

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΤΟΧΙΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΩΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ
ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ, ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ**



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ – ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Δρ. Φουρνιώτης Νικόλαος

Πανεπ. Υπότροφος Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:

Ειρήνη Σύλλα

ΠΑΤΡΑ, 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ολοκληρώνοντας την Πτυχιακή Εργασία μου αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον Εισηγητή και Επιβλέπων καθηγητή της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, τον Δρ. Φουρνιώτη Νικόλαο, Πανεπιστημιακό Υπότροφο στο Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, για τη συνεχή καθοδήγησή του και την υπομονή του. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Περιφέρεια Πελοποννήσου (Διεύθυνση Τεχνικών Έργων), καθώς και τον Προϊστάμενο κύριο Γεώργιο Κωστόγιαννη, που μου παραχώρησε στοιχεία και πληροφορίες από τη Μελέτη Ενίσχυσης Εξωτερικής Θωράκισης Παλαιού και Νέου Προσήμεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας για την εκπόνηση της Πτυχιακής μου και τέλος τον κύριο Μ. Σμυρνιώτη για την εξυπηρέτηση.

Πάτρα, 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής είναι η μελέτη των αστοχιών που μπορούν να προκύψουν στα λιμενικά έργα. Συγκεκριμένα αναφέρεται ως παράδειγμα ο λιμένας της Κυπαρισσίας, στον οποίο κατέρευσε πλήρως το τμήμα του μόλου που ένωνε το παλιό με το καινούριο προσήνεμο μόλο το Δεκέμβριο του 2012.

Μέσα από στοιχεία που συγκεντρώσαμε αναλύουμε το πρόβλημα και εφαρμόζουμε τις μεθόδους και τις γνώσεις που έχουμε πάρει από το μάθημα των λιμενικών έργων, με εφαρμογή πάνω στο παράδειγμα του λιμένα της Κυπαρισσίας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδάστριας:

Η κάτωθι υπογεγραμμένη σπουδάστρια έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κείμενου, έχω δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

Η σπουδάστρια:

Ειρήνη Σύλλα



Βεβαίωση χρησιμοποίησης εγγράφων

ΘΕΜΑ: Έγκριση χρησιμοποίησης στοιχείων της μελέτης ενίσχυσης εξωτερικής θωράκισης παλαιού και νέου προσήνεμου μώλου λιμένα Κυπαρισσίας και αποκατάσταση βλαβών αναδομής τους.

ΣΧΕΤ.: Η από 23-05-2018 αίτηση σας.

Σε συνέχεια της ανωτέρω σχετικής αίτησης, σας γνωρίζουμε ότι σας επιτρέπουμε να χρησιμοποιήσετε στοιχεία της μελέτης που αναφέρεται στο θέμα, για τη σύνταξη της πτυχιακής σας εργασίας.

Ο Προϊστάμενος
Δ.Τ.Ε. ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΩΣΤΟΓΙΑΝΝΗΣ
Πολιτικός Μηχανικός με Α'β.

Ε.Δ./Χ.Α.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	8
1.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ	8
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ	11
1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΖΗΜΙΩΝ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ:	13
1.4 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ - ΛΙΜΕΝΑ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ	21
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ – ΟΡΙΣΜΟΙ	21
2.2 ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΣΕ ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ	25
2.3 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ:.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	33
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΟΝ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ (ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΑΠΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ)	33
3.1 Μορφολογία – βυθομετρικά στοιχεία περιοχής	33
3.2 Άνεμοι.....	34
3.3 Παλίρροια – ρεύματα - κύματα	38
3.5 Σχέδια μελέτης.....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	41
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΥΜΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ. (ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ).....	41
4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΩΝ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΟΣ.....	41
4.2 ΜΕΘΟΔΟ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ SMB.....	47
4.3 ΜΕΘΟΔΟ JONSWAP	51
4.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	55
5.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ (ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΛΙΜΕΝΑ)	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

1.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην ενότητα αυτή αντλήθηκαν από τον ιστότοπο ¹Wikipedia (16/11/2018). Η Κυπαρισσία είναι μία κωμόπολη η οποία ανήκει στο Δήμο Τριφυλίας και σήμερα αποτελεί έδρα του νομού. Βρίσκεται βορειοδυτικά του Νομού Μεσσηνίας και υπάγεται και αυτή στην Περιφερειακή Ενότητα Μεσσηνίας. Με βάση την απογραφή του πληθυσμού που έγινε το 2011, η Κυπαρισσία είχε 5.131 κατοίκους και ήταν τέταρτη σε πληθυσμό πόλη της Ενότητας της Μεσσηνίας.

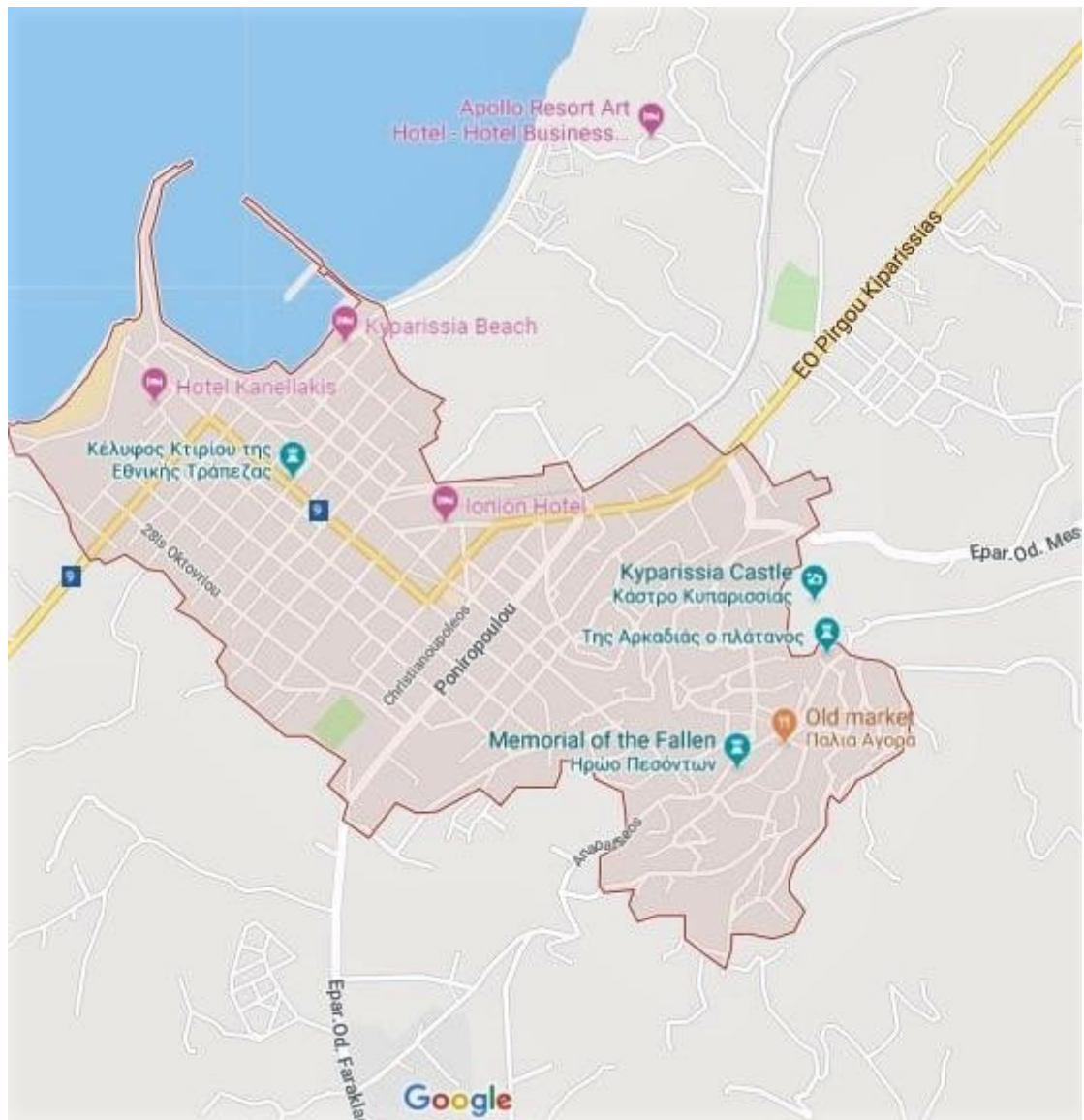
Όσον αφορά τα γεωγραφικά στοιχεία της πόλης, η Κυπαρισσία είναι χτισμένη σε αμφιθεατρική θέση. Συγκεκριμένα απλώνεται από τους πρόποδες του όρους Αιγάλεω έως τα νερά του Ιονίου Πελάγους σε υψόμετρο 0-16 μέτρα. Σήμερα είναι πρωτεύουσα του Δήμου Τριφυλίας. Σε σχέση με την Αθήνα απέχει 255 χιλιόμετρα νοτιοδυτικά, σε σχέση με το Πύργο Ηλείας 63 χιλιόμετρα νότια και τέλος σε σχέση με τη Καλαμάτα απέχει 67 χιλιόμετρα βορειοδυτικά.

Η πόλη της Κυπαρισσίας έχει μεγάλη ιστορία. Πρώτα στα ομηρικά χρόνια άνηκε στο βασίλειο της Πύλου του βασιλιά Νέστορα, στη συνέχεια πέρασε στα χέρια της Αρχαίας Σπάρτης και έπειτα βρέθηκε υπό τη κατοχή των Τούρκων και των Φράγκων οι οποίοι ανακατασκεύασαν το φρούριο που εξαρχής χτίστηκε στην ακρόπολη κατά το Βυζάντιο. Το σημερινό ονομά της το οφείλει στον Όθωνα, ενώ κατά την διάρκεια του Μεσαίωνα την αποκαλούσαν Αρκαδιά.

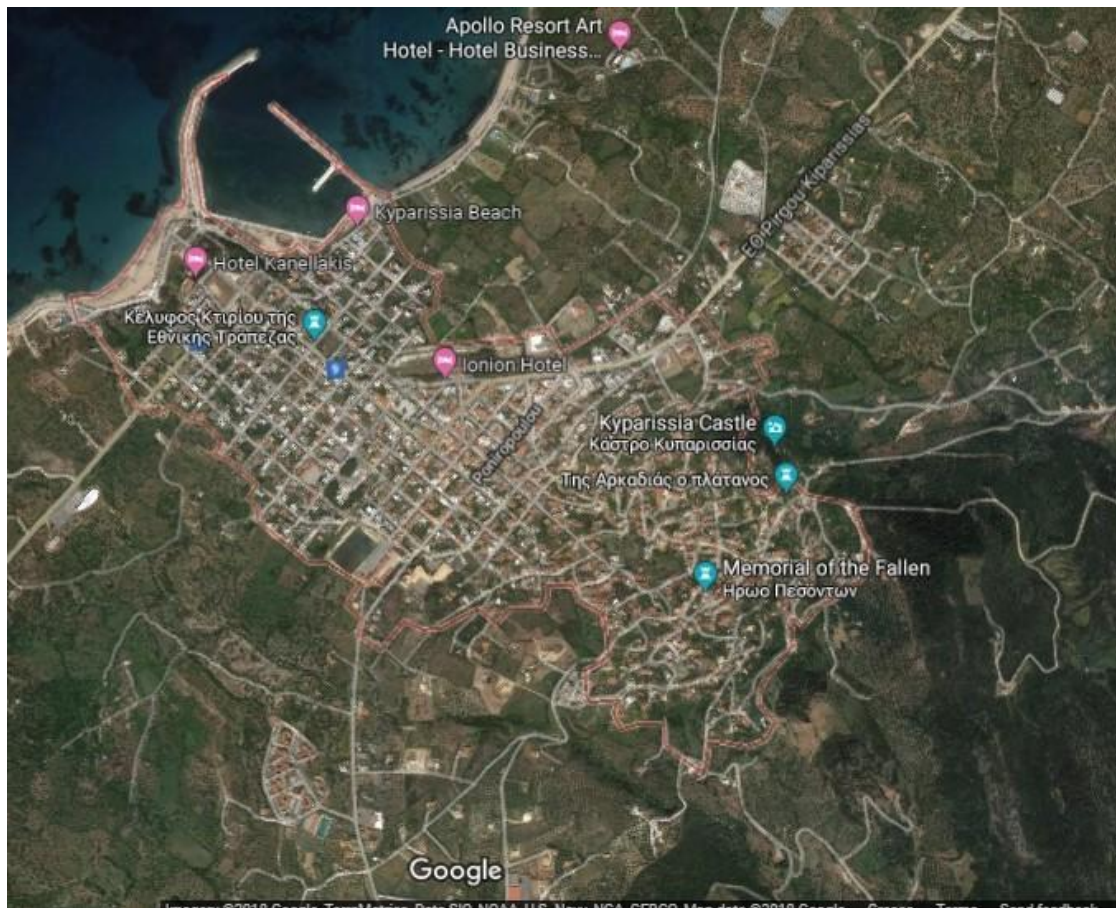
Σημαντικό στοιχείο για τη συγκεκριμένη πόλη αποτελεί το γεγονός πως είχε στρατηγική θέση και ακόμα υπερτερούσε στο εμπόριο, καθώς ήταν το εμπορικό κέντρο της περιοχής. Η παραγωγή της σταφίδας και η εξαγωγή αυτής στην Ευρώπη τα τέλη του 19^{ου} αιώνα και αρχές του 20^{ου} , ήταν ο λόγος που η πόλη της Κυπαρισσίας αλλά και άλλες γειτονικές πόλεις άνθισαν οικονομικά. Έτσι λοιπόν, το λιμάνι της πόλης, αλλά και η σιδηροδρομική γραμμή με αφετηρία το Σιδηροδρομικό Σταθμό Κυπαρισσίας, έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη μεταφορά και το εμπόριο προϊόντων, προς τα μεγάλα αστικά κέντρα.

1

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%85%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%83%CE%AF%CE%B1>.



Εικόνα 1. Περιοχή Κυπαρισσίας. (πηγή : διαδικτυακός τόπος google maps-14/7/2018-18:30 μ.μ.)



Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία περιοχής. (πηγή : διαδικτυακός τόπος google maps- 14/7/2018-19:00 μ.μ.)



Εικόνα 3. Λιμάνι Κυπαρισσίας. (πηγή : διαδικτυακός τόπος google maps-14/7/2018-19:30 μ.μ.)

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην ενότητα αυτή ελήφθησαν από τον συγγραφέα Δημήτριο Κ. Στρατικόπουλο και το βιβλίο του: ²ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ (σελ.83-87). Η ιστορία του λιμένα της Κυπαρισσίας ξεκινά από τα αρχαία χρόνια. Πρώτη πηγή αναφοράς στο λιμάνι είναι ένας μύθος σχετικά με το θεό Διόνυσο, ο οποίος είχε καταπλεύσει στη πόλη της Κυπαρισσίας. Αν και οι μύθοι γενικώς πηγάζουν

² Δημήτριος Κ. Στρατικόπουλος. ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ, Εκδόσεις Ήλιος.

από τη φαντασία των ανθρώπων, ταυτόχρονα δεν παύουν να περιέχουν στοιχεία που ανήκουν στη πραγματικότητα. Έτσι ο μύθος αυτός μας δίνει στοιχεία για την ύπαρξη κάποιου έστω και υποτυπώδους λιμανιού ή όρμου από τα πανάρχαια χρόνια.

Στη συνέχεια, μια ακόμα πηγή για την ύπαρξη λιμανιού, είναι και η αναφορά του Ομήρου για τη συμμετοχή της Κυπαρισσίας στην εκστρατεία του Τρωικού πολέμου, με 11 πλοία τον 12^ο αιώνα π.χ.

Μια μεγάλη στρατιωτική και πολιτική φιγούρα, ο Επαμεινώνδας, έχοντας ως στρατοπεδευτική έδρα του τη Μεσσήνη, κάνει επίνειό της τη Κυπαρισσία με το λιμάνι της. Ακόμα, σύμφωνα με τον ναυτιλιακό νόμο του 4^{ου} αιώνα π.χ., πληροφορούμαστε πως στη Κυπαρισσία υπήρχε ειδική λιμενική τελωνιακή αρχή, οι <<πεντηκοστολόγοι>>, υπεύθυνη για την είσπραξη του φόρου.

