

ΚΥΡΙΟΣ ΕΡΓΟΥ: Δ.Ε.Υ.Α. ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΞΟΝΑ ΧΑΝΙΩΝ / ΔΗΜΟΣ ΠΛΑΤΑΝΙΑ			
ΕΡΓΟ: Ε.Ε. ΛΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ Δ.Ε.Υ.Α. ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΞΟΝΑ ΧΑΝΙΩΝ			
ΘΕΣΗ: ΔΗΜΟΣ ΠΛΑΤΑΝΙΑ			
ΜΕΛΕΤΗ: ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ			
(ΚΕ: 3830)			
ΕΚΔΟΣΗ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΕΛΕΓΧΟΣ	ΣΥΝΤΑΞΗ
A	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2019	 N. Νάσκος	 K. ΚΑΡΑΤΖΟΒΑΛΗΣ
B			
Γ			
<p>ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ</p> <p style="text-align: center;">↓ ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. Σύμβουλοι Μηχανικοί & Γεωλόγοι</p> <p style="text-align: center;"><small>Γεωτεχνικές Έρευνες & Μελέτες Εργαστηριακές & Επιτόπου Δοκιμές Σχεδιασμός & Παρακολούθηση Γεωτεχνικών Έργων Επίβλεψη Κατασκευών</small></p> <p style="text-align: center;"><small>15ο χλμ. Ε.Ο. Θεσ/νίκης - Ν. Μουδανιών, Τ.Θ. 60480, Τ.Κ. 57001, Θεσσαλονίκη, Τηλ. 2310-383500, Fax. 2310-383501, e-mail: geognosi@geognosi.gr</small></p> <p style="text-align: center;">www.geognosi.gr</p> <div style="text-align: right;">   <small>ISO 9001:2015 ISO 14001:2015</small> </div>			
ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ - ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ			
ΟΝΟΜΑ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ	

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1 Γενικά - ανάθεση	2
1.2 Στοιχεία έργου	2
1.3 Αντικείμενο - σκοπός	5
2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	6
2.1 Γεωλογικά στοιχεία ευρύτερης περιοχής	6
2.2 Σεισμολογικά στοιχεία	8
3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	9
3.1 Ερευνητικές εργασίες πεδίου	9
3.2 Εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής	9
4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ... 11	
4.1 Στρωματογραφία υπεδάφους - υπόγεια νερά.....	11
4.2 Τιμές παραμέτρων γεωυλικών	13
4.3 Τυπική εδαφική τομή.....	16
5. ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	17

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- Παράρτημα Α :** Τομές και μητρώα ερευνητικών - δειγματοληπτικών γεωτρήσεων
Παράρτημα Β : Φωτογραφίες δειγμάτων γεωτρήσεων
Παράρτημα Γ : Αναλυτικά αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής
Παράρτημα Δ : Αποτελέσματα επιτόπου δοκιμών διαπερατότητας (Maag)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά - ανάθεση

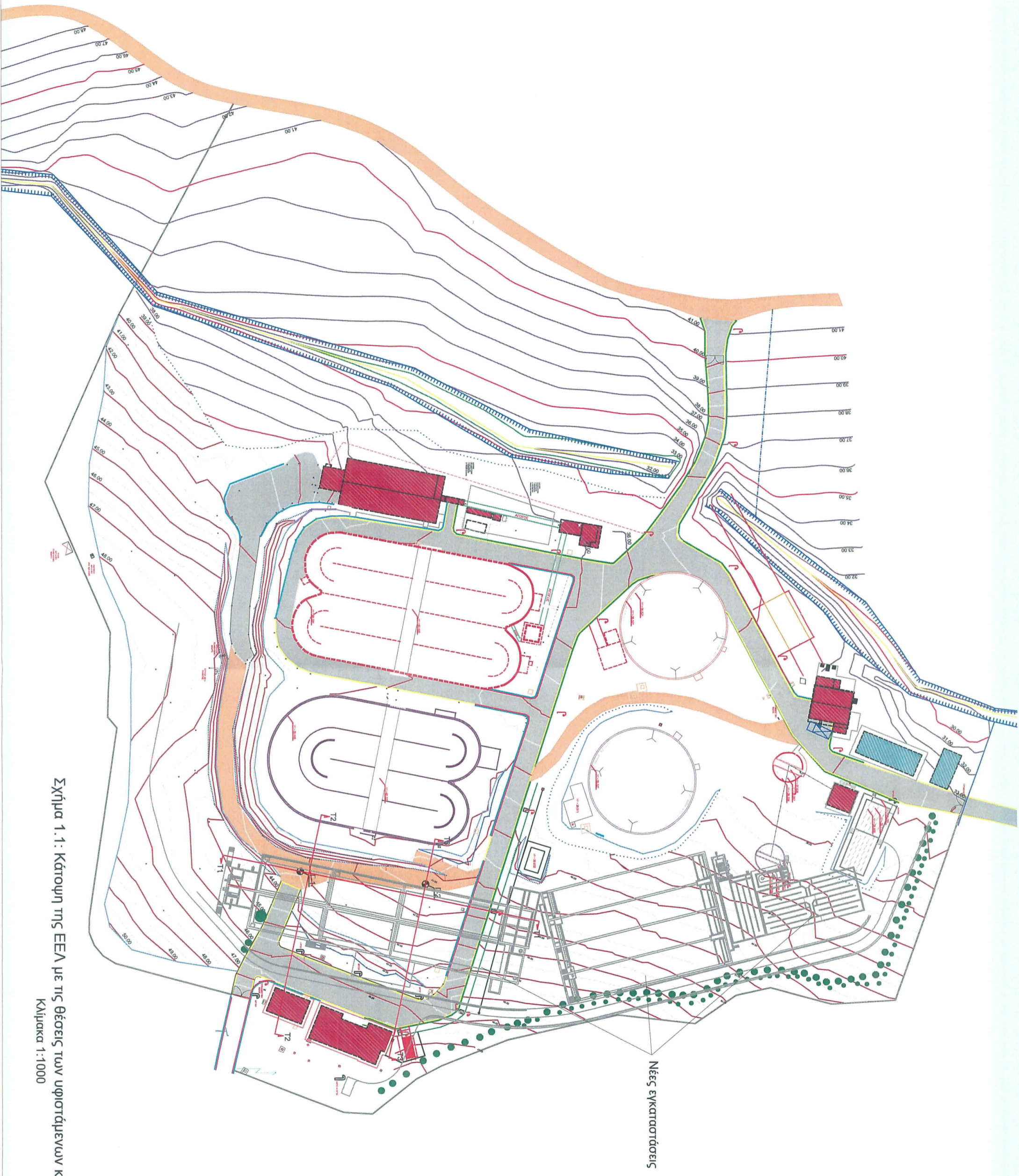
Στο τεύχος αυτό παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας που διεξήχθη εντός του οικοπέδου της υφιστάμενης Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων - ΕΕΛ Γερανίου, προκειμένου για την αναβάθμιση της εγκατάστασης και την ανάκτηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση.

Η γεωτεχνική έρευνα - αξιολόγηση ανατέθηκε στην εταιρεία γεωτεχνικών ερευνών και μελετών ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. κατόπιν υπογραφής σχετικής σύμβασης ανάθεσης (11-7-2019 / Αρ. Πρ. 2434), με την Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων.

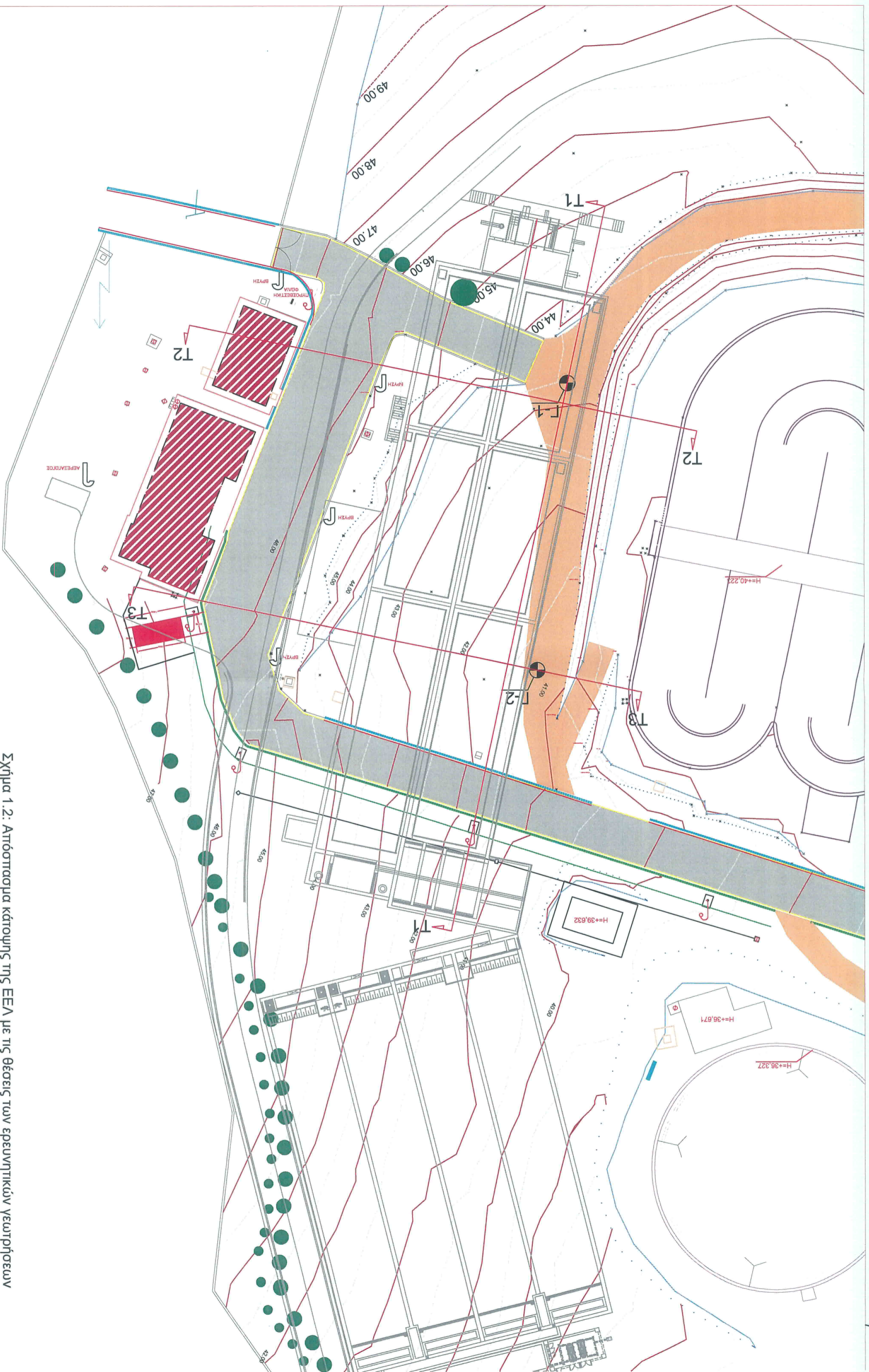
1.2 Στοιχεία έργου

Η Ε.Ε.Λ. Γερανίου βρίσκεται περί τα 14km δυτικά της πόλης των Χανίων και περί το 1km νοτιοδυτικά του οικισμού Γεράνι. Για την αναβάθμιση της εγκατάστασης, με σκοπό την ανάκτηση και χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση, προβλέπεται η κατασκευή νέων εγκαταστάσεων που χωροθετούνται στην ανατολική πλευρά των υφιστάμενων. Πιο συγκεκριμένα, προβλέπεται η κατασκευή δεξαμενής βιολογικού αντιδραστήρα - MBR, δεξαμενή τελικής καθίζησης, δεξαμενή εξισορρόπησης, αντλιοστάσιο, κ.λπ (βλ. σχήματα 1.1 και 1.2).

Εκ των νέων εγκαταστάσεων η δεξαμενή βιολογικού αντιδραστήρα προβλέπεται να διαθέτει το μεγαλύτερο φορτίο νερού, με μέγιστο ύψος νερού 6,0m και αυξημένο βάθος θεμελίωσης περί τα 5,0 έως 9,0m περίπου. Επιπλέον, βρίσκεται πλησίον των υφιστάμενων κτιριακών εγκαταστάσεων της Ε.Ε.Λ.



Σχήμα 1.1: Κάτοψη της ΕΕΑ με τις θέσεις των υφιστάμενων και νέων εγκαταστάσεων
 Κλίμακα 1:1000



Σχήμα 1.2: Απόσπασμα κάτοψης της ΕΕΛ με τις θέσεις των ερευνητικών γεωτρήσεων
Κλίμακα 1:250

1.3 Αντικείμενο - σκοπός

Αντικείμενο της γεωτεχνικής έρευνας αποτέλεσε η διερεύνηση και ο προσδιορισμός των εδαφικών συνθηκών που επικρατούν στη θέση κατασκευής των νέων εγκαταστάσεων της Ε.Ε.Λ. (στρωματογραφία, υπόγεια νερά, χαρακτηριστικά εδάφους, κ.λπ.).

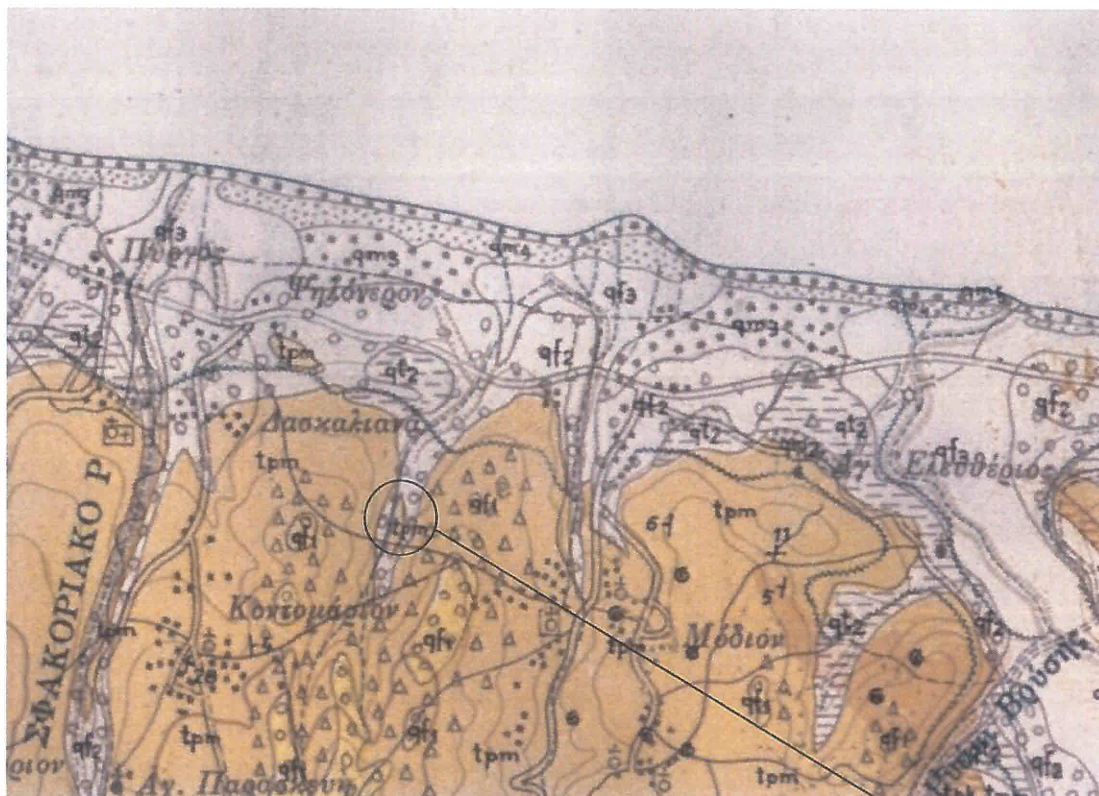
Τα στοιχεία αυτά συνθέτονται και αξιολογούνται προκειμένου αφενός να καθοριστούν οι γεωτεχνικές παράμετροι σχεδιασμού για κάθε εδαφικό στρώμα και βάσει αυτών την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους θεμελίωσης, την ενδεικτική εκτίμηση των καθιζήσεων των δεξαμενών και του δείκτη εδάφους, καθώς και προτάσεις σχετικά με τις προσωρινές εκσκαφές θεμελίωσης και επανεπιχώσεις.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 Γεωλογικά στοιχεία ευρύτερης περιοχής


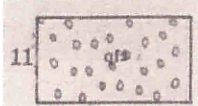
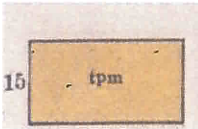

Σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, απόσπασμα του οποίου δίνεται στο σχήμα 2 που ακολουθεί, το υπέδαφος στην ευρύτερη περιοχή του έργου συνίσταται από ποτάμιες αποθέσεις, κυρίως άμμους τεφρού και ερυθρού χρώματος (συμβολισμός qf1), χάλικες και άμμους (συμβολισμός qf2), καθώς και μαλακές μάργες τεφρόλευκου χρώματος (συμβολισμός trm).

Με βάση τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας, το υπέδαφος στη θέση του έργου συνίσταται από αμμώδεις αργίλους καστανού έως ερυθρού χρώματος στους ανώτερους ορίζοντες και από ιλυώδεις αργίλους γκρίζου χρώματος με μαργαϊκά συγκρίματα βαθύτερα.



Θέση έργου

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

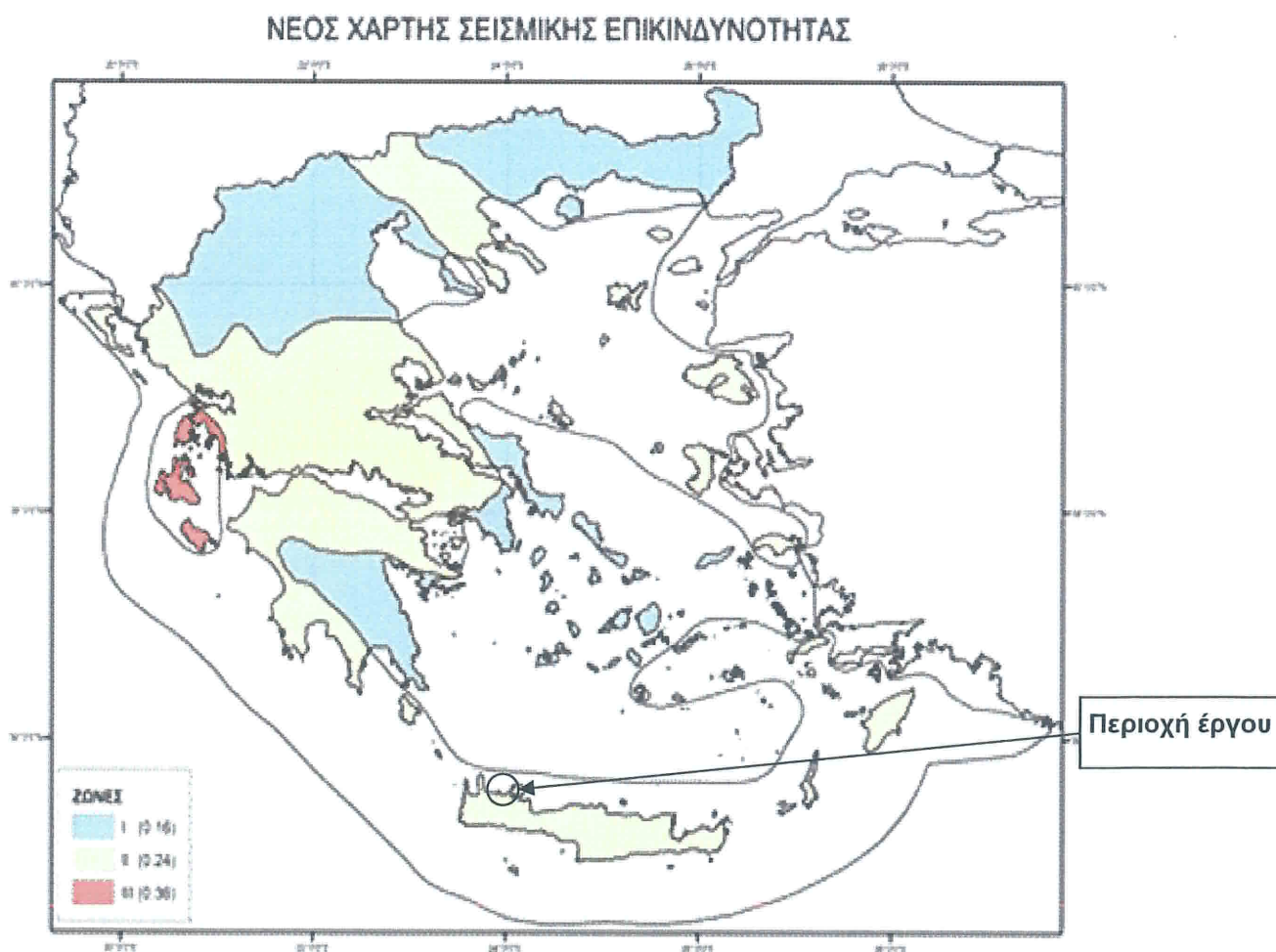
- | | | |
|----|---|---|
| 14 |  | Τεφραί και έρυθραί άμμοι όγκωδες, έως πολύ όγκωδες, έρυθρόχρουν ποτάμιον σύναγμα. |
| 11 |  | Χάλικες και άμμοι. |
| 15 |  | Τεφρόλενκοι μαλακαί μάργαι, εις τό άνώτερον τμήμα με μερικάς τραπέζας μαργαίκοϋ έως καθαρού άσβεστολίθου, βαθμιαίως μεταπίπτονσαι εις 16. |
| 16 |  | Χάλικες και άμμοι, χαλαράς συνοχής κατ' έναλλαγήν με στρώματα μαργών. |

Σχήμα 2: Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ ευρύτερης περιοχής έργου

2.2 Σεισμολογικά στοιχεία

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000), καθώς και τις σχετικές τροποποιήσεις του (ΦΕΚ 1154Β', 12-08-2003), η ευρύτερη περιοχή του έργου, από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας, εντάσσεται στη ζώνη ΙΙ μέσης - υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας, με μέση τιμή οριζόντιας σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους $A_{max}=0,24g$ (όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας), με πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 χρόνια (βλ. σχήμα 3).

Με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών, από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας, το υπέδαφος κατατάσσεται κατά ΕΑΚ στην κατηγορία Γ των ιλυοαργιλικών εδαφών μικρής αντοχής και στην κατηγορία "C", σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, έτσι όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας.



Σχήμα 3: Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας κατά ΝΕΑΚ

3. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Ερευνητικές εργασίες πεδίου

Η έρευνα του υπεδάφους στη θέση του υπό μελέτη οικοπέδου πραγματοποιήθηκε με τη διεξαγωγή δύο (2) ερευνητικών - δειγματοληπτικών γεωτρήσεων (Γ1 και Γ2). Οι θέσεις των γεωτρήσεων δείχνονται στην οριζοντιογραφία του σχήματος 1.2, τα δε βάθη των γεωτρήσεων ήταν 15m και 15,4m αντίστοιχα.

Οι γεωτρήσεις περιλάμβαναν δειγματοληψία αντιπροσωπευτικών δειγμάτων εδάφους με κοπή εν ξηρώ, τη διεξαγωγή δοκιμών πρότυπης διείδυσης SPT καθώς και επιτόπου δοκιμές διαπερατότητας (Maag).

Όλες οι ερευνητικές εργασίες πεδίου διεξήχθησαν από εξειδικευμένο συνεργείο της εταιρείας ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε., με πλήρως εξοπλισμένο αυτοκινούμενο γεωτρήπανο, κατά τρόπο σύμφωνο με τις σχετικές Δημόσιες Τεχνικές Προδιαγραφές (ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε101-83, Ε106-86).

Η τεχνική διάτρησης - δειγματοληψίας, η περιγραφή του εδάφους, η αρίθμηση των δειγμάτων και τα αποτελέσματα των επιτόπου και των εργαστηριακών δοκιμών, παρατίθενται στα μητρώα των γεωτρήσεων αυτών στο παράρτημα Α του παρόντος τεύχους. Στο Παράρτημα Β περιλαμβάνονται φωτογραφίες των δειγμάτων των γεωτρήσεων.

Τα δείγματα των γεωτρήσεων εξετάστηκαν μακροσκοπικά και ορισμένα αντιπροσωπευτικά εξ αυτών υποβλήθηκαν σε εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής στο εργαστήριο της ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε., όπως αναφέρεται αναλυτικά στην παράγραφο 3.2.

3.2 Εργαστηριακές δοκιμές εδαφομηχανικής

Μετά από μακροσκοπική εξέταση όλων των δειγμάτων των γεωτρήσεων σε ορισμένα αντιπροσωπευτικά δείγματα αυτών, διεξήχθη στο εργαστήριο της ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. ένα πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής κατάλληλα προσαρμοσμένο στη σύσταση των δειγμάτων και στις απαιτήσεις του έργου.

Οι εργαστηριακές δοκιμές περιελάμβαναν :

- Δοκιμές κατάταξης του εδάφους (κοκκομετρικές αναλύσεις με κόσκινα, μετρήσεις ορίων υδαρότητας - πλαστικότητας).
- Δοκιμές προσδιορισμού φυσικών χαρακτηριστικών (φυσική υγρασία, φαινόμενο βάρους, και εξ αυτών προσδιορισμό του δείκτη κενών και του βαθμού κορεσμού του εδάφους).
- Δοκιμές προσδιορισμού των παραμέτρων αντοχής και συμπιεστότητας (δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης, άμεσης διάτμησης CD και δοκιμές μονοδιάστατης στερεοποίησης).

Όλες οι δοκιμές διεξήχθησαν κατά τρόπο σύμφωνο προς τις σχετικές Δημόσιες Τεχνικές Προδιαγραφές (ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε105-86), τα δε αποτελέσματα τους δίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ του παρόντος τεύχους. Τα αποτελέσματα αυτά παρατίθενται επίσης συνοπτικά στα μητρώα των γεωτρήσεων στο Παράρτημα Α του παρόντος τεύχους, καθώς επίσης και στους πίνακες 1.1 και 1.2 της παραγράφου 4.2 ομαδοποιημένα ανά διαχωριζόμενη στρώση εδάφους.

