



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΣΚΟΠΕΛΟΥ
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΛΙΜΕΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΣΚΟΠΕΛΟΥ



ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ ΠΡΟΣΔΕΣΗΣ ΕΓ/ΟΓ ΛΙΜΕΝΟΣ ΑΓΝΩΝΤΑ ΣΚΟΠΕΛΟΥ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019

TRITON
ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	2
ΕΙΚΟΝΕΣ.....	2
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1 Σύντομο ιστορικό – Αντικείμενο μελέτης.....	3
1.2 Διαθέσιμα στοιχεία.....	3
2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	4
2.1 Γεωγραφικά στοιχεία.....	4
2.1. Βυθομετρία	5
2.2. Άνεμολογικά στοιχεία	5
2.3. Κυματικά στοιχεία.....	8
2.3.1. <i>Εκτίμηση κυματικού κλίματος στα ανοικτά.....</i>	<i>8</i>
2.3.2. <i>Προώθηση κυματισμών στα ρηχά.....</i>	<i>11</i>
2.4. Στοιχεία παλίστριας.....	11
3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	13
4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ.....	19
4.1. Γενικά.....	19
4.2. Μεθοδολογίες υπολογισμού	19
4.3. Έλεγχος υφιστάμενης διατομής.....	22
4.4. Φορτία – Παράμετροι ελέγχου	22
4.4.1. <i>Σεισμικά φορτία</i>	<i>23</i>
4.4.2. <i>Φορτίο δέστρας</i>	<i>24</i>
4.4.3. <i>Κινητά φορτία επί των ανωδομών – χερσαίων χώρων του έργου.....</i>	<i>24</i>
4.5. Αποτελέσματα υπολογισμών ευστάθειας – Προτεινόμενα μέτρα ενίσχυσης στηλών κρηπιδοτοίχου	25
5. ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΟΔΟΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ	28
5.1. Πλοίο Σχεδιασμού	30
5.2. Υπολογισμός πυθμενικών ταχυτήτων υδάτινης φλέβας.....	32
5.3. Σχεδιασμός Συστήματος Προστασίας Ποδός	35
6. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΈΡΓΩΝ.....	38
Γενική Περιγραφή.....	38
Αλληλουχία Εργασιών	38
Ράμπα πρυμνοδέτησης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων	40
Σύστημα ενίσχυσης ευστάθειας κρηπιδοτοίχου.....	40
Σύστημα προστασίας ποδός κρηπιδοτοίχου.....	41
Θωράκιση από Φ.Ο. για την προστασία έναντι υποσκαφών στο νότιο τμήμα.....	41
7. ΙΣΧΥΟΥΣΕΣ ΕΤΕΠ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	43
8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ.....	45

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	49
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	50
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	53
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΝΔ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ	54
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	61
STATIC	62
SEISMIC	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε	81

Πίνακες

Πίνακας 2-1	Ανεμολογικά στοιχεία Μ.Σ. Σκοπέλου. Περίοδος καταγραφών 1956-2001	5
Πίνακας 2-2	Ταχύτητες Ανέμου ΝΔ δ/σης και Πιθανότητες εμφάνισης για περιόδους επαναφοράς 1,5, 10 και 75 ετών	8
Πίνακας 2-3:	Κυματικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού για τη ΝΔ διεύθυνση ενδιαφέροντος	10
Πίνακας 2-4	Μήκος αναπτύγματος ΝΔ διευθύνσεως.....	10
Πίνακας 2-5:	Συνοπτικός πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογενών κυματισμών μετά την προώθησή τους στον κρηπιδότοιχο (Tr=75yrs)	11
Πίνακας 2-6	Στατιστικά Στοιχεία Παλίρροιας (Πηγή: Υδρογραφική Υπηρεσία ΠΝ).	12
Πίνακας 4-1	Στατική φόρτιση	26
Πίνακας 4-2	Σεισμική φόρτιση	26

Εικόνες

Εικόνα 1-1	Λιμένας Αγνώντα.....	4
Εικόνα 1-2	Θέση κρηπιδώματος Ο/Γ.....	4
Εικόνα 2-1	Ιστόγραμμα Ανεμολογικών Στοιχείων Σταθμού Ζακύνθου (Συχνότητα εμφάνισης)	6
Εικόνα 2-2	Ιστόγραμμα Ανεμολογικών Στοιχείων Σταθμού Ζακύνθου (Σε Βf)	6
Εικόνα 2-3	Αναπτύγματα πελάγους νοτιοδυτικής διευθύνσεως	10
Εικόνα 3-1	Περιοχές σπηλαιώσεων στο τεθλασμένο τμήμα του κρηπιδότοιχου	15
Εικόνα 3-2	Όψη του τεθλασμένου τμήματος του κρηπιδότοιχου.....	15
Εικόνα 3-3	Όψη με βάθη και ύψη σπηλαιώσεων στην περιοχή του 1 ^{ου} υπόσκαφου.	16
Εικόνα 3-4	Όψη με βάθη και ύψη σπηλαιώσεων στην περιοχή του 2 ^{ου} υπόσκαφου.	16
Εικόνα 3-5	Όψη με βάθη και ύψη σπηλαιώσεων στην περιοχή του 3 ^{ου} υπόσκαφου.	17
Εικόνα 3-6	Περιοχή βλαβών.....	17
Εικόνα 4-1	Δυνάμεις ενεργών ωθήσεων.....	20
Εικόνα 4-2	Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος (Πηγή: Ε.Α.Κ).....	23
Εικόνα 5-1:	Κλίση σκυροδέτησης στρωμάτων κυβολίθων.....	30
Εικόνα 5-2:	Σύστημα ανάρτησης κυβολίθων	30

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σύντομο ιστορικό – Αντικείμενο μελέτης

Η παρούσα μελέτη συντάσσεται κατόπιν της από 19/07/2019 Σύμβασης του Λιμενικού Ταμείου Σκοπέλου με την Τεχνική Εταιρεία «Τρίτων Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.». Αντικείμενο της μελέτης αποτελεί η αποκατάσταση των ζημιών που έχουν προκληθεί στον κρηπιδότοιχο πρόσδεσης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων στον λιμένα Αγνώντα Σκοπέλου. Οι προτεινόμενες στην παρούσα μελέτη επισκευές αποσκοπούν α) στην αποκατάσταση της υφιστάμενης διατομής του κρηπιδοτοίχου διατηρώντας τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά του έργου (ύψος στέψης ανωδομών και βάθος έδρασης Τ.Ο.), προτείνοντας παράλληλα και μέτρα ενίσχυσης της ευστάθειας της β) τον σχεδιασμό νέου συστήματος προστασίας ποδός και γ) την αποκατάσταση της ράμπας εξυπηρέτησης των Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων και όλων των επιστρώσεων των χερσαίων χώρων όπισθεν του κρηπιδοτοίχου.

1.2 Διαθέσιμα στοιχεία

Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε υφιστάμενα στοιχεία και μελέτες που παρασχέθηκαν από το Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Σκοπέλου και αφορούν:

- 1 Ύψαλη φωτογραφική αποτύπωση υποσκαφών στην περιοχή του κρηπιδοτοίχου.
- 2 Βυθομετρική αποτύπωση στην περιοχή του κρηπιδοτοίχου με ημερομηνία εκτέλεσης εργασιών την 21/02/2018.
- 3 «Μελέτη αποκατάστασης κρηπιδοτοίχου πρόσδεσης Ε/Γ – Ο/Γ λιμένος Αγνώντα Σκοπέλου», που συντάχθηκε τον Μάρτιο του 2016 από τον Πολιτικό Μηχανικό Χαϊμ Ρ. Κοέν.

2. ΦΥΣΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 Γεωγραφικά στοιχεία

Ο λιμένας του Αγνώντα βρίσκεται στα νότια παράλια της νήσου της Σκοπέλου και εξυπηρετεί εναλλακτικά τα πλοία της γραμμής όταν ο καιρός δεν επιτρέπει την προσέγγιση αυτών στον κύριο λιμένα της Σκοπέλου που βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της νήσου.

Ο λιμένας αποτελείται από ένα τεθλασμένο κρηπίδωμα συνολικού μήκους ~190 m. Το νοτιοδυτικό τμήμα αυτού έχει μήκος 60 m και χρησιμοποιείται από τα Ε/Γ-Ο/Γ πλοία της γραμμής για την διακίνηση προϊόντων και επιβατών. Δεδομένου του προσανατολισμού του κρηπιδώματος, τα πλοία της γραμμής προσεγγίζουν τον λιμένα με νοτιοδυτική προς δυτική κατεύθυνση. Το τμήμα αυτό του κρηπιδώματος εξυπηρέτησης των Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων δεν χρησιμοποιείται σήμερα λόγω των εκτεταμένων ζημιών που έχει υποστεί. Οι βλάβες έχουν προκληθεί λόγω των εκτεταμένων υποσκαφών των λιθορριπών έδρασης των τεχνητών ογκολίθων βάσης του κρηπιδοτοίχου και οφείλονται εν μέρει στην παλαιότητα και τη μη αποτελεσματική προστασία ποδός της υφιστάμενης εγκατάστασης, σε συνδυασμό με την δράση των προπελών των νεότερων πλοίων κατά την διαδικασία προσέγγισης τους στην εν λόγω θέση εξυπηρέτησης. Επίσης η εναλλακτική χρησιμοποίηση του κρηπιδοτοίχου από το πλοίο που υπό κανονικές συνθήκες εξυπηρετείται στον βόρειο λιμένα της Σκοπέλου (ΕΞΠΡΕΣ ΠΗΓΑΣΟΣ), και το οποίο είναι μεγαλύτερου βυθίσματος από το αντίστοιχο επιτρεπόμενο που μπορεί να υποδεχθεί η συγκεκριμένη λιμενική εγκατάσταση στον Αγνώντα, οδήγησε ραγδαία σε περαιτέρω αστοχίες.

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται το τεθλασμένο τμήμα του κρηπιδώματος με μήκος 60 m περίπου και το σημείο προσέγγισης και πρυμνοδέτησης των Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων.

2.1. Βυθομετρία

Στο κέντρο της εισόδου του άτυπου λιμένα τα βάθη κυμαίνονται στα 25 έως 30 m, ενώ κατά μήκος των κρηπιδωμάτων τα βάθη είναι της τάξης των 6,50 m από την Μ.Σ.Θ. Η κλίση του πυθμένα κάθετα στο κρηπίδωμα των 60 m είναι σχετικά μεγάλη, της τάξης των 1:2,5. Προ των κρηπιδωμάτων υπάρχει εξαιρετικά ανώμαλη επιφάνεια πυθμένα, λόγω της δράσης των προπελών των μεγάλων Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων και των ισχυρών κυματισμών, δεδομένου ότι το λιμάνι είναι ανοικτό στους Δυτικούς και Νοτιοδυτικούς καιρούς.

2.2. Ανεμολογικά στοιχεία

Το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής μελέτης είναι αναγκαίο για την πρόγνωση – πρόβλεψη του κυματικού κλίματος, δεδομένου ότι δεν έχουν εκτελεσθεί μετρήσεις κυμάτων. Τα ανεμολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι αυτά του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπέλου, τα οποία και παρουσιάζονται παρακάτω.

Ετήσιες Συχνότητες											
Μ.Σ. Σκοπέλου											
Διεύθυνση Ανέμου		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
Beaufort	0									47,92	47,92
Beaufort	1	0,51	0,18	0,02	0,03	0,18	0,09	0,02	0,05		1,08
Beaufort	2	5,07	2,72	0,19	0,38	1,47	0,46	0,13	0,58		11,00
Beaufort	3	4,93	3,67	0,28	0,67	1,65	0,78	0,16	1,27		13,41
Beaufort	4	4,01	2,60	0,11	0,49	1,02	0,64	0,16	1,32		10,33
Beaufort	5	3,47	2,02	0,09	0,30	0,61	0,36	0,09	0,92		7,86
Beaufort	6	2,53	1,17	0,02	0,12	0,38	0,17	0,06	0,65		5,10
Beaufort	7	1,34	0,42	0,01	0,05	0,11	0,06	0,02	0,30		2,31
Beaufort	8	0,34	0,09	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03		0,52
Beaufort	9	0,20	0,03	0,01	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01		0,35
Beaufort	10	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01		0,12
SUM		22,47	12,92	0,74	2,06	5,48	2,61	0,67	5,13	47,92	100

Πίνακας 2-1 Ανεμολογικά στοιχεία Μ.Σ. Σκοπέλου. Περίοδος καταγραφών 1956-2001

Εικόνα 2-3 Ιστόγραμμα Ανεμολογικών Στοιχείων Σταθμού Σκοπέλου (Συχνότητα εμφάνισης)

Εικόνα 2-4 Ιστόγραμμα Ανεμολογικών Στοιχείων Σταθμού Σκοπέλου (Σε Bf)

Πιο αναλυτικά τα ανεμολογικά στοιχεία του Μ.Σ. της Σκοπέλου αφορούν σε μετρήσεις της περιόδου, από το 1956 έως το 2001.

Από την ανάλυση των ανεμολογικών στοιχείων προκύπτουν τα παρακάτω. Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι βόρειοι με ετήσια συχνότητα

εμφάνισης 22,47%. Η μέγιστη ένταση του ανέμου που έχει καταγραφεί στον ΜΣ, σύμφωνα με τα ανεμολογικά στοιχεία, είναι τα 10B, με μέγιστη συχνότητα 0,08%, για τη Βόρεια διεύθυνση.

Σύμφωνα με την γεωγραφία και τον προσανατολισμό της περιοχής μελέτης, οι διευθύνσεις των ανέμων από τους οποίους προέρχονται οι κυματισμοί υψηλότερης ενέργειας, οι οποίοι μπορούν να προσβάλλουν την περιοχή του έργου αντιστοιχούν στον ευρύτερο Νότιο τομέα (νότια, νοτιοδυτική, νοτιοανατολική διεύθυνση προώθησης).

Από τις μέγιστες εντάσεις των τριών αυτών διευθύνσεων για την περιοχή μελέτης, μόνο οι κυματισμοί προερχόμενοι από ΝΔ διεύθυνσεως μπορούν να εισχωρήσουν απευθείας στον λιμένα, και έτσι εκτιμήθηκε ότι είναι η δυσμενέστερη διεύθυνση, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την πρόγνωση των ανεμογενών κυματισμών που προωθούνται προς την περιοχή των προτεινόμενων από τη μελέτη έργων.

Για την κατά το δυνατό καλύτερη προσέγγιση του κυματικού κλίματος και με δεδομένο ότι οι κυματισμοί είναι ανεμογενείς, είναι απαραίτητη η στατιστική επεξεργασία των ανωτέρω στοιχείων. Σύμφωνα με την σύσταση του USACE (1995), θα πρέπει για τον σχεδιασμό των συνήθων λιμενικών έργων να λαμβάνονται οι δυσμενέστερες κλιματολογικές συνθήκες (συνθήκες σχεδιασμού) που θα έχουν 50% πιθανότητα εμφάνισης, στη χρονική διάρκεια ζωής του έργου. Η συνθήκη αυτή ικανοποιείται για περίοδο επαναφοράς 73 ετών. Στην παρούσα μελέτη επιλέγονται, υπέρ της ασφαλείας οι συνθήκες με περίοδο επαναφοράς 75 ετών για τις εντάσεις του ανέμου.

Οι ανεμολογικές καταγραφές όλων των διευθύνσεων προώθησης αναλύθηκαν ώστε να προκύψει η μέγιστη ένταση ανεμοπνοής για τη συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς. Οι ανεμολογικές καταγραφές προσαρμόστηκαν στις κατανομές Fisher – Tippett I (Gumbel), Weibull δύο και τριών παραμέτρων καθώς και στην Burr (Type XII) τριών παραμέτρων και βάσει των μεθόδων Anderson-Darling (Goodness-Of-Fit) και R-square προέκυψε ότι η χρήση της κατανομής Weibull αναπαριστά πιο αντιπροσωπευτικά τις μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού Ζακύνθου.

Η διαδικασία προσαρμογής των ανεμολογικών στοιχείων στις κατανομές Weibull, Gumbel και Burr παρουσιάζεται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα και πιο συγκεκριμένα στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**.

Από την ανωτέρω επεξεργασία προκύπτει η μέγιστη αναμενόμενη ανεμοπινοή περιόδου επαναφοράς 75, 10, 5 και 1 έτους ως εξής:

Δ/νση Ανέμου	Περίοδος Επαναφοράς σε yrs	P(X<x)	Ένταση σε m/sec	Ένταση σε knots	Ένταση σε B
ΝΔ	1	0,998247	19,88	38,64	8
ΝΔ	5	0,999649	23,06	44,83	9
ΝΔ	10	0,999825	24,36	47,35	9
ΝΔ	75	0,999977	27,98	54,39	10

Πίνακας 2-2 Ταχύτητες Ανέμου ΝΔ δ/νσης και Πιθανότητες εμφάνισης για περιόδους επαναφοράς 1,5, 10 και 75 ετών

2.3. Κυματικά στοιχεία

2.3.1. Εκτίμηση κυματικού κλίματος στα ανοικτά

Ελλείπει καταγραφών των κυματικών χαρακτηριστικών στην ευρύτερη περιοχή, η πρόγνωση των χαρακτηριστικών των κυματισμών που προσβάλουν την περιοχή μελέτης στα ανοικτά της, έγινε με χρήση του αριθμητικού μοντέλου κατά Sverdrup - Munk - Bretshneider (S.M.B.) που παρουσιάζεται στο Shore Protection Manual (S.P.M.), 1977 και στο CIRIA (2007).

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, τα μεγέθη του χαρακτηριστικού κύματος (μέσες τιμές του 1/3 των μεγαλύτερων κυμάτων της καταγραφής) υπολογίζονται σε συνάρτηση με το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους, την ταχύτητα και την διάρκεια πνοής του ανέμου που δημιουργεί τον κυματισμό.

Για τον υπολογισμό του αναπτύγματος πελάγους εφαρμόζεται η μέθοδος του «ενεργού αναπτύγματος» ("effective fetch"), που προτείνεται επίσης στο S.P.M., 1977, με 15 ακτίνες και κέντρο τη θέση υπολογισμού του κύματος. Ο τομέας πελάγους καθορίζεται για κάθε άνεμο, με βάση μία ακτίνα κατά την κύρια διεύθυνση του ανέμου και άλλες 14 ακτίνες, 7 εκατέρωθεν της πρώτης, με βήμα γωνίας 6°. Το εύρος του τομέα αυτού είναι 84° (τομέας γωνίας 42° στα δεξιά και στα αριστερά της κύριας διεύθυνσης του ανέμου). Η μέθοδος του ενεργού αναπτύγματος είναι μία κατά κάποιο τρόπο χονδρική προσομοίωση της

κατευθυντικής συνάρτησης (directional spreading function) κατά Mitsuyasu, στην οποία εισάγεται το συνημίτονο του αζιμούθιου από την κύρια διεύθυνση του κύματος καθώς και μια παράμετρος διάχυσης (spreading parameter). Στη διεθνή βιβλιογραφία παρατίθενται και νεότερες μέθοδοι πρόγνωσης κυματισμού έχουν τύχει ευρείας χρήσης μέχρι σήμερα, όπως κατά S.P.M. (1984), όπου το ανάπτυγμα πελάγους υπολογίζεται με χρήση εννέα (9) ακτινών και κατά C.E.M. (2008) όπου το ανάπτυγμα πελάγους υπολογίζεται με μία (1) ακτίνα. Οι μέθοδοι αυτοί έχει παρατηρηθεί ότι δεν δίνουν γενικά ικανοποιητικά αποτελέσματα στις ελληνικές θάλασσες, ιδιαίτερα σε σύγκριση με την προηγούμενη μέθοδο κατά S.P.M. (1977) πιθανώς εξαιτίας της πολύπλοκης γεωμετρίας της ελληνικής ακτογραμμής, του ευμετάβλητου των διευθύνσεων και του ριπαίου χαρακτήρα των ανέμων.

Για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών μεγεθών των ανεμογενών κυμάτων στις περιοχές μελέτης, εφαρμόστηκε η θεωρία της φασματικής ανάλυσης η οποία προσεγγίζει την κατανομή της ενέργειας των κυμάτων σε συνάρτηση με το ανάπτυγμα πελάγους (fetch), την ταχύτητα και διάρκεια πνοής του ανέμου και τα μέσα στατιστικά χαρακτηριστικά της συχνότητας, μετατρέποντας τη χρονική ακολουθία των κυμάτων σε φάσμα.

Ανάλογα με το μήκος αναπτύγματος του κυματισμού και την διάρκεια πνοής του ανέμου προκύπτει και η «προέλευση» του κυματισμού, δηλαδή περιορισμένος από το μήκος αναπτύγματος (gF/U^2) (fetch limited) ή από την διάρκεια πνοής (gtd/U) (duration limited).

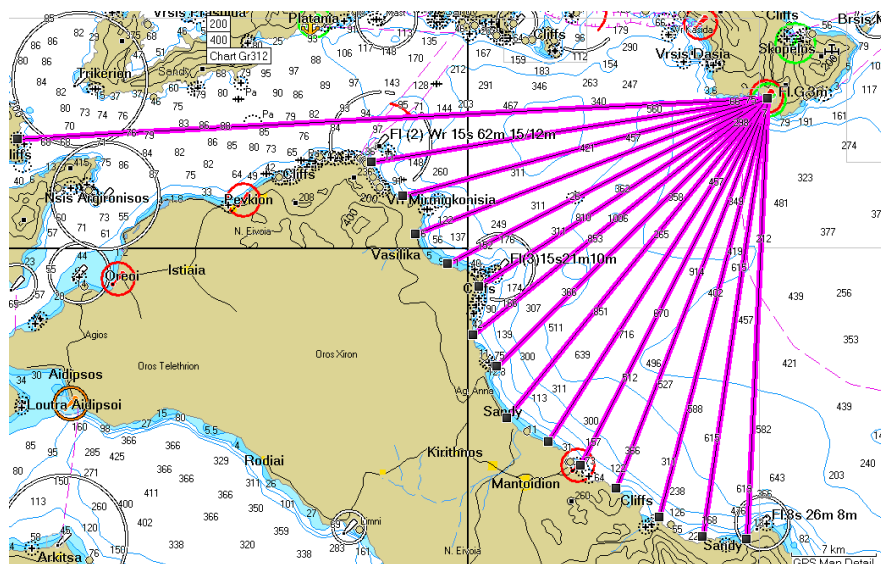
Στην περίπτωση που η διάρκεια πνοής του ανέμου είναι μεγαλύτερη από την ελάχιστη που απαιτείται για την πλήρη ανάπτυξη των κυματισμών, η κρίσιμη παράμετρος είναι το ανάπτυγμα πελάγους και ως εκ τούτου ο κυματισμός χαρακτηρίζεται ως fetch limited.

