



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΝΟΜΟΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ  
ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΠΡΟΠΟΝΤΙΔΑΣ  
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

**Έργο: Ανέγερση 2ου Νηπιαγωγείου Νέας Τρίγλιας  
Αρ. Μελέτης: 45/2020  
CPV: 45214210-5**

## **ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ - ΜΕΛΕΤΗ**

**Ν. Μουδανιά, 03/02/2025**

**ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ**

**ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ**

**Ο Προϊστάμενος της Δ.Τ.Υ.**

**Ιωάννης Μπεκιάρης  
Πολιτικός Μηχανικός Π.Ε.**

**Ιωάννης Ελευθερούδης  
Πολιτικός Μηχανικός Π.Ε.**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025**

## Κατάλογος περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1 Γενικά.....	3
1.2 Σκοπός Γεωτεχνικής Έρευνας - Μελέτης.....	3
1.3 Διαθέσιμα Στοιχεία.....	3
1.4 Θέση και στοιχεία του έργου.....	4
2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	6
2.1 Γεωλογικά Στοιχεία.....	6
2.2 Σεισμολογικά Στοιχεία.....	7
3. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	8
3.1 Ερευνητικές Εργασίες Πεδίου.....	8
3.2 Εργαστηριακές Δοκιμές Εδαφομηχανικής.....	9
4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	10
4.1 Στρωματογραφία.....	10
4.2 Τιμές Εδαφικών Παραμέτρων.....	10
4.3 Τυπικό Γεωτεχνικό Προσομοίωμα.....	15
5. ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ - ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ.....	17
5.1 Είδος Θεμελίωσης - Μέτρα Βελτίωσης Συνθηκών Έδρασης.....	17
5.2 Υπολογισμός Φέρουσας Ικανότητας.....	17
5.3 Υπολογισμός Αναμενόμενων Καθιζήσεων - Δείκτη Εδάφους.....	19
5.4 Εκσκαφές.....	20
6. ΣΥΝΟΨΗ.....	22
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Φωτογραφίες ερευνητικών εργασιών και μητρώα ερευνητικών - δειγματοληπτικών σκαμμάτων και ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρηση.....	23
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Αναλυτικά αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής.....	37

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο παρόν τεύχος παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας που εκτελέστηκε στη θέση όπου προβλέπεται η κατασκευή του 2<sup>ου</sup> Νηπιαγωγείου Νέας Τρίγλιας, στον οικισμό της Νέας Τρίγλιας του Δήμου Νέας Προποντίδας.

Το σύνολο των γεωτεχνικών ερευνητικών εργασιών πεδίου και εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής καθώς και η εκπόνηση της γεωτεχνικής μελέτης θεμελίωσης του έργου, εκτελέστηκε από τον συντάξαντα του παρόντος τεύχους κατά τη διάρκεια του Σεπτεμβρίου 2020 και του Δεκεμβρίου 2024.

### 1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ - ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της γεωτεχνικής έρευνας ήταν η διερεύνηση και ο προσδιορισμός των εδαφικών συνθηκών και παραμέτρων που συναντώνται στην προβλεπόμενη θέση κατασκευής του έργου. Ειδικότερα η γεωτεχνική έρευνα απέβλεπε στα ακόλουθα:

- Προσδιορισμός της στρωματογραφίας του υπεδάφους και πιο συγκεκριμένα του βάθους, του πάχους και των κλίσεων κάθε διακεκριμένης εδαφικής στρώσης.
- Μέτρηση και προσδιορισμός των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των επιμέρους εδαφικών στρώσεων και
- Εκτίμηση της στάθμης του υπόγειου υδάτινου ορίζοντα.

Τα αποτελέσματα των επιτόπου ερευνητικών γεωτεχνικών εργασιών καθώς και τα αντίστοιχα των εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής αξιολογήθηκαν με στόχο:

- α) Την παρουσίαση του τυπικού γεωτεχνικού προσομοιώματος, δηλαδή του διαχωρισμού των συναντώμενων σχηματισμών σε εδαφικά στρώματα με κριτήριο τη μηχανική συμπεριφορά και με βάση τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών (εργασίες υπαίθρου και εργαστηριακές δοκιμές). Εν συνεχεία γίνεται λεπτομερής περιγραφή των διαφόρων στρώσεων με βάση τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά (με έμφαση στα χαρακτηριστικά αντοχής και συμπίεστότητας).
- β) Την παρουσίαση των τιμών (διακύμανση και μέσοι όροι) των κυριότερων φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών για κάθε εδαφική στρώση που έχει διαχωριστεί, με ιδιαίτερη έμφαση στα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών.
- γ) Την επιλογή αντιπροσωπευτικών τιμών (σχεδιασμού) των φυσικών και μηχανικών παραμέτρων για κάθε διαχωριζόμενη στρώση.
- δ) Την κατάταξη των εδαφών από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας με βάση τον EN 1998 και τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000).

Ακολούθως, συντάχθηκε η γεωτεχνική μελέτη θεμελίωσης η οποία αποσκοπεί στη διατύπωση τεκμηριωμένων προτάσεων σχετικά με τον κατάλληλο τρόπο θεμελίωσης, την πιθανή ανάγκη λήψης ειδικών μέτρων βελτίωσης και το σχεδιασμό των τυχόν απαιτούμενων διατάξεων αντιστήριξης.

Ειδικότερα, η εν λόγω μελέτη περιλαμβάνει αναλυτικά τα αποτελέσματα των αναγκαίων εδαφοτεχνικών υπολογισμών και πιο συγκεκριμένα:

- Της εύρεσης της φέρουσας ικανότητας εδάφους και της επιτρεπόμενης τάσης επιφανειακής θεμελίωσης με χρήση των σχετικών κανονιστικών διατάξεων.
- Της εκτίμησης των αναμενόμενων καθιζήσεων επιφανειακής θεμελίωσης.
- Της εύρεσης της τιμής του δείκτη εδάφους που απαιτείται για τη στατική επίλυση της θεμελίωσης (περίπτωση επιφανειακής θεμελίωσης).

### 1.3 ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα διαθέσιμα στοιχεία για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης διατέθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Ν.Προποντίδας καθώς και από τους λοιπούς μελετητές του Έργου και αποτελούνται από το τοπογραφικό διάγραμμα του οικοπέδου του έργου, κατόψεις και τομές του υπό μελέτη έργου.

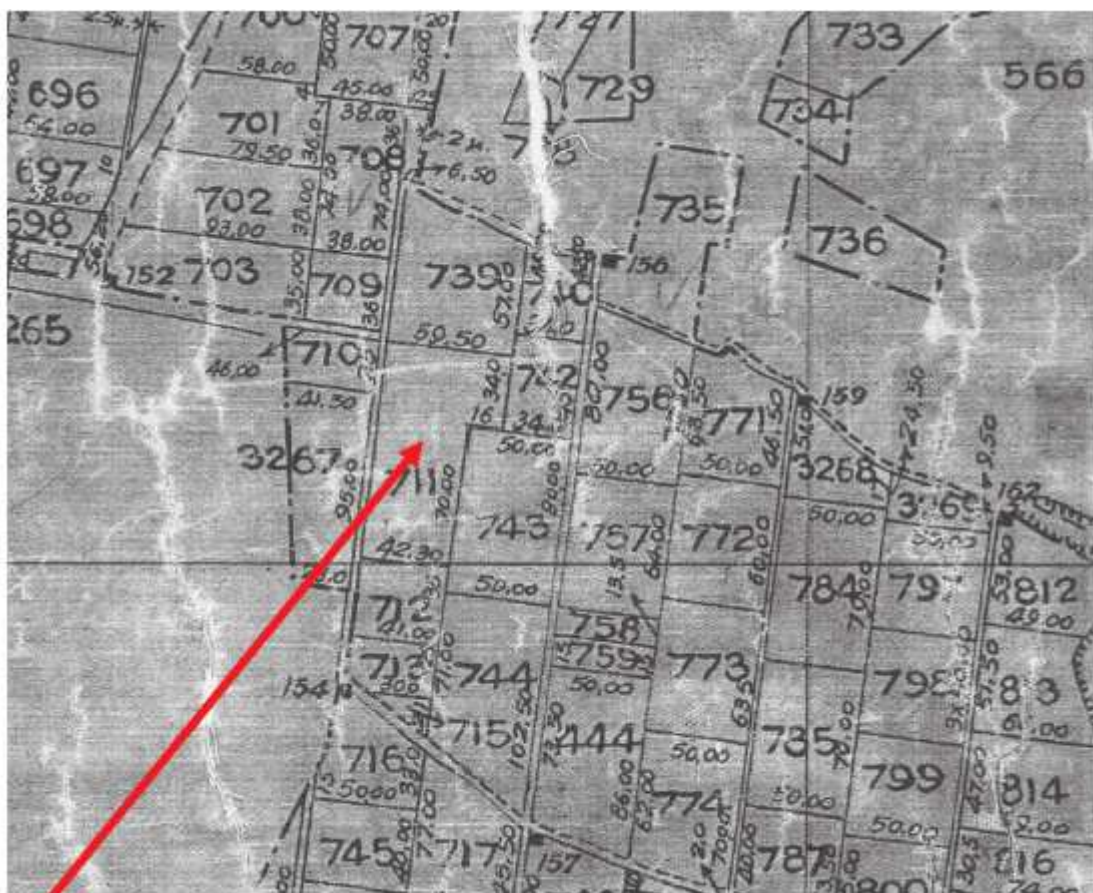
Τα φυσικά και μηχανικά στοιχεία του υπεδάφους θεμελίωσης του έργου προέκυψαν από τα τρία (3) ερευνητικά - δειγματοληπτικά σκάμματα, τις τρεις (3) επιτόπιες μετρήσεις της διατμητικής αντοχής του εδάφους και τη μία (1) ερευνητική - δειγματοληπτική (Γ1) που εκτελέστηκαν σε κατάλληλες θέσεις εντός της κάτοψης του έργου. Τα γεωλογικά στοιχεία της ευρύτερης περιοχής μελέτης που παρατίθενται βασίστηκαν - πέραν των ευρημάτων των ως άνω ερευνητικών εργασιών - στο φύλλο του γεωλογικού χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1:50.000.

#### 1.4 ΘΈΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΪΑ ΤΟΥ ΈΡΓΟΥ

Το έργο προβλέπεται να κατασκευαστεί βόρειο-ανατολικά του οικισμού της Νέας Τρίγλιας και ειδικότερα στο ΑΓΡ. 711 του Αγροκτήματος Ν.Τρίγλιας, ανατολικά του Ι.Ν του Αγίου Αθανασίου (βλ. Σχήματα 1.1 και 1.2).



**Σχήμα 1.1.** Θέση έργου στην ευρύτερη περιοχή του οικισμού της Ν.Τρίγλιας.



Θέση έργου (ΑΓΡ.711)

**Σχήμα 1.2.** Θέση έργου στην ευρύτερη περιοχή του Αγροκτήματος της Ν.Τρίγλιας.

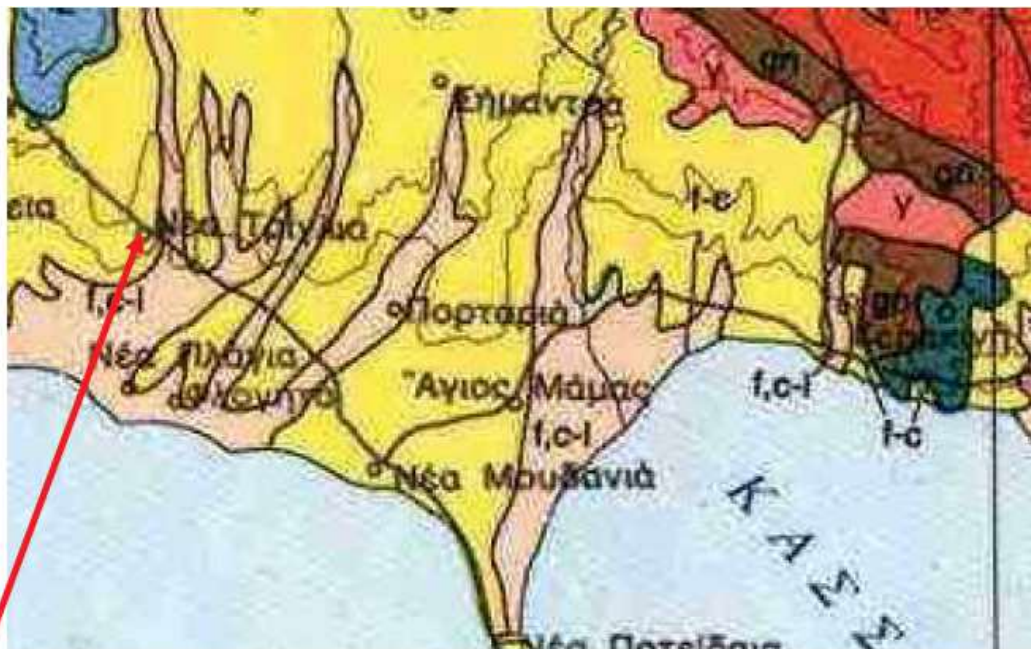
Πρόκειται για κτίριο εκ οπλισμένου σκυροδέματος με έναν ισόγειο όροφο. Αποτελείται από δύο επιμήκεις - παράλληλες μεταξύ τους - πτέρυγες στις οποίες προβλέπονται η διαμονή και το προαύλιο άσκησης των σκύλων. Το κτίριο διοίκησης στο οποίο περιλαμβάνονται γραφεία, το ιατρείο και λοιποί βοηθητικοί χώροι προβλέπεται στο άκρο των δύο προαναφερόμενων πτερύγων.



## 2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σύμφωνα με το χάρτη του ΙΓΜΕ του Σχήματος 2.1 το υπέδαφος στη θέση του έργου συνίσταται από Νεογενείς αποθέσεις (f-c) μικτών φάσεων. Πρόκειται για θαλάσσιες, λιμνοθαλάσσιες - λιμναίες αποθέσεις ικανού πάχους (>100m), οι οποίες συνίστανται κυρίως από αργίλους, άμμους, μάργες, ψαμμίτες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους κτλ.



Θέση έργου

Σχήμα 2.1 Γεωτεχνικός χάρτης ΙΓΜΕ ευρύτερης περιοχής έργου.

#### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

**Νεογενείς αποθέσεις (f-c) και Μολασσικά ιζήματα Θράκης (οι-θ), μικτών φάσεων:** άργιλοι, άμμοι, μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, σε ενστροφές μικρού πάχους. Πρόκειται για θαλάσσιες, λιμνοθαλάσσιες - λιμναίες αποθέσεις, πάχους μέχρι πολλών εκατοντάδων μέτρων.

Η υδροπερατότητα των σχηματισμών αυτών ποικίλει ανάλογα με τη σύσταση και την αλληλουχία των επί μέρους οριζόντων και συχνά οδηγεί στη δημιουργία ελεύθερων ή και υπό πίεση υδροφόρων οριζόντων τοπικής σημασίας. Οι λεπτομερείς ορίζοντες δίνουν παχύ μανδύα με συχνή εκδήλωση επιφανειών θραύσεων και ολισθήσεων. Γενικά οι σχηματισμοί αυτοί δεν παρουσιάζουν μεγάλης έκτασης και σοβαρότητας κατολισθητικά φαινόμενα.

Η ετερογένεια των σχηματισμών (σε μακροκλίμακα), και κυρίως οι πλευρικές εξελίξεις και αποσφηνώσεις των οριζόντων, συντελούν στην ανομοιομορφία και ανισότροπη συμπεριφορά αυτών στο σύνολό τους και την ταχεία μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών στους επί μέρους ορίζοντες τόσο στην πλευρική όσο και την κατακόρυφη ανάπτυξη. Έτσι η συνοχή ποικίλλει σε ευρύτατα όρια σε συνάρτηση με ορισμένους πρωτογενείς (αρχική λιθολογική σύσταση, διαγένεση, φύση συνδετικού υλικού, κοκκομετρία), αλλά και δευτερογενείς (εξαλλοίωση, αποσάθρωση) παράγοντες.

Οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή χαρακτηρίζονται γενικά, (σε υγιή κατάσταση), από υψηλές τιμές συνοχής και διατμητικής αντοχής.

**Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά** (εύρος τιμών από μικρό αριθμό εργαστηριακών δοκιμών):

α) άργιλοι, μάργες, αμμοίλινες

$\gamma_s$  : 1,8 - 2,2 gr/cm<sup>3</sup>

LL : 27 - 67%

PL : 19 - 33%

$c_i$  : 0,05 (άμμοι) - 2,3 Kg/cm<sup>2</sup>

$\phi_i$  : 15° - 40°

$c_s$  : 0,03 - 1,0 Kg/cm<sup>2</sup>

$\phi_s$  : 20° - 50°

$q_u$  : 1,0 - 25,0 Kg/cm<sup>2</sup>

$c_u$  : 0,15 - 0,26

$\sigma_v$  : 0,7 - 1,1

β) μαργ. ασβεστόλιθοι, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή

$\gamma_s$  : 2,0 - 2,8 gr/cm<sup>3</sup>

$c_i$  : 2 - 75 Kg/cm<sup>2</sup>

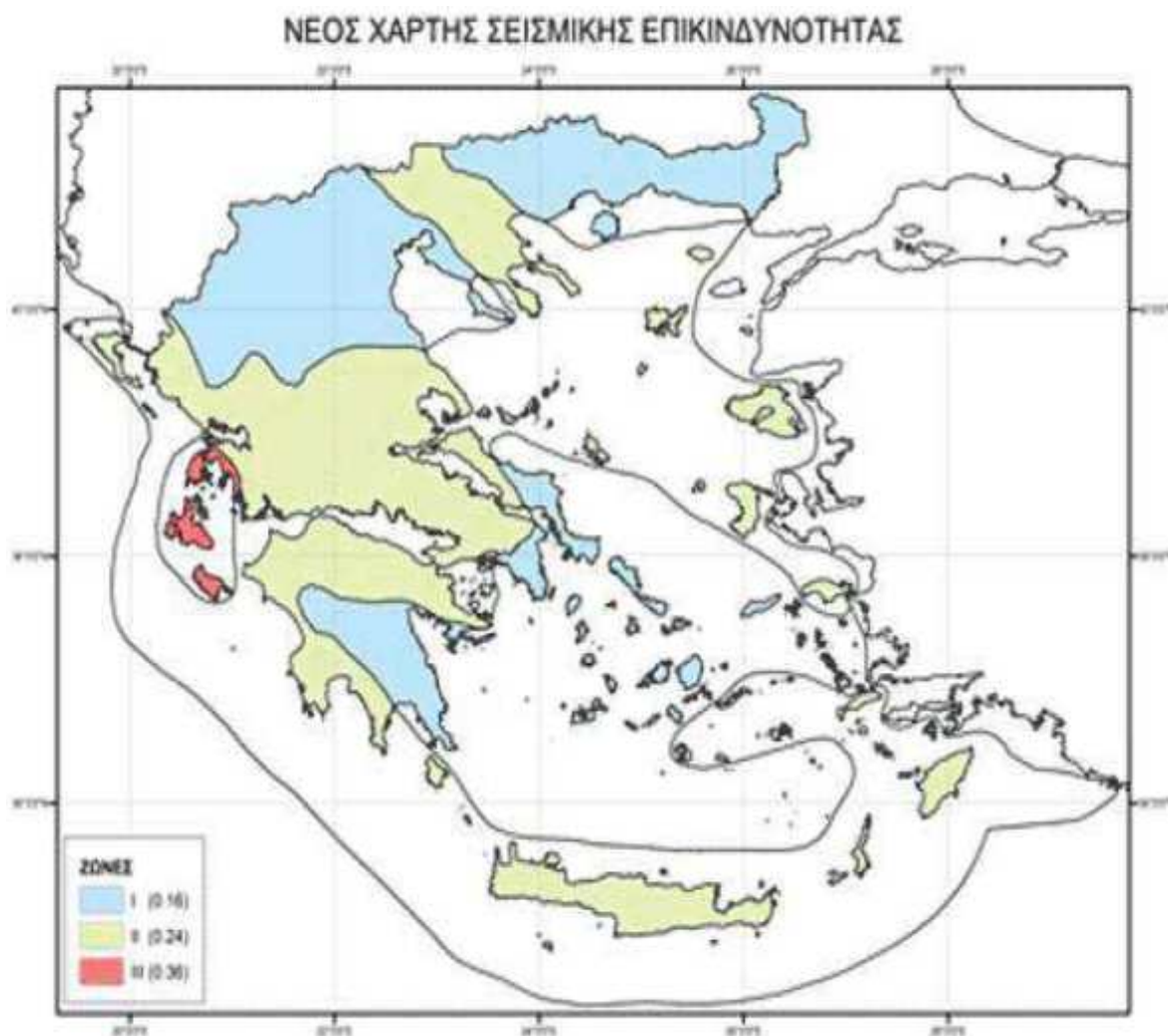
$q_u$  : 2 - 630 Kg/cm<sup>2</sup>

f-c	οι-θ
-----	------

## 2.2 ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο νέος Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας ενσωματώνεται στον ΕΑΚ 2000, που τροποποιήθηκε με την απόφαση Δ 17α/115/9/ΦΝ 275/7.8.2003 του Υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 1154Β/12.8.2003. Ο σχετικός χάρτης, με τις τρεις κατηγορίες ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (I, II και III) παρατίθεται στο Σχήμα 2.2.

Με βάση τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000), η περιοχή όπου πρόκειται να κατασκευαστεί το έργο, εντάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I με σεισμική επιτάχυνση εδάφους  $a=0,16g$  (όπου  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας) με πιθανότητα υπερβάσεως 10% στα 50 έτη, το δε υπέδαφος κατατάσσεται στην κατηγορία Β των προσυμπιεσμένων αργίλων μεγάλου πάχους ή των κοκκωδών μέσης πυκνότητας στρωμάτων, έτσι όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας κατά ΕΑΚ2000 και στην Κατηγορία Β (very stiff clay, very dense sand) κατά τον EN 1998.



**Σχήμα 2.2** Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδος.

### 3. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

#### 3.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

Για τη συστηματική αναγνώριση των εδαφικών σχηματισμών στη θέση κατασκευής του έργου εκτελέστηκαν τρία (3) ερευνητικά - δειγματοληπτικά σκάμματα (Σ1÷Σ3), τρεις (3) επιτόπιες δοκιμές μέτρησης της διατμητικής αντοχής του υπεδάφους με τη χρήση συσκευής φορητού πενетроμέτρου και πτερυγίου (στον πυθμένα των τριών σκαμμάτων) και μία (1) ερευνητική - δειγματοληπτική γεώτρηση (Γ1) βάθους 15,00m. Οι ακριβείς θέσεις των ερευνών απεικονίζονται στο Σχήμα 3 ενώ περισσότερα στοιχεία παρέχονται στον ακόλουθο Πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Στοιχεία εκτελεσθεισών γεωερευνητικών εργασιών

α/α	Ονομασία εργασίας	Περιγραφή εργασίας	Θέση εκτέλεσης		Ημερομηνία εκτέλεσης	Βάθος έρευνας*	Βάθος υπόγειου υδάτινου ορίζοντα
			X	Y			
1	Σ1	Ερευνητικό-δειγματοληπτικό σκάμμα	432.997	4.462.263	09-09-2020	0,50m	>0,50m
2	Σ2	Ερευνητικό-δειγματοληπτικό σκάμμα	432.996	4.462.251	09-09-2020	0,45m	>0,45m
3	Σ3	Ερευνητικό-δειγματοληπτικό σκάμμα	432.994	4.462.240	09-09-2020	0,80m	>0,80m
4	Π1	Επιτόπια δοκιμή πενетроμέτρου και πτερυγίου	432.997	4.462.263	09-09-2020	0,50m	>0,50m
5	Π2	Επιτόπια δοκιμή πενетроμέτρου και πτερυγίου	432.996	4.462.251	09-09-2020	0,45m	>0,45m
6	Π3	Επιτόπια δοκιμή πενетроμέτρου και πτερυγίου	432.994	4.462.240	09-09-2020	0,80m	>0,80m
7	Γ-1	Ερευνητική - Δειγματοληπτική γεώτρηση	432.983	4.462.252	16-12-2024	15,00m	>15,00m

\* Από την υφιστάμενη επιφάνεια εδάφους.

Οι εργασίες πεδίου συμπεριελάμβαναν, εκτός από τη γεωλογική αναγνώριση των εδαφικών σχηματισμών, την επιλογή εδαφικών δειγμάτων σε αντιπροσωπευτικά βάθη για τη μετέπειτα εκτέλεση ενδεδειγμένων εργαστηριακών δοκιμών. Όλες οι ερευνητικές εργασίες πεδίου διεξήχθησαν από εξειδικευμένο συνεργείο και υπό τη συνεχή επίβλεψη του συντάξαντα της παρούσας μελέτης κατά τρόπο σύμφωνο με τις σχετικές Δημόσιες Τεχνικές Προδιαγραφές (ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε101-83, Ε106-86). Η περιγραφή του εδάφους, η φωτογραφική αποτύπωση των ερευνητικών εργασιών υπαίθρου και τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, παρατίθενται στα μητρώα των σκαμμάτων και στο αντίστοιχο της γεώτρησης (βλ. Παράρτημα Α).

Κατά τη διάτρηση της ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης εκτελέστηκαν δοκιμές πρότυπης διείσδυσης ανά τακτά διαστήματα δοκιμών πρότυπης διείσδυσης ( $N_{SPT}$ ), σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 2.

**Πίνακας 2.** Στοιχεία εκτελεσθεισών δοκιμών πρότυπης διείσδυσης ( $N_{SPT}$ )

α/α	Ονομασία ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης	Βάθος εκτέλεσης δοκιμής (m)	Πλήθος κτύπων
1	Γ1	2,00 – 2,45	6 – 7 - 8
2		4,00 – 4,45	6 – 6 - 8
3		6,00 – 6,45	6 – 6 - 8
4		8,00 – 8,45	8 – 11 - 12
5		10,00 – 10,45	10 – 14 - 14
6		12,00 – 12,45	6 – 7 - 9
7		14,00 – 14,45	4 – 6 - 7





### 3.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Σε επιλεγμένα δείγματα των εργασιών πεδίου έλαβε χώρα πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής με στόχο το χαρακτηρισμό τους καθώς και τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των εδαφικών σχηματισμών.

Οι εργαστηριακές δοκιμές εκτελέστηκαν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105-86 και Ε106-86 (ΦΕΚ 955/31.12.86, Τεύχος Β).

Η επιλογή των εδαφικών δειγμάτων έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να προσδιοριστούν κατά το δυνατό ακριβέστερα οι φυσικές παράμετροι του εδάφους στην περιοχή κάτωθεν της στάθμης θεμελίωσης του έργου, η οποία αφενός συνεισφέρει στη φέρουσα ικανότητα αφετέρου δέχεται τις παραμορφώσεις (καθιζήσεις) υπό την επίδραση του φορτίου θεμελίωσης.

Οι παράμετροι αυτοί θα χρησιμοποιηθούν, βάσει προσεγγιστικών σχέσεων, για τον προσδιορισμό των μηχανικών παραμέτρων σχεδιασμού και τη χρήση τους στους αναγκαίους εδαφοτεχνικούς ελέγχους.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής παρέχονται στο Παράρτημα Β του παρόντος τεύχους.

## 4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 4.1 ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της γεωτεχνικής έρευνας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους ακόλουθους κανονισμούς και οδηγίες:

- ΕΛΟΤ EN 1997-1:2004: Γεωτεχνικός Σχεδιασμός: Μέρος 1 – Γενικοί Κανόνες & Εθνικό Προσάρτημα (ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1497-1).
- ΕΛΟΤ EN 1997-2:2005: Γεωτεχνικός Σχεδιασμός : Μέρος 2 – Σχεδιασμός με βάση επιτόπου και εργαστηριακές δοκιμές.
- EN ISO 22475-1:2006: Geotechnical Investigation and Testing: Sampling Methods and Groundwater Measurements.
- EN ISO 22476-3:2005: Geotechnical Investigation and Testing : Field Testing - Standard Penetration Test.
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός Ε.Α.Κ. 2000, όπως αυτός αναθεωρήθηκε με την Κ.Υ.Α Δ17α/115/9/ΦΝ275, Φ.Ε.Κ./Β/1154/12.08.2003.
- Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (Ο.Μ.Ο.Ε.), Υ.Α. ΔΜΕΟ/δ/ο/212/27.2.04.
- Διεθνείς προδιαγραφές και πρότυπα για θέματα που δεν καλύπτονται από τις ισχύουσες Ελληνικές (DIN, AASHTO, USCS, ISRM, κλπ).

