



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

Διπλωματική εργασία

***«ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ- ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ
ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ»***



**Φοιτητής: Σταυρακάκης Γεώργιος
ΑΜ: 44363910226**

Επιβλέπων:

**Καθηγητής Ιωάννης Συμπέθερος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής**

ΑΘΗΝΑ - ΑΙΓΑΛΕΩ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2022



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
DIVISION: HYDRAULIC WORKS**

Diploma Thesis

**«MARINA OF ALIMOS: PRESENTATION – INVESTIGATION OF
THE WAVEDISTURBANCE INSIDE AND AROUND THE MARINA
BASED ON A NUMERICAL MODEL FOR WAVE PROPAGATION»**



**Student: Stavrakakis Georgios
Registration number: 44363910226**

Supervisor:

**Professor Ioannis Sibetheros
Department of Civil Engineering, University of West Attica**

ATHENS - EGALEO, DECEMBER 2022



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: **ΣΤΑΥΡΑΚΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

ΑΜ: **44363910226**

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας: **«ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ-ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ»**

Η Διπλωματική Εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ιωάννης Συμπέθερος Καθηγητής Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής	Θεόδωρος Γεροστάθης Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήμα Ναυπηγών Μηχανικών Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής	Κωνσταντίνος Μιχαηλίδης Επίκουρος Καθηγητής Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος

«Πνευματικά δικαιώματα

Copyright©[Γεώργιος Σταυρακάκης, 2022]»

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 τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος»

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Σταυρακάκης Γεώργιος** του **Σταύρου**, με αριθμό μητρώου **44363910226** φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Σταυρακάκης Γεώργιος

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ΠΙΝΑΚΕΣ.....	viii
ΕΙΚΟΝΕΣ ΧΑΡΤΩΝ-ΣΧΕΔΙΩΝ.....	ix
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ-ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ CELERIS.....	x

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

«Γενική Περιγραφή της Μαρίνας Αλίμου»

1.1 Οι μαρίνες στην Ελλάδα.....	1
1.2 Η μαρίνα Αλίμου: υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές.....	3
1.2.1 Γεωγραφική θέση -Διοικητική υπαγωγή.....	3
1.2.2 Ιστορική εξέλιξη.....	7
1.2.3 Υφιστάμενη κατάσταση περιβάλλοντος.....	8
1.2.4 Γενικός σχεδιασμός Μαρίνας Αλίμου-προοπτική εξέλιξης.....	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

«Λιμενικά Έργα της Μαρίνας Αλίμου»

2.1 Μώλοι (προσήνεμος-υπήνεμος), κυματοθραύστες, κρηπιδώματα και προβλήτες...28	
2.2 Χερσαίες εγκαταστάσεις και υποδομές.....	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

«Μετασχηματισμοί Κυματισμών Κοντά στην Ακτή (συνοπτικά)-Προσέγγιση Boussinesq»

3.1	Μετασχηματισμοί κυμάτων στην παράκτια ζώνη (ανάκλαση, διάθλαση, περίθλαση, θραύση και αναρρίχηση).....	35
3.1.1	Γενικά.....	35
3.1.2	Χαρακτηριστικά κύματος.....	36
3.1.3	Μετασχηματισμοί κυμάτων στην παράκτια ζώνη.....	38
3.2	Μελέτη μετασχηματισμών κυμάτων με προσέγγιση Boussinesq.....	53
3.2.1	Γενικά.....	53
3.2.2	Επίλυση εξισώσεων Boussinesq με Μέθοδο Πεπερασμένου Όγκο FVM (finite volume method) και Μέθοδο Πεπερασμένων Διαφορών FDM(finite difference method).....	54
3.2.3	Εξελιγμένες εξισώσεις Boussinesq.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

«Μαθηματικό Μοντέλο Διαδραστικής Προσομοίωσης Κυματισμών Celeris Advent και η Εφαρμογή του για την Εκτίμηση της Κυματικής Διαταραχής/Κυκλοφορίας στην <Θαλάσσια Ζώνη> Εντός και Εκτός Λιμενολεκάνης της Μαρίνας Αλίμου»

4.1	Γενική περιγραφή.....	62
4.2	Μαθηματική ανάλυση μοντέλου.....	64
4.3	Ανάλυση λογισμικού.....	70
4.4	Κώδικας προγράμματος.....	71
4.5	Εισαγωγή στοιχείων μοντέλου.....	72
4.6	Εκτέλεση προγράμματος.....	83
4.7	Εξαγωγή αποτελεσμάτων μοντέλου.....	86
4.8	Εφαρμογή του μοντέλου Celeris Advent για την εκτίμηση της κυματικής διαταραχής/κυκλοφορίας στην <θαλάσσια ζώνη> εντός και εκτός λιμενολεκάνης της μαρίνας Αλίμου.....	89
4.8.1	Καταγραφή, διαμόρφωση και εισαγωγή βυθομετρικών στοιχείων στο μοντέλο.....	90

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- 4.8.2 Κύριοι χαρακτηριστικοί κυματισμοί κυματικού κλίματος στα ανοικτά-
κυματική διαταραχή/κυκλοφορία στη <θαλάσσια ζώνη> εντός και εκτός
λιμενολεκάνης της μαρίνας Αλίμου.....101
- 4.8.3 Σημεία ελέγχου (gauges) κυματικής διαταραχής/κυκλοφορίας.....117
- 4.8.4 Εξαγωγή αποτελεσμάτων κυματικής διαταραχής/κυκλοφορίας στη
<θαλάσσια ζώνη> εντός και εκτός λιμενολεκάνης μαρίνας Αλίμου
και κατ' επέκταση της παράκτιας περιοχής της.....122

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

«Συμπεράσματα»

Συμπεράσματα.....171

ΒΙΒΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ.....177

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....181

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά την παρουσίαση της μαρίνας Αλίμου, του μεγαλύτερου τουριστικού λιμένα της Ελλάδας και μία από τις μεγαλύτερες μαρίνες της Μεσογείου, καθώς και τη μελέτη της διάδοσης της κυματικής διαταραχής εντός και εκτός της λιμενολεκάνης της μαρίνας υπό την επίδραση των κύριων κυματισμών που πλήττουν την παράκτια περιοχή της, με τη χρήση του λογισμικού διάδοσης κυματισμών Celeris Advent.

Η εργασία χωρίζεται σε πέντε (5) κεφάλαια:

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ «Γενική Περιγραφή της Μαρίνας Αλίμου»

Περιλαμβάνει τη γενική αναφορά στις μαρίνες της Ελλάδας, στο νομοθετικό πλαίσιο που τις διέπει και την ειδικότερη αναλυτική περιγραφή της υφιστάμενης χωροταξικής και περιβαλλοντικής κατάστασης της Μαρίνας Αλίμου [όπως: θέση, διοικητική υπαγωγή, κατάσταση περιβάλλοντος (κλιματικά στοιχεία, βυθομετρία, ανεμολογική δίαιτα της άμεσης και ευρύτερης περιοχής μελέτης, κτλ)] και την προοπτική εξέλιξής της σύμφωνα με το θεσμοθετημένο Γενικό Σχεδιασμό της (ΦΕΚ 172/ΑΑΠ/21.08.18).

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ «Λιμενικά Έργα Μαρίνας Αλίμου»

Περιλαμβάνει την αναλυτική περιγραφή των λιμενικών εγκαταστάσεων της Μαρίνας Αλίμου (προσήνεμο και υπήνεμο μώλου, προβλητών, κρηπιδωμάτων και λοιπών χερσαίων εγκαταστάσεων και υποδομών).

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ «Μετασχηματισμοί Κυματισμών Κοντά στην Ακτή (συνοπτικά) – Προσέγγιση Boussinesq»

Περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο της παρούσας εργασίας. Περιγράφονται συνοπτικά οι μηχανισμοί μετασχηματισμού των κυματισμών στον παράκτιο χώρο (ρήχωση, διάθλαση, περίθλαση, θραύση, ανάκλαση και αναρρίχηση) και η προσομοίωσή τους με τις εξισώσεις Boussinesq και των αριθμητικών μεθόδων επίλυσής τους [μέθοδο πεπερασμένου όγκου FVM(finite volume method) και μέθοδο πεπερασμένων διαφορών FDM(finite difference method)] που χρησιμοποιούνται από το λογισμικό Celeris Advent

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

στο οποίο βασίζεται η προσομοίωση της διάδοσης της κυματικής διαταραχής εντός και γύρω από τη μαρίνα.

4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ «Μαθηματικό Μοντέλο Διαδραστικής Προσομοίωσης Κυματισμών Celeris Advent και η Εφαρμογή του για την Εκτίμηση της Κυματικής Διαταραχής στη Θαλάσσια Ζώνη Εντός και Εκτός της Λιμενολεκάνης της Μαρίνας Αλίμου»

Γίνεται συνοπτική παρουσίαση διαδομένων λογισμικών διάδοσης κυματισμών και ειδική περιγραφή του διαδραστικού λογισμικού Celeris Advent.

Επιπλέον, περιγράφεται ο τρόπος εισαγωγής των βασικών παραμέτρων για την εκτέλεση του προγράμματος και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων του σχετικά με την κυματική διαταραχή εντός και εκτός της λιμενολεκάνης της μαρίνας.

Η προσομοίωση της θαλάσσιας ζώνης, η οριοθέτηση των χερσαίων περιοχών της Μαρίνας Αλίμου και η προσομοίωση της εξεταζόμενης από την παρούσα μελέτη κυματικής διαταραχής γίνεται με τη εισαγωγή στο Celeris δεδομένων και αποτελεσμάτων (όπως των υπολογισθέντων με την καταγραφή, διαμόρφωση και εισαγωγή στο πρόγραμμα των κατάλληλων βυθομετρικών στοιχείων και των χαρακτηριστικών των κύριων κυματισμών του κυματικού κλίματος στα ανοικτά) από την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου (2018) και την ακτομηχανική μελέτη που εκπονήθηκε το 2019 για την περιοχή του Αγίου Κοσμά, η οποία γειτνιάζει με το εξεταζόμενο πεδίο μελέτης.

Τέλος, επιλέγονται τέσσερα (4) αντιπροσωπευτικά σημεία (gauges) για την παρακολούθηση της κυματικής διαταραχής στη θαλάσσια ζώνη εντός και εκτός της μαρίνας και γίνεται παρουσίαση των αποτελεσμάτων του μοντέλου διαδραστικά, αλλά και υπό μορφή διαγραμμάτων

5° ΚΕΦΑΛΑΙΟ «Συμπεράσματα»

Περιλαμβάνει το σχολιασμό των αποτελεσμάτων του Celeris, και ειδικότερα της διαδραστικής απεικόνισης και των διαγραμμάτων της κυματικής διαταραχής στα επιλεγθέντα σημεία ελέγχου (gauges) εντός και εκτός της μαρίνας.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Λέξεις κλειδιά : Μαρίνα Αλίμου, κυματική διαταραχή, κυματικό κλίμα, celeris, βυθομετρικά στοιχεία, σημεία ελέγχου (gauges), Μέση Στάθμη Θάλασσας (ΜΣΘ), ανύψωση και ταπείνωση ελεύθερης επιφάνειας νερού σε σχέση με ΜΣΘ, διαδραστικές εικόνες CELERIS προσομοιωμένης κυματικής διαταραχής.

ABSTRACT

In this thesis the Alimos Marina, the largest tourist port of Greece and one of the largest marinas in the Mediterranean, is presented. The wave disturbance inside and around the marina's port is investigated. This wave disturbance is caused by a farfield sine wave, representing a predominant wave climate in the region, propagating towards the marina's coastal area. For the wave propagation simulations CELERIS, an interactive nearshore wave modelling software, which solves the depth-integrated, weakly dispersive Boussinesq-type equations.

The work is divided into five (5) chapters:

1st CHAPTER "General Description of Marina of Alimos"

It includes a general reference to the marinas of Greece, the legislative framework that governs them, and a detailed description of the existing spatial and environmental status of Alimos Marina and its surrounding area.

2nd CHAPTER "Port of Alimos Marina"

It includes a detailed description of the port structures of Alimos Marina, such as windward and leeward jetties, docks, quays, port infrastructure and other inland installations etc.

3rd CHAPTER "Wave Transformations near the coast (summary) - Boussinesq approach"

This chapter contains the theoretical background required for the investigation of wave disturbance propagation inside and around the marina's port. The mechanisms of wave transformation in the coastal area (wave shoaling, refraction, diffraction, breaking, reflection and run-up) and their simulation using the Boussinesq approximation. The Finite Volume Method (FVM Method) and the Finite Difference Method (FDM), used by the CELERIS software for the numerical solution of the Boussinesq-type wave equations

describing the propagation of wave disturbance inside and around the marina, are briefly presented.

4th CHAPTER "The CELERIS interactive numerical wave model and its application for the assessment of the wave disturbance inside and outside the port of Alimos Marina"

A very brief presentation of the main nearshore wave propagation software available is made, followed by a more detailed description of the interactive CELERIS Advent software used in this study.

In addition, the structure of the input files containing the necessary parameter values for the execution of the wave propagation simulations, as well as the export files containing the simulation results, such as the wave-induced free-surface profile variation inside and outside the marina's port, are explained.

The construction of the bathymetry grid for the simulation area, based on bathymetric data extracted from bathymetric contour maps from different sources, and the delineation of the land areas are described in detail.

For the far-field wave climate required as an input for the near-shore wave propagation simulations, results from the 2018 Environmental Impact Study of the Alimos Marina and the 2019 Coastal Impact Assessment Study for Agios Kosmas, a coastal area adjacent to the Alimos Marina, were employed.

Finally, four (4) characteristic locations inside and outside the marina were selected as virtual gauges to monitor and plot the instantaneous free surface displacement with time at each location, due to wave propagation towards the Alimos Marina coastal area.

These plots are combined with snapshots of the interactive images of the propagating wave disturbance at different time instances due to a farfield sine wave of specific magnitude and direction.

5th CHAPTER "Conclusions"

In this chapter, the results of the CELERIS simulations, as depicted in the plots of the instantaneous free surface displacement vs time at each of the four gauge locations and the interactive images of the propagating wave disturbance for different far-field sine wave magnitudes and directions are discussed.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Keywords : Alimos Marina, wave disturbance, wave climate, CELERIS Boussinesq-type wave model, bathymetric data, gauges, free surface displacement relative to Mean Sea Level (MSL), interactive CELERIS simulated wave propagation images.

ΠΙΝΑΚΕΣ

1. Πίνακας 1.1: Τουριστικοί Λιμένες-Μαρίνες Αττικής	1
2. Πίνακας 1.2: Τιμές θερμοκρασίας –Ηλιοφάνειας –Υετού –Σχετικής υγρασίας (1958-2010).....	9
3. Πίνακας 1.3: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Ελληνικού (1955-1998).....	11
4. Πίνακας 1.4: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Ελληνικού (1999-2017).....	11
5. Πίνακας 1.5: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Ελληνικού (1955-2017).....	12
6. Πίνακας 1.6: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Μήλου (1955-1997).....	12
7. Πίνακας 1.7: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Σούδας (1958-1997).....	13
8. Πίνακας 1.8: Στατιστικά στοιχεία Υδρογραφικής Υπηρεσίας Λιμένα Πειραιά (ως προς το μηδέν παλιρροιομέτρου).....	24
9. Πίνακας 1.9: Στατιστικά στοιχεία Υδρογραφικής Υπηρεσίας Λιμένα Πειραιά (ως προς μη εξαρτώμενο σημείο αναφοράς).....	24
10. Πίνακας 2.1 Διαστάσεις Εγκάρσιων προβλητών.....	32
11. Πίνακας 4.1: Προσδιορισμός κυματικών συνθηκών ανοικτά της περιοχής μελέτης στο σημείο 1 με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου MIKE 21 SW.....	104
12. Πίνακας 4.2: Προσδιορισμός κυματικών συνθηκών κοντά στη περιοχή μελέτης στο σημείο 2 με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου MIKE 21 SW.....	104
13. Πίνακας 4.3: Χαρακτηριστικό κύμα στα ανοικτά (H_s) >1m με μέσης ετήσιας συχνότητας εμφάνισης $f\% \geq 0,0$	115

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

ΕΙΚΟΝΕΣ ΧΑΡΤΩΝ-ΣΧΕΔΙΩΝ

1. Εικόνα 1.1: χάρτης διοικητικών ορίων Δήμου Αλίμου.....	3
2. Εικόνα 1.2: Απόσπασμα χάρτη περιοχών δικτύου Natura 2000 λήψεως ορθοφωτογραφιών 2021.....	4
3. Εικόνα 1.3: Απόσπασμα χάρτη ελληνικού κτηματολογίου με περίοδο λήψη ορθοφωτογραφιών 2015-2016.....	5
4. Εικόνα 1.4: Χάρτες αεροφωτογραφιών από google maps (2022) με σημειωμένη την περιοχή μελέτης έργου.....	6
5. Εικόνα 1.5: Αεροφωτογραφία μαρίνας Αλίμου από google maps (2022).....	7
6. Εικόνα 1.6: Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη ΙΓΜΕ.....	17
7. Εικόνα 1.7: Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος.....	18
8. Εικόνα 1.8: Νεοτεκτονικός χάρτης του λεκανοπεδίου Αττικής.....	19
9. Εικόνα 1.12: Επιφανειακά Υδατικά Συστήματα ΥΔ Αττικής (EL06), βάσει της νέας τυπολογίας στο πλαίσιο της 1 ^{ης} Αναθεώρησης ΣΔΛΑΠ του ΥΔ Αττικής (EL06)...	20
10. Εικόνα 1.13: Υπόγεια Υδατικά Συστήματα του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής.....	21
11. Εικόνα 1.14: Ποιοτική κατάσταση των Υπόγειων Υδατικών Συστημάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (EL06).....	22
12. Εικόνα 1.15: Αποτύπωση περιοχής χαρτογράφησης Ποσειδωνίων – φωτογραφίες κεντρικής ακτής με ποσειδωνίες.....	25
13. Εικόνα 1.16: Αποτύπωση Λειβαδιών Ποσειδωνίων και Βάθη θάλασσας.....	26
14. Εικόνα 2.1: Τοπογραφική Αποτύπωση Μαρίνας Αλίμου.....	28
15. Εικόνα 4.14: Απόσπασμα ναυτικού χάρτη με βυθομετρικά στοιχεία της περιοχής του Σαρωνικού κόλπου.....	91
16. Εικόνα 4.15: Χάρτης ευρύτερης περιοχής Μαρίνας Αλίμου με βυθομετρικά στοιχεία.....	92
17. Εικόνα 4.16: Τοπογραφικό διάγραμμα υφιστάμενης κατάστασης κλίμακας 1:1000- (αρ. σχ. 109.01) με βυθομετρικά στοιχεία άμεσης περιοχής μαρίνας Αλίμου.....	93
18. Εικόνα 4.19: Απεικόνιση –μαθηματική προσομοίωση πεδίου περιοχής μελέτης (παράκτια ζώνη μαρίνας Αλίμου) σε excel.....	97
19. Εικόνα 4.22: Υπολογισμοί κυματικών χαρακτηριστικών στα σημεία 1 & 2.....	103

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

20. Εικόνες 4.23: Χωροχρονική γέννεση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή
Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί
κυματισμοί Νοτιοανατολικής (South-Easten) διεύθυνσης, παραγόμενοι από
άνεμο: α) 5Bf (SW-OFF1), β) 6Bf (SW-OFF2), γ) 7Bf (SW-OFF3), δ) 8Bf (SW-
OFF4), ε) 9Bf (SW-OFF5).....105-106
21. Εικόνες 4.24: Χωροχρονική γέννεση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή
Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί
κυματισμοί Νότιας (Southen) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο: α) 5Bf (SW-
OFF6), β) 6Bf (SW-OFF7), γ) 7Bf (SW-OFF8), δ) 8Bf (SW-OFF9), ε) 9Bf (SW-
OFF10), στ) 10Bf (SW-OFF11).....107-108
22. Εικόνες 4.25: Χωροχρονική γέννεση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή
Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί
κυματισμοί Νοτιοδυτικής (South-Westen) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο:
α) 5Bf (SW-OFF12), β)6Bf (SW-OFF13), γ)7Bf (SW-OFF14), δ) 8Bf(SW-
OFF15).....110
23. Εικόνες 4.26: Χωροχρονική γέννεση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή
Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί
κυματισμοί Δυτικής (Westen) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο: α) 5Bf (SW-
OFF16), β) 6Bf (SW-OFF17)7Bf, γ) (SW-OFF18)112
24. Εικόνες 4.27: Χωροχρονική γέννεση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή
Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί
κυματισμοί Βορειοδυτικής (North-Westen) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο:
α) 5Bf (SW-OFF19) β)6Bf (SW-OFF20), γ)7Bf (SW-OFF21),
δ) 8Bf (SW-OFF22).....114

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ-ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ CELERIS

1. Εικόνα 4.1: διαδραστική απεικόνιση celeris.....63
2. Εικόνα 4.28: Απεικόνιση επιλεχθέντων σημείων ελέγχου (gauges).....117
3. Εικόνα 4.33: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής
κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW)
διεύθυνσης διάδοσης..... 123

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

4. Εικόνα 4.34: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου (gauge) ελέγχου (160,764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο...124
5. Εικόνα 4.35: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου (gauge) ελέγχου (240, 678) εντός του διαδρόμου εισόδου της λιμενολεκάνης.....125
6. Εικόνα 4.36: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου (gauge) ελέγχου (309, 602), εντός της λιμενολεκάνης.....126
7. Εικόνα 4.37: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης.....127
8. Εικόνα 4.38: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160$, $Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου)-χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διευσθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$128
9. Εικόνα 4.39: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$ (διάδρομος εισόδου λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου)- χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διευσθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$131
10. Εικόνα 4.40: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης)- χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διευσθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$133
11. Εικόνα 4.41: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=382$, $Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διευσθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$134
12. Εικόνα 4.42: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης.....136

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

13. Εικόνα 4.43: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (382, 602) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου.....137
14. Εικόνα 4.44: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (382, 602) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου.....138
15. Εικόνα 4.45: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης.....139
16. Εικόνα 4.46: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160$, $Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=5,59m$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06s$141
17. Εικόνα 4.47: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$ (είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=5,59m$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06s$142
18. Εικόνα 4.48: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=5,59m$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06s$144
19. Εικόνα 4.49: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=382$, $Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=5,59m$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06s$145
20. Εικόνα 4.50: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (NΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης.....147
21. Εικόνα 4.51: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (NΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (160, 764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.....148
22. Εικόνα 4.52: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (NΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης,

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (240, 678) εντός διαδρόμου εισόδου
λιμενολεκάνης.....149
23. Εικόνα 4.53: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας
κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης,
πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (309, 691) εντός διαδρόμου εισόδου
λιμενολεκάνης και σημείου (gauge) (382, 602), μπροστά από τον προσήνεμο
μώλο.....150
24. Εικόνα 4.54: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας
κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης
διάδοσης.....151
25. Εικόνα 4.55: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160$,
 $Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμο μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής
διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής
(ΝΔ)-SouthWest (SW), $T_p(s)=5,246s$153
26. Εικόνα 4.56: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$,
 $Y=678$ (είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμο και προσήνεμο μώλου) -
χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=3,41m$,
διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW),
 $T_p(s)=5,246s$154
27. Εικόνα 4.57: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$,
 $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής,
τύπου sinewave, $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest
(SW), $T_p(s)=5,246s$156
28. Εικόνα 4.58: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=382$,
 $Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμο μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής
διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής
(ΝΔ)-SouthWest (SW), $T_p(s)=5,246s$157
29. Εικόνα 4.59: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας
κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης.....159
30. Εικόνα 4.60: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας
κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου
(gauge) (160,764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.....160

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

31. Εικόνα 4.61: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (240, 678) εντός διαδρόμου εισόδου λιμενολεκάνης.....161
32. Εικόνα 4.62: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (382, 602) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου.....162
33. Εικόνα 4.63: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης.....163
34. Εικόνα 4.64: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160$, $Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$165
35. Εικόνα 4.65: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$ (είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$166
36. Εικόνα 4.66: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$168
37. Εικόνα 4.67: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=382$, $Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$169

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

«Γενική Περιγραφή της Μαρίνας Αλίμου»

1.1 Οι μαρίνες στην Ελλάδα

Μαρίνα είναι ο τουριστικός λιμένας που διαθέτει καθορισμένες χερσαίες και θαλάσσιες εγκαταστάσεις και υποδομές προδιαγραφών, για την εξυπηρέτηση των σκαφών αναψυχής και των χρηστών τους. (άρθρο 29, νόμος 2160/1993-πηγή:

<https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/222966/nomos-2160-1993>)

Στην Ελλάδα λειτουργούν 19 μαρίνες, εκ των οποίων αρκετές είναι βραβευμένες από το πρόγραμμα «Γαλάζιες Σημαίες της Ευρώπης», με συνολικά διαθέσιμες 6.661 θέσεις ελλιμενισμού, που προσφέρουν υπηρεσίες υψηλού επιπέδου.

(πηγή: [Μαρίνες & αγκυροβόλια \(nautilus-ribclub.gr\)](http://nautilus-ribclub.gr)-ιδία τροποποίηση).

Ειδικότερα στην Περιφέρεια Αττικής, βρίσκονται εννέα (9) μαρίνες, που διαθέτουν συνολικά 4.020 θέσεις ελλιμενισμού, όπως αυτές παρουσιάζονται στον κάτωθι πίνακα 1.1 (πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018 -ιδία τροποποίηση).

Πίνακας 1.1: Τουριστικοί Λιμένες-Μαρίνες Αττικής (πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018 - ιδία τροποποίηση)

A/A	ΘΕΣΕΙΣ ΕΛΛΙΜΕΝΙΣΜΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ-ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΘΕΣΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ
1	103	ΜΑΡΙΝΑ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗ
2	670	ΜΑΡΙΝΑ ΖΕΑΣ	ΖΕΑ ΠΕΙΡΑΙΑΣ
3	1080	ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ	ΑΛΙΜΟΣ
4	303	ΜΑΡΙΝΑ ΦΛΟΙΣΒΟΥ	ΦΛΟΙΣΒΟΣ
5	680	ΜΑΡΙΝΑ ΟΛΥΜΠΙΚ	ΟΡΜΟΣ ΠΑΝΟΡΜΟΣ ΔΗΜΟΥ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ
6	337	ΜΑΡΙΝΑ ΑΓ. ΚΟΣΜΑ	ΑΓΙΟΣ ΚΟΣΜΑΣ-
7	130	ΜΑΡΙΝΑ ΑΘΗΝΩΝ	ΣΤΑΔΙΟ ΕΙΡΗΝΗΣ & ΦΙΛΙΑΣ
8	647 (1 ^Η -46, 2 ^Η -94, 3 ^Η -253 & 4 ^Η -254)	ΜΑΡΙΝΑ ΓΛΥΦΑΔΑΣ	ΓΛΥΦΑΔΑ
9	70	ΜΑΡΙΝΑ ΜΕΘΑΝΑ	ΜΕΘΑΝΑ

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Το 1993 με την έκδοση του νόμου 2160/1993 με τίτλο « Ρυθμίσεις για τον τουρισμό και άλλες διατάξεις», έγινε ειδική ρύθμιση των θεμάτων που αφορούν τους Τουριστικούς Λιμένες. Ειδικότερα σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 29 του Κεφαλαίου Γ του νόμου 2160/1993, όπως ισχύουν:

(πηγή: www.kodiko.gr/nomothesia/document/222966/nomos-2160-1993)

« Άρθρο 29 (Ορισμοί - Έκταση εφαρμογής)

[όπως τροποποιήθηκε από τις διατάξεις της παρ. 16, άρθρου 39 νόμου 3105/2003 (ΦΕΚ 29/Α/2003), την παρ. 4 του άρθρου 49 του νόμου 3220/2004 (ΦΕΚ 15/Α/2004) και παρ. 1 άρθρου 34 νόμου 4582/2018]

1. «Τουριστικός λιμένας» σκαφών αναψυχής είναι ο χερσαίος και θαλάσσιος χώρος που προορίζεται κατά κύριο λόγο για/και υποστηρίζει λειτουργικά τον ελλιμενισμό σκαφών αναψυχής και ναυταθλητισμού. Οι τουριστικοί λιμένες διακρίνονται σε μαρίνες, καταφύγια και αγκυροβόλια. Εντός ζώνης τουριστικού λιμένα μπορεί να συνυπάρχουν οι παραπάνω κατηγορίες τουριστικών λιμένων.

«Μαρίνα» είναι ο τουριστικός λιμένας που διαθέτει χερσαίες και θαλάσσιες εγκαταστάσεις και υποδομές προδιαγραφών που ορίζονται με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού και Τουρισμού, όπως προβλέπεται στην παράγραφο 3 του άρθρου 31, για την εξυπηρέτηση των σκαφών αναψυχής και των χρηστών τους.....

2. Σε κάθε τουριστικό λιμένα καθορίζεται, με βάση τις διατάξεις του παρόντος νόμου, τμήμα ξηράς (χερσαία ζώνη) και θαλάσσης (θαλάσσια ζώνη),... στην οποία επιτρέπεται η εκτέλεση λιμενικών έργων και κατασκευή πάσης φύσεως χερσαίων κτιριακών και λοιπών εγκαταστάσεων, που απαιτούνται για τη δημιουργία, τη λειτουργία, την τουριστική ανάπτυξη την εκμετάλλευση, αξιοποίηση και την οικονομική βιωσιμότητα του λιμένα...

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

4. Η "χερσαία ζώνη" του τουριστικού λιμένα αποτελείται από τον αιγιαλό και τους συνεχομένους χώρους, που είναι αναγκαίοι για την εκτέλεση των έργων της παραγράφου 2 του παρόντος άρθρου.

5. Η "θαλάσσια ζώνη" του τουριστικού λιμένα περιλαμβάνει τις λιμενολεκάνες και τους διαύλους που ορίζονται από τα εξωτερικά (μώλοι, κυματοθραύστες) και εσωτερικά (κρηπίδες, όρια επιχώσεων) λιμενικά έργα ή ταυτίζεται με θαλάσσιους προφυλαγμένους όρμους. Η θαλάσσια ζώνη δεν μπορεί να επεκταθεί σε απόσταση μεγαλύτερη των πεντακοσίων (500) μέτρων από τα όρια της χερσαίας ζώνης του τουριστικού λιμένα προς την ανοικτή θάλασσα. Η έκταση αυτή ορίζεται εκατέρωθεν από νοητό τόξο κύκλου που γράφεται με κέντρα τα άκρα της χερσαίας ζώνης και ακτίνα πεντακοσίων μέτρων. Εάν η προ του αιγιαλού θαλάσσια ζώνη είναι αβαθής, επιτρέπεται η επέκτασή της και πέρα από τη γραμμή των πεντακοσίων (500) μέτρων, μέχρι να συναντήσει θάλασσα βάθους δέκα (10) μέτρων...».

1.2 Η μαρίνα Αλίμου: υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές

1.2.1 Γεωγραφική Θέση- Διοικητική Υπαγωγή

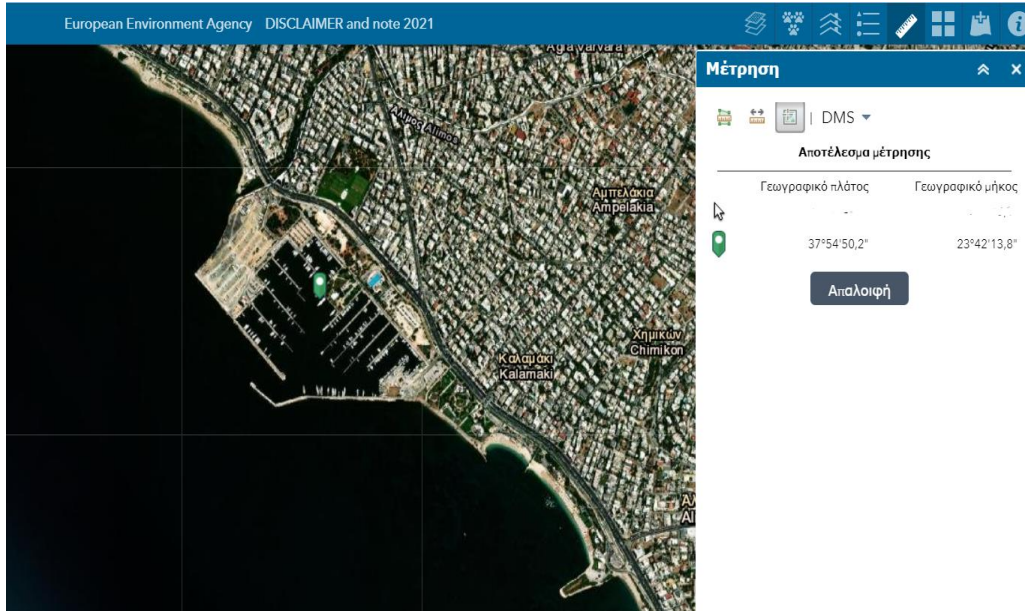


Εικόνα 1.1: χάρτης διοικητικών ορίων Δήμου Αλίμου (πηγή: [2011 Dimos Alimou - Άλιμος - Βικιπαίδεια \(wikipedia.org\)](#))

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Η Μαρίνα Αλίμου αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους και μεγαλύτερους τουριστικούς λιμένες της Ελλάδας και έναν από τους μεγαλύτερους της Ανατολικής Μεσογείου.

Η θέση της Μαρίνας Αλίμου όπως αυτή παρουσιάζεται στην κάτωθι εικόνα έχει:



Εικόνα 1.2: Απόσπασμα χάρτη περιοχών δικτύου Natura 2000 λήψεως ορθοφωτογραφιών 2021 (πηγή:[Natura 2000 Network Viewer \(europa.eu\)](http://europa.eu)-ιδία επεξεργασία)

- γεωγραφικό μήκος (λ) $23^{\circ} 42' 13,8''$ και γεωγραφικό πλάτος (φ) $37^{\circ} 54' 50,2''$ βάσει του Παγκόσμιου Γεωδαιτικού Συστήματος 1984 (WGS 84) και
- σύμφωνα με το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87), συντεταγμένες $X=473759,42$ και $Y=4196022,25$, όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα .

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 1.3: Απόσπασμα χάρτη ελληνικού κτηματολογίου με περίοδο λήψη ορθοφωτογραφιών 2015-2016 (πηγή: <http://gis.ktimanet.gr/>, ίδια επεξεργασία)

Η άμεση περιοχή μελέτης της Μαρίνας Αλίμου, περιλαμβάνει το παραλιακό τμήμα του Δήμου Αλίμου, στον οποίο διοικητικά ανήκει, καθώς και μικρό τμήμα του Δήμου Παλαιού Φαλήρου βόρεια αυτής, όπως φαίνεται στους χάρτες αεροφωτογραφιών που παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

1.2.2 Ιστορική εξέλιξη



Εικόνα 1.5: Αεροφωτογραφία μαρίνας Αλίμου από google maps (2022) (πηγή: <https://www.google.gr/mapsgoogle> –ιδία επεξεργασία)

Η μαρίνα του Αλίμου, είναι μια από τις μεγαλύτερες της Ελλάδας αλλά και της μεσογείου με περίπου 1080 θέσεις ελλιμενισμού. Ειδικότερα:

- Κατασκευάστηκε το 1978 από τον Ελληνικό Οργανισμό Τουρισμού (Ε.Ο.Τ.). (πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018).
- Χωροθετήθηκε σύμφωνα με τις διατάξεις του:
 - α. Ν. 2160/1993, όπως ισχύει,
 - β. από 8.11.90 Π.Δ «Έγκριση τοπικού ρυμοτομικού σχεδίου στην εκτός σχεδίου περιοχή του Δήμου Αλίμου (Αττικής) για τον καθορισμό χώρων, όρων και περιορισμών δόμησης προς εξυπηρέτηση της μαρίνας του Ελληνικού Οργανισμού Τουρισμού (ΕΟΤ)» (ΦΕΚ 655/Δ/22.11.90) &
 - γ. από 01.03.04 Π.Δ. «Καθορισμός ζωνών προστασίας, χρήσεων γης και όρων και περιορισμών δόμησης στην παραλιακή ζώνη της Αττικής από το Φαληρικό όρμο μέχρι την Αγ. Μαρίνα Κρωπίας»(ΦΕΚ 254/Δ/2004).

(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018, ίδια επεξεργασία).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- Έχει γενικό φορέα διαχείρισης, την Εταιρεία Ακίνητων Δημοσίου (Ε.Τ.Α.Δ. Α.Ε), η οποία μεταβίβασε στο Ταμείο Αξιοποίησης Ιδιωτικής Περιουσίας του Δημοσίου (ΤΑΙΠΕΔ) το δικαίωμα παραχώρησης χρήσης σε τρίτους, διαχείρισης και εκμετάλλευσης των χώρων της μαρίνας (χερσαίων και θαλάσσιων), [υπ' αριθμ. 218/13.08.2012 απόφαση της Διυπουργικής Επιτροπής Αναδιαρθρώσεων και Αποκρατικοποιήσεων (ΦΕΚ Β/ 2322 / 13.08.2012)].

(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018-
ιδία επεξεργασία).

- Το 2018 εκδόθηκε κατ' εφαρμογή των διατάξεων του ν. 2160/93 όπως ισχύει, το από 13.08.18 Π.Δ/γμα «Έγκριση Γενικού Σχεδιασμού Μαρίνας Αλίμου» (ΦΕΚ 172/ΑΑΠ/21.08.18).

(πηγή: www.et.gr-ΦΕΚ 172/ΑΑΠ/21.08.18-ιδία επεξεργασία)

- Το 2020, με την από 13.05.20 σχετική Σύμβαση Παραχώρησης από το ΤΑΙΠΕΔ, το αποκλειστικό δικαίωμα χρήσης, λειτουργίας, διαχείρισης και εκμετάλλευσής της μεταβιβάστηκε στην εταιρεία «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΝΕΑΣ ΜΑΡΙΝΑΣ ΑΛΙΜΟΥ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ Α.Ε. για τα επόμενα 40 χρόνια (με επιπλέον 10 χρόνια, κατόπιν αμοιβαίας συμφωνίας).

(πηγή: <https://alimos-marina.gr/enarxi-synergasias-me-ti-marina-alimo/>-ιδία επεξεργασία).

1.2.3 Υφιστάμενη κατάσταση περιβάλλοντος

α. Κλιματολογικά στοιχεία

Οι καταγραφές των κλιματικών στοιχείων: θερμοκρασίας, βροχόπτωσης, χιονιού, ομίχλης, χαλαζιού, ηλιοφάνειας και σχετικής υγρασίας υετού κατά τη χρονική περίοδο 1958 μέχρι

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

το 2010, οι οποίες παρουσιάζονται στον κάτωθι πίνακα, έγιναν από τον μετεωρολογικό σταθμό της ΕΜΥ που βρίσκεται στο Ελληνικό Αττικής, πλησίον της περιοχής μελέτης, σε θέση με:

- γεωγραφικό μήκος (Lon) 23° 44' 30" ,
- γεωγραφικό πλάτος (Lat) 37° 53' 23" ,
- υψόμετρο 43,13m.

(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018-ιδία επεξεργασία)

Πίνακας 1.2: Τιμές θερμοκρασίας –Ηλιοφάνειας –Υετού –Σχετικής υγρασίας(1958-2010)

(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018)

Μήνες	Μέση T (ο C)	Μέση Μέγιστη T (ο C)	Μέση Ελάχιστη T (ο C)	Μέση Ηλιοφάνεια (hrs)	Μέσο ύψος Υετού (mm)	Μέγιστο ύψος 24ώρου Υετού (mm)	Μέση σχετική υγρασία (%)
Ιανουάριος	10.26	13.56	7.01	135.33	48.40	81.60	69.18
Φεβρουάριος	10/65	14.17	7.14	143.23	38.22	55.00	67.90
Μάρτιος	12.35	15.83	8.46	187.99	42.99	142.00	65.78
Απρίλιος	16.00	19.46	11.51	231.24	25.29	92.30	62.43
Μάιος	20.79	24.33	15.83	289.55	13.19	40.00	58.34
Ιούνιος	25.48	29.04	20.26	349.40	5.15	19.19	51.96
Ιούλιος	28.22	32.05	22.92	362.10	6.36	45.90	46.73
Αύγουστος	28.04	32.01	22.96	337.56	6.20	70.20	46.79
Σεπτέμβριος	24.28	28.27	19.63	265.92	10.27	40.40	53.89
Οκτώβριος	19.63	23.40	15.69	206.83	45.00	80.90	62.36
Νοέμβριος	15.45	18.86	12.12	140.80	60.76	96.80	69.16
Δεκέμβριος	11,94	15.11	8.80	115.37	66.03	80.20	70.37
ΣΥΝΟΛΟ	18.59	22.18	14.36	230.44	367.88	142.00	60.41

β. Ανεμογενή Δίαιτα

Οι άνεμοι που είναι σημαντικοί για τη δημιουργία ανεμογενή κυματισμών στην άμεση και ευρύτερη περιοχή μελέτης, προέρχονται από:

- Νοτιοανατολικά,
- Νότια,
- Νοτιοδυτικά,
- Δυτικά και
- Βορειοδυτικά

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Τα ανεμολογικά στοιχεία των Νοτιοανατολικών και Νότιων διευθύνσεων, λήφθηκαν από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Μήλου και της Σούδας (Κρήτης) αντίστοιχα, λόγω του ότι τα αναπτύγματα πελάγους, φτάνουν για τις συγκεκριμένες διευθύνσεις έως το σύμπλεγμα των Κυκλάδων και την δυτική Κρήτη.

Για τις υπόλοιπες διευθύνσεις, Νοτιοδυτικά, Δυτικά και Βορειοδυτικά χρησιμοποιήθηκαν τα ανεμολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού του Ελληνικού (πλησίον της εξεταζόμενης περιοχής μελέτης).

Ειδικότερα, τα ανεμολογικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, προέκυψαν από τις καταγραφές των κάτωθι μετεωρολογικών σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.):

α. σταθμό (716) Ελληνικού με περίοδο μετρήσεων στο διάστημα 1955 - 2017.

β. σταθμό (738) Μήλου (συντεταγμένες $36^{\circ}44'Β$ και $24^{\circ}26'Α$ και υψόμετρο 165,4m) με περίοδο μετρήσεων στο διάστημα 1955 – 1997

&

γ. σταθμό (746) Σούδας (συντεταγμένες $35^{\circ}33'Β$ και $24^{\circ}07'Α$ και υψόμετρο 151,6m), με περίοδο μετρήσεων στο διάστημα 1958 – 1997 παρουσιάζονται στους κάτωθι πίνακες.

(πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019-ιδία επεξεργασία)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Πίνακας 1.3: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Ελληνικού (1955-1998) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

Bf	B	BA	A	NA	N	NΔ	Δ	ΒΔ	ΑΠΝ	ΣΥΝΟΛΟ
0									18.109	18.109
1	0.953	0.668	0.482	0.362	0.603	0.482	0.646	0.635		4.831
2	4.82	3.396	1.917	2.607	3.966	3.856	2.859	3.013		26.434
3	5.752	4.404	1.632	1.994	4.174	3.232	1.972	2.531		25.691
4	5.394	4.875	1.435	0.92	1.873	0.909	0.668	1.775		17.845
5	1.775	1.687	0.296	0.208	0.471	0.186	0.208	0.548		5.379
6	0.493	0.416	0.088	0.044	0.11	0.055	0.066	0.153		1.425
7	0.077	0.055	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.022		0.209
8	0.022	0.011	0.011	0	0.011	0.011	0	0.011		0.077
9	0	0	0	0	0	0	0	0		0
10	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>11	0	0	0	0	0	0	0	0		0
SUM	19.282	15.512	5.872	6.146	11.219	8.742	6.43	8.688	18.109	100

Πίνακας 1.4: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Ελληνικού (1999-2017) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

Bf	B	BA	A	NA	N	NΔ	Δ	ΒΔ	ΑΠΝ	ΣΥΝΟΛΟ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.76	34.76
1	0.18	0.17	0.42	0.10	0.12	0.06	0.07	0.11	4.23	5.47
2	6.67	2.59	1.56	2.68	3.94	2.46	3.39	3.61	1.87	28.77
3	7.23	2.57	1.51	1.74	2.74	0.82	1.58	2.82	0.01	21.01
4	3.74	1.10	0.68	0.51	0.88	0.09	0.44	1.24	0.00	8.70
5	0.54	0.08	0.06	0.03	0.08	0.02	0.05	0.23	0.00	1.10
6	0.06	0.04	0.01	0.00	0.01	0.0	0.0	0.04	0.0	0.17
7	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.0	0.01
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM	18.43	6.56	4.25	5.06	7.77	3.45	5.54	8.06	40.88	100

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Πίνακας 1.5: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Ελληνικού (1955-2017) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

Bf	B	BA	A	NA	N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	ΑΠΝ	ΣΥΝΟΛΟ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.989	24.989
1	0.72	0.518	0.463	0.283	0.457	0.355	0.472	0.477		3.745
2	5.378	3.153	1.809	2.629	3.958	3.435	3.019	3.193		26.575
3	6.198	3.851	1.595	1.917	3.742	2.505	1.854	2.618		24.279
4	4.892	3.737	1.207	0.796	1.574	0.662	0.599	1.614		15.081
5	1.403	1.202	0.225	0.154	0.353	0.136	0.160	0.452		4.085
6	0.362	0.303	0.064	0.031	0.080	0.038	0.046	0.119		1.043
7	0.054	0.038	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.018		0.149
8	0.015	0.008	0.008	0	0.008	0.008	0	0.008		0.054
9	0	0	0	0	0	0	0	0		0
10	0	0	0	0	0	0	0	0		0
>11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUM	19.022	12.809	5.380	5.818	10.179	7.146	6.159	8.499	24.989	100

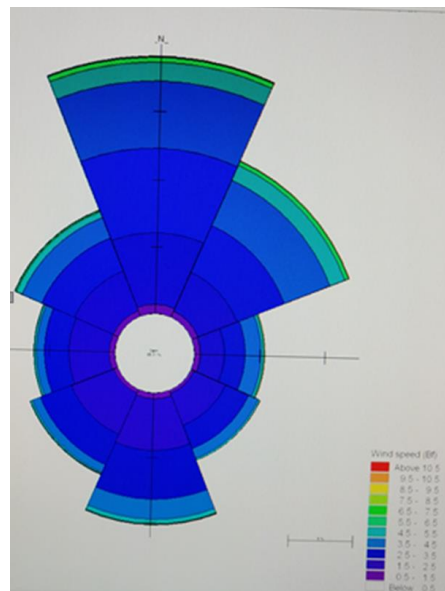
Πίνακας 1.6: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Μήλου (1955-1997) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

Bf	B	BA	A	NA	N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	ΑΠΝ	ΣΥΝΟΛΟ
0									6.609	6.609
1	1.842	0.428	0.428	0.767	0.164	1.305	1.272	2.949		9.209
2	4.615	1.633	0.91	1.622	0.647	2.521	2.16	4.495		18.603
3	5.733	2.478	0.778	1.491	0.669	2.62	1.94	2.828		18.537
4	6.808	3.289	0.625	1.381	0.57	2.631	1.294	1.633		18231
5	5.054	2.061	0.263	0.669	0.329	1.875	0.724	0.614		11.589
6	4.747	1.831	0.219	0.449	0.219	1.491	0.537	0.504		9.997
7	2.609	0.899	0.088	0.186	0.066	0.625	0.241	0.23		4.944
8	1.041	0.307	0.033	0.044	0.022	0.164	0.088	0.077		1.776
9	0.208	0.077	0.011	0.011	0.011	0.033	0.011	0.033		0.395
10	0.044	0.022	0	0	0	0.011	0.011	0.011		0.099
>11	0.011	0	0	0	0	0	0	0		0.011
SUM	19.282	15.512	5.872	6.146	11.219	8.742	6.43	8.688	18.109	100

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

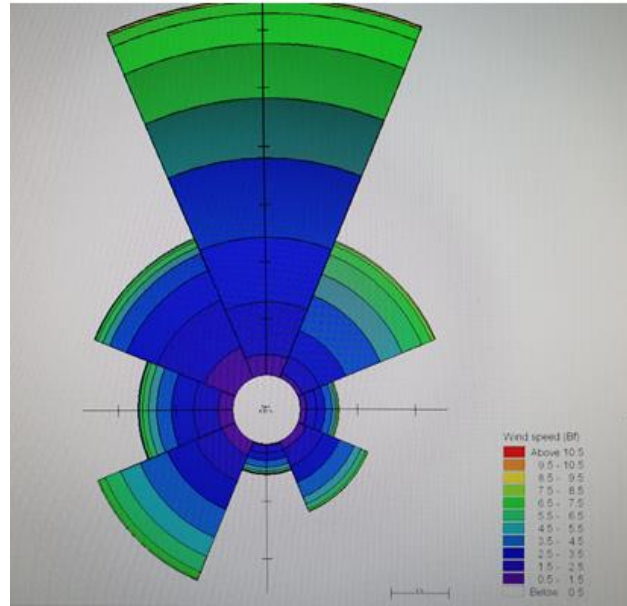
Πίνακας 1.7: Μέσα ετήσια ανεμολογικά δεδομένα Σταθμού (Ε.Μ.Υ.) Σούδας (1958-1997) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

Bf	B	BA	A	NA	N	ND	Δ	ΒΔ	ΑΓΝ	ΣΥΝΟΛΟ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.615	27.615
1	0.394	0.153	0.46	0.153	0.11	0.055	0.427	0.318		2.07
2	3.088	1.457	3.515	2.07	0.789	0.646	3.242	4.195		19.002
3	4.293	2.65	4.2171	1.435	0.493	0.635	5.18	6.286		25.243
4	3.198	1.719	1.533	0.526	0.23	0.405	4.381	4.392		16.384
5	1.172	0.482	0.307	0.241	0.142	0.164	2.114	1.446		6.068
6	0.438	0.153	0.088	0.099	0.066	0.077	1.088	0.537		2.466
7	0.131	0.044	0.022	0.077	0.033	0.022	0.329	0.164		0.822
8	0.033	0.011	0.011	0.022	0.011	0.011	0.077	0.033		0.209
9	0.011	0.011	0	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011		0.077
10	0	0	0	0.011	0.011	0	0.011	0		0.033
>11	0.011	0	0	0	0	0	0	0		0.011
SUM	12.769	6.68	10207	4.645	1.896	2.026	16.78	17.382	27.615	100

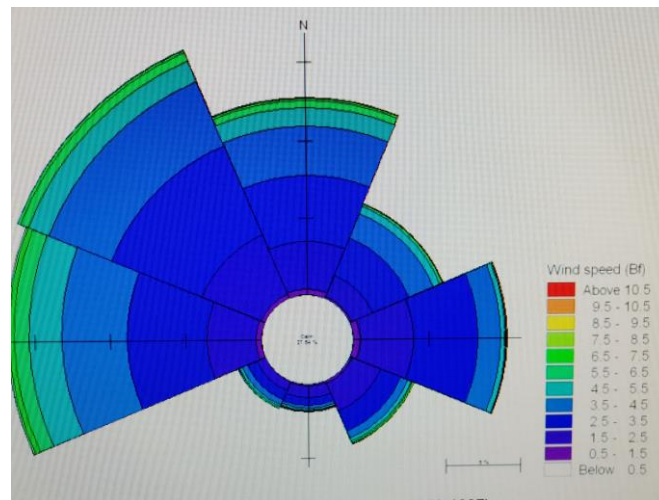


Εικόνα 1.6: Ανεμολογικό ροδόγραμμα Σταθμού Ελληνικού (1955-2017) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 1.7: Ανεμολογικό ροδόγραμμα Σταθμού Μήλου (1955-1997) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).



Εικόνα 1.8: Ανεμολογικό ροδόγραμμα Σταθμού Σούδας (1958-1997) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

γ. Μορφολογικά και βυθομετρικά στοιχεία

Η άμεση και ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της Μαρίνας Αλίμου πριν 18.000 χρόνια και μέχρι τουλάχιστον πριν 60.000 χρόνια ήταν χέρσος. Στο τέλος της πιο πρόσφατης παγετώδους περιόδου (πριν 15.000 – 18.000 χρόνια), λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας κατακλύστηκε από θάλασσα.

Μορφολογικά στην ευρύτερη περιοχή διακρίνονται δυο υποθαλάσσιες εξάρσεις (ύφαλοι). Ο πρώτος ύφαλος αναπτύσσεται στο βόρειο τμήμα της περιοχής σαν συνέχεια του ακρωτηρίου του Αγ. Κοσμά με μέση διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ.

Ο βυθός της υπό μελέτη περιοχής αποτελείται κυρίως από βραχώδες υπόβαθρο με μικρές ενδιάμεσες περιοχές άμμου και κροκάλων.

Η βαθυμετρία στη περιοχή του έργου, όπως προκύπτει από τα σχετικά βυθομετρικά στοιχεία των σχεδίων της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της μαρίνας Αλίμου 2018, παρουσιάζει διακύμανση με τα βάθη εντός της λιμενολεκάνης να κυμαίνονται από 3,4 έως 8,0m, ενώ στη είσοδο να κυμαίνονται από 7m έως 9m περίπου. Οι κλίσεις του πυθμένα εκτός της λιμενολεκάνης είναι της τάξεως του 2%.

Ειδικότερα, σύμφωνα με το υπ' αρ. σχέδιο 109.06 Χάρτης ευρύτερης περιοχής με βυθομετρικά στοιχεία (εικόνα 4.15) και το υπ' αρ. 109.01 τοπογραφικό διάγραμμα υφιστάμενης κατάστασης με βυθομετρικά στοιχεία εντός λιμενολεκάνης μαρίνας Αλίμου και πλησίον αυτής παραλιακό μέτωπο (εικόνα 4.16), που περιλαμβάνονται στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Μαρίνας Αλίμου 2018:

- Σε απόσταση 200m μπροστά από τον υπήνεμο μώλο της μαρίνας τα βάθη του πυθμένα ξεκινάνε από -7m (περιοχή υπήνεμου μώλου) και φτάνουν τα -9m.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- Στην είσοδο της μαρίνας, μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου τα βάθη κυμαίνονται από -7m (περιοχή υπήνεμου μώλου) έως -8m (περιοχή προσήνεμου μώλου).
- Ο προσήνεμος μώλος στην ακτή βρίσκεται σε βάθος -2m, το οποίο αυξάνει ομαλά σε -3m απότομα σε 6m, κατόπιν μειώνεται σε -5m (λόγω βραχώδους βάσης), και στη συνέχεια αυξάνει απότομα σε -7m και στη συνέχεια σε -9m στο τελειώμά του στην είσοδο της μαρίνας.
- Τα κρηπιδώματα προς τη μεριά της εκβολής του ρέματος της Πικροδάφνης, βρίσκονται σε βάθος -2m το οποίο αυξάνει βαθμιαία σε -3m, μετά σε -4m και φτάνει τα -6m στο άκρο του υπήνεμου μώλου.
- Ο υπήνεμος μώλος βρίσκεται μεταξύ των ισοβαθών -6m στο τελείωμα των κρηπιδωμάτων (όπου αρχίζει) και -7m στην είσοδο του λιμένα.
- Μπροστά από τον προσήνεμο μώλο και παράλληλα προς τον υπήνεμο μώλο τα βάθη εξελίσσονται από -9,0m έως -18m σε απόσταση 800m από την ακτογραμμή.
- Εντός της λιμενολεκάνης τα βάθη κυμαίνονται από -3,4m έως -8m. Οι κλίσεις του πυθμένα εκτός της λιμενολεκάνης είναι της τάξεως του 2%.

Για τις ανάγκες του προγράμματος *celeris* που παρουσιάζεται στα επόμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν τα προαναφερόμενα βυθομετρικά στοιχεία, όπως αυτά συμπληρώθηκαν σχετικά με τα βυθομετρικά στοιχεία των ναυτικών χαρτών για τα πιο βαθιά νερά έως την ισοβαθή των -40m αλλά και στα «ανοιχτά», δηλαδή στον Αργοσαρωνικό, στο Μυρτώο Πέλαγος και στο δυτικό Κρητικό Πέλαγος.

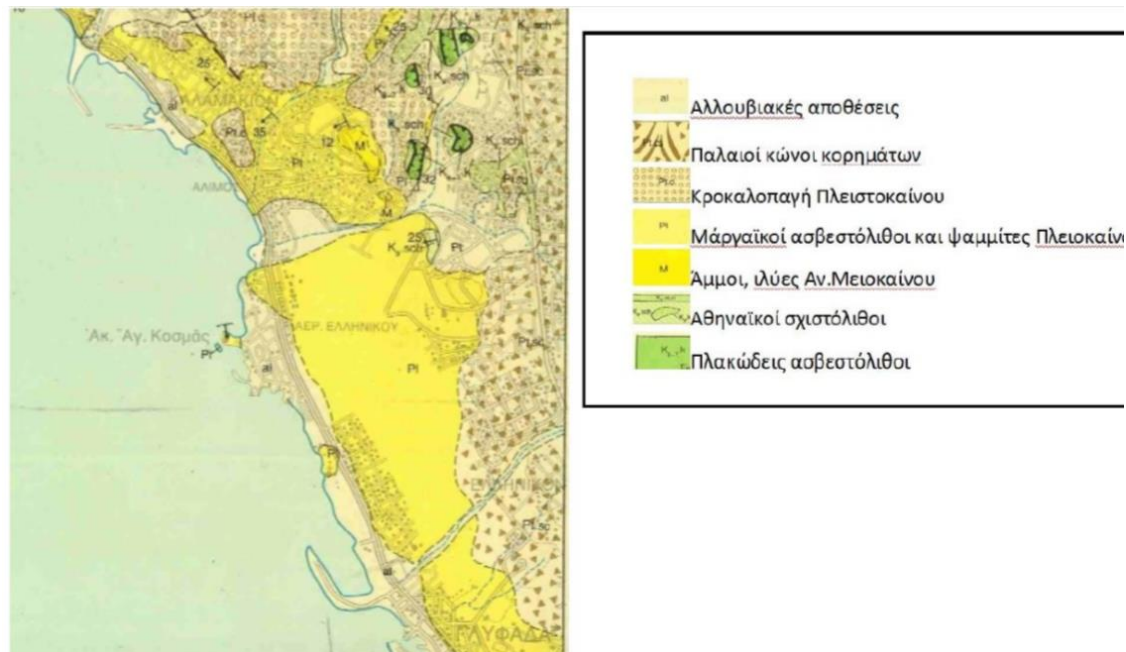
(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018-ιδία επεξεργασία)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

δ. Γεωλογικά, Εδαφολογικά, Τεκτονικά και Σεισμικά στοιχεία

Γεωτεκτονικά η εξεταζόμενη περιοχή ανήκει στο χώρο των Εσωτερικών Ελληνίδων. Σύμφωνα με τον κάτωθι γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ (φύλλο Αθήνα-Πειραιά), όλη η παράκτια ζώνη από την Μαρίνα Αλίμου έως τον Άγιο Κοσμά, πριν τη διενέργεια επιχωματώσεων και άλλων ανθρωπογενών επεμβάσεων κατά τη διαμόρφωση του παραλιακού μετώπου, των οδικών έργων και του αεροδρομίου του Ελληνικού, καλυπτόταν από αλουβιακές αποθέσεις.

(πηγή: Πέρλερος, Β., «Ειδική Υδρογεωλογική Μελέτη. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019-ιδία επεξεργασία)



Εικόνα 1.9: Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη ΙΓΜΕ (φύλλο Αθήνας-Πειραιά)

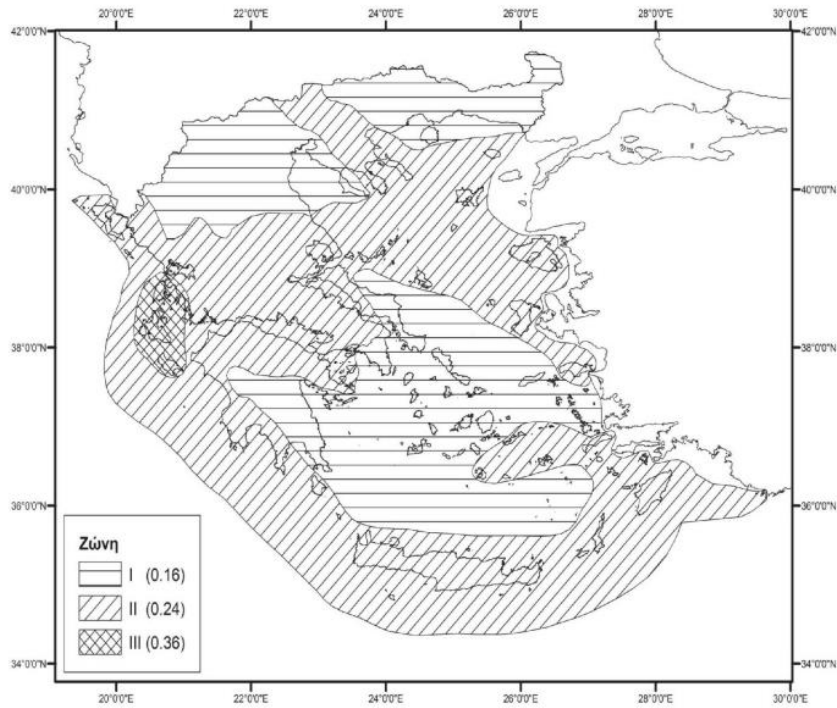
Τεκτονικά στοιχεία

Σύμφωνα με το χάρτη επικέντρων των πιο γνωστών ισχυρών σεισμών που έγιναν στον Ελληνικό χώρο κατά την περίοδο 1901-1986 (Παπαζάχος 1987,) και τις σύγχρονες μελέτες σεισμικής επικινδυνότητας του Ελληνικού χώρου (Τομέας Γεωφυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών & Θεσσαλονίκης Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, ΙΤΣΑΚ, 1989), η εξεταζόμενη

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

περιοχή χαρακτηρίζεται από μικρή σχετικά σεισμική επικινδυνότητα και κατατάσσεται στην Ζώνη Ι. (Παπαζάχος 1987).

