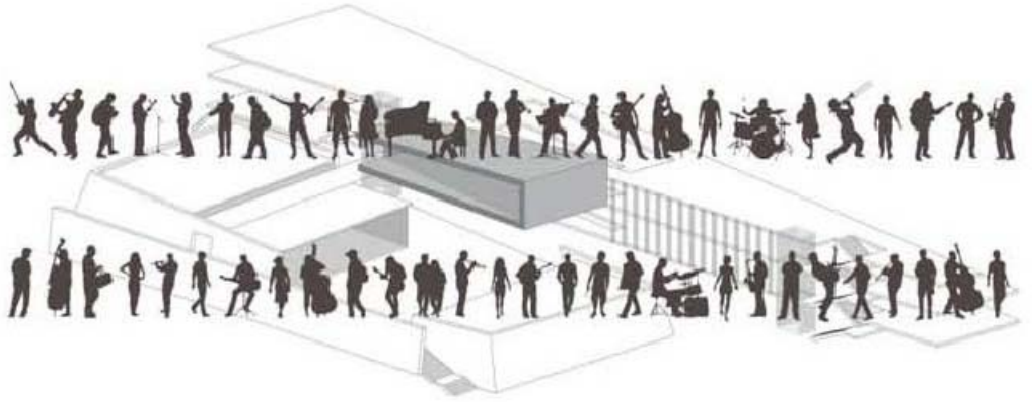


ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

ΕΡΓΟ :

ΚΤΙΡΙΟ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ Ε.Α.Σ.Κ.

ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ :

9η ΠΑΡΟΔΟΣ Δ. ΘΕΟΤΟΚΗ,
ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΑΛΛΑΔΑ - Ο.Τ. 379, ΚΕΡΚΥΡΑ

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ : **ΟΡΙΣΤΙΚΗ - ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ - ΤΕΥΧΟΣ Ι

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	ΜΕΛΕΤΗ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
Δ. ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε. ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ : Σ. ΚΟΛΟΒΟΥ	ΑΡΤΕΜΙΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε.	Η-Μ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ Κ. ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ- Σ. ΤΣΑΝΤΕΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018
ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ: Ι. ΜΑΡΙΝΟΣ	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ: Ν. ΔΕΡΕΚΑΣ		

ΣΦΡΑΓΙΔΕΣ ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ

Κεφ.	Υπο	Παρ.		Σελ.
			ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ - ΤΕΥΧΟΣ Ι	1
1.			***ΕΙΣΑΓΩΓΗ***	2
	1.1		*Αντικείμενο- Σκοπός*	2
	1.2		*Τεχνική Περιγραφή - Στοιχεία Έργου*	2
	1.3		*Προδιαγραφές - Κανονισμοί*	4
	1.4		*Μεθοδολογία μελέτης*	4
2.			***ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ***	5
	2.1		*Περιγραφή γεωτεχνικής έρευνας*	5
			Συνθήκες υπογείων υδάτων - διαπερατότητα	8
	2.2		*Γεωτεχνικό προφίλ σχεδιασμού*	9
	2.4		*Σεισμολογικά στοιχεία*	10
3.			***ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ***	11
	3.1		*Επιλογή τύπου αντιστήριξης*	11
	3.2		*Μεθοδολογία σχεδιασμού απαιτούμενων έργων*	12
	3.3		*Παραδοχές φορτίσεων*	13
	3.4		*Αποτελέσματα αναλύσεων και διαστασιολογήσεων.*	15
		3.4.1	*Αποτελέσματα εντατικών μεγεθών*	15
		3.4.2	*Διαστασιολόγηση Δομικών Στοιχείων – Προεντεταμένων αγκυρώσεων*	19
4.			***ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ***	28
	4.1		*Μεθοδολογία - προδιαγραφές κατασκευής*	28
	4.2		*Μέτρα αντιμετώπιση του υδροφόρου ορίζοντα ορίζοντα*	32
	4.3		*Μεθοδολογία εκσκαφής*	33
	4.4		*Ενόργανη παρακολούθηση συμπεριφοράς κατασκευής.*	34
6.			***ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟ***	36
8.			***ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ***	37
7.			***ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ***	38
8.			***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ***	39

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο- Σκοπός

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση και τα Σχέδια που την συνοδεύουν, αποτελούν την Μελετη αντιστηριξης για το έργο «Κτίριο του Τμήματος Μουσικών Σπουδών στο Οικόπεδο Ε.Α.Σ.Κ.».

Κύριος του Έργου και Εργοδότης – Αναθέτουσα Αρχή είναι το ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ.

Προϊστάμενη αρχή είναι η Σύγκλητος του Ιονίου Πανεπιστημίου.

Διευθύνουσα Υπηρεσία είναι η Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών του Ιονίου Πανεπιστημίου.

Αρμόδιο Τεχνικό Συμβούλιο είναι το Τεχνικό Συμβούλιο Ιονίου Πανεπιστημίου.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να σχεδιαστούν τα κατάλληλα μέτρα που θα διασφαλίσουν τη δυνατότητα εκσκαφής κατακόρυφων προσωρινών πρανών κατά τη διάρκεια κατασκευής των υπόγειων τμημάτων του κτιριου, παρεμποδίζοντας παράλληλα την είσοδο των υδάτων εντός του σκάμματος.

Η παρούσα Μελέτη εκπονείται στα πλαίσια χωριστής σύμβασης που υπογράφηκε μεταξύ του Ιονίου Πανεπιστημίου και της Σύμπραξης των παρακάτω μελετητικών γραφείων:

_ Δ. ΒΑΣΙΛΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Ε.Ε. (Αρχιτεκτονική Μελέτη)

_ ΑΡΤΕΜΙΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Π.Ε. (Στατική Μελέτη)

_ Α. ΑΣΗΜΑΚΗΣ – Κ. ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ε.Ε. (Μελέτη Η/Μ Εγκαταστάσεων)

_ Ν. ΔΕΡΕΚΑΣ (Μελέτη Αντιστηρίξεων, Κατηγορία 21)

_ Ι. ΜΑΡΙΝΟΣ (Σύμβουλος ακουστικής μελέτης)

1.2 Τεχνική Περιγραφή - Στοιχεία Έργου

Το υπό μελέτη κτίριο πρόκειται να στεγάσει το τμήμα των Μουσικών Σπουδών του Ιόνιου Πανεπιστήμιου, το οποίο εδράζεται στην πόλη της Κέρκυρας.

Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες του Τμήματος και να αναβαθμιστεί η ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών, προβλέπεται η κατασκευή νέου προτύπου κτηρίου που να πληρεί όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές και να διαθέτει τις κατάλληλες εγκαταστάσεις.

Το Ιόνιο Πανεπιστήμιο διαθέτει ιδιόκτητη έκταση, το Ο.Τ. 379, εντός σχεδίου πόλεως στην περιοχή «Παλλάδα» κάτω από το Νέο Φρούριο. Το οικοδομικό τετράγωνο οριοθετείται από τον κόμβο του παραλιακού δρόμου του λιμανιού, τον προβλεπόμενο μελλοντικό δρόμο κατά μήκος του πέτρινου αναλημματικού τοίχου της οδού Νέου Φρουρίου, το χώρο στάθμευσης λεωφορείων στο πίσω μέρος του και την 9η πάροδο Δ.Θεοτόκη. Το οικόπεδο του Ο.Τ. 379 είναι άρτιο και οικοδομήσιμο και έχει εμβαδόν 2.938,80 m2. Εντός αυτού πρόκειται να ανεγερθεί κτίριο μέγιστου εμβαδού ανωδομής 3.526,56 m^2 με δυο υπόγεια και τρεις, κατά μέγιστον, υπέργειους ορόφους.

Σύμφωνα με το εγκεκριμένο κτιριολογικό πρόγραμμα (3364/8-9-2009 Έγγραφο ΥΠΕΠΘ) το κτίριο θα περιλαμβάνει αίθουσες διδασκαλίας, εργαστηριακούς χώρους, χώρους άσκησης φοιτητών, αίθουσα εκηλώσεων και δοκιμών μεγάλων συνόλων, γραφεία διδακτικού προσωπικού, χώρους διοίκησης, κυλικείο, αίθουσα διαδικτύου και βοηθητικούς χώρους αρχειοθέτησης και αποθήκευσης. Το κτίριο θα διαθέτει και τους προβλεπόμενους από την ισχύουσα νομοθεσία χώρους στάθμευσης. Ο περιβάλλων χώρος θα διαμορφωθεί κατάλληλα με δρόμους προσπέλασης στο κτίριο, πεζοδρόμια, χώρους πρασίνου.

Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη του έργου το Β' Υπογειο θα έχει εμβαδό περίπου 425m^2 και η στάθμη δαπέδου του προβλέπεται να κατασκευαστεί σε υψόμετρο -8,00m εως -6.90m απο το φυσικο εδαφος. Το Α Υπόγειο θα έχει επιφάνεια κάλυψης - 2125m^2 και η στάθμη δαπέδου του, προβλεπεται να κατασκευαστει σε υψόμετρο από -4,50m έως -5,80m από το φυσικό έδαφος.

Η ακριβής θέση του έργου αποτυπώνεται και στην παρακάτω παρατιθέμενη φωτογραφία από το διαδικτυακό λογισμικό Google Earth.



Φωτογραφία 1: Θέση περιοχής ενδιαφέροντος

Το απόλυτο υψόμετρο της περιοχής στη θέση αυτή είναι απο +6,0m εως 6,40m.

Κατά τη διαδικασία της κατασκευής του έργου απαιτείται η εκσκαφή μιας περιοχής εμβαδού περίπου 2270,0m^2. Εντός της εκσκαφής θα δημιουργηθούν τέσσερα επίπεδα. Το βάθος εκσκαφής κάθε επιπέδου λαμβάνεται σε στάθμη -1,85μ από το δάπεδο του υπογείου καθώς

συμπεριλαμβάνει το πάχος της θεμελίωσης, πλάκα στεγανολεκάνης και εξυγιαντική στρώση. Το πρώτο, εμβαδού περίπου 320,0m^2, περιλαμβάνει τμήμα του Β' υπογείου με στάθμη -9,85m από το φυσικό έδαφος. Το δεύτερο εμβαδού περίπου 107,0m^2, περιλαμβανει τμημα του Β' υπογείου με στάθμη -8,75m από το φυσικό έδαφος. Το τρίτο με εμβαδό περίπου 460,0m^2, περιλαμβάνει τμήμα του Α' υπογείου με στάθμη -7,65m από το φυσικό έδαφος και το τέταρτο τμήμα με εμβαδό περίπου 1390,0m^2, περιλαμβάνει τμήμα του Α' υπογείου με στάθμη -6,35m από το φυσικό έδαφος και τη ράμπα εισόδου.

1.3 Προδιαγραφές - Κανονισμοί

Οι αναλύσεις και ο σχεδιασμός των προσωρινών μέτρων αντιστήριξης της εκσκαφής, πραγματοποιήθηκαν με βάση τους παρακάτω κανονισμούς και προδιαγραφές:

- Ευρωκώδικας 7 (EN 1997) : «Γεωτεχνικός Σχεδιασμός»
- Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ – 2000) με τις τροποποιήσεις του
- ΕΚΩΣ 2000
- Ευρωκώδικας 2 (EN 1992): «Σχεδιασμός φορέων από Σκυρόδεμα»
- Ευρωκώδικας 3 (EN 1993): «Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα»
- Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (Ο.Μ.Ο.Ε) – Τεύχος Γεωλογικών – Γεωτεχνικών (Απόφαση ΔΜΕΟ/δ/ο/212/27.2.2004)
- DIN 1045
- DIN 4014/Μέρος 2
- Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές 11-01-01-00: Πάσσαλοι δι' εκσκαφής (έγχυτοι πάσσαλοι) και κεφαλόδεσμοι.
- Κανονισμός Προεκτιμώμενων Αμοιβών και Μελετών και Υπηρεσιών σύμφωνα με το Ν.4412/2016

1.4 Μεθοδολογία μελέτης

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα γεωτεχνικά δεδομένα όπως αυτά προέκυψαν από την γεωτεχνική έρευνα που εκπονήθηκε από τα γραφεια γεωτεχνικων μελετων **ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ Π. ΛΑΜΑΡΗΣ - ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΡΜΕΝΗΣ** το 2007.

Με βάση τις προτεινόμενες γεωτεχνικές παραμέτρους διενεργήθηκαν οι απαραίτητες αναλύσεις που οδήγησαν στη διαστασιολόγηση των μέτρων αντιστήριξης των προσωρινών πρανών της εκσκαφής και των λοιπών δομικών στοιχείων.

