” : Από βάθος 3,5m μέχρι βάθος 3,9m συναντήθηκε πολύ υγρή, καστανή μαλακή ιλυώδης άργιλος, μέσης πλαστικότητας,(κατάταξη κατά USCS: CL-ML).

Στρώμα “S2” : Από βάθος 3,9m μέχρι βάθος 5,5 βρέθηκε υγρή, καστανή, μέτρια πυκνή χαλικώδης άμμος καλά διαβαθμισμένη (κατάταξη κατά USCS: SW).

Στρώμα “C2” : Από βάθος 5,5m μέχρι βάθος 5,7m εντοπίσθηκε, καστανή, αμμώδης άργιλος υψηλής πλαστικότητας (κατάταξη κατά USCS: SC).

Στρώμα “C3” : Από βάθος 5,7m μέχρι βάθος 6,2m εντοπίσθηκε σκούρα πράσινη έως μαύρη, μαλακή ιλυώδης άργιλος υψηλής πλαστικότητας με έντονη παρουσία

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

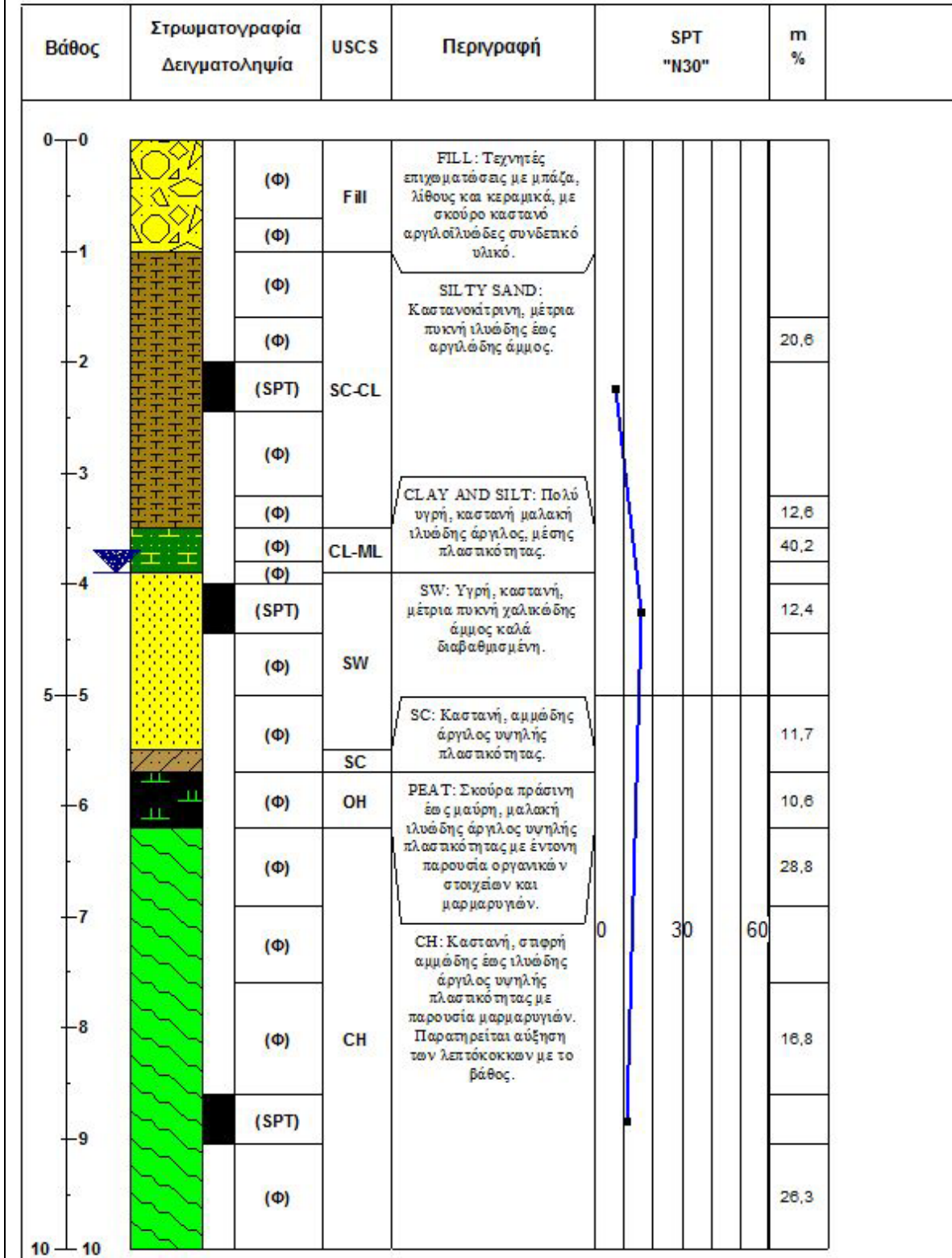
οργανικών στοιχείων και μαρμαρυγιών (κατάταξη κατά USCS: OH).

Στρώμα “C4” : Από βάθος 6,2m μέχρι βάθος 10,0m εντοπίσθηκε καστανή, στιφρή αμμώδης έως ιλυώδης άργιλος υψηλής πλαστικότητας με παρουσία μαρμαρυγιών. Παρατηρείται αύξηση των λεπτόκοκκων με το βάθος (κατάταξη κατά USCS: CH).

