



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΡΟΤΑΣΗ
ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΩΝ &
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ
ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΝΑΞΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εισηγήτρια:
Αρετή Δ. Κάβουρα

Επιβλέπων Καθηγητής:
Αζοράκος Σαμψών

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2015
ΕΛΕ ΔΕ 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΠΡΟΤΑΣΗ
ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΩΝ &
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ
ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΝΑΞΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εισηγήτρια:
Αρετή Δ. Κάβουρα

Επιβλέπων Καθηγητής:
Αζοράκος Σαμψών

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2015
ΕΛΕ ΔΕ 2015

Κάβουρα Α. Δ. (2015)
Πρόταση χωροθέτησης νέων & αναβάθμισης υφιστάμενων λιμενικών υποδομών
Νάξου
Διπλωματική Εργασία ΕΛΕ ΔΕ 2015
Εργαστήριο Λιμενικών Έργων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Kavoura A. D. (2015)
Spatial proposal for the new and upgrading of the existing harbor infrastructures of
Naxos island
Diploma Thesis ΕΛΕ ΔΕ 2015
Institute of Maritime and Harbor Engineering, National Technical University of
Athens, Greece

Αρετή Δ. Κάβουρα

Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. Copyright © Αρετή Δ. Κάβουρα, 2015. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

«Αν ο Παράδεισος ήταν στη γη, θα ήταν εδώ»

Νίκος Καζαντζάκης

ΠΡΟΤΑΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ
ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΝΑΞΟΥ

ΚΑΒΟΥΡΑ ΑΡΕΤΗ

Στον πατέρα μου

Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη ενότητα συνήθως γράφεται μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, ωστόσο περιέχει σκέψεις που αφορούν άτομα που συνέβαλλαν σημαντικά στην διεκπεραίωσή της.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κο Σαμψών Αζοράκο για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου, ώστε να δεχθεί το θέμα που του πρότεινα και να με καθοδηγήσει προς την υλοποίησή του με ευλάβεια και κατανόηση, όπως επίσης και για την άσπογη συνεργασία που μου προσέφερε, διαφωτίζοντας τις όποιες απορίες μου επί του θέματος χωροθέτησης, κατασκευής και μελέτης ενός λιμένα.

Θέλω να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή μεταπτυχιακού προγράμματος, κο Κωνσταντίνο Μέμο για την ακαδημαϊκή και ψυχολογική βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επιπλέον, θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υποψήφιο Διδάκτορα Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Γεώργιο Κλωνάρη για τις πολύτιμες συμβουλές του, τις κατατοπιστικές επισημάνσεις του καθώς και για την άμεση παροχή βοήθειας, όποτε του ζητήθηκε.

Ευχαριστώ πολύ το Ίδρυμα DHI, για τη δωρεάν παροχή της αδειάς του προγράμματος MIKE ZERO και συγκεκριμένα τον εκπρόσωπό του Ιδρύματος στην Ελλάδα, κο Μουσσούλη για την άμεση ανταπόκρισή του στις διάφορες δυσκολίες που προέκυψαν κατά τη διαχείριση του προγράμματος MIKE 21 BW, καθώς επίσης και τον Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων, και συγκεκριμένα τον υπεύθυνο Λιμεναρχείου Νάξου κο Αποστολόπουλο και τον υπεύθυνο Τεχνικής Υπηρεσίας Δήμου Νάξου κο Τριαντάφυλλο, για τις πληροφορίες και τα δεδομένα που μου παρείχαν σχετικά με τον υφιστάμενο λιμένα Νάξου και την κίνηση των πλοίων.

Ένα ευχαριστώ από καρδιάς στην μητέρα μου, Σίσσυ και στον αδερφό μου, Αντώνη για τη συμπαράστασή τους, στον παππού μου και τις γιαγιάδες μου Θανάση, Αρετή και Στυλιανή για την οικονομική ενίσχυσή και ενθάρρυνσή τους στις δύσκολες ώρες, τις θείες μου, τους θείους μου και τα αγαπημένα μου ξαδέρφια, που λατρεύουν την Νάξο και μου έδωσαν έμπνευση για να προσφέρω στην ανάπτυξη του νησιού.

Τέλος, ευχαριστώ όλους τους φίλους μου που στήριξαν, παρά τις διαφωνίες τους για ένα τόσο χρονοβόρο θέμα, την επιλογή μου και με υπομονή με βοήθησαν να ξεπεράσω όλα τα εμπόδια που προέκυψαν καθ' όλη τη διάρκεια μιας δύσκολης χρονιάς.

Είμαι σε όλους ευγνώμων,

Αρετή

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην κατασκευή λιμενικών υποδομών στην νήσο Νάξο και χωρίζεται σε δύο τμήματα, το αναπτυξιακό- διερευνητικό και το υπολογιστικό, το οποίο χωρίζεται στο κομμάτι της πρότασης χωροθέτησης και το κομμάτι της εφαρμογής προγράμματος.

Το αναπτυξιακό τμήμα της εργασίας περιλαμβάνει την αποτύπωση της υπάρχουσας κατάστασης στη νήσο Νάξο, της επιβατικής κίνησης των πλοίων που την προσεγγίζουν και των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο υφιστάμενος κύριος λιμένας. Επιπλέον, στο κομμάτι αυτό αναλύονται οι αναπτυξιακές δράσεις που απαιτείται να γίνουν προκειμένου να κατασκευαστεί νέος κύριος λιμένας στο νησί, που να καλύπτει τόσο τις βασικές ανάγκες του τουρισμού, όσο και τις Ευρωπαϊκές απαιτήσεις και διατάξεις. Τέλος, στα πλαίσια αναβάθμισης της περιοχής, γίνεται μια πρόταση και σύντομη περιγραφή για καλή χρήση του υπάρχοντος λιμένος, ύστερα από την κατασκευή του νέου, ώστε να γίνουν όσο το δυνατόν βέλτιστα εκμεταλλεύσιμες οι πλέον αδρανείς προβλήτες.

Το υπολογιστικό τμήμα, στο κομμάτι της πρότασης χωροθέτησης, περιλαμβάνει αναλυτικές μελέτες σχετικά με την μελέτη ακτογραμμής για εκλογή πιθανών θέσεων τοποθέτησης λιμένος, μελέτη κυματικού κλίματος στις υποψηφίες θέσεις κατασκευής έργου, πρόταση χωροθέτησης έργου στην τελική θέση επιλογής, χάραξη του κυρίου λιμένος στο βόρειο τμήμα της νήσου και του τοπικού λιμένος στη νότια πλευρά, χάραξη και διαχείριση χερσαίας ζώνης, διάθλαση, ρήχωση περίθλαση και θραύση κυματισμών στην εκάστοτε διατομή του εκάστοτε λιμένος, έλεγχος κρηπιδότοιχου για επάρκεια έναντι ολίσθησης, ανατροπής και σεισμού, έλεγχος τάσεων στην έδραση κρηπιδότοιχου, κατασκευή πρανών λιθορριπής και κατακόρυφων μετώπων, κατασκευή προβλητών υδροπλάνων, σχεδίαση στεγάστρου προστασίας από κυματισμούς σε θέση κατακόρυφου μετώπου, τοποθέτηση και σχεδίαση λεπτομερειών στην προβλήτα

Το κομμάτι της εφαρμογής προγράμματος περιλαμβάνει την μελέτη και προσομοίωση των δύο λιμένων που σχεδιάστηκαν στο δεύτερο κομμάτι της εργασίας, στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, με χρήσεις βελτιωμένων εξισώσεων Boussinesq. Η προσομοίωση γίνεται με σκοπό την εκτίμηση των κυματικών διαταραχών εντός της λιμενολεκάνης των δύο λιμένων και κατ' επέκταση τον έλεγχο των δύο διατάξεων. Επιπρόσθετα, στο κομμάτι αυτό της εργασίας γίνεται μια σύντομη περιγραφή του λογισμικού MIKE 21 BW, εστιάζοντας στο MIKE 21 BW 2DH, προκειμένου να καλυφθούν βασικές ανάγκες του αναγνώστη για το θεωρητικό υπόβαθρο του προγράμματος. Τέλος, γίνονται εν συντομία προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Abstract

This Diploma thesis focuses on the construction of harbor infrastructures on Naxos island and it is divided into two sections, the “research and development” section and the “computational” section, which is divided into the “spatial proposal” part and the “program implementation” part.

The “development” part of the study includes a brief imprint of Naxos island, a description of the passenger influx and the problems that the current main port is facing. In addition, this part analyzes the actions required, in order to construct the islands’ new main port, covering both the basic needs of tourism industry, and the European requirements and provisions. Finally, in the context of upgrading the area, the writer presents a proposal and a brief description of the optimum use of the existing port, after the construction of the new one, in order to optimize the use of the most inactive piers.

The first part of the “computational” section includes detailed studies with regard to the coastline for the election of every potential port positions, the study of the wave climate in the candidate construction, the spatial study project of the ports’ final position, framing the main port in the northern part of the island and the local port on the south side, land area framing and management, refraction, diffraction, shoaling and breaking wave circumstances in each section of each port, quay check for sufficiency from sliding, overturning and earthquake, monitoring tendencies in the seating quay, construction of rock-fill slopes and vertical fronts, seaplanes dock construction, design of a wave protection roof at the vertical forehead, placement and design of construction details at the pier.

The “program implementation” part includes the study and simulation of the two ports that were designed in the second part of the Diploma thesis in MIKE 21 BW program, by using the improved Boussinesq equations. The simulation is completed in order to size the wave disturbances within the basin of the two ports, in addition to the control of the two layouts. Furthermore, in this section, a brief description of the MIKE 21 BW software has been made, focusing on MIKE 21 BW 2DH, in order to familiarize the readers with the basic theoretical background of the program. In conclusion, the writer introduces some proposals for further future research.

Πίνακας περιεχομένων

<u>1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	14
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
1.2 ΣΗΜΕΙΑ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	14
1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	15
<u>2 Η ΝΗΣΟΣ ΝΑΞΟΣ</u>	17
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΒΑΤΩΝ	17
2.1.1 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ	17
2.1.2 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ	19
2.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ	21
2.2.1 ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΔΗΜΟΥ ΝΑΞΟΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ – ΚΑΛΥΨΗ ΑΝΑΓΚΩΝ	21
2.2.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	23
2.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	29
2.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ - ΠΡΟΤΑΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ	32
<u>3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΛΙΜΕΝΩΝ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u>	35
3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΙΜΕΝΑ	35
3.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	37
3.2.1 ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	37
3.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ	38
3.2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	44
3.2.4 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	46
3.3 ΜΕΓΕΘΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	48
3.3.1 ΠΛΟΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	48
3.3.2 ΥΔΡΟΠΛΑΝΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	52
3.4 ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ	55
3.4.1 ΜΕΤΩΠΟ ΠΑΡΑΒΟΛΗΣ ΠΛΟΙΩΝ	55
3.4.2 ΡΑΜΠΕΣ ΠΡΥΜΝΟΔΕΤΗΣΗΣ	56
3.4.3 ΜΕΤΩΠΟ ΠΑΡΑΒΟΛΗΣ ΥΔΡΟΠΛΑΝΩΝ	57
3.4.4 ΠΡΟΒΛΗΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ	59
3.4.5 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ	61
3.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	62
3.6 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	62
3.6.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	62
3.6.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	63
3.6.3 ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ	64
3.6.4 ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ	65

3.6.5	ΤΑΣΕΙΣ ΕΔΡΑΣΗΣ.....	65
3.6.6	ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΣΕ ΣΕΙΣΜΟ.....	65
4	<u>ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</u>	69
4.1	ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ – ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΑΠΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	69
4.2	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	71
4.2.1	ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	71
4.2.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ	72
4.2.3	ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	75
4.2.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	76
4.3	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΟΥ	76
4.4	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	86
4.4.1	ΔΙΑΤΟΜΗ ΒΒ' – ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ.....	86
4.4.2	ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΓ' – ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΣ.....	88
4.4.3	ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΑ' – ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ.....	89
4.5	ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	92
4.5.1	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΟΛΙΣΘΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΕΔΡΑΣΗΣ.....	92
4.5.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ.....	92
4.6	ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ - ΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	93
4.6.1	ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ.....	93
4.6.2	ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΣ.....	94
4.6.3	ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ.....	95
5	<u>ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</u>	96
5.1	ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ – ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΑΠΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	96
5.2	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	100
5.2.1	ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	100
5.2.2	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ	101
5.2.3	ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	106
5.2.4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	108
5.3	ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΟΥ	108
5.4	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	115
5.4.1	ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΑ' ΚΑΙ ΒΒ' – ΑΝΕΜΟΣ ΝΟΤΙΟΣ.....	115
5.4.2	ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΓ' – ΑΝΕΜΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ.....	119
5.5	ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	120
5.5.1	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΟΛΙΣΘΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΕΔΡΑΣΗΣ.....	120
5.5.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ.....	121
5.6	ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	122
5.6.1	ΑΝΕΜΟΣ ΝΟΤΙΟΣ.....	122

5.6.2	<i>ΑΝΕΜΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ</i>	123
6	<u>ΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΛΙΜΕΝΟΛΕΚΑΝΗΣ</u>	125
6.1	ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ	125
6.1.1	<i>ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</i>	125
6.1.2	<i>ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ WIEGEL</i>	127
6.2	ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ	132
6.2.1	<i>ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</i>	132
6.2.2	<i>ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ WIEGEL</i>	134
6.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	138
6.4	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΙΚΕ 21 BW	139
6.5	ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ	147
6.6	ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΟΣ ΛΙΜΕΝΑ	148
6.7	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	148
7	<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ</u>	150
7.1	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	150
7.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΛΕΓΧΟΥΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	151
7.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ ΣΤΙΣ ΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ	152
7.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΕΤΑΙΡΩ ΜΕΛΕΤΗ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΕΣ	153
8	<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	155
	<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'</u>	158
	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ	158
	<i>ΡΗΧΩΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ</i>	158
	<i>ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ</i>	160
	<i>ΡΗΧΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΛΑΣΗ</i>	161
	<i>ΘΡΑΥΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ</i>	161
	<i>ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ</i>	162
	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	165
	<i>ΠΡΑΝΗ ΛΙΘΟΡΡΙΠΗΣ</i>	165
	<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'</u>	167
	<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'</u>	173
	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΜΙΚΕ 21 BW	173
	<i>ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</i>	173
	<i>ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ 2DH ΚΥΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BOUSSINESQ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΙΚΕ 21 BW</i>	176

<i>ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΘΡΑΥΣΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ MIKE 21 BW</i>	<i>178</i>
<i>ΚΥΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BOUSSINESQ ΣΕ ΔΥΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ MIKE 21 BW.....</i>	<i>180</i>
<i>ΚΥΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BOUSSINESQ ΣΕ ΜΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ MIKE 21 BW.....</i>	<i>181</i>
<i>MIKE 21 BW 2HD</i>	<i>181</i>

Ευρετήριο Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ - ΙΟΥΝΙΟΥ 2013, 2014, 2015 ΣΕ ΕΚΑΤ. € (Π.Σ.Ε., 2015)	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΟΝΟΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΟΥΝ ΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΝΑΞΟΥ ΕΤΗΣΙΩΣ (ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ ΝΑΞΟΥ, ΟΝΟΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΟΥΝ ΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΝΑΞΟΥ ΕΤΗΣΙΩΣ, 2015).....	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΑΠΟΒΙΒΑΣΘΕΝΤΕΣ ΕΠΙΒΑΤΕΣ ΚΑΙ ΟΧΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΛΙΜΕΝΑ ΝΑΞΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2014 (ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ ΝΑΞΟΥ, ΚΙΝΗΣΗ ΕΤΟΥΣ 2014, 2015)	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΕΠΙΒΙΒΑΣΘΕΝΤΕΣ ΕΠΙΒΑΤΕΣ ΚΑΙ ΟΧΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΛΙΜΕΝΑ ΝΑΞΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2014 (ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ ΝΑΞΟΥ, ΚΙΝΗΣΗ ΕΤΟΥΣ 2014, 2015)	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΟΙΚΙΣΜΟΙ - ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΝΑΞΟΥ (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)	21
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΟΙΚΙΣΜΟΙ - ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ).....	22
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΤΗΣΙΩΝ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ, ΟΠΩΣ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΤΗΣ Ε.Μ.Υ. ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΝΑΞΟ.	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 8: ΚΛΙΜΑΚΑ ΒΕΑUFORT ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ (Κ. Ι. ΜΟΥΤΖΟΥΡΗΣ, 2009).....	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ: $ah = A * G$ (ΕΑΚ 2000).....	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΔΡΟΠΛΑΝΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ (WIKIPEDIA)	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (12x2,5 ΜΕ 7 ΠΛΩΤΗΡΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ) ΣΕ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΛΕΥΣΗ (OFFSHORE ENERGY SYSTEMS S.A., 2012).....	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΚΛΑΣΕΙΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ IMDG CODE (NEWSLINK, 2004)	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΤΗΣΙΩΝ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ, ΟΠΩΣ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΤΗΣ Ε.Μ.Υ. ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΝΑΞΟ.	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΔΙΑΡΚΕΙΕΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ ΑΝΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΝΤΑΣΗΣ	72
ΠΙΝΑΚΕΣ 15: ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΩΝ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΤΕΛΙΚΑ ΕΝΕΡΓΑ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ F[km].....	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΥΡΙΟ ΛΙΜΕΝΑ	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ.....	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΝΗΣΟΥ ΘΗΡΑΣ, ΟΠΩΣ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΝΗΣΟΥ ΘΗΡΑΣ.....	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΔΙΑΡΚΕΙΕΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΝΗΣΟΥ ΘΗΡΑΣ ΑΝΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΝΤΑΣΗΣ	101
ΠΙΝΑΚΕΣ 21: ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΩΝ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΛΑΝΤΟΥ.....	103
ΠΙΝΑΚΕΣ 22: ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΝΕΡΓΩΝ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΩΝ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΣΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΤΟΥ ΠΑΝΟΡΜΟΥ.....	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΤΕΛΙΚΑ ΕΝΕΡΓΑ ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΣΤΙΣ ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ ΚΑΛΑΝΤΟ ΚΑΙ ΠΑΝΟΡΜΟ, ΓΙΑ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ F(km) ...	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 24: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΚΑΛΑΝΤΟΥ	106

<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 25: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΠΑΝΟΡΜΟΥ.....</i>	<i>107</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 26: ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΥΠΟΨΗΦΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΛΑΝΤΟΥ ΚΑΙ ΠΑΝΟΡΜΟΥ.</i>	<i>107</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 27: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΥΡΙΟ ΛΙΜΕΝΑ.....</i>	<i>126</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 28: ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ</i>	<i>126</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 29: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΟΠΙΚΟ ΛΙΜΕΝΑ</i>	<i>133</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 30: ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ</i>	<i>133</i>
<i>ΠΙΝΑΚΑΣ 31: ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ L ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ (Κ. Ι. ΜΟΥΤΖΟΥΡΗΣ, 2009).....</i>	<i>160</i>

Ευρετήριο Εικόνων

<i>ΕΙΚΟΝΑ 1: ΔΗΜΟΣ ΝΑΞΟΥ (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)</i>	21
<i>ΕΙΚΟΝΑ 2: ΔΗΜΟΣ ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)</i>	22
<i>ΕΙΚΟΝΑ 3: ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΛΙΜΕΝΑ - ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΛΙΘΟΡΡΙΠΗΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΑ ΣΠΗΛΑΙΩΣΕΩΝ (CYCLADESVOICE, 2013)</i>	24
<i>ΕΙΚΟΝΑ 4: ΤΟ ΜΗΧΑΝΑΚΙ ΣΤΟ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟ ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟΥΣ ΠΕΖΟΥΣ (CYCLADESVOICE, 2011)</i>	25
<i>ΕΙΚΟΝΑ 5: ΣΚΗΝΕΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΤΡΕΛΑΣ (CYCLADESVOICE, 2011)</i>	25
<i>ΕΙΚΟΝΕΣ 6: ΣΗΜΕΙΟ ΟΠΟΥ ΔΕΝΕΙ Ο «ΣΚΟΠΕΛΙΤΗΣ» (NAXIEST BLOGSPOT, 2010)</i>	26
<i>ΕΙΚΟΝΑ 7 ΔΙΑΤΑΞΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ (GOOGLE MAPS)</i>	30
<i>ΕΙΚΟΝΑ 8 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ</i>	31
<i>ΕΙΚΟΝΑ 9: ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΑΞΟΥ</i>	40
<i>ΕΙΚΟΝΑ 10: ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (Β. ΚΑΤΑΚΩΣΤΑΣ, 2014)</i>	47
<i>ΕΙΚΟΝΑ 11: ΣΕΝΑΡΙΟ 1: ΠΛΑΓΙΟΔΕΤΗΣΗ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΟΥ, ΠΡΥΜΝΟΔΕΤΗΣΗ ΤΡΙΩΝ ΣΚΑΦΩΝ ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΟ- ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ</i>	49
<i>ΕΙΚΟΝΑ 12: ΣΕΝΑΡΙΟ 2: ΠΛΑΓΙΟΔΕΤΗΣΗ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΟΥ, ΠΡΥΜΝΟΔΕΤΗΣΗ ΤΡΙΩΝ ΣΚΑΦΩΝ ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ</i>	50
<i>ΕΙΚΟΝΑ 13: ΣΕΝΑΡΙΟ 3: ΠΛΑΓΙΟΔΕΤΗΣΗ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΟΥ, ΠΡΥΜΝΟΔΕΤΗΣΗ ΕΝΟΣ ΣΚΑΦΟΥΣ ΓΙΑ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ, ΠΑΡΑΜΟΝΗ ΕΝΟΣ ΣΚΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ</i>	51
<i>ΕΙΚΟΝΑ 14: ΣΕΝΑΡΙΟ 4: ΠΛΑΓΙΟΔΕΤΗΣΗ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΟΥ, ΠΡΥΜΝΟΔΕΤΗΣΗ ΕΝΟΣ ΣΚΑΦΟΥΣ ΓΙΑ ΔΥΤΙΚΟ ΑΝΕΜΟ, ΠΑΡΑΜΟΝΗ ΕΝΟΣ ΣΚΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ</i>	52
<i>ΕΙΚΟΝΑ 15: ΥΔΡΟΠΛΑΝΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (WIKIPEDIA)</i>	54
<i>ΕΙΚΟΝΑ 16: ΔΕΣΤΡΑ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΣΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ (TSENEKLIDIS PHOTOGRAPHY)</i>	62
<i>ΕΙΚΟΝΑ 17: ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟ</i>	64
<i>ΕΙΚΟΝΑ 18: ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΝΕΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΟΣ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ (GOOGLE MAPS)</i>	70
<i>ΕΙΚΟΝΑ 19: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ</i>	70
<i>ΕΙΚΟΝΑ 20: ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ</i>	72
<i>ΕΙΚΟΝΑ 21: ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ</i>	77
<i>ΕΙΚΟΝΑ 22: ΠΕΡΙΟΧΗ 1</i>	78
<i>ΕΙΚΟΝΑ 23: ΠΕΡΙΟΧΗ 2</i>	78
<i>ΕΙΚΟΝΑ 24: ΠΕΡΙΟΧΗ 3</i>	79
<i>ΕΙΚΟΝΑ 25: ΠΕΡΙΟΧΗ 4</i>	80
<i>ΕΙΚΟΝΑ 26: ΠΕΡΙΟΧΗ 5</i>	81
<i>ΕΙΚΟΝΑ 27: ΠΕΡΙΟΧΗ 6</i>	82
<i>ΕΙΚΟΝΑ 28: ΠΕΡΙΟΧΗ 7</i>	83
<i>ΕΙΚΟΝΑ 29: ΠΕΡΙΟΧΗ 8</i>	84
<i>ΕΙΚΟΝΑ 30 ΤΟΜΗ ΒΒ'</i>	86
<i>ΕΙΚΟΝΑ 31 ΤΟΜΗ ΓΓ'</i>	88
<i>ΕΙΚΟΝΑ 32 ΤΟΜΗ ΑΑ'</i>	91
<i>ΕΙΚΟΝΑ 33: ΛΙΜΑΝΙ ΚΑΛΑΝΤΟΥ (GOOGLE MAPS)</i>	98
<i>ΕΙΚΟΝΑ 34: ΛΙΜΑΝΙ ΠΑΝΟΡΜΟΥ (GOOGLE MAPS)</i>	99
<i>ΕΙΚΟΝΑ 35: ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΛΑΝΤΟΥ ΚΑΙ ΠΑΝΟΡΜΟΥ ΣΕ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ (GOOGLE MAPS)</i>	99
<i>ΕΙΚΟΝΑ 36: ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΘΕΣΕΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ (GOOGLE MAPS)</i>	99
<i>ΕΙΚΟΝΑ 37: ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ, ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΛΑΝΤΟΥ</i>	101
<i>ΕΙΚΟΝΑ 38: ΑΝΑΠΤΥΓΜΑΤΑ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ, ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΑΝΟΡΜΟΥ</i>	102

<i>ΕΙΚΟΝΑ 39: ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ</i>	109
<i>ΕΙΚΟΝΑ 40: ΠΕΡΙΟΧΗ 1</i>	110
<i>ΕΙΚΟΝΑ 41: ΠΕΡΙΟΧΗ 2</i>	111
<i>ΕΙΚΟΝΑ 42: ΠΕΡΙΟΧΗ 3</i>	112
<i>ΕΙΚΟΝΕΣ 43: ΠΕΡΙΟΧΗ 4^Α ΠΕΡΙΟΧΗ 4^Β</i>	113
<i>ΕΙΚΟΝΑ 44: ΠΕΡΙΟΧΗ 5</i>	114
<i>ΕΙΚΟΝΑ 45: ΠΕΡΙΟΧΗ 6</i>	115
<i>ΕΙΚΟΝΑ 46 ΤΟΜΗ ΑΑ'</i>	116
<i>ΕΙΚΟΝΑ 47 ΤΟΜΗ ΒΒ'</i>	117
<i>ΕΙΚΟΝΑ 48 ΤΟΜΗ ΓΓ'</i>	119
<i>ΕΙΚΟΝΑ 49: ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ MODULE ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW</i>	139
<i>ΕΙΚΟΝΑ 50: ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΘΥΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	140
<i>ΕΙΚΟΝΑ 51: ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΑΘΥΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	140
<i>ΕΙΚΟΝΑ 52: ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW</i>	141
<i>ΕΙΚΟΝΑ 53: ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW</i>	141
<i>ΕΙΚΟΝΑ 54: ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	142
<i>ΕΙΚΟΝΑ 55: ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	142
<i>ΕΙΚΟΝΑ 56: ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΜΕΣΩ ΜΙΚΕ 21 TOOLS ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	143
<i>ΕΙΚΟΝΑ 57: ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΜΕΣΩ ΜΙΚΕ 21 TOOLS ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	144
<i>ΕΙΚΟΝΑ 58: ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΒΑΔΩΝ (SPONGE LAYERS) ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	145
<i>ΕΙΚΟΝΑ 59: ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΒΑΔΩΝ (SPONGE LAYERS) ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΚΕ 21 ΒW, ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΛΙΜΕΝΑΣ</i>	146
<i>ΕΙΚΟΝΑ 60: ΑΠΟΤΥΧΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΙΚΕ 21 ΒW ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΥΡΙΟ ΛΙΜΕΝΑ</i>	147
<i>ΕΙΚΟΝΑ 61: ΓΕΝΕΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΙΚΕ 21 ΒW ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΛΙΜΕΝΑ</i>	148
<i>ΕΙΚΟΝΑ 62: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΜΙΑ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΗ ΕΠΙΜΗΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (Κ. Ι. ΜΟΥΤΖΟΥΡΗΣ, 2009)</i>	164
<i>ΕΙΚΟΝΑ 63: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΔΥΟ ΕΠΙΜΗΚΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ (Κ. Ι. ΜΟΥΤΖΟΥΡΗΣ, 2009)</i>	164
<i>ΕΙΚΟΝΑ 64: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --15°</i>	167
<i>ΕΙΚΟΝΑ 65: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --30°</i>	167
<i>ΕΙΚΟΝΑ 66: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --45°</i>	168
<i>ΕΙΚΟΝΑ 67: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --60°</i>	168
<i>ΕΙΚΟΝΑ 68: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --75°</i>	169
<i>ΕΙΚΟΝΑ 69: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --90°</i>	169
<i>ΕΙΚΟΝΑ 70: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --105°</i>	170
<i>ΕΙΚΟΝΑ 71: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --120°</i>	170
<i>ΕΙΚΟΝΑ 72: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --135°</i>	171
<i>ΕΙΚΟΝΑ 73: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --150°</i>	171
<i>ΕΙΚΟΝΑ 74: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --165°</i>	172
<i>ΕΙΚΟΝΑ 75: ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ --180°</i>	172
<i>ΕΙΚΟΝΑ 76 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΝΝΑΒΟΥ ΓΙΑ ΤΟ 2DH MODULE ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΜΙΚΕ 21 ΒW</i>	180

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η Νάξος είναι ένα πολλά υποσχόμενο νησί, που παρά όλες τις προσπάθειες των τοπικών αρχών για την ανάπτυξή του, αντιμετωπίζει αρκετά προβλήματα με το χρόνο στον κλάδο του τουρισμού και της ακτοπλοΐας. Παρά τον μεγάλο αριθμό μονίμων κατοίκων, τον συνεχώς αναπτυσσόμενο τουρισμό και την έντονη εμπορική δραστηριότητα του νησιού, οι υποδομές για διακίνηση και φιλοξενία των τουριστών των πολιτών και των προϊόντων απέχουν πολύ από το να θεωρούνται ιδανικές. Οι προσπάθειες ανακατασκευής και επέκτασης του λιμένα της νήσου έχουν βρει εμπόδιο την τοπική κοινωνία, με αποτέλεσμα την διερεύνηση ενός εναλλακτικού σχεδίου αναβάθμισης της τουριστικής βιομηχανίας και προστασίας των επισκεπτών από τους κινδύνους που επιφυλάσσει η προβληματική λειτουργία του υφιστάμενου λιμένα.

Η κατασκευή ενός λιμένα επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες που εκτείνονται σε μια ευρεία ζώνη, από δημογραφικής και ιστορικής άποψης, έως χωροταξικής και κατασκευαστικής. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, παρουσιάζεται ένα αναλυτικό πλάνο - πρόταση κατασκευής νέου Κύριου λιμένα στην Νάξο και ενός νέου τοπικής σημασίας λιμένα στο νότιο κομμάτι της νήσου, που σκοπό έχουν να αντικαταστήσουν τον υφιστάμενο λιμένα και να αναβαθμίσουν τις θαλάσσιες μεταφορές και τουρισμό.

Στα πλαίσια της μελέτης γίνεται τεκμηρίωση της χωροθέτησης των δύο λιμένων, λεπτομερής μελέτη του κυματικού κλίματος στις υπονηήφιες θέσεις κατασκευής των έργων και υπολογισμός των χαρακτηριστικών κυμάτων, σχεδίαση των λιμενικών υποδομών και των θέσεων πρόσδεσης των σκαφών και περιγραφή των λειτουργιών στη χερσαία ζώνη. Επιπλέον, γίνεται μελέτη των κυματικών διαταραχών μέσα στις δύο λιμενολεκάνες μέσω διαγραμμάτων Wiegel και με χρήση του προγράμματος MIKE 21 BW 2DH και διεξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και τις διατάξεις που επιλέχθηκαν για τους δύο λιμένες. Από την εργασία δεν λείπουν διάφορες πληροφορίες σχετικά με περιβαλλοντικές διατάξεις και Ευρωπαϊκές προδιαγραφές που απαιτείται να πληρούνται στις κατασκευές νέων λιμένων, όπως επίσης και αναλυτικές περιγραφές των λεπτομερειών των κατασκευών των έργων, θεμελιώδεις για την σωστή λειτουργία των δύο λιμένων.

1.2 ΣΗΜΕΙΑ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Στο περιεχόμενο της διπλωματικής εργασίας εμπεριέχονται αρκετά σημεία στα οποία δίνεται έμφαση. Τα σημεία αυτά είναι τα εξής:

- Το σκεπτικό για την επιλογή τοποθεσίας των δύο έργων και οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την αιτιολόγηση της καταλληλότητας των θέσεων που επιλέχθηκαν.

- Η λειτουργικότητα κυρίως του λιμένα στο βόρειο τμήμα του νησιού, όπου προσαρμόζεται η βέλτιστη λύση μεταξύ μιας απλής κατασκευής πολλαπλών χρήσεων μαζί με ένα περιβαλλοντικά βιώσιμο και καλαίσθητο έργο.
- Η σημασία που δόθηκε στην καλή κυκλοφορία των οχημάτων στα λιμάνια, μέσα από τον σχεδιασμό κυκλικών κόμβων, όπου οι προτεραιότητες κυκλοφορίας γίνονται αυτόματα σαφείς, παρακάμπτοντας τυχόν φωτεινές σηματοδοτήσεις και αντιμετωπίζοντας έτσι την πιθανή κυκλοφοριακή συμφόρηση.
- Οι παραδοχές που έγιναν στους υπολογισμούς επάρκειας του κρηπιδότοιχου, με τις οποίες έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης της φύσης του εδάφους, αλλά και τις μεθόδους βελτίωσης του εδάφους που προτείνονται στις περιπτώσεις τάσεων έδρασης που υπερβαίνουν το επιτρεπτό όριο.
- Η θεώρηση κύματος σταθερού ύψους στο πρόγραμμα MIKE 21 BW και η επιλογή «regular» και «unidirectional wave», λόγω της προμελέτης του κύματος σχεδιασμού (H_s), που πέρασε από διορθώσεις ρήχωσης και διάθλασης πριν γίνει η προσομοίωση στο πρόγραμμα.

1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αποτελείται από 7 κεφάλαια. Στη συνέχεια περιγράφεται το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της εργασίας και περιγράφει τα κίνητρα που δόθηκαν, τις προκλήσεις και τα ουσιαστικά ερωτήματα της εργασίας, καθώς και το αντίστοιχο μεθοδολογικό πλαίσιο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η αποτύπωση της κατάστασης της Νάξου και των προβλημάτων του υπάρχοντος λιμένος, οι προτάσεις βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης, όπως επίσης δίνονται οι βασικές έννοιες – γνώμονες με τις οποίες γίνεται η σχεδίαση των δύο λιμένων.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρέχονται τα θεωρητικά στοιχεία για την κατασκευή ενός λιμένα, όλοι οι παράμετροι που είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη, οι διαδικασίες σχεδίασης και οι απαραίτητοι υπολογισμοί για την κατασκευή του έργου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η εφαρμογή της διαδικασίας που περιγράφεται στο τρίτο κεφάλαιο, για τη σχεδίαση του Κύριου λιμένα και διεξάγονται κάποια σύντομα συμπεράσματα σχετικά με την κατασκευή.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η εφαρμογή της διαδικασίας που περιγράφεται στο τρίτο κεφάλαιο, για τη σχεδίαση του Τοπικού λιμένα και εξάγονται κάποια σύντομα συμπεράσματα σχετικά με την κατασκευή.

Το έκτο κεφάλαιο περιέχει τον υπολογισμό των κυματικών διαταραχών εντός της λιμενολεκάνης, τόσο για τον Κύριο όσο και για τον Τοπικό λιμένα, όπως επίσης και στοιχεία σχετικά με το πρόγραμμα MIKE 21 BW και συγκεκριμένα με τις μεθόδους που

ακολουθούνται για την προσομοίωση των δύο έργων. Ύστερα περιγράφονται οι αποκρίσεις των δύο λιμένων και γίνεται μια σύντομη αξιολόγηση των κατασκευών.

Στο έβδομο κεφάλαιο περιλαμβάνεται η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν για τον υπολογισμό του κύματος σχεδιασμού, την επάρκεια των διατομών, την απόκριση των λιμένων στο πρόγραμμα. Τέλος παρατίθενται κάποιες προτάσεις για περαιτέρω μελέτη αλλά και κάποια προτεινόμενα μεθοδολογικά πλαίσια και αναδυόμενοι προβληματισμοί.

2 Η ΝΗΣΟΣ ΝΑΞΟΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ- ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

2.1.1 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ

Η Νάξος, έχει ένα βασικό χαρακτηριστικό που δεν συναντάμε συχνά στις Κυκλάδες. Το πρόσφορο έδαφός της, σε αντίθεση με τα βραχώδη και ξερά εδάφη των μικρών νήσων των υπολοίπων Κυκλάδων, για πολλά χρόνια συντηρεί την τοπική κοινωνία με την έντονη αγροτική δραστηριότητα που χαρακτηρίζει το νησί. Κύρια προϊόντα παραγωγής των αγροτών είναι οι πατάτες, το κρέας, το κρασί και τα γαλακτοκομικά, ενώ τις τελευταίες δεκαετίες, ανθίζει η παραγωγή σε κίτρο και άλλα οπωρικά προϊόντα που συσκευάζονται και διατίθενται στο καταναλωτικό κοινό.

Εκτός από αγροτικά προϊόντα η Νάξος παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε ότι αφορά τον φυσικό της πλούτο, λόγω της μεγάλης ποικιλίας χρήσιμων ορυκτών που βρίσκονται στο υπέδαφός της. Το μάρμαρο της Νάξου εμφανίζεται κυρίως στα λατομεία του δυτικού τμήματος του νησιού. Μέχρι και σήμερα, αποτελεί προϊόν μεγάλου ενδιαφέροντος στις ελληνικές αγορές, καθιστώντας απαραίτητη την ενίσχυση της διάθεσής του στα ελληνικά κέντρα χονδρικής πώλησης ή κατεργασίας.

Τα παραπάνω προϊόντα αποτελούν θεμελιώδη λίθο της ελληνικής οικονομίας στον κλάδο των εξαγωγών. Συγκεκριμένα, στην κατάταξη των 100 σημαντικότερων εξαγωγών ελληνικών προϊόντων στον κόσμο κατά το πρώτο εξάμηνο του 2015, το μάρμαρο έρχεται τριακοστό πρώτο με εξαγωγές που ανέρχονται πάνω από 54εκατ. € (με ποσότητες που ξεπερνούν τους 78 τόνους) σε μορφή τεχνουργημάτων (Π.Σ.Ε., 2015), ενώ χοντρικά κατεργασμένο παρουσιάζει εξαγωγές στο ύψος των 49εκατ. € (περίπου 214 τόνοι) (Π.Σ.Ε., 2015) και κατατάσσεται τριακοστό έβδομο στην ίδια κατάταξη. Επιπλέον, τα γαλακτοκομικά προϊόντα μαζί με προϊόντα οινοποιίας παρουσιάζουν εξαγωγές άνω των 220εκατ. € (Π.Σ.Ε., 2015), αποδεικνύοντας έτσι την ζωτική τους σημασία στην ελληνική οικονομία τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο.

Όπως αναδεικνύεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1), τα τελευταία δύο έτη, η Ελλάδα παρουσιάζει περισσότερες εισαγωγές παρά εξαγωγές. Ωστόσο, οι δεύτερες διατηρούν ένα μεγάλο ποσοστό της εθνικής παραγωγής. Η λύση για την βελτίωση του αρνητικού ισοζυγίου είναι η ενίσχυση της εθνικής παραγωγής, δηλαδή η αύξηση των εξαγωγών προς τις ευρωπαϊκές χώρες αλλά και στις υπόλοιπες χώρες ενδιαφέροντος εκτός Ευρώπης. Ένας τρόπος έμμεσης ενίσχυσης των ελληνικών εξαγωγών είναι η εντονότερη διάθεση των προϊόντων εντός της χώρας. Έτσι η εθνική οικονομία και κίνηση εμπορίου επηρεάζει την αντίστοιχη τοπική. Τα προϊόντα διατίθενται εντονότερα εντός της χώρας, και διανέμονται σε μεγάλες αλυσίδες εμπορικών εταιρειών, ώστε να γίνει ευκολότερη η εξαγωγή τους στις χώρες του εξωτερικού. Αντίστοιχος πίνακας με τον Πίνακα 1 που να περιγράφει τις εισαγωγές και εξαγωγές της Νάξου δεν υπάρχει, λόγω του ότι δεν βρέθηκαν καταγεγραμμένα στοιχεία για την εμπορευματική κίνηση της νήσου. Έτσι,

παρατίθεται ο Πίνακας με εθνικά στοιχεία εμπορευματικής κίνησης, προκειμένου να δοθεί στον αναγνώστη μια γενική εικόνα.

	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>% Μεταβολή 14/13</i>	<i>% Μεταβολή 15/14</i>
<i>Εξαγωγές</i>	13,644.7	13,092.3	12,799.2	-4.0%	-2.2%
<i>Εισαγωγές</i>	23,119.2	23,287.8	21,672.2	0.7%	-6.9%
<i>Εμπορικό ισοζύγιο</i>	-9,474.5	-10,195.6	-8,873.1	7.6%	-13.0%

Πίνακας 1: Ελληνικές εισαγωγές και εξαγωγές κατά την περίοδο Ιανουαρίου - Ιουνίου 2013, 2014, 2015 σε εκατ. € (Π.Σ.Ε., 2015)

Ο Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εξαγωγέων, με την ευθύνη εκπροσώπησης των ελληνικών εξαγωγικών επιχειρήσεων στο σύνολό τους έχει καταθέσει στην Πολιτεία δέσμη προτάσεων προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος που πλέον οι παραγωγικοί φορείς προκρίνουν ως κοινό τόπο: την ενίσχυση της εξωστρέφειας, μέσα από τη στήριξη της επιχειρηματικότητας, από τον πρωτογενή τομέα και τα αγροτικά προϊόντα ως τον τριτογενή και τις σύγχρονες υπηρεσίες (Π.Σ.Ε., 2015).

Τα λιμάνια της Ελλάδας αποτελούν την καρδιά της εμπορικής της δραστηριότητας, επομένως οι εμπορικοί λιμένες αποτελούν ζωτικές θαλάσσιες οδούς για την διακίνηση των αγαθών. Ειδικότερα στην Νάξο, δεδομένων των ελλείπων υποδομών του αεροδρομίου της νήσου, η κατασκευή ενός λιμένος, όπως αυτό που προτείνεται στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, συμβάλλει σημαντικά την ενίσχυση τέτοιου είδους δραστηριοτήτων και κατ' επέκτασιν της τοπικής οικονομίας.

2.1.2 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

Η τουριστική και επιβατική κίνηση της Νάξου και ο ανεφοδιασμός παρουσιάζουν αιχμή την χρονική περίοδο Μαΐου – Σεπτεμβρίου και επιτυγχάνονται κατά κύριο λόγο μέσω της ακτοπλοΐας. Εκτός όμως της τουριστικής δραστηριότητας η Νάξος διατηρεί τις λειτουργίες του λιμένα της και τους χειμερινούς μήνες, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες των μονίμων κατοίκων Δήμου Νάξου και Μικρών Κυκλάδων. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία από το Λιμεναρχείο της νήσου, ο αριθμός των πλοίων που επισκέπτονται το νησί κυμαίνεται από επτά κατάπλους την χειμερινή περίοδο έως εικοσιπέντε κατάπλους την καλοκαιρινή περίοδο. Τα εν λόγω πλοία φαίνονται στον Πίνακας 2, ενώ τα ωράριά τους αλλάζουν ανάλογα με την περίοδο και με το πόσα πλοία θα προσεγγίσουν τον λιμένα (Λιμεναρχείο Νάξου, Ονόματα πλοίων που προσεγγίζουν το λιμάνι της Νάξου ετησίως, 2015).

BLUE STAR PAROS N.Π. 10990	ΕΞ. ΣΚΟΠΕΛΙΤΗΣ N.Π. 10576
BLUE STAR NAXOS N.Π. 11014	MASTER JET N. ΛΕΜΕΣΟΥ 112/2012
BLUE STAR DELOS N.Π. 12082	ΔΙΑΓΟΡΑΣ N. ΡΟΔΟΥ 40
BLUE STAR PATMOS N.Π. 12119	SPEED RANER 4 N.Π. 11880
HIGHT SPEED 4 N.Π. 10773	ARTEMIS N.Π. 10317
HIGHT SPEED 5 N.Π. 11419	SEA JET N.Π. 10571
AQUA JEWEL N.Π. 11045	SUPER JET N.Π. 10328
AQUA SPIRIT N.Π. 12055	MEGA JET N.Π. 11720
FLYING CAT 4 N.Π. 10659	

Πίνακας 2: Ονόματα πλοίων που προσεγγίζουν το λιμάνι της Νάξου ετησίως (Λιμεναρχείο Νάξου, Ονόματα πλοίων που προσεγγίζουν το λιμάνι της Νάξου ετησίως, 2015)

Οι αποβιβάσεις στα πλοία της γραμμής για το έτος 2014 ανέρχονται στους 390.603 επιβάτες και στα 42.258 οχήματα (συμπεριλαμβανομένων Ι.Χ., φορτηγών και δίκυκλων). Οι επιβιβάσεις αγγίζουν τους 379.048 επιβάτες και 40.295 οχήματα (Λιμεναρχείο Νάξου, 2015). Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται αναλυτικά για κάθε μήνα του έτους 2014 οι μετακινήσεις των επιβατών από (Πίνακας 3) και προς (Πίνακας 4) τη Νάξο, και τα αποβιβασθέντα και επιβιβασμένα οχήματα όπως προέκυψαν από στοιχεία του Λιμεναρχείου Νάξου.

ΜΗΝΕΣ	ΑΠΟΒΙΒΑΣΘΕΝΤΑ			
	ΕΠΙΒΑΤΕΣ	ΦΟΡ ΗΓΑ	ΔΙΚΥΚΛΑ	Ι.Χ.
ΙΑΝΟΥΑΡ ΟΣ	8572	455	173	766
ΦΕΥΡΟΥΑΡΙΟΣ	9210	398	200	643
ΜΑΡ ΙΟΣ	8351	463	217	673
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	18758	488	421	1555
ΜΑΙ Σ	28054	593	536	1183
ΙΟΥΝΙΟΣ	46044	696	777	2297
ΙΟΥΛΙΟΣ	90964	828	1672	7028
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	101738	699	2767	9136
ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ	44013	561	699	1716
ΟΚΤΩΒΡΗΣ	17110	538	355	889
ΝΟΕΜΒΡΗΣ	9329	508	218	808
ΔΕΚΕΜΒΡΗΣ	8460	449	181	672
ΣΥΝΟΛΟ	390603	6676	8216	27366

Πίνακας 3: Αποβιβασθέντες επιβάτες και οχήματα στον λιμένα Νάξου κατά το έτος 2014 (Λιμεναρχείο Νάξου, Κίνηση έτους 2014, 2015)

Μ ΝΕΣ	ΕΠΙΒΙΒΑΣΘΕΝΤΑ			
	ΕΠΙΒΑΤΕΣ	ΦΟΡΤΗΓΑ	ΔΙΚΥΚΛΑ	Ι.Χ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	7973	342	162	588
ΦΕΥΡΟΥΑΡΙΟ	7057	322	164	523
ΜΑΡΤΙΟΣ	8862	346	215	714
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	15393	390	351	1143
Μ ΙΟΣ	24463	46	466	997
ΙΟΥΝΙΟΣ	38534	573	635	1425
ΙΟΥΛΙΟΣ	75497	579	1318	4089
ΑΥΓ ΥΣΤΟΣ	110512	480	2877	10790
ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ	59001	447	999	3670
Ο Τ ΒΡΗΣ	19582	395	376	1283
ΝΟΕΜΒΡΗΣ	9572	414	240	985
ΔΕΚΕΜΒΡΗΣ	8602	412	159	963
ΣΥΝΟΛΟ	379048	5163	7962	27170

Πίνακας 4: Επιβιβασθέντες επιβάτες και οχήματα στον λιμένα Νάξου κατά το έτος 2014 (Λιμεναρχείο Νάξου, Κίνηση έτους 2014, 2015)

2.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΝΗΣΟΥ ΝΑΞΟΥ

2.2.1 ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΔΗΜΟΥ ΝΑΞΟΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ – ΚΑΛΥΨΗ ΑΝΑΓΚΩΝ

Η Νάξος σήμερα, με το Πρόγραμμα Καλλικράτης έχει ένα Δήμο, το Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων, με έδρα τη Νάξο. Παλαιότερα ήταν 2 Δήμοι :Ο Δήμος Νάξου (Εικόνα 1) που περιλάμβανε 11 δημοτικά διαμερίσματα στα οποία και υπάγονταν 30 χωριά και οικισμοί, κυρίως, γύρω από τη Χώρα Νάξου (Πίνακας 5) και ο Δήμος Δρυμαλίας (Εικόνα 2) που περιλάμβανε επίσης 11 δημοτικά διαμερίσματα στα οποία υπάγονταν τα υπόλοιπα 38 χωριά και οικισμοί κυρίως της κεντρικής, ανατολικής, βόρειας και βορειοδυτικής Νάξου (Πίνακας 6). Συγκεκριμένα η διοικητική αυτή διαίρεση με τα επιμέρους διοικητικά διαμερίσματα και τα υπαγόμενα χωριά και οικισμούς σύμφωνα και με την απογραφή του 2001 κατοίκων είναι:

ΔΗΜΟΣ ΝΑΞΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΙ – ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Νάξου	6727
Αγίου Αρσενίου Νάξου	1207
Βίβλου Νάξου	807
Γαλανάδου	425
Γλινάδου	509
Εγγαρών	197
Κινιδάρου Νάξου	501
Μελάνων	649
Ποταμιάς Νάξου	362
Σαγκρίου Νάξου	513
ΣΥΝΟΛΟ	21143

Πίνακας 5: Οικισμοί - Δημοτικά Διαμερίσματα και Πληθυσμός Δήμου Νάξου (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)



Εικόνα 1: Δήμος Νάξου (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)

ΔΗΜΟΣ ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ ΟΙΚΙΣΜΟΙ – ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Χαλκείου Νάξου	635
Απεράθου Νάξου (Απειράθου)	1078
Δαμαριώνος Νάξου	557
Δανακού	162
Κεραμωτής	76
Κορωνίδος	572
Κορώνου	744
Μέσης	116
Μονής	230
Σκαδού	126
Φιλωτίου	1803
ΣΥΝΟΛΟ	6099

Πίνακας 6: Οικισμοί - Δημοτικά Διαμερίσματα και Πληθυσμός Δήμου Δρυμαλίας (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)



Εικόνα 2: Δήμος Δρυμαλίας (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ)

Ο Δήμος Νάξου και Μικρών Κυκλάδων είναι μια δημοτική ενότητα που αποτελείται από πέντε νησιά του Νοτίου Αιγαίου και περιλαμβάνει το νησί της Νάξου και τα νησιά των Μικρών Κυκλάδων-Ηρακλειά, Σχοινούσα, Κουφονήσια και Δονούσα. Τα νησιά ενώθηκαν σε έναν δήμο στο πλαίσιο του νόμου 3852/ 2010 (Καλλικράτης) το 2011 (Δήμος Νάξου, 2013). Η έδρα του δήμου των πέντε νησιών βρίσκεται στη Δημοτική ενότητα της Νάξου με γραφεία στη Χώρα Νάξου, λίγα μόλις λεπτά από το κεντρικό λιμάνι του νησιού.

Ως μια καλά οργανωμένη και ακμαία διοικητική μηχανή ο Δήμος Νάξου και Μικρών Κυκλάδων συμβάλλει αποφασιστικά στην πολιτιστική, οικονομική και κοινωνική πρόοδο, στη δημιουργία ή διεύρυνση των δομών περαιτέρω εξυπηρέτησης των μόνιμων κατοίκων αλλά και των πολυπληθών επισκεπτών και στη βελτίωση των πάσης φύσεως υπηρεσιών. Ο Δήμος στο ρόλο του να υπηρετεί το δημόσιο τομέα δημιουργεί και οργανώνει ποικίλα προγράμματα, υπηρεσίες και πολιτιστικές εκδηλώσεις με σκοπό να προωθηθεί η ευημερία και η ανάπτυξη των δημοτών και επισκεπτών σε όλους τους τομείς

(αθλητισμός, υγεία, περιβάλλον, μεταφορές, ασφάλεια, παιδεία, πολιτισμό, προσωπική ανάπτυξη).

Η διοικητική ένωση της Νάξου με τις Μικρές Κυκλάδες προσφέρει ζωτικές ανέσεις στις νήσους νοτίου Αιγαίου. Η πολιτική προστασία των Μικρών Κυκλάδων κάτω από μια οργανωμένη διοίκηση ενός μεγάλου νησιού όπως η Νάξος, τόσο σε πολιτιστικά ή κοινωνικά θέματα, όσο και σε πιο θεμελιώδη όπως ένα ενωμένο οικονομικό και αναπτυξιακό σύστημα, είναι οι βασικοί τομείς στους οποίους επωφελούνται οι μικροί νήσοι.

Στο τομέα της υγείας οι νήσοι των Μικρών Κυκλάδων απολαμβάνουν άμεσης νοσοκομειακής περίθαλψης, λόγω της ύπαρξης του Γενικού Νοσοκομείου Νάξου. Το Γενικό Νοσοκομείο – Κέντρο Υγείας Νάξου είναι Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου (ΝΠΔΔ), αποκεντρωμένη Μονάδα Υγείας της 2ης Υγειονομικής Περιφέρειας Πειραιώς και Αιγαίου. Στο ΓΝ-ΚΥ Νάξου υπάγεται το Κέντρο Υγείας Αμοργού και 14 Πολυδύναμα Περιφερειακά Ιατρεία (ΠΠΙ) και Περιφερειακά Ιατρεία (ΠΙ) των γύρω μικρών νησιών (Αμοργός, Κουφονήσια, Δονούσα, Σχοινούσα και Ηρακλεία), που ανήκουν στο Επαρχείο Νάξου και καλύπτουν τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού στο νησί και των προαναφερθέντων γύρω νησιών. Το Νοσοκομείο άρχισε να λειτουργεί ως Κέντρο Υγείας το 1987. Αρχικά ήταν χτισμένο σε μια έκταση 1030m². Το 2001 αναβαθμίστηκε και έγινε Γενικό Νοσοκομείο – Κέντρο Υγείας. Το 2007 και ύστερα από δωρεά επεκτάθηκε η κτιριακή του υποδομή. Η συνολική επιφάνεια που καλύπτει είναι περί τα 3230m² (Γενικό Νοσοκομείο - Κέντρο Υγείας Νάξου).

2.2.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα προβλήματα στον Δυτικό λιμένα του νησιού ξεκινούν την 22^η Ιανουαρίου του 2004, όπου ύστερα από άσχημα καιρικά φαινόμενα με ανέμους ταχύτητας 75 κόμβων (138 περίπου km/hr, ήτοι 14 Beaufort), όπως είχε καταγραφεί από τον μετεωρολογικό σταθμό, με το ύψος του κύματος να περνάει την προβλήτα, το λιμάνι υπέστη μεγάλες βλάβες που έφεραν σε κίνδυνο την ασφάλεια των επιβατών που αποβιβαζόντουσαν και επιβιβαζόντουσαν στα πλοία, αλλά κατέστησαν και αδύνατο το δέσιμο των πλοίων στην προβλήτα.

Η μαρτυρία του κου Αντώνη Ξαγοράκη (Νικόδημος Λιανός, 2014), ο οποίος εκείνη τη χρονιά είχε αναλάβει τη διαχείριση του δημοτικού καταστήματος στο κεφαλόσκαλο και έζησε από κοντά το δωδεκάωρο του τυφώνα εγκλωβισμένος στο μαγαζί του, αποδεικνύει τα αλληπάλληλα προβλήματα που προκλήθηκαν στην προβλήτα και παραμένουν έως και σήμερα δέκα χρόνια μετά. Συγκεκριμένα ο κος Ξαγοράκης δηλώνει: «...το λιμάνι ήταν σε κακή κατάσταση. [...] η προβλήτα είχε ξεφουσκώσει [...] υπάρχει κίνδυνος να κάτσει με το παραμικρό. Πλοίο δεν ήρθε για αρκετές ημέρες. Και όταν ήρθε ήταν προσεκτικοί όλοι. Πώς θα πλευρίσει, να μην χρησιμοποιεί τις προπέλες» και συμπληρώνει «Για περίπου ένα χρόνο το λιμάνι δεν λειτούργησε κανονικά. Έγιναν ενέσεις, αλλά κυρίως επιφανειακές εργασίες.».

Σύμφωνα με άρθρο της εφημερίδας «Κυκλαδική», που δημοσιεύτηκε στις 22 Ιανουαρίου 2014 ακριβώς δέκα χρόνια μετά το περιστατικό, σαν αφιέρωμα στο πολύπαθο λιμάνι, η αντίδραση και ενεργοποίηση των κρατικών μηχανισμών ήταν άμεση και η προθυμία για επισκευή της επί τόπου προβλήτας μεγάλη, δυστυχώς όμως χωρίς αποτελέσματα. Η τότε δημόσια αρχή του νησιού, μέσα σε άλλες περιγραφές, αναφέρεται στην ανάγκη που υπήρχε για ανακήρυξη του νησιού σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης, στα μέτρα που ελήφθησαν για την επισκευή της προβλήτας και στα έργα προστασίας που κατασκευάστηκαν.

Τα ήδη υπάρχοντα προβλήματα λόγω του περιστατικού του 2004 έρχονται να μεγεθύνουν ζητήματα υποσκαφών και σπηλαιώσεων του λιμανιού τα οποία φέρουν αντικρουόμενες απόψεις (Εικόνα 3).

Από τη μια πλευρά καταγγελίες ναυτικών, καπετάνιων και μηχανικών κάνουν λόγο για έντονα προβλήματα λόγω σπηλαιώσεων σε ορισμένα σημεία της προβλήτας και έντονο τον κίνδυνο καθιζήσεων. Από την άλλη πλευρά, οι πολιτικές φωνές κατηγορούν για καταστροφολογία και υπερβολές. Ωστόσο οι φόβοι αυτοί στα θέματα των σπηλαιώσεων σε συνδυασμό με την «πρόχειρη» επισκευή του κυματοθραύστη και της προβλήτας ύστερα από τον τυφώνα του 2004 έρχονται να μεγεθύνουν την ανάγκη επισκευής και επέκτασης του υπάρχοντος λιμένας είτε την ανάγκη για κατασκευή καινούριου λιμένα σε νέα τοποθεσία (CYCLADESVOiCE, 2013)



Εικόνα 3: Επισκευή λιμένα - ενίσχυση λιθορριπής και σημεία σπηλαιώσεων (CYCLADESVOiCE, 2013)

Πέραν των κατασκευαστικών προβλημάτων που προκλήθηκαν από το περιστατικό του 2004, το λιμάνι της Νάξου για χρόνια υπέφερε και από άλλα κυρίως χωροταξικά προβλήματα της χερσαίας ζώνης, τα οποία δυστυχώς συνεχίζονται έως και σήμερα. Στο άρθρο που δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Κ» τον Νοέμβριο του 2006, θίγεται εκτός των άλλων το φλέγον ζήτημα της κυκλοφορίας των οχημάτων στη χερσαία ζώνη της

προβλήτας. Συγκεκριμένα αναφέρεται από τον κo Κόκκοτα πως, κατά την επιβίβαση και αποβίβαση επικρατεί κυκλοφοριακό κομψούζιο κυρίως στους χώρους στάθμευσης και κάνει λόγο για «άτακτο παρκάρισμα των οχημάτων που ταξιδεύουν». Ντοκουμέντα του διαδικτυακού περιοδικού «CYCLADES VOICE» αποδεικνύουν το γεγονός της συμφοράς κατά την άφιξη των πλοίων στον λιμένα, με τη δημοσίευση ενός άρθρου στις 30 Ιουλίου του 2011. Στο άρθρο τονίζονται τα κυκλοφοριακά προβλήματα που παρουσιάζονται στην παραλιακή οδό της Χώρας, μόλις λίγα μέτρα μακριά από τα τοπικά μεζεδοπωλεία και χώρους αναψυχής, λόγω της έλλειψης ανεξάρτητης οδού πρόσβασης στο λιμένα. Συγκεκριμένα το άρθρο κάνει λόγο για την άφιξη ενός μόνο πλοίου, που λόγω έλλειψης του απαραίτητου οδικού δικτύου οδηγεί σε εικόνες τριτοκοσμικές με δίκυκλα πάνω σε πεζοδρόμια (Εικόνα 4), αντικανονικές προσπεράσεις οχημάτων, που ανεβαίνουν στα πεζοδρόμια, και αυξάνουν τις πιθανότητες ατυχημάτων, αλλά και με πεζούς να τρέχουν με βαλίτσες ανάμεσα στα οχήματα για να προλάβουν την επιβίβαση (Εικόνα 5).



Εικόνα 4: Το μηχανάκι στο πεζοδρόμιο ακολουθεί τους πεζούς (CYCLADESVOICE, 2011)



Εικόνα 5: Σκηνές κυκλοφοριακής τρέλας (CYCLADESVOICE, 2011)

Άλλωστε, για να αντιληφθεί κανείς το μεγάλο κυκλοφοριακό πρόβλημα που δημιουργείται στο λιμάνι, αρκεί μια απλή βόλτα την ώρα άφιξης κάποιου πλοίου ανεξαρτήτου μεγέθους και ανεξαρτήτως ώρας αιχμής.

Ακόμα ένα θέμα που χρήζει επίλυσης, είναι εκείνο των αγωγών αποχέτευσης που εκβάλουν ακριβώς στο «κατώφλι» του λιμένα, στα σημεία πρόσδεσης των σκαφών και θαλαμηγών (Εικόνες 6). Οι διαμαρτυρίες για το αποκρουστικό θέαμα των λυμάτων αποχέτευσης που χύνονται ανεξέλεγκτα δίπλα στα σημεία που δένουν τα σκάφη είναι πολλές και έρχονται να ορίσουν επιτακτική την ανάγκη για εύρεση λύσης.



Εικόνες 6: Σημείο όπου δένει ο «Σκοπελίτης» (Naxiest Blogspot, 2010)

Από τον Ιούλιο του 2003, πριν καν λάβουν χώρα τα γεγονότα του 2004, ο Δήμος Νάξου ξεκίνησε διαδικασίες για νέο σχέδιο επέκτασης του λιμένος. Σύμφωνα με δημοσίευση του Ναυτιλιακού διαδικτυακού ιστότοπου «Shipfriends.gr», η ανακατασκευή και επέκταση του υπάρχοντος λιμένος έχει αρκετούς πολέμιους, αλλά και υποστηρικτές (ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 2013).

Την απόφαση (6/8/2003) των υπουργών ΠΕΧΩΔΕ, Εμπορικής Ναυτιλίας και Πολιτισμού, με την οποία εγκρίθηκαν οι περιβαλλοντικοί όροι για τη βελτίωση και επέκταση του λιμανιού της Νάξου, ακύρωσε το Ε' Τμήμα του Συμβουλίου της Επικρατείας. Το ΣτΕ ακύρωσε επίσης την από 28/9/2005 απόφαση της διεύθυνσης δημοσίων έργων περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου, με την οποία αναδείχθηκε ανάδοχος του έργου επέκτασης κ.λπ. του λιμένα της Νάξου (Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη Α.Ε., 2007).

Στο σκεπτικό της δικαστικής απόφασης του ΣτΕ αναφέρεται, μεταξύ άλλων, από το μέγεθος του λιμένα που θα προκύψει μετά την εκτέλεση του επίδικου έργου, με το διπλασιασμό των θέσεων ελλιμενισμού, την αύξηση των χερσαίων εγκαταστάσεων και την αναμενόμενη αύξηση της επιβατικής και εμπορευματικής κίνησης, σύμφωνα με τα στοιχεία της Τεχνικής Έκθεσης και της ΜΠΕ του έργου, προκύπτει ότι σκοπεύεται, κατ' ουσίαν, η δημιουργία ενός νέου, υπερτοπικής σημασίας λιμένα και όχι η επέκταση και βελτίωση του υπάρχοντος τοπικού λιμένα.

Μόνο μετά από μελέτη, επισημαίνει το ΣτΕ, η οποία θα είχε εξετάσει τη δυνατότητα χωροθέτησης νέου λιμένα και προβλήτα επικίνδυνων φορτίων εκτός της πόλης και θα είχε καταλήξει αιτιολογημένα σε αρνητικό συμπέρασμα, θα ήταν δυνατή η έγκριση περιβαλλοντικών όρων του επίδικου έργου, αφού θα είχε προηγηθεί συνολική περιβαλλοντική εκτίμηση για την επιβάρυνση του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος του οικισμού της χώρας της Νάξου.

Η σωστή διαχείριση των ζητημάτων του λιμένας Νάξου οφείλει να ξεκινήσει από μια ολοκληρωμένη μελέτη κατασκευής λιμένα σε διαφορετική τοποθεσία από την υπάρχουσα. Σε περίπτωση αδιεξόδου, η επέκταση του υπάρχοντος λιμένα θα είναι μονόδρομος. Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά ακριβώς το παραπάνω θέμα, δηλαδή την κατασκευή καινούριου λιμένα σε τοποθεσία εκτός πόλεως και την απόκρισή του στους κυματισμούς, αποσκοπώντας στην εύρεση μιας εύλογης λύσης σε όλα τα προβλήματα του νησιού.