Το 1685 μ.χ. η πόλη της Κυπαρισσίας, από την κατοχή των Τούρκων που βρισκόταν τότε, πέρασε στα χέρια των Ενετών οι οποίοι με γαλέρες εισέπλευσαν στο λιμάνι της πόλης και στη συνέχεια τη κατέβαλαν.

Σημαντικό στοιχείο για την ιστορία και τη σημασία του λιμανιού, είναι πως τον 18^ο αιώνα ήρθε 6^ο στην Πελοπόννησο, όσων αφορά των όγκο των εξαγωγικών προϊόντων. Άλλες σημαντικές αναφορές, είναι η προσόρμιση 3 πλοίων του Ρώσικου στόλου Ορλώφ στο λιμάνι με την έναρξη της Επανάστασης της Πελοποννήσου τον Μάρτιο του 1769, καθώς και αναφορές του Γάλλου συγγραφέα Ιούλιου Βερν για το λιμάνι στο βιβλίο του: <<Πειρατές του Αιγαίου>>.

Όσων αφορά τη μορφή του λιμανιού, ουσιαστικά παίρνει το σχήμα που έχει σήμερα, με το λιμενοβραχίονα, μετά την απελευθέρωση από την τουρκοκρατία. Ξεκίνησε με τη μελέτη από το Γάλλο μηχανικό Πασκάλ το 1833 και η εκτέλεση του έργου έγινε από τον Έλληνα εργολάβο Αντ. Μάτσα. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι στις 20 Αυγούστου του 1862 ο τότε πρωθυπουργός και υπουργός εσωτερικών Κολοκοτρώνης, έφερε νομοσχέδιο προς ψήφιση στη Βουλή << Περί κατασκευής λιμένος εν το όρμω Κυπαρισσίας>>, το οποίο και εν τέλει ψηφίστηκε. Το νομοσχέδιο περιείχε τις εξής προτάσεις: κατασκευή προκυμιάς και κρηπιδωμάτων, τη βάθυνση του λιμένα, καθώς και την κατασκευή φάρου και τοποθέτηση φώτων. Επίσης το 1936-1937 η αποβάθρα επεκτάθηκα κατά δέκα μέτρα από τον εργολήπτη Γ.Γαλανόπουλο, βάσει μελέτης του μηχανικού Γιαννόπουλου.

Το λιμάνι της Κυπαρισσίας από τότε που κατασκευάστηκε ο λιμενοβραχίονας μέχρι και τα τέλη του 1940 είχε μεγάλη εμπορική και μεταφορική σημασία. Μεταφερόντουσαν εμπορεύματα από μικρά εμπορικά σκάφη σ' άλλα σημαντικά λιμάνια όπως αυτό του Πειραιά αλλά και στο εξωτερικό. Ακόμα υπήρχε

συγκοινωνία με επιβατηγά ατμόπλοια, που έκαναν δρομολόγια προς Πειραιά.

Δυστυχώς στο τέλος της κατοχής οι Γερμανοί κατέστρεψαν σε μεγάλο βαθμό τον Λιμενοβραχίονα. Το 1976 έγινε η αποκατάσταση των ζημιών του λιμενοβραχίονα από τις νάρκες των Γερμανών αλλά και τη και τη φθορά του χρόνου και η τοποθέτηση ογκολίθων στην εξωτερική πλευρά για τη προστασία του.

Για τις αλλαγές και τα έργα που έγιναν στο λιμάνι τα επόμενα χρόνια, αναφέρονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

1.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΖΗΜΙΩΝ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ:

Σύμφωνα με τη ³μελέτη Αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα Κυπαρισσίας (Μάϊος 2013, σελ.2-4), το 1993 πραγματοποιήθηκε μια Οικονομοτεχνική και Περιβαλλοντική μελέτη (Μελετητής Πάστρας 1993), η οποία είχε ως φορέα ανάθεση τον τότε Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Αντικείμενο της μελέτης ήταν η επέκταση του λιμένα Κυπαρισσίας προκειμένου να είναι δυνατή η πρόσδεση ενός μότορσιπ, ενός κρουαζιερόπλοιου, 100 σκαφών αναψυχής και 50 αλιευτικών σκαφών. Στη συνέχεια, ανατέθηκε από τον Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. στο γραφείο Μελετών Λιμενικών Έργων Μεν. Αντωνόπουλος, τοπογραφική και βυθομετρική αποτύπωση της περιοχής, οριστική μελέτη των έργων του λιμένα καθώς και μελέτη για την αποκατάσταση των ζημιών του κρηπιδώματος, που είχε κατασκευαστεί εκείνη τη περίοδο στο εσωτερικό του προσήνεμου μόλου.

Το 2007 επεκτάθηκε η ήδη υπάρχουσα κατασκευή, βάση της παραπάνω μελέτης, προκειμένου να βελτιωθεί η λειτουργικότητα και οι υποδομές του λιμένα.

Συγκεκριμένα, επεκτάθηκε κατά 182,00 m ο προσήνεμος μόλος σχηματίζοντας έτσι γωνία 165° με το υφιστάμενο τμήμα και κατασκευάστηκε κρηπίδωμα στην εσωτερική πλευρά του προκειμένου να είναι εφικτή η πρόσδεση κρουαζιερόπλοιου. Στη συνέχεια έγινε επέκταση του υπήνεμου μόλου στο τμήμα του που βρίσκεται κάθετα προς την ακτή κατά 190,00 m, με σκοπό τη προστασία της εισόδου του λιμένα από το βορρά. Η θωράκιση του νέου αυτού τμήματος έγινε με ακρόποδα και το ύψος στέψης της θωράκισης ορίστηκε στα +5,40 m. Στη πορεία κατασκευάστηκαν πολυγωνικά κρηπιδώματα συνολικού μήκους 460,00 m και βάθους 2,00 m. Τέλος έγινε διαστασιολόγηση του λιμένα με σκοπό την είσοδο πλοίου μήκους 170,00 m και διαμορφώθηκε κύκλος ελιγμών ακτίνας 200,00 m.

Στη πορεία παρουσιάστηκαν προβλήματα που είχαν να κάνουν με προσχώσεις καθώς και κύματα σημαντικού ύψους στο εσωτερικό του λιμένα, το οποίο ήταν αποτέλεσμα των μεγάλων ταχυτήτων του ανέμου. Επακόλουθο αυτών, η βύθιση μικρών αλιευτικών σκαφών.

³ Hydrossoft ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Ε. ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΠΡΟΣΗΝΕΜΟΥ ΜΟΛΟΥ, ΑΘΗΝΑ ΜΑΪΟΣ 2013.

Με τη πάροδο του χρόνου παρουσιάστηκαν και άλλα προβλήματα. Πιο συγκεκριμένα, μετά τη δράση πολύ δυνατών κυματισμών στις 9 και 10 Δεκεμβρίου του 2012, το νέο τμήμα του προσήνεμου μόλου του λιμένα υπέστη σοβαρές βλάβες. Αναλυτικότερα: η εξωτερική θωράκιση του μόλου από φυσικούς και τεχνητούς ογκόλιθους καταστράφηκε εντελώς, έχοντας ως αποτέλεσμα να μην εκτονώνονται οι κυματισμοί και να δρουν απ'ευθείας πάνω στο έργο. Ο δε τοίχος από σκυρόδεμα που προφυλάσει, ρηγματώθηκε σε πολλά σημεία και αποκλίνει από την κατακόρυφο και το δάπεδο του κρηπιδώματος που είναι από σκυρόδεμα έχει πλήρως αποδιοργανωθεί.

Εάν λοιπόν ληφθούν σοβαρά μέτρα για την αντιμετώπιση των βλαβών που υπέστη το νέο αυτό τμήμα του προσήνεμου μόλου στο σημείο ένωσης με το παλιό, είναι πολύ πιθανό στο μέλλον να καταστραφεί πλήρως ακόμα και από τον μέσο μέγιστο κυματισμό. Αυτό θα έχει ως επακόλουθες συνέπειες το να επεκταθεί η βλάβη και στο υπόλοιπο τμήμα του έργου και τα αραγμένα σκάφη να κινδυνεύουν, καθώς η λιμενολεκάνη δεν θα παρέχει τη προστασία που απαιτείται.

Το λιμάνι της Κυπαρισσίας είναι ένα πολύ σημαντικό και απαραίτητο έργο, γιατί μπορεί να συμβάλει άμεσα στην τουριστική και οικονομική ανάπτυξη, όχι μόνο της ίδιας της Πόλης αλλά και της ευρύτερης περιοχής. Η θέση του (ένα από τα πλησιέστερα λιμάνια προς τη Δύση) ευνοεί το εμπόριο ποικίλων προϊόντων που παράγονται στη περιοχή, αλλά και τη μετακίνηση. Θα λέγαμε λοιπόν πως οι εργασίες για την αποκατάσταση του είναι επιτακτικής ανάγκης.

1.4 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ - ΛΙΜΕΝΑ

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρουσιάζεται η κατάσταση τμημάτων του λιμένα Κυπαρισσίας το έτος 2017, μετά τις βλάβες. Οι φωτογραφίες αυτές ελήφθησαν για τις ανάγκες της παρούσας πτυχιακής εργασίας, συγκεκριμένα την περίοδο 15/7/2017 – 19/7/2017.



Εικόνα 4: Φωτογραφία η οποία έχει ληφθεί προς τον Βορρά στην οποία βλέπουμε τον προσήνεμο μόλο καθώς και την επέκταση του μόλου στο βάθος και το ακρομόλιο.



Εικόνα 5: Φωτογραφία στο τέλος του προσήνεμου μόλου λίγο πριν την πτώση του προστατευτικού τοίχους στο σημείο της επέκτασής του.



Εικόνα 6: Φωτογραφία στην οποία βλέπουμε καλύτερα ένα κομμάτι του προστατευτικού τοίχους που έχει σπάσει και απομονωθεί από το υπόλοιπο τοίχος.



Εικόνα 7: Φωτογραφία ακριβώς στο σημείο της επέκτασης από τη πλευρά του πελάγους, όπου φαίνεται ακόμα καλύτερα η πτώση του προστατευτικού τοίχους.



Εικόνα 8: Φωτογραφία στην οποία βλέπουμε την αρχή της επέκτασης του προσήνεμου μόλου καθώς και την θραύση του σε πολλά σημεία του προστατευτικού τοίχους και του καταστρώματος.



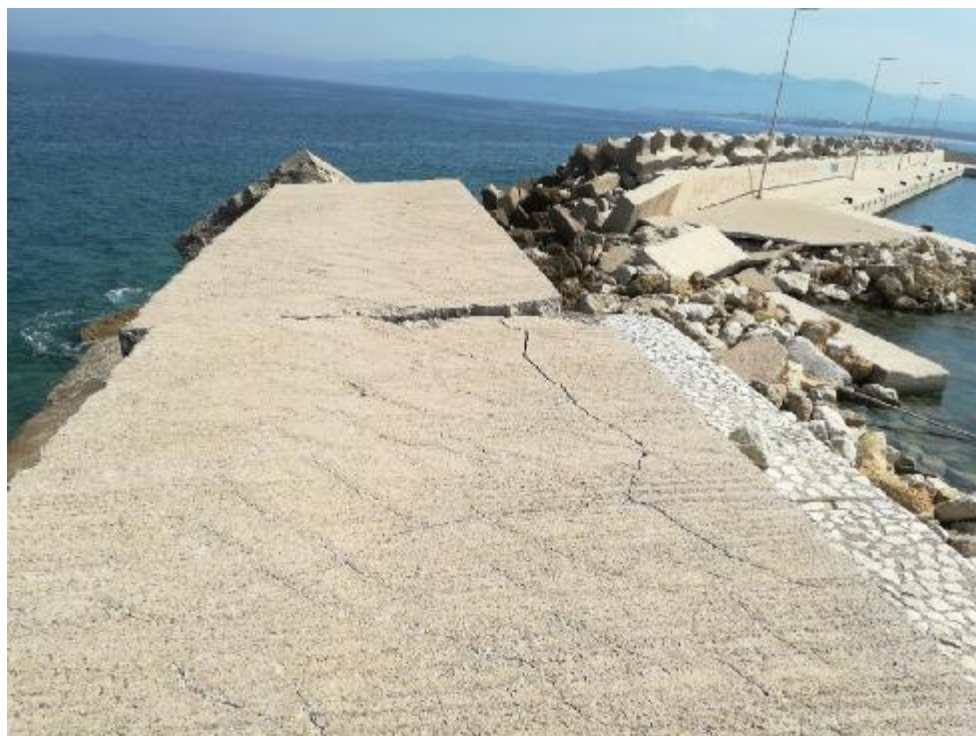
Εικόνα 9: Φωτογραφία προσήνεμου μόλου από το τέλος του προς την αρχή και συγκεκριμένα από τη πλευρά του εσωτερικού του λιμένα.



Εικόνα 10: Φωτογραφία προσήνεμου μόλου από την αρχή του προς τη πλευρά του πελάγους.



Εικόνα 11: Φωτογραφία προσήνεμου μόλου στο τέλος του από τη πλευρά της θάλασσας, όπου φαίνεται η έλλειψη εξωτερικής θωράκισης.



Εικόνα 12: Φωτογραφία η οποία έχει ληφθεί από ψηλά προς το Βορρά στο τέλος του προσήνεμου μόλου. Εδώ βλέπουμε τη ρωγμή του προστατευτικού τοίχου λίγο πριν τη ζημιά.



Εικόνα 13: Φωτογραφία η οποία έχει ληφθεί από ψηλά ακριβώς στο σημείο της επέκτασης του προσήνεμου μόλου όπου φαίνεται ακόμα καλύτερα η πτώση του προστατευτικού τοίχου και η θραύση του καταστρώματος.

Με βάση το φωτογραφικό υλικό της περιοχής, φαίνεται έντονα η έλλειψη της εξωτερικής θωράκισης του προστατευτικού τοίχου στο παλιό τμήμα του προσήνεμου μόλου και πιο συγκεκριμένα λίγο πριν την αρχή της επέκτασης του. Αυτό είναι και το σημείο του τοίχου με τη μεγαλύτερη ζημιά, δηλαδή λίγο πριν και στην ένωση του καινούργιου τμήματος ο τοίχος έχει καταστραφεί εντελώς. Επίσης βλέπουμε και τη διαφορά στα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον τοίχο και το κατάστρωμα, ανάμεσα στο παλιό και στο καινούργιο τμήμα. Το παλιό τμήμα έχει εξωτερική θωράκιση μόνο φυσικούς ογκόλιθους ενώ το νέο και τεχνητούς και ακόμα το κατάστρωμα και ο τοίχος στο παλιό τμήμα είναι εμφανώς «ταλαιπωρημένα» από τη πάροδο του χρόνου. Προς το τέλος του προσήνεμου μόλου, βλέπουμε επίσης τη ρωγμή στο πάνω μέρος του προστατευτικού τοίχου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ – ΟΡΙΣΜΟΙ

Σύμφωνα με πληροφορίες που πάρθηκαν από το ⁴βιβλίο του καθηγητή Ε.Μ.Π. Κωνσταντίνου Μέμου (Μέμος, 2013, σελ.1-2), με τον όρο λιμενικά έργα εννοούμε τα έργα εκείνα που είναι στην αρμοδιότητα του Πολιτικού Μηχανικού και υπεισέρχονται στο σχεδιασμό και την υλοποίηση της υποδομής των λιμένων και των σχετικών εγκαταστάσεων.

Προορισμός των λιμένων είναι η εξυπηρέτηση προσώπων μέσω της παροχής σκαφών και ροής αγαθών. Είναι απαραίτητο λοιπόν κάθε λιμένας να εξασφαλίζει ασφαλές αγκυροβόλιο στα σκάφη και να τα προστατεύει από ανέμους και κύματα.

Οι λιμένες λειτουργούν είτε ως τερματικοί σταθμοί, είτε ως κόμβοι στο σύστημα μεταφορών.

Οι τερματικοί σταθμοί χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- i. Βιομηχανικοί λιμένες: περιλαμβάνουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας πρώτων υλών και χρησιμοποιούν τους θαλάσσιους δρόμους για τις απαραίτητες μεταφορές των υλών ή επεξεργασμένων προϊόντων.
- ii. Στρατιωτικοί λιμένες.
- iii. Λιμένες ανεφοδιασμού.

