

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΣΚΟΠΟΥΜΕΝΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ
ΤΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ “ΜΑΚΡΟΝΙΣΟΣ HOTEL”

ΣΤΗΝ ΑΓΙΑ ΝΑΠΑ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ - ΜΑΪΟΣ, 2018

GEOINVEST LTD - ΓΕΩΕΡΕΥΝΑ

*Applied Geology – Geotechnics – Materials Testing
Environmental Engineering*

Viotechniki Periochi Aglantzias No 10, P.O.Box 20476, 2152 Aglantzia,
Tel: 22 33 00 93, Fax : 22 33 01 18, e-mail : geoinvest@cytanet.com.cy
Web: <http://www.geoinvest.com.cy>



Celebrating 30 Years of Excellence in Testing



10 Years of CYS EN ISO/IEC 17025:2005 Accreditation



GEOINVEST
ISO/IEC 17025:2005

18/05/2018

X\Geotech18\MakronisosHotel

φ/δ: κ. Αντρου Αχιλλέως/ A.S.D. HYPERSTATIC ENGINEERING DESIGN,
Λεμεσός.

Κύριοι,

ΘΕΜΑ: ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ
ΣΚΟΠΟΥΜΕΝΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ “ΜΑΚΡΟΝΙΣΟΣ
HOTEL” ΣΤΗΝ ΑΓΙΑ ΝΑΠΑ

Αναφέρομαι στο πιο πάνω θέμα και επιθυμώ να σας υποβάλω τεχνική έκθεση σε 3 αντίγραφα, που ετοίμασαν οι ειδικοί της εταιρείας μας.

Η έκθεση αυτή, που ετοιμάστηκε μετά από σχετική έρευνα που περιέλαβε μελέτη των γεωλογικών και γεωτεχνικών στοιχείων της ευρύτερης περιοχής, ανόρυξη γεωτρήσεων, επί τόπου και εργαστηριακές δοκιμές και αναλύσεις, αποτελεί εκτίμηση των συνθηκών του υπεδάφους στην τοποθεσία του σκοπούμενου έργου.

Οι ειδικοί του γραφείου μας παραμένουν στην διάθεσή σας για οποιοσδήποτε διευκρινήσεις, επιπρόσθετες πληροφορίες και για μελλοντική συνεργασία.

Ευχαριστούμε που μας εμπιστευθήκατε τη μελέτη.

Με εκτίμηση,

Ανδρέας Σιαθάς,
(γεωλόγος - διευθύνων σύμβουλος)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	4
2.1	Θέση – Μορφολογία	4
2.2	Γεωλογία Ευρύτερης Περιοχής.....	4
3	ΕΡΕΥΝΑ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ – ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ	5
3.1	Εργασίες.....	5
3.1.1	Εργασίες Υπαίθρου	5
3.1.2	Εργαστηριακές Δοκιμές – Αναλύσεις	5
	Τριαξονικές Δοκιμές Διάτμησης	6
3.1.3	Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, Έκθεση.	7
4	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	9
4.1	Γεωτεχνικά Χαρακτηριστικά του Υπεδάφους στο χώρο μελέτης.....	9
4.1.1	Ορίζοντας (Α): Πρόσφατα Επιφανειακά και Υπολειμματικά Εδάφη.....	9
4.3	Ομάδα (Β): Ψαμμίτης	12
4.4	Ομάδα (Γ): Μάργες.....	14
4.5	Υδρογεωλογικές Συνθήκες	16
4.6	Συνθήκες Εκσκαφής.....	17
4.7	Συνθήκες Θεμελίωσης.....	17
4.8	Σεισμολογικά στοιχεία.....	19
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ.....	20
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	
	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ.....	
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	
	ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ.....	

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1. Εργαστηριακές Δοκιμές και Πρότυπα	8
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά κατάταξης – Ορίζοντας Α.....	10
Πίνακας 3. Χαρακτηριστικά Πλαστικότητας - Ορίζοντας Α.....	10
Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ορίζοντας Α.....	11
Πίνακας 5. Χημικά Χαρακτηριστικά – Ορίζοντας Α.....	11
Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά Πλαστικότητας – Ορίζοντας Β	12
Πίνακας 7. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ορίζοντας Β.....	13
Πίνακας 8. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ομάδα Β.....	13
Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά κατάταξης –Ομάδα Γ	14
Πίνακας 10. Χαρακτηριστικά Πλαστικότητας -Ομάδα Γ.....	14
Πίνακας 11. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ομάδα Γ	15
Πίνακας 12. Παράμετροι Στερεοποίησης και Διόγκωσης – Ομάδα Γ	15
Πίνακας 13. Χημικά Χαρακτηριστικά – Ομάδα Γ.....	16
Πίνακας 14. Χημική Ανάλυση Νερού.....	17
Πίνακας 15. Γεωτεχνικά Χαρακτηριστικά των Εδαφών	22
Πίνακας 16. Δοκιμές Αντοχής στην Ανεμπόδιση Θλίψη.....	23

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έκθεση αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα της γεωλογικής/γεωτεχνικής έρευνας, που διεξήχθη κατά τον Απρίλιο – Μάιο του 2018 από την εταιρεία GEOINVEST LTD - ΓΕΩΕΡΕΥΝΑ στο χώρο της σκοπούμενης αναβάθμισης του Ξενοδοχείου “Makronisos Hotel” στην Αγία Νάπα. Η ανάθεση της έρευνας έγινε από τους μελετητές του έργου HYPERSTATIC ENGINEERING DESIGN.

Βασικός σκοπός της έρευνας ήταν η διακρίβωση:

- των γεωλογικών/ γεωτεχνικών συνθηκών του υπεδάφους,
- των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών (στάθμη των υπόγειων υδάτων, διαπερατότητα των διαφόρων εδαφολογικών οριζόντων),
- των μηχανικών χαρακτηριστικών των διαφόρων εδαφολογικών οριζόντων και
- των συνθηκών θεμελίωσης.

Τα πιο πάνω στοιχεία στόχο έχουν να βοηθήσουν τους μελετητές μηχανικούς του έργου να εκτιμήσουν τις συνθήκες του υπεδάφους στις ορθές τους διαστάσεις και να εκτιμήσουν κατά πόσο μπορεί να προστεθούν επιπρόσθετοι όροφοι στα κτήρια του ξενοδοχείου.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

2.1 Θέση - Μορφολογία

Ο χώρος του έργου βρίσκεται στην τουριστική περιοχή της Αγίας Νάπας, μεταξύ του αυτοκινητόδρομου Α3, της λεωφόρου Νησί και της οδού Αγίου Νίκανδρου. Ο χώρος είναι γενικά επίπεδος. Η θέση του χώρου μελέτης εμφανίζεται στο σχέδιο 1.

2.2 Γεωλογία Ευρύτερης Περιοχής

Γεωλογικά, η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από την παρουσία των επιφανειακών και υπολειμματικών εδαφών, των παλαιών παράκτιων αποθέσεων κάτω από τις οποίες βρίσκονται Ασβεστιτικοί Βιοκλαστικοί Ψαμμίτες του γεωλογικού σχηματισμού “Αθαλάσσης” που υπέρκεινται είτε του ορίζοντα των ιλυόλιθων του σχηματισμού “Λευκωσίας”, είτε των κρητίδων/μαργών του σχηματισμού Πάχνας ή του σχηματισμού των “Μαμωνιών”.

3 ΕΡΕΥΝΑ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ – ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΙΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ

3.1 Εργασίες

Η έρευνα περιέλαβε :

- Συλλογή και αξιολόγηση των γεωλογικών και γεωτεχνικών πληροφοριών που αφορούν την ευρύτερη περιοχή.
- Ανόρυξη 7 γεωτρήσεων συνολικού βάθους 90 μέτρων.
- Επί τόπου δοκιμές πρότυπης διείδυσης.
- Δειγματοληψία
- Εργαστηριακές Δοκιμές
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και ετοιμασία της παρούσας τεχνικής έκθεσης

3.1.1 Εργασίες Υπαίθρου

Οι γεωτρήσεις ανορύχθηκαν με τη τεχνική open hole/destructive drilling σε συνδυασμό με επί τόπου δοκιμές προτύπου διεισδύσεως-Standard Penetration Tests-SPT, που είναι γενικά παραδεκτό ότι δίνουν αξιόπιστες πληροφορίες για την φέρουσα ικανότητα των κοκκωδών εδαφών. Οι γεωτρήσεις έχουν ανορυχθεί με περιστροφικό γεωτρήσιμο τύπου SCHRAMM ROTADRILL. Οι δοκιμές SPT έχουν γίνει με ειδικό εξοπλισμό που πληροί τις προδιαγραφές BS EN ISO 22476-3:2005 + A1:2011. Κατά την ανόρυξη των γεωτρήσεων λαμβάνονταν δείγματα εδάφους ανά μέτρο, ενώ σε επιλεγμένα σημεία έχουν ληφθεί και αδιατάρακτα δείγματα και δείγματα όπως καθορίζεται από το BS 5930:2015.

3.1.2 Εργαστηριακές Δοκιμές - Αναλύσεις

Οι εργαστηριακές δοκιμές και αναλύσεις επιλεγμένων, αντιπροσωπευτικών δειγμάτων από τις γεωτρήσεις, περιέλαβαν κοκκομετρικές αναλύσεις, όρια Atterberg, φυσική και ξηρή πυκνότητα, ειδικό βάρος, φυσική υγρασία, αντοχή στην ανεμπόδιστη θλίψη, αντοχή στη διάτμηση, στερεοποίηση και διόγκωση.