Εικόνα: Δήμος Νάξου

ΔΗΜΟΣ ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ ΟΙΚΙΜΟΙ – ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ
Χαλκείου Νάξου <ul style="list-style-type: none"> • Χαλκείον • Τσικαλαριό • Ακάδημοι • Καλόξυλος • Κεραμί • Ράχη. 	635
Απεράθου Νάξου (Απειράθου) <ul style="list-style-type: none"> • Απείρανθος • Αζαλάς • Κανάκι • Κλειδώ • Λυγαρίδια • Μουτσούνα • Πάνερμος 	1078
	828
	28
	3
	54
	49
	82
	14

<p>Δαμαριώνος Νάξου</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δαμαριώνας • Αγιασσός • Βουρβουριά • Δαμαλάς • Πυργάκι 	<p>557</p> <p>341</p> <p>136</p> <p>19</p> <p>41</p> <p>20</p>
<p>Δανακού</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δανακός 	<p>162</p>
<p>Κεραμωτής</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κεραμωτή 	<p>76</p>
<p>Κορωνίδος</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κωμιακή • Αγιά • Απόλλωνας • Κάμπος • Μυρίσης • Ταξιάρχης • Φαρακλό • Χίλια Βρύση 	<p>572</p> <p>310</p> <p>24</p> <p>104</p> <p>50</p> <p>15</p> <p>25</p> <p>16</p> <p>28</p>
<p>Κορώνου</p> <ul style="list-style-type: none"> • Κόρωνος • Αργοκοιλιώτισσα • Ατσιπάπη • Λιώνας 	<p>744</p> <p>584</p> <p>22</p> <p>25</p> <p>113</p>
<p>Μέσης</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μέση 	<p>116</p>
<p>Μονής</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μονή • Σίφωνες 	<p>230</p> <p>230</p> <p>0</p>
<p>Σκαδού</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σκαδόν 	<p>126</p>
<p>Φιλωτίου</p> <ul style="list-style-type: none"> • Φιλώτι 	<p>1803</p> <p>1702</p>

• Καλαντό	101
ΣΥΝΟΛΟ	6099

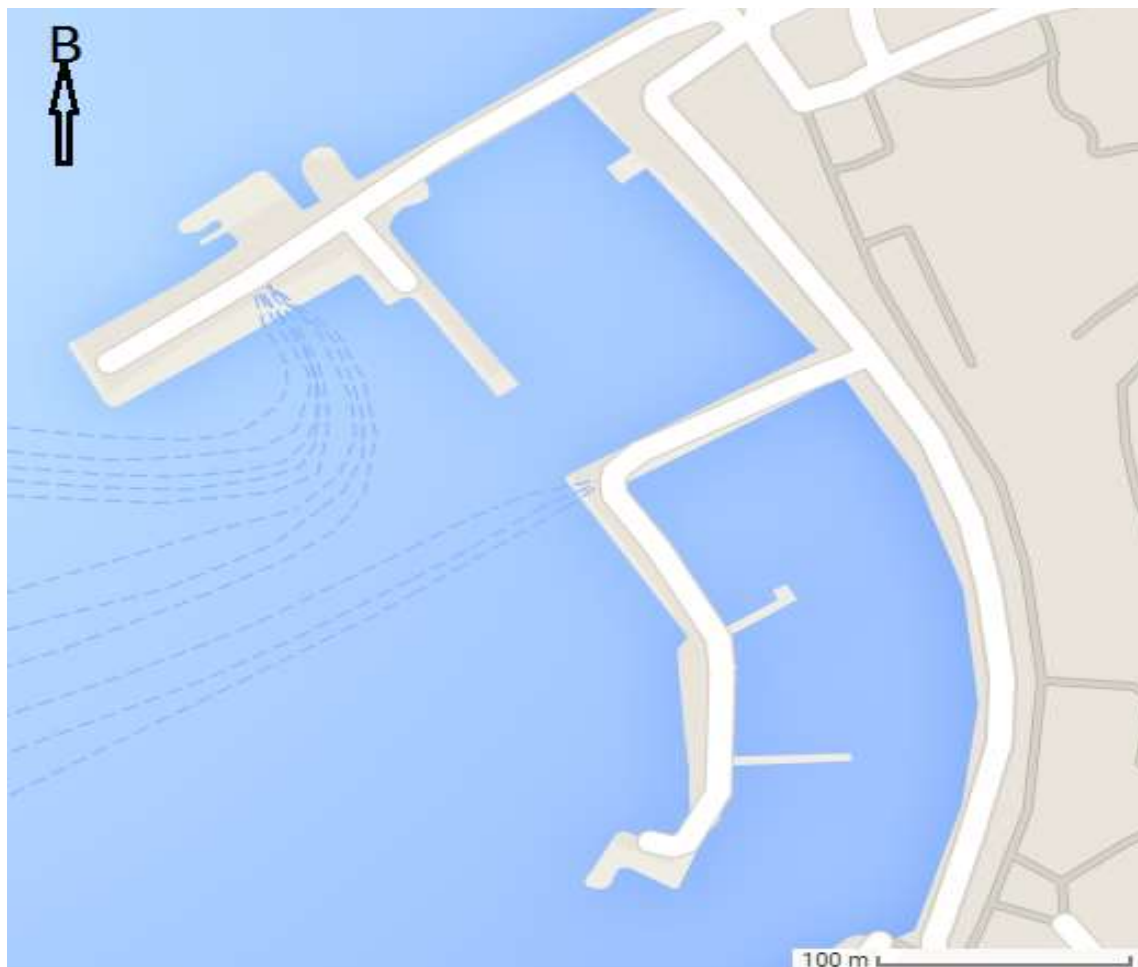
κακαλύπτει είναι 3230

m^2

2.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

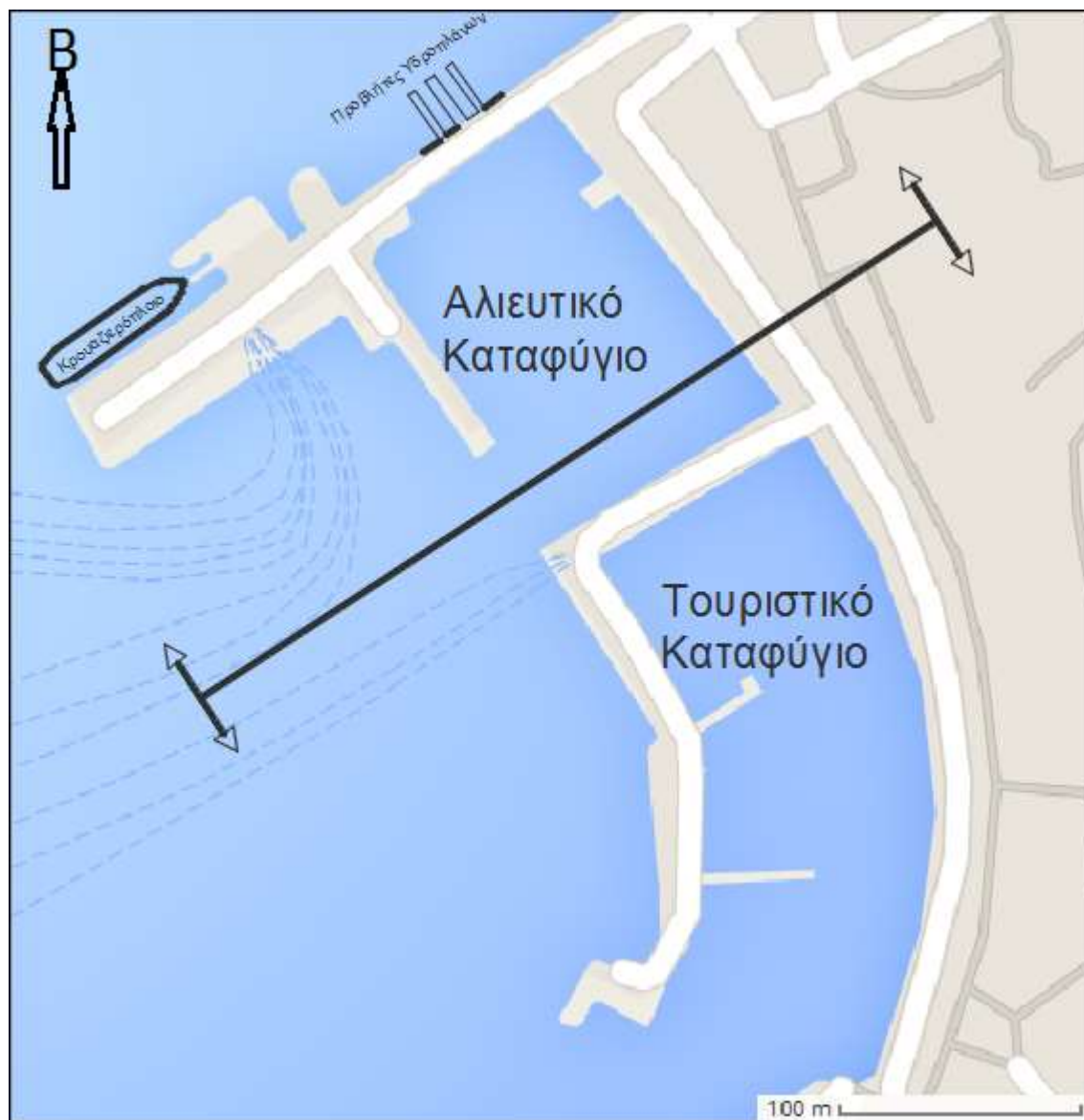
Το σχέδιο ανάπτυξης και ανάπτυξης μια περιοχής, ανεξαρτήτως ιδιότητας και χρήσης, προϋποθέτει την οργάνωση και σχεδίαση ενός πλάνου αναβάθμισης, που περιέχει ποικίλους στόχους και διατάξεις. Στο παρόν κεφάλαιο, γίνεται μια προσπάθεια συνοπτικής περιγραφής κάποιων βασικών προτάσεων για την βελτίωση του υφιστάμενου λιμένος, ούτως ώστε να δοθούν κάποιες ιδέες καλής χρήσης της υπάρχουσας προβλήτας.

Όπως περιγράφηκε και σε προηγούμενη ενότητα (Κεφάλαιο 2.1.2) ο υφιστάμενος λιμένας αποτελείται από μια μεγάλη προβλήτα που φιλοξενεί εμπορικά και μεγάλα επιβατικά πλοία, όπως και πλοία μικρότερα που κινούνται μέσα στις Μικρές Κυκλάδες και μια περιοχή με μικρότερες προβλήτες που φιλοξενούν αλιευτικά σκάφη και σκάφη αναψυχής (Εικόνα 7). Αντίθετα, όπως αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο, (Κεφάλαιο 4.3) ο νέος κύριος λιμένας του νησιού δεν περιλαμβάνει τουριστικό καταφύγιο, αλλά μόνο προβλήτα για εμπορικές λειτουργίες και πρόσδεση επιβατικών σκαφών.



Εικόνα 7 Διάταξη υφιστάμενου λιμένα νήσου Νάξου (Google Maps)

Ωστόσο, λόγω της κατασκευής του καινούριου λιμένα, η ακτοπλοΐα απομακρύνεται από την υπάρχουσα θέση, με αποτέλεσμα να μένει αδρανής η περιοχή. Για την αποφυγή του προβλήματος αυτού, επιδιώκεται να μην σταματήσει η χρήση του υπάρχοντος λιμένος σαν αλιευτικό και τουριστικό καταφύγιο για σκάφη αναψυχής, τόσο ταχύπλοα, όσο και ιστιοπλόα. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η γενική διάταξη βελτίωσης του υφιστάμενου λιμένα της νήσου, η χωροθέτηση των νέων λειτουργιών και ύστερα γίνεται η περιγραφή των χρήσεων που προτείνεται να γίνουν στον λιμένα (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 Καθορισμός χρήσεων και χωροθέτηση νέων λειτουργιών υφιστάμενου λιμένα νήσου Νάξου

Πρώτο βήμα για τη επίτευξη του παραπάνω στόχου, είναι ο καθορισμός των νέων χρήσεων και η χωροθέτηση των λειτουργιών του λιμένα. Μια πρόταση είναι ο διαχωρισμός της περιοχής σε μια προβλήτα για αποκλειστική χρήση αλιευτικών σκαφών και σε άλλες τρεις που θα φιλοξενούν σκάφη αναψυχής. Για την προβλήτα αλιευτικών σκαφών, είναι απαραίτητη η ανακατασκευή της υπάρχουσας κύριας προβλήτας και του κυματοθραύστη στην βορειοανατολική πλευρά του λιμανιού. Η καινούρια αλιευτική προβλήτα μπορεί να έχει μικρότερες διαστάσεις από την υπάρχουσα, για οικονομικούς αλλά και τεχνικούς λόγους. Ένα τυπικό μήκος μια αλιευτικής προβλήτας μπορεί να είναι περί τα 80-100m ενώ το πλάτος της δεν χρειάζεται να ξεπερνάει τα 20m -δεδομένου ότι ο κύκλος ελιγμού ενός μικρού φορτηγού δεν ξεπερνάει τα 9m σε ακτίνα (Neufert, 2000).

Επιπλέον, στη χερσαία ζώνη της εν λόγω προβλήτας μπορούν να τοποθετηθούν τέντες και πάγκοι αλιευτικού εμπορίου και να κατασκευαστούν εγκαταστάσεις συντήρησης των προϊόντων των ψαράδων. Έτσι, επιτυγχάνεται η συγκέντρωση του εμπορίου ψαριών κοντά στην προβλήτα, επιλύοντας το μείζον πρόβλημα της όχλησης των επισκεπτών σε καθημερινή βάση, λόγω του υπαίθριου εμπορίου σε αυθαίρετα σημεία του λιμανιού και της πόλης, που μέχρι και σήμερα λαμβάνει χώρα.

Επόμενο βήμα για την ανάπλαση του υπάρχοντος λιμένος είναι η διατήρηση του τουριστικού καταφυγίου ως έχει και η βελτίωσή του ώστε να αποκτήσει πιο ανταγωνιστικά χαρακτηριστικά σε σύγκριση με αυτά των υπολοίπων Κυκλάδων. Επιτυγχάνεται, έτσι, το να γίνει το καταφύγιο πόλος έλξης τόσο για τους εγχώριους, όσο και για τους διεθνείς ταξιδιώτες. Ειδικές αδειοδοτήσεις για την εν λόγω τροποποίηση είναι απαραίτητες και μπορούν να γίνουν όπως ορίζει η εθνική νομοθεσία (Κ.Υ.Α. Τ/9803/2003 - ΦΕΚ 1323/Β/05.09.2003) (Υπουργείο Οικονομίας Υποδομών Ναυτιλίας και Τουρισμού).

Με τα παραπάνω γίνεται ένας αυτόματος διαχωρισμός του λιμανιού σε τουριστικό και αλιευτικό καταφύγιο. Οι χρήσεις των προβλητών γίνονται αυτονόητες και εύκολα αντιληπτές από τον μέσο χρήστη, παρακάμπτοντας έτσι διάφορα εμπόδια σχετικά με κοστολογήσεις ναύλων ή ενοικίου θέσεων.

Ο περίσσιος χώρος της προβλήτας στην Βόρεια πλευρά, που δεν είναι σε θέση να φιλοξενήσει αλιευτικά σκάφη, λόγω των ισχυρών ανέμων που πλήττουν την περιοχή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν θέση πλαγιοδέτησης ενός μικρού κρουαζιερόπλοιου μέχρι 80m μήκος. Για την εξασφάλιση αυτής της δυνατότητας, είναι απαραίτητο να γίνουν και οι ανάλογες βυθοκορήσεις, ώστε να αυξηθεί το βάθος στο εν λόγω σημείο τόσο, ώστε να μπορεί να γίνει δυνατή η πλαγιοδέτηση ενός πλοίου με ελάχιστο εκτόπισμα 8m.

Ένα τελευταίο μέτρο για την επιτυχή αναβάθμιση του υφιστάμενου λιμένα είναι η κατασκευή δύο θέσεων υδροπλάνων στην Βορειοανατολική πλευρά της αλιευτικής προβλήτας, σε σημείο όπου να μην παρεμποδίζεται η κίνηση των σκαφών. Η επιλογή της θέσης γίνεται με βάση τον κύριο άνεμο που πνέει στο υπάρχον λιμάνι (Βορειοανατολικός), ο οποίος, όπως θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 5.3) είναι απαραίτητο να πνέει παράλληλα με την πορεία προσγείωσης των υδροπλάνων. Οι εν λόγω προβλήτες προσφέρουν ακόμα περισσότερα ανταγωνιστικά εφόδια για το νησί της Νάξου, συμβάλλοντας έτσι στην συνολική τουριστική ανάπτυξη του νησιού, αλλά και στην γρήγορη μετακίνηση των πολιτών σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης.

2.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ - ΠΡΟΤΑΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ

Τα λιμάνια, ως συγκοινωνιακοί κόμβοι, προσελκύουν σημαντικές εμπορικές δραστηριότητες για την οικονομική ανάπτυξη των περιοχών που τα περιβάλλουν. Ταυτόχρονα, όμως, προκαλούν συχνά σοβαρές επιπτώσεις, όπως ατμοσφαιρική ρύπανση, θόρυβο, κυκλοφοριακό κορεσμό και, αισθητική υποβάθμιση.

Με βάση τον ευρωπαϊκό προσανατολισμό, κάθε λιμάνι πρέπει να είναι αρμονικά ενταγμένο στην πόλη που το περιβάλλει, να μην αποτελεί εμπόδιο στην προσπέλαση της θάλασσας από τους κατοίκους και οι δραστηριότητες που φιλοξενεί να το αναδεικνύουν σε τόπο ανάπτυξης για την πόλη.

Η πειθάρχηση στις Εθνικές και Ευρωπαϊκές Οδηγίες και ο σεβασμός στις ανάγκες της πόλης όσων εργάζονται ή χρησιμοποιούν το λιμάνι, όπως οι πλοιοκτήτες, οι μεταφορείς, κ.λπ. είναι υποχρέωση που πρέπει να ελέγχεται για την αποφυγή επιπτώσεων στη Δημόσια Υγεία, στην Τοπική Οικονομία και στο Περιβάλλον.

Στη χώρα μας δεν είναι σπάνιο, τα λιμάνια, αν και μέρος της πόλης, να λειτουργούν ως ξένο σώμα που αποκόβει τη συνέχειά της, εμποδίζει την προσπέλαση στη θάλασσα και εκδηλώνει αδιαφορία για τις επιπτώσεις στην ευρύτερη περιοχή. Είναι γεγονός ότι η σχέση λιμανιού και πόλης έχει προβληματίσει τόσο τις Λιμενικές Αρχές όσο και την Τοπική Αυτοδιοίκηση σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Είναι σαφές ότι, λιμένας που δεν έχει αγαθές σχέσεις με την τοπική κοινωνία δεν μπορεί να αναπτυχθεί. Επί δεκαετίες, οι ισορροπίες και τα όρια δικαιοδοσίας μεταξύ λιμανιών και πόλης διαμόρφωσαν παθολογικές που ταλάνιζαν και ταλανίζουν την όποια ανάπτυξη τού τόπου. Τα πολεοδομικά σχέδια πόλεων δεν περιλαμβάνουν τα λιμάνια και τις χερσαίες τους ζώνες, ενώ ταυτόχρονα τα «master plans» των λιμένων καταρτίζονται, κατά κύριο λόγο, με γνώμονα τα στενά οικονομικά συμφέροντα των χρηστών τους. Η ισχύουσα νομοθεσία ευνοεί την κατάσταση αυτή. Η μέχρι σήμερα εμπειρία έχει δείξει ότι η αποκατάσταση των ισορροπιών έρχεται μέσα από τοπικές συμμαχίες μεταξύ τοπικής αυτοδιοίκησης, Λιμανιού και φορέων.

Με το νόμο 4071/2012 (Εθνικό Τυπογραφείο, 2012) η διαχείριση αρκετών λιμένων της χώρας ανατέθηκε στους Δήμους που τα περιβάλλουν. Είναι προφανές ότι αυτή η εξέλιξη δημιουργεί τις προϋποθέσεις ισόρροπης ανάπτυξης πόλης – λιμανιού. (Αντώνης Παππάς, 2014)

Συγκεκριμένα το λιμάνι της Νάξου είναι ένα από τα ελληνικά λιμάνια που εναρμονίζεται ισορροπημένα με την πόλη του, από άποψη αισθητικής, όμως στις λειτουργίες του αντικρούει τα συμφέροντα της πόλης, για λόγους που περιγράψαμε σε προηγούμενη ενότητα (Κεφάλαιο 2.2).

Με την ραγδαία τουριστική και οικονομική ανάπτυξη του νησιού την τελευταία δεκαετία, η πόλη τείνει να επεκτείνεται προς τα έξω, με τα τοπικά καταστήματα να πλησιάζουν στην προβλήτα. Παράλληλα, ο αυξανόμενος φόρτος του λιμένος τείνει να πνίξει την πόλη, ειδικά σε ώρες αιχμής και έτσι οι λειτουργίες του λιμανιού επεκτείνονται προς τα μέσα.

Τα προβλήματα που δημιουργούνται από το παραπάνω γεγονός, έρχονται να αποτελέσουν επιτακτική την ανάγκη είτε επέκτασης του υπάρχοντος λιμένος,

προκειμένου να γίνει αποφόρτιση της πόλης, είτε μεταφορά του κυρίου λιμένα του νησιού σε άλλη τοποθεσία εκτός πόλεως.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται πρόταση χωροθέτησης ενός νέου κύριου λιμένα ακριβώς εκτός του πυρήνα της πόλης και ενός δευτερεύοντος λιμένα στο νότιο τμήμα του νησιού. Με γνώμονα την πρώτη πρόταση μπορούν να επιλυθούν τα χωροταξικά προβλήματα των υφιστάμενων λιμενικών υποδομών, καθώς επίσης να κατασκευαστεί ένας νέος και άρτιος λιμένας με ανανεωμένες λειτουργίες. Με την δεύτερη πρόταση επιτυγχάνεται μια καλύτερη κατανομή των προσελεύσεων πλοίων κατά τις περιόδους αιχμής, όπως επίσης η γρηγορότερη επικοινωνία της Νάξου με τις γειτονικές της Μικρές Κυκλάδες.

Οι παραπάνω προτάσεις γίνονται στα πλαίσια οικολογικής ανάπτυξης των κατασκευών με όλες τις διατάξεις και εργαλεία που αυτό προϋποθέτει («Μέθοδος Αυτοδιάγνωσης - Self Diagnosis Method» (SDM) και «Συστήματα Περιβαλλοντικής Επισκόπησης - Port Environmental Review System» (PERS) (European Sea Ports Organisation, 2015)). Με τα εργαλεία αυτά είναι δυνατόν να δοθούν οι προβλεπόμενες πιστοποιήσεις στα πλαίσια σχεδιασμού και σταδιακής ανάπτυξης ενός μοντέρνου Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σύμφωνα με πρότυπα ESPO/PERS και ISO 14001 (Lloyd's Register, 2013) (EUROCERT, 2014) (με βάση τις πιστοποιήσεις που απέκτησε ο Ο.Λ.ΗΓ. το 2014 (Οργανισμός Λιμένος Ηγουμενίτσας, 2015)).

Η διαχείριση των επιπτώσεων που σχετίζονται με τις λιμενικές λειτουργίες, αφορά εργασίες που λαμβάνουν χώρα κάτω από την ευθύνη των αρχών διαχείρισης λιμένων ή ακόμα και στην περιοχή ευθύνης τους και έχουν άμεση αλληλεπίδραση με το περιβάλλον (Νικολάου Παναγιώτης, 2015). Η σωστή διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός λιμενικού έργου δικαίως το καθιστά ως οικολογικό λιμένα («Eco Port»), αρκεί η χωροθέτηση και οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν για την διαχείριση της χερσαίας ζώνης και οι θέσεις πρόσδεσης των σκαφών που επιλέχθηκαν, να είναι σύμφωνες με όσο το δυνατόν περισσότερες από τις παραπάνω διατάξεις περί περιβαλλοντικής πολιτικής λιμενικών κατασκευών. Ωστόσο, οι εν λόγω διατάξεις αναφέρονται κυρίως σε καλή συντήρηση της κατασκευής, επίβλεψη και τακτικό έλεγχο. Οι ενέργειες αυτές έπονται της μελέτης και κατασκευής του έργου. Για το λόγο αυτό, η συγκεκριμένη πρόταση αποτελεί, όχι τόσο περιγραφή κάποιας διαδικασίας που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία, αλλά περισσότερο ένα πρότυπο αναφορικά με τις διατάξεις που πρέπει να τηρηθούν σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΛΙΜΕΝΩΝ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΙΜΕΝΑ

Η επιλογή θέσης ενός λιμένα είναι μια απόφαση που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως η συγκέντρωση του πληθυσμού, η ύπαρξη κατάλληλου οδικού δικτύου, τα ανεμολογικά δεδομένα που υπάρχουν για τις υποψήφιες τοποθεσίες, η μορφολογία του εδάφους και το κατά πόσο το ίδιο το έδαφος, μπορεί να αποτελέσει από μόνο του φυσικό λιμάνι. Η καταλληλότερη θέση για την κατασκευή ενός λιμένα αποτελεί συνδυασμό όλων αυτών των παραγόντων, και προσδιορίζεται ανάλογα με τους λόγους για τους οποίους είναι αναγκαίο ένα τέτοιο έργο. Με λίγα λόγια, οι παραπάνω παράγοντες έχουν διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας, αναλόγως με τις χρήσεις του λιμένα.

Για παράδειγμα, για την επιλογή θέσης ενός εμπορικού λιμένας πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας την ύπαρξη κατάλληλου οδικού δικτύου για να μπορούν να μεταφέρονται τα φορτία στα φορτηγά με ασφάλεια, την ύπαρξη αρκετού χώρου για τους γεραμούς φορτοεκφόρτωσης καθώς επίσης να μεριμνήσουμε να βρίσκεται η προβλήτα φορτοεκφόρτωσης σε μεγάλη απόσταση από τον οικισμό (αρνητικό συντελεστή βαρύτητας), σε περίπτωση που μεταφέρονται επικίνδυνα φορτία.

Ωστόσο, για ένα λιμάνι που εξυπηρετεί κυρίως οχηματαγωγά πλοία, το κατάλληλο οδικό δίκτυο έχει μεγάλο συντελεστή βαρύτητας, και σε συνδυασμό με την απόσταση από το εμπορικό κέντρο της πόλης (που πρέπει να είναι μικρή για την άμεση εξυπηρέτηση των τουριστών) αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες για την επιλογή της τοποθεσίας κατασκευής του έργου.

Σε αντίθεση με τις δύο παραπάνω περιπτώσεις, για την επιλογή θέσης ενός αλιευτικού μικρού λιμανιού, καταλυτικό παράγοντα για την επιλογή θέσης κατασκευής του αποτελεί το κατά πόσο χρειάζεται να χτίσουμε, λόγω του ότι ένα μικρό έργο δεν συμφέρει να ξεπερνάει κάποιο συγκεκριμένο ποσό. Αναλόγως με το ποσοστό πληθυσμού που χρειάζεται να εξυπηρετήσουμε και με την κίνηση που θα έχει το συγκεκριμένο λιμάνι, φροντίζουμε να επέμβουμε όσο το δυνατόν λιγότερο στην φύση. Ένας κόλπος πολύ κλειστός και προστατευμένος από τους μεγάλους κυματισμούς, είναι το κατάλληλο σημείο για να δημιουργηθεί ένα αλιευτικό λιμάνι με μικρές κατασκευαστικές απαιτήσεις.

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 2.4), για την επιτυχή ανάπτυξη του νησιού και την αποτελεσματική επίλυση των προβλημάτων του υπάρχοντος λιμένα, μελετάται η κατασκευή καινούριου λιμένα σε κάποια άλλη τοποθεσία του νησιού. Βασικό σκεπτικό για την επιλογή κατάλληλης θέσης κατασκευής είναι το καινούριο λιμάνι να βρίσκεται εκτός του πυρήνα της πόλης, έτσι ώστε να εξαλειφθούν τα κυκλοφοριακά προβλήματα, αλλά αρκετά κοντά στον τουριστικό πυρήνα ώστε να γίνεται εύκολη και γρήγορη η πρόσβαση των επισκεπτών στους τουριστικούς χώρους. Θεμελιώδης γνώμονας επιλογής της κατάλληλης τοποθεσίας είναι, επίσης η ανάγκη

ύπαρξης κατάλληλου οδικού δικτύου κοντά στο σημείο κατασκευής, ώστε να χρησιμοποιηθούν οδικοί άξονες που περνούν μέσα από την πόλη αλλά και περιφερειακά προς τα βουνά της Νάξου. Τέλος, το σημείο τοποθέτησης του καινούριου λιμένα χρειάζεται να είναι σχετικά απομακρυσμένο από κατοικημένες περιοχές, ώστε να γίνουν όσο το δυνατόν λιγότερες απαλλοτριώσεις των κτημάτων και των κτιρίων που πιθανόν να υπάρχουν στην γύρω περιοχή.

Οι χαράξεις των λιμένων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες χαράξεων: το τοπογραφικό για τη συνολική επίβλεψη του έργου και η κάτοψη της χερσαίας ζώνης για την οριοθέτηση των θέσεων στάθμευσης και κυκλοφορίας των οχημάτων και δίκυκλων και των θέσεων αναμονής και κυκλοφορίας των επιβατών.

Σχετικά με την χάραξη του τοπογραφικού ενός λιμένα, η πλάτη του κάθε λιμένα πρέπει να βλέπει προς την διεύθυνση του κύματος σχεδιασμού και αναλόγως με την θραύση των κυμάτων να έχει και την κατάλληλη κλίση. Έτσι οι είσοδοι των λιμένων προστατεύονται και παραμένουν στην περιοχή νηνεμίας, κάνοντας την πρόσβαση των πλοίων ευκολότερη και διατηρώντας την ηρεμία της θαλάσσιας επιφάνειας του λιμένα για να αποφευχθεί η δημιουργία φαινομένων μακρών ταλαντώσεων και συντονισμού στην λιμενολεκάνη. Επιπλέον, για λόγους ναυσιπλοΐας οι είσοδοι καλό είναι να βρίσκονται σε άμεση επικοινωνία με το ανοιχτό πέλαγος.

Από σκοπιά επιρροής του ανέμου, οι είσοδοι των λιμένων πρέπει να έχουν προσανατολισμό τέτοιο ώστε τα εισερχόμενα σκάφη στον λιμένα να έχουν τον επικρατέστερο άνεμο κατά μέτωπο. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι οι εγκάρσιοι άνεμοι και κυματισμοί, δημιουργούν δύσκολες συνθήκες χειρισμού στα σκάφη κατά την είσοδο τους στη λιμενολεκάνη.

Σχετικά με την χάραξη της χερσαίας ζώνης του λιμένα, οι θέσεις στάθμευσης των οχημάτων πρέπει να είναι οριοθετημένες και να μην διακόπτουν την κυκλοφορία στους κύριους άξονες των προβλητών. Οι χώροι στάθμευσης των λεωφορείων, των φορτηγών και των ταξί είναι επιθυμητό να διαχωρίζονται μεταξύ τους ώστε να μην επεμβαίνει η κυκλοφορία του ενός οχήματος στην κίνηση του άλλου. Ειδικά για τους χώρους στάθμευσης των ταξί, μια έξυπνη διάταξη είναι εκείνη που επιτρέπει στα οχήματα να σταθμεύουν σε σειρά ανά μια λωρίδα οχήματος, ώστε να τηρούνται οι σωστές προτεραιότητες προσέλευσης και παραλαβής επιβατών. Επιπλέον, σε περίπτωση ύπαρξης θέσης πρόσδεσης και παραμονής κρουαζιερόπλοιου, είναι απαραίτητο να κατασκευαστεί ειδικό στέγαστρο αναμονής επιβατών κρουαζιέρας, αλλά και ειδικός χώρος στάσης και στάθμευσης των Ι.Χ., των ταξί και των λεωφορείων που μετακινούν τους εν λόγω επιβάτες.

Σχετικά με τα στέγαστρα αναμονής των επιβατών και τους χώρους εστίασης μέσα τον λιμένα, ο απαιτούμενος αριθμός στεγάστρων αυξάνεται αναλογικά με το μέγεθος και τις λειτουργίες του λιμένα, ενώ το κτίριο εστίασης είναι απαραίτητο ακόμα και σε μικρούς λιμένες, που εξυπηρετούν αποκλειστικά αλιευτικά πλοία, προκειμένου να στεγάζεται το λιμεναρχείο σε προστατευμένο χώρο. Για λιμένες-κόμβους κρουαζιέρας, είναι

απαραίτητη η κατασκευή χώρου αποθήκευσης αποσκευών πάνω στην προβλήτα (lockers), όπως επίσης και ειδικού χώρου εστίασης, έκδοσης εισιτηρίων, στέγαστρο παροχής πληροφοριών και εξυπηρέτησης των επισκεπτών.

Λόγω του ότι ο εκάστοτε λιμένας αποτελεί κοινόχρηστο πολιτισμικό χώρο, οι λειτουργίες του δεν σταματούν στην αποβίβαση και επιβίβαση ή στην πρόσδεση και παραμονή κάποιου σκάφους, αλλά συνεχίζουν και πέραν αυτών. Εφόσον έχει προβλεφθεί και υπάρχει διαθέσιμος χώρος διαγράμμισης κάποιου ποδηλατοδρόμου, οι ποδηλάτες οφείλουν να τον σεβαστούν και να διέρχονται αποκλειστικά και μόνο πάνω σε αυτόν, όπως επίσης να τηρούν τους κανονισμούς οδικής κυκλοφορίας όπως ακριβώς ισχύουν και σε οδικά δίκτυα εκτός λιμένα.

3.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

3.2.1 ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Αντικείμενο του παρόντος κεφαλαίου είναι ο υπολογισμός και η εκτίμηση του κυματικού κλίματος και των βασικών χαρακτηριστικών των κυματισμών στις περιοχές κατασκευής των δύο λιμένων, με σκοπό τη μετέπειτα κατάλληλη χάραξη των κατασκευών και την τοποθέτηση κατάλληλων έργων προστασίας.

Για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών των κυμάτων (ύψος, μήκος, περίοδος κύματος) βασικά και αναγκαία δεδομένα είναι τα ανεμολογικά δεδομένα των περιοχών και τα ενεργά αναπτύγματα πελάγους των κυρίαρχων διευθύνσεων πνοής ανέμων που πλήττουν τις περιοχές κατασκευής.

Λόγω έλλειψης μετρήσεων κυματισμών στην περιοχή, τα ανεμολογικά δεδομένα προκύπτουν από ετήσια και μηνιαία στοιχεία των διαθέσιμων μετεωρολογικών σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) που πιθανόν να υπάρχουν κοντά στην εκάστοτε περιοχή μελέτης. Τα συγκεκριμένα στοιχεία αποτελούν μετρήσεις χρόνων και περιέχουν και κάποιες πιθανοτικά εκτιμώμενες μετρήσεις σε περίπτωση αστοχίας κάποιου μετρητή έντασης και ταχύτητας ανέμου ή σε περίπτωση ελλιπών μετρήσεων. Τα δεδομένα εκδίδονται από τους διαθέσιμους μετεωρολογικούς σταθμούς σε έγγραφο που περιέχει στοιχεία όπως η θέση του σταθμού (γεωγραφικό μήκος και πλάτος σε μορφή συντεταγμένων), το έτος καταγραφής των μετρήσεων και τον μήνα (σε περίπτωση που οι μετρήσεις είναι μηνιαίες) και έναν πίνακα μέτρησης έντασης ανέμου, όπου καταγράφονται σε στήλες όλες οι διευθύνσεις ανέμου και σε γραμμές οι κλάσεις έντασης του ανέμου σε κλίμακα Beaufort (Πίνακας 7). Στο τέλος κάθε γραμμής και κάθε στήλης υπάρχει υπολογισμένο ένα άθροισμα εντάσεων ανέμου, για κάθε κλάση έντασης Beaufort και για κάθε διεύθυνση ανέμου ξεχωριστά.

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
DIRECTION OF CLIMATOLOGY
SECTION OF STATISTICAL CLIMATOLOGY

CLIMATOLOGICAL DATA BASE D A T A B A S E

STATION NAME: 732
LATITUDE 37° 56' N LONGITUDE 25° 23' E ALTITUDE OF BAROMETER 9.8 METERS

PERIOD 1955-1997

ANNUAL FREQUENCY (PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
FROM OBSERVATIONS 06H, 12H, 18H GMT
MONTH =00 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									8.562	8.562
1	1.698	.701	.983	1.840	1.095	.350	.164	.438		6.869
2	4.967	2.037	.526	2.897	2.743	.898	.207	.831		14.862
3	6.155	2.407	.099	1.228	3.046	1.292	.296	1.029		15.803
4	8.816	3.406	.033	.810	2.990	1.457	.263	.975		16.750
5	6.790	1.829	.011	.438	1.489	.723	.099	.942		12.321
6	7.818	1.457	.011	.361	.865	.504	.077	1.325		12.518
7	4.337	.646	.011	.164	.274	.131	.011	.734		6.308
8	2.966	.383	.011	.077	.110	.033	.011	.561		3.952
9	.383	.077	.011	.022	.022	.011	.000	.077		.603
10	.128	.022	.011	.011	.011	.000	.011	.022		.208
>11	.011	.011	.000	.011	.000	.000	.000	.011		.044
=										
SUM	43.141	13.176	1.107	7.840	12.671	5.398	1.299	6.645	8.562	100.000

Πίνακας 7: Πίνακας ετήσιων ανεμολογικών δεδομένων νήσου Νάξου, όπως προέκυψαν από τον μετεωρολογικό σταθμό της Ε.Μ.Υ. στη νήσο Νάξο.

Ύστερα από τη συλλογή ανεμολογικών δεδομένων, σειρά έχει ο υπολογισμός της μέσης ετήσιας διάρκειας πνοής ανέμου η οποία υπολογίζεται ως εξής:

$$t_d = f * 3 \frac{65 * 24 * 3600}{100} \text{ sec}$$

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θεωρούμε διάρκεια πνοής ανέμου μεγαλύτερη από τις επτά ώρες ($t > 7\text{hr}$), διότι με τα δεδομένα που έχουμε στην διάθεσή μας δεν έχουμε την δυνατότητα να εκτιμήσουμε πιο ρεαλιστικά τα μετέπειτα χαρακτηριστικά με χρήση της διάρκειας πνοής. Συνεπώς, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις σχέσεις περιορισμού χρόνου πνοής, που κατά περιπτώσεις εφαρμόζονται σε αντίστοιχες μελέτες.

Ωστόσο, οι υπολογισμοί της μέσης ετήσιας διάρκειας πνοής θα γίνουν και θα περιγραφούν για κάθε λιμένα κανονικά, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικές χρήσεις για διάφορες άλλες εργασίες είτε σε περίπτωση νέων δεδομένων για τις περιοχές μελέτης.

3.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ

Το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους είναι ένας σημαντικός παράγοντας στη γένεση και τα χαρακτηριστικά των κυμάτων. Παρά τη σπουδαιότητά του είναι μια πολύ απλή έννοια. Στην πιο απλή του μορφή, το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους είναι το μέγιστο μήκος της επιφάνειας του νερού πάνω από το οποίο ο άνεμος μπορεί να φυσήξει ανεμπόδιστα.

Για τον υπολογισμό των ενεργών αναπτυγμάτων πελάγους στις δύο τοποθεσίες κατασκευής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα QGIS για την αποτύπωση - απεικόνιση του χάρτη της νήσου καθώς και των υπολοίπων νήσων Κυκλάδων σε κατάλληλη κλίμακα.

Το Σύστημα Γεωγραφικών πληροφοριών (Σ.Γ.Π.), γνωστό ως G.I.S. (Geographic Information Systems) αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης γεωγραφικών δεδομένων (spatial data) και συσχετισμένων ιδιοτήτων. Στην πιο αυστηρή μορφή του είναι ένα ψηφιακό σύστημα ικανό να ενσωματώσει, να αποθηκεύσει, να προσαρμόσει, να αναλύσει και να παρουσιάσει γεωγραφικά συσχετισμένες πληροφορίες (geographically- referenced information). Σε πιο γενική μορφή ένα Σ.Γ.Π. είναι ένα πολυεργαλείο «έξυπνου χάρτη», το οποίο επιτρέπει στους χρήστες του να αποτυπώσουν μια περίληψη του πραγματικού κόσμου, να δημιουργήσουν διαδραστικά ερωτήσεις χωρικού ή περιγραφικού χαρακτήρα (αναζητήσεις δημιουργούμενες από τον χάρτη), να αναλύσουν τα χωρικά δεδομένα, να τα προσαρμόσουν και να τα αποδώσουν σε αναλογικά μέσα (εκτυπώσεις χαρτών και διαγραμμάτων) ή σε ψηφιακά μέσα (αρχεία χωρικών δεδομένων, διαδραστικοί χάρτες στο διαδίκτυο). Ο εξυπηρετητής QGIS Server παρέχει την υλοποίηση μιας διαδικτυακής υπηρεσίας WMS βασισμένη σε βιβλιοθήκες από το λογισμικό Quantum GIS (QGIS).

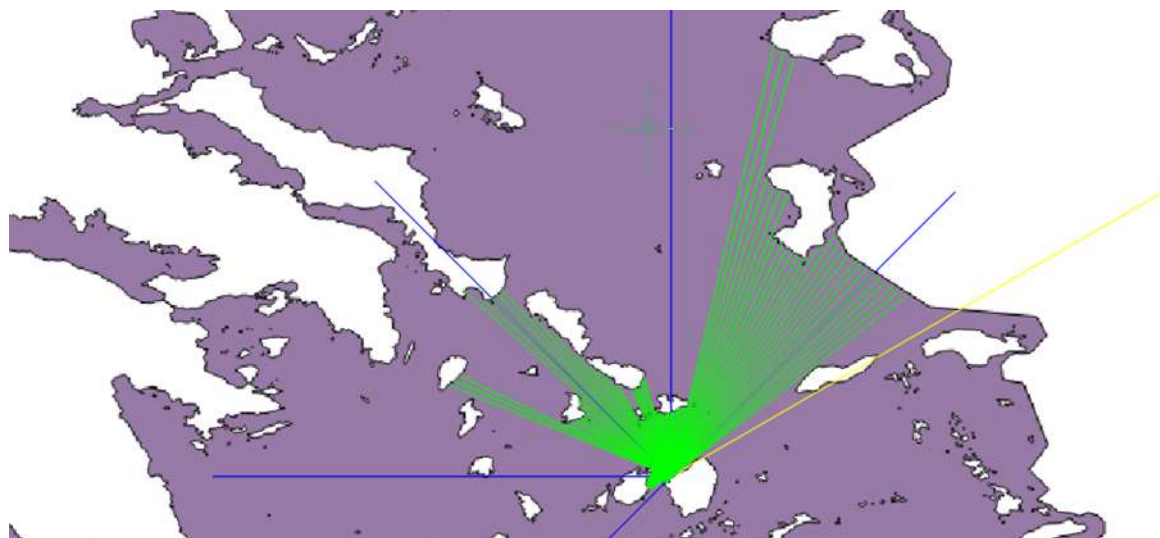
Στην παρούσα διπλωματική εργασία, το λογισμικό QGIS χρησιμοποιήθηκε στην πιο απλή του μορφή, αποκλειστικά για την απεικόνιση του χάρτη της Ελλάδας και συγκεκριμένα των νήσων Κυκλάδων και των περιβάλλουσων παράκτιων περιοχών.

Έπειτα τα χρήσιμα κομμάτια του χάρτη αποκόπηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα Autocad, όπου έγινε η χάραξη των αναπτυγμάτων μεταξύ στεριών:

Αρχικά χωρίζουμε κάθε τομέα σε τεταρτημόρια των 90° από -45° έως $+45^\circ$.

Λόγω του πολυσχιδούς γεωγραφικού περιβάλλοντος του συγκροτήματος των Κυκλάδων, οι αποστάσεις που χαράσσονται είναι ανά $1,5^\circ$ προς τις κύριες κατευθύνσεις πνοής ανέμου για κάθε θέση κατασκευής λιμένος ξεχωριστά.

Παρακάτω παρατίθεται το ανάπτυγμα πελάγους της νήσου Νάξου στο σημείο που τελικά τοποθετήθηκε ο κύριος λιμένας (Κεφάλαιο 4.1), σαν παράδειγμα για την καλύτερη επεξήγηση στον αναγνώστη (Εικόνα 9):



Εικόνα 9: Αναπτύγματα πελάγους Κύριου λιμένα Νάξου

Η μέθοδος υπολογισμού των αναπτυγμάτων πελάγους που χρησιμοποιήθηκε δεν είναι η συμβατή που χρησιμοποιεί τα συνημίτονα των γωνιών που σχηματίζονται μεταξύ της εκάστοτε απόστασης F_i με τον άξονα της κύριας διεύθυνσης.

$$F_{eff} = \frac{\sum_0^i F_i * \cos^2(a_i)}{\sum_0^i \cos(a_i)}$$

όπου F_i η εκάστοτε πραγματική απόσταση μεταξύ δύο θέσεων στεριάς και a_i η γωνία που αντιστοιχεί σε κάθε F_i με άξονα εκκίνησης την εκάστοτε διεύθυνση μελέτης.

Αντιθέτως, σαν ενεργό ανάπτυγμα πελάγους θεωρήθηκε η μέση τιμή των αποστάσεων που βρίσκονται σε εύρος γωνίας ίσης με $\pm 15^\circ$ (συνολικά $\pm 30^\circ$) από τον άξονα της κύριας διεύθυνσης πνοής. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αυτή βασίζεται στην θεωρία Richter (1973).

Για τον υπολογισμό του ύψους κύματος και της περιόδου των κυματισμών συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος SMB. Το μοντέλο SMB (Sverdrup – Munk - Bretchneider) αναπτύχθηκε κατά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο από τους Sverdrup και Munk (1947), οι οποίοι ανέπτυξαν μια θεωρία βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης της κυματικής συμπεριφοράς με τη χρήση μιας μικρής βάσης δεδομένων που είχαν εκείνη την εποχή στην διάθεσή τους. Κατά τη εξετία 1952-1958 ο Bretchneider επανέλαβε και επαλήθευσε την θεωρία αυτή την οποία και εξέλιξε προσθέτοντας επιπλέον δεδομένα τόσο ανεμολογικά, όσο και κυματικά. Η Θεωρία βασίζεται στο γεγονός ότι υπάρχει ένα χαρακτηριστικό κύμα που αντιπροσωπεύει την συνολική διαταραχή της θάλασσας, με ύψος το μέσο ύψος του 1/3 των μεγαλύτερων κυματισμών της περιοχής.

Με βάση το μοντέλο που ανέπτυξαν οι παραπάνω, το ύψος H_s και η περίοδος T_s του κύματος σχεδιασμού υπολογίζονται σαν μονοσήμαντες συναρτήσεις της ταχύτητας U του ανέμου, του αναπτύγματος πελάγους F (fetch) και της διάρκειας πνοής του ανέμου t_d .

$$H_s, T_s = f_{ct}(U, F, t_d, g) \quad (\text{Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009})$$

Η παραπάνω συσχέτιση αποτελεί μια πολύπλοκη αδιάστατη εξίσωση, η οποία έρχεται να απλουστευθεί με την πρόσθεση του συντελεστή αναπτύγματος πελάγους Φ , ο οποίος προκύπτει από τη σχέση:

$$\Phi = \frac{g \cdot F}{U^2} \quad (\text{Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009})$$

και εκφράζει την αρχική ως εξής:

$$\frac{g \cdot H_s}{U^2}, \frac{g \cdot T_s}{2 \cdot \pi \cdot U} = f\left(\frac{g \cdot F}{U^2}, \frac{g \cdot D}{U}\right) \quad (\text{Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009})$$

Ωστόσο, για λόγους απλούστευσης των υπολογισμών, στην παρούσα εργασία η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών των κυματισμών (H_s , T_s), που προσπίπτουν στις επιλεγόμενες τοποθεσίες κατασκευής των έργων είναι βασισμένη στην Μέγιστη Δύναμη Πνοής ανέμου και παρουσιάζεται παρακάτω.

Για τον χαρακτηριστικό κυματισμό που αντιπροσωπεύει τη συνολική διαταραχή της θάλασσας σε βαθιά νερά, θεωρούμε τις δυσμενέστερες δυνατές συνθήκες που μπορούν να συμβούν σε μεγάλο βάθος. Έτσι, χρειαζόμαστε για την εκάστοτε διεύθυνση πνοής, την Μέγιστη Δύναμη Πνοής ανέμου (Μ.Δ.Π.). Η Μ.Δ.Π. δίνεται από τα ανεμολογικά δεδομένα στον εκάστοτε μετεωρολογικό σταθμό για κάθε διεύθυνση πνοής. Από τα δεδομένα αυτά αντλείται επίσης η ετήσια συχνότητα εμφάνισης την αντίστοιχης Μ.Δ.Π. ανέμου (Πίνακας 7).

Η διαδικασία που ακολουθείται περιγράφεται ακριβώς παρακάτω (Committee of Waterfront Structures of the Society for Harbour Engineering and German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering, 2004):

Από τον πίνακα της κλίμακας Beaufort της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (

ΚΛΙΜΑΚΑ BEAUFORT	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ		
		m/sec	Km/hr	Miles/hr
0	Νηνεμία	0-0.2	0-1	0-1
1	Υποπνέων	0.3-1.5	1-5	1-3
2	Ασθενής	1.6-3.3	6-11	4-7
3	Λεπτός	3.4-5.4	12-19	8-12
4	Μέτριος	5.5-7.9	20-28	13-18
5	Λαμπρός	8-10.7	29-38	19-24
6	Ισχυρός	10.8-13.8	39-49	25-31
7	Σφοδρός	13.9-17.1	50-61	31-38
8	Θυελλώδης	17.2-20.7	62-74	39-46
9	Θύελλα	20.8-24.4	75-88	47-54
10	Ισχυρή Θύελλα	24.5-28.4	89-102	55-63
11	Σφοδρή Θύελλα	28.5-32.6	103-117	64-72
12	Τυφώνας	32.7-36.9	118-133	73-82

Πίνακας 8) καταγράφουμε για κάθε Μ.Δ.Π. την αντίστοιχη ταχύτητα του ανέμου για δεκάλεπτη πνοή (U_{10min} [m/s]), η οποία μετατρέπεται σε ταχύτητα ανέμου για πνοή μιας ώρας (U_{1hr} [m/s]), με τη θεώρηση πως:

$$U_{1hr} = U_{10min} * 91 \% \quad [m/s]$$

ΚΛΙΜΑΚΑ BEAUFORT	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ		
		m/sec	Km/hr	Miles/hr
0	Νηνεμία	0-0.2	0-1	0-1
1	Υποπνέων	0.3-1.5	1-5	1-3
2	Ασθενής	1.6-3.3	6-11	4-7
3	Λεπτός	3.4-5.4	12-19	8-12
4	Μέτριος	5.5-7.9	20-28	13-18
5	Λαμπρός	8-10.7	29-38	19-24
6	Ισχυρός	10.8-13.8	39-49	25-31
7	Σφοδρός	13.9-17.1	50-61	31-38
8	Θυελλώδης	17.2-20.7	62-74	39-46
9	Θύελλα	20.8-24.4	75-88	47-54
10	Ισχυρή Θύελλα	24.5-28.4	89-102	55-63
11	Σφοδρή Θύελλα	28.5-32.6	103-117	64-72
12	Τυφώνας	32.7-36.9	118-133	73-82

Πίνακας 8: Κλίμακα Beaufort κατά τη Μετεωρολογική Υπηρεσία¹ (Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009)

Ύστερα, για κάθε λιμένα και κάθε διεύθυνση πνοής ανέμου, υπολογίζουμε τον συντελεστή αναπτύγματος πελάγους Φ και την βαθμονομημένη συχνότητα κύματος f_{pi} , που αντιστοιχεί σε αυτόν με βάση τη σχέση:

$$f_{pi} = 2.84 * \Phi^{-0,3}$$

Όπως επίσης και την πραγματική συχνότητα κύματος f_p [1/sec], από τη σχέση:

$$f_p = g * f_{pi} / U_{1hr}^2$$

Συνεχίζουμε υπολογίζοντας το βαθμονομημένο ύψος κύματος H_i , από τη σχέση:

$$H_i = 1.65 * \Phi^{0,5} / 1000$$

Έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε την περίοδο T_p [sec] και το ύψος κύματος H_p [m], από τις παρακάτω σχέσεις:

$$T_p = 1/f_p$$

$$H_p = U_{1hr}^2 * H_i / g$$

¹ 1mile = 1.609km
1knot = 1.151 mile/hr = 1.852 km/hr

Τέλος υπολογίζουμε τον βαθμονομημένο ελάχιστο χρόνο που χρειάζεται για να δημιουργηθεί ο κυματισμός ανά διεύθυνση στον λιμένα t_{min} και τον αντίστοιχο πραγματικό χρόνο t [sec] με χρήση των σχέσεων:

$$t_{min} = 63,8 * \Phi^{0,7}$$

και

$$t = U_{1hr} * t_{min}/g$$

Επιπρόσθετα, στους παραπάνω υπολογισμούς είναι αναγκαίο να αναλυθεί και η ελάχιστη διάρκεια εμφάνισης του τρέχοντος κυματισμού, η οποία υπολογίζεται με βάση τη συχνότητα εμφάνισης (frequency [%]) του κυματισμού για κάθε διεύθυνση πνοής ανέμου σε κάθε λιμένα.

Η παραπάνω διαδικασία χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του κύματος σχεδιασμού σε κάθε λιμένα (κύμα σχεδιασμού) – δηλαδή, όπου εμφανίζεται η Μέγιστη Δύναμη Πνοής Ανέμου. Η ίδια ακριβώς διαδικασία χρησιμοποιείται και για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών των κυματισμών σε κάθε λιμένα, για κάθε διεύθυνση πνοής ανέμου σε κάθε επίπεδο έντασης ανέμου. Η βασική διαφορά στις δύο διαδικασίες είναι, πως στον υπολογισμό των χαρακτηριστικών όλων των κυματισμών, για κάθε επίπεδο έντασης ανέμου, σε κάθε διεύθυνση ανέμου, για κάθε λιμένα, η ταχύτητα που χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς προκύπτει από τη μέση τιμή των ταχυτήτων των αντίστοιχων εντάσεων ανέμων, με βάση την κλίμακα Beaufort (

ΚΛΙΜΑΚΑ BEAUFORT	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΝΕΜΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ		
		m/sec	Km/hr	Miles/hr
0	Νηνεμία	0-0.2	0-1	0-1
1	Υποπνέων	0.3-1.5	1-5	1-3
2	Ασθενής	1.6-3.3	6-11	4-7
3	Λεπτός	3.4-5.4	12-19	8-12
4	Μέτριος	5.5-7.9	20-28	13-18
5	Λαμπρός	8-10.7	29-38	19-24
6	Ισχυρός	10.8-13.8	39-49	25-31
7	Σφοδρός	13.9-17.1	50-61	31-38
8	Θυελλώδης	17.2-20.7	62-74	39-46
9	Θύελλα	20.8-24.4	75-88	47-54
10	Ισχυρή Θύελλα	24.5-28.4	89-102	55-63
11	Σφοδρή Θύελλα	28.5-32.6	103-117	64-72
12	Τυφώνας	32.7-36.9	118-133	73-82

Πίνακας 8):

$$U_i = 0.91 * \left(\frac{U_i^{10min} + U_{i+1}^{10min}}{2} \right)$$

όπου, U_i η ταχύτητα του ανέμου για ένταση ανέμου i [Beaufort]

U_i^{10min} η ταχύτητα του ανέμου για ένταση ανέμου i [Beaufort] για δεκάλεπτη πνοή ανέμου

U_{i+1}^{10min} η ταχύτητα του ανέμου για ένταση ανέμου $i+1$ [Beaufort] για δεκάλεπτη πνοή ανέμου

ενώ στον υπολογισμό των χαρακτηριστικών του κύματος σχεδιασμού για κάθε διεύθυνση πνοής ανέμου, σε κάθε λιμένα η ταχύτητα που χρησιμοποιείται είναι η μέγιστη ταχύτητα δεκάλεπτης πνοής ανέμου που αντιστοιχεί στο μέγιστο επίπεδο έντασης ανέμου που παρατηρείται για την κάθε διεύθυνση πνοής.

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να τονίσουμε πως ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών του αντιπροσωπευτικού κύματος, όπως επίσης και ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών όλων των κυματισμών σε κάθε διεύθυνση πνοής ανέμου, γίνεται για ετήσια στατιστικά δεδομένα.

Ο υπολογισμός του ελάχιστου χρόνου λειτουργίας λιμένος γίνεται για μηνιαία δεδομένα, για κάθε μήνα του έτους ξεχωριστά, χρησιμοποιώντας, όμως, την ίδια διαδικασία που ακολουθήθηκε με τα ετήσια δεδομένα.

Η διαφορά αυτή στους υπολογισμούς βασίζεται στην προσπάθεια που γίνεται στην παρούσα εργασία για την καλύτερη δυνατή και αποδοτικότερη διαχείριση και λειτουργία των λιμένων, εφόσον είναι πιθανόν να υπάρχουν μήνες μέσα στο χρόνο στους οποίους να είναι απαγορευμένη η προσέλευση πλοίων στους λιμένες.

Βασικό μέγεθος στους υπολογισμούς μας αποτελεί το ποσοστό του χρόνου, στον οποίο λειτουργεί το κύμα στις διάφορες διαταραχές που γίνονται στο λιμάνι t [hr]. Με το μέγεθος αυτό έχουμε την δυνατότητα να κρίνουμε αν υπάρχει κάποιος κρίσιμος μήνας που πρέπει να μελετηθεί για τα λιμάνια μας, ως προς την λειτουργία τους.

3.2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ – ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η καλή γνώση και η λεπτομερής μελέτη της μορφολογίας και των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών τόσο της επιφάνειας του εδάφους όσο και του υπεδάφους είναι πρωταρχικής σημασίας για τον σχεδιασμό και την κατασκευή των λιμενικών έργων. Από τα χαρακτηριστικά αυτά, σε συνδυασμό με τις κυματικές συνθήκες και τις λειτουργικές απαιτήσεις, καθορίζονται τόσο η επιλογή της θέσης του λιμένα όσο και ο τύπος κατασκευής για το κάθε επί μέρους τμήμα του έργου (π.χ. κυματοθραύστης με κατακόρυφα μέτωπα ή με πρηνή κ.λπ.). Οι παραπάνω απαιτήσεις έχουν διαφορετικό ποιοτικό και ποσοτικό χαρακτήρα σε κάθε στάδιο της μελέτης.

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρατίθεται σαν πρόταση προς μελέτη, επομένως δεν έχει τη φύση κάποιας προμελέτης ούτως ώστε να απαιτηθεί κάποια γεωτεχνική μελέτη για την θεμελίωση των κατασκευών. Ωστόσο, στην ενότητα αυτή περιγράφονται τα βήματα κατάταξης ενός εδάφους ως κατάλληλο για θεμελίωση και οι διαδικασίες που απαιτούνται για την ενίσχυση αυτού (Ο.Ε.Μ.Κ., 2015).

Κατά τη σύνταξη προμελέτης, εάν δεν είναι γνωστά με ακρίβεια τα χαρακτηριστικά του εδάφους, μπορούν να λαμβάνονται για τους υπολογισμούς προσεγγιστικές μέσες τιμές ανάλογα με την κατηγορία στην οποία κατατάσσεται το υπ' όψη έδαφος. Για το λόγο αυτόν, είναι αναγκαία η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων που επιτρέπουν την κατάταξη του εδαφικού υλικού σε κάποια από τις κατηγορίες που χαρακτηρίζουν σε

γενικές γραμμές τη μηχανική συμπεριφορά του. Σ' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τυχόν υπάρχοντα παλαιότερα γεωτεχνικά στοιχεία για την περιοχή του έργου. Από την αναγνώριση αυτή μπορούν να προκύψουν πληροφορίες για τη φύση του εδάφους, τις μορφολογικές ιδιαιτερότητες καθώς και την ύπαρξη άλλων έργων στην περιοχή των οποίων η παρατήρηση της συμπεριφοράς (προσχώσεις, υποσκαφές, καθιζήσεις κ.λπ.) συμβάλλει στην αναγνώριση των προβλημάτων που πιθανόν θα χρειαστεί να αντιμετωπιστούν κατά τη θεμελίωση. Στους σκοπούς της αναγνώρισης είναι και η διάγνωση κάθε φυσικής διεργασίας με σημαντική εξέλιξη μέσα στη διάρκεια ζωής του έργου.

Χρήσιμη είναι η διαπίστωση της φύσης των ιζημάτων (κοκκομετρική σύσταση, στρωματογραφία). Τα ιζηματογενή πετρώματα είναι πιθανόν να παρουσιάζουν στο εσωτερικό τους κοιλότητες, των οποίων την πιθανότητα ύπαρξης πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας για το σχεδιασμό της γεωτεχνικής έρευνας.

Ο χαρακτήρας της γεωλογικής θεώρησης είναι μεν πολύ γενικός, οδηγεί όμως σε συμπεράσματα σε σχέση με τη συμπεριφορά των σχηματισμών σε μέση και μεγάλη κλίμακα. Για το λόγο αυτόν, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε επίπεδο προκαταρκτικής μελέτης ή προμελέτης. Από την άλλη πλευρά, η λεπτομερής γεωτεχνική έρευνα με γεωτρήσεις, επί τόπου δοκιμές και εργαστηριακές δοκιμές, είναι οπωσδήποτε αναγκαία σε επίπεδο οριστικής μελέτης ενός έργου, γιατί αυτή μόνον μπορεί να μας δώσει με ακρίβεια τις τιμές των παραμέτρων συμπεριφοράς των εδαφικών υλικών για τον λεπτομερή υπολογισμό των έργων.

Οι γεωφυσικές - σεισμικές μέθοδοι έρευνας του υπεδάφους, που βασίζονται στη σεισμική διάθλαση και ανάκλαση, μπορούν να δώσουν προσεγγιστικά στοιχεία εδαφικών στρώσεων με έντονες διαφοροποιήσεις των χαρακτηριστικών διάδοσης των σεισμικών κυμάτων. Δεν μπορούν όμως να δώσουν ακριβή στοιχεία για τη μηχανική συμπεριφορά των υλικών ή γεωτεχνικά χαρακτηριστικά απ' ευθείας αξιοποιήσιμα σε υπολογισμούς αντοχής του εδάφους, ούτε και πληροφορίες για τις συνθήκες των υπογείων υδάτων. Μπορούν να δώσουν σε προκαταρκτικό επίπεδο πληροφορίες για το βάθος στο οποίο βρίσκονται συμπαγή βραχώδη στρώματα, βοηθώντας έτσι για παράδειγμα στην επιλογή θέσης για διάνοιξη υποθαλάσσιων διαύλων.

Τα αποτελέσματα των γεωφυσικών ερευνών πρέπει να συνδυάζονται και να επαληθεύονται από γεωτρήσεις και τις αντίστοιχες εργαστηριακές δοκιμές για τον προσδιορισμό της στάθμης των ορίων των στρώσεων και των μηχανικών χαρακτηριστικών των αντίστοιχων εδαφικών υλικών. Έτσι, οι γεωφυσικές μέθοδοι μπορούν να προσφέρουν πληροφορίες για τα πάχη των εδαφικών στρώσεων και να χρησιμοποιηθούν επικουρικά για το σχεδιασμό του προγράμματος των γεωτρήσεων.

Η γεωτεχνική έρευνα του πυθμένα γίνεται με γεωτρήσεις και επί τόπου δοκιμές που διενεργούνται με εξειδικευμένο εξοπλισμό. Επίσης, είναι σχετικά εύκολη η διενέργεια δειγματοληψίας του υλικού του πυθμένα ήδη από το στάδιο της αναγνώρισης της περιοχής ή της προμελέτης, ώστε ο μελετητής να έχει μια αρκετά συγκεκριμένη ιδέα της

φύσης του πυθμένα και των αναμενόμενων προβλημάτων και δυσκολιών κατασκευής (π.χ. υλικό αμμώδες, βραχώδες, ιλύς κ.λπ.), που θα τον βοηθήσει στο σχεδιασμό και την τοποθέτηση των έργων. Οι γεωτρήσεις και άλλες διερευνητικές εργασίες πρέπει να γίνονται σε όλο το μήκος του έργου, σε θέσεις και βάθη τέτοια που να καλύπτουν όλους τους αναμενόμενους μηχανισμούς παραμορφώσεων του εδάφους (π.χ. καθίζηση, τοπική θραύση εδάφους, βαθειά θραύση εδάφους).

Η συμπεριφορά του εδάφους θεμελίωσης, οι καθιζήσεις και η ρευστοποίηση αντιμετωπίζονται σύμφωνα με τις θεωρίες και μεθόδους της Εδαφομηχανικής. Προβλήματα μπορεί να προκαλέσει η πλευρική διαφυγή του εδαφικού υλικού του πυθμένα. Συνήθης πρακτική για την αντιμετώπισή της είναι η εξυγίανση του πυθμένα, με αφαίρεση λεπτόκοκκου υλικού και αντικατάστασή του από λιθορριπή. Η μελέτη της ανάστροφης υδραυλικής κλίσης είναι αρκετά δύσκολη και απαιτεί σύνθετα μαθηματικά υπολογιστικά και εργαστηριακά προσομοιώματα. Ικανοποιητική λύση μπορεί να είναι η πρόβλεψη ογκολίθων αντιδιαβρωτικής προστασίας του ποδός του έργου. Σε ότι αφορά την μετακίνηση λεπτόκοκκου υλικού μέσα από τους πόρους λιθορριπής, αυτή μπορεί να αντιμετωπισθεί με τον κατάλληλο σχεδιασμό και διαστασιολόγηση της διατομής.

Σχετικά με την καθίζηση των κρηπιδωμάτων πρέπει να εξετασθούν με προσοχή οι επιπτώσεις των καθιζήσεων, στη λειτουργία του λιμένα. Για τους κρηπιδότοιχους όπου υπάρχουν γερανοί σε σιδηροτροχιές, οι επιτρεπτές καθιζήσεις είναι μικρές. Για το λόγο αυτόν, είναι αναγκαία η προφόρτιση των τεχνητών ογκολίθων πριν από την κατασκευή της ανωδομής, ούτως ώστε να πραγματοποιηθεί τουλάχιστον το μεγαλύτερο ποσοστό των αναμενόμενων καθιζήσεων. Σε θέσεις με πολύ συμπίεστο υπέδαφος, πρέπει να εξετασθούν προσεκτικά οι καθιζήσεις λόγω μόνιμων και κινητών φορτίων ή λόγω ύπαρξης ειδικών κατασκευών σημαντικού βάρους και να ληφθεί πρόνοια, τουλάχιστον σε επίπεδο οριστικής μελέτης, για την εφαρμογή κατάλληλης θεμελίωσης.

3.2.4 ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Η μεγάλη σεισμικότητα της Ελλάδας (η χώρα μας κατέχει την έκτη θέση στην παγκόσμια κατάταξη και την πρώτη στην Ευρώπη) οφείλεται στα ιδιαίτερα γεωλογικά χαρακτηριστικά της, τα οποία έχουν διαμορφωθεί από τις κινήσεις των τεκτονικών πλακών στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, όπως φαίνεται και στον χάρτη αριστερά.

Χαρακτηριστικό της σεισμικής δραστηριότητας στη Δυτική Ελλάδα που οφείλεται στις τεκτονικές ιδιότητες της περιοχής, είναι ο μεγάλος αριθμός μικρών και ενδιάμεσου μεγέθους σεισμών αλλά και η μεγαλύτερη συχνότητα γένεσης ισχυρών (καταστρεπτικών) σεισμών. Έτσι παρά το γεγονός ότι στον χώρο αυτό τα μεγέθη των μεγαλύτερων σεισμών είναι λίγο μικρότερα από ότι σε άλλες περιοχές του ελληνικού χώρου, ο σεισμικός κίνδυνος είναι σαφώς μεγαλύτερος εξαιτίας της συχνότητας γένεσης σεισμών ικανών να προκαλέσουν καταστροφές.

Μεγάλη σεισμική δραστηριότητα παρατηρείται στο λεγόμενο Ελληνικό τόξο, που ξεκινώντας από την Κεφαλονιά, διασχίζει το νότιο Ιόνιο ανατολικά της Πελοποννήσου

και περνώντας νότια της Κρήτης καταλήγει στη Ρόδο. Είναι το όριο επαφής και σύγκλισης της αφρικανικής με την ευρασιατική λιθοσφαιρική πλάκα, όπου η πρώτη βυθίζεται με ρυθμό περίπου 4,5 εκατοστών τον χρόνο κάτω από τη δεύτερη. Παρακάτω απεικονίζεται χάρτης της Ελλάδας με τις περιοχές έντονης σεισμικής δραστηριότητας, όπως επίσης και το «ελληνικό τόξο» που διασχίζει ολόκληρη τη χώρα στο Νότιο και Δυτικό τμήμα της (Εικόνα 10).



Εικόνα 10: Χάρτης σεισμικής δραστηριότητας της Ελλάδας (Β. Κατακόστας, 2014)

Σύμφωνα με τον "Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό" (NEAK), ο Ελληνικός χώρος υποδιαιρείται σε 4 ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας.

Σε κάθε ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας αντιστοιχεί μια τιμή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους a_h , σύμφωνα με τον πίνακα (Πίνακας 9). Η οριζόντια επιτάχυνση a_h χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των προσαυξημένων ωθήσεων γαιών λόγω σεισμού, στον υπολογισμό των αδρανειακών δυνάμεων λόγω της μάζας του τοίχου, καθώς και στον υπολογισμό των αδρανειακών δυνάμεων του τμήματος της επίχωσης που φορτίζει κατακόρυφα τον κρηπιδότοιχο. Η κατακόρυφη σεισμική επιτάχυνση έχει αμελητέα επίδραση στα εξεταζόμενα έργα και έτσι παραλείπεται από τους σχετικούς υπολογισμούς.

ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	I	II	III	IV
A	0,12	0,16	0,24	0,36

Πίνακας 9: Σεισμική επιτάχυνση εδάφους: $a_h = a * g$ (ΕΑΚ 2000)

Με βάση τον Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό κανονισμό, οι νήσοι βορείων Κυκλάδων ανήκουν σε Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας I, που χαρακτηρίζεται από Σεισμική επιτάχυνση εδάφους $a=1,6 \text{ m/s}^2$ (ΕΑΚ 2000).

Συμπερασματικά, η Νάξος δεν χαρακτηρίζεται από έντονη και μεγάλη σεισμική δραστηριότητα, όπως αυτή των νήσων νοτίου και ανατολικού Αιγαίου ή των νήσων Ιονίου Πελάγους.

Κύριο φαινόμενο που παρατηρείται σε έργα λιμενικών υποδομών κατά την σεισμική διέγερση είναι αυτό της ρευστοποίησης. Η ρευστοποίηση μη συνεκτικού, κορεσμένου εδαφικού υλικού λόγω σεισμικού κραδασμού είναι (ακραίο) αποτέλεσμα της αύξησης της πίεσεως των πόρων και της αντίστοιχης μείωσης των ενεργών τάσεων και της διατμητικής αντοχής. Κατά την ρευστοποίηση, η υπερπίεση του νερού γίνεται σχεδόν ίση με την ενεργό τάση των υπερκειμένων γαιών η δε διατμητική αντοχή πρακτικά μηδενίζεται. Το ρευστοποιημένο έδαφος συμπεριφέρεται σαν παχύρρευστο υγρό.

Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται με την ίδια συχνότητα σε όλους τους τύπους εδαφικών υλικών. Ρευστοποίηση παρατηρείται συνηθέστερα σε κορεσμένες ομοιόμορφα διαβαθμισμένες άμμους και λιγότερο συχνά σε αμμοϊλύες, αμμοχάλικα ή σε μίγματα από τα ανωτέρω εδαφικά υλικά. Άλλα εδαφικά υλικά, όπως πλαστικές ιλύες, άργιλοι, χονδρόκοκκοι λιθορριπές κ.λπ., δεν διατρέχουν πρακτικά κίνδυνο ρευστοποίησης.

Όσων αφορά το ανακουφιστικό πρίσμα των κρηπιδότοιχων, ο κίνδυνος ρευστοποίησης αποφεύγεται εύκολα όταν αυτό κατασκευάζεται, όπως συνηθίζεται, από χονδρόκοκκο υλικό λατομείου

Σε περίπτωση που το έδαφος θεμελίωσης διατρέχει κίνδυνο ρευστοποίησης συνιστάται να αποφεύγεται η κατασκευή έργων βαρύτητας. Εφ' όσον αυτό δεν είναι δυνατό, τότε το θέμα της ρευστοποίησης και σχετικών μέτρων βελτίωσης του εδάφους θεμελίωσης αποτελεί αντικείμενο ειδικής γεωτεχνικής μελέτης.