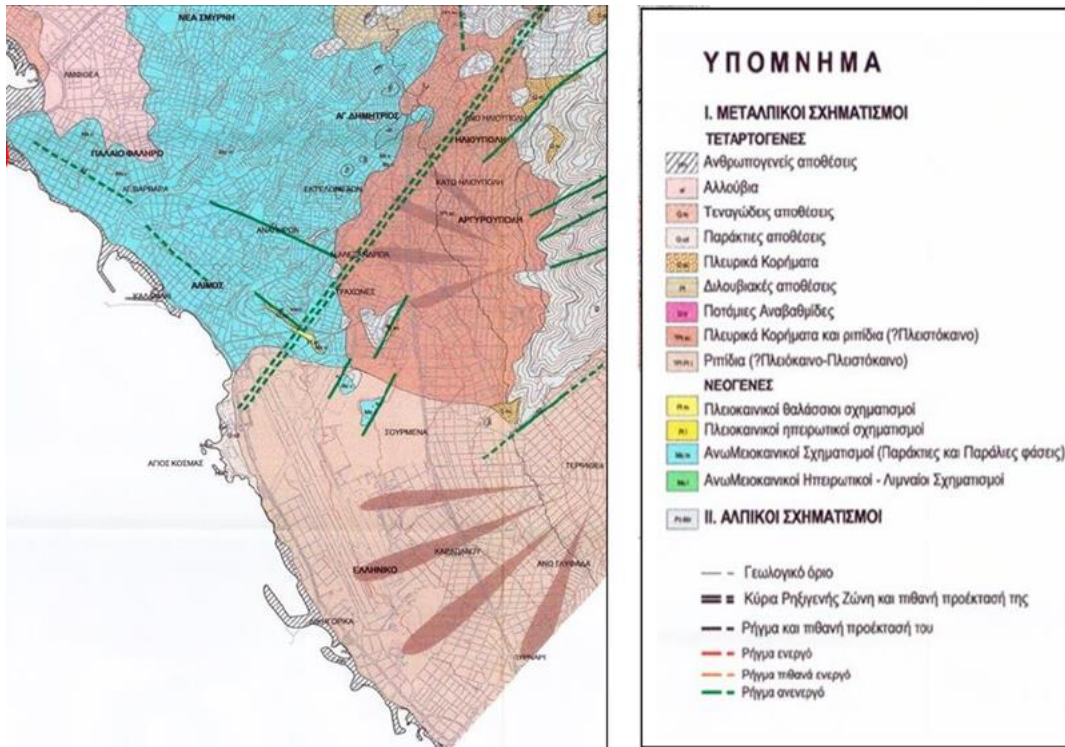
Σεισμικά στοιχεία



Εικόνα 1.10: Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος (πηγή: <https://www.civilprotection.gr/>)

Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδος που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 1154/Β/12.08.2003, η εξεταζόμενη περιοχή ανήκει στη Ζώνη Ι με $a = 0,16$ (συντελεστής οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης).

ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 1.11: Νεοτεκτονικός χάρτης του λεκανοπεδίου Αττικής (πηγή: Γεωλογική Γεωτεχνική Μελέτη Λεκανοπεδίου Αθηνών Πανεπιστημίου Αθηνών -ΟΑΣΠ Επιστημονικός Υπεύθυνος Παπανικολάου, 2002)

Στον παραπάνω νεοτεκτονικό χάρτη του λεκανοπεδίου Αττικής, παρατηρούμε ότι η περιοχή μελέτης παρουσιάζει ΑνωΜειοκινικούς σχηματισμούς (παράκτιες και παράλιες φάσεις)

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, η περιοχή μελέτης δεν εμφανίζει κάποιο σημαντικό επίκεντρο και γενικότερα μπορεί να χαρακτηριστεί ως περιοχή με ήπια σεισμική συμπεριφορά.

(πηγή: Πέρλερος, Β., «Ειδική Υδρογεωλογική Μελέτη. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019-ιδία επεξεργασία)

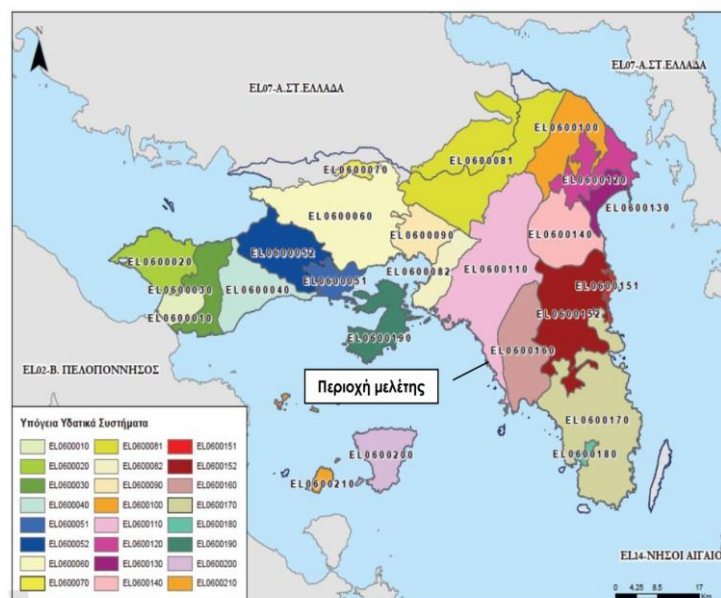
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Ειδικότερα, το ρέμα της Πικροδάφνης, έχει χαρακτηριστεί ως Ιδιαίτερου Περιβαλλοντικού Ενδιαφέροντος (ΦΕΚ 281/Δ/1993). Πηγάζει από τα δυτικά πρηνή του Υμηττού και εκβάλλει στο Σαρωνικό, σε ένα μικρό δέλτα στην ακτή Εδέμ στα σύνορα του Παλαιού Φαλήρου με τον Άλιμο, που αποτελεί το βορειοανατολικό όριο της μαρίνας Αλίμου. Η υδρολογική του λεκάνη έχει έκταση 22,4km² και μέσο υψόμετρο 260m (κορυφή Εύζωνος 1.022,50m).

(πηγή:https://el.wikipedia.org/wiki/Ρέμα_Της_Πικροδάφνης-ιδία επεξεργασία).

Υπόγεια Ύδατα

Σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη της «1ης Αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του ΥΔ Αττικής (EL06)» (ΦΕΚ 4672/Β/29-12-2017) η περιοχή μελέτης εντάσσεται στο Υπόγειο Υδατικό Σύστημα (ΥΥΣ) EL0600110: Υπόγειο Υδατικό Σύστημα Λεκάνης Κηφισού (Λεκανοπεδίου Αθήνας), το οποίο κατ' επικράτηση είναι κοκκώδους υδροφορίας και αναπτύσσεται στις προσχωματικές αποθέσεις και στα τριτογενή ιζήματα της λεκάνης του Κηφισού (Λεκανοπέδιο Αττικής).

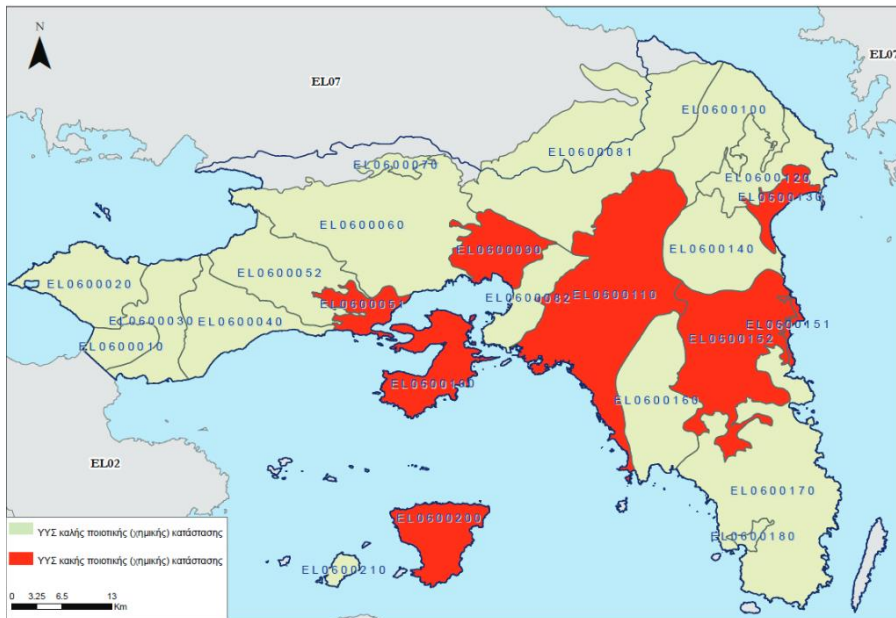


Εικόνα 1.13: Υπόγεια Υδατικά Συστήματα του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής
[πηγή: 1η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υ.Δ. Αττικής (EL06),2017-χάρτης 6]

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Ειδικότερα, με βάση τα στοιχεία του πίνακα 4-11(σελ. 61) και πίνακα 5-5 (σελ. 94) της 1^{ης} Αναθεώρησης ΣΔΔΑΠ, το Υπόγειο Υδάτινο Σύστημα (ΥΥΣ) της Λεκάνης Κηφισού (Λεκανοπεδίου Αθήνας) είναι άγνωστης οικολογικής κατάστασης, κατώτερη της καλής χημικής κατάστασης και καλής ποσοτικής κατάστασης.

Στον κάτωθι χάρτη 32 (σελ. 134) της 1ης Αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υ.Δ. Αττικής (EL06) (ΦΕΚ 4672/Β/2017), παρατηρούμε ότι η ποιοτική (χημική) κατάσταση του Υπόγειου Υδάτινου Συστήματος της Λεκάνης Κηφισού (Λεκανοπεδίου Αθήνας) είναι κακή.



Εικόνα 1.14: Ποιοτική κατάσταση των Υπόγειων Υδατικών Συστημάτων του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (EL06) [πηγή: 1η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υ.Δ. Αττικής (EL06), 2017 χάρτης 32]

Από τα προαναφερόμενα παρατηρούμε ότι η εξεταζόμενη περιοχή μελέτης (ευρύτερη περιοχή της μαρίνας Αλίμου), παρουσιάζει καλή ποσοτική κατάσταση υπόγειων υδάτων.

(πηγή: ΥΠΕΝ -1η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υ.Δ. Αττικής (EL06), 2017).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Θαλάσσια Ύδατα

Οι ακτές της άμεσης και ευρύτερης περιοχής μελέτης, από το Παλαιό Φάληρο μέχρι και τη Βουλιαγμένη χρησιμοποιούνται για αναψυχή-κολύμβηση, παρουσιάζουν τα τελευταία χρόνια καλής κατάστασης θαλάσσια ύδατα μετά την κατασκευή του βιολογικού καθαρισμού της Ψυττάλειας.

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης υπάρχουν τρεις (3) ακτές κολύμβησης, που ανήκουν στο Παράκτιο Υδατικό Σύστημα του Έσω (Κεντρικού) Σαρωνικού (GR000600010005N): η Ακτή Ήλιου, η Ακτή Αγίου Κοσμά και η Ακτή Γλυφάδας.

Η πλησίον στην Μαρίνα Αλίμου ακτή κολύμβησης με την επωνυμία «Ακτή Ήλιου» (Κωδικός Μητρώου Ταυτότητας Υδάτων Κολύμβησης GRBW069195016), από το έτος 1995 που αναγνωρίστηκε ως ακτή κολύμβησης, παρακολουθείται στο πλαίσιο των ετησίων προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιότητας των κολυμβητικών υδάτων, και τα ύδατά της αξιολογούνται ως εξαιρετικής ποιότητας σύμφωνα με την [Έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος για την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης στην Ελλάδα έτους 2018](#).

[πηγή: μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά 2019 και [BWD2018_nationalReport_GR.pdf](#) (ypen.gov.gr)-ιδία επεξεργασία].

Στάθμη Θάλασσας

Η στάθμη της θάλασσας, όπως καταγράφηκε από τον πλησιέστερο παλιρροιόμετρο της Υδρογραφικής Υπηρεσίας που βρίσκεται στο Λιμένα Πειραιά, παρουσιάζεται στους κάτωθι πίνακες (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Πίνακας 1.8: Στατιστικά στοιχεία Υδρογραφικής Υπηρεσίας Λιμένα Πειραιά (ως προς το μηδέν παλιρροιομέτρου) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων», Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά 2019).

Σταθμός	Μέγιστη πλήμμη	Μέση πλήμμη	Μέση στάθμη	Μέση ρηχία
Λιμένα Πειραιά	1.15	0.68	0.60	0.55

Πίνακας 1.9: Στατιστικά στοιχεία Υδρογραφικής Υπηρεσίας Λιμένα Πειραιά (μη εξαρτώμενο σημείο αναφοράς) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων». Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

Σταθμός	Μέγιστη πλήμμη	Μέση πλήμμη	Μέση στάθμη	Μέση ρηχία
Λιμένα Πειραιά (1990-2012)	0.29	0.09	0.01	1.15

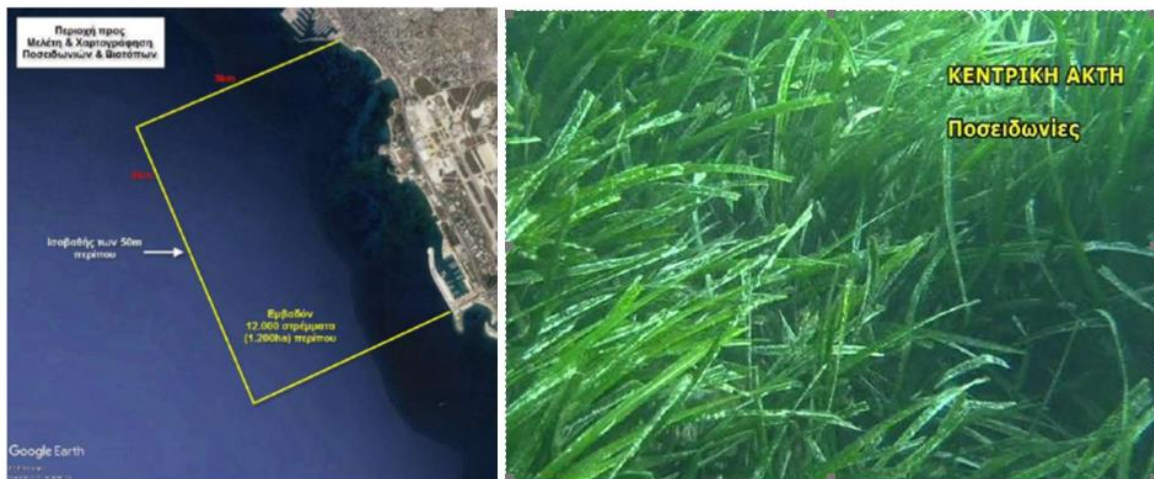
στ. Φυσικό Περιβάλλον

Η περιοχή μελέτης, χαρακτηρίζεται κυρίως από αστική δραστηριότητα, χωρίς προστατευόμενες περιοχές (δασικές εκτάσεις, περιοχές δικτύου NATURA 2000, κτλ.), εκτός από το βορειοανατολικό όριο της Μαρίνας Αλίμου το οποίο συμπίπτει με την εκβολή του ρέματος της Πικροδάφνης που έχει χαρακτηριστεί ως διατηρητέου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος με την υπ' αρ. 9173/1642/1993 Υ.Α. «Χαρακτηρισμός ως διατηρητέου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος ρεμάτων, χειμάρρων, ρυακιών του Ν. Αττικής» (ΦΕΚ 281/Δ/1993). (πηγή: <https://www.et.gr>).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

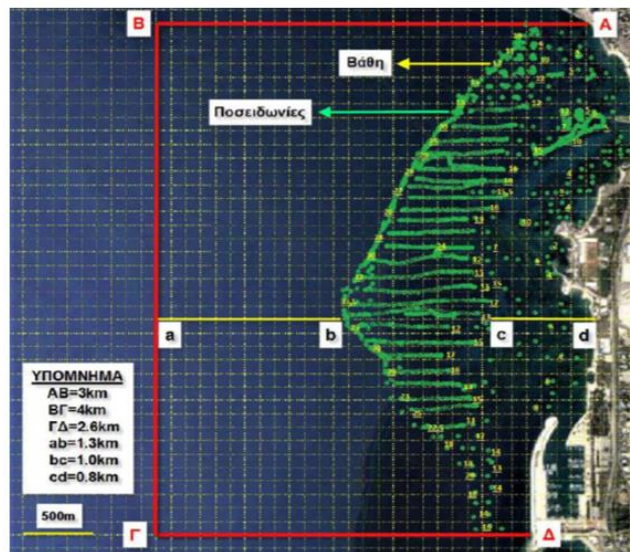
Από την υποβρύχια βιολογική έρευνα που διεξάχθηκε το 2018 στη θαλάσσια περιοχή που οροθετείται από τον προσήνεμο μώλο της Μαρίνας Αλίμου έως το Ν/Α άκρο της Μαρίνας του Αγίου Κοσμά (μήκος ακτογραμμής 4km περίπου) και σε απόσταση 3km περίπου από την ακτή, διαπιστώθηκε η ύπαρξη μεταξύ άλλων λιβαδιών (λειμώνων) του προστατευόμενου ανώτερου φυτού *Posidonia oceanica*.

(πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Υποβρύχια Βιολογική Έρευνα. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).



Εικόνα 1.15: Αποτύπωση περιοχής χαρτογράφησης Ποσειδωνίων –φωτογραφίες κεντρικής ακτής με ποσειδωνίες (πηγή : ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Υποβρύχια Βιολογική Έρευνα. Μελέτες για την Ανάπτυξης του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού – Αγίου Κοσμά», 2019).

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 1.16: Αποτύπωση Λειβαδιών Ποσειδωνιών και Βάθη θάλασσας (πηγή : ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Υποβρύχια Βιολογική Έρευνα. Μελέτες για την Ανάπτυξης του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού – Αγίου Κοσμά», 2019).

Όπως φαίνεται από την παραπάνω εικόνα, σε όλη τη θαλάσσια περιοχή που διερευνήθηκε με υποβρύχια βιολογική έρευνα στο πλαίσιο Ανάπτυξης του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού – Αγίου Κοσμά, οι περιοχές εμφάνισης λιβαδιών ποσειδωνίας (πράσινου χρώματος) ξεκινούν σε απόσταση από την ακτή που κυμαίνεται από τα 400μ. έως τα 800μ., ενώ φτάνουν σε πυκνούς σχηματισμούς σε αποστάσεις που κυμαίνονται από τα 500μ. έως τα 2.000μ. από την ακτή.

ζ. Κλιματική αλλαγή

Στο πλαίσιο της ακτομηχανικής μελέτης που εκπονήθηκε το 2019 από την ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά (περιοχή πλησίον μαρίνας Αλίμου), μελετήθηκε η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην αύξηση της Μέσης Στάθμης Θάλασσας, για τα επόμενα 50 χρόνια και προβλέφθηκε:

- Αύξηση της Μέσης Στάθμης Θάλασσας κατά 0.20μ.
- Αύξηση της Μέγιστης Στάθμης κατά 9% λόγω της μετεωρολογικής παλίρροιας (storm surge).
- Αύξηση του σημαντικού ύψους κύματος H_s στα «ανοιχτά» κατά 6%.

1.2.4 Γενικός σχεδιασμός της Μαρίνας Αλίμου-προοπτική εξέλιξης.

Με το από 13.08.2018 Π. Δ/γμα (ΦΕΚ 172/ΑΑΠ/21.08.18), εγκρίθηκε ο γενικός σχεδιασμός της μαρίνας Αλίμου.

Ειδικότερα, σύμφωνα με το από 13.08.2018 Π. Δ/γμα «Εγκριση Γενικού Σχεδιασμού Μαρίνας Αλίμου» (ΦΕΚ 172/ΑΑΠ/21.08.18) προβλέπονται μεταξύ άλλων:

«...Άρθρο 2 (Χρήσεις γης, όροι δόμησης επί της χερσαίας ζώνης μαρίνας Αλίμου και κατευθύνσεις σχεδιασμού επί της χερσαίας και θαλάσσιας ζώνης μαρίνας Αλίμου).....

ε. Ο προσήνεμος μώλος, ο υπήνεμος μώλος και οι εννέα σταθεροί προβλήτες διατηρούνται.

στ. Τα ειδικότερα λιμενικά έργα, όπως η διαπλάτυνση του ακρομωλίου του υπήνεμου μώλου, η κατασκευή νηοδόχου και ράμπας ανέλκυσης/καθέλκυσης σκαφών, η προσθήκη πλωτών προβλητών εντός της λιμενολεκάνης και τυχόν άλλα συμπληρωματικά λιμενικά έργα, πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους του δεύτερου σταδίου της χωροθέτησης.

ζ. Εντός της θαλάσσιας ζώνης της μαρίνας ισχύουν τα εξής:

αα) Οι θαλάσσιες υποδομές της μαρίνας αφορούν αποκλειστικά στην εξυπηρέτηση σκαφών αναψυχής.

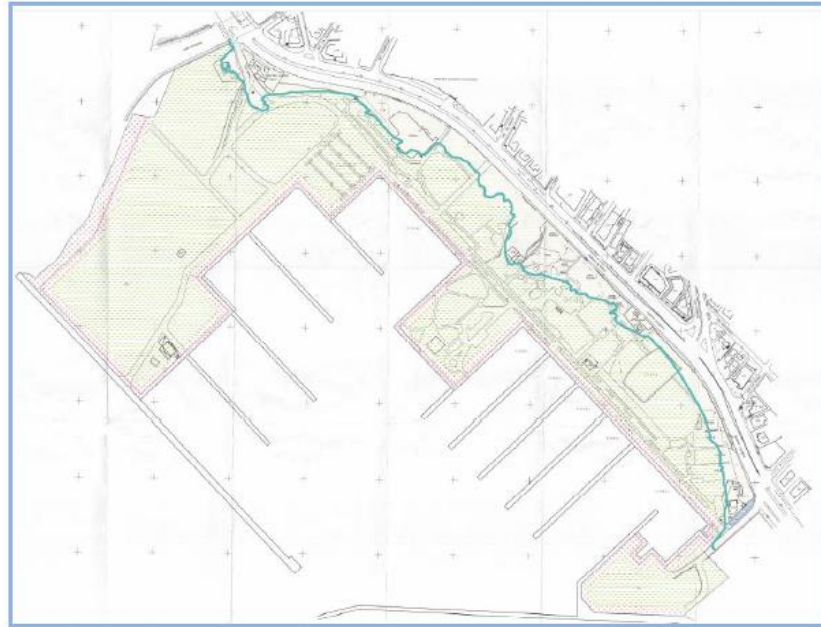
ββ) Επιτρέπεται κατ' εξαίρεση ο ελλιμενισμός ναυταθλητικών σκαφών και περιορισμένου αριθμού αλιευτικών και άλλων σκαφών.....

γγ) Η προσέγγιση υδροπλάνου εντός της λιμενολεκάνης της μαρίνας είναι δυνατή σύμφωνα με τα οριζόμενα στην κείμενη νομοθεσία περί ανάπτυξης υδατοδρομίου.»

(πηγή: www.et.gr-ΦΕΚ 172/ΑΑΠ/21.08.18).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

«Λιμενικά Έργα της Μαρίνας Αλίμου»



Εικόνα 2.1: Τοπογραφική Αποτύπωση Μαρίνας Αλίμου. Με διακριτό πράσινο χρώμα απεικονίζεται η παλιά ακτογραμμή (Πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018-Σχέδιο υπ' αριθμ. 129/2003 της ΕΤΑΔ ΑΕ).

2.1 Μώλοι (προσήνεμος-υπήνεμος), κυματοθραύστες, κρηπιδώματα και προβλήτες (Πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018)

Η θαλάσσια ζώνη της Μαρίνας Αλίμου (εντός και εκτός λιμένα) έχει συνολική επιφάνεια περίπου 421 στρεμμάτων. Περιλαμβάνει θαλάσσιο χώρο ελλιμενισμού των σκαφών αναψυχής (λιμενολεκάνη) επιφάνειας 250.653,36m² και οριοθετείται προς:

- νότο από τον προσήνεμο μώλο,
- νοτιοδυτικά από τον υπήνεμο μώλο,
- δυτικά, βόρεια και ανατολικά από τα παραλιακά κρηπιδώματα

(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018-ιδία επεξεργασία).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 2.2: φωτογραφία προσήνεμου μώλου (πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018).

Ο προσήνεμος μώλος, είναι κεκαμένου σχήματος, έχει συνολικό μήκος περίπου 700m, εμβαδόν 13.569,10m² και λειτουργικά προστατεύει τη λιμενολεκάνη έναντι των κυματισμών του νότιου-νοτιοανατολικού τομέα.

Πρόκειται για λιμενικό έργο με κατακόρυφα μέτωπα, εσωτερικά και εξωτερικά, το οποίο φέρει τοίχο προστασίας για να μην υπερπηδάται από τους κυματισμούς.

Για την επιπλέον προστασία της λιμενολεκάνης από τους κυματισμούς, έχουν τοποθετηθεί κυματοθραύστες, αποτελούμενοι από φυσικούς ογκόλιθους τυχαίας κατανομής:

- α. στο πρηνές της εξωτερικής πλευράς του μώλου και
- β. στην εσωτερική πλευρά του μώλου και σε μήκος περί τα 250m από το ακρομώλιο προς τη βάση του.

Στην εσωτερική πλευρά του μώλου πρυμνοδετούν μεγάλα σκάφη αναψυχής, μήκους άνω των 25m.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 2.3: φωτογραφία υπήνεμου μώλου (πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018).

Ο υπήνεμος μώλος, έχει ευθύγραμμο σχήμα, μήκος περίπου 290m και εμβαδόν 6.360,73m².

Πρόκειται για λιμενικό έργο με κατακόρυφα μέτωπα, εσωτερικά και εξωτερικά, το οποίο φέρει τοίχο προστασίας για την αποφυγή υπερπήδησης και την επιπλέον προστασία της λιμενολεκάνης έναντι των κυματισμών του νοτιοδυτικού-δυτικού τομέα.

Για την επιπλέον προστασία της λιμενολεκάνης από τους κυματισμούς, έχουν τοποθετηθεί στην εξωτερική πλευρά του μώλου στο πρανάς, κυματοθραύστες, αποτελούμενοι από φυσικούς ογκόλιθους τυχαίας κατανομής. Οι εν λόγω κυματοθραύστες είναι σε καλή κατάσταση, εκτός από τους ογκόλιθους της βάσης του μώλου που έχουν αποδιοργανωθεί.

Ο μώλος είναι προσβάσιμος σε πεζούς και οχήματα έως το ακρομώλιό του και στην εσωτερική του πλευρά πρυμοδετούν μεγάλα σκάφη αναψυχής, μήκους άνω των 20m.

Περιμετρικά της λιμενολεκάνης αναπτύσσονται τα παραλιακά κρηπιδώματα της Μαρίνας, ενώ κάθετα σε αυτά έχουν κατασκευαστεί σταθερές προβλήτες, όπως παρουσιάζονται

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

στην εικόνα 2.1, στις οποίες γίνεται, κατά κύριο λόγο, η πρόσδεση των σκαφών αναψυχής.

Ειδικότερα, στη βορειοδυτική πλευρά της λιμενολεκάνης υπάρχουν παραλιακά κρηπιδώματα συνολικού μήκους 555 m, στα οποία κάθετα υπάρχουν οι σταθερές προβλήτες:

- ΠΡ.1, μήκους 160m και εμβαδού 798,24m²
- ΠΡ.2, μήκους 160m και εμβαδού 799,69m²
- ΠΡ.3 μήκους 160m και εμβαδού 817,48m² &
- ΠΡ.4, μήκους 100m και εμβαδού 500,32m².

Στη βορειοανατολική πλευρά της λιμενολεκάνης υπάρχουν παραλιακά κρηπιδώματα συνολικού μήκους 885m, στα οποία κάθετα υπάρχουν οι σταθερές προβλήτες:

- ΠΡ.5 μήκους 55m και εμβαδού 328,24m²,
- ΠΡ.6 μήκους 180m και εμβαδού 1.076,14m²,
- ΠΡ.7 μήκους 180m και εμβαδού 1.069,99m² ,
- ΠΡ.8 μήκους 180m και εμβαδού 1.090,32m² και
- ΠΡ.9, μήκους 180m και εμβαδού 1.095,14m².

Στο νοτιοανατολικό άκρο της λιμενολεκάνης ένα τμήμα του θαλάσσιου χώρου έχει παραχωρηθεί στο ΝΟΚ. Πρόκειται για κρηπιδώματα συνολικού μήκους 400m περίπου στη θαλάσσια περιοχή στα ανατολικά της προβλήτας ΠΡ.9, καθώς και στη βόρεια πλευρά του χερσαίου χώρου του ΝΟΚ συνολικής επιφάνειας 19.128,38m².

Στην ίδια περιοχή, δηλαδή στη βάση του προσήνεμου μώλου, προβλέπεται ο ελλιμενισμός μικρού αριθμού αλιευτικών σκαφών, στους ιδιοκτήτες των οποίων έχει δοθεί – ονομαστικά – το δικαίωμα ελλιμενισμού μέσα στη Μαρίνα Αλίμου.

Το συνολικό εμβαδόν των υφιστάμενων σταθερών προβλητών, του υπήνεμου και του προσήνεμου μώλου είναι 27.505,39m².

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η περιγραφή και το μήκος των υφιστάμενων προβλητών:

Πίνακας 2.1 Διαστάσεις Εγκάρσιων προβλήτων_(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018).

Α/Α	ΜΗΚΗ ΠΡΟΒΛΗΤΩΝ	
	ΣΤΑΘΕΡΟ ΤΜΗΜΑ (m)	ΠΛΩΤΟ ΤΜΗΜΑ (m)
1	159.65	80.40
2	159.65	67.00
3	162.10	30.30 & 40.40
4	98.95	
5	55.05	
6	180.10	84.00
7	180.25	93.80
8	180.25	80.40
9	180.40	

(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018-ιδία επεξεργασία).

2.2 Χερσαίες εγκαταστάσεις και υποδομές

Η χερσαία ζώνη της Μαρίνας Αλίμου στο σύνολό της έχει συνολική επιφάνεια περίπου 227 στρεμμάτων (227.003,78m²) (εκτός των προβλητών). Εκτείνεται προς:

- βόρεια, μεταξύ της εκβολής του ρέματος Πικροδάφνης,
- ανατολικά, της τροχιολωρίδας του τραμ και της παραλιακής λεωφόρου Ποσειδώνος, &
- νότια, της παραλίας «Ζέφυρος» του Δήμου Αλίμου.

Η χερσαία ζώνη, η οποία οριοθετείται προς την πλευρά της θάλασσας από τα υφιστάμενα κρηπιδώματα, τον προσήνεμο και τον υπήνεμο μώλο της μαρίνας, περιλαμβάνει:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- Φυλάκιο Εισόδου.
- Διοικητήριο μαρίνας.
- Α' Υποσταθμό.
- Β' Υποσταθμό.
- Αντλιοστάσιο Πυρόσβεσης και Δεξαμενές Νερού.
- Αποθήκη Υλικού (τέως συγκρότημα WC 2).
- Αντλιοστάσιο αποθ.
- Αντλιοστάσιο WC2.
- Αντλιοστάσιο Α.
- Αντλιοστάσιο Β.
- Γραφείο.
- Συνεργείο.
- Ηλεκτρικοί πίνακες.
- Συγκρότημα WC-Ντους 1.
- Συγκρότημα WC-Ντους 2.
- Χώρος Τεχνικής Εξυπηρέτησης Σκαφών (η ανέλκυση - καθέλκυση σκαφών γίνεται με ιδιωτικούς ελαστικοφόρους γεραμούς).
- Περιβάλλον Χώρος Πρασίνου.
- Δίκτυο Κυκλοφορίας Οχημάτων.
- Πρατήριο Καυσίμων & Πλυντήριο για εξυπηρέτηση οχημάτων.
- Αναψυκτήριο.
- Εγκαταστάσεις εστίασης (Κέντρο Διασκέδασης, Εστιατόριο – Μπαρ, Καφετέρια) & υπαίθριοι χώροι στάθμευσης & χώροι πρασίνου.
- Υπαίθριες εγκαταστάσεις κολυμβητηρίου.
- Εγκαταστάσεις Ναυτικού Ομίλου Καλαμακίου (ΝΟΚ) (φυλάκιο, υποστηρικτικές εγκαταστάσεις, κ.λπ.).
- Εγκαταστάσεις αλιευτικών σκαφών στους ιδιοκτήτες των οποίων έχει δοθεί (ονομαστικά) το σχετικό δικαίωμα ελλιμενισμού.

Οι οριογραμμές αιγιαλού και παραλίας στην περιοχή της μαρίνας Αλίμου, έχουν καθοριστεί με την υπ' αριθμ. 600143/27.2.1979 Απόφαση Νομάρχη Αττικής (ΦΕΚ 193/Δ'/29.3.79), όπως ισχύει.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Η πρόσβαση στη χερσαία ζώνη γίνεται από δύο εισόδους, στο βόρειο και νότιο τμήμα της, μέσω της παραλιακής λεωφόρου Ποσειδώνος.

Η οδική κυκλοφορία στο εσωτερικό της μαρίνας διασφαλίζεται από ένα κύριο οδικό άξονα που διασχίζει τη χερσαία ζώνη της από τον υπήνεμο έως τον προσήνεμο μώλο.

Εντός της χερσαίας ζώνης της Μαρίνας Αλίμου, έχουν αναπτυχθεί διάφορες δραστηριότητες περιμετρικά της λιμενολεκάνης οι οποίες είναι είτε άμεσα εξαρτημένες με τη λειτουργία της μαρίνας είτε όχι.

Στον κύριο χερσαίο χώρο της μαρίνας, κατά μήκος της Λ. Ποσειδώνος, υπάρχουν χωροθετημένες:

- πρόχειρες εγκαταστάσεις τα οποία στεγάζουν γραφεία των εταιριών ενοικίασης επαγγελματικών σκαφών αναψυχής (chartering), επισκευαστών σκαφών, παρόχων άλλων υπηρεσιών,
- καντίνες,
- ένας σταθμός καυσίμων (παραχωρημένος σε ιδιώτη),
- ένα κέντρο διασκέδασης,
- ένα μεγάλης κλίμακας εστιατόριο - αναψυκτήριο (σε μισθωμένο σε ιδιώτη χώρο),
- ένας χώρος παραχωρημένος στον Δήμο Αλίμου στον οποίο έχει κατασκευαστεί κολυμβητήριο ολυμπιακών διαστάσεων και μεγάλης κλίμακας καφετέρια,
- χώροι στάθμευσης,
- χώροι πρασίνου,
- υποσταθμοί και μηχανοστάσια, και
- λοιποί εκτεταμένοι ανεκμετάλλευτοι χερσαίοι χώροι.

Η χερσαία ζώνη της μαρίνας προς τη Λ. Ποσειδώνος, οριοθετείται (από τη βόρεια μέχρι τη νότια είσοδο της) με περίφραξη που την απομονώνει από την γύρω περιοχή.

(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου 2018-ιδία επεξεργασία).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

«Μετασχηματισμοί Κυματισμών Κοντά στην Ακτή (συνοπτικά) Προσέγγιση Boussinesq»

3.1 Μετασχηματισμοί κυματισμών στην παράκτια ζώνη

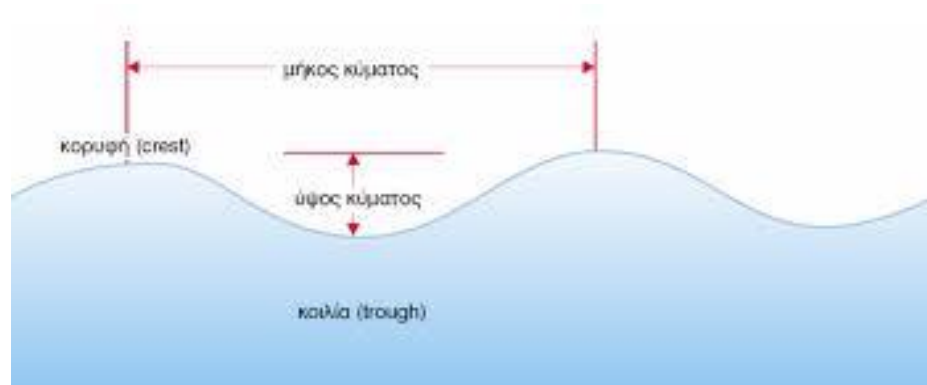
3.1.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια η παράκτια ζώνη δέχεται περιβαλλοντικές πιέσεις, που δημιουργούν αρκετά προβλήματα, όπως τη διάβρωση των ακτών. Λόγω της κλιματικής αλλαγής, το πρόβλημα της διάβρωσης εντείνεται, επηρεάζοντας μεταξύ άλλων και τη λειτουργία των λιμενικών και παράκτιων τεχνικών έργων τα οποία χρήζουν πλέον επανασχεδιασμού /αναβάθμισης. (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995).

Ο κυματισμός, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους γεωμορφολογικούς παράγοντες που δρουν στην παράκτια ζώνη.

Τα κύματα που προσπίπτουν στην ακτή, ανάλογα με τα εμπόδια που ενδεχομένως συναντήσουν μετασχηματίζονται και δημιουργούν τα φαινόμενα όπως: της ανάκλασης, της διάθλασης, της περίθλασης, της θραύσης και της αναρρίχησης στην ακτή. (πηγή: ΚΑΡΑΜΠΙΑΣ, Θ., «Μη Γραμμικό Μοντέλο Μετάδοσης Κυματισμών για το Σχεδιασμό Παράκτιων Τεχνικών Έργων», 2001).

3.1.2 Χαρακτηριστικά κυμάτων



Εικόνα 3.1: Απεικόνιση χαρακτηριστικών κυμάτων

Οι κυματισμοί χαρακτηρίζονται χωρικά από:

- το μήκος κύματός τους L (οριζόντιο μήκος στο οποίο επεκτείνεται ή επαναλαμβάνεται η διαταραχή της στάθμης),
- το ύψος τους H (μέγιστη απόσταση μεταξύ κοιλιάς και κορυφής του κύματος)
- Το μισό του ύψους κύματος ($H/2$) λέγεται εύρος της ταλάντωσης ή ακτίνα περιστροφής των σωματιδίων ή πλάτος κύματος a (m) και είναι εξ ορισμού: $a = H/2$
- χρονικά, στην περίπτωση των περιοδικών κυματισμών, από την περίοδο τους T .

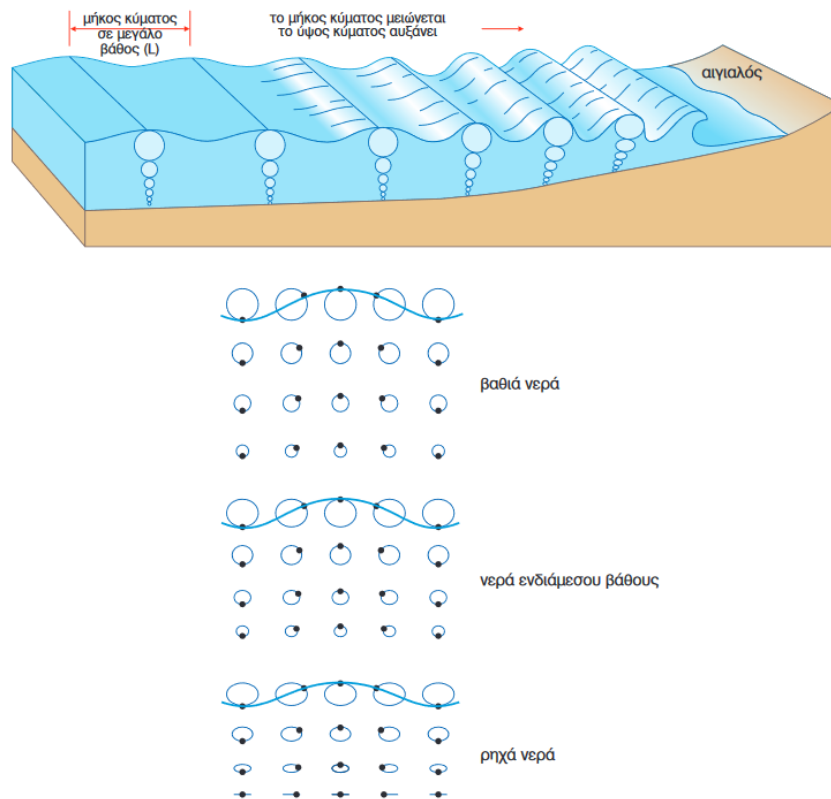
Το γενεσιουργό αίτιο των κυματισμών, συνοπτικά, είναι η μεταφορά ενέργειας προς την υδάτινη μάζα μέσω μαζικών και οριακών δυνάμεων.

(πηγή: <https://eclass.hua.gr/modules/document/file.php/GEO143/My%20Book/%28029-047%29%20kef.02.pdf>)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Οι ανεμογενείς κυματισμοί που εμφανίζονται στον παράκτιο χώρο αποτελούν συνισταμένη κυματισμών διαφορετικής προέλευσης με διάφορα χαρακτηριστικά περιόδου T και έχουν τρισδιάστατη μορφή.

(πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

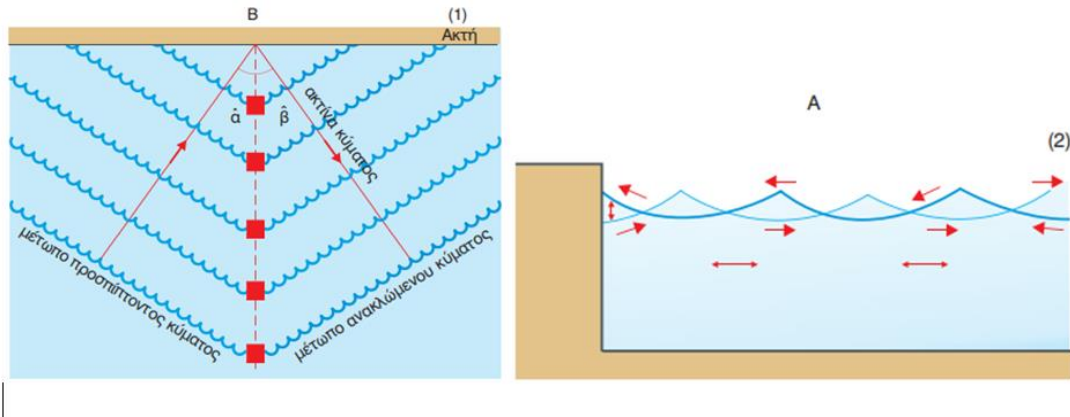


Εικόνα 3.2: Απεικόνιση της σταδιακής μεταβολής των χαρακτηριστικών των κυμάτων καθώς πλησιάζουν την ακτή

(πηγή: <https://eclass.hua.gr/modules/document/file.php/GEO143/My%20Book/%28029-047%29%20kef.02.pdf>).

3.1.3 Μετασχηματισμοί κυμάτων στην παράκτια ζώνη

α. Ανάκλαση κυμάτων (wave reflection)



Εικόνα 3.3: Απεικόνιση ανάκλασης κυμάτων (πηγή: Beer, 1983)

Οι κυματισμοί που προσπίπτουν σε παράκτιες κατασκευές, όπως κατακόρυφα μέτωπα και κυματοθραύστες, ανακλώνται από αυτές.

Κατά το φαινόμενο της ανάκλασης, ο ανακλώμενος κυματισμός μεταδίδεται προς την αντίθετη κατεύθυνση από του προσπίπτοντος, με τον οποίο και αλληλοεπιδρά δημιουργώντας στάσιμο κυματισμό.

Η στιγμιαία ανύψωση της στάθμης ενός στάσιμου κυματισμού μπορεί να υπολογιστεί για την περίπτωση της ολικής ανάκλασης από το άθροισμα δύο κυματισμών ίδιου ύψους με αντίθετη κατεύθυνση, εξίσωση (1) ή (2):

$$\eta = \frac{H}{2} \cos(kx - \sigma t) + \frac{H}{2} \cos(kx + \sigma t) \quad (1) \quad \text{ή}$$

$$\eta = H \cos(\sigma t) \cos(kx) \quad (2)$$

Παρόμοια οι ταχύτητες και η πίεση δίνονται από τις εξισώσεις (3) και (4) αντίστοιχα:

$$u = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \sin(kx) \sin(\sigma t)$$

$$w = \frac{\pi H}{T} \frac{\sinh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cos(kx) \sin(\sigma t) \quad (3)$$

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

$$p = -\rho g z + \rho g H \frac{\cosh(k(d+z))}{\cosh(kd)} \cos(kx) \cos(\sigma t) \quad (4)$$

Στην περίπτωση μερικής ανάκλασης από κυματοθραύστες ή απορροφητικούς κρηπιδότοιχους η εξίσωση (1) γίνεται:

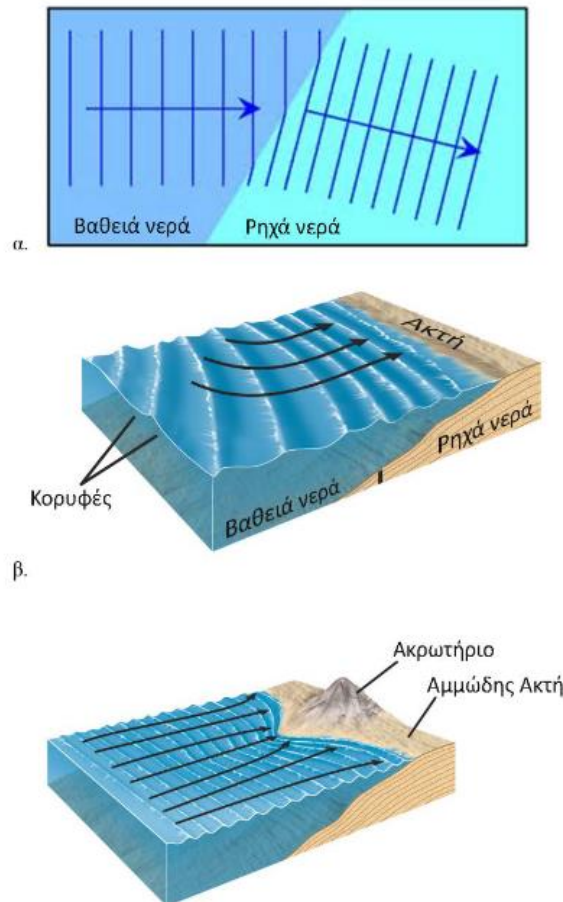
$$\eta = (H/2) \cos(kx - \sigma t) + C_R (H/2) \cos(kx + \sigma t)$$

όπου C_R ο συντελεστής ανάκλασης, του οποίου οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 1

($C_R = 1$: πλήρης ανάκλαση, $C_R = 0$: πλήρης απορρόφηση) .

(πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995).

β. Διάθλαση



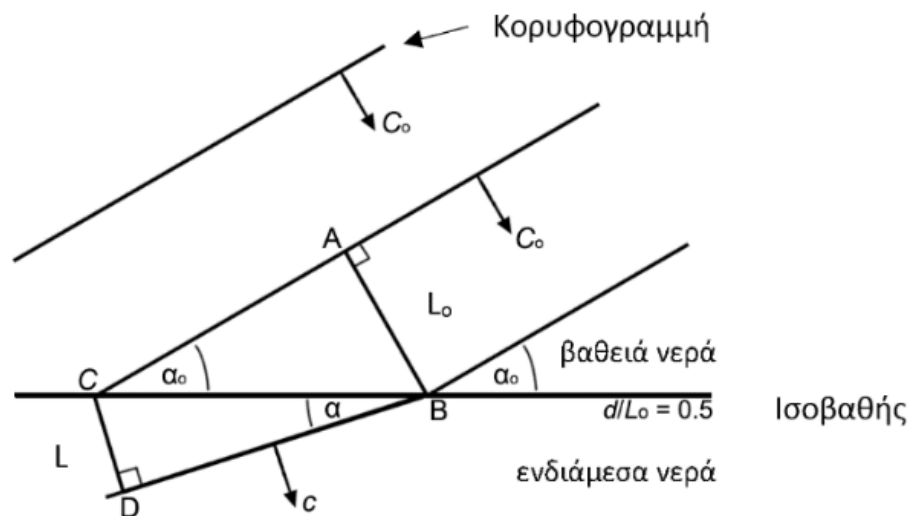
Εικόνα 3.4: Απεικόνιση διάθλασης κυμάτων (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Η διάθλαση (refraction) είναι το φαινόμενο της αλλαγής της κατεύθυνσης των κυματισμών, όταν αυτοί μεταδίδονται σε διαφορετικά βάθη (εικόνα 3.4α).

Ειδικότερα, λόγω του ότι τα σημεία της κορυφογραμμής ενός κυματισμού που βρίσκονται σε μικρότερο βάθος μεταδίδονται με μικρότερη ταχύτητα από αυτά που βρίσκονται σε μεγαλύτερο, στο ίδιο χρονικό διάστημα διανύουν μικρότερη απόσταση. Οπότε, οι κυματισμοί που πλησιάζουν την ακτή και μεταδίδονται σε ολοένα και μικρότερα βάθη, μεταβάλλεται η κατεύθυνσή τους και τείνουν να προσπίπτουν κάθετα στην ακτή, ενώ οι κορυφές τείνουν να γίνουν παράλληλες προς τις ισοβαθείς (εικόνα 3.4β).

Στα πάρα πολύ μικρά βάθη, η γωνία πρόσπτωσης μειώνεται τείνοντας στο μηδέν. Οι γραμμές των κορυφών των κυματισμών που τείνουν να παραλληλιστούν με τις ισοβαθείς του πυθμένα, ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να αποκλίνουν, π.χ. σε έναν κόλπο, οπότε έχουμε μείωση του ύψους κύματος, ή να συγκλίνουν, π.χ. σε ένα ακρωτήριο, οπότε έχουμε αύξηση του ύψους κύματος (εικόνα 3.4γ).



Εικόνα 3.5: Ορισμός διάθλασης κυμάτων (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

Ένας κυματισμός στα βαθιά νερά μήκους L_0 , που εισέρχεται στα ενδιάμεσα νερά και το μήκος του μειώνεται σε L (εικόνα 3.5.), με γωνία πρόσπτωσης στα βαθιά νερά α_0 και στα

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

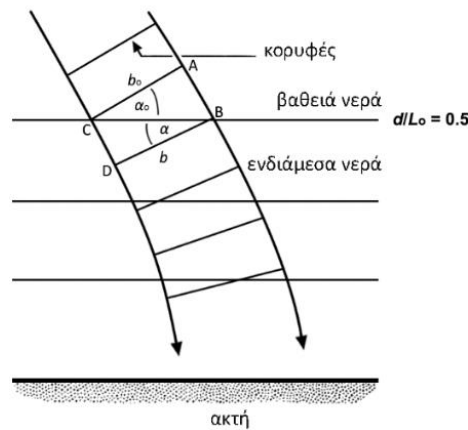
ενδιάμεσα και ρηγά νερά α , διανύει απόσταση $AB=L_0$ στα βαθιά νερά και την απόσταση $CD=L$ στα ενδιάμεσα, στη διάρκεια μιας περιόδου, ισχύει:

$$BC = \frac{L_0}{\sin \alpha_0} = \frac{L}{\sin \alpha} \quad (5)$$

ή

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_0} = \frac{L}{L_0} \quad (6)$$

Η σχέση (6) είναι γνωστή ως «νόμος του Snell».



Εικόνα 3.6: Μεταβολή κατεύθυνσης των ορθογώνιων κυματισμών σε παράλληλες ισοβαθείς (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

Αν ο κυματισμός μεταδοθεί σε διαφορετικό βάθος, η απόσταση μεταβάλλεται από την αρχική b_0 (απόσταση ανάμεσα σε δύο ευθείες κάθετες στη κορυφογραμμή) σε b , λόγω αλλαγής της κατεύθυνσης μετάδοσης, όπου σύμφωνα με το σχήμα της εικόνας 3.6 προκύπτει:

$$BC = \frac{b_0}{\cos \alpha_0} = \frac{b}{\cos \alpha} \quad (7)$$

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας και η ισχύς του κυματισμού που διέρχεται από το διάστημα b_0 είναι η ίδια με την ισχύ που διέρχεται από το διάστημα b , τότε, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ισχύος:

$$P_0 = \frac{E_0 b_0 n_0}{T} = P = \frac{E b n}{T} \quad (8)$$

ή

$$H = \left(\frac{n_0 L_0}{n L} \right)^{0.5} \left(\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} \right)^{0.5} H_0 = k_s k_R H_0 \quad (9)$$

E_0 : είναι η ενέργεια στα βαθιά νερά

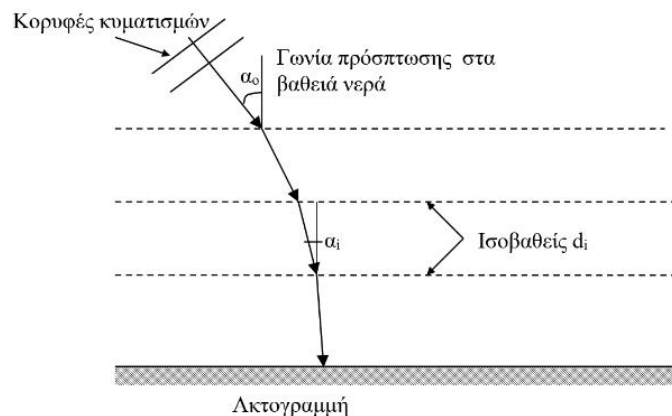
E : η ενέργεια στο βάθος που εξετάζουμε

H_0 : το ύψος κύματος στα βαθιά νερά (ο δείκτης «ο» δηλώνει μεταβλητή στα βαθιά νερά),

H : το ύψος κύματος στο βάθος που εξετάζουμε,

k_s : ο συντελεστής ρήγωσης (μεταβολή του ύψους H λόγω της μεταβολής του βάθους) και

k_R : ο συντελεστής διάθλασης (μεταβολή του ύψους H λόγω της μεταβολής της ισοδιάστασης των ορθογωνίων).



Εικόνα 3.7: Διάθλαση κυματισμών σε βαθυμετρία με παράλληλες ισοβαθείς. (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

Υπό την επίδραση των φαινομένων της ρήγωσης και διάθλασης, για τον υπολογισμό του ύψους κύματος και της γωνίας πρόσπτωσης σε ένα συγκεκριμένο βάθος d , και ειδικότερα

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

στην περίπτωση πλάγιας πρόσπτωσης των κυματισμών σε ένα πεδίο με παράλληλες ισοβαθείς (εικόνα 3.7), ακολουθείται η ακόλουθη διαδικασία:

Υπολογίζεται το μήκος κύματος L_i στο συγκεκριμένο βάθος d_i , με προσεγγιστική μέθοδο, θεωρώντας αρχικά $L_i = L_o$ και στη συνέχεια το αποτέλεσμα προκύπτει από τη λύση της εξίσωσης (10) :

$$L_i = L_o \tanh(k_i d_i) \quad (10)$$

L_o : το μήκος κύματος στα βαθιά νερά

Η λύση συγκλίνει όταν δύο συνεχείς προσεγγίσεις διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους (π.χ. 0.01 μέτρα).

Στη συνέχεια υπολογίζεται η γωνία πρόσπτωσης α_i στο βάθος d_i από τη σχέση:

$$\sin \alpha_i = \left(\frac{L_i}{L_o} \sin \alpha_o \right) \quad (11)$$

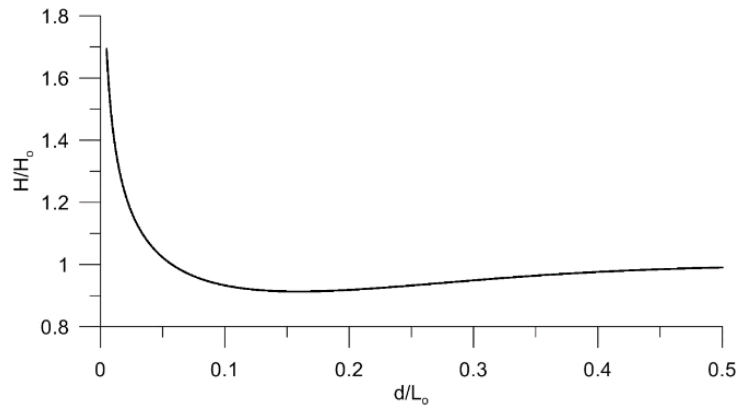
Για οποιαδήποτε άλλα πεδία της παράκτιας περιοχής όπου οι ισοβαθείς δεν είναι παράλληλοι (πολύπλοκη βυθομετρία με υφάλους, περίθλαση – ανακλάσεις από κατασκευές κ.λπ.) χρησιμοποιούνται ειδικά μοντέλα πρόβλεψης ύψους κύματος (π.χ. το μοντέλο celeris advent, το οποίο θα αναλυθεί σε επόμενα κεφάλαια της παρούσας εργασίας).

Οι κυματισμοί που προσπίπτουν κάθετα στην ακτή, όπου η γωνία πρόσπτωσης είναι μηδέν ($\alpha_o = 0^\circ$), δηλ. στην περίπτωση της εγκάρσιας πρόσπτωσης, όπου δεν πραγματοποιούνται μεταβολές στην κατεύθυνση των κυματισμών, και στη διαμόρφωσή τους επιδρά μόνο η ρήγωση ισχύει:

$$H_i = \left(\frac{n_o L_o}{n_i L_i} \right)^{0.5} H_o = k_s H_o \quad (12)$$

Ο συντελεστής ρήγωσης k_s μειώνεται ελαφρά όταν ο κυματισμός μεταδίδεται στα ενδιάμεσα νερά, για να αυξηθεί απότομα όταν πλησιάζουμε στα ρηγά νερά (εικόνα 3.7).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 3.8: Μεταβολή του συντελεστή ρήγωσης $k_s = H/H_0$ συναρτήσει του λόγου d/L_0 . (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

Λόγω της μη γραμμικής φύσης των κυματισμών στα ρηγά νερά, όπου δεν ισχύει η γραμμική θεωρία, χρησιμοποιούμε τη σχέση Le Roux, για τη διόρθωση των τιμών του συντελεστή k_s της γραμμικής θεωρίας:

$$k_{s\text{-nonlinear}} = A \exp[(H_0 / L_0)B] \quad (13)$$

Όπου:

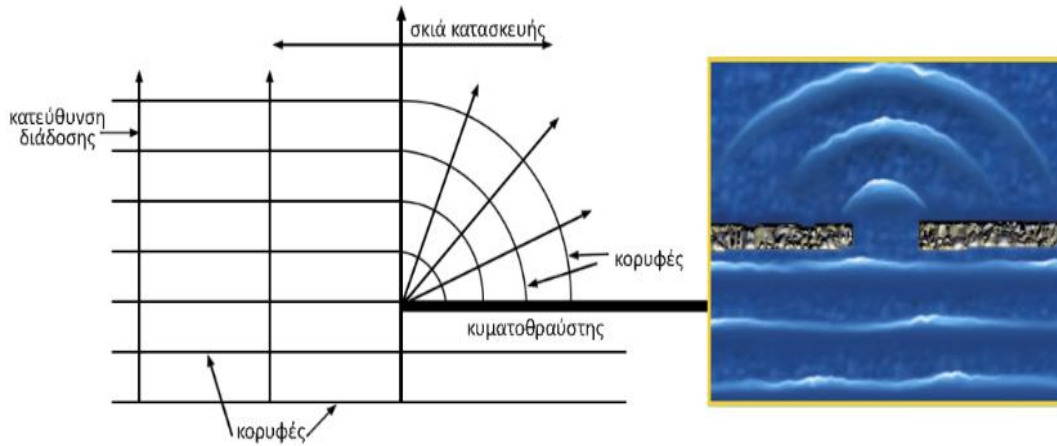
$$\begin{aligned} A &= 0.5875(d / L_0)^{-0.18} && \text{οταν } d / L_0 \leq 0.0844 \\ A &= 0.9672(d / L_0)^2 - 0.5013(d / L_0) + 0.9672 && \text{οταν } 0.0844 < d / L_0 \leq 0.6 \\ A &= 1 && \text{οταν } d / L_0 > 0.6 \end{aligned}$$

$$B = 0.0042(d / L_0)^{-2.3211} \quad (14)$$

Η νέα τιμή του H_i μετά τις σχετικές αντικαταστάσεις του k_s , αν και είναι κατά κανόνα μεγαλύτερη από αυτήν της γραμμικής θεωρίας, πλησιάζει περισσότερο τις πραγματικές τιμές.

(πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995).

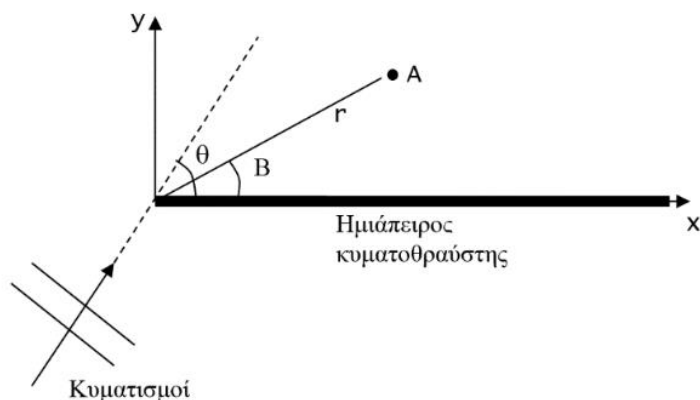
γ. Περίθλαση κυμάτων (wave diffraction)



Εικόνα 3.9: Περίθλαση κυματισμών πίσω από κυματοθραύστη και ανάμεσα σε ανοίγματα. (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

Κατά το φαινόμενο της περίθλασης (εικόνα 3.9), δημιουργείται τρισδιάστατος μετασχηματισμός ενός κυματισμού γύρω από το άκρο μιας αδιαπέρατης από τον κυματισμό κατασκευής ή φυσικού εμποδίου (κυματοθραύστες, μόλοι, ακρωτήρια), που επιφέρει μείωση του ύψους κύματος και αλλαγή της διευθύνσεώς του.

Η ενέργεια που μεταφέρεται από τον κυματισμό μεταδίδεται και πίσω από την κατασκευή (στη «σκιά» της).