Οι κόμβοι μεταφοράς είναι η πλέον διαδεδομένη περίπτωση λειτουργίας λιμένα. Ο ρόλος είναι κυρίως εμπορικός και έχει ως αποστολή τη διακίνηση επιβατών και εμπορευμάτων με ασφάλεια, ταχύτητα και χαμηλό κόστος.

Οι εμπορικοί λιμένες διακρίνονται σε επιβατικούς, εμπορευματικούς, αλιείας, αναψυχής και κάποιες φορές συνδυαστικά.

Η θέση του κάθε λιμένα καθορίζεται από οικονομικές, γεωπολιτικές και συγκοινωνιακές συνθήκες της ενδοχώρας. Ακόμα από συνθήκες ναυσιπλοΐας, το ανάγλυφο και την ποιότητα του εδάφους, το κλίμα της περιοχής σχετικά με κυματισμούς, παλίρροιες, ρεύματα, στερεομεταφορά.

Τα λιμενικά έργα διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- i. Εξωτερικά: εξασφαλίζουν άνετες συνθήκες ελλιμενισμού στα σκάφη, προστατεύοντας τα από τους κυματισμούς και τους ανέμους γι' αυτό αναφέρονται και ως έργα προστασίας.
- ii. Εσωτερικά: απαραίτητα για το δέσιμο σκαφών και για την φορτοεκφόρτωση εμπορευμάτων και αποβίβαση επιβατών.

⁴ Κωνσταντίνος Μέμος. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2013.

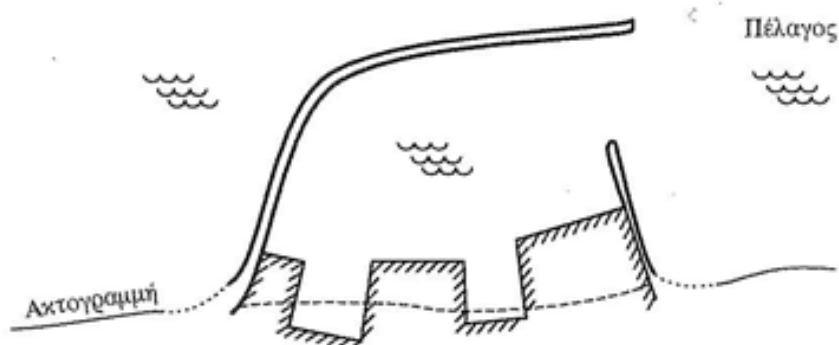
Λιμενολεκάνη: ονομάζεται η θαλάσσια επιφάνεια που παρεμβάλλεται μεταξύ των εξωτερικών και εσωτερικών λιμενικών έργων και χρησιμεύει στην εκτέλεση των ελιγμών των σκαφών μέχρι τις θέσεις παραβολής. Μπορεί να είναι παλιρροιακές ή πλεύσεως.

- Παλιρροιακές: βρίσκονται σε άμεση επικοινωνία με το ανοικτό πέλαγος και παρακολουθούν τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας λόγω παλίρροιας.
- Πλεύσεως: επικοινωνούν με το πέλαγος μέσω κλεισιάδων, που κρατούν τη στάθμη στο λιμάνι σε υψηλά επίπεδα. Αυτός ο τύπος λιμενολεκάνης εφαρμόζεται σε περιοχές με μεγάλο εύρος παλίρροιας.

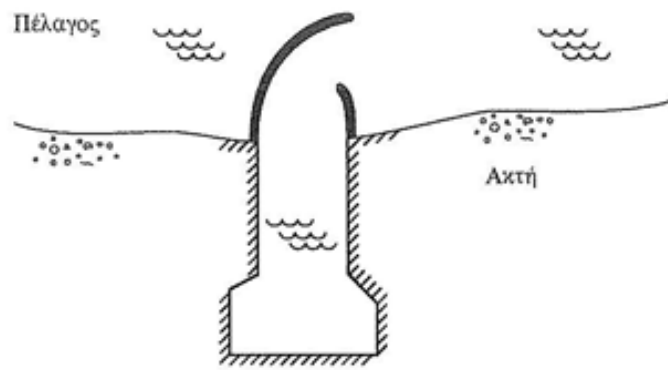
Με βάση τη διάταξη τα λιμενικά έργα διακρίνονται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Επίχωση στη θάλασσα και κρηπίδωση της ακτής.
- Εκσκαφή διώρυγας και κύκλου ελιγμών.
- Εκσκαφή τύπου Υ.
- Εκσκαφή παράλληλη προς την ακτή.
- Προσθήκη τεχνητής νησίδας σε υφιστάμενο λιμένα.
- Κρηπίδωση φυσικού λιμένα.
- Εκμετάλευση νησίδας-χερσονήσου.
- Ανάπτυξη λιμένα σε εκβολές πλωτού ποταμού.

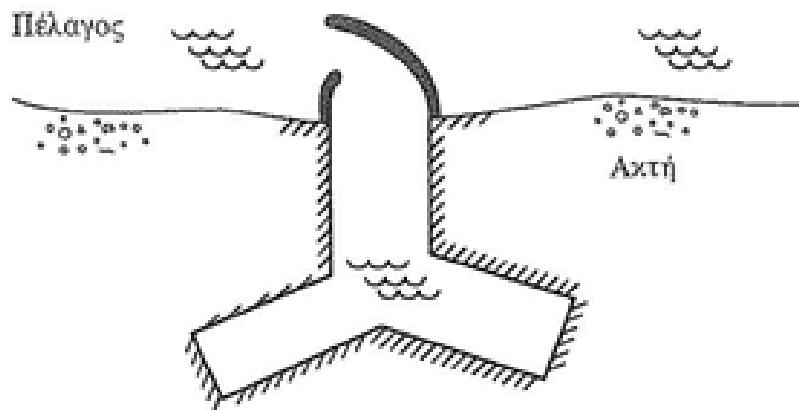
Ένας βασικός παράγοντας για να αποφασιστεί ποιος τύπος λιμένα θα σχεδιαστεί είναι η διαθεσιμότητα υλικών επίχωσης και η ποιότητα του εδάφους. Παρακάτω εμφανίζονται τα σχήματα που αντιστοιχούν στη κάθε κατηγορία.



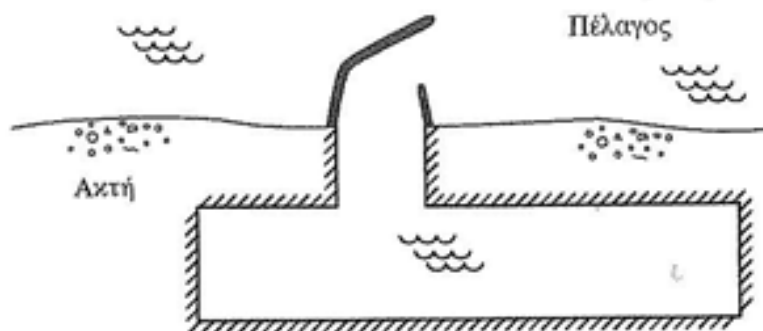
Σχ. 2.1: Επίχωση στη θάλασσα και κρηπίδωση της ακτής. (Μέμος, 2013 , σελ. 3)



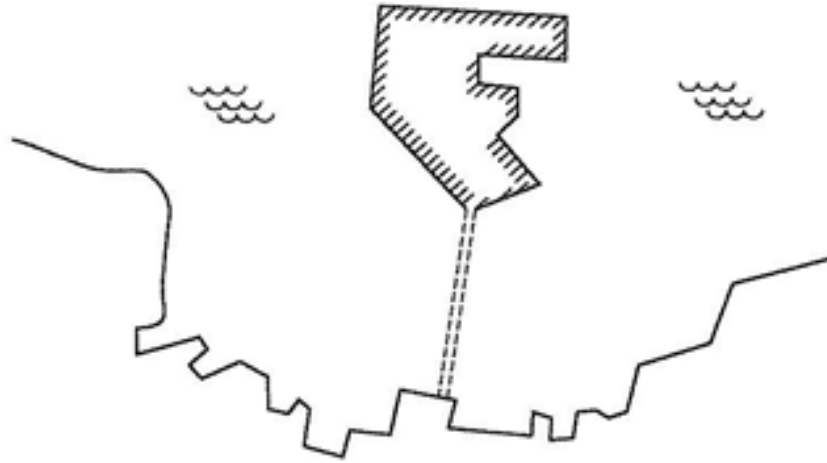
Σχ. 2.1: Εκσκαφή διώρυγας και κύκλου ελιγμών. (Μέμος, 2013, σελ.3)



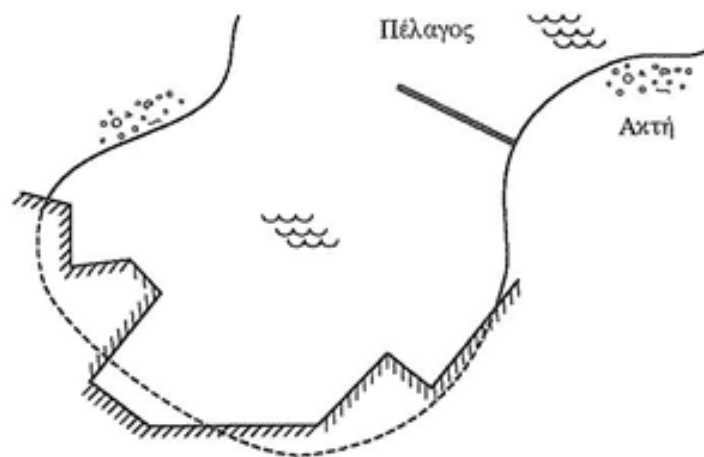
Σχ. 2.2: Εκσκαφή τύπου Υ. (Μέμος, 2013, σελ.3)



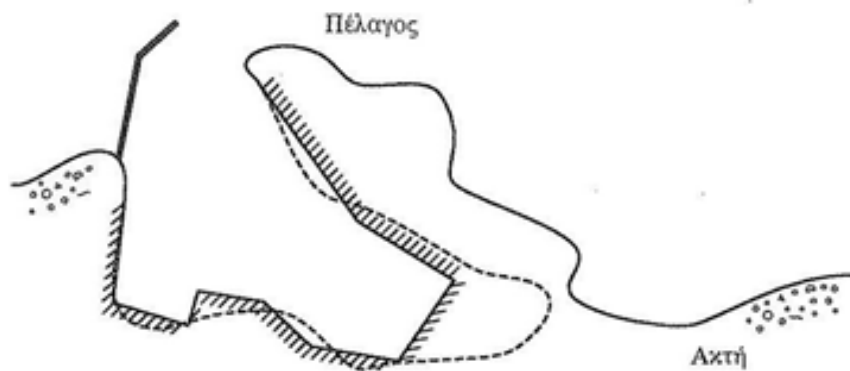
Σχ. 2.3: Εκσκαφή παράλληλη προς την ακτή. (Μέμος, 2013, σελ.4)



Σχ. 2.4: Προσθήκη τεχνητής νησίδας σε υφιστάμενο λιμένα. (Μέμος, 2013, σελ. 4)



Σχ. 2.5: Κρηπίδωση φυσικού λιμένα. (Μέμος, 2013, σελ. 4)



Σχ. 2.6: Εκμετάλλευση νησίδας-χερσονήσου. (Μέμος, 2013, σελ. 5)



Σχ. 2.7: Ανάπτυξη λιμένα σε εκβολές πλωτού ποταμού. (Μέμος, 2013, σελ. 5)

2.2 ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΣΕ ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Με βάση τις ⁵σημειώσεις του καθηγητή Αθανάσιου Α. Δήμα (Δήμας 2014, σελ. 68), με τον όρο αστοχία λιμενικών έργων ουσιαστικά εννοούμε την αποσύνθεση των λιμενικών κατασκευών, τις ζημιές δηλαδή που μπορεί να προκληθούν οι οποίες προκύπτουν από κάποιους παράγοντες.

«Πλήρης αστοχία λιμενικών έργων ορίζεται η λάβη που επιφέρει μείωση της λειτουργικότητας σε επίπεδα κάτω από τα ελάχιστα αποδεκτά όρια σύμφωνα με το σχεδιασμό. Μερική αστοχία ορίζεται η βλάβη που δεν μειώνει τη λειτουργικότητα της λιμενικής εγκατάστασης κάτω από τα όρια σχεδιασμού».

Παρακάτω κατηγοριοποιούνται οι αστοχίες των λιμενικών έργων, βάση των στοιχείων που πήραμε από τις σημειώσεις του καθηγητή Α. Δήμα (Δήμας, 2014, σελ.68-69):

- Κατηγορίες αστοχιών λιμενικών έργων (Δήμας, 2014):
- ∅ Αστοχία σχεδιασμού: το έργο αστοχεί σε φορτίο προβλεπόμενο από τις συνθήκες σχεδιασμού. Συχνότερη κυρίως σε πρωτοποριακές μελέτες και καινοτόμες μεθόδους λόγω έλλειψης εμπειρίας.
- ∅ Αστοχία υπερβολικού φορτίου: το έργο αστοχεί σε φορτίο που υπερβαίνει τις προβλέψεις των συνθηκών σχεδιασμού. Σχετίζεται με την εμφάνιση συνθηκών που υπερβαίνουν τα κριτήρια σχεδιασμού, είτε ακούσια λόγω πιθανοτήτων είτε εκούσια λόγω αποδοχής μερικής αστοχίας στο πλαίσιο μείωσης του κόστους κατασκευής.
- ∅ Αστοχία κατασκευής: το έργο αστοχεί λόγω προβλημάτων κατασκευής ή υλικών.
- ∅ Αστοχία φθοράς: το έργο αστοχεί λόγω φθοράς και πλημμελούς συντήρησης.

⁵ Αθανάσιος Α. Δήμας. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, Πάτρα 2014.

- Βασικοί τρόποι αστοχίας λιμενικών έργων:
 - Ø Έργα με πρανή:
 - I. Υδραυλική αστάθεια προσήνεμου στρώματος θωράκισης.
Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει: μετακίνηση ογκολίθων, διάβρωση εσωτερικών στρωμάτων, μετακίνηση και κατάρρευση υπερκατασκευής στέψης.
 - II. Διάβρωση υπήνεμου στρώματος θωράκισης.
Εδώ συγκεκριμένα έχουμε: κυματογενή υπερείλιση, μετακίνηση ογκολίθων ή υπερκατασκευής στέψης, διάβρωση εσωτερικών στρωμάτων, κατάρρευση υπερκατασκευής στέψης.
 - III. Αστοχία/φθορά ογκολίθων.
Στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να συμβαίνει: θραύση όταν οι τάσεις που αναπτύσσονται από συνδυασμό δυνάμεων κυμάτων και ιδίου βάρους υπερβαίνουν τα όρια αντοχής, φθορά λόγω χημικών αντιδράσεων καθώς και μεταβολές στη θερμοκρασία και τη τριβή, οποίες επιφέρουν μείωση της αντοχής και της μάζας. Ακόμα μπορεί να έχουμε κατάρρευση του στρώματος θωράκισης, όταν ένα σημαντικό ποσοστό ογκολίθων (περίπου 15%) αστοχεί.
 - IV. Μετακίνηση υπερκατασκευής.
Αυτό που συμβαίνει εδώ είναι πως το φορτίο κυμάτων υπερβαίνει τη δύναμη τριβής στη βάση της υπερκατασκευής και έτσι έχουμε κατάρρευση της υπερκατασκευής.
 - V. Αστοχία πόδα.
Το έδαφος μπροστά από τον πόδα υποσκάπτεται λόγω της επίδρασης κυμάτων και ρευμάτων, μετακινείται το αντέρεισμα του πόδα και κατάρρευση της υπερκατασκευής.
 - VI. Αστοχία σκαφής έδρασης.
 - VII. Επίδραση θραυομένων κυματισμών.
Παρατηρείται εφαρμογή αυξημένων δυνάμεων στο στρώμα θωράκισης.
 - VIII. Έκπλυση λεπτόκοκκου υλικού πυρήνα.
Αυτό που συμβαίνει είναι πως διαφεύγει το λεπτόκοκκο υλικό του πυρήνα μέσω των ανοιγμάτων των ογκολίθων εξωτερικών στρωμάτων υπό την επίδραση του πεδίου πίεσης που αναπτύσσεται στο ροϊκό πεδίο κυμάτων, δημιουργούνται θύλακες στο πυρήνα και καταρρέει το στρώμα θωράκισης.
 - Ø Έργα με κατακόρυφο μέτωπο:
 - I. Οριζόντια ολίσθηση.
Εδώ ουσιαστικά η δύναμη λόγω κυματισμών υπερβαίνει τη δύναμη τριβής στη διεπιφάνεια έδρασης/βάσης του κυψελωτού κιβωτίου ή στους αρμούς μεταξύ των τεχνητών ογκολίθων.