4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

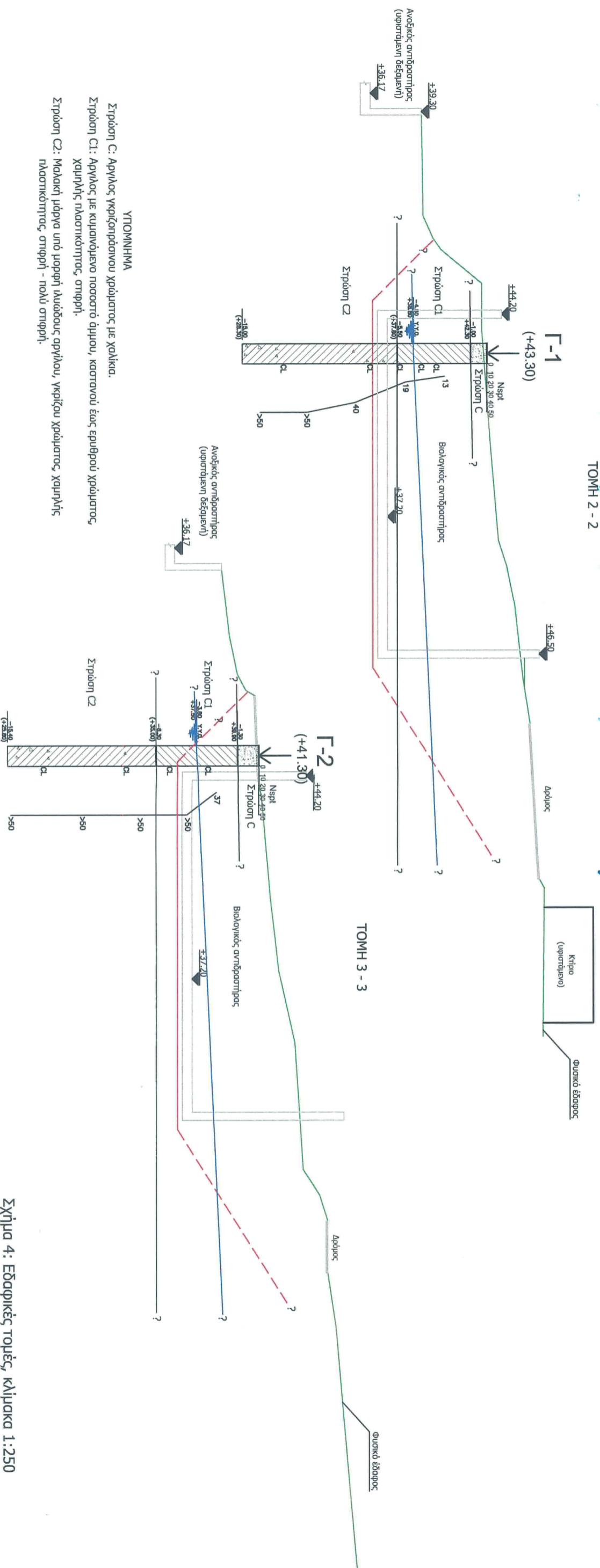
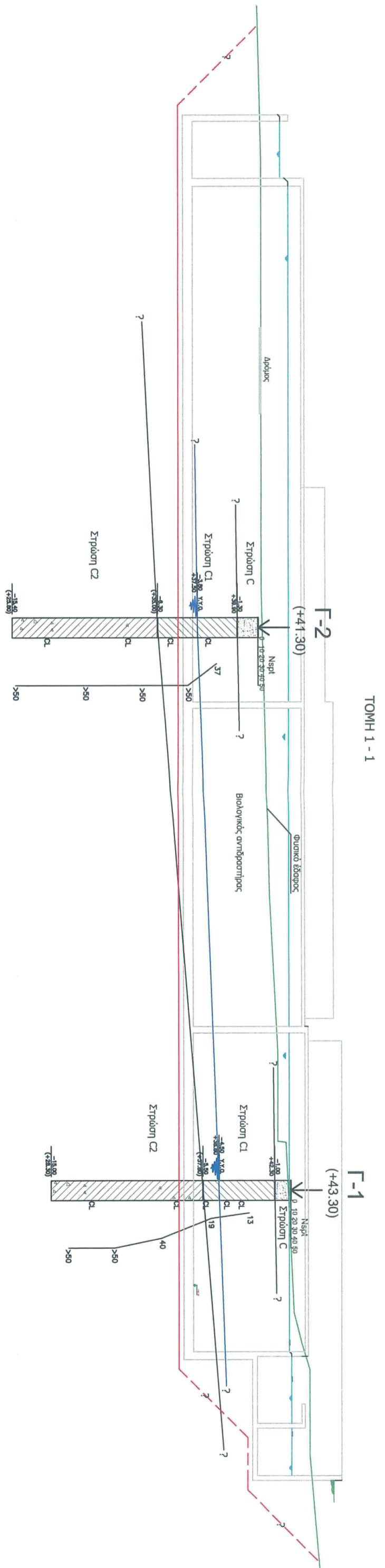
4.1 Στρωματογραφία υπεδάφους - υπόγεια νερά

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας, το υπεδάφος στη θέση των νέων εγκαταστάσεων της Ε.Ε.Λ., συνίσταται στους ανώτερους ορίζοντες από καστανές έως ερυθρές αμμώδεις αργίλους σε στιφρή κατάσταση και στιφρές - πολύ στιφρές αργίλους γκρίζου χρώματος με μαργαϊκά συγκρίματα βαθύτερα. Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκαν τα εξής:

- Βαθύτερα από το επιφανειακό αργιλικό στρώμα πιθανώς τεχνητών επιχώσεων πάχους 1,0 έως 1,3m και μέχρι βάθος 5,5 έως 7,5m βρέθηκε άργιλος και αμμώδης άργιλος καστανού έως ερυθρού χρώματος χαμηλής έως μέσης πλαστικότητας, στιφρή (χαρακτηρισμός: C1).
- Βαθύτερα από 5,5m ή 7,5m και μέχρι το μέγιστο βάθος της έρευνας (15,4m), βρέθηκε μαλακή μάργα υπό μορφή αργίλου γκρίζου χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, σε στιφρή έως πολύ στιφρή κατάσταση (χαρακτηρισμός: C2).

Η στρωματογραφία του υπεδάφους δείχνεται στις εδαφικές τομές του σχήματος 4 που ακολουθεί.

Η στάθμη των υπογείων υδάτων μετρήθηκε μετά το πέρας της έρευνας σε βάθος 4,5m και 3,8m εντός των γεωτρήσεων Γ1 και Γ2 αντίστοιχα.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Στρώση C: Αργίλος γκρίζο-κόκκινο χρώματος με χαλίκια.

Στρώση C1: Αργίλος με κυμαινόμενο ποσοστό άμμου, καστονού έως ερυθρού χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, σιφρή.

Στρώση C2: Μαλακή μάρμα υπό μορφή λευκούς αργίλου, γκρίζου χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, σιφρή - πολύ σιφρή.

Σχήμα 4: Εδαφικές τομές, κλίμακα 1:250

4.2 Τιμές παραμέτρων γεωυλικών

Τα χαρακτηριστικά των διαχωριζόμενων εδαφικών στρωμάτων του υπεδάφους προκύπτουν από την σύνθεση των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών και των επιτόπου δοκιμών SPT.

Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών παρουσιάζονται ομαδοποιημένα ανά διαχωριζόμενη στρώση γεωυλικού στους αντίστοιχους πίνακες 1.1 και 1.2 που ακολουθούν, όπου επίσης γίνεται και η στατιστική επεξεργασία τους με εξαγωγή των μέσων όρων των τιμών και στις περιπτώσεις επαρκούς στατιστικού πλήθους μετρήσεων, των ελάχιστων και μέγιστων χαρακτηριστικών τιμών κάθε παραμέτρου.

Οι τιμές των διαφόρων χαρακτηριστικών κατάταξης και φυσικής κατάστασης των διαχωριζόμενων εδαφικών στρωμάτων, λαμβάνονται τελικώς ως οι μέσοι όροι των τιμών των αντίστοιχων εργαστηριακών δοκιμών. Οι τιμές των παραμέτρων αντοχής και συμπίεστότητας εκτιμώνται ως οι ελάχιστες χαρακτηριστικές τιμές με διάστημα εμπιστοσύνης 95%, λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη τα αποτελέσματα των επιτόπου δοκιμών πρότυπης διείσδυσης ή και εκτιμώνται βάσει της μακροσκοπικής περιγραφής των γεωυλικών με τη χρήση δόκιμων εμπειρικών - ημιεμπειρικών συσχετίσεων της διεθνούς βιβλιογραφίας.

Γεώτρηση / Borehole		Δείγμα / Sample		Βάθος ορχής / Depth at top		Βάθος τέλους / Depth at bot.		Κατάβαση AUSCS		Κλάση AUSCS		SPT		Κατάβαση AUSCS		SPT		Κλάση AUSCS		SPT	
Φωτογραφία / Photo		Αριθμός / No.		Βάθος / Depth		Βάθος / Depth		Αριθμός / No.		Αριθμός / No.		Αριθμός / No.		Αριθμός / No.		Αριθμός / No.		Αριθμός / No.		Αριθμός / No.	
Γ1	4	Φ	7.10	7.40	CL																
Γ1	00N3	SPT	7.90	8.35																	
Γ1	00N4	SPT	10.60	11.25																	
Γ1	5	Φ	12.20	12.50	CL																
Γ1	00N5	SPT	13.70	14.10																	
Γ2	00N3	SPT	7.10	7.55																	
Γ2	3	Φ	7.70	8.10	CL																
Γ2	00N4	SPT	10.60	11.05																	
Γ2	4	Φ	13.00	13.30	CL																
Γ2	00N5	SPT	15.00	15.40																	

Μέσοι Όροι - Mean Values : >56 0,8 10,9 88,3 2,2 39,8 20,3 19,5 26,9 0,7 19,8 15,6 0,735 99 183 6 CD 25 11 0,140 0,020 1,8E-03 5,3 7,4
 Ελάχιστη χαρακτηριστική τιμή - Min characteristic value: >46 6,0 82,2 18,3 25,8 0,6 19,6 15,3 0,704 97 0,112 0,014 5,7E-04 4,5 6,5
 Μέγιστη χαρακτηριστική τιμή - Max characteristic value: >69 15,8 94,4 21,3 20,7 27,9 0,8 20,0 15,9 0,766 100 0,167 0,026 3,1E-03 6,0 8,4

Κανονική με διάσπρωση εμπιστοσύνης 95% :
 Standard deviation with 95% level of confidence:
 Y: Διαταραγμένο δείγμα με νερό - Disturbed core barrel sample
 Φ: Δείγμα εν ξηρώ (εργασίο) - Dry core barrel sample
 A: Αδιάταρακτο δείγμα Shelby - Undisturbed stationary double tube sample
 SPT: Δείγμα διαπερού δαγματολήπτου SPT - Split spoon sample SPT

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
 Statistical Evaluation of Soil Parameters

Φυσικά Χαρακτηριστικά
 Physical Characteristics
 W% : Ύδαρ περιεχόμενο - Water content
 Ic=(W-L)/P : Plasticity index - Plasticity index
 Wp : Πλάστικότητα - Plastic limit
 Wl : Υγρό όριο - Liquid limit
 % Οργανικά-Organics : Οργανικά - Organics
 Αργίλος-Clay<2μm : Αργίλος - Clay < 2 μm
 Άστρες-Fines : Άστρες - Fines
 N₂₀₀ : Στάμνος - Sand
 Χαλίκι-Gravel : Χαλίκι - Gravel
 Δοκ. Πρωτ. Διείρ. Test : Δοκ. Πρωτ. Διείρ. Test

Ανεπιφθίμη Unconf. Compr Strength : Ανεπιφθίμη αντοχή - Unconf. Compr Strength
 Qu : Ανεπιφθίμη αντοχή - Unconf. Compr Strength
 ε₁ : Ίση παραμόρφωση - Failure strain
 φ : Γωνία τριβής - Friction angle
 c : Συνοχή - Cohesion
 φ' : Γωνία τριβής - Friction angle
 c' : Συνοχή - Cohesion

Αμεση Διατμηση Direct Shear Test : Αμεση Διατμηση - Direct Shear Test
 φ : Γωνία τριβής - Friction angle
 c : Συνοχή - Cohesion
 φ' : Γωνία τριβής - Friction angle
 c' : Συνοχή - Cohesion

Τριαξονική Φορτίση Triaxial Compression : Τριαξονική Φορτίση - Triaxial Compression
 φ : Γωνία τριβής - Friction angle
 c : Συνοχή - Cohesion
 φ' : Γωνία τριβής - Friction angle
 c' : Συνοχή - Cohesion

Δοκιμή Στερεοποίησης Consolidation Test : Δοκιμή Στερεοποίησης - Consolidation Test
 Cv : Συντελεστής στερεοποίησης - Consolidation coefficient
 E_(σ'₁) : Μέτρο συμπίεσης - Compression modulus
 p_c : Ενεργός τάση προφόρτισης - Effective Preconsolidation pressure
 () : Θεωρητικά χαρακτηριστικά απορρόντα από εργαστηριακές δοκιμές ορχής ή συμπίεσης

ΣΥΝΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ - ABBREVIATIONS
 CU - Στερεοποιημένο δείγμα, ασφραγισμένο σωθίκης φόρτισης - Consolidated sample, undrained loading conditions
 UU - Δείγμα χωρίς στερεοποίηση, ασφραγισμένο σωθίκης φόρτισης - unconsolidated sample, undrained loading conditions
 CUUP - Στερεοποιημένο δείγμα, ασφραγισμένο σωθίκης φόρτισης με μέτρηση πίεσης πόρων
 Consolidated sample, undrained loading conditions with pore pressure measurements
 CD - Στερεοποιημένο δείγμα, σωθίκης φόρτισης με ερπύνηση - Consolidated sample, drained loading conditions
 φ, c : Γωνία τριβής, συνοχή (ολικές τιμές) - Friction angle, cohesion (total values)

95-1

4.3 Τυπική εδαφική τομή

Με βάση τα προαναφερθέντα στις παραγράφους 4.1 και 4.2, στο σχήμα 5 που ακολουθεί δίνεται η τυπική εδαφική τομή σχεδιασμού, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τη διεξαγωγή των ελέγχων θεμελίωσης των νέων δεξαμενών.

Σχήμα 5: Τυπική εδαφική τομή σχεδιασμού

Βάθη (m)	Φυσικό έδαφος	Υψόμετρα (m)
0,00		+43,3÷+41,3
	Στρώση "C": Άργιλος γκριζοπράσινου χρώματος με χάλικες.	
1,0÷1,3		+42,3÷+40,0
	Στρώση "C1": Άργιλος με κυμαινόμενο ποσοστό άμμου, καστανού έως ερυθρού χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, στιφρή, με μικρό ποσοστό οργανικών.	
Υ.Υ.Ο. 4,5÷3,8	$N_{SPT} > 13$ $W = 21,9$ $W_L = 38,2$ $PI = 18,6$	$\gamma = 20,3$ $C_u \approx 60$ $\phi' = 24$ $c' = 10$
		Υ.Υ.Ο. +38,8÷+37,5
5,5÷6,3		+37,8÷+35,0
	Στρώση "C2": Μαλακή μάργα υπό μορφή ιλυώδους αργίλου γκριζού χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, στιφρή έως πολύ στιφρή, με μικρό ποσοστό οργανικών.	
	$N_{SPT} > 40$ $W = 26,9$ $W_L = 39,8$ $PI = 19,5$	$\gamma = 19,8$ $C_u \approx 90$ $\phi' = 25$ $c' = 10$
		$E_s \approx 6,0$ $C_c = 0,140$ $C_v = 0,192$
>15,4		<25,9

Υπόμνημα :

Υ.Υ.Ο.	: Στάθμη υπόγειου υδάτινου ορίζοντα
N_{SPT}	: Αριθμός κρούσεων δοκιμής SPT (για 30cm διείσδυση)
W	: Φυσική υγρασία (%)
W_L	: Όριο υδαρότητας
PI	: Δείκτης πλαστικότητας
γ	: Υγρό φαινόμενο βάρος (kN/m^3)
C_u	: Αστράγγιστη διατμητική αντοχή (kPa)
ϕ'	: Ενεργός γωνία εσωτερικής τριβής (Deg)
c'	: Ενεργός συνοχή (kPa)
E_s	: Μέτρο συμπίεστικότητας (MPa)
C_c	: Δείκτης συμπίεστικότητας σε φόρτιση
C_v	: Συντελεστής στερεοποίησης $m^2/month$

5. ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τη χωροθέτηση των νέων εγκαταστάσεων και τη διαστρωμάτωση του υπεδάφους η οποία φαίνεται να διαθέτει μικρή κλίση, εκτιμάται ότι η θεμελίωση των νέων δεξαμενών θα υλοποιηθεί κυρίως εντός της ανώτερης αργιλικής στρώσης (στρώση C1) και τοπικά εντός της βαθύτερης αργίλου (στρώση μαλακής μάργας, C2).

Κατά τις βαθύτερες εκσκαφές αναμένεται να συναντηθούν υπόγεια νερά τα οποία μετρήθηκαν σε βάθη 3,8 έως 4,5m από την επιφάνεια του εδάφους στις θέσεις των γεωτρήσεων.

Λόγω της ύπαρξης των υπογείων υδάτων και της αργιλικής σύστασης του πυθμένα θεμελίωσης, προτείνονται τα κάτωθι:

- Επιπρόσθετη εκσκαφή περί τα 0,3m για την κατασκευή αποστραγγιστικής στρώσης όπως περιγράφεται παρακάτω.
- Τοποθέτηση επί του πυθμένα εκσκαφής διαχωριστικού γεωφάσματος βάρους τουλάχιστον 180gr/m².
- Κατασκευή εξυγιαντικής - αποστραγγιστικής στρώσης με καθαρά σκύρα (πλήρως απαλλαγμένα από λεπτόκοκκα υλικά) διαστάσεων κόκκων 16÷50mm, συμπυκνωμένα επαρκώς (β.σ. ≥98% κατά AASHOT 180D), σε δύο στρώσεις των 15cm έκαστη.
- Τοποθέτηση επί της εξυγιαντικής στρώσης προστατευτικού πλαστικού φύλλου πριν την κατασκευή των σκυροδεμάτων των δεξαμενών.
- Κατασκευή περιμετρικού στραγγιστηρίου με τοποθέτηση φιλτροσωλήνα διαμέτρου D150 έως D200 τοποθετημένου με μικρή κλίση προς θέσεις φρεατίων ελέγχου - άντλησης.

Σχετικά με την φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης σ_{Rd} (έναντι θραύσης εδάφους) προκύπτει κατά Ευρωκώδικα 7, σε στατικές συνθήκες $\sigma_{Rd}=255\text{kN/m}^2$ για κεντρικά φορτιζόμενο θεμέλιο, χωρίς οριζόντια φορτία, με ελάχιστο βάθος θεμελίωσης $\text{min}D=1,0\text{m}$ (βλ. σχήμα 6). Η ίδια τιμή φέρουσας ικανότητας εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί συντηρητικά και για ελέγχους σε σεισμό.

Οι καθιζήσεις των δεξαμενών εκτιμώνται ενδεικτικά στα σχήματα 7.1 και 7.2 για βάθη θεμελίωσης δεξαμενών $d=2,0$ και $d=5,0\text{m}$ από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους. Οι υπολογισμοί γίνονται με την παραδοχή έδρασης επί ελαστικού εδάφους με βάση τις παρακάτω προσεγγιστικές σχέσεις :

$$S = \sum_{i=1}^n H_i I_{z_i} \left(\frac{\kappa(\gamma D - u_D)}{E_{s_i}^{oc}} + \frac{\sigma_{\varepsilon\delta\rho} - \gamma D}{E_{s_i}} \right) \quad \text{για } \sigma_{\varepsilon\delta\rho} > \gamma D$$

$$S = \sum_{i=1}^n H_i I_{z_i} \frac{\sigma_{\varepsilon\delta\rho} - u_D - (1-\kappa) * (\gamma D - u_D)}{E_{s_i}^{oc}} \quad \text{για } \sigma_{\varepsilon\delta\rho} \leq \gamma D$$

όπου :

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

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

n : Ο αριθμός των λωρίδων που χωρίζεται το υπέδαφος για τον υπολογισμό.

H_i : Το πάχος της κάθε εδαφικής λωρίδας.

E_{s_i} : Το μέτρο συμπίεστότητας της κάθε εδαφικής λωρίδας στην περιοχή της τάσης των υπερκείμενων γαιών όπως εκτιμάται στην τυπική εδαφική τομή.

$E_{s_i}^{oc}$: Το μέτρο συμπίεστότητας της κάθε εδαφικής λωρίδας για προστερεοποιημένο έδαφος στην περιοχή της τάσης των υπερκείμενων γαιών σ'_1 .

Για αργιλώδη εδάφη, $E_{s_i}^{oc} \cong 1$ έως $6 \times E_{s_i}$ και $E_{s_i}^{oc} \cong 2,3 \sigma'_1 (1+e)/Cr$.

Για άμμους, μπορεί συντηρητικά να ληφθεί : $E_{s_i}^{oc} \cong 1$ έως $2 \times E_{s_i}$.

I_{z_i} : Συντελεστής κατανομής της τάσης q με το βάθος του κέντρου της κάθε λωρίδας από το επίπεδο έδρασης, εκτιμώμενος κατά Boussinesq από σχετικά νομογραφήματα αναλόγως των διαστάσεων της φορτιζόμενης επιφάνειας για το σημείο της μέσης καθίζησης δύσκαμπτου θεμελίου, ή για το κέντρο εύκαμπτου θεμελίου.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, θεωρείται ότι σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα μετά την εκσκαφή, το υπέδαφος θα εκτονωθεί και θα αποκτήσει κατάσταση ισορροπίας των ενεργών τάσεων, οπότε και ο υπολογισμός των καθιζήσεων μπορεί να γίνει (ως προς το δυσμενέστερο) λαμβάνοντας $\kappa=0,70$.

Οι καθιζήσεις υπολογίζονται παραμετρικά για διάφορες τιμές αναπτυσσόμενης τάσης έδρασης ($\sigma_{\varepsilon\delta\rho}$ χωρίς συντελεστές ασφαλείας).

Ενδεικτικά για αναπτυσσόμενες τάσεις έδρασης περί τα 50÷60kPa και βάθος θεμελίωσης $d=2,0m$ οι τελικές καθιζήσεις εκτιμώνται της τάξης των 3,4 έως 5,3cm. Για τις ίδιες τάσεις έδρασης και θεμελίωση σε βάθος 5m οι τελικές καθιζήσεις εκτιμώνται περί τα 1,0 έως 1,5cm.

Όσον αφορά την εξέλιξη των καθιζήσεων εκτιμάται ότι θα είναι σχετικώς αργή λόγω της αργιλικής σύστασης του υπεδάφους και την ύπαρξη υπόγειου νερού. Οι τιμές του δείκτη εδάφους, θεωρώντας διαστάσεις πλακών δεξαμενών της τάξης του ελαστικού πλάτους έδρασης προκύπτουν $K=2.000\div3.000$ για την περίπτωση θεμελίωσης σε βάθος 2,0m και $K=9.000\div12.000$ για την περίπτωση θεμελίωσης σε βάθος 5,0m. Για αναλύσεις σε σεισμό, μπορούν να ληφθούν τιμές K τουλάχιστον διπλάσιες έως τριπλάσιες των ανωτέρω προτεινόμενων.

Σχετικά με τις προσωρινές εκσκαφές θεμελίωσης εκτιμάται ότι μπορούν να υλοποιηθούν με κλίση πρανών $u:\beta=2:1$ ή ηπιότερη, για εκσκαφές βάθους μέχρι 5,0m, για ελάχιστο απαιτούμενο συντελεστή ασφαλείας κατά ΟΜΟΕ $F_s=1,1$ (βλ. σχήμα 8.1). Για βάθη εκσκαφής περί τα 10m η ασφαλής κλίση εκτιμάται της τάξης του $u:\beta=1:1,6$ (βλ. σχήμα 8.2). Σε περίπτωση καταβίβασιμης των υπογείων υδάτων βαθύτερα από την στάθμη εκσκαφής (π.χ. με άντληση από φρέατα περιμετρικά της εκσκαφής), οι υπόψη εκσκαφές (βάθους περί τα 10m) μπορούν να υλοποιηθούν με κλίση πρανών $u:\beta=1:1,1$ (βλ. σχήμα 8.3).

Η πλευρική επανεπίχωση της εκσκαφής των θεμελίων προτείνεται να γίνει με κοκκώδη υλικά που διαμορφώνονται σε στρώσεις των 0,2÷0,3m και θα συμπυκνώνονται επαρκώς. Τα υλικά αυτά θα φθάνουν μέχρι περί τα 1,5÷2,0m χαμηλότερα από την τελική επιφάνεια διαμόρφωσης. Το ανώτερο τμήμα πάχους 1,5÷2,0m θα επιχωθεί με αργιλικά - στραγγιστικά υλικά που θα διαστρωθούν σε στρώσεις των 0,2÷0,3m και επίσης θα συμπυκνωθούν επαρκώς.

Για τον υπολογισμό των ωθήσεων της επανεπίχωσης επί των πλευρικών τοιχείων των δεξαμενών μπορεί να ληφθεί τιμή $K_0=(1-\sin\varphi')\times OCR^n$. Για συμπυκνωμένα αμμοχαλικώδη υλικά μπορούν να ληφθούν $\varphi'=33^\circ$, $OCR=3$ και $n=0,5$, ο δε συντελεστής ωθήσεων υπολογίζεται $K_0=0,79$.

Για τη ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε.