Πιο συγκεκριμένα, από την γεωμορφολογία και τον προσανατολισμό της περιοχής μελέτης, ο κρίσιμος καιρός που εξετάζεται διεξοδικά είναι ο νοτιοδυτικός. Το μήκος αναπτύγματος για την συγκεκριμένη διεύθυνση παρουσιάζεται σχηματικά (βλ. Εικόνα 2-3) και με την μορφή πίνακα (βλ. Πιν. 2-4), ενώ ο αναλυτικός υπολογισμός παρατίθεται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β**.

Τα αποτελέσματα της εφαρμοζόμενης μεθόδου υπολογισμού για τη διεύθυνση ενδιαφέροντος και τους ανέμους σχεδιασμού παρατίθενται συνοπτικά στους ακόλουθους Πίνακες.

Περίοδος Επαναφοράς (yrs)	1	5	10	75
Μέση διεύθυνση Προώθησης Κυματισμών (°)	225	225	225	225
U_{10} (m/s)	19,88	23,06	24,36	27,98
H_s (m)	2,29	2,73	2,91	3,42
T_s (sec)	5,88	6,37	6,57	7,08
t_d (hrs)	2,53	2,34	2,27	2,11

Πίνακας 2-3: Κυματικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού για τη ΝΔ διεύθυνση ενδιαφέροντος



Εικόνα 2-5 Αναπτύγματα πελάγους νοτιοδυτικής διεύθυνσεως

Διεύθυνση Ανέμου	Fetch (km)
Νοτιοδυτικά (ΝΔ)	31,0

Πίνακας 2-4 Μήκος αναπτύγματος ΝΔ διεύθυνσεως

2.3.2. Προώθηση κυματισμών στα ρηχά

Τα χαρακτηριστικά των κυματισμών κατά την προώθησή τους προς τα ρηχά τροποποιούνται υπό την επίδραση των φαινομένων της ρήχωσης, της διάθλασης και υπό περίπτωση της περίθλασης.

Η εύρεση των τροποποιημένων χαρακτηριστικών λόγω των φαινομένων της ρήχωσης, διάθλασης και θραύσης των κυματισμών, στηρίχθηκε στη μεθοδολογία και τις συστάσεις του Goda (2000), όπως προτείνεται και από CIRIA (2007).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της προώθησης του κρίσιμου κυματισμού στη περιοχή του κρηπιδότοιχου.

Το βάθος ελέγχου αντιστοιχεί στο βάθος του φυσικού πυθμένα στον πόδα του έργου, το οποίο για τη δυσμενέστερη (βαθύτερη διατομή), εκτιμάται βάσει των διαθέσιμων βυθομετρικών στοιχείων ίσο με 6,5μ. (από ΜΣΘ).

Διεύθυνση Ανάπτυξης Κυματισμών	Μεγέθη Χαρακτηριστικού Κύματος		
	H _{SL} (m)	T _s (sec)	Lo (m)
ΝΔ	2,54	5,30	84,51

Πίνακας 2-5: Συνοπτικός πίνακας χαρακτηριστικών ανεμογενών κυματισμών μετά την προώθησή τους στον κρηπιδότοιχο (T_r=75yrs)

2.4. Στοιχεία παλίρροιας

Για τα παλίρροιακά στοιχεία που αφορούν στις μεταβολές της στάθμης της θάλασσας για τον λιμένα του Αγνώντα Σκοπέλου, έχουν ληφθεί δεδομένα από τον σταθμό μέτρησης παλίρροιας στον κεντρικό λιμένα της Σκοπέλου, για τα έτη 2000 – 2008, τα οποία επισυνάπτονται στο **Παράρτημα Γ** και παρατίθενται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Στοιχεία Παλίρροιας (μ)	Σταθμός Μετρήσεων Ισθμίων
Μέγιστη πλήμμη	0,33
Μέση πλήμμη	0,89
Μέση στάθμη	1,01
Μέση ρηχία	1,12
Κατωτάτη ρηχία	1,64
Υψομετρική διαφορά μεταξύ ΜΠ και ΜΣΘ	0,68
Υψομετρική διαφορά μεταξύ ΜΣΘ και ΚΡ	0,63
Ελάχιστο εύρος	0,01
Μέσο εύρος	0,24
Επάλλαξη	1,31

Πίνακας 2-6 Στατιστικά Στοιχεία Παλίρροιας (Πηγή: Υδρογραφική Υπηρεσία ΠΝ)

3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Πριν γίνει οποιαδήποτε αναφορά στην υφιστάμενη κατάσταση, είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι :

- Η ύφαλη φωτογραφική και η βυθομετρική αποτύπωση παρασχέθηκαν από το Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Σκοπέλου. Η βυθομετρική αποτύπωση πραγματοποιήθηκε την 21/02/2018.
- Οι διατομές υφιστάμενης κατάστασης είναι σύμφωνα με α) την μελέτη «Μελέτη αποκατάστασης κρηπιδοτοίχου πρόσδεσης Ε/Γ – Ο/Γ λιμένος Αγνώντα Σκοπέλου», που συντάχθηκε τον Μάρτιο του 2016 από τον πολιτικό μηχανικό Χαϊμ Ρ. Κοέν, και β) τα σχέδια αποτύπωσης υποσκαφών που παρασχέθηκε από την υπηρεσία (Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Σκοπέλου).

Από το σχέδιο φωτογραφικής αποτύπωσης (βλ. Σχ. Λ-001 και Εικόνα 3-2) προκύπτει ότι ο κρηπιδότοχος πρόσδεσης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων που έχει υποστεί τις βλάβες, αποτελείται συνολικά από 18 στήλες συμπαγών τεχνητών ογκολίθων, εκ των οποίων οι τέσσερις (4) τελευταίες (προς νότο), αποτελούν το τμήμα συναρμογής του έργου με την βραχώδη ακτή με το βάθος τους να απομειώνεται σταδιακά. Στο εν λόγω νοτιότερο γωνιακό σημείο του έργου, έχει προβλεφθεί και έργο προστασίας έναντι των κυματισμών εν είδει πρανούς θωράκισης από Φ.Ο., των οποίων η μέγιστη διαμέτρου εκτιμάται ότι είναι της τάξης του 1,20~1,30 μ περίπου (μέσο βάρος ογκολίθων της τάξης των 5ton).

Οι σημαντικότερες βλάβες αφορούν την κατάρρευση μιας ολόκληρης στήλης (στήλη Νο5) και την μετακίνηση προς την θάλασσα μιας δεύτερης γειτονικής στήλης (στήλη Νο6) στην περιοχή της ράμπας εξυπηρέτησης των πλοίων. Οι ογκολίθοι αυτών των στηλών έχουν αποκολληθεί από την ανωδομή του κρηπιδοτοίχου και είτε έχουν καταπέσει στον πυθμένα, είτε έχουν «ξεσυσταρωθεί» και είναι έτοιμοι να ανατραπούν/ βυθιστούν.

Υποσκαφές εντοπίζονται σχεδόν σε όλο το μήκος του κρηπιδοτοίχου, ενώ οι ακριβείς περιοχές σημειώνονται στην Εικόνα 3-1. Οι υποσκαφές εκτείνονται τόσο σε εύρος (οριζόντια), όσο και σε ύψος (κάθετα) κάτω από τον κρηπιδότοχο. Τμήμα του ανακουφιστικού πρίσματος και του υλικού επίχωσης πίσω από τους Τ.Ο. που κατέρρευσαν ή/και αποκολλήθηκαν από την ανωδομή έχει «ξεπλυθεί», ενώ η απώλεια - κατάρρευση υλικών τμημάτων

ανακουφιστικών πρισμάτων ή/και επιχώσεων έχει επεκταθεί και εκατέρωθεν των στηλών αυτών. Αποτέλεσμα μιας τέτοιας απώλειας υλικών είναι η σημαντική καθίζηση των όπισθεν του κρηπιδοτοίχου χερσαίων χώρων, που σταδιακά οδήγησε στον θρυμματισμό του σκυροδέματος της ράμπας και των παρακείμενων επιστρώσεων στην περιοχή που φαίνεται στην Εικόνα 3-6.

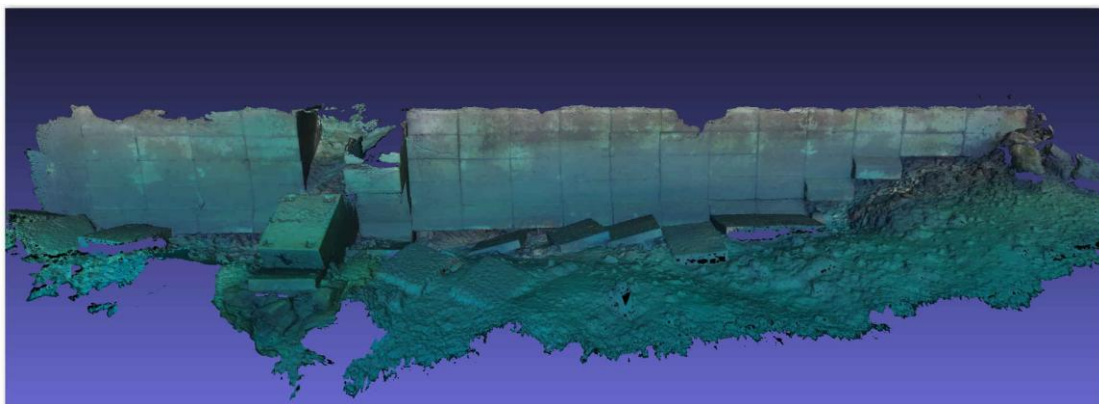
Η παραπάνω κατάσταση δημιουργήθηκε κυρίως από τα πλοία «ΕΞΠΡΕΣ ΠΗΓΑΣΟΣ» που «καταχρηστικά» χρησιμοποιεί το κρηπίδωμα, λόγω του μεγάλου βυθίσματος (5,60 μ σε πλήρως έμφορτη κατάσταση), αλλά και εν γένει από την λειτουργία των προπελών των νεότερων σε σχέση με την κατασκευή του κρηπιδοτοίχου Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων που χρησιμοποιούν το κρηπίδωμα σε συνδυασμό με την μη επαρκή προστασία ποδός, που είχε προβλεφθεί για την συγκεκριμένη εγκατάσταση. Επισημαίνεται ότι στον πόδα του έργου είχε κατασκευασθεί σύστημα προστασίας ποδός με πλάκες διαστάσεων 3,0 x 3,0 x 0,40~0,50 μ (πλάτος x μήκος x ύψος), οι περισσότερες από τις οποίες σήμερα έχουν μετατοπισθεί από την θέση τους και βρίσκονται διασκορπισμένες στον κεκλιμένο πυθμένα έμπροσθεν του έργου (βλ. Εικόνα 3-2).

Ειδικότερα από τα σχέδια αποτύπωσης υποσκαφών (βλ. Εικόνες 3-4 και 3-5) προκύπτει εκτεταμένη υποσκαφή υλικού θεμελίωσης (τόσο καθ' ύψος, όσο και βάθος στην έδραση των Τ.Ο.), όσον αφορά τις στήλες Νο2 έως Νο9, καθώς και τις γωνιακές στήλες Νο15 έως Νο18 στο νοτιότερο τμήμα αυτού (βλ. Εικ. 3-3). Όσον αφορά αυτές τις γωνιακές, μικρότερου ωφέλιμου βάθους στήλες, οι υποσκαφές πιθανολογείται ότι δεν έχουν προκληθεί από την δράση των προπελών των πλοίων που εξυπηρετούνται στο κρηπίδωμα (λόγω της μη εγγύτητας τους στην ράμπα), αλλά από τους κυματισμούς στους οποίους είναι εκτεθειμένο το έργο.

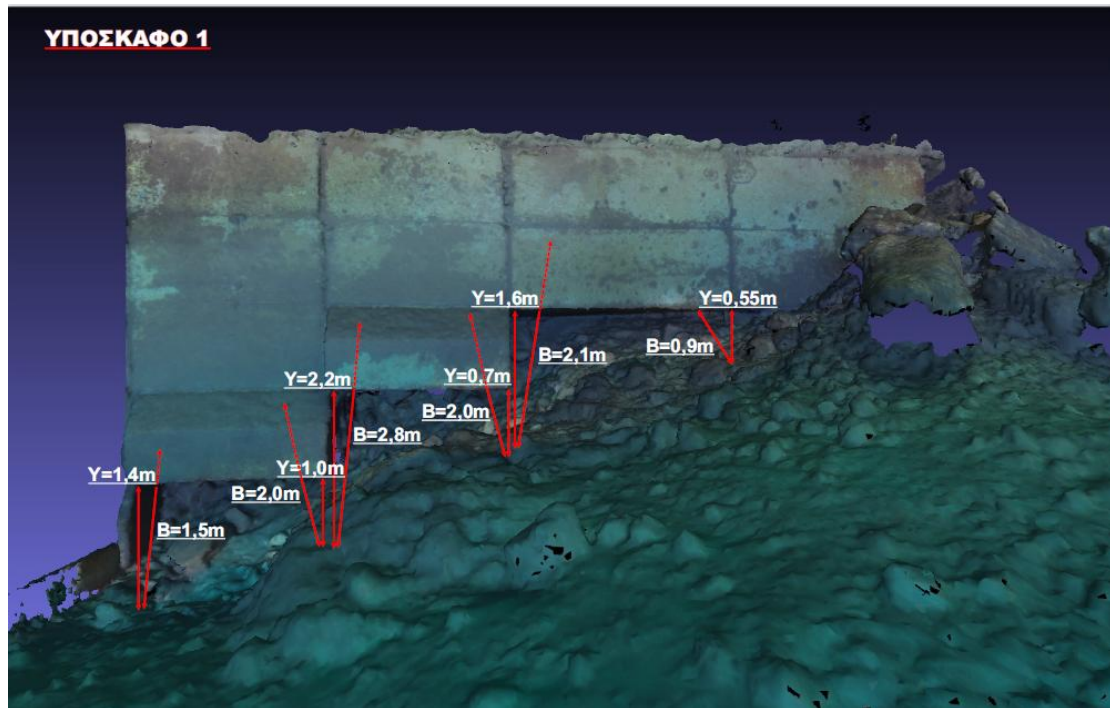
Στα παρακάτω μοντέλα απεικόνισης (Εικόνες 3-3, 3-4 και 3-5) φαίνονται παραστατικά οι εκτεταμένες υποσκαφές κατά μήκος του κρηπιδοτοίχου. Το μέγεθος των υποσκαφών φτάνει σε βάθος 2,8m από το μέτωπο του έργου και σε ύψος κάτω από την έδραση των Τ.Ο. τα 2,2m.



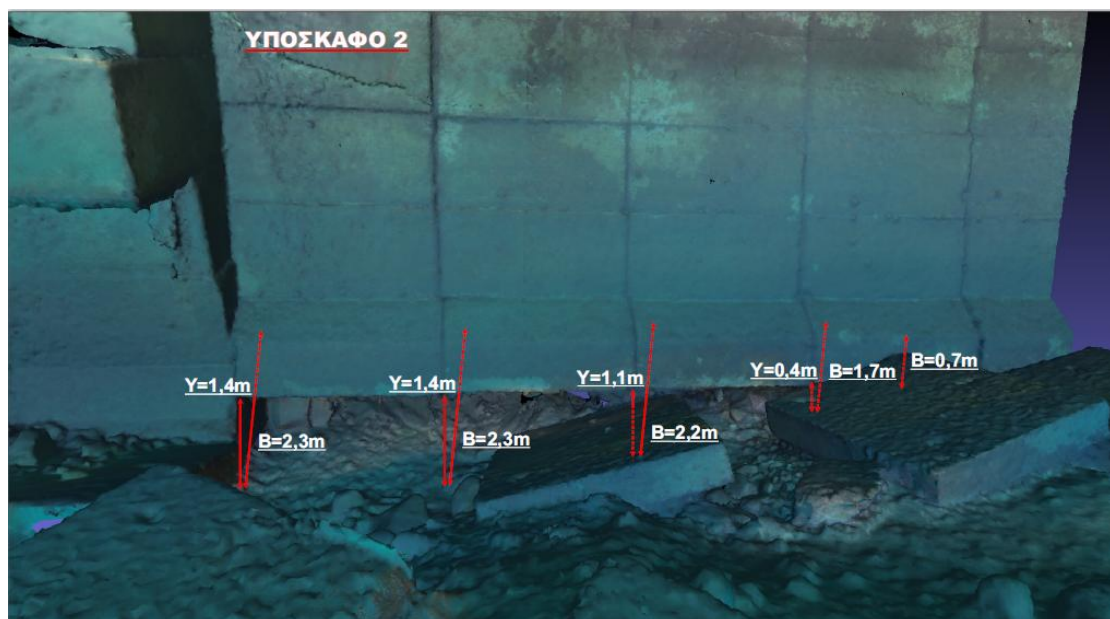
Εικόνα 3-1 Περιοχές υποσκαφών στο τεθλασμένο τμήμα του κρηπιδότοιχου



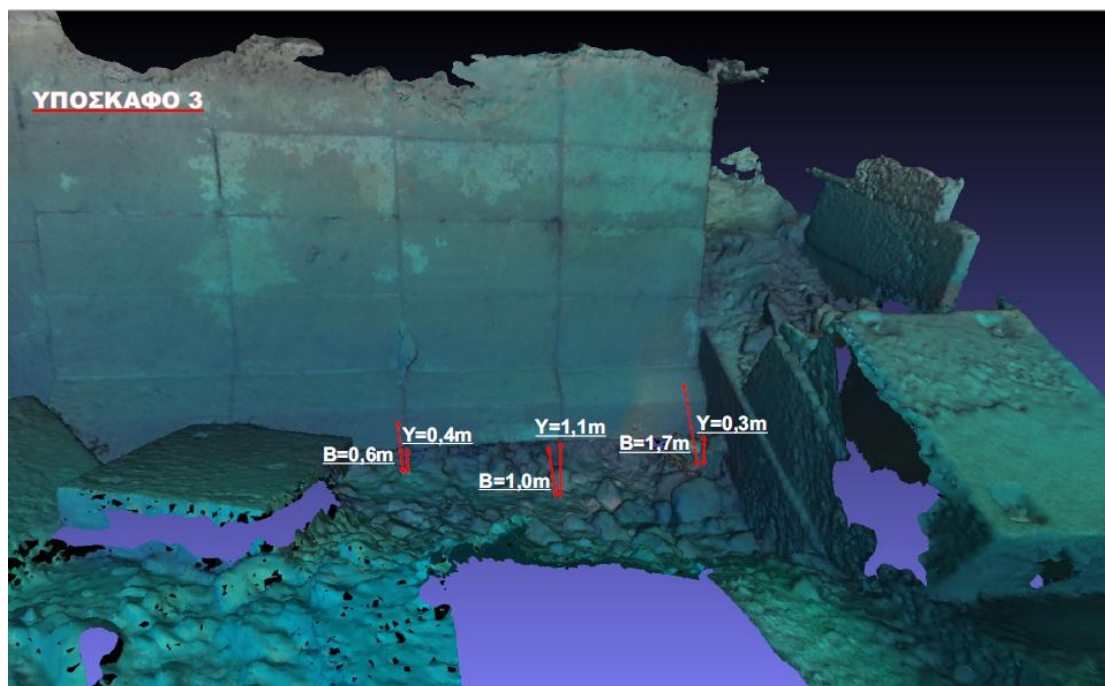
Εικόνα 3-2 Όψη του τεθλασμένου τμήματος του κρηπιδότοιχου



Εικόνα 3-3 Όψη με βάθη και ύψη υποσκαφών στην περιοχή του 1^{ου} υποσκαφού



Εικόνα 3-4 Όψη με βάθη και ύψη υποσκαφών στην περιοχή του 2^{ου} υποσκαφού



Εικόνα 3-5 Όψη με βάθη και ύψη υποσκαφών στην περιοχή του 3^{ου} υπόσκαφου

Εικόνα 3-6 Περιοχή βλαβών

Τα μεγαλύτερα πλοία που χρησιμοποιούσαν το κρηπίδωμα, προ των ζημιών που προκλήθηκαν είναι εμπορικά και επιβατηγά και τα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

A/A	ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ/ ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΟ	ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ	ΒΥΘΙΣΜΑ
1	ΕΞΠΡΕΣ ΠΗΓΑΣΟΣ	111,00	15,80	5,60 (*)
2	ΕΞΠΡΕΣ ΣΚΙΑΘΟΣ	77,57	11,00	5,00 (*)

(*) – Στοιχεία μελέτης: «Μελέτη αποκατάστασης κρηπιδοτοίχου πρόσδεσης Ε/Γ – Ο/Γ λιμένος Αγνώντα Σκοπέλου», Μάρτιος 2016, Χαϊμ Ρ. Κοέν.