Εικόνα 3.10: Βασικοί συμβολισμοί για την περίθλαση γύρω από το «ακρομόλιο». (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Για γραμμικούς κυματισμούς απειροστού πλάτους που μεταδίδονται σε σταθερό βάθος d , η αναλυτική λύση για τη συνάρτηση δυναμικού Φ δίνεται από:

$$\Phi = \frac{g}{\sigma} \frac{\cosh k(d+z)}{\cosh kd} \eta(x,y,t) \quad (15)$$

Η αρμονική συνάρτηση της ελεύθερης επιφάνειας η δίνεται:

$$\eta = \hat{\eta}(x,y) e^{i\sigma t} \quad (16)$$

και $\hat{\eta}$ το εύρος της ανύψωσης της ελεύθερης επιφάνειας (συνάρτηση των x και y). Στη σχέση (16) υιοθετήθηκε η ημιτονοειδής συνάρτηση της ελεύθερης επιφάνειας της γραμμικής θεωρίας. Λαμβάνοντας υπόψη την εξίσωση του Euler:

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x,$$

& αντικαθιστώντας σχετικά στην εξίσωση Laplace ($\nabla^2 \Phi = 0$) έχουμε την Helmholtz:

$$\nabla^2 \hat{\eta} + k^2 \hat{\eta} = 0 \quad (17)$$

Η επίλυση της (17) οδηγεί στην παρακάτω τιμή του συντελεστή περίθλασης K_d (λόγος του ύψους του κύματος που περιθλάται προς το προσπίπτον) $K_d = H/H_{\text{προσπίπτον}}$:

$$K_d = \left| I \left(-\sqrt{\frac{4kr}{\pi}} \sin \frac{\theta - B}{2} \right) e^{-ikr \cos(\theta - B)} + I \left(-\sqrt{\frac{4kr}{\pi}} \sin \frac{\theta + B}{2} \right) e^{-ikr \cos(\theta + B)} \right| \quad (18)$$

θ : η γωνία πρόσπτωσης,

B : η γωνία που σχηματίζεται από τον κυματοθραύστη και την ακτίνα από το άκρο του έως το σημείο A στο οποίο υπολογίζεται το ύψος του κύματος από περίθλαση,

r : η απόσταση του σημείου A από το άκρο του κυματοθραύστη (εικόνα 3.10)

και:

$$I(\lambda) = \frac{1+i}{2} \int_{-\infty}^{\lambda} e^{-\frac{\pi \lambda^2}{2}} d\lambda \quad (19)$$

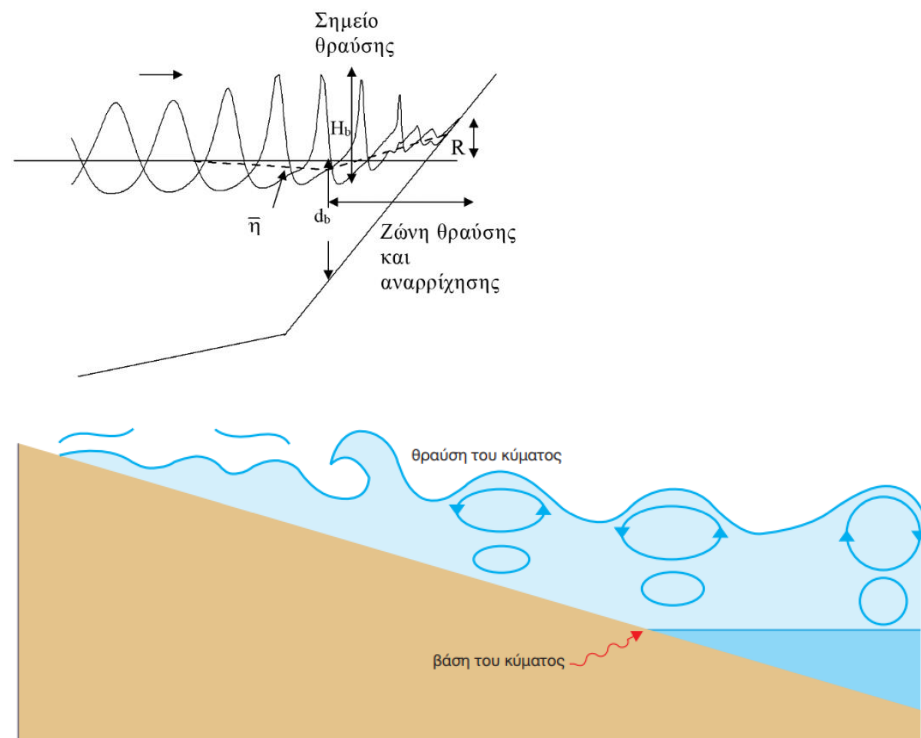
Η συνάρτηση $I(\lambda)$ γράφεται με τη χρήση των ολοκληρωμάτων Fresnel $C(\lambda)$ και $S(\lambda)$:

$$I(\lambda) = \frac{1 + C(\lambda) + S(\lambda)}{2} + i \frac{C(\lambda) - S(\lambda)}{2} \quad (20)$$

όπου:

$$C(\lambda) = \int_0^\lambda \cos \frac{\pi \lambda^2}{2} d\lambda \quad S(\lambda) = \int_0^\lambda \sin \frac{\pi \lambda^2}{2} d\lambda$$

δ. Θραύση



Εικόνα 3.11: Επίδραση της ρήγωσης, θραύση κυματισμών και αναρρίχηση στην ακτή. (πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

Το φαινόμενο της θραύσης έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την εκτίμηση του κυματικού πεδίου, αλλά και των ποικίλων διεργασιών της παράκτιας ζώνης όπως: τα κυματογενή ρεύματα, η αναρρίχηση, η αύξηση της μέσης στάθμης θάλασσας, η στερεομεταφορά και η παράκτια μορφοδυναμική.

Η θραύση οφείλεται είτε στην αύξηση της καμπυλότητας H/L πέρα από ένα επιτρεπόμενο όριο (θραύση στην ανοιχτή θάλασσα, whitecapping), είτε στην επίδραση της ρήγωσης που επίσης οδηγεί τον κυματισμό σε κατάσταση υδροδυναμικής αστάθειας, επειδή η κορυφή

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

του διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από την κοιλιά του.

Στα βαθιά νερά εξακριβώθηκε ότι η ελάχιστη γωνία μεταξύ των παρειών του κυματισμού είναι 120 °.

Το κριτήριο θραύσης λόγω της κλίσης του κύματος στα βαθιά νερά γράφεται:

$$\frac{H_o}{L_o} = 0.142 \quad (21)$$

ή στη γενική περίπτωση:

$$\frac{H}{L} = 0.142 \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (22)$$

Για μεγαλύτερες τιμές του λόγου H/L, ο κυματισμός καθίσταται ασταθής και θραύεται. Σύμφωνα με τις σχέσεις (21) και (22) δεν υφίσταται ύψος κύματος μεγαλύτερο του 0.142 L tanh(k_d).

Στα ρηχά νερά, όσο ο κυματισμός πλησιάζει την ακτή, λόγω της επίδρασης της ρήχωσης, το ύψος του κύματος και οι ταχύτητες των υλικών σημείων συνεχώς αυξάνονται. Όταν η μέγιστη οριζόντια ταχύτητα στην κορυφή του κύματος u_s τείνει να γίνει μεγαλύτερη από την ίδια την ταχύτητα διάδοσης c ($u_s > c$), τότε τα μόρια του νερού στο ανώτατο μέρος του κύματος αποσπώνται, καταδύονται εμπρός και ξεκινά το φαινόμενο της θραύσης.

Η θραύση συνοδεύεται από βίαιες αναταραχές και στροβίλους, έντονα τυρβώδη ροή, ανάμιξη με αέρα, μεγάλη απώλεια ενέργειας (και συνεπώς μείωση του ύψους H), δημιουργία κινούμενου υδραυλικού άλματος (θραυόμενος κυματισμός).

Επειδή συνήθως το βάθος συνεχώς ελαττώνεται, η θραύση δεν σταματά, αντίθετα συνεχίζεται έως την αναρρίχσή του κυματισμού στην ακτή, η ζώνη που πραγματοποιείται η διεργασία αυτή ονομάζεται ζώνη θραύσης. (Εικόνα 3.11).

Στα ρηχά νερά, ως κριτήριο θραύσης θεωρείται ο λόγος του ύψους κύματος προς το βάθος. Όταν ο λόγος του ύψους H/d ξεπεράσει μία οριακή τιμή, ο κυματισμός θραύεται.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Ένα από τα πολυάριθμα στη διεθνή βιβλιογραφία κριτήρια θραύσης γράφεται (Κουτίτας, 1994):

$$\gamma = \frac{H_b}{d_b} = \xi^{0.17} + 0.08 \quad (23)$$

H_b : είναι το ύψος του κύματος στο σημείο θραύσης (που αποτελεί και τη μέγιστη δυνατή τιμή του)

d_b : το βάθος του νερού στο σημείο θραύσης και ξ η παράμετρος Iribaren:

$$\xi = \frac{\tan\beta}{\sqrt{\frac{H_o}{L_o}}} \quad (24)$$

$\tan\beta$: η κλίση του πυθμένα

H_o : ύψος κύματος στα βαθιά νερά.

L_o : το μήκος κύματος στα βαθιά νερά.

γ : θεωρητική τυπική τιμή του γ με $\gamma=0.78$.

Από τα πειραματικά δεδομένα των μονοχρωματικών κυματισμών, προέκυψε το παρακάτω κριτήριο (Weggel, 1972):

$$\gamma = \frac{H_b}{d_b} = \frac{1.56}{1 + e^{-19.5 \tan\beta}} - 43.8(1 - e^{-19 \tan\beta}) \frac{H_b}{gT^2} \quad (25)$$

για $\tan\beta < 0.1$ και $H_o' / L_o < 0.06$, όπου $H_o' = H_o \text{ kr}$.

Το ύψος του κύματος στο σημείο θραύσης H_b μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (Komar and Gaughan, 1973):

$$\frac{H_b}{H_o'} = 0.56 \left(\frac{H_o'}{L_o} \right)^{-1/5} \quad (26)$$

ή από (Sakai and Battjes, 1980):

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

$$\begin{aligned} \frac{H_b}{H'_o} &= 0.3839 \left(\frac{H'_o}{L_o} \right)^{-0.3118} && \text{οταν } H_o / L_o < 0.0208 \\ \frac{H_b}{H'_o} &= 0.6683 \left(\frac{H'_o}{L_o} \right)^{-0.1686} && \text{οταν } 0.0208 \leq H_o / L_o < 0.1 \\ \frac{H_b}{H'_o} &= 1 && \text{οταν } 0.1 \leq H_o / L_o \end{aligned} \quad (27)$$

Οι παραπάνω τύποι εφαρμόζονται ώστε να εκτιμηθούν τα απαραίτητα μεγέθη για τη μελέτη των διεργασιών στη παράκτια ζώνη, όπως είναι το ύψος κύματος H_b και το βάθος d_b στο σημείο θραύσης. Μετά τη θραύση ο κυματισμός μεταδίδεται ακολουθώντας προσεγγιστικά τη σχέση:

$$H = \gamma(d + \eta),$$

η: η ανύψωση της μέσης στάθμης θάλασσας που υπολογίζεται παρακάτω (εικόνα 3.11).

Η χρήση των εμπειρικών σχέσεων (26) και (27) για την εκτίμηση του ύψους θραύσης H_b απαιτεί τον υπολογισμό του ύψους κύματος $H_o' = H_o k_R$.

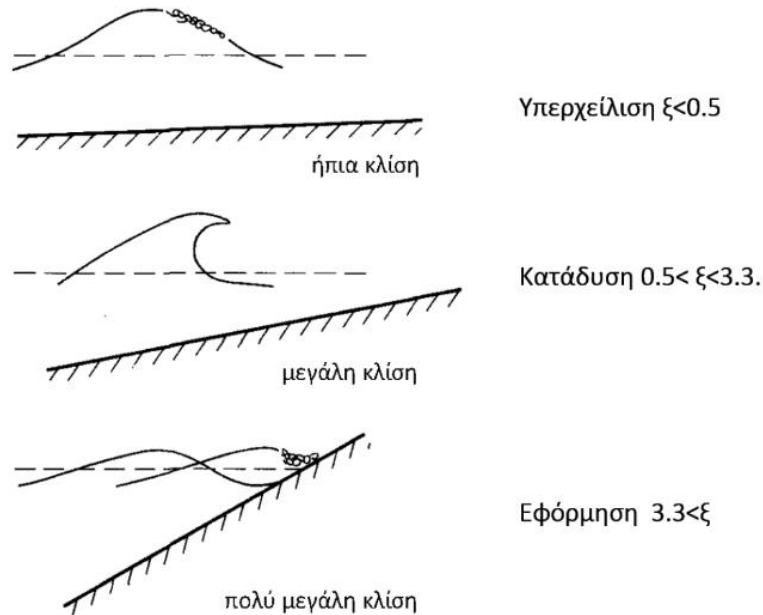
Για τον υπολογισμό του συντελεστή διάθλασης k_R απαιτείται το βάθος θραύσης d_b , το οποίο υπολογίζεται από τη σχέση $d_b = H_b / \gamma$.

Το ύψος θραύσης H_b το υπολογίζουμε αρχικά με την προσέγγιση ότι $H_o' = H_o$ (δηλαδή $k_R = 1$).

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου να συμπίσουν οι τιμές δύο διαδοχικών συντελεστών k_R .

Στο βάθος αυτό εύκολα υπολογίζεται και η γωνία πρόσπτωσης α_b .

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 3.12: Τύποι θραύσης κυματισμών. (πηγή: : Καραμπάς, Θ., Κρεστενίτης, Γ., Κουτίνης, Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995)

Ανάλογα με τη μορφή της θραύσης, διακρίνουμε τρεις τύπους των θραυόμενων κυματισμών (εικόνα 3.12), ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου Irribaren (ξ):

i. Υπερχείλιση. Κυματισμοί με μικρή κλίση κύματος σε ακτές με μικρή κλίση πυθμένα, οι οποίοι θραύονται με δημιουργία αφρού και έντονη τύρβη στην κατάντη παρειά τους συνεχώς έως ώσπου να αποσβεστεί όλη η ενέργειά τους.

ii. Κατάδυση. Για μεγαλύτερες κλίσεις πυθμένα εμφανίζεται κοιλότητα στην κατάντη παρειά και κατάδυση της κορυφής προς τα εμπρός.

iii. Εφόρμηση. Για πολύ μεγάλες κλίσεις ακτών ο κυματισμός θραύεται πάνω στην ακτή και ουσιαστικά ανέρχεται και κατέρχεται.

(πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995).

ε. Αναρρίχηση στην ακτή

Οι κυματισμοί μετά τη θραύση μετατρέπονται σε κινούμενα υδραυλικά άλματα (bores), μεταδίδονται στη ζώνη θραύσης και αναρριχώνται στην ακτή (run-up).

Το μέγιστο ύψος R πάνω από τη στάθμη ηρεμίας της θάλασσας όπου αναρριχάται ένας κυματισμός (εικόνα 3.11) μπορεί να εκτιμηθεί από την απλή κλασική σχέση του Hunt:

$$R = H_o \xi, \text{ για } \xi < 2 \quad (28)$$

Μετρήσεις πεδίου οδήγησαν στην παρακάτω εμπειρική σχέση για τη μέγιστη αναρρίχηση των κυματισμών σε πραγματικές συνθήκες (Stockdon et al., 2006):

$$R = 1.1 \left(0.35 \tan \beta_f (H_o L_o)^{1/2} + \frac{[H_o L_o (0.563 \tan \beta_f^2 + 0.004)]^{1/2}}{2} \right) \quad (29)$$

όπου $\tan \beta_f$ η κλίση της ακτής στη ζώνη αναρρίχησης.

Στη ζώνη θραύσης παρατηρούνται επίσης και μεταβολές της Μέσης Στάθμης της Θάλασσας. Ένα μέρος της ενέργειας των κυματισμών μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια οδηγώντας σε κυματογενή ανύψωση της Μέσης Στάθμης της Θάλασσας κοντά στη ζώνη αναρρίχησης (εικόνα 3.11). Όπως είναι λογικό, η ανύψωση αυτή θα πρέπει να συνοδεύεται και από αντίστοιχη ταπείνωση της στάθμης, που εμφανίζεται κοντά στο σημείο θραύσης. Η Μέση Στάθμη Θάλασσας η μεταβάλλεται μέσα στη ζώνη θραύσης σύμφωνα με:

$$\bar{\eta} = \left(\frac{1}{1 + \frac{8}{3} \gamma^2} \right) (d_b - d) + \bar{\eta}_b \quad (30)$$

όπου η ταπείνωση της μέσης στάθμης στο σημείο θραύσης δίνεται από τη σχέση:

$$\bar{\eta}_b = -\frac{1}{8} \frac{kH_b^2}{\sinh(2kd)} \quad (31)$$

Στις παραπάνω τιμές της μέγιστης αναρρίχησης των κυματισμών συμπεριλαμβάνεται και η μέγιστη ανύψωση της Μέσης Στάθμης Θάλασσας.

Μέσα στη ζώνη θραύσης η κατανομή του ύψους του κύματος μπορεί να εκτιμηθεί αφού γίνει η παραδοχή ότι ισούται με το μέγιστο δυνατό ύψος, δηλ. από τη σχέση:

$$H = \gamma (d + \bar{\eta})$$

(32)

(πηγή: Καραμπάς Θ., Κρεστενίτης Γ., Κουτίνης Χ., «Ακτομηχανική-έργα προστασίας ακτών», 1995).

3.2 Μελέτη μετασηματισμών κυμάτων με εξισώσεις Boussinesq

3.2.1 Γενικά

Τις τελευταίες δεκαετίες, βρίσκονται σε συνεχή ανάπτυξη τα μαθηματικά ομοιώματα που περιγράφουν τη μετάδοση των ανεμογενών κυματισμών στον παράκτιο χώρο.

Ο μηχανικός μελετητής παράκτιων τεχνικών έργων, με τη χρήση προγραμμάτων H/Y, έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει τη μετάδοση των κυματισμών στον παράκτιο χώρο, ακόμα και σε πεδία με πολύπλοκη γεωμετρία όπου συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν τα κυματικά φαινόμενα της διάθλασης, περίθλασης, ανάκλασης, θραύσης κ. ά.

Η πρώτη ομάδα εξισώσεων για την επίτευξη της μαθηματικής προσομοίωσης, γνωστές ως εξισώσεις Boussinesq, εφαρμόστηκε σε μη σταθερό πυθμένα από τον Peregrine (1967).

Ειδικότερα, η μαθηματική προσομοίωση περιλαμβάνει την ανάπτυξη διδιάστατου μαθηματικού μοντέλου ροής. Τέτοια αριθμητικά μοντέλα δομούνται συνήθως με τη μέθοδο των πεπερασμένων διαφορών FDM (finite difference method) και μπορούν να λάβουν υπόψη, τις επιδράσεις ασθενούς μη γραμμικότητας, διασποράς και επεκτείνονται και στην περίπτωση μη κανονικών κυματισμών.

Το πεδίο όμως εφαρμογής των κλασικών εξισώσεων Boussinesq είναι μάλλον περιορισμένο εφόσον ισχύουν σε βάθη d μικρότερα του 20% του μήκους κύματος στα βαθειά νερά L_0 (d/L_0). Ο περιορισμός αυτός οφείλεται στη γραμμική σχέση διασποράς των εξισώσεων που προσεγγίζει την αναλυτική του Airy μόνο στα πολύ ρηχά νερά.

Ο Καραμπάς, τροποποίησε τις εξισώσεις ώστε να έχουν ακριβή σχέση διασποράς, ενώ ταυτόχρονα αναπαράγεται αυτόματα η μη γραμμική θεωρία κυματισμών (Stokes III και θεωρία ροϊκής συνάρτησης Fourier). Η σύγκριση με αναλυτικές λύσεις των παραπάνω θεωριών έδωσε πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα (Karambas, Th. V., 1999).

3.2.2 Επίλυση εξισώσεων Boussinesq με Μέθοδο Πεπερασμένου Όγκου FVM(finite volume method) και Μέθοδο Πεπερασμένων Διαφορών FDM(finite difference method). (πηγή; <https://slideplayer.gr> > slide)

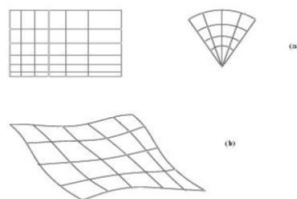
Για την επίλυση των εξισώσεων Boussinesq με την εφαρμογή των μεθόδων πεπερασμένου όγκου και πεπερασμένων διαφορών απαιτείται:

1. Δημιουργία γεωμετρίας σχήματος έργου.
2. Δημιουργία πλέγματος- διακριτοποίηση του χώρου.
3. Διακριτοποίηση των εξισώσεων επίλυσης σε σύστημα διακριτών αλγεβρικών εξισώσεων.
4. Λύση των διακριτών εξισώσεων και η χωροχρονική παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους.

α. Τύποι πλεγμάτων (grid)

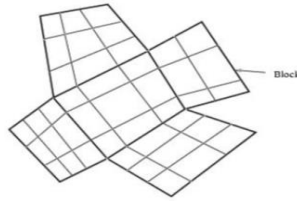
Τα πλέγματα διακρίνονται στους κάτωθι τύπους όπως αυτοί απεικονίζονται στις σχετικές εικόνες.

1. Κανονικά πλέγματα και πλέγματα ‘body-fitted’



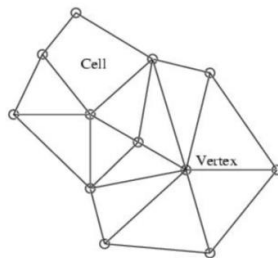
Εικόνα 3.13: Κανονικά πλέγματα και πλέγματα ‘body-fitted’

2. Δομημένα κατά block πλέγματα



Εικόνα 3.14: Δομημένα κατά block πλέγματα

3. Αδόμητα πλέγματα



Εικόνα 3.15: Αδόμητα πλέγματα

4. Υβριδικά πλέγματα

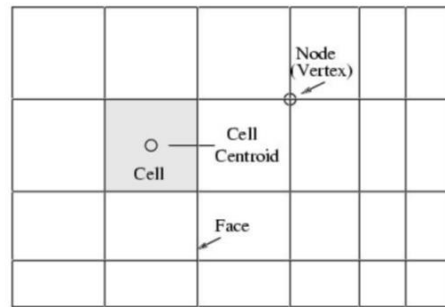


Εικόνα 3.16: Υβριδικά πλέγματα

β. Ορολογία πλεγμάτων

Υπάρχουν μέθοδοι πεπερασμένων όγκων που αποθηκεύουν τη τιμή ϕ στο κέντρο του κελιού πλέγματος (cell centroid) ή στους κόμβους του πλέγματος (Node vertex) , όπως παρουσιάζεται στην κάτωθι εικόνα

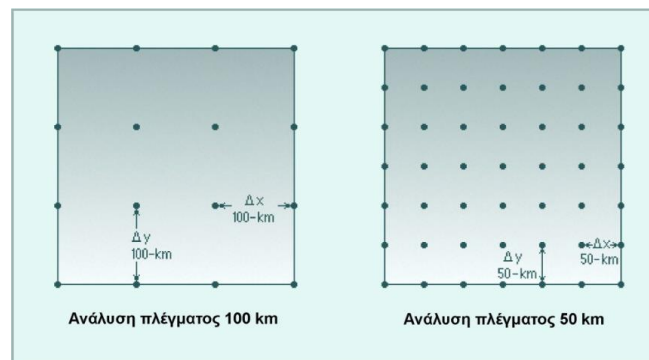
ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 3.17: Απεικόνιση πλέγματος (grid)

γ. Διακριτοποίηση

Με τον όρο «Διακριτοποίηση» ονομάζουμε την διαδικασία προσέγγισης των μερικών διαφορικών εξισώσεων σε διακριτές αλγεβρικές εξισώσεις, όπου η αναλυτική λύση τους μας δίνει $\varphi(x,y,z,t)$ και η αριθμητική λύση τους δίνει την τιμή της φ σε διακριτά σημεία του πλέγματος.



Εικόνα 3.18: Αύξηση της διακριτοποίησης μοντέλου από 100 km σε 50 km.

Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε την αύξηση της διακριτοποίησης ενός μοντέλου από 100 km σε 50 km.

Η αύξηση της οριζόντιας διακριτοποίησης ενός μοντέλου προκαλεί δυσανάλογη αύξηση της υπολογιστικής του ισχύος, καθώς το μοντέλο θα πρέπει να επιλύσει τις προγνωστικές μεταβλητές σε περισσότερα σημεία πλέγματος.

Στην περίπτωση μείωσης της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων πλέγματος στο μισό (υψηλότερη διακριτοποίηση), το πλήθος των πλεγματικών σημείων που καλύπτουν

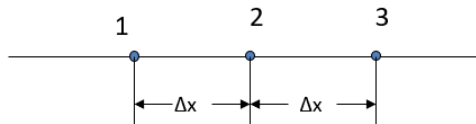
την ίδια περιοχή τετραπλασιάζεται. Η υψηλότερη διακριτοποίηση απαιτεί και μείωση του αντίστοιχου χρονικού βήματος ολοκλήρωσης, ώστε οι επιλύσεις των αριθμητικών σχημάτων να είναι ευσταθείς.

δ. Μέθοδος Πεπερασμένων Διαφορών FDM (finite difference method).

Έστω η εξίσωση διάχυσης

$$\Gamma \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + S = 0$$

1. Διακριτοποιούμε τον χώρο με τη χρήση πλέγματος, όπου οι άγνωστοι τοποθετούνται στις ακμές, όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα



Εικόνα 3.19: ακμές πλέγματος

2. Αναπτύσσουμε τη φ σε σειρά Taylor γύρω από το σημείο 2, ως ακολούθως:

$$\varphi_1 = \varphi_2 - \Delta x \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_2 + \frac{(\Delta x)^2}{2} \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} \right)_2 + O((\Delta x)^3)$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 + \Delta x \left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_2 + \frac{(\Delta x)^2}{2} \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} \right)_2 + O((\Delta x)^3)$$

3. Από την αφαίρεση των προηγούμενων εξισώσεων φ_1 και φ_2 προκύπτει ο κάτωθι τύπος:

$$\left(\frac{d\varphi}{dx} \right)_2 = \frac{\varphi_3 - \varphi_1}{2\Delta x} + O((\Delta x)^2)$$

4. Από την πρόσθεση των προηγούμενων εξισώσεων φ_1 και φ_2 προκύπτει ο κάτωθι τύπος:

$$\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} \right)_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_3 - 2\varphi_2}{\Delta x^2} + O((\Delta x)^2)$$

↑
Λάθος αποκοπής
δεύτερης τάξης

5. Από την αφαίρεση των όρων αποκοπής, προκύπτει η κάτωθι σχέση:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

$$\Gamma \left(\frac{d^2 \varphi}{dx^2} \right)_2 = \Gamma \frac{\varphi_1 + \varphi_3 - 2\varphi_2}{\Delta x^2}$$

6. Προσδιορίζουμε τους όρους της πηγής στο σημείο 2:

$$S_2 = S(\varphi_2)$$

7. Συμπληρώνουμε τη διακριτή εξίσωση:

$$\frac{2\Gamma}{(\Delta x)^2} \varphi_2 = \frac{\Gamma}{(\Delta x)^2} \varphi_1 + \frac{\Gamma}{(\Delta x)^2} \varphi_3 + S_2$$

Για την επίλυση των εξισώσεων της προαναφερόμενης μορφής, με προκύπτουσες τιμές λύσεων της φ ακρίβειας δεύτερης τάξης, απαιτείται η εφαρμογή μεθόδου επίλυσης πλεγματοκτών γραμμικών εξισώσεων, όπου:

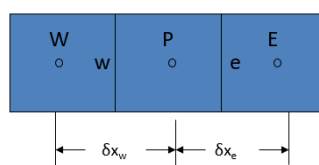
- Σε κάθε σημείο του πλέγματος θα υπάρχει μια εξίσωση της προαναγραφόμενης μορφής, και
- Οι οριακές τιμές της φ , θα καθορίζονται από τις οριακές συνθήκες.

ε. Μέθοδος Πεπερασμένων Όγκων FVM (finite volume method)

Έστω η εξίσωση διάχυσης:

$$\Gamma \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + S = 0$$

1. Χρησιμοποιούμε τη διακριτοποίηση του χώρου σε πλέγμα όπου οι άγνωστοι βρίσκονται στο κέντρο των κελιών πλέγματος (κελί πυρήνας), όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα:



Εικόνα 3.20: Κελιά πλέγματος

2. Από την ολοκλήρωση του όγκου ελέγχου προκύπτουν οι κάτωθι σχέσεις:

$$\int_w^e \frac{d}{dx} \left(\Gamma \frac{d\varphi}{dx} \right) dx + \int_w^e S dx = 0$$

$$\left(\Gamma \frac{d\varphi}{dx} \right)_e - \left(\Gamma \frac{d\varphi}{dx} \right)_w + \int_w^e S dx = 0$$

3. Θεωρώντας γραμμικό προφίλ μεταξύ των κέντρων των κελιών για την φ και επιπλέον ότι η πηγή S μεταβάλλεται γραμμικά στον όγκο ελέγχου, έχουμε τη κάτωθι σχέση:

$$\frac{\Gamma_e (\varphi_E - \varphi_P)}{\delta x_e} - \frac{\Gamma_w (\varphi_P - \varphi_W)}{\delta x_w} + \bar{S} \Delta x = 0$$

4. Δημιουργούμε την κάτωθι αλγεβρική εξίσωση:

$$a_P \varphi_P = a_E \varphi_E + a_W \varphi_W + b$$

Όπου:

$$a_E = \Gamma_e / \delta x_e, a_W = \Gamma_w / \delta x_w$$

$$a_P = a_E + a_W, b = \bar{S} \Delta x$$

(πηγή: Διαφάνειες μαθήματος «Υπολογιστική Ρευστομηχανική», επίκουρου καθηγητή τμήματος Φυσικής Πανεπιστημίου Πατρών κου Βασίλειου Λουκόπουλου

<https://slideplayer.gr > slide>).

3.2.3 Εξελιγμένες εξισώσεις Boussinesq

Οι εξελιγμένες μορφές των εξισώσεων Boussinesq, όπως προτάθηκαν από τον Karambas (Karambas, Th. V., 1999), γράφονται :

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

$$\zeta_t + (Uh)_x + (Vh)_y = 0$$

$$U_t + UU_x + VU_y + g\zeta_x = \frac{d^2}{3}(U_{xxt} + V_{xyt}) + \varepsilon_1$$

$$V_t + VV_y + UV_x + g\zeta_y = \frac{d^2}{3}(V_{yyt} + V_{xyt}) + \varepsilon_2$$

με

$$\varepsilon_1 = Bd^2(U_{xxt} + V_{xyt}) + Bgd^2(\zeta_{xxx} + \zeta_{xyy}) + nl1$$

$$\varepsilon_2 = Bd^2(V_{yyt} + U_{xyt}) + Bgd^2(\zeta_{yyy} + \zeta_{yxx}) + nl2$$

Η 1^η από τις προ αναγραφόμενες εξισώσεις είναι η εξίσωση της συνέχειας (διατήρησης της μάζας) και ισχύει για κάθε κυματισμό σε οποιοδήποτε βάθος.:

$$\zeta_t + (Uh)_x + (Vh)_y = 0$$

Οι δύο επόμενες εξισώσεις είναι οι εξισώσεις της ορμής.

$$U_t + UU_x + VU_y + g\zeta_x = \frac{u}{3}(U_{xxt} + V_{xyt}) + \varepsilon_1$$

$$V_t + VV_y + UV_x + g\zeta_y = \frac{d^2}{3}(V_{yyt} + V_{xyt}) + \varepsilon_2$$

ζ : η ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού,

U και V: οι μέσες, ως προς το βάθος, οριζόντιες ταχύτητες,

d: το βάθος στάσιμου νερού,

h=το ολικό βάθος νερού

h=d+ ζ και

nl1, nl2: μη γραμμικοί όροι ανώτερης τάξης

ε_1 και ε_2 : είναι οι όροι διόρθωσης της σχέσης διασποράς.

Η επίδραση της κλίσης πυθμένα εισάγεται με νέους όρους στις εξισώσεις ορμής, παρόμοιους με εκείνους των κλασικών εξισώσεων Boussinesq.

Για το B η τιμή B=1/15 προτάθηκε από τους Madsen and Sorensen (Madsen, P.A., Sorensen, O. R., 1992).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

«Το Μαθηματικό Προσομοίωμα Celeris και η Εφαρμογή του για την Εκτίμηση της Κυματικής Διαταραχής / Κυκλοφορίας στη <Θαλάσσια Ζώνη> Εκτός και Εντός της Λιμενολεκάνης της Μαρinas Αλίμου»

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος που παρουσιάζεται λόγω αδυναμίας επιτόπιων μετρήσεων – καταγραφών θαλάσσιων διαταραχών (π.χ. λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων κτλ.), έχουν αναπτυχθεί εμπειρικά και δυναμικά υπολογιστικά μοντέλα πρόγνωσης των χαρακτηριστικών στοιχείων των κυμάτων.

Τα μοντέλα αυτά βασίζονται στη συσχέτιση των φυσικών στοιχείων (ταχύτητα ανέμου, ενεργό ανάπτυγμα πελάγους, διάρκεια πνοής) με τα παραγόμενα κυματικά στοιχεία.

Τα ανεμολογικά στοιχεία, συλλέγονται από την αρμόδια μετεωρολογική υπηρεσία. Η πρόγνωση των χαρακτηριστικών μεγεθών του κυματισμού αναφέρεται στα βαθιά νερά, όπου η επίδραση του πυθμένα είναι αμελητέα.

Τα συνηθέστερα εφαρμοζόμενα εμπειρικά υπολογιστικά μοντέλα πρόγνωσης είναι η μέθοδος SMS (Svedrup-Munk-Bretschneider), το A.C.E.S (Automated Coastal Engineering System) και τα ενεργειακά φάσματα JONSWAP και P-M (Pierson-Moskowitz).

Γενικά, για την προσομοίωση της κίνησης των κυμάτων κοντά σε ακτές και λιμάνια, υπάρχουν αριθμητικά μοντέλα, τόσο εμπορικά όσο και ακαδημαϊκά, που επιλύουν εξισώσεις τύπου Boussinesq.

Μερικά από τα δυναμικά μοντέλα που επιλύουν εξισώσεις τύπου Boussinesq για την προσομοίωση της κίνησης των κυμάτων κοντά σε ακτές και λιμάνια είναι τα εμπορικά μοντέλα "MIKE 21" [μοντέλο κυματικής διάδοσης MIKE 21 SW (Spectral Waves), υδροδυναμικό μοντέλο MIKE 21 HD, μοντέλο στερεομεταφοράς MIKE 21 ST] (τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της ακτομηχανικής μελέτης του μητροπολιτικού πάρκου του ελληνικού και τα αποτελέσματα των οποίων εν μέρει χρησιμοποιήθηκαν για

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

τους σκοπούς της παρούσας εργασίας) και τα ακαδημαϊκά μοντέλα ελεύθερης πρόσβασης το "COULWAVE" και το διαδραστικό μοντέλο "Celeris"(το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για τη διαδραστική απεικόνιση των κυματισμών στην περιοχή της μαρίνας Αλίμου).

4.1 Γενική περιγραφή

(πηγή: <https://www.celeria.org>).

Το «Celeris Advent», είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα με διαδραστική πλατφόρμα μοντελοποίησης για εφαρμογές παράκτιων κυμάτων και με δυνατότητα φωτορεαλιστικής όσο και χρωματικής απόδοσης των αποτελεσμάτων.

Το λογισμικό του βασίζεται στην επίλυση των εξελιγμένων εξισώσεων Boussinesq με τη μέθοδο των πεπερασμένων όγκων FVM(finite volume method) και τη μέθοδο των πεπερασμένων διαφορών FDM(finite difference method).

Η προσομοίωση και η απεικόνιση εκτελούνται σε μονάδες επεξεργασίας γραφικών (GPU) χρησιμοποιώντας βιβλιοθήκες τριδιάστατης απεικόνισης (3D), γεγονός που επιτρέπει στο λογισμικό να εκτελείται ταχύτερα από ό,τι σε πραγματικό χρόνο.

Στοιχεία προγράμματος «Celeris Advent»

Τίτλος: Celeris Advent

Ηλεκτρονική Δ/νση Αρχείων: <http://dx.doi.org/10.17632/5djwvf5x5k.1>

Άδεια: GNU General Public License 3 (GPL)

Γλώσσα προγραμματισμού : C ++, HLSL

Κατηγορία χρήσης: Μοντέλο επίλυσης εξισώσεων τύπου Boussinesq

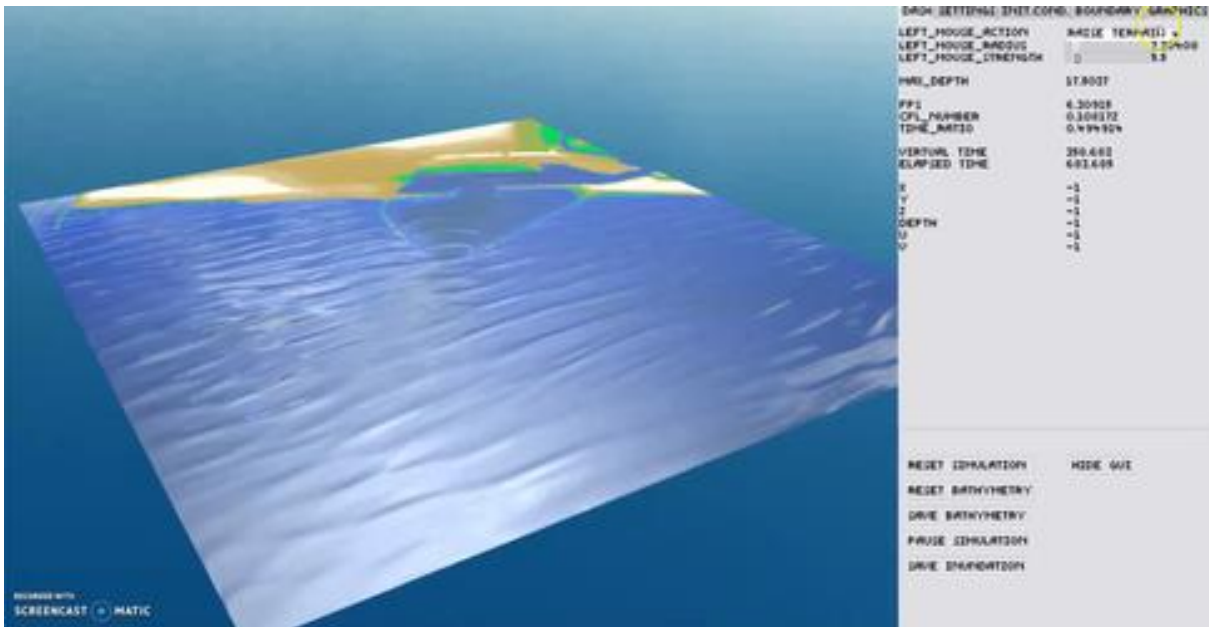
Δημιουργήθηκε: Sasan Tavakkol (υποψήφιο διδάκτορα) και

Patric Lynett (καθηγητή Πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνιας)

Επιδότηθηκε: Γραφείο Ναυτικών Ερευνών και Εθνικό Ίδρυμα

Επιστημών.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.1: διαδραστική απεικόνιση celeris

Το celeris, υπερτερεί των παρεμφερών με αυτό προγράμματα ελεύθερης πρόσβασης (ανοικτού κώδικα) αλλά και εμπορικών, γιατί μπορεί να παρουσιάζει τη διαδραστική εξέλιξη κυμάτων με και χωρίς θραύση και την αλληλοεπίδρασή τους εντός παράκτιας ζώνης οπτικοακουστικά, σε προσομοιωμένο πραγματικό χρόνο.

Πρόκειται για κυματικό μοντέλο προσομοίωσης και απόδοσης των κυματικών διαταραχών και της χωροχρονικής εξέλιξής τους στην ανοικτή θάλασσα αλλά και στην παράκτια περιοχή διαδραστικά αλλά και μέσω διαγραμμάτων n-t .

Το celeris είναι εύχρηστο σε υπολογιστή με Windows και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό των λιμενικών έργων, προβλέποντας τις κυματικές παραμέτρους (ανύψωση της στάθμης θάλασσας, ύψος κύματος, πίεση) στο εσωτερικό αλλά και στο εξωτερικό του έργου.

4.2 Μαθηματική ανάλυση μοντέλου

(πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

Το "Celeris", όπως ήδη έχει αναφερθεί, ανήκει στα ακαδημαϊκά προγράμματα ελεύθερης πρόσβασης, που βασίζονται στην επίλυση των εξελιγμένων εξισώσεων Boussinesq των Madsen και Sorensen.

Πρόκειται για αριθμητικό μοντέλο επίλυσης των πρωτογενών εξισώσεων Boussinesq που βασίζονται στην υδροστατική ισορροπία, και την τρισδιάστατη (3D) απόδοση των αποτελεσμάτων τους.

Οι εξισώσεις του μοντέλου επιλύονται με την χρήση υβριδικού πλέγματος στο οποίο εφαρμόζεται η μέθοδος του πεπερασμένου όγκου FVM, καθώς και με τη χρήση οριζόντιου πλέγματος στο οποίο εφαρμόζεται η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών FDM, σε ένα αριθμητικό σχήμα απεικόνισης της διατήρησης μάζας και ενέργειας.

Ειδικότερα, το αριθμητικό μοντέλο εφαρμόζει:

- α) τη μέθοδο του πεπερασμένου όγκου, όπου οι εξισώσεις Boussinesq ολοκληρώνονται σε κάθε όγκο υβριδικού πλέγματος και κατόπιν με το θεώρημα της απόκλισης (Gauss) γίνεται η μετατροπή κατά το δυνατόν των ολοκληρωμάτων όγκου σε ολοκληρώματα επιφανείας σε κάθε πλευρά των πεπερασμένων όγκων,
- &
- β) τη μέθοδο πεπερασμένων διαφορών (finite difference method), όπου τα ολοκληρώματα και οι παράγωγοι που εμφανίζονται στις τελικές εξισώσεις μορφοποιούνται χρησιμοποιώντας τις διαφορές των εξαρτημένων μεταβλητών σε πεπερασμένα χωρικά και χρονικά διαστήματα .

Η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών (finite difference method), που χρησιμοποιεί το μοντέλο επηρεάζει και αυξάνει το σφάλμα των υπολογισμών του, καθώς και το χρόνο εκτέλεσης της προσομοίωσης σ' αυτό.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Ειδικότερα, το μοντέλο επιλύει τις εξισώσεις Boussinesq που περιγράφουν την εξίσωση της συνέχειας (διατήρησης μάζας), και της κίνησης υπό την μητρική μορφή αυτών που παρουσιάζεται παρακάτω:

$$\mathbf{U}_t + \mathbf{F}(\mathbf{U})_x + \mathbf{G}(\mathbf{U})_y + \mathbf{S}(\mathbf{U}) = 0 \quad (1)$$

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} h \\ P \\ Q \end{bmatrix}, \mathbf{F}(\mathbf{U}) = \begin{bmatrix} \frac{P^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \\ \frac{PQ}{h} \end{bmatrix}, \mathbf{G}(\mathbf{U}) = \begin{bmatrix} \frac{Q}{h} \\ \frac{Q^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \end{bmatrix}, \mathbf{S}(\mathbf{U}) = \begin{bmatrix} 0 \\ ghz_x + \psi_1 + f_1 \\ ghz_y + \psi_2 + f_2 \end{bmatrix}$$

Όπου:

U: διάνυσμα μέσης κατά βάθος οριζόντιας ταχύτητας με τις μεταβλητές της

F(U) & G(U): συναρτήσεις μέσης οριζόντιας ταχύτητας

S(U): Όρος διασποράς κυμάτων λόγω κλίσης, τριβής πυθμένα

h: το συνολικό βάθος του νερού (m)

P & Q: συνιστώσες ταχύτητας ροής μάζας κατά τις διευθύνσεις x & y σε ορισμένο βάθος ($m^3/s/m$).

Οι δείκτες x, y, t: δηλώνουν τη χωρική και χρονική διαφοροποίηση αντίστοιχα.

z: είναι η ανύψωση πυθμένα μετρούμενη από ένα σταθερό σημείο.

Τα f1 & f2: συντελεστές τριβής πυθμένα (κάτω από το νερό)

g: επιτάχυνση της βαρύτητας ($=9,81 m/s^2$)

ψ_1 & ψ_2 : συντελεστές διασποράς που ορίζονται από τις κάτωθι σχέσεις:

$$\psi_1 = -\left(B + \frac{1}{3}\right) d^2 (P_{xxt} + Q_{xyt}) - Bgd^3 (\eta_{xxx} + \eta_{xyy}) - dd_x \left(\frac{1}{3} P_{xt} + \frac{1}{6} Q_{yt} + 2Bgd\eta_{xx} + Bgd\eta_{yy} \right) - dd_y \left(\frac{1}{6} Q_{xt} + Bgd\eta_{xy} \right) \quad (2)$$

$$\psi_2 = -\left(B + \frac{1}{3}\right) d^2 (P_{xyt} + Q_{yyt}) - Bgd^3 (\eta_{yyy} + \eta_{xxy}) - dd_x \left(\frac{1}{3} Q_{yt} + \frac{1}{6} P_{xt} + 2Bgd\eta_{yy} + Bgd\eta_{xx} \right) - dd_x \left(\frac{1}{6} P_{yt} + Bgd\eta_{xy} \right) \quad (3)$$

Όπου:

d: βάθος στάσιμου νερού (m)

B=1/15 συντελεστής για κλίση πυθμένα.

n=w-w_s, όπου

n: η ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού,

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

w : το υψόμετρο της επιφάνειας του νερού

w_s : το υψόμετρο της επιφάνειας του στάσιμου νερού, μετρούμενο από σταθερό σημείο.

Το $[w, P, Q]$, h είναι το σύνολο των άγνωστων μεταβλητών, με $w=h+z$

Για τη μη εισαγωγή περιττών και πολύπλοκων όρων στις εξισώσεις, αποφεύγουμε την αντικατάσταση του h με $w-z$, (που ωστόσο πρακτικά από τον τύπο αυτό υπολογίζεται) και υποθέτουμε ότι η ανύψωση της στάθμης του νερού της θάλασσας παραμένει σταθερή στο χρόνο, δηλ. $w_t=h_t$.

Οι εξισώσεις Boussinesq, παρέχουν γραμμική σχέση διασποράς, επαρκώς ακριβή για χαρακτηριστικές τιμές $kd < 3$, όπου k ο αριθμός κύματος.

Με τη χρήση των εξισώσεων αυτών μειώθηκε αυτόματα το σύστημα των μη γραμμικών διαφορικών εξισώσεων ρηχών υδάτων (NLSW) για $d=0$ του Saint-Venant.

Σε περιοχές όπου η ανύψωση της επιφάνειας του νερού δεν μπορεί να ορισθεί π.χ. σε εδάφη πάνω από την επιφάνεια της στάθμης της θάλασσας ($d=0$), γίνεται η επίλυση με τις γραμμικές εξισώσεις των ρηχών υδάτων (NLSW).

Εφαρμόζοντας τους Wei & Kirby, η εξίσωση (1) μπορεί να γραφεί:

$$w_t = E(P, Q) \tag{4}$$

$$U_t^* = F(h, P, Q) + [F^*(Q)]_t \tag{5}$$

$$V_t^* = G(h, P, Q) + [G^*(P)]_t \tag{6}$$

Όπου:

$$U^* = P - \frac{1}{3} d d_x P_x - \left(B + \frac{1}{3} \right) d^2 P_{xx} \tag{7}$$

$$V^* = Q - \frac{1}{3} d d_y Q_y - \left(B + \frac{1}{3} \right) d^2 Q_{yy} \tag{8}$$

$$E(P, Q) = -(P_x + Q_y) \tag{9}$$

$$F(h, P, Q) = - \left(\frac{P^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right)_x - \left(\frac{PQ}{h} \right)_y - ghz_x - f_1 + Bgd^3(\eta_{xxx} + \eta_{xyy}) + Bgd^2(d_x(2\eta_{xx} + \eta_{yy}) + d_y\eta_{xy}) \tag{10}$$

$$G(h, P, Q) = - \left(\frac{Q^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right)_y - \left(\frac{PQ}{h} \right)_x - ghz_y - f_2 + Bgd^3(\eta_{yyy} + \eta_{xxy}) + Bgd^2(d_y(2\eta_{yy} + \eta_{xx}) + d_x\eta_{xy}) \tag{11}$$

$$F^*(Q) = \frac{1}{6} d d_x Q_y + \frac{1}{6} d d_y Q_x + \left(B + \frac{1}{3} \right) d^2 Q_{xy} \tag{12}$$

$$G^*(Q) = \frac{1}{6} d d_x P_y + \frac{1}{6} d d_y P_x + \left(B + \frac{1}{3} \right) d^2 P_{xy} \tag{13}$$

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Μετά τον προσδιορισμό των συντελεστών διασποράς (ψ_1 & ψ_2) από την επίλυση των εξισώσεων (2) και (4), εφαρμόζεται η μέθοδος πεπερασμένου όγκου FVM (finite volume method) και κατόπιν η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών FDM (finite difference method) για την επίλυση των εξισώσεων σε ομοιόμορφα καρτεσιανά πλέγματα δύο διαστάσεων (2D).

Χωρικά, διακρίνονται ορθογώνια πλέγματα (grids) με πλεγματικά κελιά σταθερών διαστάσεων Δx & Δy .

Ο πυρήνας κάθε κελιού πλέγματος έχει ελεγκτικό ρόλο στη διαμόρφωση όγκου πλέγματος της FVM μεθόδου πεπερασμένου όγκου.

Τα κυτταρικά κέντρα - κέντρο κελιού πλέγματος και οι αντίστοιχες τιμές των μέσων κυττάρων χρησιμοποιούνται ως σημεία των πλεγματικών κελιών του οριζόντιου πλέγματος της FDM μεθόδου πεπερασμένων διαφορών.

Ειδικότερα, το μοντέλο εφαρμόζει το σχήμα των Kurganov & Petrova, γνωστό ως KP07. Πρόκειται για μέθοδο πεπερασμένου όγκου FVM που εφαρμόζεται για την επίλυση του συστήματος των μη γραμμικών εξισώσεων των ρηχών υδάτων (NLSW) των Saint-Venant, με τους λοιπούς όρους να προσδιορίζονται από κεντρικό οριζόντιο πλέγμα FDM μεθόδου πεπερασμένων διαφορών.

Το KP07, διατηρεί τις καταστάσεις σταθερές (δηλ. σε καλή ισορροπία) και εγγυάται για την αξιοπιστία του υπολογισμένου βάθους υγρού. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για την εφαρμογή των μονάδων επεξεργασίας γραφικών (GPU).

Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη και εφαρμόζεται για την υψηλή και διαδραστική απόδοση των αποτελεσμάτων Celeris.

Το πρότυπο KP07, για τη λύση των ρηχών εξισώσεων του νερού, αποτελείται από τα κάτωθι βήματα:

1. Αξιολόγηση των άγνωστων μεταβλητών $[w, P, Q]$ σε κυτταρικές διεπαφές με την εφαρμογή γενικευμένου περιορισμού στα παράγωγά τους.

2. Διόρθωση του w , προς μεγαλύτερη αξιοπιστία του h .

Οι οριζόντιες ταχύτητες ροής u & v , υπολογίζονται από τους κάτωθι τύπους:

$$u = \frac{\sqrt{2}h(P)}{\sqrt{(h^4 + \max(h^4, \epsilon))}}, \quad v = \frac{\sqrt{2}h(Q)}{\sqrt{(h^4 + \max(h^4, \epsilon))}}$$

Η παράμετρος ϵ τίθεται για την αποφυγή μηδενικών τιμών

3. Οι παροχές -ροές μάζας υπολογίζονται σε κάθε διεπαφή κυττάρων.
4. Γίνεται υπολογισμός και αξιολόγηση των άγνωστων μεταβλητών για το επόμενο βήμα.

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το σχήμα KP07, ως επίλυση του FVM του σχεδίου μας, στο τελευταίο βήμα, προσθέτουμε τους όρους διασποράς ως όρους που προέρχονται και μπορούν να υπολογισθούν από το κεντρικό FDM.

Ενσωμάτωση χρόνου

Η ενσωμάτωση χρόνου πραγματοποιείται με το σχεδιασμό των Adams – Bashforth, 3^{ης} τάξης, με βήμα πρόβλεψης και προαιρετικό σχεδιασμό 4^{ης} τάξης των Adams –Moulton βήματος διόρθωσης.

Το βήμα πρόβλεψης διαβάζει:

$$w_{ij}^{n+1} = w_{ij}^n + \frac{\Delta t}{12} (23E_{ij}^n - 16E_{ij}^{n-1} + 5E_{ij}^{n-2}) \quad (15)$$

$$U_{ij}^{n+1} = U_{ij}^n + \frac{\Delta t}{12} (23F_{ij}^n - 16F_{ij}^{n-1} + 5F_{ij}^{n-2}) + 2F_{ij}^{*n} - 3F_{ij}^{*n-1} + F_{ij}^{*n-2} \quad (16)$$

$$V_{ij}^{n+1} = V_{ij}^n + \frac{\Delta t}{12} (23G_{ij}^n - 16G_{ij}^{n-1} + 5G_{ij}^{n-2}) + 2G_{ij}^{*n} - 3G_{ij}^{*n-1} + G_{ij}^{*n-2} \quad (17)$$

Το βήμα πρόβλεψης είναι σαφές στο χρόνο, γεγονός που σημαίνει ότι στη δεξιά του πλευρά οι εξισώσεις είναι γνωστές.

Το βήμα διορθωτή εκτελείται από:

$$w_{ij}^{n+1} = w_{ij}^n + \frac{\Delta t}{24} (9E_{ij}^{n+1} + 19E_{ij}^n - 5E_{ij}^{n-1} + E_{ij}^{n-2}) \quad (18)$$

$$U_{ij}^{n+1} = U_{ij}^n + \frac{\Delta t}{24} (9F_{ij}^{n+1} + 19F_{ij}^n - 5F_{ij}^{n-1} + F_{ij}^{n-2}) + F_{ij}^{*p} - F_{ij}^{*n} \quad (19)$$

$$V_{ij}^{n+1} = V_{ij}^n + \frac{\Delta t}{24} (9G_{ij}^{n+1} + 19G_{ij}^n - 5G_{ij}^{n-1} + G_{ij}^{n-2}) + G_{ij}^{*p} - G_{ij}^{*n} \quad (20)$$

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Για τον προσδιορισμό της λύσης των εξισώσεων, οι όροι N+1, προσδιορίζονται από το προγνωστικό βήμα και το βήμα του διορθωτή ή δοκιμάζοντας επαναλαμβανόμενες προσεγγιστικές τιμές μέχρι τη σύγκλιση των μεταβλητών.

Η ενσωμάτωση του χρόνου χρησιμοποιείται για τα δύο πρώτα βήματα.

Η ανύψωση της επιφάνειας του νερού w_{N+1} , βρίσκεται άμεσα από την επίλυση της εξίσωσης (15) ή (18).

Για να υπολογιστούν οι όροι της παροχής-ροής, P_{N+1} & Q_{N+1} πρέπει να λυθούν οι κάτωθι εξισώσεις:

$$A_{ij}^x P_{i-1,j} + B_{ij}^x P_{ij} + C_{ij}^x P_{i+1,j} = U_{ij}^* \quad (21)$$

$$A_{ij}^y Q_{i,j-1} + B_{ij}^y Q_{ij} + C_{ij}^y Q_{i,j+1} = V_{ij}^* \quad (22)$$

where

$$A^\alpha = \frac{dd_\alpha}{6\Delta\alpha} - \left(B + \frac{1}{3}\right) \frac{d^2}{\Delta\alpha^2}, \quad B^\alpha = 1 + 2\left(B + \frac{1}{3}\right) \frac{d^2}{\Delta\alpha^2}, \quad C^\alpha = -\frac{dd_\alpha}{6\Delta\alpha} - \left(B + \frac{1}{3}\right) \frac{d^2}{\Delta\alpha^2} \quad (23)$$

Οι εξισώσεις (21)-(22), προκειμένου να επιλυθούν στη μονάδα επεξεργασίας γραφικών (GPU), χρησιμοποιείται μία κυκλική μείωση (CR).

Θραύση κυμάτων

Στο Celeris, η θραύση κυμάτων δεν εφαρμόζεται με την άμεση επεξεργασία των κυμάτων.

Από τα πειράματα εφαρμογών του μοντέλου προκύπτει ότι η ανάκλαση που προκαλείται στο σύστημα κυρίως με τη χρήση του περιοριστή `minmod`, μιμείται την πραγματική ανάκλαση που προκαλείται από τη θραύση των κυμάτων.

Η προσομοίωση της διάδοσης της κυματικής διαταραχής (κυματική κυκλοφορία) στην παράκτια ζώνη επιτυγχάνεται αυτόματα με τη μετάβαση στις εξισώσεις NLSW ρηχών νερών του μοντέλου.

Τριβή

Στην κάτωθι εξίσωση της συνέχειας:

$$\mathbf{U}_t + \mathbf{F}(\mathbf{U})_x + \mathbf{G}(\mathbf{U})_y + \mathbf{S}(\mathbf{U}) = 0$$

Οι όροι της τριβής f_1 & f_2 , που είναι ιδιαίτερα σημαντικοί στις μετρήσεις πορείας διάδοσης της κυματικής διαταραχής, δίνονται από την κάτωθι σχέση:

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} P \\ Q \end{bmatrix} \frac{\sqrt{P^2 + Q^2}}{h^2}$$

Όπου f ο συντελεστής τριβής.

Στο Celeris, μπορεί να επιλεγεί ο συντελεστή τριβής ως σταθερή τιμή ή να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση του Manning για την προσέγγισή του από τον κάτωθι τύπο:

$$f = \frac{gn^2}{h^{1/3}}$$

όπου n είναι ο συντελεστής τραχύτητας του πυθμένα.

Για να αποφευχθεί η διαίρεση με πολύ μικρές τιμές h ή με το μηδέν, χρησιμοποιείται η ίδια τεχνική όπως παραπάνω στην περίπτωση που τέθηκε το ϵ .

4.3 Ανάλυση λογισμικού

(πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

Η γρήγορη υπολογιστική ταχύτητα του celeris, προέρχεται από την εφαρμογή των GPU του για την επίλυση των κυρίαρχων εξισώσεων και την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Το celeris διανέμεται σε διαμορφωμένη (μεταγλωτισμένη) μορφή ανοικτού κώδικα, με άδεια GNU (General Public License), Ελεύθερου λογισμικού.

Τα αρχεία Shader διαμορφώνονται (μεταγλωτίζονται) κατά το χρόνο εκτέλεσής τους, οπότε οι αλλαγές σε αυτά τα αρχεία δεν απαιτούν εκ νέου διαμόρφωση (μεταγλώτιση) του λογισμικού.

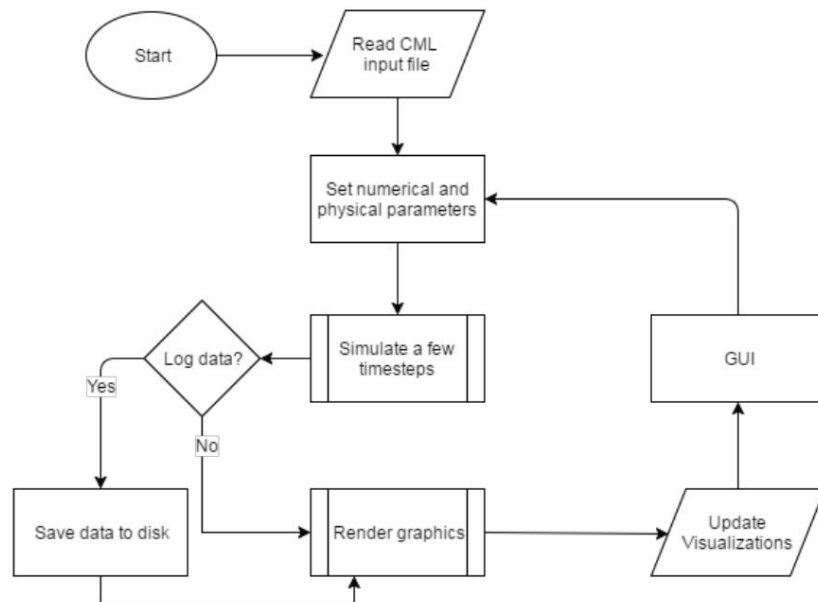
Για παράδειγμα για την περίπτωση της μερικής ανάκλασης, η οριακή συνθήκη μπορεί να εισαχθεί αλλάζοντας τον κωδικό από τη συνθήκη του απορροφητικού στρώματος σε «compute.hlsl», χωρίς καμία εκ νέου διαμόρφωση (μεταγλώτιση).

4.4 Κώδικας προγράμματος

(πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

Ο κώδικας του προγράμματος celeris είναι γραμμένος σε γλώσσα C++, γλώσσα Shader της Microsoft και HLSL. Το πρόγραμμα είναι κωδικοποιημένο, πάνω σε ένα προηγούμενο έργο επίδειξης πηγής για μοντελοποίηση ριχών ροών νερού (Stephen Thompson).

Στην κάτωθι εικόνα παρουσιάζεται το απλοποιημένο διάγραμμα ροής εργασιών του λογισμικού celeris.



Εικόνα 4.2: Διάγραμμα ροής εργασιών λογισμικού μοντέλου celeris (πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

Το αρχείο με το όνομα “main.cpp”, φροντίζει τη ροή , συμπεριλαμβανομένης και της ανάγνωσης των αρχείων εισόδου και της κλήσης των κατάλληλων συναρτήσεων των βρόχων (κόμβων).

Το μεγαλύτερο μέρος των κωδικών βρίσκεται στο “engine.cpp”. Το αρχείο αυτό περιέχει όλους τους κωδικούς καθοδήγησης της GPU, καλώντας κατάλληλους shaders, για την προσομοίωση και απόδοση των γραφικών. Επίσης καταγράφει δεδομένα στο δίσκο σε συχνότητα που προαιρετικά μπορεί να ορίσει ο χρήστης.

Οι shaders της προσομοίωσης βρίσκονται στο “compute.hlsl”, και οι shaders γραφικών στο “graphics.fx”. Τέλος, η διαχείριση του GUI, γίνεται από το “gui_manager.cpp”.

4.5 Εισαγωγή στοιχείων μοντέλου

(πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

Στο πρότυπο αρχείο template.cml εισάγουμε τα απαιτούμενα στοιχεία για την εκτέλεση του προγράμματος Celeris Advent, όπως:

a. Καθορισμό έργου και των βασικών παραμέτρων.