Από την αξιολόγηση τόσο των ευρημάτων των ερευνητικών - δειγματοληπτικών σκαμμάτων όσο και των αποτελεσμάτων των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής, προκύπτει ότι το υπέδαφος στη θέση του υπό μελέτη έργου συνίσταται από τις ακόλουθες στρώσεις:

**Στρώση C:** Επιφανειακά και έως μέσο βάθος 0,625m ( $\pm 0,225$ m) συναντήθηκε ιλυώδης άργιλος, σκούρου καφέ χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, συνεκτική. Παρουσία ριζιδίων και φυτικών υπολειμμάτων στα ανώτερα βάθη, (κατάταξη κατά AUSCS: CL).

**Στρώση M:** Βαθύτερα βρέθηκε μάργα έως ψαμμιτική μάργα, ανοιχτού έως υπόλευκου χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, στιφρή - πολύ στιφρή (κατάταξη κατά AUSCS: CL).

Κατά την περίοδο εκτέλεσης της έρευνας (Σεπτέμβριος 2020, Δεκέμβριος 2024) δεν εντοπίστηκαν υπόγεια ύδατα έως βάθος 15,00m από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

### 4.2 ΤΙΜΕΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Οι τιμές των εδαφικών παραμέτρων των ως άνω επιμέρους στρώσεων προκύπτουν τελικώς από τη σύνθεση των δεδομένων της επί τόπου έρευνας, τις τιμές των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν καθώς και από συνήθεις εμπειρικές-ημιεμπειρικές συσχετίσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας. Ειδικότερα, 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. Ομοίως, οι τιμές των παραμέτρων αντοχής και συμπιεστότητας εκτιμώνται ως οι ελάχιστες χαρακτηριστικές τιμές με διάστημα εμπιστοσύνης 95% (εάν και εφόσον υπάρχει διαθέσιμο δείγμα), λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη τα αποτελέσματα των επιτόπου δοκιμών πρότυπης διείδυσης.

Τα αποτελέσματα και η στατιστική επεξεργασία των επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον ακόλουθο Πίνακα 3.

**Πίνακας 3.** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών

Στρώση C

Σκάμμα	Χαλίκι (No4)	Άμμος (No200)	Λεπτόκ.	Άργιλος	Όριο Υδαρ. W <sub>L</sub>	Όριο Πλαστ. W <sub>p</sub>	Δείκτ. Πλαστ. PI	Φυσ. Υγραστ. W (%)	Υγρό Φ.Β. γ (kN/m <sup>3</sup> )	Ξηρό Φ.Β. γ (kN/m <sup>3</sup> )	Δείκ. Κενών e	Συνοχή C <sub>u</sub> (kPa)	Συμπεστ. E <sub>s</sub> (Mpa)
Σ1	1,3	33,0	35,9	29,8	26,1	18,8	7,3						
	0,1	37,2	62,7		27,0	19,2	7,8						
	2,2	40,0	57,8		26,2	18,9	7,3						
Σ2	2,6	28,5	36,9	32,0	27,2	19,0	8,2						
	3,3	26,5	70,2		28,9	20,1	8,8						
	2,2	30,0	67,8		29,1	19,7	9,4						
Σ3	2,2	35,3	34,5	28,0	27,2	19,0	8,2						
	1,9	29,3	68,8		26,7	18,7	8,0						
	2,2	30,0	67,8		27,1	19,2	7,9						
Μέσος Όρος:	2,0	32,2	55,8	29,9	27,3	19,2	8,1						
Ελάχιστη χαρ. τιμή*:	1,4	29,3	45,7	27,7	26,6	18,9	7,7						
Μέγιστη χαρ. τιμή*:	2,6	35,1	66,0	32,2	28,0	19,5	8,5						

\*Κατανομή με διάστημα εμπιστοσύνης 95%

Συμπληρωματικά των ανωτέρω αποτελεσμάτων χρησιμοποιούνται - ανά περίπτωση - και οι επόμενες βιβλιογραφικές αναφορές / συσχετίσεις:

- για τον υπολογισμό της σχετικής πυκνότητας  $D_r$  εδαφών (αμμώδεις και αμμοίλυδεις στρώσεις) προτείνεται η χρήση του παρακάτω πίνακα,

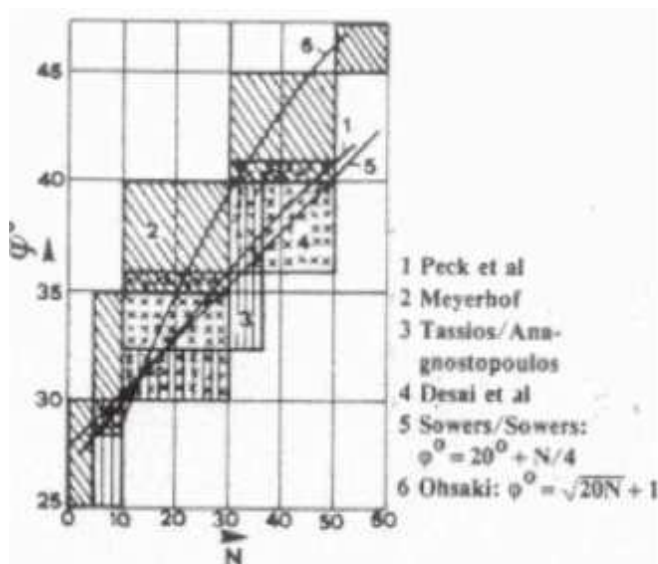
**Πίνακας 4.** Συσχέτιση  $N_{spt}$  -  $D_r$  (Terzaghi & Peck, 1948)

$N_{SPT}$	Κατάσταση υλικού	$D_r$
0-4	Πολύ χαλαρή	0,0 – 0,15
4-10	Χαλαρή	0,15 -0,35
10-30	Μέση	0,35-0,65
30-50	Πυκνή	0,65-0,85
>50	Πολύ πυκνή	0,85-100

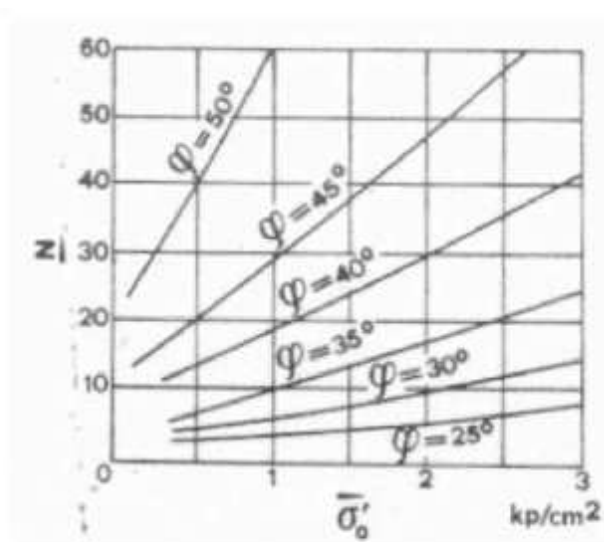
- η γωνία εσωτερικής τριβής  $\phi'$  εδαφών (αμμώδεις και αμμοίλυδεις στρώσεις) μπορεί να εκτιμηθεί από τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα και νομογραφημάτων,

**Πίνακας 5.** Συσχέτιση  $N_{spt}$  -  $\phi'$  (Terzaghi & Peck, 1948)

$N_{SPT}$	Κατάσταση υλικού	$\phi'$
0-4	Πολύ χαλαρή	27 – 32
4-10	Χαλαρή	30 – 35
10-30	Μέση	35 – 40
30-50	Πυκνή	38 - 43
>50	Πολύ πυκνή	>40



(α)



(β)

**Σχήμα 4. (α)** Νομογράφημα συσχέτισης  $N_{spt} - \phi'$ , **(β)** Νομογράφημα συσχέτισης  $N_{spt} - \phi'$  (De Mello, 1971, Schmertmann, 1975).

→ για τον υπολογισμό του μέτρου ελαστικότητας εδαφών (αμμώδεις και αμμοίλυδες στρώσεις) προτείνεται η χρήση των παρακάτω πινάκων,

**Πίνακας 6. Συσχέτιση  $N_{spt} - E_s$**

ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ	ΠΡΟΤΑΣΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	$E_s = C_1 + C_2 N$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	
	$E_s = 38 + 10,5N \pm 92,2$ "	SP
	$E_s = 43 + 11,8N \pm 42,3$ "	SP-GP
Menzelbach, 1958	$E_s = 14 + 5,3N \pm 21,1$ "	SM
	$E_s = 52 + 3,3N \pm 19,3$ "	SW ξηρή
	$E_s = 71 + 4,9N \pm 36,9$ "	SW βυθισμένη
	$E_s = 39 + 4,5N \pm 26,4$ "	SW
Mori, 1965	$E_s = 6N^{1,3}$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος
Molzer, 1967	$\gamma = 246,2 \log N - 263,4 \sigma'_0 + 375,6 \pm 56,7$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος, ξηρή, $w = 0,522$
Webb, 1969	$E_s = 5(N + 15)$ [kp/cm <sup>2</sup> ] $E_s = 3,3(N + 15)$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος Άμμος, αργιλώδης
Desai, 1970	$E_s = 5N^{1,6}$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος, αργιλώδης
D'Appolonia, 1970	$E_s = 216 + 10,6N$ [kp/cm <sup>2</sup> ] $E_s = 540 + 13,5N$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος Άμμος, προπορητισμένη
Ferry, 1971	$E_s = 50N$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος
Trofimenkov, 1974	$E_s = (350 + 500) \log N$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος
Tassios/Anagnostopoulos, 1974	$E_s = 40 + 4,5N$ [kp/cm <sup>2</sup> ]	Άμμος, $N > 15$
Begetmann, 1974	$E_s = 40 + C(N \pm 6)$ [kp/cm <sup>2</sup> ] + : $N > 15$ - : $N < 15$	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> M + S : C = 3  fS : C = 3,5  mS : C = 4,5  gS : C = 7  S + G : C = 10  G + S : C = 12 </div> <div style="font-size: small; writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"> Άμμος αργιλώδης </div> </div>



**Πίνακας 7.** Συσχέτιση  $N_{spt} - E_s$  κατά Kezdi

Εδαφος	$E_s$ (MPa)
Πολύ μαλακή άργιλος	0,35 – 3
Μαλακή άργιλος	2 – 5
Μέσης συνεκτικότητας άργιλος	4 – 8
Σκληρή άργιλος	7 – 18
Αιμώδης σκληρή άργιλος	30 – 40
Ιλυώδης άμμος	7 – 20
Χαλαρή άμμος	10 – 25
Πυκνή άμμος	50 – 80
Πυκνό αμμοχάλικο	100 – 200

**Πίνακας 8.** Συσχέτιση  $N_{spt} - E_s$  Kezdi (A.KEZDI, Soil Physics, Elsevier 2013)

Εδαφος	$E_s$ (MPa)
Μαλακή άργιλος	0,3 – 5
Μέσης συνεκτικότητας άργιλος	4,5 – 9
Σκληρή άργιλος	7 – 20
Πύς	2 – 20
Χαλαρή άμμος	10 – 25
Λεπτή ιλυώδης άμμος	5 – 18
Πυώδης άμμος	5 – 20
Πυκνή άμμος	50 – 100
Αμμοχάλικο	80 – 300
Σχιστόλιθος	140 – 1400

→ για τον υπολογισμό των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των εδαφών προτείνεται η χρήση του παρακάτω πίνακα και των αντίστοιχων σχημάτων,

**Πίνακας 9.** Φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά 2223 του εδάφους (Δ.Θ Βαλαλάς «Εισαγωγή στην εδαφομηχανική», Θεσσαλονίκη 1977).

USCS	Γεωτεχνικός Όρος	Μάζη κοκκομετρία				Όριο Αιμάτωνα			Ολικό όριο βάρης υδρόστατο (σχετική υγρασία - πορώδες)				Άμεση αντοχή				Μέση συμπίεση	Συντελεστής διάτμησης	Συντελεστής αντίθραξης	
		0-0002 0.002-0.06 0.06-2.0 2.0-60.0				$w_L$ $w_P$ $I_P$			$\gamma$ $\beta$ $\alpha$ $\gamma'$				$c$ $\phi$ $\psi$ $\delta$						$\sigma_{1/2}$	$\sigma_{2/2}$
		%	%	%	%	%	%	%	g/cm <sup>3</sup>	%	%	(%)	g/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm/s	%	g/cm <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
GW	Καθαρό χάλιος καλής διαπερατότητας	0	2	26	32	—	—	—	2,00 1,9,25	5	30	40	0				$10^{-1} \dots 10^{-2}$	8	2,10 1,9,15	
GP	Καθαρό χάλιος κακής διαπερατότητας	Παρόμοιο προς GW				—	—	—	1,90 1,9,10	5	32	35	0					$10^{-1} \dots 10^{-2}$	9	2,05 1,9,10
GM	Πυκτός χάλιος (λίγα λεπτά συστατικά)	2	8	30	60	17	11	4	2,10 1,9,25	8	28	35	0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	9	2,10 1,9,15
GC	Αργιλόδης χάλιος (λίγα λεπτά συστατικά)	3	9	31	65	25	15	10	2,05 1,9,20	11	32	34	0 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	14	1,90 1,7,11
GM-ML	Πυκτός χάλιος (πολλά λεπτά συστατικά)	4	20	35	61	14	11	7	2,15 1,9,25	14	30	35	0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	8	2,15 1,9,10
GM-SC	Πυκτοαργιλόδης χάλιος	6	22	30	42	19	15	6	2,15 1,9,20	11	28	33	0,5 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	9	2,10 1,9,15
GC-CL	Αργιλόδης χάλιος (πολλά λεπτά συστατικά)	8	25	38	61	26	15	11	2,10 1,9,20	14	32	27	0,5 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	11	1,95 1,9,15
GC-CI	Αργιλόδης χάλιος (λεπτά συστατικά)	10	25	29	55	37	25	14	1,95 1,9,20	20	40	28	0,4					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	11	1,95 1,9,15

