ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ

Π.Ε. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΔΗΜΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ - ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΛΙΜΕΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ

ΒΥΘΟΚΟΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΡΗΠΙΔΩΜΑΤΩΝ ΛΙΜΕΝΑ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ, ΠΟΡΤΟ ΡΑΦΤΗ

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΠΕΑΑ
ELENI ARVANITI
03/09/2026 13:14
ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2017 / R1

Συμπράττοντα Γραφεία

ΤΡΙΤΩΝ Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Π.Ε.
Ελευθέριος Βασ. Ρουχωτάς

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 Εισαγωγή – Ιστορικό – Ομάδα Μελέτης 1

1.2 Διαθέσιμα στοιχεία 1

1.3 Αντικείμενο Μελέτης 1

2 ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 2

2.1 Θέση έργου 2

2.2 Ανεμολογικά στοιχεία 3

2.3 Εκτίμηση κυματικού κλίματος 5

2.3.1 Εισαγωγή 5

2.3.2 Στατιστική επεξεργασία ανεμολογικών στοιχείων 5

2.3.3 Χαρακτηριστικά κυματισμών στα ανοιχτά 6

2.3.4 Προώθηση κυματισμών στα ρηχά – Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών 9

2.4 Στοιχεία ρευμάτων 15

2.5 Παλιρροιακά στοιχεία 15

2.6 Εξυπηρετούμενα σκάφη 16

2.7 Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης 17

2.7.1 Περιγραφή - Σύντομο ιστορικό 17

2.7.2 Ευρήματα επιτόπιας αυτοψίας 21

2.7.3 Φιλοσοφία σχεδιασμού προτεινόμενων τεχνικών παρεμβάσεων 39

3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ 42

3.1 Αποκατάσταση της συνέχειας του μετώπου του κρηπιδώματος 42

3.2 Αποκατάσταση κρηπιδώματος και των όπισθεν χερσαίων χώρων στην κεφαλή του Προβλήτα Ι 43

3.3 Αποκατάσταση εκ σκυροδέματος ανωδομών στα υπόλοιπα τμήματα του έργου 46

3.4 Αντικατάσταση εξοπλισμού ανωδομής και κατασκευή υποδομής για τη μελλοντική τοποθέτηση δικτύων Η/Μ παροχών 48

3.5 Καθαρισμός πυθμένα και μερική αποκατάσταση ωφέλιμων βαθών 50

3.6 Προτεινόμενα έργα στο ανατολικό όριο των έργων 50

4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ 55

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 2-1: Άποψη της λιμενικής εγκατάστασης κατά την πρώτη περίοδο λειτουργίας από αεροφωτογραφία με ημ/νία λήψης το έτος 1976 19
Εικόνα 2-2: Άποψη της λιμενικής εγκατάστασης μετά την πρώτη επέκταση του Προβλήτα Ι από αεροφωτογραφία με ημ/νία λήψης το έτος 1984 20
Εικόνα 2-3: Άποψη της λιμενικής εγκατάστασης μετά τελευταία επέκταση του Προβλήτα Ι από αεροφωτογραφία με ημ/νία λήψης το έτος 1989 20
Εικόνα 2-4: Άποψη του κρηπιδώματος στο ανατολικό πέρας του τμήματος - Διακοπή συνέχειας και διαρροή του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος..... 22
Εικόνα 2-5: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 2ης και της 3ης στήλης 22
Εικόνα 2-6: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 4ης και της 5ης στήλης 23
Εικόνα 2-7: Υπερμεγέθης αρμός στο δυτικό πέρας του τμήματος στη συμβολή με τη ρίζα του Προβλήτα Ι 23
Εικόνα 2-8: Άποψη παλαιότερης επέμβασης αποκατάστασης από σακκολίθους σκυροδέματος 23
Εικόνα 2-9: Άποψη του χερσαίων χώρων του τμήματος Α-Β 24
Εικόνα 2-10: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 2ης και 3ης στήλης 25
Εικόνα 2-11: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 3ης και 4ης στήλης 25
Εικόνα 2-12: Άποψη παλαιότερης επέμβασης αποκατάστασης από σακκολίθους σκυροδέματος μεταξύ 5ης και 6ης στήλης 25
Εικόνα 2-13: Απόσχιση ανωδομής και υποκείμενου Τ.Ο. στην ακραία στήλη του τμήματος Β-Β1 26
Εικόνα 2-14: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός στο όριο των τμημάτων Β-Β1 και Β1-Β2 26
Εικόνα 2-15: Οριζόντιος αρμός μεταξύ των Τ.Ο. στην 1η στήλη του τμήματος Β1-Β2 27
Εικόνα 2-16: Υπερμεγέθης κατακόρυφος αρμός στο όριο των τμημάτων Β1-Β2 και Β2-Γ 28
Εικόνα 2-17: Άποψη της συστήματος προστασίας ποδός από πλάκες σκυροδέματος 28
Εικόνα 2-18: Υπερμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ των ακραίων στηλών του τμήματος Β2-Γ..... 28
Εικόνα 2-19: Άποψη του εξοπλισμού πρόσδεσης του τμήματος Β-Γ 29
Εικόνα 2-20: Άποψη του μετώπου της εκ σκυροδέματος ανωδομής του τμήματος Β-Γ 29
Εικόνα 2-21: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 2ης και 3ης στήλης 30

Εικόνα 2-22: Αλληλοεμπλοκή μεταξύ των Τ.Ο. 3ης και 4ης στήλης 30
Εικόνα 2-23: Αλληλοεμπλοκή μεταξύ των Τ.Ο. 4ης και 5ης στήλης 31
Εικόνα 2-24: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 7ης και 8ης στήλης 31
Εικόνα 2-25: Αποκολληθέν τμήμα της ανωδομής στη συμβολή των τμημάτων Γ-Δ και Δ-Ε..... 32
Εικόνα 2-26: Άποψη της ανωδομής στη συμβολή των τμημάτων Γ-Δ και Δ-Ε 32
Εικόνα 2-27: Άποψη των επιστρώσεων της προϋφιστάμενης ράμπας όπισθεν της ανωδομής 32
Εικόνα 2-28: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 10ης και 11ης στήλης..... 33
Εικόνα 2-29: Υπερμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ των ακραίων στηλών του τμήματος Δ1-Ε 34
Εικόνα 2-30: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός τμήματος Δ-Δ1..... 34
Εικόνα 2-31: Προεκβάλλων τ.ο. έναντι υπερκειμένου 34
Εικόνα 2-32: Εφιππεύων τ.ο. έδρασης έναντι έτερου γειτονικής στήλης..... 35
Εικόνα 2-33: Προεκβάλλων τ.ο. έναντι υποκειμένου..... 35
Εικόνα 2-34: Άποψη της ανωδομής και του εξοπλισμού πρόσδεσης του τμήματος Δ-Ε 36
Εικόνα 2-35: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ των στηλών περί της Χ.Θ.+160,00 37
Εικόνα 2-36: Εκτεταμένες απορρίψεις έμπροσθεν του κρηπιδώματος..... 37
Εικόνα 2-37: Πλήρωση του ελλείποντος τ.ο. έδρασης (Σημείο Ζ) από σακκολίθους σκυροδέματος 37
Εικόνα 2-38: Άποψη της υφιστάμενης ανωδομής καθώς και του εγκατεστημένου εξοπλισμού εξυπηρέτησης σκαφών..... 38
Εικόνα 2-39: Κατακόρυφος αρμός μεταξύ τεχνητών ογκολίθων γειτονικών στηλών περί της Χ.Θ. +220,10m..... 39
Εικόνα 2-40: Απορρίψεις πάσης φύσεως υλικών..... 39
Εικόνα 2-41: Άποψη παλαιότερης επέμβασης αποκατάστασης από σακκολίθους σκυροδέματος στο νοτιοδυτικό πέρας του προβλήτα Ι (Σημείο Ι)..... 39

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 2-1: Θέση λιμένα Αγίου Νικολάου Μαρκοπούλου 2
Σχήμα 2-2: Θέση έργου επί αποσπάσματος ναυτικού χάρτη 3
Σχήμα 2-3: Ιστόγραμμα ανεμολογικών στοιχείων σταθμού Σπατών 4
Σχήμα 2-4: Ανάπτυγμα πελάγους (F) βόρειας διεύθυνσης προώθησης 7

Σχήμα 2-5: Ανάπτυγμα πελάγους (F) βορειοανατολικής διεύθυνσης προώθησης 7
Σχήμα 2-6: Ανάπτυγμα πελάγους (F) ανατολικής διεύθυνσης προώθησης 8
Σχήμα 2-7: Στοιχεία παλιρροιογράφου λιμένα Πειραιώς 16
Σχήμα 2-8: Γενική διάταξη του υπό εξέταση έργου (1) 18
Σχήμα 2-9: Γενική διάταξη του υπό εξέταση έργου (2) 18
Σχήμα 3-1: Οριζοντιογραφία προτεινόμενων παρεμβάσεων στην κεφαλή του Προβλήτα Ι 46
Σχήμα 3-2: Τυπική διατομή των προτεινόμενων παρεμβάσεων στην κεφαλή του Προβλήτα Ι 46
Σχήμα 3-3: Τυπική διατομή των προτεινόμενων παρεμβάσεων στο εναπομείναν τμήμα του Προβλήτα Ι 48
Σχήμα 3-4: Τυπική διατομή των προτεινόμενων παρεμβάσεων στα παραλιακά κρηπιδώματα 48
Σχήμα 3-5: Οριζοντιογραφία των προτεινόμενων παρεμβάσεων στο ανατολικό όριο του έργου 54
Σχήμα 3-6: Τυπική διατομή της θωράκισης στο ανατολικό όριο του έργου 54

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2-1: Ανεμολογικά στοιχεία (Ε.Μ.Υ.) του μετεωρολογικού σταθμού Σπατών της περιόδου 1974-2015 4
Πίνακας 2-2: Ταχύτητες ανέμου σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς 100 και 10 ετών 6
Πίνακας 2-3: Χαρακτηριστικά κυματισμών σχεδιασμού για περίοδο επαναφοράς T_R =100 έτη 8
Πίνακας 2-4: Χαρακτηριστικά κυματισμών σχεδιασμού για περίοδο επαναφοράς T_R = 10 έτη 9
Πίνακας 2-5: Ποσοστό ζημιών έργων με πρανή συναρτήσει του ύψους κύματος και του τύπου θωράκισης 14
Πίνακας 2-6: Στατιστικά στοιχεία παλίρροιας λιμένα Πειραιά 15
Πίνακας 3-1: Συγκεντρωτικός πίνακας γεωμετρικών χαρακτηριστικών διατομών έργων προστασίας 52
Πίνακας 3-2: Αποτελέσματα υπολογισμού παροχής υπερπήδησης της θωράκισης.... 53

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 2-1: Προώθηση κυματισμών βορείου τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=100 έτη 10

Διάγραμμα 2-2: Προώθηση κυματισμών βορείου τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=10 έτη 11
Διάγραμμα 2-3: Προώθηση κυματισμών βορειοανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=100 έτη 11
Διάγραμμα 2-4: Προώθηση κυματισμών βορειοανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=10 έτη 12
Διάγραμμα 2-5: Προώθηση κυματισμών ανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=100 έτη 12
Διάγραμμα 2-6: Προώθηση κυματισμών ανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=10 έτη 13

<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ (ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ)</u>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΑΝΟΙΧΤΑ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή – Ιστορικό – Ομάδα Μελέτης

Η παρούσα συντάσσεται επί τη βάσει συμβάσεως που συνάφθηκε στις 17.10.2016 μεταξύ του Δημοτικού Λιμενικού Ταμείου Μαρκοπούλου - Μεσογαίας και των συμπραττόντων γραφείων με την επωνυμία «ΤΡΙΤΩΝ Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Π.Ε. – Ελευθέριος Ρουχωτάς του Βασιλείου» και αφορά την εκπόνηση μελέτης με τίτλο «Βυθοκόρηση και επισκευή κρηπιδωμάτων λιμένα Αγ. Νικολάου, Πόρτο Ράφτη».

Για τη σύνταξη της παρούσης συνεργάστηκαν οι κάτωθι τεχνικοί επιστήμονες:

- Νικόλαος Παναγόπουλος, Πολιτικός Μηχανικός – Λιμενολόγος με την ιδιότητα του Συντονιστή
- Ελευθέριος Βασ. Ρουχωτάς, Πολιτικός Μηχανικός M.Sc. – D.I.C., Λιμενολόγος
- Ιωάννης Κ. Μπούνδρης, Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. – M.Sc., Λιμενολόγος

1.2 Διαθέσιμα στοιχεία

Στη σύνταξη της παρούσης ελήφθησαν υπόψιν τα κάτωθι διαθέσιμα στοιχεία, ως χορηγήθηκαν αρμοδίως από το Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Μαρκοπούλου – Μεσογαίας:

- Χορηγηθέντα από την Ε.Μ.Υ. ανεμολογικά στοιχεία της περιόδους 1974-2015 του εγγύτερου μετεωρολογικού σταθμού των Σπατών
- Αεροφωτογραφίες της υπό μελέτη περιοχής σημαντικού χρονικού βάθους
- Χορηγηθείσα βιντεοσκοπημένη ύφαλη αυτοψία που διενεργήθηκε το Δεκέμβριο του 2013

1.3 Αντικείμενο Μελέτης

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης αποτελεί ο σχεδιασμός των κατάλληλων τεχνικών παρεμβάσεων για την επισκευή των βλαμμένων τμημάτων της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάστασης, ούτως ώστε αυτή να αποδοθεί πλήρως λειτουργική και ασφαλής στους χρήστες της. Η παρούσα μελέτη συντάσσεται σε επίπεδο Οριστικής Μελέτης.

2 ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.1 Θέση έργου

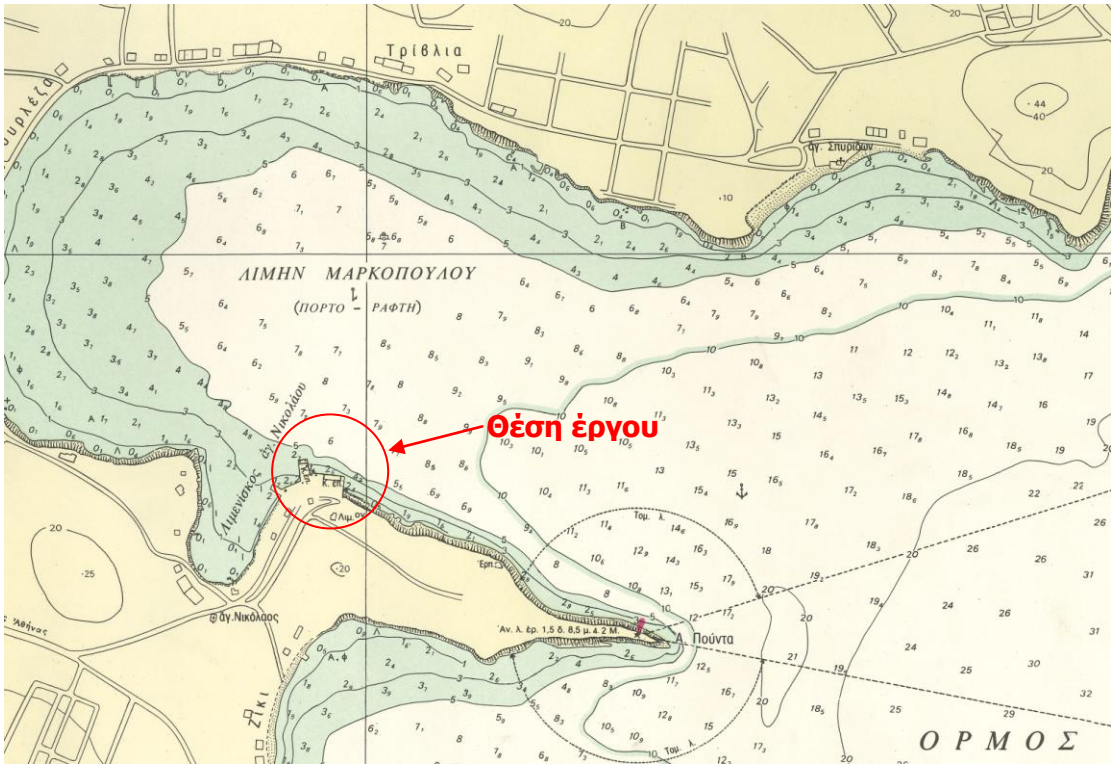
Η υπό μελέτη λιμενική εγκατάσταση υπάγεται διοικητικά στο Δήμο Μαρκοπούλου – Μεσογαίας της Περιφερειακής Ενότητας Ανατολικής Αττικής, ο οποίος παρέμεινε αμετάβλητος σύμφωνα με το Πρόγραμμα Καλλικράτης (Ν. 3852/2010 – ΦΕΚ 87^{A} 07/06/2010). Χωροθετείται στο νοτιοανατολικό άκρο του μυχού του όρμου Μαρκοπούλου και είναι ανοιχτή προς τα ανατολικά με άνοιγμα εισόδου περί τα 700m. Στα ανοιχτά του λιμένα απαντώνται οι βραχονησίδες Ραφτοπούλα και Ράφτης, όπου κατά την αρχαιότητα κατασκευάσθηκαν δύο αγάλματα με σκοπό να προειδοποιούν τα ερχόμενα πλοία λειτουργώντας ως φάροι της εποχής.

Σχήμα 2-1: Θέση λιμένα Αγίου Νικολάου Μαρκοπούλου

Ο λιμένας Μαρκοπούλου από αρχαιοτάτων χρόνων υπήρξε πύλη εισόδου της Αττικής προς τα νησιά του Αιγαίου και τον Εύξεινο Πόντο, όπως μαρτυρείται από σειρά αρχαιολογικών ευρημάτων στην ευρύτερη περιοχή. Τα νεότερα χρόνια το «Πόρτο Ράφτη» εξυπηρετούσε πρωτίστως εμπορικούς σκοπούς (τσιγάρα, κρασί κ.ά), ενώ μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970 χρησιμοποιήθηκε και ως επιβατικό λιμάνι,

συνδέοντας την Αττική με τα νησιά των νότιων Κυκλάδων (Ε/Γ – Ο/Γ «Μεγαλόχαρη», «Σκίρων» κ.ά.). Σήμερα στο λιμένα Μαρκοπούλου εξυπηρετείται σημαντικός αριθμός αλιευτικών και τουριστικών σκαφών.

Ο λιμένας Μαρκοπούλου αποτελείται από παραλιακά κρηπιδώματα βορείου προσανατολισμού συνολικού μήκους περί τα 90m, σε τμήμα των οποίων εντοπίζονται εκτεταμένες φθορές με αποτέλεσμα η πρόσδεση σκαφών επί σειρά ετών να καθίσταται απαγορευτική. Δύο προβλήτες προεκβάλλουν αφενός προς τα βόρεια με μήκος περί τα 50m και αφετέρου προς τα βορειοανατολικά με μήκος περί τα 23m.



Σχήμα 2-2: Θέση έργου επί αποσπάσματος ναυτικού χάρτη

2.2 Ανεμολογικά στοιχεία

Για την πρόγνωση του κυματικού κλίματος της περιοχής χρησιμοποιούνται τα διαθέσιμα ανεμολογικά στοιχεία του Μ.Σ. των Σπατών (Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος) τα οποία αφορούν σε μετρήσεις της περιόδου από το 1974 έως το 2015 (βλ. **Παράρτημα Α**).

Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι βόρειοι με συχνότητα εμφάνισης 24,57%, οι βορειοανατολικοί με συχνότητας εμφάνισης 22,38%, και οι νοτιοδυτικοί με συχνότητα εμφάνισης 8,41%. Νηνεμία εμφανίζεται ετησίως σε ποσοστό 17,02% περίπου.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα ανεμολογικά στοιχεία, η μέγιστη ένταση του ανέμου που έχει καταγραφεί είναι τα 9Β με συχνότητα εμφάνισης 0,01% προερχόμενου από τη βόρεια διεύθυνση.

Τα αναλυτικά διαθέσιμα ανεμολογικά στοιχεία σε ετήσια βάση δίδονται στον ακόλουθο Πίνακα και παρουσιάζονται γραφικά στο Σχήμα 2-3.

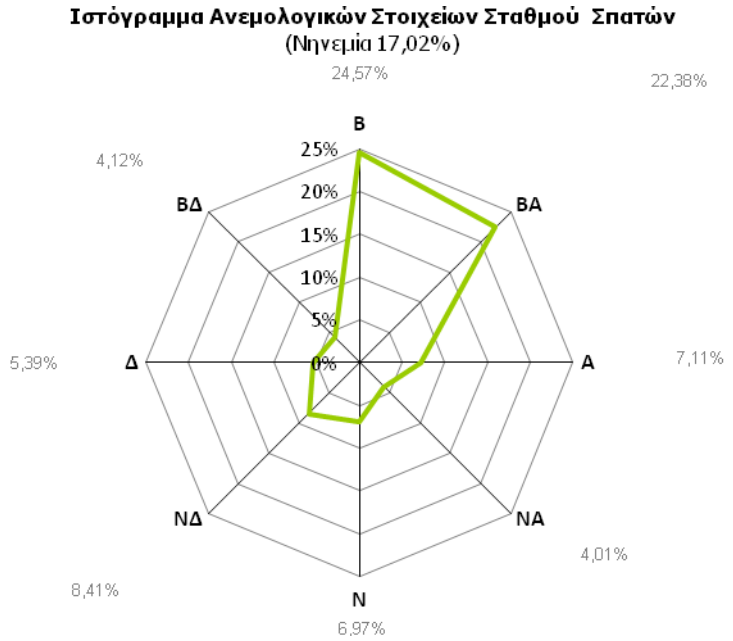
Πίνακας 2-1: Ανεμολογικά στοιχεία (Ε.Μ.Υ.) του μετεωρολογικού σταθμού Σπατών της περιόδου 1974-2015

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE

Όνομα Σταθμού	Κωδικός Σταθμού	Γεωγ.Μήκος Σταθμού	Γεωγ.Πλάτος Σταθμού	Ύψος Σταθμού (m)	Περίοδος
ΣΠΑΤΑ	16741	37,92	23,93		1/1/974 ΕΩΣ 31/12/2015

ΕΤΗΣΙΟ

Διεύθυνση		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CLM/VRB	SUM
Beaufort	0	0,020	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,010	16,060	16,13
Beaufort	1	3,120	1,410	0,940	0,820	1,570	0,940	1,580	1,390	0,960	12,73
Beaufort	2	5,040	4,960	2,800	1,730	2,200	2,130	1,670	1,340		21,87
Beaufort	3	6,340	6,180	2,570	1,230	1,560	2,620	1,120	0,890		22,51
Beaufort	4	6,580	5,980	0,750	0,200	1,070	2,190	0,800	0,400		17,97
Beaufort	5	2,430	2,860	0,030	0,020	0,350	0,350	0,160	0,070		6,27
Beaufort	6	0,780	0,880	0,010	0,010	0,140	0,160	0,040	0,020		2,04
Beaufort	7	0,190	0,090	0,000	0,000	0,050	0,020	0,010	0,000		0,36
Beaufort	8	0,060	0,010	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000		0,09
Beaufort	>= 9	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,01
SUM		**24,570**	**22,380**	**7,110**	**4,010**	**6,970**	**8,410**	**5,390**	**4,120**	**17,02**	**100**



Σχήμα 2-3: Ιστόγραμμα ανεμολογικών στοιχείων σταθμού Σπατών

2.3 Εκτίμηση κυματικού κλίματος

2.3.1 Εισαγωγή

Η εκτίμηση των χαρακτηριστικών των κυματισμών που προωθούνται στην περιοχή της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάστασης κρίνεται σκόπιμη για το σχεδιασμό των προβλεπόμενων εργασιών αποκατάστασης στο ανατολικό όριο του έργου, ήτοι της διαστασιολόγησης της θωράκισης με φυσικούς ογκολίθους του τμήματος όπου έχει καταρρεύσει πλήρως ο προϋφιστάμενος κρηπιδότοιχος με αποτέλεσμα τη σχεδόν πλήρη διαρροή του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος και των ανάντη επιχώσεων.

2.3.2 Στατιστική επεξεργασία ανεμολογικών στοιχείων

Σύμφωνα με τη γεωγραφία και τον προσανατολισμό της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάσταση, οι κυματισμοί οι οποίοι μπορούν να προσβάλλον την περιοχή του έργου αντιστοιχούν σε ανέμους προερχόμενους από τον ευρύτερο βορειοανατολικό τομέα (Β, ΒΑ και Α). Συνεπώς, για τις ανάγκες της παρούσας και ειδικότερα για τον καθορισμό των χαρακτηριστικών των κυματισμών σχεδιασμού εξετάζονται οι βόρειες, βορειοδυτικές και ανατολικές διευθύνσεις ανεμοπνοής.

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. Για τη διαστασιολόγηση των προτεινόμενων εξωτερικών έργων, επελέγησαν δύο χαρακτηριστικοί κυματισμοί ανά διεύθυνση, σχετικά με την πιθανότητα εμφάνισής των στη χρονική διάρκεια ζωής του έργου. Ειδικότερα:

- 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 100 ετών με πιθανότητα υπέρβασης σε διάρκεια 50 ετών 39,50%.

- Για τον υπολογισμό των παροχών υπερπήδησης (overtopping) πάνω από έργα προστασίας που ήθελε επιλεγούν λαμβάνεται κυματισμός με σημαντικά μικρότερη περίοδο επαναφοράς, ήτοι 10 ετών.

Στη διαδικασία στατιστικής επεξεργασίας των ανεμολογικών στοιχείων, η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά στο **Παράρτημα Α** της παρούσας, εξετάσθηκαν οι κατανομές των Gumbel Και Weibull δύο και τριών παραμέτρων, από την οποία προέκυψε ότι η χρήση της κατανομής Weibull των τριών παραμέτρων αποδίδει ακριβέστερα τις μετρήσεις του Μ.Σ. Σπατών, βάσει της μεθόδου Anderson-Darling (Goodness-of-Fit).

Οι εντάσεις σχεδιασμού που υπολογίσθηκαν για την πρόγνωση των χαρακτηριστικών των ανεμογενών κυματισμών που προωθούνται στην περιοχή του υπό μελέτη έργου παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 2-2: Ταχύτητες ανέμου σχεδιασμού περιόδου επαναφοράς 100 και 10 ετών

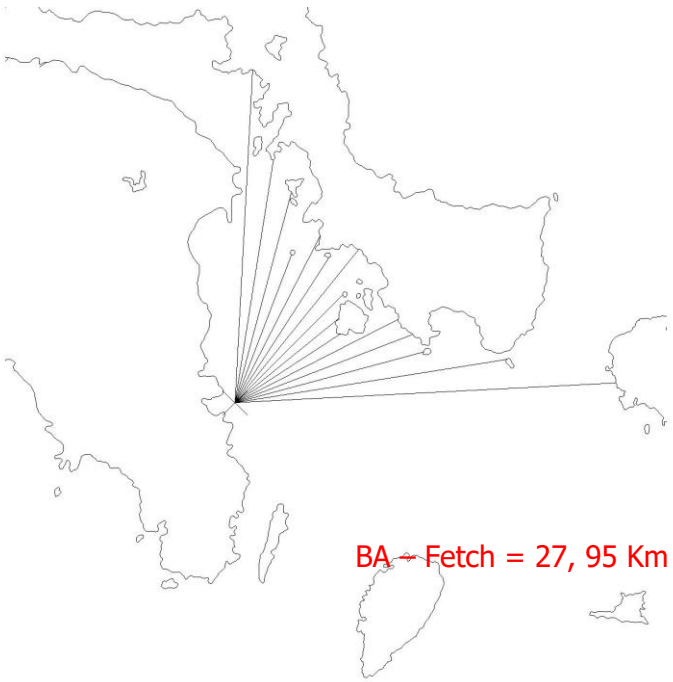
Διεύθυνση Ανέμου	**Περίοδος Επαναφοράς** (έτη)	**Ένταση** (m/sec)	**Ένταση** (Knots)	**Ένταση** (B)
B	100	24,20	46,80	9
	10	20,03	38,90	8
BA	100	21,20	41,30	9
	10	17,77	34,50	8
A	100	11,90	23,20	6
	10	9,88	19,20	5

2.3.3 Χαρακτηριστικά κυματισμών στα ανοιχτά

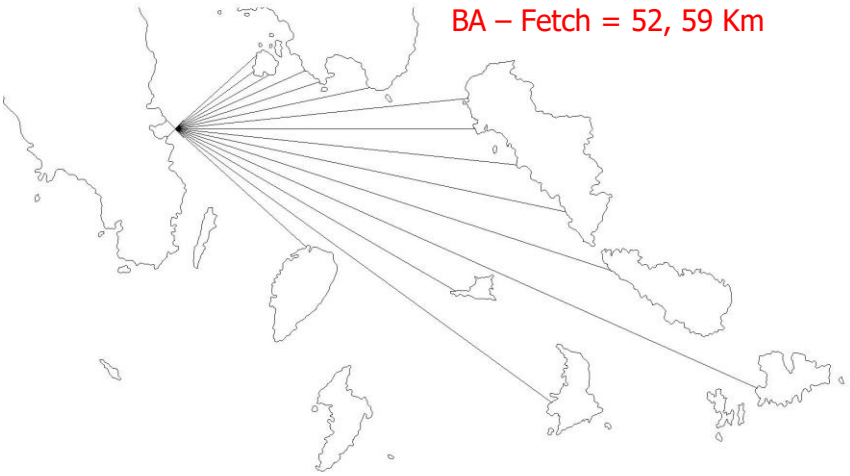
Ελλείψει άλλων καταγραφών, για την εκτίμηση των χαρακτηριστικών μεγεθών των κυμάτων που προσβάλλουν το υπό μελέτη έργο, εφαρμόζεται το αριθμητικό ομοίωμα κατά Sverdrup - Munk - Bretshneider (S.M.B.), όπως αυτό περιγράφεται στο Shore Protection Manual (C.E.R.C, 1977). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, τα μεγέθη του χαρακτηριστικού κύματος (H_S - μέσες τιμές του 1/3 των μεγαλύτερων κυμάτων του ενεργειακού φάσματος υπολογισμού) υπολογίζονται σε συνάρτηση με το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους (F), την ταχύτητα (U_{10} - μετρημένης σε 10m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας) και την διάρκεια (t_d) πνοής του ανέμου που δημιουργεί τον κυματισμό.

Τα αναπτύγματα πελάγους των τριών εξεταζόμενων διευθύνσεων (F) δίδονται στα ακόλουθα Σχήματα.

Σχήμα 2-4: Ανάπτυγμα πελάγους (F) βόρειας διεύθυνσης προώθησης



Σχήμα 2-5: Ανάπτυγμα πελάγους (F) βορειοανατολικής διεύθυνσης προώθησης



Σχήμα 2-6: Ανάπτυγμα πελάγους (F) ανατολικής διεύθυνσης προώθησης

Το ενεργό ανάπτυγμα που προέκυψε για τη βόρεια διεύθυνση είναι ίσο με 23,66 Km, για τη βορειοανατολική διεύθυνση ίσο με 27,95 Km και για την ανατολική διεύθυνση 52,59 Km.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου S.M.B. για τις τρεις εξεταζόμενες διευθύνσεις παρατίθενται συνοπτικά στους κάτωθι Πίνακες (βλ. **Παράρτημα Β**)

Πίνακας 2-3: Χαρακτηριστικά κυματισμών σχεδιασμού για περίοδο επαναφοράς T_R =100 έτη

Τομέας	Βόρειος	Βορειοανατολικός	Ανατολικός
Μέση διεύθυνση προώθησης κυματισμών	0°	45°	90°
Ενεργό ανάπτυγμα τομέα F (Km)	23,66	27,95	52,59
U_{10} (m/sec)	24,20	21,20	11,90
H_s (m)	2,58	2,37	1,52
T_s (sec)	6,15	5,95	4,90
t_d (hrs)	1,85	2,26	5,01

Πίνακας 2-4: Χαρακτηριστικά κυματισμών σχεδιασμού για περίοδο επαναφοράς T_R = 10 έτη

Τομέας	Βόρειος	Βορειοανατολικός	Ανατολικός
Μέση διεύθυνση προώθησης κυματισμών	0°	45°	90°
Ενεργό ανάπτυγμα τομέα F (Km)	23,66	27,95	52,59
U_{10} (m/sec)	20,03	17,77	9,88
H_s (m)	2,07	1,92	1,21
T_s (sec)	5,55	5,40	4,37
t_d (hrs)	2,05	2,48	5,56

Από τα ανωτέρω στοιχεία προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή χαρακτηριστικού ύψους κύματος (H_s) προέρχεται από το βόρειο τομέα εξαιτίας της μεγαλύτερης εμφανιζόμενης ταχύτητας ανεμοπνοής. Επιπρόσθετα, παρά το γεγονός ότι το ανάπτυγμα πελάγους από τον ανατολικό τομέα είναι σημαντικά μεγαλύτερο έναντι των υπολοίπων τομέων, ωστόσο το υπολογισθέν χαρακτηριστικό ύψος κύματος (H_s) στα ανοιχτά της περιοχής μελέτης είναι σημαντικά μικρότερο εξαιτίας της μικρότερης εμφανιζόμενης ταχύτητας ανεμοπνοής.

