

**ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ
(ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α.) Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΡΓΩΝ Χ.Υ.Τ.Α. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ**

**ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

Αθήνα, Μάιος 2013

Ανάδοχος Μελέτης

ΚΩΝ. ΜΑΛΛΙΟΥ, Πολιτικός Μηχανικός - Γεωτεχνικός

Ειδικοί συνεργάτες



ΓΕΩΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΕΠΕ

γεωτεχνικές μελέτες και έρευνες

Γραφεία: Γούναρη 62, Αγ. Παρασκευή 153 43, Τηλ.: 210 6004741, Τηλ./Fax: 210 6013044

e-mail: geoconsult@geoconsult.gr, web: www.geoconsult.gr

Εργαστήριο: Καπετανάκη 19, Γλυκά Νερά 153 54, Τηλ.: 210 600 4741

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 1
2. ΟΜΑΔΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	σελ. 2
3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	σελ. 2
4. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	σελ. 4
5. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	σελ. 4
6. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΟΡΙΑΚΟΥ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ	σελ. 5
7. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	σελ. 8
7.1 Επιλογή γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού	σελ. 8
7.2 Μέθοδοι υπολογισμού - Περιγραφή λογισμικού - Αποτελέσματα	σελ. 9
8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	σελ. 13
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 15
ΣΧΗΜΑΤΑ	σχημ. 1-3
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	φωτ. 1-15
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' – Μητρώα Ερευνητικών Τάφρων	σελ. Α1-Α7
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β' – Αποτελέσματα Εργαστηριακών Δοκιμών	σελ. Β1-Β4
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' – Γεωτεχνικοί Υπολογισμοί	σελ. Γ.Ι-1 – Γ.ΙΙ-27
ΣΧΕΔΙΑ	ΓΕΩΤ 01

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας υποστηρικτικής Γεωτεχνικής Μελέτης είναι αφενός μεν η παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής αναγνώρισης που έγινε στο χώρο του Χ.Υ.Τ.Α. Βόλου (βλ. σχήμα 1 και φωτογραφία 1) από την κ. Κων. Μάλλιου, Πολιτικό Μηχανικό, Γεωτεχνικό, αφετέρου δε η επιλογή και παρουσίαση της τεχνικής λύσης που απαιτείται προκειμένου να γίνει επέκταση του υφιστάμενου Χ.Υ.Τ.Α. με τη δυνατότητα ταφής όσο το δυνατό μεγαλύτερου όγκου απορριμμάτων.

Η παρούσα υποστηρικτική γεωτεχνική μελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια του έργου «Ολοκλήρωση Έργων Χ.Υ.Τ.Α. Π.Σ. Βόλου» και ανατέθηκε στην κ. Κων. Μάλλιου, Πολιτικό Μηχανικό, Γεωτεχνικό, από το ΣΥΝΔΕΣΜΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α.) Ν. Μαγνησίας με την από 26/04/2013 Σύμβαση. Για την εκπόνηση της γεωτεχνικής έρευνας η κ. Κων. Μάλλιου συνεργάστηκε με το γραφείο γεωτεχνικών μελετών ΓΕΩΣΥΜΒΟΥΛΟΙ Ε.Π.Ε.

Η γεωτεχνική αναγνώριση περιελάμβανε τη διάνοιξη 4 ερευνητικών τάφρων με μηχανικό εκσκαφέα (Τ1 έως Τ4), μέχρι βάθους 3,70 m, στις παρυφές του Χ.Υ.Τ.Α. στο ΝΔ όριο του χώρου του έργου (βλ. σχήμα 2 και φωτογραφίες 2 έως 15), τη μακροσκοπική εξέταση των τοιχωμάτων των τάφρων, τη λήψη διαταραγμένων δειγμάτων από διάφορα βάθη και την εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών κατάταξης στα ληφθέντα δείγματα (βλ. μητρώα φρεάτων στο Παράρτημα Α'). Οι θέσεις των ερευνητικών τάφρων φαίνονται στο τοπογραφικό διάγραμμα του σχήματος 2.

Σκοπός της γεωτεχνικής αναγνώρισης ήταν επίσης η απόκτηση στοιχείων του υπεδάφους προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξη απορριμμάτων στις παρυφές του Χ.Υ.Τ.Α. καθώς και η θέση των στεγανωτικών και αποστραγγιστικών στρώσεων στις διάφορες θέσεις.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη χωρητικότητα μελετήθηκε η λύση κατασκευής οριακού κατακόρυφου οπλισμένου επιχώματος στα όρια της λεκάνης.

Στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης έχουν ληφθεί υπόψη στοιχεία από τη μελέτη «Ολοκλήρωση Έργων Χ.Υ.Τ.Α. Πολεοδομικού Συγκροτήματος Βόλου», Ι. Φραντζής & Συνεργάτες Ε.Π.Ε., Σεπτέμβριος 2002.

2. ΟΜΑΔΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την εκπόνηση της μελέτης συνεργάστηκαν οι ακόλουθοι:

- Κων. Μάλλιου, Πολιτικός Μηχανικός, Γεωτεχνικός
- Αθαν. Πλατής, Πολιτικός Μηχανικός, Γεωτεχνικός
- Δημ. Πλατής, Πολιτικός Μηχανικός, Γεωτεχνικός
- Μ. Παγουλάτου, Γεωλόγος.

3. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ - ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Η σύνταξη της παρούσας μελέτης έχει βασιστεί στους παρακάτω κανονισμούς και προδιαγραφές:

- "Έγκριση Κανονισμού Προεκτιμωμένων Αμοιβών Μελετών και Υπηρεσιών κατά τη Διαδικασία της παρ. 7 του άρθρου 4 του Ν.3316/2005", Απόφαση ΔΜΕΟ/α/ο/1257/ 9.8.2005 (ΦΕΚ 1221 Β').
- "Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός", Απόφαση Δ17α/141/3/Φ.Ν. 275/15.12/ 20.12.1999 (ΦΕΚ 2184 Β'), όπως διορθώθηκε με το ΦΕΚ 423 Β'/ 12.4.2001 και όπως τροποποιήθηκε με την υπ' αριθμ. Δ17α/115/9/ΦΝ 275/7/ 12.8.2003 (ΦΕΚ 1154 Β') απόφαση.
- ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ-2 - Μέρος 1-1, "Σχεδιασμός φορέων από σκυρόδεμα – Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια", EN 1992-1-1:2004.
- ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ-7 - Μέρος 1, "Γεωτεχνικός Σχεδιασμός – Γενικοί Κανόνες", EN 1997-1:2004.
- ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑΣ-8 - Μέρος 5, "Θεμελιώσεις, Κατασκευές Αντιστήριξης και Γεωτεχνικά Θέματα", EN 1998-5:2005.
- "Ελληνικός Κανονισμός για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα (ΕΚΩΣ-2000)" (Απόφαση Δ17α/116/4/Φ.Ν. 429/6.11.2000 (ΦΕΚ 1329 Β') και απόφαση αριθμ. Δ17α/32/10/ΦΝ 429/20.2.2004 (ΦΕΚ Β' 447/5.4.2004)).
- "Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος – 97 (Κ.Τ.Σ. – 97)", Απόφαση Δ14/19164 /17.4.1997 (ΦΕΚ 315 Β').

- "Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (Κ.Τ.Χ.-2008)", ΦΕΚ 1416/Β'/17-7-2008 και ΦΕΚ 2113/Β'/13-10-2008.
- ΕΛ.Ο.Τ. Τ.Π. 1501-11-02-05-00:2009, 23/12/2009 – "Έργα Αντιστηρίξεως από Οπλισμένη Γη".
- Οδηγίες Σύνταξης Μελετών Οπλισμένων Επιχωμάτων Εγνατίας Οδού Α.Ε., Έκδοση Α01 – 10/2007.
- Κανονισμός Φορτίσεως Δομικών Έργων (ΦΕΚ171Α/1946).

Για όσα θέματα τυχόν δεν καλύπτονται από τους παραπάνω κανονισμούς ισχύουν οι αντίστοιχοι Κανονισμοί και Προδιαγραφές αναγνωρισμένων Ευρωπαϊκών ή Αμερικανικών φορέων και κέντρων ερευνών όπως:

- BS EN 8004 (1986) "Code of Practice for Foundations".
- BS EN 8002 (1994) "Code of Practice for Earth Retaining Structures".
- BS EN 8006 (1995) "Code of Practice for Strengthened/Reinforced Soils and other Fills".
- CIRIA (1984) "Design of Retaining Walls Embedded in Stiff Clay", CIRIA Report 104, by C.J. Padfield and R.J. Mair, London.
- CIRIA (1996) "Soil Reinforcement with Geotextiles", by R.A. Jewell, CIRIA Special Publication 123, London.
- DIN 1054 (1976) "Εδαφος θεμελίωσης - Επιτρεπόμενη φόρτιση εδάφους", Έκδοση Νοεμβρίου 1976.
- DIN 4017 (1986) "Εδαφος Θεμελίωσης - Υπολογισμός Θραύσης Εδάφους", Έκδοση Μαΐου 1986.
- DIN 4084 (1974) "Υπολογισμός της Ασφάλειας Πρανών για τον Εμποδισμό της Θραύσης Πρανούς", Μέρος 2, Προκαταρκτικός Κανονισμός, Έκδοση Φεβρουαρίου 1974.
- DIN 4085 (1982) "Analysis of Earth Pressures for Rigid Retaining Walls and Abutments".
- DUNCAN J.M., BUCHIGNANI A.L. (1975) "An Engineering Manual for Slope Stability Studies", Department of Civil Engineering, U.C. Berkeley.
- Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben" (EAB), 1988.
- NAVFAC DM-7.02 (1986) "Foundations and Earth Structures", Design Manual, Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command, U.S.A.

- FEDERATION OF PILING SPECIALISTS (1999) "The Essential Guide to the ICE Specification for Piling and Embedded Retaining Walls", Published by Thomas Telford.
- INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS (1996) "Specification for Piling and Embedded Retaining Walls", Published by Thomas Telford.

4. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Ο χώρος του έργου βρίσκεται εντός του υφιστάμενου Χ.Υ.Τ.Α. Βόλου (βλ. σχήμα 1) σε απόσταση 8 km περίπου ΒΔ της πόλης του Βόλου.

Όπως προαναφέρθηκε πρόκειται να γίνει επέκταση καθ' ύψος του Χ.Υ.Τ.Α. προκειμένου να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη χωρητικότητα για τη μελλοντική λειτουργία του.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη χωρητικότητα μελετήθηκε η λύση κατασκευής οριακού κατακόρυφου οπλισμένου επιχώματος στα όρια της λεκάνης. Το επίχωμα συνδυάζεται με την κατασκευή τοίχου αντιστήριξης από οπλισμένο σκυρόδεμα καθ' όλο το μήκος της όψης του, προκειμένου να εξασφαλίζεται η προστασία των γεωσυνθετικών οπλισμών του επιχώματος από τις καιρικές συνθήκες και να αποκαθίσταται αισθητικά το όριο του Χ.Υ.Τ.Α.

5. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η περιοχή του Χ.Υ.Τ.Α. δομείται από ασβεστόλιθους και δολομίτες του Τριαδικού – Κατ. Ιουρασικού (βλ. και γεωλογικό χάρτη στο σχήμα 3). Επιφανειακά στο χώρο του έργου το βραχώδες υπόβαθρο καλύπτεται από αποσαθρωμένο μαργαϊκό ψηφιδοκροκαλοπαγές.

Στα μητρώα των ερευνητικών φρεάτων στο Παράρτημα Α' παρουσιάζονται οι περιγραφές των ληφθέντων δειγμάτων και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών. Η κατάταξη των δειγμάτων έχει γίνει κατά το AUSCS. Τα αναλυτικά φύλλα των εργαστηριακών δοκιμών φαίνονται στο Παράρτημα Β'.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής αναγνώρισης το φυσικό έδαφος απαντάται σε βάθος 2,30-3,50 m και εμφανίζεται ως αποσαθρωμένο μαργαϊκό ψηφιδοκροκαλοπαγές, ενώ μετά το βάθος των 2,80-3,70 m ήταν αδύνατη η εκσκαφή του με μηχανικό εκσκαφέα.

Στις θέσεις των ερευνητικών τάφρων απαντήθηκαν επίσης απορρίμματα, στρώσεις στεγάνωσης και υλικά επίχωσης. Σε κάθε περίπτωση διαπιστώθηκε ότι τα απορρίμματα δεν φθάνουν στο όριο του Χ.Υ.Τ.Α., αφήνοντας απόσταση 3,00 m τουλάχιστον από αυτό.

Υπόγεια νερά δεν απαντήθηκαν στις ερευνητικές τάφρους κατά την περίοδο εκτέλεσης της γεωτεχνικής αναγνώρισης (Μάιος 2013).

6. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΟΡΙΑΚΟΥ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση χώρου κατά τη διαμόρφωση του οριακού αναχώματος του Χ.Υ.Τ.Α. προτείνεται η διαμόρφωσή του με κατακόρυφο οπλισμένο επίχωμα (οπλισμένη γη) και τοίχο αντιστήριξης εξωτερικά αυτού.

Η οπλισμένη γη είναι μία σύγχρονη μέθοδος ενίσχυσης του εδάφους, η οποία βρίσκεται στις μέρες μας ευρεία εφαρμογή στο εξωτερικό αλλά και σε μεγάλα έργα στην Ελλάδα.

Ο όρος «οπλισμένη γη» αναφέρεται σε μία μέθοδο ενίσχυσης του εδάφους με τη χρήση της οποίας γίνεται δυνατή η κατασκευή ευσταθών πρानών με μεγάλες κλίσεις (>45°), κατακόρυφων τοίχων ή επιχωμάτων επί μαλακών ή ασταθών εδαφών.

Πιο συγκεκριμένα η οπλισμένη γη αποτελείται από επίχωμα από κατάλληλα κοκκώδη υλικά, το οποίο ενισχύεται (οπλίζεται) με επάλληλες στρώσεις μεταλλικών ή συνθετικών πλεγμάτων, ταινιών ή φύλλων, τα οποία αγκυρώνονται μέσω αλληλεμπλοκής ή/και τριβής με επέκτασή τους σε ικανό μήκος όπισθεν της ενεργού ζώνης μετακινήσεων του επιχώματος. Τα πρानή του επιχώματος μπορούν να διαμορφωθούν με ιδιαίτερα απότομες κλίσεις ή ακόμα και κατακόρυφα. Η συγκράτηση του υλικού του επιχώματος μεταξύ των διαδοχικών στρώσεων του οπλισμού, στην περίπτωση διαμόρφωσης πρानών με απότομη κλίση (γενικά >35°-45° ανάλογα και με τη φύση των υλικών του επιχώματος), επιτυγχάνεται

- είτε με την αναδίπλωση του οπλισμού στο μέτωπο του πρανούς και αγκύρωσή του στην υπερκείμενη στρώση,
- είτε με προκατασκευασμένα στοιχεία που συγκρατούνται στη θέση τους μέσω δευτερεύοντος οπλισμού αγκύρωσης μικρού μήκους,
- είτε τέλος με συρματοκιβώτια, τα οποία τοποθετούνται κλιμακωτά προς τα πίσω και συγκρατούνται στη θέση τους μέσω τριβής λόγω του ίδιου βάρους τους.

Όσον αφορά την αρχή λειτουργίας της οπλισμένης γης, είναι γνωστό ότι η διατμητική αντοχή του εδάφους προέρχεται από την τριβή μεταξύ των κόκκων του όταν αυτά είναι υπό θλίψη. Όταν το έδαφος φορτίζεται αναπτύσσονται διατμητικές δυνάμεις, που οδηγούν

σε διατμητική παραμόρφωση καθώς οι κόκκοι του εδάφους αναδιατάσσονται κατά μήκος της διεύθυνσης των διατμητικών δυνάμεων, προκειμένου να αναπτυχθεί η διατμητική αντίσταση του εδάφους. Η γενική παραμόρφωση του εδάφους οδηγεί τόσο σε θλιπτικές όσο και σε εφελκυστικές παραμορφώσεις εντός της μάζας του. Τοποθετώντας μεταλλικά ή γεωσυνθετικά πλέγματα σε οριζόντιες στρώσεις εντός π.χ. ενός πρανούς επιτυγχάνεται η ανάπτυξη «δεσμών» μέσω τριβής μεταξύ των κόκκων του εδάφους και των επιφανειών του οπλισμού και μπορούν έτσι να παραληφθούν εφελκυστικές και θλιπτικές τάσεις. Ο οπλισμός τοποθετείται στη διεύθυνση που αναπτύσσονται οι εφελκυστικές τάσεις και έτσι αυτές που προκύπτουν από την παραμόρφωση του εδάφους παραλαμβάνονται από τους οπλισμούς. Το αποτέλεσμα είναι ότι το έδαφος παραλαμβάνει μικρότερες δυνάμεις, οι οποίες θα προκαλούσαν αστοχία, ενώ παράλληλα αυξάνονται οι δυνάμεις οι οποίες προσφέρουν αντίσταση.

Η σωστή «συνεργασία» μεταξύ εδάφους και οπλισμού επιτυγχάνεται με την επιλογή κατάλληλου είδους οπλισμού και μήκους εφαρμογής του μετά από τις απαραίτητες αναλύσεις.

Με την εφαρμογή της μεθόδου της οπλισμένης γης

- ελαχιστοποιείται η χρήση γης,
- περιορίζεται η ποσότητα των απαιτούμενων υλικών επίχωσης,
- υπάρχει η ευχέρεια χρήσης των επί τόπου υλικών,
- επιτυγχάνεται απλή και γρήγορη κατασκευή,
- οι κατασκευές εναρμονίζονται πλήρως με το περιβάλλον,
- μπορούν να παραληφθούν σημαντικές παραμορφώσεις του υπεδάφους χωρίς πρόβλημα, δεδομένου ότι πρόκειται για μία εύκαμπτη κατασκευή (σε αντίθεση με ένα συμβατικό τοίχο αντιστήριξης) και τέλος
- περιορίζεται το κόστος κατασκευής.

Η μέθοδος της οπλισμένης γης στην παρούσα περίπτωση συνίσταται στη χρήση κοκκώδους υλικού το οποίο οπλίζεται με υφαντά γεωυφάσματα τοποθετούμενα ανά 0,50 m ύψους πρανούς, ενώ τα εκατέρωθεν μέτωπα διαμορφώνονται με την αναδίπλωση του οπλισμού με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτει εξωτερικά μεν κατακόρυφη όψη εσωτερικά δε (προς τα απορρίμματα) μέτωπο κλίσης 2:1 (κατ:οριζ - βλ. σχέδιο ΓΕΩΤ-01). Το οπλισμένο επίχωμα έχει μέγιστο ύψος 2,00 m.

Στην παρούσα λύση το κοκκώδες υλικό προτείνεται να είναι καλά συμπυκνωμένο αμμοχάλικο ή χαλίκια διαστάσεων 5-35 mm διαστρωνόμενα σε στρώσεις συμπυκνωμένου πάχους 0,25 m και συμπυκνούμενα με 6 τουλάχιστον διελεύσεις δονητικού οδοστρωτήρα

στατικού βάρους 2-3 τόννων ή μέχρις ότου επιτευχθεί βαθμός συμπίκνωσης τουλάχιστον 90% κατά την τροποποιημένη μέθοδο Proctor (στην περίπτωση χρήσης αμμοχάλικου).

Το μήκος των οπλισμών (υφαντά γεωφάσματα) θα είναι μεταβλητό 3,25-4,00 m αυξανόμενο από πάνω προς τα κάτω. Στο μήκος αυτό δε συμπεριλαμβάνεται το μήκος αγκύρωσης στα μέτωπα των πρανών (με αναδίπλωση), το οποίο είναι της τάξης του 1,00 m (βλ. σχετική λεπτομέρεια στο σχέδιο ΓΕΩΤ-01).

Ο οπλισμός του πρανούς θα αποτελείται από γεωσυνθετικά (υφαντά γεωφάσματα), αρχικής (ονομαστικής) εφελκυστικής αντοχής κατά την κύρια διεύθυνση (Tult) 80 kN/m και τελικής εφελκυστικής αντοχής σχεδιασμού για διάρκεια ωφέλιμης χρήσης 120 έτη (Td) 40 kN/m. Τα φύλλα των γεωσυνθετικών τοποθετούνται με ελάχιστη επικάλυψη 0,30 m κατά τη δευτερεύουσα διεύθυνση.