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Περιγραφή γεωτεχνικής έρευνας

Η γεωτεχνική έρευνα εκπονήθηκε από γραφεια γεωτεχνικων μελετων ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ Π. ΛΑΜΑΡΗΣ - ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΡΜΕΝΗΣ το 2007 και περιλαμβάνει την εκτέλεση εφτα δειγματοληπτικών γεωτρήσεων. Σύμφωνα με τα δεδομένα του 2007 επρόκειτο να κατασκευαστούν 2 κτιρια, το ένα στο ΟΤ 378 και το αλλο στο ΟΤ 379 (το οποιο αποτελει την περιοχη κατασκευης του κτιριου στην παρουσα μελετη). Από τις γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, οι Γ5 και Γ4 εντοπίζονται στο ΟΤ378 και οι υπολοιπες στο ΟΤ379. Τα στοιχεία των πραγματοποιούμενων γεωτρήσεων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα και οι θέσεις του εμφανίζονται στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας του παραρτήματος §8.1 .

Πίνακας 1 :Στοιχεία γεωτρήσεων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	**ΒΑΘΟΣ (m)**	**ΥΨΟΜΕΤΡΟ***
Γ1	15,00	6,02μ
Γ2	15,00	6,22μ
Γ3	12,00	6,08μ
Γ4	15.00 / 27.00 (**)	6,38μ
Γ5	15.00 / 22.00 (**)	6,41μ
Γ6	15,50/20,00(**)	6,38μ
Γ7	10,13	6,23μ

(*) από Μ.Σ.Θ.,

(**) άνευ δειγματοληψίας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής μελέτης, στο οικόπεδο του Ο.Τ. 379 εκτελέστηκαν 5 (πέντε) γεωτρήσεις Γ1. Γ2, Γ3, Γ4, Γ7, βάθους 10,13 - 15,50m κάτω από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους. Σε μια εκ των γεωτρήσεων (Γ6) βάθους 15,50m πραγματοποιήθηκε διάτρηση άνευ δειγματοληψίας έως το βάθος των 20,0m για τον προσδιορισμό του βραχώδους υπόβαθρου της περιοχής του έργου. Τα μητρώα των γεωτρήσεων παρατίθονται στο Παράρτημα 8.3 και τα ο συγκεντρωτικός πίνακας των εργαστηριακών αποτελεσμάτων στο Παράρτημα 8.4

Τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας – μελέτης συνοψίζονται στα ακόλουθα:

1. Η μορφολογία του οικοπέδου είναι επίπεδη, με αμελητέες υψομετρικές διαφορές.

2. Το βραχώδες ασβεστολιθικό υπόβαθρο συναντήθηκε μονό στη γεωτρηση Γ3 σε βαθος -6,5m Κατά τη διάτρηση άνευ δειγματοληψίας στη Γ6 δεν συναντήθηκε το βραχώδες υπόβαθρο της περιοχής του έργου και η γεώτρηση σταμάτησε στο βάθος των 20,0m. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στην αντίστοιχη εργασία σε δυο γεωτρήσεις εντός του Ο.Τ. 378.

3. Η εδαφική διαστρωμάτωση είναι ανομοιόμορφη με εδαφικές στρώσεις κυμαινόμενου εύρους ως προέκυψαν από τις γεωτρήσεις που εκτελέστηκαν και ειναι οι εξης:

α. 1η Εδαφική Ενότητα: Τεχνητές επιχωματώσεις πάχους 0,50m έως 2,85m.

β. 2η Εδαφική Ενότητα:

Γκρίζου έως καστανού σκούρου χρώματος αμμώδης ΑΡΓΙΛΟΣ με χαλίκια μέσης έως υψηλής πλαστιμότητας. Σε δυο εκ των γεωτρήσεων η εδαφική ενότητα απαντήθηκε σε δυο στρώσεις ως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 2 :Βάθη 2η εδαφικής ενότητας σε κάθε γεώτρηση

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	Βάθος (m)	
	Από	Από
Γ - 1	2,00	3,50
	12,00	15,00
Γ - 2	3,30	7,15
	8,70	13,40
Γ - 3	2,85	2,40
Γ - 6	2,20	5,65
Γ - 7	0,50	4,00

γ. 3η Εδαφική Ενότητα:

Καστανού έως γκρίζου χρώματος ιλυώδης, αργιλοϊλυώδης ΑΜΜΟΣ με χαλίκια,ασβεστολιθικής σύστασης, και αργιλώδη ΧΑΛΙΚΙΑ με άμμο. Σε μία εκ των γεωτρήσεων η εδαφική ενότητα απαντήθηκε σε τρεις στρώσεις ως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3 :Βάθη 3η εδαφικής ενότητας σε κάθε γεώτρηση

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	Βάθος (m)	
	Από	Από
Γ - 1	3,50	12,00
Γ - 2	1,30	3,30
	7,15	8,70

	13,40	15,00
Γ - 6	5,65	15,50
Γ - 7	4,00	10,13

δ. 4η Εδαφική Ενότητα:

Λευκού κίτρινου έως ανοικτού γκρίζου χρώματος μαργαϊκός ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ, με ποικίλο βαθμό αποσάθρωσης και κερματισμού.

Πίνακας 4 :Βάθη 4η εδαφικής ενότητας σε κάθε γεώτρηση

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	Βάθος (m)	
	Από	Από
Γ - 3	5,25	12,00

4. Η στάθμη των υπογείων υδάτων βρίσκεται σε βάθος περίπου -3,0m από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

5. Η σχηματική τομή των εδαφικών στρώσεων όπως συντάχθηκε στα πλαίσια της αξιολόγησης της Γεωτεχνικής ερευνάς, που παρουσιάζει τις εδαφικές ενότητες στις γεωτρήσεις εντός του οικοπέδου Ο.Τ. 379, παρατιέται στο Παράρτημα 8.2.

6. Οι χαρακτηριστικές γεωτεχνικές παράμετροι ανά ενότητα έχουν ως ακολούθως:

Πίνακας 5 : Επιλεγμένες γεωτεχνικές παράμετροι εδαφικών στρώσεων

Ενότητα	Είδος	γ (kN/m3) (Φαινόμενο βάρος)	cu/c' (kPa) (Συνοχή: αστράγγιστη/ ενεργός)	φu/φ' (o) (Γωνία εσωτερικής τριβής: αστράγγιστη/ ενεργός)	Eu/Ed (MPa) (Μ.Ε. σε αστράγγιστες συνθήκες/Μέτρο Συμπίεσης)
1η	Τεχνητές επιχωματώσεις	18,00			
2η	Αμμώδης άργιλος με χαλίκια, μέσης έως υψηλής πλαστιμότητας.	20,00	50/5	-/25	15,00/12,00
	Για σταθμη κατω απο 0,00m (βαθος >6,0m)	20,00	100/5	-/27	30,00/12,00
2η	Ιλυώδης, αργιλοϊλυώδης άμμος με χαλίκια, ασβεστολιθικής σύστασης και αργιλώδη ΧΑΛΙΚΙΑ με άμμο.	22,50	5	33	15,00
	Για στάθμη κάτω από 0,00m (βάθος >6,0m)	22,50	5	35	15,00
4η	Ασβεστόλιθος, ισχυρά έως ολοκληρωτικά αποσαθρωμένος, κατακερματισμένος.	24,00	30 (ισοδύναμου εδάφους)	30 (ισοδύναμου εδάφους)	170

2.2 Συνθήκες υπογείων υδάτων - διαπερατότητα

Κατά τη διάρκεια των εργασιών υπαίθρου (Ιούλιος 2007), ο Υπόγειος Υδροφόρος Ορίζοντας, Υ.Υ.Ο. βρέθηκε στα βάθη και υψόμετρα, που δίνονται στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 6 : Βάθη εντοπισμού Υ.Ο.

Γεώτρη ση No	**Στάθμη Υ.Υ.Ο. (m)**	**Υψόμετρο**
Γ1	3.00	+3.02
Γ2	3.00	+3.22
Γ3	3.00	+3.38
Γ4	3.30	+3.11
Γ5	3.20	+3.18
Γ6	3.00	+3.23
Γ7	3.00	+3.89

Επισης υπολογιστηκε ο συντελεστής διαπερατότητας Kv, της δεύτερης εδαφικής ενότητας, υπολογίζεται έμμεσα, από την δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

Kv = cv x mv x γw / 1000 (cm/sec)

Όπου :

cv : συντελεστής στερεοποίησης (cm2/sec)

mv : συντελεστής συμπιεστότητας κατ' όγκο (≡1 / Es) (cm2/kgr)

γw : φαινόμενο βάρος νερού (≈1 gr/cm3)

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο συντελεστής διαπερατότητας Kv της 2η Εδαφικής Ενότητας προέκυψε ίσος με **5.5×10^{-9}.** Για τον υπολογισμό της διαπερατότητας της 3^{ης} Εδαφικής Ενότητας δεν πραγματοποιήθηκαν επί τόπου δοκιμές και για το λόγω αυτό στα πλαίσια της παρούσας μελέτης θα χρησιμοποιηθούν τιμές βάσει της διεθνείς βιβλιογραφίας και της εμπειρίας μας σε αντίστοιχα υλικά.

2.3 Γεωτεχνικό προφίλ σχεδιασμού

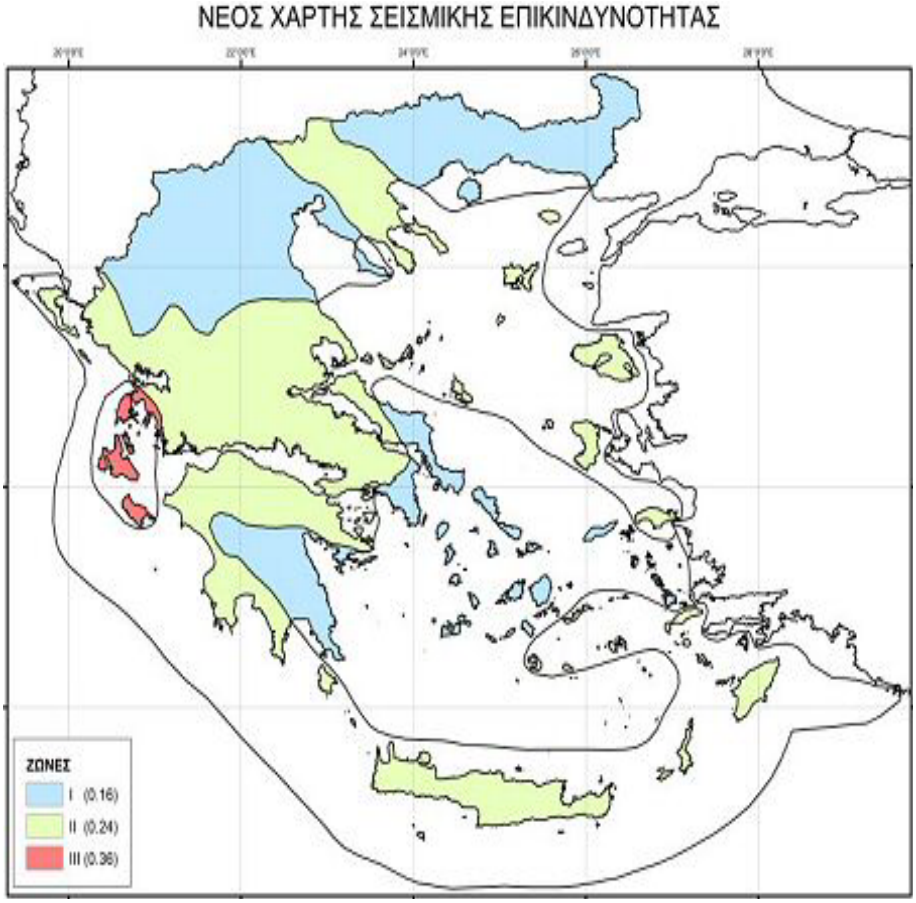
Το γεωτεχνικό προφίλ που χρησιμοποιήθηκε στις αναλύσεις σχεδιασμού του τοίχου αντιστήριξης, προέκυψε σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πραγματοποιηθείσας γεωτεχνικής έρευνας, ως μέσος όρος των εδαφικών στρώσεων των γεωτρήσεων εντός του Ο.Τ.379. Σε αυτό συντηρητικά δε συμπεριλήφθηκε η βραχώδης 4^{η} εδαφική ενότητα καθώς κρίνεται ότι είναι τοπικής σημασίας.