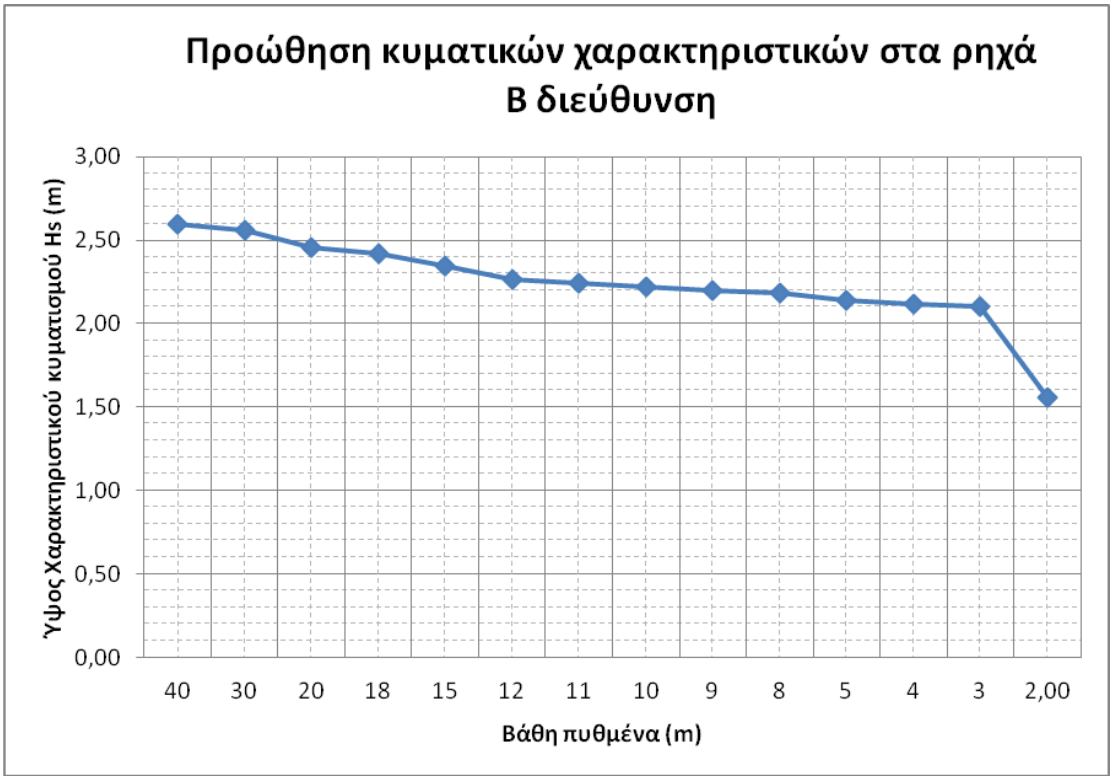
2.3.4 Προώθηση κυματισμών στα ρηχά – Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών

Στην ανωτέρω ενότητα παρουσιάσθηκαν στοιχεία κυματισμών που αφορούν σε συνθήκες ανοιχτής θαλάσσης, ήτοι στα σημεία γένεσης αυτών.

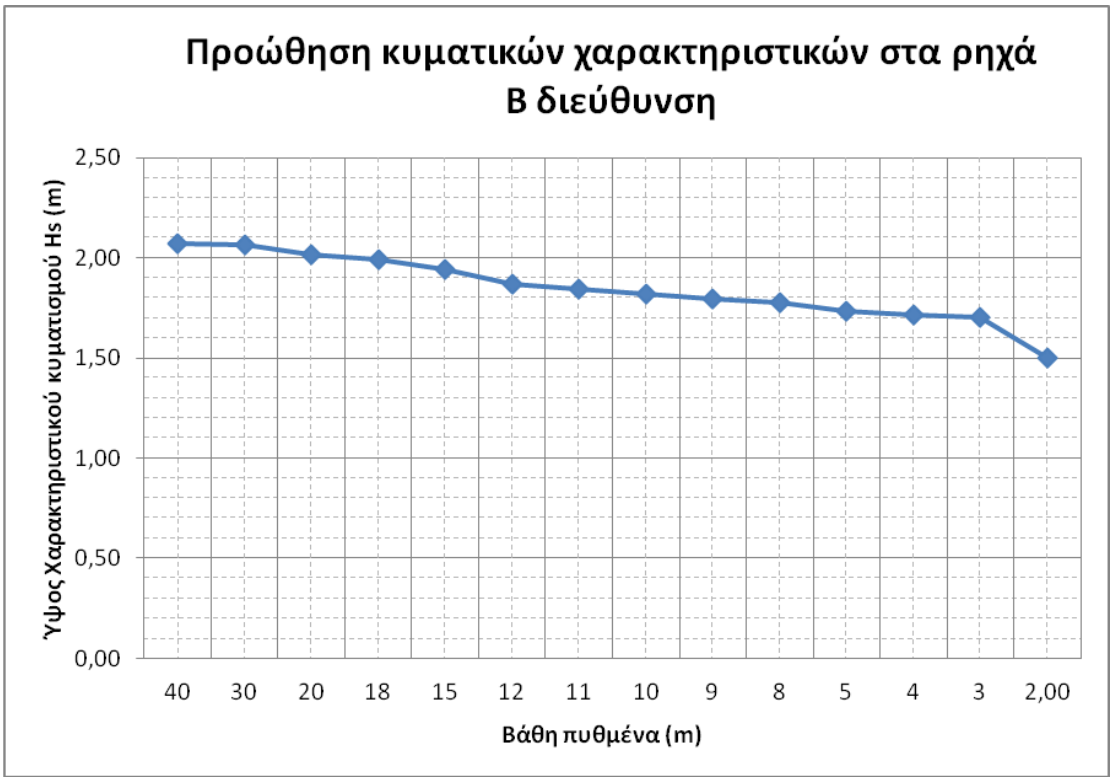
Κατά την προώθησή τους προς τα ρηχά τα χαρακτηριστικά των κυματισμών τροποποιούνται υπό την επίδραση των φαινομένων της ρήχωσης, της διάθλασης και υπό περίπτωση της περίθλασης, η οποία στην παρούσα μελέτη εξόχως συντηρητικά δεν λαμβάνεται υπόψη. Η εν λόγω διαφοροποίηση επιβάλλει την εύρεση των τροποποιημένων χαρακτηριστικών του κύματος (ύψος και μήκος) στην περιοχή του εξεταζόμενου έργου, έτσι ώστε να αποφευχθεί ενδεχόμενη υπερδιαστασιολόγηση των στρώσεων θωράκισης των εξεταζόμενων έργων.

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) (βλ. **Παράρτημα Γ**).

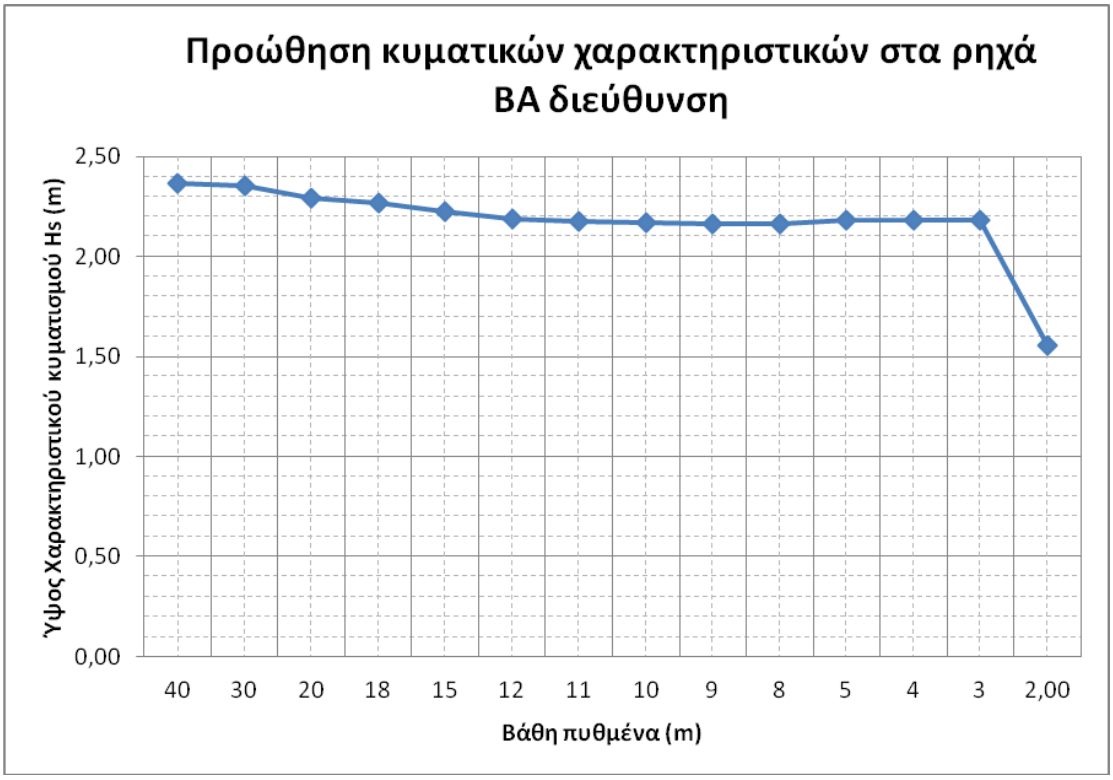
Στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζονται οι τιμές του χαρακτηριστικού ύψους H_s για τις τρεις διευθύνσεις σχεδιασμού και περιόδους επαναφοράς 100 και 10 έτη.



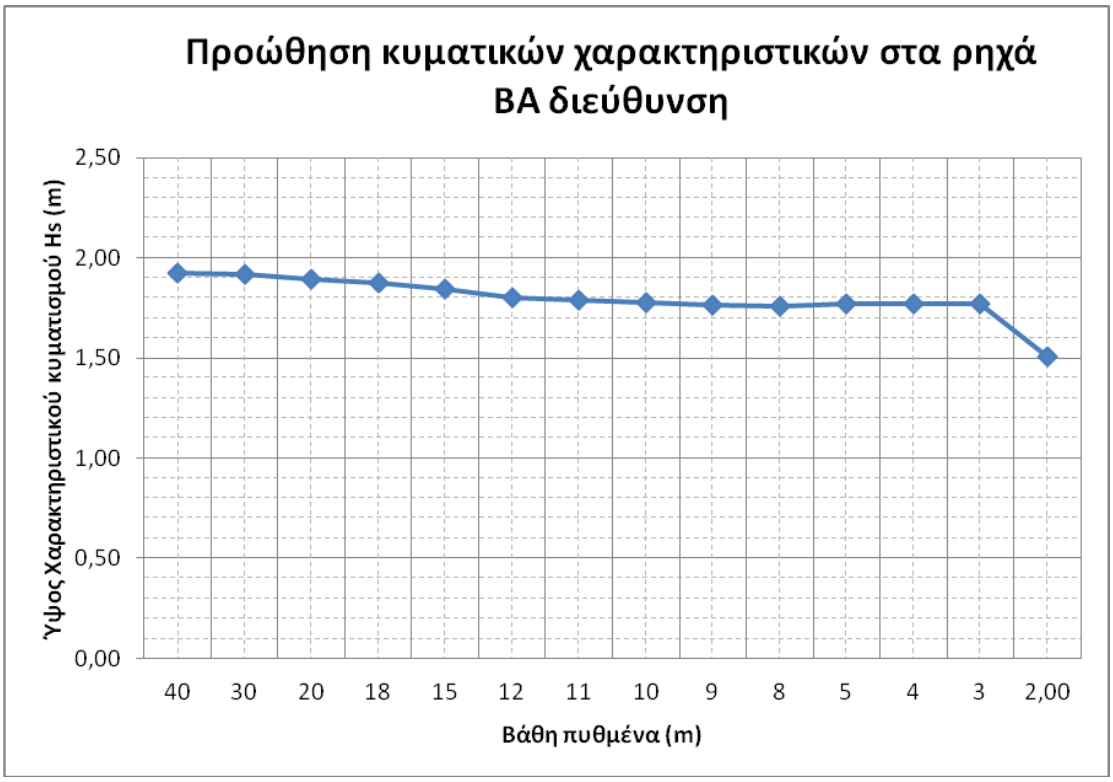
Διάγραμμα 2-1: Προώθηση κυματισμών βορείου τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=100 έτη



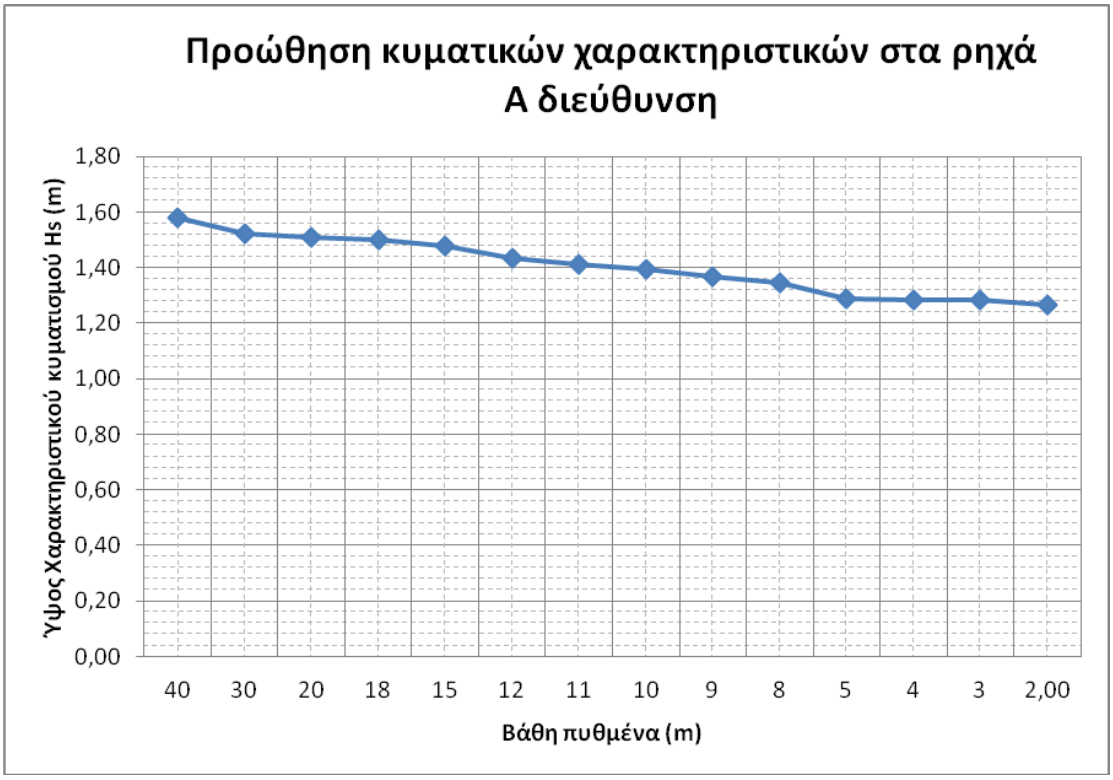
Διάγραμμα 2-2: Προώθηση κυματισμών βορείου τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=10 έτη



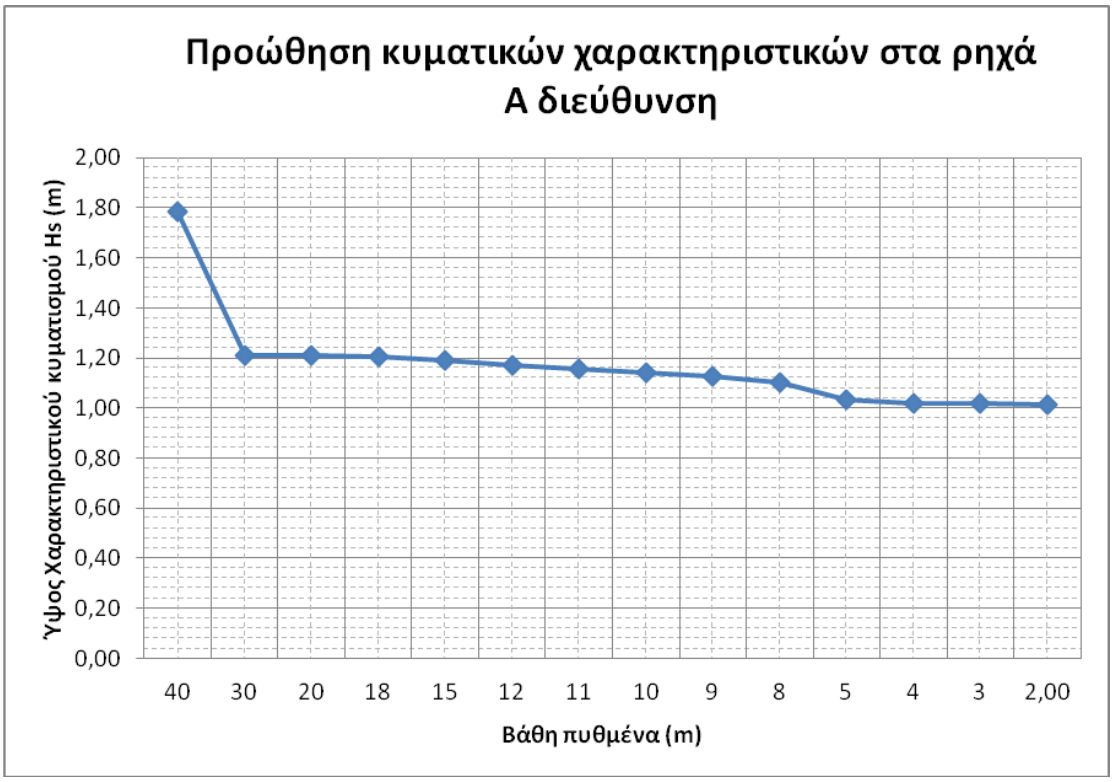
Διάγραμμα 2-3: Προώθηση κυματισμών βορειοανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=100 έτη



Διάγραμμα 2-4: Προώθηση κυματισμών βορειοανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=10 έτη



Διάγραμμα 2-5: Προώθηση κυματισμών ανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=100 έτη



Διάγραμμα 2-6: Προώθηση κυματισμών ανατολικού τομέα στα ρηχά για περίοδο επαναφοράς T_R=10 έτη

Για τη διαστασιολόγηση των λιμενικών έργων στην υπό μελέτη περιοχή, ήτοι της θωράκισης από φυσικούς ογκολίθους στο ανατολικό όριο του έργου, υπολογίσθηκαν οι προωθημένοι κυματισμοί $H_{1/10}$, οι οποίοι αντιστοιχούν στη μέση τιμή του 10% των υψηλότερων κυματισμών του φάσματος για περίοδο επαναφοράς T_R= 100 έτη.

Για την εκτίμηση των παροχών υπερπήδησης και εν τέλει της στέψης των έργων υπολογίσθηκαν οι προωθημένοι χαρακτηριστικοί κυματισοί H_s για περίοδο επαναφοράς T_R= 10 έτη και T_R= 100 έτη.

Επιπρόσθετα, από τα διαθέσιμα βυθομετρικά στοιχεία εκτιμήθηκε συντηρητικά ως αντιπροσωπευτικό ωφέλιμο βάθος στον πόδα των έργων ίσο με 5m μετρούμενο από τη Μ.Σ.Θ..

Στον ακόλουθο Πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των προωθημένων κυματισμών σχεδιασμού στην περιοχή του υπό μελέτη έργου.

Διεύθυνση Ανάπτυξης Κυματισμών	**Περίοδος Επαναφοράς** (έτη)	**Χαρακτηριστικά μεγέθη κυματισμών σχεδιασμού**			
		$H_{s,L}$ (m)	$H_{1/10,L}$ (m)	T_s (sec)	L_L (m)
B	100	2,14	2,71	6,15	39,43
	10	1,74	2,20	5,55	34,82
BA	100	2,18	2,77	5,95	37,82
	10	1,77	2,25	5,40	33,60
A	100	1,29	1,63	4,90	29,57
	10	1,03	1,31	4,37	25,32

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι οι κρίσιμοι κυματισμοί προέρχονται από τη βορειοανατολική διεύθυνση με χαρακτηριστικά $\mathbf{H_{1/10,\ L} = 2{,}77m}$ για περίοδο επαναφοράς 100 ετών, $\mathbf{H_{s,\ L} = 1{,}77m}$ για περίοδο επαναφοράς 10 ετών και $\mathbf{H_{s,\ L} = 2{,}18m}$ για περίοδο επαναφοράς 100 ετών.

Για την αποφυγή υπερδιαστασιολόγησης της διατομής και την απομείωση του αντίστοιχου κόστους κατασκευής του έργου, ελήφθη μειωτικός συντελεστής του ανωτέρω μέγιστου κυματισμού ($H_{1/10,\ L}$ = 2,77 m) από τον ακόλουθο Πίνακα για μέγιστο ποσοστό αναμενόμενης ζημιάς της τάξης του 15-20%. Το εν λόγω ποσοστό αντιστοιχεί πρακτικά σε εύλογες μετακινήσεις ή αναδιάταξη των ογκολίθων θωράκισης, εφόσον ξεπερασθεί ο κυματισμός σχεδιασμού στο χρόνο ζωής του έργου.

Πίνακας 2-5: Ποσοστό ζημιών έργων με πρανή συναρτήσει του ύψους κύματος και του τύπου θωράκισης

Unit		Damage (D) in Percent						
		0 to 5	5 to 10	10 to 15	15 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
Quarrystone (smooth)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
Quarrystone (rough)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.58[2]
Tetrapods & Quadripods	$H/H_{D=0}$	1.00	1.09	1.17[3]	1.24[3]	1.32[3]	1.41[3]	1.50[3]
Tribar	$H/H_{D=0}$	1.00	1.11	1.25[3]	1.36[3]	1.50[3]	1.59[3]	1.64[3]
Dolos	$H/H_{D=0}$	1.00	1.10	1.14[3]	1.17[3]	1.20[3]	1.24[3]	1.27[3]

<u>Βάσει των προεκτεθέντων ο κρίσιμος κυματισμός σχεδιασμού για τη διαστασιολόγηση της θωράκισης ανιστοιχεί σε H_{sd} = 2,77/1,27 = H =2,18 m.</u>

2.4 Στοιχεία ρευμάτων

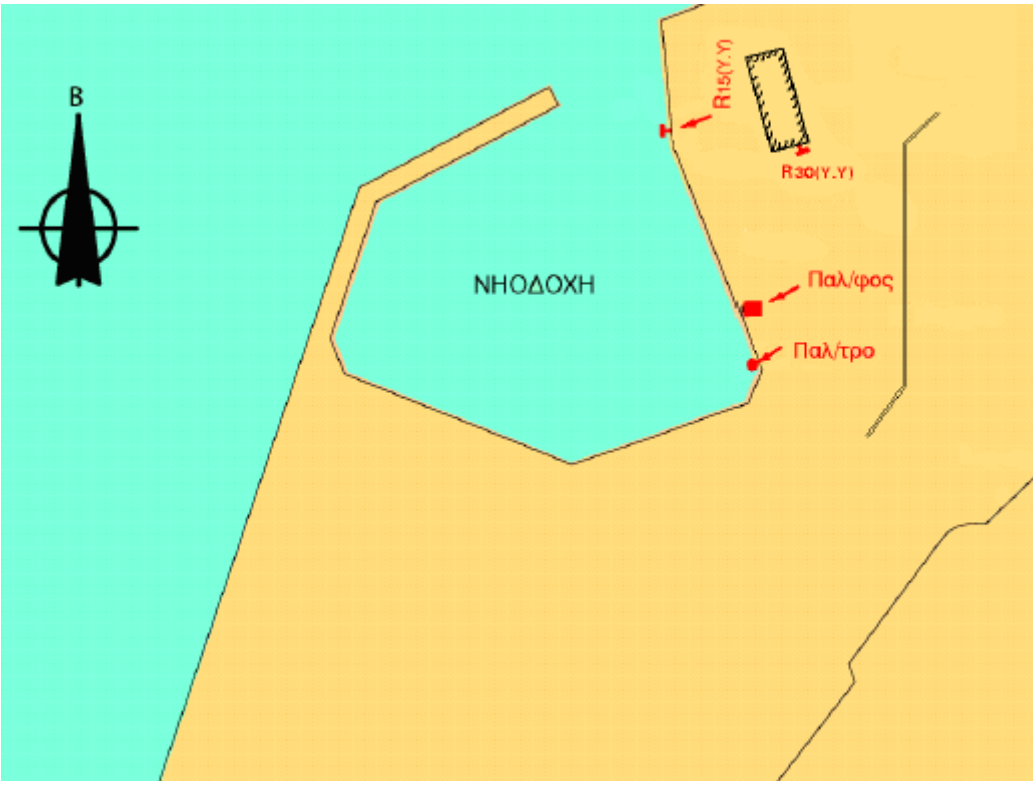
Στην περιοχή μελέτης δεν έχουν πραγματοποιηθεί ρευματομετρήσεις. Από το γεγονός ότι δεν υπάρχουν καταγεγραμμένες αναφορές για έντονα φαινόμενα σε Πλοηγούς προκύπτει το συμπέρασμα ότι τυχόν αναπτυσσόμενα ρεύματα είναι σχετικά μικρής έντασης και συνεπώς δεν εξετάζονται στο πλαίσιο της παρούσας κυματικής ανάλυσης.

2.5 Παλιρροιακά στοιχεία

Ως αντιπροσωπευτικό της περιοχής μελέτης, επιλέχθηκε το εγγύτερο εγκατεστημένο παλιρροιόμετρο της Ελληνικής Υδρογραφικής Υπηρεσίας στο λιμένα Πειραιώς, με καταγεγραμμένα στατιστικά στοιχεία 83 ετών (1333 – 2016) τα οποία παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακας 2-6. Σύμφωνα με τα εν λόγω στοιχεία παρατηρείται διαφορά μεταξύ της Κατώτατης Ρηχίας (Κ.Ρ.) και της Μέσης Στάθμης Θάλασσας (Μ.Σ.Θ.) 0,60 cm, ενώ μεταξύ της Μέγιστης Πλήμμης (Μ.Π.) και της Μ.Σ.Θ. 0,55 cm.

Πίνακας 2-6: Στατιστικά στοιχεία παλίρροιας λιμένα Πειραιά

Στοιχεία Παλίρροιας	Μέτρηση
Μέγιστο εύρος	0,29m
Μέσο εύρος	0,09m
Ελάχιστο εύρος	0,01m
Επάλλαξη	1,15m



Σχήμα 2-7: Στοιχεία παλιρροιογράφου λιμένα Πειραιώς

2.6 Εξυπηρετούμενα σκάφη

Σύμφωνα με τα χορηγηθέντα στοιχεία κίνησης, στο λιμένα Αγίου Νικολάου Πόρτο Ράφτη εξυπηρετούνται τα κάτωθι σκάφη:

- Περίπου δέκα (10) διερχόμενα μεγάλα επαγγελματικά αλιευτικά σκάφη (Γρι Γρι – Μηχανότρατες) μήκους 15 ÷ 30m
- Δεκαπέντε (15) μόνιμα μικρά επαγγελματικά αλιευτικά σκάφη (Δίχτυα – Παραγάδια) μήκους 6 ÷ 10m
- Δέκα (10) μόνιμα ή διερχόμενα ιστιοπλοϊκά σκάφη μήκους 7 ÷ 12m
- Πέντε (5) επιβατικά σκάφη (αναψυχής) μήκους 12 ÷ 20m
- Δύο (2) τουριστικά σκάφη μήκους 20m περίπου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες

Στην εσωτερική λιμενολεκάνη καθώς και στην ξύλινη προβλήτα ελλιμενίζονται περί τα εκατόν είκοσι (120) σκάφη (φουσκωτά – καμπινάτα – βάρκα) μήκους 4 ÷ 11m.

2.7 Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης

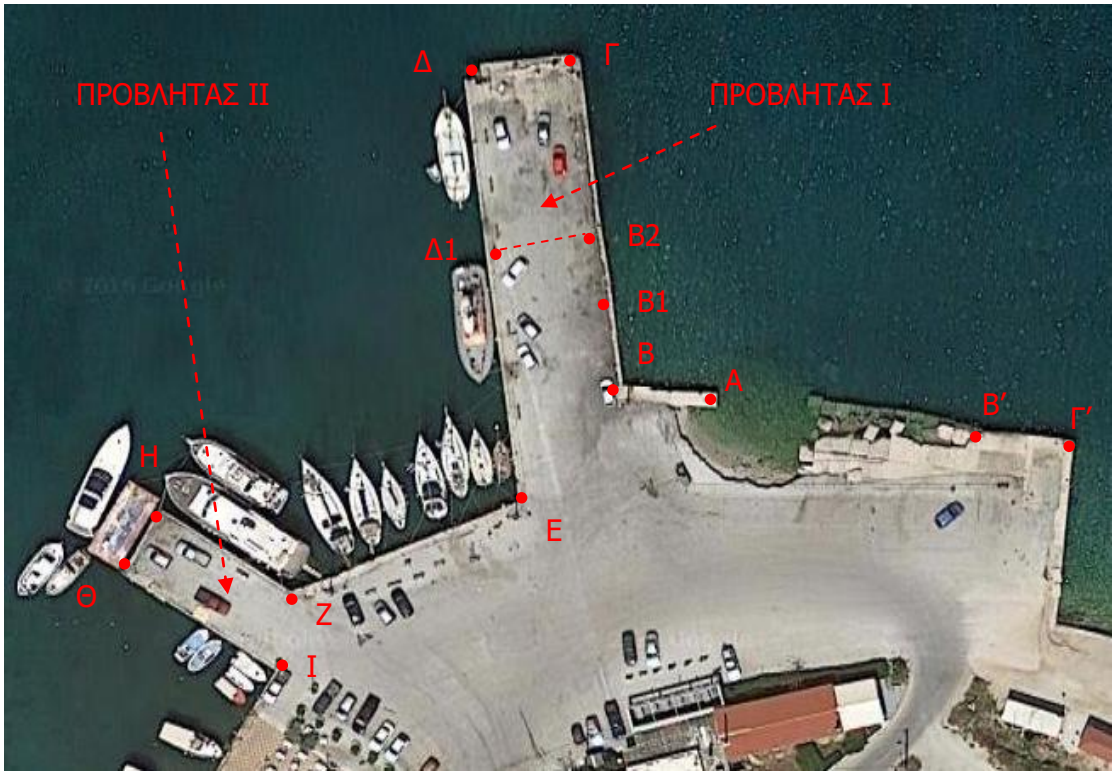
2.7.1 Περιγραφή - Σύντομο ιστορικό

Η υπό εξέταση λιμενική εγκατάσταση (βλ. Σχήμα 2-8) αποτελείται από παραλιακά κρηπιδώματα μήκους 63m (τμήμα Β-Γ') και 34m (τμήμα Ε-Ζ), καθώς και δύο (2) προβλήτες μήκους 50m (προβλήτας Ι) και 23m (προβλήτας ΙΙ) και χρησιμοποιείται σήμερα για την εξυπηρέτηση μικρών τουριστικών και αλιευτικών σκαφών που κινούνται κυρίως εντός του νότιου ευβοϊκού κόλπου, ούσα ήδη προ 30-ετίας στη σημερινή της μορφή.

Η εγκατάσταση είναι ένα έργο βαρύτητας που δομείται από επάλληλες στρώσεις πρόχυτων τεχνητών ογκολίθων. Σε κάθε στήλη είναι εμφανείς δύο (2) ή τρεις (3) τεχνητοί ογκόλιθοι, αναλογούντων των ωφέλιμων βαθών έμπροσθεν των στηλών. Στη στέψη των τεχνητών ογκολίθων έχει διαμορφωθεί χυτή εκ σκυροδέματος ανωδομή ύψους 1,20 έως 1,40m περίπου. Περιμετρικά της κεφαλής του προβλήτα Ι εντοπίζεται σύστημα προστασίας ποδός από πλάκες σκυροδέματος, το οποίο ελλείπει από τα υπόλοιπα τμήματα της εγκατάστασης ή τουλάχιστον δεν είναι ορατό εξαιτίας των φυσικών προσχώσεων.

Το ανατολικό κρηπίδωμα (τμήμα Β-Γ'), στο οποίο η ανωδομή ήταν διαμορφωμένη υπό τη μορφή κεκλιμένου επιπέδου (ράμπα) για τον καταβιβασμό του καταπέλτη των Ε/Γ – Ο/Γ, έχει καταρρεύσει με αποτέλεσμα σήμερα η πρόσδεση σκαφών να είναι αδύνατη. Περαιτέρω, στην κεφαλή του προβλήτα Ι, όπου επίσης προϋφίσταντο κεκλιμένη ράμπα πρόσδεσης σκαφών, έχει καταρρεύσει μεγάλο τμήμα της ανωδομής με αποτέλεσμα την εκτεταμένη διαρροή υλικού των όπισθεν της ανωδομής επιχώσεων.

Κατόπιν συλλογής πληροφοριών από αλιείς και ναυτιλλομένους και εξέτασης ιστορικών αεροφωτογραφιών σημαντικού χρονικού βάθους, εξήχθη το συμπέρασμα ότι η υπό εξέταση λιμενική εγκατάσταση υλοποιήθηκε τμηματικά και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Τούτο κατεδείχθη και από τα ευρήματα της επιτόπιας αυτοψίας, ήτοι τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τον εξοπλισμό της ανωδομής των επί μέρους τμημάτων του έργου, καθώς και από το εύρος και τη θέση των διαπιστωθεισών ζημιών, όπως αναλυτικά περιγράφεται στη συνέχεια.



Σχήμα 2-8: Γενική διάταξη του υπό εξέταση έργου (1)
(πηγή υποβάθρου: google maps)

Σχήμα 2-9: Γενική διάταξη του υπό εξέταση έργου (2)
(πηγή υποβάθρου: www.tripinview.com)

Ειδικότερα, από τα διαθέσιμα στοιχεία προκύπτει ότι σε πρώτο στάδιο (περί το έτος 1976) κατασκευάσθηκαν τα ανατολικά κρηπιδώματα (τμήμα Β-Γ'), τμήμα του προβλήτα Ι καθώς και το σύνολο του προβλήτα ΙΙ (βλ. Εικόνα 2-1). Σε επόμενο στάδιο (περί το έτος 1980) επεκτάθηκαν προς θάλασσα οι χερσαίοι χώροι στα δυτικά κρηπιδώματα (τμήμα Ε-Ζ) καθώς ο προβλήτας Ι σε μήκος και πλάτος (βλ. Εικόνα 2-2). Στα μέσα της δεκαετίας του 1980 η υπό εξέταση λιμενική εγκατάσταση περιήλθε στη σημερινή της (θεωρητική) μορφή με την περαιτέρω επέκταση του προβλήτα Ι, εξυπηρετώντας αλιευτικά και φορτηγά πλοία μήκους έως και 60m (βλ. Εικόνα 2-3).

Σημειώνεται ότι η κατάρρευση του ανατολικού κρηπιδοτοίχου (τμήμα Α-Β') διαπιστώνεται ήδη από το έτος 1984 το οποίο αντιστοιχεί σε χρονικό διάστημα μόλις οκτώ (8) ετών περίπου από την αποπεράτωσή του.

Εικόνα 2-1: Άποψη της λιμενικής εγκατάστασης κατά την πρώτη περίοδο λειτουργίας από αεροφωτογραφία με ημ/νία λήψης το έτος 1976 (πηγή: Ε.Κ.ΧΑ. Α.Ε.)

Εικόνα 2-2: Άποψη της λιμενικής εγκατάστασης μετά την πρώτη επέκταση του Προβλήτα Ι από αεροφωτογραφία με ημ/νία λήψης το έτος 1984 (πηγή: Ε.Κ.ΧΑ. Α.Ε.)

Εικόνα 2-3: Άποψη της λιμενικής εγκατάστασης μετά τελευταία επέκταση του Προβλήτα Ι από αεροφωτογραφία με ημ/νία λήψης το έτος 1989 (πηγή: Ε.Κ.ΧΑ. Α.Ε.)