Εξωτερικά του οπλισμένου επιχώματος και σε όλο το μήκος του, κατασκευάζεται τοίχος αντιστήριξης/διαμόρφωσης μετώπου από οπλισμένο σκυρόδεμα, μεγίστου ύψους 3,85 m πάνω από τη στάθμη εδάφους και πλάτους πέλματος 1,55 m. Το ύψος του τοίχου προσαρμόζεται σε κάθε περίπτωση έτσι ώστε να εγκιβωθεί μελλοντικά την τελική κάλυψη του Χ.Υ.Τ.Α., η οποία σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους της μελέτης προβλέπεται να έχει πάχος 2,60 m. Προκειμένου να εξασφαλίζεται η αποστράγγιση των ομβρίων μέσα από το οπλισμένο επίχωμα και να μην αναπτύσσονται υδροστατικές πιέσεις στον τοίχο, προβλέπεται η διάνοιξη αποστραγγιστικών οπών $\varnothing 100$ mm ανά 2,00 m μήκους.

Η κατασκευή του τοίχου αντιστήριξης προβλέπεται να προηγηθεί από αυτή του οπλισμένου επιχώματος γιατί έτσι:

- αφενός μεν ο τοίχος αντιστήριξης θα αποτελέσει έναν “οδηγό” για τη διαμόρφωση του κατακόρυφου οπλισμένου επιχώματος,
- αφετέρου δε θα επιτυγχάνεται συμπίκνωση των υλικών του επιχώματος μέχρι το μέτωπο, αφού η ύπαρξη του τοίχου θα εξασφαλίζει την ευστάθεια των υλικών και των χωματουργικών μηχανημάτων.

Ουσιαστικά ο τοίχος θα δέχεται ωθήσεις καθ' ύψος του οπλισμένου επιχώματος μόνο κατά τη διάρκεια της συμπίκνωσης των προβλεπόμενων στρώσεων, ενώ μετά την αναδίπλωση και στερέωση των οπλισμών ο τοίχος θα εξασφαλίζει την προστασία των γεωσυνθετικών οπλισμών του επιχώματος από τις καιρικές συνθήκες και θα αποκαθιστά αισθητικά το όριο του Χ.Υ.Τ.Α. Επίσης ο τοίχος θα δεχτεί μελλοντικά και τις ωθήσεις από τα εδαφικά υλικά του τελικού καλύμματος, τα οποία θα εγκιβωθεί στο ανώτερο τμήμα του (βλ. σχέδιο ΓΕΩΤ-01).

7. ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 Επιλογή γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού

Η επιλογή των γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού έχει βασιστεί στα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών και σε βιβλιογραφικά στοιχεία για ανάλογους σχηματισμούς.

Οι παράμετροι σχεδιασμού που υιοθετήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

- *Απορρίμματα (από Landva & Clark, 1992)*
 $\gamma = 8 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 27^\circ$
 $c' = 0 \text{ kPa}$
- *Υλικό οπλισμένου επιχώματος (καλά συμπυκνωμένο αμμοχάλικο)*
 $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 35^\circ$
 $c' = 5 \text{ kPa}$
- *Υφιστάμενες επιχώσεις έδρασης οπλισμένου επιχώματος (αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χαλίκια)*
 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 28^\circ$
 $c' = 2 \text{ kPa}$
- *Φυσικό έδαφος (αποσαθρωμένο μαργαϊκό ψηφιδοκροκαλοπαγές)*
 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 35^\circ$
 $c' = 5 \text{ kPa}$
- *Τελικό κάλυμμα*
 $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 27^\circ$
 $c' = 5 \text{ kPa}$

Για τις αναλύσεις ευστάθειας σε σεισμική φόρτιση, η ευστάθεια των πρηνών του τελικά διαμορφωμένου αναγλύφου του Χ.Υ.Τ.Α. ελέγχεται με θεώρηση προσθέτων οριζοντίων ενεργών επιταχύνσεων της μάζας τους, που μεταβάλλονται από $\alpha_B = 0,5 \cdot \alpha$ στη βάση, μέχρι $\alpha_K = \alpha_B \cdot \beta(T)$ στην κορυφή, όπου:

α = η ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους = 0,24g (Ζώνη II, ΕΑΚ-2000)

$\beta(T)$ = η φασματική μεγέθυνση που αντιστοιχεί στην θεμελιώδη ιδιοπερίοδο T του έργου $\leq 2,50$.

Εν προκειμένω λαμβάνεται συντηρητικά $\beta(T) = 2,50$.

$$\therefore \alpha_B = a/2 = 0,24g/2 = 0,12g$$

$$\alpha_K = \alpha_B \cdot \beta(T) = 2,5 \cdot 0,12g = 0,30g.$$

Άρα ο οριζόντιος σεισμικός συντελεστής α_h είναι:

$$\alpha_h = (\alpha_B + \alpha_K)/2 = (0,12 + 0,30) \cdot g/2 = 0,21g$$

και αντίστοιχα ο κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής α_v είναι:

$$\alpha_v = \pm 0,50 \cdot \alpha_h = \pm 0,105g.$$

7.2 Μέθοδοι υπολογισμού – Περιγραφή λογισμικού - Αποτελέσματα

α) Οπλισμένο επίχωμα

Στο Παράρτημα Γ' παρουσιάζεται η διαστασιολόγηση του οπλισμένου επιχώματος η οποία γίνεται με το λογισμικό MSEW (2.0), το οποίο αναλύει και διαστασιολογεί (κατά AASHTO 98/Demo 82) πρανή και τοίχους, οπλισμένους είτε με γεωσυνθετικά, είτε με μεταλλικούς οπλισμούς. Στην προκειμένη περίπτωση το επίχωμα οπλίζεται με υφαντά γεωυφάσματα, τοποθετούμενα ανά 0,50 m ύψους πρανούς ενώ η τελική διαμόρφωση του πρανούς γίνεται με αναδιπλούμενο μέτωπο (wrap around facing). Στο οπλισμένο επίχωμα προβλέπεται αναδίπλωση όλων των οπλισμών (γεωυφάσματα) στο μέτωπο και όπισθεν. Τα πρανή ή οι τοίχοι που αναλύονται μπορούν να έχουν μέχρι 20° απόκλιση από την κατακόρυφο. Ο οπλισμός του πρανούς καθορίζεται θέτοντας τον τύπο του, τα μήκη και τις στάθμες εφαρμογής του, την αντοχή του και το ποσοστό κάλυψης. Το πρόγραμμα λαμβάνει υπόψη μειωτικούς συντελεστές στην αντοχή των οπλισμών λόγω φθοράς κατά την κατασκευή, γήρανσης, διάβρωσης ή ερπυσμού. Λαμβάνονται επίσης υπόψη φορτία στη στέψη του πρανούς ποικίλης μορφής (κινητά ή μόνιμα, ομοιόμορφα κατανομημένα, σημειακά, οριζόντια ή κατακόρυφα) ενώ οι αναλύσεις γίνονται για στατική και σεισμική φόρτιση. Σε επόμενο βήμα καθορίζεται το είδος της κάλυψης του μετώπου του πρανούς ή του τοίχου, επιλέγοντας μεταξύ προκατασκευασμένων στοιχείων ή πανέλων, συρματοκιβωτίων ή αναδιπλούμενου οπλισμού, ανάλογα με τις ανάγκες του έργου και το επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα. Δίδονται επίσης οι παράμετροι σχεδιασμού του εδάφους έδρασης του έργου, του αντιστηριζόμενου επιχώματος, του οπλισμένου επιχώματος καθώς και στοιχεία για τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Οι έλεγχοι που γίνονται και τα αποτελέσματα που προκύπτουν αφορούν τη θραύση εδάφους, την εκκεντρότητα, την ανατροπή, την αντίσταση των οπλισμών σε εξόλκευση, τον έλεγχο σε ολίσθηση, καθώς και τη μακροχρόνια εφελκυστική αντοχή των οπλισμών.

Στην προκειμένη περίπτωση το επίχωμα οπλίζεται με υφαντά γεωυφάσματα, ενώ η τελική διαμόρφωση του πρανούς γίνεται με αναδίπλωση των οπλισμών στο μέτωπο (wrap around facing).

Πιο συγκεκριμένα κατά τη διαστασιολόγηση με το λογισμικό MSEW (2.0) έχει ληφθεί οπλισμένο πρανές ύψους 2,00 m, με οπλισμούς (γεωυφάσματα) μήκους 3,25-4,00 m, τα οποία έχουν τοποθετηθεί ανά 0,50 m ύψους πρανούς και έχουν εφελκυστική αντοχή κατά την κύρια διεύθυνση (T_{ult}) 80 kN/m. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη το βάρος της μελλοντικά τοποθετούμενης τελικής κάλυψης έχει ληφθεί μόνιμη κατανεμημένη φόρτιση επί του οπλισμένου επιχώματος ίση προς 50,7 kPa.

Στο Παράρτημα Γ' των Γεωτεχνικών Υπολογισμών παρουσιάζονται τα αναλυτικά αποτελέσματα όλων των ελέγχων ευστάθειας της οπλισμένης γης.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών συνοψίζονται στον πίνακα 1 της επόμενης σελίδας. Οι αντίστοιχοι ελάχιστοι συντελεστές ασφαλείας για τα οπλισμένα πρανή φαίνονται αναλυτικά για κάθε στρώση στο Παράρτημα Γ' των γεωτεχνικών υπολογισμών. Όπως προκύπτει από τον πίνακα αυτόν, οι ελάχιστοι συντελεστές ασφαλείας που προκύπτουν σε κάθε περίπτωση ελέγχου είναι μεγαλύτεροι από τους ελάχιστους επιτρεπόμενους (εκτός από την εκκεντρότητα που συγκρίνεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη) κατά DIN 4017 (φέρουσα ικανότητα εδάφους σε στατική φόρτιση), DIN 1054 (ολίσθηση, ανατροπή, εκκεντρότητα), Ο.Σ.Μ.Ο.Ε.Ε.Ο. (εξόλκευση), ΕΑΚ-2000 και EC-8 (όλοι οι έλεγχοι σε σεισμική φόρτιση).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1**Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ανάλυσης οπλισμένου επιχώματος**

Είδος φόρτισης	Μέγιστη εκκεντρότητα ⁽¹⁾	Συντελεστής ασφαλείας			
		Θραύση εδάφους ⁽²⁾	Ολίσθηση ⁽³⁾	Ανατροπή ⁽⁴⁾	Εξόλκευση ⁽⁵⁾
Στατική	0,028	6,50	4,76	18,00	8,97
Σεισμική	0,038	6,24	3,56	13,24	6,49

Σημειώσεις:

Ελάχιστα/Μέγιστα επιτρεπόμενα μεγέθη:	Στατική (DIN 4017/1054- -Ο.Σ.Μ.Ο.Ε.Ε.Ο.)	Σεισμική (ΕΑΚ-2000/ /EC-8)
(1) Εκκεντρότητα:	0,167	0,333
(2) Θραύση εδάφους:	2,00	1,00
(3) Ολίσθηση:	1,50	1,00
(4) Ανατροπή:	1,50	1,00
(5) Εξόλκευση:	1,50	1,00

β) Έλεγχοι γενικής ευστάθειας

Οι αναλύσεις ευστάθειας του τελικού απορριμματικού αναγλύφου και του οπλισμένου επιχώματος (σε στατική και σεισμική φόρτιση) έχουν γίνει με την τροποποιημένη μέθοδο λωρίδων του Bishop για κυκλικές επιφάνειες ολίσθησης με τη βοήθεια του προγράμματος H/Y Slide v.6.0 της Rocscience, το οποίο είναι ένα πρόγραμμα ανάλυσης ευστάθειας πρηνών που αναλύει και διαστασιολογεί, μεταξύ άλλων, και πρηνή οπλισμένα με γεωσυνθετικά. Το έδαφος χωρίζεται σε λωρίδες όπως φαίνεται στα αποτελέσματα των υπολογισμών και στη συνέχεια εξετάζεται ένας αριθμός κυκλικών τόξων διαφορετικού μήκους χορδής, για κάθε ένα από τα οποία εξετάζονται όλες οι πιθανές ακτίνες και βρίσκεται ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας.

Η ανάλυση ευστάθειας (με ή χωρίς σεισμό) έχει γίνει με την τροποποιημένη μέθοδο λωρίδων του Bishop για κυκλικές επιφάνειες ολίσθησης. Στη μέθοδο αυτή το έδαφος χωρίζεται σε λωρίδες και στη συνέχεια εξετάζεται ένας αριθμός κυκλικών τόξων διαφορετικού μήκους χορδής, για κάθε ένα από τα οποία εξετάζονται όλες οι πιθανές ακτίνες και βρίσκεται ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας.

Στο Παράρτημα Γ' των γεωτεχνικών υπολογισμών παρουσιάζονται οι αναλύσεις ευστάθειας υπό στατική και σεισμική φόρτιση της διατομής του οπλισμένου επιχώματος και του τελικού απορριμματικού αναγλύφου.

Οι ελάχιστοι συντελεστές ασφαλείας που προκύπτουν σε κάθε περίπτωση ελέγχου γενικής ευστάθειας συγκρίνονται με τους προβλεπόμενους από:

- τον EC-7 για συνήθεις δυσμενείς παραδοχές υδραυλικών συνθηκών, για αναλύσεις μέσω ενεργών τάσεων με χρήση ενεργών παραμέτρων αντοχής ($FS_{\min} = 1.38$ - §2.2.12 Εθνικού Προσαρτήματος του EC-7),
- τον ΕΑΚ-2000 και τον EC-8 για σεισμική φόρτιση ($FS_{\min} = 1,00$).

Στον πίνακα 2 που ακολουθεί συνοψίζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων ευστάθειας, απ' όπου προκύπτει ότι ο διαθέσιμος συντελεστής ασφαλείας για μεν τη στατική φόρτιση είναι επαρκής ($FS > 1,38$) για δε τη σεισμική φόρτιση είναι ανεπαρκής ($FS < 1,00$), το οποίο συνεπάγεται ότι θα πρέπει να αναμένονται παραμένουσες μετακινήσεις μετά από τη σεισμική φόρτιση σχεδιασμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Αποτελέσματα αναλύσεων γενικής ευστάθειας

Περίπτωση φόρτισης	Συντελεστής ασφαλείας	Αρχείο υπολογιστή
Στατική	1,51 > 1,38	01
Σεισμική	0,92 < 1,00	01q

Το μέγεθος των αναμενομένων μετακινήσεων είναι αντιστρόφως ανάλογο προς το λόγο A_c/A_{\max} , όπου:

A_c = κρίσιμη επιτάχυνση για την οποία $FS = 1,00$

A_{\max} = επιτάχυνση σχεδιασμού = 0,21g (βλ. §7.1).

Προκειμένου να υπολογιστεί η κρίσιμη επιτάχυνση A_c γίνονται διαδοχικές αναλύσεις ευστάθειας για διάφορες επιταχύνσεις, τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στο Παράρτημα Γ' και συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3**Σύνοψη αποτελεσμάτων αναλύσεων γενικής ευστάθειας σε σεισμική φόρτιση για τον υπολογισμό των μετακινήσεων**

Σεισμική επιτάχυνση	FS	Αρχείο υπολογιστή
$A_{max} = 0,21g$	$0,92 < 1,00$	01q
$A_c = 0,175g$	1,00	02q

Για τον υπολογισμό των αναμενόμενων σεισμικών μετακινήσεων του έργου υπό τη δράση του σεισμού σχεδιασμού 0,21g, έχει χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα των Makdisi and Seed που φαίνεται στο Παράρτημα Γ', το οποίο επιτρέπει τον προσδιορισμό της μέγιστης παραμένουσας οριζόντιας μετακίνησης εδαφοκατασκευής (u), γνωστής θεμελιώδους ιδιοπεριόδου (T_0), για δεδομένες τιμές μέγιστης και κρίσιμης σεισμικής οριζόντιας επιτάχυνσης (A_{max} και A_c ή k_{max} και k_y) και μεγέθους σεισμού (M). Όπως προκύπτει από τους αναλυτικούς υπολογισμούς του Παραρτήματος Γ', οι αναμενόμενες παραμένουσες μετακινήσεις του έργου, για μέγεθος σεισμού $M = 6,5-7,5$ και οριζόντια σεισμική επιτάχυνση $a_h = 0,21g$, είναι $u = 1,1 \div 1,3$ mm. Οι μετακινήσεις αυτές βρίσκονται μέσα σε αποδεκτά για το είδος του έργου όρια (τα οποία μπορούν άνετα να ληφθούν τουλάχιστον ίσα προς 100 mm).

8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Όπως έχει προαναφερθεί προβλέπεται να προηγηθεί η κατασκευή του τοίχου αντιστήριξης (βλ. σχέδιο ΓΕΩΤ-01). Στη συνέχεια προκειμένου για το οπλισμένο επίχωμα η μέθοδος κατασκευής ακολουθεί τα παρακάτω βήματα. Σημειώνεται ότι είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν πιστά οι στάθμες, τα μήκη και ο προσανατολισμός των στρώσεων των γεωυφασμάτων, όπως αυτά παρουσιάζονται στο σχέδιο της μελέτης.

- Αρχικά προετοιμάζεται το επίπεδο έδρασης του επιχώματος όπως αυτό προβλέπεται από τη μελέτη.
- Κόβεται και τοποθετείται στη βάση του επιχώματος η στρώση του γεωυφάσματος συνολικού μήκους 7,00 m και προσωρινά στερεώνεται το απαιτούμενο εκατέρωθεν

αναδιπλούμενο μήκος αφενός μεν στον τοίχο αντιστήριξης, αφετέρου δε σε προσωρινό καλούπι που έχει διαμορφωθεί ως οδηγός με κλίση 2:1 (κατ:οριζ) για τη διαμόρφωση της οπίσθιας όψης του οπλισμένου επιχώματος. Τα παρακείμενα φύλλα του γεωφάσματος συνδέονται μεταξύ τους στην περιοχή των μετώπων του επιχώματος.

- Τοποθετείται κοντά στο κατακόρυφο μέτωπο του επιχώματος (πίσω από τον τοίχο αντιστήριξης) μία ποσότητα υλικού επίχωσης επί του γεωφάσματος για αντίβαρο και εν συνεχεία το γεώφασμα τεντώνεται από το άλλο άκρο του και στερεώνεται με υλικό επίχωσης ή ράβδους οπλισμού καρφωμένες στο έδαφος μπροστά από το προσωρινό καλούπι.
- Τοποθετείται επί του γεωφάσματος η προδιαγεγραμμένη επίχωση σε στρώσεις των 0,25 m μέχρι την επόμενη στάθμη οπλισμού.
- Τα υλικά επίχωσης θα πρέπει να εναποτίθενται στη θέση διάστρωσης με τη χρήση εκσκαφέα ή φορτωτή με ανοιγόμενο πυθμένα, προκειμένου το υλικό της επίχωσης να πέφτει κατακόρυφα πάνω στο γεώφασμα. Όλα τα οχήματα θα πρέπει να κινούνται πάνω σε στρώση προστασίας του γεωφάσματος πάχους τουλάχιστον 150 mm για να αποφευχθεί η καταστροφή του.
- Γίνεται διάστρωση και συμπίκνωση των υλικών επίχωσης σε 2 στρώσεις συμπτυκνωμένου πάχους 0,25 m έκαστη και συμπτυκνούμενα με 6 τουλάχιστον διελεύσεις δονητικού οδοστρωτήρα στατικού βάρους 2-3 τόννων.
- Μετά την τοποθέτηση των 2 πρώτων στρώσεων συνολικού πάχους 0,50 m ελευθερώνεται το ελεύθερο αναδιπλούμενο μήκος σε αναμονή από τη στερέωσή του τόσο στον τοίχο αντιστήριξης όσο και στο προσωρινό καλούπι και αναδιπλώνεται στα δύο μέτωπα του επιχώματος.
- Στη συνέχεια τοποθετείται η επόμενη στρώση γεωφάσματος και επαναλαμβάνεται η παραπάνω διαδικασία.
- Λόγω εκτέλεσης εργασιών ψηλότερα από τη στάθμη του εδάφους και σε περιορισμένο χώρο θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας.

Αθήνα, Μάιος 2013

Η συντάξασα

ΚΩΝ. ΜΑΛΛΙΟΥ
Πολιτικός Μηχανικός
Γεωτεχνικός

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**BAGCHI A. (1995)**

"Design, Construction and Monitoring of Landfills", John Wiley & Sons.