II. Ανατροπή.
Αυτό που συμβαίνει είναι πως η ροπή ανατροπής λόγω φορτίου κυματισμών υπερβαίνει τη ροπή επαναφοράς λόγω ιδίου βάρους της κατασκευής.

III. Αστοχία πόδα.
Το έδαφος μπροστά απ'το πόδα υποσκάπτεται λόγω επίδρασης κυμάτων και ρευμάτων ή λόγω ταλάντωσης της κατασκευής.

IV. Αστοχία σκαφής έδρασης.

Ø Κρηπιδότοιχοι:

I. Οριζόντια ολίσθηση.
Η συνισταμένη δύναμη λόγω εξωτερικών φορτίων και ώθησης από τη πλευρά του εδάφους υπερβαίνει τη δύναμη τριβής στη διεπιφάνεια έδρασης/βάσης και τη δύναμη αντίστασης στον πόδα του κρηπιδότοιχου.

II. Ανατροπή.
Συμβαίνει υποσκαφή μπροστά από τον πόδα λόγω διάβρωσης του εδάφους του πυθμένα και εφαρμόζεται ροπή λόγω δύναμης που ασκείται από πλοίο στη δέστρα ή λόγω βάρους οχήματος/μηχανήματος/φορτίου στο κατάστρωμα του κρηπιδότοιχου.

III. Αστοχία σκαφής έδρασης.

· Παράγοντες που οδηγούν σε αστοχίες των λιμενικών έργων:
Η ανάλυση των περιπτώσεων και οι τρόποι αντιμετώπισης παρουσιάζονται από το ⁶βιβλίο του Καθηγητή Κωνσταντίνου Μέμου (Μέμος 2013, σελ. 395-398):

Ø Διάβρωση των μεταλλικών μερών περιλαμβανομένου του σιδηρού οπλισμού του σκυροδέματος. Συμβαίνει λόγω της οξειδωσης των ατόμων και αυξάνεται σημαντικά από την ύπαρξη ρευμάτων. Επίσης το ποσοστό της διάβρωσης είναι μεγαλύτερο στα τροπικά κλίματα και οι μεταλλικές διατομές ευνοούν τη διάβρωση σ' αντίθεση με τις κυκλικές. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται κυρίως με προστατευτικές επιστρώσεις ή με σύστημα καθοδικής προστασίας.

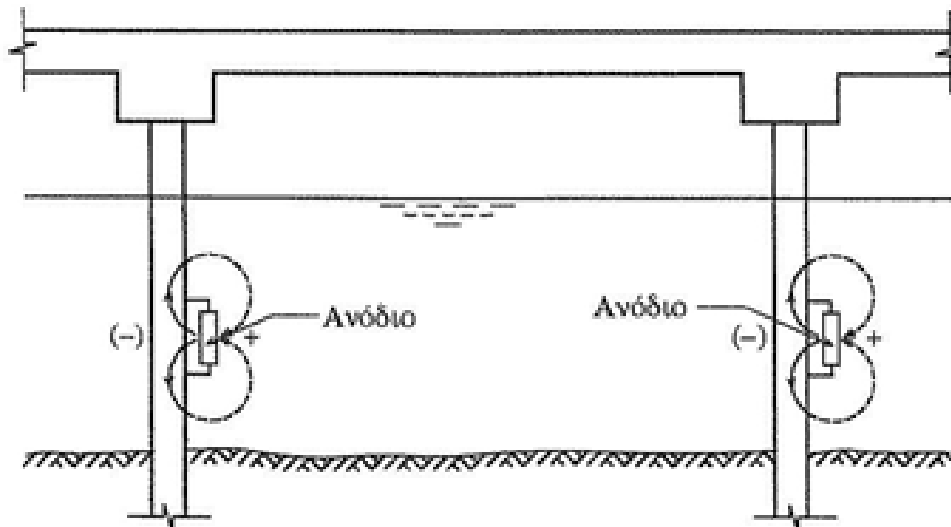
Ø Βιοαποσύνθεση, όπως αυτή που προκαλείται από τους θαλάσσιους μικροοργανισμούς. Τα ξύλινα στοιχεία που μπορεί να αποτελούν κομμάτι κάποιου λιμενικού έργου και βρίσκονται κάτω από το νερό προσβάλλονται από τους μικροοργανισμούς αυτούς. Αυτό που εμποδίζει των επιρροή των στοιχείων από τους μικροοργανισμούς και μειώνει την απώλεια του υλικού, είναι η ύπαρξη ρευμάτων ή η θαλάσσια ρύπανση.

⁶ Κωνσταντίνος Μέμος. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 2013.

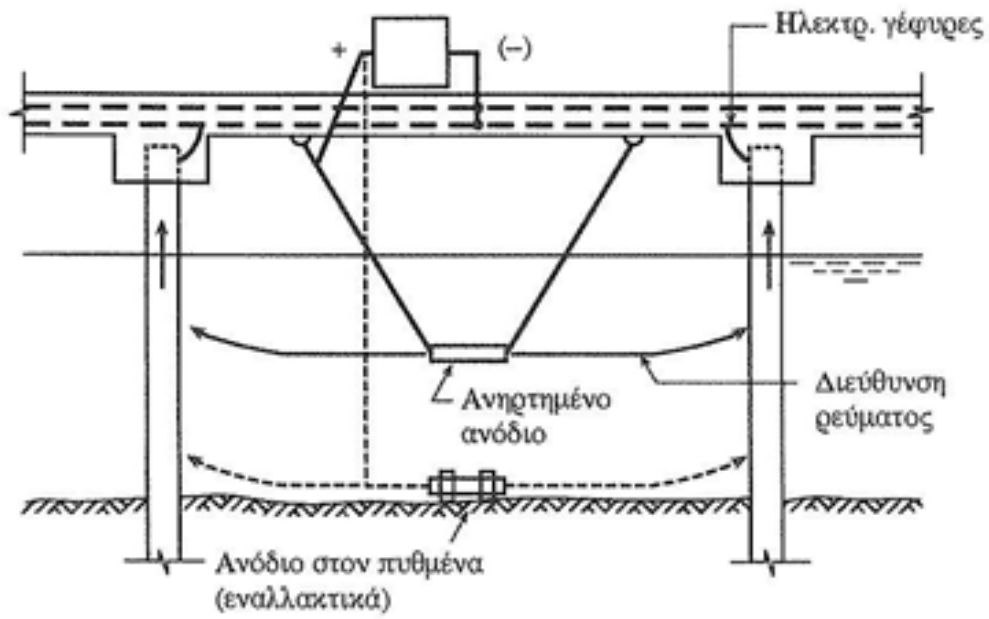
Ø Φυσικοχημικές διεργασίες, όπως η προσβολή του σκυροδέματος από το θείο. Αφορά το σκυρόδεμα που παθαίνει είτε φυσικές φθορές π.χ. από παγετό, είτε φθορές από χημικές ουσίες όπως π.χ. χλώριο, θείο και στο τέλος διαβρώνεται. Τρόπος αντιμετώπισης είναι η χρήση καλής ποιότητας σκυροδέματος, κατάλληλο τύπο τσιμέντου καθώς και ικανό πάχος επικάλυψης.

Ø Μηχανική φθορά που συμβαίνει είτε από υπερφόρτιση των κατασκευών είτε από άλλες αιτίες. Τα αποτελέσματα της μηχανικής φθοράς φαίνονται στα συστήματα προσκρούσεως, στις γωνίες των κρηπιδοτοιχών και στο δάπεδο εργασιών. Ακόμα παραμορφώσεις συμβαίνουν σε διάφορα μέλη του έργου και εξ' αιτίας της υπερφόρτισης των λιμενικών κατασκευών. Τα μέτρα που βοηθούν στην αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού είναι η ενσωμάτωση κατάλληλων προστατευτικών στοιχείων π.χ. γωνιακά ή επίπεδα ελάσματα και ράβδοι προστασίας.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι διατάξεις των δύο τύπων καθοδικής προστασίας:



Χωρίς εξωτερικό ρεύμα.



Με εξωτερικό ρεύμα.

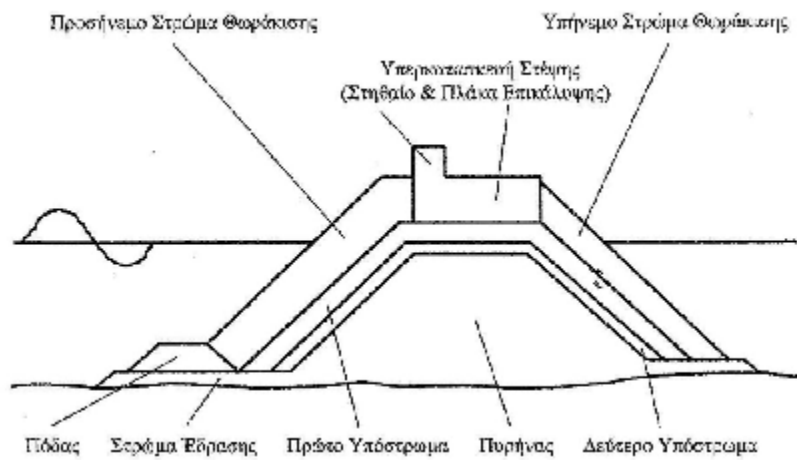
Σχ. 2.9: Τύποι συστήματος καθοδικής προστασίας. (Μέμος, 2013, σελ. 397)

2.3 ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ:

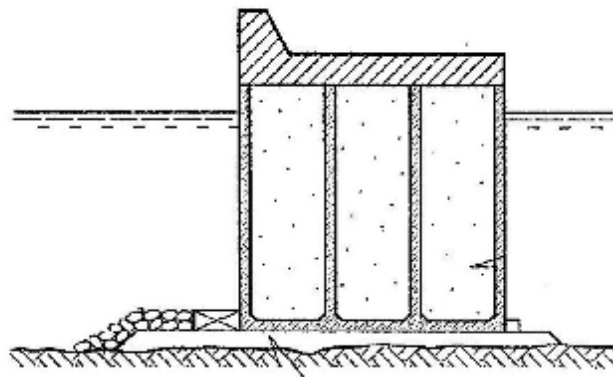
Παρακάτω δίνονται σε πίνακα οι αντιπροσωπευτικοί τύποι λιμενικών έργων, ο σκοπός αλλά και η λειτουργία τους και καθώς και σχήματα με τις χαρακτηριστικές διατομές:

Πίνακας 2.1: Αντιπροσωπευτικοί τύποι λιμενικών έργων. (Δήμας, 2014, σελ. 65)

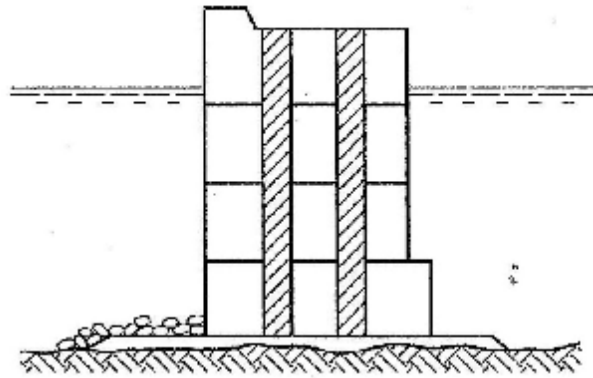
ΤΥΠΟΣ	ΣΚΟΠΟΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
Κυμαθοθραύστης με πρηνή (Rubble-Mound Breakwater)	Προστασία λιμένων και κόλπων από την επίδραση κυματισμών και ρευμάτων.	Σκέδαση και ανάκλαση κυμάτων και ρευμάτων.
Κυμαθοθραύστης με κατακόρυφο μέτωπο (Vertical-Front Breakwater)	Προστασία λιμένων και κόλπων από την επίδραση κυματισμών και ρευμάτων.	Σκέδαση και ανάκλαση κυμάτων και ρευμάτων.
Παράλληλος κυματοθραύστης (Detached Breakwater)	Προστασία ακτής και διαχείριση στερεομεταφοράς.	Περιορισμός κυμάτων και μείωση στερεομεταφοράς παράλληλης προς την ακτογραμμή.
Εγκάρσιος πρόβολος (Groin)	Προστασία ακτής και διαχείριση στερεομεταφοράς	Περιορισμός κυμάτων και μείωση στερεομεταφοράς παράλληλης προς την ακτογραμμή.
Κρηπιδότοιχος (Quay Wall)	Προστασία ακτής από πλημμύρα ή διάβρωση και δημιουργία μετώπου παραβολής πλοίου.	Ενίσχυση εδάφους και αύξηση υψομέτρου της ακτογραμμής.
Αντιπλημμυρικό ανάχωμα (Sea Dike)	Αποτροπή πλημμύρας εδαφών με υψόμετρο χαμηλότερο από την επιφάνεια της θάλασσας.	Αύξηση του υψομέτρου της ακτογραμμής.
Μώλος διαύλου (Jetty)	Προστασία διαύλου ναυσιπλοΐας και εκβολής ποταμού.	Περιορισμός ρευμάτων και στερεομεταφοράς.
Πυλώνας (Pylon)	Στήριξη γεφυρών και εξεδρών.	Σκέδασης και περίθλαση κυμάτων και ρευμάτων.



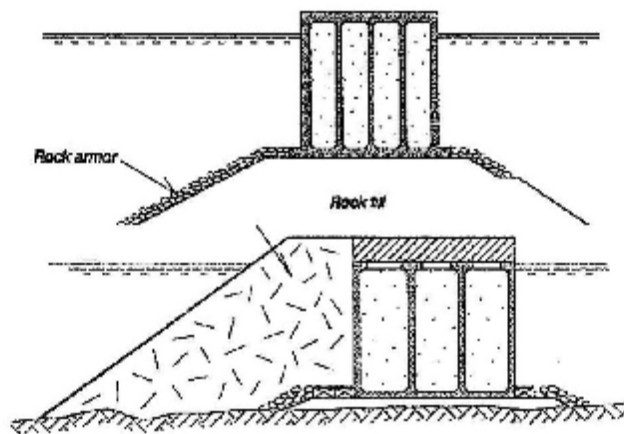
Σχ. 2.10: Τυπική διατομή κυματοθραύστη με πρανή (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, 2014, σελ. 66)



Σχ. 2.11: Τυπική διατομή κυματοθραύστη κατακόρυφου μετώπου με κυφελωτά κιβώτια (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, 2014, σελ. 66)



Σχ. 2.12: Τυπική διατομή κυματοθραύστη κατακόρυφου μετώπου με τεχνητούς ογκόλιθους (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, 2014, σελ. 67)



Σχ. 2.13: Τυπικές διατομές κυματοθραύστη με σύνθετο μέτωπο (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, 2014, σελ. 67)

Αναφέρεται, εδώ, ότι με βάση την προαναφερθείσα κατηγοριοποίηση των διατομών κυματοθραύστη, η περίπτωση του λιμένα της Κυπαρισσίας ανήκει στη κατηγορία του κυματοθραύστη με σύνθετο μέτωπο. Συγκεκριμένα, από στοιχεία που λάβαμε από τη Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα κυπαρισσίας (Μάϊος 2013, σελ.58), λόγω της θέσης του έργου αλλά και της λειτουργίας του, εν τέλει κατασκευάστηκε κυματοθραύστης μεικτής κατά πλάτος διατομής. Αυτό σημαίνει πως αποτελείται από κεκλιμένα πρηνή προς τη πλευρά της θάλασσας, με κλίση 1:3 και από κατακόρυφο μέτωπο προς το εσωτερικό της λιμενολεκάνης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΟΝ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ (ΠΑΡΟΧΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΑΠΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ)

Η παρουσίαση που ακολουθεί βασίζεται σε υφιστάμενες μελέτες που παραχωρήθηκαν από την Περιφέρεια Πελοποννήσου στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας. Συγκεκριμένα αξιοποιήθηκαν ⁷στοιχεία από τη Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα κυπαρισσίας (Μάιος 2013, σελ.6-7).