3.3 ΜΕΓΕΘΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.3.1 ΠΛΟΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

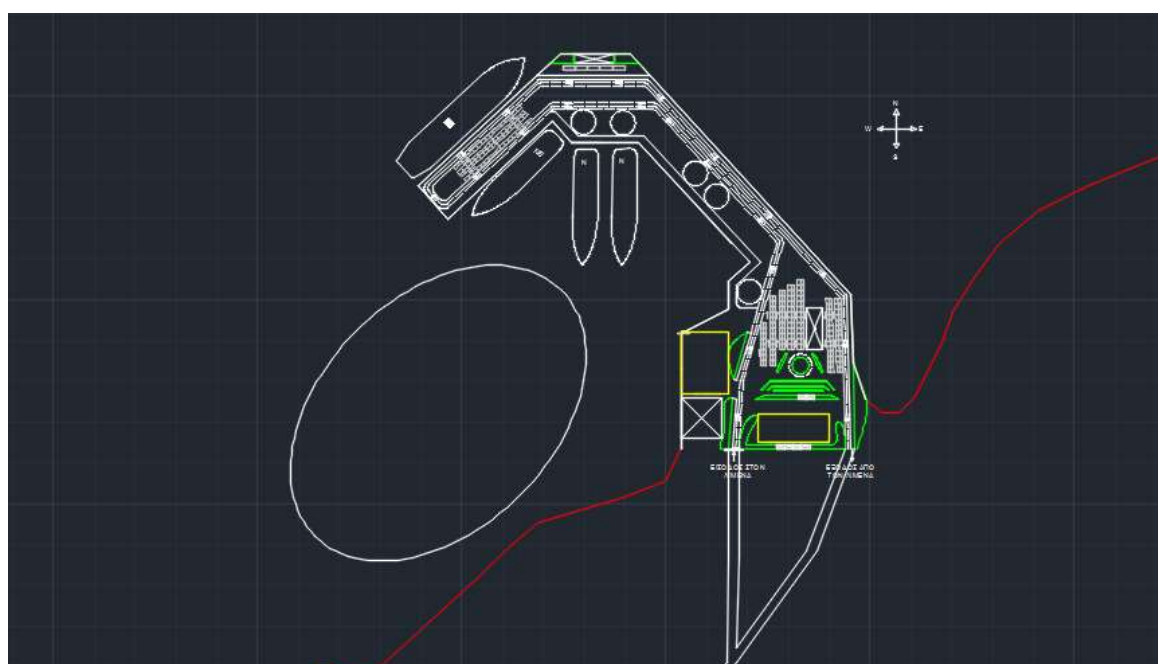
Για την χάραξη και κατασκευή οποιουδήποτε λιμένος, απαραίτητο στοιχείο είναι ο προσδιορισμός του πλοίου σχεδιασμού και οι διαστάσεις του. Με βάση το πλοίο σχεδιασμού εκτιμάται το βύθισμα του και κατ' επέκταση το απαραίτητο βάθος εντός της λιμενολεκάνης και στην είσοδο του λιμένα. Έτσι, μπορεί να γίνει μια προσέγγιση του μήκους της προβλήτας, ώστε να φτάσει στο επιθυμητό βάθος και να γίνουν όσο το δυνατόν λιγότερες βυθοκορήσεις. Εκτός του βυθίσματος του πλοίου σχεδιασμού, απαραίτητα στοιχεία είναι και το μήκος και πλάτος του, ώστε να γίνεται δυνατή η διάταξη και αρίθμηση των θέσεων πρόσδεσης των σκαφών.

Τέλος, ο προσδιορισμός του πλοίου σχεδιασμού δίνει και έναν χαρακτήρα στον εκάστοτε λιμένα, εφόσον μπορεί, με αυτόν τον τρόπο, το λιμάνι, να χαρακτηριστεί ως εμπορικό, αλιευτικό ή τουριστικό.

Για τον κύριο λιμένα το πλοίο σχεδιασμού είναι επιβατικό τύπου Ro-Ro (10000 GRT) μήκους $L_{pp}=145m$, πλάτους $B=19,2m$, ύψους $H=12m$ και εκτοπίσματος $D_{max}=8,5m$.

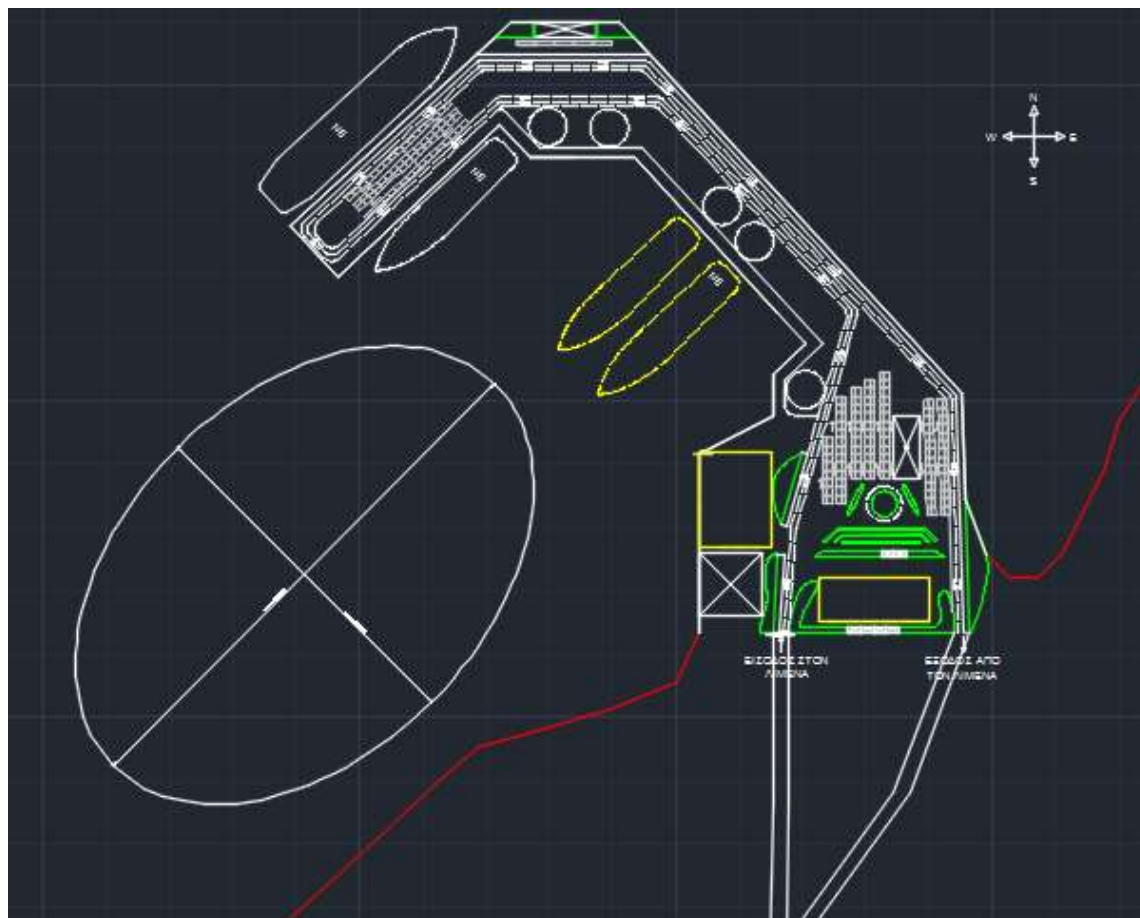
Στα παρακάτω σενάρια φαίνονται οι συνδυασμοί που επιλέχθηκαν να γίνουν στα σκάφη που δένουν στην προβλήτα, με σκοπό την μέγιστη δυνατή εξυπηρέτηση των περισσοτέρων σκαφών, ανάλογα με τον άνεμο που πνέει κατά την προσέγγισή, πρόσδεση και παραμονή τους στον λιμένα.

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΠΡΟΣΔΕΣΗΣ ΣΚΑΦΩΝ-ΣΕΝΑΡΙΑ



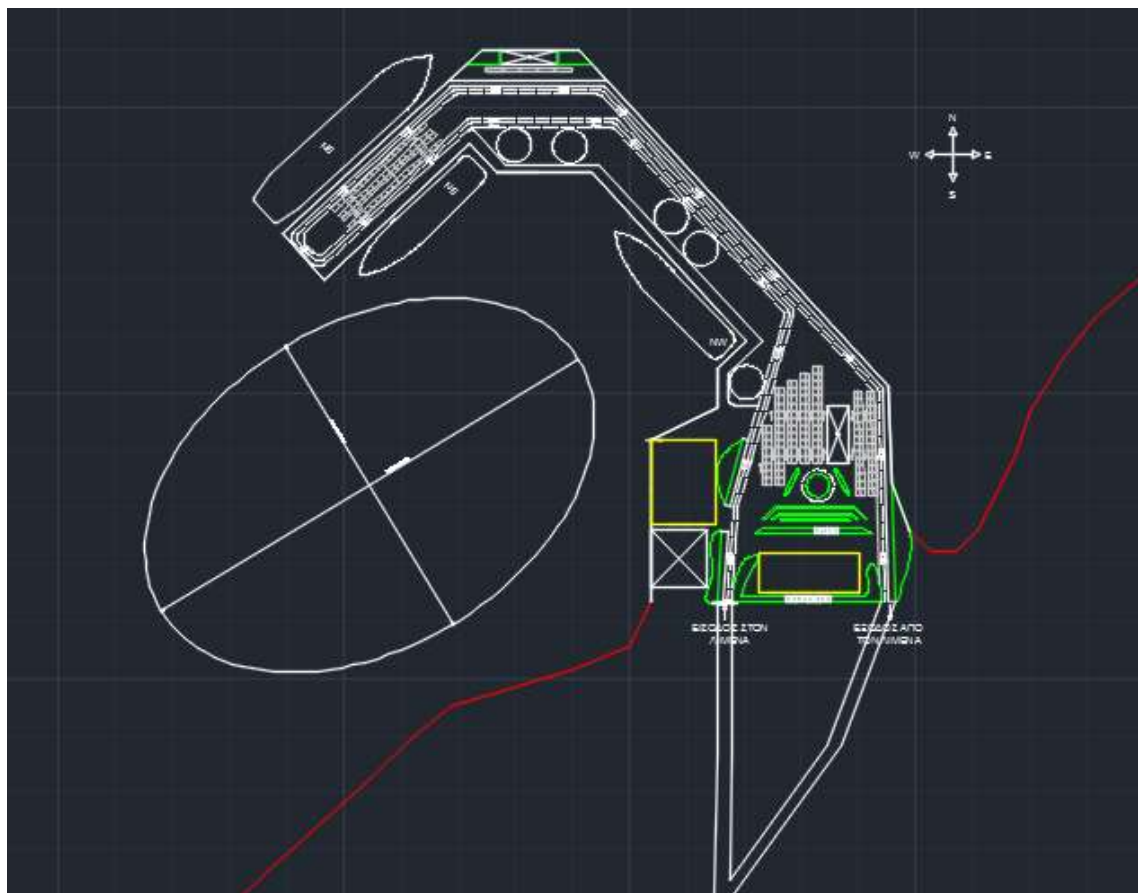
Εικόνα 11: Σενάριο 1: Πλαγιοδέτηση κρουαζιερόπλοιου, πρυμνοδέτηση τριών σκαφών για βόρειο- βορειοανατολικό και νοτιοδυτικό άνεμο.

Στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 11) παρουσιάζεται ο πρώτος πιθανός συνδυασμός πρόσδεσης σκαφών στον λιμένα. Το σενάριο εξυπηρετεί στην πρυμνοδέτηση δύο σκαφών σε περίπτωση πνοής Βορείου ανέμου, την πλαγιοδέτηση ενός κρουαζιερόπλοιου στην προβλεπόμενη θέση που έχει σχεδιαστεί για τα συγκεκριμένα πλοία, όπως επίσης και την δυνατότητα παραμονής ενός ακόμα σκάφους στον λιμένα. Με βάση την έλλειψη ελιγμών των σκαφών που πρυμνοδετούν στις θέσεις για Βόρειο άνεμο, φαίνεται ο επαρκής χώρος ελιγμών που έχει σχεδιαστεί.



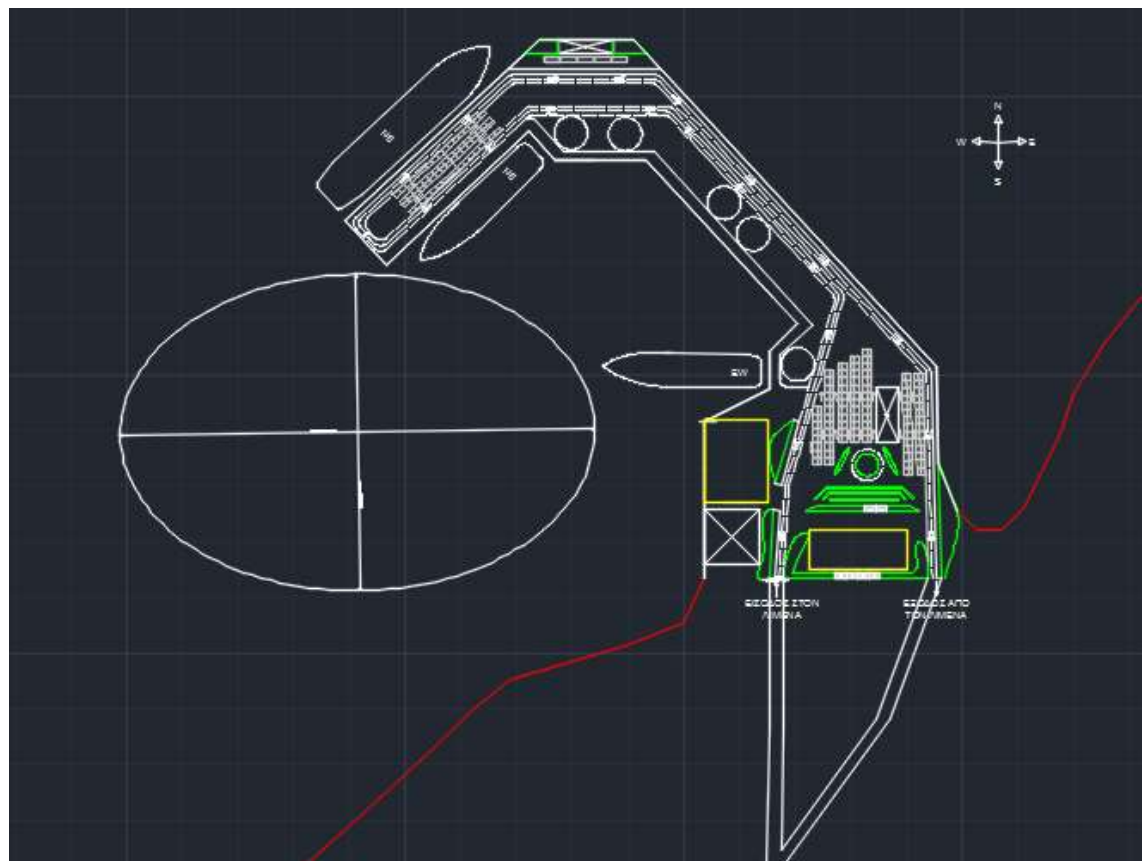
Εικόνα 12: Σενάριο 2: Πλαγιοδέτηση κρουαζιερόπλοιου, πρυμνοδέτηση τριών σκαφών για βορειοανατολικό και νοτιοδυτικό άνεμο.

Το δεύτερο σενάριο συνδυασμού σκαφών παρουσιάζεται στην Εικόνα 12. Στο σενάριο αυτό επιτυγχάνεται η δυνατότητα πρυμνοδέτησης δύο επιβατηγών σκαφών κατά τη διάρκεια πνοής ανέμου Βορειοανατολικής διεύθυνσης. Επιπλέον, γίνεται δυνατή η πλαγιοδέτηση ενός κρουαζιερόπλοιου στην προβλεπόμενη θέση, όπως επίσης και η παραμονή ενός σκάφους οποιασδήποτε κατηγορίας σε απομακρυσμένη από τις υπόλοιπες θέση σε περίπτωση που χρειαστεί. Η εν λόγω διάταξη αποδίδει κυρίως σε περίπτωση αναγκαίας διανυκτέρευσης σκάφους επικίνδυνων φορτίων, όπου απαιτείται να μην παρεμποδίζεται η διέλευση και πρόσδεση υπολοίπων σκαφών εντός της λιμενολεκάνης.



Εικόνα 13: Σενάριο 3: Πλαγιοδέτηση κρουαζιερόπλοιου, πρυμνοδέτηση ενός σκάφους για βορειοδυτικό άνεμο, παραμονή ενός σκάφους στην προβλήτα.

Το τρίτο σενάριο συνδυασμού σκαφών παρουσιάζεται στην Εικόνα 123. Στο σενάριο αυτό επιτυγχάνεται η δυνατότητα πρυμνοδέτησης ενός επιβατηγού σκάφους κατά τη διάρκεια πνοής ανέμου Βορειοδυτικής διεύθυνσης. Επιπλέον, γίνεται δυνατή η πλαγιοδέτηση ενός κρουαζιερόπλοιου στην προβλεπόμενη θέση, και η παραμονή ενός σκάφους σε απομακρυσμένη από τις υπόλοιπες θέσης, σε περίπτωση που χρειαστεί. Ομοίως με το προηγούμενο σενάριο, η εν λόγω διάταξη προσφέρει τη δυνατότητα πρυμνοδέτησης και παραμονής ενός φορτηγού πλοίου ή tanker σε απομακρυσμένη θέση στην προβλήτα (που δεν επηρεάζεται από την διεύθυνση του ανέμου λόγω του μικρού ύψους του σκάφους) για λόγους ασφαλείας, χωρίς να παρεμποδίζεται η διέλευση και πρόσδεση επιβατηγών σκαφών.



Εικόνα 14: Σενάριο 4: Πλαγιοδέτηση κρουαζιερόπλοιου, πρυμνοδέτηση ενός σκάφους για δυτικό άνεμο, παραμονή ενός σκάφους στην προβλήτα.

Το τέταρτο σενάριο συνδυασμού σκαφών παρουσιάζεται στην Εικόνα 14. Σύμφωνα με αυτό το σενάριο πρυμνοδετείται ένα σκάφος σε θέση κοντά στους χώρους στάθμευσης και αναμονής επιβίβασης κατά τη διάρκεια πνοής ανέμου Δυτικής διεύθυνσης. Επιπλέον, γίνεται δυνατή η πλαγιοδέτηση ενός κρουαζιερόπλοιου στην προβλεπόμενη θέση. Και σε αυτό το συνδυασμό προβλέπεται θέση πρυμνοδέτησης σκάφους σε απομακρυσμένο σημείο της προβλήτας για τους λόγους που αναπτύχθηκαν παραπάνω.

3.3.2 ΥΔΡΟΠΛΑΝΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Τα Υδροπλάνα, δοκιμασμένα εδώ και δεκαετίες σε πολλές ξένες χώρες (Καναδά, Αμερική, Μαλδίβες) αποδείχθηκε πλέον στην πράξη (κατά την πενταετή λειτουργία τους κυρίως στο Ιόνιο) ότι μπορούν να αποτελέσουν και στην Ελλάδα μια αξιόπιστη λύση ως επιπλέον συγκοινωνιακή επιλογή για νησιωτικές και παράκτιες περιοχές. Σε κάποιες δε περιπτώσεις ίσως και να αποτελούν την βασική διέξοδο, ιδίως τους χειμερινούς μήνες για τα μικρά και απομακρυσμένα νησιά μας, που δεν διαθέτουν χειρσαίο αεροδρόμιο.

Τα Υδροπλάνα θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως τα ιδανικά μεταφορικά μέσα για μια νησιωτική χώρα με ιδιαίτερη γεωγραφική μορφολογία όπως είναι η Ελλάδα, καθώς με κύρια χαρακτηριστικά τους την ασφάλεια και την ευελιξία δύνανται να εκτελούν τα κάτωθι είδη πτήσεων:

- Τακτικές Επιβατικές πτήσεις,

- Έκτακτες Επιβατικές (Charter),
- Περιηγητικές (Sightseeing)
- Φορτίου (Φάρμακα, Τρόφιμα, Τύπος, Δέματα, κλπ.)
- Νοσοκομειακές,
- Έρευνας και Διάσωσης
- Πυρόσβεσης

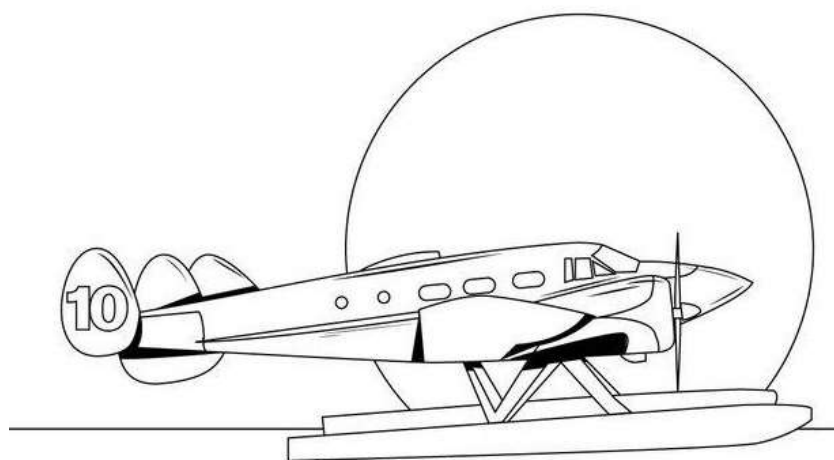
Ευέλικτο και φιλικό προς το περιβάλλον μέσον, το υδροπλάνο συνυπάρχει αρμονικά με πλοία, ιδιωτικά σκάφη αναψυχής, αλιευτικά κ.α.

Παρακάτω παρατίθενται τυπικά τεχνικά χαρακτηριστικά κάποιων υδροπλάνων του εμπορίου (Πίνακας 10), όπως επίσης και μια τυπική εικόνα υδροπλάνου σχεδιασμού (Εικόνα 15).

	DHC-6 Series 100	DHC-6 Series 300	DHC-6 Series 400
Στόλος σκάφους (Flight deck crew)	1-2	1-2	1-2
Θέσεις επιβατών (Seating)	19	20	19
Μήκος (Length)	15.77 m	15.77m	15.77m
Άνοιγμα φτερών (Wingspan)	19.8 m	19.8m	19.8m
Επιφάνεια φτερών (Wing area)	39 m ²	39m	39m
Καθαρό βάρος (Empty weight)	2,653 kg	3,363 kg	3,121 kg
Ύψος (Height)	5.9 m	5.9m	5.94 m
Μέγιστο βάρος απογείωσης (Maximum takeoff weight) [MTOW]	5,246 kg	5,670 kg	5.670kg
Μέγιστο βάρος προσγείωσης (Maximum landing weight) [MLW]	5,246 kg	5,579 kg	5.579kg
Μέγιστη ταχύτητα (Maximum speed)	297 km/h σε υψόμετρο κρουαζιέρας	314 km/h σε υψόμετρο κρουαζιέρας	314 km/h σε υψόμετρο κρουαζιέρας
Ταχύτητα	278 km/h σε	278 km/h σε	278 km/h σε

πλοήγησης (Cruise speed)	υψόμετρο κρουαζιέρας	υψόμετρο κρουαζιέρας	υψόμετρο κρουαζιέρας
Ταχύτητα απώλειας στήριξης (Stall speed)	107 km/h σε υψόμετρο κρουαζιέρας (διαμόρφωση προσγείωσης)	107 km/h σε υψόμετρο κρουαζιέρας (διαμόρφωση προσγείωσης)	107 km/h σε υψόμετρο κρουαζιέρας (διαμόρφωση προσγείωσης)
Εμβέλεια (Range) (Max fuel, no payload)	1,427 km	1,434 km	1480 km 1832 km (δεξαμενή μεγάλου εύρους χωρητικότητας)
Μέγιστη χωρητικότητα καυσίμων (Maximum fuel capacity)	1,447 L	1421 L	1466 L 1811 L (δεξαμενή μεγάλου εύρους χωρητικότητας)
Οροφή (Service ceiling)	7,620 m		
Σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Powerplants) (×2)	Pratt & Whitney PT6A-20	Pratt & Whitney PT6A-27	Pratt & Whitney PT6A- 34
Ρυθμός ανόδου (Rate of climb)	8.1 m/s		
Ισχύς / Μάζα (Power/mass)	0.20 kW/kg		

Πίνακας 10: Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών υδροπλάνων σχεδιασμού εμπορίου (Wikipedia)



Εικόνα 15: Υδροπλάνο σχεδιασμού (Wikipedia)

3.4 ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

3.4.1 ΜΕΤΩΠΟ ΠΑΡΑΒΟΛΗΣ ΠΛΟΙΩΝ

Η ύπαρξη ενός μετώπου στο πεδίο ροής των κυματισμών διαταράσσει τη ροή. Το βασικό χαρακτηριστικό της διαταραχής είναι, ότι το μέτωπο λειτουργεί σαν πηγή δημιουργίας άλλων κυματισμών, που μεταδίδονται σε κατεύθυνση διαφορετική από τη διεύθυνση μετάδοσης του προσπίπτοντος κύματος. Οι επιδράσεις ενός κατακόρυφου μετώπου σε ένα προσπίπτον κύμα έχουν τη μορφή της ανάκλασης του κύματος, της περίθλασης, της γένεσης υψηλών αρμονικών κ.ο.κ.

Η ενέργεια ενός κυματισμού που προσπίπτει σε ένα στερεό μέτωπο, υφίσταται ανάκλαση. Η ανάκλαση είναι ολική ή μερική ανάλογα με το εάν το μέτωπο καλύπτει κατακόρυφα όλο ή μέρος του πεδίου ροής, εάν το μέτωπο είναι κεκλιμένο ή κατακόρυφο και εάν είναι αμελητέες ή όχι οι απώλειες ενέργειας κατά την πρόσπτωση.

Στην ολική ανάκλαση όλη η ενέργεια του προσπίπτοντος κύματος ανακλάται, ενώ στη μερική ανάκλαση μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε ενέργεια θραύσεως και/ή τριβής. Στις περισσότερες περιπτώσεις, για λόγους απλότητας και ταχύτητας υπολογισμών, η τραχύτητα και η διαπερατότητα του κατακόρυφου μετώπου θεωρούνται αμελητέες, επομένως η ανάκλαση που δημιουργείται είναι ολική.

Στην ολική ανάκλαση το ανακλώμενο ύψος H_r είναι ίσο με το ύψος του προσπίπτοντος κύματος H_i . Στη μερική ανάκλαση ο λόγος H_r/H_i είναι μικρότερος της μονάδας. Ο συντελεστής ανάκλασης R ορίζεται ως ο λόγος του ύψους προσπίπτοντος κύματος προς το ύψος ανακλώμενου κύματος για κύμα πρώτης τάξεως. Ο συντελεστής ανάκλασης προσδιορίζει το αν η ανάκλαση είναι ολική ($R=1$) ή μερική ($R<1$), εξαρτάται, όπως αναφέρεται και παραπάνω, από τα χαρακτηριστικά της διεπιφάνειας κατασκευής/θάλασσας (κλίση, τραχύτητα, διαπερατότητα), τα χαρακτηριστικά του κύματος (καμπυλότητα, σχετικό βάθος, γωνία πρόσπτωσης) και παίρνει τιμές 0.24 ± 0.6 ($R = R1 * R2$, όπου $R1=0.8 \pm 1$ και $R2=0.3 \pm 0.6$).

Η γωνία μεταξύ της καθέτου στο μέτωπο στο σημείο πρόσπτωσης και της διεύθυνσης μετάδοσης του προσπίπτοντος κύματος (γωνία πρόσπτωσης) είναι ίση με τη γωνία μεταξύ της ίδιας καθέτου και της διεύθυνσης μετάδοσης του ανακλώμενου κύματος (γωνία ανάκλασης).

Η επαλληλία του προσπίπτοντος και του ανακλώμενου κύματος έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός καινούριου στάσιμου κύματος. Το στάσιμο αυτό κύμα σε περίπτωση ολικής ανάκλασης με μηδενική γωνία πρόσπτωσης ονομάζεται τέλειο (ή ολικό).

Όταν το ύψος του δημιουργούμενου στάσιμου κύματος είναι ίσο με $2H_i$ (περίπτωση ολικής ανάκλασης), η μέγιστη απομάκρυνση της θαλάσσιας επιφάνειας από τη μέση στάθμη είναι διπλάσια του προσπίπτοντος κύματος. Ταυτόχρονα, το μήκος του στάσιμου κύματος ισούται με το μήκος του προσπίπτοντος κύματος.

Η θαλάσσια επιφάνεια στις θέσεις των κόμβων δεν απομακρύνεται ποτέ από τη θέση ηρεμίας. Στις ίδιες θέσεις η ταχύτητα των σωματιδίων είναι οριζόντια. Αντίθετα, στις θέσεις των κοιλιών η ταχύτητα είναι κατακόρυφη. Στις θέσεις ανάμεσα σε έναν κόμβο και μια κοιλία, η ταχύτητα έχει οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα.

Οι προβλήτες των λιμένων, στις υπήνεμες πλευρές των κρηπιδότοιχων, αποτελούν κατακόρυφα μέτωπα. Σε ορισμένες περιπτώσεις πλαγιοδέτησης πλοίων σε προσήνεμες πλευρές κρηπιδότοιχου, είναι απαραίτητη η κατασκευή κατακόρυφου μετώπου. Σε διαφορετική περίπτωση προστασίας του μετώπου με λιθορριπή ή κατασκευής κεκλιμένου μετώπου, δημιουργούνται πολλά τεχνικά προβλήματα λόγω της πρόσκρουσης των πλοίων στους ογκολίθους είτε στο κεκλιμένο μέτωπο, αλλά και παρεμποδίζεται η προσάραξη των πλοίων καθιστώντας αδύνατη την αποβίβαση και επιβίβαση των επισκεπτών του νησιού.

Κατά συνέπεια, στις παραπάνω συνθήκες, η δημιουργία ολικού στάσιμου κύματος ύψους διπλάσιου από αυτό του προσπίπτοντος είναι αναπόφευκτη. Τα προβλήματα που δημιουργούνται από την ύπαρξη του στάσιμου κύματος και αφορούν τον κίνδυνο πιθανής υπερπήδησης της κατασκευής, αντιμετωπίζονται με τοποθέτηση πρόσθετων κατασκευών πάνω στην προβλήτα, όπως περιγράφεται αναλυτικότερα στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'.

3.4.2 ΡΑΜΠΕΣ ΠΡΥΜΝΟΔΕΤΗΣΗΣ

Σε κάθε σημείο - θέση πρόσδεσης σκάφους, αναγκαία θεωρείται η κατασκευή ειδικών ραμπών για την υποδοχή της μπουκαπόρτας. Οι διαστάσεις μιας ράμπας προβλήτας δεν ξεπερνάνε τα 5m σε πλάτος, το μήκος τους διαμορφώνεται με βάση το πλάτος του πλοίου σχεδιασμού του λιμένος και απαιτείται να έχουν τέτοια κλίση της τάξης του 1,5% ώστε η προσήνεμη πλευρά τους να έρχεται λίγα εκατοστά πάνω από την στάθμη του κύματος σχεδιασμού.

Η ύπαρξη ράμπας πρυμνοδέτησης σκάφους εξαρτάται από το ύψος στο οποίο φτάνει ο κρηπιδότοιχος της προβλήτας πάνω από την Στάθμη Ηρεμούντος Ύδατος. Για επιβατικά σκάφη με μήκος μεγαλύτερο των 80m, η μέγιστη απόσταση της επιφάνειας του νερού με την ράμπα κυμαίνεται στα 2m. Για μικρότερα σκάφη, όπως τουριστικά σκάφη μονοήμερης κρουαζιέρας στις Κυκλάδες, (π.χ. «Σκοπελίτης») η απόσταση αυτή μειώνεται στα 1,5m (Αζοράκος Σαμψών, 2015).

Επιπλέον, σε αλιευτικούς λιμένες και σε μαρίνες, απαραίτητη θεωρείται η κατασκευή ράμπας ανέλκυσης/ καθέλκυσης σκαφών σε συγκεκριμένα σημεία της προβλήτας. Το πλάτος μιας ράμπας ανέλκυσης/ καθέλκυσης σκάφους δεν είναι απαραίτητο να ξεπερνάει τα 10m, το μήκος της διαμορφώνεται σύμφωνα με το σκάφος σχεδιασμού του λιμένος, ως άνω, ενώ η κλίση της είναι απαραίτητο να αγγίζει το 10% (Αζοράκος Σαμψών, 2015), με την προσήνεμη πλευρά να φτάνει κάτω από το ύψος της στάθμης ηρεμούντος ύδατος, προκειμένου να επιτυγχάνεται η εύκολη και γρήγορη ανέλκυση και καθέλκυση σκάφους. Σε λιμένες που έχουν αποκλειστικά εμπορική χρήση ή/και δέχονται μεγάλα επιβατικά και εμπορικά πλοία, δεν τοποθετείται ράμπα ανέλκυσης/ καθέλκυσης.

3.4.3 ΜΕΤΩΠΟ ΠΑΡΑΒΟΛΗΣ ΥΔΡΟΠΛΑΝΩΝ

Οι προβλήτες ελλιμενισμού υδροπλάνων είναι συνήθως πλωτές προκατασκευασμένες προβλήτες, οι οποίες μεταφέρονται σε κομμάτια και συναρμολογούνται στο σημείο τοποθέτησής τους. Στα ελληνικά λιμάνια χρησιμοποιούνται συνήθως προβλήτες τύπου «ΘΟΗ».

Η πλωτή προβλήτα τύπου ΘΟΗ αποτελείται από μεταλλικό πλαίσιο, το σύστημα άνωσης (πλωτήρες), τους συνδέσμους, το σύστημα αγκύρωσης, το κατάστρωμα και τον εξοπλισμό της. Το ονομαστικό μήκος του κάθε μοναδιαίου τμήματος της προβλήτας είναι 12 μέτρα, ενώ το αντίστοιχο πλάτος είναι 2,5 μέτρα (Θαλάσσια Ενεργειακά Συστήματα Α.Ε.). Οι ανωτέρω διαστάσεις είναι τυποποιημένες και αυτές που συνήθως χρησιμοποιούνται. Για τις ανάγκες συγκεκριμένων έργων μπορούν να κατασκευασθούν μοναδιαίες προβλήτες και με διαφορετικές διαστάσεις, (6m x 2,5m, 9m x 2,5m, 6m x 3m, 9m x 3m, 12m x 3m κλπ.) (Θαλάσσια Ενεργειακά Συστήματα Α.Ε.). Τα μοναδιαία τμήματα έχουν την δυνατότητα να ενωθούν μεταξύ τους με διάφορους τρόπους (εν σειρά και παράλληλα) έτσι ώστε να δημιουργηθεί η τελική προβλήτα ή εξέδρα ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε έργου. Για την πρόσβαση στη προβλήτα συνήθως χρησιμοποιείται ειδική γέφυρα πρόσβασης.

Τεχνικά χαρακτηριστικά (Offshore Energy Systems S.A., 2012)

Το σύστημα αποτελείται από:

- Τον χώρο ελλιμενισμού που συγκροτείται από μοναδιαία τμήματα πλωτών προβλητών, που συνδέονται μεταξύ τους με διάφορους τρόπους ώστε να διαμορφώσουν την απαραίτητη μορφή και μέγεθος του χώρου ελλιμενισμού για την απρόσκοπτη προσέγγιση ή παραμονή του υδροπλάνου και την από-επιβίβαση επιβατών.
- Τις προσβάσεις προς τις πλωτές προβλήτες που μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές και μέγεθος ανάλογα με τη διαμόρφωση της περιοχής εγκατάστασης. Η ποικιλία των προσβάσεων και μεθόδων κατασκευής επιτρέπει την εγκατάσταση της βάσης σχεδόν παντού, είτε πρόκειται για κρηπιδώματα λιμένων, είτε για αδιαμόρφωτες βραχώδεις ή αμμώδεις ακτές.
- Τα στέγαστρα αναμονής επιβατών (αν απαιτείται από το έργο).
- Τα δίκτυα εξυπηρέτησης περιλαμβανομένων: καυσίμου, νερού, τροφοδοσίας ρεύματος, πυρόσβεσης, φωτισμού και σήμανσης.
- Τον αναγκαίο εξοπλισμό αντιμετώπισης ρύπανσης σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς (ειδικά απορροφητικά υλικά για ελαφρά καύσιμα, πλωτά φράγματα κλπ.).
- Την εγκατάσταση βοηθητικού εξοπλισμού, όπως ανεμούρια, σήμανση υδατοδρομίων κλπ.

Χαρακτηριστικά ευστάθειας

Τα χαρακτηριστικά πλευσης του κάθε μοναδιαίου τμήματος προβλήτας τύπου «ΘΟΗ» σε ελεύθερη πλευση παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 11), όπου T είναι το βύθισμα, FB είναι το ύψος εξάλων (η απόσταση της άνω ακμής του καταστρώματος της προβλήτας από την επιφάνεια του νερού), φ η γωνία εγκάρσιας κλίσης και θ η γωνία διαγωγής.

Κατάσταση φόρτωσης	T [m]	FB min [m]	φ [ο]	θ [ο]
1) Αφορτη προβλήτα	0,367	0,543	0	0
2) Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο 150 kg/m ² σε όλο το κατάστρωμα	0,559	0,351	0	0
3) Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο 150 kg/m ² στο μισό του πλάτους του καταστρώματος με σημείο εφαρμογής στο επίπεδο του καταστρώματος	0,463	0,242	9,72	0
4) Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο 150 kg/m ² στο μισό του μήκους του καταστρώματος με σημείο εφαρμογής στο επίπεδο του καταστρώματος	0,463	0,298	0	1,43

Πίνακας 11: Χαρακτηριστικά μοναδιαίου τμήματος (12x2,5 με 7 πλωτήρες σκυροδέματος) σε ελεύθερη πλευση (Offshore Energy Systems S.A., 2012)

Απαραίτητα Πιστοποιητικά

Η προβλήτα συνοδεύεται από:

- Βεβαίωση περί ασφαλούς ευστάθειας και πλευστότητας από τον Ελληνικό Νηογνώμονα.
- Εγχειρίδιο γενικών χαρακτηριστικών και υπολογισμών ευστάθειας. Σχέδιο γενικής διάταξης.
- Πιστοποιητικό περί ασφαλούς ευστάθειας, πλευστότητας και αγκυροβολίας από τον Ελληνικό Νηογνώμονα (εκδίδεται μετά από την εγκατάσταση και μετά από επιτόπια επιθεώρηση από τον Ε.Ν.).
- Πιστοποιητικό περί καταλληλότητας των υλικών κατασκευής από το Γενικό Χημείο του Κράτους (εκδίδεται μετά από την εγκατάσταση και μετά από επιτόπια επιθεώρηση από το Γ.Χ.Κ.).

Για περιπτώσεις κατασκευής ενός ημί-μόνιμου έργου, οι προβλήτες υδροπλάνων μπορούν να κατασκευαστούν από σκυρόδεμα, σαν συνέχεια του κρηπιδώματος στα επιθυμητά σημεία προσγείωσης των υδροπλάνων. Ο λόγος της ονομασίας «ημί-μόνιμη κατασκευή» αφορά στην λειτουργία των προβλητών και όχι στην δυνατότητα μετακίνησης ή αποσυναρμολόγησης τους, εφόσον ύστερα από βελτιστοποίηση συστήματος και σωστό προγραμματισμό δρομολογίων υδροπλάνων, προσδιορίζονται οι ώρες λειτουργίας των προβλητών.

Στις περιπτώσεις αυτές οι προβλήτες κατασκευάζονται μαζί με την κύρια προβλήτα πρόσδεσης σκαφών, σε σημείο απομακρυσμένο, που να μην εμποδίζεται η πρόσδεση κάποιου σκάφους από την κίνηση των υδροπλάνων σε πιθανή περίπτωση παράλληλης άφιξης των δύο μέσων. Η θεμελίωση της προβλήτας γίνεται με υποστυλώματα και θεμέλια από σκυρόδεμα, ενώ σε καταστάσεις όπου η ενίσχυση του εδάφους θεμελίωσης είναι απαραίτητη, τοποθετούνται πάσσαλοι θεμελίωσης, όπως ακριβώς συμβαίνει και κατά την κατασκευή του κύριου προβλήτα.

Για τη σωστή προστασία της κατασκευής από πιθανή διάβρωση και υποσκαφή από θαλάσσια ρεύματα ή ρηγμάτωση και αστοχία από τους επιφανειακούς κυματισμούς τοποθετείται στην προσήνεμη πλευρά πρανές λιθορριπής προστασίας, όπως ακριβώς μελετάται και τοποθετείται στην κύρια προβλήτα πρόσδεσης σκαφών. Οι αντοχές και κατασκευαστικές διατάξεις των ημί-μόνιμων προβλητών δεν διαφοροποιούνται από τους ισχύοντες κανονισμούς κατασκευής φορέων σκυροδέματος και οι διατάξεις ασφαλείας που ισχύουν στις εν λόγω κατασκευές είναι ίδιες με εκείνες των πλωτών προβλητών.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ο απαιτούμενος χώρος, τα υλικά και διάταξη της κατασκευής μελετήθηκαν προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες του λιμένος Νάξου και αναλύονται λεπτομερώς στην αντίστοιχη ενότητα (Κεφάλαιο 5.3).

3.4.4 ΠΡΟΒΛΗΤΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Ένας από τους κύριους παράγοντες χάραξης λιμένος είναι η θέση της προβλήτας επικίνδυνων φορτίων, αλλά και ο εξοπλισμός φόρτο – εκφόρτωσης που απαιτείται για τα επικίνδυνα φορτία. Το 2000 στη χώρα μας διακινήθηκαν 75 εκατομμύρια τόνοι φορτίων δια θαλάσσης που αντιστοιχεί στο 87% του συνόλου των μεταφορών (Newslink, 2004). Συνολικά σε όλα τα λιμάνια της χώρας κατέπλευσαν 300.000 πλοία και διακινήθηκαν επίσης 19,5 εκατομμύρια επιβάτες.

Η εφαρμογή του Διεθνούς Ναυτιλιακού Κώδικα Επικίνδυνων Αγαθών, γνωστού ως IMDG Code (International Maritime Dangerous Goods Code), απαιτεί επαρκή γνώση των απαιτήσεών του για την οποία εκτός από την εξειδικευμένη εκπαίδευση, η απόκτηση εμπειρίας τόσο στο πλοίο όσο και στις λιμενικές εγκαταστάσεις θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση. Οι γενικές κλάσεις των επικίνδυνων εμπορευμάτων παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 12):

Κλάση 1 Κλάση 2	Εκρηκτικά Αέρια
Κλάση 2.1	Εύφλεκτα αέρια
Κλάση 2.2	Μη εύφλεκτα, μη τοξικά αέρια
Κλάση 2.3	Τοξικά αέρια
Κλάση 3	Εύφλεκτα υγρά
Κλάση 4	Εύφλεκτα στερεά ή ύλες που σε επαφή με το νερό παράγουν εύφλεκτα αέρια
Κλάση 5	Οξειδωτικές ύλες και οργανικά υπεροξειδία
Κλάση 6	Τοξικές και μολυσματικές ύλες
Κλάση 7	Ραδιενεργές ύλες
Κλάση 8	Διαβρωτικές ύλες

Κλάση 9

Διάφορες επικίνδυνες ύλες και είδη

Πίνακας 12: Κλάσεις Επικίνδυνων Εμπορευμάτων κατά IMDG Code (Newslink, 2004)

Τα επικίνδυνα είδη που πρόκειται να φορτωθούν σε πλοία ή εκφορτώθηκαν από πλοία και βρίσκονται σε χερσαίες περιοχές λιμένων, πρέπει να συμμορφώνονται με τις ισχύουσες διατάξεις κατάταξης, συσκευασίας, σήμανσης και στοιβασίας με βάση ειδικούς κανόνες συμβατότητας φορτίων και γενικά χειρισμού, που προεκτείνεται και στις ενέργειες αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών. Η χρήση συμβούλων σε κάθε επιχείρηση ή ιδιώτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση που μεταφέρει επικίνδυνα φορτία με οδικά, σιδηροδρομικά ή πλωτά μέσα, απαιτείται από την κοινοτική Οδηγία 96/35/EC (Newslink, 2004).

Η συσκευασία των επικίνδυνων ειδών είναι κρίσιμης σημασίας στην αποφυγή δημιουργίας κινδύνου κατά τις εργασίες, φόρτωσης και μεταφοράς. Σε περίπτωση αλλοίωσης της συσκευασίας κατά τις εργασίες αυτές, η αποκατάστασή της πρέπει να ρυθμιστεί αμέσως από τον πράκτορα ή τον φορτωτή πριν τη φόρτωση στο πλοίο ή αντίστοιχα από τον πράκτορα ή παραλήπτη πριν την εκφόρτωση. Γενικά οι συσκευασίες των επικίνδυνων ειδών που βρίσκονται στις χερσαίες περιοχές πρέπει να πληρούν όλες τις προϋποθέσεις που ισχύουν για τη μεταφορά τους στα πλοία. Μεταξύ άλλων, οι εγκαταστάσεις ξηράς του λιμένα που επιλέγονται για τη διακίνηση επικίνδυνων εμπορευμάτων πρέπει να διαθέτουν επαρκή σε αριθμό και ικανοποιητικής αντοχής μέσα για την ασφαλή φορτοεκφόρτωση των πλοίων, σήματα απαγόρευσης, προειδοποίησης, υποχρέωσης κλπ. σχετικά με τη σήμανση ασφαλείας και υγείας στον επαγγελματικό χώρο και να εξασφαλίζουν ότι υπάρχει τρόπος για απομόνωση κάποιου επικίνδυνου είδους που δύναται να δημιουργήσει κίνδυνο.

Κατά κανόνα τα επικίνδυνα είδη πρέπει να απομακρύνονται αμέσως από τους προβλήτες εκφόρτωσης με μέριμνα του παραλήπτη. Εφόσον υπάρχουν ειδικοί χώροι στα λιμάνια που έχουν καθοριστεί από το φορέα διοίκησής του, είναι δυνατό τα επικίνδυνα είδη να αποθηκεύονται στους χώρους αυτούς προσωρινά. Για την προσωρινή παραμονή ασυμβίβαστων ειδών στους χερσαίους ή θαλάσσιους χώρους των λιμανιών ισχύουν πάλι οι αντίστοιχες διατάξεις περί διαχωρισμού κατά τη μεταφορά τους στη θάλασσα. Έτσι για την παραμονή επικίνδυνων ειδών σε ανοικτούς χώρους ή πλωτά μέσα του λιμανιού ισχύουν οι αποστάσεις που προβλέπονται για τη μεταφορά τους σε ανοικτά καταστρώματα ενώ για την παραμονή τους σε κλειστούς χώρους ισχύουν οι απαιτήσεις διαχωρισμού σε κύπη και καταστρώματα πλοίων.

Τα κενά μέσα συσκευασίας που περιείχαν επικίνδυνες ουσίες, εξακολουθούν και μετά την εκκένωσή τους να θεωρούνται επικίνδυνα και για αυτόν το λόγο έχουν την ίδια μεταχείριση με τα έμφορτα μέσα. Συγκεκριμένες κλάσεις μπορούν να χαρακτηριστούν ως μη επικίνδυνες εφόσον καθαρισθούν, γίνει απαγωγή του περιεχομένου τους και συνοδευτούν από βεβαίωση ορθού ελέγχου των διαδικασιών αυτών.

Ωστόσο, κενές συσκευασίες εύφλεκτων και δηλητηριωδών αερίων δεν αίρουν την επικινδυνότητά τους όσο καλά και αν καθαριστούν. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση

της μεγάλης πυρκαγιάς στο λιμάνι Κελάγκ της Μαλαισίας το 1980. Μετά από πρόκληση πυρκαγιάς σε χώρο αποθηκών στο λιμάνι, μια σειρά εκρήξεων από κενές φιάλες αερίων οδήγησε στην επέκταση της πυρκαγιάς και την ολοσχερή καταστροφή κάθε κτιρίου στο λιμάνι.

Η είσοδος σε ισχύ του Κώδικα IMDG μέσω της Τροποποίησης 31 (Amendment 31) αναμένεται να ενισχύσει την ασφάλεια της θαλάσσιας μεταφοράς επικίνδυνων φορτίων καθώς και την παραμονή και διακίνηση αυτών στις λιμενικές ζώνες. Ερωτηματικά διατυπώνονται σχετικά με τον καταμερισμό ευθυνών σε όσους συμμετέχουν στην αλυσίδα της μεταφοράς, από τον κάτοχο του φορτίου, τον συσκευαστή, το φορτωτή, τη διαχειρίστρια εταιρεία του πλοίου έως το φορέα εκμετάλλευσης του λιμένα. Είναι σίγουρο, όμως, ότι όσο εξελίσσεται η βιομηχανία παραγωγής νέων υλικών και παρασκευασμάτων που παρουσιάζουν επικίνδυνες ιδιότητες, τόσο θα εξελίσσεται και ο Κώδικας IMDG ώστε να διασφαλίζει στο μέγιστο δυνατό βαθμό ασφαλείας και περιβαλλοντικά αποδεκτές συνθήκες διακίνησης με πλοίο.

3.4.5 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΑΝΩΔΟΜΗΣ

Βασικός εξοπλισμός της ανωδομής μιας προβλήτας είναι οι δέστρες στις οποίες δένουν τα πλοία που πλειοδοτούνται ή πρυμνοδετούνται. Δέστρα (mooring post) ονομάζεται μόνιμη μεταλλική κατασκευή που φέρουν οι αποβάθρες, προβλήτες κλπ. η οποία και χρησιμεύει για την πρόσδεση σε αυτήν των πλοίων με σχοινιά (κάβους) ή συρματόσχοινα ή αλυσίδες (καδένες). Πρόκειται για σχετικά μεγάλη κατασκευή με επάλληλες εξογκώσεις που εμφυτεύεται κατά τα 2/3, κατά την κατασκευή του προβλήτα (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ).

Όταν στην δέστρα πρόκειται να προσδεθεί δεύτερο ή και τρίτο πλοίο τότε οι θηλιές των επόμενων σχοινιών θα πρέπει να περνούν πρώτα από μέσα από τη θηλιά του υφιστάμενου και στη συνέχεια στη δέστρα. Τούτο έχει ως συνέπεια την απελευθέρωση του όποιου κάβου χωρίς να χρειάζεται το λύσιμο των τελευταίων.

Οι δέστρες διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με το βάρος και το σχεδιασμό τους. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται για να εξυπηρετήσει στην κάλυψη των ορίων αντοχής που πρέπει να διαθέτουν (Εικόνα 16). Κάθε μια από αυτές συνοδεύεται από πιστοποιητικό αντοχής από πιστοποιημένο φορέα. Το πιστοποιητικό διασφαλίζει τα πλοία, σε ότι αφορά την αντοχή και τις μηχανικές ιδιότητες των δεσμών κατά τους διάφορους τρόπους καταπόνησης τους, στοιχεία που προκύπτουν από την υψηλή τεχνογνωσία σε συνδυασμό με την υψηλή τεχνολογία καθώς και την χρησιμοποίηση ειδικών κραμάτων και υλικών. Οι δέστρες πλοίων είναι κατά βάση μεταλλικές και κυμαίνονται σε βάρη 30Kgr ÷ 1500Kgr (Μηχανουργείο Κούρταλης, 2015).



Εικόνα 16: Δέστρα για πλοία στο λιμάνι της Ηγουμενίτσας (Tseneklidis Photography)

3.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Τα χαρακτηριστικά των τυπικών διατομών για τα προτεινόμενα έργα και οι διαδικασίες υπολογισμού τους, παρατίθενται στο Παράρτημα Α'.

3.6 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

3.6.1 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

- Υλικό επίχωσης:

$$\text{Πυκνή Άμμος: } \gamma_{\phi} = 18,5 \text{ KN/m}^3, \gamma_{\alpha} = 11,5 \text{ KN/m}^3, \gamma_{\kappa} = 21,5 \text{ KN/m}^3, \phi = 36^{\circ}$$

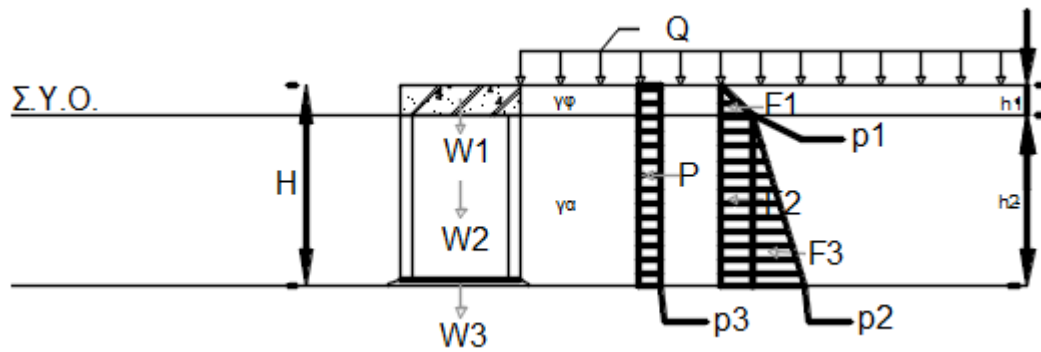
- Το υλικό πλήρωσης του ανακουφιστικού πρίσματος με το υλικό πλήρωσης του επιχώματος είναι παρόμοιας κοκκομετρικής διαβάθμισης. Το ανακουφιστικό πρίσμα πληρείται με υλικό καλύτερης ποιότητας από αυτό του επιχώματος, ωστόσο για τις ανάγκες της εργασίας, θεωρούμε τα δύο εδάφη ίδιας σύστασης και ποιότητας, ώστε να μειωθεί η πολυπλοκότητα των υπολογισμών. Βάση δοκιμών που έγιναν η διαφορά των δύο υλικών στις ωθήσεις που δημιουργούν είναι ελάχιστη, επομένως ορθά μπορεί να αγνοηθεί.
- Λόγω του ότι το υλικό πλήρωσης τόσο του ανακουφιστικού πρίσματος όσο και του επιχώματος μας είναι προς το παρόν άγνωστα, θεωρούμε γωνία τριβής κατασκευής-υλικού πλήρωσης $\delta = 0^{\circ}$, ώστε να επιτύχουμε οριζόντιες ενεργητικές ωθήσεις γαιών, που είναι η δυσμενέστερη κατάσταση ωθήσεων.
- Αγνοούμε το στηθαίο λόγω του ότι βρίσκεται πολύ μακριά από τον κρηπιδότοιχο και έχει πολύ μικρές διαστάσεις. Επομένως οι πιέσεις που δημιουργεί μπορούν να αγνοηθούν στην φάση της προκαταρκτικής μελέτης και να συμπεριληφθούν στην φάση της προμελέτης, λόγω του ότι δημιουργούν επιπρόσθετες ωθήσεις γαιών.
- Στα κατακόρυφα μέτωπα στην προσήνεμη πλευρά των διατομών δημιουργείται λόγω περίθλασης στάσιμο κύμα το οποίο προσκρούει τα μέτωπα των διατομών είτε με κοιλία είναι με ύψος κύματος στην κορυφή του στάσιμου. Ωστόσο, λόγω του ότι το

έδαφος επίχωσης δεν προλαβαίνει να αντιδράσει στην υψομετρική διαφορά του υδροφόρου ορίζοντα σε κορυφή και κοιλία, εύλογα μπορούμε να θεωρήσουμε πως δεν δημιουργείται διαφορά στις πιέσεις πόρων του εδάφους, έτσι καταλήγουμε στην παραδοχή πως στο εσωτερικό της κατασκευής η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα είναι η στάθμη του ηρεμούντος ύδατος.

- Λόγω των πολλαπλών χρήσεων του κρηπιδότοιχου, θεωρούμε κινητό φορτίο μια μέση τιμή των πιθανών φορτίων που αντιστοιχεί σε σταθμό πολλαπλών χρήσεων, $35\text{KN}/\text{m}^3$. Έτσι αποφεύγουμε την υπερδιαστασιολόγηση σε συνθήκες λειτουργικότητας, αλλά έχουμε ταυτόχρονα λάβει ένα ικανοποιητικό φορτίο δυσμενές σε καταστάσεις αστοχίας.
- Λόγω της φύσης της εργασίας, η οποία είναι στο στάδιο της προκαταρκτικής μελέτης, θεωρούμε συνθήκες ΦΟΡΤΙΣΗΣ II (Ο.Ε.Μ.Κ., 2015) από εξωτερικά φορτία (οριακή κατάσταση λειτουργικότητας χωρίς έλξη δέστρας). Έτσι δεν λαμβάνουμε υπόψη την έλξη του πλοίου σχεδιασμού, η οποία μπορεί να προσμετρηθεί ως επιπρόσθετο εξωτερικό φορτίο στη φάση της προμελέτης με περαιτέρω ανάλυση.
- Με σκοπό να εξετάσουμε την δυσμενέστερη κατάσταση του κρηπιδότοιχου, δεν λαμβάνουμε υπόψη τυχόν παθητικές ωθήσεις που θα δημιουργηθούν από την προσήνεμη πλευρά των διατομών λόγω ύπαρξης της λιθορριπής προστασίας. Άλλωστε οι ωθήσεις αυτές γνωρίζουμε πως είναι σχετικά μικρές λόγω του μικρού βάθους θεμελίωσης του κρηπιδότοιχου, επομένως εύλογα μπορούν να αγνοηθούν.
- Στον έλεγχο επάρκειας των κρηπιδότοιχων σε σεισμό λαμβάνουμε υπόψη τα μισά κινητά φορτία και μόνο στην περιοχή πάνω από το επίχωμα.
- Στον έλεγχο επάρκειας του κρηπιδότοιχου υπό σεισμό, λόγω της ανακυκλιζόμενης σεισμικής φόρτισης, δημιουργούνται τόσο ενεργητικές, όσο και παθητικές ωθήσεις στην κατασκευή. Ωστόσο, λαμβάνουμε υπόψη μόνο τις ενεργητικές ωθήσεις λόγω του ότι είναι δυσμενέστερες από τις παθητικές εφόσον οι δεύτερες εκτός του ότι λειτουργούν ανακουφιστικά στη ανατροπή του κρηπιδότοιχου και μας οδηγούν σε πιο ήπιο σχεδιασμό.

3.6.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

Με βάση τις παραπάνω παραδοχές υπολογίζονται οι δυνάμεις που ασκούνται στις διατομές της προβλήτας από τα ίδια βάρη των κρηπιδότοιχων (υπό άνωση), τις πιέσεις πόρων του εδάφους (σε στάθμη ηρεμούντος ύδατος), τα κινητά φορτία και τις ωθήσεις γαιών. Επιπλέον υπολογίζεται η τριβή που δημιουργείται στη βάση της θεμελίωσης των κρηπιδότοιχων και οι μογλοβραχίονες των ασκούντων δυνάμεων προκειμένου να προσδιοριστούν οι συντελεστές ασφαλείας έναντι ολίσθησης και ανατροπής.



Εικόνα 17: Φορτίσεις στον κρηπιδότοιχο

Πιέσεις:

Ενεργητική Ωθηση Εδάφους άνω του Υ.Ο.: $p_1 = \gamma_\phi * h_1 * K_a$

Ενεργητική Ωθηση Εδάφους κάτω του Υ.Ο.: $p_2 = \gamma_\alpha * h_2 * K_a$

Ενεργητική Ωθηση λόγω Κινητού Φορτίου: $p_3 = Q * K_a$

Δυνάμεις:

Δύναμη από p_1 άνω του Υ.Ο.:

$$F_1 = \frac{1}{2} * p_1 * h_1, \quad y_{F_1} = h_2 + \frac{1}{3} * h_1$$

Δύναμη από p_1 κάτω του Υ.Ο.:

$$F_2 = p_1 * h_2, \quad y_{F_2} = \frac{1}{2} * h_2$$

Δύναμη από p_2 κάτω του Υ.Ο.:

$$F_3 = \frac{1}{2} * p_2 * h_2, \quad y_{F_3} = \frac{1}{3} * h_2$$

Δύναμη από p_3 λόγω Κινητού Φορτίου:

$$P = p_3 * H, \quad y_Q = \frac{1}{2} * H$$

Ίδιο Βάρος Κρηπιδότοιχου:

$$W_1 = \gamma_{\sigma\kappa\upsilon\rho} * b * h_1$$

$$W_2 = \gamma_{\sigma\kappa\upsilon\rho} * b * h_2$$

$$W_3 = \gamma_{\sigma\kappa\upsilon\rho} * b_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma} * h_{\beta\acute{\alpha}\sigma\eta\varsigma}$$

$$A = \gamma_w * b * h_2$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3 - A, \quad x_w = b/2$$

Τριβή:

$$T = W * 0,16$$

Μοχλοβραχίονες:

3.6.3 ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

Ο συντελεστής ασφάλειας έναντι ολίσθησης κατασκευής εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$SF_{O\Lambda} = \frac{T}{F_1 + F_2 + F_3 + P}$$

Για επάρκεια έναντι ολίσθησης αρκεί

$$SF_{O\Lambda} > 1,5$$

3.6.4 ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ

Ο συντελεστής ασφάλειας έναντι ανατροπής κατασκευής εκφράζεται με την παρακάτω σχέση:

$$SF_{AN} = \frac{W * x_w + Q * x_Q}{F_1 * y_{F_1} + F_2 * y_{F_2} + F_3 * y_{F_3} + P * y_P}$$

Για επάρκεια έναντι ανατροπής αρκεί

$$SF_{AN} > 1,5 \div 2$$

3.6.5 ΤΑΣΕΙΣ ΕΔΡΑΣΗΣ

Λόγω συμμετρίας της κατασκευής, $\alpha=0$

Μόνο με μόνιμα:

$$e = \frac{M_{K\Lambda}}{V} = \frac{F_1 * y_{F_1} + F_2 * y_{F_2} + F_3 * y_{F_3}}{W}$$

Με μόνιμα και με κινητά:

$$e = \frac{M_{K\Lambda}}{V} = \frac{F_1 * y_{F_1} + F_2 * y_{F_2} + F_3 * y_{F_3} + P * y_P}{W}$$

Εάν $0 < e < b/6$, τότε: $\sigma_{min} = \frac{V}{b*d} * (1 - \frac{6e}{b})$ και $\sigma_{max} = \frac{V}{b*d} * (1 + \frac{6e}{b})$,

Εάν $b/6 < e < b/2$, τότε: $\sigma_{max} = \frac{2*V}{d*b'}$

Όπου $b' = 3 * (\frac{b}{2} - e)$

Αναγκαία και ικανή συνθήκη για να μην αστοχήσει το έδαφος στο βάθος της θεμελίωσης του κρηπιδότοιχου είναι οι τάσεις έδρασης στις άκρες του θεμελίου να μην ξεπερνούν την επιτρεπόμενη τιμή των 500Kpa (Αζοράκος Σαμψών, 2015).

3.6.6 ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΣΕ ΣΕΙΣΜΟ

Ο έλεγχος του κρηπιδότοιχου σε κατάσταση σεισμού βασίζεται στον προσδιορισμό ενός σεισμικού συντελεστή του εδάφους, ο οποίος μπορεί να προσδιοριστεί είτε ως ο λόγος των δρόντων κατακόρυφων δυνάμεων που ασκούνται σε αυτόν προς τις οριζόντιες συνιστώσες τους, είτε ως ποσοστό της εδαφικής επιτάχυνσης σε σεισμό το οποίο προσδιορίζεται από τον λόγο των ειδικών βαρών του εδάφους, κορεσμένου και ενεργού.

Η σεισμική δράση τροποποιεί τις στατικές φορτίσεις με την εισαγωγή της δυναμικής συνιστώσας που προκαλείται από την σεισμική επιτάχυνση. Η σεισμική διέγερση αναλύεται σε οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα, όπου η δεύτερη συνήθως θεωρείται μικρότερης σημασίας από την πρώτη, ως προς το εύρος της κίνησης που προκαλεί.

Η απαίτηση που τίθεται σαν κριτήριο σχεδιασμού των έργων παραβολής είναι γενικά να μη διακόπτεται η λειτουργία των κρηπιδωμάτων ζωτικής σημασίας του λιμένα μετά από σεισμό. Ο μηχανικός θα πρέπει να ορίσει στην προκειμένη περίπτωση δύο βασικές παραμέτρους, ώστε να γίνει δυνατή εφαρμογή του παραπάνω κριτηρίου:

- Τα κρηπιδώματα ζωτικής σημασίας
- Το μέγεθος του σεισμού (ή των σεισμών) σχεδιασμού

Οι παράμετροι αυτές ορίζονται με βάση την πλήρη γνώση των τοπικών συνθηκών και τη διάρκεια ζωής του έργου.

Η συνήθης πρακτική απλουστευμένου υπολογισμού αφορά σεισμό οριζόντιας διεύθυνσης και εφαρμογή μιας ψευδοστατικής μεθόδου, κατά την οποία οι δυναμικές φορτίσεις λαμβάνονται υπόψη ως πρόσθετες οριζόντιες δυνάμεις ανάλογες με τη μάζα του δονούμενου στοιχείου. Οι πρόσθετες δυνάμεις ΔH μπορεί να εκφραστούν ως:

$$\Delta H = \pm K_h * V \quad (\text{Κωνσταντίνος Μέμος, 2008})$$

Όπου: V το αντίστοιχο βάρος της δονούμενης μάζας

K_h σεισμικός συντελεστής που εξαρτάται από το μέγεθος του σεισμού και εκφράζεται ως ο λόγος a_h/g , όπου a_h ένα αντιπροσωπευτικό μέτρο της οριζόντιας επιτάχυνσης του σεισμού.

Η νήσος Νάξος ανήκει σε Ζώνη Επικινδυνότητας I $\rightarrow a_h = 0,16g$

Επομένως $K_h = 0,16$

Ο συντελεστής τροποποιείται, σε K_h' , εφ' όσον πρόκειται για ωθούν πρίσμα γαιών που περιλαμβάνει υλικά κάτω από τη στάθμη της θάλασσας. Η μεταβολή αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του σεισμού το νερό που βρίσκεται στο ωθούν πρίσμα παρασύρεται από τον εδαφικό ιστό στην οριζόντια κίνηση επαυξάνοντας έτσι τη μάζα του. Επομένως για την ώθηση γαιών έχουμε:

$$K_h' = \frac{\Sigma P_h}{\Sigma P_v} \quad (\text{Κωνσταντίνος Μέμος, 2008})$$

όπου: $\Sigma P_v = \frac{1}{2}p(h_1 - h_2) + \frac{1}{2}\gamma_1 h_1^2 + \gamma_1 h_1 h_2 + \frac{1}{2}\gamma_2' h_2^2$

Και $\Sigma P_h = K_h * [\frac{1}{2}p(h_1 - h_2) + \frac{1}{2}\gamma_1 h_1^2 + \gamma_1 h_1 h_2 + \frac{1}{2}(\gamma_2' + \gamma_w)h_2^2]$

Ο παράγων $1/2$ που εφαρμόζεται στο κινητό φορτίο αφορά τη μείωση του τελευταίου που συνήθως λαμβάνεται υπόψη κατά τον σεισμικό έλεγχο.

Επεκτείνοντας τις οδηγίες που περιλαμβάνονται στον ισχύοντα ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό για τοίχους αντιστήριξης, μπορούμε να θεωρήσουμε πως οι αντιστηριζόμενες γαίες στην περίπτωση των κρηπιδότοιχων προκαλούν δυναμική ώθηση, που μπορεί να υπολογιστεί, για μηδενική κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού από την παρακάτω σχέση, όπου το ειδικό βάρος των γαιών αναφέρεται στο υπό άνωση υλικό για την περιοχή κάτω από τη στάθμη της θάλασσας και ο συντελεστής K_{AE} τροποποιείται σε:

$$K_{AE} = \frac{\cos(\varphi - \theta)^2}{\cos \theta * \cos(\delta + \varphi)} / \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) * \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right]^2$$

(Κωνσταντίνος Μέμος, 2008)

όπου: $\varphi = 41^\circ$ γωνία τριβής κόκκων επιχώματος

$\delta = 0^\circ$ γωνία τριβής κρηπιδότοιχου (έχει θεωρηθεί λείος σαν δυσμενέστερη περίπτωση)

$$\theta = \tan^{-1} K_h'$$

Η συνολική ώθηση εκφράζεται ως: $P = \frac{1}{2} \left(\gamma + \frac{p}{h} \right) h^2 K_{AE}$,

όπου γ μια μέση τιμή ειδικού βάρους που για δύο στρώσεις εδαφικού υλικού μπορεί να

τεθεί ως:

$$\gamma = \gamma_1 \left[1 - \left(\frac{h_2}{h} \right)^2 \right] + \gamma_2' \left(\frac{h_2}{h} \right)^2$$

Η ώθηση αυτή εξασκείται σε ύψος $\zeta = (0,4 \div 0,5)h$ από τη βάση του τοίχου. Εξυπακούεται πως εάν λόγω του τρόπου έδρασης του φορτίου επί του κρηπιδώματος δεν είναι δυνατή η μεταφορά οριζοντίων δυναμικών δράσεων τότε η παραπάνω έκφραση τροποποιείται ώστε το φορτίο p να πολλαπλασιάζεται επί τον συντελεστή ωθήσεων που ισχύει στη στατική κατάσταση μόνο.