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, τα παραπάνω Ε/Γ-Ο/Γ πλοία κατά την πρυμνοδέτησή τους αποτελούν την κύρια αιτία της διάβρωσης του ποδός των κρηπιδωμάτων, λόγω της δράσης των προπελών τους κατά την προσέγγιση τους στον λιμένα, αλλά και λόγω του μεγάλου βυθίσματος τους (ιδιαίτερα όσον αφορά το «ΕΞΠΡΕΣ ΠΗΓΑΣΟΣ»), σε σχέση με τα αντίστοιχα πλοία που μπορεί να εξυπηρετήσει η συγκεκριμένη εγκατάσταση με ασφάλεια ανεξαρτήτως παλίρροιας (συνθήκες Κατωτάτης Ρηχίας). Επισημαίνεται ότι η διαφορά μεταξύ Μέσης Στάθμης Θάλασσας (ΜΣΘ) και Κατωτάτης Ρηχίας (ΚΡ) είναι 0,63 εκ. , σύμφωνα με τα στοιχεία μετρήσεων που προέρχονται από τον σταθμό μέτρησης παλίρροιας στον κεντρικό λιμένα της Σκοπέλου (βλ. §2.4 και Παράρτημα Γ).

Λαμβάνοντας υπόψη το υφιστάμενο σύστημα προστασίας ποδός από πλάκες πάχους της τάξης του 0,40 έως 0,50μ., το μέγιστο ωφέλιμο βάθος που παρέχει η εγκατάσταση είναι της τάξης των 6,10μ.

Βάσει των διεθνών συστάσεων, το πλοίο που θα μπορούσε να εξυπηρετήσει η δεδομένη λιμενική εγκατάσταση με ασφάλεια στην δυσμενέστερη περίπτωση κατά την οποία επικρατούν συνθήκες Κατωτάτης Ρηχίας θα έχει βύθισμα:

- Ωφέλιμο βάθος κρηπιδοτοίχου: 6,10 μ
- Διαφορά μεταξύ ΜΣΘ και ΚΡ: -0,63 μ
- 10 έως 15% του βυθίσματος του πλοίου ανάλογα με την σύσταση του πυθμένα (αμμώδης ή βραχώδης): -0,50* μ

4,97 μ

* λαμβάνεται αμμώδης πυθμένας και πλοίο με βύθισμα 5,00 μ.

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

4.1. Γενικά

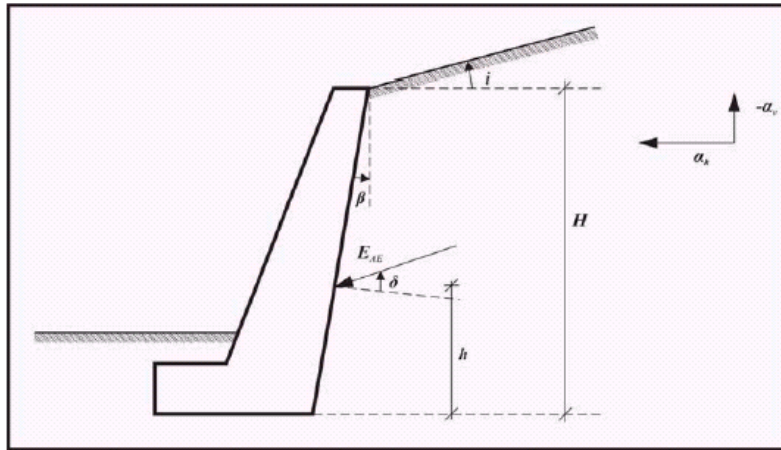
Ο υφιστάμενος κρηπιδότοιχος υπόκειται στους ελέγχους ευστάθειας των στηλών του σε στατική και σεισμική φόρτιση. Ο κρίσιμος έλεγχος στις περιπτώσεις των κρηπιδοτοιχών βαρύτητας αφορά κυρίως στις δυναμικές φορτίσεις που πρόκειται να αναπτυχθούν κατά την διάρκεια ζωής του έργου. Τα φορτία ελέγχου αλλά και η μεθοδολογία υπολογισμού εκτελείται σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Ε.Α.Κ. 2000 όπως αυτός τροποποιήθηκε και ισχύει σήμερα) με κατάλληλες συμπληρώσεις από τον Αγγλικό Κανονισμό Έργων Αντιστήριξης.

Οι έλεγχοι ευστάθειας που εκτελούνται τόσο σε στατικές όσο και σεισμικές συνθήκες φόρτισης αφορούν στους ελέγχους ολίσθησης και ανατροπής των στηλών των κρηπιδοτοιχών και εκτελούνται ανά στάθμη τεχνητού ογκολίθου (οι στήλες συνίστανται από επάλληλους τεχνητούς ογκολίθους). Επιπρόσθετα εξετάζονται και οι αναπτυσσόμενες τάσεις που μεταφέρονται στην θεμελίωση της κατασκευής.

4.2. Μεθοδολογίες υπολογισμού

Σε ότι αφορά την στατική φόρτιση η μεθοδολογία υπολογισμού των ενεργών ωθήσεων γαιών είναι αυτή του Coulomb, ενώ στη σεισμική φόρτιση αυτή των Monopobe-Okabe, με λήψη πρόσθετων δυναμικών υπερπιέσεων.

Ακολουθεί υπολογιστικό σκαρίφημα για την ανάπτυξη των δυνάμεων.



Εικόνα 4-1 Δυνάμεις ενεργών ωθήσεων

Δεδομένου ότι η μεθοδολογία του Coulomb αφορά στην γνωστή θεωρία των υπολογισμών ενεργών ωθήσεων στην συνέχεια γίνεται αναφορά μόνο για την δεύτερη, η οποία αποτελεί και την συνήθως κρίσιμη για τον σχεδιασμό έργων του τύπου αυτού.

Η συνολική ενεργητική ώθηση E_{AE} , από την δράση της βαρύτητας και την σεισμική δράση $\{a_h, -a_v\}$, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση :

$$E_{AE} = 0,5 \gamma H^2 (1 - \alpha_v) K_{AE}$$

όπου,

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi'_d - \theta - \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta_d + \beta + \theta) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \sin(\phi'_d - \theta - i)}{\cos(\delta_d + \beta + \theta) \cos(i\beta)}} \right)^2}$$

όπου,

β : η γωνία της πίσω παρειάς του τοίχου ως προς την κατακόρυφη ($\beta=0^\circ$ για κατακόρυφο μέτωπο όπως στην υπό εξέταση περίπτωση)

i : η γωνία της επιφάνειας του εδάφους ως προς την οριζόντια ($\beta=0^\circ$)

ϕ : η γωνία διατμητικής αντοχής (εσωτερικής τριβής) του εδάφους

δ_d : η γωνία διατμητικής αντοχής (εσωτερικής τριβής) του εδάφους

θ : η γωνία που ορίζεται από τη σχέση: $\tan \theta = \frac{\alpha_h}{1 - \alpha_v}$

Ο κατακόρυφος συντελεστής σεισμικής επιτάχυνσης a_v , λαμβάνεται ίσος με $0,30a$. Οι σεισμικοί συντελεστές εφαρμόζονται τόσο στο βάρος του τοίχου

(μάζα) όσο και στο βάρος της επίχωσης που βρίσκεται όπισθεν του κρηπιδοτοίχου.

Η εξεταζόμενη κατηγορία κρηπιδοτοίχου ανήκει στους τοίχους που δεν θεωρούνται ακλόνητοι, ήτοι είτε έχουν την δυνατότητα ολισθήσεως / στροφής στην έδραση, είτε είναι παραμορφώσιμοι, με ανεκτή μετακίνηση στην στέψη τους ίση με 10% του συνολικού τους ύψους. Η θεώρηση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς διαφοροποιεί την φιλοσοφία υπολογισμού των ενεργών ωθήσεων. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση που ο κρηπιδοτοίχος θεωρηθεί ακλόνητος, οι ενεργητικές ωθήσεις υπολογίζονται ως «ωθήσεις ηρεμίας», με τις προκύπτουσες τιμές σημαντικά υψηλότερες των αντίστοιχων ενεργών ωθήσεων.

Πέραν των ενεργών ωθήσεων στην σεισμική φόρτιση αναπτύσσονται πρόσθετες υδροδυναμικές πιέσεις, λόγω της παρουσίας του νερού και στις δύο πλευρές του κρηπιδοτοίχου (στην εξωτερική πλευρά ως στήλη ύδατος και στην εσωτερική του πλευρά εγκιβωτισμένου εντός των λιθορριπών του ανακουφιστικού πρίσματος). Η μεθοδολογία υπολογισμού διαφοροποιείται ανάλογα με την φύση του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος που χρησιμοποιείται όπισθεν του κρηπιδοτοίχου, ήτοι εάν αυτό είναι περατό ή αδιαπέρατο. Στην εξεταζόμενη περίπτωση προβλέπεται η χρήση κατάλληλου υλικού λατομικής προέλευσης, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η περατότητα του αλλά και οι «βέλτιστες» κατά το δυνατόν τιμές των συντελεστών ενεργητικών ωθήσεων. Η μεθοδολογία υπολογισμού στην περίπτωση των περατών εδαφών εκτιμά ανεξάρτητα τις σεισμικές δράσεις που αναπτύσσονται στις μάζες του εδάφους και του νερού, και εν συνεχεία τις επαλληλίζει. Πιο συγκεκριμένα υπολογίζονται οι ωθήσεις γαιών με βάση το μοναδιαίο βάρος του εδάφους υπό άνωση (χωρίς καμία επαύξηση στο σεισμικό συντελεστή) και εν συνεχεία προστίθεται η υδροδυναμική μεταβολή της πίεσης του νερού. Η σχέση υπολογισμού είναι σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. η κάτωθι:

$$p(z) = \pm (7/8) a_h \gamma_w \sqrt{H_z}$$

όπου,

H: το βάθος του τοίχου κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια

z: το βάθος του εξεταζόμενου σημείου

γ_w : το μοναδιαίο βάρος του νερού

Η αναλυτική εκτέλεση των υπολογισμών έγινε με τη βοήθεια σχετικού software, του GEO 5. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης (output) παρατίθενται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ** του παρόντος.

4.3. Έλεγχος υφιστάμενης διατομής

Στο τεθλασμένο τμήμα του κρηπιδότοιχου, στον λιμένα του Αγνώντα, η κρηπίδωση διαμορφώνεται με έδραση του κρηπιδότοιχου στα $-6,50\text{m}$ (από Μ.Σ.Θ.), όπως προκύπτει από την προηγούμενη μελέτη.

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των τεχνητών ογκολίθων που συνιστούν τον κρηπιδότοιχο είναι τα κάτωθι:

Τεχνητός Ογκόλιθος (5): $4,75 \times 1,40\text{m}$ (πλάτος x ύψος)

Τεχνητός Ογκόλιθος (4): $4,80 \times 1,40\text{m}$ (πλάτος x ύψος)

Τεχνητός Ογκόλιθος (3): $4,00 \times 1,40\text{m}$ (πλάτος x ύψος)

Τεχνητός Ογκόλιθος (2): $4,00 \times 1,40\text{m}$ (πλάτος x ύψος)

Τεχνητός Ογκόλιθος (1): $4,00 \times 1,40\text{m}$ (πλάτος x ύψος)

Την τοποθέτηση Τ.Ο. ακολουθεί η διάστρωση χυτής επιτόπου ανωδομής:

Ανωδομή: $4,00 \times 1,10\text{m}$ (πλάτος x ύψος)

4.4. Φορτία – Παράμετροι ελέγχου

Στοιχεία εκ σκυροδέματος

Ειδικό βάρος σκυροδέματος τεχνητών ογκολίθων : $2,40\text{t/m}^3$

Ειδικό βάρος σκυροδέματος ανωδομής : $2,40\text{t/m}^3$

Ανακουφιστικό πρίσμα από λιθορριπές ατ. βάρους 20 έως 100χγρ.

Ειδικό βάρος εν ξηρώ : $1,75\text{ t/m}^3$

Κορεσμένο ειδικό βάρος : $21,00\text{ t/m}^3$

Ειδικό βάρος θαλάσσιου ύδατος : $1,025\text{ t/m}^3$

Για την επιλογή της γωνίας εσωτερικής τριβής χρησιμοποιήθηκαν οι συστάσεις του Βρετανικού Κανονισμού BS : Code of practice for earth retaining structures 8002. Με βάση τις συστάσεις του εν λόγω κανονισμού επιλέχθηκε αρχική

αντιπροσωπευτική τιμή της γωνίας (representative value) ίση με 42° . Σύμφωνα με τον κανονισμό η τιμή ελέγχου απομειώνεται με επιμέρους συντελεστή ασφαλείας σύμφωνα με την παρακάτω σχέση :

$$\frac{c + \sigma \tan \delta}{\gamma} = 36,88^\circ .$$

Από την ανωτέρω σχέση προέκυψε η τιμή ελέγχου για την γωνία εσωτερικής τριβής των υλικών του ανακουφιστικού πρίσματος.

Η γωνία τριβής δ μεταξύ του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος και της εκ σκυροδέματος παρειάς του ογκολίθου λαμβάνεται ίση με $2/3\phi$ και είναι ίση με $24,6^\circ$. Η συγκεκριμένη τιμή είναι η μέγιστη προτεινόμενη από τον Ε.Α.Κ. ($2/3$ του ϕ).

Ο συντελεστής τριβής μεταξύ πρίσματος έδρασης (εξισωτική στρώση) και τεχνητού ογκολίθου βάσης της στήλης: 0,60.

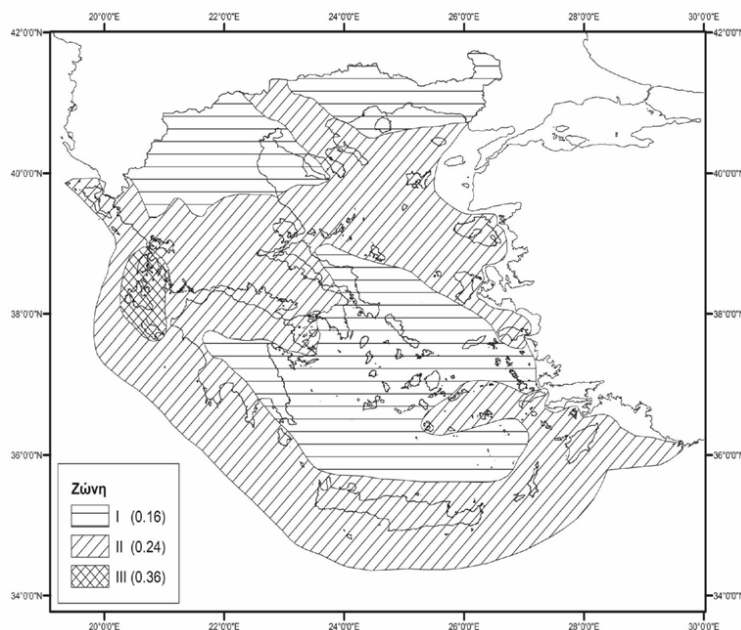
Ο αντίστοιχος συντελεστής μεταξύ των επάλληλων τεχνητών ογκολίθων: 0,50.

Ο αντίστοιχος συντελεστής μεταξύ ογκολίθου και ανωδομής: 0,60.

Οι έλεγχοι ευστάθειας των κρηπιδωμάτων εκτελούνται ανά τρέχον μέτρο και όχι ανά στήλη.

4.4.1. Σεισμικά φορτία

Σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. η υπό μελέτη περιοχή ανήκει στη ζώνη (II) σεισμικής επικινδυνότητας του κανονισμού. Η σεισμική επιτάχυνση του εδάφους είναι ίση με: $a = 0,24 \text{ g}$, σύμφωνα με τον σχετικό χάρτη που δίνεται ακολούθως.



Εικόνα 4-2 Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος (Πηγή: Ε.Α.Κ)

Σύμφωνα με τον Ε.Α.Κ. και ανάλογα με τον χαρακτήρα και τις χρήσεις του εκάστοτε έργου επιτρέπεται η χρήση απομειωτικού συντελεστή στην σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού, με την θεώρηση επιτρεπόμενων μετακινήσεων στον κρηπιδότοιχο. Η λήψη του εν λόγω συντελεστή συνιστάται στην περίπτωση που η λειτουργική δραστηριότητα στην ανωδομή των εξεταζόμενων έργων δεν απαιτεί το «απαρμόρφωτο» της κατασκευής. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση που στο κρηπίδωμα εξυπηρετούνται πλοία ή σκάφη των οποίων οι διαδικασίες φορτοεκφόρτωσης δεν απαιτούν χρήση μηχανήματος επί σταθερής τροχιάς (π.χ. γερανού επί σιδηροτροχιών) μπορεί να εφαρμοσθεί συντελεστής απομείωσης έως 2,0 (μείωση της οριζόντιας σεισμικής επιτάχυνσης στο 50% της μέγιστης τιμής). Η εξεταζόμενη λιμενική εγκατάσταση δεν ανήκει στην κατηγορία αυτή και κατά συνέπεια μπορούν να εφαρμοσθούν οι απομειωτικοί συντελεστές συμπεριφοράς. Επιλέγοντας συντελεστή συμπεριφοράς $a_w=2,00$, καθώς οι μέγιστες αναμενόμενες παραμορφώσεις δεν θα υπερβούν τα $300a = 72\text{mm}$ η τιμή της οριζόντιας συνιστώσας της σεισμικής επιτάχυνσης προκύπτει ίση με $a_h = 0,24g / 2 = \mathbf{0,12g}$.

Αντίστοιχα η τιμή της κατακόρυφης συνιστώσας θα είναι ίση με $a_v = 0,24g \times 0,3 = \mathbf{0,072g}$.

4.4.2. Φορτίο δέστρας

Το φορτία της δέστρας που χρησιμοποιούνται στον έλεγχο του υφιστάμενου κρηπιδότοιχου είναι ίσο με $\mathbf{4\ t/m}$. Το φορτίο αυτό προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη δέστρα αντοχής 50τον , που είναι εγκατεστημένη στην υφιστάμενη (αρμοί υφιστάμενης ανωδομής κατ' εκτίμηση περίπου ανά τέσσερις στήλες). Το φορτίο αυτό στην περίπτωση των δυναμικών φορτίσεων (σεισμική) λαμβάνεται ίσο με 50% της ανωτέρω τιμής ($\approx \mathbf{2\ t/m}$).

4.4.3. Κινητά φορτία επί των ανωδομών – χερσαίων χώρων του έργου

Τα κινητά φορτία που λαμβάνονται υπ' όψιν για τον έλεγχο του υφιστάμενου κρηπιδότοιχου βαρύτητας (διαστάσεις Τεχνητών Ογκολίθων), τα οποία

επηρεάζουν την διαστασιολόγηση της διατομής (είτε ως αυξημένες ωθήσεις γαιών στον κρηπιδότοιχο, είτε ως αύξηση των τάσεων εδράσεως όταν αυτά βρίσκονται επί της ανωδομής του έργου), συμπεριλαμβάνεται το ομοιόμορφο κινητό φορτίο ίσο με **33,3 kN/m²** που αντιστοιχεί σε κίνηση βαρέων φορτηγών 60 τόνων (DIN 1072). Το φορτίο αυτό στην περίπτωση των δυναμικών φορτίσεων της διατομής (σεισμική) λαμβάνεται ίσο με 50% της ανωτέρω τιμής (\approx **16,66 kN/m²**).

4.5. Αποτελέσματα υπολογισμών ευστάθειας – Προτεινόμενα μέτρα ενίσχυσης στηλών κρηπιδοτοίχου

Η ανάλυση εκτελέστηκε με το εξειδικευμένο λογισμικό GEO5. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης παρατίθεται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ**.

Οι ελάχιστοι αποδεκτοί συντελεστές ασφαλείας (Σ.Α.) για την περίπτωση στατικής φόρτισης λαμβάνονται:

- 1,75 για ολίσθηση
- 1,75 για ανατροπή

Οι ελάχιστοι αποδεκτοί συντελεστές ασφαλείας για την περίπτωση σεισμικής φόρτισης λαμβάνονται:

- 1,00 για ολίσθηση
- 1,00 για ανατροπή

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών ευστάθειας.

Στάθμη από Μ.Σ.Θ. (m)	+0,50	-0,90	-2,30	-3,70	-5,10	-6,50
ΣΑ ολίσθησης >1,75	1,33	1,57	1,59	1,56	1,69	1,95
ΣΑ ανατροπής >1,75	3,76	3,24	2,55	2,08	2,30	2,27
Τάσεις στην έδραση (kN/m/m)						$\sigma_1=268,36$, $\sigma_2=18,55$

Πίνακας 4-1 Στατική φόρτιση

Στάθμη από Μ.Σ.Θ. (m)	+0,50	-0,90	-2,30	-3,70	-5,10	-6,50
ΣΑ ολίσθησης >1,00	1,54	1,34	1,13	0,97	0,97	1,05
ΣΑ ανατροπής >1,00	5,43	3,56	2,27	1,59	1,57	1,42
Τάσεις στην έδραση (kN/m/m)						$\sigma_1=462,41$, $\sigma_2=0$, $e=1,47m$

Πίνακας 4-2 Σεισμική φόρτιση

Από τούς ανωτέρω πίνακες προκύπτουν μη αποδεκτοί Σ.Α. σε ολίσθηση τόσο στη στατική (σε όλες τις ενδιάμεσες στάθμες εκτός της στάθμης έδρασης) όσο και στη σεισμική φόρτιση (στις ενδιάμεσες στάθμες -3,70 και -5,10 μ (ΜΣΘ)). Οι Σ.Α. ασφαλείας σε ανατροπή προκύπτουν μεγαλύτεροι από τους ελάχιστους αποδεκτούς, ενώ και οι τάσεις στην έδραση του κρηπιδοτοίχου είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων, τόσο στην στατική, όσο και την σεισμική φόρτιση. Επίσης ελέγχθηκε η εκκεντρότητα ($e=1,47$ m) στην σεισμική φόρτιση και είναι μικρότερη από $b/3= 2,375$ m

Δεδομένου ότι στην παρούσα μελέτη δεν προβλέπεται επανασχεδιασμός νέας διατομής κρηπιδοτοίχου, ήτοι Τ.Ο. μεγαλύτερου πλάτους, αλλά εν γένει η άρση και επαχρησιμοποίηση ή/και η διατήρηση των υφιστάμενων Τ.Ο , προβλέπεται η κατασκευή «φρεατοπασσάλου» - διατμητικού σπονδύλου από οπλισμένο σκυρόδεμα διαμέτρου Φ600 χλστ. , ως μέτρο ενίσχυσης της ευστάθειας των στηλών έναντι ολίσθησης. Οι διατμητικοί σπόνδυλοι θα περατώνονται περί το μέσον των αντίστοιχων ογκολίθων βάσεων, ενώ οι κεφαλές αυτών θα συνδέονται άκαμπτα μέσω κεφαλοδέσμου από οπλισμένο σκυρόδεμα, που θα αποτελεί πλέον την ανωδομή του κρηπιδοτοίχου. Οι σπόνδυλοι προβλέπονται ανά διαδοχικό αρμό στηλών Τ.Ο. Η προβλεπόμενη δοκός σύνδεσης των

κεφαλών των σπονδύλων κατασκευάζεται με αρμούς. (βλ. θέσεις αρμών στο Σχ. Λ-003).