Έλεγχος



Νίκος Νάσκος

Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π

Δρ. Εδαφομηχανικός Κατασκευών Ε.С. Paris

ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε.
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ & ΜΕΛΕΤΕΣ
ΤΘ: 60480 - ΤΚ: 570 01
ΘΕΡΜΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΗΛ: 2310 383.500 - FAX: 2310 383.501
ΑΦΜ: 094124703 - ΔΟΥ: ΦΑΕ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

Σύνταξη



Κυριάκος Καρατζοβάλης
Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ: σ_{Rd}, R_{Hd} - DESIGN BEARING, SLIDING RESISTANCES: σ_{Rd}, R_{Hd}

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ : ($\phi=\phi_u=0, c=C_u$) συνεκτικά εδάφη σε αστράγγιστες συνθήκες

CASE : ($\phi=\phi_u=0, c=C_u$) cohesive soils, undrained conditions

Σχήμα: 6

ΕΡΓΟ - PROJECT : Ε.Ε. Λυμάτων της ΔΕΥΑ Βορείου Αξονα Χανίων

ΔΕΔΟΜΕΝΑ - INPUT :

$L'/B' = 3$

$\min D$ (m) = 1.00

γ_o (kN/m³) = 20.30

Characteristic (or conservative) soil value :

Cu_k (kPa) = 60

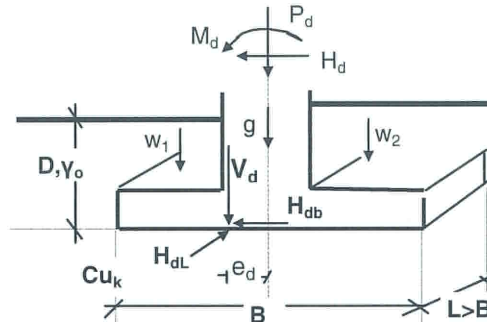
STANDARD: ΕΛΟΤ EN 1997-1 (DA-2*)

Partial factors:

$\gamma_{cu} = 1.00$

$\gamma_{Rv} = 1.40$

$\gamma_{Rh} = 1.10$



Note: $B'=B-2e_b, L'=L-2e_L, V_d=\gamma_F*(P+g+w_1+w_2)$

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ - CALCULATION PRINCIPLES :

$\sigma_{Rv} = R_v / (B'L') = Cu_k * S_c * N_c * i_c + \gamma_o * D$

$S_c N_c = (1 + 0.2(B'/L')) (\pi + 2)$

$i_c = 0.5 + 0.5(1 - H/(B'L'Cu_k))^{0.5}$

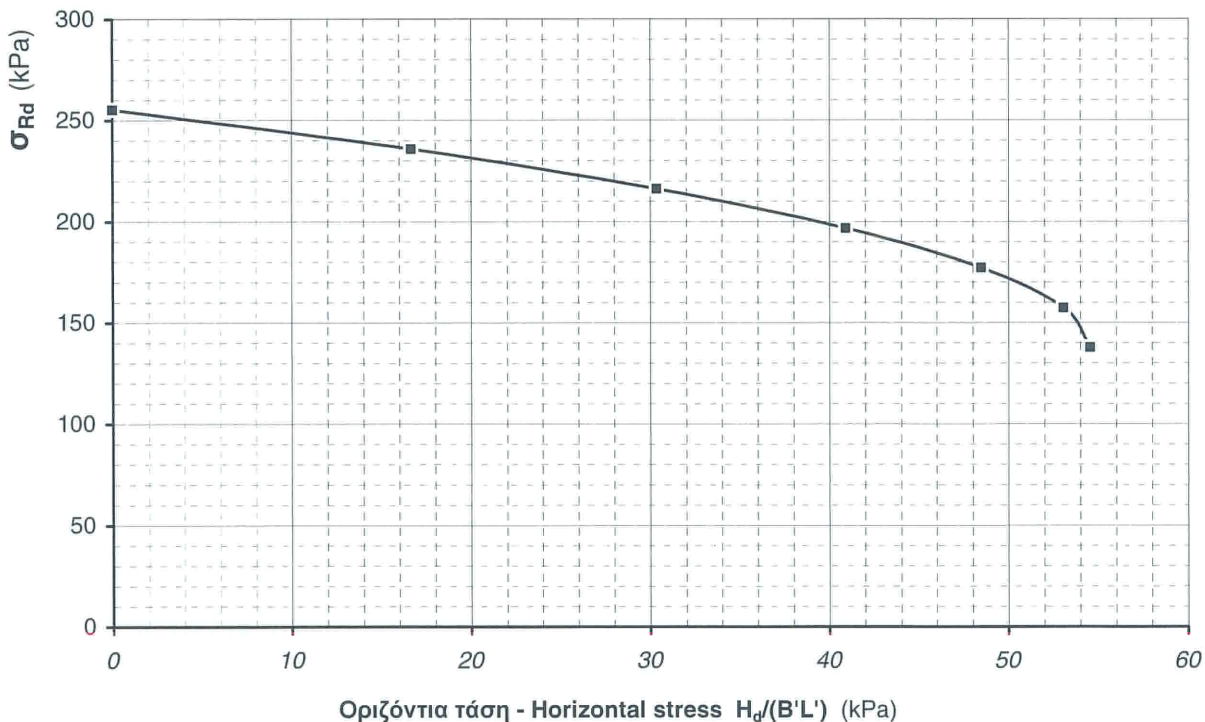
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ - ANALYTICAL CALCULATIONS

$S_c N_c = 5.48$

$H_d = \max\{H_{db}, H_{dL}\}$

Αντίσταση σε ολίσθηση - Sliding Resistance $R_{Hd} / (B'L') = 55 \text{ kPa}$

$H_d / (B'L')$ (kPa) =	0	17	30	41	48	53	55
$i_c =$	1.00	0.92	0.83	0.75	0.67	0.58	0.50
σ_{Rd} (kPa) =	255	236	216	197	177	157	138



ΕΛΕΓΧΟΙ - VERIFICATIONS :

Για δεδομένα $V_d, H_{db}, H_{dL}, e_{db}, e_{dL}$ εκλέξτε κατάλληλα B, L υπολογίστε: $B', L', \sigma_{vd} = V_d / (B'L')$ και $H_d / (B'L')$

προσδιορίστε την σ_{Rd} από το Διάγραμμα και ελέξτε: $\sigma_{vd} < \sigma_{Rd}$ και $H_d / (B'L') < R_{Hd} / (B'L')$

Use the Data values: $V_d, H_{db}, H_{dL}, e_{db}, e_{dL}$. Choose appropriate values: B, L , Calculate: $B', L', \sigma_{vd} = V_d / (B'L')$ and $H_d / (B'L')$

Determine σ_{Rd} from the Chart and verify: $\sigma_{vd} < \sigma_{Rd}$ and $H_d / (B'L') < R_{Hd} / (B'L')$

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΣΕ ΥΠΟΓΕΙΟ

PARAMETRIC ANALYSIS OF SETTLEMENT OF FOOTINGS IN BASEMENT

ΕΡΓΟ - PROJECT:

Ε.Ε. Λυμάτων της ΔΕΥΑ Βορείου Αξονα Χανίων
(θεμελίωση δεξαμενής σε βάθος περί τα 2.0m)

7.1

L/B = 1.50
B_{min} (m) = 30.00
B_{max} (m) = 35.00
D (m) = 2.00
γ (kN/m³) = 20.3
γD (kN/m²) = 40.6

W (m) = 3.80

Δυσκαμψία - Rigidity = 2
k = 0.7

Θέση-Position = 4
1=Κέντρο - Center
2=Γωνία - Corner
3=Μέσο πλευράς L - Middle of Long side
4=Μέσος ορος - Average

Ανωση u_D (kN/m²) = 0

z_ε(m) = +0.0

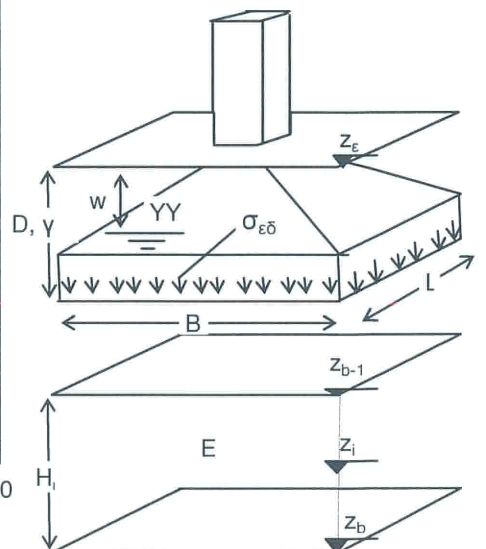
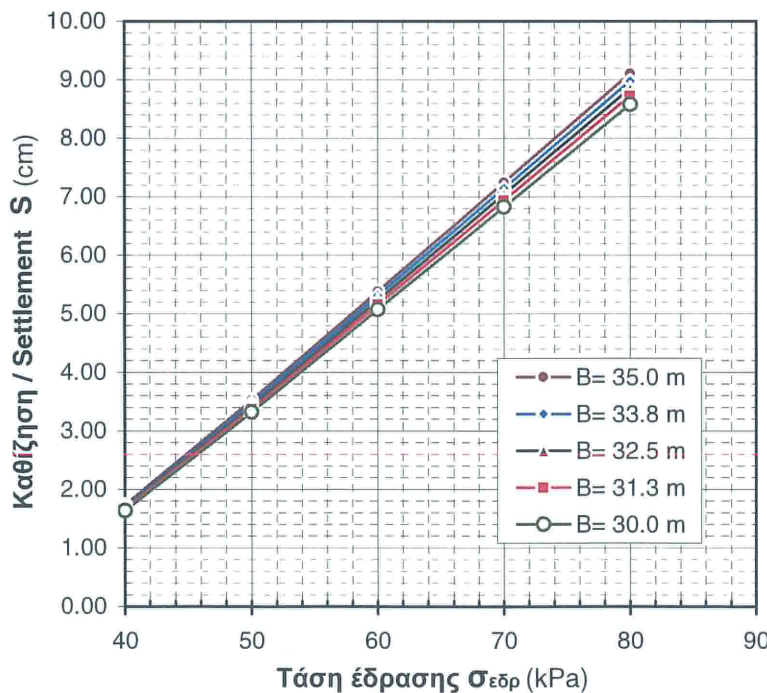
						I _{zi} = Boussinesq				
Στρώση	z _b (m)	z _i (m)	H _i (m)	E _s (MPa)	E _{s(oc)} (MPa)	B(m)= 30.0	31.3	32.5	33.8	35.0
1	-2.2	-2.1	0.20	30.0	30.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	-6.0	-4.1	3.80	6.0	18.0	0.969	0.972	0.975	0.977	0.979
3	-15.0	-10.5	9.00	8.0	24.0	0.641	0.654	0.668	0.680	0.693
4	-25.0	-20.0	10.00	10.0	30.0	0.412	0.423	0.434	0.444	0.454

$$S = \sum_{i=1}^n H_i I_{z_i} \left(\frac{k(\gamma D - u_D) + \frac{\sigma_{\varepsilon\delta p} - \gamma D}{E_{s_i}}}{E_{s_i}^{oc}} \right) \text{ για } \sigma_{\varepsilon\delta p} > \gamma D$$

$$S = \sum_{i=1}^n H_i I_{z_i} \frac{\sigma_{\varepsilon\delta p} - u_D - (1-k) * (\gamma D - u_D)}{E_{s_i}^{oc}} \text{ για } \sigma_{\varepsilon\delta p} \leq \gamma D$$

F.S.=σ _{εδρ} /u _D	σ _{εδρ} (kPa)	σ _{εδρ} -u _D
	40	40
	50	50
	60	60
	70	70
	80	80

Καθίζηση / Settlement S (cm)					
B(m)= 30.0	31.3	32.5	33.8	35.0	
1.64	1.66	1.69	1.71	1.74	
3.32	3.37	3.43	3.48	3.52	
5.07	5.16	5.23	5.31	5.38	
6.83	6.94	7.04	7.15	7.24	
8.58	8.72	8.85	8.98	9.10	



ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ ΘΕΜΕΛΙΟΥ ΣΕ ΥΠΟΓΕΙΟ

PARAMETRIC ANALYSIS OF SETTLEMENT OF FOOTINGS IN BASEMENT

ΕΡΓΟ - PROJECT:

Ε.Ε. Λυμάτων της ΔΕΥΑ Βορείου Αξονα Χανίων
(θεμελίωση δεξαμενής σε βάθος περί τα 5.0m)

7.2

L/B = 3.60
 B_{min} (m) = 20.00
 B_{max} (m) = 23.00
 D (m) = 5.00
 γ (kN/m³) = 20.3
 γD (kN/m²) = 101.5
 W (m) = 4.50

Δυσκαμψία - Rigidity = 2
 k = 0.7

Θέση-Position = 4
 1=Κέντρο - Center
 2=Γωνία - Corner
 3=Μέσο πλευράς L - Middle of Long side
 4=Μέσος ορος - Average

Ανωση u_D (kN/m²) = 5

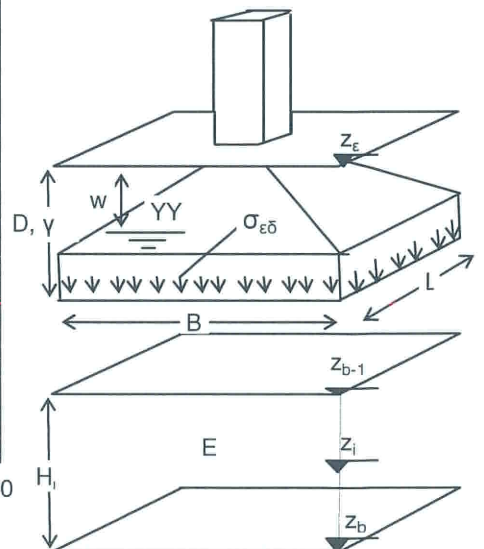
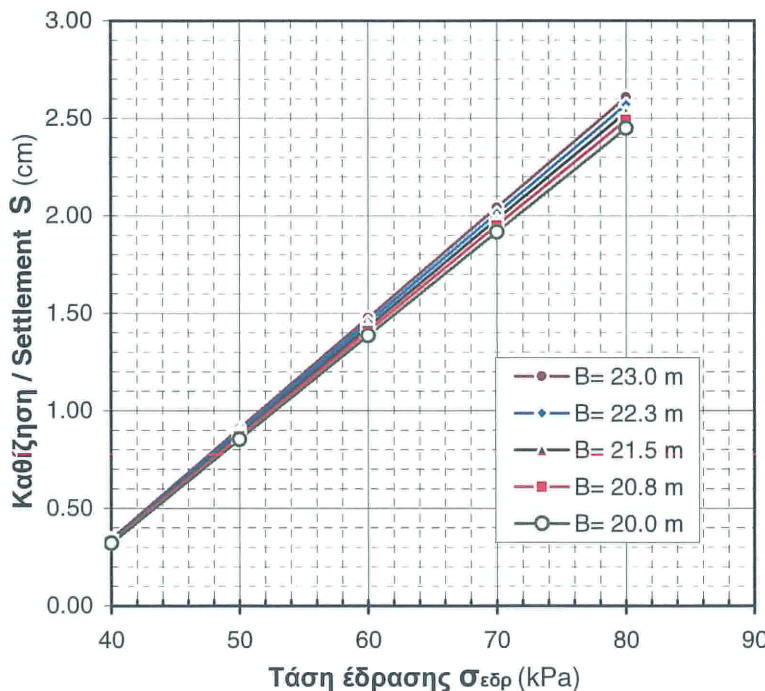
z_ε(m) = +0.0

						I _{zi} = Boussinesq				
Στρώση	z _b (m)	z _i (m)	H _i (m)	E _s (MPa)	E _{s(oc)} (MPa)	B(m)= 20.0	20.8	21.5	22.3	23.0
1	-5.2	-5.1	0.20	30.0	30.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	-6.0	-5.6	0.80	6.0	18.0	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998
3	-15.0	-10.5	9.00	8.0	24.0	0.740	0.749	0.758	0.767	0.775
4	-30.0	-22.5	15.00	10.0	30.0	0.406	0.418	0.428	0.439	0.449

$$S = \sum_{i=1}^n H_i I_{z_i} \left(\frac{k(\gamma D - u_D)}{E_{s_i}^{oc}} + \frac{\sigma_{\epsilon\delta p} - \gamma D}{E_{s_i}} \right) \text{ για } \sigma_{\epsilon\delta p} > \gamma D$$

$$S = \sum_{i=1}^n H_i I_{z_i} \frac{\sigma_{\epsilon\delta p} - u_D - (1-k) * (\gamma D - u_D)}{E_{s_i}^{oc}} \text{ για } \sigma_{\epsilon\delta p} \leq \gamma D$$

				Καθίζηση / Settlement S (cm)				
F.S.=σ _{εδρ} /u _D	σ _{εδρ} (kPa)	σ _{εδρ} -u _D	B(m)= 20.0	20.8	21.5	22.3	23.0	
8.00	40	35	0.32	0.33	0.33	0.34	0.34	
10.00	50	45	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	
12.00	60	55	1.38	1.41	1.43	1.45	1.48	
14.00	70	65	1.92	1.95	1.98	2.01	2.04	
16.00	80	75	2.45	2.49	2.53	2.57	2.61	



GEOGNOSI s.a.
 GEOTECHNICAL ENGINEERING CONSULTANTS
 P.O. BOX 60480 - 57001 THERMI THESSALONIKI
 TEL: +30-2310.383.500 - FAX: +30-2310.383.501
 http://www.geognosi.gr e-mail: geognosi@geognosi.gr

SLOPE STABILITY ANALYSIS

stability analysis: PCSTABL6 (Purdue University, 1986)
 pre- and post-processor: Pre-Stabi 15.1 (G.Mavridis@1998-2016)

ΕΕΛ ΔΕΥΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΞΟΝΑ ΧΑΝΙΩΝ
 Εσκαφή H=5m, $\alpha:\beta=2:1$

CIRCULAR shape trial failure surfaces
 Factor of safety by the modified BISHOP method

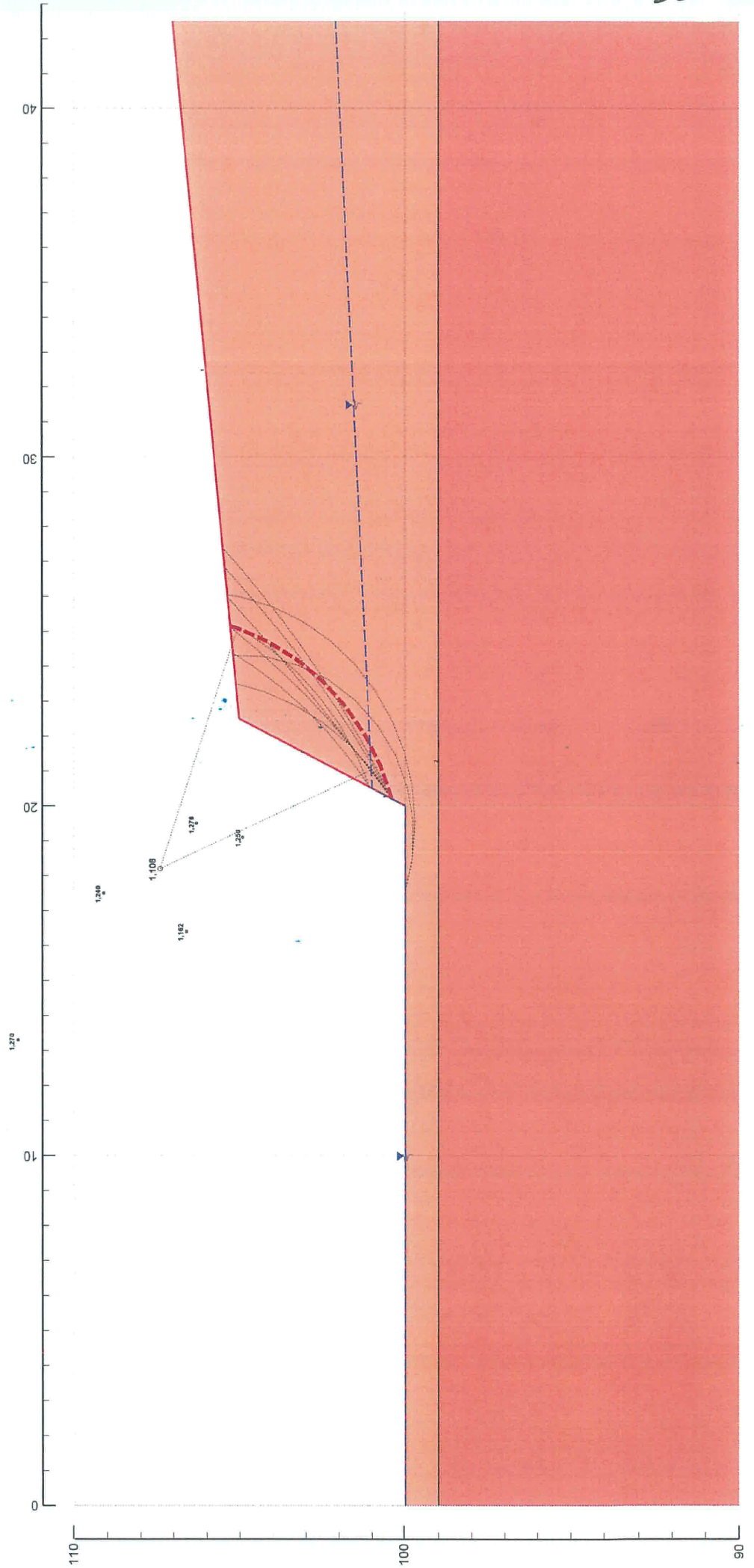
min F.S. = **1,108**

filename: DEYA_5.DAT

figure:A1

SOIL PROPERTIES

soil type no.	total unit wt. γ (kN/m ³)	saturated unit wt. γ_1 (kN/m ³)	friction angle ϕ (°)	cohesion intercept c (kPa)	pore pressure param.
1	20,3	20,3	24,00	10,00	0,0000
2	19,8	19,8	25,00	10,00	0,0000

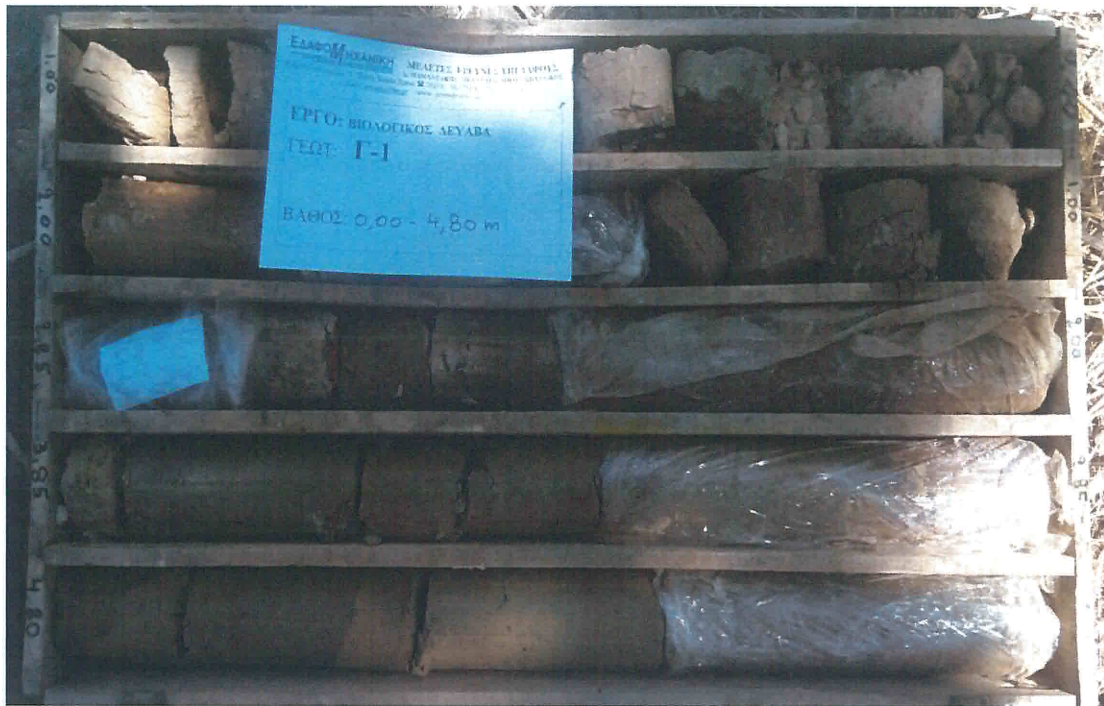


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Τομές και μητρώα ερευνητικών - δειγματοληπτικών γεωτρήσεων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ **B**

Φωτογραφίες δειγμάτων γεωτρήσεων



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ-1





ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ-1



ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ-2





ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ-2

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Αναλυτικά αποτελέσματα εργαστηριακών
δοκιμών εδαφομηχανικής



ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ - ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ
NATURAL MOISTURE CONTENT - BULK DENSITY
(ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-2, ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-3, ASTM D2216-92, ASTM C-29)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Αξονα Χανίων

Γεώτρηση-Borehole: Γ1	
Δείγμα - Sample : 1	
Βάθος- Depth(m): 2,85-3,10	
A/A Κάψας- Container	
A. Βάρος κάψας - Mass of container	177,23 gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	1036,12 gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen	890,20 gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$	
20,5 %	
A/A Δακτυλίου - Ring	
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	9
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	76,66 gr
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	60,37 (cm ³)
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	196,22 gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$	
1,980 (gr/cm³)	
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$	
1,644 (gr/cm³)	

Γεώτρηση-Borehole: Γ1	
Δείγμα - Sample : 2	
Βάθος- Depth(m): 3,70-4,00	
A/A Κάψας- Container	
A. Βάρος κάψας - Mass of container	133,13 gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	822,01 gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen	680,40 gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$	
25,9 %	
A/A Δακτυλίου - Ring	
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	8
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	76,36 gr
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	60,33 (cm ³)
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	194,68 gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$	
1,961 (gr/cm³)	
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$	
1,558 (gr/cm³)	

Γεώτρηση-Borehole: Γ1	
Δείγμα - Sample : 3	
Βάθος- Depth(m): 5,25-5,50	
A/A Κάψας- Container	
A. Βάρος κάψας - Mass of container	176,31 gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	1010,95 gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen	835,60 gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$	
26,6 %	
A/A Δακτυλίου - Ring	
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	4
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	76,31 gr
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	60,34 (cm ³)
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	193,92 gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$	
1,949 (gr/cm³)	
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$	
1,540 (gr/cm³)	

ΕΠΙΤΕΛΕΣΗ
Μ. ΜΠΑΪΔΙΟΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΑΣ



ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ - ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ
NATURAL MOISTURE CONTENT - BULK DENSITY
(ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-2, ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-3, ASTM D2216-92, ASTM C-29)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Αξονα Χανίων

Γεώτρηση-Borehole: Γ1	
Δείγμα - Sample : 4	
Βάθος- Depth(m): 7,10-7,40	
A/A Κάψας- Container	
A. Βάρος κάψας - Mass of container	134,00 gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	921,00 gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξερό - Mass of container + dry specimen	759,70 gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$	
25,8 %	
A/A Δακτυλίου - Ring	
8	
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	76,36 gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	60,33 (cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	198,36 gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	173,45 gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$	
2,022 (gr/cm³)	
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$	
1,608 (gr/cm³)	


Γεώτρηση-Borehole: Γ1	
Δείγμα - Sample : 5	
Βάθος- Depth(m): 12,20-12,50	
A/A Κάψας- Container	
A. Βάρος κάψας - Mass of container	441,47 gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	1094,30 gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξερό - Mass of container + dry specimen	958,30 gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$	
26,3 %	
A/A Δακτυλίου - Ring	
4	
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	76,31 gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	60,34 (cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	197,00 gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$	
2,000 (gr/cm³)	
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$	
1,584 (gr/cm³)	

Γεώτρηση-Borehole:	
Δείγμα - Sample :	
Βάθος- Depth(m):	
A/A Κάψας- Container	
A. Βάρος κάψας - Mass of container	gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξερό - Mass of container + dry specimen	gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$	
%	
A/A Δακτυλίου - Ring	
gr	
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	(cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$	
(gr/cm³)	
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$	
(gr/cm³)	

ΕΚΤΙΜΗΣΗ
Μ. ΜΠΑΪΟΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝ
Δ/ΤΕΧΝΙΚΟ

↓ ΓΕΩΓΝΩΣΗ Α.Ε. ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ
 Έδρα: Τ.Θ. 60480, 15° χλμ. Ε.Ο. Θεσ/νίκης - Ν. Μουδανίων, Τ.Κ. 570 01, Θέρμη Θεσσαλονίκη
 Τηλ.: 2310-383500 | Fax: 2310-383501 | www.geognosi.gr | geognosi@geognosi.gr



ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΧΤΗΣ, ΜΕΘΟΔΟΣ "Γ"
TEST METHOD FOR ASH AND ORGANIC MATTER OF SOILS, METHOD "C"
 (ASTM D2974 - 95)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χαλίων

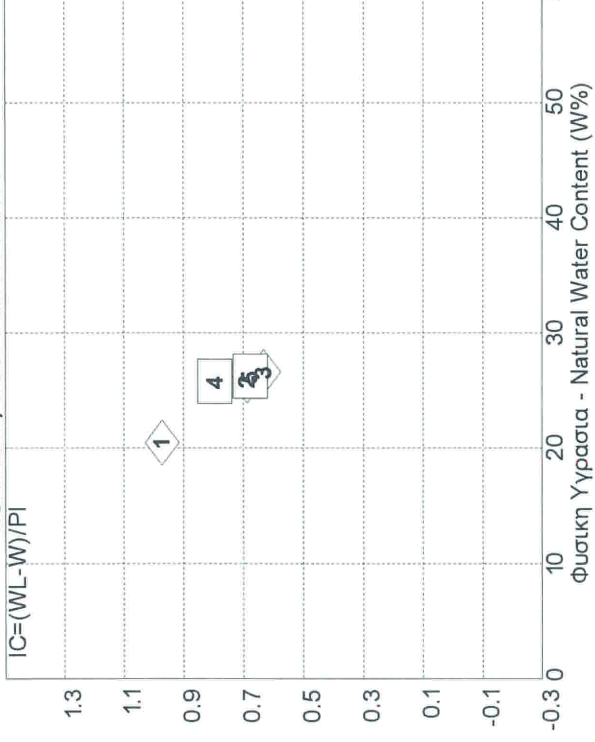
Γεώτρηση-Borehole: Γ1		
Δείγμα-Sample: 1		
Βάθος-Depth(m): 2,85-3,10		
Ημερομηνία-Date: 20/8/2019		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	:	56,57 gr
B. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. πριν την καύση Mass of container + dry specimen before ignition	:	86,8 gr
Γ. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. μετά την καύση Mass of container + dry specimen after ignition	:	86,06 gr
Ποσοστό οργανικών -		
Organic matter content = 100 * (B-Γ) / (B-A) =		2,45 %

Γεώτρηση-Borehole:		
Δείγμα-Sample:		
Βάθος-Depth(m):		
Ημερομηνία-Date:		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	:	gr
B. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. πριν την καύση Mass of container + dry specimen before ignition	:	gr
Γ. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. μετά την καύση Mass of container + dry specimen after ignition	:	gr
Ποσοστό οργανικών -		
Organic matter content = 100 * (B-Γ) / (B-A) =		%