Η παραπάνω μέθοδος μπορεί να αντικατασταθεί με μια πιο απλουστευμένη σχέση υπολογισμού του τελικού K_h' η οποία μάλιστα, βάση δοκιμών, δίνει μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή, άρα και δυσμενέστερη ένταση σεισμού εφόσον εκπίπτει ως πολλαπλασιαστικός συντελεστής του βάρους του κρηπιδότοιχου προκειμένου να υπολογιστεί το αδρανειακό φορτίο και είναι η εξής:

$$K_h' = \frac{\gamma' + \gamma_w}{\gamma'} K_h \quad (\text{Κωνσταντίνος Μέμος, 2008})$$

Για τους υπολογισμούς της εν λόγω κατασκευής στην προκείμενη εργασία θα χρησιμοποιήσουμε την τελευταία έκφραση υπολογισμού του συντελεστή, λόγω του ότι

μας γλιτώνει από υπολογισμούς, οι οποίοι δίνουν μικρότερο K_h' , επομένως δεν μας επιτρέπουν να σχεδιάσουμε υπέρ της ασφαλείας.

Η δυναμική πίεση που οφείλεται στην υποπίεση του νερού από την εξωτερική πλευρά του τοίχου εκτιμάται με τη σχέση Westergaard , που δίνει την προκαταβολική κατανομή.

$$p_w(z) = 7k_h\gamma_w(zd)^{1/2}/8 \quad (\text{Κωνσταντίνος Μέμος, 2008})$$

όπου z η απόσταση του υπόψη σημείου από τον υδάτινο ορίζοντα.

Η συνολική οριζόντια δύναμη που προκύπτει από την παραπάνω σχέση είναι:

$$P_w = 7K_h\gamma_w d^2/12 \quad (\text{Κωνσταντίνος Μέμος, 2008})$$

και εφαρμόζεται σε απόσταση $\zeta=0,4d$ από τον πυθμένα, όπου d το βάθος του ηρεμούντος ύδατος.

Η οριζόντια δράση του κρηπιδότοιχου εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους του και ισούται με $K_h * Mg$.

Κατά περίπτωση είναι δυνατόν να δεχόμαστε μόνιμες παραμένουσες διολισθήσεις των ογκολίθων μέχρι ένα ανεκτό όριο με αντίστοιχη μείωση του K_h .

4 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ: **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

4.1 ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ – ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΑΠΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Ύστερα από μελέτη όλων των βορειοδυτικών, βόρειων και βορειοανατολικών παράλιων του νησιού, θεωρήθηκε κατάλληλη η περιοχή ανατολικά της Γρόττας και βόρεια της λεωφόρου Νάξου-Εγγαρών.

Το σημείο αυτό:

- παρουσιάζει αραιή κατοίκηση, ώστε να μην υπάρχουν προβλήματα απαλλοτριώσεων κατοικιών και να υπάρχει διαθέσιμος χερσαίος χώρος για την ανάπτυξη των νέων λιμενικών εγκαταστάσεων,
- η παράκτια ζώνη δεν χρησιμοποιείται για αναψυχή και αποτελείται από βραχώδες έδαφος, ώστε να μην δημιουργείται πρόβλημα στερεομεταφοράς είτε λόγω συγκέντρωσης είτε λόγω απομάκρυνσης ιζήματος,
- χαρακτηρίζεται από αρκετά καλό έδαφος και βαθυμετρία για σωστή θεμελίωση, έτσι ώστε να μην χρειάζονται πολλές και πολυέξοδες επεμβάσεις
- βρίσκεται εκτός της πόλεως, δηλαδή του πυρήνα συγκέντρωσης του πληθυσμού, αλλά αρκετά κοντά ώστε να μην δημιουργείται πρόβλημα στις μετακινήσεις των επιβατών από και προς την πόλη,
- χαρακτηρίζεται από ευκολία πρόσβασης στο κυρίαρχο οδικό δίκτυο του νησιού.

Το ακριβές σημείο κατασκευής του λιμένα προσδιορίζεται με βάση τα ανεμολογικά δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, όπως επίσης και από το κυματικό περιβάλλον. Η τοποθεσία που επιλέχθηκε φαίνεται να προστατεύεται σχετικά λόγω της χερσονήσου στα ανατολικά. Επιπλέον, ο κενός χώρος προσφέρει την άνετη κατασκευή της χερσαίας ζώνης του λιμένος, όπου μπορούν να τοποθετηθούν οι θέσεις στάθμευσης των διαφόρων οχημάτων και τα στέγαστρα αναμονής των επιβατών, όπως ακόμα και οι οδικοί άξονες πρόσβασης και απόβασης από τον λιμένα.

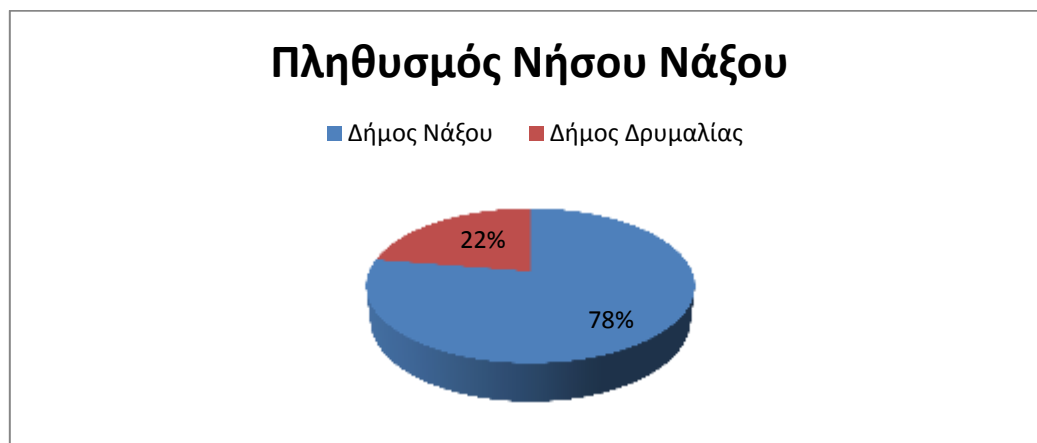
Παρακάτω παρουσιάζεται η ακριβής τοποθεσία του καινούριου λιμένος (Εικόνα 18):



Εικόνα 18: Τοποθεσία νέου Κόριου λιμένος νήσου Νάξου (Google Maps)

Βασικό μέλημά μας για την συγκεκριμένη τοποθεσία είναι η ύπαρξη οδικού δικτύου. Η διασταύρωση που υπάρχει στην περιοχή προσφέρει την δυνατότητα προσέλευσης οχημάτων τόσο από την παραλία της Χώρας, όσο και από το εσωτερικό της πόλης, αλλά και από την οδό που επικοινωνεί με τις Εγγαρές και τον Απόλλωνα.

Επίσης, θεμελιώδης παράγοντας είναι η συγκέντρωση του πληθυσμού του νησιού. Όπως παρουσιάζεται και σε προηγούμενο κεφάλαιο (2.2.1 παραπάνω), η Νάξος πληθυσμιακά και γεωγραφικά χωρίζεται σε δύο Δήμους: τον «Δήμο Νάξου και Μικρών Κυκλάδων» με πληθυσμό 21.143 κατοίκους και στον «Τέως Δήμο Δρυμαλίας» με πληθυσμό 6.099 κατοίκους (Απογραφές 2001). Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, από τους 27,242 μόνιμους κατοίκους ένα ποσοστό του 78% είναι κάτοικοι του Δήμου Νάξου και Μικρών Κυκλάδων, ο οποίος βρίσκεται στο βόρειο κομμάτι της νήσου (Εικόνα 19).



Εικόνα 19: Τρισδιάστατο σχηματικό διάγραμμα κατανομής πληθυσμού νήσου Νάξου

Έτσι, λοιπόν, γίνεται επιτακτική η ανάγκη κατασκευής του κύριου λιμένα στο βορειοδυτικό κομμάτι του νησιού και μάλιστα όχι μακριά από την υπάρχουσα θέση λιμένα. Στη νέα αυτή θέση θα εξυπηρετείται το μεγαλύτερο ποσοστό μόνιμων κατοίκων αλλά και τουριστών, εφόσον στις περιοχές εκείνες παρατηρείται η μέγιστη τουριστική ανάπτυξη του νησιού, ελαχιστοποιώντας έτσι τις μετακινήσεις των επιβατών.

4.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

4.2.1 ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Πρώτη δραστηριότητα για την σύνταξη της μελέτης μας είναι η συλλογή των ανεμολογικών δεδομένων στις περιοχές κατασκευής των λιμένων. Συγκεκριμένα, για τον κύριο λιμένα τα ανεμολογικά δεδομένα θα προκύψουν από τις καταγεγραμμένες μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού της νήσου Νάξου, ο οποίος απέχει από το σημείο κατασκευής περί τα τρία χιλιόμετρα. Διαθέσιμα στοιχεία μετρήσεων υπάρχουν για την περίοδο 1955-1997 και αφορούν τις μέσες ετήσιες συχνότητες πνοής ανέμου ανά διεύθυνση και ανά επίπεδα έντασης. (Πίνακας 13)

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
DIRECTION OF CLIMATOLOGY
SECTION OF STATISTICAL CLIMATOLOGY

CLIMATOLOGICAL DATA BASE D A T A B A S E

STATION NAME: 732
LATITUDE 37° 56' N LONGITUDE 25° 23' E ALTITUDE OF BAROMETER 9.8 METERS

PERIOD 1955-1997

ANNUAL FREQUENCY (PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
FROM OBSERVATIONS 06H, 12H, 18H GMT

MONTH	YEAR												
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65		
0												8.562	8.562
1	1.698	.701	.983	1.840	1.085	.350	.164	.438					6.669
2	4.967	2.037	.526	2.847	2.749	.898	.207	.931					14.862
3	6.155	2.507	.099	1.238	2.066	1.292	.296	1.029					15.803
4	8.816	2.406	.033	.810	2.950	1.457	.263	.975					16.750
5	6.790	1.828	.011	.438	1.489	.723	.099	.942					12.321
6	7.818	1.457	.011	.361	.865	.504	.077	1.325					12.518
7	4.337	.646	.011	.164	.274	.131	.011	.734					6.308
8	2.966	.383	.011	.077	.110	.033	.011	.361					3.352
9	.383	.077	.011	.022	.022	.011	.000	.077					.603
10	.128	.022	.011	.011	.011	.000	.011	.022					.208
>11	.011	.011	.000	.011	.000	.000	.000	.011					.044
SUM	43.141	12.176	1.107	7.840	12.671	5.399	1.239	6.645	8.562				100.000

Πίνακας 13: Πίνακας ετήσιων ανεμολογικών δεδομένων νήσου Νάξου, όπως προέκυψαν από τον μετεωρολογικό σταθμό της Ε.Μ.Υ. στη νήσο Νάξο.

Για τον μετεωρολογικό σταθμό νήσου Νάξου υπολογίζονται οι μέσες ετήσιες διάρκειες πνοής, οι οποίες παρουσιάζονται στους πίνακες παρακάτω (Πίνακας 14):

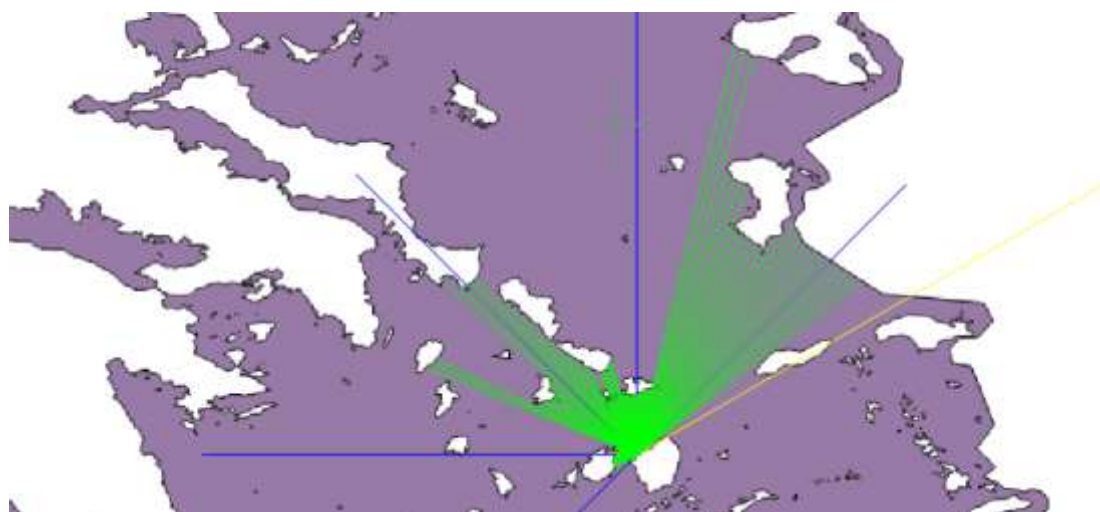
ΔΙΑΡΚΕΙΕΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΑΝΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΝΤΑΣΗΣ td(sec)								
ΝΑΞΟΣ								
Beaufort	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1	535481,3	221067,4	120782,9	580262,4	345319,2	110376	51719,04	138127,7
2	1440249	642388,3	165879,4	897829,9	866924,6	283193,3	96815,52	293600,2
3	1941041	822143,5	31220,64	397038,2	966893,8	407445,1	93346,56	324505,4
4	2780214	1074116	10406,88	255441,6	627566,4	459479,5	82939,68	307476
5	2141294	576793,4	3468,96	138127,7	469571	228005,3	31220,64	297069,1
6	2497020	459479,5	3468,96	198992,2	272786,4	158941,4	24282,72	417852
7	1367716	203722,6	3468,96	51719,04	86408,64	41312,16	3468,96	231474,2
8	746141,8	120782,9	3468,96	24282,72	34689,6	10406,88	3468,96	113845
9	120782,9	24282,72	3468,96	6937,92	6937,92	3468,96	0	24282,72
10	37843,2	6937,92	3468,96	3468,96	3468,96	0	3468,96	6937,92
>11	3468,96	3468,96	0	3468,96	0	0	0	3468,96
SUM	13611253	4155183	349103,5	2472422	3995927	1702629	390731	2158639

Πίνακας 14: Διάρκειες πνοής ανέμου νήσου Νάξου ανά Διεύθυνση και ανά επίπεδο έντασης

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θεωρούμε διάρκεια πνοής ανέμου μεγαλύτερη από τις επτά ώρες ($t > 7hr$), διότι με τα δεδομένα που έχουμε στην διάθεσή μας δεν έχουμε την δυνατότητα να εκτιμήσουμε πιο ρεαλιστικά τα μετέπειτα χαρακτηριστικά με χρήση της διάρκειας πνοής. Συνεπώς, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις σχέσεις περιορισμού χρόνου πνοής, που κατά περιπτώσεις εφαρμόζονται σε αντίστοιχες μελέτες.

4.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται τα αναπτύγματα πελάγους για τις διευθύνσεις ανέμου Β, ΒΑ, ΒΔ, Δ, ΝΔ, για την περιοχή μελέτης Βορείου Λιμένος, στην ισοβαθή των 30m (Εικόνα 20).



Εικόνα 20: Αναπτύγματα πελάγους Κορίου λιμένα νήσου Νάξου

Η εικόνα που χρησιμοποιήθηκε για την χάραξη των αναπτυγμάτων, προέρχεται από τον χάρτη που δημιουργήθηκε στο QGIS και έχει κλίμακα 1:2000000.

Στη συνέχεια όλες οι αποστάσεις μετρήθηκαν, τροποποιήθηκαν λόγω κλίμακας σε πραγματικές αποστάσεις και σε επόμενο βήμα υπολογίστηκαν τα ενεργά αναπτύγματα πελάγους ανά διεύθυνση.

Κυρίαρχες διευθύνσεις πνοής για τον κύριο Λιμένα είναι η βορειοανατολική, η νοτιοδυτική και ίσως η βορειοδυτική.

Παρακάτω παρατίθενται όλες οι διευθύνσεις στις οποίες αναπτύσσονται κυματισμοί λόγω ανέμου, για λόγους πληρότητας (Πίνακες 15).

Για τα ενεργά αναπτύγματα πελάγους προέκυψαν οι τιμές:

Πίνακες 15: Αναλυτικοί Πίνακες ενεργών αναπτυγμάτων πελάγους για όλες τις διευθύνσεις ανέμου στην περιοχή κατασκευής του Κύριου λιμένα

ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	(± 15°)
Fi (km)	
-15	111.872
-13.5	112.721
-12	119.917
-10.5	128.575
-9	126.383
-7.5	124.965
-6	124.341
-4.5	124.772
-3	124.800
-1.5	125.622
0	126.199
1.5	126.626
3	127.910
4.5	128.687
6	129.671
7.5	130.764
9	4.557
10.5	4.326
12	3.781
13.5	3.309
15	2.621
AVERAGE Feff(km)	95.829

ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	(± 15°)
Fi (km)	
-15	48.643
-13.5	48.118
-12	46.601
-10.5	46.247
-9	46.556
-7.5	50.451
-6	50.775
-4.5	52.745
-3	122.299
-1.5	112.713
0	111.044
1.5	110.351
3	110.683
4.5	92.802
6	81.610
7.5	67.834
9	59.403
10.5	55.519
12	52.056
13.5	46.578
15	46.126
AVERAGE Feff(km)	69.484

ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	2.625
-13.5	2.726
-12	2.777
-10.5	2.845
-9	2.819
-7.5	2.641
-6	2.577
-4.5	2.472
-3	2.375
-1.5	2.296
0	2.450
1.5	2.388
3	2.445
4.5	2.515
6	2.612
7.5	2.730
9	2.855
10.5	2.986
12	3.149
13.5	3.299
15	10.631
AVERAGE Feff(km)	3.058

ΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	10.836
-13.5	10.407
-12	10.195
-10.5	10.144
-9	10.106
-7.5	10.040
-6	10.119
-4.5	9.634
-3	9.575
-1.5	9.523
0	8.999
1.5	8.821
3	8.673
4.5	8.832
6	8.882
7.5	8.780
9	8.657
10.5	8.495
12	8.212
13.5	7.988
15	8.055
AVERAGE Feff(km)	9.284

ΒΟΡΕΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	44.994
-13.5	29.454
-12	29.253
-10.5	28.171
-9	28.171
-7.5	27.671
-6	26.689
-4.5	27.129
-3	27.046
-1.5	27.584
0	28.171
1.5	28.397
3	28.421
4.5	28.783
6	29.228
7.5	30.199
9	30.736
10.5	30.963
12	31.112
13.5	194.334
15	193.668
AVERAGE Feff(km)	45.246

Τελικά, τα ενεργά αναπτύγματα πελάγους στις διευθύνσεις πνοής του ανέμου παρουσιάζονται στον συγκεντρωτικό πίνακα παρακάτω:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΒΟΡΕΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ
ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	95.829
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	0
ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	0
ΝΟΤΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	0
ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	3.058
ΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	9.284
ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	69.484
ΒΟΡΕΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	45.246

Πίνακας 16: Τελικά ενεργά αναπτύγματα πελάγους Κύριου λιμένα για όλες τις διευθύνσεις πνοής ανέμου $F[km]$

4.2.3 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Παρακάτω παρατίθενται οι συγκεντρωτικοί πίνακες των χαρακτηριστικών του μεγίστου πιθανού κυματισμού:

	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑ- ΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥ- ΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΔΥ- ΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΣ
Fetch (m)	95829.44218	3057.768707	9284.312925	69483.56463	45246.36735
M.A.Π. (beaufort)	11	9	10	11	11
U10min (m/s)	32.600	24.400	28.400	32.600	32.600
U1hr (m/s)	29.666	22.204	25.844	29.666	29.666
Φ	1068.194	34.084	103.491	774.521	504.353
fpi	0.351	0.985	0.706	0.386	0.439
fp (1/sec)	0.116	0.326	0.233	0.128	0.145
T_p (sec)	8.627	3.069	4.283	7.834	6.888
H_s (m)	4.838	0.864	1.506	4.120	3.324
t_{mini} (sec)	8411.543	754.414	1641.539	6716.513	4974.335
t (sec)	25436.986	1707.544	4324.560	20311.119	15042.672
frequency (%)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
διάρκεια πνοής (hr)	0.964	0.964	0.964	0.964	0.964

Πίνακας 17: Χαρακτηριστικά κύματος σχεδιασμού για τον Κύριο λιμένα

Συνοπτικά, ο τελικός πίνακας από τον οποίο προκύπτουν οι κυματισμοί σχεδιασμού των λιμένων παρουσιάζεται παρακάτω στον Πίνακα 18. Με βάση τον πίνακα αυτόν

θα καθοριστούν οι βασικές διαστάσεις των λιμένων που πρόκειται να κατασκευαστούν στο Βόρειο σημείο κατασκευής.

Τελικός Πίνακας					
ΒΟΡΕΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ					
	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΣ
Hs (m)	4.84	0.86	1.51	4.12	3.32
Tr (sec)	8.63	3.07	4.28	7.83	6.89

Πίνακας 18: Συνοπτικός Πίνακας κύματος σχεδιασμού Κύριου λιμένα νήσου Νάξου

4.2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως έχει προαναφερθεί, ο κύριος λιμένας θα αντικαταστήσει τον ήδη υπάρχον εμπορικό λιμένα, και θα έχει επιπλέον χρήσεις και λειτουργίες, όπως οι θέσεις κρουαζιερόπλοιων και τάνκερ. Για έναν τέτοιο μεγάλο σχετικά λιμένα και αναφορικά με το κόστος κατασκευής, ένα ύψος κύματος της τάξης των τεσσάρων μέτρων είναι αντιμετωπίσιμο, εφόσον υπολογίζεται ήδη σχετικά υψηλό το κόστος κατασκευής.

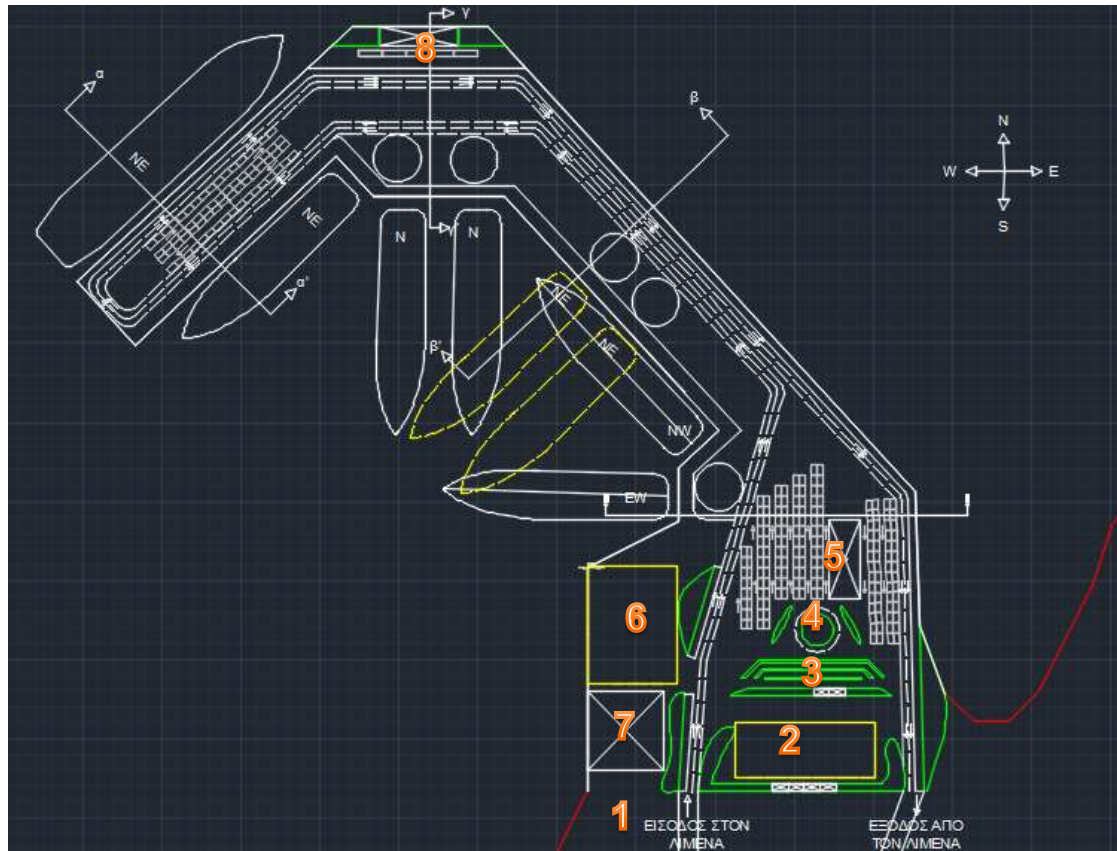
4.3 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΟΥ

Σε προηγούμενη ενότητα έγινε ο υπολογισμός του κύματος σχεδιασμού για κάθε πιθανή τοποθεσία κατασκευής του έργου, στο Βόρειο τμήμα της νήσου.

Από την ανάλυση αυτή προέκυψε χαρακτηριστικό κύμα για τον κύριο λιμένα ύψους $H_s=4,84m$ περιόδου $T_p=2,85sec$ και διεύθυνσης Βορειοανατολικής.

Η διάταξη της χερσαίας ζώνης και των λειτουργιών του λιμένα περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

ΧΑΡΑΞΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ

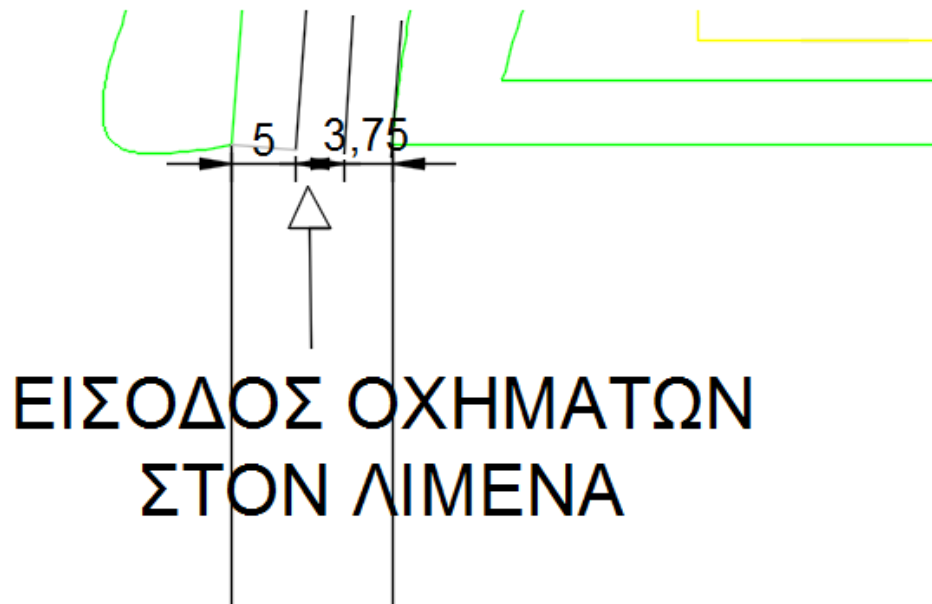


Εικόνα 21: Γενική Διάταξη Κεντρικού λιμένα

Η συγκεκριμένη διάταξη (Εικόνα 21) επιτρέπει μια οργανωμένη δομή στο λιμάνι, προκειμένου να γίνεται γρήγορη και λειτουργική η διέλευση των επιβατών, των οχημάτων από και προς τα σημεία επιβίβασης και στάθμευσης.

Η περιοχή έχει χωριστεί σε οχτώ τομείς – περιοχές, ανάλογα με την προτεραιότητα επιβίβασης αλλά και με τις χωρικές ανάγκες κάθε επιβιβαζόμενου. Επιπλέον, για να εξαλειφθούν τυχόν κυκλοφοριακά προβλήματα, ορίστηκαν ανεξάρτητοι δρόμοι πρόσβασης και απόβασης από τον λιμένα, τόσο για τα οχήματα όσο και για τους πεζούς οι οποίοι χωρίζονται από τους χώρους στάθμευσης των ταξί και των λεωφορείων.

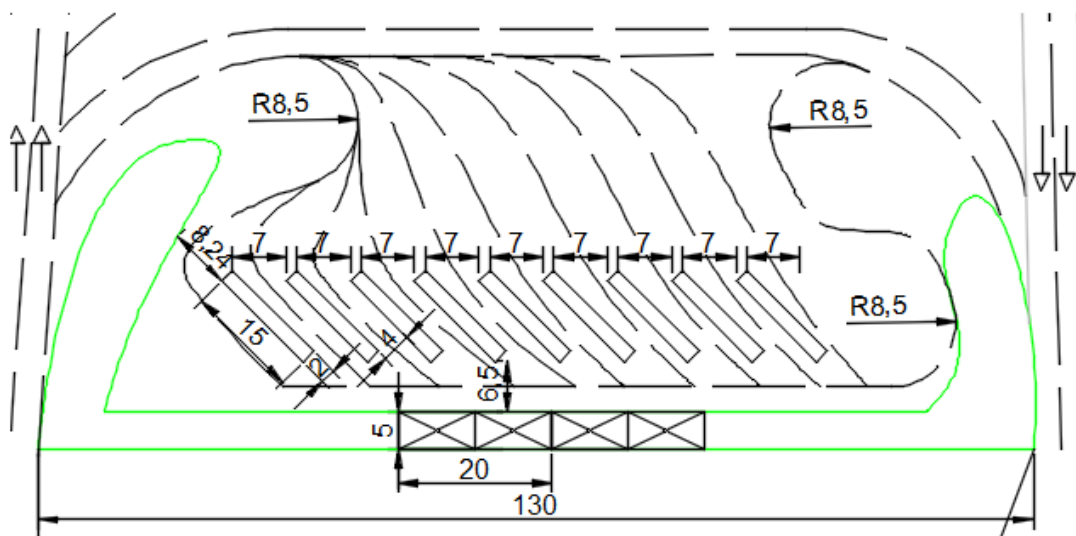
ΠΕΡΙΟΧΗ 1: Η προσέλευση στον λιμένα από τη στεριά ορίζεται με μια διασταύρωση σηματοδοτημένη με φωτεινούς δείκτες κυκλοφορίας που επιτρέπουν την πρόσβαση σε οχήματα που έρχονται τόσο από τον εσωτερικό δρόμο της πόλης όσο και από τον περιφερειακό από τα χωριά. Η χερσαία «πύλη» του λιμένα αποτελεί την αρχή του κύριου άξονα κυκλοφορίας των οχημάτων μέσα στο λιμάνι (Εικόνα 22).



Εικόνα 22: Περιοχή 1

Η χερσαία είσοδος διαμορφώνεται από οδικό άξονα δύο λωρίδων πλάτους $b=3,75\text{m}$ έκαστη και από πεζοδρόμιο - χώρο κυκλοφορίας πεζών και ποδηλάτων πλάτους $5,00\text{m}$ (Neufert, 2000).

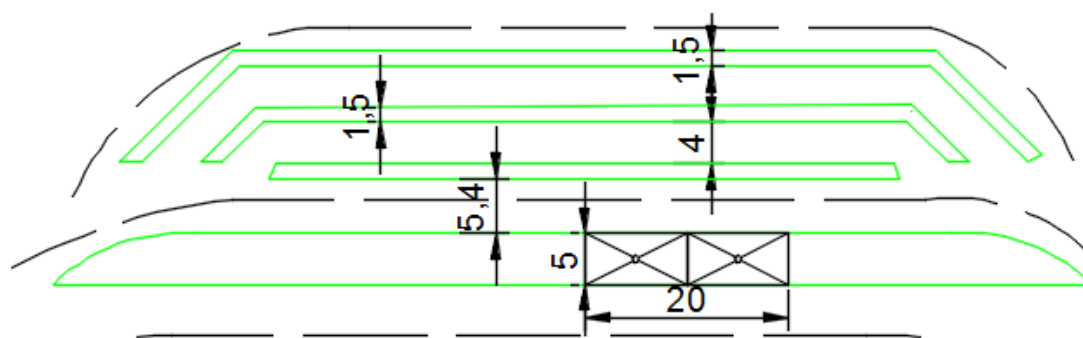
ΠΕΡΙΟΧΗ 2: Η πρώτη σηματοδοτημένη έξοδος κυρίου άξονα κυκλοφορίας ορίζει την κατεύθυνση των λεωφορείων και πούλμαν προς τον ειδικό χώρο στάσης των λεωφορείων με οδοντωτή διάταξη (Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Περιοχή 2

Ο χώρος στάθμευσης έχει την δυνατότητα να φιλοξενήσει 10 λεωφορεία και πούλμαν ξενοδοχείων στο σύνολο και σχεδιάστηκε έτσι ώστε τα λεωφορεία να μπορούν να πραγματοποιήσουν με άνεση τους απαραίτητους κύκλους αναστροφής, ώστε να σταθμεύσουν στις ειδικά διαμορφωμένες θέσεις μήκους $L=15,00\text{m}$ και πλάτους $B=4,00\text{m}$ (Neufert, 2000) να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν τους επιβάτες. Οι κύκλοι αναστροφής έχουν ακτίνα $R=8,50\text{m}$, κατάλληλη για λεωφορεία μήκους $L=15,00\text{m}$ (Neufert, 2000). Οι στάσεις των λεωφορείων τοποθετούνται λοξά για την ευκολότερη διαφυγή των λεωφορείων από τις θέσεις στάθμευσης και την επίτευξη των όσο δυνατών λιγότερων ελιγμών. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ του πέρατος και της αρχής δύο διαδοχικών θέσεων στάθμευσης ορίζεται σε $x=7,00\text{m}$, ενώ η λωρίδα εξόδου από τις θέσεις στάθμευσης ορίζεται σε $y_1=3,25\text{m}$ (Neufert, 2000). Τα πεζούλια κατάβασης των επιβατών και τοποθέτησης των αποσκευών έχουν πλάτος $b=2,00\text{m}$, και έχει διαμορφωθεί κατάλληλη λωρίδα προσπέρασης πλάτους $y_2=3,25\text{m}$ σε περίπτωση αναγκαστικής προσπέρασης λόγω βλάβης κάποιου οχήματος. Το συνολικό πλάτος κυκλοφορίας των οχημάτων στον χώρο στάθμευσης πέραν των θέσεων στάσης των λεωφορείων είναι ίσο με $l=20,00\text{m}$, όπως προκύπτει από το σχήμα. Τη στάση αναμονής των λεωφορείων αποτελούν τέσσερα στέγαστρα μήκους $10,00\text{m}$ και πλάτους $5,00\text{m}$ για την άνετη εξυπηρέτηση περίπου εκατό επιβατών, στα τετραγωνικά των οποίων υπάρχει χώρος για διάφορα μηχανήματα κοινής χρήσης.

ΠΕΡΙΟΧΗ 3: Η δεύτερη σηματοδοτημένη έξοδος από τον άξονα κυκλοφορίας ορίζει την κατεύθυνση των ταξί προς τον ειδικό χώρο αναμονής ταξί, σε κυκλική διάταξη, ώστε να τηρείται η σωστή σειρά προτεραιότητας (το όχημα που μπαίνει πρώτο, φεύγει και πρώτο) (Εικόνα 24).

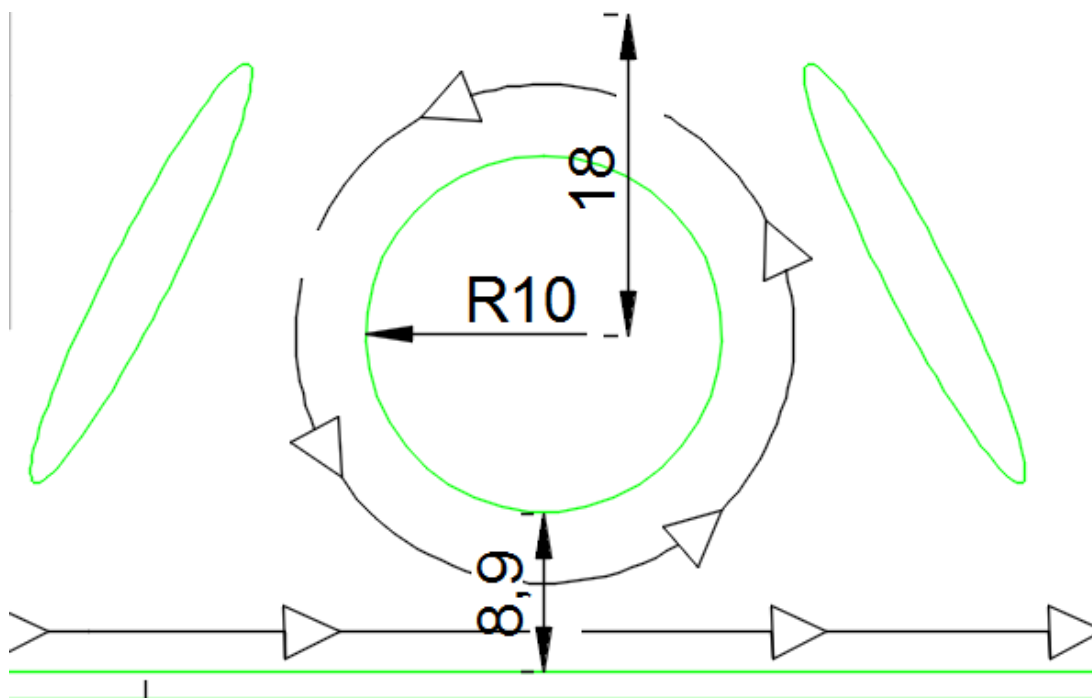


Εικόνα 24: Περιοχή 3

Σύμφωνα με τους χωροταξικούς κανονισμούς και τις διαστάσεις που προτείνει ο Neufert, ο χώρος που απαιτείται για ένα ταξί και το άνετο άνοιγμα μιας πόρτας είναι μέγιστου πλάτους $b_1=4,00\text{m}$, ενώ το διαχωριστικό πεζούλι των τριών διαδρόμων διαμορφώθηκε ώστε να λειτουργεί και σαν χώρος κυκλοφορίας πεζών με αποσκευές και έχει πλάτος $b_2=1,50\text{m}$. Το μήκος του εξωτερικού διαδρόμου είναι $L_1=67,60\text{m}$ και μπορεί να εξυπηρετήσει 11 ταξί, ο δεύτερος διάδρομος έχει μήκος $L_2=63,00\text{m}$ και εξυπηρετεί 10 ταξί, ενώ ο τρίτος και εσωτερικός διάδρομος έχει χρήσεις

αποκλειστικά για στάση των ταξί είτε λόγω βλάβης είτε λόγω διακοπής εργασίας των οδηγών. Ειδική λωρίδα προσπέρασης πλάτους $b_3=3,00\text{m}$ έχει διαμορφωθεί στο εσωτερικό του τρίτου διαδρόμου ώστε να γίνεται εύκολη και γρήγορη η κυκλοφορία των οχημάτων στον χώρο στάθμευσης. Δύο στέγαστρα αναμονής οχημάτων ταξί πλάτους $x=5,00\text{m}$ και μήκους $y=10,00\text{m}$ έκαστο εξυπηρετούν τις ανάγκες 50 επιβατών και περιέχουν μηχανήμα αγοράς χαρτών του νησιού καθώς και άλλων φυλλαδίων διαφημιστικών που ίσως φανούν χρήσιμα στους επισκέπτες.

ΠΕΡΙΟΧΗ 4: Ειδική σήμανση πάνω στον κύριο άξονα κυκλοφορίας οδηγεί τα Ι.Χ. των επιβατών είτε κατευθείαν στον χώρο αναμονής για άμεση επιβίβαση, είτε σε κόμβο αναστροφής για να κατέβουν οι πεζοί από τα οχήματα και ύστερα να οδηγηθούν τα οχήματα στον χώρο αναμονής για άμεση επιβίβαση. Στον συγκεκριμένο κόμβο αναστροφής υπάρχει και η δυνατότητα απλής κατάβασης των επιβατών από τα Ι.Χ. και επιστροφής των οχημάτων στον άξονα εξόδου του λιμένος. (Εικόνα 25)

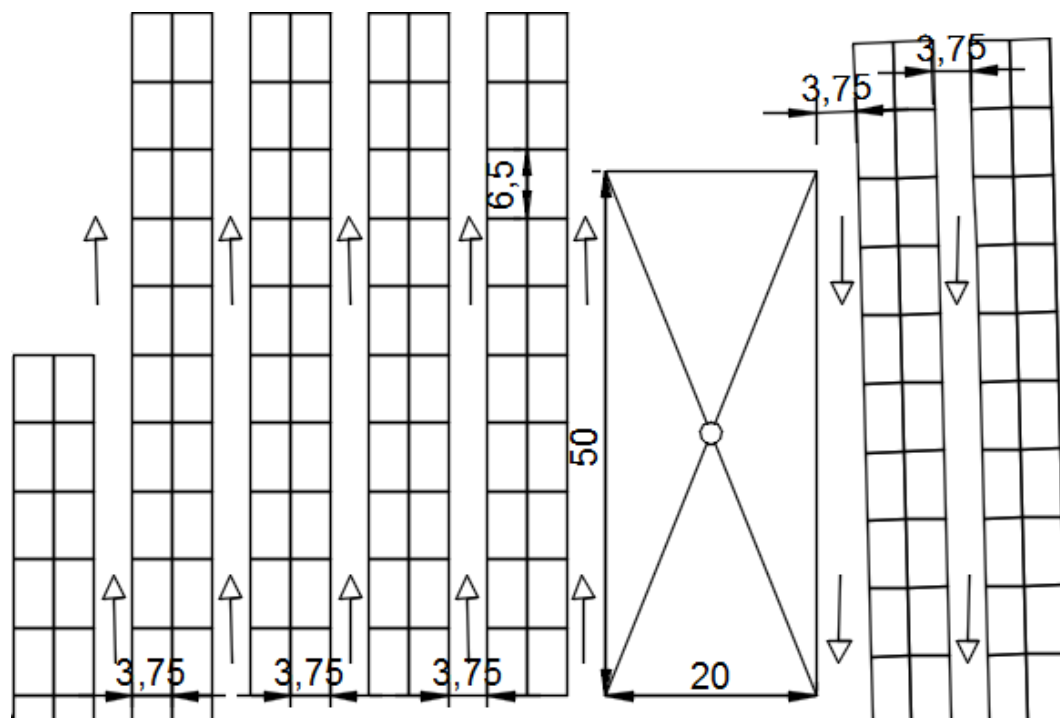


Εικόνα 25: Περιοχή 4

Η νησίδα του κόμβου σχεδιάστηκε με ακτίνα $R=10,00\text{m}$ για κατάλληλη εκμετάλλευση του χώρου με πράσινο και ο δακτύλιος αναστροφής των οχημάτων έχει πλάτος $B=8,75\text{m}$ (Neufert, 2000) έτσι ώστε να διευκολύνεται τόσο η προσπέραση οχημάτων με ταυτόχρονη στάση, στάθμευση και αποβίβαση επιβατών. Η απόσταση από τον κόμβο αναστροφής οχημάτων έως το στέγαστρο αναμονής επιβατών για άμεση επιβίβαση ορίστηκε στα $18,00\text{m}$ ώστε οι επιβάτες να μην χρειαστεί να διανύσουν μεγάλες αποστάσεις προκειμένου να φθάσουν στον χώρο αναμονής τους. Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η πορεία των οχημάτων από τα

αριστερά προς τα δεξιά, ενώ οι προτεραιότητες που πρέπει να διατηρούνται στον κόμβο ορίζονται από τον Κ.Ο.Κ. (προτεραιότητα παρέχεται στο εισερχόμενο όχημα εντός του κόμβου).

ΠΕΡΙΟΧΗ 5: Ένα στέγαστρο-αίθουσα αναμονής επιβατών χωρίζει την περιοχή στάθμευσης των Ι.Χ. για άμεση επιβίβαση από την περιοχή κυκλοφορίας των Ι.Χ. που αποβιβάζονται, έτσι ώστε να μην υπάρχουν κυκλοφοριακά προβλήματα (Εικόνα 26).



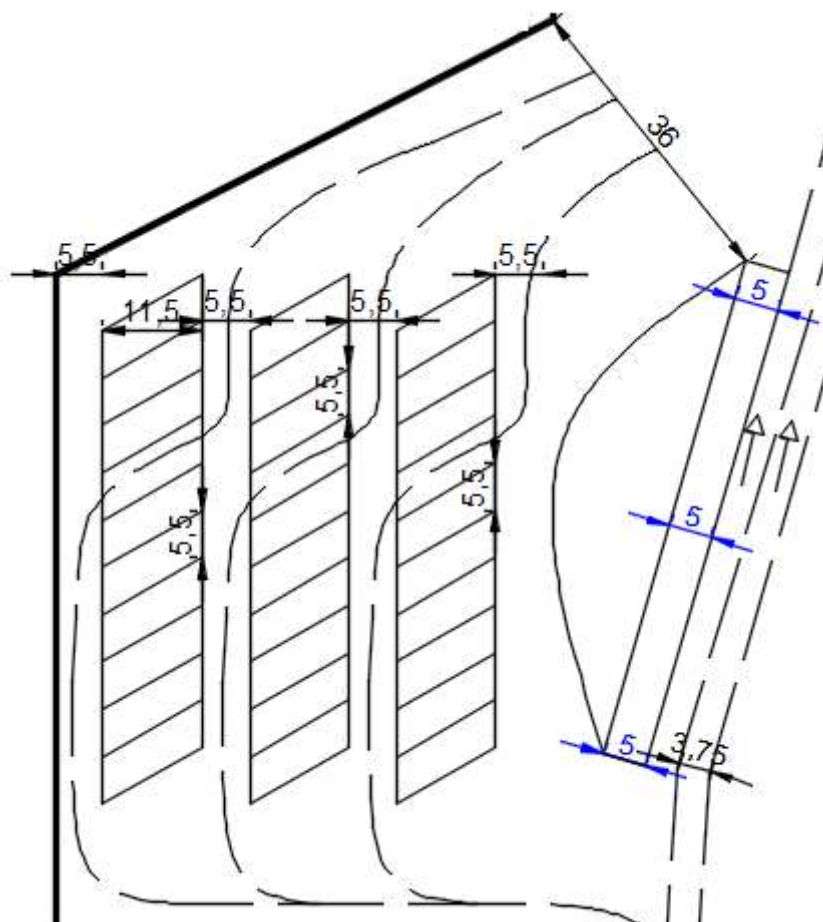
Εικόνα 26: Περιοχή 5

Το στέγαστρο έχει πλάτος $B=20,00\text{m}$ και μήκος $L=50,00\text{m}$ και είναι σε δυνατότητα να εξυπηρετήσει πέντε ανεξάρτητους διαδρόμους, δηλαδή δίνει την δυνατότητα στο λιμάνι να φιλοξενήσει ταυτόχρονα πέντε διαφορετικά πλοία. Όπως θα δούμε και σε παρακάτω ενότητα, το λιμάνι μπορεί να ικανοποιήσει αυτές τις απαιτήσεις.

Οι λωρίδες κυκλοφορίας και στάθμευσης των οχημάτων δεξιά και αριστερά από το στέγαστρο αναμονής έχουν πλάτος $b=3,75\text{m}$ (Neufert, 2000). Βασικό σκεπτικό που έχει ληφθεί υπόψη για την διαμόρφωση των λωρίδων κυκλοφορίας και στάθμευσης είναι να μην διακόπτεται η κυκλοφορία από μια θέση στάθμευσης οχήματος. Έτσι ανά ένα ζεύγος λωρίδων στάθμευσης υπάρχει μια λωρίδα κυκλοφορίας εκατέρωθεν του.

ΠΕΡΙΟΧΗ 6: Ειδικά διαμορφωμένος χώρος στο κοντινότερο σημείο της προβλήτας, δίνει τη δυνατότητα αναμονής και στάθμευσης βαρέων οχημάτων. Ο λόγος για τον οποίο ο χώρος αυτός είναι ο πλησιέστερος στα σημεία πρόσδεσης των πλοίων, είναι

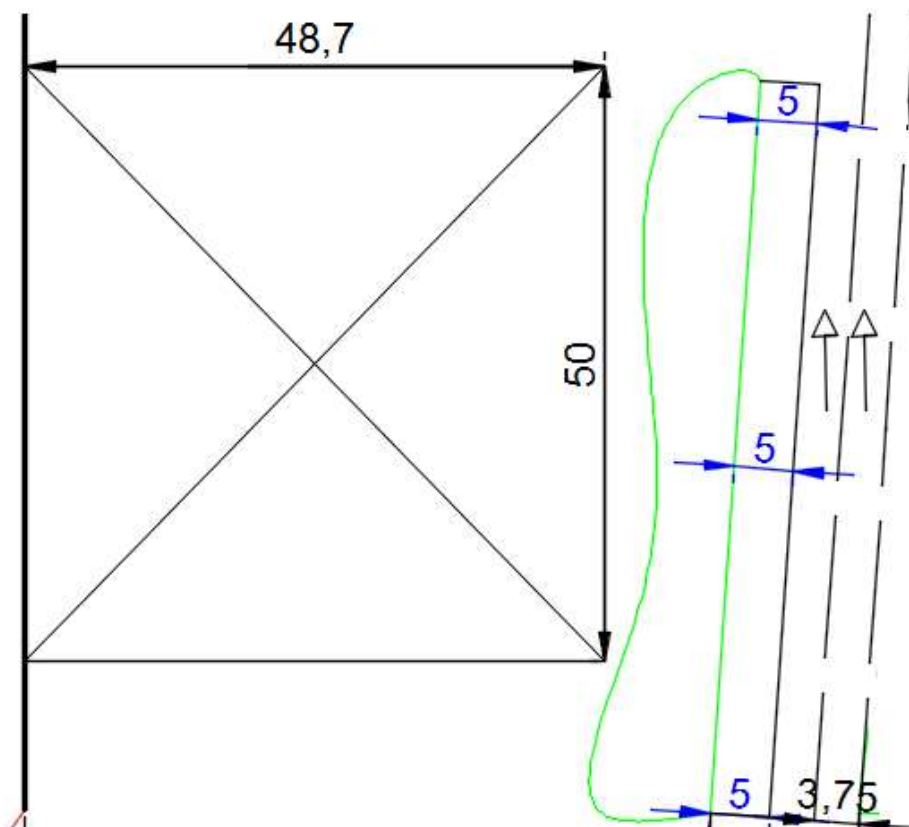
καθαρά προτεραιότητας, εφόσον τα βαρέα οχήματα είναι απαραίτητο να προηγούνται της επιβίβασης (Εικόνα 27).



Εικόνα 27: Περιοχή 6

Ο χώρος στάθμευσης βαρέων οχημάτων είναι απαραίτητο να διαθέτει κατάλληλες διαστάσεις ώστε να γίνονται δυνατοί οι ελιγμοί των φορτηγών από και προς τις θέσεις στάθμευσης και αναμονής των σκαφών. Για στροφή φορτηγού 90° η ακτίνα ελιγμού υπολογίζεται στα 5,50m (Neufert, 2000). Η διάταξη του χώρου έχει σχεδιαστεί για λοξή στάθμευση των οχημάτων με λωρίδες μήκους $L=13,30\text{m}$ και πλάτους $B=5,00\text{m}$ και η κάθε λωρίδα στάθμευσης απέχει από την διαδοχική της απόσταση 5,50m (Neufert, 2000). Σύμφωνα με τις διατάξεις του Neufert τη οριζόντια διάταξη μια θέσης στάθμευσης κυμαίνεται στα 11,50m ενώ η κάθετη στα 5,50m. Η είσοδος και έξοδος προς και από το χώρο στάθμευσης έχουν άνοιγμα $A=36,00\div 40,00\text{m}$ προκειμένου να διατηρείται η άνεση του χώρου και να μην φαντάζει φορτωμένο το περιβάλλον.

ΠΕΡΙΟΧΗ 7: Σε ανεξάρτητο σημείο του λιμένος πρόκειται να κατασκευαστεί διώροφο κτίριο κυκλαδίτικης αισθητικής, πολλαπλών χρήσεων, όπου θα στεγάζονται τα γραφεία του λιμεναρχείου και άλλες υπηρεσίες του λιμένα (Εικόνα 28).



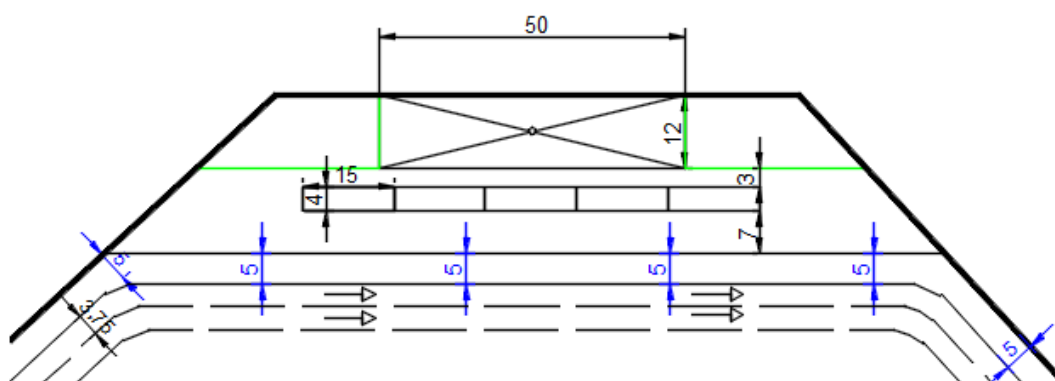
Εικόνα 28: Περιοχή 7

Το εν λόγω κτίριο έχει διαστάσεις 50,00m×50,00m και μπορεί κάλλιστα να στεγάσει σε θέση ανεξάρτητη μέχρι και πρατήριο καυσίμων για όλων των ειδών τα οχήματα.

Από την δυτική πλευρά της κατασκευής είναι δυνατόν να υπάρξει μπαλκόνι για την εστίαση των επιβατών, το οποίο λόγω της καλής του τοποθεσίας και της εκπληκτικής του θέας (η δυτική μεριά του λιμένος «βλέπει» στην Πορτάρα του νησιού και έχει θέα το πέλαγος), προσφέρει όμορφες στιγμές χαλάρωσης στους επισκέπτες.

ΠΕΡΙΟΧΗ 8: Η φύση της παρούσας διπλωματικής εργασίας μας επιτρέπει να μεριμνήσουμε για κατασκευές πέραν της παρούσας ανάπτυξης του νησιού, δίνοντας του μια ευκαιρία για περεταίρω ανάπτυξη στο μέλλον.

Έτσι, λοιπόν, τοποθετείται ειδικό στέγαστρο αναμονής επιβατών των κρουαζιερόπλοιων στον προσήνεμο μόλο της προβλήτας με στάση λεωφορείων και πούλμαν για την εξυπηρέτηση των επιβατών των κρουαζιερόπλοιων που θα δένουν στην βορειοδυτική πλευρά του λιμένος (Εικόνα 29).



Εικόνα 29: Περιοχή 8

Το στέγαστρο αναμονής των επιβατών έχει διαστάσεις 50,00m×12,00m και είναι δυνατόν να περιέχει όλους τους πολύ-χώρους για την άμεση και καλύτερη δυνατή εξυπηρέτηση των επιβατών των κρουαζιερόπλοιων αλλά και όχι μόνο. Εκατέρωθεν του στεγάστρου πρόκειται να γίνει φυτοκάλυψη.

Μπροστά ακριβώς από το στέγαστρο αναμονής πρόκειται να κατασκευαστεί στάση λεωφορείων και πούλμαν για την μεταφορά των τουριστών. Η στάση θα χωράει τουλάχιστον πέντε λεωφορεία μήκους 15,00m και πλάτους 4,00m, ενώ στο σημείο που μελετάμε υπάρχει και περίσσιος χώρος, τον οποίο μπορούμε να εκμεταλλευτούμε για παραπάνω χρήσεις στο μέλλον ανάλογα με τις προδιαγραφές και τις ανάγκες του λιμένας.

Ο κύριος άξονας εξόδου του λιμένα είναι διαμορφωμένος με τέτοιο τρόπο, ώστε η είσοδος των ταξί και λεωφορείων από τους χώρους στάθμευσης να μην εμποδίζει την κυκλοφορία των Ι.Χ. Η τελική έξοδος από τον λιμένα ορίζεται με φωτεινή σήμανση ειδικά διαμορφωμένη, έτσι ώστε να μην δημιουργείται κίνηση στον άξονα κυκλοφορίας, αλλά να μην καθυστερεί και η κυκλοφορία στο οδικό δίκτυο εκτός λιμένα, όπου πιθανόν μεγάλο ποσοστό οχημάτων να οδεύει προς την «πύλη» του λιμένα για επιβίβαση.

Στα πλαίσια μια καλής διαχείρισης έργου είναι σημαντικό να περιγράψουμε τον τρόπο κυκλοφορίας των πεζών που προτείνεται εντός του λιμένα, εφόσον πολλές φορές η άτακτη περιπλάνηση των τουριστών στην προβλήτα μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα στη διαχείριση των οχημάτων και να προκαλέσει από μεγάλες καθυστερήσεις έως και ατυχήματα. Σε όλο το μήκος του λιμενοβραχίονα, υπάρχει ειδικά διαμορφωμένος διάδρομος για την κυκλοφορία των πεζών και των ποδηλάτων, τόσο προς την είσοδο και επιβίβασή τους όσο και κατά την αποβίβαση και έξοδό τους. Ο διάδρομος αυτός προσφέρει ανεξάρτητη κυκλοφορία των πεζών, μακριά από κινδύνους των οχημάτων, όπου σε συγκεκριμένα σημεία σύνδεσης με τους άξονες κυκλοφορίας των οχημάτων, επιτρέπει την πρόσβαση των επισκεπτών στα διάφορα σημεία στάθμευσης ταξί και λεωφορείων και στα σημεία αναμονής των επιβατικών πλοίων.

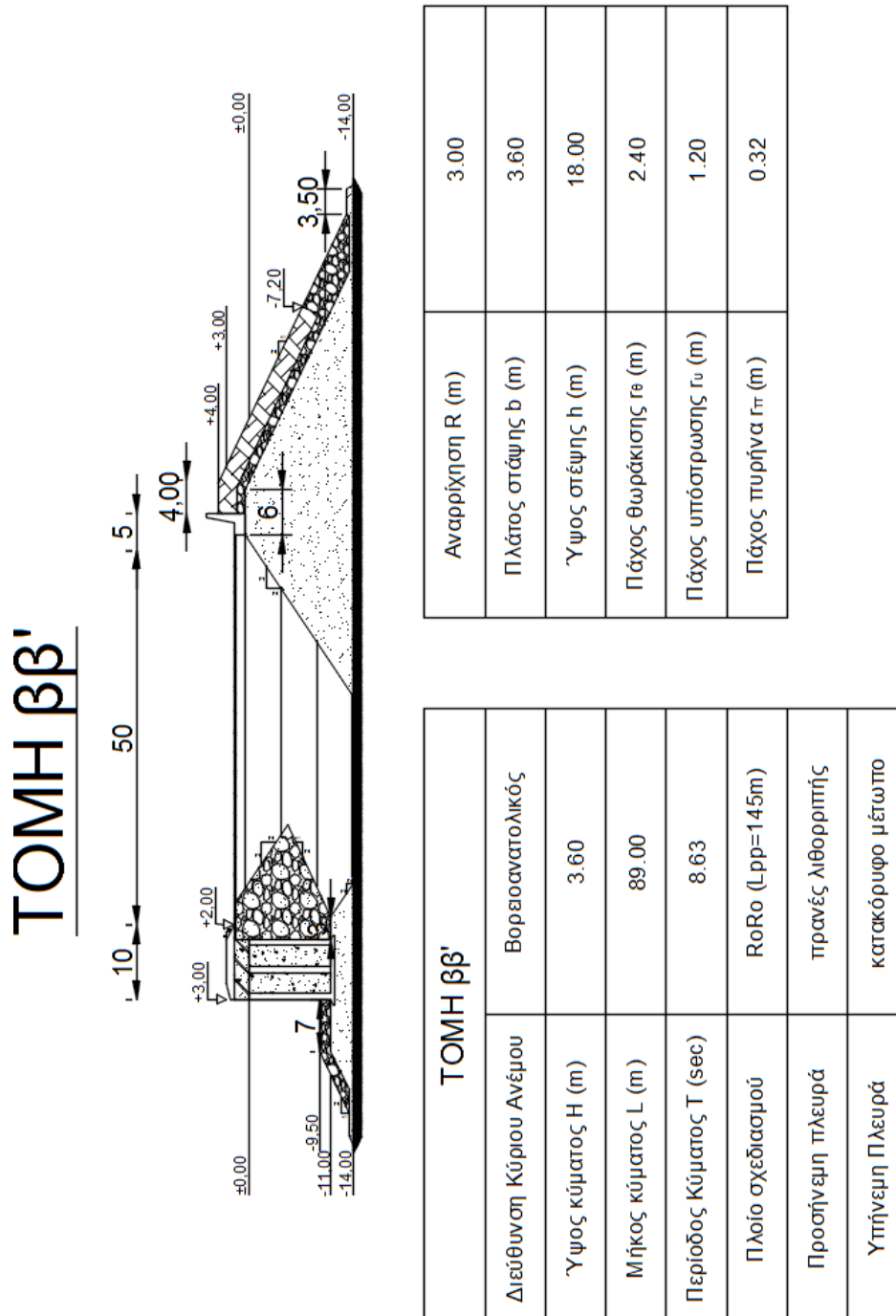
Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως οι διάφοροι χώροι που περιγράφηκαν παραπάνω χωρίζονται αβίαστα από νησίδες πρασίνου και δενδροφυτευμένους χώρους. Έτσι διατηρείται μια οικολογική ταυτότητα στο έργο και μένουν σταθερές οι ισορροπίες κατασκευής και φύσης χαρακτηρίζοντας το έργο σαν οικολογικό λιμένα («eco port»). Επιπλέον χαρίζεται στους τουρίστες και κατοίκους ή επισκέπτες του νησιού μια όμορφη αίσθηση καλωσορίσματος και αποχαιρετισμού, που γίνεται παράδειγμα για την πολιτιστική ανάπτυξη του τόπου.

4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Η σχεδίαση και οι υπολογισμοί της λιθορριπής προστασίας της εκάστοτε διατομής της προβλήτας έγιναν με μέθοδο υπολογισμού που παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'.

4.4.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΒΒ' – ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ

Η διατομή ΒΒ' φαίνεται στο παρακάτω σχέδιο:



Εικόνα 30 Τομή ΒΒ'

Η διατομή σχεδιάζεται για άνεμο Βορειοανατολικής διεύθυνσης.

Τα χαρακτηριστικά των στρώσεων λιθορριπής, όπως υπολογίστηκαν για τις υπόλοιπες τομές έχουν ως εξής:

Αναρρίχηση: $R = 3,00m$

Βάρος φυσικών ογκολίθων: $B = 44,00KN$

Πλάτος στέψης: $b = 3,60m$

Ύψος στέψης: $h = 18,00m$

Ονομαστικό Βάρος Θωράκισης: $B_{\theta} = 44,00KN$

Ονομαστικό Βάρος Υπόστρωσης: $B_v = 4,00KN$

Ονομαστικό Βάρος Πυρήνα: $B_{\pi} = 0,11KN$

Πάχος Θωράκισης: $r_{\theta} = 2,40m$

Πάχος Υπόστρωσης: $r_{\theta} = 1,07m \rightarrow 1,20m^2$

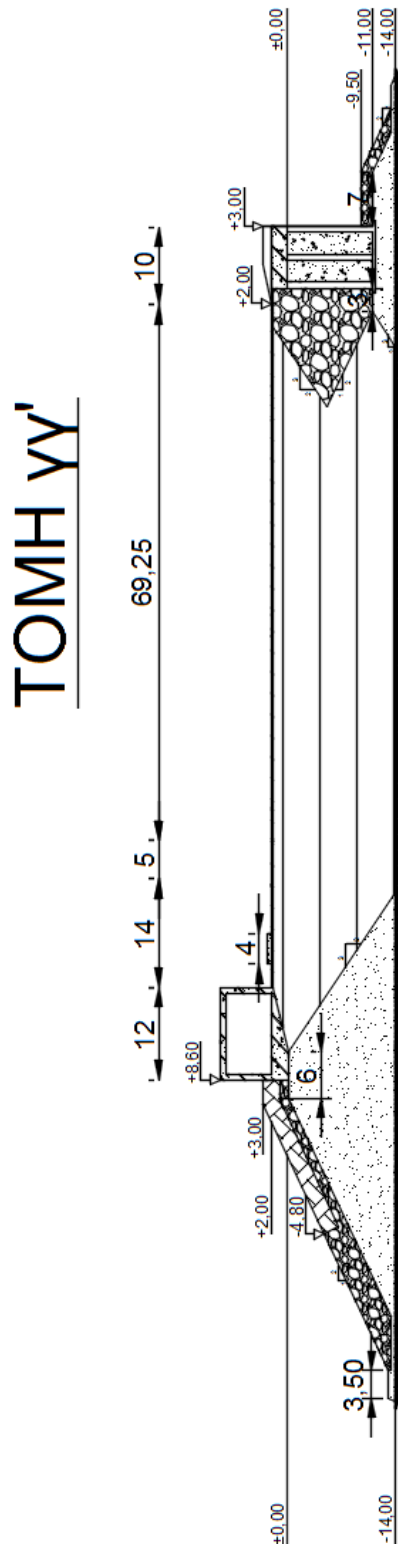
Πάχος πυρήνα: $r_{\pi} = 0,32m$

Με βάση τον σχεδιασμό πρανών λιθορριπής για έργα που δέχονται μη θραυόμενους κυματισμούς, η θωράκιση διακόπτεται σε βάθος $z = -2H = -7,20m$, όπου μέχρι τον πυθμένα συνεχίζει η υπόστρωση (Κωνσταντίνος Μέμος, 2008).

² (Αζοράκος Σαμψών, 2015)

4.4.2 ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΓ' – ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΣ

Για την συγκεκριμένη διατομή, τοποθετείται λιθορριπή φυσικών ογκολίθων στην εξωτερική πλευρά της προβλήτας, η οποία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και υπολογίζεται ως εξής:



Αναρρίχηση R (m)	2
Πλάτος στάψης b (m)	3.15
Ύψος στάψης h (m)	17.00
Πάχος θωράκισης r_{θ} (m)	2.10
Πάχος υπόστρωσης r_{ν} (m)	1.20
Πάχος πυρήνα r_{π} (m)	0.29

ΤΟΜΗ ΓΓ'	
Διεύθυνση Κύριου Ανέμου	Βόρειος
Ύψος κύματος H (m)	2.40
Μήκος κύματος L (m)	64.60
Περίοδος Κύματος T (sec)	6.89
Πλοίο σχεδιασμού	RoRo (Lpp=145m)
Προσήνεμη πλευρά	πρηνές λιθορριπής
Υπήνεμη Πλευρά	κατακόρυφο μέτωπο

Εικόνα 31 Τομή ΓΓ'

Η διατομή σχεδιάζεται για άνεμο Βόρειας διεύθυνσης.

Με βάση την διαδικασία υπολογισμού των ογκολίθων που περιγράφηκε παραπάνω, η λιθορριπή σχεδιάστηκε ως εξής:

Αναρρίχηση: $R = 2,00m$

Βάρος φυσικών ογκολίθων: $B = 30,00KN$

Πλάτος στέψης: $b = 3,15m$

Ύψος στέψης: $h = 17,00m$

Ονομαστικό Βάρος Θωράκισης: $B_{\theta} = 30,00KN$

Ονομαστικό Βάρος Υπόστρωσης: $B_v = 2,40KN$

Ονομαστικό Βάρος Πυρήνα: $B_{\pi} = 0,08KN$

Πάχος Θωράκισης: $r_{\theta} = 2,10m$

Πάχος Υπόστρωσης: $r_v = 0,90m \rightarrow 1,20m$

Πάχος πυρήνα: $r_{\pi} = 0,29m$

Με βάση τον σχεδιασμό πρηνών λιθορριπής για έργα που δέχονται μη θραυόμενους κυματισμούς, η θωράκιση διακόπτεται σε βάθος $z = -2H = -4,80m$, όπου μέχρι τον πυθμένα συνεχίζει η υπόστρωση.