Το γεωτεχνικό προφίλ και εξής γεωτεχνικές παράμετροι: που χρησιμοποιήθηκαν για την επίλυση και το σχεδιασμό της αντιστήριξης της πραγματοποιούμενης εκσκαφής, είναι το εξής:

Βάθος	**Απόλυτο Υψόμετρο**
0.00	**+6,00**
Στρώση 1 (1η Εδαφική Ενότητα) Τεχνητές Επιχωματώσεις γ= 18 kn/m^3 , φ = 25^o , c=2 KPa	
-1.50	**+4,50**
Στρώση 2 (2η Εδαφική Ενότητα) Αμμώδης άργιλος με χαλίκια, μέσης έως υψηλής πλαστιμότητας γ= 20kn/m^3, cu = 50Kpa, φ' = 25^o , c=5 KPa, k=5,5x10^{-9} cm/sec	
-4.50	**+1,50**
Στρώση 3 (3η Εδαφική Ενότητα) Ιλυώδης, αργιλοϊλυώδης άμμος με χαλίκια, ασβεστολιθικής σύστασης και αργιλώδη ΧΑΛΙΚΙΑ με άμμο. γ= 22,5kn/m^3, φ = 33^o , c=5 KPa, E$_s$=15 Mpa, k=1,0x10^{-4} cm/sec	
-10.00	**-4,00**
Στρώση 4 (2η Εδαφική Ενότητα) Αμμώδης άργιλος με χαλίκια, μέσης έως υψηλής πλαστιμότητας γ= 20kn/m3 , cu = 100Kpa, φ' = 27^o , c=5KPa, k=5,5x10^{-9} cm/sec	
-14.00	**-8,00**
Στρώση 5 (3η Εδαφική Ενότητα) Ιλυώδης, αργιλοϊλυώδης άμμος με χαλίκια, ασβεστολιθικής σύστασης και αργιλώδη ΧΑΛΙΚΙΑ με άμμο. γ= 22,5kn/m^3 , φ = 35^o , c=5 KPa, k=1,0x10^{-4} cm/sec	

2.4 Σεισμολογικά στοιχεία

Σύμφωνα με τον χάρτη ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας στον ελληνικό χώρο (ΕΑΚ 2000) που παρατίθεται στο παρακάτω σχήμα η θέση του έργου ανήκει στην ζώνη ΙΙ, για την οποία προβλέπεται μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση α=0.24g.



Σχ. 1: Χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας

Το έδαφος έτσι όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας, κατατάσσεται κατά ΕΑΚ στην κατηγορία Γ «Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5,0m ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου 70m. Ιλυοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5,0μ» » και κατά Ευρωκώδικά 8 στην κατηγορία Ε.

3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

3.1. Επιλογή τύπου αντιστήριξης

Η επιλογή του τύπου αντιστήριξης γίνεται με βάση διάφορες παραμέτρους όπως τη φύση των εδαφών, την παρουσία υπόγειων υδάτων, την παρουσία παρακειμένων κατασκευών ή άλλων φυσικών ορίων κτλ.

Τα πραγματοποιούμενα βάθη εκσκαφής είναι τέτοια που δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εφαρμογή κλίσης πρανών. Η ύπαρξη υψηλού Υ.Ο. σε συνδυασμό με τη μεγάλη επιφάνεια εκσκαφής (~2270m^2) καθιστούν δυσχερή και αντιοικονομική την άντληση για συνεχή ταπείνωση του Υ.Υ.Ο. σε βάθος 0,50m κάτω από την τελική εκσκαφή. Επιπλέον, οι εκτεταμένες αντλήσεις θα δημιουργούσαν προβλήματα πιθανών καθιζήσεων στις γειτονικές κατασκευές. Για του παραπάνω λόγους κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία στεγανολεκάνης στα όρια του σκάμματος.

Οι συμβατικοί τύποι αντιστήριξης για τη δημιουργία στεγανολεκάνης είναι η μέθοδος αντιστήριξης με αλληλοτεμνόμενους φρεατοπάσσαλους, οι πασσαλοσανίδες και οι διαφραγματικοί τοίχοι. Για το συγκεκριμένο έργο σύμφωνα και με τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά της περιοχής, την παρουσία υψηλού υδροφόρου ορίζοντα, το οικιστικό περιβάλλον με τους περιορισμούς που το συνοδεύουν καθώς και τις μικρές τιμές ανεκτών μετακινήσεων και καθιζήσεων, από τις παραπάνω μεθόδους προτείνεται η μέθοδος των αλληλοτεμνόμενων φρεατοπασσάλων από σκυρόδεμα σε εναλλαγή άοπλων – οπλισμένων, η οποία παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Σημαντικά μεγαλύτερη ροπή αδράνειας και αντίστασης σε σχέση με άλλα εύκαμπτα έργα αντιστήριξης.
- Χρονική επιτάχυνση των εργασιών εκσκαφής, κατασκευής και μείωση της όχλησης λόγω απουσίας δονήσεων.
- Δυνατότητα κατασκευής σε σκληρά χαλικώδη εδάφη ή ημίβραχο.
- Αποτελούν οικονομική και αξιόπιστη λύση για βαθιές εκσκαφές και περιορισμό εδαφικών καθιζήσεων
- Η διάνοιξη οπών για την κατασκευή αλληλοτεμνόμενων φρεατοπασσάλων ενδείκνυται σε όρια οικοπέδων που γειτνιάζουν με όμορα κτίρια και οδούς λόγω της μη απαίτησης διάνοιξης τάφρου που απαιτείται στη μέθοδο του διαφραγματικού τοίχου.
- Η τεχνολογία κατασκευής είναι ευρέως διαδεδομένη. Αντίθετα, πολύ λίγα συνεργεία σε πανελλαδικό επίπεδο διαθέτουν την υλικοτεχική υποδομή για την κατασκευή διαφραγματικών τοίχων ως σύστημα αντιστήριξης.
- Ελαχιστοποιούνται οι ποσότητες των υγρών αποβλητων κατά την κατασκευή τους, σε αντίθεση με την κατασκευή του διαφραγματικού τοίχου, όπου δημιουργούνται μεγάλες ποσότητες υγρών

αποβλήτων (μπετονίτης κτλ), οι οποίες παρόλο που μερικώς ανακυκλώνονται απαιτούν σχεδιασμό διαχείρισης τους.

- Χαρακτηρίζονται από ευελιξία στην κατασκευή του τελικού περιγράμματος της στεγανολεκάνης, σε αντίθεση με τους διαφραγματικούς τοίχους, οι οποίοι κατασκευάζονται τμηματικά με συγκεκριμένα μήκη εκσκαφής.
- Οι αλληλοτεμνόμενοι φρεατοπάσσαλοι αποτελούν αυτόνομο σύστημα αντιστήριξης που δεν εντάσσεται στο φέροντα οργανισμό του έργου. Αντίθετα, οι διαφραγματικοί τοίχοι δέον να χρησιμοποιηθούν ως περιμετρικά τοιχώματα υπογείων, γεγονός που σημαίνει ότι πρέπει να προβλεφθούν αναμονές για την κατασκευή των πλακών του υπογείου καθώς και να τοποθετηθεί και οριζόντιος οπλισμός.

Επίσης, στις περιπτώσεις βαθιών εκσκαφών, για την ενίσχυση της αντιστήριξης των πρανών και την ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων στη στέψη, εφαρμόζονται δύο κύριες μέθοδοι: εσωτερική αντιστήριξη με τη χρήση αντηρίδων (internal bracing) και η εξωτερική αντιστήριξη με τη χρήση προεντεταμένων αγκυρίων. Στην παρούσα μελέτη προτείνεται η κατασκευή προεντεταμένων αγκυρώσεων, αρχικά λόγω γεωμετρίας και διαστάσεων του σκάμματος και παράλληλα ώστε το σκάμμα εκσκαφής να παραμείνει ελεύθερο από εμπόδια κατά τις εργασίες εκσκαφής.

Τα παρακάτω κεφάλαια αφορούν αναλύσεις και διαστασιολόγηση των απαιτούμενων μέτρων αντιστήριξης με τη μέθοδο των αλληλοτεμνομενων φρεατοπασσαλων.

Εκτός από τον τοίχο αντιστήριξης που θα κατασκευαστεί περιμετρικά της εκσκαφής του έργου, απαιτείται και η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης εντός του σκάμματος για την αντιστήριξη του πρανούς που δημιουργείται μεταξύ του επιπέδου του βαθύτερου(-9,85m) και του ρηχότερου (-6.35m) σκάμματος. Στο τμήμα επαφής των δύο αυτών επιπέδων δημιουργείται μια υψομετρική διαφορά ίση με 3,50m και προτείνεται η κατασκευή μη τεμνόμενων φρεατοπασσάλων καθώς στο τμήμα αυτό δεν απαιτείται η δημιουργία στεγανολεκάνης. Η επιλογή αυτού του τύπου αντιστήριξης έγινε με κριτήριο τη διευκόλυνση της κατασκευαστικής διαδικασίας, έτσι ώστε να μην απαιτηθεί η προσκόμιση επιπλέον μηχανημάτων και νέων υλικών στην περιοχή του έργου

3.2 Μεθοδολογία σχεδιασμού απαιτούμενων έργων

Κατά τη διενέργεια των αναλύσεων και το σχεδιασμό των απαιτούμενων μέτρων αντιστήριξης πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι ωθήσεων και αναπτυσσόμενων εντατικών μεγεθών και μετακινήσεων των μέτρων αντιστήριξης καθώς και αναλύσεις ευστάθειας του συστήματος αντιστήριξης – υποστηριζόμενου εδαφικού σχηματισμού, σε επιλεγμένες διατομές.

Τα εφαρμοζόμενα μέτρα αντιστήριξης, ελέγχονται ως προς τη συνολική ευστάθεια του συστήματος, ως προς τη δομική τους αστοχία και ως προς τις αναμενόμενες παραμορφώσεις του τοίχου. Επιπλέον ελέγχθηκε η ανάγκη εφαρμογής επιπλέον μέτρων ενίσχυσης της αντιστήριξης με προεντεταμενα αγκυρια καθώς και η πιθανότητα υδραυλικής θραύσης πυθμένα λόγω ροής γύρω από την κατασκευή του τοίχου.

Οι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν με την εφαρμογή τόσο της αναλυτικής μεθόδου επίλυσης με τη χρήση λογισμικού WALLS της εταιρείας FINE.

3.3 Παραδοχές φορτίσεων

Συμφώνα με τον Ευρωκώδικα 7 ορίζονται οι ακόλουθες Φορτικές καταστάσεις LC

Πίνακας 6 : Καταστάσεις Φόρτισης κατά EC-7

	Τύπος Γεωτεχνικού έργου	
Καταστάσεις Σχεδιασμού	**Μόνιμο**	**Προσωρινό και ενδιάμεσα στάδια κατασκευής του έργου**
Μόνιμες και πρόσκαιρες	**LC1**	**LC2**
Ασυνήθεις και τυχηματικές	**LC3**	
Σεισμικές	**LC4**	

Ο τοίχος αντιστήριξης της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε να **ελεγχθεί βάσει της Φόρτισης LC1** ως μόνιμο, και όχι ως προσωρινό έργο λόγω της μεγάλης έκτασης του έργου και της απαιτούμενης εκσκαφής, δεδομένου του πιθανού μεγάλου χρόνου διατήρησης του ανοιχτού σκάμματος έως την ολοκλήρωση της σκυροδέτησης της θεμελίωσης και των τοιχείων του υπογείου. Να σημειωθεί ότι παρόλαυτα τα προεντεταμένα αγκύρια που προτείνονται είναι προσωρινού τύπου, καθώς το έργο αφορά την αντιστήριξη των πρανών εκσκαφής μέχρι τη φάση κατασκευής των τοιχείων υπογείου του κτιρίου.

Οι συντελεστές ασφάλειας που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτοί που ορίζονται στον Ευρωκώδικα 7 για τη φόρτιση LC1 και παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 7 : Επιμέρους συντελεστές στις δράσεις (γF) ή στα αποτελέσματα των δράσεων (γE)

Δράση		**Σύμβολο**	**Ομάδα**	
			A1	*A2*
Μόνιμη	Δυσμενής	γG	*1,35*	*1,0*
	Ευνοϊκή		*1,0*	*1,0*
Μεταβλητή	Δυσμενής	γQ	*1,5*	*1,3*
	Ευνοϊκή		*0*	*0*

Πίνακας 8 : Επιμέρους συντελεστές εδαφικών παραμέτρων (γM)

Εδαφική παράμετρος	**Σύμβολο**	**Ομάδα**	
		M1	*M2*
Γωνία διατμητικής αντίστασης*	γφ’	1,0	1,25
Ενεργός συνοχή	γ_c	1,0	1,25
Αστράγγιστη διατμητική αντοχή	γ_{cu}	1,0	1,4
Ανεμπόδιστη αντοχή	γ_{qu}	1,0	1,4
Ειδικό βάρος	γ_γ	1,0	1,0
*Ο συντελεστής αυτός εφαρμόζεται στην tan φ'			

,

Για τον ελεγχο του τοίχου αντιστήριξης και των αγκυρώσεων χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές ασφάλειας της ομάδας Α1 και Μ1, ενω για τη συνολικη ευσταθεια του πρανους χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές ασφάλειας της ομάδας Α2 και Μ2, ως βέλτιστος συνδυασμό ΣΑ, όπως προτείνεται στο Εθνικό Προσάρτημα του Ευρωκώδικα 7.

Μόνιμες δράσεις

Στα πλαίσια όσον ορίζονται παραπάνω εφαρμόστηκαν οι παρακάτω φορτίσεις :

- Ίδιο Βάρος Γεωυλικών
- Μέγιστη Ετήσια Στάθμη Νερού (-3,00μ από το Φ.Ε.)
- Φορτίο κυκλοφορίας οχημάτων P = 20kPa στο τμήμα της εκσκαφής που συνορεύει με τη όμορη δημοτική οδό
- Φορτίο κίνησης βαρέων οχημάτων στη στέψη του τοίχου και σε πλάτος 2,5m P = 33kPa (θεώρηση προσέγγισης μηχανημάτων βάρους 50t και διαστάσεων 2,50m x6,5m).