Περαιτέρω το όλο σύστημα κεφαλοδέσμου – πασσάλων αγκυρώνεται στους όπισθεν χερσαίους χώρους μέσω γεωπλέγματος, το οποίο ενσωματώνεται εντός της μάζας του σκυροδέματος του κεφαλοδέσμου και εγκιβωτίζεται σε τοίχειο εκ σκυροδέματος, το οποίο κατασκευάζεται στον χερσαίο χώρο όπισθεν του κρηπιδοτοίχου (βλ. Σχ. Λ-006 και Λ007).

5. Νέο Σύστημα Προστασίας Ποδός Κρηπιδοτοίχου

Το πρόβλημα της υποσκαφής στον πόδα των κρηπιδοτοίχων αποτελεί σύνθητες φαινόμενο στους ελληνικούς λιμένες και εκδηλώνεται κυρίως μέσω της διαδικασίας άφιξης και αναχώρησης πλοίων με μεγάλη ισχύ μηχανών χωρίς την βοήθεια ρυμουλκών. Η υποσκαφή του πυθμενικού ιζήματος στην έδραση του κρηπιδοτοίχου προκαλείται από τη δράση των ελίκων των πλοίων οι οποίες δημιουργούν υδάτινες φλέβες με μεγάλες ταχύτητες ροής.

Επισημαίνεται, ότι τα τελευταία χρόνια επιδεινώνεται ακόμα περισσότερο το φαινόμενο αυτό, λόγω της αυξημένης ισχύος των μηχανών και του μεγέθους των ελίκων των σύγχρονων πλοίων, της απομείωσης του χρόνου παραμονής αυτών στο πλαίσιο του ανταγωνισμού ή/και του κόστους λειτουργίας της διασύνδεσης, αλλά και της αδυναμίας ελέγχου από τις αρμόδιες Λιμενικές Αρχές κατά την διαδικασία πρόσδεση και απόδεσης.

Η συνεχής αύξηση της ισχύος των μηχανών οδηγεί αναπόφευκτα τα τελευταία χρόνια στην διαστασιολόγηση συστημάτων με επαυξημένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τα οποία όμως προκείμενου να παραμείνουν εντός εύλογων κατασκευαστικών ορίων θα πρέπει απαραίτητως να συνοδεύονται με εισαγωγή και τήρηση λειτουργικών περιορισμών από τις οικείες Λιμενικές Αρχές. Λόγω του ότι η θωράκιση με λίθους και λιθορριπές θα απαιτούσε σημαντικό πάχος και κατ' επέκταση σημαντικό καταβίβασμό της στάθμης σκάφης θεμελίωσης, κάτι που δε θα μπορούσε να εφαρμοστεί στη συγκεκριμένη περίπτωση, αποφασίσθηκε η χρήση εύκαμπτων στρωμάτων κυβολίθων.

Η συγκεκριμένη λύση εμφανίζει πέραν του μικρότερου πάχους της (ανεξαρτήτως εάν προβλεφθεί ή όχι μικρή εκσκαφή του υφιστάμενου πυθμένα) ευκαμψία στην απόκριση των στρωμάτων στα υδροδυναμικά φορτία.

Πιο αναλυτικά παρουσιάζουν τα εξής πρόσθετα πλεονεκτήματα:

- Λόγω του χαμηλού «προφίλ» παρουσιάζουν πολύ μικρό μέτωπο κάθετο στη κίνηση της θαλάσσιας στήλης λόγω διέλευσης του κυματισμού και ως εκ τούτου οι υδροδυναμικές φορτίσεις επί αυτών είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές επί των «συμβατικών» πρικών προστασίας με φυσικούς ογκολίθους που πρακτικά φράσσουν τη διέλευση του κυματισμού.

- Τα κενά μεταξύ των κυβολίθων δίνουν την δυνατότητα στο νερό να “εκτονώνεται” έχοντας σαν αποτέλεσμα την σημαντική μείωση των παραγόμενων ανυψωτικών δυνάμεων (uplift forces), σε αντίθεση με τις μονολιθικές πλάκες προστασίας ποδός.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης των στρωμάτων κυβολίθων (βλ παρ. 5.3), προέκυψε πάχος στρώματος ίσο με 0,40 μ. Ειδικότερα προβλέπεται η τοποθέτηση 14 στρωμάτων κυβολίθων διαστάσεων 2,90 X 4,90 μ (πλάτος X μήκος) σε μήκος κρηπιδοτοίχου 41 μ περίπου, που τοποθετούνται από την στήλη Νο1 έως τη στήλη Νο14 (βλ. Σχ. Λ-003). Οι διαστάσεις έκαστου κυβολίθου είναι ίσες με 0,90 x 0,90 x 0,40 μ (μήκος X πλάτος X ύψος). Ο αρμός μεταξύ των κυβολίθων προβλέπεται ίσος με 10,0cm. (βλ. Σχ. Λ-009). Η κατηγορία του σκυροδέματος των κυβολίθων είναι C25/30. Οι κυβόλιθοι συνδέονται μεταξύ τους με δύο γεωπλέγματα εφελκυστικής αντοχής 20KN/m και 40KN/m (άνω και κάτω αντίστοιχα), ενώ η σκυροδέτηση τους γίνεται σε επιφάνεια επί της οποίας έχει διαστρωθεί υφαντό γεωύφασμα βάρους 500gr/m². Σε κάθε κυβόλιθο προβλέπεται σημείο ανάρτησης με δύο (2) άγκιστρα Φ16. Στο Σχ. Λ-009, όπως και στην Εικόνα 5-2 παρουσιάζεται/προτείνεται ενδεικτικά το σύστημα ανάρτησης των στρωμάτων κυβολίθων. Ο Ανάδοχος μπορεί να διαφοροποιήσει είτε τα σημεία ανάρτησης, είτε τους οπλισμούς, καθώς η άρση και η τοποθέτηση τους στις τελικές προβλεπόμενες από τη μελέτη θέσεις αποτελεί δική του ευθύνη.

Τα στρώματα τοποθετούνται με την επιμήκη πλευρά τους εγκάρσια στον κρηπιδοτόιχο, έτσι ώστε να αντιστοιχεί ένα σε κάθε στήλη Τ.Ο., και σε απόσταση 0,5 μ από τον πόδα του κρηπιδοτοίχου. Το διαμορφωθέν κενό μεταξύ ογκολίθου βάσης και στρώματος πληρώνεται με ύφαλο έγχυτο σκυρόδεμα πάχους 0,40 μ, έτσι ώστε αφενός να καλυφθούν τα τυχόν εναπομείναντα κενά στον πόδα του έργου και αφετέρου να εξασφαλιστεί η επαφή του συστήματος ποδός με τον κρηπιδοτόιχο, αποφεύγοντας την δημιουργία μεγάλων αρμών και μελλοντικών υποσκαφών. Το πρίσμα έδρασης των στρωμάτων διαμορφώνεται με λιθορριπές ατομικού βάρους 0,5-100kg έως στάθμης -6,50μ (ΜΣΘ).



Εικόνα 5-1: Κλίση σκυροδέτησης στρωμάτων κυβολίθων



Εικόνα 5-2: Σύστημα ανάρτησης κυβολίθων

5.1. Πλοίο Σχεδιασμού

Λαμβάνοντας υπόψη το περιορισμένο διαθέσιμο βάθος της υφιστάμενης λιμενικής εγκατάστασης σε συνδυασμό με το μέγεθος των πλοίων που σήμερα εξυπηρετούνται στο λιμένα (βλ. χαρακτηριστικά πλοίων στο Κεφ 3 της παρούσας), καθώς και του εύρους των μετρήσεων παλίρροιας (βάσει των παλιρροιομέτρου Κεντρικού Λιμένα Σκοπέλου, βλ. παρ. 2.4 της παρούσας), για την διαστασιολόγηση προστασίας ποδός, αποφασίσθηκε συντηρητικά η επιλογή πλοίου σχεδιασμού με βύθισμα 5,20 μ. Στους υπολογισμούς

λαμβάνεται υπόψη η μέση τιμή του εύρους της παλίρροιας (0,24 μ). Τα γεωμετρικά και λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη στους παρόντες υπολογισμούς, δίδονται κάτωθι ως εξής:

Χαρακτηριστικά πλοίου Σχεδιασμού

Ισχύς μηχανών, P =	1,44·10⁷	W (ανά μηχανή)
Απόσταση άξονα από Σ.Η., H_s =	1,85	m
Ωφέλιμο Βάθος, d =	5,76	m
Βύθισμα =	5,20	m
H_p =	2,36	m
Απόσταση μεταξύ των προπελών S_p =	7,00	M (εκτίμηση)
Πυκνότητα θαλασσινού ύδατος, ρ_w =	1.027	kg/m ³
Μήκος πλοίου, L_{ov} =	100,00	m
Πλάτος, B_{ship} =	18,50	m
Εκτόπισμα, Δ =	3.000	DWT
Διάμετρος Προπέλας, D =	3,40	m
(Effective Diam.) D₀ =	$3,40/\sqrt{2} = \mathbf{2,40}$	m

5.2. Υπολογισμός πυθμενικών ταχυτήτων υδάτινης φλέβας

- **Χαρακτηριστικές ταχύτητες από κύριες (πρυμναίες) έλικες**

Οι ταχύτητες των υδάτινων φλεβών (jet), που προκαλούνται από την λειτουργία των πρυμναίων και πλευρικών ελίκων των πλοίων, κοντά στον πυθμένα είναι η κρισιμότερη παράμετρος στην διαστασιολόγηση του συστήματος προστασίας ποδός.

Για τον σκοπό αυτό καθορίζεται αρχικά το καθεστώς των ταχυτήτων της φλέβας. Ο όρος φλέβα αναφέρεται σε μια συνεχόμενη και υψηλής ταχύτητας ροή κάποιου ρευστού που προέρχεται από την εκροή κάποιου ακροφύσιου μέσα σε κάποιο άλλο ρευστό. Οι Romisch (1977), Blaauw (1978) και Van de Kaa (1979) απέδειξαν ότι σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση (που κυμαίνεται από 2,8 έως 10 διαμέτρους ελίκων) από την έλικα, το πεδίο των ταχυτήτων είναι παραπλήσιο με αυτό που προκαλείται από μια τυπική τυρβώδη φλέβα. Οι αναπτυσσόμενες ταχύτητες κοντά στον πυθμένα διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο της προπέλας, της διαμέτρου της και της απόστασής της από τον πυθμένα.

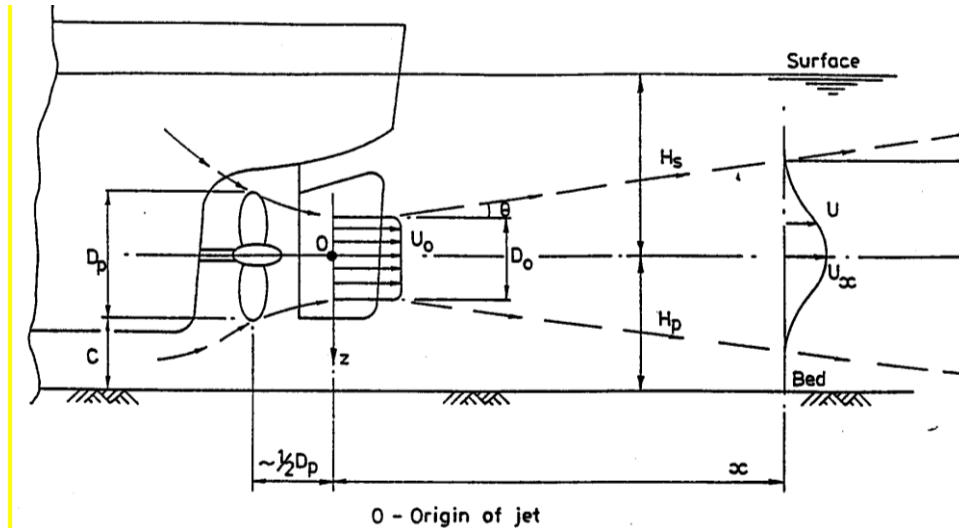
Το πρόβλημα των υποσκαφών μπορεί να εμφανιστεί στις ακόλουθες 3 ζώνες ροής, που σχηματίζονται από τη λειτουργία της έλικας του πλοίου (Prosser, 1986):

- Η ζώνη όπου η προπέλα έλκει προς αυτή το νερό από τον περιβάλλοντα χώρο. Η δράση αυτού του τύπου προκαλεί σημαντικές ταχύτητες ροής στον πυθμένα αμέσως κάτω από την προπέλα προκαλώντας έτσι υποσκαφές στη ζώνη αυτή.
- Σε μια απόσταση ίση περίπου με το διπλάσιο της διαμέτρου της προπέλας, η προκαλούμενη ροή επιταχύνεται προς τον σχηματισμό τυρβώδους φλέβας. Στην ζώνη αυτή η ροή είναι μη-ομοιόμορφη με το νερό που περνάει από τα πτερύγιά της προπέλας να κινείται ταχύτερα από το περιβάλλον νερό. Σε αυτήν τη φάση η διάμετρος της ροής μειώνεται σημαντικά, ιδιαίτερα σε συνθήκες χαμηλής πρόωσης του πλοίου, τυπικές κατά τη διάρκεια ελιγμών κοντά στην θέση παραβολής.

Το ρευστό της φλέβας περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα της φλέβας κινούμενο παράλληλα και αξονικά.

- Σε μια τρίτη ζώνη, η φλέβα εξαπλώνεται και διαχέεται σταδιακά στο περιβάλλον ρευστό. Σε αυτή τη ζώνη η ροή στην φλέβα γίνεται πιο ομοιόμορφη και προσομοιάζει περισσότερο με μια απλή φλέβα εξερχόμενη από ακροφύσιο ή σωλήνα.

Το καθεστώς αυτό της ροής αναλύεται γραφικά στο ακόλουθο Σχήμα.



Σχήμα 1: Φλέβα ροής προερχόμενη από τη λειτουργία έλικας πλοίου

Το μήκος h_p υπολογίζεται από τη σχέση: $h_p = \frac{D_p}{2} + C$ όπου, D_p είναι η διάμετρος της προπέλας και C η απόσταση μεταξύ του κατώτερου σημείου της προπέλας και του πυθμένα.

Η διάμετρος της φλέβας στη θέση μέγιστης συρρίκνωσης, υπολογίζεται βάσει των συστάσεων:

$$D_0 = \frac{D_p}{\sqrt{2}} \quad \text{για ανοικτού τύπου έλικες}$$

$$D_0 = D_p \quad \text{για έλικες μέσα σε αγωγό}$$

Ο συντελεστής πρόωσης εξαρτάται από τον λόγο της κλίσης των πτερυγίων της έλικας προς τη διάμετρό της.

Η ταχύτητα στο κέντρο της φλέβας δίνεται από τον τύπο :

$$U_0 = C \left(\frac{P_e}{\rho_w D_p^2} \right)^{1/3}$$

Βάσει των ανωτέρω παραδοχών οι προκύπτουσες τιμές ταχυτήτων φλέβας νερού είναι ως ακολούθως:

$$U_0=9,23\text{m/s}$$

και

$$\underline{U_{\text{bott}}=3,89 \text{ m/s}}$$

5.3. Σχεδιασμός Συστήματος Προστασίας Ποδός

Για τον υπολογισμό της επάρκειας του προτεινόμενου συστήματος προστασίας ποδός χρησιμοποιείται η μεθοδολογία που προτάθηκε από τον C. Pilarczyk. Ο τύπος:

$$D_n = \frac{\Phi_{sc}}{\Delta_m} \times \frac{0.035}{\Psi_c} \times k_h \times k_s^{-1} \times k_t^2 \frac{U^2}{2g}$$

όπου,

Δ_m : η σχετική πυκνότητα των στοιχείων θωράκισης

Φ_{sc} : συντελεστής ευσταθείας

Ψ_c : εμπειρική παράμετρος (Shields parameter) που αντιπροσωπεύει την ικανότητα διάβρωσης και μεταφοράς του υλικού προστασίας

k_t : συντελεστής τύρβης

k_h : συντελεστής ο οποίος εξαρτάται από το τοπικό βάθος και την τραχύτητα του υλικού (velocity profile factor)

k_s : παράμετρος που εξαρτάται από την κλίση του πρανούς (α) και την εσωτερική γωνία τριβής του υλικού προστασίας (φ) (side slope factor)

Η παράμετρος D_n είναι η διάμετρος των λίθων του συστήματος προστασίας, όταν αυτό αποτελείται από φυσικούς ογκολίθους, ή ίσο με το πάχος του προστατευτικού στοιχείου, όταν αυτό είναι πλάκες εκ σκυροδέματος ή στρώματα από κυβολίθους (τσιμεντοστρώματα). Στην εν λόγω μελέτη γίνεται διαστασιολόγηση τόσο των στρωμάτων κυβολίθων, που αποτελούν το κύριο σύστημα προστασίας ποδός, όσο και των φυσικών ογκολίθων, οι οποίοι

τοποθετούνται έμπροσθεν των τσιμεντοστρωμάτων ως θωράκιση. Η σχετική πυκνότητα του υλικού προστασίας υπολογίζεται βάσει της σχέσης $\Delta_m = (\rho_s - \rho_w)/\rho_w$ ($\rho_s = 2.40 \text{ t/m}^3$ για σκυρόδεμα (τσιμεντοστρώματα), $\rho_s = 2.60 \text{ t/m}^3$ για φυσικούς ογκολίθους και $\rho_w = 1.025 \text{ t/m}^3$ θαλασσινό νερό). Ο συντελεστής Shields (Ψ_c) λαμβάνει τιμές μεταξύ των ορίων 0,035 και 0,070 για λίθους και πλάκες σκυροδέματος. Συνεπώς, λαμβάνεται η τιμή 0,07 που αντιστοιχεί σε τύπο προστασίας ποδός με τοποθέτηση τσιμεντοστρωμάτων και η τιμή 0,035 για φυσικούς ογκολίθους. Ο συντελεστής ευστάθειας Φ_{sc} λαμβάνει τιμές ίσες με 0,575 και 1,000 βάσει των συστάσεων για τσιμεντοστρώματα και φυσικούς ογκολίθους αντίστοιχα.

Μια σημαντική παράμετρος που υπεισέρχεται στον σχεδιασμό είναι ο συντελεστής τραχύτητας του πυθμένα που εξαρτάται από το υλικό της θωράκισης. Για Φ.Ο. η τιμή της κυμαίνεται μεταξύ $1-3D_n$, ενώ για λεία τσιμεντοστρώματα και πλάκες μπορεί να λάβει τιμές ίσες με $1xD_n$.

Ο συντελεστής βάθους υπολογίζεται βάσει της σχέσης:

$$K_h = (1 + h/D_n)^{-0,2}$$


όπου, h είναι το βάθος στον πόδα του έργου.

Ο συντελεστής τύρβης εξαρτάται από το καθεστώς της ροής το οποίο επηρεάζεται από την εγγύτητα στον κρηπιδότοιχο ο οποίος προκαλεί ανάκλαση της φλέβας και υψηλές ταχύτητες ροής. Ειδικότερα, όταν η προπέλα πλησιάζει τον κρηπιδότοιχο κατά την διαδικασία της πρυμνοδέτησης, η υδάτινη φλέβα, που δημιουργείται εξαιτίας της δράσης της έλικας, προσκρούει στον κρηπιδότοιχο και στην συνέχεια εκτρέπεται προς τον πυθμένα και την επιφάνεια της θάλασσας. Το ποσοστό της ροής της φλέβας που θα εκτραπεί στον πυθμένα είναι και αυτό που θα προκαλέσει την υποσκαφή. Σύμφωνα με τις συστάσεις της PIANC τιμές k_t^2 μεγαλύτερες του 3 προτείνονται για περιπτώσεις με εμφάνιση υψηλού τυρβώδους στη ροή. Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψιν τα ανωτέρω επιλέγεται να εισαχθεί ο συντελεστής $k_t^2=4$ στους υπολογισμούς των τσιμεντοστρωμάτων.

Για τις συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας το προκύπτον απαιτούμενο πάχος των κυβολίθων εκ σκυροδέματος είναι 0,40m, ενώ η θωράκιση έμπροσθεν των τσιμεντοστρωμάτων συνίσταται από φυσικούς ογκολίθους διαβάθμισης 1,0 - 2,0tn.

Ακολουθούν τα φύλλα υπολογισμού της μεθοδολογίας C. Pilarczyk.