4.4.3 ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΑ' – ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ

Στην διατομή ΑΑ' η προσήνεμη παρειά διαμορφώνεται με κατακόρυφο μέτωπο, λόγω του ότι η συγκεκριμένη θέση της προβλήτας είναι θέση πλαγιοδέτησης κρουαζιερόπλοιων.

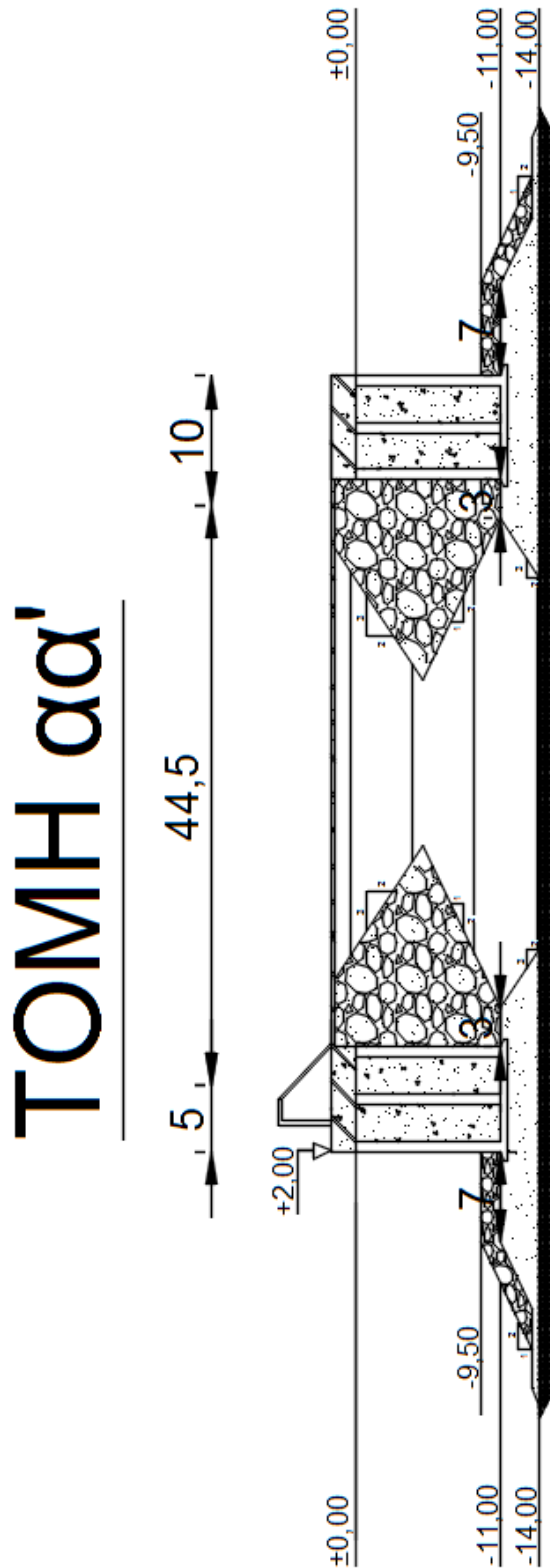
Λόγω κατακόρυφου μετώπου, με συντελεστή ανάκλασης 1, δημιουργείται στάσιμο κύμα στην προσήνεμη πλευρά της διατομής διπλάσιου ύψους από το προσπίπτον μη θραυόμενο κύμα. Έτσι, το προσπίπτον κύμα στην διατομή γίνεται ύψους $H = 6,20m$. Το πρόβλημα που εμφανίζεται, αφορά στο μεγάλο ύψος κύματος που τελικά προσπίπτει στο κατακόρυφο μέτωπο, το οποίο ξεπερνά κατά πολύ σε ύψος την ανωδομή της προβλήτας και υπερπηδά την κατασκευή. Ένα τέτοιο φαινόμενο μπορεί να αντιμετωπιστεί με την τοποθέτηση στηθαίου στην προσήνεμη πλευρά της διατομής ύψους τουλάχιστον 4,20m (Αζοράκος Σαμψών, 2015), ώστε να εμποδίζει την πλημμύρα από το στάσιμο κύμα.

Επομένως, γίνεται τοποθέτηση στηθαίου σχήματος “Γ”, ύψους $h = 5,00m$, το οποίο εμποδίζει το κύμα να υπερπηδήσει και να πλημμυρίσει την προβλήτα, διασφαλίζοντας έτσι την ομαλή λειτουργία του λιμένα και προστατεύοντας το σκυρόδεμα από τυχόν διάβρωση και σπηλαιώσεις. Λόγω της πλαγιοδέτησης μεγάλων

κρουαζιερόπλοιων, το στηθαίο διακόπτεται σε πέντε σημεία, για την ομαλή διέλευση των επιβατών στην προβλήτα (πύλες εισόδου ανά 50m). Επιπλέον τοποθετείται σε απόσταση 2m από το μέτωπο παραβολής του κρηπιδότοιχου, προκειμένου να επιτυγχάνεται η ασφαλής μετακίνηση των επιβατών στην προσήνεμη πλευρά της κατασκευής.

Λόγω των ποικίλων φορτίων που ασκούνται σε αυτό (δυναμικές φορτίσεις λόγω θραύσης κυματισμών, ανέμου κλπ), η κατασκευή του στηθαίου περιλαμβάνει δεκατέσσερις ελκυστήρες που στηρίζουν τους προβόλους, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ευστάθεια της κατασκευής. Η αρχιτεκτονική του έργου πρόκειται να είναι υψηλής αισθητικής και να ανταποκρίνεται στις αισθητικές και λειτουργικές προσδοκίες των επισκεπτών, εξασφαλίζοντας μια όμορφη «πρώτη εικόνα» στους αποβιβασθέντες.

Η διατομή ΑΑ' φαίνεται στην Εικόνα 32 της επόμενης σελίδας:



ΤΟΜΗ αα'	
Διεύθυνση Κύριου Ανέμου	Βορειοδυτικός
Ύψος κύματος H (m)	3.10
Μήκος κύματος L (m)	78.00
Περίοδος Κύματος T (sec)	7.83
Πλοίο σχεδιασμού	κρουαζιερόπλοιο (Lpp= 200m)
Προσήνεμη πλευρά	κατακόρυφο μέτωπο
Υπήνεμη Πλευρά	κατακόρυφο μέτωπο

Εικόνα 32 Τομή ΑΑ'

Η διατομή σχεδιάζεται για άνεμο Βορειοδυτικής διεύθυνσης.

4.5 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

4.5.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΟΛΙΣΘΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΕΔΡΑΣΗΣ

Με βάση την μεθοδολογία που περιγράφηκε παραπάνω (Κεφάλαιο 3.6), οι υπολογισμοί για όλες τις διατομές του βορείου λιμένα είναι οι εξής:

$$p_1 = 7,2 \text{ Kpa}, \quad F_1 = 7,2 \text{ KN}, \quad y_{F_1} = 12,17 \text{ m}$$

$$p_1 = 7,2 \text{ Kpa}, \quad F_2 = 100,8 \text{ KN}, \quad y_{F_2} = 4,5 \text{ m}$$

$$p_2 = 30,8 \text{ Kpa}, \quad F_3 = 215,6 \text{ KN}, \quad y_{F_3} = 2,17 \text{ m}$$

$$p_3 = 7 \text{ Kpa}, \quad P = 112 \text{ KN}, \quad y_P = 5,5 \text{ m}$$

$$q = 35 \text{ Kpa}, \quad Q = 280 \text{ KN}, \quad x_Q = 4 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} W_1 = 384 \text{ KN}, \\ W_2 = 2112 \text{ KN}, \\ W_3 = 112,2 \text{ KN}, \\ A = 1075,25 \text{ KN} \end{array} \right\} W = 1533 \text{ KN}, \quad x_W = 4 \text{ m}$$

$$T = 919,8 \text{ KN},$$

Επομένως οι συντελεστές ανατροπής και ολίσθησης υπολογίζονται αντίστοιχα:

$$SF_{AN} = 4,46 > 2, \quad SF_{O\Lambda} = 2,1 > 1,5$$

Και ο έλεγχος τάσεων έδρασης μόνο για μόνιμα φορτία δίνει:

$$0 < e = 0,66 \text{ m} < b/6 = 1,33 \text{ m} \rightarrow \sigma_{min} = 97 \text{ Kpa} \quad \text{και} \quad \sigma_{max} = 286,5 \text{ Kpa}$$

Ενώ ο έλεγχος τάσεων για μόνιμα και κινητά δίνει:

$$0 < e = 0,89 \text{ m} < b/6 = 1,33 \text{ m} \rightarrow \sigma_{min} = 125,6 \text{ Kpa} \quad \text{και} \quad \sigma_{max} = 378 \text{ Kpa}.$$

4.5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ

Το βάρος του κρηπιδότοιχου υπό άνωση όπως υπολογίστηκε στους ελέγχους έναντι ανατροπής και ολίσθησης είναι: $W = 1952 \text{ KN}$

$$\text{Σεισμικός συντελεστής:} \quad K_h' = 0,3$$

$$\text{Αδρανειακή φόρτιση κρηπιδότοιχου υπό σεισμό:} \quad \Delta H = \pm 459,9 \text{ KN}$$

$$\text{Μέσο ειδικό βάρος εδάφους φυσικού και κορεσμένου:} \quad \gamma = 12,64 \text{ KN/m}^3$$

Συντελεστής ενεργητικών ωθήσεων: $K_{AE} = 0,4$

Δύναμη πιέσεων πόρων: $P = 759,168 \text{ KN}$

Η οποία ασκείται σε ύψος από τη βάση θεμελίου: $\zeta_1 = 4,7 \text{ m}$

Οριζόντια δύναμη νερού: $P_w = 84,23 \text{ KN}$

Η οποία ασκείται σε ύψος από τη βάση θεμελίου: $\zeta_2 = 5,8 \text{ m}$

Επομένως οι συντελεστές ανατροπής και ολίσθησης υπολογίζονται αντίστοιχα:

$$SF_{AN} = 1,02 > 1, \quad SF_{OA} = 0,7 < 1$$

Ενώ ο έλεγχος τάσεων για μόνιμα και κινητά φορτία δίνει:

$$b/6 = 1,33 \text{ m} < e = 3,95 \text{ m} < b/2 = 4 \text{ m} \rightarrow \sigma_{max} = 24173 \text{ Kpa}$$

Η εν λόγω μεταβαλλόμενη τάση ασκείται στο δυσμενές άκρο του θεμελίου και μηδενίζεται σε πλάτος $b' = 0,15 \text{ m}$.

Παρατηρούμε πως με την προσμέτρηση των κινητών φορτίων οι τάσεις στην έδραση του θεμελίου του κρηπιδότοιχου αυξάνονται κατά πολύ και ξεπερνούν την επιτρεπόμενη τάση στο έδαφος που μπορεί να προκαλέσει ακαριαία αστοχία εδάφους σε περίπτωση σεισμού. Έτσι θα χρειαστεί βελτίωση του εδάφους είτε με προφόρτιση είτε με έμπηξη χαλικοπασσάλων ώστε να αυξηθεί η διατμητική αντοχή του εδάφους και να ανέβει η επιτρεπόμενη τάση έδρασης πάνω από το όριο των ασκούμενων τάσεων στο θεμέλιο

4.6 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ - ΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μεθοδολογία υπολογισμών του κύματος στη θέση του πόδα των διατομών παρατίθεται στο Παράρτημα Α'. Παρακάτω δίδονται τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς για κάθε διεύθυνση ανέμου που προσπίπτει και σε διαφορετική διατομή.

4.6.1 ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_o = 4,84 \text{ m}, \quad T = 8,63 \text{ sec}, \quad L_o = 116,30 \text{ m}, \quad C_o = 13,47 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 89,00 \text{ m}$$

$$k = 0,07$$

$$C = 10,30 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 1,96$$

$$n = 1$$

Επομένως $ks = 0,81$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

Για $\frac{d}{L_0} = 0,12 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,765 \Rightarrow L = 88,97 \text{ m}$

Για Βορειοανατολικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 90^\circ \rightarrow \beta_0 = 45^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,7$ και $C = 10,31 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 32,4^\circ$

Επομένως $kr = 0,915$

Άρα **$H = 3,60 \text{ m}$**

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 0,744 < 0,8 \rightarrow \text{ΜΗ ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

4.6.2 ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΣ

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 3,32 \text{ m}, \quad T = 6,89 \text{ sec}, \quad L_0 = 74,12 \text{ m}, \quad C_0 = 10,76 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 64,60 \text{ m}$$

$$k = 0,097$$

$$C = 9,40 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 2,716$$

$$n = 0,68$$

Επομένως $ks = 0,92$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

Για $\frac{d}{L_0} = 0,2 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,89 \Rightarrow L = 65,97 \text{ m}$

Για Βόρειο άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 70^\circ \rightarrow \beta_0 = 70^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,94$ και $C = 9,57 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 56,7^\circ$

Επομένως $kr = 0,79$

Άρα **$H = 2,40 \text{ m}$**

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 0,72 < 0,8 \rightarrow \text{ΜΗ ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

4.6.3 ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 4,12 \text{ m}, \quad T = 7,83 \text{ sec}, \quad L_0 = 95,72 \text{ m}, \quad C_0 = 12,23 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 78,00 \text{ m}$$

$$k = 0,08$$

$$C = 9,96 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 2,24$$

$$n = 0,74$$

Επομένως $ks = 0,91$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 0,146 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,82 \Rightarrow L = 78,50 \text{ m}$$

Για Βορειοδυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 110^\circ \rightarrow \beta_0 = 53^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,9$ και $C = 10 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 47,4^\circ$

Επομένως $kr = 0,79$

Άρα **$H = 3,10 \text{ m}$**

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 0,75 < 0,8 \rightarrow \text{ΜΗ ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

5 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑ - ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ: **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

5.1 ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ – ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ – ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΑΠΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Όπως έχουμε προαναφέρει (2.2.1) η σημασία του Κέντρου Υγείας της Νάξου, είναι πολύ μεγάλη, αφού εξυπηρετεί όχι μόνο το ίδιο το νησί, αλλά και τις Νήσους Μικρών Κυκλάδων και την Αμοργό. Για τον λόγο αυτό απαιτείται η ύπαρξη ενός μικρού λιμένα στο νοτιότερο σημείο του νησιού, ο οποίος θα εξυπηρετεί τις Μικρές Κυκλάδες. Ο λιμένας αυτός θα προσφέρει μια άμεση οδό επικοινωνίας με το Κέντρο Υγείας της Νάξου, αλλά θα εξυπηρετεί και άλλες ανάγκες των Μικρών Κυκλάδων, χωρίς να εκτελούνται μεγάλα δρομολόγια πλοίων που ακολουθούν πορεία σε όλη την δυτική πλευρά της Νάξου προκειμένου να φτάσουν μέχρι και τις Μικρές Κυκλάδες. Επιπλέον, η ύπαρξη ενός λιμένα στα νότια της Νάξου προσφέρει την δυνατότητα κίνησης πλοίων με μικρό κόστος μετακίνησης, άρα και πιο συχνά δρομολόγια, εξαιρίζοντας έτσι το πρόβλημα των πολύ αραιών δρομολογίων το χειμώνα λόγω μικρής ζήτησης και αυξημένου κόστους μετακίνησης (όπου σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, η απουσία δρομολογίου και έγκαιρης μετακίνησης στο Κ.Υ. Νάξου μπορεί να αποβούν μοιραία για τους κατοίκους των Μικρών Κυκλάδων).

Ο μικρός αυτός λιμένας είναι απαραίτητο να κατασκευαστεί στο νότιο-νοτιοανατολικό κομμάτι του νησιού, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι αποστάσεις προς Αμοργό και Μικρές Κυκλάδες. Το ακριβές σημείο κατασκευής του λιμένα προσδιορίζεται με βάση τα ανεμολογικά δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, όπως επίσης και από το κυματικό περιβάλλον. Καθώς οι άνεμοι που προσβάλλουν την Νάξο είναι κυρίως Βόρειοι, το νότιο κομμάτι του νησιού δεν αναμένεται να έχει μεγάλα προβλήματα από κυματισμούς λόγω ανέμων. Σε συνδυασμό με την «προστασία» που προσφέρουν οι Μικρές Κυκλάδες από τους κυματισμούς που έρχονται από τα Νότια, η περιοχή από τα σύνορα του Καλαντού μέχρι τα παράλια της Ψιλής Άμμου μπορεί να γίνει το ιδανικό σημείο για κατασκευή ενός μικρού λιμένα.

Καθοριστικό παράγοντα για την κατασκευή λιμένος αποτελεί το υπάρχον οδικό δίκτυο. Ο παράγοντας αυτός αποτελεί αρκετά μεγάλο πρόβλημα στις προαναφερθείσες περιοχές, εφόσον, λόγω της πολύ μικρής χρήσης γης που γίνεται στα νότια του νησιού, δεν υπάρχει κατάλληλο οδικό δίκτυο, πόσο μάλλον για να εξυπηρετήσει φορτηγά με πρώτες ύλες είτε βαρέα οχήματα πετρελαίου. Το υπάρχον ελλιπές οδικό δίκτυο αποτελείται από δρόμο μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση, χωρίς επαρκή σηματοδότηση και διαγράμμιση και περνάει περιφερειακά του βουνού, προσφέροντας μια δύσκολη και επικίνδυνη διαδρομή. Έτσι, η κατασκευή ενός μικρού λιμένος, είναι αναγκαίο να συνοδευτεί από την επισκευή-αναβάθμιση του οδικού δικτύου και τις απαραίτητες επεκτάσεις που ίσως χρειαστεί να γίνουν.

Το λιμάνι του δικού μας ενδιαφέροντος στο παρόν κεφάλαιο, ανήκει στην κατηγορία μικρών λιμένων για αλιευτικά πλοία, μικρά τουριστικά πλοία και ταχύπλοα, όμως είναι πολύ πιθανόν να φιλοξενήσει και πιο μεγάλα οχηματαγωγά και δελφίνια, τα οποία έρχονται από τις Μικρές Κυκλάδες, την Αμοργό αλλά και τα υπόλοιπα γειτονικά νησιά του Νοτίου Αιγαίου. Στο Νότιο κομμάτι της Νάξου, δεν υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού και για τον λόγο αυτό, όπως έχει προαναφερθεί, δεν υπάρχει κατάλληλο οδικό δίκτυο. Τα αρνητικά αυτά έρχεται να καλύψει το πολύ καλό εδαφικό περιβάλλον και μορφολογία του εδάφους, αφού στην περιοχή εκείνη δημιουργούνται πολλοί μικροί κολπίσκοι που μπορούν με λίγες και οικονομικές επεμβάσεις να αποτελέσουν φυσικά λιμάνια, έτοιμα να φιλοξενήσουν όλα τα πλοία που αναφέραμε παραπάνω.

Με βάση τα παραπάνω, τα κριτήρια για την επιλογή θέσης του τοπικού λιμένα είναι:

- η ευκολία πρόσβασης στο κυρίαρχο οδικό δίκτυο του νησιού,
- η θαλάσσια περιοχή μεταξύ του λιμένα και των Μικρών Κυκλάδων και της Αμοργού να είναι όσο το δυνατόν προστατευμένη από τις συνθήκες περιβάλλοντος,
- να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την ανάπτυξη των λιμενικών εγκαταστάσεων,
- η παράκτια ζώνη να μην χρησιμοποιείται για αναψυχή.

Στον οικισμό του Καλαντού υπάρχει ήδη ένα μικρό αλιευτικό καταφύγιο που εξυπηρετεί κυρίως αλιευτικά πλοία αλλά και κάποια μικρά σκάφη αναψυχής. Ωστόσο η συγκεκριμένη λιμενολεκάνη δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως λιμάνι λόγω του μικρού της μεγέθους. Η συγκεκριμένη τοποθεσία είναι αρκετά προστατευμένη από τους δυνατούς κυματισμούς και ανέμους (Εικόνα 33). Αποτελείται από έναν κολπίσκο που βλέπει προς τα νότια και το μέγεθος και σχήμα του μοιάζει με ακτή τύπου θύλακα (rocket beach) και προσβάλλεται από Νότιους και Νοτιοδυτικούς ανέμους. Στο συγκεκριμένο σημείο κατασκευής οδηγεί δρόμος μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση ο οποίος κινείται τόσο προς τα δυτικά παράλληλα με την ακτογραμμή, οδηγώντας προς την Χώρα της Νάξου, όσο και προς τα βόρεια και μπαίνει μέσα στο Ζα, οδηγώντας προς τα ορεινά χωριά του Νησιού. Με βάση τα προηγούμενα, η τοποθεσία του Καλαντού είναι ένα πολύ καλό σημείο για την κατασκευή του μικρού λιμένος που θα γεφυρώσει την γρήγορη επικοινωνία μεταξύ της Νάξου, των Μικρών Κυκλάδων και της Αμοργού.



Εικόνα 33: Λιμάνι Καλαντού (Google Maps)

Προχωρώντας περί τα είκοσι χιλιόμετρα προς τα ανατολικά από την περιοχή του Καλαντού, παρατηρούμε απουσία οδικού δικτύου σε απόσταση τουλάχιστον δύο χιλιομέτρων από την ακτογραμμή.

Φτάνοντας στον οικισμό του Πάνορμου, ενός από τους μικρότερους οικισμούς της Νάξου, συναντάμε ακόμα έναν κολπίσκο, που βλέπει προς τα νοτιοδυτικά και σχηματίζει έναν φυσικό διάυλο- είσοδο λόγω της μορφολογίας του εδάφους (Εικόνα 34). Το γεγονός αυτό αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα στην κατασκευή λιμένα, διότι η μύτη του κόλπου αποτελεί έναν φυσικό κυματοθραύστη που προστατεύει από τους κυματισμούς και τους ανέμους που έρχονται από τον νότο. Η περιοχή επικοινωνεί με οδικό δίκτυο μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση, το οποίο οδηγεί προς τα βορειοανατολικά και κινείται παράλληλα με την ακτογραμμή, κάνοντας τον γύρο του νησιού από την ανατολική του μεριά. Ο δρόμος δεν είναι επαρκώς ασφαλτοστρωμένος και χρειάζονται πολλές και πολυέξοδες παρεμβάσεις για την ενίσχυσή του. Σε ότι αφορά τη μορφολογία του εδάφους υπάρχει το μειονέκτημα ότι το φυσικό στόμιο που δημιουργείται, πιθανόν συσσωρεύει ποσότητες ιζήματος και έτσι υπάρχει κίνδυνος προσάμμωσης. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να διορθωθεί με μεθόδους απομάκρυνσης ιζήματος οι οποίες, συνήθως έχουν υψηλό κόστος και απαιτείται να επαναλαμβάνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα..



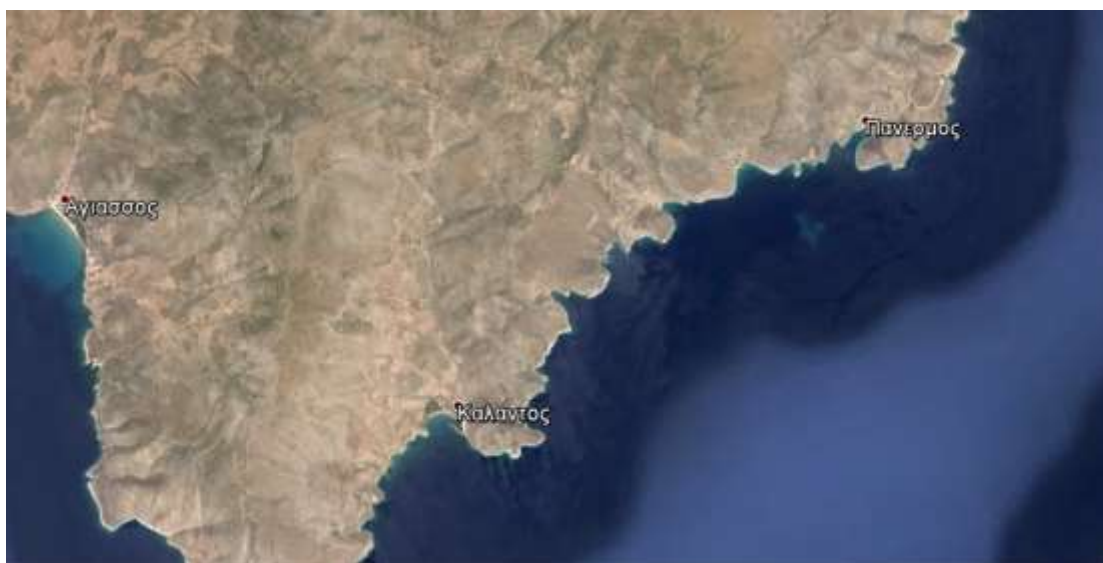
Εικόνα 34: Λιμάνι Πάνορμο (Google Maps)

Οι δύο θέσεις που περιγράφηκαν και παρουσιάζονται στην Εικόνα 35, είναι οι δύο υποψήφιες που θα μελετηθούν με τις κατάλληλες διατάξεις λιμένων, έτσι ώστε να γίνει η τελική επιλογή χωροθέτησης του δευτερεύοντος λιμένος του νησιού και σε επόμενη φάση να γίνει η χάραξη του λιμένος, η διάταξη της χερσαίας ζώνης και να γίνει ο έλεγχος ευστάθειας των διατομών της προβλήτας.



Εικόνα 35: Λιμάνια Καλαντού και Πάνορμο σε μεγέθυνση (Google Maps)

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η απόσταση των δύο υποψήφιων τοποθεσιών:



Εικόνα 36: Συσχέτιση θέσεων λιμένων (Google Maps)

5.2 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

5.2.1 ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Για τον δευτερεύον λιμένα, που είναι εκτεθειμένος στο νότιο τομέα, τα ανεμολογικά δεδομένα θα προκύψουν από τις αντίστοιχες καταγεγραμμένες μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού της νήσου Θήρας και όχι της Νάξου (Πίνακας 19). Η ανάγκη συλλογής δεδομένων από το σταθμό της νήσου Θήρας προκύπτει λόγω της ύπαρξης του βουνού Ζα στη νήσο Νάξο, το οποίο περιορίζει την πνοή του ανέμου με αποτέλεσμα να καθιστά τις μετρήσεις του σταθμού της Νάξου ελλιπείς για ανέμους Νότιας-νοτιοδυτικής και νοτιοανατολικής διεύθυνσης. Τα διαθέσιμα στοιχεία χρονολογούνται την περίοδο 1974-1997 και αφορούν τις μέσες ετήσιες συχνότητες πνοής ανά διεύθυνση και ανά επίπεδα έντασης.

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
DIRECTION OF CLIMATOLOGY
SECTION OF STATISTICAL CLIMATOLOGY

CLIMATOLOGICAL DATA BASE D A T A C L I M

STATION 08DA 744
LATITUDE 36° 25' N LONGITUDE 26° 26' E ALTITUDE OF BAROMETER 34.5 METERS

PERIOD 1974-1997

ANNUAL FREQUENCY (PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
FROM OBSERVATIONS 06Z, 12Z, 18Z GMT

DIRSIZ =00 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									6.942	6.942
1	.827	1.397	.134	.221	.252	.805	.795	.894		8.463
2	3.399	2.981	.503	1.039	.739	2.373	2.461	2.439		16.046
3	6.377	3.398	.795	1.710	1.256	2.483	3.719	4.293		24.212
4	9.104	3.027	.331	1.324	1.039	2.406	2.979	4.282		24.942
5	5.738	1.479	.121	.717	.841	1.345	1.435	1.832		11.408
6	2.840	.928	.044	.478	.265	1.024	.781	.704		6.775
7	.782	.248	.011	.243	.122	.419	.143	.154		2.038
8	.177	.077	.011	.011	.022	.184	.044	.022		.518
9	.011	.011	.008	.008	.008	.011	.011	.008		.044
10	.000	.000	.000	.000	.011	.000	.000	.000		.011
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	29.276	13.874	2.030	8.640	4.226	11.322	12.348	14.622	6.942	105.000

Πίνακας 19: Πίνακας ανεμολογικών δεδομένων νήσου Θήρας, όπως προέκυψαν από τον μετεωρολογικό σταθμό νήσου Θήρας

Για τον σταθμό της νήσου Θήρας, υπολογίζονται οι μέσες ετήσιες διάρκειες πνοής, οι οποίες παρουσιάζονται στον πίνακα παρακάτω (Πίνακας 20):

ΔΙΑΡΚΕΙΕΣ ΠΝΟΗΣ ΑΝΕΜΟΥ ΑΝΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΝΤΑΣΗΣ $t_d(\text{sec})$								
ΘΗΡΑ								
Beaufort	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	-	-	-	-	-	-	-	-
1	292338,7	427943,5	41627,52	69694,56	73163,52	285400,8	250711,2	281931,8
2	1071909	943241,8	184485,6	333966,2	233051	748349,3	776101	769163
3	2074123	1071909	250711,2	539265,6	389785	783038,9	1172824	1353840
4	2871037	964055,5	104384,2	417536,6	333966,2	758756,2	939457,4	1350372
5	1809536	466417,4	38158,56	226113,1	170609,8	487231,2	452541,6	577739,5
6	807321,6	295807,7	13875,84	149796	83570,4	323559,4	239989	222644,2
7	246926,9	83570,4	3468,96	45096,48	38158,56	132135,8	45096,48	48565,44
8	55818,72	24282,72	3468,96	3468,96	6937,92	48565,44	13875,84	6937,92
9	3468,96	3468,96	0	0	0	3468,96	3468,96	0
10	0	0	0	0	3468,96	0	0	0
>11	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM	9232479	4280697	640180,8	1784938	1332711	3569875	3894065	4611194

Πίνακας 20: Διάρκειες πνοής ανέμου νήσου Θήρας ανά Διεύθυνση και ανά επίπεδο έντασης

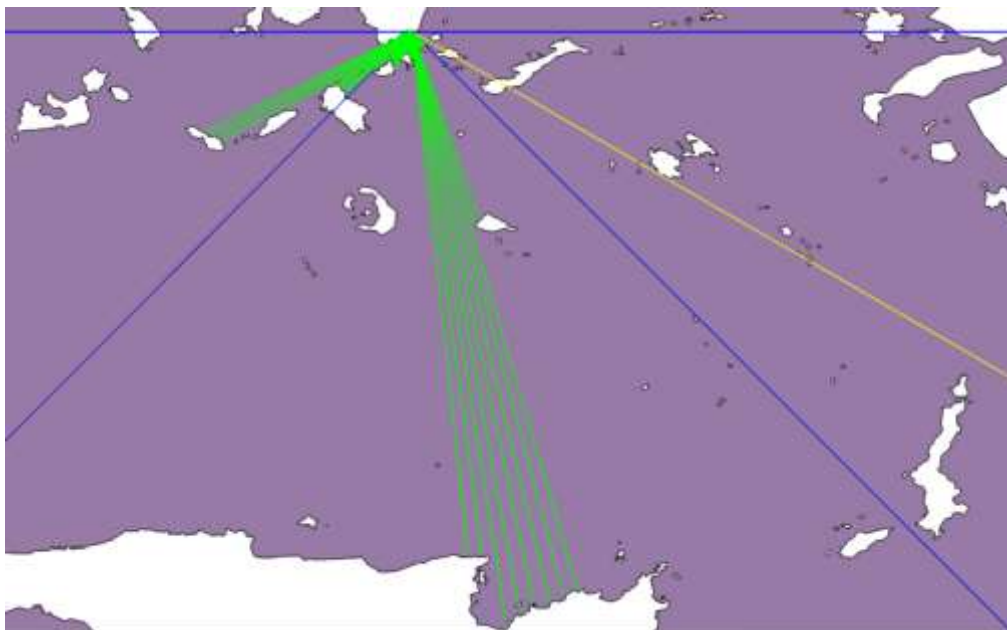
Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θεωρούμε διάρκεια πνοής ανέμου μεγαλύτερη από τις επτά ώρες ($t > 7hr$), διότι με τα δεδομένα που έχουμε στην διάθεσή μας δεν έχουμε την δυνατότητα να εκτιμήσουμε πιο ρεαλιστικά τα μετέπειτα χαρακτηριστικά με χρήση της διάρκειας πνοής. Συνεπώς, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις σχέσεις περιορισμού χρόνου πνοής, που κατά περιπτώσεις εφαρμόζονται σε αντίστοιχες μελέτες.

5.2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ

Στις εικόνες 37 και Εικόνα 38, που ακολουθούν, απεικονίζονται τα αναπτύγματα πελάγους για τις διευθύνσεις N, ΝΑ, ΝΔ, Δ, ΒΔ για τις δύο υποψήφιες θέσεις του Νοτίου Λιμένος, στην ισοβαθή των 30m.



Εικόνα 37: Αναπτύγματα πελάγους τοπικού λιμένα, περιοχή Καλαντού



Εικόνα 38: Αναπτύγματα πελάγους τοπικού λιμένα, περιοχή Πάνορμος

Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν για την χάραξη των αναπτυγμάτων, προέρχονται από τον χάρτη που δημιουργήθηκε στο QGIS και έχουν κλίμακα:

- Για Δευτερεύον Λιμένα – Καλαντός: 1:1000000
- Για Δευτερεύον Λιμένα – Πάνορμος: 1:1000000

Στη συνέχεια όλες οι αποστάσεις μετρήθηκαν, τροποποιήθηκαν λόγω κλίμακας σε πραγματικές αποστάσεις και σε επόμενο βήμα υπολογίστηκαν τα ενεργά αναπτύγματα πελάγους ανά διεύθυνση.

Κυρίαρχη διεύθυνση πνοής για τον δευτερεύον Λιμένα, στην περιοχή μελέτης του Καλαντού είναι η νοτιοανατολική, ενώ στην περιοχή μελέτης του Πάνορμου η νότια.

Παρακάτω παρατίθενται όλες οι διευθύνσεις στις οποίες αναπτύσσονται κυματισμοί λόγω ανέμου, για λόγους πληρότητας (*Πίνακες 21 και Πίνακες 22*).

Για τα ενεργά αναπτύγματα πελάγους προέκυψαν οι τιμές:

Πίνακες 21: Αναλυτικοί Πίνακες ενεργών αναπτυγμάτων πελάγους για όλες τις διευθύνσεις πνοής ανέμου στην τοποθεσία του Καλαντού

ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	0.375
-13.5	0.379
-12	0.380
-10.5	0.380
-9	0.376
-7.5	0.367
-6	0.366
-4.5	0.364
-3	0.358
-1.5	0.343
0	0.331
1.5	0.314
3	0.311
4.5	0.303
6	0.313
7.5	0.326
9	0.337
10.5	0.349
12	0.362
13.5	0.379
15	0.390
AVERAGE Feff(km)	0.353

ΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	0.624
-13.5	0.618
-12	0.609
-10.5	0.605
-9	0.602
-7.5	0.601
-6	0.600
-4.5	0.598
-3	0.596
-1.5	0.592
0	0.592
1.5	0.592
3	0.594
4.5	0.599
6	0.601
7.5	9.862
9	9.730
10.5	9.374
12	9.279
13.5	8.794
15	8.528
AVERAGE Feff(km)	3.076

ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	193.424
-13.5	192.707
-12	193.895
-10.5	6.259
-9	6.066
-7.5	5.897
-6	5.823
-4.5	5.849
-3	5.826
-1.5	5.645
0	5.639
1.5	5.790
3	5.731
4.5	5.745
6	5.772
7.5	5.650
9	5.611
10.5	5.662
12	5.890
13.5	5.847
15	5.880
AVERAGE Feff(km)	32.600

ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	20.391
-13.5	20.730
-12	20.822
-10.5	20.906
-9	20.949
-7.5	21.284
-6	21.276
-4.5	12.155
-3	12.212
-1.5	12.278
0	20.143
1.5	20.125
3	19.927
4.5	0.993
6	0.793
7.5	0.727
9	0.694
10.5	0.653
12	0.643
13.5	0.627
15	0.616
AVERAGE Feff(km)	11.854

ΝΟΤΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	171.302
-13.5	171.070
-12	172.237
-10.5	153.061
-9	152.219
-7.5	7.469
-6	6.365
-4.5	6.160
-3	5.453
-1.5	5.458
0	5.541
1.5	5.656
3	5.697
4.5	5.817
6	5.962
7.5	6.063
9	6.214
10.5	6.357
12	7.101
13.5	7.185
15	7.221
AVERAGE Feff(km)	43.791

Πίνακες 22: Αναλυτικοί Πίνακες ενεργών αναπτυγμάτων πελάγους για όλες τις διευθύνσεις πνοής ανέμου στην τοποθεσία του Πανόρμου

ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	0.441
-13.5	0.441
-12	0.441
-10.5	0.441
-9	0.441
-7.5	0.441
-6	0.441
-4.5	0.441
-3	0.441
-1.5	0.441
0	0.441
1.5	5.003
3	4.910
4.5	4.881
6	4.779
7.5	4.733
9	4.799
10.5	4.928
12	5.035
13.5	4.970
15	4.928
AVERAGE Feff(km)	2.563

ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	11.039
-13.5	10.422
-12	10.258
-10.5	10.354
-9	9.966
-7.5	9.836
-6	9.962
-4.5	11.034
-3	9.503
-1.5	13.141
0	15.717
1.5	26.132
3	26.061
4.5	25.996
6	26.279
7.5	26.337
9	26.399
10.5	27.087
12	28.661
13.5	42.671
15	63.938
AVERAGE Feff(km)	20.990

ΠΡΟΤΑΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ
ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΝΑΞΟΥ

ΚΑΒΟΥΡΑ ΑΡΕΤΗ

ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	0
-13.5	0
-12	0
-10.5	0
-9	0
-7.5	0
-6	0
-4.5	0
-3	0
-1.5	0
0	0.273
1.5	0.273
3	0.273
4.5	0.273
6	0.273
7.5	0.273
9	0.273
10.5	0.273
12	0.273
13.5	0.273
15	0.273
AVERAGE Feff(km)	0.143

ΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	3.543
-13.5	3.422
-12	2.877
-10.5	2.619
-9	1.752
-7.5	1.688
-6	1.630
-4.5	1.577
-3	1.528
-1.5	1.486
0	1.378
1.5	0
3	0
4.5	0
6	0
7.5	0
9	0
10.5	0
12	0
13.5	0
15	0
AVERAGE Feff(km)	1.119095238

ΝΟΤΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	($\pm 15^\circ$)
Fi (km)	
-15	170.601
-13.5	171.073
-12	170.228
-10.5	172.432
-9	175.840
-7.5	153.469
-6	153.426
-4.5	8.164
-3	8.172
-1.5	8.213
0	8.123
1.5	8.141
3	7.270
4.5	7.050
6	6.728
7.5	6.128
9	5.904
10.5	5.940
12	5.969
13.5	5.982
15	6.025
AVERAGE Feff(km)	60.232

Τελικά, τα ενεργά αναπτύγματα πελάγους στις διευθύνσεις πνοής του ανέμου για κάθε Λιμένα, είναι:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΛΑΝΤΟΣ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΛΙΜΕΝΑΣ ΠΑΝΟΡΜΟΣ
ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	0	0
ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	0	0.14277551
ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	32.60040816	2.562782313
ΝΟΤΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	43.79080952	60.23233333
ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	11.85437415	20.99012925
ΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	3.075544218	1.119095238
ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	0.352530612	0
ΒΟΡΕΙΟΣ ΑΝΕΜΟΣ	0	0

Πίνακας 23: Τελικά ενεργά αναπτύγματα πελάγους Τοπικού λιμένα στις υποψήφιες τοποθεσίες Καλαντό και Πάνορμο, για όλες τις διευθύνσεις πνοής ανέμου F(km)

5.2.3 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Παρακάτω παρατίθενται οι συγκεντρωτικοί πίνακες των χαρακτηριστικών του μεγίστου πιθανού κυματισμού (Πίνακας 24 και Πίνακας 25):

Δευτερεύων Λιμένας, Καλαντός:

	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙ- ΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙ- ΚΟΣ
Fetch (m)	352.530	3075.544	32600.408	43790.809	11854.374
M.A.P. (beaufort)	9	8	8	10	9
U10min (m/s)	24.400	20.700	20.700	28.400	24.400
U1hr (m/s)	22.204	18.837	18.837	25.844	22.204
Φ	7.015	85.029	901.298	643.180	235.877
fpi	1.583	0.749	0.369	0.408	0.551
fp (1/sec)	0.699	0.390	0.192	0.155	0.244
Tp (sec)	1.430	2.564	5.206	6.455	4.104
Hi	0.004	0.015	0.050	0.042	0.025
Hs (m)	0.220	0.550	1.792	2.849	1.274
tmini (sec)	249.473	1430.599	7468.419	5897.303	2922.135
t (sec)	564.658	2747.013	14340.735	15536.177	6613.975
frequency (%)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
διάρκεια πνοής (hr)	0.964	0.964	0.964	0.964	0.964

Πίνακας 24: Χαρακτηριστικά κύματος σχεδιασμού Τοπικού λιμένα για την περιοχή του Καλαντού

Δευτερεύων Λιμένας, Πάνορμος:

	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙ- ΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙ- ΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ
Fetch (m)	142.775	2562.782	60232.333	20990.129	1119.095
M.A.II. (beaufort)	8	8	10	9	9
U10min (m/s)	20.70	20.70	28.40	24.40	24.40
U1hr (m/s)	18.84	18.84	25.84	22.20	22.20
Φ	3.95	70.85	884.67	417.66	22.27
fpi	1.88	0.79	0.37	0.46	1.12
fp (1/sec)	0.98	0.41	0.14	0.21	0.49
Tp (sec)	1.02	2.43	7.10	4.87	2.02
Hi	0.00	0.01	0.05	0.03	0.01
Hs (m)	0.12	0.50	3.34	1.69	0.39
tmini (sec)	166.81	1259.13	7371.67	4359.09	560.01
t (sec)	320.31	2417.76	19420.34	9866.39	1267.52
frequency (%)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
διάρκεια πνοής (hr)	0.964	0.964	0.964	0.964	0.964

Πίνακας 25: Χαρακτηριστικά κύματος σχεδιασμού Τοπικού λιμένα για την περιοχή του Πάνορμου

Συνοπτικά, οι τελικοί πίνακες από τους οποίους προκύπτουν οι κυματισμοί σχεδιασμού των λιμένων παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 26). Με βάση τους πίνακες αυτούς, θα γίνει η επιλογή τοποθεσίας κατασκευής του δευτερεύοντος λιμένα ανάμεσα στις δύο υποψήφιες θέσεις, του Καλαντού και του Πάνορμου, όπως επίσης θα καθοριστούν και οι βασικές διαστάσεις των λιμένων που πρόκειται να κατασκευαστούν στο Νότιο σημείο κατασκευής.

Τελικοί Πίνακες					
	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΛΑΝΤΟΣ			ΝΟΤΙΟΔΥΤΙ ΚΟΣ
		ΔΥΤΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙ ΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	
Hs (m)	0.22	0.55	1.79	2.85	1.27
Tp (sec)	1.43	2.56	5.21	6.45	4.10
	ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ ΠΑΝΟΡΜΟΣ			ΔΥΤΙΚΟΣ
		ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙ ΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙ ΚΟΣ	
Hs (m)	0.12	0.50	3.34	1.69	0.39
Tp (sec)	1.02	2.43	7.10	4.87	2.02

Πίνακας 26: Συνοπτικοί πίνακες κύματος σχεδιασμού Τοπικού λιμένα νήσου Νάξου για τις υποψήφιες περιοχές Καλαντού και Πάνορμου.

5.2.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα δύο έργα τα οποία πρόκειται να κατασκευάσουμε διαφέρουν πολύ μεταξύ τους ως προς τις χρήσεις και την λειτουργία τους. Όπως έχει προαναφερθεί, ο κύριος λιμένας θα αντικαταστήσει τον ήδη υπάρχον εμπορικό και τουριστικό λιμένα, και θα έχει επιπλέον χρήσεις και λειτουργίες, όπως οι θέσεις κρουαζιερόπλοιων και τάνκερ. Για έναν τέτοιο μεγάλο σχετικά λιμένα και αναφορικά με το κόστος κατασκευής, ένα ύψος κύματος της τάξης των τεσσάρων μέτρων είναι αντιμετωπίσιμο, εφόσον υπολογίζεται ήδη σχετικά υψηλό το κόστος κατασκευής.

Σε αντίθετη περίπτωση το έργο που πρόκειται να κατασκευαστεί στο Νότιο κομμάτι της νήσου, θα έχει χρήσεις κυρίως εκτάκτου ανάγκης για μεταφορά εμπορευμάτων η ασθενών. Οι τουριστικές του χρήσεις θα είναι περιορισμένες, λόγω της απόστασής του από το κέντρο του νησιού και θα περιορίζονται στους χειμερινούς μήνες, όπου η λειτουργία του βορείου λιμένα πιθανόν να χαρακτηρίζεται ασύμφορη. Επιπλέον, οι τουριστικές χρήσεις του νοτίου λιμένα θα περιλαμβάνουν και πρόσδεση υδροπλάνων, πράγμα που σημαίνει πως το επιθυμητό ύψος κύματος δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 3m, για να μην υπάρχει δυσκολία στην προσγείωση και την πρόσδεση των υδροπλάνων.

Λόγω του σχετικά μεγάλου ύψους κύματος που παρουσιάζεται στην περιοχή του Πάνορμου, υπολογίζουμε πως το εν λόγω λιμάνι πρόκειται να βγει εκτός προϋπολογισμού, λόγω της δυσαναλογίας που πρόκειται να υπάρξει ανάμεσα στο κόστος κατασκευής και στο επιθυμητό μέγεθος και απαραίτητες χρήσεις του έργου. Επιπλέον κόστος προσθέτει η ενίσχυση του οδικού δικτύου στην περιοχή του Πανόρμου, όπως επίσης και οι αναγκαίες βυθοκορήσεις για την απομάκρυνση του ιζήματος.

Έτσι για την κατασκευή του νοτίου λιμένα επιλέγουμε την περιοχή του Καλαντού σαν τοποθεσία κατασκευής του έργου, όπου ο χαρακτηριστικός κυματισμός παρατηρείται μόλις στα 2,85m, το οδικό δίκτυο χρειάζεται μικρότερη ενίσχυση, ενώ γίνεται αυτόματη απομάκρυνση του ιζήματος από την κίνηση των ρευμάτων και κυματισμών, πράγμα που σημαίνει πως οι κατασκευαστικές απαιτήσεις θα είναι οι ελάχιστες δυνατές, με αποτέλεσμα την όσο δυνατόν μεγαλύτερη μείωση του κόστους κατασκευής.

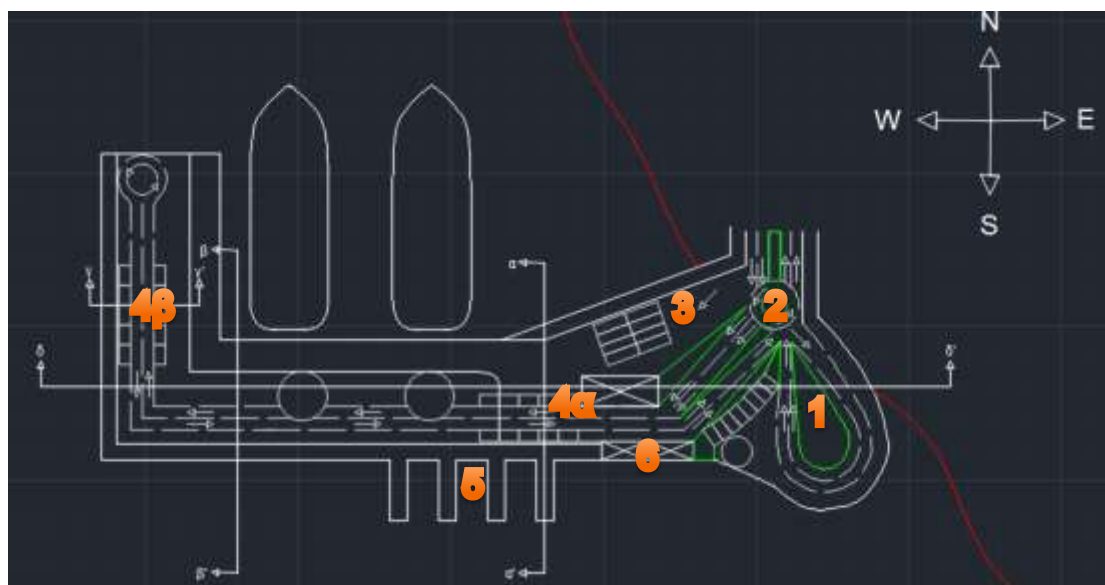
5.3 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΟΥ

Σε προηγούμενο κεφάλαιο έγινε ο υπολογισμός του κύματος σχεδιασμού για κάθε πιθανή τοποθεσία κατασκευής του έργου, στο Νότιο τμήμα της νήσου. Από την ανάλυση αυτή προέκυψε χαρακτηριστικό κύμα, για την περιοχή του Καλαντού, ύψους $H_s=2,85m$ περιόδου $T_p=6,46sec$ και Νότιας διεύθυνσης.

ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ

Στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης και της πρωτότυπης αισθητικής της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, αλλά και μιας προσπάθειας περιορισμού του κόστους, προτείνεται η παρακάτω διάταξη του δευτερεύοντος λιμένα στην περιοχή του Καλαντού (Εικόνα 39).

Η συγκεκριμένη διαμόρφωση λιμένα, όχι απλώς καλύπτει τις ανάγκες των κατοίκων και επισκεπτών της νήσου, αλλά προσφέρει και προοπτικές περαιτέρω αναβάθμισης του τόπου.

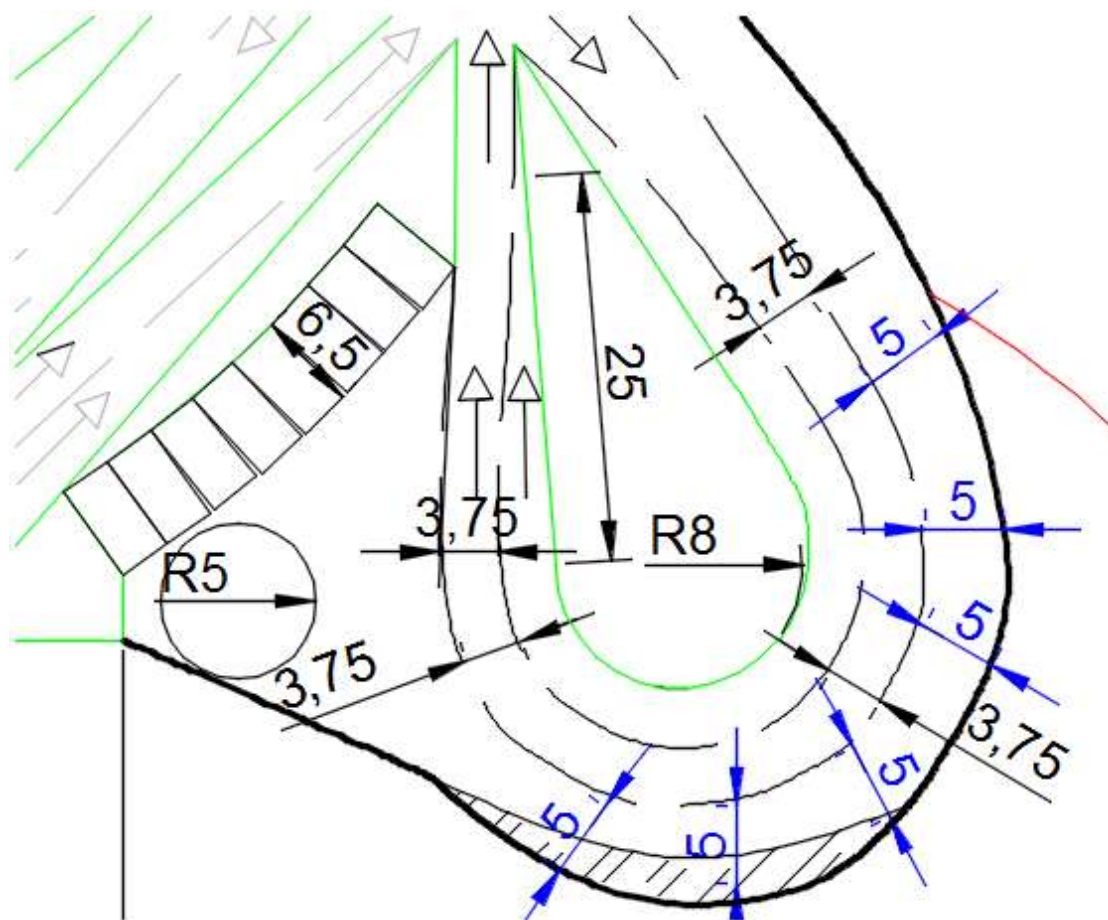


Εικόνα 39: Γενική Διάταξη Τοπικού λιμένα

Η κατασκευή έχει χωριστεί σε έξι τομείς - περιοχές, με παρόμοιο τρόπο που χωρίστηκε και ο κύριος λιμένας, προκειμένου να επιτευχθεί η αποτελεσματική οργάνωση των άμεσα ενδιαφερόμενων και η λειτουργική κυκλοφορία τους από και προς τον λιμένα.

Ο χώρος του λιμανιού ξεκινάει με μια διακλάδωση του αυτοκινητοδρόμου, η οποία επιτρέπει τον διαχωρισμό των Ι.Χ. οχημάτων, των βαρέων οχημάτων, των ταξί και των λεωφορείων και τον κατατοπισμό τους στα κατάλληλα σημεία αναμονής και στάθμευσης.

ΠΕΡΙΟΧΗ 1: Η πρώτη διακλάδωση διαμορφώνεται στην αριστερή λωρίδα του δρόμου, αποτελεί την έξοδο των λεωφορείων και ταξί από τον αυτοκινητόδρομο και την είσοδό τους στον χώρο αναμονής και στάθμευσης (Εικόνα 40). Ο χώρος αυτός έχει την μορφή κυκλικού κόμβου, όπου τα λεωφορεία μπορούν να διατάσσονται σε σειρά και τα ταξί οδοντωτά, σε συγκεκριμένες θέσεις στάθμευσης, έτσι ώστε να τηρείται μια σειρά προτεραιότητας. Ένα στέγαστρο αναμονής λεωφορείων και ταξί επιτρέπει την άνετη επιβίβαση των επισκεπτών.



Εικόνα 40: Περιοχή 1

Οι θέσεις στάθμευσης των ταξί φαίνονται πάνω δεξιά της εικόνας και έχουν διαστάσεις $6,50\text{m} \times 3,75\text{m}$ (Neufert, 2000). Στον χώρο στάθμευσης των ταξί υπάρχει η δυνατότητα να σταθμεύσουν οκτώ ταξί κάνοντας έναν κύκλο αναστροφής ακτίνας $R=5,00\text{m}$, όπως προδιαγράφεται στους κανονισμούς του Neufert και να παρκάρουν με την όπισθεν, έτσι ώστε να είναι εύκολη η έξοδός τους από τη θέση στάθμευσης.

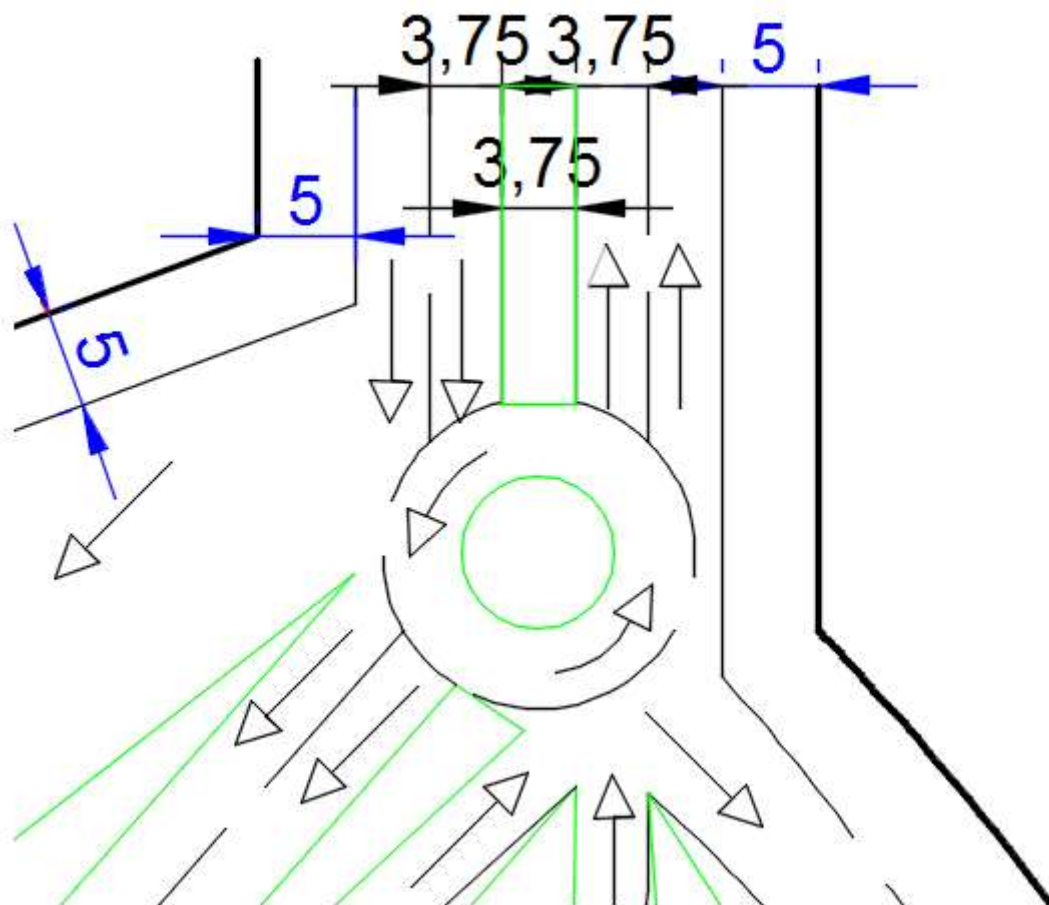
Οι θέσεις στάθμευσης των λεωφορείων βρίσκονται σε όλο το μήκος της καμπύλης του κυκλικού κόμβου και κυρίως μπροστά από το μεταλλικό στέγαστρο αναμονής των επιβατών στο νότιο σημείο του σχήματος. Για το εν λόγω στέγαστρο δεν έχουν δοθεί συγκεκριμένες διαστάσεις, λόγω της ιδιαιτερότητας του σχήματός του. Παρ' όλα αυτά, με βάση την εσωτερική ακτίνα αναστροφής του κυκλικού κόμβου, υπολογίζεται πως το στέγαστρο μπορεί να φιλοξενήσει τουλάχιστον είκοσι επισκέπτες με αποσκευές κάτω από τη σκιά του.

Ο άξονας κυκλοφορίας του κόμβου περιλαμβάνει τρεις λωρίδες, μία κύρια λωρίδα κυκλοφορίας και στάσης των λεωφορείων σταθερού πλάτους $b_1=3,75\text{m}$ (Neufert, 2000), μια λωρίδα προσπέρασης μεταβαλλόμενου πλάτους $b_2=3,75\text{m}$ (Neufert, 2000) (η οποία χρησιμοποιείται σε περίπτωση είτε βλάβης κάποιου οχήματος είτε σε περίπτωση αναγκαστικής προσπέρασης ενός λεωφορείου από κάποιο άλλο ή κάποιο

ταξί) και μια τρίτη εξωτερική λωρίδα πεζοδρομίου σταθερού πλάτους $b_3=5,00\text{m}$ που αποσκοπεί στην άνετη διέλευση πεζών και ποδηλατιστών.

Σχετικά με τον κυκλικό κόμβο, η εσωτερική ακτίνα καμπύλης υπολογίστηκε και σχεδιάστηκε στα $8,00\text{m}$, ενώ ελήφθησαν υπ' όψιν μήκη αναπτυγμάτων της τάξης των $25,00\text{m}$ (Neufert, 2000) ώστε να πραγματοποιείται σωστά η είσοδος, η στροφή και η έξοδος των λεωφορείων από την πλατεία.

ΠΕΡΙΟΧΗ 2: Η προσέλευση στον χώρο στάσης και στάθμευσης των λεωφορείων και ταξί επιτυγχάνεται με έναν ισόπεδο κυκλικό κόμβο που διαμορφώνεται από κυκλική νησίδα. Ο κόμβος διακόπτει όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας, ώστε να τηρούνται αυτόματα οι προτεραιότητες με βάση τον Κ.Ο.Κ. και να διατηρείται η εναρμονισμένη κυκλοφορία στους άξονες (Εικόνα 41). Η αναγκαιότητα ύπαρξης του κόμβου είναι μεγάλη εφόσον στο συγκεκριμένο σημείο συναντώνται τρεις κύριοι άξονες κυκλοφορίας, οι δύο εκ των οποίων είναι αντίθετης κατεύθυνσης και παράλληλοι και ο τρίτος διασχίζει τους δύο πρώτους με κλίση περίπου 145° ως προς τον Βορρά.

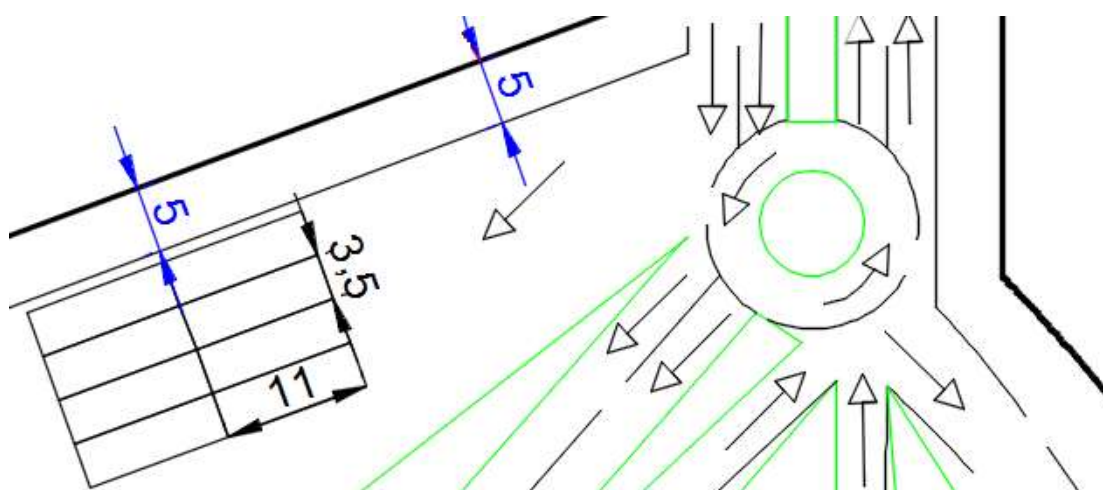


Εικόνα 41: Περιοχή 2

Ο κυκλικός κόμβος είναι απαραίτητο να κατασκευαστεί προκειμένου να τηρηθούν οι προτεραιότητες κυκλοφορίας και να μην χρειαστεί σηματοδότηση στη διασταύρωση.

Για την σωστή λειτουργία του κόμβου έχει διατηρηθεί η συμμετρία στο σχήμα. Στον κόμβο εισέρχονται δύο λωρίδες κυκλοφορίας πλάτους 3,75m κατά την είσοδο των οχημάτων στον λιμένα. Προχωρώντας αριστερόστροφα, συναντάμε μια έξοδο με δύο λωρίδες κυκλοφορίας πλάτους 3,75m οι οποίες οδηγούν στην προβλήτα και στον χώρο άμεσης επιβίβασης των Ι.Χ., ενώ η στροφή συνεχίζει με δύο ανεξάρτητες εισόδους στον κόμβο, με λωρίδες ίδιου πλάτους, μια από την προβλήτα και τον χώρο στάσης των αποβιβασθέντων Ι.Χ. και ακόμα μια από τον χώρο στάσης και στάθμευσης των λεωφορείων και των ταξί. Η επόμενη έξοδος του κόμβου υπάρχει αποκλειστικά και μόνο για τα λεωφορεία και τα ταξί και οδηγεί στον χώρο στάσης και στάθμευσής τους, ενώ έχει πλάτος 3,75m. Τέλος ο κύκλος ολοκληρώνεται με τις δύο τελικές λωρίδες εξόδου όλων των οχημάτων ίδιου πλάτους με τις προηγούμενες αναφερθείσες, οι οποίες οδηγούν στην έξοδο από τον λιμένα. Η εσωτερική ακτίνα του κόμβου, δηλαδή η ακτίνα της κυκλικής νησίδας έχει διάμετρο $D=8,00m$, ενώ ο δακτύλιος αναστροφής έχει πλάτος $b=5,40m$, όσο δηλαδή χρειάζεται για μια λωρίδα κυκλοφορίας πλάτους 3,25m και μια λωρίδα προσπέρασης πλάτους 2,15m (Neufert, 2000). Τους δύο κύριους άξονες εισόδου και εξόδου οχημάτων προς και από τον λιμένα χωρίζει νησίδα – κατώφλι διάβασης πεζών, ενώ σε κάθε άνοιγμα του κόμβου είναι απαραίτητο να υπάρχει διάβαση πεζών για την ομαλή και ασφαλή διάσχιση των οδών από τους επισκέπτες από τα εξωτερικά πεζοδρόμια των αξόνων, πλάτους 5,00m.

ΠΕΡΙΟΧΗ 3: Μια ακόμη διακλάδωση του κυρίου άξονα κυκλοφορίας του λιμένος ορίζει την είσοδο των βαρέων οχημάτων στο χώρο αναμονής και στάθμευσης από τη δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας (Εικόνα 42). Ο χώρος αυτός επίσης διαμορφώνεται ανεξάρτητα από τους υπόλοιπους μέσω μιας νησίδας πρασίνου, στην οποία πιθανόν να τοποθετηθούν πυροσβεστικοί κρουνοί, τηλεφωνικοί θάλαμοι, ή άλλες κατασκευές εκτάκτου ανάγκης.



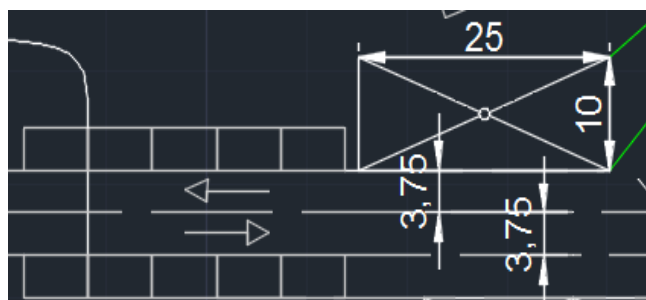
Εικόνα 42: Περιοχή 3

Ο χώρος στάθμευσης βαρέων οχημάτων και φορτηγών έχει τη δυνατότητα να φιλοξενήσει τουλάχιστον οκτώ οχήματα, με θέσεις διαστάσεων $11,00m \times 3,50m$

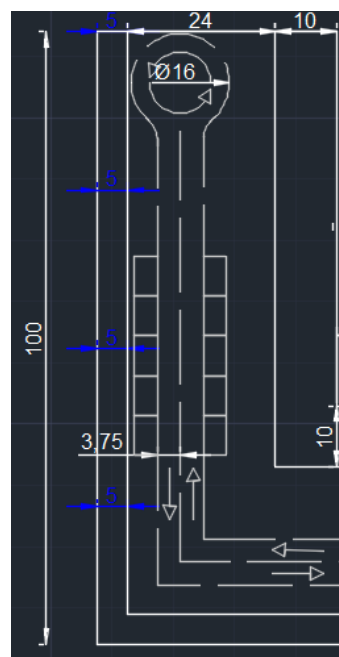
(Neufert, 2000). Ο υπόλοιπος χώρος εσκεμμένα έχει αφεθεί κενός για να τονισθεί η άνεση του χώρου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης πρόσβασης κάποιου ασθενοφόρου ή πυροσβεστικού οχήματος στην προβλήτα του λιμένα. Βόρεια του χώρου στάθμευσης βαρέων οχημάτων, όπως μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί, υπάρχει πεζόδρομος πλάτους 5,00m, ο οποίος αποτελεί μια συνέχεια του πεζόδρομου από τους κύριους άξονες κυκλοφορίας.

ΠΕΡΙΟΧΕΣ 4: Η είσοδος των Ι.Χ. στο λιμάνι αποτελείται από μια απλή συνέχεια του κυρίου άξονα κυκλοφορίας, η οποία καταλήγει στην προβλήτα του λιμανιού και βρίσκεται στα δεξιά και αριστερά της τον χώρο στάθμευσης των οχημάτων για άμεση επιβίβαση (Εικόνες 43). Ο φόρτος του συγκεκριμένου λιμένα, αναμένεται να είναι μικρός, εφόσον οι χρήσεις του λιμένα πρόκειται να είναι περιορισμένες. Έτσι η κυκλοφορία στους οδικούς άξονες πάνω στην προβλήτα πρόκειται να είναι περιορισμένη, με αποτέλεσμα να μην είναι απαραίτητα οι οποιοδήποτε είδους διαχωριστικά ή σημάνσεις κυκλοφορίας.