Σεισμικές δράσεις

Επιπλέον για τη διαστασιολόγηση του οπλισμού των φρεατοπασσάλων και της συνολικής ευστάθειας του πρανούς έγινε έλεγχος και σε σεισμικές δράσεις.

Οι έλεγχος σε σεισμικές δράσεις πραγματοποιείται σύμφωνα με όσα ορίζονται στον Ευρωκώδικα 8 για τον έλεγχο των αντιστηρίξεων, σύμφωνα με τον οποίο ο οριζόντιος σεισμικός συντελεστής λαμβάνεται ίσος με:

$$k_h=\alpha\ S/r$$

Όπου

α: η ανοιγμένη επιτάχυνση του εδάφους, α = 0,24 (Ζώνη ΙΙ)

r: ο συντελεστής συμπεριφοράς, r = 1.20 για τοίχο με αγκυρώσεις

S: ο συντελεστής του εδάφους που για κατηγορία εδάφους Ε ισούται με S=1,4 (Φάσμα Τύπου 1)

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο τοίχος αντιστήριξης θα διαστασιολογηθεί για οριζόντιο σεισμικό συντελεστή k_h=0.28

Κατά τον έλεγχο σε σεισμικές φορτίσεις (LC4) σύμφωνα με τις οδηγίες του Εθνικού Παραρτήματος όλοι οι υπόλοιποι συντελεστές ασφάλειας λαμβάνονται ίσοι με γ = 1.

Τέλος να σημειωθεί ότι οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για βάθος εκσκαφής 0,5μ μεγαλύτερο από αυτό που προβλέπεται ότι θα πραγματοποιηθεί κατά την εκσκαφή, καθώς το επιφανειακό έδαφος στην παθητική πλευρά του τοίχου αναμοχλεύεται από τις διελεύσεις των εκσκαπτικών μηχανημάτων με αποτέλεσμα να χάνει τη συνοχή του και την ικανότητα παθητικής ώθησης.

3.4 Αποτελέσματα αναλύσεων και διαστασιολογήσεων.

3.4.1 Αποτελέσματα εντατικών μεγεθών και συντελεστών ασφάλειας

Με τη χρήση του λογισμικού WALLS της εταιρείας FINE πραγματοποιήθηκαν μια σειρά από αναλύσεις για τον προσδιορισμό του βέλτιστου βάθους κατασκευής του τοίχου, της βέλτιστης διαμέτρου των φρεατοπασσάλων και τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών που αναπτύσσονται επί αυτού. Επίσης για την ενίσχυση της αντιστήριξης, την ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων στη στέψη καθώς και τη διαμόρφωση σκάμματος ελευθέρου από εμπόδια κατά τις εργασίες εκσκαφής, προτείνεται η κατασκευή προεντεταμένων αγκυρώσεων

Ο έλεγχος του βέλτιστου βάθους των φρεατοπάσσάλων καθώς και των αγκυρώσεων έγινε όπως προαναφέρθηκε για την περίπτωση φόρτισης LC1. Να σημειωθεί ότι τα αγκύρια που προτείνονται να είναι προσωρινού τύπου.

Όσον αφορά το επίπεδο εκσκαφής -8,75μ , δεν πραγματοποιήθηκε ξεχωριστή ανάλυση καθώς περιλαμβάνει πολύ μικρό τμήμα της εκσκαφής και επιλέχθηκε να αντιμετωπιστεί με τον ίδια μέτρα που θα προταθούν για το βαθύτερο σκάμμα των -9,85μ.

Οι αναλύσεις συμπεριλαμβάνουν όλες τις φάσεις κατασκευής μέχρι το τελικό βάθος. Κάθε επιμέρους φάση κατασκευής αφορά την εκσκαφή του σκάμματος έως το βάθος τοποθέτησης του αγκυρίου συν 1,0μ βαθύτερα αυτού.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων το βέλτιστο βάθος κατασκευής του πασσαλότοίχου προέκυψε από **13,0m έως 15,m** και η διάμετρος των φρεατοπασσάλων **Φ1000/1,80m.**

Οι προεντεταμένες αγκυρώσεις προτείνεται να κατασκευαστούν στις σταθμες που παρουσιαζονται στον παρακάτω πινακα.

Πίνακας 9 : Μήκος φρεατοπασσάλων και στάθμη τοποθέτησης αγκυρίων

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Συνολικό Μήκος πασσάλου (m)**	**Στάθμη τοποθέτησης αγκυρίων (m)**		
		1η Σειρα	**2η Σειρα**	**3η Σειρα**
-6,35	13,00	-0,5	-3,00	-
-7,65	13,00	-0,5	-3,00	-
-8,75	15,00	-0,5	-3,00	-5,50
-9,85	15,00	-0,5	-3,00	-5,50

Οι προεντεταμένες αγκυρώσεις επιλέχτηκαν να τοποθετηθούν σε σχετικά υψηλή στάθμη σε σχέση με το επίπεδο εκσκαφής, ώστε να αποφευχθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η τοποθέτηση των αγκυρώσεων σε επίπεδο χαμηλότερο από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα (-3,00m), καθώς η διάτρηση των αγκυρίων κάτω από τον Υδροφόρο Ορίζοντα είναι δυσχερής λόγω των υδάτινων υπερπιέσεων που δημιουργούνται. Επιπλέον με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι μετακινήσεις στη στέψη του τοίχου.

Να σημειωθεί ότι για την στάθμη εκσκαφής -6,35m το απαιτούμενο μήκος πασσάλου προέκυψε 11,0m. Εν τούτης επιλέχθηκε η τοποθέτηση μήκους 13,00μ ώστε το βάθος έμπηξης να μην πλησιάζει το μέγιστο βάθος εκσκαφής του βαθύτερου σκάμματος -9,85m, διασφαλίζοντας έτσι καλύτερα τη λειτουργία της στεγανολεκάνης.

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα μέγιστα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται επί του τοίχου για την περίπτωση της σεισμικής φόρτισης για κάθε βάθος εκσκαφής, βάσει των οποίων επιλέχθηκε η διατομή και ο οπλισμός των φρεατοπάσσάλων.

Πίνακας 10 : Αποτελέσματα εντατικών μεγεθών

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Μέγιστη αναπτυσσόμενη Ροπή (kNm)**	**Μέγιστη αναπτυσσόμενη Τέμνουσα (kN)**
6,35	220	299
7,65	362	419
9,85	450	478

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μέγιστη μετακίνηση στέψης που υπολογίστηκε για κάθε βάθος εκσκαφής για συνθήκες μόνιμης φόρτισης LC1.

Πίνακας 11: Αποτελέσματα μετακινήσεων στέψης τοίχου

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Φάση εκσκαφής**	**Μέγιστη αναμενόμενη μετακίνηση (mm)**
6,35	$1^{η}$ φάση	0,06
	Τελική φάση	0,50
7,65	$1^{η}$ φάση	0,26
	Τελική φάση	1,50
9,85	$1^{η}$ φάση	0,26
	Τελική φάση	1,85

Παράλληλα πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τη συνολική ευστάθεια του πρανούς καθώς και ο έλεγχος υδραυλικής θραύσης πυθμένος για τα επιλεγμένα μήκη έμπηξης των φρεατοπασσάλων.

Ο έλεγχος ικανοποιείται όταν ο τελικός λόγος ελέγχου προκύπτει <1.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές ασφάλειας που προέκυψαν για τη συνολική ευστάθεια του πρανούς σε στατικές και σεισμικές συνθήκες.

Πίνακας 12 : Αποτελέσματα συντελεστή ασφάλειας συνολικής ευστάθειας πρανούς

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Στατικές συνθήκες**	**Σεισμικές συνθήκες**
6,35	0,53	0,56
7,65	0,53	0,57
9,85	0,65	0,67

Κατά τον έλεγχο υδραυλικής θραύσης επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί μια διαφορετική τυπική γεωτεχνική τομή στην όποια κάτω από τη Στρώση 2 θα επικρατούν αποκλειστικά εδαφικά υλικά της 3^{ης} εδαφικής ενότητας, ήτοι αργιλώδεις Χάλικες - Άμμοι. Το προφίλ αυτό επιλέχθηκε ως το δυσμενέστερο για παρουσίαση φαινομένων υδραυλικής θραύσης, και έχει συναντηθεί ως εδαφικό προφίλ στις πραγματοποιούμενες γεωτρήσεις. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές ασφάλειας που προέκυψαν από τον έλεγχο υδραυλικής θραύσης πυθμένα.

Πίνακας 13 : Αποτελέσματα συντελεστή ασφάλειας υδραυλικής θραύσης πυθμένα

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Στατικές συνθήκες**
6,35	0,19
7,65	0,25
9,85	0,49

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των αναλύσεων και της διαστασιολόγησης των φρεατοπασσάλων παρατίθενται στο Παράρτημα 8.6.

Όσον αφορά την περιοχή αντιστήριξης μεταξύ του ρηχότερου και βαθύτερου τμήματος εντός του σκάμματος προτείνεται η κατασκευή φρεατοπασσάλων **Φ800/2,00m** και συνολικού μήκους **6,00m** . Ενδιάμεσα των πασσάλων η υποστήριξη των εδαφών θα γίνει από μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος οπλισμένου με σχάρα δομικού χάλυβα. Η συγκεκριμένη αντιστήριξη δεν κρίνεται αναγκαίο να ενισχυθεί με επιπλέον μέτρα (αγκυρώσεις κτλ).

Ο συγκεκριμένος τοίχος αντιστήριξης μελετήθηκε για μόνιμα και σεισμικά φορτία. Στους παρακάτω πίνακες συνοψίζονται τα εντατικά μεγέθη που αναπτύσσονται επί αυτού για τα οποία πραγματοποιήθηκε διαστασιολόγηση και η επιλογή του οπλισμού, καθώς και τα αποτελέσματα της συνολικής ευστάθειας.

Πίνακας 14 : Αποτελέσματα εντατικών μεγεθών και μετακινήσεων

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Μέγιστη αναπτυσσόμενη Ροπή (kNm)**	**Μέγιστη αναπτυσσόμενη Τέμνουσα (kN)**	**Μέγιστη αναμενόμενη μετακίνηση (mm)**
3,50	112	177	2,4

Πίνακας 15 : Αποτελέσματα συντελεστή ασφάλειας συνολικής ευστάθειας πρανούς

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Στατικές συνθήκες**	**Σεισμικές συνθήκες**
3,50	0,3	0,32

3.4.2 Διαστασιολόγηση Δομικών Στοιχείων – Προεντεταμένων αγκυρώσεων

Όσον αφορά τους φρεατοπασσάλους ο τιθέμενος οπλισμός επιλέχθηκε βάσει του Ευρωκώδικα 2, σύμφωνα με τα εντατικά μεγέθη που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη και τις απαιτήσεις των κανονισμών για ελάχιστα ποσοστά και τις μέγιστες και ελάχιστες αποστάσεις των ράβδων. Η ποιότητα σκυροδέματος είναι C25/30.

Πίνακας 14 : Οπλισμός φρεατοπασσάλων

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Συνολικό Μήκος πασσάλου (m)**	**Διαμήκης οπλισμός**	**Εγκάρσιος οπλισμός**
-3,50	6,0m	7Φ20	Φ12/20
-6,35	13,0	9Φ20	Φ12/20
-7,65	13,0	9Φ20	Φ12/15
-8,75	15,0	13Φ20	Φ12/15
-9,85	15,0	13Φ20	Φ12/15

Όσον αφορά τη διαστασιολόγηση των αγκυρίων πραγματοποιήθηκε η εξής μεθοδολογία:

α. Στα πλαίσια των αναλύσεων με το λογισμικό WALLS προσδιορίστηκε το απαιτούμενο φορτίο λειτουργίας των προεντεταμένων αργκυρίων για την ισορροπία του πασσαλότοιχου.

β. Προσδιορίστηκε το απαιτούμενο μήκος πάκτωσης της αγκύρωσης ώστε η αντοχή του αγκυρίου να είναι μεγαλύτερη από το φορτίο σχεδιασμού του αγκυρίου. Το φορτίο σχεδιασμού προκύπτει από το φορτίο λειτουργίας εφαρμόζοντας τους απαραίτητους συντελεστές ασφάλειας σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7. Η αντοχή του αγκυρίου υπολογίζεται βάσει του παρακάτω τύπου:

$$A_r = (\pi \times d \times l_o \times \tau_o) / F$$

Όπου τ_o η διατμητική αντοχή του εδάφους

d η διάμετρος της διάτρησης

lo το μήκος πάκτωσης του αγκυρίου

F ο συντελεστής ασφάλειας

γ. Επιλέγεται ο απαιτούμενος οπλισμός τενόντων έτσι ώστε η αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα να ξεπερνάει την δύναμη σχεδιασμού του αγκυρίου.