1. Ορίζουμε το όνομα του έργου μας στο Tutorial case π.χ. MarinaAlimou, όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα.

```
<?xml version="1.0" ?>  
<Experiment>  
  <name>MarinaAlimou</name>
```

Εικόνα 4.3: Ορισμός ονομασίας έργου

2. Εισάγουμε τις παραμέτρους του μοντέλου τύπου Boussinesq (type BSNQ), που σύμφωνα με την κάτωθι εικόνα αφορούν:
 - την παράμετρο epsilon (ϵ) για την αποφυγή τυχόν μηδενικών τμημάτων,
 - τη διεύθυνση Θ (theta σε μοίρες) διάδοσης της κυματικής διαταραχής στο διαδραστικό επίπεδο,

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- το χρονικό βήμα (timestep σε sec), αλλαγής της διαδραστικής εικόνας,
- το συντελεστή τριβής πυθμένα (manning).

```
<!-- Settings for Model -->  
<model type = "BSNQ">  
  <parameters epsilon = 0.001 Theta = 2.0 correctionStepsNum = 0 timestep = 0.2></parameters>  
  <friction type = "Mannings" coef = 0.02></friction>  
</model>
```

Εικόνα 4.4: Εισαγωγή παραμέτρων στο celeris

Στην παραπάνω εικόνα του προγράμματος celeris, ορίστηκε $\epsilon=0,001$, διεύθυνση Θ (theta)= 2° , χρονικό βήμα αλλαγής της διαδραστικής εικόνας (timestep=) 0,20s και συντελεστής τριβής πυθμένα manning (coef=) 0,02.

β. Ψηφιοποίηση σκαριφήματος του πεδίου – διαδραστική προσομοίωση της περιοχής μελέτης

Πέρασμα βυθομετρικών στοιχείων στο Celeris Advent για την ψηφιοποίηση-προσομοίωση του πεδίου της περιοχής μελέτης:

- Καθορίζουμε τις διαστάσεις του πεδίου (dimensions field) στο οποίο επιθυμούμε την ψηφιοποίηση του σκαριφήματος της περιοχής μελέτης μας (π.χ. πλάτος 1401μ & μήκος 3002μ), δηλαδή δημιουργούμε για την προσομοίωση της περιοχής μελέτης, δισδιάστατο οριζόντιο πλέγμα (grid), διαστάσεων π.χ. 1401mX3002m, εντός του οποίου υπάρχουν σημεία με βυθομετρικά δεδομένα.
- Καθορίζουμε τη διάσταση του κάθε κελιού πλέγματος Δx (π.χ. =2m) κατά X άξονα & Δy (π.χ. =3) κατά Y άξονα, έτσι ώστε στους κόμβους του πλέγματος (σημεία κορυφών κελιών πλέγματος) να υπάρχουν τα σημεία με τις βυθομετρικές καταγραφές του πεδίο μας.
- Ταξινομούμε τα κελιά (cells) του πλέγματος κατά άξονα X '(Σx)-1' και Y '(Σy)-1' αντίστοιχα και δηλώνουμε το αριθμητικό μέγεθος του πλέγματος (gridsize) κατά τη διεύθυνση του άξονα X (δηλ. αριθμό κελιών κατά X) (π.χ. nx=701) & αντίστοιχα κατά τη διεύθυνση του Y άξονα (αριθμό κελιών κατά Y) (π.χ. ny=1001).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- Δημιουργούμε για πεδία περιοχής μελέτης μεγάλων διαστάσεων, αρχείο των καταγεγραμμένων βυθομετρικών στοιχείων στο excel.
- Μετατρέπουμε το αρχείο βυθομετρικών στοιχείων από μορφή .x1 σε μορφή .xlm (text document) του κώδικα celeris.
- Αποθηκεύουμε τα διαμορφωμένα σύμφωνα με τον κώδικα celeris, αρχεία βυθομετρικών στοιχείων .xlm σε αρχείο μορφής .cbf τον οποίο ονομάζουμε (π.χ. MarinaAlimou.cbf).
- Εισάγουμε το αρχείο .cbf με τα αποθηκευμένα διαμορφωμένα σύμφωνα με τον κώδικα celeris, αρχεία βυθομετρικών στοιχείων στο Celeris Advent.

```
<!-- Settings for Solution field -->  
<fieldDimensions width = 1401 length = 3002 stillWaterElevation = 0></fieldDimensions>  
<gridSize nx = 701 ny = 1001></gridSize>  
<bathymetryFilePath> MarinaAlimou.cbf </bathymetryFilePath>
```

Εικόνα 4.5: Εισαγωγή βυθομετρικών στοιχείων στο celeris

γ. Εισαγωγή αρχικών συνθηκών (initial conditions) εξεταζόμενου χαρακτηριστικού κύματος [Hs(m) & Tp(s)], κυματικού κλίματος στα ανοικτά

Ειδικότερα γίνεται εισαγωγή στο celeris Advent των αρχικών συνθηκών (initial conditions) του εξεταζόμενου χαρακτηριστικού κύματος του κυματικού κλίματος στα ανοικτά και καθορίζονται τα χαρακτηριστικά :

- Τύπος κύματος [solitary wave (μοναχικό κύμα), ή irregular (ακανόνιστο) ή sinewave(ημιτονοειδές κύμα)]
- Χαρακτηριστικό ύψος κύματος στα ανοικτά (Hs)
- Μέση περίοδος χαρακτηριστικού κύματος Tp.
- Διεύθυνση κύματος /κλίση Θ (theta).

Ειδικότερα:

Στο μοντέλο υπάρχουν τρεις (3) τύποι κυματισμών προς επιλογή :

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

1)Solitary: Είναι ο τύπος των μοναχικών κυμάτων, που προσδιορίζεται με την εισαγωγή του ύψους κύματος στα ανοιχτά (H_s), της κατεύθυνσης που προέρχεται η κυματική διαταραχή Θ (σε μοίρες $^\circ$) με βάση την αρχή των αξόνων που έχουμε ορίσει κατά την εισαγωγή των βυθομετρικών στοιχείων της περιοχής μελέτης, καθώς και τον καθορισμό του σημείου εκκίνησής του (X, Y) της κορυφογραμμής του.

Ειδικότερα η διάδοση ενός μοναχικού κύματος γίνεται σε οριζόντιο και σταθερού σχήματος πυθμένα.

Οι εξισώσεις Boussinesq που αναπαριστούν ένα τέτοιο κύμα, προϋποθέτουν ότι οι αλληλοεπιδράσεις του κύματος είναι μη γραμμικές και ισορροπημένες.

Τα κύματα αυτά, μετά το τρέξιμο του προγράμματος και την επεξεργασία των εισαχθέντων χαρακτηριστικών τους, μπορούν μέσω των γραφικών της μονάδας GUI του μοντέλου να προσομοιωθούν και να απεικονιστούν γραφικά και διαδραστικά.

Ειδικότερα, όσον αφορά τις εξισώσεις για την προσομοίωση και διάδοση ενός μοναχικού κύματος, στο κάθε κελί του πλέγματος προσθέτουμε τις τιμές η , P και Q που προκύπτουν από τις κάτωθι σχέσεις:

$$\eta_s = H_s \operatorname{sech} \left(k_s \left((x - x_0) \cos(\theta) + (y - y_0) \sin(\theta) \right) \right)^2$$
$$\begin{bmatrix} P_s \\ Q_s \end{bmatrix} = c_s \eta_s \begin{bmatrix} \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \end{bmatrix}$$

όπου H_s είναι το χαρακτηριστικό ύψος του μοναχικού κύματος, θ είναι η γωνία της διεύθυνσης που προέρχεται, και (x_0, y_0) είναι η αρχική θέση της κορυφής του.

k_s και c_s είναι ο κυματικός αριθμός και η ταχύτητα διάδοσης του μοναχικού κύματος που δίνονται από τους κάτωθι τύπους:

$$k_s = \sqrt{\frac{3|H_s|}{4d^3}}$$
$$c_s = \sqrt{g(H_s + d)}$$

Η χρήση της απόλυτης τιμής του H_s στην παραπάνω σχέση, επιτρέπει την εισαγωγή ενός κύματος κατάθλιψης (δηλ. λογισμικό με αρνητικά ύψη κυμάτων). Ωστόσο, ένα τέτοιο κύμα δεν αναμένεται να διατηρήσει το σχήμα του.

2)Irregular: Είναι ο τύπος των ακανόνιστων κυμάτων, που απαιτεί αρχικά τη συμπλήρωση των απαιτούμενων στοιχείων τους [χαρακτηριστικά κυματικής διαταραχής στα ανοιχτά (H_s , T_p , Θ), ποσοστό και συχνότητα εμφάνισης] σε αρχείο μορφής .txt, το οποίο στη συνέχεια θα εισαχθεί στο celeris μετά από σχετική διαμόρφωσή του στον κώδικα αυτού.

3)Sinewave: Είναι ο τύπος των ημιτονοειδών κυματισμών που για τον προσδιορισμό τους απαιτείται το ύψος κύματος (H_s) της κυματικής διαταραχής στα ανοιχτά, το πλάτος a ($=H_s/2$), η μέση περίοδος διάδοσης (T_p) και η διεύθυνση διάδοσής της (Θ).

δ) Καθορισμό οριακών συνθηκών(boundaries condition) πεδίου περιοχής μελέτης.

Όσον αφορά τους τύπους των ορίων που μπορούν να επιλεγούν ανά κατεύθυνση (westboundary, eastboundary,southboundary,northboundary) της πλευράς του καθορισμένου πεδίου περιοχής μελέτης στο Celeris Advent, είναι: Οριακές συνθήκες (boundaries condition)

Στο μοντέλο «Celeris Advent» εφαρμόζονται τρεις (3) τύποι οριακών συνθηκών, που μπορούν να επιλεγούν ανά κατεύθυνση (westboundary, eastboundary,southboundary ,northboundary) της πλευράς του καθορισμένου πεδίου περιοχής μελέτης:

- Ο τύπος ορίου «sponge», που επιλέγεται όταν έχουμε στρώμα απορρόφησης κύματος σε καθορισμένη πλευρά του πεδίου μας.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Τα στρώματα απορρόφησης (sponge layer), βρίσκουν εφαρμογή σε πληθώρα προβλημάτων, γιατί επιτυγχάνουν τον τερματισμό της υπό μελέτης περιοχής με την εισαγωγή οριακού στρώματος όπου επιτυγχάνεται ελαχιστοποίηση των ανακλάσεων και πλήρης απορρόφηση των κυμάτων. Η συνθήκη του στρώματος απορρόφησης (sponge layer) εφαρμόζεται και στα όρια ανοιχτής θάλασσας, ώστε να ακτινοβολούνται πλήρως οι διαταραχές από το εσωτερικό του πεδίου και να μην επηρεάζουν τη λύση.

Τα στρώματα απορρόφησης κυμάτων εφαρμόζονται ως όρια στο Celeris κατόπιν πολλαπλασιασμού των τιμών η , P , και Q με έναν συντελεστή απόσβεσης που ορίζεται από τον κάτωθι τύπο:

$$\gamma(x, y) = f(x) = \frac{1}{2} \left(1 + \cos \left(\pi \frac{L_s - D(x, y)}{L_s} \right) \right)$$

Όπου το L_s είναι το πλάτος του στρώματος απορρόφησης και $D(x, y)$ είναι η κανονική απόσταση από το όριο του στρώματος απορρόφησης. Επισημαίνεται ότι ο συντελεστής $\gamma(x, y)$ που καθορίζεται από τον παραπάνω τύπο, ισχύει μόνο για τα κελιά του πλέγματος που βρίσκονται εντός του στρώματος απορρόφησης.

- Ο τύπος ορίου «solid», που επιλέγεται όταν υπάρχει ανακλαστικός τοίχος –στερεό εμπόδιο(π.χ. βράχος, κυματοθραύστες, παράκτιο τοίχιο, μώλος, κτλ.) σε καθορισμένη πλευρά του πεδίου μας. Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται για την επιλογή αυτού του ορίου μεταξύ δύο κελιών πλέγματος του πεδίου είναι :

$$(P, Q) \cdot \mathbf{n} = 0, \quad \nabla w \cdot \mathbf{n} = 0,$$

Όπου \mathbf{n} είναι το κανονικό διάνυσμα στο στερεό τοίχωμα.

- Ο τύπος ορίου «sinewave», που επιλέγεται όταν από την καθορισμένη πλευρά του πεδίου μας προέρχεται η κυματική διαταραχή -κυματικό κλίμα στα ανοικτά τύπου «sinewave» (ημιτονοειδές κύμα) που εξετάζεται η κυματική του κυκλοφορία στην παράκτια ζώνη. Στην περίπτωση ορίου τύπου sinewave πρέπει να καθοριστούν επιπλέον τα χαρακτηριστικά του κύματος sinewave (πλάτος, περίοδος, διεύθυνση).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Ειδικότερα, έχοντας δεδομένα τα χαρακτηριστικά του κύματος sinewave: περίοδο (T), πλάτος (a) και διεύθυνση διάδοσης (θ), του κύματος sinewave, υπολογίζουμε τα λοιπά στοιχεία n, P, Q από τους κάτωθι τύπους:

$$\eta = a \sin(\omega t - k_x x - k_y y)$$

$$P = c \cos \theta \eta$$

$$Q = c \sin \theta \eta$$

Όπου :

$$c = \frac{\omega}{k}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad k_x = \cos(\theta) k, \quad k_y = \sin(\theta) k$$

Και την προσέγγιση του κυματικού αριθμού k από τον τύπο του Eckart:

$$k = \frac{\omega^2}{g} \sqrt{\coth\left(\frac{\omega^2 d}{g}\right)}$$

Η εφαρμογή αυτή δεν επιτρέπει την επεξεργασία κυμάτων πλησίον των ορίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο αν υπάρχει ασήμαντη η μη γραμμικότητα.

Ειδικότερα, στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, το πεδίο της περιοχής μελέτης μας, επιλέχθηκε να βρίσκεται για το κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=5,59\text{m}$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South(S), μέσης περιόδου $T_p(s)=7,06\text{s}$ και $H/d=0,140$, μεταξύ τύπου ορίων :

Ανατολικά (eastboundary) : «sponge». Στο ανατολικό όριο του πεδίου μας υπάρχει αμμώδη παραλία φυσικό στρώμα απορρόφησης κυμάτων (sponge) και Βορειοανατολικά παραλιακό τοιχίο (εμπόδιο solid). Λόγω:

- i. μη δυνατής επιλογής της βορειοανατολικής διεύθυνσης (οι μόνες παρεχόμενες επιλογές του προγράμματος είναι: westboundary, eastboundary, southboundary, northboundary)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- ii. μη δυνατότητας συνδυαστικής επιλογής στο μοντέλο,
&
- iii. της λεπτομερής αποτύπωσης του μοντέλου του πεδίου μας σε υψηλής διακριτοποίησης οριζόντιου πλέγματος προσομοίωσης, όπου οριοθετούνται με μεγάλη ακρίβεια όλα τα υφιστάμενα φυσικά εμπόδια εντός και εκτός της λιμενολεκάνης της μαρίνας (ύφαλοι, θέση και ύψος κυματοθραυστών, θέση και ύψος υπήνεμου προσήνεμου μώλου και προβλήτων, παραλιακό προστατευτικό τοίχιο, κτλ.), δεν απαιτείται η επιπλέον οριοθέτηση εμποδίων («solid»), επιλέχθηκε ότι υπάρχει στρώμα απορρόφησης κυμάτων («sponge»).

Δυτικά (westboundary): «sponge». Στο δυτικό όριο του πεδίου μας υπάρχει ανοικτή θάλασσα οπότε, θεωρώντας στα όριά της ότι ακτινοβολούνται πλήρως οι διαταραχές από το εσωτερικό του πεδίου μας ώστε να μην επηρεάζουν τη λύση, βάζουμε ότι υπάρχει στρώμα απορρόφησης κυμάτων («sponge»).

Βόρεια (southboundary): «sponge». Στο βόρειο όριο του πεδίου μας υπάρχει ανοικτή θάλασσα (στρώμα απορρόφησης κυμάτων «sponge»), οπότε θεωρώντας στα όριά της ότι ακτινοβολούνται πλήρως οι διαταραχές από το εσωτερικό του πεδίου μας ώστε να μην επηρεάζουν τη λύση, βάζουμε ότι υπάρχει στρώμα απορρόφησης κυμάτων («sponge»).

Νότια (northboundary): «sinewave». Στο νότιο όριο του πεδίου μας εμφανίζεται η κυματική διαταραχή τύπου «sinewave» (ημιτονοειδές κύμα) του οποίου εξετάζουμε την κυκλοφορία και την επίδραση στην περιοχή μελέτης μας. Ειδικότερα για την εξέταση του παραγόμενου από τη θαλάσσια διαταραχή ημιτονοειδούς κύματος(sinewave), πλάτους $a \approx 2,8\mu$, περιόδου $T_p = 7,06s$, διευθύνσεως διάδοσης ως προς τον άξονα x , $\Theta = 90^\circ$, εισάγουμε τα σχετικά στοιχεία στο celeris, σύμφωνα με την κάτωθι εικόνα.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

```
<!-- Settings for Initial Condition -->

<!-- Settings for Boundaries-->
<westBoundary type = "Sponge" seaLevel = 0 widthNum = 2></westBoundary>
<eastBoundary type = "Sponge" seaLevel = 0 widthNum = 2></eastBoundary>
<southBoundary type = "SineWave" seaLevel = 0 widthNum = 30>
  <sineWave amplitude = 2.8 period = 7.06 theta = 90></sineWave>
</southBoundary>
<northBoundary type = "Sponge" seaLevel = 0 widthNum = 30></northBoundary>
```

Εικόνα 4.6: Καθορισμός οριακών συνθηκών(boundaries condition), πεδίου περιοχής μελέτης.

ε) Προσομοίωση του παράκτιου κυματικού πεδίου της προσομοιωμένης περιοχής μελέτης για χαρακτηριστικό κύμα του κυματικού πεδίου στα ανοικτά.

Επιλέγουμε τα σημεία (gauges) που θέλουμε να μετρήσουμε τη μεταβολή (ανύψωση) της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας $\eta(m)$, κατά τη χρονική εξέλιξη συγκεκριμένης κυματικής διαταραχής και γενικότερα την κυματική κυκλοφορία που προέρχεται από συγκεκριμένη κυματική διαταραχή (H_s , T_p , H/d , θ) σε καθορισμένο χρονικό βήμα εξέλιξης.

Ορίζουμε την περιοχή (range) που βρίσκεται το κάθε σημείο(gauge).

π.χ. όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα καθορίζουμε την περιοχή που βρίσκεται το σημείο(gauge) με συντεταγμένες $X=201$, $Y=745$, Rangefilename=surface output <bottomleft> (πυθμένας αριστερά) $X=228$, $Y=228$ & <bottomright> (πυθμένας δεξιά) $X=374$, $Y=374$.

```
<!-- Settings for Logging Data-->
<logData doLog = false logStep = 20>
  <logPath> DataW </logPath>
  <range filename = "surface_output"><bottomLeft x = 228 y = 228></bottomLeft><topRight x = 374 y = 374></topRight></range>
  <gauges filename = "gauges">201,745</gauges>
</logData>
```

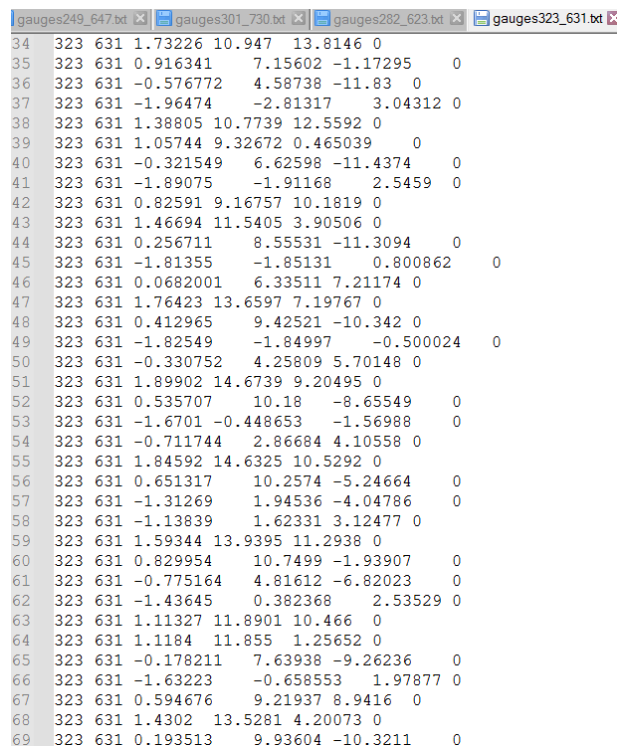
Εικόνα 4.7: Εισαγωγή σημείων(gauges) στο celeris.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Για το καθένα σημείο (gauge), που εισάγουμε στο celeris, το πρόγραμμα όταν τρέξει δημιουργεί αρχείο τύπου .txt .

Τα αρχεία .txt, των σημείων ελέγχου (gauges) τα αποθηκεύουμε με την ονομασία των συντεταγμένων τους και κατόπιν τα επεξεργαζόμαστε μέσω excel για να δημιουργήσουμε τα σχετικά διαγράμματα της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής.

Ενδεικτικά παραθέτουμε μέρος των καταγεγραμμένων στοιχείων που περιλαμβάνονται στο αρχείο σημείου (gauge) 323-631 .txt του φακέλου MarinaAlimougauges, όπως αυτά αποτυπώνονται στην κάτωθι εικόνα, για κυματική διαταραχή διεύθυνσεως νότιας, με χαρακτηριστικά $H_s=5,59m$, $T_p=7,06s$, $\alpha=2,8m$, Θ_{nw} (γωνία διεύθυνσης διάδοσης κυματικής διαταραχής)= 0° ή 186° .



Line	Gauge	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4	Value 5
34	323 631	1.73226	10.947	13.8146	0	
35	323 631	0.916341	7.15602	-1.17295	0	
36	323 631	-0.576772	4.58738	-11.83	0	
37	323 631	-1.96474	-2.81317	3.04312	0	
38	323 631	1.38805	10.7739	12.5592	0	
39	323 631	1.05744	9.32672	0.465039	0	
40	323 631	-0.321549	6.62598	-11.4374	0	
41	323 631	-1.89075	-1.91168	2.5459	0	
42	323 631	0.82591	9.16757	10.1819	0	
43	323 631	1.46694	11.5405	3.90506	0	
44	323 631	0.256711	8.55531	-11.3094	0	
45	323 631	-1.81355	-1.85131	0.800862	0	
46	323 631	0.0682001	6.33511	7.21174	0	
47	323 631	1.76423	13.6597	7.19767	0	
48	323 631	0.412965	9.42521	-10.342	0	
49	323 631	-1.82549	-1.84997	-0.500024	0	
50	323 631	-0.330752	4.25809	5.70148	0	
51	323 631	1.89902	14.6739	9.20495	0	
52	323 631	0.535707	10.18	-8.65549	0	
53	323 631	-1.6701	-0.448653	-1.56988	0	
54	323 631	-0.711744	2.86684	4.10558	0	
55	323 631	1.84592	14.6325	10.5292	0	
56	323 631	0.651317	10.2574	-5.24664	0	
57	323 631	-1.31269	1.94536	-4.04786	0	
58	323 631	-1.13839	1.62331	3.12477	0	
59	323 631	1.59344	13.9395	11.2938	0	
60	323 631	0.829954	10.7499	-1.93907	0	
61	323 631	-0.775164	4.81612	-6.82023	0	
62	323 631	-1.43645	0.382368	2.53529	0	
63	323 631	1.11327	11.8901	10.466	0	
64	323 631	1.1184	11.855	1.25652	0	
65	323 631	-0.178211	7.63938	-9.26236	0	
66	323 631	-1.63223	-0.658553	1.97877	0	
67	323 631	0.594676	9.21937	8.9416	0	
68	323 631	1.4302	13.5281	4.20073	0	
69	323 631	0.193513	9.93604	-10.3211	0	

Εικόνα 4.8: Απόσπασμα στοιχείων σημείου (gauge) με συντεταγμένες (323, 631), αρχείου gauges 323_631 .txt, του φακέλου MarinaAlimougauges

Ειδικότερα παρατηρούμε ότι:

- 1) στο στοιχείο 34 του σημείου (gauge) με συντεταγμένες (323-631), έχει καταγραφεί:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας n(m):

1.73226m

Μεταβολή κατά X: 10.947m

Μεταβολή κατά Y: 13.8146m

Θνω(διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής): 0°

2) το στοιχείο 35, του σημείου (gauge) με συντεταγμένες (323-631), έχει καταγραφεί:

Ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας n(m):

0.916341m

Μεταβολή κατά X: 7.15602m

Μεταβολή κατά Y: -1.17295m

Θνω(διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής): 0°

στ) Καθορισμός προδιαγραφών της γραφικής απεικόνισης των προσομοιώσεών μας (περιοχή μελέτης και παράκτιο κυματικό πεδίο) δηλαδή καθορισμός ανάγλυφου, δυνατότητας μετακίνησης και στροφής στο χώρο, χρωματικής απεικόνισης νερού, κτλ.

```
<!-- Settings for graphics are optional-->
<graphics>
  <vertical scale = 1></vertical>
  <!-- Photorealistic = 0, PARULA = 1, JET = 2 -->
  <surfaceShading type = 0>
    <!-- Eta = 0, U = 1, V = 2, |U+V| = 3, Vorticity = 4 -->
    <shadingVariable value = 0></shadingVariable>
    <!-- -minMaxValue < value < +minMaxValue -->
    <colormap auto = false min = -2.25 max = 3></colormap>
  </surfaceShading>
  <!-- Textures = 0 to 5, COLORMAP = 6, CONTOURS = 7 -->
  <terrainTexture type = 6><colormap auto = true min = -2 max = 4></colormap>
  </terrainTexture>
  <skybox type = 2></skybox>
  <grid show = true scale = 1></grid>
  <lighting ambient = 0.25></lighting>
  <fresnel coef = 0.5 refractive_index = 3 attenuation_1 = 0 attenuation_2 = 0.1></fresnel>
  <camera auto = true x = 2580 y = 4905 z = 1108.43 pitch = -0.4 yaw = -2.5></camera>
</graphics>
/Experiment>
```

Εικόνα 4.9: Καθορισμός προδιαγραφών της γραφικής απεικόνισης των προσομοιώσεων του πεδίου περιοχής μελέτης και της παράκτιας κυματικής κυκλοφορίας.

Επισημαίνεται ότι οι περισσότερες από τις τιμές των στοιχείων που δίνονται στο αρχείο εισόδου του λογισμικού, μπορούν να τροποποιηθούν αργότερα μέσω της μονάδας γραφικών του μοντέλου GUI.

4.6 Εκτέλεση προγράμματος

(πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

Οι γλώσσες shader & HLSL έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε οι GPU να δημιουργούν εικόνες.

Για την ανάλυση ενός υπολογιστικού προβλήματος με shaders, απαιτείται η αναδιατύπωσή του σε μορφή αρχείου .txt , έτσι ώστε τα πρότυπα δεδομένα και γραφικά του να αποθηκευτούν σε σημειωματάριο (textures).

Τα πλέγματα διαστάσεων 2D, μοιάζουν με μητρικές μορφές που είναι κατάλληλες για την απεικόνιση του δισδιάστατου πεδίου μας.

Κάθε κελί πλέγματος αντιστοιχεί σε ένα αρχείο .txt, το οποίο μπορεί να έχει πολλούς τύπους και χαρακτηριστικά για την περιγραφή του.

Στο celeris, χρησιμοποιείται κυρίως ο τύπος float4 texel, στον οποίο περιλαμβάνονται τρεις μεταβλητές ακρίβειας κινητής υποδιαστολής για το χρώμα texel “r”, “g”, “b” και ένα για το κανάλι άλφα, με το όνομα “a”.

Χρησιμοποιούμε αυτές τις μεταβλητές, για να αποθηκεύσουμε τις παραμέτρους ροής.

Για παράδειγμα, ορίζουμε δισδιάστατο πλέγμα μεγέθους nx X ny για να αποθηκεύσουμε την κατάσταση της τελευταίας ροής.

Σε κάθε υπολογιστικό κελί του πλέγματος τα w, P & Q αποθηκεύονται στα “r”, g” & “b”, ενώ το “a” παραμένει αχρησιμοποίητο.

Τα στοιχεία του κάθε πλέγματος (όπως κατάσταση ροής, βαθυμετρία, κτλ), εισάγονται ως δεδομένα ενός shader για τη λήψη μιας εξόδου, ή όπως ονομάζεται στην ορολογία των γραφικών απόδοση στόχου πλέγματος.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Κάθε βήμα του αριθμητικού μοντέλου που περιεγράφηκε προηγουμένως, εκτελείται με την εισαγωγή πολλών πλεγμάτων και την επεξεργασία των σχετικών shaders.

Στην κάτωθι εικόνα παρουσιάζεται το παράδειγμα shader εισαγωγής των συνθηκών ορίου συμπαγούς τοίχου (solid) -εμποδίου.

```
float4 WestBoundarySolid(VS_OUTPUT input) : SV_TARGET
{
    const float3 in_state_real = txState.Load(int3(4 - input.tex_idx.x, input.tex_idx.y, 0)).rgb;
    return float4(in_state_real.r, -in_state_real.g, in_state_real.b, 0);
}
```

Εικόνα 4.10 : Παράδειγμα shader εισαγωγής των συνθηκών ορίου συμπαγούς τοίχου-εμποδίου στο celeris.

Εφόσον εκτελεστεί καθορισμένος αριθμός υπολογιστικών βημάτων, η κατάσταση ροής και το έδαφος μεταβιβάζονται στο πρόγραμμα απόδοσης γραφικών GUI.

Για να οπτικοποιηθούν τα επιλεγμένα αποτελέσματα και να αποδοθούν φωτορεαλιστικά ή με χρωματικά ακριβείας γραφήματα πρέπει να εισαχθούν αρκετά shaders στο celeris.

Το πιο δύσκολο μέρος της υλοποίησης προγράμματος, είναι η επίλυση των τρισδιάστατων συστημάτων μήτρας εντός του καθορισμένου αριθμητικού σχήματος.

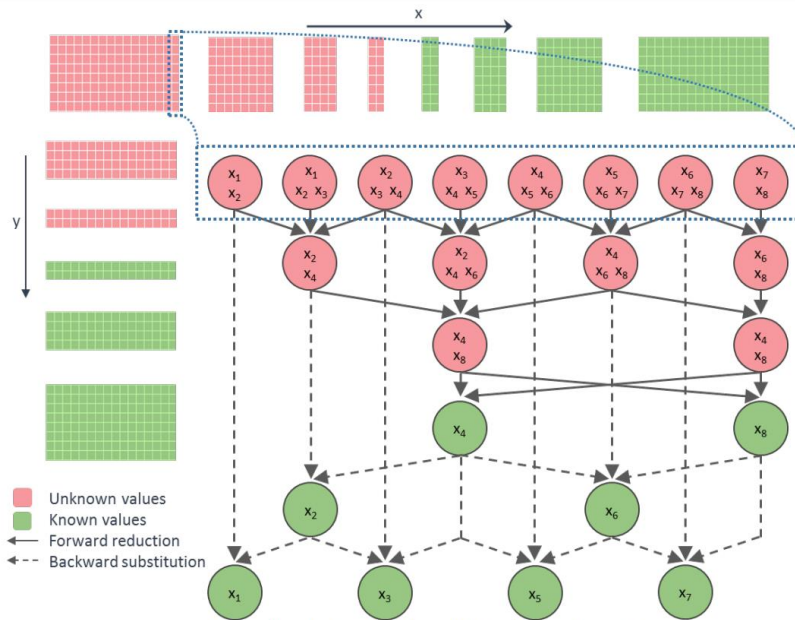
Ο κλασικός αλγόριθμος για την επίλυση ενός τέτοιου συστήματος είναι ο σειριακός αλγόριθμος Thomas, που η χρήση του συμβάλλει σε σημαντική αύξηση του χρόνου λειτουργίας του λογισμικού, λόγω αντιγραφής δεδομένων από την GPU στην κύρια μνήμη, εκτελώντας τη σειρά επίλυσης και αντιγραφή των αποτελεσμάτων πίσω στη GPU.

Στο celeris, το τριδιαγώνιο σύστημα επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο κυκλικής αναγωγής (CR), που αποτελείται από δύο φάσεις: μείωση προς τα εμπρός και προς τα πίσω αντικατάσταση.

Στη φάση μείωσης προς τα εμπρός, το σύστημα μειώνεται διαδοχικά σε μικρότερο σύστημα μέχρι να φτάσει με το μισό αριθμό αγνώστων, όμως η επιτάχυνση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε μη αξιόπιστες τιμές λύσεων των αγνώστων.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Στη φάση της αντικατάστασης προς τα πίσω, στο άλλο μισό του συστήματος οι άγνωστοι βρίσκονται με την αντικατάσταση των τιμών σε προηγούμενες εξισώσεις. Η διαδικασία αυτή απεικονίζεται στην κάτωθι εικόνα.



Εικόνα 4.11: Παρουσίαση κυκλικού αλγόριθμου μείωσης και η εφαρμογή του σε GPU.

(πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

Το Celeris αποτελείται από τρεις (3) μονάδες ανοιχτού κώδικα:

- ένα περιτύλιγμα γύρω από τη λειτουργία του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων του Direct3D, που ονομάζεται "Coerci",
- μια βιβλιοθήκη GUI με το όνομα "Guichan" και
- το κύριο έργο με το όνομα «Celeris».

Το μοντέλο Celeris χρησιμοποιεί για την εκτέλεσή του:

- έναν αναλυτή XML ανοιχτού κώδικα που ονομάζεται "TinyXML".
- Δύο (2) φακέλους που ονομάζονται "shaders" και "graphics", οι οποίοι περιλαμβάνονται επίσης στο αρχείο zip αναδιανομής. Αυτοί οι φάκελοι περιέχουν τους κωδικούς shader και τα γραφικά των πλεγμάτων (colormaps, γραμματοσειρά κ.λπ.) και πρέπει να τοποθετηθούν

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

κατάλληλα στο φάκελο της λύσης έτσι ώστε να μπορεί να τους αναγνωρίσει –εντοπίσει ο κώδικας.

Αρχικά, όπως έχει ήδη αναφερθεί, το Celeris ξεκινά με βάση ένα αρχείο εισόδου CML. του οποίου οι ρυθμίσεις μπορούν να αλλάξουν από το GUI κατά την εκτέλεση του μοντέλου.

Μετά την εκκίνηση, το λογισμικό εξετάζει το αρχείο με το όνομα "setting.ini" για να βρεί την απόλυτη διαδρομή προς το αρχείο εισόδου CML. Εάν μια τέτοια διαδρομή δεν παρέχεται ή η διαδρομή είναι μη έγκυρη, το Celeris θα ζητήσει από τον χρήστη να επιλέξει το αρχείο εισόδου από ένα παράθυρο του προγράμματος περιήγησης αρχείων.

Χρησιμοποιώντας το GUI, μπορούμε να αλλάξουμε τις τιμές των παραμέτρων και των χαρακτηριστικών του έργου μας όπως τα μεγέθη του πλέγματος, το συντελεστή τριβής, τις οριακές συνθήκες, κ.λπ.

Τα μοναχικά κύματα μπορούν επίσης να απεικονιστούν στο πεδίο με δεδομένη θέση, ύψος και κατεύθυνση.

Οι εργασίες των έργων που εκτελούνται στο celeris, μπορούν να τεθούν σε παύση ή να επαναληφθούν.

4.7 Εξαγωγή αποτελεσμάτων μοντέλου

(πηγή: <https://www.researchgate.net/publication/310595195>)

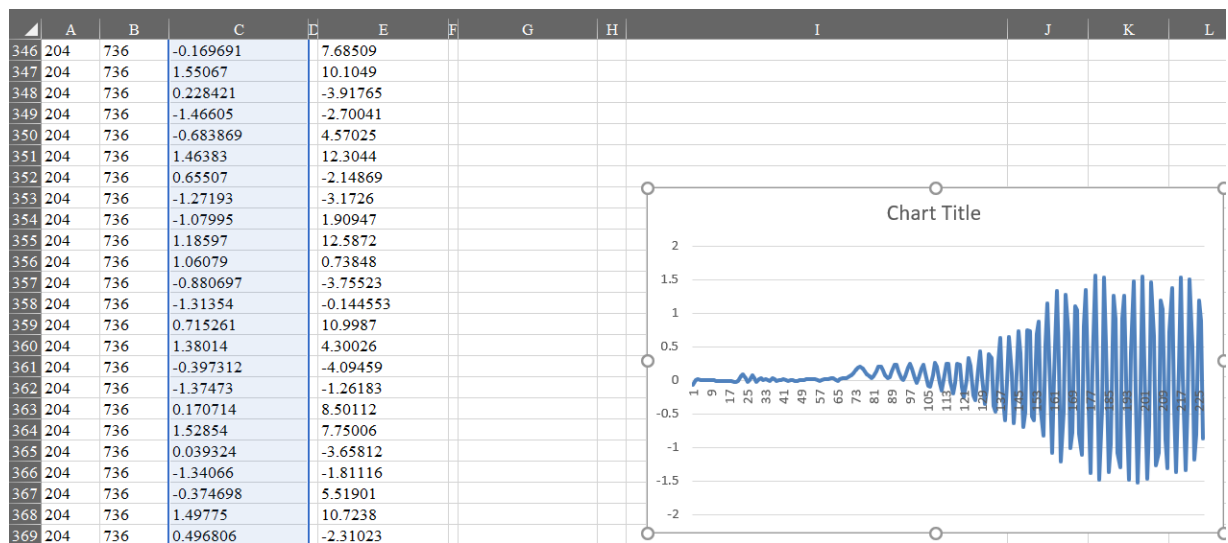
Μετά την εισαγωγή των στοιχείων εισόδου στο μοντέλο και το τρέξιμο αυτού, εμφανίζονται σε τριδιάστατη διαδραστική οπτικοακουστική εικόνα τα σχετικά αποτελέσματα.

Τα αποτελέσματα της εκτέλεσης του Celeris, είναι η διαδραστική απεικόνιση της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής χαρακτηριστικού ύψους $H_s(m)$, περιόδου $T_p(s)$ ανά διακριτές χρονικές στιγμές $t(s)$ και η απόδοση σε διαγράμματα μετά από τη σχετική επεξεργασία των σχετικών αρχείων .txt.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Ειδικότερα στην κάτωθι εικόνα του διαγράμματος n-t που εξάχθηκε από κατόπιν επεξεργασίας σε excel των στοιχείων που εξάχθηκαν από το celeris, βλέπουμε για το επιλεγέν σημείο (gauge) με συντεταγμένες (204, 736), τη χρονική εξέλιξη t(s) της ανύψωσης της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας n(m) από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής χαρακτηριστικού ύψους κύματος $H_s(m) = 5,59m$, περιόδου $T_p(s) = 7,06s$ με $H/d = 0,140$ ($= 5,59m/40m$).

Επισημαίνεται ότι αν $n > 0$ η ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας βρίσκεται πάνω από το σταθερό σημείο της Μέσης Στάθμης Θάλασσας (ΜΣΘ) (ανύψωση ελεύθερης επιφάνειας), ενώ αν $n < 0$, η ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας βρίσκεται κάτω από τη ΜΣΘ (ταπείνωση ελεύθερης επιφάνειας).



Εικόνα 4.12: Διάγραμμα n(m)-t(s) παρακολούθησης της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής Νότιας διεύθυνσης, χαρακτηριστικού ύψους κύματος στα ανοιχτά $H_s(m) = 5,59m$, περιόδου $T_p(s) = 7,06s$ με $H/d = 0,140$ στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (204, 736).

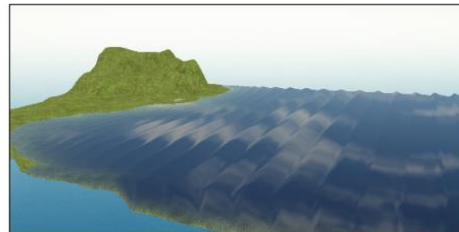
Το Celeris παρέχει διάφορες επιλογές οπτικοποίησης. Η επιφάνεια του νερού μπορεί να απεικονιστεί η λειτουργία της φωτορεαλιστικά, με την ανάκλαση και τη διάθλαση των ακτίνων που χτυπούν την επιφάνεια του νερού να υπολογίζονται με τη χρήση των εξισώσεων Fresnel ή με την εφαρμογή ενός χρωματικού χάρτη.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

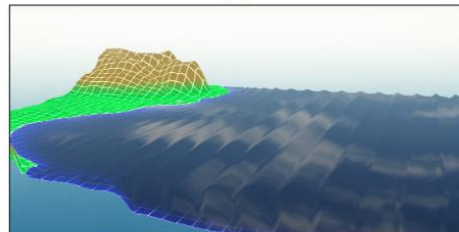
Αυτός ο χρωματικός χάρτης μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να αντιπροσωπεύει τα η , u , v ή την ταχύτητα μέγεθος της ροής. Πολλά πλέγματα εδάφους είναι επίσης διαθέσιμα για τη βελτίωση της οπτικοποίησης.

Ο χρήστης μπορεί να εφαρμόσει έναν χρωματικό χάρτη και στο έδαφος. Τέλος, ένα πλέγμα με προσαρμοσμένη κλίμακα μπορεί να τοποθετηθεί πάνω από τις επιφάνειες για τη βελτίωση της απεικόνισης της ανύψωσης της επιφάνειας.

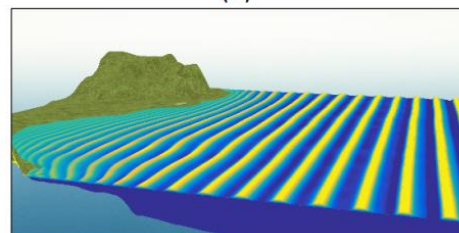
Στην κάτωθι εικόνα απεικονίζεται ένας συνδυασμός διαφορετικών επιλογών ως προς την απόδοση της οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων εργασιών έργου που εκτελέστηκε στο celeris με ρεαλιστικό ανάγλυφο και ημιτονοειδή κύματα σε ένα από τα όρια.



(a)



(b)



(c)

Εικόνα 4.13: Απεικόνιση οπτικοποιήσεων πειράματος με ρεαλιστική Βαθυμετρία (<https://youtu.be/pCcnPU7PCrg>).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Στο celeris μπορεί να απεικονιστεί ρεαλιστικά η λειτουργία των επιφανειών μέσω

- a. των ανακλάσεων και διαθλάσεων
- b. με το χρωματικό χάρτη εδάφους
- c. με το χρωματικό χάρτη νερού.

Η αποθήκευση των αποτελεσμάτων των δεδομένων w, P & Q του μοντέλου μπορεί να γίνει στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή με ό,τι αυτό συνεπάγεται. Για την ελαχιστοποίηση της επιβράδυνσης του υπολογιστή, μπορεί να επιλεγεί η αποθήκευση των δεδομένων σε αρκετές σειρές ή/και συγκεκριμένα σημεία πλέγματος (μετρητές).

Τα αρχεία εξόδου εγγράφονται σε ένα διαμορφωμένο αρχείο ASCII.

Σε επόμενη έκδοση του celeris, αναμένεται η προσθήκη της επιλογής εγγραφής αρχείων εξόδου σε πιο εύχρηστες μορφές αρχείων όπως είναι η μορφή NetCDF.

4.8 Εφαρμογή του μοντέλου Celeris Advent για την εκτίμηση της κυματικής διαταραχής/κυκλοφορίας στη <θαλάσσια ζώνη> εντός και εκτός της λιμενολεκάνης της μαρίνας Αλίμου

Η θέση της μαρίνας Αλίμου, η βυθομετρία της άμεσης και ευρύτερης περιοχής της και κατ' επέκταση οι ακτομηχανικές διεργασίες στην παράκτια ζώνη της, σχετίζονται και ουσιαστικά ταυτίζονται με την πλησίον σ' αυτή περιοχή ακτομηχανικής μελέτης του μητροπολιτικού πάρκου του ελληνικού (περιοχή μαρίνας Αγ. Κοσμά).

Λόγω των προαναφερόμενων, για τη διαδραστική απεικόνιση της κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εκτός και εντός της λιμενολεκάνης της μαρίνας Αλίμου έγινε χρήση των ανεμολογικών δεδομένων και των αποτελεσμάτων (κυματικό κλίμα στα ανοικτά και παραγόμενων χαρακτηριστικών κυμάτων) του μοντέλου MIKE 21 SW που χρησιμοποιήθηκε κατά την εκπόνηση της ακτομηχανικής μελέτης του μητροπολιτικού πάρκου του Ελληνικού.

Ειδικότερα, με τη χρήση του ακαδημαϊκού μοντέλου celeris, έγινε:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- α. Προσομοίωση της παράκτιας ζώνης της περιοχής μελέτης με την εισαγωγή των βαθυμετρικών δεδομένων της περιοχής της μαρίνας Αλίμου και
- β. Προσομοίωση της κυματικής κυκλοφορίας – παράκτιου κυματικού πεδίου της μαρίνας Αλίμου, με τη χρήση του μέγιστου χαρακτηριστικού μήκους κύματος που προέκυψε από τους νότιους ανέμους του κυματικού κλίματος στα ανοικτά.

Το αποτέλεσμα είναι η διαδραστική απεικόνιση της κυματικής κυκλοφορίας και της απόκρισης της μαρίνας Αλίμου στο παράκτιο κυματικό πεδίο.

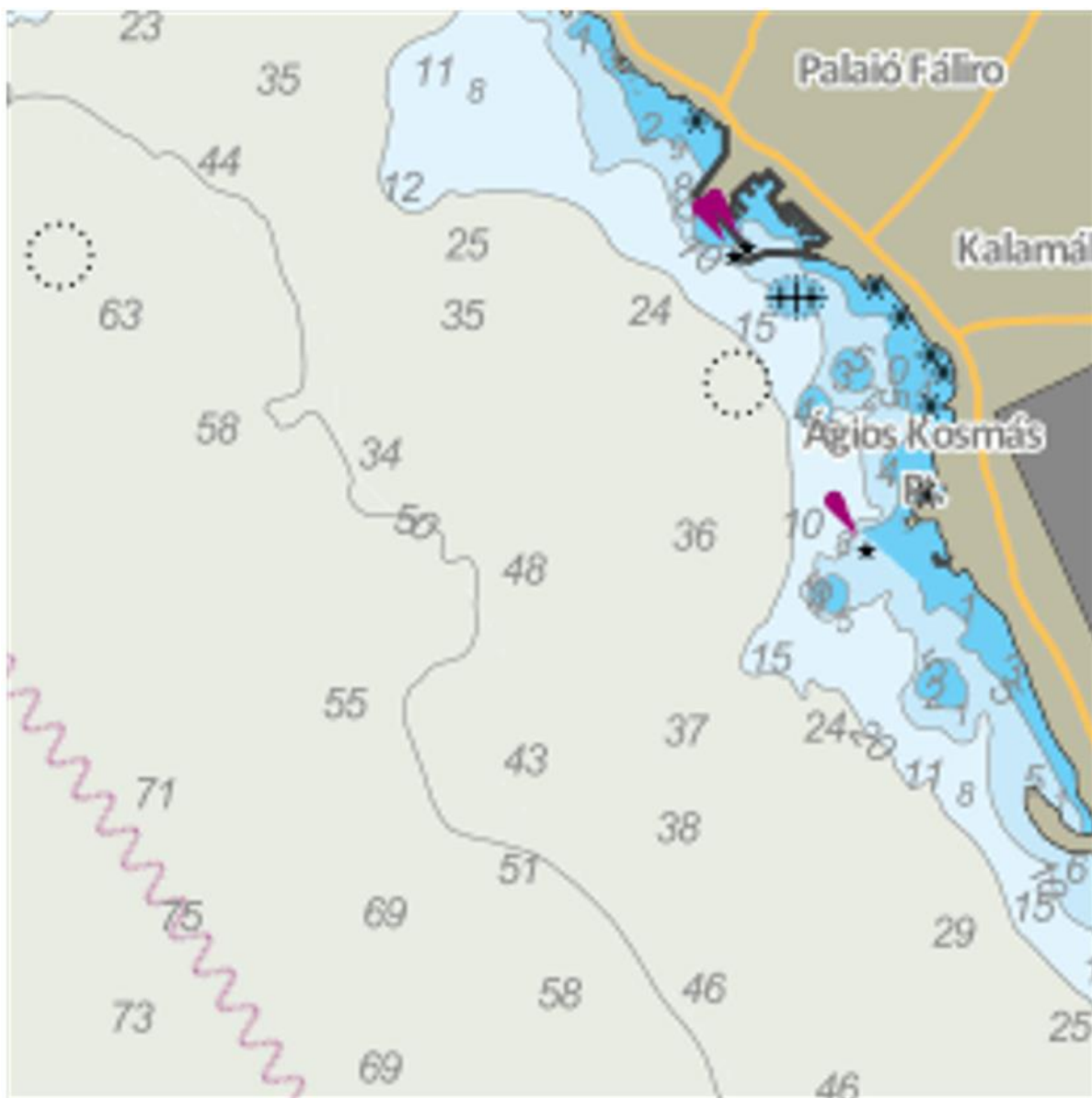
4.8.1 Καταγραφή, διαμόρφωση και εισαγωγή βυθομετρικών στοιχείων στο μοντέλο

Για την προσομοίωση της μαρίνας Αλίμου και της παράκτιας ζώνης της, κατασκευάστηκε ένα αντιπροσωπευτικό αυτών πλέγμα βαθυμετρίας, που εισάχθηκε στο πρόγραμμα celeris.

Για τη δημιουργία του βαθυμετρικού πλέγματος της περιοχής μελέτης, τα βυθομετρικά στοιχεία λήφθηκαν από:

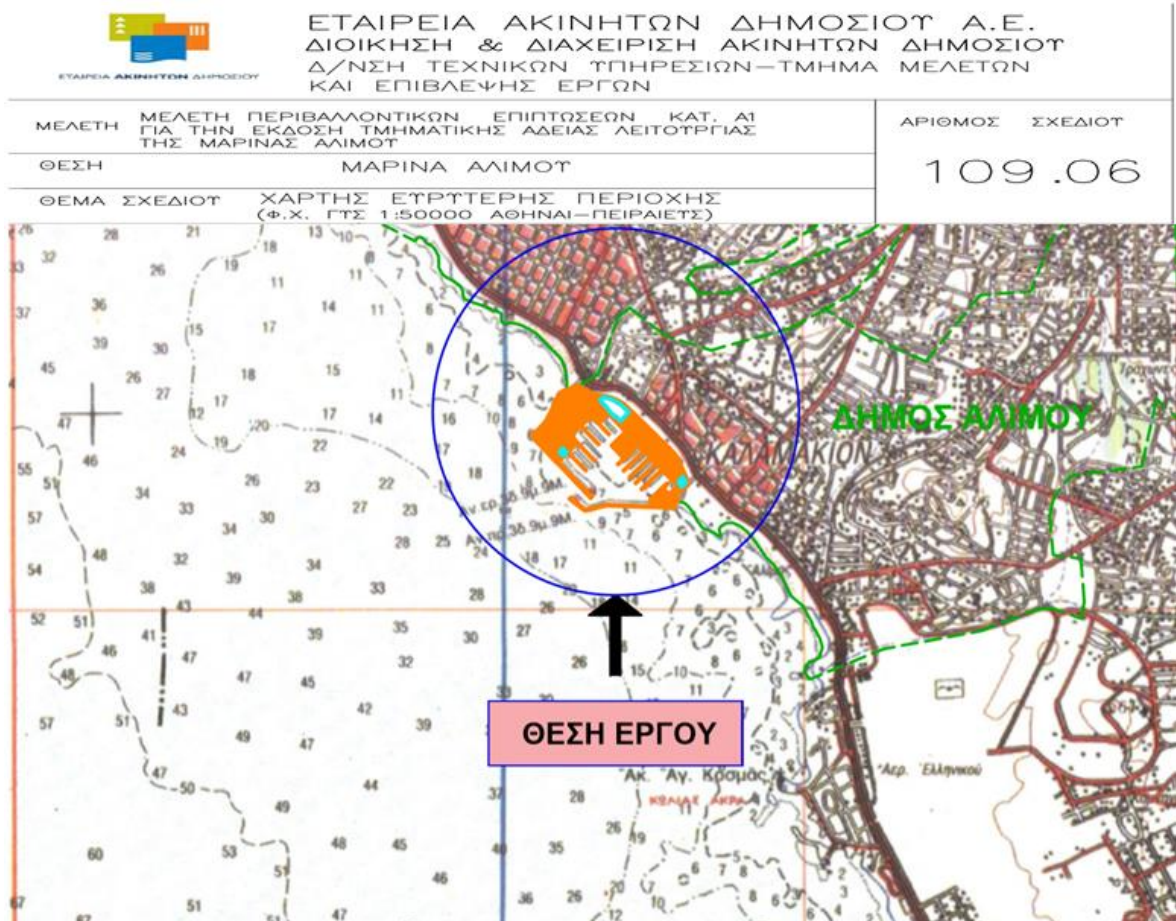
1. τους ναυτικούς χάρτες με τα βυθομετρικά στοιχεία της περιοχής του Σαρωνικού κόλπου (εικόνα 4.14) και
2. από τα σχέδια της Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Μαρίνας Αλίμου που συντάχθηκαν το Δεκέμβριο του 2018:
 - α) του χάρτη ευρύτερης περιοχής (Φ. Χ. ΓΥΣ 1:50.000 Αθήνα - Πειραιάς) –αρ. σχεδίου 109.06 με βυθομετρικά στοιχεία ευρύτερης περιοχής μαρίνας Αλίμου (εικόνα 4.15) και
 - β) του τοπογραφικού διαγράμματος υφιστάμενης κατάστασης κλίμακας 1:1000-αρ. σχεδίου 109.01 με βυθομετρικά στοιχεία άμεσης περιοχής μαρίνας Αλίμου (εικόνα 4.16).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



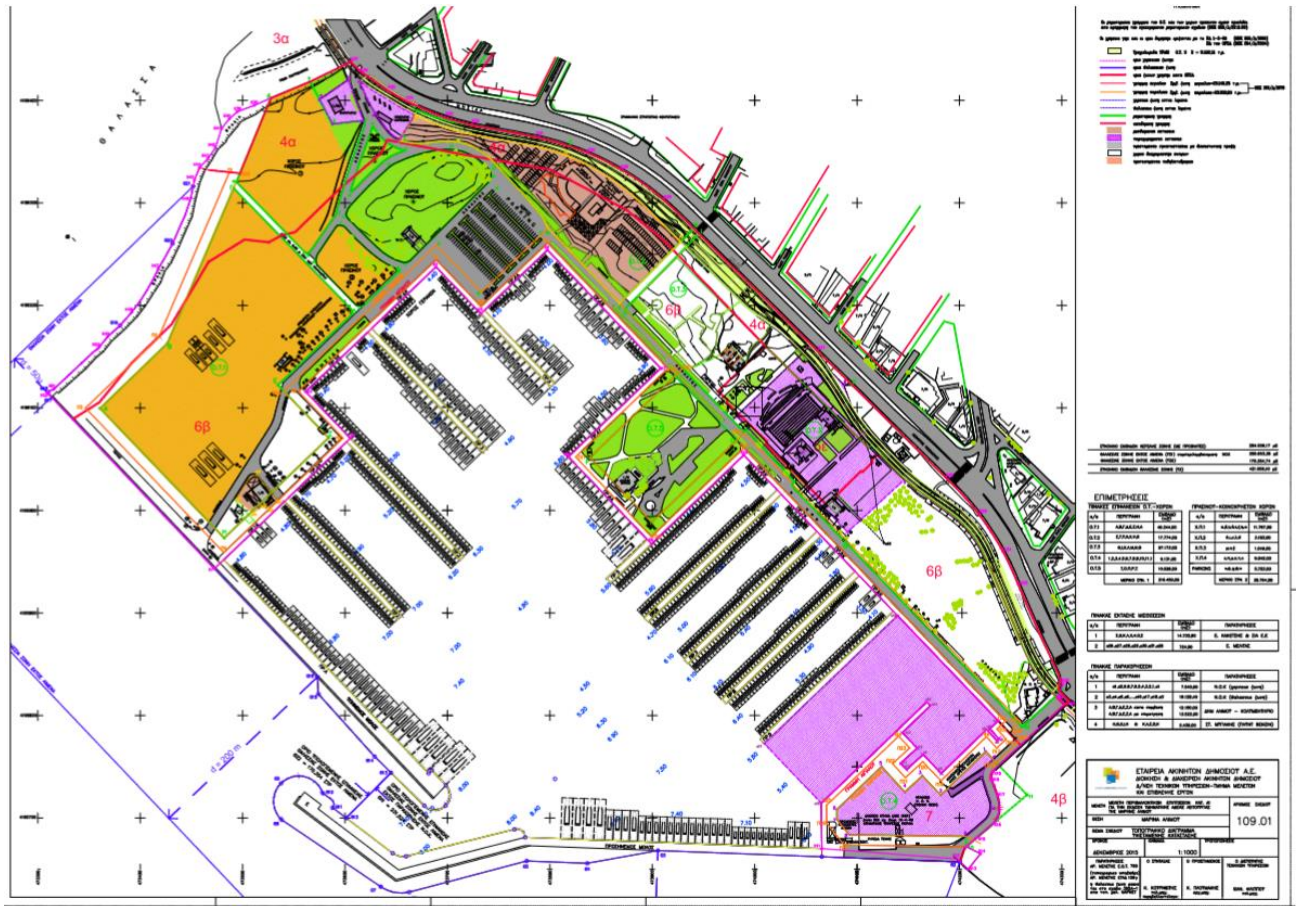
Εικόνα 4.14: Απόσπασμα ναυτικού χάρτη με βυθομετρικά στοιχεία της περιοχής του Σαρωνικού κόλπου (πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Μαρίνας Αλίμου 2018)

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.15: Χάρτης ευρύτερης περιοχής Μαρinas Αλίμου με βυθομετρικά στοιχεία (πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Μαρinas Αλίμου 2018)

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.16: Τοπογραφικό διάγραμμα υφιστάμενης κατάστασης κλίμακας 1:1000-αρ. σχεδίου 109.01 με βυθομετρικά στοιχεία άμεσης περιοχής μαρίνας Αλίμου(πηγή: Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Μαρίνας Αλίμου 2018)

Ειδικότερα, σύμφωνα με το υπ' αρ. σχέδιο 109.06 Χάρτης ευρύτερης περιοχής με βυθομετρικά στοιχεία (εικόνα 4.15) και το υπ' αρ. 109.01 τοπογραφικό διάγραμμα υφιστάμενης κατάστασης με βυθομετρικά στοιχεία εντός λιμενολεκάνης μαρίνας Αλίμου και πλησίον αυτής παραλιακό μέτωπο (εικόνα 4.16):

- Σε απόσταση 200m μπροστά από τον υπήνεμο μώλο της μαρίνας τα βάθη του πυθμένα ξεκινάνε από -7,0m (περιοχή υπήνεμου μώλου) και φτάνουν τα -9, 0m.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- Στην είσοδο της μαρίνας, μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου τα βάθη κυμαίνονται από -7.0m (περιοχή υπήνεμου μώλου) έως -8.0m (περιοχή προσήνεμου μώλου).
- Ο προσήνεμος μώλος στην ακτή βρίσκεται σε βάθος -2m, το οποίο αυξάνει ομαλά σε -3m απότομα σε -6m, κατόπιν μειώνεται σε -5m (λόγω βραχώδους βάσης), και στη συνέχεια αυξάνει απότομα σε -7m και στη συνέχεια σε -9m στο τελειώμα του στην είσοδο της μαρίνας.
- Τα κρηπιδώματα προς τη μεριά της εκβολής του ρέματος της Πικροδάφνης, βρίσκονται σε βάθος -2m το οποίο αυξάνει βαθμιαία σε -3m, μετά σε -4m και φτάνει τα -6m στο άκρο του υπήνεμου μώλου.
- Ο υπήνεμος μώλος βρίσκεται μεταξύ των ισοβαθών -6m στο τελειώμα των κρηπιδωμάτων (όπου αρχίζει) και -7m στην είσοδο του λιμένα.
- Μπροστά από τον προσήνεμο μώλο και παράλληλα προς τον υπήνεμο μώλο τα βάθη εξελίσσονται από -9,0m έως -18m σε απόσταση 800m από την ακτογραμμή.
- Εντός της λιμενολεκάνης τα βάθη κυμαίνονται από -3,4m έως -8m.

Οι κλίσεις του πυθμένα εκτός της λιμενολεκάνης είναι της τάξεως του 2%. Η συμπλήρωση των υπόλοιπων βαθυμετρικών δεδομένων στα πιο βαθιά νερά έως την ισοβαθή των -40m αλλά και στα «ανοιχτά», δηλαδή στον Αργοσαρωνικό, στο Μυρτώο Πέλαγος και στο δυτικό Κρητικό Πέλαγος, έγινε με την αξιοποίηση ναυτικών χαρτών.