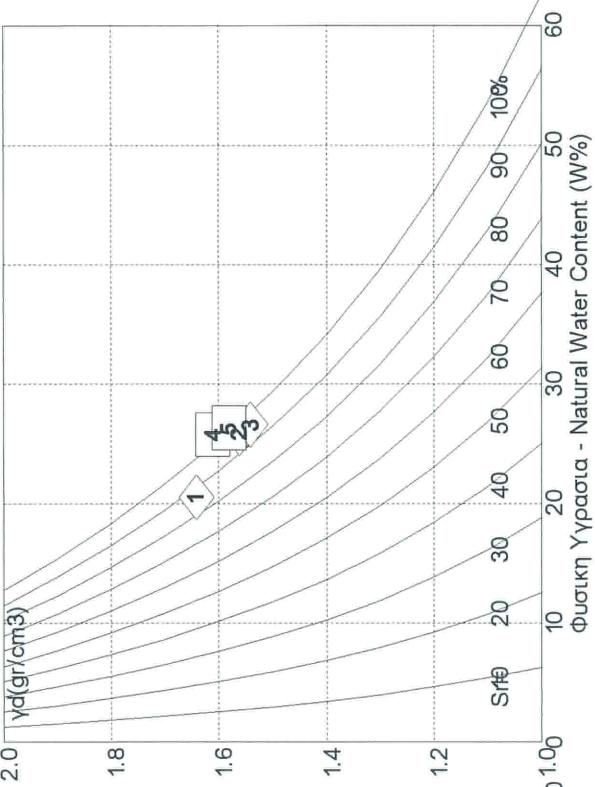
Γεώτρηση-Borehole:		
Δείγμα-Sample:		
Βάθος-Depth(m):		
Ημερομηνία-Date:		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	:	gr
B. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. πριν την καύση Mass of container + dry specimen before ignition	:	gr
Γ. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. μετά την καύση Mass of container + dry specimen after ignition	:	gr
Ποσοστό οργανικών -		
Organic matter content = 100 * (B-Γ) / (B-A) =		%




ΥΓΡΑΣΙΑ, ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ - NATURAL WATER CONTENT, SOIL CONSISTENCY



ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ, ΚΟΡΕΣΜΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ - SOIL DENSITY, SATURATION



Γεωτρήση : Γ-1

Βαθος	Κωδικός	USCS
2.8- 3.1	1	CL
3.7- 4.0	2	CL
5.2- 5.5	3	CL
7.1- 7.4	4	CL
12.2- 12.5	5	CL

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMARKS

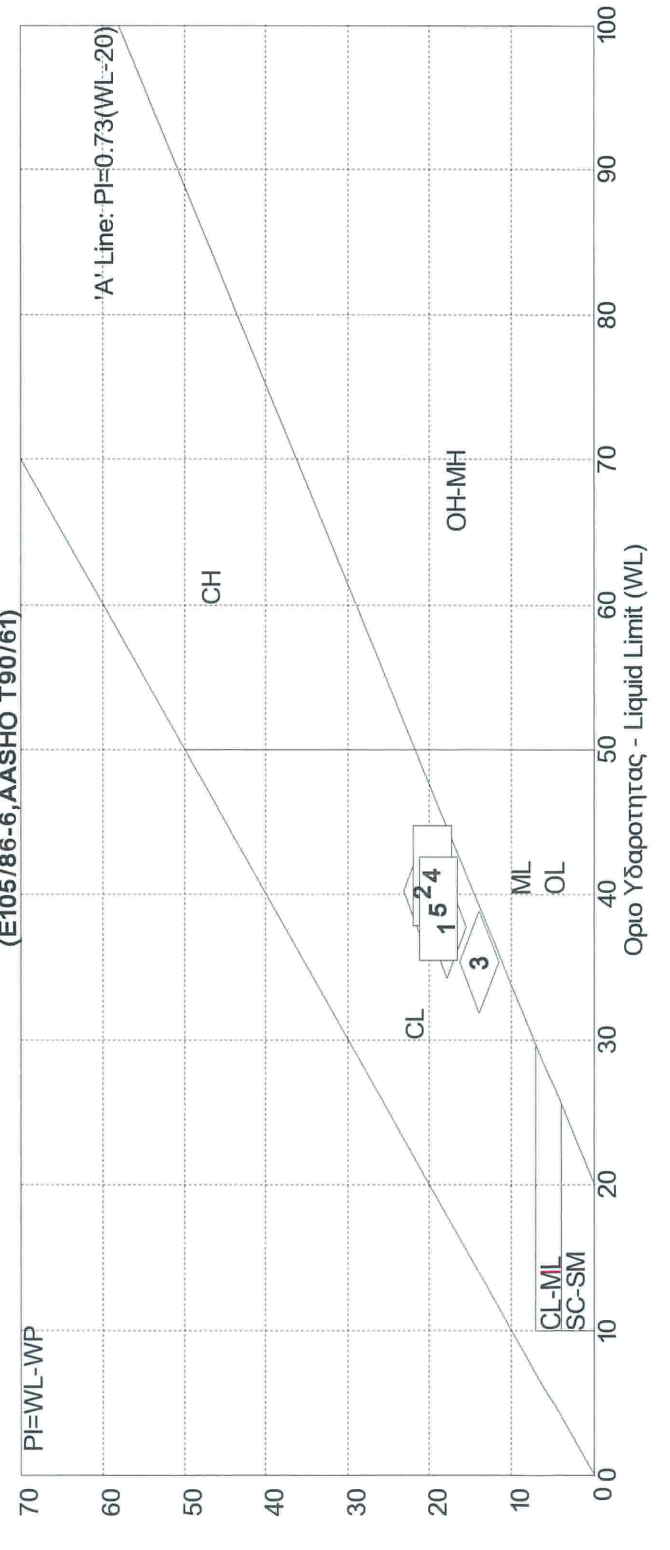
Blank space for remarks.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
Μ. ΑΝΤΩΝΙΟΥΣ

ΕΡΓΟ - PROJECT:
Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της
Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Αξονα Χανίων

Το εργοστάσιο είναι υπό την εποπτεία
της Γενικής Διεύθυνσης Δημοσίων
Έργων / 14- Τμήμα Εφοδιασμού Δημοσίων
Έργων (Π.Τ.Ε. - Ε.Ε.Ε.Ε.)

ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ - SOIL PLASTICITY
(E105/86-6, AASHO T90/61)





-76-

ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ
 SPECIFIC GRAVITY OF SOILS
 (ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-4, ASTM D 854-92 - AASHTO T 100/75)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

Γεώτρηση-Borehole: Γ-1 Δείγμα - Sample : 2 Βάθος- Depth(m): 3,70-4,00		
A. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένο νερό σε θερμοκρασία °C1: Mass of pycnometer filled with distilled water at temperature °C1:	355,81	gr
B. Θερμοκρασία ° C1. Temperature °C1	28,0	° C
Γ. Ξηρό βάρος δείγματος Mass of dry soil	40,54	gr
Δ. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένου νερού + έδαφος σε θερμοκρασία °C2: Mass of pycnometer filled with distilled water and soil at temperature °C2:	381,13	gr
E. Θερμοκρασία ° C2. Temperature °C2	28,0	° C
Z. Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C1- Density of water at °C1	0,99626	
Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C2 - Density of water at °C2	0,99626	
H. Βάρος ληκύθου άδειας-ξερής Mass of empty pycnometer	106,6	gr
Ειδικό βάρος-Specific gravity $\gamma_s = (\Gamma / Z) / (\Gamma + A - \Delta) =$		2,674 gr / cm³

Θερμοκρασία νερού Temperature °C	Σχετική πυκνότητα νερού γ _w Density of water (gr/ml)
15,0	0,99911
15,5	0,99905
16,0	0,99897
16,5	0,99889
17,0	0,99880
17,5	0,99871
18,0	0,99862
18,5	0,99853
19,0	0,99843
19,5	0,99833
20,0	0,99823
20,5	0,99812
21,0	0,99802
21,5	0,99791
22,0	0,99780
22,5	0,99768
23,0	0,99757
23,5	0,99745
24,0	0,99732
24,5	0,99720
25,0	0,99707
25,5	0,99694
26,0	0,99681
26,5	0,99668
27,0	0,99654
27,5	0,99640
28,0	0,99626
28,5	0,99612
29,0	0,99597
29,5	0,99582
30,0	0,99567

Γεώτρηση-Borehole: Δείγμα - Sample : Βάθος- Depth(m):		
A. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένο νερό σε θερμοκρασία °C1: Mass of pycnometer filled with distilled water at temperature °C1:		gr
B. Θερμοκρασία ° C1. Temperature °C1		° C
Γ. Ξηρό βάρος δείγματος Mass of dry soil		gr
Δ. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένου νερού + έδαφος σε θερμοκρασία °C2: Mass of pycnometer filled with distilled water and soil at temperature °C2:		gr
E. Θερμοκρασία ° C2. Temperature °C2		° C
Z. Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C1- Density of water at °C1		
Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C2 - Density of water at °C2		
H. Βάρος ληκύθου άδειας-ξερής Mass of empty pycnometer		gr
Ειδικό βάρος-Specific gravity $\gamma_s = (\Gamma / Z) / (\Gamma + A - \Delta) =$		gr / cm³

ΕΚΤΙΜΗΣΗ
Μ. ΜΑΪΟΣ

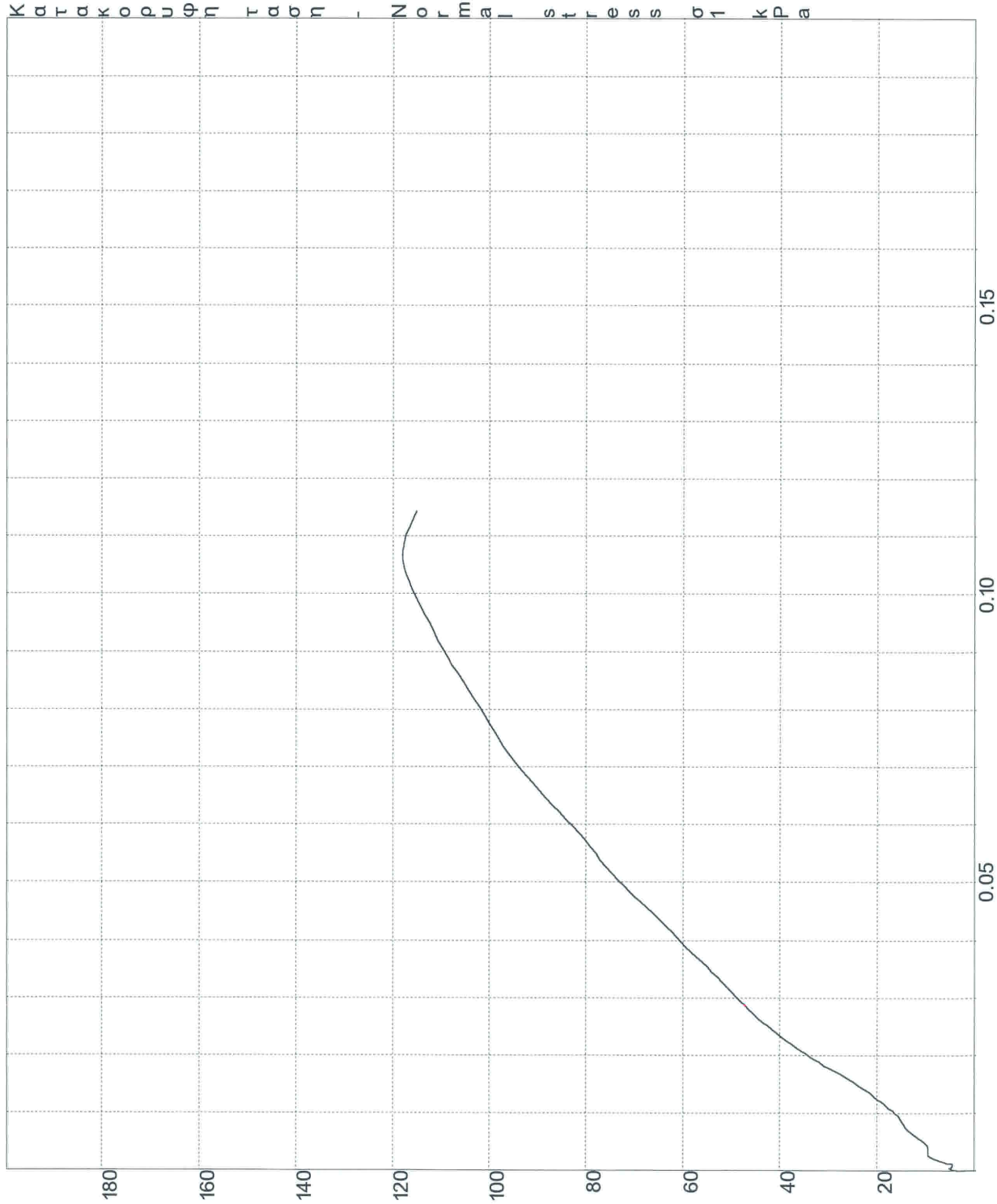
ΕΠΙΣΤΑΣΗ
Θ. ΛΑΜΠΡΑΚΗΣ

ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ - UNCONFINED COMPRESSION TEST
(E105/86-14, ASTM D 2166-66)

ΓΕΩΤΡΗΣΗ-BOREHOLE : **Γ1**
 ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE : 0002
 H0 = 16.20 cm L0 = 8.40 cm
 Βαθος απο : 3.70 εως : 4.00 m
 ΤΥΠΟΣ-ΤΥΡΕ : Φραγμος-Dry Core

ΕΔΑΦΟΣ-SOIL:
 Στρωση-Layer : **Σ1**
 Καταταξη-Classification USCS: CL
 <No200 : 91.0 WL : 40.20
 W : 26.40 γ : 1.95
 γd : 1.54 Sr : 96.00%
 e : 0.73 IC :

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - RESULTS
 Μορφή θραυσσης Αντοχη-strength
 Failure sketch
 q_u = 118.05 Kpa
 ε_f = 10.68 %



Αξονικη Παραμορφωση - Axial strain ε1

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
Μ. ΜΠΑΙΟΣ
 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΕΡΓΟ - PROJECT:
 Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της
 Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

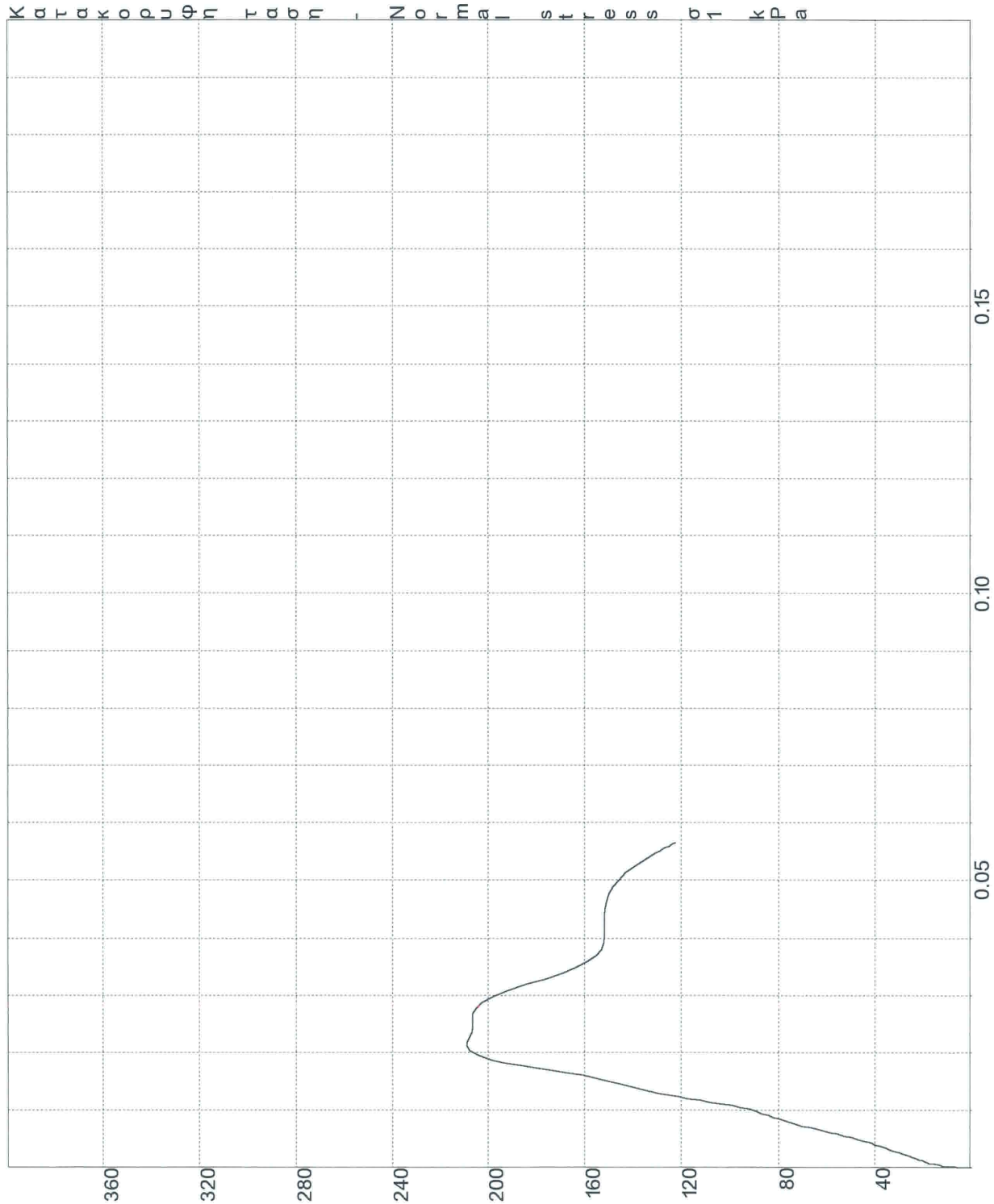
Το εργαστήριο τελεί υπό την εποπτεία
 της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων
 Έργων / Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων
 Έργων (Γ.Γ.ΔΕ / ΚΕ.Δ.Ε.)

ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ - UNCONFINED COMPRESSION TEST
(E105/86-14, ASTM D 2166-66)

ΓΕΩΤΡΗΣΗ-BOREHOLE : 0004
 ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE : H0 = 16.60 cm L0 = 8.40 cm
 Βαθος απο : 7.10 εως : 7.40 m
 ΤΥΠΟΣ-TYPE : Φραγμος-Dry Core

ΕΔΑΦΟΣ-SOIL :
 Στρωση-Layer : C2
 Καταταξη-Classification USCS:CL
 <No200 : 91.9 WL : 41.40
 W : 25.30 Y : 2.03
 γd : 1.64 Sr : 100.00%
 e : 0.69 IC : 0.82

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - RESULTS
 Μορφή θραυσσης Αντοχη-strength
 Failure sketch
 qu = 206.94 Kpa
 ef = 2.36 %



Αξονική Παραμορφωση - Axial strain ε1

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΡΓΟΥ
ΜΑΜΠΑΤΙΟΣ

ΕΡΓΟ - PROJECT:
 Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της
 Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

Το εργαστήριο παρέχει υπό την επίσημη
 της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων
 Έργων / Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων
 Έργων (ΓΓΔΕ/ΚΕΔΕ)

% <No 200= 73,1

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων
της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1
Κατάταξη - USCS Classification : CL

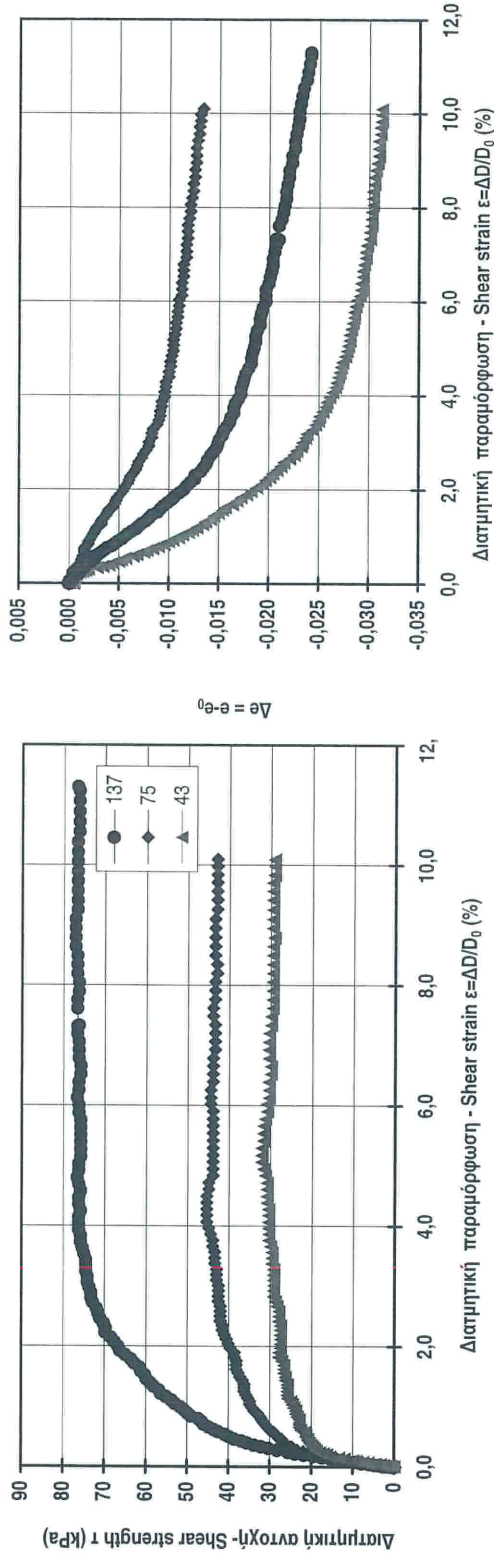
Δείγμα - Sample : 1
Βάθος- Depth (m) : 2,80-3,10

WL= 37,8

PI= 17,8

Αρχικά χαρακτηριστ.-Initial characteristic:

w_o (%) = 20,5
 γ_o (kN/m³) = 19,7
 γ_{d_o} (kN/m³) = 16,4
 Sr_o (%) = 88
 e_o = 0,622



Δοκίμια - Samples :

	1	2	3
H_o (mm)=	23,0	23,0	23,0
D_o (mm)=	63,5	63,5	63,5

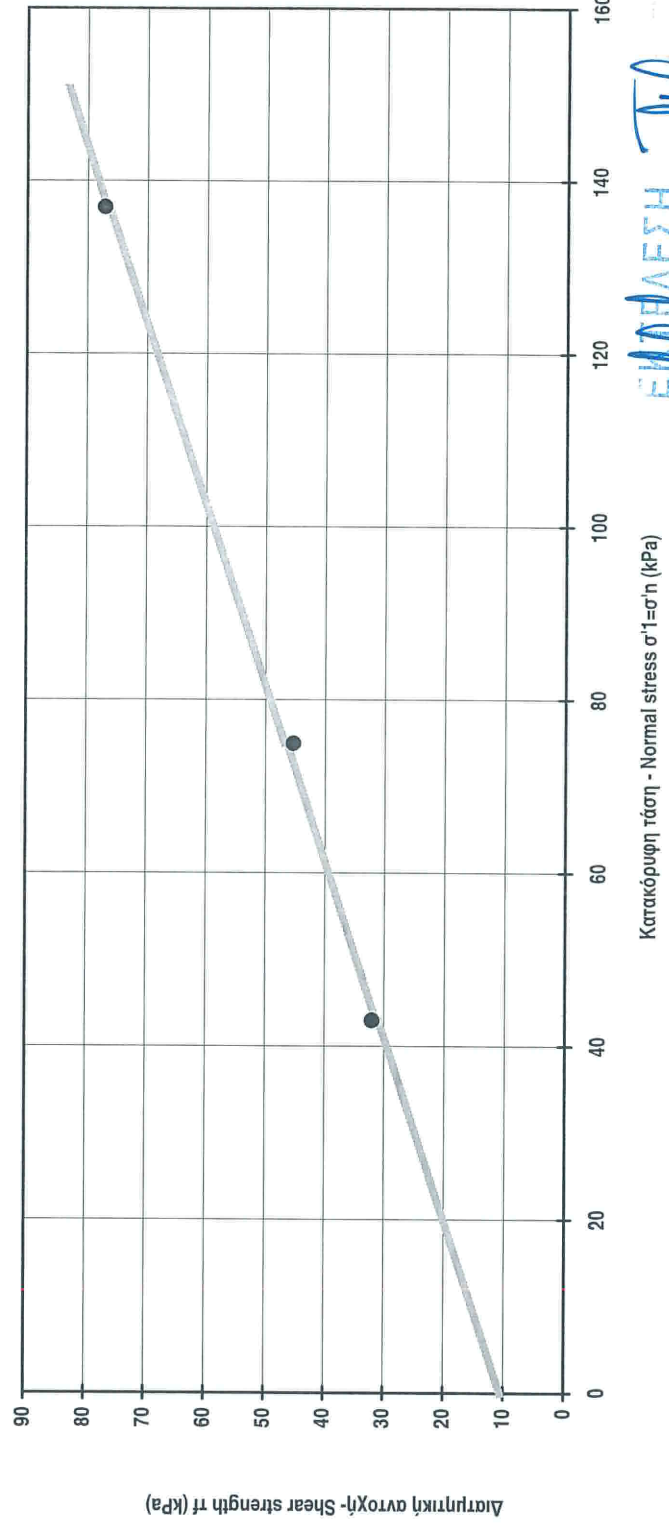
Στερεοποίηση - Consolidation

σ'_{1c} (kPa)=	43	75	137
H_c (mm)=	21,9	21,5	21,1
w_c (%)=	21,2	20,0	19,4
γ_c (kN/m ³)=	20,6	20,8	20,9
γ_{d_c} (kN/m ³)=	17,0	17,3	17,5
Sr_c (%)=	100	100	100
e_c =	0,562	0,532	0,517

ΘΡΑΥΞΗ - FAILURE :

Ταχύτητα - Displ. rate (mm/min)= 0,024

τ_f (kPa)=	32	45	77
σ'_{1f} (kPa)=	43	75	137
w_f (%)=	20,0	19,5	18,5
γ_f (kN/m ³)=	20,8	20,9	21,1
γ_{d_f} (kN/m ³)=	17,3	17,5	17,8
Sr_f (%)=	100	100	100
e_f =	0,531	0,519	0,493



ϕ' (deg)= 25,8
 c' (kPa)= 10

ΕΠΙΒΛΕΨΗ
Μ. ΠΑΠΑΪΩΣ

% <No 200= 91,9

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1

Δείγμα - Sample : 4

PL= 19,6

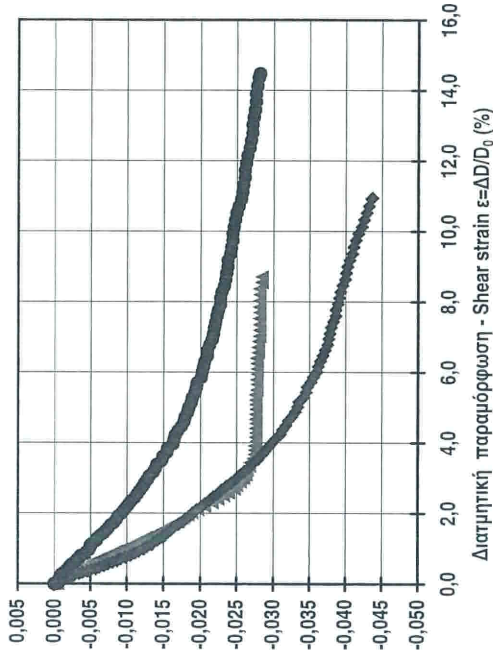
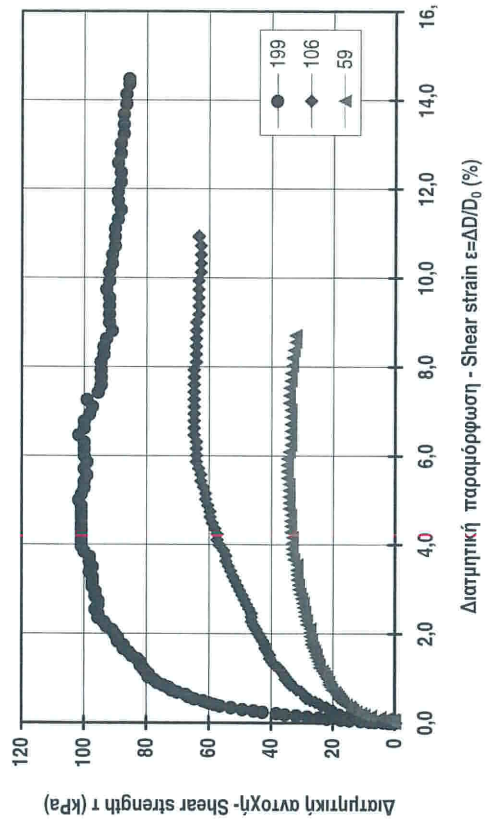
της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Αξονα Χανίων