Οι παραπάνω έλεγχοι πραγματοποιούνται στα πλαίσια των αναλύσεων με το λογισμικό WALLS και τα αποτελέσματα τους παρατίθενται αναλυτικά στο Παράρτημα §8.5.

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα αποτελέσματα της διαστασιολόγησης των αγκυρώσεων για κάθε επίπεδο εκσκαφής.

Πίνακας 15 : Φορτία προεντεταμένων αγκυρίων

Αντιστ/μενο Ύψος (m)	**Συνολικό Μήκος Αγκύρωσης (m)**	**Μήκος Πάκτωσης Αγκύρωσης (m)**		**Αξονική Απόσταση (m)**	**Φορτίο Λειτουργίας (kN)**	**Φορτίο Σχεδιασμού (kN)**
-6,35	16,0	8,0	1η Σειρά	1,8m	99	145
			2η Σειρά	1,8m	335	468
-7,65	16,0	8,0	1η Σειρά	1,8m	105	153
			2η Σειρά	0,9m	218	302
-8,75	20,0	8,0	1η Σειρά	1,8m	180	256
			2η Σειρά	0,9m	213	295
			3η Σειρά	0,9m	399	542
-9,85	20,0	8,0	1η Σειρά	1,8m	180	256
			2η Σειρά	0,9m	213	295
			3η Σειρά	0,9m	399	542

Σε κάθε σειρά αγκύρωσης θα τοποθετηθούν τρίκλωνα συρματόσχοινα προέντασης διαμέτρου 0,6’ (180mm2) ποιότητας χάλυβα St1570/1770, με εξαίρεση την 3η Σειρά του βαθύτερου επιπέδου εκσκαφής όπου θα τοποθετηθούν συρματόσχοινα με τέσσερις (4) κλώνους.

Τα αγκύρια θα τοποθετηθούν ανά οπλισμένο πάσσαλο στις περιοχές που απαιτούμενη μεταξύ τους απόσταση είναι 1,8m και ανά πάσσαλο ανεξαρτήτως οπλισμού στις περιοχές όπου η απαιτούμενη οριζόντια απόσταση είναι ανά 0,9m.

Επιπλέον απαιτείται η τοποθέτηση δοκού ισορροπίας επί της κεφαλής των αγκυρίων ώστε να ισοκατανέμονται οι δυνάμεις των αγκυρίων επί του τοίχου και να αποφευχθεί η αστοχία των μη οπλισμένων πασσάλων.

Οι δοκοί ισορροπίας διαστασιολογήθηκαν έτσι ώστε να αναλαμβάνουν τις δυνάμεις που θα αναπτυχθούν επί αυτών στα πλαίσια της προέντασης των αγκυρίων και τις λειτουργίας τους. Επιλέχθηκαν να τοποθετηθούν δοκοί μορφοχάλυβα διατομής 2U και ποιότητας S275. Οι απαιτούμενες διατομές των δοκών ισορροπίας αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 15 : Διατομές δοκών ισορροπίας κεφαλής αγκυρώσεων

Αντιστ/μενο Ύψος (m)		**Αξονική Απόσταση (m)**	**Διατομή δοκού ισορροπίας**
-6,35m	$1^{η}$ Σειρά	1,8m	-
	$2^{η}$ Σειρά	1,8m	2 × UPN 220
-7,65m	$1^{η}$ Σειρά	1,8m	-
	$2^{η}$ Σειρά	0,9m	2 × UPN 220
-8,75m	$1^{η}$ Σειρά	1,8m	-
	$2^{η}$ Σειρά	0,9m	2 × UPN 220
	$3^{η}$ Σειρά	0,9m	2 × UPN 280
-9,85m	$1^{η}$ Σειρά	1,8m	-
	$2^{η}$ Σειρά	0,9m	2 × UPN 220
	$3^{η}$ Σειρά	0,9m	2 × UPN 280

Η αναλυτική διαστασιολόγηση της δοκού ισορροπίας παρατίθεται στο Παράρτημα 8.7.

Ο κεφαλόδεσμος οπλισμένου σκυροδέματος που προτείνεται να κατασκευαστεί στη στέψη των φερατοπασσάλων έχει διαστάσεις διατομής 1,20m×1,20m Η διαστασιολόγηση του οπλισμού θα πρέπει να καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις των κανονισμών καθώς και να εξασφαλίζει την ασφαλή ανάληψη των μέγιστων αναπτυσσόμενων δυνάμεων.

Ο διαμήκης και εγκάρσιος οπλισμός που θα τοποθετηθεί επιλέχθηκε βάσει εμπειρίας και είναι τέτοιος ώστε να ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις κανονισμών και προδιαγραφών και ισούται με:

Διαμήκης οπλισμός: 20Φ20

Εγκάρσιος οπλισμός: Φ12/20

Ο έλεγχος θα πραγματοποιηθεί για τέμνουσα ίση με τη μέγιστη δύναμη σχεδιασμού των αγκυρίων της πρώτης σειράς.

Συγκεκριμένα ελέγχεται για τέμνουσα : V= 256kN.

Έλεγχος λοξής θλίψης κορμού V_{RD2}

Η αντοχή του κορμού της δοκού V_{RD2} για διαστάσεις διατομής 1,00m x 0.80m και σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 ισούται με

$V_{RD2} = ½ \times v \times f_{cd} \times b_w \times z = 6210kN > 256kN$

Έλεγχος σε τέμνουσα V_{RD3}

Η V_{RD3} ισούται με την τέμνουσα που αναλαμβάνει ο κορμός Vcd και την τέμνουσα που αναλαμβάνουν οι συνδετήρες Vwd

$V_{RD3} = V_{cd} + V_{wd}$

Στην προκειμένη περίπτωση η δύναμη αντοχής του κορμού, ισούται με:

$V_{cd} = \tau_{rd} \times k (1.2+ 40p_l) \times b_w \times d = 534,4\ kN > 256kN$

Όπου τ_{rd} : η τιμή σχεδιασμού διατμητικής αντοχής

k: 1.60 – d >1,00

$p_l : A_{sl} / b_w d$

$V_{wd} = 2 \times (A_{sw} / s) \times 0.90 \times d \times f_{ywd} = 477,7\ kN$

Επομένως:

$V_{RD3} = V_{cd} + V_{wd} = 1041,6\ kN > 256kN$

Στη συνέχεια παρατίθενται συγκεντρωτικά όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των τυπικών διατομών αντιστήριξης για κάθε στάθμη εκσκαφής.

Πίνακας 16 : Αντιστήριξη τυπική διατομή 1 – Αντιστηριζόμενο ύψος 6,35m

Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστήριξης	
Είδος	Αλληλοτεμνόμενοι φρεατοπάσσαλοι
Διάμετρος πασσάλου	Φ1000
Απόσταση μεταξύ αξόνων οπλισμένων πασσάλων	1,80m
Βάθος έμπηξης	13,0m
Βάθος εκσκαφής	6,35m
Διαμήκης Οπλισμός	9 Φ20
Εγκάρσιος Οπλισμός	Φ12/20
Κατηγορία χάλυβα οπλισμού	S500
Κατηγορία σκυροδέματος	C25/30

Πάχος μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος	10cm
Προεντεταμένες Αγκυρώσεις	
Τύπος αγκυρίων	Προσωρινά Αγκύρια
Βάθος 1ης σειράς αγκυρίων	-0,5m
Βάθος 2ης σειράς αγκυρίων	-3,0m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων	1,8m
Μήκος αγκυρίων	16m
Κλίση	15^{o}
Διάμετρος διάτρησης	12cm
Οπλισμός	3κλωνα συρματόσχοινα προέντασης διαμέτρου 0,6' ($180mm^2$) ποιότητας χάλυβα St1570/1770
Δοκός Ισορροπίας 2ης σειράς	2 × UPN 220 (απόσταση 8cm)
Μήκος πάκτωσης	8m
Τάση λειτουργίας	100kN ($1^{η}$ σειρά) / 335kN ($2^{η}$ σειρά)
Τάση δοκιμής τάνυσης	125kN ($1^{η}$ σειρά) / 420kN ($2^{η}$ σειρά)
Τάση σφήνωσης	90kN ($1^{η}$ σειρά) / 305kN ($2^{η}$ σειρά)

Πίνακας 17 : Αντιστήριξη τυπική διατομή 2 – Αντιστηριζόμενο ύψος 7,65m

Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστήριξης	
Είδος	Αλληλοτεμνόμενοι φρεατοπάσσαλοι
Διάμετρος πασσάλου	Φ1000
Απόσταση μεταξύ αξόνων οπλισμένων πασσάλων	1,80m
Βάθος έμπηξης	13,0m
Βάθος εκσκαφής	7,65m
Διαμήκης Οπλισμός	9 Φ20
Εγκάσιος Οπλισμός	Φ12/15
Κατηγορία χάλυβα οπλισμού	S500
Κατηγορία σκυροδέματος	C25/30

Πάχος μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος	10cm
Προεντεταμένες Αγκυρώσεις	
Τύπος αγκυρίων	Προσωρινά Αγκύρια
Βάθος 1ης σειράς αγκυρίων	-0,5 m
Βάθος 2ης σειράς αγκυρίων	-3,0m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 1ης σειράς	1,80m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 2ης σειράς	0,90m
Μήκος αγκυρίων	16m
Κλίση	15^{o}
Διάμετρος διάτρησης	12cm
Οπλισμός	3κλωνα συρματόσχοινα προέντασης διαμέτρου 0,6' ($180mm^2$) ποιότητας χάλυβα St1570/1770
Δοκός Ισορροπίας 2ης σειράς	2 × UPN 220 (απόσταση 8cm)
Μήκος πάκτωσης	8m
Τάση λειτουργίας	105kN ($1^{η}$ σειρά) / 220kN ($2^{η}$ σειρά)
Τάση δοκιμής τάνυσης	130kN ($1^{η}$ σειρά) / 275kN ($2^{η}$ σειρά)
Τάση σφήνωσης	95kN ($1^{η}$ σειρά) / 200kN ($2^{η}$ σειρά)

Πίνακας 18 : Αντιστήριξη τυπική διατομή 3 – Αντιστηριζόμενο ύψος 8,75m

Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστήριξης	
Είδος	Αλληλοτεμνόμενοι φρεατοπάσσαλοι
Διάμετρος πασσάλου	Φ1000
Απόσταση μεταξύ αξόνων οπλισμένων πασσάλων	1,80m
Βάθος έμπηξης	16,0m
Βάθος εκσκαφής	8,75m
Διαμήκης Οπλισμός	13 Φ20
Εγκάσιος Οπλισμός	Φ12/15

Κατηγορία χάλυβα οπλισμού	S500
Κατηγορία σκυροδέματος	C25/30
Πάχος μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος	10cm
Προεντεταμένες Αγκυρώσεις	
Τύπος αγκυρίων	Προσωρινά Αγκύρια
Βάθος 1ης σειράς αγκυρίων	-0,5 m
Βάθος 2ης σειράς αγκυρίων	-3,0m
Βάθος 2ης σειράς αγκυρίων	-5,5m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 1ης σειράς	1,80m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 2ης σειράς	0,90m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 2ης σειράς	0,90m
Μήκος αγκυρίων	20m
Κλίση	15^{o}
Διάμετρος διάτρησης	12cm
Οπλισμός 1ης και $2^{ης}$ σειράς	3κλωνα συρματόσχοινα προέντασης διαμέτρου 0,6’ ($180mm^2$) ποιότητας χάλυβα St1570/1770
Οπλισμός $3^{ης}$ σειράς	4κλωνα συρματόσχοινα προέντασης διαμέτρου 0,6’ ($180mm^2$) ποιότητας χάλυβα St1570/1770
Δοκός Ισορροπίας 2ης σειράς	2 × UPN 220 (απόσταση 8cm)
Δοκός Ισορροπίας 3ης σειράς	2 × UPN 280 (απόσταση 8cm)
Μήκος πάκτωσης	8m
Τάση λειτουργίας	180kN ($1^{η}$ σειρά) / 215kN ($2^{η}$ σειρά) / 400kN ($3^{η}$ σειρά)
Τάση δοκιμής τάνυσης	225kN ($1^{η}$ σειρά) / 270kN ($2^{η}$ σειρά) / 500kN ($3^{η}$ σειρά)
Τάση σφήνωσης	165kN ($1^{η}$ σειρά) / 195kN ($2^{η}$ σειρά) / 360kN ($3^{η}$ σειρά)