3.1 Μορφολογία – βυθομετρικά στοιχεία περιοχής

- Μορφολογία:

Η πόλη της Κυπαρισσίας έχει αναπτυχθεί στους πρόποδες του όρους Αιγάλεω (+1229 μ.). Η περιοχή από την πόλη προς το επίνειο παρουσιάζει μικρή κλίση και καταλήγει στην ακτή, όπου βρίσκεται και το λιμάνι στα Ν.Δ. του Κυπαρισσιακού κόλπου.

Η παράκτια ζώνη στο λιμάνι είναι ομαλή, με μικρό πλάτος και τοπικές βραχώδεις εξάρσεις οι οποίες φτάνουν και στο θαλάσσιο χώρο. Το έδαφος είναι βραχώδες (κροκαλοπαγές) όπως φαίνεται από το χαμηλό πρηνές παρά την ακτογραμμή.

Στην επέκταση που έχει γίνει στον λιμενοβραχίονα, προς τη βόρεια κατεύθυνση υπάρχουν βράχοι κάτω και πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. (Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα κυπαρισσίας, Σελ.6)

- Βυθομετρικά στοιχεία:

Στη σύμφωνα με τη Μελέτη Αποκατάστασης Ζημιών Προσήνεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας, από τη βυθομέτρηση που έγινε φαίνεται πως τα βάθη στη συγκεκριμένη περιοχή εξωτερικά του προσήνεμου μόλου έχουν αμβλυνθεί με τη πορεία του χρόνου. Αυτό συνέβη γιατί μετακινήθηκαν οι λίθοι στην εξωτερική θωράκιση από τους έντονους κυματισμούς που δέχεται η περιοχή κατά καιρούς.

⁷ Hydrosoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΠΡΟΣΗΝΕΜΟΥ ΜΟΛΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ. Αθήνα, Μάιος 2013.

Η κατώτατη στάθμη θάλασσας προσδιορίζεται με τη βοήθεια των παλιρροιακών στοιχείων του παλιρροιόμετρου του Κατάκολου. Σ' αυτήν αναφέρονται τα βυθόμετρα.

Στην περιοχή των έργων παρατηρείται πως η κλίση του πυθμένα είναι ομαλή και τα βυθόμετρα δεν είναι μεγάλα.

Κρίνεται αναγκαίο να γίνει εκβάθυνση της λιμενολεκάνης προκειμένου να εξασφαλιστούν τα απαραίτητα βάθη στον κύκλο ελιγμών, όπως και μπροστά από τα κρηπιδώματα. (Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα Κυπαρισσίας Σελ. 6)

3.2 Άνεμοι

Τα ανεμολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ). Βασίζονται σε μετρήσεις του Μετεωρολογικού Σταθμού Πύργου, καθώς δεν υπάρχουν μετρήσεις στη περιοχή των έργων και επομένως αυτά τα στοιχεία γίνονται δεκτά για τη μελέτη. Τα στοιχεία που δίδονται στο παρακάτω προέρχονται από τη Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα Κυπαρισσίας (Αθήνα 2013, σελ. 7,8,15):

Πίνακας 3.1: Σχέση έντασης ανέμου σε κλίμακα Beaufort και ταχύτητας ανέμου. (Hydrosoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. Αθήνα 2013, σελ. 15)

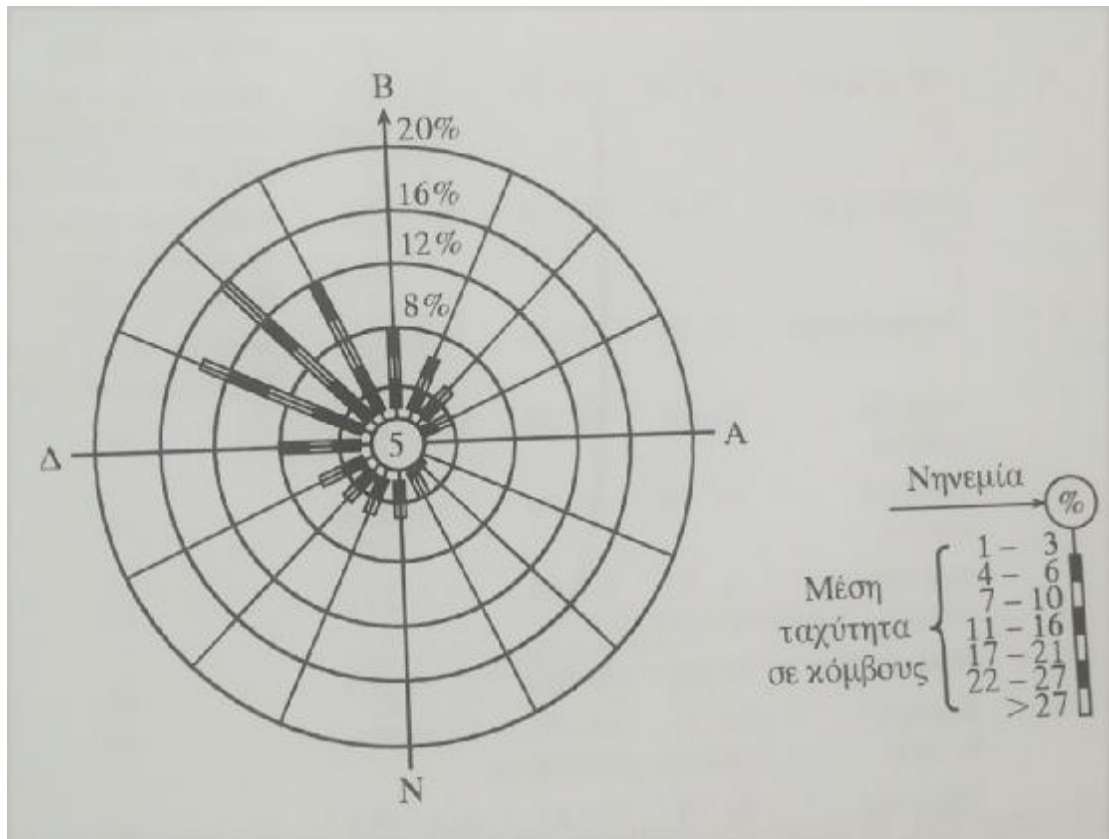
Βαθμίδες κλίμακας	Χαρακτηρισμός Ανέμου	Ταχύτητα σε κόμβους	Μέση ταχύτητα σε κόμβους	Ταχύτητα σε m/sec	Ταχύτητα σε km/hr	Εμφάνιση της θάλασσας στο ανοικτό πέλαγος
0	Άπνοια	0	00	0,0-0,2	01	Θάλασσα σαν καθρέπτης
1	Σχεδόν άπνοια	01-03	02	0,3-1,5	01-05	Σχηματίζονται ρυτίδες που έχουν τη μορφή λεπιών χωρίς κορυφές με αφρό.
2	Πολύ ασθενής	04-06	05	1,6-3,3	06-11	Μικρά κυματίδια χαμηλά αλλά αρκετά σχηματισμένα. Οι κορυφές τους είναι λείες και δεν σπάζουν.
3	Ασθενής	07-10	09	3,4-5,4	12-19	Μεγάλα κυματίδια. Οι κορυφές τους αρχίζουν να σπάζουν. Πιθανός λευκός αφρός αραιά.
4	Σχεδόν μέτριος	11-16	13	5,5-7,9	20-28	Μικρά κύματα που γίνονται μακρύτερα. Μάλλον συχνόί αφροί

						με όψη λευκών προβάτων.
5	Μέτριος	17-21	19	8,0-10,7	29-38	Μέτρια κύματα με σαφή επιμήκη μορφή .Όψη πολυάριθμων λευκών προβάτων .Ενδεχομένως δημιουργία πίτυλου.
6	Ισχυρός	22-27	24	10,8-13,8	39-49	Αρχίζουν να σχηματίζονται μεγάλα κύματα. Οι κορυφές με λευκό αφρό εξαπλώνονται παντού. Πιθανοί πίτυλοι.
7	Σχεδόν θουελλώδης	28-33	30	13,9-17,1	50-61	Η θάλασσα φουσκώνει και λευκός αφρός από κύματα που σπάζουν αρχίζει να παρασύρεται και να σχηματίζονται ραβδώσεις κατά τη διεύθυνση του ανέμου.
8	Θουελλώδης	34-40	37	17,2-20,7	62-74	Μετρίως υψηλά κύματα περισσότερο επιμήκη. Τα άκρα των κορυφών των κυμάτων θραύονται και γίνονται πίτυλος. Ο αφρός παρασύρεται και σχηματίζει καλά σχηματισμένες ραβδώσεις κατά τη διεύθυνση του ανέμου.
9	Πολύ θουελλώδης	41-47	44	20,8-24,4	75-88	Υψηλά κύματα. Πυκνές ραβδώσεις αφρού κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Οι κορυφές των κυμάτων αρχίζουν να γέρνουν, να πέφτουν και να κυλιόνται. Ο πίτυλος μπορεί να επηρεάζει την ορατότητα.
10	Θύελλα	48-55	52	24,5-28,4	89-102	Πολύ υψηλά κύματα με μακριές λοφώδεις ράχες. Ο αφρός που είναι περισσότερος παρασύρεται σε πυκνές λευκές ραβδώσεις κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Η επιφάνεια της

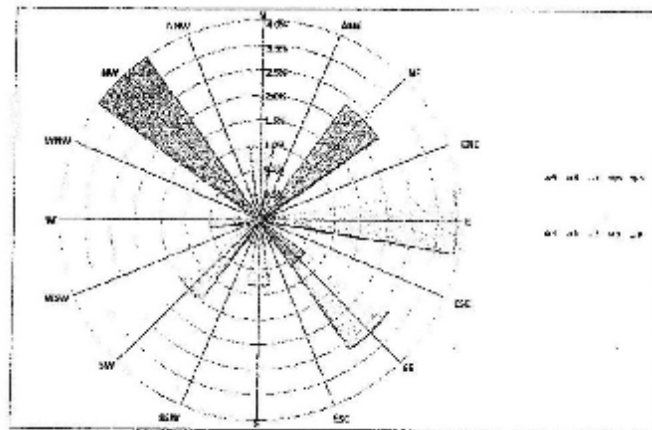
						θάλασσας στο σύνολό της γίνεται λευκή. Το σπάσιμο και κύλισμα των κορυφών των κυμάτων γίνεται έντονο και βίαιο. Η ορατότητα επηρεάζεται.
11	Ισχυρή Θύελλα	56-63	60	28,5-32,6	103-117	Εξαιρετικά υψηλά κύματα. Η θέα πλοίων μικρής και μεσαίας χωρητικότητας ίσως για λίγη ώρα να χάνεται πίσω από τα κύματα. Η θάλασσα καλύπτεται τελείως από λευκούς αφρούς που επιμηκύνονται κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Παντού τα άκρα των κορυφών των κυμάτων βρίσκονται σε αφρώδη κατάσταση. Η ορατότητα επηρεάζεται.
12	Τυφώνας	≥64		≥32,7	≥118	Ο αέρας είναι γεμάτος με αφρό και πίτυλο. Η θάλασσα είναι εντελώς λευκή. Η ορατότητα επηρεάζεται σημαντικά.

Παρακάτω δίνεται ο συνήθης τύπος ανεμολογίου και ενδεικτικά ένας πίνακας-ροδόγραμμα από τη μελέτη:

Πίνακας 3.2: Συνήθης τύπος ανεμολογίου. (Μέμος 2013, σελ. 17)



Πίνακας 3:3. Ετήσια συχνότητα διεύθυνσης και δύναμης ανέμου % σε κλίμακα Beaufort που προέρχονται από παρατηρήσεις της 6^{ης}, 12^{ης} και 18^{ης} ώρας της περιόδου 1975-1992 για το μήνα Ιανουάριο. (Hydrosoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. Αθήνα 2013, σελ. 8)



Από τους παραπάνω πίνακες προκύπτουν τα εξής:

- *Επικρατέστεροι άνεμοι (μεγαλύτερης συχνότητας):*
Οι βορειοδυτικοί (NW) με ετήσια συχνότητα 23,885%, μεγαλύτερη σε σχέση με τους άλλους ανέμους όλους τους μήνες του έτους.
Οι νοτιοδυτικοί (SW) με συχνότητα 7,475%.
- *Δεσπόζοντες άνεμοι (μεγαλύτερης έντασης):*

Οι NW και SE άνεμοι με ένταση 9B, με ετήσια συχνότητα 0,011%. Με τη μεγαλύτερη αυτή εμφανίζονται κατά το μήνα Οκτώβριο οι NW και κατά τον μήνα Απρίλιο οι SE. Έπειτα έχουμε με ένταση 8B οι N, E, SW και W και αυτοί με συχνότητα 0,011% και οι S με συχνότητα 0,22%.

Η άπνοια στη περιοχή έχει συχνότητα 36,006%. Αυτό σημαίνει κύματα πολύ μικρού ύψους. (Hydrosoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε., Αθήνα 2013, σελ. 7)

3.3 Παλίρροια – ρεύματα - κύματα

· Παλίρροια-Ρεύματα:

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που αντλήθηκαν από την ⁸μελέτη με τίτλο: Μελέτη και Αποκατάστασης Ζημιών Προσήνεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας τα παλιρροιακά δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι βασισμένα σε μετρήσεις του παλιρροιακού σταθμού του Κατάκολου, καθώς είναι ο πλησιέστερος σταθμός στα έργα, και έχουν παρθεί από την Υδρογραφική υπηρεσία.

Βάση στατιστικής επεξεργασίας των μετρήσεων αυτών, οι παλιρροιακές παράμετροι είναι ανεξάρτητες σημείων αναφοράς και έχουν ως εξής:

- Ø Μέγιστο εύρος: 0,67 μ.
- Ø Ελάχιστο εύρος: 0,01 μ.
- Ø Μέσο εύρος: 0.10 μ.
- Ø Επάλλαξη: 1.10 μ.

Αυτά τα στοιχεία μπορούν εύκολα να θεωρηθούν πως ισχύουν και για τη περιοχή που εξετάζουμε επειδή ο παλιρροιογράφος βρίσκεται αρκετά κοντά στη θέση των έργων και επιπλέον η μορφολογία της θαλάσσιας περιοχής ενδιάμεσα καθώς και οι υπόλοιπες συνθήκες δεν προκαλούν έντονες αποκλίσεις.

Βλέπουμε ότι το μέσο εύρος είναι 10 εκ. (εκφράζει την παρατηρούμενη διακύμανση της στάθμης της θάλασσας) και το μέγιστο 67 εκ. (εμφανίζεται σπάνια). Τα μεγέθη αυτά είναι συνηθισμένα για την Ελλάδα και η στάθμη της θάλασσας είναι τέτοιου ύψους ταλάντωσης, πράγμα που δεν χρειάζεται να λάβουμε ιδιαίτερα υπ' όψη μας στο σχεδιασμό των έργων ή να λάβουμε κάποια ιδιαίτερα μέτρα για να εξασφαλίσουμε τη λειτουργικότητά τους.

Όσον αφορά τα ρεύματα, μέχρι σήμερα δεν έχουν γίνει κάποιες σημαντικές παρατηρήσεις παράκτια της περιοχής των έργων. Οι πληροφορίες που έχουμε αφορούν γενικά επιφανειακά ρεύματα τα οποία παρατηρούνται μακριά από τις δυτικές ακτές στο Ιόνιο Πέλαγος, όπου εμφανίζονται ρεύματα με κατεύθυνση Β-ΒΔ με μέση ταχύτητα 0.60 knots.

⁸ Hydrosoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΠΡΟΣΗΝΕΜΟΥ ΜΟΛΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ. Αθήνα, Μάιος 2013.

Από την έρευνα που έγινε στον λιμένα, παρατηρήθηκαν φαινόμενα διάβρωσης των ακτών μικρής όμως σημασίας, καθώς και στερεομεταφοράς η οποία γίνεται αισθητή στην εξωτερική βάση του προσήνεμου μόλου ,καθώς και στο παλιό προβλήτα που υπάρχει μεταξύ των δύο μόλων στο εσωτερικό (εντός λιμένα) τμήμα της ακτής, στον οποίο η νοτιοδυτική πλευρά έχει προσχωθεί τελείως. . (Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα κυπαρισσίας ,Σελ.16)

· Στοιχεία για τα Κύματα της περιοχής μελέτης

Αξιοποιούνται και εδώ ⁹στοιχεία από τη Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα Κυπαρισσίας.Το λιμάνι της Κυπαρισσίας δέχεται κυματισμούς:

Από το προς του Κυπαρισσιακού κόλπου πέλαγος, το οποίο εκτείνεται από N-ΝΔ έως περίπου Β.

