

ΔΩΔΕΚΑ ΕΛΙΕΣ Α.Ε.

**«ΤΡΙΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΔΥΟ ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΗ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΤΟΝ ΑΚΑΛΥΠΤΟ . ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ :
ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ , ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ , ΓΡΑΦΕΙΑ ΚΑΙ
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΣΕ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΔΟΥ
ΑΓΙΟΥ ΣΑΒΒΑ 13-15, ΕΛΑΙΩΝΑΣ , ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΩΝ»**

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΡΑΝΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2026

ΔΩΔΕΚΑ ΕΛΙΕΣ Α.Ε.

ΤΡΙΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΔΥΟ ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΤΟΝ ΑΚΑΛΥΠΤΟ .
ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ: ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ , ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ, ΓΡΑΦΕΙΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ
ΧΩΡΟΙ ΣΕ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΑΓΙΟΥ ΣΑΒΒΑ 13-15 ΕΛΑΙΩΝΑΣ , ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΩΝ .

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**
- 2. ΑΝΑΘΕΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ**
- 3. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**
 - 3.1. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ
 - 3.2 ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ
 - 3.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
- 4. ΦΟΡΤΙΑ**
- 5. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**
- 6. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ**
- 7. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ**
- 8. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ**
- 9. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΠΑΣΣΑΛΩΝ**
- 10. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ**
- 11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ**
- 12. ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ**
- 13. ΓΕΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- 1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ **PLAXIS**
- 2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ

ΣΧΗΜΑΤΑ

- Αντ-1 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ
Αντ-2 ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ - ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

ΔΩΔΕΚΑ ΕΛΙΕΣ Α.Ε.**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΡΑΝΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΟ :**

**«ΤΡΙΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΔΥΟ ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΤΟΝ ΑΚΑΛΥΠΤΟ .
ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ: ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ , ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ, ΓΡΑΦΕΙΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ
ΧΩΡΟΙ ΣΕ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΑΓΙΟΥ ΣΑΒΒΑ 13-15 ΕΛΑΙΩΝΑΣ , ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΩΝ »**

1. Εισαγωγή

Στην παρούσα γεωτεχνική μελέτη παρουσιάζονται οι βασικοί γεωτεχνικοί και γεωστατικοί υπολογισμοί και η μεθοδολογία κατασκευής της προσωρινής αντιστήριξης των παρειών εκσκαφής για το έργο: «ΤΡΙΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΔΥΟ ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΣΤΟΝ ΑΚΑΛΥΠΤΟ . ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ: ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ , ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ, ΓΡΑΦΕΙΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΣΕ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΕΠΙ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΑΓΙΟΥ ΣΑΒΒΑ 13-15 ΕΛΑΙΩΝΑΣ , ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΩΝ»

Με βάση το τοπογραφικό διάγραμμα του έργου το οικόπεδο ορίζεται από τα σημεία Α , Β , Γ και Δ .

Η φυσική επιφάνεια του οικοπέδου παρουσιάζει μέτριες υψομετρικές διαφορές που κυμαίνονται από 0,72 έως 1,98m.

Το περίγραμμα της αντιστήριξης γενικά ακολουθεί το περίγραμμα της εκσκαφής . Η διάταξη της αντιστήριξης τοποθετείται απέξω η από μέσα από το όριο της εκσκαφής ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο .

Η εκσκαφή στις πλευρές των όμορων ιδιοκτησιών (Α-Δ και Β-Γ) ακολουθεί την θεμελίωση του νέου κτιρίου και στις υπόλοιπες πλευρές (Α-Β και Γ-Δ) η εκσκαφή επεκτείνεται από 0,6 – 1,0m πέρα από την θεμελίωση του νέου κτιρίου

Ως υψομετρική αφετηρία ± 0.00 , λαμβάνεται το απόλυτο υψόμετρο +33,00.

Σύμφωνα με τον σχεδιασμό του έργου το νέο κτίριο θεμελιώνετε γενικά στην στάθμη -8,40 m και τοπικά στην στάθμη -9,40 m από $\pm 0,00$

Η ανάγκη για εξομάλυνση της επιφάνειας θεμελίωσης και για εξυγίανση και βελτίωση του εδάφους θεμελίωσης του νέου κτιρίου οδηγεί σε εκσκαφές με τελικές στάθμες γενικά -9,25 m και τοπικά -10,25 m από $\pm 0,00$. Η κατασκευή των βοηθητικών υπογείων χώρων στις πρασιές του οικοπέδου οδηγεί σε εκσκαφές με τελικές στάθμες -5,60 m , -5,15 m , -4,90 m και -3,20 m από $\pm 0,00$.

Λαμβάνοντας υπόψη τα υψόμετρα του οικοπέδου και τις στάθμες τελικής εκσκαφής το βάθος εκσκαφής στην περίμετρο του οικοπέδου κυμαίνεται από 4,20 m έως 10,25 m από την φυσική επιφάνεια του εδάφους του οικοπέδου.

Στις παρειές εκσκαφής του οικοπέδου προς τις όμορες ιδιοκτησίες , Α-Δ και Β-Γ , όπου ο διαθέσιμος χώρος για την αντιστήριξη που προβλέπετε από τον σχεδιασμό του έργου είναι 30cm που εφαρμόζεται εύκαμπτο σύστημα αντιστήριξης , τύπου τοίχους Βερολίνου με μεταλλικούς πασσάλους, κεφαλόδεσμο πασσάλων, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και προεντεταμένα αγκύρια κατά περίπτωση . Το ίδιο σύστημα εφαρμόζεται και στις περιοχές των βοηθητικών κατασκευών όπου ο διαθέσιμος χώρος για την αντιστήριξη είναι της τάξης των 40cm.

Στις υπόλοιπες παρειές εκσκαφής όπου ο διαθέσιμος χώρος για την αντιστήριξη είναι 60cm και μεγαλύτερος εφαρμόζεται άκαμπτο σύστημα αντιστήριξης από φρεατοπασσάλους οπλισμένου σκυροδέματος διαμέτρου 600 και 800mm, κεφαλόδεσμο πασσάλων, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και προεντεταμένα αγκύρια κατά περίπτωση.

Οι όμορες ιδιοκτησίες, το περίγραμμα της αντιστήριξης και η διάταξη των πασσάλων παρουσιάζονται στο σχέδιο Αντ-1.

Οι γεωτεχνικές διατομές ελέγχου της ευστάθειας των πρανών εκσκαφής και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες παρουσιάζονται στο σχέδιο Αντ-2.

Σκοπός της μελέτης αντιστήριξης είναι ο σχεδιασμός της προσωρινής αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής για την ασφαλή κατασκευή του έργου με εξοικονόμηση χρήματων και χρόνου.

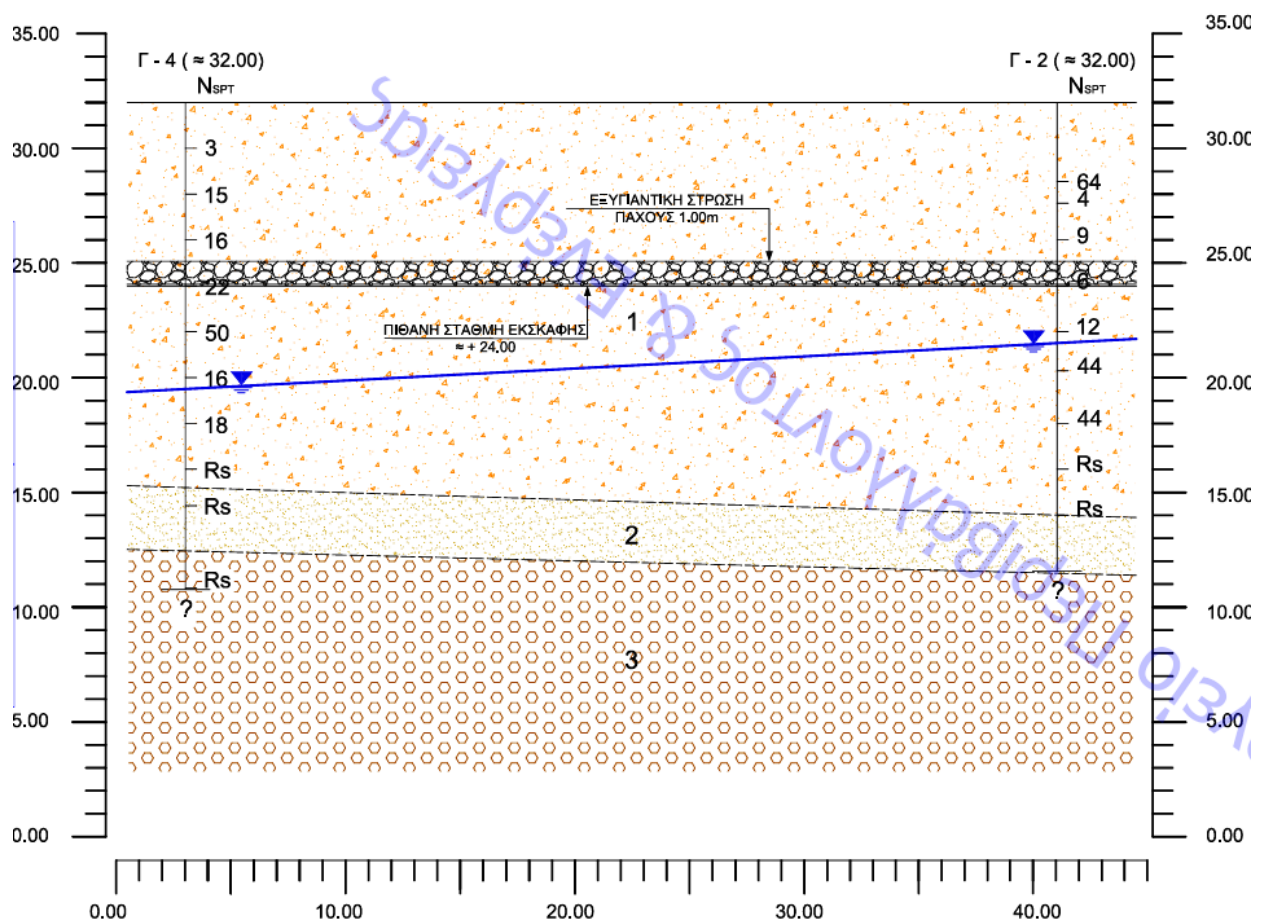
2. Ανάθεση

Η ανάθεση της μελέτης στον γεωτεχνικό μηχανικό Χρήστο Ντράζο έγινε από τον κύριο του έργου «ΔΩΔΕΚΑ ΕΛΙΕΣ Α.Ε.».

3. Γεωτεχνικά δεδομένα

3.1. Γεωτεχνικό μοντέλο

Το γεωτεχνικό μοντέλο του έργου βασίστηκε στην Γεωτεχνική Έρευνα - Μελέτη του έργου που εκπόνησε η εταιρεία «ΧΑΡΗΣ Π. ΛΑΜΑΡΗΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΙΚΕ» αποσπάσματα τις οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια :



ΕΓΚΥΡΟ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ	Α/Α Πρόδης: 1730393
	Ημ/νία έκδοσης πράξης: 23/12/2025 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

G- 1009/20 ΔΩΔΕΚΑ ΕΛΙΞ Α.Ε., ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΝΕΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΔΥΟ (2) ΥΠΟΓΕΙΑ, ΑΓΙΟΥ ΣΑΒΒΑ, ΕΛΑΙΩΝΑΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

ΒΑΘΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ (*)	ΣΤΡΩΣΗ	γ (kN/m³)	c (kPa)	φ (°)	E (MPa)
			σ _{ci} (MPa)		
0.0 έως 18.00	1 ^η ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΕΙΣ	17.00	--	--	--
18.00 έως 21.00	2 ^η (SC) + (CL)	21.00	10	32	35
21.00 έως 25.00	3 ^η ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ	23.00	40	35	>300
			σ _{ci} = 3.00 MPa		

και οι γεωτεχνικές συνθήκες και οι παράμετροι σχεδιασμού που λάβαμε υπόψη στους υπολογισμούς μας παρουσιάζονται παρακάτω :

Τεχνητές Επιχωματώσεις - Μπάζα

$$N_{spt}=3-R_s, \gamma = 20 \text{ kN/m}^3, c' = 5.0 \text{ kPa}, \phi' = 25^\circ, E_d = 10.0 \text{ MPa}$$

Πάχος στρώσης : 18 m

1η στρώση , πολύ πυκνή αργιλώδης Άμμο – σκληρή αμμώδης Άργιλο , (SC)+(CL)

$$N_{spt}=R_s, \gamma = 21 \text{ kN/m}^3, c' = 10.0 \text{ kPa}, \phi' = 32^\circ, E_d = 35.0 \text{ MPa}$$

Πάχος στρώσης : 3,0 m

2η στρώση , Κροκαλοπαγές

$$\gamma = 23 \text{ kN/m}^3, c' = 40 \text{ kPa}, \phi' = 35^\circ, E_d = 100.0 \text{ MPa}$$

Πάχος στρώσης : 4 m

όπου :

γ : το υγρό φαινόμενο βάρος

(c, ϕ): οι παράμετροι ολικής διατμητικής αντοχής

E_s : το μέτρο παραμόρφωσης

3.2 Στάθμη Υπογείων Υδάτων

Σύμφωνα με την γεωτεχνική έρευνα του έργου δεν αναμένεται στάθμη υπογείων υδάτων ως το μέγιστο βάθος των εκσκαφών , 10,25m .

Σύμφωνα με την ίδια μελέτη και κατά τη εκτίμηση μας δεν αποκλείετε να συναντηθούν υπόγεια ύδατα και υψηλότερα , που πιθανών να οφείλονται σε τοπικά εγκλωβισμένα όμβρια η τεχνητά υπόγεια ύδατα .

3.3 Παράμετροι σεισμικού σχεδιασμού

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (ΕΑΚ) του 2000 (ΦΕΚ 2184 Β' /20-12-1999) και την τροποποίησή του (ΦΕΚ 1154 Β' /12-8-2003) που περιέχει το νέο «Χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας», η χώρα διακρίνεται από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας σε 3 Ζώνες (I, II, III).

Η περιοχή της μελέτης βρίσκεται στον Δήμο Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης, ο οποίος από άποψη σεισμικής επικινδυνότητας ανήκει στην Ζώνη Ι, με σεισμική επιτάχυνση εδάφους $A = \alpha \cdot g = 1,57 \text{ m/sec}^2$, όπου:

- g = επιτάχυνση βαρύτητας ($g = 9.81 \text{ m/sec}^2$)
- α = συντελεστής σεισμικής επιβάρυνσης ή σεισμικός συντελεστής σχεδιασμού, όπου για τη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας Ι λαμβάνει την τιμή $\alpha = 0,16$, με πιθανότητα υπέρβασης 10% τα επόμενα 50 χρόνια.

4. Φορτίσεις παρειών εκσκαφής

A) Μόνιμα φορτία

Ειδικό βάρος οπλισμένου σκυροδέματος : $25,0 \text{ kN/m}^3$

Φαινόμενο βάρος εδαφικής στρώσης : $19,0 - 21,0 \text{ kN/m}^3$

B) Κινητά φορτία

Από την κυκλοφορία οχημάτων : $15 - 25 \text{ kN/m}^2$

5. Κανονισμοί

DIN 1055 - Φορτία Δομικών Έργων

DIN 1045 - Σκυρόδεμα και Οπλισμένο Σκυρόδεμα

DIN 4014/1990 - Κανονισμός διαστασιολόγησης φρεατοπασσάλων

DIN 4085 - Ωθήσεις γαιών

DIN 4125 - Αγκυρώσεις

N.E.A.K -2004 - Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός

K.T.X.-2016 - Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Σκυροδέματος

EC2 - Ευρωκώδικας υπολογισμών κατασκευής από σκυρόδεμα

EC3 - Ευρωκώδικας υπολογισμών κατασκευής από χάλυβα

EC4 - Ευρωκώδικας αντισεισμικού ελέγχου

EC7 - Ευρωκώδικας υπολογισμών γεωτεχνικών κατασκευών

Ε.Κ.Ω.Σ. - 2000 - Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος

6. Προδιαγραφές Υλικών

Χαλύβδινοι Πάσσαλοι – Τυποποιημένες μεταλλικές διατομές κατηγορίας χάλυβα :St235, Fe 360

Χαλύβδινοι Πάσσαλοι - Σκυρόδεμα πάκτωσης C20/25

Χαλύβδινοι Πάσσαλοι - Σκυρόδεμα πλήρωσης : αμμόδεμα 100 kg τσιμέντο / κ. μ. αμμοδέματος

Φρεατοπάσσαλοι - Κεφαλόδεσμος Πασσάλων - Σκυρόδεμα C25/30 - Χάλυβας Οπλισμού B500C

Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα (Gunite) - Σκυρόδεμα C25 – Χάλυβας Οπλισμού B500C

Τσιμεντένεμα πάκτωσης και πλήρωσης αγκυρίων – C/W=2,2/1, Τσιμέντο τύπου CEM I 42,5N

7. Σύστημα αντιστήριξης

Για την επιλογή του τύπου συστήματος αντιστήριξης, αξιολογούνται τα εκτιμώμενα φορτία στις παρειές εκσκαφής, ο διαθέσιμος χώρος για την αντιστήριξη, η φύση των εδαφικών σχηματισμών και η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Το σύστημα αντιστήριξης θα πρέπει πρωτίστως να εξασφαλίζει :

- ικανό συντελεστή ασφάλειας έναντι αστοχίας του υπεδάφους και του συστήματος αντιστήριξης
- την ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεων του υπεδάφους και των όμορων κατασκευών
- την ασφάλεια των εργαζομένων
- την στεγανότητα του γηπέδου των εκσκαφών με ελαχιστοποίηση της εισροής υπογείων υδάτων

Βάσει των ανωτέρω και λαμβάνοντας υπόψη :

- τις γεωτεχνικές συνθήκες του έργου που προκύπτουν από τη γεωτεχνική έρευνα και τις γεωτεχνικές τομές
- τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα,
- τα όμορα κτήρια και ιδιοκτησίες,
- τα φορτία από την κυκλοφορία των οχημάτων στους δρόμους,
- τον σχεδιασμό του έργου (υπόγειοι χώροι, θεμελίωση έκταση και βάθος),

προτείνεται συνδυασμός του εύκαμπτου συστήματος αντιστήριξης, τύπος «τοίχο Βερολίνου» και του άκαμπτου συστήματος αντιστήριξης αποτελείται από έγχυτους φρεατοπάσσλους Φ600/800 σκυροδέματος C25/30 με κλωβό οπλισμό.

Συγκεκριμένα το εύκαμπτο σύστημα αντιστήριξης αποτελείται από μεταλλικές διατομές (μορφοχάλυβα) 2U200 , 240 και 260 S 235 σε οπές Φ600-800, κεφαλόδεσμο πασσάλων μεταλλικό η από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 0,30m x 0,50m, 1-2-3 σειρές προεντεταμένων αγκυρίων και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10 cm.

Το άκαμπτο σύστημα αντιστήριξης αποτελείται από έγχυτους φρεατοπασσάλους Φ600/800 σκυροδέματος C25/30 με κλωβό οπλισμό 10Φ16 και 12Φ20 B500C και σπείρα Φ10/100 , κεφαλόδεσμο πασσάλων από οπλισμένο σκυρόδεμα διαστάσεων 0,60-0,80m x 0,50m, 1-2 σειρές προεντεταμένων αγκυρίων και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10 cm.

Η ευστάθεια των πρανών της εκσκαφής εξασφαλίζεται (α) με κατάλληλο μήκος πάκτωσης των πασσάλων κάτω από την τελική στάθμη εκσκαφής, (β) με την εγκατάσταση μίας έως τριών σειρών προεντεταμένων αγκυρίων σε επιλεγμένο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Για την μελέτη του συστήματος αντιστήριξης ελέγχθηκε η ευστάθεια 17 γεωτεχνικών διατομών πρανών εκσκαφής για συγκεκριμένα βάθη εκσκαφών και φορτίσεις από όμορες κατασκευές ή κυκλοφορία οχημάτων. Οι θέσεις των διατομών ελέγχου εικονίζονται στο σχέδιο αντ1. Η γεωμετρία των διατομών παρουσιάζεται στο σχέδιο Αντ.2.

Το σύστημα αντιστήριξης θα πρέπει να εξασφαλίζει:

- ασφάλεια έναντι αστοχίας του εδάφους,
- ασφάλεια έναντι αστοχίας του συστήματος αντιστήριξης,
- ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεων του εδάφους λόγω εκσκαφής,
- κατασκευαστικές ευκολίες στις μετακινήσεις του ανθρώπινου και μηχανολογικού δυναμικού στο εργοτάξιο,
- οικονομία

Οι κατακόρυφοι χαλύβδινοι πάσσαλοι που απαιτούνται από την διαστασιολόγηση της αντιστήριξης αποτελούνται :

α) από 2 χαλύβδινες διατομές U200 από χάλυβα S235, Fe 360.

Η προκύπτουσα διατομή κάθε πασσάλου έχει ακαμψία $EI_x = 8022 \text{ KNm}^2$ και ροπή αντίστασης $W_x = 382 \text{ cm}^3$, όπου I_x και W_x η ροπή αδρανείας και η ροπή αντιστάσεως της μεταλλικής διατομής 2U200.

β) από 2 χαλύβδινες διατομές U240 από χάλυβα S235, Fe 360.

Η προκύπτουσα διατομή κάθε πασσάλου έχει ακαμψία $EI_x = 15120 \text{ KNm}^2$ και ροπή αντίστασης $W_x = 600 \text{ cm}^3$, όπου I_x και W_x η ροπή αδρανείας και η ροπή αντιστάσεως της μεταλλικής διατομής 2U240.

γ) από 2 χαλύβδινες διατομές U260 από χάλυβα S235, Fe 360.

Η προκύπτουσα διατομή κάθε πασσάλου έχει ακαμψία $EI_x = 20257 \text{ KNm}^2$ και ροπή αντίστασης $W_x = 742 \text{ cm}^3$, όπου I_x και W_x η ροπή αδρανείας και η ροπή αντιστάσεως της μεταλλικής διατομής 2U260.

δ) από διατομές φρεατοπασσάλους Φ600 σκυροδέματος C25/30 με κλωβό οπλισμό 10Φ16 B500C και σπείρα Φ10/100.

Η προκύπτουσα διατομή κάθε πασσάλου έχει ακαμψία $EI_x = 1779680 \text{ KNm}^2$ και ροπή αντίστασης $W_x = 116117 \text{ cm}^3$, όπου I_x και W_x η ροπή αδρανείας και η ροπή αντιστάσεως της διατομής του φρεατοπασσάλου Φ600.

ε) από διατομές φρεατοπασσάλους Φ800 σκυροδέματος C25/30 με κλωβό οπλισμό 12Φ20 B500C και σπείρα Φ10/100.

Η προκύπτουσα διατομή κάθε πασσάλου έχει ακαμψία $EI_x = 126503064 \text{ KNm}^2$ και ροπή αντίστασης $W_x = 2703910 \text{ cm}^3$, όπου I_x και W_x η ροπή αδρανείας και η ροπή αντιστάσεως της διατομής του φρεατοπασσάλου Φ800.

Η τοποθέτηση των πασσάλων θα πραγματοποιηθεί προ της εκσκαφής (από την στάθμη έναρξης εργασιών) με κατάλληλο διατρητικό μηχάνημα κατά μήκος των αντιστηριζομένων πλευρών σε καθορισμένες αξονικές αποστάσεις 1,80 - 2,50 m.

Ο κεφαλόδεσμος για το εύκαμπτο σύστημα αντιστήριξης θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30 , διαστάσεων 0,3m x 0,5m , με οπλισμό 6Φ18 και συνδετήρα Φ10/15 B500c η μπορεί να είναι χαλύβδινος από μεταλλική διατομή HEB IPB 180 S235 .

Για το άκαμπτο σύστημα αντιστήριξης ο κεφαλόδεσμος θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30 , διαστάσεων 0,6-0,8m x 0,50m με οπλισμό 6-10Φ16 και συνδετήρα Φ10/15 B500c .

Ο κεφαλόδεσμος των πασσάλων αυξάνει την ακαμψία του συστήματος της αντιστήριξης και συνεισφέρει στην μείωση των παραμορφώσεων του συστήματος αντιστήριξης.

Τα Προεντεταμένα Αγκύρια που απαιτούνται από την διαστασιολόγηση της αντιστήριξης αποτελούνται από χαλύβδινους τένοντες (συρματόσχοινα) προέντασης ποιότητας 1680/1860 N/mm² και ονομαστικής διαμέτρου 15 mm (0.6"). Τα χαρακτηριστικά των αγκυρίων δίνονται στον παρακάτω :

ΤΥΠΟΣ ΑΓΚΥΡΙΟΥ :	Δίκλωνο (2Φ0,6'')
Ποιότητα χάλυβα f_y/f_t (N/mm ²) =	1680/1860
Κλίση ως προς το ορίζοντα (°)	15-25
Επιφάνεια διατομής τένοντα (mm ²)	140
Πλήθος τένοντων	2
Επιφάνεια διατομής αγκυρίου (mm ²)	280
Δύναμη διαρροής (KN)	470
Επιτρεπόμενη Δύναμη Φόρτισης Αγκυρίου (KN)	296
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων (m)	1,8-2,5
Μέγιστο φορτίο λειτουργίας(KN) :	250
Μέγιστη φόρτιση - Έλεγχος(KN) :	313
Μέγιστη δύναμη τάνυσης – σφήνωσης (KN) :	288
ΤΥΠΟΣ ΑΓΚΥΡΙΟΥ :	Τρίκλωνο (3Φ0,6'')

Ποιότητα χάλυβα f_y/f_t (N/mm ²) =	1680/1860
Κλίση ως προς το ορίζοντα (°)	15-25
Επιφάνεια διατομής τένοντα (mm ²)	140
Πλήθος τένοντων	3
Επιφάνεια διατομής αγκυρίου (mm ²)	420
Δύναμη διαρροής (KN)	705
Επιτρεπόμενη Δύναμη Φόρτισης Αγκυρίου (KN	440
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων (m)	1,8-2,5
Μέγιστο φορτίο λειτουργίας(KN) :	420
Μέγιστη φόρτιση - Έλεγχος(KN) :	525
Μέγιστη δύναμη τάνυσης – σφήνωσης (KN) :	480

ΤΥΠΟΣ ΑΓΚΥΡΙΟΥ : **Τετράκλωνο (4Φ0,6’')**

Ποιότητα χάλυβα f_y/f_t (N/mm ²) =	1680/1860
Κλίση ως προς το ορίζοντα (°)	15-25
Επιφάνεια διατομής τένοντα (mm ²)	140
Πλήθος τένοντων	4
Επιφάνεια διατομής αγκυρίου (mm ²)	560
Δύναμη διαρροής (KN)	935
Επιτρεπόμενη Δύναμη Φόρτισης Αγκυρίου (KN	590
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων (m)	1,8-2,5
Μέγιστο φορτίο λειτουργίας(KN) :	480
Μέγιστη φόρτιση - Έλεγχος(KN) :	600
Μέγιστη δύναμη τάνυσης – σφήνωσης (KN) :	552

Οι στάθμες της 1^{ης} σειράς των αγκυρίων καθορίζονται με βάση το βάθος θεμελίωσης των παρακειμένων κτιρίων ή το βάθος έδρασης αγωγών ύδρευσης αποχέτευσης ή άλλων δικτύων κοινής ωφέλειας. Οι στάθμες κατασκευής των αγκυρίων δίνονται στα σχέδια Αντ. 2.

Η κλίση και το ελεύθερο μήκος L_e των αγκυρίων καθορίστηκε λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη θέση του επιπέδου αστοχίας κατά Rankine όσο και το βάθος της θεμελίωσης των γειτονικών κατασκευών. Η γωνία κλίσης ως προς τον ορίζοντα ελήφθη για τα αγκύρια ίση με 15-25°. Οι κλίσεις των αγκυρώσεων δίνονται στις Τυπικές Τομές Σχ. Αντ. - 2.

Η προτεινόμενη κλίση ενδέχεται να τροποποιηθεί κατά την πρόοδο των εργασιών σε τυχόν αγκύριο εφόσον διαπιστωθεί η ύπαρξη εμποδίων στο υπέδαφος της περιοχής που περιβάλλει την εκσκαφή (υπάρχοντα πηγάδια, βόθροι). Το μήκος πάκτωσης L_{π} των

αγκυρίων καθορίστηκε έτσι ώστε να είναι δυνατή η ανάληψη δύναμης προέντασης (αναλόγως των συνθηκών από 120-480 kN), από κάθε αγκύριο με παραδοχή συντελεστή ασφαλείας ($F = 1.5$).

Για τον υπολογισμό του μήκους πάκτωσης χρησιμοποιήθηκαν οι εξισώσεις (1) και (2) :

$$l_p = c + \sigma_v \tan \phi \quad (1)$$

$$L_p = \frac{A_r \cdot SF}{\pi \cdot D \cdot \tau_m} \quad (2)$$

όπου :

A_r = φορτίο τάνυσης αγκυρίου.

D = διάμετρος του βολβού πάκτωσης, 0.12-0,15 m

σ_v = ολική κατακόρυφη τάση στη μέση στάθμη του βολβού πάκτωσης

SF = συντελεστής ασφαλείας

ϕ, c = παράμετροι διατμητικής αντοχής του εδαφικού στρώματος που περιέχει τον βολβό πάκτωσης

$\pi = 3.14159$

τ_m = η διατμητική αντοχή εδάφους στην στρώση πάκτωσης

Από την διαστασιολόγηση των αγκυρίων προκύπτουν το ελεύθερο μήκος αγκυρίου L_e και το πακτωμένο μήκος L_p για την κάθε στάθμη αγκύρωσης. Η διαστασιολόγηση του πακτωμένου τμήματος έγινε με την συντηρητική παραδοχή ότι η συνάφεια βολβού πάκτωσης του αγκυρίου με το έδαφος για την στρώση των τεχνιτών επιχωματώσεων λαμβάνεται 180-200 kN/m² .

Τοίχωμα εκτοξευόμενου σκυροδέματος λαμβάνεται ως συνεχής δοκός πολλαπλών ανοιγμάτων μήκους 1,80 και 2,50m, ποιότητας εκτοξευόμενου σκυροδέματος C_s25 και του χάλυβα οπλισμών B500C, πάχους 10cm.

Το πέτασμα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite) θα ενισχυθεί με δύο πλέγματα T196. Τα πλέγματα θα στερεωθούν με συγκόλληση επάνω στους χαλύβδινους πασσάλους του εύκαμπτου συστήματος αντιστήριξης . Στην περίπτωση του άκαμπτου συστήματος αντιστήριξης για την στερέωση και σύνδεση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος με τους φρεατοπασσάλους , κατασκευάζονται βλήτρα Φ16 , B500C .

Το τοιχίο του εκτοξευόμενου σκυροδέματος καλύπτει τα φατνώματα μεταξύ των πασσάλων και υπολογίζεται ως αμφιέρεστη πλάκα πάχους d και ανοίγματος ίσου με την αξονική απόσταση μεταξύ των πασσάλων, η οποία φορτίζεται, λόγω της δημιουργίας θόλου, με το 50% των ωθήσεων των γαιών, όπως προκύπτουν από τους υπολογισμούς της αντιστήριξης, ενώ το υπόλοιπο 50% παραλαμβάνεται από τους πασσάλους. Ο υπολογισμός γίνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς DIN 1045 και EC2.

8. Λογισμικά Υπολογισμών

Στην παρούσα γεωστατική μελέτη αντιστήριξης δίνονται οι βασικοί γεωτεχνικοί υπολογισμοί που αφορούν το προτεινόμενο σύστημα αντιστήριξης των παρειών εκσκαφής για την κατασκευή του αγωγού του δικτύου ομβρίων υδάτων σε μη ευθεία τμήματα της διέλευσης του αγωγού.

Η διαστασιολόγηση και οι έλεγχοι του συστήματος αντιστήριξης καθώς και η ανάλυση της ευστάθειας του συστήματος αντιστήριξης πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Plaxis 2D 2023 το οποίο χρησιμοποιεί την Απλοποιημένη Μέθοδο Krey-Bishop, με την παραδοχή συνθηκών επίπεδης παραμόρφωσης και φόρτισης υπό στραγγιζόμενες και μη συνθήκες με ελάχιστο αποδεκτό συντελεστή ασφάλειας $\min FS = 1.4$ σε γενική ισορροπία (Υπ. Απ. ΔΜΕΟ/δ/0/1759/30-11-98, άρθρο 5, παρ/φος 5.3.3). Σημειώνεται ότι λόγω της αναμενόμενης μικρής διάρκειας λειτουργίας του συστήματος αντιστήριξης και με βάση την ανάλογη διεθνή βιβλιογραφία δεν απαιτείται ανάλυση της συμπεριφοράς του κάτω από συνθήκες σεισμικής φόρτισης. Το σύστημα ελέγχθηκε, και σε σεισμική καταπόνηση, της οποίας ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας ορίζεται σε $\min FS = 1.0$ (Υπ. Απ. ΔΜΕΟ/δ/0/1759/30-11-98, άρθρο 5, παρ/φος 5.3.3).

Η προσομοίωση του σεισμού έγινε με την ισοδύναμη στατική μέθοδο (ψευδοδυναμική) όπου στα πρηνή των ορυγμάτων εφαρμόζεται οριζόντια και κατακόρυφη στατική δύναμη η οποία προκύπτει ως γινόμενο της μάζας του εδαφικού πρηνούς επί το κλάσμα της σεισμικής επιτάχυνσης του εδάφους, όπως ορίζεται στην παράγραφο 5.4.2 του Ν.Ε.Α.Κ. Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει οριζόντια συνιστώσα της σεισμικής επιτάχυνσης $\alpha_H = 0.16g \times 0.5 = 0.08g$. Η κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής επιτάχυνσης ελήφθη ίση με την οριζόντια $\alpha_V = 0.08g$.

Η διαστασιολόγηση (μήκος πάκτωσης πασσαλοσανίδων) και ο έλεγχος της αντοχής της διατομής των πασσαλοσανίδων και των αντηρίδων έγινε με το πρόγραμμα Plaxis 2D 2023 με την παραδοχή ότι κάθε διατομή πασσαλοσανίδας και αντηρίδας καταπονείται από τα, τριγωνικής κατανομής, οριζόντια φορτία ωθήσεως γαιών καθώς και από τα εξωτερικά φορτία των διαφόρων κατασκευών, οι οποίες επηρεάζουν το σύστημα αντιστήριξης. Η τριγωνική κατανομή από την ώθηση των γαιών μετασχηματίζεται από το πρόγραμμα σε ορθογωνική ή πολυγωνική και ανακατανέμεται στο μήκος της πασσαλοσανίδας. Η ώθηση των γαιών δρα σε όλο το πλάτος του τοίχου αντιστήριξης και μήκους $D+t$, όπου D το βάθος εκσκαφής και t το μήκος πάκτωσης της πασσαλοσανίδας.

Με το Plaxis 8.2 υπολογίζονται:

- οι οριζόντιες μετακινήσεις στην κεφαλή του συστήματος αντιστήριξης με βάση τις παραδοχές, οι οποίες αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες και παρουσιάζονται γραφικά στο Διάγραμμα D_x .
- η μέγιστη τιμή της ροπής κάμψης $\max M_z$ (Διάγραμμα M_z) και ακολούθως ελέγχεται η μέγιστη τιμή της τάσης λειτουργίας (σ_{stl}) της μεταλλικής διατομής σε συνάρτηση με την ακαμψία $E_{stl-p-x}$ και την ροπή αντίστασης, W_{p-x} , της διατομής του πασσάλου.

Είναι: I_{p-x} : η ροπή αδρανείας της διατομής του πασσάλου, E_{st} : το μέτρο ελαστικότητας του χάλυβα, A_{st} : το εμβαδόν της μεταλλικής διατομής,

Επί πλέον από το Plaxis 2D 2023 δίνονται με την μορφή διαγραμμάτων στο μήκος του τοίχου τα ακόλουθα στοιχεία, που αφορούν την αντιστήριξη:

- Διάγραμμα κατανομής τεμνουσών δυνάμεων

- Διάγραμμα ανακατανομής εδαφικών ωθήσεων

Το πρόγραμμα προσομοιώνει όλες τις φάσεις σταδιακής εκσκαφής, φορτίσεις από την κυκλοφορία οχημάτων, εγκατάστασης αντηρίδων.

Για τα εδαφικά υλικά γίνεται δεκτή μη γραμμική συμπεριφορά τάσεων-παραμορφώσεων σε συνδυασμό με το εδαφικό μοντέλο "Mohr - Coulomb". Για τα υλικά του συστήματος αντιστήριξης (σκυρόδεμα, χάλυβας) γίνεται δεκτή γραμμική-ελαστική συμπεριφορά τάσεων-παραμορφώσεων "Linear Elastic".

Οι υπολογισμοί επαναλήφθηκαν και διασταυρώθηκαν και με το λογισμικό πρόγραμμα RETAIN της FIDES, σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα για στατικές συνθήκες και για σεισμό. Η εκσκαφή προσομοιώνεται σε στάδια. Καθορίζονται οι αρχικές συνθήκες, δηλαδή η γεωμετρία της αρχικής επιφάνειας εδάφους ανά θέση ελέγχου και εισάγονται οι εδαφικές παράμετροι σχεδιασμού που επιλέχθηκαν. Στη συνέχεια και σε τα επόμενα στάδια κατασκευής, εισάγεται η γεωμετρία του συστήματος αντιστήριξης, όπως διάμετρος, αποστάσεις μεταξύ τους, η ακαμψία πασσάλου, το είδος και η ποιότητα σκυροδέματος του πασσάλου, η προβλεπόμενη γεωμετρία της εκσκαφής και οι φορτίσεις στη στέψη των πρανών.

Το λογισμικό έχει τη δυνατότητα ελέγχου επάρκειας του απαιτούμενου βάθους πάκτωσης των πασσάλων. Υπολογίζει τα εντατικά μεγέθη (ανά μέτρο μήκους αντιστήριξης) και ελέγχει την περιστροφική ολίσθηση του συστήματος.

Οι αναλύσεις έγιναν για ικανό βάθος πάκτωσης κάτω από την τελική στάθμη εκσκαφής, για ελαστικό πάσσαλο με στήριξη στη στέψη του. Ο κεφαλόδεσμος στη στέψη - που συμβάλει στον περιορισμό των αναπτυσσόμενων μετακινήσεων - ελήφθη υπόψη στους υπολογισμούς.

Η προσομοίωση του σεισμού έγινε με την ισοδύναμη στατική μέθοδο (ψευδοδυναμική) κατά Ευρωκώδικα 8, όπου η σεισμική δράση εφαρμόζεται από το σύνολο των οριζόντιων και κατακόρυφων στατικών δυνάμεων, ως το γινόμενο μεταξύ των δυνάμεων βαρύτητας και του κατά περίπτωση οριζόντιου και κατακόρυφου σεισμικού συντελεστή (ο δεύτερος ενεργεί από κάτω προς τα πάνω, ως δυσμενέστερη περίπτωση).

9. Έλεγχος αντοχής των πασσάλων

Η διαστασιολόγηση (μήκος πάκτωσης πασσάλων) και ο έλεγχος της αντοχής της διατομής του έγινε με το πρόγραμμα Plaxis 2D 2023 με τις παραδοχές ότι κάθε διατομή πασσάλου καταπονείται: (α) από τα, τριγωνικής κατανομής, οριζόντια φορτία ωθήσεων γαιών (β) από τα εξωτερικά φορτία των διαφόρων κατασκευών, τα οποία επηρεάζουν το σύστημα αντιστήριξης.

Με βάση τα παραπάνω προσδιορίζεται η δυσμενέστερη τιμή της καμπτικής ροπής $\max M_z$ και η μέγιστη τέμνουσα $\max V_x$ και ακολούθως ελέγχεται η τιμή της κάθετης τάσης λειτουργίας ($\sigma_{st} = \max M_z / W_x$) και η διατμητική αντοχή ($\tau_s = \max V_x / A_{st}$), όπου W_x και A_{st} η ροπή αντιστάσεως και το εμβαδόν της μεταλλικής διατομής του πασσάλου αντίστοιχα.

Ο έλεγχος αντοχής των πασσάλων έγινε με υπολογιστικά φύλλα excel. Τα αποτελέσματα τους παρουσιάζονται στα παραρτήματα.

10. Εκτίμηση των μετακινήσεων του συστήματος αντιστήριξης

Οι αναμενόμενες οριζόντιες και ολικές μετακινήσεις του συστήματος αντιστήριξης και των εδαφικών μαζών που περιβάλλουν την περιοχή της εκσκαφής με βάση τις παραδοχές που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, παρουσιάζονται γραφικά στους υπολογισμούς του Plaxis 2D 2023. Στις τομές των σχημάτων που παρατίθενται, δίδονται οι οριζόντιες και η ολικές μετακινήσεις στις στάθμες των παρακείμενων δρόμων και καθόλου του ύψους της εκσκαφής.

Παρατηρείται ότι οι μέγιστες ολικές μετακινήσεις του συστήματος αντιστήριξης για τις παρειές των δρόμων και των ακάλυπτων χώρων είναι της τάξης των 100mm οι οποίες θεωρούνται απόλυτα αποδεκτές, διότι είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων για αργιλικά εδάφη 65-100mm (Skempton and Mc Donald).

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι αναλύσεις ευστάθειας βασίστηκαν σε συντηρητικές παραδοχές των παραμέτρων αντοχής.

Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι η αύξηση της ακαμψίας του συστήματος αντιστήριξης με την κατασκευή του κεφαλόδεσμου στην κεφαλή των πασσάλων μειώνει τις ολικές παραμορφώσεις του συστήματος αντιστήριξης και συνεπώς και τις καθιζήσεις των όμορων κατασκευών.

Από τα παραπάνω συνεπάγεται, ότι υπάρχει επαρκές περιθώριο ασφάλειας έναντι οποιασδήποτε διαταραχής των γειτονικών κατασκευών.

11. Έλεγχοι ευστάθειας του συστήματος αντιστήριξης

Οι αναλύσεις ευστάθειας του συστήματος αντιστήριξης έγιναν από το Plaxis 2D 2023 με την συντηρητική παραδοχή της επίπεδης παραμόρφωσης σε στραγγιζόμενες και αστράγγιστες συνθήκες, ενώ το πρόβλημα είναι τρισδιάστατο, γεγονός το οποίο επιτρέπει επαρκές περιθώριο ασφάλειας έναντι όλων των κινδύνων, που επηρεάζουν την ευστάθεια του συστήματος.

Ο έλεγχος σε ευστάθεια του συστήματος αντιστήριξης με το Plaxis 2D 2023 έδωσε συντελεστή ασφαλείας υπό στατική φόρτιση και σεισμική φόρτιση, σε ολική ισορροπία $F.S.=1,436-1,892$ και $1,263-1,562$ αντίστοιχα, οι οποίος είναι μεγαλύτερος από τον ελάχιστο επιτρεπόμενο $\min F.S. \geq 1.4$ και 1.0 , αντίστοιχα.

Οι συντελεστές ασφαλείας σε ολική ισορροπία προσδιορίζεται με την μέθοδο της ταυτόχρονης μείωσης των διατμητικών παραμέτρων (c , $\tan\phi$) του εδάφους έως ότου ικανοποιηθεί το κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb. Οι συντελεστές ασφαλείας σε ολική ισορροπία δίνονται από την παρακάτω σχέση:

$$S.F. = \tan\phi / \tan\phi_\alpha = c / c_\alpha, \text{ όπου:}$$

ϕ , c : διατμητικές παράμετροι του εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση

ϕ_α , c_α : απομειωμένες διατμητικοί παράμετροι του εδάφους κατά την αστοχία

Οι συντελεστές ασφαλείας του συστήματος αντιστήριξης, που υπολογίσθηκαν για κάθε διατομή ελέγχου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Διατομή Ελέγχου	Συντελεστής Ασφάλειας με στατική φόρτιση	Συντελεστής Ασφάλειας με σεισμική φόρτιση
1 - 1	1,805	1,545
2 - 2	1,719	1,423
3 - 3	1,764	1,519
4 - 4	1,436	1,263
5 - 5	1,453	1,300
6 - 6	1,727	1,468
7 - 7	1,805	1,501
8 - 8	1,794	1,499
9 - 9	1,697	1,439
10 - 10	1,568	1,362
11 - 11	1,591	1,332
12 - 12	1,632	1,360
13 - 13	1,685	1,402
14 - 14	1,519	1,340
15 - 15	1,785	1,511
16 - 16	1,805	1,507
17 - 17	1,892	1,562

Ο έλεγχος σε ευστάθεια των αντιστηριζόμενων πρηνών της προσωρινής εκσκαφής έδειξε, βλ. πίνακα, ότι: οι συντελεστές ασφαλείας χωρίς και με σεισμό είναι ίσοι ή μεγαλύτεροι από τους ελάχιστους επιθυμητούς, το σύστημα αντιστήριξης εξουδετερώνει τις σεισμικές δυνάμεις και αποκαθιστά πλήρως τις προ της εκσκαφής συνθήκες ισορροπίας (βλ. Ενδεικτικούς Υπολογισμούς στο Παρ/μα 1).

12. Τρόπος κατασκευής του συστήματος αντιστήριξης

Οι αλληλουχία των εργασιών εκσκαφής και αντιστήριξης θα είναι ως εξής :

- Καθάρισμα του οικοπέδου, καθαίρεση μεσότοιχων, μαντρών (σε συνεννόηση με τους γείτονες), καθαίρεση παλαιών θεμελίων, υπογείων και άλλων εμποδίων στις θέσεις των πασσάλων,
- Διαμόρφωση του δαπέδου κατασκευής των πασσάλων,
- Διάτρηση οπών Φ600/Φ800 μέχρι τον επιθυμητό βάθος των πασσάλων (σχ., Αντ-2), σύμφωνα με τις θέσεις των πασσάλων (σχ., Αντ-1), κατακόρυφη τοποθέτηση οπλισμού και σκυροδέτηση των πασσάλων σύμφωνα με την μελέτη. Οι οπές των χαλύβδινων πασσάλων πακτώνονται με σκυρόδεμα C 20/25 από την στάθμη της τελικής εκσκαφής έως την στάθμη του το πέλματος των πασσάλων και

πληρώνονται με αμμόδεμα (80 kg τσιμέντο ανά κ.μ. αμμόδεμα) από την τελική εκσκαφή και πάνω.

- Μετά την ολοκλήρωση των πασσάλων κατασκευάζεται ο κεφαλόδεσμος των πασσάλων σύμφωνα με την μελέτη,
- Στη συνέχεια ακολουθεί εκσκαφή για την κατασκευή των αγκυρίων της 1^{ης} σειράς.
- Διάτρηση οπών των αγκυρίων και πάκτωση των αγκυρίων με τσιμεντένεμα αναλογίας C/W = 2,2/1
- Καθαίρεση αμμοδέματος πλήρωσης των πασσάλων και προετοιμασία της επιφάνειας εφαρμογής του εκτοξευόμενου σκυροδέματος
- Τοποθέτηση δομικών πλεγμάτων και κατασκευή υγρής μορφής εκτοξευόμενου σκυροδέματος,
- Τάνυση αγκυρίων της 1^{ης} σειράς και εκσκαφή για την επόμενη σειρά των αγκυρίων.
- Κατασκευή αγκυρίων και εκτοξευόμενου σκυροδέματος 2^{ης} σειράς (φάσης),
- Τελική εκσκαφή και ολοκλήρωση των εργασιών αντιστήριξης με την κατασκευή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος 4^{ης} φάσης.

13. Γενικές Κατασκευαστικές Οδηγίες

Πριν από την έναρξη οποιασδήποτε εργασίας αντιστήριξης θα πρέπει να γίνει επακριβής τοπογραφικός έλεγχος των υψόμετρων της φυσικής επιφάνειας περιοχής του έργου, ώστε να διαπιστώνεται, εάν επιβεβαιώνονται οι παραδοχές της μελέτης και σε αντίθετη περίπτωση να τροποποιηθεί η μελέτη.

Επισημαίνεται ότι πριν την έναρξη των εργασιών πρέπει να ληφθούν πλήρη σχέδια των αγωγών από τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας (ΔΕΗ, ΟΤΕ, ΕΥΔΑΠ, ΔΕΠΑ κλπ.) ώστε να ελεγχθούν για πιθανή σύμπτωση των αγωγών με τις εργασίες αντιστήριξης που προβλέπονται στην μελέτη αντιστήριξης .

Σε περίπτωση σύμπτωσης δικτύων Κ.Ο. που βρίσκονται εκτός του οικοπέδου τροποποιείτε η μελέτη αντιστήριξης .

Στην περίπτωση που τα υπόγεια η εναέρια δίκτυα Κ.Ο. βρίσκονται εντός του οικοπέδου μεταφέρονται εκτός οικοπέδου πριν την έναρξη των εργασιών αντιστήριξης για αποφυγή ζημιών και ατυχημάτων και η νέα θέση τους λαμβάνετε υπόψη στο σχεδιασμό της μελέτης αντιστήριξης.

Πριν την κατασκευή των πασσάλων:

- καταγράφονται και φωτογραφίζονται τυχόν αστοχίες, ρωγμές, ζημιές στα όμορα κτίρια
- εξακριβώνονται τα όρια με τις γειτονικές ιδιοκτησίες, η Ο.Γ και Ρ.Γ.
- ορίζονται υψόμετρα αναφοράς με τοπογράφο
- ελέγχονται οι θέσεις και οι στάθμες των δικτύων κοινής ωφέλειας

Η κατασκευή των πασσάλων θα γίνεται προσεκτικά με τέτοιο τρόπο που δεν θα επηρεάζει την ποιότητα του εδάφους θεμελίωσης των όμορων κατασκευών, δικτύων ΚΩ κλπ.

Πριν την κατασκευή των αγκυρίων :

- καταγράφονται οι στάθμες θεμελίωσης όμορων κατασκευών
- ελέγχονται οι θέσεις και οι στάθμες των δικτύων κοινής ωφέλειας

Κατά την εκτέλεση των εκσκαφών και της κατασκευής του συστήματος αντιστήριξης, θα πρέπει να γίνεται, συνεχής επίβλεψη από έμπειρο γεωτεχνικό μηχανικό ώστε να διαπιστώνεται, εάν οι παραδοχές της μελέτης τα προτεινόμενα μέτρα αντιστήριξης με βάση την εδαφοτεχνική έρευνα με σημειακές γεωτρήσεις ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, με τις επιτόπου γεωτεχνικές συνθήκες του έργου.

Κατά την διάρκεια των εργασιών εκσκαφής όπου κρίνεται απαραίτητο, η εκσκαφή δεν θα γίνεται σε όλο το γήπεδο των εκσκαφών, αλλά θα γίνεται σε μικρότερα τμήματα τα οποία θα καθορίζονται επιτόπου σε συνεργασία με τον επιβλέποντα μηχανικό του έργου. Ιδιαίτερη μέριμνα θα δίδεται ώστε να μη διαταραχθεί το σύστημα αντιστήριξης από τα σκαπτικά μηχανήματα.

Ο σωστός και ασφαλής σχεδιασμός της αντιστήριξης των πρανών εκσκαφής και η ταχύτητα κατασκευής του είναι αλληλοσυνδεμένα μεταξύ τους και αμοιβαία συμβάλουν στην ασφαλή και άρτια κατασκευή και λειτουργία του συστήματος αντιστήριξης.

Κατασκευαστικές τροποποιήσεις της παρούσας μελέτης ενδέχεται να προκύψουν κατά τη φάση των εκσκαφών και της εκτέλεσης των εργασιών αντιστήριξης, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες του υπεδάφους που θα παρουσιασθούν, τις επακριβείς γεωλογικές συνθήκες, την γεωμετρία των σχηματισμών, την στάθμη των υπόγειων υδάτων, τις στάθμες θεμελίωσης των γειτονικών κατασκευών καθώς και των αγωγών κοινής ωφέλειας.

Η παρουσία νερού στην εκσκαφή και κατά μήκος διεπιφανειών με μειωμένες παραμέτρους αντοχής δημιουργεί ευνοϊκές προϋποθέσεις για την εκδήλωση φαινομένων αστάθειας. Απαιτείται επομένως η γεωτεχνική αποτύπωση των πρανών εκσκαφής ώστε έγκαιρα, εφόσον διαπιστώνονται δυσμενείς συνθήκες, να λαμβάνονται συμπληρωματικά μέτρα αντιστήριξης.

Κατά την εκτέλεση των εκσκαφών εφόσον συναντηθούν υπόγεια νερά θα πρέπει να γίνεται συλλογή τους και απομάκρυνσή τους μέσω των φρεατίων άντλησης μέχρι την ολοκλήρωση της κατασκευής του έργου και εξισορρόπηση των δυνάμεων της άνωσης των υδάτων από την κατασκευή.

Το προτεινόμενο σύστημα αντιστήριξης είναι προσωρινό και προϋποθέτει την άμεση κατασκευή των φερόντων στοιχείων της θεμελίωσης και των υπογείων, ώστε αυτά σε μικρό χρονικό διάστημα να παραλάβουν τις πλευρικές ωθήσεις των γαιών.

14. Παρακολούθηση των μετακινήσεων των παρειών του σκάμματος κατά την διάρκεια της εκσκαφής

Πριν από την έναρξη των εργασιών της εκσκαφής, θα τοποθετηθούν μάρτυρες παρακολούθησης των μετακινήσεων του συστήματος αντιστήριξης (tilt meters ή οπτικοί ανακλαστήρες) επάνω στον κεφαλόδεσμο των πασσάλων και στα όμορα κτίρια.

Οι μετρήσεις των μετακινήσεων (σε τρεις διαστάσεις) των μαρτύρων θα γίνονται με τοπογραφική μέθοδο (Total Station – 3-D Optical monitoring). Θα ληφθούν τρεις σειρές μετρήσεων πριν από την έναρξη της εκσκαφής (περίπου την ίδια ώρα της ημέρας ώστε να ελαχιστοποιηθούν σφάλματα λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών) προκειμένου να

εκτιμηθεί το αναμενόμενο σφάλμα των μετρήσεων. Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, οι μετρήσεις θα γίνονται ανά 2.50-3,00 μέτρα βάθους εκσκαφής ή ανά 10 ημέρες (όποιο είναι μικρότερο). Οι μετρήσεις των μετακινήσεων των μαρτύρων θα σχεδιάζονται σε διάγραμμα μετακίνησης – χρόνου ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί η εξέλιξη των μετακινήσεων του κτιρίου κτισμάτων συναρτήσει του βάθους της εκσκαφής.

ΧΡΗΣΤΟΣ ΝΤΡΑΖΟΣ
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΡΑΓΚΑΒΗ 9 ΙΛΙΟΝ , 13121
Α.Μ. ΤΕΕ : 68169
ΑΦΜ: 056645792
ΔΟΥ: ΚΕΦΟΔΕ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΗΛ. 6974 875 474

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ PLAXIS
ΚΑΙ WALLS – RETAIN

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΠΑΣΣΑΛΩΝ

ΣΧΕΔΙΑ

ΣΧ. ANT-1 : ΚΑΤΟΨΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

ΣΧ. ANT-2 : ΤΟΜΕΣ - ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