Πίνακας 19 : Αντιστήριξη τυπική διατομή 4 – Αντιστηριζόμενο ύψος 9,85m

Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστήριξης	
Είδος	Αλληλοτεμνόμενοι φρεατοπάσσαλοι
Διάμετρος πασσάλου	Φ1000
Απόσταση μεταξύ αξόνων οπλισμένων πασσάλων	1,80m
Βάθος έμπηξης	15,0m
Βάθος εκσκαφής	9,85 m
Διαμήκης Οπλισμός	13 Φ20
Εγκάρσιος Οπλισμός	Φ12/15
Κατηγορία χάλυβα οπλισμού	S500
Κατηγορία σκυροδέματος	C25/30
Πάχος μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος	10cm
Προεντεταμένες Αγκυρώσεις	
Τύπος αγκυρίων	Προσωρινά Αγκύρια
Βάθος 1ης σειράς αγκυρίων	-0,5 m
Βάθος 2ης σειράς αγκυρίων	-3,0m
Βάθος 2ης σειράς αγκυρίων	-5,5m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 1ης σειράς	1,80m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 2ης σειράς	0,90m
Οριζόντια απόσταση μεταξύ αγκυρίων 2ης σειράς	0,90m
Μήκος αγκυρίων	20m
Διάμετρος διάτρησης	12cm
Κλίση	15^{o}
Οπλισμός 1ης και 2^{ης} σειράς	3κλωνα συρματόσχοινα προέντασης διαμέτρου 0,6’ (180mm^2) ποιότητας χάλυβα St1570/1770
Οπλισμός 3^{ης} σειράς	4κλωνα συρματόσχοινα προέντασης διαμέτρου 0,6’

	(180mm^2) ποιότητας χάλυβα St1570/1770
Δοκός Ισορροπίας 2ης σειράς	2 × UPN 220 (απόσταση 8cm)
Δοκός Ισορροπίας 3ης σειράς	2 × UPN 280 (απόσταση 8cm)
Μήκος πάκτωσης	8m
Τάση λειτουργίας	180kN (1^η σειρά) / 215kN (2^η σειρά) / 400kN (3^η σειρά)
Τάση δοκιμής τάνυσης	225kN (1^η σειρά) / 270kN (2^η σειρά) / 500kN (3^η σειρά)
Τάση σφήνωσης	165kN (1^η σειρά) / 195kN (2^η σειρά) / 360kN (3^η σειρά)

Πίνακας 20 : Αντιστήριξη τυπική διατομή 5 – Αντιστηριζόμενο ύψος 3,50m

Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστήριξης	
Είδος	Μεμονωμένοι φρεατοπάσσαλοι
Διάμετρος πασσάλου	Φ800
Απόσταση μεταξύ αξόνων οπλισμένων πασσάλων	2,00m
Βάθος έμπηξης	6,0m
Βάθος εκσκαφής	3,50
Διαμήκης Οπλισμός	7 Φ20
Εγκάρσιος Οπλισμός	Φ12/20
Κατηγορία χάλυβα οπλισμού	S500
Κατηγορία σκυροδέματος	C25/30
Πάχος μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος	20cm
Οπλισμός μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος	Φ10/20

4. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

4.1 Μεθοδολογία - προδιαγραφές κατασκευής

Η μέθοδος κατασκευής έχει ως εξής:

Α. Τοπογραφική σήμανση των αξόνων των πασσάλων.

Β. Ακολουθεί η διάνοιξη των οπών των άοπλων πασσάλων. Κατά τη διάρκεια της εργασίας θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την αποτελεσματική συγκράτηση των παρειών των οπών, με σωλήνωση προστασίας και μετά την απομάκρυνσή αυτής με αιώρημα μπεντονίτη. Η προσωρινή σωλήνωση προστασίας τοποθετείται στο σύνολο ή σε τμήματα της οπής για την προστασία των τοιχωμάτων. Η σωλήνωση δεν θα πρέπει να έχει σημαντικές επιφανειακές παραμορφώσεις, εσωτερικά δε, για την ομαλή σκυροδέτηση, δεν θα πρέπει να έχει περιβάλλοντα τμήματα ή/και υπολείμματα από προηγούμενη σκυροδέτηση.

Σε διατρήσεις κάτω από την επιφάνεια των υπογείων υδάτων πρέπει μέσα στη σωλήνωση διάτρησης να διατηρείται σταθερή υπερπίεση ύδατος ή άλλου στηρίζοντος διατρητικού υγρού (συνήθως αιωρήματος μπεντονίτη), έτσι ώστε να αποφεύγεται η υδραυλική θραύση του εδάφους προς το εσωτερικό της οπής και να αποκλείεται με ασφάλεια η είσοδος μεμονωμένων εδαφικών τεμαχιδίων από την εισροή των υπογείων υδάτων μέσα στη διάτρηση.

Για να αποφεύγονται χαλαρώσεις του πυθμένα της διάτρησης κατά την διάρκεια της εκτέλεσής της, πρέπει η σωλήνωση να προηγείται της διάτρησης περισσότερο ή λιγότερο ανάλογα με το είδος του εδάφους.

Σε μαλακά συνεκτικά ή μη συνεκτικά εδάφη, ιδιαίτερα σε λεπτή άμμο και ιλύ κάτω από τον υπόγειο ορίζοντα, απαιτείται γενικά, ένα προβάδισμα της σωλήνωσης μέχρι το μισό της διαμέτρου της διάτρησης. Σε σταθερά εδάφη μπορεί να παραλειφθεί η βοηθητική σωλήνωση της διάτρησης. Σε διατρήσεις χωρίς σωλήνωση, όταν γίνει διέλευση μέσα από εδαφικά στρώματα χαλαρά και με τάση προς κατάπτωση, πρέπει το τοίχωμα της διάτρησης να στηριχθεί με υπερπίεση διατρητικού υγρού. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να είναι σκόπιμη η εκ των υστέρων εισαγωγή σωληνώσεων. Σε περίπτωση χρήσης αιωρήματος μπεντονίτη ως στηρίζοντος διατρητικού υγρού, είναι δυνατόν να επηρεασθεί δυσμενώς η αντοχή του πασσάλου λόγω δημιουργίας στρώσης φίλτρου. Επειδή χαλαρώσεις ή μαλακώματα του εδάφους στο περιβάλλον διατρήσεων χωρίς σωλήνωση τείνουν να αυξηθούν με τον χρόνο, πρέπει η σκυροδέτηση να ακολουθεί αμέσως μετά την διάτρηση. Σε κάθε περίπτωση το πάνω τμήμα της διάτρησης πρέπει να εξασφαλίζεται από κατάρρευση από τις επιφανειακές δράσεις της κατασκευής με σωλήνωση λίγων μέτρων.

Δ. Όπλιση και σκυροδέτηση φρεατοπασσάλων: Ειδική πρόνοια θα πρέπει να ληφθεί κατά την μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος (βλέπε παράγραφο 5.2.3 του ΚΤΣ) που θα γίνει για το σκυρόδεμα των πασσάλων, για να εξασφαλισθεί η κατάλληλη ρευστότητα του μίγματος του σκυροδέματος,

κατά τρόπο που να αποφεύγονται οι αποφράξεις των σωλήνων με τους οποίους γίνεται η σκυροδέτηση των πασσάλων. Για την εξασφάλιση της κανονικής ρευστότητας, που είναι αναγκαία για την σκυροδέτηση των πασσάλων με σωλήνες, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την παραλαβή και συσσώρευση των αδρανών στο εργοτάξιο με δοκιμές κοσκινίσματος για την εξακρίβωση του συμφώνου της κοκκομέτρησης των αδρανών προς την προδιαγραφομένη από την μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος.

Εντός ολίγων ημερών μετά την σκυροδέτηση κάθε συνεχόμενου διδύμου άοπλων πασσάλων ακολουθεί η ανόρυξη, όπλιση και σκυροδέτηση των οπλισμένων πασσάλων. Κατά την ανόρυξη αυτών αποκόπτεται μικρό τμήμα των όμορων ήδη κατασκευασθέντων άοπλων ώστε να εξασφαλιστεί η συρραφή τους και η σφράγιση της στεγανολεκάνης.

Για την επεξεργασία και τοποθέτηση των οπλισμών ισχύουν οι διατάξεις του DIN 1045 εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά στο DIN 4014/Μέρος 2 του οποίου οι διατάξεις υπερισχύουν του DIN 1045. Πρέπει να εξασφαλίζεται η τήρηση των απαιτήσεων της μελέτης του σιδηροπλισμού της παραγράφου 5 του DIN 4014 (Μέρος 2).

Ο κλωβός του οπλισμού, προκατασκευασμένος σε όλο το μήκος, τοποθετείται αμέσως μετά το τέλος της εκσκαφής.

Ο κλωβός πρέπει να είναι επαρκώς ισχυρός ώστε να μην παραμορφώνεται κατά την μεταφορά και την τοποθέτηση. Εφόσον δεν εξασφαλίζεται από το τοίχωμα της σωλήνωσης, επικάλυψη σκυροδέματος τουλάχιστον 8cm πρέπει να προβλέπονται ειδικά υποστηρίγματα (SPACER BLOCKS). Οι αγκυρώσεις του οπλισμού πρέπει να είναι σύμφωνες με το DIN 1045 παρ. 18.3. Για να εξασφαλισθεί ότι κατά την αφαίρεση της σωλήνωσης ο κλωβός παραμένει στην προβλεπομένη θέση του, πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα, πχ ενσωμάτωση ενός σταυρού από λάμες. Συνδέσεις οπλισμών πρέπει να αποφεύγονται κατά το δυνατόν. Εάν γίνουν συνδέσεις υπόκεινται στους περιορισμούς της παρ. 18.4 του DIN 1045. Σε περίπτωση μάτισης των οπλισμών των πασσάλων το μικρότερο τμήμα του οπλισμού θα τοποθετείται στον πυθμένα του διατρήματος του πασσάλου. Θα πρέπει να προσεχθεί να αποφευχθεί όσο είναι δυνατόν η τοποθέτηση της μάτισης κοντά στο κοντά στο μέγιστο βάθος της εκσκαφής.

Η σκυροδέτηση πρέπει να αρχίζει το συντομότερο δυνατό μετά την ολοκλήρωση της εκσκαφής και την τοποθέτηση του οπλισμού. Η σκυροδέτηση του πασσάλου πρέπει να γίνεται χωρίς διακοπή με μία συνεχή διάστρωση, απαγορευομένων των αρμών διακοπής. Σε περίπτωση κατ' εξαιρεση μικρής διακοπής της διάστρωσης πρέπει να χρησιμοποιούνται επιβραδυντικά πήξης για να αποφεύγονται βλαπτικές επιδράσεις.

Στο παρόν έργο προτείνεται <u>η μεταγενέστερη καθαίρεση</u> του επιφανειακού σκυροδετημένου τμήματος του τοίχου αντιστήριξης ύψους 0.5m. Με αυτό τον τρόπο, αντικαθιστάται το διαχωρισμένο ή το επιβαρυμένο από εδαφικά-μπετονιτικά εγκλείσματα σκυρόδεμα που υπάρχει κοντά στη

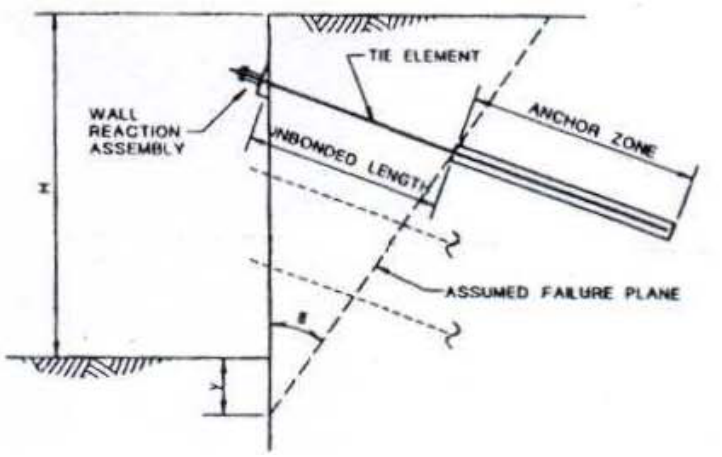
διεπιφάνεια σκυροδέματος-μπεντονίτη και διασφαλίζεται η ποιότητα του σκυροδέματος σε όλο του ύψος του πασσάλου.

Μετά την καθαίρεση του σκυροδέματος θα κατασκευαστεί στη στέψη του πασσαλότοιχου κεφαλόδεσμος συνεργασίας των πασσάλων σύμφωνα με τα σχετικά σχέδια. Αφού τοποθετηθεί ο οπλισμός του κεφαλόδεσμου θα πραγματοποιηθεί επανασκυροδέτηση του επιφανειακού τμήματος.

Μετά την ολοκλήρωση της σκυροδέτησης των πασσάλων προτείνεται η εκτέλεση δοκιμών «συνέχειας» - sonic test για την επαλήθευση της ορθής σκυροδέτησης του συνόλου του εμβαδού του εκάστοτε πασσάλου και να διατηρηθούν τα αποτελέσματα των δοκιμών στον φάκελο του έργου.