Κοκκομετρικές Διαβαθμίσεις

Κοκκομετρικές διαβαθμίσεις έχουν γίνει σε διάφορα αντιπροσωπευτικά δείγματα με συνδυασμό υγρής κοκκομέτρησης και αραιομέτρου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ευρωπαϊκών προτύπων CEN ISO/TS 17892-3:2015. Σαν διαλύτης - για αποκόλληση των κόκκων - στη δοκιμή με το αραιόμετρο χρησιμοποιήθηκε το εξαμεταφωσφορικό νάτριο.

Όρια Atterberg

Οι δοκιμές αυτές έγιναν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Ευρωπαϊκού προτύπου CEN ISO/TS 17892-12:2004. Τα όρια υδαρότητας καθορίζονται σύμφωνα με τη

μέθοδο του κώνου διείσδυσης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται και στο διάγραμμα πλαστικότητας Casagrande.

Μονοαξονικές Δοκιμές - Ανεμπόδιστηs Θλίψης

Έχουν γίνει αρκετές τέτοιες δοκιμές σε δείγματα που λήφθηκαν με την τεχνική της πυρηνοληψίας. Η ετοιμασία των δειγμάτων έγινε σύμφωνα με τα CEN ISO/TS 17892-7:2016. Η τοποθέτηση του δείγματος στη μηχανή θλίψης είχε την ίδια κατεύθυνση όπως και στη γη. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο πίνακα 11.

Δοκιμές Άμεσης Διάτμησης (Direct Shear Test)

Οι δοκιμές απευθείας διάτμησης έγιναν σε συμφωνία με το πρότυπο CEN ISO/TS 17892-10:2006. Το φορτίο που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε δοκίμιο έχει υπολογιστεί και προσομοιώνει το επί-τόπου βάρος στο συγκεκριμένο βάθος από όπου και ανακτήθηκε το δείγμα. Η διάτμηση έγινε με αργό ρυθμό ο οποίος επίσης έχει υπολογιστεί ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία πίεσης στους πόρους του υλικού με αποτέλεσμα η ενεργή ορθή τάση να είναι ίση με την ολική ορθή τάση. Έτσι η ενεργός διατμητική αντοχή (συνοχή) και η ενεργή γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους μπορούν να καθοριστούν. Τα δοκίμια έχουν ελεγχθεί σε ειδική μηχανή της ELE INTERNATIONAL την EL26-2114 series Digital Direct/Residual Shear Apparatus. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παράρτημα 1.

Τριαξονικές Δοκιμές Διάτμησης

Έγινε μια τριαξονική δοκιμή, χωρίς αποστράγγιση (Quick Undrained) σύμφωνα με CEN ISO/TS 17892-8:2006. Τα δοκίμια έχουν ελεγχθεί στην τριαξονική μηχανή θλίψης, που αναφέρεται πιο πάνω. Με βάση τις πληροφορίες που λήφθηκαν από τις δοκιμές αυτές έχει επίσης υπολογισθεί και το μέτρο συμπίεσης.

Δοκιμές Στερεοποίησης και Διόγκωσης

Η δοκιμή έγινε σε αδιατάρακτο δείγμα, όπως απαιτούν οι προδιαγραφές CEN ISO/TS 17892-5:2017 με φορτίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 201 – 1589 kN/m² και με δύο στάδια αποφόρτισης. Καταγράφονται έτσι οι δυνατότητες διόγκωσης και οι σχετικές πιέσεις που είναι δυνατό να εξασκηθούν. Κατά την εκτέλεση της δοκιμής δείγμα συγκεκριμένου πάχους (15-20 mm) τοποθετείται στο oedometer (laterally confined specimen) και του δίνεται δυνατότητα απορρόφησης νερού. Αμέσως μετά αρχίζει σταδιακή φόρτιση με σκοπό να αποφευχθεί η οποιαδήποτε διόγκωση με τη βοήθεια μετρητή μεγάλης ακρίβειας 0,00X - 0.0X mm. Η διαδικασία αυτή μπορεί να διαρκέσει από μερικές ώρες μέχρι και 1-2 μέρες ανάλογα με τις δυνατότητες διόγκωσης της αργίλου. Αφού πια σταματήσει η τάση προς διόγκωση (επιτυγχάνεται δηλαδή η εξισορρόπηση της τάσης προς διόγκωση με τη πίεση που προκαλεί το φορτίο και καθορίζεται έτσι η κατακόρυφη πίεση που χρειάζεται να εξασκηθεί στο συγκεκριμένο, υπό δοκιμή, δείγμα που βρίσκεται μέσα στο δακτύλιο του oedometer για να αποφευχθεί η διόγκωση i.e. Swelling pressure), αρχίζει η καταμέτρηση της διόγκωσης με τη σταδιακή

αφαίρεση του φορτίου. Στη συνέχεια ακολουθεί η δοκιμή στερεοποίησης όπως περιγράφεται πιο πάνω.

Έχουν ετοιμαστεί διαγράμματα (Compression vs Time plots) για κάθε ακολουθία φόρτισης, όπως και διαγράμματα e Vs $\log P$ (παράρτημα 1). Στα διαγράμματα αυτά παρουσιάζονται επίσης και τα φυσικά χαρακτηριστικά του δείγματος, όπως η αρχική και τελική υγρασία, αρχική υγρή πυκνότητα (bulk density), το ειδικό βάρος, οι διαστάσεις του δακτυλίου κλπ.

Οι τιμές c_v and m_v (συντελεστής στερεοποίησης και συντελεστής κατ' όγκον στερεοποίησης (coefficient of compressibility and coefficient of volume compressibility αντίστοιχα) που αντιπροσωπεύουν διάφορες φορτίσεις παρουσιάζονται σε πίνακα στο διάγραμμα e Vs $\log P$. Ο λόγος υπερστερεοποίησης (overconsolidation ratio-OCR) έχει επίσης υπολογισθεί με βάση τη τεχνική Casagrande. Με τη βοήθεια των αποτελεσμάτων των δοκιμών αυτών έχει υπολογισθεί και το μέτρο συμπίεσης τα οποία σε γενικές γραμμές συμφωνούν με εκείνα των τριαξονικών δοκιμών.

Η δοκιμή διόγκωσης (swelling pressure) παρουσιάζονται σε διαγράμματα (cumulative weight Vs time) στο παράρτημα 1 μαζί με τις δοκιμές στερεοποίησης.

Χημικές Αναλύσεις

Έχουν ελεγχθεί δείγματα για άλατα θείου, χλωρίου και για pH, σύμφωνα με τα Βρετανικά Πρότυπα BS 1377-3:1990. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο πίνακα 1.

3.1.3 Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, Έκθεση.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αξιολογήθηκαν από τους ειδικούς της εταιρείας μας και ετοιμάστηκε η Τεχνική Έκθεση στην οποία παρουσιάζονται οι εργασίες που έγιναν, η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τα αποτελέσματα στη βάση των οποίων έχουν εξαχθεί τα συμπεράσματα και οι εισηγήσεις μας.

Πίνακας 1. Εργαστηριακές Δοκιμές και Πρότυπα

Classification Tests	<i>Particle Size Distribution by means of both wet sieving and hydrometer</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-4:2014
	<i>Bulk and Dry Density</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-2:2014
	<i>Natural Moisture Content</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-1:2014
	<i>Atterberg Limits</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-12:2004
	<i>Linear Shrinkage</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-12:2004
	<i>Specific Gravity/Particle Density</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-3:2015
Strength Tests	<i>Unconfined/Uniaxial Compressive Strength</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-7:2017
	<i>Direct Shear Strength Tests</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-10:2006
Consolidation and Swelling tests	<i>One Dimensional Consolidation</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-5:2017
	<i>Swelling Pressure</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-5:2017
	<i>Swelling Measurement</i>	CYS CEN ISO/TS 17892-5:2017
Electrochemical Tests for Soils	<i>Sulphates</i>	BS EN 1377-3:1990
	<i>Chlorides</i>	BS EN 1377-3:1990
	<i>pH</i>	BS EN 1377-3:1990
	<i>Montmorillonite Content</i>	BS EN 13925-1:2003
Electrochemical Tests for Water	<i>Sulphates</i>	BS EN 1377-3:1990
	<i>Chlorides</i>	BS EN 1377-3:1990
	<i>CaCO₃</i>	BS EN 1377-3:1990
	<i>pH</i>	BS EN 1377-3:1990
	<i>EC</i>	BS EN 27888:1993
	<i>TDS</i>	BS EN 1377-3:1990

4 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

4.1 Γεωτεχνικά Χαρακτηριστικά του Υπεδάφους στο χώρο μελέτης

Γεωλογικά, ο χώρος δομείται από 3 γεωλογικούς σχηματισμούς:

- (1) Πρόσφατα Επιφανειακά και Υπολειμματικά Εδάφη, Επιχωματώσεις ,
- (2) Σχηματισμός Παλιών Θαλάσσιων Αναβαθμίδων, Ψαμμίτες
- (3) Ιλυόλιθοι – Μάργες, Σχηματισμού «Πάχνας/Λευκάρων».

Από γεωτεχνικής άποψης μπορούν να χωριστούν σε 3 γεωτεχνικούς ορίζοντες, που συμπίπτουν με τους γεωλογικούς σχηματισμούς ως πιο πάνω.