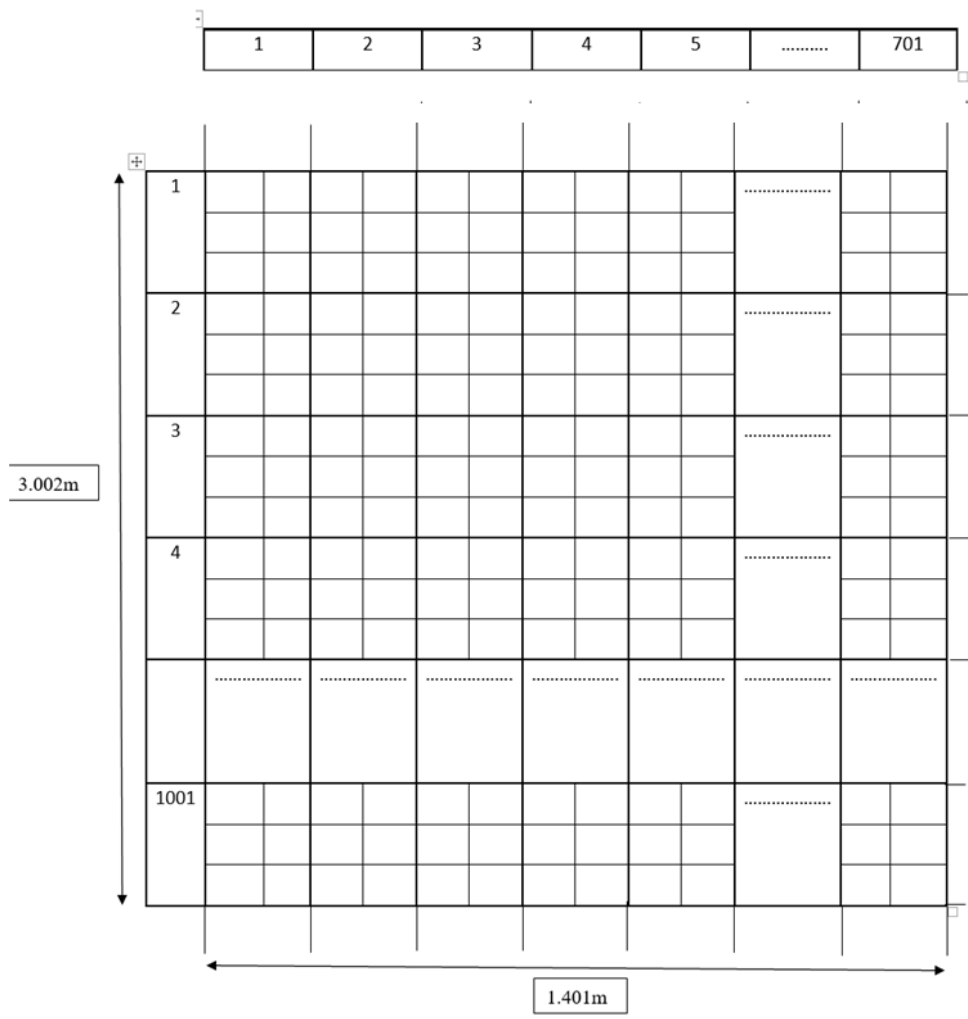
Δημιουργία πλέγματος μοντέλου πεδίου περιοχής μελέτης

Αρχικά δημιουργήθηκε πλέγμα (grid) δισδιάστατο, του πεδίου μελέτης της μαρίνας Αλίμου και της παράκτιας ζώνης της, διαστάσεων 1.401m X 3.002m (δηλαδή το πλάτος του πλέγματος κατά τη δ/ση X είναι 1.401m, ενώ κατά τη δ/ση Y έχει μήκος 3.002,0m αντίστοιχα).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Όπως ενδεικτικά αποτυπώνεται το πλέγμα (grid) του μοντέλου του πεδίου μελέτης μας στο κάτωθι σχήμα, παρατηρούμε ότι :

1. Δημιουργούνται ορθογώνια κελιά πλέγματος, διαστάσεων 2Χ3 το καθένα, όπου οι κορυφές τους αποτελούν τους κόμβους του πλέγματος.
2. κατά τη δ/ση X του άξονα του πλέγματος, δημιουργούνται 701 κελιά και 702 κόμβοι ενώ κατά τη Y 1001 κελιά και 1002 κόμβοι αντίστοιχα.
3. Το πλέγμα, αποτελείται από $701 \cdot 1001 = 701.701,0$ συνολικά κελιά & $702 \cdot 1002 = 703.404$ συνολικά κόμβους με καταγραφές βυθομετρικών στοιχείων σε 701.701 συνολικά κόμβους.



Εικόνα 4.17: Πλέγμα (grid) πεδίου περιοχής μελέτης διαστάσεων 1.401mX3.002m

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Εισαγωγή βυθομετρικών στοιχείων στο excel

Τα βυθομετρικά στοιχεία του κάθε κόμβου του πλέγματος που περιγράφηκε παραπάνω, λήφθηκαν από τα προαναφερόμενα δεδομένα χαρτών – σχεδίων, και καταγράφηκαν σε πρόγραμμα excel, μέρος του οποίου απεικονίζεται στην κάτωθι εικόνα.

	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	-35,85160	-35,8145	-35,7740	-35,7403	-35,7020	-35,6661	-35,6290	-35,5919	-35,55480	-35,5177	-35,48060	-35,4435	-35,40640	-35,3693	-35,33220	-35,2951	-35,25800	-35,2209	-35,18380	-35,1467	-35,10960
2	-35,8852	-35,8491	-35,8135	-35,7789	-35,7443	-35,7097	-35,6751	-35,6405	-35,6059	-35,5713	-35,5367	-35,5021	-35,4675	-35,4329	-35,3983	-35,3637	-35,3291	-35,2945	-35,2599	-35,2253	-35,1907
3	-35,85895	-35,8248	-35,7906	-35,7564	-35,7222	-35,6880	-35,6538	-35,6196	-35,5854	-35,5512	-35,5170	-35,4828	-35,4486	-35,4144	-35,3802	-35,3460	-35,3118	-35,2776	-35,2434	-35,2092	-35,1750
4	-35,8327	-35,8165	-35,8003	-35,7841	-35,7679	-35,7517	-35,7355	-35,7193	-35,7031	-35,6869	-35,6707	-35,6545	-35,6383	-35,6221	-35,6059	-35,5897	-35,5735	-35,5573	-35,5411	-35,5249	-35,5087
5	-35,8065	-35,7902	-35,7739	-35,7577	-35,7414	-35,7252	-35,7089	-35,6927	-35,6764	-35,6602	-35,6439	-35,6277	-35,6114	-35,5952	-35,5789	-35,5627	-35,5464	-35,5302	-35,5139	-35,4977	-35,4814
6	-35,7802	-35,7639	-35,7476	-35,7313	-35,715	-35,6987	-35,6824	-35,6661	-35,6498	-35,6335	-35,6172	-35,6009	-35,5846	-35,5683	-35,552	-35,5357	-35,5194	-35,5031	-35,4868	-35,4705	-35,4542
7	-35,75395	-35,7376	-35,7212	-35,7049	-35,6885	-35,6722	-35,6558	-35,6395	-35,6231	-35,6068	-35,5904	-35,5741	-35,5577	-35,5414	-35,525	-35,5087	-35,4923	-35,476	-35,4596	-35,4433	-35,4269
8	-35,7277	-35,7113	-35,6949	-35,6785	-35,6621	-35,6457	-35,6293	-35,6129	-35,5965	-35,5801	-35,5637	-35,5473	-35,5309	-35,5145	-35,4981	-35,4817	-35,4653	-35,4489	-35,4325	-35,4161	-35,3997
9	-35,70145	-35,685	-35,6685	-35,6521	-35,6356	-35,6192	-35,6027	-35,5863	-35,5698	-35,5534	-35,5369	-35,5205	-35,504	-35,4876	-35,4711	-35,4547	-35,4382	-35,4218	-35,4053	-35,3889	-35,3724
10	-35,6752	-35,6587	-35,6422	-35,6257	-35,6092	-35,5927	-35,5762	-35,5597	-35,5432	-35,5267	-35,5102	-35,4937	-35,4772	-35,4607	-35,4442	-35,4277	-35,4112	-35,3947	-35,3782	-35,3617	-35,3452
11	-35,64895	-35,6324	-35,6158	-35,5993	-35,5827	-35,5662	-35,5496	-35,5331	-35,5165	-35,5	-35,4834	-35,4669	-35,4503	-35,4338	-35,4172	-35,4007	-35,3841	-35,3676	-35,351	-35,3345	-35,3179
12	-35,6227	-35,6061	-35,5895	-35,5729	-35,5563	-35,5397	-35,5231	-35,5065	-35,4899	-35,4733	-35,4567	-35,4401	-35,4235	-35,4069	-35,3903	-35,3737	-35,3571	-35,3405	-35,3239	-35,3073	-35,2907
13	-35,59645	-35,5798	-35,5631	-35,5465	-35,5298	-35,5132	-35,4965	-35,4799	-35,4632	-35,4466	-35,4299	-35,4133	-35,3966	-35,38	-35,3633	-35,3467	-35,33	-35,3134	-35,2967	-35,2801	-35,2634
14	-35,5702	-35,5535	-35,5368	-35,5201	-35,5034	-35,4867	-35,47	-35,4533	-35,4366	-35,4199	-35,4032	-35,3865	-35,3698	-35,3531	-35,3364	-35,3197	-35,303	-35,2863	-35,2696	-35,2529	-35,2362
15	-35,54395	-35,5272	-35,5104	-35,4937	-35,4769	-35,4602	-35,4434	-35,4267	-35,4099	-35,3932	-35,3764	-35,3597	-35,3429	-35,3262	-35,3094	-35,2927	-35,2759	-35,2592	-35,2424	-35,2257	-35,209
16	-35,5177	-35,5009	-35,4841	-35,4673	-35,4505	-35,4337	-35,4169	-35,4001	-35,3833	-35,3665	-35,3497	-35,3329	-35,3161	-35,2993	-35,2825	-35,2657	-35,2489	-35,2321	-35,2153	-35,1985	-35,1817
17	-35,49145	-35,4746	-35,4577	-35,4409	-35,424	-35,4072	-35,3903	-35,3735	-35,3566	-35,3398	-35,3229	-35,3061	-35,2892	-35,2724	-35,2555	-35,2387	-35,2218	-35,205	-35,1881	-35,1713	-35,1544
18	-35,4652	-35,4483	-35,4314	-35,4145	-35,3976	-35,3807	-35,3638	-35,3469	-35,33	-35,3131	-35,2962	-35,2793	-35,2624	-35,2455	-35,2286	-35,2117	-35,1948	-35,1779	-35,161	-35,1441	-35,1272
19	-35,43895	-35,422	-35,405	-35,3881	-35,3711	-35,3542	-35,3372	-35,3203	-35,3033	-35,2864	-35,2694	-35,2525	-35,2355	-35,2186	-35,2016	-35,1847	-35,1677	-35,1508	-35,1338	-35,1169	-35,0999
20	-35,4127	-35,3957	-35,3787	-35,3617	-35,3447	-35,3277	-35,3107	-35,2937	-35,2767	-35,2597	-35,2427	-35,2257	-35,2087	-35,1917	-35,1747	-35,1577	-35,1407	-35,1237	-35,1067	-35,0897	-35,0727
21	-35,38645	-35,3694	-35,3523	-35,3353	-35,3182	-35,3012	-35,2841	-35,2671	-35,25	-35,233	-35,2159	-35,1989	-35,1818	-35,1648	-35,1477	-35,1307	-35,1136	-35,0966	-35,0795	-35,0625	-35,0454
22	-35,3602	-35,3431	-35,326	-35,3089	-35,2918	-35,2747	-35,2576	-35,2405	-35,2234	-35,2063	-35,1892	-35,1721	-35,155	-35,1379	-35,1208	-35,1037	-35,0866	-35,0695	-35,0524	-35,0353	-35,0182
23	-35,33395	-35,3168	-35,2996	-35,2825	-35,2653	-35,2482	-35,231	-35,2139	-35,1967	-35,1796	-35,1624	-35,1453	-35,1281	-35,111	-35,0938	-35,0767	-35,0595	-35,0424	-35,0252	-35,0081	-34,991
24	-35,3077	-35,2905	-35,2733	-35,2561	-35,2389	-35,2217	-35,2045	-35,1873	-35,1701	-35,1529	-35,1357	-35,1185	-35,1013	-35,0841	-35,0669	-35,0497	-35,0325	-35,0153	-34,9981	-34,9809	-34,9637
25	-35,28145	-35,2642	-35,2469	-35,2297	-35,2124	-35,1952	-35,1779	-35,1607	-35,1434	-35,1262	-35,1089	-35,0917	-35,0744	-35,0572	-35,0399	-35,0227	-35,0054	-34,9882	-34,9709	-34,9537	-34,9364
26	-35,2552	-35,2379	-35,2206	-35,2033	-35,186	-35,1687	-35,1514	-35,1341	-35,1168	-35,0995	-35,0822	-35,0649	-35,0476	-35,0303	-35,013	-34,9957	-34,9784	-34,9611	-34,9438	-34,9265	-34,9092
27	-35,22895	-35,2116	-35,1942	-35,1769	-35,1595	-35,1422	-35,1248	-35,1075	-35,0901	-35,0728	-35,0554	-35,0381	-35,0207	-35,0034	-34,986	-34,9687	-34,9514	-34,934	-34,9166	-34,8993	-34,882
28	-35,2027	-35,1853	-35,1679	-35,1505	-35,1331	-35,1157	-35,0983	-35,0809	-35,0635	-35,0461	-35,0287	-35,0113	-34,9939	-34,9765	-34,9591	-34,9417	-34,9243	-34,9069	-34,8895	-34,8721	-34,8547
29	-35,17645	-35,159	-35,1415	-35,1241	-35,1066	-35,0892	-35,0717	-35,0543	-35,0368	-35,0194	-35,0019	-34,9845	-34,967	-34,9496	-34,9321	-34,9147	-34,8972	-34,8798	-34,8623	-34,8449	-34,8274
30	-35,1502	-35,1327	-35,1152	-35,0977	-35,0802	-35,0627	-35,0452	-35,0277	-35,0102	-34,9927	-34,9752	-34,9577	-34,9402	-34,9227	-34,9052	-34,8877	-34,8702	-34,8527	-34,8352	-34,8177	-34,8002
31	-35,12395	-35,1064	-35,0888	-35,0713	-35,0537	-35,0362	-35,0186	-35,0011	-34,9835	-34,966	-34,9484	-34,9309	-34,9133	-34,8958	-34,8782	-34,8607	-34,8431	-34,8256	-34,808	-34,7905	-34,7729
32	-35,0977	-35,0801	-35,0625	-35,0449	-35,0273	-35,0097	-34,9921	-34,9745	-34,9569	-34,9393	-34,9217	-34,9041	-34,8865	-34,8689	-34,8513	-34,8337	-34,8161	-34,7985	-34,7809	-34,7633	-34,7457
33	-35,07145	-35,0538	-35,0361	-35,0185	-35,0008	-34,9832	-34,9655	-34,9479	-34,9302	-34,9126	-34,8949	-34,8773	-34,8596	-34,842	-34,8243	-34,8067	-34,7891	-34,7714	-34,7537	-34,7361	-34,7184
34	-35,0452	-35,0275	-35,0098	-34,9921	-34,9744	-34,9567	-34,939	-34,9213	-34,9036	-34,8859	-34,8682	-34,8505	-34,8328	-34,8151	-34,7974	-34,7797	-34,762	-34,7443	-34,7266	-34,7089	-34,6912
35	-35,01895	-35,0012	-34,9834	-34,9657	-34,9479	-34,9302	-34,9124	-34,8947	-34,8769	-34,8592	-34,8414	-34,8237	-34,8059	-34,7882	-34,7704	-34,7527	-34,7349	-34,7172	-34,6994	-34,6817	-34,6639

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
968	-8,1184	-8,07619	-8,0439	-8,01169	-7,9794	-7,94719	-7,9149	-7,88269	-7,8504	-7,81819	-7,7859	-7,75369	-7,7214	-7,68919	-7,6569	-7,62469	-7,5924	-7,56019	-7,5279	-7,49569	-7,4634	-7,43119	-7,3989	-7,36669	-7,3344	-7,30219	-7,2699	-7,23769
969	-8,10326	-8,07060	-8,03886	-8,00660	-7,97446	-7,94260	-7,91066	-7,87860	-7,84666	-7,81460	-7,78266	-7,75060	-7,71866	-7,68660	-7,65466	-7,62260	-7,59066	-7,55860	-7,52666	-7,49460	-7,46266	-7,43066	-7,39866	-7,36666	-7,33466	-7,30266	-7,27066	-7,23866
970	-8,0981	-8,06633	-8,0338	-8,00163	-7,9695	-7,93733	-7,9052	-7,87303	-7,84083	-7,80863	-7,77643	-7,74423	-7,71203	-7,67983	-7,64763	-7,61543	-7,58323	-7,55103	-7,51883	-7,48663	-7,45443	-7,42223	-7,39003	-7,35783	-7,32563	-7,29343	-7,26123	-7,22903
971	-8,0929	-8,06093	-8,0283	-7,99603	-7,96345	-7,93040	-7,89780	-7,86520	-7,83260	-7,80000	-7,76740	-7,73480	-7,70220	-7,66960	-7,63700	-7,60440	-7,57180	-7,53920	-7,50660	-7,47400	-7,44140	-7,40880	-7,37620	-7,34360	-7,31100	-7,27840	-7,24580	-7,21320
972	-8,0877	-8,05567	-8,0236	-7,99157	-7,9595	-7,92747	-7,8954	-7,86337	-7,8313	-7,79927	-7,7672	-7,73517	-7,7031	-7,67107	-7,6390	-7,60697	-7,5749	-7,54287	-7,5108	-7,47877	-7,44667	-7,41457	-7,38247	-7,35037	-7,31827	-7,28617	-7,25407	-7,22197
973	-8,08254	-8,05054	-8,01854	-7,98654	-7,95454	-7,92254	-7,89054	-7,85854	-7,82654	-7,79454	-7,76254	-7,73054	-7,69854	-7,66654	-7,63454	-7,60254	-7,57054	-7,53854	-7,50654	-7,47454	-7,44254	-7,41054	-7,37854	-7,34654	-7,31454	-7,28254	-7,25054	-7,21854
974	-8,0774	-8,04541	-8,013	-7,98151	-7,9496	-7,91761	-7,8857	-7,85371	-7,8218	-7,78981	-7,75789	-7,72598	-7,69406	-7,66214	-7,63021	-7,59829	-7,56637	-7,53445	-7,50253	-7,47061	-7,43869	-7,40677	-7,37485	-7,34293	-7,31101	-7,27909	-7,24717	-7,21524
975	-8,																											

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Από τη σμίκρυνση της οθόνης στο excel, όπου απεικονίζονται συνολικά εφτακόσιες χιλιάδες χίλιες εφτακόσιες μία (701.701,0) τιμές βυθομετρικών σημείων των κόμβων των πλεγμάτων κελιών (grids) του μοντέλου του πεδίου της περιοχής μελέτης μας (701 τιμές στα οριζόντια κελιά του excel και αντίστοιχα 1001 στα κατακόρυφα κελιά του), προκύπτουν οι κάτωθι εικόνες απεικόνισης του μοντέλου της μαρίνας Αλίμου και της παράκτιας ζώνης της:



Εικόνα 4.19: Απεικόνιση –μαθηματική προσομοίωση πεδίου περιοχής μελέτης (παράκτια ζώνη μαρίνας Αλίμου) σε excel.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Μετατροπή αρχείου βυθομετρικών στοιχείων .xl σε μορφή αρχείου .txt.

Το αρχείο των βυθομετρικών σημείων του excel από τη μορφή .xl, το μετατρέπουμε σε μορφή αρχείου .xml (σημειωματάριο).

```
2021-10-17 2-11-26-inundation - Notepad
File Edit Format View Help
[nx] 701
[ny] 1001

# This file contains the maximum depth of inundation on each point, in meters.

=====
38.2067 38.2162 38.1465 38.0783 38.0464 38.0146 37.9827 37.9508 37.919 37.8871 37.8552 37.8234 37.7915 37.7596 37.7278 37.6959 37.6641 37.6322 37.6003 37.5685 37.5366 37.5047 37.4729 37.44
33.3536 33.3165 33.2794 33.2422 33.2051 33.168 33.1308 33.0937 33.0566 33.0194 32.9823 32.9452 32.9081 32.8709 32.8338 32.7967 32.7595 32.7224 32.6853 32.6481 32.611 32.5739 32.5367 32.49
28.524 28.4869 28.4497 28.4125 28.3754 28.3382 28.301 28.2638 28.2267 28.1895 28.1523 28.1152 28.078 28.0408 28.0036 27.9665 27.9293 27.8921 27.8549 27.8177 27.7806 27.7434 27.7062 27.66
.6868 23.6495 23.6121 23.5748 23.5375 23.5002 23.4628 23.4255 23.3882 23.3508 23.3135 23.2762 23.2388 23.2015 23.1642 23.1268 23.0895 23.0522 23.0148 22.9775 22.9401 22.9028 22.8654 22.82
.8605 18.823 18.7855 18.7479 18.7104 18.6728 18.6353 18.5977 18.5602 18.5226 18.4851 18.4475 18.4099 18.3724 18.3348 18.2972 18.2596 18.2221 18.1845 18.1469 18.1093 18.0717 18.0341 17.99
13.9027 13.8634 13.824 13.7846 13.7599 13.7508 13.7291 13.6937 13.6584 13.6231 13.5945 13.5726 13.5457 13.5105 13.4675 13.4199 13.3722 13.3246 13.2793 13.2363 13.1934 13.1504 13.1051 13.05
37.7659 37.8504 37.7155 37.585 37.5637 37.5423 37.5209 37.4995 37.4781 37.4568 37.4354 37.414 37.3926 37.3713 37.3499 37.3285 37.3071 37.2857 37.2644 37.243 37.2216 37.2002 37.1788 37.15
32.7999 32.7628 32.7256 32.6885 32.6513 32.6142 32.577 32.5399 32.5027 32.4655 32.4284 32.3912 32.3541 32.3169 32.2798 32.2426 32.2055 32.1683 32.1311 32.094 32.0568 32.0197 31.9825 31.94
.9638 27.9265 27.8893 27.8521 27.8148 27.7776 27.7404 27.7031 27.6659 27.6287 27.5914 27.5542 27.517 27.4797 27.4425 27.4053 27.368 27.3308 27.2935 27.2563 27.219 27.1818 27.1445 27.10
1134 23.0758 23.0383 23.0007 22.9631 22.9255 22.8879 22.8503 22.8127 22.7751 22.7375 22.6999 22.6623 22.6247 22.5871 22.5495 22.5119 22.4743 22.4367 22.399 22.3614 22.3238 22.2862 22.24
205 18.167 18.129 18.091 18.053 18.0149 17.9769 17.9389 17.9009 17.8628 17.8248 17.7867 17.7486 17.7106 17.6725 17.6344 17.5964 17.5583 17.5202 17.4821 17.444 17.4059 17.3678 17.32
21 13.0091 13.0103 13.059 13.0696 13.0391 13.0087 12.9782 12.9684 12.9794 12.9739 12.9425 12.8881 12.8198 12.7515 12.6832 12.6222 12.5684 12.5146 12.4608 12.3996 12.331 12.2711 12.24
37.1798 37.3018 37.1347 36.9731 36.957 36.9408 36.9246 36.9085 36.8923 36.8761 36.8599 36.8438 36.8276 36.8114 36.7953 36.7791 36.7629 36.7468 36.7306 36.7144 36.6983 36.6821 36.6659 36.64
2479 32.2108 32.1736 32.1364 32.0992 32.062 32.0249 31.9877 31.9505 31.9133 31.8762 31.839 31.8018 31.7646 31.7274 31.6902 31.6531 31.6159 31.5787 31.5415 31.5043 31.4671 31.4299 31.39
27.3671 27.3298 27.2925 27.2552 27.2179 27.1806 27.1433 27.106 27.0687 27.0314 26.9941 26.9568 26.9195 26.8822 26.8449 26.8076 26.7703 26.733 26.6957 26.6583 26.621 26.5837 26.5464 26.50
2.5032 22.4654 22.4277 22.3899 22.3521 22.3143 22.2766 22.2388 22.201 22.1632 22.1254 22.0876 22.0498 22.012 21.9742 21.9364 21.8986 21.8607 21.8229 21.7851 21.7473 21.7094 21.6716 21.63
5 17.5201 17.4816 17.4432 17.4048 17.3664 17.3279 17.2895 17.251 17.2125 17.1741 17.1356 17.0971 17.0586 17.0201 16.9815 16.943 16.9045 16.8659 16.8274 16.7888 16.7503 16.7117 16.67
```

Εικόνα 4.20: Απόσπασμα αρχείου βυθομετρικών στοιχείων πεδίου περιοχής μελέτης μορφής .xml.

Για την εισαγωγή των βυθομετρικών στοιχείων του αρχείου .xml στο celeris, το γράφουμε σε μορφή του κώδικα celeris, σύμφωνα με την κάτωθι εικόνα και το αποθηκεύουμε ως αρχείο .cbf με την ονομασία MarinaAlimou.cbf .

Ειδικότερα, όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα, αρχικά στην 1^η και 2^η γραμμή ορίζονται κατά τη δ/ση X & Y ο αριθμός των σημείων με καταγεγραμμένα βυθομετρικά στοιχεία (κόμβοι πλέγματος με βυθομετρικές καταγραφές).

nx=701 & ny=1001 αντίστοιχα.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Μετά από τρεις (3) συνεχόμενες κενές γραμμές (3^η, 4^η και 5^η), ορίζεται διαδοχικά ‘=====’ (6^η γραμμή), ώστε να αντιληφθεί το πρόγραμμα celeris ότι στην επόμενη γραμμή υπάρχουν τα βυθομετρικά στοιχεία, για να μπορέσει να τα διαβάσει μέσω της διαδρομής (bathymetryfile path) που του ορίσαμε (MarinaAlimou.cbf) ότι θα πρέπει να τα αναζητήσει.

```

=====
-36.8202    -36.8297    -35.9601    -35.8918    -35.86    -35.8281    -35.7963    -35.7645    -35.7326    -35.7008    -35.6689    -35.6371    -35.6
265    -31.6894    -31.6523    -31.6152    -31.5781    -31.541    -31.5039    -31.4668    -31.4297    -31.3926    -31.3555    -31.3184    -31.2813
-27.4226    -27.3855    -27.3484    -27.3113    -27.2742    -27.2371    -27.2    -27.1629    -27.1258    -27.0887    -27.0516    -27.0146    -26.9
1    -23.0995    -23.0609    -23.0223    -22.9837    -22.9451    -22.9065    -22.8679    -22.8293    -22.7907    -22.7521    -22.7135    -22.6
8483    -18.8112    -18.774    -18.7369    -18.6997    -18.6625    -18.6254    -18.5882    -18.5511    -18.5139    -18.4767    -18.4396    -18.4024
575    -14.5378    -14.5006    -14.4635    -14.4263    -14.3892    -14.352    -14.3148    -14.2777    -14.2405    -14.2034    -14.1662    -14.129    -14.0
.2497    -10.2149    -10.1836    -10.1523    -10.1193    -10.0862    -10.0635    -10.0544
-36.0724    -36.1567    -36.022    -35.8916    -35.8702    -35.8489    -35.8275    -35.8062    -35.7848    -35.7634    -35.7421    -35.7207    -35.6
1.7854    -31.6683    -31.6312    -31.5942    -31.5571    -31.52    -31.4829    -31.4458    -31.4087    -31.3716    -31.3345    -31.2974    -31.2603
4379    -27.4008    -27.3637    -27.3266    -27.2895    -27.2524    -27.2153    -27.1783    -27.1412    -27.1041    -27.067    -27.0299    -26.9928
221    -23.0805    -23.0389    -22.9973    -22.9557    -22.9142    -22.8726    -22.831    -22.7894    -22.7478    -22.7062    -22.6646    -22.6231
4    -18.8567    -18.8195    -18.7822    -18.7449    -18.7077    -18.6704    -18.6331    -18.5959    -18.5586    -18.5213    -18.4841    -18.4
-14.5711    -14.5339    -14.4966    -14.4593    -14.4221    -14.3848    -14.3475    -14.3103    -14.273    -14.2357    -14.1985    -14.1612    -14.1
-10.2594    -10.2084    -10.1627    -10.1325    -10.1129    -10.0932    -10.0683    -10.0433    -10.0492    -10.0777
-36.0816    -36.2034    -36.0364    -35.8751    -35.8589    -35.8428    -35.8267    -35.8105    -35.7943    -35.7782    -35.762    -35.7459    -35.7
1.6773    -31.6403    -31.6032    -31.5661    -31.529    -31.4919    -31.4549    -31.4178    -31.3807    -31.3436    -31.3065    -31.2695    -31.2324
.4088    -27.3717    -27.3346    -27.2975    -27.2605    -27.2234    -27.1863    -27.1492    -27.1121    -27.0751    -27.038    -27.0009    -26.9638
23.0775    -23.0344    -22.9914    -22.9483    -22.9052    -22.8621    -22.819    -22.776    -22.7329    -22.6898    -22.6467    -22.6037    -22.5606    -22.5

```

Εικόνα 4.21: Απόσπασμα αρχείου βυθομετρικών στοιχείων πεδίου περιοχής μελέτης MarinaAlimou.cbf, διαμορφωμένου σε μορφή κώδικα celeris.

Εισαγωγή Βυθομετρικών Στοιχείων Στο Celeris

Αρχικά ορίζουμε τις διαστάσεις του πεδίου της περιοχής μελέτης μας (παράκτιας ζώνης Μαρίνας Αλίμου) 'FieldDimension' πλάτος ('width') κατά X και μήκος ('length') κατά Y, καθώς και το ύψος της στάθμης της θάλασσας.

Στη συνέχεια ορίζουμε το μέγεθος του πλέγματος (gridsize) καθορίζοντας τον αριθμό των κελιών κατά X (nx) & κατά Y (ny)

Επισημαίνεται ότι δεν απαιτείται η ψηφιοποίηση κατά X & Y του πεδίου της περιοχής μελέτης μας ('FieldDimension') και του μεγέθους του πλέγματος ('gridSize') να είναι 1:1.

Στην περίπτωση μας ορίσαμε στην κάθε δ/νση το πεδίο της περιοχής μελέτης μας ('FieldDimension') να είναι πολλαπλάσιο του αντίστοιχου μεγέθους του πλέγματος ('gridSize') πλην 1, δηλαδή:

$$\text{'FieldDimension'} = n * \text{'gridSize'} - 1$$

Όπου:

1. κατά τη X δ/νση:

$$\text{'FieldDimension'} = 1401 = 2 * 701 - 1 = 2 * \text{'gridSize'} - 1$$

1. κατά τη Y δ/νση:

$$\text{'FieldDimension'} = 3002 = 3 * 1001 - 1 = 3 * \text{'gridSize'} - 1$$

Τέλος, ορίζουμε ως διαδρομή εύρεσης των βυθομετρικών αρχείων (bathymetry file path) το φάκελο MarinaAlimou.cbf, στον οποίο είναι αποθηκευμένο το αρχείο των βυθομετρικών στοιχείων σε μορφή αρχείου .txt, προσαρμοσμένο στον κώδικα του celeris.

Ειδικότερα, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 4.5 που παρουσιάστηκε παραπάνω, ορίζουμε:

Το πλάτος του πεδίου της περιοχής μελέτης μας (FieldDimension width) (κατά X)=1401

&

Το μήκος του πεδίου της περιοχής μελέτης μας (FieldDimension length) (κατά Y)=3002

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Το ύψος στάθμης θάλασσας (Still water Elevation)=0

Το μέγεθος του πλέγματος (gridsize), δηλαδή τον αριθμό των κελιών του πλέγματος κατά:
τη δ/νση X : nx=701 και τη δ/νση Y : ny=1001

Τη διαδρομή εύρεσης των βυθομετρικών αρχείων (bathymetry file path) στο αρχείο:
MarinaAlimou.cbf

**4.8.2 Κύριοι χαρακτηριστικοί κυματισμοί κυματικού κλίματος στα ανοικτά –
κυματική διαταραχή/κυκλοφορία στη <θαλάσσια ζώνη> εντός και εκτός
λιμενολεκάνης μαρίνας Αλίμου**

Το κυματικό κλίμα στα ανοικτά της μαρίνας Αλίμου είναι ίδιο με το κυματικό κλίμα στα
ανοικτά της μαρίνας του Αγ. Κοσμά το οποίο υπολογίστηκε κατά την εκπόνηση της
ακτομηχανικής μελέτης για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου
Κοσμά 2019, με τη χρήση μεταξύ άλλων του μοντέλου MIKE 21 SW .

Ως εκ τούτου, για τη διερεύνηση της κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός
και εκτός της λιμενολεκάνης της μαρίνας Αλίμου, υιοθετήθηκαν τα αποτελέσματα του
σημείου ελέγχου 2 του μοντέλου MIKE 21 SW.

***Προσομοίωση Γένεσης και Διάδοσης Κυματισμών με το μοντέλο MIKE 21 SW
(Specials Waves)***

(πηγή: Ακτομηχανική μελέτη για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού-
Αγίου Κοσμά 2019).

Για τη γένεση και διάδοση των ανεμογενή κυματισμών από τα βαθιά (Αργοσαρωνικός
κόλπος, Μυρτώο πέλαγος και δυτικό Κρητικό πέλαγος), εφαρμόστηκε κατά την εκπόνηση
της ακτομηχανικής μελέτης του μητροπολιτικού πάρκου το μοντέλο MIKE 21 SW, λόγω
του ότι το εισερχόμενο κυματικό κλίμα περιορίζεται από το πεπερασμένο ανάπτυγμα
πελάγους αλλά και από τη διάρκεια πνοής του ανέμου.

Δεδομένα εισόδου στο μοντέλο MIKE 21 SW

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Αρχικά δημιουργήθηκε πλέγμα MESH_ OFF, σε περιοχή εκτάσεως περίπου 170KmX310Km.

Πρόσθετα της βαθυμετρίας, ως δεδομένα εισόδου χρησιμοποιήθηκαν:

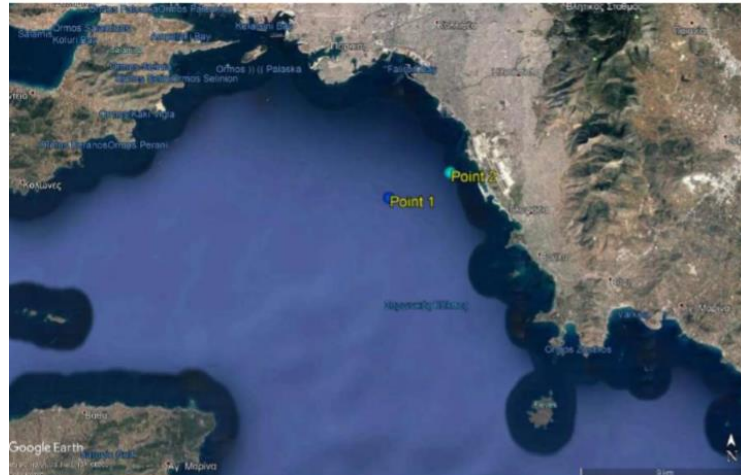
- Η ταχύτητα και η διεύθυνση πνοής ανέμου.
- Το χρονικό βήμα επίλυσης (ίσο με 900sec).
- Η επιλογή παραμέτρων όπως: μεταφορά ενέργειας μεταξύ κυματισμών, θραύση στα βαθιά και στα ρηγά, τριβή τυθμένα, κ.λπ.

Επισημαίνεται ότι ο χρόνος της προσομοίωσης, αντιπροσωπευει μία ικανή διάρκεια πνοής ανέμου για να επιφέρει μονιμοποίηση του πεδίου, έτσι ώστε τα κυματικά χαρακτηριστικά εντός του μαθηματικού πεδίου να παρουσιάζουν σταθερή τιμή. Ανάλογα με την ένταση του ανέμου, από τις εφαρμογές προέκυψε ότι αυτή η διάρκεια πνοής ανέμου κυμαίνεται μεταξύ 6 - 20 ώρες.

Δεδομένα εξόδου μοντέλου MIKE 21 SW

Τα τελικά δεδομένα εξόδου των μαθηματικών προσομοιώσεων δίνονται υπό μορφή δισδιάστατων αρχείων που περιέχουν το σημαντικό ύψος κύματος, σε όλα τα σημεία του πλέγματος στη θάλασσα.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.22: Υπολογισμοί κυματικών χαρακτηριστικών στα σημεία 1 & 2 (πηγή: Ακτομηχανική μελέτη για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά 2019).

Συνολικά έγιναν 22 προσομοιώσεις για όλες τις διευθύνσεις ενδιαφέροντος (ΝΑ, Ν, ΝΔ, Δ και ΒΔ) και για ένταση $\geq 5Bf$, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται εν μέρει στις κάτωθι εικόνες 4.23 έως 4.27.

Από τα παραπάνω δεδομένα εξήχθηκε το ύψος κύματος σε δύο συγκεκριμένα σημεία:

- Point 1 με συντεταγμένες ΕΓΣΑ ' 87: 470820.04, 4191419.68 και βάθος περίπου 70m.
- Point 2 με συντεταγμένες ΕΓΣΑ ' 87: 474064.86, 4192731.60 και βάθος περίπου 40m.

Τα αποτελέσματα των δύο σημείων παρουσιάζονται στους κάτωθι πίνακες 4.1 & 4.2.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Πίνακας 4.1: Προσδιορισμός κυματικών συνθηκών ανοικτά της περιοχής μελέτης στο σημείο 1 με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου MIKE 21 SW_(πηγή: Ακτομηχανική μελέτη για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά 2019).

Κατεύθυνση	NA		Θwd = 135°		N		Θwd = 180°		NA		Θwd = 225°		Δ		Θwd = 270°		BA		Θwd = 315°		
			Θvw = 163°	Θvw = 178°			Θvw = 203°	Θvw = 266°			Θvw = 295°										
Ένταση	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	
Bf	m/s																				
5	9.4	0.67	58.60	1.14	3.51	0.14	12.44	1.20	3.66	0.14	11.91	0.91	3.05	0.16	14.02	0.82	2.85	0.45	39.60	0.57	2.43
			19.00				19.00	1.31	3.83		19.00	1.02	3.23		8.00				11.00		
6	12.3	0.45	39.33	1.87	4.37	0.07	5.78	1.56	3.89	0.04	3.33	0.96	2.73	0.05	4.03	1.14	3.14	0.12	10.42	0.98	2.83
			17.00				17.00	2.17	4.86		16.00	1.66	3.93		12.00	1.33	3.44		13.00	0.99	2.84
7	15.5	0.19	16.29	2.84	5.15	0.03	2.89	1.75	3.72	0.01	0.70	0.43	1.60	0.01	0.70	0.43	1.60	0.02	1.58	1.00	2.60
			15.00				14.00	3.29	5.79		16.00	2.53	4.67		12.00	2.02	4.03		6.00	1.51	3.33
8	18.9	0.04	3.85	2.96	4.74	0.01	0.96	0.72	2.18	0.01	0.70	0.72	2.19					0.01	0.70	0.72	2.18
			13.00	4.06	6.03		12.00	4.71	6.69		13.00	3.64	5.43						6.00	2.16	3.84
9	22.6	0.01	0.96	1.18	2.50	0.01	0.96	1.19	2.52												
			11.00	5.65	6.80		12.00	6.57	7.56												
10	26.5					0.01	0.96	1.76	2.99												
							11.00	8.83	8.50												

Πίνακας 4.2: Προσδιορισμός κυματικών συνθηκών κοντά στη περιοχή μελέτης στο σημείο 2 με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου MIKE 21 SW_(πηγή: Ακτομηχανική μελέτη για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά 2019).

Κατεύθυνση	NA		Θwd = 135°		N		Θwd = 180°		NA		Θwd = 225°		Δ		Θwd = 270°		BA		Θwd = 315°		
			Θvw = 176°	Θvw = 186°			Θvw = 210°	Θvw = 264°			Θvw = 293°										
Ένταση	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	f (%)	Δ (hrs)	Hs(m)	Tp(s)	
Bf	m/s																				
5	9.4	0.67	58.60	0.96	3.32	0.14	12.44	1.10	3.48	0.14	11.91	0.93	3.09	0.16	14.02	0.83	2.88	0.45	39.60	0.55	2.40
			19.00				19.00	1.22	3.68		19.00	1.01	3.23		8.00				10.00		
6	12.3	0.45	39.33	1.50	4.02	0.07	5.78	1.50	3.73	0.04	3.33	0.99	2.77	0.05	4.03	1.15	3.16	0.12	10.42	0.96	2.79
			16.00				16.00	1.95	4.56		15.00	1.61	3.89		8.00	1.33	3.46		8.00		
7	15.5	0.19	16.29	2.16	4.78	0.03	2.89	1.69	3.64	0.01	0.70	0.43	1.60	0.01	0.70	0.43	1.60	0.02	1.58	0.97	2.54
			14.00				13.00	2.87	5.29		13.00	2.40	4.57		7.00	2.01	4.04		6.00	1.46	3.26
8	18.9	0.04	3.85	2.38	4.19	0.01	0.96	0.72	2.18	0.01	0.70	0.72	2.19					0.02	1.58	1.55	3.16
			12.00	2.99	5.71		12.00	4.05	6.07		13.00	3.41	5.24						6.00	2.07	3.73
9	22.6	0.01	0.96	1.06	6.65	0.01	0.96	1.18	2.50												
			11.00	4.12	6.65		12.00	5.59	7.06												
10	26.5					0.01	0.96	1.74	2.97												
							11.00	7.53	8.20												

όπου:

f : μέση ετήσια συχνότητα (%)

Δ : διάρκεια πνοής (hrs)

H : σημαντικό ύψος κύματος (m)

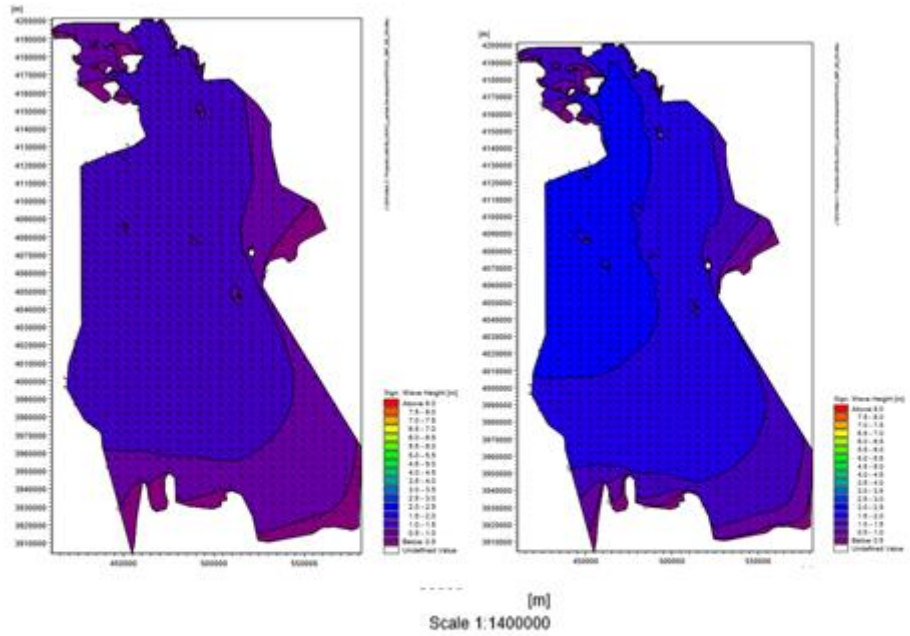
T : μέση περίοδος κύματος (sec)

Θwd : κατεύθυνση ανέμου

Θvw : κύρια κατεύθυνση κυματισμών

* : Διάρκεια απαιτούμενη για πλήρη ανάπτυξη κυματισμών

**ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ**



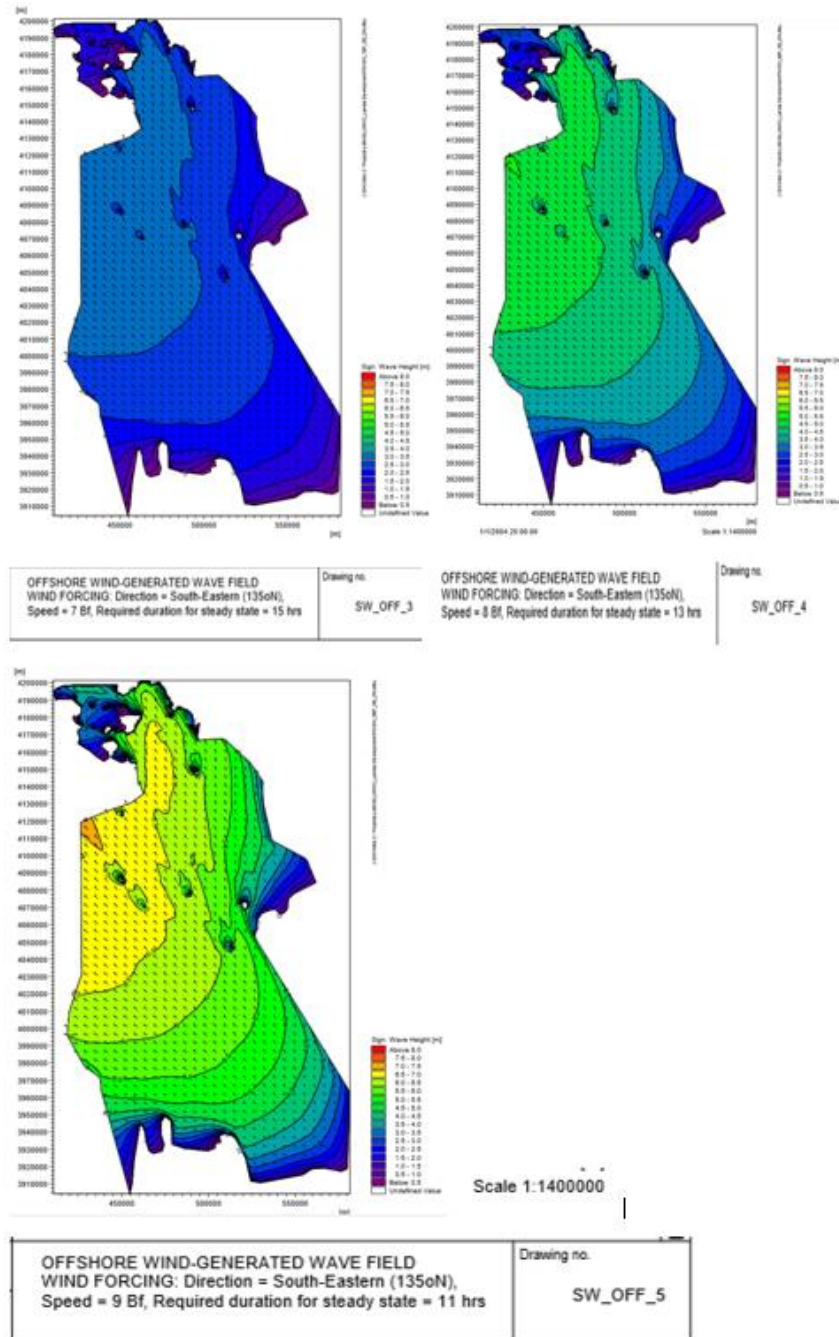
OFFSHORE WIND-GENERATED WAVE FIELD
WIND FORCING: Direction = South-Eastern (135oN),
Speed = 5 Bf, Required duration for steady state = 19 hrs

Drawing no.
SW_OFF_1

OFFSHORE WIND-GENERATED WAVE FIELD
WIND FORCING: Direction = South-Eastern (135oN),
Speed = 6 Bf, Required duration for steady state = 17 hrs

Drawing no.
SW_OFF_2

**ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ**

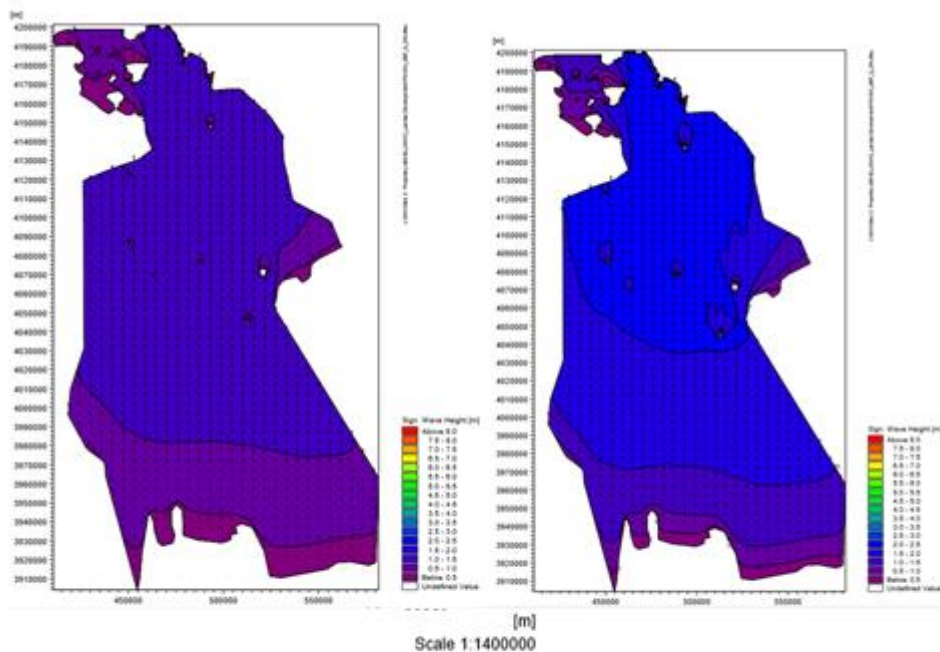


Εικόνες 4.23: Χωροχρονική γέννηση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί κυματισμοί Νοτιοανατολικής (South-Eastern) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο: α) 5Bf (SW-OFF1), β) 6Bf (SW-OFF2), γ) 7Bf (SW-OFF3), δ) 8Bf (SW-OFF4), ε) 9Bf (SW-OFF5) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων». Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω εικόνες, στην περιοχή της μαρίνας Αλίμου αναπτύσσονται κυματισμοί ύψους:

- α) 1,0-1,5 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοανατολικής, διάρκειας μέγιστης 19 ωρών και σταθερής ταχύτητας 5Bf.
- β) 2,0-2,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοανατολικής, διάρκειας μέγιστης 17 ωρών και σταθερής ταχύτητας 6Bf.
- γ) 3,0-3,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοανατολικής, διάρκειας μέγιστης 15 ωρών και σταθερής ταχύτητας 7Bf.
- δ) 3,0-3,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοανατολικής, διάρκειας μέγιστης 13 ωρών και σταθερής ταχύτητας 8Bf.
- ε) 3,0-3,5 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοανατολικής, διάρκειας μέγιστης 11 ωρών και σταθερής ταχύτητας 9Bf.



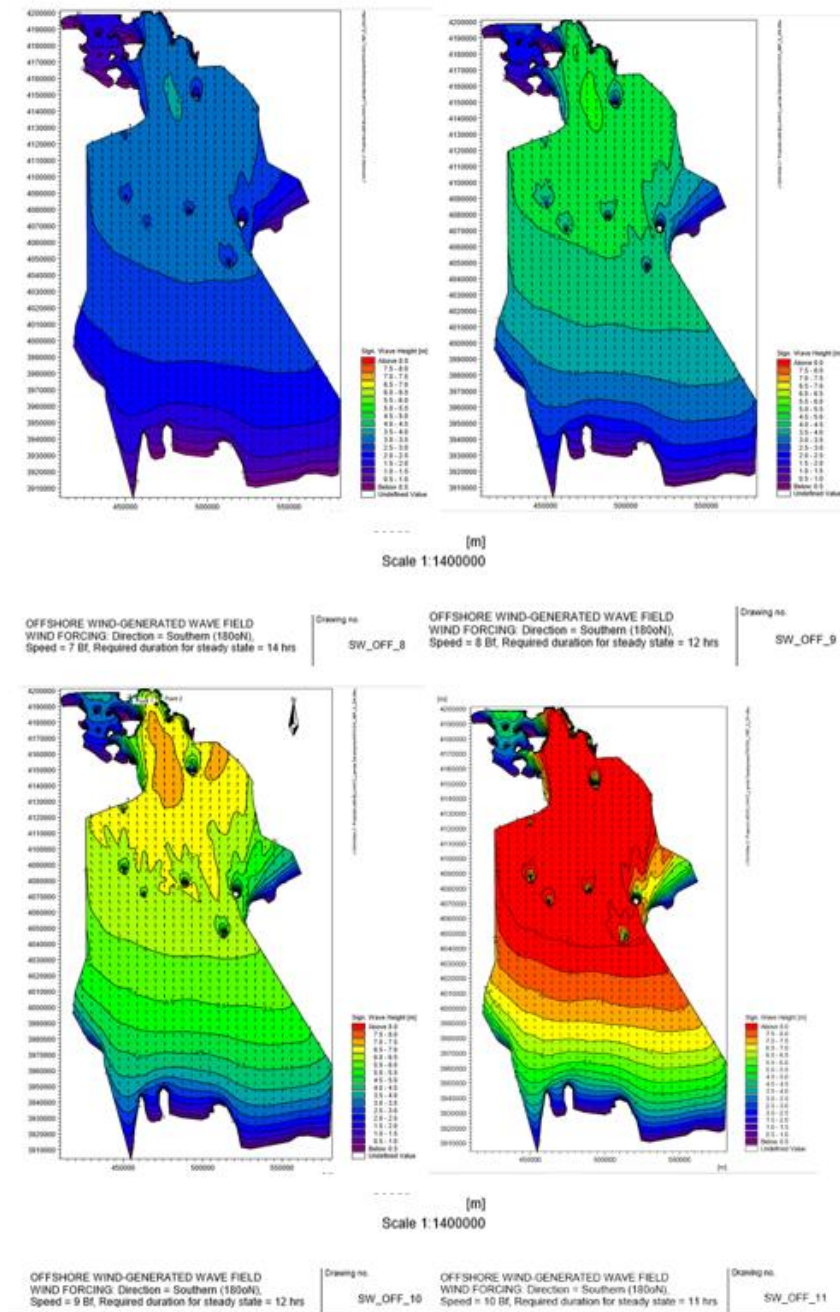
OFFSHORE WIND-GENERATED WAVE FIELD
WIND FORCING: Direction = Southern (150oN),
Speed = 5 Bf, Required duration for steady state = 19 hrs

Drawing no.
SW_OFF_6

OFFSHORE WIND-GENERATED WAVE FIELD
WIND FORCING: Direction = Southern (150oN),
Speed = 6 Bf, Required duration for steady state = 17 hrs

Drawing no.
SW_OFF_7

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



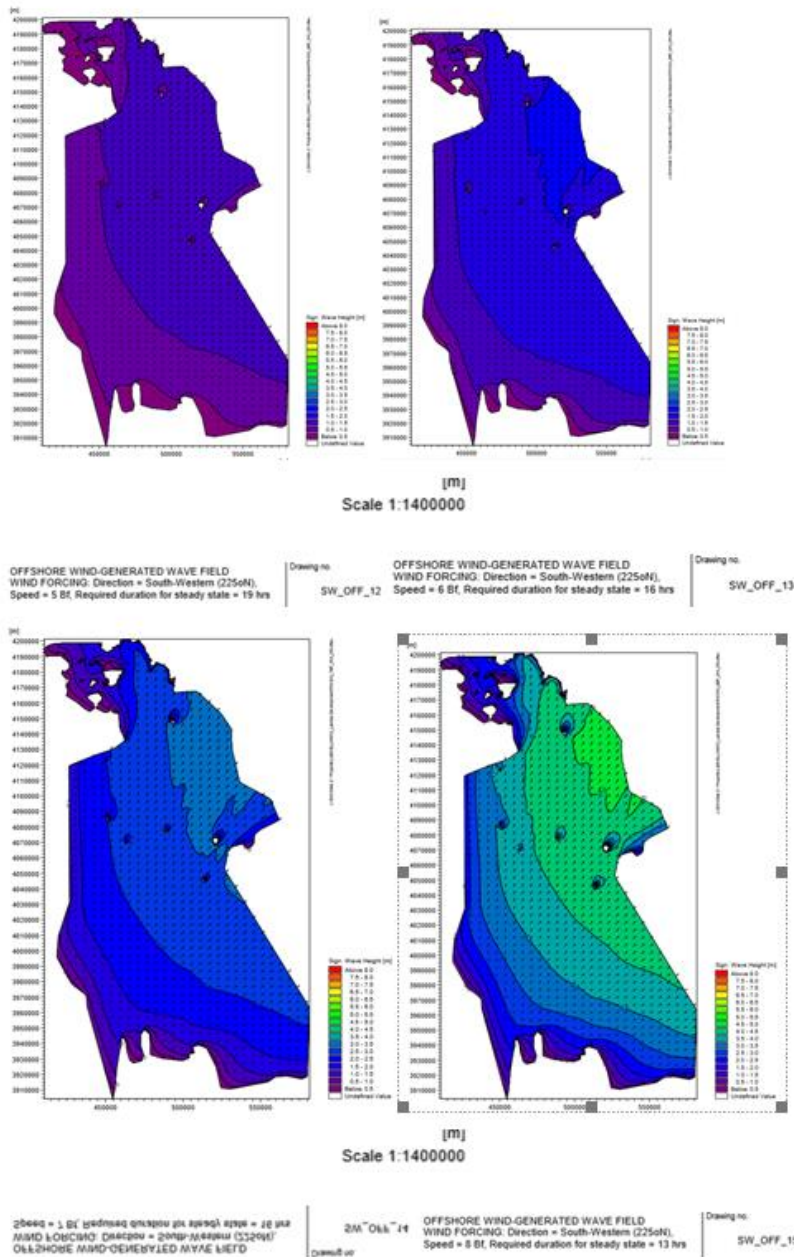
Εικόνες 4.24: Χωροχρονική γέννηση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί κυματισμοί Νότιας (Southern) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο: α) 5Bf (SW-OFF6), β) 6Bf (SW-OFF7), γ) 7Bf (SW-OFF8), δ) 8Bf (SW-OFF9), ε) 9Bf (SW-OFF10), στ) 10Bf (SW-OFF11) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων». Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω εικόνες, στην περιοχή της μαρίνας Αλίμου αναπτύσσονται κυματισμοί ύψους:

- α) 1,0-1,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νότιας, διάρκειας μέγιστης 19 ωρών και σταθερής ταχύτητας 5Bf.
- β) 1,5-2,0 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νότιας, διάρκειας μέγιστης 17 ωρών και σταθερής ταχύτητας 6Bf.
- γ) 3,0-3,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νότιας, διάρκειας μέγιστης 14 ωρών και σταθερής ταχύτητας 7Bf.
- δ) 3,5-4,0m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νότιας, διάρκειας μέγιστης 12 ωρών και σταθερής ταχύτητας 8Bf.
- ε) 6,0-6,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νότιας, διάρκειας μέγιστης 12 ωρών και σταθερής ταχύτητας 9Bf.
- στ) 8,0-8,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νότιας, διάρκειας μέγιστης 11 ωρών και σταθερής ταχύτητας 10Bf.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



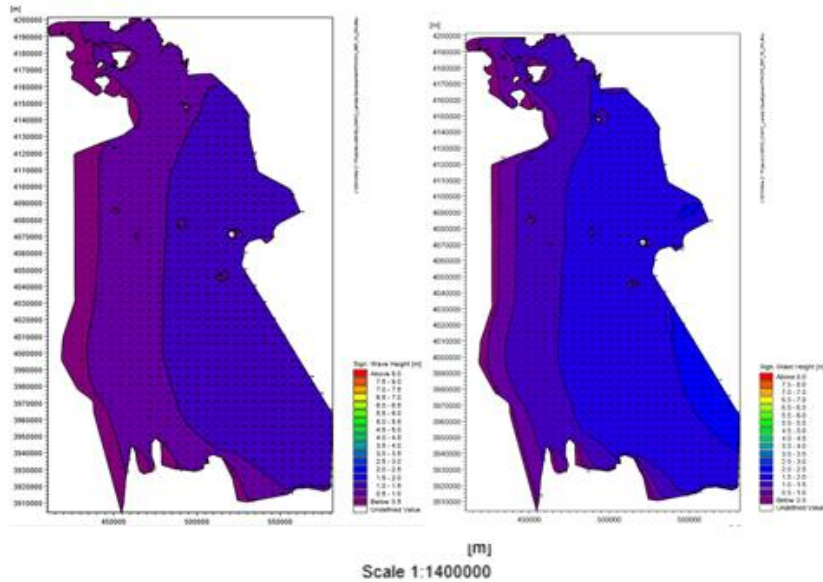
Εικόνες 4.25: Χωροχρονική γέννηση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί κυματισμοί Νοτιοδυτικής (South-Western) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο: α) 5Bf (SW-OFF12), β) 6Bf (SW-OFF13), γ) 7Bf (SW-OFF14), δ) 8Bf (SW-OFF15) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων». Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω εικόνες, στην περιοχή της μαρίνας Αλίμου αναπτύσσονται κυματισμοί ύψους:

- α) 0,5-1,0 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοδυτικής (South-Westen) διάρκειας μέγιστης 19 ωρών και σταθερής ταχύτητας 5Bf .
- β) 1,0-1,5 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοδυτικής (South-Westen) διάρκειας μέγιστης 16 ωρών και σταθερής ταχύτητας 6Bf .
- γ) 2,0-2,5m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοδυτικής (South-Westen) διάρκειας μέγιστης 16 ωρών και σταθερής ταχύτητας 7Bf .
- δ) 3,0-3,5,0m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους, από πνοή ανέμου σταθερής Νοτιοδυτικής (South-Westen), διάρκειας μέγιστης 13 ωρών και σταθερής ταχύτητας 8Bf .