2.7.2 Ευρήματα επιτόπιας αυτοψίας

Τα ευρήματα της επιτόπιας αυτοψίας που διενεργήθηκε τόσο στα ύφαλα όσο και στα έξαλα τμήματα του έργου παρουσιάζονται για κάθε χαρακτηριστικό τμήμα, ήτοι για τα παραλιακά κρηπιδώματα και τους δύο προβλήτες, στα συνημμένα σχέδια κατόψεων και όψεων Λ02 & Λ03, συνοδευόμενα από φωτογραφικό υλικό των θέσεων όπου διαπιστώνονται άξιες λόγου ζημιές.

Τμήμα Α-Β (Χ.Θ. ±0,00m έως +13,10m)

Πρόκειται για το πλέον βλαμμένο τμήμα της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάστασης, καθότι όπισθεν του παραμένοντος κρηπιδότοιχου έχει διαρρεύσει το σύνολο σχεδόν των ανάντη επιχώσεων.

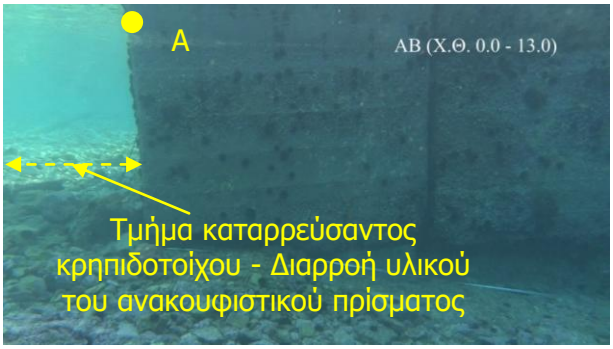
Η εν λόγω διαρροή οφείλεται στην πλήρη κατάρρευση του κρηπιδότοιχου στη γειτονία του υπό μελέτη έργου, ήτοι στα ανατολικά του σημείου Α και σε τμήμα (Α-Α΄-Β΄) μήκους 38m περίπου, με αποτέλεσμα η ίσαλος να έχει μετατοπισθεί προς την ενδοχώρα σε ζώνη μέγιστου πλάτους περί τα 10m. Η διαρροή εντοπίζεται εκτεταμένη στο Τμήμα Α-Α΄ όπου οι καταρρεύσαντες τεχνητοί ογκόλιθοι έχουν απομακρυνθεί από την περιοχή του έργου, σε αντίθεση με το τμήμα Α΄-Β΄ όπου η παραμονή ατάκτως ερριμένων τεχνητών ογκολίθων, θραυσμένων τμημάτων της ανωδομής και λοιπών εκ σκυροδέματος επιστρώσεων έχει ανασχέσει την περαιτέρω διαρροή του υλικού. Το ακραίο τμήμα Β΄-Γ΄ μήκους 11m περίπου, δεν φέρει εμφανείς φθορές, πέραν των αποσαθρωμένων χερσαίων επιστρώσεων, ενώ οι στήλες παραμένουν εν γένει σε ισορροπία.

Το τμήμα Α-Β αποτελείται από έξι (6) στήλες τεχνητών ογκολίθων πλάτους 2m και ύψους 1,40m. Το ύψος της εκ σκυροδέματος ανωδομής είναι περίπου 1,45m, η έδραση της οποίας τίθεται περί της ισάλου. Σε κάθε στήλη εμφαίνονται μόνον δύο (2) τεχνητοί ογκόλιθοι, με τον υποκείμενο εξ' αυτών να είναι σε όλος το μήκος μερικώς καλυμμένος από προσχώσεις. Τα ωφέλιμα βάθη έμπροσθεν του κρηπιδώματος κυμαίνονται από -1,50m (Σημείο Α) έως -2,10m (Σημείο Β), λαμβανόμενα από Μ.Σ.Θ. Από την ύφαλη αυτοψία παρατηρούνται κατακόρυφοι αρμοί έως 10 cm καθώς και αλληλοεμπλοκές περιορισμένου εύρους μεταξύ των στηλών του κρηπιδώματος. Στο δυτικό πέρας του τμήματος Α-Β και στη συναρμογή με το τμήμα Β-Γ παρατηρείται υπερμεγέθης αρμός της τάξεως των 70cm, ο οποίος εκτείνεται σε βάθος 1,50m από το μέτωπο της κρηπίδος (βλ. Εικόνα 2-7 & Εικόνα 2-8). Ο αρμός είναι μερικώς

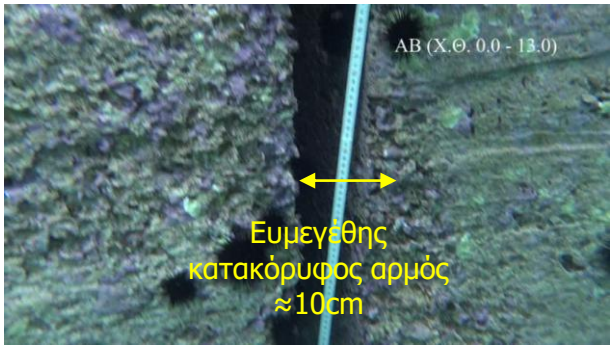
πληρωμένος από σακκόλιθους σκυροδέματος από παλαιότερη απόπειρα αποκατάστασης της ζημιάς.

Δεν παρατηρούνται υποσκαφές σε κανένα σημείο του τμήματος, το οποίο άλλωστε αναμενόταν από τη διακοπή της λειτουργίας του κρηπιδώματος για σημαντικό χρονικό διάστημα, λόγω των εκτεταμένων ζημιών στα ανατολικά. Έμπροσθεν του κρηπιδώματος δεν εμφαίνεται οποιοδήποτε σύστημα προστασίας ποδός.

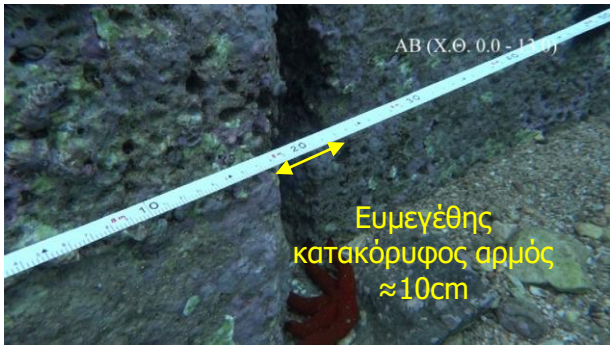
Όπως αναφέρθηκε το μεγαλύτερο τμήμα των έξαλων και ύφαλων επιχώσεων όπισθεν της ανωδομής έχει διαρρεύσει, ενώ για την ασφάλεια των διερχόμενων οχημάτων και πεζών έχουν τοποθετηθεί και προστατευτικά κιγκλιδώματα. Επί της εν γένει αποσαθρωμένης εκ σκυροδέματος ανωδομής, στην οποία είναι εμφανείς μεταγενέστερες διαδοχικές σκυροδετήσεις, παραμένουν δύο δέστρες σε προχωρημένο βαθμό οξείδωσης (Εικόνα 2-9).



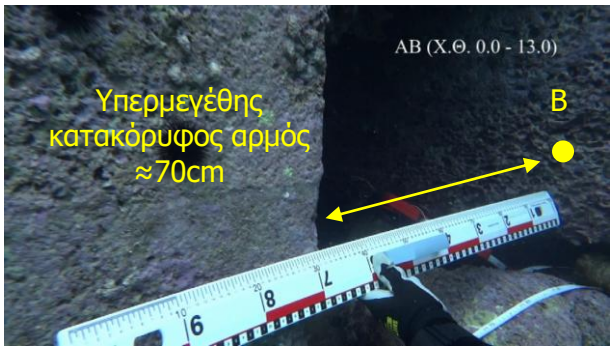
Εικόνα 2-4: Άποψη του κρηπιδώματος στο ανατολικό πέρας του τμήματος - Διακοπή συνέχειας και διαρροή του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος



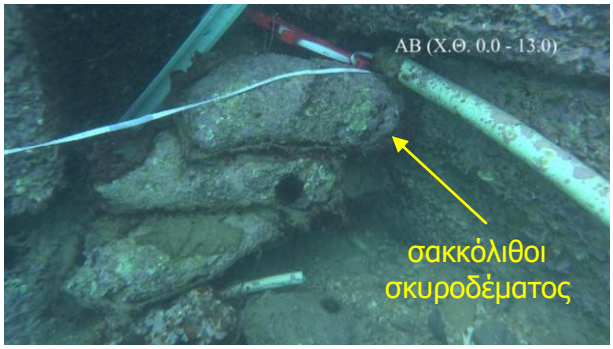
Εικόνα 2-5: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 2ης και της 3ης στήλης



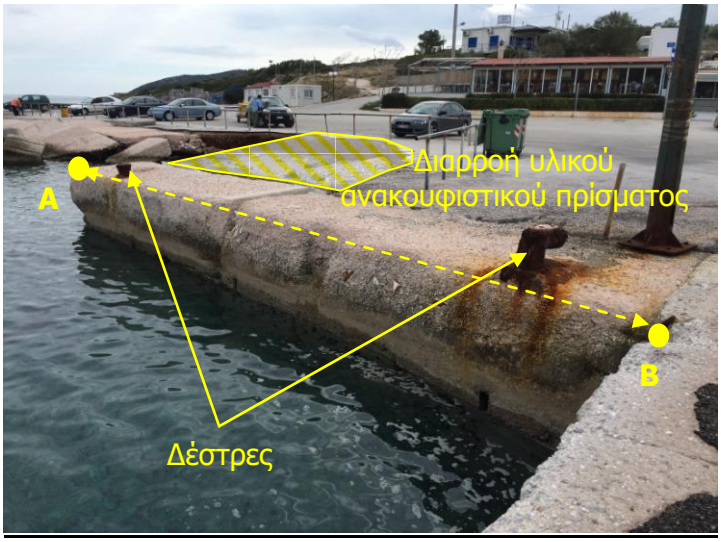
Εικόνα 2-6: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 4ης και της 5ης στήλης



Εικόνα 2-7: Υπερμεγέθης αρμός στο δυτικό πέρας του τμήματος στη συμβολή με τη ρίζα του Προβλήτα Ι



Εικόνα 2-8: Άποψη παλαιότερης επέμβασης αποκατάστασης από σακκολίθους σκυροδέματος



Εικόνα 2-9: Άποψη του χερσαίων χώρων του τμήματος Α-Β

<u>Τμήμα Β-Γ (Χ.Θ. +13,10m έως +59,10m)</u>

Πρόκειται για το ανατολικό μέτωπο του Προβλήτα Ι, το οποίο χρησιμοποιείται για την πρυμνο/πλαγιοδέτηση αλιευτικών σκαφών.

Τα ευρήματα της αυτοψίας καταδεικνύουν την κατασκευή του έργου στις τρεις διακριτές χρονικές περιόδους, καθώς εντοπίζονται υπερμεγέθεις αρμοί στα όρια συναρμογής παλαιότερων και νεότερων τμημάτων του έργου, στα οποία διαφοροποιείται και η γεωμετρική δομή του κρηπιδοτοίχου και του συστήματος προστασίας ποδός.

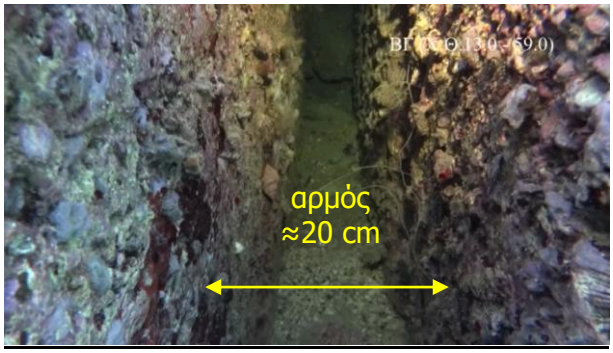
Ειδικότερα, το τμήμα Β-Β1 μήκους 15,50m περίπου, το οποίο είναι και το χρονικά προγενέστερο, αποτελείται από επτά (7) στήλες δύο (2) τεχνητών ογκολίθων, με τον υπερκείμενο εξ αυτών ύψους 1,25m περίπου, και τον υποκείμενο μερικώς καλυμμένο από τις προσχώσεις. Η στέψη του υπερκείμενου τεχνητού ογκολίθου τίθεται περί της ισάλου. Το βάθος στο συγκεκριμένο τμήμα κυμαίνεται από -2,10m έως -2,50m ακριβώς έμπροσθεν της κρηπίδος.

Στο εν λόγω τμήμα παρατηρούνται ευμεγέθεις κατακόρυφοι αρμοί έως και 20cm, οι οποίοι εκτείνονται σε σημαντικό βάθος όπισθεν του μετώπου (βλ. Εικόνα 2-10 & Εικόνα 2-11). Επιπρόσθετα παρατηρούνται και οριζόντιοι αρμοί έως 10cm, καθώς και αλληλοεμπλοκές μεταξύ γειτονικών στηλών.

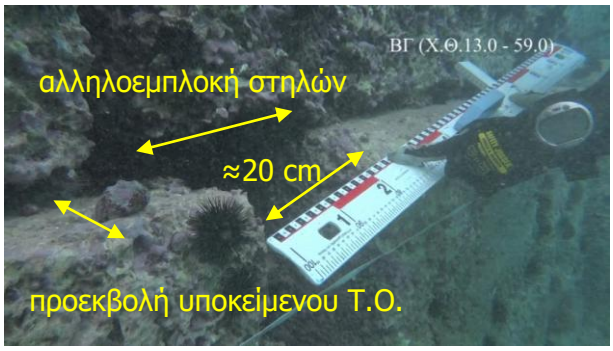
Μεταξύ των δύο (2) ακραίων στηλών του τμήματος παρατηρείται υπερμεγέθης αρμός της τάξεως των 70cm, ενώ εμφαίνεται και παλαιότερη επέμβαση αποκατάστασης με μερική πλήρωση του αρμού από σακκολίθους σκυροδέματος (βλ. Εικόνα 2-12). Η δε ακραία στήλη εμφαίνεται «βυθισμένη» έναντι των εκατέρωθεν στηλών, και ως εκ

τούτου έχει προκληθεί απόσχιση της ανωδομής με τον υποκείμενο τεχνητό ογκόλιθο, δημιουργώντας οπή ύψους 50cm περίπου στο μέτωπο του κρηπιδότοιχου η οποία είναι μερικώς καλυμμένη με λίθους (βλ. Εικόνα 2-13). Τούτο πιθανότατα οφείλεται στην υπονόμευση της έδρασης της στήλης κατά την εκτέλεση των εργασιών εκσκαφής του πυθμένα για τη θεμελίωση της επέκτασης του Προβλήτα Ι.

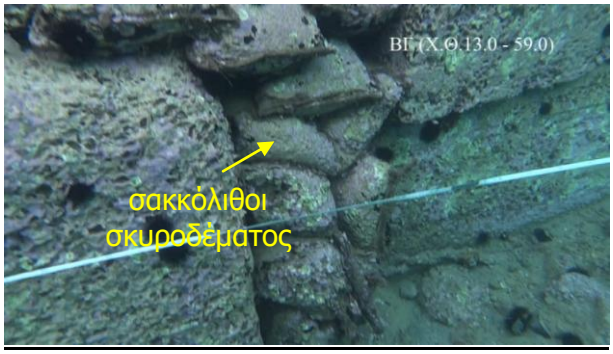
Στην έδραση του κρηπιδοτοίχου δεν καταγράφονται υποσκαφές παρά την απουσία οποιουδήποτε συστήματος προστασίας ποδός.



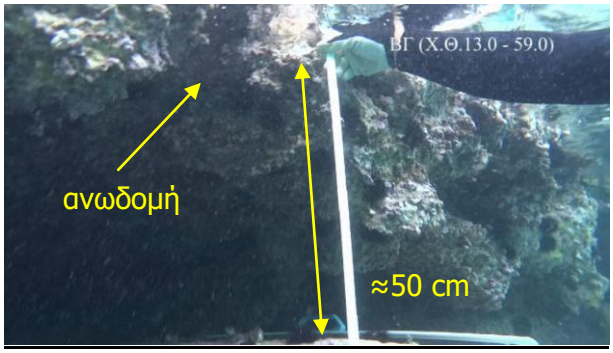
Εικόνα 2-10: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 2ης και 3ης στήλης



Εικόνα 2-11: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 3ης και 4ης στήλης

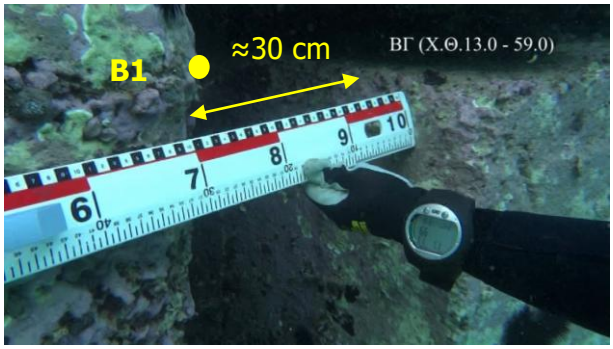


Εικόνα 2-12: Άποψη παλαιότερης επέμβασης αποκατάστασης από σακκολίθους σκυροδέματος μεταξύ 5ης και 6ης στήλης

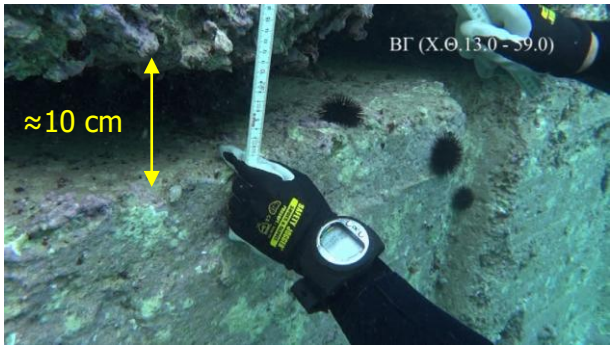


Εικόνα 2-13: Απόσχιση ανωδομής και υποκείμενου Τ.Ο. στην ακραία στήλη του τμήματος Β-Β1

Στο τμήμα Β1-Β2 μήκους περίπου 10m, αποτελεί χρονικά μεταγενέστερη προέκταση του τμήματος Β-Β1, στη σύνδεση των οποίων παρατηρείται ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός της τάξεως των 30cm (βλ. Εικόνα 2-14). Στο συγκεκριμένο τμήμα, το οποίο συντίθεται εκ τεσσάρων (4) στηλών τεχνητών ογκολίθων, παρατηρούνται ευμεγέθεις κατακόρυφοι αρμοί στο μέτωπο του κρηπιδοτοίχου που φθάνουν μέχρι τα 20cm. Η 1η στήλη του τμήματος εμφαίνεται «βυθισμένη» έναντι των γειτονικών στηλών, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση οριζόντιου αρμού μεταξύ των τεχνητών ογκολίθων της στήλης 10cm περίπου (βλ. Εικόνα 2-15). Τα ωφέλιμα βάθη έμπροσθεν του κρηπιδότοιχου κυμαίνονται από -2,50m έως -3,60m περίπου. Στο σύνολο του τμήματος δεν παρατηρούνται υποσκαφές παρά την απουσία οποιουδήποτε συστήματος προστασίας ποδός.



Εικόνα 2-14: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός στο όριο των τμημάτων Β-Β1 και Β1-Β2

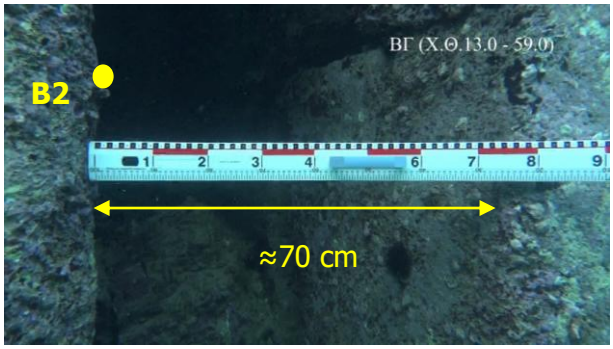


Εικόνα 2-15: Οριζόντιος αρμός μεταξύ των Τ.Ο. στην 1η στήλη του τμήματος Β1-Β2

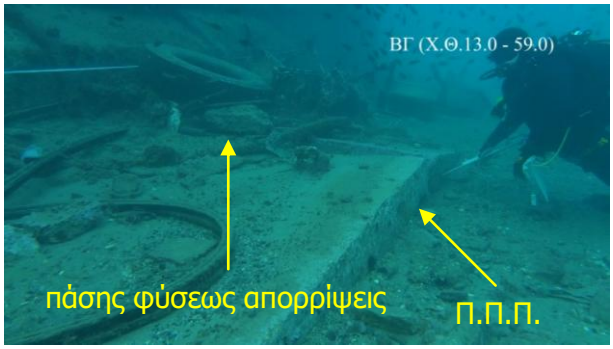
Το ακραίο τμήμα Β2-Γ του κρηπιδότοιχου μήκους 22m περίπου, το οποίο είναι και το πλέον πρόσφατο χρονικά, διαφοροποιείται έναντι των υπολοίπων καθότι τα ωφέλιμα βάθη αυξάνονται σημαντικά με αποτέλεσμα να είναι εμφανής ο τεχνητός ογκόλιθος έδρασης σε όλο το μήκος του τμήματος. Επιπρόσθετα αποτελεί και το μόνο τμήμα το οποίο διαθέτει σύστημα προστασίας ποδός από πλάκες σκυροδέματος μήκους 2,50m και πάχους 20cm περίπου, οι οποίες είναι εμφανείς στα πρώτα 15m. Κάθε στήλη αποτελείται από τεχνητούς ογκολίθους πλάτους 2m και ύψους 1,50m, ενώ τα ωφέλιμα βάθη έμπροσθεν του κρηπιδότοιχου κυμαίνονται από -3,60m έως -4,60m στην κεφαλή του προβλήτα.

Οι καταγεγραμμένες βλάβες στο συγκεκριμένο τμήμα του κρηπιδοτοίχου εντοπίζονται αφενός στο όριο συναρμογής των τμημάτων Β1-Β2 και Β2-Γ και αφετέρου μεταξύ των δύο ακραίων στηλών στην κεφαλή του προβλήτα όπου διαπιστώνονται υπερμεγέθεις κατακόρυφοι αρμοί της τάξεως των 70 και 50cm αντίστοιχα (βλ. Εικόνα 2-16 & Εικόνα 2-18). Στο υπόλοιπο τμήμα η δομή του κρηπιδοτοίχου είναι εν γένει καλή, ενώ οι όποιοι εμφαινόμενοι κατακόρυφοι και οριζόντιοι αρμοί είναι ως επί το πλείστον λελογισμένου εύρους εν συγκρίσει με τα ευρήματα στα υπόλοιπα τμήματα του έργου.

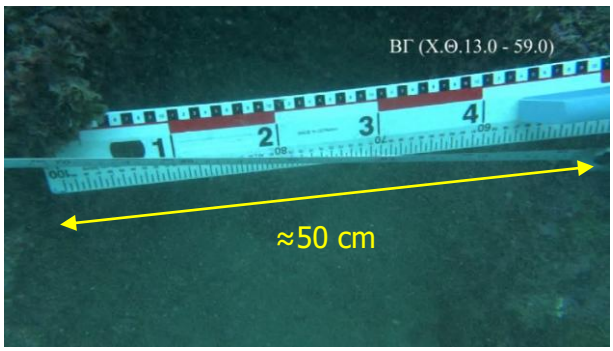
Έμπροσθεν του κρηπιδοτοίχου ωστόσο, εντοπίζονται πάσης φύσεως απορρίψεις από υλικά, όπως λάστιχα, μεταλλικά στοιχεία, κάβους κλπ., οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την απομείωση των λειτουργικών βαθών κατά τουλάχιστον 50cm (βλ. Εικόνα 2-17). Δεν εντοπίζονται προβλήματα υποσκαφών στην έδραση του κρηπιδοτοίχου.



Εικόνα 2-16: Υπερμεγέθης κατακόρυφος αρμός στο όριο των τμημάτων Β1-Β2 και Β2-Γ



Εικόνα 2-17: Άποψη της συστήματος προστασίας ποδός από πλάκες σκυροδέματος



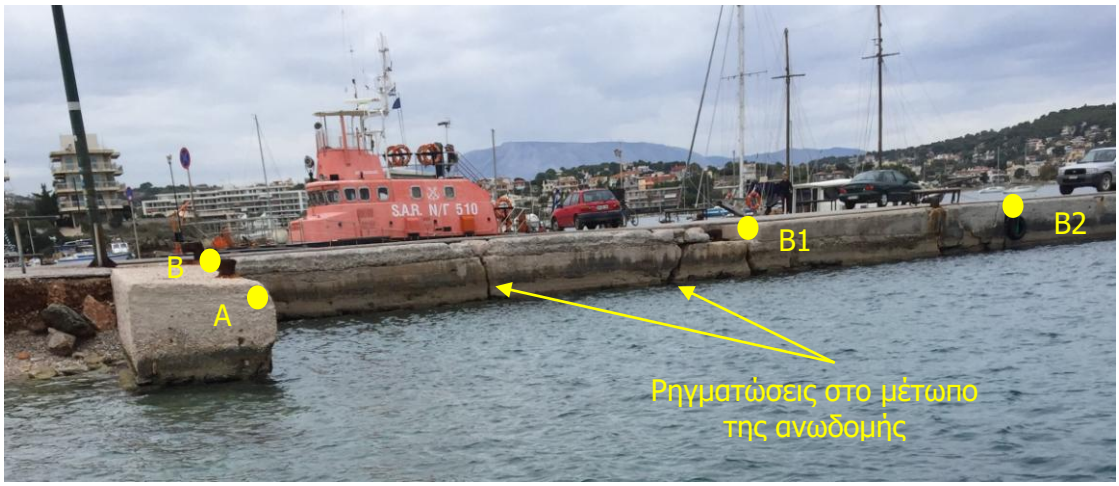
Εικόνα 2-18: Υπερμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ των ακραίων στηλών του τμήματος Β2-Γ

Από την αυτοψία που διενεργήθηκε στους όπισθεν της ανωδομής χερσαίους χώρους στο πλαίσιο της παρούσας, δεν διαπιστώθηκαν εκτεταμένες φθορές, το οποίο άλλωστε δεν θα ήταν δυνατόν καθόσον η επιφάνεια των χερσαίων χώρων έχει επιστρωθεί σχετικά πρόσφατα από ασφαλτική στρώση. Η τελική επιφάνεια της εκ σκυροδέματος ανωδομής, η οποία έχει προκύψει κατόπιν διαδοχικών σκυροδετήσεων σύγχρονες με τις εκάστοτε επεκτάσεις του προβλήτα, εμφαίνεται σε αρκετά σημεία έντονα αποσαθρωμένη. Επιπρόσθετα, σε πλείστα σημεία διαπιστώνονται ευμεγέθεις κατακόρυφες ρηγματώσεις στο μέτωπο της ανωδομής, οι οποίες διευρύνονται

εκατέρωθεν των εγκατεστημένων δεστρών, πιθανότατα από τις ισχυρές αναπτυσσόμενες ελκτικές τάσεις κατά την πρόσδεση των σκαφών.

Ο εξοπλισμός για την πρόσδεση των σκαφών, ο οποίος αποτελείται από πακτωμένες στην ανωδομή δέστρες (σε διάφορες στάθμες σχετιζόμενες με τη χρονική υλοποίηση του έργου) για την πρόσδεση μεγαλύτερων σκαφών, καθώς και από αγκυρωμένους στη μάζα της ανωδομής κρίκους για την πρόσδεση μικρότερων τουριστικών και αλιευτικών σκαφών, βρίσκεται στο σύνολό του σε προχωρημένο βαθμό οξείδωσης εξαιτίας του έντονα διαβρωτικού περιβάλλοντος.

Εικόνα 2-19: Άποψη του εξοπλισμού πρόσδεσης του τμήματος Β-Γ



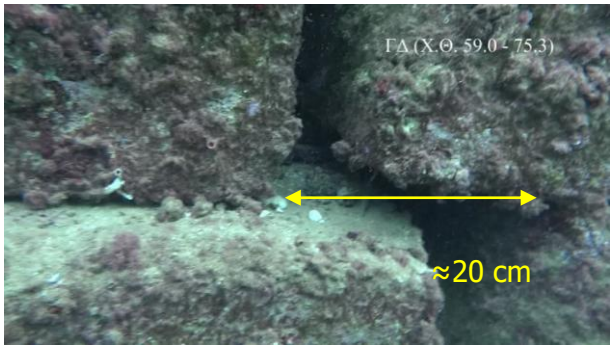
Εικόνα 2-20: Άποψη του μετώπου της εκ σκυροδέματος ανωδομής του τμήματος Β-Γ

Τμήμα Γ-Δ (Χ.Θ. +59,10m έως +75,30m)

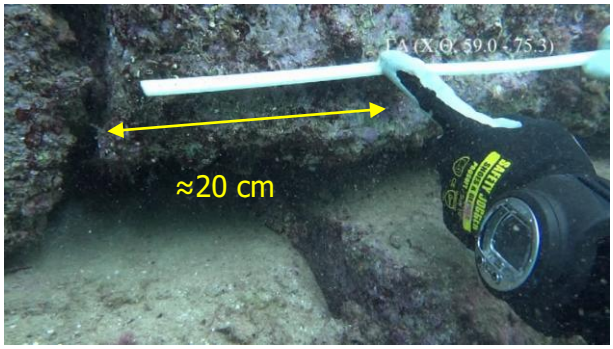
Πρόκειται για τμήμα μήκους 16,20m περίπου που αντιστοιχεί στην κεφαλή του Προβλήτα Ι και αποτελείται από οκτώ (8) στήλες, εκάστη από τις οποίες συντίθεται από τρεις (3) τεχνητούς ογκολίθους πλάτους 2m και ύψους 1,50m, στα εμφανή τμήματα. Δεν είναι ορατό οιοδήποτε σύστημα προστασίας ποδός, το οποίο είναι πιθανότατα καλυμμένο από τις προσχώσεις και τις πάσης φύσεως απορρίψεις.

Στο σύνολο του τμήματος εντοπίζονται ευμεγέθεις αρμοί έως 30cm (βλ. Εικόνα 2-24), καθώς και αλληλοεμπλοκές μεταξύ τεχνητών ογκολίθων γειτονικών στηλών (βλ Εικόνα 2-22 & Εικόνα 2-23). Έμπροσθεν του κρηπιδοτοίχου τα ωφέλιμα βάθη κυμαίνονται από -4,60m έως -3,50m, ενώ δεν καταγράφονται εμφανή προβλήματα υποσκαφών στην έδραση των στηλών.

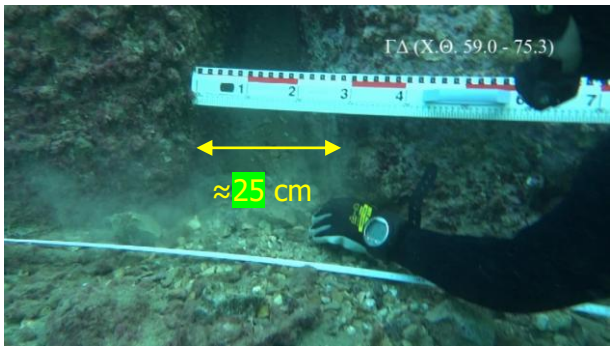
Εικόνα 2-21: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} στήλης



Εικόνα 2-22: Αλληλοεμπλοκή μεταξύ των Τ.Ο. 3^{ης} και 4^{ης} στήλης



Εικόνα 2-23: Αλληλοεμπλοκή μεταξύ των Τ.Ο. 4ης και 5ης στήλης

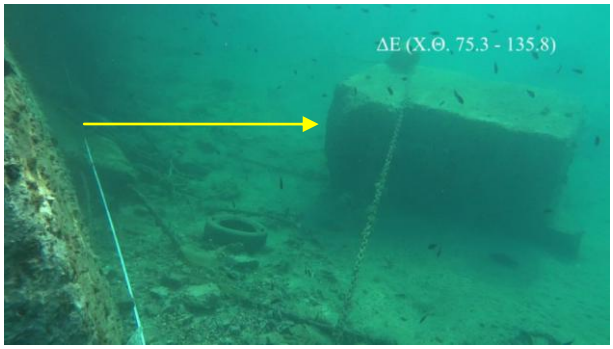


Εικόνα 2-24: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 7ης και 8ης στήλης

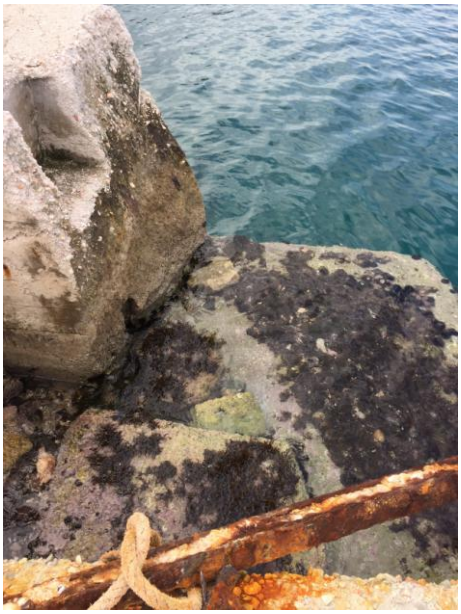
Το έξαλο τμήμα της κεφαλής του προβλήτα Ι, είναι διαμορφωμένο υπό τη μορφή κεκλιμένου επιπέδου (ράμπα), που παλαιότερα χρησιμοποιείτο για τον καταβιβασμό του καταπέλτη των εξυπηρετούμενων σκαφών.

Από την αυτοψία που εκτελέσθηκε στην ανωδομή και στους όπισθεν αυτής χερσαίους χώρους, διαπιστώνονται εκτεταμένες ζημίες που επικεντρώνονται στη συμβολή των τμημάτων Γ-Δ και Δ-Ε, όπου ογκώδες τμήμα της ανωδομής συμπεριλαμβανομένης μίας δέστρας, έχει αποκολληθεί και κείται επί του πυθμένα (βλ. Εικόνα 2-25 & Εικόνα 2-26). Ως απόρροια τούτου, μεγάλη ποσότητα του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος και των έξαλων επιχώσεων περί της βορειοδυτικής γωνίας του προβλήτα έχει διαρρεύσει στη θάλασσα εξαιτίας της σταδιακής απόπλυσης που συντελείται από φυσικές παραμέτρους (αναρρίχηση κυματισμών, βροχοπτώσεις κλπ.). Η εκτεταμένη διαρροή του υλικού έχει ως αποτέλεσμα τη θραύση των όπισθεν χερσαίων επιστρώσεων σε σημαντικό εύρος όπισθεν της κεφαλής του προβλήτα εξαιτίας των εκδηλωνόμενων καθιζήσεων (βλ. Εικόνα 2-27).

