



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Δυναμική Συμπεριφορά Προτύπου Ταχύπλοου Σκάφους με
Διπλή Ακμή και $L/B=4$ σε Τυχαίους Κυματισμούς**

ΠΑΤΕΡΑΣ ΑΝΔΡΟΝΙΚΟΣ

Επιβλέπων : Γρηγορόπουλος Γρηγόριος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ 2016

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Δυναμική Συμπεριφορά Προτύπου Ταχύπλοου Σκάφους με
Διπλή Ακμή και $L/B=4$ σε Τυχαίους Κυματισμούς**

ΠΑΤΕΡΑΣ ΑΝΔΡΟΝΙΚΟΣ

Επιβλέπων : Γρηγορόπουλος Γρηγόριος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Τριμελής επιτροπή:

Γρηγορόπουλος Γρηγόριος
Ζαραφονίτης Γεώργιος
Τζαμπίρας Γεώργιος

ΑΘΗΝΑ 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο των υποχρεώσεών μου στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με στήριξαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και συνέβαλαν στην υλοποίηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Πρώτιστα οφείλω ευχαριστίες στον υπεύθυνο καθηγητή μου Γρηγορόπουλο Γρηγόριο, καθηγητή του τομέα Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής (ΕΝΘΥ) της σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο κύριος Γρηγορόπουλος επέδειξε εμπιστοσύνη στο πρόσωπό μου, μού ανάθεσε το θέμα και με καθοδήγησε σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στα μέλη του εργαστηρίου, στους κυρίους Κασάπη Φώτη μέλος Ε.Δ.Ι.Π. της σχολής Ν.Μ.Μ. του Ε.Μ.Π, Λιαροκάπη Δημήτριο μέλος Ε.Τ.Ε.Π. της σχολής Ν.Μ.Μ. του Ε.Μ.Π και Τραχανά Ιωάννη μέλος Ε.Τ.Ε.Π. της σχολής Ν.Μ.Μ. του Ε.Μ.Π για την πολύτιμη βοήθειά τους στο εργαστήριο και γενικότερα για την όλη συνεργασία.

Πολλά ευχαριστώ χρωστώ στους φίλους μου για τη βοήθεια και τη ψυχολογική στήριξη που μου έχουν προσφέρει κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος στην οικογένειά μου που με εμπιστεύτηκε , με στήριξε και με στηρίζει σε κάθε βήμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι δύο βασικοί άξονες στους οποίους διαχρονικά πρέπει να εξελίσσονται τα πλοία είναι η ταχύτητα και η άνεση των επιβατών. Λαμβάνοντας υπόψη το μεγάλο ανταγωνισμό που υπάρχει στις ακτοπλοϊκές γραμμές γίνονται οι σχεδιάσεις των σκαφών. Στόχος η επίτευξη όσο το δυνατό πιο ψηλών ταχυτήτων σε ήρεμο νερό χωρίς αυτές οι ψηλές ταχύτητες να οδηγούν σε μέτρια συμπεριφορά στους κυματισμούς και σε μη ευχάριστο ταξίδι για τους επιβάτες.

Έτσι ένας σύγχρονος μελετητής ναυπηγός έχει υποχρέωση στη φάση της σχεδίασης ενός ταχύπλου σκάφους να μελετήσει πρωταρχικά τη δυναμική του συμπεριφορά στους κυματισμούς σε διαφορετικές καταστάσεις θάλασσας. Η μελέτη αυτή είναι επιβεβλημένη ανάγκη τόσο για όφελος των επιβατών και του πληρώματος όσο και προς όφελος του εκάστοτε φορτίου. Μια υδροδυναμικά σωστή σχεδίαση σημαίνει και μικρότερη καταπόνηση του σε κύματα και ανάγκη μικρότερης αντοχής στη μέση τομή.

Η δυναμική συμπεριφορά ενός πλοίου σε θαλάσσιους κυματισμούς αναφέρεται στην αγγλική ορολογία με τον όρο seakeeping. Εξετάζει την ικανότητα ενός πλοίου να πλέει με άνεση και χωρίς ιδιαίτερη καταπόνηση στο θαλάσσιο περιβάλλον με κυματισμούς και συνιστάται στην ανάλυση των χαρακτηριστικών κινήσεων και την πρόθεση αντίστασης σε κυματισμούς.

Στη εργασία αυτή εξετάζεται η δυναμική συμπεριφορά ενός προτύπου ταχύπλου σκάφους γάστρας διπλής ακμής της συστηματικής σειράς του Ε.Μ.Π. Η ανάπτυξη έγινε στο Εργαστήριο Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Το Ε.Ν.Θ.Υ. καταβάλλει εδώ και χρόνια προσπάθεια να δημιουργήσει μια βάση δεδομένων της συστηματικής σειράς στην οποία ο μελετητής θα μπορεί να ανατρέξει ώστε να υπολογίσει μέσα από τα αδιάσειστα πειραματικά αποτελέσματα πρόσθετης αντίστασης και δυναμικής συμπεριφοράς τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς ομοίων με τη σειρά σκαφών. Μελετήθηκε το πρότυπο NTUA-113/95 με λόγο $L/B = 4$, συντελεστή εκτοπίσματος $C_{dl} = 4.23$ και μηδενική γωνία διαγωγής, σε ταχύτητες με αριθμό Froude $F_n = 0.34$ και 0.68 .

Στην εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε επτά καταστάσεις θάλασσας. Παρουσιάζονται τα φάσματα κυματισμού-αποκρίσεων για κάθε μια από τις θάλασσες, στις δύο ταχύτητες. Οι αποκρίσεις περιλαμβάνουν την κατακόρυφη επιτάχυνση σε τρεις θέσεις επί του προτύπου (πλώρη, κέντρο βάρους, πρύμνη), την κατακόρυφη κίνηση (Heave) και τον προνευτασμό (Pitch). Οι δυναμικές αποκρίσεις παρουσιάζονται υπό μορφή RMS τιμών, ενώ η πρόσθετη αντίσταση δίνεται σε μέση τιμή.

Στο τέλος, συγκρίνονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη με εκείνα προηγούμενων μελετών επί των μοντέλων 097/94 και 116/96 της συστηματικής σειράς του NTUA τα οποία έχουν ως κύρια χαρακτηριστικά $L/B=5.5$ και $L/B=7$ αντίστοιχα, ίδιο συντελεστή φόρτωσης ($C_{dl} = 4.23$) και μηδενική γωνία διαγωγής. Η παρούσα μελέτη έγινε για αντίστοιχες καταστάσεις θάλασσας και ταχύτητες εκφρασμένες μέσω του αριθμού Froude ώστε να εξαχθούν συγκριτικά συμπεράσματα.

ABSTRACT

In recent days, there are two major concerns in ship improvement. Firstly is the design of a low resistance hull and secondly is the comfort of the passengers. There is a vast competition between coastal shipping companies that affects ship design. Their aim is to achieve high speed in calm water condition and be able to remain the same speed in rough waves without making the journey unpleasant for the passengers.

The ship architect has the obligation at the stage of designing a speed boat to primarily study its dynamic behaviour in different sea states. It's a necessary study both for the benefit of the passengers and the crew as well as for the cargo they carry. The dynamic behaviour of a vessel in sea waves is called seakeeping and it examines the ship's ability to sail with comfort and without stressing the sea environment with ripples. It is consisted of the analysis of the characteristic movements and the resistance on the waves.

This assignment examines the dynamic behaviour of a standard speed vessel hull, double chine from the systematic series of the N.T.U.A. The development took place at the Laboratory of Shipping Marine Hydrodynamics at the National Technical University of Athens. The lab is trying for many years to develop a data base of the systematic series. From this data base the designer can retrieve trustworthy information for the added resistance and the dynamic behaviour and therefore evaluate the behaviour of speed boats of the same kind. The study concerns the standard NTUA-113/95 with ratio $L/B=4$, displacement coefficient $C_{dl} = 4.23$ with zero trim angle and for Froude number of 0.34 and 0.68.

In the assignment I present the measured results from seven different sea states. The different range of ripple - response are presented for each one of the different sea states, in two speeds. The results consist of the vertical acceleration in three positions from the standard (bow, mid, stern), the vertical movement and the pitch. The dynamic responses are presented in the form of RMS values.

Finally, there is a comparison and a discussion of the results drawn in this assignment with previous work on the models 097/94 and 116/96 of the systematic series of NTUA. Their main characteristics are accordingly $L/B = 5.5$ and $L/B = 7$, the same displacement coefficient ($C_{dl} = 4.23$) and zero trim angle. It was studied for equivalent sea states and Froude number.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Θεωρητικό Υπόβαθρο	1
1.1. Είδη Κινήσεων.....	1
1.2. Θεωρία Κυματισμών.....	3
1.2.1. Γενικά.....	3
1.2.2. Αρμονικοί Κυματισμοί.....	3
1.2.3. Τυχαίοι Κυματισμοί.....	4
1.2.3.1. Συνθήκες Δημιουργίας Τυχαίου Κυματισμού.....	4
1.2.3.2. Μοντέλο LONGUET.....	4
1.2.3.3. Φάσματα.....	5
1.2.3.4. Χαρακτηριστικά Μεγέθη Φάσματος.....	7
1.3. Θεωρία Λωρίδων.....	9
1.4. Πρόσθετη Αντίσταση.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Συστηματική Σειρά Ταχύπλοων Σκαφών	13
2.1 Εισαγωγή.....	13
2.2. Γνωστές Συστηματικές Σειρές.....	13
2.2.1 Συστηματικές Σειρές Σκαφών με Στρογγυλό Πυθμένα.....	13
2.2.2 Συστηματικές Σειρές με Απλή Ακμή.....	14
2.2.3. Συστηματικές Σειρές με Διπλή Ακμή.....	14
2.3. Συστηματική Σειρά NTUA.....	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πειραματική διαδικασία	23
3.1. Σκοπός.....	23
3.2. Πειραματική Εγκατάσταση και Εξοπλισμός.....	24
3.2.1. Όργανα Μέτρησης και Βαθμονόμησης.....	25
3.3. Προετοιμασία Προτύπου.....	27
3.3.1 Επίτευξη Επιθυμητού Εκτοπίσματος και Έλεγχος Ισάλου Επιφάνειας.....	27
3.3.2 Εύρεση Επιθυμητής Διαγωγής (trim).....	27
3.3.3. Εύρεση Ακτίνας Αδράνειας και Περιόδων Ιδιοταλάντωσης.....	27
3.3.4 Αποφόρτιση.....	29
3.4. Πειραματικές Καταστάσεις Θάλασσας.....	31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Διεξαγωγή Πειραμάτων	36
4.1. Τρόπος Διεξαγωγής Πειραμάτων.....	36
4.2. Επεξεργασία Αποτελεσμάτων.....	38
4.3. Αποτελέσματα Πειραμάτων σε Τυχαίους Κυματισμούς.....	40
4.3.1. Διαγράμματα Φασμάτων Κυματισμού – Αποκρούσεων.....	40
4.3.1.1. Αποτελέσματα Πειραμάτων για Ταχύτητα με $F_n = 0.34$	41
4.3.1.2. Αποτελέσματα Πειραμάτων για Ταχύτητα με $F_n = 0.68$	61
4.3.2. Σχολιασμός Αποτελεσμάτων για τα Διαγράμματα Φασμάτων Κυματισμού – Αποκρίσεων.....	81
4.4 Διαγράμματα των RMS Τιμών των Αποκρίσεων.....	82
4.4.1. Διαγράμματα των RMS Τιμών με $F_n = 0.34$	83
4.4.2. Διαγράμματα των RMS Τιμών με $F_n = 0.68$	85

4.4.3. Σύγκριση Αποτελεσμάτων των RMS Τιμών των Αποκρίσεων.....	88
4.4.4. Σχολιασμός Αποτελεσμάτων με βάση τις RMS Τιμές για τις Δύο Ταχύτητες	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Σύγκριση Αποτελεσμάτων του Προτύπου 113/95 και L/B=4 με τα Πρότυπα 097/94 με L/B=5.5 και 116/96 με L/B=7 και Κοινό Συντελεστή Εκτοπίσματος Cdl=4.23.....	96
5.1. Εισαγωγή.....	96
5.2. Παρουσίαση Διαγραμμάτων των RMS Τιμών για τα Πρότυπα 113/95 097/94 116/96 με L/B=4, 5.5, 7 αντίστοιχα και Cdl=4.23.....	97
5.2.1. Διαγράμματα των RMS Τιμών με Fn=0.34.....	97
5.2.2. Διαγράμματα των RMS Τιμών με Fn=0.68.....	104
5.3. Σχολιασμός Αποτελεσμάτων με βάση τις RMS Τιμές.....	111
5.3.1. Ταχύτητα με Fn=0.34.....	111
5.3.2. Ταχύτητα με Fn=0.68.....	112
5.4. Σχολιασμός Αποτελεσμάτων με βάση τα RAO.....	113

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Χαρακτηριστικά μοντέλου της συστηματικής σειράς NTUA – 113/95 ...	22
Πίνακας 3.1: Αναγωγή μεγεθών σε κλίμακα πλοίου	23
Πίνακας 3.2: Αποφόρτιση του προτύπου NTUA-113/95 για τους αριθμούς $F_n=0.34$ και 0.68.....	30
Πίνακας 3.3: Καταστάσεις θάλασσας που μετρηθήκαν για τα πειράματα	31
Πίνακας 3.4: Τελικές καταστάσεις θάλασσας που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα .	35
Πίνακας 4.1: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 113/95, $L/B=4$, $C_{dl}=4.23$ $F_n=0.34$	83
Πίνακας 4.2: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 113/95, $L/B=4$, $C_{dl}=4.23$ $F_n=0.68$	85
Πίνακας 5.1: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 097/94, $L/B=5.5$, $C_{dl}=4.23$ $F_n=0.34$	97
Πίνακας 5.2: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 116/95, $L/B=7$, $C_{dl}=4.23$ $F_n=0.34$	97
Πίνακας 5.3: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 097/94, $L/B=5.5$, $C_{dl}=4.23$ $F_n=0.68$	104
Πίνακας 5.4: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 116/95, $L/B=7$, $C_{dl}=4.23$ $F_n=0.68$	104
Πίνακας 5.5: Πίνακας συχνοτήτων για μεγάλες αποκρίσεις σε RAO για τους δύο αριθμούς Froude στο μοντέλου 113/95, $L/B=4$, $C_{dl}=4.23$	113
Πίνακας 5.6: Πίνακας αναμενόμενων μεγίστων αποκρίσεων σε RMS για τους δύο αριθμούς Froude στο μοντέλου 113/95, $L/B=4$, $C_{dl}=4.23$	113

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Βαθμοί ελευθερίας και ονομασία κινήσεων του σκάφους	1
Εικόνα 1.2: Περιγραφή προφίλ τυχαίων κυματισμών με επαλληλία ημιτονικών κυμάτων	4
Εικόνα 1.3: Συνάρτηση φάσματος $S(\omega)$	5
Εικόνα 1.4: Παραγωγή φάσματος $S(\omega)$ τυχαίου κυματισμού μέσω αρμονικών συνιστωσών	6
Εικόνα 1.5: Αναπαράσταση υφάλων τομής γάστρας από κύλινδρο απείρου μήκους	9
Εικόνα 1.6: Αντίσταση σε κυματισμούς	12
Εικόνα 2.1: Συστηματικές Σειρές ταχύπλοων σκαφών	16
Εικόνα 2.2: Συστηματικές Σειρές ταχύπλοων σκαφών	17
Εικόνα 2.3: Χαρακτηριστικά των προτύπων της συστηματικής σειράς του Ε.Μ.Π. – NTUA	20
Εικόνα 2.4: Σχέδιο γραμμών του πατρικού σκάφους με $L/B = 5.5$ της συστηματικής σειράς NTUA	21
Εικόνα 2.5: (α) Body plan σειράς NTUA όπου φαίνονται οι δύο ακμές (chines) (β) Γωνία ανύψωσης πυθμένα (Deadrise Angle) συναρτήσει του λόγου μήκους θέσης γωνίας προς το ολικό μήκος x/L_{OA}	21
Εικόνα 3.1: Πειραματική διάταξη Ε.Ν.Θ.Υ του ΕΜΠ	25

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.1: Αποφόρτιση προτύπου NTUA-113/95 με $C_{dl}=4.23$	29
Διάγραμμα 3.2: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) με $H_s=8$ και $T_p'=2$	32
Διάγραμμα 3.3: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) με $H_s=9$ και $T_p'=2.5$	32
Διάγραμμα 3.4: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) με $H_s=10$ και $T_p'=2$	33
Διάγραμμα 3.5: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) με $H_s=11$ και $T_p'=2$	33
Διάγραμμα 3.6: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) με $H_s=12$ και $T_p'=2$	34
Διάγραμμα 3.7: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) με $H_s=14$ και $T_p'=2$	34
Διάγραμμα 3.8: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) με $H_s=16$ και $T_p'=2$	35
Διάγραμμα 4.1: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.34$	41
Διάγραμμα 4.2: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.34$	41
Διάγραμμα 4.3: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.34$	42
Διάγραμμα 4.4: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.34$	42
Διάγραμμα 4.5: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.34$	43
Διάγραμμα 4.6: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.34$	43
Διάγραμμα 4.7: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.34$	44
Διάγραμμα 4.8: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.34$	44
Διάγραμμα 4.9: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.34$	45
Διάγραμμα 4.10: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.34$	45
Διάγραμμα 4.11: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.34$	46
Διάγραμμα 4.12: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού-Pitch για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.34$	46
Διάγραμμα 4.13: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.34$	47
Διάγραμμα 4.14: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.34$	47
Διάγραμμα 4.15: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.34$	48
Διάγραμμα 4.16: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.34$	48
Διάγραμμα 4.17: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.34$	49
Διάγραμμα 4.18: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.34$	49

Διάγραμμα 4.19: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.34$	50
Διάγραμμα 4.20: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.34$	50
Διάγραμμα 4.21: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.34$	51
Διάγραμμα 4.22: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.34$	51
Διάγραμμα 4.23: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.34$	52
Διάγραμμα 4.24: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.34$	52
Διάγραμμα 4.25: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.34$	53
Διάγραμμα 4.26: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.34$	53
Διάγραμμα 4.27: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.34$	54
Διάγραμμα 4.28: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.34$	54
Διάγραμμα 4.29: Πραγματικά (μετρούμενα) φάσματα κυμάτων σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας (Wave gen tank) για μετρήσεις με $F_n=0.34$	55
Διάγραμμα 4.30: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πλώρης σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.34$	56
Διάγραμμα 4.31: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων μέσης σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.34$	57
Διάγραμμα 4.32: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πρύμνης σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.34$	58
Διάγραμμα 4.33: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων κατακόρυφων κινήσεων – Heave σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.34$	59
Διάγραμμα 4.34: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων προνευτασμού- Pitch σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.34$	60
Διάγραμμα 4.35: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.68$	61
Διάγραμμα 4.35: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.68$	61
Διάγραμμα 4.37: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.68$	62
Διάγραμμα 4.38: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=8$, $T_p'=2$ και $F_n=0.68$	62
Διάγραμμα 4.39: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.68$	63
Διάγραμμα 4.40: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.68$	63
Διάγραμμα 4.41: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.68$	64
Διάγραμμα 4.42: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=9$, $T_p'=2.5$ και $F_n=0.68$	64
Διάγραμμα 4.43: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.68$	65
Διάγραμμα 4.44: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.68$	65
Διάγραμμα 4.45: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave	

για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.68$	66
Διάγραμμα 4.46: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού-Pitch για $H_s=10$, $T_p'=3$ και $F_n=0.68$	66
Διάγραμμα 4.47: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.68$	67
Διάγραμμα 4.48: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.68$	67
Διάγραμμα 4.49: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.68$	68
Διάγραμμα 4.50: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=11$, $T_p'=3.5$ και $F_n=0.68$	68
Διάγραμμα 4.51: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.68$	69
Διάγραμμα 4.52: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.68$	69
Διάγραμμα 4.53: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.68$	70
Διάγραμμα 4.54: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=12$, $T_p'=4$ και $F_n=0.68$	70
Διάγραμμα 4.55: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.68$	71
Διάγραμμα 4.56: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.68$	71
Διάγραμμα 4.57: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.68$	72
Διάγραμμα 4.58: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=14$, $T_p'=4.5$ και $F_n=0.68$	72
Διάγραμμα 4.59: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank) για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.68$	73
Διάγραμμα 4.60: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη) για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.68$	73
Διάγραμμα 4.61: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.68$	74
Διάγραμμα 4.62: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch για $H_s=16$, $T_p'=5$ και $F_n=0.68$	74
Διάγραμμα 4.63: Πραγματικά (μετρούμενα) φάσματα κυμάτων σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας (Wave gen tank) για μετρήσεις με $F_n=0.68$	75
Διάγραμμα 4.64: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πλώρης σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.68$	76
Διάγραμμα 4.65: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων μέσης σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.68$	77
Διάγραμμα 4.66: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πρύμνης σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.68$	78
Διάγραμμα 4.67: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων κατακόρυφων κινήσεων – Heave σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.68$	79
Διάγραμμα 4.68: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων προνευτασμού- Pitch σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας και $F_n=0.68$	80
Διάγραμμα 4.69: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στις τρεις θέσεις (πλώρη, κέντρο βάρους, πρύμνη) επί του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.34$	83
Διάγραμμα 4.70: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνησης –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.34$	84

Διάγραμμα 4.71: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.34$	84
Διάγραμμα 4.72: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm^2) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.34$	85
Διάγραμμα 4.73: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στις τρεις θέσεις (πλήρη, κέντρο βάρους, πρύμνη) επί του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.68$	86
Διάγραμμα 4.74: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνησης –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.68$	86
Διάγραμμα 4.75: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.68$	87
Διάγραμμα 4.76: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm^2) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' και $F_n=0.68$	87
Διάγραμμα 4.77: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πλήρη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για τους δύο αριθμούς Froude	89
Διάγραμμα 4.78: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στο Κέντρο Βάρους του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για τους δύο αριθμούς Froude	90
Διάγραμμα 4.79: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πρύμνη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για τους δύο αριθμούς Froude	91
Διάγραμμα 4.80: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνησης –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για τους δύο αριθμούς Froude	92
Διάγραμμα 4.81: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για τους δύο αριθμούς Froude	93
Διάγραμμα 4.82: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm^2) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για τους δύο αριθμούς Froude	94
Διάγραμμα 5.1: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πλήρη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.34$	98
Διάγραμμα 5.2: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στο Κέντρο Βάρους του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.34$	99
Διάγραμμα 5.3: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πρύμνη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.34$	100
Διάγραμμα 5.4: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνησης –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.34$	101
Διάγραμμα 5.5: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.34$	102
Διάγραμμα 5.6: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm^2) συναρτήσει της	

αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.34$	103
Διάγραμμα 5.7: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πλήρη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.68$	105
Διάγραμμα 5.8: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στο Κέντρο Βάρους του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.68$	106
Διάγραμμα 5.9: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πρύμνη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.68$	107
Διάγραμμα 5.10: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνησης –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.68$	108
Διάγραμμα 5.11: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.68$	109
Διάγραμμα 5.12: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm ²) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p για $L/B=4$, $L/B=5.5$, $L/B=7$ και $F_n=0.68$	110
Διάγραμμα 5.13: RAO επιτάχυνση στην πλώρη ως προς την συχνότητα για αριθμούς $F_n=0.34$ και $F_n=0.68$	114
Διάγραμμα 5.14: RAO Pitch ως προς την συχνότητα για αριθμούς $F_n=0.34$ και $F_n=0.68$	115
Διάγραμμα 5.15: RAO πρόσθετης αντίστασης ως προς την συχνότητα για αριθμούς $F_n=0.34$ και $F_n=0.68$	116

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1.1 Είδη Κινήσεων

Η κίνηση κάθε πλέοντος σκάφους χαρακτηρίζεται συνολικά από 6 βαθμούς ελευθερίας: τρεις **μεταφορικές** κατά μήκος των αξόνων x , y , z και τρεις **περιστροφικές** περί αυτών (Εικόνα 1.1) :

Μεταφορικές

ξ_1 : Διαμήκης οριζόντια ταλάντωση/παρέαση (Surge)

ξ_2 : Εγκάρσια οριζόντια ταλάντωση/έκπτωση (Sway)

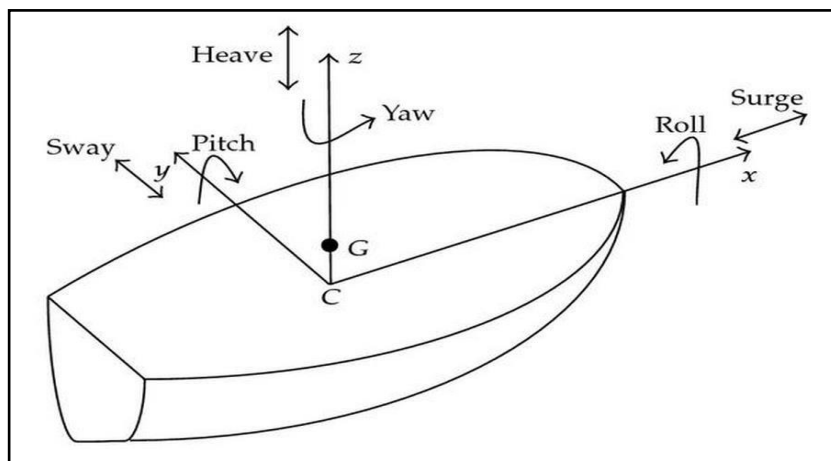
ξ_3 : Κατακόρυφη ταλάντωση (Heave)

Περιστροφικές

ξ_4 : Ταλάντωση περί το διαμήκη άξονα/Διατοιχισμός (Roll)

ξ_5 : Ταλάντωση περί τον εγκάρσιο άξονα/Προνευτασμός (Pitch)

ξ_6 : Ταλάντωση περί τον κατακόρυφο άξονα Παροιάκισμα (Yaw)



Εικόνα 1.1: Βαθμοί ελευθερίας και ονομασία κινήσεων του σκάφους

Κατά την κίνηση ενός σκάφους σε heave, pitch ή roll, μεταβάλλεται ο όγκος και η μορφή των υφάλων, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται υδροστατικές δυνάμεις και ροπές που τείνουν να

επαναφέρουν το πλοίο στην θέση ισορροπίας. Αντίθετα, κατά την κίνηση surge, sway ή yaw μεταβάλλεται η θέση ή κατεύθυνση του πλοίου, ενώ η μορφή των υφάλων παραμένει ανεπηρέαστη, με συνέπεια στις κινήσεις αυτές να μην εμφανίζονται υδροστατικοί όροι επαναφοράς. Οι κινήσεις όπου αναπτύσσονται υδροστατικοί όροι επαναφοράς, χαρακτηρίζονται από την εμφάνιση φαινομένων συντονισμού όταν η συχνότητα διέγερσης πλησιάζει τις ιδιοσυχνότητες του πλοίου.

Οι κινήσεις heave, pitch και surge είναι οι λεγόμενες **συμμετρικές κινήσεις** και είναι **συζευγμένες** μεταξύ τους ενώ οι υπόλοιπες τρεις κινήσεις αποτελούν την δεύτερη ομάδα συζευγμένων κινήσεων. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι αποκρίσεις ενός σκάφους σε surge, heave και pitch βρίσκονται σε αλληλεπίδραση, ενώ δεν επηρεάζουν ούτε επηρεάζονται από τις ταυτόχρονες κινήσεις του σκάφους σε yaw, sway και roll.

Οι κινήσεις που κατά κύριο λόγο εξετάζονται κατά την πλεύση σε μετωπικούς κυματισμούς για την αξιολόγηση της δυναμικής συμπεριφοράς ενός σκάφους είναι η **κατακόρυφη ταλάντωση (heave)** και η **ταλάντωση περί τον εγκάρσιο άξονα - προνευτασμός (pitch)**. Αυτό επιλέγεται γιατί οι υψηλές τιμές αυτών των κινήσεων επιδρούν σημαντικά στις κατακόρυφες επιταχύνσεις κατά μήκος του πλοίου αλλά και προκαλούν προβλήματα όπως μετακινήσεις φορτίου, ανάδυση έλικας, κακή πηδαλιουχία, έλλειψη ευστάθειας, διαβροχή καταστρώματος κ.α., επηρεάζοντας έτσι την άνεση του πληρώματος και των επιβατών.

1.2 Θεωρία Κυματισμών

1.2.1 Γενικά

Οι κυματισμοί της θάλασσας, που είναι υπεύθυνοι για τη διέγερση της δυναμικής συμπεριφοράς των πλοίων, δημιουργούνται από τον άνεμο. Το μέγεθος των κυματισμών, η διεύθυνση μετάδοσής τους καθώς και η συνάρτηση πυκνότητας φάσματος (spectral density function or power spectrum) εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

- την ταχύτητα του διεγείροντος ανέμου (wind speed)
- τη διάρκεια πνοής του διεγείροντος ανέμου (wind duration)
- την ελεύθερη έκταση της επιφάνειας της θάλασσας πάνω στην οποία μπορούν να αναπτυχθούν κυματισμοί (wave fetch)

Ο μηχανισμός δημιουργίας θαλάσσιων κυμάτων είναι εξαιρετικά πολύπλοκος. Υπάρχει άπειρη ποικιλία ως προς το είδος των κυματισμών, ενώ κάθε προσπάθεια καταγραφής τους αποκαλύπτει ακανόνιστη αλληλουχία κορυφών και κοιλάδων σε διάφορες διευθύνσεις με τυχαία εξέλιξη στο πεδίο του χρόνου. Συνεπώς, η ακριβής περιγραφή ενεργειακού φάσματος δεδομένης θαλάσσιας περιοχής είναι εξαιρετικά δύσκολη.

Για το λόγο αυτό, ο μόνος τρόπος μιας ολοκληρωμένης στατιστικής ανάλυσης των κυματικών διεγέρσεων είναι τα πιθανοθεωρητικά μοντέλα στοχαστικών διαδικασιών. Έτσι είμαστε σε θέση να περιγράψουμε και να αναλύσουμε με ακρίβεια μια δεδομένη κατάσταση θάλασσας.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στα δύο κύρια είδη κυματισμών.

1.2.2 Αρμονικοί Κυματισμοί-Regular Waves

Η μορφή τους είναι απλή ημιτονοειδής ή συνημιτοειδής.

Ένας αρμονικός κυματισμός μπορεί να περιγραφεί από:

- T : την περίοδο
- f : την συχνότητα
- λ : το μήκος κύματος
- H : το ύψος κύματος

Με τη βοήθεια της εξίσωσης διασποράς βρίσκουμε ότι η συχνότητα δίνεται από τη σχέση:

$$f = \sqrt{\frac{g}{2\pi\lambda}} \text{ (Hz)}$$

ενώ μεταξύ περιόδου – συχνότητας ισχύει η γνωστή σχέση:

$$T = \frac{1}{f} \text{ (sec)}$$

Οι αρμονικοί κυματισμοί δε θα μας απασχολήσουν στα πειράματά μας.

1.2.3 Τυχαίοι Κυματισμοί– Random Waves

1.2.3.1 Συνθήκες Δημιουργίας Τυχαίου Κυματισμού

Ο άνεμος κατά το χρονικό διάστημα που φυσάει πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας μεταφέρει στο νερό ένα μέρος από την ενέργειά του. Η μεταφορά της ενέργειας αυτής γίνεται μέσω συνεκτικών δυνάμεων και δυνάμεων κάθετης πίεσης στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο ρευστών και έχει σαν συνέπεια την δημιουργία επιφανειακών κυματισμών στο νερό.

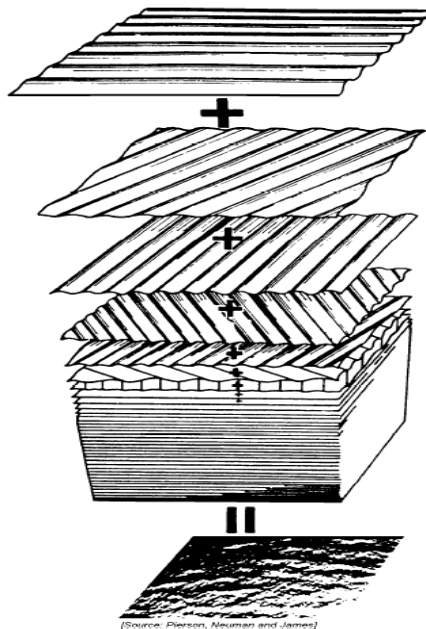
1.2.3.2 Μοντέλο Longuet-Higgins

Σε αντίθεση με την εύκολη περιγραφή ενός απλού κύματος βαρύτητας, η μορφή της επιφάνειας των κυμάτων ανέμου δεν παρουσιάζει καμία κανονικότητα, αλλά μεταβάλλεται συνεχώς τοπικά και χρονικά, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατο να περιγράψουμε με τις συνηθισμένες αναλυτικές και προσδιοριστικές μεθόδους τα κύματα ανέμου.

Για την μελέτη λοιπόν τυχαίων κυματισμών χρησιμοποιούνται στοχαστικές μέθοδοι. Η κίνηση της θαλάσσιας επιφάνειας απεικονίζεται με τη βοήθεια του μοντέλου των **Longuet – Higgins**. Σύμφωνα με αυτό, το σύνθετο κυματικό προφίλ (Εικόνα 1.2) προκύπτει από την επαλληλία ημιτονικών κυμάτων πλήθους i της μορφής που δίνεται από την σχέση:

$$A(t) = A_i \cos(\omega_i t + \Phi_i)$$

Η κεντρική ιδέα αυτού του μοντέλου είναι ότι η κίνηση της επιφάνειας της θάλασσας μπορεί να θεωρηθεί ότι παράγεται από την υπέρθεση άπειρων απλών μικρών κυμάτων βαρύτητας το καθένα από τα οποία έχει σταθερό πλάτος ταλάντωσης, μια σταθερή συχνότητα και ένα σταθερό κυματικό αριθμό αλλά διαφορετική γωνία φάσης (Εικόνα 1.2).



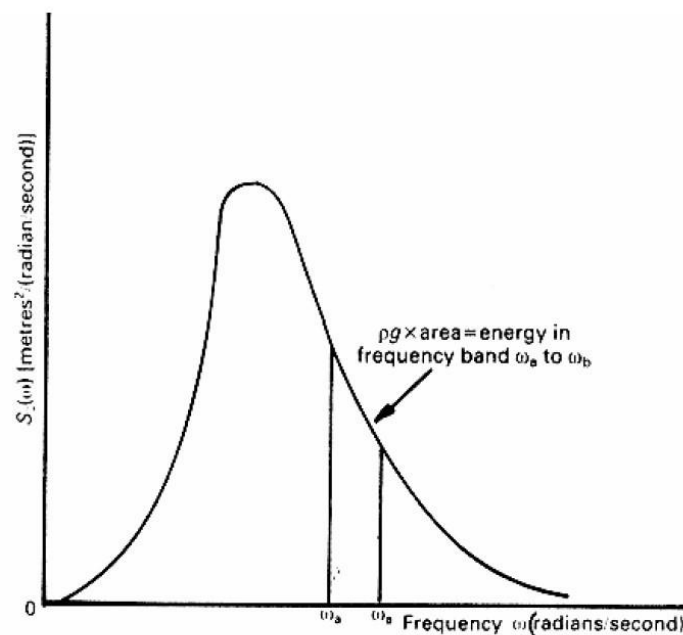
Εικόνα 1.2: Περιγραφή προφίλ τυχαίων κυματισμών με επαλληλία ημιτονικών κυμάτων

1.2.3.3 Φάσματα

Η πιθανοθεωρητική δομή του κυματικού πεδίου περιγράφεται πλήρως μέσω του κατευθυντικού φάσματος $S(\omega, \theta)$, (όπου, ω : κυκλική συχνότητα, και θ : κατεύθυνση μετάδοσης). Μέσω του φάσματος αυτού μπορούν να εκφραστούν τα στοχαστικά μεγέθη του κυματισμού.

Τα φασματικά μεγέθη που αντιστοιχούν στα στατιστικά μεγέθη χρόνου εκφράζονται με τη βοήθεια του σημειακού φάσματος κυκλικής συχνότητας $S(\omega)$ ή $S(f)$ (Εικόνα 1.3), και την σχέση:

$$S(\omega) = \int_{-\pi}^{\pi} S(\omega, \theta) d\theta$$



Εικόνα 1.3: Συνάρτηση φάσματος $S(\omega)$

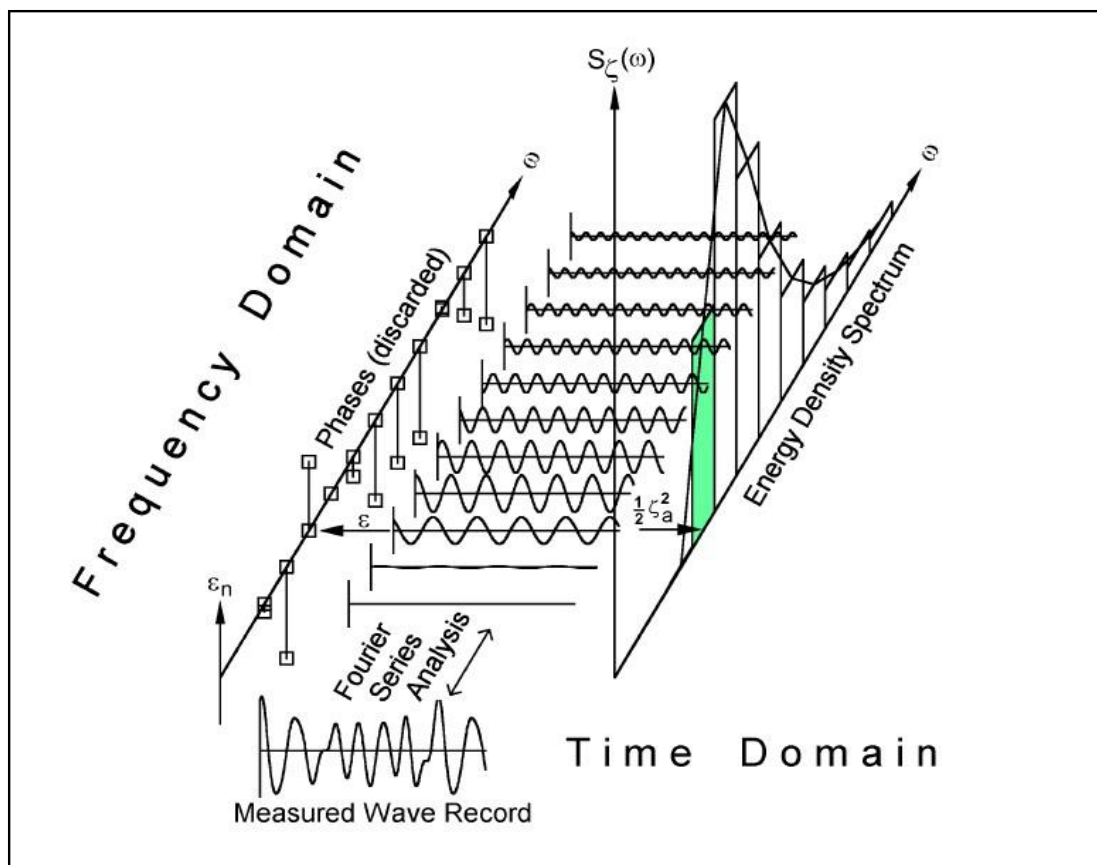
Η καμπύλη της συνάρτησης συχνότητας φάσματος ανεβαίνει απότομα από τις μικρές τιμές της κυκλικής συχνότητας μέχρι ένα μέγιστο, που λέγεται κορυφή του φάσματος (spectral peak). Η συχνότητα που αντιστοιχεί στην κορυφή του φάσματος λέγεται κυκλική συχνότητα κορυφής (spectral peak frequency). Μετά την κορυφή, η καμπύλη πέφτει ομαλά και καταλήγει στην ουρά του φάσματος που έχει τις μικρές τιμές $S(\omega)$ για μεγάλες τιμές της συχνότητας. Αποτελεί χαρακτηριστική ιδιότητα των θαλάσσιων κυμάτων ανέμου, ότι τα φάσματά τους στην αδιάστατη μορφή ταυτίζονται. Οπότε, αν γνωρίζουμε τα μεγέθη ω_p και $S(\omega)$ και την αδιάστατη μορφή της καμπύλης φασματικής πυκνότητας, ξέρουμε και το φάσμα κάθε κατάστασης θάλασσας (sea state).

Η συνάρτηση $S(\omega)$ εξαρτάται από την χρονική διάρκεια πνοής του ανέμου για την οποία διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

- **Πλήρως ανεπτυγμένες θάλασσες:** Όταν ο άνεμος έχει πνεύσει σταθερός και ανεμπόδιστος για μακρύ χρονικό διάστημα και θεωρούμε ότι έχουμε φτάσει σε μία κατάσταση ισορροπίας.

- **Αναπτυσσόμενες θάλασσες:** Όταν ο άνεμος έχει πνεύσει για σχετικά μικρό διάστημα και δεν έχει έρθει ακόμα κατάσταση ισορροπίας.
- **Αποσβενόμενες θάλασσες:** Όταν έχει παύσει ή έχει περιοριστεί η ταχύτητα του ανέμου οπότε η ενέργεια των κυμάτων καταστρέφεται βαθμιαία λόγω των συνεκτικών δυνάμεων.

Στην Εικόνα 1.4 παριστάνεται γραφικά ο τρόπος με τον οποίον το φάσμα $S(\omega)$ περιγράφει την κατανομή ενέργειας στις επιμέρους αρμονικές. Το σύνθετο κυματικό περιβάλλον που προκύπτει αναλύεται μέσω μετασχηματισμού Fourier.



Εικόνα 1.4: Παραγωγή φάσματος $S(\omega)$ τυχαίου κυματισμού μέσω αρμονικών συνιστωσών

Τα πειράματα που διεξήχθησαν στη δεξαμενή αφορούσαν τυχαίους κυματισμούς σε πλήρως ανεπτυγμένες θάλασσες. Για την περιγραφή των τυχαίων κυματισμών έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα, όπως το Pierson-Moskowitz, το Bretschneider, το Johnswar κ.α..

Συγκεκριμένα εξετάστηκαν τυχαίοι μετωπικοί κυματισμοί που περιγράφονται από το φάσμα Bretschneider. Το φάσμα αυτό περιγράφει ανοιχτές θάλασσες οποιουδήποτε βαθμού ανάπτυξης και ονομάζεται διπαραμετρικό διότι ορίζεται με τη βοήθεια δυο παραμέτρων:

- Συχνότητας κορυφής ω_p
- Σημαντικού ύψους κύματος $H_{1/3}$

και εκφράζεται μέσο της σχέσης:

$$S(\omega) = \left\{ \frac{5}{16} \cdot \left(\frac{\omega_p}{\omega}\right)^5 \cdot \frac{\left(H_{1/3}\right)^2}{\omega_p} \cdot \exp \left[-\frac{5}{4} \cdot \left(\frac{\omega_p}{\omega}\right)^4 \right] \right\}$$

1.2.3.4 Χαρακτηριστικά Μεγέθη Φάσματος

- Το σημαντικό ύψος κύματος $H_{1/3} = H_s$

Το σημαντικό ύψος κύματος ορίζεται ως εξής:

Υποθέτουμε ότι σε μια χρονική καταγραφή θαλασσίου περιβάλλοντος προκύπτουν N φαινόμενα ύψη κύματος. Αν τα διατάξουμε κατά σειρά από το μικρότερο στο μεγαλύτερο και πάρουμε τη μέση τιμή του $1/3$ των υψηλότερων, προκύπτει το σημαντικό ύψος κύματος.

$$H_{1/3} = H_s = 4\sqrt{m_0}$$

- Μέσο ύψος κύματος

$$\bar{H} = 2,5\sqrt{m_0}$$

- Μέση περίοδος μηδενικής υπέρβασης

$$T_{02} = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{m_2}}$$

- Μέση περίοδος κορυφών

$$T_{24} = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{m_4}}$$

Οι ποσότητες m_0 , m_2 , m_4 ονομάζονται φασματικές ροπές και προκύπτουν από την σχέση:

$$m_n = \int_0^{\infty} \omega^n S(\omega) d\omega$$

Για $n=0$ έχουμε τη μηδενική ροπή m_0 , δηλαδή το εμβαδόν κάτω από την $S(\omega)$ είναι η διακύμανση σ^2 των κυματιστών:

$$m_0 = \int_0^{\infty} S(\omega) d\omega = \sigma^2$$

όπου σ_χ είναι η τυπική απόκλιση ή αλλιώς η ρίζα της μέσης τετραγωνικής τιμής του φάσματος (*root mean square - rms*). Συνεπώς η μέση τετραγωνική τιμή (rms^2) ισούται με το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη της φασματικής συνάρτησης.

$$\sigma_\chi = rms = \sqrt{m_0}$$

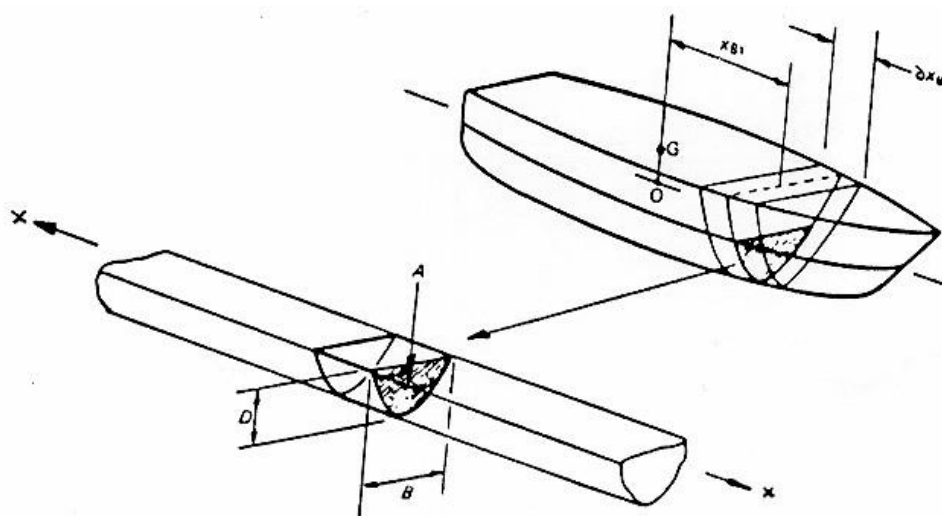
Η συχνότητα που αντιστοιχεί στην υψηλότερη φασματική τιμή (συχνότητα κορυφής f_p ή ω_p), είναι η συχνότητα όπου η διέγερση – απόκριση αποδίδει – απορροφά την περισσότερη ενέργεια.

1.3 Θεωρία Λωρίδων

Η θεωρία λωρίδων (strip theory) αναπτύχθηκε από τον Korvin – Kroukovsky ύστερα από πολλές μελέτες και αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες αναλυτικές μεθόδους αποκρίσεων σε κυματισμούς. Η θεωρία λωρίδων αναπαριστά την τρισδιάστατη βρεχόμενη επιφάνεια της γάστρας ως σειρά διδιάστατων εγκάρσιων τομών ή λωρίδων μικρού μήκους δx_{Bi} (Εικόνα 1.5).

Σύμφωνα με αυτήν οι συνολικές αναπτυσσόμενες υδροδυναμικές δυνάμεις που ασκούνται πάνω στο πλοίο παράγονται αν, αφού χωρίσει κανείς το πλοίο σε λωρίδες, ολοκληρώσει κατά μήκος του πλοίου τις συνολικές υδροδυναμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται σε κάθε λωρίδα (νομέα) του πλοίου, παραλείποντας όμως τις αλληλεπιδράσεις της ροής μεταξύ των διαφόρων λωρίδων. Δηλαδή γίνεται ολοκλήρωση κατά μήκος του πλοίου των διαφόρων υδροδυναμικών μεγεθών που προκύπτουν από τη λύση διδιάστατων προβλημάτων.

Τα αποτελέσματα που παίρνει κανείς εφαρμόζοντας τη θεωρία λωρίδων είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα όσο μικρότερος είναι ο λόγος της εγκάρσιας προς την επιμήκη διάσταση του πλοίου, δηλαδή οι λόγοι B/L και T/L , και όσο πιο μικροί είναι οι ρυθμοί μεταβολής των υδροδυναμικών μεγεθών κατά μήκος του πλοίου.



Εικόνα 1.5: Αναπαράσταση υφάλων τομής γάστρας από κύλινδρο απείρου μήκους

Η θεωρία λωρίδων βασίζεται στις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Το σκάφος είναι λεπτόγραμμο (slender) με μεγάλη ακαμψία (rigid body)
- Η ταχύτητα είναι σχετικά μικρή και δεν υπάρχει σημαντική άνωση ολίσθησης
- Οι κινήσεις του πλοίου είναι μικρές
- Οι τομές του πλοίου καταλήγουν σε κατακόρυφες πλευρές
- Οι κυματισμοί θεωρούνται ότι διαδίδονται σε βαθύ νερό
- Η παρουσία της γάστρας δεν επηρεάζει τους κυματισμούς (υπόθεση Froude – Kriloff)

Ο τρόπος εφαρμογής της θεωρίας λωρίδων διακρίνεται σε τρία βασικά στάδια:

- Πρώτα, γίνεται διαίρεση του πλοίου σε 20 έως 40 λωρίδες - εγκάρσιους νομείς αναλόγως με το μήκος του πλοίου, έτσι ώστε αυτές να έχουν μικρό μήκος και αμέσως μετά υπολογισμός των υδροδυναμικών συντελεστών για την κάθε μία ξεχωριστά.
- Ύστερα, γίνεται ολοκλήρωση των υδροδυναμικών συντελεστών που υπολογίστηκαν προηγουμένως κατά μήκος του πλοίου οπότε προκύπτουν οι συντελεστές για τις κάθετες κινήσεις του πλοίου.
- Τέλος, γίνεται επίλυση των εξισώσεων που έχουν καταστρωθεί για την θεωρία των λωρίδων, οι βασικότερες από τις οποίες ακολουθούν.

Η θεωρία των λωρίδων αποτελεί τη βάση των περισσότερων μεταγενέστερων μεθόδων για τον υπολογισμό της υδροδυναμικής συμπεριφοράς των συμβατικών πλοίων σε κυματισμούς και δίνει για αυτά ικανοποιητικά αποτελέσματα. Στην περίπτωση όμως των ταχύπλοων σκαφών πριν γίνει εφαρμογή αυτής θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εξής:

- Η μορφή των νομέων σε μικρά ταχύπλοα μεταβάλλεται γρήγορα ενώ η θεωρία λωρίδων υποθέτει ότι κάθε τμήμα του σκάφους συμπεριφέρεται ως τμήμα ενός πρίσματος απείρου μήκους.
- Οι επιδράσεις του καθρέφτη της πρύμνης προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις στα αποτελέσματα.
- Οι μορφές Lewis αναπαριστούν ικανοποιητικά τους νομείς με στρογγυλό πυθμένα αλλά όχι νομείς με ακμές.
- Η αρχή της γραμμικής υπέρθεσης εφαρμόζεται με δυσκολία για τα σκάφη αυτά. Η έξοδος της πλώρας των ταχύπλοων από το νερό κατά την πλεύση σε κυματισμούς (ως τυχαίο συμβάν) καθιστά επισφαλή την υπόθεση γραμμικής υπέρθεσης.
- Στα ταχύπλοα η δυναμική άνωση παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στις ταχύτητες αλλά στη θεωρία λωρίδων δεν λαμβάνεται υπ' όψη.

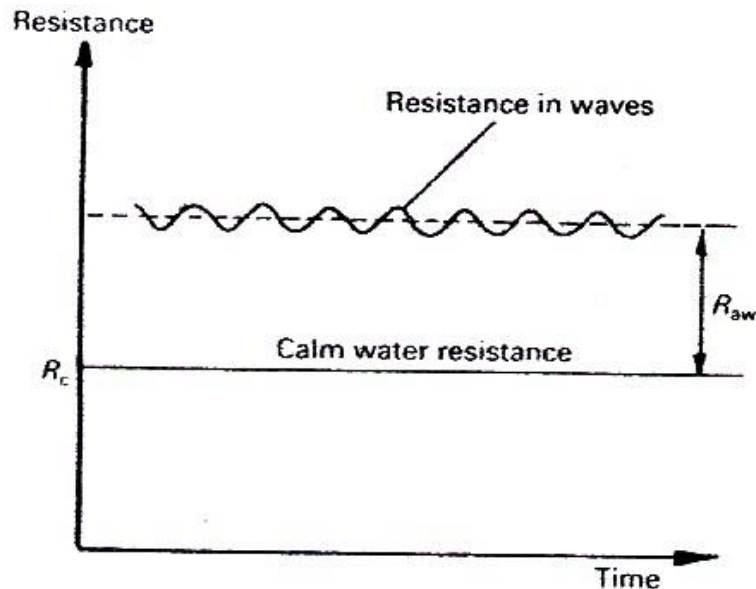
Επομένως, η θεωρία λωρίδων μπορεί να εφαρμοστεί με ικανοποιητική ακρίβεια για τα πλοία εκτοπίσματος καθώς και για τα σκάφη ημεκτοπίσματος στα οποία μπορούν να εφαρμοστούν χωρίς μεγάλο σφάλμα οι παραδοχές της θεωρίας των λωρίδων. Όσον αφορά τις ολισθάκατους έχει αποδειχθεί ότι για ταχύτητες πριν την ολίσθηση ($F_n < 0.5$) τα αποτελέσματα που δίνει η θεωρία των λωρίδων είναι ικανοποιητικά ενώ για τις πιο υψηλές ταχύτητες στις οποίες υπάρχει ολίσθηση οι αριθμητικές προβλέψεις της μεθόδου είναι υπερβολικά συντηρητικές (φθάνουν και ως διπλάσιες των πειραματικών) άρα ουσιαστικά δεν ισχύουν.

Για αυτούς τους λόγους ήταν και απαραίτητη η πρόβλεψη της υδροδυναμικής συμπεριφοράς του σκάφους της συστηματικής σειράς του Ε.Μ.Π. μέσω πειραμάτων και μέσω ορισμένων

αναλυτικών τρισδιάστατων μεθόδων, διότι το σκάφος μας έπλεε σε πολύ υψηλές ταχύτητες όπου σίγουρα η δυναμική άνοση δεν ήταν αμελητέα, έχει δύο ακμές και καθρέφτη στην πρύμνη.

1.4 Πρόσθετη Αντίσταση

Η ολική αντίσταση του σκάφους κατά την πλεύση σε κυματισμούς (Εικόνα 1.6) αποτελείται από δύο συνιστώσες: την αντίσταση σε ήρεμο νερό (calm water resistance) και την πρόσθετη αντίσταση σε κυματισμούς (added wave resistance).



Εικόνα 1.6: Αντίσταση σε κυματισμούς

Στην περίπτωση ταχύπλων σκαφών η πρόσθετη αντίσταση έχει την τάση να μειώνεται στις μεγάλες ταχύτητες και σε μικρά μήκη κύματος, που το σκάφος ολισθαίνει οπότε κυριαρχούν οι ανωστικές δυνάμεις με αποτέλεσμα αυτό να βρίσκεται κατά πολύ εκτός από το νερό. Συνεπώς η βρεχόμενη επιφάνεια που συναντά κυματισμούς μειώνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται παράλληλα και η αντίσταση λόγω συνεκτικότητας και πιέσεων.

Οπότε, η μετρούμενη πρόσθετη αντίσταση σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει από την σχέση:

$$R_{aw} = R_w - R_{sw}$$

όπου,

- R_w : η αντίσταση σε κυματισμούς
- R_{sw} : η αντίσταση σε ήρεμο νερό
- R_{aw} : η πρόσθετη αντίσταση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΣΕΙΡΑ ΤΑΧΥΠΛΩΩΝ ΣΚΑΦΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Συστηματική σειρά καλείται μία συγκεκριμένη οικογένεια γαστρών με ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά. Στις σειρές αυτές έχουν γίνει όλα τα απαραίτητα πειράματα για τη συμπεριφορά των μοντέλων, κατ' αρχάς σε αντίσταση και ύστερα σε διάφορα είδη κυματισμών.

Στόχος της δημιουργίας αυτών των συστηματικών σειρών είναι να υπάρχει μία συγκριτική βάση για την υδροδυναμική συμπεριφορά των ταχυπλόων, έτσι ώστε σκάφη με ίδια ή παρόμοια γάστρα να μπορούν να μελετηθούν ως προς το seakeeping τους βασιζόμενα στα αποτελέσματα αυτών των συστηματικών σειρών χωρίς να χρειάζεται εκ νέου πειραματική διερεύνηση.

2.2 Γνωστές Συστηματικές Σειρές

Οι συστηματικές σειρές ταχυπλόων που έχουν αναπτυχθεί έως σήμερα αφορούν σε ταχύπλους γάστρες μορφής V και χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Γάστρες στρογγυλού πυθμένα (rounded bilge)
- Γάστρες απλής ακμής (single chine)
- Γάστρες διπλής ακμής (double chine)

2.2.1 Συστηματικές Σειρές Σκαφών με Στρογγυλό Πυθμένα

- **Η συστηματική σειρά NPL:**

Τα πειράματα με πρότυπα ταχυπλόων με στρογγυλό πυθμένα ξεκίνησαν στο NPL (National Physical Laboratory), στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Τα αποτελέσματα της σειράς αυτής παρουσιάστηκαν πρώτη φορά από τους Marwood και Bailey το 1969 και διαμορφώθηκαν οριστικά από τον Bailey το 1976 σε έκδοση της R.I.N.A. Τα σκάφη της σειράς αυτής προέκυψαν από ένα βασικό σκάφος διατηρώντας ίδιους τους αδιάστατους συντελεστές μορφής και μεταβάλλοντας ομοιόμορφα τις κύριες διαστάσεις. Οι γάστρες της σειράς χαρακτηρίζονται από ευθείες ισάλους στην είσοδο, στρογγυλούς νομείς στην πρύμνη και ευθείες διαμήκεις τομές που τελειώνουν απότομα στην πρύμνη καθρέπτη. Ακόμη, η διαμήκης θέση του κέντρου άνωσης βρίσκεται στο 6.4% του μήκους πρύμνηθεν του μέσου νομέα.

➤ **Η συστηματική σειρά 63:**

Η σειρά αυτή βασίστηκε σε πειράματα πέντε πρότυπων γαστρών με στρογγυλό πυθμένα που έγιναν στο Davidson Laboratory του Stevens Institute of Technology και παρουσιάστηκαν το 1963 από τον Beys. Το πατρικό πρότυπο της σειράς αυτής είχε λόγο $L/B = 4$ ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα προέκυψαν απ' αυτό με μεταβολή της ισαπόστασης νομέων και των διαμήκων τομών, έτσι ώστε ο λόγος L/B να πάρει τις τιμές 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0. Σημειωτέον ότι τα πρότυπα δοκιμάστηκαν σε ίδιες τιμές του λόγου $\frac{L}{\nabla^{1/3}}$.

➤ **Η συστηματική σειρά SSPA:**

Αναπτύχθηκε από τον σουηδικό οργανισμό SSPA, κυρίως για ταχεία μικρά πολεμικά σκάφη και τα αποτελέσματα αυτής παρουσιάστηκαν από τους Lindgren και Williams το 1968. Η σειρά αποτελείται από εννέα πρότυπα τα οποία έχουν σταθερά τα C_B , C_x , LCB και LCF . Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων διερευνήθηκε η επίδραση των λόγων $\frac{L}{\nabla^{1/3}}$ και $\frac{B}{T}$ στην αντίσταση, για ταχύτητες μέχρι και $F_n=1,3$. Επίσης, διερευνήθηκε η επίδραση των αντιδιαβροχικών λωρίδων στην αντίσταση και η υδροδυναμική συμπεριφορά των προτύπων σε ημιτονικούς κυματισμούς.

2.2.2 Συστηματικές Σειρές Σκαφών με Απλή Ακμή

➤ **Η συστηματική σειρά 62:**

Η σειρά αυτή παρουσιάστηκε από τους E.P.Clement και D.L.Blount το 1963 και αναφέρεται σε ταχύπλοα σκάφη με ακμή (hard chine). Αποτελείται από πέντε πρότυπα με λόγους μήκος προς πλάτος $\left(\frac{L_P}{B_{PX}}\right)$ 2.00, 3.06, 4.09, 5.50, 7.00.

Για καθένα από τα πέντε πρότυπα έγιναν δοκιμές σε τέσσερις καταστάσεις φόρτωσης με λόγους $\frac{A_P}{\nabla^{2/3}} = 4.0, 5.5, 7.0, 8.5$ και σε τέσσερις διαμήκεις θέσεις κέντρου βάρους $LCG = 0\%, 4\%, 8\%, 12\%$ του μήκους ακμής LP πρύμνηθεν του κέντρου βάρους της επιφανείας ισάλου A_P . Άλλα χαρακτηριστικά των προτύπων της σειράς 62 είναι:

- σταθερή γωνία κίνησης πυθμένα (deadrise) από το μέσο του πλοίου και προς τη πρύμνη, ίση με $\beta=12.5^\circ$
- πλάτος ακμής στην πρύμνη ίσο με 65% του μεγίστου πλάτους ακμής
- κυρτές γραμμές προραίων νομέων

➤ **Η σειρά Keuning–Gerritsma:**

Η σειρά αυτή αποτελεί βελτιωμένη έκδοση της σειράς 62 με αύξηση της γωνίας κίνησης πυθμένα από 12.5° σε 25° . Στη σειρά αυτή είναι βασισμένο το πρότυπο Deer–V που είχε αποτελέσει αντικείμενο σχεδίασης και μελέτης του Εργαστηρίου Υδροδυναμικής του Ε.Μ.Π.

2.2.3 Συστηματικές Σειρές Σκαφών με Διπλή Ακμή

➤ **Σχεδίαση ολισθακάτου κατά Savitsky:**

Οι Savitsky, Roper και Benen χρησιμοποίησαν τα αποτελέσματα μελετών του Savitsky για να σχεδιάσουν ολισθάκατο με δύο ακμές και κίνηση πυθμένα με βελτιωμένη συμπεριφορά σε κυματισμούς. Αυτή η μορφή γάστρας είχε πλατύ καθρέπτη, με στρεβλή (warped) επιφάνεια ολίσθησης, διπλή ακμή και πολύ λεπτόγραμμη πλώρη με μεγάλη γωνία κίνησης πυθμένα και εξοχή πλευρών. Η σχεδιαστική διαδικασία βασίστηκε κυρίως στο συνδυασμό των μεθόδων πρόβλεψης συμπεριφοράς σε ήρεμο νερό σύμφωνα με τους Savitsky (1964) και Hadler (1966) και των αντίστοιχων μεθόδων για κυματισμούς κατά Fridsma (1971). Αν και οι εργασίες αυτές αναφέρονταν σε πρισματικές γάστρες, δηλαδή σε γάστρες με σταθερό πλάτος, σταθερή γωνία κίνησης πυθμένα β και με παράλληλες στην τρόπιδα διαμήκεις τομές, εντούτοις εφαρμόστηκαν επιτυχώς και σε πραγματικές γάστρες με κατάλληλη επιλογή ενεργών τιμών πλάτους και γωνίας β.

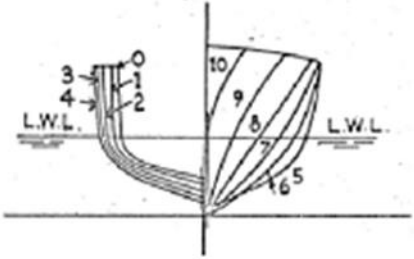
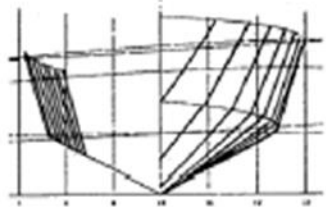
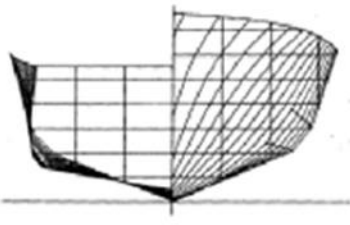
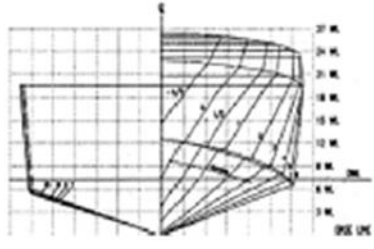
Κατά τη σχεδίαση δόθηκε προσοχή στη συσχέτιση των κύριων διαστάσεων με τα εξής υδροδυναμικά χαρακτηριστικά:

- υδροδυναμικά κρουστικά φορτία σε κυματισμούς
- υδροστατικό εκτόπισμα
- ολίσθηση σε μεγάλες ταχύτητες
- ολίσθηση σε μικρές ταχύτητες
- μετακεντρική ευστάθεια

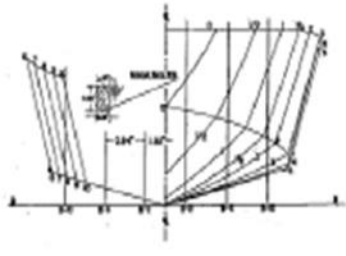
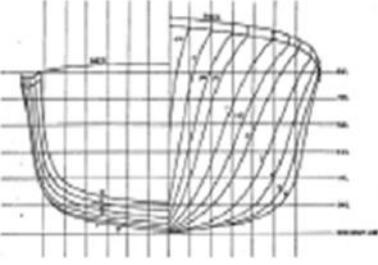
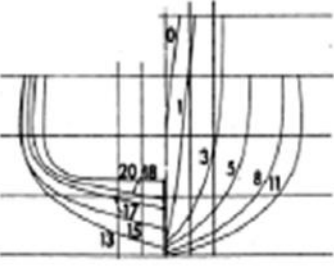
Έγινε μελέτη για γωνία κίνησης πυθμένα $\beta = 10^\circ, 20^\circ$ και 30° από τις οποίες οι γωνίες 10° και 30° απορρίφθηκαν γιατί δεν έδιναν τόσο καλά αποτελέσματα όσο η γάστρα με γωνία κίνησης πυθμένα $\beta=20^\circ$, η οποία και επιλέχθηκε τελικά.

➤ **Η συστηματική σειρά NTUA:**

Η συστηματική σειρά ταχυπλόων γαστρών με διπλή ακμή (double chine), πλατύ καθρέπτη και στρεβλή επιφάνεια ολίσθησης αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η σειρά αυτή περιλαμβάνει πρότυπα με δύο ακμές δοκιμασμένα σε αντίσταση και σε κυματισμούς και βασισμένα στη σχεδίαση του Savitsky που προαναφέρθηκε, καθώς και στη σειρά 62. Είναι κατάλληλη για την προκαταρκτική μελέτη και σχεδίαση μονόγαστρων σκαφών που λειτουργούν τόσο σαν εμπορικά (επιβατηγά, ΕΓ/ΟΓ, κρουαζιερόπλοια και πλοία αναψυχής) όσο και σαν πολεμικά, που λειτουργούν σε μεγάλες ταχύτητες. Η σειρά αυτή παρουσιάζεται αναλυτικά στην επόμενη ενότητα.

	<p>NPL SERIES 22 Models Published 1969 & 1976 D. Bailey, et al Maximum Speed $F_{sl} = 1.20$ <u>Fixed Parameters</u> $C_{H1} = 0.40$, $C_p = 0.69$, $C_x = 0.57$, $LCB/L = 0.44$ fwd AP, $L_{H1}/L = 0.60$ <u>Variable Parameters</u> F_{sl}, L/B, B/T, $L/\nabla^{1/3}$, i_s</p>
	<p>DELFT SERIES (RELATED TO DTMB SERIES 62) 5 Models Published 1982 J. Keuning & J. Gerritsma Maximum Speed $F_{sl} = 1.65$ <u>Fixed Parameters</u> $\beta_T = 25.0^\circ$ <u>Variable Parameters</u> F_{sl}, $L/\nabla^{1/3}$, L/B, LCG, LCB/L</p>
	<p>NTUA SERIES 5 Models Published 1999 & 2001 G. Grigoropoulos, et al Maximum Speed $F_{sl} = 1.10$ <u>Fixed Parameters</u> $\beta_T = 10^\circ$ <u>Variable Parameters</u> F_{sl}, $L/\nabla^{1/3}$, B/T, L/B, LCB/L</p>
	<p>USCG SERIES 4 Models Published 2006 D. Kowalyszyn & B. Metcalf Maximum Speed $F_{sl} = 2.54$ <u>Fixed Parameters</u> $C_{H1} = 0.43$, $LCB/L = 0.38$, $\beta_T = 16.6^\circ$, $C_p = 0.70$, $LCF/L = 0.40$, $i_s = 19.5^\circ$** <u>Variable Parameters</u> F_{sl}, $L/\nabla^{1/3}$, B/T, L/B, C_p * for one model $\beta_T = 20^\circ$ ** for one model $i_s = 21^\circ$</p>

Εικόνα 2.1: Συστηματικές Σειρές ταχύπλοων σκαφών

	<p><i>DTMB SERIES 62</i> 5 Models Published 1963 E. Clement & D. Blount Maximum Speed $F_{st} = 3.00$ <u>Fixed Parameters</u> $\beta_T = 12.5^\circ$ <u>Variable Parameters</u> $F_{st}, L/\nabla^{1/3}, L/B, LCG, LCB/L$</p>
	<p><i>DTMB SERIES 63</i> 5 Models Published 1963 P. Beys Maximum Speed $F_{st} = 0.88$ <u>Fixed Parameters</u> L, static trim <u>Variable Parameters</u> $F_{st}, L/\nabla^{1/3}, L/B, LCG, C_b, C_p, C_x$</p>
	<p><i>DTMB SERIES 64</i> 27 Models Published 1965 H.Y.H. Yeh Maximum Speed $F_{st} = 1.50$ <u>Fixed Parameters</u> L, $L_0/L = 0.60, LCF/L = 0.40$ fwd AP, $LCB/L = 0.43$ fwd AP, $C_p = 0.63, C_w = 0.52, C_w = 0.76$ <u>Variable Parameters</u> $F_{st}, L/\nabla^{1/3}, L/B, C_b, B/T, C_x, i$</p>

Εικόνα 2.2: Συστηματικές Σειρές ταχύπλοων σκαφών

2.3 Συστηματική Σειρά NTUA

Η συστηματική σειρά NTUA που αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου εμπνεύστηκε ύστερα από πρόταση του Savitsky, Roper και Benen το 1972. Οι παραπάνω πρότειναν μία νέα σχεδίαση ολισθάκατου υψηλών ταχυτήτων με προοπτικές πολύ καλής συμπεριφοράς σε κυματισμούς.

Κύρια χαρακτηριστικά της γάστρας αυτής ήταν:

- Διπλή ακμή
- Πλατύς πρυμναίος καθρέπτης
- Δίπλωμα της μορφής V των προραίων νομέων
- Μεταβλητή επιφάνεια ολίσθησης της γάστρας
- Λεπτόγραμμη πλώρη

Η προσπάθεια ξεκίνησε από τους Θεόδωρο Λουκάκη (Καθηγητή Ε.Μ.Π.) και Γρηγόριο Γρηγορόπουλο (Επίκουρο Καθηγητή Ε.Μ.Π.) το 1994 οπότε και κατασκευάστηκε το πατρικό σκάφος της σειράς.

Η σειρά αποτελείται από πέντε ζεύγη πρότυπων με λόγους μήκους προς πλάτος $L/B = 4.00, 4.75, 5.50, 6.25$ και 7.00 . Για κάθε L/B κατασκευάστηκαν δύο πρότυπα, ένα λίγο πάνω από τα 2m και το δεύτερο σε κλίμακα 5/3 ως προς το πρώτο. Το καθένα από τα πρότυπα δοκιμάζεται σε έξι διαφορετικά εκτοπίσματα, συμπεριλαμβανομένων και των πολύ ελαφριών έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες μεγάλων ταχύπλοων πλοίων αλλά και ιδιωτικών yacht.

Το πατρικό σκάφος της σειράς, «NTUA-097/94» κατασκευάστηκε το 1994, με λόγο $L/B = 5.50$ συνδυάζοντας τη γάστρα της σειράς 62 και της γάστρας των Savitsky, Roper και Benen, αποτελώντας την απαρχή της συστηματικής σειράς. Για την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της αντίστασης του πατρικού σκάφους, αποφασίστηκε να γίνει σύγκριση με πέντε «ισοδύναμες», ισομήκεις γάστρες οι οποίες είναι :

- Σειρά 62, απλής ακμής, Clement & Blount (1963)
- Βαθύ «V» (Deep V), απλής ακμής, Keuning & Gerritsma (1982)
- Διπλής ακμής, βασισμένη στη σειρά 62, Grigoropoulos & Loukakis (1995)
- Με διπλή ακμή και πλατύ καθρέπτη, Savitsky et al, (1972)
- Παραλλαγή της προηγούμενης με στρογγυλό πυθμένα και πλατύ καθρέπτη, Grigoropoulos & Loukakis (1995)

Έγιναν σε αυτό καταρχάς πειράματα αντίστασης με και χωρίς αντιδιαβροχικές λωρίδες, καθώς και σε άλλα τέσσερα πρότυπα γνωστών σειρών με το ίδιο μήκος ($L = 2.29\text{m}$) και πλάτος ($B = 0.416\text{m}$) στο εκτόπισμα των 29.7 kg ($CDL = 3.00$).