Η τελική έξοδος από τον λιμένα ορίζεται από την συνένωση του δρόμου κυκλοφορίας των Ι.Χ. και του δρόμου εξόδου των λεωφορείων και των ταξί από τον χώρο στάθμευσής τους (Εικόνες 43). Ο δρόμος αυτός συνεχίζει μέχρι τον ισόπεδο κυκλικό κόμβο και οδεύει προς τα βόρεια του νησιού μέσα στο βουνό, είτε περιφερειακά προς το δυτικό κομμάτι της Νάξου.



Εικόνες 43: Περιοχή 4α

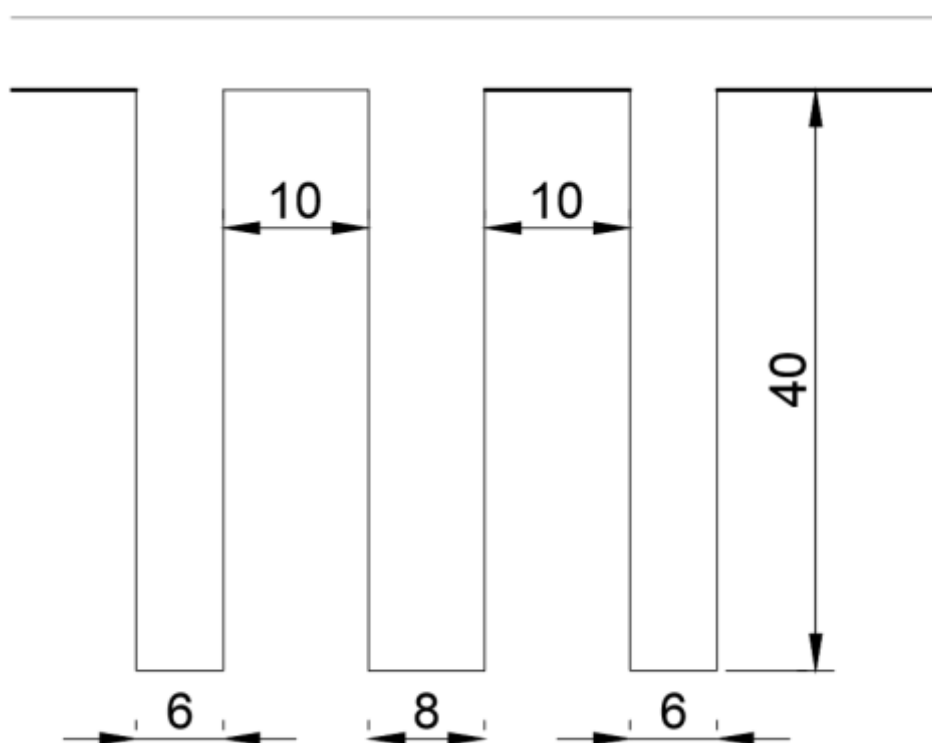


Περιοχή 4β

Οι λωρίδες κυκλοφορίας των κύριων αξόνων είναι πλάτους 3,75m και εκτείνονται καθ' όλο το μήκος της προβλήτας, συναντώντας στα δεξιά τους κατάλληλες θέσεις στάσης και στάθμευσης Ι.Χ. διαστάσεων 6,50m×3,75m (Neufert, 2000). Επιπλέον, ο δρόμος κυκλοφορίας των πεζών πλάτους 5,00m ακολουθεί επίσης την ίδια πορεία,

εκτεινόμενος σε όλο το μήκος της προβλήτας. Όλοι οι άξονες κυκλοφορίας, τόσο των οχημάτων, όσο και των πεζών καταλήγουν στο τέλος της προβλήτας, όπου έχει σχεδιαστεί κύκλος αναστροφής των οχημάτων ακτίνας 8,00m (Neufert, 2000), όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχέδιο. (Περιοχή 4β) Το στέγαστρο αναμονής των επιβατών, όπως παρατηρείται στο πάνω σχέδιο (Περιοχή 4α) πρόκειται να κατασκευαστεί στην αρχή της προβλήτας και έχει διαστάσεις 25,00m×10,00m, ικανό να στεγάσει τουλάχιστον εκατό επιβάτες με αποσκευές.

ΠΕΡΙΟΧΗ 5: Στο νότιο κομμάτι του λιμένα παρουσιάζεται η κατασκευή προβλήτας υδροπλάνων, τα οποία πρόκειται να χρησιμεύσουν στις γρηγορότερες μεταφορές μεταξύ των νήσων αλλά και μεταξύ των διαφόρων λιμένων που πιθανόν να διαθέτουν κάποια νησιά όπως η Νάξος.

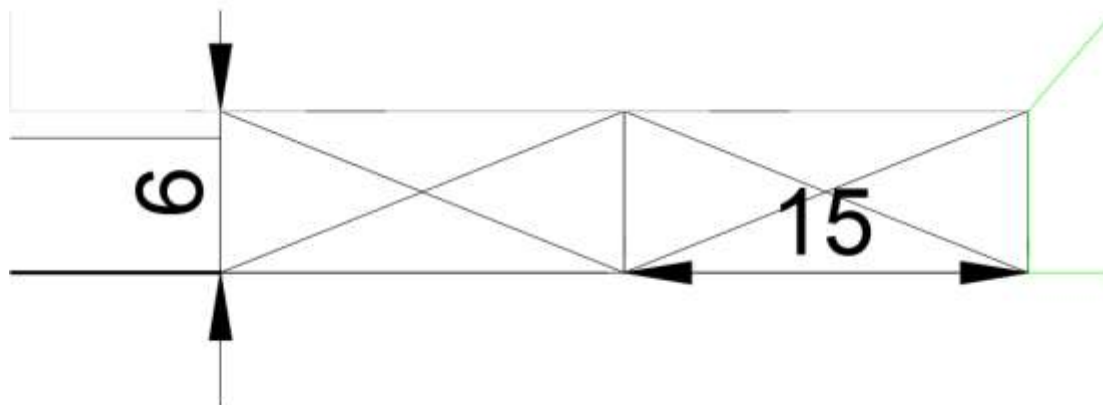


Εικόνα 44: Περιοχή 5

Για μικρά υδροπλάνα μήκους $L=20,00\text{m}$ και $B=8,00\text{m}$, τα οποία μπορούν να εξυπηρετήσουν 10 επιβάτες σχεδιάστηκε ειδικός χώρος πρόσδεσης αντίστοιχων διαστάσεων μήκους και ανοίγματος, με θέσεις για τρία υδροπλάνα. Οι πλωτές προβλήτες των θέσεων αυτών σχεδιάστηκαν με πλάτος $b=6,00\text{m}$ προκειμένου να χωρούν ειδικά αμαξίδια μεταφοράς των επιβατών από και προς τις προβλήτες, τα οποία πιθανόν να έχουν ακτίνα κύκλου αναστροφής $r=3,00\text{m}$. (Εικόνα 44)

ΠΕΡΙΟΧΗ 6: Το διώροφο κτίριο του λιμεναρχείου στεγάζεται στο νότιο τμήμα της προβλήτας, προστατεύοντας έτσι τους επιβάτες από δυνατούς ανέμους λόγω του ύψους του (Εικόνα 45). Το εν λόγω κτίριο, όπως αυτό του βορείου λιμανιού στεγάζει

στο ισόγειο καφετέρια, χώρους αποθήκευσης των αποσκευών, χώρο αναψυχής, περίπτερο πληροφοριών, εκδοτήριο εισιτηρίων λεωφορείων και στον πρώτο όροφο τα γραφεία του λιμεναρχείου.



Εικόνα 45: Περιοχή 6

Το κτίριο έχει διαστάσεις 30,00m×6,00m και αποτελείται από δοκούς δύο ανοιγμάτων και μεσοτοιχία, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ανεξαρτησία των χώρων και κατ' επέκταση η καλύτερη λειτουργία τους.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως η χάραξη των δύο λιμένων και η σχεδίαση και διαμόρφωσή του χερσαίου χώρου έγινε με γνώμονα τα τεχνικά προβλήματα που προκύπτουν συνήθως στην κυκλοφορία των οχημάτων, με βάση τους κανονισμούς κατασκευής λιμένων και με μια προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας ανάμεσα σε περιβάλλον και νέες τεχνολογίες.

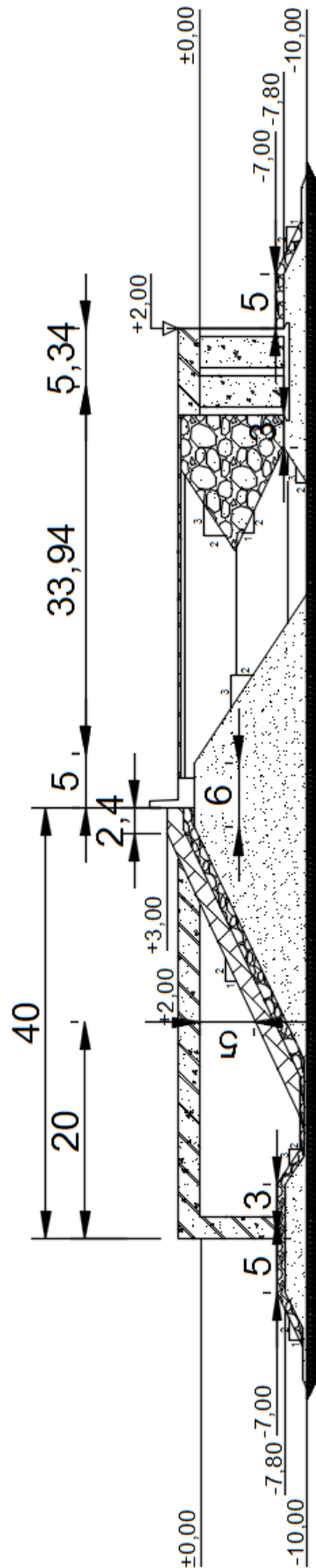
5.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Η σχεδίαση και οι υπολογισμοί της λιθορριπής προστασίας της εκάστοτε διατομής της προβλήτας έγιναν με μέθοδο υπολογισμού που παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'.

5.4.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΑ' ΚΑΙ ΒΒ' – ΑΝΕΜΟΣ ΝΟΤΙΟΣ

Οι τομές ΑΑ' και ΒΒ' αποτελούν διατομές του λιμενοβραχίονα και δέχονται και οι δύο Νότιο άνεμο. Ο λόγος που έχουν γίνει δύο τομές εξηγείται από την ύπαρξη των θέσεων των υδροπλάνων (Εικόνα 44). Στα σημεία όπου κατασκευάζεται εγκάρσια προέκταση της κύριας προβλήτας για να διαμορφωθούν οι θέσεις των υδροπλάνων, δεν τοποθετείται λιθορριπή. Σε όλα τα υπόλοιπα σημεία του λιμενοβραχίονα τοποθετείται προστασία από φυσικούς ογκολίθους όπως φαίνεται και περιγράφεται παρακάτω (Εικόνα 47):

ΤΟΜΗ αα'

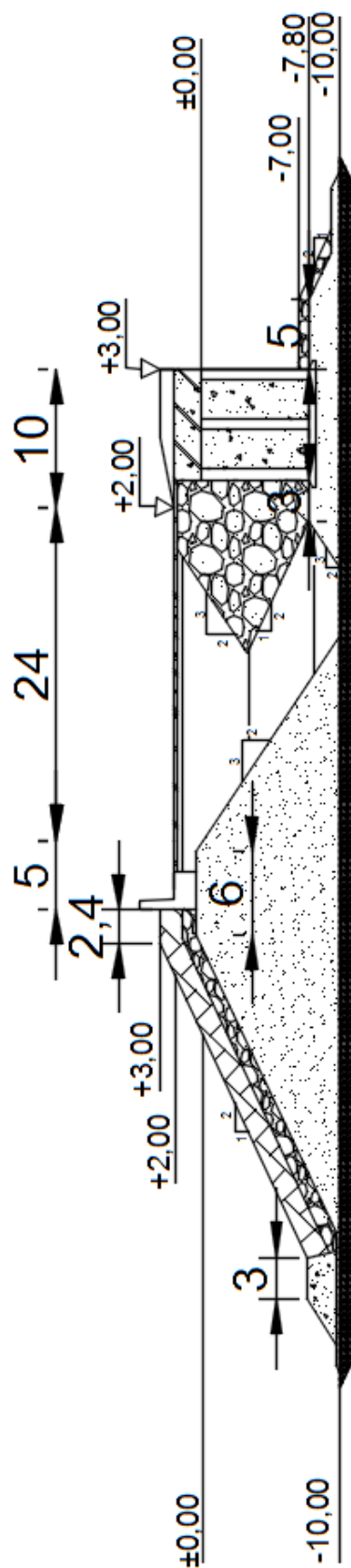


ΤΟΜΗ αα'	
Διεύθυνση Κύριου Ανέμου	Νότιος
Ύψος κύματος	2.40
Μήκος κύματος	53.80
Περίοδος Κύματος	6.46
Πλοίο σχεδιασμού	RoRo (Lpp=80m)
Προσήνεμη πλευρά	πρανές λιθορριπής
Υπήνεμη Πλευρά	κατακόρυφο μέτωπο

Αναρρίχηση R (m)	2.00
Πλάτος στάψης b (m)	2.40
Ύψος στέψης h (m)	13.00
Πάχος θωράκισης r_e (m)	1.60
Πάχος υπόστρωσης r_u (m)	1.00
Πάχος πυρήνα r_{π} (m)	0.50

Εικόνα 46 Τομή ΑΑ'

ΤΟΜΗ ΒΒ'



ΤΟΜΗ αα'	
Διεύθυνση Κύριου Ανέμου	Νότιος
Ύψος κύματος	2.40
Μήκος κύματος	53.80
Περίοδος Κύματος	6.46
Πλοίο σχεδιασμού	RoRo (Lpp=80m)
Προσήνεμη πλευρά	πρανές λιθορριπής
Υπήνεμη Πλευρά	κατακόρυφο μέτωπο

Αναρρίχηση R (m)	2.00
Πλάτος στάψης b (m)	2.40
Ύψος στάψης h (m)	13.00
Πάχος θωράκισης r_e (m)	1.60
Πάχος υπόστρωσης r_u (m)	1.00
Πάχος πυρήνα r_{π} (m)	0.50

Εικόνα 47 Τομή ΒΒ'

Με βάση την διαδικασία υπολογισμού των ογκολίθων, η λιθορριπή σχεδιάστηκε ως εξής:

Αναρρίχηση: $R = 2,00m$

Βάρος φυσικών ογκολίθων: $B = 13,00KN$

Πλάτος στέψης: $b = 2,40m$

Ύψος στέψης: $h = 13,00m$

Ονομαστικό Βάρος Θωράκισης: $B_{\theta} = 13,00KN$

Ονομαστικό Βάρος Υπόστρωσης: $B_{\nu} = 1,30KN$

Ονομαστικό Βάρος Πυρήνα: $B_{\pi} = 0,28KN$

Πάχος Θωράκισης: $r_{\theta} = 1,60m$

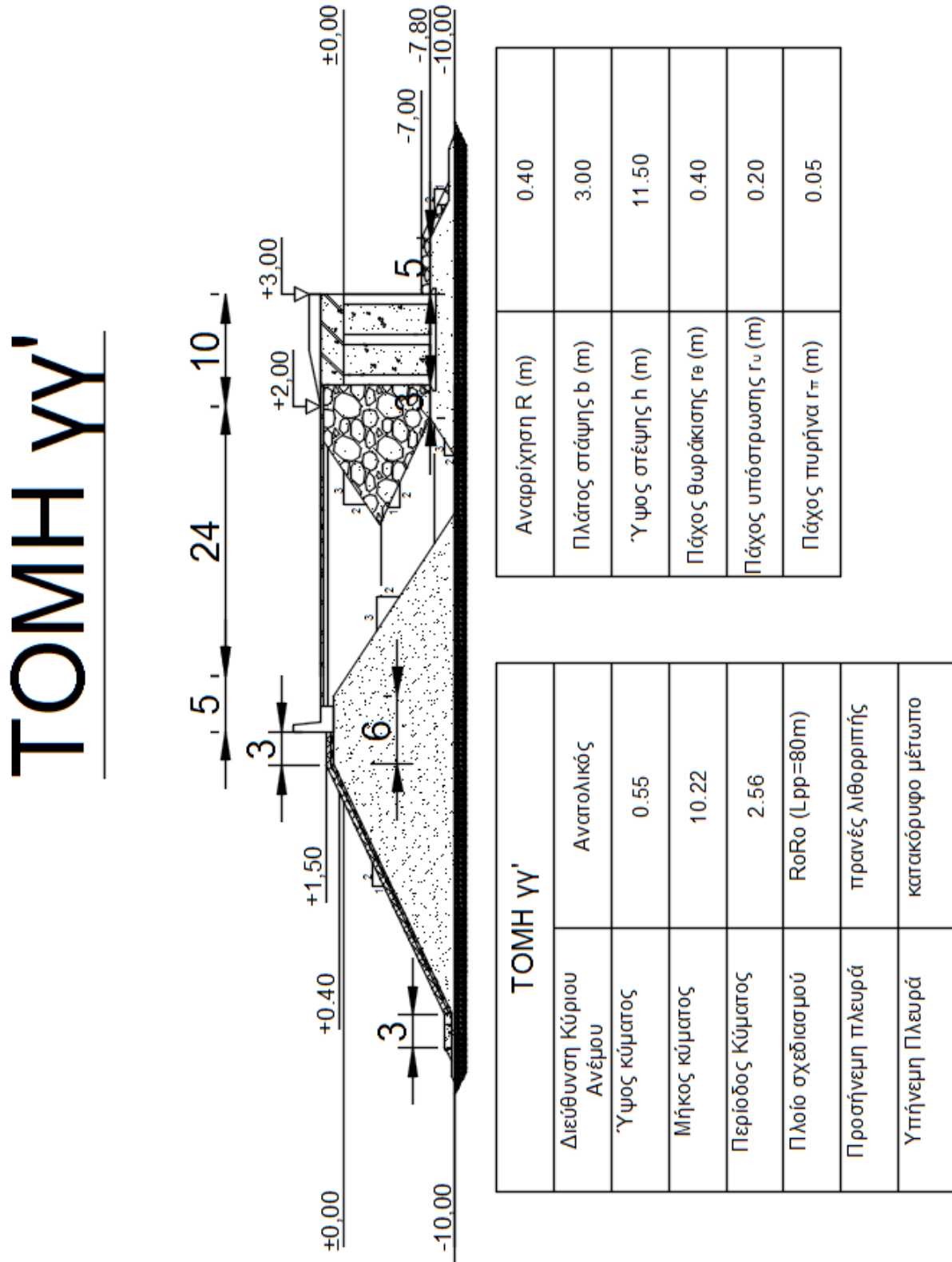
Πάχος Υπόστρωσης: $r_{\theta} = 1,00m$

Πάχος πυρήνα: $r_{\pi} = 0,50m$

Με βάση τον σχεδιασμό πρανών λιθορριπής για έργα που δέχονται θραυόμενους κυματισμούς, η θωράκιση διακόπτεται σε βάθος $z = -7,60m$. Μέχρι τον πυθμένα συνεχίζει μια στρώση του πυρήνα, σαν επιπρόσθετη πλίνθος – βάση της πλίνθου πλάτους $3,00m$ από σκυρόδεμα, για καλύτερη δυνατή θωράκιση της κατασκευής (Αζοράκος Σαμψών, 2015).

5.4.2 ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΓ' – ΑΝΕΜΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ

Για την συγκεκριμένη διατομή, τοποθετείται λιθορριπή φυσικών ογκολίθων στην εξωτερική πλευρά της προβλήτας, η οποία φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 48 Τομή ΓΓ'

Η διατομή σχεδιάζεται για άνεμο Ανατολικής διεύθυνσης.

Με βάση την διαδικασία υπολογισμού των ογκολίθων, η λιθορριπή σχεδιάστηκε ως εξής:

Αναρρίχηση: $R = 0,40m$

Βάρος φυσικών ογκολίθων: $B = 0,20KN$

Πλάτος στέψης: $b = 3,00m$

Ύψος στέψης: $h = 11,50m$

Ονομαστικό Βάρος Θωράκισης: $B_{\theta} = 0,20KN$

Ονομαστικό Βάρος Υπόστρωσης: $B_v = 0,02KN$

Ονομαστικό Βάρος Πυρήνα: $B_{\pi} = 5,25 * 10^{-4}KN$

Πάχος Θωράκισης: $r_{\theta} = 0,40m$

Πάχος Υπόστρωσης: $r_{\theta} = 0,20m$

Πάχος πυρήνα: $r_{\pi} = 0,05m$

Με βάση τον σχεδιασμό πρανών λιθορριπής για έργα που δέχονται θραυόμενους κυματισμούς, η θωράκιση διακόπτεται σε βάθος $z = 9,00m$. Μέχρι τον πυθμένα συνεχίζει μια στρώση του πυρήνα, σαν επιπρόσθετη πλίνθος – βάση της πλίνθου πλάτους $3,00m$ από σκυρόδεμα, για καλύτερη δυνατή θωράκιση της κατασκευής.

5.5 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

5.5.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΟΛΙΣΘΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ – ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΕΔΡΑΣΗΣ

Με βάση την μεθοδολογία που έχει ήδη περιγραφεί (Κεφάλαιο 3.6) οι υπολογισμοί για όλες τις διατομές του νοτίου λιμένα είναι οι εξής:

$$p_1 = 7,2 \text{ Kpa}, \quad F_1 = 7,2 \text{ KN}, \quad y_{F_1} = 8,97 \text{ m}$$

$$p_1 = 7,2 \text{ Kpa}, \quad F_2 = 72 \text{ KN}, \quad y_{F_2} = 3,3 \text{ m}$$

$$p_2 = 22 \text{ Kpa}, \quad F_3 = 110 \text{ KN}, \quad y_{F_3} = 1,63 \text{ m}$$

$$p_3 = 7 \text{ Kpa}, \quad P = 84 \text{ KN}, \quad y_P = 4,3 \text{ m}$$

$$q = 35 \text{ Kpa}, \quad Q = 280 \text{ KN}, \quad x_Q = 4 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} W_1 = 384 \text{ KN}, \\ W_2 = 1497,6 \text{ KN}, \\ W_3 = 112,2 \text{ KN} \\ A = 776 \text{ KN} \end{array} \right\} \quad W = 1217,75 \text{ KN}, \quad x_W = 4 \text{ m}$$

$$T = 730,65 \text{ KN},$$

Επομένως οι συντελεστές ανατροπής και ολίσθησης υπολογίζονται αντίστοιχα:

$$SF_{AN} = 7,12 > 2, \quad SF_{OA} = 2,67 > 1,5$$

Και ο έλεγχος τάσεων έδρασης μόνο για μόνιμα φορτία δίνει:

$$0 < e = 0,39 \text{ m} < b/6 = 1,33 \text{ m} \rightarrow \sigma_{min} = 107,7 \text{ Kpa} \text{ και } \sigma_{max} = 196,7 \text{ Kpa}$$

Ενώ ο έλεγχος τάσεων για μόνιμα και κινητά δίνει:

$$0 < e = 0,56 \text{ m} < b/6 = 1,33 \text{ m} \rightarrow \sigma_{min} = 108,6 \text{ Kpa} \text{ και } \sigma_{max} = 265,8 \text{ Kpa}$$

Οι τάσεις έδρασης στην νότια κατασκευή, συνυπολογισμένων των κινητών φορτίων, δεν ξεπερνούν την επιτρεπόμενη τάση των 500Kpa (Αζοράκος Σαμψών, 2015). Έτσι δεν χρειάζεται να ασκήσουμε οπουδήποτε είδους ενίσχυση στον εδαφικό ιστό. Βεβαίως, λόγω του ότι η φύση της εργασίας είναι προκαταρκτική μελέτη, μόλις η μελέτη φτάσει σε οριστικό στάδιο, πρόκειται να προσμετρηθούν και φορτία από έλξεις δέστρας και κινητά φορτία από γερανούς, επομένως πιθανόν οι τάσεις έδρασης να ξεπεράσουν το επιτρεπόμενο όριο και να χρειαστεί προφόρτιση σαν πιο οικονομική λύση από τους χαλικοπασσάλους.

5.5.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΗΠΙΔΟΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕΙΣΜΟΥ

Το βάρος του κρηπιδότοιχου υπό άνωση όπως υπολογίστηκε στους ελέγχους έναντι ανατροπής και ολίσθησης είναι: $W = 1504 \text{ KN}$

Σεισμικός συντελεστής: $K_h' = 0,3$

Αδρανειακή φόρτιση κρηπιδότοιχου υπό σεισμό: $\Delta H = \pm 365,32 \text{ KN}$

Μέσο ειδικό βάρος εδάφους φυσικού και κορεσμένου: $\gamma = 13,14 \text{ KN}/\text{m}^3$

Συντελεστής ενεργητικών ωθήσεων: $K_{AE} = 0,4$

Δύναμη πιέσεων πόρων: $P = 462,432 \text{ KN}$

Η οποία ασκείται σε ύψος από τη βάση θεμελίου: $\zeta_1 = 3,7 \text{ m}$

Οριζόντια δύναμη νερού: $P_w = 45,73 \text{ KN}$

Η οποία ασκείται σε ύψος από τη βάση θεμελίου: $\zeta_2 = 7,1 \text{ m}$

Επομένως οι συντελεστές ανατροπής και ολίσθησης υπολογίζονται αντίστοιχα:

$$SF_{AN} = 1,85 > 1, \quad SF_{OL} = 0,84 < 1 \text{ (Κεφάλαιο 7.2).}$$

Ενώ ο έλεγχος τάσεων για μόνιμα και κινητά φορτία δίνει:

$$b/6 = 1,33 \text{ m} < e = 3,5 \text{ m} < b/2 = 4 \text{ m} \rightarrow \sigma_{max} = 657 \text{ Kpa}$$

Η εν λόγω μεταβαλλόμενη τάση ασκείται στο δυσμενές άκρο του θεμελίου και μηδενίζεται σε πλάτος $b' = 4,5 \text{ m}$.

Ομοίως με πριν, παρατηρούμε πως με την προσμέτρηση των κινητών φορτίων οι τάσεις στην έδραση του θεμελίου του κρηπιδότοιχου ξεπερνούν την επιτρεπόμενη τάση στο έδαφος που μπορεί να προκαλέσει αστοχία εδάφους σε περίπτωση σεισμού. Έτσι θα χρειαστεί και στον τοπικό λιμένα ενίσχυση του εδάφους είτε με προφόρτιση είτε με έμπυξη χαλικοπασσάλων ώστε να αυξηθεί η διατμητική αντοχή του εδάφους και να ανέβει η επιτρεπόμενη τάση έδρασης πάνω από το όριο των ασκούμενων τάσεων στο θεμέλιο.

5.6 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μεθοδολογία υπολογισμών του κύματος στη θέση του πόδα των διατομών παρατίθεται στο Παράρτημα Α'. Παρακάτω δίδονται τα αποτελέσματα από τους υπολογισμούς για κάθε διεύθυνση ανέμου που προσπίπτει και σε διαφορετική διατομή.

5.6.1 ΑΝΕΜΟΣ ΝΟΤΙΟΣ

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_o = 2,85 \text{ m}, \quad T = 6,46 \text{ sec}, \quad L_o = 65,15 \text{ m}, \quad C_o = 10,10 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 53,80 \text{ m}$$

$$k = 0,117$$

$$C = 8,33 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 2,34$$

$$n = 0,73$$

Επομένως $ks = 0,911$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 0,15 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,82 \Rightarrow L = 53,43 \text{ m}$$

Για Νότιο άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 53^\circ \rightarrow \beta_0 = 53^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,8$ και $C = 8,27 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 45^\circ$

Επομένως $kr = 0,92$

Άρα **$H = 2,40 \text{ m}$**

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 0,85 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

5.6.2 ΑΝΕΜΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 0,55 \text{ m}, \quad T = 2,56 \text{ sec}, \quad L_0 = 10,23 \text{ m}, \quad C_0 = 4,00 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 10,22 \text{ m}$$

$$k = 0,615$$

$$C = 3,99 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 12,3$$

$$n = 0,5$$

Επομένως $ks = 1$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 0,977 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 1 \Rightarrow L = 10,23 \text{ m}$$

Για Δυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 300^\circ \rightarrow \beta_0 = 30^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,5$ και $C = 4,00 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 30^\circ$

Επομένως $kr = 1$

Άρα **$H = 0,55 \text{ m}$**

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 1 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

6 ΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΛΙΜΕΝΟΛΕΚΑΝΗΣ

Προκειμένου να γίνει ακριβής εκτίμηση των κυματικών διαταραχών μέσα στη λιμενολεκάνη ενός λιμένα είναι αναγκαίο να υπολογιστεί το ύψος του προσπίπτοντος κυματισμού στη θέση του έργου. Ωστόσο, το εν λόγω ύψος δεν ταυτίζεται με το ύψος του κύματος σχεδιασμού, λόγω του ότι οι κυματικές διαταραχές εντός της λιμενολεκάνης ενδιαφέρουν για την εκτίμηση του ποσοστού χρόνου λειτουργίας του λιμένα.

Σε αντίθεση με το κύμα σχεδιασμού, που αντιστοιχεί στην δυσμενέστερη κατάσταση διαταραχής, το προσπίπτον κύμα στη μελέτη κυματικών διαταραχών αντιστοιχεί στην δυσμενέστερη κατάσταση που μπορούν να ταξιδέψουν τα πλοία σχεδιασμού. Έτσι, η εκτίμηση του εν λόγω ύψους στα ρηγά γίνεται για τη μέγιστη ένταση ανέμου με την οποία επιτρέπεται να ταξιδέψει το πλοίο σχεδιασμού, μέχρι να γίνει απαγόρευση απόπλου, δηλαδή τα 8 Beaufort.

Κατά τα παραπάνω, είναι αναγκαίος ο υπολογισμός καινούριου ύψους κύματος στα ρηγά στις θέσεις των δύο κατασκευών για τον Κύριο και Τοπικό λιμένα αντίστοιχα. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με αντίστοιχη διαδικασία όπως αυτή του υπολογισμού κύματος σχεδιασμού.

Σε επόμενο επίπεδο υπολογίζονται οι μεταβολές του κύματος στα ρηγά λόγω ρήγωσης, διάθλασης και περίθλασης, ώστε τελικά να προσδιοριστεί το ύψος του προσπίπτοντος κύματος στο μέτωπο της εκάστοτε κατασκευής.

6.1 ΚΥΡΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ

6.1.1 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Προς τον υπολογισμό του ύψους κύματος στα βαθιά για μέγιστη ένταση ανέμου 8 Beaufort για τον Κύριο λιμένα, χρησιμοποιούνται τα ίδια ενεργά αναπτύγματα με αυτά που υπολογίστηκαν για το υπολογισμό του κύματος σχεδιασμού. Αυτό συμβαίνει διότι το ενεργό ανάπτυγμα πελάγους σχετίζεται με την περιοχή μελέτης και την έκθεσή της στους κυματισμούς ανεξαρτήτως έντασης και διεύθυνσης (Κεφάλαιο 3.2.2).

Παρακάτω παρατίθεται ο συγκεντρωτικός πίνακας των χαρακτηριστικών του κύματος στα βαθιά:

	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑ- ΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥ- ΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΔΥ- ΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΣ
Fetch (m)	95829.44218	3057.76870	9284.312925	69483.56463	45246.36735
Δ.Π. (beaufort)	8	8	8	8	8
U10min (m/s)	20.700	20.700	20.700	20.700	20.700
U1hr (m/s)	18.837	18.837	18.837	18.837	18.837
Φ	2649.381	84.538	256.682	1921.001	1250.919
fpi	0.267	0.750	0.538	0.294	0.334
fp (1/sec)	0.139	0.391	0.280	0.153	0.174
T (sec)	7.194	2.559	3.571	6.533	5.744
Hi	0.085	0.015	0.026	0.072	0.058
H (m)	3.072	0.549	0.956	2.616	2.111
tmini (sec)	15886.266	1424.806	3100.255	12684.987	9394.662
t (sec)	30504.545	2735.889	5953.058	24357.502	18039.475
frequency (%)	0.383	0.033	0.011	0.361	2.366
διάρκεια πνοής (hr)	33.551	2.891	0.964	31.624	207.262

Πίνακας 27: Χαρακτηριστικά κύματος για τον Κύριο λιμένα

Συνοπτικά, ο τελικός πίνακας από τον οποίο προκύπτουν οι κυματισμοί, παρουσιάζεται παρακάτω στον Πίνακα 18. Με βάση τον πίνακα αυτόν θα καθοριστεί ο κυματισμός ενδιαφέροντος που θα υποστεί ρήγωση, διάθλαση και περίθλαση. Από τα δεδομένα του πίνακα παρατηρούμε πως ο κυματισμός μεγίστου ύψους προς μελέτη είναι ο Βορειοανατολικός με ύψος κύματος $H = 3.07\text{m}$ και περίοδο κύματος $T = 7.19\text{sec}$. Ωστόσο κάποιοι από τους υπόλοιπους κυματισμούς προσπίπτουν με δυσμενέστερη γωνία στο ακρομώλιο. Επομένως, θα συμπεριληφθούν όλοι οι κυματισμοί στους υπολογισμούς.

Τελικός Πίνακας					
ΒΟΡΕΙΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ					
	ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΒΟΡΕΙΟΣ
H (m)	3,07	0,55	0,96	2,62	2,11
T (sec)	7,19	2,56	3,57	6,53	5,74

Πίνακας 28: Συνοπτικός Πίνακας κύματος υπολογισμού διαταραχών κυρίου λιμένα νήσου Νάξου

6.1.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ WIEGEL

Τα διαγράμματα Wiegel για όλες τις πιθανές γωνίες πρόσπτωσης στο ακρομώλιο της κατασκευής, φαίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'.

6.1.2.1 ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ

Για τον κυματισμό βορειοανατολικής διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_o = 3,07 \text{ m}, \quad T = 7,19 \text{ sec}, \quad L_o = 80.75 \text{ m}, \quad C_o = 11.23 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 68,89 \text{ m}$$

$$k = 0,09$$

$$C = 9,58 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 2,55$$

$$n = 0,7$$

Επομένως $ks = 1,29$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_o} = 0.17 \Rightarrow \frac{L}{L_o} = 0.82 \Rightarrow L = 66.22 \text{ m}$$

Για Βορειοανατολικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 57^\circ \rightarrow \beta_o = 12^\circ$

Άρα $\sin \beta_o = 0,21$ και $C = 9,58 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 10,22^\circ$

Επομένως $kr = 0,99$

Άρα $H = 3,95 \text{ m}$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_o} = 1,29 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -180^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegel γωνίας πρόσπτωσης -180° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 100m από την προβλήτα και 150m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 150m$ ($\theta = 45^\circ$), έχουμε:

$$L = 66,22 \text{ m}$$

$$OA = 2,27 * L$$

$$k_d = 0.13$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$H = 0.49 \text{ m.}$$

6.1.2.2 ANEMΟΣ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ

Για τον κυματισμό νοτιοδυτικής διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_o = 0,55 \text{ m}, \quad T = 2,56 \text{ sec}, \quad L_o = 10,24 \text{ m}, \quad C_o = 4 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 10,24 \text{ m}$$

$$k = 0,61$$

$$C = 4 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 17,18$$

$$n = 0,5$$

Επομένως $ks = 1,41$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_o} = ,37 \Rightarrow \frac{L}{L_o} = 1 \Rightarrow L = 10,24 \text{ m}$$

Για Νοτιοδυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 237^\circ \rightarrow \beta_o = 12^\circ$

Άρα $\sin \beta_o = 0,21$ και $C = 4 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 12^\circ$

Επομένως $kr = 1$

Άρα $H = 0,78 \text{ m}$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 1,41 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = 0^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegel γωνίας πρόσπτωσης 0° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 100m από την προβλήτα και 150m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 150m$ ($\theta = 45^\circ$), έχουμε:

$$L = 10,24 \text{ m}$$

$$OA = 14,65 * L$$

$$k_d = 1$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι: **H = 0,78 m.**

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να τονίσουμε πως προφανώς, για τον άνεμο νοτιοδυτικής διεύθυνσης δεν είναι αναγκαίοι οι υπολογισμοί περίθλασης, εφόσον ο κυματισμός εισέρχεται ολοκληρωτικά στην είσοδο της λιμενολεκάνης. Αυτό φαίνεται, άλλωστε, και από τη γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού με το ακρομώλιο (0°).

6.1.2.3 ΑΝΕΜΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ

Για τον κυματισμό δυτικής διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 0,96 \text{ m}, \quad T = 3,57 \text{ sec}, \quad L_0 = 19,91 \text{ m}, \quad C_0 = 5,58 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 19,85 \text{ m}$$

$$k = 0,32$$

$$C = 5,56 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 8,86$$

$$n = 0,5$$

Επομένως $ks = 1,41$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_o} = 0,7 \Rightarrow \frac{L}{L_o} = 1 \Rightarrow L = 19,85 \text{ m}$$

Για Δυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 237^\circ \rightarrow \beta_o = 33^\circ$

Άρα $\sin \beta_o = 0,54$ και $C = 5,56 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 33^\circ$

Επομένως $kr = 1$

Άρα $H = 1,36 \text{ m}$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_o} = 1,41 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -45^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegell γωνίας πρόσπτωσης -45° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 100m από την προβλήτα και 150m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 150\text{m}$ ($\theta = 45^\circ$), έχουμε:

$$L = 19,91 \text{ m}$$

$$OA = 7,53 * L$$

$$k_d = 0,55$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$\mathbf{H = 0,75 \text{ m.}}$$

6.1.2.4 ANEMOS ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ

Για τον κυματισμό βορειοδυτικής διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_o = 2,62 \text{ m}, \quad T = 6,53 \text{ sec}, \quad L_o = 66,61 \text{ m}, \quad C_o = 10,20 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 59,44 \text{ m}$$

$$k = 0,11$$

$$C = 9,10 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 2,96$$

$$n = 0,65$$

Επομένως $ks = 1,31$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 0,21 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,89 \Rightarrow L = 59,28 \text{ m}$$

Για Βορειοδυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 237^\circ \rightarrow \beta_0 = 78^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,98$ και $C = 9,10 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 61^\circ$

Επομένως $kr = 0,43$

Άρα $H = 1,47 \text{ m}$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 0,5 < 0,8 \rightarrow \text{ΜΗ ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -90^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegel γωνίας πρόσπτωσης -90° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 100m από την προβλήτα και 150m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 150\text{m}$ ($\theta = 45^\circ$), έχουμε:

$$L = 59,28 \text{ m}$$

$$OA = 2,53 * L$$

$$k_d = 0,18$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$\mathbf{H = 0,26 \text{ m}}$$

6.1.2.5 ANEMOS ΒΟΡΕΙΟΣ

Για τον κυματισμό βόρειας διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 2,11 \text{ m}, \quad T = 5,74 \text{ sec}, \quad L_0 = 51,47 \text{ m}, \quad C_0 = 8,97 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 48,12 \text{ m}$$

$$k = 0,13$$

$$C = 8,38 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 3,65$$

$$n = 0,59$$

Επομένως $ks = 1,34$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 0,27 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,95 \Rightarrow L = 48,89 \text{ m}$$

Για Βόρειο άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 57^\circ \rightarrow \beta_0 = 57^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,84$ και $C = 8,38 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 51,65^\circ$

Επομένως $kr = 0,88$

Άρα $H = 2,48 \text{ m}$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 1,18 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -135^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegel γωνίας πρόσπτωσης -135° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 100m από την προβλήτα και 150m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 150\text{m}$ ($\theta = 45^\circ$), έχουμε:

$$L = 48,89 \text{ m}$$

$$OA = 3,07 * L$$

$$k_d = 0,12$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$\mathbf{H = 0,30 \text{ m}}$$

6.2 ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ

6.2.1 ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ομοίως με τον κύριο λιμένα, ο υπολογισμός του ύψους κύματος στα βαθιά γίνεται με τα ενεργά αναπτόγματα πελάγους της περιοχής του Καλαντού, όπως αυτά υπολογίστηκαν στο Κεφάλαιο 4.2.2.

Παρακάτω παρατίθεται ο συγκεντρωτικός πίνακας των χαρακτηριστικών του κύματος στα βαθιά:

	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ
Fetch (m)	352.530	3075.544	43790.809	11854.374
M.A.P. (beaufort)	8	8	8	8
U10min (m/s)	20,7	20,7	20,7	20,7
U1hr (m/s)	18,837	18,837	18,837	18,837
Φ	9,76	85,029	1210,678	327,736
fpi	1,434	0,749	0,338	0,5
fp (1/sec)	0,747	0,390	0,176	0,260
T (sec)	1,339	2,564	5,688	3,843
Hi	0,005	0,015	0,057	0,03
H (m)	0,186	0,550	2,077	1,080
tmini (sec)	314,058	1430,599	9182,071	3678,643
t (sec)	603,050	2747,013	17631,261	7063,669
frequency (%)	0,077	0,011	0,022	0,154
διάρκεια πνοής (hr)	6,745	0,694	1,927	13,490

Πίνακας 29: Χαρακτηριστικά κύματος για τον Τοπικό λιμένα

Συνοπτικά, ο τελικός πίνακας από τον οποίο προκύπτουν οι κυματισμοί, παρουσιάζεται παρακάτω στον Πίνακα 18. Με βάση τον πίνακα αυτόν θα καθοριστεί ο κυματισμός ενδιαφέροντος που θα υποστεί ρήγωση, διάθλαση και περίθλαση. Από τα δεδομένα του πίνακα παρατηρούμε πως ο κυματισμός προς μελέτη είναι ο Βορειοδυτικός με ύψος κύματος $H = 2,08\text{m}$ και περίοδο κύματος $T = 5,69\text{sec}$. Ωστόσο κάποιοι από τους υπόλοιπους κυματισμούς προσπίπτουν με δυσμενέστερη γωνία στο ακρομώλιο. Επομένως, θα συμπεριληφθούν όλοι οι κυματισμοί στους υπολογισμούς.

Τελικός Πίνακας				
ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΙΜΕΝΑΣ				
	ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΝΟΤΙΟΣ	ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ
H (m)	0,19	0,55	2,08	1,08
T (sec)	1,34	2,56	5,69	3,84

Πίνακας 30: Συνοπτικός Πίνακας κύματος υπολογισμού διαταραχών Τοπικού λιμένα νήσου Νάξου

6.2.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ WIEGEL

Τα διαγράμματα Wiegel για όλες τις πιθανές γωνίες πρόσπτωσης στο ακρομώλιο της κατασκευής, φαίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'.

6.2.2.1 ΑΝΕΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΣ

Για τον κυματισμό νότιας διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 0,19 \text{ m}, \quad T = 1,34 \text{ sec}, \quad L_0 = 2,80 \text{ m}, \quad C_0 = 2,09 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 2,80 \text{ m}$$

$$k = 2,24$$

$$C = 2,09 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 44,78$$

$$n = 0,5$$

Επομένως $ks = 1,41$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 3,57 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 1 \Rightarrow L = 2,80 \text{ m}$$

Για Βορειοδυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 300^\circ \rightarrow \beta_0 = 15^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,26$ και $C = 2,09 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 15^\circ$

Επομένως $kr = 1$

Άρα $H = 0,27 \text{ m}$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 1,41 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -45^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegell γωνίας πρόσπτωσης -45° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 30m από την προβλήτα και 30m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 30m$ ($\theta = 35^\circ$), έχουμε:

$$L = 2,80 m$$

$$OA = 10,7 * L$$

$$k_d = 0,3$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$H \approx 0,08 m$$

6.2.2.2 ANEMΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ

Για τον κυματισμό δυτικής διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_o = 0,55 m, \quad T = 2,56 sec, \quad L_o = 10,24 m, \quad C_o = 4 m/sec$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 10,23 m$$

$$k = 0,61$$

$$C = 4 m/sec$$

$$2kd = 12,28$$

$$n = 0,5$$

Επομένως $ks = 1,41$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_o} = 0,98 \Rightarrow \frac{L}{L_o} = 1 \Rightarrow L = 10,24 m$$

Για Δυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 300^\circ \rightarrow \beta_o = 30^\circ$

Άρα $\sin \beta_o = 0,5$ και $C = 4 m/sec \rightarrow \beta = 30^\circ$

Επομένως $kr = 1$

Άρα $H = 0,78 m$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 1,41 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -90^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegel γωνίας πρόσπτωσης -90° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 50m από την προβλήτα και 60m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 60m$ ($\theta = 35^\circ$), έχουμε:

$$L = 10,24 \text{ m}$$

$$OA = 5,86 * L$$

$$k_d = 0,11$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$H \approx 0,09 \text{ m}$$

6.2.2.3 ANEMΟΣ ΝΟΤΙΟΣ

Για τον κυματισμό νότιας διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 2,08 \text{ m}, \quad T = 5,69 \text{ sec}, \quad L_0 = 50,57 \text{ m}, \quad C_0 = 8,89 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 44,53 \text{ m}$$

$$k = 0,14$$

$$C = 7,83 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 2,82$$

$$n = 0,67$$

Επομένως $ks = 1,3$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 0,20 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,89 \Rightarrow L = 45 \text{ m}$$

Για Νότιο άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 53^\circ \rightarrow \beta_0 = 53^\circ$

Άρα $\sin \beta_0 = 0,8$ και $C = 7,83 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 45^\circ$

Επομένως $kr = 0,85$

Άρα $H = 2,30 \text{ m}$

- ΘΡΑΥΣΗ:

Έλεγχος θραύσης: $\frac{H}{H_0} = 1,1 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -180^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegel γωνίας πρόσπτωσης -180° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 50m από την προβλήτα και 60m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 60\text{m}$ ($\theta = 35^\circ$), έχουμε:

$$L = 45 \text{ m}$$

$$OA = 1.33 * L$$

$$k_d = 0,15$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$H \approx 0,34 \text{ m}$$

6.2.2.4 ANEMΟΣ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΟΣ

Για τον κυματισμό νοτιοδυτικής διεύθυνσης έχουμε:

- ΡΗΧΩΣΗ:

Χαρακτηριστικά κύματος στα βαθιά:

$$H_0 = 1,08 \text{ m}, \quad T = 3,84 \text{ sec}, \quad L_0 = 23,03 \text{ m}, \quad C_0 = 6 \text{ m/sec}$$

Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτά του μονοχρωματικού κύματος υπολογίστηκαν τα χαρακτηριστικά του κυματισμού στον πόδα του έργου:

$$L = 22,60 \text{ m}$$

$$k = 0,28$$

$$C = 5,88 \text{ m/sec}$$

$$2kd = 5,56$$

$$n = 0,52$$

Επομένως $ks = 1,40$

- ΔΙΑΘΛΑΣΗ:

$$\text{Για } \frac{d}{L_0} = 0,43 \Rightarrow \frac{L}{L_0} = 0,99 \Rightarrow L = 22,80 \text{ m}$$

Για Νοτιοδυτικό άνεμο και κλίση ισοβαθούς με Βορρά $\approx 300^\circ \rightarrow \beta_0 = 75^\circ$

$$\text{Άρα } \sin \beta_0 = 0,97 \text{ και } C = 5,88 \text{ m/sec} \rightarrow \beta = 71,38^\circ$$

$$\text{Επομένως } kr = 0,81$$

$$\text{Άρα } H = 1,22 \text{ m}$$

- ΘΡΑΥΣΗ:

$$\text{Έλεγχος θραύσης: } \frac{H}{H_0} = 1,13 > 0,8 \rightarrow \text{ΘΡΑΥΟΜΕΝΟΣ}$$

- ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ:

Η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού είναι ίση με $\beta = -135^\circ$.

Σύμφωνα με το διάγραμμα Wiegel γωνίας πρόσπτωσης -135° και σε σημείο εντός της λιμενολεκάνης σε απόσταση 50m από την προβλήτα και 60m από την αρχή της προβλήτας, δηλαδή $OA = 60\text{m}$ ($\theta = 35^\circ$), έχουμε:

$$L = 22,80 \text{ m}$$

$$OA = 2,63 * L$$

$$k_d = 0,12$$

Έτσι το τελικό ύψος κύματος στην θέση του έργου είναι:

$$H \approx 0,15 \text{ m}$$

6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τους παραπάνω υπολογισμούς κυματικών διαταραχών εντός των δύο λιμενολεκάνων, παρατηρούμε πως το υπολογισθέν ύψος κύματος τόσο για τον Τοπικό αλλά κυρίως για τον Κύριο λιμένα είναι αρκετά μικρά ώστε να προκαλέσουν κάποιο πρόβλημα στην πρόσδεση των πλοίων. Ειδικότερα, από τους παραπάνω υπολογισμούς φαίνεται πως, τόσο στον κύριο, όσο και στον τοπικό λιμένα η στάθμη ύδατος δεν ξεπερνάει το 1m, όταν οι προβλήτες σχεδιάστηκαν με ύψος προέκτασης 2m πάνω από την Μ.Σ.Θ., λόγω κύματος σχεδιασμού. Έτσι, τόσο οι κινήσεις, όσο και η πρόσδεση των πλοίων γίνονται χωρίς δυσκολία.

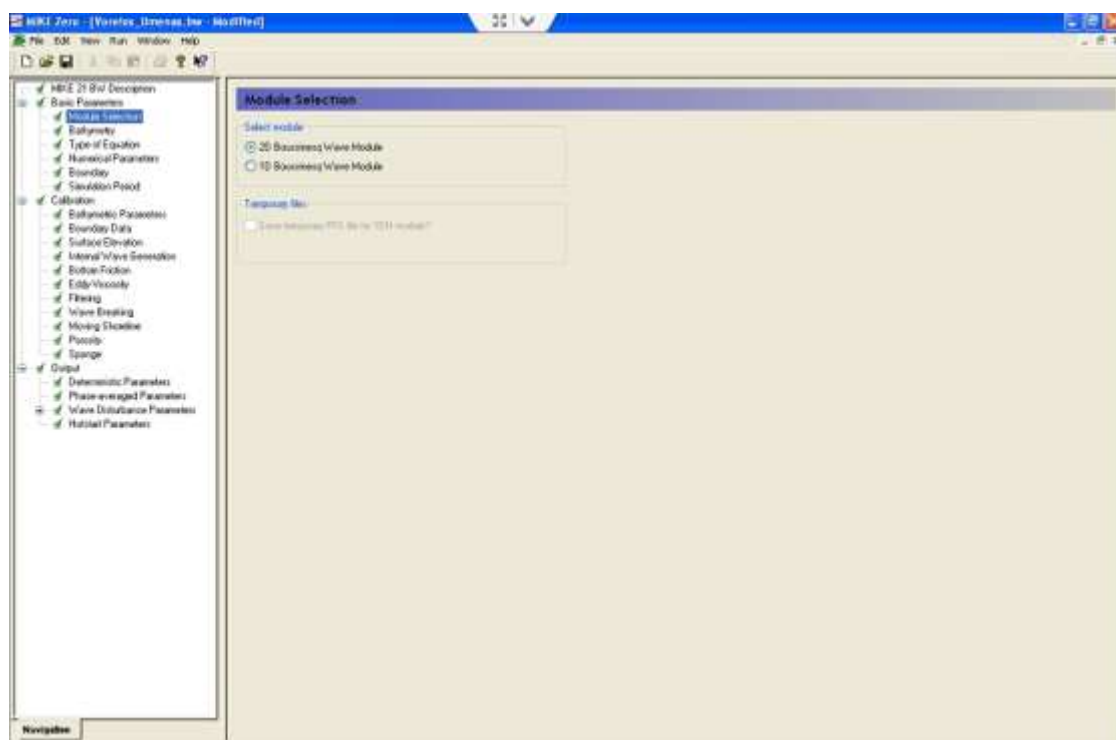
Κατά συνέπεια, φαίνεται πως οι δύο διατάξεις που σχεδιάστηκαν στην παρούσα διπλωματική εργασία εξασφαλίζουν την αναμενόμενη προστασία από τους κυματισμούς. Αντίστοιχα αποτελέσματα μπορούμε να περιμένουμε και παρακάτω στην εφαρμογή του υπολογιστικού μοντέλου MIKE 21 BW, ώστε να επιβεβαιώσουμε

τους υπολογισμούς μας και να έχουμε μια ψηφιακή εικόνα της μεταβολής της στάθμης εντός των δύο λιμενολεκανών.

6.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ MIKE 21 BW

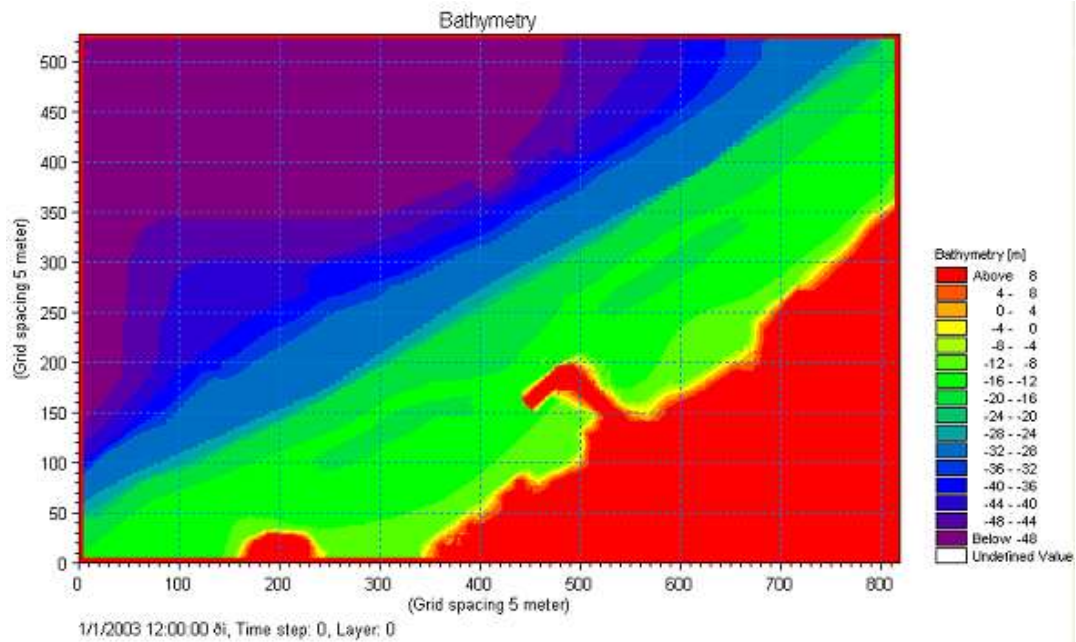
Εκτός από την προσέγγιση του προβλήματος με τα διαγράμματα Wiegel οι διαταραχές στη λιμενολεκάνη εκτιμήθηκαν και με το λογισμικό MIKE 21 BW. Για την προσομοίωση του προβλήματος μέσω του υπολογιστικού προγράμματος MIKE 21 BW επιλέγουμε το συγκεκριμένο υποπρόγραμμα από τη γενική καρτέλα του προγράμματος. Το πρόγραμμα εμφανίζει ένα δενδροδιάγραμμα με τις απαραίτητες θεωρήσεις που πρέπει να γίνουν για την μελέτη.

Αρχικά μέσω του Module Selection επιλέγουμε την περίπτωση μοντέλου Boussinesq σε δύο οριζόντιες διαστάσεις 2D Boussinesq Wave Module (Εικόνα 49):

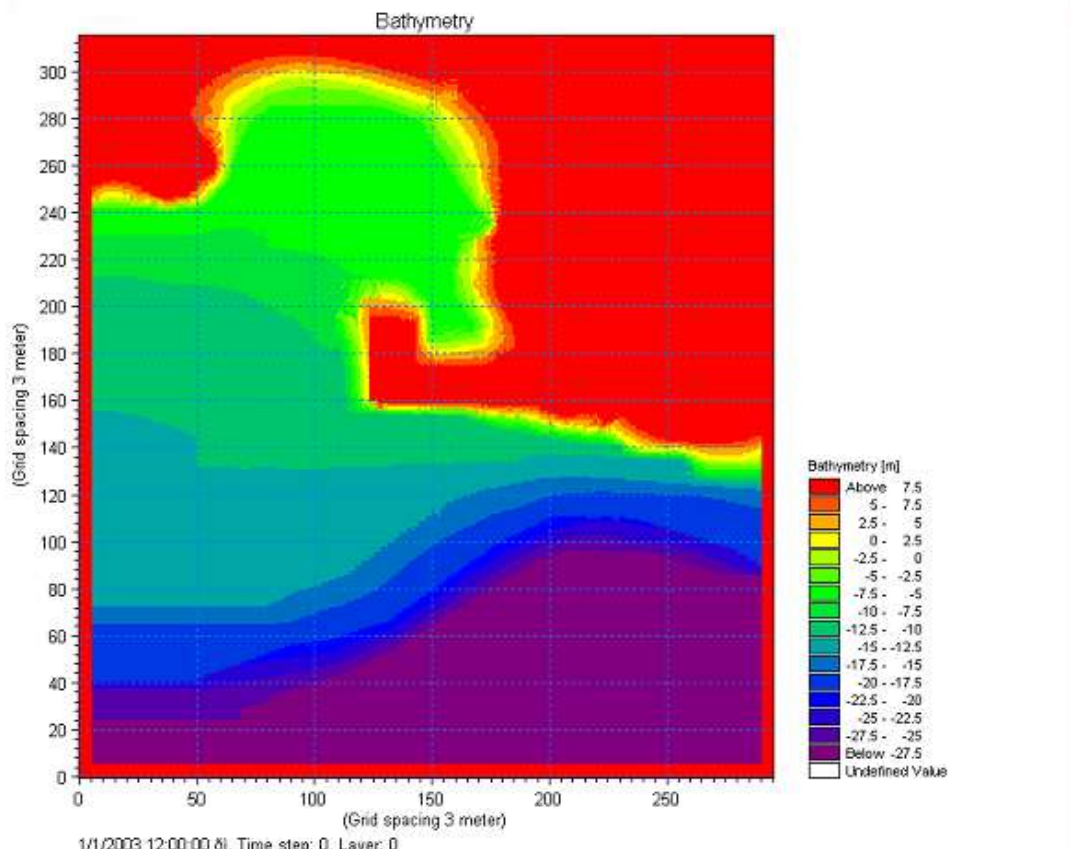


Εικόνα 49: Επιλογή διδιάστατου module στο πρόγραμμα MIKE 21 BW

Στη συνέχεια ακολουθώντας κατά σειρά και ορίζοντας όλες τις παραμέτρους έχουμε τον ορισμό της βαθυμετρίας (Bathymetry), όπου επιλέγουμε το Cold start, select bathymetry και εισάγουμε με χωρικά βήματα dx , dy , τη βαθυμετρία της περιοχής. Για τον κύριο λιμένα έχουμε $dx=5$, $dy=5$ (Εικόνα 50), ενώ για τον δευτερεύοντα έχουμε $dx=3$, $dy=3$ (Εικόνα 51).



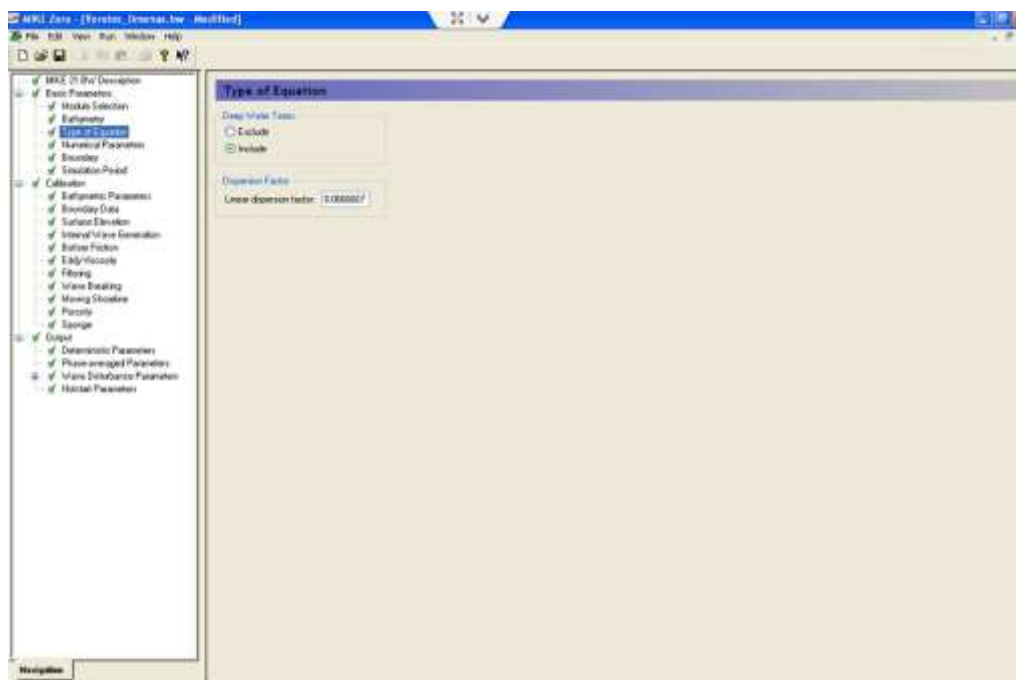
Εικόνα 50: Ορισμός βαθυμετρίας στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Κόριος λιμένας



Εικόνα 51: Ορισμός βαθυμετρίας στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Δευτερεύων λιμένας.

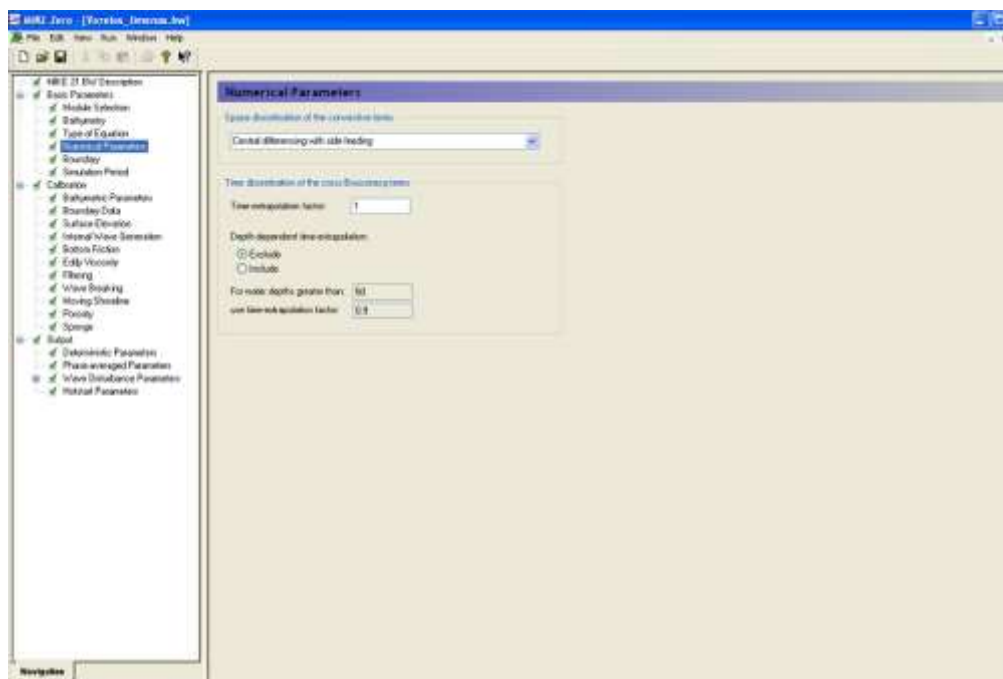
Στην καρτέλα type of Equation επιλέγουμε την εισαγωγή των όρων διασποράς για βαθιά νερά (με λόγο σχετικού βάθους $d/L > 0.5$), ενώ στην παράμετρο γραμμικής

διασποράς δεν αλλάζουμε την προεπιλεγμένη τιμή του προγράμματος (Εικόνα 52) όπως άλλωστε συνιστάται και από το εγχειρίδιο του λογισμικού.



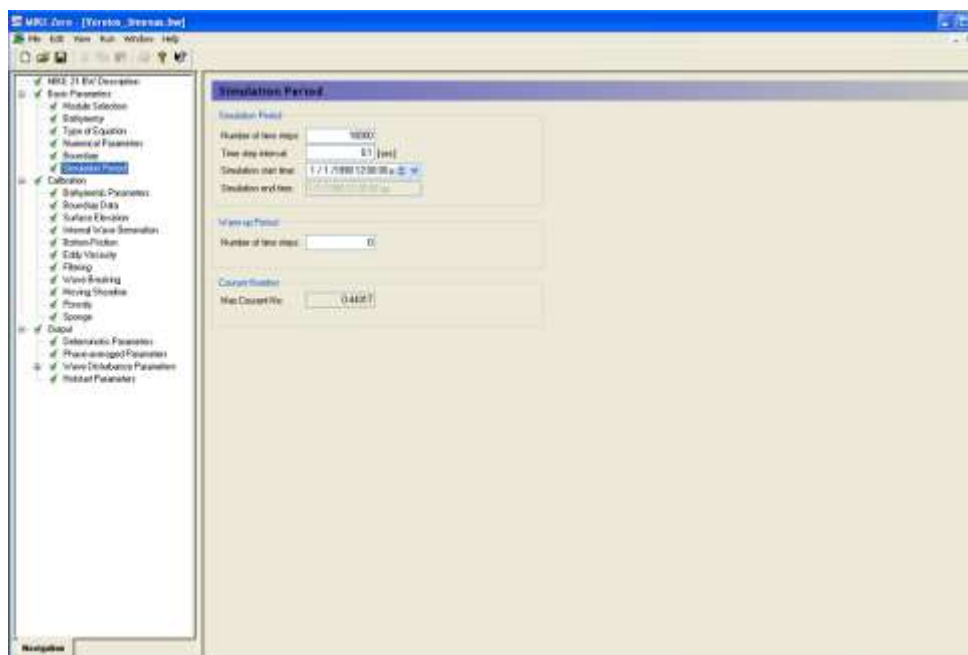
Εικόνα 52: Επιλογή βελτιωμένων εξισώσεων διασποράς στο πρόγραμμα MIKE 21 BW

Ορίζουμε το σχήμα πεπερασμένων διαφορών που θα εφαρμοστεί, επιλέγοντας σχήμα κεντρικών διαφορών με πλευρική τροφοδότηση (central differencing with side-feeding) η οποία είναι και η συνιστώμενη επιλογή μαζί με τις πρόσθετες παραμέτρους της καρτέλας (Εικόνα 53).