SW	Καθαρό άμμος καλής διαπερατότητας	0	2	76	22	-	-	-	1,95 1,9,25	15	30	38	0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	9	2,05 1,9,15
SP	Καθαρό άμμος κακής διαπερατότητας	Παρόμοιο του SW				-	-	-	1,85 1,9,15	13	38	30	0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	11	1,95 1,9,10
SM	Πυκτός άμμος (λίγα λεπτά συστατικά)	2	5	75	14	26	22	4	2,00 1,9,25	17	37	34	0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	11	1,95 1,9,15
SC	Αργιλόδης άμμος (λίγα λεπτά συστατικά)	5	7	76	12	25	15	10	1,95 1,9,20	20	40	32	0 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	11	1,95 1,9,15
SM-ML	Πυκτός άμμος (πολλά λεπτά συστατικά)	4	28	60	8	33	12	7	2,00 1,9,20	20	38	34	0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	9	2,05 1,9,15
SM-SC	Πυκτοαργιλόδης άμμος	9	32	45	14	19	15	6	2,10 1,9,20	15	32	31	0,5 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	10	2,00 1,9,15
SC-CL	Αργιλόδης άμμος (πολλά λεπτά συστατικά)	9	30	42	18	25	15	10	2,05 1,9,20	19	36	28	0,5 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	13	1,95 1,9,15
SC-CI	Αργιλόδης άμμος (λεπτά συστατικά)	12	31	34	1	37	23	14	1,85 1,9,20	35	49	27	1,0 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	15	1,95 1,9,15
ML	Ίαλος	6	64	28	1	50	26	4	1,90 1,9,25	32	47	35	0 (*)					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	11	1,95 1,9,15
CL-ML	Αργιλόδης Ίαλος	12	58	26	4	20	14	8	2,10 1,9,25	19	35	30	1,5					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	11	1,95 1,9,15
CL	Πυκτός άργιλος	20	61	16	3	31	17	16	2,00 1,9,25	25	41	27	2,0 **					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	14	1,85 1,9,15
CH	Άργιλος	22	59	18	1	64	25	10	1,75 1,9,25	47	56	22	2,5 **					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	15	1,85 1,9,15
OL	Αργιλόδης Ίαλος (δυσμενής)	8	70	23	1	43	29	13	1,70 1,9,25	48	57	25	1,0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	15	1,85 1,9,15
OH	Άργιλος (δυσμενής)	12	70	17	1	71	40	10	1,55 1,9,25	68	66	22	1,0					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	15	1,85 1,9,15
MH	Επιτοκή Μαύη, πλαστική	10	65	25	0	68	38	10	1,55 1,9,25	71	67	24	0,5					$10^{-2} \dots 10^{-3}$	15	1,85 1,9,15

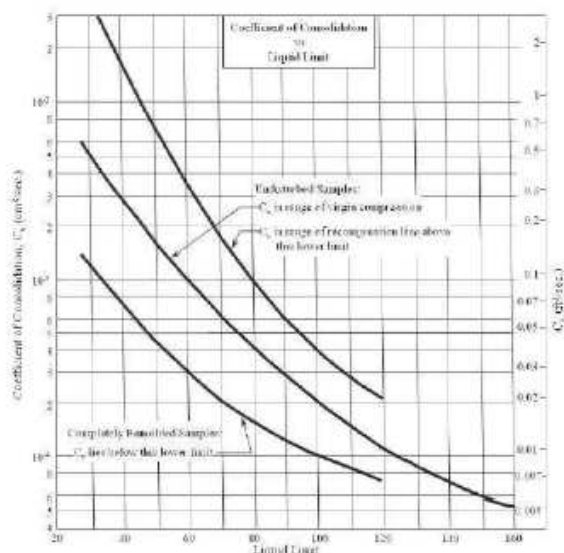
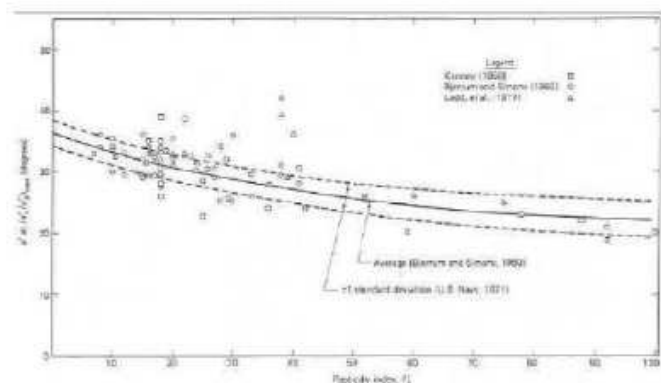


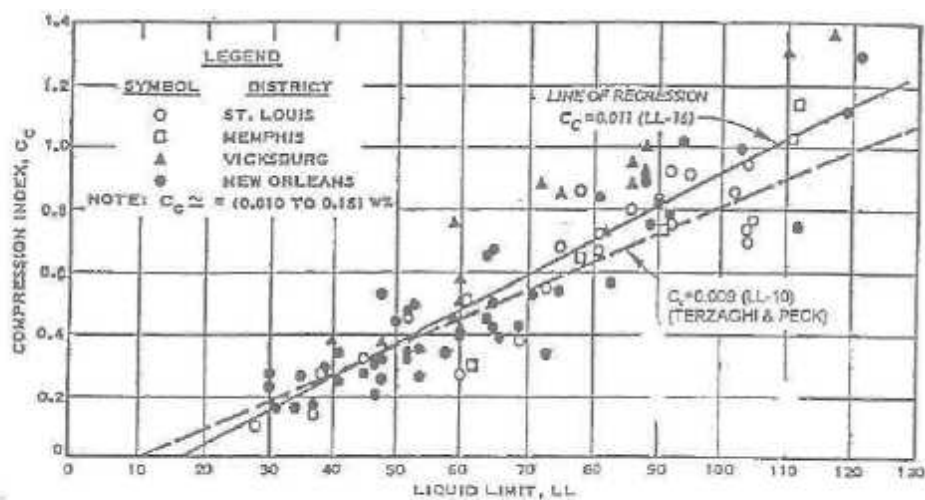
Figure 3.5-3. Correlation between coefficient of consolidation and liquid limit (Ref. 3-4).

(α)



(β)

**Σχήμα 5.** (α) Νομογράφημα συσχέτισης ορίου υδαρότητας και συντελεστή στερεοποίησης (NAVFAC, ENGINEERING SERVICE CENTER, California 930043-4370 “SP-2209-OCN: Handbook for marine geotechnical Engineering”, D.Thompson, D.J. Beasley, February 2012), (β) Νομογράφημα συσχέτισης γωνίας εσωτερικής τριβής  $\phi'$  και δείκτη πλαστικότητας PI (U.S Navy 1971 και Ladd et al., 1977).



a. Compression index versus liquid limit for normally consolidated soils

**Σχήμα 6.** Νομογράφημα συσχέτισης συντελεστή συμπίεστικότητας και ορίου υδαρότητας (EM 1110-2-1913, “Engineering and design - Design and construction of levees”, Fig.3-3, pg.3-5 Department of the U.S Army Corps of Eng., 30-04-2000).

#### 4.3 ΤΥΠΙΚΟ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ

Με βάση τα προαναφερθέντα, στο Σχήμα 5 δίνεται το γεωτεχνικό προσομοίωμα σχεδιασμού, τα στοιχεία του οποίου χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για τη διεξαγωγή των απαιτούμενων εδαφοτεχνικών ελέγχων της θεμελίωσης του υπό μελέτη κτιρίου.

## Σχήμα 7. Γεωτεχνικό προσομοίωμα σχεδιασμού

Βάθος (m)  
0,00

Φυσικό έδαφος

- C:** Ιλυώδης άργιλος, σκούρου καφέ χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, συνεκτική. Παρουσία ριζιδίων και φυτικών υπολειμμάτων στα ανώτερα βάθη. [CL]

$$\begin{array}{llll} W_L \cong 27,3 & (\gamma \cong 18,5) & (\varphi' \geq 23) & (E_s \geq 5,0) \\ W_P \cong 19,1 & & (c' \geq 10) & \\ PI \cong 8,10 & & & \end{array}$$

>0,625 ( $\pm 0,225$ )

- M:** Μάργα, ανοιχτού καφέ έως υπόλευκου χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, στιφρή - πολύ στιφρή. [CL]

$$\begin{array}{llll} I_{L_{SPT}} \geq 13 & (\gamma \cong 20,0) & (\varphi' \geq 23) & (E_s \geq 12,0) \\ (\cong 18) & & (c' \geq 10) & \\ & & C_u \geq 150 & \end{array}$$

>15,00

### Υπόμνημα συμβόλων

- $W_L$  : Όριο υδαρότητας  
 $W_P$  : Όριο πλαστικότητας  
 $\gamma$  : Υγρό φαινόμενο βάρος (kN/m<sup>3</sup>)  
 $PI$  : Δείκτης πλαστικότητας  
 $\varphi'$  : Ενεργός γωνία εσωτερικής τριβής (Deg)  
 $c'$  : Ενεργός συνοχή (kPa)  
 $C_u$  : Αστράγγιστη συνοχή σύμφωνα με τις τρεις (3) επιτόπιες δοκιμές (120÷135kPa)  
 $E_s$  : Μέτρο συμπίεστότητας (MPa)  
 $N_{SPT}$  : Πλήθος κτύπων Πρότυπης Δοκιμής Διείσδυσης

(Οι τιμές εντός παρενθέσεων προκύπτουν κατ' εκτίμηση από έγκυρες συσχετίσεις της διεθνούς βιβλιογραφίας).



## 5. ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ - ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

### 5.1 ΕΙΔΟΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ - ΜΈΤΡΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΈΔΡΑΣΗΣ

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, το υπέδαφος φαίνεται να παρέχει ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα και μέτρια συμπίεστότητα, ούτως ώστε να είναι δυνατή η επιλογή λύσης επιφανειακής θεμελίωσης του νέου κτιρίου με σχάρα πεδιλοδοκών συνήθους πλάτους χωρίς την ανάγκη λήψης ειδικών μέτρων βελτίωσης των συνθηκών υπεδάφους. Η στάθμη της εκσκαφής θεμελίωσης αναμένεται να είναι σε μέσο βάθος  $1,20 \div 1,50\text{m}$  από την υφιστάμενη επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

Ο πυθμένας εκσκαφής στα προαναφερόμενα βάθη σύμφωνα με τα ευρήματα της γεωτεχνικής έρευνας προβλέπεται να βρίσκεται επί της στρώσης M (Μάργα, ανοιχτού καφέ χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, στιφρή - πολύ στιφρή, CL).

Συνεκτιμώντας τα χαρακτηριστικά της ανωτέρω στρώσης προκύπτει ότι δεν απαιτείται η λήψη ιδιαίτερων μέτρων βελτίωσης των συνθηκών έδρασης πέραν από την πλήρη απομάκρυνση χαλαρών ακατάλληλων γεωυλικών που τυχόν εντοπισθούν στον πυθμένα της εκσκαφής. Συνεπώς, σε κάθε θέση το τελικό βάθος της γενικής εκσκαφής θα καθορισθεί επιτόπου και με κριτήριο την πλήρη αφαίρεση τυχόν ακατάλληλων γεωυλικών και υπό την έγκριση της Επιβλέπουσας Υπηρεσίας.

Εν συνεχεία, προτείνεται η κατασκευή στρώσης εξυγίανσης κάτω από τη θεμελίωση μέσου πάχους  $0,30\text{cm}$  (ήτοι από τον πυθμένα της εκσκαφής θεμελίωσης έως τη στάθμη έδρασης της θεμελίωσης). Με την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, δημιουργείται κατάλληλο δάπεδο εργασίας, αντιμετωπίζεται το θέμα των ομβρίων και υπογείων υδάτων (σε περίπτωση ανύψωσής τους), διαμορφώνεται η επιφάνεια έδρασης των θεμελίων στο απαιτούμενο βάθος θεμελίωσης και ομογενοποιούνται οι συνθήκες έδρασης ώστε να καταστεί αποτελεσματικότερη η επανασυμπύκνωση του υπεδάφους έδρασης των θεμελίων. Η εξυγιαντική στρώση θα πρέπει να είναι αμμοχαλικώδους σύστασης (π.χ. αμμοχάλικο κατηγορίας A-1-a ή A-1-b κατά AASHO και επαρκώς συμπτυκνωμένη (βαθμός συμπτώκνωσης κατά AASHO T108-D  $\geq 95\%$ )).

Στον πυθμένα του σκάμματος, είναι επίσης σκόπιμο να τοποθετηθεί διαχωριστικό γεωύφασμα, βάρους της τάξης των  $280\text{gr/m}^2$  (ειδικότερα μάλιστα αν η εξυγιαντική στρώση συνίσταται από χονδρόκοκκο υλικό) προκειμένου να εμποδιστεί η διείσδυση και η ανάμειξη των λεπτόκοκκων γεωυλικών της σκάφης με τα επίλεκτα κοκκώδη γεωυλικά της εξυγιαντικής στρώσης. Μετά την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, προτείνεται η έγχυση ισχνού σκυροδέματος καθαριότητας κάτω από τα θεμέλια.

Επίσης, στην εξωτερική περίμετρο του νέου κτιρίου θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα συνήθη μέτρα διαμόρφωσης - στεγανοποίησης (π.χ. πρόβλεψη περιμετρικού πεζοδρομίου κλπ), έτσι ώστε να αποτρέπεται η κατείσδυση των ομβρίων προς τα θεμέλια.

Τέλος, τονίζεται ότι για τις επανεπιχώσεις της θεμελίωσης δεν ενδείκνυται η χρήση των προϊόντων εκσκαφής λόγω της πλαστικότητάς τους και ως εκ τούτου προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για την υπόψη εργασία το αμμοχαλικώδες υλικό της στρώσης εξυγίανσης.

### 5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΈΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Ο έλεγχος έναντι υπέρβασης της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης συνίσταται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7 (EN1997-1:2004) στον κάτωθι έλεγχο:

$$V_d \leq R_{vd}$$

όπου:

$V_d$ : είναι η τιμή σχεδιασμού της δράσης επί του θεμελίου. Περιλαμβάνει το βάρος της θεμελίωσης, το βάρος τυχόν υλικού επανεπίχωσης και όλες τις πιέσεις γαιών, είτε ευμενείς είτε δυσμενείς και

$R_{vd}$ : είναι η τιμή σχεδιασμού της αντίστασης του εδάφους (Φέρουσα Ικανότητα).