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν και στις πέντε «ισοδύναμες», θα μπορούσε να πει κανείς, γάστρες έδειξαν ότι το πρότυπο της διπλής ακμής και πλατιού καθρέπτη των Γρηγορόπουλου και Λουκάκη είχε μειωμένη αντίσταση σε σχέση με τα άλλα στην προ ολίσθησης περιοχή. Ακόμη, έδειξε ότι οι αντιδιαβροχικές λωρίδες σε αυτό προσέθεταν αντίσταση αντί να αφαιρούν παρόλο που στα άλλα βελτίωναν τα χαρακτηριστικά της αντίστασης.

Κατόπιν λοιπόν αυτών των εξαιρετικών αποτελεσμάτων και ύστερα από κάποια πειράματα seakeeping αποφασίστηκε το πρότυπο αυτό να αποτελέσει το πατρικό σκάφος της συστηματικής σειράς NTUA. Προκειμένου να αναπτυχθεί η σειρά αποφασίστηκε βασική παράμετρο να αποτελέσει ο λόγος μήκους προς πλάτος (L/B), όπως συμβαίνει άλλωστε και στις περισσότερες σειρές ταχύπλοων σκαφών, με κάτω όριο το 4.00 και άνω όριο το 7.00. Κατασκευάστηκαν λοιπόν και δοκιμάστηκαν, όπως είχε προαναφερθεί, πέντε πρότυπα με $L/B = 4.00, 4.75, 5.50, 6.25$ και 7.00 με πατρικό το $L/B = 5.50$. Σημειωτέον ότι τα άλλα τέσσερα πρότυπα προέκυψαν από το πατρικό κρατώντας σταθερή τη μέση τομή αλλά μετατρέποντας κατάλληλα τη μορφή των νομέων στην πλώρη και την πρύμνη.

Η δεύτερη καίρια παράμετρος για τη σειρά αυτή είναι ο συντελεστής εκτοπίσματος, όπου είναι ο όγκος εκτοπίσματος και L_{WL} το μήκος ισάλου (και τα δύο σε ηρεμία). Ο συντελεστής αυτός αποτελεί ουσιαστικά μια παραλλαγή του συντελεστή που χρησιμοποιείται σε αντίστοιχες σειρές. Επιλέχθηκαν έξι διαφορετικές τιμές του συντελεστή αυτού, οι εξής: $C_{DL} = 1.00, 1.61, 2.23, 3.00, 3.62, 4.23$.

Χαρακτηριστικό της γάστρας αυτής είναι οι δύο ακμές που επεκτείνονται από τον καθρέπτη ως το 70% του μήκους προς την πλώρη, ο πλατύς καθρέπτης, καθώς και οι κοίλες πλευρές στην πλώρη. Ακόμη, ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι η γωνία κίνησης πυθμένα είναι μεταβλητή, η οποία ειδικότερα, κυμαίνεται από 10° στον καθρέπτη και φτάνει έως τις 70° στην περιοχή της πλώρης.

Η συστηματική σειρά γαστρών με διπλή ακμή του Ε.Μ.Π. έχει ολοκληρωθεί όσον αφορά τα πειράματα της αντίστασης αλλά όχι και ως προς την υδροδυναμική συμπεριφορά καθενός από τα πέντε πρότυπα σε αρμονικούς και τυχαίους κυματισμούς. Στα πλαίσια της προσπάθειας για ολοκλήρωση της συστηματικής σειράς, έγιναν και τα πειράματα σε τυχαίους κυματισμούς στην παρούσα διπλωματική εργασία.

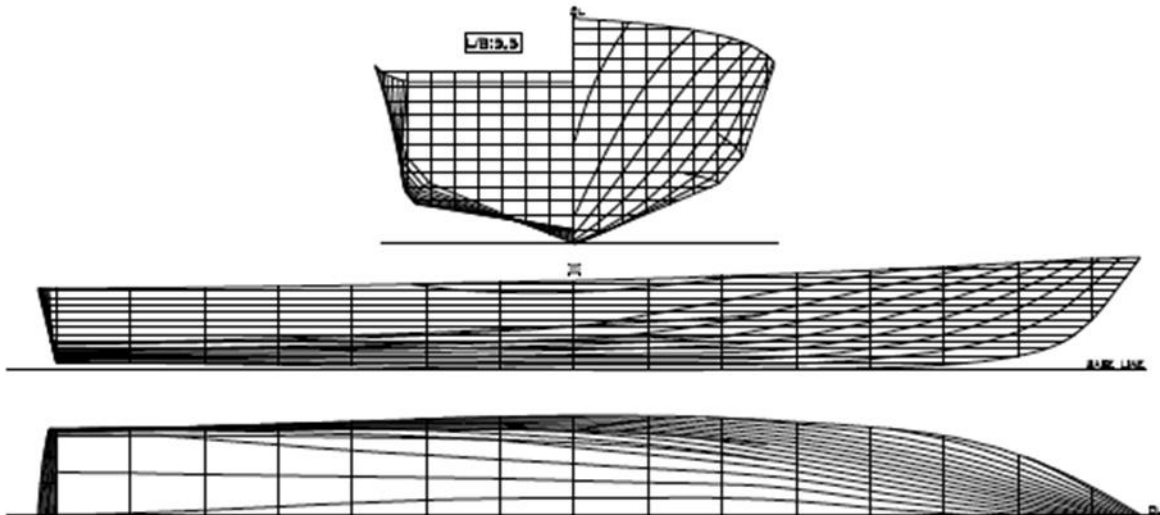
Όλα τα πρότυπα στις 6 καταστάσεις φόρτωσης με τα κύρια χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στην επόμενη σελίδα (Εικόνα 2.3).

L/B	4.00-big (163/01)	4.00-small (113/95)	4.75-big (150/99A)	4.75-small (154/99)	5.50-big (118/96)	5.50-small (097/94)	6.25-big (164/01)	6.25-small (146/98)	7.00-big (166/01)	7.00-small (116/96)
LOA	3.820 m	2.292 m	3.820 m	2.292 m	3.820 m	2.292 m	4.3417	2.605 m	4.8617	2.917 m
C _{DL}										
	3.3915 1.32296		3.4147 1.34795		3.4300 1.36522		3.9683 1.71757		4.4570 2.083	
1.00	39.057		39.781		41.443		63.100		88.140	
	11.46% 0.080		12.76% 0.0770		13.98% 0.0766		12.98% 0.0880		17.19% 0.0966	
	3.4453 1.73802		3.4681 1.69619		3.4970 1.63517		4.0293 2.02227	2.4074 0.73096	4.5302 2.4528	2.7181 0.88301
1.61	66.097		67.118		69.103		105.405	22.464	150.095	32.420
	13.39% 0.099		14.28% 0.0962		14.61% 0.0966		12.87% 0.1130	14.46% 0.0669	16.67% 0.1275	14.37% 0.0765
	3.4803 2.00428		3.5046 1.91518	2.1128 0.70763	3.5389 1.8320	2.1258 0.66092	4.0703 2.26491	2.4347 0.81661		2.7310 0.9876
2.23	93.890		96.021	21.053	99.564	21.506	150.151	32.236		45.436
	14.18% 0.1150		14.58% 0.1137	14.51% 0.0639	14.36% 0.1165	13.83% 0.0702	12.28% 0.1372	13.91% 0.0815		13.50% 0.0932
	3.5142 2.24366	2.0977 0.80396	3.5392 2.11683	2.1343 0.77624		2.1450 0.7280	4.1130 2.5471	2.4623 0.91432		2.7830 1.1304
3.00	130.436	27.707	133.078	29.143		29.615	208.642	44.794		64.618
	14.37% 0.1338	14.57% 0.0790	14.36% 0.1343	14.12% 0.0760		13.83% 0.0834	11.48% 0.1670	13.14% 0.0992		12.40% 0.1164
		2.1104 0.85713		2.1488 0.82664		2.1600 0.7821		2.4817 0.99309		2.8094 1.2445
3.62		33.993		35.934		36.513		55.489		80.344
		14.52% 0.0874		13.72% 0.0857		13.35% 0.0945		12.51% 0.1135		11.64% 0.1345
		2.1231 0.90345		2.1615 0.87376		2.1750 0.8343		2.4998 1.07443		2.8338 1.35476
4.23		40.462		42.730		43.530		66.608		96.134
		14.35% 0.0957		13.31% 0.0951		12.86% 0.1055		11.88% 0.1280		10.91% 0.1520

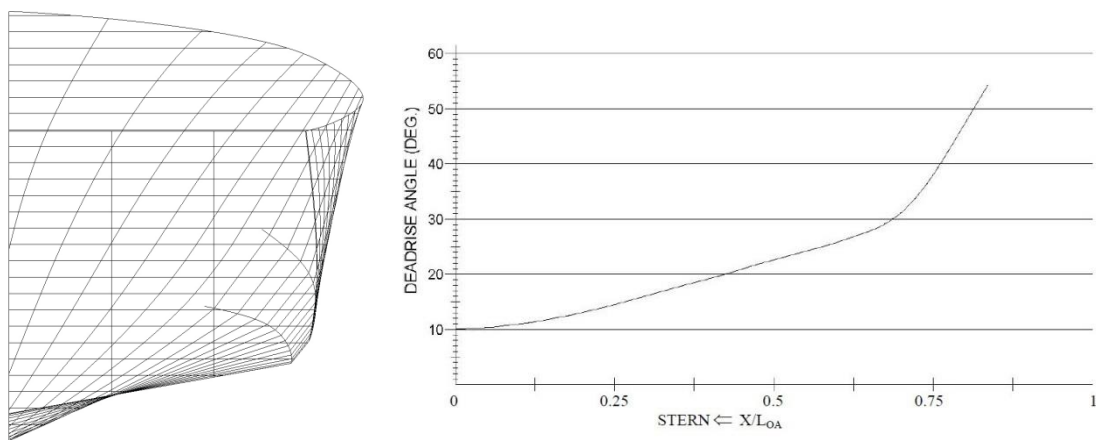
LWL [m]	WS [m ²]
Δ [Kgr]	
LCB %LWL aft from Mid.Sec	T [m]

Εικόνα 2.3: Χαρακτηριστικά των προτύπων της συστηματικής σειράς του Ε.Μ.Π. – NTUA

Παρακάτω παρουσιάζεται το σχέδιο γραμμών (lines plan) του πατρικού σκάφους καθώς και διάγραμμα που απεικονίζει την μεταβολή της γωνίας κίνησης πυθμένα β (deadrise angle) συναρτήσει του μήκους τους σκάφους L_{OA} .



Εικόνα 2.4: Σχέδιο γραμμών του πατρικού σκάφους με $L/B = 5.5$ της συστηματικής σειράς NTUA



Εικόνα 2.5: (α) Body plan σειράς NTUA όπου φαίνονται οι δύο ακμές (chines)

(β) Γωνία κίνησης πυθμένα (Deadrise Angle) συναρτήσει του λόγου μήκους θέσης γωνίας προς το ολικό μήκος x/L_{OA} .

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, μελετήθηκε η δυναμική συμπεριφορά (seakeeping) του προτύπου NTUA – 113/95, με λόγο $L/B = 4.00$, συντελεστή εκτοπίσματος $C_{dl} = 4.23$ και μηδενική γωνία διαγωγής. Το πρότυπο που μελετήθηκε στην παρούσα διπλωματική είναι κλίμακας 1:50 (small). Τα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη προτύπου παρουσιάζονται αναλυτικά στον **Πίνακα 2.1** που ακολουθεί:

Ετόπισμα Δ	40,462 kg
Ολικό μήκος L_{OA}	2,292 m
Μήκος Βρεχόμενης επιφάνειας L_{WL}	2,1231 m
Πλάτος B	0,573 m
Βύθισμα T	0,0957 m
Διαμήκης θέση κέντρου βάρους LCG	0,3047 m
Βρεχόμενη επιφάνεια WS	0,90345 m ²
Κατάσταση φόρτωσης C_{dl}	4,23

Πίνακας 2.1 : Χαρακτηριστικά μοντέλου της συστηματικής σειράς NTUA – 113/95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

3.1 Σκοπός

Σκοπός της παρούσας πειραματικής διαδικασίας είναι η μελέτη της δυναμικής συμπεριφοράς του προτύπου μοντέλου πλοίου (113/95, συστηματική σειρά NTUA) σε τυχαίους μετωπικούς κυματισμούς.

Το μοντέλο μελετάται σε συγκεκριμένη κατάσταση φόρτωσης $C_{dl}=4.23$, ρυμουλκούμενο από το φορείο της δεξαμενής σε δύο ταχύτητες που αντιστοιχούν σε αριθμό Froude 0.34 ($V_1=1,552$ m/s) και 0.68 ($V_2=3.103$ m/s).

Τα μεγέθη που εξετάζονται σε κλίμακα μοντέλου ανάγονται σε κλίμακα πλοίου πολλαπλασιάζοντας με τις τιμές της δεύτερης στήλης του Πίνακα 3.1, όπου K είναι η τιμή της κλίμακας.

Μέγεθος	Πολλαπλασιασμός με:
Μήκος	K
Χρόνος	$K^{0.5}$
Ταχύτητα	$K^{0.5}$
Επιτάχυνση	1
Συχνότητα	$1/K^{0.5}$
Μάζα	K^3

Πίνακας 3.1: Αναγωγή μεγεθών σε κλίμακα πλοίου

Η κλίμακα του μοντέλου (scale) είναι **1:50**, οπότε η αναγωγή των διάφορων μεγεθών αφορά γάστρα μήκους $2,292 \cdot 50 = 114,60\text{m}$.

3.2 Πειραματική Εγκατάσταση και Εξοπλισμός

Το σύνολο των πειραμάτων πραγματοποιήθηκε στην πειραματική δεξαμενή του Εργαστηρίου Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής του Ε.Μ.Π. Οι κύριες διαστάσεις της πειραματικής δεξαμενής η οποία είναι γεμάτη με γλυκό νερό έχουν ως εξής:

- Μήκος = 91.00 m
- Πλάτος = 4.55 m
- Βάθος = 3.00 m

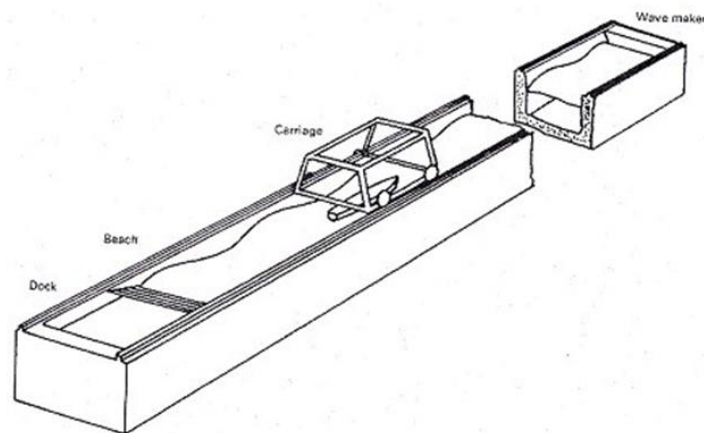
Το πρότυπο προσδένεται σε ένα φορείο, το οποίο κινείται πάνω σε ράγες (εικόνα 3.1). Το φορείο είναι εφοδιασμένο με Η/Υ συνδεδεμένο με τον κυματιστήρα, το δυναμόμετρο το οποίο αποτελεί το μέσο σύνδεσης με το πρότυπο, διάδρομο κίνησης για εγκατάσταση των μοντέλων καθώς και αποσβεστήρα, για απόσβεση των κυματισμών κατά την επιστροφή του στην αρχική θέση. Η ταχύτητα που μπορεί να αποκτήσει το φορείο είναι έως 5,5 m/sec, σε υψηλή ή χαμηλή επιτάχυνση, ανάλογα με τις ανάγκες του πειράματος, καθότι υψηλότερη ταχύτητα είναι επικίνδυνη και για τους συμμετέχοντες στο πείραμα αλλά και για την εγκατάσταση, σε περίπτωση εμπλοκής.

Τα φάσματα των κυμάτων που παρήχθησαν από τον κυματιστήρα είχαν δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο του Bretschneider, που είναι διπαραμετρικό φάσμα για ανοιχτές θάλασσες οποιουδήποτε βαθμού ανάπτυξης και ορίζεται με τη βοήθεια δύο παραμέτρων:

- της συχνότητας κορυφής ω_p
- του σημαντικού ύψους κύματος $H_{1/3}$

και δίνεται από τη σχέση:

$$S(\omega) = \left\{ \frac{5}{16} \cdot \left(\frac{\omega_p}{\omega} \right)^5 \cdot \frac{(H^{1/3})^2}{\omega_p} \cdot \exp \left[-\frac{5}{4} \cdot \left(\frac{\omega_p}{\omega} \right)^4 \right] \right\}$$



Εικόνα 3.1: Πειραματική διάταξη Ε.Ν.Θ.Υ του ΕΜΠ

3.2.1 Όργανα Μέτρησης και Βαθμονόμηση

Η **βαθμονόμηση** των οργάνων αποτελεί θεμελιώδες κομμάτι της πειραματικής διαδικασίας. Σε γενικές γραμμές, οι φυσικές μεταβολές κάθε μετρούμενου μεγέθους που λαμβάνουν χώρα κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων γίνονται αντιληπτές από το αντίστοιχο όργανο ως μεταβολές ρεύματος που στη συνέχεια μεταφράζονται σε διαφορά τάσης και μετρούνται σε Volt. Είναι απαραίτητο να ελέγχεται έτσι η σωστή λειτουργία τους και να καταστρώνονται οι συναρτήσεις μεταφοράς για τη μετατροπή των Volts σε τιμές φυσικών μεγεθών (μετατόπιση, επιτάχυνση). Η διαδικασία βαθμονόμησης εκτελείται σε τακτά χρονικά διαστήματα για την καλύτερη αξιοπιστία των πειραμάτων, καθώς κάποιες από τις μετρούμενες ποσότητες είναι πιο ευαίσθητες στις μεταβολές του περιβάλλοντος.

Τα μεγέθη που ζητήθηκε να μετρηθούν κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων ήταν για τα εξής:

- Αντίσταση (Resistance)
 - Κατακόρυφη κίνηση (Heave)
 - Πρόνευση (Pitch)
 - Κατακόρυφη επιτάχυνση στην πλώρη (Bow Acceleration)
 - Κατακόρυφη επιτάχυνση στο κέντρο βάρους του προτύπου (Mid Acceleration)
 - Κατακόρυφη επιτάχυνση στην πρύμνη (Stern Acceleration)
 - Μετρητής κίνησης κύματος αισθητήρα Probe δεξαμενής (Wave Tank Probe)
 - Μετρητής κίνησης κύματος αισθητήρα Probe φορείου (Wave Car Probe)
- ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ – RESISTANCE PROBE
Η βαθμονόμηση του οργάνου της αντίστασης γινόταν σχεδόν κάθε μέρα πριν από την διεξαγωγή του προγραμματισμένου πειράματος και ενώ τον νερό της δεξαμενής ήταν ήρεμο.
 - ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ -HEAVE
Η βαθμονόμηση του οργάνου της κατακόρυφης μετατόπισης έγινε συνολικά δύο φορές κατά

την διάρκεια των πειραμάτων καθώς παρατηρήθηκε ότι οι μεταβολές στο όργανο κατά την διάρκεια των πειραμάτων ήταν αμελητέες.

- **ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΔΙΑΓΩΓΗΣ - PITCH**

Το όργανο μέτρησης του pitch είναι πολύ σταθερό και γι' αυτό τον λόγο έγινε βαθμονόμηση μόνο στην αρχή των πειραμάτων. Με το πέρας των πειραμάτων έγινε μία ακόμα βαθμονόμηση για να επαληθευθεί η συνάρτηση μεταφοράς.

- **ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΕΠΙΤΑΧΥΣΙΟΜΕΤΡΩΝ - ACCELEROMETER**

Η βαθμονόμηση τους έγινε μόνο μία φορά πριν από την τοποθέτηση τους στο μοντέλο καθώς πρόκειται για πολύ αξιόπιστα μετρητικά όργανα.

- **ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ – WAVE TANK PROBE**

Η βαθμονόμηση του αισθητήρα κίνησης κύματος γινόταν κάθε μέρα πριν από την διεξαγωγή του προγραμματισμένου πειράματος και ενώ τον νερό της δεξαμενής ήταν ήρεμο.

- **ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ – WAVE CAR PROBE**

Ο αισθητήρας κίνησης κύματος που τοποθετήθηκε στο φορείο αποτελεί ένα καινούριο όργανο για το εργαστήριο. Παραλήφθηκε και χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια των πειραμάτων και συγκεκριμένα μετά το πέρας των μετρήσεων της μικρής ταχύτητας. Η βαθμονόμηση έγινε τρεις φορές μέχρι να καταλήξουμε στο τελικό ύψος τοποθέτησής του. Η τελική βαθμονόμηση χρησιμοποιήθηκε μέχρι το τέλος η ίδια.

Παρόλο που στις γραφικές παραστάσεις παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που έχουμε πάρει από το συγκεκριμένο όργανο εντούτοις τα αποτελέσματα αυτά δεν λήφθηκαν υπόψη και δεν επηρέασαν την απόφασή μας για επανάληψη μετρήσεων.

Μετά τον προσδιορισμό των εξισώσεων μεταφοράς, πριν την πραγματοποίηση κάθε σειράς μετρήσεων του μοντέλου στην δεξαμενή, λαμβανόταν μια μηδενική μέτρηση σε πλήρη κατάσταση ηρεμίας, ώστε να ληφθούν οι αποκρίσεις των αισθητήρων των οργάνων στην κατάσταση αυτή. Στη συνέχεια εισάγονταν οι τιμές των Volt που λαμβάνονταν από τους αισθητήρες στις κατάλληλες εξισώσεις μεταφοράς ώστε να καταγραφούν οι μηδενικές φυσικές τιμές των μετρούμενων μεγεθών. Είναι αναγκαίος ο συνεχής έλεγχος των οργάνων για τη διασφάλιση της γραμμικότητας των μετρούμενων τιμών.

3.3 Προετοιμασία Προτύπου

Τα βασικά στάδια της προετοιμασίας του προτύπου 113/95 για τα πειράματα της δυναμικής συμπεριφοράς (*seakeeping*) είναι τα εξής:

1. Επίτευξη του επιθυμητού εκτοπίσματος για κατάσταση φόρτωσης $CdI=4.23$ και έλεγχος ισάλου επιφάνειας
2. Εύρεση επιθυμητής διαγωγής (*trim*)
3. Προσδιορισμός ακτίνας αδράνειας και περιόδου ιδιοταλάντωσης
4. Υπολογισμός αποφόρτισης (*unloading*)

3.3.1 Επίτευξη Επιθυμητού Εκτοπίσματος και Έλεγχος Ισάλου Επιφάνειας

Αρχικά έγινε επιλογή της κατάστασης φόρτωσης για την οποία πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα. Στην συνέχεια έγινε έλεγχος της ισάλου πλεύσης η οποία και χαράχτηκε με μαρκαδόρο στο ξυλουργείο του εργαστηρίου χρησιμοποιώντας το βύθισμα του μοντέλου στην συγκεκριμένη κατάσταση φόρτωσης.

Κατά την διάρκεια της πρώτης τοποθέτησης του στο νερό το μοντέλο έβαζε νερά οπότε χρειάστηκε η εκ νέου μεταφορά του στο ξυλουργείο για επιδιόρθωση.

Στην συνέχεια τοποθετήσαμε τα τρία επιταχυνσιόμετρα στο μοντέλο (αφού πρώτα τα είχαμε βαθμονομήσει) στην πλώρη (σε απόσταση 1.26m από το LCG) στο κέντρο βάρους (LCG) και στην πρύμνη (σε απόσταση 0.767m από LCG) . Έπειτα ζυγίσαμε το μοντέλο με στόχο την επίτευξη των κιλών στην επιθυμητή κατάσταση φόρτωσης λαμβάνοντας υπόψη το βάρος του δυναμομέτρου (7.360 kg), το βάρος των καλωδίων και των καλυμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την αποφυγή εισόδου νερών κατά την διεξαγωγή των πειραμάτων.

3.3.2 Εύρεση Επιθυμητής Διαγωγής (*trim*)

Στα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν το μοντέλο που μελετήθηκε ήταν ισοβύθιστο (έχει μηδενική γωνία στατικής διαγωγής).

3.3.3 Εύρεση Ακτίνας Αδράνειας και Περιόδου Ιδιοταλάντωσης

Προκείμενου να υπολογιστεί πρακτικά η ακτίνα αδράνειας το πρότυπο δένεται με ιμάντες από δύο εκκρεμείς ράβδους που είναι πακτωμένοι σε ειδικό χώρο στο Εργαστήριο Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής , έτσι ώστε να μπορεί να ταλαντωθεί ελεύθερα.

Το μοντέλο, κατά την ταλάντωσή του γύρω από το κατακόρυφο επίπεδο θα πρέπει να έχει την περίοδο που δίνεται από τη σχέση :

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{I_{zz} \cdot l}{\Delta \cdot a^2 \cdot g}}$$

T : η περίοδος ιδιοταλάντωσης του συστήματος περί τον άξονα ZZ

I_{zz} : η ροπή αδρανείας γύρω από τον άξονα ZZ

l : το μήκος ανακρέμασης από την κατακόρυφη θέση του κέντρου βάρους

Δ : η μάζα του μοντέλου – ιμαντών ανάρτησης

a : η ημιαπόσταση μεταξύ των στελεχών (γύρω από το κέντρο βάρους)

Γνωρίζουμε όμως ακόμα ότι $I_{zz}=r_{zz}^2 \cdot \Delta$, όπου r_{zz} η ακτίνα αδρανείας, η οποία από την ανάλυση της κατανομής υπαρχόντων πλοίων έχει προσδιοριστεί ότι είναι περίπου $0.25L_{BP}$, κάτι που επαληθεύεται πρακτικά από την παραπάνω διαδικασία. Οπότε αν αντικαταστήσουμε στον τύπο της περιόδου τον τελευταίο τύπο προκύπτει:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{r_{zz}^2 \cdot l}{a^2 \cdot g}} \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_{zz}}{a} \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Για το μοντέλο 113/95 έχουμε:

$$r_{zz} = 0.25L_{BP} = 0.531 \text{ m}$$

$$l = 3.98 \text{ m}$$

$$a = 0.750 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

Οπότε η περίοδος ιδιοταλάντωσης T του μοντέλου 113/95 θα είναι:

$$T_{\theta} = 2.8322 \text{ sec}$$

Μετά τους υπολογισμούς αυτούς χρονομετρείται η ταλάντωση του μοντέλου σε 10 περιόδους ώστε να βρεθεί αν θα συμπίπτει η πραγματική περίοδος με την θεωρητική που υπολογίστηκε προηγουμένως. Η χρονομέτρηση επαναλαμβάνεται κάποιες φορές ώστε το αποτέλεσμα να είναι σίγουρο.

Προκύπτει ότι $T_{\text{πραγματικό}} = (28,21+28,13+28,28)/30 = 2,821\text{sec}$ περίπου, τιμή που κρίνεται ικανοποιητική.

Αν η περίοδος δεν επιτευχθεί με την συγκεκριμένη κατανομή βαρών τότε γίνονται διαδοχικές μετακινήσεις των βαρών διατηρώντας το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών σταθερό έως ότου ύστερα από δοκιμές και χρονομετρήσεις να επιτευχθεί η επιθυμητή τιμή. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να ελεγχθεί ξανά αν το σκάφος παραμένει ισοβύθιστο μετά την μετακίνηση των βαρών.

Φυσικά η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να είναι η κατανομή βαρών τέτοια ώστε το μοντέλο μας να έχει την επιθυμητή περίοδο ιδιοταλάντωσης και συγχρόνως την ίσαλο πλεύσης ισοβύθιστη.

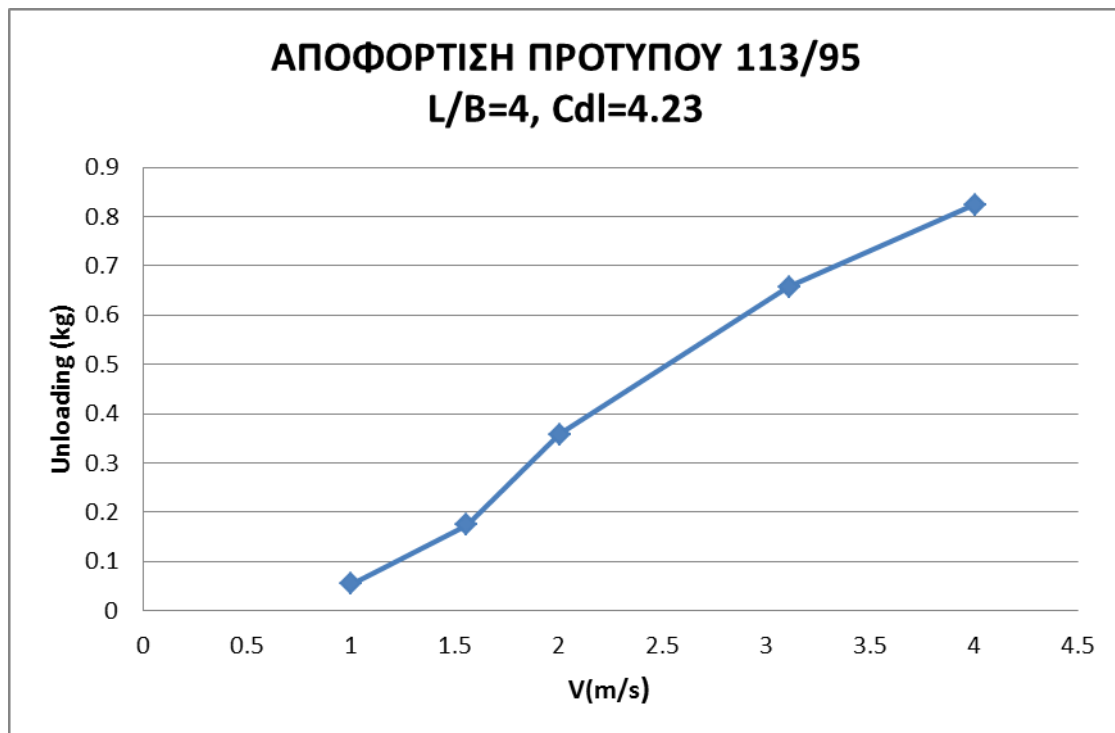
3.3.4 Αποφόρτιση

Σε ταχύπλοα σκάφη με συμβατικά συστήματα πρόωσης ο άξονας της έλικας βρίσκεται υπό κλίση. Στη περίπτωση του πειράματός μας δεχόμαστε μια τυπική κλίση της τάξης των $6,5^\circ$ ως προς το βασικό επίπεδο αναφοράς. Λόγω της κλίσης αυτής, η ώση που παρέχεται από την έλικα αποτελείται από δύο συνιστώσες: την οριζόντια T_H η οποία εξισορροπεί την αντίσταση R του σκάφους και την κατακόρυφη T_V . Λόγω της κατακόρυφης συνιστώσας το εκτόπισμα του σκάφους μειώνεται σε $\Delta' = \Delta - T_V$, όπου:

$$T_V = T_H \tan(\tau - 6,5^\circ) = R \tan(\tau + 6,5^\circ)$$

με τ συμβολίζεται η διαγωγή (trim) που αποκτά το σκάφος σε διάφορες ταχύτητες και θεωρείται θετική όταν είναι έμπρομη.

Για να υπολογίσουμε τις αποφορτίσεις του μοντέλου μας πραγματοποιήθηκαν πειράματα αντίστασης σε ήρεμο νερό σε διάφορες ταχύτητες από τις οποίες προκύπτει το παρακάτω Διάγραμμα 3.1:



Διάγραμμα 3.1: Αποφόρτιση προτύπου NTUA-113/95

Οπότε για τις δύο ταχύτητες των πειραμάτων έχουμε τον **Πίνακα 3.2** με τις τιμές τις αποφόρτισης.

α/α	Πρότυπο	Ταχύτητα V(m/s)	Αποφόρτιση(Kg)	Αντίσταση(Kp)
1	113/95	1,552	0,173	1.3727
2	113/95	3,103	0,657	3.9965

Πίνακας 3.2: Αποφόρτιση του προτύπου NTUA-113/95 για τους αριθμούς $F_n=0.34$ και 0.68

3.4 Πειραματικές Καταστάσεις Θάλασσας

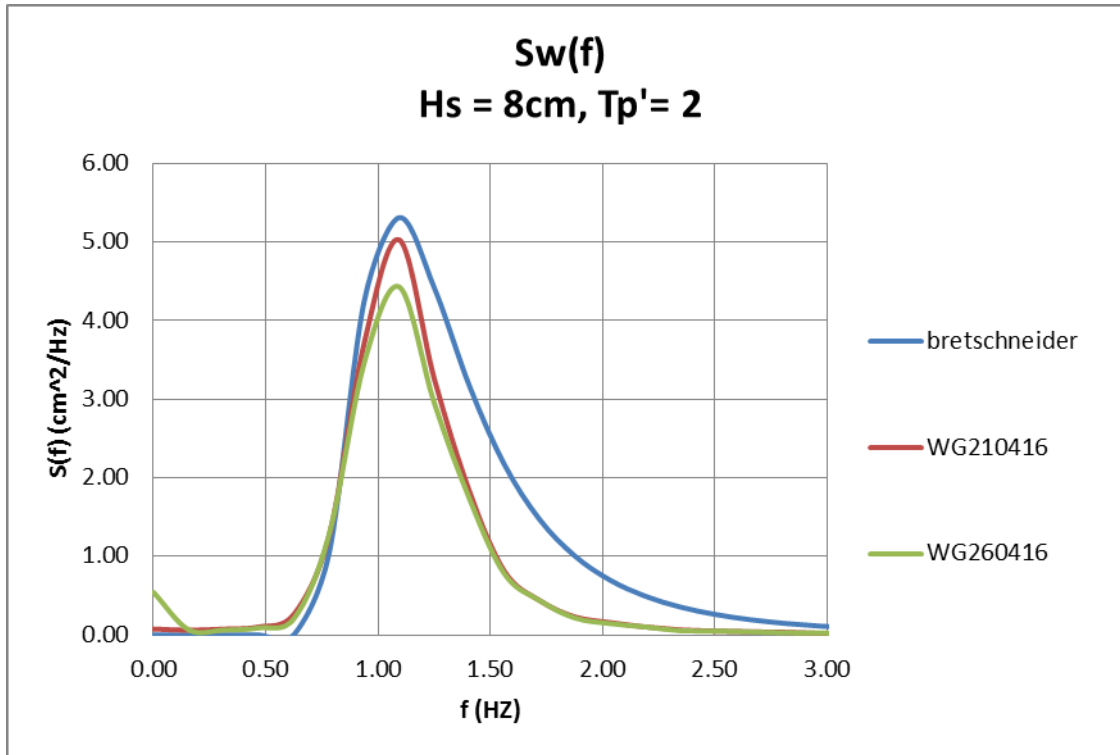
Για την παραγωγή των επιθυμητών καταστάσεων θάλασσας χρησιμοποιήθηκε το υπάρχον πρόγραμμα **WGEN** με συναρτήσεις μεταφοράς του κυματίστηρα μετρημένες στις (24/04/16) **WG240416** και στις (21/10/16) **WG210416**. Για την παραγωγή κάθε φάσματος πήραμε μετρήσεις των 600sec κάθε φορά. Ανάμεσα σε κάθε μέτρηση περιμέναμε περίπου 20 λεπτά έτσι ώστε να μην έχει παραμένουσα ενέργεια το νερό της δεξαμενής. Έπειτα πραγματοποιήθηκε επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με στόχο την σύγκριση του θεωρητικού με το μετρούμενο κύμα.

Οι καταστάσεις θάλασσας που μελετήθηκαν φαίνονται στον **Πίνακα 3.3** που ακολουθεί.

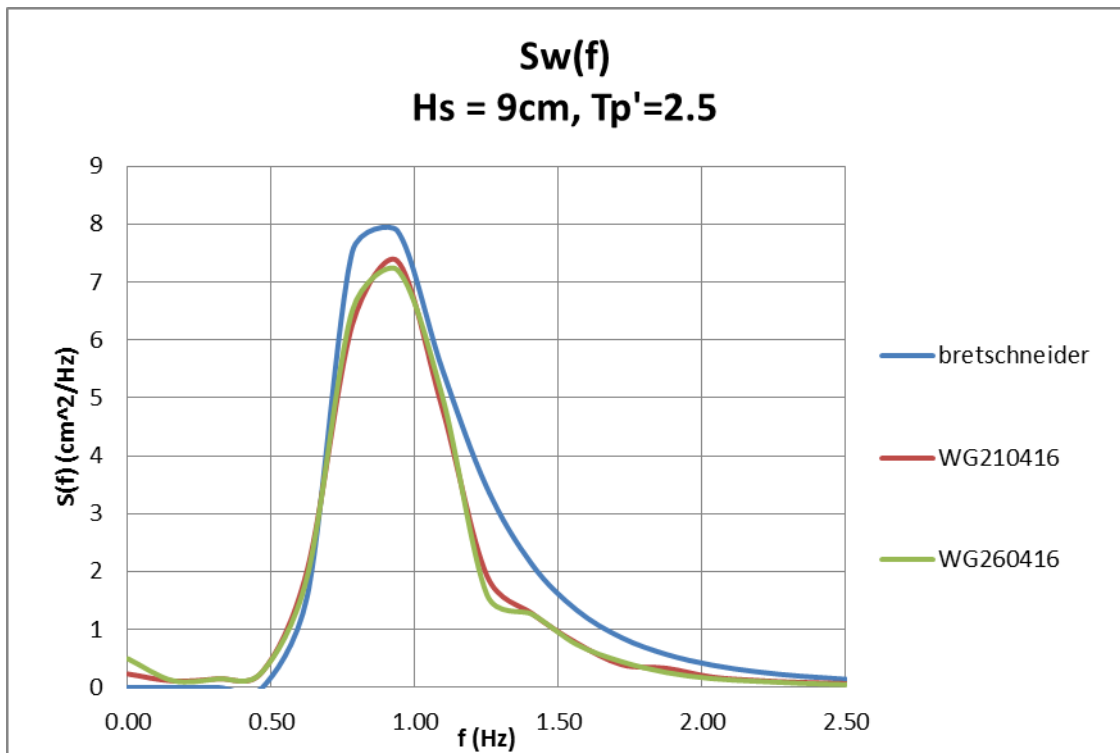
Tp'	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Tpship	6.58	8.22	9.87	11.51	13.16	14.80	16.45
Tpmodel	0.930	1.163	1.396	1.628	1.861	2.093	2.326
ωp model	6.753	5.402	4.502	3.859	3.377	3.001	2.701
f model (Hz)	1.075	0.860	0.717	0.614	0.537	0.478	0.430
Hs model (m)	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16
File Name for WG260416	H08TP093	H09TP116	H10TP140	H10TP163	H12TP186	H14TP209	H16TP233
File Name for WG210416	H08T093	H09T116	H10T140	H10T163	H12T186	H14T209	H16T233
Scale Factor	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Πίνακας 3.3: Καταστάσεις θάλασσας που μετρήθηκαν για τα πειράματα

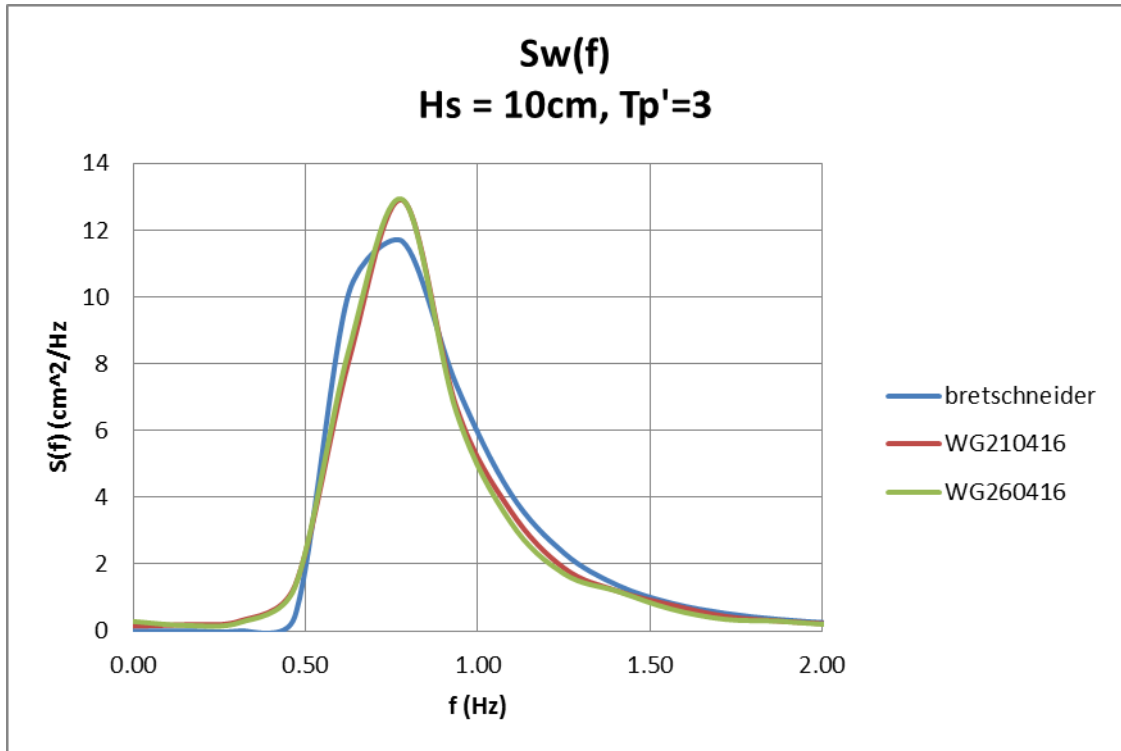
Τα αποτελέσματα φαίνονται στα **Διαγράμματα 3.2 – 3.8** για τις επτά καταστάσεις θάλασσας με την χρήση και τον δύο προγραμμάτων (WG260416) και (WG210416).



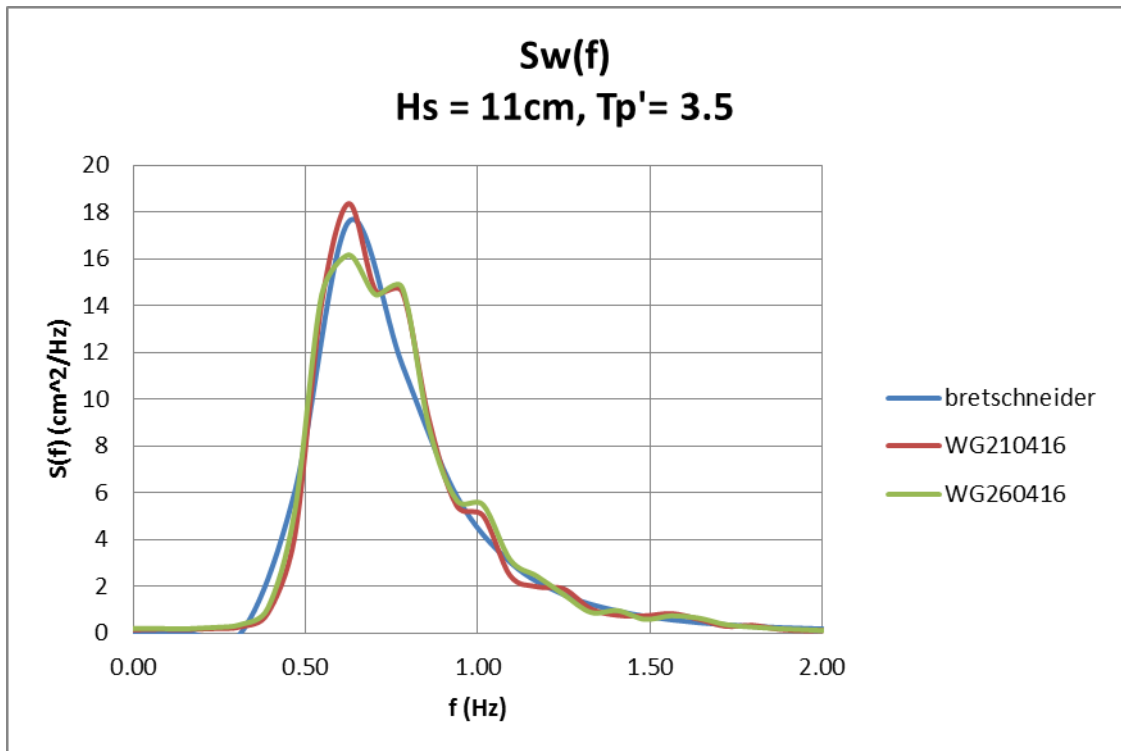
Διάγραμμα 3.2: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



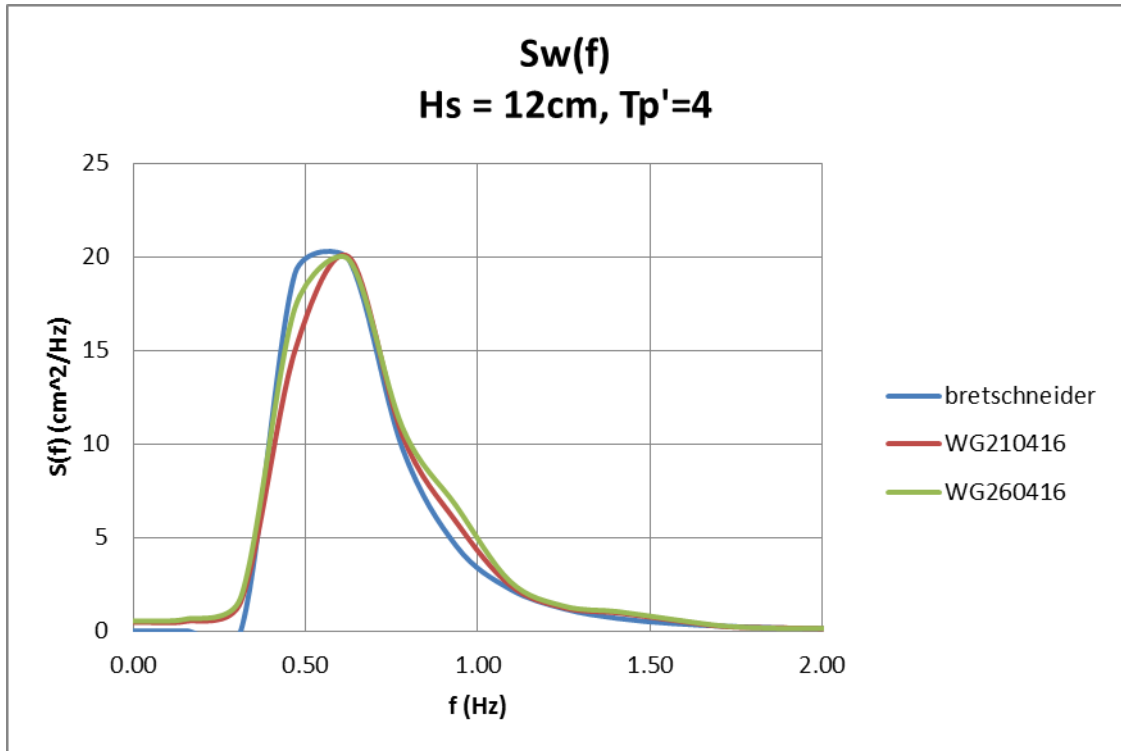
Διάγραμμα 3.3: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



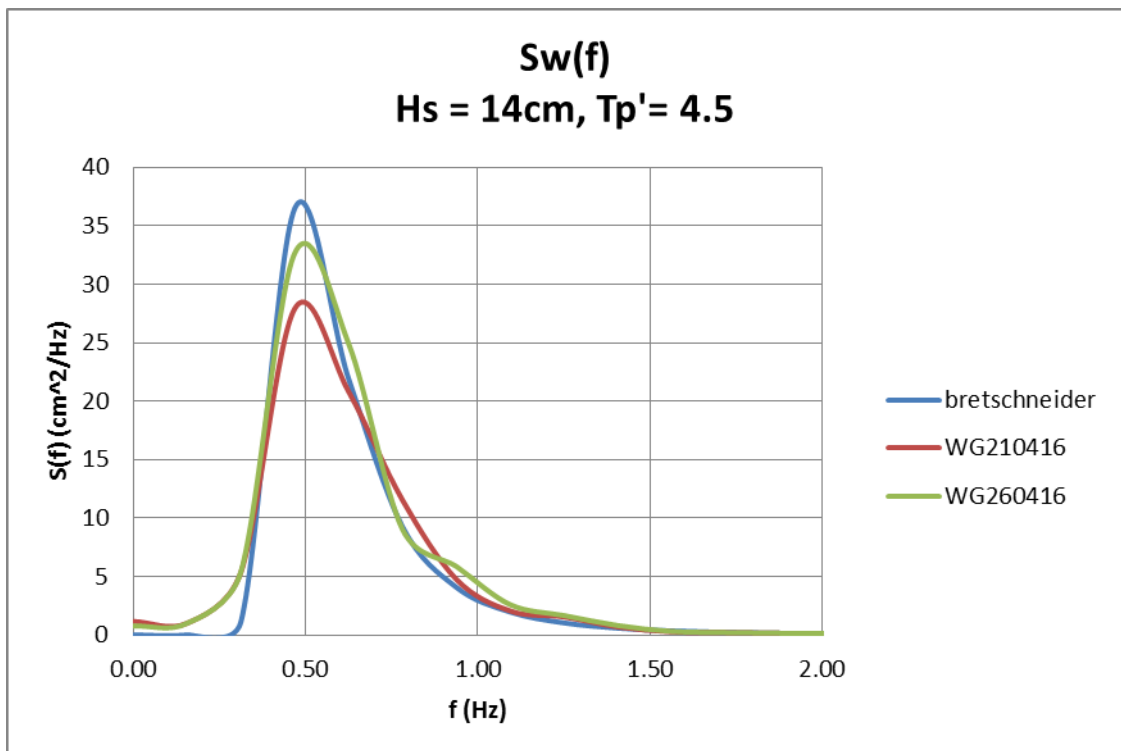
Διάγραμμα 3.4: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



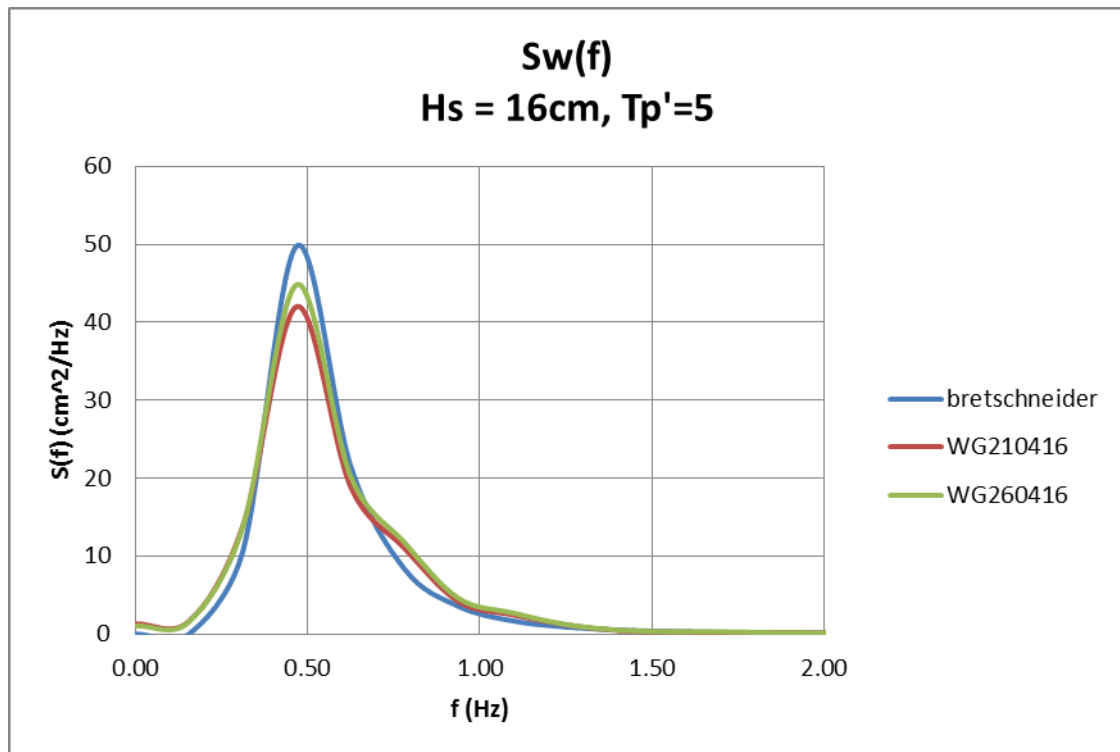
Διάγραμμα 3.5: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



Διάγραμμα 3.6: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



Διάγραμμα 3.7: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



Διάγραμμα 3.8: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)

Με παρατηρήσεις που έγιναν στα πιο πάνω διαγράμματα και λαμβάνοντας υπόψη το σημαντικό ύψος κύματος που προκύπτει από την σχέση:

$$H_{1/3} = H_s = 4\sqrt{m_0}$$

αποφασίστηκε για κάθε κατάσταση θάλασσας πιο πρόγραμμα θα χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με τον Πίνακα 3.4.

Tp'	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Tpship	6.58	8.22	9.87	11.51	13.16	14.80	16.45
Tpmodel	0.930	1.163	1.396	1.628	1.861	2.093	2.326
ωp model	6.753	5.402	4.502	3.859	3.377	3.001	2.701
f model (Hz)	1.075	0.860	0.717	0.614	0.537	0.478	0.430
Hs model (m)	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16
File Name for WG260416	-	-	-	-	-	H14TP209	H16TP233
File Name for WG210416	H08T093	H09T116	H10T140	H10T163	H12T186	-	-
Scale Factor	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.05	1.0

Πίνακας 3.4: Τελικές καταστάσεις θάλασσας που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

4.1 Τρόπος Διεξαγωγής Πειραμάτων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στην δεξαμενή του Εργαστηρίου Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής. Καθημερινά γινόταν έλεγχος του μοντέλου πριν από την τοποθέτηση του στο δυναμόμετρο για τυχόν ρωγμές. Έπειτα, όποτε κρινόταν απαραίτητο γινόταν καθαρισμός του αισθητήρα κίνησης κύματος Wave probe πριν την τοποθέτηση του. Στην συνέχεια, ξεκινούσε η βαθμονόμηση των οργάνων όπως αυτή αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα των βαθμονομήσεων καταγράφονταν σε ειδικό Φύλλο Βαθμονομήσεων του εργαστηρίου και υπολογιζόντουσαν οι συναρτήσεις μεταφοράς με την βοήθεια του προγράμματος *Microsoft EXCEL*. Ύστερα από το τέλος των βαθμονομήσεων τοποθετούσαμε το μοντέλο στο πόδι του δυναμομέτρου.

Μετά το τέλος των προκαταρκτικών διεργασιών και των βαθμονομήσεων, ενεργοποιήσαμε στον υπολογιστή του κυματιστήρα μέσω των προγραμμάτων *WG210416* ή *WG260416* το επιθυμητό φάσμα δίνοντας το ανάλογο όνομα του αρχείου όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.4. Ο χειρισμός του υπολογιστή του κυματιστήρα γινόταν με χρήση 'remote control' στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή του φορείου.

Όταν τα παραγόμενα κύματα έφταναν στο άλλο άκρο της δεξαμενής όπου βρισκόταν το φορείο με το μοντέλο, ξεκινούσαμε το φορείο και η μέτρηση ξεκινούσε μόλις αναπτυσσόταν η επιθυμητή ταχύτητα. Το τέλος της κάθε μέτρησης καθώς και η ακινητοποίηση του φορείου γινόταν αυτόματα.

Για την μικρή ταχύτητα $F_n = 0.34$ ($V_1 = 1,552$ m/s) μελετήθηκε χρονική ιστορία συνολικής διάρκειας 315 δευτερολέπτων (sec), ενώ για την μεγάλη ταχύτητα $F_n = 0.68$ ($V_2 = 3,103$ m/s) μελετήθηκε χρονική ιστορία συνολικής διάρκειας 300 δευτερολέπτων (sec). Λόγω του περιορισμένου μήκους της δεξαμενής οι χρονικές ιστορίες των 315 sec αλλά και των 300 sec διασπάστηκαν και στις δύο ταχύτητες που έλαβαν μέρος σε επιμέρους μικρότερες χρονικές ιστορίες. Συγκεκριμένα για τα πειράματα σε ταχύτητα $F_n = 0.34$ πραγματοποιήσαμε συνολικά 9 μετρήσεις (runs) των 35 sec η κάθε μία, ενώ για τα πειράματα σε ταχύτητα $F_n = 0.68$ πραγματοποιήσαμε συνολικά 20 μετρήσεις (runs) των 15 sec η κάθε μία.

Μεταξύ των μετρήσεων η αναμονή ήταν περίπου 20 λεπτά έτσι ώστε να ηρεμήσει το νερό της δεξαμενής.

Έπειτα από το τέλος κάθε σειράς μετρήσεων αποσυνδέαμε τα όργανα από το μοντέλο, το αποσυνδέαμε από το πόδι του δυναμομέτρου και το βγάλαμε από το νερό. Σε περίπτωση που στο μοντέλο είχαν

εισχωρήσει νερά κατά την διάρκεια των πειραμάτων τα καθαρίζαμε ώστε να μην διαβρωθεί το μοντέλο αλλά και για να μην προκαλούν αλλοιώσεις στις μετρήσεις.

4.2 Επεξεργασία Αποτελεσμάτων

Τα πειραματικά αποτελέσματα καταγράφονται όπως έχουμε ήδη αναφέρει σε Volts σε αρχεία μορφής '.dat' στον φάκελο Data του ηλεκτρονικού υπολογιστή του φορείου. Για την επεξεργασία των αρχείων αυτών έγινε ανάλυση κατά Fourier με την βοήθεια ειδικού κώδικα γραμμένου σε Fortran. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το αρχείο Fortran με ονομασία ffr51.for. Το αρχείο αυτό μετατρέπει τα αποτελέσματα από Volts στις κατάλληλες μονάδες και με την εφαρμογή του μετασχηματισμού Fourier μας δίνει τα φάσματα των κυματισμών και των αποκρίσεων. Ακόμα, το πρόγραμμα δίνει για όλα τα μεγέθη τις μέσες τετραγωνικές τιμές των αποκρίσεων rms, καθώς και την μέση τιμή της ολικής αντίστασης.

Τα τελικά αποτελέσματα της ανάλυσης εμφανίζονται σε δύο αρχεία:

- Αρχείο τύπου '.out': Εμφανίζει τα φάσματα $S(f)$ – συναρτήσει της συχνότητας f (Hz) των μεγεθών που μας ενδιαφέρουν εκτός της αντίστασης.
- Αρχείο τύπου '.rms': Εμφανίζει τις μέσες τετραγωνικές τιμές των αποκρίσεων όλων των μεγεθών. Στο αρχείο αυτό αναγράφεται και η μέση τιμή της ολικής αντίστασης.

Κατά την εκτέλεση του προγράμματος ζητούνται τα αρχεία έναρξης και λήξης (πχ. dat200 έως dat220). Με αυτόν τον τρόπο το πρόγραμμα ενώνει τα επί μέρους αρχεία '.dat' ώστε να αναλυθεί η συνολική χρονική ιστορία. Στα αρχεία δόθηκαν διαδοχικοί αριθμοί έτσι ώστε να μπορεί ο κώδικας Fortran να τρέχει σωστά. Μετά ακολουθεί ο προσδιορισμός των σημείων για την ανάλυση κάθε αρχείου (πχ 128, 256, 512) έτσι ώστε να γίνει ο μετασχηματισμός Fourier.

Στη συνέχεια τα αποτελέσματα επεξεργάζονται σε φύλλο εργασίας του Microsoft EXCEL και δημιουργούνται τα διαγράμματα από τα οποία εξάγονται τα συμπεράσματα για την δυναμική συμπεριφορά του μοντέλου.

Κατά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω σχέσεις:

Η αδιάστατη περίοδος κορυφής:

$$T_p' = \frac{T_p}{\sqrt{\frac{L_{BP}}{g}}}$$

Ο κυματικός αριθμός:

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$$

Η κυκλική συχνότητα:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

Η εξίσωση διασποράς:

$$\omega^2 = g \cdot k$$

Ακόμη, καθώς είχαμε δύο αισθητήρες κίνησης κύματος, έναν μέσα στη δεξαμενή και έναν πάνω στο κινούμενο φορείο προκειμένου να κάνουμε σύγκριση των δύο μετρούμενων φασμάτων κύματος χρειάστηκε να τα μεταφέρουμε στο ίδιο σύστημα αναφοράς. Στο κινούμενο σύστημα έχουμε φάσμα $S(f_e)$ και συχνότητα f_e ενώ στο ακίνητο το φάσμα είναι $S(f_0)$ και συχνότητα f_0 . Οι σχέσεις σύμφωνα με τις οποίες γίνεται η μεταφορά από το κινούμενο σύστημα αναφοράς:

Μήκος κύματος:

$$\lambda_0 = \frac{2\pi g}{\omega_0^2}$$

Ταχύτητα κύματος:

$$V_0 = \frac{\lambda_0}{T_0}$$

Συχνότητα κινούμενου συστήματος αναφοράς σε σχέση με την συχνότητα του ακίνητου συστήματος αναφοράς:

$$f_e = \frac{V_0 + V_e}{V_0} f_0$$

όπου:

V: ταχύτητα [m/sec]

g: η επιτάχυνση της βαρύτητας [=9.81m/sec]

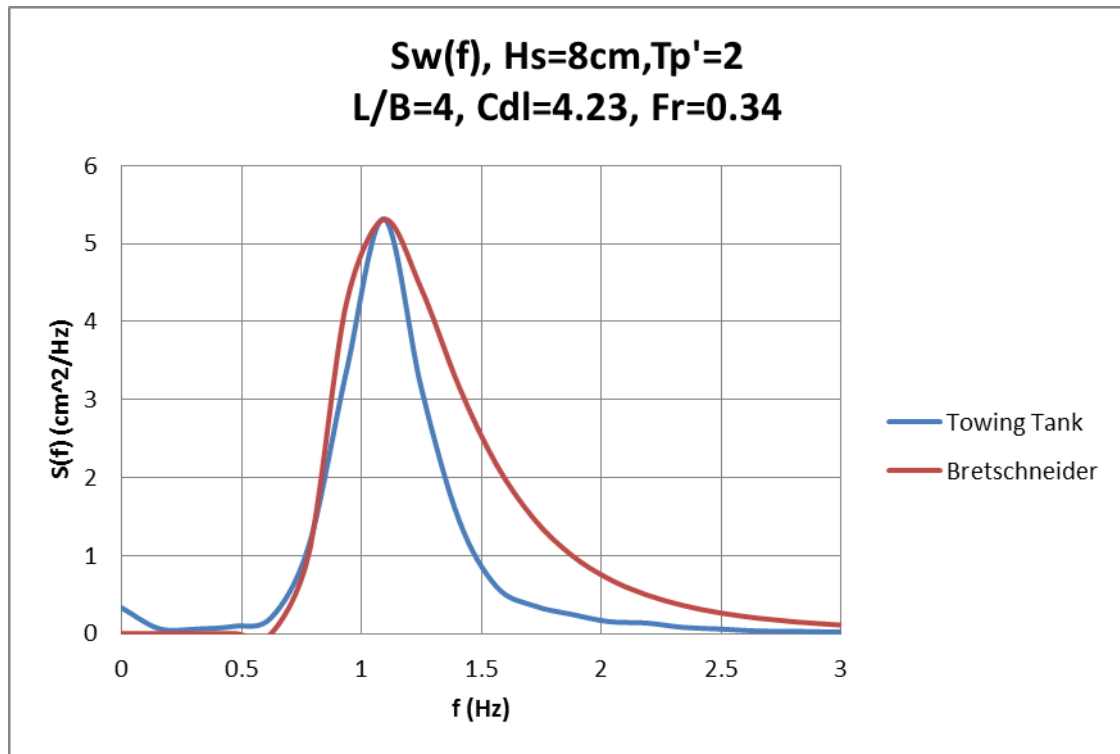
4.3 Αποτελέσματα Πειραμάτων σε Τυχαίους Κυματισμούς

4.3.1 Διαγράμματα Φασμάτων Κυματισμού -Αποκρίσεων

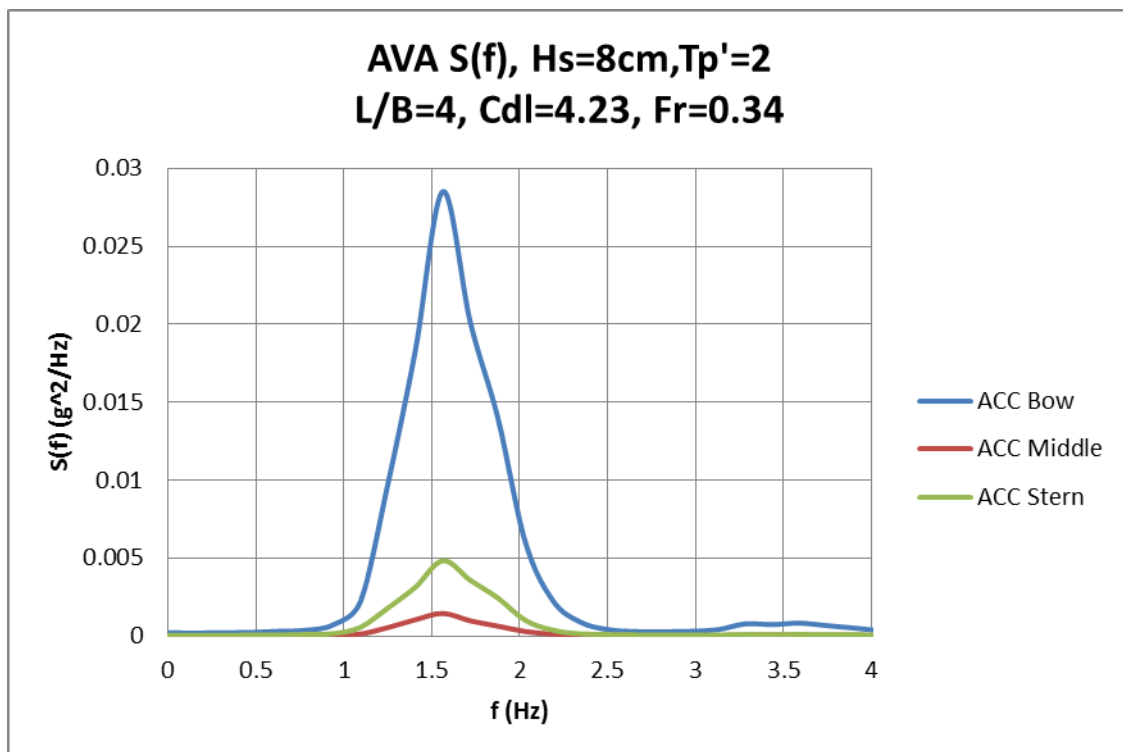
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται για κάθε είδος τυχαίου κυματισμού σε κάθε ταχύτητα τα διαγράμματα των χρονικών ιστοριών στο πεδίο των συχνοτήτων τα οποία έχουν προκύψει από την συνένωση όλων των μετρήσεων σε κάθε κατάσταση θάλασσας. Τα εν λόγω διαγράμματα είναι φάσματα $S(f)$ συναρτήσει της συχνότητας f και είναι τα εξής:

- Φάσμα κύματος $S(f)$ σε μέτρα στο τετράγωνο ανά Hertz (m^2/Hz) συναρτήσει της συχνότητας f σε Hertz σε ακίνητο σύστημα αναφοράς:
 - μετρημένο από τον ακίνητο αισθητήρα που ήταν τοποθετημένος μέσα στη δεξαμενή κοντά στον κυματιστήρα (Wave Tank)
 - μετρημένο από τον κινούμενο μαζί με το μοντέλο αισθητήρα μετασχηματισμένο από το κινούμενο σύστημα αναφοράς στο ακίνητο, ώστε να είναι άμεσα συγκρίσιμο με το σε ακινησία μετρημένο φάσμα (Wave Car)
- Φάσματα Κατακόρυφων επιταχύνσεων $S(f)$ σε επιτάχυνση βαρύτητας στο τετράγωνο ανά Hertz (g^2/Hz) συναρτήσει της συχνότητας f σε Hertz στις τρεις θέσεις:
 - Πλώρη
 - Στη διαμήκη θέση κέντρου βάρους (LCG)
 - Πρύμνη
- Φάσμα Κατακόρυφης κίνησης (heave) $S(f)$ σε εκατοστά στο τετράγωνο ανά Hertz (cm^2/Hz) συναρτήσει της συχνότητας f σε Hertz
- Φάσμα Προνευτασμού (pitch) $S(f)$ σε μοίρες στο τετράγωνο ανά Hertz (deg^2/Hz) συναρτήσει της συχνότητας f σε Hertz

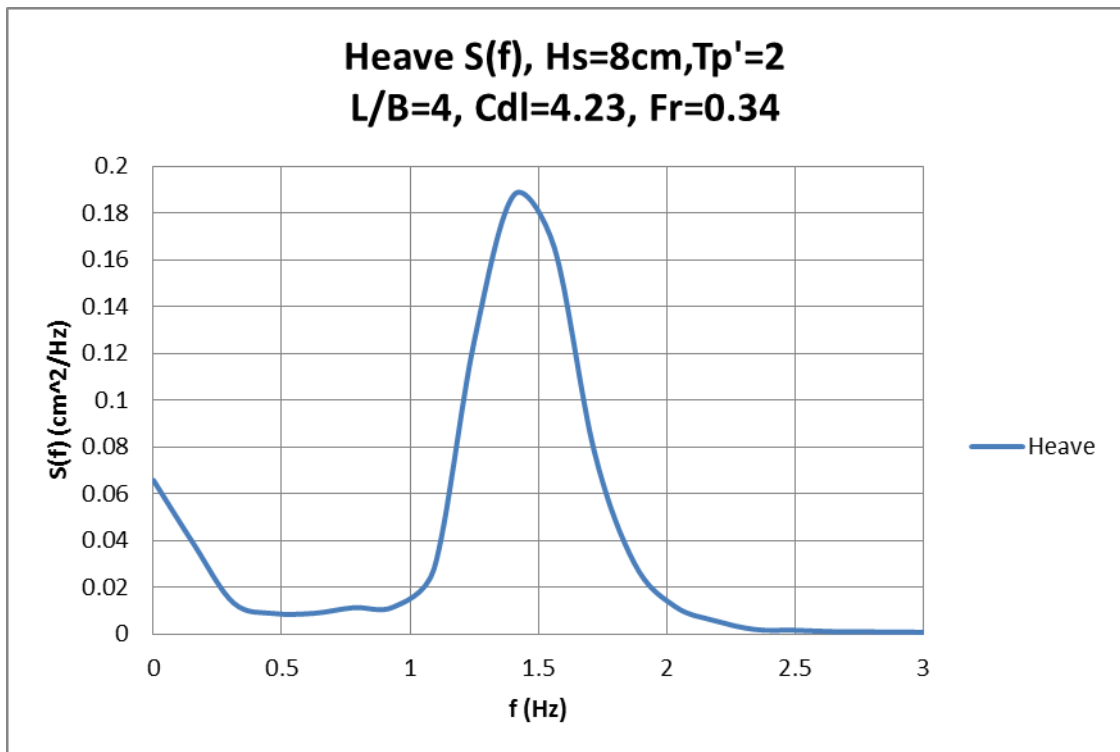
4.3.1.1 Αποτελέσματα Πειραμάτων για Ταχύτητα με $Fr=0.34$



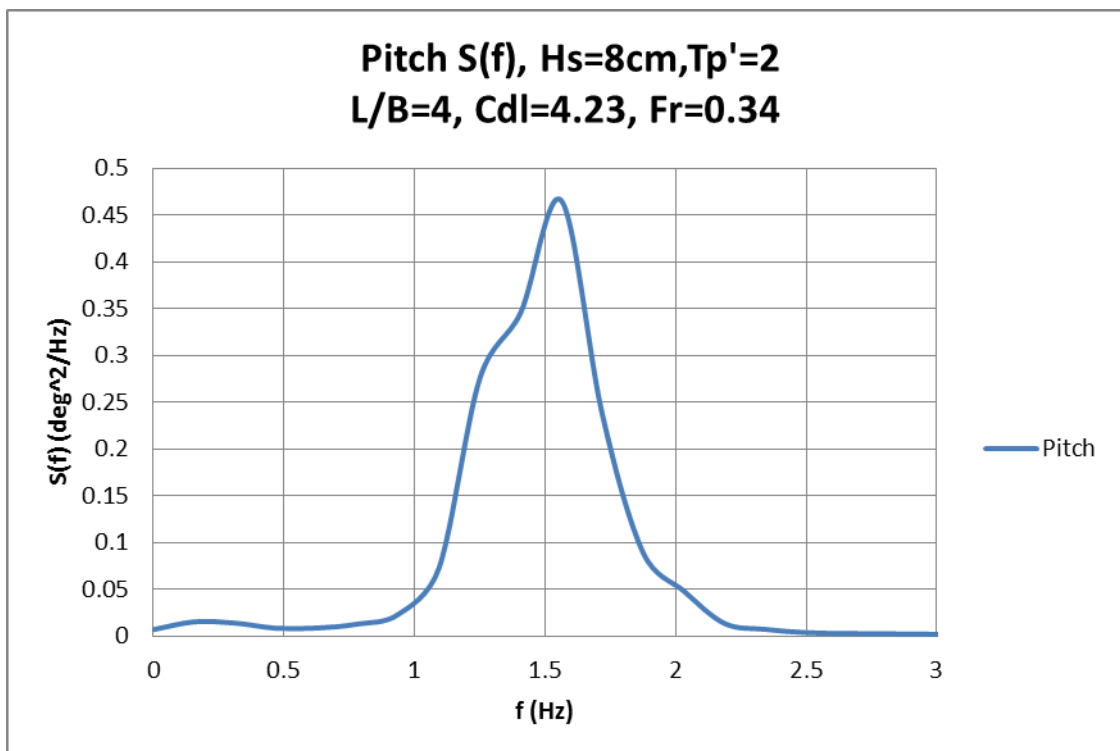
Διάγραμμα 4.1: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



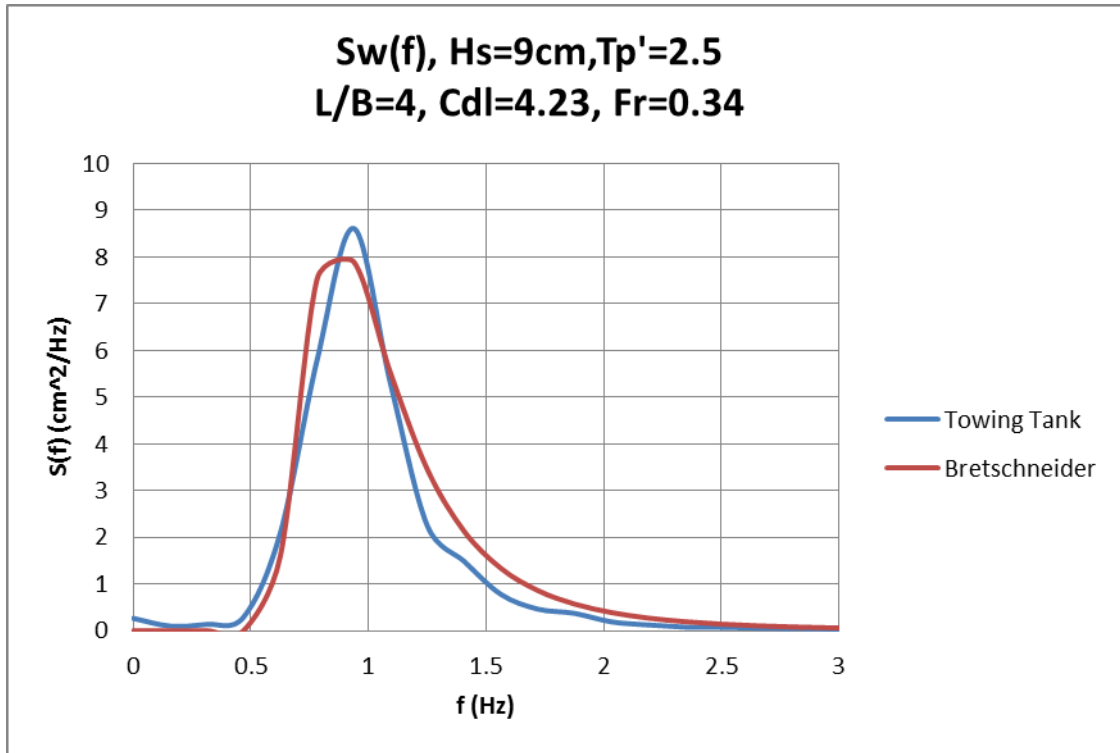
Διάγραμμα 4.2: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



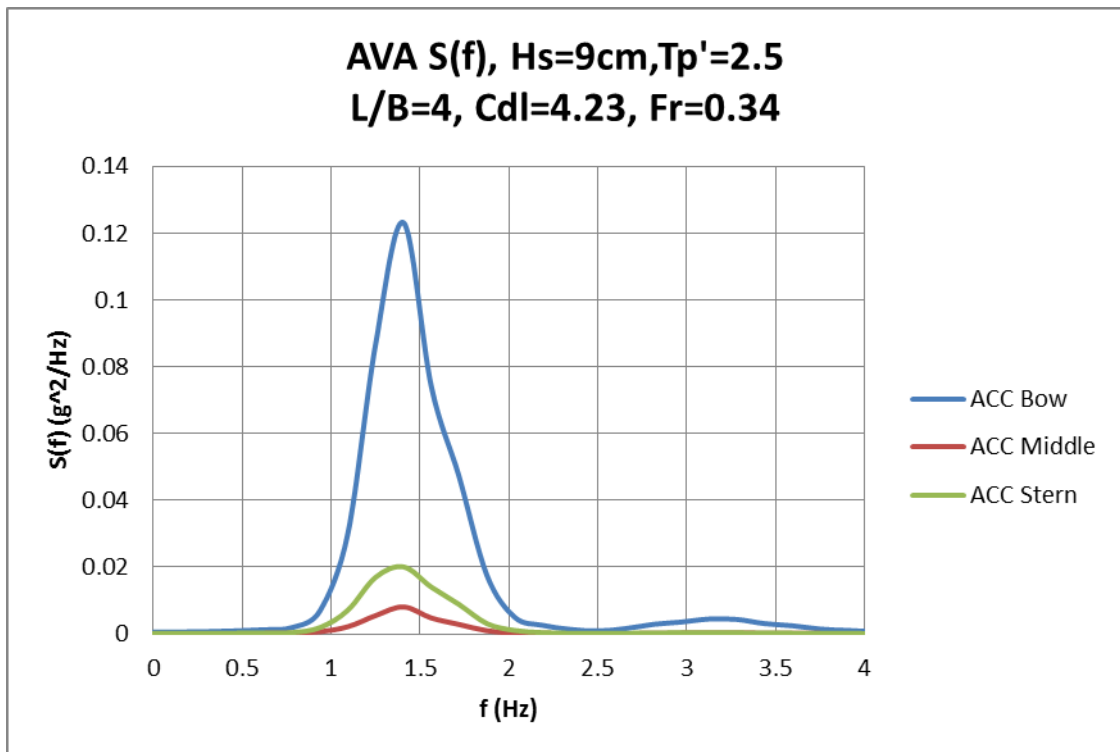
Διάγραμμα 4.3: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



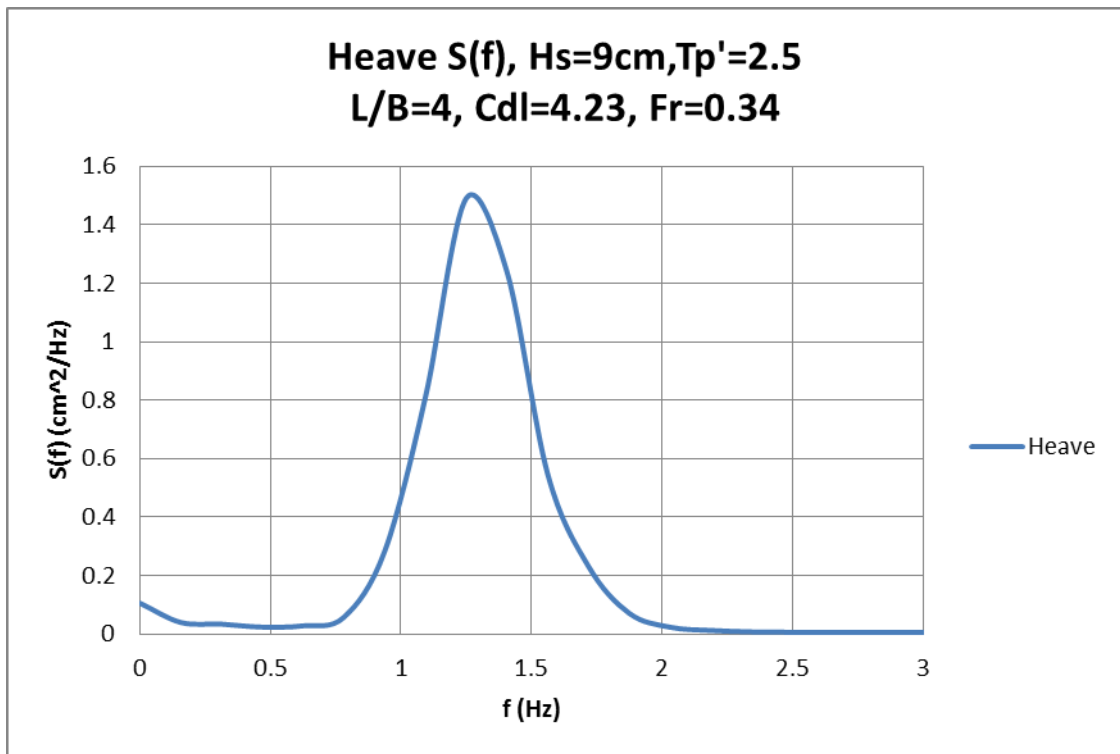
Διάγραμμα 4.4: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



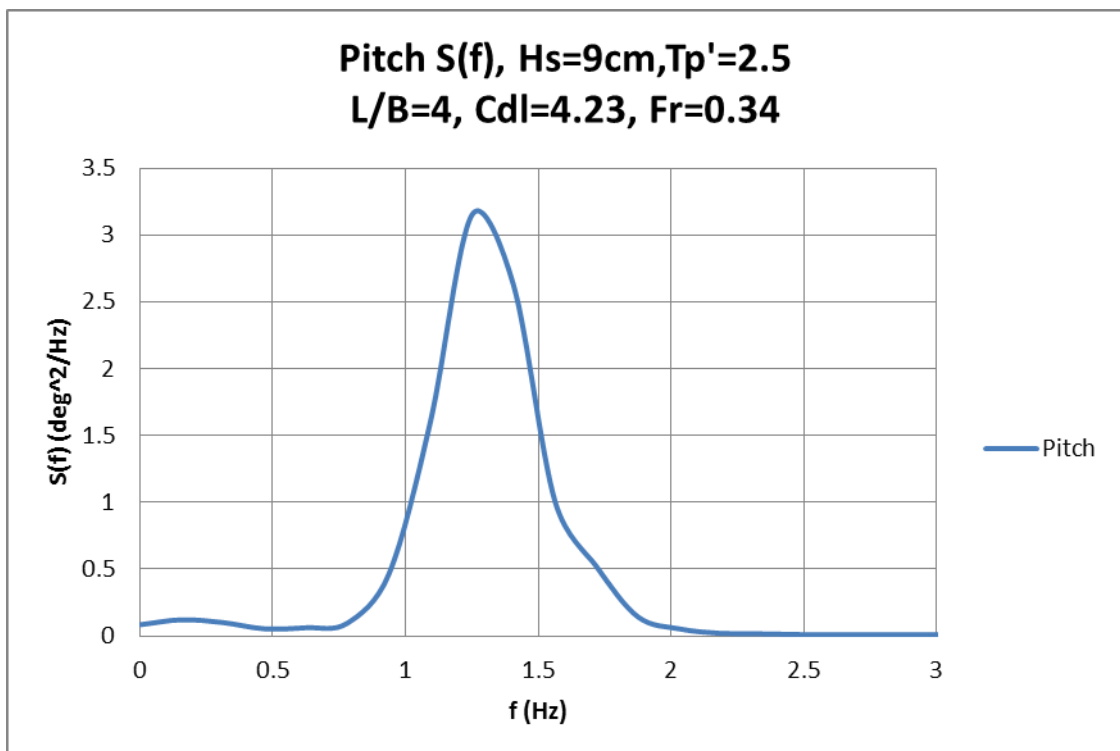
Διάγραμμα 4.5: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



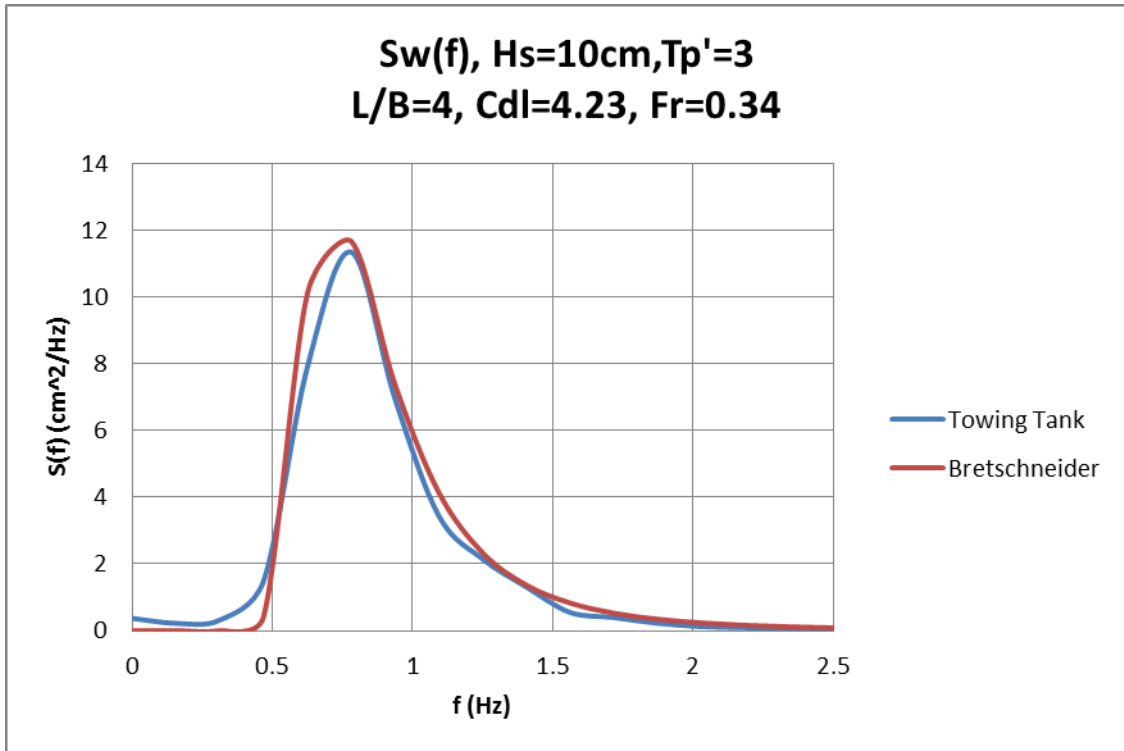
Διάγραμμα 4.6: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



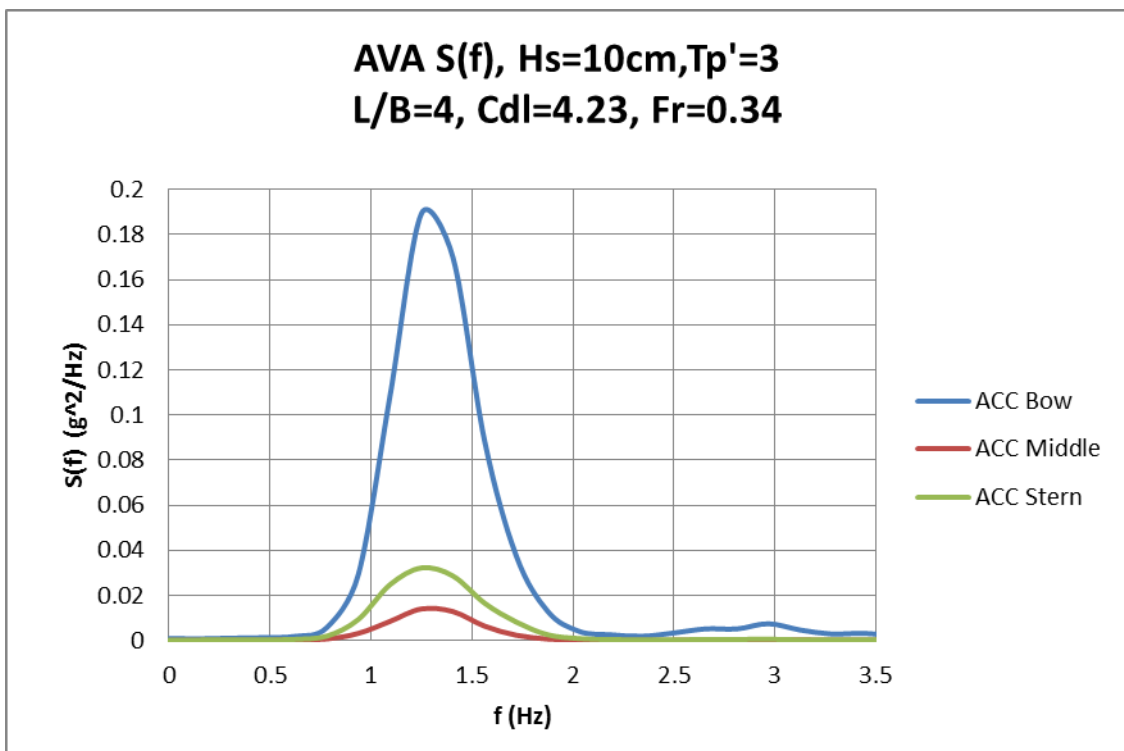
Διάγραμμα 4.7: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



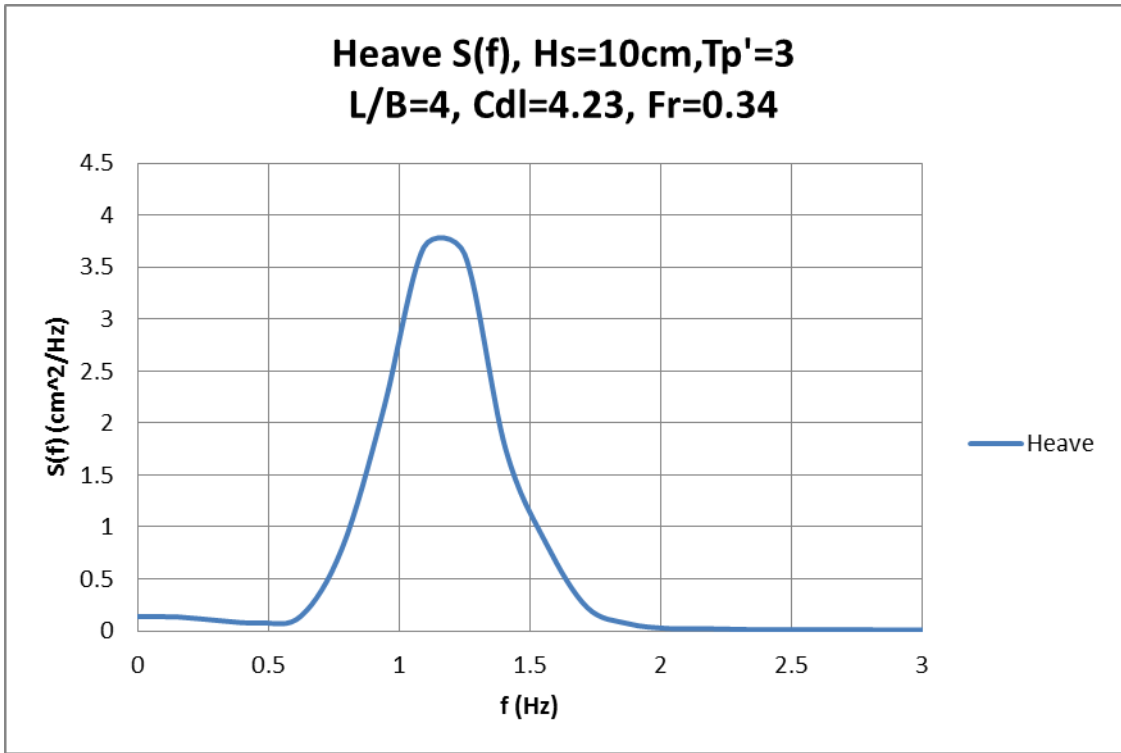
Διάγραμμα 4.8: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



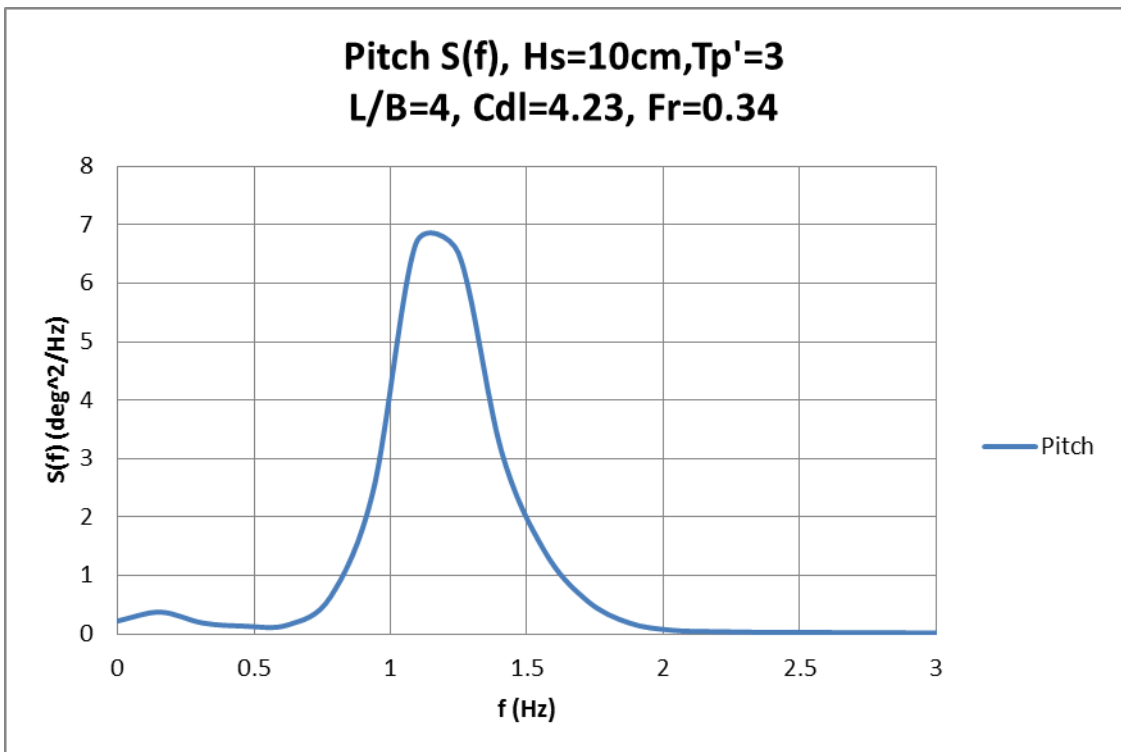
Διάγραμμα 4.9: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



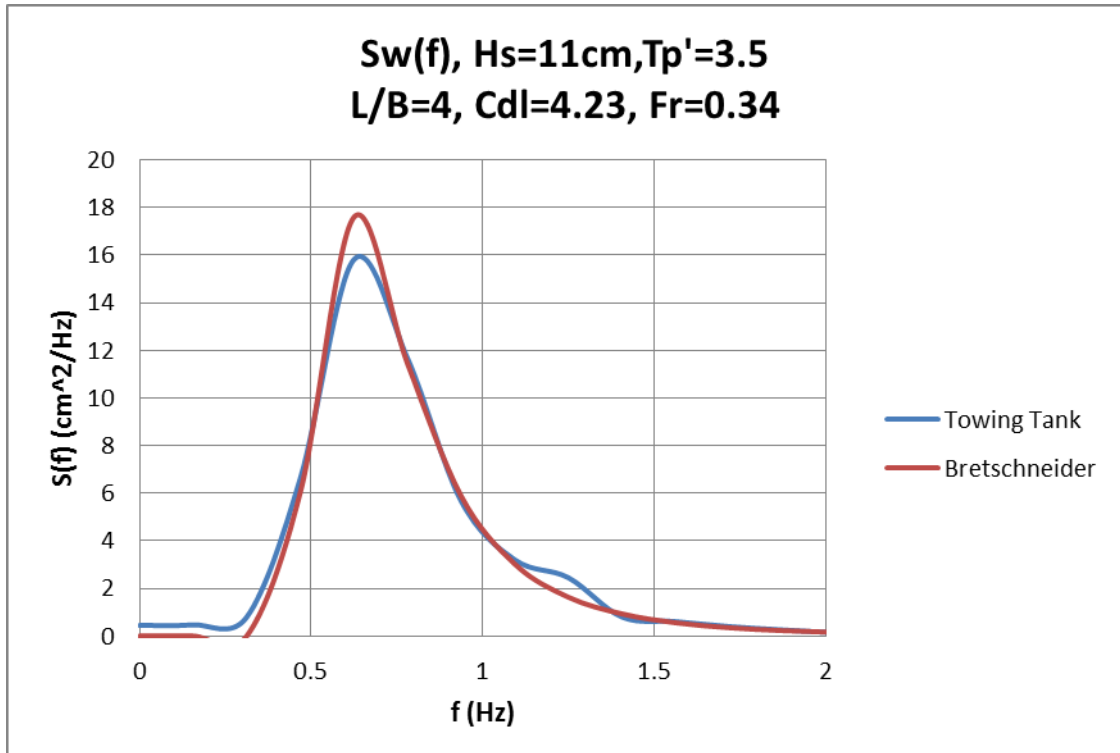
Διάγραμμα 4.10: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



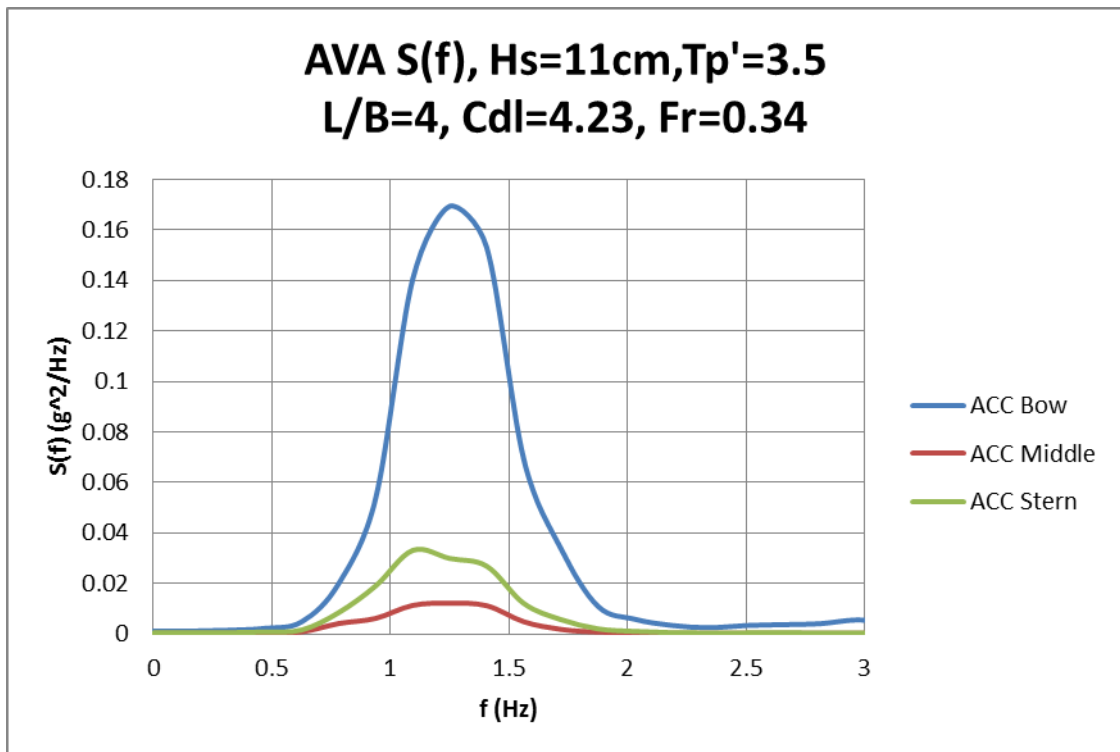
Διάγραμμα 4.11: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



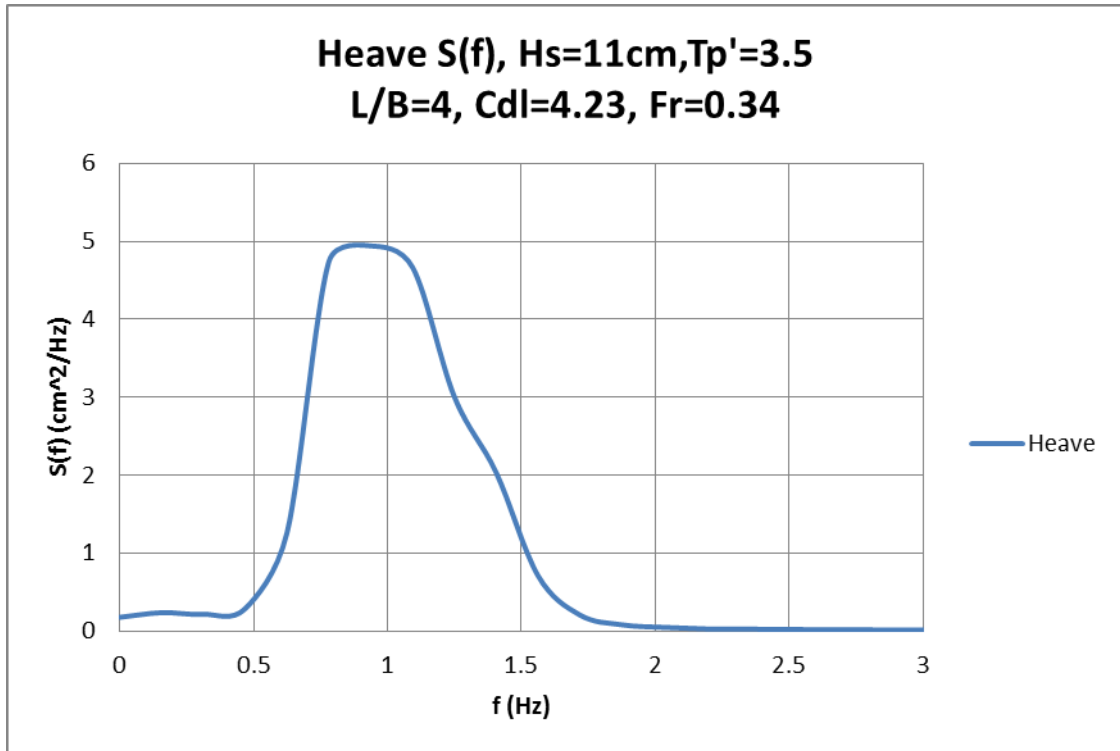
Διάγραμμα 4.12: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



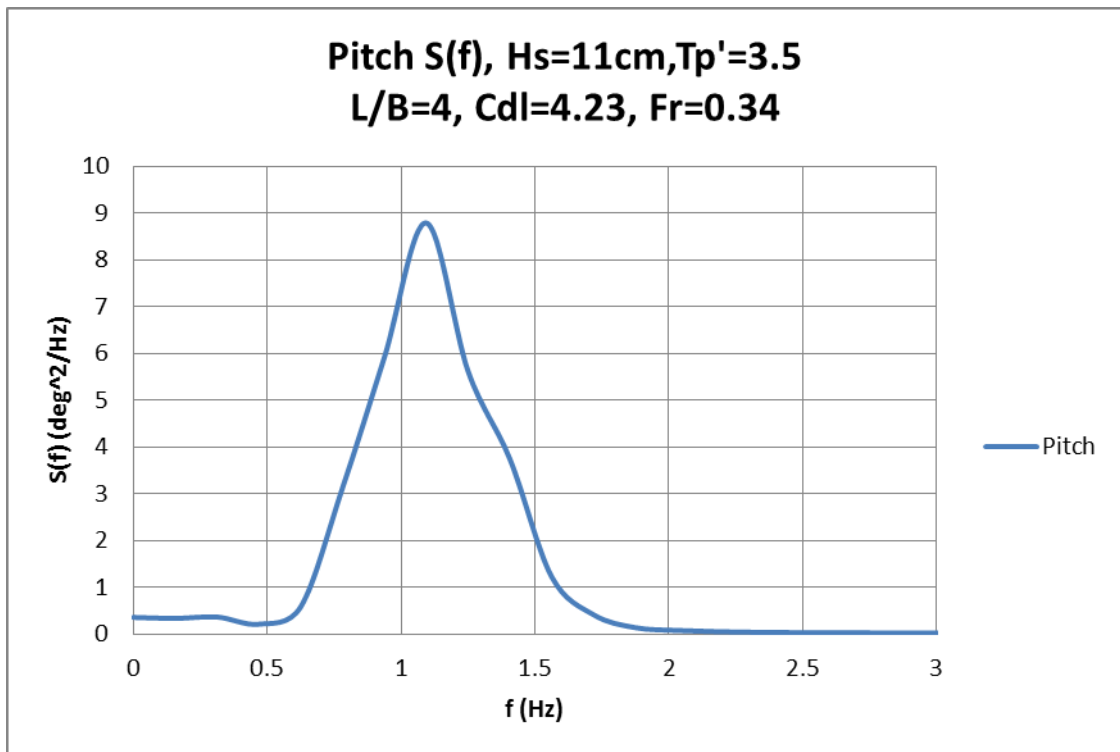
Διάγραμμα 4.13: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



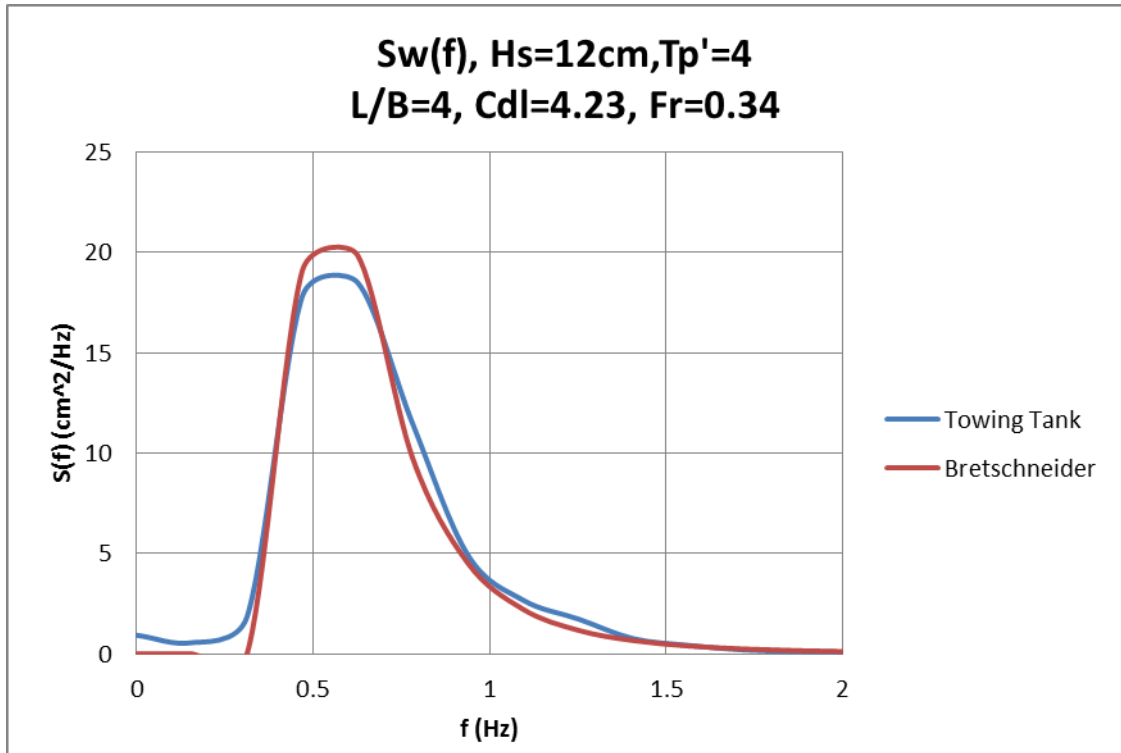
Διάγραμμα 4.14: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



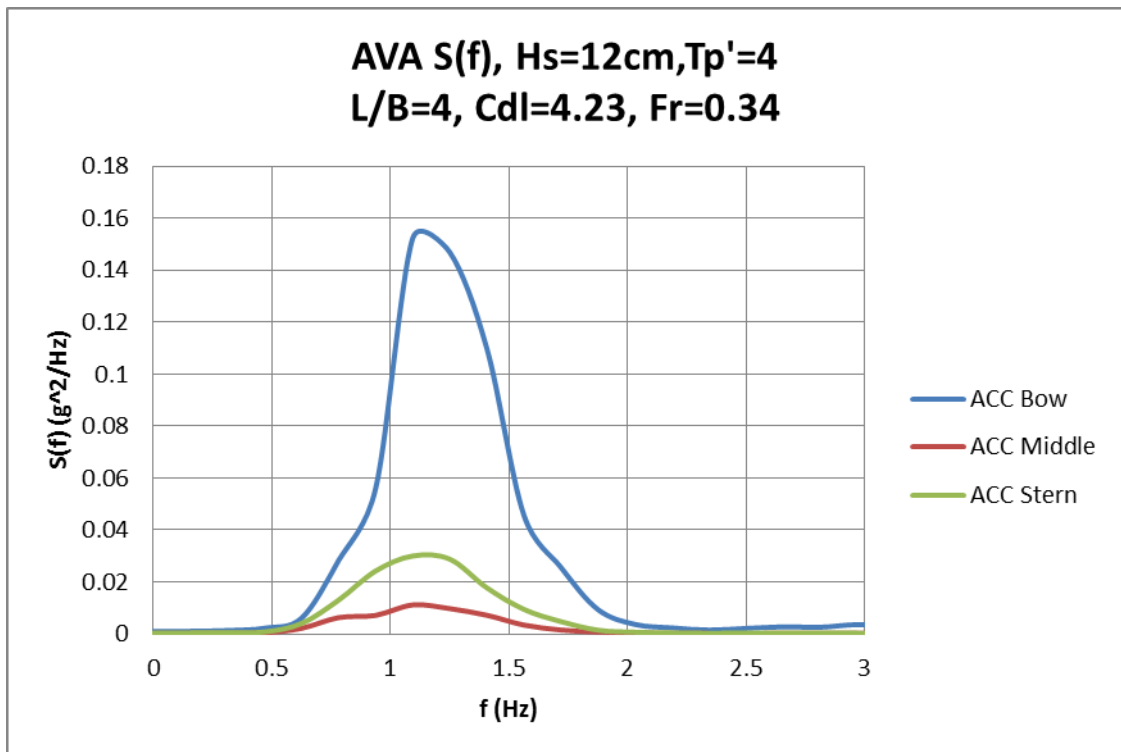
Διάγραμμα 4.15: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



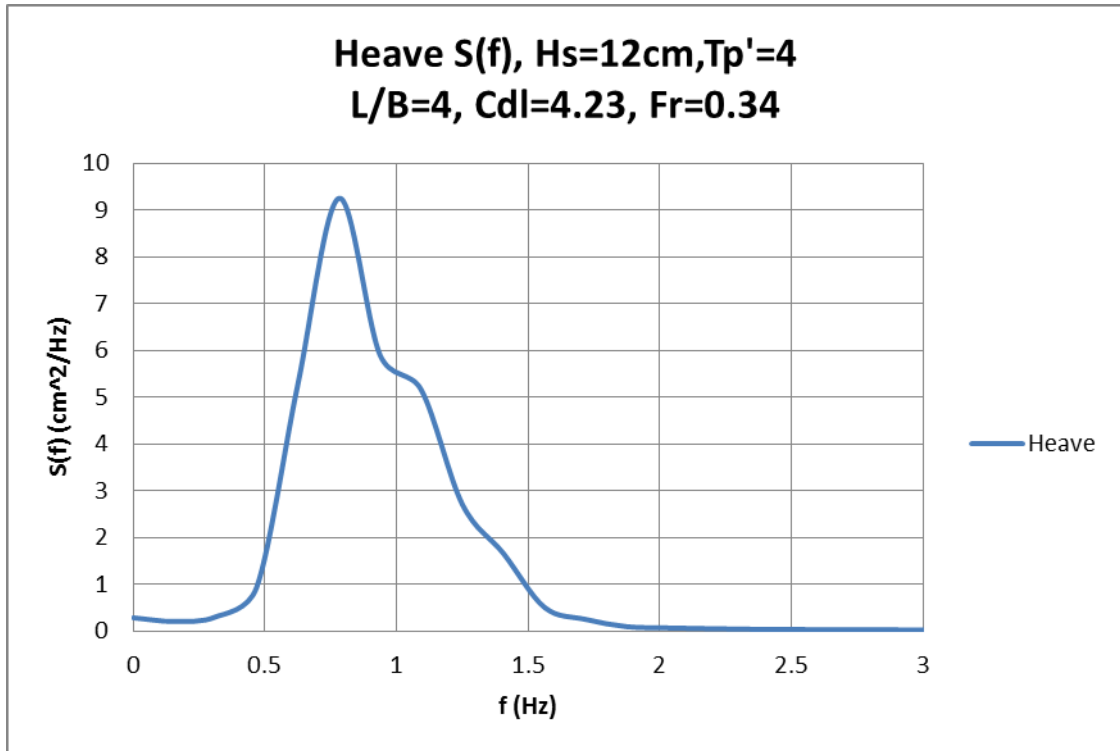
Διάγραμμα 4.16: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



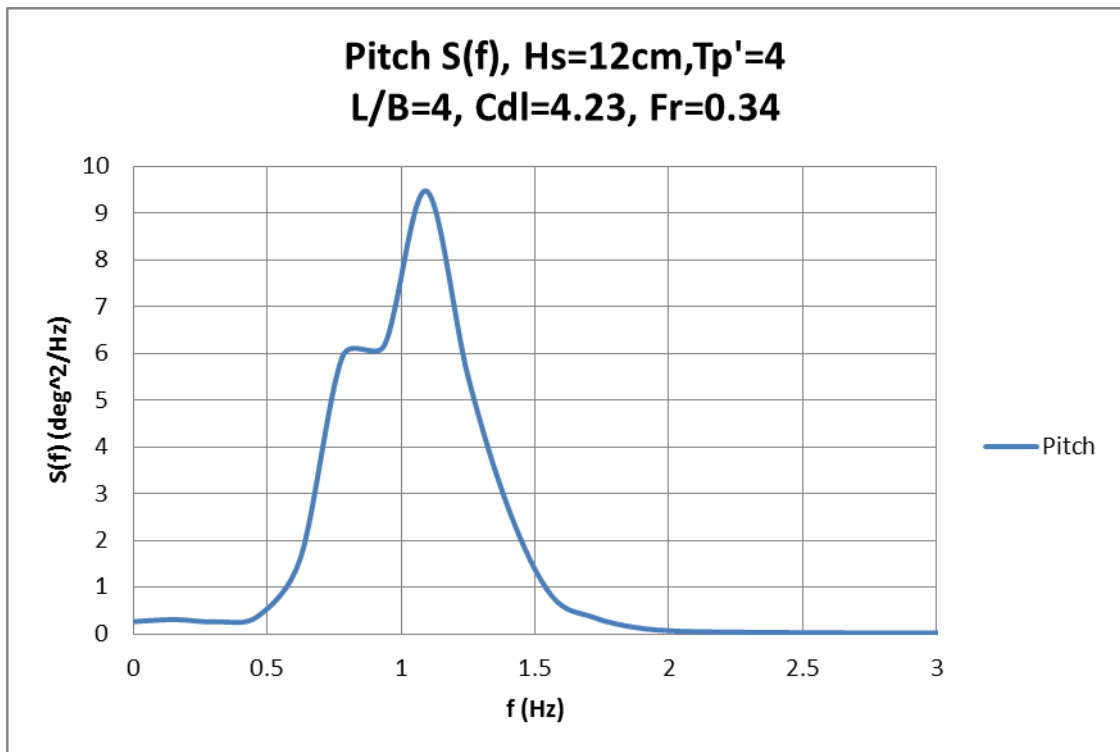
Διάγραμμα 4.17: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



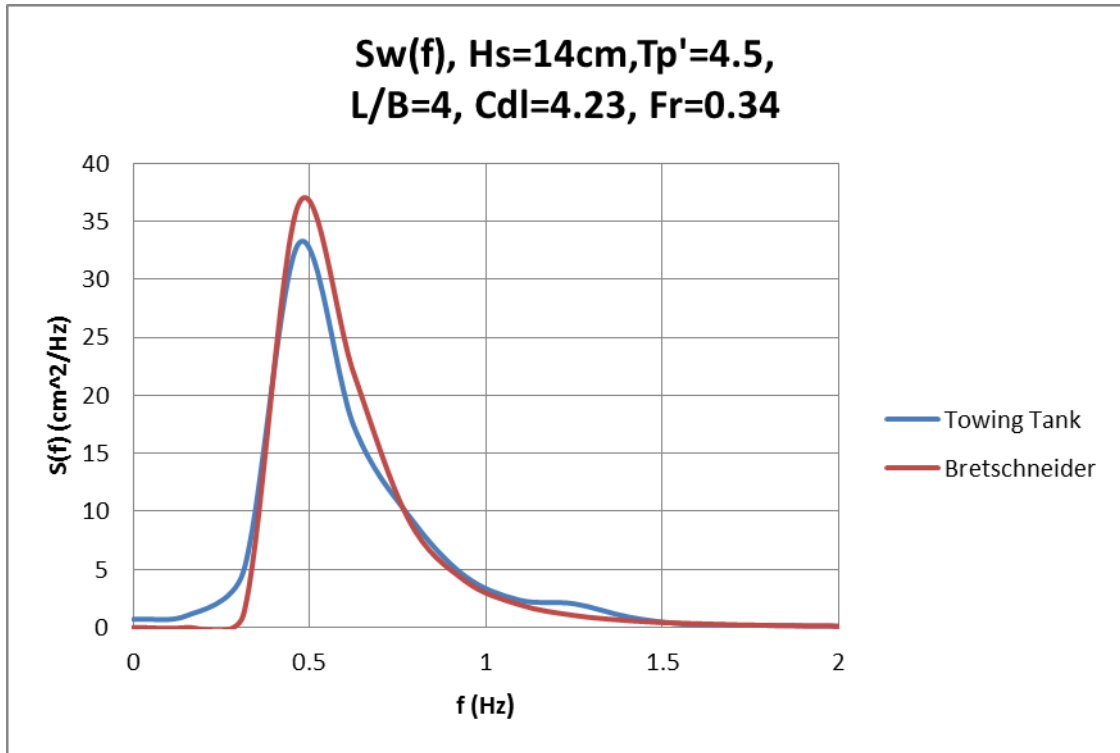
Διάγραμμα 4.18: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



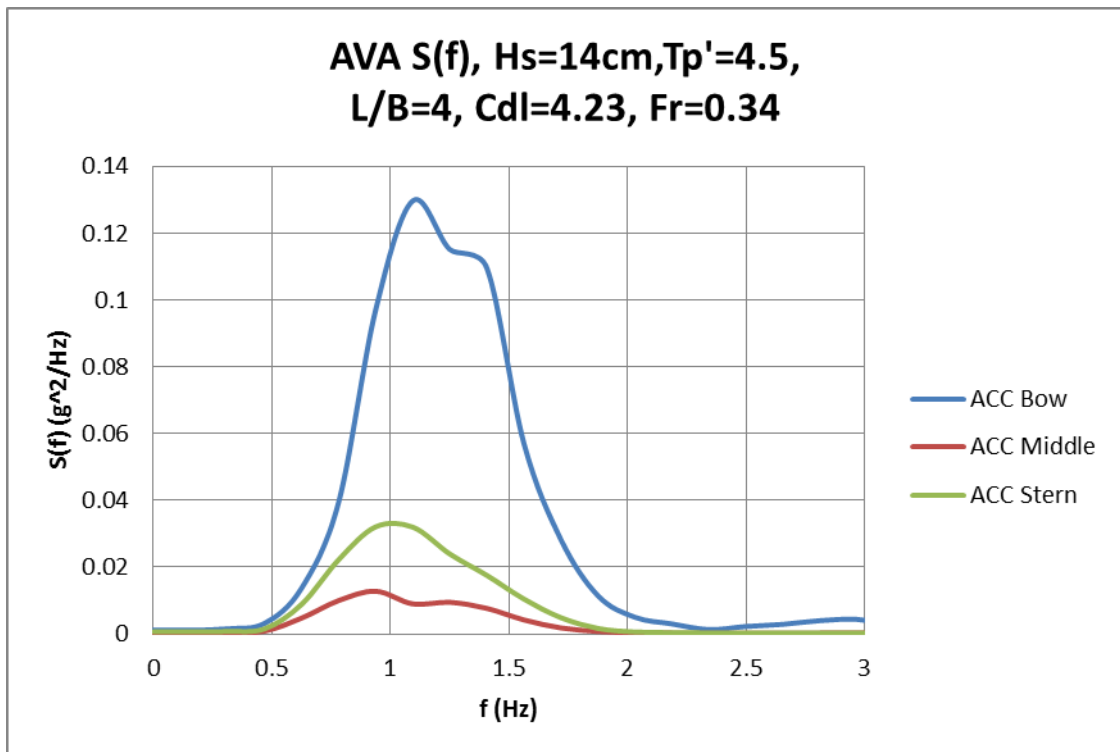
Διάγραμμα 4.19: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



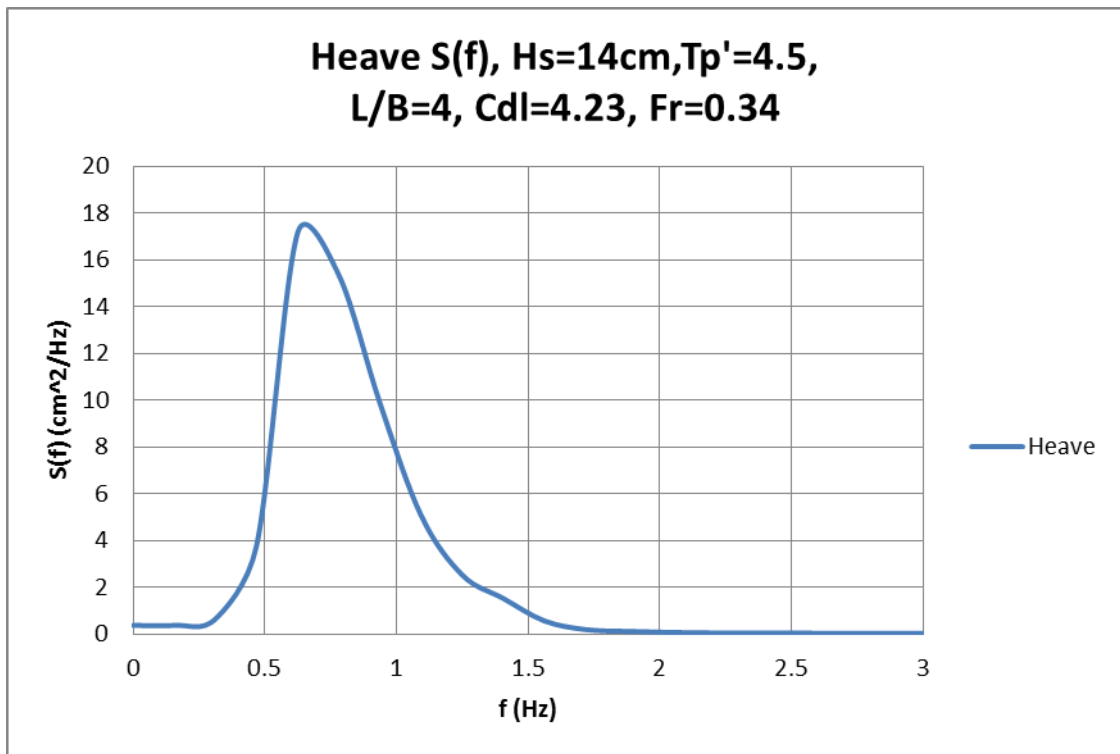
Διάγραμμα 4.20: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



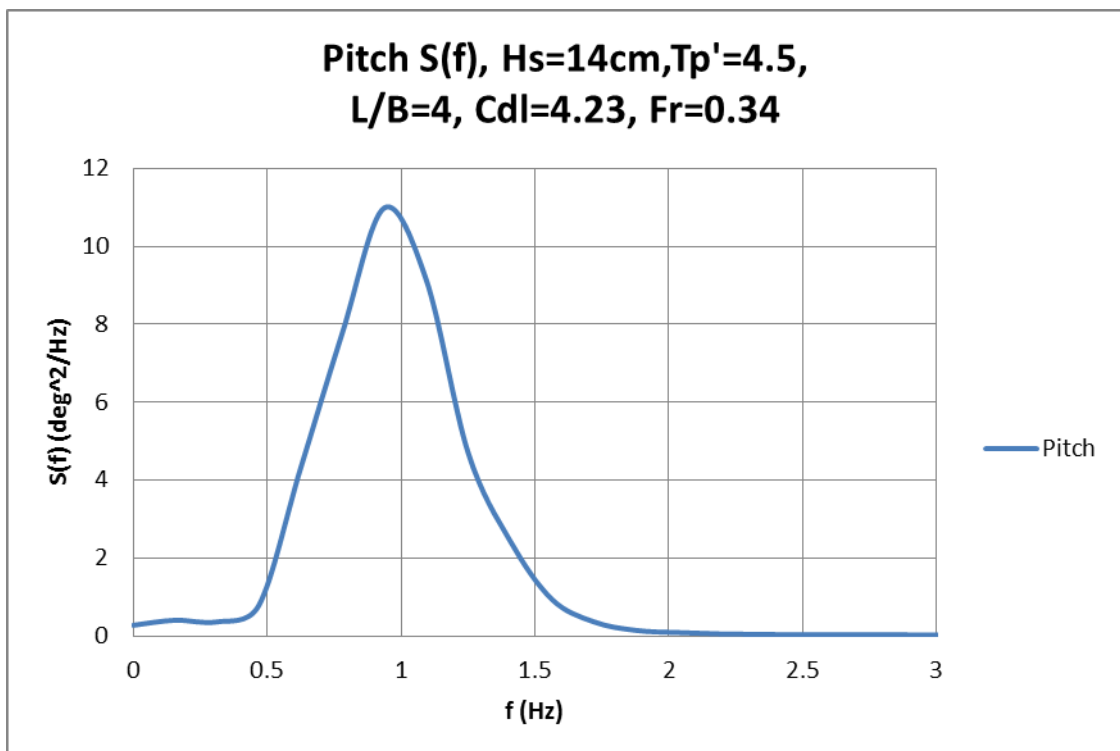
Διάγραμμα 4.21: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



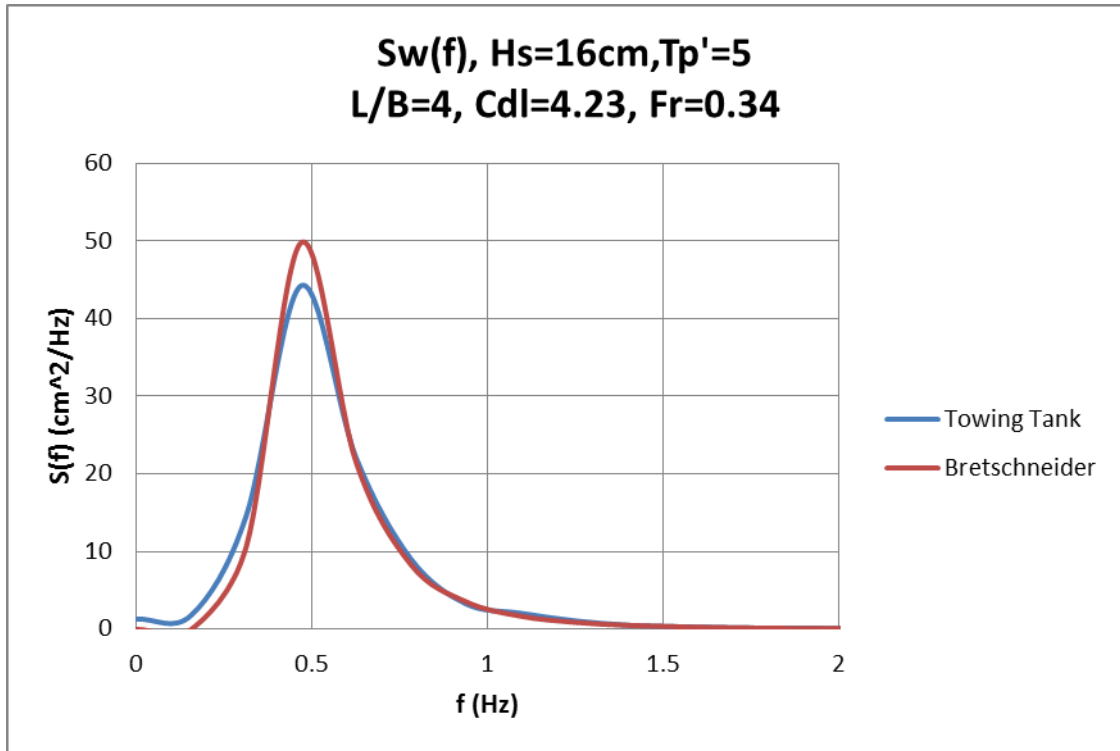
Διάγραμμα 4.22: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



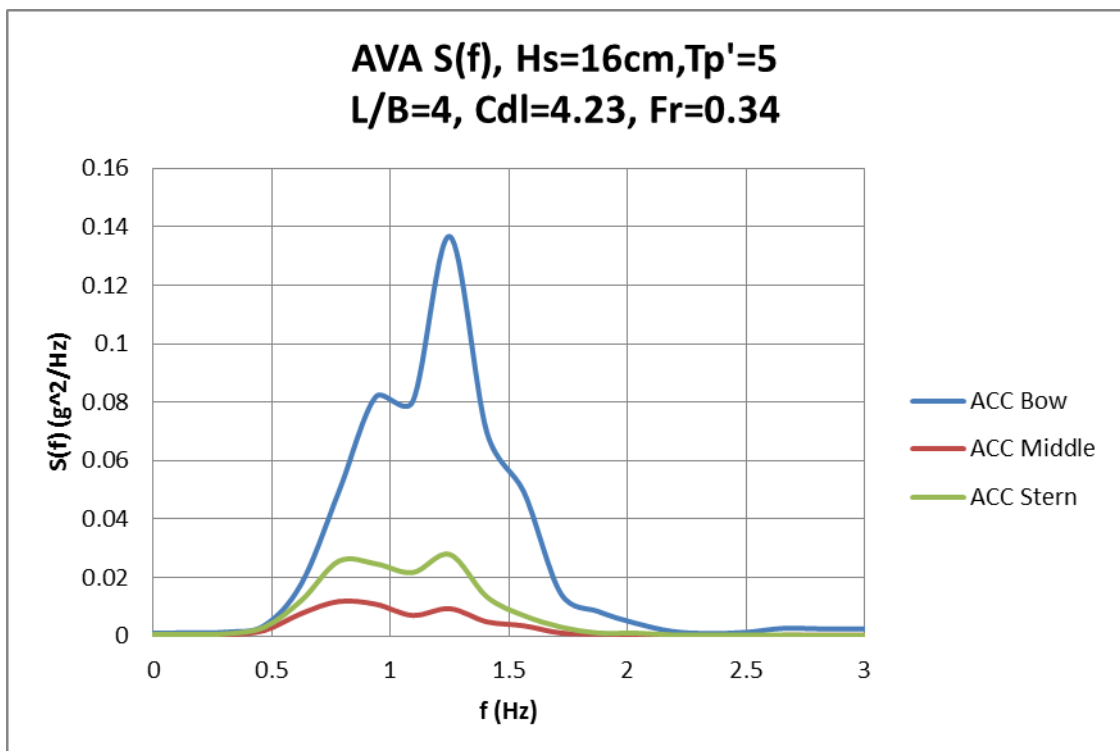
Διάγραμμα 4.23: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



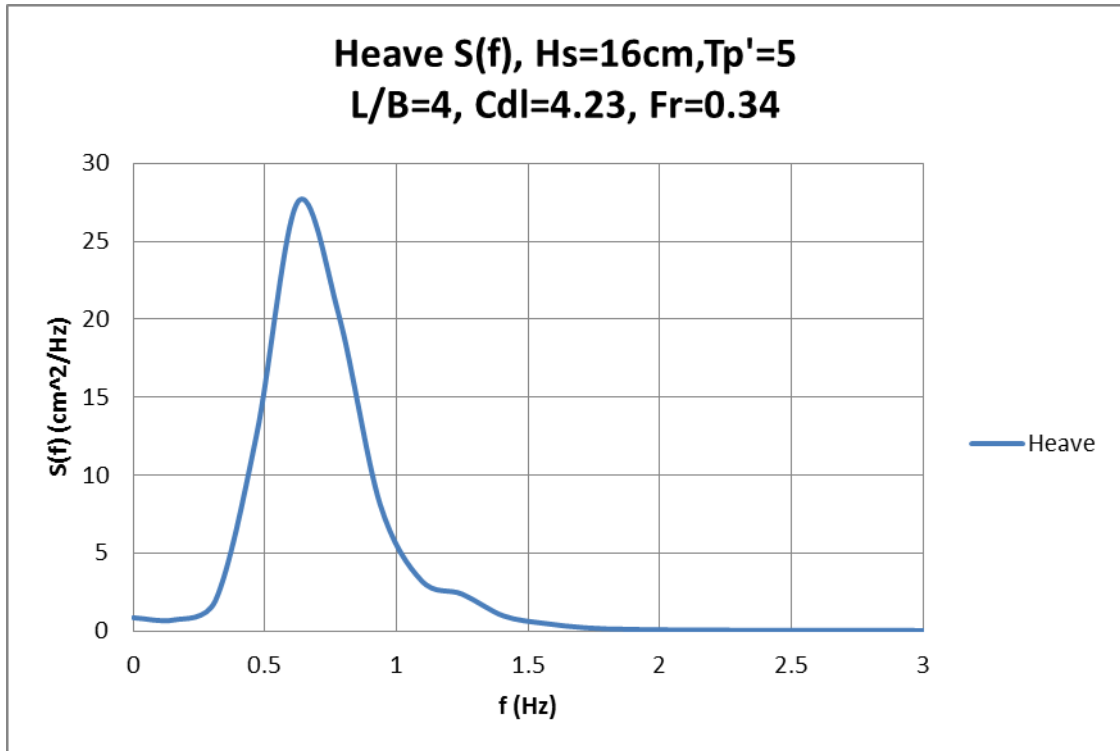
Διάγραμμα 4.24: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



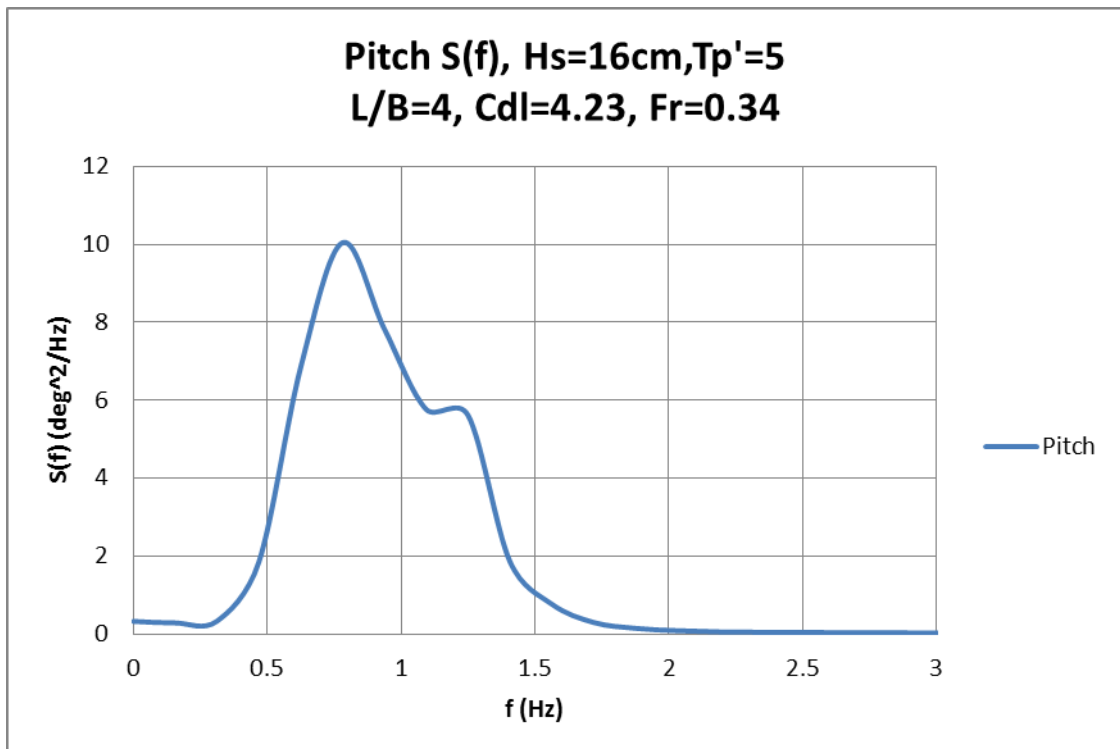
Διάγραμμα 4.25: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank)



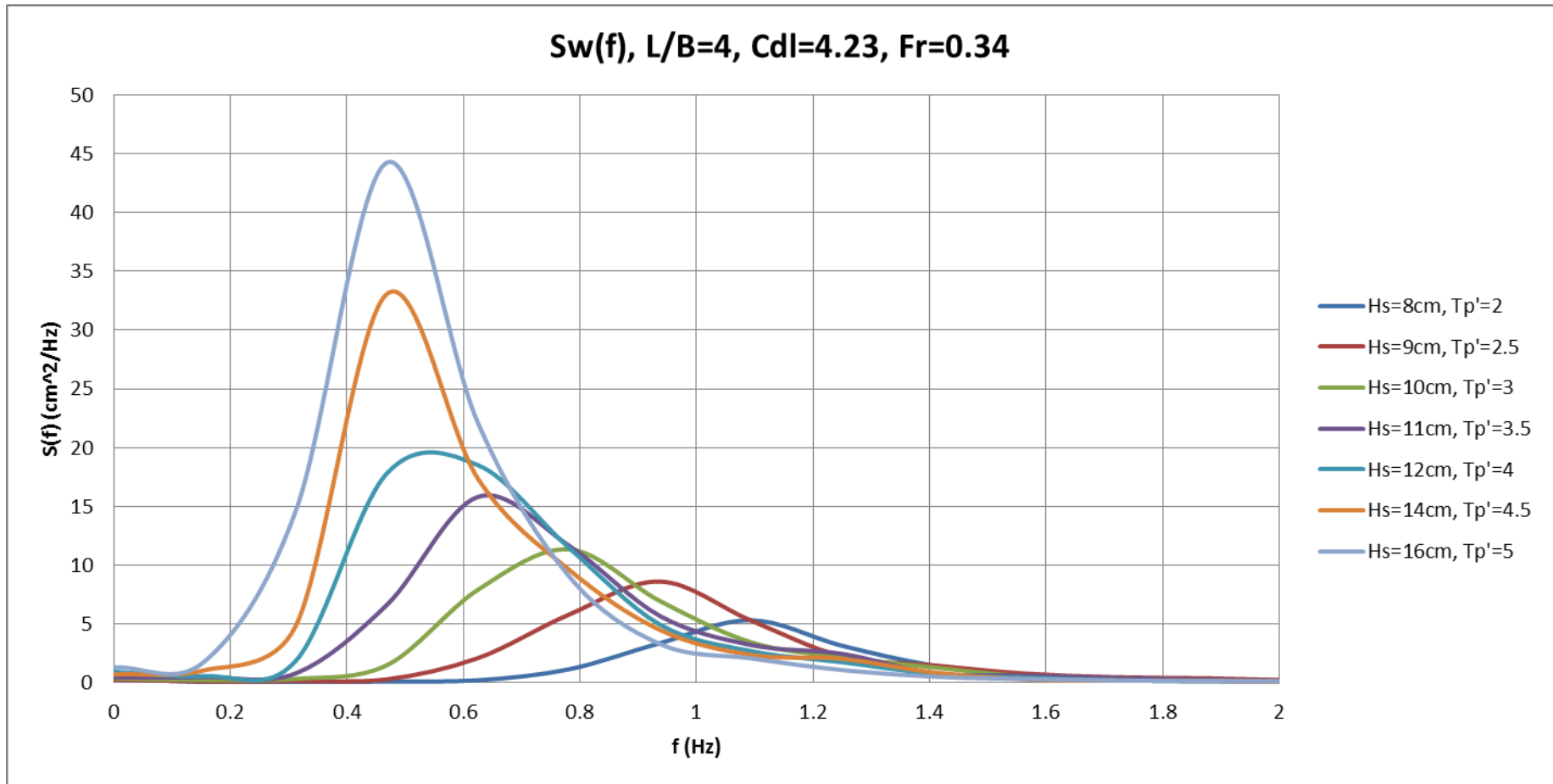
Διάγραμμα 4.26: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



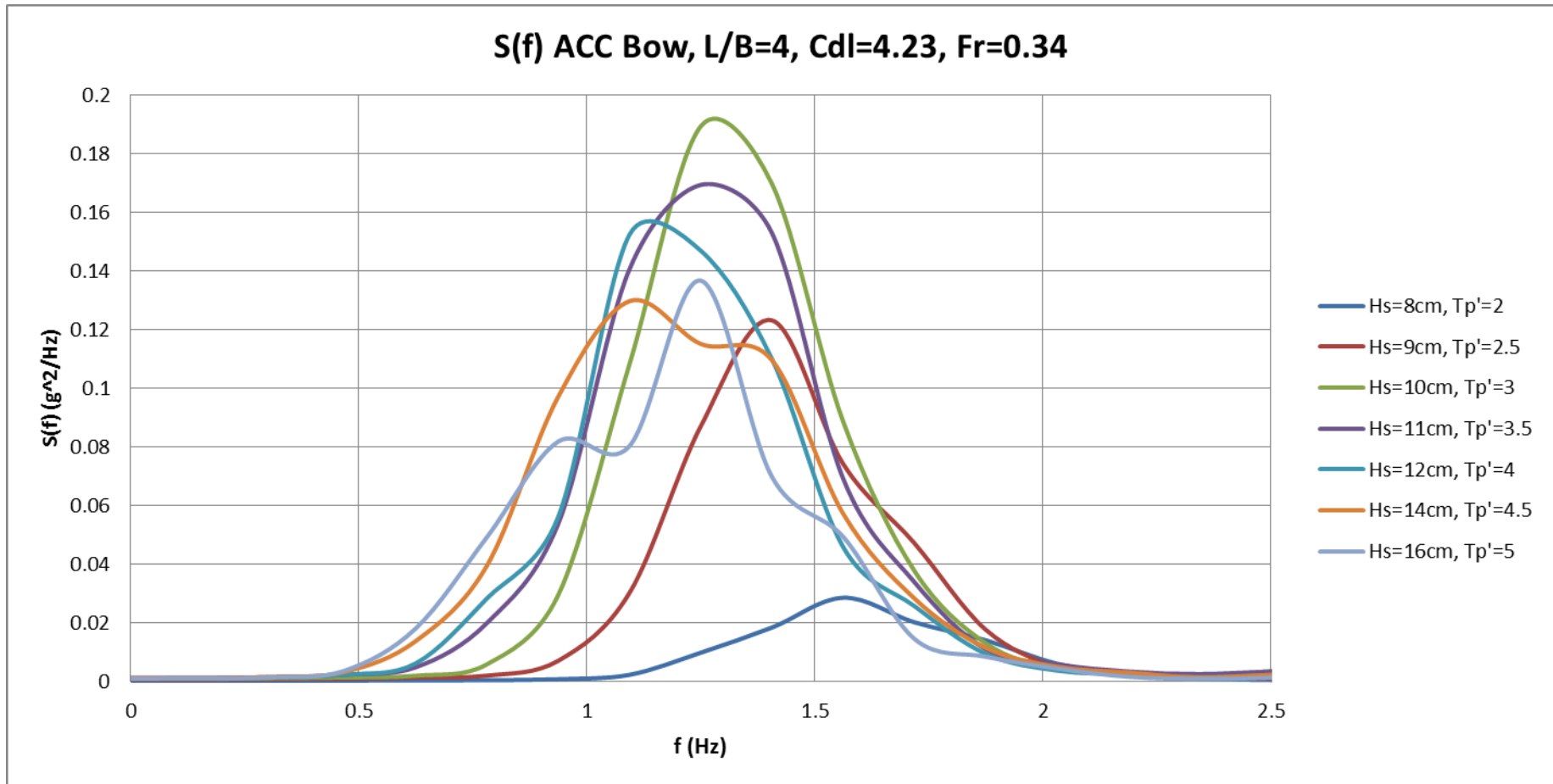
Διάγραμμα 4.27: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



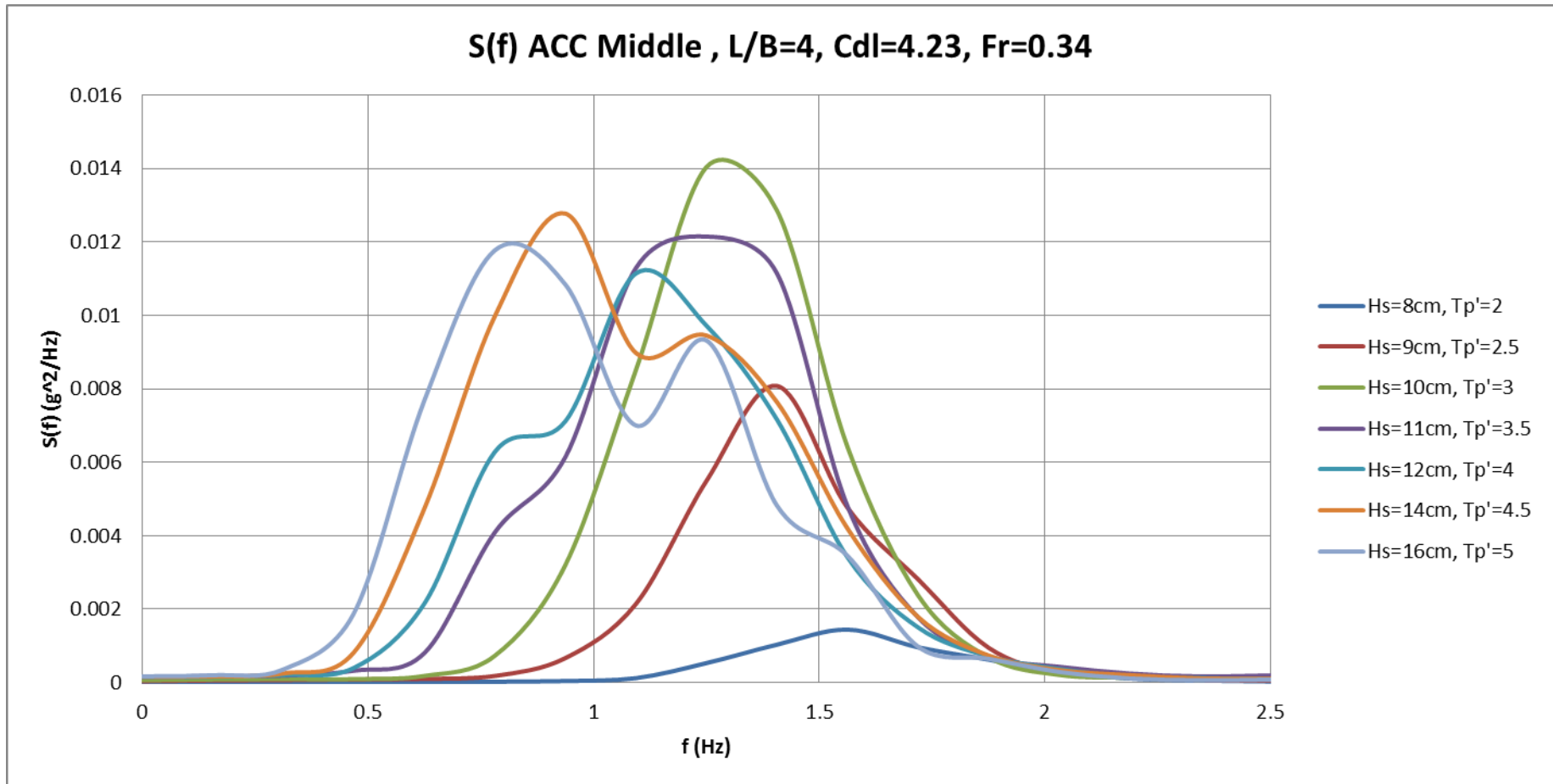
Διάγραμμα 4.28: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



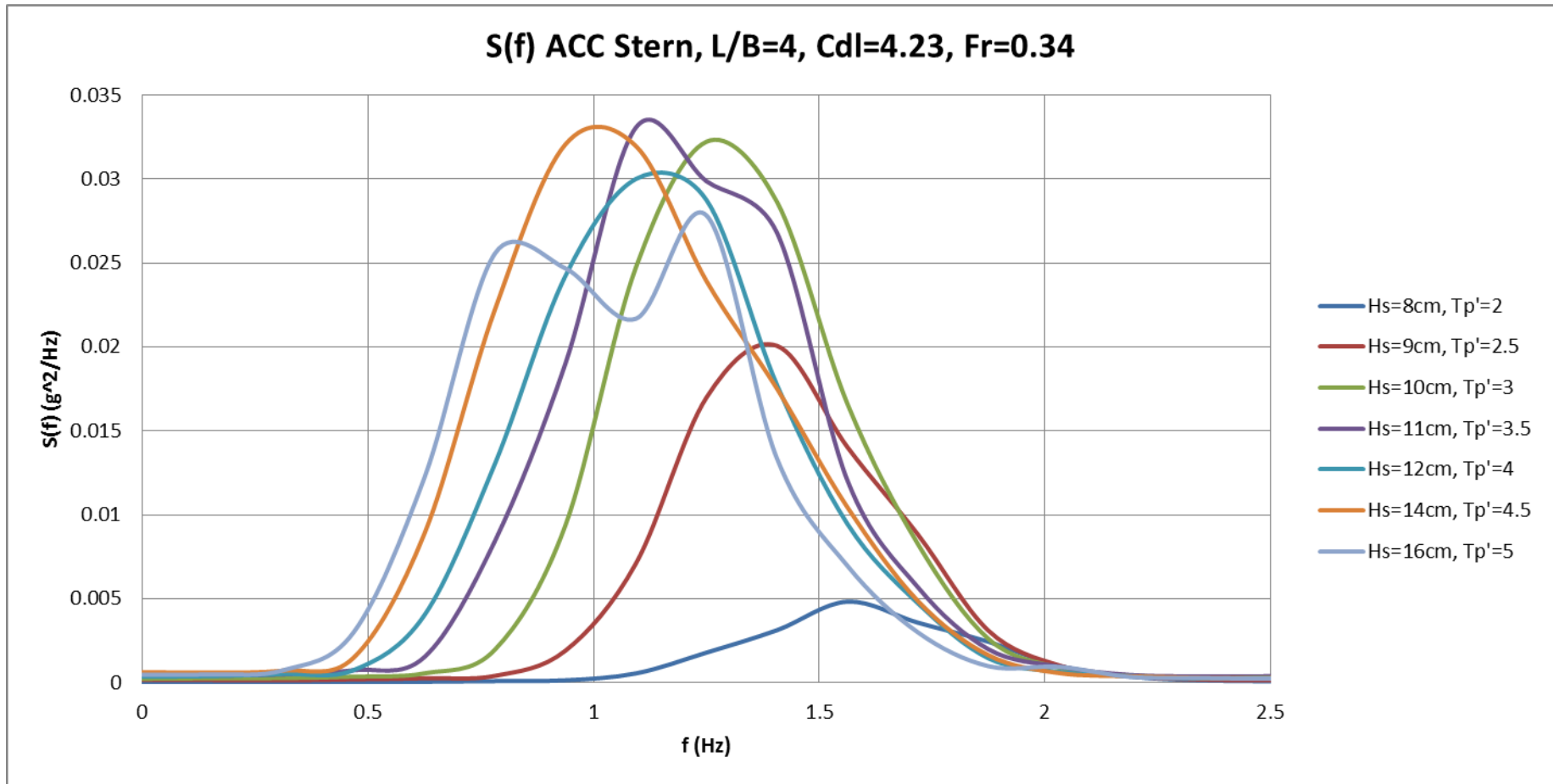
Διάγραμμα 4.29: Πραγματικά (μετρούμενα) φάσματα κυμάτων (Wave gen tank)



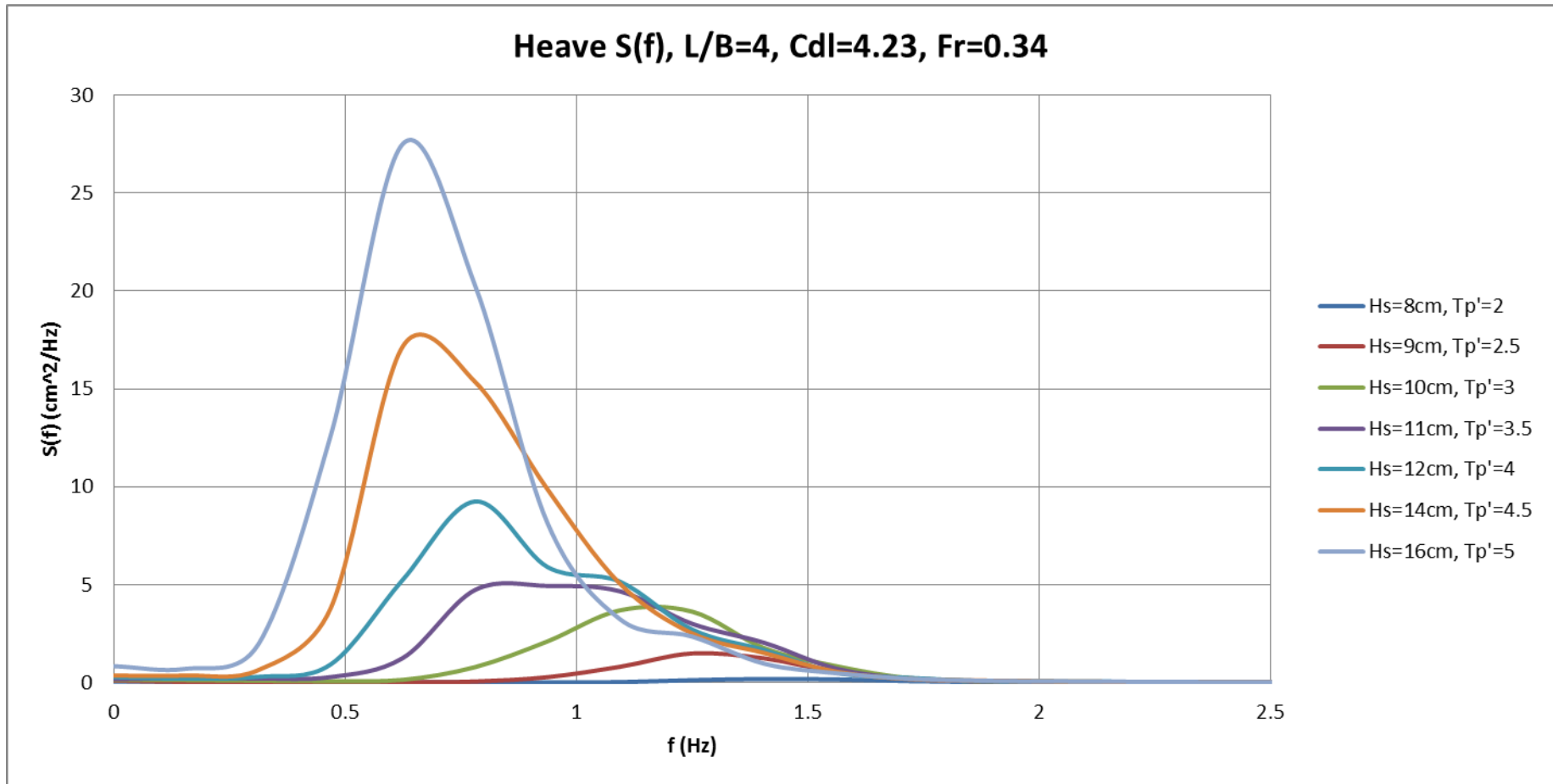
Διάγραμμα 4.30: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πλήρους - Bow



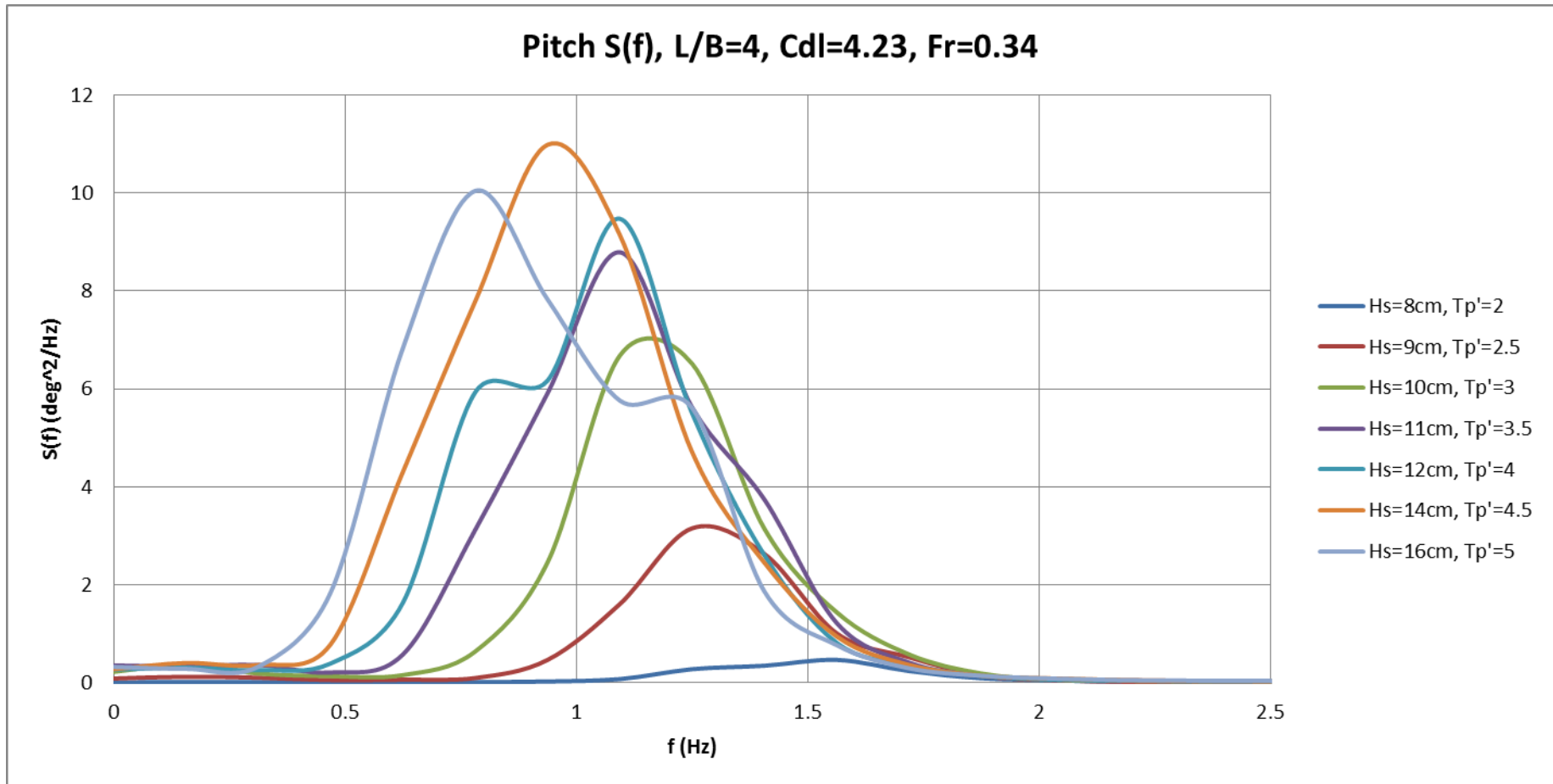
Διάγραμμα 4.31: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων μέσης - Milde



Διάγραμμα 4.32: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πρύμνης - Stern

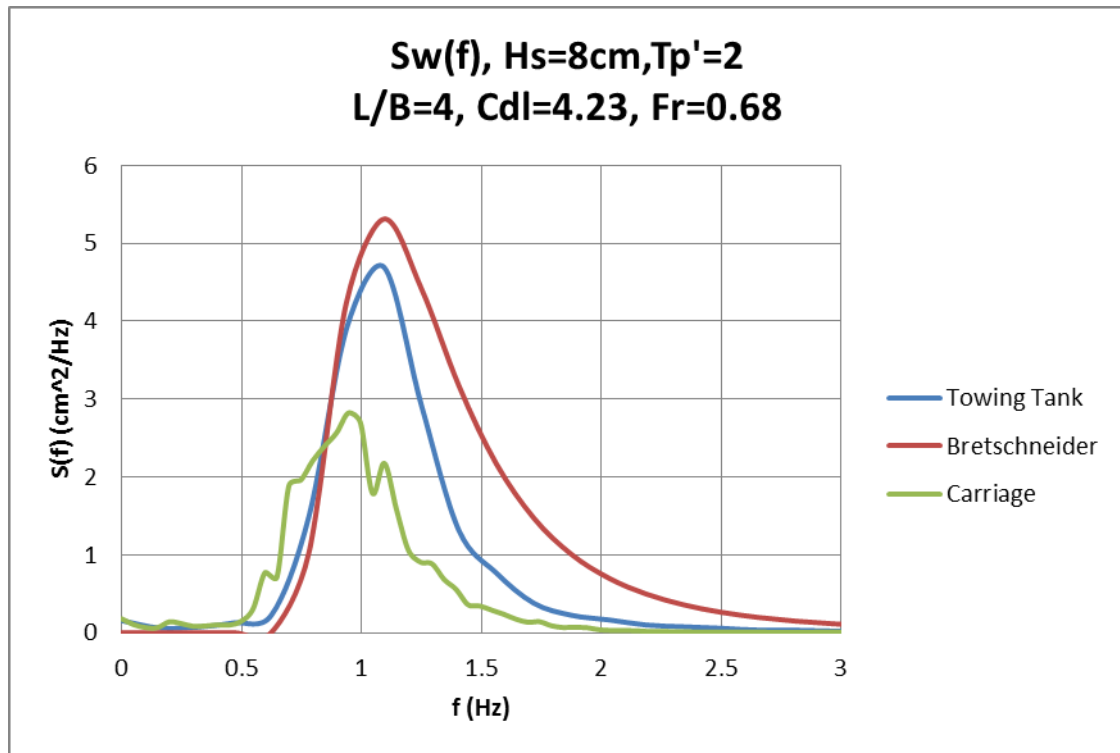


Διάγραμμα 4.33: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων κατακόρυφων κινήσεων - Heave

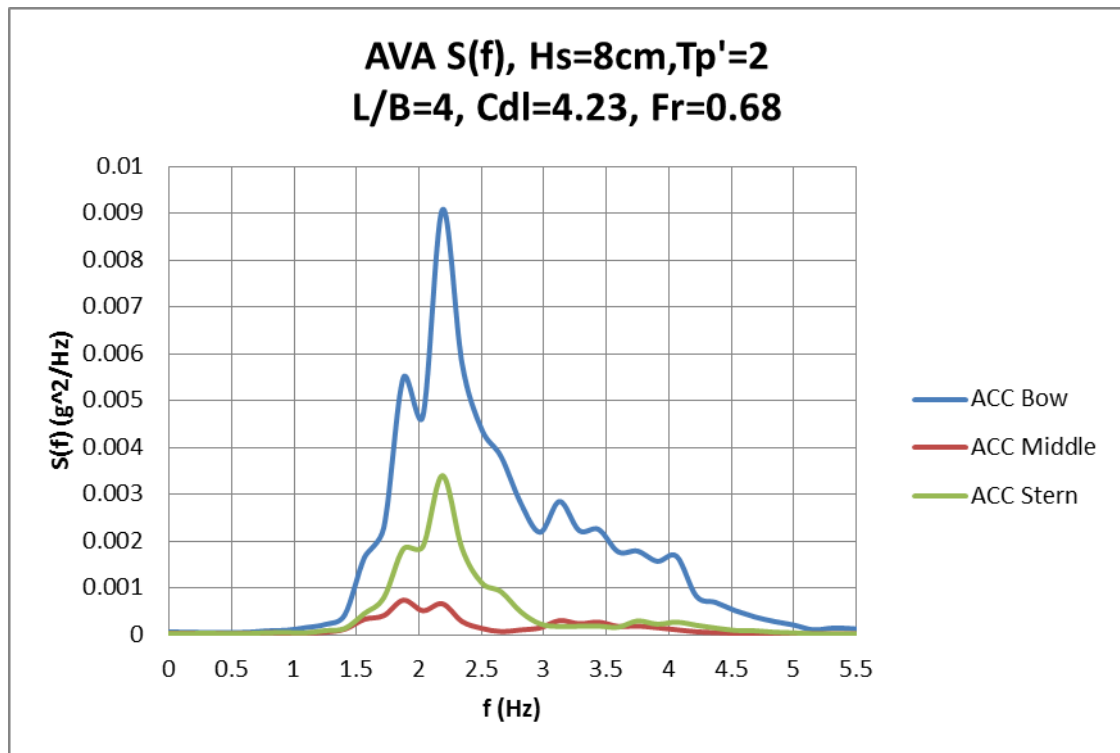


Διάγραμμα 4.34: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων προνευτασμού- Pitch

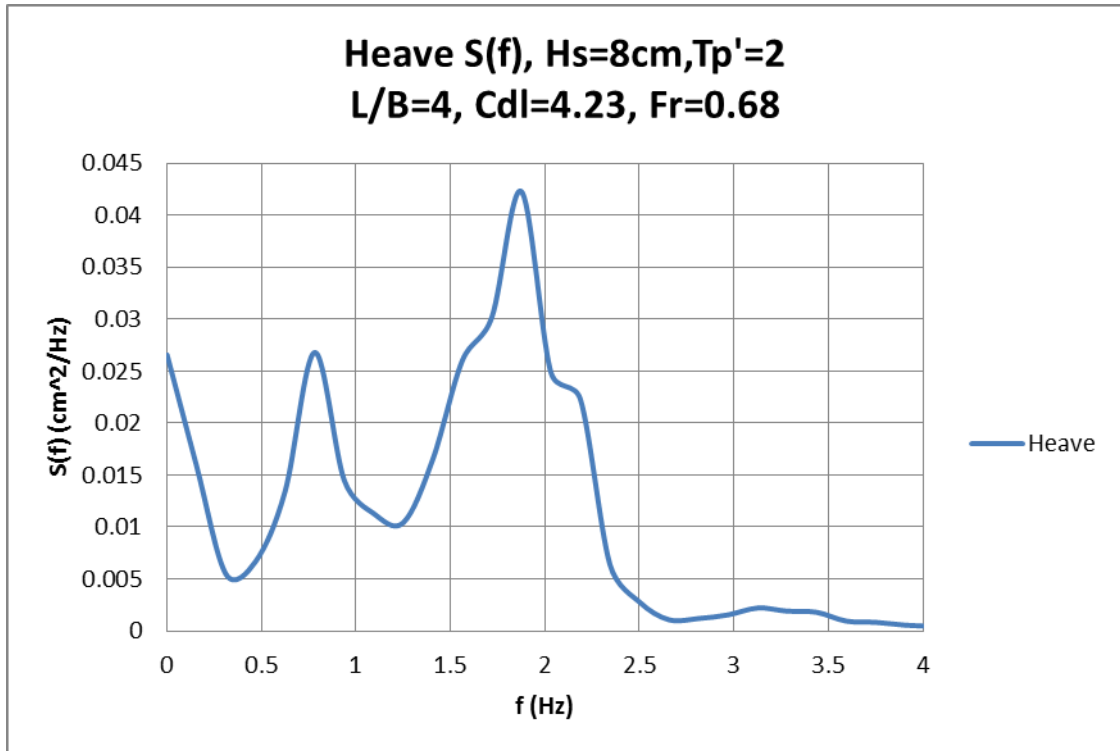
4.3.1.2 Αποτελέσματα Πειραμάτων για Ταχύτητα με $Fr=0.68$



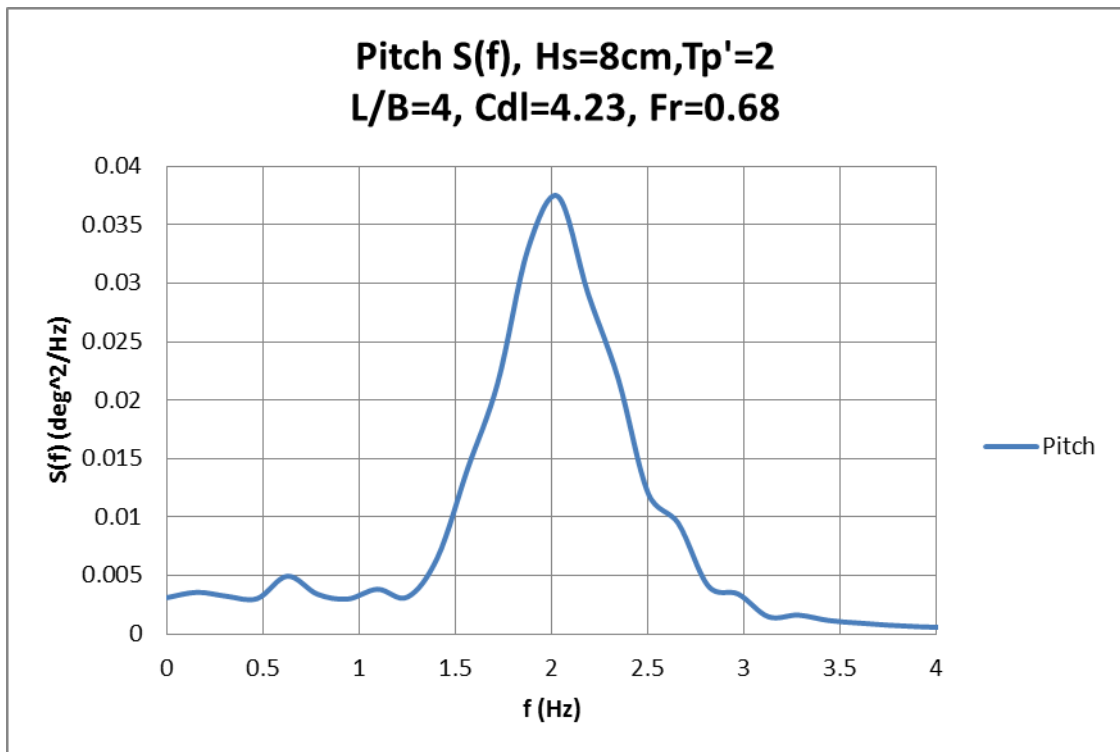
Διάγραμμα 4.35: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank και Wave gen car)



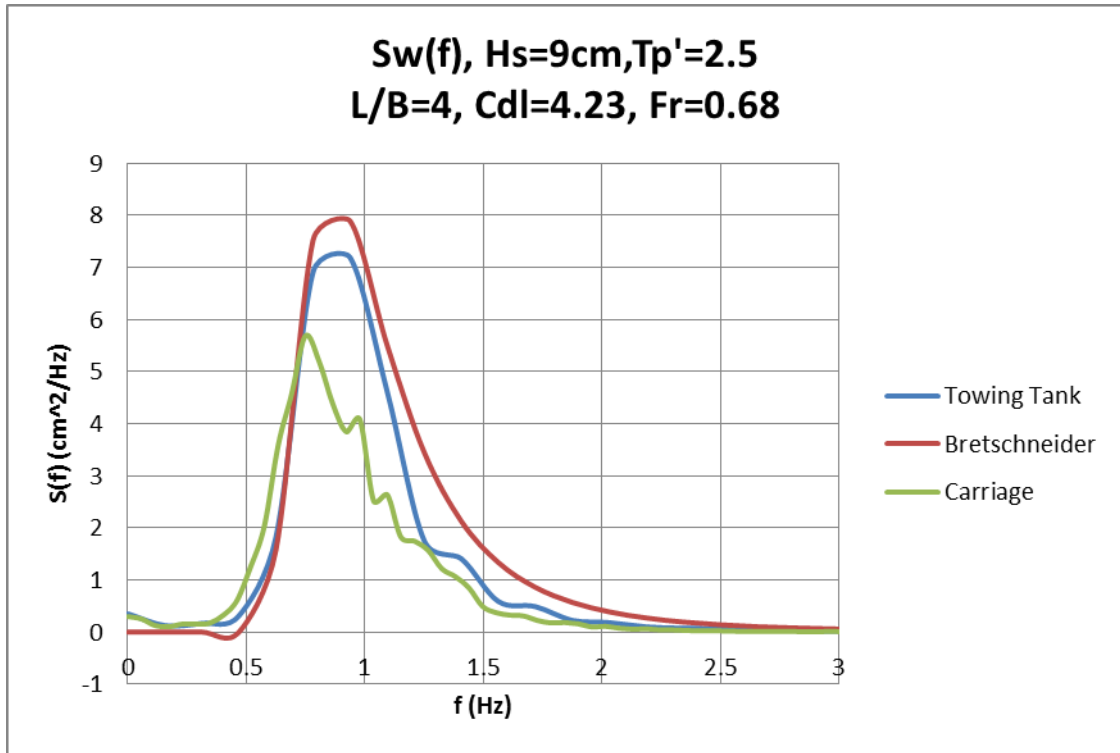
Διάγραμμα 4.36: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



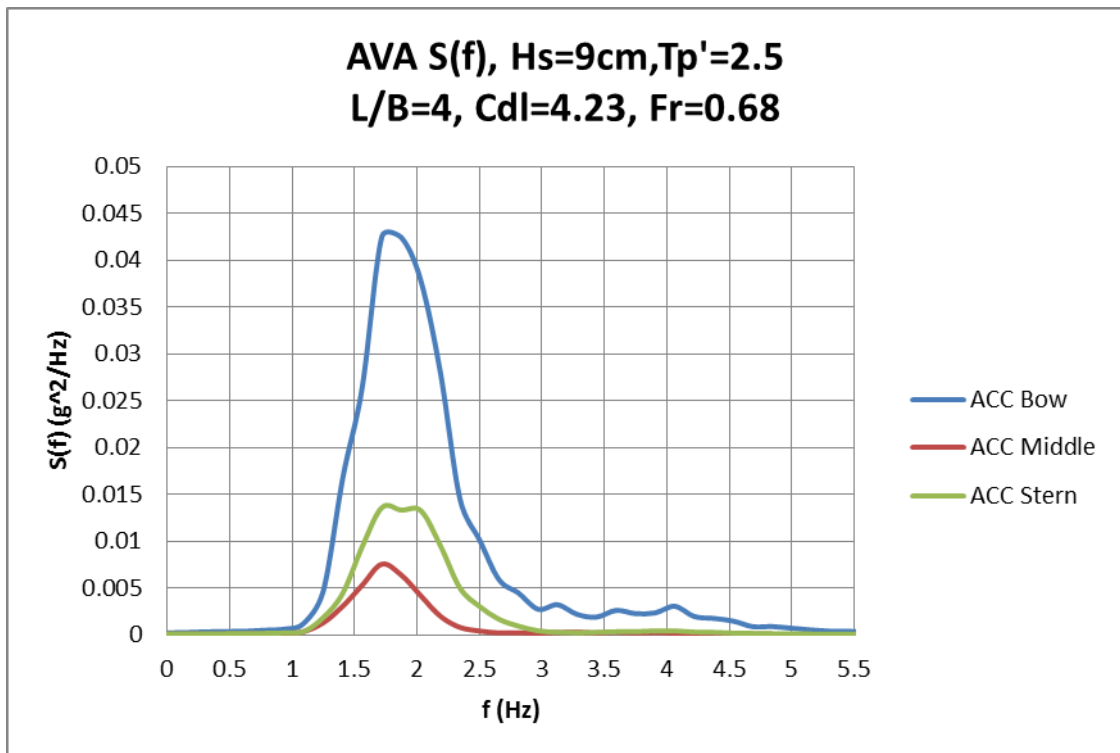
Διάγραμμα 4.37: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



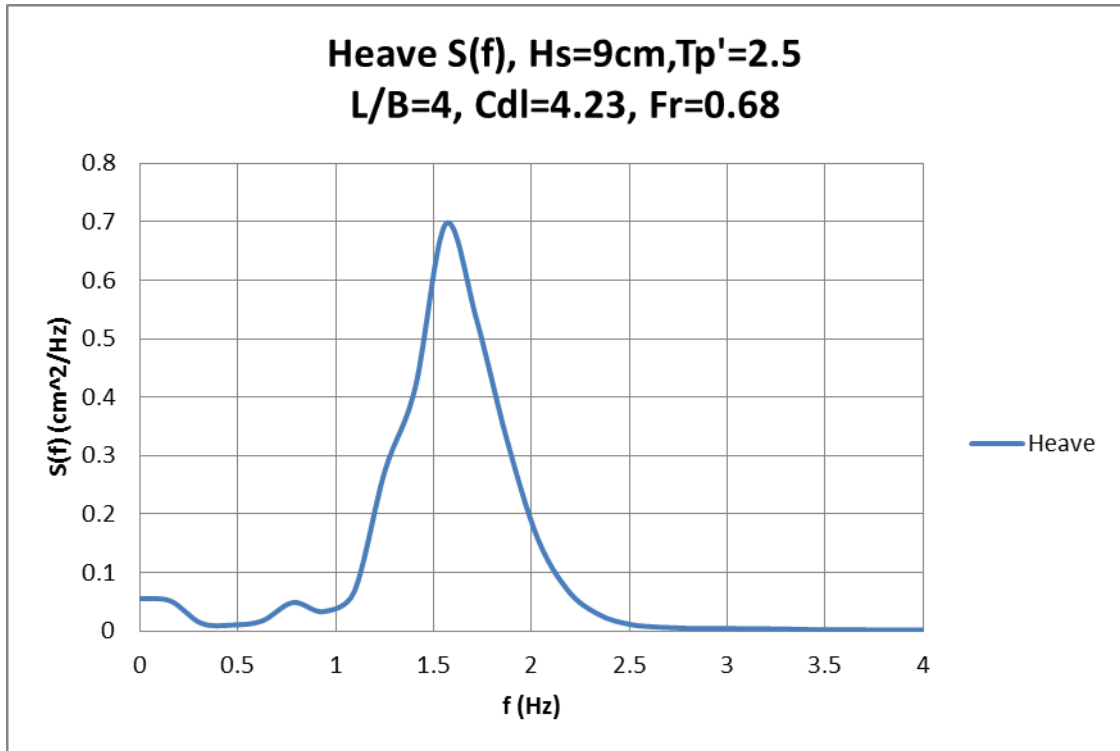
Διάγραμμα 4.38: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



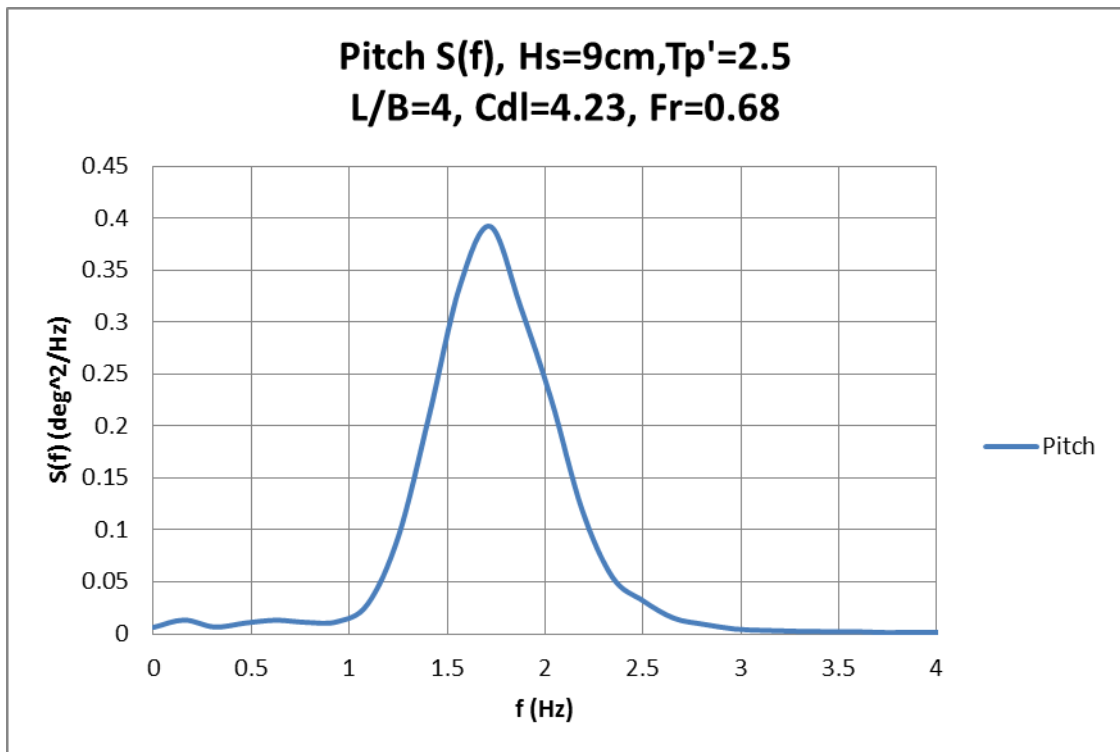
Διάγραμμα 4.39: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank και Wave gen car)



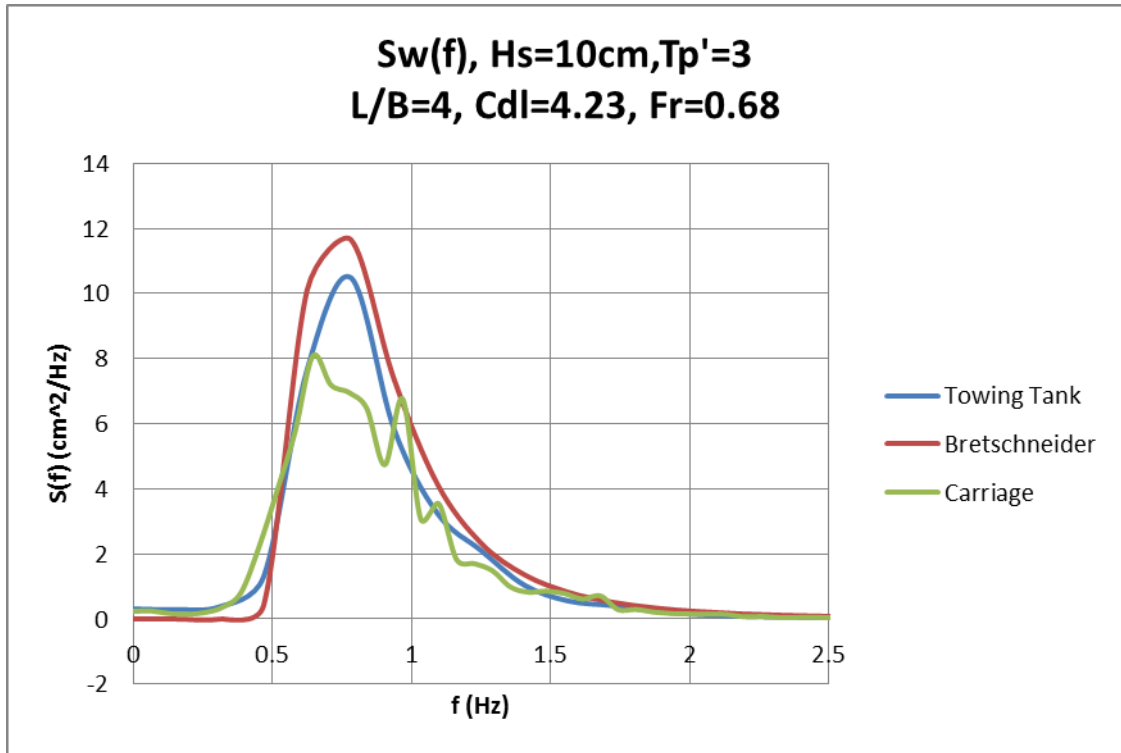
Διάγραμμα 4.40: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



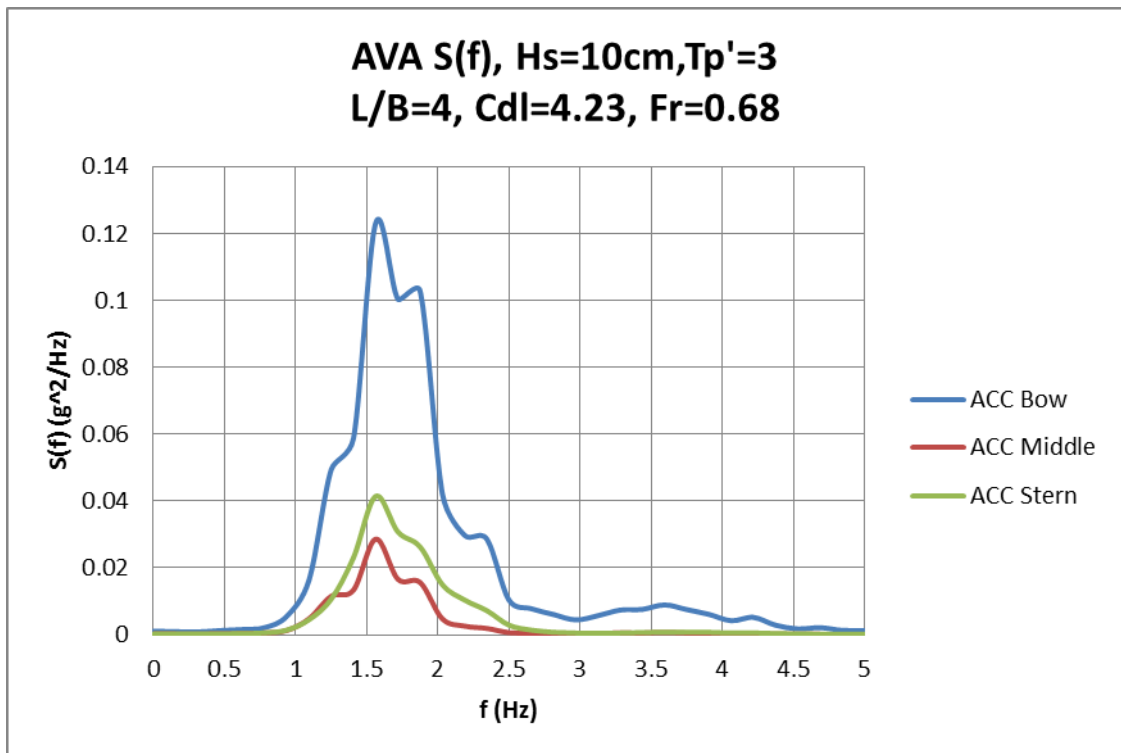
Διάγραμμα 4.41: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



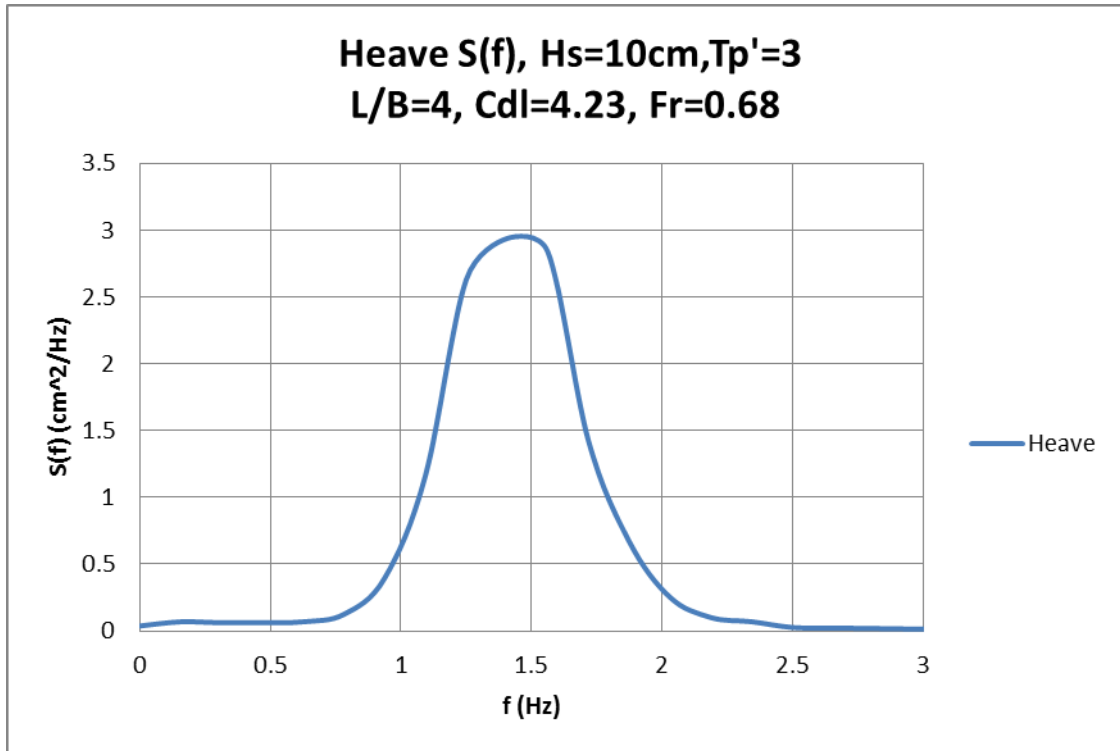
Διάγραμμα 4.42: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



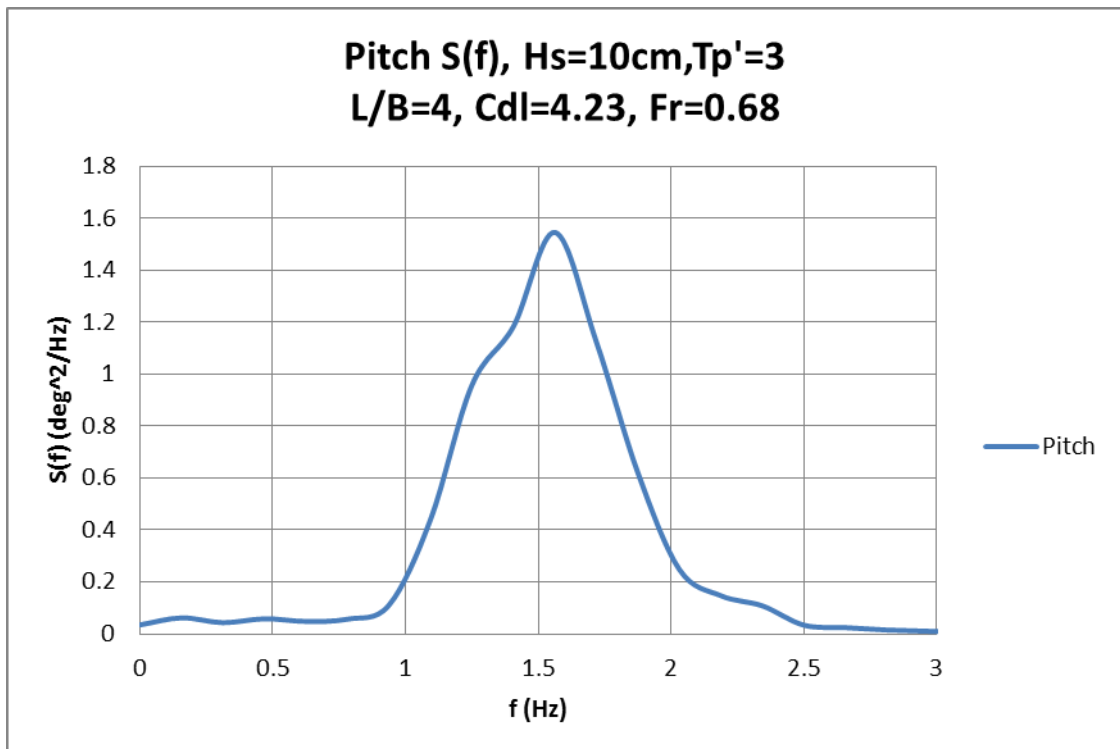
Διάγραμμα 4.43: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank και Wave gen car)



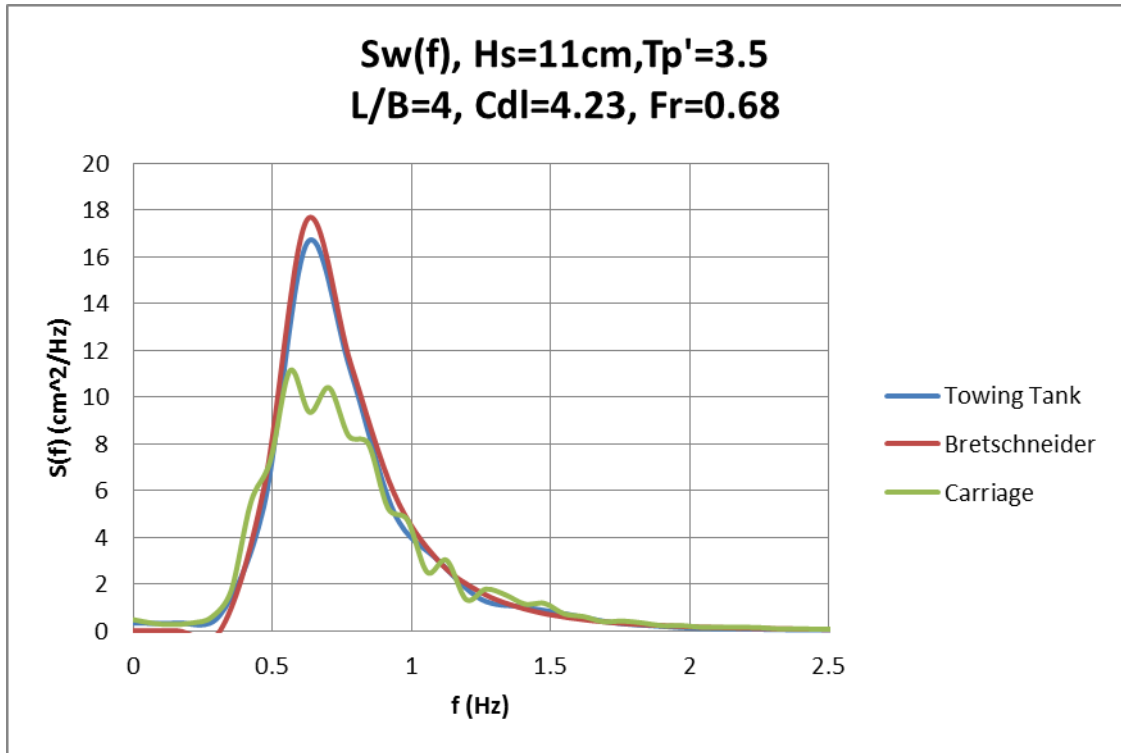
Διάγραμμα 4.44: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



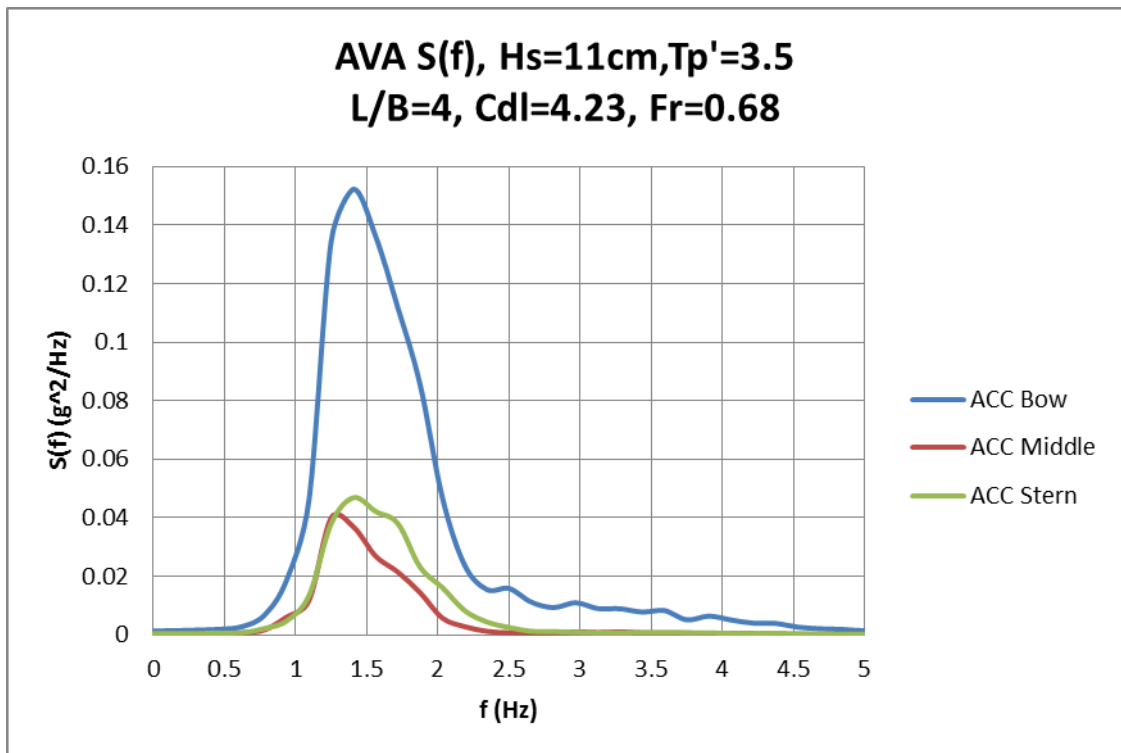
Διάγραμμα 4.45: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



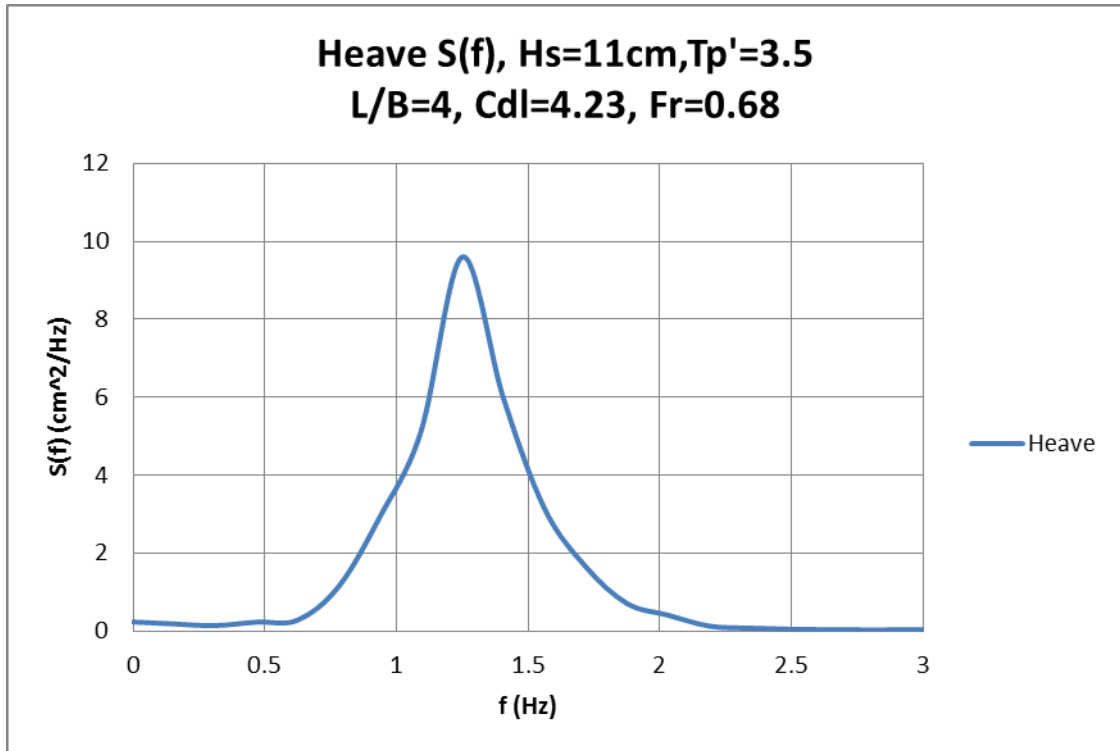
Διάγραμμα 4.46: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



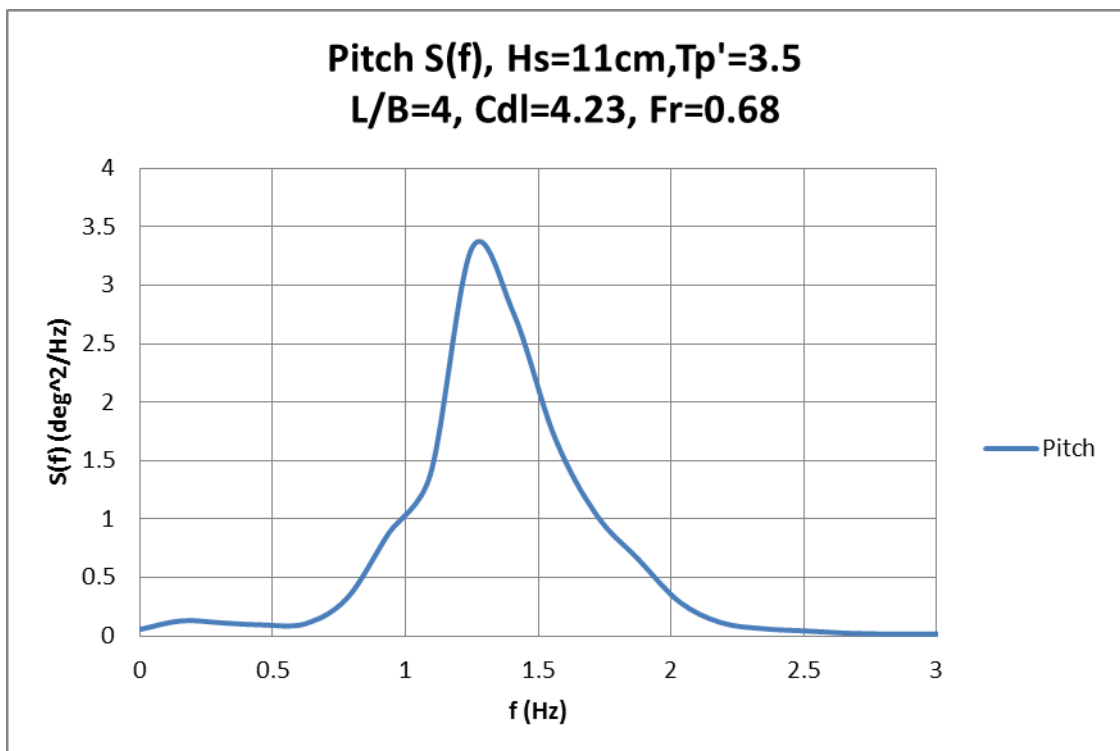
Διάγραμμα 4.47: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank και Wave gen car)



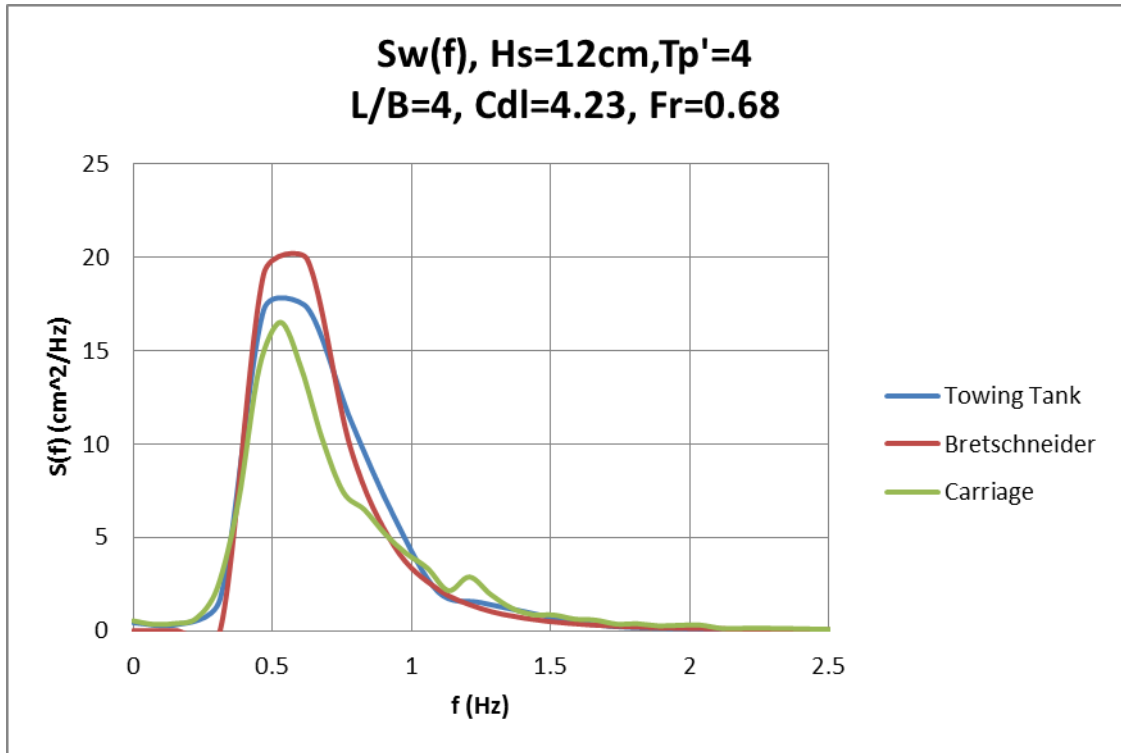
Διάγραμμα 4.48: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



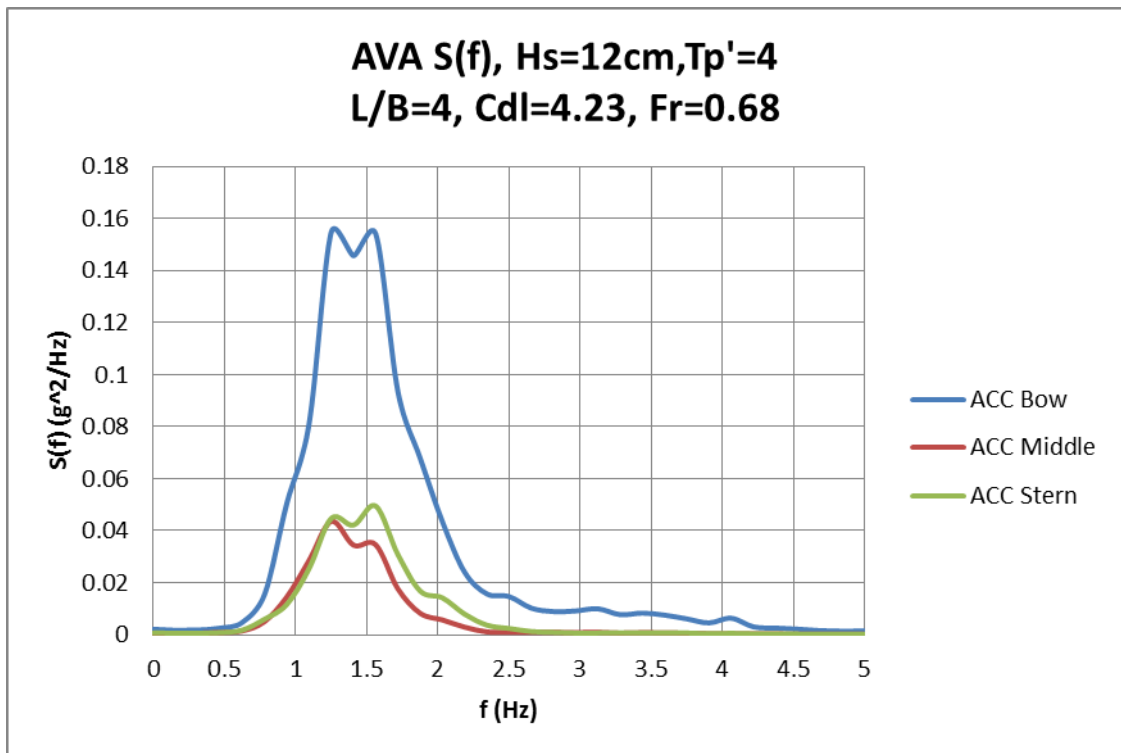
Διάγραμμα 4.49: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



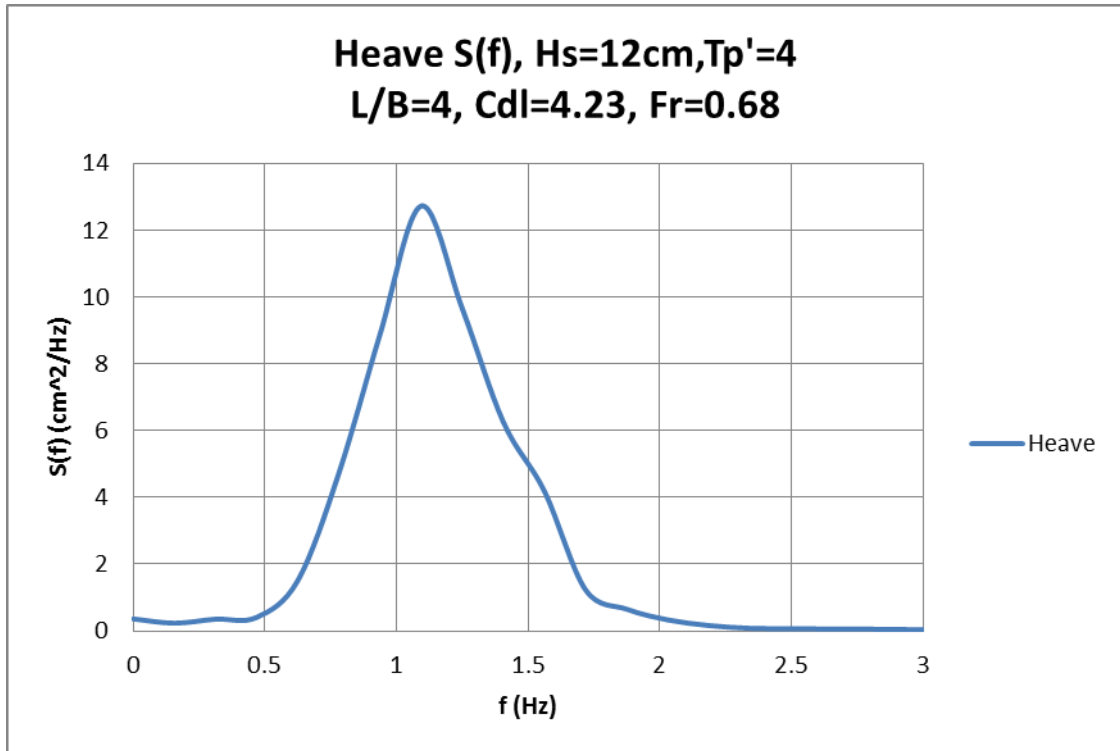
Διάγραμμα 4.50: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



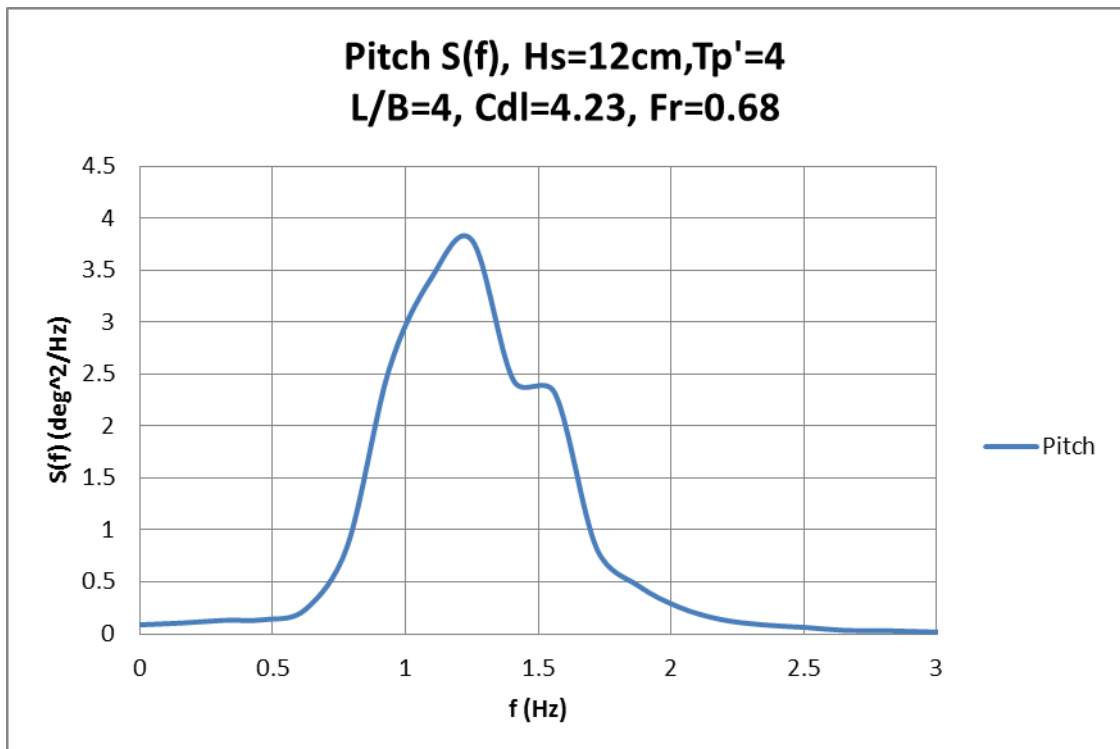
Διάγραμμα 4.51: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank και Wave gen car)



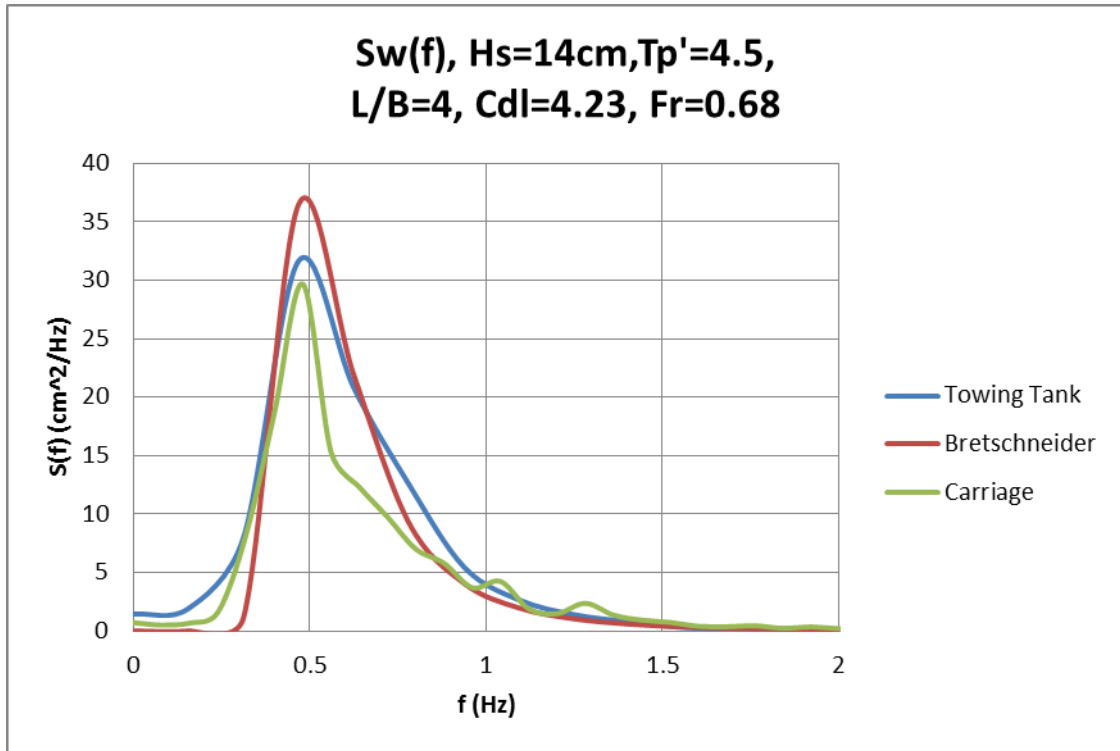
Διάγραμμα 4.52: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



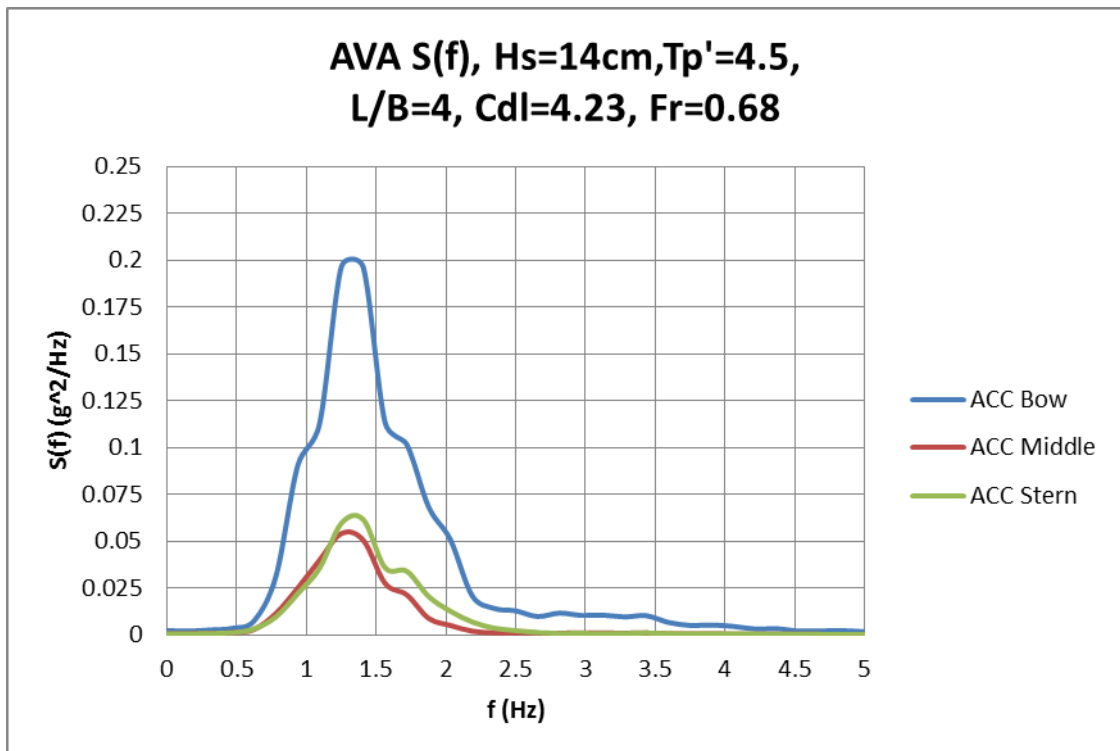
Διάγραμμα 4.53: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



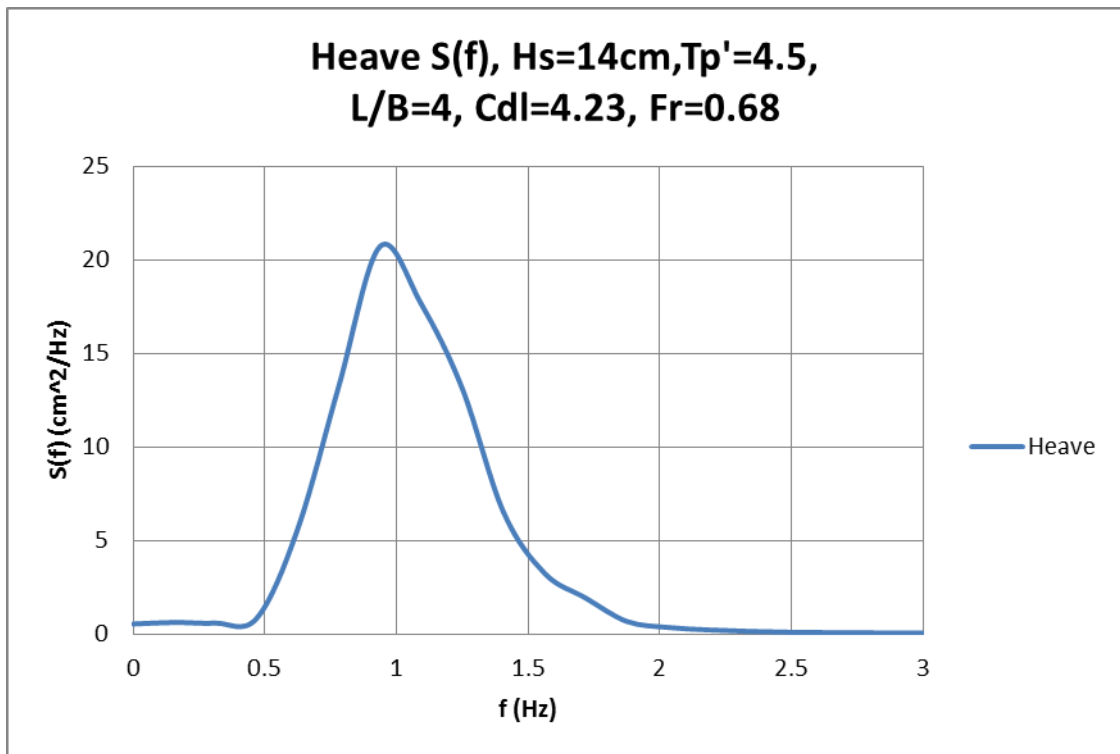
Διάγραμμα 4.54: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



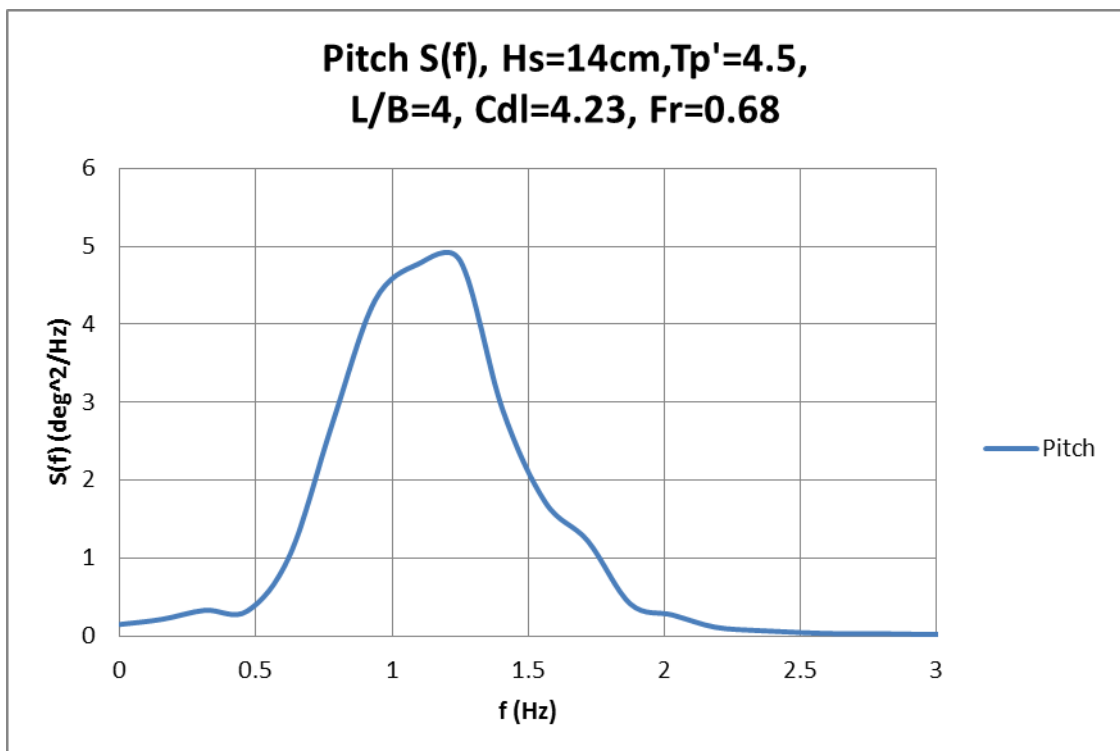
Διάγραμμα 4.55: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank και Wave gen car)



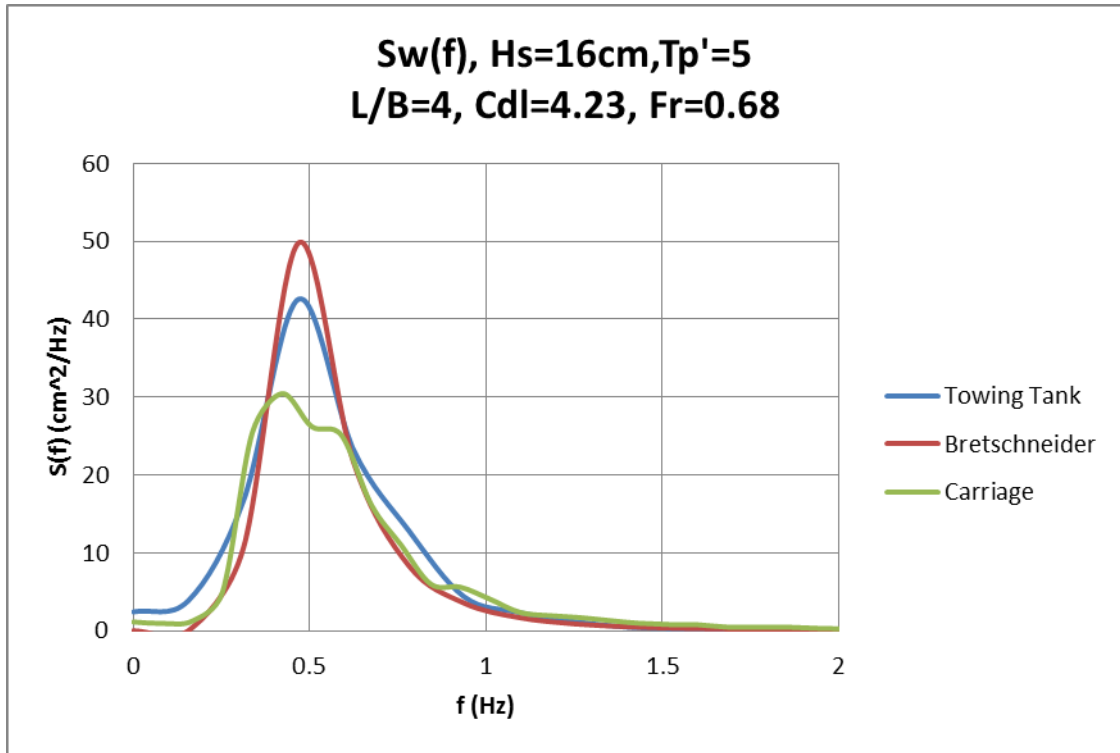
Διάγραμμα 4.56: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



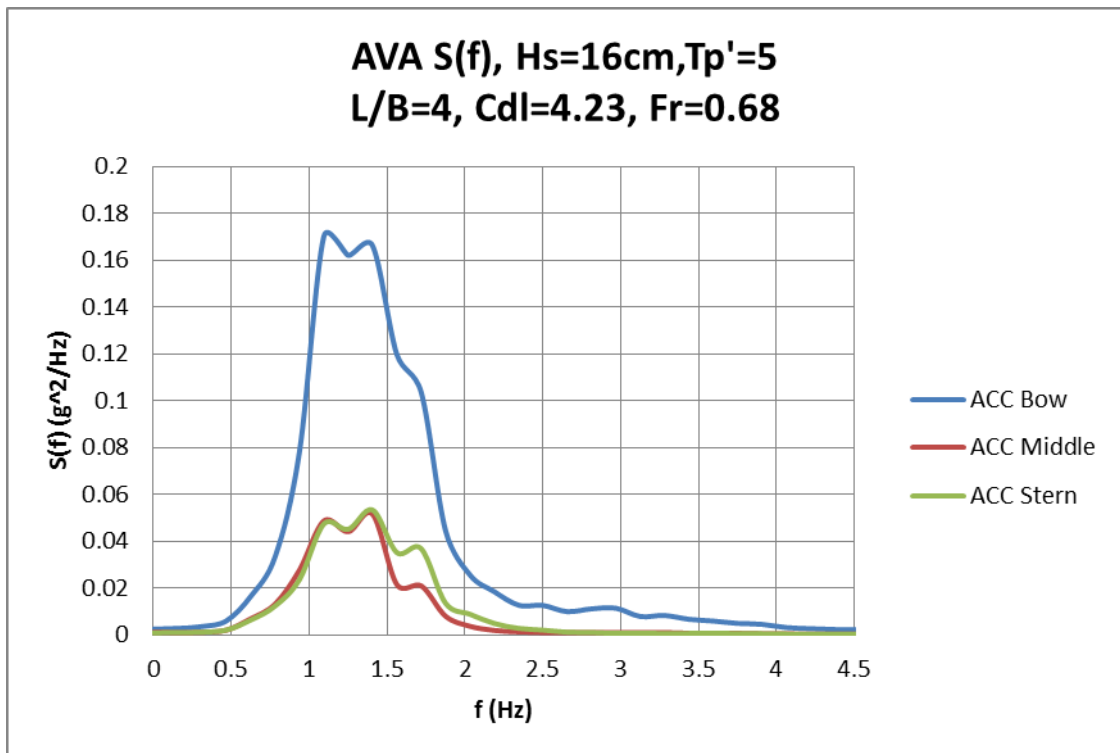
Διάγραμμα 4.57: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



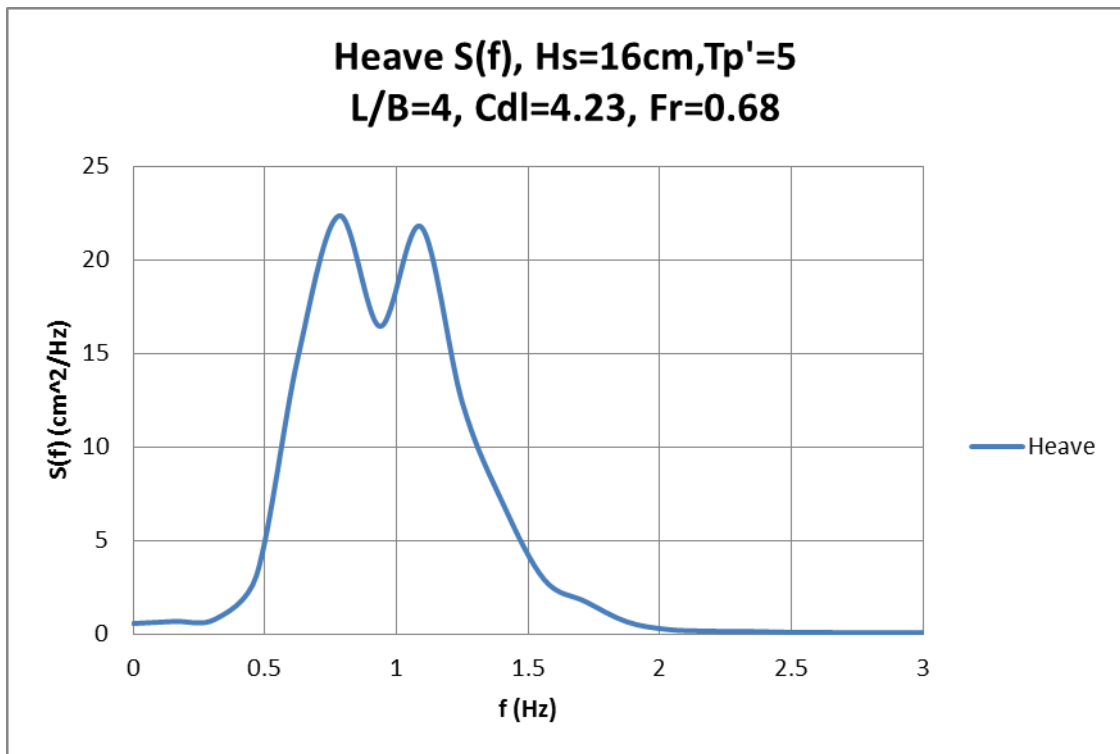
Διάγραμμα 4.58: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



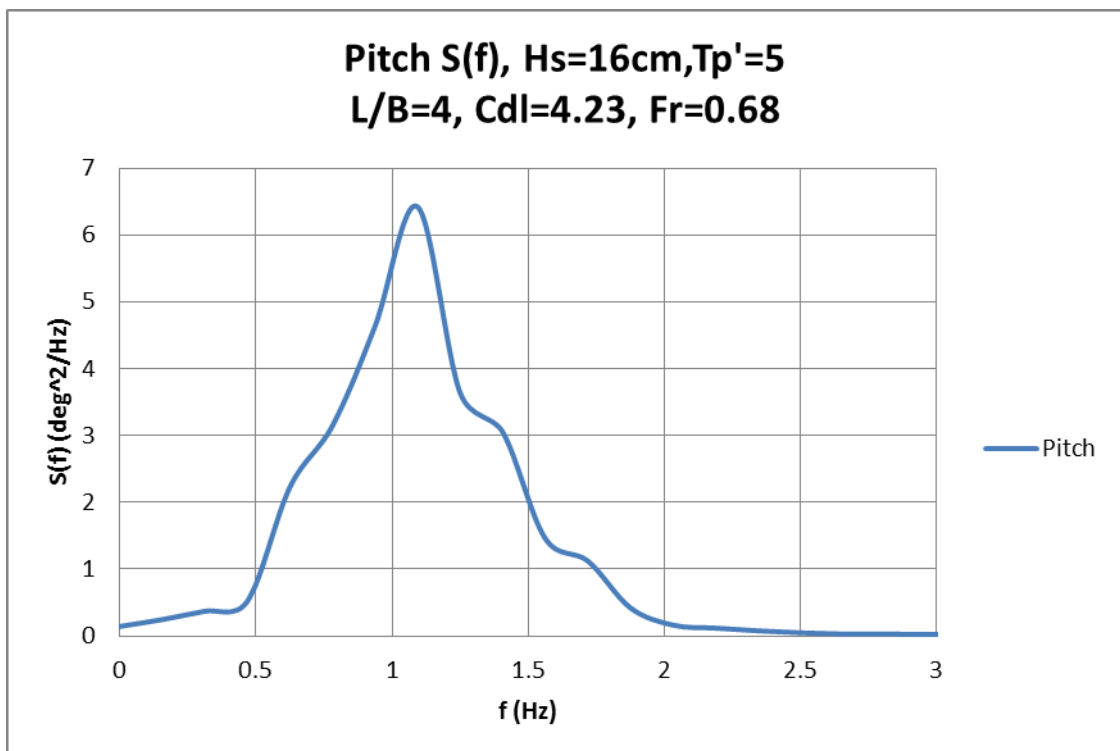
Διάγραμμα 4.59: Θεωρητικό (Bretschneider) και πραγματικό (μετρούμενο) φάσμα κύματος (Wave gen tank και Wave gen car)



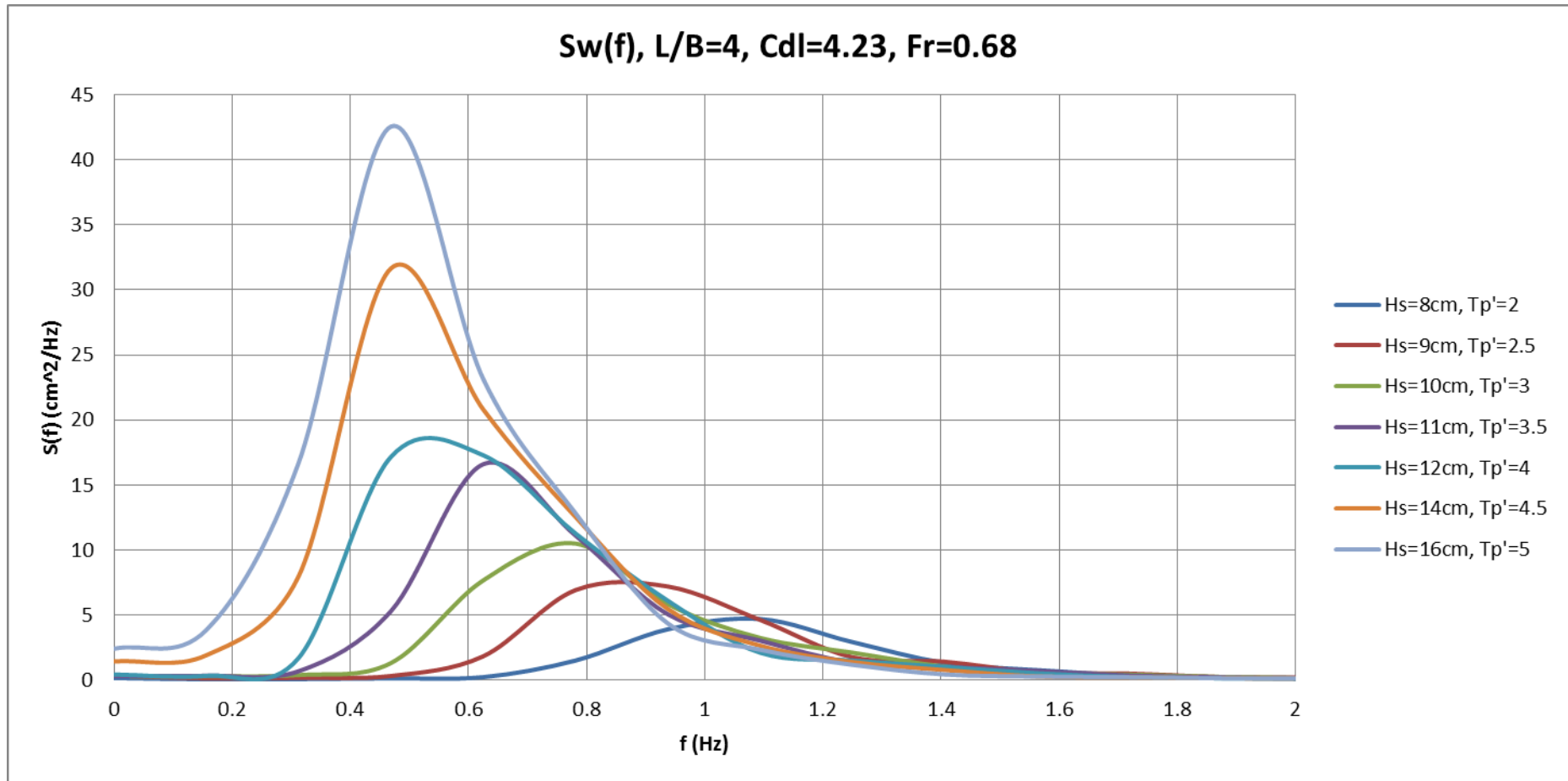
Διάγραμμα 4.60: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων τριών κατακόρυφων επιταχύνσεων (πλώρη, μέση, πρύμνη)



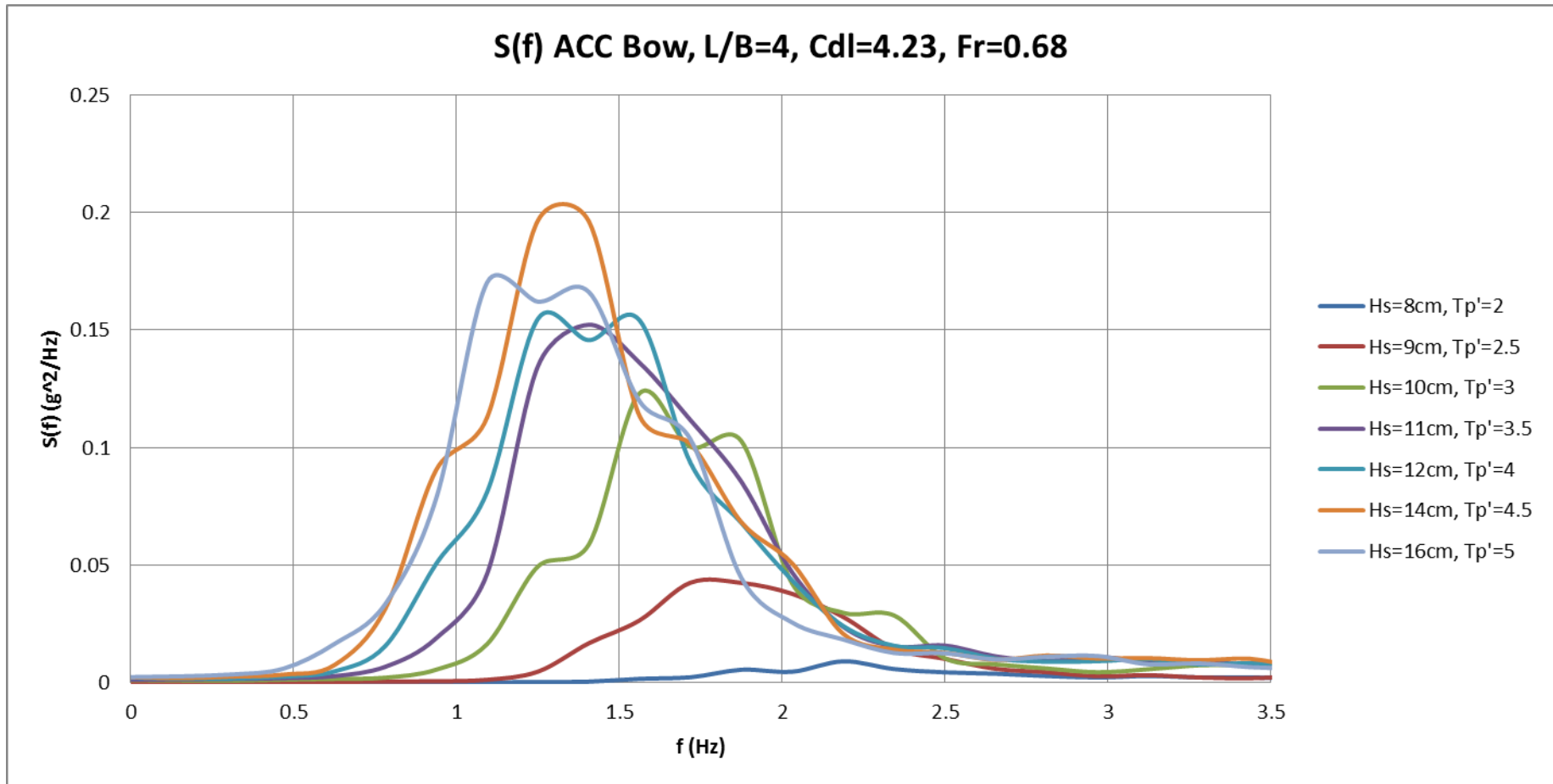
Διάγραμμα 4.61: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος κατακόρυφης κίνησης-Heave



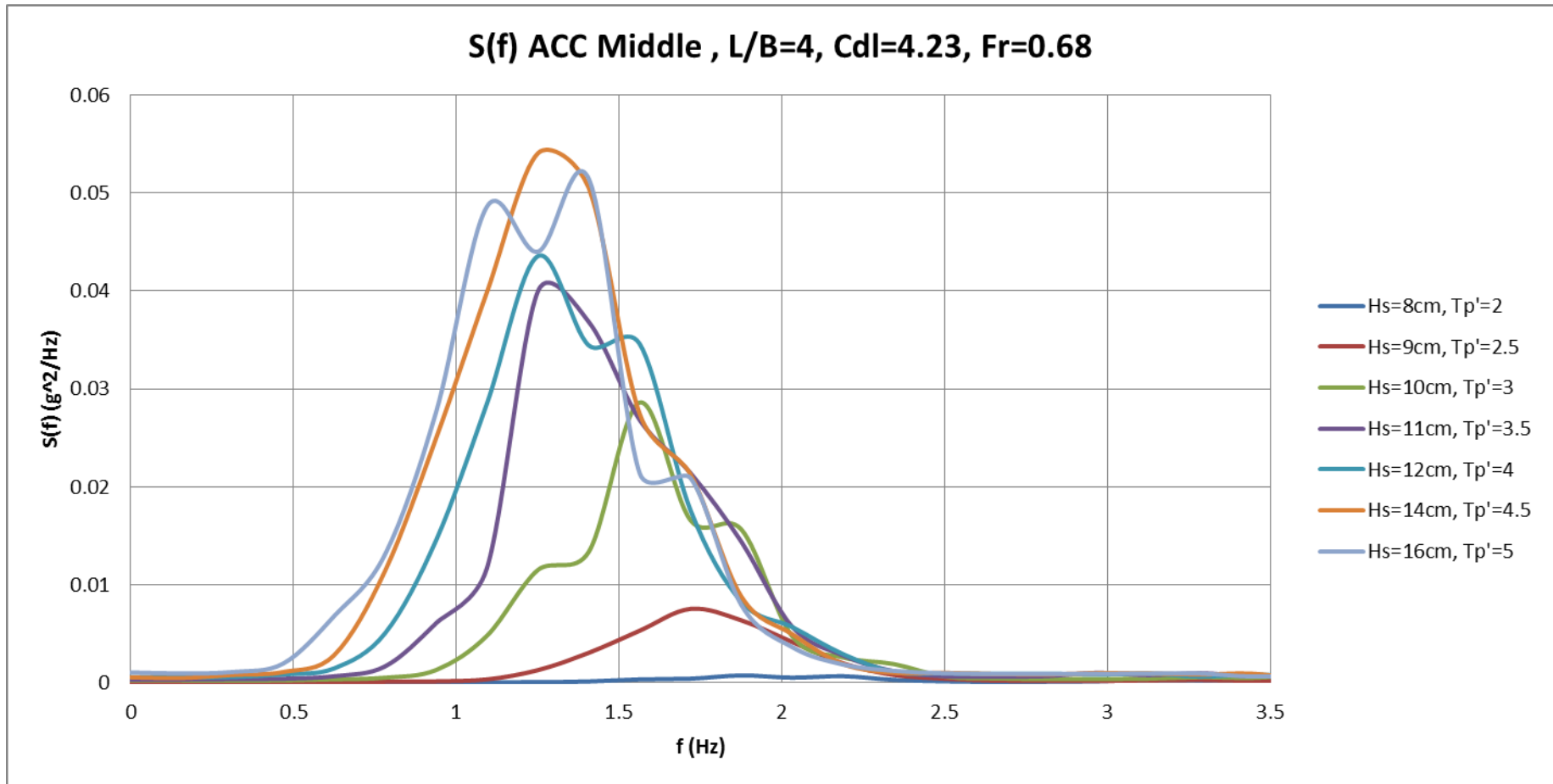
Διάγραμμα 4.62: Συνάρτηση πυκνότητας φάσματος προνευτασμού- Pitch



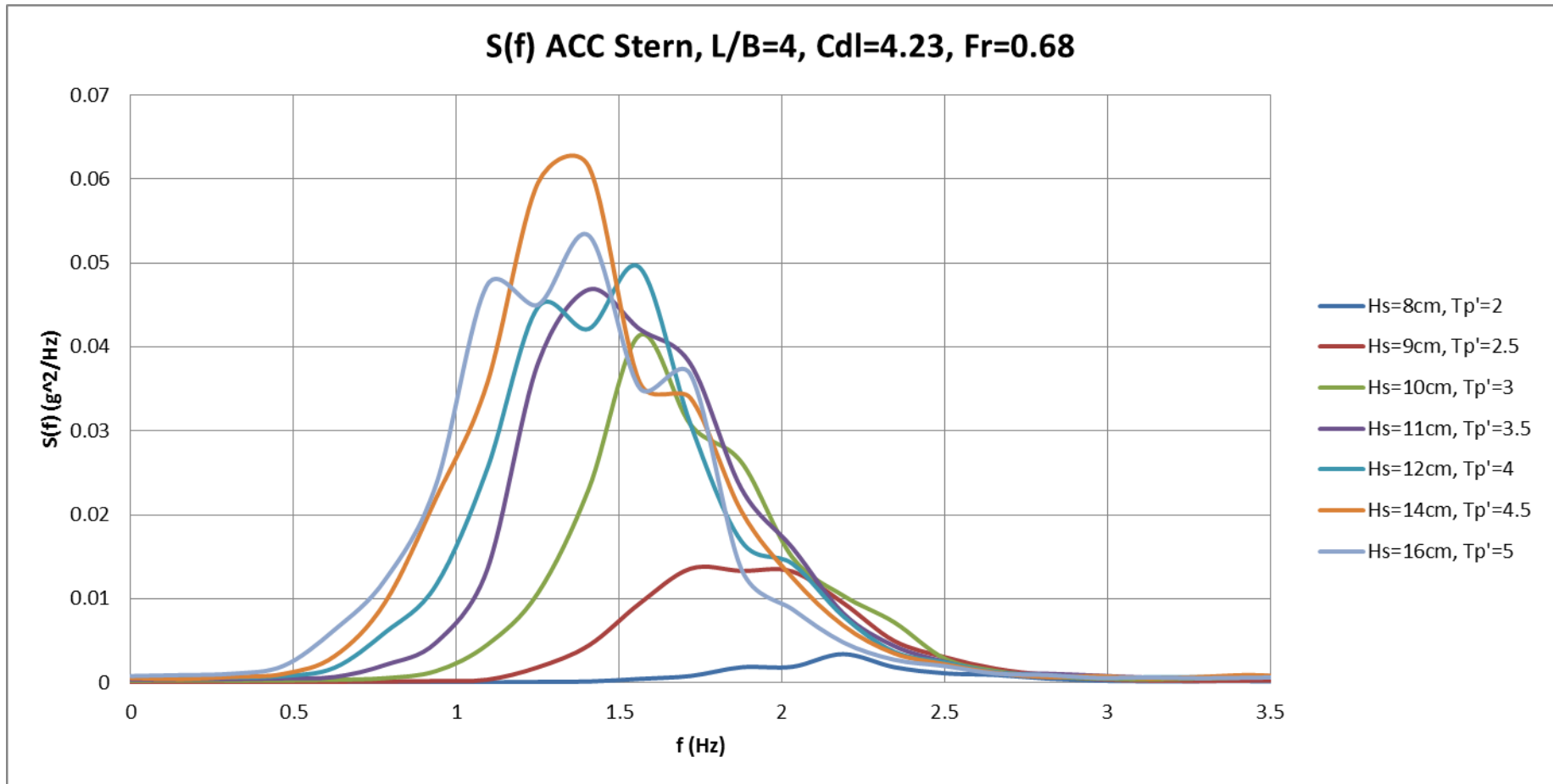
Διάγραμμα 4.63: Πραγματικά (μετρούμενα) φάσματα κυμάτων (Wave gen tank)



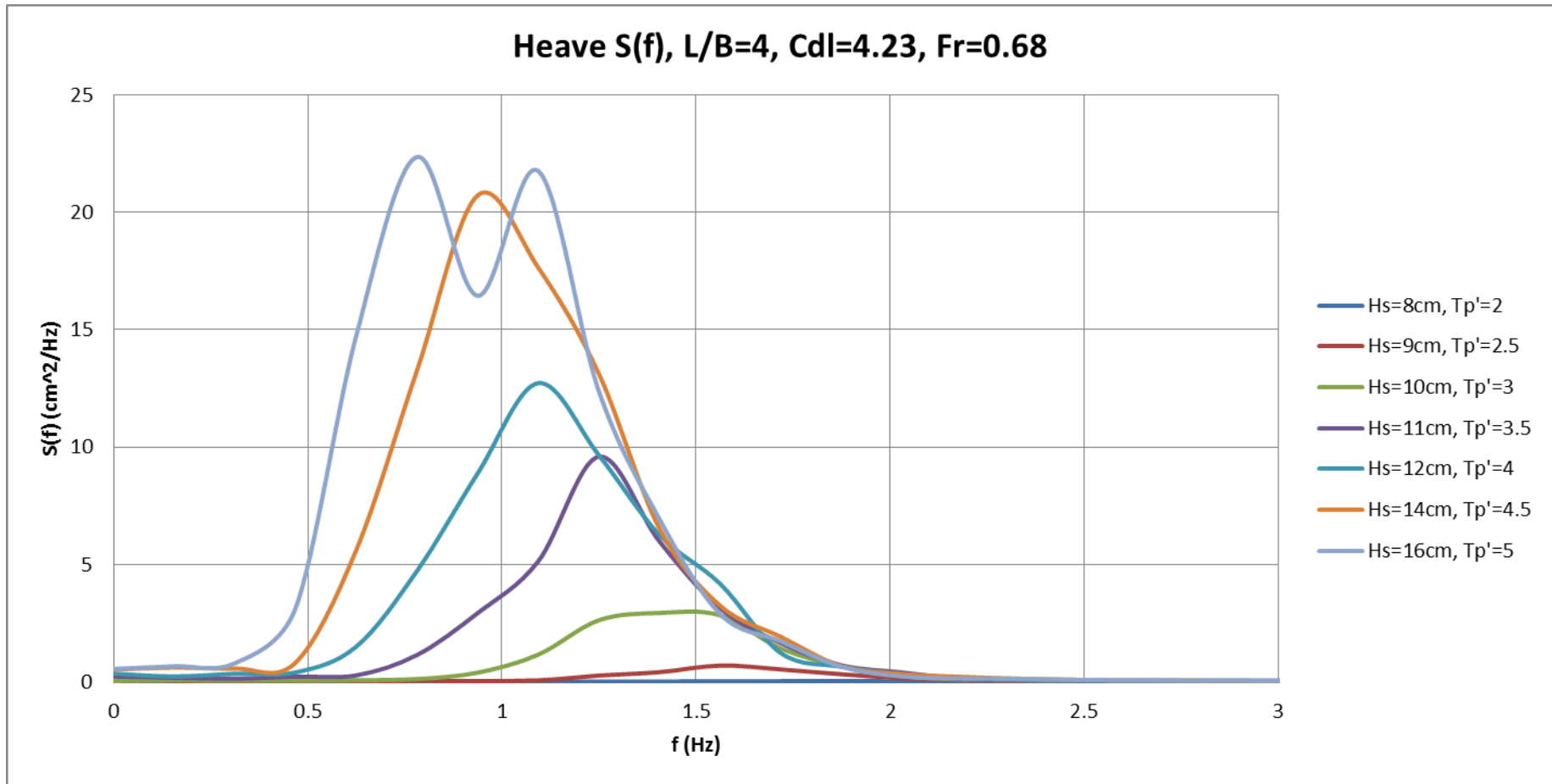
Διάγραμμα 4.64: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πλώρης - Bow



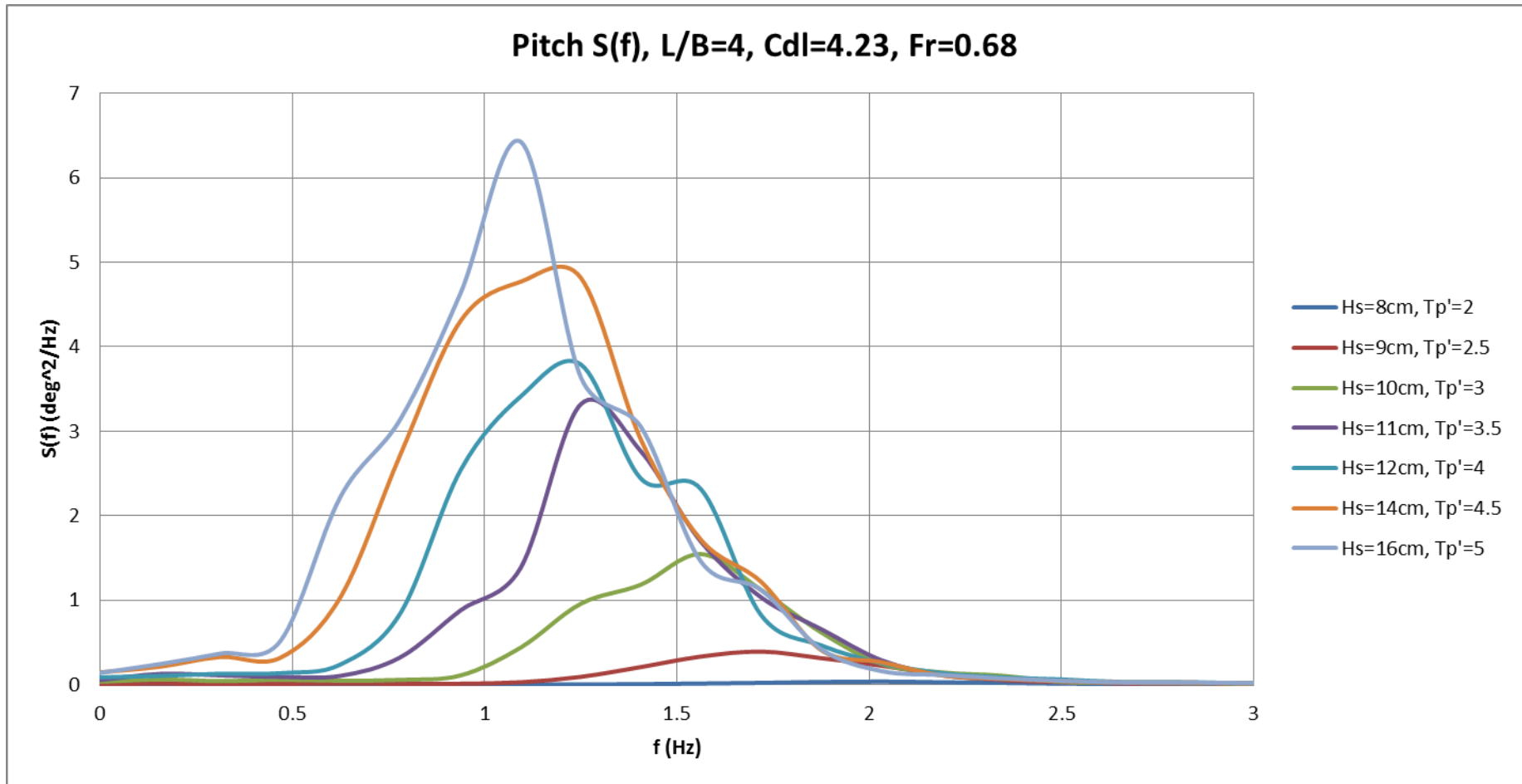
Διάγραμμα 4.65: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων μέσης - Millde



Διάγραμμα 4.66: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων επιταχύνσεων πρύμνης - Stern



Διάγραμμα 4.67: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων κατακόρυφων κινήσεων - Heave



Διάγραμμα 4.68: Συνάρτηση πυκνότητας φασμάτων προνευτασμού- Pitch

4.3.2 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων για τα Διαγράμματα Φασμάτων Κυματισμού - Αποκρίσεων

Από τα πιο πάνω διαγράμματα παρατηρούμε ότι:

- Η κατακόρυφη επιτάχυνση στην πλώρη είναι σε όλες τις περιπτώσεις πολύ μεγαλύτερη από τις αντίστοιχη στην πρύμνη και στο κέντρο βάρους του σκάφους. Επίσης οι επιταχύνσεις στην πρύμνη είναι σχεδόν σε όλες τις καταστάσεις και για τις δύο ταχύτητες δοκιμών μεγαλύτερες από τις επιταχύνσεις στο κέντρο βάρους. Αυτό συμβαίνει γιατί οι επιταχύνσεις στην πλώρη και στην πρύμνη επηρεάζονται από την κίνηση του προνευτασμού κάτι που δεν συμβαίνει στο κέντρο βάρους.

4.4 Διαγράμματα των RMS Τιμών των Αποτελεσμάτων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα διαγράμματα των RMS τιμών των αποκρίσεων για τις δύο ταχύτητες στις οποίες πραγματοποιήθηκαν πειράματα. Οι RMS τιμές υπολογίζονται με βάση τα εξαγόμενα αποτελέσματα των μετρήσεων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p .

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής επιτρέπει την σύγκριση και αξιολόγηση των προτύπων της συστηματικής σειράς συναρτήσει του λόγου L/B , κάτι που είναι και ο στόχος της μελέτης των μοντέλων σε μία συστηματική σειρά. Η εργασία εντάσσεται στη μακρόχρονη προσπάθεια του ΕΝΘΥ να δημιουργήσει μία βάση δεδομένων της συστηματικής σειράς, στην οποία ο μελετητής θα μπορεί να ανατρέξει ώστε να υπολογίσει μέσα από τα αδιάστατα πειραματικά αποτελέσματα πρόσθετης αντίστασης και δυναμικής συμπεριφοράς τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς όμοιων με τη σειρά σκαφών. Στόχος μας είναι τα αποτελέσματα που εξαγάγουμε να είναι άμεσα συγκρίσιμα με αποτελέσματα άλλων σκαφών ούτως ώστε να είναι ευδιάκριτα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του προτύπου και πιο εύκολη η επιλογή ανάλογα, της κατάλληλης γάστρας ανάλογα με τις καταστάσεις θάλασσας για τις οποίες προορίζεται το μοντέλο – πλοίο. Ακόμα, για τον ίδιο λόγο γίνεται αναγωγή των αποκρίσεων ως προς H_s ούτως ώστε να έχουμε καλύτερη συγκριτική εποπτεία μεταξύ απόκρισης – διέγερσης και να είναι πιο εύκολα συγκρίσιμα με τα αποτελέσματα άλλων πειραμάτων που έχουν γίνει σε άλλα μοντέλα – πλοία.

Παρατηρούμε ότι το σημαντικό ύψος κύματος, που μετρήθηκε και υπολογίστηκε από τη σχέση $H_{1/3}=4 \cdot \text{RMS}$ διαφέρει από το αρχικά επιδιωκόμενο. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε ένας διορθωτικός συντελεστής k , που είναι ο λόγος της επιδιωκόμενης τιμής προς την πραγματική μέση τιμή της μέτρησης. Τα μεγέθη τροποποιήθηκαν με τις παρακάτω σχέσεις για να γίνει η αναγωγή στις πραγματικές τιμές:

$$\text{RMS}_{\text{διορθωμένο}} = \text{RMS}_{\text{μέτρησης}} \cdot k$$

$$\mathbf{R}_{AW\text{διορθωμένο}} = \mathbf{R}_{AW\text{μέτρησης}} \cdot k^2$$

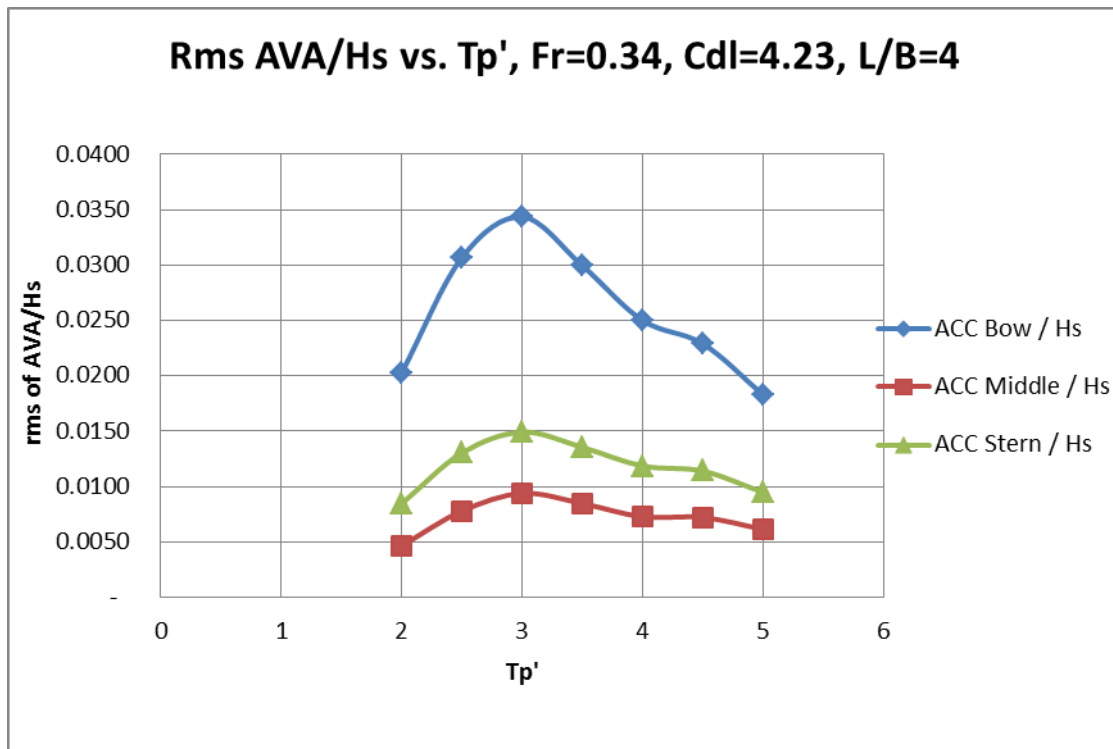
Συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα εξής διαγράμματα:

- RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στις τρεις θέσεις (πλώρη, κέντρο βάρους, πρύμνη) επί του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνηση –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm²) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p

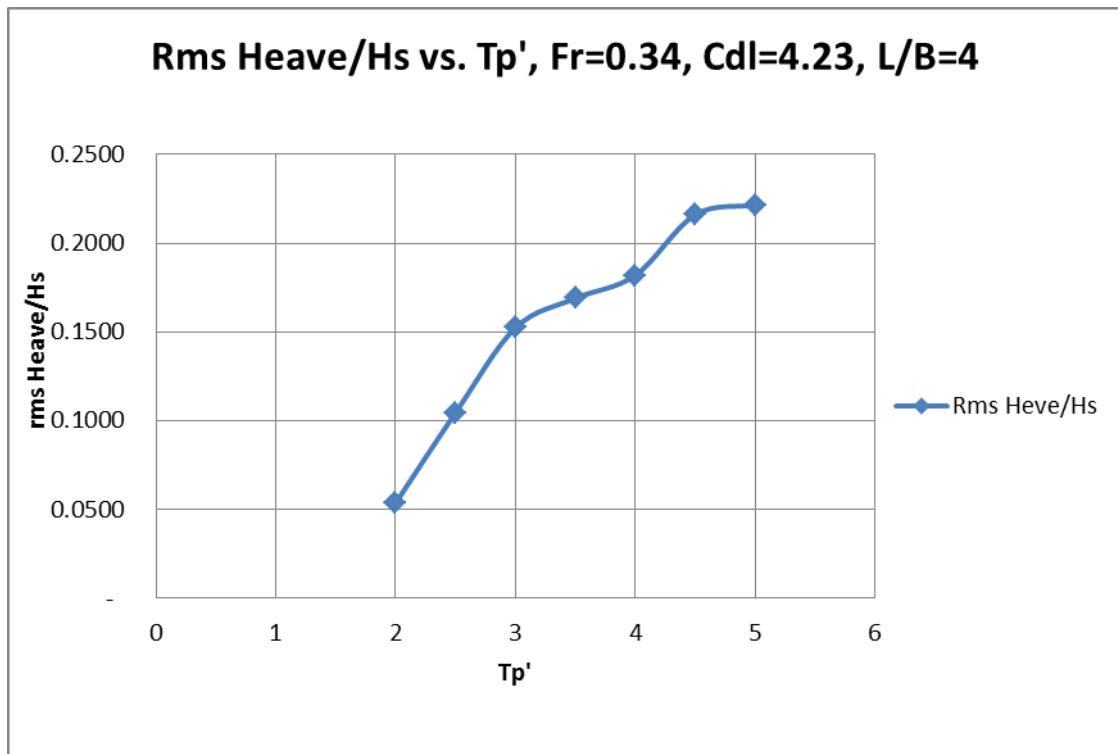
4.4.1 Διαγράμματα των RMS Τιμών με $F_n = 0.34$

T_p'	Hs model	Acc. Bow / Hs	Acc. Middle / Hs	Acc Stern / Hs	Heave / Hs	Pitch / Hs	Added Res / Hs ²
-	cm	g/cm	g/cm	g/cm	cm/cm	deg/cm	kp/cm ²
2	8	0.0203	0.0047	0.0085	0.0534	0.0787	0.0048
2.5	9	0.0307	0.0078	0.0130	0.1045	0.1489	0.0052
3	10	0.0343	0.0094	0.0149	0.1523	0.1964	0.0050
3.5	11	0.0299	0.0085	0.0135	0.1689	0.1973	0.0039
4	12	0.0250	0.0073	0.0119	0.1819	0.1852	0.0028
4.5	14	0.0229	0.0072	0.0114	0.2160	0.1864	0.0024
5	16	0.0183	0.0061	0.0095	0.2217	0.1618	0.0018

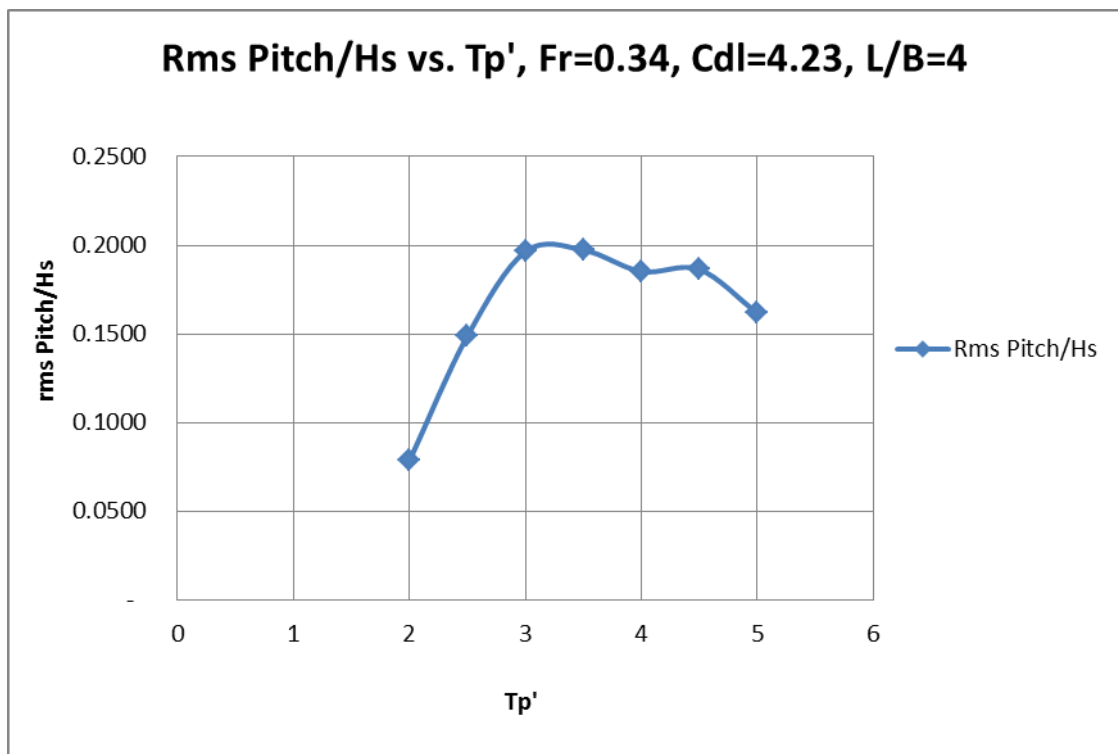
Πίνακας 4.1: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 113/95, $L/B=4$, $C_{dl}=4.23$
 $F_n=0.34$



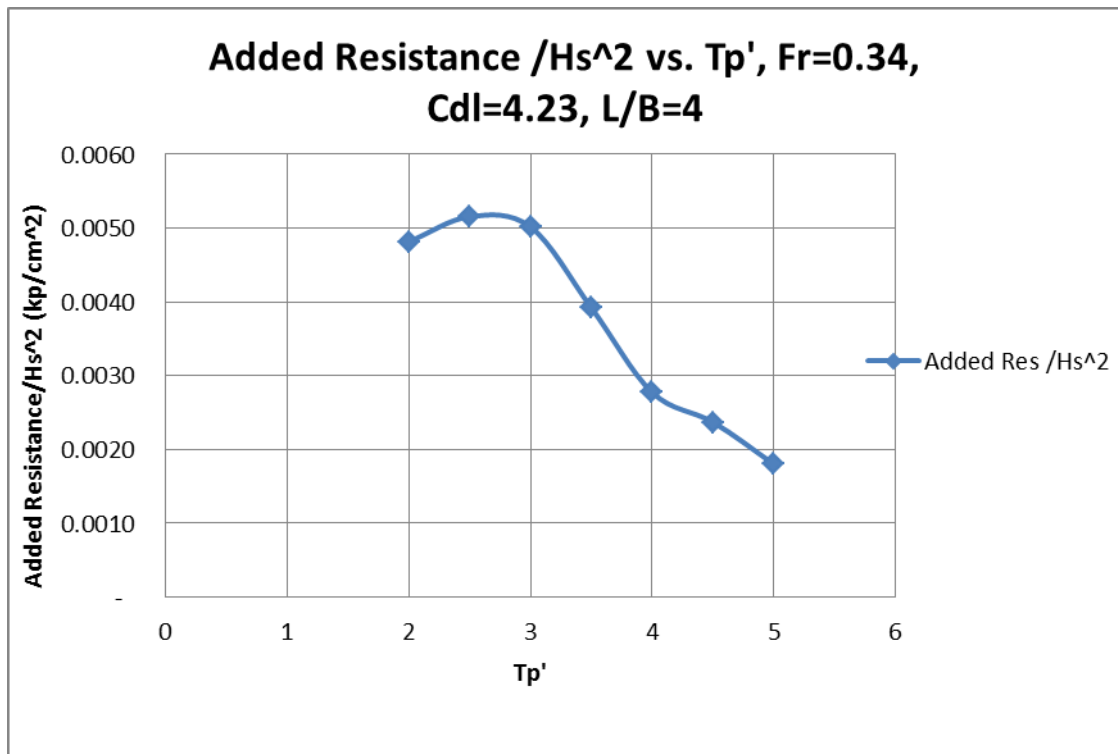
Διάγραμμα 4.69: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στις τρεις θέσεις (πλώρη, κέντρο βάρους, πρύμνη) επί του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 4.70: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνηση –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 4.71: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'

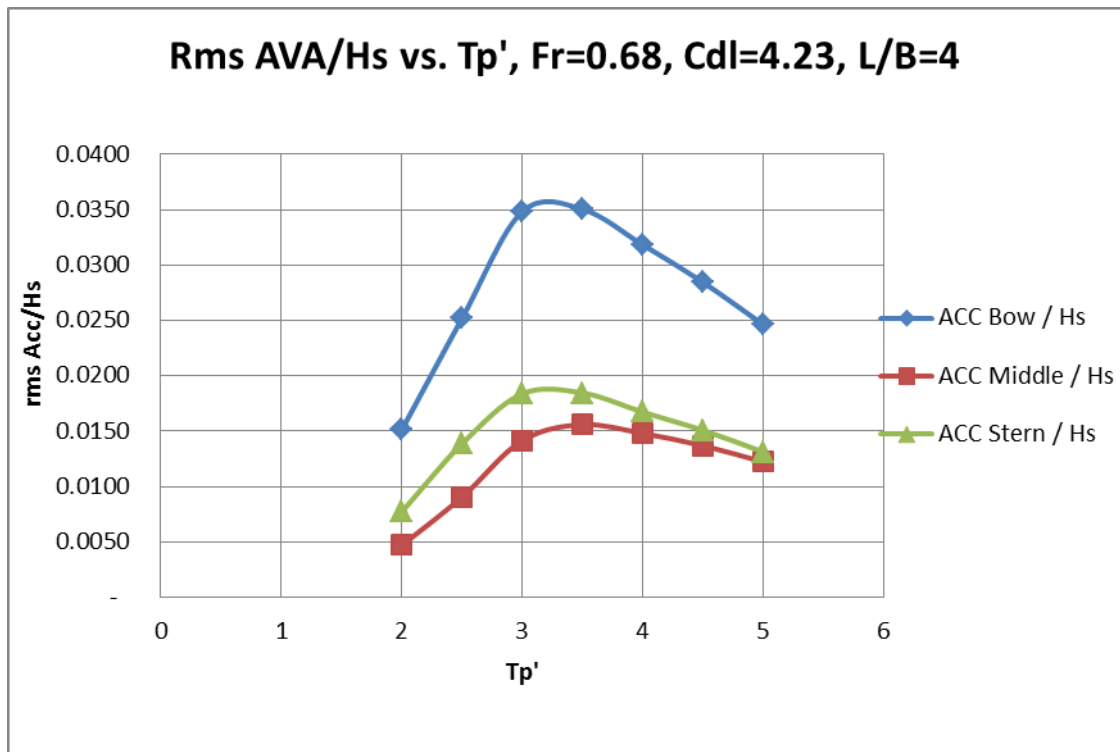


Διάγραμμα 4.72: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm²) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'

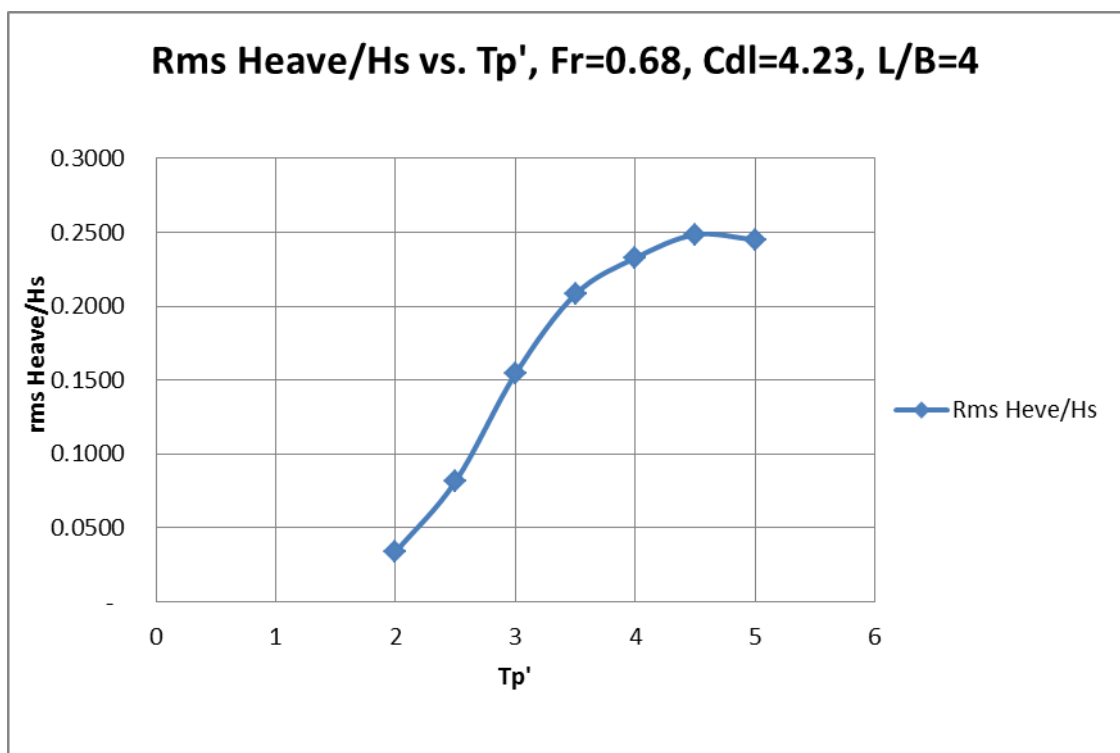
4.4.2 Διαγράμματα των RMS τιμών με $F_n = 0.68$

T_p'	H_s model	Acc. Bow / H_s	Acc. Middle / H_s	Acc Stern / H_s	Heave / H_s	Pitch / H_s	Added Res / H_s^2
-	cm	g/cm	g/cm	g/cm	cm/cm	deg/cm	kp/cm ²
2	8	0.0151	0.0047	0.0077	0.0337	0.0293	0.0033
2.5	9	0.0252	0.0090	0.0139	0.0816	0.0674	0.0041
3	10	0.0348	0.0141	0.0184	0.1543	0.1124	0.0047
3.5	11	0.0350	0.0156	0.0185	0.2081	0.1333	0.0041
4	12	0.0318	0.0148	0.0167	0.2327	0.1371	0.0032
4.5	14	0.0285	0.0137	0.0151	0.2484	0.1350	0.0023
5	16	0.0246	0.0122	0.0131	0.2450	0.1259	0.0016

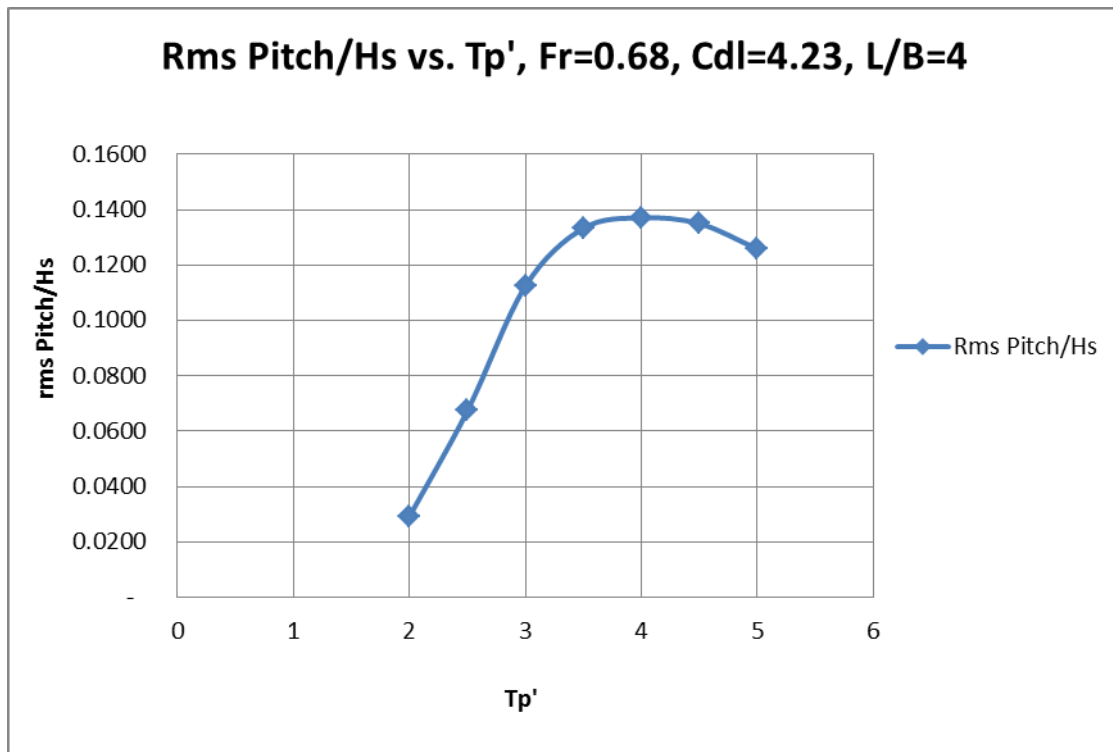
Πίνακας 4.2: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 113/95, $L/B=4$, $C_{dl}=4.23$ $F_n=0.68$



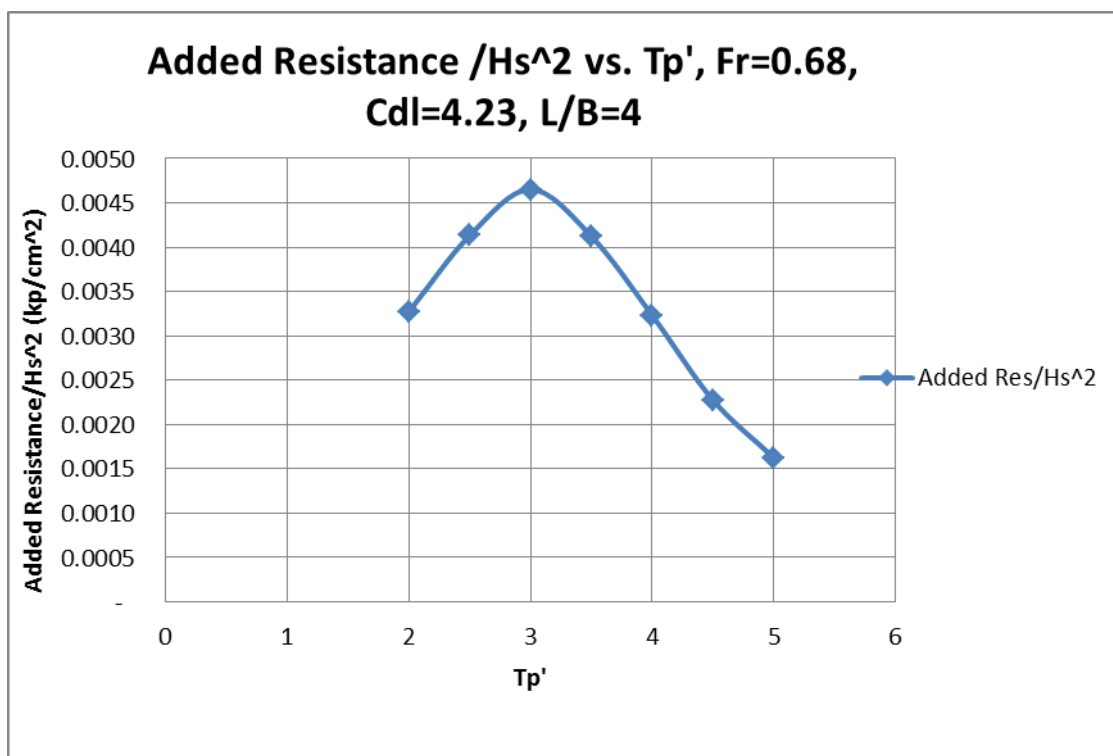
Διάγραμμα 4.73: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στις τρεις θέσεις (πλώρη, κέντρο βάρους, πρύμνη) επί του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 4.74: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνηση –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



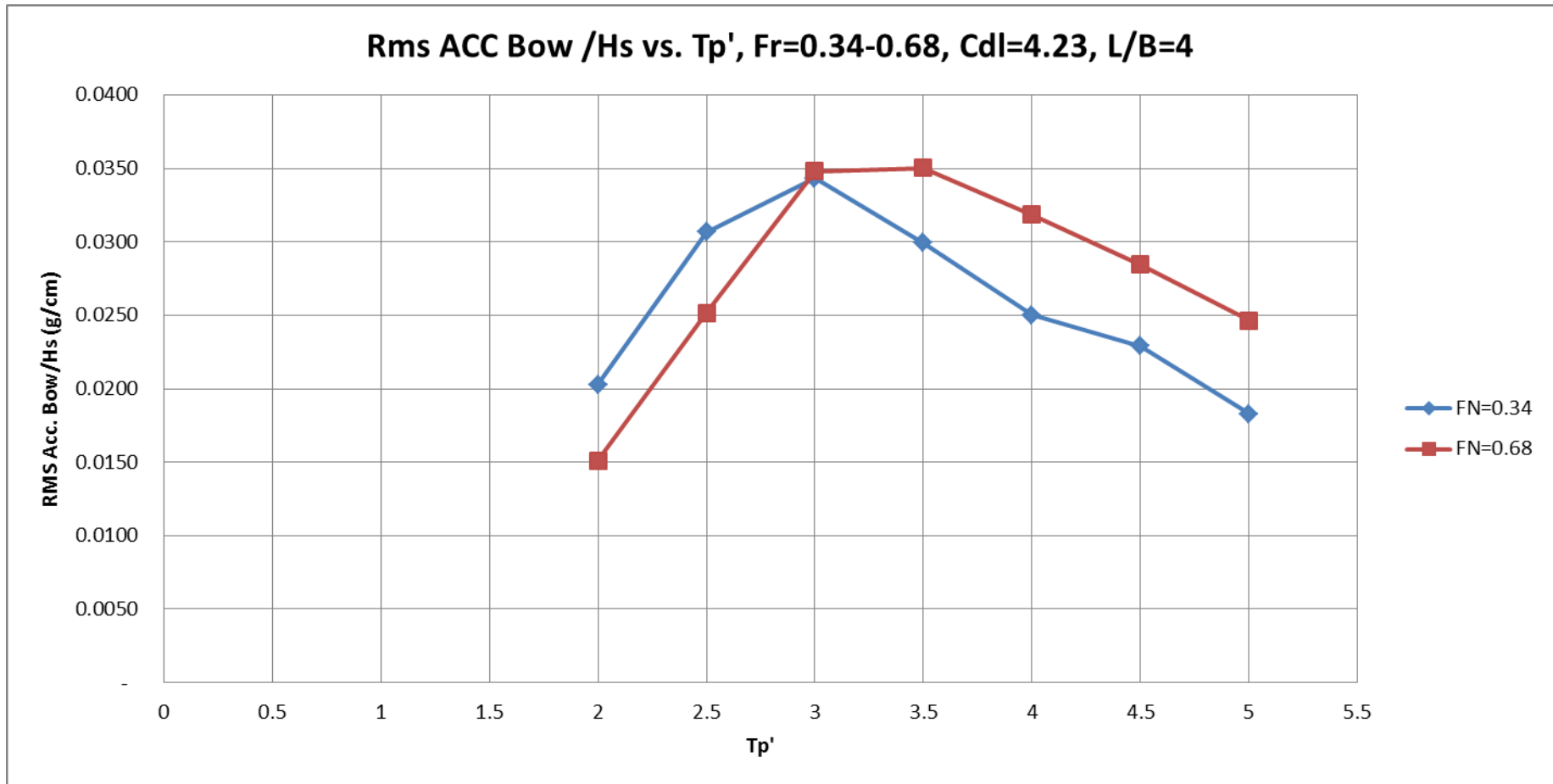
Διάγραμμα 4.75: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



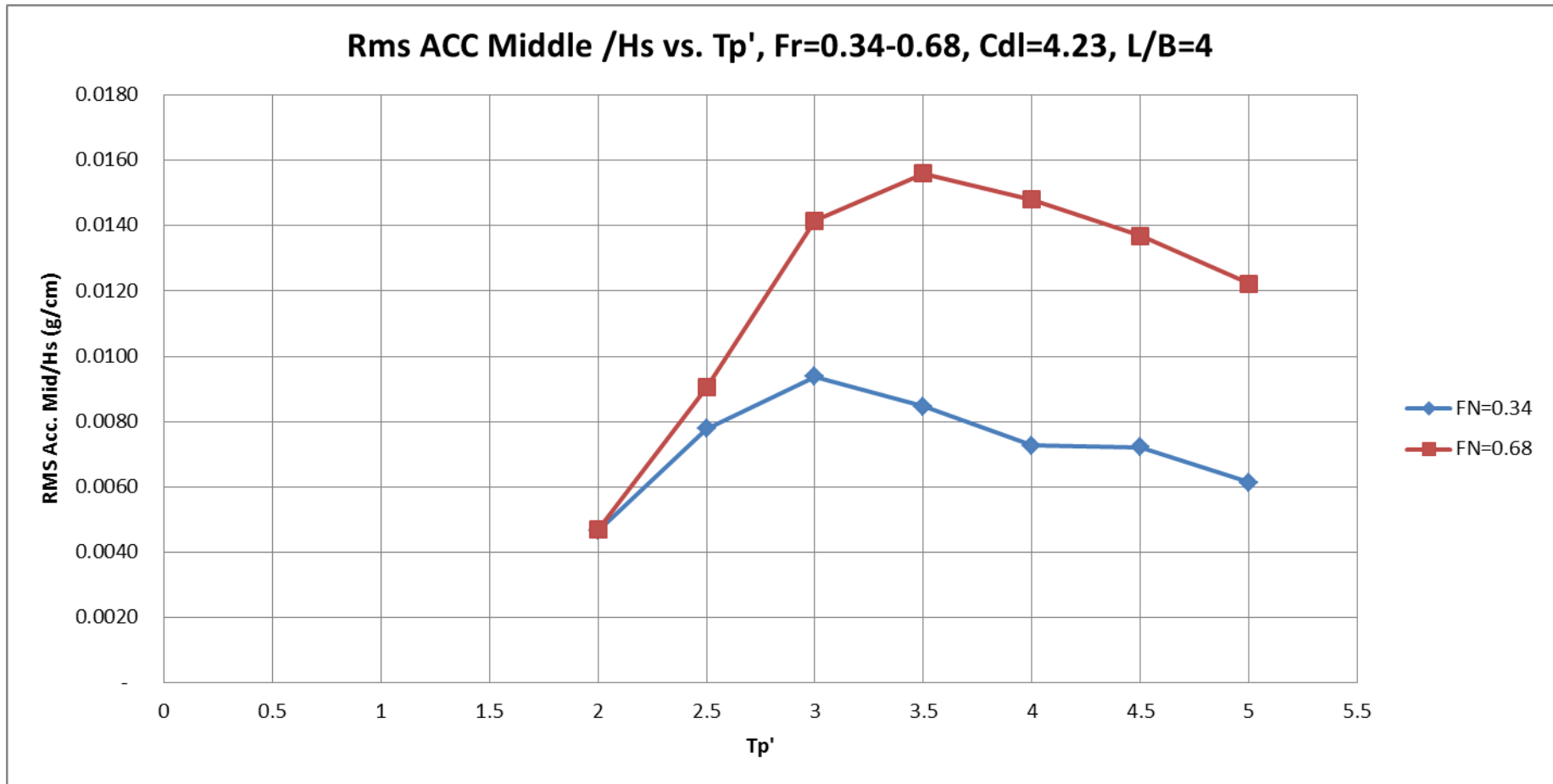
Διάγραμμα 4.76: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm^2) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'

4.4.3 Σύγκριση Αποτελεσμάτων των RMS Τιμών των Αποκρίσεων

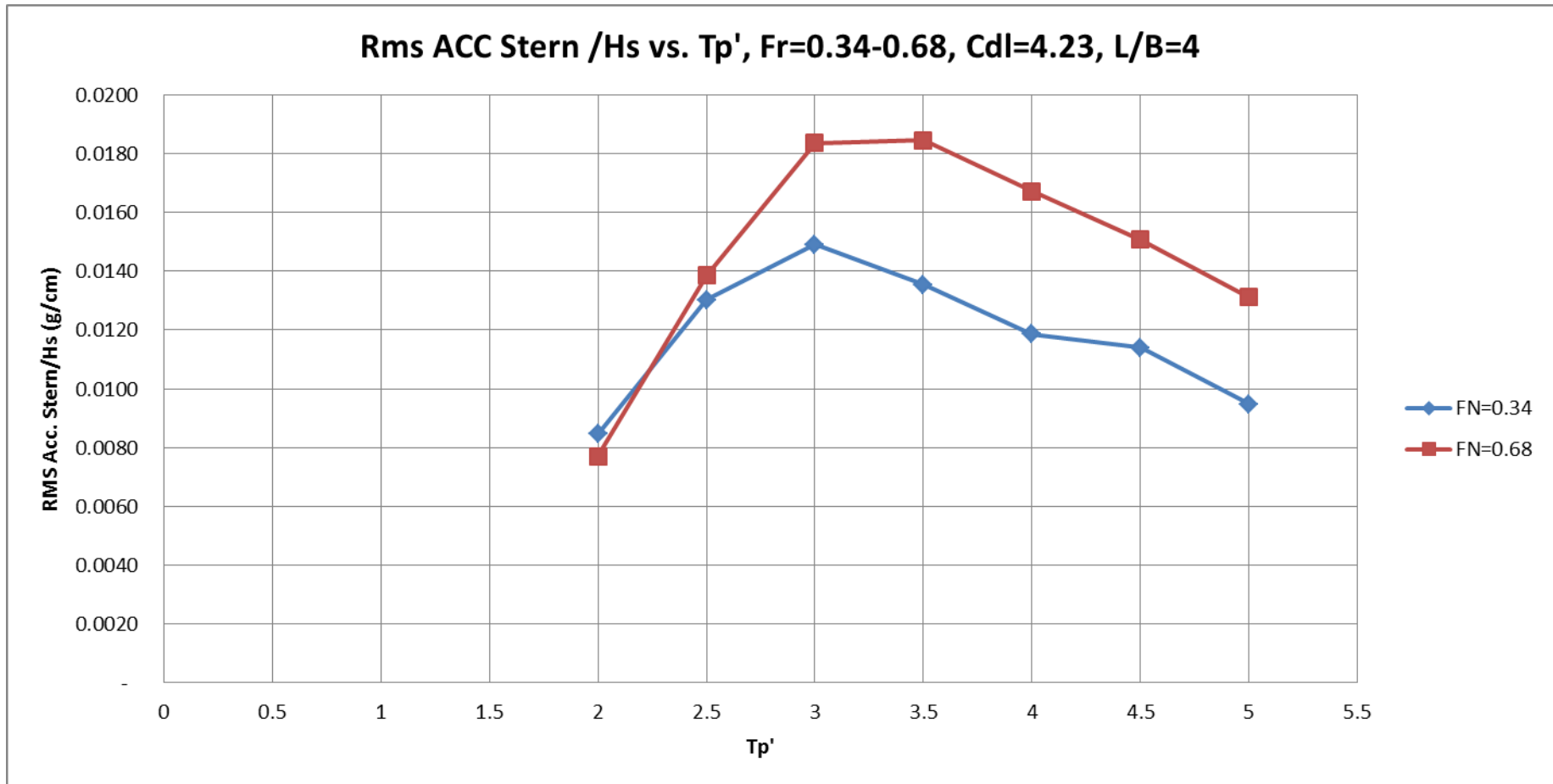
Στα διαγράμματα που ακολουθούν έχουμε σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των RMS τιμών των αποκρίσεων και της πρόσθετης αντίστασης, συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p' , για την ίδια κατάσταση φόρτωσης ($C_{dI}=4.23$), ανάμεσα στην μικρή ($F_n=0.34$) και στη μεγάλη ταχύτητα ($F_n=0.68$) στις οποίες πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα, για τις επτά καταστάσεις θάλασσας.



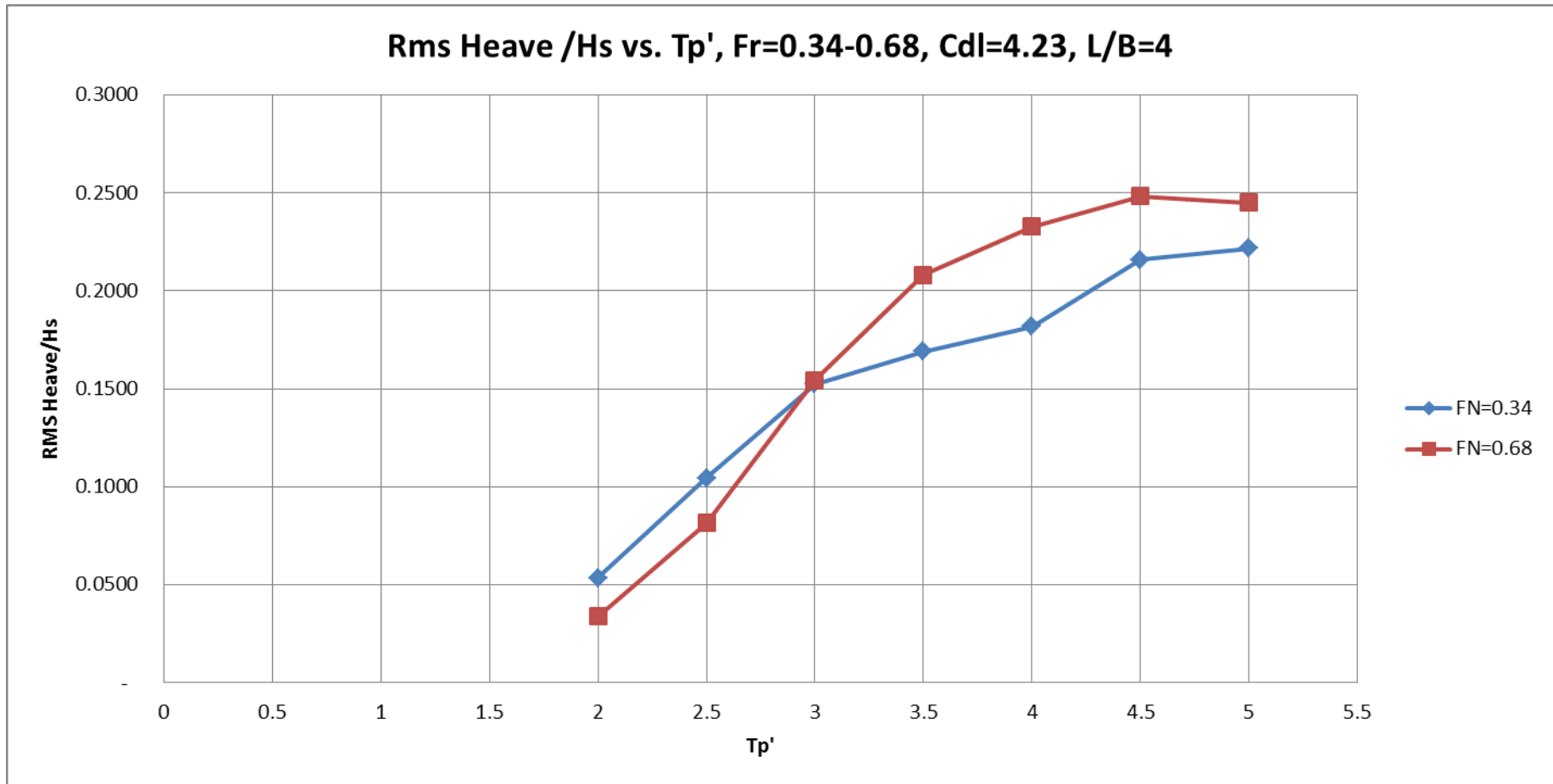
Διάγραμμα 4.77: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πλώρη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



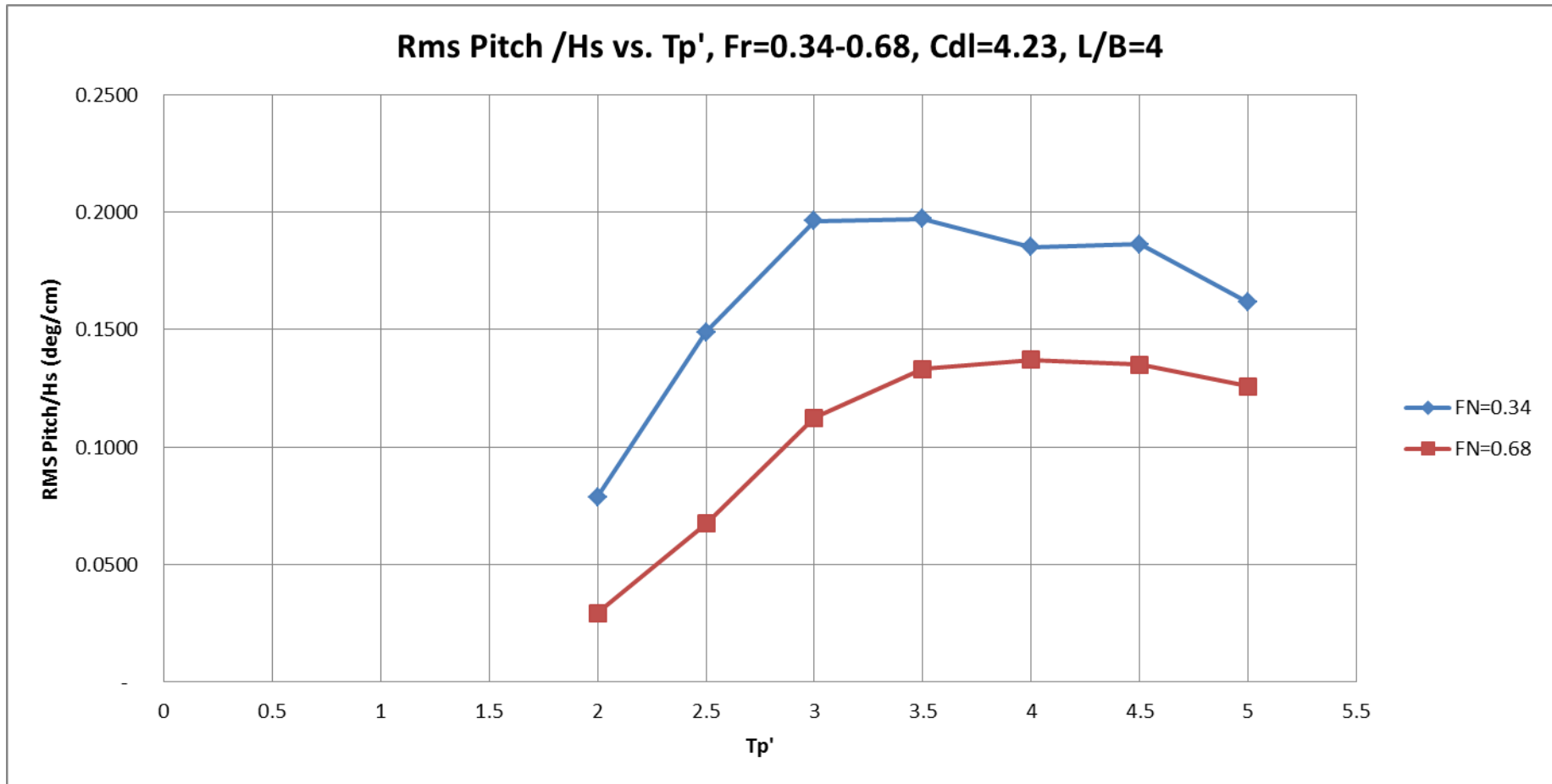
Διάγραμμα 4.78: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στο Κέντρο Βάρους του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



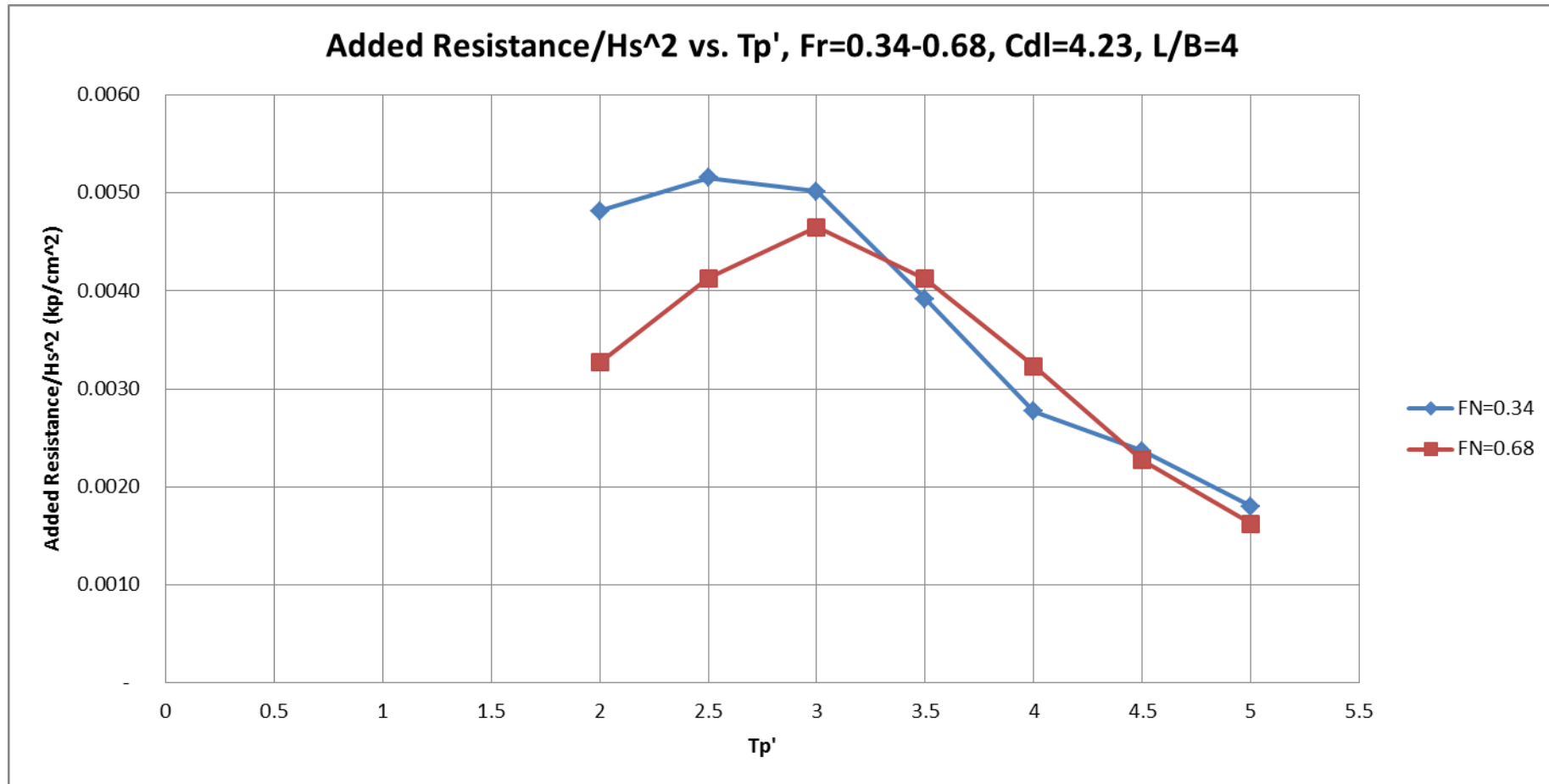
Διάγραμμα 4.79: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πρύμνη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 4.80: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνηση –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 4.81: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 4.82: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm²) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'

4.4.4 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων με βάση τις RMS Τιμές για τις Δύο Ταχύτητες

Από τα παραπάνω διαγράμματα μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

➤ **Εγκάρσια Επιτάχυνση Πλώρης (ACC Bow):**

Παρατηρούμε ότι μέχρι και το $Tr'=2.5$ οι αποκρίσεις των εγκάρσιων επιταχύνσεων στην πλώρη είναι μερικώς μεγαλύτερες στην μικρή ταχύτητα ($F_n=0.34$). Στο $Tr'=3$ ταυτίζονται, ενώ αντίθετα για τιμές $Tr'=3.5$ έως 5, οι αποκρίσεις των εγκάρσιων επιταχύνσεων είναι σαφώς μεγαλύτερες στην μεγάλη ταχύτητα πλεύσης ($F_n=0.68$). Συμπεραίνουμε έτσι ότι για μικρές ταχύτητες πλεύσης το σκάφος έχει μικρότερες επιταχύνσεις (δεν αντιδρά έντονα).

➤ **Εγκάρσια Επιτάχυνση στο Κέντρο Βάρους (ACC Middle):**

Εδώ παρατηρούμε ότι η απόκριση της εγκάρσιας επιτάχυνσης στο κέντρο βάρους είναι παντού μεγαλύτερη για την μεγάλη ταχύτητα πλεύσης, εκτός των αποτελεσμάτων για $Tr'=2$ όπου οι τιμές ταυτίζονται.

➤ **Εγκάρσια Επιτάχυνση Πρύμνης (ACC Stern):**

Παρατηρούμε ότι η πρύμνη του πλοίου έχει ανάλογη συμπεριφορά με το μέσο του. Η μόνη διαφορά είναι ότι στην τιμή $Tr'=2.00$ η απόκριση της εγκάρσιας επιτάχυνσης της μεγάλης ταχύτητας ($F_n=0.68$) είναι ελαφρώς μικρότερη κάτι το οποίο συνέβαινε και στην πλώρη.

➤ **Κατακόρυφη Κίνηση (Heave):**

Βλέπουμε ότι μέχρι και $Tr'=2.5$ το πρότυπο έχει μερικώς μεγαλύτερες κινήσεις στην μικρή ταχύτητα ($F_n=0.34$), στο $Tr'=3$ ταυτίζονται, ενώ για $Tr'=3.5$ έως 5 είναι φανερό ότι οι μεγαλύτερες κινήσεις είναι αυτές της μεγάλης ταχύτητας ($F_n=0.68$), κάτι που επιβεβαιώνεται και από τα διαγράμματα των αποκρίσεων των επιταχύνσεων στην πλώρη και στην πρύμνη.

➤ **Προνευτασμός (Pitch):**

Παρατηρούμε ότι για μεγάλες ταχύτητες ($F_n=0.68$) πλεύσης οι τιμές των αποκρίσεων σε προνευτασμό είναι μικρότερες σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας. Ακόμη παρατηρούμε ότι η διαφορά είναι περίπου σταθερή, όμως έχει μια τάση να μειωθεί όσο μεγαλώνουν οι τιμές της αδιαστατης περιόδου Tr' .

➤ **Πρόσθετη Αντίσταση (Added Resistance):**

Παρατηρούμε ότι όπως αναμέναμε από την θεωρία για την μεγάλη ταχύτητα πλεύσης έχουμε μικρότερες τιμές πρόσθετης αντίστασης, με τις τιμές αυτές να συγκλίνουν για σημαντικό ύψος κύματος $H_s=16\text{cm}$. Οι τιμές που διαφέρουν από το πιο πάνω συμπέρασμα, δηλαδή η πρόσθετη αντίσταση είναι μεγαλύτερη στην μεγάλη ταχύτητα ($F_n=0.68$), είναι $Tr=3.5$ και 4.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ 113/95 ΚΑΙ L/B=4 ΜΕ ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ 097/94 ΜΕ L/B=5.5 ΚΑΙ 116/96 ΜΕ L/B=7 ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ Cdl=4.23

5.1 Εισαγωγή

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ο λόγος L/B αποτελεί την βασική παράμετρο της συστηματικής σειράς του ΕΜΠ. Η γνώση της επίδρασης αυτής της παραμέτρου στην δυναμική συμπεριφορά των προτύπων της σειράς είναι πρωταρχικής σημασίας.

Στην ενότητα αυτή συγκρίνονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη με εκείνα προηγούμενων μελετών επί των μοντέλων 097/94 και 116/96 της συστηματικής σειράς του NTUA τα οποία έχουν ως κύρια χαρακτηριστικά L/B=5.5 και L/B=7 αντίστοιχα, ίδιο συντελεστή φόρτωσης ($C_{dl} = 4.23$) και μηδενική γωνία διαγωγής. Τα μοντέλα αυτά έχουν μελετηθεί για αντίστοιχες καταστάσεις θάλασσας και ταχύτητες εκφρασμένες μέσω του αριθμού Froude ώστε να εξάγουμε συγκριτικά συμπεράσματα.

Παρουσιάζονται τα εξής διαγράμματα στους δύο αριθμούς Froude 0.34 και 0.68:

- RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης Πλώρης-Bow διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης Κέντρο Βάρους-Middle του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης Πρύμνη-Stern διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνηση –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p
- Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος H_s (kp/cm²) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p

5.2 Παρουσίαση Διαγραμμάτων των RMS Τιμών για τα Πρότυπα 113/95 097/94 116/96 με L/B=4, 5.5, 7 αντίστοιχα και Cdl=4.23

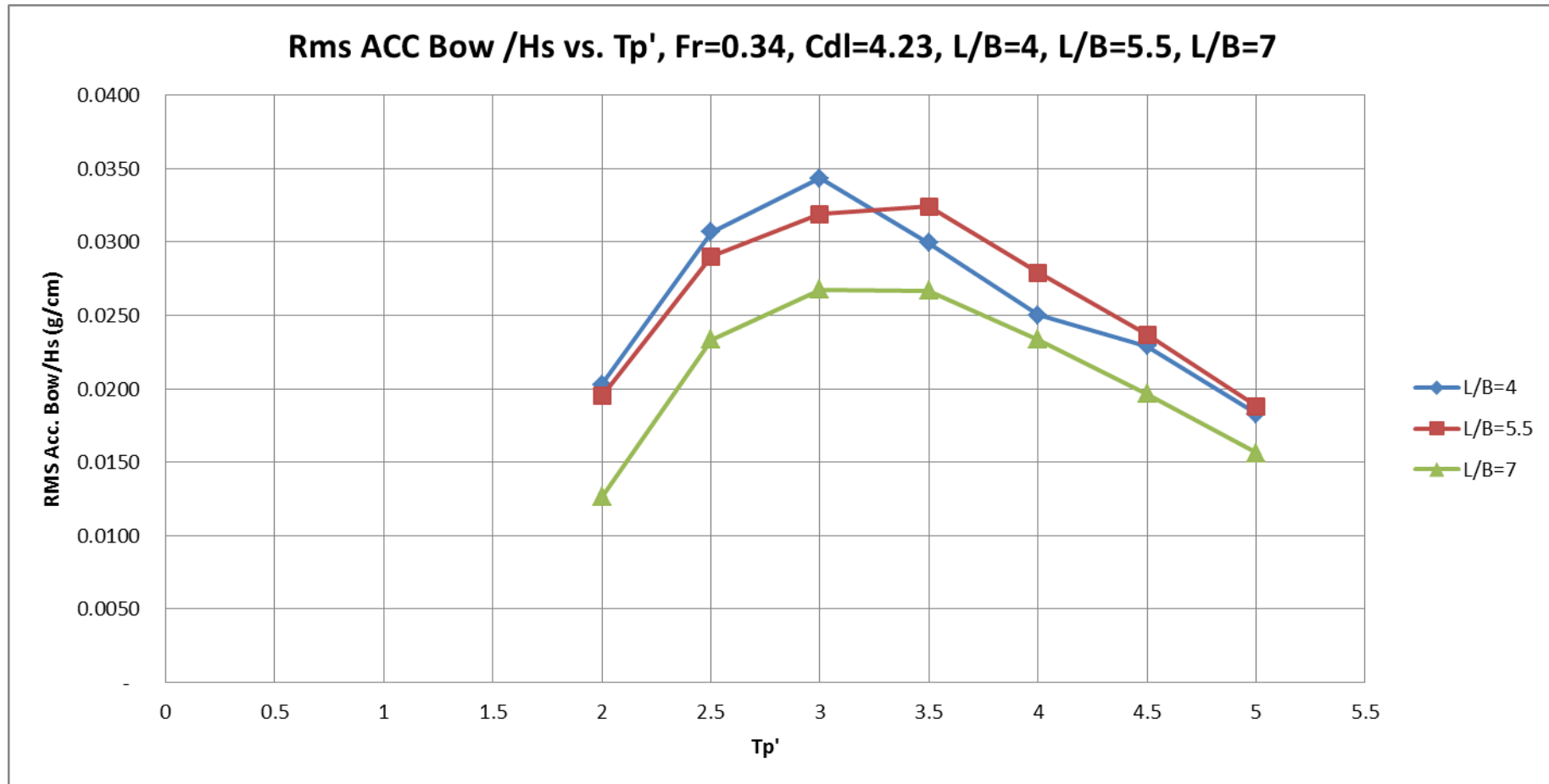
5.2.1 Διαγράμματα των RMS Τιμών με Fn = 0.34

Tr'	Hs model	Acc. Bow / Hs	Acc. Middle / Hs	Acc Stern / Hs	Heave / Hs	Pitch / Hs	Added Res / Hs^2
-	cm	g/cm	g/cm	g/cm	cm/cm	deg/cm	kp/cm^2
2	8	0.0195	0.0044	0.0097	0.0548	0.0866	0.003
2.5	9	0.029	0.0067	0.0145	0.0987	0.1681	0.0047
3	10	0.0319	0.0075	0.0168	0.1293	0.2069	0.0054
3.5	11	0.0324	0.0086	0.018	0.1688	0.234	0.0054
4	12	0.0279	0.0076	0.0159	0.1899	0.2209	0.0067
4.5	14	0.0237	0.0071	0.0146	0.2153	0.2105	0.0032
5	16	0.0188	0.0062	0.012	0.2275	0.1757	0.0013

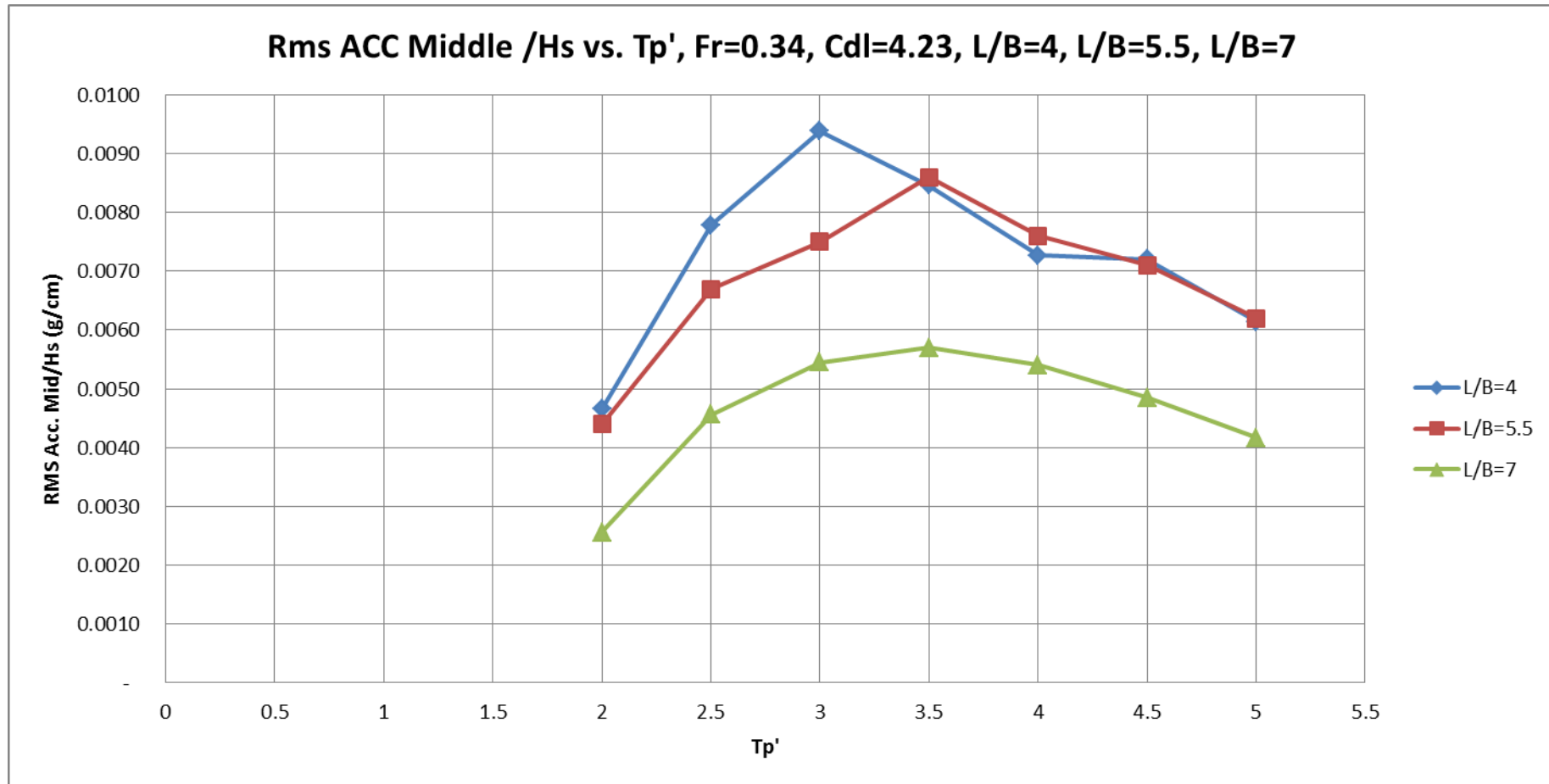
Πίνακας 5.1: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 097/94, L/B=5.5, Cdl=4.23 Fn=0.34

Tr'	Hs model	Acc. Bow / Hs	Acc. Middle / Hs	Acc Stern / Hs	Heave / Hs	Pitch / Hs	Added Res / Hs^2
-	cm	g/cm	g/cm	g/cm	cm/cm	deg/cm	kp/cm^2
2	8	0.0126	0.0026	0.0048	0.0388	0.0497	0.0048
2.5	9	0.0233	0.0046	0.0092	0.0783	0.1159	0.0056
3	10	0.0268	0.0054	0.0118	0.1211	0.1671	0.0062
3.5	11	0.0267	0.0057	0.0129	0.1661	0.1906	0.0066
4	12	0.0233	0.0054	0.0122	0.1991	0.1865	0.0053
4.5	14	0.0197	0.0049	0.0104	0.2091	0.1625	0.0036
5	16	0.0156	0.0042	0.0086	0.2166	0.1407	0.0023

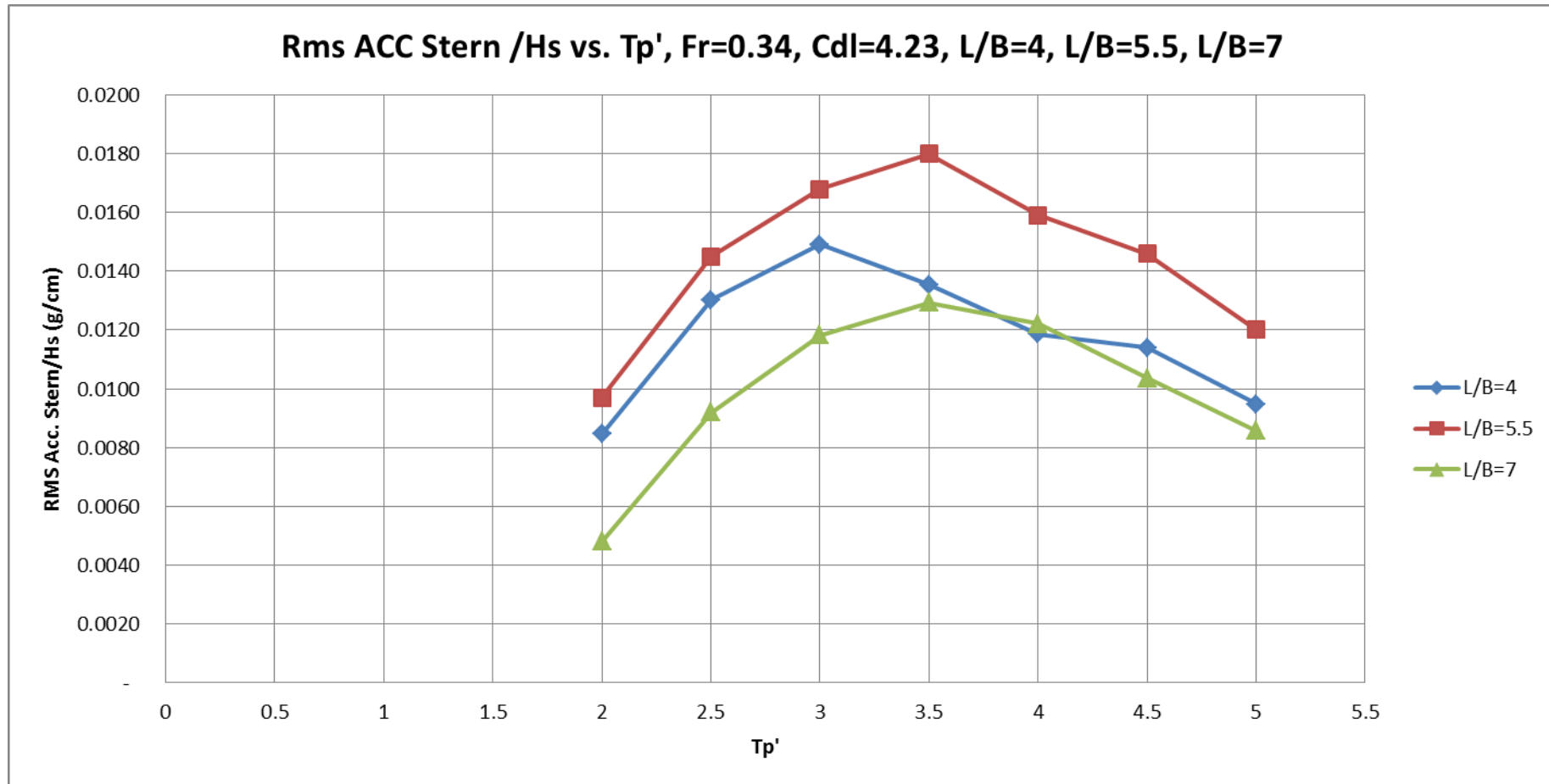
Πίνακας 5.2: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 116/95, L/B=7, Cdl=4.23 Fn=0.34



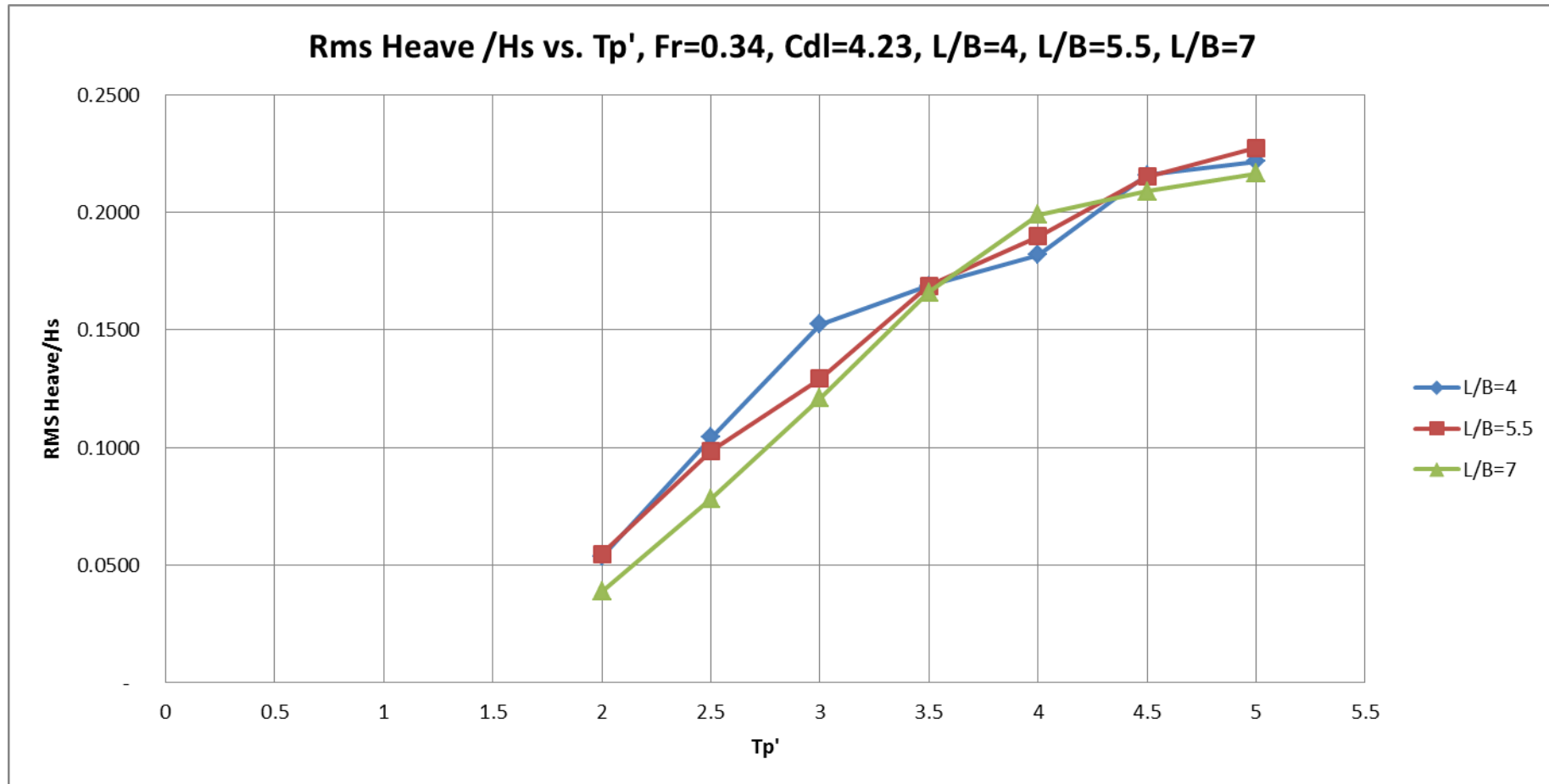
Διάγραμμα 5.1: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πλώρη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



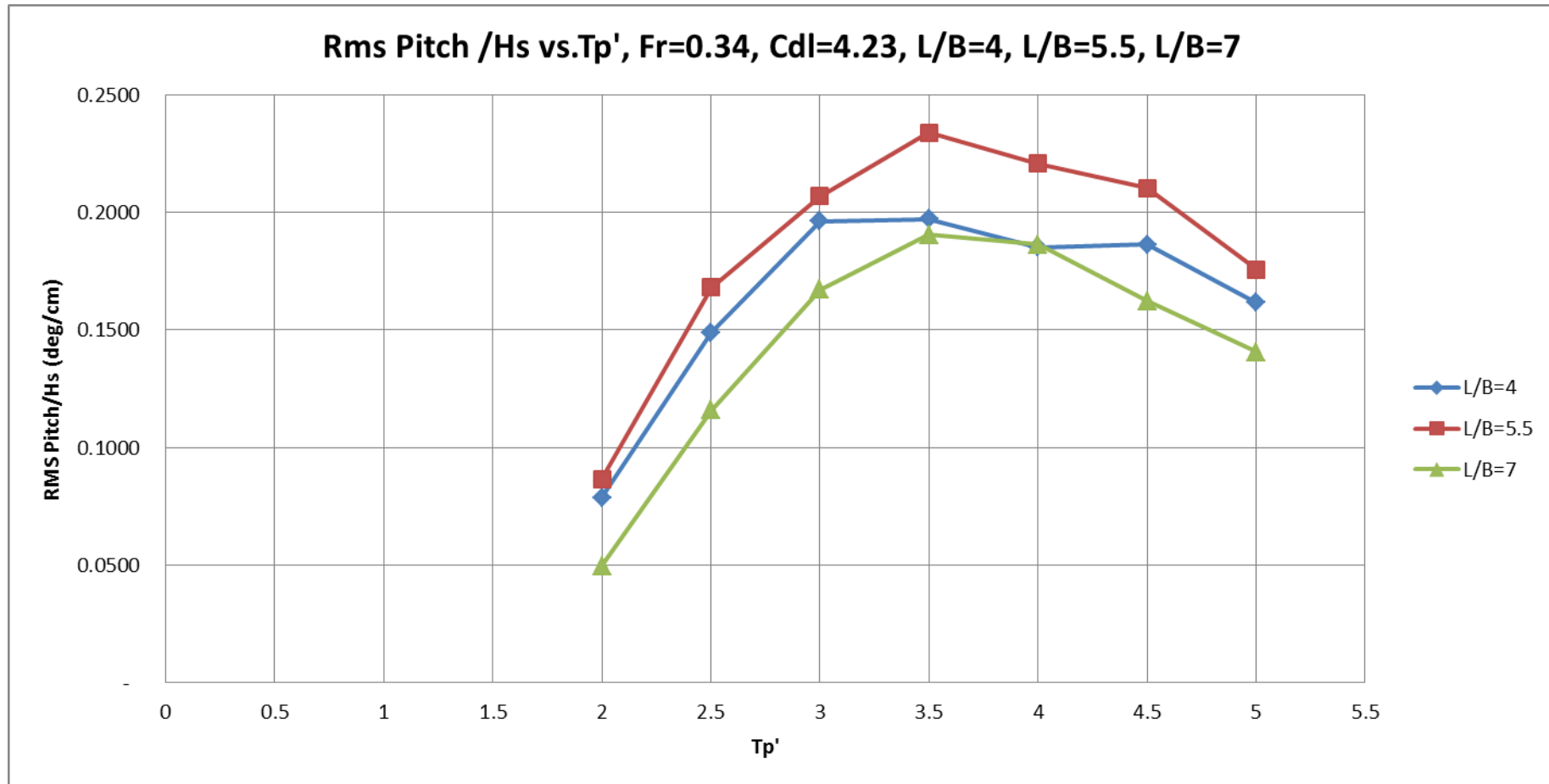
Διάγραμμα 5.2: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στο Κέντρο Βάρους του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



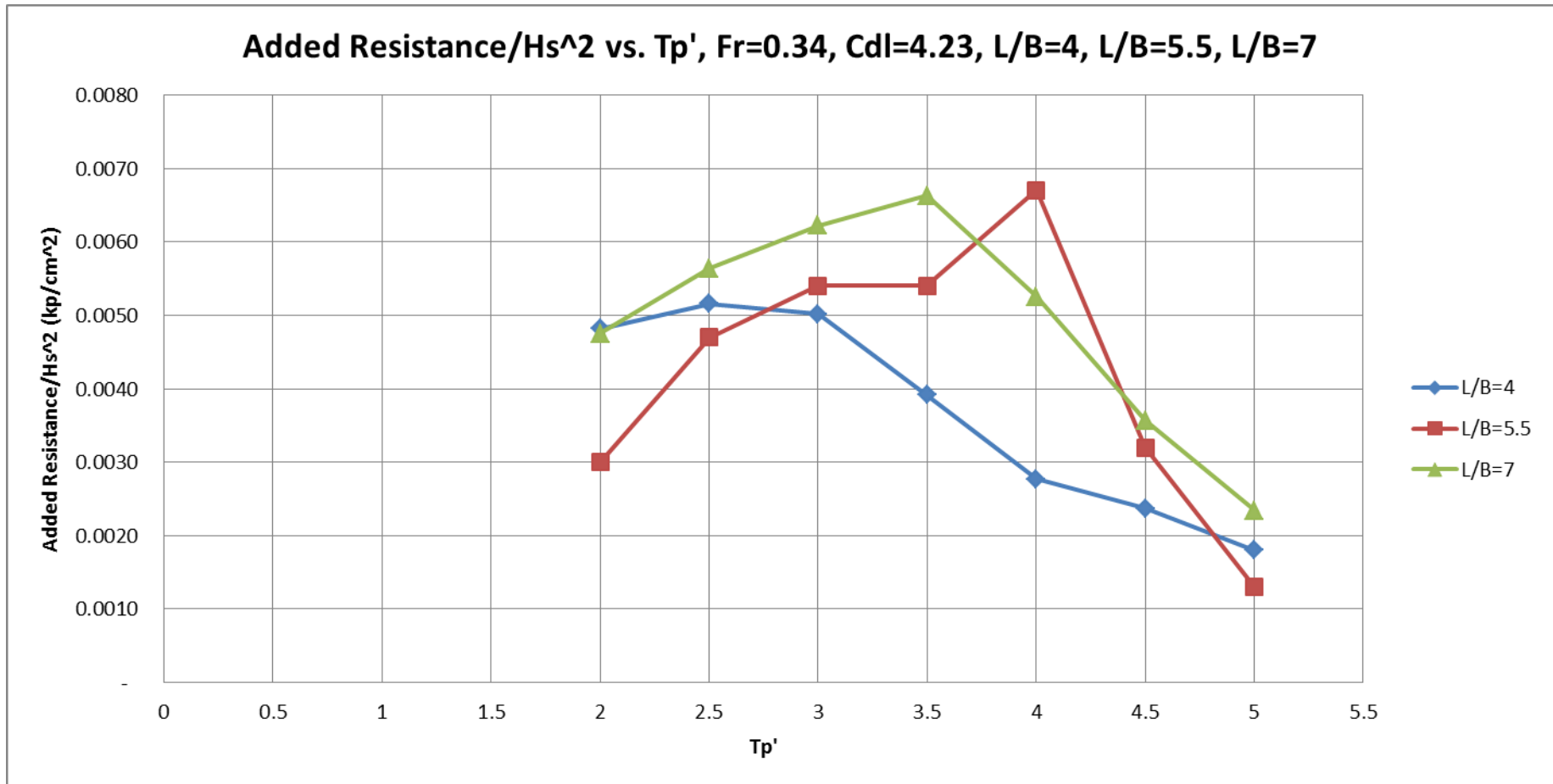
Διάγραμμα 5.3: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πρύμνη διααιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 5.4: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνηση –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής Tp'



Διάγραμμα 5.5: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής Tp'



Διάγραμμα 5.6: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος Hs (kp/cm²) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής Tp'

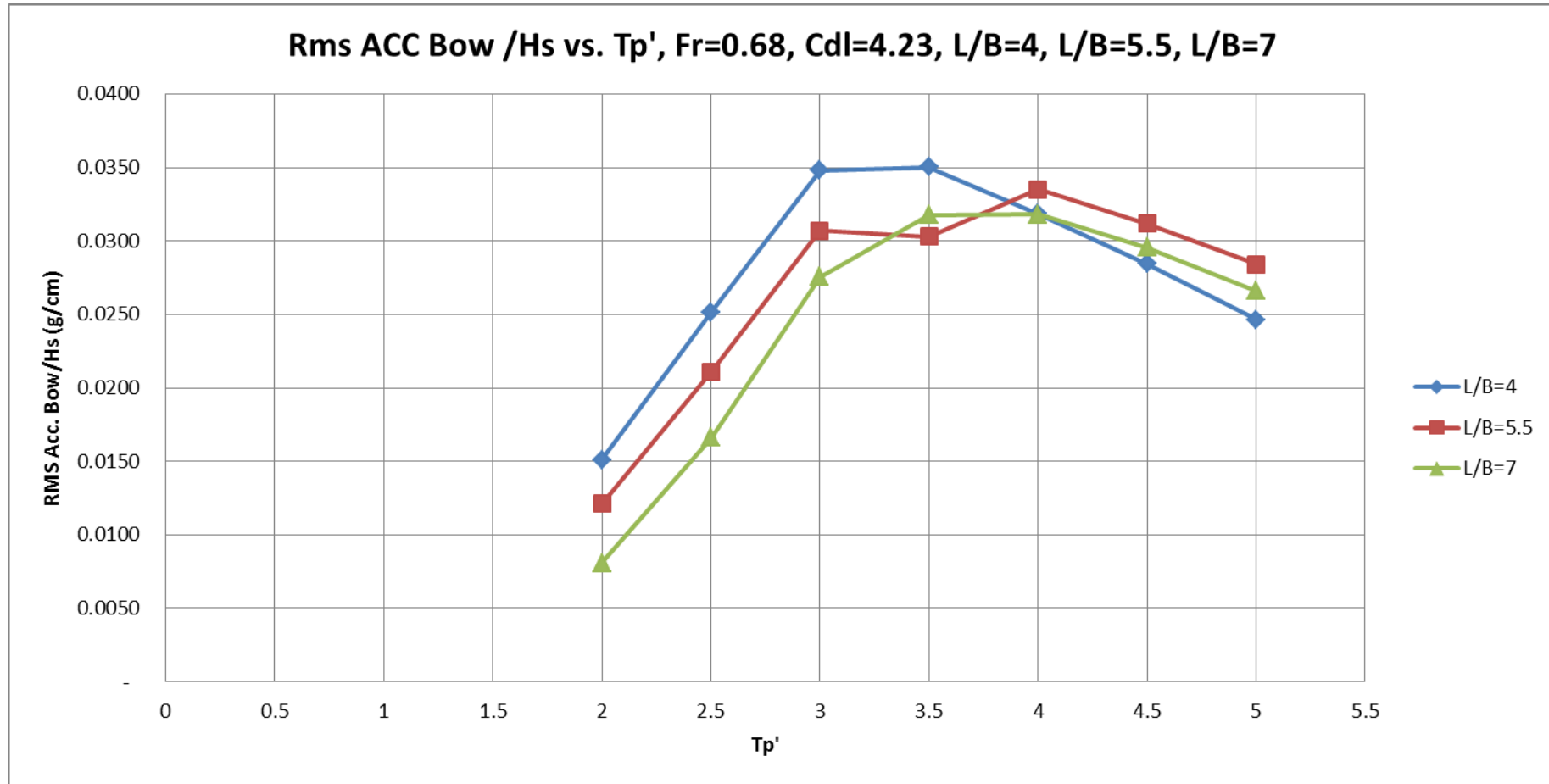
5.2.2 Διαγράμματα των RMS Τιμών με $F_n = 0.68$

Τρ'	Hs model	Acc. Bow / Hs	Acc. Middle / Hs	Acc Stern / Hs	Heave / Hs	Pitch / Hs	Added Res / Hs²
-	cm	g/cm	g/cm	g/cm	cm/cm	deg/cm	kp/cm ²
2	8	0.0121	0.0048	0.0074	0.0494	0.0329	0.003
2.5	9	0.0211	0.0084	0.0133	0.0833	0.068	0.0039
3	10	0.0307	0.0135	0.0187	0.1611	0.1172	0.0038
3.5	11	0.0303	0.014	0.0178	0.1952	0.1326	0.0058
4	12	0.0335	0.016	0.0195	0.2558	0.1633	0.0055
4.5	14	0.0312	0.0153	0.0179	0.269	0.1635	0.0027
5	16	0.0284	0.0141	0.0163	0.279	0.1586	0.0024

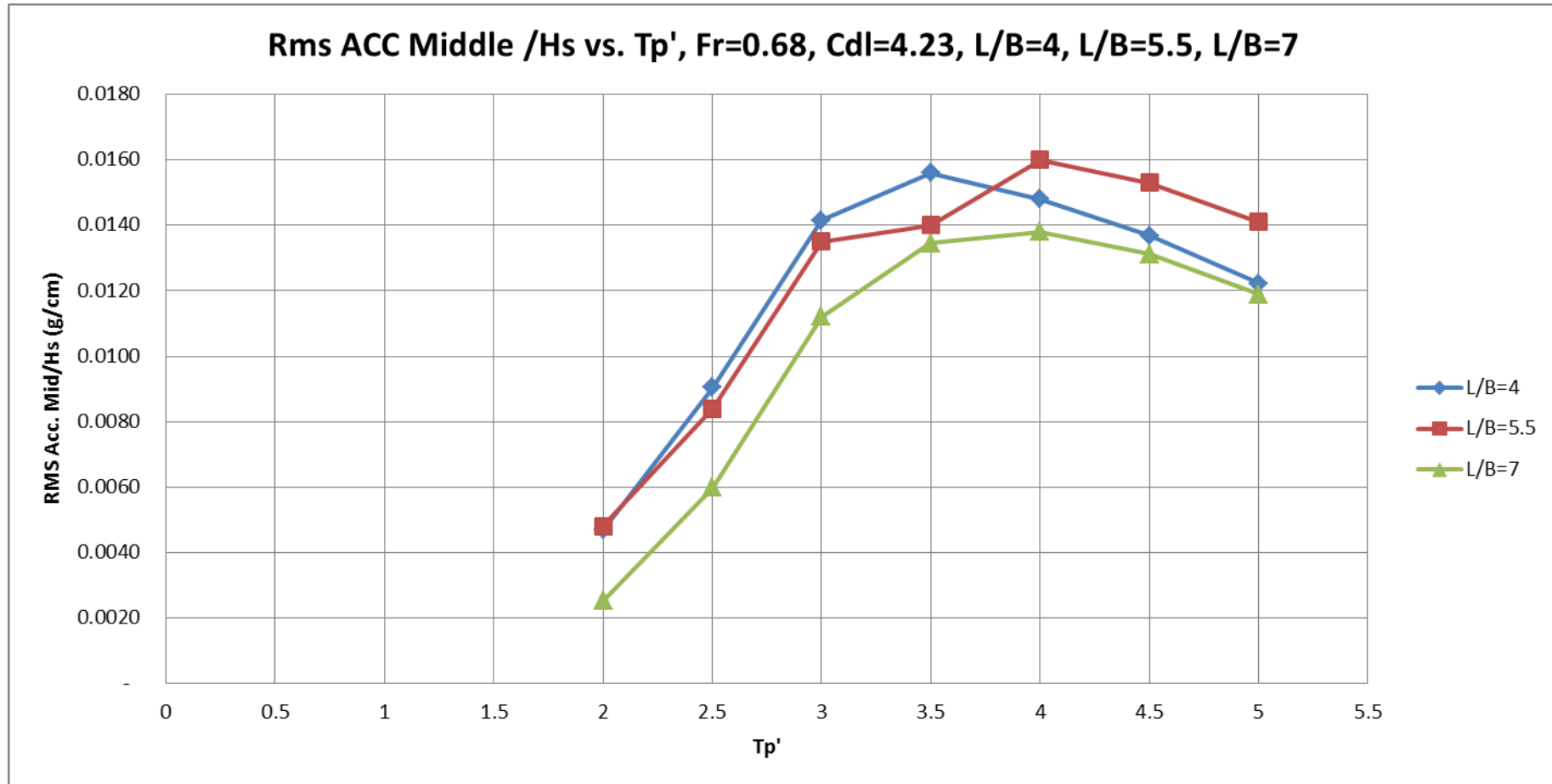
Πίνακας 5.3: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 097/94, L/B=5.5, Cdl=4.23 $F_n=0.68$

Τρ'	Hs model	Acc. Bow / Hs	Acc. Middle / Hs	Acc Stern / Hs	Heave / Hs	Pitch / Hs	Added Res / Hs²
-	cm	g/cm	g/cm	g/cm	cm/cm	deg/cm	kp/cm ²
2	8	0.0081	0.0025	0.0039	0.0335	0.0164	0.0014
2.5	9	0.0166	0.0060	0.0087	0.0844	0.0510	0.0021
3	10	0.0276	0.0112	0.0138	0.1866	0.1049	0.0031
3.5	11	0.0318	0.0135	0.0155	0.2492	0.1339	0.0042
4	12	0.0318	0.0138	0.0154	0.2926	0.1493	0.0039
4.5	14	0.0296	0.0131	0.0142	0.3096	0.1517	0.0033
5	16	0.0266	0.0119	0.0125	0.3090	0.1482	0.0026

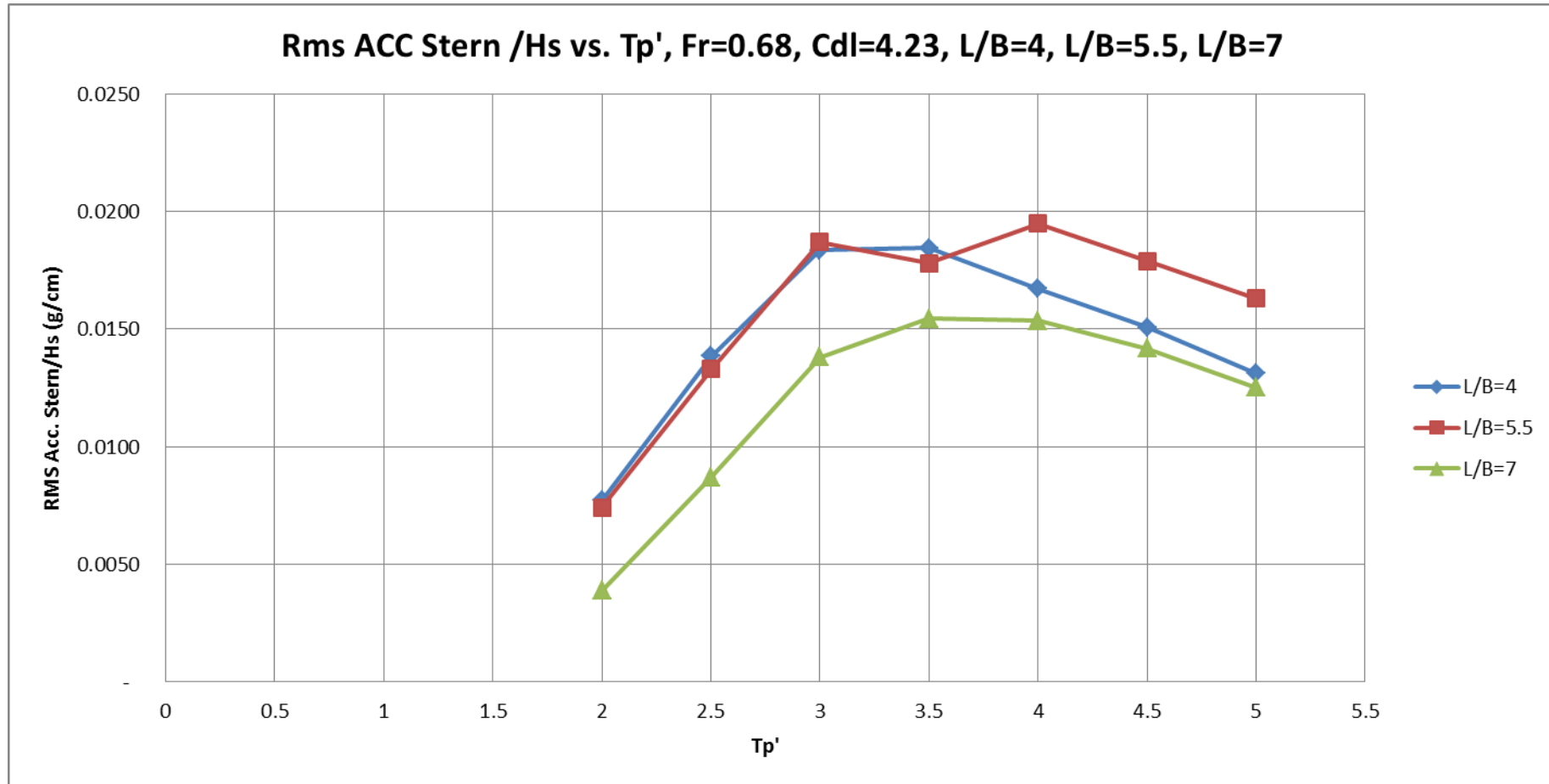
Πίνακας 5.4: Πίνακας συντελεστών RMS τιμών των αποκρίσεων του μοντέλου 116/95, L/B=7, Cdl=4.23 $F_n=0.68$



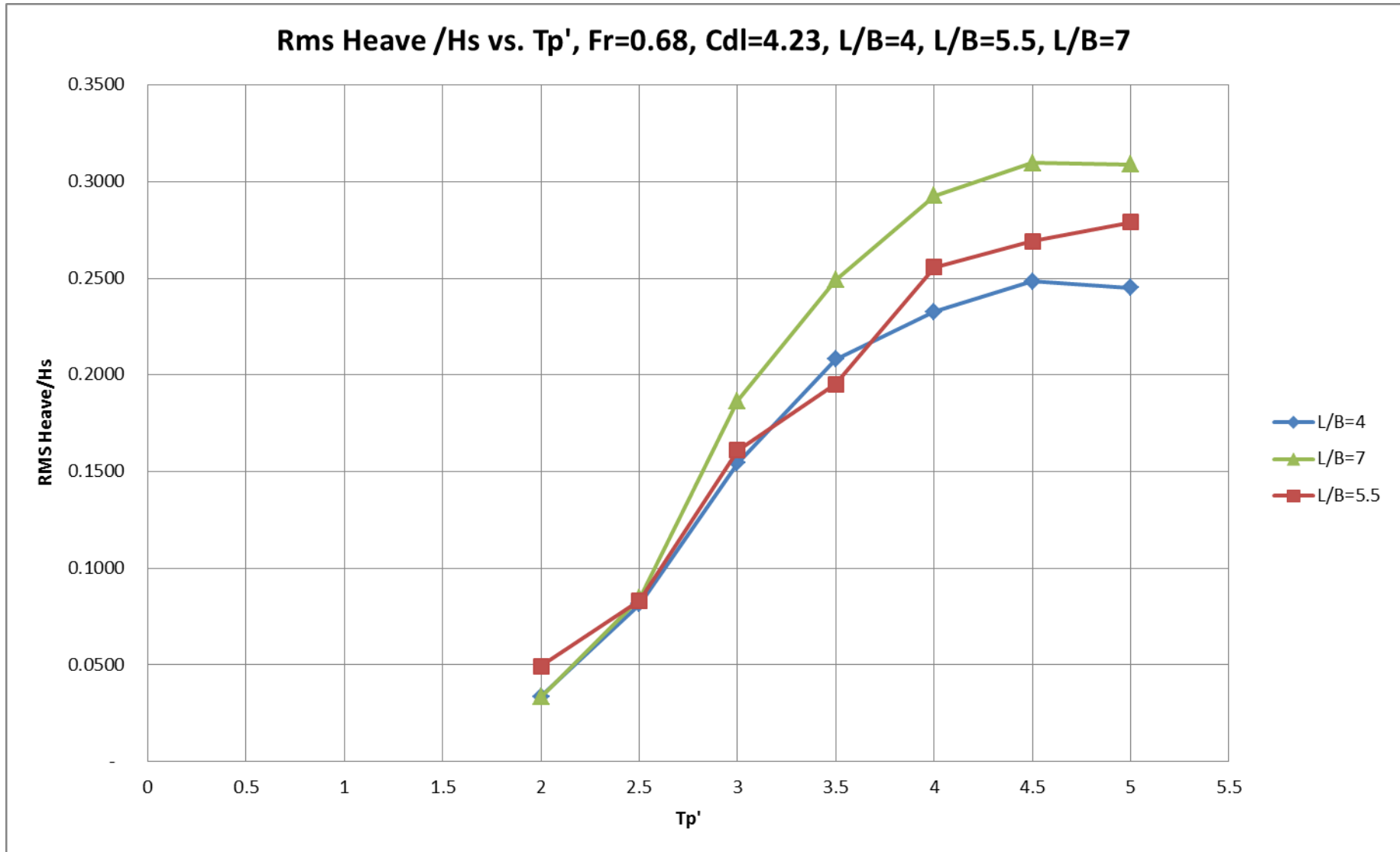
Διάγραμμα 5.7: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πλήρη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής Tp'



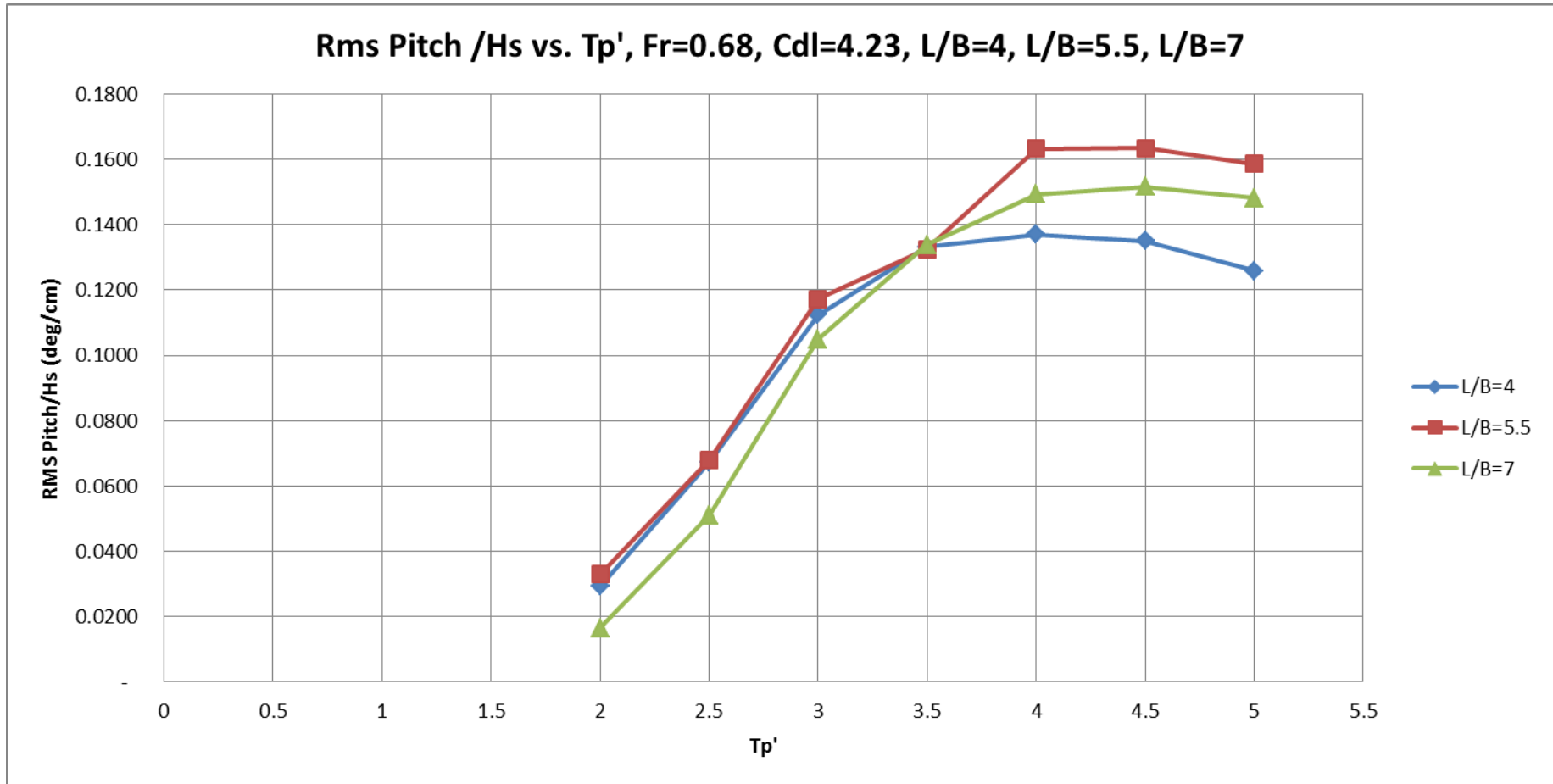
Διάγραμμα 5.8: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στο Κέντρο Βάρους του μοντέλου διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής Tp'



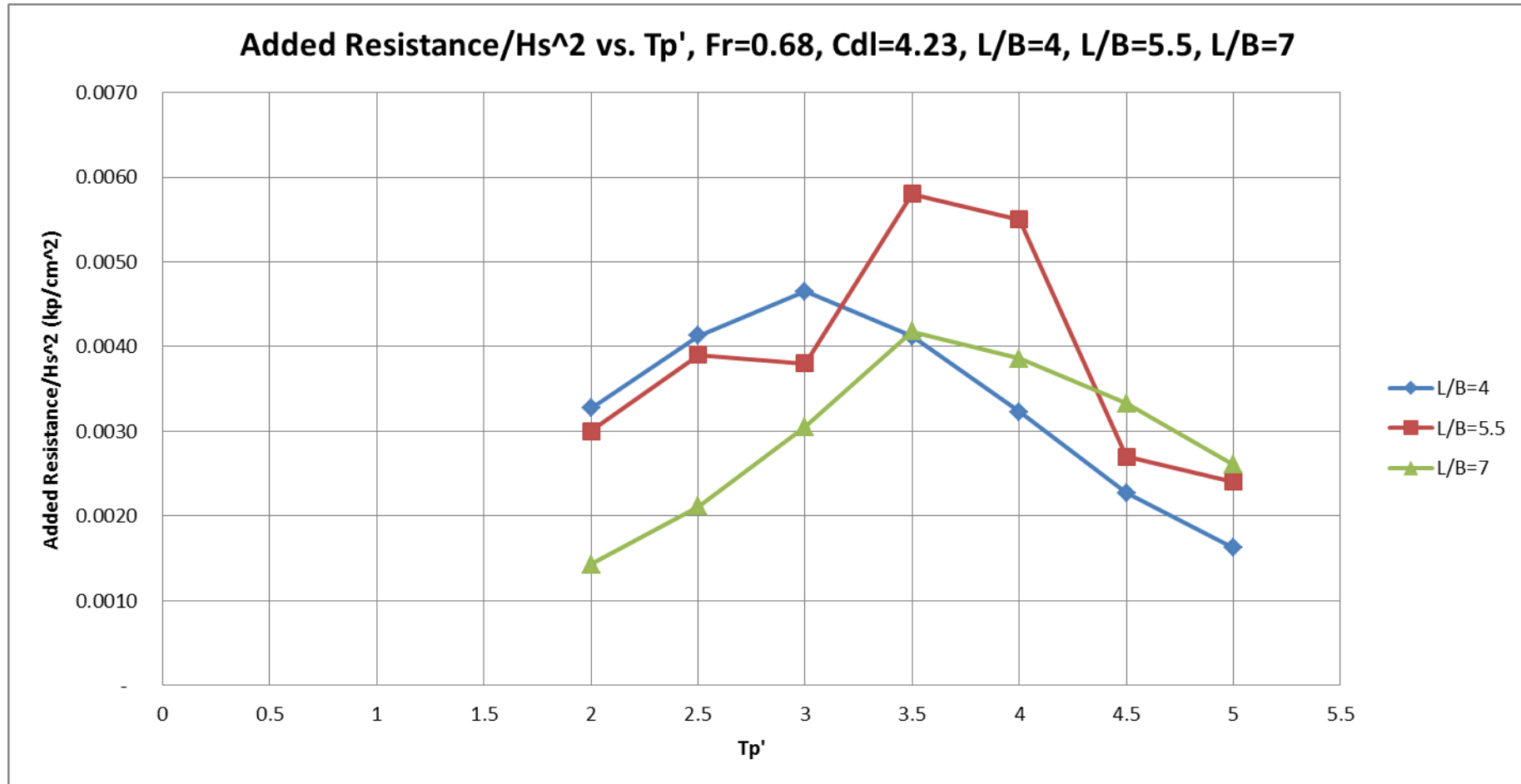
Διάγραμμα 5.9: RMS τιμές Κατακόρυφης Επιτάχυνσης στην Πρύμνη διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (g/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 5.10: RMS τιμές Κατακόρυφης Κίνηση –Heave διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος Hs (cm/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής Tp'



Διάγραμμα 5.11: RMS τιμές Προνευτασμού –Pitch διαιρεμένες με το σημαντικό ύψος κύματος H_s (deg/cm) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής T_p'



Διάγραμμα 5.12: Τιμές Πρόσθετης Αντίστασης-Added Resistance διαιρεμένες με το τετράγωνο του σημαντικού ύψους κύματος Hs (kp/cm²) συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου κορυφής Tp'

5.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων με βάση τις RMS Τιμές

5.3.1 Ταχύτητα με $F_n=0.34$

➤ Εγκάρσια Επιτάχυνση Πλώρης (ACC Bow):

Σε όλο το εύρος των αδιάστατων περιόδων το μοντέλο με $L/B=7$ έχει μικρότερες αποκρίσεις των εγκάρσιων επιταχύνσεων από τα άλλα δύο μοντέλα. Επίσης το μοντέλο με $L/B=5.5$ παρουσιάζει τις μεγαλύτερες αποκρίσεις σε σχέση με τα άλλα στις τιμές $T_p'=3.5$ έως $T_p'=5$. Στις καταστάσεις θάλασσας όμως με $T_p'=2$ έως 3 το $L/B=4$ έχει ελαφρώς μεγαλύτερη απόκριση στην εγκάρσια επιτάχυνση. Τέλος η μεγαλύτερη τιμή της απόκρισης εγκάρσιας επιτάχυνσης με βάση το διάγραμμα παρουσιάζεται για τα μοντέλα με $L/B=4$ και $L/B=7$ στην κατάσταση θάλασσας με $T_p'=3$ ενώ στην περίπτωση του μοντέλου με $L/B=5.5$ παρουσιάζεται στο $T_p'=3.5$.

➤ Εγκάρσια Επιτάχυνση στο Κέντρο Βάρους (ACC Middle):

Εδώ παρατηρούμε ότι η απόκριση της εγκάρσιας επιτάχυνσης στο κέντρο βάρους είναι παντού μικρότερη για το μοντέλο με $L/B=7$, ενώ οι μεγαλύτερες αποκρίσεις διαφέρουν από σημείο σε σημείο. Συγκεκριμένα οι μεγαλύτερες αποκρίσεις παρουσιάζονται για το $L/B=4$ στα $T_p'=2$ έως 3 ενώ για $T_p'=4$ στο μοντέλο με $L/B=5$. Όσον αφορά στις υπόλοιπες καταστάσεις θάλασσας με $T_p'=3.5$, 4.5 και 5 οι αποκρίσεις των μοντέλων με $L/B=4$ και 5.5 τείνουν να ταυτιστούν.

➤ Εγκάρσια Επιτάχυνση Πρύμνης (ACC Stern):

Στην πρύμνη είναι ξεκάθαρο ότι οι μεγαλύτερες αποκρίσεις εγκάρσιων επιταχύνσεων εκφράζονται στο μοντέλο με $L/B=5.5$ και οι μικρότερες στο μοντέλο με $L/B=7$.

➤ Κατακόρυφη Κίνηση (Heave):

Παρατηρούμε ότι οι αποκρίσεις της κατακόρυφης κίνησης σχετικά ταυτίζονται και για τα τρία μοντέλα.

➤ Προνευτασμός (Pitch):

Οι αποκρίσεις σε προνευτασμό, σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας, είναι μεγαλύτερες για το μοντέλο με $L/B=5.5$ και μικρότερες για το μοντέλο με $L/B=7$.

➤ Πρόσθετη Αντίσταση (Added Resistance):

Όσο αφορά την πρόσθετη αντίσταση προκύπτει ότι το μοντέλο με την μεγαλύτερη πρόσθετη αντίσταση, είναι αυτό με $L/B=7$. Μικρότερη πρόσθετη αντίσταση έχει το μοντέλο με $L/B=4$ για $T_p'=3$ έως 4.5, και για $T_p'=2$, 2.5 και 5, το μοντέλο με $L/B=5.5$. Στην περίπτωση του $T_p'=4$, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα η μεγαλύτερη πρόσθετη αντίσταση προκύπτει από το μοντέλο με $L/B=5.5$, με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα.

5.3.2. Ταχύτητα με $F_n=0.68$

➤ **Εγκάρσια Επιτάχυνση Πλώρης (ACC Bow):**

Παρατηρούμε ότι στις περιπτώσεις όπου η αδιάστατη περίοδος είναι 2 έως 3 η απόκριση του μοντέλου με $L/B=7$ είναι μικρότερη ενώ για $T_p'=4.5$ και 5 μικρότερη απόκριση παρουσιάζει το μοντέλο με $L/B=4$. Όσο αφορά τις μεγαλύτερες αποκρίσεις αυτές παρουσιάζονται στο μοντέλο με $L/B=4$ για $T_p'=2$ έως 3.5 ενώ όταν η αδιάστατη περίοδος είναι 4 έως 5 το μοντέλο με $L/B=5.5$ δίνει τις μεγαλύτερες αποκρίσεις.

➤ **Εγκάρσια Επιτάχυνση στο Κέντρο Βάρους (ACC Middle):**

Εδώ παρατηρούμε ότι η απόκριση της εγκάρσιας επιτάχυνσης στο κέντρο βάρους είναι παντού μικρότερη για το μοντέλο με $L/B=7$, ενώ οι δε μεγάλες αποκρίσεις διαφέρουν. Για $T_p'=2.5$ έως 3.5 μεγαλύτερες είναι στο $L/B=4$, ενώ για $T_p'=4$ έως 5 οι μεγαλύτερες τιμές απόκρισης δίνονται από το μοντέλο με $L/B=5.5$.

➤ **Εγκάρσια Επιτάχυνση Πρύμνης (ACC Stern):**

Σε αυτή την περίπτωση οι μεγαλύτερες αποκρίσεις εγκάρσιων επιταχύνσεων εκφράζονται στο μοντέλο με $L/B=5.5$, για $T_p'=4$ έως 5, και οι μικρότερες στο μοντέλο με $L/B=7$. Στις αδιάστατες περιόδους $T_p'=2$ έως 3.5 οι τιμές των μοντέλων με $L/B=4$ και 5.5 σχεδόν ταυτίζονται.

➤ **Κατακόρυφη Κίνηση (Heave):**

Παρατηρούμε ότι οι αποκρίσεις της κατακόρυφης κίνησης σχετικά ταυτίζονται και για τα τρία μοντέλα μέχρι το σημείο όπου το $T_p'=3$. Από το $T_p'=3.5$ και έπειτα, τις μεγαλύτερες τιμές δίνει το μοντέλο με $L/B=7$ και μικρότερες το μοντέλο με $L/B=4$.

➤ **Προνευτασμός (Pitch):**

Οι αποκρίσεις σε προνευτασμό, σε όλες τις καταστάσεις θάλασσας, είναι μεγαλύτερες για το μοντέλο με $L/B=5.5$. Οι μικρότερες αποκρίσεις δίδονται από το μοντέλο με $L/B=7$ για $T_p'=2$ έως 3 και από το μοντέλο με $L/B=4$ για $T_p'=4$ έως 5. Επίσης παρατηρούμε ότι στην περίπτωση όπου $T_p'=3.5$ οι αποκρίσεις στα τρία μοντέλα ταυτίζονται.

➤ **Πρόσθετη Αντίσταση (Added Resistance):**

Σε αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα που δίνονται διαφοροποιούνται εμφανώς για τις διάφορες καταστάσεις θάλασσας. Πιο συγκεκριμένα, για καταστάσεις θάλασσας με $T_p'=2$ έως 3 το μοντέλο με $L/B=7$ δίνει τις μικρότερες τιμές πρόσθετης αντίστασης ενώ για $T_p'=4$ έως 5 η μικρότερη πρόσθετη αντίσταση δίνεται από το μοντέλο με $L/B=4$. Οι μεγαλύτερες τιμές πρόσθετης αντίστασης δίδονται από το μοντέλο με $L/B=4$ για $T_p'=2$ έως 3, $L/B=5.5$ για $T_p'=3.5$ -εως 4, και $L/B=7$ για $T_p'=4.5$ έως 5. Στην περίπτωση του $T_p'=3.5$ και 4, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα η μεγαλύτερη πρόσθετη αντίσταση προκύπτει από το μοντέλο με $L/B=5.5$, με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα.

5.4 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων με βάση τα RAO

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας μου ζητήθηκε να συγκρίνω τις αποκρίσεις σε RAO που μελετήθηκαν στο παρελθόν.

Συγκεκριμένα έγινε έλεγχος για τα ακόλουθα RAO:

- Επιτάχυνση στην πλώρη
- Προνευτασμό (Pitch)
- Πρόσθετη αντίσταση Added Resistance

Στις επόμενες σελίδες παρατίθενται και τα διαγράμματα των RAO που αναφέραμε. Από τα διαγράμματα αυτά προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες τιμές των αποκρίσεων RAO δίνονται στις ακόλουθες συχνότητες :

	RAO Acc Bow	RAO Pitch	RAO Added Resistance
Fn=0.34	0.73	0.52	0.73
Fn=0.68	0.70	0.50	0.70

Πίνακας 5.5: Πίνακας συχνοτήτων για μεγάλες αποκρίσεις σε RAO για τους δύο αριθμούς Froude στο μοντέλου 113/95, L/B=4, Cdl=4.23

Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε τα **διαγράμματα 4.29** και **4.63** για να δούμε σε ποια κατάσταση θάλασσας θα έπρεπε να περιμένουμε να εμφανιστούν οι μεγαλύτερες αποκρίσεις στις RMS τιμές που προέκυψαν από τα πειράματα, για επιτάχυνση στην πλώρη και προνευτασμό, καθώς επίσης και η μεγαλύτερη πρόσθετη αντίσταση.

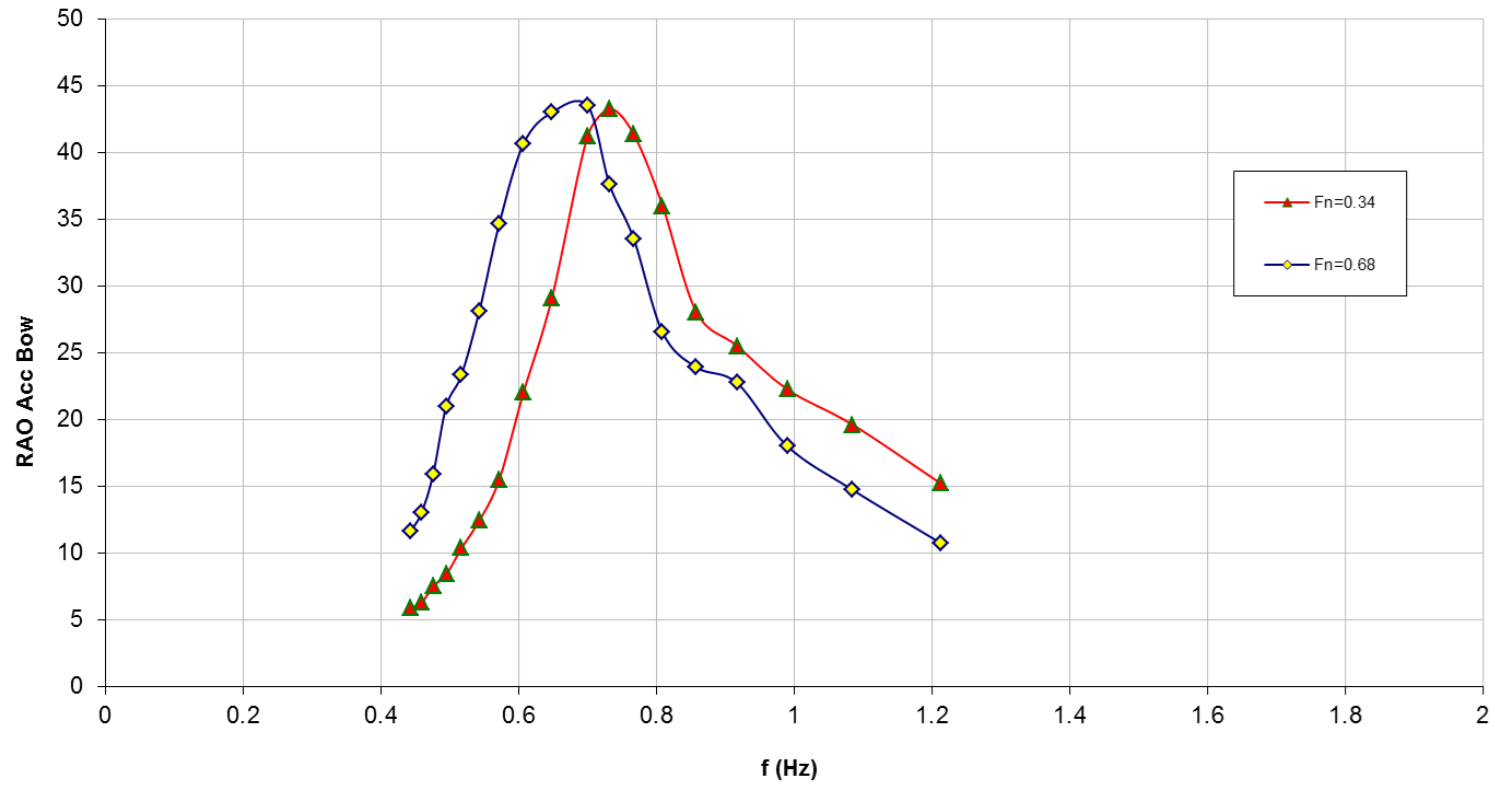
Σύμφωνα με τα **διαγράμματα 4.29** και **4.63** προκύπτουν τα εξής:

	RMS Acc Bow		RMS Pitch		Added Resistance	
	Από	Μέχρι	Από	Μέχρι	Από	Μέχρι
Fn=0.34	Tr'=3	Tr'=3.5	Tr'=3.5	Tr'=4	Tr'=3	Tr'=3.5
Fn=0.68	Tr'=3.5	Tr'=4	Tr'=4	Tr'=4.5	Tr'=3	Tr'=3.5

Πίνακας 5.6: Πίνακας αναμενόμενων μεγίστων αποκρίσεων σε RMS για τους δύο αριθμούς Froude στο μοντέλου 113/95, L/B=4, Cdl=4.23

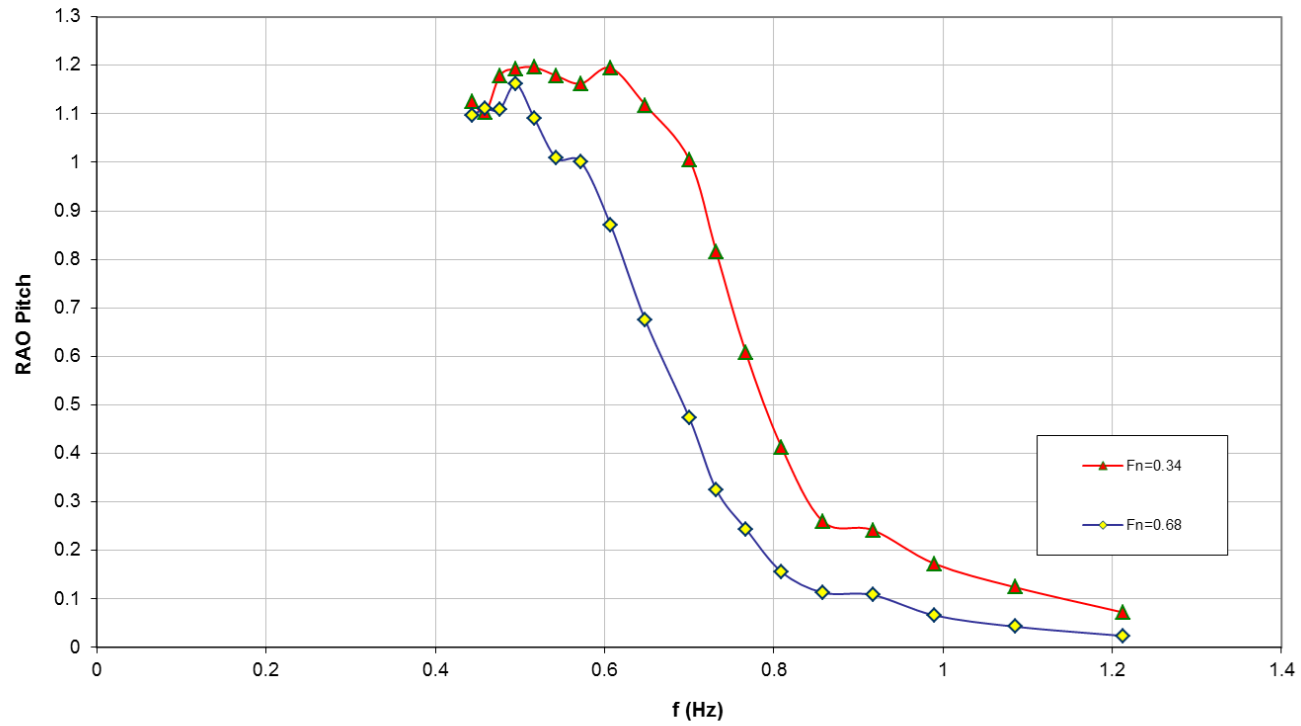
Βλέποντας τα **διαγράμματα 4.77, 4.81** και **4.82** προκύπτει ότι πράγματι οι μεγαλύτερες αποκρίσεις συμβαίνουν στο διάστημα που καθορίζεται από τον πιο πάνω πίνακα.

L/B=4.00 (113/95)
CDL=4.23

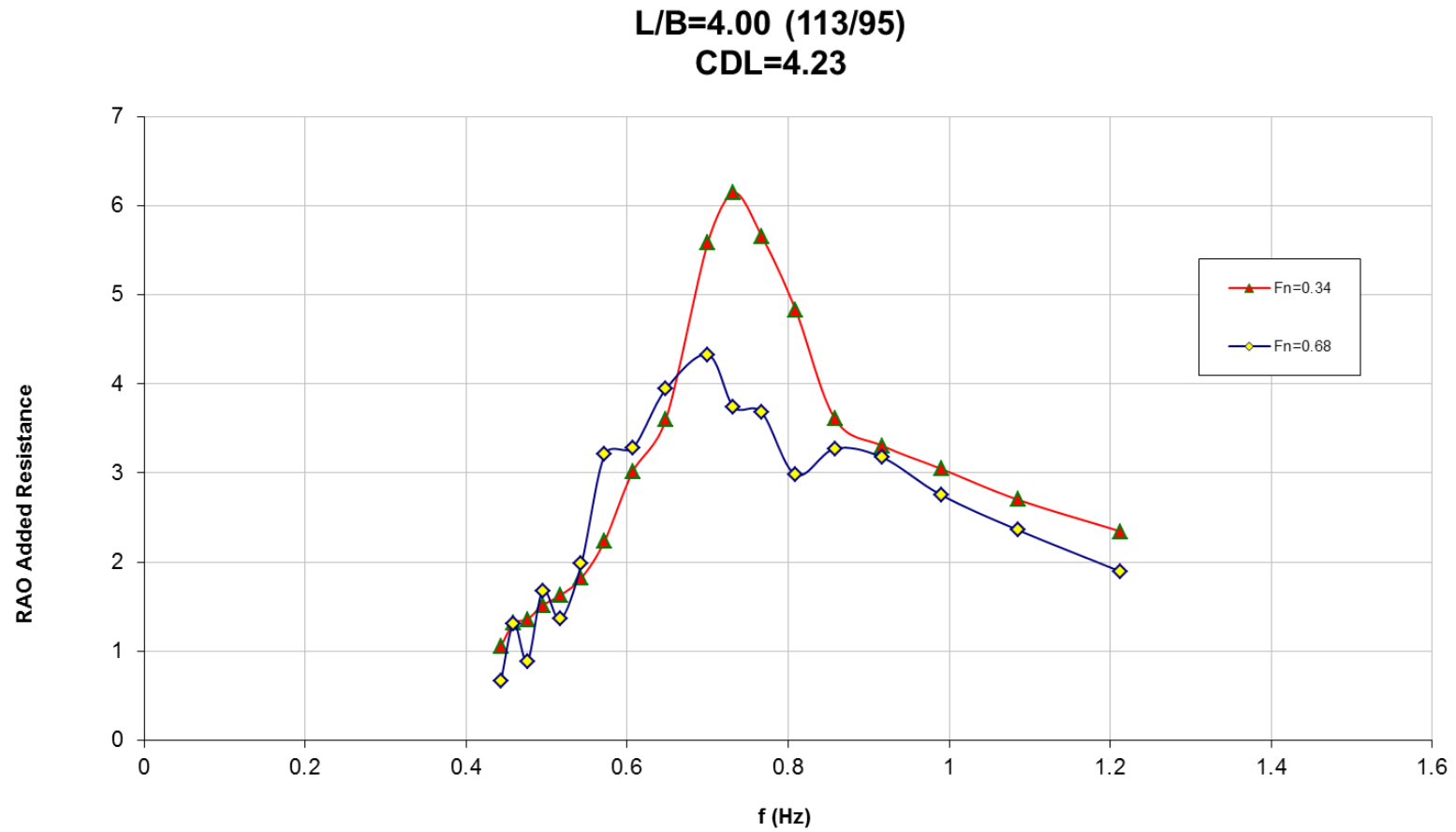


Διάγραμμα 5.13: RAO επιτάχυνση στην πλώρη ως προς την συχνότητα για αριθμούς $F_n=0.34$ και $F_n=0.68$

L/B=4.00 (113/95)
CDL=4.23



Διάγραμμα 5.14: RAO Pitch ως προς την συχνότητα για αριθμούς $F_n=0.34$ και $F_n=0.68$



Διάγραμμα 5.15: RAO πρόσθετης αντίστασης ως προς την συχνότητα για αριθμούς $F_n=0.34$ και $F_n=0.68$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δυναμική Συμπεριφορά Πλοίων σε Κυματισμούς, Σημειώσεις σπουδαστών ΔΠΜΣ Γρηγόρης Γρηγορόπουλος, Αθήνα 2004
2. Υδροδυναμική Σχεδίαση Μικρών Σκαφών, Θ.Α. Λουκάκης, Γ.Ι. Γρηγορόπουλος, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1996
3. Δυναμική Πλοίου, Γ.Α.Αθανασούλης-Κ.Α.Μπελιμπασάκης, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2012
4. Μετρήσεις Φυσικών Μεγεθών με Έμφαση στο Θαλάσσιο Περιβάλλον, Γ. Ι. Γρηγορόπουλος, Αθήνα, Μάρτιος 2013
5. Experimental and Numerical Investigation of the Flow around a Ship Model at Various Froude Numbers, Dimitrios A. Garofallidis, Αθήνα 1996
6. Πειραματική Διερεύνηση της Δυναμικής Συμπεριφοράς Ταχύπλοων Σκαφών με Διπλή Ακμή σε Τυχαίους Κυματισμούς, Σκουτζούρης Φώτιος, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, Ιούλιος 2012
7. Μελέτη Δυναμικής Συμπεριφοράς Ταχύπλοου Γάστρας σε Τυχαίους Κυματισμούς, Χαράλαμπος Γ. Μπαρτσώτας, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, 2013
8. Πειραματική Διερεύνηση της Δυναμικής Συμπεριφοράς Ταχύπλοου Σκάφους με Διπλή Ακμή και $L/B=7$ σε Τυχαίους Κυματισμούς, Χουντάλας Βασίλειος Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 2016
9. Αναλυτική και Πειραματική Διερεύνηση της Δυναμικής Συμπεριφοράς Ταχύπλοου Σκάφους σε Κυματισμούς, Περδικάρη Θεανώ, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 2006
10. Πειραματική και Αριθμητική Διερεύνηση της Δυναμικής Συμπεριφοράς σε κυματισμούς Ταχύπλοων Γαστρών με Διπλή Ακμή, Τέφας Βασίλειος, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα 2009

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	Πίνακες Πειραματικών Αποτελεσμάτων
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	Φωτογραφίες Πειραματικής Διαδικασίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακες Πειραματικών Αποτελεσμάτων

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.34	WG210416	H08T093	1	1:50	22.9

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_238	WAVE PROBE	$\gamma=3.4611x-1.1787$
2	Dy_239	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_240	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_241	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_242	RESISTANCE	$\gamma=2.699x-0.0654$
6	Dy_243	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_244	PITCH	$\gamma=-2.2762x-0.1928$
8	Dy_245		
9	Dy_246		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	3.29E-01	1.96E-04	1.78E-05	4.06E-05	6.57E-02	6.71E-03
1.56E-01	6.12E-02	1.84E-04	1.66E-05	3.93E-05	3.85E-02	1.50E-02
3.13E-01	5.67E-02	1.96E-04	1.86E-05	3.59E-05	1.32E-02	1.37E-02
4.69E-01	9.16E-02	2.19E-04	1.46E-05	4.74E-05	8.74E-03	8.23E-03
6.25E-01	2.08E-01	2.89E-04	2.08E-05	5.61E-05	8.80E-03	8.37E-03
7.81E-01	1.14E+00	3.60E-04	2.55E-05	8.99E-05	1.12E-02	1.26E-02
9.38E-01	3.37E+00	7.05E-04	4.43E-05	1.41E-04	1.16E-02	2.30E-02
1.09E+00	5.32E+00	2.20E-03	1.23E-04	5.50E-04	2.78E-02	7.28E-02
1.25E+00	3.14E+00	9.74E-03	5.32E-04	1.79E-03	1.25E-01	2.76E-01
1.41E+00	1.46E+00	1.83E-02	1.03E-03	3.12E-03	1.88E-01	3.46E-01
1.56E+00	6.02E-01	2.85E-02	1.44E-03	4.83E-03	1.65E-01	4.65E-01
1.72E+00	3.56E-01	2.01E-02	9.65E-04	3.57E-03	7.79E-02	2.37E-01
1.88E+00	2.46E-01	1.40E-02	6.27E-04	2.44E-03	3.02E-02	8.91E-02
2.03E+00	1.52E-01	6.03E-03	2.83E-04	1.00E-03	1.19E-02	4.80E-02
2.19E+00	1.35E-01	2.27E-03	1.12E-04	3.66E-04	5.65E-03	1.33E-02
2.34E+00	7.81E-02	8.86E-04	5.66E-05	1.32E-04	1.90E-03	7.00E-03
2.50E+00	5.66E-02	4.07E-04	3.22E-05	8.54E-05	1.52E-03	3.43E-03
2.66E+00	3.15E-02	2.73E-04	2.52E-05	6.34E-05	9.43E-04	2.54E-03
2.81E+00	2.75E-02	2.60E-04	1.87E-05	5.51E-05	8.36E-04	2.19E-03
2.97E+00	1.84E-02	2.91E-04	2.37E-05	4.39E-05	7.01E-04	1.76E-03
3.13E+00	1.99E-02	3.95E-04	1.89E-05	5.14E-05	4.30E-04	1.61E-03
3.28E+00	1.61E-02	7.70E-04	4.60E-05	8.34E-05	5.86E-04	1.65E-03
3.44E+00	1.01E-02	7.25E-04	4.26E-05	6.70E-05	3.89E-04	1.15E-03
3.59E+00	6.21E-03	8.17E-04	4.25E-05	8.87E-05	4.71E-04	1.33E-03
3.75E+00	7.35E-03	6.56E-04	3.38E-05	7.41E-05	3.12E-04	8.12E-04
3.91E+00	5.50E-03	4.99E-04	2.64E-05	7.31E-05	2.50E-04	7.83E-04
4.06E+00	5.33E-03	3.17E-04	1.69E-05	4.60E-05	2.23E-04	7.17E-04
4.22E+00	3.94E-03	2.31E-04	1.20E-05	3.17E-05	1.52E-04	6.95E-04
4.38E+00	3.51E-03	1.34E-04	7.71E-06	3.02E-05	1.58E-04	6.18E-04

4.53E+00	2.82E-03	8.34E-05	5.81E-06	1.99E-05	1.29E-04	5.47E-04
4.69E+00	2.70E-03	7.15E-05	5.55E-06	1.46E-05	1.01E-04	4.54E-04
4.84E+00	2.56E-03	4.67E-05	3.65E-06	1.12E-05	1.25E-04	4.23E-04
5.00E+00	2.14E-03	4.46E-05	5.12E-06	8.16E-06	1.24E-04	4.00E-04
5.16E+00	2.20E-03	3.21E-05	4.70E-06	7.12E-06	1.09E-04	3.85E-04
5.31E+00	1.80E-03	3.41E-05	4.16E-06	6.23E-06	1.05E-04	3.62E-04
5.47E+00	1.91E-03	3.25E-05	3.34E-06	7.08E-06	9.76E-05	3.30E-04
5.63E+00	1.53E-03	2.72E-05	3.74E-06	5.84E-06	7.78E-05	3.24E-04
5.78E+00	1.60E-03	2.40E-05	3.46E-06	6.95E-06	8.27E-05	2.90E-04
5.94E+00	1.38E-03	2.43E-05	3.56E-06	6.69E-06	8.37E-05	2.85E-04
6.09E+00	1.33E-03	2.84E-05	3.24E-06	5.75E-06	7.88E-05	2.70E-04
6.25E+00	1.39E-03	2.03E-05	2.74E-06	5.41E-06	7.41E-05	2.65E-04
6.41E+00	1.25E-03	2.39E-05	3.69E-06	4.93E-06	5.94E-05	2.44E-04
6.56E+00	1.10E-03	1.70E-05	2.56E-06	4.80E-06	6.89E-05	2.40E-04
6.72E+00	1.11E-03	1.74E-05	3.23E-06	5.41E-06	7.05E-05	2.33E-04
6.88E+00	1.04E-03	1.94E-05	2.60E-06	5.25E-06	7.01E-05	2.26E-04
7.03E+00	9.63E-04	1.55E-05	3.13E-06	4.85E-06	6.81E-05	2.24E-04
7.19E+00	1.00E-03	1.69E-05	2.78E-06	3.86E-06	6.09E-05	2.02E-04
7.34E+00	9.01E-04	1.77E-05	2.73E-06	3.60E-06	6.48E-05	2.02E-04
7.50E+00	9.52E-04	1.71E-05	3.51E-06	5.45E-06	6.78E-05	2.02E-04
7.66E+00	8.01E-04	1.61E-05	3.72E-06	4.69E-06	5.32E-05	1.99E-04
7.81E+00	9.30E-04	1.27E-05	4.35E-06	3.60E-06	7.42E-05	1.92E-04
7.97E+00	8.50E-04	1.48E-05	3.78E-06	4.37E-06	5.44E-05	1.91E-04
8.13E+00	8.26E-04	1.47E-05	3.10E-06	5.61E-06	7.69E-05	1.88E-04
8.28E+00	8.19E-04	1.27E-05	3.03E-06	4.04E-06	5.74E-05	1.81E-04
8.44E+00	8.59E-04	1.34E-05	3.32E-06	4.66E-06	6.89E-05	1.95E-04
8.59E+00	8.12E-04	1.66E-05	5.38E-06	6.10E-06	7.93E-05	1.81E-04
8.75E+00	7.84E-04	1.58E-05	3.46E-06	5.78E-06	6.82E-05	1.82E-04
8.91E+00	8.19E-04	1.43E-05	6.00E-06	6.62E-06	7.09E-05	1.81E-04
9.06E+00	7.73E-04	1.14E-05	6.36E-06	8.04E-06	9.47E-05	1.86E-04
9.22E+00	8.08E-04	1.94E-05	8.26E-06	8.59E-06	8.16E-05	1.72E-04
9.38E+00	7.82E-04	1.70E-05	7.33E-06	1.31E-05	1.43E-04	1.69E-04
9.53E+00	8.60E-04	2.07E-05	1.02E-05	1.21E-05	1.72E-04	1.78E-04
9.69E+00	8.04E-04	1.94E-05	1.27E-05	1.83E-05	2.36E-04	1.95E-04
9.84E+00	8.53E-04	2.26E-05	1.27E-05	1.75E-05	2.37E-04	2.02E-04

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.34	WG210416	H09T116	1	1:50	22.9

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_247	WAVE PROBE	$\gamma=3.4611x-1.1787$
2	Dy_248	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_249	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_250	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_251	RESISTANCE	$\gamma=2.699x-0.0654$
6	Dy_252	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_253	PITCH	$\gamma=-2.2762x-0.1928$
8	Dy_254		
9	Dy_255		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	2.64E-01	5.13E-04	3.97E-05	1.65E-04	1.05E-01	8.36E-02
1.56E-01	9.94E-02	5.70E-04	5.92E-05	1.55E-04	3.91E-02	1.20E-01
3.13E-01	1.35E-01	6.87E-04	6.86E-05	1.38E-04	3.34E-02	1.00E-01
4.69E-01	2.88E-01	9.09E-04	8.34E-05	1.96E-04	2.31E-02	5.30E-02
6.25E-01	2.09E+00	1.24E-03	1.03E-04	2.61E-04	2.76E-02	6.09E-02
7.81E-01	5.79E+00	1.92E-03	1.85E-04	4.07E-04	5.65E-02	9.57E-02
9.38E-01	8.61E+00	7.00E-03	6.70E-04	1.91E-03	2.82E-01	4.63E-01
1.09E+00	5.28E+00	3.02E-02	2.14E-03	7.11E-03	8.10E-01	1.60E+00
1.25E+00	2.24E+00	8.70E-02	5.49E-03	1.70E-02	1.49E+00	3.15E+00
1.41E+00	1.48E+00	1.23E-01	8.08E-03	2.01E-02	1.24E+00	2.63E+00
1.56E+00	7.78E-01	7.42E-02	4.77E-03	1.40E-02	5.46E-01	1.01E+00
1.72E+00	4.63E-01	4.71E-02	2.82E-03	8.82E-03	2.31E-01	5.19E-01
1.88E+00	3.71E-01	1.76E-02	9.53E-04	3.10E-03	7.03E-02	1.42E-01
2.03E+00	1.89E-01	5.01E-03	2.55E-04	1.03E-03	2.30E-02	5.28E-02
2.19E+00	1.22E-01	2.59E-03	1.40E-04	4.03E-04	1.17E-02	1.90E-02
2.34E+00	7.71E-02	1.35E-03	7.32E-05	1.80E-04	6.85E-03	1.48E-02
2.50E+00	6.92E-02	8.86E-04	5.92E-05	1.42E-04	5.36E-03	9.55E-03
2.66E+00	5.44E-02	1.59E-03	8.41E-05	1.92E-04	4.47E-03	8.35E-03
2.81E+00	4.61E-02	2.86E-03	1.27E-04	2.89E-04	5.27E-03	7.80E-03
2.97E+00	3.12E-02	3.55E-03	1.96E-04	3.23E-04	4.73E-03	7.88E-03
3.13E+00	2.99E-02	4.45E-03	2.38E-04	3.14E-04	4.81E-03	6.66E-03
3.28E+00	2.27E-02	4.34E-03	2.60E-04	3.18E-04	3.29E-03	5.73E-03
3.44E+00	1.85E-02	3.08E-03	1.82E-04	2.31E-04	2.99E-03	3.41E-03
3.59E+00	1.61E-02	2.44E-03	1.60E-04	2.02E-04	1.82E-03	3.11E-03
3.75E+00	1.38E-02	1.46E-03	1.01E-04	1.43E-04	1.53E-03	2.49E-03
3.91E+00	1.09E-02	1.02E-03	5.28E-05	1.39E-04	1.25E-03	1.56E-03
4.06E+00	1.15E-02	6.35E-04	3.94E-05	7.95E-05	1.07E-03	1.48E-03
4.22E+00	9.68E-03	5.85E-04	3.19E-05	7.10E-05	1.02E-03	1.28E-03
4.38E+00	7.61E-03	3.45E-04	1.50E-05	5.37E-05	9.46E-04	1.14E-03

4.53E+00	7.92E-03	2.75E-04	1.66E-05	3.55E-05	8.56E-04	1.13E-03
4.69E+00	7.13E-03	2.04E-04	1.54E-05	3.07E-05	7.55E-04	1.02E-03
4.84E+00	6.90E-03	2.63E-04	1.61E-05	3.09E-05	7.01E-04	9.35E-04
5.00E+00	6.06E-03	2.90E-04	1.52E-05	2.36E-05	6.97E-04	8.82E-04
5.16E+00	5.63E-03	1.81E-04	1.41E-05	1.99E-05	6.08E-04	7.92E-04
5.31E+00	5.74E-03	1.94E-04	1.10E-05	2.40E-05	5.75E-04	7.80E-04
5.47E+00	5.39E-03	1.92E-04	1.20E-05	1.75E-05	5.60E-04	7.39E-04
5.63E+00	4.99E-03	1.37E-04	7.99E-06	2.04E-05	5.45E-04	6.91E-04
5.78E+00	4.41E-03	1.30E-04	7.99E-06	1.58E-05	5.33E-04	6.69E-04
5.94E+00	4.52E-03	1.31E-04	6.26E-06	1.20E-05	5.54E-04	5.91E-04
6.09E+00	4.22E-03	8.35E-05	7.83E-06	1.30E-05	4.98E-04	5.85E-04
6.25E+00	4.16E-03	9.36E-05	7.70E-06	1.27E-05	4.72E-04	5.48E-04
6.41E+00	3.84E-03	6.86E-05	8.19E-06	1.03E-05	4.53E-04	5.37E-04
6.56E+00	3.78E-03	7.67E-05	7.17E-06	7.70E-06	4.12E-04	5.17E-04
6.72E+00	3.57E-03	7.04E-05	8.73E-06	8.56E-06	4.13E-04	5.06E-04
6.88E+00	3.45E-03	5.84E-05	7.99E-06	7.21E-06	4.25E-04	4.74E-04
7.03E+00	3.32E-03	5.44E-05	5.75E-06	6.68E-06	3.82E-04	4.59E-04
7.19E+00	3.27E-03	4.68E-05	7.31E-06	7.39E-06	3.81E-04	4.35E-04
7.34E+00	3.10E-03	4.70E-05	6.21E-06	6.49E-06	3.71E-04	4.45E-04
7.50E+00	3.05E-03	5.13E-05	5.12E-06	5.92E-06	3.89E-04	4.20E-04
7.66E+00	3.02E-03	5.27E-05	5.40E-06	7.13E-06	4.20E-04	4.16E-04
7.81E+00	2.90E-03	4.08E-05	5.91E-06	6.01E-06	3.40E-04	4.21E-04
7.97E+00	2.93E-03	4.68E-05	5.56E-06	6.50E-06	3.93E-04	3.88E-04
8.13E+00	2.88E-03	4.64E-05	4.68E-06	8.29E-06	4.09E-04	4.03E-04
8.28E+00	2.85E-03	4.43E-05	4.57E-06	8.41E-06	3.60E-04	3.72E-04
8.44E+00	2.86E-03	4.08E-05	6.01E-06	7.08E-06	3.41E-04	3.66E-04
8.59E+00	2.69E-03	4.08E-05	4.61E-06	6.72E-06	3.42E-04	3.60E-04
8.75E+00	2.75E-03	4.02E-05	7.16E-06	7.02E-06	3.26E-04	3.89E-04
8.91E+00	2.75E-03	4.37E-05	6.74E-06	6.57E-06	3.38E-04	3.96E-04
9.06E+00	2.63E-03	3.96E-05	5.70E-06	7.10E-06	3.80E-04	3.61E-04
9.22E+00	2.71E-03	3.15E-05	9.72E-06	1.02E-05	3.68E-04	3.81E-04
9.38E+00	2.63E-03	4.44E-05	1.15E-05	1.22E-05	3.73E-04	3.80E-04
9.53E+00	2.61E-03	3.78E-05	1.20E-05	1.42E-05	4.69E-04	3.93E-04
9.69E+00	2.57E-03	5.12E-05	1.43E-05	2.07E-05	5.25E-04	3.93E-04
9.84E+00	2.77E-03	5.33E-05	2.20E-05	2.77E-05	4.49E-04	3.61E-04

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.34	WG210416	H10T140	1	1:50	23.0

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_284	WAVE PROBE	$\gamma=3.5301x-0.9303$
2	Dy_285	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_286	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_287	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_288	RESISTANCE	$\gamma=2.6978x-0.0662$
6	Dy_289	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_290	PITCH	$\gamma=-2.2795x-0.0786$
8	Dy_291		
9	Dy_292		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	3.68E-01	8.53E-04	6.64E-05	2.31E-04	1.39E-01	2.21E-01
1.56E-01	2.20E-01	8.07E-04	8.57E-05	2.60E-04	1.33E-01	3.73E-01
3.13E-01	3.18E-01	1.07E-03	9.66E-05	2.75E-04	9.84E-02	1.86E-01
4.69E-01	1.49E+00	1.30E-03	9.58E-05	3.57E-04	7.57E-02	1.31E-01
6.25E-01	7.90E+00	1.90E-03	1.83E-04	5.56E-04	1.45E-01	1.55E-01
7.81E-01	1.13E+01	5.81E-03	7.34E-04	1.97E-03	7.96E-01	6.37E-01
9.38E-01	6.94E+00	2.94E-02	3.21E-03	9.38E-03	2.11E+00	2.46E+00
1.09E+00	3.44E+00	1.08E-01	8.52E-03	2.48E-02	3.69E+00	6.68E+00
1.25E+00	2.15E+00	1.89E-01	1.40E-02	3.22E-02	3.63E+00	6.51E+00
1.41E+00	1.31E+00	1.70E-01	1.29E-02	2.86E-02	1.76E+00	3.14E+00
1.56E+00	5.44E-01	8.86E-02	6.42E-03	1.66E-02	8.39E-01	1.44E+00
1.72E+00	3.93E-01	3.77E-02	2.38E-03	8.25E-03	2.26E-01	5.76E-01
1.88E+00	2.19E-01	1.30E-02	6.91E-04	2.61E-03	6.96E-02	1.87E-01
2.03E+00	1.22E-01	4.09E-03	2.11E-04	8.93E-04	2.26E-02	6.22E-02
2.19E+00	8.70E-02	2.56E-03	1.30E-04	4.38E-04	1.93E-02	3.79E-02
2.34E+00	6.64E-02	1.93E-03	7.61E-05	3.37E-04	1.24E-02	2.68E-02
2.50E+00	5.17E-02	3.40E-03	1.29E-04	3.79E-04	1.05E-02	2.75E-02
2.66E+00	4.67E-02	5.19E-03	2.42E-04	4.47E-04	1.03E-02	2.19E-02
2.81E+00	3.22E-02	5.18E-03	2.57E-04	4.79E-04	9.69E-03	1.86E-02
2.97E+00	2.60E-02	7.49E-03	4.30E-04	6.17E-04	7.25E-03	1.64E-02
3.13E+00	2.35E-02	4.71E-03	3.00E-04	3.49E-04	5.13E-03	1.03E-02
3.28E+00	1.69E-02	2.93E-03	1.76E-04	2.55E-04	4.78E-03	8.41E-03
3.44E+00	1.31E-02	3.25E-03	1.83E-04	2.78E-04	4.18E-03	8.19E-03
3.59E+00	1.29E-02	2.27E-03	1.46E-04	2.50E-04	2.88E-03	6.85E-03
3.75E+00	1.12E-02	2.01E-03	1.08E-04	1.80E-04	2.27E-03	5.85E-03
3.91E+00	1.05E-02	1.92E-03	9.71E-05	2.15E-04	1.93E-03	5.20E-03
4.06E+00	9.12E-03	1.08E-03	4.97E-05	1.28E-04	1.83E-03	4.27E-03
4.22E+00	8.81E-03	6.77E-04	3.18E-05	8.44E-05	1.69E-03	3.86E-03
4.38E+00	7.56E-03	4.43E-04	2.64E-05	6.23E-05	1.48E-03	3.60E-03

4.53E+00	7.28E-03	4.07E-04	1.65E-05	4.84E-05	1.40E-03	3.36E-03
4.69E+00	6.59E-03	2.81E-04	1.61E-05	3.54E-05	1.21E-03	3.13E-03
4.84E+00	5.89E-03	2.39E-04	1.17E-05	3.45E-05	1.18E-03	2.80E-03
5.00E+00	5.85E-03	3.04E-04	2.19E-05	3.75E-05	1.08E-03	2.66E-03
5.16E+00	5.34E-03	3.32E-04	2.44E-05	3.56E-05	1.06E-03	2.58E-03
5.31E+00	5.10E-03	3.89E-04	2.10E-05	3.66E-05	9.91E-04	2.36E-03
5.47E+00	4.77E-03	2.61E-04	1.89E-05	3.14E-05	9.21E-04	2.33E-03
5.63E+00	4.61E-03	2.67E-04	1.66E-05	3.12E-05	9.37E-04	2.19E-03
5.78E+00	4.57E-03	2.06E-04	1.21E-05	2.41E-05	7.97E-04	2.13E-03
5.94E+00	4.20E-03	1.74E-04	9.66E-06	2.24E-05	8.16E-04	1.98E-03
6.09E+00	4.12E-03	1.02E-04	6.75E-06	1.65E-05	7.70E-04	1.88E-03
6.25E+00	3.77E-03	1.00E-04	6.97E-06	1.78E-05	7.32E-04	1.87E-03
6.41E+00	3.66E-03	1.07E-04	6.77E-06	1.62E-05	7.25E-04	1.76E-03
6.56E+00	3.64E-03	8.97E-05	7.15E-06	1.64E-05	7.26E-04	1.70E-03
6.72E+00	3.64E-03	7.98E-05	6.09E-06	1.39E-05	6.75E-04	1.71E-03
6.88E+00	3.52E-03	8.57E-05	5.73E-06	1.47E-05	6.05E-04	1.60E-03
7.03E+00	3.32E-03	6.78E-05	7.45E-06	1.19E-05	6.33E-04	1.53E-03
7.19E+00	3.19E-03	6.68E-05	6.90E-06	1.27E-05	6.49E-04	1.53E-03
7.34E+00	3.14E-03	6.57E-05	6.45E-06	1.15E-05	5.96E-04	1.48E-03
7.50E+00	3.15E-03	5.15E-05	5.80E-06	1.08E-05	5.78E-04	1.47E-03
7.66E+00	3.02E-03	5.92E-05	5.69E-06	1.16E-05	6.03E-04	1.40E-03
7.81E+00	3.00E-03	6.03E-05	7.19E-06	1.07E-05	5.84E-04	1.37E-03
7.97E+00	2.93E-03	4.49E-05	6.51E-06	9.10E-06	5.16E-04	1.37E-03
8.13E+00	2.81E-03	5.40E-05	8.30E-06	1.19E-05	5.62E-04	1.33E-03
8.28E+00	2.76E-03	4.78E-05	8.12E-06	1.01E-05	5.69E-04	1.30E-03
8.44E+00	2.77E-03	4.44E-05	5.59E-06	1.16E-05	5.71E-04	1.26E-03
8.59E+00	2.80E-03	4.63E-05	5.06E-06	9.75E-06	5.34E-04	1.23E-03
8.75E+00	2.73E-03	3.99E-05	6.16E-06	1.03E-05	5.27E-04	1.28E-03
8.91E+00	2.82E-03	4.75E-05	6.27E-06	1.10E-05	4.83E-04	1.29E-03
9.06E+00	2.79E-03	4.67E-05	8.21E-06	1.90E-05	5.74E-04	1.19E-03
9.22E+00	2.71E-03	3.49E-05	8.58E-06	1.32E-05	4.82E-04	1.20E-03
9.38E+00	2.77E-03	4.33E-05	9.97E-06	1.76E-05	5.63E-04	1.23E-03
9.53E+00	2.56E-03	3.99E-05	1.60E-05	1.93E-05	6.40E-04	1.24E-03
9.69E+00	2.74E-03	3.72E-05	1.70E-05	2.47E-05	6.20E-04	1.15E-03
9.84E+00	2.73E-03	6.41E-05	2.32E-05	2.92E-05	8.35E-04	1.20E-03

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.34	WG210416	H11T163	1	1:50	23.0

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_293	WAVE PROBE	$\gamma=3.5301x-0.9303$
2	Dy_294	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_295	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_296	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_297	RESISTANCE	$\gamma=2.6978x-0.0662$
6	Dy_298	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_299	PITCH	$\gamma=-2.2795x-0.0786$
8	Dy_300		
9	Dy_301		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	4.49E-01	1.16E-03	1.58E-04	3.99E-04	1.74E-01	3.52E-01
1.56E-01	4.70E-01	1.10E-03	1.82E-04	4.17E-04	2.34E-01	3.30E-01
3.13E-01	7.93E-01	1.42E-03	1.92E-04	4.90E-04	2.12E-01	3.61E-01
4.69E-01	6.62E+00	2.21E-03	3.26E-04	7.40E-04	2.86E-01	2.07E-01
6.25E-01	1.58E+01	4.79E-03	8.06E-04	1.53E-03	1.26E+00	5.76E-01
7.81E-01	1.17E+01	1.99E-02	4.10E-03	8.44E-03	4.74E+00	3.12E+00
9.38E-01	5.67E+00	5.38E-02	6.15E-03	1.90E-02	4.94E+00	5.91E+00
1.09E+00	3.20E+00	1.41E-01	1.13E-02	3.31E-02	4.67E+00	8.79E+00
1.25E+00	2.45E+00	1.69E-01	1.21E-02	2.99E-02	3.01E+00	5.62E+00
1.41E+00	8.00E-01	1.53E-01	1.11E-02	2.68E-02	2.03E+00	3.74E+00
1.56E+00	6.08E-01	6.91E-02	4.81E-03	1.20E-02	7.09E-01	1.22E+00
1.72E+00	3.99E-01	3.38E-02	1.78E-03	5.68E-03	2.04E-01	4.10E-01
1.88E+00	2.61E-01	1.09E-02	7.12E-04	1.99E-03	7.90E-02	1.34E-01
2.03E+00	1.43E-01	5.79E-03	4.34E-04	9.55E-04	4.46E-02	7.34E-02
2.19E+00	8.71E-02	3.34E-03	2.49E-04	4.64E-04	2.57E-02	4.47E-02
2.34E+00	8.94E-02	2.43E-03	1.69E-04	3.69E-04	2.20E-02	3.26E-02
2.50E+00	5.82E-02	3.32E-03	1.97E-04	3.86E-04	1.86E-02	2.59E-02
2.66E+00	3.90E-02	3.66E-03	2.15E-04	5.01E-04	1.49E-02	2.63E-02
2.81E+00	4.19E-02	4.02E-03	2.29E-04	3.22E-04	1.32E-02	1.86E-02
2.97E+00	3.00E-02	5.54E-03	2.82E-04	4.07E-04	1.14E-02	1.88E-02
3.13E+00	2.64E-02	4.27E-03	2.53E-04	2.56E-04	8.88E-03	1.44E-02
3.28E+00	2.46E-02	3.21E-03	1.74E-04	2.35E-04	8.10E-03	1.18E-02
3.44E+00	1.78E-02	2.48E-03	1.80E-04	1.97E-04	6.98E-03	1.03E-02
3.59E+00	1.56E-02	2.37E-03	1.33E-04	2.22E-04	5.18E-03	9.41E-03
3.75E+00	1.47E-02	2.27E-03	1.18E-04	2.02E-04	5.48E-03	7.92E-03
3.91E+00	1.17E-02	1.58E-03	8.02E-05	1.28E-04	4.53E-03	6.89E-03
4.06E+00	1.17E-02	9.12E-04	5.21E-05	1.12E-04	4.46E-03	5.64E-03
4.22E+00	1.18E-02	9.15E-04	3.83E-05	8.94E-05	3.72E-03	6.02E-03
4.38E+00	9.92E-03	6.43E-04	2.98E-05	6.04E-05	3.57E-03	5.00E-03

4.53E+00	9.31E-03	4.44E-04	3.02E-05	5.25E-05	3.34E-03	4.93E-03
4.69E+00	8.93E-03	4.01E-04	2.04E-05	3.75E-05	3.02E-03	4.30E-03
4.84E+00	7.83E-03	4.60E-04	2.58E-05	4.42E-05	2.82E-03	4.18E-03
5.00E+00	7.30E-03	3.88E-04	1.79E-05	2.60E-05	2.79E-03	3.81E-03
5.16E+00	6.79E-03	4.47E-04	3.28E-05	4.16E-05	2.57E-03	3.62E-03
5.31E+00	6.55E-03	4.77E-04	2.77E-05	3.49E-05	2.44E-03	3.41E-03
5.47E+00	6.14E-03	3.93E-04	2.53E-05	3.35E-05	2.37E-03	3.20E-03
5.63E+00	5.80E-03	2.78E-04	1.88E-05	3.31E-05	2.23E-03	3.07E-03
5.78E+00	5.62E-03	2.44E-04	1.83E-05	2.85E-05	2.16E-03	3.06E-03
5.94E+00	5.41E-03	2.30E-04	1.31E-05	1.95E-05	2.07E-03	2.86E-03
6.09E+00	5.15E-03	1.74E-04	1.08E-05	2.28E-05	1.96E-03	2.72E-03
6.25E+00	4.84E-03	1.66E-04	1.26E-05	1.87E-05	1.84E-03	2.59E-03
6.41E+00	4.66E-03	1.61E-04	1.02E-05	1.94E-05	1.83E-03	2.53E-03
6.56E+00	4.52E-03	1.47E-04	1.19E-05	1.65E-05	1.76E-03	2.40E-03
6.72E+00	4.53E-03	1.33E-04	1.18E-05	1.35E-05	1.73E-03	2.31E-03
6.88E+00	4.51E-03	1.32E-04	9.98E-06	1.60E-05	1.63E-03	2.27E-03
7.03E+00	4.26E-03	1.25E-04	9.24E-06	1.67E-05	1.56E-03	2.18E-03
7.19E+00	4.18E-03	1.11E-04	9.28E-06	1.62E-05	1.58E-03	2.12E-03
7.34E+00	4.09E-03	1.19E-04	9.92E-06	1.49E-05	1.49E-03	2.15E-03
7.50E+00	4.00E-03	1.10E-04	8.45E-06	1.59E-05	1.51E-03	2.02E-03
7.66E+00	3.88E-03	1.11E-04	9.00E-06	9.35E-06	1.48E-03	2.02E-03
7.81E+00	3.81E-03	9.67E-05	9.24E-06	1.32E-05	1.44E-03	1.94E-03
7.97E+00	3.83E-03	1.10E-04	9.12E-06	1.18E-05	1.35E-03	1.91E-03
8.13E+00	3.71E-03	9.91E-05	1.05E-05	1.12E-05	1.47E-03	1.86E-03
8.28E+00	3.63E-03	9.48E-05	9.92E-06	1.39E-05	1.33E-03	1.85E-03
8.44E+00	3.68E-03	9.19E-05	9.67E-06	1.20E-05	1.33E-03	1.79E-03
8.59E+00	3.51E-03	9.28E-05	7.64E-06	1.21E-05	1.30E-03	1.81E-03
8.75E+00	3.50E-03	9.34E-05	6.27E-06	1.03E-05	1.30E-03	1.82E-03
8.91E+00	3.60E-03	9.46E-05	8.11E-06	1.13E-05	1.35E-03	1.78E-03
9.06E+00	3.52E-03	9.47E-05	8.48E-06	1.23E-05	1.20E-03	1.80E-03
9.22E+00	3.61E-03	9.13E-05	9.71E-06	1.54E-05	1.19E-03	1.75E-03
9.38E+00	3.56E-03	9.32E-05	1.42E-05	1.56E-05	1.23E-03	1.70E-03
9.53E+00	3.38E-03	9.62E-05	2.02E-05	1.61E-05	1.45E-03	1.72E-03
9.69E+00	3.52E-03	9.05E-05	1.78E-05	2.49E-05	1.35E-03	1.66E-03
9.84E+00	3.61E-03	1.04E-04	2.86E-05	4.08E-05	1.55E-03	1.77E-03

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T1(°C)	T2(°C)
113/95	4.23	0.34	WG210416	H12T186	1	1:50	22.9	22.0

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_319	WAVE PROBE 1	$\gamma=3.7571x-0.0266$
2	Dy_320	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_321	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_322	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_323	RESISTANCE	$\gamma=2.7008x-0.0678$
6	Dy_324	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_325	PITCH	$\gamma=-2.2795x-0.0786$
8	Dy_327		
9	Dy_524	WAVE PROBE 2	$\gamma=3.4662x-1.4161$
10	Dy_525		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	9.29E-01	9.28E-04	1.44E-04	3.52E-04	2.80E-01	2.64E-01
1.56E-01	5.59E-01	1.01E-03	1.59E-04	3.92E-04	2.02E-01	3.06E-01
3.13E-01	1.86E+00	1.29E-03	2.11E-04	5.14E-04	3.00E-01	2.56E-01
4.69E-01	1.78E+01	2.21E-03	4.02E-04	7.54E-04	9.31E-01	3.91E-01
6.25E-01	1.85E+01	6.11E-03	2.15E-03	4.02E-03	5.26E+00	1.63E+00
7.81E-01	1.15E+01	2.83E-02	6.29E-03	1.30E-02	9.25E+00	5.93E+00
9.38E-01	4.93E+00	5.61E-02	7.12E-03	2.42E-02	5.90E+00	6.17E+00
1.09E+00	2.68E+00	1.52E-01	1.11E-02	3.00E-02	5.16E+00	9.47E+00
1.25E+00	1.74E+00	1.47E-01	9.72E-03	2.88E-02	2.71E+00	5.50E+00
1.41E+00	7.63E-01	1.10E-01	7.17E-03	1.77E-02	1.66E+00	2.60E+00
1.56E+00	4.27E-01	4.58E-02	3.42E-03	9.45E-03	5.03E-01	8.13E-01
1.72E+00	2.01E-01	2.57E-02	1.51E-03	4.72E-03	2.46E-01	3.53E-01
1.88E+00	1.12E-01	9.38E-03	7.20E-04	1.45E-03	8.97E-02	1.36E-01
2.03E+00	8.12E-02	3.66E-03	3.73E-04	6.41E-04	6.35E-02	6.00E-02
2.19E+00	7.08E-02	2.33E-03	1.56E-04	3.98E-04	4.65E-02	4.09E-02
2.34E+00	5.38E-02	1.48E-03	1.26E-04	2.39E-04	3.61E-02	3.14E-02
2.50E+00	3.24E-02	2.12E-03	9.94E-05	3.16E-04	3.04E-02	2.61E-02
2.66E+00	2.36E-02	2.71E-03	1.58E-04	2.87E-04	2.55E-02	2.09E-02
2.81E+00	2.42E-02	2.56E-03	1.70E-04	3.46E-04	2.59E-02	1.79E-02
2.97E+00	1.86E-02	3.60E-03	1.89E-04	2.59E-04	1.85E-02	1.77E-02
3.13E+00	1.77E-02	3.10E-03	1.70E-04	1.84E-04	2.05E-02	1.44E-02
3.28E+00	1.30E-02	2.37E-03	1.56E-04	2.24E-04	1.57E-02	1.26E-02
3.44E+00	1.22E-02	1.96E-03	1.21E-04	1.78E-04	1.44E-02	1.09E-02
3.59E+00	1.13E-02	2.11E-03	1.09E-04	1.36E-04	1.25E-02	9.23E-03
3.75E+00	1.05E-02	1.38E-03	8.48E-05	1.20E-04	1.15E-02	8.39E-03
3.91E+00	1.02E-02	7.28E-04	4.79E-05	9.29E-05	1.07E-02	7.29E-03
4.06E+00	8.88E-03	5.77E-04	3.68E-05	7.74E-05	9.73E-03	6.29E-03
4.22E+00	8.30E-03	4.32E-04	2.75E-05	6.91E-05	8.88E-03	5.95E-03

4.38E+00	7.44E-03	3.05E-04	2.05E-05	3.63E-05	8.36E-03	5.53E-03
4.53E+00	7.33E-03	2.41E-04	1.78E-05	3.81E-05	7.88E-03	4.99E-03
4.69E+00	6.69E-03	2.31E-04	1.57E-05	3.88E-05	7.37E-03	4.75E-03
4.84E+00	6.27E-03	2.25E-04	1.35E-05	3.17E-05	6.82E-03	4.38E-03
5.00E+00	5.94E-03	2.18E-04	1.68E-05	3.11E-05	6.27E-03	4.25E-03
5.16E+00	5.71E-03	2.16E-04	1.73E-05	2.67E-05	6.20E-03	4.01E-03
5.31E+00	5.32E-03	1.95E-04	1.68E-05	2.97E-05	5.85E-03	3.72E-03
5.47E+00	5.23E-03	1.93E-04	1.62E-05	2.20E-05	5.58E-03	3.54E-03
5.63E+00	4.95E-03	1.68E-04	1.05E-05	1.99E-05	5.41E-03	3.33E-03
5.78E+00	4.74E-03	1.48E-04	9.92E-06	2.40E-05	5.11E-03	3.23E-03
5.94E+00	4.43E-03	1.38E-04	9.67E-06	2.15E-05	4.92E-03	3.12E-03
6.09E+00	4.38E-03	1.20E-04	7.78E-06	1.91E-05	4.75E-03	2.97E-03
6.25E+00	4.06E-03	9.48E-05	1.04E-05	1.82E-05	4.61E-03	2.87E-03
6.41E+00	3.89E-03	9.41E-05	6.70E-06	1.59E-05	4.46E-03	2.77E-03
6.56E+00	3.84E-03	9.97E-05	7.23E-06	1.41E-05	4.18E-03	2.66E-03
6.72E+00	3.80E-03	8.65E-05	7.95E-06	1.33E-05	4.20E-03	2.60E-03
6.88E+00	3.74E-03	8.86E-05	7.84E-06	1.26E-05	3.94E-03	2.50E-03
7.03E+00	3.56E-03	7.08E-05	8.51E-06	1.46E-05	3.91E-03	2.40E-03
7.19E+00	3.59E-03	6.75E-05	7.56E-06	1.16E-05	3.89E-03	2.40E-03
7.34E+00	3.38E-03	8.08E-05	6.30E-06	1.25E-05	3.67E-03	2.28E-03
7.50E+00	3.38E-03	7.19E-05	7.99E-06	1.31E-05	3.54E-03	2.32E-03
7.66E+00	3.31E-03	6.46E-05	8.86E-06	1.21E-05	3.48E-03	2.20E-03
7.81E+00	3.18E-03	7.07E-05	8.56E-06	1.40E-05	3.58E-03	2.18E-03
7.97E+00	3.11E-03	6.24E-05	8.37E-06	1.41E-05	3.52E-03	2.16E-03
8.13E+00	3.21E-03	6.21E-05	8.94E-06	1.33E-05	3.26E-03	2.05E-03
8.28E+00	3.12E-03	6.45E-05	6.80E-06	1.29E-05	3.34E-03	2.09E-03
8.44E+00	3.04E-03	5.65E-05	9.74E-06	1.34E-05	3.30E-03	2.08E-03
8.59E+00	2.99E-03	6.05E-05	9.17E-06	1.23E-05	3.10E-03	2.04E-03
8.75E+00	3.00E-03	5.16E-05	7.59E-06	1.39E-05	3.23E-03	1.87E-03
8.91E+00	2.89E-03	5.36E-05	9.59E-06	1.42E-05	3.25E-03	1.97E-03
9.06E+00	2.92E-03	6.51E-05	1.13E-05	1.79E-05	3.26E-03	2.03E-03
9.22E+00	2.88E-03	5.49E-05	1.06E-05	1.87E-05	3.27E-03	1.92E-03
9.38E+00	2.97E-03	6.51E-05	1.20E-05	2.24E-05	3.19E-03	1.84E-03
9.53E+00	2.94E-03	5.42E-05	1.30E-05	1.74E-05	3.12E-03	1.94E-03
9.69E+00	2.89E-03	6.00E-05	2.89E-05	2.86E-05	3.06E-03	1.90E-03
9.84E+00	2.92E-03	7.05E-05	2.95E-05	4.19E-05	3.60E-03	1.89E-03

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.34	WG260416	H14TP209	1.05	1:50	22.6

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_363	WAVE PROBE	$\gamma=3.6528x-0.124$
2	Dy_364	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_365	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_366	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_367	RESISTANCE	$\gamma=2.7013x-0.0651$
6	Dy_368	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_369	PITCH	$\gamma=-2.2795x-0.0786$
8	Dy_370		
9	Dy_371		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	6.95E-01	1.14E-03	1.57E-04	6.27E-04	3.64E-01	2.74E-01
1.56E-01	1.06E+00	1.07E-03	1.68E-04	5.93E-04	3.64E-01	4.03E-01
3.13E-01	4.84E+00	1.52E-03	2.53E-04	7.17E-04	6.45E-01	3.60E-01
4.69E-01	3.31E+01	3.17E-03	8.25E-04	1.50E-03	3.79E+00	7.83E-01
6.25E-01	1.74E+01	1.37E-02	4.75E-03	8.88E-03	1.72E+01	4.30E+00
7.81E-01	9.61E+00	3.95E-02	9.98E-03	2.22E-02	1.53E+01	7.79E+00
9.38E-01	4.49E+00	9.71E-02	1.28E-02	3.21E-02	9.87E+00	1.10E+01
1.09E+00	2.36E+00	1.30E-01	8.98E-03	3.20E-02	5.06E+00	9.14E+00
1.25E+00	2.03E+00	1.15E-01	9.45E-03	2.39E-02	2.52E+00	4.71E+00
1.41E+00	8.72E-01	1.10E-01	7.64E-03	1.75E-02	1.51E+00	2.45E+00
1.56E+00	2.81E-01	5.72E-02	4.20E-03	1.04E-02	5.53E-01	9.43E-01
1.72E+00	1.82E-01	2.83E-02	1.79E-03	4.86E-03	1.85E-01	3.62E-01
1.88E+00	1.42E-01	1.14E-02	7.41E-04	1.63E-03	1.09E-01	1.43E-01
2.03E+00	9.43E-02	4.97E-03	3.42E-04	5.73E-04	6.46E-02	8.49E-02
2.19E+00	7.58E-02	2.99E-03	2.08E-04	3.84E-04	4.37E-02	5.02E-02
2.34E+00	4.98E-02	1.28E-03	1.17E-04	2.85E-04	3.52E-02	3.61E-02
2.50E+00	4.30E-02	2.21E-03	1.06E-04	2.87E-04	3.12E-02	2.95E-02
2.66E+00	3.90E-02	2.87E-03	1.34E-04	2.98E-04	2.65E-02	2.69E-02
2.81E+00	3.45E-02	3.98E-03	1.98E-04	2.37E-04	2.54E-02	2.84E-02
2.97E+00	2.88E-02	4.33E-03	2.62E-04	2.87E-04	2.05E-02	2.40E-02
3.13E+00	2.59E-02	2.72E-03	1.75E-04	2.58E-04	2.00E-02	1.81E-02
3.28E+00	2.41E-02	3.44E-03	2.11E-04	2.41E-04	1.52E-02	1.74E-02
3.44E+00	2.15E-02	3.08E-03	1.76E-04	2.81E-04	1.44E-02	1.39E-02
3.59E+00	1.85E-02	1.52E-03	9.64E-05	1.23E-04	1.23E-02	1.12E-02
3.75E+00	1.76E-02	1.37E-03	1.02E-04	1.14E-04	1.16E-02	1.11E-02
3.91E+00	1.59E-02	6.10E-04	6.42E-05	1.03E-04	1.06E-02	9.99E-03
4.06E+00	1.45E-02	8.02E-04	4.95E-05	7.03E-05	9.52E-03	9.22E-03
4.22E+00	1.40E-02	5.18E-04	3.51E-05	4.92E-05	8.74E-03	7.88E-03
4.38E+00	1.34E-02	3.90E-04	2.28E-05	3.62E-05	8.34E-03	7.75E-03

4.53E+00	1.22E-02	2.80E-04	2.07E-05	2.70E-05	7.84E-03	7.19E-03
4.69E+00	1.19E-02	2.61E-04	2.43E-05	2.60E-05	7.19E-03	6.70E-03
4.84E+00	1.11E-02	2.30E-04	2.53E-05	3.74E-05	6.77E-03	6.25E-03
5.00E+00	1.02E-02	2.42E-04	2.12E-05	2.90E-05	6.53E-03	6.05E-03
5.16E+00	9.58E-03	2.84E-04	2.74E-05	2.03E-05	6.05E-03	5.62E-03
5.31E+00	9.51E-03	2.72E-04	1.64E-05	2.55E-05	5.88E-03	5.32E-03
5.47E+00	8.94E-03	2.79E-04	1.94E-05	2.60E-05	5.60E-03	5.18E-03
5.63E+00	8.47E-03	1.64E-04	1.67E-05	1.89E-05	5.42E-03	4.90E-03
5.78E+00	8.27E-03	1.39E-04	1.45E-05	1.73E-05	5.08E-03	4.64E-03
5.94E+00	7.98E-03	1.56E-04	1.43E-05	1.59E-05	4.96E-03	4.47E-03
6.09E+00	7.61E-03	1.33E-04	1.29E-05	1.38E-05	4.72E-03	4.34E-03
6.25E+00	7.60E-03	1.31E-04	1.16E-05	1.50E-05	4.70E-03	4.17E-03
6.41E+00	7.13E-03	9.55E-05	1.15E-05	1.74E-05	4.48E-03	4.05E-03
6.56E+00	6.67E-03	9.17E-05	1.31E-05	1.37E-05	4.27E-03	3.85E-03
6.72E+00	6.63E-03	9.14E-05	9.78E-06	1.21E-05	4.17E-03	3.71E-03
6.88E+00	6.49E-03	1.01E-04	8.26E-06	1.27E-05	4.05E-03	3.63E-03
7.03E+00	6.30E-03	1.09E-04	8.17E-06	1.41E-05	3.89E-03	3.54E-03
7.19E+00	6.28E-03	8.60E-05	1.16E-05	1.26E-05	3.92E-03	3.49E-03
7.34E+00	6.23E-03	8.91E-05	1.16E-05	9.90E-06	3.86E-03	3.36E-03
7.50E+00	5.82E-03	8.48E-05	8.50E-06	1.24E-05	3.72E-03	3.30E-03
7.66E+00	5.82E-03	7.82E-05	9.07E-06	1.08E-05	3.58E-03	3.26E-03
7.81E+00	5.78E-03	7.49E-05	9.46E-06	1.04E-05	3.61E-03	3.18E-03
7.97E+00	5.56E-03	7.80E-05	1.01E-05	9.56E-06	3.53E-03	3.15E-03
8.13E+00	5.45E-03	8.02E-05	9.44E-06	1.16E-05	3.41E-03	3.08E-03
8.28E+00	5.36E-03	7.75E-05	9.96E-06	1.08E-05	3.47E-03	3.05E-03
8.44E+00	5.33E-03	8.15E-05	7.78E-06	1.13E-05	3.35E-03	3.00E-03
8.59E+00	5.25E-03	7.33E-05	1.03E-05	1.12E-05	3.35E-03	2.90E-03
8.75E+00	5.23E-03	7.20E-05	9.35E-06	1.09E-05	3.29E-03	2.96E-03
8.91E+00	5.08E-03	7.90E-05	1.22E-05	1.25E-05	3.22E-03	2.82E-03
9.06E+00	5.05E-03	6.98E-05	1.01E-05	1.17E-05	3.27E-03	2.83E-03
9.22E+00	5.21E-03	7.32E-05	1.20E-05	1.24E-05	3.19E-03	2.89E-03
9.38E+00	4.95E-03	7.48E-05	1.37E-05	1.46E-05	3.29E-03	2.85E-03
9.53E+00	5.17E-03	7.62E-05	1.81E-05	1.56E-05	3.20E-03	2.86E-03
9.69E+00	5.07E-03	7.88E-05	2.27E-05	3.45E-05	3.29E-03	2.77E-03
9.84E+00	5.40E-03	8.17E-05	3.09E-05	3.27E-05	3.69E-03	2.81E-03

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.34	WG260416	H16TP233	1	1:50	22.6

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_354	WAVE PROBE	$\gamma=3.6528x-0.124$
2	Dy_355	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_356	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_357	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_358	RESISTANCE	$\gamma=2.7013x-0.0651$
6	Dy_359	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_360	PITCH	$\gamma=-2.2795x-0.0786$
8	Dy_361		
9	Dy_362		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	1.30E+00	9.27E-04	1.73E-04	4.80E-04	8.45E-01	3.21E-01
1.56E-01	1.82E+00	1.05E-03	2.02E-04	4.94E-04	7.07E-01	2.82E-01
3.13E-01	1.46E+01	1.32E-03	3.60E-04	7.44E-04	1.96E+00	3.26E-01
4.69E-01	4.43E+01	3.58E-03	1.89E-03	3.02E-03	1.26E+01	1.84E+00
6.25E-01	2.21E+01	1.80E-02	7.69E-03	1.22E-02	2.75E+01	6.83E+00
7.81E-01	9.05E+00	4.92E-02	1.18E-02	2.56E-02	2.03E+01	1.00E+01
9.38E-01	3.29E+00	8.18E-02	1.08E-02	2.47E-02	8.14E+00	7.83E+00
1.09E+00	2.06E+00	8.03E-02	7.00E-03	2.17E-02	3.24E+00	5.76E+00
1.25E+00	1.07E+00	1.37E-01	9.32E-03	2.78E-02	2.36E+00	5.61E+00
1.41E+00	5.09E-01	6.98E-02	4.82E-03	1.34E-02	9.66E-01	1.86E+00
1.56E+00	3.07E-01	4.93E-02	3.46E-03	6.96E-03	4.79E-01	7.67E-01
1.72E+00	1.79E-01	1.45E-02	9.82E-04	2.99E-03	2.00E-01	2.93E-01
1.88E+00	1.34E-01	8.38E-03	6.49E-04	9.82E-04	9.83E-02	1.42E-01
2.03E+00	1.10E-01	4.36E-03	2.94E-04	9.44E-04	6.67E-02	8.21E-02
2.19E+00	8.04E-02	1.55E-03	1.16E-04	3.47E-04	5.13E-02	4.99E-02
2.34E+00	7.01E-02	8.08E-04	6.58E-05	2.78E-04	3.79E-02	4.11E-02
2.50E+00	5.55E-02	1.21E-03	8.47E-05	2.39E-04	3.18E-02	3.67E-02
2.66E+00	5.06E-02	2.58E-03	1.23E-04	2.89E-04	2.81E-02	3.24E-02
2.81E+00	4.31E-02	2.39E-03	1.51E-04	1.89E-04	2.41E-02	2.69E-02
2.97E+00	3.88E-02	2.36E-03	1.27E-04	2.47E-04	2.13E-02	2.35E-02
3.13E+00	3.50E-02	2.52E-03	1.48E-04	1.71E-04	1.98E-02	2.21E-02
3.28E+00	3.18E-02	1.70E-03	1.20E-04	1.88E-04	1.68E-02	1.78E-02
3.44E+00	2.91E-02	1.38E-03	9.84E-05	1.45E-04	1.60E-02	1.47E-02
3.59E+00	2.67E-02	1.18E-03	7.52E-05	1.37E-04	1.33E-02	1.34E-02
3.75E+00	2.43E-02	8.67E-04	4.17E-05	1.06E-04	1.23E-02	1.24E-02
3.91E+00	2.29E-02	6.86E-04	3.13E-05	8.33E-05	1.17E-02	1.13E-02
4.06E+00	2.13E-02	3.41E-04	1.97E-05	6.68E-05	1.04E-02	1.03E-02
4.22E+00	2.01E-02	1.42E-04	1.59E-05	5.25E-05	9.69E-03	9.68E-03
4.38E+00	1.81E-02	1.79E-04	1.45E-05	4.82E-05	9.01E-03	8.99E-03