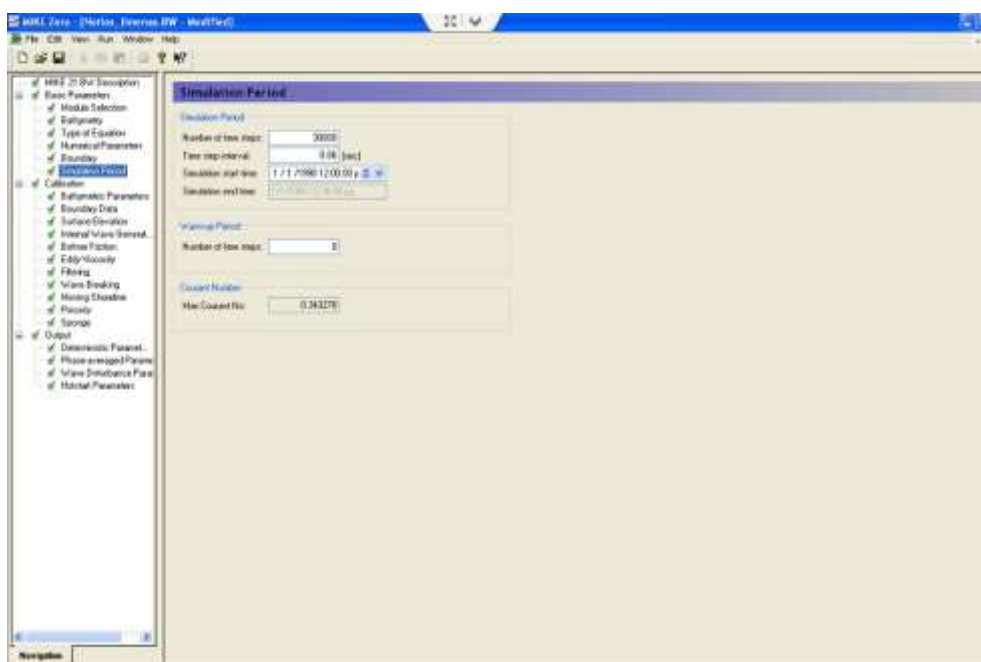


Εικόνα 53: Επιλογή σχήματος επίλυσης στο πρόγραμμα MIKE 21 BW

Στη συνέχεια, ορίζουμε το χρόνο προσομοίωσης στο πρόγραμμα 30 sec με χρονικό βήμα 0,1 sec για τον κύριο λιμένα και 0,06 για τον δευτερεύοντα λιμένα (άρα 18000 χρονικά βήματα για τον κύριο λιμένα και 30000 για τον δευτερεύοντα), ενώ από το θεωρούμενο χρόνο δεν ορίζουμε κάποιο αρχικό τμήμα ως χρόνο για «ζέσταμα» (warm-up period). Οι επιλογές φαίνονται στις Εικόνα 54 και Εικόνα 55 που ακολουθούν:

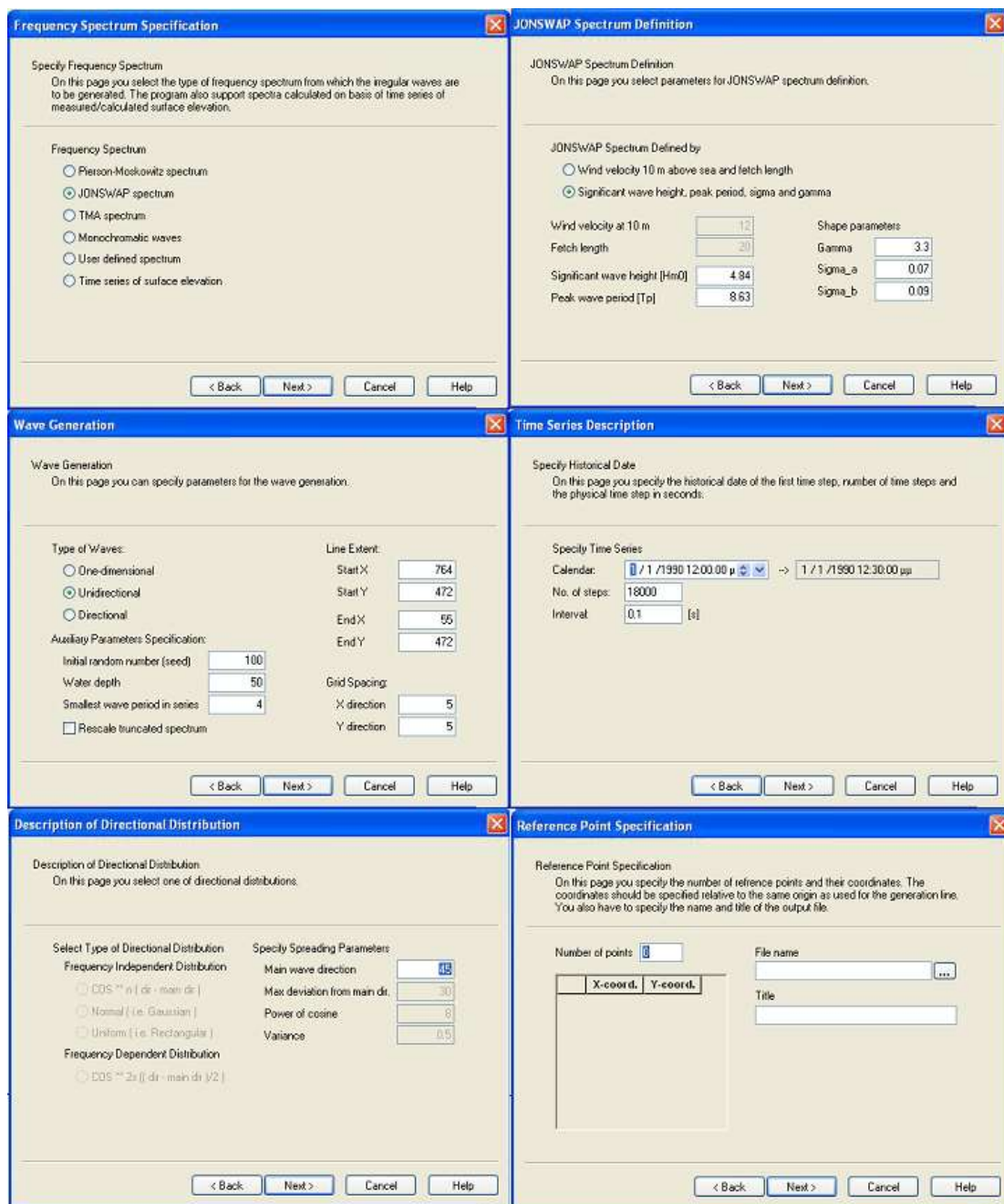


Εικόνα 54: Ορισμός του χρόνου προσομοίωσης στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Κύριος λιμένας.

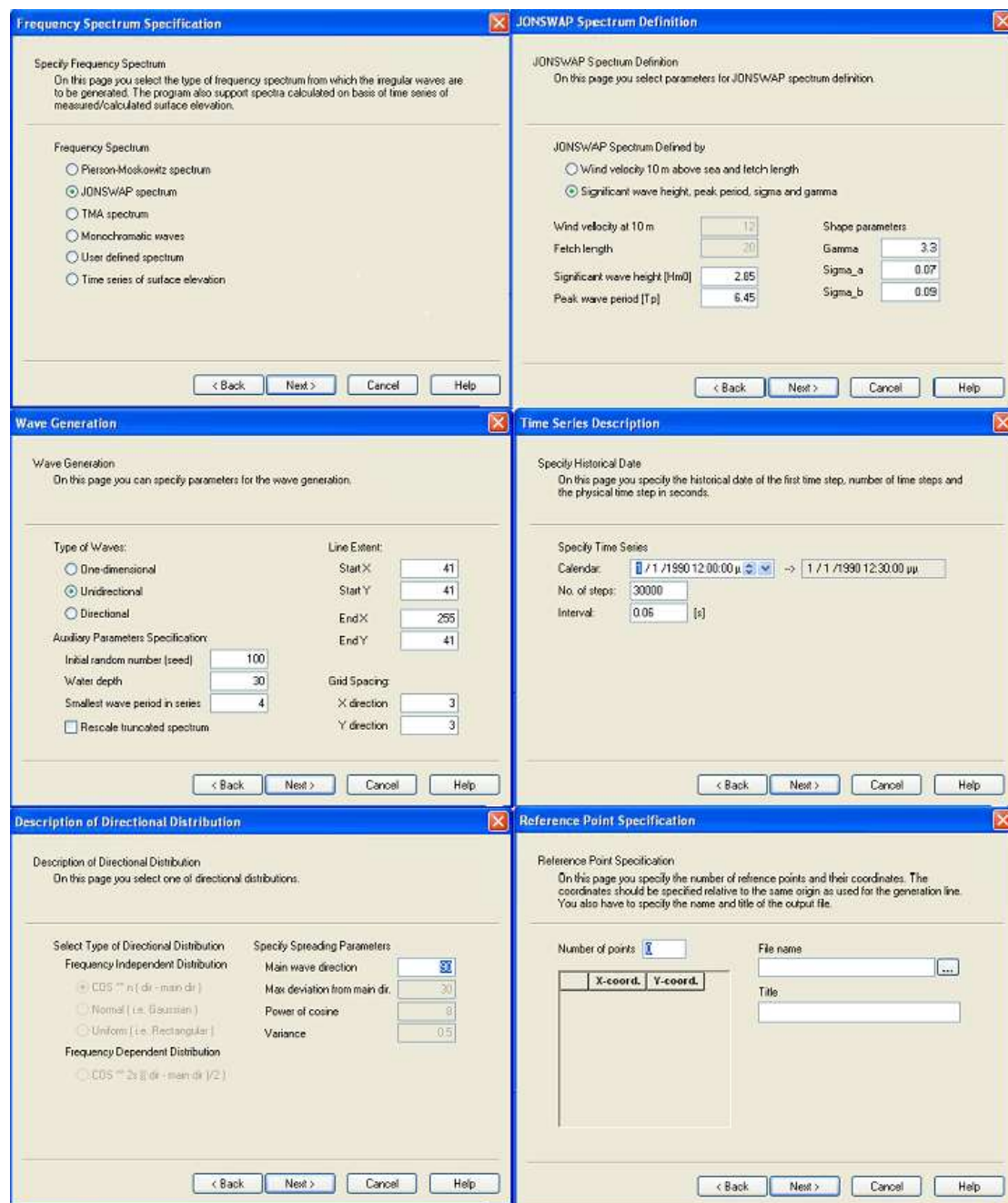


Εικόνα 55: Ορισμός του χρόνου προσομοίωσης στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Δευτερεύων λιμένας.

Στο πεδίο Internal Wave Generation πρέπει να εισάγουμε την πηγή που το πρόγραμμα θα αναγνώσει κυματισμούς που θα εισάγουμε εντός της υπολογιστικής περιοχής. Την εισαγωγή των κυματικών διαταραχών την πραγματοποιούμε μέσω του MIKE 21 TOOLS επιλέγοντας τη δημιουργία μονοχρωματικού κύματος με τα κατά περίπτωση επιθυμητά χαρακτηριστικά (εδώ συχνότητας $f=0.12$ Hz και αρχικού ύψους κύματος $H=4,84$ m για τον κεντρικό λιμένα και συχνότητας $f=0,15$ Hz και αρχικού ύψους κύματος $H=2,85$ m για τον δευτερεύοντα) για όσο χρόνο διαρκεί η προσομοίωση (30 sec) (Εικόνα 56).



Εικόνα 56: Ορισμός κυματικής διαταραχής μέσω MIKE 21 TOOLS στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Κύριος λιμένας



Εικόνα 57: Ορισμός κυματικής διαταραχής μέσω MIKE 21 TOOLS στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Δευτερεύων λιμένας

Με δεδομένη τη διαταραχή ορίζουμε μία γραμμική πηγή κατά μήκος του θεωρούμενου δεύτερου άξονα της υπολογιστικής περιοχής, σε κάθε σημείο της οποίας παράγει τη διαταραχή που ορίσαμε. Η γραμμική αυτή πηγή ονομάζεται ζώνη γένεσης κυματισμών και σχετίζεται με τις συνθήκες των κυμάτων που εισέρχονται στη λιμενολεκάνη, ειδικά με τη διεύθυνση κύματος και τη διάχυση των κυματισμών.

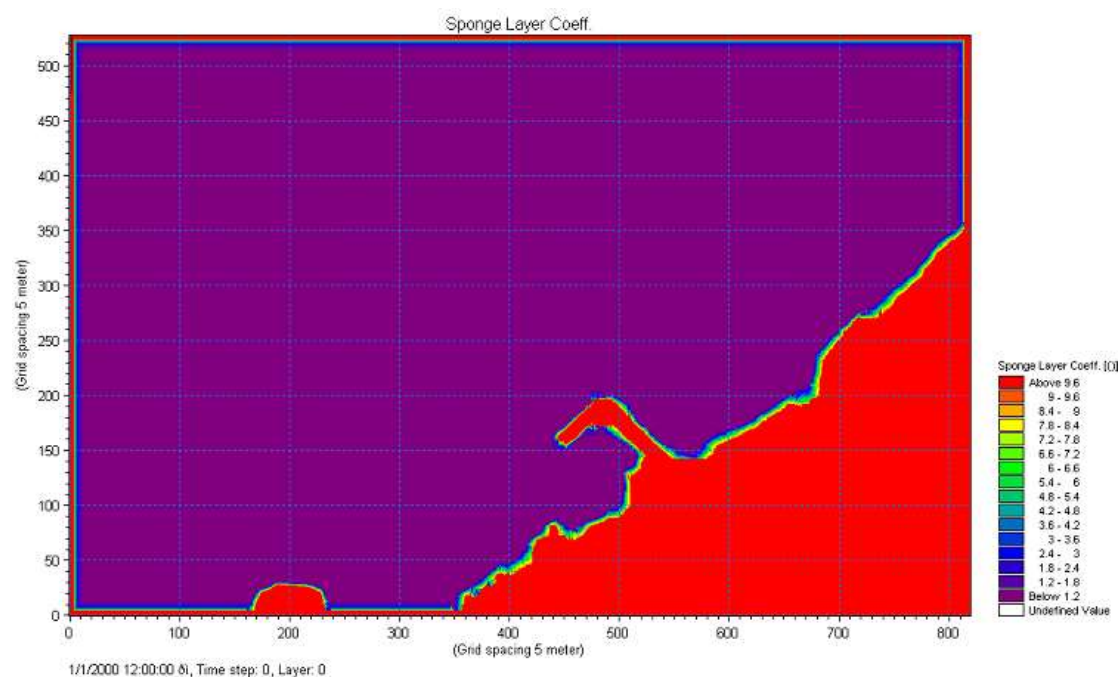
Η εσωτερική πηγή γένεσης των κυματισμών πρέπει να είναι παράλληλη είτε με τον x-άξονα είτε με τον y-άξονα της βαθυμετρίας. Η διεύθυνση διάδοσης των κυματισμών είναι πάντοτε κάθετη με την εσωτερική ζώνη γένεσης κυματισμών. Έτσι, η γωνία

πρόσπτωσης των κυματισμών μετράται αριστερόστροφα από τον θετικό άξονα x (generation line) ώσπου να συμπέσει με το διάνυσμα διάδοσης των κυματισμών.

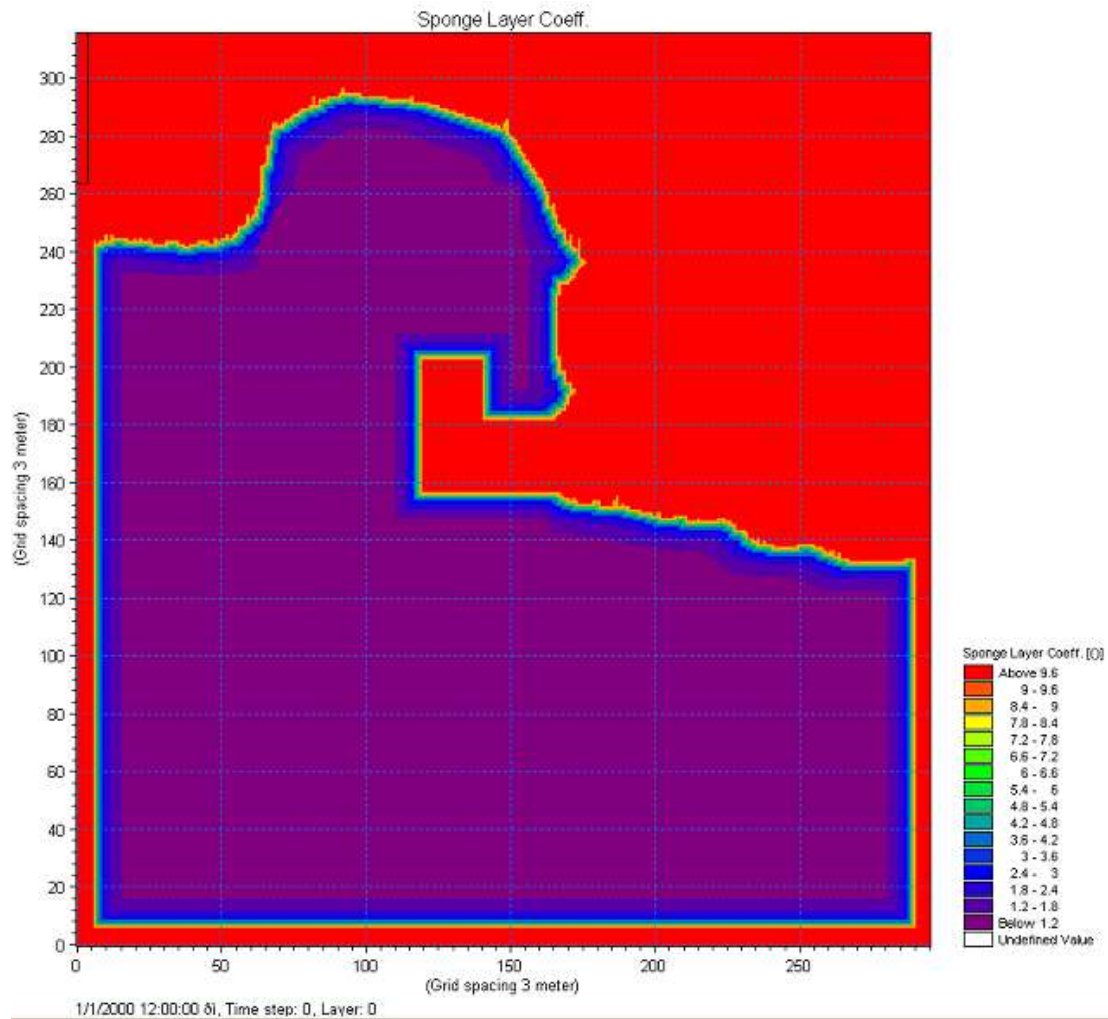
Η σωστή προσομοίωση των σεναρίων κυματισμών μπορεί να επιτευχθεί με την υπόθεση πως το βάθος νερού είναι σταθερό κατά μήκος των ανοιχτών ορίων της εσωτερικής ζώνης γένεσης κυματισμών. Έτσι τα ανοιχτά όρια και οι ζώνες γένεσης κυματισμών, είναι απαραίτητο να τοποθετούνται σε περιοχές με μικρή μεταβολή βάθους νερού. Στην περίπτωση μας, το βάθος νερού θεωρείται σταθερό σε όλη την περιοχή μελέτης.

Για την προσομοίωση κυματισμών που προσπίπτουν υπό γωνία, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται δύο εσωτερικές ζώνες γένεσης κυματισμών. Σε αντίθετη περίπτωση θα ήταν αναγκαία μια ζώνη με πολύ μεγάλο μήκος, πράγμα που θα αποτελούσε δυσλειτουργία στο σύστημα. Έτσι η χάραξη δύο ζωνών είναι προτεινόμενη.

Παράλληλα, δεν πρέπει να αμελήσουμε τον ορισμό των απορροφητικών στοιβάδων (sponge layers) στα όρια του υπολογιστικού πεδίου για την απορρόφηση των εξερχόμενων κυματισμών από το πεδίο. Στα όρια με παραβολική μορφή (όμοια με το προτεινόμενο μοντέλο) ορίζουμε σύμφωνα με τις οδηγίες του προγράμματος συντελεστές απορρόφησης από 1 (μηδενική απορρόφηση) έως 10 (πλήρης απορρόφηση) οπότε έχουμε μία μορφή που δίνεται στις Εικόνες Εικόνα 58 και Εικόνα 59 που ακολουθούν:



Εικόνα 58: Ορισμός απορροφητικών στοιβάδων (sponge layers) στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Κύριος λιμένας



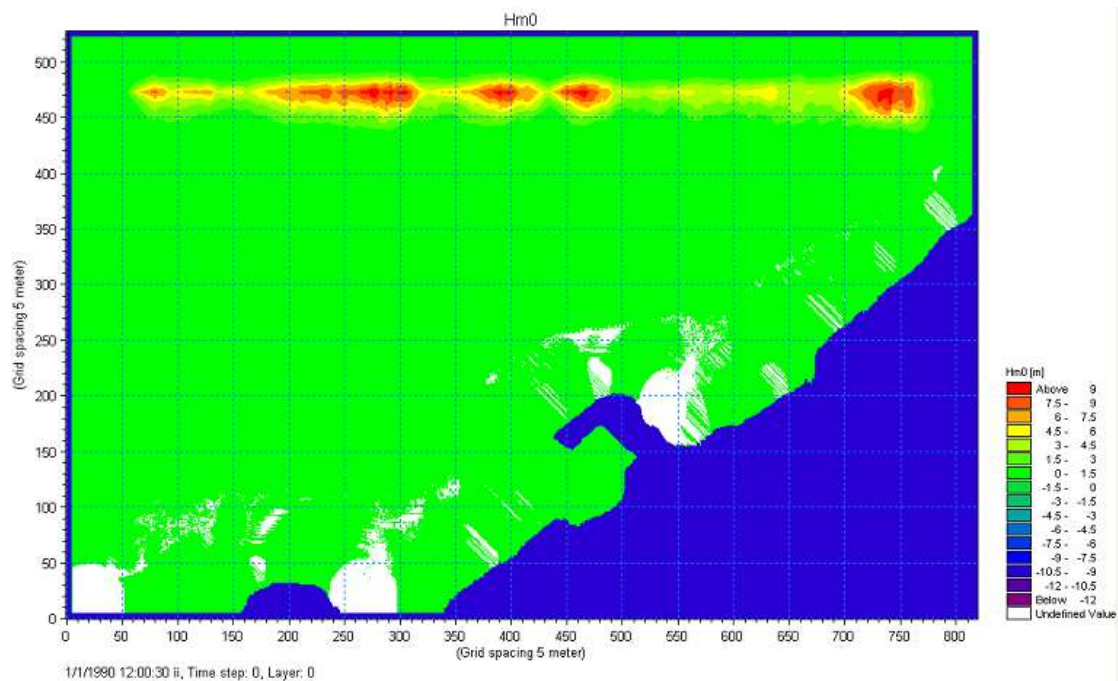
Εικόνα 59: Ορισμός απορροφητικών στρωμάτων (sponge layers) στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, Δευτερεύων λιμένας

Επισημαίνουμε ότι τα πεδία που δεν αναφέραμε στο αρχικό δενδροδιάγραμμα περιλαμβάνουν παραμέτρους που είτε τις αποκλείουμε (π.χ. τριβή πυθμένα) ή χρησιμοποιούμε τις προδιαγεγραμμένες τιμές του λογισμικού (π.χ. παράμετροι βαθυμετρίας). Επίσης αποκλείουμε τη θραύση των κυματισμών για το συγκεκριμένο σενάριο (Wave breaking → Exclude). Τέλος ορίζουμε τα μεγέθη που χρειαζόμαστε να εξάγει το πρόγραμμα. Σε αυτά συμπεριλαμβάνεται η μορφή της ανύψωσης ελεύθερης επιφάνειας.

6.5 ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΥΡΙΟΥ ΛΙΜΕΝΑ

Ύστερα από λεπτομερή έλεγχο των δεδομένων εισαγωγής («input data») και επανειλημμένες διορθώσεις στην διάρθρωση του μοντέλου, προκειμένου να γίνουν πιο ευνοϊκές οι συνθήκες προσομοίωσης, δεν κατέστη δυνατή η εξαγωγή αποτελεσμάτων απόκρισης του κύριου λιμένα ως προς τις κυματικές διαταραχές εντός της λιμενολεκάνης (Κεφάλαιο 7.3).

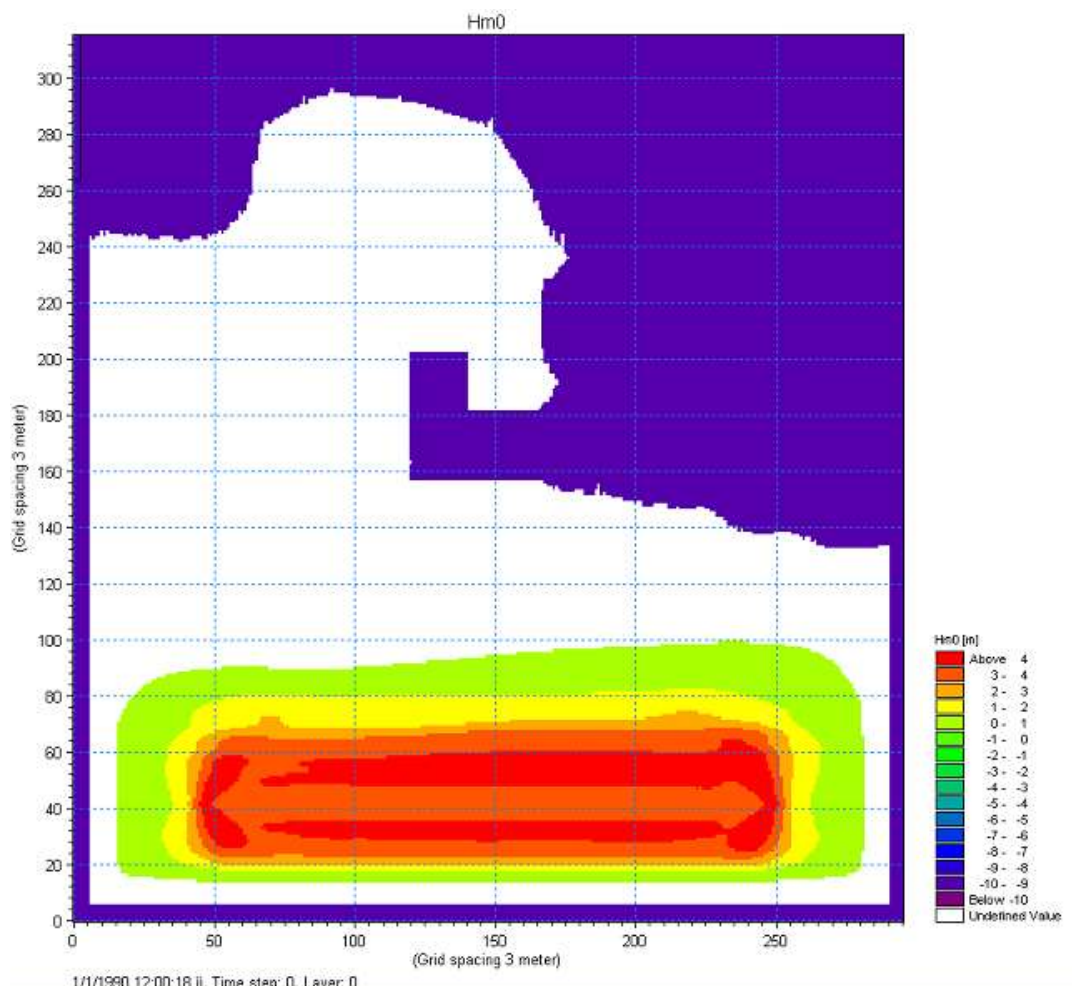
Η αποτυχία προσομοίωσης του μοντέλου («blow up») φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όπου εμφανίζεται η «αφύσικη ολοκλήρωση» (Εικόνα 60).



Εικόνα 60: Αποτυχία προσομοίωσης μοντέλου MIKE 21 BW για τον Κύριο λιμένα

6.6 ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΟΣ ΛΙΜΕΝΑ

Σε αντίθεση με τα δεδομένα εξαγωγής του κύριου λιμένα, στον τοπικό λιμένα η προσομοίωση έγινε με επιτυχία, λόγω ευνοϊκότερων συνθηκών προσομοίωσης (Κεφάλαιο 7.3). Ωστόσο, από τα αποτελέσματα της προσομοίωσης φαίνεται το κύμα να μην φτάνει στον λιμένα, πράγμα αδύνατο (Εικόνα 61).



Εικόνα 61: Γένεση κυματισμού μοντέλου MIKE 21 BW για τον Δευτερεύοντα λιμένα

6.7 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Οι αναταραχές μέσα στη λιμενολεκάνη είναι μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους για την κατασκευή λιμενικών έργων και την επιλογή της βέλτιστης διάταξης σχετικά με προκαθορισμένα κριτήρια αποδεκτών διαταραχών, κινήσεις πλοίων, διαδικασίες πρόσδεσης σκαφών (mooring arrangements) και χειρισμού διακοπής λειτουργίας λιμένα (handling down-time).

Σύμφωνα με τις χειρονακτικές μεθόδους και υπολογισμούς που χρησιμοποιήθηκαν (διαγράμματα Wiegel) οι διαταραχές των κυματισμών εντός της λιμενολεκάνης είναι αμελητέες. Η διάταξη των δύο λιμένων είναι λειτουργική, μέσα στη λιμενολεκάνη

επικρατεί σχετική νηνεμία, οι διαδικασίες πρόσδεσης των σκαφών μπορούν να γίνουν με επιτυχία και ο χώρος της λιμενολεκάνης είναι επαρκής για την κίνηση των πλοίων.

Συνεπώς, οι δύο κατασκευές χαρακτηρίζονται ως επαρκείς, προσφέροντας έτσι την δυνατότητα υλοποίησης της πρότασης που παρατίθεται στην παρούσα διπλωματική εργασία ως προς το πλάνο χωροθέτησης και κατασκευής νέων λιμενικών υποδομών στη νήσο Νάξο.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Στο παρόν –και τελευταίο- κεφάλαιο αυτής της εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από τις αναλύσεις, μαζί με κάποιες ενδεικτικές προτάσεις μελλοντικής βελτίωσης και περαιτέρω διερεύνησης.

Η διάρθρωση του κεφαλαίου περιλαμβάνει τρεις άξονες:

- i. Τα συμπεράσματα από τη μεθοδολογία υπολογισμού του κύματος σχεδιασμού.
- ii. Τα συμπεράσματα από τους ελέγχους επάρκειας των διατομών.
- iii. Τα συμπεράσματα από το την προσομοίωση και απόκριση των λιμένων.

7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

1. Από δοκιμές που έγιναν προς σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού των ενεργών αναπτυγμάτων πελάγους συμπεραίνουμε, ότι η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε και βασίζεται στη μέθοδο Richter δεν είναι απλώς προσεγγιστική, αλλά πλησιάζει ικανοποιητικά τη μέθοδο SMB. Μάλιστα λόγω της ταχύτητας εφαρμογής της μεθόδου, θεωρούμε πως είναι πλήρως ανταγωνιστική και έτσι προτιμάται. Η θεωρία Richer έχει δοκιμαστεί στην Βόρειο Θάλασσα και έχει το πλεονέκτημα του να δίνει σαν δεδομένο τον άνεμο που πλήττει την περιοχή μελέτης.
2. Επίσης από δοκιμές που έγιναν προς σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού του κύματος σχεδιασμού, φαίνεται, ότι ο υπολογισμός των H_s , T_s κατά SMB είναι αρκετά χρονοβόρος παρά την ευκολία που προσφέρει λόγω της αδιάστατης φύσης των παραμέτρων. Αντιθέτως, η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία και χρησιμοποιεί τις Μέγιστη Δύναμη Πνοής Ανέμου για δεκάλεπτη και μονόωρη πνοή, παρουσιάζει μεγαλύτερη ακρίβεια, προσφέρει μεγαλύτερη ταχύτητα εφαρμογής, και αποτελέσματα που ανταποκρίνονται καλύτερα στην πραγματικότητα.
3. Σχετικά με τον Κύριο λιμένα, από τους υπολογισμούς προκύπτει πως ο δυσμενέστερος κυματισμός είναι ο Βορειοανατολικής διεύθυνσης, πράγμα που έρχεται να ακυρώσει την συνήθη θεώρηση πως για όλο το βόρειο κομμάτι του νησιού ο ισχυρότερος άνεμος είναι ο Βόρειος (Τραμουντάνα).
4. Σχετικά με τον Τοπικό λιμένα, από τους υπολογισμούς προκύπτει πως ο ισχυρότερος άνεμος στο σημείο κατασκευής του έργου είναι ο Νότιος, πράγμα που έρχεται να επικυρώσει την κοινή γνώμη περί δυνατού Νοτίου ανέμου (Οστρια).

5. Ο κύριος λιμένας, θα αντικαταστήσει τον ήδη υπάρχον εμπορικό και τουριστικό λιμένα, και θα έχει επιπλέον χρήσεις και λειτουργίες, όπως οι θέσεις κρουαζιερόπλοιων και τάνκερ. Για έναν τέτοιο μεγάλο σχετικά λιμένα και αναφορικά με το κόστος κατασκευής, ένα ύψος κύματος της τάξης των τεσσάρων μέτρων είναι αντιμετωπίσιμο, εφόσον υπολογίζεται ήδη σχετικά υψηλό το κόστος κατασκευής.
6. Λόγω του σχετικά μεγάλου ύψους κύματος που παρουσιάζεται στην περιοχή του Πάνορμου, υπολογίζουμε πως το εν λόγω λιμάνι πρόκειται να βγει εκτός προϋπολογισμού, λόγω της δυσαναλογίας που πρόκειται να υπάρξει ανάμεσα στο κόστος κατασκευής και στο επιθυμητό μέγεθος και απαραίτητες χρήσεις του έργου. Έτσι για την κατασκευή του νοτίου λιμένα επιλέγουμε την περιοχή του Καλαντού σαν τοποθεσία κατασκευής του έργου, όπου ο χαρακτηριστικός κυματισμός παρατηρείται μόλις στα 2,85m, πράγμα που σημαίνει πως και οι κατασκευαστικές απαιτήσεις θα είναι οι ελάχιστες δυνατές, με αποτέλεσμα την όσο δυνατόν μεγαλύτερη μείωση του κόστους κατασκευής.

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΛΕΓΧΟΥΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

1. Στον έλεγχο επάρκειας διατομής έναντι ολίσθησης σε σεισμό, είναι επιτρεπτό να ξεπερνάται ο επιτρεπόμενος συντελεστής ασφαλείας κατά ένα ποσοστό του 0,5% αλλά όχι παραπάνω. Αυτό συμβαίνει διότι κατά τον σεισμό σχεδιασμού εκτιμάται μια επιτρεπόμενη μετατόπιση του κρηπιδότοιχου, η οποία είναι αναπόφευκτη.
2. Αντιθέτως στην ίδια κατάσταση με παραπάνω, στον έλεγχο έναντι ανατροπής δεν είναι επιτρεπτό να ξεπερνάται ο συντελεστής ασφαλείας. Επομένως στην περίπτωση που αυτό συμβεί είναι αναγκαίο να ληφθούν μέτρα ενίσχυσης της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής, ώστε να μην υπερβαίνεται ο επιτρεπόμενος συντελεστής ασφαλείας.
3. Στον έλεγχο των τάσεων έδρασης του κρηπιδότοιχου δεν επιτρέπεται η υπέρβαση των 500Kpa. Στις περιπτώσεις που οι τάσεις στην βάση της κατασκευής υπερβούν την επιτρεπόμενη τάση, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα ενίσχυσης του εδάφους είτε με έμπυξη χαλικοπασσάλων είτε με ειδικές προφορτίσεις ή στραγγίσεις του εδάφους έδρασης ώστε να αυξηθεί η διατμητική αντοχή.
4. Στον έλεγχο επάρκειας σε σεισμό, ο προσδιορισμός του σεισμικού συντελεστή απαιτεί αρκετούς υπολογισμούς, αυξάνοντας τις πιθανότητες αριθμητικού λάθους. Ωστόσο, με την εύστοχη θεώρηση που έγινε στην παρούσα διπλωματική εργασία, πως ο βελτιωμένος σεισμικός συντελεστής

K_h' προκύπτει ως ποσοστό του αρχικού, επιτυγχάνουμε μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή, άρα και δυσμενέστερη ένταση σεισμού, εφόσον εκπίπτει ως πολλαπλασιαστικός συντελεστής του βάρους του κρηπιδότοιχου, προκειμένου να υπολογιστεί το αδρανειακό φορτίο. Κατά συνέπεια θεωρούμε σωστή την παραδοχή, πως συντελεστής K_h' υπολογίζεται ως το πηλίκο του ειδικού βάρους κορεσμένου εδάφους προς το ενεργό ειδικό βάρος του εδάφους πολλαπλασιασμένο με τον αρχικό σεισμικό συντελεστή.

7.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ ΣΤΙΣ ΚΥΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

1. Σχετικά με τον κύριο λιμένα, η εξαγωγή οπτικών αποτελεσμάτων της μεταβολής της στάθμης νερού εντός της λιμενολεκάνης δεν κατέστη δυνατή. Ωστόσο, από την μέθοδο των διαγραμμάτων Wiegel η κατασκευή φαίνεται να μην αντιμετωπίζει κάποιο πρόβλημα ως προς τις κυματικές διαταραχές εντός λιμενολεκάνης. Για τον λόγο αυτό, η αποτυχία προσομοίωσης της κατασκευής δεν σημαίνει πως η συγκεκριμένη διάταξη δεν είναι λειτουργική. Αντιθέτως καθιστά απαραίτητο τον περεταίρω και λεπτομερέστερο έλεγχο του μοντέλου σε βάθος χρόνου.

Κύριος λόγος στον οποίο οφείλεται το παραπάνω πρόβλημα είναι η ανάγκη του μοντέλου για άνεση χρόνου προσομοίωσης, πολυτέλεια η οποία δεν ήταν δυνατόν να υπάρξει στα πλαίσια μιας προκαθορισμένης χρονικής περιόδου εκπόνησης της εργασίας.

Επιπρόσθετα αίτια αδυναμίας του μοντέλου είναι η βαθυμετρία της περιοχής, ο προσανατολισμός του προσπίπτοντος κύματος και η διάταξη του καννάβου, που καθιστούν αναγκαία την γένεση κυματισμών μεγάλου ύψους κοντά σε απομακρυσμένο σημείο της ακτογραμμής, όπως επίσης και η απαίτηση θραύσης των κυματισμών μόνο στο συγκεκριμένο σημείο του καννάβου, όπου τοποθετείται η προβλήτα. Τα παραπάνω είναι ζητήματα που απαιτούν ακρίβεια υπολογισμών, και προσομοίωση του μοντέλου σε συνθήκες υψηλής ποιότητας, γεγονός που δημιουργεί αριθμητικά προβλήματα και το οδηγεί σε αστοχίες («blow ups»).

2. Σχετικά με τον δευτερεύοντα λιμένα, κατέστη δυνατή η εξαγωγή οπτικών αποτελεσμάτων της γένεσης των κυματισμών, αλλά όχι των κυματικών διαταραχών εντός της λιμενολεκάνης. Συγκεκριμένα, στο μοντέλο φαίνεται πως ο κυματισμός που γεννάται στα βαθιά (ο οποίος έχει σχετικά μικρό ύψος λόγω των ευνοϊκών συνθηκών κυματικού κλίματος), απορροφάται ολόκληρος από τα απορροφητικά φίλτρα, καθιστώντας αδύνατο να φτάσει εντός της λιμενολεκάνης. Σύμφωνα με τη μέθοδο των διαγραμμάτων Wiegel, η

λιμενολεκάνη φαίνεται να δέχεται μικρές αναταραχές κυματισμών, οι οποίες δεν δημιουργούν πρόβλημα στην πρόσδεση και κίνηση των σκαφών.

Κατά συνέπεια, ένας πιθανός λόγος για τον οποίο στο μοντέλο ο κυματισμός αδυνατεί να φτάσει στον λιμένα είναι το πάχος των απορροφητικών φίλτρων στην είσοδο, που σε συνδυασμό με το μικρό ύψος κύματος που γεννάται στα βαθιά, εκμηδενίζουν την ενέργεια του κύματος και το αποτρέπουν από το να εισχωρήσει στην λιμενολεκάνη. Τα παραπάνω απορροφητικά φίλτρα είναι αναγκαία για την ομαλή διάδοση του κυματισμού στην ακτογραμμή, ωστόσο πρέπει να μειώνονται στην περιοχή πάνω στο έργο λόγω των κατακόρυφων μετώπων στην υπήνεμη πλευρά της προβλήτας.

7.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΕΤΑΙΡΩ ΜΕΛΕΤΗ – ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΟΜΕΝΕΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια απλή πρόταση προκειμένου να γίνει η κινητοποίηση κάποιων παραγόντων, ώστε να ξεκινήσουν τα πρώτα βήματα αναβάθμισης της Νάξου. Μέλημα της συγγραφέως είναι η χρήση των ιδεών και των παραδοχών που παρατίθενται στην εργασία, ώστε να περάσει το πλάνο σε επόμενο στάδιο και να ξεκινήσουν οι πρώτες μελέτες, προκειμένου να γίνει πράξη η αναβάθμιση των υφιστάμενων λιμενικών υποδομών του νησιού, η κατασκευή του Κύριου λιμένα και ύστερα η κατασκευή και του Τοπικού.

Για να γίνουν όλα τα παραπάνω, είναι απαραίτητες οι αναλυτικές γεωτεχνικές μελέτες στα σημεία τοποθεσίας των δύο έργων όπως επίσης και μελέτες τοπογραφικές, ώστε να λυθούν τυχόντα χωροταξικά προβλήματα.

Επιπλέον, θα ήταν καλό να γίνει μια πιο εμβαθής ανάλυση των διαταραχών που παρουσιάζονται μέσα στις λιμενολεκάνες και επιπρόσθετες μελέτες κίνησης ιζήματος και υδροδυναμικών φορτίων στα σημεία κατασκευής των λιμένων. Στα πλαίσια της εν λόγω ανάλυσης, καθίσταται απαραίτητος ο έλεγχος των μοντέλων προσομοίωσης των δύο λιμένων προς την βελτίωση των καννάβων, της βαθυμετρίας, του προσανατολισμού των κατασκευών, των απορροφητικών φίλτρων που χρησιμοποιήθηκαν και των συνθηκών διάδοσης των κυματισμών (θραύση κυματισμών, συνθήκες στα βαθιά, βελτιωμένες εξισώσεις Boussinesq), και η λεπτομερής διόρθωση τυχόντων ατελειών, όπου χρειάζεται.

Επιπρόσθετα, λόγω της μεγάλης ευχέρειας του χώρου που διατίθεται στην εργασία για την κατασκευή των διαφόρων λειτουργιών στον δευτερεύον λιμένα, μια πρόταση για περαιτέρω μελέτη είναι η κατασκευή υδατοδρομίου δίπλα από το κτίριο όπου στεγάζεται το λιμεναρχείο. Το κτίριο μπορεί να κατασκευαστεί σαν επέκταση του λιμεναρχείου προκειμένου να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τις προβλήτες υδροπλάνων.

Περεταίρω μελέτη είναι αναγκαίο να γίνει στον φρεάτιο αγωγό ανακύκλωσης του νερού στον Τοπικό λιμένα, που σχεδιάστηκε προκειμένου να αποφευχθεί ο ελλιμενισμός των υδάτων στην παραλία πίσω από τον λιμένα, όπως επίσης και στο στέγαστρο προστασίας του κρηπιδώματος από τους κυματισμούς στο σημείο πλαγιοδέτησης του κρουαζιερόπλοιου.

Τέλος, είναι σημαντική μια περεταίρω έρευνα σχετικά με τους κόμβους-λιμάνια, με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα των κατασκευών, αλλά και με την ανάπτυξη μεταφορών μέσω υδροπλάνων στις ελληνικές νήσους και κυρίως τις Κυκλάδες.

8 Βιβλιογραφία

(n.d.). Ανάκτηση από Google Maps.

CYCLADESVOiCE. (2011, Ιούλιος 30). Ανάκτηση από
<http://www.cycladesvoice.gr/?aid=7128>

CYCLADESVOiCE. (2013, Δεκέμβριος 21). Ανάκτηση από
<http://www.cycladesvoice.gr/?aid=36742>

Coastal Engineering Research Center. (1984). SHORE PROTECTION MANUAL
VOLUME I. Vicksburg, Mississippi,: U.S. Army Engineer Waterways
Experiment Station Coastal Engineering Research Center,.

Committee of Waterfront Structures of the Society for Harbour Engineering and
German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering. (2004).
Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and
Waterways EAU 2004 (Τόμ. 8th). Ernst und Sohn.

EAK 2000. (n.d.). Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός. Ανάκτηση από
<http://www.eng.ucy.ac.cy/papaloizoul/Downloads/EAK2000.pdf>

EUROCERT. (2014, Ιούνιος 27). Ανάκτηση από
http://www.olig.gr/sites/default/files/%20CE%95%CE%9D%20ISO%2014001_2004_0.pdf

European Sea Ports Organisation. (2015). ESPO / ECOPORTS. Retrieved from
<http://www.ecoports.com/about>

Lloyd's Register. (2013, Μάρτιος 28). Ανάκτηση από
http://www.olig.gr/sites/default/files/_ECOPORTS-CERTIFICATE_OF_VERIFICATION.pdf

Marine and Port Authority of Singapore. (2009). MPA Singapore. Retrieved from
http://www.mpa.gov.sg/sites/port_and_shipping/port/port_security/isps_code.page

Naxiest Blogspot. (2010, Αύγουστος 18). Naxiest.blogspot. Ανάκτηση από
http://naxiest.blogspot.gr/2010/08/blog-post_18.html

Neufert. (2000). Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνοψη. Μ. Γκιούρδας, 36η
Γερμανική έκδοση.

Newslink. (2004, Ιούνιος 24). econews.gr,. Ανάκτηση από
<http://www.econews.gr/2004/06/24/code-imdg/>

Offshore Energy Systems S.A. (2012, Νοέμβριος 27). Martech. Retrieved from
<http://www.martech.gr/en.html>

Tseneklidis Photography. (n.d.). Ανάκτηση από
<http://www.tseneklidis.gr/%CE%B4%CE%AD%CF%83%CF%84%CF%81%CE%B1>

Wikipedia. (n.d.). Retrieved from
https://en.wikipedia.org/wiki/De_Havilland_Canada_DHC-6_Twin_Otter

Αζοράκος Σαμψών. (2015).

Αντώνης Παππάς. (2014). Δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Κορινθίων. Ανάκτηση από
<http://korinthos-port.gr/component/k2/item/10-limani/10-limani>

Β. Κατακόστας. (2014, Φεβρουάριος 8). Ανάκτηση από
<http://www.newsbomb.gr/ellada/news/story/402153/o-hartis-seismikis-epikindynotitas-tis-elladas>

ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ. (n.d.). Ανάκτηση από
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%AC%CE%BE%CE%BF%CF%82#.CE.94.CE.AE.CE.BC.CE.BF.CF.82_.CE.9D.CE.AC.CE.BE.CE.BF.CF.85_.26_.CE.9C.CE.B9.CE.BA.CF.81.CF.8E.CE.BD_.CE.9A.CF.85.CE.BA.CE.BB.CE.AC.CE.B4.CF.89.CE.BD

ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ. (n.d.). Ανάκτηση από
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AD%CF%83%CF%84%CF%81%CE%B1>

Γενικό Νοσοκομείο - Κέντρο Υγείας Νάξου. (n.d.). 2η Υ.ΠΕ. ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ
ΑΙΓΑΙΟΥ/ ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ- ΚΕΝΤΡΟ ΥΓΕΙΑΣ ΝΑΞΟΥ.
Ανάκτηση από <http://www.naxoshospital.gr/>

Δήμος Νάξου. (2013). Νάξος και Μικρές Κυκλάδες. Ανάκτηση από
<http://www.naxos.gr>

Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη Α.Ε. (2007, Μαΐος 2). in.gr. Ανάκτηση από
<http://news.in.gr/greece/article/?aid=799127>

Εθνικό Τυπογραφείο. (2012). nomoi.info. Ανάκτηση από
<https://nomoi.info/%CE%A6%CE%95%CE%9A-%CE%91-85-2012-%CF%83%CE%B5%CE%BB-16.html>

Ευστράτιος Ν. Φονιάς. (2012). Μελέτη θραύσης κυματισμών με μοντέλο Boussinesq σε δύο οριζόντιες διαστάσεις. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διεπιστημονικό - Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Επιστήμη και Τεχνολογία Υδάτινων πόρων".

Θαλάσσια Ενεργειακά Συστήματα Α.Ε. (n.d.). Πλωτή προβλήτα τύπου "ΘΟΗ" και Γέφυρα πρόσβασης / Γενική Τεχνική Περιγραφή. Αθήνα: Θαλάσσια Ενεργειακά Συστήματα Α.Ε.

Κ. Ι. Μουτζούρης. (2009). Θαλάσσια Υδραυλική. Αθήνα: Ε.Μ.Π. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.

ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ. (2013). Shipfriends.gr. Ανάκτηση από
<http://www.shipfriends.gr/forum/topic/1236-%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%AC%CE%BD%CE%B9-%CE%BD%CE%AC%CE%BE%CE%BF%CF%85/>

- Καστρινάκη Κωνσταντίνα. (2013). Τουρισμός κρουαζιέρας: Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου στην Ελλάδα/ Η περίπτωση της πόλης των Χανίων. Ηράκλειο Κρήτης: Ανώτατο Τεχνολογικό Ύδριμα Κρήτης/ Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας/ Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων.
- Κωνσταντίνος Μέμος. (2008). Εισαγωγή στα Λιμενικά Έργα. Αθήνα: Ε.Μ.Π. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.
- Λιμεναρχείο Νάξου, Α. Ν. (2015, Απρίλιος 23). Κίνηση έτους 2014. Νάξος.
- Λιμεναρχείο Νάξου, Α. Ν. (2015, Απρίλιος 23). Ονόματα πλοίων που προσεγγίζουν το λιμάνι της Νάξου ετησίως. Νάξος: Λιμεναρχείο Νάξου.
- Μηχανουργείο Κούρταλης. (2015). Χυτήρια - Μηχανουργείο κούρταλης. Ανάκτηση από <http://kourtalis.com.gr/proionta/destres-gia-limania>
- Νικόδημος Λιανός. (2014, Ιανουάριος 22). Κυκλαδική/Ημερίσια Εφημερίδα των Κυκλάδων. Ανάκτηση από <http://www.kykladiki.gr/?p=1258>
- Νικολάου Παναγιώτης. (2015). Environmental Sustainability Report. Ηγουμενίτσα: IGOUMENITSA Port Authority S.A. / ECOPORTS.
- Ο.Ε.Μ.Κ. (2015). Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών. Ανάκτηση από http://www.hellaskps.gr/min_requirements/docs/PE5/AMeletes/OEMK-A-3.0.htm
- Οργανισμός Λιμένος Ηγουμενίτσας. (2015, Σεπτέμβριος 3). Ο.Λ.ΗΓ. Α.Ε. Ανάκτηση από <http://www.ecoport.com/about>
- Π.Σ.Ε. (2015). Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εξαγωγέων. Ανάκτηση από <http://www.pse.gr/node/12788>
- Υπουργείο Οικονομίας Υποδομών Ναυτιλίας και Τουρισμού. (n.d.). Ανάκτηση από http://www.mintour.gov.gr/el/Investments/touristikoi_limenes/creattourlimena/

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Ο θαλάσσιος πυθμένας επιδρά στους κυματισμούς. Η επίδραση εκδηλώνεται κατά κύριο λόγο στην υφή και μορφή των κυμάτων καθώς και στη διεύθυνση μετάδοσής τους. Όσο περνάμε από βαθιά σε ρηχά νερά και το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα μειώνεται, η επίδραση αυτή του πυθμένα πάνω στους κυματισμούς μεγαλώνει έως ένα βάθος όπου πλέον γίνεται αισθητή. Ωστόσο, για βάθη μεγαλύτερα του μισού μήκους κύματος, η επίδραση αυτή θεωρείται αμελητέα.

Οι κυριότερες μορφές επίδρασης του πυθμένα στους θαλάσσιους κυματισμούς, που ενδιαφέρουν τον λιμενολόγο μηχανικό, είναι οι παραμορφώσεις (η ρήγωση), η διάθλαση και η θραύση των κυμάτων.

ΡΗΧΩΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Η ρήγωση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο η διατομή του κύματος παραμορφώνεται και αλλάζει ριζικά στην περιοχή των μικρών σχετικών βαθών d/L . Οι σημαντικότερες μεταβολές κατά το φαινόμενο της ρήγωσης είναι η μείωση του μήκους κύματος, η μείωση και στην συνέχεια η αύξηση του ύψους κύματος, η αύξηση της καμπυλότητας, η εμφάνιση υψηλότερων αρμονικών, η σταδιακή μετατροπή της ημιτονοειδούς διατομής σε τροχοειδή διατομή και στη συνέχεια σε διατομή μακρού κύματος.

Στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει κυρίως να εξετασθούν οι μεταβολές του μήκους L και του ύψους H του κύματος, κατά την διάρκεια μετάδοσής του σε κεκλιμένο πυθμένα. Οι μαθηματικές θεωρίες επιτρέπουν τον προσδιορισμό των H και L σε συνθήκες μεγάλων d/L , τα οποία και συμβολίζονται με H_0 και L_0 αντίστοιχα.

Μια σχετικά απλή μέθοδος υπολογισμού των του ύψους και του μήκους κύματος σε τυχαίο βάθος πυθμένα, σε συνάρτηση με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά του κύματος στα βαθιά, είναι η ενεργειακή μέθοδος. Η μέθοδος βασίζεται στην παραδοχή, ότι η ανάκλαση της ενέργειας του κυματισμού από τον πυθμένα και οι λοιπές απώλειες μεταξύ των εξεταζόμενων βαθών είναι αμελητέες. Η ενεργειακή μέθοδος ισχύει στην περιοχή μεταξύ της ανοιχτής θάλασσας και της ζώνης θραύσεως. Βασική και λογική θεώρηση της μεθόδου αποτελεί τον γεγονός ότι η περίοδος του κύματος δεν μεταβάλλεται σε όλη τη διάρκεια της μετάδοσης του κύματος πάνω στον κεκλιμένο πυθμένα.

Μέλημα του μηχανικού για τον υπολογισμό της επίδρασης του φαινομένου της ρήγωσης στους κυματισμούς είναι η προσέγγιση με αναλυτικές μαθηματικές μεθόδους αλλά και με χρήση διαγραμμάτων, ενός αδιάστατου συντελεστή απομείωσης του ύψους του κυματισμού k_s .

Βασικά δεδομένα για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών των κυματισμών στον πόδα της κατασκευής λόγω διάθλασης είναι τα χαρακτηριστικά του κύματος στα βαθιά και συγκεκριμένα το ύψος H_0 και η περίοδος T του κυματισμού στα βαθιά, όπως επίσης και το μήκος L_0 και η ταχύτητα διάδοσης C_0 του κυματισμού στα βαθιά. Το ύψος και η περίοδος του μονοχρωματικού κυματισμού υπολογίζονται με βάση τα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής. Η διαδικασία υπολογισμού των H_0 και T έχει πραγματοποιηθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Το μήκος του κυματισμού στα βαθιά προκύπτει από τη σχέση

$L_0 = gT^2 / 2\pi$ [m], ενώ η ταχύτητα διάδοσης του

κυματισμού μπορεί εύκολα να υπολογιστεί ως πηλίκο του μήκους προς την περίοδο του κύματος, $C_0 = L_0 / T$ [m/sec].

Παρακάτω παρουσιάζεται η διαδικασία υπολογισμού των χαρακτηριστικών κύματος στον πόδα του έργου σε συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά του κύματος στα βαθιά, όπως επίσης και κάποιες άλλες μεταβλητές απαραίτητες για την εύκολη ροή των υπολογισμών (Committee of Waterfront Structures of the Society for Harbour Engineering and German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering, 2004):

$$L = L_0 \left[\tanh \left(\frac{2\pi}{L_0} d \right) \right]^{0,75} \text{ [m]}$$

$$k = \frac{2\pi}{L} \quad , \quad C = \frac{L}{T} \text{ [} \frac{\text{m}}{\text{sec}} \text{]}$$

$$n = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right]$$

$$ks = \sqrt{\frac{1}{n} * \frac{C_0}{C}}$$

Όπου:	L	μήκος κύματος στα ρηχά
	C	ταχύτητα διάδοσης κύματος στα ρηχά
	L_0	μήκος κύματος στα βαθιά
	C_0	ταχύτητα διάδοσης κύματος στα βαθιά
	d	βάθος στο σημείο του έργου
	T	περίοδος κύματος
	k , n	αδιάστατοι συντελεστές
	ks	συντελεστής απομείωσης του ύψους κύματος στα βαθιά

ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οι θαλάσσιοι κυματισμοί αλλάζουν εν γένει διεύθυνση μετάδοσης, καθώς προσεγγίζουν στην ακτή. Η γωνία μεταξύ των καθέτων στο μέτωπο κύματος και στις ισοβαθείς του πυθμένα συνεχώς μειώνεται. Η ορθογωνική του κύματος τείνει να κινηθεί κάθετα προς τις ισοβαθείς και να καμπυλωθεί. Ο τύπος αυτών των παραμορφώσεων των θαλάσσιων κυματισμών ονομάζεται διάθλαση και είναι ανάλογος με τη διάθλαση στην οπτική.

Η ταχύτητα φάσεως ενός κύματος είναι συνάρτηση του βάθους του πυθμένα, δεδομένου ότι η ταχύτητα αυξάνει με το βάθος. Συνέπεια αυτού του φαινομένου είναι το γεγονός ότι, από δύο σημεία, που βρίσκονται στο μέτωπο ενός κύματος, κινείται ταχύτερα προς την ακτή το σημείο που βρίσκεται σε μεγαλύτερο βάθος πυθμένα. Αποτέλεσμα αυτής της ανισότητας στις ταχύτητες κίνησης κατά μήκος του μετώπου είναι να καμπυλώνεται το μέτωπο και να τείνει να γίνει παράλληλο προς τις ισοβαθείς.

Στον υπολογισμό θαλάσσιων και ιδιαίτερα παράκτιων έργων υπεισέρχονται υπολογισμοί διάθλασης, δεδομένου ότι ο μηχανικός ενδιαφέρεται για τα χαρακτηριστικά των κυμάτων, όπως φθάνουν στα έργα μετά τη διάθλαση.

Η μεθοδολογία υπολογισμού της επιρροής του φαινομένου της διάθλασης στους κυματισμούς βασίζεται στο γεγονός ότι οι κυματισμοί υφίστανται διάθλαση όταν το σχετικό βάθος d/L φτάσει σε τιμές μικρότερες του 0,50. Αυτό σημαίνει πως για $d/L \geq 0,50$ η διεύθυνση μετάδοσης του κυματισμού είναι ευθύγραμμη.

Θεωρώντας γνωστά τα χαρακτηριστικά των κυματισμών από την διαδικασία της ρήγωσης, ο υπολογισμός του συντελεστή μείωσης του ύψους κύματος λόγω διάθλασης γίνεται με απλές διαδικασίες που βασίζονται στην γωνία που σχηματίζει η διεύθυνση του ανέμου με την ισοβαθή στο σημείο όπου πραγματοποιείται η διάθλαση.

Παρακάτω παρουσιάζεται η διαδικασία υπολογισμού του συντελεστή απομείωσης του ύψους κύματος λόγω διάθλασης:

Αρχικά προσδιορίζουμε από το σχετικό βάθος d/L , τον λόγο του μήκους κύματος μετά τη διάθλαση προς το μήκος του κυματισμού στα βαθιά:

h/L_0	L/L_0	h/L_0	L/L_0
0.5	1	0.07	0.6
0.4	0.99	0.06	0.58
0.3	0.97	0.05	0.53
0.2	0.89	0.04	0.48
0.15	0.82	0.02	0.41
0.10	0.71	0.03	0.35
0.09	0.68	0.01	0.25
0.08	0.65	0.005	0.17

Πίνακας 31: Προσδιορισμός του μήκους κύματος L στη διάρκεια διαθλάσεως (Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009)

$$\frac{d}{L_0} \Rightarrow \frac{L}{L_0} \Rightarrow L \quad ($$

h/L₀	L/L₀	h/L₀	L/L₀
0.5	1	0.07	0.6
0.4	0.99	0.06	0.58
0.3	0.97	0.05	0.53
0.2	0.89	0.04	0.48
0.15	0.82	0.02	0.41
0.10	0.71	0.03	0.35
0.09	0.68	0.01	0.25
0.08	0.65	0.005	0.17

Πίνακας 31)

Με βάση την διεύθυνση του κυρίου ανέμου και την κλίση της ισοβαθούς με τον Βορρά, προσδιορίζουμε την γωνία πρόσπτωσης του κύματος πριν την διάθλαση.

Από τον νόμο του Snell έχουμε: $\frac{\sin \beta_0}{\sin \beta} = \frac{C_0}{C} \Rightarrow \beta$, όπου β η γωνία που σχηματίζει το μέτωπο του διαθλώμενου κυματισμού με την ισοβαθή.

$$kr = \sqrt{\frac{\cos \beta_0}{\cos \beta}}$$

Όπου: kr ο συντελεστής απομείωσης του ύψους κύματος στα βαθιά.

ΡΗΧΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΛΑΣΗ

Όπως μπορούμε να συμπεράνουμε από τα παραπάνω, το ύψος του κυματισμού στον πόδα του έργου δεν είναι το ίδιο με αυτό ενός μονοχρωματικού κυματισμού στα βαθιά. Όσο το κύμα περνάει από τα βαθιά στα ρηχά νερά, το ύψος του μειώνεται λόγω διάθλασης και ρήχωσης κατά ποσοστά ανάλογα με τους αντίστοιχους συντελεστές διάθλασης kr και ρήχωσης ks .

Έτσι το τελικό ύψος του κυματισμού που θα φτάσει στον πόδα του έργου υπολογίζεται ως το πηλίκο του ύψους του μονοχρωματικού κυματισμού επί τους δύο αυτούς συντελεστές:

$$H = H_0 * kr * ks$$

Το τελευταίο μέγεθος είναι και το βασικό κριτήριο σχεδιασμού της προστασίας του έργου από τους κυματισμούς και της λιθορριπής στον πόδα της κατασκευής.

ΘΡΑΥΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Όταν οι παραμορφώσεις που εμφανίζονται στην διατομή του κύματος υπερβούν ορισμένα όρια, το κύμα θραύεται. Η θραύση των κυματισμών οφείλεται στις μεγάλες παραμορφώσεις της διατομής από την επίδραση του τυθμένα.

Στη ζώνη θραύσεως η διατομή του κύματος διαφέρει από τη διατομή του κύματος στην ανοιχτή θάλασσα. Σε μερικούς τύπους θραύσεως η κορυφή τείνει να εμφανίζει

ένα γωνιακό σημείο. Η εμφάνιση ενός τέτοιου γωνιακού σημείου, που δηλώνει τη συσσώρευση πολλών αρμονικών υψηλής τάξεως, υπήρξε το πρώτο κριτήριο θραύσεως ενός κύματος στη θαλάσσια υδραυλική. Σύμφωνα με τον Miche η θραύση επέρχεται, όταν τα δύο μέτωπα της διατομής σχηματίσουν μια γωνία ίση με 60° , με ταυτόχρονη εμφάνιση ενός γωνιακού σημείου στην κορυφή. Ένα τέτοιο κριτήριο βέβαια δεν θεωρείται αντιπροσωπευτικό της πραγματικότητας.

Η κατανομή των ταχυτήτων των σωματιδίων στις διατομές του κύματος λίγο πριν τη θραύση είναι ακανόνιστη σε αντίθεση με τις διατομές στην ανοικτή θάλασσα. Σε γενικές γραμμές οι οριζόντιες ταχύτητες αυξάνουν πολύ στην κορυφή του κύματος, γεγονός που έχει μεγάλη σημασία στην εμφάνιση της θραύσεως.

Για τον προσδιορισμό του βάθους νερού στην γραμμή θραύσεως είναι ευρεία διαδεδομένη η χρήση της παρακάτω σχέσης:

$$\frac{Hb}{H_0} = 0,8 \quad (\text{Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009})$$

Η παραπάνω σχέση χρησιμοποιείται και σαν κριτήριο θραύσεως των κυματισμών, σε περιπτώσεις όπου τα ύψη κυμάτων στα βαθιά και στην γραμμή θραύσεως είναι ήδη γνωστά. Έτσι εάν το παραπάνω πηλίκο υπερβεί την τιμή του 0,8 παρατηρείται θραύση του κύματος, ενώ σε αντίθετη περίπτωση δεν έχουμε θραύση.

Στην περίπτωση ύπαρξης ενός στερεού ορίου όπως μια λιμενική κατασκευή, υπάρχει η πιθανότητα να παρατηρηθεί θραύση λόγω βάθους πυθμένα, πριν το κύμα προσκρούσει στην κατασκευή. Στην περίπτωση αυτή, η κατασκευή προστατεύεται με λιθορριπή συγκεκριμένου τύπου (Κωνσταντίνος Μέμος, 2008). Σε αντίθετη περίπτωση, από τη θραύση των κυματισμών στο μέτωπο της κατασκευής αναπτύσσονται υψηλές πιέσεις που οφείλονται στην πρόσκρουση μιας υδάτινης μάζας στο μέτωπο του έργου. Η μάζα δημιουργείται στη θραύση και κινείται προς την κατασκευή με την ταχύτητα φάσεως του κύματος. Η απότομη αλλαγή της ορμής της φλέβας δημιουργεί την πίεση πρόσκρουσης (shock), με ένα μέγιστο πύεσεως, μετά το οποίο η φόρτιση στην κατασκευή μειώνεται σε χαμηλότερες τιμές, έως την πρόσκρουση του επόμενου κύματος. Μέρος της ενέργειας της υδάτινης μάζας μετατρέπεται σε ενέργεια τύρβης και σε κινητική ενέργεια, που κινεί μέρος της υδάτινης μάζας προς τα πάνω. Λόγω της εξαπόλυσης αυτής της ενέργειας τα πρηνή της λιθορριπής προστασίας των μετώπων σχεδιάζονται με διαφορετικό τρόπο από ότι σε έναν ήδη θραυόμενο κυματισμό (Κωνσταντίνος Μέμος, 2008).

ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Η περίθλαση είναι φυσικός μηχανισμός, στον οποίο λαμβάνει χώρα η μετάδοση ενέργειας κατά μήκος κορυφογραμμών του προσπίπτοντος κυματισμού. Αποτέλεσμα του φυσικού αυτού μηχανισμού είναι η εμφάνιση κυματισμών στην θαλάσσια περιοχή, που είναι προστατευμένη από το υπάρχον θαλάσσιο έργο, η οποία θα ηρεμούσε, εφόσον δεν εμφανιζόταν τέτοια μετάδοση ενέργειας.

Η περίθλαση των θαλάσσιων κυματισμών δημιουργείται από την επίδραση του μετώπου μιας κατασκευής και είναι ανάλογη της περίθλασης του φωτός και του ήχου. Η μελέτη του φαινομένου της περιθλάσεως είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό των διαταραχών στο εσωτερικό μιας λιμενολεκάνης, που προστατεύεται από εξωτερικά λιμενικά έργα.

Στην περιοχή των κυματισμών από περίθλαση, το ύψος κύματος H υπολογίζεται από την σχέση:

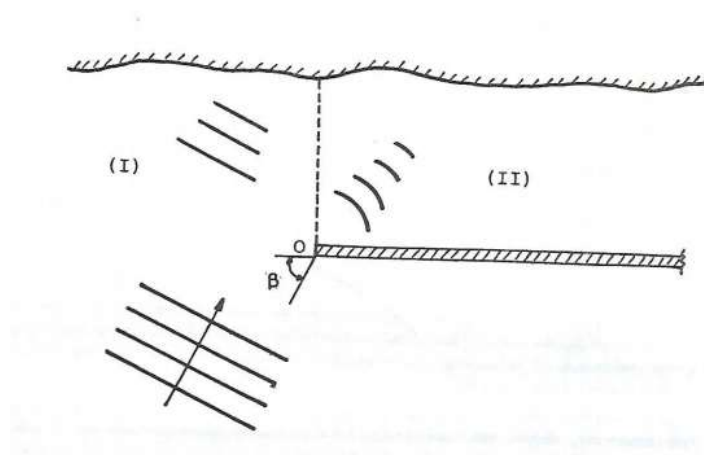
$$H = k_d * H_o \quad (\text{Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009})$$

όπου, H_o είναι το ύψος κύματος στην περιοχή λίγο πριν την κατασκευή (μετά από ρήγωση και διάθλαση)

k_d ο συντελεστής περίθλασης, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού στην κατασκευή και από το σημείο που θεωρούμε αρχή των αξόνων μέτρησης των πολικών και γραμμικών συντεταγμένων.

Σε μια επιμήκη μεμονωμένη κατασκευή για να χρησιμοποιηθούν τα παραπάνω σχήματα στον υπολογισμό του k_d σε ένα ορισμένο σημείο, απαιτείται αρχικά να έχει υπολογιστεί το μήκος κύματος L πάνω από τον τυθμένα της εξεταζόμενης περιοχής Π σταθερού βάθους (Εικόνα 62). Σύμφωνα με την γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της διεύθυνσης του προσπίπτοντος κυματισμού και της νοητής προέκτασης της κατασκευής προσδιορίζεται η γωνία πρόσπτωσης του κυματισμού. Στη συνέχεια επιλέγεται το κατάλληλο σχήμα που θα χρησιμοποιηθεί, αναλόγως με το τεταρτημόριο στο οποίο ανήκει η γωνία β και χαράσσεται σε διαφανές χαρτί. Βασικό σημείο εδώ είναι η χάραξη του σχήματος να γίνει σε τροποποιημένη κλίμακα, σύμφωνα με την κλίμακα του χάρτου της εξεταζόμενης περιοχής και το υπολογισμένο L (Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009, Σχήμα 6.20, σελ.113 και Σχήμα 6.21, σελ 114). Ο συντελεστής k_d στο εξεταζόμενο σημείο βρίσκεται με υπέρθεση του διαφανούς πάνω -στο χάρτη της περιοχής.

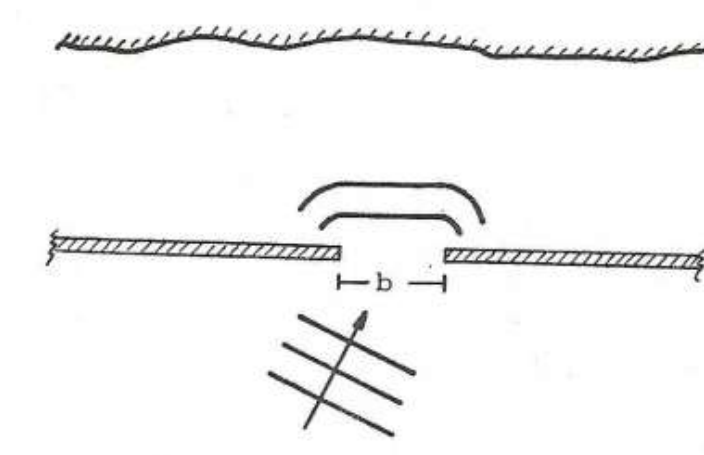
Σημειώνεται πως το ύψος H στην περιοχή Π είναι αισθητά μειωμένο σε σχέση με το H_o .