Κάτω από μικρού πάχους λεπτόκοκκα υπολειμματικά εδάφη και επιχωματώσεις (0,30-1,70 μέτρα) εντοπίζεται ο Σχηματισμός των Παλαιότερων Θαλάσσιων Αναβαθμίδων που αποτελείται από ψαμμίτες με διάφορο βαθμό συγκόλλησης των κόκκων και στη συνέχεια η Μάργα του σχηματισμού «Πάχνας/Λευκάρων». Από γεωτεχνικής άποψης παρατηρούνται μεγάλες διαφοροποιήσεις στα μηχανικά χαρακτηριστικά των πιο πάνω γεωτεχνικών ομάδων και συγκεκριμένα όσον αφορά τη πυκνότητα, τη σκληρότητα τις πλαστικές ιδιότητες και την διαπερατότητα. Οι μηχανικές παράμετροι των πιο πάνω εδαφών μπορούν να καταταγούν σε τέσσερις ομάδες :

- Δοκιμές Κατάταξης,
- Στερεοποίηση/Διόγκωση,
- Πυκνότητα/Αντοχή και
- Χημικά χαρακτηριστικά,

που παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.

4.1.1 Ορίζοντας (Α): Πρόσφατα Επιφανειακά και Υπολειμματικά Εδάφη

Τα πιο πάνω εδάφη βρίσκονται σε όλες τις γεωτρήσεις από την ανώτερη επιφάνεια του εδάφους και εκτείνονται μέχρι και το βάθος των 1,70 μέτρων. Έχουν κυρίως καφέ-κόκκινο και καφέ χρώμα.

Χαρακτηριστικά Κατάταξης

Από άποψης **κοκκομετρικής διαβάθμισης** αποτελούνται στην ουσία από μίγμα Ιλύος, Αργίλλου και Άμμου σε διάφορα ποσοστά με τα πρώτα δύο να υπερτερούν σημαντικά της άμμου.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά κατάταξης – Ορίζοντας A

Πρόσφατα Επιφανειακά	Gravel %	Sand %	Silt %	Clay %
No of tests	2			
Minimum	2	11	24	29
Maximum	7	20	58	49
Average	4,5	15,5	41,0	39,0
Standard Deviation	3,5	6,4	24,0	14,1
COV%	79	41	59	36

Τα **Ορια Υδαρότητας** LL είναι της τάξης του 39 – 45% και ο δείκτης πλαστικότητας της τάξης του 25 – 26 %, που κατατάσσουν τον ορίζοντα αυτό στα εδάφη μέσης ως οριακά ψηλής πλαστικότητας (Τύπος εδάφους CI/CH στο διάγραμμα πλαστικότητας Casagrande – Παράρτημα 1). Σε περίπτωση πλήρους αφύγρανσης και με βάση τη σχετική δοκιμή η συρρίκνωση (Linear Shrinkage) που μπορεί να επέλθει είναι της τάξης του 14 – 16 %.

Με βάση το διάγραμμα Skempton για κατάταξη των εδαφών στις διάφορες κατηγορίες κινδύνου από την παρουσία πλαστικών αργιλικών ορυκτών ο ορίζοντας θεωρείται σαν μη δραστικός (inactive to normal – σχετικό διάγραμμα στο παράρτημα 1).

Πίνακας 3. Χαρακτηριστικά Πλαστικότητας - Ορίζοντας A

Ψαμμίτης	LL %	PL %	PI %	LS %	Soil type	Moisture Content %
No of tests	2					
Minimum	39	14	25	14	CI	13-22
Maximum	45	19	26	16		
Average	42,0	16,5	25,5	15,0		
Standard Deviation	4,2	3,5	0,7	1,4		
COV%	10	21	3	9		

Η **Φυσική Υγρασία** είναι της τάξης του 13 – 22 %.

Το **Ειδικό Βάρος** της τάξης των 2,628 – 2,661 g/cm³ και το **Φαινόμενο βάρος (Bulk Density)** της τάξης των 1,732 – 1,934 g/cm³ με αντίστοιχο **Unit weight** της τάξης των 17,0 – 19,0 kN/m³.

Παράμετροι Πυκνότητας και Αντοχής

Με βάση τις δοκιμές **SPT** κατά τόπους κατατάσσονται στα χαλαρά εδάφη.

Δοκιμές στην ανεμπόδιση θλίψη και στη διάτμηση δεν κατέστη δυνατό να γίνουν γιατί τα αδιατάρακτα δείγματα που λήφθηκαν δεν ήταν σε καλή κατάσταση λόγω της φτωχής συνοχής τους. Έγιναν όμως σε εν μέρει διαταραγμένα και αναζυμωμένα δείγματα δοκιμές αντοχής στην βραδεία, απ' ευθείας διάτμηση – Direct Shear box, αφού πρώτα έτυχαν της απαιτούμενης στερεοποίησης. Με συνοχή της τάξης των 12 – 57 kPa η γωνία εσωτερικής τριβής καθορίστηκε στις 28° – 30° .

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ορίζοντας Α

Direct Shearbox		Specific Gravity kg/m ³	Bulk Density kg/m ³	Unit Weight kN/m ³	Poisson's ratio, ν	K _s kN/m ³	E _s kN/m ²
C kPa	ϕ degree s						
12-57	28-30	2,628-2,661	1,732-1,934	17,0-19,0	0,30-0,35	20-60.000	15-50.000

Παράμετροι Ελαστικότητας

Το μέτρο συμπίεσης (Stress Strain Modulus-Es) και ο συντελεστής Εδάφους K_s (coefficient of subgrade reaction) είναι με βάση τον Bowles, 1986, της τάξης των 15,000 – 50,000 kN/m² και 20,000 – 60,000 kN/m³ αντίστοιχα.

Χημικά Χαρακτηριστικά

Το pH του ορίζοντα κυμαίνεται μεταξύ 7,7 και 8,0. Η περιεκτικότητα σε SO₄, που είναι της τάξης του 0,05%, θεωρείται χαμηλή, όπως και η περιεκτικότητα σε χλωρίοντα, που είναι της τάξης του <0,009%.

Η περιεκτικότητα σε **μοντμοριλλονίτη** (αργιλικό ορυκτό με χαρακτηριστικά μεγάλες δυνατότητες διόγκωσης και συρρίκνωσης) είναι της τάξης του 5-11% στο σύνολο του υλικού και γύρω στο 23-25% στο σύνολο των υλικών σε μέγεθος αργίλου και θεωρείται χαμηλό ως οριακό.

Πίνακας 5. Χημικά Χαρακτηριστικά – Ορίζοντας Α

pH	SO ₄ , %	Cl ⁻ , %	Montmorillonite, %
7,7-8,0	0,05	<0,009	6-10

4.3 Ομάδα (B): Ψαμμίτης

Η ομάδα των ψαμμιτών εμφανίζεται κάτω από τις επιχωματώσεις σε βάθη της τάξης των 0,30-1,70 μέτρων και εκτείνονται μέχρι το βάθος των 2,10 – 3,60 μέτρων. Κατά τόπους εκτείνεται και σε μεγαλύτερα βάθη υπό την μορφή εναλλασσόμενων στρωμάτων με την Μάργα του σχηματισμού «Πάχνας-Λευκάρων»

Δοκιμές Κατάταξης

Από άποψης **κοκκομετρικής διαβάθμισης** οι ψαμμίτες κατατάσσονται στις ελαφρά αργιλικές ως αργιλικές Αμμουιλύες ως ιλυούχες Αμμους και αργιλικές Ιλύες.

Τα **Όρια Υδαρότητας LL** είναι της τάξης του 0 – 22 % και ο **Δείκτης Πλαστικότητας** της τάξης του 0 %, που κατατάσσουν τον ορίζοντα αυτό στα εδάφη χαμηλής πλαστικότητας (Τύπος εδάφους ML στο διάγραμμα πλαστικότητας Casagrande – Παράρτημα 1). Σε περίπτωση πλήρους αφύγρανσης και με βάση τη σχετική δοκιμή η **Συρρίκνωση** (Linear Shrinkage) που μπορεί να επέλθει είναι της τάξης του < 5 %.

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά Πλαστικότητας – Ορίζοντας B

Ψαμμίτης	LL %	PL %	PI %	LS %	Soil type	Moisture Content %
No of tests	2					
Mimumum	0	0	0	0	ML	4-19
Maximum	22	0	0	4		
Average	11,0	0,0	0,0	2,0		
Standard Deviation	15,6	0,0	0,0	2,8		
COV%	141	-	-	141		

Η **Φυσική Υγρασία** είναι της τάξης του 4,0 – 19 %.

Το **Ειδικό Βάρος** είναι της τάξης του 2,477 – 2,572 g/cm³. Το Φαινόμενο Βάρος (**Bulk Density** είναι της τάξης των 1,839 – 2,134 g/cm³ με **Unit weight**) 18,0 – 20,9 KN/m³.