Στο σημείο έχουν απορριφθεί ατάκτως φυσικοί ογκόλιθοι και λοιπά οικοδομικά υλικά ως μία προσπάθεια αναπλήρωσης του απολεσθέντος υλικού καθώς και της ανάσχεσης της περαιτέρω διαρροής αυτού.



Εικόνα 2-25: Αποκολληθέν τμήμα της ανωδομής στη συμβολή των τμημάτων Γ-Δ και Δ-Ε



Εικόνα 2-26: Άποψη της ανωδομής στη συμβολή των τμημάτων Γ-Δ και Δ-Ε

Εικόνα 2-27: Άποψη των επιστρώσεων της προϋφιστάμενης ράμπας όπισθεν της ανωδομής

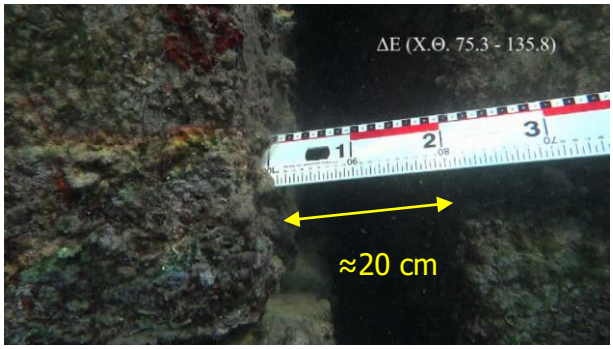
Τμήμα Δ-Ε (Χ.Θ. +75,30m έως +135,60m)

Πρόκειται για το δυτικό μέτωπο του Προβλήτα Ι, το οποίο χρησιμοποιείται για την πλαγιοδέτηση μικρών τουριστικών σκαφών και σκαφών του λιμενικού σώματος.

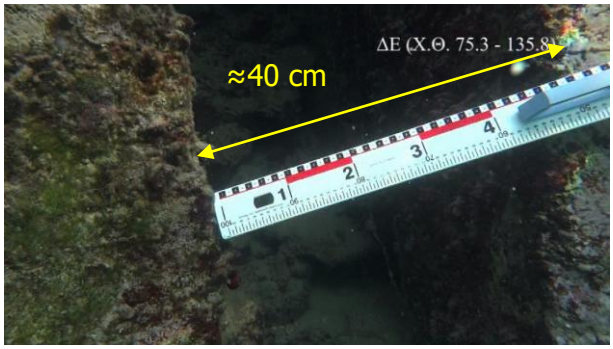
Σε αντιστοιχία με το ανατολικό τμήμα Α-Β και εδώ τα ευρήματα καταδεικνύουν την τμηματική κατασκευή του προβλήτα σε διακριτές χρονικές φάσεις. Η διαφοροποίηση έγκειται στο γεγονός ότι η υφιστάμενη γραμμή παραβολής διαμορφώθηκε κατά την πρώτη χρονικά επέκταση του προβλήτα, κατά την οποία διευρύνθηκε τόσο το μήκος όσο και το πλάτος αυτού. Τα ωφέλιμα βάθη κυμαίνονται από -4,70m στην κεφαλή του προβλήτα (Σημείο Δ) έως -2,00m στη συμβολή του προβλήτα με τα υφιστάμενα παραλιακή κρηπιδώματα (Σημείο Ε).

Ειδικότερα, η γεωμετρική δομή του κρηπιδοτοίχου στο τμήμα Δ-Δ1 μήκους 21m είναι παρόμοια με του κρηπιδότοιχου στο τμήμα Β2-Γ, αποτελούμενη από δέκα (10) στήλες τεχνητών ογκολίθων πλάτους 2m και ύψους 1,50m περίπου. Το εγκατεστημένο σύστημα προστασίας ποδός από πλάκες σκυροδέματος είναι μερικώς ορατό κατά μήκος του κρηπιδότοιχου. Οι οριζόντιοι και κατακόρυφοι αρμοί στο μέτωπο του κρηπιδοτοίχου είναι στις περισσότερες στήλες εν γένει λελογισμένου εύρους. Οι πάσης φύσεως απορρίψεις (ελαστικά φορτηγών και μηχανημάτων, κάβοι, μεταλλικά στοιχεία κλπ.) έχουν ως αποτέλεσμα τη σημαντική απομείωση των λειτουργικών βαθών έμπροσθεν του κρηπιδοτοίχου. Μεταξύ των τεχνητών ογκολίθων έδρασης της 10^{ης} και της 11^{ης} στήλης εντοπίζεται κατακόρυφος αρμός 20cm (βλ. Εικόνα 2-28).

Μεταξύ των ακραίων στηλών του τμήματος Δ1-Ε εντοπίζεται υπερμεγέθης κατακόρυφος αρμός εύρους 40cm (βλ. Εικόνα 2-29).

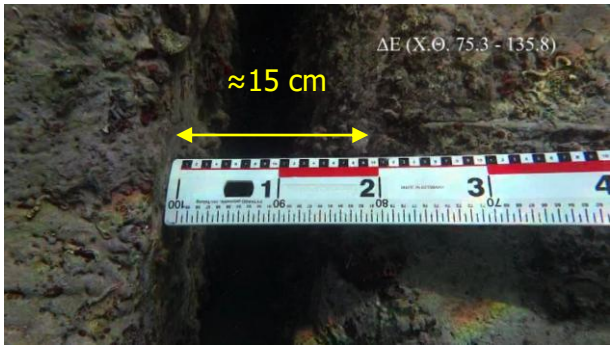


Εικόνα 2-28: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ 10^{ης} και 11^{ης} στήλης

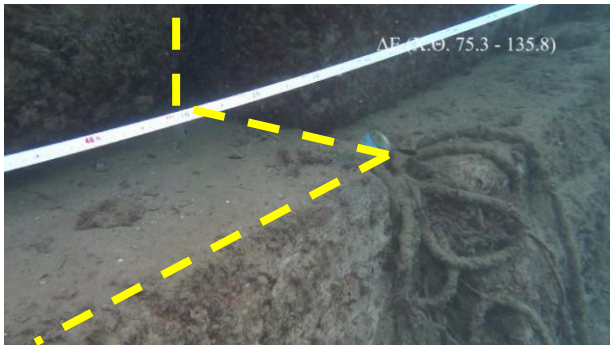


Εικόνα 2-29: Υπερμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ των ακραίων στηλών του τμήματος Δ1-Ε

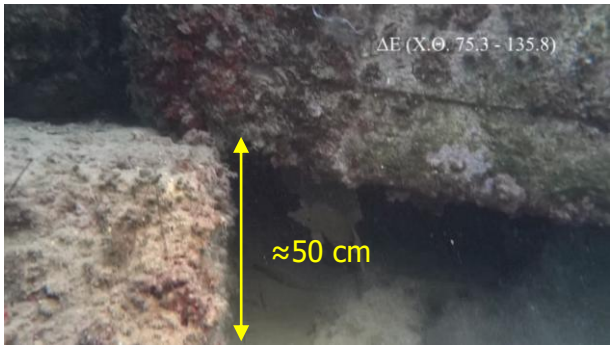
Η «εικόνα» του τμήματος Δ1-Ε του προβλήτα είναι αντίστοιχη του ανατολικού τμήματος Β-Β1-Β2. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούνται ευμεγέθεις κατακόρυφοι αρμοί και οριζόντιοι αρμοί καθώς και αλληλοεμπλοκές μεταξύ των τεχνητών ογκολίθων γειτονικών στηλών. Σε αρκετές δε στήλες διαπιστώνονται αποκλίσεις από την θεωρητικό κατακόρυφο με τεχνητούς ογκολίθους να προεκβάλλουν έναντι υπερκειμένων και το αντίστροφο. Περί της Χ.Θ.+126,30 ο τεχνητός ογκόλιθος έδρασης εφιππεύει τεχνητό ογκόλιθο γειτονικής στήλης, δημιουργώντας έτσι κενό ύψους 50cm περίπου στο μέτωπο του κρηπιδοτοίχου (βλ. Εικόνα 2-32).



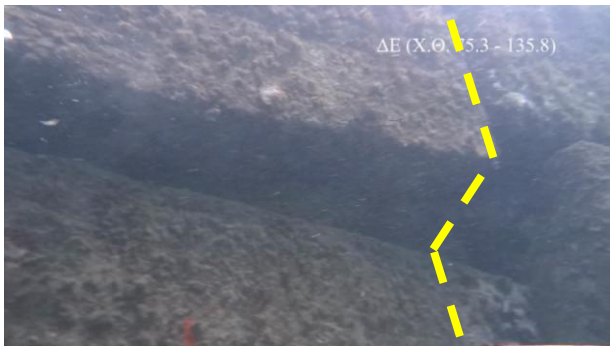
Εικόνα 2-30: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός τμήματος Δ-Δ1



Εικόνα 2-31: Προεκβάλλων τ.ο. έναντι υπερκειμένου



Εικόνα 2-32: Εφιππεύων τ.ο. έδρασης έναντι έτερου γειτονικής στήλης



Εικόνα 2-33: Προεκβάλλων τ.ο. έναντι υποκειμένου

Από την αυτοψία που διενεργήθηκε στο έξαλο τμήμα του κρηπιδώματος, διαπιστώνεται προχωρημένη αποσάθρωση της τελικής επιφάνειας της εκ σκυροδέματος ανωδομής. Στους όπισθεν αυτής χερσαίους χώρους δεν εντοπίζονται σημαντικές φθορές, το οποίο άλλωστε αναμενόταν εξαιτίας της σχετικά πρόσφατης ασφαλτόστρωσης. Ο εξοπλισμός της ανωδομής αποτελείται από δέστρες και κρίκους ενσωματωμένους στη μάζα της ανωδομής, οι οποίοι στο σύνολό τους βρίσκονται σε προχωρημένο βαθμό οξείδωσης, καθώς και από προσκρουστήρες πλευρικής φόρτισης εξ ελαστικών τροχών προσδεδεμένων με αλυσίδες ή σχοινιά σε κρίκους.

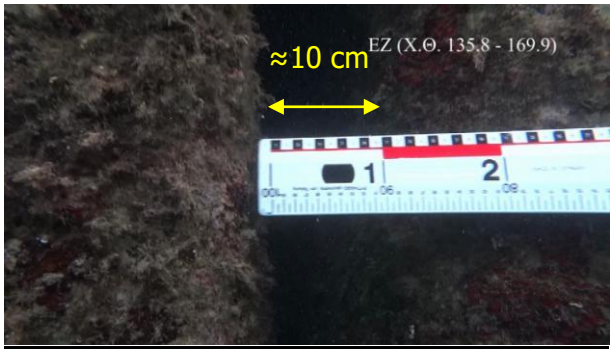
Η «εικόνα» του κατακόρυφου μετώπου της ανωδομής είναι εν γένει σε καλύτερη κατάσταση σε σχέση με το ανατολικό μέτωπο, το οποίο αποδίδεται στη μεταγενέστερη χρονικά κατασκευή του.

Εικόνα 2-34: Άποψη της ανωδομής και του εξοπλισμού πρόσδεσης του τμήματος Δ-Ε

<u>Τμήμα Ε-Ζ (Χ.Θ. +135,60m έως +169,60m)</u>

Το συγκεκριμένο τμήμα μήκους 34m περίπου, αποτελείται στο εμφανές τουλάχιστον τμήμα του, από στήλες δύο (2) τεχνητών ογκολίθων, με τον υποκείμενο εξ αυτών να είναι σε όλο το μήκος μερικώς καλυμμένος από προσχώσεις. Τα ωφέλιμα βάθη έμπροσθεν του κρηπιδώματος κυμαίνονται από -2,20m έως -1,60m λόγω της πληθώρας απορρίψεων από διάφορα οικοδομικά υλικά, μεγάλο αριθμό ελαστικών, μεταλλικά τεμάχια κ.ά. Σε κανένα σημείο δεν είναι εμφανές οιοδήποτε σύστημα προστασίας ποδός, ενώ ως αναμενόταν δεν καταγράφονται προβλήματα υποσκαφών. Στο συγκεκριμένο τμήμα εντοπίζονται ως επί το πλείστο κατακόρυφοι αρμοί αντίστοιχου μεγέθους (έως 10cm) με τα υπόλοιπα τμήματα έργου. Στην ακραία στήλη του δυτικού πέρατος του τμήματος (Σημείο Ζ) ελλείπει ο τεχνητός ογκόλιθος έδρασης, ο οποίος έχει πληρωθεί με σακκολίθους εκ σκυροδέματος.

Όπως και στα υπόλοιπα υπό εξέταση τμήματα του έργου, στην επιφάνεια της ανωδομής έχουν υλοποιηθεί μη έντεχνες διαδοχικές στρώσεις σκυροδέματος μέχρι την υφιστάμενη σήμερα τελική επιφάνεια. Ο δε εξοπλισμός της ανωδομής (δέστρες, κρίκοι, αλυσίδες κλπ.) βρίσκεται σε προχωρημένο βαθμό οξείδωσης και χρήζει άμεσης αντικατάστασης.



Εικόνα 2-35: Ευμεγέθης κατακόρυφος αρμός μεταξύ των στηλών περί της Χ.Θ.+160,00

Εικόνα 2-36: Εκτεταμένες απορρίψεις έμπροσθεν του κρηπιδώματος

Εικόνα 2-37: Πλήρωση του ελλείποντος τ.ο. έδρασης (Σημείο Ζ) από σακκολίθους σκυροδέματος

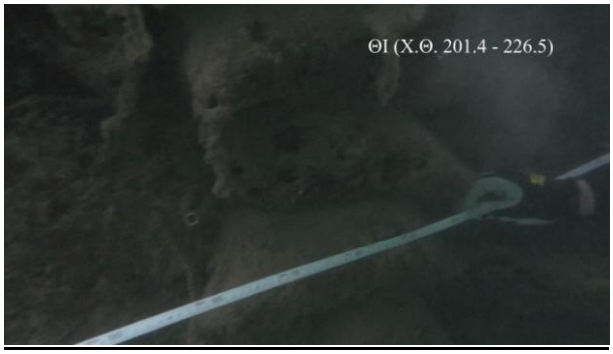
Εικόνα 2-38: Άποψη της υφιστάμενης ανωδομής καθώς και του εγκατεστημένου εξοπλισμού εξυπηρέτησης σκαφών

Τμήμα Ζ-Η-Θ-Ι (Χ.Θ. +169,60m έως +226,30m)

Πρόκειται για το δυτικό προβλήτα ΙΙ της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάστασης, ο οποίος αποτελείται από στήλες δύο (2) τεχνητών ογκολίθων καθ' ύψος στο εμφανές τμήμα του. Είναι το πλέον επιβαρυμένο τμήμα από απορρίψεις πάσης φύσεως ογκωδών υλικών της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάστασης, με αποτέλεσμα τη σημαντική απομείωση των ωφέλιμων βαθών ακριβώς έμπροσθεν του κρηπιδοτοίχου, τα οποία κυμαίνονται από -1,70 έως -2,40m (στο δυτικό μέτωπο του προβλήτα). Οι κατακόρυφοι αρμοί που εντοπίζονται είναι εν γένει μικρότερου εύρους έναντι των προηγούμενων τμημάτων μην ξεπερνώντας τα 10cm. Στο νοτιοδυτικό όριο του προβλήτα (Σημείο Ι) εμφαίνονται σακκόλιθοι σκυροδέματος, οι οποίοι υποδηλώνουν παλαιότερη επέμβαση αποκατάστασης αρμού. Στην ανωδομή και στους όπισθεν αυτής χερσαίους χώρους δεν διαπιστώνονται φθορές άξιες λόγου.

Εικόνα 2-39: Κατακόρυφος αρμός μεταξύ τεχνητών ογκολίθων γειτονικών στηλών περί της Χ.Θ. +220,10m

Εικόνα 2-40: Απορρίψεις πάσης φύσεως υλικών



Εικόνα 2-41: Άποψη παλαιότερης επέμβασης αποκατάστασης από σακκολίθους σκυροδέματος στο νοτιοδυτικό πέρας του προβλήτα Ι (Σημείο Ι)

2.7.3 Φιλοσοφία σχεδιασμού προτεινόμενων τεχνικών παρεμβάσεων

Βάσει των ευρημάτων που συλλέχθηκαν από τις διενεργηθείσες αυτοψίες των ύφαλων και έξαλων τμημάτων του έργου, προκύπτει ότι οι εργασίες αποκατάστασης στα πλαίσια της παρούσας θα πρέπει να επικεντρωθούν:

- στην αποκατάσταση της ακεραιότητας του μετώπου των κρηπιδωμάτων καθώς σε μεγάλο τμήμα των κρηπιδωμάτων διαπιστώνονται ευμεγέθεις και υπερμεγέθεις αρμοί ή ρηγματώσεις. Σημειώνεται ότι η παρουσία διευρυμένων κυρίως κατακόρυφων αρμών έχει ως αποτέλεσμα τη διαρροή των λεπτότερων κλασμάτων των υλικών του ανακουφιστικού πρίσματος. Το επιθυμητό και σύμφωνα με τους κανόνες της τεχνικής και τις Διεθνείς Συστάσεις πλάτος αρμού για την αποφυγή εμφάνισης τέτοιων φαινομένων κυμαίνεται μεταξύ 3÷5cm (το μέγιστο αποδεκτό άνω όριο). Η διαρροή ποσοστού από το υλικό του ανακουφιστικού πρίσματος από τους εν λόγω αρμούς, οδηγεί τοπικά σε κωφώσεις στην εσωτερική πλευρά των κρηπιδωμάτων, αλλά και σε κατά τόπους σημειακές στηρίξεις των χερσαίων επιστρώσεων στην περί του μετώπου περιοχή. Το εν λόγω φαινόμενο επιτείνεται από το γεγονός της μη τήρησης των καθορισμένων προδιαγραφών διαβάθμισης των λιθορριπών του ανακουφιστικού πρίσματος, με αποτέλεσμα τα λεπτότερα κλάσματα των λιθορριπών να εμφανίζονται προσαυξημένα και συνεπώς το ποσοστό απώλειας υλικού να είναι αντίστοιχα μεγαλύτερο. Στην υπό μελέτη λιμενική εγκατάσταση δεν διαπιστώνονται φαινόμενα καθιζήσεων στους χερσαίους χώρους, το οποίο άλλωστε αναμενόταν εξαιτίας της σχετικά πρόσφατα ασφαλτοστρωμένης τελικής επιφάνειας.
- στην επισκευή των κρηπιδωμάτων στην κεφαλή του προβλήτα Ι, όπου τμήμα της ανωδομής έχει καταρρεύσει με συνακόλουθη απώλεια των υλικών του ανακουφιστικού πρίσματος και των επιχώσεων.
- στην επισκευή των αποσαθρωμένων εκ σκυροδέματος ανωδομών στο σύνολο του υπό μελέτη έργου και ειδικότερα στις επιφάνειες όπου έχουν υλοποιηθεί μη έντεχνες σκυροδετήσεις σε διακριτές χρονικές περιόδους, καθώς και στην ανακατασκευή των όπισθεν χερσαίων επιστρώσεων.
- στην αντικατάσταση του οξειδωμένου ή εν γένει φθαρμένου εξοπλισμού της ανωδομής (κρίκοι, δέστρες, προσκρουστήρες κλπ.) προς ασφαλή εξυπηρέτηση των ελλιμενιζόμενων σκαφών.
- στην επαναφορά των απομειωμένων, εξαιτίας των πάσης φύσεως απορρίψεων, ωφέλιμων βαθών έμπροσθεν των κρηπιδωμάτων και
- στην αποκατάσταση των χερσαίων χώρων στο ανατολικό όριο του έργου (Σημείο Α), όπου η κατάρρευση προ 30-ετίας του κρηπιδοτοίχου είχε ως αποτέλεσμα την εκτεταμένη διαρροή υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος και των ανάντη επιχώσεων. Η συγκεκριμένη παρέμβαση κρίνεται ως

απαραίτητο συνοδό έργο για τη συνολική αποκατάσταση της λιμενικής εγκατάστασης.

Στο σύνολο της λιμενικής εγκατάστασης δεν εντοπίζονται προβλήματα υποσκαφών στην έδραση των κρηπιδωμάτων. Τούτο ωστόσο αναμενόταν, καθώς επί σειρά ετών μετά την κατάρρευση των δύο ραμπών, δεν πρυμνοδετούν/αποδετούν πλοία ανάλογου μεγέθους και τεχνικών χαρακτηριστικών μηχανών, τα οποία και θα ήταν σε θέση δυνητικά να προκαλέσουν προβλήματα υποσκαφών. Τέτοιου είδους προβλήματα προκαλούνται από υδάτινες φλέβες με μεγάλες ταχύτητες ροής, οι οποίες δημιουργούνται από τις έλικες των πλοίων κατά τη διαδικασία πρόσδεσης ή απόδεσής τους. Τα τελευταία χρόνια το φαινόμενο επιδεινώνεται έτι περαιτέρω λόγω της συνεχούς αύξησης της ισχύος των μηχανών και του μεγέθους των ελίκων των σύγχρονων πλοίων, της απομείωσης του χρόνου παραμονής των πλοίων στους λιμένες αλλά και της αδυναμίας ελέγχου από τις αρμόδιες λιμενικές αρχές.
Σημειώνεται ότι οποιαδήποτε τεχνική λύση ήθελε προταθεί για την αποκατάσταση του τμήματος Α-Β, όπου έχει διαρρεύσει το σύνολο του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος και των επιχώσεων όπισθεν των στηλών του κρηπιδοτοίχου, θα πρέπει υποχρεωτικά να συνδυαστεί με την συνολική αποκατάσταση των καταρρευσάντων κρηπιδωμάτων στο γειτνιάζον ανατολικό τμήμα Α-Β'-Γ'.

3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΡΓΩΝ

Προ της ενάρξεως από τον Ανάδοχο των οποιοδήποτε εργασιών για την αποκατάσταση των βλαμμένων τμημάτων του υπό μελέτη έργου προβλέπονται οι κάτωθι προκαταρκτικές εργασίες:

- ο Ανάδοχος θα εκτελέσει πριν την έναρξη των κατασκευαστήκαν εργασιών νέα υποθαλάσσια αυτοψία σε όλο το μήκος των υφιστάμενων κρηπιδωμάτων, οι καταγραφές της οποίας θα αποδοθούν σε σχέδια κάτοψης, διατομών και όψεων. Η αυτοψία θα συνοδεύεται από τεχνική έκθεση και βιντεοσκόπηση και βάσει αυτής θα εκτιμηθεί εάν έχει διαφοροποιηθεί η κατάσταση των διαπιστωμένων αρμών αλλά και εν γένει η κατάσταση των έργων, όπως αυτή παρουσιάζεται στα επισυναπτόμενα Σχέδια υφιστάμενης κατάστασης Λ02 και Λ03 που συνοδεύουν την παρούσα.

3.1 Αποκατάσταση της συνέχειας του μετώπου του κρηπιδώματος

Η συγκεκριμένη επέμβαση αφορά στη σφράγιση των διαπιστωμένων διευρυμένων κατακόρυφων ή οριζόντιων αρμών στο μέτωπο του κρηπιδώματος σε θέσεις όπου υπάρχουν ενδείξεις διαρροής του υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος και των επιχώσεων. Ευμεγέθεις ή έστω άξιοι λόγου αρμοί, ικανοί να προκαλέσουν θεωρητικά διαρροή υλικού, εντοπίζονται σε πλείστα σημεία του κρηπιδώματος. Η μεθοδολογία αποκατάστασης καθώς και οι θέσεις στις οποίες θα υλοποιηθούν κατ' ελάχιστον οι προτεινόμενες παρεμβάσεις παρουσιάζονται αναλυτικά στα επισυναπτόμενο Σχέδια Λ10.1 & Λ10.2.

Στην περίπτωση όπου καταγραφούν αρμοί ή κοιλότητες άνω των 10cm και όπου αυτό είναι τεχνικά εφικτό, θα γίνει σφράγιση αυτών με ενσφήνωση σακκολίθων εκ σκυροδέματος βάρους 80kg. Εάν οι εν λόγω αρμοί εκτείνονται σε σημαντικό ύψος και βάθος από το μέτωπο της κρηπίδος, η επέμβαση αποκατάστασης θα πρέπει να συνοδεύεται από πλήρωση του αρμού από χυτό ύφαλο σκυρόδεμα ποιότητας C20/25. Η σκυροδέτηση θα υλοποιείται τμηματικά ανά στήλη τεσσάρων (4) σακκολίθων καθ' ύψος, ενώ θα προ της σκυροδέτησης θα τοποθετούνται κάθετα στο μέτωπο του κρηπιδοτοίχου τέσσερις (4) ράβδοι διαμέτρου Φ10mm/m^2 και ποιότητας χάλυβα B500c.

Σε περίπτωση αρμών ή κοιλωμάτων μικρότερων διαστάσεων σε θέσεις έργου όπου υπάρχουν ενδείξεις διαρροής του υλικού των επιχώσεων και του ανακουφιστικού πρίσματος, προβλέπεται η χρήση σπόγγων (σφουγγάρια), τα οποία εμβαπτίζονται σε κατάλληλα ισχυρά τσιμεντοκονία (υψηλής περιεκτικότητας σε τσιμέντο). Με την πάροδο του χρόνου επέρχεται η σκλήρυνση και η διόγκωση των σπόγγων οι οποίοι εν τέλει σφραγίζουν το άνοιγμα στο οποίο ενσφηνώνονται.

Σημειώνεται ότι εφόσον προκύψουν νεότερα ευρήματα κατόπιν είτε της αυτοψίας που θα εκτελεστεί προ της ενάρξεως των εργασιών, είτε της αποξήλωσης των χερσαίων επιστρώσεων και της εκσκαφής των έξαλων επιχώσεων (λ.χ. παραμένοντα κοιλώματα που καταδεικνύουν θέσεις διαρροών υλικού κλπ.), ο Ανάδοχος θα εφαρμόσει σε συνεργασία και με την καθοδήγηση της Επίβλεψης του έργου την προσήκουσα τεχνική λύση σε κάθε τμήμα του έργου. Σε κάθε περίπτωση μετά την εκτέλεση των εργασιών θα διασφαλίζεται πλέον η μη διαρροή υλικού των επιχώσεων και του ανακουφιστικού πρίσματος και σε απόρροια τούτου η εκδήλωση καθιζήσεων και κοιλωμάτων στην επιφάνεια των χερσαίων επιστρώσεων.

3.2 Αποκατάσταση κρηπιδώματος και των όπισθεν χερσαίων χώρων στην κεφαλή του Προβλήτα Ι

Με δεδομένο ότι στις σχεδιαζόμενες χρήσεις της λιμενικής εγκατάστασης δεν προβλέπεται η εξυπηρέτηση Ε/Γ-Ο/Γ, δεν κρίνεται σκόπιμη η επισκευή της ράμπας ως προϋφίσταντο, ήτοι με τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας υπό κλίση, την προσθήκη χαλύβδινων σιδηροτροχιών κλπ.

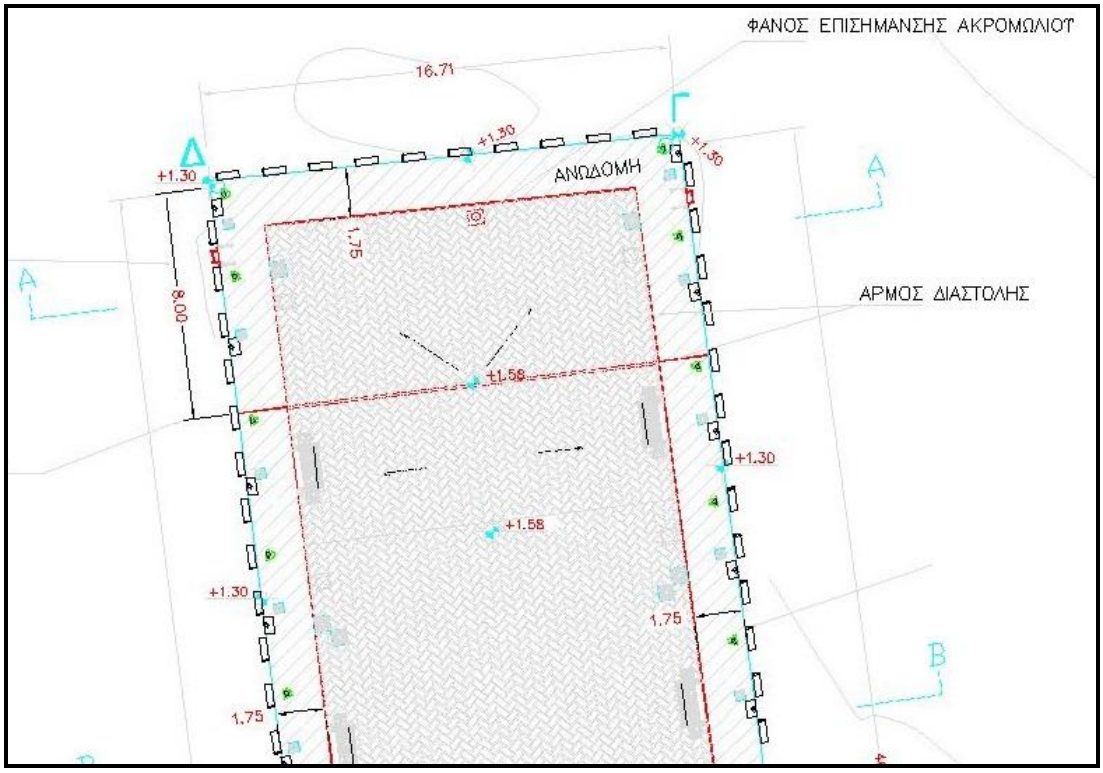
Οι κάτωθι προτεινόμενες παρεμβάσεις θα υλοποιηθούν σε τμήμα μήκους 8m από το ακραίο τμήμα της κεφαλής του Προβλήτα Ι και παρουσιάζονται στα επισυναπτόμενα Σχέδια Λ04 & Λ05 (βλ. και Σχήμα 3-1 & Σχήμα 3-2), ενώ οι οπλισμικές λεπτομέρειες στο Σχέδιο Λ08. Ειδικότερα για την επισκευή των βλαμμένων τμημάτων στην κεφαλή του προβλήτα Ι, προβλέπονται οι εξής εργασίες:

- Αποξήλωση της υφιστάμενης αποσαθρωμένης εκ σκυροδέματος ανωδομής σε βάθος τουλάχιστον 30cm από την άνω στάθμη της υφιστάμενης τελικής επιφάνειας της ανωδομής. Το τελικό βάθος κατά περίπτωση θα προσδιορίζεται από το βαθμό αποσάθρωσης του σκυροδέματος και το πάχος των πρόσθετων διαδοχικών στρώσεων με γνώμονα την επίτευξη της μέγιστης δυνατής ομοιογένειας με την ολοκλήρωση του έργου.

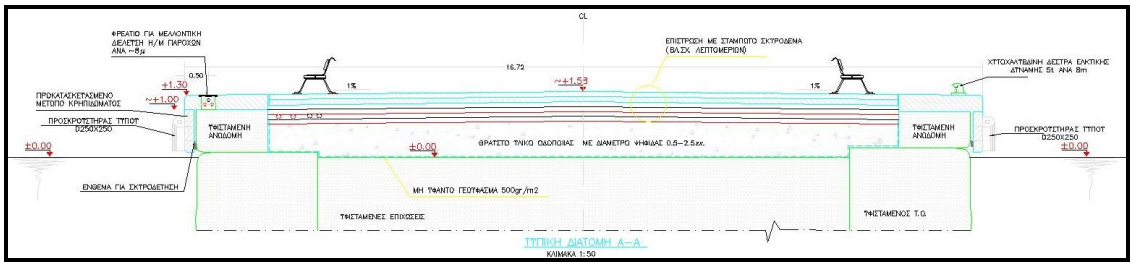
- Εκσκαφή επιστρώσεων και έξαλων επιχώσεων του έργου όπισθεν της ανωδομής μέχρι το βάθος της Μ.Σ.Θ.
- Ακολουθεί στη στάθμη της Μ.Σ.Θ. διάστρωση μη υφαντού γεωυφάσματος βάρους 500 gr/m^2 πάνω από το υλικό των επιχώσεων και του ανακουφιστικού πρίσματος. Σε ενδεχόμενη εύρεση παραμενόντων κοιλωμάτων υπό της ανωτέρω στάθμης θα ενημερώνεται η επίβλεψη του έργου και θα αποφασίζεται η τελική αντιμετώπιση του προβλήματος. Σε κάθε περίπτωση η όποια απώλεια θα πρέπει να συμπληρώνεται με κατάλληλο υλικό και ακολούθως να διαστρώνεται το διαχωριστικό γεωύφασμα στην ανωτέρω προτεινόμενη στάθμη. Κατά την εκτέλεση των ανωτέρω εργασιών ο Ανάδοχος θα διασφαλίσει τη μη περαιτέρω διαρροή στη θάλασσα υλικού του ανακουφιστικού πρίσματος όπισθεν του κρηπιδώματος.
- Τοποθέτηση προκατασκευασμένου στοιχείου διαστάσεων 170 x 90 x 20cm (μήκος x ύψος x πλάτος) από οπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C30/37 έμπροσθεν του μετώπου της υφιστάμενης ανωδομής στερεωμένο στο προβλεπόμενο ύψος, με σύστημα ανάρτησης και συγκράτησης επιλογής του Αναδόχου (βλ. Σχέδιο Λ05). Οι ανωτέρω διαστάσεις των προκατασκευασμένων στοιχείων είναι σε κάθε περίπτωση τυπικές και ενδέχεται να απαιτηθούν εύλογες προσαρμογές στη συμβολή επιμέρους τμημάτων του έργου. Μεταξύ του προκατασκευασμένου στοιχείου και της ανωδομής τοποθετείται κατάλληλο ένθεμα για τη μετέπειτα σκυροδέτηση.
- Η δομική αποκατάσταση της ανωδομής επιτυγχάνεται με τη διάστρωση πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος με διατμητικές συνδέσεις από βλήτρα που αγκυρώνονται στην υπάρχουσα ανωδομή (βλ. Σχέδιο Λ08). Η επέμβαση αυτή αναμένεται να ενοποιήσει δομικά τις ανομοιογενείς περιοχές ώστε να αποφευχθούν στο μέλλον φαινόμενα καθιζήσεων ή ρηγματώσεων. Συγκεκριμένα τοποθετούνται δύο παράλληλες σειρές από βλήτρα διαμέτρου Φ18 mm ανά 1,20m, τα οποία εφαρμόζονται εντός οπών που διανοίγονται στην υφιστάμενη ανωδομή με κατάλληλη διαμόρφωση στην κεφαλή τους. Η τοποθέτηση των βλήτρων θα υλοποιηθεί σε βάθος 50cm όπου είναι εφικτό, εξασφαλίζοντας σε κάθε περίπτωση τη μη έκθεση του οπλισμού στο διαβρωτικό περιβάλλον. Η οπλισμένη πλάκα σκυροδέματος θα έχει ελάχιστο πάχος 30 cm, εν αντιστοιχία με τα κατά περίπτωση τμήματα της αποξηλωμένης ανωδομής. Στην προς θάλασσα απόληξη της ράμπας (Τμήμα Γ-Δ) όπου το πάχος της υφιστάμενης ανωδομής είναι περιορισμένο,

προβλέπεται η πύκνωση με την προσθήκη και τρίτης σειράς βλήτρων. Οι επιφάνειες της ζώνης του κρηπιδώματος διαμορφώνονται με επίπαση σκληρυντικού και επεξεργασία τελικής επιφάνειας με «ελικόπτερο».