Κατάταξη - USCS Classification : CL

Βάθος- Depth (m) : 7,10-7,40

Αρχικά χαρακτηριστ.-Initial characteristic:

w_o (%) = 26,2
 γ_o (kN/m³) = 19,6
 γ_d (kN/m³) = 15,5
 Sr_o (%) = 96
 e_o = 0,732



Δοκίμα - Samples :

	1	2	3
H_o (mm)=	23,0	23,0	23,0
D_o (mm)=	63,5	63,5	63,5

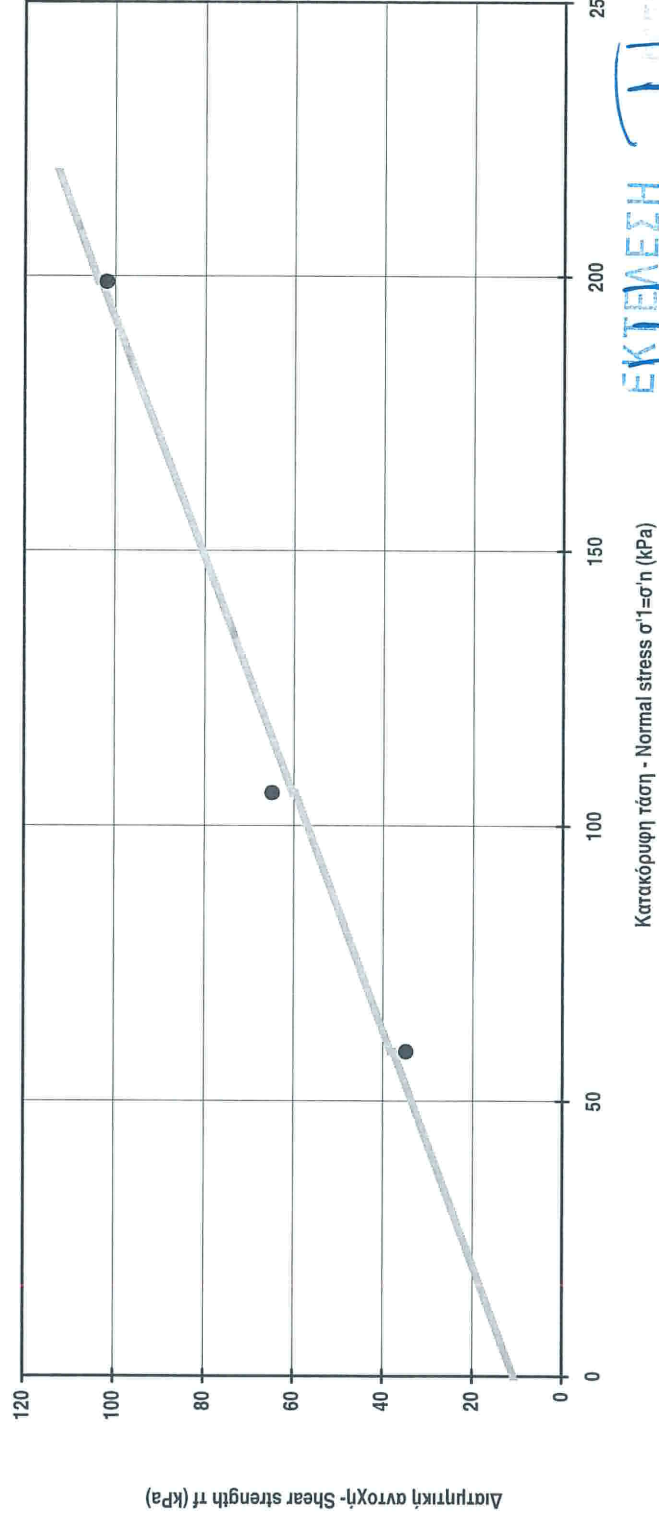
Στερεοποίηση - Consolidation

	59	106	199
σ'_{1c} (kPa)=	21,8	21,3	20,3
w_c (%)=	29,5	28,9	26,9
γ_c (kN/m ³)=	19,8	19,9	20,2
γ_d (kN/m ³)=	15,3	15,4	15,9
Sr_c (%)=	104	105	105
e_c =	0,759	0,743	0,689

ΘΡΑΥΞΗ - FAILURE :

Ταχύτητα - Displ. rate (mm/min)= 0,033

τ_f (kPa)=	35	65	102
σ'_{1f} (kPa)=	59	106	199
w_f (%)=	28,4	27,2	25,8
γ_f (kN/m ³)=	20,0	20,1	20,4
γ_d (kN/m ³)=	15,5	15,8	16,2
Sr_f (%)=	104	105	105
e_f =	0,730	0,699	0,661



ϕ' (deg)= 25,0
 c' (kPa)= 11

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
 Μ. ΑΓΑΘΙΟΣ

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1

Δείγμα - Sample : 4

H_o (mm)= 19,06

γ_o (kN/m³)= 19,80

e_o = 0,687

Βάθος - Depth (m) : 7,10-7,40

D (mm)= 63,51

γd_o (kN/m³)= 15,74

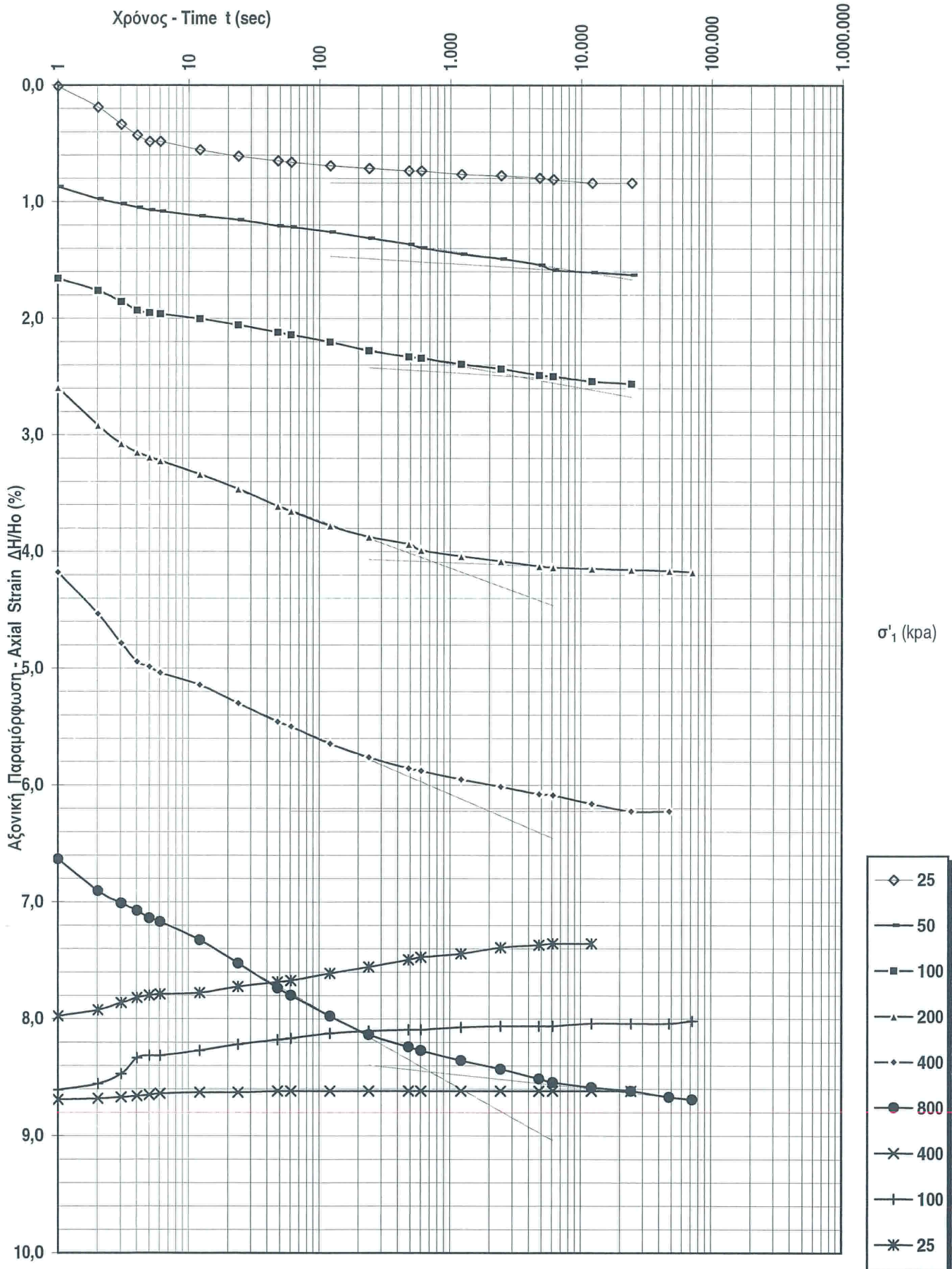
Sr_o (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 91,90

W_o (%)= 25,80

WL= 41,4



ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1

Δείγμα - Sample : 4

H₀ (mm)= 19,06

γ₀ (kN/m³)= 19,80

e₀ = 0,687

Βάθος - Depth (m) : 7,10-7,40

D (mm)= 63,51

γ_{d0} (kN/m³)= 15,74

Sr₀ (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 91,90

W₀ (%)= 25,80

WL= 41,4

Δείκτες Συμπιεστότητας
Compressibility Indexes

C_c= 0,125

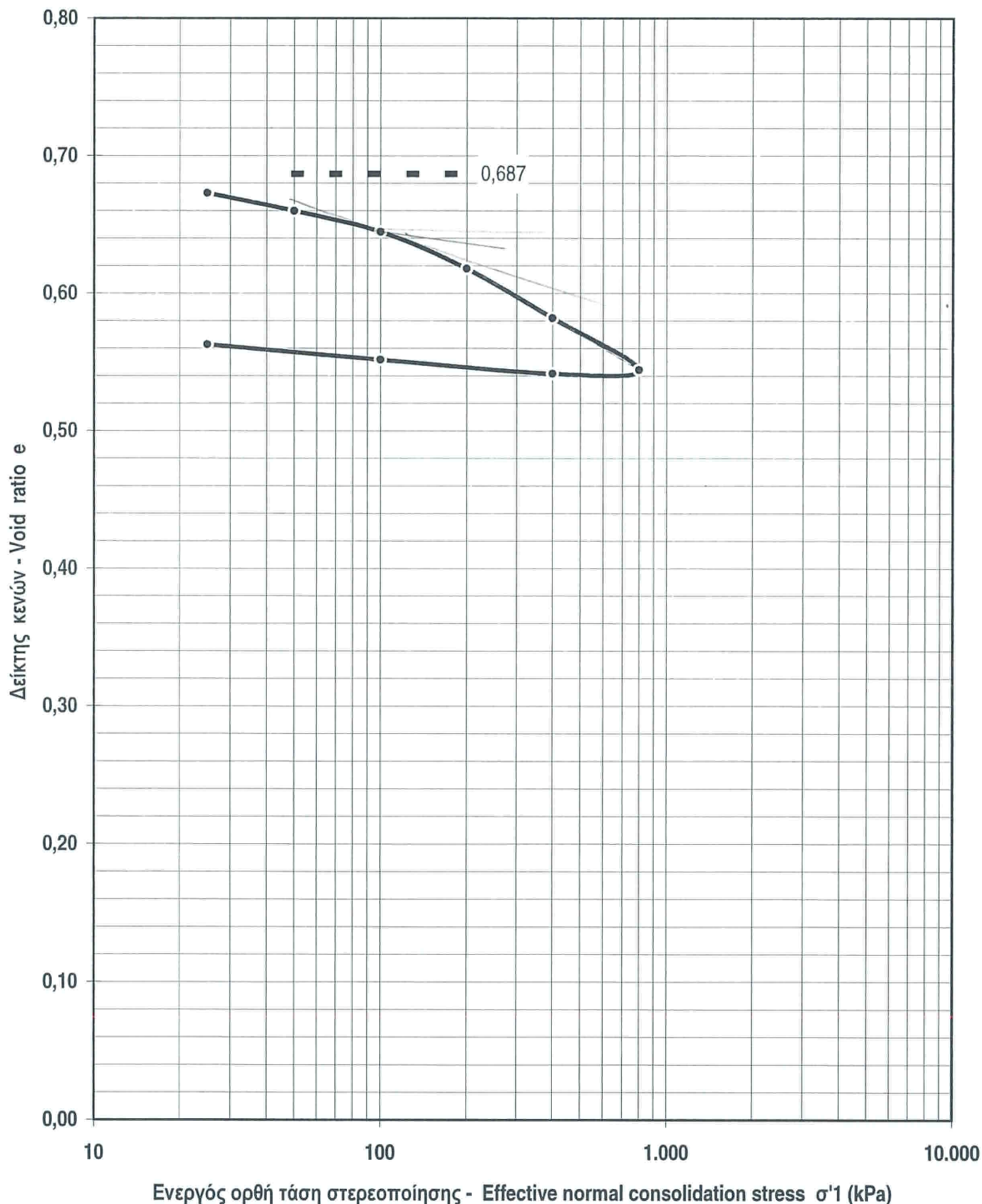
μεισC_a= 0,001

C_g= 0,019

σ' ₁ (kPa)	S = ΔH/H ₀ (%)			t _{50%} (sec)	e=e _{100%}	Es (kPa)	Cv (cm ² /sec)	Ca =-Δe/Δlogt	K (cm/sec)
	S _{0%}	S _{50%}	S _{100%}						
25	0,31	0,58	0,84	16	0,673	3124	1,13E-02		3,61E-07
50	0,99	1,29	1,60	190	0,660	4126	9,18E-04	0,0012	2,23E-08
100	1,82	2,16	2,50	77	0,645	5899	2,22E-03	0,0012	3,77E-08
200	2,95	3,52	4,09	32	0,618	7535	5,27E-03	0,0007	6,99E-08
400	4,68	5,45	6,22	47	0,582	12312	3,41E-03		2,77E-08
800	6,81	7,63	8,45	34	0,544		4,48E-03	0,0020	
400			8,62		0,542				
100			8,02		0,552	23428			
25			7,36		0,563				

Ενεργός Τάση Προφόρτισης :
Effective Preconsolidation Pressure:

p'_c= 130 kPa



ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1

Δείγμα - Sample : 4

H_o (mm)= 19,06

γ_n (kN/m³)= 19,80

e_o = 0,687

Βάθος - Depth (m) : 7,10-7,40

D (mm)= 63,51

γ_d (kN/m³)= 15,74

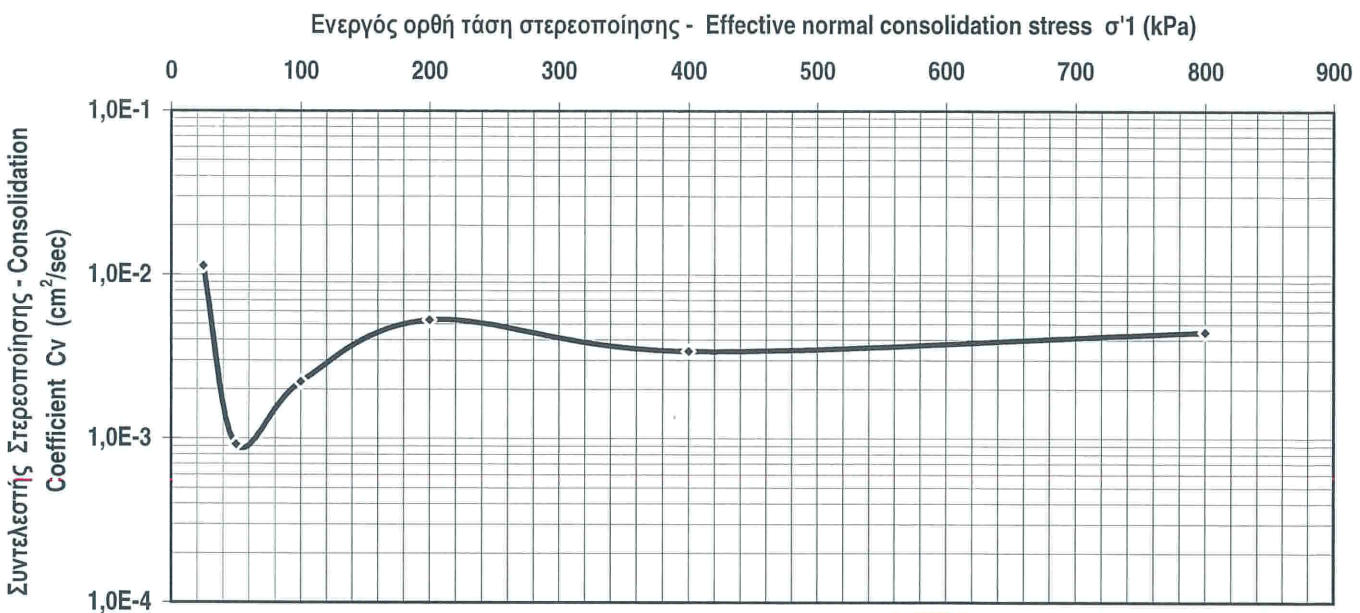
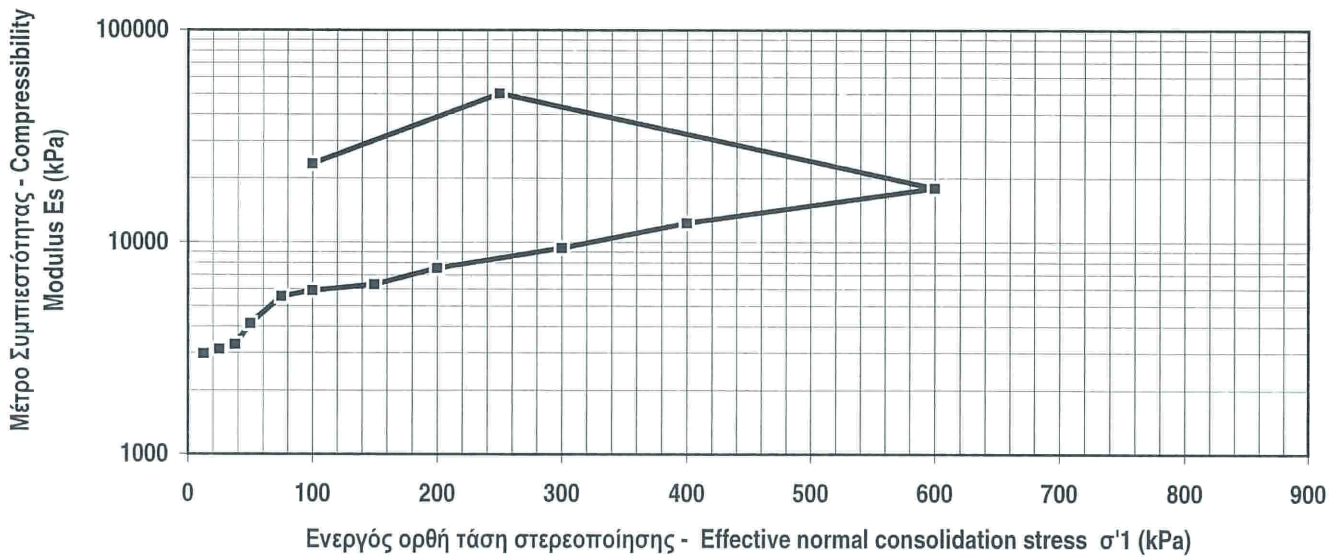
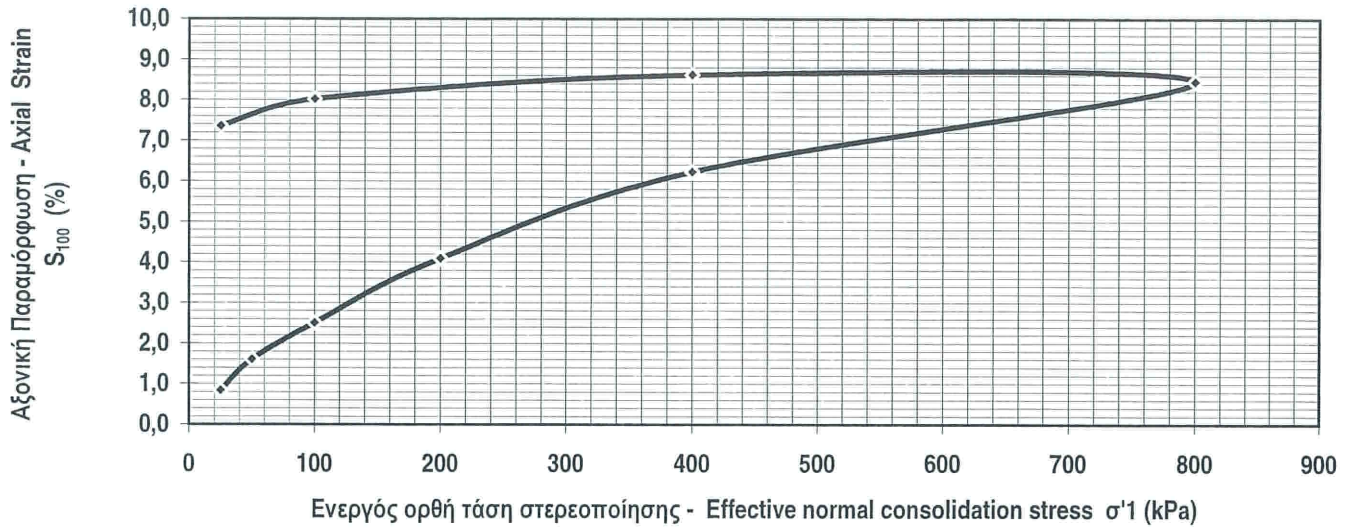
Sr_o (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 91,90

W_o (%)= 25,80

WL= 41,4



ΕΚΤΕΛΕΣΗ
Μ. ΜΑΛΑΙΟΣ

0 Δ...
[Signature]

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χαλίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1

Δείγμα - Sample : 5

H_o (mm)= 19,05

γ_o (kN/m³)= 19,89

e_o = 0,702

Βάθος - Depth (m) : 12,20-12,50

D (mm)= 63,50

γd_o (kN/m³)= 15,75

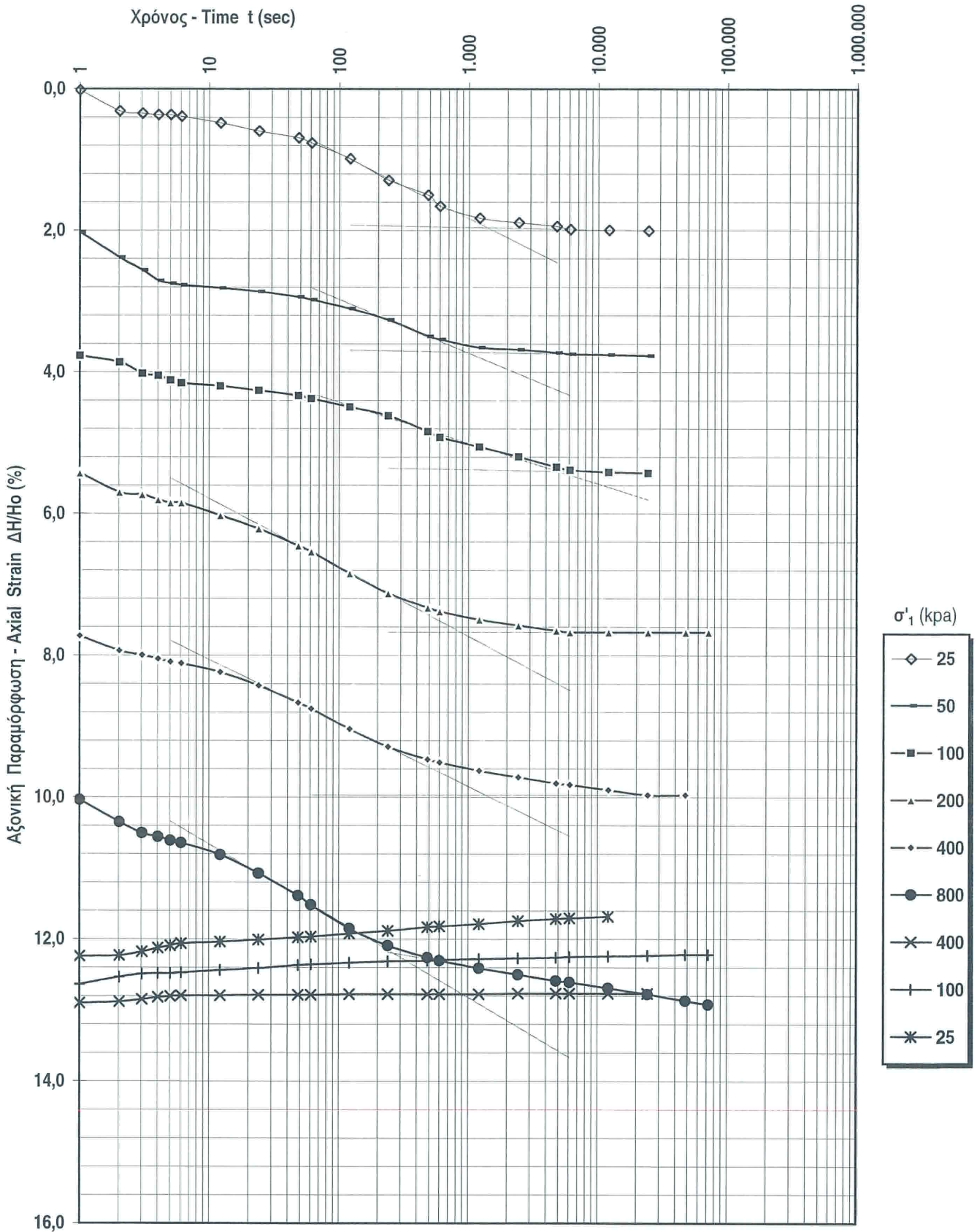
Sr_o (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 86,90