Παράμετροι Πυκνότητας και Αντοχής

Οι ψαμμίτες μπορούν να καταταγούν στα εξαιρετικά ασθενή ως ασθενή πετρώματα (extremely weak to very weak rock) σύμφωνα με την αντοχή στη μονοαξονική θλίψη (Uniaxial Compressive Strength) και με βάση τα Αγγλικά Πρότυπα BS5930. Έχουν γίνει 4 δοκιμές και τα αποτελέσματα κυμαίνονται μεταξύ 0,82 και 6,2 MPa (ή N/mm²). Τονίζεται όμως πως η συγκόλληση των κόκκων διαφέρει από τόπου σε τόπο και σε κάποια σημεία είναι πολύ χαμηλή

και σε άλλα πολύ ψηλή. Πράγμα που φαίνεται και στη διασπορά των αποτελεσμάτων της αντοχής στην ανεμπόδιστη θλίψη.

Τα πιο πάνω αποτελέσματα συμφωνούν και με τα αποτελέσματα των επί τόπου δοκιμών προτύπου διείδυσης (SPT), τα οποία είναι της τάξης των 23->60 με την πλειονότητα να είναι πέραν των 30. Από πλευράς SPT κατατάσσονται, επομένως στα μέσης πυκνότητας, πυκνά, ως πολύ πυκνά εδάφη.

Πίνακας 7. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ορίζοντας Β

SPT	UCS qu MPa	c from UCS (=qu/2) MPa	Specific Gravity kg/m ³	Bulk Density kg/m ³	Unit Weight kN/m ³	Poisson' s ratio, ν	K _s kN/m ³	E _s kN/m ²
23->60	0,82-6,2	0,41-3,1	2,477-2,572	1,839-2,134	18,0-20,9	0,25	50-120.000 Ισχυρή σύνδεση	40-100.000 Ισχυρή σύνδεση
							20-60.000 χαλαρή σύνδ.	10-40.000 χαλαρή σύνδ.
Overall proposed							90	70

*από δοκιμή απευθείας διάτμησης

Η ποιότητα των ψαμμιτών (Rock Quality Designation) όπως αυτή καθορίζεται από τη ποιότητα των πυρήνων με βάση τη συχνότητα των διακλάσεων αλλά και του βαθμού σύνδεσης των κόκκων εκτιμάται ότι είναι φτωχή ως καλή (poor to fair).

Συντελεστές Εδάφους

Ο δείκτης εδάφους (Coefficient of sub grade reaction, K_s) είναι για τους ψαμμίτες με ισχυρή συγκόλληση των κόκκων της τάξης των 50-120.000 kN/m³, ενώ για τους ψαμμίτες με χαλαρή συγκόλληση των κόκκων της τάξης των 20-60.000 kN/m³. Το μέτρο ελαστικότητας (Stress Strain Modulus) E_s είναι για τους ψαμμίτες με ισχυρή συγκόλληση των κόκκων της τάξης των 40-100.000 kN/m² και 10-40.000 kN/m² για τους ψαμμίτες με χαλαρή συγκόλληση των κόκκων.

Χημικά Χαρακτηριστικά

Το pH των ψαμμιτών είναι, λόγω της ανθρακικής τους σύνθεσης, αρκετά ψηλό, της τάξης του 8,4-8,6. Η περιεκτικότητα σε θειούχα άλατα (SO₄), που είναι της τάξης του 0,031% θεωρείται χαμηλή όπως και η περιεκτικότητα σε Χλώριο (Cl⁻), που είναι της τάξης του <0,009%.

Πίνακας 8. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ομάδα Β

SO ₄ , %	Cl ⁻ , %	pH
0,031	<0,009	8,4-8,6

4.4 Ομάδα (Γ): Μάργες

Οι μάργες εμφανίζονται κάτω από την ομάδα Β σε βάθη της τάξης των 2,10 – 3,60 μέτρων μέχρι και το τέλος των γεωτρήσεων (15μέτρα).

Δοκιμές Κατάταξης

Από άποψης **κοκκομετρικής διαβάθμισης** κατατάσσονται στις αμμούχες, αργιλικές ως πολύ αργιλικές Ιλύες και αργιλλοίλυες.

Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά κατάταξης –Ομάδα Γ

Μάργα	Sand %	Silt %	Clay
No of tests	4		
Mimumum	2	60	23
Maximum	8	69	38
Average	4,8	63,5	31,8
Standard Deviation	2,8	4,0	6,8
COV%	58	6	21

Τα **Όρια Υδαρότητας** LL των πιο πάνω υλικών είναι της τάξης του 67 – 78 %, με δείκτη πλαστικότητας της τάξης του 43 – 48 %, που τα κατατάσσουν στα εδάφη ψηλής πλαστικότητας (Τύπος εδάφους CH/CV στο διάγραμμα πλαστικότητας Casagrande – Παράρτημα 1). Σε περίπτωση πλήρους αφύγρανσης και με βάση τη σχετική δοκιμή η συρρίκνωση (Linear Shrinkage) που μπορεί να επέλθει είναι της τάξης του 17 – 19 %.

Πίνακας 10. Χαρακτηριστικά Πλαστικότητας -Ομάδα Γ

Μάργα	LL %	PL %	PI %	LS %	Soil type	Moisture Content %
No of tests	4					
Mimumum	67	24	43	17	CH/CV	28-38
Maximum	78	31	48	19		
Average	73,3	28,0	45,3	18,3		
Standard Deviation	5,2	3,2	2,2	1,0		
COV%	7	11	5	5		

Η **Φυσική Υγρασία** είναι της τάξης του 28 – 38 %. Το **Ειδικό Βάρος** είναι της τάξης του 2,678 – 2,730 g/cm³ και το **Φαινόμενο Βάρος** (Bulk Density) της τάξης των 1,756 – 2,015 g/cm³ και Unit Weight 17,2 – 19,8 KN/m³.

Παράμετροι Πυκνότητας και Αντοχής

Με βάση τις δοκιμές **SPT** οι μάργες κατατάσσονται στα πολύ σπιφρά έως σκληρά εδάφη με αριθμό κτύπων ανά 30 cm διείδυσης της τάξης των 23->60.

Επίσης κατατάσσονται στα εξαιρετικά ασθενή πετρώματα με αντοχή στην ανεμπόδιστη θλίψη της τάξης των 252-2100 kPa. Οι τριαξονικές δοκιμή (Quick Undrained) στο ανώτερο ελαφρά σαθρό και εξαλλοιωμένο μέρος της μάργας έδωσε αντοχή στη διάτμηση της τάξης των 445 kPa και γωνία εσωτερικής τριβής της τάξης των 29°. Σε μεγαλύτερα όμως βάθη η αντοχή αυξάνεται σε 504 kPa και η γωνία εσωτερικής τριβής της τάξης των 31°.

Πίνακας 11. Χαρακτηριστικά Πυκνότητας, Αντοχής, Συντελεστές Εδάφους – Ομάδα Γ

SPT	UCS qu kPa	c* kPa	Φ* degrees	Specific Gravity kg/m ³	Bulk Density kg/m ³	Unit Weight kN/m ³	Poisson's ratio, ν	K _s kN/m ³	E _s kN/m ²
16- >60	252-504	445-504	29-31	2,678-2,730	1,756-2,015	17,2-19,8	0,35	50- 90,000	23- 63,000
Overall proposed								90	60

* από τη Τριαξονική δοκιμή

Στερεοποίηση – Διόγκωση

Τρεις δοκιμές για πίεση διόγκωσης, ποσοστού διόγκωσης και για στερεοποίηση που έγιναν στον ορίζοντα αυτό έδωσαν πίεση διόγκωσης της τάξης των 78 – 85 kPa και μέτρο στερεοποίησης (OCR) 5,7 – 7,6. Με βάση τη δοκιμή αυτή αλλά και με βάση τη σχέση ορίου πλαστικότητας και φυσικής υγρασίας εξάγεται το συμπέρασμα πως η μάργα είναι υπερστερεοποιημένη.

Έχουν ετοιμαστεί διαγράμματα (Compression vs Time plots) για κάθε ακολουθία φόρτισης, όπως και διαγράμματα e Vs log P (παράρτημα 1).

Οι τιμές cv and mv (coefficient of compressibility and coefficient of volume compressibility αντίστοιχα) που αντιπροσωπεύουν διάφορες φορτίσεις παρουσιάζονται σε πίνακα στο διάγραμμα e Vs log P. Η καθίζηση για παράδειγμα κάτω από φορτίσεις της τάξης των 200 kPa είναι της τάξης των 3,2– 3,8mm/m. Οι δοκιμές διόγκωσης (swelling pressure) παρουσιάζονται σε διαγράμματα (cumulative weight Vs time) μαζί με τη δοκιμή στερεοποίησης στο παράρτημα 1.

Η πιθανή διόγκωση σε περίπτωση κορεσμού του δείγματος σε νερό έδωσε αποτελέσματα της τάξης του 1,53 – 1,90 %.

Τα αποτελέσματα των δοκιμών μέτρησης της πιθανής διόγκωσης (swelling measurement) παρουσιάζονται σε διαγράμματα Time Vs Swelling και Pressure Vs Void Ratio στο παράρτημα 1.

Πίνακας 12. Παράμετροι Στερεοποίησης και Διόγκωσης – Ομάδα Γ

Swelling Pressure kPa	OCR	Settlement at 200kPa mm	Swelling Measurement %
78 – 85	5,7 – 7,6	3,2 – 3,8	1,53 – 1,90

Παράμετροι Ελαστικότητας

Με βάση τη μέθοδο όπως αυτή περιγράφεται από τον J. E. Bowles, 1988, αλλά και εργαστηριακές δοκιμές, το μέτρο συμπίεσης (E_s) υπολογίστηκε ότι είναι της τάξης των 23 – 63.000 KN/m². Ο δείκτης εδάφους (coefficient of subgrade reaction – K_s) είναι, με βάση τον Bowles, της τάξης των 50 – 90.000 KN/m³.