HOUSTON W.N, HOUSTON S.L. LIU J.W. ELSAYED A. & SANDERS C.O. (1995)

"In-situ testing methods for dynamic properties of MSW landfills," in Earthquake Design and Performance of Solid Waste Landfills – Geotechnical special publication No54, ed. M.K. Yegian and W.D.L. Finn (American Society of Civil Engineers, New York), pp. 73–82.

IDRISS I.M., FIEGEL G. HUDSON M.B., MUNDY P.K. & HERZIG R. (1995)

"Seismic Response of the Operating Industries Landfill," in Earthquake Design and Performance of Solid Waste Landfills – Geotechnical special publication No.54, ed. M.K. Yegian and W.D.L. Finn (American Society of Civil Engineers, New York), pp. 83–118.

KOERNER R.M. (1990)

"Designing with Geosynthetics", Prentice-Hall, 2nd Edition.

ΚΟΙΝΗ ΥΠΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ (1997)

"Κατάρτιση Πλαισίου Προδιαγραφών και Γενικών Προγραμμάτων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων", Κ.Υ.Α. αρ. οικ 114218/17.11.1997 (ΦΕΚ 1016 Β').

LANDVA A.O., CLARK J.I. (1992)

"Geotechnics of Waste Fill" From "Geotechnics of Waste Fills - Theory and Practice" by Landva/Knowles, ASTM STP 1070.

LANDVA A., KNOWLES G.D. (1990)

"Geotechnics of Waste Fills - Theory and Practice", ASTM Publication STP 1070.

MITCHELL J.K., SEED R.B., SEED H.B. (1992)

"Stability Considerations in the Design and Construction of Lined Waste Repositories" From "Geotechnics of Waste Fills - Theory and Practice" by Landva/Knowles, ASTM STP 1070.

PECK R.B., HANSON W.E., THORNBURN T.H. (1974)

"Foundation Engineering", John Wiley & Sons, New York, 2nd edition.

ΠΛΑΤΗΣ Α.Δ. (1995)

"Γεωτεχνικός Σχεδιασμός Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων", Δημερίδα "Γεωτεχνική Μηχανική & Περιβάλλον", Στάδιο Ειρήνης & Φιλίας, 9-10/11/1995, Πρακτικά υπό έκδοση.

ΠΛΑΤΗΣ Α.Δ., ΑΛΚΑΛΑΗΣ Η.Β., ΤΣΕΛΕΝΤΗΣ Ι.Κ., ΚΟΥΜΟΥΛΟΣ Δ.Γ. (1997)

"Μέθοδος Επιλογής του Απαιτούμενου Βαθμού Στεγάνωσης Πυθμένα Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)", 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωτεχνικής Μηχανικής, Τόμος 2, σελ. 367-374, Πάτρα, 20-22/3/97.

STIEGLER W. (1975)

"Τοίχοι Αντιστηρίξεως", Μετάφραση από την 1^η Έκδοση του Γερμανικού Πρωτοτύπου "Erddrucklehre, Grundlagen und Anwendungen" υπό Σπ. Παπασπύρου, Εκδόσεις Μ. ΓΚΙΟΥΡΔΑΣ.

TENSAR (2003)

Τεχνικά φυλλάδια

TERZAGHI K., PECK R.B. (1967)

"Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley & Sons, New York, 2nd edition.

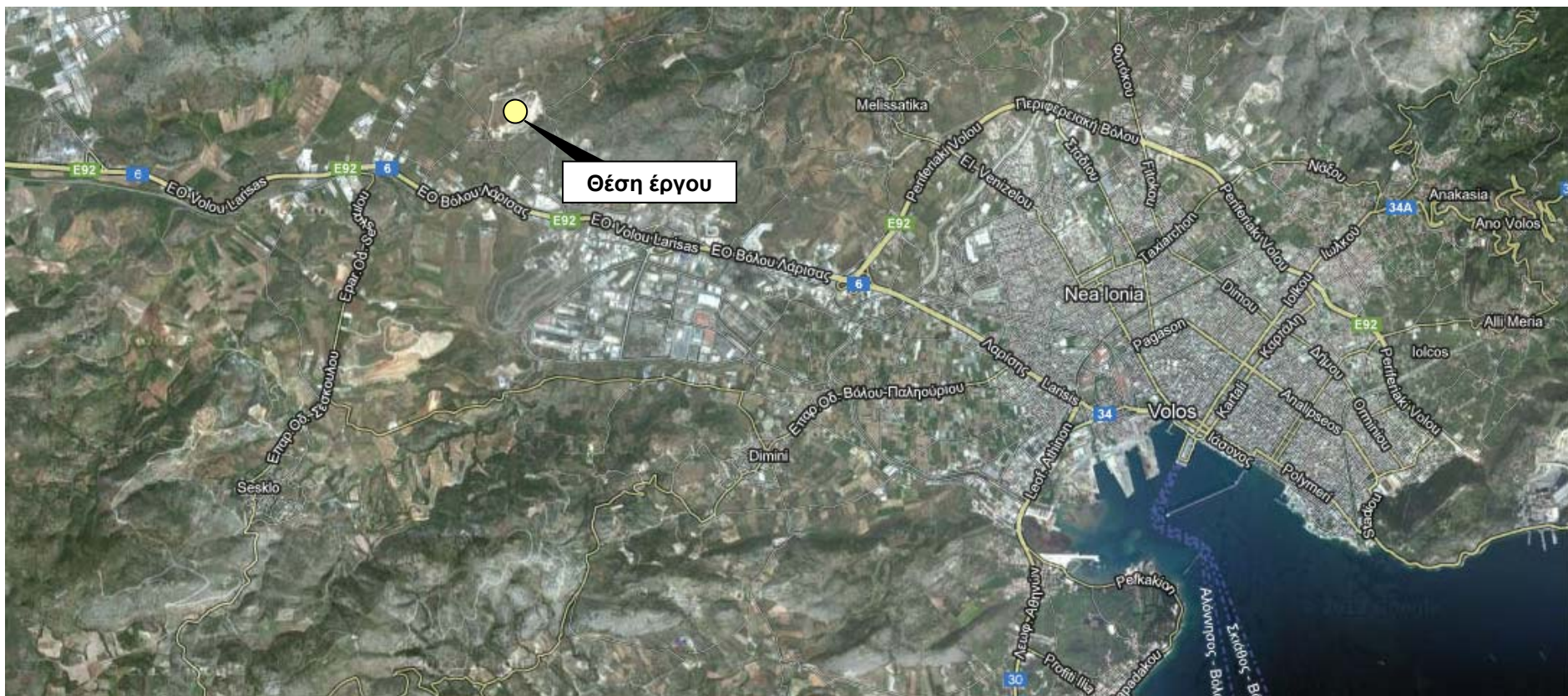
TIEMAN G.E., DRUBACK G.W., DAVIS K.A., WEIDNER C.H. (1992)

"Stability Consideration of Vertical Landfill Expansions", from "Geotechnics of Waste Fills - Theory & Practice" by Lavda/Knowles, ASTM STP 1070.

WINTERKORN H.F., FANG H.Y. (1975)

"Foundation Engineering Handbook", Van Nostrand Reinhold, New York.

ΣΧΗΜΑΤΑ

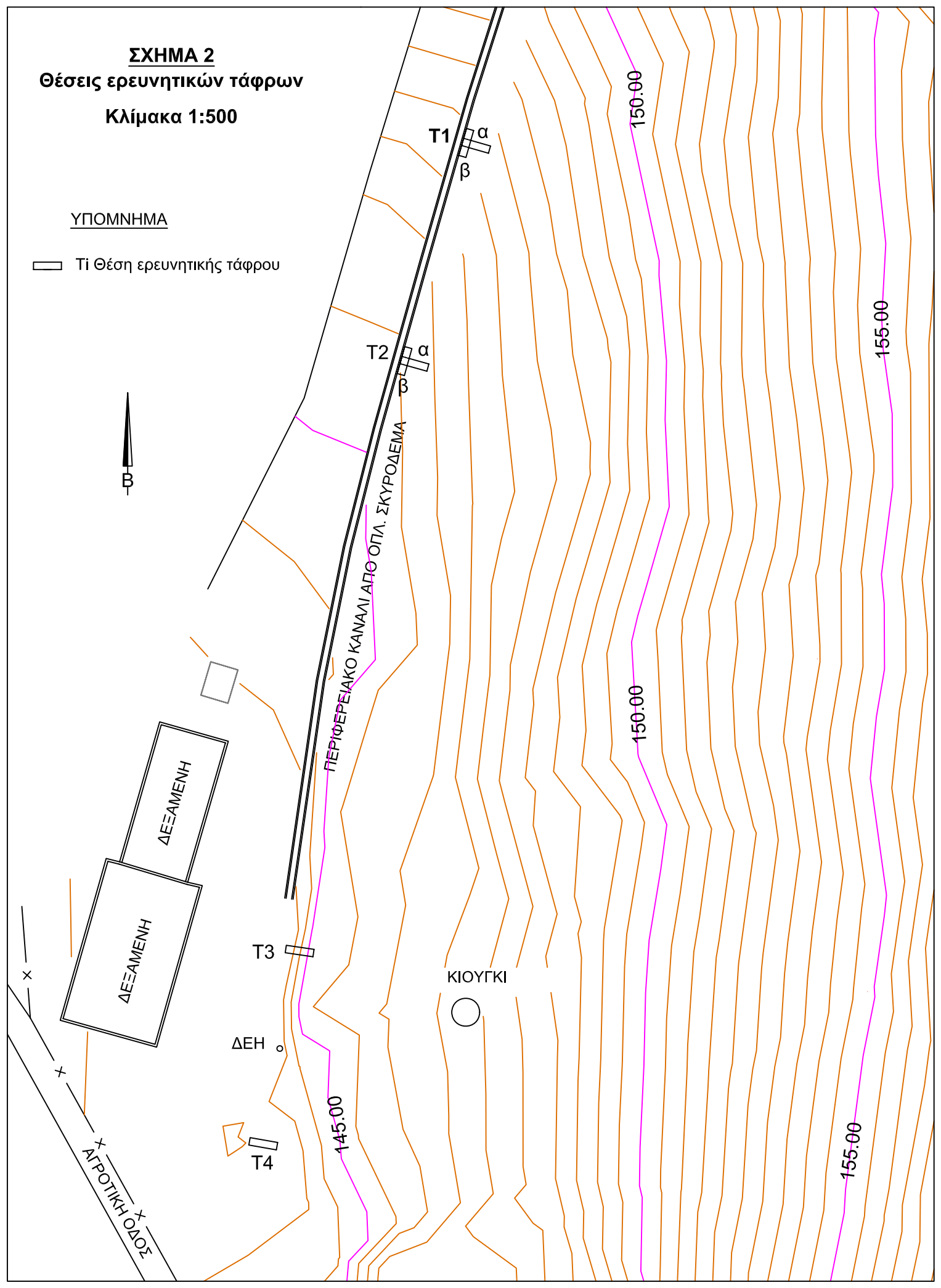


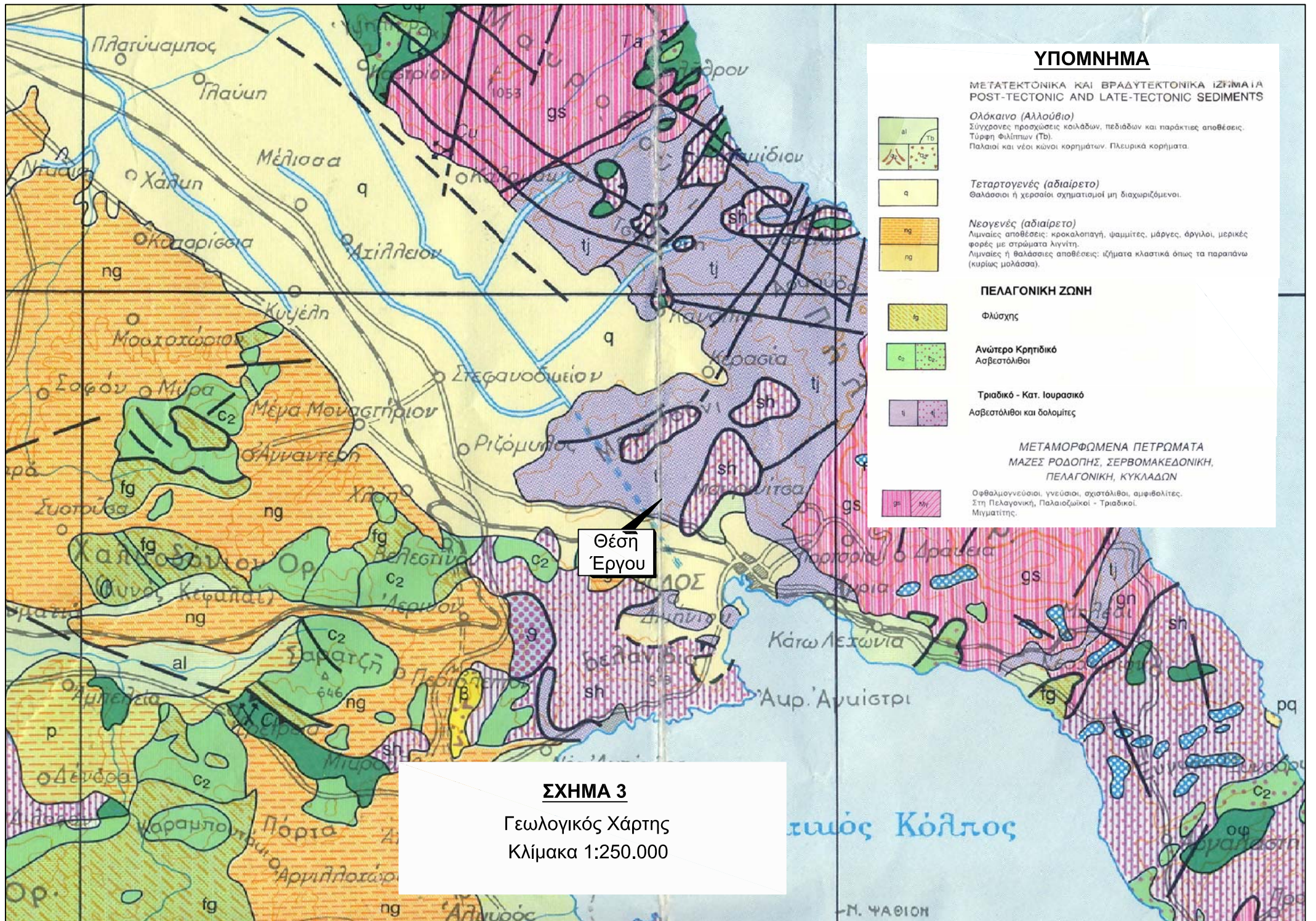
ΣΧΗΜΑ 1
Θέση έργου

ΣΧΗΜΑ 2
Θέσεις ερευνητικών τάφρων
Κλίμακα 1:500

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

□ Τι Θέση ερευνητικής τάφρου

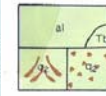




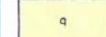
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

**ΜΕΤΑΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΒΡΑΔΥΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΙΑ
POST-TECTONIC AND LATE-TECTONIC SEDIMENTS**

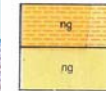
Ολόκαινο (Αλλοούβιο)
Σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις.
Τύφφη Φιλίππων (Tb).
Παλαιοί και νέοι κώνιοι κορημάτων. Πλευρικά κορημάτα.



Τεταρτογενές (αδιαίρετο)
Θαλάσσιο ή χερσαίο σχηματισμοί μη διαχωριζόμενοι.



Νεογενές (αδιαίρετο)
Λιμναίες αποθέσεις: κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες, άργιλοι, μερικές φορές με στρώματα λιγνίτη.
Λιμναίες ή θαλάσσιες αποθέσεις: ιζήματα κλαστικά όπως τα παραπάνω (κυρίως μολάσσα).

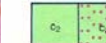


ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ ΖΩΝΗ

Φλύσχης



Ανώτερο Κρητικό
Ασβεστόλιθοι



Τριαδικό - Κατ. Ιουραϊκό
Ασβεστόλιθοι και δολομίτες



**ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ
ΜΑΖΕΣ ΡΟΔΟΠΗΣ, ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ,
ΠΕΛΑΓΟΝΙΚΗ, ΚΥΚΛΑΔΩΝ**

Οφθαλμογενέσιοι, γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες.
Στη Πελαγονική, Παλαιοζωϊκοί - Τριαδικοί.
Μιγματίτης.



Θέση Έργου

ΣΧΗΜΑ 3

Γεωλογικός Χάρτης
Κλίμακα 1:250.000

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



ΦΩΤ. 1 Γενική άποψη του χώρου του έργου από βόρεια



ΦΩΤ. 2, 3, 4 Τάφος Τ1



ΦΩΤ. 5, 6, 7, 8 Τάφος Τ2



ΦΩΤ. 9, 10,11, 12 Τάφος Τ3



ΦΩΤ. 13, 14,15 Τάφρος Τ4

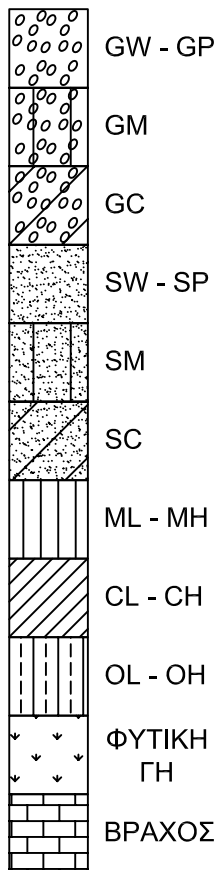
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

- α. Σύστημα Κατάταξης A.U.S.C.S. και Χάρτης
Πλαστικότητας Casagrande**
- β. Μητρώα Ερευνητικών Τάφρων**

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΟΡΩΝ
ΣΤΑ ΜΗΤΡΩΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

1. ΑΠΑΡΤΙΖΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

λίγη 0 έως 10%
 με 10 έως 20%
 ώδης 20 έως 35%
 και 35 έως 50%





2. ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΚΚΩΝ


χ = χονδρόκοκκο
 μ = μεσόκοκκο
 λ = λεπτόκοκκο


Υπογράμμιση ενός εκ των συμβόλων σημαίνει μεγαλύτερη αναλογία

3. ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΥΠΑΙΘΡΟΥ

 Δείγμα ημιδιαταραγμένο

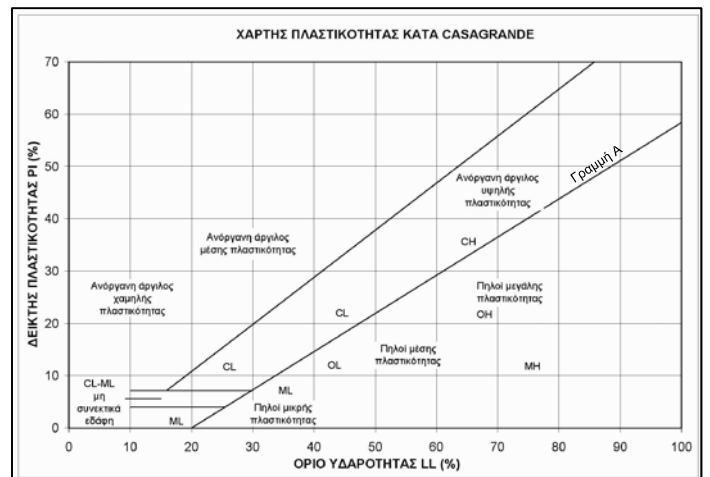
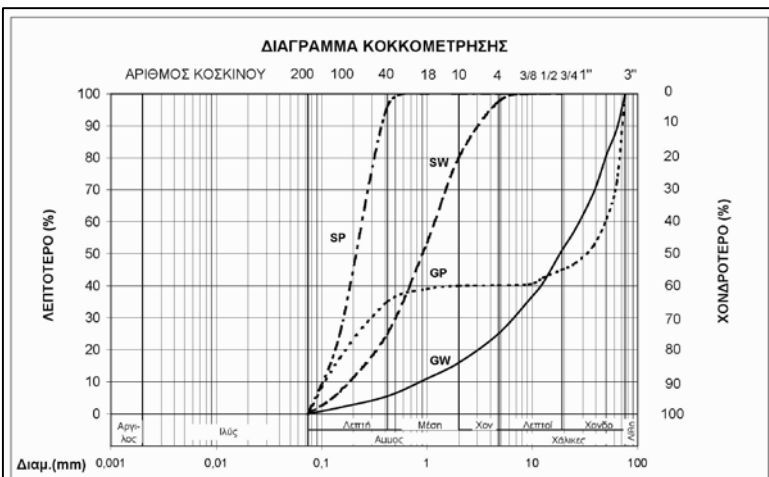
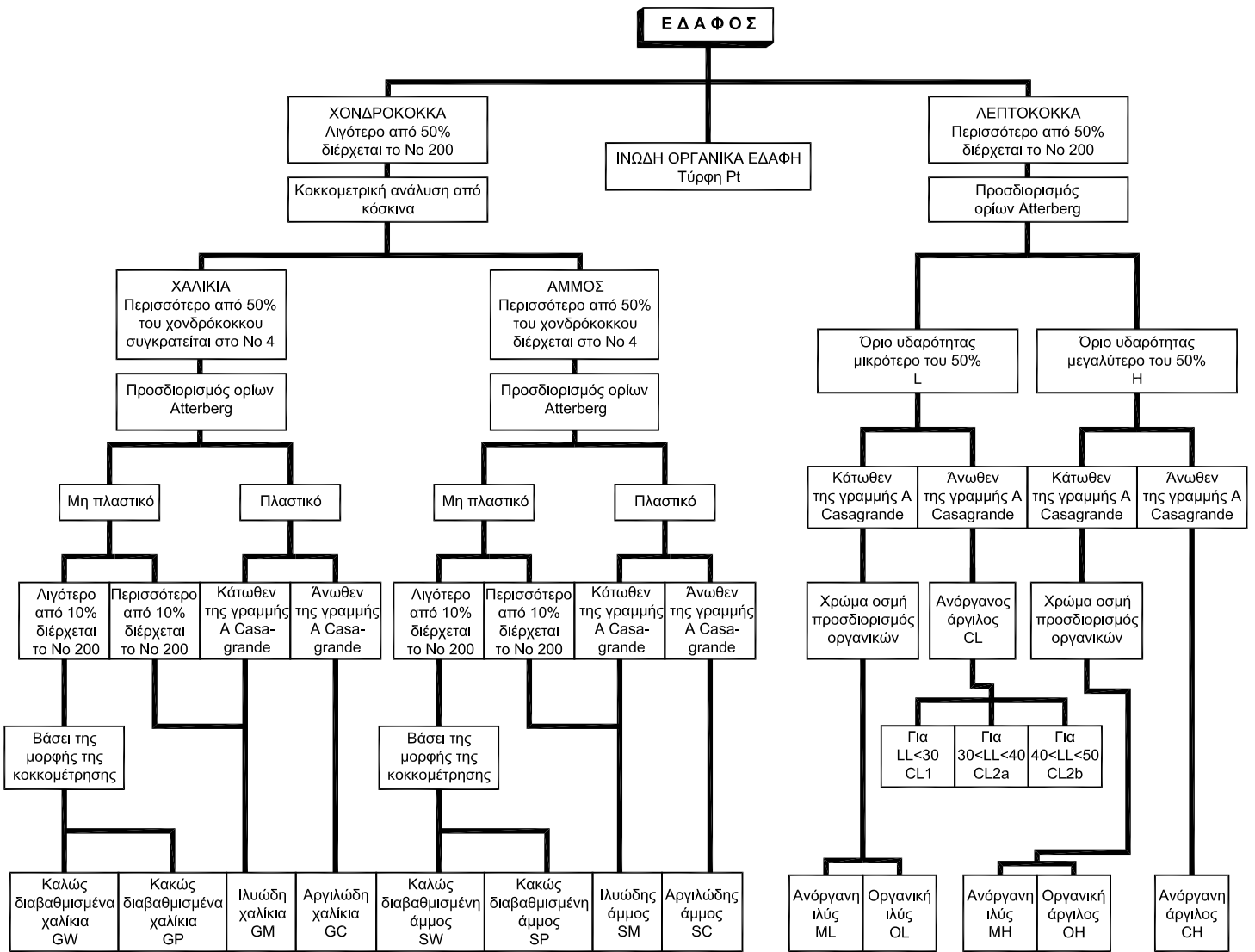
 Δείγμα αδιατάρακτο

 Δοκιμή τυποποιημένης διείδυσης χωρίς δειγματοληψία ή ανεπιτυχής προσπάθεια αδιατάρακτου δείγματος

 Δείγμα πυρήνα βράχου

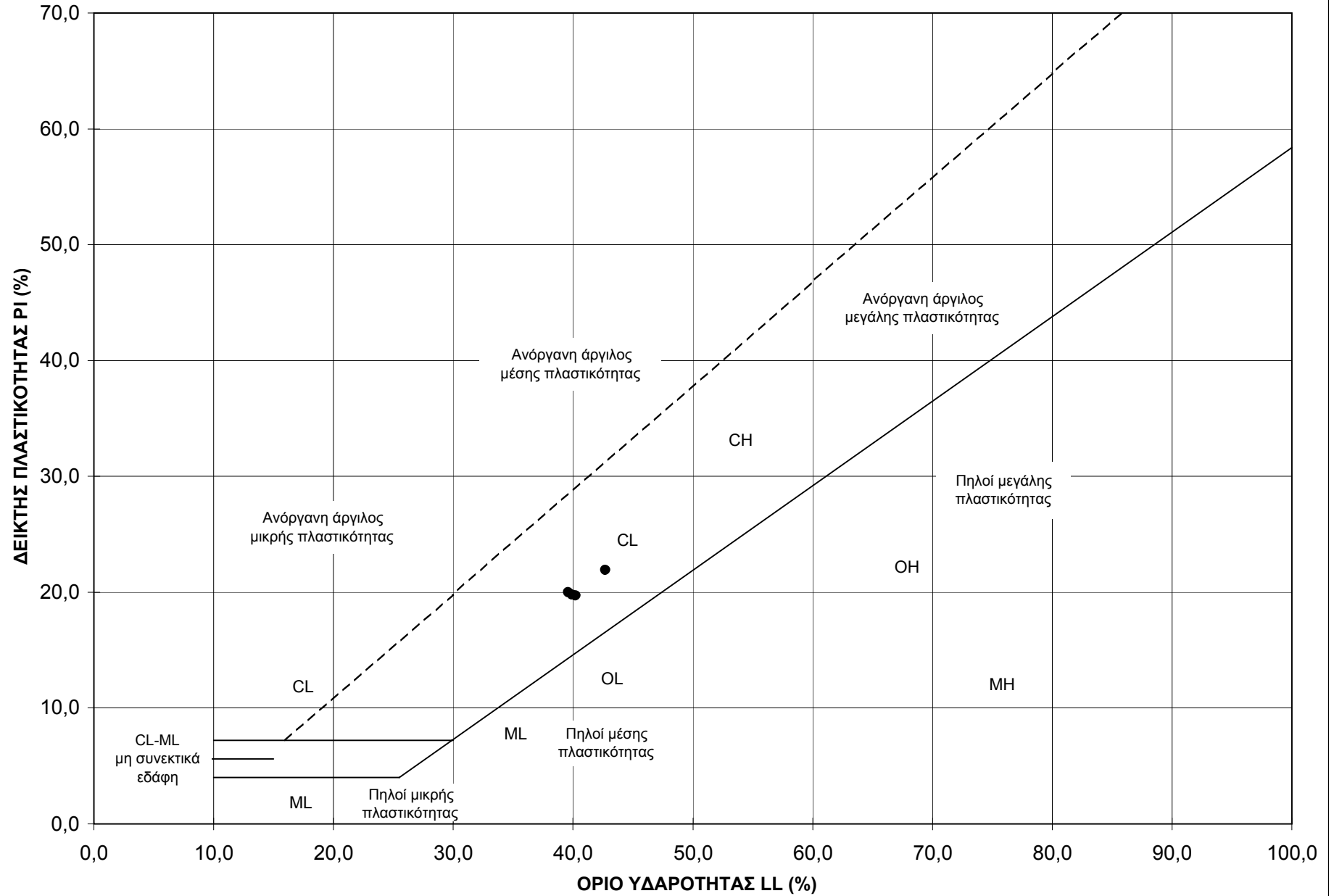
A Άρνηση σε δοκιμή τυποποιημένης διείδυσης

**ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΤΑ
AMERICAN UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM
(A.U.S.C.S.)**



ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ

ΧΑΡΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ CASAGRANDE



ΤΑΦΡΟΣ Τ₁
(Υψόμετρο: +147,00 m)

ΤΟΜΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΗΣΗ					ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	A.U.S.C.S.	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ - G _s	ΦΑΙΝ. ΒΑΡΟΣ γ (kN/m ³)		
			#4 (%)	#10 (%)	#40 (%)	#200 (%)	<2μ (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)						
	Οικοδομικά μπάζα 0,80															
1-	Καστανόφαιη, τεφρόφαιη, λευκόφαιη ιλυώδης ΑΜΜΟΣ με λεπτά χαλίκια 0,95															
	Καστανή-καστανέρυθρη αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικια ως αργιλώδες ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ (GC), σποραδικά λίθοι ογκόλιθος (1,10x0,60x0,70 m)	Δ1	60	49	39	32		39,6	19,6	20	11,9	GC				
2-																
3-																
	Ανοιχτοί καστανοί, καστανόφαιοι αργιλώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ (GC), κατά θέσεις αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ ως αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικια και λευκόφαιους θύλακες (αποσαθρωμένο ΨΗΦΙΔΟΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ) 3,70	Δ2	43	37	32	27		39,9	20,1	19,8	14,3	GC				
4-																
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:		<p>X = 401.774 m Y = 4.360.300 m</p> <p>Αδυναμία εκσκαφής μετά τα 3,70 m (ξύνει βραχώδες υπόβαθρο) Στα 0,95m γεώφασμα και μεμβράνη Απορρίμματα σε απόσταση 4,60 m από το κανάλι ομβρίων</p>														

ΤΑΦΡΟΣ Τ₂
(Υψόμετρο: +145,50 m)

ΤΟΜΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΗΣΗ					ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	A.U.S.C.S.	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ - G _s	ΦΑΙΝ. ΒΑΡΟΣ γ (kN/m ³)	
			#4 (%)	#10 (%)	#40 (%)	#200 (%)	<2μ (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)					
1-	Καστανή αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ με χαλίκια ως αργιλώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ με οικοδομοκά υλικά (μάρμαρα-γύψος/τσιμέντο-ασφαλτικά) 0,50														
	Καστανόφαιη, τεφρόφαιη, ιλυώδης ΑΜΜΟΣ με λεπτά χαλίκια 0,60														
	Καστανή αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χαλίκια ως αργιλώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ (διάφορα μάρμαρα σπασμένα, λάστιχο) 2,30														
2-	Αν. καστανοί, καστανόφαιοι αργιλώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ (GC) κατά θέσεις αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χαλίκια ως αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ με χαλίκια και λευκόφαιους θύλακες (αποσπασμένο μαργαίκο ΨΗΦΙΔΟΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ) τεμάχια ψηφιδοκροκαλοπαγούς 2,80	Δ1	41,7	33,2	26,8	22,8	40,2	20,5	19,7	11,9	GC				
3-															
4-															

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

X = 401.763 m
Y = 4.360.364 m

Αδυναμία εκσκαφής μετά τα 2,80 m
Στα 0,80 m γεωύφασμα και μεμβράνη
Στο ανάντι τοίχωμα 0,50-0,80 άμμος
Απορρίμματα σε απόσταση 5,20 m από το κανάλι ομβρίων

ΤΑΦΡΟΣ T₃
(Υψόμετρο: +144,25 m)

ΤΟΜΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΗΣΗ					ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	A.U.S.C.S.	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ - G _s	ΦΑΙΝ. ΒΑΡΟΣ γ (kN/m ³)	
			#4 (%)	#10 (%)	#40 (%)	#200 (%)	<2μ (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)					
	Επιφανειακά ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ														
1-															
2-															
3-															
4-															
<p>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:</p> <p>X = 401.754 m Y = 4.360.209 m</p> <p>Απορρίμματα σε απόσταση 2,90 m από προέκταση άκρου καναλιού</p>															

ΤΑΦΡΟΣ Τ₄
(Υψόμετρο: +143,75 m)

ΤΟΜΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΗΣΗ					ΟΡΙΑ ATTERBERG			ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	A.U.S.C.S.	ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ - G _s	ΦΑΙΝ. ΒΑΡΟΣ γ (kN/m ³)		
			#4 (%)	#10 (%)	#40 (%)	#200 (%)	<2μ (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)						
1-	Κοκκώδη υλικά πικνά, με ασφαλτικά και λίθους 1,30															
2-	Καστανόφαιοι αργιλώδεις ΧΑΛΙΚΕΣ ως αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χάλικια και λευκάφαιους θύλακες (αποσαθρομένο μαργαϊκό ΨΗΦΙΔΟΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ) τεμάχια βραχόποιημένα 1,80	Δ1	39	33,4	29,2	25,9		42,7	20,8	21,9	17,3	GC				
3-																
4-																

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:
 X = 401.749 m
 Y = 4.360.193 m
 Αδυναμία εκσκαφής μετά τα 1,80 m

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

**Αναλυτικά φύλλα αποτελεσμάτων
εργαστηριακών δοκιμών**

ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

(E105-86/2,4,5,6,7,8,9, ASTM D2216, D854, D4318, D422, D1140, AASHTO T88, BS1377-2)

υπό την εποπτεία του Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΣΚΙΝΟΥ

200

100

40

18

10

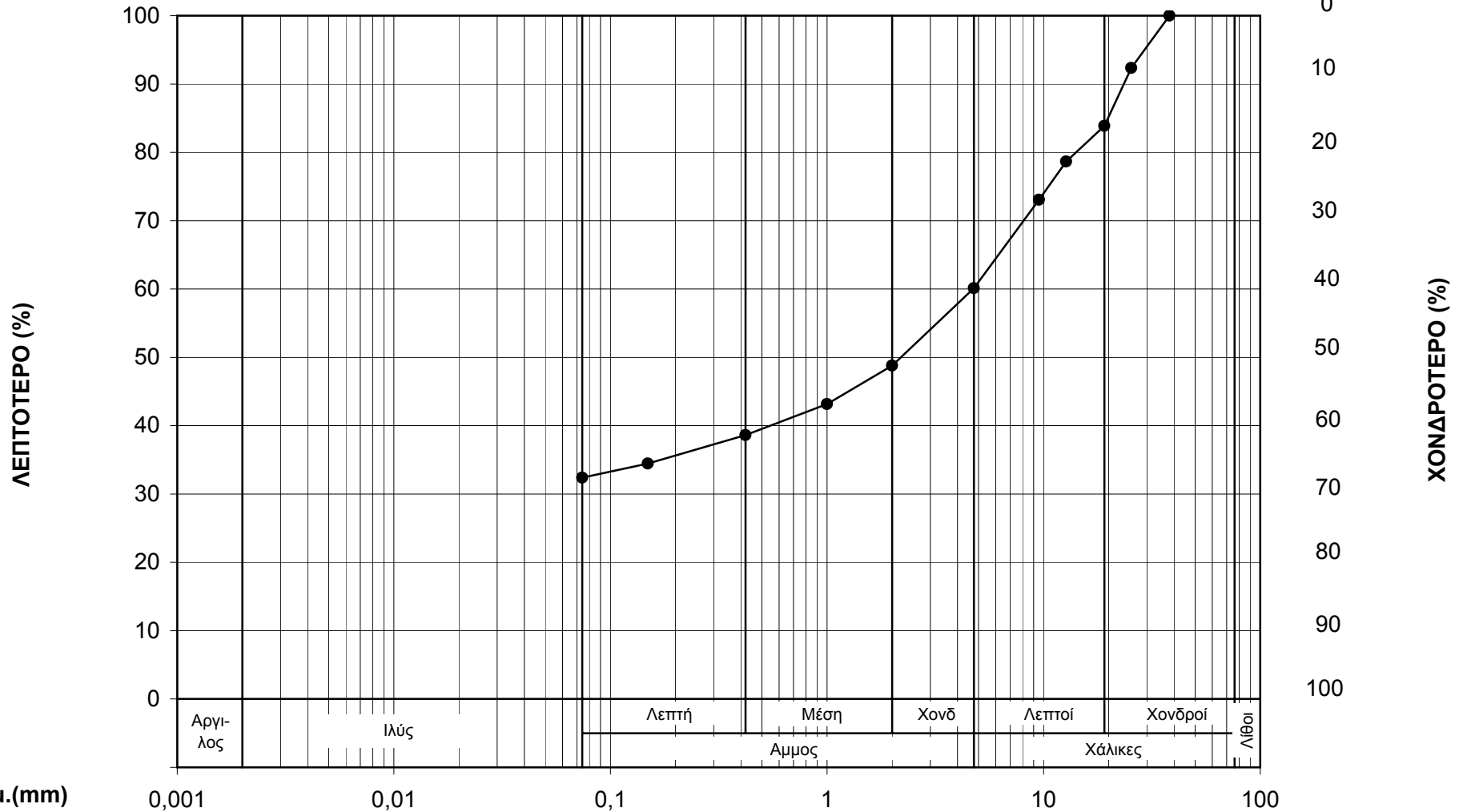
4

3/8

1/2

3/4 1"

3"



Διαμ. (mm)

0,001

0,01

0,1

1

10

100

ΓΕΩΣΥΜΒΟΥΛΟΙ Ε.Π.Ε. γεωτεχνικές μελέτες και έρευνες	ΕΡΓΟ: ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	ΣΥΜΒΟΛ.	ΚΑΤΑΤΑΞΗ A.U.S.C.S.	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG		ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ B-1
		T1/Δ1	1,50		GC	11,9	39,6	20,0	-	
Ο αναπλ. προϊστάμενος του εργαστηρίου: Γ. Ανδρεάδης - Γεωλόγος				Η προϊσταμένη του εργαστηρίου: Μ. Παγουλάτου - Γεωλόγος						

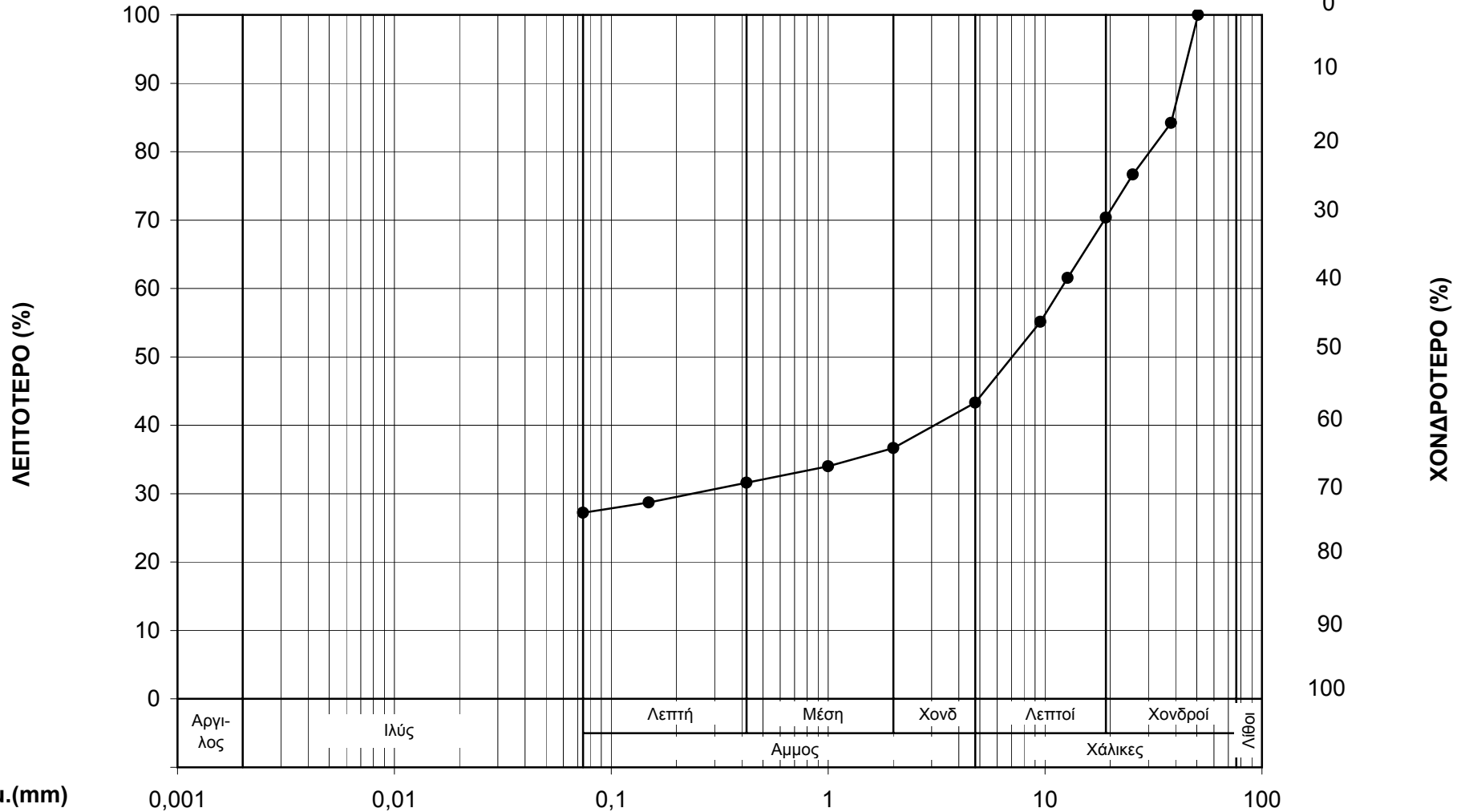
ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