Από N-ΝΔ, ο τομέας του πελάγους είναι σχετικά ευρύς καθώς καλύπτει σχεδόν ένα τεταρτοκύκλιο και μεγάλο μήκος του φτάνει μέχρι τις Λυβικές ακτές.

Από Δ έως ΒΔ φθάνει μέχρι τις ακτές της Νότιου Ιταλίας.

Από Β-ΒΔ μέχρι περίπου Β περιορίζεται σε μήκος μέχρι τις ακτές των Ιονίων νήσων.

Επομένως, από τη μελέτη των κυματισμών εντοπίστηκαν κυματισμοί στις εξής τρεις διευθύνσεις: ΝΔ, Δ και ΒΔ.

Ακόμα αναφέρεται πως τα χαρακτηριστικά των κυμάτων εκτιμήθηκαν στα μεγάλα βάθη (deep water, $d/l \geq 0,50$). . (Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα κυπαρισσίας ,Σελ.17)

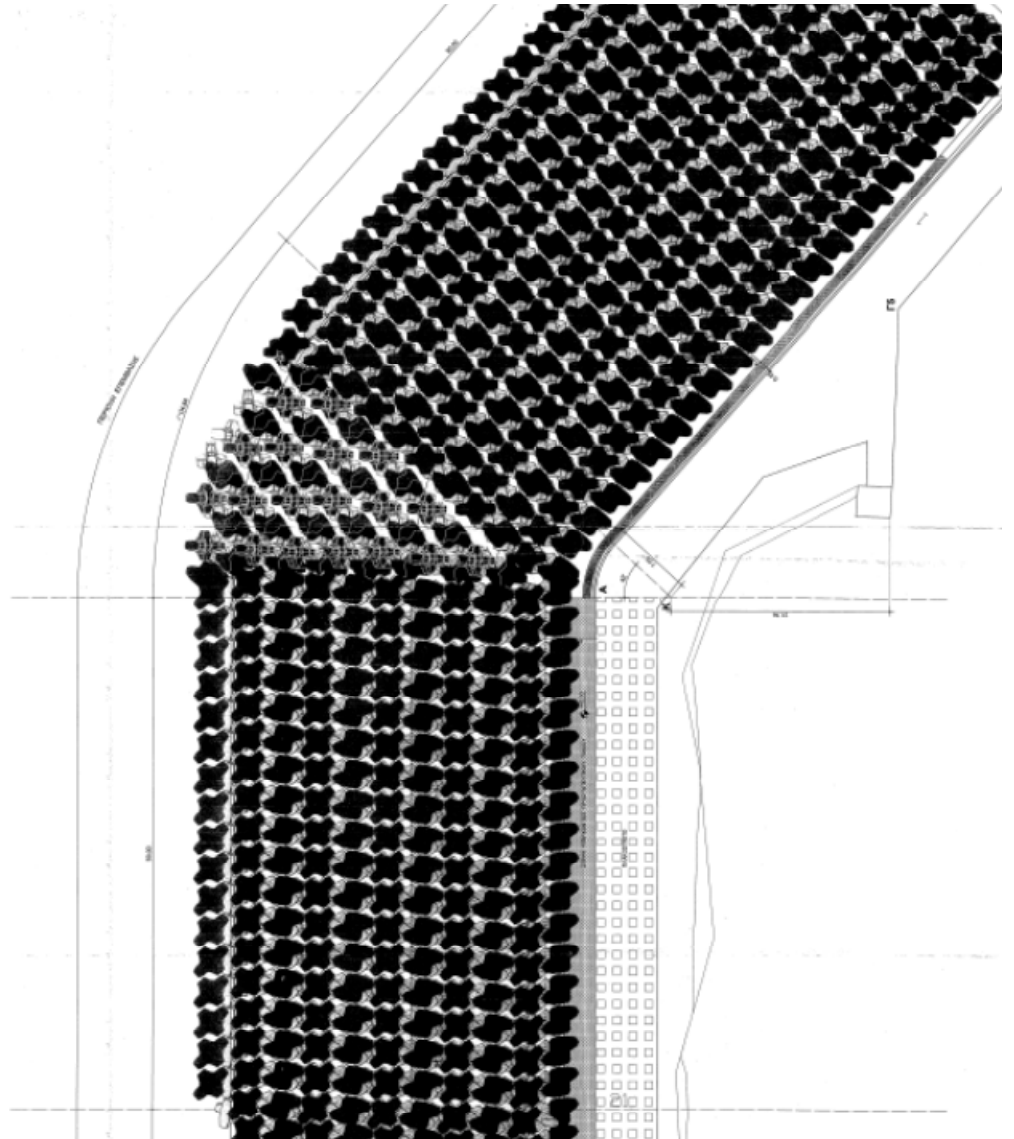
⁹ Hydrossoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΠΡΟΣΗΝΕΜΟΥ ΜΟΛΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ. Αθήνα, Μάιος 2013.

3.5 Σχέδια μελέτης

Παρακάτω παρουσιάζονται αποσπάσματα από την εγκεκριμένη μελέτη του έργου



Σχ. 3.1: Αποσπάσματα της εγκεκριμένης Μελέτης Ενίσχυσης Εξωτερικής Θωράκισης Παλαιού Και Νέου Προσήνεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας Και Αποκατάστασης Βλαβών Ανωδομής Τους: θέση του έργου.



Σχ. 3.2: Απόσπασμα της εγκεκριμένης Μελέτης Ενίσχυσης Εξωτερικής Θωράκισης Παλαιού Και Νέου Προσήνεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας Και Αποκατάστασης Βλαβών Ανωδομής Τους : Κάτοψη καταστρώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΥΜΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ. (ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ)

4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΩΝ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΟΣ

4.1.1 Ανάπτυγμα κύματος

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που ελήφθησαν από τη ¹⁰μελέτη σχετικά με τις μεθόδους και τους τύπους που χρησιμοποιούμε για τους υπολογισμούς, βλέπουμε πως σχετικά με το μήκος αναπτύγματος:

Η κυματογένεση ξεκινά με γραμμική αύξηση του κύματος λόγω συντονισμού με τις τυρβώδεις διαταραχές πίεσης και τριβής στην επιφάνεια και συνεχίζεται με εκθετικό ρυθμό ανάπτυξης λόγω υδροδυναμικής αστάθειας.

Η επίδραση του ανέμου μιας συγκεκριμένης κατεύθυνσεως προκαλεί κυματογένεση σε έναν τομέα $\pm 45^\circ$ εκατέρωθεν της διεύθυνσεως του ανέμου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διαμορφώνεται ένα πεδίο τρισδιάστατων κυματισμών. Περιγράφεται από τη παράμετρο του ισοδύναμου μήκους ανάπτυξης, η οποία υπολογίζεται από τη παρακάτω σχέση:

$$F_{eff} = \frac{\sum_i (F_i \cos^2 a_i)}{\sum_i \cos a_i} \quad (1)$$

Όπου:

- F_i : Μήκος αναπτύγματος. Χαρακτηριστική γραμμική διάσταση του θαλάσσιου από ακτή σε ακτή, κατά μήκος της οποίας δρα ο κυματισμός.

- i : Ακέραιος που περιγράφει την κατεύθυνση ακτινών ανά 5° εκατέρωθεν της κατεύθυνσης του ανέμου.

- a_i : Γωνία που σχηματίζει κάθε ακτίνα με την κατεύθυνση του ανέμου. (Μελέτη αποκατάστασης ζημιών προσήνεμου μόλου λιμένα κυπαρισσίας, Σελ.17).

Παρακάτω φαίνονται αναλυτικά τα μήκη αναπτύγματος που υπολογίστηκαν στα πλαίσια της Πτυχιακής Εργασίας για κάθε μία από τις επικρατούσες κατευθύνσεις ανέμου:

· ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ (ΒΔ) ΑΝΕΜΟ:

Πίνακας 4.1: Μήκοι αναπτύγματος στον Βορειοδυτικό άνεμο.

F_i (m)	a_i (-)	Cos(a_i) (-)	Cos²(a_i) (-)	Ficos²(a_i) (m)
23.066	-45	0,7071	0,5000	11.533,00

¹⁰ Hydrossoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΠΡΟΣΗΝΕΜΟΥ ΜΟΛΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ. Αθήνα, Μάιος 2013.

24.699	-40	0,7660	0,5868	14.493,37
26.654	-35	0,8192	0,6710	17.884,83
28.294	-30	0,8660	0,7500	21.220,50
32.947	-25	0,9063	0,8214	27.062,66
40.020	-20	0,9397	0,8830	35.337,66
40.837	-15	0,9659	0,9330	38.100,92
53.982	-10	0,9848	0,9698	52.351,74
464.396	-5	0,9962	0,9924	460.866,59
446.814	0	1,0000	1,0000	446.814,00
85.520	5	0,9962	0,9924	84.870,05
96.869	10	0,9848	0,9698	93.943,56
91.587	15	0,9659	0,9330	85.450,67
510.092	20	0,9397	0,8830	450.411,24
528.030	25	0,9063	0,8214	433.723,84
539.432	30	0,8660	0,7500	404.574,00
561.430	35	0,8192	0,6710	376.719,53
644.980	40	0,7660	0,5868	378.474,26
628.771	45	0,7071	0,5000	314.385,5
ΣΥΝΟΛΟ		16,9025		3.748.217,92

$F_{\text{eff}} = 221,75 \text{ Km}$

· **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΔΥΤΙΚΟ (Δ) ΑΝΕΜΟ:**

Πίνακας 4.2: Μήκοι αναπτύγματος στον Δυτικό άνεμο.

Fi (m)	ai (-)	Cos(ai) (-)	Cos²(ai) (-)	Ficos²(ai) (m)
446.814	-45	0,7071	0,5000	223.407,00
85.520	-40	0,7660	0,5868	50.183,14

96.869	-35	0,8192	0,6710	64.999,09
91.587	-30	0,8660	0,7500	68.690,25
510.092	-25	0,9063	0,8214	418.989,57
528.030	-20	0,9397	0,8830	466.250,49
539432	-15	0,9659	0,9330	503.290,06
561.430	-10	0,9848	0,9698	544.474,82
644.980	-5	0,9962	0,9924	640.078,15
628.771	0	1,0000	1,0000	628.771,00
657.791	5	0,9962	0,9924	652.791,79
1.085.907	10	0,9848	0,9698	1.053.112,61
1.230.511	15	0,9659	0,9330	1.148.066,76
1.161.339	20	0,9397	0,8830	1.025.462,34
1.124.868	25	0,9063	0,8214	923.966,57
1.006.510	30	0,8660	0,7500	754.882,50
944.500	35	0,8192	0,6710	633.759,50
1.142.000	40	0,7660	0,5868	670.125,60
789.000	45	0,7071	0,5000	394,50
ΣΥΝΟΛΟ		16,9025		10.471.695,74

$F_{eff} = 619,535 \text{ Km}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΗΚΟΥΣ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ (ΝΔ) ΑΝΕΜΟ:

Πίνακας 4.3: Μήκοι αναπτύγματος στον Νοτιοδυτικό άνεμο.

F_i (m)	α_i (-)	$\text{Cos}(\alpha_i)$ (-)	$\text{Cos}^2(\alpha_i)$ (-)	$F_i \text{Cos}^2(\alpha_i)$ (m)
628.771	-45	0,7071	0,5000	314.385,5
657.791	-40	0,7660	0,5868	385.991,7588

1.085.907	-35	0,8192	0,6710	728.643,597
1.230.511	-30	0,8660	0,7500	922.883,25
1.161.339	-25	0,9063	0,8214	953.923,8546
1.124.868	-20	0,9397	0,8830	993.258,444
1.006.510	-15	0,9659	0,9330	939.073,83
944.500	-10	0,9848	0,9698	915.976,1
1.142.000	-5	0,9962	0,9924	113.332,08
789.000	0	1,0000	1,0000	789.000
652.000	5	0,9962	0,9924	647.044,8
0	10	0,9848	0,9698	0,000
0	15	0,9659	0,9330	0,000
0	20	0,9397	0,8830	0,000
0	25	0,9063	0,8214	0,000
0	30	0,8660	0,7500	0,000
0	35	0,8192	0,6710	0,000
0	40	0,7660	0,5868	0,000
0	45	0,7071	0,5000	0,000
ΣΥΝΟΛΟ		16,9025		8.723.501,934

$F_{\text{eff}} = 516,11 \text{ Km}$

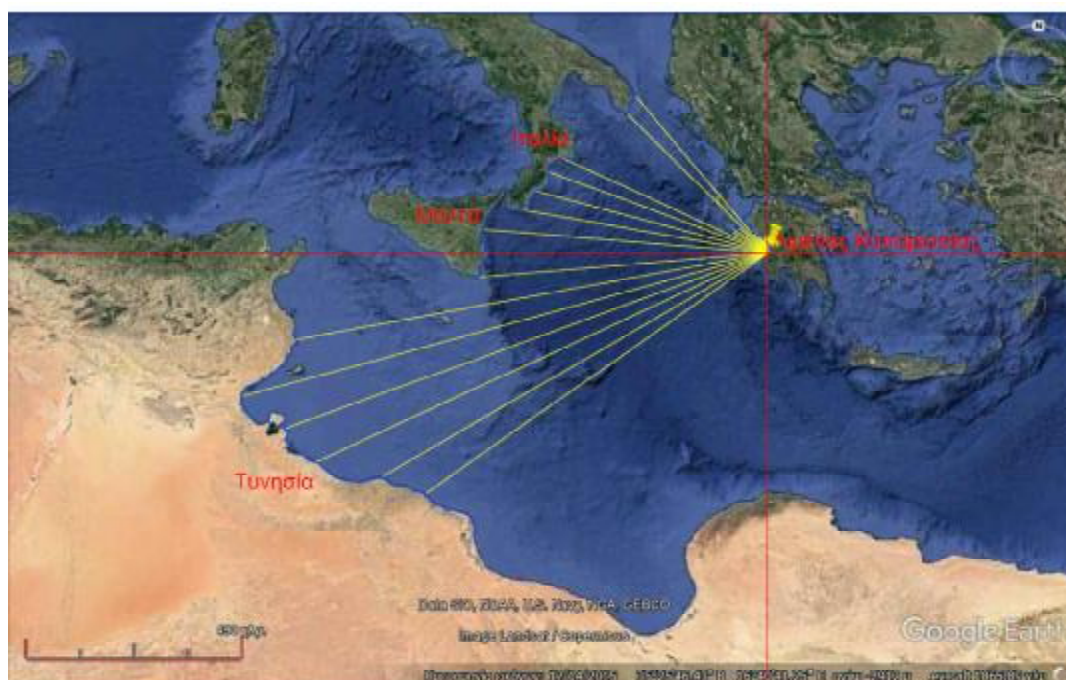
4.1.2 Σχεδίαση μηκών αναπτύγματος στη περιοχή που εξετάζεται

Με βάση τη μεθοδολογία για τον υπολογισμό του μήκους αναπτύγματος σχεδιάσαμε τα παρακάτω σχέδια στα οποία ελήφθησαν οι δυνατές αποστάσεις από τις οποίες θα μπορούσε να διαδοθεί ο προσπίπτων κυματισμός προς την περιοχή μελέτης. Έτσι, στη συνέχεια μπορούμε να υπολογίσουμε τα μήκη αναπτύγματος της περιοχής ενδιαφέροντος.