Εικόνα 62: Περίθλαση γύρω από μια μεμονωμένη επιμήκη κατασκευή (Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009)

Στην περίπτωση δύο συνδυσασμένων επιμηκών κατασκευών με μεταξύ τους άνοιγμα b (Εικόνα 63), απαιτείται αρχικά, όπως και στην περίπτωση επιμήκους μεμονωμένης κατασκευής, ο υπολογισμός του μήκους προσπίπτοντος κυματισμού L πάνω από τον πυθμένα της εξεταζόμενης περιοχής. Ύστερα, οι διαδικασίες υπολογισμού του συντελεστή k_d διαφοροποιούνται αναλόγως με το αν συμβαίνει ορθή ή πλάγια πρόσπτωση κυματισμού.

Για ορθή γωνία πρόσπτωσης, οι συντελεστές k_d δίνονται για διαφορετικές τιμές b/L ³ (Κ.Ι. Μουτζούρης, 2009, Σχήμα 6.23, σελ. 116).



Εικόνα 63: Περίθλαση γύρω από δύο επιμήκεις κατασκευές (Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009)

Μια μέθοδος προσεγγιστικού υπολογισμού του συντελεστή περίθλασης για πλάγιες προσπτώσεις ($\beta \neq 90^\circ$) βασίζεται στη χρησιμοποίηση του συντελεστή k_d όπως

³για $b/L < 1$ τείνουν προς κύκλους και για $b/L > 1$ τείνουν προς ελλείψεις (Κ. Ι. Μουτζούρης, 2009).

προκύπτει από την ορθή πρόσπτωση ($\beta=90^\circ$) σε ένα πλασματικό άνοιγμα b , ίσο με την προβολή του πραγματικού ανοίγματος b στη διεύθυνση των κορυφογραμμών.

Σημείωση: Σχεδόν πάντοτε ο πυθμένας στην προστατευμένη περιοχή είναι κεκλιμένος και όχι οριζόντιος, όπως θεωρείται στην διαδικασία υπολογισμού του συντελεστή περίθλασης. Οι κυματισμοί υφίστανται ταυτόχρονα περίθλαση και εκ νέου διάθλαση ξεχωριστή από εκείνη που υφίστανται πριν πλησιάσουν αρκετά τα στερεά όρια. Το φαινόμενο αυτό είναι έντονα μη γραμμικό. Για τον λόγο αυτό δεν υφίσταται μέθοδος υπολογισμού των δύο φαινομένων ταυτόχρονα αλλά ξεχωριστά το κάθε ένα. Ένας απλοποιημένος και συνήθης υπολογισμός μπορεί να γίνεται με τη διαδοχική εφαρμογή των μεθόδων περίθλασης και διάθλασης, όπως αναπτύχθηκαν παραπάνω.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

Τα πρηνή λιθορριπής αποτελούνται από ογκολίθους συνήθως λατομείου και προστατεύουν την κατασκευή από τους προσπίπτοντες κυματισμούς. Η ευστάθεια των λίθων θωράκισης απέναντι στις φορτίσεις των κυμάτων διασφαλίζεται στην πράξη με χρήση ημί-εμπειρικών σχέσεων που δίδουν το βάρος των ογκολίθων. Από την μεγάλη βάση δεδομένων, ξεχωρίζει η σχέση του Hudson που αναπτύχθηκε μετά από εργαστηριακή έρευνα στο Waterways Experiment Station των Η.Π.Α. κατά τη δεκαετία του 1950. Η σχέση αυτή, αλλά και όλη η διαδικασία σχεδίασης πρηνών λιθορριπής παρατίθενται παρακάτω τόσο για τον Κύριο, όσο και για τον Δευτερεύοντα λιμένα.

ΠΡΑΝΗ ΛΙΘΟΡΡΙΠΗΣ

Η διαδικασία των υπολογισμών που έγιναν για την τοποθέτηση της λιθορριπής είναι η εξής (Κωνσταντίνος Μέμος, 2008):

Αναρρίχηση:
$$\xi = \frac{\tan \theta}{(H/L_0)^{1/2}} \rightarrow R/H \rightarrow H \quad [\text{m}],$$

Όπου: θ η γωνία κλίσης του πρηνούς λιθορριπής ως προς την οριζόντιο, ίση με 25°

Βάρος ογκολίθων:
$$B = \frac{\gamma H^3}{K_D (\delta - 1)^3 \cot \theta} \quad [\text{KN}],$$

Όπου: $\gamma = 26 \text{ KN/m}^3$ το ειδικό βάρος των φυσικών ογκολίθων,

H το ύψος κύματος στον πόδα του έργου χωρίς την αναρρίχηση,

K_D ο συντελεστής ευστάθειας, που εξαρτάται κυρίως από το σχήμα των ογκολίθων και τη δυνατότητα αλληλοεμπλοκής των μονάδων θωράκισης, το θραυτόμενο ή μη των κυματισμών και τη θέση της διατομής στο ακρομώλιο ή τον κορμό του έργου⁴,

δ ο λόγος ειδικών βαρών γ/γ_w ειδικού βάρους νερού στην περιοχή του έργου.

⁴ Οι χαρακτηριστικές τιμές του συντελεστή ευστάθειας K_D δίνονται στον Πίνακα 4.1, «Εισαγωγή στα Λιμενικά Έργα», Κωνσταντίνος Μέμος, 2008, Εκδόσεις Ε.Μ.Π..

Πλάτος στέψης: $b = nK_{\Delta}(B/\gamma)^{1/3}m$ [m]

Όπου: n το πλήθος των ογκολίθων (≥ 3),

K_{Δ} ο συντελεστής στρώσης⁵

Ύψος στέψης: $h = d + R + 1$ [m]

Όπου: d το βάθος νερού στον πόδα του έργου,

R η αναρρίχηση

Ονομαστικά Βάρη:

Θωράκιση: $B_{\theta} = 1,25 * B \div 0,75 * B$ [m]

Υπόστρωση: $B_v = B_{\theta}/10 \div B_{\theta}/15$ [m] (Μη Θραυόμενος κυματισμός)

$B_v = B_{\theta}/10$ [m] (Θραυόμενος κυματισμός)

Πυρήνας: $B_{\pi} = B_{\theta}/200 \div B_{\theta}/6000$ [m] (Μη Θραυόμενος κυματισμός)

$B_{\pi} = B_{\theta}/200 \div B_{\theta}/4000$ [m] (Θραυόμενος κυματισμός)

Πάχη:

Θωράκιση: $r_{\theta} = nK_{\Delta}(\frac{B_{\theta}}{\gamma})^{1/3}$ [m]

Υπόστρωση: $r_v = nK_{\Delta}(\frac{B_v}{\gamma})^{1/3}$ [m]

Πυρήνας: $r_{\pi} = nK_{\Delta}(\frac{B_{\pi}}{\gamma})^{1/3}$ [m]

Τέλος, στον πόδα των πρανών τοποθετείται πλίνθος πλάτους 3,50m για μη θραυόμενους κυματισμούς και πλάτους 3,00m για θραυόμενους κυματισμούς, σαν συνέχεια του πυρήνα της λιθορριπής για καλύτερη αλληλοεμπλοκή των λίθων θωράκισης και αυξημένη αντίσταση σε μετακίνηση τους από την κυματική δράση (αποφυγή φαινομένων παράσυρσης των ογκολίθων).

⁵ Οι χαρακτηριστικές τιμές του συντελεστή στρώσης K_{Δ} και πορώδους n για διάφορους ογκολίθους δίνονται στον Πίνακα 4.4, «Εισαγωγή στα Λιμενικά Έργα», Κωνσταντίνος Μέμος, 2008, Εκδόσεις Ε.Μ.Π..

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

Τα διαγράμματα Wiegel για γωνίες πρόσπτωσης ανά 15° παρουσιάζονται στις παρακάτω Εικόνες Εικόνα 64 έως Εικόνα 75 (Coastal Engineering Research Center, 1984):

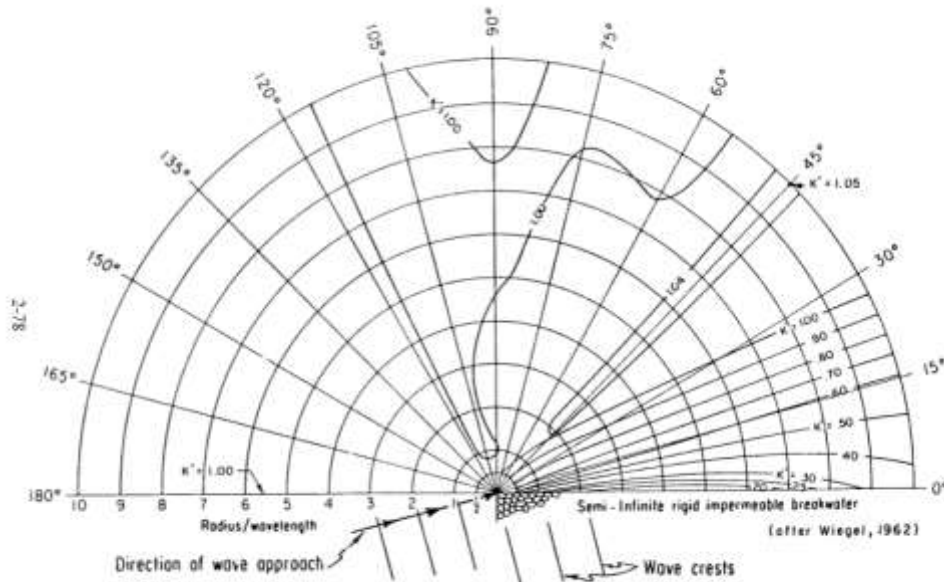


Figure 2-28. Wave diffraction diagram-- 15° wave angle.

Εικόνα 64: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης -- 15°

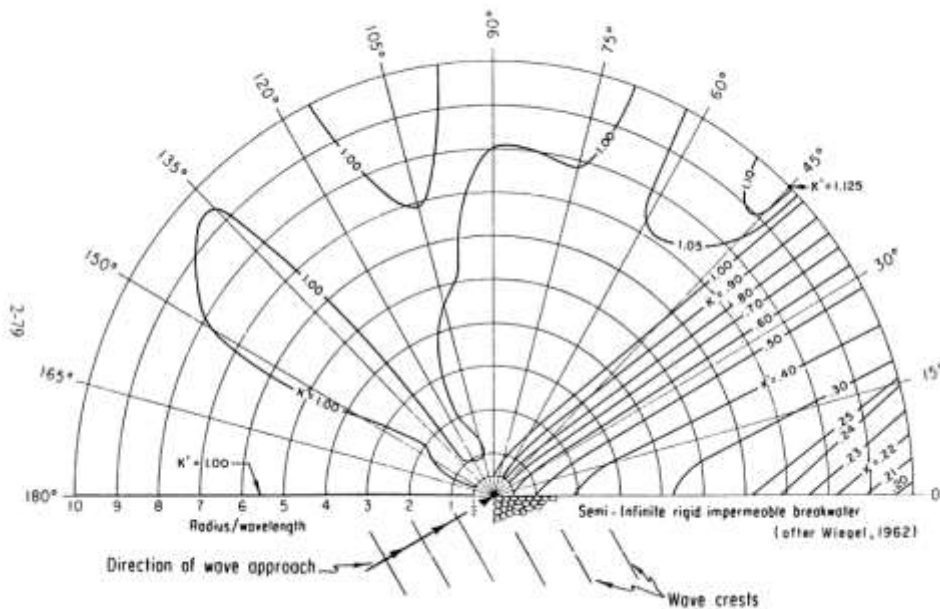


Figure 2-29. Wave diffraction diagram-- 30° wave angle.

Εικόνα 65: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης -- 30°

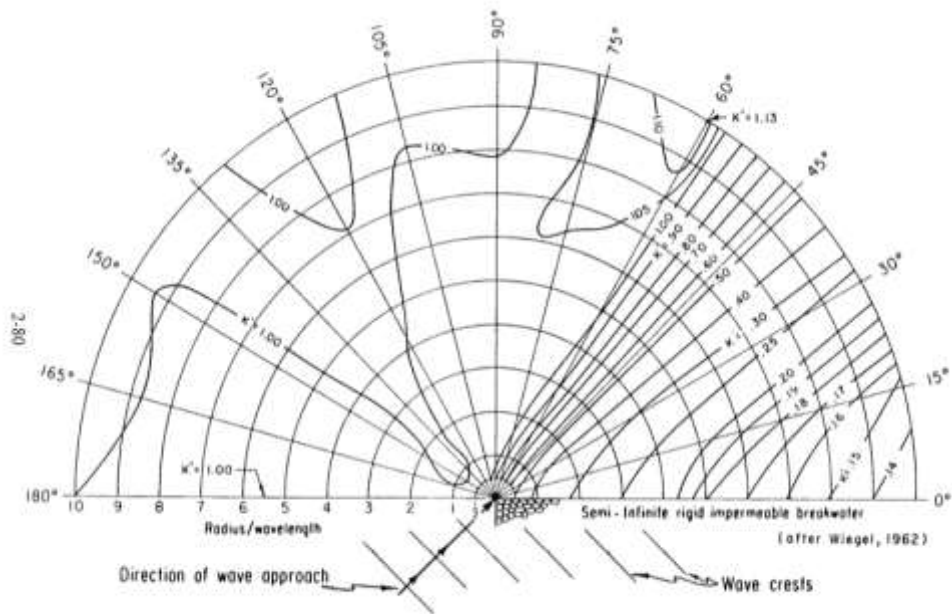


Figure 2-30. Wave diffraction diagram--45° wave angle.

Εικόνα 66: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --45°

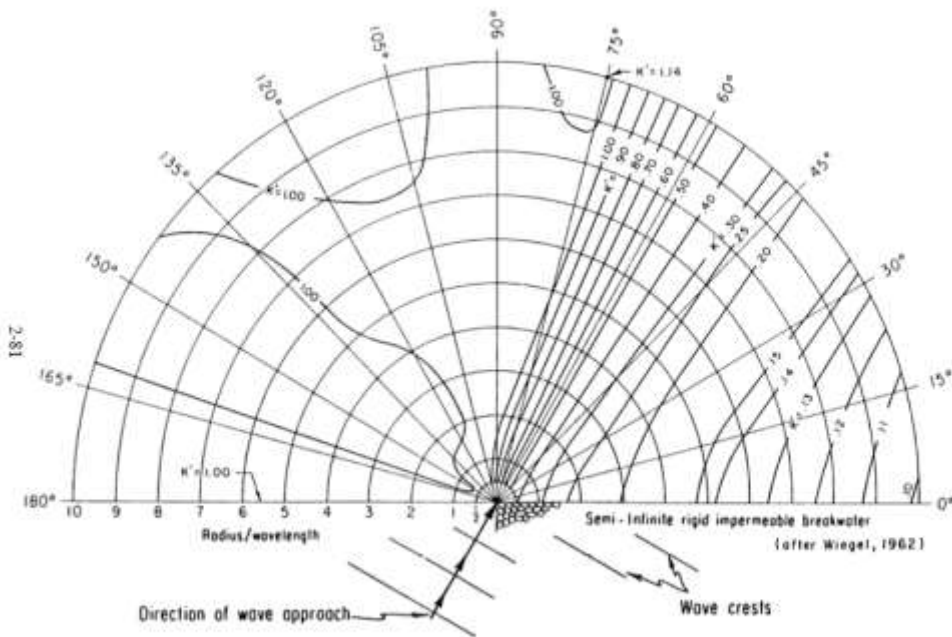


Figure 2-31. Wave diffraction diagram--60° wave angle.

Εικόνα 67: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --60°

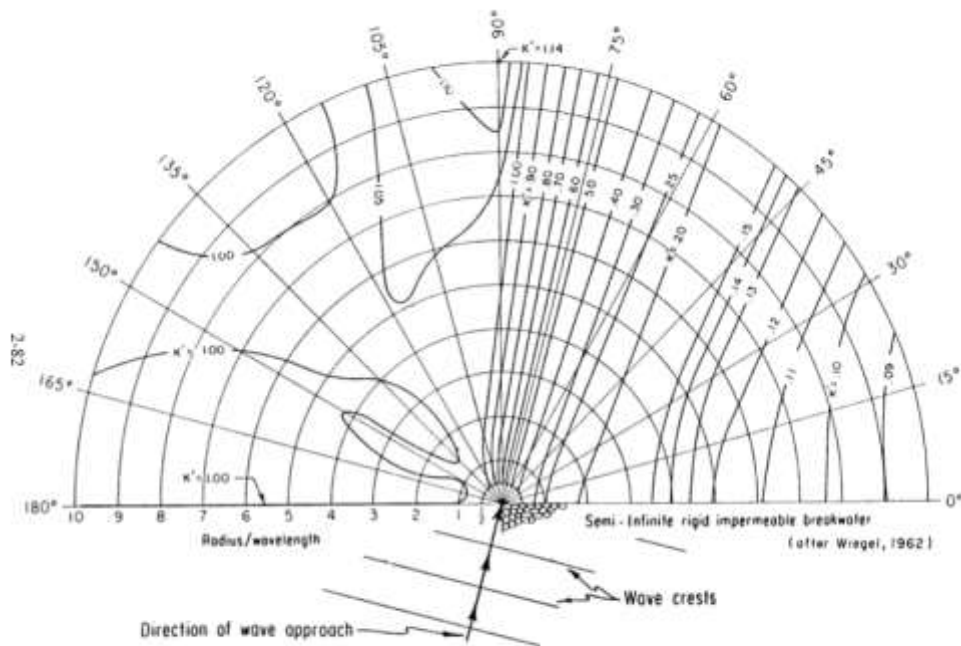


Figure 2-32. Wave diffraction diagram--75° wave angle.

Εικόνα 68: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --75°

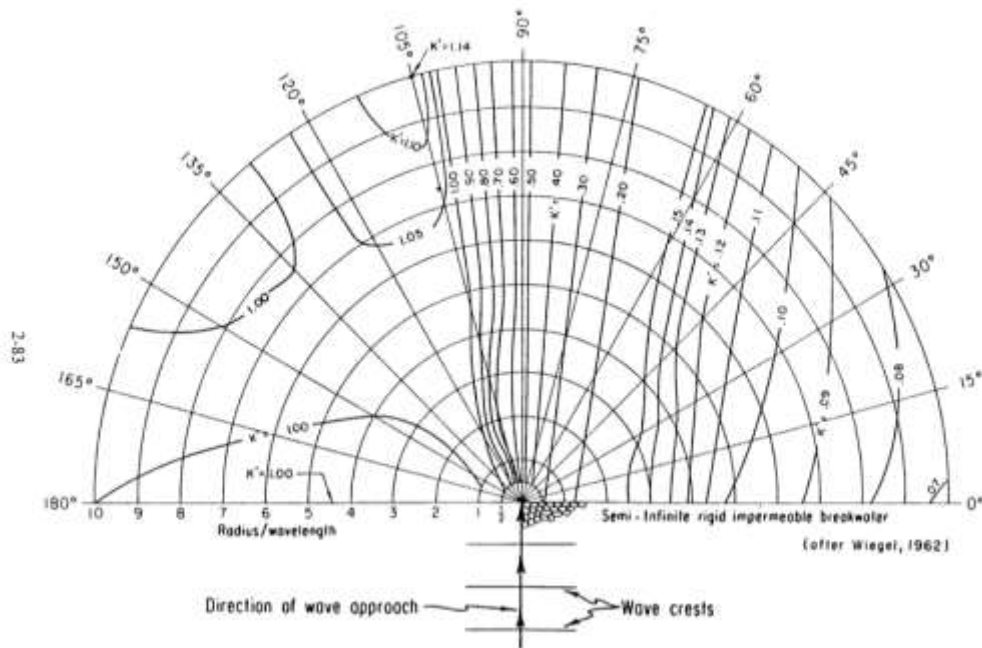


Figure 2-33. Wave diffraction diagram--90° wave angle.

Εικόνα 69: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --90°

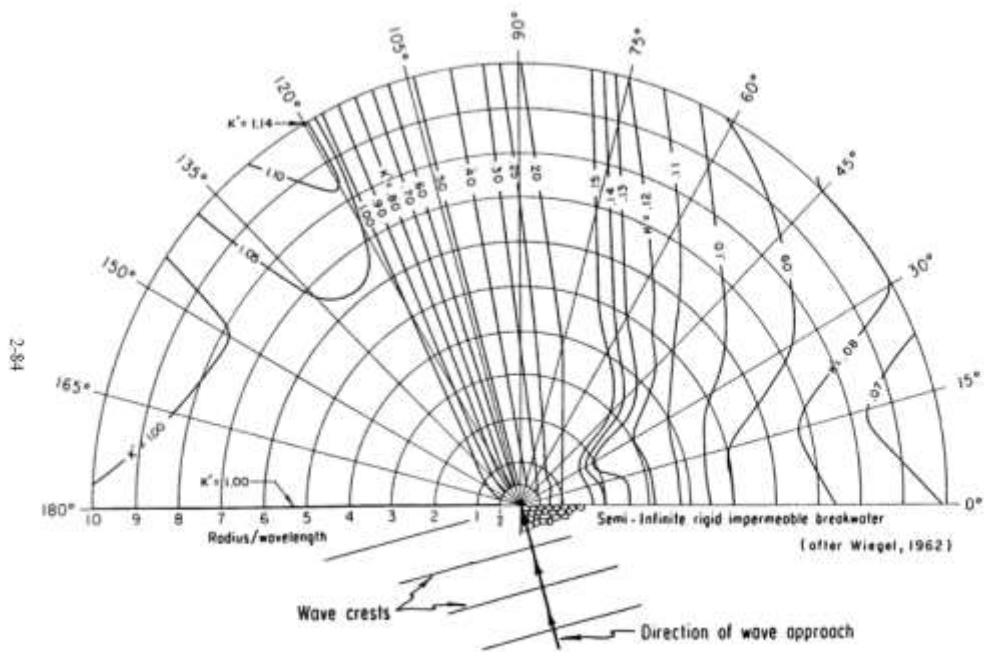


Figure 2-34. Wave diffraction diagram--105° wave angle.

Εικόνα 70: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --105°

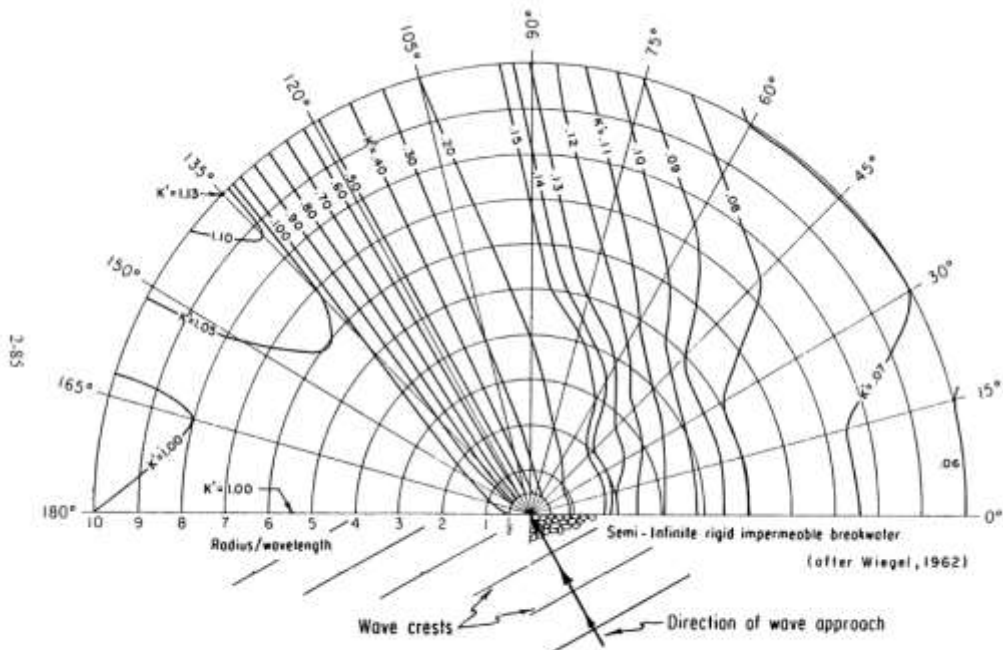
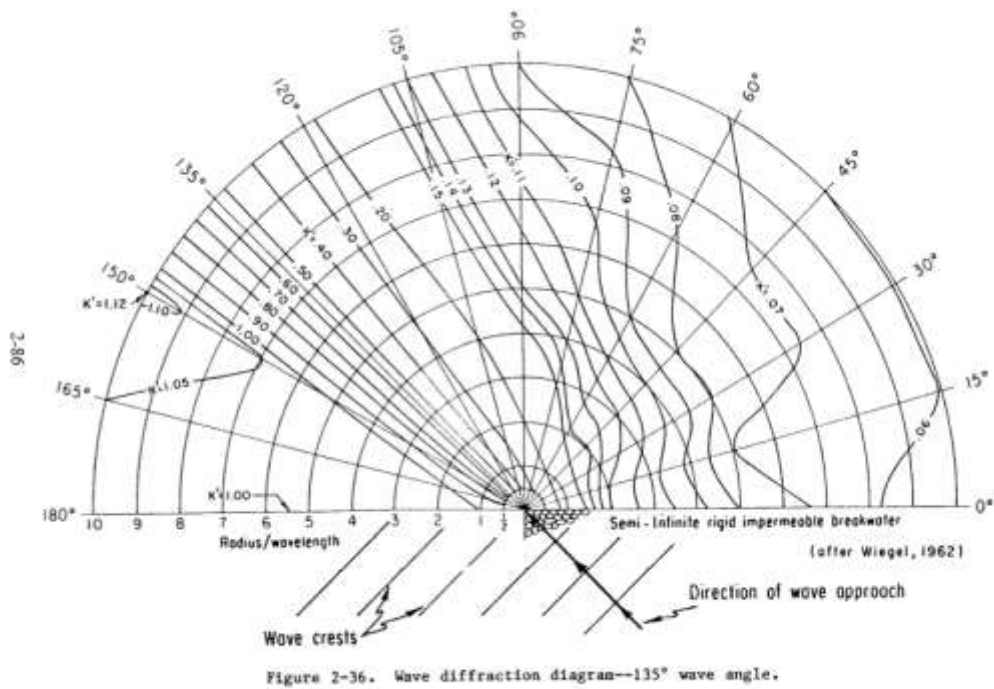
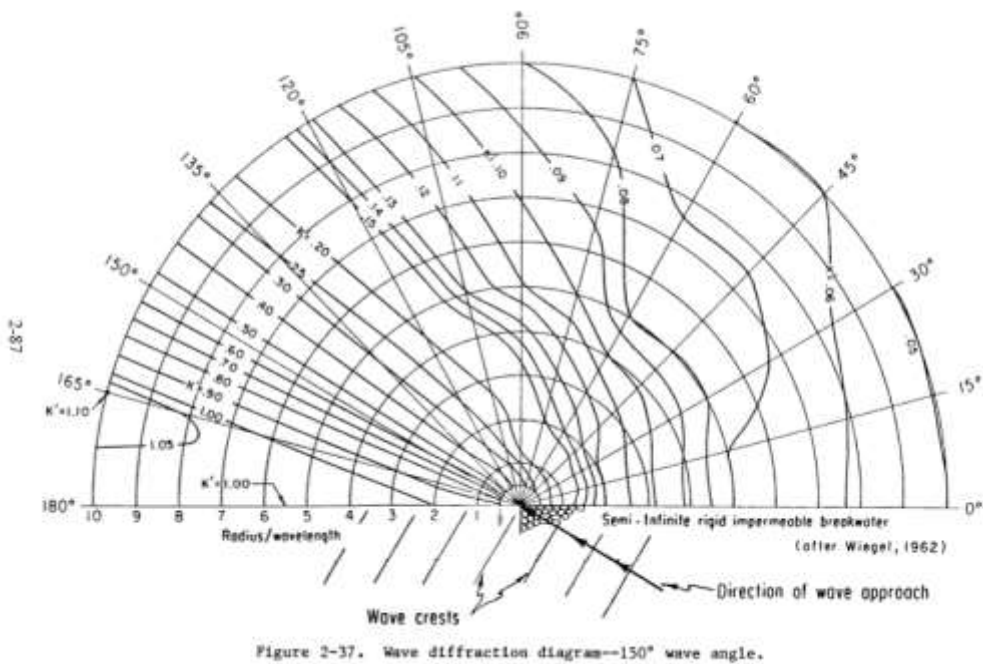


Figure 2-35. Wave diffraction diagram--120° wave angle.

Εικόνα 71: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --120°



Εικόνα 72: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --135°



Εικόνα 73: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --150°

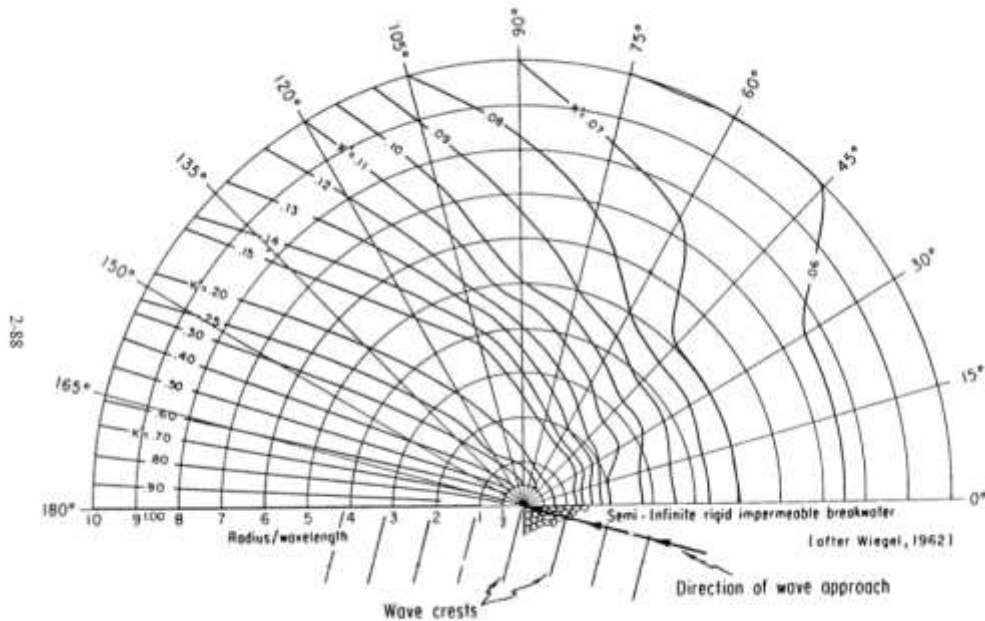


Figure 2-38. Wave diffraction diagram--165° wave angle.

Εικόνα 74: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --165°

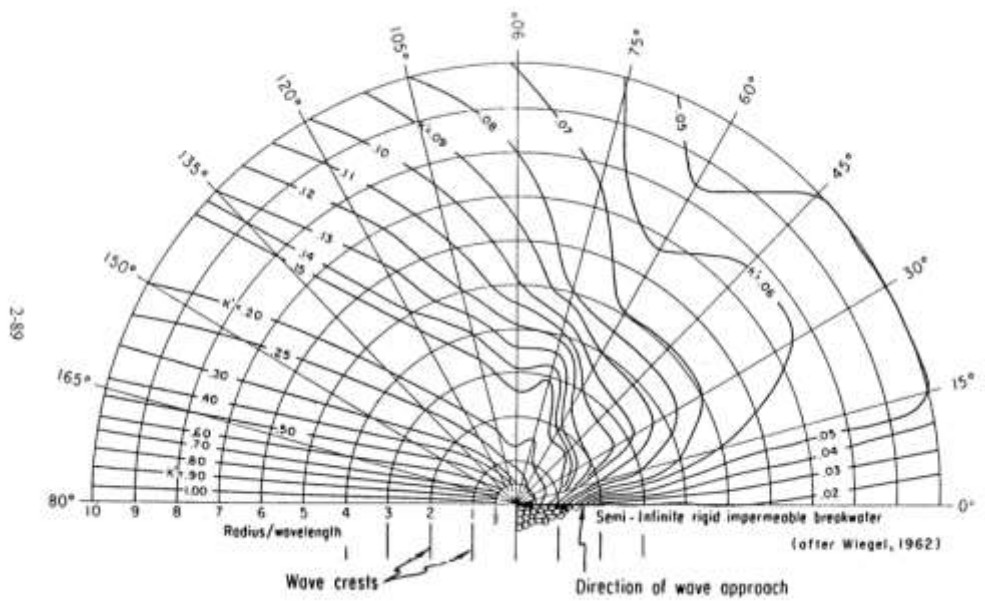


Figure 2-39. Wave diffraction diagram--180° wave angle.

Εικόνα 75: Περίθλαση κυματισμού γωνίας πρόσπτωσης --180°

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΜΙΚΕ 21 BW

Το ολοκληρωμένο υπολογιστικό πακέτο ΜΙΚΕ 21 αποτελεί ένα άμεσο εργαλείο μηχανικού για ευρεία μελέτη φαινομένων ροής με ελεύθερη επιφάνεια σε μία ή δύο οριζόντιες διαστάσεις. Στην ενότητα αυτή θα γίνει εκτενής αναφορά στο υπομοντέλο BW του προγράμματος και πιο συγκεκριμένα στις εξισώσεις που χρησιμοποιεί για την προσομοίωση της κυματικής διάδοσης.

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το λογισμικό ΜΙΚΕ 21 BW περιλαμβάνει δύο modules για την προσομοίωση της κυματικής διάδοσης, ένα μονοδιάστατο (1DH) για τη μελέτη του μετασχηματισμού του κύματος από τα βαθιά προς την ακτή και ένα δισδιάστατο (2DH) για τον υπολογισμό της κυματικής διαταραχής σε περιοχές λιμενικών έργων και παράκτιες περιοχές, βασιζόμενα στην αριθμητική λύση των μετασχηματισμών της περιοχής χρόνου των εξισώσεων Boussinesq. Οι εξισώσεις εμπεριέχουν μη γραμμικότητα και διασπορά συχνοτήτων. Η διασπορά συχνοτήτων εισάγεται στις εξισώσεις ποσότητας κίνησης λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση των κατακόρυφων επιταχύνσεων στην κατανομή των πιέσεων (Ευστράτιος Ν. Φονιάς, 2012).

Και τα δύο modules επιλύουν τις εξισώσεις τύπου Boussinesq χρησιμοποιώντας μία έκφραση ροής (flux-formulation) με βελτιστοποιημένα τα χαρακτηριστικά γραμμικής διασποράς. Οι αναβαθμισμένες αυτές εξισώσεις τύπου Boussinesq (οι οποίες παράγονται από τις εργασίες των Madsen et al, 1991 και Madsen και Sørensen, 1992) καθιστούν τα modules κατάλληλα για την προσομοίωση της διάδοσης της κατευθυντήριας κυματοσειράς από τα βαθιά στα ρηγά νερά. Το μέγιστο σχετικό βάθος εφαρμογής $d/L_0 = 0.5$ (βάθος d , προς μήκος κύματος στα βαθιά νερά L_0) ή $kd = 3.1$ εφόσον συμπεριλαμβάνονται διορθώσεις συνθηκών μεγάλων βαθών (όπου kd ο σχετικός κυματαριθμός), ενώ για τις κλασικές εξισώσεις Boussinesq (π.χ. Peregrine, 1967) έχουν εφαρμογή για $\frac{d}{L_0} = 0.22$ ή $kd = 1.4$ σε περιπτώσεις όπου οι διορθώσεις λόγω συνθηκών μεγάλων βαθών δεν συμπεριλαμβάνονται (Ευστράτιος Ν. Φονιάς, 2012).

Οι εξισώσεις του μοντέλου επεκτάθηκαν ώστε να μπορούν να λάβουν υπόψη τη θραύση κυματισμών και τη μεταβολή της ακτογραμμής όπως περιγράφονται στις εργασίες των Madsen et al. (1997 a, b) και Sørensen et al. (1998, 2004).

Η κυματική θραύση εφαρμόζεται μέσω του μοντέλου επιφανειακού κυλίνδρου για θραύση τύπου spilling (θραύση κύλισης). Η επίδραση επί της κίνησης των κυματισμών μοντελοποιείται με την εισαγωγή επιπρόσθετων δεδομένων και ο προσδιορισμός της επιφάνειας της θάλασσας βασίζεται σε μια γεωμετρική προσέγγιση. Ο κυματισμός κύλισης θεωρείται σαν ένας όγκος νερού, απομονωμένος

από την υπόλοιπη κυματική κίνηση, όσο μεταφέρεται με την κυματομηχανική ταχύτητα.

Η ενσωμάτωση της κινούμενης ακτογραμμής βασίζεται στην ακόλουθη προσέγγιση: το υπολογιστικό πεδίο διευρύνεται τεχνικά αντικαθιστώντας την άκαμπτη ακτή με μία διαπερατή ακτή πολύ χαμηλού πορώδους. Κοντά στην κινούμενη ακτογραμμή η υδάτινη επιφάνεια εισέρχεται μαζί με τον πυθμένα και συνεχίζεται εντός της πορώδους ακτής, καθορίζοντας τη στιγμιαία θέση της ακτογραμμής από τη συγκεκριμένη γραμμή τομής.

Το 1DH module (σε μία οριζόντια χωρική διάσταση) επιλύει τις ενισχυμένες εξισώσεις Boussinesq μέσω μίας κλασικής μεθόδου πεπερασμένων στοιχείων Galerkin με πεπλεγμένη παρεμβολή μεταβλητών σε εναλλασσόμενο και μη εναλλασσόμενο πλέγμα υπολογισμού. Οι μεταβολές της δυναμικής ζώνης θραύσης και της ζώνης διαβροχής προσομοιώνονται για οποιοδήποτε προφίλ ακτής μέσω αυτού του μοντέλου. Το μονοδιάστατο μοντέλο είναι ικανό να προσομοιώσει ικανοποιητικά όλα τα συνδυαστικά φαινόμενα της δισδιάστατης έκδοσης. Το ζήτημα εμφάνισης υψηλότερης τάξης χωρικών διαφορικών αντιμετωπίζεται με γραμμικοποίηση των εξισώσεων Boussinesq αφού εισαχθεί μία επιπρόσθετη μεταβλητή και μία επιπρόσθετη αλγεβρική εξίσωση. Οι τελικές εξισώσεις εμπεριέχουν μόνο όρους με διαφορικά δεύτερης τάξης για τις χωρικές συντεταγμένες (Sørensen et al., 2004).

Το 2DH module (σε δύο οριζόντιες χωρικές διαστάσεις) επιλύει τις αναβαθμισμένες εξισώσεις Boussinesq μέσω ενός πεπλεγμένου σχήματος πεπερασμένων διαφορών με μεταβλητές οριζόμενες σε έναν εναλλασσόμενο ορθογωνικό κάναβο. Το μοντέλο δύναται να αναπαράγει τα συνδυασμένα αποτελέσματα από φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σε λιμενικές εγκαταστάσεις και παράκτιες ζώνες, μεταξύ των οποίων:

- Ρήγωση (Shoaling)
- Διάθλαση (Refraction)
- Περίθλαση (Diffraction)
- Κυματική θραύση (Wave breaking)
- Τριβή πυθμένα (Bottom friction)
- Μετακίνηση ακτογραμμών (Moving shoreline)
- Μερική ανάκλαση και μετάδοση (Partial reflection and transmission)
- Μη γραμμική αλληλεπίδραση κυματισμών (Non-linear wave-wave interaction)

- Διασπορά συχνοτήτων (Frequency spreading)
- Κατευθυντήρια διασπορά (Directional spreading)

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί πώς, φαινόμενα όπως η ομαδοποίηση κυμάτων (wave grouping), «surf beats», δημιουργία δεσμευμένων χαμηλών συχνοτήτων και υψηλών συχνοτήτων (sub-harmonics and super-harmonics) και αλληλεπιδράσεις τριάδων συντονισμού (near-resonant triad interactions) μπορούν να εξετασθούν μέσω του λογισμικού MIKE 21 BW. Έτσι, λεπτομέρειες όπως η γένεση και η απελευθέρωση ταλαντώσεων χαμηλών συχνοτήτων λόγω μετασχηματισμού αρχικού κύματος περιγράφονται επαρκώς από το μοντέλο. Τα παραπάνω είναι ζωτικής σημασίας για την απόκριση των λιμένων και τις παράκτιες διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα.

Το λογισμικό MIKE 21 BW έχει μεγάλη εφαρμογή στον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των υδροδυναμικών τάσεων στα λιμάνια και στις παράκτιες περιοχές. Η κυματική διαταραχή μέσα στις λιμενολεκάνες αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες όσον αφορά στην επιλογή θέσης κατασκευής και στον προσδιορισμό της καλύτερης δυνατής διάταξης λιμένα. Οι παράγοντες αυτοί, σχετίζονται με προδιαγεγραμμένα κριτήρια αποδεκτής κυματικής διαταραχής, κινήσεις πλοίων, διαδικασίες πρόσδεσης και χειρισμού διακοπής λειτουργίας λιμένα.

Οι εφαρμογές που σχετίζονται με το 2DH module περιλαμβάνουν:

- Τον προσδιορισμό της κυματικής διαταραχής, που οφείλεται σε κύματα σχηματισμένα από αέρα και «φούσκωμα» της θάλασσας.
- Ανάλυση των ταλαντώσεων χαμηλής συχνότητας, που οφείλονται από εξαναγκασμό βραχέων κυμάτων από μακρά κύματα.
- Μετατροπή κυματισμών σε παράκτιες περιοχές, όπου λαμβάνουν χώρα φαινόμενα διάθλασης και περίθλασης.
- Υπολογισμός της ζώνης στην επιφάνεια συμπεριλαμβανομένων των επαναλαμβανόμενων κυματισμών και της παλίρροιας/άμπωτης.
- Προσομοίωση της διάδοσης και τις μετατροπής μεταβατικών φαινομένων, όπως κύματα γεννημένα από κινήσεις πλοίων και τσουνάμι.

Η εκτίμηση των κινήσεων χαμηλών συχνοτήτων, συνήθως αναπαρίστανται με τη χρήση ενός συνδυασμού από προσομοιώσεις με συνθετικά ηχητικά φάσματα και προσομοιώσεις με φυσικές συνθήκες κυματισμών. Σκοπός των προσομοιώσεων αυτών είναι η διερεύνηση της πιθανότητας αντήχησης και αναγνώρισης των φυσικών συχνοτήτων. Τα παραπάνω είναι χρήσιμα για σύγκριση των διατάξεων. Το λογισμικό επίσης εφαρμόζεται για την ανάλυση και πρόγνωση της επιρροής των κυματισμών που δημιουργούνται από τα πλοία (wave wash).

Από το υπολογιστικό μοντέλο CFD 3D (Computational Fluid Dynamic) γίνεται εφικτή η συλλογή πολλών δεδομένων για τις οριακές συνθήκες των διατομών, για πειραματικά στοιχεία, στοιχεία κλίμακας και εμπειρικές σχέσεις.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ 2DH ΚΥΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BOUSSINESQ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ MIKE 21 BW

Τα μοντέλα Boussinesq του λογισμικού MIKE 21 BW επιλύουν, όπως προαναφέρθηκε, τις αναβαθμισμένες εξισώσεις Boussinesq εκφρασμένες σε μία ή δύο οριζόντιες διαστάσεις σε όρους της ανύψωσης ελεύθερης επιφάνειας ζ και των ολοκληρωμένων κατά το βάθος συνιστωσών ταχύτητας P και Q.

Οι εξισώσεις για το 2DH BW module είναι:

Εξίσωση συνέχειας:

$$n \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = 0$$

Εξίσωση ποσότητας κίνησης κατά x:

$$n \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{P^2}{h} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left(\frac{PQ}{h} \right)}{\partial y} + \frac{\partial R_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial R_{xy}}{\partial x} + F_x n^2 g h \frac{\partial \zeta}{\partial x} + n^2 P \left[\alpha + \beta \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{h} \right] + \frac{gP \sqrt{P^2 + Q^2}}{h^2 C^2} + n \Psi_1 = 0$$

Εξίσωση ποσότητας κίνησης κατά y:

$$n \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{Q^2}{h} \right)}{\partial y} + \frac{\partial (PQ)}{\partial h} + \frac{\partial R_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial R_{xy}}{\partial x} + F_y n^2 g h \frac{\partial \zeta}{\partial y} + n^2 Q \left[\alpha + \beta \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{h} \right] + \frac{gQ \sqrt{P^2 + Q^2}}{h^2 C^2} + n \Psi_2 = 0$$

όπου οι όροι διασποράς Ψ_1 και Ψ_2 δίνονται από τις σχέσεις:

$$\begin{aligned} \Psi_1 = & - \left(B + \frac{1}{3} \right) d^2 (P_{xxt} + Q_{xyt}) - n B g d^3 (\zeta_{xxx} + \zeta_{xxy}) \\ & - d d_x \left(\frac{1}{3} P_{xt} + \frac{1}{6} Q_{yt} + n B g d (2\zeta_{xx} + \zeta_{yy}) \right) - d d_y \left(\frac{1}{6} Q_{xt} \right. \\ & \left. + n B g d \zeta_{xy} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Psi_2 = & - \left(B + \frac{1}{3} \right) d^2 (Q_{yyt} + P_{xyt}) - nBgd^3 (\zeta_{yyy} + \zeta_{xxy}) \\ & - dd_y \left(\frac{1}{3} Q_{yt} + \frac{1}{6} P_{xt} + nBgd(2\zeta_{yy} + \zeta_{xx}) \right) - dd_x \left(\frac{1}{6} P_{yt} \right. \\ & \left. + nBgd\zeta_{xy} \right) \end{aligned}$$

Στις παραπάνω εξισώσεις οι δείκτες x, y και t υποδηλώνουν μερική παραγωγή στο χώρο και στο χρόνο, αντίστοιχα.

Παρακάτω επισημαίνουμε τους συμβολισμούς των εξισώσεων που προηγήθηκαν.

P πυκνότητα ροής κατά x σε $m^3/msec$

Q πυκνότητα ροής κατά y σε $m^3/msec$

B όρος διασποράς Boussinesq F όρος οριζόντιας τάσης κατά x

F_x και F_y οι όροι της οριζόντιας τάσης κατά x και y αντίστοιχα

x και y καρτεσιανές συντεταγμένες

t χρόνος σε sec

h συνολικό βάθος ίσο με $h = d + \zeta$ σε m

d βάθος στη μέση στάθμη ηρεμίας σε m

g βαρυτική επιτάχυνση σε m/sec^2

n πορώδες

C αριθμός αντίστασης Chezy σε $m^{1/2}/sec$

α συντελεστής αντίστασης για στρωτή ροή σε πορώδες μέσο

β συντελεστής αντίστασης για τυρβώδη ροή σε πορώδες μέσο

ζ ανύψωση θαλάσσιας επιφάνειας πάνω από σημείο αναφοράς σε m

Οι όροι θραύσης R_{xx} , R_{yy} και R_{xy} αναλύονται στην ενότητα περιγραφής της προσομοίωσης της θραύσης από το λογισμικό.

Οι όροι οριζόντιας τάσης που αναφέραμε, περιγράφονται μέσω μίας σχέσης κλίσης τάσης (gradient-stress) η οποία δίνει:

$$F_x = - \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(v_t \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v_t \left(\frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial Q}{\partial x} \right) \right) \right]$$

όπου v_t είναι η οριζόντια τυρβώδης συνεκτικότητα.

Για λόγους πληρότητας αναφέρουμε και τις σχέσεις που χρησιμοποιούνται για το 1DH BW module:

Εξίσωση συνέχειας:

$$n \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} = 0$$

Εξίσωση ποσότητας κίνησης κατά x:

$$n \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{P^2}{h} \right)}{\partial x} + \frac{\partial R_{xx}}{\partial x} + n^2 g h \frac{\partial \zeta}{\partial x} + -n \left(B + \frac{1}{3} \right) d^2 \frac{\partial^3 P}{\partial x^3} - \frac{1}{3} d \frac{\partial d}{\partial x} \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial t} - n^2 B g d^2 \frac{\partial w}{\partial x} + n^2 P \left[\alpha + \beta \frac{|P|}{h} \right] + \frac{g P |P|}{n^2 C^2} = 0$$

$$w = \frac{\partial}{\partial x} \left(d \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right)$$

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΘΡΑΥΣΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ MIKE 21 BW

Καθώς ο ύφαλος κυματισμός ανέρχεται στην επιφάνεια αυξάνοντας το ύψος του, η κορυφή του γίνεται ασταθής και σπάει. Μετά τη θραύση του κυματισμού, η ενέργεια του κύματος διέρχεται μέσω της διαταραχής. Η αστάθεια της κορυφής του κύματος εμφανίζεται όταν η ταχύτητα στην κορυφή ξεκινήσει να ξεπερνάει σε μέτρο την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

Αντίθετα, οι εξισώσεις Boussinesq στο πρόγραμμα MIKE 21 BW χρησιμοποιούν σαν κύρια ταχύτητα κυματισμού την ταχύτητα του κυματισμού στα βαθιά, η οποία ποτέ δεν μπορεί να ξεπεράσει την ταχύτητα διάδοσης. Κατά συνέπεια οι ύφαλοι κυματισμοί στο MIKE 21 BW συνεχίζουν να αυξο-μειώνουν το ύψος τους, ώσπου να μην μπορούν να επιλυθούν ικανοποιητικά από το υπολογιστικό πλέγμα. Τελικά αυτό οδηγεί σε υπολογιστική αστάθεια. Ανάλογα με το μέγεθος του πλέγματος, η εμφάνιση υπολογιστικής αστάθειας μπορεί να εμφανίζεται και πέραν της ζώνης θραύσης του κυματισμού.

Σε μεγάλα βάθη οι εξισώσεις Boussinesq γίνονται πιο αποτελεσματικά γραμμικές. Σε μικρά βάθη συγκλίνουν στις κλασικές εξισώσεις, όπου οι μη γραμμικές προδιαγραφές σχετίζονται με εκείνες των μη γραμμικών εξισώσεων. Αυτές δίνουν καλά αποτελέσματα για κύματα πεπερασμένου πλάτους τουλάχιστον στο 75% του θραυόμενου ύψους, υποθέτοντας πως η θραύση των κυματισμών δεν συμπεριλαμβάνεται στο μοντέλο.

Στις περιπτώσεις όπου η θραύση κυματισμών δεν λαμβάνεται υπόψη, είναι απαραίτητο να προσδιορίζεται το εύρος μεταξύ του μέσου ύψους κύματος και του βάθους πυθμένα, το οποίο δεν πρέπει να ξεπερνάει τις 3-4 μονάδες.

Ανεξάρτητα από την επιλογή μοντέλου στο πρόγραμμα MIKE 21 BW, οι συνθήκες σε βαθιά νερά πρέπει πάντοτε να συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς. Αντιθέσει περιτώσει, οι μη γραμμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αρμονικών στα ρηγά νερά μπορεί να υποεκτιμηθούν.

Στο μοντέλο 2DH συμπεριλαμβάνονται τόσο οι συνθήκες θραύσης κυματισμών και κίνησης της ακτογραμμής, όσο και συνθήκες ανοιχτής θαλάσσης, προκειμένου να διατηρηθεί υπολογιστική αστάθεια και ακρίβεια.

Οι όροι θραύσης R_x , R_y και R_{xy} αφορούν την προεξέχουσα ορμή που οφείλεται από την ανομοιόμορφη κατανομή ταχύτητας λόγω της παρουσίας του επιφανειακού κυλίνδρου και δίνονται από τις ακόλουθες εκφράσεις:

$$R_{xx} = \frac{\delta}{1 - \delta/d} \left(c_x - \frac{P}{d} \right)^2$$

$$R_{yy} = \frac{\delta}{1 - \delta/d} \left(c_y - \frac{Q}{d} \right)^2$$

$$R_{xy} = \frac{\delta}{1 - \delta/d} \left(c_y - \frac{Q}{d} \right) \left(c_x - \frac{P}{d} \right)$$

όπου $\delta = \delta(t, x, y)$ είναι το πάχος του επιφανειακού κυλίνδρου και c_x και c_y οι ταχύτητες του κυλίνδρου στις δύο διευθύνσεις κατά Madsen et al (1997a) και πιο πρόσφατα κατά Sørensen et al (2004).

Η ταχύτητα του κυλίνδρου (c_x, c_y) είναι σημαντική παράμετρος στο μοντέλο του επιφανειακού κυλίνδρου του MIKE 21 BW. Ο μετασχηματισμός που παρουσιάστηκε από τους Sørensen et al (2004) χρησιμοποιείται και βασίζεται στην ακόλουθη προσέγγιση της ταχύτητας του κυλίνδρου:

$$(c_x, c_y) = (c * \cos \theta, c * \sin \theta)$$

$$c = f_v \sqrt{gh}$$

Χρησιμοποιώντας τον παράγοντα ταχύτητας κυλίνδρου $f_v = 1.0$ λαμβάνουμε την ταχύτητα φάσης της γραμμικής θεωρίας για ρηγά νερά, μία καλή προσέγγιση μέχρις εκτός της ζώνης θραύσης, ενώ $f_v = 1.3$ (προεπιλεγμένη τιμή στο MIKE 21 BW) είναι καταλληλότερη εντός της ζώνης θραύσης (Madsen et al, 1997a). Η χρονική μετάβαση από $f_v = 1.0$ σε $f_v = 1.3$ επιτυγχάνεται με μία εκθετική σχέση (Sørensen et al, 2004). Η χρονική σταθερά που εφαρμόζεται είναι η ίδια για την μεταβολή της γωνίας θραύσης.

Για την κατεύθυνση θ του κυλίνδρου υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι στο MIKE 21 BW:

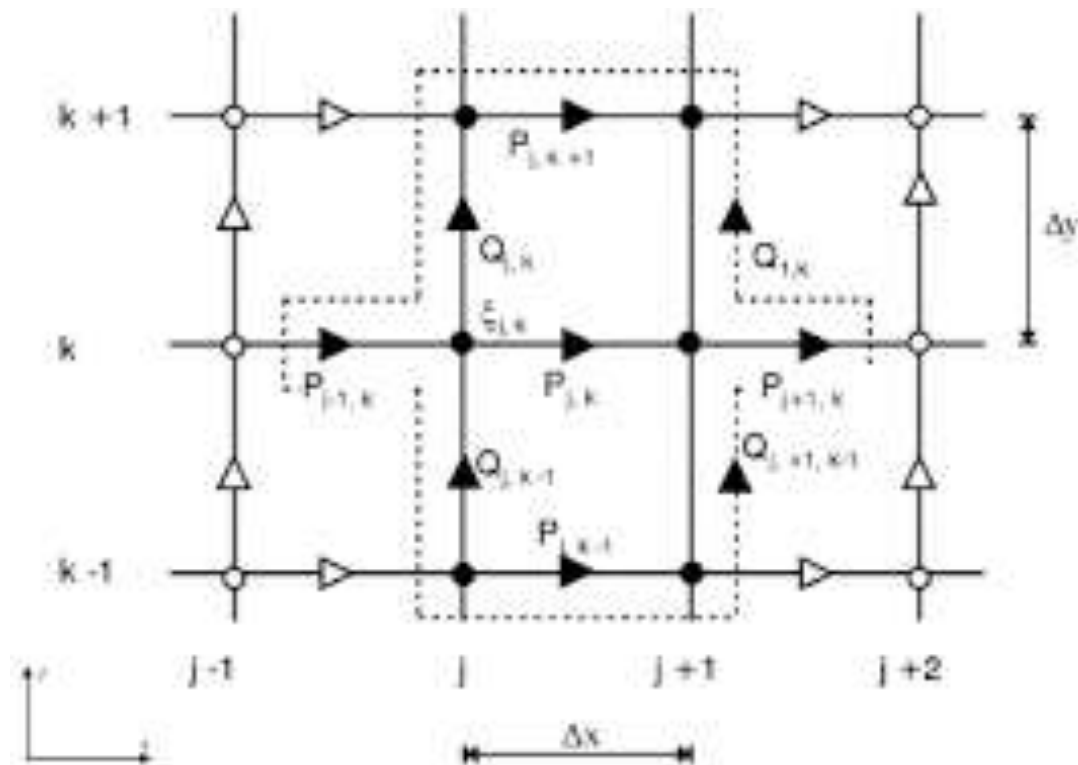
Τύπος ταχύτητας κυλίνδρου 1: Η κατεύθυνση του κυλίνδρου εισάγεται αυτόματα και έμμεσα από το κυματικό πεδίο. Καθορίζεται ανά πάσα στιγμή από το στιγμιαίο κυματικό πεδίο, διαδικασία που μπορεί στην έναρξή της να προκαλέσει προβλήματα σταθερότητας.

Τύπος ταχύτητας κυλίνδρου 3: Η κατεύθυνση του κυλίνδρου ορίζεται προς μία καθορισμένη διεύθυνση και εισάγεται στην αρχή της προσομοίωσης μαζί με τη διεύθυνση των κυματισμών.

Συνίσταται αν χρησιμοποιούνται κύλινδροι τύπου 3.

ΚΥΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BOUSSINESQ ΣΕ ΔΥΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ MIKE 21 BW

Η αριθμητική μέθοδος που επιστρατεύεται από το λογισμικό βασίζεται σε ένα σχήμα που ονομάζεται SYSTEM 21, που πρωτοεισήχθη από τους Abbott et al (1978). Από τότε αυτό το εύχρηστο σχήμα βρίσκεται σε συνεχή βελτίωση (Madsen et al, 1991 και Madsen και Sørensen, 1992). Οι διαφορικές εξισώσεις διακριτοποιούνται χωρικά σε έναν ορθογωνικό τμηματικό κάνναβο όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα (Εικόνα 76). Οι βαθμωτές ποσότητες όπως η ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας ορίζονται ευθέως στους κόμβους του καννάβου, ενώ τα διανυσματικά μεγέθη ορίζονται στο μέσο γειτονικών κόμβων (επί των πλευρών βρόχων).



Εικόνα 76 Απεικόνιση καννάβου για το 2DH module του λογισμικού MIKE 21 BW.

Η ολοκλήρωση στο χρόνο γίνεται μέσω ενός πεπλεγμένου χρονικού σχήματος. Ο εφαρμοζόμενος αλγόριθμος είναι εναλλασσόμενης διεύθυνσης ή Alternative

Direction Implicit (ADI), που χρησιμοποιεί μία τεχνική τύπου “fractional-step” και “side-feeding” (semilinearization of non-linear terms), ενώ το τελικό τριδιαγώνιο σύστημα λύνεται με τη μέθοδο του αλγορίθμου “double-sweep”.

ΚΥΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ BOUSSINESQ ΣΕ ΜΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ MIKE 21 BW

Για λόγους πληρότητας αναφέρουμε ότι για το μονοδιάστατο module του λογισμικού χρησιμοποιείται για την επίλυση του 1DH συστήματος εξισώσεων, μία μέθοδος πεπερασμένων στοιχείων, η οποία μπορεί να αποδώσει σοβαρά σφάλματα ειδικά σε περιπτώσεις εφαρμογής ίσης τάξης συναρτήσεων παρεμβολής για τον υπολογισμό παροχών και ανύψωσης, και άρα χρησιμοποιείται μικτή παρεμβολή για τη λήψη σταθερών λύσεων. Αυτό σημαίνει ότι στοιχεία με τετραγωνικές παροχές και γραμμική ανύψωση ελεύθερης επιφάνειας και επιπρόσθετοι όροι εμφανίζονται σε αυτήν την κατεύθυνση, οπότε επιστρατεύονται πλέον κατά περίπτωση κατάλληλα σχήματα επίλυσης ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι το παρόν μοντέλο υποστηρίζει σταθερό και μεταβαλλόμενο πλέγμα (mesh) για επίτευξη μέγιστου βαθμού προσαρμοστικότητας.

MIKE 21 BW 2HD

Οι υπολογισμοί του προγράμματος γίνονται μέσα πεπερασμένων διαφορικών τεχνικών ορισμένων σε ένα ορθογωνικό πλέγμα. Οι συναγωγικοί όροι διακριτοποιούνται με χρήση κεντρικών διαφορών. Ένας κανονικός ADI (Alternating Direction Implicit) αλγόριθμος χρησιμοποιείται για αριθμητικές εξισώσεις μέσω side feeding (Abbott and Minns, 1998, p31477). Η τεχνική side feeding χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των παραγώγων (cross-terms) χωρίς αριθμητική διαίρεση. Μέσω του αλγορίθμου ADI, το MIKE 21 BW χρησιμοποιεί μια επαναληπτική διαδικασία υπολογισμού μεταβλητών σε δύο διαστάσεις, όπου κατά τον υπολογισμό της μιας διάστασης, χρησιμοποιεί ενδεικτικές τιμές που λαμβάνονται από ενδιάμεσο βήμα της εγκάρσιας διάστασης (side feeding). Έτσι δημιουργούνται διασταυρούμενοι όροι, όπου ο δεύτερος πολλαπλασιάζεται με κάθε δείκτη του πρώτου (cross terms).

Σκοπός αυτής της ενότητας είναι να παρουσιαστούν τα απαραίτητα βήματα που χρειάζεται να ακολουθήσει ο μηχανικός ούτως ώστε να περάσει στον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των λιμένων και της διάταξής τους. Τα εν λόγω βήματα είναι τα εξής:

1. Προσδιορισμός του κυματικού κλίματος της περιοχής τοποθεσίας της κατασκευής και περιορισμός των προβλημάτων που δημιουργούνται από τους κυματισμούς.
2. Η συλλογή χρήσιμων δεδομένων όπως η βαθυμετρία.
3. Η εγκατάσταση του λογισμικού και ψηφιοποίηση της κατασκευής.
4. Η βαθμονόμηση και επαλήθευση του μοντέλου.

5. Το τρέξιμο του μοντέλου.

6. Η παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Το πρώτο βήμα της διαδικασίας σχετίζεται με το ποιες είναι οι κυματικές συνθήκες που πρέπει να ληφθούν υπόψη στην περιοχή ενδιαφέροντος, ποια είναι τα σημαντικά κυματικά φαινόμενα (ρήγωση περίθλαση διάθλαση ανάκλαση, διάδοση συχνοτήτων, διάδοση κατευθύνσεων, αλληλεπίδραση κυματισμών, αλληλεπίδραση ρευμάτων κυματισμών) που έχει ήδη αναλυθεί για τον κύριο λιμένα στο 4^ο Κεφάλαιο και για τον τοπικό λιμένα στον Καλαντό, στο 5^ο Κεφάλαιο. Στα κεφάλαια αυτά έγινε η επιλογή της τοποθεσίας των κατασκευών με βάση τα πληθυσμιακά κριτήρια του νησιού και τις προδιαγραφές των υπαρχόντων οδικών δικτύων, ύστερα, υπολογίστηκε το κύμα σχεδιασμού στις επιλεγμένες τοποθεσίες με βάση τα ανεμολογικά δεδομένα των νήσων Νάξου και Θήρας (για τον κύριο και δευτερεύοντα λιμένα αντίστοιχα) και με βάση το κυματικό κλίμα των περιοχών κατασκευής και τέλος έγινε η χάραξη και διάταξη των λιμένων και τυχόντων έργων προστασίας που χρειάστηκαν για την σωστή προστασία των προβλητών.

Για τις ανάγκες του δεύτερου και τρίτου βήματος αρκεί η ψηφιοποίηση της βαθυμετρίας στις περιοχές που εξετάζουμε, όπως δίνονται από τους χάρτες της Υδρογραφικής Υπηρεσίας, δίνοντας έμφαση στους παρακάτω περιορισμούς, που σχετίζονται με την τοποθέτηση, την διάταξη και την γενική χωροθέτηση των λιμένων:

- Το εύρος του λόγου του μέγιστου βάρους προς το μήκος του κύματος στα βαθιά για τα κύματα με την μικρότερη περίοδο, δεν πρέπει να ξεπερνάει την τιμή 0.22, εάν δεν συμπεριλαμβάνονται οι διορθώσεις στα βαθιά, και την τιμή 0.5 εάν οι διορθώσεις αυτές περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς.
- Εάν περιλαμβάνεται-παρουσιάζεται θραύση κυματισμών, η χωροθέτηση του καννάβου περιορίζεται από την γέννηση του κυματισμού με τον μικρότερο μήκος ή από την επιφάνεια κύλισης.
- Η χρονοσειρά των κυματισμών περιορίζεται από την γέννηση κύματος με την μικρότερη περίοδο.
- Ο αριθμός Courant πρέπει να παραμένει μικρότερος ή ίσος από την μονάδα (0.5 για το 1DH μοντέλο) για να αποφευχθούν προβλήματα στασιμότητας.

Κατά την ψηφιοποίηση της βαθυμετρίας, γίνεται αρχικά η αποτύπωση της βαθυμετρίας στο πρόγραμμα Autocad χρησιμοποιώντας για τον σχεδιασμό της εκάστοτε ισοβαθούς και ισοψούς εδάφους την επιλογή «polyline». Ύστερα, με χρήση της εντολής PTS επιλέγονται οι ισοβαθείς και αποθηκεύονται οι συντεταγμένες τους σε αρχείο .txt. Στη συνέχεια, περνάμε τις συντεταγμένες όλων των σημείων της κάθε ισοβαθούς σε αρχείο excel, όπου δημιουργούμε πίνακα με

πρώτη στήλη την συντεταγμένη «x», δεύτερη στήλη την «y», τρίτη την «z» και τέταρτη στήλη έναν αύξοντα αριθμό A/A, προκειμένου να γίνει καλύτερη οργάνωση της μεθοδολογίας και να αποφευχθούν διαδικαστικά λάθη. Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας, μετατρέπουμε τα αρχεία Excel που δημιουργήσαμε σε αρχεία .txt, ώστε να τα μεταφέρουμε στο πρόγραμμα MIKE 21 BW.

Από το πρόγραμμα MIKE 21 BW, εφόσον συμπληρώσουμε τα σωστά δεδομένα της περιοχής μελέτης μας:

Max. Water depth,

Min. Water depth,

Model extend in x and y axes,

Percentage of water points,

Max. Distance of waves to propagate,

Time required for calculation of statistics,

Computational points per CPU sec,

Spectral peak period,

Include wave breaking shoreline,

Total time required for simulation,

Min. wave period,

Max. spatial resolution dx,

Max. time step dt

ανοίγουμε καινούριο φάκελο και στον φάκελο «Bathymetries», «Define Working Area», δημιουργούμε κάνναβο με κενή περιοχή δικού μας πλάτους και μήκους και συντεταγμένες ορισμένες από δικό μας σημείο αναφοράς, ορισμένα από το Graphical Position Origin (Projection → Easting, Northing) και το Size (Width, Height).

Έπειτα, φορτώνουμε τους πίνακες συντεταγμένων ώστε να φανεί η ομοιόμορφη κατανομή των ισοβαθών στο παράθυρο εργασίας, επιλέγοντας «Background Manager» → «Import» (όπου φορτώνουμε αρχεία «land.xyz» για τις ισοΰψεις και «water.xyz» για τις ισοβαθείς που έχουμε ψηφιοποιήσει) Εφόσον το τελικό αποτέλεσμα της βαθυμετρίας είναι το επιθυμητό, ακριβές και χωρίς κενά ή απότομες αλλαγές βάθους, το αρχείο αποθηκεύεται σε αρχείο τύπου dfs2, ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε αλλαγή ή ανάγνωση των δεδομένων και για να μπορέσει ύστερα να φορτωθεί στο κυρίως πρόγραμμα.

Ανάλογη διαδικασία γίνεται και με διάφορες άλλες επιλογές σχεδίασης, όπως τα sponge layers ή τα porosity layers, τα οποία είναι φίλτρα απορροφητικότητας του εδάφους και της κατασκευής αντίστοιχα και χρησιμοποιούνται προκειμένου να γίνει ακριβής παρεμβολή της βαθυμετρίας στον χώρο εργασίας και σωστή αποτύπωση της διαπερατότητας της κατασκευής αντίστοιχα. Τα αρχεία των φίλτρων απορροφητικότητας δημιουργούνται από τα αρχεία βαθυμετρίας αντικαθιστώντας τη στήλη του βάθους με τον αντίστοιχο συντελεστή απορροφητικότητας στο εκάστοτε σημείο. Η αντιστοίχιση αυτή γίνεται αυτόματα μέσω τριγωνικής παρεμβολής, όπως περιγράφεται σε επόμενη ενότητα.

Τέλος βασική λεπτομέρεια στην διαδικασία ψηφιοποίησης των δεδομένων του χώρου κατασκευής ενός λιμένος είναι η αποτύπωση του ιξώδους και της τραχύτητας του πυθμένα (eddy). Η διαδικασία αυτή γίνεται μεταβάλλοντας στα αρχεία της βαθυμετρίας την συντεταγμένη του βάθους στην τιμή του ιξώδους ή της τραχύτητας αναλόγως με το ζητούμενο πάνω στο οποίο εργαζόμαστε.