Ε. Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής των πασσάλων μπορεί να ξεκινήσει η τμηματική εκσκαφή του ορύγματος με ταυτόχρονη άντληση των υπογείων υδάτων. Για την εφαρμογή της αντιστήριξης με αλληλοτεμνόμενους φρεατοπασσάλους πρέπει να εφαρμοστούν κατάλληλα αντιστηρικτικά μέτρα ώστε να αντιμετωπιστούν οι ωθήσεις γαιών, οι υδροστατικές πιέσεις, τα εξωτερικά φορτία κλπ. Στο παρόν έργο εφαρμόζεται η χρήση προεντεταμένων αγκυρίων. Η μέθοδος αυτή μεταφέρει τα φορτία από τις ωθήσεις γαιών, τις υδροστατικές πιέσεις καθώς και τα εξωτερικά φορτία στο έδαφος σε απόσταση έξω από την υποστήριξη ικανή να τα αναλάβει.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα:



Η μέθοδος αποτελείται από τρία κύρια στοιχεία:

- Την περιοχή μεταφοράς των ωθήσεων γαιών, υδροστατικών πιέσεων κλπ. Η περιοχή αυτή αποτελείται από έδαφος με μηχανικές ιδιότητες κατάλληλες ώστε να είναι δυνατόν να αναληφθούν τα μεταφερόμενα φορτία.
- Το στοιχείο (αγκύριο) που μεταφέρει τα φορτία από την περιοχή της προσωρινής υποστήριξης στο έδαφος μακριά από την υποστήριξη. Το αγκύριο αυτό έχει τρεις συγκεκριμένες ιδιότητες. Την περιοχή πίσω από το όριο όπου το έδαφος μπορεί να αναλάβει φορτία και στο οποίο

τμήμα το αγκύριο συνδέεται με το έδαφος με κάποιου είδους ένεμα, την περιοχή όπου το αγκύριο εντοπίζεται στο τμήμα του εδάφους όπου δεν μπορεί να αναλάβει φορτία και ονομάζεται τένοντας και τέλος στην κεφαλή του αγκυρίου όπου συνδέεται με την προσωρινή υποστήριξη.

- Τη διάταξη αλληλοτεμνόμενων φρετοπασσάλων ώστε να αναλάβουν τα φορτία από το έδαφος και να τα μεταφέρουν στα αγκύρια. Στην περιοχή αυτή πραγματοποιείται και η προένταση του αγκυρίου ώστε να αναλάβει αμέσως φορτία χωρίς την ανάγκη περαιτέρω μετατοπίσεων.

Υπάρχουν αρκετοί τύποι αγκυρίων που εφαρμόζονται σε τέτοιου είδους έργα. Στο εν λόγω έργο προτείνεται η χρήση αγκυρίων που αποτελούνται από πολλαπλούς τένοντες από υψηλής αντοχής (St 1570/1770) συρματόσχοινα με τυπική διάμετρο συρματόσχοινου τις 0.6in.

Τα αγκύρια τοποθετούνται σε οπές οι οποίες διανοίγονται στους πασσάλους με κατάλληλα διατρητικά μηχανήματα. Οι οπές αυτές διανοίγονται με διάμετρο Φ120 και με γωνία από την οριζόντιο 15^{o}. Η περιοχή πάκτωσης του αγκυρίου πρέπει να είναι πέρα από το όριο που το έδαφος μπορεί να αναλάβει φορτία και για ικανό μήκος ανάλογα με τα μηχανικά χαρακτηριστικά του εδάφους και μόνο για το μήκος αυτό ενεματώνεται. Το ένεμα συνήθως αποτελείται από νερό και τσιμέντο σε αναλογία 0,4 – 0,5. Σε ορισμένες περιπτώσεις η αναλογία μπορεί να είναι αυξημένη ως προς το τσιμέντο ειδικά σε περιπτώσεις όπου εμφανίζονται μεγάλης περατότητας σχηματισμοί και παρατηρούνται διαφυγές ενέματος. Η αντοχή του ενέματος πρέπει να λαμβάνει κατ' ελάχιστο 20MPa σε μοναξονική θλίψη μετά την πάροδο 28 ημερών. Βελτιωτικά και πλαστικοποιητικά πρόσμικτα είναι δεκτά, ειδικά σε περιπτώσεις περιοχών με υψηλές θερμοκρασίες ή μεταφορά του ενέματος σε μεγάλη απόσταση κατά το στάδιο της τοποθέτησης. Τα πρόσμικτα δεν πρέπει να προκαλούν μείωση της αντοχής του ενέματος. Από την περιοχή των μέτρων προσωρινής υποστήριξης μέχρι το όριο της εδαφικής ζώνης που εί**ν**αι σε θέση να αναλάβει φορτία, ο τένοντας του αγκυρίου δεν πρέπει να είναι σε επαφή με το έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση ειδικών πλαστικών περιβλημάτων από PVC η άλλο αντίστοιχο υλικό. Πέρα από την απομόνωση του τένοντα από το έδαφος η μόνωση αυτή βοηθάει και στην αντιδιαβρωτική προστασία του χάλυβα.

Το αγκύριο σταθεροποιείται στα τοιχώματα της προσωρινής υποστήριξης άμεσα.

Τα προεντεταμένα αγκύρια τοποθετούνται σε επίπεδα ανάλογα με το φορτίο που μπορούν να αναλάβουν. Τα σημεία τοποθέτησής τους περιγράφονται στα παραπάνω κεφάλαια καθώς και στα συνημμένα σχέδια. Η κατακόρυφη απόσταση τους ισούται με 2,50m. Η εκσκαφή δεν πρέπει να προχωρήσει πάνω από 1,0m κάτω από το σημείο όπου θα τοποθετηθούν τα αγκύρια. Η προένταση των αγκυρίων δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα αλλά πρέπει να ακολουθεί κάποιες μέρες ανάλογα με το υλικό ενεμάτωσης και τις προδιαγραφές του. Το σύνηθες χρονικό διάστημα για την προένταση είναι οι πέντε μέρες. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται έως το πέρας της εκσκαφής.

4.2 Μέτρα αντιμετώπισης του υδροφόρου ορίζοντα

Η στάθμη των υπογείων υδάτων συναντήθηκε σε βάθος 3,0m από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους κατά τη διάρκεια των διατρήσεων που εκτελέστηκαν εντός του οικοπέδου του Ο.Τ. 379 το 2007 για την εκπόνηση της Γεωτεχνικής Έρευνας – Μελέτης. Συνεπώς αναμένεται να εντοπιστεί νερό κατά τη διάρκεια της εκσκαφής.

Για την πρόβλεψη και αντιμετώπιση, στο παρόν στάδιο μελέτης, όλων των θεμάτων που ενδέχεται να παρουσιαστούν στο έργο και με δεδομένο την καλύτερη δυνατή προσέγγιση του κόστους κατασκευής της τεχνικής λύσης, η αντιμετώπιση του προβλήματος των υπόγειων υδάτων επιλύεται με συνδυασμό:

_ Κατασκευής αντιστήριξης αλληλοτεμνόμενων φρεατοπασσάλων και επένδυσης του μετώπου τους εντός του ορύγματος με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα που είναι πρακτικώς αδιαπέρατη.

_ Κατασκευή πλάκας στεγανολεκάνης κάτω από τη θεμελίωση πάχους 0,20m από σκυρόδεμα ποιότητας C25/30 λόγω παραθαλάσσιου περιβάλλοντος. Η στεγανολεκάνη θα περιβάλλει και τις υποβιβάσεις εντός της θεμελίωσης λόγω φρεατίων.

_ Διάνοιξη εντός του οικοπέδου έξι προσωρινών κυκλικών φρεατίων από την επιφάνεια του εδάφους και έως 1,0m κάτω από την αντίστοιχη στάθμη εκσκαφής για την άντληση κατά την διάρκεια της εκσκαφής. Τα φρεάτια θα κατασκευαστούν πριν την έναρξη των εργασιών εκσκαφής και κατά τη διάρκεια εξέλιξης της εκσκαφής οι σωλήνες στήριξης των φρεατίων απομακρύνονται σταδιακά καθ ύψος. Μετά την ολοκλήρωση της εκσκαφής τα εν λόγω προσωρινά φρεάτια αντικαθιστώνται από τα αντίστοιχα μόνιμης λειτουργίας (βλ. παρακάτω).

_ Διάτρητοι τσιμεντοσωλήνες μόνιμης λειτουργίας τυλιγμένοι με γεωύφασμα και περιβεβλημένοι με χαλίκια τοποθετούνται σε βάθος 1,0m από τον πυθμένα του σκάμματος εξοπλισμένοι με δίδυμο αντλητικό συγκρότημα. Εντός της εξυγιαντικής στρώσης ενσωματώνεται αποστραγγιστικό δίκτυο με διάτρητους κατά 360° σωλήνες πολυαιθυλαινιου ή pvc Φ200 (200/180) επενδυμένους με γεωύφασμα και χαλίκι οι οποίοι τοποθετούνται ακτινικά ανά 30^{o} στην αντίστοιχη επιφάνεια απορροής. Οι ακριβή θέσεις και διάταξη του συστήματος αποστράγγισης θα καθοριστεί στο στάδιο μελέτης εφαρμογής. Στο συνημμένο σχέδιο της κάτοψης της εκσκαφής εμφανίζονται οι θέσεις των φρεατίων άντλησης όπως προτείνονται από την παρούσα μελέτη.

_ Εφαρμογή στεγανωτικών μεμβρανών στο οριζόντιο και κατακόρυφο μέτωπο του σκάμματος.

_ Χρήση στεγανωτικού μάζας σκυροδέματος κατά τη σκυροδέτηση της πλάκας γενικής κοιτόστρωσης και των περιμετρικών τοιχωμάτων του υπογείου.

4.3 Μεθοδολογία εκσκαφής

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής των αλληλοτεμνόμενων φρεατοπασσάλων ξεκινάει διαδικασία της εκσκαφής της λεκάνης εντός των ορίων τους.

Η εκσκαφή θα γίνει διάφορες φάσεις, ανάλογα με το βάθος σε κάθε περιοχή του σκάμματος . Μετά από κάθε φάση στο μέτωπο της εκσκαφής εφαρμόζεται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους περίπου 10cm για τη δημιουργία κατακόρυφου μετώπου.

Η πρώτη φάση περιλαμβάνει την εκσκαφή έως τη στάθμη -1,50m κάτω από τη στέψη του τοίχου και -1,00m κάτω από τη στάθμη τοποθέτησης της πρώτης σειράς αγκυριών. Η πρώτη σειρά αγκυρίων θα τοποθετηθεί επί του κεφαλόδεσμου σε βάθος -0,5m. Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την εκσκαφή έως τη στάθμη -4,00m κάτω από τη στέψη του τοίχου και -1,00m κάτω από τη στάθμη τοποθέτησης της δεύτερης σειράς αγκυριών. Στην συνέχεια ακολουθεί η διάτρηση των αγκυρίων της δεύτερης σειράς. Στη δεύτερη σειρά αγκυρίων θα τοποθετηθεί δοκός ισορροπίας από μορφοχάλυβα 2UPN220, επί μεταλλικών στηριγμάτων, τα οποία θα συνδεθούν με βλήτρα επί του τοίχου στο επιθυμητό υψόμετρο. Η τρίτη φάση περιλαμβάνει την εκσκαφή έως τη στάθμη -6,35m κάτω από τη στέψη του τοίχου, η οποία αποτελεί το τελικό επίπεδο εκσκαφής για το μεγαλύτερο τμήμα του σκάμματος. Στο επίπεδο αυτό θα πραγματοποιηθεί η διάτρηση των μη τεμνόμενων φρεατοπασσάλων που προβλέπονται εντός του σκάμματος για την αντιστήριξη των διαφόρων επιπέδων εκσκαφής. Επίσης στη φάση αυτή θα διατρηθεί η τρίτη σειρά αγκυρίων στα τμήματα της αντιστήριξης στα οποία αυτή προβλέπεται. Ομοίως και στην τρίτη σειρά αγκυρίων θα τοποθετηθεί δοκός ισορροπίας από μορφοχάλυβα 2UPN280, επί μεταλλικών στηριγμάτων τα οποία θα συνδεθούν με βλήτρα επί του τοίχου στο επιθυμητό υψόμετρο. Η τέταρτη και τελική φάση περιλαμβάνει τη εκσκαφή των τελικών επιπέδων εκσκαφής.

Η διαδικασία της προέντασης των αγκυρίων πραγματοποιείται κάθε φορά μετά από τη διέλευση τουλάχιστον πέντε ημερών από την ενεμάτωση τους και εφόσον επιτευχθεί η απαιτούμενη από τη μελέτη δύναμη σφήνωσης στη συνέχεια ακολουθεί η επόμενη φάση εκσκαφής. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται έως το πέρας της εκσκαφής.

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής θα πρέπει να διασφαλίσει την ελάχιστη δυνατή μετακίνηση οχημάτων στο έδαφος θεμελίωσης του έργου για την αποφυγή φαινομένων μείωσης των γεωμηχανικών ιδιοτήτων της στρώσης θεμελίωσης. Για το λόγο αυτό και σε συνδυασμό με τη μέθοδο εκσκαφής σε διαδοχικές φάσεις, προτείνεται, εναλλακτικά της εκσκαφής με συμβατικό τρόπο, η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού για την ανάσυρση των εκσκαφέντων γαιών με μέθοδο αρπάγης αναρτώμενη από σταθερό οικοδομικό γερανό σε συνεργασία με εκσκαπτικό μηχάνημα εντός της εκσκαφής καθώς και προσωρινή τοπική διάστρωση με αδρανή υλικά οδοστρωσίας. Τέλος καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας της εκσκαφής θα πρέπει να γίνεται

έλεγχος της στάθμης ύδατος εντός των φρεατίων άντλησης για να αποφευχθούν φαινόμενα πλημμύρας του σκάμματος.