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

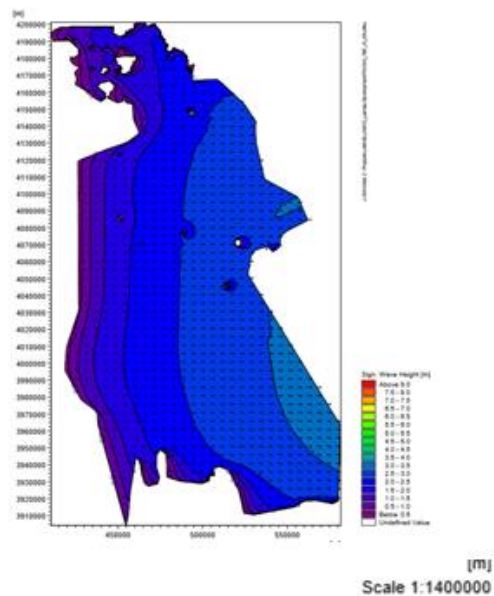


OFFSHORE WIND-GENERATED WAVE FIELD
WIND FORCING: Direction = Western (270oN),
Speed = 5 Bf, Required duration for steady state = 8 hrs

Drawing no.
SW_OFF_16

OFFSHORE WIND-GENERATED WAVE FIELD
WIND FORCING: Direction = Western (270oN),
Speed = 6 Bf, Required duration for steady state = 12 hrs

Drawing no.
SW_OFF_17



OFFSHORE WIND-GENERATED WAVE FIELD
WIND FORCING: Direction = Western (270oN),
Speed = 7 Bf, Required duration for steady state = 12 hrs

Drawing no.
SW_OFF_18

Εικόνες 4.26: Χωροχρονική γέννηση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί κυματισμοί Δυτικής (Westen) διεύθυνσης, παραγόμενοι από άνεμο: α) 5Bf (SW-OFF16), β) 6Bf (SW-OFF17) 7Bf, γ) (SW-OFF18) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων». Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

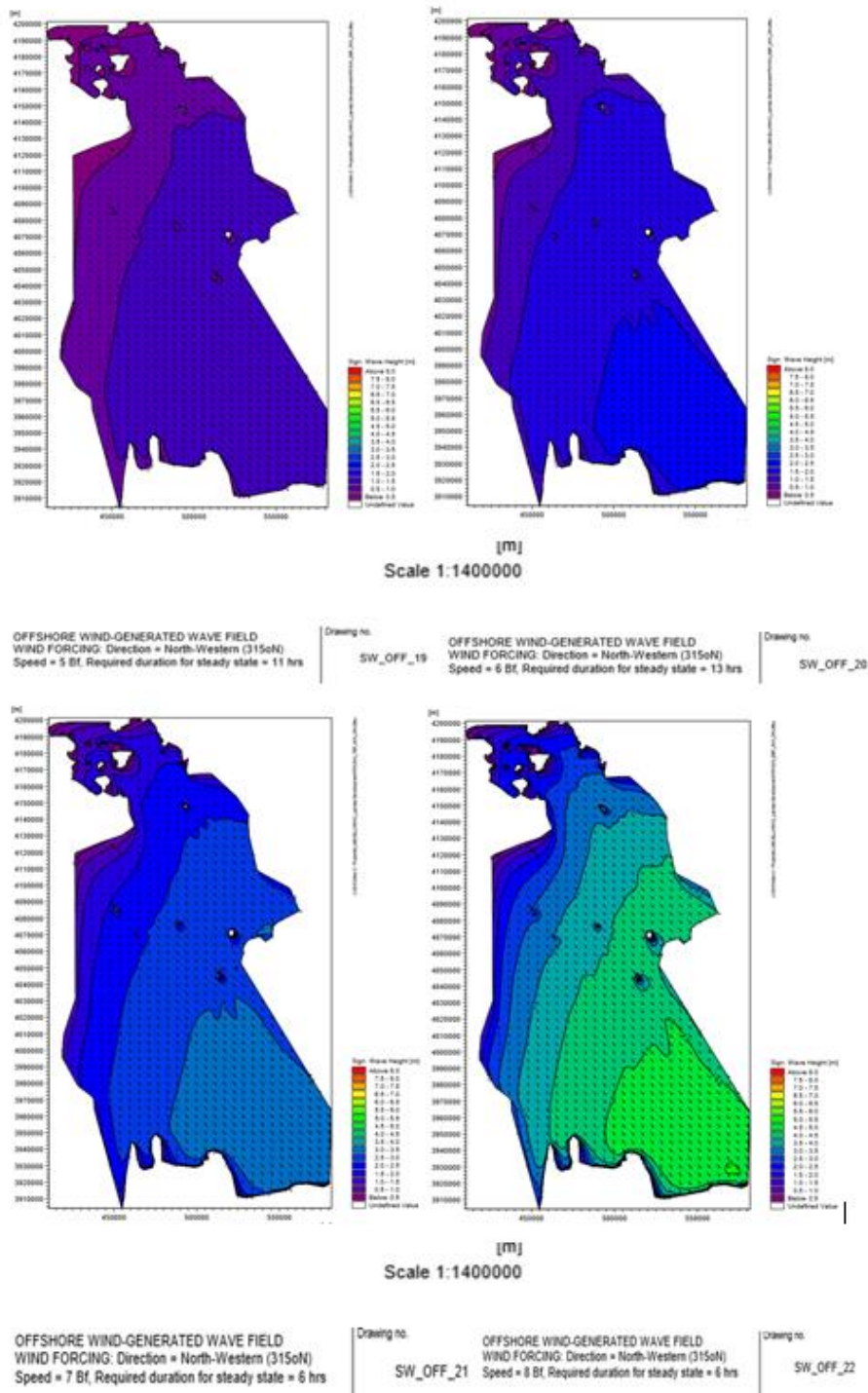
Όπως φαίνεται από την παραπάνω εικόνα, στην περιοχή της μαρίνας Αλίμου αναπτύσσονται κυματισμοί ύψους :

α) 0,5-1,0 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους , από πνοή ανέμου σταθερής Δυτικής (Westen) διάρκειας μέγιστης 8 ωρών και σταθερής ταχύτητας 5Bf .

β) 1,0-1,5 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους , από πνοή ανέμου σταθερής Δυτικής (Westen) , διάρκειας μέγιστης 12 ωρών και σταθερής ταχύτητας 6Bf .

γ) 1,5-2,0 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους , από πνοή ανέμου σταθερής Δυτικής (Westen) διάρκειας μέγιστης 12 ωρών και σταθερής ταχύτητας 7Bf .

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνες 4.27: Χωροχρονική γέννηση και ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικού κόλπου, Μυρτώου πελάγους, Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους -Ανεμογεννοί κυματισμοί Βορειοδυτικής (North-Western) διεύθυνσης, παραγώμενοι από άνεμο: α) 5Bf (SW-OFF19) β)6Bf (SW-OFF20), γ)7Bf (SW-OFF21), δ) 8Bf (SW-OFF22) (πηγή: ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων». Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», 2019).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Όπως φαίνεται από τις παραπάνω εικόνες, στην περιοχή της μαρίνας Αλίμου αναπτύσσονται κυματισμοί ύψους :

- α) 0,5-1,0 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους , από πνοή ανέμου σταθερής Βορειοδυτικής (North-Westen) διάρκειας μέγιστης 11 ωρών και σταθερής ταχύτητας 5Bf .
- β) 0,5-1,0 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους , από πνοή ανέμου σταθερής Βορειοδυτικής (North-Westen) διάρκειας μέγιστης 13 ωρών και σταθερής ταχύτητας 6Bf .
- γ) 1,0-1,5 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους , από πνοή ανέμου σταθερής Βορειοδυτικής (North-Westen) διάρκειας μέγιστης 6 ωρών και σταθερής ταχύτητας 7Bf .
- δ) 1,5-2,5 m, κατά την ανάπτυξη κυματισμών στην περιοχή Σαρωνικου κόλπου, Μυρτώου πελάγους Δ-ΒΔ Κρητικού πελάγους , από πνοή ανέμου σταθερής Βορειοδυτικής (North-Westen), διάρκειας μέγιστης 6 ωρών και σταθερής ταχύτητας 8Bf .

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του πίνακα 4.3 , που προέκυψε από την επιλογή και επεξεργασία των στοιχείων του πίνακα 4.2:

1. επιλέγοντας τις κυματικές συνθήκες που δημιούργησαν κύμα στα ανοικτά $H_s > 1,0\text{m}$ με μέση ετήσια συχνότητα εμφάνισης $f\% \geq 0,01$ και
2. ομαδοποιώντας τις κατευθύνσεις NA & N, σε μία με αντίστοιχη άθροιση των ποσοστών του ύψους κύματος.

Πίνακας 4.3: Χαρακτηριστικό κύμα στα ανοικτά (H_s) >1m με μέσης ετήσιας συχνότητας εμφάνισης $f\% \geq 0,0$ (πηγή: Ακτομηχανική μελέτη για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά 2019).

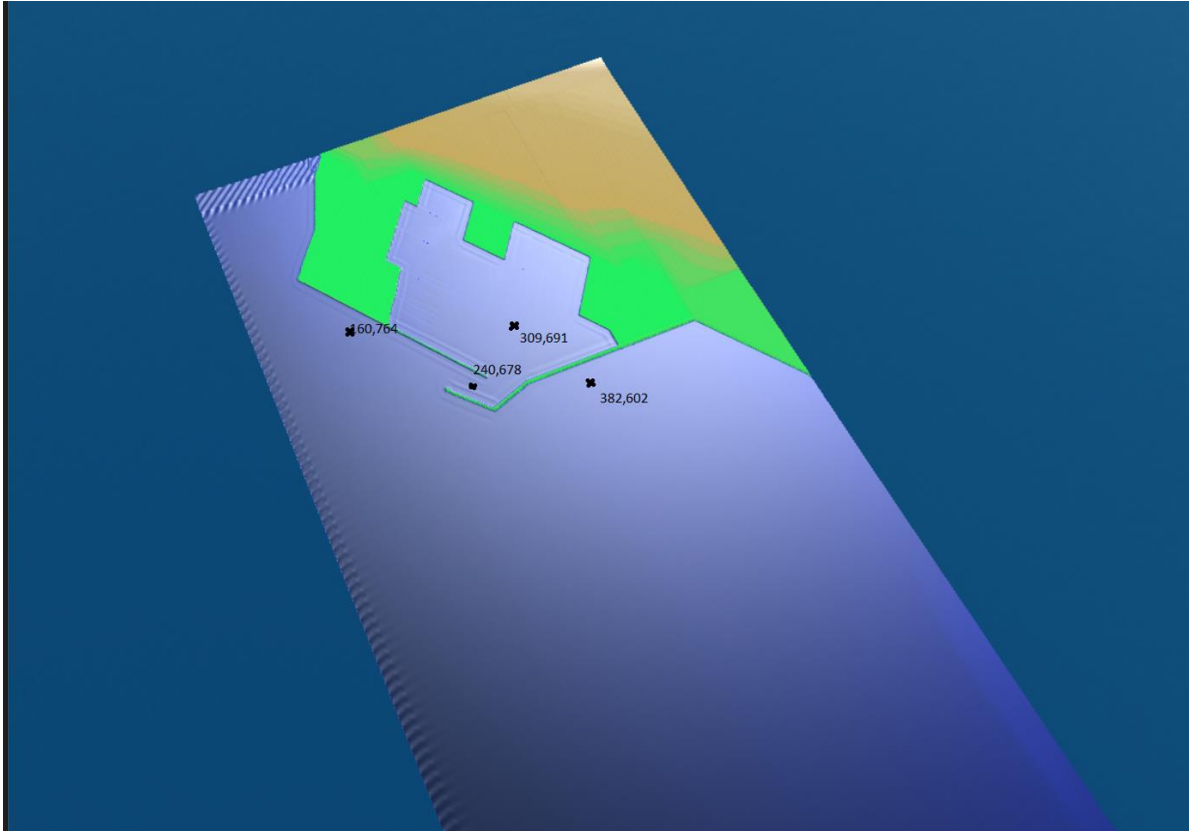
NA & N 186°				NΔ 210°				Δ 264°				ΒΔ 293°			
α/α	f (%)	Hs(m)	Tp(s)	α/α	f (%)	Hs(m)	Tp(s)	α/α	f (%)	Hs(m)	Tp(s)	α/α	f (%)	Hs(m)	Tp(s)
1	0.59	1.50	4.02	6	0.04	1.61	3.89	9	0.05	1.33	3.46	11	0.02	1.46	3.26
2	0.25	2.16	4.78	7	0.01	2.40	4.57	10	0.01	2.01	4.04	12	0.02	2.07	3.73
3	0.08	2.99	5.71	8	0.01	3.41	5.24								
4	0.02	4.12	6.65												
5	0.02	5.59	7.06												
Σύνολο: 0.964				0.054				0.054				0.036			

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα:

1. Οι κυματισμοί που προέρχονται από ΝΑ & Ν διευθύνσεις, που έχουν ομαδοποιηθεί σε μία ομάδα, έχουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση.
2. Το ποσοστό των κυματισμών (με ύψη μεγαλύτερα του 1,0μ) από ΝΑ και Ν διεύθυνση, έχουν συνολικό ετήσιο ποσοστό εμφάνισης 0,964%, μεγαλύτερο από το αντίστοιχο συνολικό ετήσιο ποσοστό εμφάνισης που προκύπτει από τη ΝΔ (0,054%), Δ(0,054%) & ΒΔ(0,036%) διεύθυνση.
3. Τα μήκη κύματος που προκύπτουν από τις διευθύνσεις ΝΑ & Ν είναι μεγαλύτερα, για το λόγω αυτό το εισερχόμενο κυματικό κλίμα από το Νότο κυριαρχεί στην περιοχή μελέτης.
4. Οι κυματισμοί με ύψος μεγαλύτερο από 5,5μ, αναπτύσσονται για Νότια διεύθυνση πνοής ανέμου έντασης >9Bf και διάρκειας πνοής περίπου μισής ημέρας. Πρόκειται για πλήρως ανεπτυγμένους κυματισμούς που το ποσοστό εμφάνισής τους, σε όρους μέσης ετήσιας συχνότητας είναι εξαιρετικά μικρό, οπότε δεν λαμβάνονται υπόψη στην παρούσα μελέτη.

4.8.3 Σημεία ελέγχου (gauges) εξέλιξης της κυματικής διαταραχής



Εικόνα 4.28: Απεικόνιση επιλεγθέντων σημείων ελέγχου (gauges)

Για το δυσμενέστερο κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά για την κάθε μία από τις διευθύνσεις διάδοσης που εξετάσθηκαν παραπάνω (N, ΝΔ, Δ, ΒΔ), έγινε προσδιορισμός της κυματικής κυκλοφορίας εντός και εκτός της λιμενολεκάνης της μαρίνας Αλίμου, μέσω της παρακολούθησης της χωροχρονικής εξέλιξης της ανύψωσης της ελεύθερης επιφάνειας νερού της θάλασσας $\eta(m)$ για την εξεταζόμενη κυματική διαταραχή τύπου *sinewave*, στα κάτωθι τέσσερα (4) σημεία (gauges) που επιλέχθηκαν και εισάχθηκαν στο πρόγραμμα *celeris*, αφού καθορίστηκε αρχικά η περιοχή («RANGE») στην οποία βρίσκονται:

- 1ο σημείο (gauge) με συντεταγμένες $X=160$, $Y=764$: Εξωτερικά του υπήνεμου μώλου

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Η εισαγωγή του σημείου (gauge) $X=160$, $Y=764$ στο celeris, παρουσιάζεται στην κάτωθι εικόνα.

```
<!-- Settings for Logging Data-->
<logData doLog = false logStep = 200>
  <logPath> DataW </logPath>
  <range filename = "surface_output"><bottomLeft x = 150 y = 500></bottomLeft><topRight x = 410 y = 850></topRight></range>
  <gauges filename = "gauges">160,764</gauges>
</logData>
```

Εικόνα 4.29 : Απόσπασμα κώδικα προγράμματος celeris, εισαγωγής σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160$, $Y=764$

- 2ο σημείο (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$: Είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου
Η εισαγωγή του σημείου (gauge) $X=240$, $Y=678$ στο celeris, παρουσιάζεται στην κάτωθι εικόνα.

```
<!-- Settings for Logging Data-->
<logData doLog = false logStep = 200>
  <logPath> DataW </logPath>
  <range filename = "surface_output"><bottomLeft x = 150 y = 500></bottomLeft><topRight x = 410 y = 850></topRight></range>
  <gauges filename = "gauges">240,678</gauges>
</logData>
```

Εικόνα 4.30 : Απόσπασμα κώδικα προγράμματος celeris, εισαγωγής σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$

- 3ο σημείο (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$: Εντός λιμενολεκάνης.

```
<!-- Settings for Logging Data-->
<logData doLog = false logStep = 200>
  <logPath> DataW </logPath>
  <range filename = "surface_output"><bottomLeft x = 150 y = 500></bottomLeft><topRight x = 410 y = 850></topRight></range>
  <gauges filename = "gauges">309,691</gauges>
</logData>
```

Εικόνα 4.31 : Απόσπασμα κώδικα προγράμματος celeris, εισαγωγής σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$

- 4ο σημείο(gauge) με συντεταγμένες $X=382$, $Y=602$: Εξωτερικά του προσήνεμου μώλου .

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

```
<!-- Settings for Logging Data-->  
<logData doLog = false logStep = 200>  
  <logPath> DataW </logPath>  
  <range filename = "surface_output"><bottomLeft x = 150 y = 500></bottomLeft><topRight x = 410 y = 850></topRight></range>  
  <gauges filename = "gauges">382,602</gauges>  
</logData>
```

Εικόνα 4.32 : Απόσπασμα κώδικα προγράμματος celeris, εισαγωγής σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=382, Y=602

Μετά την εισαγωγή των σημείων (gauges) στο celeris και το τρέξιμο του προγράμματος, δημιουργήθηκαν αρχεία .txt για το κάθε σημείο (gauge) που έχουμε επιλέξει, τα οποία αποθηκεύουμε με την ονομασία των συντεταγμένων τους.

Ειδικότερα:

Ι. Για το κυματικό κλίμα που προκλήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=5,59m$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N), μέσης περιόδου $T_p(s)=7,06s$, κατόπιν της σχετικής εισαγωγή των στοιχείων στον κώδικα celeris ($a=H/2=2,795$, $T=7,06$) και το τρέξιμο του προγράμματος με χρονικό βήμα $0,2 sec$ δημιουργείται:

1. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (160,764), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges160_764.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTH στο φάκελο MarinaAlimougauges.
2. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (240, 678), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges240_678.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTH στο φάκελο MarinaAlimougauges.
3. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (309, 691), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges309_691.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTH στο φάκελο MarinaAlimougauges.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

4. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (382, 602), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges382_602.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTH στο φάκελο MarinaAlimougauages.

Π. Για το κυματικό κλίμα που προκλήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ), μέσης περιόδου $T_p(s)=5,246s$, κατόπιν της σχετικής εισαγωγή των στοιχείων στον κώδικα celeris ($\alpha=H/2=1,705$, $T=5,246$) και το τρέξιμο του προγράμματος με χρονικό βήμα 0,2 sec δημιουργείται:

1. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (160,764) αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges160_764.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.
2. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (240, 678), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges240_678.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauages..
3. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (309, 691), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges309_691.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.
4. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (382, 602), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges382_602.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία SOUTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.

ΠΙ. Για το κυματικό κλίμα που προκλήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ), μέσης περιόδου $T_p(s)=4,046s$, κατόπιν της σχετικής εισαγωγή των στοιχείων στον κώδικα celeris ($\alpha=H/2=1,005$, $T=4,046$) και το τρέξιμο του προγράμματος με χρονικό βήμα 0,2 sec δημιουργείται:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

- 1 Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (160,764), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges160_764 .txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία WEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.
- 2 Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (240, 678), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges240_678 .txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία WEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.
- 3 Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (309, 691), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges309_691.txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία WEST στο φάκελο MarinaAlimougauages..
- 4 Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (382, 602), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges382_602 .txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία WEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.

VI. Για το κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=2,07m$, διευθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ), μέσης περιόδου $T_p(s)=3,73s$, κατόπιν της σχετικής εισαγωγή των στοιχείων στον κώδικα celeris ($\alpha=H/2=1,035$, $T=7,06$) και το τρέξιμο του προγράμματος με χρονικό βήμα 0,2 sec δημιουργείται:

1. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (160,764), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges160_764 .txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία NORTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.
2. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (240, 678), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges240_678 .txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία NORTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauages.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

3. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (309, 691), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges309_691 .txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία NORTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauces.
4. Για το σημείο (gauge) με συντεταγμένες (382, 602), αρχείο τύπου .txt, το οποίο αποθηκεύουμε με την ονομασία gauges382_602 .txt σε υποφάκελο υπό την ονομασία NORTHWEST στο φάκελο MarinaAlimougauces.

4.8.4 Εξαγωγή αποτελεσμάτων κυματικής διαταραχής/κυκλοφορίας στη <θαλάσσια ζώνη> εντός και εκτός λιμενολεκάνης μαρίνας Αλίμου και κατ' επέκταση της παράκτιας περιοχής της

Το τρέξιμο του προγράμματος celeris, για το καθένα από τα τέσσερα (4) σημεία ελέγχου (gauge), αποδίδει διαδραστικά, φωτορεαλιστικά την κυματική κυκλοφορία και ταυτόχρονα παράγει αποτελέσματα σε μορφή αρχείων .txt, τα οποία κατόπιν σχετικής επεξεργασίας σε excel, παράγουν τα κάτωθι αποτελέσματα για την παρακολούθηση της εξέλιξης της κυματικής διαταραχής στα ανοικτά με διεύθυνση διάδοσης ΒΔ, Ν, ΝΔ και Δ, (που αναφέρθηκαν προηγουμένως), όπως αυτά απεικονίζονται στα ακόλουθα διαγράμματα.

Για τον καλύτερο σχολιασμό και σύγκριση των αποτελεσμάτων των παραχθέντων από το excel διαγραμμάτων $n(m)-t(s)$, έγινε σε όλα τα διαγράμματα των σημείων ελέγχου (gauges):

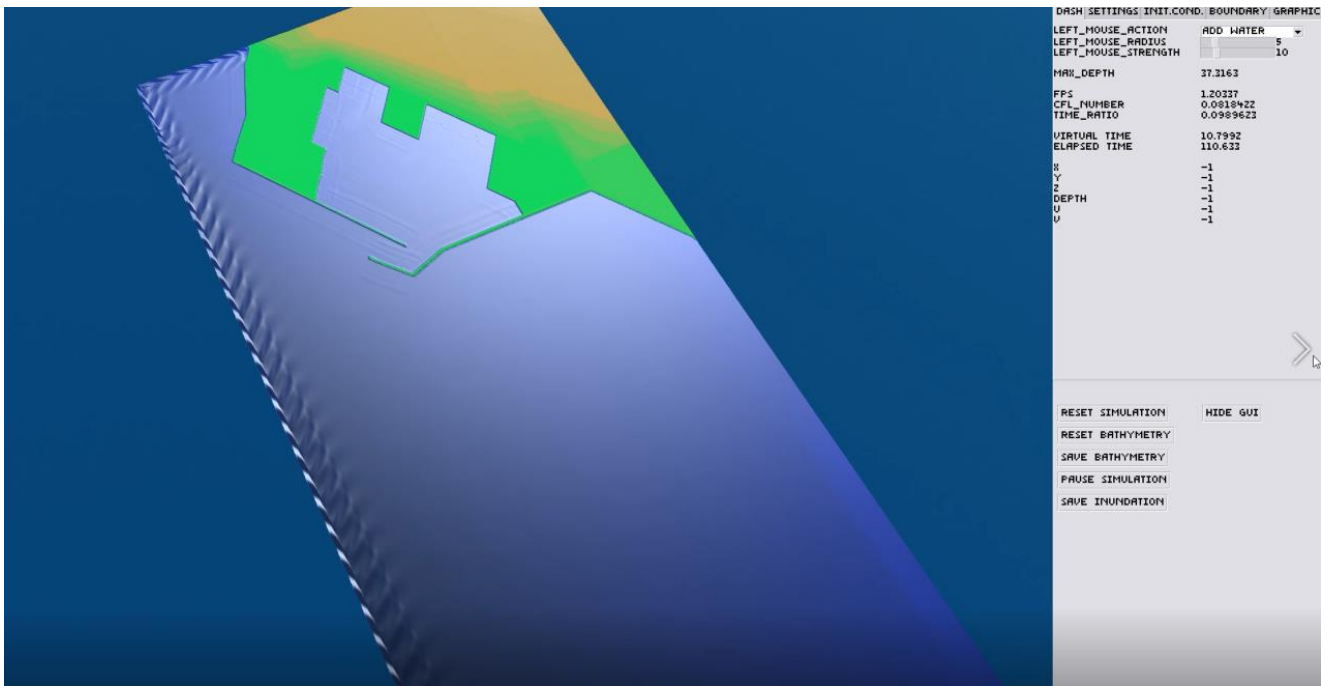
1. Προσδιορισμός της μέγιστης τιμής $n(m)$ της ανύψωσης της στάθμης του νερού από τη ΜΣΘ και του χρόνου $t(s)$ επίτευξής της.
2. Υπόθεση ότι η τιμή $n=\pm 0,1m$, είναι υπολογίσιμη ως προς την ανύψωση ή ταπείνωση του νερού από τη ΜΣΘ και καθορισμός του χρονικού διαστήματος επίτευξής της.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

1.1 Διαδραστικές εικόνες celeris

Για το δυσμενέστερο κυματικό κλίμα Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης που δημιουργήθηκε στα ανοικτά ($H_s=2,07m$, $T_p=3,73sec$, $\alpha=H/2=1,035m$) έγινε προσδιορισμός της κυματικής κυκλοφορίας τύπου *sinewave*, στην παράκτια περιοχή μελέτης της μαρίνας Αλίμου με τη χρήση του διαδραστικού μοντέλου *Celeris Advent* με χρονικό βήμα $t=0,2s$ και προέκυψαν οι παρακάτω εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός και εκτός λιμενολεκάνης Μαρίνας Αλίμου.

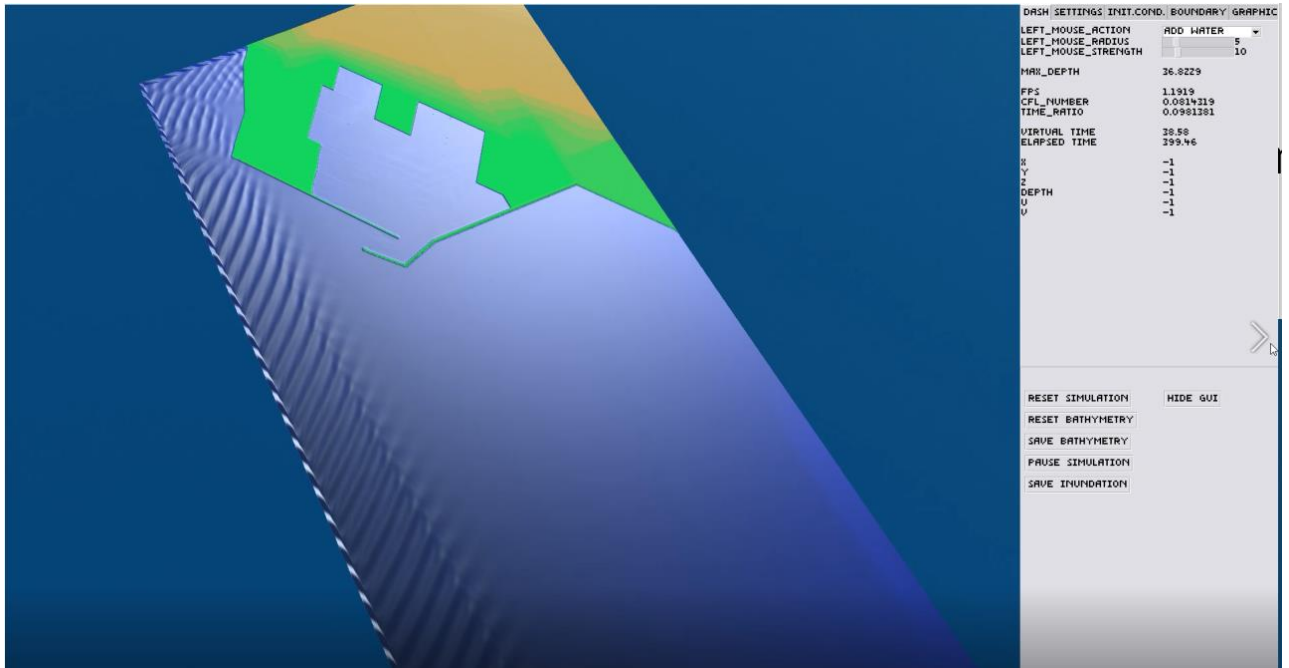
Εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός και εκτός λιμενολεκάνης Μαρίνας Αλίμου



Εικόνα 4.33: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=10,80s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε αρχική εξέλιξη και δεν έχει φτάσει στα καθορισμένα σημεία (gauges) ελέγχου.

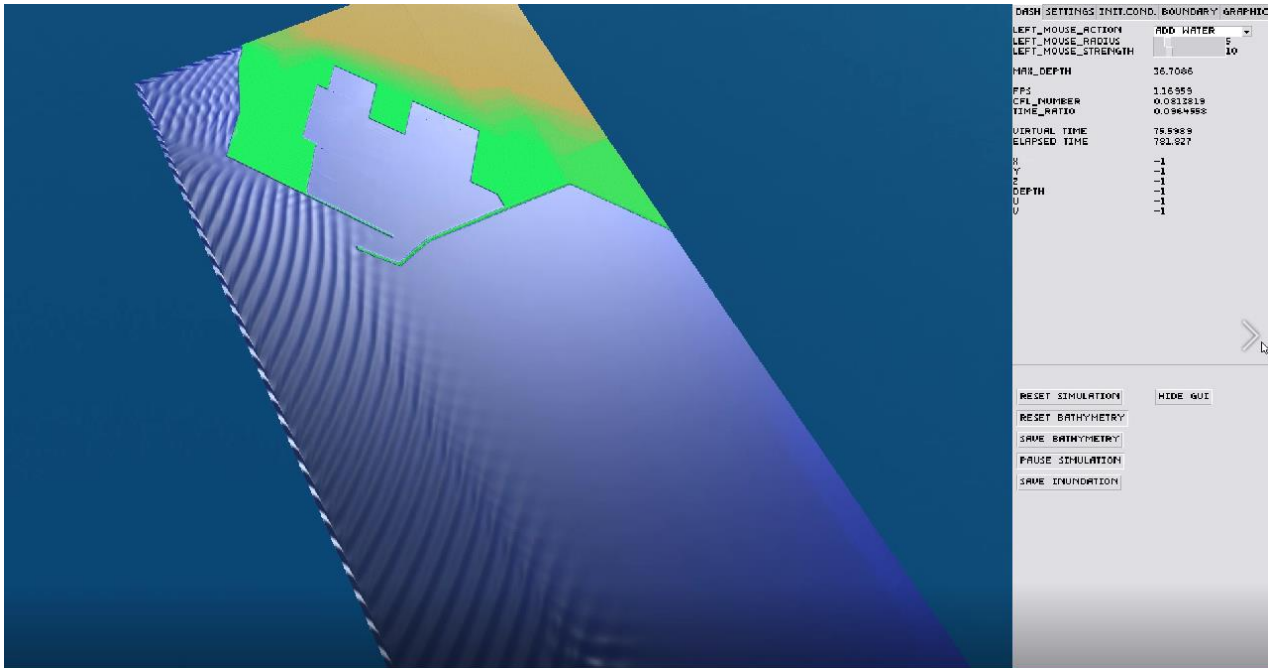
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.34: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου (gauge) ελέγχου (160,764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=38,58s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (160,764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.

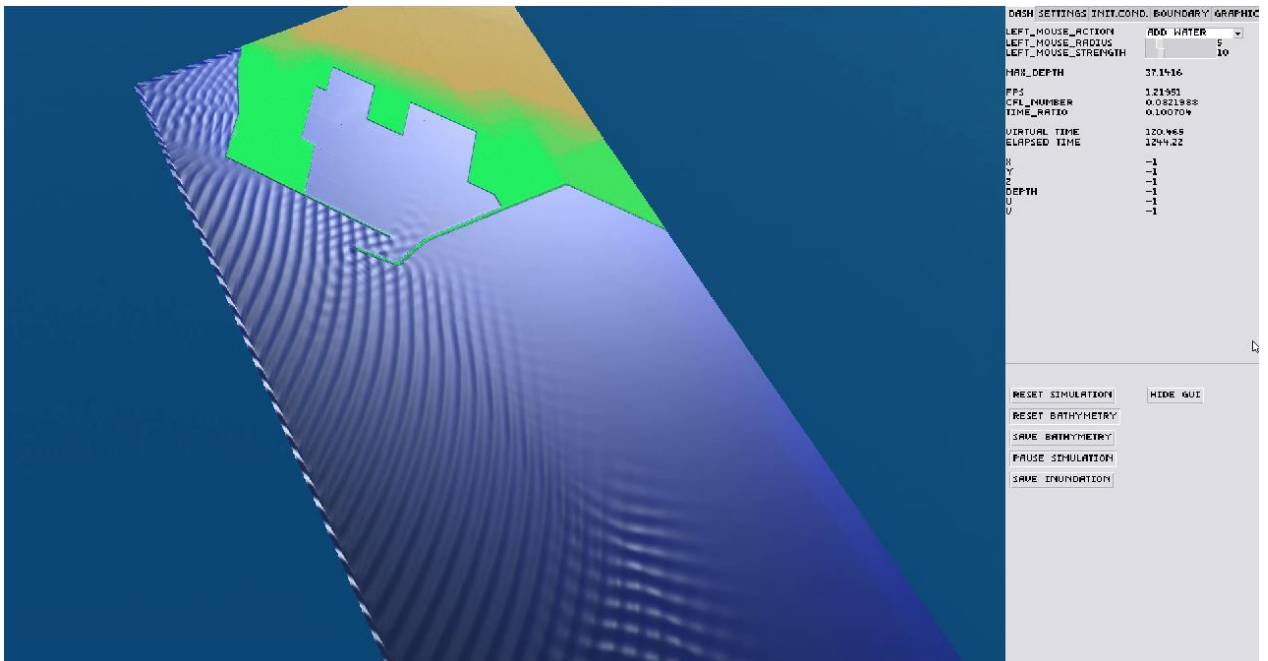
ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.35: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου (gauge) ελέγχου (240, 678) εντός του διαδρόμου εισόδου της λιμενολεκάνης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=76,89s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (240, 678) εντός του διαδρόμου εισόδου της λιμενολεκάνης.

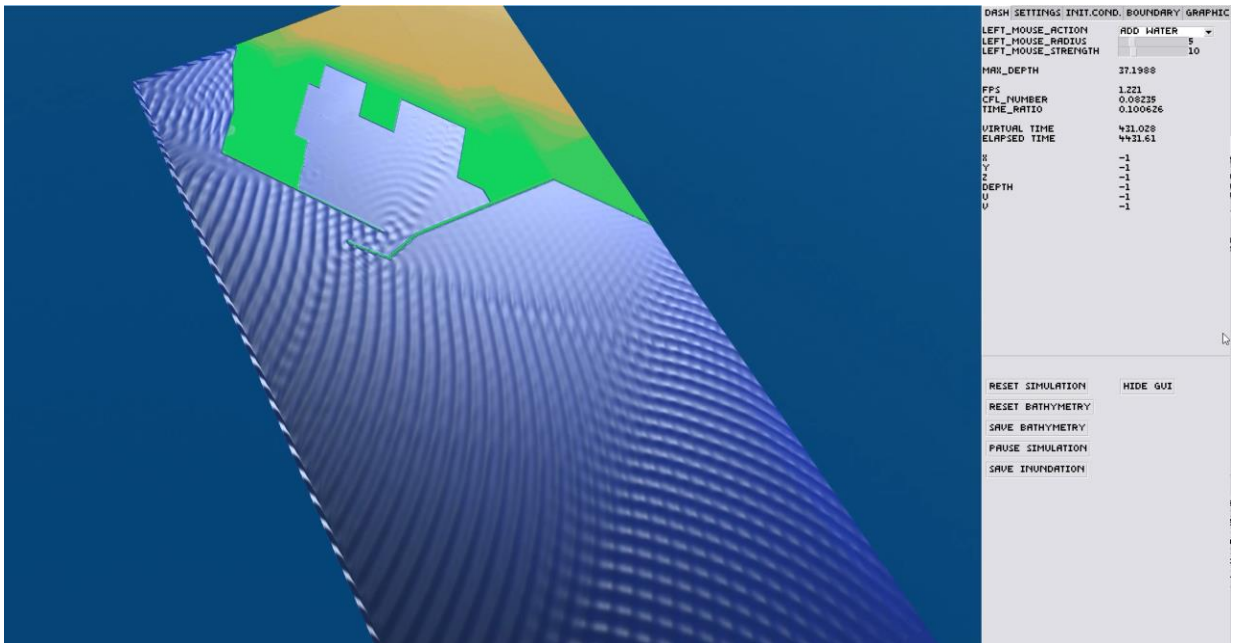
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.36: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου (gauge) ελέγχου (309, 602), εντός της λιμενολεκάνης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=120,46s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (309, 691) εντός της λιμενολεκάνης και έχει πλησιάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (382, 602), μπροστά από τον προσήνεμο μώλο.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.37: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=431,03s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη.

1. Στο σημείο (160, 764) έμπροσθεν του υπήνεμου μώλου, οι κυματισμοί αρχικά διέρχονται σχεδόν παράλληλα με τον υπήνεμο μώλο και στη συνέχεια προσκρούουν στους κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου, όπου θραύονται και εν μέρει ανακλώνται. Τα ανακλώμενα κύματα συμβάλουν με τους κυματισμούς ΒΔ κατεύθυνση διάδοσης που συναντούν στο σημείο ελέγχου και δημιουργούν αναλόγως στάσιμα κύματα, και καταγραφές τιμών ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.
2. Στο σημείο ελέγχου (309, 691) στο διάδρομο εισόδου της λιμενολεκάνης, οι κυματισμοί αρχικά διέρχονται σχεδόν παράλληλα με το διάδρομο του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου. Στη συνέχεια λόγω σχήματος προσήνεμου μώλου προσκρούουν στους κυματοθραύστες του

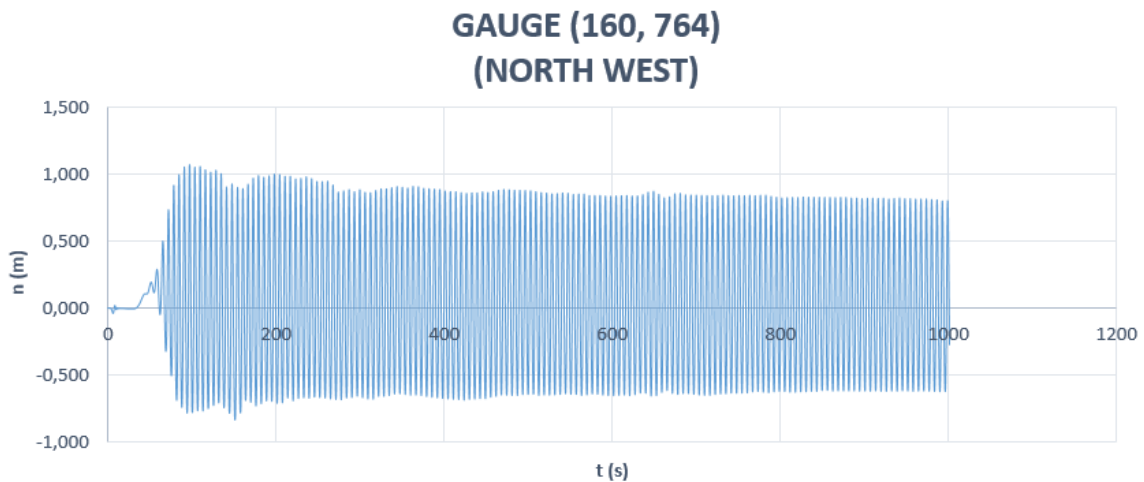
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

προσήνεμου μώλου και ανακλώνται. Τα ανακλώμενα κύματα προσκρούουν διαδοχικά ανάμεσα στους κυματοθραύστες του διαδρόμου του προσήνεμου και υπήνεμου μώλου και ταυτόχρονα συμβάλουν με τα κύματα που εισέρχονται στο διάδρομο της λιμενολεκάνης, δημιουργώντας έντονη εν μέρει κυματική κυκλοφορία, η οποία καταγράφεται στο σημείο ελέγχου στο οποίο παρουσιάζονται γενικά μικρές καταγραφές τιμών ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

3. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων εντός του στομίου εισόδου της λιμενολεκάνης λόγω περαιτέρω ανάκλασης (μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου), οδηγείται εξασθενημένο εντός της λιμενολεκάνης και καταγράφεται ως ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ από το σημείο ελέγχου (240, 678).
4. Οι κυματισμοί που διασχίζουν το σημείο ελέγχου (382, 602) κινούνται σχεδόν παράλληλα προς την ακτή και τον παραλιακό τοίχο στον οποίο προσκρούουν, ανακλώνται και αλληλοεπιδρούν με τα κύματα με τα οποία συμβάλουν και δημιουργούν στάσιμα κύματα. Γενικά η κυματική κυκλοφορία στο σημείο ελέγχου μπροστά από τον προσήνεμο μώλο είναι μηδαμινή, με πολύ μικρές τιμές μη υπολογίσιμες ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.
5. Στην ευρύτερη περιοχή της μαρίνας οι ανακλώμενοι κυματισμοί αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με τους κυματισμούς τους εισερχόμενους από θραύση –ανάκλαση-διάθλαση και δημιουργούν την κυματική κυκλοφορία όπως αυτή απεικονίζεται στην παραπάνω διαδραστική εικόνα του προγράμματος *celeris*.

I.2 Από την επεξεργασία των αρχείων τύπου .tmx σε excel (φύλλο 1) που προέκυψαν από το τρέξιμο του προγράμματος celeris για τα επιλεγθέντα σημεία (gauges) με χρονικό βήμα 0,2 sec (για το κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=2,07m$, διευθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest(NW), μέσης περιόδου $T_p(s)=3,73s$ και $a=H/2=1,035m$), προέκυψαν τα κάτωθι διαγράμματα.

Διάγραμμα 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=160, Y=764 (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.38: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160$, $Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου)-χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διευθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$

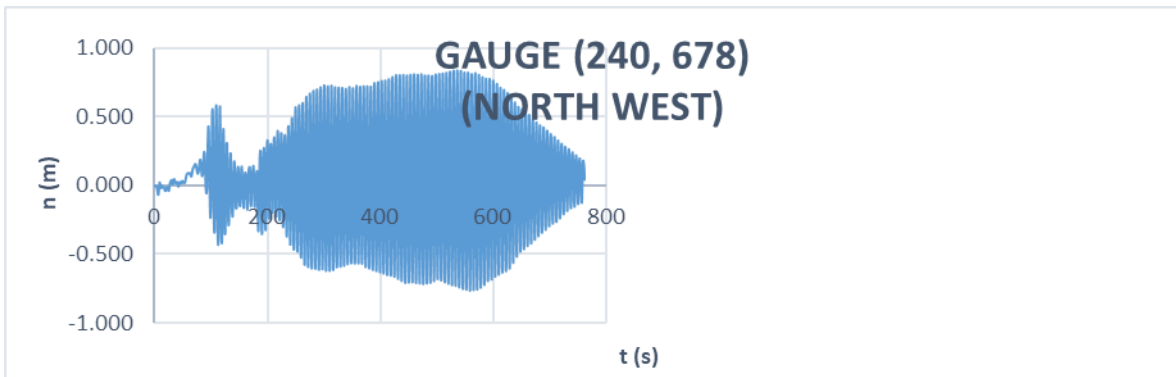
Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εξωτερικά του υπήνεμου μώλου:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,100$ m μετά από $t=43,0$ sec διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=1,076$ m σε $t=97,6$ s.
3. Λόγω του σχήματος του υπήνεμου μώλου και της διεύθυνσης διάδοσης του κυματικού κλίματος στα ανοικτά, τα κύματα αρχικά κινούνται παράλληλα σε τμήμα του υπήνεμου μώλου στο οποίο υπάρχει έμπροσθεν το σημείο ελέγχου (160, 764). Στη συνέχεια προσπίπτουν σε κυματοθραύστες - υπήνεμο μώλο, θραύονται και εν μέρη ανακλώνται, έχοντας εξασθενήσει.
4. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων καθώς φτάνουν στο σημείο ελέγχου $X=160$, $Y=764$, συναντάνε τα κύματα ΒΔ κατεύθυνσης που κατευθύνονται προς τον υπήνεμο μώλο και συμβάλλουν με αυτά δημιουργώντας άλλοτε αυξημένη ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας νερού της θάλασσας $n>0$ και άλλοτε αυξημένη ταπείνωσή της $n<0$, όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Διάγραμμα 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=240, Y=678
(διάδρομος εισόδου λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου
μώλου).



Εικόνα 4.39: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240, Y=678$ (διάδρομος εισόδου λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου)- χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διεύθυνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) διάδρομου εισόδου λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου:

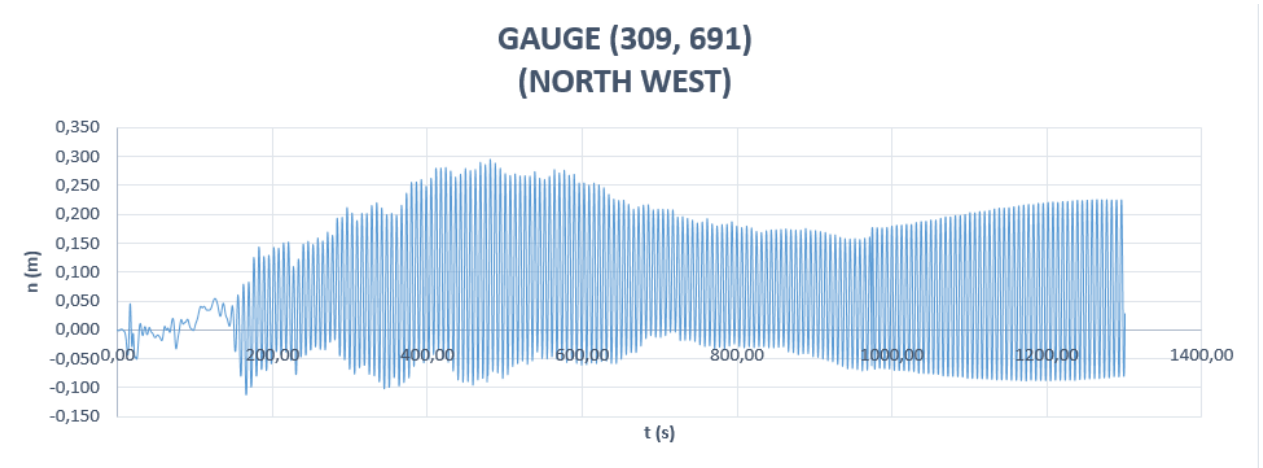
1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,104$ m μετά από $t=67,8sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,838m$ σε $t=535,6s$.
3. Οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), αρχικά προέρχονται από το κυματισμό ΒΔ κατεύθυνσης που εισέρχεται άμεσα στο διάδρομο της λιμενολεκάνης και μέρος από τα ανακλώμενα στους κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου εξασθενημένα κύματα. Στη

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

συνέχεια τα εισερχόμενα κύματα προσκρούουν στους κυματοθραύστες του προσήνεμου μώλου εντός του διαδρόμου της λιμενολεκάνης, αλληλοεπιδρούν με τα εισερχόμενα κύματα που συναντούν και αρχίζει η διαδοχική πρόσκρουσή τους στους εσωτερικούς κυματοθραύστες του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου. Τα εν μέρει εξασθενημένα ανακλώμενα κύματα αλληλοεπιδρούν με τα κύματα που συναντούν στη διαδρομή τους και αναλόγως δημιουργούν στάσιμα κύματα, καθώς και ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ.

4. Οι κυματισμοί που καταγράφονται στο σημείο ελέγχου $X=240$, $Y=678$, παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις στις τιμές ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ, ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων που γίνονται.

Διάγραμμα 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=309, Y=691 (εντός
λιμενολεκάνης)



Εικόνα 4.40: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης)- χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διευθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εντός της λιμενολεκάνης:

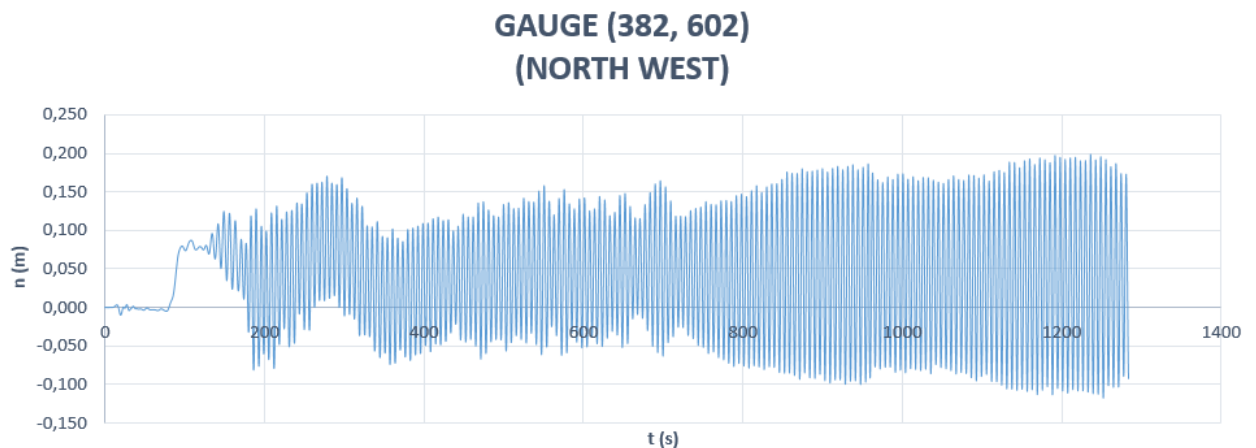
1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=-0,100$ m μετά από $t=175,80$ sec διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,294$ m σε $t=481,6$ s.
3. Οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), $X=309$, $Y=691$, αρχικά προέρχονται από τα εν μέρη εξασθενημένα ανακλώμενα κύματα από τους εσωτερικούς κυματοθραύστες του προσήνεμου και υπήνεμου μώλου του διαδρόμου της λιμενολεκάνης και τις σχετικές αλληλοεπιδράσεις - συμβολές τους με τα κύματα που συναντούν στη διαδρομή τους. Στη συνέχεια οι εισερχόμενοι κυματισμοί εντός της

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

λιμενολεκάνης, προσκρούουν στις προβλήτες και μώλους εξασθενούν και εν μέρει ανακλώνται.

4. Τα εισερχόμενα στη λιμενολεκάνη κύματα διέρχονται από το σημείο ελέγχου στο οποίο καταγράφεται άλλοτε μικρή ανύψωση ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού της θάλασσας και άλλοτε μικρή ταπείνωσή της ($n<0$), όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.
5. Γενικά εντός της λιμενολεκάνης καταγράφονται μικρές τιμές ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

Διάγραμμα 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=382, Y=602
(εξωτερικά του προσήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.41: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=382$, $Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,07m$, διευθύνσεως διάδοσης Βορειοδυτικής (ΒΔ)-NorthWest (NW), $T_p(s)=3,73s$

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου:

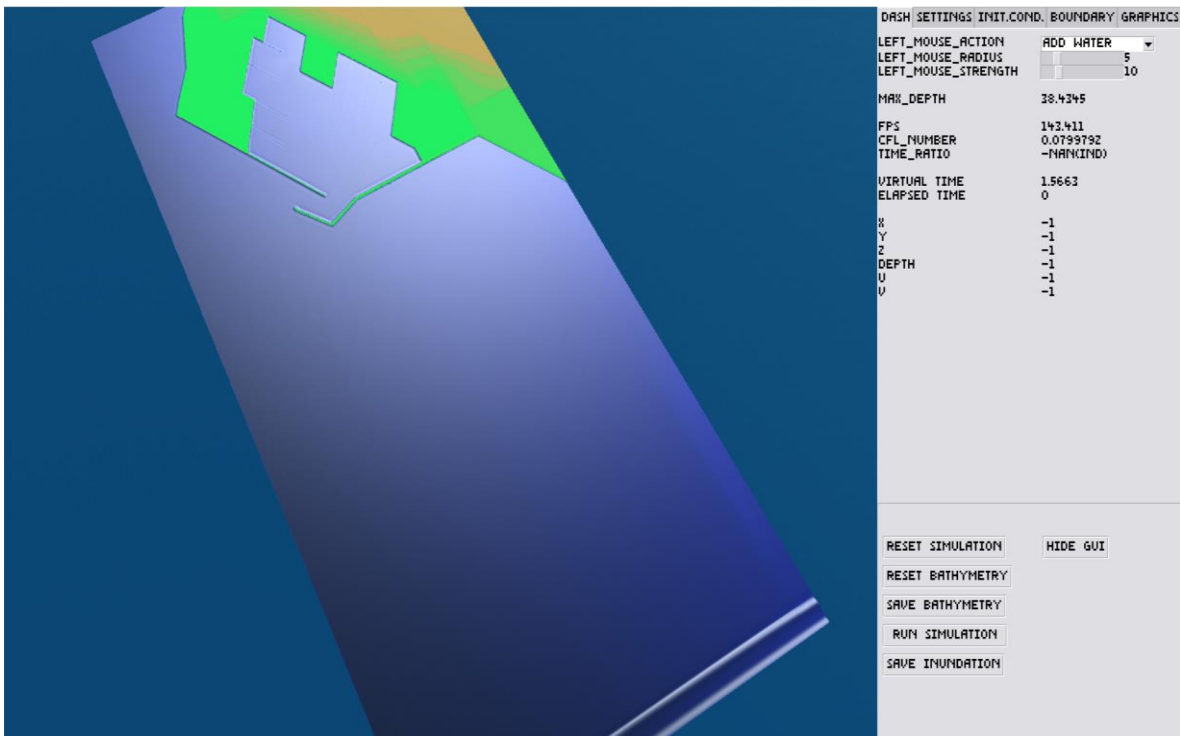
1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,102$ m μετά από $t=141,4$ sec διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,199$ m σε $t=1.236,0$ s.
3. Λόγω του σχήματος του προσήνεμου μώλου, και της διεύθυνσης διάδοσης του κυματικού κλίματος, οι κυματισμοί ΒΔ κατεύθυνσης διάδοσης κινούνται σχεδόν παράλληλα με τον προσήνεμο μώλο και τους εξωτερικούς του κυματοθραύστες και προσκρούουν στον παραλιακό τοίχο της παράκτιας ζώνης προκαλώντας όπως φαίνεται από τις σχετικές φωτογραφίες κεφαλαίου 5 μακροχρόνια διάβρωση.
4. Μέρος των ανακλώμενων κυματισμών, καθώς κινούνται προς το σημείο ελέγχου (gauge) $X=382$, $Y=602$, συναντάνε τα κύματα ΒΔ κατεύθυνσης και αλληλοεπιδρούν – συμβάλουν με αυτά δημιουργώντας μικρή ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού της ΜΣΘ, όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

II.1 Διαδραστικές εικόνες celeris

Για το δυσμενέστερο κυματικό κλίμα Νότιας (N)-South (S) διεύθυνσης διάδοσης που δημιουργήθηκε στα ανοικτά ($H_s=5,59m$, $T_p=7,06sec$, $\alpha=2,795m$), έγινε προσδιορισμός της κυματικής κυκλοφορίας τύπου *sinewave*, στην παράκτια περιοχή μελέτης της μαρίνας Αλίμου με τη χρήση του διαδραστικού μοντέλου *Celeris Advent* με χρονικό βήμα $t=0,2s$, και προέκυψαν οι παρακάτω εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός και εκτός λιμενολεκάνης Μαρίνας Αλίμου.

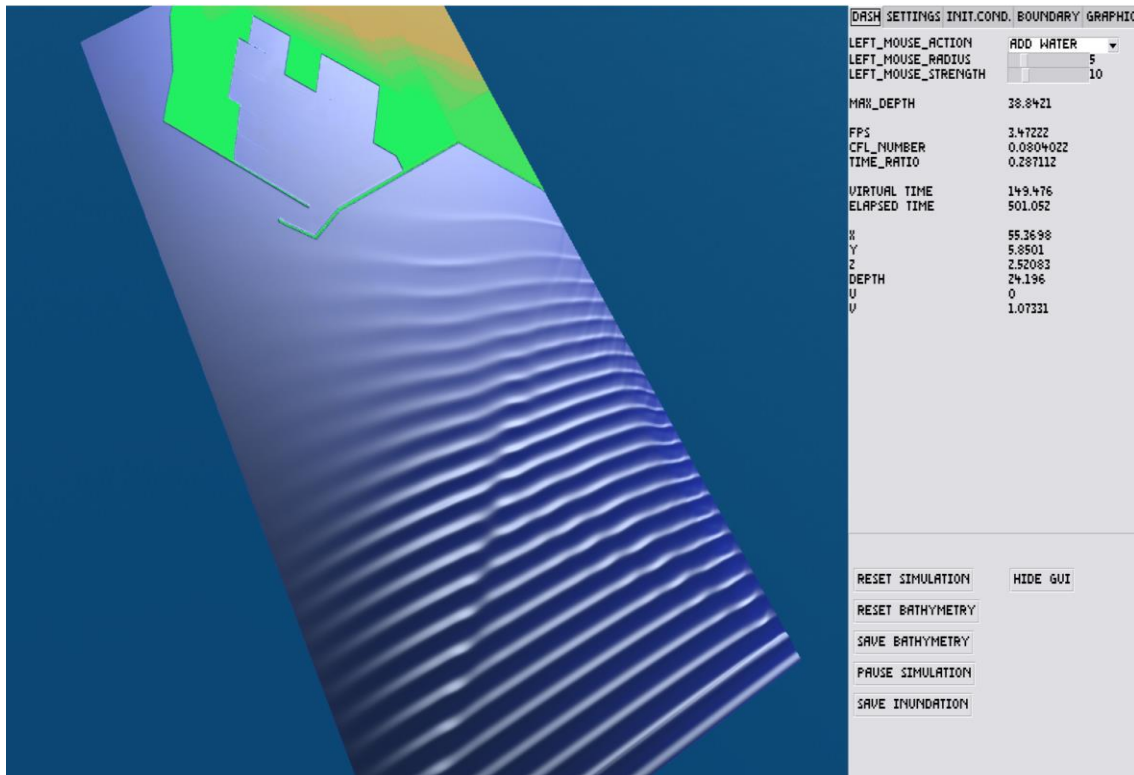
Εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός και εκτός λιμενολεκάνης Μαρίνας Αλίμου



Εικόνα 4.42: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=1,56s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται στην αρχή της εξέλιξής της και απέχει από την άμεση περιοχή μελέτης και ειδικότερα από τα καθορισμένα σημεία (gauges) ελέγχου.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

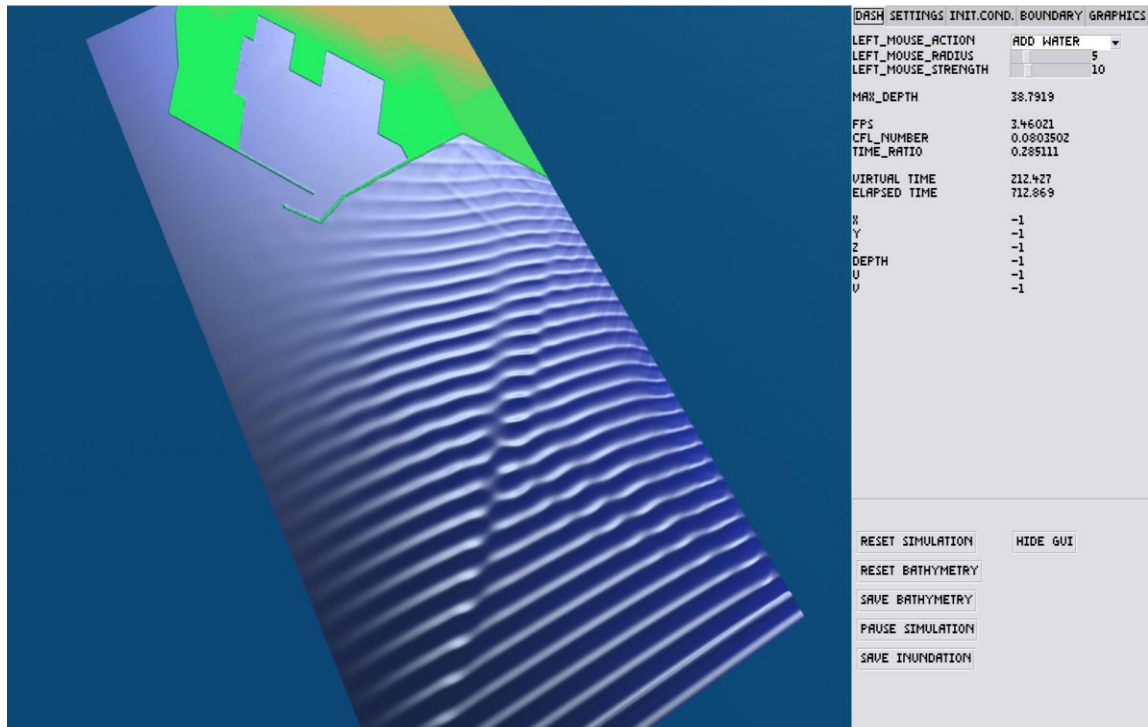


Εικόνα 4.43: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (382, 602) εξωτερικά του προσήνεμο μώλου.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=149,476s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) μπροστά από τον προσήνεμο μώλο.

Λόγω υφάλων –ανωμαλιών πυθμένα, παρατηρούμε θραύση, αναρίχηση στον ύφαλο, ανάκλαση και διάθλαση του κυματικού κλίματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κυματισμοί που φτάνουν αρχικά στο σημείο ελέγχου του προσήνεμο μώλου να είναι εξασθενημένοι.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

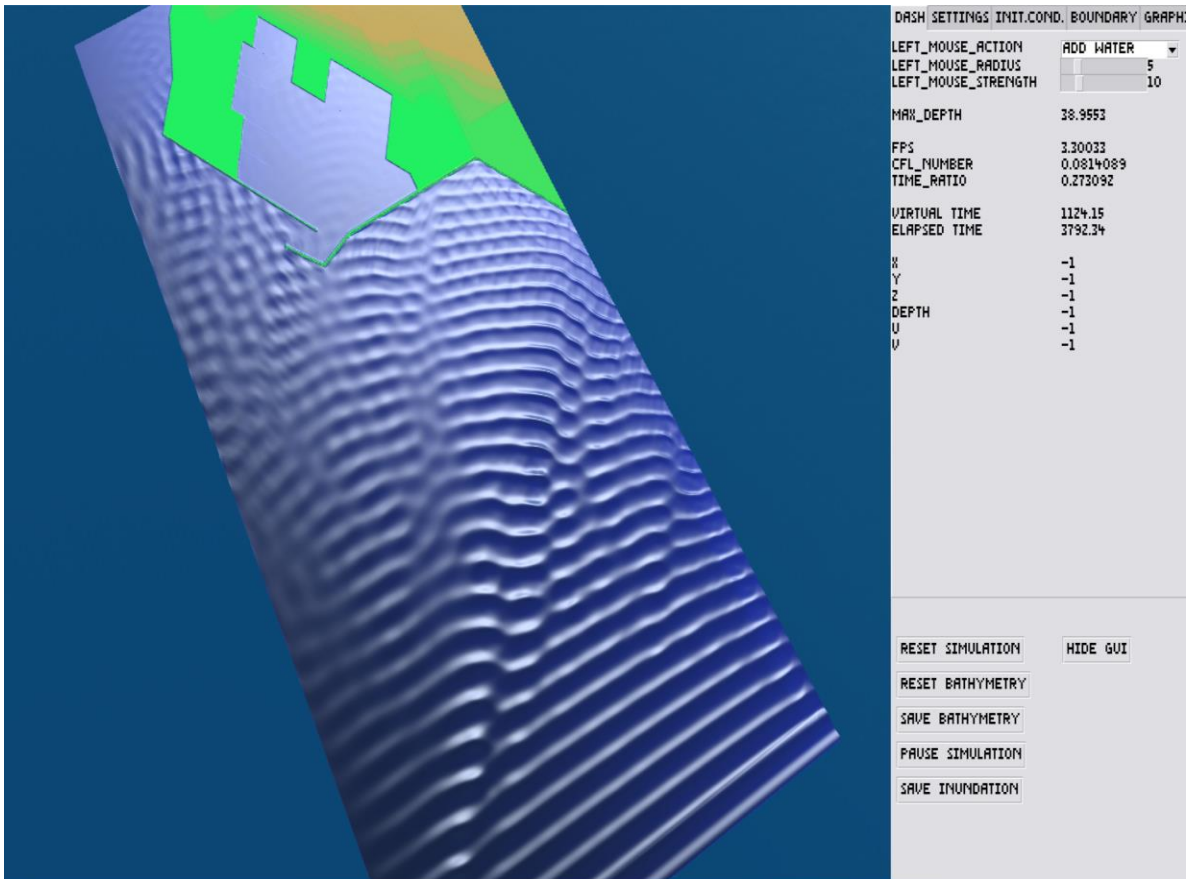


Εικόνα 4.44: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (382, 602) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=212,42s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και στο σημείο (gauge) μπροστά από τον προσήνεμο μώλο.