4.53E+00	1.72E-02	1.40E-04	1.14E-05	3.38E-05	8.08E-03	8.28E-03
4.69E+00	1.64E-02	1.38E-04	1.28E-05	3.80E-05	7.82E-03	7.79E-03
4.84E+00	1.55E-02	1.68E-04	1.33E-05	3.76E-05	7.30E-03	7.39E-03
5.00E+00	1.49E-02	1.77E-04	1.35E-05	3.16E-05	6.97E-03	7.07E-03
5.16E+00	1.42E-02	1.36E-04	1.36E-05	2.92E-05	6.64E-03	6.81E-03
5.31E+00	1.32E-02	1.33E-04	9.13E-06	3.25E-05	6.21E-03	6.43E-03
5.47E+00	1.30E-02	9.88E-05	1.34E-05	3.34E-05	5.87E-03	6.03E-03
5.63E+00	1.24E-02	6.67E-05	1.26E-05	2.24E-05	5.95E-03	5.68E-03
5.78E+00	1.19E-02	7.62E-05	9.62E-06	2.46E-05	5.40E-03	5.54E-03
5.94E+00	1.14E-02	8.76E-05	7.16E-06	2.40E-05	5.46E-03	5.29E-03
6.09E+00	1.09E-02	6.61E-05	7.94E-06	2.18E-05	5.22E-03	5.11E-03
6.25E+00	1.05E-02	5.33E-05	6.46E-06	2.11E-05	4.86E-03	4.89E-03
6.41E+00	1.01E-02	4.95E-05	6.11E-06	2.22E-05	4.86E-03	4.82E-03
6.56E+00	9.84E-03	4.96E-05	8.17E-06	2.02E-05	4.61E-03	4.69E-03
6.72E+00	9.74E-03	4.49E-05	8.33E-06	2.03E-05	4.44E-03	4.49E-03
6.88E+00	9.22E-03	3.59E-05	7.45E-06	1.69E-05	4.36E-03	4.35E-03
7.03E+00	9.07E-03	3.56E-05	5.93E-06	1.90E-05	4.19E-03	4.20E-03
7.19E+00	8.98E-03	4.13E-05	8.15E-06	1.62E-05	4.05E-03	4.12E-03
7.34E+00	8.72E-03	4.50E-05	5.65E-06	1.79E-05	3.94E-03	4.00E-03
7.50E+00	8.46E-03	3.95E-05	7.74E-06	1.59E-05	3.92E-03	3.90E-03
7.66E+00	8.21E-03	3.79E-05	6.80E-06	1.64E-05	3.91E-03	3.82E-03
7.81E+00	8.22E-03	3.54E-05	7.55E-06	1.40E-05	3.72E-03	3.73E-03
7.97E+00	8.07E-03	3.68E-05	7.60E-06	1.62E-05	3.70E-03	3.70E-03
8.13E+00	7.94E-03	2.85E-05	7.02E-06	1.78E-05	3.73E-03	3.66E-03
8.28E+00	7.72E-03	3.07E-05	7.26E-06	1.37E-05	3.58E-03	3.58E-03
8.44E+00	7.75E-03	3.32E-05	7.60E-06	1.57E-05	3.56E-03	3.55E-03
8.59E+00	7.47E-03	3.35E-05	7.21E-06	1.47E-05	3.73E-03	3.48E-03
8.75E+00	7.57E-03	3.16E-05	8.30E-06	1.78E-05	3.41E-03	3.44E-03
8.91E+00	7.56E-03	3.12E-05	1.08E-05	1.78E-05	3.46E-03	3.37E-03
9.06E+00	7.38E-03	3.47E-05	1.16E-05	1.84E-05	3.51E-03	3.42E-03
9.22E+00	7.59E-03	2.78E-05	1.20E-05	1.94E-05	3.59E-03	3.36E-03
9.38E+00	7.77E-03	2.98E-05	1.32E-05	2.12E-05	3.44E-03	3.41E-03
9.53E+00	7.38E-03	4.13E-05	1.60E-05	2.57E-05	3.41E-03	3.37E-03
9.69E+00	7.20E-03	4.11E-05	1.65E-05	2.51E-05	3.46E-03	3.31E-03
9.84E+00	7.15E-03	4.37E-05	2.61E-05	3.10E-05	3.71E-03	3.40E-03

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.68	WG210416	H08T093	1	1:50	20.1

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_808	WAVE PROBE	$\gamma=3.7395x+2.0758$
2	Dy_809	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_810	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_811	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_812	RESISTANCE	$\gamma=2.7039x-0.0551$
6	Dy_813	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_814	PITCH	$\gamma=-2.2762x-0.1928$
8	Dy_815	WAVE CAR	$\gamma=-9.9888x+51.947$
9	Dy_816		
10	Dy_817		
11	Dy_818		
12	Dy_819		
13	Dy_820		
14	Dy_821		
15	Dy_822		
16	Dy_823		
17	Dy_824		
18	Dy_825		
19	Dy_826		
20	Dy_827		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	1.55E-01	5.97E-05	2.90E-05	2.81E-05	2.66E-02	3.11E-03
1.56E-01	5.89E-02	5.25E-05	3.16E-05	2.74E-05	1.58E-02	3.56E-03
3.13E-01	6.95E-02	4.52E-05	2.71E-05	3.10E-05	5.43E-03	3.21E-03
4.69E-01	1.26E-01	4.82E-05	1.91E-05	2.32E-05	6.69E-03	3.02E-03
6.25E-01	2.27E-01	5.05E-05	2.37E-05	2.50E-05	1.35E-02	4.94E-03
7.81E-01	1.50E+00	8.30E-05	3.63E-05	3.98E-05	2.68E-02	3.40E-03
9.38E-01	3.90E+00	9.33E-05	3.29E-05	4.53E-05	1.45E-02	2.98E-03
1.09E+00	4.69E+00	1.53E-04	3.35E-05	3.88E-05	1.13E-02	3.82E-03
1.25E+00	2.92E+00	2.20E-04	5.29E-05	8.77E-05	1.04E-02	3.16E-03
1.41E+00	1.31E+00	4.25E-04	1.19E-04	1.33E-04	1.65E-02	6.56E-03
1.56E+00	7.66E-01	1.65E-03	3.29E-04	4.53E-04	2.60E-02	1.42E-02
1.72E+00	3.78E-01	2.29E-03	4.09E-04	7.94E-04	3.02E-02	2.15E-02
1.88E+00	2.24E-01	5.49E-03	7.39E-04	1.83E-03	4.23E-02	3.29E-02
2.03E+00	1.64E-01	4.67E-03	5.13E-04	1.89E-03	2.49E-02	3.74E-02
2.19E+00	9.88E-02	9.08E-03	6.61E-04	3.40E-03	2.23E-02	2.91E-02
2.34E+00	7.47E-02	5.81E-03	2.85E-04	1.85E-03	6.37E-03	2.19E-02
2.50E+00	5.60E-02	4.40E-03	1.36E-04	1.11E-03	2.78E-03	1.20E-02

2.66E+00	3.28E-02	3.81E-03	6.75E-05	9.19E-04	1.07E-03	9.49E-03
2.81E+00	3.07E-02	2.82E-03	1.03E-04	4.93E-04	1.19E-03	4.10E-03
2.97E+00	2.04E-02	2.19E-03	1.47E-04	2.33E-04	1.54E-03	3.40E-03
3.13E+00	2.08E-02	2.85E-03	3.02E-04	1.73E-04	2.20E-03	1.46E-03
3.28E+00	1.82E-02	2.23E-03	2.33E-04	1.80E-04	1.90E-03	1.61E-03
3.44E+00	1.34E-02	2.25E-03	2.68E-04	1.83E-04	1.79E-03	1.15E-03
3.59E+00	9.06E-03	1.77E-03	1.77E-04	1.60E-04	9.47E-04	9.29E-04
3.75E+00	9.36E-03	1.79E-03	1.85E-04	2.95E-04	8.23E-04	7.45E-04
3.91E+00	7.24E-03	1.57E-03	1.50E-04	2.25E-04	5.53E-04	6.11E-04
4.06E+00	6.07E-03	1.67E-03	1.06E-04	2.68E-04	4.18E-04	5.25E-04
4.22E+00	5.62E-03	8.24E-04	6.29E-05	2.02E-04	1.95E-04	3.62E-04
4.38E+00	4.44E-03	6.88E-04	4.59E-05	1.41E-04	1.61E-04	2.20E-04
4.53E+00	4.35E-03	5.13E-04	2.92E-05	9.23E-05	1.24E-04	1.77E-04
4.69E+00	4.31E-03	3.79E-04	2.85E-05	8.33E-05	1.36E-04	1.42E-04
4.84E+00	4.07E-03	2.81E-04	1.79E-05	5.47E-05	1.07E-04	9.23E-05
5.00E+00	3.36E-03	2.07E-04	2.03E-05	3.93E-05	1.15E-04	8.29E-05
5.16E+00	2.85E-03	1.03E-04	1.82E-05	1.91E-05	1.23E-04	6.15E-05
5.31E+00	3.18E-03	1.43E-04	2.21E-05	2.12E-05	8.89E-05	4.38E-05
5.47E+00	2.72E-03	1.29E-04	1.54E-05	1.87E-05	8.56E-05	5.35E-05
5.63E+00	2.79E-03	9.75E-05	1.64E-05	1.71E-05	7.17E-05	5.83E-05
5.78E+00	2.35E-03	6.73E-05	1.46E-05	1.63E-05	1.04E-04	3.56E-05
5.94E+00	2.25E-03	8.01E-05	1.38E-05	1.93E-05	9.85E-05	4.14E-05
6.09E+00	2.23E-03	5.37E-05	1.32E-05	1.30E-05	9.49E-05	3.98E-05
6.25E+00	2.31E-03	6.55E-05	1.78E-05	1.23E-05	1.01E-04	3.70E-05
6.41E+00	2.10E-03	4.21E-05	2.00E-05	1.49E-05	1.13E-04	2.80E-05
6.56E+00	1.96E-03	3.90E-05	2.10E-05	1.07E-05	9.56E-05	2.72E-05
6.72E+00	1.82E-03	3.33E-05	2.05E-05	1.09E-05	7.31E-05	3.38E-05
6.88E+00	1.82E-03	3.31E-05	1.28E-05	9.85E-06	8.82E-05	2.48E-05
7.03E+00	1.75E-03	2.03E-05	8.72E-06	8.31E-06	9.11E-05	2.66E-05
7.19E+00	1.97E-03	1.76E-05	7.87E-06	9.88E-06	8.27E-05	2.78E-05
7.34E+00	1.55E-03	1.55E-05	9.05E-06	6.49E-06	6.51E-05	2.81E-05
7.50E+00	1.65E-03	1.30E-05	5.98E-06	9.36E-06	6.10E-05	2.36E-05
7.66E+00	1.49E-03	1.54E-05	7.75E-06	7.09E-06	6.41E-05	2.20E-05
7.81E+00	1.57E-03	1.31E-05	7.80E-06	7.30E-06	5.69E-05	2.40E-05
7.97E+00	1.49E-03	1.54E-05	8.09E-06	7.90E-06	7.25E-05	2.80E-05
8.13E+00	1.47E-03	1.24E-05	8.88E-06	8.47E-06	9.06E-05	2.82E-05
8.28E+00	1.39E-03	1.35E-05	8.03E-06	1.08E-05	6.52E-05	2.36E-05
8.44E+00	1.37E-03	1.13E-05	8.92E-06	8.31E-06	1.04E-04	2.95E-05
8.59E+00	1.43E-03	1.33E-05	1.28E-05	1.08E-05	1.34E-04	3.19E-05
8.75E+00	1.46E-03	1.31E-05	1.23E-05	1.10E-05	8.58E-05	2.90E-05
8.91E+00	1.36E-03	1.74E-05	1.48E-05	1.54E-05	1.32E-04	3.93E-05
9.06E+00	1.40E-03	1.80E-05	1.23E-05	1.49E-05	1.80E-04	3.50E-05
9.22E+00	1.38E-03	2.23E-05	2.14E-05	1.66E-05	2.79E-04	4.79E-05
9.38E+00	1.49E-03	2.96E-05	2.63E-05	2.70E-05	3.30E-04	4.72E-05
9.53E+00	1.61E-03	4.46E-05	3.02E-05	3.66E-05	5.97E-04	6.63E-05
9.69E+00	1.50E-03	6.02E-05	7.41E-05	6.72E-05	7.94E-04	8.33E-05
9.84E+00	1.99E-03	8.15E-05	8.87E-05	1.08E-04	9.46E-04	1.05E-04

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T1(°C)	T2(°C)
113/95	4.23	0.68	WG210416	H09T116	1	1:50	20.2	19.7

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_838	WAVE PROBE 1	$\gamma=3.4634x-0.8136$
2	Dy_839	WAVE PROBE 2	$\gamma=3.4787x - 0.1018$
3	Dy_840	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
4	Dy_841	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
5	Dy_842	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
6	Dy_843	RESISTANCE	$\gamma=2.7092x-0.0541$
7	Dy_844	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
8	Dy_845	PITCH	$\gamma=-2.2762x-0.1928$
9	Dy_846	WAVE CAR	$\gamma=-9.9888x+51.947$
10	Dy_847		
11	Dy_848		
12	Dy_849		
13	Dy_850		
14	Dy_991		
15	Dy_994		
16	Dy_995		
17	Dy_996		
18	Dy_997		
19	Dy_998		
20	Dy_999		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	3.51E-01	1.95E-04	4.30E-05	8.67E-05	5.54E-02	6.32E-03
1.56E-01	1.26E-01	2.35E-04	5.06E-05	9.62E-05	5.11E-02	1.33E-02
3.13E-01	1.68E-01	3.01E-04	4.66E-05	9.99E-05	1.31E-02	6.61E-03
4.69E-01	3.15E-01	3.39E-04	5.06E-05	1.08E-04	9.94E-03	1.04E-02
6.25E-01	1.83E+00	3.67E-04	6.66E-05	1.14E-04	1.71E-02	1.31E-02
7.81E-01	6.91E+00	4.89E-04	9.97E-05	1.46E-04	4.85E-02	1.11E-02
9.38E-01	7.19E+00	5.96E-04	1.31E-04	1.87E-04	3.30E-02	1.17E-02
1.09E+00	4.62E+00	1.22E-03	3.34E-04	3.50E-04	6.66E-02	2.87E-02
1.25E+00	1.76E+00	4.68E-03	1.28E-03	1.83E-03	2.72E-01	9.35E-02
1.41E+00	1.41E+00	1.68E-02	3.04E-03	4.43E-03	4.16E-01	2.09E-01
1.56E+00	5.90E-01	2.65E-02	5.31E-03	9.43E-03	6.97E-01	3.34E-01
1.72E+00	4.90E-01	4.25E-02	7.54E-03	1.36E-02	5.34E-01	3.92E-01
1.88E+00	2.26E-01	4.24E-02	6.36E-03	1.33E-02	3.27E-01	3.15E-01
2.03E+00	1.83E-01	3.78E-02	4.15E-03	1.32E-02	1.59E-01	2.26E-01
2.19E+00	1.01E-01	2.80E-02	1.97E-03	9.49E-03	6.86E-02	1.20E-01
2.34E+00	7.53E-02	1.45E-02	7.87E-04	4.99E-03	2.81E-02	5.46E-02
2.50E+00	6.78E-02	1.01E-02	4.01E-04	3.03E-03	1.12E-02	3.19E-02

2.66E+00	3.71E-02	5.88E-03	1.92E-04	1.65E-03	6.30E-03	1.52E-02
2.81E+00	3.66E-02	4.45E-03	1.87E-04	9.16E-04	4.16E-03	9.17E-03
2.97E+00	1.71E-02	2.72E-03	1.63E-04	4.16E-04	4.09E-03	4.66E-03
3.13E+00	1.86E-02	3.20E-03	2.24E-04	2.51E-04	3.75E-03	3.26E-03
3.28E+00	1.73E-02	2.17E-03	2.76E-04	1.96E-04	3.15E-03	2.50E-03
3.44E+00	1.35E-02	1.89E-03	1.82E-04	2.46E-04	2.10E-03	2.12E-03
3.59E+00	1.10E-02	2.60E-03	2.62E-04	3.17E-04	2.14E-03	2.01E-03
3.75E+00	1.00E-02	2.25E-03	1.78E-04	3.23E-04	1.59E-03	1.24E-03
3.91E+00	9.14E-03	2.33E-03	2.18E-04	4.12E-04	1.34E-03	1.61E-03
4.06E+00	8.18E-03	3.03E-03	1.53E-04	4.04E-04	1.18E-03	1.40E-03
4.22E+00	6.50E-03	1.95E-03	1.15E-04	2.84E-04	8.85E-04	1.06E-03
4.38E+00	6.42E-03	1.74E-03	8.72E-05	2.46E-04	7.26E-04	9.58E-04
4.53E+00	5.55E-03	1.45E-03	8.23E-05	1.71E-04	6.23E-04	6.22E-04
4.69E+00	5.13E-03	8.65E-04	6.36E-05	1.39E-04	5.94E-04	5.08E-04
4.84E+00	5.63E-03	8.66E-04	4.32E-05	1.10E-04	5.81E-04	4.62E-04
5.00E+00	4.91E-03	6.94E-04	3.39E-05	7.67E-05	4.97E-04	3.46E-04
5.16E+00	4.09E-03	5.09E-04	4.11E-05	7.00E-05	4.97E-04	4.48E-04
5.31E+00	3.98E-03	3.75E-04	2.73E-05	4.35E-05	4.31E-04	3.14E-04
5.47E+00	3.52E-03	3.61E-04	3.07E-05	5.09E-05	4.72E-04	2.83E-04
5.63E+00	3.62E-03	2.32E-04	2.49E-05	4.07E-05	4.08E-04	2.99E-04
5.78E+00	3.85E-03	2.28E-04	1.95E-05	3.24E-05	3.48E-04	2.58E-04
5.94E+00	3.55E-03	2.49E-04	2.02E-05	3.52E-05	3.21E-04	2.55E-04
6.09E+00	3.27E-03	1.53E-04	1.99E-05	2.74E-05	3.90E-04	2.43E-04
6.25E+00	3.04E-03	1.70E-04	1.87E-05	3.15E-05	3.49E-04	2.21E-04
6.41E+00	2.85E-03	2.12E-04	1.50E-05	3.33E-05	3.19E-04	2.09E-04
6.56E+00	2.76E-03	1.36E-04	1.43E-05	2.08E-05	3.47E-04	1.88E-04
6.72E+00	2.55E-03	1.48E-04	1.44E-05	1.95E-05	3.06E-04	1.80E-04
6.88E+00	2.66E-03	1.27E-04	1.33E-05	1.80E-05	3.36E-04	1.86E-04
7.03E+00	2.52E-03	9.81E-05	1.32E-05	2.04E-05	2.46E-04	1.51E-04
7.19E+00	2.40E-03	9.85E-05	1.53E-05	1.76E-05	2.53E-04	1.63E-04
7.34E+00	2.50E-03	7.67E-05	1.11E-05	1.59E-05	2.52E-04	1.56E-04
7.50E+00	2.33E-03	7.99E-05	1.11E-05	1.40E-05	2.70E-04	1.47E-04
7.66E+00	2.41E-03	6.42E-05	8.73E-06	1.51E-05	2.85E-04	1.48E-04
7.81E+00	2.21E-03	4.51E-05	1.13E-05	1.73E-05	2.33E-04	1.52E-04
7.97E+00	2.23E-03	6.00E-05	1.14E-05	1.73E-05	2.24E-04	1.46E-04
8.13E+00	2.27E-03	4.13E-05	9.85E-06	1.41E-05	2.94E-04	1.34E-04
8.28E+00	2.34E-03	4.81E-05	1.22E-05	1.05E-05	2.70E-04	1.38E-04
8.44E+00	2.15E-03	4.28E-05	1.52E-05	1.21E-05	2.76E-04	1.29E-04
8.59E+00	2.15E-03	4.27E-05	1.64E-05	1.80E-05	2.69E-04	1.46E-04
8.75E+00	2.03E-03	4.69E-05	1.29E-05	1.64E-05	2.47E-04	1.39E-04
8.91E+00	2.06E-03	3.89E-05	1.49E-05	1.89E-05	2.79E-04	1.38E-04
9.06E+00	2.06E-03	3.38E-05	1.22E-05	2.03E-05	2.70E-04	1.29E-04
9.22E+00	2.05E-03	5.22E-05	1.55E-05	2.58E-05	3.30E-04	1.58E-04
9.38E+00	2.30E-03	4.32E-05	2.98E-05	3.15E-05	5.17E-04	1.44E-04
9.53E+00	2.10E-03	6.15E-05	3.10E-05	5.73E-05	5.54E-04	1.58E-04
9.69E+00	2.07E-03	9.18E-05	4.91E-05	6.49E-05	7.77E-04	1.96E-04
9.84E+00	2.35E-03	1.06E-04	7.97E-05	7.04E-05	1.05E-03	1.86E-04

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T1(°C)	T1(°C)
113/95	4.23	0.68	WG210416	H10T140	1	1:50	20.4	20.2

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_703	WAVE PROBE 1	$\gamma=3.7891x-0.8578$
2	Dy_704	WAVE PROBE 2	$\gamma=3.7487x-1.1899$
3	Dy_705	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
4	Dy_706	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
5	Dy_707	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
6	Dy_708	RESISTANCE	$\gamma=2.7092x-0.0541$
7	Dy_709	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
8	Dy_710	PITCH	$\gamma=-2.2762x-0.1928$
9	Dy_711	WAVE CAR	$\gamma=-9.9888x+51.947$
10	Dy_712		
11	Dy_713		
12	Dy_714		
13	Dy_715		
14	Dy_716		
15	Dy_717		
16	Dy_718		
17	Dy_736		
18	Dy_737		
19	Dy_738		
20	Dy_739		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	3.11E-01	1.06E-03	2.10E-04	2.15E-04	3.69E-02	3.48E-02
1.56E-01	2.90E-01	8.95E-04	2.10E-04	2.81E-04	6.79E-02	6.17E-02
3.13E-01	3.84E-01	8.21E-04	1.88E-04	2.37E-04	6.04E-02	4.32E-02
4.69E-01	1.31E+00	1.26E-03	2.18E-04	2.66E-04	6.10E-02	5.83E-02
6.25E-01	7.67E+00	1.57E-03	3.37E-04	3.39E-04	6.81E-02	4.80E-02
7.81E-01	1.05E+01	2.12E-03	5.12E-04	5.41E-04	1.23E-01	5.67E-02
9.38E-01	5.83E+00	5.53E-03	1.29E-03	1.38E-03	3.94E-01	1.11E-01
1.09E+00	3.24E+00	1.64E-02	4.80E-03	4.50E-03	1.16E+00	4.40E-01
1.25E+00	2.11E+00	4.94E-02	1.15E-02	1.07E-02	2.63E+00	9.58E-01
1.41E+00	1.04E+00	5.88E-02	1.34E-02	2.31E-02	2.94E+00	1.18E+00
1.56E+00	5.57E-01	1.23E-01	2.86E-02	4.14E-02	2.84E+00	1.55E+00
1.72E+00	4.15E-01	1.00E-01	1.66E-02	3.07E-02	1.42E+00	1.12E+00
1.88E+00	2.37E-01	1.03E-01	1.56E-02	2.63E-02	6.68E-01	6.20E-01
2.03E+00	1.34E-01	4.21E-02	4.73E-03	1.49E-02	2.51E-01	2.48E-01
2.19E+00	8.01E-02	2.97E-02	2.58E-03	1.04E-02	1.00E-01	1.47E-01
2.34E+00	6.42E-02	2.86E-02	1.90E-03	7.21E-03	6.85E-02	1.08E-01
2.50E+00	4.70E-02	1.04E-02	6.19E-04	2.85E-03	2.56E-02	3.34E-02

2.66E+00	3.39E-02	7.80E-03	4.24E-04	1.39E-03	2.15E-02	2.40E-02
2.81E+00	2.45E-02	6.05E-03	3.57E-04	7.44E-04	1.74E-02	1.50E-02
2.97E+00	1.71E-02	4.44E-03	3.72E-04	4.93E-04	1.38E-02	9.93E-03
3.13E+00	2.04E-02	5.69E-03	4.04E-04	3.86E-04	1.08E-02	8.58E-03
3.28E+00	1.58E-02	7.37E-03	5.51E-04	4.92E-04	1.04E-02	7.54E-03
3.44E+00	9.33E-03	7.57E-03	4.78E-04	6.35E-04	7.11E-03	6.53E-03
3.59E+00	9.58E-03	8.92E-03	6.90E-04	7.48E-04	7.83E-03	7.42E-03
3.75E+00	7.73E-03	7.53E-03	4.76E-04	7.05E-04	4.26E-03	3.70E-03
3.91E+00	5.74E-03	6.09E-03	3.91E-04	7.05E-04	4.26E-03	3.89E-03
4.06E+00	4.90E-03	4.19E-03	2.99E-04	4.84E-04	3.67E-03	3.61E-03
4.22E+00	4.52E-03	5.19E-03	2.65E-04	5.40E-04	3.43E-03	2.51E-03
4.38E+00	4.19E-03	2.84E-03	1.83E-04	3.46E-04	2.72E-03	2.39E-03
4.53E+00	2.47E-03	1.75E-03	1.06E-04	2.62E-04	2.49E-03	1.76E-03
4.69E+00	2.95E-03	2.12E-03	1.09E-04	1.93E-04	2.44E-03	1.61E-03
4.84E+00	3.06E-03	1.31E-03	8.28E-05	1.54E-04	2.16E-03	1.23E-03
5.00E+00	2.25E-03	1.26E-03	7.86E-05	1.10E-04	2.04E-03	1.23E-03
5.16E+00	2.89E-03	1.09E-03	9.19E-05	1.24E-04	1.96E-03	1.16E-03
5.31E+00	1.87E-03	9.46E-04	7.75E-05	1.01E-04	1.95E-03	1.03E-03
5.47E+00	1.90E-03	9.62E-04	1.01E-04	8.34E-05	1.65E-03	1.06E-03
5.63E+00	1.87E-03	9.50E-04	7.52E-05	8.61E-05	1.62E-03	9.56E-04
5.78E+00	1.51E-03	6.39E-04	5.79E-05	6.75E-05	1.67E-03	8.78E-04
5.94E+00	1.70E-03	5.13E-04	4.73E-05	4.95E-05	1.44E-03	8.25E-04
6.09E+00	1.49E-03	6.36E-04	5.39E-05	6.62E-05	1.48E-03	8.08E-04
6.25E+00	1.52E-03	4.74E-04	3.51E-05	5.06E-05	1.40E-03	7.25E-04
6.41E+00	1.44E-03	3.71E-04	4.16E-05	4.38E-05	1.36E-03	6.85E-04
6.56E+00	1.17E-03	3.25E-04	3.82E-05	3.28E-05	1.31E-03	6.87E-04
6.72E+00	1.44E-03	2.75E-04	3.45E-05	2.53E-05	1.27E-03	6.69E-04
6.88E+00	1.22E-03	3.18E-04	3.13E-05	3.78E-05	1.20E-03	6.45E-04
7.03E+00	1.21E-03	2.24E-04	3.02E-05	2.85E-05	1.16E-03	6.01E-04
7.19E+00	1.29E-03	1.81E-04	2.85E-05	2.43E-05	1.14E-03	6.15E-04
7.34E+00	1.16E-03	2.03E-04	2.00E-05	2.70E-05	1.07E-03	5.42E-04
7.50E+00	1.23E-03	1.51E-04	2.43E-05	2.71E-05	1.11E-03	5.82E-04
7.66E+00	1.11E-03	1.19E-04	2.07E-05	2.35E-05	1.14E-03	5.66E-04
7.81E+00	1.10E-03	1.20E-04	2.50E-05	2.58E-05	1.13E-03	5.41E-04
7.97E+00	1.11E-03	1.28E-04	1.67E-05	2.18E-05	1.14E-03	5.26E-04
8.13E+00	1.05E-03	1.01E-04	1.79E-05	2.31E-05	9.83E-04	5.45E-04
8.28E+00	1.25E-03	9.98E-05	1.63E-05	2.54E-05	1.00E-03	5.24E-04
8.44E+00	9.57E-04	9.29E-05	1.72E-05	2.77E-05	9.14E-04	5.09E-04
8.59E+00	9.68E-04	8.60E-05	1.66E-05	1.89E-05	1.09E-03	4.92E-04
8.75E+00	1.03E-03	8.18E-05	2.22E-05	2.22E-05	1.08E-03	5.04E-04
8.91E+00	9.44E-04	9.20E-05	2.25E-05	2.38E-05	1.21E-03	4.87E-04
9.06E+00	1.10E-03	8.23E-05	1.82E-05	3.30E-05	1.09E-03	4.99E-04
9.22E+00	1.00E-03	7.27E-05	3.24E-05	3.86E-05	1.27E-03	5.41E-04
9.38E+00	1.12E-03	8.79E-05	3.73E-05	4.51E-05	1.76E-03	4.86E-04
9.53E+00	1.34E-03	1.13E-04	7.04E-05	5.37E-05	1.70E-03	5.38E-04
9.69E+00	1.17E-03	1.02E-04	6.78E-05	7.88E-05	2.21E-03	5.84E-04
9.84E+00	1.23E-03	1.36E-04	8.89E-05	9.35E-05	2.67E-03	7.82E-04

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T1(°C)	T2(°C)
113/95	4.23	0.68	WG210416	H11T163	1	1:50	20.1	19.7

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_851	WAVE PROBE 1	$y=3.4408x-0.7634$
2	Dy_852	WAVE PROBE 2	$y=3.4787x-0.1018$
3	Dy_853	ACC 1	$y=2.02016x-5.0427$
4	Dy_854	ACC 2	$y=2.008x-4.9847$
5	Dy_856	ACC 3	$y=2.0083x-5.0301$
6	Dy_857	RESISTANCE	$y=2.7092x-0.0541$
7	Dy_858	HEAVE	$y=-4.5682x+24.939$
8	Dy_859	PITCH	$y=-2.2762x-0.1928$
9	Dy_860	WAVE CAR	$y=-9.9888x+51.947$
10	Dy_861		
11	Dy_862		
12	Dy_863		
13	Dy_864		
14	Dy_865		
15	Dy_867		
16	Dy_868		
17	Dy_869		
18	Dy_870		
19	Dy_986		
20	Dy_988		
21	Dy_1004		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	3.27E-01	1.28E-03	2.93E-04	3.45E-04	2.30E-01	5.49E-02
1.56E-01	3.29E-01	1.39E-03	3.14E-04	4.20E-04	1.77E-01	1.29E-01
3.13E-01	6.81E-01	1.59E-03	3.59E-04	4.23E-04	1.38E-01	1.11E-01
4.69E-01	5.30E+00	1.88E-03	3.97E-04	5.09E-04	2.26E-01	9.27E-02
6.25E-01	1.66E+01	2.80E-03	6.63E-04	6.74E-04	2.78E-01	1.05E-01
7.81E-01	1.11E+01	6.76E-03	1.67E-03	2.12E-03	1.14E+00	3.27E-01
9.38E-01	5.06E+00	1.89E-02	6.08E-03	4.79E-03	2.93E+00	8.81E-01
1.09E+00	3.03E+00	4.63E-02	1.17E-02	1.34E-02	5.14E+00	1.38E+00
1.25E+00	1.35E+00	1.35E-01	4.00E-02	3.80E-02	9.60E+00	3.32E+00
1.41E+00	1.01E+00	1.52E-01	3.68E-02	4.68E-02	5.98E+00	2.76E+00
1.56E+00	6.99E-01	1.36E-01	2.68E-02	4.21E-02	3.14E+00	1.69E+00
1.72E+00	3.49E-01	1.12E-01	2.14E-02	3.80E-02	1.65E+00	1.03E+00
1.88E+00	2.05E-01	8.55E-02	1.44E-02	2.31E-02	7.06E-01	6.59E-01
2.03E+00	9.62E-02	4.68E-02	5.70E-03	1.61E-02	4.03E-01	2.91E-01
2.19E+00	7.13E-02	2.38E-02	2.77E-03	8.27E-03	1.25E-01	1.13E-01
2.34E+00	4.39E-02	1.55E-02	1.16E-03	4.38E-03	6.95E-02	6.18E-02

2.50E+00	3.80E-02	1.58E-02	6.51E-04	2.48E-03	3.98E-02	4.27E-02
2.66E+00	3.82E-02	1.12E-02	6.14E-04	1.17E-03	2.91E-02	2.35E-02
2.81E+00	2.82E-02	9.28E-03	6.64E-04	1.07E-03	2.41E-02	1.49E-02
2.97E+00	2.29E-02	1.09E-02	1.00E-03	8.39E-04	2.92E-02	1.52E-02
3.13E+00	1.54E-02	8.94E-03	7.63E-04	6.13E-04	2.28E-02	1.23E-02
3.28E+00	1.41E-02	8.87E-03	9.65E-04	5.86E-04	1.82E-02	1.01E-02
3.44E+00	1.15E-02	7.76E-03	6.45E-04	7.58E-04	1.38E-02	1.03E-02
3.59E+00	9.47E-03	8.23E-03	6.34E-04	7.51E-04	1.60E-02	7.45E-03
3.75E+00	8.19E-03	5.09E-03	5.91E-04	6.34E-04	1.24E-02	5.21E-03
3.91E+00	7.47E-03	6.38E-03	4.65E-04	6.28E-04	9.05E-03	4.50E-03
4.06E+00	7.71E-03	5.03E-03	3.35E-04	4.62E-04	8.58E-03	4.17E-03
4.22E+00	6.62E-03	3.96E-03	3.51E-04	4.03E-04	6.81E-03	3.24E-03
4.38E+00	6.16E-03	3.86E-03	2.69E-04	4.14E-04	6.48E-03	3.43E-03
4.53E+00	5.77E-03	2.59E-03	2.01E-04	2.62E-04	6.02E-03	2.33E-03
4.69E+00	5.18E-03	2.06E-03	2.08E-04	2.18E-04	5.73E-03	2.07E-03
4.84E+00	5.23E-03	1.81E-03	1.47E-04	1.74E-04	4.90E-03	2.12E-03
5.00E+00	4.57E-03	1.39E-03	1.31E-04	1.60E-04	4.88E-03	1.80E-03
5.16E+00	4.45E-03	1.39E-03	1.33E-04	1.36E-04	4.46E-03	1.64E-03
5.31E+00	3.99E-03	1.13E-03	8.35E-05	1.42E-04	4.47E-03	1.68E-03
5.47E+00	4.13E-03	8.62E-04	7.14E-05	9.58E-05	4.08E-03	1.58E-03
5.63E+00	3.87E-03	9.87E-04	1.01E-04	1.16E-04	3.81E-03	1.33E-03
5.78E+00	3.70E-03	9.01E-04	8.53E-05	9.91E-05	3.15E-03	1.32E-03
5.94E+00	3.53E-03	9.47E-04	6.85E-05	9.05E-05	3.43E-03	1.25E-03
6.09E+00	3.33E-03	6.27E-04	6.10E-05	9.18E-05	3.26E-03	1.19E-03
6.25E+00	3.36E-03	5.04E-04	6.66E-05	6.85E-05	3.18E-03	1.18E-03
6.41E+00	3.20E-03	5.35E-04	5.79E-05	5.91E-05	2.86E-03	1.08E-03
6.56E+00	3.05E-03	4.42E-04	5.66E-05	5.83E-05	2.78E-03	1.08E-03
6.72E+00	3.15E-03	3.57E-04	4.55E-05	6.27E-05	2.79E-03	9.03E-04
6.88E+00	2.80E-03	3.12E-04	3.67E-05	4.39E-05	2.79E-03	8.77E-04
7.03E+00	2.84E-03	3.01E-04	2.82E-05	5.18E-05	2.58E-03	9.13E-04
7.19E+00	2.94E-03	2.55E-04	2.43E-05	5.25E-05	2.64E-03	8.70E-04
7.34E+00	2.63E-03	2.43E-04	2.15E-05	4.07E-05	2.63E-03	8.81E-04
7.50E+00	2.48E-03	2.12E-04	2.92E-05	4.15E-05	2.52E-03	8.40E-04
7.66E+00	2.62E-03	2.23E-04	2.45E-05	4.24E-05	2.48E-03	8.54E-04
7.81E+00	2.41E-03	2.20E-04	2.69E-05	4.26E-05	2.43E-03	7.84E-04
7.97E+00	2.34E-03	1.59E-04	2.53E-05	3.76E-05	2.30E-03	7.87E-04
8.13E+00	2.37E-03	1.54E-04	2.34E-05	3.88E-05	2.29E-03	7.92E-04
8.28E+00	2.26E-03	1.33E-04	2.22E-05	3.54E-05	2.52E-03	7.22E-04
8.44E+00	2.42E-03	1.66E-04	2.41E-05	4.10E-05	2.28E-03	7.47E-04
8.59E+00	2.27E-03	1.39E-04	2.61E-05	3.41E-05	2.58E-03	8.03E-04
8.75E+00	2.32E-03	1.42E-04	2.76E-05	4.46E-05	2.20E-03	7.68E-04
8.91E+00	2.36E-03	1.24E-04	2.76E-05	3.68E-05	2.30E-03	7.30E-04
9.06E+00	2.28E-03	1.29E-04	3.01E-05	5.33E-05	2.46E-03	7.05E-04
9.22E+00	2.35E-03	1.48E-04	2.70E-05	5.54E-05	2.41E-03	7.56E-04
9.38E+00	2.42E-03	1.33E-04	4.74E-05	6.41E-05	2.26E-03	7.06E-04
9.53E+00	2.32E-03	1.56E-04	5.88E-05	6.52E-05	2.35E-03	7.40E-04
9.69E+00	2.28E-03	1.28E-04	5.94E-05	8.83E-05	2.60E-03	7.40E-04
9.84E+00	2.41E-03	1.58E-04	6.77E-05	9.95E-05	2.78E-03	6.74E-04

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T1(°C)	T2(°C)
113/95	4.23	0.68	WG210416	H12T186	1	1:50	19.9	19.7

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_881	WAVE PROBE 1	$\gamma=3.4668x-0.0552$
2	Dy_884	WAVE PROBE 2	$\gamma=3.4787x-0.1018$
3	Dy_885	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
4	Dy_886	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
5	Dy_887	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
6	Dy_888	RESISTANCE	$\gamma=2.7092x-0.0541$
7	Dy_889	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
8	Dy_890	PITCH	$\gamma=-2.2762x-0.1928$
9	Dy_891	WAVE CAR	$\gamma=-9.9888x+51.947$
10	Dy_892		
11	Dy_893		
12	Dy_894		
13	Dy_895		
14	Dy_896		
15	Dy_897		
16	Dy_898		
17	Dy_899		
18	Dy_900		
19	Dy_989		
20	Dy_990		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	4.24E-01	2.11E-03	5.75E-04	6.72E-04	3.59E-01	8.74E-02
1.56E-01	3.24E-01	1.72E-03	5.22E-04	6.13E-04	2.31E-01	1.04E-01
3.13E-01	1.70E+00	1.81E-03	5.77E-04	6.14E-04	3.51E-01	1.30E-01
4.69E-01	1.72E+01	2.55E-03	8.45E-04	7.89E-04	4.05E-01	1.37E-01
6.25E-01	1.73E+01	4.78E-03	1.46E-03	1.78E-03	1.50E+00	2.40E-01
7.81E-01	1.13E+01	1.56E-02	5.07E-03	5.99E-03	4.72E+00	8.50E-01
9.38E-01	6.09E+00	5.06E-02	1.46E-02	1.16E-02	8.88E+00	2.54E+00
1.09E+00	2.10E+00	8.11E-02	2.85E-02	2.54E-02	1.27E+01	3.41E+00
1.25E+00	1.50E+00	1.55E-01	4.36E-02	4.47E-02	9.65E+00	3.79E+00
1.41E+00	1.01E+00	1.46E-01	3.44E-02	4.21E-02	6.25E+00	2.44E+00
1.56E+00	5.25E-01	1.54E-01	3.46E-02	4.95E-02	4.18E+00	2.32E+00
1.72E+00	2.31E-01	9.35E-02	1.76E-02	3.08E-02	1.23E+00	8.25E-01
1.88E+00	1.34E-01	6.80E-02	8.26E-03	1.68E-02	6.50E-01	4.66E-01
2.03E+00	8.86E-02	4.35E-02	5.68E-03	1.42E-02	3.27E-01	2.56E-01
2.19E+00	6.99E-02	2.41E-02	2.91E-03	7.92E-03	1.59E-01	1.38E-01
2.34E+00	4.61E-02	1.57E-02	1.09E-03	3.69E-03	7.78E-02	8.74E-02
2.50E+00	3.02E-02	1.47E-02	9.48E-04	2.42E-03	6.51E-02	6.27E-02

2.66E+00	3.67E-02	1.02E-02	8.84E-04	1.25E-03	5.31E-02	3.26E-02
2.81E+00	2.61E-02	8.89E-03	8.99E-04	8.66E-04	5.04E-02	3.00E-02
2.97E+00	2.34E-02	9.14E-03	8.31E-04	5.91E-04	3.80E-02	1.90E-02
3.13E+00	2.15E-02	9.98E-03	9.29E-04	6.45E-04	3.39E-02	1.68E-02
3.28E+00	1.96E-02	7.73E-03	6.19E-04	6.48E-04	3.47E-02	1.31E-02
3.44E+00	1.74E-02	8.31E-03	8.04E-04	6.80E-04	2.97E-02	1.35E-02
3.59E+00	1.65E-02	7.56E-03	7.26E-04	7.24E-04	2.28E-02	1.01E-02
3.75E+00	1.45E-02	6.09E-03	5.73E-04	6.76E-04	2.05E-02	9.02E-03
3.91E+00	1.36E-02	4.56E-03	3.66E-04	3.77E-04	1.83E-02	8.07E-03
4.06E+00	1.24E-02	6.33E-03	3.56E-04	5.37E-04	1.69E-02	6.18E-03
4.22E+00	1.19E-02	3.04E-03	3.06E-04	3.58E-04	1.50E-02	6.07E-03
4.38E+00	1.10E-02	2.56E-03	2.81E-04	2.71E-04	1.28E-02	5.64E-03
4.53E+00	1.04E-02	2.16E-03	1.89E-04	2.65E-04	1.22E-02	4.86E-03
4.69E+00	9.67E-03	1.60E-03	1.76E-04	1.99E-04	1.16E-02	4.40E-03
4.84E+00	9.60E-03	1.35E-03	1.63E-04	1.49E-04	1.13E-02	4.48E-03
5.00E+00	8.40E-03	1.43E-03	1.53E-04	1.29E-04	1.01E-02	4.14E-03
5.16E+00	8.20E-03	1.21E-03	1.15E-04	1.16E-04	9.80E-03	3.89E-03
5.31E+00	7.46E-03	1.29E-03	1.72E-04	1.16E-04	9.42E-03	3.66E-03
5.47E+00	7.23E-03	9.59E-04	9.87E-05	8.07E-05	8.38E-03	3.63E-03
5.63E+00	6.80E-03	9.28E-04	1.07E-04	6.98E-05	8.15E-03	3.37E-03
5.78E+00	7.02E-03	1.01E-03	9.74E-05	1.08E-04	7.56E-03	3.33E-03
5.94E+00	6.30E-03	7.34E-04	8.67E-05	8.42E-05	7.55E-03	3.03E-03
6.09E+00	6.44E-03	6.49E-04	8.07E-05	6.99E-05	6.83E-03	2.82E-03
6.25E+00	5.98E-03	6.03E-04	6.23E-05	5.84E-05	6.89E-03	2.64E-03
6.41E+00	6.00E-03	5.46E-04	6.97E-05	6.37E-05	6.37E-03	2.50E-03
6.56E+00	5.69E-03	4.46E-04	5.82E-05	4.97E-05	6.56E-03	2.52E-03
6.72E+00	5.63E-03	3.10E-04	4.88E-05	5.35E-05	6.56E-03	2.37E-03
6.88E+00	5.40E-03	3.75E-04	4.53E-05	4.91E-05	6.18E-03	2.42E-03
7.03E+00	5.37E-03	2.82E-04	5.02E-05	4.84E-05	5.91E-03	2.25E-03
7.19E+00	5.22E-03	3.04E-04	4.35E-05	4.47E-05	6.21E-03	2.18E-03
7.34E+00	5.10E-03	2.48E-04	4.41E-05	3.88E-05	5.59E-03	2.18E-03
7.50E+00	4.92E-03	2.32E-04	4.07E-05	3.87E-05	5.55E-03	2.03E-03
7.66E+00	4.71E-03	2.02E-04	3.36E-05	4.29E-05	5.28E-03	2.02E-03
7.81E+00	4.58E-03	2.05E-04	3.05E-05	4.05E-05	5.16E-03	1.97E-03
7.97E+00	4.74E-03	1.82E-04	2.79E-05	3.41E-05	4.78E-03	1.95E-03
8.13E+00	4.61E-03	1.62E-04	3.13E-05	3.97E-05	5.01E-03	1.98E-03
8.28E+00	4.28E-03	1.44E-04	3.56E-05	3.67E-05	4.96E-03	1.82E-03
8.44E+00	4.41E-03	1.45E-04	2.88E-05	4.61E-05	4.95E-03	1.85E-03
8.59E+00	4.56E-03	1.37E-04	3.11E-05	3.99E-05	4.78E-03	1.90E-03
8.75E+00	4.25E-03	1.13E-04	3.53E-05	3.69E-05	4.73E-03	2.03E-03
8.91E+00	4.32E-03	1.44E-04	3.44E-05	4.27E-05	4.59E-03	1.82E-03
9.06E+00	4.48E-03	1.36E-04	4.28E-05	4.92E-05	5.13E-03	1.77E-03
9.22E+00	4.48E-03	1.16E-04	4.01E-05	4.32E-05	4.92E-03	1.84E-03
9.38E+00	4.18E-03	1.38E-04	4.77E-05	5.10E-05	4.67E-03	1.79E-03
9.53E+00	4.10E-03	1.57E-04	4.20E-05	6.09E-05	5.18E-03	1.89E-03
9.69E+00	4.57E-03	1.50E-04	5.41E-05	6.48E-05	4.69E-03	1.72E-03
9.84E+00	4.45E-03	1.19E-04	9.82E-05	8.77E-05	5.20E-03	1.75E-03

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.68	WG260416	H14TP209	1.05	1:50	19.9

No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_911	WAVE PROBE	$\gamma=3.4482x-0.6153$
2	Dy_912	ACC 1	$\gamma=2.02016x-5.0427$
3	Dy_913	ACC 2	$\gamma=2.008x-4.9847$
4	Dy_914	ACC 3	$\gamma=2.0083x-5.0301$
5	Dy_915	RESISTANCE	$\gamma=2.7078x-0.0788$
6	Dy_916	HEAVE	$\gamma=-4.5682x+24.939$
7	Dy_917	PITCH	$\gamma=-2.2762x-0.1928$
8	Dy_918	WAVE CAR	$\gamma=-9.9888x+51.947$
9	Dy_919		
10	Dy_920		
11	Dy_921		
12	Dy_922		
13	Dy_923		
14	Dy_924		
15	Dy_925		
16	Dy_926		
17	Dy_927		
18	Dy_928		
19	Dy_929		
20	Dy_930		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	1.44E+00	2.26E-03	5.35E-04	5.42E-04	5.28E-01	1.47E-01
1.56E-01	1.91E+00	1.91E-03	4.75E-04	4.32E-04	6.13E-01	2.13E-01
3.13E-01	7.98E+00	2.58E-03	7.86E-04	6.80E-04	5.70E-01	3.29E-01
4.69E-01	3.17E+01	3.43E-03	1.09E-03	1.04E-03	8.23E-01	3.20E-01
6.25E-01	2.08E+01	7.51E-03	2.84E-03	3.14E-03	5.62E+00	1.04E+00
7.81E-01	1.25E+01	3.14E-02	1.15E-02	9.60E-03	1.33E+01	2.73E+00
9.38E-01	5.46E+00	9.05E-02	2.50E-02	2.20E-02	2.07E+01	4.31E+00
1.09E+00	2.64E+00	1.13E-01	3.99E-02	3.56E-02	1.76E+01	4.77E+00
1.25E+00	1.38E+00	1.97E-01	5.41E-02	5.95E-02	1.31E+01	4.82E+00
1.41E+00	7.71E-01	1.96E-01	5.05E-02	6.15E-02	6.52E+00	2.90E+00
1.56E+00	2.80E-01	1.13E-01	2.75E-02	3.58E-02	3.25E+00	1.72E+00
1.72E+00	2.05E-01	1.02E-01	2.13E-02	3.39E-02	1.92E+00	1.22E+00
1.88E+00	1.44E-01	6.83E-02	8.77E-03	2.04E-02	6.69E-01	4.10E-01
2.03E+00	1.25E-01	5.07E-02	4.94E-03	1.25E-02	3.43E-01	2.67E-01
2.19E+00	9.21E-02	2.08E-02	1.90E-03	6.81E-03	2.11E-01	1.11E-01
2.34E+00	6.94E-02	1.41E-02	9.96E-04	3.50E-03	1.33E-01	6.81E-02
2.50E+00	6.57E-02	1.27E-02	1.00E-03	2.19E-03	8.27E-02	4.28E-02

2.66E+00	4.51E-02	9.74E-03	8.61E-04	1.15E-03	6.74E-02	2.59E-02
2.81E+00	4.51E-02	1.16E-02	8.30E-04	6.63E-04	5.47E-02	2.66E-02
2.97E+00	3.73E-02	1.03E-02	9.61E-04	7.84E-04	4.30E-02	1.71E-02
3.13E+00	3.33E-02	1.04E-02	9.38E-04	5.34E-04	4.15E-02	1.68E-02
3.28E+00	3.14E-02	9.54E-03	8.32E-04	6.72E-04	4.00E-02	9.60E-03
3.44E+00	2.63E-02	1.01E-02	9.25E-04	9.12E-04	3.23E-02	9.59E-03
3.59E+00	2.53E-02	6.60E-03	4.51E-04	5.97E-04	2.38E-02	6.07E-03
3.75E+00	2.25E-02	4.96E-03	4.01E-04	3.70E-04	2.19E-02	6.08E-03
3.91E+00	2.02E-02	5.19E-03	4.16E-04	5.34E-04	2.08E-02	5.52E-03
4.06E+00	1.95E-02	4.44E-03	3.14E-04	3.81E-04	1.99E-02	4.93E-03
4.22E+00	1.84E-02	3.04E-03	3.11E-04	3.70E-04	1.70E-02	3.94E-03
4.38E+00	1.71E-02	3.20E-03	2.83E-04	3.22E-04	1.56E-02	3.32E-03
4.53E+00	1.65E-02	1.94E-03	2.17E-04	2.27E-04	1.42E-02	3.10E-03
4.69E+00	1.56E-02	2.02E-03	2.00E-04	1.77E-04	1.38E-02	2.64E-03
4.84E+00	1.43E-02	2.15E-03	1.62E-04	1.52E-04	1.27E-02	2.27E-03
5.00E+00	1.33E-02	1.61E-03	1.38E-04	1.01E-04	1.23E-02	2.21E-03
5.16E+00	1.28E-02	1.10E-03	1.34E-04	9.60E-05	1.08E-02	2.23E-03
5.31E+00	1.25E-02	1.19E-03	1.08E-04	1.03E-04	1.05E-02	2.23E-03
5.47E+00	1.18E-02	1.04E-03	1.10E-04	8.71E-05	1.01E-02	2.09E-03
5.63E+00	1.11E-02	9.12E-04	1.09E-04	9.25E-05	9.47E-03	1.81E-03
5.78E+00	1.08E-02	8.29E-04	1.00E-04	9.25E-05	8.99E-03	1.72E-03
5.94E+00	1.03E-02	7.84E-04	8.58E-05	7.66E-05	8.37E-03	1.56E-03
6.09E+00	9.83E-03	6.56E-04	6.79E-05	7.27E-05	8.32E-03	1.42E-03
6.25E+00	9.61E-03	4.79E-04	6.30E-05	6.94E-05	7.90E-03	1.32E-03
6.41E+00	8.93E-03	4.33E-04	5.34E-05	5.66E-05	7.87E-03	1.33E-03
6.56E+00	8.93E-03	3.97E-04	4.62E-05	5.05E-05	7.37E-03	1.30E-03
6.72E+00	8.74E-03	3.25E-04	4.94E-05	5.12E-05	7.62E-03	1.35E-03
6.88E+00	8.17E-03	2.84E-04	3.93E-05	3.70E-05	6.79E-03	1.30E-03
7.03E+00	7.96E-03	2.42E-04	3.22E-05	4.25E-05	6.67E-03	1.27E-03
7.19E+00	7.77E-03	2.53E-04	3.17E-05	4.20E-05	6.35E-03	1.23E-03
7.34E+00	7.88E-03	2.04E-04	2.96E-05	3.20E-05	6.34E-03	1.11E-03
7.50E+00	7.82E-03	2.03E-04	2.04E-05	4.42E-05	6.31E-03	1.10E-03
7.66E+00	7.53E-03	1.72E-04	2.54E-05	3.03E-05	6.02E-03	1.06E-03
7.81E+00	7.49E-03	1.54E-04	2.53E-05	2.87E-05	6.02E-03	1.05E-03
7.97E+00	7.45E-03	1.71E-04	2.68E-05	3.33E-05	5.68E-03	1.03E-03
8.13E+00	7.28E-03	1.48E-04	1.95E-05	3.57E-05	5.76E-03	1.04E-03
8.28E+00	7.17E-03	1.43E-04	1.99E-05	3.14E-05	5.63E-03	1.01E-03
8.44E+00	7.03E-03	1.27E-04	1.66E-05	3.12E-05	5.50E-03	9.40E-04
8.59E+00	6.97E-03	9.69E-05	2.18E-05	3.08E-05	5.36E-03	9.76E-04
8.75E+00	6.66E-03	1.20E-04	1.99E-05	3.08E-05	5.50E-03	1.01E-03
8.91E+00	6.61E-03	1.11E-04	2.01E-05	3.84E-05	5.65E-03	9.56E-04
9.06E+00	6.85E-03	9.56E-05	2.97E-05	3.25E-05	5.54E-03	1.03E-03
9.22E+00	6.43E-03	1.09E-04	2.77E-05	4.72E-05	5.87E-03	1.05E-03
9.38E+00	6.30E-03	1.12E-04	2.71E-05	4.19E-05	5.22E-03	9.66E-04
9.53E+00	6.66E-03	1.28E-04	4.36E-05	4.29E-05	5.42E-03	9.41E-04
9.69E+00	6.95E-03	1.01E-04	4.68E-05	8.21E-05	5.50E-03	9.53E-04
9.84E+00	6.90E-03	1.59E-04	7.21E-05	5.61E-05	5.24E-03	1.05E-03

Mondel	Cdl	Fn	Gen. Program	Program name	Scale factor	Model Scale	T(°C)
113/95	4.23	0.68	WG260416	H16TP233	1	1:50	19.7

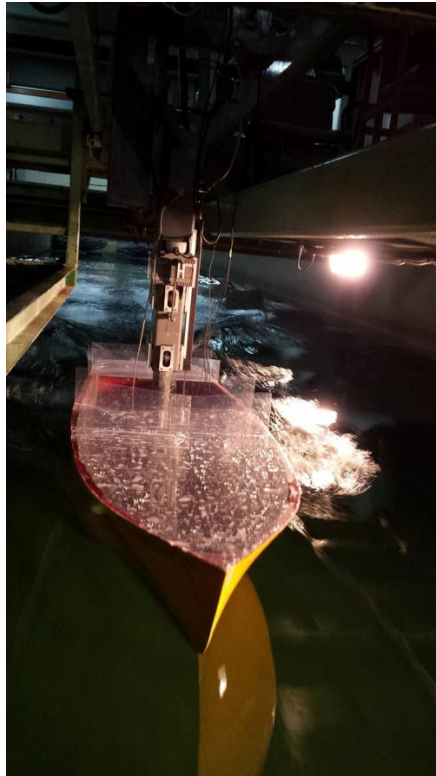
No	APXEIO	Βαθμονομήσεις	
1	Dy_948	WAVE PROBE	$y=3.5019x-0.0589$
2	Dy_949	ACC 1	$y=2.02016x-5.0427$
3	Dy_950	ACC 2	$y=2.008x-4.9847$
4	Dy_951	ACC 3	$y=2.0083x-5.0301$
5	Dy_952	RESISTANCE	$y=2.7032x-0.0669$
6	Dy_953	HEAVE	$y=-4.5682x+24.939$
7	Dy_954	PITCH	$y=-2.2762x-0.1928$
8	Dy_955	WAVE CAR	$y=-9.9888x+51.947$
9	Dy_956		
10	Dy_957		
11	Dy_958		
12	Dy_959		
13	Dy_960		
14	Dy_961		
15	Dy_962		
16	Dy_963		
17	Dy_964		
18	Dy_965		
19	Dy_966		
20	Dy_967		

f	Wave Tank	Acc. Bow	Acc. Mid	Acc. Stern	Heave	Pitch
Hz	cm ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	g ² /Hz	cm ² /Hz	deg ² /Hz
0.00E+00	2.41E+00	2.37E-03	1.03E-03	7.92E-04	5.54E-01	1.41E-01
1.56E-01	3.86E+00	2.71E-03	9.40E-04	9.05E-04	6.66E-01	2.45E-01
3.13E-01	1.67E+01	3.52E-03	1.09E-03	1.07E-03	7.97E-01	3.69E-01
4.69E-01	4.26E+01	5.95E-03	1.97E-03	2.00E-03	3.15E+00	5.18E-01
6.25E-01	2.31E+01	1.65E-02	6.83E-03	6.29E-03	1.47E+01	2.23E+00
7.81E-01	1.28E+01	3.35E-02	1.31E-02	1.23E-02	2.24E+01	3.15E+00
9.38E-01	4.35E+00	7.84E-02	2.77E-02	2.36E-02	1.64E+01	4.64E+00
1.09E+00	2.33E+00	1.70E-01	4.86E-02	4.73E-02	2.18E+01	6.43E+00
1.25E+00	1.17E+00	1.62E-01	4.40E-02	4.50E-02	1.24E+01	3.64E+00
1.41E+00	4.29E-01	1.66E-01	5.14E-02	5.33E-02	6.92E+00	3.05E+00
1.56E+00	2.75E-01	1.20E-01	2.14E-02	3.51E-02	2.89E+00	1.46E+00
1.72E+00	2.21E-01	1.04E-01	2.09E-02	3.67E-02	1.72E+00	1.12E+00
1.88E+00	1.37E-01	4.45E-02	7.92E-03	1.35E-02	6.44E-01	4.21E-01
2.03E+00	1.10E-01	2.56E-02	3.62E-03	8.76E-03	2.32E-01	1.62E-01
2.19E+00	9.80E-02	1.84E-02	1.85E-03	4.80E-03	1.46E-01	1.15E-01
2.34E+00	8.43E-02	1.26E-02	1.20E-03	2.73E-03	1.25E-01	7.63E-02
2.50E+00	6.60E-02	1.25E-02	9.46E-04	1.98E-03	7.89E-02	4.60E-02

2.66E+00	6.28E-02	9.87E-03	8.92E-04	1.08E-03	7.08E-02	2.73E-02
2.81E+00	5.56E-02	1.11E-02	8.83E-04	9.07E-04	5.85E-02	2.69E-02
2.97E+00	4.77E-02	1.13E-02	8.89E-04	5.63E-04	5.72E-02	2.00E-02
3.13E+00	4.39E-02	7.81E-03	9.24E-04	6.28E-04	4.68E-02	2.15E-02
3.28E+00	4.04E-02	8.22E-03	9.40E-04	5.29E-04	3.72E-02	1.66E-02
3.44E+00	3.65E-02	6.61E-03	6.36E-04	5.84E-04	3.11E-02	1.28E-02
3.59E+00	3.26E-02	5.86E-03	6.84E-04	6.27E-04	3.04E-02	1.18E-02
3.75E+00	2.97E-02	4.86E-03	6.05E-04	5.30E-04	2.77E-02	9.26E-03
3.91E+00	2.80E-02	4.44E-03	4.08E-04	4.18E-04	2.30E-02	9.02E-03
4.06E+00	2.70E-02	3.07E-03	3.36E-04	2.98E-04	2.13E-02	6.40E-03
4.22E+00	2.41E-02	2.56E-03	2.40E-04	2.20E-04	2.00E-02	6.54E-03
4.38E+00	2.30E-02	2.21E-03	2.38E-04	2.13E-04	1.76E-02	6.57E-03
4.53E+00	2.09E-02	2.11E-03	2.71E-04	2.35E-04	1.76E-02	5.47E-03
4.69E+00	2.03E-02	1.75E-03	1.83E-04	1.47E-04	1.56E-02	5.14E-03
4.84E+00	1.92E-02	1.37E-03	1.72E-04	1.29E-04	1.51E-02	4.56E-03
5.00E+00	1.82E-02	1.35E-03	1.74E-04	1.29E-04	1.39E-02	4.57E-03
5.16E+00	1.69E-02	1.24E-03	1.65E-04	8.71E-05	1.37E-02	4.33E-03
5.31E+00	1.60E-02	8.97E-04	1.57E-04	8.83E-05	1.31E-02	4.25E-03
5.47E+00	1.59E-02	1.41E-03	1.10E-04	6.96E-05	1.18E-02	3.68E-03
5.63E+00	1.51E-02	6.23E-04	1.08E-04	8.08E-05	1.11E-02	3.16E-03
5.78E+00	1.46E-02	6.92E-04	9.51E-05	7.89E-05	1.06E-02	3.50E-03
5.94E+00	1.35E-02	5.45E-04	9.03E-05	7.05E-05	1.10E-02	3.60E-03
6.09E+00	1.30E-02	5.83E-04	7.72E-05	5.39E-05	1.04E-02	3.07E-03
6.25E+00	1.29E-02	3.91E-04	6.34E-05	4.09E-05	9.62E-03	3.16E-03
6.41E+00	1.27E-02	3.71E-04	6.08E-05	5.45E-05	9.29E-03	2.94E-03
6.56E+00	1.18E-02	3.30E-04	5.48E-05	5.05E-05	8.57E-03	2.92E-03
6.72E+00	1.16E-02	3.52E-04	5.36E-05	4.43E-05	8.95E-03	2.78E-03
6.88E+00	1.10E-02	2.35E-04	6.45E-05	4.35E-05	8.20E-03	2.69E-03
7.03E+00	1.14E-02	2.41E-04	6.21E-05	4.00E-05	8.57E-03	2.56E-03
7.19E+00	1.11E-02	2.06E-04	3.74E-05	3.76E-05	8.31E-03	2.40E-03
7.34E+00	1.06E-02	2.12E-04	4.33E-05	3.06E-05	8.05E-03	2.52E-03
7.50E+00	1.01E-02	1.95E-04	4.92E-05	2.52E-05	8.01E-03	2.31E-03
7.66E+00	1.01E-02	1.55E-04	3.72E-05	3.47E-05	7.49E-03	2.24E-03
7.81E+00	1.02E-02	1.50E-04	3.23E-05	3.95E-05	7.20E-03	2.19E-03
7.97E+00	9.61E-03	1.39E-04	3.03E-05	3.12E-05	6.73E-03	2.31E-03
8.13E+00	9.55E-03	1.18E-04	2.80E-05	2.59E-05	7.18E-03	2.20E-03
8.28E+00	9.45E-03	1.23E-04	2.06E-05	3.08E-05	7.44E-03	2.12E-03
8.44E+00	9.66E-03	1.36E-04	2.87E-05	3.30E-05	7.19E-03	2.18E-03
8.59E+00	9.23E-03	1.00E-04	2.34E-05	2.63E-05	7.03E-03	2.20E-03
8.75E+00	9.14E-03	9.46E-05	1.85E-05	2.64E-05	7.01E-03	2.01E-03
8.91E+00	8.67E-03	1.10E-04	2.00E-05	2.76E-05	6.61E-03	2.18E-03
9.06E+00	9.18E-03	1.24E-04	2.76E-05	4.07E-05	6.60E-03	1.99E-03
9.22E+00	9.25E-03	9.86E-05	3.18E-05	4.06E-05	6.81E-03	2.11E-03
9.38E+00	9.08E-03	1.05E-04	3.68E-05	4.30E-05	6.87E-03	1.93E-03
9.53E+00	8.91E-03	9.92E-05	5.09E-05	5.52E-05	6.82E-03	2.05E-03
9.69E+00	9.19E-03	1.53E-04	5.88E-05	6.37E-05	7.40E-03	1.98E-03
9.84E+00	8.79E-03	1.49E-04	7.84E-05	8.63E-05	7.18E-03	2.01E-03

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Φωτογραφίες Πειραματικής Διαδικασίας



Εικόνα 1: Το μοντέλο 113/95 σε κινήση



Εικόνα 2: Το φορείο της δεξαμενής



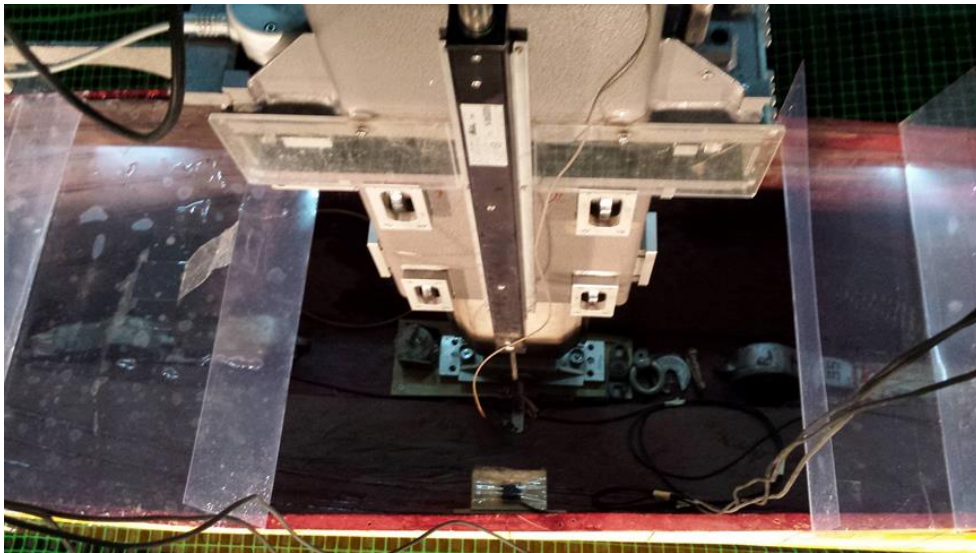
Εικόνα 3: Το μοντέλο 113/95 δεμένο σε μάντρες για την εύρεση της ακτίνας αδράνειας και περιόδου ιδιοταλάντωσης



Εικόνα 4: Οι υπολογιστές επι του φορείου



Εικόνα 5: Μηχανισμός απόσβεσης κυμάτων



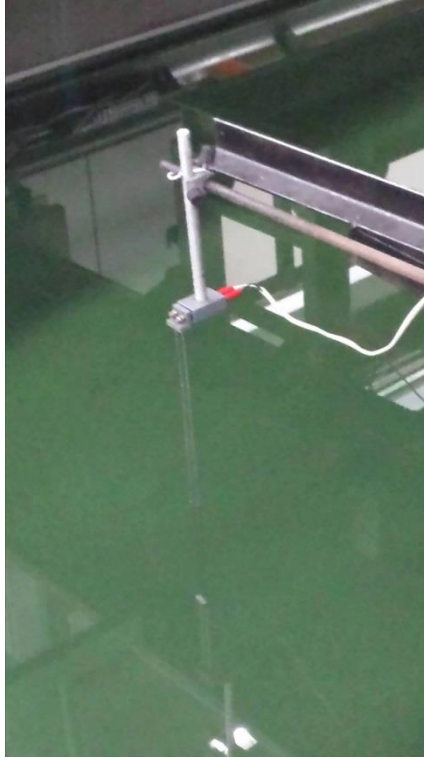
Εικόνα 6: Δυναμόμετρο R-47 στο οποίο είναι δεμένο το μοντέλο 113/95



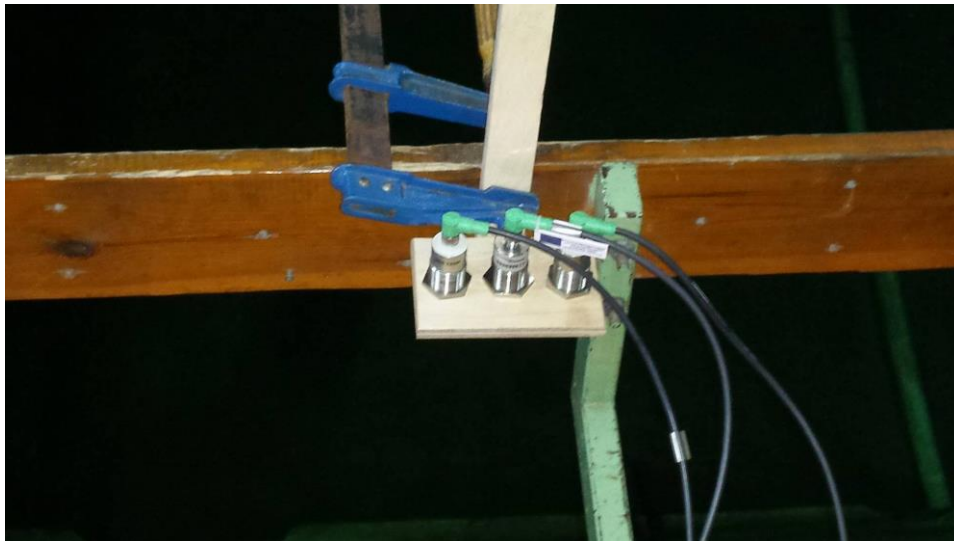
Εικόνα 7:Κλίμακα για τη βαθμονόμηση του Heave



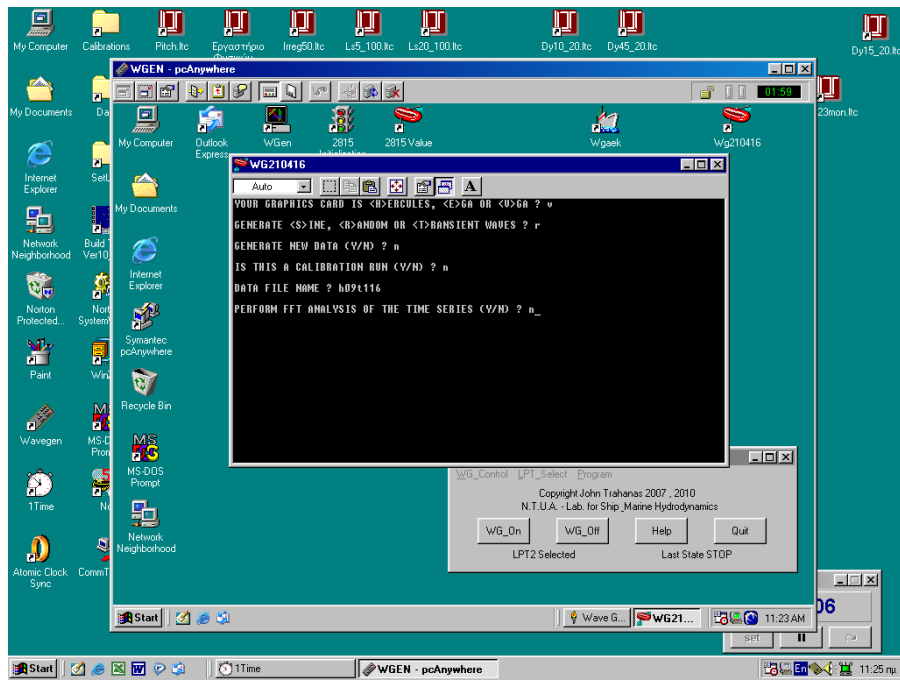
Εικόνα 8:Κλίμακα για τη βαθμονόμηση του Pitch



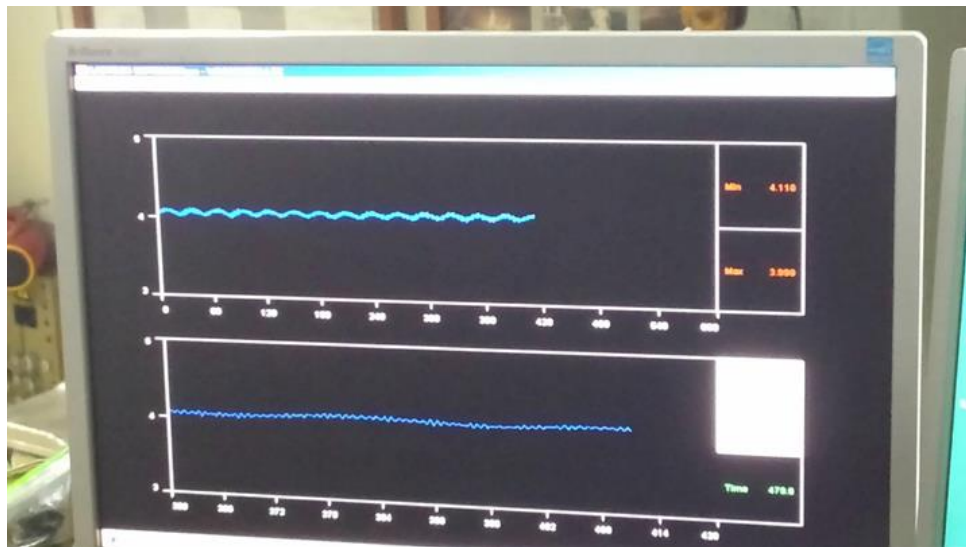
Εικόνα 9: Ακίνητος αισθητήρας μέτρησης ύψους κύματος(Wave Tank Probe)



Εικόνα 10: Αισθητήρας επι του φορίου για τη μέτρησης του ύψους κύματος(Wave Car Probe)



Εικόνα 11: Πρόγραμμα του υπολογιστή για τη δημιουργία των κυματισμών



Εικόνα 12: Το ‘Φάντασμα’ της δεξαμενής όπου νερό και δεξαμενή βρίσκονται σε συχνότητα συντονισμού