Τέλος κρίσιμη κρίνεται η κατάλληλη σήμανση του έργου και η κατασκευή περιμετρικού κιγκλιδώματος προστασίας του προσωπικού κατασκευής καθώς και τουλάχιστον ενός μεταλλικού προσωρινό κλιμακοστάσιο πρόσβασης στο δάπεδο εκσκαφής.

4.4 Ενόργανη παρακολούθηση συμπεριφοράς κατασκευής.

Κατά την κατασκευή του έργου προτείνεται η ενόργανη παρακολούθηση συμπεριφοράς της κατασκευής ώστε σε περίπτωση μη επαλήθευσης ορισμένων παραμέτρων σχεδιασμού του έργου να ληφθεί κατάλληλη μέριμνα εξασφαλίζοντας το έργο από τυχόν αστοχία. Οι ενδεικνυόμενοι προς παρακολούθηση παράμετροι καθώς και η προτεινόμενη μέθοδος παρακολούθησης αυτών παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 21: Ενόργανη παρακολούθηση παραμέτρων σχεδιασμού και κατασκευής

Παράμετρος παρακολούθησης	**Μέθοδος ενόργανης παρακολούθησης**	**Τιμή προειδοποίησης**
Απόλυτη και διαφορική μετακίνηση του τοίχου αντιστήριξης	Τοποθέτηση αποκλισιομέτρων εντός του σώματος επιλεγμένων φρεατοπασσάλου μέσω ανάρτησης τους από τους κλωβούς πριν την τοποθέτηση τους εντός της διάτρησης	2,5cm
	Τοποθέτηση στόχων «μάρτυρα» σε επιλεγμένες θέσεις του κεφαλόδεσμου	2,5cm
Τάση επί των αγκυρώσεων	Τοποθέτηση κυψέλων φορτίου κυλινδρικής διατομής στην επαφή της κεφαλής των αγκυρώσεων με τη δοκό ισορροπίας σε επιλεγμένες θέσεις ιδιαίτερα επί των δυσμενεστέρων διατομών	Ίση με τη δύναμη της δοκιμής τανυσης
Στάθμη υδροφόρου ορίζοντα	Παρακολούθηση της στάθμης των πηγαδιών με σταθμήμετρο.	-0.50m

Πριν την έναρξη της εκσκαφής ο Ανάδοχος θα πρέπει να υποβάλει προς έγκριση αναλυτικό πρόγραμμα παρακολούθησης ώστε να διασφαλιστεί ο συνεχής έλεγχος της συμπεριφοράς του έργου, ενώ παράλληλα οι παραπάνω παράμετροι ελέγχου μπορούν να εμπλουτιστούν σύμφωνα με τεκμηριωμένη πρόταση του Αναδόχου.

Σε περίπτωση υπέρβασης των παραμέτρων σχεδιασμού το επιστημονικό προσωπικό παρακολούθησης θα πρέπει άμεσα να αξιολογήσει τους πιθανούς κινδύνους για την ασφάλεια του

έργου και των προσωπικού συνεκτιμώντας και την πιθανή ανάγκη μερικής τροποποίησης του έργου.

5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟ

Λόγω της φύσης του εν λόγω έργου οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιορίζονται στις παρακάτω:

- Υπάρχει περίπτωση μόλυνσης του αστικού αλλά και υδάτινου περιβάλλοντος από την απόρριψη των ακατάλληλων ποσοτήτων μπετονιτικού αιωρήματος διάτρησης μετά την χρήση τους κατά τη διάρκεια εκσκαφής των πασσάλων. Στο συγκεκριμένο έργο θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να μην γίνει απόρριψη του παραπάνω διατρητικού υγρού εκτός εργοταξίου και ιδιαίτερα σε θέση όπου είναι εύκολο να καταλήξει εντός του εγγύς υδάτινου οικοσυστήματος το οποίο θα επιβαρύνει ιδιαίτερα. Για το λόγο αυτό προτείνεται η επεξεργασία του με κατάλληλο μηχανολογικό εξοπλισμό διαχωρισμού και ξήρανσης των στερεών ή εναλλακτικά η απόρριψή του σε καλυμμένες δεξαμενές καθίζησης και ο εμπλουτισμός του με πρόσμικτα κροκίδωσης μέχρι ξήρανσης. Στη συνέχεια προτείνεται η αποκομιδή του στερεού εδαφικού υπολείμματος σε κατάλληλους χώρους απόθεσης (ΧΥΤΑ κτλ).
- Κατά τη διάτρηση των προεντεταμένων αγκυρώσεων υπάρχει ο κίνδυνος να:
  i) Σημειωθούν διαφυγές τσιμεντένεματος κατά τη διάρκεια ενεμάτωσης ιδιαίτερα σε θέσεις υπόγειων δικτύων απορροής με έξοδο στην θάλασσα καθώς και σε τυχόν εγγύς εγκαταλειμμένων υπόγειων έργων υποδομής (π.χ πηγάδια, υπόγειες στοές ή «μίνες» κτλ). Για το λόγο αυτό απαιτείται ο συνεχής έλεγχος για εκτεταμένες απώλειες τσιμεντενέματος κατά τη διάρκεια όλων των εργασιών ενεμάτωσης, ειδικά της πρώτης σειράς αγκυρώσεων καθώς και ο συνεχής έλεγχος για εμφάνιση τυχόν διαφυγών σε εγγύς θέσεις.
  ii) Σημειωθούν ατυχήματα λόγω ισχυρής εκτόξευσης χαλίκων κτλ εκτός εργοταξιακού χώρου κατά διάρκεια διάτρησης των αγκυρώσεων. Για το λόγο αυτό απαιτείται η σχετική μέριμνα (κάλυψη τρυπανιών κτλ) για την αποφυγή τέτοιων φαινομένων ειδικά κατά τη διάρκεια της πρώτης σειράς αγκυρώσεων.
- Να σημειωθούν φαινόμενα έντονης απορροής υπόγειων υδάτων στο αστικό περιβάλλον λόγω των συνεχών αντλήσεων. Για το λόγο αυτό απαιτείται η απορροή των αντλούμενων υδάτων μεσω σωληνώσεων κατευθείαν στα εγγύς φρεάτια απορροής.
- Λόγω της εκτεταμένης χρήσης ισχυρών και ογκωδών μηχανημάτων έργου εντός αστικού περιβάλλοντος (π.χ αποκομιδή πολύ μεγάλης ποσότητας εδαφικού υλικού εκσκαφής) θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την μείωση τόσο της τοπικής κυκλοφοριακής συμφόρησης όσο και μείωσης της αντίστοιχης ηχορύπανσης.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το εν λόγω έργο έχει σχεδιαστεί με στόχο τη δημιουργία στεγανολεκανής εργασίας, ώστε να κατασκευαστεί η μόνιμη κατασκευή του έργου εν ξηρώ με όσο το δυνατόν λιγότερες αντλήσεις. Για την επίτευξη αυτού, έχει επιλεγεί η μέθοδος των αλληλοτεμνόμενων πασσάλων.
- Για την υποστήριξη των πασσάλων και λόγω της γεωμετρίας και των διαστάσεων του σκάμματος απαιτείται η χρήση προεντεταμένων αγκυρώσεων. Η θέση και διάταξή τους επηρεάζεται από την ύπαρξη μόνιμου υψηλού υδροφόρου, της γειτνίασης με κατασκευές και μνημεία και της αποφυγής πολλών στάδιων εκσκαφής.
- Λόγω της διαφορικής στάθμης εκσκαφής αλλά και της μεταβαλλόμενης κάτοψης δεν είναι εφικτή η εφαρμογή ενιαίας τυπικής διατομής κατασκευής.
- Παρόλη την διαμόρφωση στεγανολεκάνης και την κατασκευή του έργου, λόγω της ύπαρξης στην περιοχή μόνιμου υδροφόρου ορίζοντα θα πρέπει να κατασκευαστεί και να λειτουργεί καθόλη την διάρκεια των εργασιών συστοιχία αντλητικών διατάξεων ώστε σε κάθε περίπτωση να εξασφαλίζεται η στάθμη των τυχόν υδάτων εντός της στεγανολεκάνης και σε βάθος >-1.0m από τη στάθμη της εκάστοτε εκσκαφής σε κάθε θέση του έργου.
- Η εξασφάλισης της ασφαλούς λειτουργίας του έργου απαιτεί την τοποθέτηση γεωτεχνικών και τοπογραφικών οργάνων ελέγχου τυχόν γεωμικρομετακινήσεων, φορτίων καθώς και διακύμανσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα όπως αυτά αναφέρονται στην §4.4.
- Είναι απαραίτητη η τήρηση των προδιαγραφών ελέγχου και κατασκευής που αναφέρονται στις ως άνω παραγράφους.
- Λόγω της εξειδίκευσης του εν λόγω έργου απαιτείται η παρακολούθηση της κατασκευής του από έμπειρο επιστημονικό προσωπικό.

ΙΩΑΝΝΙΝΑ – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018

Ονομ/μο	Υπογραφή	Σφραγίδα
Δερέκας Νικόλαος		

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- ΠΑΠΑΧΑΡΙΣΗΣ Ν. – ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΣ Ι. – ΜΑΝΟΥ-ΑΝΔΡΕΑΔΗ Ν. «ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ , Β' ΕΚΔΟΣΗ», 2003.
- ΒΑΛΑΛΑΣ Δ. « Εδαφομηχανική» 1981.
- ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ Α. – «Θεμελιώσεις σε πασσάλους», 1990.
- ΠΑΠΑΣΠΥΡΟΥ Σ. – «Αγκυρώσεις», 1985.
- ΒΑΛΑΛΑΣ Δ. «Αντιστηρίξεις & Θεμελιώσεις», 2001.
- ΤΣΕΛΕΝΤΗΣ Α. «Σύγχρονη σεισμολογία», 1997.
- ΜΑΡΙΝΟΣ Π. «Μαθήματα σηράγγων», 2000.
- ΚΑΒΒΑΔΑΣ Μ. «Σχεδιασμός υπογείων έργων».
- ΚΟΛΕΤΣΟΣ Κ. «Γεωτεχνική Μηχανική», 2004.
- LAMBE, WHITMAN "Soil Mechanics" 1979.
- WARNER J. " Practical handbook of grouting", 2004.
- MJ TOMLINSON " Foundation Design & Construction 6th Edition", 1995.
- EUROCODE 7 "Geotechnical design", 1995.
- CIRIA C580. "Embedded retaining walls – guidance for economic design", 2003.
- PULLER M. "Deep excavation – a practical manual – 2nd edition", 2003.
- BARNES G.E "Soil Mechanics" 2005..
- W. DAY R. "Geotechnical engineer's portable handbook" 2000.
- ERNST & SOHN "Recommendation on Excavations" 2003

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΤΕΥΧΟΣ ΙΙ

8.1 Οριζοντιογραφία θέσεων γεωτεχνικής έρευνας

8.2 *Γενικευμένη τομή σχεδιασμού εδάφους*

8.3 *Μητρώα γεωτρήσεων*

8.4 *Συγκεντρωτικός πίνακας εργαστηριακών δοκιμών*

8.5 *Αποτελέσματα ανάλυσης*

8.5.1 *Στατικές Συνθήκες*

i) Αντιστηριζόμενο ύψος 6,35m
ii) Αντιστηριζόμενο ύψος 7,65m
iii) Αντιστηριζόμενο ύψος 9,85m
iv) Αντιστηριζόμενο ύψος 3,50m

8.5.2 *Σεισμικές Συνθήκες*

i) Αντιστηριζόμενο ύψος 6,35m
ii) Αντιστηριζόμενο ύψος 7,65m
iii) Αντιστηριζόμενο ύψος 9,85m
iv) Αντιστηριζόμενο ύψος 3,50m

8.5.3 Έλεγχος θραύσης πυθμένα

i) Αντιστηριζόμενο ύψος 6,35m
ii) Αντιστηριζόμενο ύψος 7,65m
iii) Αντιστηριζόμενο ύψος 9,85m

8.6 *Διαστασιολόγηση Φρεατοπασσάλων*

i) Αντιστηριζόμενο ύψος 6,35m
ii) Αντιστηριζόμενο ύψος 7,65m
iii) Αντιστηριζόμενο ύψος 9,85m
iv) Αντιστηριζόμενο ύψος 3,50m

8.7 *Διαστασιολόγηση Αγκυρίων και Δοκού Ισορροπίας*

i) Αντιστηριζόμενο ύψος 6,35m
ii) Αντιστηριζόμενο ύψος 7,65m
iii) Αντιστηριζόμενο ύψος 9,85m