Μεθοδολογία Pilarczyk για την διαστασιολόγηση τσιμεντοστρωμάτων

Εισαγωγή δεδομένων Υπολογισμού			
$D_{50} = D_n = (?)$	0,481	m	πάχος στοιχείου θωράκισης
$h = (?)$	6	m	τοπικό βάθος
$U_b = (?)$	3,89		πυθμενική ταχύτητα ρεύματος
$\Psi_{CR} (?) =$	0,07		Παρέμετρος Shields
$g (?) =$	9,81	m/sec ²	Επιτάχυνση Βαρύτητας
$\Delta =$	1,341		Σχετική, υπό άνωση, πυκνότητα μοναδιαίου στοιχείου προστασίας
$n (?) =$	0,000		πορόδες
$\rho_s = (?)$	2,4	ton/m ³	Πυκνότητα στοιχείου προστασίας
$\rho_w = (?)$	1,025	ton/m ³	Πυκνότητα θαλασσινού νερού
$\Delta_m =$	1,341		Σχετική, υπό άνωση, πυκνότητα στοιχείου προστασίας
$\Phi_{SC} = (?)$	0,575		συντελεστής ευστάθειας
$\varphi = (?)$	45,0	°	γωνία τριβής στοιχείου θωράκισης
$\tan(a) = (?)$	0,000		Κλίση Πρανούς προστασίας a: 0,0
$K_s =$	1,000		συντελεστής κλίσης πρανούς
$K_t^2 (?) =$	4		Συντελεστής Τύρβης
μη πλήρως ανεπτυγμένο προφίλ ταχύτητας			
			1
πλήρως ανεπτυγμένο λογαριθμικό προφίλ ταχύτητας			
			2
Επιλογή(;) =	1		
$k_s (?) =$	0,481	(1 x Dn)	ύψος τραχύτητας
$K_h =$	0,5944		συντελεστής προφίλ ταχύτητας
Συνεπώς :	<i>Πάχος Στοιχείων Εκ Σκυροδέματος:</i>		$D_n =$ 0,393 m
	<i>Συντηρητικά Επιλέγεται:</i>		$D_n =$ 0,400 m

6. Τεχνική Περιγραφή Έργων

Γενική Περιγραφή

Λόγω των ανωτέρω δεν αρκεί πλέον μόνο η επισκευή των υποσκαφών και σπηλαιώσεων αλλά και η αποκατάσταση της ευστάθειας των στηλών. Ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος είναι αφενός μεν η χρήση έγχυτου υφάλου σκυροδέματος για την πλήρωση των υποσκαφών στην έδραση των Τ.Ο. , αφετέρου δε η κατασκευή καθ' όλο το ύψος της στήλης, μέχρι και τον τελευταίο ογκόλιθο, οπλισμένου «φρεατοπασσάλου» - διατμητικού σπονδύλου.

Περαιτέρω στο υπόψη κρηπίδωμα έχουν πλέον διαταραχθεί και μετακινηθεί οι πλάκες προστασίας ποδός, που πιθανά δεν ήταν κατάλληλα διαστασιολογημένες για το μέγεθος των πλοίων που σήμερα χρησιμοποιούν το υπόψη κρηπίδωμα. Έγινε επιλογή συστήματος προστασίας ποδός στην έδραση του κρηπιδοτοίχου αποτελούμενου από εύκαμπτα στρώματα κυβολίθων από σκυρόδεμα, τα οποία εδράζονται σε πρίσμα από λιθορριπές, τα οποία και διαστασιολογήθηκαν (βλ. Κεφ. 5: Σύστημα προστασίας ποδός) με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου που εξυπηρετεί πλέον το λιμένα δηλαδή το PEGASUS EXPRESS.

Αλληλουχία Εργασιών

Προτείνεται η άρση των Τ.Ο. των στηλών Νο 5 και 6, οι οποίοι έχουν καταπέσει στον πυθμένα και επιπρόσθετα η άρση των Τ.Ο. των στηλών Νο 4, 7 και 8, οι οποίες παρουσιάζουν και τις μεγαλύτερου μεγέθους υποσκαφές, δεδομένου ότι βρίσκονται στην «κρίσιμη» περιοχή της ράμπας πρυμνοδέτησης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων. Η άρση των Τ.Ο. των στηλών Νο4, 7 και 8 θα πραγματοποιηθεί με τρόπο ώστε να αποφευχθεί η οποιαδήποτε πιθανότητα διαταραχής των Τ.Ο., έδρασης των γειτονικών στηλών των τεχνητών ογκολίθων. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα μελέτη προτείνεται, προ οποιασδήποτε άλλης εργασίας, η έντεχνη τοποθέτηση σακκολίθων εκ σκυροδέματος στις θέσεις των υποσκαφών των εκατέρωθεν στηλών των Τ.Ο. που δεν αίρονται, (ήτοι στις στήλες 2, 3, 9, 10-12), και εν συνεχεία η έγχυση χυτού υφάλου σκυροδέματος (όπου απαιτείται) προς πλήρωση των σπηλαιώσεων/υποσκαφών στην έδραση τους. Ακολουθεί η άρση των Τ.Ο. που έχουν καταπέσει στον πυθμένα και των υπόλοιπων στηλών που αίρονται, ήτοι στήλες Νο4 έως Νο8.

Προ της επανακατασκευής των στηλών του κρηπιδοτοίχου μήκους περίπου 12 μ και της νέας ανωδομής μήκους περίπου 40μ, προβλέπεται η καθαίρεση των σκυροδεμάτων της ράμπας και όλων των επιστρώσεων και επιχώσεων έως ενιαίας στάθμης +1,10 μ (ΜΣΘ) συνολικής επιφάνειας 870 τ.μ που (βλ Σχ. Λ-003 και Σχ. Λ-005.1). Εν συνεχεία προβλέπεται η εκσκαφή έως το βάθος -7,20m (ΜΣΘ) κάτω από την έδραση του κρηπιδότοιχου και με κλίση φυσικού πρανούς περίπου 4:3 (οριζόντια : κατακόρυφα) έως και την στάθμη +1,10 μ (ΜΣΘ). Επίσης, για τον εγκιβωτισμό των στρώσεων θωράκισης του πρίσματος της λιθορριπής έδρασης και των στρωμάτων προστασίας ποδός, διαμορφώνεται εκσκαφή έως την στάθμη -10,0μ (ΜΣΘ). Έπειτα, θα γίνει η διάστρωση/συμπλήρωση της λιθορριπής έδρασης ατομικού βάρους 0,5 έως 100 kg και η κατασκευή εξισωτικής στρώσης από σκύρα λατομείου πάχους 20εκ. έως στάθμης -6,5μ. (ΜΣΘ).

Στην παρούσα μελέτη προβλέπεται η κατασκευή δύο «στηλών» εκ χυτού υφάλου σκυροδέματος πλάτους περίπου 1,5 μ έκαστη στην συναρμογή της περιοχής άρσης στηλών (No3 έως No8) με τις γειτονικές παραμένουσες στήλες No 3 και No 9, ώστε να διασφαλισθεί η έντεχνη τοποθέτηση των Τ.Ο. των στηλών που επανακατασκευάζονται. Ακολουθεί η επανατοποθέτηση των Τ.Ο των στηλών No 5 έως No 8 που έχουν αρθεί, στην αποκατεστημένη πλέον βάση έδρασης, και η κατασκευή των εύκαμπτων στρωμάτων προστασίας ποδός από κυβόλιθους. Επισημαίνεται ότι η έδραση των Τ.Ο. παραμένει στην ίδια στάθμη σύμφωνα με την αρχική μελέτη του έργου, ήτοι -6,5μ (ΜΣΘ). Προβλέπεται θωράκιση του πρίσματος έδρασης από Φ.Ο 1-2 τη με κλίση 4:3 (οριζόντια : κατακόρυφα), συνολικού πάχους στρώσης 1,65 μ (διπλή στρώση).

Ακολουθεί η διαμόρφωση ανακουφιστικού πρίσματος με λιθορριπή ατομικού βάρους 20 έως 100 kg σε όλο το διαμορφωμένο «σκάμμα» όπισθεν του κρηπιδότοιχου. Ακολουθεί η προσεκτική διάνοιξη των οπών για την έγχυση του «φρεατοπασσάλου» - διατμητικού σπονδύλου με οπές διαμέτρου Φ700 στις θέσεις αρμών μεταξύ στηλών Τ.Ο.. Συνολικά προβλέπονται 11 οπές στους αρμούς μεταξύ των στηλών No 2 έως και No14. Εν συνεχεία εντός της οπής θα γίνει η καταβίβαση κλωβού σιδηρού οπλισμού διαμέτρου Φ600 και η ύψαλη σκυροδέτηση του διατμητικού σπονδύλου.

Η σκυροδέτηση της ανωδομής - κεφαλόδεσμου διατμητικών σπονδύλων γίνεται έως στάθμης στέψης +1,70μ (ΜΣΘ) και σε μήκος 40μ περίπου (στήλες No2 έως No14). Εντός της μάζας του σκυροδέματος προβλέπεται η ενσωμάτωση γεωπλέγματος εφελκυστικής αντοχής 40 kN/m (και στις δύο διευθύνσεις), ενώ προβλέπονται και

αναμονές οπλισμού για την επόμενη φάση σκυροδέτησης στην περιοχή της ράμπας (στήλες Νο5 έως Νο8).

Μετά την σκυροδέτηση της ανωδομής διαστρώνονται έξαλες επιχώσεις πάχους 40εκ. και συγκράτηση αυτών με την χρήση σακκολίθου έως την σκυροδέτηση του βάρου εγκιβωτισμού του γεωπλέγματος ύψους 0,8 μ που προβλέπεται στην περιοχή των χερσαίων χώρων. Κατόπιν κατασκευάζεται η 2^η στρώση έξαλης επίχωσης πάχους εξίσου 40εκ. και οι προβλεπόμενες στρώσεις οδοστρωσίας στην περιοχή της ράμπας και των χερσαίων χώρων όπισθεν του κρηπιδοτοίχου. Ακολουθεί η κατασκευή της νέας ράμπας, η οποία περιγράφεται αναλυτικά σε επόμενο εδάφιο, το κανάλι απορροής ομβρίων όπισθεν αυτής, καθώς και οι νέες επιστρώσεις σε συνολική επιφάνεια 730 τ.μ. και έως το υφιστάμενο τοίχειο.

Ράμπα πρυμοδέτησης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων

Η νέα ράμπα κατασκευάζεται στην περιοχή άρσης και επανακατασκευής Τ.Ο. , ήτοι σε μήκος 12 μ. και έως στάθμης στέψης +2,40 μ (ΜΣΘ) σε μήκος 5,0μ. από το μέτωπο, ενώ στην συνέχεια ακολουθεί κεκλιμένο τμήμα μήκους 10μ περίπου με κλίση της τάξεως του 7% έως στάθμης +1,70μ (ΜΣΘ).

Στο οριζόντιο τμήμα της ράμπας προβλέπεται εγκιβωτισμός εντός του σκυροδέματος σιδηροτροχιών τύπου Α65 κατά DIN 536, λόγω των κρουστικών φορτίων των καταπελτών των εξυπηρετούμενων πλοίων.

Σύστημα ενίσχυσης ευστάθειας κρηπιδοτοίχου

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, η ενίσχυση της ευστάθειας των στηλών των Τ.Ο. προβλέπεται μέσω της κατασκευής κατακόρυφων πασσάλων – διατμητικών σπονδύλων διαμέτρου 0.60 μ από οπλισμένο ύφαλο σκυρόδεμα στην θέση των αρμών. Για την κατασκευή τους προβλέπεται διάνοιξη οπών Φ700mm εντός των Τ.Ο. πάνω στον άξονα των μεταξύ τους αρμών, με χρήση περιστροφικού διατρητικού εξοπλισμού. Για την έγχυση του υφάλου σκυροδέματος προβλέπεται η χρήση σάκων – περιβλημάτων από μη υφαντό γεωϋφασμα βάρους 300γρ/μ² μέσα στους οποίους εισάγεται ο κλωβός του οπλισμού εκάστου σπονδύλου. Οι τυχόν διευρύνσεις των αρμών καθ' ύψος, ή η ύπαρξη φωλεών μπορούν να αντιμετωπισθούν από την διόγκωση τοπικά της διατομής του σκυροδέματος που επιτρέπει η σχετικά μεγαλύτερη διάμετρος του γεωϋφάσματος.

Οι πάσσαλοι θα περατώνονται 0,70m. περίπου πάνω από την στάθμη έδρασης του κατώτερου τεχνητού ογκολίθου (ογκολίθου βάσεως).

Οι κεφαλές των πασσάλων συνδέονται άκαμπτα μέσω κεφαλοδέσμου διαστάσεων 1.20m ύψος x 4,00m πλάτος ο οποίος θα αποτελεί ουσιαστικά και την νέα ανωδομή του έργου.

Σύστημα προστασίας ποδός κρηπιδοτοίχου.

Προβλέπεται η τοποθέτηση ευκάμπτων στρωμάτων κυβολίθων από σκυρόδεμα συνολικών διαστάσεων 2,9 μ x 4,9 μ x 0,4 μ (πλάτος x μήκος x ύψος) έκαστο σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Κεφάλαιο 5 της παρούσας. Συνολικά προβλέπονται 14 στρώματα κυβολίθων που τοποθετούνται ανά στήλη Τ.Ο. και ειδικότερα κατά μήκος των στηλών Νο1 έως και Νο14. Το κενό μεταξύ στρωμάτων και Τ.Ο. έδρασης αποκαθίσταται από χυτό ύφαλο σκυρόδεμα. Επιπλέον προβλέπεται προστασία της λιθορριπής εδράσεως έναντι υποσκαφών με θωράκιση από διπλή στρώση από Φ.Ο. βάρους 1 έως 2 τον συνολικού πάχους 1,65 m και πλάτους στέψης 2,10 μ. Η κλίση των πρανών διαμορφώνεται ίση με 4:3.

Θωράκιση από Φ.Ο. για την προστασία έναντι υποσκαφών στο νότιο τμήμα

Στο τελευταίο νότιο τμήμα του κρηπιδοτοίχου και σε μήκος περίπου 11,75μ , προβλέπεται προστασία από Φ.Ο. βάρους 4 έως 6 τον., προς αποκατάσταση των υποσκαφών στην έδραση των στηλών Νο15 έως και Νο18, καθώς και την προστασία από τους κυματισμούς του ευρύτερου νοτιοδυτικού τομέα με έργο με πρανή των κατά το δυνατόν ελάχιστων διαστάσεων (βλ. Παράρτημα Ε Διαστασιολόγηση Θωράκισης με Φ.Ο).

Ειδικότερα το πρίσμα των Φ.Ο. διαμορφώνεται με πλάτος 2,5 μ με την τοποθέτηση τουλάχιστον δύο (2) Φ.Ο. της ως άνω διαβάθμισης. Η στάθμη στέψης του πρίσματος βρίσκεται στα -1,10 μ (ΜΣΘ) με κλίση πρανών 4:3 (οριζόντια : κατακόρυφα). Πριν την διαμόρφωση του εν λόγω πρίσματος με Φ.Ο. , προβλέπεται η σφράγιση των υποσκαφών των στηλών Νο15 έως και Νο18 με τοποθέτηση σακκολίθων.

Κατηγορίες σκυροδεμάτων και χάλυβα οπλισμού

- Κατηγορίες Σκυροδεμάτων κατά ΕΚΟΣ – 2000 και ΚΤΣ – 2016:
 - C12/15: Εξομαλυντικές στρώσεις
 - C25/30: Χυτό ύφαλο σκυρόδεμα πλήρωσης κενών στην έδραση Τ.Ο., προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδεμάτων (νέοι συμπαγείς τεχνητοί ογκόλιθοι που τυχόν απαιτηθούν και τσιμεντοστρώματα κυβόλιθων)
 - C30/37: Διατμητικοί σπόνδυλοι στηλών Τ.Ο., νέες ανωδομές κρηπιδοτοίχου, σκυροδέματα ράμπας, επιστρώσεις χερσαίων χώρων, βάθρο συγκράτησης γεωπλέγματος, τοιχείο εγκιβωτισμού και κανάλι απορροής ομβρίων.
- Κατηγορία χάλυβα: B500C
- Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού: 5εκ.

7. ΙΣΧΥΟΥΣΕΣ ΕΤΕΠ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΕΚΣΚΑΦΕΣ – ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ - ΑΡΣΕΙΣ

- 09-02-01-00: Υποθαλάσσιες εκσκαφές χωρίς χρήση εκρηκτικών υλών
- 02-02-01-00: Γενικές εκσκαφές οδοποιίας και υδραυλικών έργων
- 02-05-00-00: Διαχείριση υλικών από Εκσκαφές και Αξιοποίηση Αποθεσιοθαλάμων

ΛΙΘΟΡΡΙΠΕΣ - ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ

- 09-05-01-00: Πρίσματα λιθορριπής και εξισωτική στρώση αυτών για την έδραση θαλασσιών έργων βαρύτητας
- 09-05-03-00: Λιθορριπές ανακουφιστικού πρίσματος λιμενικών έργων
- 09-06-01-00: Θωρακίσεις πρανών λιμενικών έργων και έργων προστασίας ακτής
- 09-03-03-00: Υποθαλάσσια διάστρωση γεωϋφασμάτων

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ

- 01-01-01-00: Παραγωγή και μεταφορά σκυροδέματος
- 01-01-02-00: Διάστρωση και συμπύκνωση σκυροδέματος
- 01-01-03-00: Συντήρηση σκυροδέματος
- 01-01-04-00: Εργοταξιακά συγκροτήματα παραγωγής σκυροδέματος
- 01-01-05-00: Δομητική συμπύκνωση σκυροδέματος
- 01-03-00-00: Ικριώματα
- 01-04-00-00: Καλούπια κατασκευών από σκυρόδεμα (τύποι)
- 01-02-01-00: Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος
- 09-10-03-00: Πλήρωση διακένων στον πόδα υφιστάμενων λιμενικών έργων βαρύτητας ή αποκατάσταση της διατομής τους με ύψαλη σκυροδέτηση
- 09-10-01-00: Λιμενικά έργα βαρύτητας με ύψαλη σκυροδέτηση
- 09-09-02-00: Ανωδομές Λιμενικών Έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα
- 09-14-01-00: Δάπεδα λιμενικών έργων από άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα
- 09-07-01-00: Συμπαγείς ογκόλιθοι λιμενικών έργων από σκυρόδεμα
- 09-09-03-00: Αρμοί διαστολής ανωδομών λιμενικών έργων
- 09-14-04-00: Αρμοί δαπέδων από σκυρόδεμα λιμενικών έργων

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

- 09-13-01-00 "Χυτοχαλύβδινες και χυτοσιδηρές δέστρες πρόσδεσης πλοίων / σκαφών"

09-13-02-00 «Χαλύβδινα, χυτοσιδηρά και ανοξείδωτα εξαρτήματα κρηπιδωμάτων»

08-07-01-04 Εσχάρες υδροσυλλογής από ελατό χυτοσίδηρο

08-06-02-01 Δίκτυα υπό πίεση από σωλήνες PVC-U

ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ

02-06-00-00: Ανάπτυξη - εκμετάλλευση λατομείων και δανειοθαλάμων

05-03-03-00: Στρώσεις οδοστρωμάτων από ασύνδετα αδρανή υλικά

ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ

11-01-01-00: Πάσσαλοι δ εκσκαφή (έγχυτοι)

8. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

Για την εκτίμηση του κόστους των προτεινόμενων έργων εκτελέστηκε αναλυτική προμέτρηση υλικών και εργασιών, η οποία βασίστηκε στα αναλυτικά τεχνικά και προμετρητικά σχέδια της μελέτης. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση του κόστους είναι οι προτεινόμενες από τα Πρότυπα Τιμολόγια του Υπουργείου και συγκεκριμένα από την πλέον πρόσφατη επικαιροποίηση τους το 2017. Για τα υλικά που δεν συμπεριλαμβάνονται στα συγκεκριμένα τιμολόγια χρησιμοποιήθηκαν τιμές εμπορίου, δηλαδή από προμηθευτές, καταλόγους κ.λ.π.

Μετά από αίτημα της Υπηρεσίας (Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Σκοπέλου) και κατόπιν συνεννοήσεως, όσον αφορά την διαθέσιμη πίστωση για την κατασκευή του έργου, προβλέφθηκε πρόσθετη αποζημίωση προμήθειας υλικών σκυροδέματος και σιδηρού οπλισμού λόγω μονοπωλιακής κατάστασης στη νήσο Σκοπέλου.

Η συνολική δαπάνη για την κατασκευή του έργου ανέρχεται στα 479.838,71 ευρώ πλέον ΦΠΑ (24%). Στην τιμή περιλαμβάνονται, Γ.Ε. & Ο.Ε. 18% και πρόσθετη προσαύξηση για την πιθανότητα απροβλέπτων συνθηκών (15%). Ακολουθεί επισυναπτόμενος πίνακας με τον αναλυτικό Προϋπολογισμό Μελέτης του έργου.