(E105-86/2,4,5,6,7,8,9, ASTM D2216, D854, D4318, D422, D1140, AASHTO T88, BS1377-2)

υπό την εποπτεία του Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΣΚΙΝΟΥ

200 100 40 18 10 4 3/8 1/2 3/4 1" 3"



Διαμ. (mm)

0,001

0,01

0,1

1

10

100

ΓΕΩΣΥΜΒΟΥΛΟΙ Ε.Π.Ε. γεωτεχνικές μελέτες και έρευνες	ΕΡΓΟ: ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	ΣΥΜΒΟΛ.	ΚΑΤΑΤΑΞΗ A.U.S.C.S.	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG		ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ B-2
		T1/Δ2	3,50-3,70		GC	14,3	LL (%)	PI (%)	-	
Ο αναπλ. προϊστάμενος του εργαστηρίου: Γ. Ανδρεάδης - Γεωλόγος					Η προϊσταμένη του εργαστηρίου: Μ. Παγουλάτου - Γεωλόγος					

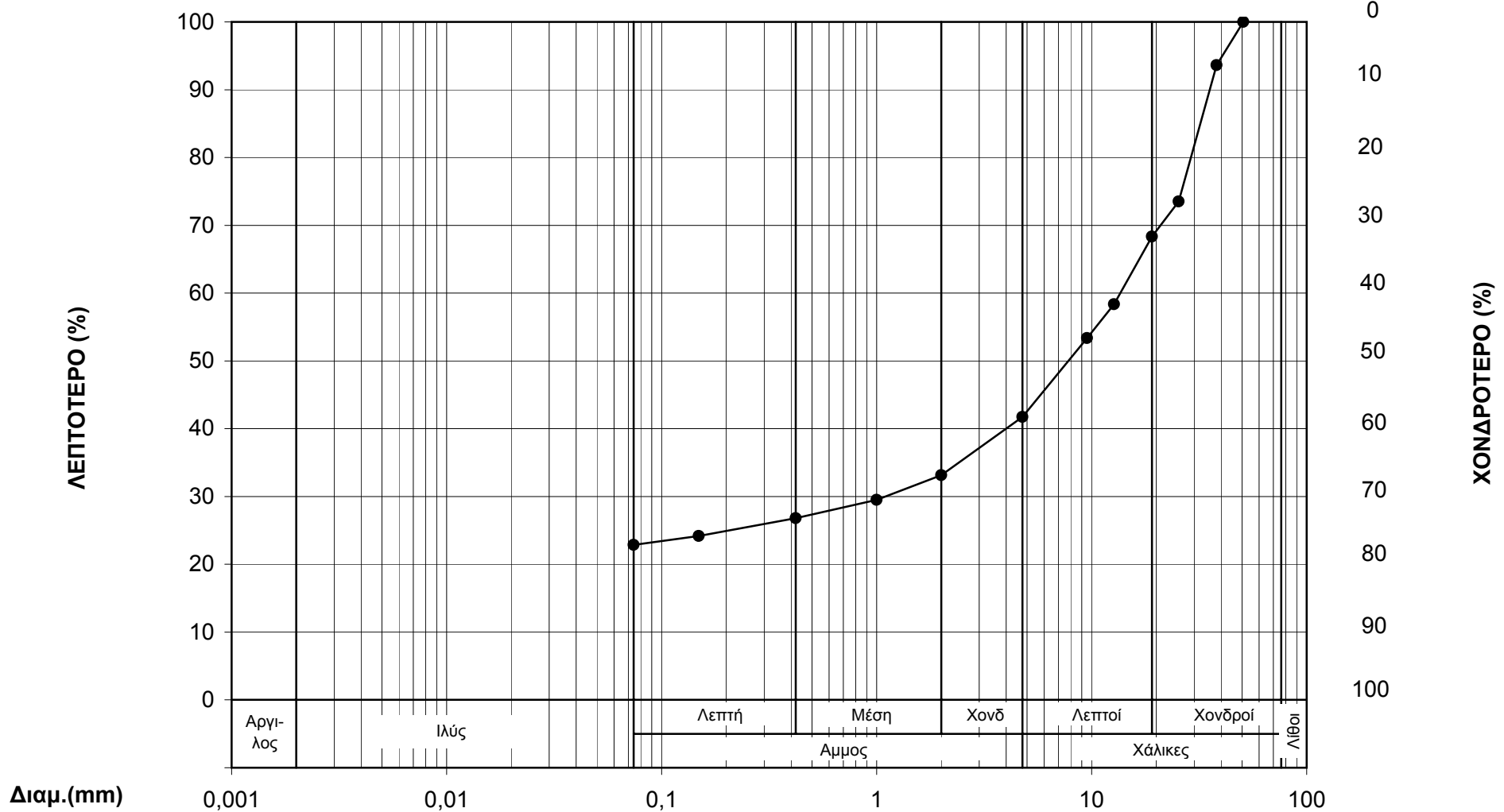
ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

(E105-86/2,4,5,6,7,8,9, ASTM D2216, D854, D4318, D422, D1140, AASHTO T88, BS1377-2)

υπό την εποπτεία του Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΣΚΙΝΟΥ

200 100 40 18 10 4 3/8 1/2 3/4 1" 3"



Διαμ. (mm)

0,001 0,01 0,1 1 10 100

ΓΕΩΣΥΜΒΟΥΛΟΙ Ε.Π.Ε. γεωτεχνικές μελέτες και έρευνες	ΕΡΓΟ: ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	ΣΥΜΒΟΛ.	ΚΑΤΑΤΑΞΗ A.U.S.C.S.	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG		ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ B-3
		T2/Δ1	2,50		GC	11,9	LL (%) 40,2	PI (%) 19,7	-	
Ο αναπλ. προϊστάμενος του εργαστηρίου: Γ. Ανδρεάδης - Γεωλόγος					Η προϊσταμένη του εργαστηρίου: Μ. Παγουλάτου - Γεωλόγος					

ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ

(E105-86/2,4,5,6,7,8,9, ASTM D2216, D854, D4318, D422, D1140, AASHTO T88, BS1377-2)

υπό την εποπτεία του Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΣΚΙΝΟΥ

200

100

40

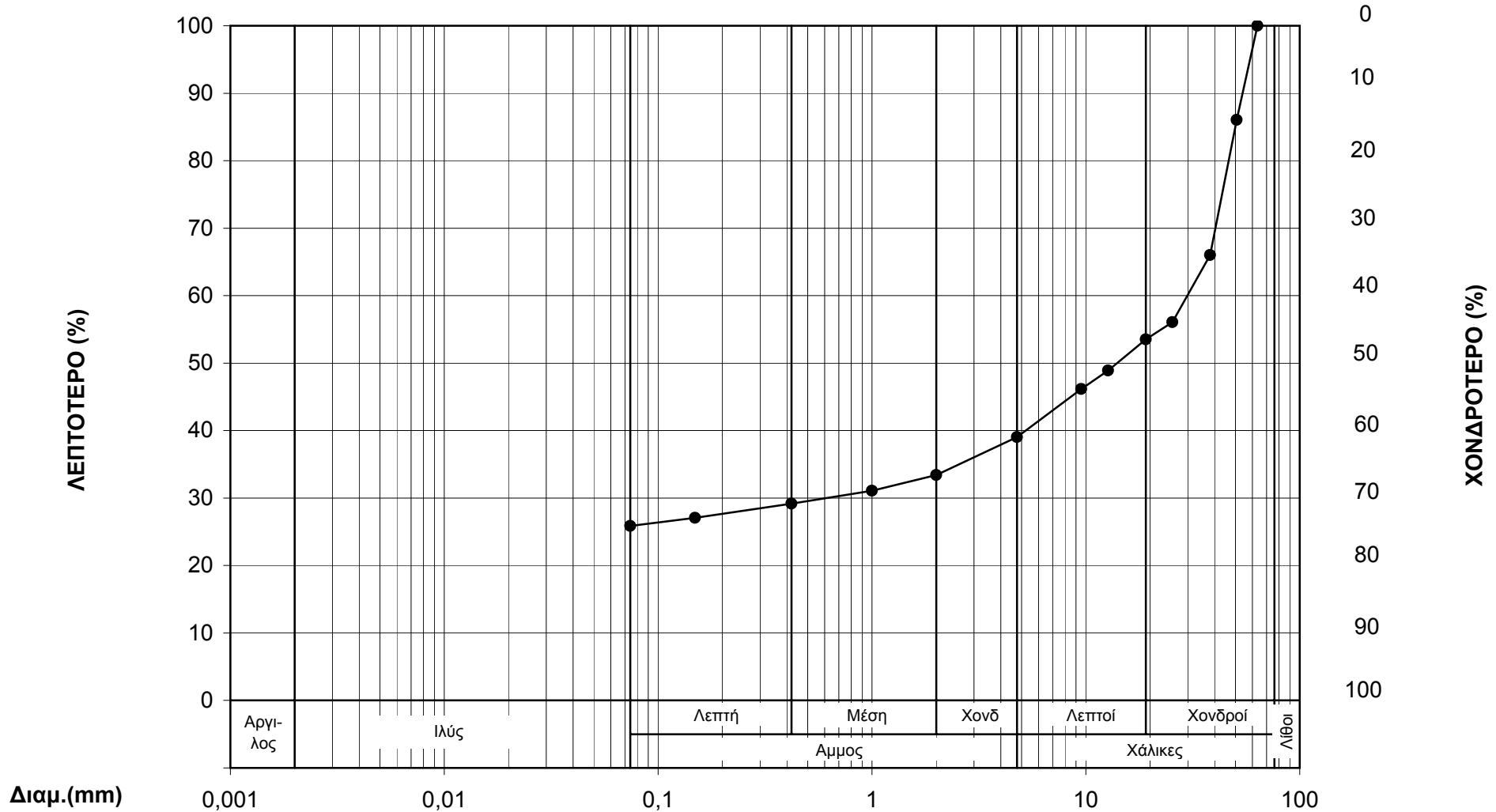
18

10

4

3/8 1/2 3/4 1"

3"



Διαμ. (mm)

0,001

0,01

0,1

1

10

100

ΓΕΩΣΥΜΒΟΥΛΟΙ Ε.Π.Ε. γεωτεχνικές μελέτες και έρευνες	ΕΡΓΟ: ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ	ΔΕΙΓΜΑ	ΒΑΘΟΣ (m)	ΣΥΜΒΟΛ.	ΚΑΤΑΤΑΞΗ A.U.S.C.S.	ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΟΡΙΑ ATTERBERG		ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ B-4
		T4/Δ1	1,80		GC	17,3	42,7	21,9	-	
Ο αναπλ. προϊστάμενος του εργαστηρίου: Γ. Ανδρεάδης - Γεωλόγος					Η προϊσταμένη του εργαστηρίου: Μ. Παγουλάτου - Γεωλόγος					

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

Γεωτεχνικοί υπολογισμοί

I. Διαστασιολόγηση οπλισμένου επιχώματος



Calculation sheet

Job No.	Sheet No.	Rev.
C/539	Γ.Ι-1	
Member/Location		
Job Title ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ		
Drg. Ref.		
Made by ΚΘΜ	Date ΜΑΪ. 2013	Chd ΑΔΠ

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ

Η διαστασιολόγηση του οπλισμένου επιχώματος έχει γίνει με το λογισμικό MSEW (2.0), το οποίο αναλύει και διαστασιολογεί (κατά AASHTO 98/FHWA 01) πρανή και τοίχους, οπλισμένους είτε με γεωσυνθετικά υλικά, είτε με μεταλλικούς οπλισμούς. Στην προκειμένη περίπτωση το επίχωμα οπλίζεται με υφαντά γεωυφάσματα, ενώ η τελική διαμόρφωση του πρανούς γίνεται με αναδίπλωση των οπλισμών στο μέτωπο (wrap around facing).

Πιο συγκεκριμένα κατά τη διαστασιολόγηση με το λογισμικό MSEW (2.0) έχει ληφθεί οπλισμένο επίχωμα ύψους 2,00 m. Οι οπλισμοί (γεωυφάσματα) είναι μήκους 3,25-4,00 m, έχουν τοποθετηθεί ανά 0,50 m ύψους πρανούς και έχουν εφελκυστική αντοχή κατά την κύρια διεύθυνση (Tult) 80 kN/m. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη το βάρος της μελλοντικά τοποθετούμενης τελικής κάλυψης έχει ληφθεί μόνιμη κατανεμημένη φόρτιση επί του οπλισμένου επιχώματος ίση προς 50,7 kPa. Η φόρτιση αυτή (P) προκύπτει με βάση τα εξής:

- Μέσο φαινόμενο βάρος στρώσεων τελικής κάλυψης: $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
- Κλίση τελικής κάλυψης 1:3 (κατ:οριζ) $\Rightarrow \beta = 18,43^\circ \Rightarrow \cos\beta = 0,949$
- Πάχος τελικής κάλυψης: $H = 2,60 \text{ m}$.

Κατανεμημένο φορτίο: $P = \gamma \times H / \cos\beta = 18,5 \times 2,60 / 0,949 = 50,7 \text{ kPa}$.

Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται τα αναλυτικά αποτελέσματα όλων των ελέγχων ευστάθειας του οπλισμένου επιχώματος.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών συνοψίζονται στον πίνακα της επόμενης σελίδας μαζί με τους αντίστοιχους ελάχιστους συντελεστές ασφαλείας για το οπλισμένο επίχωμα από όπου προκύπτει ότι οι ελάχιστοι συντελεστές ασφαλείας που προκύπτουν σε κάθε περίπτωση ελέγχου είναι μεγαλύτεροι από τους ελάχιστους επιτρεπόμενους (εκτός από την εκκεντρότητα που συγκρίνεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη) κατά DIN 4017 (φέρουσα ικανότητα εδάφους σε στατική φόρτιση), DIN 1054 (ολίσθηση, ανατροπή, εκκεντρότητα), Ο.Σ.Μ.Ο.Ε.Ε.Ο. (εξόλκευση), και ΕΑΚ-2000 (όλοι οι έλεγχοι σε σεισμική φόρτιση).



Calculation sheet

Job No.	Sheet No.	Rev.
C/539	Γ.Ι-2	
Member/Location		
Job Title ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ		
Drg. Ref.		
Made by ΚΘΜ	Date ΜΑΪ. 2013	Chd ΑΔΠ

Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων ανάλυσης οπλισμένου επιχώματος

Είδος φόρτισης	Μέγιστη εκκεντρότητα ⁽¹⁾	Συντελεστής ασφαλείας			
		Θραύση εδάφους ⁽²⁾	Ολίσθηση ⁽³⁾	Ανατροπή ⁽⁴⁾	Εξόλκευση ⁽⁵⁾
Στατική	0,028	6,50	4,76	18,00	8,97
Σεισμική	0,038	6,24	3,56	13,24	6,49

Σημειώσεις:

Ελάχιστα/Μέγιστα επιτρεπόμενα μεγέθη: Στατική (DIN 4017/1054-Ο.Σ.Μ.Ο.Ε.Ε.Ο.) Σεισμική (ΕΑΚ 2000)

(1) Εκκεντρότητα:	0,167	0,333
(2) Θραύση εδάφους:	2,00	1,00
(3) Ολίσθηση:	1,50	1,00
(4) Ανατροπή:	1,50	1,00
(5) Εξόλκευση:	1,50	1,00

SOIL DATA

REINFORCED SOIL

Unit weight, γ 22.0 kN/m³
Design value of internal angle of friction, ϕ 35.0 °

RETAINED SOIL

Unit weight, γ 8.0 kN/m³
Design value of internal angle of friction, ϕ 27.0 °

FOUNDATION SOIL (Considered as an equivalent uniform soil)

Equivalent unit weight, γ_{equiv} 19.0 kN/m³
Equivalent internal angle of friction, ϕ_{equiv} 28.0 °
Equivalent cohesion, c_{equiv} 2.0 kPa

Water table does not affect bearing capacity

LATERAL EARTH PRESSURE COEFFICIENTS

K_a (internal stability) = 0.2710 (if batter is less than 10°, K_a is calculated from eq. 15. Otherwise, eq. 38 is utilized)

Inclination of internal slip plane, $\eta_f = 62.50^\circ$ (see Fig. 28 in DEMO 82).

K_a (external stability) = 0.3755 (if batter is less than 10°, K_a is calculated from eq. 16. Otherwise, eq. 17 is utilized)

BEARING CAPACITY

Bearing capacity coefficients (calculated by MSEW): $N_c = 25.80$ $N_\gamma = 16.72$

SEISMICITY

Maximum ground acceleration coefficient, $\alpha_n = 0.240$

K_{ae} ($\alpha_n > 0$) = 0.6212 K_{ae} ($\alpha_n = 0$) = 0.3755 $\Delta K_{ae} = 0.2457$ (see eq. 37 in DEMO 82)

Seismic soil-geogrid friction coefficient, F^* is 80.0% of its specified static value.

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Static conditions)

Bearing capacity, $F_s = 6.50$, Meyerhof stress = 100.27 kPa.

Foundation Interface: Direct sliding, $F_s = 4.750$, Eccentricity, $e/L = 0.0278$, F_s -overturning = 18.00

GEOGRID				CONNECTION			Geogrid strength F_s	Pullout resistance F_s	Direct sliding F_s	Eccentricity e/L	Product name
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	F_s -overall [pullout resistance]	F_s -overall [connection break]	F_s -overall [geogrid strength]					
1	0.00	4.00	1	N/A	N/A	N/A	5.137	42.913	6.016	0.0278	---
2	0.50	3.75	1	N/A	N/A	N/A	2.822	18.177	6.881	0.0196	---
3	1.00	3.50	1	N/A	N/A	N/A	3.249	15.520	8.674	0.0113	---
4	1.50	3.25	1	N/A	N/A	N/A	2.671	8.973	14.190	0.0037	---

ANALYSIS: CALCULATED FACTORS (Seismic conditions)

Bearing capacity, $F_s = 6.24$, Meyerhof stress = 102.44 kPa.