W_o (%)= 26,30

WL= 39,0



ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1

Δείγμα - Sample : 5

H₀ (mm)= 19,05

γ₀ (kN/m³)= 19,89

e₀ = 0,702

Βάθος - Depth (m) : 12,20-12,50

D (mm)= 63,50

γ_{d0} (kN/m³)= 15,75

Sr₀ (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 86,90

W₀ (%)= 26,30

WL= 39,0

Δείκτες Συμπιεστότητας
Compressibility Indexes

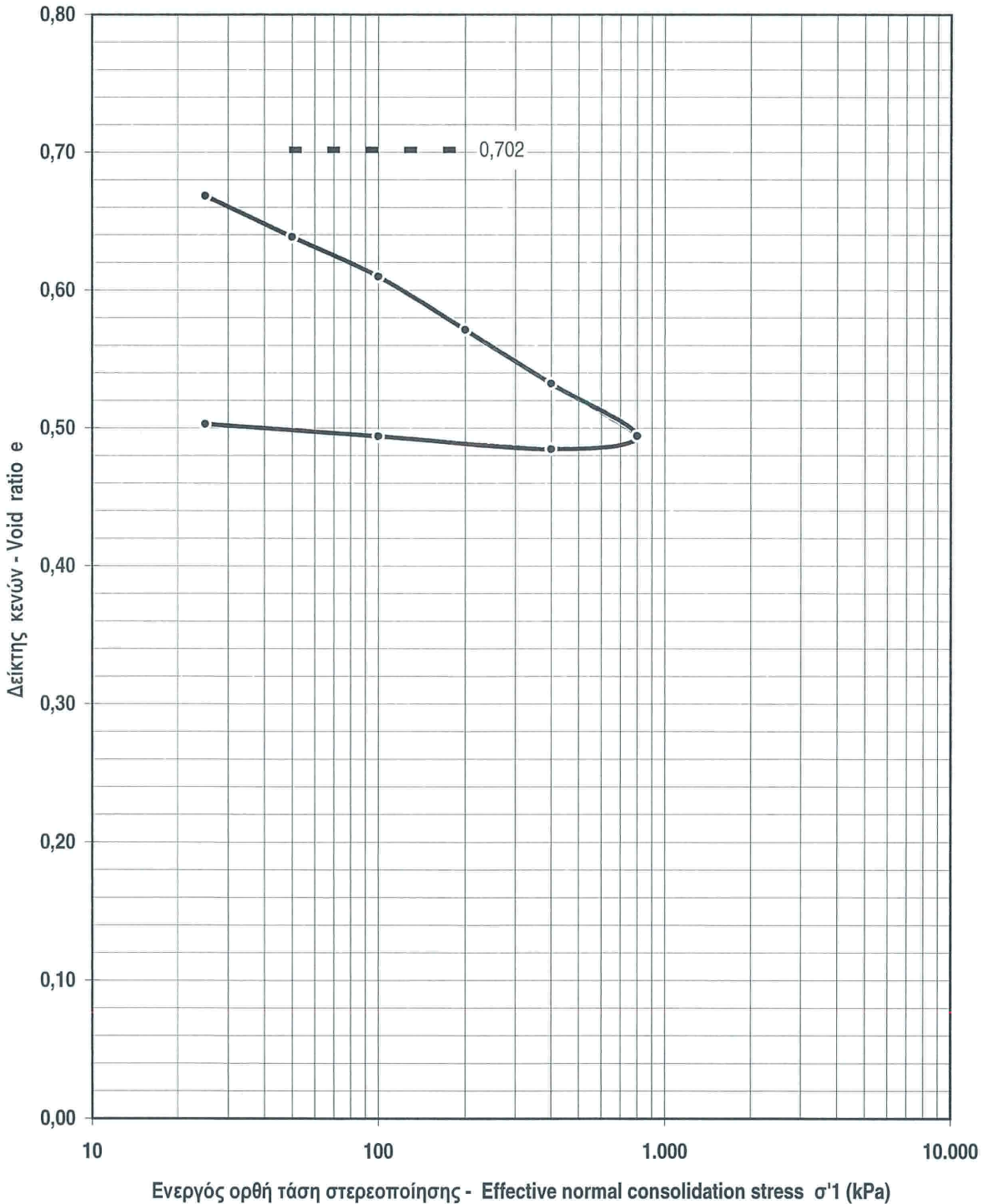
C_c= 0,126

μεσC_a= 0,002

C_g= 0,015

σ' ₁ (kPa)	S = ΔH/H ₀ (%)			t _{50%} (sec)	e=e _{100%}	Es (kPa)	Cv (cm ² /sec)	Ca =-Δe/Δlogt	K (cm/sec)
	S _{0%}	S _{50%}	S _{100%}						
25	0,22	1,09	1,96	154	0,668	1344	1,14E-03	0,0006	8,46E-08
50	2,56	3,14	3,72	139	0,638	1923	1,20E-03	0,0006	6,25E-08
100	3,99	4,69	5,40	307	0,610	3548	5,29E-04	0,0006	1,49E-08
200	5,50	6,59	7,67	68	0,571	5848	2,29E-03		3,92E-08
400	7,79	8,88	9,97	83	0,532	11720	1,79E-03		1,53E-08
800	10,22	11,21	12,20	32	0,494		4,35E-03	0,0051	
400			12,76		0,485				
100			12,22		0,494	27837			
25			11,68		0,503				

Ενεργός Τάση Προφόρτισης :
Effective Preconsolidation Pressure:
p'_c=



ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ1

Δείγμα - Sample : 5

H_o (mm)= 19,05

γ_n (kN/m³)= 19,89

e_o = 0,702

Βάθος - Depth (m) : 12,20-12,50

D (mm)= 63,50

γ_d (kN/m³)= 15,75

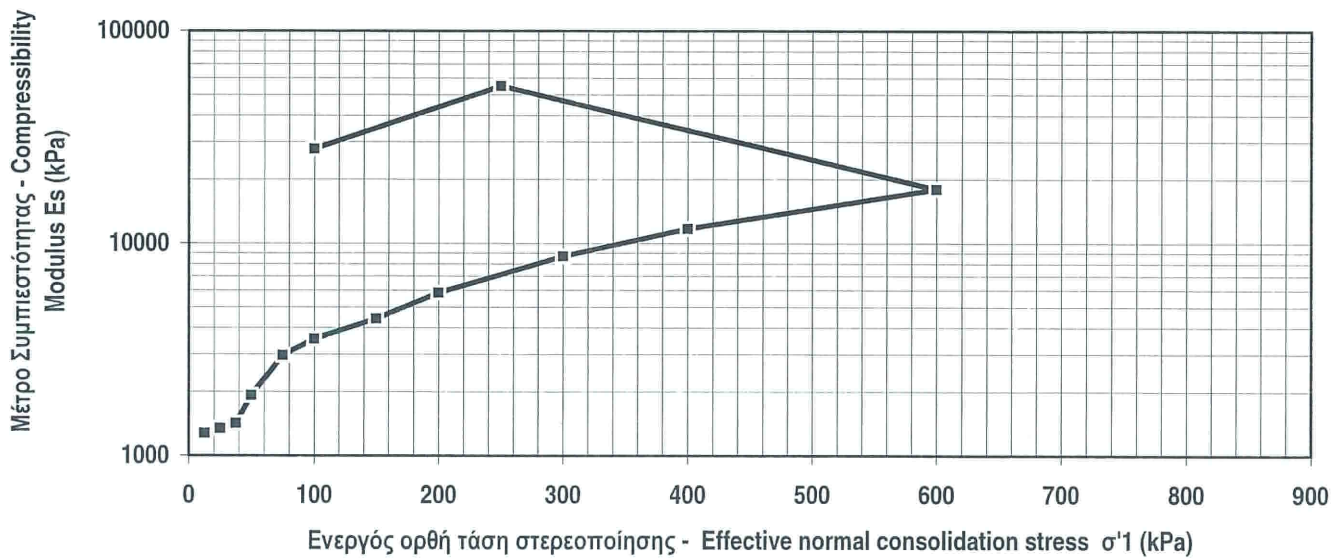
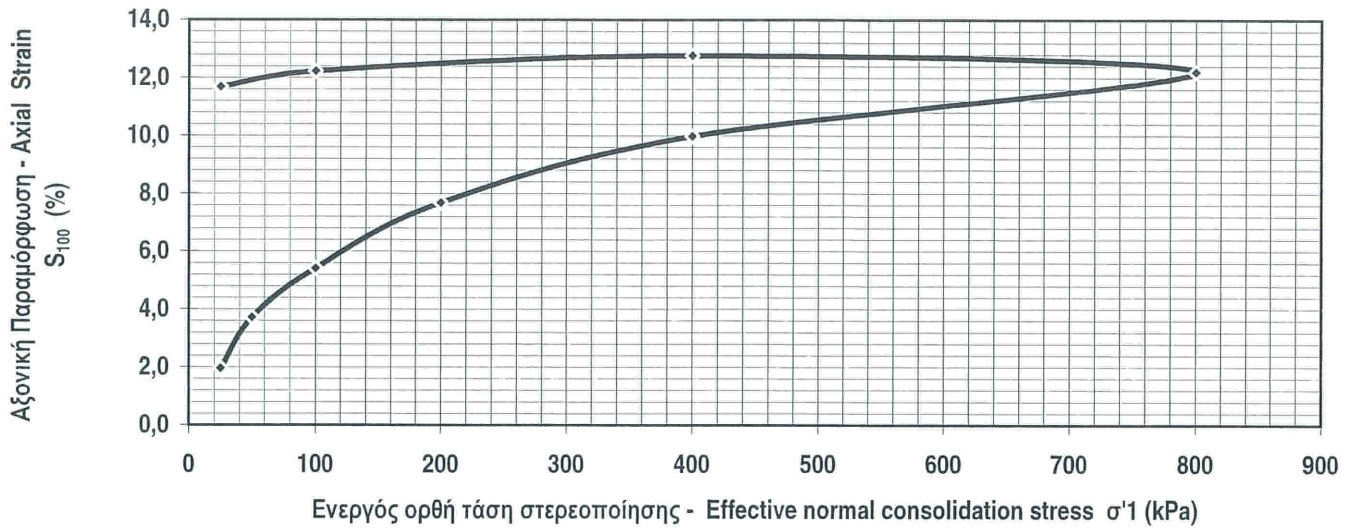
Sr_o (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

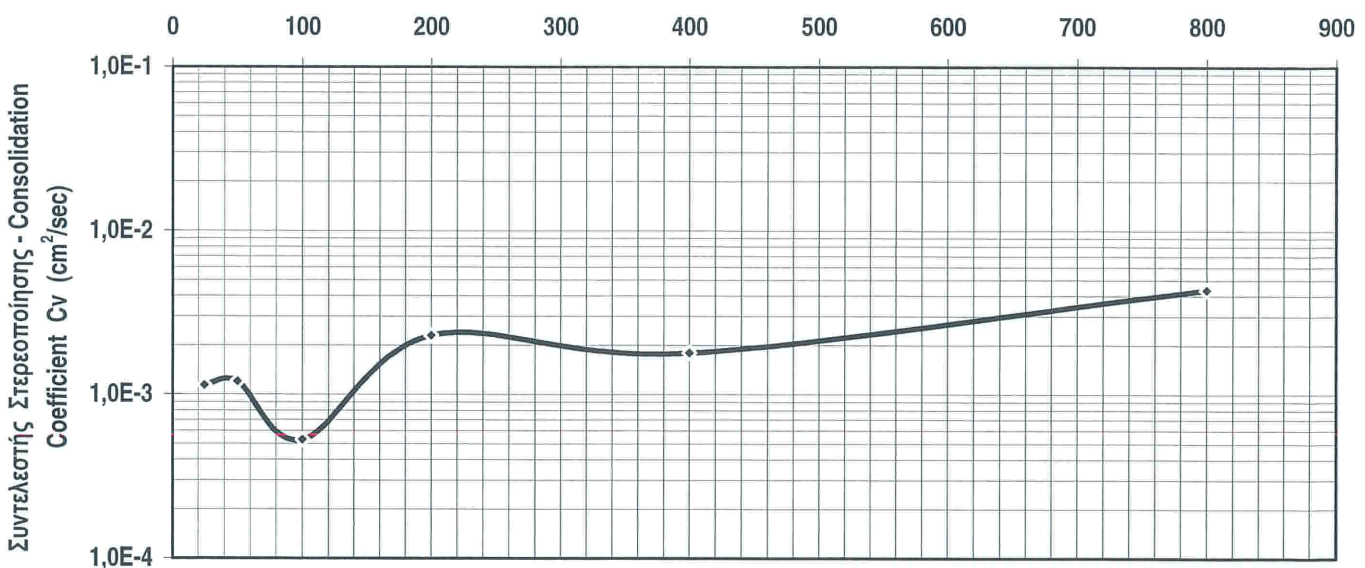
% <No 200= 86,90

W_o (%)= 26,30

WL= 39,0



Ενεργός ορθή τάση στερεοποίησης - Effective normal consolidation stress σ'1 (kPa)



ΕΚΤΕΛΕΣΗ
Μ. ΜΑΔΑΪΟΣ

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
0 // 11 2019



-517-

ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ - ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ
NATURAL MOISTURE CONTENT - BULK DENSITY
 (ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-2, ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-3, ASTM D2216-92, ASTM C-29)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

Γεώτρηση-Borehole: Γ2		
Δείγμα - Sample : 1		
Βάθος- Depth(m): 2,85-3,10		
A/A Κάψας- Container		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	440,30	gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	1419,50	gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen	1277,10	gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$		17,0 %
A/A Δακτυλίου - Ring		
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	76,31	gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	60,34	(cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	200,60	gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	182,54	gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$		2,060 (gr/cm³)
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$		1,760 (gr/cm³)

Γεώτρηση-Borehole: Γ2		
Δείγμα - Sample : 2		
Βάθος- Depth(m): 5,20-5,50		
A/A Κάψας- Container		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	285,84	gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	794,70	gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen	713,50	gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$		19,0 %
A/A Δακτυλίου - Ring		
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	76,36	gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	60,33	(cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	203,00	gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	182,86	gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$		2,099 (gr/cm³)
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$		1,764 (gr/cm³)

Γεώτρηση-Borehole: Γ2		
Δείγμα - Sample : 3		
Βάθος- Depth(m): 7,70-8,10		
A/A Κάψας- Container		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	295,62	gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	793,06	gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen	690,90	gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$		25,8 %
A/A Δακτυλίου - Ring		
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	76,80	gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	60,37	(cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	193,90	gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	169,89	gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A) / B$		1,940 (gr/cm³)
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$		1,541 (gr/cm³)

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
 Μ. ΜΑΤΑΪΟΣ

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΣ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ - ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ
NATURAL MOISTURE CONTENT - BULK DENSITY
(ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-2, ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-3, ASTM D2216-92, ASTM C-29)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

Γεώτρηση-Borehole: Γ2		
Δείγμα - Sample : 4		
Βάθος- Depth(m): 13,00-13,30		
A/A Κάψας- Container		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	133,03	gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen	767,50	gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen	618,80	gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$		30,6 %
A/A Δακτυλίου - Ring		
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring	4	gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring	76,31	gr
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen	60,34	(cm ³)
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	194,52	gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen	166,94	gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A/B)$		1,959 (gr/cm³)
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$		1,500 (gr/cm³)

Γεώτρηση-Borehole:		
Δείγμα - Sample :		
Βάθος- Depth(m):		
A/A Κάψας- Container		
A. Βάρος κάψας - Mass of container		gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen		gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen		gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$		%
A/A Δακτυλίου - Ring		
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring		gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring		(cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen		gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen		gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A/B)$		(gr/cm³)
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$		(gr/cm³)

Γεώτρηση-Borehole:		
Δείγμα - Sample :		
Βάθος- Depth(m):		
A/A Κάψας- Container		
A. Βάρος κάψας - Mass of container		gr
B. Βάρος κάψας + Δείγμα υγρό - Mass of container + wet specimen		gr
Γ. Βάρος κάψας + Δείγμα ξηρό - Mass of container + dry specimen		gr
Υγρασία - Moisture content, $w = 100 \cdot (B - \Gamma) / (\Gamma - A) =$		%
A/A Δακτυλίου - Ring		
A. Βάρος δακτυλίου - Mass of ring		gr
B. Όγκος δακτυλίου - Volume of ring		(cm ³)
Γ. Βάρος δακτυλίου και υγρού δείγματος - Mass of ring filled with wet specimen		gr
Δ. Βάρος δακτυλίου και ξηρού δείγματος - Mass of ring filled with dry specimen		gr
Φαινόμενο βάρος, υγρό - Bulk density, $\gamma_{WET} = (\Gamma - A/B)$		(gr/cm³)
Φαινόμενο βάρος, ξηρό - Dry density $\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$		(gr/cm³)

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
Μ. ΜΠΑΪΟΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΕΡΕΥΝΑΣ



-519-

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΧΤΗΣ, ΜΕΘΟΔΟΣ "Γ"
TEST METHOD FOR ASH AND ORGANIC MATTER OF SOILS, METHOD "C"
 (ASTM D2974 - 95)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

Γεώτρηση-Borehole: Γ2 Δείγμα-Sample: 3 Βάθος-Depth(m): 7,70-8,10 Ημερομηνία-Date: 20/8/2019		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	:	52,61 gr
B. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. πριν την καύση Mass of container + dry specimen before ignition	:	82,71 gr
Γ. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. μετά την καύση Mass of container + dry specimen after ignition	:	82,05 gr
Ποσοστό οργανικών -		
Organic matter content = 100 * (B-Γ) / (B-A) =		2,19 %

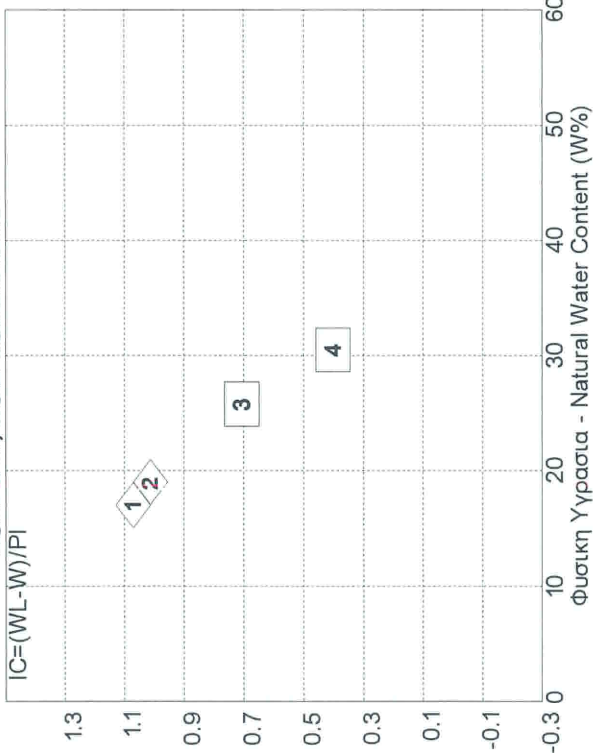
Γεώτρηση-Borehole: Δείγμα-Sample: Βάθος-Depth(m): Ημερομηνία-Date:		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	:	gr
B. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. πριν την καύση Mass of container + dry specimen before ignition	:	gr
Γ. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. μετά την καύση Mass of container + dry specimen after ignition	:	gr
Ποσοστό οργανικών -		
Organic matter content = 100 * (B-Γ) / (B-A) =		%

Γεώτρηση-Borehole: Δείγμα-Sample: Βάθος-Depth(m): Ημερομηνία-Date:		
A. Βάρος κάψας - Mass of container	:	gr
B. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. πριν την καύση Mass of container + dry specimen before ignition	:	gr
Γ. Βάρος κάψας + ξηρού δείγμ. μετά την καύση Mass of container + dry specimen after ignition	:	gr
Ποσοστό οργανικών -		
Organic matter content = 100 * (B-Γ) / (B-A) =		%

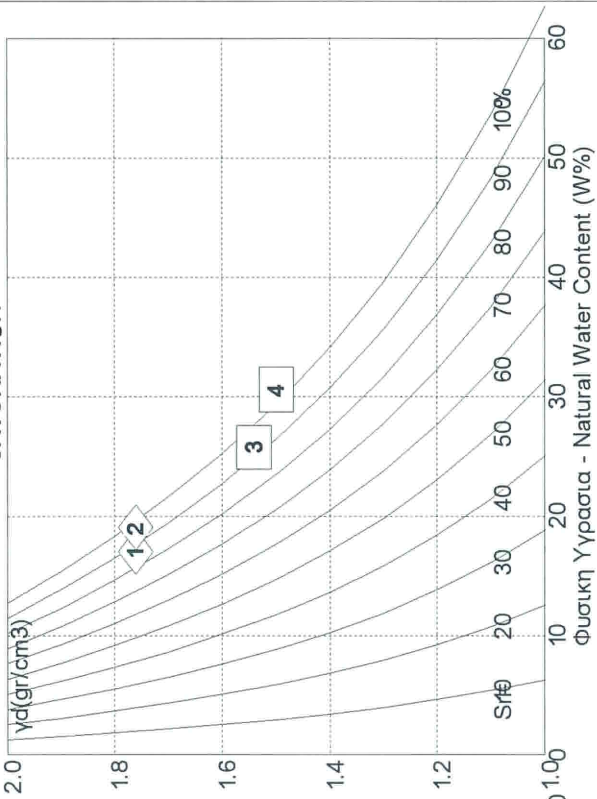
ΕΚΤΕΛΕΣΗ
 Μ. ΜΑΡΙΑΤΟΣ

ΕΠΙΤΕΛΟΣ
 Ο ΔΙΡΕΚΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

ΥΓΡΑΣΙΑ, ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ - NATURAL WATER CONTENT, SOIL CONSISTENCY



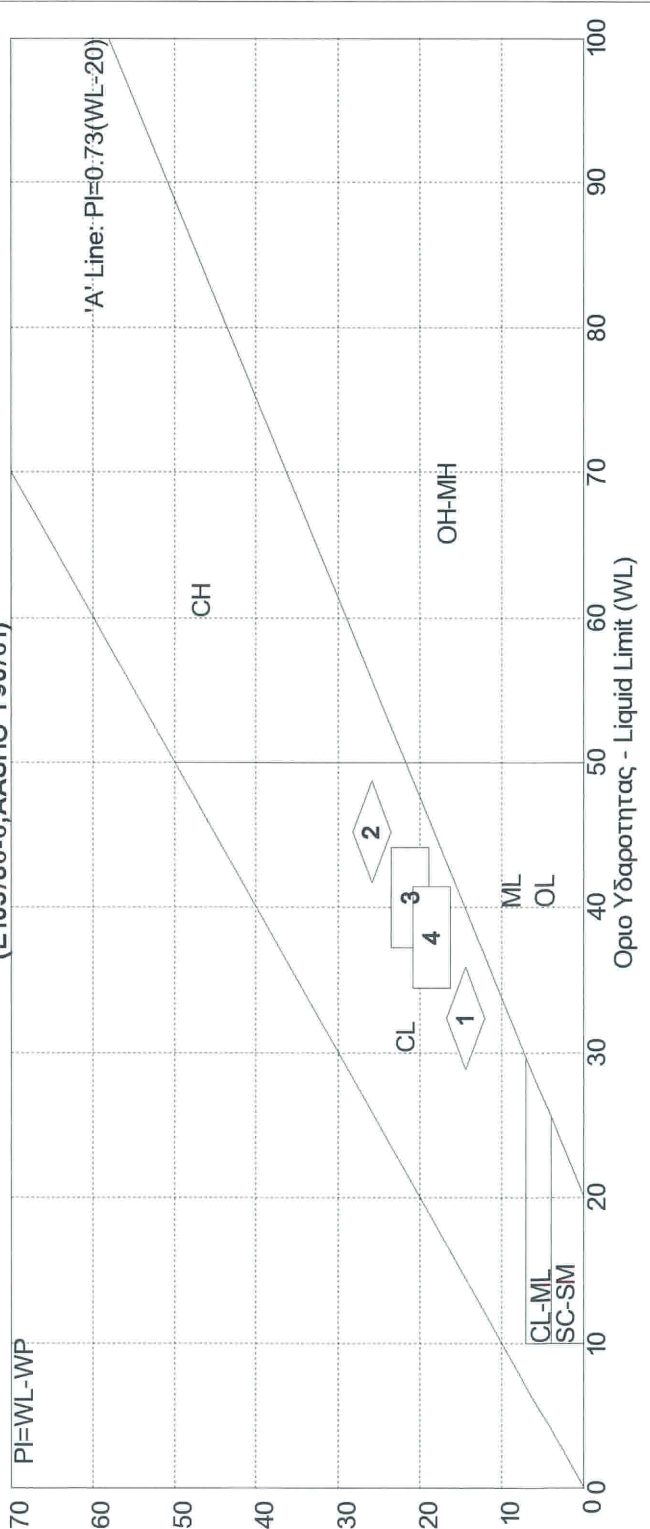
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ, ΚΟΡΕΣΙΜΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ - SOIL DENSITY, SATURATION



Γεωτρήση : Γ-2		
Βαθος	Κωδικός	USCS
2.8- 3.1	1	CL
5.2- 5.5	2	CL
7.7- 8.1	3	CL
13.0- 13.3	4	CL

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-REMARKS

ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ - SOIL PLASTICITY (E105/86-6, AASHO T90/61)



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
Μ. ΜΑΝΑΤΙΟΣ

ΕΡΓΟ - PROJECT:
Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της
Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

Το έργο εκπονήθηκε με την επιμελέτηση της Γεωτεχνικής Μελέτης από τον Εμπειρογνώμονα Εργων (Ε.Γ.Μ.) Κωνσταντίνου Δημητρίου (Εργων Π.Δ. 133/80) (Α.Π.Θ. 1987)



ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ ΣΤΕΡΕΩΝ
 SPECIFIC GRAVITY OF SOILS
 (ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105/86-4, ASTM D 854-92 - AASHTO T 100/75)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

Γεώτρηση-Borehole: Γ-2		
Δείγμα - Sample : 2		
Βάθος- Depth(m): 5,20-5,50		
A. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένο νερό σε θερμοκρασία °C1:		
Mass of pycnometer filled with distilled water at temperature °C1:	268,69	gr
B. Θερμοκρασία ° C1.		
Temperature °C1	28,0	° C
Γ. Ξηρό βάρος δείγματος		
Mass of dry soil	41,61	gr
Δ. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένου νερού + έδαφος σε θερμοκρασία °C2:		
Mass of pycnometer filled with distilled water and soil at temperature °C2:	294,71	gr
E. Θερμοκρασία ° C2.		
Temperature °C2	28,0	° C
Z. Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C1- Density of water at °C1	0,99626	
Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C2 - Density of water at °C2	0,99626	
H. Βάρος ληκύθου άδειας-ξηρής		
Mass of empty pycnometer	69,23	gr
Ειδικό βάρος-Specific gravity		
$\gamma_s = (\Gamma / Z) / (\Gamma + A - \Delta) =$		2,679 gr / cm³

Θερμοκρασία νερού Temperature °C	Σχετική πυκνότητα νερού γ _w Density of water (gr/ml)
15,0	0,99911
15,5	0,99905
16,0	0,99897
16,5	0,99889
17,0	0,99880
17,5	0,99871
18,0	0,99862
18,5	0,99853
19,0	0,99843
19,5	0,99833
20,0	0,99823
20,5	0,99812
21,0	0,99802
21,5	0,99791
22,0	0,99780
22,5	0,99768
23,0	0,99757
23,5	0,99745
24,0	0,99732
24,5	0,99720
25,0	0,99707
25,5	0,99694
26,0	0,99681
26,5	0,99668
27,0	0,99654
27,5	0,99640
28,0	0,99626
28,5	0,99612
29,0	0,99597
29,5	0,99582
30,0	0,99567

Γεώτρηση-Borehole:		
Δείγμα - Sample :		
Βάθος- Depth(m):		
A. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένο νερό σε θερμοκρασία °C1:		
Mass of pycnometer filled with distilled water at temperature °C1:		gr
B. Θερμοκρασία ° C1.		
Temperature °C1		° C
Γ. Ξηρό βάρος δείγματος		
Mass of dry soil		gr
Δ. Βάρος ληκύθου + αποσταγμένου νερού + έδαφος σε θερμοκρασία °C2:		
Mass of pycnometer filled with distilled water and soil at temperature °C2:		gr
E. Θερμοκρασία ° C2.		
Temperature °C2		° C
Z. Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C1- Density of water at °C1		
Σχετική πυκνότητα νερού σε θερμοκρασία ° C2 - Density of water at °C2		
H. Βάρος ληκύθου άδειας-ξηρής		
Mass of empty pycnometer		gr
Ειδικό βάρος-Specific gravity		
$\gamma_s = (\Gamma / Z) / (\Gamma + A - \Delta) =$		gr / cm³

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
 ΜΑΡΤΑΚΑΤΟΣ

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
 ΚΑΡΑΓΙΩΝΗ

ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ - UNCONFINED COMPRESSION TEST
(E105/86-14, ASTM D 2166-66)

ΓΕΩΤΡΗΣΗ-BOREHOLE: **Γ2**
ΔΕΙΓΜΑ-SAMPLE: 0003
H0 = 10.00 cm L0 = 5.00 cm
Βαθος απο: 7.70 εως: 8.10 m
ΤΥΠΟΣ-TYPE: Φραγμιος-Dry Core

ΕΔΑΦΟΣ-SOIL:
Στρωση-Layer: **C2**
Κατατάξη-Classification USCS: CL
<No200 : 80.2 WL : 40.80
W : 28.50 Y : 1.91
γd : 1.49 Sr : 96.00%
e : 0.79 IC :

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - RESULTS
Μορφή θραυσσης Αντοχή-strength
Failure sketch
qu = 158.69 Kpa
ef = 9.76 %



Αξονική Παραμορφωση - Axial strain ε₁

ΕΚΤΕΛΕΣΗ
Μ. ΜΑΡΤΑΚΑΙΟΣ

ΕΡΓΟ - PROJECT:

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της
Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Αίθρα Χανίων

Το εργαστήριο τελεί υπό την εποπτεία
της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων
Έργων / Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων
Έργων (ΓΓΔΕ/ΚΕΔΕ)

% <No 200= 57,7

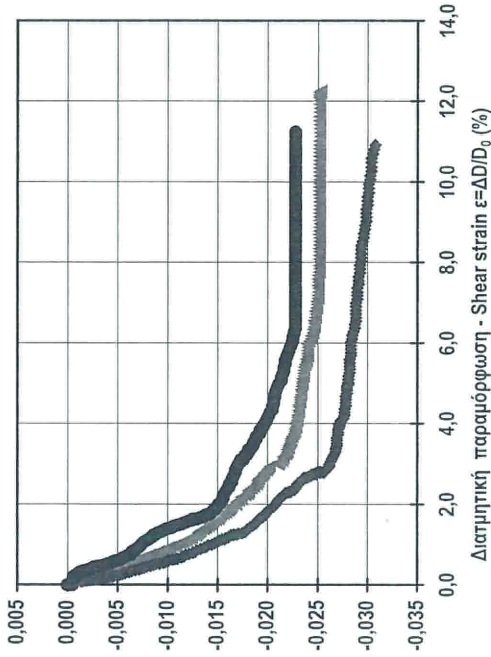
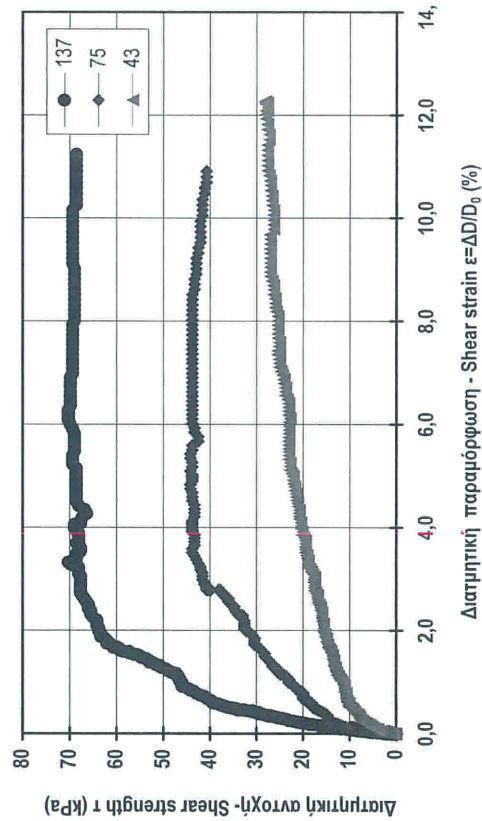
ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επιπέδων Λυμάτων
της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ2
Κατάβαση - USCS Classification : CL

Δείγμα - Sample : 1
Βάθος- Depth (m) : 2,80-3,10

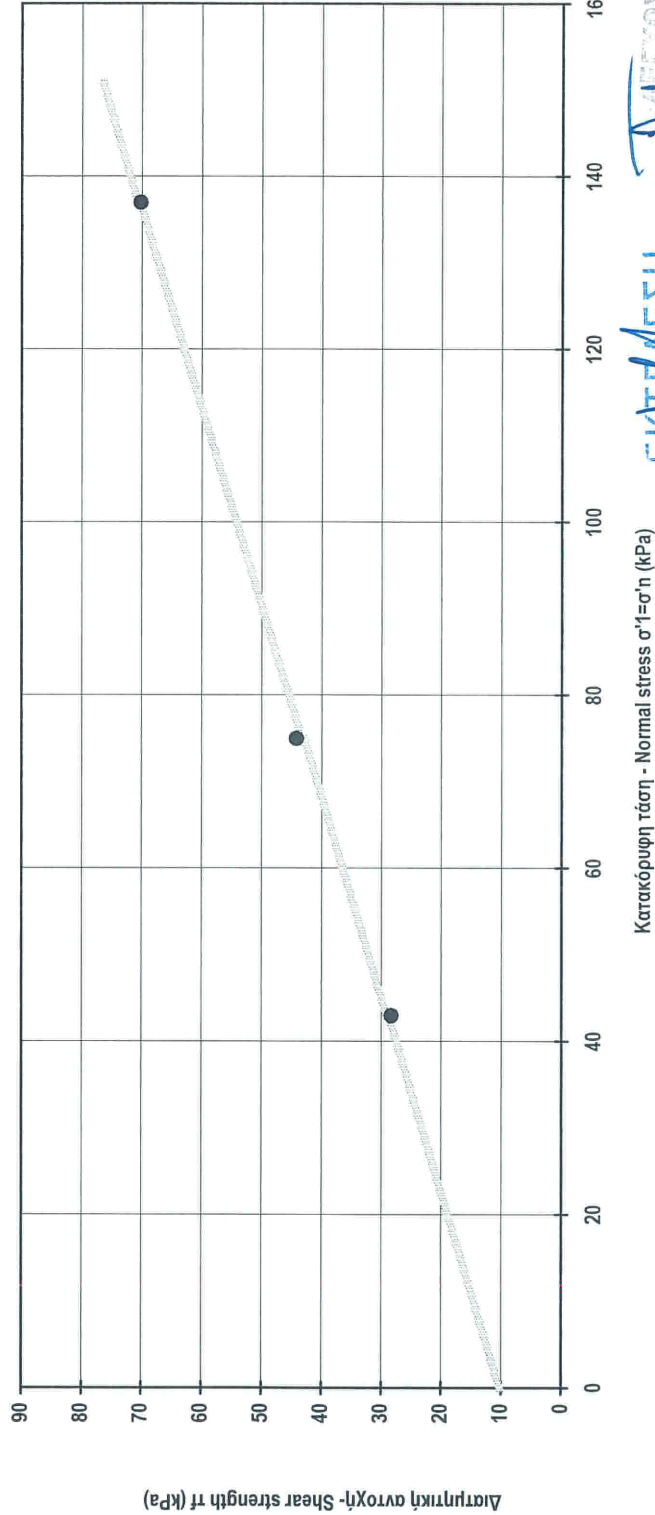
WL= 32,4 PI= 14,4
Αρχικά Χαρακτηριστ.-Initial characteristic:

w_c (%) = 17,0
 γ_o (kN/m³) = 21,1
 γ_d (kN/m³) = 18,0
 Sr_c (%) = 96
 e_o = 0,465



Δοκίμα - Samples :

	1	2	3
H_o (mm)=	23,0	23,0	23,0
D_o (mm)=	63,5	63,5	63,5
Στερεοποίηση - Consolidation			
σ'_{1c} (kPa)=	43	75	137
H_c (mm)=	22,0	21,6	20,9
w_c (%) =	15,3	14,3	12,3
γ_c (kN/m ³) =	21,7	21,9	22,4
γ_d (kN/m ³) =	18,8	19,2	19,9
Sr_c (%) =	100	100	100
e_c =	0,403	0,378	0,324



ΘΡΑΥΞΗ - FAILURE :
Ταχύτητα - Displ. rate (mm/min)= 0,007

τ_f (kPa)=	28	44	70
σ'_{1f} (kPa)=	43	75	137
w_f (%) =	14,3	13,1	11,4
γ_f (kN/m ³) =	21,9	22,2	22,6
γ_d (kN/m ³) =	19,2	19,6	20,3
Sr_f (%) =	100	100	100
e_f =	0,377	0,347	0,301

ϕ' (deg)= 23,8
 c' (kPa)= 10

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΑΚΡΑΙΟΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΜΑΚΡΑΙΟΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
Κατακόρυφη τάση - Normal stress $\sigma'1=\sigma'n$ (kPa)

% <No 200= 91,8

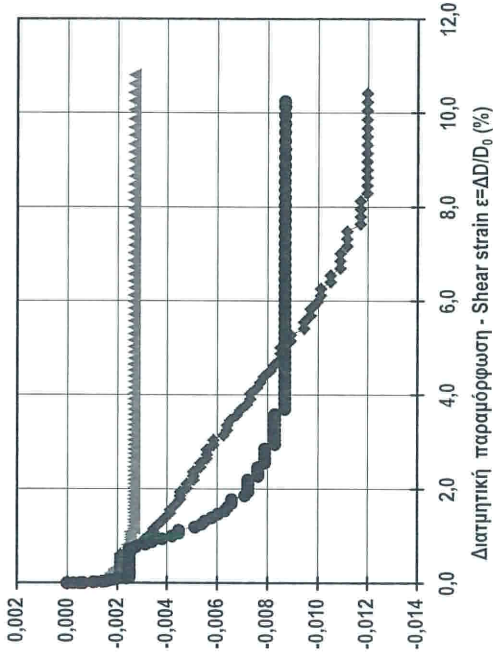
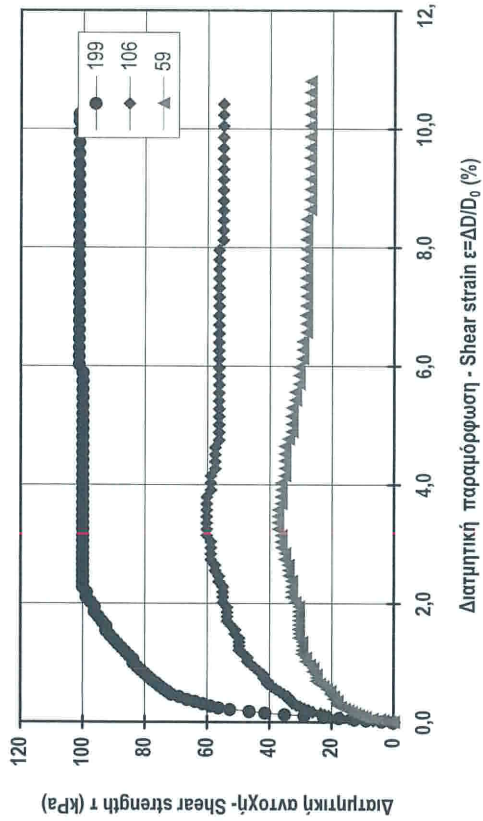
ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Αξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ2 Κατάταξη - USCS Classification : CL

Δείγμα - Sample : 2 Βάθος- Depth (m) : 5,20-5,50

WL= 45,2 PI= 25,9 Αρχικά χαρακτηριστ.-Initial characteristic:

w_c (%) = 19,0
 γ_c (kN/m³) = 21,5
 γ_d (kN/m³) = 18,0
 Sr_c (%) = 100
 e_o = 0,520



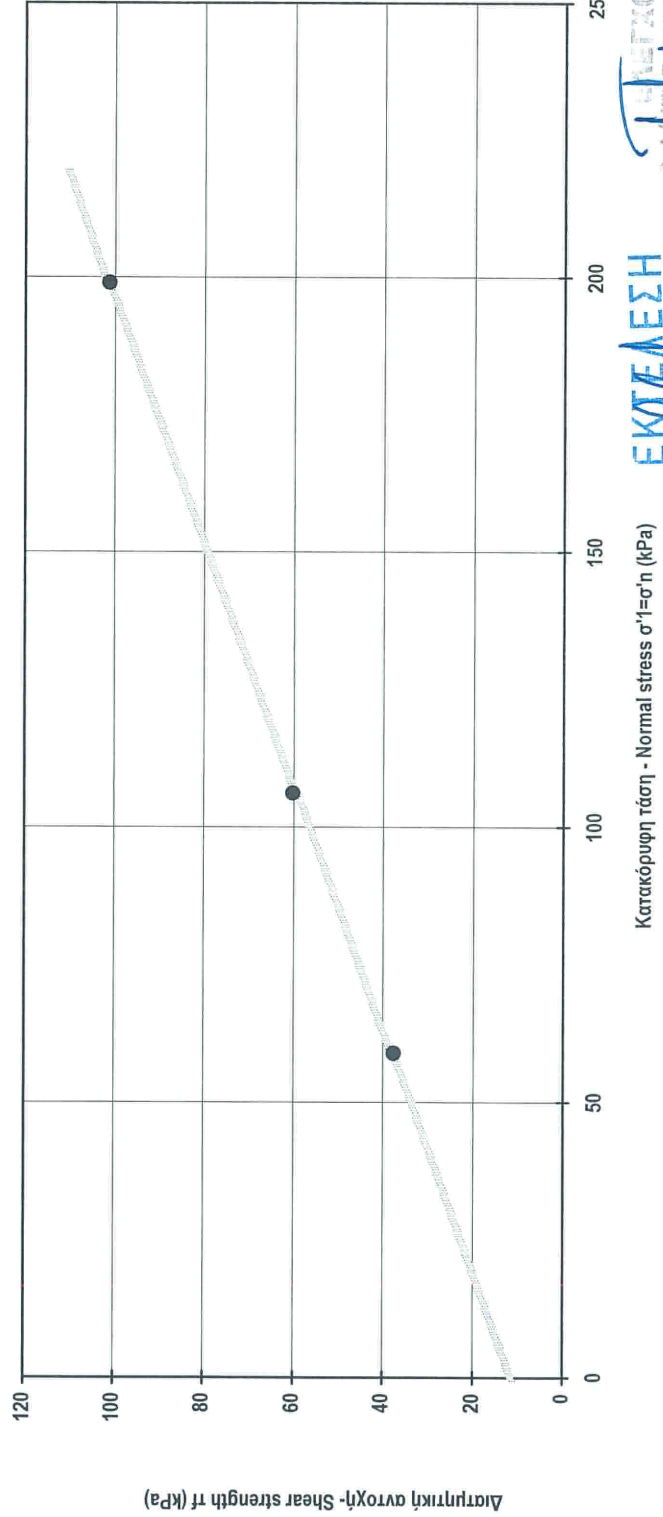
Δοκίμια - Samples :

	1	2	3
H_o (mm)=	23,0	23,0	23,0
D_o (mm)=	63,5	63,5	63,5
Στερεοποίηση - Consolidation			
σ'_{1c} (kPa)=	59	106	199
H_c (mm)=	22,4	22,0	21,5
w_c (%)=	17,9	16,9	15,2
γ_c (kN/m ³)=	21,7	21,9	22,3
γ_d (kN/m ³)=	18,4	18,7	19,4
Sr_c (%)=	100	100	100
e_c =	0,489	0,462	0,415

ΘΡΑΥΞΗ - FAILURE :

Ταχύτητα - Displ. rate (mm/min)= 0,029

τ_f (kPa)=	38	60	101
σ'_{1f} (kPa)=	59	106	199
w_f (%)=	17,8	16,5	14,9
γ_f (kN/m ³)=	21,7	22,0	22,4
γ_{df} (kN/m ³)=	18,4	18,9	19,5
Sr_f (%)=	100	100	100
e_f =	0,486	0,450	0,407



ϕ' (deg)= 24,4
 c' (kPa)= 11



Κατακόρυφη τάση - Normal stress $\sigma'1=\sigma'n$ (kPa)

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ2

Δείγμα - Sample : 4

H_o (mm)= 19,06

γ_o (kN/m³)= 20,02

e_o = 0,777

Βάθος - Depth (m) : 12,20-12,50

D (mm)= 63,50

γd_o (kN/m³)= 15,64

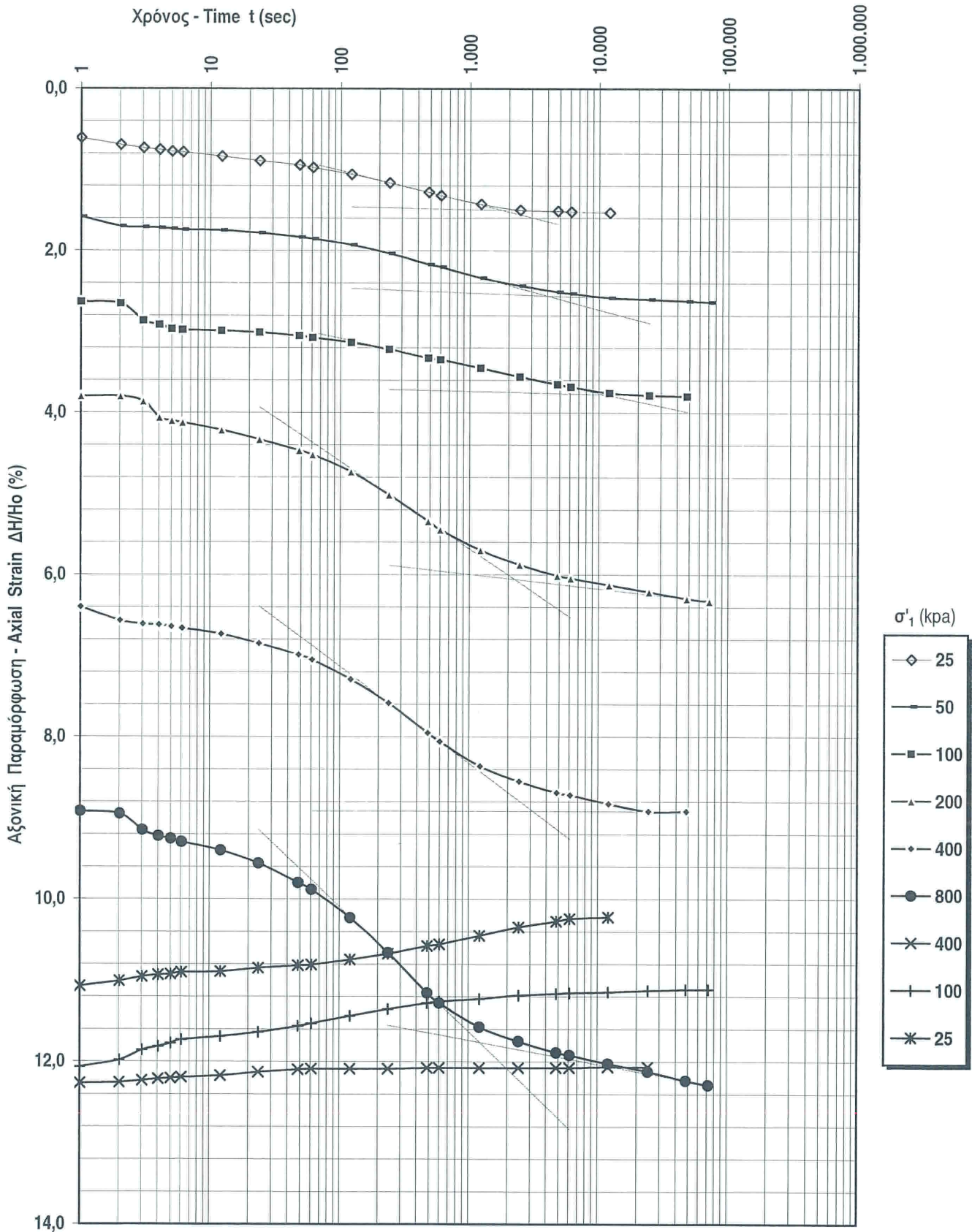
Sr_o (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 94,30

W_o (%)= 28,00

WL= 38,0



ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ2

Δείγμα - Sample : 4

H₀ (mm)= 19,06

γ₀ (kN/m³)= 20,02

e₀ = 0,777

Βάθος - Depth (m) : 12,20-12,50

D (mm)= 63,50

γ_d (kN/m³)= 15,64

Sr₀ (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 94,30

W₀ (%)= 28,00

WL= 38,0

Δείκτες Συμπιεστότητας
Compressibility Indexes

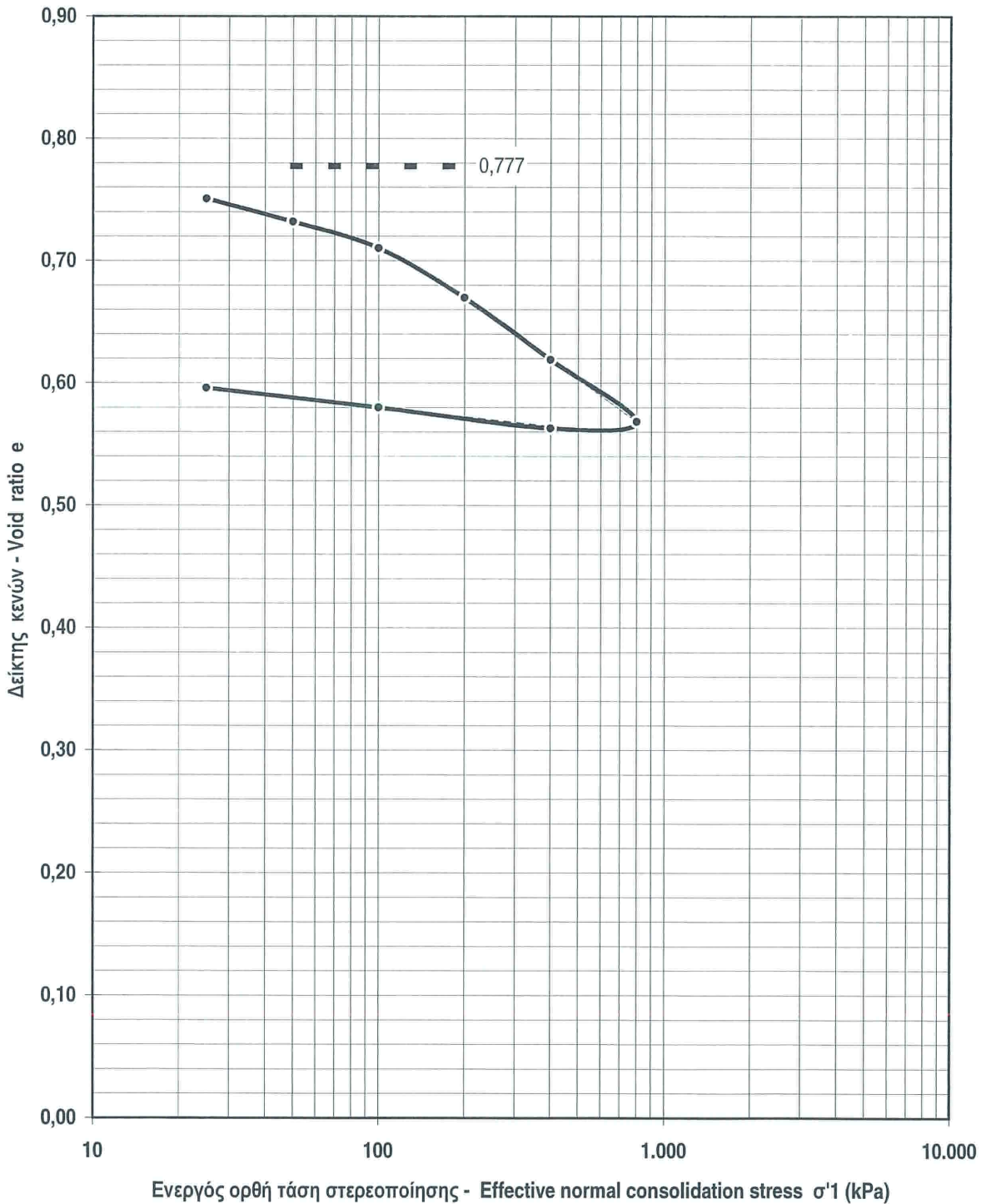
C_c= 0,168

μ_εσC_a= 0,002

C_g= 0,026

σ' ₁ (kPa)	S = ΔH/H ₀ (%)			t _{50%} (sec)	e=e _{100%}	Es (kPa)	Cv (cm ² /sec)	Ca =-Δe/Δlogt	K (cm/sec)
	S _{0%}	S _{50%}	S _{100%}						
25	0,68	1,09	1,50	150	0,751	1954	1,17E-03	0,0006	5,97E-08
50	1,68	2,12	2,56	370	0,732	3003	4,63E-04	0,0011	1,54E-08
100	2,87	3,32	3,78	478	0,710	4241	3,50E-04	0,0006	8,26E-09
200	3,80	4,93	6,06	195	0,670	5386	8,31E-04	0,0032	1,54E-08
400	6,48	7,70	8,92	300	0,619	9341	5,08E-04		5,44E-09
800	8,98	10,37	11,76	152	0,568		9,47E-04	0,0053	
400			12,07		0,563				
100			11,11		0,580	16431			
25			10,22		0,596				

Ενεργός Τάση Προφόρτισης :
Effective Preconsolidation Pressure:
p'_c=



-528-

ΕΡΓΟ - PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χαλίων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ - BOREHOLE : Γ2

Δείγμα - Sample : 4

H_o (mm)= 19,06

γ_s (kN/m³)= 20,02

e_o = 0,777

Βάθος - Depth (m) : 12,20-12,50

D (mm)= 63,50

γd_o (kN/m³)= 15,64

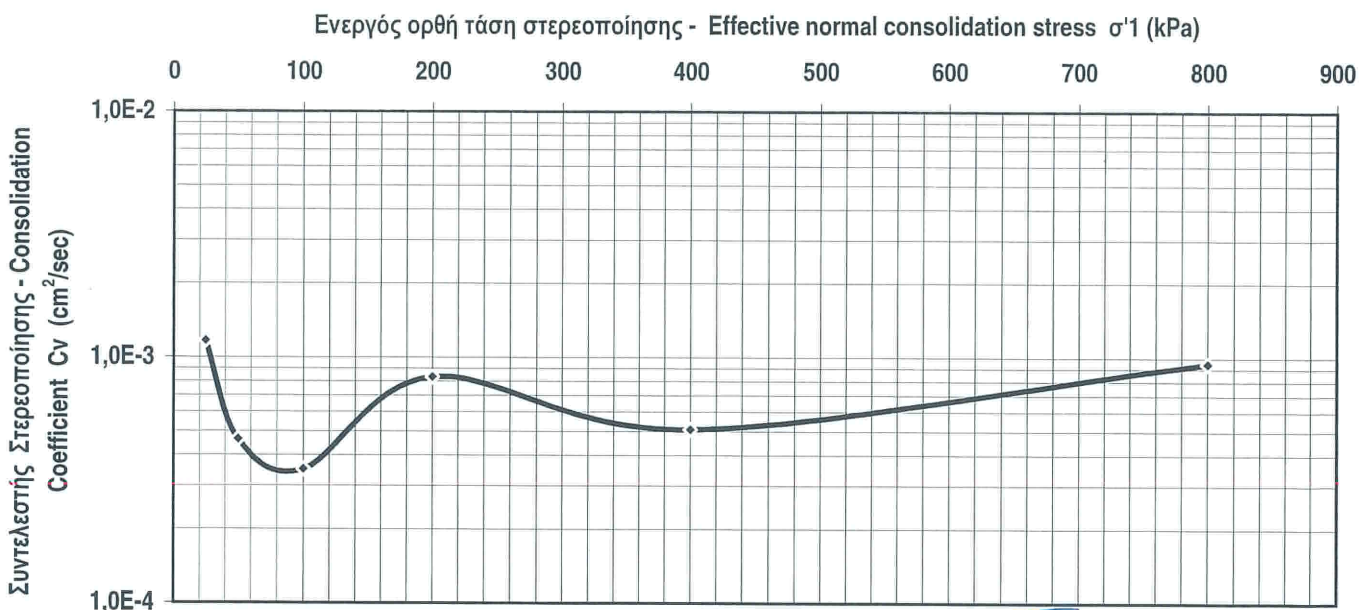
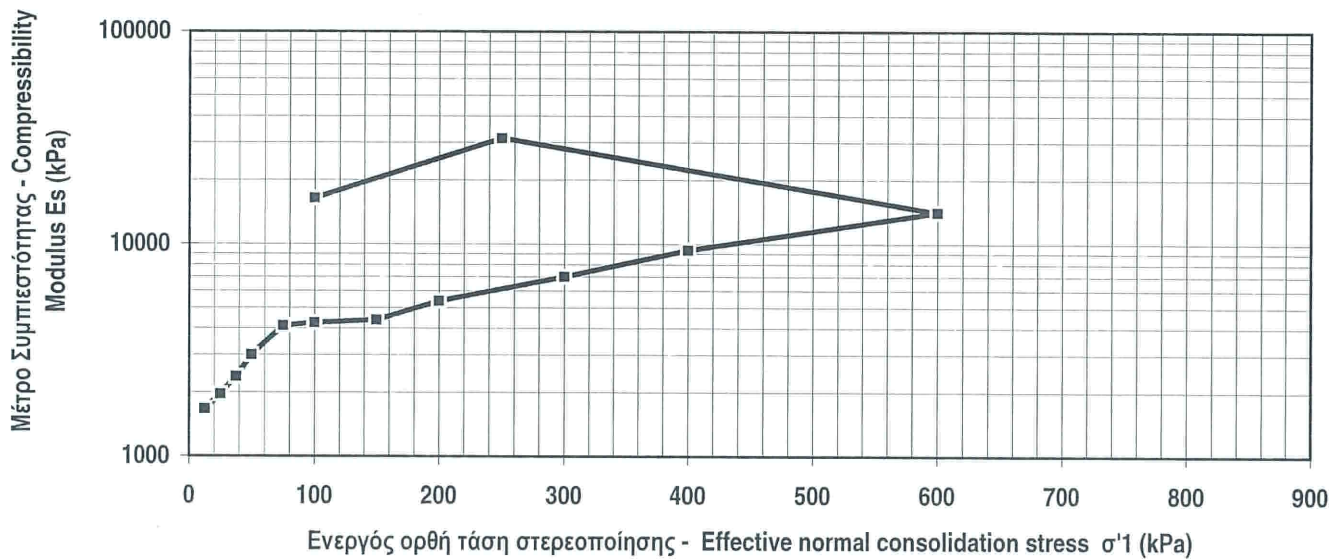
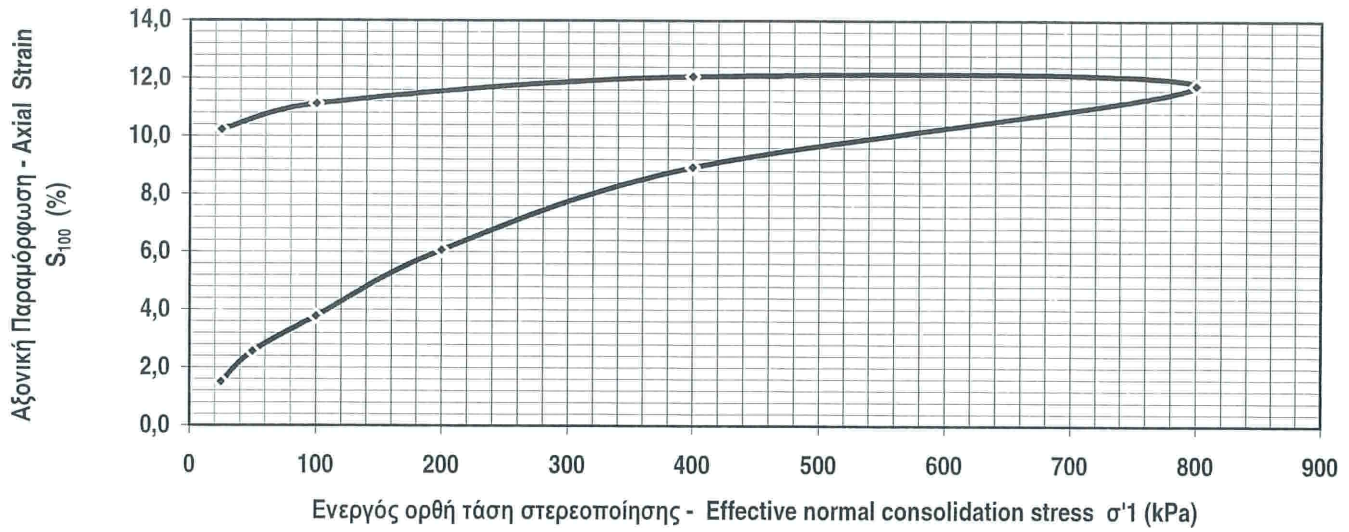
Sr_o (%)= 100