Η τιμή σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R_{vd} = (1 / \gamma_{R,v}) \times R(F_k, X_k)$$

όπου:

$\gamma_{R,v}$ : είναι ο συντελεστής ασφαλείας φέρουσας ικανότητας (όπως δίνεται ακολούθως) και

$R(F_k, X_k)$ : είναι η φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης υπολογιζόμενης βάσει αναγνωρισμένης αναλυτικής μεθόδου.

Η φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R(F_k, X_k) / (B' \times L') = C_u \times S_c \times N_c \times i_c + \gamma_o \bullet D$$

όπου:

$$S_c \times N_c = (1 + 0,2(B'/L'))(\pi + 2),$$

$$i_c = 0,5 + 0,5(1 - H/(B' \times L' \times C_u))^{0,5}, H = \max\{H_b, H_L\},$$

$C_u, \gamma_o$ : είναι η αστράγγιστη διατμητική αντοχή και το ειδικό βάρος του εδάφους αντίστοιχα,

$B', L'$ : είναι το ενεργό πλάτος και μήκος του θεμελίου αντίστοιχα και

$D$ : είναι το βάθος θεμελίωσης.

Για τον υπολογισμό της επιτρεπόμενης φόρτισης και τον έλεγχο οριακής κατάστασης αστοχίας της επιφανειακής θεμελίωσης εφαρμόζεται ο Τρόπος Ανάλυσης 2 (Design Approach DA-2) σύμφωνα με την παράγραφο 2.4.7.3.4.3 και το Κεφ. 6 του EN 1997-1:2004, καθώς και το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα (ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1497-1).

Για το συγκεκριμένο τρόπο ανάλυσης εφαρμόζεται ο συνδυασμός μερικών συντελεστών “A1 + M1 + R2” για τις δράσεις, τις μηχανικές παραμέτρους του υπεδάφους και τις συνολικές αντιστάσεις αντίστοιχα, σύμφωνα με τους πίνακες A.3, A.4 και A.5 του Παραρτ. Α του EN 1997-1:2004.

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, για το σχεδιασμό της θεμελίωσης του έργου λαμβάνονται οι ακόλουθοι επιμέρους συντελεστές:

### **Στατική Φόρτιση:**

Φορτία Κτιρίου (Δράσεις) -  $\gamma_F$ :  $\gamma_G = 1,35$  (μόνιμες δράσεις),  $\gamma_Q = 1,50$  (παροδικές δράσεις)

$\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$  για την περίπτωση δράσεων ευνοϊκών για την οριακή ισορροπία του συστήματος.

Παράμετροι αντοχής εδάφους:  $\gamma_M = 1,0 \geq \gamma_{\phi} = \gamma_c = \gamma_{cu} = 1,0$

Αντίσταση Υπέδαφους / Θεμελίωσης -  $\gamma_R$ :  $\gamma_{R,v} = 1,40$  (φέρουσα ικανότητα θεμελίωσης)

$\gamma_{R,h} = 1,10$  (ολίσθηση θεμελίωσης)

Επομένως ο συνολικός συντελεστής ασφάλειας για τη θεμελίωση προκύπτει στην περίπτωση αυτή ( $FS = \gamma_F \times \gamma_M \times \gamma_R$ , ζυγισμένος μέσος όρος μόνιμων και παροδικών δράσεων  $\gamma_F = 1,40$ ):

Φέρουσα Ικανότητα:  $FS = 1,40 \times 1,00 \times 1,40 = 1,96$  (ισοδύναμος ενιαίος FS)

Ολίσθηση:  $FS = 1,40 \times 1,00 \times 1,10 = 1,54$  (ισοδύναμος ενιαίος FS)

### **Σεισμική Φόρτιση:**

Λαμβάνονται τιμές επιμέρους συντελεστών:  $\gamma_F = \gamma_M = \gamma_R = 1,0$  (για σεισμικές φορτίσεις αντιστοιχούσες σε ισχυρό σεισμό σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΕΑΚ).

Ακολούθως, παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης.

L/B=	10
$\gamma_0(\text{kN/m}^3)=$	20,00
D (m)=	1,20
$C_{uk}(\text{kPa})=$	150 (συντελεστής ασφαλείας = 1,00)

Ως εκ τούτου, προκύπτουν οι παρακάτω τιμές, συναρτήσει του ενεργού πλάτους θεμελίωσης B' και της πιθανής οριζόντιας φόρτισης:

H/(B'L') (kPa)=	0	25	50	75	100	125	149
$\sigma_d(\text{kPa}) =$	806	772	734	691	640	574	445

Βάσει των ανωτέρω αποτελεσμάτων η τιμή σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης για επιφανειακή θεμελίωση προκύπτει υψηλή και πιο συγκεκριμένα ίση με  $R_{vd} \geq 445\text{kPa}$ .

Σε κάθε περίπτωση, για τον έλεγχο των τάσεων, τα φορτία της θεμελίωσης πρέπει να εμπεριέχουν τους κατάλληλους μερικούς συντελεστές ασφαλείας. Επίσης, θα πρέπει στις τάσεις έδρασης να συνυπολογίζεται το ίδιο βάρος των θεμελίων και των γαιών επανεπίχωσης, ο δε έλεγχος με την τιμή της επιτρεπόμενης τάσης να διεξάγεται θεωρώντας το ενεργό πλάτος θεμελίωσης  $B <$  λαμβανομένων υπόψη των τυχόν εκκεντροτήτων των θεμελίων, καθώς και των οριζόντιων φορτίων στη θεμελίωση, έτσι όπως παρουσιάζεται στα ανωτέρω αποτελέσματα.

Οι διαστάσεις των θεμελίων και εξ αυτών το μέγεθος των αναπτυσσόμενων τάσεων έδρασης των θεμελίων θα πρέπει να καθορίζονται τόσο με βάση τον ως άνω έλεγχο της φέρουσας ικανότητας σχεδιασμού έναντι θραύσης του υπεδάφους θεμελίωσης, όσο και με τον έλεγχο των καθιζήσεων των θεμελίων (βλ. ενότητα 5.3), ούτως ώστε οι καθιζήσεις να βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων ( $S_{max}=2,50\text{cm}$ ).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση λαμβανομένων υπόψη των ως άνω κριτηρίων, η μέση επιτρεπόμενη τάση (με αυξητικούς επιμέρους συντελεστές επί των φορτίων) για επιφανειακή θεμελίωση με σχάρα πεδιλοδοκών, θα μπορούσε να ληφθεί τελικώς ίση με  $150\text{kPa}$ .

### 5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ - ΔΕΙΚΤΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ο υπολογισμός των αναμενόμενων καθιζήσεων γίνεται με τη χρήση του εξειδικευμένου λογισμικού SteinPro λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία της ανωδομής, τη γεωμορφολογία της περιοχής καθώς και τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας.

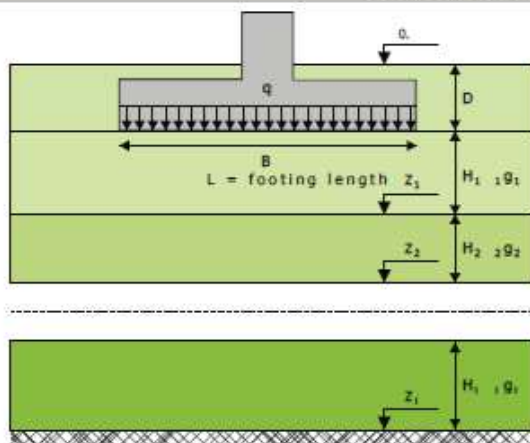
Στο ακόλουθο σχήμα δίνονται οι υπολογιζόμενες καθιζήσεις της θεμελίωσης του υπό μελέτη κτιρίου μετά την επιβολή του ολικού φορτίου για την περίπτωση θεμελίωσης με σχάρα πεδιλοδοκών.

Όπως προκύπτει, η μέγιστη καθίζηση υπό το ολικό φορτίο λειτουργίας αναμένεται να είναι της τάξεως των  $S_{o\lambda}=1,00\div2,00\text{cm}$  για συνήθη πλάτη πεδιλοδοκών. Οι τιμές αυτές κρίνονται αποδεκτές καθώς είναι μικρότερες των αντίστοιχων επιτρεπόμενων.

Επίσης, αναφέρεται ότι δεν αναμένεται να προκύψουν διαφορικές καθιζήσεις κυρίως λόγω της διαστρωμάτωσης του υπεδάφους θεμελίωσης καθώς και λόγω των ομοιόμορφων κατανεμημένων φορτίων της ανωδομής.

Η τιμή του δείκτη εδάφους για τη στατική επίλυση της θεμελίωσης, υπό τη θεώρηση έδρασης επί ελαστικού εδάφους ( $K= \sigma_{\delta\rho}/S$ ), μπορεί να ληφθεί σε στατικές συνθήκες ίση με  $K=30.000\text{kPa/m}$  για πεδιλοδοκούς συνήθους πλάτους. Για ανάλυση σε σεισμό, μπορεί να ληφθούν τιμές K τουλάχιστον τριπλάσιες των ως άνω προτεινόμενων.

Parametric analysis of expected settlements below a rectangular footing according to DIN 4019  
Project : Σχήμα 5. Υπολογισμός καθιζήσεων



Parametric analysis data

Footing type:	Rigid
Ground water:	4.60 (m)
L/B ratio:	10.00
Minimum footing width $B_{min}$ :	1.20 (m)
Maximum footing width $B_{max}$ :	2.70 (m)
Minimum footing pressure $q_{min}$ :	80.00 (kPa)
Maximum footing pressure $q_{max}$ :	280.00 (kPa)
Embedment depth D:	1.00 (m)

Soil layer Input data

Layer No	Bottom z (m)	Layer thickness (m)	Modulus of elasticity (MPa)	Gamma (kN/m³)
1	25.00	20.00	12.00	20.00

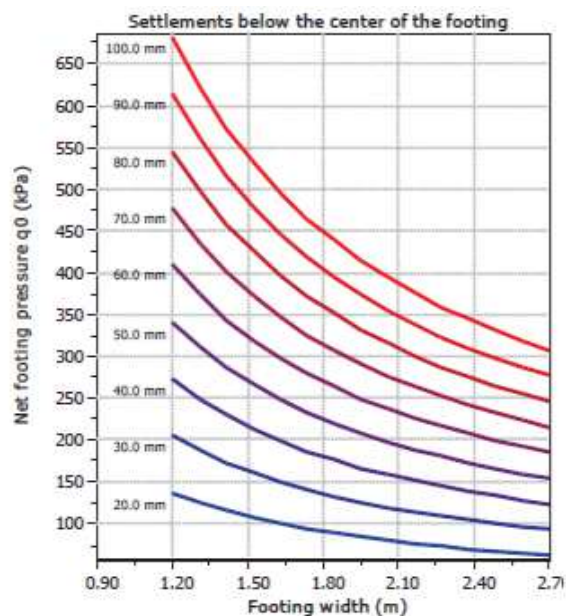
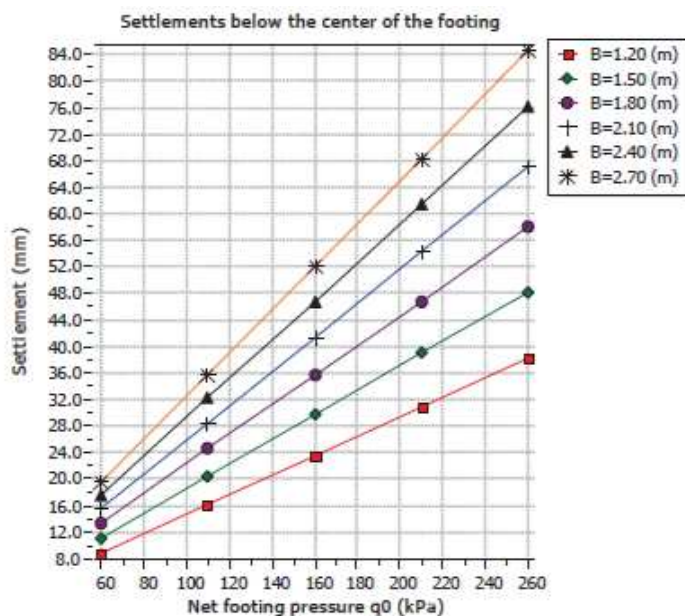
Parametric settlement results

Expected settlements (mm)

$$\text{Settlement} = \frac{1}{E_s} \times \int_0^s l \times \sigma_1 dz$$

Calculations are carried out using the procedure described in DIN 4019. The general equation for a single soil layer is presented above. The software uses an analytical procedure to calculate the above integral.