- Στους ανάντη χερσαίους χώρους και άνω του γεωυφάσματος θα υλοποιηθεί εν συνεχεία διάστρωση θραυστού υλικού από ψηφίδες 0,5÷2,5cm, μεταβλητού πάχους για την επίτευξη των τελικών σταθμών της επιφάνειας κυκλοφορίας.
- Από τη στάθμη αυτή προβλέπονται εν συνεχεία οι στρώσεις υποδομής της οδοστρωσίας ως ακολούθως:
    - Διπλή στρώση υπόβασης εκ θραυστού υλικού λατομείου, σύμφωνα με την Π.Τ.Π. 0-150, συμπυκνωμένου πάχους 10cm έκαστη
    - Διπλή στρώση βάσης εκ θραυστού υλικού λατομείου, σύμφωνα με την Π.Τ.Π. 0-155, συμπυκνωμένου πάχους 10cm έκαστη
    - Πλάκα έδρασης από σκυρόδεμα ποιότητας C30/37, ελαφριά οπλισμένο με δομικό πλέγμα T196, συνολικού πάχους 12cm
    - Η τελική επιφάνεια διαμορφώνεται με διακοσμητικό αποτύπωμα («σταμπτωτό») επί στρώσης σκυροδέματος ποιότητας C30/37 πάχους 10cm.



Σχήμα 3-1: Οριζοντιογραφία προτεινόμενων παρεμβάσεων στην κεφαλή του Προβλήτα Ι



Σχήμα 3-2: Τυπική διατομή των προτεινόμενων παρεμβάσεων στην κεφαλή του Προβλήτα Ι

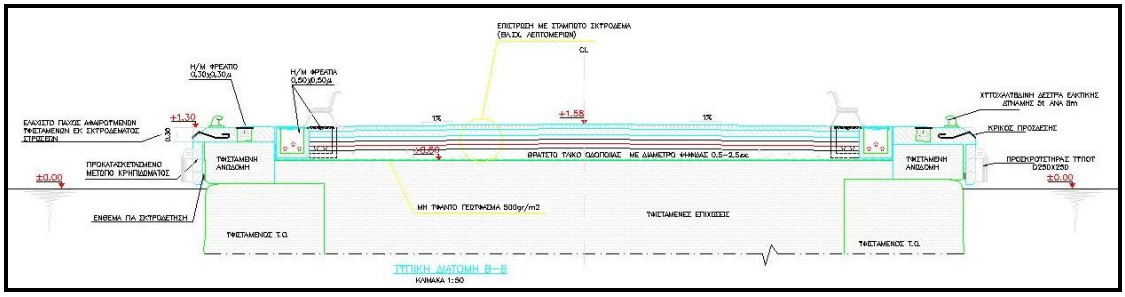
3.3 Αποκατάσταση εκ σκυροδέματος ανωδομών στα υπόλοιπα τμήματα του έργου

Η προτεινόμενη τεχνική λύση στα υπόλοιπα τμήματα του έργου (παραλιακά κρηπιδώματα, Προβλήτας ΙΙ) είναι αντίστοιχη με την περιγραφείσα ως άνω της παρ. 3.2 για την κεφαλή του Προβλήτα Ι (βλ. Σχέδια Λ04, Λ05 & Λ08 καθώς και Σχήμα 3-3 και Σχήμα 3-4). Ειδικότερα προβλέπονται οι κάτωθι εργασίες:

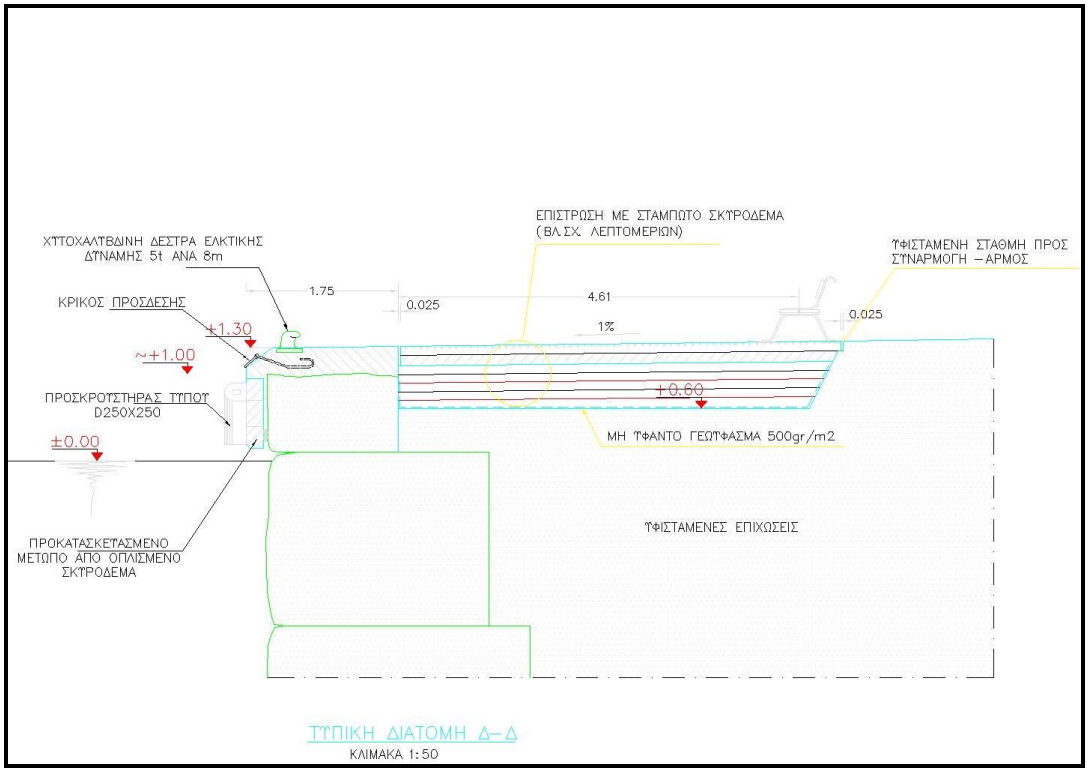
- Αποξήλωση των πρόσθετων στρώσεων σκυροδέματος καθώς και της υφιστάμενης αποσαθρωμένης εκ σκυροδέματος ανωδομής σε βάθος

τουλάχιστον 30cm από την άνω στάθμη της τελικής επιφάνειας της ανωδομής.

- Εκσκαφή επιστρώσεων και έξαλων επιχώσεων του έργου όπισθεν της ανωδομής μέχρι το βάθος +0,60m από τη Μ.Σ.Θ.
- Ακολουθεί στην ανωτέρω στάθμη διάστρωση μη υφαντού γεωυφάσματος βάρους 500 gr/m^2 πάνω από το υλικό των επιχώσεων και του ανακουφιστικού πρίσματος. Σε ενδεχόμενη εύρεση παραμενόντων κοιλωμάτων θα ακολουθείται η διαδικασία της παρ. 3.2.
- Ακολουθεί η τοποθέτηση προκατασκευασμένου στοιχείου από οπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας C30/37 έμπροσθεν του μετώπου της υφιστάμενης ανωδομής, στερεωμένο στο προβλεπόμενο ύψος, με σύστημα ανάρτησης και συγκράτησης επιλογής του Αναδόχου. Μεταξύ του προκατασκευασμένου στοιχείου και της ανωδομής τοποθετείται κατάλληλο ένθεμα για τη μετέπειτα σκυροδέτηση.
- Η δομική αποκατάσταση της ανωδομής επιτυγχάνεται με τη διάστρωση πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος με διατμητικές συνδέσεις από δύο σειρές βλήτρων που αγκυρώνονται στην υπάρχουσα ανωδομή ως εις παρ. 3.2 (βλ. και Σχέδιο Λ08).
- Άνω του γεωυφάσματος και μέχρι τη στάθμη έδραση της στρώσης υπόβασης της οδοστρωσίας, θα υλοποιηθεί εν συνεχεία διάστρωση θραυστού υλικού από ψηφίδες 0,5÷2,5cm, μεταβλητού πάχους για την επίτευξη των τελικών σταθμών της επιφάνειας κυκλοφορίας.
- Από τη στάθμη αυτή προβλέπονται εν συνεχεία οι στρώσεις υποδομής της οδοστρωσίας ως ακολούθως:
    - Διπλή στρώση υπόβασης εκ θραυστού υλικού λατομείου, σύμφωνα με την Π.Τ.Π. 0 150, συμπυκνωμένου πάχους 10cm έκαστη
    - Διπλή στρώση βάσης εκ θραυστού υλικού λατομείου, σύμφωνα με την Π.Τ.Π. 0 155, συμπυκνωμένου πάχους 10cm έκαστη
    - Πλάκα έδρασης από σκυρόδεμα ποιότητας C30/37, ελαφριά οπλισμένο με δομικό πλέγμα T196, συνολικού πάχους 12cm
    - Η τελική επιφάνεια διαμορφώνεται με διακοσμητικό αποτύπωμα («σταμπωτό») επί στρώσης σκυροδέματος ποιότητας C30/37 πάχους 10cm.



Σχήμα 3-3: Τυπική διατομή των προτεινόμενων παρεμβάσεων στο εναπομείναν τμήμα του Προβλήτα Ι



Σχήμα 3-4: Τυπική διατομή των προτεινόμενων παρεμβάσεων στα παραλιακά κρηπιδώματα

3.4 Αντικατάσταση εξοπλισμού ανωδομής και κατασκευή υποδομής για τη μελλοντική τοποθέτηση δικτύων Η/Μ παροχών

Ο εξοπλισμός της ανωδομής των κρηπιδωμάτων συμπεριλαμβάνει τα μεταλλικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την πρόσδεση των τουριστικών σκαφών, τα παρεμβλήματα για την προστασία τόσο των σκαφών όσο και των κρηπιδωμάτων καθώς και τα φρεάτια των Η/Μ παροχών.

Στο σύνολο των υπό μελέτη κρηπιδωμάτων του λιμένα Αγίου Νικολάου προβλέπονται υποδομές φρεατίων και υπογείων αγωγών για τη μελλοντική τοποθέτηση Η/Μ δικτύων. Με βάση τις υφιστάμενες εγκατεστημένες χρήσεις του λιμένα, η εν λόγω

πρόβλεψη ενσωματώνεται τεχνικά προκειμένου να μην απαιτηθεί στο μέλλον εκ νέου αποξήλωση και αποκατάσταση της ανωδομής. Οι εν λόγω παροχές είναι αντίστοιχες με αυτές που συνήθως προβλέπονται σε μαρίνες τουριστικών σκαφών, για την περίπτωση που αποφασισθεί μελλοντικά η τοποθέτηση pillars.

Σε κάθε περίπτωση οι περιγραφόμενες στην παρούσα εγκαταστάσεις Η/Μ δύνανται να τροποποιηθούν εάν τούτο υποδειχθεί από την εκπόνηση των Η/Μ μελετών. Ενδεικτικά προβλέπονται πέντε (5) αγωγοί από PVC, διαμέτρου Φ110mm για τη μελλοντική διέλευση των Η/Μ παροχών (ισχυρά ρεύματα, υδροδότηση, πυρόσβεση κλπ.) προς εξυπηρέτηση των τουριστικών σκαφών που χρησιμοποιούν τα παραλιακά κρηπιδώματα. Οι αγωγοί απολήγουν σε διπλά φρεάτια διανομής διαστάσεων σε επιφάνεια κάτοψης 50 x 50cm, τα οποία ευρίσκονται ανά τυπικές αποστάσεις 10m. Τα καλύμματα των φρεατίων προβλέπονται χυτοσιδηρά. Από τα διπλά φρεάτια εκκινούν τρεις (3) αγωγοί από PVC διαμέτρου Φ63mm που καταλήγουν σε κοινά φρεάτια ανά τυπικές αποστάσεις 5m περίπου και διαστάσεων σε επιφάνεια κάτοψης 30 x 30 cm, πλησίον του μετώπου της ανωδομής στο οποίο μελλοντικά δύνανται να τοποθετηθούν τα pillars των παροχών. Τα καλύμματα των φρεατίων προβλέπονται χυτοσιδηρά. Στην κεφαλή του Προβλήτα Ι προβλέπεται η τοποθέτηση φανού επισήμανσης για τα εξυπηρετούμενα σκάφη του λιμένα.

Στο μέτωπο των ανωδομών προβλέπεται η τοποθέτηση ελαστικών γραμμικών παρεμβλημάτων (προσκρουστήρων) τύπου "D" για την προστασία των εξυπηρετούμενων σκαφών και των κρηπιδωμάτων. Τα παρεμβλήματα διαστάσεων 100 x 25 x 25cm (μήκος x πλάτος x ύψος) τοποθετούνται υπό γωνία περίπου 30° ως προς την οριζόντιο και σε τυπική απόσταση 1,70m, ενώ αγκυρώνονται κατάλληλα εντός του προκατασκευασμένου μετώπου.

Για την πρόσδεση των εξυπηρετούμενων σκαφών, προβλέπονται χυτοχαλύβδινες δέστρες ελκτικής ικανότητας 5tons ανά αποστάσεις 5m καθώς και χαλύβδινοι κρίκοι πρόσδεσης οι οποίοι αγκυρώνονται στο μέτωπο της ανωδομής σε αποστάσεις 5m. Επιπρόσθετα προβλέπεται η τοποθέτηση στο μέτωπο της ανωδομής, κατακόρυφων κλιμάκων ασφαλείας για την εξυπηρέτηση των μικρότερων εξυπηρετούμενων σκαφών.

Οι λεπτομέρειες του εξοπλισμού της ανωδομής απεικονίζονται στο επισυναπτόμενο Σχέδιο Λ09.

3.5 Καθαρισμός πυθμένα και μερική αποκατάσταση ωφέλιμων βαθών

Για την αποκατάσταση των ωφέλιμων βαθών έμπροσθεν του μετώπου του κρηπιδώματος προβλέπονται οι κάτωθι εργασίες (βλ. Σχέδιο Λ06):

- Απομάκρυνση των πάσης φύσεων απορρίψεων (οικοδομικά υλικά, ελαστικά, μεταλλικά στοιχεία κλπ.) εντός των ορίων της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάστασης.
- Εκσκαφή του υφιστάμενου πυθμένα από τις φυσικές προσχώσεις αμμώδους συστάσεως περιμετρικά του Προβλήτα Ι, έμπροσθεν των παραλιακών κρηπιδωμάτων (Τμήμα Ε-Ζ) και των βορειοανατολικών και βορειοδυτικών κρηπιδωμάτων του Προβλήτα ΙΙ (Τμήμα Ζ-Η & Η-Θ) προκειμένου να επιτευχθούν ωφέλιμα βάθη κατ' ελάχιστον -4m λαμβανόμενα από τη Μ.Σ.Θ. Το συγκεκριμένο βάθος κρίνεται επαρκές με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των σκαφών που εξυπηρετούνται αυτή τη στιγμή στο λιμένα του Αγίου Νικολάου, τα διαθέσιμα δεδομένα παλίρροιας και τους διεθνείς ισχύοντες κανονισμούς ασφαλείας.
- Απόρριψη των βυθοκορημάτων στο θαλάσσιο χώρο κατόπιν άδειας της αρμόδιας λιμενικής αρχής και σε κάθε περίπτωση σύμφωνα με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία, ήτοι σε βάθος μεγαλύτερο των -50m, σε μικρή απόσταση από την ακτή ώστε να αποφεύγονται οι μεγάλες μετακινήσεις και σε μεγάλη απόσταση από περιοχές όπου φύονται λειβάδια Ποσειδωνίας.

Κατά τις ανωτέρω εργασίες ο Ανάδοχος θα διασφαλίσει ότι κατά κανένα τρόπο δεν θα δημιουργηθούν προβλήματα υποθεμελίωσης ή εν γένει ευστάθειας του κρηπιδοτοίχου.
Για το σκοπό αυτό οι όποιες προβλεπόμενες εκσκαφές θα εκκινούν σε απόσταση κατ' ελάχιστον 1,5m από το μέτωπο του κρηπιδοτοίχου με τη διαμόρφωση εν συνεχεία ήπιας κλίσης 3÷2 έως την επίτευξη του επιθυμητού βάθους των -4m από τη Μ.Σ.Θ.

3.6 Προτεινόμενα έργα στο ανατολικό όριο των έργων

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, η αποκατάσταση του τμήματος στο ανατολικό όριο της υπό μελέτη λιμενικής εγκατάστασης κρίνεται απαραίτητη προκειμένου αυτή να

καταστεί λειτουργικά άρτια και να μην προκύψουν στο μέλλον προβλήματα διαρροών του υλικού των επιχώσεων και του ανακουφιστικού πρίσματος.

Η αποκατάσταση του βλαμμένου Τμήματος Α-Β' προτείνεται να υλοποιηθεί με την επάκτια θωράκιση του μετώπου από στρώσεις φυσικών ογκολίθων.

Πιο συγκεκριμένα προτείνονται οι κάτωθι τεχνικές παρεμβάσεις (βλ. Σχέδια Λ04 & Λ05 καθώς και Σχήμα 3-5 & Σχήμα 3-6):

- Καθαίρεση, άρση και απομάκρυνση των διαφόρων παραμενόντων ή απορριφθέντων στοιχείων εκ σκυροδέματος (τεχνητοί ογκόλιθοι, τεμάχια ανωδομής, επιστρώσεις κλπ.)
- Από το προς ξηρά όριο των προτεινόμενων παρεμβάσεων προβλέπεται η εκσκαφή των υφιστάμενων χερσαίων επιχώσεων προς διαμόρφωση στέψης πλάτους 1,90m στη στάθμη του +1m από τη Μ.Σ.Θ. Ακολουθεί η διαμόρφωση πρανούς με κλίση 3:2 (οριζόντια : κατακόρυφη) η οποία υλοποιείται για το μεν τμήμα όπου παραμένουν στήλες του κρηπιδοτοίχου μέχρι τη στάθμη -4,5m (από Μ.Σ.Θ.), για το δε τμήμα όπου η ακτογραμμή ήταν μετατοπισμένη προς την ενδοχώρα μέχρι τη στάθμη των -2m (από Μ.Σ.Θ.). Οι προβλεπόμενες εκσκαφές θα υλοποιηθούν σε ελάχιστη απόσταση 1,5m από τις στήλες του υφιστάμενου κρηπιδοτοίχου (Σημεία Α & Β'). Σε κάθε περίπτωση ο Ανάδοχος θα εξασφαλίσει ότι δεν θα δημιουργηθούν προβλήματα στην έδραση ή εν γένει στην ευστάθεια των παραμενόντων τεχνικών έργων.
- Προ της τοποθέτησης της προβλεπόμενης θωράκισης, όλη η επιφάνεια θα διαστρωθεί με γεώπλεγμα από πολυπροπυλένιο διαξονικής αντοχής 40kN/m ενδεικτικού τύπου Tensar SS40 ή ισοδύναμου.
- Η στέψη του διαμορφωθέντος πρανούς διαστρώνεται με μη υφαντό γεωύφασμα βάρους 500gr/m^2, το οποίο αγκυρώνεται εντός της άνωθεν διαστρωνόμενης εξισωτικής στρώσης πάχους 10cm.
- Ακολουθεί η κατασκευή τοίχου εκ σκυροδέματος σχήματος «L», η στέψη του οποίου υλοποιείται στη στάθμη των +2,5m από Μ.Σ.Θ. (βλ. & Σχέδιο Λ08).
- Ακολουθεί η τοποθέτηση των στρώσεων της θωράκισης από φυσικούς ογκολίθους:

Η διαστασιολόγηση των στρώσεων της θωράκισης του πρανούς στο ανατολικό όριο του έργου υλοποιήθηκε με γνώμονα τις κυματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή κάνοντας χρήση της μεθοδολογίας όπως προτάθηκε από τον Hudson (1974)

και παρουσιάζεται αναλυτικά στο CEM 2006. Οι αναλυτικές σχέσεις και οι υπολογισμοί δίδονται αναλυτικά στο **Παράρτημα Δ** του τεύχους των υπολογισμών.

Το πάχος της εξωτερικής στρώσης θωράκισης άνωθεν της στρώσης φίλτρου προβλέπεται κατ' ελάχιστον ίσο με 2m και διαμορφώνεται από δύο (2) φυσικούς ογκολίθους της κατηγορίας 2÷3tons. Η κλίση της εξωτερικής στρώσης θωράκισης διαμορφώνεται ίση με 3:2 (οριζόντια : κατακόρυφη).

Το πλάτος της στέψης προβλέπεται ίσο με 3m και διαμορφώνεται με την τοποθέτηση τριών (3) φυσικών ογκολίθων. Η στάθμη της στέψης του πρανούς προβλέπεται ίση με 3,00 m, λαμβανόμενη από Μ.Σ.Θ. Η ίδια διάταξη φυσικών ογκολίθων προτείνεται στο σύνολο του τμήματος όπου σχεδιάζεται η προβλεπόμενη τεχνική παρέμβαση.

Τα αποτελέσματα του άνω σχεδιασμού παρατίθενται πινακοποιημένα στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 3-1: Συγκεντρωτικός πίνακας γεωμετρικών χαρακτηριστικών διατομών έργων προστασίας

Τμήμα έργου	Διαβάθμιση Φ.Ο. θωράκισης (tn)	r Πάχος στρώσης θωράκισης (m)	B Πλάτος στέψης θωράκισης (m)	Κλίση πρανών (ορ.:κατ.)
Ανατολικό όριο έργου	2,0 ÷ 3,0	2,00	3,00	3:2

Υπό της στρώσης θωράκισης διαμορφώνεται στρώση φίλτρου, η οποία προβλέπεται από λίθους λατομικής προέλευσης και ατομικού βάρους 200 έως 400Kg. Η στρώση αυτή προβλέπεται για την αποφυγή έκπλυσης των υλικών στους όπισθεν χερσαίους χώρους από διάκενα των φυσικών ογκολίθων της θωράκισης. Η στρώση αυτή αποτελείται από δύο φυσικούς ογκολίθους της ανωτέρω διαβάθμισης, με ελάχιστο συνολικό πάχος 1m. Στο τμήμα όπου η εκσκαφή υλοποιείται μέχρι βάθους -4,5m, προβλέπεται η έδραση της εξωτερικής στρώσης θωράκισης επί τη διαστρωνόμενης στρώσης φίλτρου.

Η καθορισθείσα στέψη της επάκτιας θωράκισης ελέγχεται εν συνεχεία επί τη βάσει της μέγιστης επιτρεπόμενης παροχής υπερπήδησης και ανάλογα με τις σχεδιαζόμενες δραστηριότητες που προβλέπονται όπισθεν της θωράκισης και του προβλεπόμενου τοίχου εκ σκυροδέματος.

Η εκτίμηση της μέσης παροχής υπερπήδησης κυματισμών υλοποιήθηκε σύμφωνα με το εγχειρίδιο EurOtop περί έργων με θωρακισμένα εξωτερικά πρανή (βλ. **Παράρτημα Ε**).

Σημειώνεται ότι ο έλεγχος έναντι υπερπηδήσεως υλοποιείται σύμφωνα:

- Με τον χαρακτηριστικό κυματισμό H_s που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 10 ετών και προδιαγραφές που αφορούν κριτήρια λειτουργικότητας
- Με τον χαρακτηριστικό κυματισμό H_s που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 100 ετών και προδιαγραφές που αφορούν στην ευστάθεια του έργου.

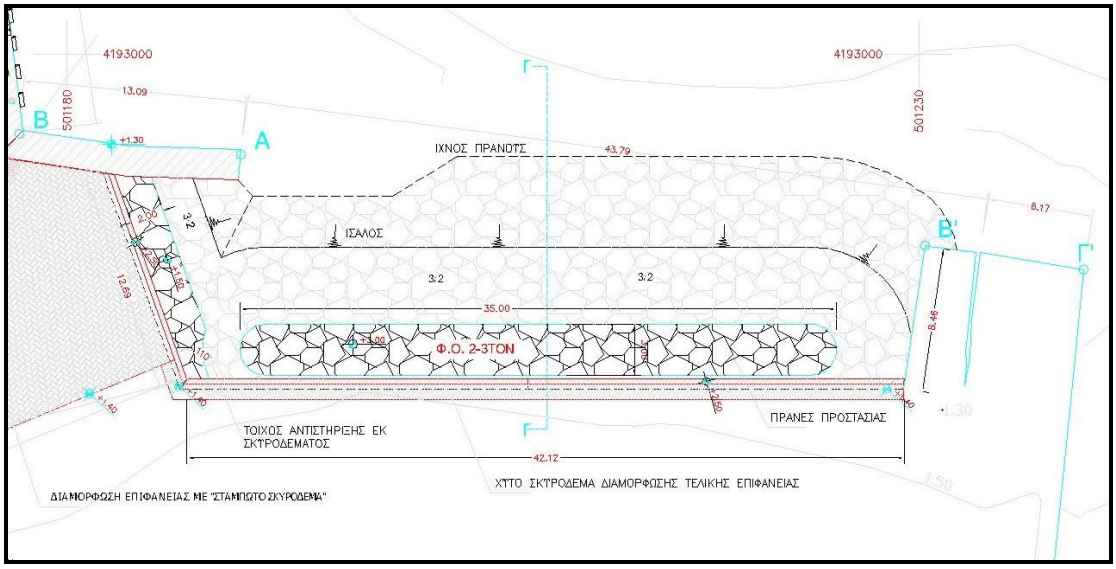
Στον ακόλουθο Πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν:

Πίνακας 3-2: Αποτελέσματα υπολογισμού παροχής υπερπήδησης της θωράκισης

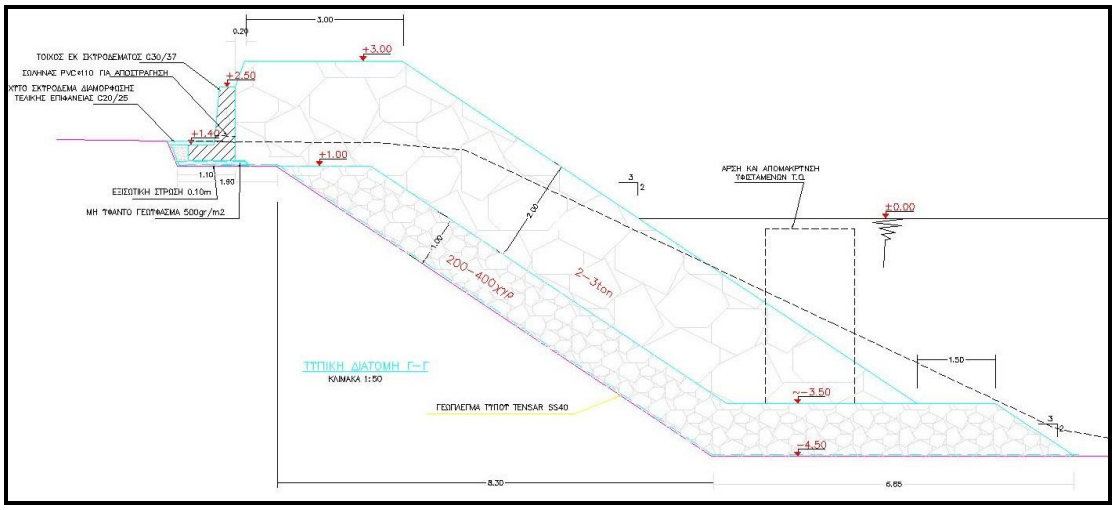
Περίοδος επαναφοράς T_R (έτη)	Hs (m)	Ts (m)	Στάθμη στέψης από Μ.Σ.Θ. (m)	Μέση παροχή υπερπήδησης ($m^3/s/m$)
100	2,18	5,95	3,00	$7,81 \times 10^{-4}$
10	1,77	5,40	3,00	$9,53 \times 10^{-5}$

Όπως προκύπτει από τον ανωτέρω πίνακα οι τιμές της μέσης παροχής υπερπήδησης για κυματισμό με περίοδο επαναφοράς 10 ετών είναι μέσα στα επιτρεπόμενα όρια για κίνηση ($10^{-5}<q<10^{-4}$ $m^3/s/m$) πεζών εν εγρηγόρσει όπισθεν της θωράκισης.

Για τον κυματισμό με περίοδο επαναφοράς 100 ετών οι τιμές της μέσης παροχής υπερπήδησης που προκύπτουν είναι πολύ κάτω των ορίων σχετικά με θέματα ευστάθειας ή αστοχίας της διατομής ($q<0,05$ $m^3/s/m$).