Κατάταξη - USCS Classification : CL

% <No 200= 94,30

W_o (%)= 28,00

WL= 38,0



ΕΚΤΕΛΕΣΗ
Μ. ΠΑΠΑΪΩΣ

0 40 80 120 160 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600 640 680 720 760 800 840 880 920 960

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 

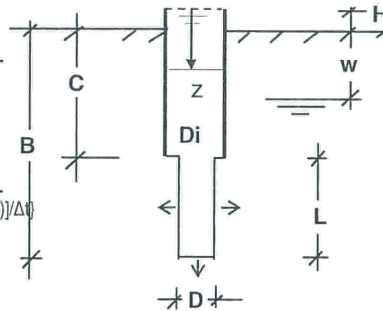
Αποτελέσματα επιτόπου δοκιμών
διαπερατότητας (Maag).

MAAG TEST - ΔΟΚΙΜΗ ΕΙΣΠΙΕΣΗΣ MAAG

ΕΡΓΟ-PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χαλίων
 ΓΕΩΤΡΗΣΗ- BOREHOLE: Γ-2
 Ημερομηνία-Date: 26/7/2019

w (m) = 2,10
 B (m) = 2,40
 C (m) = 1,50
 H (m) = 0,10
 Din (mm) = 107
 D (mm) = 101
 L (m) = B-C = 0,90

$L/D = 8,91$ $m = 19,42$
 t = time - χρόνος (sec)
 $m = m(L/D)$: συντελεστής κοιλότητας
 cavity coefficient (M. Cassan, 1980)
Διαπερατότητα-Permeability K
 $K = [-2,3\pi D_{in}^2 / (4mD)] \times [\Delta \log((H+w-z)/(H+w)) / \Delta t]$



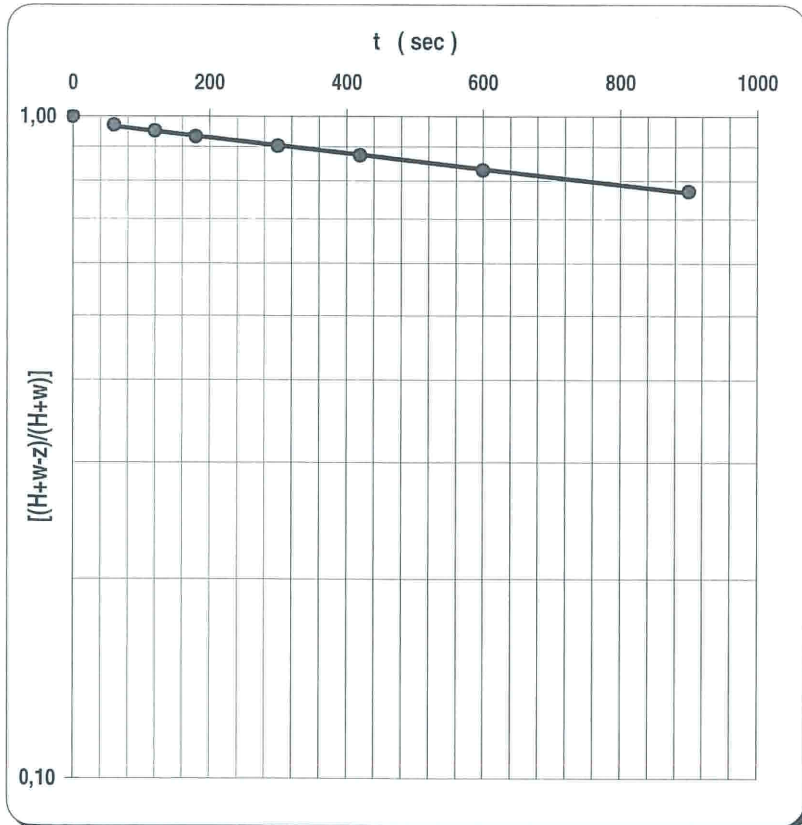
Μετρήσεις πτώσης στάθμης:
 Water level change readings:

t		z
(min)	(sec)	(m)
0	0	0,000
1,0	60	0,060
2,0	120	0,100
3,0	180	0,140
5,0	300	0,200
7,0	420	0,260
10,0	600	0,350
15,0	900	0,470

H+w-z	(H+w-z)/(H+w)
2,05	1,00
1,99	0,97
1,95	0,95
1,91	0,93
1,85	0,90
1,79	0,87
1,70	0,83
1,58	0,77

$-2,3\pi D_{in}^2 / (4mD) = -1,05E-02$
 $\Delta \log((H+w-z)/(H+w)) / \Delta t = -1,19E-04$

K (m/sec) = $1,25E-06$
 K (cm/sec) = $1,25E-04$
 K (m/month) = $3,25$



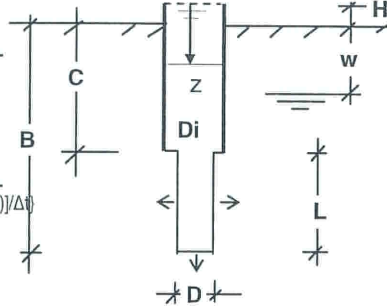
L/D	m
$L/D > 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln(2L/D)}$
$1,2 \leq L/D \leq 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln((L/D) + (L^2/D^2 + 1)^{0,5})}$
$0,7 \leq L/D < 1,2$	$2\pi(L/D + 1/4)^{0,5}$
$0,3 \leq L/D < 0,7$	$\pi(2L/D + 1/2)^{0,5}$
$0 < L/D < 0,3$	$\frac{\pi(1 - 4L^2/D^2)^{0,5}}{2 \tan^{-1}((4L^2/D^2 + 1)^{0,5} - 2L/D)}$
$L/D = 0$	2

MAAG TEST - ΔΟΚΙΜΗ ΕΙΣΠΙΕΣΗΣ MAAG

ΕΡΓΟ-PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χαλίων
 ΓΕΩΤΡΗΣΗ- BOREHOLE: Γ-2
 Ημερομηνία-Date: 26/7/2019

w (m) = 3,70
 B (m) = 4,30
 C (m) = 3,20
 H (m) = 0,20
 Di (mm) = 107
 D (mm) = 101
 L (m) = B - C = 1,10

$L/D = 10,89$ $m = 22,21$
 t = time - χρόνος (sec)
 $m = m(L/D)$: συντελεστής κοιλότητας
 cavity coefficient (M. Cassan, 1980)
Διαπερατότητα-Permeability K
 $K = [-2,3\pi D_{in}^2 / (4mD)] \times [\Delta \log((H+w-z)/(H+w)) / \Delta t]$



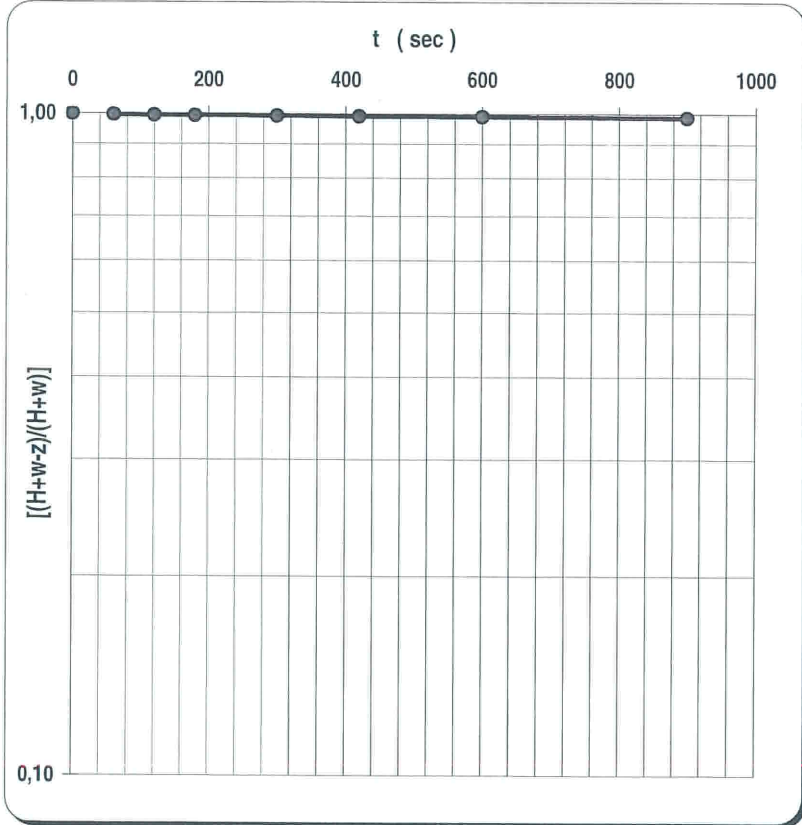
Μετρήσεις πτώσης στάθμης:
 Water level change readings:

t		z
(min)	(sec)	(m)
0	0	0,000
1,0	60	0,015
2,0	120	0,020
3,0	180	0,025
5,0	300	0,030
7,0	420	0,035
10,0	600	0,040
15,0	900	0,050

H+w-z	(H+w-z)/(H+w)
3,90	1,00
3,89	1,00
3,88	0,99
3,88	0,99
3,87	0,99
3,87	0,99
3,86	0,99
3,85	0,99

$-2,3\pi D_{in}^2 / (4mD) = -9,22E-03$
 $\Delta \log((H+w-z)/(H+w)) / \Delta t = -4,46E-06$

K (m/sec) = **4,11E-08**
 K (cm/sec) = **4,11E-06**
 K (m/month) = **0,11**



L/D	m
$L/D > 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln(2L/D)}$
$1,2 \leq L/D \leq 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln((L/D) + (L^2/D^2 + 1)^{0,5})}$
$0,7 \leq L/D < 1,2$	$2\pi(L/D + 1/4)^{0,5}$
$0,3 \leq L/D < 0,7$	$\pi(2L/D + 1/2)^{0,5}$
$0 < L/D < 0,3$	$\frac{\pi(1 - 4L^2/D^2)^{0,5}}{2 \tan^{-1}((4L^2/D^2 + 1)^{0,5} - 2L/D)}$
$L/D = 0$	2

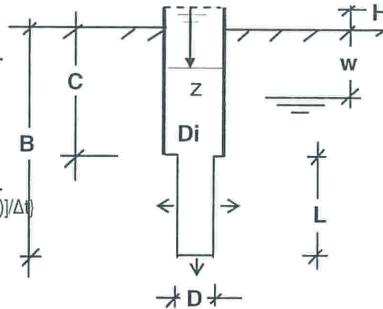
MAAG TEST - ΔΟΚΙΜΗ ΕΙΣΠΙΕΣΗΣ MAAG

ΕΡΓΟ-PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χαλίων
 ΓΕΩΤΡΗΣΗ- BOREHOLE: Γ-2

Ημερομηνία-Date: 26/7/2019

w (m) = 4,50
 B (m) = 4,70
 C (m) = 4,30
 H (m) = 0,10
 Di (mm) = 107
 D (mm) = 101
 L (m) = B-C = 0,40

$L/D = 3,96$ $m = 11,93$
 $t = \text{time} - \text{χρόνος (sec)}$
 $m = m(L/D)$: συντελεστής κοιλότητας
 cavity coefficient (M. Cassan, 1980)
Διαπερατότητα-Permeability K
 $K = [-2,3\pi D \ln^2 / (4mD)] \times [\Delta \log((H+w-z)/(H+w)) / \Delta t]$



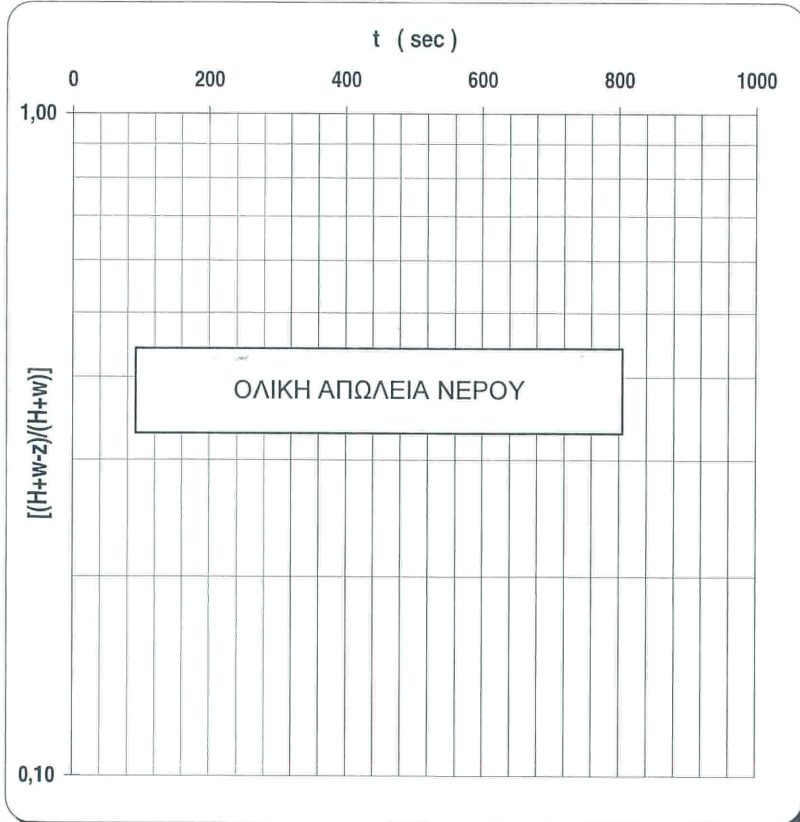
Μετρήσεις πτώσης στάθμης:
 Water level change readings:

t		z
(min)	(sec)	(m)
0	0	
1,0	60	
2,0	120	
3,0	180	
5,0	300	
7,0	420	
10,0	600	
15,0	900	

H+w-z	(H+w-z)/(H+w)
4,60	
4,60	
4,60	
4,60	
4,60	
4,60	
4,60	
4,60	
4,60	

$-2,3\pi D \ln^2 / (4mD) = -1,72E-02$
 $\Delta \log((H+w-z)/(H+w)) / \Delta t = \#VALUE!$

K (m/sec) = #VALUE!
 K (cm/sec) = #VALUE!
 K (m/month) = #VALUE!



L/D	m
$L/D > 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln(2L/D)}$
$1,2 \leq L/D \leq 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln((L/D) + (L^2/D^2 + 1)^{0,5})}$
$0,7 \leq L/D < 1,2$	$2\pi(L/D + 1/4)^{0,5}$
$0,3 \leq L/D < 0,7$	$\pi(2L/D + 1/2)^{0,5}$
$0 < L/D < 0,3$	$\frac{\pi(1 - 4L^2/D^2)^{0,5}}{2 \tan^{-1}((4L^2/D^2 + 1)^{0,5} - 2L/D)}$
$L/D = 0$	2

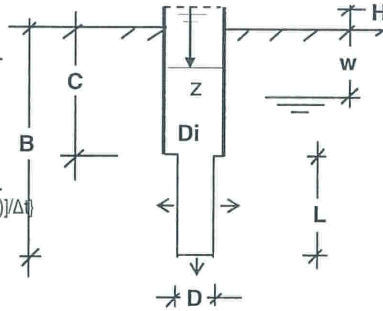
MAAG TEST - ΔΟΚΙΜΗ ΕΙΣΠΙΕΣΗΣ MAAG

ΕΡΓΟ-PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χαλίων
 ΓΕΩΤΡΗΣΗ- BOREHOLE: Γ-2

Ημερομηνία-Date: 26/7/2019

w (m) = 4,80
 B (m) = 6,50
 C (m) = 5,20
 H (m) = 0,10
 Di (mm) = 107
 D (mm) = 101
 L (m) = B-C = 1,30

$L/D = 12,87$ $m = 24,90$
 t = time - χρόνος (sec)
 $m = m(L/D)$: συντελεστής κοιλότητας
 cavity coefficient (M. Cassan, 1980)
Διαπερατότητα-Permeability K
 $K = [-2,3\pi D \ln^2(4mD)] \times [\Delta \log((H+w-z)/(H+w))/\Delta t]$



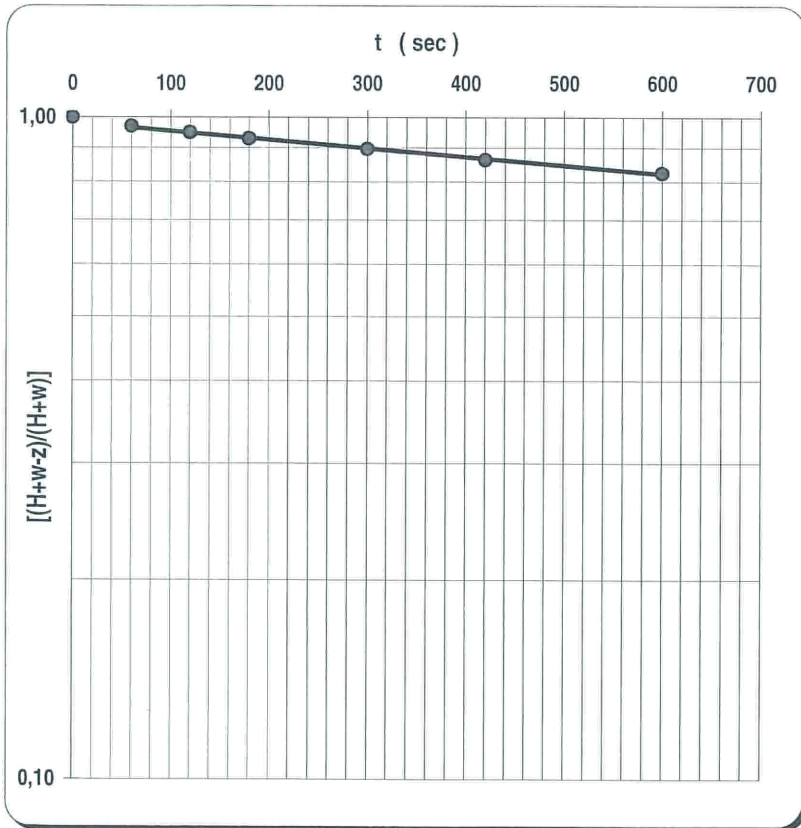
Μετρήσεις πτώσης στάθμης:
 Water level change readings:

t		z
(min)	(sec)	(m)
0	0	0,000
1,0	60	0,150
2,0	120	0,250
3,0	180	0,350
5,0	300	0,510
7,0	420	0,670
10,0	600	0,860

H+w-z	(H+w-z)/(H+w)
4,90	1,00
4,75	0,97
4,65	0,95
4,55	0,93
4,39	0,90
4,23	0,86
4,04	0,82

$-2,3\pi D \ln^2(4mD) = -8,22E-03$
 $\Delta \log((H+w-z)/(H+w))/\Delta t = -1,30E-04$

K (m/sec) = 1,07E-06
 K (cm/sec) = 1,07E-04
 K (m/month) = 2,78



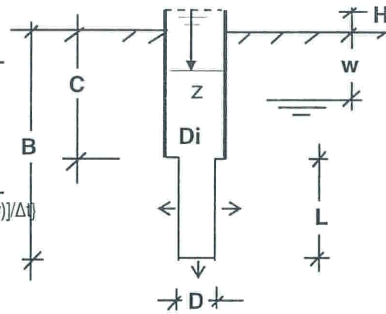
L/D	m
$L/D > 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln(2L/D)}$
$1,2 \leq L/D \leq 10$	$\frac{(2\pi L/D)}{\ln((L/D)+(L^2/D^2+1)^{0,5})}$
$0,7 \leq L/D < 1,2$	$2\pi(L/D+1/4)^{0,5}$
$0,3 \leq L/D < 0,7$	$\pi(2L/D+1/2)^{0,5}$
$0 < L/D < 0,3$	$\frac{\pi(1-4L^2/D^2)^{0,5}}{2 \tan^{-1}((4L^2/D^2+1)^{0,5}-2L/D)}$
$L/D = 0$	2

MAAG TEST - ΔΟΚΙΜΗ ΕΙΣΠΙΕΣΗΣ MAAG

ΕΡΓΟ-PROJECT : Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της Δ.Ε.Υ.Α. Βορείου Άξονα Χανίων
 ΓΕΩΤΡΗΣΗ- BOREHOLE: Γ-2
 Ημερομηνία-Date: 26/7/2019

w (m) = 5,70
 B (m) = 9,00
 C (m) = 8,00
 H (m) = 0,10
 Din (mm) = 107
 D (mm) = 101
 L (m) = B-C = 1,00

$L/D = 9,90$ $m = 20,82$
 t = time - χρόνος (sec)
 $m = m(l/D)$: συντελεστής κοιλότητας
 cavity coefficient (M. Cassan, 1980)
 Διαπερατότητα-Permeability K
 $K = [-2,3\pi Din^2/(4mD)] \times [\Delta \log((H+w-z)/(H+w))/\Delta t]$



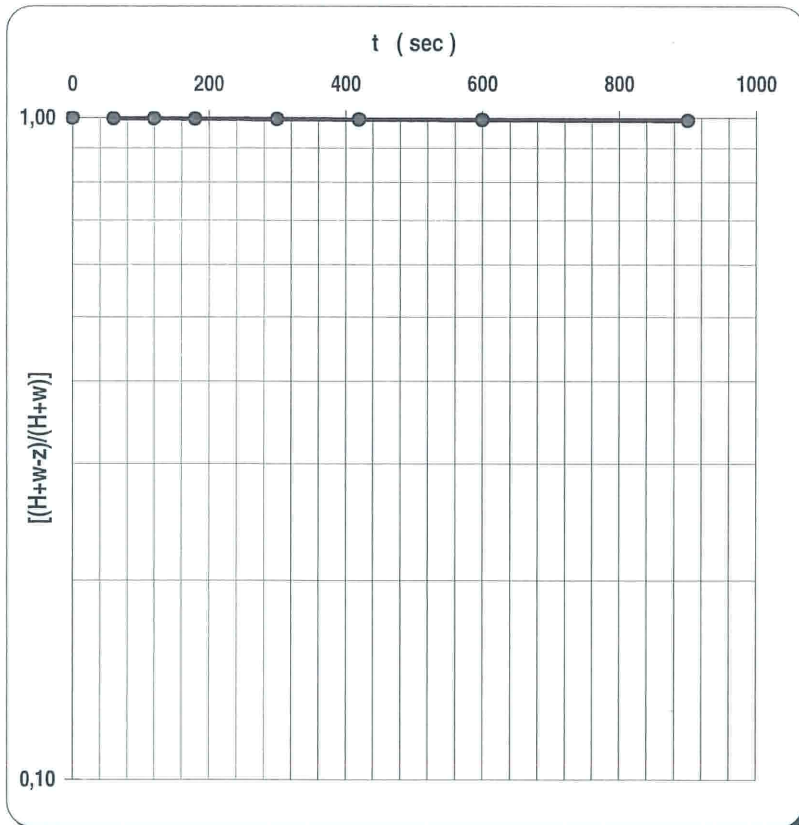
Μετρήσεις πτώσης στάθμης:
 Water level change readings:

t		z
(min)	(sec)	(m)
0	0	0,000
1,0	60	0,010
2,0	120	0,015
3,0	180	0,018
5,0	300	0,024
7,0	420	0,030
10,0	600	0,040
15,0	900	0,050

H+w-z	(H+w-z)/(H+w)
5,80	1,00
5,79	1,00
5,79	1,00
5,78	1,00
5,78	1,00
5,78	1,00
5,77	0,99
5,76	0,99
5,75	0,99

$-2,3\pi Din^2/(4mD) = -9,84E-03$
 $\Delta \log((H+w-z)/(H+w))/\Delta t = -3,58E-06$

K (m/sec) = $3,53E-08$
 K (cm/sec) = $3,53E-06$
 K (m/month) = $0,09$



L/D m

$L/D > 10$ $\frac{(2\pi L/D)}{\ln(2L/D)}$

$1,2 \leq L/D \leq 10$ $\frac{(2\pi L/D)}{\ln((L/D) + (L^2/D^2 + 1)^{0,5})}$

$0,7 \leq L/D < 1,2$ $2\pi(L/D + 1/4)^{0,5}$

$0,3 \leq L/D < 0,7$ $\pi(2L/D + 1/2)^{0,5}$

$0 < L/D < 0,3$ $\frac{\pi(1 - 4L^2/D^2)^{0,5}}{2 \tan^{-1}((4L^2/D^2 + 1)^{0,5} - 2L/D)}$

$L/D = 0$ 2