$q_0$ (kPa)	$B = 1.20$	$B = 1.50$	$B = 1.80$	$B = 2.10$	$B = 2.40$	$B = 2.70$
60.00	8.79	11.13	13.37	15.51	17.56	19.53
110.00	16.11	20.41	24.51	28.43	32.19	35.81
160.00	23.44	29.69	35.65	41.35	46.82	52.08
210.00	30.76	38.96	46.79	54.28	61.46	68.36
260.00	38.09	48.24	57.93	67.20	76.09	84.63



## 5.4 ΕΚΣΚΑΦΕΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της εκτελεσθείσας γεωτεχνικής έρευνας καθώς και το μέγιστο βάθος εκσκαφής (περί των 1,50÷2,00m) που θα απαιτηθεί για τη θεμελίωση του έργου προκύπτει ότι δεν τίθενται ιδιαίτερα προβλήματα ευστάθειας του μετώπου και των προσωρινών



πρανών των εκσκαφών αφενός μεν λόγω των μηχανικών χαρακτηριστικών του υπεδάφους αφετέρου δε της διαθεσιμότητας ελεύθερου χώρου περιμετρικά των πλευρών των κτιρίων. Ειδικότερα, σχετικά με την ευστάθεια των πρανών εκσκαφής, δεχόμενοι συνεκτικό έδαφος με αστράγγιστη συνοχή  $C_u \geq 150 \text{ kPa}$  και κινητό φορτίο στο χείλος του σκάμματος  $q=20 \text{ kPa}$ , ο συντελεστής ασφαλείας για κατακόρυφο πρανές και προσωρινή εκσκαφή βάθους  $H \leq 2,00 \text{ m}$ , προκύπτει της τάξεως:

$$F = C_{u, \text{διαθέσιμο}} / C_{u, \text{απαιτούμενο}} = C_{u, \text{διαθέσιμο}} / [(\gamma^* H + q) / 4] = 150 / [(20,00 \cdot 2,0 + 20) / 4] \approx 10,00$$

Ο ανωτέρω στοιχειώδης υπολογισμός δείχνει ότι είναι δυνατή η περίπου κατακόρυφη εκσκαφή για σύντομο χρονικό διάστημα (π.χ  $\alpha:\beta=5:1$ ). Πέραν των ανωτέρω, συνεκτιμώντας αφενός μεν το γεγονός ότι η παρουσία της συνοχής σ' όλη την έκταση του μετώπου της εκσκαφής δεν είναι βέβαιη, προτείνεται εν τέλει κατά τη διάρκεια των εκσκαφών να εφαρμοσθούν ηπιότερες κλίσεις για τη διασφάλιση της απαιτούμενης ευστάθειας των πρανών (π.χ  $\alpha:\beta=3:1$  ή και  $1:2$  τοπικά σε θέσεις εντοπισμού χαλαρών σχηματισμών).

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

## 6. ΣΥΝΟΨΗ

Από τα ευρήματα της γεωτεχνικής έρευνας τρία (3) ερευνητικά - δειγματοληπτικά σκάμματα, τρεις (3) επιτόπιες δοκιμές μέτρησης της διατμητικής αντοχής του υπεδάφους) και μία (1) ερευνητική - δειγματοληπτική γεώτρηση που διεξήχθη στη θέση όπου προβλέπεται να ανεγερθεί το 2<sup>ο</sup> Νηπιαγωγείο Ν. Τρίγλιας του Δήμου Νέας Προποντίδας καθώς και από τα αποτελέσματα των εδαφοτεχνικών ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Επιφανειακά και έως μέσο βάθος 0,625 ( $\pm 0,225$ m) συναντήθηκε ιλυώδης άργιλος, σκούρου καφέ χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, συνεκτική με παρουσία ριζιδίων και φυτικών υπολειμμάτων στα ανώτερα βάθη, (Στρώση C, κατάταξη κατά AUSCS: CL). Βαθύτερα βρέθηκε μάργα, ανοιχτού καφέ χρώματος, χαμηλής πλαστικότητας, στιφρή - πολύ στιφρή (Στρώση M, κατάταξη κατά AUSCS: CL).  
Κατά την περίοδο εκτέλεσης της έρευνας (Σεπτέμβριος 2020, Δεκέμβριος 2024) δεν εντοπίστηκαν υπόγεια ύδατα έως το μέγιστο βάθος έρευνας (15,00m). Η στάθμη των υπογείων υδάτων εκτιμάται σε ικανό βάθος και εν γένει σε βάθος που δεν επηρεάζει καθοριστικά την κατασκευή και λειτουργία του έργου.  
Βάσει των ανωτέρω στοιχείων το υπέδαφος στη θέση του έργου κατατάσσεται στην Κατηγορία Β κατά ΕΑΚ2000 και στην Κατηγορία Β κατά τον EN 1998.  
Αναλυτικά η στρωματογραφία του υπεδάφους στην προβλεπόμενη θέση κατασκευής του έργου, η στατιστική επεξεργασία των τιμών των παραμέτρων των επιμέρους εδαφικών στρώσεων καθώς και το τυπικό γεωτεχνικό προσομοίωμα σχεδιασμού παρουσιάζονται στις ενότητες 4.1, 4.2 και 4.3 αντίστοιχα.
- Για τη θεμελίωση του έργου προτείνεται η επιλογή λύσης επιφανειακής θεμελίωσης με σχάρα πεδιλοδοκών συνήθους πλάτους, όπως αναλυτικά τεκμηριώνεται στην ενότητα 5.1. Συνεκτιμώντας τα χαρακτηριστικά της στρώσης έδρασης (Στρώση M) προκύπτει ότι δεν απαιτείται η λήψη ιδιαίτερων μέτρων βελτίωσης των συνθηκών έδρασης πέραν από την πλήρη απομάκρυνση χαλαρών ακατάλληλων γεωυλικών που τυχόν εντοπισθούν στον πυθμένα της εκσκαφής.  
Εν συνεχεία, προτείνεται η κατασκευή στρώσης εξυγίανσης κάτω από τη θεμελίωση μέσου πάχους 0,30m (ήτοι από τον πυθμένα της εκσκαφής θεμελίωσης έως τη στάθμη έδραση της θεμελίωσης). Με την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, δημιουργείται κατάλληλο δάπεδο εργασίας, αντιμετωπίζεται το θέμα των ομβρίων και υπογείων υδάτων (σε περίπτωση πιθανής εμφάνισής τους), διαμορφώνεται η επιφάνεια έδρασης των θεμελίων στο απαιτούμενο βάθος θεμελίωσης και ομογενοποιούνται οι συνθήκες έδρασης ώστε να καταστεί αποτελεσματικότερη η επανασυμπύκνωση του υπεδάφους έδρασης των θεμελίων. Η εξυγιαντική στρώση θα πρέπει να είναι αμμοχαλικώδους σύστασης (π.χ. αμμοχάλικο κατηγορίας A-1-α ή A-1-b κατά AASHTO και επαρκώς συμπυκνωμένη (βαθμός συμπίκνωσης κατά AASHTO T108-D  $\geq 95\%$ ).  
Στον πυθμένα του σκάμματος, είναι επίσης σκόπιμο να τοποθετηθεί διαχωριστικό γεωύφασμα, βάρους της τάξης των 280gr/m<sup>2</sup> (ειδικότερα μάλιστα αν η εξυγιαντική στρώση συνίσταται από χονδρόκοκκο υλικό) προκειμένου να εμποδιστεί η διείσδυση και η ανάμειξη των λεπτόκοκκων γεωυλικών της σκάφης με τα επίλεκτα κοκκώδη γεωυλικά της εξυγιαντικής στρώσης. Μετά την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, προτείνεται η έγχυση ισχνού σκυροδέματος καθαριότητας κάτω από τα θεμέλια.
- Στις παραγράφους 5.2 και 5.3 υπολογίζονται παραμετρικά οι τιμές της επιτρεπόμενης τάσης σχεδιασμού έναντι θραύσης του εδάφους θεμελίωσης για σχάρα πεδιλοδοκών συνήθους πλάτους καθώς και οι αναμενόμενες καθιζήσεις του νέου κτιρίου.  
Συνοπτικά, αναφέρεται ότι για πεδιλοδοκούς συνήθους πλάτους προτείνεται η τιμή  $\sigma_{\text{επ}}=150\text{kPa}$  (με αυξητικούς επιμέρους συντελεστές επί των φορτίων). Οι καθιζήσεις υπό το φορτίο λειτουργίας, όπως δίνονται στο σχήμα της ενότητας 5.3, εκτιμώνται περιορισμένες ήτοι της τάξεως των  $S_{\text{ολ}}=1,00\div 2,00\text{cm}$  για συνήθη πλάτη πεδιλοδοκών.  
Ο δείκτης εδάφους για τη στατική επίλυση της θεμελίωσης του έργου προτείνεται να ληφθεί ίσος με  $K=30.000\text{ kPa/m}$  υπό στατικές συνθήκες φόρτισης. Για ανάλυση σε σεισμό, μπορεί να ληφθούν τιμές  $K$  τουλάχιστον τριπλάσιες της ως άνω προτεινόμενης.
- Στην παράγραφο 5.4 παρατίθενται προτάσεις και επισημάνσεις σχετικά με την ασφαλή πραγματοποίηση των εκσκαφών που θα απαιτηθούν για τη θεμελίωση του υπό μελέτη έργου.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Φωτογραφίες ερευνητικών εργασιών και μητρώα ερευνητικών - δειγματοληπτικών σκαμμάτων και ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης**



**Φωτ 1.1.** Φωτογραφική αποτύπωση σκάμματος Σ1.





**Φωτ 1.2.** Φωτογραφική αποτύπωση σκάμματος Σ1.





**Φωτ 2.1.** Φωτογραφική αποτύπωση σκάμματος Σ2.





**Φωτ 2.2.** Φωτογραφική αποτύπωση σκάμματος Σ2.





**Φωτ 3.1.** Φωτογραφική αποτύπωση σκάμματος Σ3.





**Φωτ 3.2.** Φωτογραφική αποτύπωση σκάμματος Σ3.





**Φωτ 4.1.** Φωτογραφική αποτύπωση ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ1.



**Φωτ 4.2.** Φωτογραφική αποτύπωση ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ1.





**Φωτ 4.3.** Φωτογραφική αποτύπωση ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ1.



**Φωτ 4.4.** Φωτογραφική αποτύπωση ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ1.





**Φωτ 4.5.** Φωτογραφική αποτύπωση εδαφικών δειγμάτων ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ1 (βάθος 0,00-5,00m).



**Φωτ 4.6.** Φωτογραφική αποτύπωση εδαφικών δειγμάτων ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ1 (βάθος 5,00-10,00m).





**Φωτ 4.7.** Φωτογραφική αποτύπωση εδαφικών δειγμάτων ερευνητικής - δειγματοληπτικής γεώτρησης Γ1 (βάθος 10,00- 15,00m).



[illegible]





[illegible]

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Αναλυτικά αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής

### ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

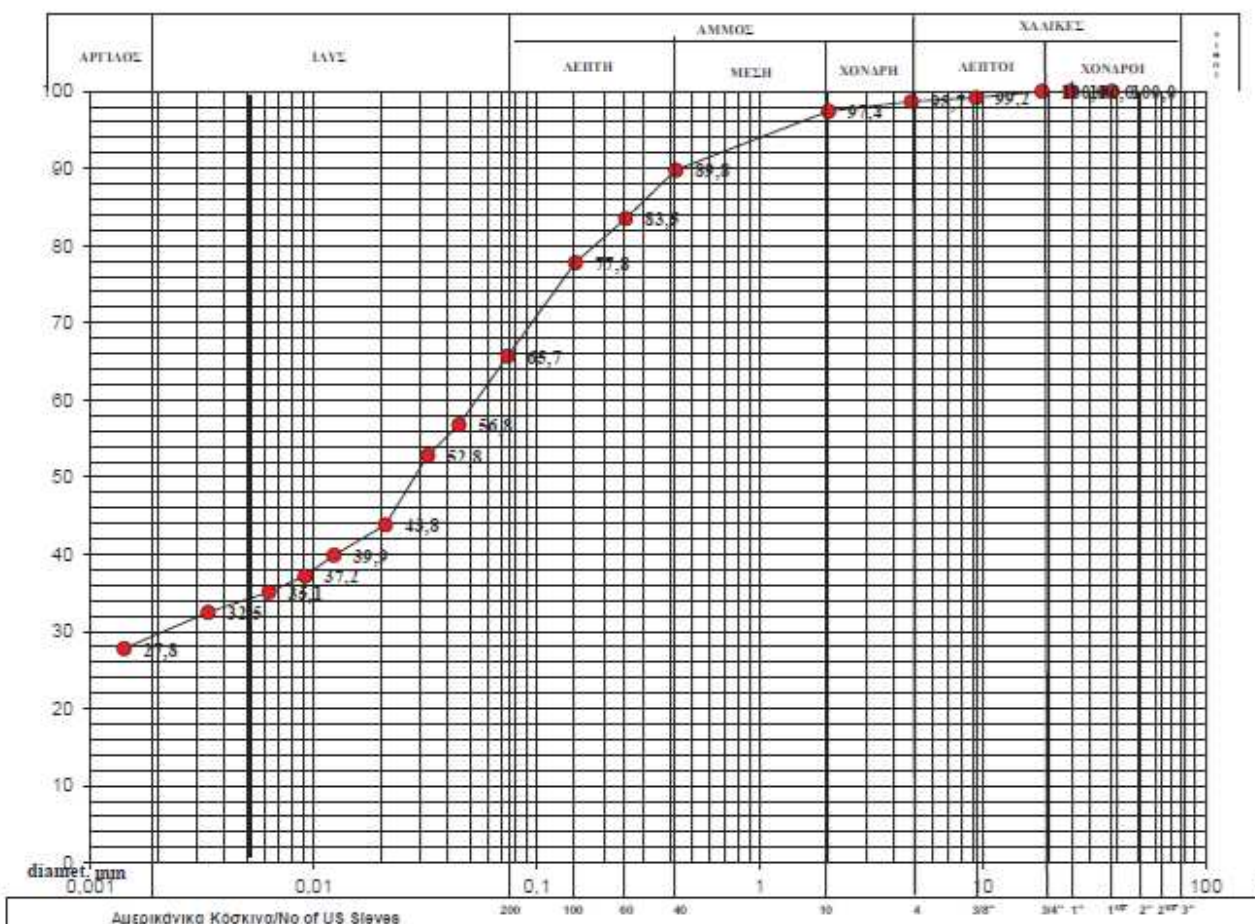
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG (Ε105- 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ (Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83	Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020	Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020	Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0			
Παρατηρήσεις			

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβολισμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>50</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ1		●	0.1	26.1	18.8	7.3	CL		