Στάδιο: Οριστική Μελέτη

Τεχνική Έκθεση

A/A	ΑΡ. ΤΙΜ. ΛΙΜ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΜΟΝ.	ΚΩΔ. ΑΝΑΘ.	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (ΕΥΡΩ)	ΔΑΠΑΝΗ
ΟΜΑΔΑ 1η: ΕΚΣΚΑΦΕΣ - ΒΥΘΟΚΟΡΗΣΕΙΣ - ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ - ΑΡΣΕΙΣ Τ.Ο.							
1	ΛΙΜ 1.03	Έξαλες καθαίρεσης τμημάτων κατασκευών λιμενικών έργων χωρίς τη χρήση εκρηκτικών υλών	μ ³	ΛΙΜ 1123	440,00	29,45	12.958,00
2	N1 (ΛΙΜ 2.01, ΛΙΜ2.02 & ΛΙΜ2.03)	Εκσκαφές πυθμένα θαλάσσης, σε πάσης φύσεως εδάφη χωρίς την χρήση εκρηκτικών υλών	μ ³	ΛΙΜ 1210	300,00	11,65	3.495,00
3	N2 (ΛΙΜ. 2.01 & ΟΔΟ Α-2)	Υφαλες και έξαλες εκσκαφές σε εδάφη κατηγορίας Α	μ ³	ΛΙΜ 1210	1.550,00	2,00	3.100,00
4	N3 (ΛΙΜ 2.02)	Άρση λιθορριπών εδράσεως κρηπιδοτοιχών και ανακουφιστικών πρισμάτων	μ ³	ΛΙΜ 1210	450,00	10,20	4.590,00
5	N4 (ΛΙΜ 5.07)	Άρση και απόρριψη Τ.Ο. στηλών κρηπιδοτοιχίου (ακατάλληλων προς επαναχρησιμοποίηση) και πλακών προστασίας ποδός από σκυρόδεμα	μ ³	ΛΙΜ 3110	200,00	19,45	3.890,00
ΣΥΝΟΛΟ 1:							28.033,00
ΟΜΑΔΑ 2η: ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ - ΛΙΘΟΡΡΙΠΕΣ - Φ.Ο. - ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ - ΓΕΩΠΛΕΓΜΑΤΑ							
6	ΛΙΜ 3.02	Έξαλες επιχώσεις με προϊόντα δανειοθαλάμων	μ ³	ΛΙΜ 1321	100,00	12,80	1.280,00
7	ΛΙΜ 4.02	Λιθορριπές ατομικού βάρους λίθων 0,5 έως 100 kg	μ ³	ΛΙΜ 2210	250,00	36,80	9.200,00
8	ΛΙΜ 4.07	Λιθορριπές ανακουφιστικού πρίσματος ατομικού βάρους 20 - 100 kg	μ ³	ΛΙΜ 2230	1.140,00	36,30	41.382,00
9	N5 (ΛΙΜ 4.08.01 & 4.08.02)	Θωράκιση λιμενικών έργων με φυσικούς ογκολίθους προέλευσης λατομείου ατομικού βάρους 1000 - 2000 kg	μ ³	ΛΙΜ 2320	490,00	38,80	19.012,00
10	ΛΙΜ 4.08.04	Θωράκιση λιμενικών έργων με φυσικούς ογκολίθους ατομικού βάρους 4000 - 6000 kg	μ ³	ΛΙΜ 2330	500,00	41,80	20.900,00
11	ΛΙΜ 4.09	Κατασκευή ύφαλης εξισωτικής στρώσης από σκύρα	μ ³	ΛΙΜ 2140	20,00	37,80	756,00
12	ΛΙΜ 4.11.04	Προμήθεια και διάστρωση μη υφαντού γεωυφάσματος βάρους 500gr/m ² σε ύφαλα τμήματα θαλασσιών έργων	μ ²	ΥΔΡ 6361	1.080,00	8,50	9.180,00
13	ΟΔΟ Β-12.1	Γεώπλεγμα αντοχής T _{ult} 40 kN/m	μ ²	ΟΙΚ 7914	480,00	6,70	3.216,00
14	ΟΔΟ Γ-2.2	Βάση πάχους 0,10 m (Π.Τ.Π. Ο-155)	μ ²	ΟΔΟ-3211.Β	1.650,00	3,70	6.105,00
15	ΟΔΟ Γ-1.1	Υπόβαση οδοστρωσίας μεταβλητού πάχους	μ ³	ΟΔΟ-3121.Β	20,00	36,30	726,00
16	ΟΔΟ Γ-1.2	Υπόβαση οδοστρωσίας συμπυκνωμένου πάχους 0,10 m	μ ²	ΟΔΟ-3111.Β	1.650,00	3,60	5.940,00
ΣΥΝΟΛΟ 2:							117.697,00

Στάδιο: Οριστική Μελέτη

Τεχνική Έκθεση

A/A	ΑΡ. ΤΙΜ. ΛΙΜ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΜΟΝ.	ΚΩΔ. ΑΝΑΘ.	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (ΕΥΡΩ)	ΔΑΠΑΝΗ
ΟΜΑΔΑ 3η: ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ							
17	ΛΙΜ 6.02	Υφαλες κατασκευές με σακκόλιθους σκυροδέματος	μ ³	ΛΙΜ 4130	70,00	140,00	9.800,00
18	ΛΙΜ 6.03.02	Κατασκευή ύφαλων τμημάτων με έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30, χωρίς χρήση σιδηροτύπων	μ ³	ΛΙΜ 4110	60,00	105,00	6.300,00
19	N6 (ΛΙΜ 6.01.02)	Κατασκευές από ύφαλο έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37, με χρήση σιδηροτύπων	μ ³	ΛΙΜ 4110	100,00	135,00	13.500,00
20	ΟΔΟ Β-29.2.2	Κοιποστρώσεις, περιβλήματα αγωγών, εξομαλυντικές στρώσεις κλπ από σκυρόδεμα C12/15	μ ³	ΟΔΟ-2531	3,00	89,80	269,40
21	ΛΙΜ 8.02.03	Ανωδομές λιμενικών έργων από οπλισμένο, έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37	μ ³	ΛΙΜ 4240	380,00	110,00	41.800,00
22	N7 (ΛΙΜ 8.03.03)	Επιστρώσεις δαπέδων με άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα, κατηγορίας C30/37	μ ³	ΛΙΜ 4300	150,00	105,00	15.750,00
23	ΛΙΜ 5.07.01	Αρση / επανατοποθέτηση τεχνητών ογκολίθων βάρους μέχρι 35 τόνων	μ ³	ΛΙΜ 3110	360,00	20,00	7.200,00
24	ΛΙΜ 5.01.01	Συμπαγείς τεχνητοί ογκόλιθοι βάρους μέχρι 35 ton	μ ³	ΛΙΜ 3110	60,00	95,00	5.700,00
25	N8 (ΛΙΜ 5.02)	Στρώματα κυβολίθων προστασίας ποδός από σκυρόδεμα διαστάσεων 4,90x2,9x0,4 m	τεμ.	ΛΙΜ 3110	14,00	850,00	11.900,00
26	N9 (ΛΙΜ 7.03)	Δάτρηση οπών διαμέτρου Φ700mm εντός των στηλών Τ.Ο.	μ ³	ΛΙΜ 1230	28,00	500,00	14.000,00
27	N10 (ΛΙΜ 6.03.02 & 7.05 & 4.11.02)	Διαμόρφωση «κλωβών» σκυροδέματος διαμέτρου 600mm από ωπλισμένο έγχυτο επί τόπου ύφαλο σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37, εσωτερικά των στηλών τεχνητών ογκολίθων, συμπεριλαμβανομένου του σιδηρού οπλισμού (διαμητρικοί σπόνδυλοι)	μμ	ΛΙΜ 4110	70,00	85,00	5.985,00
28	N11	Πρόσθετη αποζημίωση προμήθειας σκυροδέματος λόγω μονοπωλιακής κατάστασης	μ ³	ΛΙΜ 4240	920,00	28,00	25.760,00
29	N12 (ΥΔΡ 10.07)	Προμήθεια και τοποθέτηση εύκαμπτων πλακών υλικού πλήρωσης αρμών πάχους 25mm	μ ²	ΥΔΡ 6370	26,00	25,80	670,80
30	N13 (ΥΔΡ 10.03.01)	Σφράγιση αρμού με υλικά πολυουραθανικής βάσεως	μ	ΥΔΡ 6373	128,00	38,75	4.960,00
31	ΛΙΜ 8.05	Επεξεργασία τελικής επιφανείας επιστρώσεων με επίταση σκληρυντικού υλικού.	μ ²	ΛΙΜ 4300	730,00	6,00	4.380,00
32	ΛΙΜ 11.01	Σιδηρούς οπλισμός λιμενικών έργων	kg	ΛΙΜ 4400	28.000,00	0,95	26.600,00
33	N14	Πρόσθετη αποζημίωση προμήθειας σιδηρού οπλισμού λόγω μονοπωλιακής κατάστασης	kg	ΛΙΜ 4400	30.500,00	0,15	4.575,00
ΣΥΝΟΛΟ 3:							199.150,20

Στάδιο: Οριστική Μελέτη

Τεχνική Έκθεση

A/A	ΑΡ. ΤΙΜ. ΛΙΜ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΜΟΝ.	ΚΩΔ. ΑΝΑΘ.	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (ΕΥΡΩ)	ΔΑΠΑΝΗ
ΟΜΑΔΑ 4η: ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ							
34	ΛΙΜ 9.06	Θωράκιση επικραρείας ραμπών αποεπιβίβασης οχημάτων με σιδηροτροχιές ή λοιπά χαλύβδινα προφίλ	kg	ΛΙΜ 4500	1.300,00	1,60	2.080,00
35	ΥΔΡ 12.13.01.08	Αγωγοί υπό πίεση 6 atm από σωλήνες PVC-U ονομαστικής διαμέτρου D200 mm	μμ	ΥΔΡ 6620.4	32,00	14,10	451,20
36	ΛΙΜ 9.03.02	Δέστρες από ελατό χυτοσίδηρο (ductile iron), με την αντίστοιχη διάταξη αγκύρωσης	kg	ΛΙΜ 4600	280,00	3,50	980,00
37	ΥΔΡ 11.02.04	Εσχάρες υδροσυλλογής, από ελατό χυτοσίδηρο (ductile iron)	kg	ΥΔΡ 6752	1.600,00	2,90	4.640,00
38	ΛΙΜ 9.05	Χαλύβδινοι κρικοί πρόσδεσης	kg	ΛΙΜ 4500	60,00	3,30	198,00
ΣΥΝΟΛΟ 4:							8.349,20
ΣΥΝΟΛΟ							353.229,40 €
Γ.Ε. & Ε.Ο. 18%							63.581,30 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ Ι							416.810,70 €
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 15%							62.521,61 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΙΙ							479.332,31 €
ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ							506,40 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΙΙΙ							479.838,71 €
ΦΠΑ 24%							115.161,29 €
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ							595.000,00 €

Για την ΤΡΙΤΩΝ Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε



Ελευθέριος Β. Ρουχωτάς
 MSc Πολιτικός Μηχανικός

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Στατιστική Επεξεργασία Ανεμολογικών Δεδομένων

Στατιστική Επεξεργασία Ανεμολογικών Δεδομένων ΝΔ διεύθυνσης προώθησης $T_r=75\text{yrs}$

Διεύθυνση Προώθησης:		ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ								
Συνολικός Αριθμός Παρατηρήσεων		49275		Μετ. Σταθμός:		Ζακύνθου				
Κλίμακα Ανέμου	Μέση ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Συχνότητα	Αρ. Παρατηρήσεων	Πιθανότητα Εμφάνισης	Αθροιστική Κατανομή Πιθανότητας -CDF (παρατηρήσεων)					
1Bf	1,03	1,082	533,156	0,021	0,021					
2Bf	2,57	11,002	5421,236	0,211	0,232					
3Bf	4,37	13,411	6608,270	0,257	0,490					
4Bf	6,95	10,333	5092	0,1984	0,6879					
5Bf	9,77	7,855	3871	0,1508	0,8387					
6Bf	12,60	5,099	2513	0,0979	0,9366					
7Bf	15,69	2,310	1138	0,0444	0,9810					
8Bf	19,03	0,523	258	0,0100	0,9910					
9Bf	22,64	0,345	170	0,0066	0,9977					
10Bf	26,49	0,122	60	0,0023	1,0000					
11Bf	30,61	0,000	0	0,0000	1,0000					
Αθροίσματα	-	52,082	25663	1,00	-					
Βέλτιστη Προσαρμογή										
		Weibull		FT-I (Gumbel Distribution)		Burr				
Παράμετροι	A(λ)=	0,600	A=	4,137	a=	0,600	a=	8,000		
	B=	5,532	B=	3,060	c=	0,000	c=	2,500		
	k=	1,480			k=	0,000	k=	3,420		
Συσχέτιση Συνθήκη	R ² =	0,981	R ² =	0,994	R ² =	0,000	R ² =	0,775		
		ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ		ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ		ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ		ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ		
Υπολογιζόμενη Κατανομή Πιθανότητας										
		Weibull			FT-I (Gumbel Distribution)					
Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	CDF	PDF	Rsqr	CDF	PDF	Rsqr				
1,0289	0,0225	0,0767	0,000	0,0632	0,0570421	0,002				
2,5722	0,1953	0,1312	0,001	0,1887	0,1028501	0,002				
4,3728	0,4331	0,1262	0,003	0,3962	0,1198865	0,009				
6,9450	0,7063	0,0839	0,000	0,6707	0,0875514	0,000				
9,7744	0,8793	0,0412	0,002	0,8535	0,0441877	0,000				
12,6039	0,9570	0,0167	0,000	0,9391	0,0192839	0,000				
15,6906	0,9879	0,0052	0,000	0,9774	0,0073182	0,000				
19,0344	0,9974	0,0013	0,000	0,9923	0,0024911	0,000				
22,6356	0,9996	0,0002	0,004	0,9976	0,0007719	0,004				
26,4939	0,9999	0,0000	0,000	0,9993	0,0002191	0,000				
30,6094	1,0000	0,0000	0,000	0,9998	0,0000571	0,000				
						0,989		0,98		
Αρ. Ετών Παρατηρήσεων	45							Πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος με Χ έτη		
Αρ. Παρατηρήσεων	25663							Περίοδο Επαναφοράς σε διάρκεια Υ ετών		
Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	P(Χ<X)	Weibull		Gumbel		Burr		Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	Διάρκεια (Έτη)	Πιθανότητα (%)
		Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Ταχύτητα Ανέμου (m/s)					
1	0,998247	19,88	23,55	16,80	1	1	100			
5	0,999649	23,06	28,48	20,29	5	1	20,00			
10	0,999825	24,36	30,60	22,00	10	50	99,48			
50	0,999965	27,27	35,52	26,55	75	50	48,89			
75	0,999977	27,98	36,76	27,84	100	50	39,50			
100	0,999982	28,47	37,64	28,80	150	50	28,43			
12hrs/year	0,998630	20,38	24,31	17,30						
Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού										
Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m)	10,0									
Ζητούμενο Υψόμετρο Τιμών (m)	10									
Περίοδος Επαναφοράς (?):	10									
Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s):	24,36		=	47,4		(knots)				
Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m)	10,0									
Ζητούμενο Υψόμετρο Τιμών (m)	10									
Περίοδος Επαναφοράς (?):	75									
Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s):	27,98		=	54,4		(knots)				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Εκτίμηση Κυματικού Κλίματος

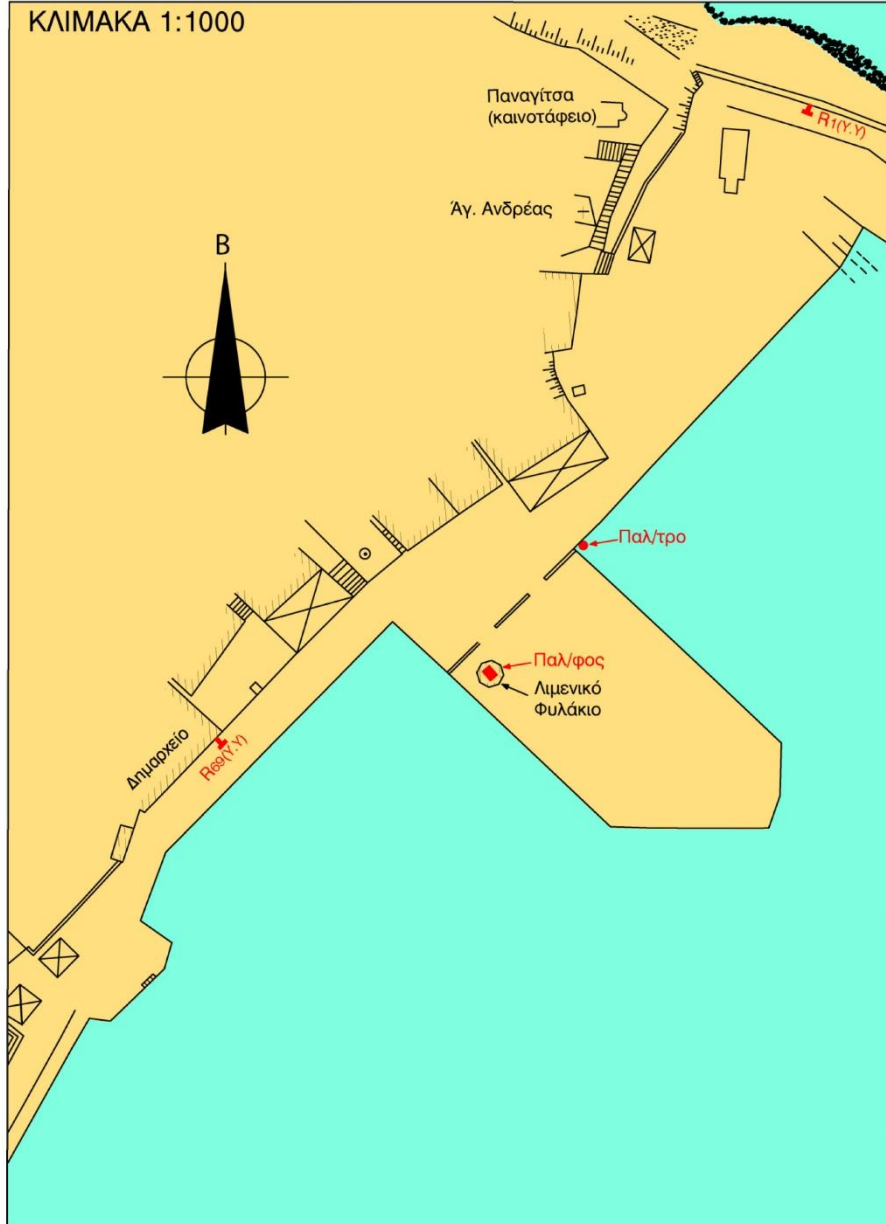
Εκτίμηση κυματικού κλίματος ΝΔ διεύθυνσης προώθησης

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ					
ΜΕΘΟΔΟΣ C.E.R.C., 1977					
Εισαγωγή ακίνων ενεργού αναπτύγματος (R)					
Ενεργό Ανάπτυγμα Πελάγους					
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΥΜΑΤΟΣ					
ΝΙΤΙΟΔΥΤΙΚΗ					
A/A	ω_i ο	$\cos\omega_i$ -	$(\cos\omega_i)^2$ -	R (Km)	$R(\cos\omega_i)^2$ (Km)
1	42	0,7431	0,5523	36,4	20,1
2	36	0,8090	0,6545	36,5	23,9
3	30	0,8660	0,7500	35,7	26,8
4	24	0,9135	0,8346	34,5	28,8
5	18	0,9511	0,9045	34	30,8
6	12	0,9781	0,9568	33,6	32,1
7	6	0,9945	0,9891	34,1	33,7
8	0	1,0000	1,0000	31,5	31,5
9	6	0,9945	0,9891	31,3	31,0
10	12	0,9781	0,9568	28,5	27,3
11	18	0,9511	0,9045	29,8	27,0
12	24	0,9135	0,8346	31,2	26,0
13	30	0,8660	0,7500	31,3	23,5
14	36	0,8090	0,6545	33,2	21,7
15	42	0,7431	0,5523	62,1	34,3
ΣΥΝΟΛΟ :		13,511	12,283		418,407
$F = \Sigma R(\cos\omega_i)^2 / \Sigma \cos\omega_i$				=	31,0 Km
Εισαγωγή Ανεμολογικών Στοιχείων					
Ενταση Ανέμου (Bf) :		10			
Ταχύτητα Ανέμου (m/sec) :		27,98		54,4	Knots
Στάθμη Μετρήσεων (m) :		-			
Υπολογισμός Χαρακτηριστικού Κυματισμού					
Ανάπτυγμα Πελάγους F (Km):				F =	30,97 Km
$gH_s/U^2 = 0,283 \tan h (0,0125(gF/U^2)^{0,42})$				H_s =	3,42 m
$gT_s/2\pi U = 1,20 \tan h (0,077(gF/U^2)^{0,25})$				T_s =	7,08 sec
$gt_d/U = K \exp((A(\ln(gF/U^2))^2 - B \ln(gF/U^2) + C)^{1/2} + D \ln(gF/U^2))$				t_d =	2,11 hrs

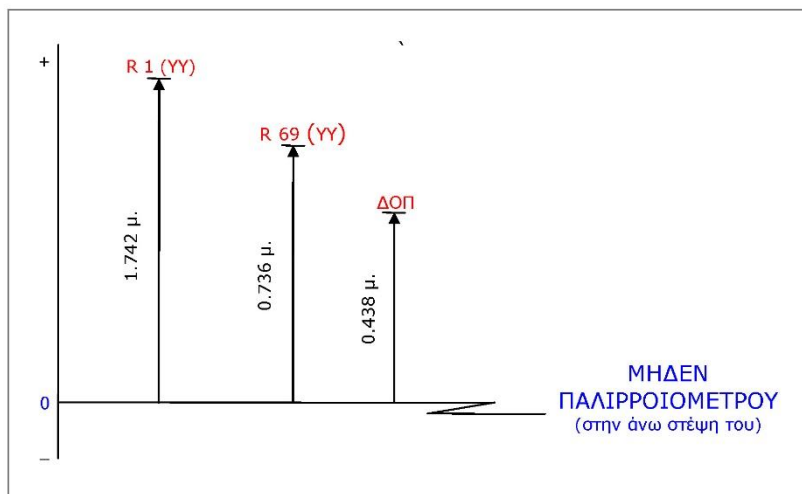
Deepwater Wave Characteristics:										
$H_s =$	3,42	m	* $H_{m0} = H_{1/3}$ at deep waters (CEM 2003)							
$T_s =$	7,08	sec	* $T_s = 0.93 T_p$ (CEM 2003, BS 6349:1 - 2000, Goda 1985)							
$L_o =$	78,17	m								
$t_d =$	2,11	hrs	* Full Spectrum Development Time							
$C_o =$	11,05	m/sec	* Wave celerity							
$C_{go} =$	5,52	m/sec	* Wave Group Celerity							
Wave Transformation										
Wave Propagation Angle										
$\alpha =$	45	°	* Angle of Wave Approach							
$\tan\theta =$	0,500		* Mean Seabed Slope							
Wave Shoaling and Refraction										
Governing Equations:										
$T_{max} = 9.78 (d / g)^{0.5}$, at any given water depth (Vincent CEM 2002)										
Depth (m)	T (sec)	d/L	L (m)	Cg (m/sec)	Ks	θ (°)	Kr	Ho'	Hs (m)	Hmax (m)
30	7,08	0,3888	77,16	5,84	0,9723	44,27	0,9937	3,40	3,31	5,96
25	7,08	0,3294	75,90	6,06	0,9550	43,36	0,9862	3,38	3,23	5,81
20	7,08	0,2722	73,48	6,33	0,9340	41,66	0,9728	3,33	3,11	5,60
17	7,08	0,2395	70,98	6,49	0,9223	39,95	0,9604	3,29	3,03	5,46
14	7,08	0,2075	67,47	6,61	0,9143	37,61	0,9448	3,24	2,96	5,33
12	7,08	0,1858	64,59	6,62	0,9131	35,75	0,9334	3,20	2,92	5,25
10	7,08	0,1640	60,98	6,56	0,9178	33,48	0,9207	3,15	2,89	5,21
8	7,08	0,1427	56,06	6,37	0,9312	30,47	0,9058	3,10	2,89	5,20
6.5	7,08	0,1259	51,63	6,11	0,9507	27,84	0,8942	3,06	2,91	5,24
5	7,08	0,1073	46,60	5,68	0,9858	24,93	0,8830	3,02	2,98	5,37
4.5	7,08	0,1013	44,42	5,51	1,0012	23,69	0,8787	3,01	3,01	5,42
4	7,08	0,0952	42,02	5,31	1,0194	22,34	0,8743	2,99	3,05	5,49
3.5	7,08	0,0877	39,89	5,05	1,0459	21,15	0,8707	2,98	3,12	5,61
3	7,08	0,0810	37,04	4,78	1,0746	19,57	0,8663	2,97	3,19	5,74
2.5	7,08	0,0726	34,44	4,42	1,1181	18,15	0,8626	2,95	3,30	5,95
2	7,08	0,0648	30,87	4,05	1,1685	16,22	0,8581	2,94	3,43	6,18
Notes:										
* After Goda 1985										
* Wave heights appear at the input depths allowing for wave setup.										
* Significant wave heights near the shoreline may deviate from the calculated ones. It is proposed that shoreward of 0.5 Ho' any project is constructed with the Hs at 0.5 Ho'										

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Παλιρροιακά Στοιχεία Έργου



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΩΡΟΣΤΑΘΜΗΣΗΣ (Μάρτιος 2004)



R1 (Υ.Υ): ευρίσκεται στη Δυτική πλευρά του κρηπιδότοιχου του κυματοθραύστη, πλησίον της εκκλησίας Παναγίτσα.