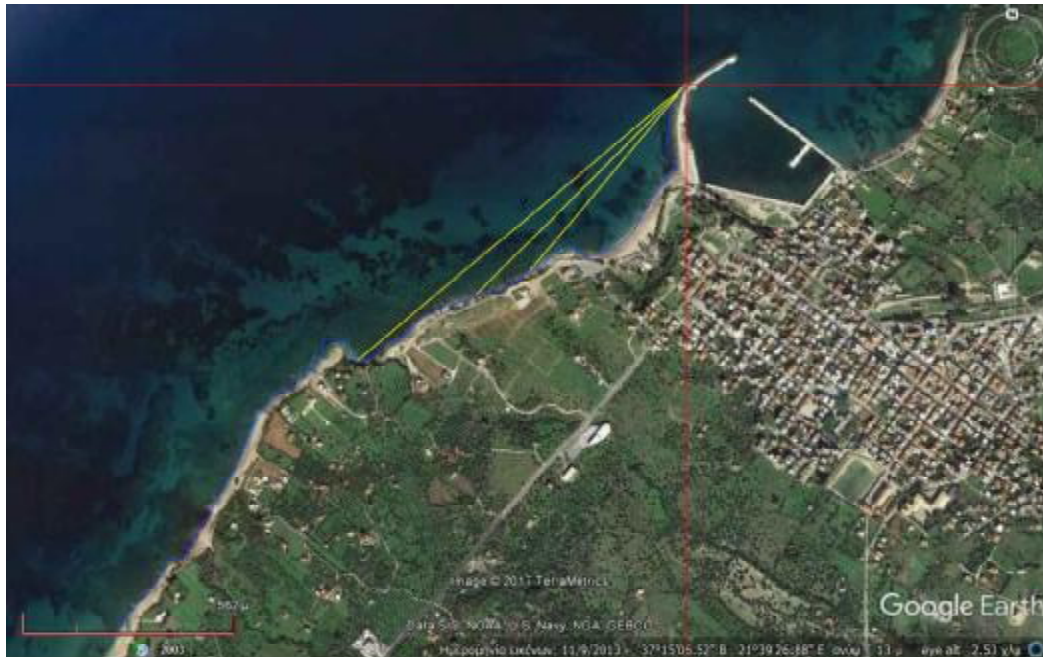
Η διαδικασία έχει ως εξής: αρχικά εντοπίσαμε την περιοχή μας στο Google Earth. Αφού έχουμε προσέξει ώστε να υπάρχει ο σωστός προσανατολισμός, δηλαδή ο Βορράς προς τα επάνω και ακόμα στο μέρος κάτω αριστερά να φαίνεται η κλίμακα της περιοχής, κρατάμε φωτογραφία της περιοχής και τη περνάμε στο πρόγραμμα autocad. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της εντολής scale βάζουμε τη σωστή κλίμακα

στην εικόνα. Έπειτα εισάγουμε στο σημείο που είναι ο λιμένας μας ένα σημείο (πινέζα), έτσι ώστε να είμαστε σίγουροι πως όλες οι γραμμές που θα τραβήξουμε ξεκινούν από το ίδιο σημείο. Σειρά έχει το να χωρίσουμε τη περιοχή σε τεταρτημόρια (κόκκινες γραμμές που βλέπουμε στις παρακάτω εικόνες), έχοντας στο σημείο που τέμνονται οι άξονες το σημείο στο οποίο βρίσκεται ο λιμένας μας. Ο κάθε άξονας αντιστοιχεί και σ' ένα σημείο του ορίζοντα, δηλαδή πάνω ο Βορράς, κάτω ο Νότος, δεξιά Ανατολή και αριστερά Δύση. Γνωρίζουμε πως στη περιοχή που εξετάζουμε πνέουν Βορειοδυτικοί, Δυτικοί και Νοτιοδυτικοί άνεμοι, επομένως το επόμενο βήμα είναι το να χαράξουμε γραμμές από από το σημείο του λιμένα προς τη πλησιέστερη στεριά μέσα στα αντίστοιχα τεταρτημόρια. Οι γραμμές που σχεδιάζουμε είναι ανά 5 μοίρες ξεκινώντας από τον άξονα του Βορρά και προς αυτόν της Δύσης. Στην περίπτωση μας, οι πλησιέστερες στεριές στο Βορειοδυτικό άνεμο είναι ο ίδιος ο Κυπαρισσιακός κόλπος (εικόνα 15), καθώς και η στεριά της Ιταλίας και Μάλτας (εικόνα 14).Στον Νοτιοδυτικό άνεμο πλησιέστερη στεριά είναι αυτή της Τυνησίας (εικόνα 14).

Αφού ολοκληρώσουμε αυτή τη διαδικασία, αν επιλέξουμε όλες τις γραμμές που σχεδιάσαμε μπορούμε να δούμε τις ιδιότητες τους όπως μήκος,γωνία κ.τ.λ.



Εικόνα 14. Μήκη αναπτύγματος (πηγή: Διαδυκτιακός τόπος Google Earth- 7/6/18- 8:17 μ.μ.)



Εικόνα 15. Πιο κοντινή προσέγγιση των μηκών αναπτύγματος (πηγή: Διαδυκτιακός τόπος Google Earth- 7/6/18- 8:17 μ.μ.)

4.2 ΜΕΘΟΔΟ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ SMB

· Ύψος κύματος, Περίοδος επαναφοράς (μέθοδος SMB):

Σύμφωνα με τις ¹¹σημειώσεις του Αθανάσιου Α. Δήμα (Πάτρα 2014, σελ. 29-30), η φασματική πρόβλεψη των χαρακτηριστικών παραμέτρων των ανεμογενών κυματισμών βασίζεται σε εμπειρικές σχέσεις για τον υπολογισμό του ύψους κύματος H_s και της περιόδου επαναφοράς T_s , οι οποίες εξαρτώνται από την ταχύτητα, το μήκος αναπτύγματος και τη διάρκεια πνοής του ανέμου. Οι σχέσεις αυτές έχουν τη μορφή συναρτήσεων αδιάστατων παραμέτρων :

$$\frac{gH_s}{W^2}, \frac{gT_s}{2\pi W} = f\left(\frac{gF}{W^2}, \frac{gt_d}{W}\right) \quad (2)$$

Όπου W είναι η χαρακτηριστική ταχύτητα ανέμου.

Η μεθοδολογία αυτή αφορά κυματισμούς μεγάλου βάθους και βασίζεται στο νομογράφημα που φαίνεται παρακάτω, όπου $W=U_{10}$. Για δεδομένες τιμές των gF/W^2 και gt_d/W , προκύπτουν δύο ζευγάρια τιμών H_s και T_s . Το ζευγάρι με τη μικρότερη τιμή χαρακτηριστικού ύψους κύματος H_s είναι το επικρατέστερο και ανάλογα με την

¹¹ Αθανάσιος Α. Δήμας. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, Πάτρα 2014.

προέλευση του, gF/W^2 ή gt_d/W , ο κυματισμός είναι περιορισμένος από το μήκος αναπτύγματος ή από τη διάρκεια πνοής του ανέμου αντίστοιχα. **Type equation here.**

Παρακάτω δίνονται σε αναλυτική μορφή οι συνεχείς καμπύλες του νομογραφήματος, οι οποίες αντιστοιχούν σε κυματισμό περιορισμένο από το μήκος αναπτύγματος:

$$\frac{gH_s}{W^2} = 0,283 \tanh \left(0,0125 \left(\frac{gF}{W^2} \right)^{0,42} \right) \quad (3)$$

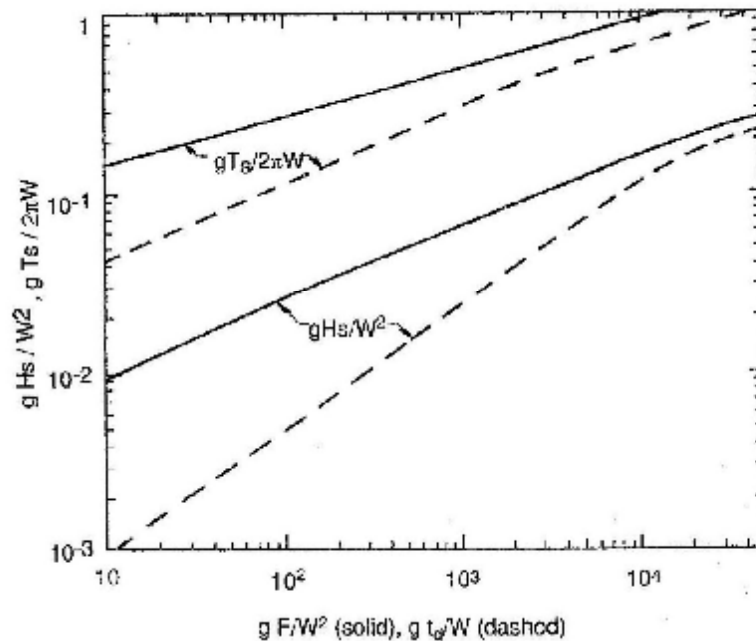
$$\frac{gT_s}{2\pi W} = 1,2 \tanh \left(0,077 \left(\frac{gF}{W^2} \right)^{0,25} \right) \quad (4)$$

Ο έλεγχος για κυματισμό περιορισμένο από τη διάρκεια πνοής του ανέμου μπορεί να γίνει ακόμα να γίνει με υπολογισμό του ισοδύναμου μήκους αναπτύγματος F_{eq} έτσι ώστε:

$$\frac{gT_s}{2\pi W} = 6,5882 \exp \left(\left(0,0161 \ln^2 \left(\frac{gF_{eq}}{W^2} \right) - 0,3692 \ln \left(\frac{gF_{eq}}{W^2} \right) + 2,20240,5 + 0,8798 \ln g F_{eq} W^2 \right) \right) \quad (5)$$

Εάν $F \leq F_{eq}$, ο κυματισμός είναι περιορισμένος από το μήκος αναπτύγματος.

Εάν $F > F_{eq}$, ο κυματισμός είναι περιορισμένος από τη διάρκεια πνοής και ο υπολογισμός των H_s και T_s γίνεται από τις εξισώσεις (3) και (4) αντικαθιστώντας το F με το F_{eq} .



Σχ. 4.1: Νομογράφημα αδιάστατων παραμέτρων μεθοδολογίας SMB πρόβλεψης χαρακτηριστικού ύψους και χαρακτηριστικής περιόδου ανεμογενών κυματισμών. (Δήμας, 2014, σελ. 30)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: πριν ξεκινήσουμε τους υπολογισμούς, πρέπει να αναφέρουμε πως εμείς θεωρήσαμε και στις δύο μεθόδους ο κυματισμός είναι περιορισμένος από το μήκος αναπτύγματος και μόνο.

Παρακάτω παραθέτουμε τους πίνακες με τους υπολογισμούς των H_s και T_s για κάθε άνεμο ξεχωριστά, με τη μέθοδο SMB:

· **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ H_s ΚΑΙ T_s ΣΤΟΝ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ:**

Πίνακας 4.4: Ύψοι κύματος και περιόδοι επαναφοράς στο Βορειοδυτικό άνεμο. (S.M.B.)

F (m)	g (m/s ²)	W (m/s)	gF/W^2 (κλάσμα)	gH_s/W^2 (κλάσμα)	$gT_s/2\pi W$ (κλάσμα)	H_s (m)	T_s (s)
221.750	9,81	12,30	14.378	0,18	1,00	2,77	7,87
221.750	9,81	15,50	9.054	0,16	0,90	3,91	8,93
221.750	9,81	18,95	6.067	0,14	0,80	5,12	9,70
221.750	9,81	26,45	3.109	0,1	0,70	7,13	11,85

· **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ H_s ΚΑΙ T_s ΣΤΟΝ ΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ:**

Πίνακας 4.5: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Δυτικό άνεμο.
(S.M.B.)

F (m)	g (m/s²)	W (m/s)	gF/W^2 (κλάσμα)	gH_s/W^2 (κλάσμα)	$gT_s/2\pi W$ (κλάσμα)	H_s (m)	T_s (s)
619535	9,81	12,30	40.172	0,26	1,50	4,00	11,81
619535	9,81	15,50	25.297	0,22	1,20	5,39	9,92
619535	9,81	18,95	16.924	0,20	1,00	7,32	12,13
619535	9,81	26,45	8.687	0,17	0,9	12,12	15,23

· **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ H_s ΚΑΙ T_s ΣΤΟΝ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ:**

Πίνακας 4.6: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Νοτιοδυτικό άνεμο.(S.M.B.)

F (m)	g (m/s²)	W (m/s)	gF/W^2 (κλάσμα)	gH_s/W^2 (κλάσμα)	$gT_s/2\pi W$ (κλάσμα)	H_s (m)	T_s (s)
516110	9,81	12,30	33.465	0,24	1,50	3,70	11,81
516110	9,81	15,50	21.074	0,20	1,20	4,90	11,90
516110	9,81	18,95	14.121	0,17	1,00	6,21	12,13
516110	9,81	26,45	7.237	0,15	0,80	10,70	13,54

4.3 ΜΕΘΟΔΟ JONSWAP

Παρακάτω χρησιμοποιούμε για ακόμα μια φορά πληροφορίες σχετικά με τους τύπους που χρειάζεται να λάβουμε υπόψην μας για τους υπολογισμούς μας, από τις ¹²σημειώσεις του Αθανάσιου Α. Δήμα (Πάτρα 2014, σελ. 31). Η μεθοδολογία προϋποθέτει τον υπολογισμό της ταχύτητας τριβής u_* , στην επιφάνεια της θάλασσας λόγω της πνοής του ανέμου. Αυτή δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{u_*}{U_{10}} = \sqrt{C_D} = \sqrt{0,001(1,1 + 0,035U_{10})} \quad (6)$$

όπου C_D είναι ο συντελεστής αντίστασης.

Για κυματισμό περιορισμένο από το μήκος αναπτύγματος, το χαρακτηριστικό ύψος προκύπτει από τη σχέση:

$$\frac{gH_s}{u_*^2} = 0,0413 \left(\frac{gF}{u_*^2} \right)^{0,5} \quad (7)$$

και η χαρακτηριστική περίοδος από τη σχέση:

$$\frac{gT_s}{u_*} = 0,71345 \left(\frac{gF}{u_*^2} \right)^{0,33} \quad (8)$$

Ο έλεγχος για κυματισμό περιορισμένο από τη διάρκεια πνοής του ανέμου γίνεται με υπολογισμό του ισοδύναμου μήκους αναπτύγματος F_{eq} από τη σχέση:

$$\frac{gF_{eq}}{u_*^2} = 0,00523 \left(\frac{gt_d}{u_*} \right)^{1,5} \quad (9)$$

Εάν $F \leq F_{eq}$, ο κυματισμός είναι περιορισμένος από το μήκος αναπτύγματος, ενώ εάν $F > F_{eq}$, ο κυματισμός είναι περιορισμένος από τη διάρκεια πνοής του ανέμου και ο υπολογισμός των H_s και T_s γίνεται από τις εξισώσεις (7) και (8) αντικαθιστώντας το F με το F_{eq} .

Παρακάτω παραθέτουμε τους πίνακες με τους υπολογισμούς των H_s και T_s , για κάθε άνεμο ξεχωριστά, με τη μέθοδο JONSWAP:

¹² Αθανάσιος Α. Δήμας. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, Πάτρα 2014.

· **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ H_s ΚΑΙ T_s ΣΤΟΝ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ:**

Πίνακας 4.7: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Βορειοδυτικό άνεμο.
(JONSWAP)

F (m)	g (m/s²)	U₁₀ (m/s)	U* (m/s)	H_s (m)	T_s (s)
221.750	9,81	12,30	0,48	2,98	6,99
221.750	9,81	15,50	0,62	3,83	7,66
221.750	9,81	18,95	0,79	4,88	8,30
221.750	9,81	26,45	1,19	7,37	9,54

· **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ H_s ΚΑΙ T_s ΣΤΟΝ ΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ:**

Πίνακας 4.8: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Δυτικό άνεμο.
(JONSWAP)

F (m)	g (m/s²)	U₁₀ (m/s)	U* (m/s)	H_s (m)	T_s (s)
619.535	9,81	12,30	0,48	4,98	9,82
619.535	9,81	15,50	0,62	6,40	10,75
619.535	9,81	18,95	0,79	8,17	11,65
619.535	9,81	26,45	1,19	12,32	13,39

· **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ H_s ΚΑΙ T_s ΣΤΟΝ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ:**

Πίνακας 4.9: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Νοτιοδυτικό άνεμο. (JONSWAP)

F (m)	g (m/s²)	U_{10} (m/s)	U^* (m/s)	H_s (m)	T_s (s)
516.110	9,81	12,30	0,48	4,54	9,24
516.110	9,81	15,50	0,62	5,84	10,12
516.110	9,81	18,95	0,79	7,46	10,97
516.110	9,81	26,45	1,19	11,25	12,60

4.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αφού λοιπόν εφαρμόσαμε και τις δύο μεθόδους, από τα αποτελέσματα που προέκυψαν για H_s και T_s και στους τρεις ανέμους, παρατηρούμε πως υπάρχει μια πολύ μικρή απόκλιση ανάμεσα στις τιμές της SMB και της JONSWAP.