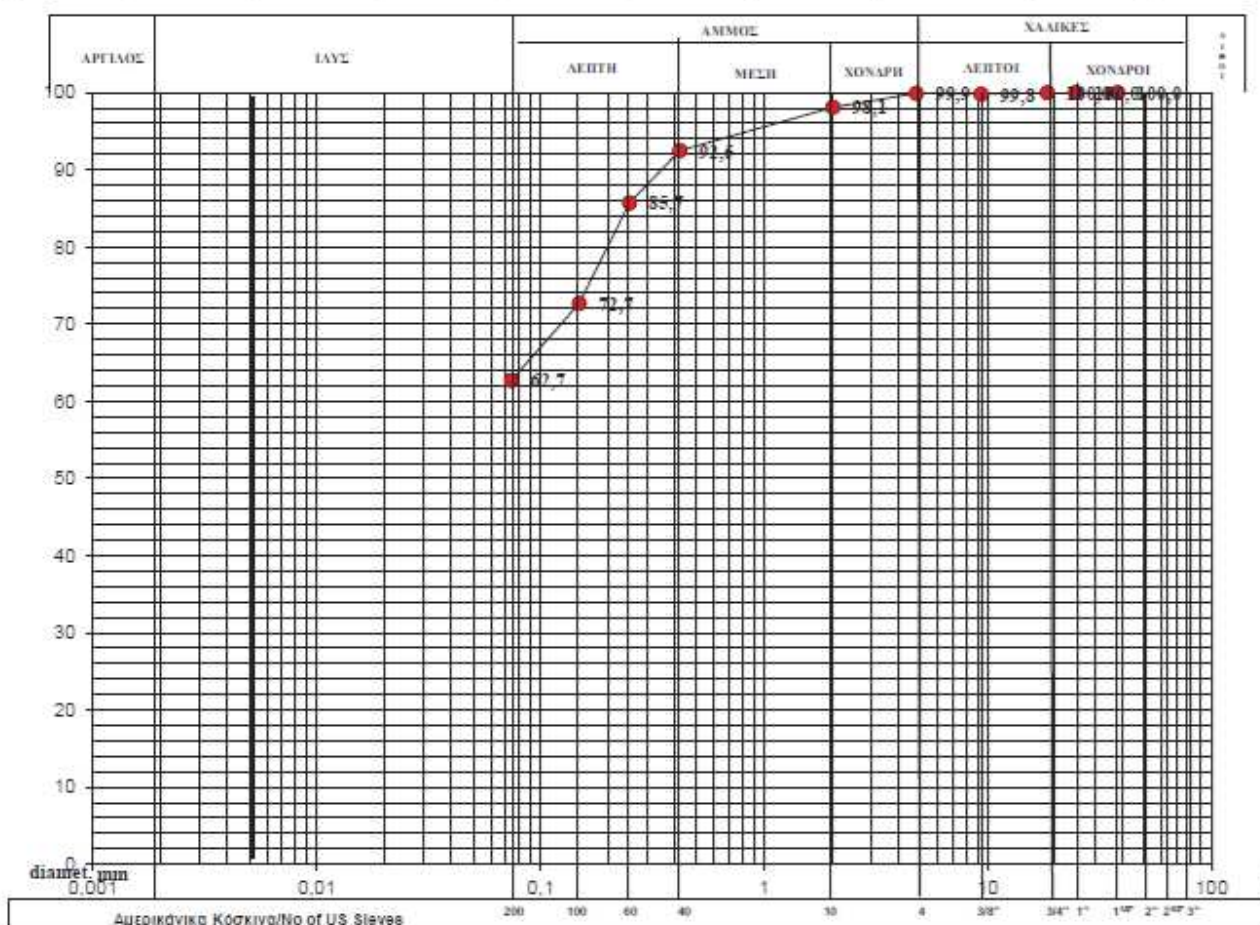


# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )  
 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)  
 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG ( Ε105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)  
 ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ ( Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83		Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ	
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020		Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020		Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0					
Παρατηρήσεις					

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβ/σμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>50</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ1		●	0,25	27,0	19,2	7,8	CL		



## ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

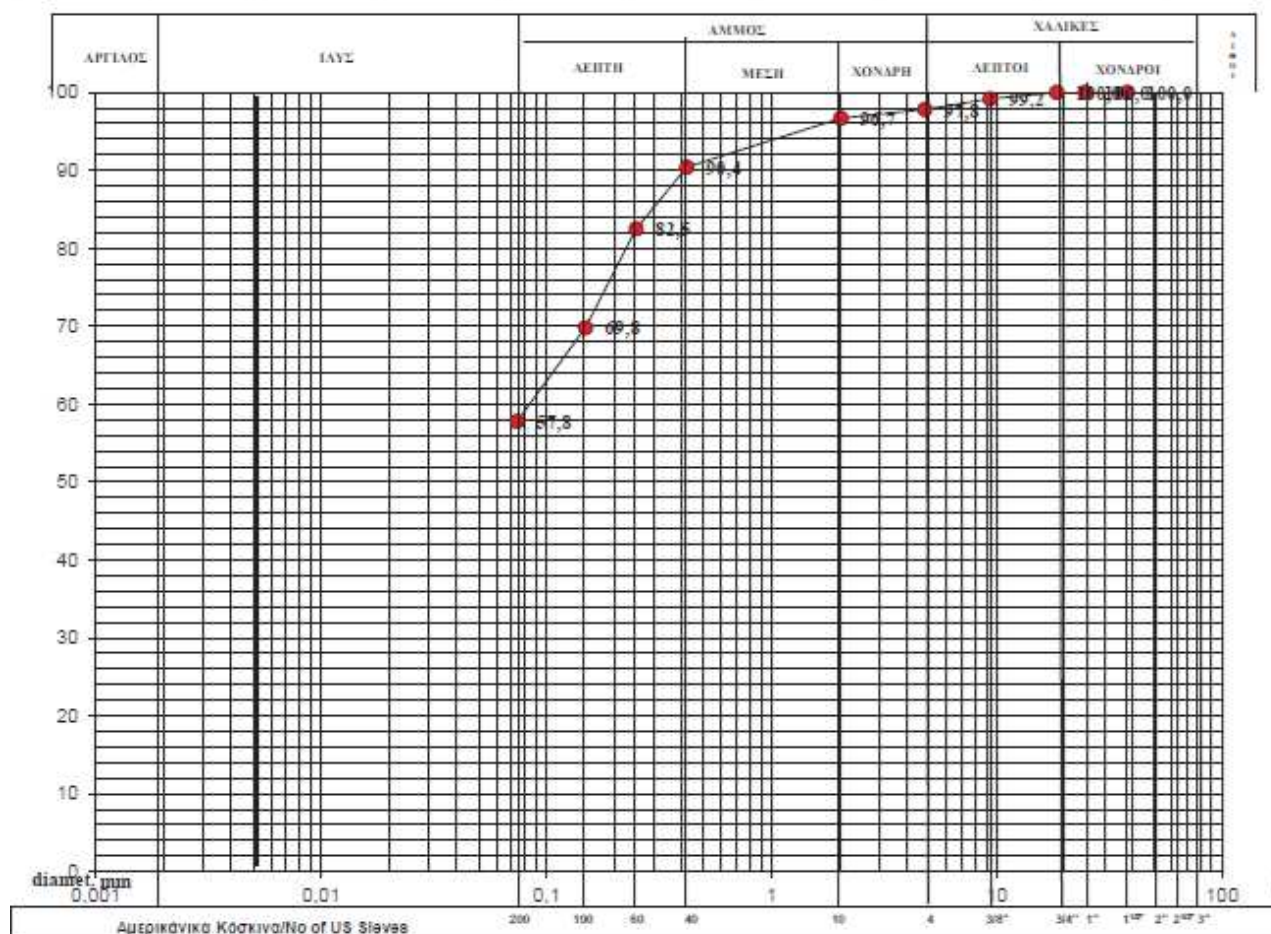
ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

KOKKOMETPIKH ANALYSH (E 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG (E105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

KOKKOMETPIKH ANALYSE ME APAIOMETPO (E105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83	Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020	Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020	Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0			
Παρατηρήσεις			

[illegible]



# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

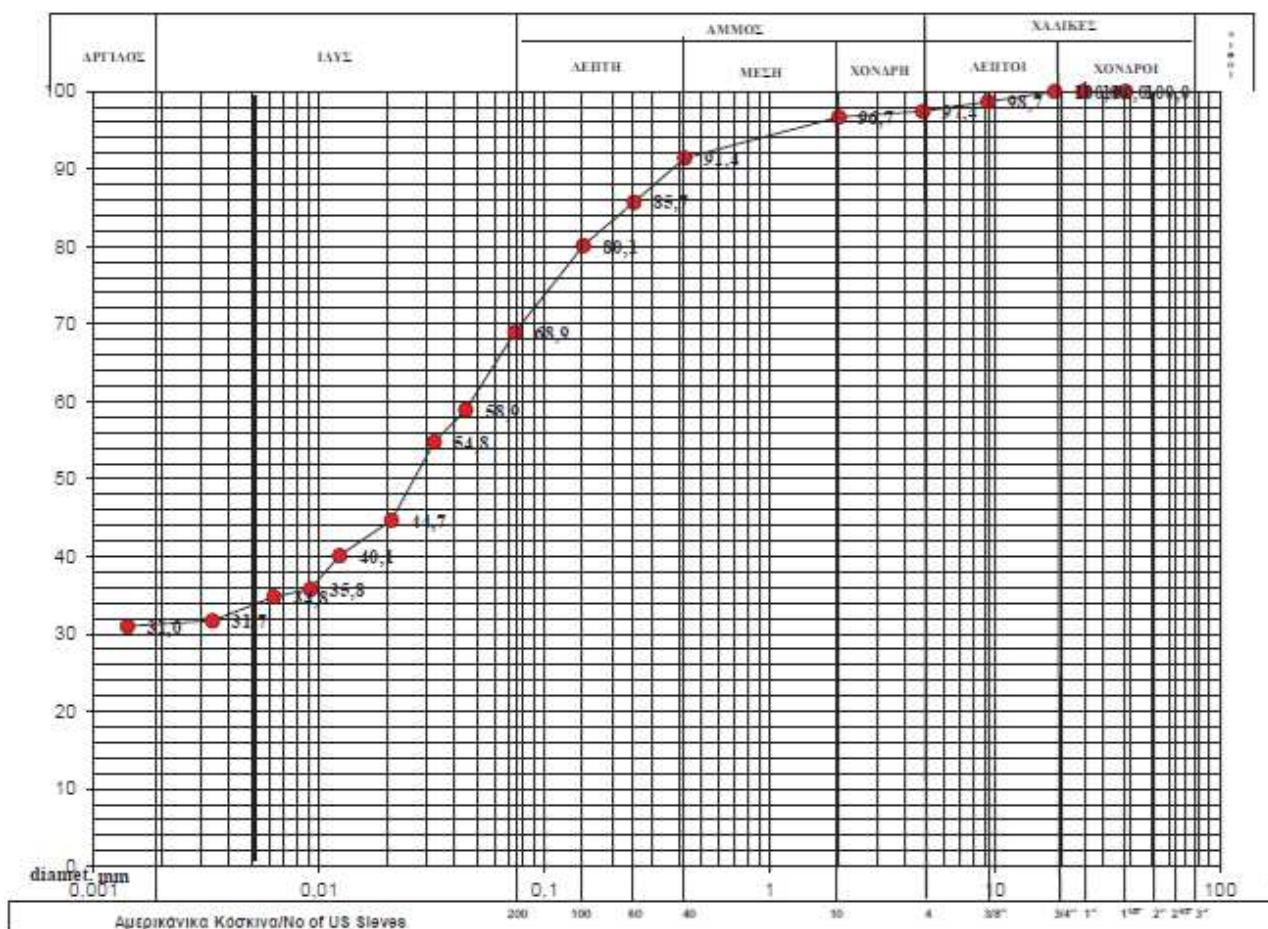
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG ( Ε105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ ( Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83	Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020	Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020	Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0			
Παρατηρήσεις			

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβ/σμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>60</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ2		●	0,18	27,2	19,0	8,2	CL		



# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

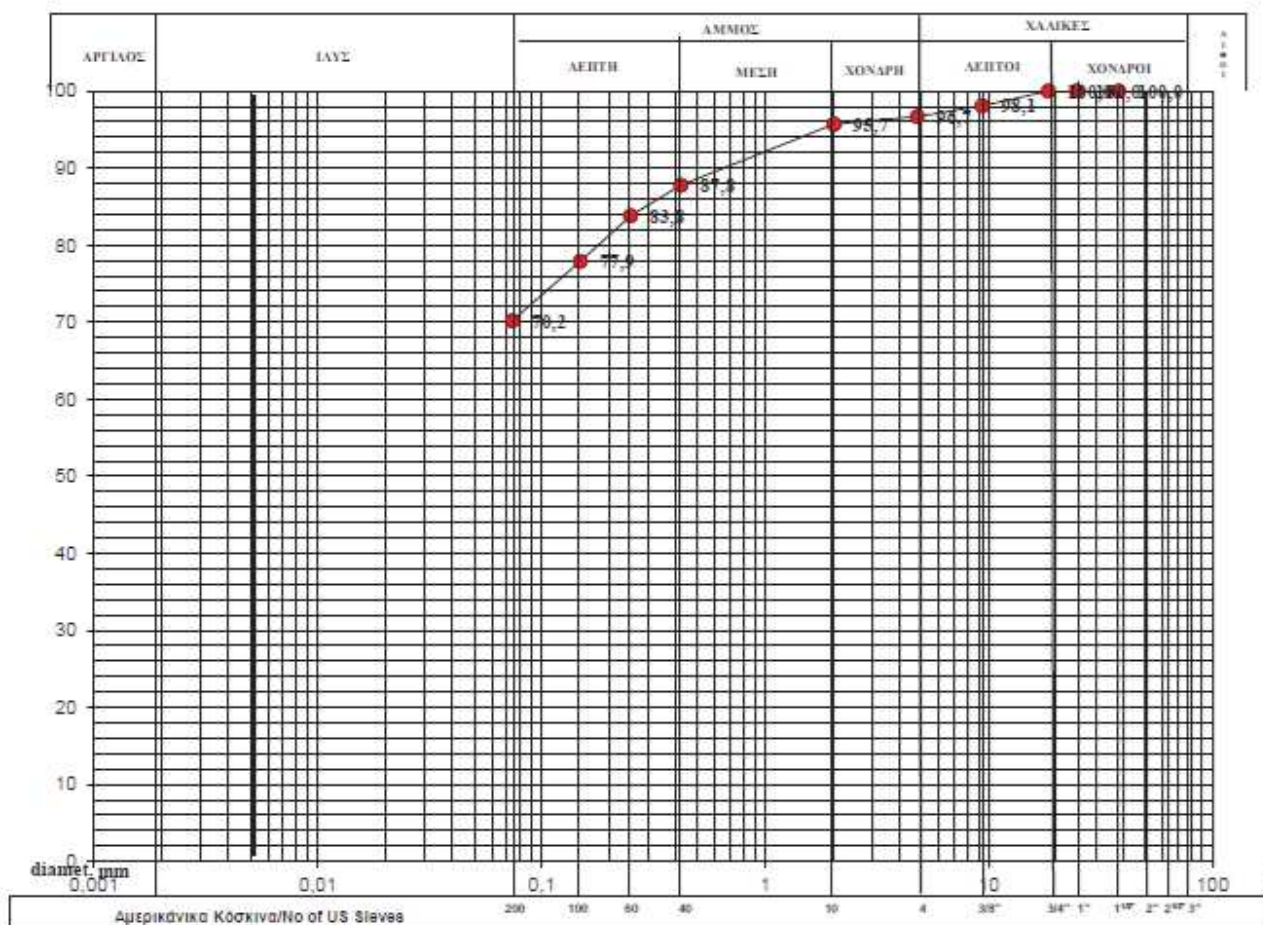
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG ( Ε105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ ( Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83	Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020	Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020	Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0			
Παρατηρήσεις			