Χημικά Χαρακτηριστικά

Το pH είναι της τάξης του 7,8 – 8,0. Η περιεκτικότητα σε θειούχα άλατα (SO_4), που είναι της τάξης του 0,025 – 0,027%, και η περιεκτικότητα σε Χλώριο (Cl), της τάξης του 0,008 – 0,009%.

Η περιεκτικότητα σε **μοντμοριλλονίτη** (αργιλικό ορυκτό με χαρακτηριστικά μεγάλες δυνατότητες διόγκωσης και συρρίκνωσης) είναι της τάξης του 12 – 17% στο σύνολο του υλικού.

Πίνακας 13. Χημικά Χαρακτηριστικά – Ομάδα Γ

pH	SO_4 , %	Cl , %	Montmorillonite, %
7,8 – 8,0	0,025 – 0,027	0,008 – 0,009	12 – 17

4.5 Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Πολύ μικρές ποσότητες υπόγειου νερού έχουν συναντηθεί σε όλες τις γεωτρήσεις, εκτός της ΒΗ1, μέσα σε ψαμμιτικά στρώματα στο βάθος των 8,5-11 μέτρων περίπου. Στο ψαμμιτικό στρώμα που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, λόγω μικρού πάχους, αφού εμφανίζονται οι μη διαπερατές μάργες πολύ ψηλά, δεν εντοπίστηκε υπόγειο νερό. Η παρουσία όμως νερού σε πολύ υγρές περιόδους – πολυομβρίες πρέπει να αναμένεται αφού μπορεί να εμπλουτιστεί άμεσα από τις βροχοπτώσεις αλλά και από τυχών διαρροές των συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης. Η μη παρουσία νερού σήμερα οφείλεται εν πολλοίς και στη συνεχή ανομβρία που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια.

Δοκιμές υδροπερατότητας έχουν γίνει στο εργαστήριο σε επιλεγμένα δείγματα **με τη μέθοδο Falling Head**. Τα αποτελέσματα έχουν ως ακολούθως :

Ψαμμίτες : 9.0×10^{-4} cm/s ή 78 cm/day

Μάργες : 0.3×10^{-6} cm/s ή 0,025 cm/day

Με βάση τα πιο πάνω θα μπορούσε να εξαχθεί το συμπέρασμα πως η υδροπερατότητα των ψαμμιτών είναι ικανοποιητική σε αντίθεση με εκείνη της μάργας που είναι πολύ χαμηλή.

Μία χημική ανάλυση νερού από τη γεώτρηση ΒΗ3 έδωσε αρκετά ψηλά αποτελέσματα σε χλωριόντα, ηλεκτρική αγωγιμότητα και συνολικά άλατα, όπως φαίνεται στον πίνακα πιο κάτω:

Πίνακας 14. Χημική Ανάλυση Νερού

Παράμετρος	Αποτέλεσμα
pH	8,15
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	4,34 mS/cm
Χλωριούχα άλατα	1195 mg/l
Θειικά άλατα	314 mg/l
TDS	3107 mg/

4.6 Συνθήκες Εκσκαφής

Οι γενικές εκσκαφές θα είναι γενικά εύκολες όσον αφορά όλα τα εδάφη που βρίσκονται στο χώρο. Σε κάποιες περιπτώσεις όμως, μικρών εκσκαφών, δεν θα είναι παντού πολύ εύκολες, γιατί παρά το γεγονός πως, από άποψης συνθηκών εκσκαφής, οι ψαμμίτες θεωρούνται μαλακά εδάφη, εντούτοις υπάρχουν κατά τόπους και λεπτές, συνήθως, στρώσεις με πολύ ψηλό βαθμό συγκόλλησης των κόκκων, πράγμα που δυσχεραίνει σημαντικά την εκσκαφή. Η χρήση μεγάλης ιπποδύναμης εκσκαφών, της τάξης των 300 HP (CAT D8, PROCLAIM 245 etc), κατά τόπους θα είναι, ενδεχόμενα, απαραίτητη σε περίπτωση γενικής εκσκαφής, ή υδραυλικής σφύρας για μικρές εκσκαφές.

4.7 Συνθήκες Θεμελίωσης

Στο καθορισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης φόρτισης, πέραν των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών, λαμβάνεται υπόψη η συνολική εικόνα που παρουσιάζει το υπέδαφος, όπως η παρουσία συμπιεστών στρώσεων, η διάβρωση/ αποσάθρωση, η συχνότητα, η διάταξη, κλίση και το είδος των διακλάσεων, η δυνατότητα διάλυσης των εδαφών από το νερό, η κλίση των στρώσεων κλπ. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι το είδος και το συνολικό βάρος της οικοδομής, που οι μελετητές θα πρέπει να λάβουν σοβαρά υπόψη.

Ομάδα Β - Ψαμμίτες

Η φέρουσα ικανότητα της ομάδας Β (Ψαμμίτες) στην υπό μελέτη περίπτωση καθορίζεται κυρίως από την αντοχή τους (strength), από την παρουσία, το είδος και την κατάσταση των διακλάσεων και την ποιότητα τους σαν πέτρωμα (RQD). Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής αλλά και από εμπειρίες μας από έρευνες με παρόμοιες συνθήκες στη γύρω περιοχή, τα μηχανικά χαρακτηριστικά των ψαμμιτών με βάση τα οποία μπορεί να καθορισθεί η μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση είναι τα πιο κάτω:

- φ 30-33⁰
- Αντοχή στην ανεμπόδιση θλίψη: 0,82 – 6,2 MPa
- RQD: poor to fair (estimated from core drilling)

- Spacing and state of discontinuities: 200-600mm- Medium, mostly horizontal (closed or slightly opened, smooth, planar) occasional vertical or inclined (usually rough, open, with or without clay/silty gauge).
- State of weathering: Fresh, but in places slightly karstified
- Lower SPT N value: 23->60 blows/30 cm of penetration
- Coefficient of Subgrade reaction, K_s : 90.000 kN/m³ (
- Μέτρο συμπίεσης - Modulus of elasticity, E_s : 70.000 kN/m²

Με βάση λοιπόν τα πιο πάνω μπορεί να καθορισθεί πως η μέγιστη επιτρεπτή φόρτιση των ψαμμιτών για θεμελιώσεις με πλάτος μεγαλύτερο του ενός μέτρου, είναι της τάξης των 250-300 kPa.

Ομάδα Γ: Μάργες

Σε συνθήκες συνεκτικών, αργιλικών εδαφών, οι μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις καθορίζονται με μεγαλύτερη αξιοπιστία :

(a) **Από τη διατμητική αντοχή τους.** Στις δυσμενέστερες συνθήκες που θα μπορούσαν να επικρατούν σε τέτοιου είδους εδάφη, δηλαδή συνθήκες μη περατών εδαφών, κορεσμού σε νερό και μη αποστράγγισης η γωνία εσωτερικής τριβής θεωρείται μηδενική και η διατμητική αντοχή του εδάφους λαμβάνεται σαν η μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η διατμητική αντοχή, όπως καθορίσθηκε με την τριαξονική δοκιμή είναι της τάξης των 445 kPa με γωνία εσωτερικής τριβής της τάξης των 29° για το ανώτερο ελαφρά σαθρό και εξαλλοιωμένο μέρος της μάργας και 504 kPa με γωνία εσωτερικής τριβής της τάξης των 31° για το πιο υγιές μέρος.

(b) **Από την αντοχή στην ανεμπόδιση θλίψη** και με τη βοήθεια των διαγραμμάτων που ετοιμάστηκαν από διάφορους μελετητές (Peck, Hanson, Thornburn, 1973) η οποία καθορίσθηκε με την ομώνυμη δοκιμή ότι είναι της τάξης των 252 – 504 kPa.

(c) **Με την εφαρμογή της φόρμουλας $q_a = (q_u N_c) / 6$, όπου**

q_a : μέγιστη επιτρεπόμενη φόρτιση (ΜΕΦ),

q_u : αντοχή στην ανεμπόδιση θλίψη

N_c : συντελεστής αντοχής εδάφους (Bearing Capacity Factor), που καθορίζεται από το βάθος και το πλάτος της θεμελίωσης

Η τελική εισήγηση για τη ΜΕΦ γίνεται αφού ληφθούν υπόψη τόσο οι πιο πάνω μέθοδοι όσο και η εμπειρία και κρίση των ειδικών για τη συμπεριφορά των εδαφών στο σύνολο τους και ιδιαίτερα τα χαρακτηριστικά πλαστικότητας, οι δυνατότητες διόγκωσης/ συρρίκνωσης, η δυνατότητα παρουσίας νερού, η

δυνατότητα αλλαγής της φυσικής υγρασίας του εδάφους, ο τύπος και το βάθος της θεμελίωσης και τα φορτία που θα μεταφερθούν στο έδαφος.