Αυτή η απόκλιση είναι της τάξης των δεκαδικών ψηφίων μετά την υποδιαστολή όπως για παράδειγμα: Βορειοδυτικός άνεμος, SMB: $H_s = 2,77$, JONSWAP: $H_s = 2,98$. Όσον αφορά τις τιμές του κάθε μεγέθους αυτού, σε κάθε ταχύτητα, παρατηρούμε επίσης μικρές αποκλίσεις της τάξης της μίας μονάδας ή και μικρότερες και βλέπουμε πως κάθε φορά που η ταχύτητα του ανέμου μεγαλώνει, μεγαλώνει και η τιμή του αντίστοιχου μεγέθους. Για παράδειγμα: Βορειοδυτικός άνεμος, SMB: $W = 12,30$ m/s, $H_s = 2,77$ m

$$W = 15,50 \text{ m/s}, H_s = 3,91 \text{ m}.$$

Ακόμα παρατηρούμε πως στη μέθοδο JONSWAP οι τιμές T_s είναι ως επί το πλείστον μικρότερες από αυτές στην SMB και οι τιμές H_s μεγαλύτερες από αυτές τις SMB.

Όπως έχουμε μάθει και από το μάθημα των λιμενικών έργων, εξετάζουμε κάθε ζευγάρι τιμών μεταξύ των δύο μεθόδων, τα συγκρίνουμε και κρατάμε αυτό με το μεγαλύτερο ύψος κύματος (αφού εξετάζουμε κυματισμούς μεγάλου βάθους) προκειμένου να βγάλουμε ένα τελικό αποτέλεσμα για κάθε άνεμο.

Επομένως βάση των παραπάνω:

Πίνακας 4.10: Τελικά αποτελέσματα ύψους κύματος και περιόδου επαναφοράς.

ΑΝΕΜΟΣ	H_s	T_s
ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	4,84 m	8,79 s
ΔΥΤΙΚΟΣ	7,97 m	11,40 s
ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	7,24 m	10,73 s

Βλέπουμε λοιπόν πως ο άνεμος με το μεγαλύτερο ύψος κύματος και τη μεγαλύτερη διάρκεια είναι ο δυτικός.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί πως για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήσαμε μόνο τα στοιχεία που μας παραχωρήθηκαν για το μήνα Ιανουάριο, καθώς είναι και ο δυσμενέστερος και όσων αφορά τις ταχύτητες πήραμε τις μεγαλύτερες. Δηλαδή εξετάσαμε τις πιο ακραίες συνθήκες. Για να γίνει βέβαια ολοκληρωμένα μια μελέτη πρέπει ο έλεγχος να γίνει και για τους τρεις ανέμους και για τους δώδεκα μήνες του χρόνου και για παραπάνω ταχύτητες, όπως και έγινε στη πραγματικότητα στη μελέτη του έργου και ακόμα θα πρέπει να γίνει έλεγχος για το αν ο κυματισμός είναι περιορισμένος από το μήκος αναπτύγματος ή τη διάρκεια πνοής του ανέμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ:

Παρακάτω βλέπουμε κάποιες φωτογραφίες από την υφιστάμενη κατάσταση του λιμένα. Οι εργασίες για την αποκατάσταση των ζημιών ξεκίνησαν την άνοιξη του 2018 και μέχρι το φθινόπωρο του ίδιου έτους έχει ολοκληρωθεί ένα μεγάλο ποσοστό αυτών.

Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες, αποκαταστάθηκε ο προφυλακτήρας τοίχος από σκυρόδεμα, ο οποίος είχε ρηγματωθεί σε πολλές θέσεις και παρουσίαζε απόκλιση από την κατακόρυφο ως που είχε αρχίσει να καταρρέει.

Ακόμα έγινε η επισκευή των ζημιών του κρηπιδότοιχου και του δαπέδου και του κρηπιδώματος του νεοκατασκευασμένου προσήνεμου μόλου, στο ξεκίνημα του, δηλαδή στο σημείο της ένωσης παλιού και νεού προσήνεμου μόλου.

5.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ (ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΛΙΜΕΝΑ)



Εικόνα 16: Στην φωτογραφία αυτή βλέπουμε την επισκευή του προστατευτικού τοίχους του προσήνεμου μόλου, στο σημείο της επέκτασής του.



Εικόνα 17: Μια ακόμα πιο κοντινή φωτογραφία του σημείου της επισκευής.



Εικόνα 18: Σε αυτή την φωτογραφία φαίνονται οι τεχνητοί ογκόλιθοι που χρησιμοποιήθηκαν για τη κύρια θωράκιση του κυματοθραύστη. Συγκεκριμένα βλέπουμε ακρόποδα Γαλλικού τύπου, όγκου $9,0 \text{ m}^3$ και $21,60 \text{ tn}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία επιλέχθηκε η περιοχή του λιμένα Κυπαρισσίας όπου παρουσιάστηκαν στοιχεία σχετικά με την αστοχία λιμενικών έργων στην περιοχή και συγκεκριμένα στο κομμάτι της ένωσης του παλιού με του νέου προσήνεμου μόλου.

Με βάση τη βιβλιογραφία παρουσιάστηκαν στοιχεία αστοχιών λιμενικών έργων καθώς και οι συνήθεις περιπτώσεις αστοχιών που παρατηρούνται στα λιμενικά έργα. Μέσα από τη βιβλιογραφική διερεύνηση αποκτήθηκε γενικότερη εμπειρία και γνώση σχετικά με τις αστοχίες – βλάβες που παρατηρούνται στα λιμενικά έργα.

Επιπλέον, για την περιοχή του λιμένα Κυπαρισσίας μελετήθηκε το πεδίο κυμάτων με βάση τις εξισώσεις πρόβλεψης των κυμάτων SMB και Jonswap, γνώσεις που αποκτήθηκαν στα πλαίσια του μαθήματος Λιμενικά Έργα.

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν λαμβάνοντας υπόψη τις επικρατούσες διευθύνσεις των ανέμων που πνέουν στην περιοχή, προέκυψαν σημαντικά ύψη κύματος από τα δυτικά (Δυτικός άνεμος) με χαρακτηριστικό ύψος κύματος $H_s = 7,97$ m και περίοδο $T = 11,40$ s.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δήμας, Α. Αθανάσιος (2014). «Εισαγωγή Στη Μελέτη Λιμενικών Έργων». Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2014, σελ.29-31, 65-69.
- Μέμος, Κωνσταντίνος (2013). «Εισαγωγή Στα Λιμενικά Έργα». Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2013, σελ.1-5, 17, 395-398.
- Στρατικόπουλος, Δημήτριος. «ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑ». Εκδόσεις Ήλιος, σελ. 83-87.
- Hydrossoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. (2013). «Μελέτη Αποκατάστασης Ζημιών Προσήνεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας». «Οριστική Μελέτη Λιμενικών Έργων», Αθήνα, Μάϊος 2013, σελ. 2-4, 6-8, 15-17.
- Wikipedia.
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%85%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%83%CE%AF%CE%B1>. Τελευταία πρόσβαση: 10:00 μ.μ, 16/11/2018.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ – ΠΙΝΑΚΩΝ - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1. Περιοχή Κυπαρισσίας. (πηγή : διαδικτυακός τόπος google maps-14/7/2018-18:30 μ.μ.).....	9
Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία περιοχής. (πηγή : διαδικτυακός τόπος google maps-14/7/2018-19:00 μ.μ.)	10
Εικόνα 3. Λιμάνι Κυπαρισσίας. (πηγή : διαδικτυακός τόπος google maps-14/7/2018-19:30 μ.μ.).....	11
Εικόνα 4: Φωτογραφία η οποία έχει ληφθεί προς τον Βορρά στην οποία βλέπουμε τον προσήνεμο μόλο καθώς και την επέκταση του μόλου στο βάθος και το ακρομόλιο.	15
Εικόνα 5: Φωτογραφία στο τέλος του προσήνεμου μόλου λίγο πριν την πτώση του προστατευτικού τοίχους στο σημείο της επέκτασής του.	16
Εικόνα 6: Φωτογραφία στην οποία βλέπουμε καλύτερα ένα κομμάτι του προστατευτικού τοίχους που έχει σπάσει και απομονωθεί από το υπόλοιπο τοίχος.....	16
Εικόνα 7: Φωτογραφία ακριβώς στο σημείο της επέκτασης από τη πλευρά του πελάγους, όπου φαίνεται ακόμα καλύτερα η πτώση του προστατευτικού τοίχους.	17
Εικόνα 8: Φωτογραφία στην οποία βλέπουμε την αρχή της επέκτασης του προσήνεμου μόλου καθώς και την θραύση του σε πολλά σημεία του προστατευτικού τοίχους και του καταστρώματος.	17
Εικόνα 9: Φωτογραφία προσήνεμου μόλου από το τέλος του προς την αρχή και συγκεκριμένα από τη πλευρά του εσωτερικού του λιμένα.....	18
Εικόνα 10: Φωτογραφία προσήνεμου μόλου από την αρχή του προς τη πλευρά του πελάγους.	18
Εικόνα 11: Φωτογραφία προσήνεμου μόλου στο τέλος του από τη πλευρά της θάλασσας, όπου φαίνεται η έλλειψη εξωτερικής θωράκισης.....	19
Εικόνα 12: Φωτογραφία η οποία έχει ληφθεί από ψηλά προς το Βορρά στο τέλος του προσήνεμου μόλου. Εδώ βλέπουμε τη ρωγμή του προστατευτικού τοίχου λίγο πριν τη ζημιά.....	19
Εικόνα 13: Φωτογραφία η οποία έχει ληφθεί από ψηλά ακριβώς στο σημείο της επέκτασης του προσήνεμου μόλου όπου φαίνεται ακόμα καλύτερα η πτώση του προστατευτικού τοίχου και η θραύση του καταστρώματος.....	20
Εικόνα 14. Μήκη αναπτύγματος (πηγή: Διαδικτυακός τόπος Google Earth- 7/6/18-8:17 μ.μ.).....	46

Εικόνα 15. Πιο κοντινή προσέγγιση των μηκών αναπτύγματος (πηγή: Διαδουκτικακός τόπος Google Earth- 7/6/18- 8:17 μ.μ.)	47
Εικόνα 16: Στην φωτογραφία αυτή βλέπουμε την επισκευή του προστατευτικού τοίχους του προσήνεμου μόλου, στο σημείο της επέκτασής του.....	55
Εικόνα 17: Μια ακόμα πιο κοντινή φωτογραφία του σημείου της επισκευής.....	56
Εικόνα 18: Σε αυτή την φωτογραφία φαίνονται οι τεχνητοί ογκόλιθοι που χρησιμοποιήθηκαν για τη κύρια θωράκιση του κυματοθραύστη. Συγκεκριμένα βλέπουμε ακρόποδα Γαλλικού τύπου, όγκου 9,0 m ³ και 21,60 tn.....	56
Σχ. 2.1: Επίχωση στη θάλασσα και κρηπίδωση της ακτής. (Μέμος, Αθήνα 2013 , σελ. 3).....	22
Σχ. 2.2: Εκσκαφή διάρρυγας και κύκλου ελιγμών. (Μέμος, 2013, σελ.3).....	23
Σχ. 2.3: Εκσκαφή τύπου Υ. (Μέμος, 2013, σελ.3)	23
Σχ. 2.4: Εκσκαφή παράλληλη προς την ακτή. (Μέμος, 2013, σελ.4).....	23
Σχ. 2.5: Προσθήκη τεχνητής νησίδας σε υφιστάμενο λιμένα. (Μέμος, 2013, σελ. 4)	24
Σχ. 2.6: Κρηπίδωση φυσικού λιμένα. (Μέμος, 2013, σελ. 4).....	24
Σχ. 2.7: Εκμετάλλευση νησίδας-χερσονήσου. (Μέμος, 2013, σελ. 5)	24
Σχ. 2.8: Ανάπτυξη λιμένα σε εκβολές πλωτού ποταμού. (Μέμος, 2013, σελ. 5)	25
Σχ. 2.9: Τύποι συστήματος καθοδικής προστασίας. (Μέμος, Αθήνα 2013, σελ. 397).....	29
Σχ. 2.10: Τυπική διατομή κυματοθραύστη με πρανή (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, Πάτρα 2014, σελ. 66).....	31
Σχ. 2.11: Τυπική διατομή κυματοθραύστη κατακόρυφου μετώπου με κυβελωτά κιβώτια (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, Πάτρα 2014, σελ. 66).....	31
Σχ. 2.12. Τυπική διατομή κυματοθραύστη κατακόρυφου μετώπου με τεχνητούς ογκόλιθους (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, Πάτρα 2014, σελ. 67).....	32
Σχ. 2.13: Τυπικές διατομές κυματοθραύστη με σύνθετο μέτωπο (μετατροπή σχήματος από Coastal Engineering Manual (USACE 2002)). (Δήμας, Πάτρα 2014, σελ. 67)....	32
Σχ. 3.1: Αποσπάσματα της εγκεκριμένης Μελέτης Ενίσχυσης Εξωτερικής Θωράκισης Παλαιού Και Νέου Προσήνεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας Και Αποκατάστασης Βλαβών Ανωδομής Τους : θέση του έργου.....	40

Σχ. 3.2: Αποσπάσματα της εγκεκριμένης Μελέτης Ενίσχυσης Εξωτερικής Θωράκισης Παλαιού Και Νέου Προσήνεμου Μόλου Λιμένα Κυπαρισσίας Και Αποκατάστασης Βλαβών Ανωδομής Τουσ : Κάτοψη καταστρώματος.....	41
Σχ. 4.1: Νομογράφημα αδιάστατων παραμέτρων μεθοδολογίας SMB πρόβλεψης χαρακτηριστικού ύψους και χαρακτηριστικής περιόδου ανεμογενών κυματισμών. (Δήμας, Πάτρα 2014, σελ. 39).....	49
Πίνακας 2.1: Αντιπροσωπευτικοί τύποι λιμενικών έργων. (Δήμας, Πάτρα 2014, σελ. 65).....	30
Πίνακας 3.1: Σχέση έντασης ανέμου σε κλίμακα Beaufort και ταχύτητας ανέμου. (Hydrosoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. Αθήνα 2013, σελ. 15).....	34
Πίνακας 3.2: Συνήθης τύπος ανεμολογίου. (Κωνσταντίνος Μέμος. Αθήνα 2013, σελ.17).....	37
Πίνακας 3.3: Ετήσια συχνότητα διεύθυνσης και δύναμης ανέμου % σε κλίμακα Beaufort που προέρχονται από παρατηρήσεις της 6 ^{ης} ,12 ^{ης} και 18 ^{ης} ώρας της περιόδου 1975-1992 για το μήνα Ιανουάριο. (Hydrosoft Σύμβουλοι Μηχανικοί Ε.Ε. Αθήνα 2013, σελ. 8).....	37
Πίνακας 4.1: Μήκοι αναπτύγματος στον Βορειοδυτικό άνεμο.....	43
Πίνακας 4.2: Μήκοι αναπτύγματος στον Δυτικό άνεμο.....	44
Πίνακας 4.3: Μήκοι αναπτύγματος στον Νοτιοδυτικό άνεμο.....	45
Πίνακας 4.4: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Βορειοδυτικό άνεμο. (S.M.B.).....	49
Πίνακας 4.5: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Δυτικό άνεμο. (S.M.B.).....	50
Πίνακας 4.6: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Νοτιοδυτικό άνεμο.(S.M.B.).....	50
Πίνακας 4.7: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Βορειοδυτικό άνεμο. (JONSWAP).....	52
Πίνακας 4.8: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Δυτικό άνεμο. (JONSWAP).....	52
Πίνακας 4.9: Ύψοι κύματος και περίοδοι επαναφοράς στο Νοτιοδυτικό άνεμο. (JONSWAP).....	53

Πίνακας 4.10: Τελικά αποτελέσματα ύψους κύματος και περιόδου επαναφοράς.....54