Foundation Interface: Direct sliding, $F_s = 3.560$, Eccentricity, $e/L = 0.0378$, F_s -overturning = 13.24

GEOGRID				CONNECTION			Geogrid strength F_s	Pullout resistance F_s	Direct sliding F_s	Eccentricity e/L	Product name
#	Elevation [m]	Length [m]	Type #	F_s -overall [pullout resistance]	F_s -overall [connection break]	F_s -overall [geogrid strength]					
1	0.00	4.00	1	N/A	N/A	N/A	4.538	25.810	4.509	0.0378	---
2	0.50	3.75	1	N/A	N/A	N/A	2.654	12.555	5.463	0.0251	---
3	1.00	3.50	1	N/A	N/A	N/A	3.058	10.745	7.354	0.0134	---
4	1.50	3.25	1	N/A	N/A	N/A	2.562	6.491	12.981	0.0041	---

DIRECT SLIDING for GIVEN LAYOUT
(for GEOGRID reinforcements)

Along reinforced and foundation soils interface: $F_s\text{-static} = 4.750$ and $F_s\text{-seismic} = 3.560$

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	F_s Static	F_s Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.00	4.00	6.016	4.509	1	---
2	0.50	3.75	6.881	5.463	1	---
3	1.00	3.50	8.674	7.354	1	---
4	1.50	3.25	14.190	12.981	1	---

ECCENTRICITY for GIVEN LAYOUT

At interface with foundation: e/L static = 0.0278, e/L seismic = 0.0378; Overturning: $F_s\text{-static} = 18.00$, $F_s\text{-seismic} = 13.24$

#	Geogrid Elevation [m]	Geogrid Length [m]	e/L Static	e/L Seismic	Geogrid Type #	Product name
1	0.00	4.00	0.0278	0.0378	1	---
2	0.50	3.75	0.0196	0.0251	1	---
3	1.00	3.50	0.0113	0.0134	1	---
4	1.50	3.25	0.0037	0.0041	1	---

II. Αναλύσεις γενικής ευστάθειας



Calculation sheet

Job No.	Sheet No.	Rev.
C/539	Γ.II-1	
Member/Location		
Drg. Ref.		
Made by ΚΘΜ	Date ΜΑΪ. 2013	Chd ΑΔΠ

Job Title ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ

ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Οι αναλύσεις ευστάθειας του τελικού απορριμματικού αναγλύφου και του οπλισμένου επιχώματος (σε στατική και σεισμική φόρτιση) έχουν γίνει με την τροποποιημένη μέθοδο λωρίδων του Bishop για κυκλικές επιφάνειες ολίσθησης με τη βοήθεια του προγράμματος H/Y SLIDE v.6.0. Το έδαφος χωρίζεται σε λωρίδες όπως φαίνεται στα αποτελέσματα των υπολογισμών και στη συνέχεια εξετάζεται ένας αριθμός κυκλικών τόξων διαφορετικού μήκους χορδής, για κάθε ένα από τα οποία εξετάζονται όλες οι πιθανές ακτίνες και βρίσκεται ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας.

Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι αναλύσεις ευστάθειας υπό στατική και σεισμική φόρτιση της διατομής του οπλισμένου επιχώματος και του τελικού απορριμματικού αναγλύφου.

Οι συντεταγμένες των κρίσιμότερων κύκλων ολίσθησης με τις ακτίνες τους και τους αντίστοιχους ελάχιστους συντελεστές ασφαλείας παρουσιάζονται στις επομένες σελίδες. Επίσης στα σχήματα των επομένων σελίδων φαίνονται οι θέσεις των κρίσιμων κύκλων ολίσθησης μαζί με τους αντίστοιχους συντελεστές ασφαλείας τόσο για στατική όσο και για σεισμική φόρτιση.

Για τις αναλύσεις ευστάθειας σε σεισμική φόρτιση, η ευστάθεια των πρανών των επιχωμάτων ελέγχεται με θεώρηση προσθέτων οριζοντίων ενεργών επιταχύνσεων της μάζας τους, που μεταβάλλονται από $\alpha_B = 0,5 \cdot a$ στη βάση, μέχρι $\alpha_K = \alpha_B \cdot \beta(T)$ στην κορυφή, όπου:

a = η ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους = 0,24g (Ζώνη II, ΕΑΚ-2000)

$\beta(T)$ = η φασματική μεγέθυνση που αντιστοιχεί στην θεμελιώδη ιδιοπερίοδο T του έργου $\leq 2,50$.

Εν προκειμένω λαμβάνεται συντηρητικά $\beta(T) = 2,50$.

$\therefore \alpha_B = a/2 = 0,24g/2 = 0,12g$

$\alpha_K = \alpha_B \cdot \beta(T) = 2,5 \cdot 0,12g = 0,30g$.

Άρα ο οριζόντιος σεισμικός συντελεστής α_h είναι:

$\alpha_h = (\alpha_B + \alpha_K)/2 = (0,12 + 0,30) \cdot g/2 = 0,21g$

και αντίστοιχα ο κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής α_v είναι:

$\alpha_v = \pm 0,50 \cdot \alpha_h = \pm 0,105g$.

Οι παράμετροι σχεδιασμού που υιοθετήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

- Απορρίμματα (από Landva & Clark, 1992)

$$\gamma = 8 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 27^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$



Calculation sheet

Job No.	Sheet No.	Rev.
C/539	Γ.II-2	
Member/Location		
Drg. Ref.		
Made by ΚΘΜ	Date ΜΑΪ. 2013	Chd ΑΔΠ

Job Title ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ

- *Υλικό οπλισμένου επιχώματος (καλά συμπυκνωμένο αμμοχάλικο)*
 $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 35^\circ$
 $c' = 5 \text{ kPa}$
- *Υφιστάμενες επιχώσεις έδρασης οπλισμένου επιχώματος (αργιλώδης ΑΜΜΟΣ με χαλίκια)*
 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 28^\circ$
 $c' = 2 \text{ kPa}$
- *Φυσικό έδαφος (αποσαθρωμένο μαργαϊκό ψηφιδοκροκαλοπαγές)*
 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 35^\circ$
 $c' = 5 \text{ kPa}$
- *Τελικό κάλυμμα*
 $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
 $\varphi' = 27^\circ$
 $c' = 5 \text{ kPa}$

Ως αποδεκτοί συντελεστές ασφαλείας για αυτές τις περιπτώσεις φόρτισης θεωρούνται:

- Στατική φόρτιση: $FS_{\min} = 1,38$ (κατά EC-7)
- Σεισμική φόρτιση: $FS_{\min} = 1,00$ (κατά ΕΑΚ-2000)

Στον πίνακα 1 που ακολουθεί συνοψίζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων ευστάθειας, απ' όπου προκύπτει ότι ο διαθέσιμος συντελεστής ασφαλείας για μεν τη στατική φόρτιση είναι επαρκής ($FS > 1,38$) για δε τη σεισμική φόρτιση είναι ανεπαρκής ($FS < 1,00$), το οποίο συνεπάγεται ότι θα πρέπει να αναμένονται παραμένουσες μετακινήσεις μετά από τη σεισμική φόρτιση σχεδιασμού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Αποτελέσματα αναλύσεων γενικής ευστάθειας

Περίπτωση φόρτισης	Συντελεστής ασφαλείας	Αρχείο υπολογιστή
Στατική	$1,51 > 1,38$	01
Σεισμική	$0,92 < 1,00$	01q



Calculation sheet

Job No.	Sheet No.	Rev.
C/539	Γ.II-3	
Member/Location		
Drg. Ref.		
Made by ΚΘΜ	Date ΜΑΪ. 2013	Chd ΑΔΠ

Job Title ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ

Το μέγεθος των αναμενομένων μετακινήσεων είναι αντιστρόφως ανάλογο προς το λόγο A_c/A_{max} , όπου:

A_c = κρίσιμη επιτάχυνση για την οποία $FS = 1,00$

A_{max} = επιτάχυνση σχεδιασμού = 0,21g.

Προκειμένου να υπολογιστεί η κρίσιμη επιτάχυνση A_c γίνονται διαδοχικές αναλύσεις ευστάθειας για διάφορες επιταχύνσεις, τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στις σελίδες που ακολουθούν και συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Σύνοψη αποτελεσμάτων αναλύσεων ευστάθειας σε σεισμική φόρτιση για τον υπολογισμό των μετακινήσεων

Σεισμική επιτάχυνση	FS	Αρχείο υπολογιστή
$A_{max}=0,21g$	$0,92 < 1,00$	01q
$A_c=0,175g$	1,00	02q

Για τον υπολογισμό των αναμενόμενων σεισμικών μετακινήσεων του έργου υπό τη δράση του σεισμού σχεδιασμού 0,21g, χρησιμοποιείται το διάγραμμα των Makdisi and Seed που φαίνεται στην παρακάτω, το οποίο επιτρέπει τον προσδιορισμό της μέγιστης παραμένουσας οριζόντιας μετακίνησης εδαφοκατασκευής (u), γνωστής θεμελιώδους ιδιοπεριόδου (T_o), για δεδομένες τιμές μέγιστης και κρίσιμης σεισμικής οριζόντιας επιτάχυνσης (A_{max} και A_c ή k_{max} και k_y) και μεγέθους σεισμού (M).

Για το συγκεκριμένο έργο η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος T_o μπορεί να ληφθεί κατά ΕΑΚ-2000 (άρθρο 5.4.2):

$$T_o = 2,5 \times (H/V_s),$$

όπου: H = ύψος απορριμματικού αναγλύφου ($H = 50$ m)

V_s = μέση τιμή ταχύτητας διάδοσης διατμητικών κυμάτων. Όσον αφορά στις δυναμικές ιδιότητες του απορριμματικού όγκου η ταχύτητα διάδοσης των διατμητικών κυμάτων, V_s , για την περίπτωση της ελαστικής απόκρισης, μπορεί να λάβει τιμές



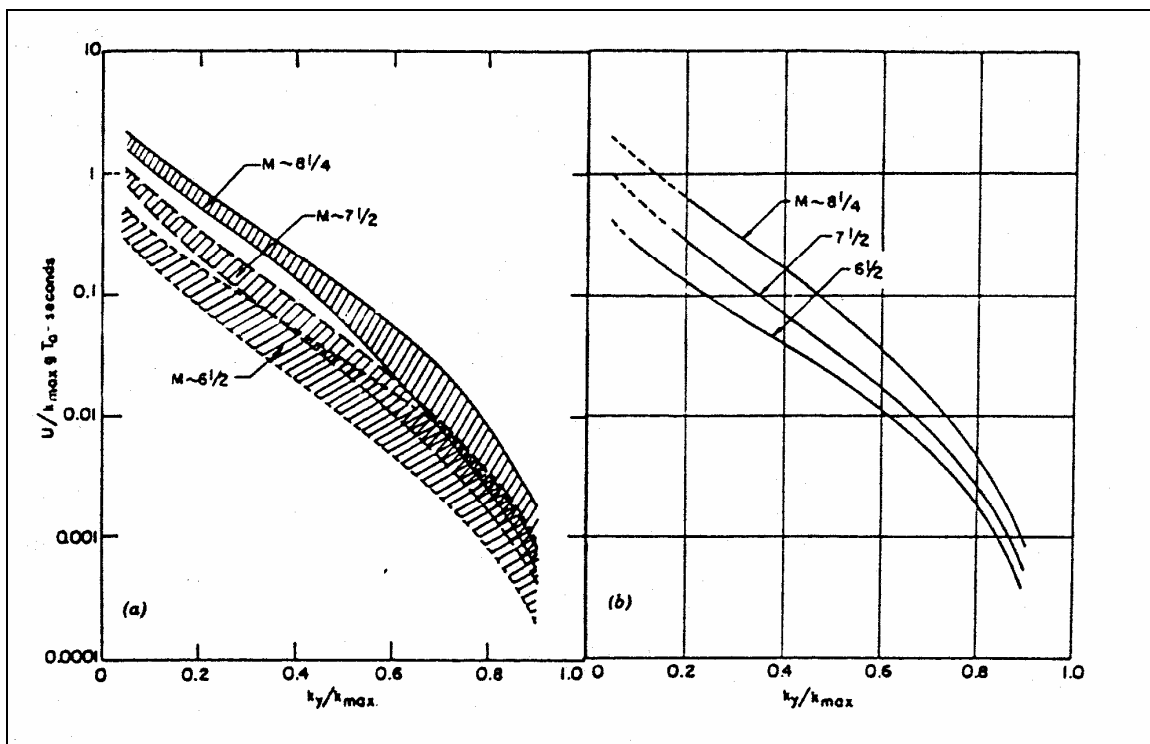
Calculation sheet

Job No.	Sheet No.	Rev.
C/539	Γ.II-4	
Member/Location		
Drg. Ref.		
Made by ΚΘΜ	Date ΜΑΪ. 2013	Chd ΑΔΠ

Job Title ΕΠΕΚΤΑΣΗ Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ

από 130 έως 400 m/sec (Houston et al., 1995 και Idriss et al., 1995). Για τις αναλύσεις λαμβάνεται μέση τιμή $V_s = 250$ m/s.

Με εφαρμογή της παραπάνω σχέσης προκύπτει η ιδιοπερίοδος του απορριμματικού όγκου:
 $T_o = 2,5 \times (50/250) = 0,5$ sec.



(Makdisi and Seed, 1978)

Από το παραπάνω διάγραμμα και για σεισμό μεγέθους $M = 6,5 \div 7,5$ R προκύπτει:

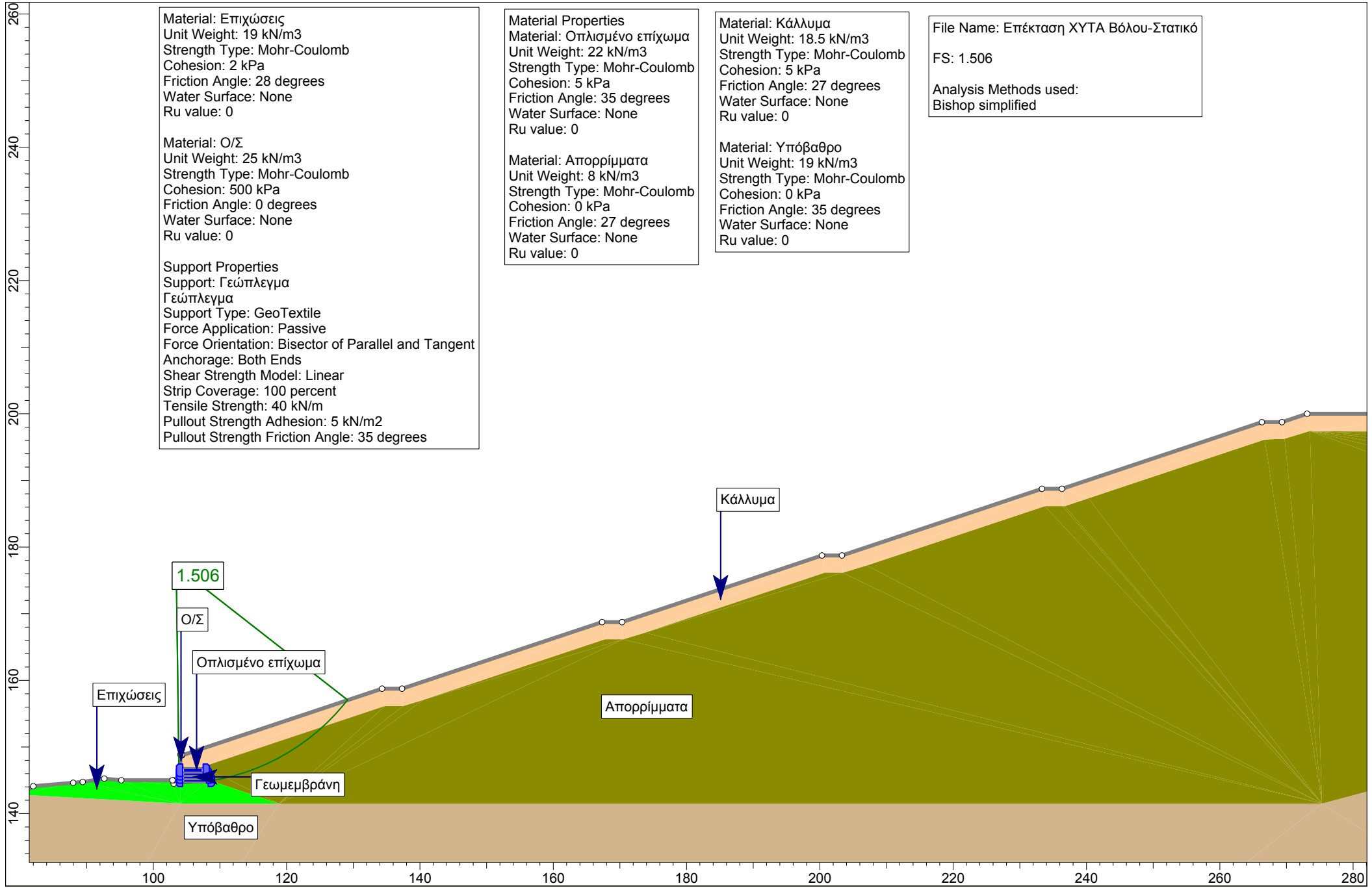
$$A_c/A_{max} = 0,175/0,21 = 0,83$$

$$\text{Από το διάγραμμα προκύπτει: } u/(k_{max}gT_o) = 0,0011 \div 0,0013 \text{ sec}$$

$$\text{Άρα } u = (0,0011 \div 0,0013) \times 0,21 \times 9,81 \times 0,50 = 0,0011 \div 0,0013 \text{ m} = 1,1 \div 1,3 \text{ mm.}$$

Οι μετακινήσεις αυτές βρίσκονται μέσα σε αποδεκτά για το είδος του έργου όρια (τα οποία μπορούν άνετα να ληφθούν τουλάχιστον ίσα προς 100 mm).

Στατική φόρτιση



Material: Επιχώσεις
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Cohesion: 2 kPa
 Friction Angle: 28 degrees
 Water Surface: None
 Ru value: 0

Material: Ο/Σ
 Unit Weight: 25 kN/m³
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Cohesion: 500 kPa
 Friction Angle: 0 degrees
 Water Surface: None
 Ru value: 0

Support Properties
 Support: Γεώπλεγμα
 Γεώπλεγμα
 Support Type: GeoTextile
 Force Application: Passive
 Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
 Anchorage: Both Ends
 Shear Strength Model: Linear
 Strip Coverage: 100 percent
 Tensile Strength: 40 kN/m
 Pullout Strength Adhesion: 5 kN/m²
 Pullout Strength Friction Angle: 35 degrees

Material Properties
 Material: Οπλισμένο επίχωμα
 Unit Weight: 22 kN/m³
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Cohesion: 5 kPa
 Friction Angle: 35 degrees
 Water Surface: None
 Ru value: 0

Material: Απορρίμματα
 Unit Weight: 8 kN/m³
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Cohesion: 0 kPa
 Friction Angle: 27 degrees
 Water Surface: None
 Ru value: 0

Material: Κάλυμμα
 Unit Weight: 18.5 kN/m³
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Cohesion: 5 kPa
 Friction Angle: 27 degrees
 Water Surface: None
 Ru value: 0

Material: Υπόβαθρο
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Strength Type: Mohr-Coulomb
 Cohesion: 0 kPa
 Friction Angle: 35 degrees
 Water Surface: None
 Ru value: 0

File Name: Επέκταση ΧΥΤΑ Βόλου-Στατικό
 FS: 1.506
 Analysis Methods used:
 Bishop simplified

Επιχώσεις

1.506

Ο/Σ

Οπλισμένο επίχωμα

Γεωμεμβράνη

Υπόβαθρο

Κάλυμμα

Απορρίμματα

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Επέκταση ΧΥΤΑ Βόλου-Στατικό
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Company: GEOCONSULT Ltd.
Date Created: 23/5/2013, 3:17:46 μμ

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check malpha < 0.2: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3







Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 20

Number of iterations: 20
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Γ.II-8

Material Properties

Property	Οπλισμένο επίχωμα	Απορρίμματα	Κάλλυμα	Υπόβαθρο	Επιχώσεις	Ο/Σ
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	22	8	18.5	19	19	25
Cohesion [kPa]	5	0	5	0	2	500
Friction Angle [deg]	35	27	27	35	28	0
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Γεώπλεγμα

Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Both Ends
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 40 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 5 kN/m²
Pullout Strength Friction Angle: 35 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.506210
Center: 103.432, 177.144
Radius: 32.664
Left Slip Surface Endpoint: 103.866, 144.480
Right Slip Surface Endpoint: 129.163, 157.023
Left Slope Intercept: 103.866 145.000
Right Slope Intercept: 129.163 157.023
Resisting Moment=28535.1 kN-m
Driving Moment=18945 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 46533
Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.50621