Σχήμα 3-5: Οριζοντιογραφία των προτεινόμενων παρεμβάσεων στο ανατολικό όριο του έργου



Σχήμα 3-6: Τυπική διατομή της θωράκισης στο ανατολικό όριο του έργου

Για τα Συμπράττοντα Γραφεία
Φεβρουάριος 2017

Νικόλαος Παναγόπουλος
Λιμενολόγος – Πολιτικός Μηχανικός

4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

Α/Α	ΑΡ. ΤΙΜ.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΜΟΝ.	ΚΩΔ. ΑΝΑΘ.	ΠΟΣΟΤ.	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (ΕΥΡΩ)	ΔΑΠΑΝΗ
Α. ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ							
ΟΜΑΔΑ 1η: ΕΚΣΚΑΦΕΣ - ΒΥΘΟΚΟΡΗΣΕΙΣ - ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ - ΕΞΥΓΙΑΝΣΕΙΣ							
1	ΛΙΜ 1.03	Έξαλες καθαιρέσεις τμημάτων κατασκευών λιμενικών έργων χωρίς τη χρήση εκρηκτικών υλών	$μ^3$	ΛΙΜ 1123	620,00	15,70	9.734,00
2	ΛΙΜ 1.01	Ύφαλες καθαιρέσεις τμημάτων κατασκευών λιμενικών έργων χωρίς τη χρήση εκρηκτικών υλών	$μ^3$	ΛΙΜ 1112	850,00	16,70	14.195,00
3	ΛΙΜ 2.01	Εκσκαφές πυθμένα θαλάσσης σε εδάφη Κατηγορίας Α	$μ^3$	ΛΙΜ 1210	1.000,00	2,40	2.400,00
4	ΛΙΜ 3.02	Εξαλες επιχώσεις με προϊόντα δανειοθαλάμων	$μ^3$	ΛΙΜ 1321	400,00	12,70	5.080,00
5	Ν1 (ΟΔΟ Α-1)	Εκσκαφές χαλαρών εδαφών	$μ^3$	ΟΔΟ 1110	750,00	1,10	825,00
						ΣΥΝΟΛΟ Α1:	**32.234,00**
ΟΜΑΔΑ 2η: ΛΙΘΟΡΡΙΠΕΣ - ΦΥΣΙΚΟΙ ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ - ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ							
6	Ν2 (ΛΙΜ 4.08.01)	Φυσικοί ογκολίθοι προέλευσης λατομείου ατομικού βάρους 200- 400 kg	$μ^3$	ΛΙΜ 2310	570,00	22,90	13.053,00
7	Ν3 (ΛΙΜ 4.08.03)	Φυσικοί ογκολίθοι προέλευσης λατομείου ατομικού βάρους 2000- 4000 kg	$μ^3$	ΛΙΜ 2320	1.200,00	25,90	31.080,00
8	ΛΙΜ 4.11.04	Προμήθεια και διάστρωση μη υφαντού γεωϋφάσματος σε ύφαλα τμήματα θαλασσίων έργων ειδικού βάρους 500 gr/m^2	$μ^2$	ΥΔΡ 6361	1.500,00	8,50	12.750,00
9	ΟΔΟ Β-12.1	Γεωπλέγματα οπλισμέων επιχωμάτων: Γεώπλεγμα αντοχής T_{ult} 40 kN/m	$μ^2$	ΟΙΚ 7914	900,00	6,70	6.030,00
						ΣΥΝΟΛΟ Α2:	**62.913,00**

ΟΜΑΔΑ 3η: ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ							
10	ΛΙΜ 6.03.01	Κατασκευή υφάλων τμημάτων με έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 χωρίς χρήση σιδηροτύπων	$μ^3$	ΛΙΜ 4110	15,00	100,00	1.500,00
11	ΛΙΜ 6.02	Υφαλες κατασκευές με σακκολίθους σκυροδέματος	$μ^3$	ΛΙΜ 4130	10,00	140,00	1.400,00
12	Ν4 (ΛΙΜ 4.10.01)	Σφράγιση διευρυμένων αρμών στηλών κρηπιδοτοίχου	κ.α.	ΥΔΡ 6361	κ.α.	-	1.000,00
13	ΛΙΜ 5.04.03	Προκατασκευασμένα στοιχεία ανωδομών από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37	$μ^3$	ΛΙΜ 4240	50,00	160,00	8.000,00
14	ΛΙΜ 8.02.03	Ανωδομές λιμενικών έργων από οπλισμένο έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37	$μ^3$	ΛΙΜ 4240	190,00	110,00	20.900,00
15	Ν5 (ΛΙΜ 8.03)	Επιστρώσεις δαπέδων από άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37	$μ^3$	ΛΙΜ 4300	310,00	105,00	32.550,00
16	Ν6 (ΟΙΚ 78.95)	Διαμόρφωση σταμπωτών δαπέδων εξωτερικών χώρων	$μ^2$	ΟΙΚ 7316	1.400,00	25,30	35.420,00
17	Ν7 (ΥΔΡ 10.07)	Προμήθεια και τοποθέτηση εύκαμπτων πλακών υλικού πλήρωσης αρμών πάχους 25mm	$μ^2$	ΥΔΡ 6370	80,00	25,83	2.066,40
18	Ν8 (ΥΔΡ 10.03.01)	Σφράγιση αρμού ανοίγματος 25mm με υλικά πολυουραιθανικής βάσεως	μ	ΥΔΡ 6373	240,00	19,00	4.560,00
19	ΟΙΚ 74.90.04	Ταινίες (φιλέτα) επιστρώσεων από μάρμαρο, σκληρό έως εξαιρετικά σκληρό πάχους 3cm.	μ	ΟΙΚ 7494	65,00	14,60	949,00
20	ΛΙΜ 11.01	Σιδηρούς οπλισμός λιμενικών έργων	kg	ΛΙΜ 4400	45.000,00	0,95	42.750,00
21	Ν9 (ΟΔΟ Β-92.5)	Ρητινούχα αγκύρια σε παλαιά σκυροδέματα	τεμ.	ΥΔΡ 7025	430,00	16,00	6.880,00
						ΣΥΝΟΛΟ Α3:	**157.975,40**

ΟΜΑΔΑ 4η: ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ							
22	ΛΙΜ 9.02	Χυτοχαλύβδινες δέστρες	kg	ΛΙΜ 4700	370,00	3,60	1.332,00
23	ΛΙΜ 9.05	Χαλύβδινοι κρίκοι πρόσδεσης	kg	ΛΙΜ 4500	360,00	3,30	1.188,00
24	Ν10 (ΛΙΜ 10.02)	Ελαστικοί ολόσωμοι γραμμικοί προσκρουστήρες σχήματος D	μ	-	130,00	350,00	45.500,00
25	ΛΙΜ 9.01.02	Χυτοσιδηρά καλύμματα φρεατίων κατά ΕΛΟΤ ΕΝ 124 από ελατό χυτοσίδηρο (ductile iron)	kg	ΛΙΜ 4600	2.900,00	2,50	7.250,00
26	Ν11	Ελαστικές κλίμακες ενδεικτικού τύπου LF-250 TRELLEBORG ή ισοδύναμου	τεμ.	-	6,00	2.000,00	12.000,00
27	Ν12	Άρση, συντήρηση, φύλαξη και επανατοποθέτηση υφιστάμενων ιστών φωτισμού	τεμ.	ΛΙΜ 4700	2,00	500,00	1.000,00
28	Ν13	Τοποθέτηση νέου φανού ακρομωλίου	τεμ.	ΛΙΜ 4700	1,00	5.000,00	5.000,00
29	Ν14	Παραδοσιακά μαντεμένια παγκάκια	τεμ.	-	15,00	250,00	3.750,00
30	ΥΔΡ 12.13.01.02	Αγωγοί υπό πίεση από σωλήνες PVC-U ονομαστικής πίεσης 6 at, ονομαστικής διαμέτρου D 63 mm	τεμ.	ΥΔΡ 6620.1	450,00	2,10	945,00
31	ΥΔΡ 12.13.01.05	Αγωγοί υπό πίεση από σωλήνες PVC-U ονομαστικής πίεσης 6 at, ονομαστικής διαμέτρου D 110 mm	τεμ.	ΥΔΡ 6620.1	1.000,00	5,70	5.700,00
						ΣΥΝΟΛΟ Α4:	**83.665,00**
ΟΜΑΔΑ 5η: ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ							
32	ΟΔΟ Γ-1.2	Υπόβαση πάχους 0.10 m (ΠΤΠ Ο-150)	$μ^2$	ΟΔΟ 3111.Β	2.750,00	2,10	5.775,00
33	ΟΔΟ Γ-2.2	Βάση πάχους 0.10 m (ΠΤΠ Ο-155)	$μ^2$	ΟΔΟ 3211.Β	2.750,00	2,20	6.050,00
						ΣΥΝΟΛΟ Α5:	**11.825,00**

ΣΥΝΟΛΟ	**348.612,40 €**
Γ.Ε. & Ε.Ο. 18%	62.750,23 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ Ι	**411.362,63 €**
ΑΠΡΟΒΛ 15%	61.704,39 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΙΙ	**473.067,03 €**
ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	6.932,97 €
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΙΙΙ	**480.000,00 €**
ΦΠΑ 24%	**115.200,00 €**
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	**595.200,00 €**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE

Όνομα Σταθμού	Κωδικός Σταθμού	Γεωγ.Μήκος Σταθμού	Γεωγ.Πλάτος Σταθμού	Ύψος Σταθμού (m)	Περίοδος
ΣΠΑΤΑ	16741	37,92	23,93		1/1/974 ΕΩΣ 31/12/2015

ΕΤΗΣΙΟ

Διεύθυνση		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CLM/VRB	SUM
Beaufort	0	0,020	0,010	0,010	0,000	0,010	0,000	0,010	0,010	16,060	16,13
Beaufort	1	3,120	1,410	0,940	0,820	1,570	0,940	1,580	1,390	0,960	12,73
Beaufort	2	5,040	4,960	2,800	1,730	2,200	2,130	1,670	1,340		21,87
Beaufort	3	6,340	6,180	2,570	1,230	1,560	2,620	1,120	0,890		22,51
Beaufort	4	6,580	5,980	0,750	0,200	1,070	2,190	0,800	0,400		17,97
Beaufort	5	2,430	2,860	0,030	0,020	0,350	0,350	0,160	0,070		6,27
Beaufort	6	0,780	0,880	0,010	0,010	0,140	0,160	0,040	0,020		2,04
Beaufort	7	0,190	0,090	0,000	0,000	0,050	0,020	0,010	0,000		0,36
Beaufort	8	0,060	0,010	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000		0,09
Beaufort	>= 9	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,01
SUM		**24,570**	**22,380**	**7,110**	**4,010**	**6,970**	**8,410**	**5,390**	**4,120**	**17,02**	**100**

Πίνακας 1: Υπολογισμός ανεμοπνοής σχεδιασμού για T_R = 10 και T_R = 100 έτη (Β Διεύθυνση)

Διεύθυνση Προώθησης: ΒΟΡΕΙΑ

Μετ. Σταθμός: ΣΠΑΤΑ

Συνολικός Αριθμός Παρατηρήσεων 27375

Κλίμακα Ανέμου	Μέση ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Συχνότητα	Αρ. Παρατηρήσεων	Πιθανότητα Εμφάνισης	Αθροιστική Κατανομή Πιθανότητας -CDF (παρατηρήσεων)
1Bf	1,03	3,120	854	0,1271	0,1271
2Bf	2,57	5,040	1380	0,2053	0,3324
3Bf	4,37	6,340	1736	0,2582	0,5906
4Bf	6,95	6,580	1801	0,2680	0,8587
5Bf	9,77	2,430	665	0,0990	0,9576
6Bf	12,60	0,780	214	0,0318	0,9894
7Bf	15,69	0,190	52	0,0077	0,9971
8Bf	19,03	0,060	16	0,0024	0,9996
9Bf	22,64	0,010	3	0,0004	1,0000
10Bf	26,49	0,000	0	0,0000	1,0000
11Bf	30,609	0,000	0	0,0000	1,0000
Αθροίσματα	**-**	**24,550**	**6721**	**1,00**	**-**

Βέλτιστη Προσαρμογή

	Weibull		FT-I (Gumbel Distribution)	
Παράμετροι	A(?)=	0,100	A=	2,614
	B=	4,335	B=	2,283
	k=	1,355		
Συσχέτιση	R^2=	0,9954	R^2=	0,990
Συνθήκη	ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ		ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ	

Υπολογιζόμενη Κατανομή Πιθανότητας

	Weibull			FT-I (Gumbel Distribution)		
Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	CDF	PDF	Rsqr	CDF	PDF	Rsqr
1,0289	0,1167	0,1598	0,000	0,1350	0,1184210	0,000
2,5722	0,3733	0,1605	0,002	0,3611	0,1611285	0,001
4,3728	0,6249	0,1166	0,001	0,6295	0,1276291	0,002
6,9450	0,8438	0,0574	0,000	0,8607	0,0565517	0,000
9,7744	0,9485	0,0214	0,000	0,9575	0,0182147	0,000
12,6039	0,9850	0,0068	0,000	0,9875	0,0054390	0,000
15,6906	0,9965	0,0017	0,000	0,9968	0,0014201	0,000
19,0344	0,9994	0,0003	0,000	0,9992	0,0003290	0,000
22,6356	0,9999	0,0000	0,000	0,9998	0,0000680	0,000
26,4939	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000125	0,000
30,6094	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000021	0,000
			0,997			1,00

Αρ. Ετών Παρατηρήσεων 25
Αρ. Παρατηρήσεων 6721

Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	P(X<x)	Weibull Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Gumbel Ταχύτητα Ανέμου (m/s)
1	0,996280	15,55	15,38
5	0,999256	18,72	19,06
10	0,999628	20,03	20,64
50	0,999926	22,95	24,31
75	0,999950	23,67	25,24
100	0,999963	24,17	25,90
12hrs/year	0,998630	17,54	17,66

Πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος με Χ έτη Περίοδο Επαναφοράς σε διάρκεια Υ ετών

Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	Διάρκεια (Έτη)	Πιθανότητα (%)
1	1	100
5	1	20,00
10	50	99,48
75	50	48,89
100	50	39,50
150	50	28,43

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού

Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m) 10
Ζητούμενο Ύψόμετρο Τιμών (m) 10
Περίοδος Επαναφοράς (?): 10

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s): 20,03 = 38,9 (knots)

Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m) 10
Ζητούμενο Ύψόμετρο Τιμών (m) 10
Περίοδος Επαναφοράς (?): 100

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s): 24,2 = 47,0 (knots)

Πίνακας 2: Υπολογισμός ανεμοπνοής σχεδιασμού για T_R = 10 και T_R = 100 έτη (ΒΑ Διεύθυνση)

Διεύθυνση Προώθησης: ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ

Μετ. Σταθμός: ΣΠΑΤΑ

Συνολικός Αριθμός Παρατηρήσεων 27375

Κλίμακα Ανέμου	Μέση ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Συχνότητα	Αρ. Παρατηρήσεων	Πιθανότητα Εμφάνισης	Αθροιστική Κατανομή Πιθανότητας -CDF (παρατηρήσεων)
1Bf	1,03	1,410	386	0,0630	0,0630
2Bf	2,57	4,960	1358	0,2217	0,2848
3Bf	4,37	6,180	1692	0,2763	0,5610
4Bf	6,95	5,980	1637	0,2673	0,8283
5Bf	9,77	2,860	783	0,1278	0,9562
6Bf	12,60	0,880	241	0,0393	0,9955
7Bf	15,69	0,090	25	0,0040	0,9996
8Bf	19,03	0,010	3	0,0004	1,0000
9Bf	22,64	0,000	0	0,0000	1,0000
10Bf	26,49	0,000	0	0,0000	1,0000
11Bf	30,609	0,000	0	0,0000	1,0000
Αθροίσματα	**-**	**22,370**	**6124**	**1,00**	**-**

Βέλτιστη Προσαρμογή

	Weibull		FT-I (Gumbel Distribution)	
Παράμετροι	A(?)=	0,500	A=	3,221
	B=	4,051	B=	1,828
	k=	1,417		
Συσχέτιση	R^2=	0,9939	R^2=	0,982
Συνθήκη	ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ		ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ	

Υπολογιζόμενη Κατανομή Πιθανότητας

	Weibull			FT-I (Gumbel Distribution)		
Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	CDF	PDF	Rsqr	CDF	PDF	Rsqr
1,0289	0,0543	0,1415	0,000	0,0362	0,0657816	0,001
2,5722	0,3207	0,1797	0,001	0,2403	0,1874816	0,002
4,3728	0,6087	0,1343	0,002	0,5872	0,1710545	0,001
6,9450	0,8550	0,0616	0,001	0,8778	0,0625883	0,002
9,7744	0,9606	0,0195	0,000	0,9727	0,0147459	0,000
12,6039	0,9911	0,0049	0,000	0,9941	0,0032045	0,000
15,6906	0,9985	0,0009	0,000	0,9989	0,0005948	0,000
19,0344	0,9998	0,0001	0,000	0,9998	0,0000955	0,000
22,6356	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000133	0,000
26,4939	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000016	0,000
30,6094	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000002	0,000
			0,996			0,99

Αρ. Ετών Παρατηρήσεων 25
Αρ. Παρατηρήσεων 6124

Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	P(X<x)	Weibull Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Gumbel Ταχύτητα Ανέμου (m/s)
1	0,995918	13,99	13,27
5	0,999184	16,67	16,21
10	0,999592	17,77	17,48
50	0,999918	20,21	20,42
75	0,999946	20,80	21,16
100	0,999959	21,22	21,69
12hrs/year	0,998630	15,83	15,27

Πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος με Χ έτη Περίοδο Επαναφοράς σε διάρκεια Υ ετών

Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	Διάρκεια (Έτη)	Πιθανότητα (%)
1	1	100
5	1	20,00
10	50	99,48
75	50	48,89
100	50	39,50
150	50	28,43

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού

Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m) 10
Ζητούμενο Ύψόμετρο Τιμών (m) 10
Περίοδος Επαναφοράς (?): 10

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s): 17,77 = 34,5 (knots)

Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m) 10
Ζητούμενο Ύψόμετρο Τιμών (m) 10
Περίοδος Επαναφοράς (?): 100

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s): 21,2 = 41,3 (knots)

Πίνακας 3: Υπολογισμός ανεμοπνοής σχεδιασμού για T_R = 10 και T_R = 100 έτη (Α Διεύθυνση)

Διεύθυνση Προώθησης: ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ

Μετ. Σταθμός: ΣΠΑΤΑ

Συνολικός Αριθμός Παρατηρήσεων 27375

Κλίμακα Ανέμου	Μέση ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Συχνότητα	Αρ. Παρατηρήσεων	Πιθανότητα Εμφάνισης	Αθροιστική Κατανομή Πιθανότητας -CDF (παρατηρήσεων)
1Bf	1,03	0,940	257	0,1324	0,1324
2Bf	2,57	2,800	767	0,3944	0,5268
3Bf	4,37	2,570	704	0,3620	0,8887
4Bf	6,95	0,750	205	0,1056	0,9944
5Bf	9,77	0,030	8	0,0042	0,9986
6Bf	12,60	0,010	3	0,0014	1,0000
7Bf	15,69	0,000	0	0,0000	1,0000
8Bf	19,03	0,000	0	0,0000	1,0000
9Bf	22,64	0,000	0	0,0000	1,0000
10Bf	26,49	0,000	0	0,0000	1,0000
11Bf	30,609	0,000	0	0,0000	1,0000
Αθροίσματα	**-**	**7,100**	**1944**	**1,00**	**-**

Βέλτιστη Προσαρμογή

	Weibull		FT-I (Gumbel Distribution)	
Παράμετροι	A(?)=	0,100	A=	1,402
	B=	2,935	B=	1,407
	k=	1,574		
Συσχέτιση	R^2=	0,9766	R^2=	0,936
Συνθήκη	ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ		ΕΦΑΡΜΟΣΙΜΟ	

Υπολογιζόμενη Κατανομή Πιθανότητας

	Weibull			FT-I (Gumbel Distribution)		
Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	CDF	PDF	Rsqr	CDF	PDF	Rsqr
1,0289	0,1508	0,2353	0,000	0,2715	0,2515500	0,019
2,5722	0,5339	0,2266	0,000	0,6470	0,2001931	0,014
4,3728	0,8358	0,1093	0,003	0,8859	0,0762518	0,000
6,9450	0,9775	0,0196	0,000	0,9807	0,0135689	0,000
9,7744	0,9986	0,0015	0,000	0,9974	0,0018477	0,000
12,6039	0,9999	0,0001	0,000	0,9997	0,0002480	0,000
15,6906	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000277	0,000
19,0344	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000026	0,000
22,6356	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000002	0,000
26,4939	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000000	0,000
30,6094	1,0000	0,0000	0,000	1,0000	0,0000000	0,000
			0,997			0,97

Αρ. Ετών Παρατηρήσεων 25
Αρ. Παρατηρήσεων 1944

Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	P(X<x)	Weibull Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	Gumbel Ταχύτητα Ανέμου (m/s)
1	0,987137	7,57	7,52
5	0,997427	9,22	9,79
10	0,998714	9,88	10,77
50	0,999743	11,32	13,03
75	0,999828	11,67	13,60
100	0,999871	11,91	14,01
12hrs/year	0,998630	9,82	10,68

Πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβάντος με Χ έτη Περίοδο Επαναφοράς σε διάρκεια Υ ετών

Περίοδος Επαναφοράς (Έτη)	Διάρκεια (Έτη)	Πιθανότητα (%)
1	1	100
5	1	20,00
10	50	99,48
75	50	48,89
100	50	39,50
150	50	28,43

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού

Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m) 10
Ζητούμενο Ύψόμετρο Τιμών (m) 10
Περίοδος Επαναφοράς (?): 10

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s): 9,88 = 19,2 (knots)

Υψόμετρο Παρατηρήσεων (m) 10
Ζητούμενο Ύψόμετρο Τιμών (m) 10
Περίοδος Επαναφοράς (?): 100

Ταχύτητα Ανέμου Σχεδιασμού (m/s): 11,9 = 23,2 (knots)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΑΝΟΙΧΤΑ

Η πρόγνωση των στατιστικών χαρακτηριστικών των κυματισμών που προσβάλουν την περιοχή μελέτης στα ανοικτά της, γίνεται στην παρούσα μελέτη 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 με 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). Οι νεότερες μέθοδοι πρόγνωσης κυματισμού που προτάθηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία και επικράτησαν με ευρεία χρήση μέχρι σήμερα (όπως: κατά S.P.M., 1984, με ανάπτυγμα πελάγους με χρήση 9 ακτινών, και κατά "Coastal Engineering Manual (C.E.M.)", 2006, με μία ακτίνα) 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.

Το ενεργό ανάπτυγμα που προέκυψε για τη βόρεια διεύθυνση είναι ίσο με 23,66Km, για τη βορειοανατολική διεύθυνση ίσο με 27,95Km και για την ανατολική διεύθυνση 52,59 Km.

Η μέθοδος υπολογισμού των κυματικών χαρακτηριστικών στα βαθιά νερά σύμφωνα με την μέθοδο S.M.B. (κατά S.P.M. 1977) βασίζεται στις ακόλουθες σχέσεις:

$$\frac{gH_s}{U^2} = 0.283 \cdot \tanh\left[0.0125\left(\frac{gF}{U^2}\right)^{0.42}\right]$$

$$\frac{gT_s}{2\pi U} = 1.20 \cdot \tanh\left[0.077\left(\frac{gF}{U^2}\right)^{0.25}\right]$$

$$\frac{gt_d}{U} = K \cdot \exp\left\{\left[A\left(\ln\left(\frac{gF}{U^2}\right)\right)^2 - B\ln\left(\frac{gF}{U^2}\right) + C\right]^{1/2} + D\ln\left(\frac{gF}{U^2}\right)\right\}$$

όπου:

F: το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους

H_s: το χαρακτηριστικό ύψος κύματος με βάση το κυματικό φάσμα της μεθόδου πρόγνωσης (H_{mo} = H_s = $H_{1/3}$ στα βαθιά, CEM 2002)

T_s: Η χαρακτηριστική περίοδος του κυματικού φάσματος

t_d: ο απαιτούμενος χρόνος για την πλήρη ανάπτυξη του κυματισμού (για ένα δεδομένο ανάπτυγμα F)

K=6.5882

A=0.0161

B=0.3692

C=2.2024

D=0.8798

Τα αποτελέσματα της μεθόδους S.M.B. για τις τρεις εξεταζόμενες διευθύνσεις και τις δύο περιόδους αναφοράς T_R =100 και T_R =10 έτη, δίδονται στους κάτωθι Πίνακες.

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά κυματισμού σχεδιασμού στα ανοιχτά (Β διεύθυνση - T_R = 100 έτη)

Υπολογισμός Μήκους Αναπτύγματος για Β (Ν) άνεμο

Γωνία σχετική	Γωνία από Βορρά	R(km)	cos θ	$\cos^2 \theta$	R $\cos^2\theta$
-42	-42	2,93	0,743145	0,552264	1,615925
-36	-36	7,58	0,809017	0,654509	4,961174
-30	-30	10,52	0,866025	0,75	7,88625
-24	-24	11,37	0,913545	0,834565	9,487338
-18	-18	12,91	0,951057	0,904509	11,6772
-12	-12	28,55	0,978148	0,956773	27,31969
-6	-6	30,01	0,994522	0,989074	29,68408
0	**0**	**32,13**	**1**	**1**	**32,127**
6	6	39,46	0,994522	0,989074	39,02588
12	12	40,81	0,978148	0,956773	39,04877
18	18	37,93	0,951057	0,904509	34,30982
24	24	30,71	0,913545	0,834565	25,62616
30	30	27,46	0,866025	0,75	20,598
36	36	29,76	0,809017	0,654509	19,47556
42	42	30,42	0,743145	0,552264	16,80209
		Αθροισμά:	13,51092	12,28339	319,6449

Fetch = **23,66** km

Εισαγωγή Ανεμολογικών Στοιχείων (100yrs περίοδος επαναφοράς)

Ενταση Ανέμου (Bf) : -
Ταχύτητα Ανέμου (m/sec) : **24,20** 47,0 Knots
Στάθμη Μετρήσεων (m) : -

Υπολογισμός Χαρακτηριστικού Κυματισμού

Ανάπτυγμα Πελάγους F (Km): **F =** **23,66** Km

$gH_s/U^2 = 0{,}283 \tan h\,(0{,}0125(gF/U^2)^{0{,}42})$ **H_s =** 2,58 m
$gT_s/2\pi U = 1{,}20 \tan h\,(0{,}077(gF/U^2)^{0{,}25})$ **T_s =** 6,15 sec
Tp= 6,474 sec
$gt_d/U = K\exp((A(\ln(gF/U^2))^2 - B\ln(gF/U^2)+C)^{1/2}+D\ln(gF/U$ **t_d =** 1,85 hrs

Επομένως:

Ύψος κύματος στα βαθειά (H_s ή H_{10}) **Hs :** 2,58 m
Μήκος κύματος στα βαθειά **Lo :** 59,05 m

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά κυματισμού σχεδιασμού στα ανοιχτά (Β διεύθυνση - T_R = 10 έτη)

Υπολογισμός Μήκους Αναπτύγματος για Β (Ν) άνεμο

Γωνία σχετική	Γωνία από Βορρά	R(km)	cos θ	$\cos^2 \theta$	R $\cos^2\theta$
-42	-42	2,93	0,743145	0,552264	1,615925
-36	-36	7,58	0,809017	0,654509	4,961174
-30	-30	10,52	0,866025	0,75	7,88625
-24	-24	11,37	0,913545	0,834565	9,487338
-18	-18	12,91	0,951057	0,904509	11,6772
-12	-12	28,55	0,978148	0,956773	27,31969
-6	-6	30,01	0,994522	0,989074	29,68408
0	**0**	**32,13**	**1**	**1**	**32,127**
6	6	39,46	0,994522	0,989074	39,02588
12	12	40,81	0,978148	0,956773	39,04877
18	18	37,93	0,951057	0,904509	34,30982
24	24	30,71	0,913545	0,834565	25,62616
30	30	27,46	0,866025	0,75	20,598
36	36	29,76	0,809017	0,654509	19,47556
42	42	30,42	0,743145	0,552264	16,80209
		Αθροισμά:	13,51092	12,28339	319,6449

Fetch = **23,66** km

Εισαγωγή Ανεμολογικών Στοιχείων (100yrs περίοδος επαναφοράς)

Ενταση Ανέμου (Bf) : -
Ταχύτητα Ανέμου (m/sec) : **20,03** 38,9 Knots
Στάθμη Μετρήσεων (m) : -

Υπολογισμός Χαρακτηριστικού Κυματισμού

Ανάπτυγμα Πελάγους F (Km): **F =** **23,66** Km

$gH_s/U^2 = 0{,}283 \tan h\,(0{,}0125(gF/U^2)^{0{,}42})$ **H_s =** 2,07 m
$gT_s/2\pi U = 1{,}20 \tan h\,(0{,}077(gF/U^2)^{0{,}25})$ **T_s =** 5,55 sec
Tp= 5,844 sec
$gt_d/U = K\exp((A(\ln(gF/U^2))^2 - B\ln(gF/U^2)+C)^{1/2} + D\ln(gF/U$ **t_d =** 2,05 hrs

Επομένως:

Ύψος κύματος στα βαθειά (H_s ή H_{10}) **Hs :** 2,07 m
Μήκος κύματος στα βαθειά **Lo :** 48,13 m

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά κυματισμού σχεδιασμού στα ανοιχτά (ΒΑ διεύθυνση - T_R = 100 έτη)

Υπολογισμός Μήκους Αναπτύγματος για ΒΑ (ΝΕ) άνεμο

Γωνία σχετική	Γωνία από Βορρά	R(km)	cos θ	$\cos^2 \theta$	$R \cos^2\theta$
-42	3	51,57	0,743145	0,552264	28,47861
-36	9	38,05	0,809017	0,654509	24,90209
-30	15	33,76	0,866025	0,75	25,323
-24	21	24,53	0,913545	0,834565	20,46771
-18	27	29,06	0,951057	0,904509	26,28592
-12	33	26,84	0,978148	0,956773	25,68265
-6	39	30,52	0,994522	0,989074	30,18258
0	**45**	**23,65**	**1**	**1**	**23,654**
6	51	20,69	0,994522	0,989074	20,45998
12	57	19,53	0,978148	0,956773	18,68768
18	63	28,36	0,951057	0,904509	25,65548
24	69	29,52	0,913545	0,834565	24,6347
30	75	30,28	0,866025	0,75	22,70625
36	81	42,61	0,809017	0,654509	27,89057
42	87	59,12	0,743145	0,552264	32,64765
		Αθροισμά:	13,51092	12,28339	377,6589

Fetch = **27,95** km

Εισαγωγή Ανεμολογικών Στοιχείων (100yrs περίοδος επαναφοράς)

Ενταση Ανέμου (Bf) : -
Ταχύτητα Ανέμου (m/sec) : **21,20** 41,2 Knots
Στάθμη Μετρήσεων (m) : -

Υπολογισμός Χαρακτηριστικού Κυματισμού

Ανάπτυγμα Πελάγους F (Km): **F = 27,95** Km

$gH_s/U^2 = 0{,}283 \tan h\,(0{,}0125(gF/U^2)^{0{,}42})$ **H_s =** 2,37 m
$gT_s/2\pi U = 1{,}20 \tan h\,(0{,}077(gF/U^2)^{0{,}25})$ **T_s =** 5,95 sec
Tp= 6,261 sec
$gt_d/U = K\exp((A(\ln(gF/U^2))^2 - B\ln(gF/U^2)+C)^{1/2}+D\ln(gF/U$ **t_d =** 2,26 hrs

Επομένως:

Ύψος κύματος στα βαθειά (H_s ή H_{10}) **Hs :** 2,37 m
Μήκος κύματος στα βαθειά **Lo :** 55,24 m

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά κυματισμού σχεδιασμού στα ανοιχτά (ΒΑ διεύθυνση - T_R = 10 έτη)

Υπολογισμός Μήκους Αναπτύγματος για ΒΑ (NE) άνεμο

Γωνία σχετική	Γωνία από Βορρά	R(km)	cos θ	$\cos^2 \theta$	$R \cos^2\theta$
-42	3	51,57	0,743145	0,552264	28,47861
-36	9	38,05	0,809017	0,654509	24,90209
-30	15	33,76	0,866025	0,75	25,323
-24	21	24,53	0,913545	0,834565	20,46771
-18	27	29,06	0,951057	0,904509	26,28592
-12	33	26,84	0,978148	0,956773	25,68265
-6	39	30,52	0,994522	0,989074	30,18258
0	**45**	**23,65**	**1**	**1**	**23,654**
6	51	20,69	0,994522	0,989074	20,45998
12	57	19,53	0,978148	0,956773	18,68768
18	63	28,36	0,951057	0,904509	25,65548
24	69	29,52	0,913545	0,834565	24,6347
30	75	30,28	0,866025	0,75	22,70625
36	81	42,61	0,809017	0,654509	27,89057
42	87	59,12	0,743145	0,552264	32,64765
		Αθροισμά:	13,51092	12,28339	377,6589

Fetch = **27,95** km

Εισαγωγή Ανεμολογικών Στοιχείων (10yrs περίοδος επαναφοράς)

Ενταση Ανέμου (Bf) : -
Ταχύτητα Ανέμου (m/sec) : **17,77** 34,5 Knots
Στάθμη Μετρήσεων (m) : -

Υπολογισμός Χαρακτηριστικού Κυματισμού

Ανάπτυγμα Πελάγους F (Km): **F = 27,95** Km

$gH_s/U^2 = 0{,}283 \tan h\,(0{,}0125(gF/U^2)^{0{,}42})$ **H_s =** 1,92 m
$gT_s/2\pi U = 1{,}20 \tan h\,(0{,}077(gF/U^2)^{0{,}25})$ **T_s =** 5,40 sec
Tp= 5,682 sec
$gt_d/U = K\exp((A(\ln(gF/U^2))^2 - B\ln(gF/U^2)+C)^{1/2}+D\ln(gF/U$ **t_d =** 2,48 hrs

Επομένως:

Ύψος κύματος στα βαθειά (H_s ή H_{10}) **Hs :** 1,92 m
Μήκος κύματος στα βαθειά **Lo :** 45,50 m

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά κυματισμού σχεδιασμού στα ανοιχτά (Α διεύθυνση - T_R = 100 έτη)

Υπολογισμός Μήκους Αναπτύγματος για Α (Ε) άνεμο

Γωνία σχετική	Γωνία από Βορρά	R(km)	cos θ	$\cos^2 \theta$	$R \cos^2\theta$
-42	48	22,01	0,743145	0,552264	12,15423
-36	54	19,52	0,809017	0,654509	12,77601
-30	60	21,63	0,866025	0,75	16,22475
-24	66	28,48	0,913545	0,834565	23,76425
-18	72	30,37	0,951057	0,904509	27,47083
-12	78	39,71	0,978148	0,956773	37,99153
-6	84	58,85	0,994522	0,989074	58,20798
0	**90**	**59,91**	**1**	**1**	**59,905**
6	96	68,59	0,994522	0,989074	67,84255
12	102	79,75	0,978148	0,956773	76,30645
18	108	91,49	0,951057	0,904509	82,75439
24	114	127,26	0,913545	0,834565	106,2093
30	120	64,78	0,866025	0,75	48,58425
36	126	93,00	0,809017	0,654509	60,86733
42	132	35,21	0,743145	0,552264	19,44522
		Αθροισμά:	13,51092	12,28339	710,5041

Fetch = **52,59** km

Εισαγωγή Ανεμολογικών Στοιχείων (100yrs περίοδος επαναφοράς)

Ενταση Ανέμου (Bf) : -
Ταχύτητα Ανέμου (m/sec) : **11,90** 23,1 Knots
Στάθμη Μετρήσεων (m) : -

Υπολογισμός Χαρακτηριστικού Κυματισμού

Ανάπτυγμα Πελάγους F (Km): **F =** **52,59** Km

$gH_s/U^2 = 0{,}283 \tan h\,(0{,}0125(gF/U^2)^{0{,}42})$ **H_s =** 1,52 m
$gT_s/2\pi U = 1{,}20 \tan h\,(0{,}077(gF/U^2)^{0{,}25})$ **T_s =** 4,90 sec
Tp= 5,158 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 =** 5,01 hrs

Επομένως:

Ύψος κύματος στα βαθειά (H_s ή H_{10}) **Hs :** 1,52 m
Μήκος κύματος στα βαθειά **Lo :** 37,49 m

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά κυματισμού σχεδιασμού στα ανοιχτά (Α διεύθυνση - T_R = 10 έτη)

Υπολογισμός Μήκους Αναπτύγματος για Α (Ε) άνεμο

Γωνία σχετική	Γωνία από Βορρά	R(km)	cos θ	$\cos^2 \theta$	$R \cos^2\theta$
-42	48	22,01	0,743145	0,552264	12,15423
-36	54	19,52	0,809017	0,654509	12,77601
-30	60	21,63	0,866025	0,75	16,22475
-24	66	28,48	0,913545	0,834565	23,76425
-18	72	30,37	0,951057	0,904509	27,47083
-12	78	39,71	0,978148	0,956773	37,99153
-6	84	58,85	0,994522	0,989074	58,20798
0	**90**	**59,91**	**1**	**1**	**59,905**
6	96	68,59	0,994522	0,989074	67,84255
12	102	79,75	0,978148	0,956773	76,30645
18	108	91,49	0,951057	0,904509	82,75439
24	114	127,26	0,913545	0,834565	106,2093
30	120	64,78	0,866025	0,75	48,58425
36	126	93,00	0,809017	0,654509	60,86733
42	132	35,21	0,743145	0,552264	19,44522
		Αθροισμά:	13,51092	12,28339	710,5041

Fetch = **52,59** km

Εισαγωγή Ανεμολογικών Στοιχείων (100yrs περίοδος επαναφοράς)

Ενταση Ανέμου (Bf) : -
Ταχύτητα Ανέμου (m/sec) : **9,88** 19,2 Knots
Στάθμη Μετρήσεων (m) : -

Υπολογισμός Χαρακτηριστικού Κυματισμού

Ανάπτυγμα Πελάγους F (Km): **F =** **52,59** Km

$gH_s/U^2 = 0{,}283 \tan h\,(0{,}0125(gF/U^2)^{0{,}42})$ **H_s =** 1,21 m
$gT_s/2\pi U = 1{,}20 \tan h\,(0{,}077(gF/U^2)^{0{,}25})$ **T_s =** 4,37 sec
Tp= 4,604 sec
$gt_d/U = K\exp((A(\ln(gF/U^2))^2 - B\ln(gF/U^2)+C)^{1/2} + D\ln(gF/U$ **t_d =** 5,56 hrs

Επομένως:

Ύψος κύματος στα βαθειά (H_s ή H_{10}) **Hs :** 1,21 m
Μήκος κύματος στα βαθειά **Lo :** 29,87 m

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Οι κυματισμοί προωθούμενοι προς τα ρηχά αλλάζουν τα χαρακτηριστικά τους, λόγω των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται με τον πυθμένα και τα όρια της ξηράς (ακτές, ακρωτήρια κτλ). Οι τριβές έχουν ως αποτέλεσμα την απώλεια μέρους της κυματικής ενέργειας, η οποία οδηγεί στη μείωση του ύψους των προωθούμενων κυματισμών. Η διαδικασία αυτή είναι συνεχής και σταδιακή κατά την προώθηση των κυμάτων, καταλήγει όμως σε ένα οριακό σημείο, διαφορετικό για κάθε κυματισμό, στο οποίο η κατακόρυφη κατανομή των οριζοντίων ταχυτήτων διαφοροποιείται σημαντικά, με αποτέλεσμα το άνω τμήμα του κύματος να επιταχύνεται, ενώ το κάτω αντίστοιχα να επιβραδύνεται λόγω της αλληλεπίδρασης με τον πυθμένα. Αποτέλεσμα των δράσεων αυτών είναι να τροποποιείται σημαντικά το σχήμα του κυματισμού με συνέπεια να θραύεται διαχέοντας παράλληλα την ενέργεια του. Λόγω της έντασης του φαινομένου και της συγκέντρωσης κυματικής ενέργειας στην ευρύτερη περιοχή της θραύσης των κυμάτων παρατηρούνται και άλλα φαινόμενα όπως η ανύψωση της στάθμης της θάλασσας αλλά και η μεγιστοποίηση των ταχυτήτων προώθησης. Στα εν λόγω φαινόμενα της παράκτιας υδροδυναμικής συμμετέχουν τα φαινόμενα της διάθλασης και της ρήχωσης.