Με βάση τα πιο πάνω η φέρουσα ικανότητα της ομάδας Γ, όπως καθορίζεται από το διάγραμμα των Peck, Hanson, Thornburn 1973,

- ✓ λαμβανομένων υπόψη και των αποτελεσμάτων των δοκιμών SPT,
- ✓ της αντοχής στην ανεμπόδιστη θλίψη,
- ✓ της αντοχής στη διάτμηση,
- ✓ των συντελεστών K_s (της τάξης των $90,000 \text{ KN/m}^3$) και E_s (της τάξης των $60,000 \text{ KN/m}^2$),
- ✓ αλλά και των γενικότερων γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών καθορίζεται στα **280 kPa** στο ανώτερο της μέρος (2-3 μέτρα) και αφορά το σε κάποιο βαθμό εξαλλοιωμένο και σαθρό μέρος της μάργας. Αναμένεται, επομένως, σταδιακή αύξηση των επιτρεπόμενων φορτίσεων με το βάθος, όπου η μάργα είναι πιο υγιής και πιο συνεκτική μέχρι και πέραν των **350kPa**.

4.8 Σεισμολογικά στοιχεία

Σύμφωνα με το Εθνικό Προσάρτημα του Ευροκώδικα CYS EN 1998-1: 2004 η υπό μελέτη περιοχή κατατάσσεται στη σεισμική ζώνη 3 με μέγιστη επιτάχυνση εδάφους 0.25 g.

Στην υπό μελέτη περιοχή συναντάται η κατηγορία εδαφών A με συντελεστή γηπέδου (S) 1,0, (Σεισμολογικά στοιχεία επισυνάπτονται στο σχέδιο 6 και στους πίνακες 3.1, 3.2 που το ακολουθούν).

Η περιοχή μελέτης επηρεάζεται κυρίως από τη σεισμική δραστηριότητα που παρουσιάζει η δυτική Κύπρος. Οι σεισμοί αυτοί που είναι συνήθως μικρού και αραιότερα μέσου μεγέθους έχουν το επίκεντρό τους σε βάθη μέχρι, ενδεχομένως και πέραν, των τριάντα χιλιομέτρων.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Ο χώρος προσφέρει σχετικά καλές συνθήκες θεμελίωσης. Θα πρέπει όμως να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και να ληφθούν σοβαρά υπόψη τα μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφών και γενικότερα οι γεωλογικές/γεωτεχνικές και υδρογεωλογικές συνθήκες. Τα προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπισθούν είναι τα πιο κάτω:

- Η χαμηλή πυκνότητα των επιφανειακών υπολειμματικών εδαφών.
- Η παρουσία υπόγειου νερού με στατική στάθμη στο βάθος των 8,6-10,8 μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στο χώρο ανόρυξης των γεωτρήσεων. Θα πρέπει δε να ληφθούν υπόψη και οι αυξομειώσεις της στάθμης, λόγω των εποχιακών κλιματολογικών αλλαγών αλλά και των αλλαγών του κλίματος γενικότερα, που αναμένεται να είναι της τάξης των ± 1 μέτρων. Σε περίπτωση διαρροών από ύδρευση ή και από το αποχετευτικό σύστημα, τοπικά μπορεί να είναι και περισσότερο.
- Η υψηλή πλαστικότητα των Μαργών (ορίζοντας Γ). Το ανώτερο μέρος της μάργας είναι κάπως διαβρωμένο και σαθρό, με ψηλό ποσοστό μικρορωγματώσεων (fissures), όπου εμφανής είναι και η διακίνηση νερού (Οξειδία Σιδήρου και Μαγγανίου). Το θετικό όμως είναι ότι σε βάθη πέραν των 3-5 μέτρων δεν αναμένονται δραματικές αλλαγές της φυσικής υγρασίας των εδαφών, οπότε και τα όποια πιθανά προβλήματα που θα μπορούσαν να παρουσιαστούν από τυχόν αλλαγές της φυσικής τους υγρασίας μειώνονται στο ελάχιστο. Η φόρτιση τους όμως θα προκαλέσει την απώλεια μέρους της φυσικής τους υγρασίας και θα προκαλέσει κάποιες μακροχρόνιες καθιζήσεις, οι οποίες όμως, εάν δεν ξεπεραστούν οι επιτρεπόμενες φορτίσεις, θα παραμείνουν σε αποδεκτά μεγέθη.

Στον ορίζοντα των επιφανειακών υπολειμματικών εδαφών, οι φορτίσεις δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 150 kPa. Σε περίπτωση έδρασης της θεμελίωσης επί των ψαμμιτών στο βάθος των 1,50-2,5 μέτρων οι επιτρεπόμενες φορτίσεις θα μπορούσαν να αυξηθούν στα 250 kPa.

Παρόμοια είναι και η κατάσταση στις μάργες με το ανώτερο μέρος να προσφέρει επιτρεπόμενες συνθήκες 280 kPa, αλλά σταδιακά να αυξάνεται μέχρι και 350 kPa.

Με βάση τα πιο πάνω και λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικά μεγάλες διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στη πυκνότητα και συνοχή των εδαφών, είναι φανερό πως ο τύπος θεμελίωσης πρέπει να είναι ισχυρού και άκαμπτου τύπου. Το βάθος θεμελίωσης θα καθορισθεί από το εάν τα φορτία της οικοδομής μπορεί να απορροφηθούν από το υπέδαφος χωρίς καθιζήσεις πέραν των ανεκτών.

Σε περίπτωση που τα φορτία είναι πέραν αυτών που επιτρέπουν οι τοπικές συνθήκες θα μπορούσε να μελετηθεί και η πιθανότητα μεταφοράς των φορτίων, ή μέρος αυτών, σε βάθη της τάξης των 10 μέτρων, με τη χρήση έγχυτων πασσάλων ή μικροπασσάλων. Η μάργα μέσα στην οποία θα εδρασθούν προσφέρει αξιόπιστες συνθήκες θεμελίωσης σ' αυτό το βάθος με ικανοποιητικές επιτρεπόμενες φορτίσεις, της τάξης των 400 kPa.

Θα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη και τα πιο κάτω:

- Αν/όπου υπάρχει υπόγειο τότε τα φορτία της οικοδομής κατανέμονται κατά το πλείστο στη μάργα, η οποία, με εξαίρεση το ανώτερο της μέρος (1-2 μέτρα) προσφέρει πολύ καλές συνθήκες θεμελίωσης, παρά το γεγονός πως έχει σχετικά ψηλή πλαστικότητα. Το γεγονός όμως ότι βρίσκεται μόνιμα κάτω από τη στάθμη του υπόγειου νερού δεν αναμένονται οποιεσδήποτε, άξιες λόγου, αλλαγές στη φυσική της υγρασία.
- Η πιθανή παρουσία εγκοίλων και μαλακών εδαφών, καρστικά φαινόμενα, αρχαίοι τάφοι, ή άλλα, που σχετίζονται με τους ψαμμίτες, και που μπορεί να δημιουργήσουν τοπικά προβλήματα.
- Η παρουσία, μικρών έστω ποσοτήτων, υπόγειου νερού σε βάθη της τάξης των 8.6-10.8 m, αλλά και η πολύ πιθανή παρουσία σε μικρότερα βάθη, στη διεπαφή του ανώτερου στρώματος των ψαμμιτών με τη μάργα (2.5 – 4.0 m) σε περιόδους πολυομβρίας. Η μη παρουσία υπόγειου νερού σήμερα σ' αυτά τα βάθη, οφείλεται στην ανομβρία των τελευταίων χρόνων.
- Η μεγάλη ανομοιομορφία όσον αφορά τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των δύο βασικών τύπων εδαφών.
- Ένα κατάλληλο σύστημα διαχείρισης ομβρίων απορροών ώστε το βρόχινο νερό να μην διεισδύει στο έδαφος και να αλλάζει τη φυσική του υγρασία είναι απαραίτητο. Ο χώρος γύρω από την οικοδομή θα πρέπει, επομένως, να υδατοστεγανωθεί αποτελεσματικά.

Πίνακας 15. Γεωτεχνικά Χαρακτηριστικά των Εδαφών

PARAMETERS	Ορίζοντας Α – Υπολειμματικά Εδάφη	Ορίζοντας Β – Ψαμμίτης	Ορίζοντας Γ – Ιλύες/ Αργιλοίλυες (Μάργα)
SPT	-	23 - >60	23 - >60
Φ	28 - 30 ⁰	30 - 33 ⁰	29 - 31 ⁰
Liquid Limits	39 – 45 %	< 22 %	67 – 78 %
Plasticity Index	23 – 26%	0 %	43 - 48 %
Linear Shrinkage	14 – 16%	< 4 %	17 – 19 %
Activity Classific. (Skempton)	Inactive to Normal	Inactive	Normal
Unconfined Compressive Strength	-	0.82 – 6.2 MPa	0.252 – 2.1 MPa
Shear Strength/Cohesion On the basis of shearbox results	12 - 57 kPa	-	-
Shear Strength/Cohesion On the basis of triaxial results	-	-	445 – 504 kPa
Max. Allowable Bearing Pressure	-	250 - 300 kPa	280 kPa – uppermost part 350 kPa σε βάθη πέραν των 3,0 m από το βάθος εμφάνισης ~ 6-9m
Modulus of Subgrade Reaction (Ks)	20 – 60.000 KN/m ³	90.000 KN/m ³	90.000 KN/m ³
Modulus of Elasticity (Es)	15 – 50.000 KN/m ²	70.000 KN/m ²	60.000 KN/m ²
Poison Ratio (μ)	0.30 – 0.35	0,25	0.35
pH	7.7 – 8.0	8.4 – 8.6	7.8 – 8.0
SO ₄	0.05 %	0.031 %	0.025 – 0.027 %
Cl-	<0.009 %	< 0.009 %	0.008 – 0.009 %
Montmorillonite	6 – 10 %	< 5 %	12 – 17 %
Φυσική Υγρασία	13 – 22 %	4 – 19 %	28 – 38 %
Ειδικό Βάρος (g/cm ³)	2.628 – 2.661	2.477 – 2.572	2.678 – 2.730
Bulk Density(g/cm ³) /Unit weight (kN/m ³)	1.732 – 1.934 17.0 – 19.0	1.839 – 2.134 18.0 – 20.9	1.756 – 2.015
Swelling Pressure	-	-	78 - 85 kPa
Swelling Measurement	-	-	1.53 – 1.90 %
OCR	-	-	5.7 – 7.6