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.952657	74.0452	Επιχώσεις	2	28	28.4624	42.8703	76.8658	0	76.8658
2	0.952657	87.9384	Επιχώσεις	2	28	33.245	50.074	90.414	0	90.414
3	0.952657	91.1001	Επιχώσεις	2	28	34.0481	51.2836	92.689	0	92.689
4	0.952657	92.9006	Επιχώσεις	2	28	34.348	51.7353	93.5386	0	93.5386
5	0.952657	74.3626	Επιχώσεις	2	28	27.4705	41.3763	74.0561	0	74.0561
6	1.05437	75.5919	Απορρίμματα	0	27	22.8787	34.4601	67.6317	0	67.6317
7	1.05437	76.8211	Απορρίμματα	0	27	23.0008	34.644	67.9926	0	67.9926
8	1.05437	77.7434	Απορρίμματα	0	27	23.0241	34.6792	68.0617	0	68.0617
9	1.05437	78.3517	Απορρίμματα	0	27	22.9489	34.5658	67.8391	0	67.8391
10	1.05437	78.6375	Απορρίμματα	0	27	22.7746	34.3033	67.324	0	67.324
11	1.05437	78.5907	Απορρίμματα	0	27	22.5007	33.8908	66.5144	0	66.5144
12	1.05437	78.1997	Απορρίμματα	0	27	22.1262	33.3267	65.4073	0	65.4073
13	1.05437	77.4506	Απορρίμματα	0	27	21.6496	32.6089	63.9985	0	63.9985
14	1.05437	76.3275	Απορρίμματα	0	27	21.0692	31.7346	62.2825	0	62.2825
15	1.05437	74.8114	Απορρίμματα	0	27	20.3825	30.7003	60.2528	0	60.2528
16	1.05437	72.8801	Απορρίμματα	0	27	19.5868	29.5019	57.9008	0	57.9008
17	1.05437	70.5076	Απορρίμματα	0	27	18.6789	28.1344	55.2168	0	55.2168
18	1.05437	67.6626	Απορρίμματα	0	27	17.6547	26.5917	52.1891	0	52.1891
19	1.05437	64.308	Απορρίμματα	0	27	16.5095	24.8667	48.8036	0	48.8036
20	1.05437	60.3985	Απορρίμματα	0	27	15.2377	22.9512	45.0442	0	45.0442
21	1.05437	55.8786	Απορρίμματα	0	27	13.8329	20.8353	40.8916	0	40.8916
22	0.91596	41.6347	Κάλλυμα	5	27	14.1494	21.3119	32.0138	0	32.0138
23	0.91596	31.4148	Κάλλυμα	5	27	11.0714	16.6759	22.9152	0	22.9152
24	0.91596	19.8978	Κάλλυμα	5	27	7.74341	11.6632	13.0773	0	13.0773
25	0.91596	6.89741	Κάλλυμα	5	27	4.15431	6.25727	2.46754	0	2.46754

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
104.066	147
104.066	145
103.866	145
103.866	144.48
103.066	144.48
103.066	145
102.866	145
95.1873	145
92.629	145.25
89.4032	144.75
87.9722	144.62
81.9918	144.1
79.9887	142.85
77.9863	144.1
-30.9337	180

-30.9337	-97.2479
640.925	-97.2479
640.925	195
593.624	200
296.558	200
273.094	200
269.316	198.741
266.316	198.741
236.316	188.741
233.316	188.741
203.316	178.741
200.316	178.741
170.316	168.741
167.316	168.741
137.316	158.741
134.316	158.741
104.316	148.741
104.316	148.85
104.066	148.85

Material Boundary

X	Y
104.316	147
107.316	147
108.316	145

Material Boundary

X	Y
108.316	145
118.816	141.5

Material Boundary

X	Y
79.9887	142.85
104.066	141.5
118.816	141.5

Material Boundary

X	Y
118.816	141.5
275.336	141.5
363.502	165
387.182	170
407.134	175
432.042	180
456.348	185
484.045	190
506.341	195

616.191	195
640.925	195

Material Boundary

X	Y
107.316	147
134.738	156.141
137.459	156.141
140.556	157.08
167.738	166.141
170.435	166.141
173.796	167.16
200.738	176.141
203.411	176.141
207.036	177.24
233.738	186.141
236.387	186.141
236.738	186.141
240.276	187.32
266.738	196.141
269.707	196.245
273.516	197.4
593.487	197.4
614.323	195.197
616.191	195

Material Boundary

X	Y
104.316	145
105.616	145
108.316	145

Material Boundary

X	Y
102.866	145
102.866	144.28
104.066	144.28
104.066	144.75
104.066	145

Material Boundary

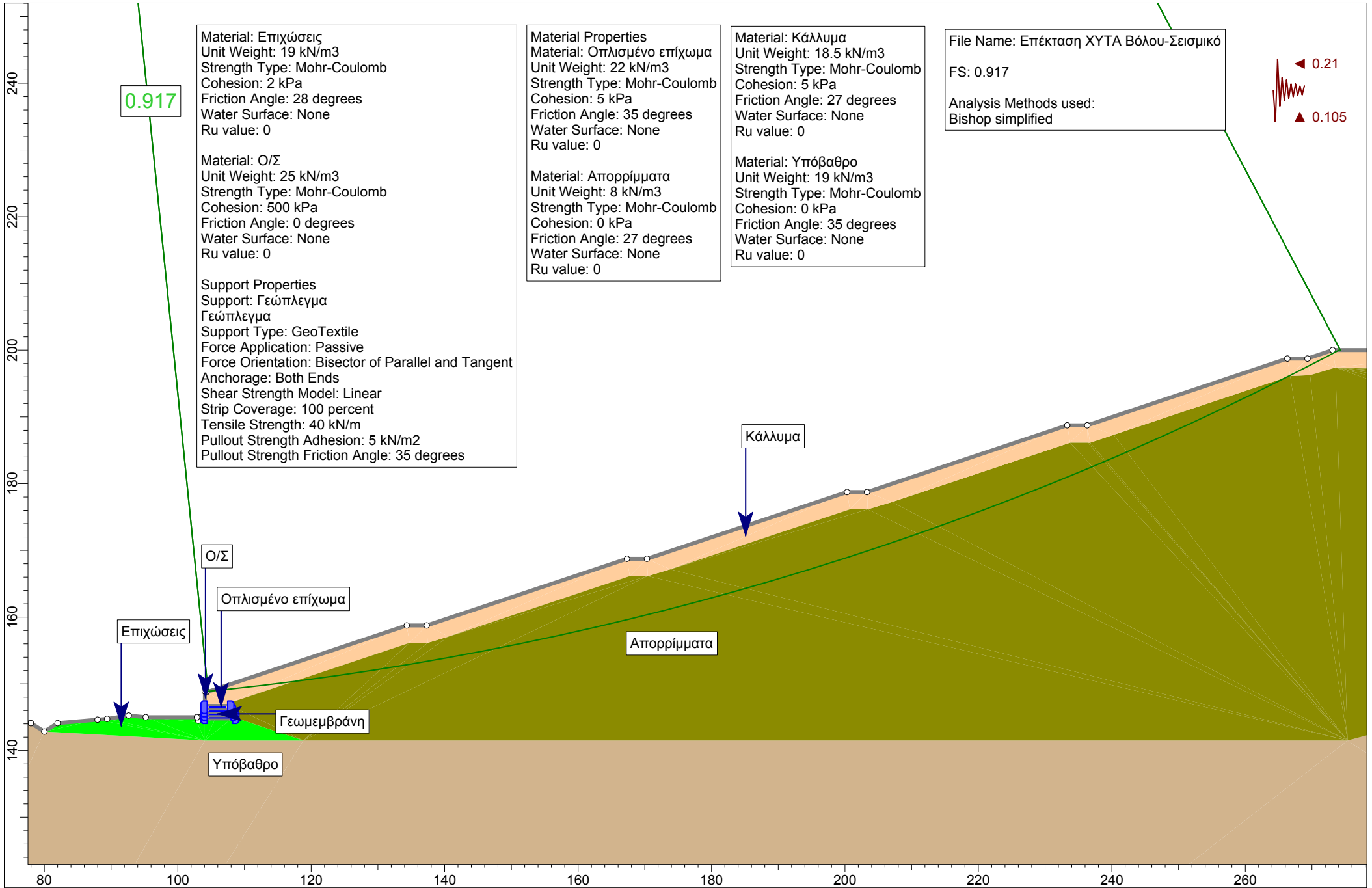
X	Y
104.316	145
104.316	147
104.316	148.741

Material Boundary

--	--

X	Y
104.066	144.75
105.616	144.75
105.616	145

Σεισμική φόρτιση



Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Επέκταση ΧΥΤΑ Βόλου-Σεισμικό
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Company: GEOCONSULT Ltd.
Date Created: 23/5/2013, 3:17:46 μμ

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 20







Number of iterations: 20
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Γ.II-16

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.21
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.105

Material Properties

Property	Οπλισμένο επίχρωμα	Απορρίμματα	Κάλλυμα	Υπόβαθρο	Επιχώσεις	Ο/Σ
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	22	8	18.5	19	19	25
Cohesion [kPa]	5	0	5	0	2	500
Friction Angle [deg]	35	27	27	35	28	0
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Γεώπλεγμα

Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Both Ends
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 40 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 5 kN/m²
Pullout Strength Friction Angle: 35 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 0.917153
Center: 57.513, 611.612
Radius: 465.179
Left Slip Surface Endpoint: 104.545, 148.817
Right Slip Surface Endpoint: 274.231, 200.000
Resisting Moment=2.59241e+006 kN-m
Driving Moment=2.82658e+006 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Method: bishop simplified

Number of Valid Surfaces: 46435

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 0.917153

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	6.28753	82.2176	Κάλλυμα	5	27	11.2739	10.3399	10.4802	0	10.4802
2	6.28753	241.611	Κάλλυμα	5	27	22.9962	21.091	31.5804	0	31.5804
3	6.80082	381.188	Απορρίμματα	0	27	25.9021	23.7562	46.6242	0	46.6242
4	6.80082	451.151	Απορρίμματα	0	27	30.4194	27.8992	54.7554	0	54.7554
5	6.80082	497.509	Απορρίμματα	0	27	33.2863	30.5286	59.9158	0	59.9158
6	6.80082	518.38	Απορρίμματα	0	27	34.4151	31.5639	61.9477	0	61.9477
7	6.80082	572.877	Απορρίμματα	0	27	37.7396	34.613	67.9318	0	67.9318
8	6.80082	620.19	Απορρίμματα	0	27	40.5408	37.1821	72.974	0	72.974
9	6.80082	661.719	Απορρίμματα	0	27	42.9206	39.3648	77.2578	0	77.2578
10	6.80082	670.483	Απορρίμματα	0	27	43.1517	39.5767	77.6737	0	77.6737
11	6.80082	671.97	Απορρίμματα	0	27	42.9107	39.3557	77.24	0	77.24
12	6.80082	696.595	Απορρίμματα	0	27	44.1356	40.4791	79.4447	0	79.4447
13	6.80082	714.361	Απορρίμματα	0	27	44.9058	41.1855	80.8311	0	80.8311
14	6.80082	726.003	Απορρίμματα	0	27	45.2773	41.5262	81.4997	0	81.4997
15	6.80082	695.757	Απορρίμματα	0	27	43.0463	39.48	77.4838	0	77.4838
16	6.80082	675.799	Απορρίμματα	0	27	41.4768	38.0406	74.6589	0	74.6589
17	6.80082	668.886	Απορρίμματα	0	27	40.7214	37.3478	73.2991	0	73.2991
18	6.80082	655.108	Απορρίμματα	0	27	39.5582	36.2809	71.2053	0	71.2053
19	6.80082	634.71	Απορρίμματα	0	27	38.0117	34.8625	68.4216	0	68.4216
20	6.80082	565.39	Απορρίμματα	0	27	33.5792	30.7973	60.443	0	60.443
21	6.80082	519.149	Απορρίμματα	0	27	30.574	28.041	55.0336	0	55.0336
22	6.80082	478.119	Απορρίμματα	0	27	27.9184	25.6054	50.2535	0	50.2535
23	6.80082	429.924	Απορρίμματα	0	27	24.888	22.8261	44.7987	0	44.7987
24	6.80082	373.852	Απορρίμματα	0	27	21.453	19.6757	38.6156	0	38.6156
25	7.49295	163.38	Κάλλυμα	5	27	12.669	11.6194	12.9912	0	12.9912

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
104.066	147
104.066	145
103.866	145
103.866	144.48
103.066	144.48
103.066	145
102.866	145
95.1873	145
92.629	145.25
89.4032	144.75
87.9722	144.62

81.9918	144.1
79.9887	142.85
77.9863	144.1
-30.9337	180
-30.9337	-97.2479
640.925	-97.2479
640.925	195
593.624	200
296.558	200
273.094	200
269.316	198.741
266.316	198.741
236.316	188.741
233.316	188.741
203.316	178.741
200.316	178.741
170.316	168.741
167.316	168.741
137.316	158.741
134.316	158.741
104.316	148.741
104.316	148.85
104.066	148.85

Material Boundary

X	Y
104.316	147
107.316	147
108.316	145

Material Boundary

X	Y
108.316	145
118.816	141.5

Material Boundary

X	Y
79.9887	142.85
104.066	141.5
118.816	141.5

Material Boundary

X	Y
118.816	141.5
275.336	141.5
363.502	165
387.182	170
407.134	175

432.042	180
456.348	185
484.045	190
506.341	195
616.191	195
640.925	195

Material Boundary

X	Y
107.316	147
134.738	156.141
137.459	156.141
140.556	157.08
167.738	166.141
170.435	166.141
173.796	167.16
200.738	176.141
203.411	176.141
207.036	177.24
233.738	186.141
236.387	186.141
236.738	186.141
240.276	187.32
266.738	196.141
269.707	196.245
273.516	197.4
593.487	197.4
614.323	195.197
616.191	195

Material Boundary

X	Y
104.316	145
105.616	145
108.316	145

Material Boundary

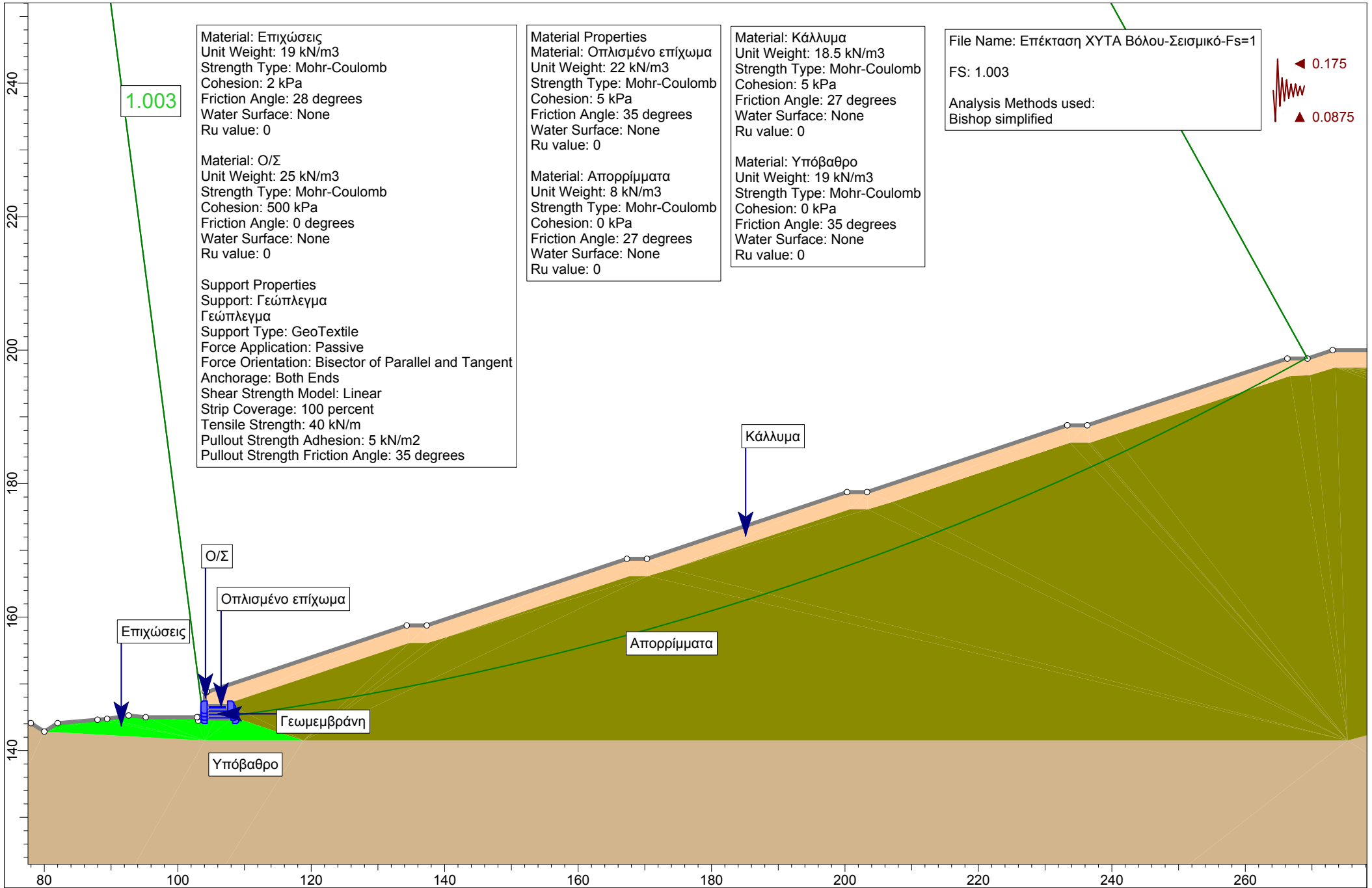
X	Y
102.866	145
102.866	144.28
104.066	144.28
104.066	144.75
104.066	145

Material Boundary

X	Y
104.316	145
104.316	147

Material Boundary

X	Y
104.066	144.75
105.616	144.75
105.616	145



Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: Επέκταση ΧΥΤΑ Βόλου-Σεισμικό-Fs=1
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Company: GEOCONSULT Ltd.
Date Created: 23/5/2013, 3:17:46 μμ

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

Bishop simplified

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check malpha < 0.2: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options







Surface Type: Circular
Search Method: Auto Refine Search
Divisions along slope: 20
Circles per division: 20

Number of iterations: 20
Divisions to use in next iteration: 50%
Composite Surfaces: Disabled
Minimum Elevation: Not Defined
Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.175
Seismic Load Coefficient (Vertical): -0.0875

Material Properties

Property	Οπλισμένο επίχρωμα	Απορρίμματα	Κάλλυμα	Υπόβαθρο	Επιχώσεις	Ο/Σ
Color						
Strength Type	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	22	8	18.5	19	19	25
Cohesion [kPa]	5	0	5	0	2	500
Friction Angle [deg]	35	27	27	35	28	0
Water Surface	None	None	None	None	None	None
Ru Value	0	0	0	0	0	0

Support Properties

Γεώπλεγμα

Support Type: GeoTextile
Force Application: Passive
Force Orientation: Bisector of Parallel and Tangent
Anchorage: Both Ends
Shear Strength Model: Linear
Strip Coverage: 100 percent
Tensile Strength: 40 kN/m
Pullout Strength Adhesion: 5 kN/m²
Pullout Strength Friction Angle: 35 degrees

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.002790
Center: 44.032, 606.347
Radius: 465.719
Left Slip Surface Endpoint: 103.866, 144.487
Right Slip Surface Endpoint: 269.316, 198.741
Left Slope Intercept: 103.866 145.000
Right Slope Intercept: 269.316 198.741
Resisting Moment=3.17759e+006 kN-m
Driving Moment=3.16873e+006 kN-m

Valid / Invalid Surfaces

Number of Valid Surfaces: 34518

Number of Invalid Surfaces: 0

Slice Data

Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.00279

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.2	2.49918	Ο/Σ	500	0	498.609	500	-53.483	0	-53.483
2	3.63338	333.99	Επιχώσεις	2	28	43.3793	43.5003	78.0506	0	78.0506
3	0.576649	44.2897	Οπλισμένο επίχωμα	5	35	46.1132	46.2419	58.8995	0	58.8995
4	7.26574	537.866	Απορρίμματα	0	27	31.9262	32.0153	62.8336	0	62.8336
5	7.26574	613.01	Απορρίμματα	0	27	36.1098	36.2105	71.0672	0	71.0672
6	7.26574	681.297	Απορρίμματα	0	27	39.827	39.9381	78.3831	0	78.3831
7	7.26574	726.336	Απορρίμματα	0	27	42.1366	42.2542	82.9286	0	82.9286
8	7.26574	737.288	Απορρίμματα	0	27	42.4458	42.5642	83.5371	0	83.5371
9	7.26574	786.302	Απορρίμματα	0	27	44.9215	45.0468	88.4092	0	88.4092
10	7.26574	826.541	Απορρίμματα	0	27	46.8581	46.9888	92.2207	0	92.2207
11	7.26574	859.579	Απορρίμματα	0	27	48.3557	48.4906	95.1681	0	95.1681
12	7.26574	840.464	Απορρίμματα	0	27	46.9143	47.0452	92.3313	0	92.3313
13	7.26574	845.563	Απορρίμματα	0	27	46.8313	46.962	92.1682	0	92.1682
14	7.26574	856.438	Απορρίμματα	0	27	47.0618	47.1931	92.6216	0	92.6216
15	7.26574	859.704	Απορρίμματα	0	27	46.8681	46.9989	92.2404	0	92.2404
16	7.26574	844.214	Απορρίμματα	0	27	45.6569	45.7843	89.8567	0	89.8567
17	7.26574	782.186	Απορρίμματα	0	27	41.9621	42.0792	82.585	0	82.585
18	7.26574	764.467	Απορρίμματα	0	27	40.6782	40.7917	80.0582	0	80.0582
19	7.26574	735.981	Απορρίμματα	0	27	38.8405	38.9489	76.4415	0	76.4415
20	7.26574	699.17	Απορρίμματα	0	27	36.5907	36.6928	72.0138	0	72.0138
21	7.26574	615.477	Απορρίμματα	0	27	31.939	32.0281	62.8586	0	62.8586
22	7.26574	541.713	Απορρίμματα	0	27	27.8705	27.9483	54.8515	0	54.8515
23	7.26574	478.789	Απορρίμματα	0	27	24.419	24.4871	48.0586	0	48.0586
24	7.26574	406.729	Απορρίμματα	0	27	20.5603	20.6177	40.4646	0	40.4646
25	8.45935	264.951	Κάλλυμα	5	27	15.304	15.3467	20.3066	0	20.3066