Οι κυματισμοί που αρχικά καταγράφονται στο σημείο $X=382, Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου), είναι οι κυματισμοί που προέρχονται από την εξασθένηση του κυματικού κλίματος που θραύεται στους τοπικούς υφάλους και ανωμαλίες πυθμένα και εν μέρει αναρριχάται, ανακλάται και διαθλάται

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.45: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νότιας (N)-South(S) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=1124,15s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη. Ειδικότερα:

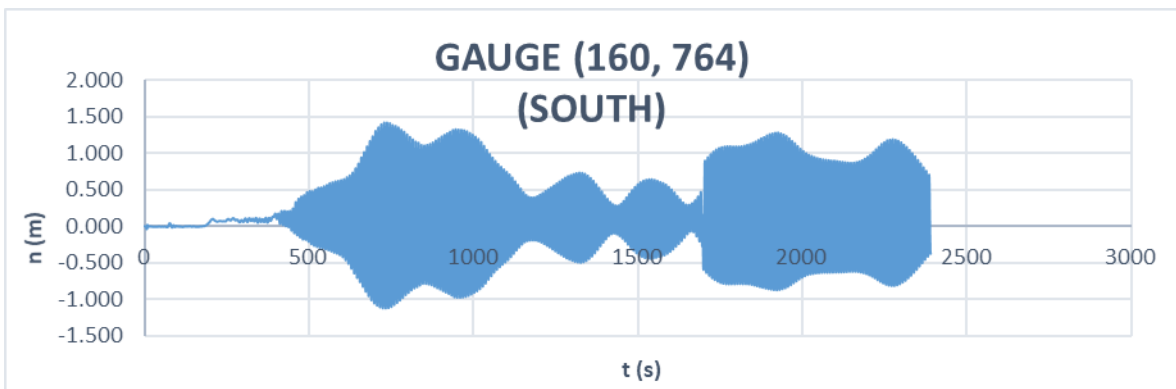
1. Οι κυματισμοί προσπίπτουν στον προσήνεμο μώλο, θραύονται στους κυματοθραύστες και εν μέρει ανακλώνται. Στη συνέχεια επιστρέφουν στο σημείο ελέγχου όπου αλληλοεπιδρούν –συμβάλουν με τα κύματα Νότιας κατεύθυνσης που συναντούν εκεί. Από τη μεταξύ τους συμβολή δημιουργούνται οι καταγεγραμμένες στο σημείο ελέγχου (382, 602) τιμές ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

2. Οι κυματισμοί που προσπίπτουν στον υπήνεμο μώλο θραύονται στους κυματοθραύστες και εν μέρη ανακλώνται εξασθενημένοι. Από τη σχετική συμβολή των ανακλώμενων κυματισμών με τους Νότιας διεύθυνσης μετάδοσης κυματικού κλίματος, καταγράφονται τιμές ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ στο σημείο ελέγχου μπροστά από τον υπήνεμο μώλο (160, 764).
3. Λόγω του ότι τα κύματα που προσπίπτουν στον υπήνεμο μώλο θραύονται στους κυματοθραύστες, αναρριχόνται και εν μέρει ανακλώνται. Μέρος από τα ανακλώμενα κύματα καταλήγουν εντός στομίου εισόδου της λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου. Εκεί τα κύματα θραύονται στους κυματοθραύστες, εξασθενούν και εν μέρει ανακλώνται διαδοχικά μεταξύ των κυματοθραυστών και επιφανειών του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου, και αλληλοεπιδρούν – συμβάλουν μεταξύ τους καταγράφοντας στο σημείο ελέγχου (309, 691), μικρή ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.
4. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων εντός του στομίου εισόδου της λιμενολεκάνης λόγω περαιτέρω ανάκλασης (μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου) και εν μέρει του φαινομένου της περίθλασης των εν λόγω ανακλώμενων κυμάτων, οδηγείται εξασθενημένο εντός της λιμενολεκάνης και καταγράφεται ως ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ από το σημείο ελέγχου (240, 678).
5. Στην ευρύτερη περιοχή της μαρίνας οι ανακλώμενοι κυματισμοί αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με τους κυματισμούς τους εισερχόμενους από θράυση –ανάκλαση-διάθλαση και δημιουργούν την κυματική κυκλοφορία όπως αυτή απεικονίζεται στην παραπάνω διαδραστική εικόνα του προγράμματος celeris.

II. 2 Από την επεξεργασία των αρχείων τύπου *.tmx* σε *excel* (φύλλο 2) που προέκυψαν από το τρέξιμο του προγράμματος *celeris* για τα επιλεγθέντα σημεία (*gauges*) με χρονικό βήμα $0,2 \text{ sec}$ (για το κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου *sinewave*, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=5,59\text{m}$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South(S), μέσης περιόδου $T_p(s)=7,06\text{s}$ και $H/d=0,140$), προέκυψαν τα κάτωθι διαγράμματα.

Διάγραμμα 1ου σημείου (*gauge*) με συντεταγμένες $X=160, Y=764$
(εξωτερικά του υπήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.46: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (*gauge*) με συντεταγμένες $X=160, Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου *sinewave*, $H_s=5,59\text{m}$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06\text{s}$.

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (*gauge*) εξωτερικά του υπήνεμου μώλου:

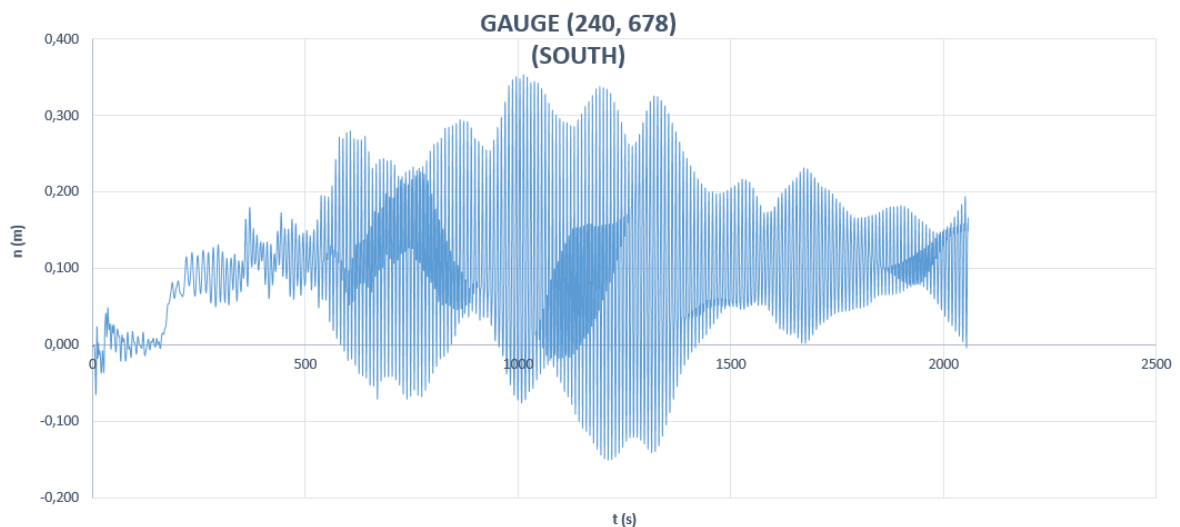
1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από τη ΜΣΘ $n=0,100 \text{ m}$ μετά από $t=206,6\text{sec}$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=1,418\text{m}$ σε $t=728,6\text{s}$.
3. Λόγω της θέσεως του υπήνεμου μώλου και της διεύθυνσης διάδοσης του κυματικού κλίματος, παρουσιάζεται καθυστέρηση στην καταγραφή n

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

στο σημείο ελέγχου (gauge) $X=160$, $Y=764$. Τα κύματα έχοντας εξασθενήσει από τη θραύση τους πάνω στους υφάλους που συναντούν στη διαδρομή τους και τη μερική ανάκλαση-διάθλασή τους μετά το σημείο ελέγχου προσκρούουν σε κυματοθραύστες υπήνεμου μώλου, θραύονται αναρριχώνται και εν μέρη ανακλώνται.

4. Τα ανακλώμενα κύματα καθώς φτάνουν στο σημείο ελέγχου $X=160$, $Y=764$, συναντάνε τα κύματα Νότιας κατεύθυνσης που κατευθύνονται προς τον υπήνεμο μώλο, αλληλεπιδρούν –συμβάλουν με αυτά δημιουργώντας άλλοτε αυξημένη ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας νερού της θάλασσας $\eta > 0$ και άλλοτε αυξημένη ταπείνωσή της $\eta < 0$, όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

Διάγραμμα 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$
(είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.47: Διάγραμμα $\eta(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$ (είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=5,59m$, διεύθυνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06s$.

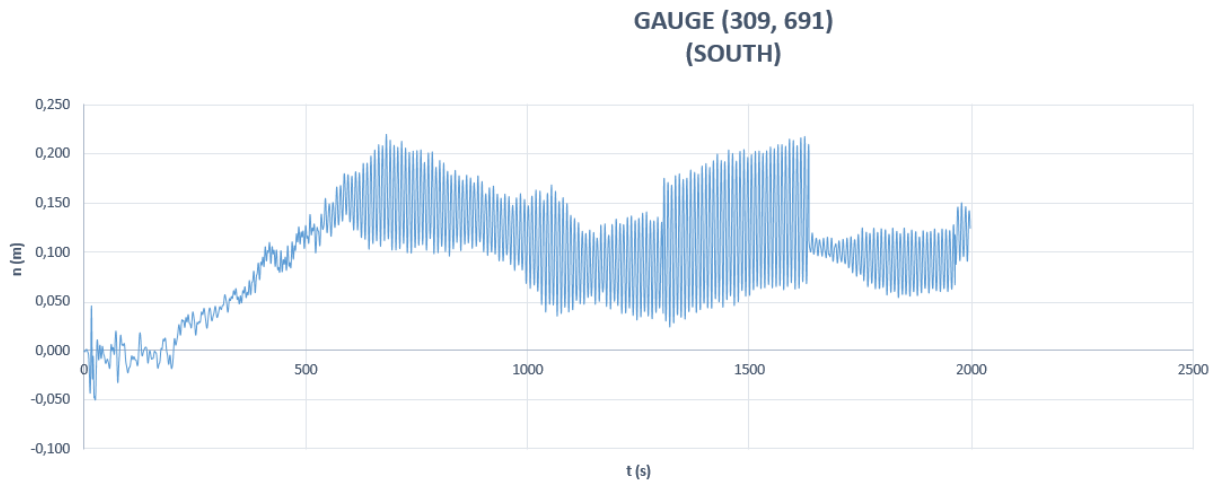
Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου:

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από τη ΜΣΘ $n=0,100$ m μετά από $t=217,8$ sec διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,353$ m σε $t=1.012,8$ s.
3. Οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), προέρχονται από τους ανακλώμενους κυματισμούς των κυματοθραυστών –υπήνεμου μώλου και εν μέρει την περίθλασή τους καθώς εισέρχονται στο διάδρομο της λιμενολεκάνης. Οι εισερχόμενοι κυματισμοί εντός του διαδρόμου της λιμενολεκάνης, προσκρούουν στους κυματοθραύστες του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου και παθαίνουν συνεχιζόμενες θραύσεις και εν μέρει ανακλάσεις.
4. Οι κυματισμοί που καταγράφονται στο σημείο ελέγχου $X=240$, $Y=678$, παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις στις γενικά χαμηλές τιμές ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ, ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων που γίνονται.
5. Λόγω έμμεσης κατάληξης κυμάτων εντός διαδρόμου λιμενολεκάνης δεν υπάρχει σταθερή συνεχή συμβολή κυμάτων και παρατηρείται ανά χρονικά διαστήματα σημαντική μείωση – απόσβεση στις τιμές διακύμανσης της ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ.

Διάγραμμα 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης)

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.48: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=5,59m$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06s$.

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εντός λιμενολεκάνης:

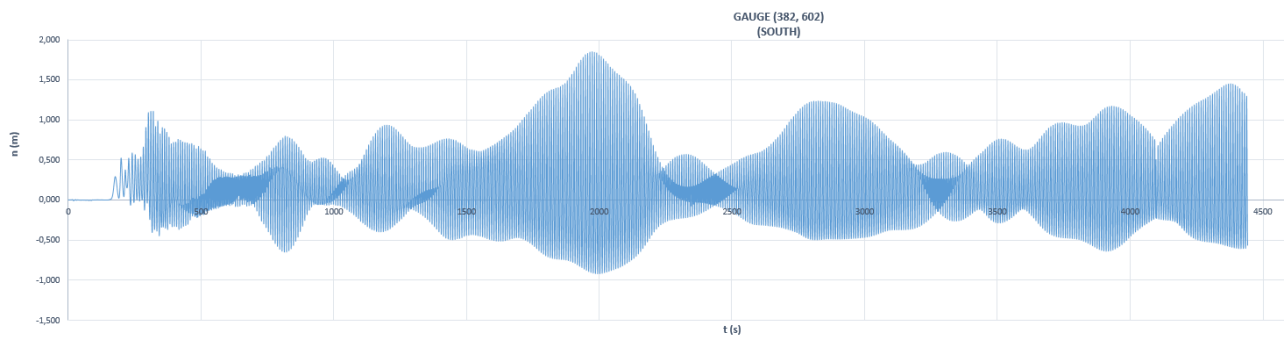
1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από τη ΜΣΘ $n=0,100$ m μετά από $t=413,2$ sec διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,220$ m σε $t=681,4$ s.
3. Οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), $X=309$, $Y=691$, αρχικά προέρχονται από τις ανακλάσεις και συμβολές κυμάτων στους κυματοθραύστες και τα τοιχώματα του διαδρόμου της λιμενολεκάνης μεταξύ του προσήνεμου και υπήνεμου μώλου. Στη συνέχεια οι εισερχόμενοι κυματισμοί εντός της λιμενολεκάνης, προσκρούουν στις προβλήτες και μώλους και εν μέρει ανακλώνται.
4. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων που διέρχονται από το σημείο ελέγχου, συμβάλει με τα εισερχόμενα κύματα που συναντά εκεί, δημιουργώντας άλλοτε ανύψωση ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

από τη ΜΣΘ και άλλοτε ταπείνωσή της ($n < 0$), όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

5. Γενικά εντός της λιμενολεκάνης οι καταγραφόμενες τιμές ανύψωσης ($n > 0$) και ταπείνωσης ($n < 0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ, κυμαίνονται σε χαμηλές τιμές.

Διάγραμμα 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=382, Y=602
(εξωτερικά του προσήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.49: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=382, Y=602 (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=5,59m$, διευθύνσεως διάδοσης Νότιας (N)-South (S), $T_p(s)=7,06s$.

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου:

1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n > 0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,100 m$ μετά από $t=168,8sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=1,848m$ σε $t=1.973,6s$.
3. Το κυματικό κλίμα καθώς κινείται προς τη μαρίνα, συναντά στη διαδρομή του υφάλους και παθαίνει θραύση, αναρρίχηση και εν μέρει ανάκλαση και διάθλαση. Τα ανακλώμενα, διαθλώμενα κύματα

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

εξασθενημένα κατευθύνονται προς τους κυματοθραύστες του προσήνεμου μώλου.

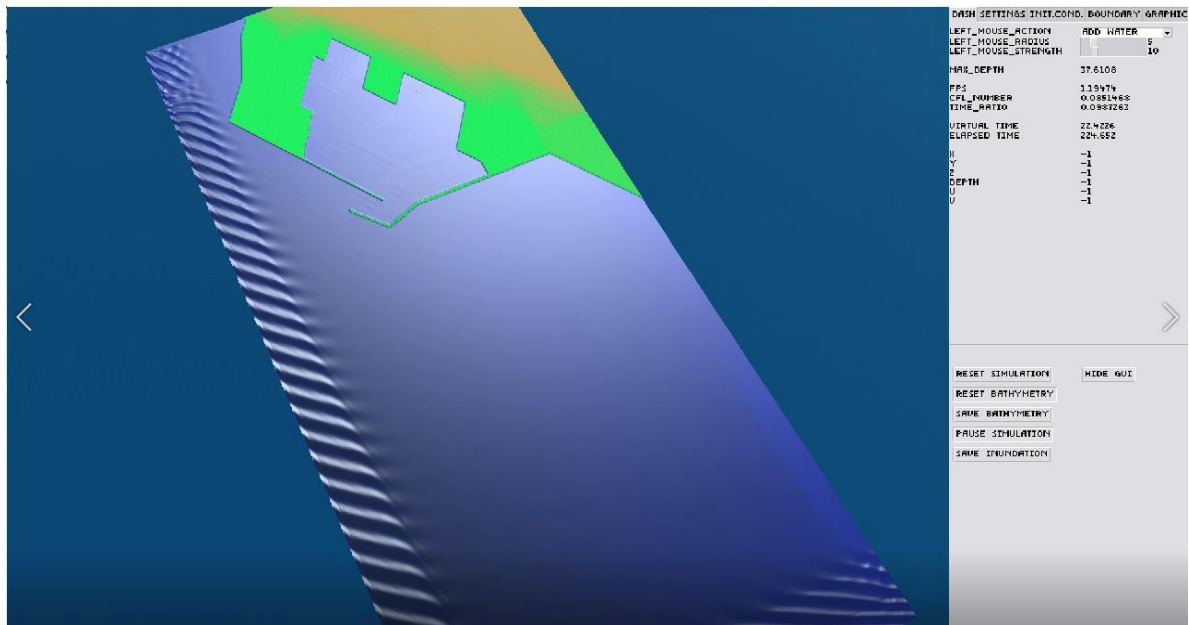
4. Λόγω του σχήματος του προσήνεμου μώλου, οι ανακλώμενοι, διαθλώμενοι κυματισμοί προσκρούουν στους κυματοθραύστες θραύονται, αναρριχώνται και εν μέρει ανακλώνται.
5. Μέρος των ανακλώμενων κυματισμών, καθώς κινούνται προς το σημείο ελέγχου (gauge) $X=382$, $Y=602$, συναντάνε τα κύματα Νότιας κατεύθυνσης και αλληλοεπιδρούν – συμβάλουν με αυτά δημιουργώντας άλλοτε αυξημένη ανύψωση ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ και άλλοτε αυξημένη ταπείνωσή της ($n<0$), όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάσθηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

III. 1 Διαδραστικές εικόνες celeris

Για το δυσμενέστερο κυματικό κλίμα Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-South West (SW), διεύθυνσης διάδοσης που δημιουργήθηκε στα ανοικτά ($H_s=3,41m$, $T_p=5,246sec$, $a=1,705m$), έγινε προσδιορισμός της κυματικής κυκλοφορίας τύπου *sinewave*, στην παράκτια περιοχή μελέτης της μαρίνας Αλίμου με τη χρήση του διαδραστικού μοντέλου *Celeris Advent* με χρονικό βήμα $t=0,2s$ και προέκυψαν οι παρακάτω εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός και εκτός λιμενολεκάνης Μαρίνας Αλίμου.

Εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός και εκτός λιμενολεκάνης Μαρίνας Αλίμου

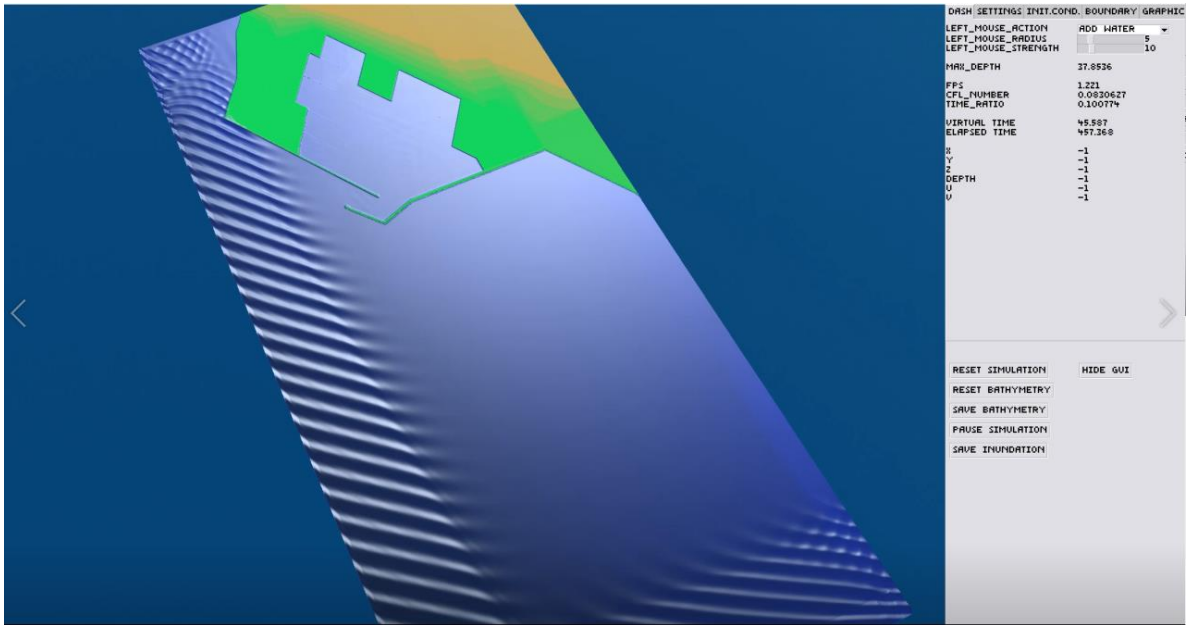
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.50: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=22,42s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, αυτή βρίσκεται σε εξέλιξη και δεν έχει φτάσει στα καθορισμένα σημεία (gauges) ελέγχου.

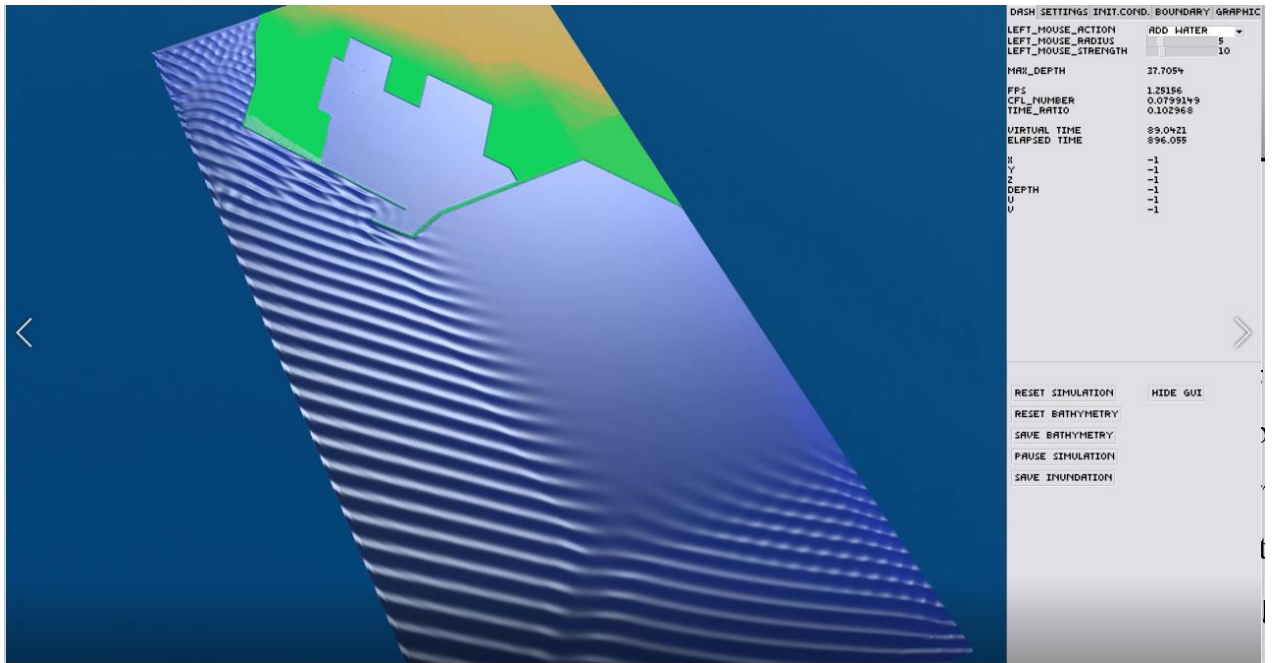
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.51: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (160, 764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=45,59s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (160,764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.

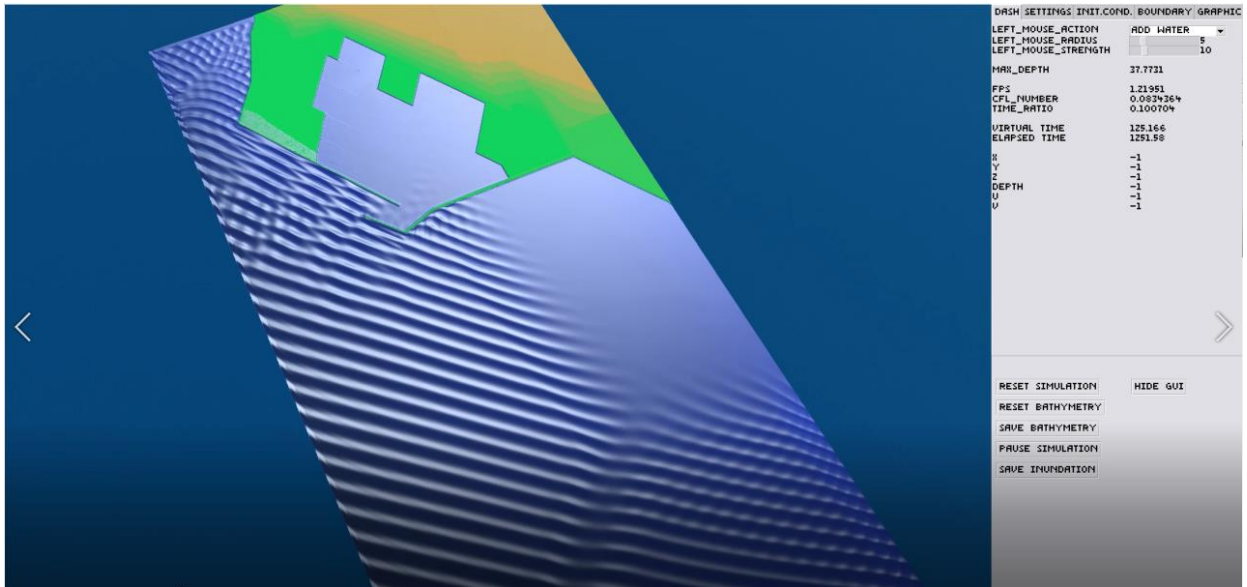
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.52: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (240, 678) εντός διαδρόμου εισόδου λιμενολεκάνης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=89,04s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (240, 678) εντός διαδρόμου εισόδου λιμενολεκάνης.

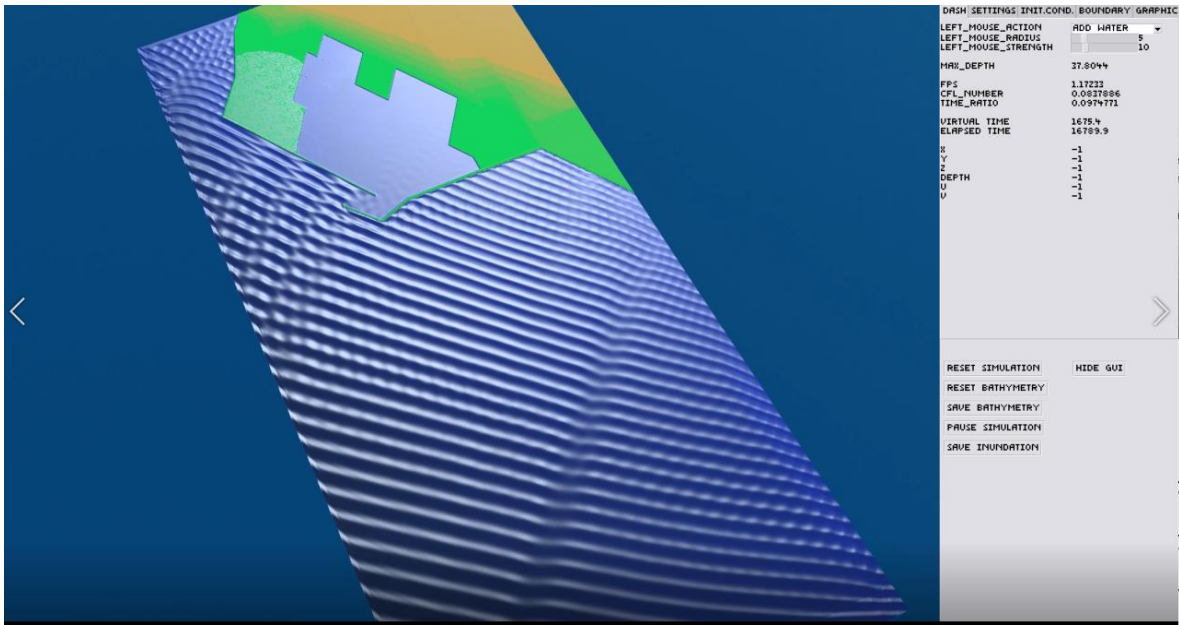
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.53: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (309, 691) εντός διαδρόμου εισόδου λιμενολεκάνης και σημείου (gauge) (382, 602), μπροστά από τον προσήνεμο μώλο.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=125,17s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (309, 691) εντός διαδρόμου εισόδου λιμενολεκάνης και στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (382, 602), μπροστά από τον προσήνεμο μώλο.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.54: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=1675,4s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη. Ειδικότερα:

1. Στο σημείο (160, 764) έμπροσθεν του υπήνεμου μώλου, οι κυματισμοί ΝΔ διεύθυνσης διάδοσης προσκρούουν σχεδόν κάθετα στους κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου, θραύονται, αναρριχόνται και εν μέρει ανακλώνται. Τα ανακλώμενα κύματα συμβάλουν με τους κυματισμούς ΝΔ κατεύθυνση διάδοσης που συναντούν στο σημείο ελέγχου και δημιουργούν στάσιμα κύματα, και καταγραφές τιμών ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.
2. Οι κυματισμοί που εισέρχονται στο διάδρομο εισόδου της λιμενολεκάνης από περίθλαση (των ΝΔ κυματισμών που συναντάνε στη διαδρομή τους ως εμπόδιο τον προσήνεμο μώλο) και εν μέρη ανάκλαση (των ΝΔ κυματισμών που θραύονται στους κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου), προσκρούουν διαδοχικά στις επιφάνειες των εσωτερικών

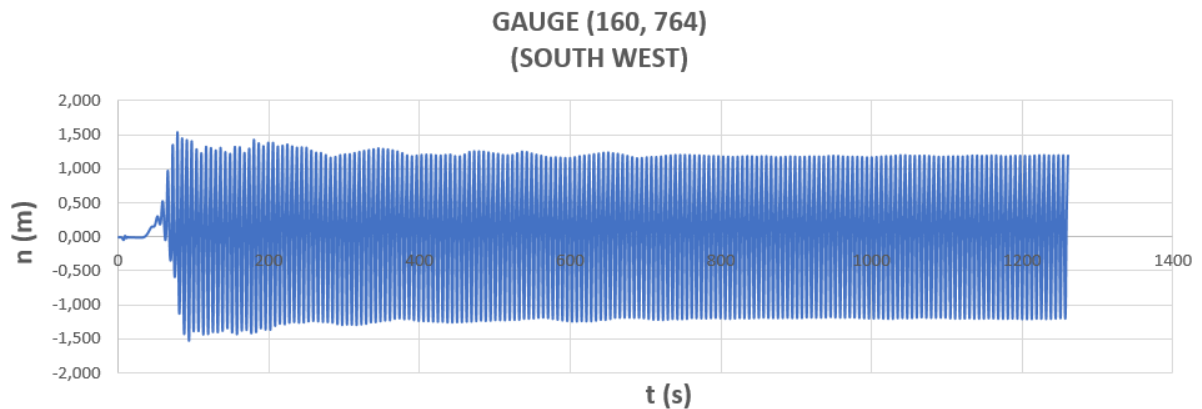
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

κυματοθραυστών του διαδρόμου μεταξύ του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου και αλληλοεπιδρούν με τα κύματα αντίθετης κατεύθυνσης που συναντούν στη διαδρομή τους δημιουργώντας μετά τη σχετική συμβολή στάσιμα κύματα. Στο σημείο ελέγχου (gauge) (240, 678) ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων καταγράφεται ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

3. Στο σημείο ελέγχου (309, 691), αρχικά καταγράφονται οι εισερχόμενοι εντός της λιμενολεκάνης κυματισμοί, οι οποίοι προέρχονται από τους εξασθενημένους κυματισμούς μετά τις διαδοχικές θραύσεις τους και ανακλάσεις τους στους εσωτερικούς κυματοθραύστες υπήνεμου και προσήνεμου μώλου. Στη συνέχεια οι κυματισμοί προσκρούουν στις προβλήτες, και ανακλώνται. Οπότε στο σημείο ελέγχου (gauge) (309, 691) ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων καταγράφεται ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.
4. Οι κυματισμοί που διασχίζουν το σημείο ελέγχου (382, 602), προέρχονται από την εξασθένηση του κυματικού κλίματος που θραύεται στους τοπικούς υφάλους και ανωμαλίες τυθμένα και εν μέρει αναρριχάται, ανακλάται και διαθλάται. Οι κυματισμοί προσπίπτουν στον προσήνεμο μώλο, θραύονται στους κυματοθραύστες και εν μέρει ανακλώνται. Στη συνέχεια επιστρέφουν στο σημείο ελέγχου όπου αλληλοεπιδρούν –συμβάλουν με τα κύματα Νότιας κατεύθυνσης που συναντούν εκεί. Από τη μεταξύ τους συμβολή δημιουργούνται οι καταγεγραμμένες στο σημείο ελέγχου (382, 602) τιμές ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

III.2 Από την επεξεργασία των αρχείων τύπου .tmx σε excel (φύλλο 3) που προέκυψαν από το τρέξιμο του προγράμματος celeris για τα επιλεγθέντα σημεία (gauges) με χρονικό βήμα 0,2 sec (για το κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW), μέσης περιόδου $T_p(s)=5,246s$ και $H/d=0,085$), προέκυψαν τα κάτωθι διαγράμματα.

Διάγραμμα 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160, Y=764$
(εξωτερικά του υπήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.55: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160, Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW), $T_p(s)=5,246s$.

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εξωτερικά του υπήνεμου μώλου:

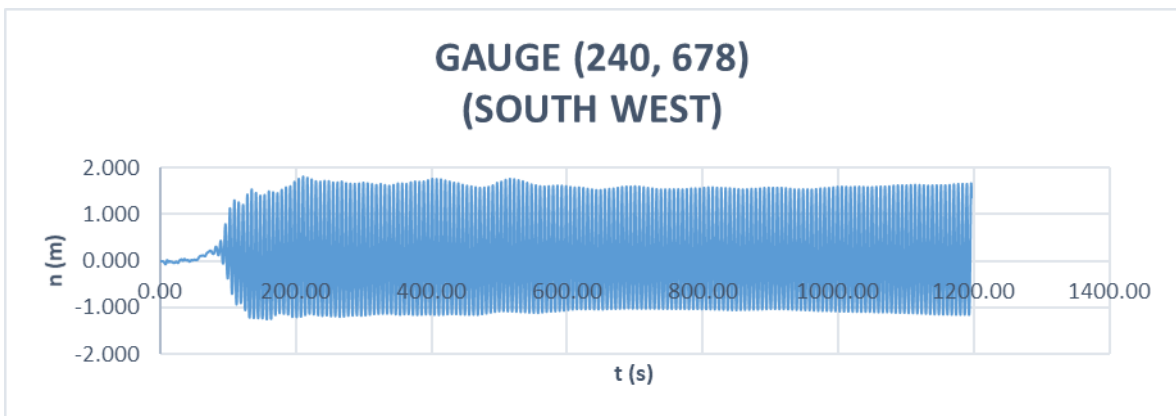
1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,102m$ μετά από $t=41,0sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=1,538m$ σε $t=78,2s$.
3. Τα κύματα ΝΔ κατεύθυνσης καθώς κινούνται σχεδόν κάθετα προς τον υπήνεμο μώλο παθαίνουν εν μέρει περίθλαση λόγω του ότι κατά τη

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

διάδοσή τους συναντούν ως εμπόδιο το τοίχειο του προσήνεμου μώλου, και αφού καταγραφούν από το σημείο ελέγχου (gauge) (160, 764) προσκρούουν στους κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου. Τα κύματα παθαίνουν θραύση στους εξωτερικούς κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου, αναρριχούνται και εν μέρει ανακλώνται.

4. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων καθώς φτάνουν στο σημείο ελέγχου $X=160$, $Y=764$, συναντάνε τα κύματα ΝΔ κατεύθυνσης που κατευθύνονται προς τον υπήνεμο μώλο και συμβάλλουν με αυτά δημιουργώντας στάσιμα κύματα και αναλόγως άλλοτε αυξημένη ανύψωση ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ και άλλοτε αυξημένη ταπείνωσή της ($n<0$), όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

Διάγραμμα 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$
(είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.56: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$ (είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW), $T_p(s)=5,246s$.

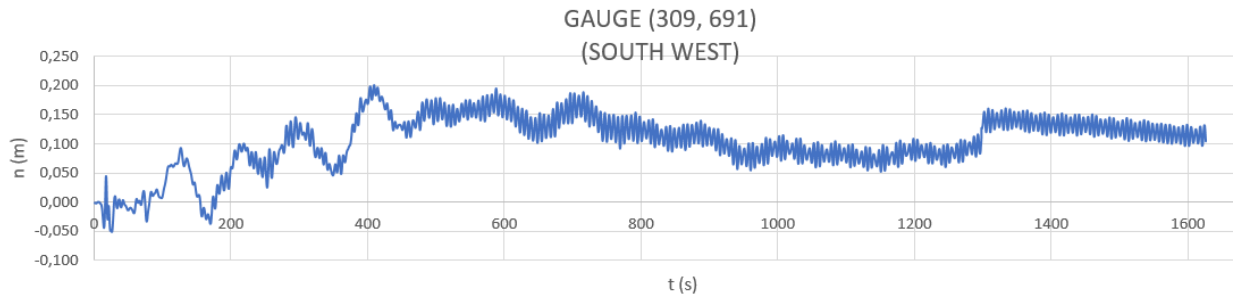
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου:

1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,101m$ μετά από $t=57,8sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=1,811m$ σε $t=210,6s$.
3. Λόγω της θέσεως του διαδρόμου της λιμενολεκάνης και της διεύθυνσης διάδοσης της κυματικής διαταραχής, οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), προέρχονται από τους ΝΔ κατεύθυνσης κυματισμούς που παθαίνουν περίθλαση (καθώς συναντάνε εμπόδιο στην κίνησή τους τον προσήνεμο μώλο) και εν μέρει από τους εξασθενημένους ανακλώμενους από τους κυματοθραύστες τους εξωτερικούς του υπήνεμου μώλου.
4. Οι ανακλώμενοι και από περίθλαση κυματισμοί προσκρούουν στους εσωτερικούς κυματοθραύστες του διαδρόμου μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου και παθαίνουν συνεχιζόμενες θραύσεις, εν μέρει ανακλάσεις και μεταξύ τους αλληλοεπιδράσεις-συμβολές.
5. Οι κυματισμοί που καταγράφονται στο σημείο ελέγχου $X=240, Y=678$, παρουσιάζουν μεγάλες σχετικά τιμές ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ, ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων που γίνονται.
6. Λόγω της θέσεως του διαδρόμου της λιμενολεκάνης και της διεύθυνσης μετάδοσης των κυματισμών, υπάρχει σχεδόν σταθερή συνεχή συμβολή κυμάτων και παρουσιάζεται σχεδόν σταθερή διακύμανση στις τιμές της ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Διάγραμμα 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=309, Y=691 (εντός
λιμενολεκάνης)



Εικόνα 4.57: Διάγραμμα $n(m)$ - $t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=3,41m$, διευθύνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW), $T_p(s)=5,246s$.

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εντός λιμενολεκάνης:

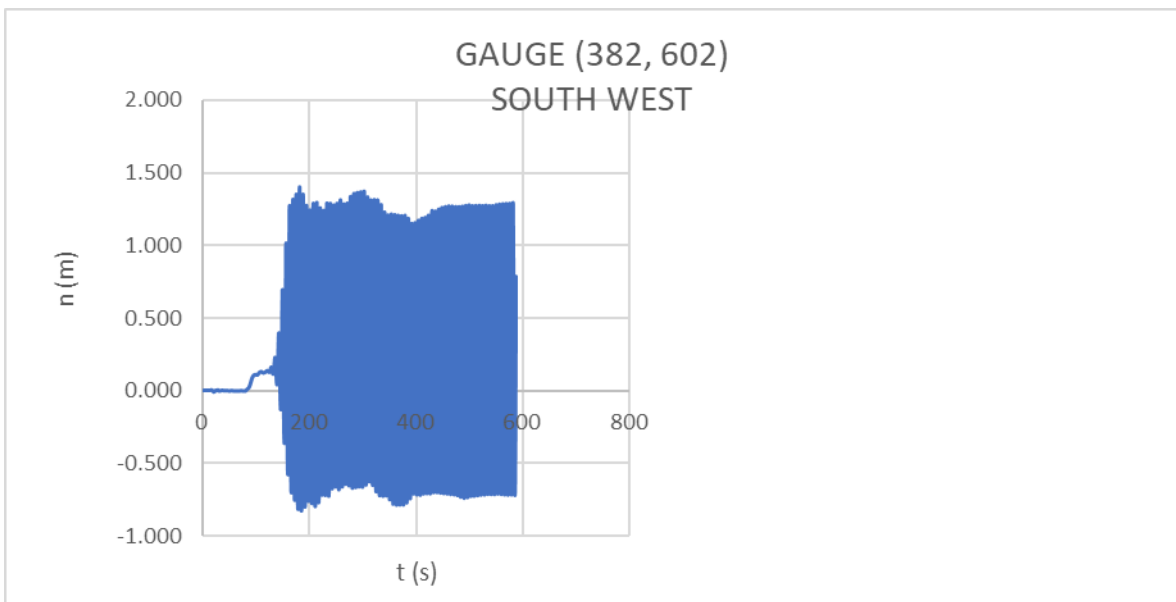
1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,100m$ μετά από $t=217,6sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,201m$ σε $t=408,6$, $t=408,8$ & $t=409,0s$.
3. Οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), $X=309$, $Y=691$, αρχικά προέρχονται από τις ανακλάσεις, και συμβολές κυμάτων στους κυματοθραύστες και τα τοιχώματα του διαδρόμου της λιμενολεκάνης μεταξύ του προσήνεμου και υπήνεμου μώλου. Στη συνέχεια οι εισερχόμενοι κυματισμοί εντός της λιμενολεκάνης, προσκρούουν στις προβλήτες και μώλους και εν μέρει ανακλώνται.
4. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων που διέρχονται από το σημείο ελέγχου, συμβάλει με τα εισερχόμενα κύματα που συναντά εκεί,

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

δημιουργώντας άλλοτε μικρή ανύψωση ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ και άλλοτε μικρή ταπείνωσή της ($n<0$), όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

5. Γενικά εντός της λιμενολεκάνης καταγράφονται μικρές τιμές ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

Διάγραμμα 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=382, Y=602
(εξωτερικά του προσήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.58: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=382$, $Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=3,41m$, διεύθυνσεως διάδοσης Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW), $T_p(s)=5,246s$.

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου:

1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,100m$ μετά από $t=94,0sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

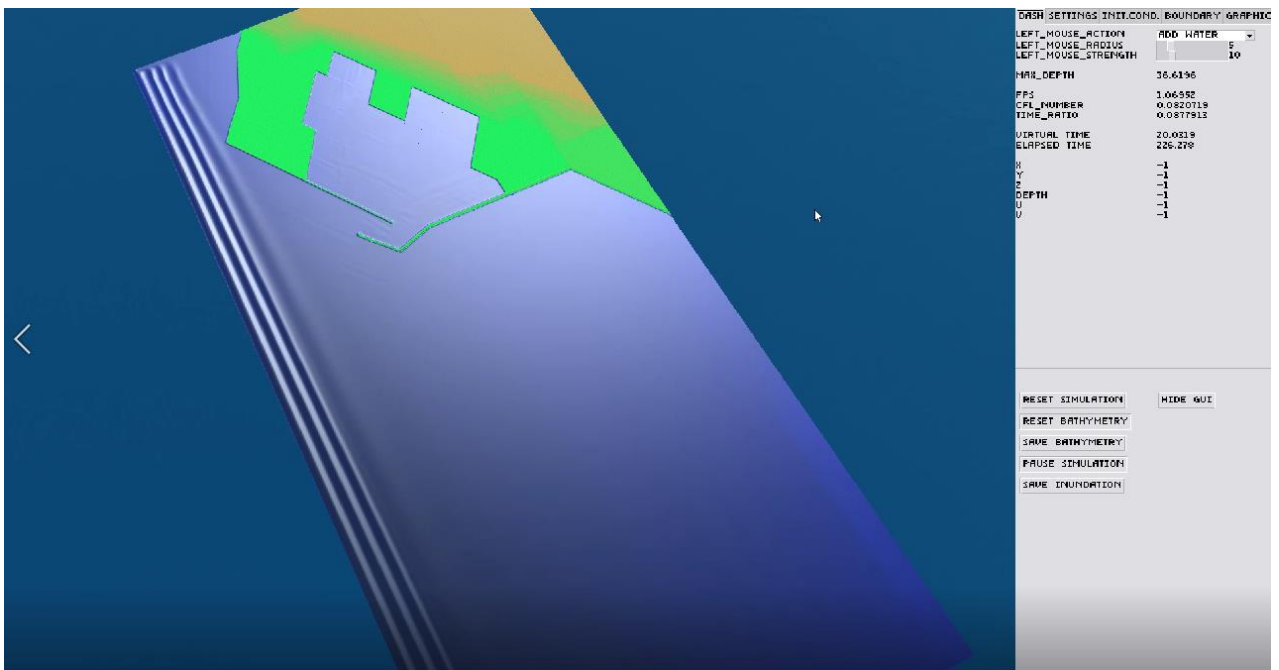
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=1,401m$ σε $t=181,0s$.
3. Το κυματικό κλίμα καθώς κινείται προς τη μαρίνα, συναντά στη διαδρομή του υφάλους και παθαίνει θραύση, αναρρίχηση και εν μέρει ανάκλαση και διάθλαση. Τα ανακλώμενα, διαθλώμενα κύματα εξασθενημένα κατευθύνονται προς τους κυματοθραύστες του προσήνεμου μώλου.
4. Λόγω του σχήματος του προσήνεμου μώλου, οι ανακλώμενοι, διαθλώμενοι κυματισμοί προσκρούουν στους κυματοθραύστες θραύονται, αναρριχώνται και εν μέρει ανακλώνται, εξασθενημένοι.
5. Μέρος των ανακλώμενων κυματισμών, καθώς κινούνται προς το σημείο ελέγχου (gauge) $X=382$, $Y=602$, συναντάνε τα κύματα ΒΔ κατεύθυνσης και αλληλοεπιδρούν – συμβάλουν με αυτά δημιουργώντας άλλοτε αυξημένη ανύψωση ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού της θάλασσας και άλλοτε αυξημένη ταπείνωσή της ($n<0$), όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

VI. 1 Διαδραστικές εικόνες *celeris*

Για το δυσμενέστερο κυματικό κλίμα Δυτικής (Δ)-West (W), διεύθυνσης διάδοσης που δημιουργήθηκε στα ανοικτά ($H_s=2,01m$, $T_p=4,046sec$), έγινε προσδιορισμός της κυματικής κυκλοφορίας τύπου *sinewave*, στην παράκτια περιοχή μελέτης της μαρίνας Αλίμου με τη χρήση του διαδραστικού μοντέλου *Celeris Advent* με χρονικό βήμα $t=0,02s$ και προέκυψαν οι παρακάτω εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας

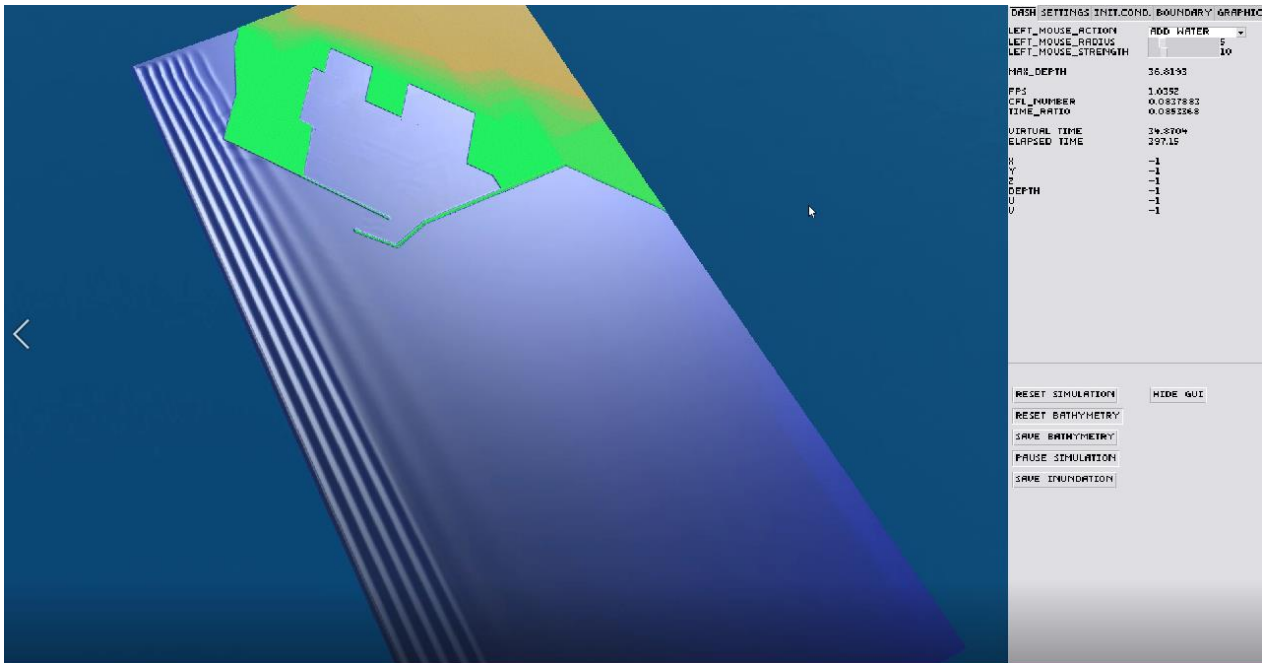
Εικόνες διαδραστικής απεικόνισης κυματικής κυκλοφορίας στην παράκτια ζώνη εντός και εκτός λιμενολεκάνης Μαρίνας Αλίμου



Εικόνα 4.59: Διαδραστική απεικόνιση αρχικής εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=20,03s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε αρχική εξέλιξη και δεν έχει φτάσει στα καθορισμένα σημεία (gauges) ελέγχου.

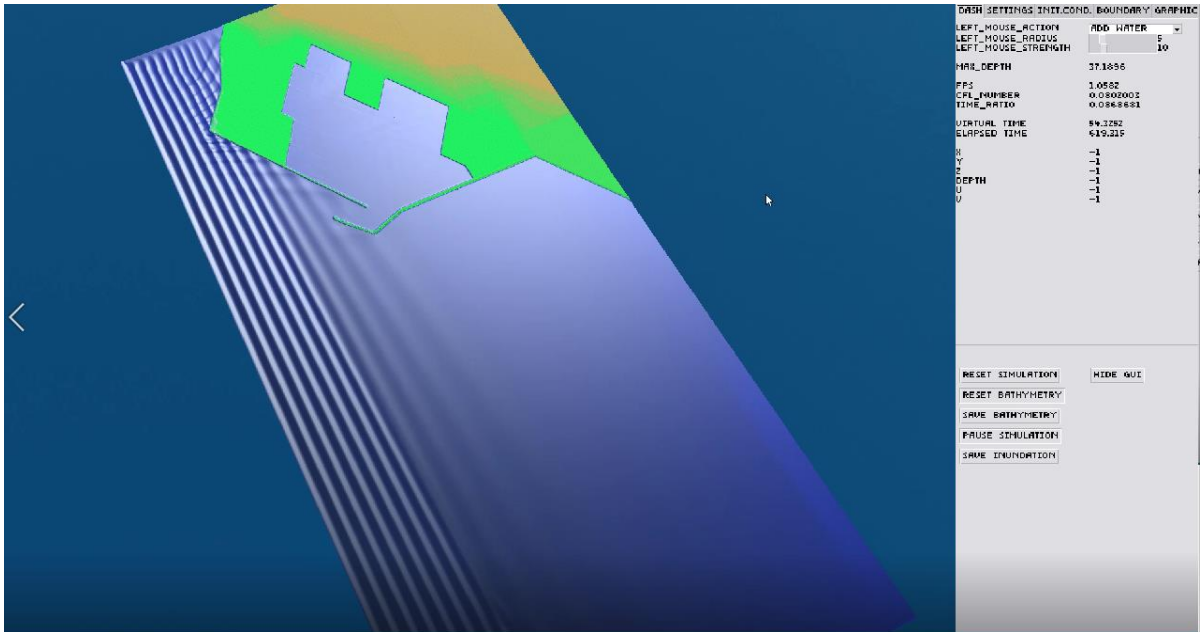
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.60: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου (gauge) (160,764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=34,87s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (160,764) μπροστά από τον υπήνεμο μώλο.

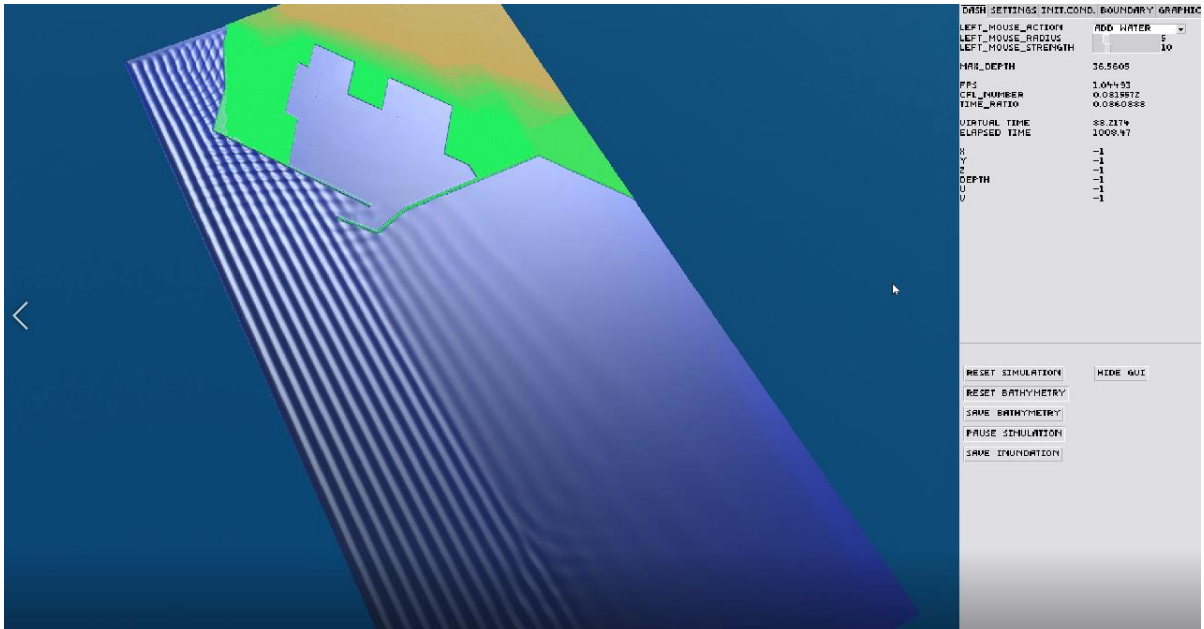
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.61: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (240, 678) εντός διαδρόμου εισόδου λιμενολεκάνης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=54,32s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (240, 678) εντός διαδρόμου εισόδου λιμενολεκάνης.

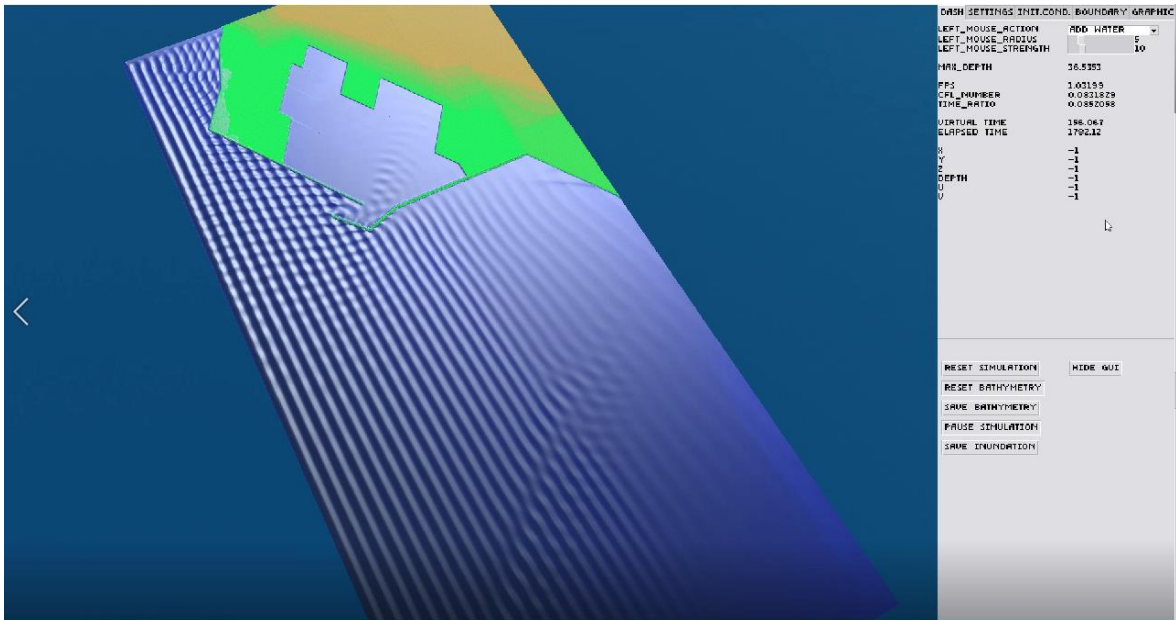
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



Εικόνα 4.62: Διαδραστική απεικόνιση εξελισσόμενης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης, πλησίον σημείου ελέγχου (gauge) (382, 602) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=88,22s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε προχωρημένη εξέλιξη και έχει φτάσει στο σημείο (gauge) με συντεταγμένες (382, 602) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ



Εικόνα 4.63: Διαδραστική απεικόνιση πλήρους εξέλιξης κυματικής κυκλοφορίας κυματικού κλίματος Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνσης διάδοσης.

Παρατηρούμε κατά τη χρονική στιγμή $t=1675,4s$ της χωροχρονικής εξέλιξης της κυματικής διαταραχής, ότι αυτή βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη. Ειδικότερα:

1. Στο σημείο (160, 764) έμπροσθεν του υπήνεμου μώλου, οι κυματισμοί Δ διεύθυνσης διάδοσης προσκρούουν υπό γωνία στους εξωτερικούς κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου, θραύονται, αναρριχόνται και εν μέρει ανακλώνται. Τα ανακλώμενα κύματα συμβάλουν με τους κυματισμούς Δ κατεύθυνση διάδοσης που συναντούν στο σημείο ελέγχου και δημιουργούν στάσιμα κύματα, και καταγραφές τιμών ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.
2. Οι κυματισμοί που εισέρχονται στο διάδρομο εισόδου της λιμενολεκάνης από τα ανακλώμενα κύματα (των Δ κυματισμών που ανακλώνται από τους κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου), προσκρούουν διαδοχικά στις επιφάνειες των εσωτερικών κυματοθραυστών του διαδρόμου μεταξύ του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου και αλληλοεπιδρούν με τα

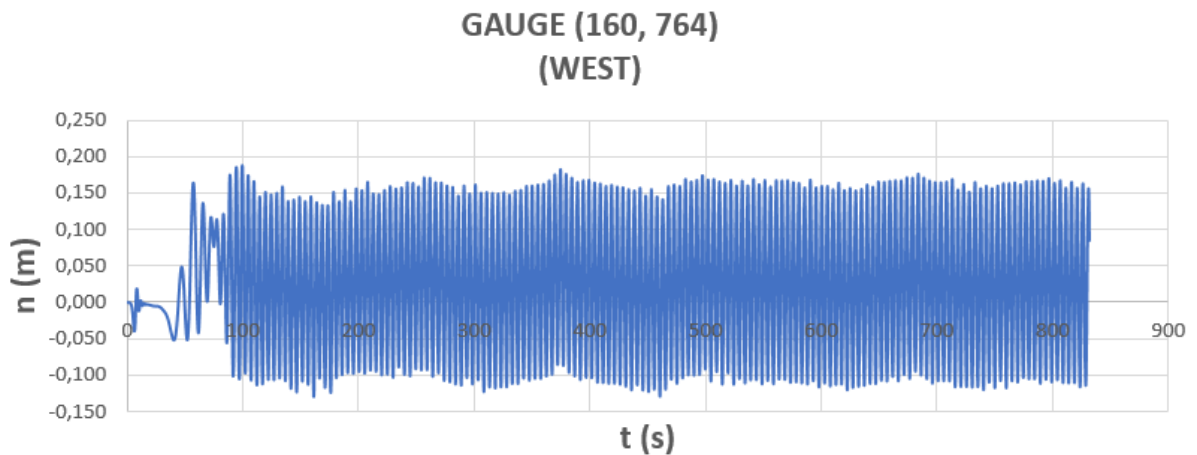
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

κύματα αντίθετης κατεύθυνσης που συναντούν στη διαδρομή τους, δημιουργώντας μετά τη σχετική συμβολή στάσιμα κύματα. Στο σημείο ελέγχου (gauge) (240, 678) ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων καταγράφεται ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

3. Στο σημείο ελέγχου (309, 691), αρχικά καταγράφονται οι εισερχόμενοι εντός της λιμενολεκάνης κυματισμοί, οι οποίοι προέρχονται από τους εξασθενημένους κυματισμούς μετά τις διαδοχικές θραύσεις τους και ανακλάσεις τους στους εσωτερικούς κυματοθραύστες υπήνεμο και προσήνεμο μώλου. Στη συνέχεια οι κυματισμοί προσκρούουν στις προβλήτες, και ανακλώνται.
4. Στο σημείο ελέγχου (gauge) (309, 691) ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων καταγράφεται ανύψωση ($n>0$) ή ταπείνωση ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.
5. Οι κυματισμοί που διασχίζουν το σημείο ελέγχου (382, 602) κινούνται σχεδόν παράλληλα προς την ακτή και τον παραλιακό τοίχο στον οποίο προσκρούουν, ανακλώνται και αλληλοεπιδρούν με τα κύματα με τα οποία συμβάλουν και δημιουργούν στάσιμα κύματα.
6. Γενικά η κυματική κυκλοφορία στο σημείο ελέγχου μπροστά από τον προσήνεμο μώλο είναι μηδαμινή, με πολύ μικρές τιμές μη υπολογίσιμες ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

VI. 2 Από την επεξεργασία των αρχείων τύπου .mtx σε excel (φύλλο 4) που προέκυψαν από το τρέξιμο του προγράμματος celeris για τα επιλεγθέντα σημεία (gauges) με χρονικό βήμα 0,02 sec (για το κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave, με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), μέσης περιόδου $T_p(s)=4,046s$, $\alpha=1,005m$), προέκυψαν τα κάτωθι διαγράμματα.