R69 (Υ.Υ): ευρίσκεται στην Βορειοανατολική γωνία του Δημαρχείου.

ΔΟΠ: μπουλόνι στο δάπεδο του λιμενικού φυλακίου πλησίον του φρεατίου του Σταθμηγράφου.

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ (2000 - 2008)

(1) Ως προς το μηδέν του παλιρροιομέτρου

- 0.00-		
- 0.10-		
-0.20-		
-0.30-	Μεγίστη πλήμμη	0,33
-0.40-		
-0.50-		
-0.60-		
-0.70-		
-0.80-		
-0.90-	Μέση Πλήμμη	0,89
-1.00-	Μέση στάθμη	1,01
-1.10-	Μέση ρηχία	1,12
-1.20-		
-1.30-		
-1.40-		
-1.50-		
-1.60-	Κατωτάτη ρηχία	1,64
-1.70-		
-1.80-		
-1.90-		
-2.00-		

(2) Στατιστικά στοιχεία Λιμένα Σκοπέλου

Μη εξαρτώμενα από σημείο αναφοράς	
Μέγιστο εύρος: 0.68 μ.	Μέσο εύρος: 0.24 μ.
Ελάχιστο εύρος: 0.01 μ.	Επάλλαξη: 1.31 μ.

ΙΣΤΟΡΙΚΟ:

Οι μετρήσεις με Σταθμηγράφο πραγματοποιούνται από το 1999. **Το μηδέν του Σταθμηγράφου είναι στην άνω στέψη του παλιρροιομέτρου.**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Διαστασιολόγηση Έργων Βαρύτητας



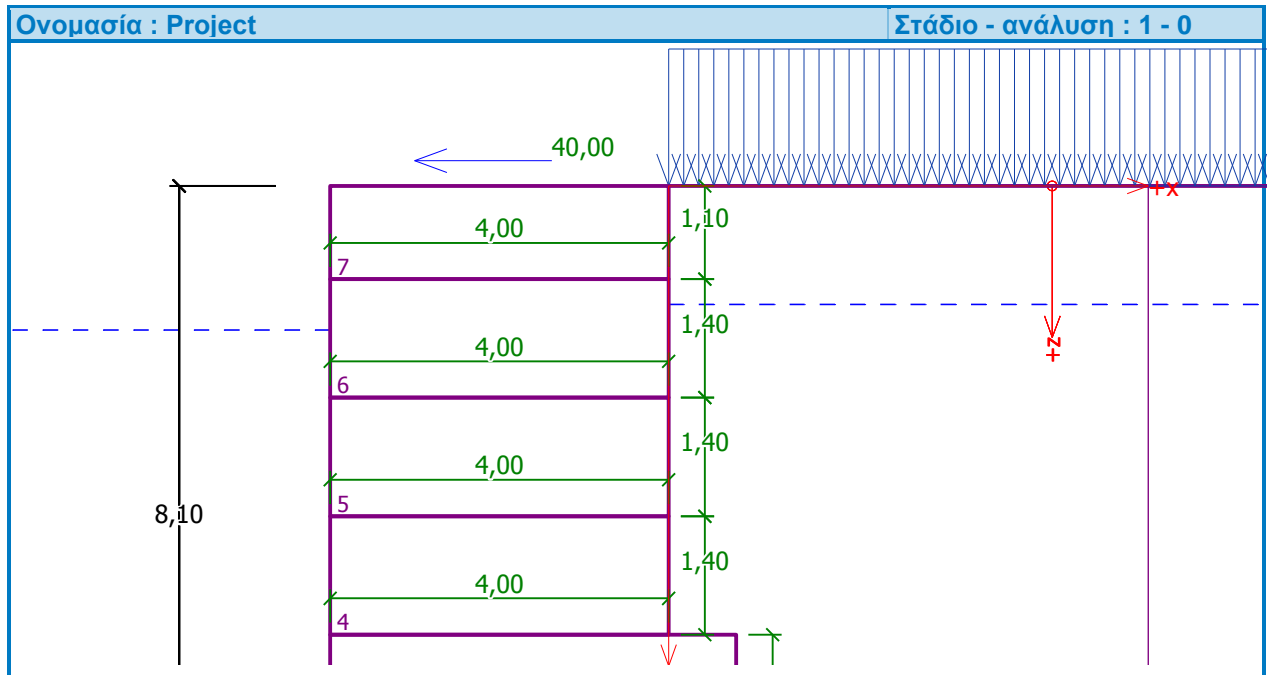
Static

Ανάλυση Κρηπιδότοιχου

Εισαγωγή δεδομένων

Μελέτη

Ημερομηνία : 10/5/2016



Ρυθμίσεις

(εισαγωγή τρέχουσας εργασίας)

Υλικά και πρότυπα

Κατασκευές από σκυρόδεμα : EN 1992-1-1 (EC2)

Συντελεστές EN 1992-1-1 : πρότυπο

Ανάλυση τοίχου

Υπολ ενεργητικών ωθήσεων γαιών : Coulomb

Υπολ παθητικών ωθήσεων γαιών : Caquot-Kerisel

Σεισμική ανάλυση : Monopobe-Okabe

Σχήμα σφήνας εδάφους : υπολόγισε ως λοξό

Επιτρεπόμενη εκκεντρότητα : 0,333

Μεθοδολογία επαλήθευσης : Συντ ασφάλειας (ASD)

Συντελεστές ασφάλειας			
Μόνιμη κατάσταση σχεδιασμού			
Συντελεστής ασφαλείας για ανατροπή :	SF _o =	1,75	[-]
Συντ ασφ αντίστασης ολίσθησης :	SF _s =	1,75	[-]
Συντ ασφάλειας φέρουσας ικανότητας :	SF _b =	1,50	[-]
Συντ ασφ ολίσθησης κατά μήκος γεω-ενισχύσεων :	SF _{sr} =	1,50	[-]

Γεωμετρία της κατασκευής

Κλίση του τοίχου = 0,00 °

No.	Πλάτος b [m]	Ύψος h [m]	Αντιστάθμισ η k [m]	Αντισταθμ.(Α) ο ₁ [m]	Αντισταθμ.(Δ) ο ₂ [m]	Ίδιον βαρ. [kN/m ³]	Τριβή [-]	Συνοχή [kPa]	Διατμητική αντοχή R _s [kN/m]
7	4,00	1,10	0,00	0,00	0,00	24,00	0,600	0,00	0,00

No.	Πλάτος b [m]	Υψος h [m]	Αντιστάθμιση k [m]	Αντισταθμ.(Α) ο ₁ [m]	Αντισταθμ.(Δ) ο ₂ [m]	Ίδιον βαρ. [kN/m ³]	Τριβή [-]	Συνοχή [kPa]	Διατμητική αντοχή R _s [kN/m]
6	4,00	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,500	0,00	0,00
5	4,00	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,500	0,00	0,00
4	4,00	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,500	0,00	0,00
3	4,80	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,500	0,00	0,00
2	4,75	0,90	0,00	-0,50	0,00	24,00	1,000	0,00	0,00
1	4,75	0,50	0,00	0,00	0,00	24,00	-	-	-

Σημείωση: Τα κομμάτια ρυθμίζονται από κάτω προς τα πάνω

Παράμετροι βασικού εδάφους

No.	Όνομα	Σχέδιο	Φ _{ef} [°]	C _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ _{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Ανακουφιστικό 20 - 100 kg		36,88	0,00	17,50	11,00	24,60
2	Έδραση 0.5 - 100 kg		37,00	0,00	19,00	11,00	26,70

Τα εδάφη θεωρούνται ως μη συνεκτικά για ανάλυση πίεσης σε ηρεμία.

Παράμετροι εδάφους



Ανακουφιστικό 20 - 100 kg

Ειδικό βάρος : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$
 Εντατική κατάσταση : ενεργές
 Γωνία εσωτερικής τριβής : $\varphi_{ef} = 36,88^\circ$
 Συνοχή εδάφους : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Γωνία τριβής κατασκευής-
 εδάφους : $\delta = 24,60^\circ$
 Έδαφος : μη συνεκτικό
 Μονάδα βάρους κορεσμένου : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Έδραση 0.5 - 100 kg

Ειδικό βάρος : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Εντατική κατάσταση : ενεργές
 Γωνία εσωτερικής τριβής : $\varphi_{ef} = 37,00^\circ$
 Συνοχή εδάφους : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Γωνία τριβής κατασκευής-
 εδάφους : $\delta = 26,70^\circ$
 Έδαφος : μη συνεκτικό
 Μονάδα βάρους κορεσμένου : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Γεωλογικό προφίλ και καθορισμένα εδάφη

No.	Στρώση [m]	Ορισμένο έδαφος	Σχέδιο
1	8,10	Ανακουφιστικό 20 - 100 kg	
2	-	Έδραση 0.5 - 100 kg	

Θεμελίωση

Τύπος θεμελίωσης : εισαγ παραμέτρ επαφής βάσης-εδάφους

Παράμετροι

Συντ τριβής βάσης-εδάφους $\mu = 0,60$

Συνοχή βάσης-εδάφους $a = 0,00 \text{ kPa}$

Προφίλ εδάφους

Το έδαφος πίσω από την φέρουσα κατασκευή είναι επίπεδο.

Επιρροή νερού

Ο ΥΥΟ πίσω από την κατασκευή βρίσκεται σε βάθος 1,40 m

Ο ΥΥΟ μπροστά από την κατασκευή βρίσκεται σε βάθος 1,70 m

Η υπόστρωση στη φτέρνα δεν είναι διαπερατή.

Ανύψωση βάσηςπέδιλου εξαιτίας διαφορετικών πιέσεων δεν εξετάζεται.

Εισαχθείσες επιφανειακές φορτίσεις

No.	Επιφόρτιση νέο	αλλαγή	Δράσης	Μεγεθ.1 [kN/m ²]	Μεγεθ.2 [kN/m ²]	Σειρ.x x [m]	Μήκος l [m]	Βάθος z [m]
1	Ναι		μόνιμος	33,33				στο έδαφος

No.	Όνομα
1	Live Load

Αντοχή στη μπροστινή όψη της κατασκευής

Η αντοχή στη μπροστινή όψη της κατασκευής δεν λαμβάνεται υπόψη.

Οι εφαρμοσμένες δυνάμεις ενεργούν στην φέρουσα κατασκευή

No.	Δύναμη νέο	επεξεργασία	Όνομα	Δράσης	F _x [kN/m]	F _z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	Ναι		Bollard Load	μεταβλητή	-40,00	0,00	0,00	-3,00	-0,30

Ρυθμίσεις του σταδίου κατασκευής

Περίπτωση σχεδιασμού : μόνιμος

Επαλήθευση No. 1

Ενεργητική πίεση πίσω από την κατασκευή - επιμέρους αποτελέσματα

Στρώση No.	Πάχος [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Σχόλιο
1	1,10	0,00	36,88	0,00	17,50	24,60	0,227	
2	0,30	0,00	36,88	0,00	17,50	24,60	0,227	
3	0,30	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
4	0,80	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
5	1,20	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
6	0,20	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	
7	1,40	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	
8	1,40	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
9	0,90	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
10	0,50	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	

Κατανομή ενεργητικής πίεσης πίσω από την κατασκευή (χωρίς πρόσθετη φόρτιση)

Στρώση No.	Έναρξη[m] Τέλος[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Πίεση [kPa]	Οριζ. συνιστ. [kPa]	Κάθ. συνιστ. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
2	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,31
3	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,31
	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,62
4	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,62
	2,50	36,60	3,00	8,30	7,55	3,46
5	2,50	36,60	3,00	8,30	7,55	3,46
	3,70	49,80	3,00	11,29	10,27	4,70
6	3,70	49,80	3,00	27,83	12,44	24,89
	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
7	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
	5,30	67,40	3,00	37,67	16,84	33,69
8	5,30	67,40	3,00	15,28	13,90	6,36
	6,70	82,80	3,00	18,78	17,07	7,82
9	6,70	82,80	3,00	18,78	17,07	7,82
	7,60	92,70	3,00	21,02	19,11	8,75
10	7,60	92,70	3,00	21,02	19,11	8,75
	8,10	98,20	3,00	22,27	20,25	9,27

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-4,32	548,83	2,56	1,000
Βάρος - σφήνα γαιών	0,00	-3,33	7,04	4,77	1,000
Ενεργητική ώθηση	92,39	-2,89	78,45	4,89	1,000
Υδροστατική πίεση	19,65	-3,28	0,00	4,50	1,000
Live Load	58,00	-4,03	47,11	4,82	1,000
Bollard Load	40,00	-8,40	0,00	1,50	1,000

Επαλήθευση ολόκληρου τοίχου

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 2049,91$ kNm/m

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 901,21$ kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας = 2,27 > 1,75

Τοίχος για ανατροπή είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 408,86$ kN/m

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 210,03$ kN/m

Συντελεστής ασφαλείας = 1,95 > 1,75

Τοίχος για ολίσθηση είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Τελικός έλεγχος - ΤΟΙΧΟΣ είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης

Φορτίο σχεδιασμού κεντρικά στη βάση του πεδίου

No.	Ροπή [kNm/m]	Ορθή δύναμη [kN/m]	Τέμνουσα [kN/m]	Εκκεντρότητα [-]	Τάση [kPa]
1	469,69	681,43	210,03	0,145	202,12

Φορτίο λειτουργίας κεντρικά στη βάση του πεδίου

No.	Ροπή [kNm/m]	Ορθή δύναμη [kN/m]	Τέμνουσα [kN/m]
1	469,69	681,43	210,03

Dimensioning No. 1

Ενεργητική πίεση πίσω από την κατασκευή - επιμέρους αποτελέσματα

Στρώση No.	Πάχος [m]	α [°]	φ _d [°]	c _d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ _d [°]	K _a	Σχόλιο
1	1,10	0,00	36,88	0,00	17,50	24,60	0,227	
2	0,30	0,00	36,88	0,00	17,50	24,60	0,227	
3	0,30	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
4	0,80	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
5	1,20	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	
6	0,20	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	
7	1,40	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	
8	1,40	0,00	36,88	0,00	11,00	24,60	0,227	

Κατανομή ενεργητικής πίεσης πίσω από την κατασκευή (χωρίς πρόσθετη φόρτιση)

Στρώση No.	Έναρξη[m] Τέλος[m]	σ _z [kPa]	σ _w [kPa]	Πίεση [kPa]	Οριζ. συνιστ. [kPa]	Κάθ. συνιστ. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
2	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,31
3	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,31
	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,62
4	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,62
	2,50	36,60	3,00	8,30	7,55	3,46
5	2,50	36,60	3,00	8,30	7,55	3,46
	3,70	49,80	3,00	11,29	10,27	4,70
6	3,70	49,80	3,00	27,83	12,44	24,89
	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
7	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
	5,30	67,40	3,00	37,67	16,84	33,69
8	5,30	67,40	3,00	15,28	13,90	6,36
	6,70	82,80	3,00	18,78	17,07	7,82

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-3,63	458,88	2,08	1,000
Βάρος - σφήνα γαιών	0,00	-1,93	7,04	4,27	1,000
Ενεργητική ώθηση	66,26	-2,36	66,49	4,42	1,000
Υδροστατική πίεση	15,45	-2,58	0,00	4,00	1,000
Live Load	48,37	-3,29	42,71	4,33	1,000
Bollard Load	40,00	-7,00	0,00	1,00	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 2

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 1464,04$ kNm/m

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 635,64$ kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας = 2,30 > 1,75

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 287,56$ kN/m

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 170,09$ kN/m

Συντελεστής ασφαλείας = 1,69 < 1,75

Αρμός για ολίσθηση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 2

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-2,99	364,80	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	40,49	-1,88	18,54	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	11,25	-1,88	0,00	4,00	1,000
Live Load	36,42	-2,65	16,68	4,00	1,000
Bollard Load	40,00	-5,60	0,00	1,00	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 3

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 870,46$ kNm/m

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 417,91$ kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας = 2,08 > 1,75

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 200,01$ kN/m

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 128,16$ kN/m

Συντελεστής ασφαλείας = 1,56 < 1,75

Αρμός για ολίσθηση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 3

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-2,21	286,40	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	23,25	-1,38	10,65	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	7,05	-1,18	0,00	4,00	1,000
Live Load	26,80	-1,95	12,27	4,00	1,000
Bollard Load	40,00	-4,20	0,00	1,00	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 4

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 664,48 \text{ kNm/m}$

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 260,74 \text{ kNm/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 2,55 > 1,75

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 154,66 \text{ kN/m}$

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 97,11 \text{ kN/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 1,59 < 1,75

Αρμός για ολίσθηση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 4

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-1,38	208,00	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	10,47	-0,87	4,79	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	2,85	-0,48	0,00	4,00	1,000
Live Load	17,18	-1,25	7,87	4,00	1,000
Bollard Load	40,00	-2,80	0,00	1,00	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 5

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 466,64 \text{ kNm/m}$

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 143,94 \text{ kNm/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 3,24 > 1,75

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 110,33 \text{ kN/m}$

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 70,50 \text{ kN/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 1,57 < 1,75

Αρμός για ολίσθηση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 5**Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή**

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-0,55	105,60	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	2,18	-0,37	1,00	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	0,00	-1,10	0,00	4,00	1,000
Live Load	7,56	-0,55	3,46	4,00	1,000
Bollard Load	40,00	-1,40	0,00	1,00	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 6**Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής**Ροπή αντοχής $M_{res} = 229,04$ kNm/mΡοπή ανατροπής $M_{ovr} = 60,96$ kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας = 3,76 > 1,75

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ**Έλεγχος για ολίσθηση**Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 66,04$ kN/mΕνεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 49,74$ kN/m