List Of Coordinates

External Boundary

X	Y
104.066	147
104.066	145
103.866	145
103.866	144.48
103.066	144.48
103.066	145
102.866	145
95.1873	145

92.629	145.25
89.4032	144.75
87.9722	144.62
81.9918	144.1
79.9887	142.85
77.9863	144.1
-30.9337	180
-30.9337	-97.2479
640.925	-97.2479
640.925	195
593.624	200
296.558	200
273.094	200
269.316	198.741
266.316	198.741
236.316	188.741
233.316	188.741
203.316	178.741
200.316	178.741
170.316	168.741
167.316	168.741
137.316	158.741
134.316	158.741
104.316	148.741
104.316	148.85
104.066	148.85

Material Boundary

X	Y
104.316	147
107.316	147
108.316	145

Material Boundary

X	Y
108.316	145
118.816	141.5

Material Boundary

X	Y
79.9887	142.85
104.066	141.5
118.816	141.5

Material Boundary

X	Y
118.816	141.5
275.336	141.5

363.502	165
387.182	170
407.134	175
432.042	180
456.348	185
484.045	190
506.341	195
616.191	195
640.925	195

Material Boundary

X	Y
107.316	147
134.738	156.141
137.459	156.141
140.556	157.08
167.738	166.141
170.435	166.141
173.796	167.16
200.738	176.141
203.411	176.141
207.036	177.24
233.738	186.141
236.387	186.141
236.738	186.141
240.276	187.32
266.738	196.141
269.707	196.245
273.516	197.4
593.487	197.4
614.323	195.197
616.191	195

Material Boundary

X	Y
104.316	145
105.616	145
108.316	145

Material Boundary

X	Y
102.866	145
102.866	144.28
104.066	144.28
104.066	144.75
104.066	145

Material Boundary

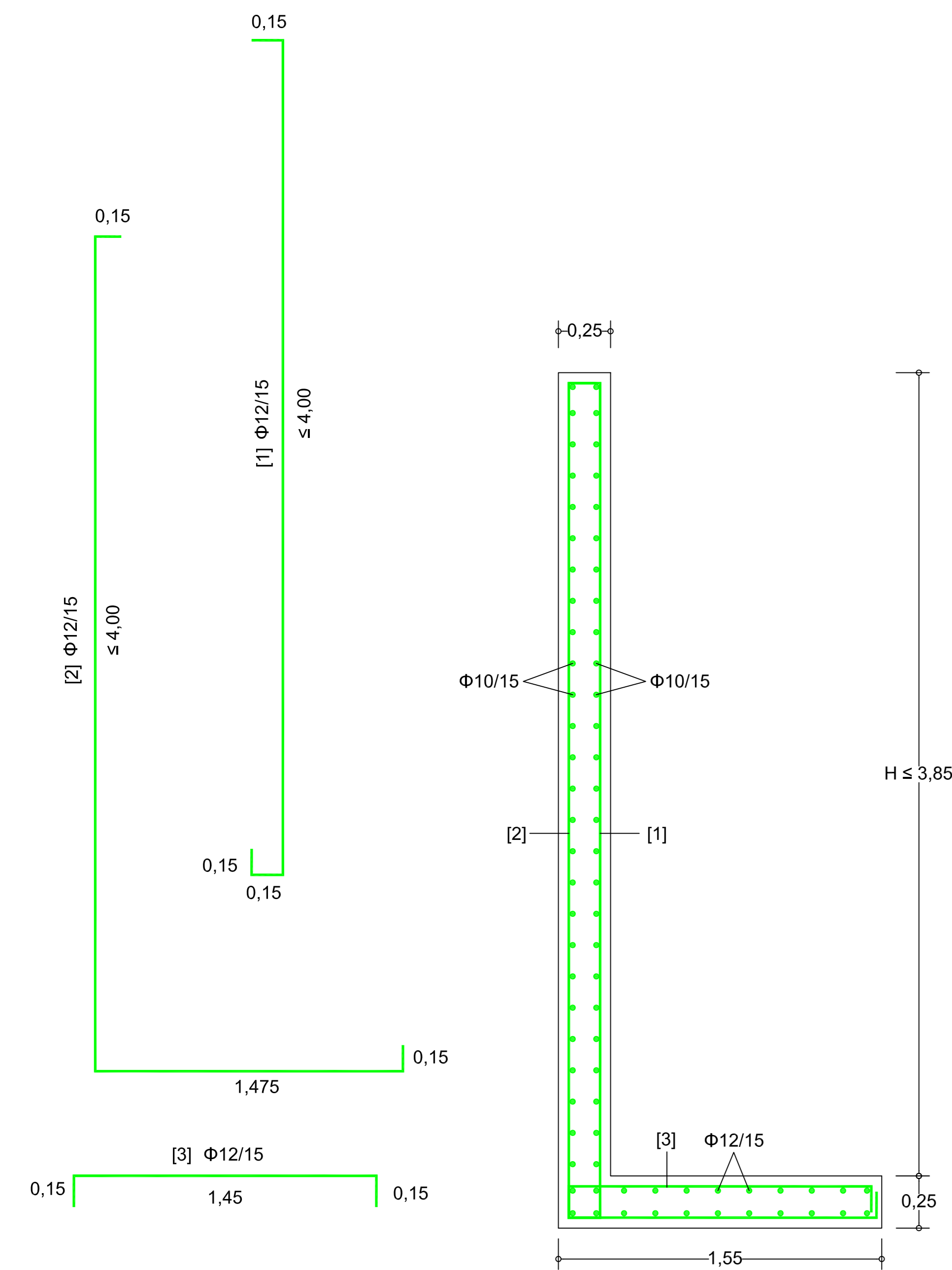
--	--

X	Y
104.316	145
104.316	147
104.316	148.741

Material Boundary

X	Y
104.066	144.75
105.616	144.75
105.616	145

ΣΧΕΔΙΑ



ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΤΟΙΧΟΥ
Κλίμακα 1:25

ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΤΟΙΧΟΥ
Κλίμακα 1:25

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

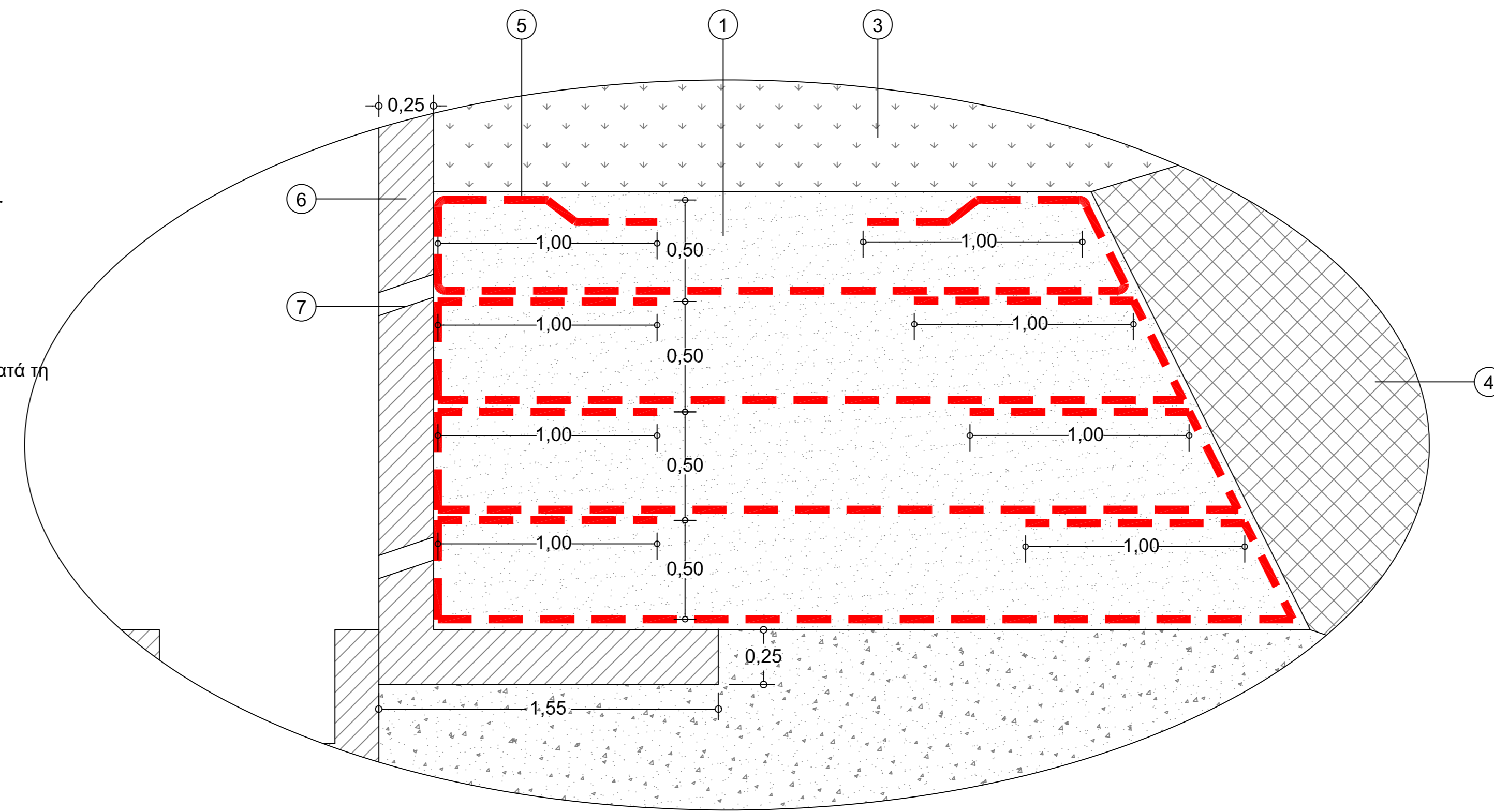
- ① Χαλκία διαστάσεων 5-35 mm διαστρωνόμενα σε στρώσεις συμπτυκνωμένου πάχους 0,25 m και συμπτυκνωμένα με 6 τουλάχιστον διελεύσεις δονητικού οδοστρώτηρα στατικού βάρους τουλάχιστον 2-3 τόννων ή αμμοχάλικο συμπτυκνωμένο τουλάχιστον στο 90% κατά την τροποποιημένη μέθοδο Proctor
- ② Υφιστάμενο επίχωμα
- ③ Στρώσεις τελικής κάλυψης
- ④ Απορρίμματα
- ⑤ Υφαντό γεωόφρασμα. Τα φύλλα τοποθετούνται με ελάχιστη επικάλυψη 0,30 m κατά τη δευτερεύουσα διεύθυνση
 - Αρχική (ονομαστική) εφελκυστική αντοχή $T_{ult} \geq 80 \text{ kN/m}$
 - Τελική εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού για διάρκεια ωφέλιμης χρήσης 120 έτη $T_d \geq 40 \text{ kN/m}$
- ⑥ Τοίχος από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37
- ⑦ Αποστραγγιστικές οπές Φ100 mm ανά 2,00 m μήκους

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

1. ΜΟΝΙΜΑ ΦΟΡΤΙΑ
 - 1.1 Οπλισμένου Σκυροδέματος 25,0 kN/m²
 - 1.2 Αντιστηρίξιμου εδάφους 8,0 kN/m²
2. ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ
 - 2.1 Καταμετρημένη φόρτιση από τελική κάλυψη 51,7 kPa
3. ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ
 - 3.1 Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας II
 - 3.2 Επιδόσημα Εδάφους A = 0,24g
 - 3.3 Κατηγορία Εδάφους B
 - 3.4 Κατηγορία Σπουδαιότητας Σ2
 - 3.5 Συντελεστής Σπουδαιότητας $\gamma_s = 1,00$
 - 3.6 Συντελεστής Θεμελίωσης $\theta = 1,00$
 - 3.7 Συντελεστής φασματικής επιτάχυνσης $\beta_s = 2,50$
 - 3.8 Συντελεστής Συμπεριφοράς $q = 2,00$
4. ΥΛΙΚΑ
 - 4.1 Τύπος τοιμένου CEM II 42,5 N
 - 4.2 Ποιότητα έγχυτου σκυροδέματος C30/37
 - 4.3 Κάθση οπλισμένου σκυροδέματος >130 mm, κατηγορία S3
 - 4.4 Λόγος νερό/σιμέντο (w/c) <0,55
 - 4.5 Ποιότητα χαλύβων οπλισμών B500C
 - 4.6 Ποιότητα χαλύβων συνδετήρων B500C
5. ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ
 - 5.1 Κατηγορία Συνθηκών Περιβάλλοντος 2
 - 5.2 Επικάλυψη (γινικά) 50 mm
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΙΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
 - 6.1 Οπλισμένο επίχωμα
 - Επίλεκτο αμμοχάλικο
 - Είδος 35^o
 - Γωνία εσωτερικής τριβής 35^o
 - Συνολική 5 kPa
 - 6.2 Υλικά όπισθεν οπλισμένου επιχώματος
 - Είδος Απορρίμματα
 - Γωνία εσωτερικής τριβής 27^o
 - Συνολική 0 kPa
7. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
 - Είδος Επιχώσεις
 - Επιτρεπόμενη τάση 150 kPa (Στατική)
 - 225 kPa (Σεισμική)

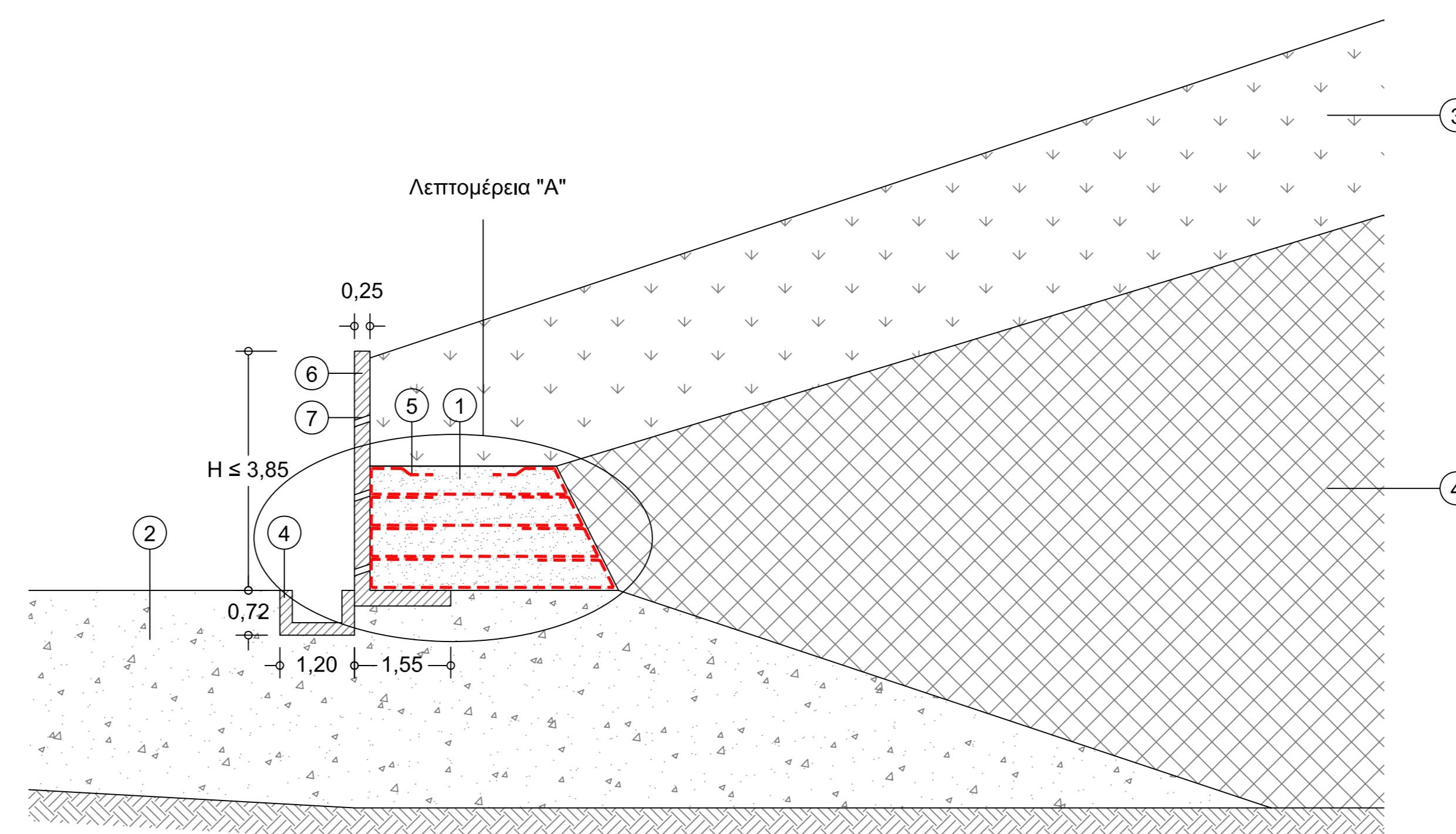
ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

1. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΦΕΚ 171/Α/1946
2. ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ 2000 ΦΕΚ 1329/Β/2000, ΦΕΚ 447/Β/2004
3. ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ 2000 ΦΕΚ 2184/Β/1999, ΦΕΚ 1154/Β/2003
4. ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΦΕΚ 315/Β/1997
5. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΧΑΛΥΒΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΦΕΚ 381/Β/2000



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ "Α" ΓΕΩΣΥΝΘΕΤΙΚΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ

Κλίμακα 1:25



ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΜΗ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ

Κλίμακα 1:100

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΜΗΚΩΝ ΠΑΡΑΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ C20/25 ΚΑΙ ΧΑΛΥΒΑ S500s							
ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΠΑΡΑΘΕΣΗΣ (m)						
	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ22	Φ25
ΤΟΙΧΟΣ	1,15	1,30	1,50	1,70	1,90	2,10	2,35

ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΓΙΑ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ	ΓΙΑ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟ	ΓΙΑ ΕΓΚΡΙΣΗ	ΓΙΑ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗ	ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
0	27/05/2013			✓		

κύριος έργο :
ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α.) Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

έργο :
ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΡΓΩΝ Χ.Υ.Τ.Α. Π.Σ. ΒΟΛΟΥ

θέση :
Χ.Υ.Τ.Α. ΒΟΛΟΥ

μελέτη :
ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

θέμα σχεδίου : **ΤΥΠΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ** αριθμός σχεδίου : **ΓΕΩΤ-01**

κλίμακα : 1:100 1:25 μέγεθος :

χρόνος μελέτης : **ΜΑΪΟΣ 2013**

ανάδοχος μελέτης : **ΚΩΝ. ΜΑΛΛΙΟΥ Πολιτικός Μηχανικός** γεωτεχνικός σύμβουλος : **ΓΕΩΣΥΜΒΟΥΛΟΙ Ε.Π.Ε.** γεωτεχνικές μελέτες και έρευνες
Γούνοση 62, Αγ. Παρασκευή 153 43 Τηλ.: 210 600 4741 - 210 601 3044, Fax: 210 6013044

μελέτη : **ΚΩΝ. ΜΑΛΛΙΟΥ** σφραγίδα :
σχεδίαση : **ΠΑΝ. ΠΛΑΤΗ**
έλεγχος : **ΑΘΑΝ. ΠΛΑΤΗΣ**