Η διαδικασία αυτή έχει και πάλι ως αποτέλεσμα την σταδιακή διάχυση της κυματικής ενέργειας, που εκφράζεται μέσω της τροποποίησης των κυματικών χαρακτηριστικών.

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).

Η μεθοδολογία αυτή υπολογίζει την φασματική προώθηση αποδίδοντας σε κάθε βάθος ελέγχου το ύψος του τροποποιημένου χαρακτηριστικού κυματισμού. Ο χαρακτηριστικός κυματισμός τροποποιείται καθώς οι υψηλότεροι κυματισμοί του ενεργειακού φάσματος θραύονται στα βαθιά νερά με αποτέλεσμα η συνολική ενέργεια που προωθείται προς τα ρηχά νερά συνεχώς να απομειώνεται και σε κάθε βάθος να αντιστοιχεί ένας μικρότερος χαρακτηριστικός κυματισμός. Πέραν του χαρακτηριστικού κυματισμού με την συγκεκριμένη υπολογιστική διαδικασία υπολογίζεται και ο μέγιστος κυματισμός του φάσματος αντίστοιχα για κάθε βάθος ελέγχου.

Βάσει συστάσεων η διαστασιολόγηση έργων κοντά στην ακτή, λόγω του ότι παρουσιάζεται έντονη συσσώρευση ενέργειας με αποτέλεσμα τα χαρακτηριστικά του φάσματος να υπόκεινται σε έντονες αλλαγές, εκτελείται λαμβάνοντας κύμα σχεδιασμού το κύμα σε βάθος 0.5 Ho’ από αυτή.

Οι σχέσεις υπολογισμού που χρησιμοποιούνται από την συγκεκριμένη μεθοδολογία παρουσιάζονται στην συνέχεια (Y. Goda [2000] and CIRIA [2007]).

$$H_{1/3} = \begin{cases} K_S & : h/L_0 \geq 0{,}2 \\ \min\{(\beta_0 H'_0 + \beta_1 h), \beta_{\max} H'_0, K_S H'_0 & : h/L_0 < 0{,}2 \end{cases}$$

$$H_{\max} \equiv H_{1/250} = \begin{cases} 1.8 K_S H'_0 & : h/L_0 \geq 0{,}2 \\ \min\{(\beta_0^* H'_0 + \beta_1^* h), \beta_{\max}^* H'_0, 1.8 K_S H'_0 & : h/L_0 < 0{,}2 \end{cases}$$

Όπου,

H'_o είναι το τροποποιημένο ύψος κύματος έτσι ώστε να περιλαμβάνει και την επίδραση της διάθλασης ή / και της περίθλασης, που συνήθως αναφέρεται σε σχέση με το ισοδύναμο ύψος κύματος στα βαθιά νερά με την ακόλουθη σχέση :

$$H'_0 = K_d K_R (H_{1/3})_0$$

Οι συντελεστές β_0, β_1, β_{max}, β^*_0,β^*_1, β^*_{max} δίνονται από τις σχέσεις που παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα:

Πίνακας 1: Συντελεστές εξισώσεων Goda (2000)

Συντελεστές $H_{1/3}$	**Συντελεστές H_{max}**
$\beta_0 = 0.028(H_0' / L_0)^{-0{,}38} \exp[20 \tan^{1.5} \theta]$	$\beta_0^* = 0.052(H_0' / L_0)^{-0{,}38} \exp[20 \tan^{1.5} \theta]$
$\beta_1 = 0.52 \exp[4.2 \tan\theta]$	$\beta_1^* = 0.63 \exp[3.8 \tan\theta]$
$\beta_{\max} = \max\{0.92,\ 0.32(H_0' / L_0)^{-0{,}29} \cdot \exp[2.4 \tan\theta]$	$\beta_{\max}^* = \max\{1.65,\ 0.53(H_0' / L_0)^{-0{,}29} \cdot \exp[2.4 \tan\theta]$

Για τον υπολογισμό της διάθλασης χρησιμοποιείται η γραμμική θεωρία των κυμάτων εξαιτίας των μη σημαντικών αποκλίσεων (ιδιαίτερα στην περίπτωση εφαρμογών έργων) στα προκύπτοντα ύψη κύματος σε σχέση με τα αντίστοιχα μίας ανάλυσης μαθηματικού μοντέλου. Η αλλαγή του ύψους κύματος, σε σχέση με το αντίστοιχο στα βαθιά νερά που οφείλεται στην αναδιανομή της κυματικής ενέργειας κατά μήκος του μετώπου προώθησης του κύματος, εκφράζεται μέσω του συντελεστή διάθλασης KR. Οι σχέσεις υπολογισμού του εν λόγω συντελεστή δίνεται στα ακόλουθα:

$$\theta = \arcsin(\sin \alpha_0 \tanh(kh))$$

$$K_R = \left(\frac{\cos\alpha_0}{\cos\theta}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1-\sin^2\alpha_0}{1-\sin^2\theta}\right)^{\frac{1}{4}}$$

Τα τροποποιημένα χαρακτηριστικά όλων των διευθύνσεων που εξετάσθηκαν ανωτέρω υπολογίσθηκαν σε διάφορα βάθη κατά την προώθηση των κυματισμών στα

ρηχά. Τα στοιχεία των χαρακτηριστικών κυματισμών σχεδιασμού των φασμάτων συνοψίζονται στους παρακάτω Πίνακες.

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών στην περιοχή του έργου (Β Διεύθυνση - T_R =100 έτη)

Χαρακτηριστικά κυματισμού στα βαθειά

H_s =	**2,58**	**m**	* H_{mo} = $H_{1/3}$ at deep waters *(CEM 2003)*
T_s =	**6,15**	**sec**	* T_s = 0.93 T_p *(CEM 2003, BS 6349:1 - 2000, Goda 1985)*
Lo =	**59,05**	**m**	
$t_{x,u}$ =	**1,85**	**hrs**	* Full Spectrum Development Time
C_o =	**9,60**	**m/sec**	* Wave celerity
C_{go} =	**4,80**	**m/sec**	* Wave Group Celerity

Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών

Wave Propagation Angle

α =	45	°	* Angle of Wave Approach
tanθ =	0,05		* Mean Seabed Slope

Διάθλαση και ρήχωση κυματισμού

Depth (m)	T (sec)	d/L	L (m)	Cg (m/sec)	Ks	θ (°)	Kr	Ho'	H_s (m)	H_{max} (m)
40	6,15	0,6703	59,67	4,82	0,9984	45,61	1,0054	2,60	2,59	4,67
30	6,15	0,5097	58,86	4,89	0,9912	44,81	0,9984	2,58	2,56	4,60
20	6,15	0,3468	57,67	5,20	0,9607	43,67	0,9888	2,56	2,46	4,42
18	6,15	0,3157	57,02	5,32	0,9502	43,06	0,9837	2,54	2,42	4,35
15	6,15	0,2714	55,27	5,51	0,9337	41,44	0,9712	2,51	2,34	4,22
12	6,15	0,2277	52,70	5,69	0,9188	39,13	0,9547	2,47	2,27	4,08
11	6,15	0,2134	51,55	5,73	0,9154	38,11	0,9480	2,45	2,24	4,04
10	6,15	0,1992	50,20	5,76	0,9133	36,95	0,9406	2,43	2,22	4,00
9	6,15	0,1850	48,65	5,76	0,9132	35,63	0,9327	2,41	2,20	3,96
8	6,15	0,1708	46,84	5,73	0,9156	34,12	0,9242	2,39	2,19	3,94
5	6,15	0,1268	39,43	5,33	0,9494	28,18	0,8956	2,31	2,14	3,82
4	6,15	0,1111	36,00	5,03	0,9772	25,54	0,8853	2,29	2,12	3,56
3	6,15	0,0942	31,86	4,59	1,0228	22,43	0,8746	2,26	2,10	2,79
2,00	6,15	0,0751	26,64	3,94	1,1042	18,60	0,8638	2,23	1,55	2,03

Notes:

* 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'

Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών στην περιοχή του έργου (Β Διεύθυνση - T_R =10 έτη)

Χαρακτηριστικά κυματισμού στα βαθειά

H_s =	**2,07**	**m**	* $H_{mo} = H_{1/3}$ at deep waters *(CEM 2003)*
T_s =	**5,55**	**sec**	* $T_s = 0.93\ T_p$ *(CEM 2003, BS 6349:1 - 2000, Goda 1985)*
Lo =	**48,13**	**m**	
$t_{x,u}$ =	**2,05**	**hrs**	* Full Spectrum Development Time
C_o =	**8,67**	**m/sec**	* Wave celerity
C_{go} =	**4,33**	**m/sec**	* Wave Group Celerity

Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών

Wave Propagation Angle

α =	45	°	* Angle of Wave Approach
tanθ =	0,05		* Mean Seabed Slope

Διάθλαση και ρήχωση κυματισμού

Depth (m)	T (sec)	d/L	L (m)	Cg (m/sec)	Ks	θ (°)	Kr	Ho'	H_s (m)	H_{max} (m)
40	5,55	0,8301	48,19	4,34	0,9997	45,07	1,0006	2,07	2,07	3,73
30	5,55	0,6205	48,35	4,36	0,9972	45,26	1,0023	2,07	2,07	3,72
20	5,55	0,4193	47,70	4,52	0,9790	44,49	0,9956	2,06	2,02	3,63
18	5,55	0,3804	47,32	4,60	0,9702	44,04	0,9918	2,05	1,99	3,58
15	5,55	0,3220	46,58	4,78	0,9525	43,19	0,9848	2,04	1,94	3,49
12	5,55	0,2670	44,94	4,99	0,9320	41,32	0,9704	2,01	1,87	3,37
11	5,55	0,2489	44,19	5,06	0,9254	40,49	0,9642	2,00	1,85	3,32
10	5,55	0,2310	43,29	5,12	0,9197	39,50	0,9573	1,98	1,82	3,28
9	5,55	0,2142	42,02	5,17	0,9155	38,12	0,9481	1,96	1,80	3,23
8	5,55	0,1966	40,69	5,20	0,9132	36,72	0,9392	1,94	1,77	3,19
5	5,55	0,1436	34,82	5,01	0,9304	30,77	0,9072	1,88	1,74	3,10
4	5,55	0,1259	31,77	4,80	0,9507	27,83	0,8942	1,85	1,72	3,05
3	5,55	0,1063	28,22	4,44	0,9882	24,50	0,8815	1,82	1,70	2,70
2,00	5,55	0,0844	23,69	3,86	1,0594	20,37	0,8685	1,80	1,50	1,93

Notes:

* 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'

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών στην περιοχή του έργου (ΒΑ Διεύθυνση - T_R =100 έτη)

Χαρακτηριστικά κυματισμού στα βαθειά

H_s =	**2,37**	**m**	* H_{mo} = $H_{1/3}$ at deep waters *(CEM 2003)*
T_s =	**5,95**	**sec**	* T_s = 0.93 T_p *(CEM 2003, BS 6349:1 - 2000, Goda 1985)*
Lo =	**55,24**	**m**	
$t_{x,u}$ =	**2,26**	**hrs**	* Full Spectrum Development Time
C_o =	**9,29**	**m/sec**	* Wave celerity
C_{go} =	**4,64**	**m/sec**	* Wave Group Celerity

Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών

Wave Propagation Angle

α =	0	°	* Angle of Wave Approach
tanθ =	0,05		* Mean Seabed Slope

Διάθλαση και ρήχωση κυματισμού

Depth (m)	T (sec)	d/L	L (m)	Cg (m/sec)	Ks	θ (°)	Kr	Ho'	H_s (m)	H_{max} (m)
40	5,95	0,7202	55,54	4,65	0,9991	0,00	1,0000	2,37	2,37	4,26
30	5,95	0,5442	55,13	4,70	0,9938	0,00	1,0000	2,37	2,35	4,24
20	5,95	0,3691	54,19	4,96	0,9672	0,00	1,0000	2,37	2,29	4,13
18	5,95	0,3349	53,75	5,07	0,9569	0,00	1,0000	2,37	2,27	4,08
15	5,95	0,2863	52,39	5,26	0,9393	0,00	1,0000	2,37	2,23	4,01
12	5,95	0,2395	50,10	5,46	0,9223	0,00	1,0000	2,37	2,19	3,93
11	5,95	0,2243	49,04	5,51	0,9179	0,00	1,0000	2,37	2,17	3,91
10	5,95	0,2092	47,80	5,55	0,9146	0,00	1,0000	2,37	2,17	3,90
9	5,95	0,1933	46,56	5,57	0,9130	0,00	1,0000	2,37	2,16	3,89
8	5,95	0,1783	44,87	5,56	0,9140	0,00	1,0000	2,37	2,17	3,90
5	5,95	0,1322	37,82	5,23	0,9422	0,00	1,0000	2,37	2,18	3,91
4	5,95	0,1158	34,54	4,96	0,9676	0,00	1,0000	2,37	2,18	3,56
3	5,95	0,0983	30,52	4,55	1,0099	0,00	1,0000	2,37	2,18	2,80
2,00	5,95	0,0787	25,42	3,94	1,0857	0,00	1,0000	2,37	1,56	2,03

Notes:

* 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'

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών στην περιοχή του έργου (ΒΑ Διεύθυνση - T_R =10 έτη)

Χαρακτηριστικά κυματισμού στα βαθειά

H_s =	**1,92**	**m**	* H_{mo} = $H_{1/3}$ at deep waters *(CEM 2003)*
T_s =	**5,40**	**sec**	* T_s = 0.93 T_p *(CEM 2003, BS 6349:1 - 2000, Goda 1985)*
Lo =	**45,50**	**m**	
$t_{x,u}$ =	**2,48**	**hrs**	* Full Spectrum Development Time
C_o =	**8,43**	**m/sec**	* Wave celerity
C_{go} =	**4,21**	**m/sec**	* Wave Group Celerity

Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών

Wave Propagation Angle

α =	0	°	* Angle of Wave Approach
tanθ =	0,05		* Mean Seabed Slope

Διάθλαση και ρήχωση κυματισμού

Depth (m)	T (sec)	d/L	L (m)	Cg (m/sec)	Ks	θ (°)	Kr	Ho'	H_s (m)	H_{max} (m)
40	5,40	0,8700	45,98	4,22	0,9998	0,00	1,0000	1,92	1,92	3,46
30	5,40	0,6504	46,13	4,23	0,9980	0,00	1,0000	1,92	1,92	3,46
20	5,40	0,4424	45,21	4,36	0,9830	0,00	1,0000	1,92	1,89	3,40
18	5,40	0,4002	44,98	4,43	0,9750	0,00	1,0000	1,92	1,88	3,38
15	5,40	0,3385	44,31	4,59	0,9580	0,00	1,0000	1,92	1,84	3,32
12	5,40	0,2792	42,98	4,80	0,9366	0,00	1,0000	1,92	1,80	3,24
11	5,40	0,2601	42,29	4,88	0,9295	0,00	1,0000	1,92	1,79	3,22
10	5,40	0,2412	41,46	4,95	0,9229	0,00	1,0000	1,92	1,78	3,20
9	5,40	0,2226	40,43	5,01	0,9174	0,00	1,0000	1,92	1,76	3,17
8	5,40	0,2042	39,18	5,05	0,9139	0,00	1,0000	1,92	1,76	3,16
5	5,40	0,1488	33,60	4,91	0,9262	0,00	1,0000	1,92	1,77	3,17
4	5,40	0,1295	30,89	4,71	0,9456	0,00	1,0000	1,92	1,77	3,17
3	5,40	0,1092	27,47	4,38	0,9814	0,00	1,0000	1,92	1,77	2,70
2,00	5,40	0,0866	23,08	3,82	1,0503	0,00	1,0000	1,92	1,51	1,94

Notes:

* 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'

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών στην περιοχή του έργου (Α Διεύθυνση - T_R =100 έτη)

Χαρακτηριστικά κυματισμού στα βαθειά

H_s =	**1,52**	**m**	* H_{mo} = $H_{1/3}$ at deep waters *(CEM 2003)*
T_s =	**4,90**	**sec**	* T_s = 0.93 T_p *(CEM 2003, BS 6349:1 - 2000, Goda 1985)*
Lo =	**37,49**	**m**	
$t_{x,u}$ =	**5,01**	**hrs**	* Full Spectrum Development Time
C_o =	**7,65**	**m/sec**	* Wave celerity
C_{go} =	**3,83**	**m/sec**	* Wave Group Celerity

Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών

Wave Propagation Angle

α =	45	°	* Angle of Wave Approach
tanθ =	0,05		* Mean Seabed Slope

Διάθλαση και ρήχωση κυματισμού

Depth (m)	T (sec)	d/L	L (m)	Cg (m/sec)	Ks	θ (°)	Kr	Ho'	H_s (m)	H_{max} (m)
40	4,90	1,0000	40,00	3,83	1,0000	48,97	1,0379	1,58	1,58	2,84
30	4,90	0,8001	37,50	3,83	0,9996	45,01	1,0001	1,52	1,52	2,74
20	4,90	0,5343	37,43	3,88	0,9932	44,91	0,9992	1,52	1,51	2,72
18	4,90	0,4822	37,33	3,92	0,9884	44,75	0,9978	1,52	1,50	2,70
15	4,90	0,4050	37,04	4,02	0,9760	44,31	0,9941	1,51	1,48	2,66
12	4,90	0,3302	36,34	4,19	0,9553	43,27	0,9854	1,50	1,43	2,58
11	4,90	0,3058	35,97	4,27	0,9466	42,72	0,9811	1,49	1,41	2,54
10	4,90	0,2819	35,47	4,35	0,9376	41,99	0,9754	1,48	1,39	2,51
9	4,90	0,2592	34,72	4,43	0,9291	40,91	0,9673	1,47	1,37	2,46
8	4,90	0,2361	33,88	4,51	0,9212	39,72	0,9588	1,46	1,34	2,42
5	4,90	0,1691	29,57	4,56	0,9161	33,89	0,9230	1,41	1,29	2,32
4	4,90	0,1462	27,36	4,44	0,9282	31,07	0,9086	1,38	1,28	2,28
3	4,90	0,1232	24,35	4,20	0,9547	27,34	0,8922	1,36	1,28	2,24
2,00	4,90	0,0973	20,56	3,73	1,0130	22,82	0,8759	1,33	1,27	1,83

Notes:

* 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'

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών στην περιοχή του έργου (Α Διεύθυνση - T_R =10 έτη)

Χαρακτηριστικά κυματισμού στα βαθειά

H_s =	**1,21**	**m**	* H_{mo} = $H_{1/3}$ at deep waters *(CEM 2003)*
T_s =	**4,37**	**sec**	* T_s = 0.93 T_p *(CEM 2003, BS 6349:1 - 2000, Goda 1985)*
Lo =	**29,87**	**m**	
$t_{x,u}$ =	**5,56**	**hrs**	* Full Spectrum Development Time
C_o =	**6,83**	**m/sec**	* Wave celerity
C_{go} =	**3,41**	**m/sec**	* Wave Group Celerity

Υπολογισμός τοπικών κυματικών χαρακτηριστικών

Wave Propagation Angle

α =	45	°	* Angle of Wave Approach
tanθ =	0,05		* Mean Seabed Slope

Διάθλαση και ρήχωση κυματισμού

Depth (m)	T (sec)	d/L	L (m)	Cg (m/sec)	Ks	θ (°)	Kr	Ho'	H_s (m)	H_{max} (m)
40	4,37	1,0000	40,00	3,42	1,0000	71,22	1,4821	1,79	1,79	3,22
30	4,37	1,0000	30,00	3,42	1,0000	45,24	1,0021	1,21	1,21	2,18
20	4,37	0,6603	30,29	3,43	0,9982	45,80	1,0071	1,21	1,21	2,18
18	4,37	0,6006	29,97	3,44	0,9966	45,18	1,0016	1,21	1,20	2,17
15	4,37	0,5038	29,77	3,48	0,9907	44,81	0,9983	1,20	1,19	2,15
12	4,37	0,4059	29,56	3,58	0,9762	44,41	0,9949	1,20	1,17	2,11
11	4,37	0,3747	29,36	3,64	0,9688	44,02	0,9916	1,20	1,16	2,09
10	4,37	0,3431	29,15	3,71	0,9595	43,62	0,9883	1,19	1,14	2,06
9	4,37	0,3130	28,75	3,79	0,9493	42,89	0,9824	1,18	1,12	2,02
8	4,37	0,2827	28,30	3,88	0,9380	42,05	0,9759	1,18	1,10	1,99
5	4,37	0,1975	25,32	4,09	0,9132	36,81	0,9398	1,13	1,03	1,86
4	4,37	0,1691	23,65	4,07	0,9161	34,05	0,9238	1,11	1,02	1,84
3	4,37	0,1410	21,28	3,93	0,9327	30,24	0,9047	1,09	1,02	1,80
2,00	4,37	0,1101	18,17	3,56	0,9794	25,47	0,8850	1,07	1,01	1,76

Notes:

* 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'

Για τη διαστασιολόγηση των έργων προστασίας στην παρούσα μελέτη λαμβάνεται ως κυματισμός σχεδιασμού ο $H_{1/10}$ που αντιστοιχεί στη μέση τιμή των κυματισμών με ύψος μεγαλύτερο από το 10% των καταγραφών.

Στα ανοιχτά η σχέση μεταξύ των δυο κυματισμών είναι $H_{1/10}$=1,27xH_s.

Καθώς όμως το φάσμα προωθείται προς τα ρηχά ο συντελεστής 1,27 που συνδέει τα δυο μεγέθη τροποποιείται. Έτσι για τον υπολογισμό του κύματος σχεδιασμού $H_{1/10}$ εφαρμόζεται η μέθοδος των Battjes and Groenendijk (2000), η οποία περιγράφει την αθροιστική κατανομή του ύψους κύματος στα ξηρά και στη ζώνη θραύσης συνδυάζοντας δυο καμπύλες Weibull. Για την απλούστερη εφαρμογή της μεθόδου οι Battjes and Groenendijk (2000) παρήγαγαν πίνακες οι οποίοι μπορούν να εφαρμοστούν απευθείας για την εύρεση του αδιάστατου παράγοντα (CIRIA, chapter 4, section 4.2, Box4.4), ως κάτωθι:

Πίνακας 8: Τιμές $H_{1/10}$ /H_{rms} και 2% /H_{rms}

(Πηγή: Ciria chapter 4/ section 4.2/ Box 4.4/ Table 4.10)

Χαρακτηριστικά Ύψη		$H_{1/10}/H_{rms}$	$H_{2\%}/H_{rms}$
Non-dimensional transitional wave H_{tr}/Hr_{ms}	0,05	1,466	1,548
	0,50	1,467	1,549
	1,00	1,518	1,603
	1,20	1,573	1,662
	1,35	1,626	1,717
	1,50	1,638	1,778
	1,75	1,759	1,884
	2,00	1,786	1,985
	2,50	1,799	1,978
	3,00	1,8	1,978

Η χρήση του πίνακα αυτού απαιτεί τον υπολογισμό του κυματισμού H_{tr} (transitional wave height) και του κυματισμού H_{rms} (mean root square wave height), τα οποία δίνονται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$H_{tr} = (0.35 + 5.8\tan a)h$$

και

$$H_{rms} = [0.6725 + 0.2025(H_{m0} / h)]H_{m0}$$

όπου,

tana η κλίση του πυθμένα, και h το βάθος του πυθμένα.

Πίνακας 9: Συνοπτικά χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών σχεδιασμού στην περιοχή του έργου (T_R = 100 έτη)

Τομέας:	**Βόρειος**		**Τομέας:**	**Βορειοανατολικός**		**Τομέας:**	**Ανατολικός**	
H_s =2,58m T_s =6,15sec			H_s =2,37m T_s =5,95sec			H_s =1,52m T_s =4,90sec		
Βάθος	**H_s**	**$H_{1/10}$**	**Βάθος**	**H_s**	**$H_{1/10}$**	**Βάθος**	**H_s**	**$H_{1/10}$**
(m)	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**
40	2,59	3,29	40	2,37	3,01	40	1,58	2,01
30	2,56	3,25	30	2,35	2,99	30	1,52	1,93
20	2,46	3,12	20	2,29	2,91	20	1,51	1,92
18	2,42	3,07	18	2,27	2,88	18	1,50	1,91
15	2,34	2,98	15	2,23	2,83	15	1,48	1,88
12	2,27	2,88	12	2,19	2,78	12	1,43	1,82
11	2,24	2,85	11	2,17	2,76	11	1,41	1,80
10	2,22	2,82	10	2,17	2,75	10	1,39	1,77
9	2,20	2,80	9	2,16	2,75	9	1,37	1,74
8	2,19	2,78	8	2,17	2,75	8	1,34	1,71
5	2,14	2,71	5	2,18	2,77	5	1,29	1,63
4	2,12	2,69	4	2,18	2,77	4	1,28	1,63
3	2,10	2,67	3	2,18	2,77	3	1,28	1,63
2	1,55	1,97	2	1,56	1,98	2	1,27	1,61

Πίνακας 10: Συνοπτικά χαρακτηριστικά προωθημένων κυματισμών σχεδιασμού στην περιοχή του έργου (T_R = 10 έτη)

Τομέας:	**Βόρειος**		**Τομέας:**	**Βορειοανατολικός**		**Τομέας:**	**Ανατολικός**	
H_s =2,07m T_s =5,55sec			H_s =1,92m T_s =5,40sec			H_s =1,21m T_s =4,37sec		
Βάθος	**H_s**	**$H_{1/10}$**	**Βάθος**	**H_s**	**$H_{1/10}$**	**Βάθος**	**H_s**	**$H_{1/10}$**
(m)	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m)**
40	2,07	2,63	40	1,92	2,44	40	1,79	2,27
30	2,07	2,63	30	1,92	2,44	30	1,21	1,53
20	2,02	2,56	20	1,89	2,40	20	1,21	1,54
18	1,99	2,53	18	1,88	2,38	18	1,20	1,53
15	1,94	2,47	15	1,84	2,34	15	1,19	1,51
12	1,87	2,38	12	1,80	2,29	12	1,17	1,49
11	1,85	2,35	11	1,79	2,27	11	1,16	1,47
10	1,82	2,31	10	1,78	2,25	10	1,14	1,45
9	1,80	2,28	9	1,76	2,24	9	1,12	1,43
8	1,77	2,25	8	1,76	2,23	8	1,10	1,40
5	1,74	2,20	5	1,77	2,25	5	1,03	1,31
4	1,72	2,18	4	1,77	2,25	4	1,02	1,30
3	1,70	2,16	3	1,77	2,25	3	1,02	1,29
2	1,50	1,91	2	1,51	1,91	2	1,01	1,29

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ

Για τη διαστασιολόγηση της θωράκισης που προβλέπεται στο ανατολικό όριο του έργου, εφαρμόζεται η μέθοδος του Hudson (όπως αυτή παρουσιάζεται στο CEM 2006, στο CERC_SPM 1984 και στο CIRIA 2007.

Η μέθοδος Hudson για φυσικούς ογκολίθους χρησιμοποιεί συντηρητικά το κύμα $H_{1/10}$ και όχι το H_s.

- *Hudson (1998)*

Η σχέση του Hudson, βάση της οποίας προκύπτει το απαιτούμενο μέσο βάρος του ογκολίθου είναι:

$$\frac{H}{\Delta D_{n50}} = (K_D \cot\alpha)^{1/3} \text{ ή } \mathrm{M}_{50} = \frac{\rho_s H^3}{K_D(\rho_s / \rho_w - 1)^3 \cot\alpha}$$

όπου,

H: το κύμα σχεδιασμού της μελέτης, το οποίο είναι είτε το H_s (για Ε.Τ.Ο. εκ σκυροδέματος) είτε το $H_{1/10}$ (για φυσικούς ογκολίθους)

ρ_s: το ειδικό βάρος των φ.ο. (2,65 τον/μ^3)

ρ_w: η πυκνότητα του θαλάσσιου ύδατος (τον/μ^3)

Δ: (ρ_s/ ρ_w)-1

D_{n50}: το αντίστοιχο μήκος του κύβου της μέσης διαμέτρου του φυσικού ογκόλιθου

M_{50}: το μέσο απαιτούμενο βάρους του φ.ο. της θωράκισης (με 50% του πλήθους των λίθων να ζυγίζουν πάνω από M_{50})

α: η γωνία κλίσης του πρανούς (2/3)

K_D: συντελεστής ευστάθειας

Ο συντελεστής ευστάθειας του Hudson K_D για φυσικούς ογκολίθους εξαρτάται από τις συνθήκες θραύσης (θραυόμενοι ή μη-θραυόμενοι κυματισμοί) και το χαρακτηρισμό της διατομής ως κορμό ή ακρομώλιο.

Συντηρητικά λαμβάνονται υπόψη συνθήκες θραυόμενων κυματισμών, ενώ επιλέγεται για τον κορμό του έργου συντελεστής ευστάθειας K_D=2,00 που αντιστοιχεί σε τραχείς γωνιώδεις φυσικούς ογκολίθους τυχαίας τοποθέτησης.

Πίνακας 1: Τιμές συντελεστή ευστάθειας K_D

(Πηγή: SPM 1984-Vol II)

Table 7-8. Suggested K_D Values for use in determining armor unit weight[1].

No-Damage Criteria and Minor Overtopping							
Armor Units	n[3]	Placement	Structure Trunk		Structure Head		
			K_D[2]		K_D		Slope
			Breaking Wave	Nonbreaking Wave	Breaking Wave	Nonbreaking Wave	Cot θ
Quarrystone							
Smooth rounded	2	Random	1.2	2.4	*1.1*	1.9	1.5 to 3.0 [5]
Smooth rounded	>3	Random	*1.6*	*3.2*	*1.4*	*2.3*	[5]
Rough angular	1	Random [4]	[4]	*2.9*	[4]	*2.3*	[5]
Rough angular	2	Random	2.0	4.0	*1.9* *1.8* 1.3	3.2 2.8 2.3	1.5 2.0 3.0
Rough angular	>3	Random	*2.3*	*4.5*	*2.1*	*4.2*	[5]
Rough angular	2	Special [6]	5.8	7.0	*5.3*	6.4	[5]
Parallelepiped[7]	2	Special [1]	7.0 - 20.0	*8.5 - 24.0*	—	—	
Tetrapod and Quadripod	2	Random	7.0	8.0	*5.0* *4.5* *3.5*	6.0 5.5 4.0	1.5 2.0 3.0
Tribar	2	Random	*9.0*	10.0	*8.3* *7.8* 6.0	9.0 8.5 6.5	1.5 2.0 3.0
Dolos	2	Random	15.8[8]	31.8[8]	*8.0* 7.0	*16.0* *14.0*	2.0[9] 3.0
Modified cube	2	Random	*6.5*	7.5	-----	*5.0*	[5]
Hexapod	2	Random	*8.0*	9.5	*5.0*	*7.0*	[5]
Tetrahedron	2	Random	*11.0*	22.0	—	—	[5]
Tribar	1	Uniform	12.0	15.0	*7.5*	*9.5*	[5]
Quarrystone (K_{pp}) Graded angular	-	Random	2.2	2.5	—	—	

1 CAUTION: Those K_D values shown in *italics* are unsupported by test results and are only provided for preliminary design purposes.
2 Applicable to slopes ranging from 1 on 1.5 to 1 on 5.
3 n is the number of units comprising the thickness of the armor layer.
4 The use of single layer of quarrystone armor units is not recommended for structures subject to breaking waves, and only under special conditions for structures subject to nonbreaking waves. When it is used, the stone should be carefully placed.
5 Until more information is available on the variation of K_D value with slope, the use of K_D should be limited to slopes ranging from 1 on 1.5 to 1 on 3. Some armor units tested on a structure head indicate a K_D-slope dependence.
6 Special placement with long axis of stone placed perpendicular to structure face.
7 Parallelepiped-shaped stone: long slab-like stone with the long dimension about 3 times the shortest dimension (Markle and Davidson, 1979).
8 Refers to no-damage criteria (<5 percent displacement, rocking, etc.); if no rocking (<2 percent) is desired, reduce K_D 50 percent (Zwamborn and Van Niekerk, 1982).
9 Stability of dolosse on slopes steeper than 1 on 2 should be substantiated by site-specific model tests.

Η ανωτέρω μεθοδολογία εφαρμόζεται για κανονικούς (regular) κυματισμούς, δεν λαμβάνει υπόψη την περίοδο του κύματος και το ποσοστό καταστροφής της διατομής, ενώ χρησιμοποιείται για διατομές με μικρή υπέρβαση και σημαντική διαπερατότητα (πορώδες).

Σημειώνεται ότι για την αποφυγή υπερδιαστασιολόγησης της στρώσης θωράκισης και την απομείωση του κόστους κατασκευής λαμβάνεται μειωτικός συντελεστής από τον ακόλουθο Πίνακα για μέγιστο ποσοστό αναμενόμενης ζημιάς της τάξης του 15-20%.

Το εν λόγω ποσοστό αντιστοιχεί πρακτικά σε εύλογες μετακινήσεις ή αναδιάταξη των ογκολίθων θωράκισης, εφόσον ξεπερασθεί ο κυματισμός σχεδιασμού στο χρόνο ζωής του έργου.