Κατά την εποχή διεξαγωγής της εργασίας (Απρίλιος 2011) ο υπόγειος υδάτινος ορίζοντας εντοπίστηκε στο βάθος των 3,9m από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

**Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΛΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.**

ΕΡΓΟ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΝΤΑΔΟΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ. Ο.Τ. 357, ΚΟΜΟΤΗΝΗ
ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΝΟ: Γ-1
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 18/4/11
ΒΑΘΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ: 7μ



Σχήμα12:Εδαφική τομή οικοπέδου

3.4 Τιμές εδαφικών παραμέτρων

Οι τιμές των παραμέτρων των εδαφικών στρώσεων προκύπτουν από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών στα δείγματα της δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ-1, ενώ εκτιμώνται έμμεσα από τα αποτελέσματα των πρότυπων δοκιμών διείσδυσης (SPT) βάσει δόκιμων συσχετίσεων της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές των διαφόρων χαρακτηριστικών κατάταξης και φυσικής κατάστασης των διαχωριζόμενων στρωμάτων, προκύπτουν γενικά ως οι μέσοι όροι των τιμών των αντιστοίχων εργαστηριακών δοκιμών. Ομοίως οι τιμές των χαρακτηριστικών αντοχής και συμπιεστότητας εκτιμώνται ως οι μέσοι όροι των τιμών των εργαστηριακών δοκιμών ή κατά περίπτωση ως οι ελάχιστες χαρακτηριστικές τιμές κατόπιν στατιστικής επεξεργασίας με διάστημα εμπιστοσύνης 95%.

3.5 Γεωτεχνικό προσομοίωμα

Με βάση τα προαναφερθέντα στις παραγράφους 3.1 και 3.2 του παρόντος τεύχους, στο σχήμα 13 που ακολουθεί δίνεται μία απλοποιημένη εδαφική τομή σχεδιασμού (γεωτεχνικό προσομοίωμα), η οποία χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τη διεξαγωγή των σχετικών εδαφοτεχνικών ελέγχων της θεμελίωσης.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Σχήμα 13 : Τυπική εδαφική τομή σχεδιασμού

Βάθη (m)	Φυσικό έδαφος
0,0	<p>Στρώμα "F": Τεχνητές επιχωματώσεις με μπάζα, λίθους και κεραμικά, με αργιλοιλυώδες συνδετικό υλικό. ($\gamma \approx 19,0$)</p>
1,0÷1,6	<p>Στρώμα "S1": Καστανοκίτρινη, μέτρια πυκνή ιλυώδης έως αργιλώδης άμμος. [SC-CL] $N_{SPT}=7$ $\gamma \geq 20$ $W=11-13$ ($c'=0-50$, $\phi'=24^\circ-28^\circ$) $C_u \geq 50 \approx 57$ ($E_s \geq 7$)</p>
3,5	<p>Στρώμα "C1": Πολύ υγρή, καστανή μαλακή ιλυώδης άργιλος, μέσης πλαστικότητας. [CL-ML] $W \geq 35$ $\gamma \approx 19,3$</p>
Υ.Υ.Ο. 3,9	
3,9	<p>Στρώμα "S2": Υγρή, καστανή, μέτρια πυκνή χαλικώδης άμμος καλά διαβαθμισμένη. [SW] $W \approx 12,1$ $\gamma \approx 21$ $N_{SPT}=16$ ($c'=0$, $\phi'=30^\circ$)</p>
5,5	<p>Στρώμα "C3": Σκούρα πράσινη έως μαύρη, μαλακή ιλυώδης άργιλος υψηλής πλαστικότητας με έντονη παρουσία οργανικών στοιχείων και μαρμαρυγιών. [OH] $W \approx 11$ $\gamma \approx 18$ $e \approx 0,66$ $W_L=56$ $PI=28$ $C_u \geq 50 (\approx 56,5)$ $C_c=0,35$ ($E_s \geq 7$)</p>
6,2	<p>Στρώμα "C4": Καστανή, σφιγρή αμμώδης έως ιλυώδης άργιλος υψηλής πλαστικότητας με παρουσία μαρμαρυγιών. [CH] $W \approx 16-30$ $\gamma \approx 19-20$ $e \approx 0,65-0,7$ $W_L=45-49$ $PI=28$ $N_{SPT}=11$ $C_u \geq 50 (\approx 56,5)$ $C_c=0,2$ ($E_s \geq 7$)</p>
10	

- Παρατηρήσεις :**
1. Η στρώση "F" δε λήφθηκε υπόψη στους εδαφοτεχνικούς ελέγχους που ακολουθούν, ως προς το δυσμενέστερο.
 2. Οι τιμές σε παρένθεση προκύπτουν έμμεσα από δόκιμες συσχετίσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας.



Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Υπόμνημα :

- Υ.Υ.Ο. : Υπόγειος υδάτινος ορίζοντας (m)
W : Φυσική υγρασία (%)
W_L : Όριο υδαρότητας
γ : Υγρό φαινόμενο βάρος (kN /m³)
PI : Δείκτης πλαστικότητας
e : Λόγος κενών
φ' : Ενεργός γωνία εσωτερικής τριβής (Deg)
C_u : Αστράγγιστη συνοχή (kPa)
C_c : Δείκτης συμπίεστικότητας (περιοχή τάσεων κανονικής στερεοποίησης)
C_v : Συντελεστής στερεοποίησης (m²/month)
E_s : Μέτρο συμπίεστικότητας (MPa)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : **ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ**

4.1 Είδος και μέτρα βελτίωσης συνθηκών θεμελίωσης

Με βάση τα αποτελέσματα της εργασίας και σύμφωνα με τους εδαφοτεχνικούς υπολογισμούς που ακολουθούν, το υπέδαφος φαίνεται να παρέχει επαρκή φέρουσα ικανότητα και σχετικώς μέτρια συμπίεσιμότητα, ούτως ώστε να είναι δυνατή η επιλογή λύσης επιφανειακής θεμελίωσης για το κτίριο. Δεδομένου ότι η στάθμη δαπέδου υπογείου προβλέπεται σε βάθος περί τα 3m από την επιφάνεια του εδάφους, η στάθμη θεμελίωσης του κτιρίου θα είναι σε βάθος της τάξης των 4÷4,2m από την επιφάνεια του εδάφους (1÷1,5m από το δάπεδο του υπογείου). Η σύσταση του πυθμένα εκσκαφής στο βάθος αυτό, είναι αμμοχαλικώδης, χαλαρή έως μέτρια πυκνή, με κατά τόπους αμμώδεις ενστρώσεις (στρώση “S2”).

Η στάθμη των υπόγειων υδάτων εντοπίστηκε κατά 0,3m περίπου ψηλότερα της στάθμης θεμελίωσης (3,9m στη γεώτρηση Γ-1) και πιθανότατα θα απαιτηθούν αντλήσεις για την ταπείνωση της στάθμης κατά τη φάση της εκσκαφής. Για τον λόγο αυτό, προτείνεται η κατασκευή εξυγιαντικής - εξισωτικής στρώσης πάχους τουλάχιστον 30cm, ώστε να δημιουργηθεί κατάλληλο δάπεδο εργασίας, να διαμορφωθεί η επιφάνεια έδρασης των θεμελίων στο απαιτούμενο βάθος θεμελίωσης, να ομογενοποιηθούν οι συνθήκες έδρασης και να καταστεί αποτελεσματικότερη η επανασυμπύκνωση του υπεδάφους έδρασης των θεμελίων. Τονίζεται ότι η εξυγιαντική στρώση θα πρέπει να είναι αμμοχαλικώδους σύστασης (π.χ. αμμοχάλικο κατηγορίας A-1-α ή A-1-b κατά AASHO), ώστε να εξασφαλίζεται η αποστράγγιση του πυθμένα εκσκαφής από τα νερά, σε περίπτωση ανόδου της στάθμης τους.

Με βάση τα παραπάνω και σύμφωνα με τους ελέγχους που ακολουθούν, η θεμελίωση του κτιρίου προτείνεται να υλοποιηθεί με

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

γενική κοιτόστρωση ή εναλλακτικώς με πυκνή σχάρα πεδιλοδοκών.

Για την εξασφάλιση ικανοποιητικών συνθηκών στεγανότητας στο υπόγειο, προτείνεται η κατασκευή εσωτερικού στραγγιστικού συλλεκτικού δικτύου, που θα οδηγεί σε φρεάτια μέσα από το υπόγειο, ούτως ώστε να είναι ελέγξιμες οι όποιες τυχόν μελλοντικές εισροές υπογείων υδάτων. Συνιστάται, επίσης να ληφθούν τα συνήθη μέτρα στεγάνωσης και προστασίας των υπογείων χώρων (ελεγχόμενες θέσεις αρμών διακοπής σκυροδέτησης, στεγανοποίηση αρμών, στεγανωτικά πρόσμικτα στο σκυρόδεμα κ.λ.π.). Τα θεμέλια προτείνεται να επανεπιχωθούν με κοκκώδες υλικό, επαρκώς συμπυκνωμένο περιμετρικά και με καθαρό στραγγιστικό αμμοχάλικο (εσωτερικά).

4.2 Επιτρεπόμενη τάση έναντι θραύσης εδάφους

Η εκτίμηση της επιτρεπόμενης τάσης έναντι θραύσης του υπεδάφους γίνεται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7 και τον ΕΑΚ σε στατικές και σεισμικές συνθήκες αντίστοιχα.

Κατά τους υπολογισμούς, γίνεται η παραδοχή έδρασης των θεμελίων επί διστρωματικού εδάφους αποτελούμενο από την υγρή, καστανή χαλικιώδη άμμο(SW) με χαρακτηριστικές τιμές διατμητικής αντοχής $c'=0$ kPa, $\varphi=30^\circ$ και από τη σκούρα πράσινη έως μαύρη, μαλακή ιλυώδη άργιλο υψηλής πλαστικότητας, με έντονη παρουσία οργανικών στοιχείων και μαρμαρυγιών, με χαρακτηριστικές τιμή αστράγγιστης αντοχής $C_u \geq 50 (\cong 56,5)$, σύμφωνα με τα στοιχεία της τυπικής εδαφικής τομής του σχήματος 7. Οι παράμετροι αντοχής για τους υπολογισμούς επιλέχθηκαν συντηρητικά με βάση τα αποτελέσματα των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών και τη βιβλιογραφία (Βαλαλάς, 1984, ταξινομήσεις εδαφών).

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

Κατά τους υπολογισμούς, θεωρήθηκε ελάχιστο υπολογιστικό βάθος θεμελίωσης $D=4\text{m}$ για κοιτόστρωση και $D=1,0\text{m}$ από τη στάθμη του δαπέδου του υπογείου για πεδילוδοκούς. Επίσης στους υπολογισμούς, ως τιμές σχεδιασμού γ_0 (φαινόμενο βάρος του εδάφους επίχωσης), h (πάχος στρώσης S2 από το επίπεδο θεμελίωσης) πάρθηκαν οι εξής: $\gamma_0=18 \text{ KN/m}^3$, $h=1,3 \text{ m}$. Οι υπολογισμοί έγιναν με τη μέθοδο επιτρεπόμενης τάσης εδάφους για συντελεστή ασφάλειας $FS=3$. Η «καθαρή φέρουσα ικανότητα του εδάφους» q_{un} , υπολογίστηκε με τη μέθοδο των Myslivec-Kysela, για τις στρώσεις S2 και C3, μέθοδος που αφορά σε εδάφη που περιλαμβάνουν δύο στρώσεις διαφορετικής αντοχής. Η τιμή της q_{un} προκύπτει από τις επιμέρους τιμές φέρουσας ικανότητας των στρώσεων, q_{uns2} και q_{unc3} .

Υπένθυμίζεται πως η μέθοδος αυτή, όπως και η μέθοδος του DIN4017, βασίζεται στη θεώρηση μιας γενικής επιφάνειας αστοχίας και επομένως δεν αντιμετωπίζει το πρόβλημα διάτρησης του πρώτου στρώματος που ενδέχεται να παρουσιαστεί όταν $q_{un1} \gg q_{un2}$, όπως και συμβαίνει στην εξεταζόμενη περίπτωση. Ενδεικτικά για την περίπτωση θεμελίου πεδילוδοκού με γεωμετρικά στοιχεία $B'=2\text{m}$ και $L'/B'=3$, υπολογίστηκαν $q_{uns2}=279 \text{ kPa}$ και $q_{unc3}=127 \text{ kPa}$.

Για το λόγο αυτό, έγινε απλοποιημένος έλεγχος διάτρησης. Η τάση διάτρησης για τις εξεταζόμενες περιπτώσεις θεμελίωσης παρουσιάζεται στα σχήματα 8 και 9. Η φέρουσα ικανότητα του θεμελίου καθορίζεται από την τάση διάτρησης του επιφανειακού στρώματος, όταν αυτή είναι μικρότερη της επιτρεπόμενης τάσης που υπολογίστηκε.

Για κοιτόστρωση, προκύπτουν τιμές επιτρεπόμενης τάσης της τάξης του $\sigma_{\text{επ}}=175 \text{ kN/m}^2$ έως $\sigma_{\text{επ}}=350 \text{ kN/m}^2$ σε στατικές συνθήκες (σχήμα 14).

4.3 Εκτίμηση καθιζήσεων - δείκτη εδάφους

Με βάση τα αποτελέσματα της δειγματοληπτικής γεώτρησης, ακολουθεί μία εκτίμηση των αναμενόμενων καθιζήσεων του εδάφους. Για ένα μεμονωμένο θεμέλιο και με βάση την παραδοχή έδρασης επί ελαστικού εδάφους, η καθίζηση S στην έδρασή του μπορεί να εκτιμηθεί με βάση τις προσεγγιστικές σχέσεις :

$$S = \sum_{i=1}^n H_i |z_i| \left(\frac{\kappa(\gamma_D - u_D)}{E_{si}^{oc}} + \frac{\sigma_{εδρ} - \gamma_D}{E_{si}} \right) \quad \text{για } \sigma_{εδρ} > \gamma_D$$

$$S = \sum_{i=1}^n H_i |z_i| \frac{\sigma_{εδρ} - u_D - (1-k) * (\gamma_D - u_D)}{E_{si}^{oc}} \quad \text{για } \sigma_{εδρ} \leq \gamma_D$$

όπου :

$\sigma_{εδρ}$: Είναι η ολική αναπτυσσόμενη τάση έδρασης που πραγματικώς εξασκείται μόνιμα στο έδαφος, D το βάθος θεμελίωσης, u_D είναι η άνωση (πίεση του νερού στην στάθμη θεμελίωσης) και γ το φαινόμενο βάρος του εδάφους που εκσκάπτεται. Ο συντελεστής k λαμβάνει τιμές από $k=0$ έως $k=1$ και εκφράζει το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την εκσκαφή των υπερκείμενων εδαφών μέχρι την κατασκευή του νέου κτιρίου και την πλήρη φόρτιση με την πραγματικώς ασκούμενη ολική τάση έδρασης $\sigma_{εδρ}$. Η τιμή $k=0$ ανταποκρίνεται στην ακραία θεωρητική κατάσταση όπου η επιβολή της $\sigma_{εδρ}$ γίνεται πολύ γρήγορα (ταυτόχρονα) αμέσως μετά την εκσκαφή.

Η τιμή $k=1$ ανταποκρίνεται στην άλλη ακραία θεωρητική κατάσταση, όπου η επιβολή της $\sigma_{εδρ}$ γίνεται σε αρκετό χρόνο μετά την εκσκαφή, ούτως ώστε να έχει ολοκληρωθεί η αποτόνωση (ανύψωση) του πυθμένα εκσκαφής.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

- n : Ο αριθμός των λωρίδων που χωρίζεται το υπέδαφος για τον υπολογισμό.
- H_i : Το πάχος της κάθε εδαφικής λωρίδας.
- E_{s_i} : Το μέτρο συμπίεστότητας της κάθε εδαφικής λωρίδας στην περιοχή της τάσης των υπερκείμενων γαιών όπως εκτιμάται στην τυπική εδαφική τομή.
- $E_{s_i}^{oc}$: Το μέτρο συμπίεστότητας της κάθε εδαφικής λωρίδας για προστεροποιημένο έδαφος στην περιοχή της τάσης των υπερκείμενων γαιών σ'_1 .
Για αργιλώδη εδάφη, $E_{s_i}^{oc} \cong 1$ έως $6 \times E_{s_i}$ και
 $E_{s_i}^{oc} \cong 2,3 \sigma'_1 (1+e)/Cr$.
- Για άμμους, μπορεί συντηρητικά να ληφθεί :
 $E_{s_i}^{oc} \cong 1$ έως $2 \times E_{s_i}$.
- I_{z_i} : Συντελεστής κατανομής της τάσης q με το βάθος του κέντρου της κάθε λωρίδας από το επίπεδο έδρασης, εκτιμώμενος κατά Boussinesq από σχετικά νομογραφήματα αναλόγως των διαστάσεων της φορτιζόμενης επιφάνειας για το σημείο της μέσης καθίζησης δύσκαμπτου θεμελίου, ή για το κέντρο εύκαμπτου θεμελίου.

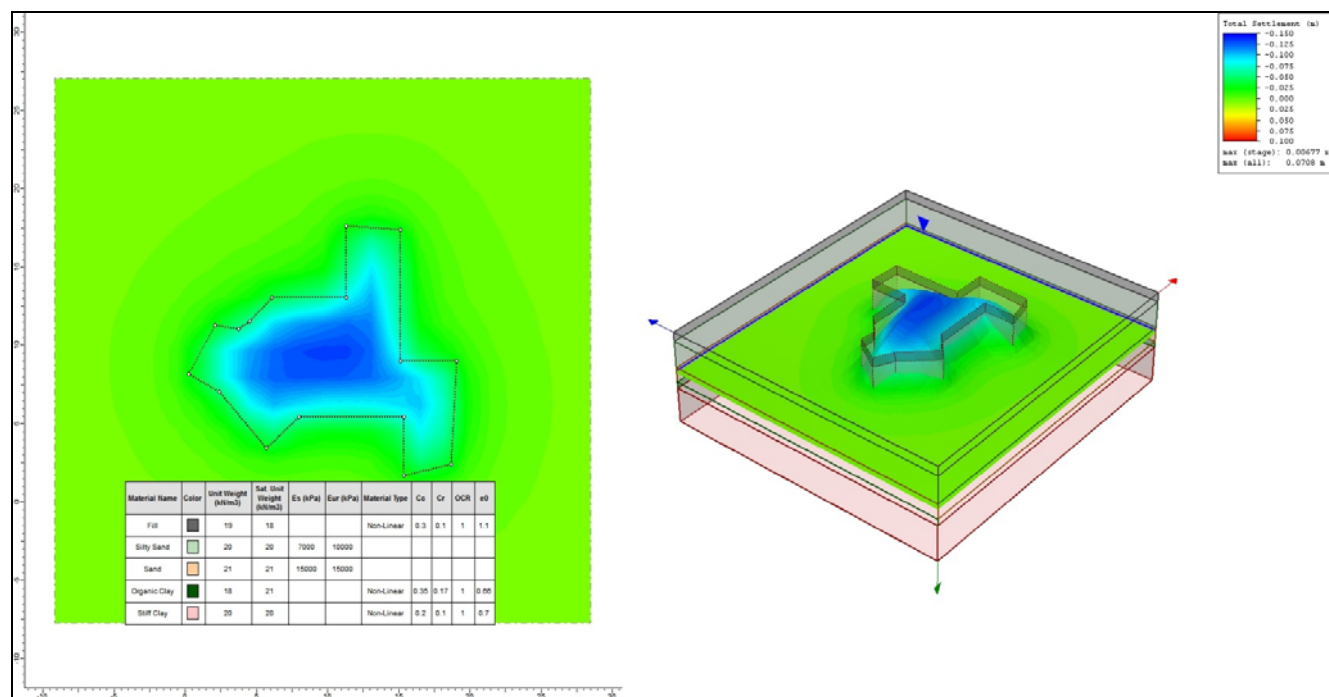
Στη συγκεκριμένη περίπτωση, θεωρείται ότι σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα μετά την εκσκαφή, το υπέδαφος θα εκτονωθεί και θα αποκτήσει κατάσταση ισορροπίας των ενεργών τάσεων, οπότε και ο υπολογισμός των καθιζήσεων μπορεί να γίνει (ως προς το δυσμενέστερο) λαμβάνοντας $k \cong 0,9$.

Οι καθιζήσεις υπολογίζονται παραμετρικά, για διάφορες τιμές αναπτυσσόμενης τάσης έδρασης $\sigma_{\varepsilon\delta\rho}$ και διάφορα πλάτη θεμελίου. Γίνεται θεώρηση $D=4m$ και θεμελίωση πάνω στη εδαφική στρώση "S2". Οι υπολογισμοί έγιναν με το πρόγραμμα Settle 3D και λήφθηκαν υπόψη οι μεταβολές ύψους του εδάφους θεμελίωσης για όλα τα στάδια κατασκευής του κτιρίου (δηλ. εκσκαφή, ταπείνωση υδροφόρου, επιβολή φορτίου) (σχήμα 10). Τόσο για γενική κοιτόστρωση όσο και για πυκνή σχάρα πεδιλοδοκών (οπότε η ολική καθίζηση του κτιρίου προσομοιάζεται με αυτή της

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

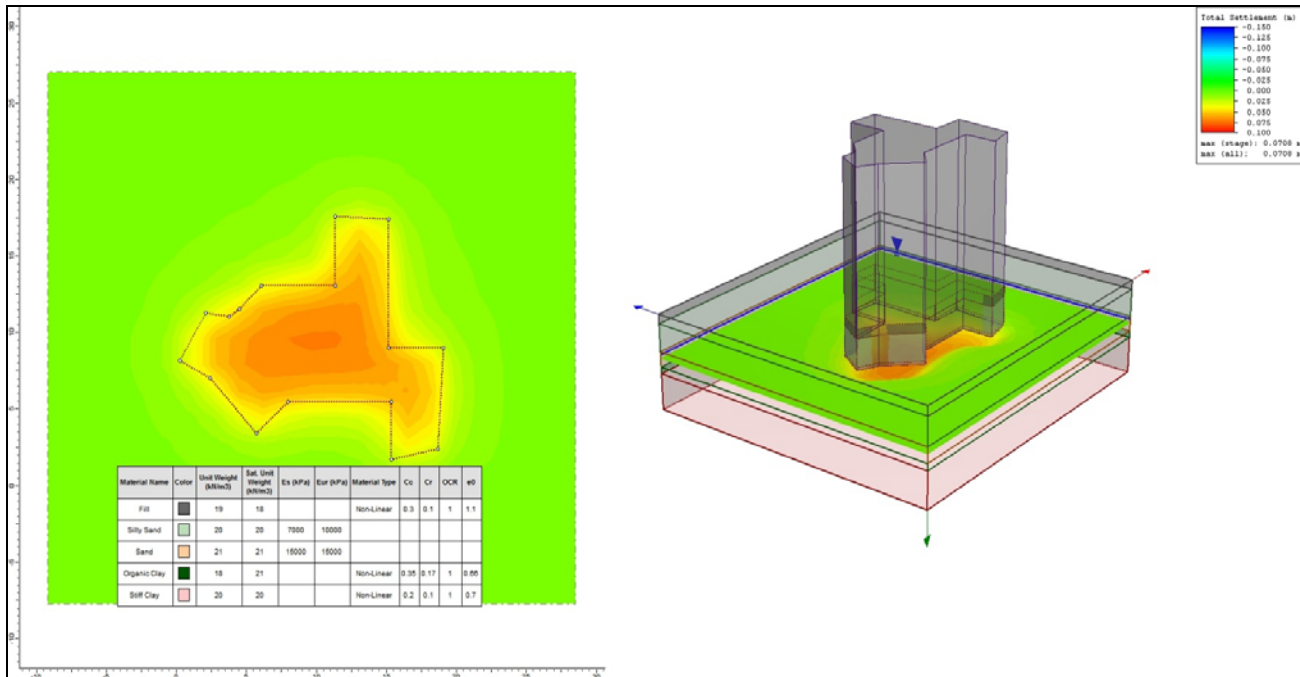
κοιτόστρωσης υπό το μέσο ανηγμένο λειτουργικό αναπτυσσόμενο φορτίο στην κάτοψη της θεμελίωσης), η μέση τάση έδρασης για πεντάροφη οικοδομή με υπόγειο εκτιμάται της τάξης των $\sigma_{εδρ} \approx 150 \text{ kN/m}^2$ περίπου.

Προκύπτει ολική μέση καθίζηση της τάξης των 7cm για αναπτυσσόμενες τάσεις έδρασης της τάξης των $\sigma_{εδρ} \approx 120 \text{ kN/m}^2$ (σχήμα 11 και 13) και 11,4cm για $\sigma_{εδρ} \approx 150 \text{ kN/m}^2$ (σχήμα 12), τιμές που βρίσκονται οριακά εντός αποδεκτών ορίων για γενική κοιτόστρωση (ή και πυκνή σχάρα πεδιλοδοκών).

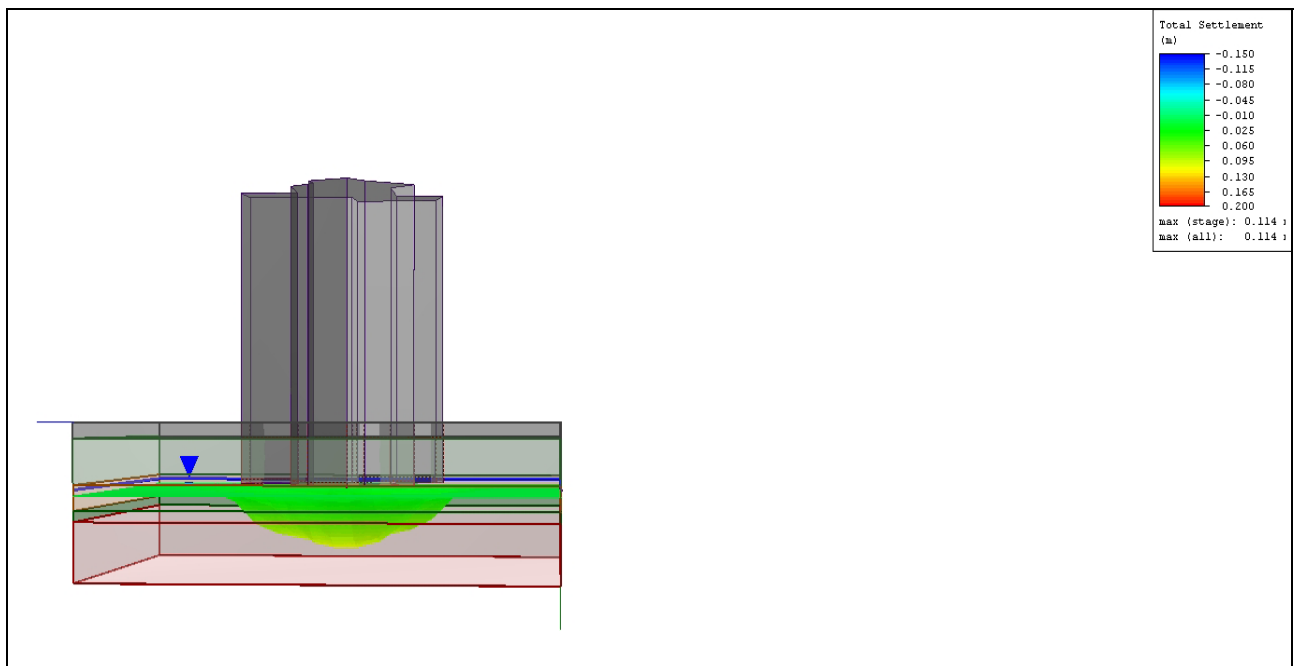


Σχήμα16:Υπολογισμός διόγκωσης πυθμένα κατά φάση της εκσκαφής

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



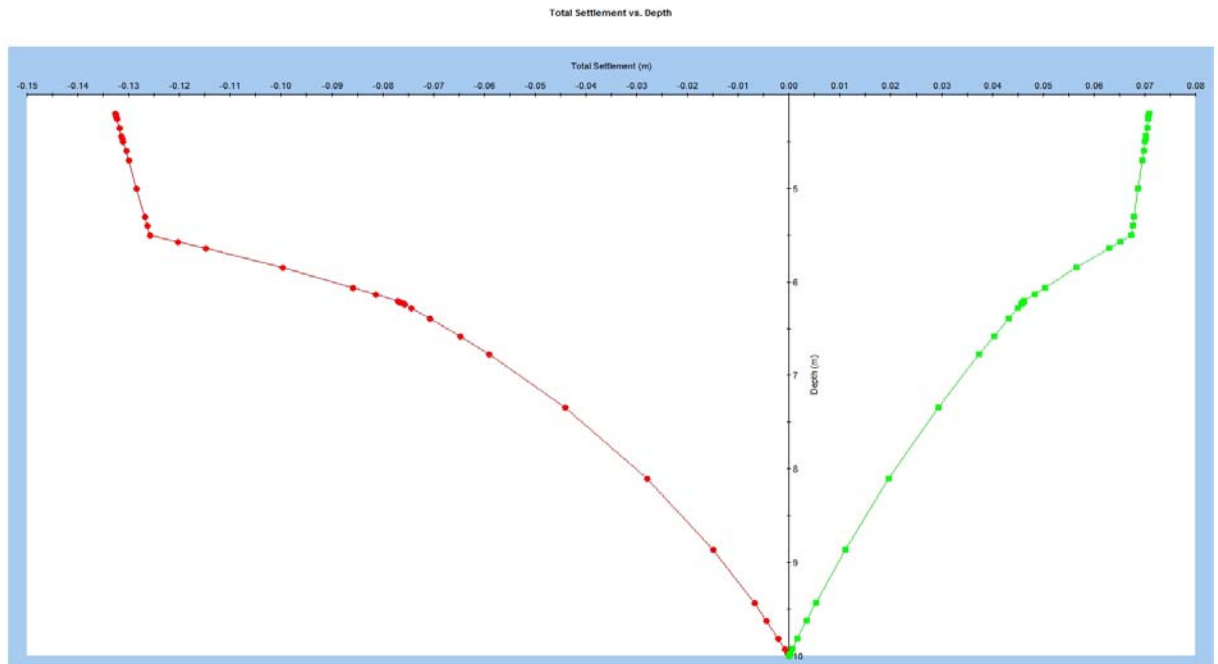
Σχήμα17: . Ολική καθίζηση για $\sigma_{εδρ} \approx 120 \text{ kN/m}^2$



Σχήμα18: Ολική καθίζηση για $\sigma_{εδρ} \approx 150 \text{ kN/m}^2$

Οι άνω υπολογιζόμενες τιμές ισχύουν για την περίπτωση ολοκλήρωσης των καθιζήσεων λόγω στερεοποίησης (συνθήκες μακροχρόνιας φόρτισης). Οι καθιζήσεις πάντως αναμένεται να είναι σχετικά βραδείες, καθ' όσον τα νερά βρίσκονται σχετικώς ψηλά και το υπέδαφος περιλαμβάνει κυρίως αργιλικά εδάφη.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Σχήμα19: Ολική μέση διόγκωση (κόκκινο) και καθίζηση (πράσινο) του εδάφους θεμελίωσης.

Η τιμή του δείκτη εδάφους για ενδεχόμενη στατική επίλυση του κτιρίου με θεώρηση έδρασης επί ελαστικού εδάφους προκύπτει από τη σχέση $K = \sigma_{\epsilon\delta\rho} / S$.

Ενδεικτικά, για την περίπτωση θεμελίωσης με κοιτόστρωση, βάσει των παραπάνω υπολογισμών καθιζήσεων, μπορεί να ληφθεί $K \approx 1.700 \text{ kN/m}^3$ σε στατικές συνθήκες. Για ανάλυση μάλιστα σε σεισμό, μπορεί να ληφθούν τιμές K τουλάχιστον διπλάσιες έως και τριπλάσιες των ως άνω προτεινόμενων.

4.4 Εκσκαφές – Αντιστηρίξεις – Αντλήσεις

Για την κατασκευή του υπογείου και της θεμελίωσης του κτιρίου, απαιτείται βάθος εκσκαφής της τάξης των 4,0m περίπου από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους (περιλαμβανομένης της εξυγιαντικής στρώσης). Τα εδαφικά υλικά της εκσκαφής αναμένεται να είναι συνεκτικά, ιλυοαμμώδους σύστασης με αρκετά μεγάλο ποσοστό λεπτόκοκκων.

Η οριακή κλίση πρανούς (θεωρώντας τις μέσες τιμές των ϕ' και c' και λαμβάνοντας μοναδιαίους συντελεστές ασφαλείας), θα

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΤΙΑΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

ήταν αντιστοίχως $U:\beta=2:1$. Στην περίπτωση που σε τμήματα της περιμέτρου του οικοπέδου, διέρχεται οδός ή υπάρχουν όμορα κτίσματα (ειδικά μάλιστα εάν αυτά δεν περιλαμβάνουν υπόγειο), θα πρέπει να ληφθούν μέτρα κατάλληλης προσωρινής αντιστήριξης (π.χ. τμηματική εκσκαφή), ώστε να διασφαλισθούν οι γύρω κατασκευές και οι χώροι έναντι κατολισθήσεων ή καθιζήσεων. Προβλήματα θα εμφανιστούν όταν φτάσει η στάθμη εκσκαφών τα υπόγεια ύδατα όπου συναντάται ο αμμώδης σχηματισμός και θα απαιτηθούν επιπλέον μέτρα αντιστήριξης καθώς επίσης και κάποιες αντλήσεις μικρών σχετικά παροχών.

Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμη η τοποθέτηση αμμοχαλικώδους στρώσης για να εξασφαλίζονται ικανοποιητικές συνθήκες δαπέδου εργασίας και να αποφευχθεί η υδραυλική χαλάρωση του πυθμένα του ορύγματος. Προτείνεται οι εργασίες εκσκαφής να διενεργηθούν την καλοκαιρινή περίοδο οπότε και εκτιμάται πιθανή ταπείνωση της υπόγειας στάθμης.

Σημειώνεται, πάντως, ότι σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα εργοταξιακά μέτρα ασφαλείας που απαιτούνται για παρόμοιου είδους εκσκαφές (στρογγύλευση χείλους εκσκαφής - προσωρινές αντιστηρίξεις όπου απαιτηθεί για προστασία εργαζομένων από τοπικές καταπτώσεις, περίφραξη χώρου, κ.λπ.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο:
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟ
ΕΞΕΤΑΣΗ.

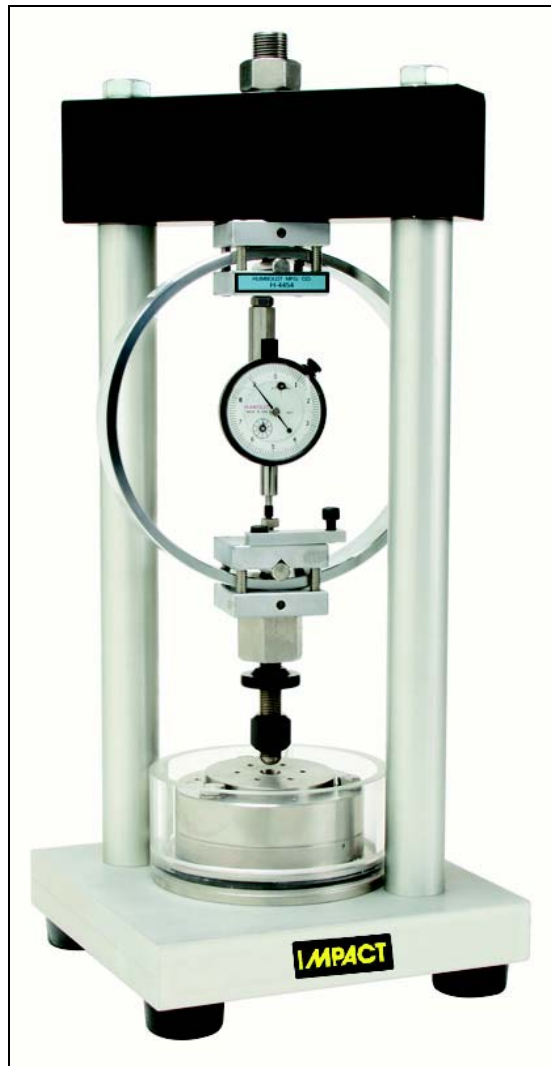
Όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, η αναγνώριση της ύπαρξης διογκούμενων αργιλικών υλικών είναι

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ- ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

πολύ σημαντική για την κατανόηση της μηχανικής συμπεριφοράς αυτών αλλά και για το γεωτεχνικό σχεδιασμό τεχνικών έργων. Επιπρόσθετα είναι σημαντικός και ο προσδιορισμός της τάσης διόγκωσης που μπορεί να προκαλέσει η αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας των εν λόγω υλικών.

Για το λόγο αυτό εκτελέστηκαν συμπληρωματικά με την εργαστηριακή έρευνα και δύο ειδικές δοκιμές διόγκωσης με τη συσκευή διόγκωσης SL285 Impact Test Equipment Ltd. της εταιρίας TRIGGER O.E.-ΓΕΩΛΟΓΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ (Σχήμα 20), σε δύο επιλεγμένα δείγματα. Το πρώτο προέρχεται από την περιοχή μελέτης (στρώμα C4) και το δεύτερο από την περιοχή της Ασπροβάλας, από υλικά παρόμοιας προέλευσης, δηλαδή αργιλοποιημένα προϊόντα αποσάθρωσης γνευσιακών πετρωμάτων.

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.



Σχήμα 20: Συσσκευή διόγκωσης SL285 Impact Test Equipment Ltd.

Η συσκευή διόγκωσης μετράει με τη βοήθεια ενός δακτυλίου φόρτισης, την τάση που αναπτύσσεται στη βάση του, μετά από διαβροχή του εξεταζόμενου δοκιμίου. Στη συνέχεια η μέτρηση μετατρέπεται σε τάση διόγκωσης, η οποία αναλογεί σε μία βαθμονόμηση κατά PVC, με βάση την οποία μπορεί να ταξινομηθεί το υλικό ως προς τη διόγκωση και τη συρρίκνωση. Η ταξινόμηση γίνεται με βάση τον ακόλουθο πίνακα:

**Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.**

Πίνακας 2: Ταξινόμηση διογκωσιμότητας συρρίκνωσης υλικών

PVC Δείκτης	Κατηγορία
<2	Όχι κρίσιμο
2-4	Μέσης κρισιμότητας
4-6	Κρίσιμο
>6	Πολύ κρίσιμο

Τα αποτελέσματα των δοκιμών διόγκωσης συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα 3.

Πίνακας 3: Αποτελέσματα δοκιμών διόγκωσης

Δείγμα	Μέτρηση Δακτυλίου	Τάση διόγκωσης (KPa)	PVC Δείκτης	Κατηγορία
Στρώμα C4	12	89,8	2,2	Μέσης κρισιμότητας
Ασπροβάλτα	13	97	2,4	Μέσης κρισιμότητας

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΤΙΑΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- ❖ Δημοσθένης Μ. Μουντράκης , Γεωλογία και Γεωτεκτονική Εξέλιξη της Ελλάδας, ΑΠΘ Τμήμα Γεωλογίας,2010
- ❖ Βασίλειος Χρηστάρας, Εργαστηριακές Δοκιμές Εδαφομηχανικής , ΑΠΘ Τμήμα Γεωλογίας, 2005
- ❖ Ανανίας Τσιραμπίδης , Πετρολογία Ιζηματογενών Πετρωμάτων, Δεύτερη Έκδοση , ΑΠΘ Τμήμα Γεωλογίας, 2006
- ❖ Υδρογεωλογία της Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης, Τροποποίηση Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Απορριμμάτων Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης.
- ❖ Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, 2010
- ❖ Deep Weathering and Alternation of Granites- a product of Coupled Processes. GeoProc 2003 International Conference.
- ❖ Fred G. Bell, Engineering Properties of Soil and Rock 2000, Blackwell Science Ltd, Fourth Edition
- ❖ F.H. Chen Elsevier, Foundations on expansive soils,1988
- ❖ Γεωτεχνική Έρευνα- Μελέτη με Έργο : Ανέγερση Πενταόροφης Οικοδομής Γραφείων – Κατοικιών επί Πιλοτής και Υπογείου επί των Οδών ΑΙΝΕΙΟΥ – ΑΓΧΙΣΟΥ Ο.Τ 357, ΚΟΜΟΤΗΝΗ, 2011

Τίτλος :ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΡΓΙΛΙΚΩΝ-
ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ.