Πίνακας 16. Δοκιμές Αντοχής στην Ανεμπόδιση Θλίψη

BH	Depth (m)	DESCRIPTION	Length (mm)	Diameter (mm)	M. C. (%)	Bulk Density g/cm ³	U.C.S. (kPa)
1	6.60-6.80	Marl	180.3	90.2	30.8	1.953	1735
	6.90-7.10	Marl	180.2	90.1	29.8	1.965	2107
4	1,70-1,90	Calcarenite	179.8	90.0	7.0	1.895	820
5	2,20-2,40	Calcarenite	179.1	89.2	9.2	1.983	1565
	5,20-5,40	Marl	180.3	90.1	29.6	1.870	252
	5,50-5,70	Marl	180.1	90.0	31.2	1.910	1154
6	6.10-6.30	Marl	180.3	90.2	28.7	1.940	718
	6.40-6.60	Marl	178.4	90.2	27.6	1.932	1175
Performed on Multiplex Triaxial Machine							
5	2.40-2.60	Calcarenite	178.6	89.4	7.4	1.862	(MPa) 4.7
	2.70-2.90	Calcarenite	180.4	90.3	9.5	2.005	6.2
Performed on Cubes Crushing Strength							



ΣΧΕΔΙΟ 1
ΘΕΣΗ ΧΩΡΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ



ΜΑΚΡΟΝΙΣΣΟΣ HOTEL

NISSI AVG

100 m

ΣΧΕΔΙΟ 2
ΘΕΣΕΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
 ● BH1 : Θέση Γεώτρησης
 1-1' : Γεωλογική Τομή

BH4

BH1 + 3'

BH2

BH3

BH5

BH6

BH7

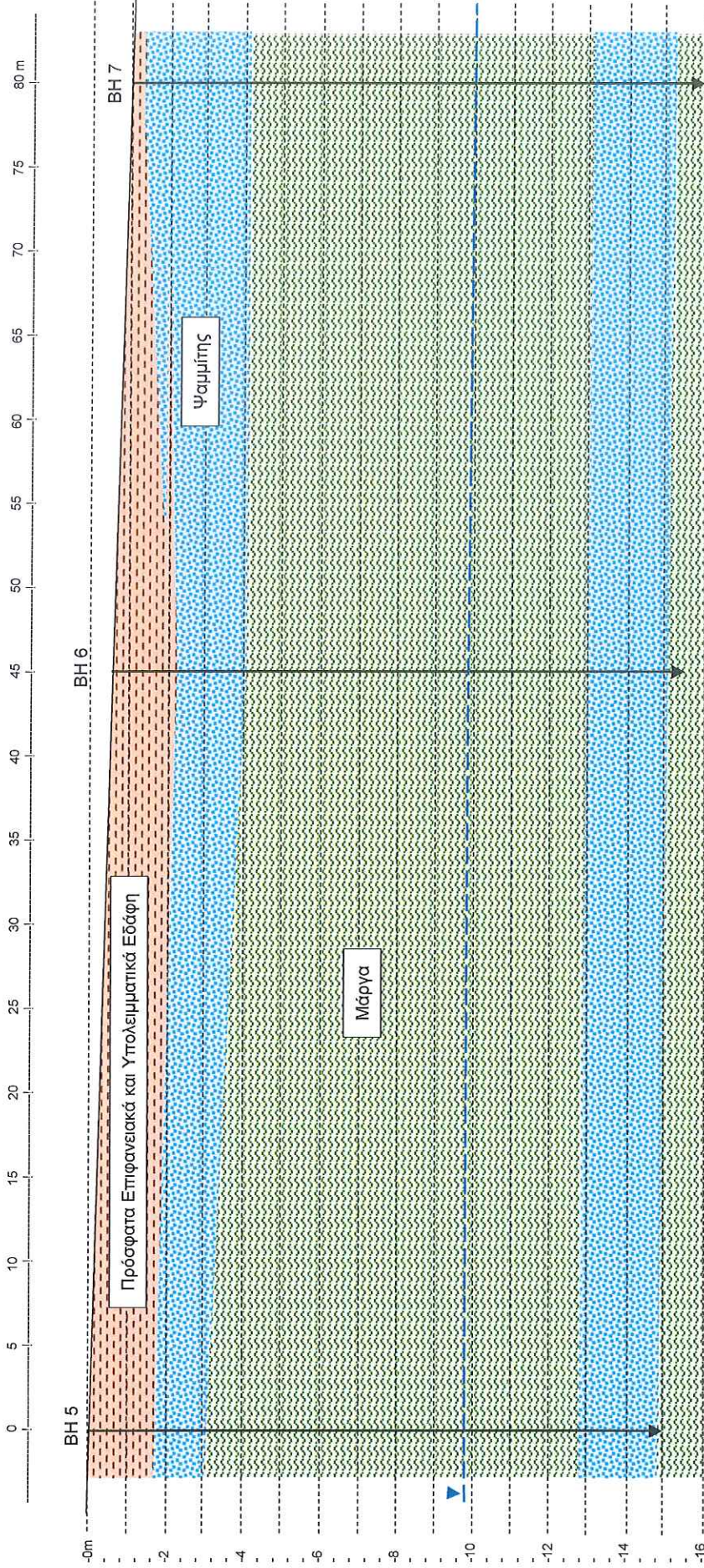
A3

Google Earth

© 2018 DigitalGlobe

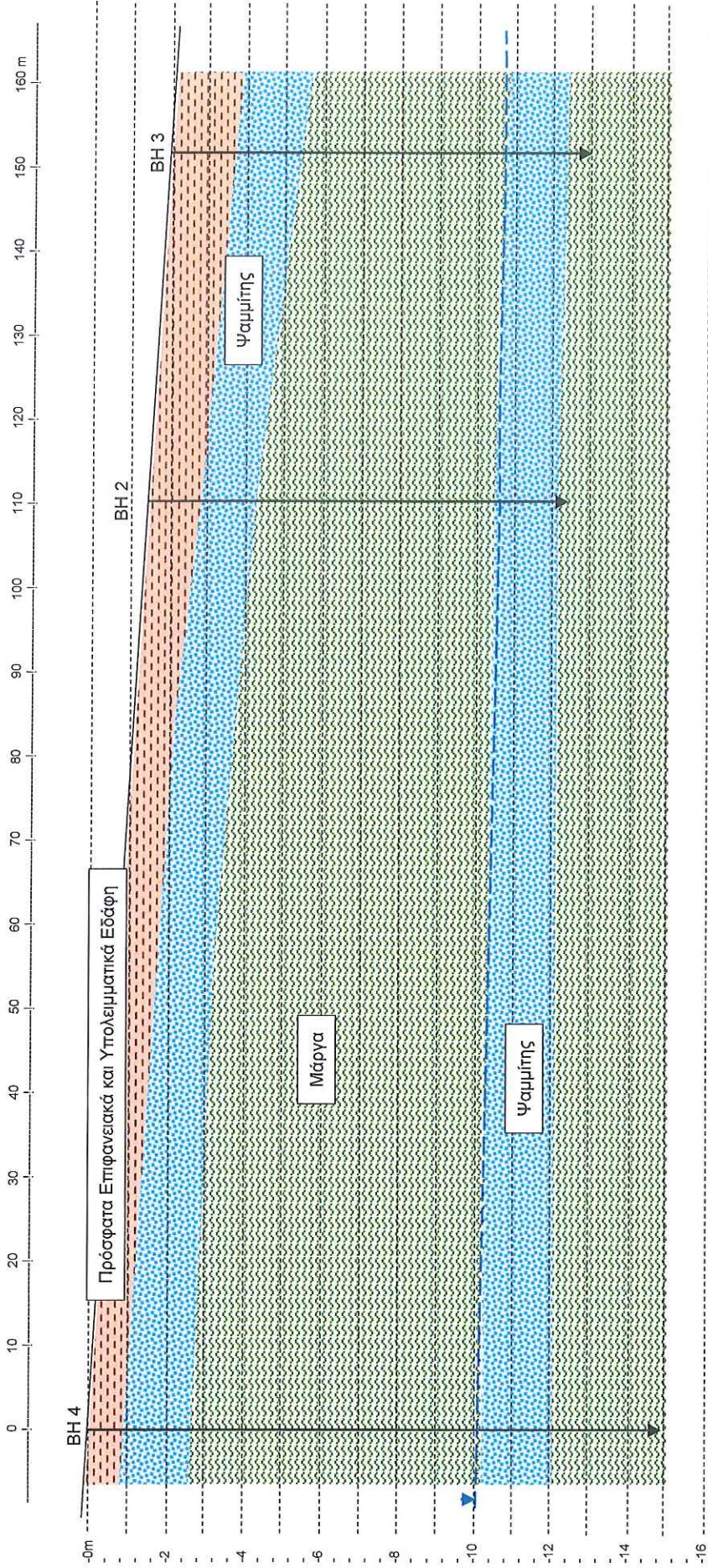
ΣΧΕΔΙΟ Νο. 3
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 1 – 1'

Κλίμακα: Κατά Προσέγγιση



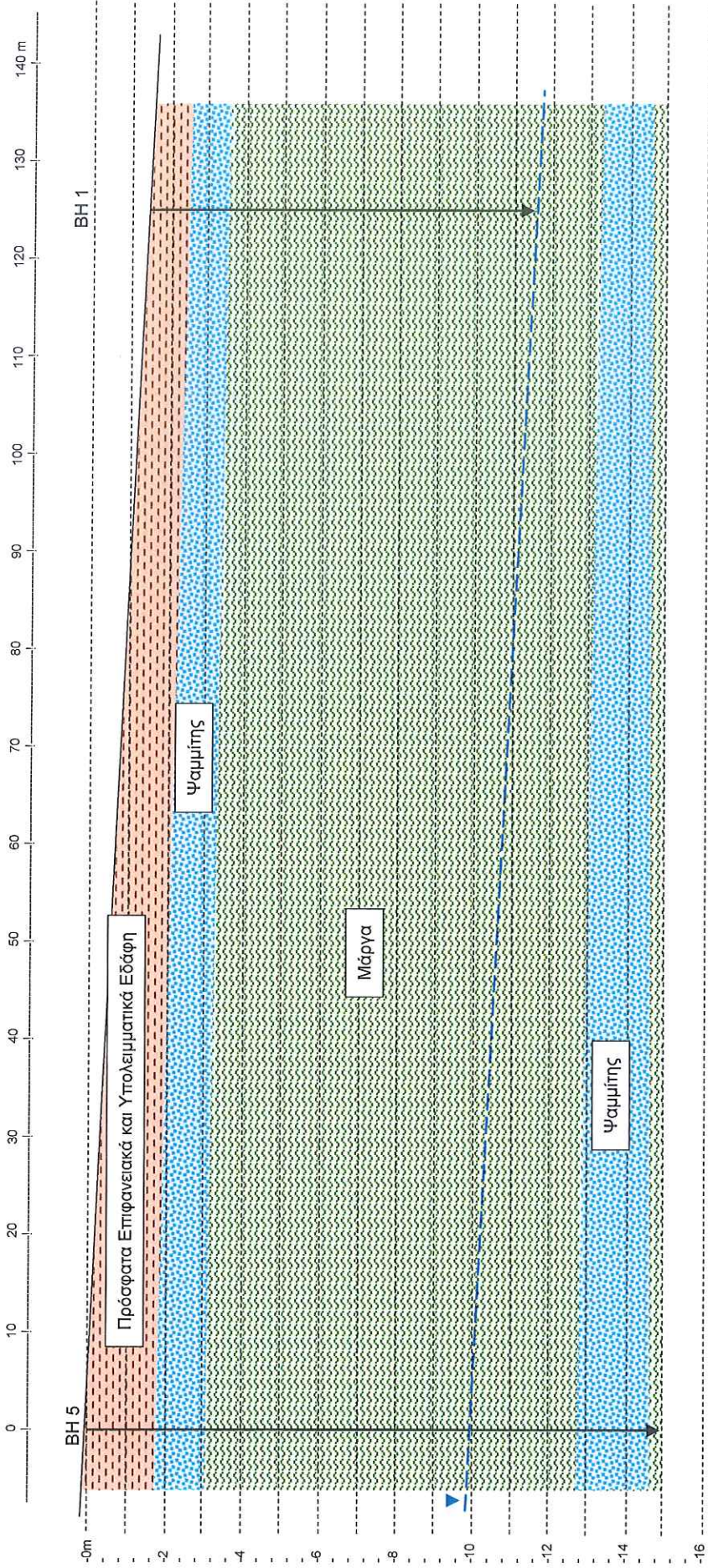
ΣΧΕΔΙΟ Νο. 4
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 2 - 2'

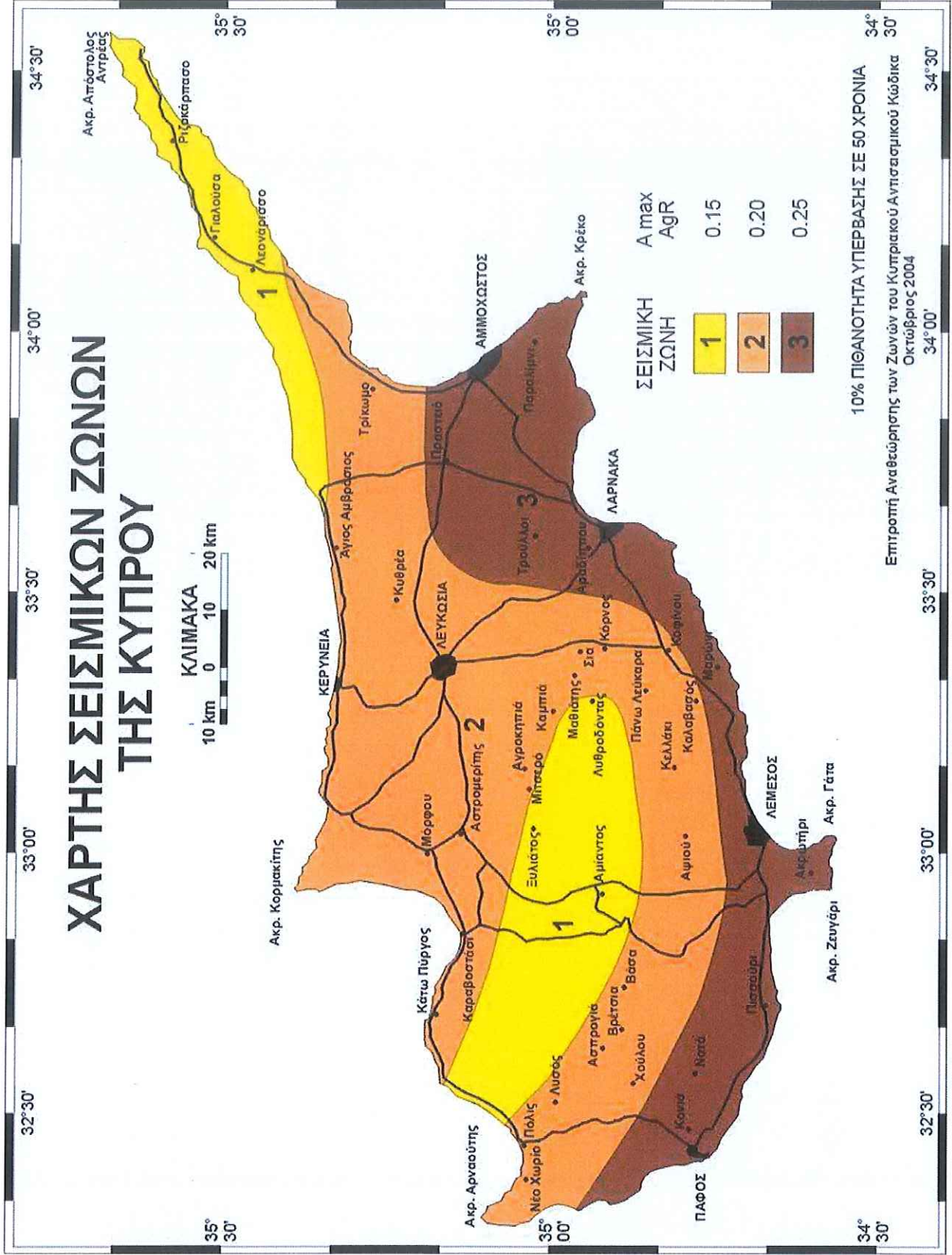
Κλίμακα: Κατά Προσέγγιση



ΣΧΕΔΙΟ Νο. 5
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 3 - 3'

Κλίμακα: Κατά Προσέγγιση





ΣΧΕΔΙΟ 6
ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Table 3.1: Ground types

Ground type	Description of stratigraphic profile	Parameters		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (blows/30cm)	c_u (kPa)
A	Rock or other rock-like geological formation, including at most 5 m of weaker material at the surface.	> 800	—	—
B	Deposits of very dense sand, gravel, or very stiff clay, at least several tens of metres in thickness, characterised by a gradual increase of mechanical properties with depth.	360 – 800	> 50	> 250
C	Deep deposits of dense or medium-dense sand, gravel, or stiff clay with thickness from several tens to many hundreds of metres.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Deposits of loose-to-medium cohesionless soil (with or without some soft cohesive layers), or of predominantly soft-to-firm cohesive soil.	< 180	< 15	< 70
E	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with v_s values of type C or D and thickness varying between about 5 m and 20 m, underlain by stiffer material with $v_s > 800$ m/s.			
S_1	Deposits consisting, or containing a layer at least 10 m thick, of soft clays/silts with a high plasticity index ($PI > 40$) and high water content	< 100 (indicative)	—	10 - 20
S_2	Deposits of liquefiable soils, of sensitive clays, or any other soil profile not included in types A – E or S_1			

National Annex to CYS EN 1998-1:2004 Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance
Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings

Table 3.2 (CYS): Values of the parameters describing the Type 1 elastic response spectrum

Ground Type	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0