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβολισμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>60</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ2		●	0,3	28,9	20,1	8,8	CL		



# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

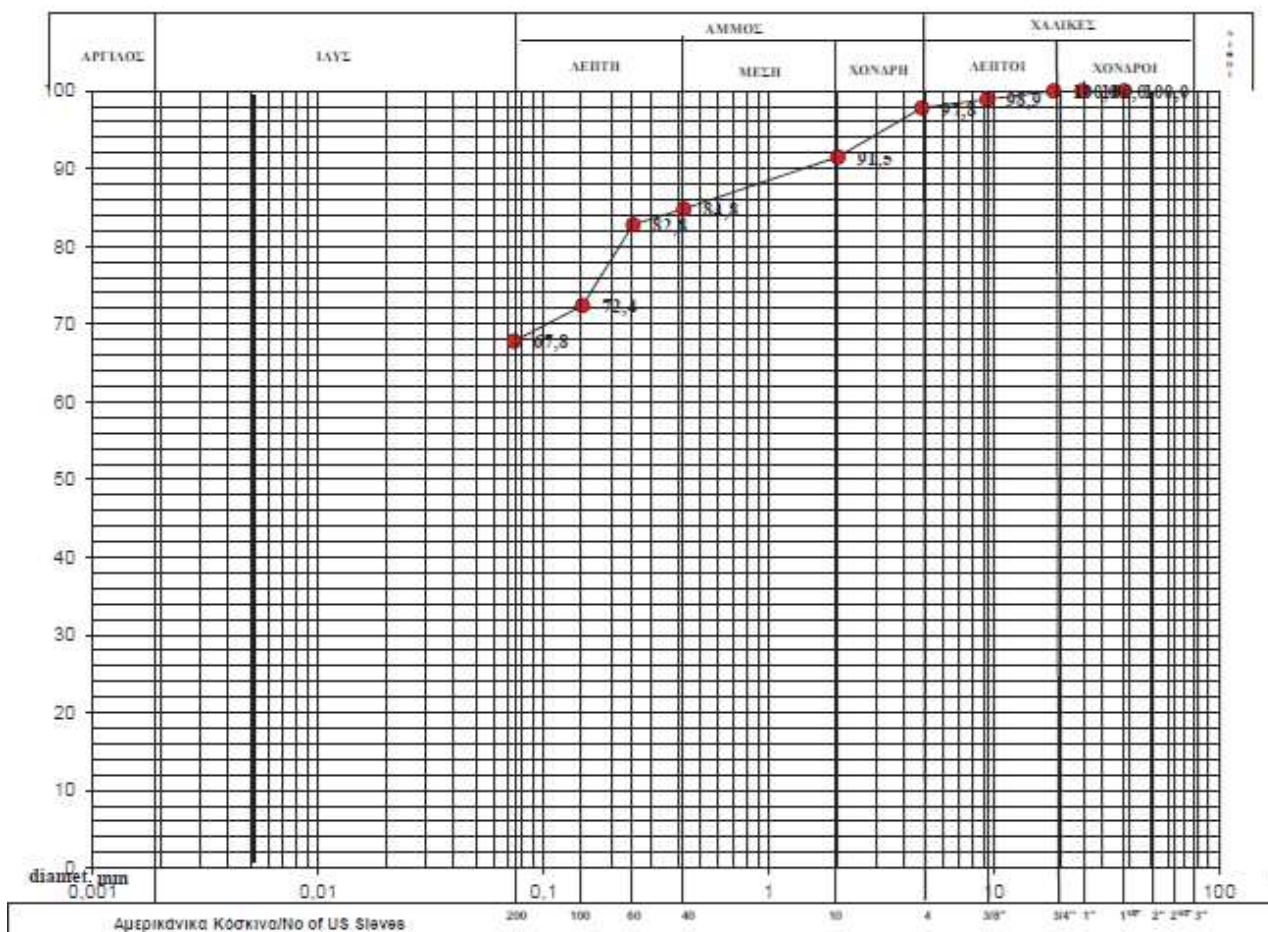
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG ( Ε105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ ( Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο		2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας		Τόπος	
				Ε 101-83		ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ	
Ημερ/νία δειγματοληψίας		Ημερ/νία παραλαβής δείγματος		Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής			
09/09/2020		10/09/2020		11/09/2020			
0							
Παρατηρήσεις							

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβ/σμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>60</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ2		●	0,42	29,1	19,7	9,4	CL		



Σελίδα 1



# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

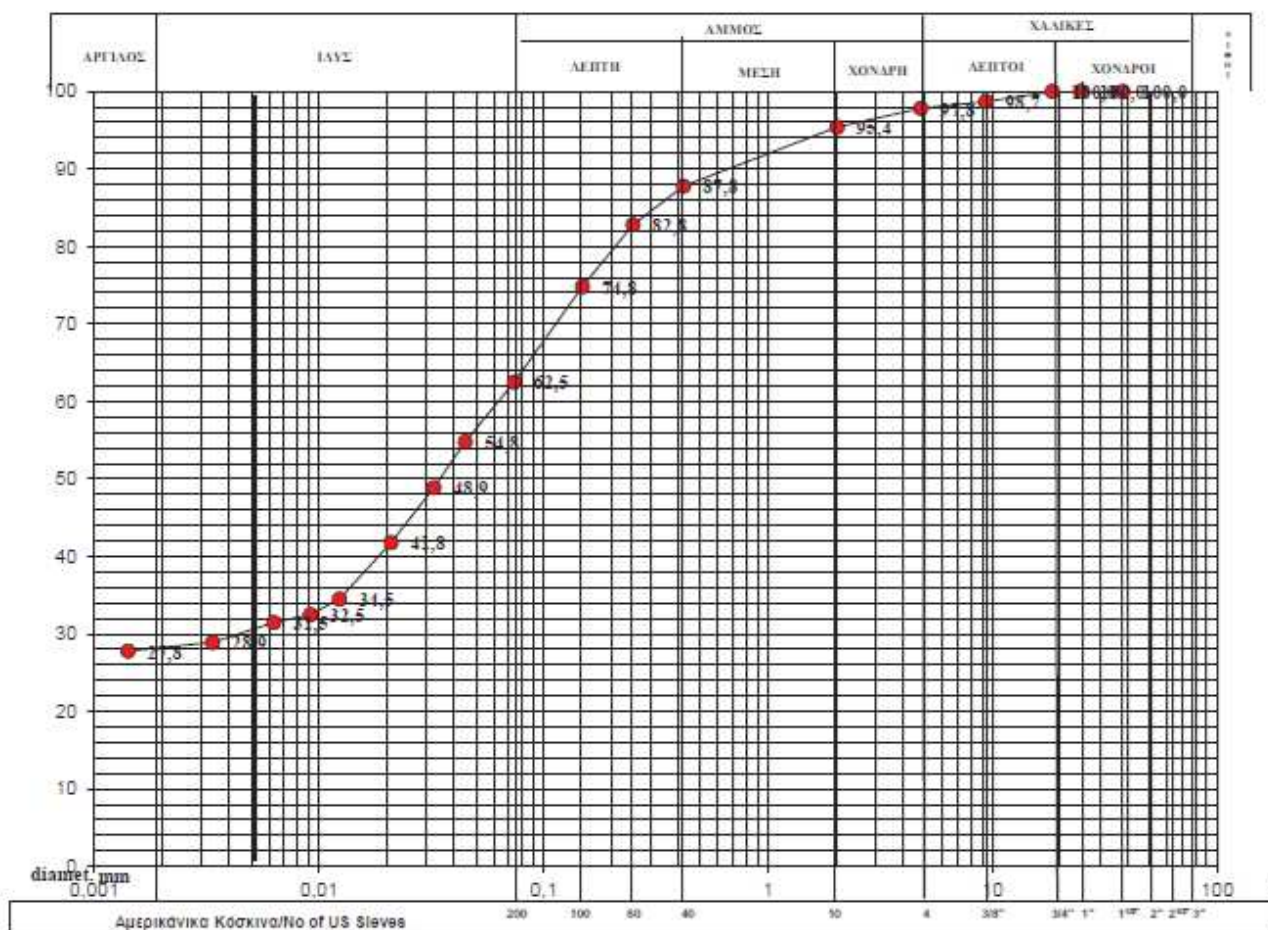
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG ( Ε105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ (Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83	Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020	Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020	Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0			
Παρατηρήσεις			

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβ/σμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>60</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ3		●	0,21	27,2	19,0	8,2	CL		



# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

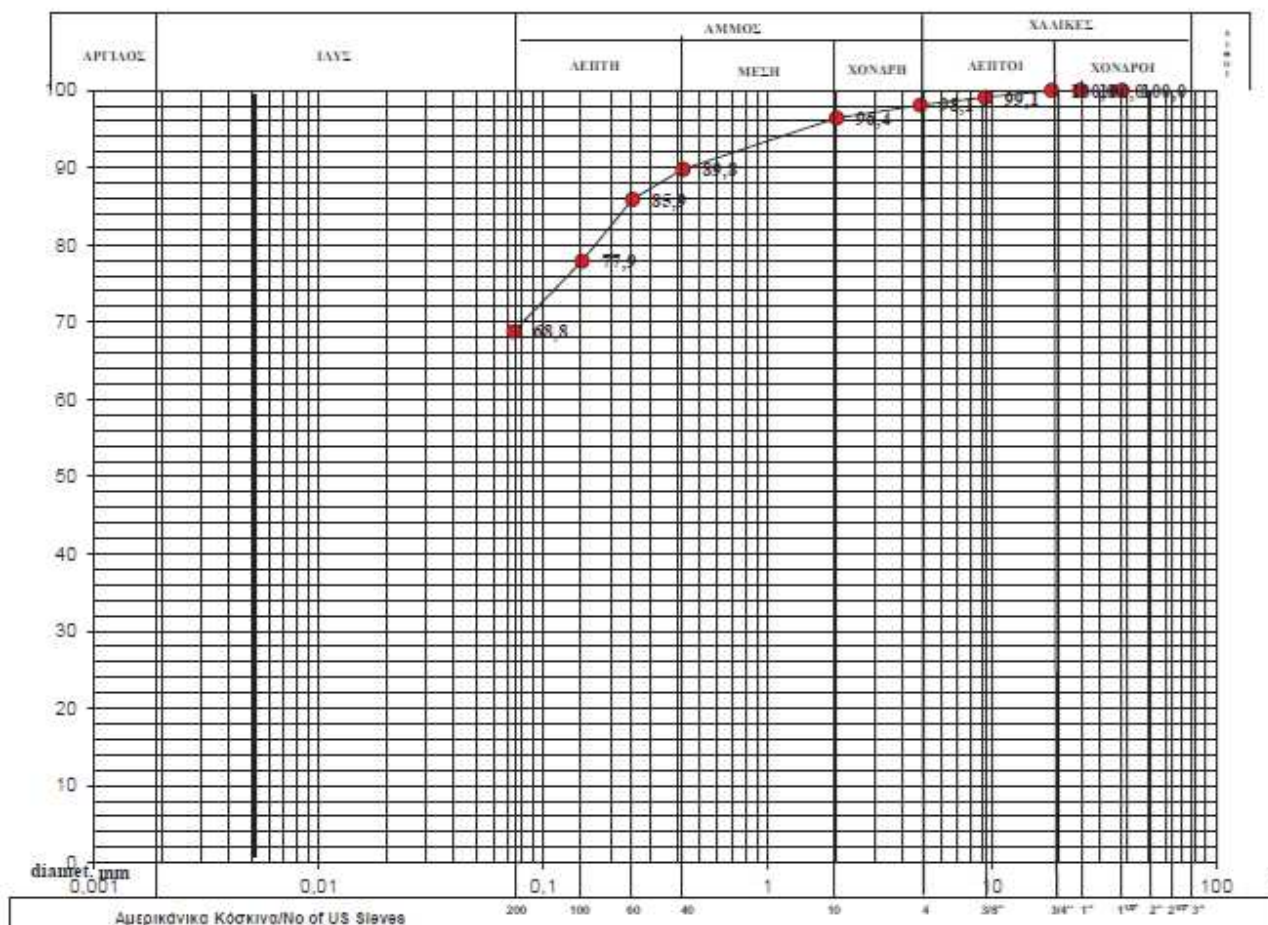
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG ( Ε105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ (Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83	Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020	Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020	Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0			
Παρατηρήσεις			

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβ/σμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>50</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ3		●	0,38	26,7	18,7	8,0	CL		





# ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ( Ε 105 - 86 / 1, ASTM D 421 - 85, AASHTO T 87-86 )

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( Ε 105 - 86 / 7 - 8, AASHTO T 27-93 & T 11-91, ASTM D 2487-98, D 1140-97)

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΙΩΝ ATTERBERG ( Ε105 - 86 / 5-6, ASTM D 4318-98, AASHTO T 89-94 & T 90-94)

ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ (Ε105- 86 / 9, ASTM D 422-63, AASHTO T 88-93)

Έργο 2ο ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΝΕΑΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ		Μέθοδος δειγματοληψίας Ε 101-83	Τόπος ΝΕΑ ΤΡΙΓΛΙΑ
Ημερ/νία δειγματοληψίας 09/09/2020	Ημερ/νία παραλαβής δείγματος 10/09/2020	Ημερ/νία εκτέλεσης δοκιμής 11/09/2020	
0			
Παρατηρήσεις			

Σκάμμα	Κωδικός Δ/τος	Συμβ/σμός	Βάθος (m)	Όρια ATTERBERG			Κατάταξη κατά USCS	d <sub>60</sub> mm	FC %
				WL	WP	PI			
Σ3		●	0,75	27,1	19,2	7,9	CL		