Πίνακας 2: Ποσοστό ζημιών έργων με πρανή συναρτήσει του ύψους κύματος και του τύπου θωράκισης

Unit		Damage (D) in Percent						
		0 to 5	5 to 10	10 to 15	15 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
Quarrystone (smooth)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.14	1.20	1.29	1.41	1.54
Quarrystone (rough)	$H/H_{D=0}$	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	*1.58*[2]
Tetrapods & Quadripods	$H/H_{D=0}$	1.00	1.09	1.17[3]	1.24[3]	1.32[3]	1.41[3]	1.50[3]
Tribar	$H/H_{D=0}$	1.00	1.11	1.25[3]	1.36[3]	1.50[3]	1.59[3]	*1.64*[3]
Dolos	$H/H_{D=0}$	1.00	1.10	*1.14*[3]	*1.17*[3]	1.20[3]	*1.24*[3]	*1.27*[3]

α. Input Data

$H_{des\ (?)}$ =	2,18	m	(The local design wave height - can be either H_s or $H_{1/10}$)
ρ_s (?) =	2,65	ton/m3	(specific weight of natural stones)
ρ_w (?) =	1,025	ton/m3	(specific weight of sea water)
K_D (?) =	2,0		(stability coefficient)
			(taken from tables either S.P.M. 1984, or C.E.M. 2006, or CIRIA)
T_{op} =	-	sec	(peak spectral wave period)
s_{op} =	-		(wave steepness corresponding to peak period)
Δ =	1,585		(apparent specific weight)
D_{n50} =		m	(is the calculated armour stone diameter corresponding to the equivalent cube)
tana(?) =	0,667		(armour slope)
M_{50} =	(?)		(mass of the appropriate armour stone - 50%)

b. Application

(α) The relationship refers to regular waves)
(b) Does not taken into account the wave period
(c) The percentage dameage is not taken into account
(d) used to non-overtopped or slightly overtopped structures and permeable structures only

According to CEM the design wave height can be either the characteristic or the H1/10. And depends to the designer which of them will be used in the calculation formula. According to CIRIA only the H1/10 is mentioned as the design wave height. In most cases the latter one should be incorporated in the armour design.

c. Results

$M_{50} = W_{50}$ = 2,30 ton ⇨ D_{n50} = 0,953 m

Based on the above the stone gradation should be from 0.75 to 1.25 form the calculated weight thus:

Stone gradation : **1,72** up to **2,87** ton

The armour layer thickness is calculated from the :

$r = n \times K_\Delta \chi (W_{50}/W_{st})^{(1/3)}$

where,

n(?) : is the layer number = **2**

K_Δ(?) : layer coefficient = **1**

Thus it will be : **1,91** m

Crest width

According to C.E.R.C., 1984 three (**3** at least) stones should be used for the crest formation, thus
The relationship used is the above one for the layer thickness with only chang to the number of stones

B= **2,86** m

First underlayer - Filter

According to C.E.R.C., 1984 the stone weight is estimated from the corresponding one of the primary cover layer.
For natural stones it should be $(W_{50}/10+W_{50}/15)/2 = W_{50F}$ = **0,19** ton.

The corresponding cube dimension referred to the above weight will be : **D50F=** **0,42** m

The filter layer thickness should thus be : t_F = **0,83** m

Stone gradation will be (from 0,70 to 1,30) x W_{n50} = **0,13** έως **0,25** ton

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ

Για την εκτίμηση του ύψους της στέψης θωράκισης πραγματοποιήθηκε υπολογισμός της υπερπήδησης των κυματισμών σύμφωνα με το εγχειρίδιο EurOtop για έργα με θωρακισμένα πρανή.

Η μέση παροχή υπερπήδησης υπολογίζεται προκειμένου να εκτιμηθεί το ελάχιστο επιτρεπόμενο ύψος της στέψης του πρανούς της εξωτερικής θωράκισης.

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο EurOtop η μέση παροχή υπερπήδησης υπολογίζεται από τις κάτωθι σχέσεις:

Deterministic design or safety assessment: $$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.3 \frac{R_C}{H_{m0} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta}\right)$$

Probabilistic design: $$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.6 \frac{R_C}{H_{m0} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta}\right)$$

όπου:

H_s: Σημαντικό ύψος κύματος έμπροσθεν του έργου

T_s: Περίοδος κυματισμού (τοπική)

T_p: Περίοδος κορυφής (T_s/T_p=0.90 - 0.96 γενικά)

T_m: Μέση κυματική περίοδος (T_m/T_p=0.79 to 0.87 for a JONSWAP & Tm/Tp=0.79 to 0.82 for a PM spectrum)

tana: Κλίση πρανούς (α ^{o})

β: Γωνία πρόσπτωσης κυματισμών (η γωνία μεταξύ της διεύθυνσης προώθησης του κυματισμού και τον κάθετο στο έργο άξονα -για κάθετη πρόσπτωση β=0°-μετά από μετασχηματισμό λόγω διάθλασης).

h: Τοπικό βάθος

R_c: Ύψος στέψης έργου πάνω από την Σ.Η.

G_c: Πλάτος στέψης

L_{om}: Μήκος κύματος στα βαθεία που αντιστοιχεί στην μέση περίοδο κυματισμού

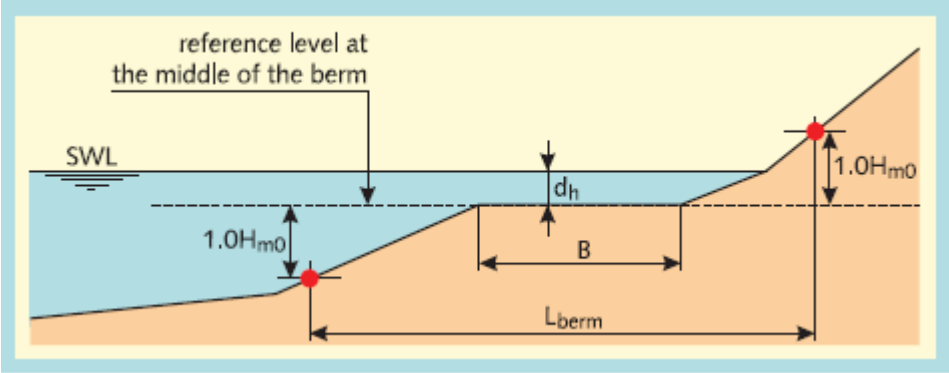
s_{om}: Καμπυλότητα κυματισμού (με χρήση τοπικού H_s και T_m)

Στις ανωτέρω σχέσεις υπεισέρχονται οι μειωτικοί συντελεστές γ_b, γ_β και γ_f, οι οποίοι υπολογίζονται ως εξής:

- *<u>Μειωτικός συντελεστής λόγω ποδός γ_b:</u>*

$\gamma_b = 1 - r_B \cdot (1 - r_{dh})$, με 0.6 ≤ γ_b ≤ 1.0,

όπου $r_B = B / L_{berm}$



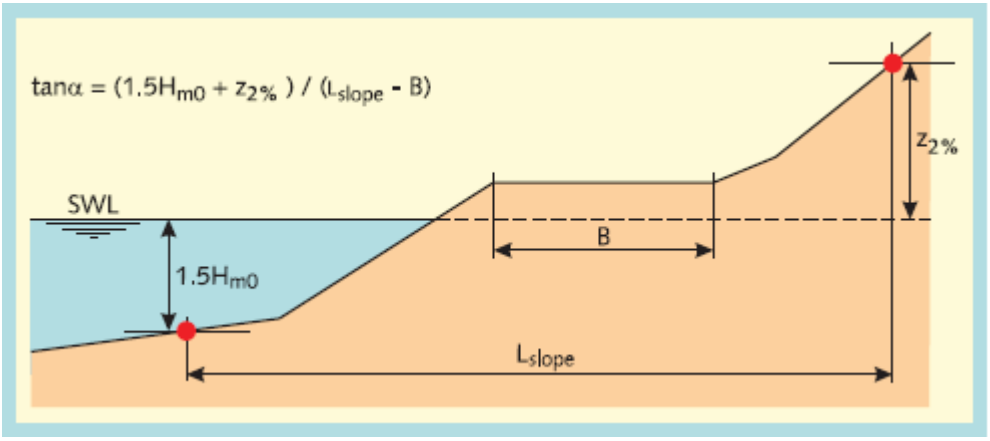
$$r_{dh} = 0.5 - 0.5 \cdot \cos\left(\frac{\pi d_h}{x}\right),$$

όπου:

$x = z_{2\%}$ για $z_{2\%} > -d_h > 0$ (πόδας άνω της ΜΣΘ)

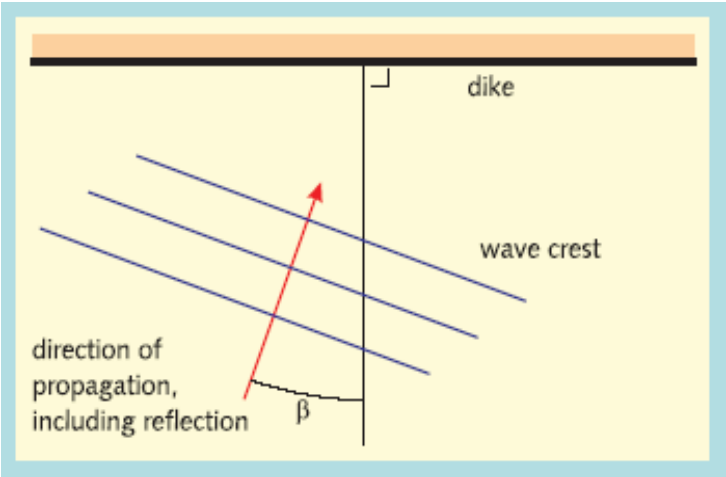
$x = 2H_{m0}$ για $2H_{m0} > d_h \geq 0$ (πόδας κάτω της ΜΣΘ)

$r_{dh} = 1.0$ όταν $-d_h \geq z_{2\%}$ ή $d_h \geq 2H_{m0}$ (εκτός επιρροής)



- *<u>Μειωτικός συντελεστής για λοξή πρόσπτωση κυματισμών γ_β:</u>*

$\gamma_\beta = 1 - 0.0063|\beta|$, για $0 \leq |\beta| \leq 80^\circ$



Σημειώνεται ότι και στις δύο περιπτώσεις για β μεγαλύτερο του 80° η τιμή β=80° εφαρμόζεται και το ύψος και κύματος μεταβάλλονται κατάλληλα. Για β>110° η υπερπήδηση θεωρείται ίση με q=0 $m^3/s/m$.

- *Μειωτικός συντελεστής λόγω τραχύτητας, γf:*

Ο μειωτικός συντελεστής λόγω τραχύτητας λαμβάνεται από τους ακόλουθους πίνακες του παραρτήματος Α του TAW(2002a):

Πίνακας 1: Τιμές μειωτικού συντελεστή τραχύτητας

Values for roughness factor γ_f for permeable rubble mound structures with slope of 1:1.5. Values in italics are estimated/extrapolated

Type of armour layer	γ_f
Smooth impermeable surface	1.00
Rocks (1 layer, impermeable core)	0.60
Rocks (1 layer, permeable core)	0.45
Rocks (2 layers, impermeable core)	0.55
Rocks (2 layers, permeable core)	0.40
Cubes (1 layer, random positioning)	0.50
Cubes (2 layers, random positioning)	0.47
Antifers	0.47
HARO's	0.47
Accropode™	0.46
Xbloc®	0.45
CORE-LOC®	0.44
Tetrapods	0.38
Dolosse	*0.43*

Στον ακόλουθο Πίνακα δίδονται τα όρια της παροχής υπερπήδησης όπως παρουσιάζονται στο CIRIA (Allsop et al., 2005):

Πίνακας 2: Κρίσιμες τιμές σχεδιασμού παροχών και ποσοτήτων υπερπήδησης (Allsop et al., 2005)

	q mean overtopping discharge (m^3 /s per m length)	V_{max} peak overtopping volume (m^3/per m length)
Pedestrians		
Unsafe for unaware pedestrians, no clear view of the sea, relatively easily upset or frightened, narrow walkway or proximity to edge	$q > q > 3 \cdot 10^{-5}$	$V_{max} > 2 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}$
Unsafe for aware pedestrians, clear view of the sea, not easily upset or frightened, able to tolerate getting wet, wider walkway	$q > 1 \cdot 10^{-4}$	$V_{max} > 0.02 - 0.05$
Unsafe for trained staff, well shod and protected, expected to get wet, overtopping flows at lower levels only, no falling jet, low danger of fall from walkway	$q > 1 \cdot 10^{-3} - 0.01$	$V_{max} > 0.5$
Vehicles		
Unsafe for driving at moderate or high speed, impulsive overtopping giving falling or high velocity jets	$q > 1.10^{-5} - 5.10^{-5}$	$V_{max} > 5 \cdot 10^{-3}$
Unsafe for driving at low speed, overtopping by pulsating flows at low levels only, no falling jets	$q > 0.01 - 0.05$	$V_{max} > 1 \cdot 10^{-3}$
Marinas		
Sinking of small boats set 5–10 m from wall, damage to larger yachts	$q > 0.01$	$V_{max} > 1 - 10$
Significant damage or sinking of larger yachts	$q > 0.05$	$V_{max} > 5 - 50$
Buildings		
No damage	$q < 1 \cdot 10^{-6}$	
Minor damage to fittings etc	$1 \cdot 10^{-6} < q < 3 \cdot 10^{-5}$	
Structural damage	$q > 3 \cdot 10^{-5}$	
Embankment seawalls		
No damage	$q < 2 \cdot 10^{-3}$	
Damage if crest not protected	$2 \cdot 10^{-3} < q < 0.02$	
Damage if back slope not protected	$0.02 < q < 0.05$	
Damage even if fully protected	$q > 0.05$	
Revetment seawalls		
No damage	$q < 0.05$	
Damage if promenade not paved	$0.05 < q < 0.2$	
Damage even if promenade paved	$q < 0.2$	

Οι υπολογισμοί της μέσης παροχής υπερπήδησης για περίοδο επαναφοράς T_R =100 έτη έχουν ως ακολούθως:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ σύμφωνα με το εγχειρίδιο *EurOtop για ΕΡΓΑ ΜΕ ΘΩΡΑΚΙΣΜΕΝΑ ΠΡΑΝΗ*.

Δεδομένα Εισόδου

H_s =	2,18	(m)	Σημαντικό ύψος κύματος έμπροσθεν του έργου
T_s =	5,96	(sec)	Περίοδος κυματισμού (τοπική)
T_p =	5,36	(sec)	Περίοδος κορυφής (T_s/T_p=0.90 - 0.96 γενικά)
T_m =	4,45	(sec)	Μέση κυματική περίοδος (T_m/T_p=0.79 to 0.87 for a JONSWAP)
tanα =	0,667	(-)	Κλίση πρανούς (α ^{o})
β =	22,5	(deg)	Γωνία προσπτωσης κυματισμών (η γωνία μεταξύ της διέυθυνσης προώθησης του κυματισμού και τον κάθετο στο έργο άξονα -για κάθετη πρόσπτωση β=0°-μετά από μετασχηματισμό λόγω διάθλασης).
h =	2	(m)	Τοπικό βάθος
R_c =	3	(m)	Ύψος στέψης έργου πάνω από την Σ.Η.
G_c =	3,00	(m)	Πλάτος στέψης
L_{om} =	30,901	(m)	Μήκος κύματος στα βαθεία που αντιστοιχεί στην μέση περίοδο κυματισμού
s_{om} =	0,071	(-)	Καμπυλότητα κυματισμού (με χρήση τοπικού H_s και T_m)

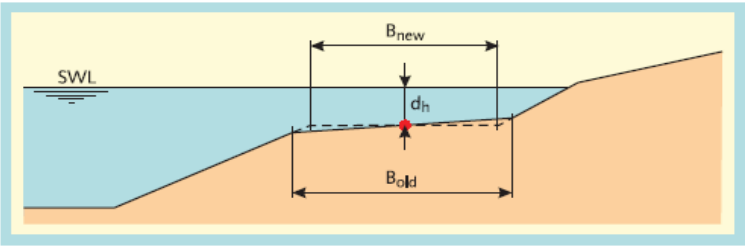
Καθορισμός κυματικών συνθηκών στον πόδα του έργου

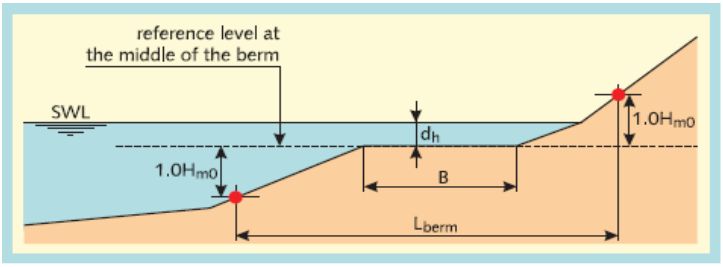
H_{m0} =	**2,18**	(m)	Τοπικό φασματικό ύψος κύματος
$T_{m-1,0}$ =	**4,873**	(sec)	Φασματική μέση περίοδος κυματισμού
$\xi_{m-1,0}$ =	**2,749**	(-)	Συντελεστής τύπου θράυσης χρησιμοποιώντας τα $T_{m-1,0}$ και Hs

1) Υπολογισμός μειωτικών συντελεστών, γ_b, γ_f and γ_β:

1.1. Διορθωτικός συντελεστής για την επιρροή αναβαθμού, με 0.6<γ_b<1.0

γ_b = 1,00 with 0.6 ≤ γb ≤ 1.0 TRUE





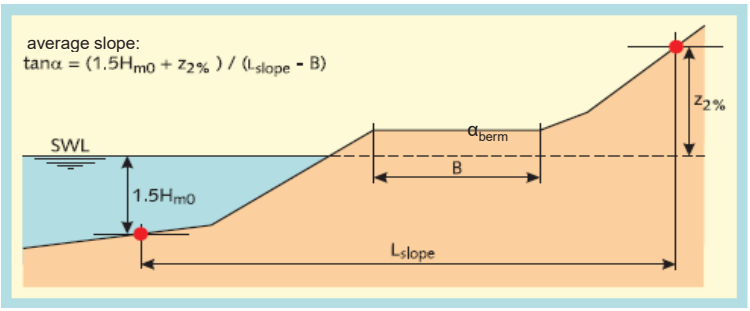
$R_{u2\%,start}$=	3,27	(m)	≈ $1.5H_{m0}$ ή $2H_{m0}$,
$\tan(\alpha_{berm})$=	0,67	(-)	κλίση αναβαθμού
L_{slope} =	10,92	(m)	
L_{berm} =	6,54	(m)	
B_B =	0,00	(m)	(= 0 όταν δεν υπάρχει επιρροή αναβαθμού)

Σύμφωνα με την TAW οι αναβαθμοί είναι αποτελεσματικότερα όταν βρίσκονται στην Σ.Η.οπότε ο συνετελεστής επιρροής του φτάνει το 0.6, ήτοι το βέλτιστο πλάτος αναβαθμού είναι: BB=0.4*Lberm.

h_B =	0,00	(m)	("-" αν είναι κάτω από την Σ.Η., "+"αν είναι επάνω)	
x	4,36	(m)	$Ru_{2\%}$, έαν ο αναβαθμός είναι πάνω από την Σ.Η., $0<h_B<R_{u2\%}$	FALSE
			$2H_{m0}$, εάν ο αναβαθμός είναι κάτω από την Σ.Η., $0<h_B<2H_{m0}$	TRUE
k_B =	0,000			
k_h =	0,000		εάν ο αναβαθμός βρίσκεται εκτός της περιοχής επιρροής, ie $h_B>R_{u2\%}$ ή $h_B>2H_{m0}$: k_h=1	FALSE

1.1.α)Ορισμός της μέσης γωνίας πρανούς α',που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της παραμέτρου θραύσης:

$\tan\alpha_v$ = 0,60 Μέση ή αντιπροσωπευτική κλίση



Η ανωτέρω μεθοδολογία ισχύει για:

Αναβαθμοί όχι πλατύτεροι του 1/4 του μήκους κύματος στα ανοιχτά L_0:	Valid
Αναβαθμοί με κλιση μέχρι 1:15 :	Valid

1.1.β) Μετασχηματισμένη τιμή της παραμέτρου θράυσης λόγω μέσης tanα.

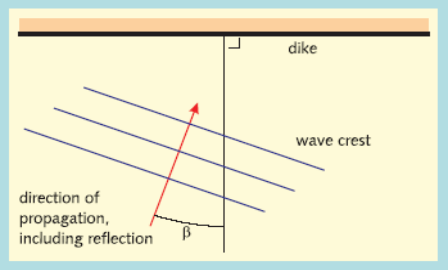
$\xi_{m-1,0}$ = 2,749 (-) Παράμετρος ομοιότητας θράυσης χρησιμοποιώντας $T_{m-1,0}$ και Hs

1.2. Μειωτικός συντελεστής για λοξή πρόσπτωση κυματισμών γ_β:

γ_β = 0,86 =1-0.0063*abs(β), όπου 0°<abs(β)<80°,

(Στις δύο περιπτώσεις για β μεγαλύτερο του 80° η τιμή β=80° εφαρμόζεται και το ύψος και περίοδος κύματος μεταβάλονται κατάλληλα)

****Για β>110° η υπερπήδηση θεωρείται ίση με q=0 m^3/s/m.



1.3. Μειωτικός συντελεστής λόγω τραχύτητας, γ_f:

Ο μειωτικός συντελεστής λόγω τραχύτητας λαμβάνεται από τους ακόλουθους πινακες του παραρτήματος Α του TAW(2002a).

Values for roughness factor γ_f for permeable rubble mound structures with slope of 1:1.5. Values in italics are estimated/extrapolated

Type of armour layer	γ_f
Smooth impermeable surface	1.00
Rocks (1 layer, impermeable core)	0.60
Rocks (1 layer, permeable core)	0.45
Rocks (2 layers, impermeable core)	0.55
Rocks (2 layers, permeable core)	0.40
Cubes (1 layer, random positioning)	0.50
Cubes (2 layers, random positioning)	0.47
Antifers	0.47
HARO's	0.47
Accropode™	0.46
Xbloc®	0.45
CORE-LOC®	0.44
Tetrapods	0.38
Dolosse	*0.43*

→ γ_f = 0,40

$\xi_{m-1,0}$= 2,749

Από $\xi_{m-1,0}$=1,8 και μετά ο συντελεστής τραχύτητας εφορμήσεως αυξάνει γραμμικά μέχρι το 1

$\gamma_{f\,surging}$ = 0,47

2) Υπολογισμός αναρρίχησης κυματισμών, $R_{u2\%}$

$R_{u2\%}$ = 2,929 (m) 2% αναρρίχηση πάνω από την Σ.Η.

3)Υπολογισμός αδιάστατης μέσης παροχής υπερπήδησης, q (m/s per m)

Deterministic design or safety assessment: $$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.3 \frac{R_C}{H_{m0} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta}\right)$$

Probabilistic design: $$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.6 \frac{R_C}{H_{m0} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta}\right)$$

q = 7,81E-04 m3/s per m, or q = 0,781308 l/s per m

3.1)Επιρροή θωρακισμένου στέψης στην παροχή υπερπήδησης, q (m/s per m)

Η παρουσία της θωρακισμένης στέψης επηρεάζει την παροχή μόνο σε περίπτωση που G_c>3D_n, εφόσον στις παραπάνω εξισώσεις θεωρείται πλάτος στέψης G_c≈3D_n. Για φαρδύτερες στέψεις χρησιμοποιείτια ο ακόλουθος μειωτικός συντελεστής την παροχή υπερπήδησης:

C_r = 0,39, με μέγιστη τιμή C_r =1.

(1 if G_c<=3D_n, 2 if G_c>3D_n) 1

3.2) Επιρροή προφυλακτήριου τοίχου στην παροχή υπερπήδησης, q (m/s per m)

Οι εξισώσεις για τον υπολογισμό της παροχής υπερπήδησης περιλαμβάνουν προφυλακτήριο τοίχο στο ίδιο επίπεδο με την τσέψη της θωράκισης (Ac=Rc). Σε περίπτωση χαμηλότερου τοίχου το ύψος της στέψης τηε θωράκισης θα πρέπει να χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς.

A_c = 3,00 (m)

(1 if R_c>=A_c, 2 if R_c<A_c) 1

Final: q = 7,81E-04 m^3/s per m, or q = 0,781 l/s per m

Οι υπολογισμοί της μέσης παροχής υπερπήδησης για περίοδο επαναφοράς T_R =10 έτη έχουν ως ακολούθως:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΠΕΡΠΗΔΗΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ σύμφωνα με το εγχειρίδιο *EurOtop για ΕΡΓΑ ΜΕ ΘΩΡΑΚΙΣΜΕΝΑ ΠΡΑΝΗ*.

Δεδομένα Εισόδου

H_s =	1,77	(m)	Σημαντικό ύψος κύματος έμπροσθεν του έργου
T_s =	5,40	(sec)	Περίοδος κυματισμού (τοπική)
T_p =	4,86	(sec)	Περίοδος κορυφής (T_s/T_p=0.90 - 0.96 γενικά)
T_m =	4,03	(sec)	Μέση κυματική περίοδος (T_m/T_p=0.79 to 0.87 for a JONSWAP)
tanα =	0,667	(-)	Κλίση πρανούς (α ^{o})
β =	22,5	(deg)	Γωνία προσπτωσης κυματισμών (η γωνία μεταξύ της διέυθυνσης προώθησης του κυματισμού και τον κάθετο στο έργο άξονα -για κάθετη πρόσπτωση β=0°-μετά από μετασχηματισμό λόγω διάθλασης).
h =	2	(m)	Τοπικό βάθος
R_c =	3	(m)	Ύψος στέψης έργου πάνω από την Σ.Η.
G_c =	3,00	(m)	Πλάτος στέψης
L_{om} =	25,405	(m)	Μήκος κύματος στα βαθεία που αντιστοιχεί στην μέση περίοδο κυματισμού
s_{om} =	0,070	(-)	Καμπυλότητα κυματισμού (με χρήση τοπικού H_s και T_m)

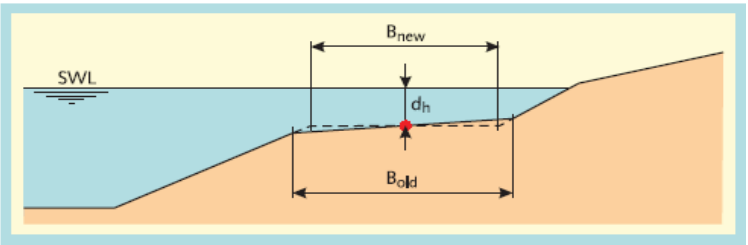
Καθορισμός κυματικών συνθηκών στον πόδα του έργου

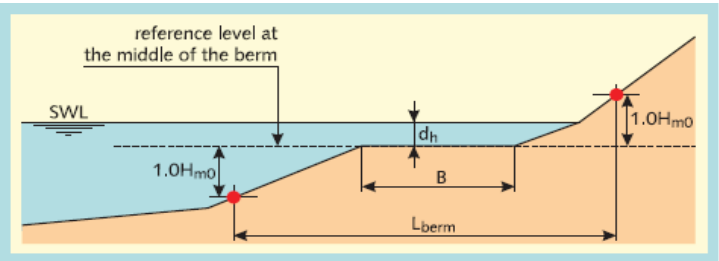
H_{m0} =	**1,77**	(m)	Τοπικό φασματικό ύψος κύματος
$T_{m-1,0}$ =	**4,418**	(sec)	Φασματική μέση περίοδος κυματισμού
$\xi_{m-1,0}$ =	**2,768**	(-)	Συντελεστής τύπου θράυσης χρησιμοποιώντας τα $T_{m-1,0}$ και Hs

1) Υπολογισμός μειωτικών συντελεστών, γ_b, γ_f and γ_β:

1.1. Διορθωτικός συντελεστής για την επιρροή αναβαθμού, με $0.6<\gamma_b<1.0$

γ_b = 1,00 with $0.6 \le \gamma b \le 1.0$ TRUE





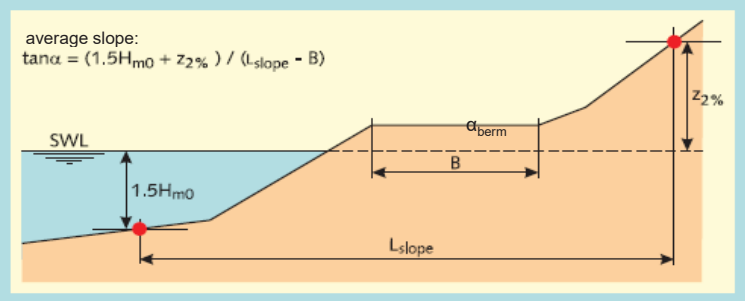
$R_{u2\%,start}$=	2,66	(m)	≈ $1.5H_{m0}$ ή $2H_{m0}$,
$\tan(\alpha_{berm})$=	0,67	(-)	κλίση αναβαθμού
L_{slope} =	10,31	(m)	
L_{berm} =	5,31	(m)	
B_B =	0,00	(m)	(= 0 όταν δεν υπάρχει επιρροή αναβαθμού)

Σύμφωνα με την TAW οι αναβαθμοί είναι αποτελεσματικότερα όταν βρίσκονται στην Σ.Η.οπότε ο συνετελεστής επιρροής του φτάνει το 0.6, ήτοι το βέλτιστο πλάτος αναβαθμού είναι: BB=0.4*Lberm.

h_B =	0,00	(m)	("-" αν είναι κάτω από την Σ.Η., "+"αν είναι επάνω)	
x	3,54	(m)	$Ru_{2\%}$, έαν ο αναβαθμός είναι πάνω από την Σ.Η., $0<h_B<R_{u2\%}$	FALSE
			$2H_{m0}$, εάν ο αναβαθμός είναι κάτω από την Σ.Η., $0<h_B<2H_{m0}$	TRUE
k_B =	0,000			
k_h =	0,000		εάν ο αναβαθμός βρίσκεται εκτός της περιοχής επιρροής, ie $h_B>R_{u2\%}$ ή $h_B>2H_{m0}$: k_h=1	FALSE

1.1.α)Ορισμός της μέσης γωνίας πρανούς α',που χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της παραμέτρου θραύσης:

$\tan\alpha_v$ = 0,52 Μέση ή αντιπροσωπευτική κλίση



Η ανωτέρω μεθοδολογία ισχύει για:

Αναβαθμοί όχι πλατύτεροι του 1/4 του μήκους κύματος στα ανοιχτά L_0:	Valid
Αναβαθμοί με κλιση μέχρι 1:15 :	Valid

1.1.β) Μετασχηματισμένη τιμή της παραμέτρου θράυσης λόγω μέσης tanα.

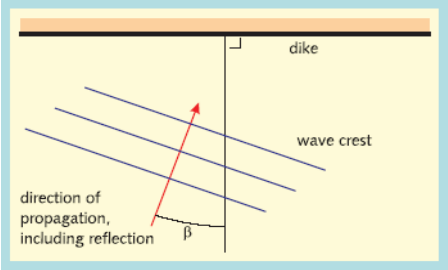
$\xi_{m-1,0}$ = 2,768 (-) Παράμετρος ομοιότητας θράυσης χρησιμοποιώντας $T_{m-1,0}$ και Hs

1.2. Μειωτικός συντελεστής για λοξή πρόσπτωση κυματισμών γ_β:

γ_β = 0,86 =1-0.0063*abs(β), όπου 0°<abs(β)<80°,

(Στις δύο περιπτώσεις για β μεγαλύτερο του 80° η τιμή β=80° εφαρμόζεται και το ύψος και περίοδος κύματος μεταβάλονται κατάλληλα)

****Για β>110° η υπερπήδηση θεωρείται ίση με q=0 m^3/s/m.



1.3. Μειωτικός συντελεστής λόγω τραχύτητας, γ_f:

Ο μειωτικός συντελεστής λόγω τραχύτητας λαμβάνεται από τους ακόλουθους πινακες του παραρτήματος Α του TAW(2002a).

Values for roughness factor γ_f for permeable rubble mound structures with slope of 1:1.5. Values in italics are estimated/extrapolated

Type of armour layer	γ_f
Smooth impermeable surface	1.00
Rocks (1 layer, impermeable core)	0.60
Rocks (1 layer, permeable core)	0.45
Rocks (2 layers, impermeable core)	0.55
Rocks (2 layers, permeable core)	0.40
Cubes (1 layer, random positioning)	0.50
Cubes (2 layers, random positioning)	0.47
Antifers	0.47
HARO's	0.47
Accropode™	0.46
Xbloc®	0.45
CORE-LOC®	0.44
Tetrapods	0.38
Dolosse	*0.43*

→ γ_f = 0,40

$\xi_{m-1,0}$= 2,768

Από $\xi_{m-1,0}$=1,8 και μετά ο συντελεστής τραχύτητας εφορμήσεως αυξάνει γραμμικά μέχρι το 1

$\gamma_{f\,surging}$ = 0,47

2) Υπολογισμός αναρρίχησης κυματισμών, $R_{u2\%}$

$R_{u2\%}$ = 2,388 (m) 2% αναρρίχηση πάνω από την Σ.Η.

3)Υπολογισμός αδιάστατης μέσης παροχής υπερπήδησης, q (m/s per m)

Deterministic design or safety assessment: $$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.3 \frac{R_C}{H_{m0} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta}\right)$$

Probabilistic design: $$\frac{q}{\sqrt{g \cdot H_{m0}^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.6 \frac{R_C}{H_{m0} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta}\right)$$

q = 9,53E-05 m3/s per m, or q = 0,095272 l/s per m

3.1)Επιρροή θωρακισμένου στέψης στην παροχή υπερπήδησης, q (m/s per m)

Η παρουσία της θωρακισμένης στέψης επηρεάζει την παροχή μόνο σε περίπτωση που G_c>3D_n, εφόσον στις παραπάνω εξισώσεις θεωρείται πλάτος στέψης G_c≈3D_n. Για φαρδύτερες στέψεις χρησιμοποιείτια ο ακόλουθος μειωτικός συντελεστής την παροχή υπερπήδησης:

C_r = 0,24, με μέγιστη τιμή C_r =1.

(1 if G_c <=3D_n, 2 if G_c >3D_n) 1

3.2) Επιρροή προφυλακτήριου τοίχου στην παροχή υπερπήδησης, q (m/s per m)

Οι εξισώσεις για τον υπολογισμό της παροχής υπερπήδησης περιλαμβάνουν προφυλακτήριο τοίχο στο ίδιο επίπεδο με την τσέψη της θωράκισης (Ac=Rc). Σε περίπτωση χαμηλότερου τοίχου το ύψος της στέψης τηε θωράκισης θα πρέπει να χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς.

A_c = 3,00 (m)

(1 if R_c >=A_c, 2 if R_c <A_c) 1

Final: q = 9,53E-05 m^3/s per m, or q = 0,095 l/s per m