Συντελεστής ασφαλείας = 1,33 < 1,75

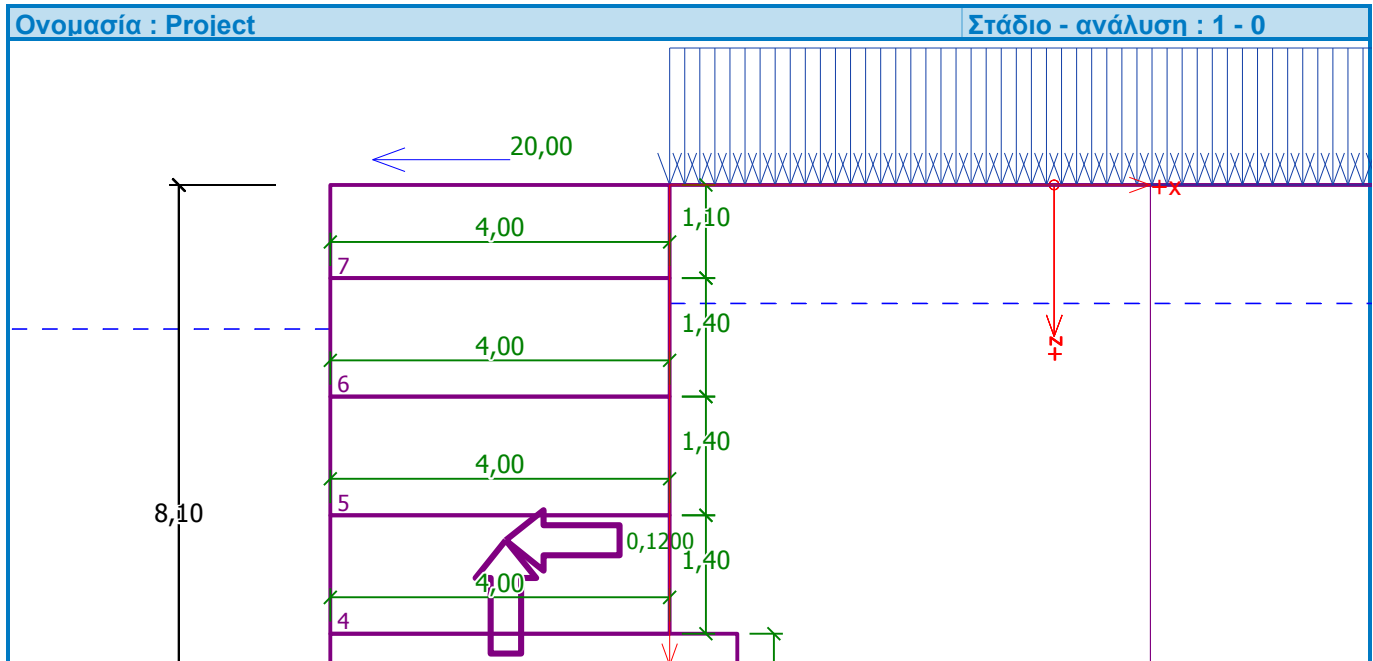
Αρμός για ολίσθηση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Seismic

Εισαγωγή δεδομένων

Μελέτη

Ημερομηνία : 10/5/2016



Ρυθμίσεις

(εισαγωγή τρέχουσας εργασίας)

Υλικά και πρότυπα

Κατασκευές από σκυρόδεμα : EN 1992-1-1 (EC2)

Συντελεστές EN 1992-1-1 : πρότυπο

Ανάλυση τοίχου

Υπολ ενεργητικών ωθήσεων γαιών : Coulomb

Υπολ παθητικών ωθήσεων γαιών : Caquot-Kerisel

Σεισμική ανάλυση : Monopobe-Okabe

Σχήμα σφήνας εδάφους : υπολόγισε ως λοξό

Επιτρεπόμενη εκκεντρότητα : 0,333

Μεθοδολογία επαλήθευσης : Συντ ασφάλειας (ASD)

Συντελεστές ασφάλειας			
Σεισμική περίπτωση σχεδιασμού			
Συντελεστής ασφαλείας για ανατροπή :	SF _o =	1,00	[-]
Συντ ασφ αντίστασης ολίσθησης :	SF _s =	1,00	[-]
Συντ ασφάλειας φέρουσας ικανότητας :	SF _b =	1,00	[-]
Συντ ασφ ολίσθησης κατά μήκος γεω-ενισχύσεων :	SF _{sr} =	1,00	[-]

Γεωμετρία της κατασκευής



Κλίση του τοίχου = 0,00 °

No.	Πλάτος b [m]	Ύψος h [m]	Αντιστάθμι ση k [m]	Αντισταθμ.(Α) o ₁ [m]	Αντισταθμ.(Δ) o ₂ [m]	Ίδιον βαρ. [kN/m ³]	Τριβ ή [-]	Συνοχή ή [kPa]	Διατμητική αντοχή R _s [kN/m]
7	4,00	1,10	0,00	0,00	0,00	24,00	0,60 0	0,00	0,00

No.	Πλάτος b [m]	Ύψος h [m]	Αντιστάθμιση k [m]	Αντισταθμ.(A) o ₁ [m]	Αντισταθμ.(Δ) o ₂ [m]	Ίδιον βαρ. [kN/m ³]	Τριβή [-]	Συνοχή [kPa]	Διατμητική αντοχή R _s [kN/m]
6	4,00	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,50	0,00	0,00
5	4,00	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,50	0,00	0,00
4	4,00	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,50	0,00	0,00
3	4,80	1,40	0,00	0,00	0,00	24,00	0,50	0,00	0,00
2	4,75	0,90	0,00	-0,50	0,00	24,00	1,00	0,00	0,00
1	4,75	0,50	0,00	0,00	0,00	24,00	-	-	-

Σημείωση: Τα κομμάτια ρυθμίζονται από κάτω προς τα πάνω

Παράμετροι βασικού εδάφους

No.	Όνομα	Σχέδιο	Φ _{ef} [°]	C _{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ _{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Ανακουφιστικό 20 - 100 kg		36,88	0,00	17,50	11,00	24,66
2	Έδραση 0.5 - 100 kg		37,00	0,00	19,00	11,00	26,70

Τα εδάφη θεωρούνται ως μη συνεκτικά για ανάλυση πίεσης σε ηρεμία.

Παράμετροι εδάφους


Ανακουφιστικό 20 - 100 kg


Ειδικό βάρος : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$
 Εντατική κατάσταση : ενεργές
 Γωνία εσωτερικής τριβής : $\varphi_{ef} = 36,88^\circ$
 Συνοχή εδάφους : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Γωνία τριβής κατασκευής-εδάφους : $\delta = 24,66^\circ$
 Έδαφος : μη συνεκτικό
 Μονάδα βάρους κορεσμένου : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Έδραση 0.5 - 100 kg

Ειδικό βάρος : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Εντατική κατάσταση : ενεργές
 Γωνία εσωτερικής τριβής : $\varphi_{ef} = 37,00^\circ$
 Συνοχή εδάφους : $c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
 Γωνία τριβής κατασκευής-εδάφους : $\delta = 26,70^\circ$
 Έδαφος : μη συνεκτικό
 Μονάδα βάρους κορεσμένου : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Γεωλογικό προφίλ και καθορισμένα εδάφη

No.	Στρώση [m]	Ορισμένο έδαφος	Σχέδιο
1	8,10	Ανακουφιστικό 20 - 100 kg	

No.	Στρώση [m]	Ορισμένο έδαφος	Σχέδιο
2	-	Έδραση 0.5 - 100 kg	

Θεμελίωση

Τύπος θεμελίωσης : εισαγ παραμέτρ επαφής βάσης-εδάφους

Παράμετροι

Συντ τριβής βάσης-εδάφους $\mu = 0,60$

Συνοχή βάσης-εδάφους $a = 0,00 \text{ kPa}$

Προφίλ εδάφους

Το έδαφος πίσω από την φέρουσα κατασκευή είναι επίπεδο.

Επιρροή νερού

Ο ΥΥΟ πίσω από την κατασκευή βρίσκεται σε βάθος 1,40 m

Ο ΥΥΟ μπροστά από την κατασκευή βρίσκεται σε βάθος 1,70 m

Η υπόστρωση στη φτέρνα δεν είναι διαπερατή.

Ανύψωση βάσηςπέδιλου εξαιτίας διαφορετικών πιέσεων δεν εξετάζεται.

Εισαχθείσες επιφανειακές φορτίσεις

No.	Επιφόρτιση νέο	αλλαγή	Δράσης	Μεγεθ.1 [kN/m ²]	Μεγεθ.2 [kN/m ²]	Σειρ.x x [m]	Μήκος l [m]	Βάθος z [m]
1	Ναι		μόνιμος	16,66				στο έδαφος

No.	Όνομα
1	Live Load

Αντοχή στη μπροστινή όψη της κατασκευής

Η αντοχή στη μπροστινή όψη της κατασκευής δεν λαμβάνεται υπόψη.

Οι εφαρμοσμένες δυνάμεις ενεργούν στην φέρουσα κατασκευή

No.	Δύναμη	Όνομα	Δράσης	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	Ναί	Bollard Load	μεταβλητή	-20,00	0,00	0,00	-3,50	-0,30

Σεισμός

Συντελεστής οριζόντιας επιτάχυνσης $K_h = 0,1200$

Συντ κατακόρυφης επιτάχυνσης $K_v = 0,0720$

Το νερό κάτω από τον ΥΥΟ είναι ελεύθερο.

Ειδικό βάρος σωματιδίων εδάφους $G_s = 2,65$.

Ρυθμίσεις του σταδίου κατασκευής

Περίπτωση σχεδιασμού : σεισμικό

Επαλήθευση Νο. 1

Ενεργητική πίεση πίσω από την κατασκευή - επιμέρους αποτελέσματα

Στρώση No.	Πάχος [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Σχόλιο
1	1,10	0,00	36,88	0,00	17,50	24,66	0,227	
2	0,30	0,00	36,88	0,00	17,50	24,66	0,227	
3	0,30	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
4	0,80	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
5	1,20	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
6	0,20	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	
7	1,40	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	
8	1,40	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
9	0,90	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
10	0,50	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	

Κατανομή ενεργητικής πίεσης πίσω από την κατασκευή (χωρίς πρόσθετη φόρτιση)

Στρώση No.	Έναρξη[m] Τέλος[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Πίεση [kPa]	Οριζ. συνιστ. [kPa]	Κάθ. συνιστ. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
2	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,32
3	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,32
	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,63
4	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,63
	2,50	36,60	3,00	8,30	7,54	3,46
5	2,50	36,60	3,00	8,30	7,54	3,46
	3,70	49,80	3,00	11,29	10,26	4,71
6	3,70	49,80	3,00	27,83	12,44	24,89
	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
7	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
	5,30	67,40	3,00	37,67	16,84	33,69
8	5,30	67,40	3,00	15,29	13,89	6,38
	6,70	82,80	3,00	18,78	17,07	7,83
9	6,70	82,80	3,00	18,78	17,07	7,83
	7,60	92,70	3,00	21,02	19,11	8,77
10	7,60	92,70	3,00	21,02	19,11	8,77
	8,10	98,20	3,00	22,27	20,24	9,29

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Ονομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-4,32	548,83	2,56	1,000
Σεισμ.- κατασκ.	98,91	-3,90	-59,35	2,57	1,000
Βάρος - σφήνα γαιών	0,00	-3,33	7,04	4,77	1,000
Σεισμός - σφήνα εδάφους	1,34	-3,33	-0,81	4,77	1,000

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Ενεργητική ώθηση	92,36	-2,89	78,52	4,89	1,000
Υδροστατική πίεση	19,65	-3,28	0,00	4,50	1,000
Σεισμ.-ενεργή πίεση	39,25	-5,04	32,42	4,76	1,000
Δυναμική πίεση ύδατος	31,42	-2,68	0,00	4,50	1,000
Δυν. πίεση ύδατος μπροστά	28,67	-2,56	0,00	4,50	1,000
Live Load	28,98	-4,03	23,57	4,82	1,000
Bollard Load	20,00	-8,40	0,00	1,00	1,000

Επαλήθευση ολόκληρου τοίχου

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 1934,75 \text{ kNm/m}$

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 1362,11 \text{ kNm/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = $1,42 > 1,00$

Τοίχος για ανατροπή είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 378,14 \text{ kN/m}$

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 360,58 \text{ kN/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = $1,05 > 1,00$

Τοίχος για ολίσθηση είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Τελικός έλεγχος - ΤΟΙΧΟΣ είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης

Φορτίο σχεδιασμού κεντρικά στη βάση του πεδίου

No.	Ροπή [kNm/m]	Ορθή δύναμη [kN/m]	Τέμνουσα [kN/m]	Εκκεντρότητα [-]	Τάση [kPa]
1	924,16	630,23	360,58	0,309	346,81

Φορτίο λειτουργίας κεντρικά στη βάση του πεδίου

No.	Ροπή [kNm/m]	Ορθή δύναμη [kN/m]	Τέμνουσα [kN/m]
1	924,16	630,23	360,58

Dimensioning No. 1

Ενεργητική πίεση πίσω από την κατασκευή - επιμέρους αποτελέσματα

Στρώση No.	Πάχος [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Σχόλιο
1	1,10	0,00	36,88	0,00	17,50	24,66	0,227	
2	0,30	0,00	36,88	0,00	17,50	24,66	0,227	
3	0,30	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
4	0,80	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
5	1,20	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	
6	0,20	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	
7	1,40	26,56	36,88	0,00	11,00	36,88	0,559	

Στρώση No.	Πάχος [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Σχόλιο
8	1,40	0,00	36,88	0,00	11,00	24,66	0,227	

Κατανομή ενεργητικής πίεσης πίσω από την κατασκευή (χωρίς πρόσθετη φόρτιση)

Στρώση No.	Έναρξη[m] Τέλος[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Πίεση [kPa]	Οριζ. συνιστ. [kPa]	Κάθ. συνιστ. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
2	1,10	19,25	0,00	4,37	3,97	1,82
	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,32
3	1,40	24,50	0,00	5,56	5,05	2,32
	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,63
4	1,70	27,80	3,00	6,30	5,73	2,63
	2,50	36,60	3,00	8,30	7,54	3,46
5	2,50	36,60	3,00	8,30	7,54	3,46
	3,70	49,80	3,00	11,29	10,26	4,71
6	3,70	49,80	3,00	27,83	12,44	24,89
	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
7	3,90	52,00	3,00	29,06	12,99	25,99
	5,30	67,40	3,00	37,67	16,84	33,69
8	5,30	67,40	3,00	15,29	13,89	6,38
	6,70	82,80	3,00	18,78	17,07	7,83

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Ονομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-3,63	458,88	2,08	1,000
Σεισμ.- κατασκ.	80,41	-3,24	-48,25	2,10	1,000
Βάρος - σφήνα γαιών	0,00	-1,93	7,04	4,27	1,000
Σεισμός - σφήνα εδάφους	1,34	-1,93	-0,81	4,27	1,000
Ενεργητική ώθηση	66,24	-2,36	66,53	4,42	1,000
Υδροστατική πίεση	15,45	-2,58	0,00	4,00	1,000
Σεισμ.-ενεργή πίεση	26,11	-4,12	20,79	4,22	1,000
Δυναμική πίεση ύδατος	19,66	-2,12	0,00	4,00	1,000
Δυν. πίεση ύδατος μπροστά	17,50	-2,00	0,00	4,00	1,000
Live Load	24,17	-3,29	21,37	4,33	1,000
Bollard Load	20,00	-7,00	0,00	0,50	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 2

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 1354,84$ kNm/m

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 863,46$ kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας = 1,57 > 1,00

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 262,78 \text{ kN/m}$

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 270,89 \text{ kN/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = $0,97 < 1,00$

Αρμός για ολίσθηση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 2

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-2,99	364,80	2,00	1,000
Σεισμ.- κατασκ.	61,06	-2,65	-36,63	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	40,47	-1,88	18,58	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	11,25	-1,88	0,00	4,00	1,000
Σεισμ.-ενεργή πίεση	15,13	-3,30	6,95	4,00	1,000
Δυναμική πίεση ύδατος	10,65	-1,56	0,00	4,00	1,000
Δυν. πίεση ύδατος μπροστά	9,07	-1,44	0,00	4,00	1,000
Live Load	18,20	-2,65	8,35	4,00	1,000
Bollard Load	20,00	-5,60	0,00	0,50	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 3

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 791,86 \text{ kNm/m}$

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 499,02 \text{ kNm/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = $1,59 > 1,00$

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 181,02 \text{ kN/m}$

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 185,82 \text{ kN/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = $0,97 < 1,00$

Αρμός για ολίσθηση ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 3

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-2,21	286,40	2,00	1,000
Σεισμ.- κατασκ.	44,93	-1,95	-26,96	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	23,24	-1,38	10,67	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	7,05	-1,18	0,00	4,00	1,000
Σεισμ.-ενεργή πίεση	7,82	-2,43	3,59	4,00	1,000
Δυναμική πίεση ύδατος	4,38	-1,00	0,00	4,00	1,000
Δυν. πίεση ύδατος μπροστά	3,39	-0,88	0,00	4,00	1,000

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Live Load	13,39	-1,95	6,15	4,00	1,000
Bollard Load	20,00	-4,20	0,00	0,50	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 4

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 600,53 \text{ kNm/m}$

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 264,58 \text{ kNm/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 2,27 > 1,00

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 139,93 \text{ kN/m}$

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 124,20 \text{ kN/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 1,13 > 1,00

Αρμός για ολίσθηση είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 4

Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο συντελεστής
Βάρος - τοίχος	0,00	-1,38	208,00	2,00	1,000
Σεισμ.- κατασκ.	28,80	-1,25	-17,28	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	10,46	-0,87	4,80	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	2,85	-0,48	0,00	4,00	1,000
Σεισμ.-ενεργή πίεση	3,08	-1,61	1,41	4,00	1,000
Δυναμική πίεση ύδατος	0,85	-0,44	0,00	4,00	1,000
Δυν. πίεση ύδατος μπροστά	0,45	-0,32	0,00	4,00	1,000
Live Load	8,58	-1,25	3,94	4,00	1,000
Bollard Load	20,00	-2,80	0,00	0,50	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 5

Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής

Ροπή αντοχής $M_{res} = 422,07 \text{ kNm/m}$

Ροπή ανατροπής $M_{ovr} = 118,67 \text{ kNm/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 3,56 > 1,00

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Έλεγχος για ολίσθηση

Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 100,44 \text{ kN/m}$

Ενεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 75,07 \text{ kN/m}$

Συντελεστής ασφαλείας = 1,34 > 1,00

Αρμός για ολίσθηση είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Dimensioning No. 5**Δυνάμεις ασκούμενες στη κατασκευή**

Όνομασία	F_{hor} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Σημ.Εφαρμ. x [m]	Σχέδιο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ
Βάρος - τοίχος	0,00	-0,55	105,60	2,00	1,000
Σεισμ.- κατασκ.	12,67	-0,55	-7,60	2,00	1,000
Ενεργητική ώθηση	2,18	-0,37	1,00	4,00	1,000
Υδροστατική πίεση	0,00	-1,10	0,00	4,00	1,000
Σεισμ.-ενεργή πίεση	0,71	-0,73	0,33	4,00	1,000
Live Load	3,78	-0,55	1,73	4,00	1,000
Bollard Load	20,00	-1,40	0,00	0,50	1,000

Επαλήθευση του κατασκευαστικού αρμού επάνω από το κομμάτι No.: 6**Έλεγχος για ευστάθεια ανατροπής**Ροπή αντοχής $M_{res} = 208,24$ kNm/mΡοπή ανατροπής $M_{ovr} = 38,37$ kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας = 5,43 > 1,00

Αρμός για ευστάθεια ανατροπής είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ**Έλεγχος για ολίσθηση**Οριζόντια δύναμη αντοχής $H_{res} = 60,64$ kN/mΕνεργή οριζόντια δύναμη $H_{act} = 39,34$ kN/m

Συντελεστής ασφαλείας = 1,54 > 1,00

Αρμός για ολίσθηση είναι ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Διαστασιολόγηση Θωράκισης με Φ.Ο

Εισαγωγή δεδομένων υπολογισμού			
$H_s =$	2,55	m	Ύψος κύματος σχεδιασμού (τοπικό)
$T_s =$	7,36	sec	Περίοδος κυματισμού
$T_{s,L} =$	7,36	sec	Περίοδος κυματισμού
$h =$	5,0	m	Βάθος νερού στον πόδα του έργου
$\rho_s =$	2,55	t/m ³	ειδικό βάρος ογκολίθων ή ΕΤ.Ο.
$\rho_w =$	1,025	t/m ³	ειδικό βάρος ύδατος
$S =$	4	-	σχετική διαβρούμενη επιφάνεια (βλ. πιν. που ακολουθεί)
$P =$	0,1	-	θεωρητική διαπερατότητα κατασκευής (βλ. πιν. που ακολουθεί)
$N_z =$	2936	κύματα	αριθμός προσπίπτοντων κυματισμών
$\tan\alpha =$	0,750	-	κλίση πρανούς
$s_m =$	0,0434	-	συντελεστής καμπυλότητας κύματος
$L_{om} =$	58,69	m	μήκος κύματος στα βαθιά που αντιστοιχεί στην μέση περίοδο του κυματικού φάσματος
$T_m =$	6,13	sec	
$t_d =$	18000	sec	
$\Delta =$	1,49		
$R_c (?) =$	0,1	m	Ελεύθερο ύψος ($R_c \geq 0$)
$\xi_m =$	3,598		
$\xi_{mc} =$	5,010	→	PLUNGING WAVES
Περίπτωση βαθιών υδάτων	1		PHXA
Περίπτωση ρηχών εως πολύ ρηχών υδάτων	2		
Απομέωση για θωράκιση από Φ.Ο. σε δύο στρώσεις για υπερρηδητά χαμηλής στέψης αλλά όχι ύφαλα έργα			
Οι ανωτέρω μεθοδολογίες εφαρμόζονται στην περίπτωση μη υπερρηδητών κατασκευών. Στην περίπτωση υπερρηδητών ο Van der Meer (1991) προτείνει την εφαρμογή των προηγούμενων εξισώσεων χρησιμοποιώντας τον απομειωτικό συντελεστή f_i .			
$T_{op} =$	7,74	sec	→ $s_{op} =$ 0,027231661 ($L_{op} =$ 93,641 m)
$f_i =$	0,808		$0 < R_c / H_s (s_{op} / (2\pi h))^{0,5} > 0,052 =$ 0,0026
Η ΑΠΟΜΕΙΩΣΗ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΙ			
$D_{n50} =$	1,28	Median nominal diameter (m)	
$W_{50} =$	5,346	ton	
Η διαβάθμιση των Φ.Ο. προστασίας θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ :			
$W_{min} =$	4,0	ton.	
$W_{max} =$	6,7	ton.	