Διάγραμμα 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=160, Y=764
(εξωτερικά του υπήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.64: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 1ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=160$, $Y=764$ (εξωτερικά του υπήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$.

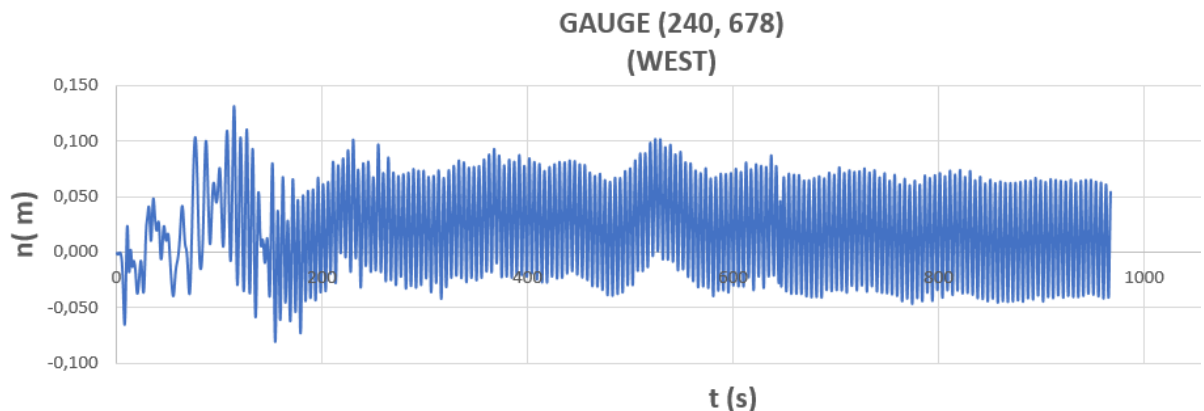
Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εξωτερικά του υπήνεμου μώλου:

1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,105m$ μετά από $t=55,8sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,188m$ σε $t=99,8s$.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

3. Λόγω της θέσεως του υπήνεμου μώλου και της διεύθυνσης διάδοσης του κυματικού κλίματος στα ανοικτά, τα κύματα αρχικά διέρχονται από το σημείο ελέγχου $X=160$, $Y=764$ και στη συνέχεια προσκρούουν υπό γωνία στους εξωτερικούς κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου, θραύονται και εν μέρει ανακλώνται.
4. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων καθώς φτάνουν στο σημείο ελέγχου $X=160$, $Y=764$, συναντάνε τα κύματα Δυτικής κατεύθυνσης που κατευθύνονται προς τον υπήνεμο μώλο και συμβάλλουν με αυτά δημιουργώντας άλλοτε ανύψωση της ελεύθερης επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ ($n>0$) και άλλοτε ταπείνωσή της ($n<0$), που από τις καταγραφές και παρουσίασή της στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι κυμαίνεται σε μικρές τιμές.

Διάγραμμα 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$
(είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου)



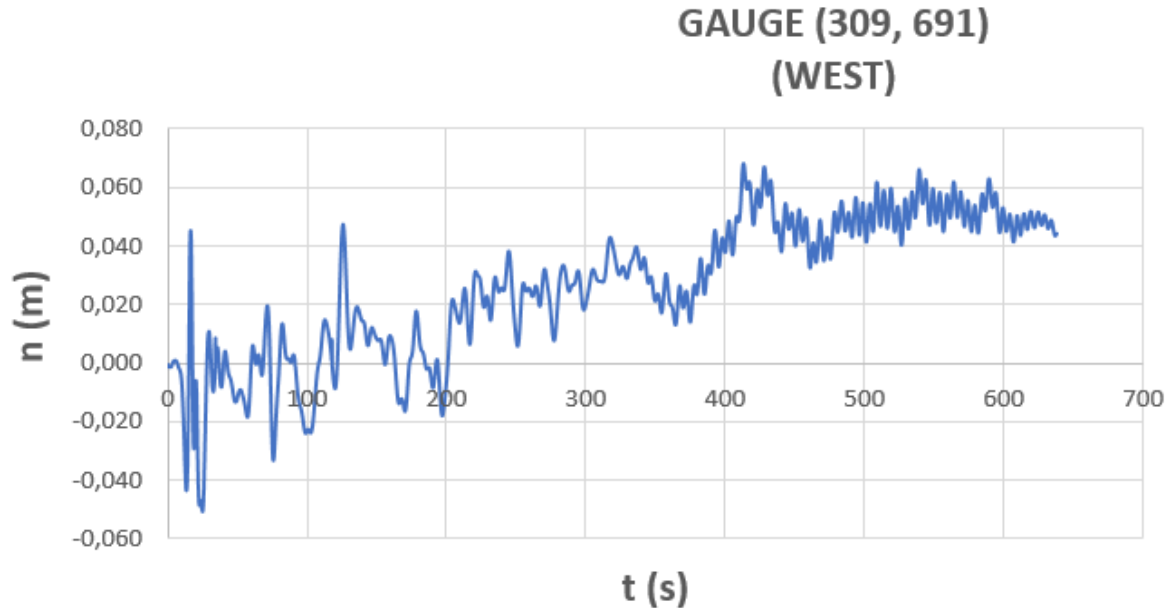
Εικόνα 4.65: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 2ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=240$, $Y=678$ (είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) είσοδο λιμενολεκάνης μεταξύ υπήνεμου και προσήνεμου μώλου:

1. Παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ $n=0,100m$ μετά από $t=86,8sec$ διάδοσης του κυματικού κλίματος.
2. Παρουσιάζεται μέγιστη καταγραφή $n=0,132m$ σε $t=114,2s$.
3. Λόγω της θέσεως του διαδρόμου της λιμενολεκάνης και της διεύθυνσης διάδοσης της κυματικής διαταραχής, οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), προέρχονται από τους ανακλώμενους κυματισμούς των κυματοθραυστών –υπήνεμου μώλου, καθώς εισέρχονται στο διάδρομο της λιμενολεκάνης. Οι εισερχόμενοι κυματισμοί εντός του διαδρόμου της λιμενολεκάνης, προσκρούουν διαδοχικά ανάμεσα στους εσωτερικούς κυματοθραύστες του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου και παθαίνουν συνεχιζόμενες θραύσεις και εν μέρει ανακλάσεις.
4. Οι κυματισμοί που καταγράφονται στο σημείο ελέγχου $X=240, Y=678$, παρουσιάζουν μικρές τιμές ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ, ανάλογα με τις συμβολές των κυμάτων που γίνονται.
5. Λόγω της θέσεως του διαδρόμου της λιμενολεκάνης και της διεύθυνσης μετάδοσης των κυματισμών, υπάρχει σχεδόν σταθερή συνεχή συμβολή κυμάτων και παρουσιάζεται σχεδόν σταθερή διακύμανση στις χαμηλές τιμές της ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας του νερού της θάλασσας από τη ΜΣΘ.

Διάγραμμα 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=309, Y=691 (εντός
λιμενολεκάνης)



Εικόνα 4.66: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 3ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=309$, $Y=691$ (εντός λιμενολεκάνης) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$.

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εντός της λιμενολεκάνης:

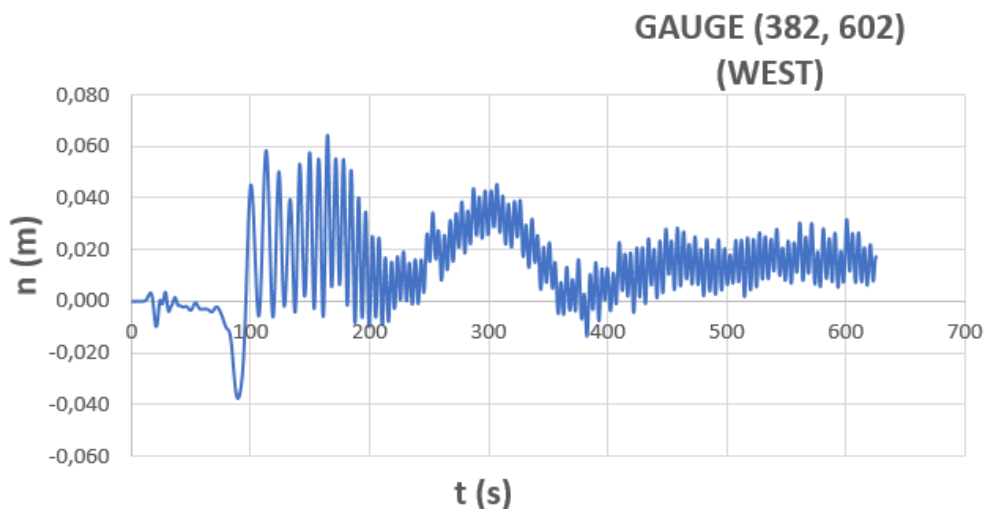
1. Δεν παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή $\pm 0,100$ ανύψωσης ($n>0$) ή ταπείνωσης ($n<0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ.
2. Η μέγιστη τιμή ανύψωσης ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ που καταγράφηκε στο σημείο ελέγχου (309, 691) ήταν $n=0,068m$ ($<0,100m$) και καταγράφηκε τις χρονικές στιγμές $t=413,2$, $t=413,4$, $t=413,6$ & $t=413,8s$.
3. Οι κυματισμοί που καταλήγουν στο εξεταζόμενο σημείο (gauge), $X=309$, $Y=691$, αρχικά προέρχονται από τις ανακλάσεις και συμβολές κυμάτων

ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

στους κυματοθραύστες και τα τοιχώματα του διαδρόμου της λιμενολεκάνης μεταξύ του προσήνεμου και υπήνεμου μώλου. Στη συνέχεια οι εισερχόμενοι κυματισμοί εντός της λιμενολεκάνης, προσκρούουν στις προβλήτες και μώλους και εν μέρει ανακλώνται εξασθενημένοι.

4. Μέρος των ανακλώμενων κυμάτων που διέρχονται από το σημείο ελέγχου, συμβάλει με τα εισερχόμενα κύματα που συναντά εκεί, δημιουργώντας άλλοτε μηδαμινή ανύψωση ($n>0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού της θάλασσας και άλλοτε μηδαμινή ταπείνωσή της ($n<0$), όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.
5. Γενικά εντός της λιμενολεκάνης καταγράφονται μηδαμινές τιμές ανύψωσης ($n>0$) και ταπείνωσης ($n<0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ.

Διάγραμμα 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες X=382, Y=602
(εξωτερικά του προσήνεμου μώλου)



Εικόνα 4.67: Διάγραμμα $n(m)-t(s)$, 4ου σημείου (gauge) με συντεταγμένες $X=382$, $Y=602$ (εξωτερικά του προσήνεμου μώλου) - χωροχρονική εξέλιξη κυματικής διαταραχής, τύπου sinewave, $H_s=2,01m$, διευθύνσεως διάδοσης Δυτικής (Δ)-West (W), $T_p(s)=4,046s$.

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Παρατηρούμε ότι στο σημείο (gauge) εξωτερικά του προσήνεμου μώλου:

1. Δεν παρουσιάζεται υπολογίσιμη τιμή $\pm 0,100$ ανύψωσης ($n > 0$) ή ταπείνωσης ($n < 0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ.
2. Η μέγιστη τιμή ανύψωσης ($n > 0$) της ελεύθερης επιφάνειας νερού πάνω από ΜΣΘ που καταγράφηκε στο σημείο ελέγχου (382, 602) ήταν $n = 0,065\text{m}$ ($< 0,100\text{m}$) και καταγράφηκε τις χρονικές στιγμές $t = 164,0\text{s}$ & $t = 164,2\text{s}$.
3. Οι κυματισμοί που διασχίζουν το σημείο ελέγχου (382, 602) κινούνται σχεδόν παράλληλα προς την ακτή και τον παραλιακό τοίχο στον οποίο προσκρούουν, ανακλώνται και αλληλοεπιδρούν με τα κύματα με τα οποία συμβάλουν και δημιουργούν στάσιμα κύματα.
4. Γενικά η κυματική κυκλοφορία στο σημείο ελέγχου μπροστά από τον προσήνεμο μώλο είναι μηδαμινή, με πολύ μικρές τιμές μη υπολογίσιμες ανύψωσης ($n > 0$) ή ταπείνωσης ($n < 0$) της επιφάνειας νερού από τη ΜΣΘ, όπως αυτή καταγράφηκε και παρουσιάστηκε στο παραπάνω διάγραμμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

«Συμπεράσματα»

Από τη μελέτη των διαγραμμάτων και της διαδραστικής απεικόνισης μέσω του προγράμματος Celeris Advent της κυματικής κυκλοφορίας που αναπτύσσεται από το μέγιστο χαρακτηριστικό κύμα (που δημιουργήθηκε από τους ΒΔ, Ν, ΝΔ & Δ ανέμους του κυματικού κλίματος στα ανοικτά) με διεύθυνση διάδοσης ΒΔ, Ν, ΝΔ, και Δ και της απόκρισης της μαρίνας Αλίμου και της παράκτιας ζώνης της στο παραγόμενο παράκτιο κυματικό πεδίο, προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα:

1. Για το κυματικό κλίμα που δημιουργήθηκε στα ανοικτά από την κυματική διαταραχή, τύπου sinewave με διεύθυνση διάδοσης:

α. Βορειοδυτικής (ΒΔ)-North west (SW) [με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=2,07m$, μέσης περιόδου $T_p(s)=3,73s$ και $H/d=0,052$], παρουσιάζεται:

i. η μεγαλύτερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εμπροσθεν του υπήνεμου μώλου-gauge (160, 764), μετά από $t=97,6s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής, με $n=1,076m$ και

ii. η μικρότερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εμπροσθεν από τον προσήνεμο μώλο - gauge (382, 602), μετά από $t=535,6s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής, με $n=0,199$.

β. Νότιας (Ν)-South (S) [με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=5,59m$, μέσης περιόδου $T_p(s)=7,06s$ και $H/d=0,140$], παρουσιάζεται:

i. η μεγαλύτερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εμπροσθεν του προσήνεμου μώλου-gauge (382, 602), μετά από $t=1.973,6s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής, με $n=1,848m$

και

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

ii. η μικρότερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εντός της λιμενολεκάνης -gauge (309, 691), μετά από $t=681,4s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής, με $n=0,220$.

γ. Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) [με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=3,41m$, μέσης περιόδου $T_p(s)=5,246s$ και $H/d=0,085$], παρουσιάζεται:

i. η μεγαλύτερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εντός του διαδρόμου της λιμενολεκάνης-gauge (240, 678), μετά από $t=216,0s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής, με $n=1,811m$

και

ii. η μικρότερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εντός της λιμενολεκάνης -gauge (309, 691), μετά από $t=408,6s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής, με $n=0,201$.

δ. Δυτικής (Δ)-West (W) [με χαρακτηριστικό κυματικό ύψος $H_s=2,01m$, μέσης περιόδου $T_p(s)=4,046s$ και $H/d=0,140$] παρουσιάζεται:

i. η μεγαλύτερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εμπροσθεν του υπήνεμου μώλου-gauge (160, 764), μετά από $t=99,8s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής, με $n=0,188m$

και

ii. η μικρότερη από τις μέγιστες τιμές n των σημείων ελέγχου, στο σημείο ελέγχου εμπροσθεν του προσήνεμου μώλου-gauge (382, 602), μετά από $t=164,0s$ από τη διάδοση της κυματικής διαταραχής $n=0,065$.

2. Η μέγιστη εκ των μέγιστων τιμών n παρουσιάζεται:

α. Σε σχέση με όλες τις διευθύνσεις διάδοσης της κυματικής διαταραχής και των σημείων ελέγχου: στο σημείο ελέγχου εμπροσθεν του προσήνεμου μώλου-gauge (382, 602), για Νότιας (N)-South (S) διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=1,848m$, $t=1.973,6s$)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΙΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

β. Σε σχέση με όλες τις διευθύνσεις διάδοσης της κυματικής διαταραχής στο:

i. σημείο ελέγχου εμπροσθεν του υπήνεμου μώλου-gauge (160, 764):

από Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=1,538m$, $t=78,8s$),

ii.σημείο ελέγχου εντός του διαδρόμου της λιμενολεκάνης-gauge (240, 678): από Νοτιοδυτικής (ΝΔ)-SouthWest (SW) διεύθυνσης διάδοσης

κυματικής διαταραχής ($n=1,811m$, $t=216,0s$),

iii. σημείο ελέγχου εντός της λιμενολεκάνης-gauge (309, 691): από

Βορειοδυτικής (ΒΔ)-North west (SW) διεύθυνσης διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=0,294m$, $t=481,6s$),

iv. σημείο ελέγχου εμπροσθεν του προσήνεμου μώλου-gauge (382, 602):

από Νότιας (Ν)-South (S) διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=1,848m$, $t=1.973,6s$)

3. Η ελάχιστη εκ των μέγιστων τιμών n παρουσιάζεται:

α. Σε σχέση με όλες τις διευθύνσεις διάδοσης της κυματικής διαταραχής

και των σημείων ελέγχου: στο σημείο ελέγχου εμπροσθεν του

προσήνεμου μώλου-gauge (382, 602),για Δυτικής (Δ)-West (W)

διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=0,065m$, $t=164,0s$)

β. Σε σχέση με όλες τις διευθύνσεις διάδοσης της κυματικής διαταραχής στο:

i. σημείο ελέγχου εμπροσθεν του υπήνεμου μώλου-gauge (160, 764):

από Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=0,188m$, $t=99,8s$)

ii.σημείο ελέγχου εντός του διαδρόμου της λιμενολεκάνης-gauge (240, 678): από Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνση διάδοσης κυματικής

διαταραχής ($n=0,132m$, $t=114,2s$)

iii. σημείο ελέγχου εντός της λιμενολεκάνης-gauge (309, 691): από

Βορειοδυτικής (ΒΔ)- από Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=0,068m$, $t=413,2s$)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

iv. σημείο ελέγχου έμπροσθεν του προσήνεμου μώλου-gauge (382, 602):
από Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής ($n=0,065m, t=164,0s$).

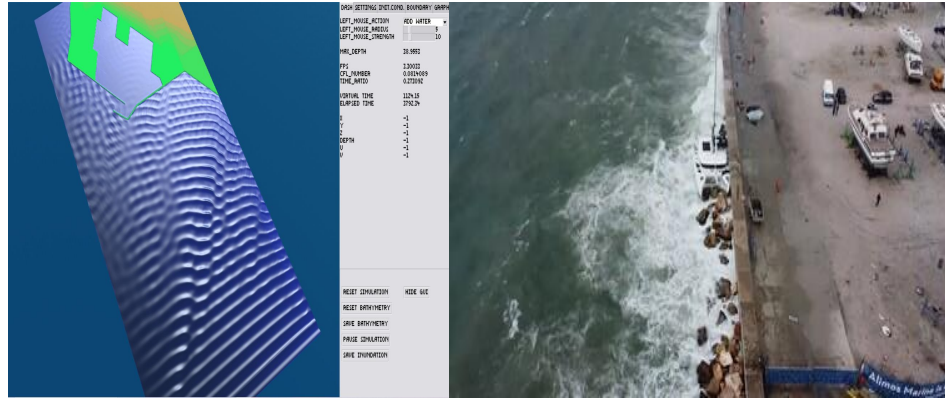
4. Η Δυτικής (Δ)-West (W) διεύθυνση διάδοσης κυματικής διαταραχής, προκαλεί τις ελάχιστες τιμές μέγιστων n και στα τέσσερα (4) σημεία ελέγχου.
5. Το τελικό κυματικό πεδίο που διαμορφώνεται στην παράκτια περιοχή, θεωρείται ήπιο λόγω της σχετικά ήπιας κλίσης του πυθμένα.
6. Η μέση διεύθυνση διάδοσης των κυματισμών τείνει να γίνει κάθετη ως προς την ακτογραμμή, όσο κατευθυνόμαστε προς τα ρηχά, λόγω του φαινομένου της διάθλασης.



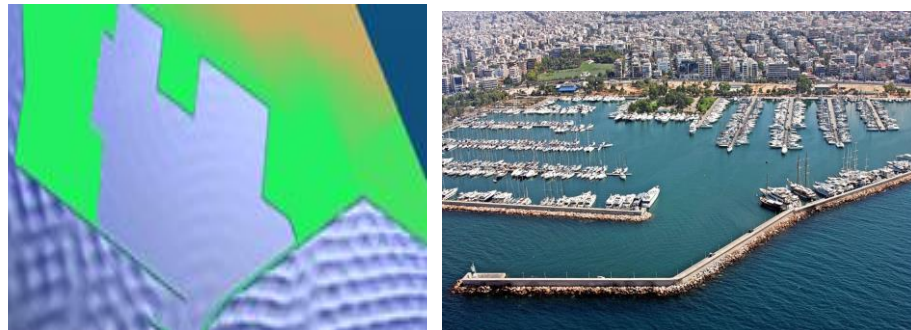
7. Οι κυματισμοί της Νότιας διεύθυνσης επηρεάζουν σημαντικά την περιοχή μελέτης λόγω του ότι παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης, καθώς και τα μεγαλύτερα ύψη. Όμως κοντά στην ακτογραμμή, λόγω του περιορισμού του βάθους, τα ύψη κυματισμών μειώνονται δραστικά.
8. Στους κυματοθραύστες (οι οποίοι είναι βράχοι ακανόνιστα τοποθετημένοι) έμπροσθεν του υπήνεμου και προσήνεμου μώλου της μαρίνας Αλίμου προσπίπτουν τα διαθλώμενα κύματα τα οποία εν μέρη ανακλώνται και αλληλοεπιδρούν με τους κυματισμούς που συναντούν.

ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Τα ύψη κυμάτων που φτάνουν στον υπήνεμο και στον προσήνεμο μώλο της μαρίνας Αλίμου, λόγω της θραύσης στους κυματοθραύστες δεν ξεπερνούν τα 2,0μ (>1,848m).



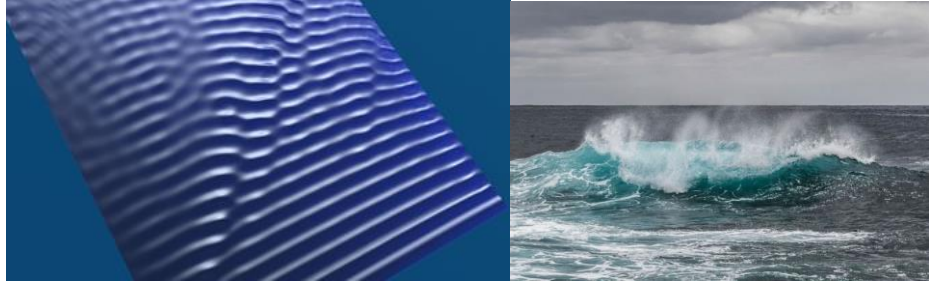
9. Εντός της λιμενολεκάνης της μαρίνας Αλίμου παρουσιάζονται εξασθενημένοι μικροί κυματισμοί λόγω του φαινομένου της ανάκλασης, διαμέσου του διαδρόμου-στομίου της λιμενολεκάνης.



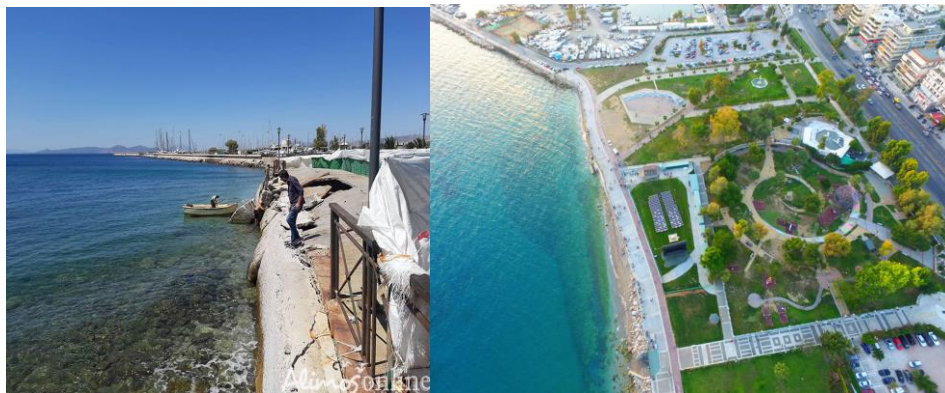
10. Η ύπαρξη τοπικών υφάλων και αναβαθμών πυθμένα, έχει ως αποτέλεσμα να συμβάλει στην εξασθένηση των κυματισμών που διέρχονται από αυτούς. Ειδικότερα, καθώς το κυματικό κλίμα που δημιουργείται στα ανοικτά κινείται προς τη μαρίνα και την παραλιακή ζώνη, προσκρούει στους υφάλους, παθαίνει θραύση, αναρριχάται και στη συνέχεια εξασθενημένο μιας και έχει χάσει μέρος της ενέργειάς του, εν μέρει ανακλάται και διαθλάται (αλλάζει κατεύθυνση).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

Τα εξασθενημένα ανακλώμενα-διαθλώμενα κύματα διαδίδονται σε διάφορες κατευθύνσεις προς τη μαρίνα και την ακτογραμμή.



- 11.** Η παράκτια ζώνη πλησίον της μαρίνας έχει υποστεί διάβρωση κυρίως από την επίδραση των ΒΔ διεύθυνσης διάδοσης κυματισμών που προσπίπτουν χωρίς ιδιαίτερη εξασθένηση σε αυτήν. Όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα, κυρίως το πλησίον του προσήνεμου μώλου της μαρίνας παραλιακό μέτωπο έχει υποστεί εντονότατη διάβρωση. Το γεγονός αυτό οφείλεται εκτός από την επίδραση των ΒΔ διάδοσης κυματισμών, και στην επίδραση των ανακλώμενων (από τους κυματοθραύστες του υπήνεμου μώλου) και διαθλώμενων (λόγω αλλαγής βάθους πυθμένα) κυματισμών που συμβάλουν μεταξύ τους και ενισχυμένοι προσκρούουν, στην παράκτια περιοχή προκαλώντας της έντονη διάβρωση.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ

1. Beer, T., 1983, « Environmental Oceanography- An introduction to the Behavior of Coastal Waters», Pergamon Press, pp. 262.
2. Celeris Interactive Boussinesq Simulator. (<https://www.celeria.org>).
3. Δήμος Αλίμου (<http://2011.DimosAlimou> - Αλίμος - Βικιπαίδεια (wikipedia.org)).
4. Διαδραστική απεικόνιση εφαρμογών εργασιών στο celeris. (<https://youtu.be/pCcnPU7PCrg>).
5. Έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος για την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης στην Ελλάδα, 2018. [BWD2018_nationalReport_GR.pdf (ypen.gov.gr)].
6. ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ ΔΗΜΟΣΙΟΥ (ΕΤ.Α.Δ.) Α.Ε. «Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου», 2018 κείμενο σελ.26-27, 36-37, 42-48, 55-66, 70-71, 85-88, 91-94. (http://www.alimos.gov.gr/wpcontent/uploads/2018/09/MPE_A1_Marina_Alimou-180718_parartimata_all-1807.pdf).
7. ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ ΔΗΜΟΣΙΟΥ (ΕΤ.Α.Δ.) Α.Ε. «Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου», 2015 ‘Τοπογραφικό διάγραμμα υφιστάμενης κατάστασης’, αρ. σχεδ/ 109.01, κλίμακα 1:1.000.
8. ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ ΔΗΜΟΣΙΟΥ (ΕΤ.Α.Δ.) Α.Ε. «Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Μαρίνας Αλίμου», 2015 ‘Χάρτης Ευρύτερης Περιοχής (Φ.Χ. Γ.Υ.Σ. 1:50.000 ΑΘΗΝΑ-ΠΕΙΡΑΙΕΥΣ)’ αρ. σχεδ/ 109.06 κλίμακα 1:50.000).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

9. Καραμπάς, Θ., Κρεστενίτης, Γ., Κουτίνης, Χ., 1995, «Ακτομηχανική - έργα προστασίας παράκτιας ζώνης» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΣΕΑΒ, σελ. 11-12, 14-15, 28, 30-40 (www.kallipos.gr).
10. Karambas, Th. V., 1999, “A unified model for periodic non-linear dispersive waves in intermediate and shallow water” Journal of Coastal Research, vol.15, No 1, pp 128-139.
11. Καραμπάς, Θ. Β., 2001, «Μη Γραμμικό Μοντέλο Μετάδοσης Κυματισμών για το Σχεδιασμό Παράκτιων Τεχνικών Έργων», έκδοση ΤΕΕ Ι, τεύχος 1, σελ 9-11.
12. Λουκόπουλος, Β., «Υπολογιστική Ρευστομηχανική», Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Πανεπιστημίου Πατρών- ΕΣΠΑ 2007-2013, αριθμός διαφανειών 10-20, 26-35 (<https://slideplayer.gr> > slide).
13. Μαρίνες & αγκυροβόλια (<https://www.nautilus-ribclub.gr>).
14. Μαρίνα Αλίμου (<https://alimos-marina.gr/enarxi-synergasias-me-ti-marina-alimo>)
15. Madsen, P.A., Sorensen, O. R., 1992, “ A New Form of the Boussinesq Equations with Improved Linear Dispersion Characteristics. Part 2. A Slowly-varying bathymetry”, Coastal Engineering, Vol. 18, pp 183-204.
16. Νομοθεσία Τουριστικών Λιμένων, Ν. 2160/1993 « Ρυθμίσεις για τον τουρισμό και άλλες διατάξεις», απόσπασμα άρθρου 29. (<https://www.kodiko.gr/nomothesia/document/222966/nomos-2160-1993>).
17. Πέρλερος, Β., 2019 «Ειδική Υδρογεωλογική Μελέτη. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», σελ. 10-11, 17. (<http://www.alimos.gov.gr/>).

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

18. Προεδρικό Διάταγμα 13.08.2018 «Έγκριση Γενικού Σχεδιασμού Μαρίνας Αλίμου» (ΦΕΚ 172/ΑΑΠ/21.08.18), απόσπασμα άρθρου 2 και άρθρου 4. (<http://www.et.gr/>).
19. Ρέμα Πικροδάφνης
(https://el.wikipedia.org/wiki/Ρέμα_Της_Πικροδάφνης).
20. Peregrine, D. H., 1972 “Equations for Water Waves and the Approximation behind Them”, Waves on Beaches and Resulting Sediment Transport, ed. R. E. Meyer, Academic Press.
21. ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , 2019 «Υποβρύχια Βιολογική Έρευνα. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», σελ. 13-4, 49
(<http://www.alimos.gov.gr/>).
22. ΡΟΓΚΑΝ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε , 2019 «Ακτομηχανική Μελέτη με Χρήση Μαθηματικών Ομοιωμάτων. Μελέτες για την ανάπτυξη του Μητροπολιτικού Πόλου Ελληνικού- Αγίου Κοσμά», σελ. 87-93, 98-106, 112-116 (<http://www.alimos.gov.gr/>).
23. Tavakkol, Sasan, and Patrick Lynett, 2017, "Celeris: A GPU-accelerated open source software with a Boussinesq-type wave solver for real-time interactive simulation and visualization" ,Computer Physics Communications 217 , pp. 117-127.
(<https://www.researchgate.net/publication/310595195>).
24. Τεχνολογία Μηχανικών Κατασκευών -Κεφ. 02, σελ. 29, 32, 34.
(πηγή:<https://eclass.hua.gr/modules/document/file.php/GEO143/My%20Book/%28029-047%29%20kef.02.pdf>).
25. Υπ’ αρ. Ε.Γ.:οικ. 903/2017 Απόφαση Εθνικής Επιτροπής Υδάτων « Έγκριση της 1ης Αναθεώρησης του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

και της αντίστοιχης Στρατηγικής Μελέτης Περιβαλλοντικών
Επιπτώσεων» (ΦΕΚ 4672/Β/2017), σελ. 54, 58, 60-61,134
(<http://www.et.gr/>).

26. Υπ' αρ. 9173/1642/1993 Υπουργική Απόφαση «Χαρακτηρισμός ως
διατηρητέου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος ρεμάτων, χειμάρρων,
ρυακίων του Ν. Αττικής» (ΦΕΚ 281/Δ/1993).

(πηγή:<https://www.et.gr>)

27. Χάρτης ορθοφωτογραφιών Natura 2000 περιοχής μαρίνας Αλίμου
([Natura 2000 Network Viewer -europa.eu](http://Natura2000NetworkViewer.europa.eu)).

28. Χάρτης κτηματολογίου περιοχής μαρίνας Αλίμου.

(<http://gis.ktimanet.gr/>).

29. Χάρτης αεροφωτογραφιών περιοχής μαρίνας Αλίμου.

(<https://www.google.gr/maps>).

30. Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδος. (πηγή:

<https://www.civilprotection.gr/>)

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- Αρχείο 2021-10-17 2-11-26-inundation.xlm (text document)



2021-10-17 2-11-26-inundation.txt

- Αρχείο MarinaAlimou.cbf



MarinaAlimou.cbf.cbf

- Αρχείο MarinaAlimou.clm



MarinaAlimoy.cml

- Φάκελος MarinaAlimougauges [υποφάκελοι
NORTHWEST, SOUTH, SOUTHWEST, WEST με αρχεία .txt των
σημείων ελέγχου(gauges)].

➤ Υποφάκελος NORTHWEST



gauges382_602.txt.txt



gauges.160_764.txt.txt



gauges.309_691.txt.txt



gauges.240_678.txt.txt

➤ Υποφάκελος SOUTH



gauges160_764.txt.txt



gauges240_678.txt.txt



gauges382_602.txt.txt



gauges309_691.txt.txt

➤ Υποφάκελος SOUTHWEST



gauges.160_764)txt



gauges.382_602.txt.txt



gauges.t240_678.xt



gauges309_691.txt.txt

➤ Υποφάκελος WEST



gauges.160_764.txt.txt



gauges240_678.txt.txt



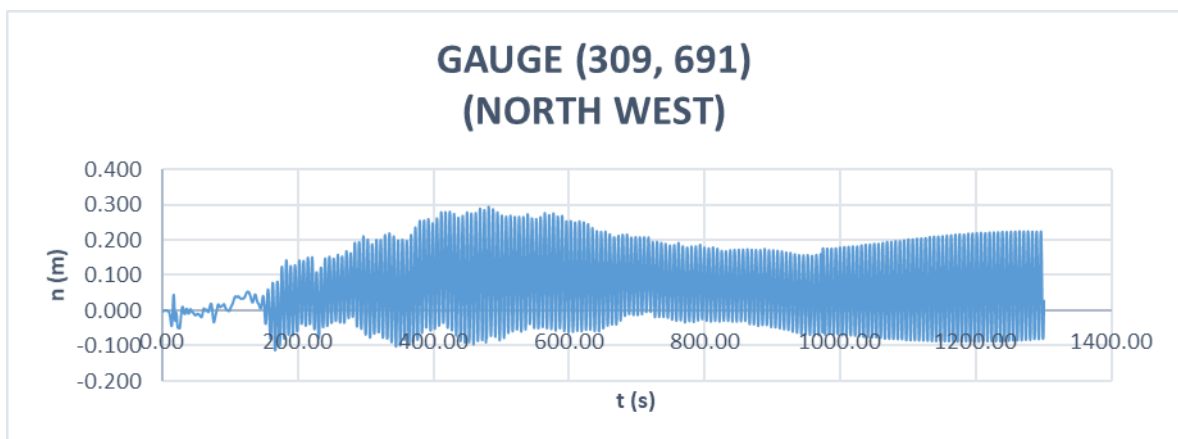
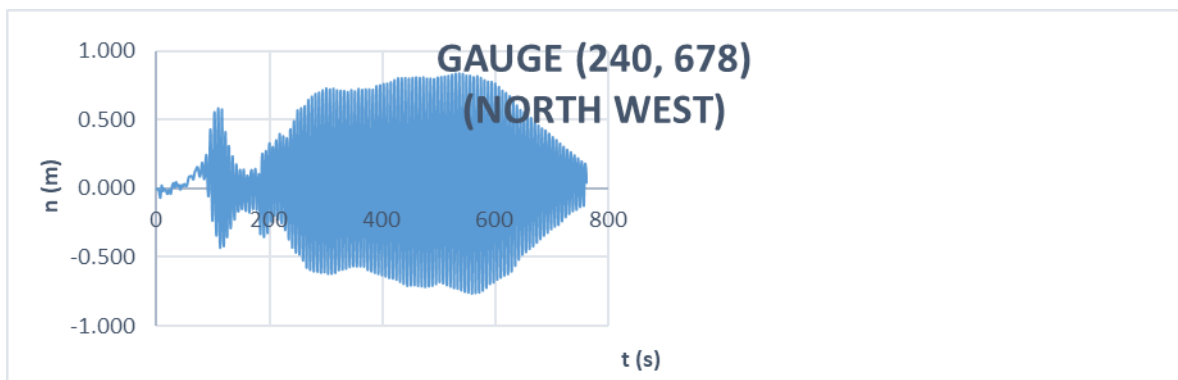
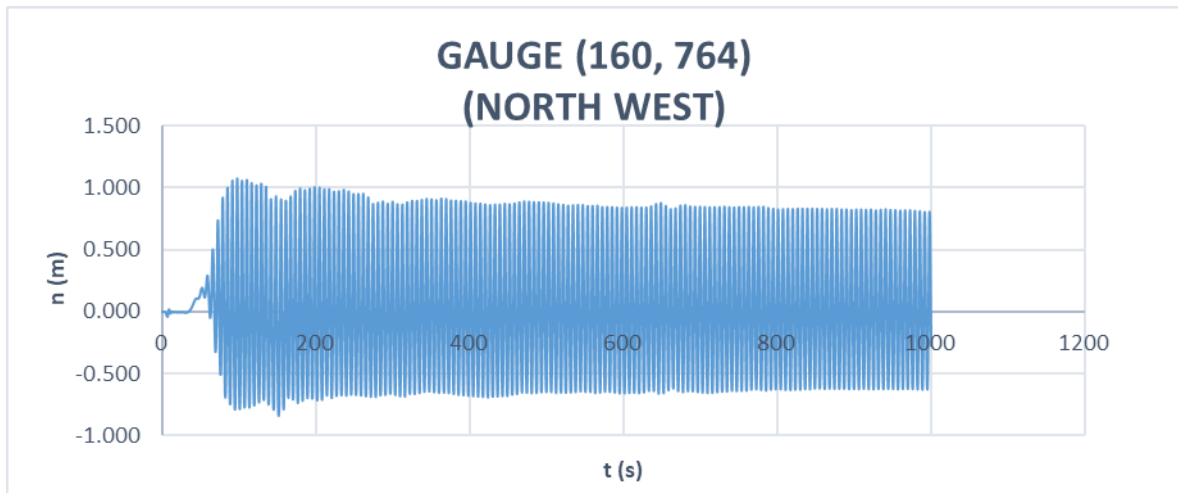
gauges382_602.txt.txt



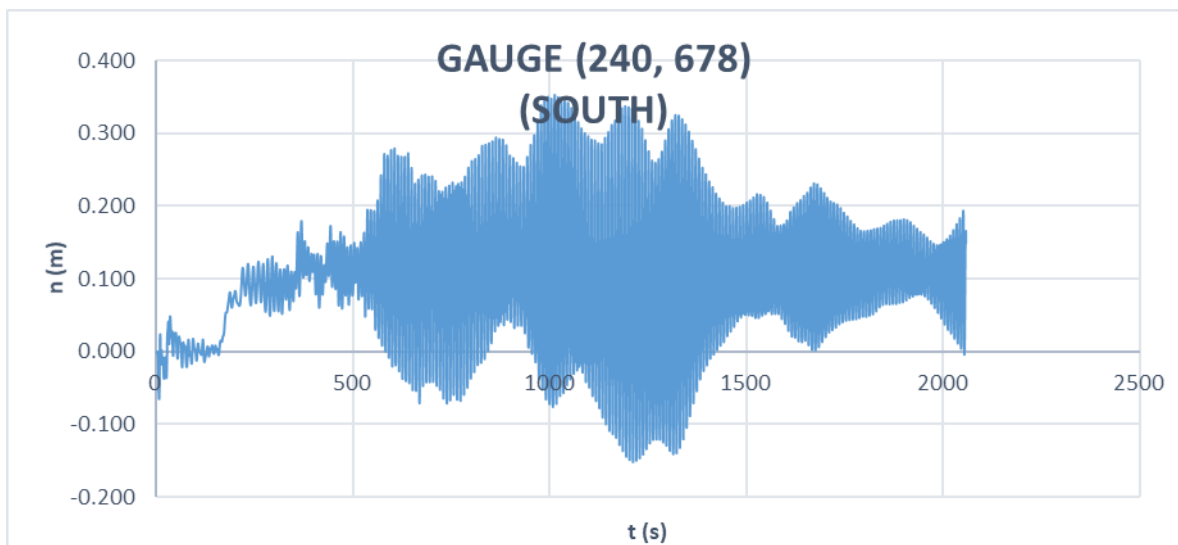
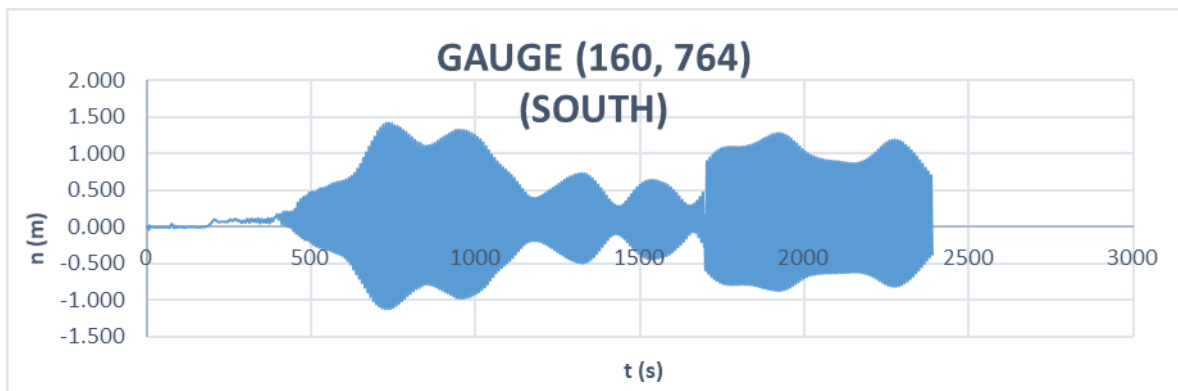
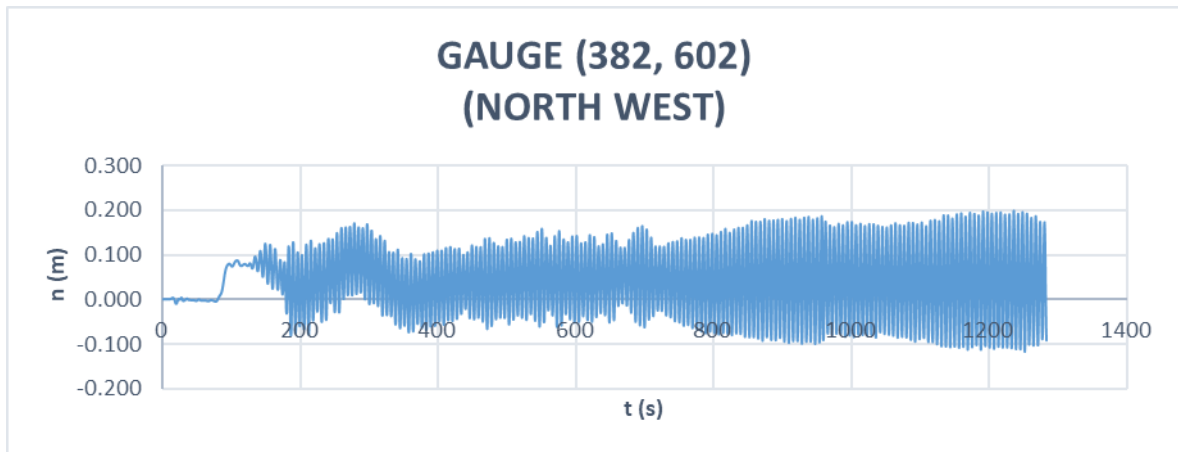
gauges309_691.txt.txt

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

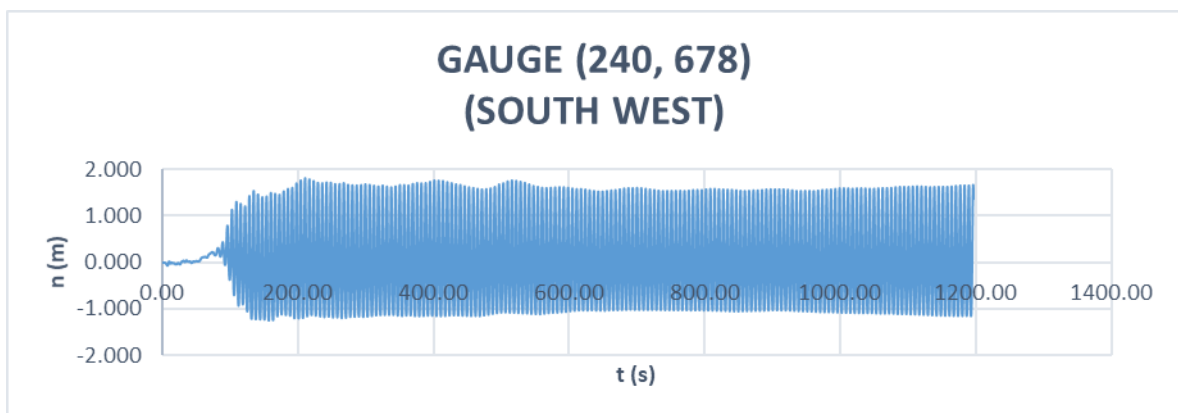
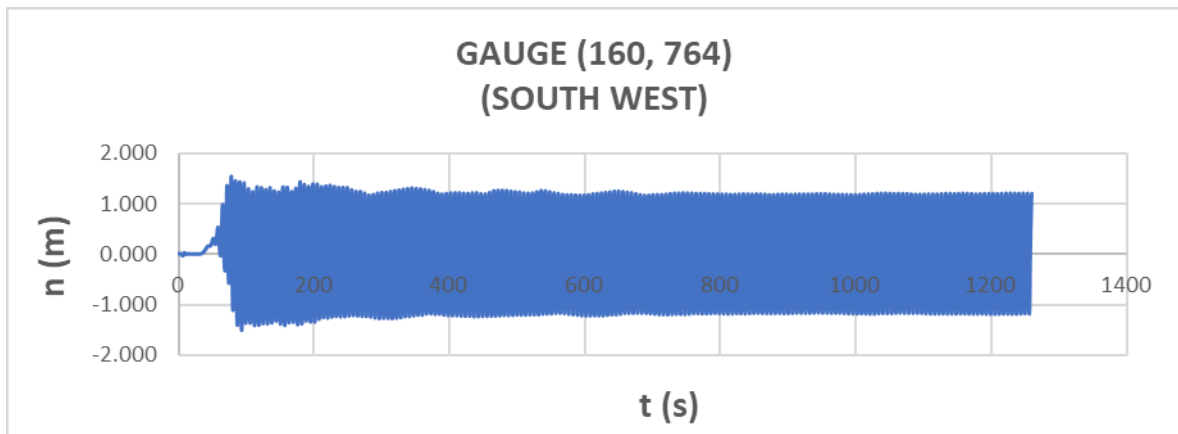
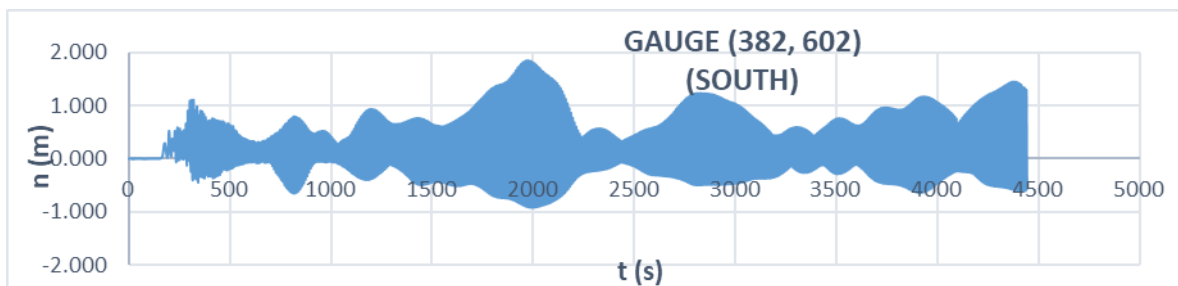
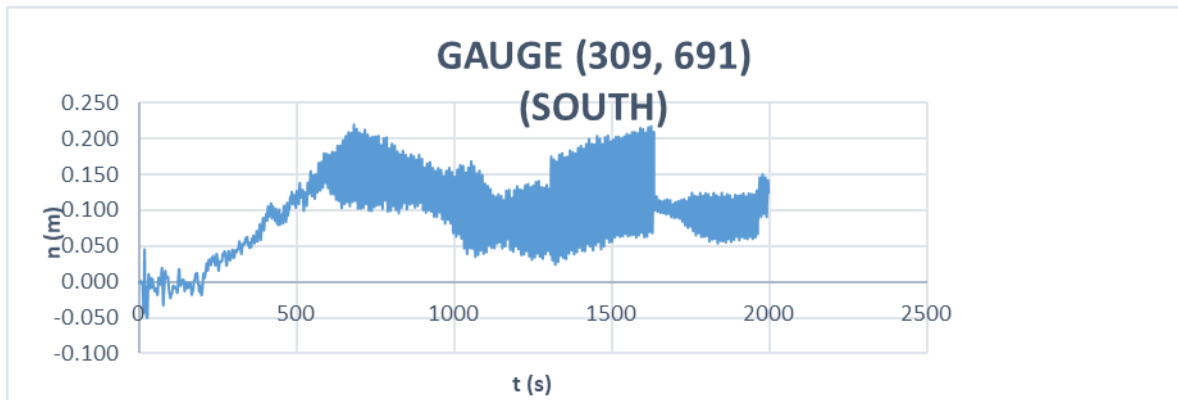
- Διαγράμματα n-t Gauges κομάτων NW S SW W.



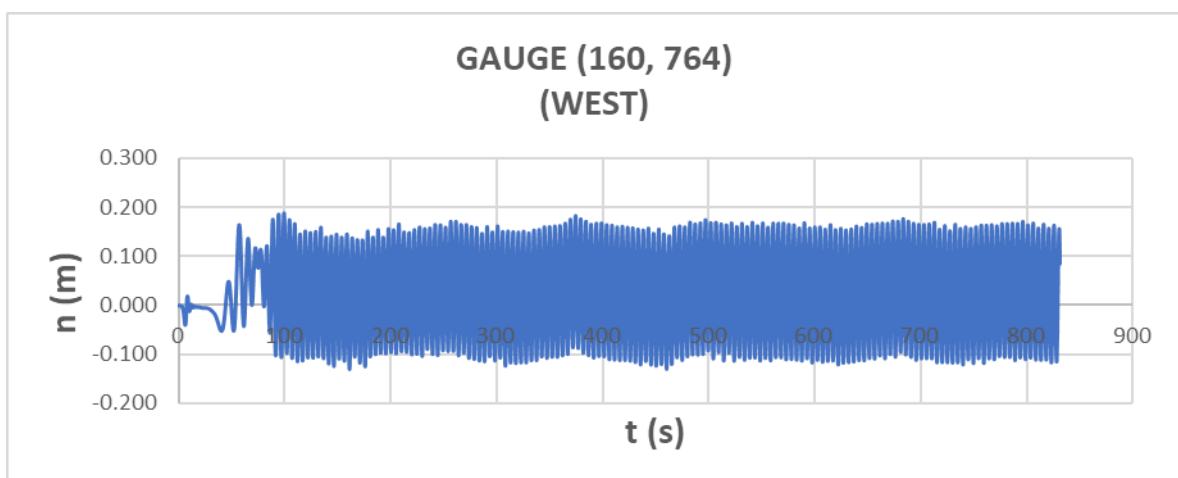
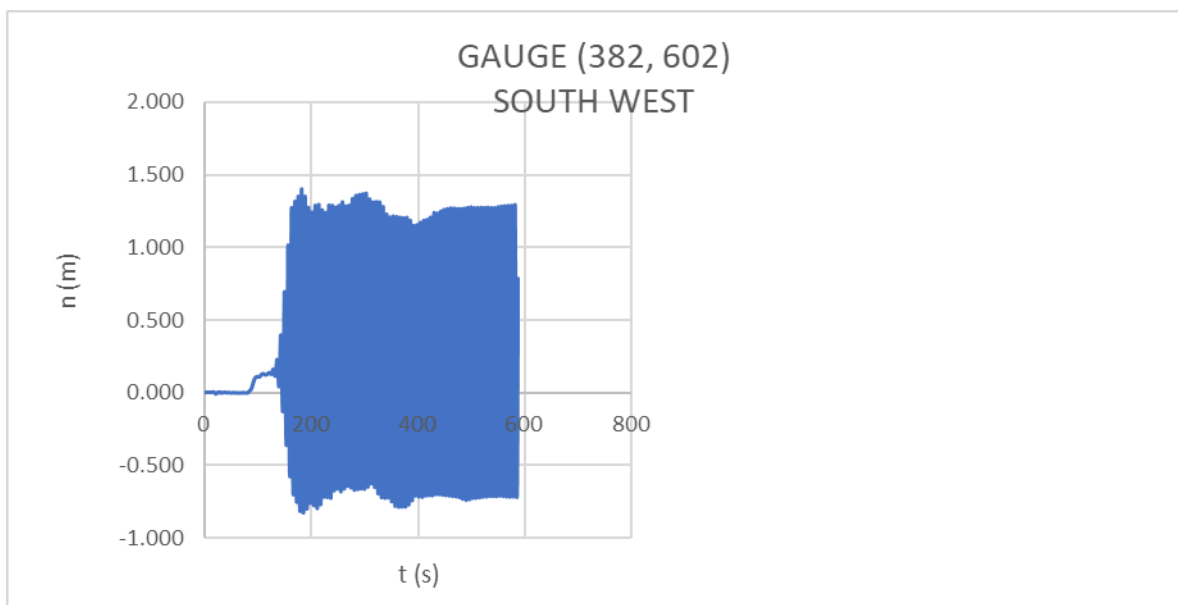
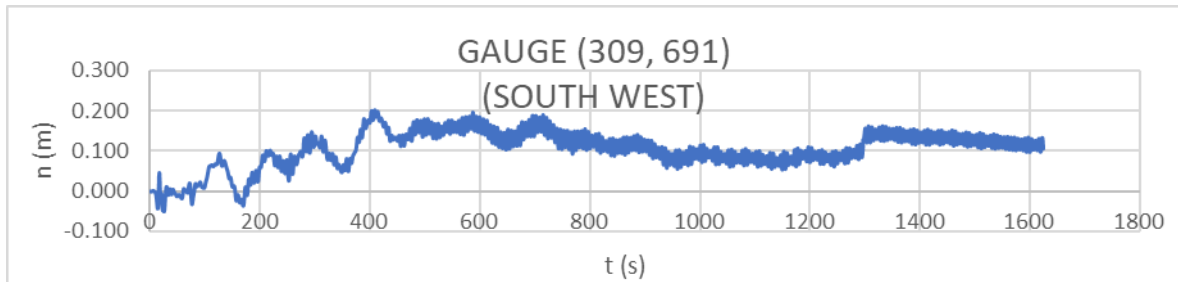
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



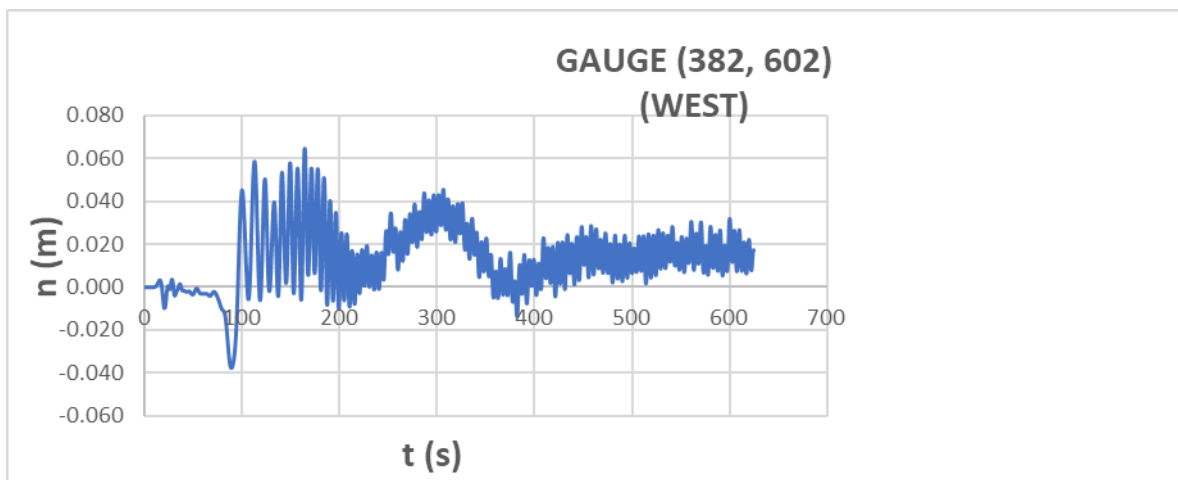
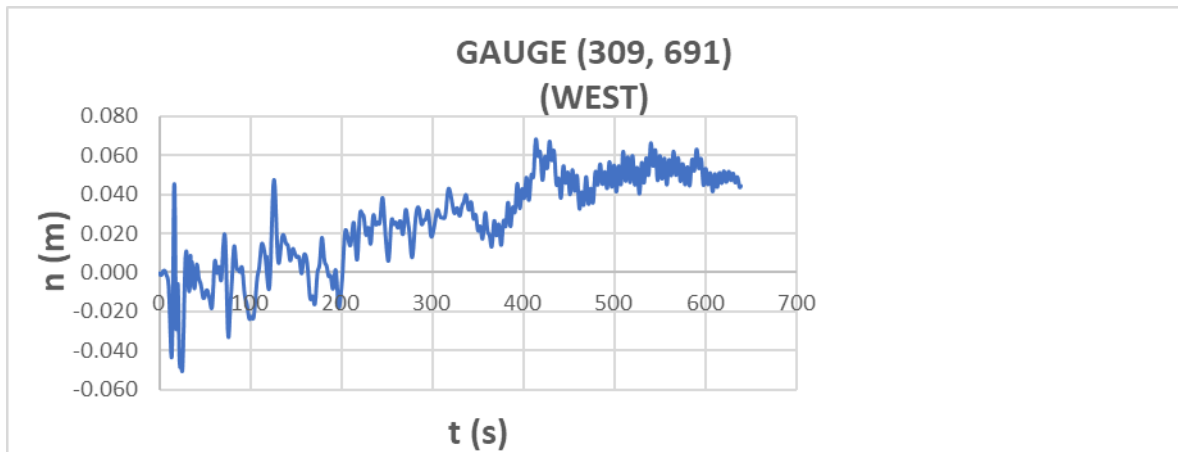
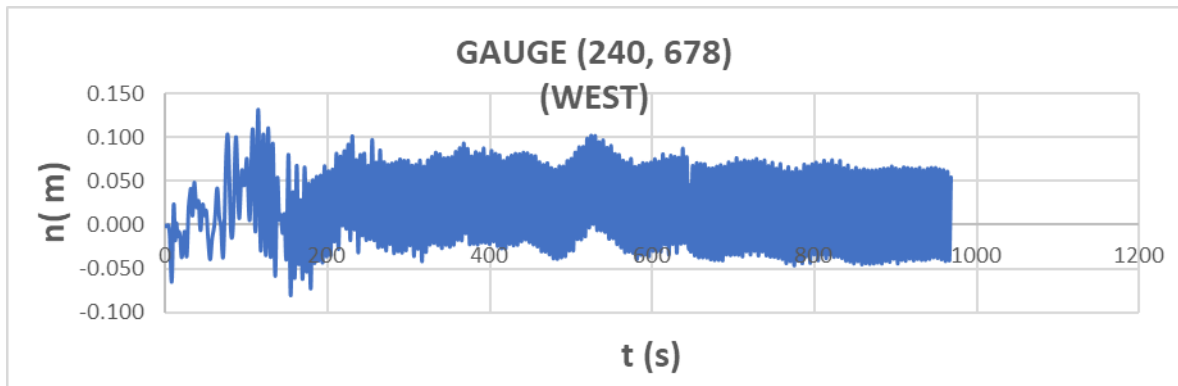
*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



*ΜΑΡΙΝΑ ΑΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*



*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*

*ΜΑΡΙΝΑ ΑΛΙΜΟΥ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΕΝΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΜΑΡΙΝΑ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ*