

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ



ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

Επιβλέπων : Καθηγητής Γ. Γρηγορόπουλος

«Σύγκριση της δυναμικής συμπεριφοράς τριών τύπων
πλοίων σε θαλάσσιους κυματισμούς»

Μεταπτυχιακή Εργασία

ΤΡΙΠΕΡΙΝΑΣ ΔΗΜΟΣΘΕΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2018

ΠΡΟΛΕΓΟΜΕΝΑ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον καθ. Κ Γ. Γρηγορόπουλο για την εμπιστοσύνη του και την συνεργασία μας όλα αυτά τα χρόνια και πολλώ μάλλον στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στον διδάκτορα Ναυπηγό Μηχ/γο Μηχ/κό κ. Σ. Πολύζο για την πολύτιμη βοήθειά του.

Θα ήθελα τέλος να ευχαριστήσω τον διευθυντή μου καθ. Γ. Τζαμπίρα αλλά και όλους τους συναδέλφους μου στο Ε.Ν.Θ.Υ. που με ενθάρρυναν στους δισταγμούς μου, με ανέχτηκαν στις εντάσεις μου και μου πρόσφεραν «χώρο» για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Δημοσθένης Τριπερίνας

Αθήνα 12-12-2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελίδα
1. Εισαγωγή	1
2. Η θεωρία λωρίδων	2
3. Κώδικες που χρησιμοποιήθηκαν	12
4. Περιγραφή πλοίων	18
5. Επιλογή των καταστάσεων θάλασσας	25
6. Κριτήρια για την αξιολόγηση της δυναμικής συμπεριφοράς	28
7. Αποτελέσματα υπολογισμών δυναμικής συμπεριφοράς	29
8. Έλεγχος κριτηρίων	39
9. Συμπεράσματα	50
10. Βιβλιογραφία	52

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας είναι η συγκριτική διερεύνηση της δυναμικής συμπεριφοράς τριών διαδεδομένων τύπων πλοίων με μορφή γάστρας και χαρακτηριστικά αρκετά διαφορετικά. Τα τρία πλοία έχουν διαφορετικές αδιαστατες ταχύτητες υπηρεσίας (F_n) και συντελεστές γάστρας (C_B). Πρόκειται για:

- ένα αντιτορπιλικό $C_B=0.51$ $F_n=0.25$ $F_n=0.41$
- ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και $C_B=0.65$ $F_n=0.26$
- ένα πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην $C_B=0.86$ $F_n=0.14$

Εάν ληφθεί υπόψη ότι τα δεξαμενόπλοια και τα συναφή πλοία μεταφοράς υγρού φορτίου (παράγωγα πετρελαίου κλπ.) έχουν μορφές γάστρας που προσεγγίζουν αυτές των πλοίων μεταφοράς φορτίου χύδην, η προτεινόμενη διερεύνηση καλύπτει τη συντριπτική πλειοψηφία των φορτηγών πλοίων και μια σημαντική κατηγορία πολεμικών πλοίων.

Η διερεύνηση θα καλύπτει τόσο τις δυναμικές αποκρίσεις όσον και την πρόσθετη αντίσταση των πλοίων αυτών σε μετωπικούς, πλάγιους και ακολουθούντες κυματισμούς. Για τον υπολογισμό θα χρησιμοποιηθούν κώδικες που βασίζονται στη θεωρία λωρίδων (strip theory), που δίνει αριθμητικά αποτελέσματα σε ικανοποιητική συμφωνία με τα αντίστοιχα πειραματικά.

Επιπρόσθετα, και κυρίως για την σύγκριση των μεθόδων, χρησιμοποιήθηκε και το εμπορικό πακέτο SWAN (panel κώδικας).

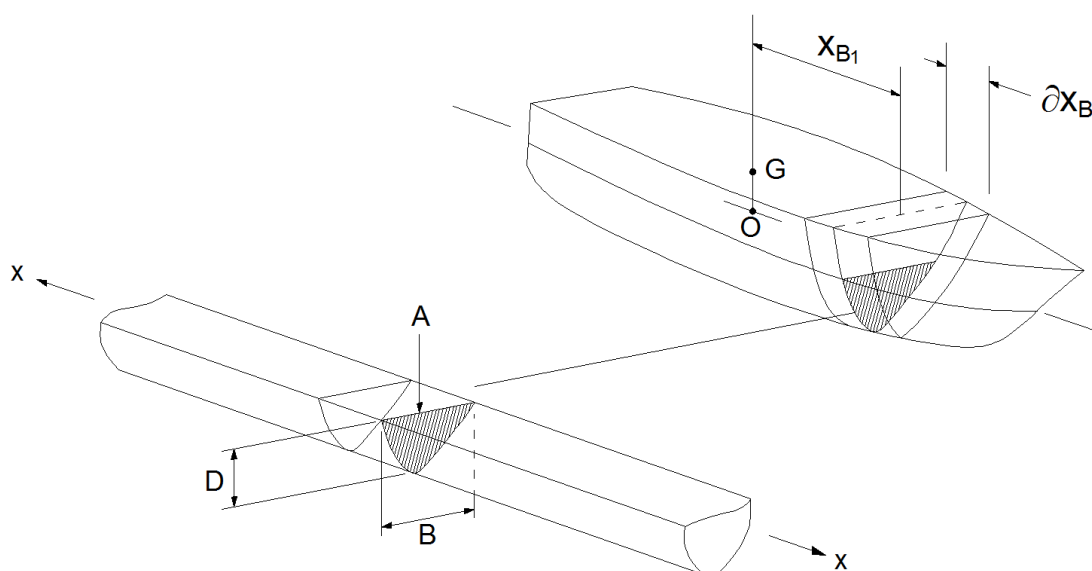
Οι μορφές γάστρας που θα διερευνηθούν, περιγράφονται λεπτομερώς στη διεθνή βιβλιογραφία και προσφέρονται για σύγκριση της αξιοπιστίας εναλλακτικών αριθμητικών μεθόδων.

2. Η θεωρία λωρίδων

Η θεωρία λωρίδων αναπαριστά την τρισδιάστατη βρεχόμενη επιφάνεια της γάστρας ως σειρά διδιάστατων εγκάρσιων τομών ή λωρίδων μικρού μήκους δx_{B1} (Σχήμα 1). Τα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά της γάστρας υπολογίζονται με υπέρθεση των αντιστοίχων διδιάστατων χαρακτηριστικών της κάθε λωρίδας. Έτσι αμελούνται τρισδιάστατες αλληλεπιδράσεις των λωρίδων, ροή κυκλοφορίας στην πλώρα και την πρύμνη του πλοίου και επιδράσεις μεταβολής της μορφής της λωρίδας κατά το μήκος της δx_{B1} .

Η θεωρία λωρίδων βασίζεται στις παρακάτω προϋποθέσεις :

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



Σχήμα 2.1: Αναπαράσταση υφάλων τομής γάστρας από κύλινδρο απείρου μήκους.

Σύμφωνα με τη θεωρία λωρίδων η σχέση

$$X_{j,2D} = -\rho \frac{\partial}{\partial t} \int_C \Phi n_{jF} dS, \quad j = 2, 3, 4 \quad (2.1)$$

αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό των διδιάστατων υδροδυναμικών δυνάμεων.

Εισάγοντας την ανάλυση του δυναμικού

$$\Phi = \sum_{k=2}^4 \dot{\xi}_k \Phi_k^{(1)} \quad (2.2)$$

παίρνουμε:

$$X_{j,2D} = -\rho \frac{\partial}{\partial t} \dot{\xi}_k \int_C \Phi_k^{(1)} n_{jF} dS \quad (\acute{\alpha}\theta\rho\rho\rho\rho\rho \acute{\omega}\varsigma \pi\rho\rho\rho \kappa \gamma\rho\rho \kappa = 2, 3, 4) \quad (2.3)$$

όπου τα $\Phi_k^{(1)}$ ικανοποιούν τη συνθήκη $\frac{\partial \Phi_k^{(1)}}{\partial n} = n_k$, $\kappa=2, 3, 4$ πάνω σε στερεό σύνορο.

Κατά συνέπεια, τα δυναμικά $\Phi_k^{(1)}$ (δυναμικά ανά μονάδα ταχύτητας) εξαρτώνται μόνο από τη γεωμετρία της τομής και τη συχνότητα ταλάντωσης. Χρησιμοποιώντας τη μιγαδική γραφή των χρονικά αρμονικών μεγεθών μπορούμε να γράψουμε την (2.3) στη μορφή:

$$\tilde{X}_{j,2D} = -\frac{\partial}{\partial t} \left\{ \tilde{\xi}_k t_{kj} \right\} \quad (\acute{\alpha}\theta\rho\rho\rho\rho\rho \acute{\omega}\varsigma \pi\rho\rho\rho \kappa \gamma\rho\rho \kappa = 2, 3, 4) \quad (2.4)$$

$$\acute{\omega}\pi\rho\rho \quad t_{kj} \equiv \rho \int_C \Phi_k^{(1)} n_{jF} dS = \alpha_{kj} + \frac{1}{i\omega} b_{kj} \quad (2.5)$$

και α_{kj} , b_{kj} οι συνήθεις διαστατές πρόσθετες μάζες και αποσβέσεις της τομής.

Το ολοκλήρωμα που ορίζει τα μεγέθη t_{kj} θυμίζει μορφολογικά τα ολοκληρώματα του ορισμού των πρόσθετων μαζών στην περίπτωση του απέρατου υγρού, διαφέρει δε από εκείνα κατά τους εξής δύο χαρακτήρες:

- 1) η ολοκλήρωση γίνεται μόνο πάνω στο βρεχόμενο τμήμα της επιφάνειας του σώματος και όχι στο σύνολό της, και
- 2) τα δυναμικά $\Phi_k^{(1)}$ παίρνουν γενικά μιγαδικές τιμές (πράγμα που μπορεί να δείχτεί πως οφείλεται στη φύση της οριακής συνθήκης ελεύθερης επιφάνειας).

Έτσι τα t_{kj} , που έχουν φυσικά διαστάσεις μάζας, παίρνουν γενικά μιγαδικές τιμές. Οι παρατηρήσεις αυτές, σε συνδυασμό με το ότι η σχέση μπορεί να πάρει τη μορφή:

$$\tilde{X}_{j,2D} = -\tilde{\xi}_k \cdot t_{kj} \quad (2.6)$$

μας επιτρέπουν να ονομάσουμε τα t_{kj} μιγαδικές πρόσθετες μάζες. Η σχέση (2.5) μας δείχνει ότι οι συνήθεις πρόσθετες μάζες $\alpha_{kj} = \text{Re}[t_{kj}]$, ενώ οι αποσβέσεις $b_{kj} = -\omega \text{Im}[t_{kj}]$.

Ειδικά στην περίπτωση της κατακόρυφης κίνησης (heave, $j=3$) η σχέση (2.4) απλουστεύεται στην:

$$\tilde{X}_{3,2D} = -\frac{\partial}{\partial t} \left\{ \tilde{\xi}_3 \cdot t_{33} \right\} \quad (2.7)$$

Επειδή $t_{32} = t_{34} = 0$, ($a_{32} = a_{34} = b_{32} = b_{34} = 0$) λόγω του ότι χρησιμοποιούμε τομές που έχουν τον κατακόρυφο άξονα $-x_3$ άξονα συμμετρίας.

Το ταλαντευόμενο μέρος της διδιάστατης υδροστατικής δύναμης (επαναφέρουσα δύναμη ελατηριακού χαρακτήρα) που ασκείται πάνω στην τομή λόγω της κατακόρυφης κίνησης της $\tilde{\xi}_3$ δίνεται, κατά τα γνωστά, από τη σχέση:

$$\tilde{H}_{3,2D} = -c_{33} \cdot \tilde{\xi}_3 \quad (2.8)$$

$$\text{όπου } c_{33} = \rho g B \quad (2.9)$$

Οι σχέσεις (2.7) και (2.8) δίνουν, σε μορφή βολική για τις ανάγκες της θεωρίας λωρίδων, τις διδιάστατες υδροστατικές και υδροδυναμικές δυνάμεις που απαιτούνται για την κατάστρωση των εξισώσεων των κατακόρυφων κινήσεων (heave και pitch) του πλοίου. Ο χειρισμός των πλάγιων κινήσεων (sway, roll, yaw) του πλοίου μπορεί να γίνει ανάλογα, χρησιμοποιώντας τη γενικότερη σχέση (2.4) για τις υδροδυναμικές και υδροστατικές δυνάμεις. Εν τούτοις για την παραγωγή των εξισώσεων κίνησης απαιτείται ακόμη και ο καθορισμός των διεγερουσών δυνάμεων (exciting force) που οφείλονται τόσο στον προσπίπτοντα όσο και στον ανακλώμενο κυματισμό (δυνάμεις Froude-Krylov και diffraction αντίστοιχα).

Ας φανταστούμε λοιπόν προς στιγμή ένα πλοίο που κινείται σε μετωπικούς κυματισμούς με σταθερή προς τα πρόσω ταχύτητα U “κρατημένο” όμως έτσι που να εμποδίζονται οι ταλαντωτικές κινήσεις heave και pitch. Ας θεωρήσουμε τώρα μια λωρίδα γάστρας. Ο αντίστοιχος νομέας δέχεται τις επιδράσεις των πιέσεων του αδιατάραχτου προσπίπτοντος κύματος, οι οποίες ολοκληρούμενες πάνω στο νομέα μας δίνουν τη δύναμη Froude-Krylov ανά λωρίδα. Μπορούμε και εδώ να θέσουμε τη δύναμη Froude-Krylov στη μορφή:

$$\tilde{F}_{3,2D}^{(1)} = -c_{33} (-\tilde{\zeta}^*) \quad (2.10)$$

όπου c_{33} ο υδροστατικός συντελεστής, σχέση (2.9),

$$\begin{aligned} \tilde{\zeta}^* &= \tilde{\zeta} e^{-kT^*} \\ \tilde{\zeta} &= iA e^{ikx_1} \cdot e^{i\omega t} \end{aligned}$$

η μορφή της επιφάνειας του κύματος και

$$T^* = -\frac{1}{k} \ln \left(1 - \frac{2k}{B} \int_{-T}^0 x_2 e^{kx_3} dx_3 \right) \quad (2.11)$$

Ένα “ισοδύναμο” βύθισμα ($T^* \leq T$), που μας επιτρέπει να λάβουμε υπ’όψη μας ότι οι πιέσεις Froude-Krylov μειώνονται εκθετικά καθ’ύψος.

Εξ άλλου, ο νομέας που εξετάζουμε δέχεται και τις επιδράσεις των πιέσεων του κυματισμού παρεκτροπής, που ολοκληρωμένες μας δίνουν το υπόλοιπο μέρος των διεγερουσών δυνάμεων (δυνάμεις diffraction). Το δυναμικό παρεκτροπής $\overset{\circ}{\Phi}_D$ ικανοποιεί τις ίδιες οριακές συνθήκες με το δυναμικό $\overset{\circ}{\Phi}_3$ του heave, εκτός από τη συνθήκη επί του στερεού συνόρου, που ενώ για το $\overset{\circ}{\Phi}_3$ είναι:

$$\frac{\partial \overset{\circ}{\Phi}_3}{\partial n} = i\omega \overset{\circ}{\xi}_3 n_3$$

για το $\overset{\circ}{\Phi}_D$ είναι:

$$\frac{\partial \overset{\circ}{\Phi}_D}{\partial n} = -\frac{\partial \overset{\circ}{\Phi}_I}{\partial n} \quad (2.12)$$

$$\text{όπου } \overset{\circ}{\Phi}_I = -\frac{gA}{\omega_0} e^{kx_3 + ikx_1} \quad (2.13)$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι λογικό να προσεγγίσουμε το πρόβλημα του δυναμικού περίθλασης $\overset{\circ}{\Phi}_D$ από ένα υποθετικό πρόβλημα heaving με κατακόρυφη ταχύτητα $i\omega \overset{\circ}{\xi}_3$ ίση με τη με τη μέση τιμή της κατακόρυφης ταχύτητας $\frac{\partial \overset{\circ}{\Phi}_D}{\partial x_3}$ πάνω σε ολόκληρο το νομέα:

$$\overset{\circ}{V}^m = -\frac{1}{B} \int_C \frac{\partial \overset{\circ}{\Phi}_I}{\partial x_3} dx_2 \quad (2.14)$$

Η ταχύτητα $\overset{\circ}{V}^m$ γράφεται και στη μορφή:

$$\overset{\circ}{V}^m = -i\omega_0 \overset{\circ}{\zeta}^* \quad (2.15)$$

όπου $\overset{\circ}{\zeta}^* = \overset{\circ}{\zeta} e^{-kT^*}$, $\overset{\circ}{\zeta} = iA e^{ik_1}$ και το T^* δίδεται από την σχέση (2.3). Δηλαδή, είναι το ίδιο με το “ισοδύναμο” βύθισμα που χρησιμοποιήσαμε για να εκφράσουμε τις διδιάστατες δυνάμεις Froude-Krylov.

Έχοντας λοιπόν προσεγγίσει το πρόβλημα παρεκτροπής από ένα πρόβλημα heaving με κατακόρυφη ταχύτητα V^m μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση (2.7), για την έκφραση των δυνάμεων παρεκτροπής:

$$\tilde{F}_{3,2D}^{(D)} = -\frac{\partial}{\partial t} \left\{ \left(-\tilde{\zeta}^* \right) t_{33} \right\} \quad (2.16)$$

(χρησιμοποιήσαμε τη σχέση $\tilde{\zeta}^* = i\omega_0 \tilde{\zeta}^*$, οπότε $V^m = -\tilde{\zeta}^*$)

Οι σχέσεις (2.7), (2.8), (2.10) και (2.16) αποτελούν το σύνολο των “διδιάστατων εφοδίων” που χρειαζόμαστε για να καταστρώσουμε τις εξισώσεις κίνησης σε heave και pitch του πλοίου, σύμφωνα με τη συνήθη παραλλαγή της θεωρίας λωρίδων.

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να παρατηρήσουμε πως, αν ακολουθήσουμε την παραδοσιακή θεωρία λωρίδων, δηλαδή θεωρήσουμε $t_{33} = t_{33}(\omega)$, οι σχέσεις (2.7) και (2.16) συνοψίζονται στην:

$$\tilde{X}_{3,2D} + \tilde{F}_{3,2D}^{(D)} = -\frac{\partial}{\partial t} \left\{ \left(\tilde{\xi}_3 - \tilde{\zeta}^* \right) t_{33} \right\} \quad (2.17)$$

που αποτελεί το περιεχόμενο της υπόθεσης της “σχετικής ταχύτητας” του Korvin-Kroukonsky, που για αρκετά χρόνια αποτελούσε το μόνο τρόπο προσπέλασης του προβλήματος του Seakeeping. Σύμφωνα με την υπόθεση της “σχετικής ταχύτητας”, οι συνολικές υδροδυναμικές δυνάμεις που ασκούνται πάνω στο νομέα συντίθενται από τους όρους

$$c(\xi_3 - \zeta^*) + b(\dot{\xi}_3 - \dot{\zeta}^*) + a(\ddot{\xi}_3 - \ddot{\zeta}^*)$$

Ας θεωρήσουμε τώρα το πλήρες πρόβλημα, δηλαδή πλοίο κινούμενο προς τα μπρος με ταχύτητα U δια μέσου μετωπικών αρμονικών κυματισμών και διεγερόμενο σε ταλαντωτικές κινήσεις heave $\xi_3 = \text{Re}[\tilde{\xi}_3]$ και pitch $\xi_5 = \text{Re}[\tilde{\xi}_5]$ (το πλοίο διεγείρεται και σε surge ξ_1 , που είναι μάλιστα συζευγμένη με τις κινήσεις heave και pitch. Εν τούτοις μπορούμε, καθώς γίνεται παραδοσιακά, να αγνοήσουμε την κίνηση αυτή). Το σωματοπαγές σύστημα που χρησιμοποιούμε συνήθως έχει την αρχή του πάνω στην τομή της ισάλου πλευσης σε ήρεμη θάλασσα και στο επίπεδο συμμετρίας, κατακόρυφα πάνω από το κέντρο βάρους G του πλοίου, έτσι ώστε $x_{1G} = x_{2G} = 0$. Οι εξισώσεις της κίνησης, αναφερόμενες στο κινούμενο αδρανειακό σύστημα ή, ισοδυνάμως στο σωματοπαγές σύστημα (λόγω των μικρών μεταξύ τους αποκλίσεων, Loukakis και Sklavounos, 1973, προκύπτουν σε εφαρμογή του νόμου του Newton:

$$M_{\zeta_3}^{\tilde{\xi}} = \tilde{F}_3^{(T)} \quad (2.18)$$

$$I_{55}^{\tilde{\xi}} = \tilde{F}_5^{(T)}$$

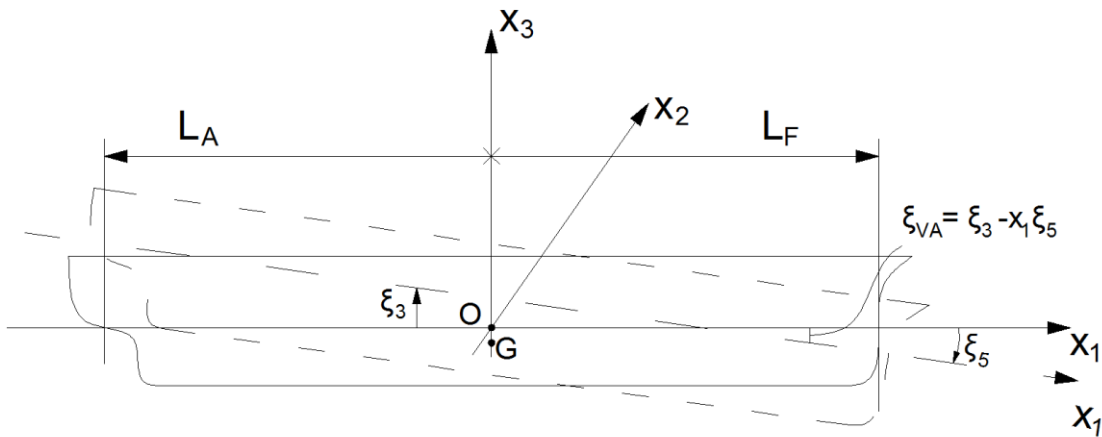
όπου $\tilde{F}_3^{(T)}$ η συνολική (μιγαδική) υδροδυναμική δύναμη κατά τον άξονα x_3 , και $\tilde{F}_5^{(T)}$ η συνολική (μιγαδική) υδροδυναμική ροπή περί τον άξονα x_2 .

Καθώς ξέρουμε, στα πλαίσια της θεωρίας λωρίδων είναι:

$$\tilde{F}_3^{(T)} = \int_{L_A}^{L_F} \tilde{F}_{3,2D}^{(T)} dx_1 \quad (2.19)$$

$$\tilde{F}_5^{(T)} = \int_{L_A}^{L_F} x \tilde{F}_{3,2D}^{(T)} dx_1 \quad (2.20)$$

όπου $\tilde{F}_{3,2D}^{(T)} = \tilde{X}_{3,2D} + \tilde{H}_{3,2D} + \tilde{F}_{3,2D}^{(I)} + \tilde{F}_{3,2D}^{(D)}$ (2.21)



Σχήμα 2.2

Για να εκφράσουμε σωστά τις δυνάμεις που ασκούνται ανά λωρίδα του σκάφους, δηλαδή να χρησιμοποιήσουμε σωστά τις σχέσεις (2.7), (2.8), (2.10) και (2.16) πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας πως οι νομείς του πλοίου συνθέτουν ένα στερεό σώμα, οπότε, όταν το heave και το pitch του πλοίου είναι $\tilde{\xi}_3$ και $\tilde{\xi}_5$ αντίστοιχα, η απόλυτη κατακόρυφη απόκλιση $\tilde{\xi}_{VA}$ (**A**bsolute **V**ertical **M**otion) του νομέα στη θέση x_1 είναι (βλ. Σχήμα 2.2):

$$\tilde{\xi}_{VA} = \tilde{\xi}_3 - x_1 \tilde{\xi}_5 \quad (2.22)$$

η “μέση σχετική” (ως προς το κύμα) κατακόρυφη απόκλιση $\tilde{\xi}_{VR}^*$ είναι:

$$\tilde{\xi}_{VR}^* = \tilde{\xi}_3 - x_1 \tilde{\xi}_5 - \tilde{\zeta}^* \quad (2.23)$$

και η σχετική κατακόρυφη απόκλιση του νομέα ως προς την επιφάνεια του κύματος είναι:

$$\tilde{\xi}_{VR} = \tilde{\xi}_3 - x_1 \tilde{\xi}_5 - \tilde{\zeta} \quad (2.24)$$

Εξ άλλου, εφ’ όσον η κίνηση του πλοίου παρακολουθείται από το σωματοπαγές ή το αδρανειακό σύστημα (ως προς τα οποία το x_1 είναι ανεξάρτητο του χρόνου), ο αδρανειακός χρονικός ρυθμός μεταβολής, που ενδιαφέρει για τη γραφή των εξισώσεων κίνησης, είναι, κατά τα γνωστά:

$$\frac{\partial}{\partial t} - U \frac{\partial}{\partial x_1}$$

όπου $\frac{\partial}{\partial t}$ ο χρονικός ρυθμός ως προς τα κινούμενα συστήματα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι διδιάστατες σχέσεις που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, παίρνουν την ακόλουθη μορφή, όταν εφαρμόζονται σε ένα νομέα του κινούμενου και ταλαντευόμενου καραβιού:

$$\tilde{\mathbf{H}}_{3,2D} + \tilde{\mathbf{F}}_{3,2D}^{(1)} = -c_{33} \tilde{\xi}_{VR}^* \quad (2.25)$$

$$\tilde{X}_{3,2D} + \tilde{F}_{3,2D}^{(D)} = - \left(\frac{\partial}{\partial t} - U \frac{\partial}{\partial x_1} \right) \left\{ t_{33} \left(\frac{\partial}{\partial t} - U \frac{\partial}{\partial x_1} \right) \tilde{\xi}_{VR}^* \right\} \quad (2.26)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \tilde{\xi}_k = i\omega \tilde{\xi}_k, \quad k = 3, 5$$

όμως

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} - U \frac{\partial}{\partial x_1} \right) \tilde{\zeta}^* = (i\omega - Uik) \tilde{\zeta}^* = i\omega_0 \tilde{\zeta}^*$$

άρα η (2.16) γίνεται:

$$\tilde{X}_{3,2D} + \tilde{F}_{3,2D}^{(D)} = - \left(\frac{\partial}{\partial t} - U \frac{\partial}{\partial x_1} \right) \left\{ t_{33} \left(\tilde{\xi}_3 - x_1 \tilde{\xi}_{35} + U \tilde{\xi}_5 - i\omega_0 \tilde{\zeta}^* \right) \right\} \quad (2.26a)$$

Εισάγοντας τις παραπάνω εκφράσεις στην (2.20) και την προκύπτουσα $\mathbf{F}_{3,2D}^{(T)}$ στις (2.19) και (2.20) παίρνουμε τις συνολικές υδροδυναμικές δυνάμεις και ροπές, που, εισαγόμενες στις (2.18), οδηγούν στην ακόλουθη μορφή των εξισώσεων κίνησης:

$$(\mathbf{M} + \mathbf{A}_{33}) \tilde{\xi}_3 + \mathbf{B}_{33} \tilde{\xi}_3 + \mathbf{C}_{33} \tilde{\xi}_3 + \mathbf{A}_{35} \tilde{\xi}_5 + \mathbf{B}_{35} \tilde{\xi}_5 + \mathbf{C}_{35} \tilde{\xi}_5 = \tilde{F}_3 \quad (2.27)$$

$$\mathbf{A}_{53} \tilde{\xi}_3 + \mathbf{B}_{53} \tilde{\xi}_3 + \mathbf{C}_{53} \tilde{\xi}_3 + (\mathbf{I}_{55} + \mathbf{A}_{55}) \tilde{\xi}_5 + \mathbf{B}_{55} \tilde{\xi}_5 + \mathbf{C}_{55} \tilde{\xi}_5 = \tilde{F}_5 \quad (2.28)$$

Οι συντελεστές A_{kj} , B_{kj} και C_{kj} , $k, j = 3, 5$, καθώς και η μορφή των διεγερουσών δυνάμεων-ροπών συνοψίζονται στον πίνακα 2.1. Οι εξισώσεις (2.27) και (2.28) μπορούν να λυθούν κατά τα γνωστά και να δώσουν τις αποκρίσεις $\tilde{\xi}_3$ και $\tilde{\xi}_5$ του πλοίου.

Τα διδιάστατα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά των λωρίδων (πρόσθετη μάζα και απόσβεση) υπολογίζονται αναλυτικά είτε με σύμμορφη απεικόνιση της τομής σε κύλινδρο για τον οποίο το πρόβλημα έχει αντιμετωπιστεί ήδη αναλυτικά με τη βοήθεια σειράς πολυπόλων (UrSELL 1949a, b), είτε με κατανομή παλλόμενων πηγών στο βρεχόμενο περίγραμμα της τομής που πρότεινε ο Jones (1949) και αντιμετώπισε αριθμητικά ο Frank (1967).

Στην πρώτη από τις παραπάνω περιπτώσεις χρησιμοποιούνται γενικά τυποποιημένες οικογένειες απεικονίσεων όπως η διπαραμετρική οικογένεια Lewis (1929) και οι τριπαραμετρικές επεκταμένες οικογένειες που προτάθηκαν από τους Landweber και Macagno (1959) και τους Athanassoulis και Loukakis (1982). Η οικογένεια Lewis χρησιμοποιεί το λόγο πλάτους προς βύθισμα και το συντελεστή επιφανείας της τομής, η οικογένεια των Landweber and Macagno χρησιμοποιεί επιπλέον τη δεύτερη ροπή της επιφάνειας περί τον οριζόντιο άξονα, ενώ η οικογένεια των Athanassoulis και Loukakis κάνει χρήση της κατακόρυφης θέσης του κέντρου βάρους της τομής. Επίσης, έχουν προταθεί και πλέον ακριβείς απεικονίσεις με περισσότερους συντελεστές όπως πρότειναν π.χ. οι Von Kerczek και Tuck (1966). Η μέθοδος της σύμμορφης απεικόνισης είναι ταχύτερη από τη μέθοδο Frank αλλά απαιτεί πολλούς συντελεστές για την περιγραφή μη-συμβατικών γεωμετριών, ενώ η μέθοδος Frank αποτυγχάνει να δώσει σωστή λύση σε ορισμένες συχνότητες (irregular frequencies).

Με βάση τις παραπάνω μεθόδους, η υδροδυναμική συμπεριφορά πλοίου σε κυματισμένη θάλασσα μπορεί να εκτιμηθεί σήμερα με ικανοποιητική πρακτικά ακρίβεια για τους περισσότερους τύπους πλοίων.

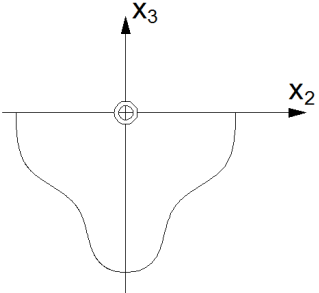
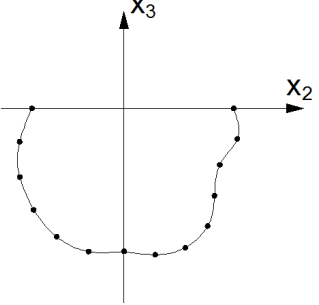
Στον πίνακα 2.2 δίνονται εναλλακτικές τεχνικές που αφορούν την τοποθέτηση ιδιομορφών στο ήμισυ της γάστρας και της ελεύθερης επιφάνειας, για την επίλυση του διδιάστατου προβλήματος.

Πίνακας 2.1

$A_{33} = \int_L^{L_F} \left(d_{33} + \frac{U}{\omega^2} \frac{db_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$B_{33} = \int_{L_A}^{L_F} \left(b_{33} - U \frac{da_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$C_{33} = \int_{L_A}^{L_F} c_{33} dx_1 = \rho g \int_{L_A}^{L_F} B dx_1 = \rho g A_{WP}$
$A_{35} = \int_{L_A}^{L_F} \left(-a_{33} x_1 - \frac{2U}{\omega^2} b_{33} - \frac{U}{\omega^2} x_1 \frac{db_{33}}{dx_1} + \frac{U^2}{\omega^2} \frac{da_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$B_{35} = \int_{L_A}^{L_F} \left(-b_{33} x_1 + 2U a_{33} + U x_1 \frac{da_{33}}{dx_1} + \frac{U^2}{\omega^2} \frac{db_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$C_{35} = - \int_L^{L_F} x_1 c_{33} dx_1 = -\rho g M_{WP}$
$A_{55} = \int_{L_A}^{L_F} \left(a_{33} x_1^2 + \frac{2U}{\omega^2} b_{33} x_1 + \frac{U}{\omega^2} x_1^2 \frac{db_{33}}{dx_1} - \frac{U^2}{\omega^2} x_1 \frac{da_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$B_{55} = \int_{L_A}^{L_F} \left(b_{33} x_1^2 - 2U a_{33} x_1 - U x_1^2 \frac{da_{33}}{dx_1} - \frac{U^2}{\omega^2} x_1 \frac{db_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$C_{55} = \int_{L_A}^{L_F} c_{33} x_1^2 dx_1 = \rho g I_{WP}$
$A_{53} = \int_{L_A}^{L_F} \left(-a_{33} x_1 - \frac{U}{\omega^2} x_1 \frac{db_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$B_{53} = \int_{L_A}^{L_F} \left(-b_{33} x_1 + U x_1 \frac{da_{33}}{dx_1} \right) dx_1$
$C_{53} = - \int_L^{L_F} x_1 c_{33} dx_1 = -\rho g M_{WP}$
$\tilde{F}_3 = \tilde{F}_3^{(I)} + \tilde{F}_3^{(D)}$
$\tilde{F}_3^{(I)} = \int_{L_A}^{L_F} c_{33} \tilde{\zeta}^* dx_1$
$\tilde{F}_3^{(D)} = -\omega_0^2 \int_{L_A}^{L_F} \tilde{\zeta}^* t_{33} dx_1 - i\omega_0 U \int_{L_A}^{L_F} \tilde{\zeta}^* \frac{dt_{33}}{dx_1} dx_1$
$\tilde{F}_5 = \tilde{F}_5^{(I)} + \tilde{F}_5^{(D)}$
$\tilde{F}_5^{(I)} = - \int_L^{L_F} x_1 c_{33} \tilde{\zeta}^* dx_1$
$\tilde{F}_5^{(D)} = \omega_0^2 \int_{L_A}^{L_F} x_1 \tilde{\zeta}^* t_{33} dx_1 + i\omega_0 U \int_{L_A}^{L_F} \tilde{\zeta}^* \frac{d(x_1 t_{33})}{dx_1} dx_1$

Πίνακας 2.2

Εναλλακτικές τεχνικές τοποθέτησης ιδιομορφιών για την επίλυση του διδιάστατου προβλήματος.

Τοποθέτηση των Ιδιομορφών	Παρατηρήσεις, Σχετικές εργασίες
	<p>Πηγή ή δίπολο στην αρχή και μία σειρά πολύπολα, μηδενιζόμενα στο άπειρο, στην αρχή. Λύση για συμμετρικά σώματα (URSELL, 1949)</p>
	<p>Πηγές ή δίπολα πάνω στο στερεό σύνορο. Ανώμαλες συχνότητες. (FRANK, 1967)</p>

3. Κώδικες που χρησιμοποιήθηκαν

Για τον αναλυτικό υπολογισμό της δυναμικής συμπεριφοράς των τριών υπό εξέταση πλοίων σε κυματισμούς, χρησιμοποιήθηκαν οι κώδικες:

- Seakeeping Prediction Program **SPP-86** (ή 5D)
- Standard Ship Motion Program **SMP**
- Ship Wave Analysis **SWAN**

Οι δύο πρώτοι κώδικες υπολογίζουν αποκρίσεις με χρήση της θεωρίας λωρίδων. Η γάστρα δύναται να περιγραφεί με Lewis Forms ή με πηγές FRANK. Το SPP-86 παρέχει RAO Heave/ Pitch και Added Resistance καθώς και απόλυτες και σχετικές κάθετες κινήσεις, ταχύτητες και επιταχύνσεις σε καθορισμένα σημεία επί του πλοίου. Το SMP υπολογίζει RAOs και στους έξι βαθμούς ελευθερίας καθώς και RMS κάθετων και εγκάρσιων κινήσεων και επιταχύνσεων σε longcrested και shortcrested κυματισμούς. Το SPP-86 προτιμάται για τον υπολογισμό της πρόσθετης αντίστασης ενώ το SMP για την περιγραφή παρελκομένων και τον υπολογισμό του διατοιχισμού.

Ο κώδικας SWAN επιλύει το πρόβλημα της ροής με ελεύθερη επιφάνεια (μόνιμο πρόβλημα) και το πρόβλημα της δυναμικής συμπεριφοράς πλοίων σε κυματισμούς (μη μόνιμο πρόβλημα), με χρήση της θεωρίας δυναμικού (ροή ιδεατού ρευστού- ασυμπίεστο, μη συνεκτικό, ροή αστρόβιλη) και λύση προβλήματος συνοριακών τιμών. Εδώ έγινε περισσότερο χρήση του για σύγκριση με τα αποτελέσματα των μεθόδων που υλοποιούν την θεωρία λωρίδων.

Αναλυτικότερα:

A_ SPP-86

Το SPP-86 υπολογίζει τις αποκρίσεις του πλοίου στους πέντε βαθμούς ελευθερίας (δεν υπολογίζει την οριζόντια ταλάντωση, surge) για αρμονικούς και τυχαίους κυματισμούς. Οι κινήσεις υπολογίζονται στο επίπεδο της ισάλου, κατά τον διαμήκη άξονα συμμετρίας, σε σημείο που ορίζεται από τον χρήστη. Επιπρόσθετα, ο χρήστης μπορεί να ορίσει σημεία στα οποία να υπολογιστούν απόλυτες και σχετικές

κατακόρυφες κινήσεις, ταχύτητες, επιταχύνσεις καθώς και απόλυτες εγκάρσιες επιταχύνσεις. Ακόμα μπορούν να προβλεφθούν δυναμικές φορτίσεις ενώ για τυχαίους κυματισμούς, μπορεί να γίνει εκτίμηση τυχαίων γεγονότων όπως διαβροχή καταστρώματος, σφυρόκρουση πλώρας και ανάδυση έλικας.

Η θεωρία που χρησιμοποιείται είναι η εκδοχή της θεωρίας λωρίδων του Salvesen, Tuck και Faltisen (1970). Τα διδιάστατα χαρακτηριστικά των λωρίδων (πρόσθετη μάζα και απόσβεση) υπολογίζονται αναλυτικά είτε με σύμμορφη απεικόνιση της τομής σε κύλινδρο για τον οποίο το πρόβλημα έχει αντιμετωπιστεί ήδη αναλυτικά με τη βοήθεια σειράς πολυπόλων (Ursell 1949a,b), είτε με κατανομή παλλόμενων πηγών στο βρεχόμενο περίγραμμα της τομής που πρότεινε ο Jones (1949) και αντιμετώπισε ο Frank (1967). Στην πρώτη από τις παραπάνω περιπτώσεις χρησιμοποιείται η τρι-παραμετρική μορφή Extended Lewis, οικογένεια απεικονίσεων που περιγράφεται από τους Αθανασούλη και Λουκάκη (1985) και είναι επέκταση της δι-παραμετρικής οικογένειας που προτάθηκε από τον Lewis (1929). Η οικογένεια Lewis χρησιμοποιεί το λόγο πλάτους προς βύθισμα και τον συντελεστή επιφανείας της τομής, ενώ η οικογένεια Αθανασούλη και Λουκάκη κάνει χρήση της κατακόρυφης θέσης του κέντρου βάρους της τομής. Στην δεύτερη περίπτωση, η γεωμετρία των νομέων περιγράφεται με ευθύγραμμα τμήματα προσδιορισμένα από τις συντεταγμένες των άκρων τους. Η μέθοδος της σύμμορφης απεικόνισης είναι ταχύτερη από τη μέθοδο Frank αλλά απαιτεί πολλούς συντελεστές για την περιγραφή μη-συμβατικών γεωμετριών, ενώ η μέθοδος Frank αποτυγχάνει να δώσει σωστή λύση σε ορισμένες συχνότητες (irregular frequencies).

Για τους τυχαίους κυματισμούς, θεωρούνται μονοκατευθυντικές θάλασσες (long-crested). Ο χρήστης μπορεί είτε να περιγράψει το φάσμα της θάλασσας είτε να χρησιμοποιήσει το προεπιλεγμένο, το οποίο σε αυτή την περίπτωση είναι το διπαραμετρικό φάσμα Bretschneider για ανεπτυγμένες, αποσβενύμενες ή πλήρως ανεπτυγμένες θάλασσες.

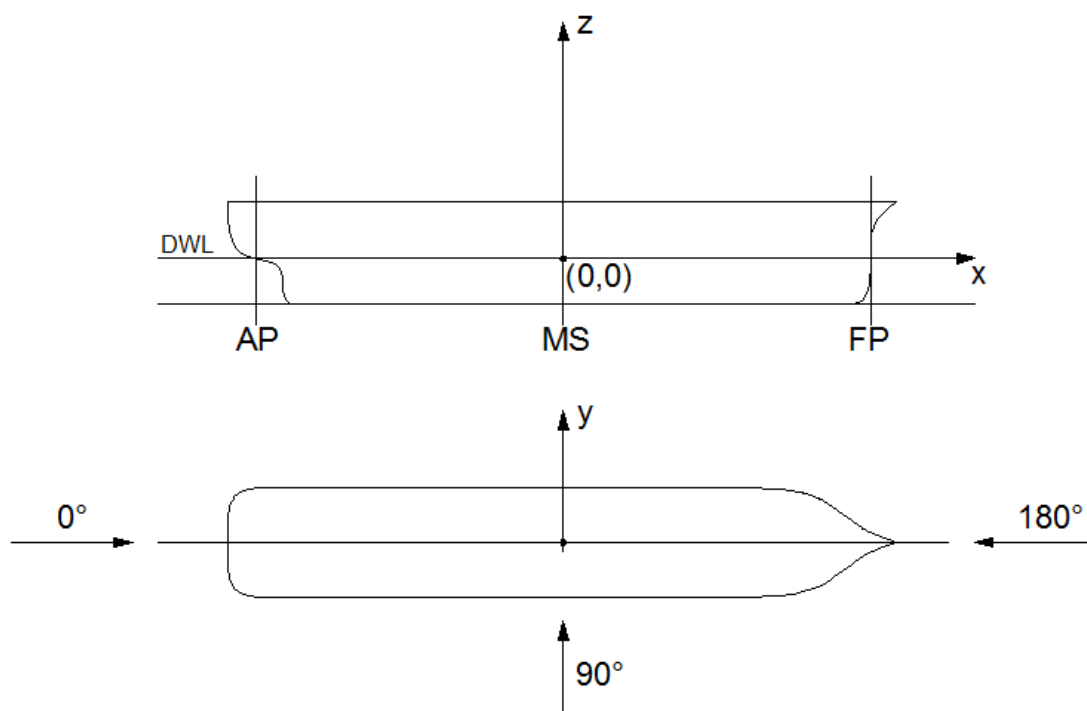
Το πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει τόσο σε μετρικές όσο και σε αγγλικές μονάδες. Ωστόσο, για υπολογισμούς viscous roll damping, η διάσταση του μήκους θεωρείται είτε σε πόδια είτε σε μέτρα, συνεπώς αν ζητούνται οι αποκρίσεις και στους πέντε βαθμούς ελευθερίας, οι διαστάσεις μήκους πρέπει να είναι σε πόδια ή μέτρα. Μόνο για κάθετες αποκρίσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε μονάδα μήκους (π.χ. ίντσες ή εκατοστά). Αν επιθυμούμε υπολογισμό καμπτικών ροπών, συστήνεται να

χρησιμοποιούνται σαν μονάδα μάζας λίμπρες [lbs] ή κιλά [kg] για πλοία μικρότερα των 50 ποδών και τόνους σε άλλη περίπτωση. Όλα τα αποτελέσματα (εκτός των κινήσεων στο σημείο ορισμού) θα είναι σε διαστατές μονάδες όπως εισήχθησαν.

Οι δυνατές επιλογές στο χρήστη είναι πολυάριθμες και το πρόγραμμα μπορεί να κάνει μόνο περιορισμένο αριθμό ελέγχων των δεδομένων εισόδου. Κατ' αυτή την έννοια το πρόγραμμα δεν μπορεί να θεωρηθεί ασφαλές, οπότε ο χρήστης πρέπει να έχει κατανοήσει πλήρως την μορφή των απαιτούμενων δεδομένων εισόδου πριν το εκτελέσει.

Το σύστημα συντεταγμένων στο SPP-86 φαίνεται στο Σχήμα. 3.1. Το κέντρο των αξόνων βρίσκεται στην ίσαλο του πλοίου και στο μέσο νομέα αυτού. Οι άξονες είναι έτσι τοποθετημένοι ώστε ο άξονας των x να έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας του πλοίου και ο άξονας z θετικός προς τα πάνω. Η γωνία πρόσπτωσης κυματισμών είναι 180° για τους μετωπικούς (head seas), 90° για τους πλάγιους (beam) και 0° για τους ακολουθούντες κυματισμούς. (following).

Οι υπολογισμοί της πρόσθετης αντίστασης γίνονται μόνο για μετωπικές θάλασσες και βασίζονται στη θεωρία των Gerittsma-Beukelman.



Σχήμα 3.1: Σύστημα συντεταγμένων και γωνίες πρόσπτωσης κυματισμού στο SPP-86.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη έκδοση του SPP-86 που υλοποιεί την “Frank Close Fit Method”, που μελετήθηκε από

τον W. Frank. Η γεωμετρία των νομέων περιγράφεται με ευθύγραμμα τμήματα προσδιορισμένα από τις συντεταγμένες των άκρων τους. Οι υπολογισμοί του μιγαδικού δυναμικού γίνονται με τη μέθοδο της διανομής πηγών στο πάνω στο περίγραμμα του κάθε νομέα αντί για τη χρήση πολυπόλων (βλ. Σχήμα 2.2).

B_ SMP

Το πρόγραμμα SMP (Standard Ship Motion Program) αναπτύχθηκε στο David W. Taylor Model Basin (Carderock Division of the Naval Surface Warfare Center) in 1981, σαν εργαλείο πρόβλεψης για χρήση στη σχεδίαση πλοίων του πολεμικού ναυτικού. Το SMP είναι γραμμένο σε FORTRAN 77. Χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη των κινήσεων του σκάφους σε αρμονικούς και τυχαίους κυματισμούς κάνοντας χρήση της θεωρίας λωρίδων. Οι τυχαίοι κυματισμοί μοντελοποιούνται με με το διπαραμετρικό φάσμα Bretschneider και είναι δυνατή η εξομοίωση κυμάτων long-crested και short-crested.

Το SMP έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει:

- Τις αποκρίσεις του πλοίου στους έξι βαθμούς ελευθερίας
- Τις επιταχύνσεις διαφόρων θέσεων επι του πλοίου στις τρεις κατευθύνσεις (οριζόντια, εγκάρσια, κάθετα)
- Τις σχετικές κινήσεις και ταχύτητες διαφόρων θέσεων του πλοίου
- Την πιθανότητα και συχνότητα εμφάνισης της σφυρόκρουσης και της κατάδυσης στα σημεία που υπολογίζονται οι σχετικές κινήσεις.

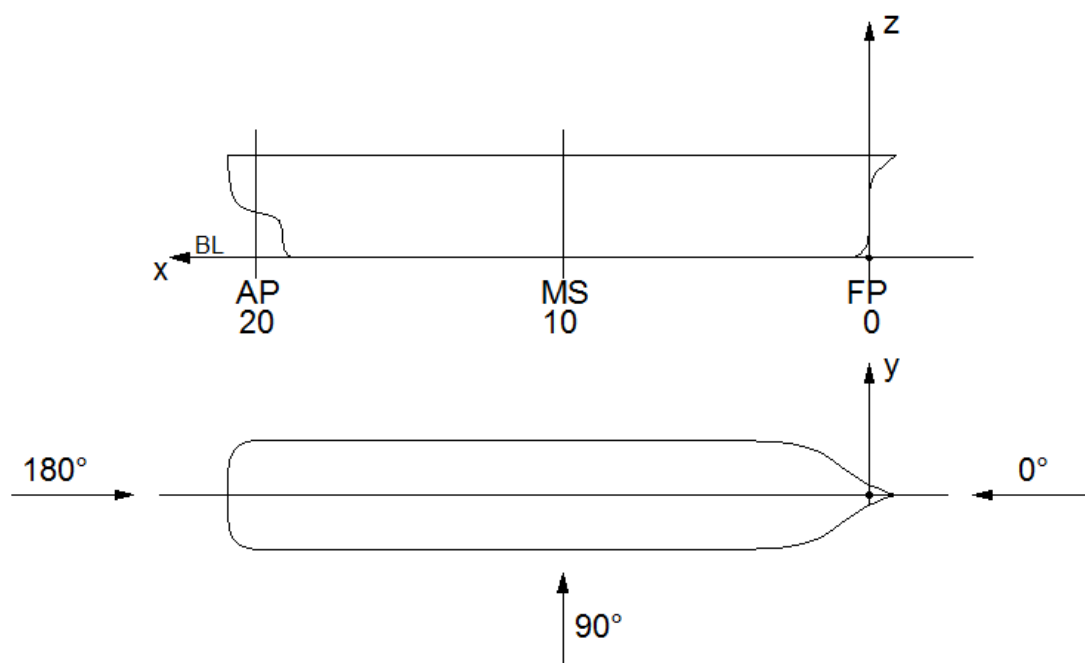
Ένα σημαντικό στοιχείο του SMP είναι η πρόβλεψη της μη γραμμικής απόσβεσης του διατοιχισμού, δυνατότητα που υπάρχει σήμερα και αναπτύχθηκε από το αμερικάνικο ναυτικό.

Μια αναβαθμισμένη έκδοση του προγράμματος (SMP93) έχει άδεια και είναι στη διάθεση του Εργαστηρίου Ναυτικής και Θαλάσσιας Υδροδυναμικής (ENΘΥ) και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Το σύστημα συντεταγμένων στο SMP φαίνεται στο Σχήμα. 3.2. Το κέντρο των αξόνων βρίσκεται στην γραμμή αναφοράς του πλοίου (BL) και στην προσωαία κάθετο αυτού (FP). Η x-συντεταγμένη του συστήματος αυτού μετράει σε “αριθμό σταθμού” με Σταθμό 0.0 να ορίζεται η προσωαία κάθετος (FP) και Σταθμό 20.0 η πρυμναία κάθετος (AP) του πλοίου. Όλοι οι ενδιάμεσοι προκύπτουν ως υποδιαιρέσεις ενώ μπορεί να

εκτείνονται και πέραν αυτών με τους νομείς πρόραθεν του Σταθμού 0 να έχουν αρνητική τιμή. Η y -συντεταγμένη μετρά από τον διαμήκη άξονα συμμετρίας του πλοίου (CL) ενώ η z -συντεταγμένη από την βασική γραμμή αναφοράς του πλοίου (BL). Το σύστημα αναφοράς αυτό χρησιμοποιείται και για την εισαγωγή των δεδομένων των παρελκομένων καθώς και των σημείων για τα οποία θα υπολογιστούν οι κινήσεις και επιταχύνσεις.

Η γωνία πρόσπτωσης κυματισμών είναι 0° για τους μετωπικούς (head seas), 90° για τους πλάγιους (beam) και 180° για τους ακολουθούντες κυματισμούς. (following). Είναι – όπως παρατηρούμε – το αντίστροφο από το σύστημα του προγράμματος SPP-86.



Σχήμα 3.2: Σύστημα συντεταγμένων και γωνίες πρόσπτωσης κυματισμού στο SMP.

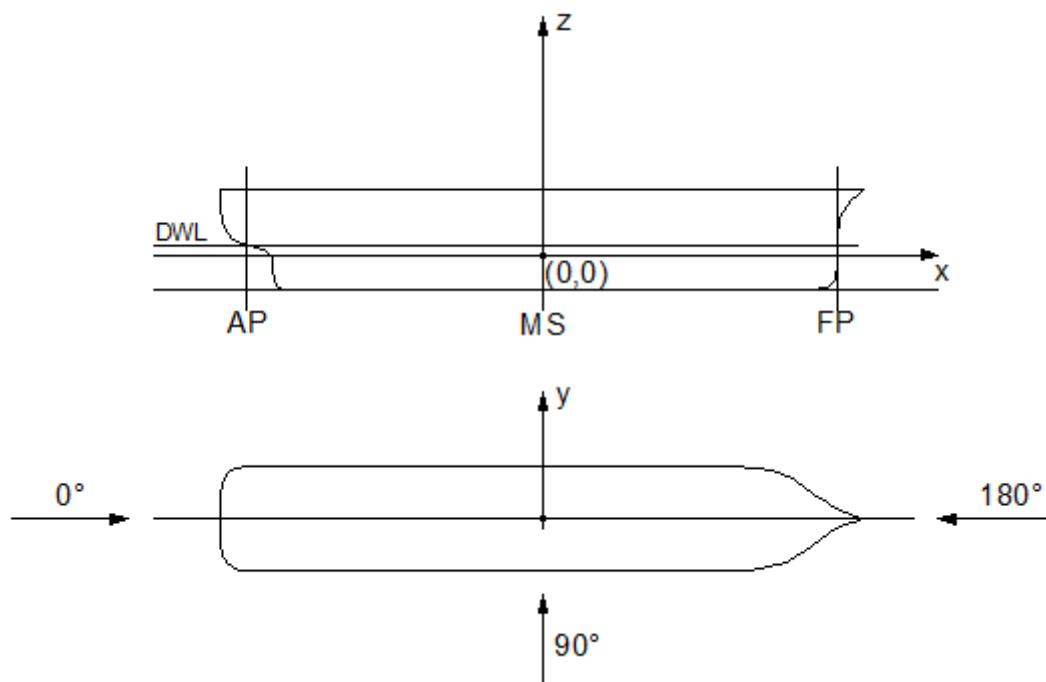
Γ_SWAN

Ο κώδικας αναπτύχθηκε στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (MIT) και προσφάτως επεκτάθηκε και για σκάφη υψηλής ταχύτητας (Sclavounos et. Al. 1997, Kring et. Al. 1997, Huang et. Al. 1998).

Η μοντελοποίηση του προβλήματος γίνεται με κατανομή τετραπλεύρων (panels) Rankine στο ήμισυ της γάστρας και της ελεύθερης επιφάνειας λόγω συμμετρίας (Rankine panel method). Το πρόγραμμα βασίζεται σε μια μέθοδο που χρησιμοποιεί B-τετραγωνική Spline για την οποία έχει γίνει θεμελιώδης ανάλυση ευστάθειας για την εξασφάλιση μηδενικής αριθμητικής απώλειας για επιφανειακές κυματικές διαταραχές και πολύ μικρή αριθμητική διασπορά.

Το λογισμικό πακέτο SWAN απαιτεί από το χρήστη του την κατασκευή δύο αρχείων εισόδου. Το πρώτο με την κατάληξη .pln είναι ένα αρχείο για την περιγραφή της γάστρας, ενώ το δεύτερο με κατάληξη .inp περιγράφει τις παραμέτρους του αριθμητικού πειράματος.

Για την περιγραφή της γάστρας δίνονται (πολυάριθμα) σημεία επί των νομέων καθώς και το προφίλ της πρύμνης και της πλώρης. Το σύστημα συντεταγμένων ακολουθεί αυτό του SPP-86 ως προς τις γωνίες πρόσπτωσης κυματισμών.



Σχήμα 3.3: Σύστημα συντεταγμένων και γωνίες πρόσπτωσης κυματισμού στο SWAN.

4. Περιγραφή πλοίων

Τα τρία πλοία που εξετάστηκαν αναλυτικά στην παρούσα εργασία, αποτελούν τρεις διαδεδομένους τύπους πλοίων με μορφή γάστρας και χαρακτηριστικά αρκετά διαφορετικά.

Πρόκειται για:

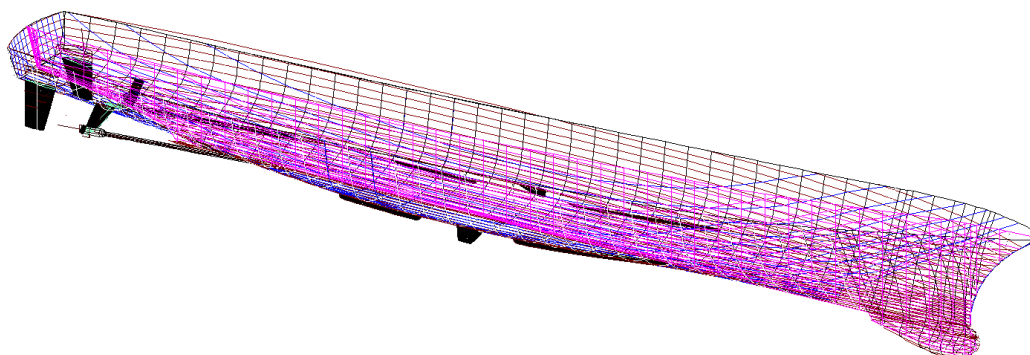
- ένα αντιτορπιλικό
- ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και
- ένα πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην.

Και για τα τρία πλοία υπήρχαν διαθέσιμες οι γεωμετρίες τους σε τρισδιάστατη μορφή καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά τους, στοιχεία απαραίτητα για την μοντελοποίηση τους και την εκτέλεση των κωδίκων. Για το κάθε πλοίο έγινε η απαιτούμενη επεξεργασία με χρήση σχεδιαστού προγράμματος (AutoCAD) για την δημιουργία των αρχείων εισόδου του SPP-86 και του SMP, δηλαδή την εξαγωγή των σημείων πάνω στη γάστρα που περιγράφουν με τον βέλτιστο τρόπο την γεωμετρία της στο απαιτούμενο κάθε φορά σύστημα συντεταγμένων (βλ. κεφ. 3). Και για τα τρία πλοία υπήρξαν δεδομένα της γεωμετρίας του πηδαλίου τους, ενώ για το αντιτορπιλικό υπήρξε επιπρόσθετα η περιγραφή των παρατροπιδίων. Τα ανωτέρω παρελκόμενα περιγράφηκαν στα αρχεία εισόδου των κωδίκων.

Στους πίνακες 4.1 έως 4.3 που ακολουθούν φαίνονται αναλυτικά τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε πλοίου στην κατάσταση φόρτωσης που εξετάστηκε και στην ταχύτητα υπηρεσίας του. Ειδικότερα για το αντιτορπιλικό η διερεύνηση που έγινε αφορά δύο ταχύτητες.

Η μοντελοποίηση των τριών πλοίων σε νομείς και ευθύγραμμα τμήματα επί των νομέων που ορίζονται από τα άκρα τους, φαίνεται στα σχήματα 4.1 έως 4.6. Είναι χαρακτηριστική από τα σχήματα η διαφορά στην μοντελοποίηση που χρησιμοποιεί ο κάθε κώδικας, όπως ο μεγαλύτερος περιορισμός στο πλήθος των σημείων που χρησιμοποιεί ο κώδικας SMP. Εμφανής είναι επίσης η υπεροχή της χρήσης πηγών FRANK έναντι των Lewis Forms στην περιγραφή των συγκεκριμένων μορφών γάστρας με βολβοειδείς πλώρες ή/ και πρύμνες.

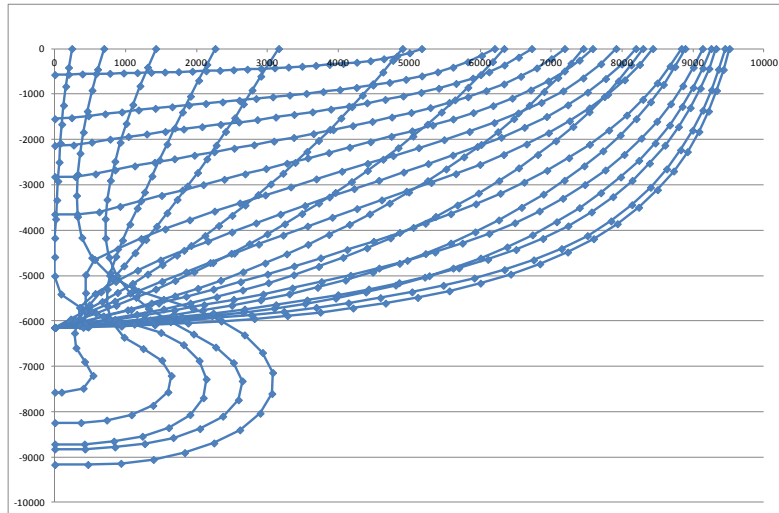
5415M Destroyer Type (5415M)



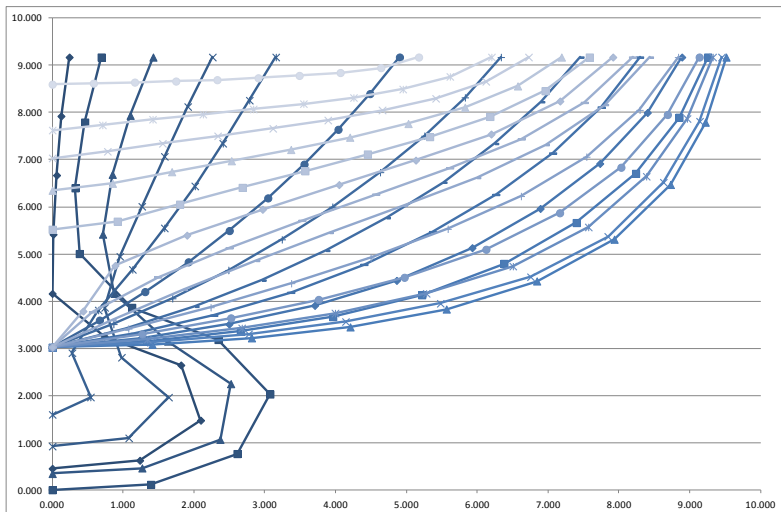
Κύρια χαρακτηριστικά		
Μήκος μεταξύ Καθέτων	L_{PP} (m)	142.0
Μήκος Ισαλού	L_{WL} (m)	142.18
Μέγιστο Πλάτος στην Ίσαλο	B_{WL} (m)	19.06
Βύθισμα (στο μέσο νομέα)	T (m)	6.15
Όγκος εκτοπίσματος	∇ (m^3)	8424.4
Βρεχόμενη Επιφάνεια χωρίς πηδάλιο	S_W (m^2)	2972.6
Βρεχόμενη Επιφάνεια πηδαλίου	S_R (m^2)	30.8
Συντελεστής Γάστρας (C_B)	$\nabla / (L_{PP} B_{WL} T)$	0.507
Συντελεστής Μέσης Τομής (C_M)		0.821
Κέντρο Πλευστότητας LCB ($\%L_{PP}$), fwd+		-0.683
Κέντρο Βάρους (από την Ίσαλο)	KG (m)	7.5473
Μετακεντρικό Ύψος	GM (m)	1.95

Ταχύτητα υπηρεσίας	
U (knots)	18.0, 30.0
Fn	0.248, 0.413

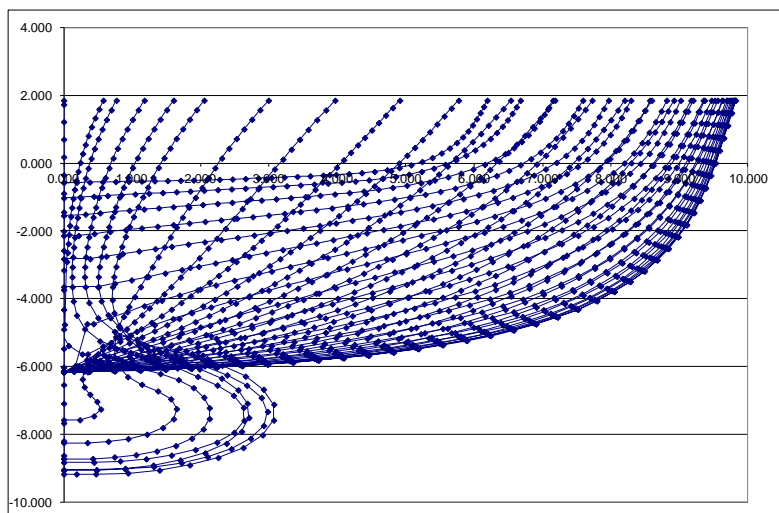
Πίνακας 4.1 Κύρια χαρακτηριστικά του 5415M στην κατάσταση φόρτωσης.



Σχήμα 4.1 Μοντελοποίηση του 5415M για το αρχείο εισόδου του SPP-86

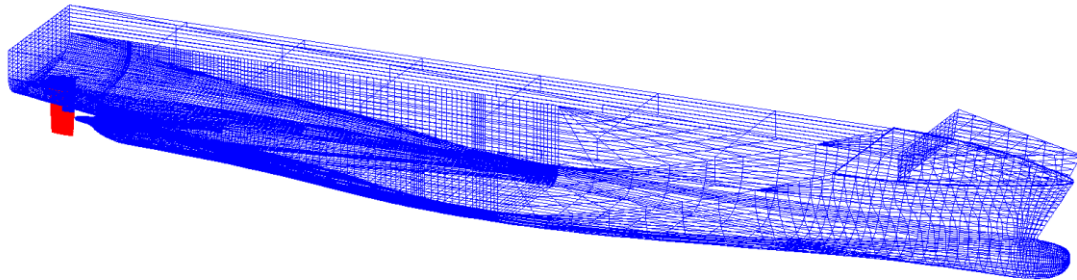


Σχήμα 4.2 Μοντελοποίηση του 5415M για το αρχείο εισόδου του SMP



Σχήμα 4.3 Μοντελοποίηση του 5415M για το αρχείο εισόδου του SWAN

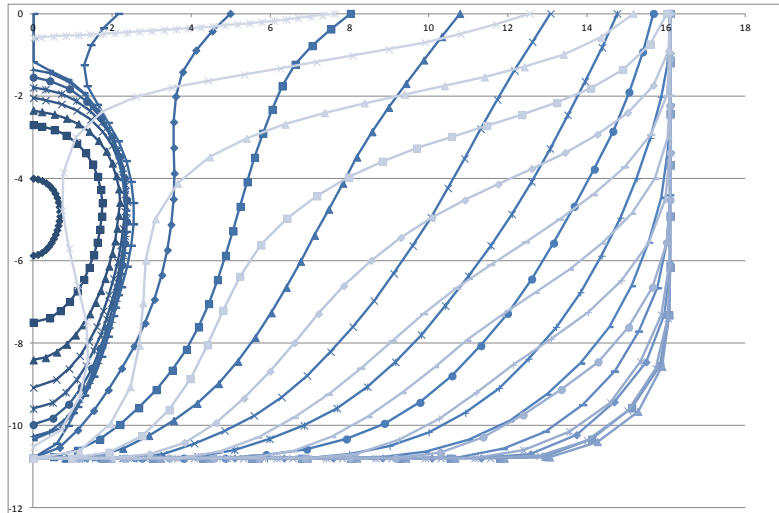
KRISO Container Ship (KCS)



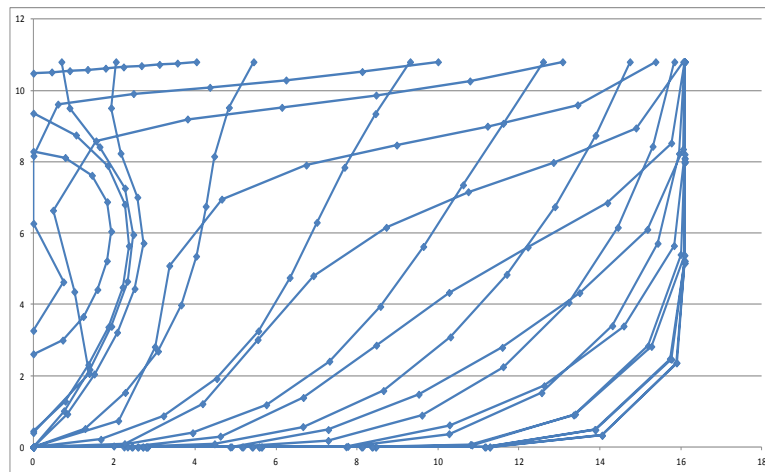
Κύρια χαρακτηριστικά		
Μήκος μεταξύ Καθέτων	L_{PP} (m)	230.0
Μήκος Ισάλου	L_{WL} (m)	232.5
Μέγιστο Πλάτος στην Ίσαλο	B_{WL} (m)	32.2
Κοίλο (στο μέσο νομέα)	D (m)	19.0
Βύθισμα (στο μέσο νομέα)	T (m)	10.8
Όγκος εκτοπίσματος	∇ (m ³)	52030
Βρεχόμενη Επιφάνεια χωρίς πηδάλιο	S_W (m ²)	9424
Βρεχόμενη Επιφάνεια πηδαλίου	S_R (m ²)	115.0
Συντελεστής Γάστρας (C_B)	$\nabla / (L_{PP} B_{WL} T)$	0.6505
Συντελεστής Μέσης Τομής (C_M)		0.9849
Κέντρο Πλευστότητας LCB (% L_{PP}), fwd+		-1.48
Κέντρο Βάρους (από την Ίσαλο)	KG (m)	7.28
Μετακεντρικό Ύψος	GM (m)	0.60

Ταχύτητα υπηρεσίας	
U (knots)	24.0
F_n	0.26

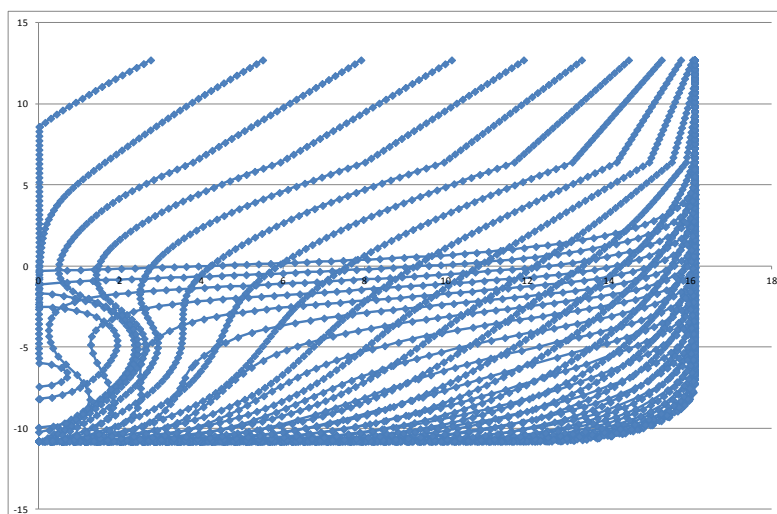
Πίνακας 4.2 Κύρια χαρακτηριστικά του KCS στην κατάσταση φόρτωσης



Σχήμα 4.4 Μοντελοποίηση του KCS για το αρχείο εισόδου του SPP-86

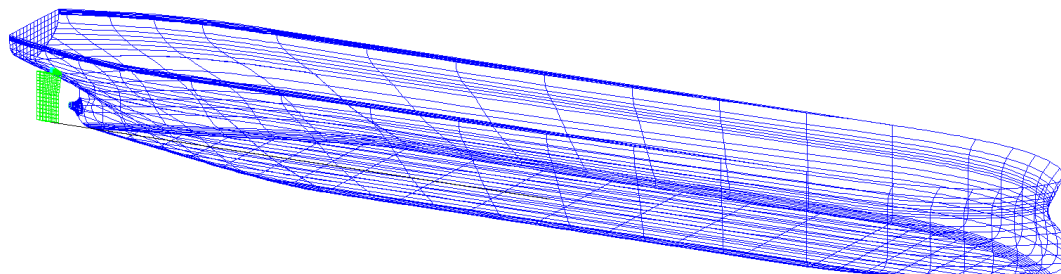


Σχήμα 4.5 Μοντελοποίηση του KCS για το αρχείο εισόδου του SMP



Σχήμα 4.6 Μοντελοποίηση του KCS για το αρχείο εισόδου του SWAN

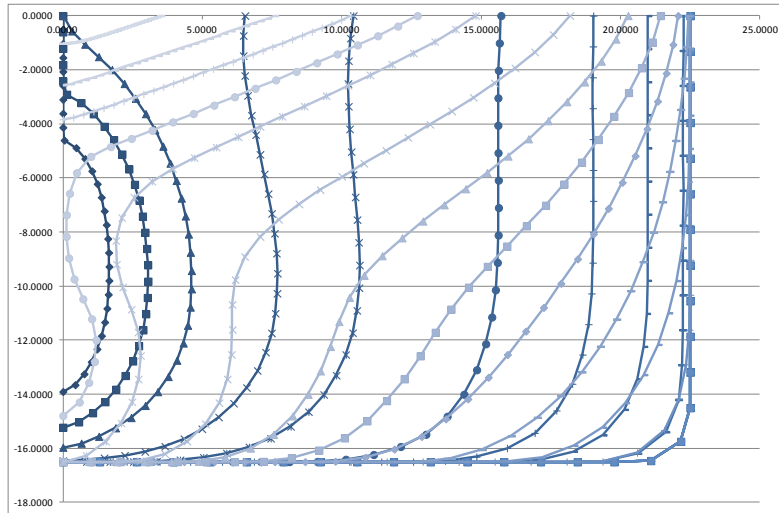
JAPAN Bulk Carrier (JBC)



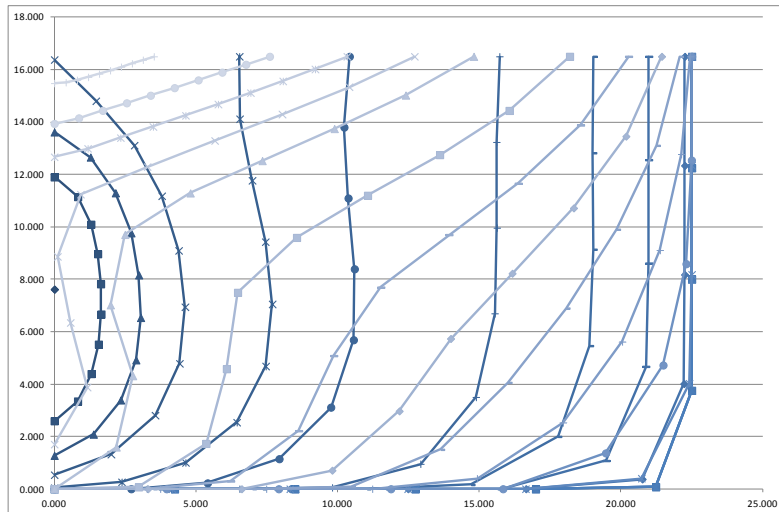
Κύρια χαρακτηριστικά		
Μήκος μεταξύ Καθέτων	L_{PP} (m)	280.0
Μήκος Ισαλου	L_{WL} (m)	285.0
Μέγιστο Πλάτος στην Ίσαλο	B_{WL} (m)	45.0
Κοίλο (στο μέσο νομέα)	D (m)	25.0
Βύθισμα (στο μέσο νομέα)	T (m)	16.5
Όγκος εκτοπίσματος	∇ (m ³)	178369.9
Βρεχόμενη Επιφάνεια χωρίς πηδάλιο	S_W (m ²)	19556.1
Βρεχόμενη Επιφάνεια πηδαλίου	S_R (m ²)	164.3
Συντελεστής Γάστρας (C_B)	$\nabla / (L_{PP} B_{WL} T)$	0.8580
Συντελεστής Μέσης Τομής (C_M)		0.9981
Κέντρο Πλευστότητας LCB (% L_{PP}), fwd+		-2.5475
Κέντρο Βάρους (από την Ίσαλο)	KG (m)	NA
Μετακεντρικό Ύψος	GM (m)	NA

Ταχύτητα υπηρεσίας	
U (knots)	14.5
F_n	0.1424

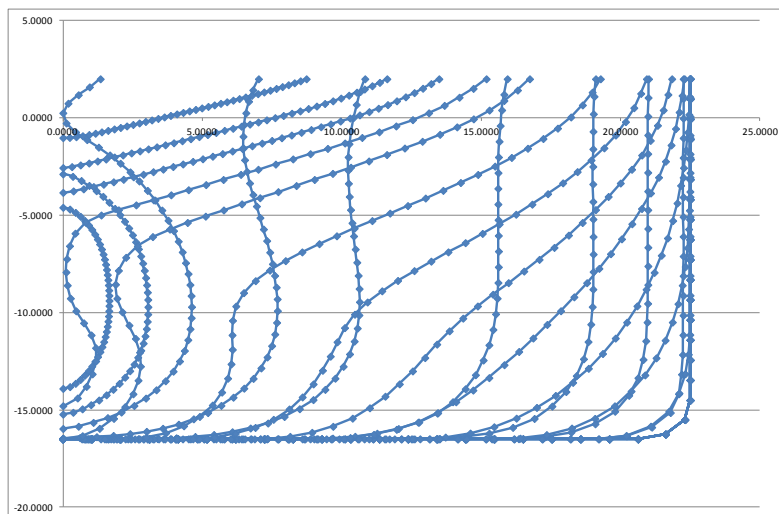
Πίνακας 4.3 Κύρια χαρακτηριστικά του JBC στην κατάσταση φόρτωσης



Σχήμα 4.7 Μοντελοποίηση του JBC για το αρχείο εισόδου του SPP-86



Σχήμα 4.8 Μοντελοποίηση του JBC για το αρχείο εισόδου του SMP



Σχήμα 4.9 Μοντελοποίηση του JBC για το αρχείο εισόδου του SWAN

5. Επιλογή των καταστάσεων θάλασσας

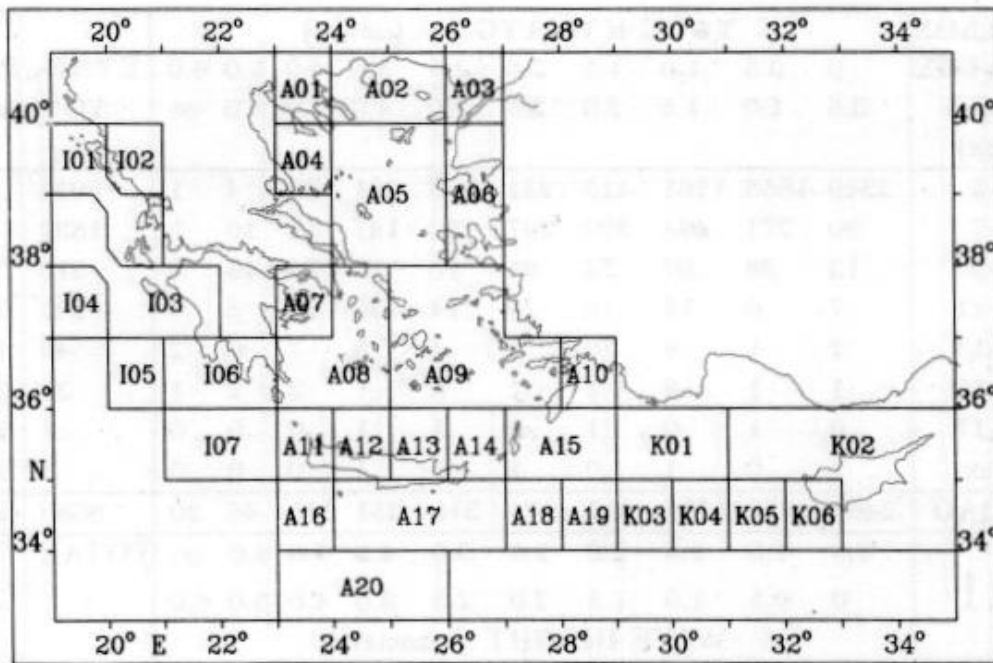
Οι αναλυτικοί υπολογισμοί και η σύγκριση των κωδίκων έγιναν για long-crested κυματισμούς, με περιόδους κορυφής $T_p=7\div 14$ sec, για σημαντικό ύψος κύματος $H_s=1$ m, για πλήρως ανεπτυγμένη θάλασσα, που περιγράφεται από το διαπαραμετρικό φάσμα Bretschneider και συναντά το πλοίο υπό γωνίες 180° , 135° και 45° (σύστημα αναφοράς SPP-86, με τις 180° να αντιστοιχούν σε μετωπικούς κυματισμούς). Ειδικότερα για τον κώδικα SMP, οι περίοδοι κορυφής είναι αυτόματα παραγόμενοι και καλύπτουν μεγαλύτερο εύρος από το $7\div 14$ sec που εξετάζουμε.

Για την αξιολόγηση των υπό εξέταση μορφών γαστρών, με βάση τα κριτήρια που επιλέχθηκαν στο κεφάλαιο 7, εξετάστηκαν τέσσερις καταστάσεις θάλασσας με shortcrested κυματισμούς, με τις ακόλουθες παραμέτρους:

Κατάσταση θάλασσας				
H_s [m]	1	2	3	4
T_p [sec]	5	7	9	11

Η επιλογή των παραμέτρων αυτών βασίστηκε στον Πίνακα 5.2, όπου περιέχονται τα στατιστικά στοιχεία καταστάσεων θάλασσας στο Αιγαίο Πέλαγος στις περιοχές A08 και A09, που διακρίνονται στο Σχ. 5.1 που προέρχεται από τον Άτλαντα Ανέμου και Κύματος (Athanasoulis and Skarsoulis, 1992). Σημειωτέον εδώ ότι το σημαντικό ύψος κύματος H_s και η περίοδος της φασματικής κορυφής T_p , συνδέονται με τα «παρατηρούμενα» μεγέθη των πινάκων του Άτλαντα με τις σχέσεις $H_s = 1.17 H_v$ και $T_p = 1.05 T_v$.

Από τον ίδιο πίνακα προκύπτει η μικρή πιθανότητα εμφάνισης στο Αιγαίο Πέλαγος καταστάσεων θάλασσας με σημαντικό ύψος μεγαλύτερο από 3.25 m καθώς και η αντίστοιχη εξαιρετικά μικρή πιθανότητα εμφάνισης θαλασσών με σημαντικά ύψη άνω των 5.0 m.



Σχήμα. 5.1: Περιοχές Άτλαντα

A08

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (δευτερό- λεπτα)	ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (μέτρα)										ΣΥΝΟ- ΛΟ	WAVE PERIOD (seconds)
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0		
0—5	4924	2304	1268	460	246	112	60	19	4	4	9401	0—5
6—7	114	337	401	302	196	84	82	25	10	6	1557	6—7
8—9	29	46	102	56	57	56	43	16	4	5	414	8—9
10—11	15	10	30	25	11	12	17	7	2	2	131	10—11
12—13	12	7	9	9	11	2	12	1	0	1	64	12—13
14—15	6	7	10	3	7	1	8	2	0	0	44	14—15
16—17	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	16—17
18—∞	7	2	0	3	0	1	0	0	0	0	13	18—∞
ΣΥΝΟΛΟ	5108	2714	1821	858	528	269	222	70	20	18	11628	TOTAL
A08	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	∞	TOTAL	A08
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0		
	WAVE HEIGHT (metres)											

A09

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (δευτερό- λεπτα)	ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (μέτρα)											ΣΥΝΟ- ΛΟ	WAVE PERIOD (seconds)
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	∞		
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	∞			
0—5	2470	1434	851	354	186	78	43	7	3	4	5430	0—5	
6—7	85	214	253	224	152	84	65	23	6	3	1109	6—7	
8—9	11	30	70	47	47	43	48	20	4	0	320	8—9	
10—11	6	11	17	17	14	12	15	3	0	3	98	10—11	
12—13	6	8	10	8	9	8	6	1	1	1	58	12—13	
14—15	3	3	9	4	4	9	2	0	0	1	35	14—15	
16—17	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3	16—17	
18—∞	5	0	1	0	1	1	0	2	0	0	10	18—∞	
ΣΥΝΟΛΟ	2586	1700	1211	654	413	235	181	56	14	13	7063	TOTAL	
A09	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	∞	TOTAL	A09	
	WAVE HEIGHT (metres)												

Πίνακας 5.2: Στατιστικά στοιχεία καταστάσεων θάλασσας Αιγαίου Πελάγους

- Στην κόκκινη περιοχή, με $H_n > 5m$ και $T_n > 8 sec$, υπάρχουν μόνο 14 παρατηρήσεις από 11628 για την περιοχή A08 και 10 από 7063 για την περιοχή A09 σε 40 χρόνια!!! Αυτές οι καταστάσεις θάλασσας δεν συμβαίνουν σχεδόν ποτέ.
- Η μπλε περιοχή, με $H_n < 2 m$ αντιπροσωπεύει το 90% των θαλασσών στην περιοχή A08 και το 87% των θαλασσών στην περιοχή A09.

6. Κριτήρια για την αξιολόγηση της δυναμικής συμπεριφοράς

Η «λειτουργησιμότητα» ενός σκάφους σε θαλάσσιους κυματισμούς εξαρτάται σημαντικά από το θαλάσσιο περιβάλλον που θα δρομολογηθεί. Οπότε, για την αξιολόγηση της δυναμικής συμπεριφοράς του σε κυματισμούς γίνεται θεσμοθέτηση κριτηρίων βέλτιστης καθώς και οριακής λειτουργίας του. Η πραγματοποίηση της αποστολής του σκάφους εξετάζεται με μέτρο σύγκρισης τη συμπεριφορά του στην ήρεμη θάλασσα.

Παρατηρήσεις σε πραγματικές κλίμακες και περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά και πειραματικές μετρήσεις οδηγούν σε κριτήρια του ποσοστού του χρόνου ικανοποιητικής λειτουργίας, οπότε και κριτήρια για τα επιτρεπτά όρια κινήσεων του πλοίου.

Στην παρούσα εργασία, θα γίνει εκτίμηση με βάση τα κριτήρια του Nordforsk, NORDIC Co-Operative Organization for Applied Research και του NATO STANAG No. 4154, “Common Procedures for Seakeeping in the Ship Design Process”, 13.12.2000.

Στον πίνακα 6.1 φαίνονται τα ενδεικτικά κριτήρια του NORDIC που θα εξεταστούν ενώ από το NATO STANAG θα εξετάσουμε το κριτήριο που προτείνει για το πλήρωμα και είναι 1.5° για τον προνευτασμό και 0.2g για την κάθετη επιτάχυνση στην γέφυρα (0.15g για εμπορικά πλοία, σύμφωνα με τον NORDIC).

General operability limiting criteria for ships		
RMS	Merchant Ships	Naval Vessels
Vert. Acc. Bridge	0.15 g	0.2 g
Roll	6.0 deg	4.0 deg
Lateral Acc. Bridge	0.12 g	0.1 g

Πίνακας 6.1: Κριτήρια λειτουργησιμότητας NORDIC

Η αξιολόγηση των στοιχείων που προκύπτουν από τα αναλυτικά αποτελέσματα παρουσιάζεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο με τα ανάλογα διαγράμματα και την κριτική τους.

7. Αποτελέσματα υπολογισμών δυναμικής συμπεριφοράς

Στα σχήματα 6.1 έως 6.14, παρουσιάζονται τα γραφήματα των αποτελεσμάτων για τους τρεις τύπου πλοίων που εξετάστηκαν αναλυτικά.

Ειδικότερα, παρουσιάζονται ανά μοναδιαίο ύψος κύματος οι RMS τιμές του προνευτασμού, των απόλυτων κάθετων επιταχύνσεων στην πλώρα και στο μέσο του πλοίου, καθώς και της πρόσθετης αντίστασης, συναρτήσει της περιόδου κορυφής T_p .

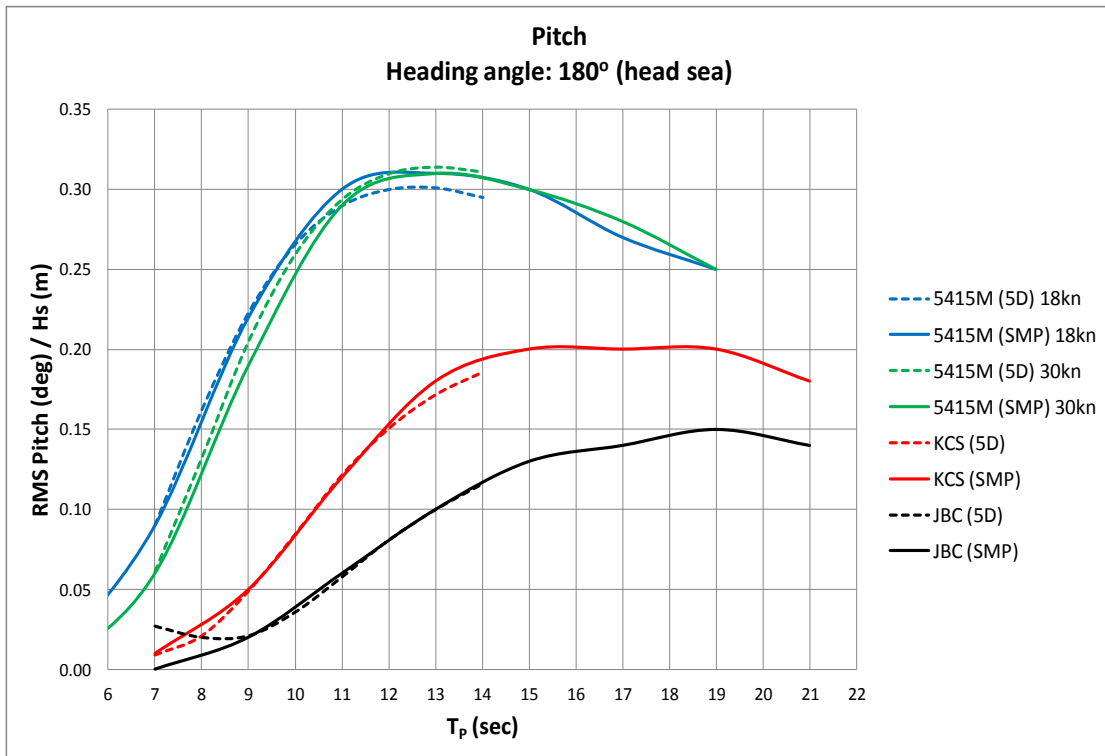
Κάθε μια από τις παραπάνω αποκρίσεις παρουσιάζεται για 3 γωνίες πρόπτωσης κυματισμού, σύμφωνα με την μοντελοποίηση του κώδικα SPP-86, δηλαδή 180° , 135° και 45° , όπου 180° είναι μετωπικοί κυματισμοί.

Για τον προνευτασμό, εκτός των αποτελεσμάτων των δύο κωδικών της θεωρίας λωρίδων (SMP και SPP-86) για τους τρεις τύπου πλοίων, για το πολεμικό πλοίο 5415M γίνεται και σύγκριση με τον κώδικα SWAN σε μετωπικούς κυματισμούς στους 30 knots (σχ. 6.6) καθώς και σύγκριση του SPP-86 με διαθέσιμα πειραματικά δεδομένα σε γωνία 135° και στις δύο ταχύτητες (σχ. 6.5).

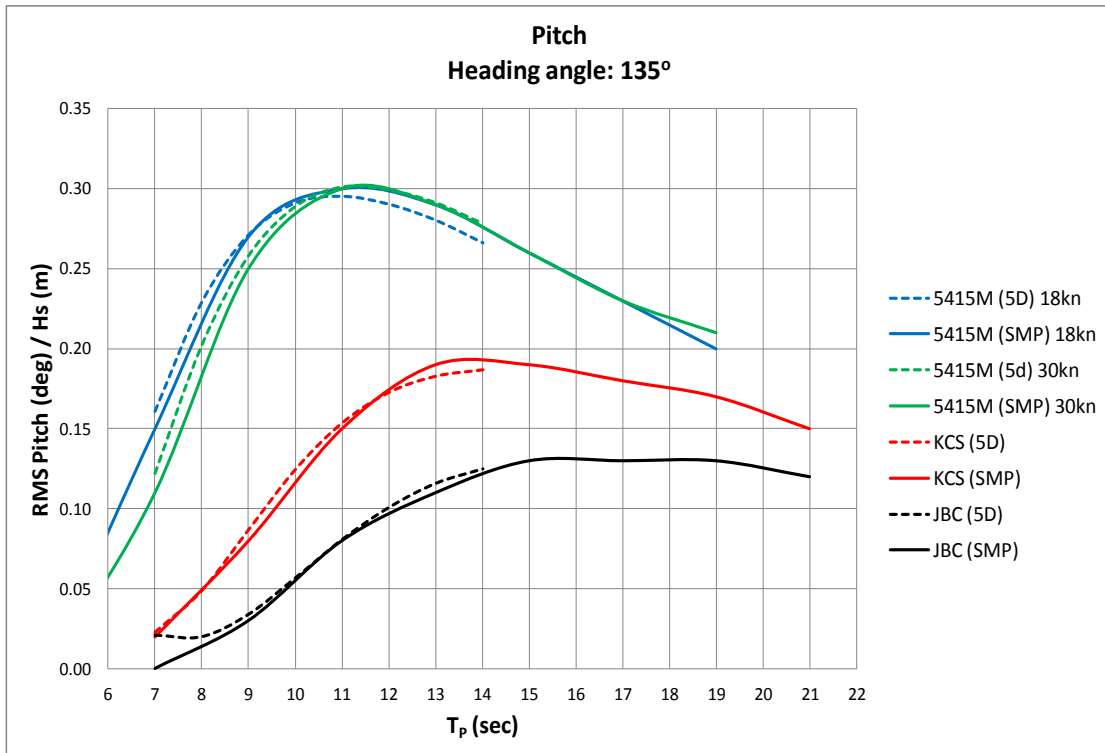
Οι κάθετες επιταχύνσεις στην πλώρη και στο μέσο των πλοίων παρουσιάζονται στα σχήματα 6.7 έως 6.12. Όπως και στον προνευτασμό, για 5415M παρατίθενται και τα αποτελέσματα του SWAN στους 30 knots σε μετωπικούς κυματισμούς.

Τα αποτελέσματα της πρόσθετης αντίστασης σε κυματισμό είναι από το SPP-86, το οποίο και προτιμάται για τον συγκεκριμένο υπολογισμό. Ειδικότερα, για το 5415M σε μετωπικούς κυματισμούς (180°) παρατίθενται συγκριτικά και αποτελέσματα πρόσθετης αντίστασης με τον κώδικα SWAN (σχ. 6.13).

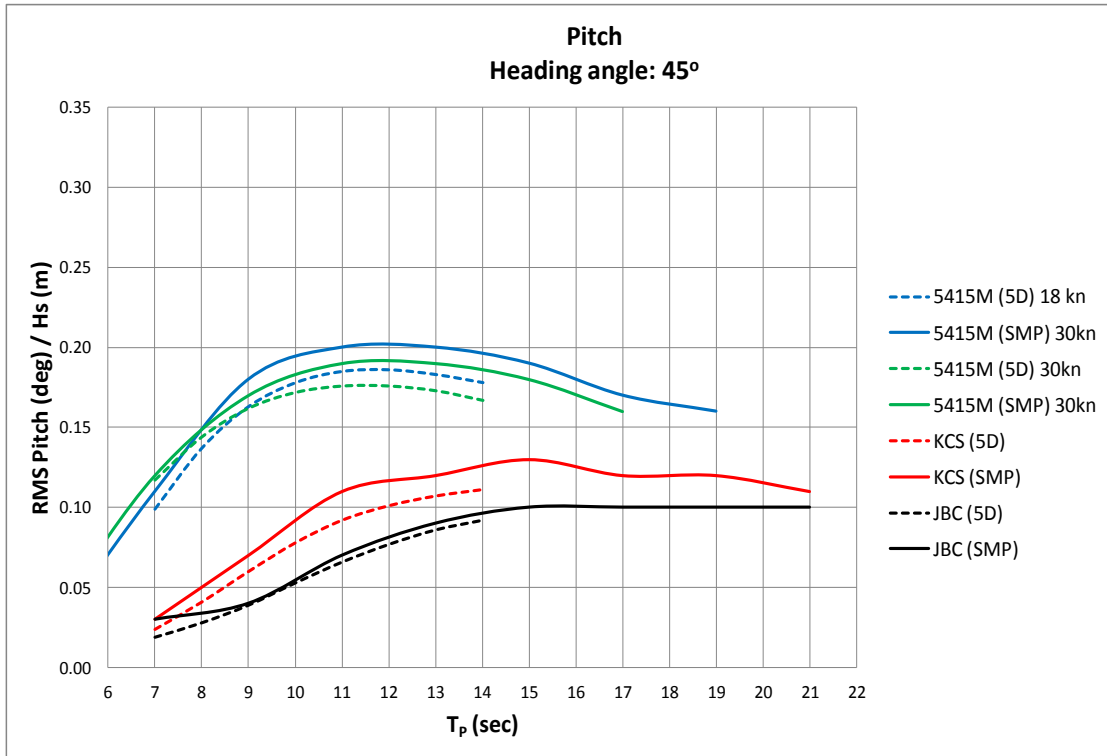
Σημειωτέο ότι για το πολεμικό πλοίο η πρόσθετη αντίσταση έχει υπολογιστεί και από τους πέντε βαθμούς ελευθερίας (λαμβάνοντας υπ' όψη και τα παρατροπίδια), ενώ για τα δύο εμπορικά πλοία μόνο από τις κάθετες κινήσεις.



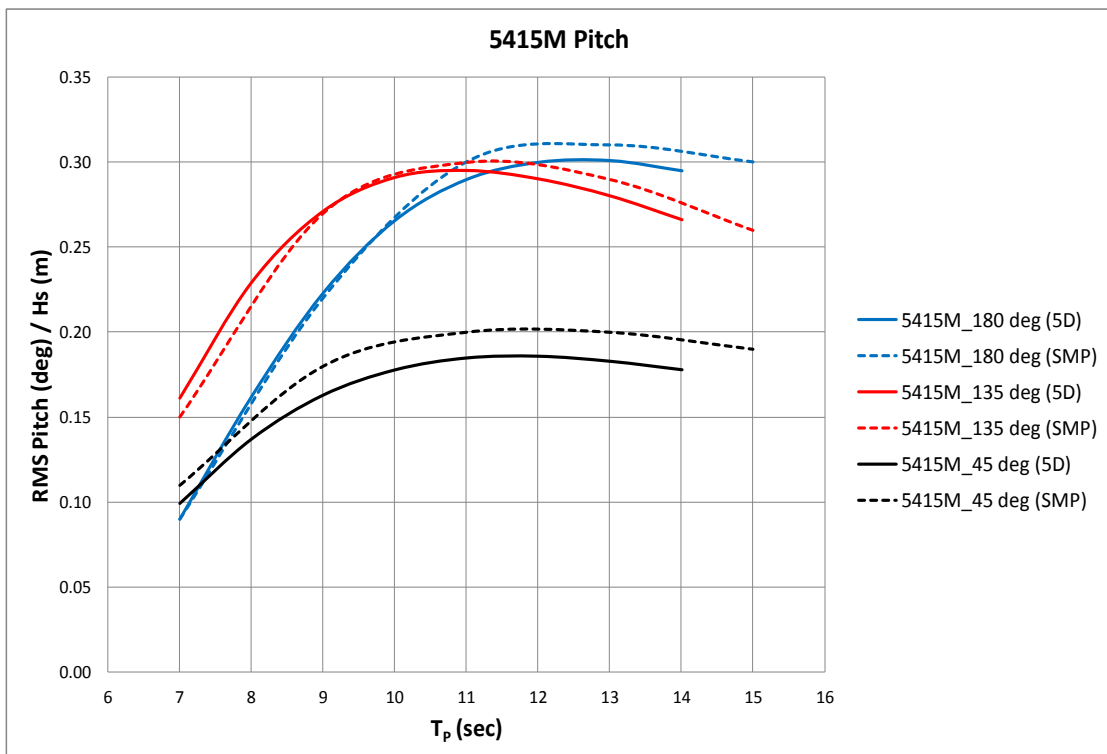
Σχήμα 6.1 RMS του προνευτασμού σε 180° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού (μετωπικούς κυματισμούς)



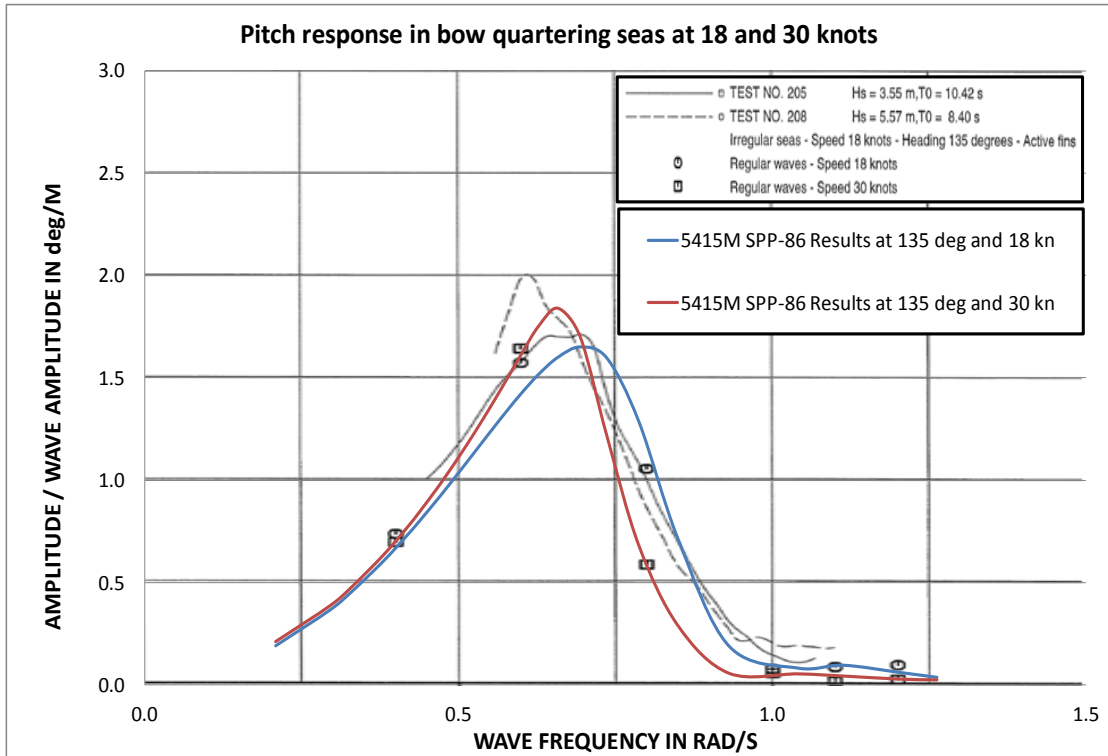
Σχήμα 6.2 RMS του προνευτασμού σε 135° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού



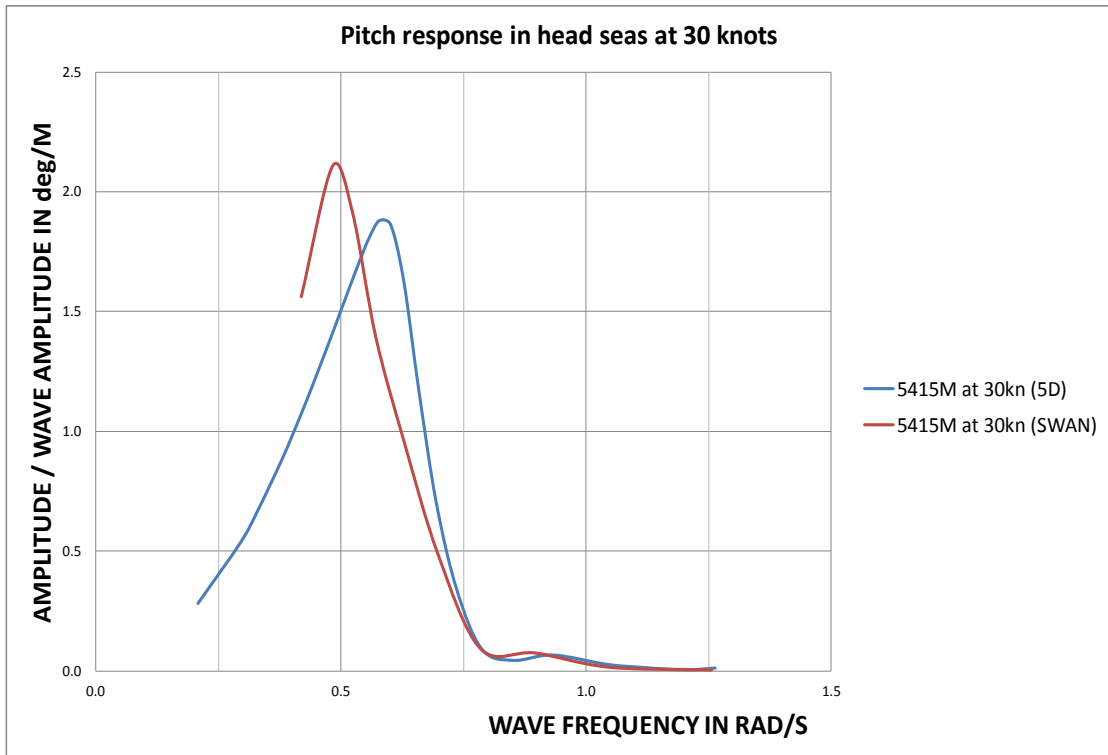
Σχήμα 6.3 RMS του προνευτασμού σε 45° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού



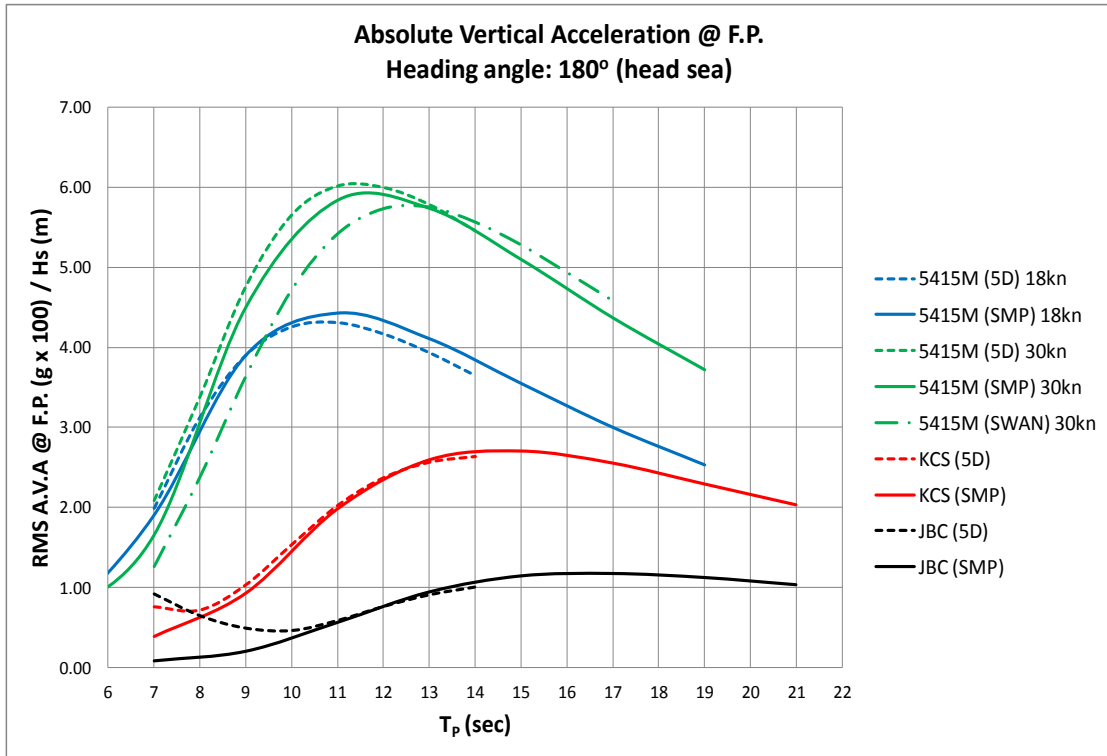
Σχήμα 6.4: RMS του προνευτασμού του 5415M, συγκριτικό των δύο κωδικών για τις τρεις γωνίες πρόσπτωσης κυματισμού, στην ταχύτητα των 18 knots.



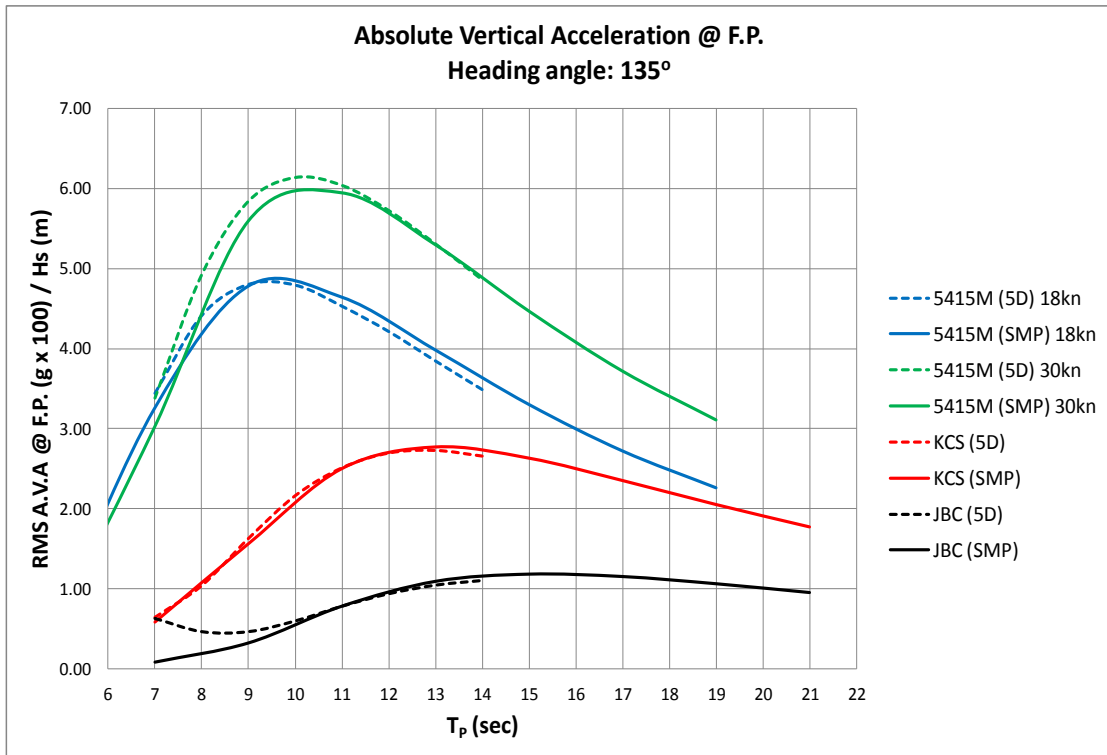
Σχήμα 6.5: Σύγκριση πειραματικών-αναλυτικών υπολογισμών για το 5415M σε προνευτασμό σε γωνία κυματισμών 135°



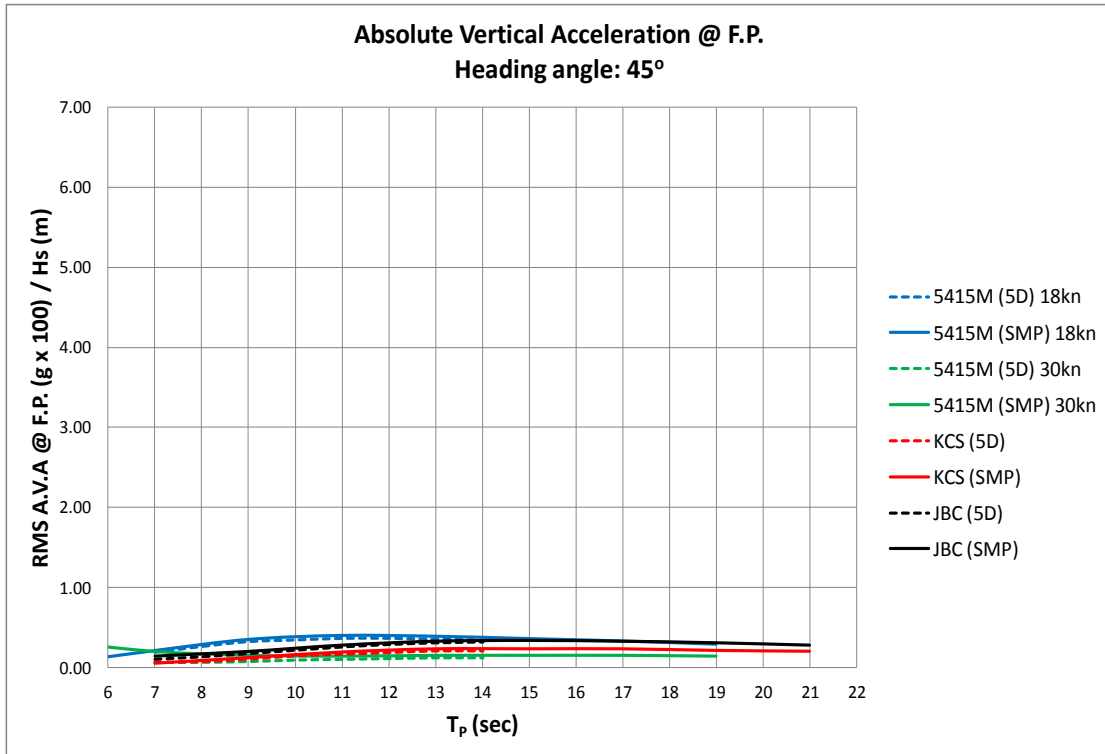
Σχήμα 6.6 Σύγκριση αποτελεσμάτων SPP-86 και SWAN του 5415M σε προνευτασμό σε γωνία κυματισμών 180° και ταχύτητα 30 knots



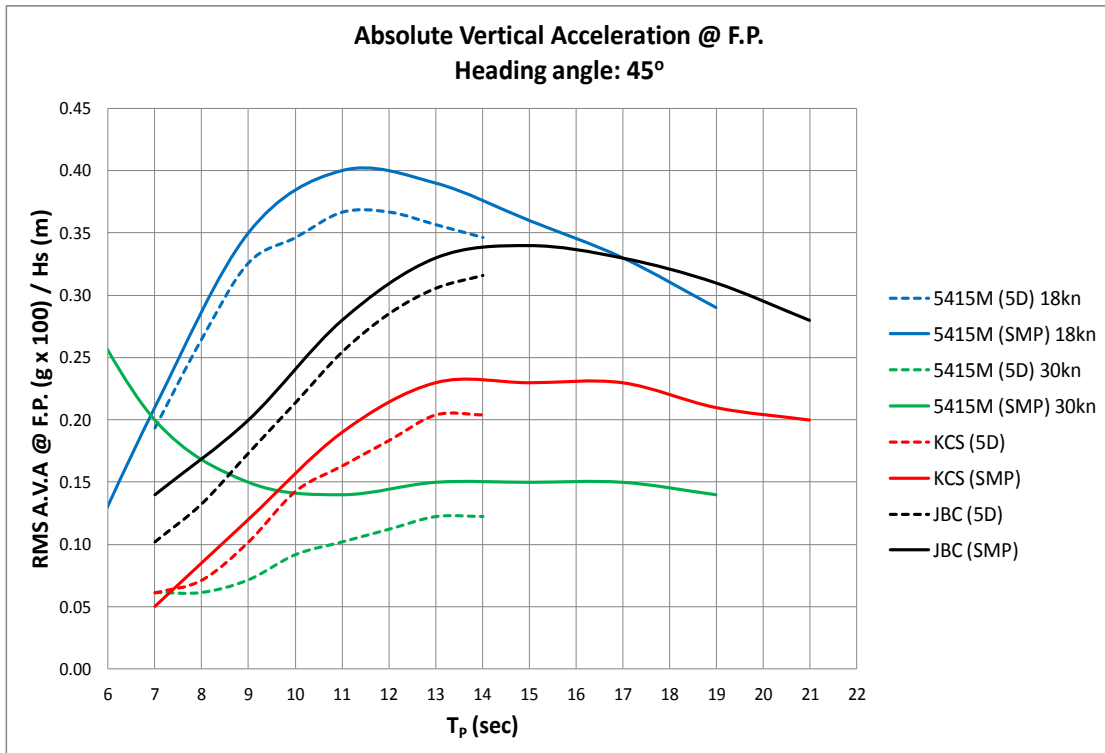
Σχήμα 6.7 RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στην πλώρα σε 180° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού



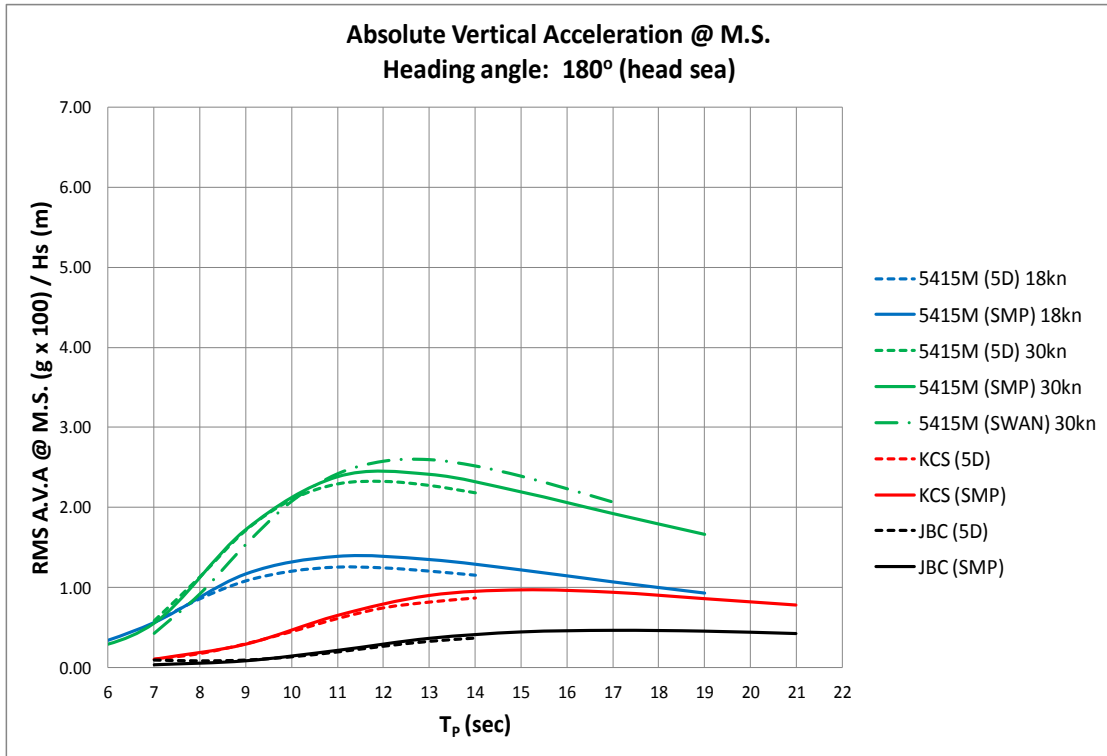
Σχήμα 6.8 RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στην πλώρα σε 135° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού



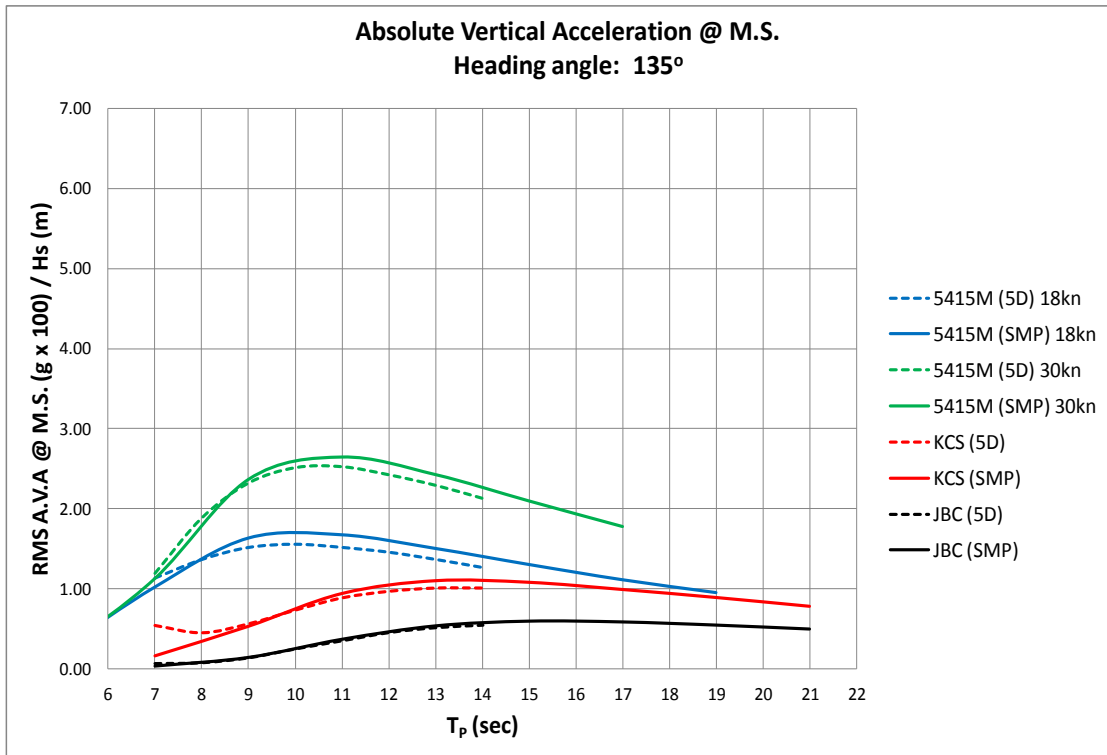
Σχήμα 6.9α RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στην πρόρα σε 45° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού (στην ίδια κλίμακα με τα σχ. 6.7 και 6.8)



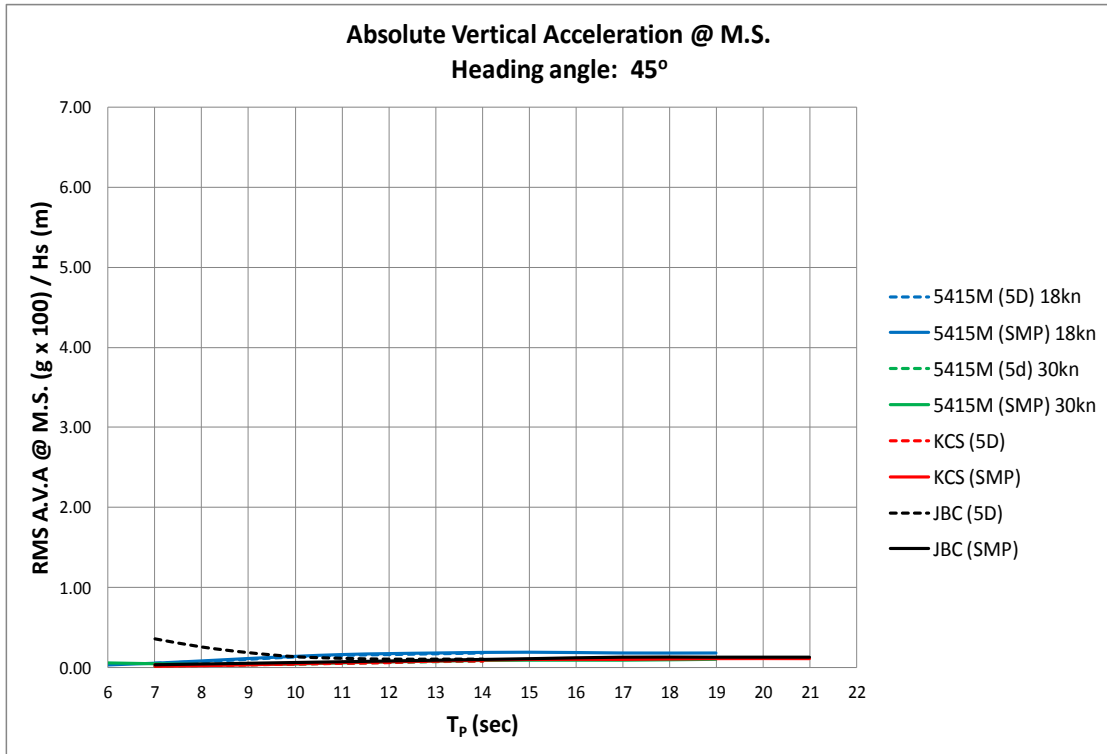
Σχήμα 6.9β RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στην πρόρα σε 45° γωνία κυματισμού (εστιασμένο)



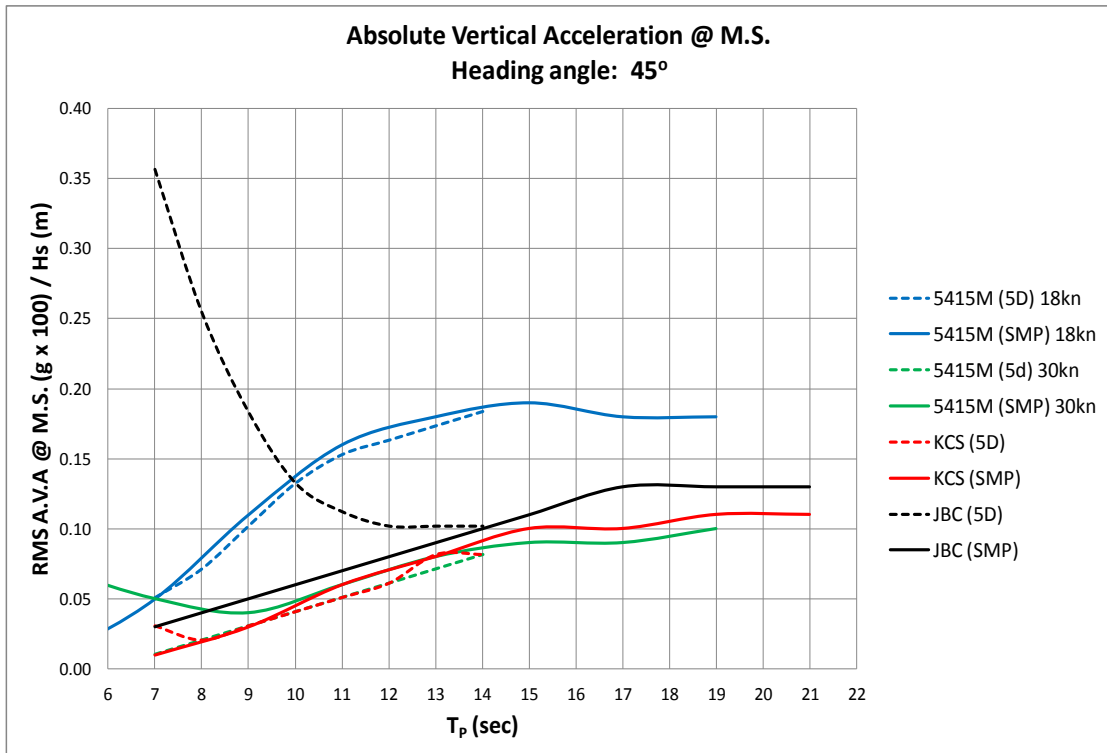
Σχήμα 6.10 RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στο μέσο του πλοίου σε 180° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού



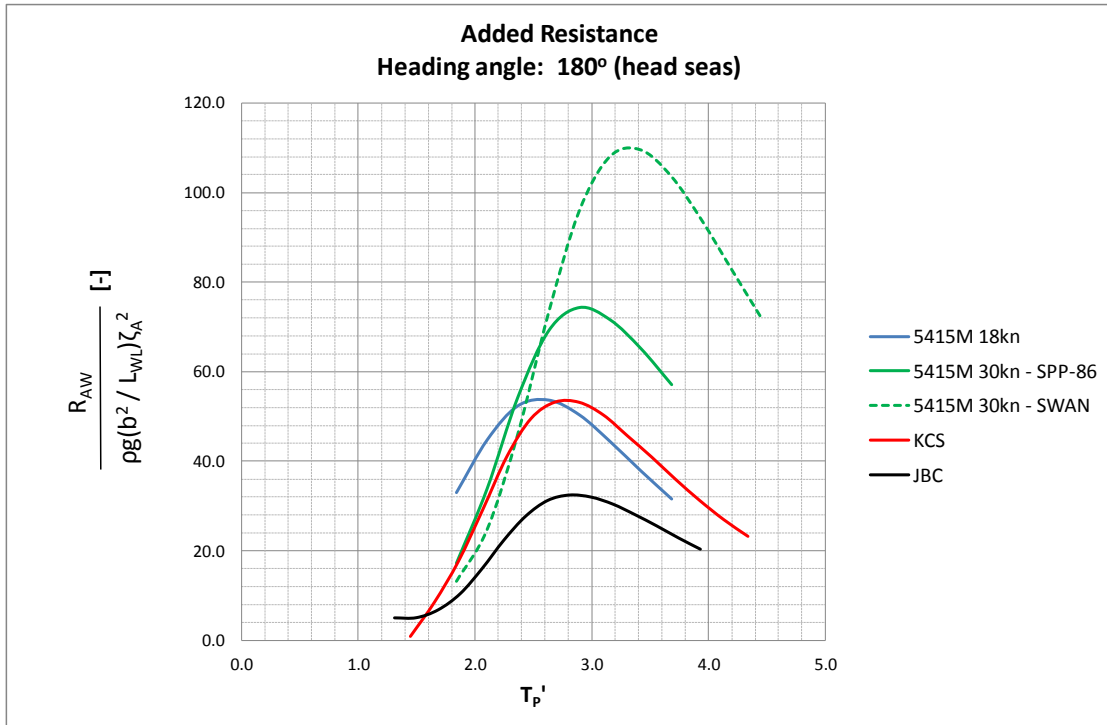
Σχήμα 6.11 RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στο μέσο του πλοίου σε 135° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού



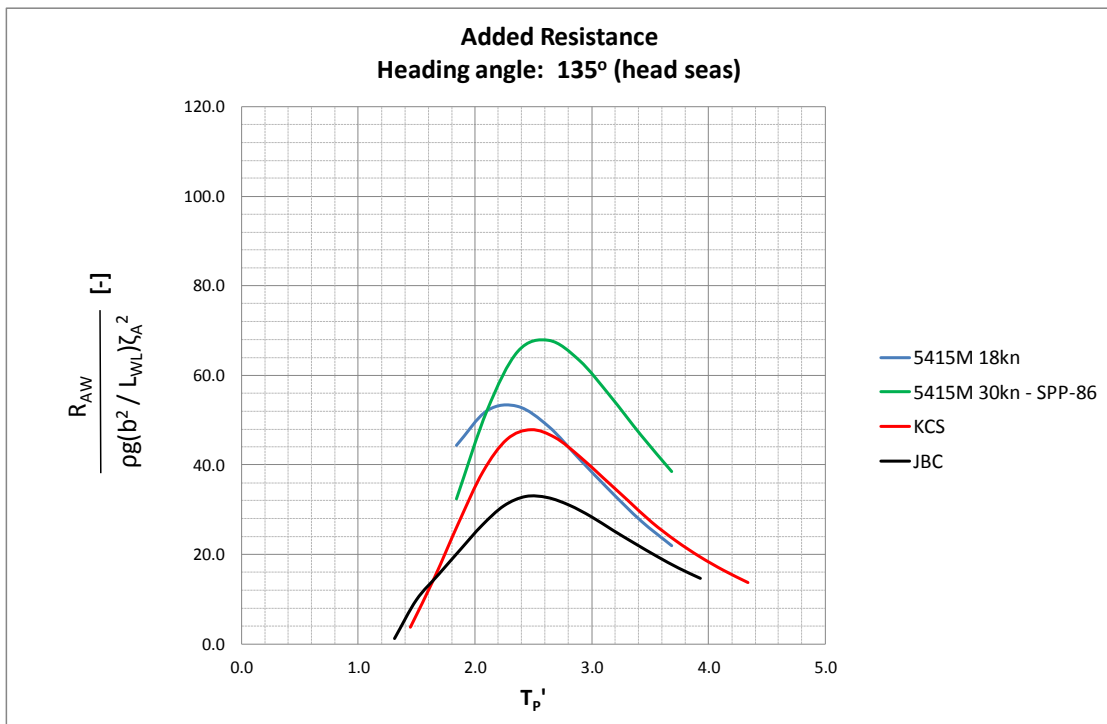
Σχήμα 6.12α RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στο μέσο του πλοίου σε 45° γωνία κυματισμού (στην ίδια κλίμακα με τα σχ. 6.10 και 6.11)



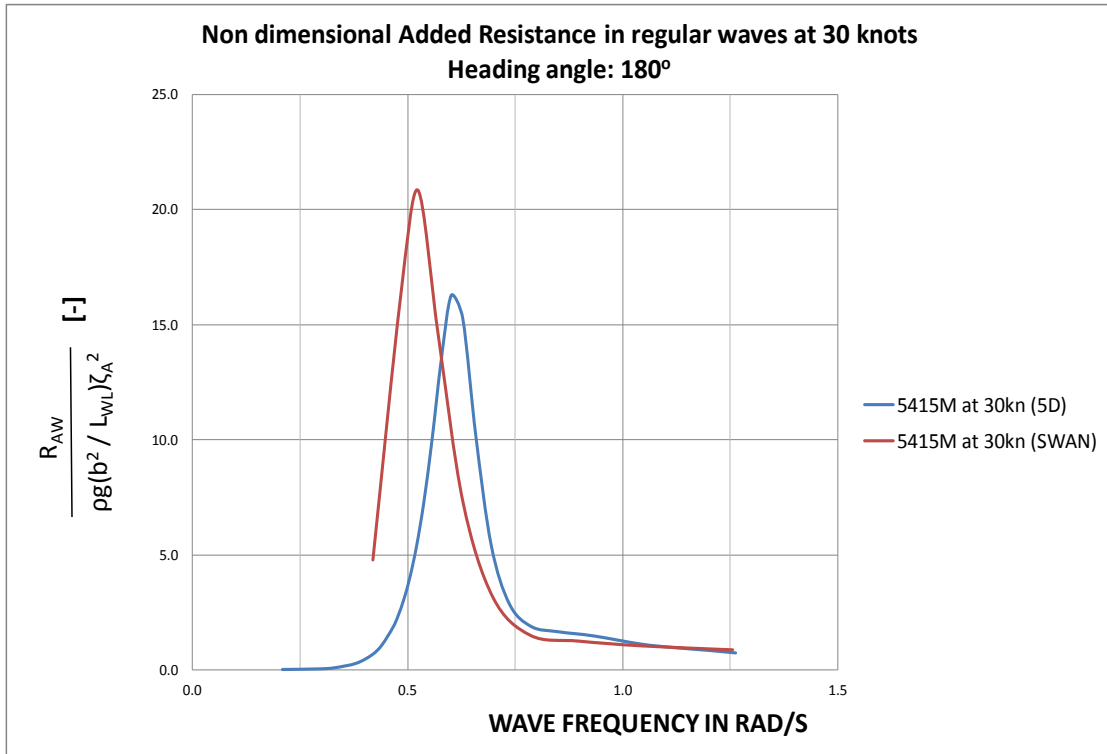
Σχήμα 6.12β RMS της (απόλυτης) κάθετης επιτάχυνσης στο μέσο του πλοίου σε 45° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού (εστιασμένο)



Σχήμα 6.13 Αδιάστατη πρόσθετη αντίσταση σε 180° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου



Σχήμα 6.14 Αδιάστατη πρόσθετη αντίσταση σε 135° γωνία πρόσπτωσης κυματισμού συναρτήσει της αδιάστατης περιόδου



Σχήμα 6.15 Σύγκριση αποτελεσμάτων SPP-86 και SWAN για την αδιάστατη πρόσθετη αντίσταση σε αρμονικούς κυματισμούς του 5415M σε γωνία κυματισμών 180° και ταχύτητα 30 knots

8. Έλεγχος κριτηρίων

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει αξιολόγηση των τριών μορφών γαστρών με βάση κριτήρια που αναφέρονται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 6 και επαναλαμβάνονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα:

RMS	Merchant Ships	Naval Vessels
Pitch	1.5°	
Vert. Acc. Bridge	0.15 g	0.2 g
Roll	6.0 deg	4.0 deg
Lateral Acc. Bridge	0.12 g	0.1 g

Πίνακας 8.1: Κριτήρια «λειτουργησιμότητας»

Για τα δύο πρώτα κριτήρια και με βάση τους πίνακες του παραρτήματος, υπολογίζεται γραμμικά το οριακό σημαντικό ύψος κύματος για το οποίο πληρούται το κριτήριο για την κάθε απόκριση, όπως φαίνεται στον συγκεντρωτικό πίνακα 8.2 που ακολουθεί.

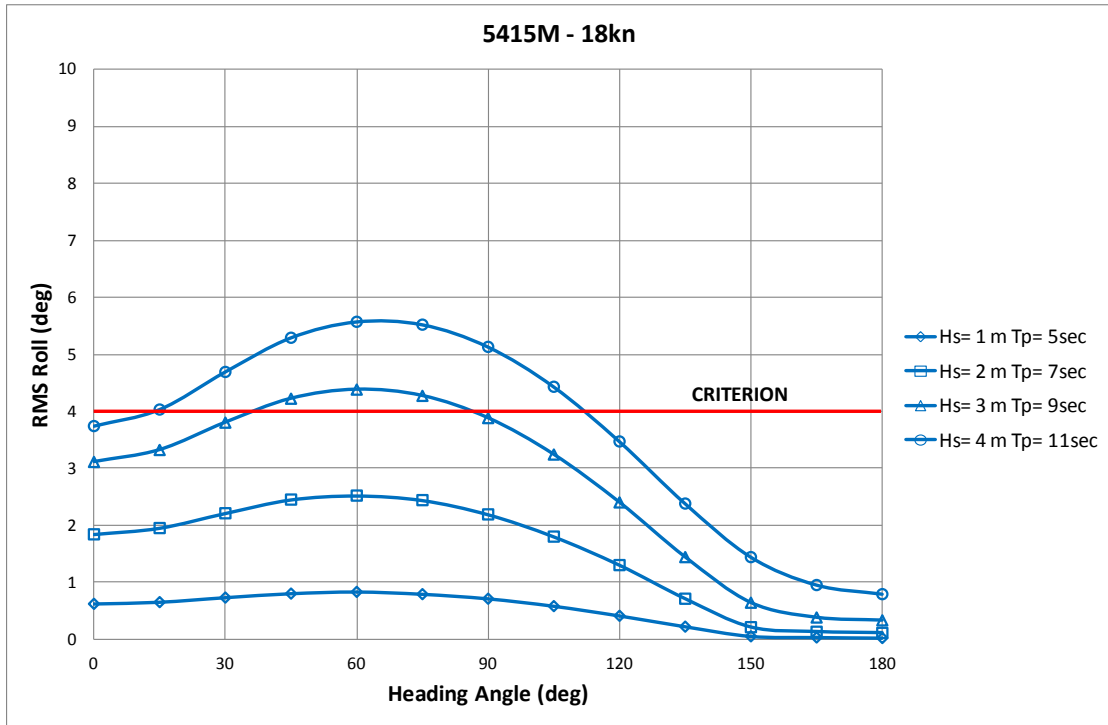
Έτσι, σε δυσμενέστερη θέση από άποψη προνευτασμού είναι το πολεμικό 5415M στους 30 knots, το οποίο “κόβεται” για $H_{1/3}=4.286$ m και $T_P=13$ sec περίοδο σε μετωπικούς κυματισμούς. Την ίδια στιγμή, το container ship KCS και το μεγάλο και πλήρους φορτίου bulk carrier JBC εμφανίζουν οριακή τιμή σε πολύ υψηλότερα ύψη κύματος (9 και 12m αντίστοιχα) και περίοδο $T_P=14$ sec σε μετωπικούς/πλαγιομετωπικούς κυματισμούς.

Παρόμοια είναι η εικόνα για την (απόλυτη) κατακόρυφη επιτάχυνση στη γέφυρα. Το 5415M στην ταχύτητα των 30 knots “συναντά” το κριτήριο των 0.2g σε σημαντικό ύψος κύματος 5.671 m και περίοδο 11 sec σε γωνία 135°. Για τα δύο εμπορικά πλοία, όπου το κριτήριο είναι μάλιστα στα 0.15 g, τα ύψη κύματος που γίνονται οριακά είναι για το μεν KCS το $H_{1/3}=13.625$ m σε $T_P=13$ sec, για το δε JBC $H_{1/3}=15.171$ m σε $T_P=14$ sec, υπο γωνία 135° αμφότερα.

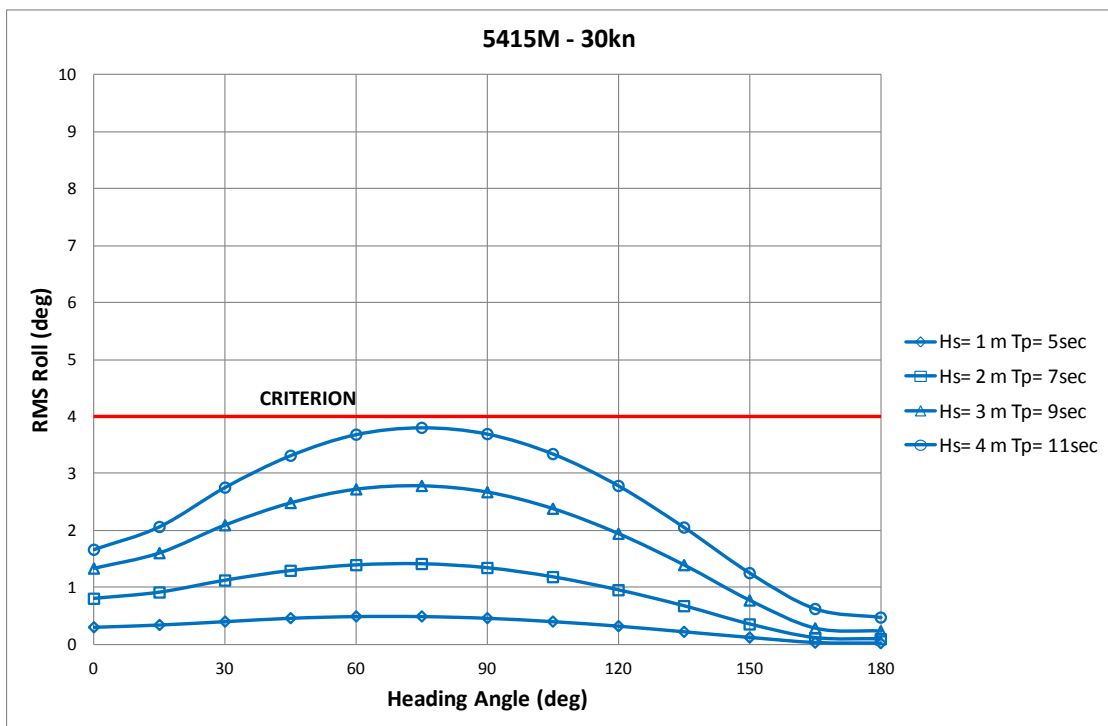
Πίνακας 8.2:

5415M 18kn		Pitch [deg]				Absolute Vert. Acc. Bridge [m/s]			
Tp	H _{1/3}	45°	135°	180°		45°	135°	180°	
7	1	0.103	0.149	0.083			0.009	0.148	
8	1	0.141	0.233	0.164		0.014	0.215	0.144	
9	1	0.168	0.290	0.240		0.017	0.254	0.198	
10.01	1	0.184	0.320	0.295		0.020	0.266	0.230	
11.01	1	0.191	0.330	0.326		0.021	0.262	0.242	
12.01	1	0.192	0.326	0.340	H _{1/3}	0.022	0.248	0.240	
13.01	1	0.189	0.315	0.341	4.399	0.022	0.231	0.231	
14.01	1	0.183	0.299	0.335		0.022	0.213	0.218	
H_{1/3} 7.376									
5415M 30kn		Pitch [deg]				Absolute Vert. Acc. Bridge [m/s]			
Tp	H _{1/3}	45°	135°	180°		45°	135°	180°	
7	1	0.118	0.099	0.045			0.003	0.13	
8	1	0.144	0.183	0.113		0.003	0.218	0.131	
9	1	0.163	0.257	0.194		0.004	0.292	0.215	
10.01	1	0.173	0.305	0.264		0.006	0.334	0.281	
11.01	1	0.178	0.328	0.313		0.007	0.346	0.322	
12.01	1	0.178	0.332	0.340	H _{1/3}	0.008	0.338	0.338	
13.01	1	0.174	0.326	0.350	4.286	0.008	0.323	0.336	
14.01	1	0.169	0.314	0.349		0.009	0.301	0.325	
H_{1/3} 5.671									
KCS		Pitch [deg]				Absolute Vert. Acc. Bridge [m/s]			
Tp	H _{1/3}	45°	135°	180°		45°	135°	180°	
7	1	0.041	0.020	0.014			0.003	0.044	
8	1	0.043	0.041	0.019		0.003	0.044	0.036	
9	1	0.058	0.074	0.042		0.004	0.062	0.041	
10.01	1	0.074	0.108	0.074		0.006	0.082	0.054	
11.01	1	0.087	0.134	0.107		0.007	0.097	0.069	
12.01	1	0.097	0.153	0.134		0.009	0.105	0.080	
13.01	1	0.104	0.163	0.155	H _{1/3}	0.010	0.108	0.087	
14.01	1	0.107	0.167	0.168	8.929	0.011	0.107	0.091	
H_{1/3} 13.625									
JBC		Pitch [deg]				Absolute Vert. Acc. Bridge [m/s]			
Tp	H _{1/3}	45°	135°	180°		45°	135°	180°	
7	1	0.019	0.021	0.027			0.015	0.057	
8	1	0.028	0.020	0.020		0.014	0.044	0.060	
9	1	0.039	0.034	0.021		0.014	0.045	0.047	
10.01	1	0.053	0.057	0.036		0.016	0.059	0.046	
11.01	1	0.066	0.081	0.058		0.018	0.076	0.054	
12.01	1	0.077	0.101	0.081		0.020	0.088	0.064	
13.01	1	0.086	0.116	0.100	H _{1/3}	0.021	0.095	0.072	
14.01	1	0.092	0.125	0.116	12.000	0.022	0.097	0.077	
H_{1/3} 15.170									

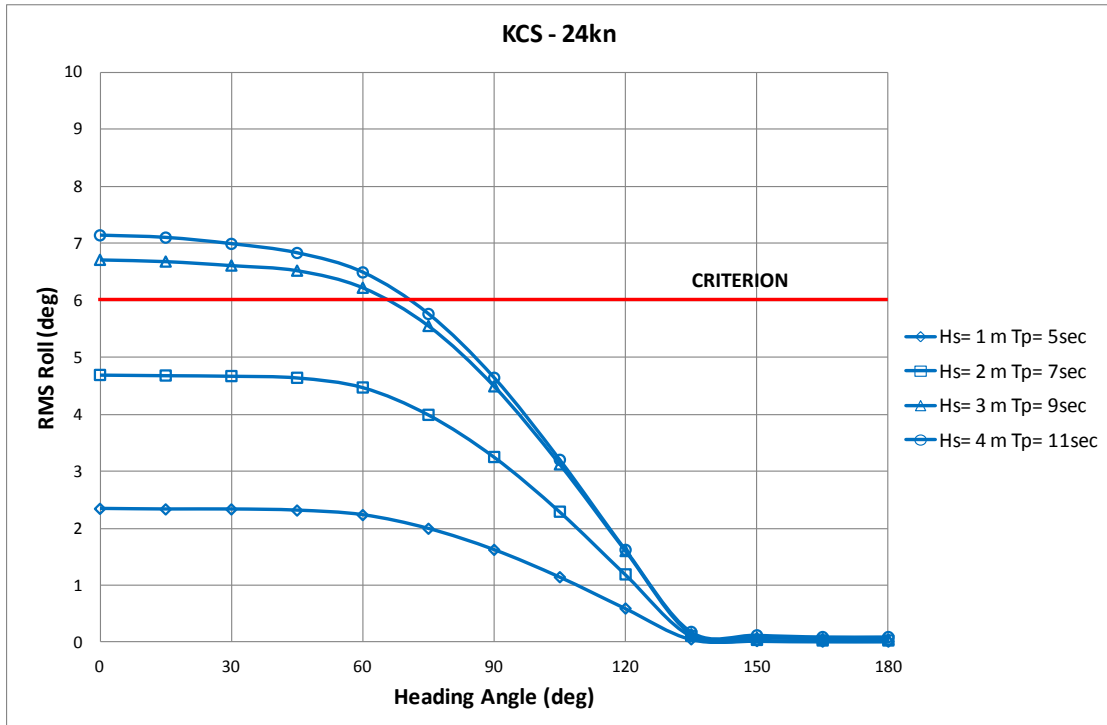
Για τον διατοιχισμό και την εγκάρσια επιτάχυνση στη γέφυρα, έγινε αναλυτικός υπολογισμός με βάση τις καταστάσεις θάλασσας που επιλέχθηκαν και αναφέρονται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 5. Στα σχήματα που ακολουθούν, φαίνονται οι αποκρίσεις που εξετάζουμε για τις 4 καταστάσεις θάλασσας (τιμές RMS) συναρτήσει των γωνιών πρόσπτωσης κυματισμού με βήμα 15° για κάθε μορφή γάστρας χωριστά (σχ. 8.1 ÷ 8.4 και 8.7 ÷ 8.10). Στα γραφήματα είναι σχεδιασμένο και το εκάστοτε κριτήριο με εμφανή κόκκινη γραμμή. Ειδικότερα για τις γωνίες πρόσπτωσης κυματισμού που εξετάζουμε (180° , 135° και 45°), στα σχήματα 8.5, 8.6, 8.10 και 8.12 φαίνονται για όλες τις μορφές γάστρας, οι αποκρίσεις ως προς το σημαντικό ύψος κύματος, με σήμανση επίσης του κριτηρίου με εμφανή κόκκινη γραμμή.



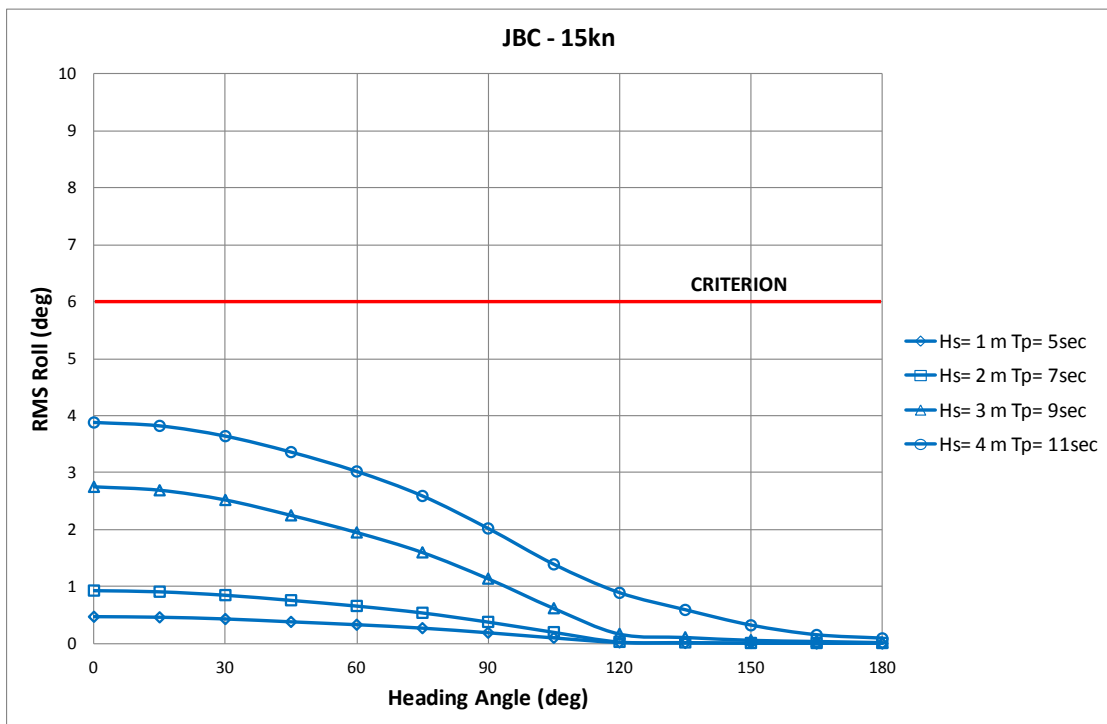
Σχήμα 8.1 RMS Roll του 5415M στους 18kn - Κριτήριο NORDIC οι 4.0 deg για Naval Vessels



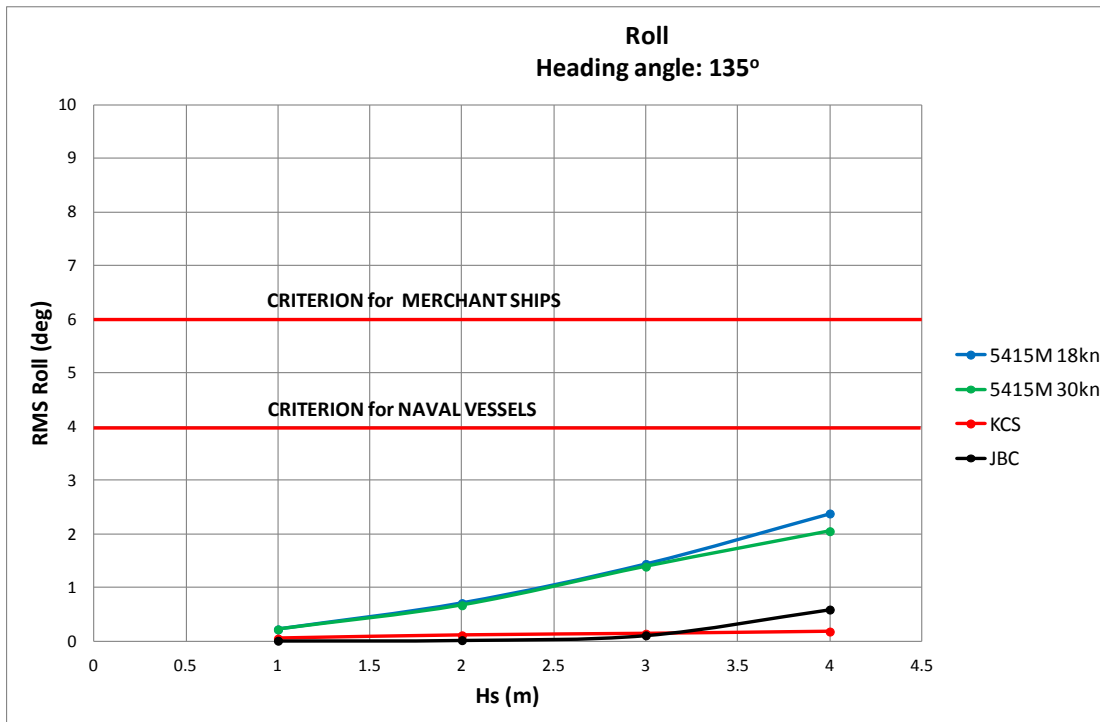
Σχήμα 8.2 RMS Roll του 5415M στους 30kn - Κριτήριο NORDIC οι 4.0 deg για Naval Vessels



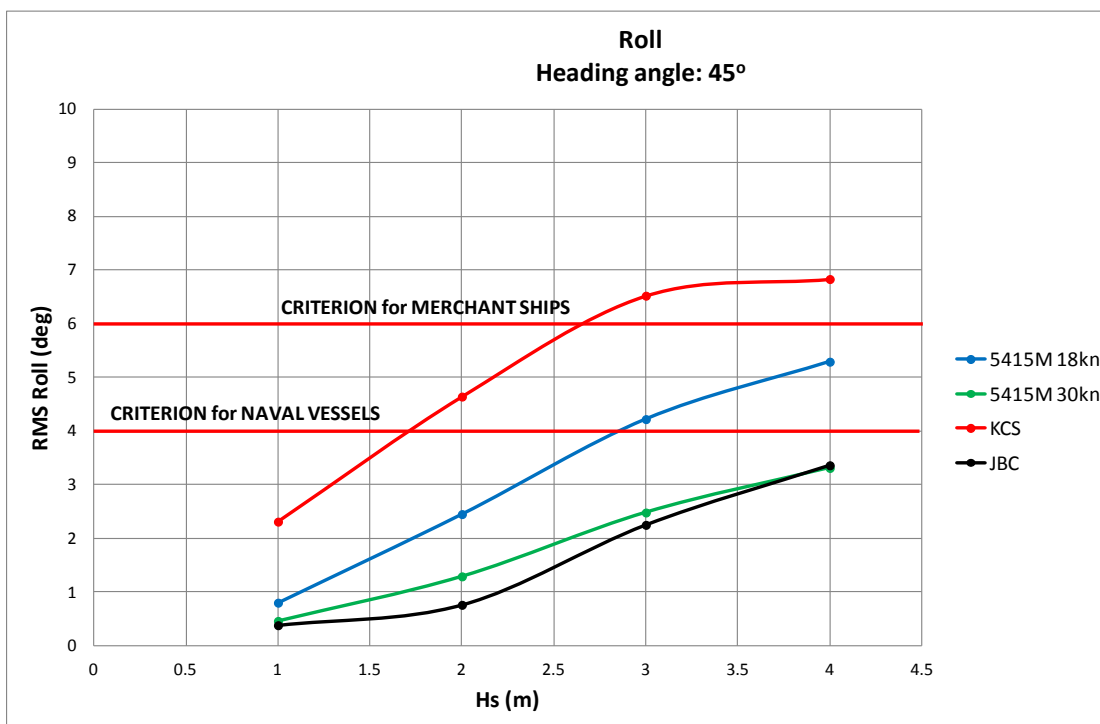
Σχήμα 8.3 RMS Roll του KCS - Κριτήριο NORDIC οι 6.0 deg για Merchant Vessels



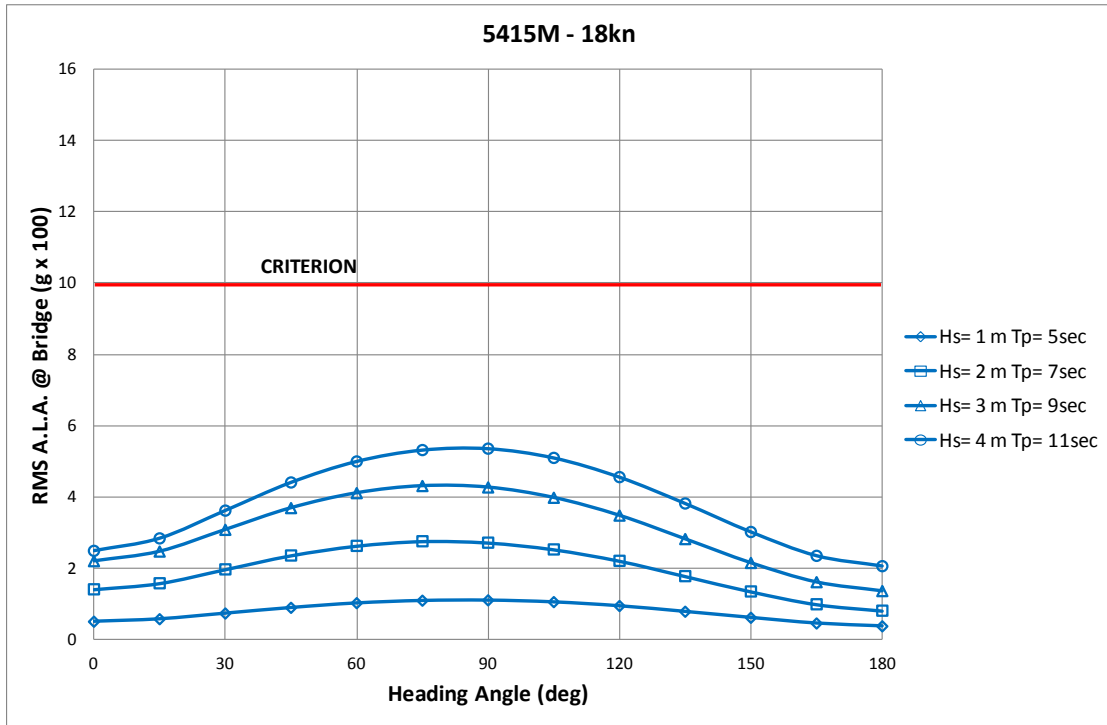
Σχήμα 8.4 RMS Roll του JBC- Κριτήριο NORDIC οι 6.0 deg για Merchant Vessels



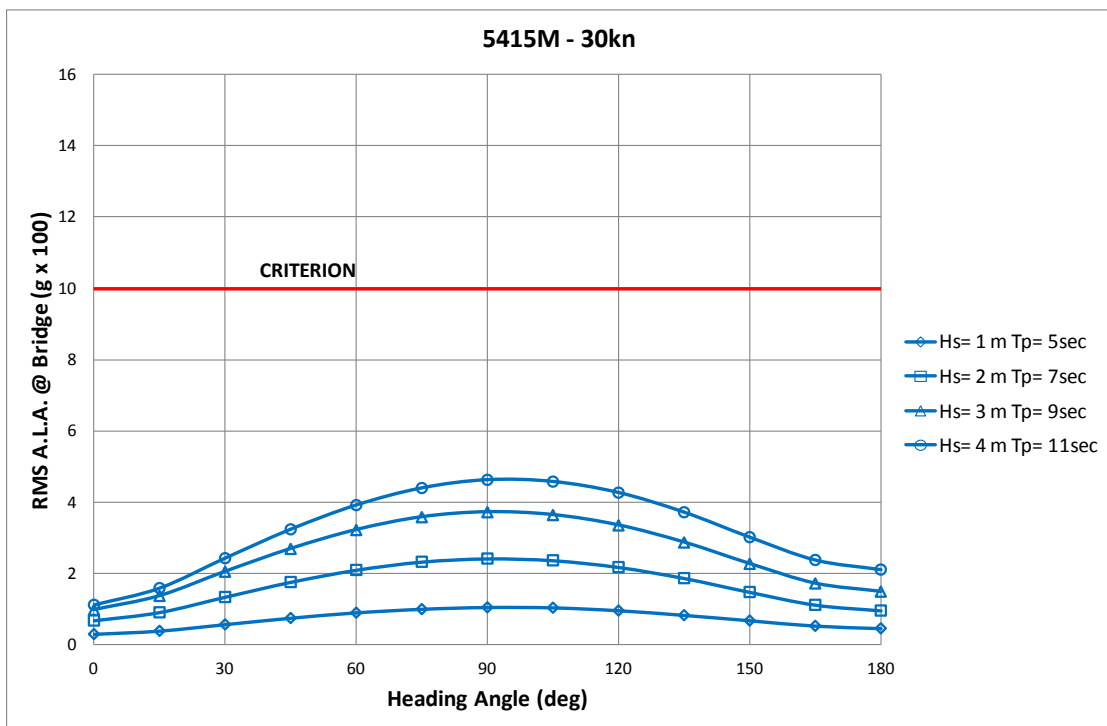
Σχήμα 8.5 Κριτήρια για ROLL σε γωνία πρόσπτωσης κυματισμού 135°



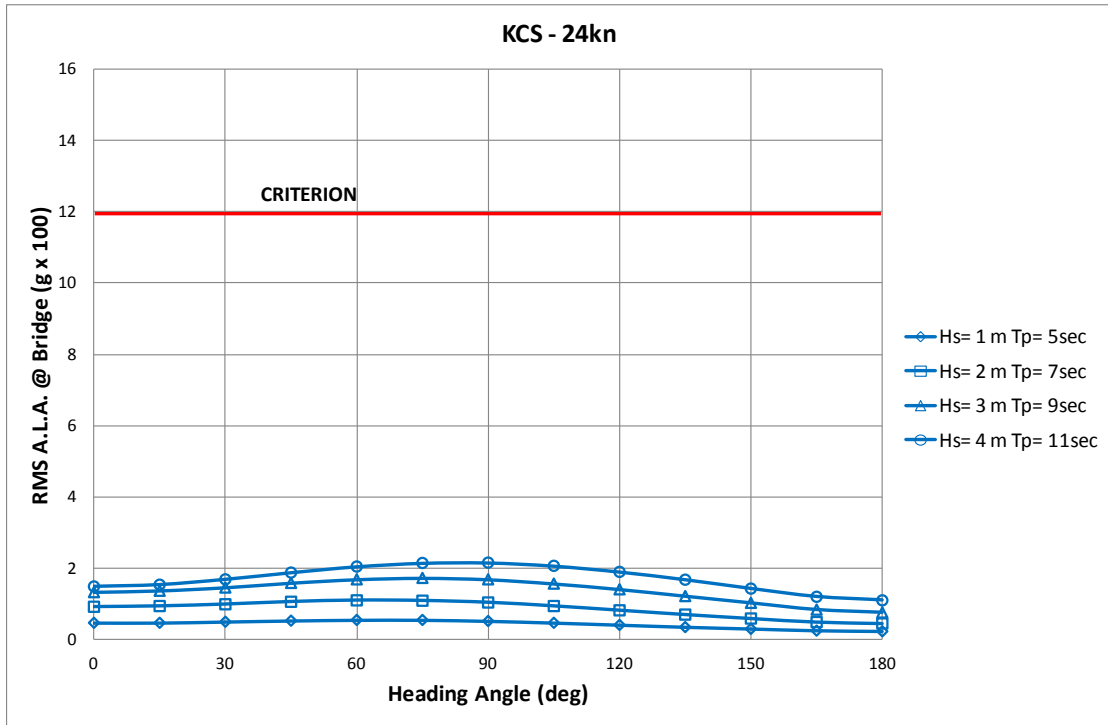
Σχήμα 8.6 Κριτήρια για ROLL σε γωνία πρόσπτωσης κυματισμού 45°



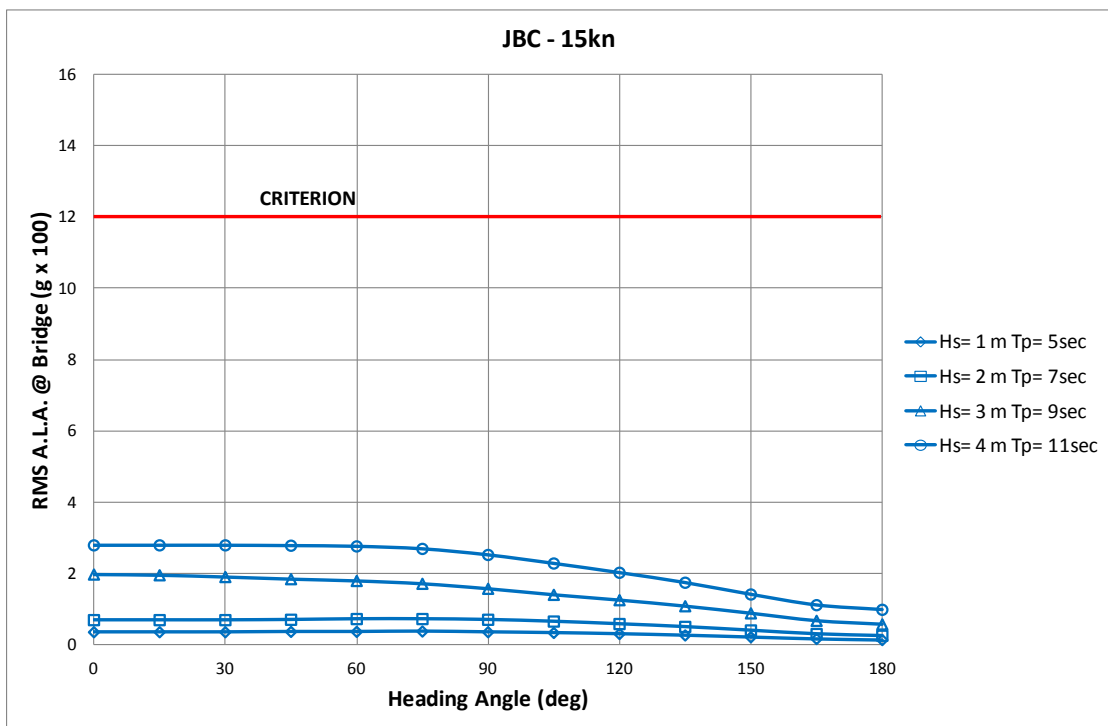
Σχήμα 8.7 RMS Lateral Acc. At Bridge του 5415M στους 18kn - Κριτήριο NORDIC τα 0.10 g για Naval Vessels



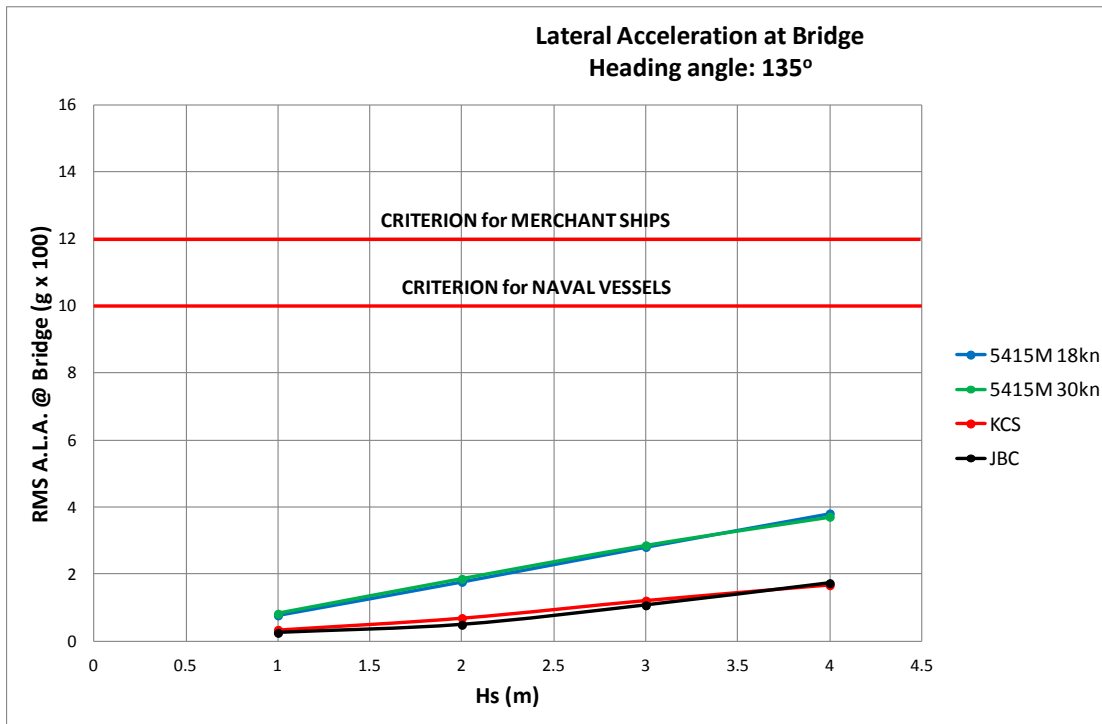
Σχήμα 8.8 RMS Lateral Acc. At Bridge του 5415M στους 30kn - Κριτήριο NORDIC τα 0.10 g για Naval Vessels



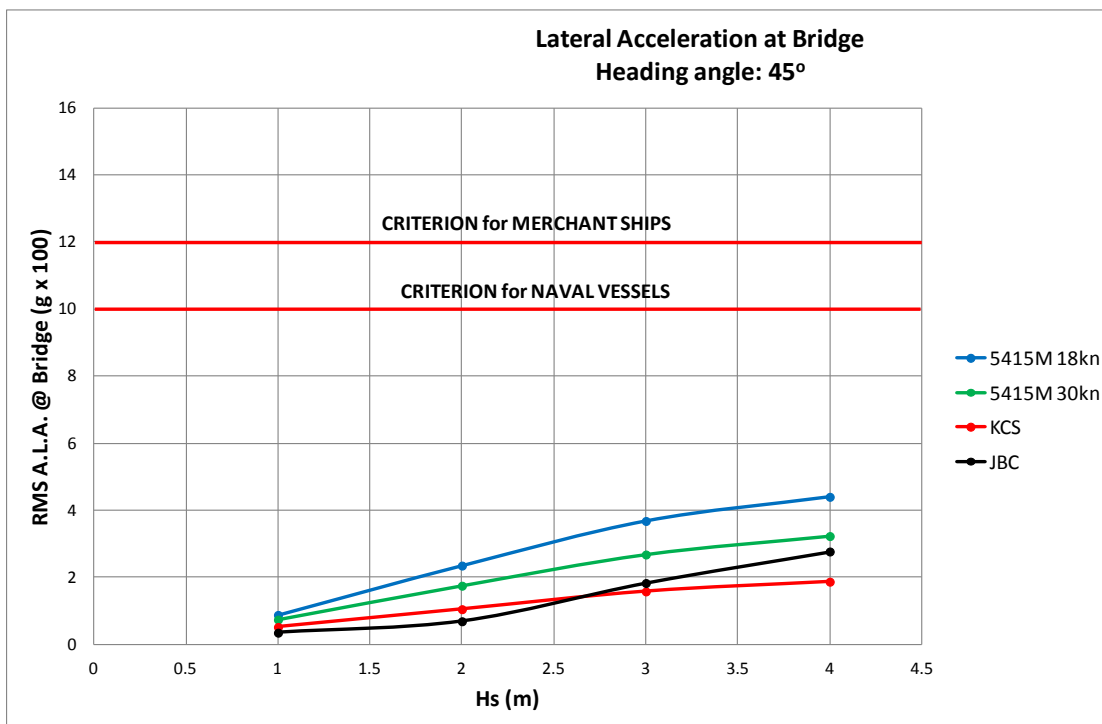
Σχήμα 8.9 RMS Lateral Acc. At Bridge του KCS- Κριτήριο NORDIC τα 0.12 g για Merchant Vessels



Σχήμα 8.10 RMS Lateral Acc. At Bridge του JBC - Κριτήριο NORDIC τα 0.12 g για Merchant Vessels



Σχήμα 8.11 Κριτήρια για Lateral Acc. At Bridge σε γωνία πρόσπτωσης κυματισμού 135°



Σχήμα 8.12 Κριτήρια για Lateral Acc. At Bridge σε γωνία πρόσπτωσης κυματισμού 45°

Από τα παραπάνω γραφήματα και ξεκινώντας από το κριτήριο της εγκάρσιας επιτάχυνσης – που είναι και το πλέον προφανές – συμπεραίνουμε ότι:

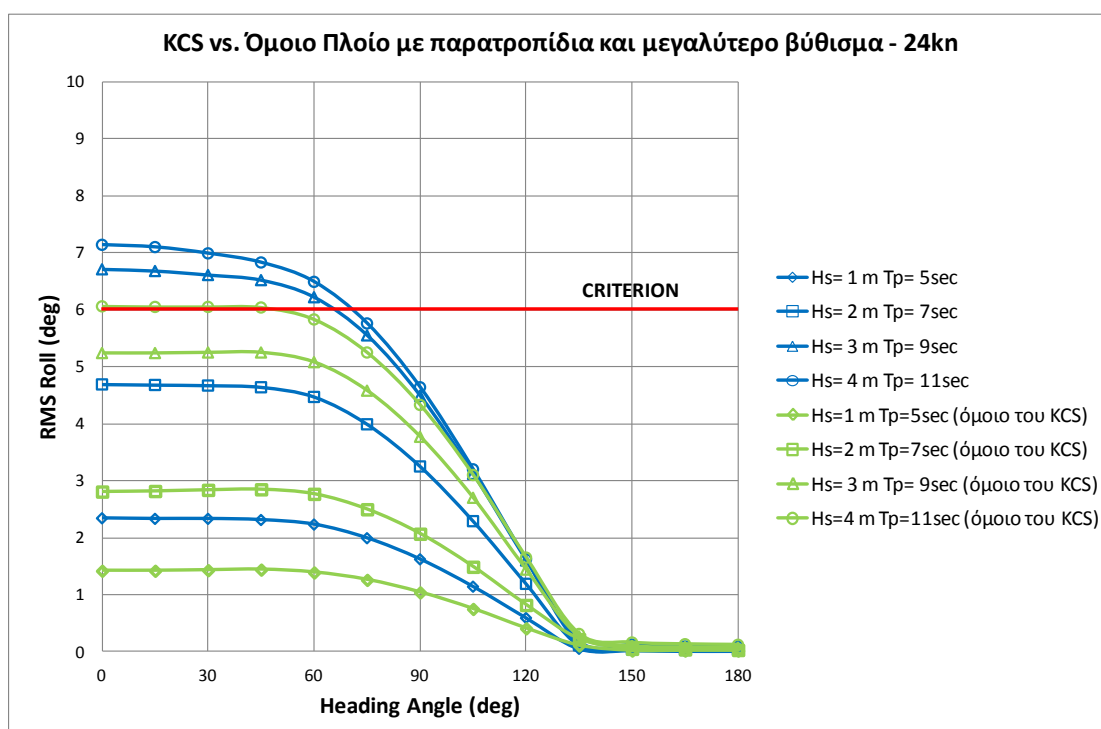
- και οι τρεις μορφές γάστρας (το 5415M και στις δύο ταχύτητες) πληρούν απολύτως το κριτήριο.
- Αν ωστόσο ψάχναμε δυσμενέστερη περίπτωση, τότε αυτή θα ήταν το 5415M στην χαμηλή ταχύτητα των 18 knots στην μεγαλύτερη κατάσταση θάλασσας και με κυματισμό 45° από πίσω.

Σε ότι αφορά τον διατοιχισμό:

- το 5415M, για το οποίο υπήρχαν στοιχεία και για παρατροπίδια, στην χαμηλή ταχύτητα των 18 kn ξεπερνά το κριτήριο και στις δύο υψηλότερες καταστάσεις θάλασσας και για ένα εύρος γωνιών πρόσπτωσης κυματισμού περίπου $15\div 110^\circ$ (με 0° του ακολουθούντες κυματισμούς πάντα), όπως φαίνεται στο σχήμα 8.1. Στην μεγαλύτερη ταχύτητα υπερκαλύπτει το κριτήριο σε κάθε κατάσταση (σχήμα 8.2).
- Το containership KCS, στην ενδιάμεση κατάσταση φόρτωσης που εξετάστηκε και χωρίς να περιγράφονται – ελλείπει δεδομένων – παρατροπίδια, αστοχεί στο κριτήριο στις δύο υψηλότερες καταστάσεις θάλασσας, από ακολουθούντες κυματισμούς μέχρι περίπου 70° (σχήμα 8.3). Είναι χαρακτηριστική η σύγκριση με το απολύτως όμοιο πλοίο του σχήματος 8.13 (από διαθέσιμα πλοία του ΕΝΘΥ), το οποίο για λίγο μεγαλύτερο βύθισμα (12.62m έναντι 10.8m) και με υπολογισμό των παρατροπιδίων, καλύπτει έστω και οριακά το κριτήριο (σχήμα 8.13).
- Το μεγάλο bulk carrier, με πλήρες φορτίο, χωρίς ωστόσο παρατροπίδια και εδώ, υπερκαλύπτει και το κριτήριο του διατοιχισμού, όπως φαίνεται στο σχήμα 8.4.

Ως προς τις υπό εξέταση γωνίες πρόσπτωσης κυματισμών: των 135° και 45°:

- από το σχήμα 8.5 είναι εμφανές ότι το κριτήριο του διατοιχισμού υπερκαλύπτεται για όλες τις μορφές γάστρας στην περίπτωση των 135°
- από το σχήμα 8.6 προκύπτει ότι το 5415M στην ταχύτητα των 30 knots και το JBC καλύπτουν το κριτήριο, όπως έχει άλλωστε προαναφερθεί. Γραφικά, υπολογίζεται ότι το 5415M στην ταχύτητα των 18 knots ξεπερνά το κριτήριο για σημαντικό ύψος κύματος 2.85 m ενώ το KCS για 2.65 m.



Σχήμα 8.13 Σύγκριση RMS ROLL του KCS με όμοιό του πλοίο που φέρει παρατροπίδια και έχει μεγαλύτερο βύθισμα

9. Συμπεράσματα

Από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων δυναμικής συμπεριφοράς σε κυματισμούς των τριών μορφών γαστρών τόσο του κεφαλαίου 7 όσο και του κεφαλαίου 8 που εξετάζει τη λειτουργησιμότητά τους, προκύπτουν ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα αλλά και ενδιαφέρον για συνέχιση της έρευνας.

Εξετάζοντας την σύγκριση των τριών κωδίκων, παρατηρούμε:

- πολύ καλή συσχέτιση των αποτελεσμάτων των SPP-86 και SMP για όλες τις αποκρίσεις και των τριών μορφών γαστρών.
- Τα αποτελέσματα του SWAN παρουσιάζουν αποκλίσεις (μικρότερες ή μεγαλύτερες, ανάλογα την απόκριση) γεγονός που διακαριοιολογείται από την διαφορετική μέθοδο που υλοποιεί ο συγκεκριμένος κώδικας.

Η περαιτέρω διερεύνηση της συγκεκριμένης μεθόδου και με χρήση στα άλλα δύο πλοία - με δεδομένη την μοντελοποίηση των γαστρών που έχει ήδη γίνει - αποτελεί ενδιαφέρουσα πρόκληση για τη συνέχιση της παρούσας εργασίας.

Ακόμα πιο σημαντική είναι η σύγκριση των αναλυτικών υπολογισμών με τα διαθέσιμα πειραματικά αποτελέσματα για το πολεμικό πλοίο 5415M (σχ. 6.5), που κρίνεται πολύ ικανοποιητική.

Πέρα από τη σύγκριση των κωδίκων υπάρχει και η σύγκριση των τριών μορφών γαστρών. Οι διαφορές στις γεωμετρίες, τις καταστάσεις φόρτωσης αλλά και τις ταχύτητες που εξετάστηκαν καθορίζουν λίγο πολύ τη δυναμική τους συμπεριφορά σε κυματισμούς, κάτι που επιβεβαιώνεται από τους αναλυτικούς υπολογισμούς.

Έτσι:

- το πολύ ελαφρύτερο, πολεμικό πλοίο έχει μεγαλύτερες αποκρίσεις σε προνευτασμό αλλά και κάθετες επιταχύνσεις (ειδικά στην μεγάλη ταχύτητα των 30kn) ενώ αντίθετα το μεγάλο, βαρύ bulk carrier έχει τις μικρότερες.
- Η αδιάστατη πρόσθετη αντίσταση είναι ανάλογη της αδιάστατης ταχύτητας υπηρεσίας F_n (σχ. 6.13 και 6.14), με το πολεμικό 5415M στην μεγάλη ταχύτητα ($F_n=0.41$) να εμφανίζει την υψηλότερη και το αργό ($F_n=0.14$) bulk carrier την μικρότερη. Ο κώδικας SWAN αποτυγχάνει στην ούτως ή άλλως δύσκολη εκτίμησή της.

Σαφέστερη εκτίμηση των τριών διαφορετικών τύπων πλοίου προκύπτει εξετάζοντάς τα ως προς τη “λειτουργησιμότητά” τους. Έτσι, με βάση κριτήρια του NORDIC αλλά και του NATO STANAG, σύμφωνα με τα κεφάλαια 6 και 8, συμπληρώνουμε τον πίνακα 9.1. Στον πίνακα, φαίνονται οι οριακές τιμές των σημαντικών υψών κύματος (και οι γωνίες συνάντησης) για τα οποία η κάθε γάστρα παύει να πληροί έκαστο κριτήριο.

- Το μεγάλο bulk carrier JBC, σε βαριά έμφορτη κατάσταση, «κόβεται» μόνο μετά τα 12m σημαντικό ύψος κύματος σε προνευτασμό στις 135ο.
- Στον αντίποδα, το containership KCS, δεν πληροί το κριτήριο για το Roll σε ακολουθούντες κυματισμούς με 45° από τα 2.65m. Ελλείπει δεδομένων για παρατροπίδια, που θα περιόριζαν τον διατοιχισμό, αλλά και δεδομένου του βυθίσματος στο οποίο εξετάστηκε το πλοίο, αυτό κρίνεται εύλογο αποτέλεσμα.
- Για το πολεμικό πλοίο 5415M η εικόνα είναι διττή: Στην μικρή ταχύτητα των 18kn, η γάστρα «κόβεται» στα 2.85m από διατοιχισμό (με γωνία πρόσπτωσης των κυμάτων τις 45° από την πρύμνη) ενώ στην μεγάλη ταχύτητα δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα με το κριτήριο. Το αμέσως επόμενο κρίσιμο κριτήριο για αυτή τη γάστρα είναι ο προνευτασμός σε μετωπικούς κυματισμούς, το οποίο στην μεγάλη ταχύτητα γίνεται οριακό για 4.286m σημαντικό ύψος κύματος.

Πίνακας 9.1: Οριακές τιμές πλήρωσης κριτηρίων “λειτουργησιμότητας”

criterion	5415M		KCS	JBC
	18 kn	30kn		
Pitch	4.399m /180°	4.286m /180°	8.929m /180°	12.000m/135°
Vert. Acc. Bridge	7.376m/135°	5.671m/135°	13.625m/135°	15.170m/135°
Roll	2.85m/45°	-	2.65m/45°	-
Lateral Acc. Bridge	-	-	-	-

Η αναζήτηση και περιγραφή δεδομένων για τα παρατροπίδια για τα δύο εμπορικά πλοία θα μας έδινε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα αλλά και χρήσιμα συμπεράσματα για την επίδραση των παρελκομενων στην δυναμική συμπεριφορά σε κυματισμούς. Είναι άλλη μια ενδιαφέρουσα προοπτική συνέχισης της παρούσας εργασίας.

10. Βιβλιογραφία

- 1 Grigoropoulos, G. and Loukakis, T. “A new Method for Developing Hull Forms with Superior Seakeeping Qualities” *Intl. Conf. CADMO '88*, Southampton, England, Sept. 1988.
- 2 Grigoropoulos G.J. (1989). Hullform Optimization with Respect to Seakeeping, PhD Thesis, NTUA, Dept. of Naval Arch. And Marine Eng., Athens, Greece, May.
- 3 Grigoropoulos G.J. and Loukakis, T.A., (1990). On the optimization of hullforms with respect to seakeeping, 5th IMAEM Intl. Congress, Athens, May.
- 4 Grigoropoulos G.J. and Loukakis, T.A., (2002). “Resistance and Seakeeping characteristics of a Systematic Series in the Pre-planing condition, Part I”, *Trans. SNAME*, Vol. 110
- 5 Λουκάκης Θ.Α. Γρηγορόπουλος Γ.Ι. (1994) “Υδροδυναμική Σχεδίαση Μικρών Σκαφών”, ΕΜΠ, Αθήνα
- 6 Λουκάκης Θ.Α., Αθανασούλης Γ. (1997) “Υδροδυναμική και Δυναμική Θαλασσιών Συστημάτων”, ΕΜΠ, Αθήνα
- 7 Λουκάκης Θ.Α., (2001) “Υδροδυναμική Πλοίου. Αντίσταση - Πρόωση”, ΕΜΠ, Αθήνα
- 8 Λουκάκης Θ.Α. Γρηγορόπουλος Γ.Ι. (2000) “Εφαρμογές της Δυναμικής Συμπεριφοράς Πλοίων σε Κυματισμούς στη Σχεδίαση και τη Λειτουργία τους”, ΕΜΠ, Αθήνα
- 9 G.A Athanasoulis and E.K. Skarsoulis, “Wind and Wave Atlas of the North-Eastern Mediterranean Sea”, LSMH, NTUA, 1992.
- 10 Nordforsk (1987): Assessment of Ship Performance in a Seaway-Nordic Cooperative Organization for Applied Research, Copenhagen.
- 11 NATO, STANAG 4154 Edition 3, 2000
- 12 Salvesen, N., Tuck, E.O. and Faltinsen, O. (1970). Ship Motions and Sea Loads, *Trans. SNAME*, Vol. 78, p. 250.

- 13 SPP-86 (1994), "User's Manual", Report No: NAL-114-F-94, Laboratory of Ships and Marine Hydrodynamics of NTUA.
- 14 Ursell, F. (1949a), On the Heaving Motion of a Circular Cylinder on the Surface of a Fluid, Quart. Journal of Mech. And Appl. Maths, Vol. 2, p.213
- 15 Ursell, F. (1949b), On the Rolling Motion of Cylinders on the Surface of a Fluid, Quart. Journal of Mech. And Appl. Maths, Vol. 2, p.335
- 16 SWAN2, 2002, User's Manual (2002). Ship Flow simulation in calm water and in waves, Boston Marine Consulting Inc., Massachusetts, USA.
- 17 Athanassoulis G.A. Loukakis T.A. (1985). An Extended-Lewis Form Family of Ship Sections and Its Applications to Seakeeping Calculations, I.S.P. Vol 32, No.366, pp.33-43.

Παράρτημα

	σελίδα
5415M DESTROYER TYPE (5415M)	
SMP INPUT	Π3
SMP OUTPUT (LONGCRESTED)	Π6
SMP OUTPUT (SHORTCRESTED)	Π11
SPP-86 INPUT	Π19
SPP-86 OUTPUT	Π26
SWAN INPUT	Π28
SWAN OUTPUT (.add)	Π29
SWAN OUTPUT (.mot)	Π31
KRISO CONTAINER SHIP (KCS)	
SMP INPUT	Π35
SMP OUTPUT (LONGCRESTED)	Π38
SMP OUTPUT (SHORTCRESTED)	Π43
SPP-86 INPUT	Π49
SPP-86 OUTPUT	Π53
JAPAN BULK CARRIER (JBC)	
SMP INPUT	Π56
SMP OUTPUT (LONGCRESTED)	Π59
SMP OUTPUT (SHORTCRESTED)	Π64
SPP-86 INPUT	Π70
SPP-86 OUTPUT	Π78

**5415M Destroyer Type
(5415M)**

SMP Input

```

1                               I N P U T   C A R D S

                                COLUMN
CARD  1 2 3 4 5 6 7 8
1 5415M - NTUA - 07.11.17
2 2 1 2 1 0 1 0
3 METER 1025.8200 9.80670.00000119
4 142.0000 19.0600 9.1710 8431.80 18.0000 18.0000 0.0000
5 1.9500 0.0000 7.5100 0.2500 0.4000 0.2500
6 25 0
7 0.0000 3 0
8 0.0000 0.000 0.010 0.020
9 0.0000 9.151 9.161 9.171
10 0.1249 10 0
11 0.1249 0.000 1.235 2.095 1.816 0.734 0.010 0.013 0.062 0.124 0.240
12 0.1249 0.453 0.624 1.473 2.644 3.254 4.160 5.415 6.669 7.922 9.171
13 0.5000 10 0
14 0.5000 0.000 1.390 2.610 3.073 2.342 1.123 0.383 0.323 0.459 0.692
15 0.5000 0.000 0.113 0.766 2.029 3.184 3.865 5.006 6.399 7.792 9.171
16 1.0000 10 0
17 1.0000 0.000 1.267 2.369 2.520 1.631 0.878 0.712 0.848 1.101 1.423
18 1.0000 0.344 0.462 1.067 2.248 3.151 4.162 5.418 6.686 7.936 9.171
19 1.5000 10 0
20 1.5000 0.000 1.081 1.643 0.978 0.741 0.956 1.266 1.584 1.914 2.261
21 1.5000 0.924 1.098 1.963 2.808 3.864 4.946 6.008 7.066 8.121 9.171
22 2.0000 10 0
23 2.0000 0.000 0.540 0.279 0.650 1.132 1.583 2.014 2.409 2.783 3.157
24 2.0000 1.596 1.965 2.902 3.808 4.670 5.549 6.438 7.343 8.257 9.171
25 3.0000 10 0
26 3.0000 0.000 0.667 1.308 1.921 2.500 3.044 3.556 4.036 4.485 4.903
27 3.0000 3.021 3.595 4.199 4.830 5.493 6.185 6.901 7.639 8.396 9.171
28 4.0000 10 0
29 4.0000 0.000 0.865 1.696 2.489 3.242 3.956 4.629 5.255 5.827 6.335
30 4.0000 3.021 3.511 4.057 4.658 5.307 5.999 6.731 7.503 8.316 9.171
31 5.0000 10 0

```

32	5.0000	0.000	1.027	2.017	2.965	3.865	4.719	5.518	6.248	6.899	7.453
33	5.0000	3.021	3.411	3.886	4.443	5.072	5.764	6.517	7.338	8.223	9.171
34	6.0000	10	0								
35	6.0000	0.000	1.155	2.282	3.369	4.402	5.370	6.264	7.066	7.751	8.294
36	6.0000	3.021	3.311	3.698	4.184	4.776	5.470	6.258	7.137	8.112	9.171
37	7.0000	10	0								
38	7.0000	0.000	1.257	2.496	3.705	4.861	5.928	6.890	7.731	8.403	8.889
39	7.0000	3.021	3.218	3.511	3.907	4.437	5.130	5.962	6.916	7.996	9.171
40	8.0000	10	0								
41	8.0000	0.000	1.334	2.657	3.961	5.217	6.378	7.399	8.237	8.850	9.256
42	8.0000	3.021	3.149	3.359	3.669	4.132	4.797	5.663	6.705	7.895	9.171
43	10.0000	10	0								
44	10.0000	0.000	1.410	2.814	4.206	5.564	6.841	7.934	8.728	9.220	9.514
45	10.0000	3.021	3.082	3.219	3.451	3.830	4.425	5.310	6.471	7.791	9.171
46	12.0000	10	0								
47	12.0000	0.000	1.390	2.772	4.141	5.479	6.753	7.844	8.629	9.140	9.450
48	12.0000	3.021	3.123	3.302	3.565	3.952	4.513	5.371	6.518	7.812	9.171
49	13.0000	10	0								
50	13.0000	0.000	1.343	2.676	3.993	5.280	6.504	7.569	8.387	8.963	9.325
51	13.0000	3.021	3.190	3.428	3.744	4.163	4.740	5.569	6.644	7.868	9.171
52	14.0000	10	0								
53	14.0000	0.000	1.268	2.521	3.759	4.970	6.124	7.164	8.030	8.686	9.135
54	14.0000	3.021	3.301	3.642	4.033	4.502	5.096	5.870	6.835	7.953	9.171
55	15.0000	10	0								
56	15.0000	0.000	1.075	2.236	3.374	4.495	5.584	6.618	7.542	8.293	8.837
57	15.0000	3.021	3.417	3.868	4.378	4.922	5.529	6.225	7.059	8.051	9.171
58	16.0000	10	0								
59	16.0000	0.000	0.846	1.851	2.875	3.912	4.958	5.995	6.963	7.799	8.433
60	16.0000	3.026	3.603	4.246	4.859	5.452	6.026	6.616	7.314	8.163	9.171
61	16.5000	10	0								
62	16.5000	0.000	0.569	1.489	2.497	3.526	4.569	5.612	6.622	7.513	8.194
63	16.5000	3.026	3.770	4.509	5.127	5.710	6.266	6.823	7.435	8.209	9.171
64	17.0000	10	0								
65	17.0000	0.000	0.435	0.887	1.901	2.968	4.048	5.131	6.196	7.168	7.915
66	17.0000	3.026	3.787	4.754	5.395	5.944	6.467	6.986	7.539	8.239	9.171
67	17.5000	10	0								
68	17.5000	0.000	0.919	1.800	2.683	3.568	4.451	5.329	6.180	6.959	7.584
69	17.5000	5.521	5.692	6.053	6.408	6.760	7.116	7.484	7.912	8.457	9.171
70	18.0000	10	0								
71	18.0000	0.000	0.850	1.687	2.529	3.369	4.201	5.025	5.826	6.571	7.189

72	18.0000	6.348	6.496	6.741	6.973	7.211	7.472	7.762	8.107	8.559	9.171
73	18.5000	10	0								
74	18.5000	0.000	0.779	1.556	2.336	3.115	3.892	4.658	5.414	6.123	6.725
75	18.5000	7.033	7.173	7.342	7.500	7.660	7.835	8.049	8.296	8.656	9.171
76	19.0000	10	0								
77	19.0000	0.000	0.709	1.417	2.128	2.838	3.547	4.254	4.950	5.615	6.202
78	19.0000	7.623	7.732	7.853	7.960	8.069	8.183	8.313	8.492	8.760	9.171
79	20.0000	10	0								
80	20.0000	0.000	0.582	1.163	1.745	2.327	2.907	3.487	4.066	4.639	5.173
81	20.0000	8.596	8.618	8.640	8.662	8.691	8.731	8.781	8.843	8.946	9.171
82	2	(Bilgekeel)									
83	3	6.0000	9.2676	0.5600							
84	6.0000	6.3500	6.3430	56.0000							
85	7.0000	6.5610	5.6520	56.0000							
86	8.0000	6.7220	5.0530	56.0000							
87	2	11.2394	13.0000	0.5600							
88	12.0000	6.6500	4.4540	56.0000							
89	13.0000	6.4760	4.7230	56.0000							
90	0										
91	1	(Rudders)									
92	19.2179	19.8579	4.4500	8.5090	8.8600						
93	19.3389	19.7332	5.9340	3.1210	3.1210						
94	0										
95	0	0	0								
96	3	0									
97	1	POINT 1	FP				0.0000	0.0000	0.0000		
98	2	POINT 2	MS				10.0000	0.0000	0.0000		
99	3	POINT 3	BRIDGE				6.0930	0.0000	27.7610		
100	0										
101	4	1.00	RMS	VALUES							
102	1.0000										
103	2.0000										
104	3.0000										
105	4.0000										
106	STOP										

SMP Output (LONGCRESTED) 30Knots

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

PITCH ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES													
		HEAD	STBD BEAM												FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
18	5	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.10	0.03	0.19	0.07	0.03	0.02	0.02	0.02	
	7	0.09	0.09	0.11	0.15	0.20	0.20	0.02	0.24	0.17	0.11	0.08	0.06	0.06	
	9	0.22	0.23	0.25	0.27	0.27	0.21	0.01	0.21	0.21	0.18	0.15	0.14	0.13	
	11	0.30	0.30	0.30	0.30	0.27	0.19	0.01	0.18	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	
	13	0.31	0.31	0.31	0.29	0.25	0.16	0.01	0.15	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	
	15	0.30	0.30	0.28	0.26	0.21	0.13	0.01	0.12	0.17	0.19	0.20	0.20	0.20	
	17	0.27	0.27	0.26	0.23	0.18	0.11	0.00	0.10	0.15	0.17	0.19	0.19	0.19	
	19	0.25	0.24	0.23	0.20	0.16	0.09	0.00	0.09	0.13	0.16	0.17	0.18	0.18	
30	5	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.07	0.02	0.17	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	
	7	0.06	0.06	0.08	0.11	0.17	0.19	0.02	0.22	0.15	0.12	0.09	0.07	0.07	
	9	0.19	0.20	0.22	0.25	0.26	0.21	0.01	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.15	
	11	0.29	0.29	0.30	0.30	0.27	0.19	0.01	0.17	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	
	13	0.31	0.31	0.31	0.29	0.25	0.16	0.01	0.14	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	
	15	0.30	0.30	0.29	0.26	0.22	0.13	0.01	0.12	0.16	0.18	0.19	0.20	0.20	
	17	0.28	0.27	0.26	0.23	0.19	0.11	0.00	0.10	0.14	0.16	0.18	0.19	0.19	
	19	0.25	0.25	0.23	0.21	0.16	0.10	0.00	0.09	0.13	0.15	0.16	0.17	0.17	

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 1 FP XFP = 0.00 YCL = 0.00 ZBL = 0.00

VERTICAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	TO	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
18	5	0.54	0.56	0.60	0.76	1.41	2.97	2.10	2.05	0.24	0.05	0.08	0.11	0.11
	7	1.90	2.03	2.45	3.26	4.34	4.75	2.33	2.21	0.62	0.21	0.10	0.08	0.08
	9	3.90	4.01	4.33	4.78	5.03	4.33	1.94	1.81	0.74	0.35	0.20	0.14	0.13
	11	4.43	4.47	4.57	4.64	4.42	3.46	1.54	1.42	0.70	0.40	0.26	0.20	0.19
	13	4.11	4.11	4.09	3.98	3.62	2.72	1.23	1.12	0.62	0.39	0.28	0.23	0.21
	15	3.55	3.53	3.46	3.30	2.92	2.15	1.00	0.90	0.53	0.36	0.27	0.23	0.21
	17	3.00	2.98	2.90	2.72	2.38	1.74	0.83	0.74	0.46	0.33	0.25	0.22	0.21
	19	2.53	2.51	2.43	2.26	1.96	1.43	0.70	0.62	0.40	0.29	0.23	0.20	0.19
30	5	0.58	0.59	0.58	0.66	1.13	2.63	2.23	0.94	0.13	0.32	0.34	0.27	0.32
	7	1.65	1.78	2.21	3.03	4.34	5.11	2.34	1.21	0.20	0.20	0.25	0.22	0.27
	9	4.50	4.65	5.08	5.60	5.88	5.01	1.91	1.08	0.28	0.15	0.16	0.15	0.19
	11	5.84	5.88	5.99	5.95	5.48	4.10	1.51	0.90	0.31	0.14	0.12	0.11	0.13
	13	5.74	5.71	5.62	5.30	4.60	3.24	1.21	0.74	0.30	0.15	0.11	0.09	0.10
	15	5.10	5.04	4.86	4.47	3.76	2.58	0.98	0.61	0.28	0.15	0.10	0.08	0.09
	17	4.37	4.31	4.11	3.72	3.07	2.08	0.81	0.51	0.25	0.15	0.10	0.08	0.08
	19	3.72	3.65	3.46	3.11	2.54	1.71	0.68	0.44	0.23	0.14	0.10	0.08	0.08

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 2 MS XFP = 10.00 YCL = 0.00 ZBL = 0.00

VERTICAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD 0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	FOLLOW 180
18	5	0.14	0.15	0.18	0.25	0.43	1.16	2.03	0.48	0.04	0.01	0.01	0.02	0.03
	7	0.56	0.60	0.73	1.02	1.57	2.32	2.26	0.72	0.17	0.05	0.02	0.01	0.02
	9	1.17	1.21	1.36	1.63	1.99	2.29	1.90	0.74	0.26	0.11	0.06	0.04	0.03
	11	1.39	1.42	1.52	1.67	1.85	1.92	1.51	0.67	0.30	0.16	0.10	0.07	0.06
	13	1.35	1.37	1.42	1.50	1.58	1.56	1.21	0.59	0.30	0.18	0.12	0.10	0.09
	15	1.22	1.23	1.25	1.30	1.32	1.28	0.99	0.52	0.29	0.19	0.13	0.11	0.10
	17	1.07	1.07	1.09	1.11	1.11	1.06	0.82	0.45	0.27	0.18	0.14	0.12	0.11
	19	0.93	0.93	0.94	0.95	0.94	0.89	0.69	0.39	0.25	0.18	0.14	0.12	0.11
30	5	0.12	0.13	0.16	0.22	0.35	1.05	2.06	0.25	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08
	7	0.55	0.60	0.77	1.13	1.84	2.69	2.28	0.45	0.06	0.05	0.05	0.07	0.07
	9	1.72	1.80	2.04	2.37	2.74	2.83	1.90	0.49	0.12	0.04	0.03	0.04	0.05
	11	2.38	2.41	2.53	2.65	2.67	2.42	1.51	0.47	0.15	0.06	0.03	0.03	0.03
	13	2.41	2.42	2.44	2.43	2.30	1.97	1.21	0.43	0.17	0.08	0.04	0.03	0.03
	15	2.19	2.18	2.16	2.10	1.93	1.61	0.99	0.39	0.17	0.09	0.05	0.04	0.04
	17	1.92	1.90	1.86	1.78	1.61	1.32	0.82	0.35	0.17	0.09	0.06	0.05	0.04
	19	1.66	1.64	1.60	1.51	1.35	1.10	0.69	0.31	0.16	0.10	0.06	0.05	0.05

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
18	5	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.16	0.21	1.92	0.24	0.46	0.08	0.00
	7	0.00	0.02	0.04	0.08	0.12	0.14	0.25	0.57	2.94	0.63	0.35	0.09	0.00
	9	0.00	0.04	0.09	0.15	0.21	0.27	0.51	1.25	3.26	0.83	0.38	0.14	0.00
	11	0.00	0.07	0.16	0.26	0.39	0.57	0.95	1.64	2.84	0.80	0.38	0.16	0.00
	13	0.00	0.13	0.25	0.41	0.64	0.84	1.15	1.61	2.31	0.70	0.35	0.15	0.00
	15	0.00	0.18	0.33	0.51	0.77	0.93	1.14	1.43	1.86	0.60	0.31	0.14	0.00
	17	0.00	0.22	0.37	0.54	0.78	0.90	1.03	1.22	1.51	0.50	0.27	0.12	0.00
	19	0.00	0.22	0.37	0.52	0.73	0.82	0.91	1.03	1.24	0.42	0.23	0.11	0.00
30	5	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.17	1.04	0.43	0.37	0.31	0.13	0.00
	7	0.00	0.02	0.03	0.06	0.09	0.11	0.24	1.52	0.67	0.36	0.36	0.23	0.00
	9	0.00	0.03	0.06	0.11	0.15	0.19	0.44	2.07	0.79	0.33	0.27	0.19	0.00
	11	0.00	0.05	0.10	0.15	0.22	0.37	0.80	2.05	0.74	0.31	0.21	0.14	0.00
	13	0.00	0.07	0.15	0.26	0.34	0.60	0.98	1.78	0.64	0.28	0.17	0.11	0.00
	15	0.00	0.10	0.22	0.41	0.47	0.71	0.98	1.48	0.55	0.25	0.14	0.09	0.00
	17	0.00	0.12	0.26	0.50	0.54	0.72	0.90	1.23	0.46	0.22	0.12	0.07	0.00
	19	0.00	0.13	0.28	0.52	0.54	0.68	0.79	1.02	0.39	0.20	0.11	0.06	0.00

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 3 BRIDGE XFP = 6.09 YCL = 0.00 ZBL = 27.76

LATERAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	TO	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD 0	STBD BEAM										FOLLOW 180	
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150		165
18	5	0.00	0.20	0.38	0.41	0.61	0.98	1.96	0.50	1.51	0.09	0.34	0.10	0.00
	7	0.00	0.19	0.36	0.48	0.71	1.30	1.96	1.09	2.28	0.25	0.21	0.06	0.00
	9	0.00	0.18	0.36	0.56	0.88	1.41	1.81	1.50	2.36	0.30	0.15	0.05	0.00
	11	0.00	0.20	0.42	0.68	1.01	1.42	1.70	1.56	1.96	0.27	0.12	0.04	0.00
	13	0.00	0.23	0.48	0.77	1.09	1.38	1.53	1.38	1.55	0.23	0.10	0.04	0.00
	15	0.00	0.25	0.50	0.78	1.07	1.25	1.31	1.16	1.23	0.19	0.09	0.03	0.00
	17	0.00	0.25	0.48	0.73	0.98	1.09	1.11	0.96	0.98	0.17	0.08	0.03	0.00
19	0.00	0.23	0.43	0.66	0.86	0.94	0.93	0.80	0.80	0.15	0.08	0.03	0.00	
30	5	0.00	0.28	0.50	0.53	0.72	1.03	1.96	0.99	0.24	0.29	0.35	0.20	0.00
	7	0.00	0.25	0.46	0.59	0.79	1.38	1.94	1.61	0.18	0.23	0.34	0.21	0.00
	9	0.00	0.22	0.42	0.62	0.94	1.47	1.76	1.84	0.14	0.17	0.24	0.16	0.00
	11	0.00	0.22	0.44	0.69	1.02	1.42	1.61	1.64	0.13	0.14	0.17	0.12	0.00
	13	0.00	0.23	0.48	0.74	1.02	1.33	1.42	1.34	0.13	0.13	0.13	0.09	0.00
	15	0.00	0.24	0.50	0.76	0.96	1.21	1.22	1.07	0.14	0.13	0.11	0.07	0.00
	17	0.00	0.24	0.50	0.75	0.87	1.06	1.02	0.87	0.14	0.13	0.10	0.06	0.00
19	0.00	0.23	0.47	0.71	0.77	0.91	0.86	0.72	0.14	0.12	0.09	0.05	0.00	

SMP Output (SHORTCRESTED)

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
18	5	0.02	0.03	0.05	0.22	0.41	0.58	0.71	0.79	0.83	0.80	0.73	0.65	0.62
	7	0.06	0.07	0.11	0.36	0.65	0.91	1.11	1.24	1.28	1.24	1.12	0.98	0.93
	9	0.11	0.13	0.21	0.49	0.81	1.10	1.32	1.46	1.50	1.44	1.29	1.13	1.06
	11	0.20	0.24	0.36	0.61	0.89	1.14	1.32	1.43	1.44	1.36	1.21	1.03	0.96
	13	0.31	0.36	0.49	0.69	0.91	1.11	1.24	1.30	1.29	1.20	1.04	0.88	0.80
	15	0.39	0.43	0.55	0.71	0.88	1.02	1.11	1.15	1.11	1.02	0.87	0.72	0.66
	17	0.41	0.45	0.54	0.67	0.81	0.91	0.98	0.99	0.95	0.86	0.73	0.60	0.54
	19	0.39	0.42	0.50	0.61	0.72	0.80	0.84	0.85	0.80	0.72	0.61	0.50	0.45
30	5	0.02	0.03	0.12	0.22	0.32	0.40	0.46	0.49	0.49	0.46	0.40	0.34	0.30
	7	0.04	0.05	0.18	0.33	0.48	0.59	0.67	0.71	0.70	0.65	0.56	0.46	0.40
	9	0.08	0.09	0.26	0.47	0.66	0.80	0.90	0.94	0.92	0.84	0.70	0.54	0.44
	11	0.12	0.16	0.31	0.52	0.71	0.85	0.94	0.97	0.94	0.84	0.70	0.52	0.42
	13	0.19	0.23	0.37	0.55	0.70	0.82	0.89	0.91	0.86	0.76	0.62	0.46	0.36
	15	0.27	0.31	0.42	0.56	0.68	0.77	0.82	0.82	0.76	0.67	0.54	0.39	0.31
	17	0.31	0.35	0.44	0.55	0.64	0.71	0.74	0.72	0.66	0.57	0.45	0.33	0.26
	19	0.32	0.35	0.42	0.51	0.59	0.64	0.65	0.63	0.57	0.49	0.39	0.28	0.22

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 2.00 METERS

ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
18	7	0.11	0.13	0.21	0.71	1.30	1.80	2.19	2.44	2.52	2.45	2.21	1.95	1.84
	9	0.22	0.26	0.43	0.97	1.61	2.18	2.61	2.88	2.96	2.84	2.56	2.23	2.09
	11	0.40	0.48	0.73	1.20	1.76	2.25	2.61	2.81	2.84	2.69	2.39	2.05	1.89
	13	0.63	0.72	0.98	1.37	1.81	2.19	2.45	2.57	2.54	2.37	2.06	1.73	1.59
	15	0.77	0.86	1.09	1.41	1.75	2.03	2.21	2.27	2.20	2.01	1.73	1.44	1.31
	17	0.81	0.89	1.08	1.34	1.60	1.81	1.93	1.96	1.87	1.70	1.44	1.19	1.08
19	0.78	0.84	1.00	1.21	1.42	1.59	1.67	1.68	1.59	1.43	1.21	0.99	0.89	
30	7	0.09	0.11	0.35	0.67	0.95	1.18	1.34	1.41	1.39	1.29	1.12	0.91	0.80
	9	0.15	0.19	0.51	0.93	1.30	1.60	1.79	1.87	1.82	1.66	1.40	1.07	0.89
	11	0.24	0.31	0.63	1.03	1.40	1.69	1.86	1.92	1.86	1.67	1.39	1.04	0.84
	13	0.38	0.47	0.74	1.09	1.40	1.64	1.77	1.80	1.71	1.52	1.24	0.91	0.72
	15	0.54	0.61	0.83	1.11	1.36	1.54	1.63	1.62	1.52	1.33	1.07	0.77	0.61
	17	0.63	0.69	0.87	1.09	1.28	1.41	1.46	1.43	1.32	1.14	0.91	0.65	0.51
19	0.65	0.70	0.84	1.02	1.17	1.27	1.30	1.25	1.14	0.98	0.77	0.55	0.43	

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 3.00 METERS

ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
18	7	0.17	0.20	0.32	1.06	1.93	2.68	3.26	3.62	3.75	3.63	3.29	2.89	2.73
	9	0.33	0.38	0.64	1.44	2.40	3.24	3.88	4.27	4.38	4.22	3.80	3.32	3.11
	11	0.59	0.71	1.09	1.79	2.62	3.34	3.88	4.18	4.22	4.00	3.55	3.04	2.82
	13	0.94	1.08	1.46	2.05	2.70	3.25	3.64	3.82	3.78	3.52	3.07	2.58	2.37
	15	1.15	1.28	1.62	2.10	2.60	3.01	3.28	3.37	3.27	3.00	2.58	2.14	1.95
	17	1.21	1.32	1.61	1.99	2.38	2.70	2.88	2.91	2.79	2.53	2.15	1.78	1.61
19	1.17	1.26	1.50	1.81	2.12	2.36	2.49	2.50	2.37	2.13	1.81	1.48	1.34	
30	7	0.13	0.16	0.53	1.00	1.42	1.76	2.00	2.11	2.08	1.93	1.68	1.37	1.20
	9	0.23	0.28	0.77	1.39	1.94	2.38	2.67	2.78	2.72	2.48	2.09	1.60	1.33
	11	0.35	0.47	0.94	1.55	2.09	2.52	2.78	2.87	2.77	2.50	2.07	1.55	1.25
	13	0.56	0.70	1.11	1.62	2.09	2.44	2.64	2.68	2.56	2.27	1.85	1.36	1.08
	15	0.80	0.92	1.25	1.66	2.03	2.30	2.43	2.42	2.27	1.98	1.59	1.16	0.91
	17	0.94	1.03	1.30	1.62	1.91	2.11	2.19	2.14	1.97	1.70	1.35	0.98	0.77
19	0.97	1.05	1.26	1.52	1.75	1.89	1.94	1.87	1.71	1.46	1.15	0.82	0.65	

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 4.00 METERS

ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
18	9	0.44	0.51	0.86	1.91	3.18	4.29	5.13	5.64	5.79	5.57	5.02	4.39	4.12
	11	0.79	0.95	1.44	2.38	3.47	4.43	5.13	5.52	5.57	5.29	4.69	4.03	3.74
	13	1.24	1.43	1.94	2.71	3.57	4.31	4.82	5.06	5.00	4.66	4.06	3.43	3.14
	15	1.53	1.71	2.15	2.78	3.45	3.99	4.34	4.46	4.33	3.97	3.42	2.84	2.59
	17	1.61	1.76	2.14	2.64	3.16	3.57	3.81	3.86	3.70	3.35	2.86	2.36	2.13
	19	1.55	1.68	1.99	2.40	2.82	3.14	3.31	3.31	3.15	2.83	2.40	1.97	1.78
30	9	0.30	0.38	1.02	1.84	2.58	3.16	3.54	3.70	3.61	3.29	2.77	2.13	1.76
	11	0.47	0.62	1.25	2.05	2.78	3.34	3.69	3.80	3.68	3.31	2.75	2.06	1.66
	13	0.75	0.93	1.47	2.16	2.77	3.24	3.51	3.56	3.39	3.01	2.46	1.81	1.44
	15	1.07	1.22	1.66	2.20	2.69	3.05	3.23	3.21	3.01	2.63	2.12	1.54	1.22
	17	1.25	1.37	1.72	2.16	2.54	2.80	2.90	2.84	2.62	2.26	1.80	1.30	1.02
	19	1.29	1.39	1.67	2.02	2.33	2.52	2.57	2.49	2.27	1.94	1.53	1.10	0.87

SPP-86 Input

```

1
5415M000
25 25 5 1 3 1 10 6 1 1 0 0 0 0 1 0
22 1 0
9 1 0
0.0000 -1.0000
2 8 2 1
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
2 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27
27 27 27 27 27 27 27 27 27
3 8 10 9 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28
28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28
0.0000 0.0050 0.0100
-0.0100 -0.0050 0.0000
0.0000 0.4180 0.8320 1.2350 1.6060 1.9070 2.0950 2.1360
2.0370 1.8160 1.4960 1.1210 0.7340 0.3700 0.0870 0.0000
0.0000 0.0000 0.0130 0.0290 0.0440 0.0620 0.0790 0.0990
0.1240 0.1550 0.1940 0.2400
-8.7180 -8.7180 -8.6540 -8.5470 -8.3570 -8.0690 -7.6980 -7.2840
-6.8790 -6.5270 -6.2600 -6.0750 -5.9170 -5.7130 -5.4100 -5.0110
-4.5920 -4.1740 -3.7560 -3.3380 -2.9200 -2.5020 -2.0840 -1.6670
-1.2490 -0.8320 -0.4160 0.0000
0.0000 0.4660 0.9320 1.3900 1.8310 2.2440 2.6100 2.8960
3.0620 3.0730 2.9300 2.6750 2.3420 1.9520 1.5330 1.1230
0.7740 0.5220 0.3830 0.3210 0.3070 0.3230 0.3570 0.4030
0.4590 0.5260 0.6040 0.6920
-9.1710 -9.1690 -9.1430 -9.0580 -8.9070 -8.6940 -8.4050 -8.0390
-7.6050 -7.1420 -6.7010 -6.3120 -5.9870 -5.7320 -5.5280 -5.3060
-4.9990 -4.6090 -4.1650 -3.7040 -3.2380 -2.7720 -2.3060 -1.8420
-1.3790 -0.9180 -0.4580 0.0000
0.0000 0.4250 0.8480 1.2670 1.6700 2.0450 2.3690 2.5890
2.6440 2.5200 2.2690 1.9570 1.6310 1.3210 1.0630 0.8780
0.7650 0.7160 0.7120 0.7370 0.7850 0.8480 0.9230 1.0080
1.1010 1.2020 1.3090 1.4230
-8.8270 -8.8270 -8.7830 -8.7090 -8.5760 -8.3780 -8.1040 -7.7430
-7.3260 -6.9230 -6.5810 -6.2930 -6.0200 -5.7290 -5.3910 -5.0090

```

-4.6000	-4.1780	-3.7530	-3.3280	-2.9060	-2.4850	-2.0660	-1.6500
-1.2350	-0.8220	-0.4100	0.0000				
0.0000	0.3680	0.7320	1.0810	1.3840	1.5970	1.6430	1.5110
1.2460	0.9780	0.8110	0.7430	0.7410	0.7860	0.8620	0.9560
1.0590	1.1630	1.2660	1.3710	1.4770	1.5840	1.6910	1.8010
1.9140	2.0300	2.1450	2.2610				
-8.2470	-8.2450	-8.1900	-8.0730	-7.8660	-7.5700	-7.2080	-6.8690
-6.6140	-6.3630	-6.0370	-5.6750	-5.3070	-4.9410	-4.5810	-4.2250
-3.8710	-3.5170	-3.1630	-2.8100	-2.4570	-2.1050	-1.7520	-1.4000
-1.0500	-0.7000	-0.3500	0.0000				
0.0000	0.0940	0.4020	0.5400	0.4210	0.3000	0.2790	0.3500
0.4880	0.6500	0.8150	0.9750	1.1320	1.2860	1.4370	1.5830
1.7260	1.8700	2.0140	2.1450	2.2770	2.4090	2.5380	2.6610
2.7830	2.9060	3.0310	3.1570				
-7.5750	-7.5730	-7.4880	-7.2060	-6.9010	-6.5960	-6.2690	-5.9480
-5.6490	-5.3630	-5.0780	-4.7900	-4.5010	-4.2100	-3.9170	-3.6220
-3.3260	-3.0300	-2.7330	-2.4320	-2.1300	-1.8280	-1.5250	-1.2200
-0.9140	-0.6080	-0.3040	0.0000				
0.0000	0.2250	0.4480	0.6670	0.8840	1.0970	1.3080	1.5160
1.7200	1.9210	2.1180	2.3110	2.5000	2.6850	2.8670	3.0440
3.2180	3.3890	3.5560	3.7200	3.8800	4.0360	4.1890	4.3390
4.4850	4.6280	4.7670	4.9030				
-6.1500	-5.9620	-5.7710	-5.5760	-5.3780	-5.1770	-4.9720	-4.7650
-4.5550	-4.3410	-4.1230	-3.9020	-3.6780	-3.4500	-3.2200	-2.9860
-2.7500	-2.5110	-2.2700	-2.0260	-1.7800	-1.5320	-1.2820	-1.0290
-0.7750	-0.5180	-0.2600	0.0000				
0.0000	0.2920	0.5800	0.8650	1.1460	1.4230	1.6960	1.9640
2.2290	2.4890	2.7440	2.9950	3.2420	3.4840	3.7220	3.9560
4.1850	4.4100	4.6290	4.8430	5.0520	5.2550	5.4520	5.6430
5.8270	6.0050	6.1740	6.3350				
-6.1500	-5.9930	-5.8300	-5.6600	-5.4840	-5.3020	-5.1140	-4.9190
-4.7190	-4.5130	-4.3020	-4.0850	-3.8640	-3.6380	-3.4070	-3.1720
-2.9330	-2.6890	-2.4400	-2.1870	-1.9300	-1.6680	-1.4010	-1.1300
-0.8550	-0.5750	-0.2890	0.0000				
0.0000	0.3460	0.6880	1.0270	1.3620	1.6920	2.0170	2.3380
2.6540	2.9650	3.2700	3.5700	3.8650	4.1550	4.4400	4.7190
4.9920	5.2580	5.5180	5.7690	6.0130	6.2480	6.4740	6.6920
6.8990	7.0960	7.2810	7.4530				
-6.1500	-6.0300	-5.9000	-5.7600	-5.6110	-5.4520	-5.2850	-5.1080
-4.9220	-4.7280	-4.5260	-4.3160	-4.0990	-3.8750	-3.6450	-3.4070

-3.1630	-2.9120	-2.6540	-2.3880	-2.1140	-1.8330	-1.5450	-1.2500
-0.9480	-0.6400	-0.3230	0.0000				
0.0000	0.3880	0.7730	1.1550	1.5340	1.9100	2.2820	2.6490
3.0120	3.3690	3.7210	4.0650	4.4020	4.7330	5.0550	5.3700
5.6770	5.9750	6.2640	6.5420	6.8100	7.0660	7.3090	7.5370
7.7510	7.9480	8.1290	8.2940				
-6.1500	-6.0650	-5.9680	-5.8600	-5.7420	-5.6120	-5.4730	-5.3220
-5.1610	-4.9870	-4.8020	-4.6040	-4.3950	-4.1740	-3.9430	-3.7010
-3.4490	-3.1860	-2.9130	-2.6300	-2.3370	-2.0340	-1.7190	-1.3940
-1.0590	-0.7150	-0.3610	0.0000				
0.0000	0.4210	0.8400	1.2570	1.6730	2.0860	2.4960	2.9030
3.3070	3.7050	4.0990	4.4840	4.8610	5.2280	5.5840	5.9280
6.2610	6.5820	6.8900	7.1860	7.4660	7.7310	7.9760	8.2000
8.4030	8.5840	8.7460	8.8890				
-6.1500	-6.0950	-6.0290	-5.9530	-5.8660	-5.7680	-5.6600	-5.5410
-5.4090	-5.2640	-5.1050	-4.9280	-4.7340	-4.5200	-4.2890	-4.0410
-3.7780	-3.5000	-3.2090	-2.9040	-2.5860	-2.2550	-1.9080	-1.5480
-1.1750	-0.7920	-0.3990	0.0000				
0.0000	0.4450	0.8900	1.3340	1.7760	2.2170	2.6570	3.0950
3.5300	3.9610	4.3870	4.8060	5.2170	5.6170	6.0040	6.3780
6.7360	7.0770	7.3990	7.7000	7.9810	8.2370	8.4680	8.6720
8.8500	9.0040	9.1390	9.2560				
-6.1500	-6.1170	-6.0740	-6.0220	-5.9610	-5.8910	-5.8120	-5.7220
-5.6200	-5.5020	-5.3680	-5.2140	-5.0390	-4.8400	-4.6180	-4.3740
-4.1060	-3.8180	-3.5080	-3.1790	-2.8310	-2.4660	-2.0830	-1.6860
-1.2760	-0.8570	-0.4310	0.0000				
0.0000	0.4700	0.9400	1.4100	1.8790	2.3470	2.8140	3.2800
3.7440	4.2060	4.6640	5.1170	5.5640	6.0020	6.4290	6.8410
7.2330	7.5990	7.9340	8.2350	8.5000	8.7280	8.9220	9.0850
9.2200	9.3330	9.4290	9.5140				
-6.1500	-6.1380	-6.1180	-6.0890	-6.0520	-6.0070	-5.9520	-5.8880
-5.8110	-5.7200	-5.6120	-5.4870	-5.3410	-5.1710	-4.9730	-4.7460
-4.4860	-4.1910	-3.8610	-3.4990	-3.1110	-2.7000	-2.2720	-1.8300
-1.3800	-0.9230	-0.4630	0.0000				
0.0000	0.4640	0.9270	1.3900	1.8510	2.3120	2.7720	3.2310
3.6870	4.1410	4.5910	5.0370	5.4790	5.9150	6.3410	6.7530
7.1460	7.5110	7.8440	8.1390	8.4010	8.6290	8.8260	8.9960
9.1400	9.2630	9.3600	9.4500				
-6.1500	-6.1240	-6.0900	-6.0480	-5.9930	-5.9310	-5.8690	-5.7950
-5.7060	-5.6060	-5.4910	-5.3630	-5.2190	-5.0580	-4.8730	-4.6580

-4.4100	-4.1240	-3.8000	-3.4420	-3.0580	-2.6530	-2.2330	-1.8000
-1.3590	-0.9110	-0.4560	0.0000				
0.0000	0.4490	0.8970	1.3430	1.7890	2.2340	2.6760	3.1180
3.5570	3.9930	4.4260	4.8560	5.2800	5.6980	6.1070	6.5040
6.8830	7.2390	7.5690	7.8710	8.1430	8.3870	8.6050	8.7970
8.9630	9.1050	9.2270	9.3250				
-6.1500	-6.1010	-6.0450	-5.9810	-5.9100	-5.8310	-5.7430	-5.6470
-5.5430	-5.4270	-5.3010	-5.1610	-5.0080	-4.8360	-4.6470	-4.4310
-4.1870	-3.9090	-3.6020	-3.2660	-2.9060	-2.5270	-2.1310	-1.7230
-1.3030	-0.8750	-0.4400	0.0000				
0.0000	0.4240	0.8470	1.2680	1.6880	2.1040	2.5210	2.9380
3.3490	3.7590	4.1690	4.5720	4.9700	5.3620	5.7480	6.1240
6.4870	6.8340	7.1640	7.4740	7.7630	8.0300	8.2720	8.4910
8.6860	8.8580	9.0060	9.1350				
-6.1500	-6.0620	-5.9690	-5.8700	-5.7630	-5.6460	-5.5290	-5.4120
-5.2770	-5.1380	-4.9980	-4.8390	-4.6690	-4.4860	-4.2890	-4.0750
-3.8400	-3.5810	-3.3010	-2.9990	-2.6770	-2.3360	-1.9770	-1.6040
-1.2180	-0.8200	-0.4140	0.0000				
0.0000	0.3500	0.6840	1.0750	1.4650	1.8520	2.2360	2.6190
2.9990	3.3740	3.7480	4.1220	4.4950	4.8620	5.2260	5.5840
5.9370	6.2820	6.6180	6.9410	7.2500	7.5420	7.8140	8.0650
8.2930	8.4970	8.6780	8.8370				
-6.1500	-6.0790	-5.8970	-5.7540	-5.6110	-5.4610	-5.3030	-5.1400
-4.9720	-4.7930	-4.6130	-4.4320	-4.2490	-4.0540	-3.8520	-3.6420
-3.4230	-3.1910	-2.9460	-2.6850	-2.4080	-2.1120	-1.7980	-1.4670
-1.1200	-0.7580	-0.3840	0.0000				
0.0000	0.3500	0.5130	0.8460	1.1780	1.5110	1.8510	2.1910
2.5310	2.8750	3.2200	3.5640	3.9120	4.2600	4.6090	4.9580
5.3070	5.6540	5.9950	6.3290	6.6520	6.9630	7.2590	7.5390
7.7990	8.0360	8.2480	8.4330				
-6.1450	-6.0970	-5.7870	-5.5680	-5.3490	-5.1320	-4.9250	-4.7180
-4.5110	-4.3120	-4.1130	-3.9130	-3.7190	-3.5280	-3.3360	-3.1450
-2.9540	-2.7590	-2.5550	-2.3370	-2.1050	-1.8570	-1.5920	-1.3090
-1.0080	-0.6890	-0.3520	0.0000				
0.0000	0.3500	0.3500	0.5690	0.8590	1.1670	1.4890	1.8210
2.1580	2.4970	2.8370	3.1800	3.5260	3.8720	4.2200	4.5690
4.9180	5.2650	5.6120	5.9580	6.2950	6.6220	6.9360	7.2350
7.5130	7.7680	7.9960	8.1940				
-6.1450	-6.1010	-5.7070	-5.4010	-5.1330	-4.8880	-4.6620	-4.4480
-4.2440	-4.0440	-3.8440	-3.6500	-3.4610	-3.2720	-3.0880	-2.9050

-2.7230	-2.5360	-2.3480	-2.1600	-1.9560	-1.7360	-1.4980	-1.2410
-0.9620	-0.6620	-0.3410	0.0000				
0.0000	0.4000	0.4350	0.4350	0.4350	0.5620	0.8870	1.2160
1.5550	1.9010	2.2520	2.6090	2.9680	3.3270	3.6870	4.0480
4.4100	4.7710	5.1310	5.4900	5.8470	6.1960	6.5350	6.8600
7.1680	7.4510	7.7010	7.9150				
-6.1450	-6.1450	-5.7840	-5.3840	-4.9840	-4.6500	-4.4170	-4.1880
-3.9770	-3.7760	-3.5830	-3.4040	-3.2270	-3.0500	-2.8740	-2.7040
-2.5330	-2.3600	-2.1850	-2.0090	-1.8280	-1.6320	-1.4200	-1.1880
-0.9320	-0.6490	-0.3370	0.0000				
0.0000	0.3170	0.6250	0.9190	1.2120	1.5060	1.8000	2.0940
2.3890	2.6830	2.9780	3.2730	3.5680	3.8630	4.1570	4.4510
4.7450	5.0380	5.3290	5.6170	5.9010	6.1800	6.4500	6.7110
6.9590	7.1880	7.3980	7.5840				
-3.6500	-3.6500	-3.6000	-3.4790	-3.3590	-3.2380	-3.1180	-3.0000
-2.8820	-2.7630	-2.6450	-2.5280	-2.4110	-2.2940	-2.1750	-2.0550
-1.9350	-1.8140	-1.6870	-1.5530	-1.4120	-1.2590	-1.0930	-0.9120
-0.7140	-0.4950	-0.2570	0.0000				
0.0000	0.2910	0.5730	0.8500	1.1270	1.4070	1.6870	1.9680
2.2480	2.5290	2.8090	3.0890	3.3690	3.6470	3.9250	4.2010
4.4770	4.7520	5.0250	5.2950	5.5620	5.8260	6.0830	6.3330
6.5710	6.7960	7.0030	7.1890				
-2.8230	-2.8230	-2.7630	-2.6750	-2.5870	-2.5070	-2.4300	-2.3520
-2.2750	-2.1980	-2.1210	-2.0410	-1.9600	-1.8750	-1.7890	-1.6990
-1.6060	-1.5100	-1.4090	-1.3020	-1.1870	-1.0640	-0.9280	-0.7800
-0.6120	-0.4280	-0.2230	0.0000				
0.0000	0.2640	0.5210	0.7790	1.0370	1.2960	1.5560	1.8160
2.0760	2.3360	2.5960	2.8560	3.1150	3.3740	3.6330	3.8920
4.1480	4.4030	4.6580	4.9120	5.1650	5.4140	5.6580	5.8950
6.1230	6.3390	6.5400	6.7250				
-2.1380	-2.1270	-2.0620	-1.9980	-1.9390	-1.8830	-1.8290	-1.7750
-1.7220	-1.6710	-1.6200	-1.5670	-1.5110	-1.4530	-1.3960	-1.3360
-1.2690	-1.1960	-1.1220	-1.0460	-0.9660	-0.8750	-0.7700	-0.6510
-0.5150	-0.3620	-0.1900	0.0000				
0.0000	0.2370	0.4730	0.7090	0.9450	1.1800	1.4170	1.6540
1.8910	2.1280	2.3650	2.6010	2.8380	3.0740	3.3110	3.5470
3.7840	4.0190	4.2540	4.4880	4.7200	4.9500	5.1760	5.3990
5.6150	5.8230	6.0190	6.2020				
-1.5480	-1.5240	-1.4820	-1.4390	-1.3970	-1.3540	-1.3180	-1.2830
-1.2470	-1.2110	-1.1760	-1.1400	-1.1020	-1.0640	-1.0260	-0.9880

-0.9490	-0.9050	-0.8580	-0.8050	-0.7460	-0.6790	-0.6020	-0.5140
-0.4110	-0.2920	-0.1540	0.0000				
0.0000	0.1940	0.3880	0.5820	0.7760	0.9700	1.1630	1.3570
1.5510	1.7450	1.9390	2.1330	2.3270	2.5200	2.7140	2.9070
3.1010	3.2940	3.4870	3.6800	3.8730	4.0660	4.2580	4.4500
4.6390	4.8240	5.0030	5.1730				
-0.5750	-0.5680	-0.5600	-0.5530	-0.5460	-0.5390	-0.5310	-0.5240
-0.5170	-0.5090	-0.5000	-0.4910	-0.4800	-0.4680	-0.4550	-0.4400
-0.4250	-0.4080	-0.3900	-0.3710	-0.3500	-0.3280	-0.3020	-0.2690
-0.2250	-0.1680	-0.0940	0.0000				
2	8	0	0	1	0		
0.3390	142.0000	19.0280	9.1710	9.8067	-0.6830	1.3600	1.9500
35.5000	7.6112	35.5000	0.0000	104.6100	1.99000	.00000188	2972.600
1	-0.6830	1.0000	0.0000				
71.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70.1130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
67.4500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
63.9000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60.3500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
56.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
49.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
42.6000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
35.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-14.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-21.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-28.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-35.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-42.6000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-46.1500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-49.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-53.2500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-56.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-60.3500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-63.9000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-71.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

1

1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
9	7.6060	9.7230	3.4520	0.5600	24.0000	11.0000	3.5500
9	8.1760	8.9650	4.2670	0.5600	28.0000	11.0000	7.1000
9	8.6710	7.3310	4.9270	0.5600	31.0000	12.0000	12.5500
4							
9	9.0130	4.9270	5.6920	0.5600	34.0000	19.0000	9.0500
9	8.6980	5.6310	5.4460	0.5600	34.0000	18.0000	3.5500
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
1							
27.0000	0.0000	15.5690					
0.0000	0.0000	0.0000					
71.0000	0.0000	0.0000					
9.2590							
0.0000	45.0000	90.0000	135.0000	180.0000			
10.0000	5.0000	4.0000	3.0000	2.5000	2.2500	2.0000	1.9000
1.8000	1.7000	1.6000	1.5000	1.4000	1.3000	1.2000	1.1000
1.0000	0.9000	0.8000	0.7000	0.6000	0.5000	0.4000	0.3500
0.3000							
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.8971	0.7850	0.6978	0.6280	0.5709	0.5233	0.4831	0.4486

SPP-86 Output

SHIP SPEED = 9.259 m/sec						HEADING ANGLE = 45.000 DEG.										
						-- ABS.VERT.ACCEL.--				-- REL.VERT.MOTIONS --			- REL.VERT.VELOC. --			--ALA-
Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	
7.00	1.000	0.039	0.099	0.216	*	0.009	0.005	0.019	0.240	0.252	0.306	0.060	0.070	0.107	0.008	
8.00	1.000	0.057	0.137	0.216	*	0.013	0.007	0.026	0.206	0.225	0.342	0.060	0.070	0.122	0.010	
9.00	1.000	0.081	0.163	0.211	*	0.017	0.010	0.032	0.177	0.201	0.351	0.056	0.066	0.126	0.012	
10.01	1.000	0.104	0.178	0.209	*	0.019	0.013	0.034	0.153	0.179	0.342	0.051	0.061	0.123	0.013	
11.01	1.000	0.125	0.185	0.214	*	0.020	0.015	0.036	0.132	0.158	0.321	0.045	0.055	0.116	0.014	
12.01	1.000	0.143	0.186	0.217	*	0.021	0.016	0.036	0.114	0.139	0.295	0.040	0.049	0.107	0.015	
13.01	1.000	0.158	0.183	0.224	*	0.021	0.017	0.035	0.098	0.122	0.267	0.035	0.044	0.097	0.014	
14.01	1.000	0.170	0.178	0.230	*	0.021	0.018	0.034	0.084	0.106	0.242	0.030	0.038	0.088	0.014	

SHIP SPEED = 9.259 m/sec						HEADING ANGLE = 135.000 DEG.										
						-- ABS.VERT.ACCEL.--				-- REL.VERT.MOTIONS --			- REL.VERT.VELOC. --			--ALA-
Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	
7.00	1.000	0.077	0.161	0.050	1140.	0.182	0.111	0.338	0.266	0.217	0.423	0.516	0.482	0.667	0.064	
8.00	1.000	0.116	0.229	0.052	1339.	0.233	0.134	0.433	0.269	0.198	0.504	0.440	0.386	0.649	0.056	
9.00	1.000	0.148	0.271	0.051	1363.	0.256	0.149	0.471	0.257	0.174	0.546	0.376	0.307	0.634	0.054	
10.01	1.000	0.170	0.291	0.048	1247.	0.257	0.153	0.470	0.236	0.150	0.546	0.320	0.244	0.599	0.054	
11.01	1.000	0.186	0.295	0.049	1061.	0.246	0.149	0.444	0.210	0.127	0.520	0.271	0.195	0.549	0.052	
12.01	1.000	0.197	0.290	0.056	879.	0.230	0.143	0.413	0.186	0.107	0.485	0.230	0.155	0.499	0.051	
13.01	1.000	0.206	0.280	0.071	708.	0.212	0.134	0.377	0.163	0.090	0.444	0.195	0.123	0.446	0.049	
14.01	1.000	0.213	0.266	0.078	566.	0.194	0.124	0.342	0.143	0.075	0.403	0.166	0.098	0.399	0.046	

SHIP SPEED = 9.259 m/sec						HEADING ANGLE = 180.000 DEG.										
						-- ABS.VERT.ACCEL.--				-- REL.VERT.MOTIONS --			- REL.VERT.VELOC. --			--ALA-
Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	
7.00	1.000	0.036	0.090	0.000	847.	0.101	0.055	0.195	0.255	0.229	0.295	0.610	0.579	0.619	0.000	
8.00	1.000	0.068	0.162	0.000	1151.	0.161	0.084	0.307	0.264	0.215	0.400	0.506	0.467	0.593	0.000	
9.00	1.000	0.100	0.223	0.000	1348.	0.202	0.106	0.383	0.265	0.196	0.491	0.432	0.378	0.603	0.000	
10.01	1.000	0.126	0.266	0.000	1381.	0.222	0.118	0.418	0.254	0.174	0.542	0.371	0.307	0.602	0.000	
11.01	1.000	0.147	0.290	0.000	1295.	0.226	0.123	0.423	0.236	0.151	0.557	0.319	0.249	0.583	0.000	
12.01	1.000	0.163	0.300	0.000	1141.	0.220	0.122	0.409	0.215	0.132	0.544	0.274	0.202	0.547	0.000	
13.01	1.000	0.176	0.301	0.000	972.	0.209	0.118	0.386	0.193	0.113	0.520	0.236	0.164	0.506	0.000	
14.01	1.000	0.186	0.295	0.000	810.	0.195	0.113	0.358	0.172	0.098	0.486	0.202	0.133	0.463	0.000	

SHIP SPEED = 15.432 m/sec HEADING ANGLE = 45.000 DEG.

Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	-- ABS.VERT.ACCEL.--			-- REL.VERT.MOTIONS --			--REL.VERT.VELOC. --			ALA
						POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1
7.00	1.000	0.038	0.117	0.601	*	0.003	0.001	0.006	0.235	0.246	0.335	0.138	0.129	0.074	0.015
8.00	1.000	0.054	0.144	0.415	*	0.003	0.002	0.006	0.190	0.229	0.361	0.089	0.086	0.065	0.013
9.00	1.000	0.077	0.162	0.353	*	0.004	0.003	0.007	0.161	0.208	0.362	0.057	0.058	0.059	0.013
10.01	1.000	0.100	0.172	0.344	*	0.005	0.004	0.009	0.139	0.186	0.349	0.036	0.040	0.055	0.014
11.01	1.000	0.121	0.176	0.347	*	0.007	0.005	0.010	0.122	0.165	0.327	0.024	0.028	0.052	0.015
12.01	1.000	0.139	0.176	0.346	*	0.008	0.006	0.011	0.107	0.145	0.300	0.018	0.022	0.047	0.015
13.01	1.000	0.154	0.173	0.336	*	0.008	0.007	0.012	0.093	0.128	0.273	0.014	0.018	0.044	0.015
14.01	1.000	0.167	0.167	0.323	*	0.009	0.008	0.012	0.081	0.112	0.247	0.013	0.016	0.040	0.015

SHIP SPEED = 15.432 m/sec HEADING ANGLE = 135.000 DEG.

Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	-- ABS.VERT.ACCEL.--			-- REL.VERT.MOTIONS --			--REL.VERT.VELOC. --			ALA
						POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1
7.00	1.000	0.073	0.122	0.044	833.	0.181	0.117	0.332	0.278	0.242	0.343	0.678	0.651	0.708	0.071
8.00	1.000	0.132	0.202	0.053	1342.	0.274	0.185	0.483	0.308	0.246	0.466	0.588	0.536	0.718	0.066
9.00	1.000	0.179	0.258	0.059	1680.	0.331	0.228	0.573	0.321	0.237	0.546	0.522	0.447	0.732	0.067
10.01	1.000	0.211	0.289	0.060	1743.	0.353	0.247	0.602	0.312	0.218	0.575	0.462	0.374	0.715	0.068
11.01	1.000	0.230	0.301	0.057	1627.	0.351	0.248	0.592	0.293	0.196	0.569	0.407	0.312	0.675	0.067
12.01	1.000	0.241	0.299	0.054	1423.	0.335	0.238	0.561	0.268	0.173	0.540	0.356	0.261	0.622	0.064
13.01	1.000	0.247	0.291	0.054	1199.	0.313	0.225	0.520	0.242	0.152	0.503	0.310	0.219	0.565	0.061
14.01	1.000	0.249	0.278	0.057	990.	0.288	0.209	0.476	0.216	0.132	0.462	0.270	0.184	0.509	0.057

SHIP SPEED = 15.432 m/sec HEADING ANGLE = 180.000 DEG.

Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	-- ABS.VERT.ACCEL.--			-- REL.VERT.MOTIONS --			--REL.VERT.VELOC. --			ALA
						POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1
7.00	1.000	0.030	0.061	0.000	444.	0.095	0.057	0.205	0.254	0.241	0.257	0.820	0.807	0.767	0.000
8.00	1.000	0.075	0.132	0.000	872.	0.177	0.111	0.332	0.282	0.244	0.347	0.684	0.656	0.703	0.000
9.00	1.000	0.125	0.205	0.000	1397.	0.259	0.168	0.467	0.312	0.244	0.463	0.600	0.545	0.709	0.000
10.01	1.000	0.166	0.260	0.000	1780.	0.314	0.206	0.555	0.327	0.235	0.550	0.538	0.459	0.727	0.000
11.01	1.000	0.196	0.294	0.000	1912.	0.338	0.225	0.590	0.324	0.218	0.593	0.483	0.387	0.723	0.000
12.01	1.000	0.216	0.310	0.000	1841.	0.340	0.228	0.588	0.308	0.198	0.599	0.430	0.327	0.695	0.000
13.01	1.000	0.227	0.314	0.000	1676.	0.330	0.223	0.567	0.288	0.178	0.584	0.383	0.278	0.654	0.000
14.01	1.000	0.235	0.311	0.000	1469.	0.313	0.214	0.535	0.265	0.158	0.556	0.339	0.236	0.607	0.000

SWAN Input

.inp file

5415M-1

-0.058 0.11

40

0

5415M-1

5415M-1

1

2

WAVE

142

8650000 -0.683 1.36

7.624 35.5 35.5 0

1025 0 0

1 1 10

15.432

180

5

6

7

8

9

10

11

12

13

15

3

71 0 0

0 0 0

27 0 15.569

0

0

SWAN Output

.add file

```
*****
*
*           SWAN1 2001 RESPONSE
*
*
*           Copyright (C) 2001
*           Massachusetts Institute of Technology
*           Boston Marine Consulting Inc.
*
*****
```

SSG filename ... 5415M-1.ssg
SPE filename ... WAVE.spe

MEAN ADDED RESISTANCE

Speed Heading		Mean Added Resistance		Tp	Hs
[m/s]	[deg]	[coeff.]	[kN]	[sec]	[m]
15.432	180	9.227E-06	3.308E+00	7.000	1
15.432	180	1.736E-05	6.224E+00	8.000	1
15.432	180	3.236E-05	1.160E+01	9.000	1
15.432	180	5.136E-05	1.842E+01	10.000	1
15.432	180	6.742E-05	2.417E+01	11.000	1

15.432	180	7.600E-05	2.725E+01	12.000	1
15.432	180	7.711E-05	2.764E+01	13.000	1
15.432	180	7.296E-05	2.616E+01	14.000	1
15.432	180	6.601E-05	2.367E+01	15.000	1
15.432	180	5.807E-05	2.082E+01	16.000	1
15.432	180	5.022E-05	1.800E+01	17.000	1

ADDED RESISTANCE OPERATOR

Speed	Heading	Period	ARO	
[m/s]	[deg]	[sec]	[coeff.]	[kN/m ²]
15.432	180	15.000	8.593E-02	1.227E+02
15.432	180	13.000	2.917E-01	4.165E+02
15.432	180	12.000	3.754E-01	5.360E+02
15.432	180	11.000	2.617E-01	3.737E+02
15.432	180	10.000	1.319E-01	1.883E+02
15.432	180	9.000	5.689E-02	8.123E+01
15.432	180	8.000	2.698E-02	3.852E+01
15.432	180	7.000	2.242E-02	3.201E+01
15.432	180	6.000	1.865E-02	2.662E+01
15.432	180	5.000	1.557E-02	2.223E+01

SWAN Output

.mot file

```
*****
*
*                               SWAN1 2001 RESPONSE
*
*
*                               Copyright (C) 2001
*                               Massachusetts Institute of Technology
*                               Boston Marine Consulting Inc.
*
*****
```

SSG filename ... 5415M-1.ssg
SPE filename ... WAVE.spe

GLOBAL MOTION RMS

Speed [m/s]	Heading [deg]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Longl (x) [m]	Transv (y) [m]	Vert (z) [m]
15.432	180	(at origin)			1.51E-3	0.00E+0	2.40E-2
15.432	180	(at CG)			2.19E-3	0.00E+0	2.38E-2
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	1.47E-3	0.00E+0	6.52E-2
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.51E-3	0.00E+0	2.40E-2
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	1.22E-2	0.00E+0	3.66E-2

GLOBAL VELOCITY RMS

Speed [m/s]	Heading [deg]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Longl (x) [m/s]	Transv (y) [m/s]	Vert (z) [m/s]
15.432	180	(at origin)			2.39E-3	0.00E+0	3.10E-2
15.432	180	(at CG)			3.27E-3	0.00E+0	3.08E-2
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	2.33E-3	0.00E+0	8.87E-2
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	2.39E-3	0.00E+0	3.10E-2
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	1.71E-2	0.00E+0	4.84E-2

GLOBAL ACCELERATION RMS

Speed [m/s]	Heading [deg]	X [m]	Y [m]	Z [m]	Longl (x) [m/s^2]	Transv (y) [m/s^2]	Vert (z) [m/s^2]	Tp [sec]	Hs [m]
15.432	180	(at origin)			6.98E-3	0.00E+0	4.36E-2		
15.432	180	(at CG)			5.64E-3	0.00E+0	4.33E-2		
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	7.13E-3	0.00E+0	1.29E-1	7.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	1.48E-2	0.00E+0	2.43E-1	8.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	2.60E-2	0.00E+0	3.71E-1	9.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	3.82E-2	0.00E+0	4.81E-1	10.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	4.84E-2	0.00E+0	5.52E-1	11.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	5.52E-2	0.00E+0	5.84E-1	12.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	5.86E-2	0.00E+0	5.86E-1	13.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	5.93E-2	0.00E+0	5.67E-1	14.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	5.81E-2	0.00E+0	5.38E-1	15.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	5.57E-2	0.00E+0	5.03E-1	16.000	1
15.432	180	7.10E+1	0.00E+0	0.00E+0	5.26E-2	0.00E+0	4.67E-1	17.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	6.98E-3	0.00E+0	4.36E-2	7.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.45E-2	0.00E+0	9.41E-2	8.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	2.55E-2	0.00E+0	1.57E-1	9.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	3.76E-2	0.00E+0	2.12E-1	10.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	4.78E-2	0.00E+0	2.47E-1	11.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	5.46E-2	0.00E+0	2.63E-1	12.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	5.80E-2	0.00E+0	2.65E-1	13.000	1

15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	5.87E-2	0.00E+0	2.57E-1	14.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	5.75E-2	0.00E+0	2.44E-1	15.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	5.51E-2	0.00E+0	2.28E-1	16.000	1
15.432	180	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	5.21E-2	0.00E+0	2.11E-1	17.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	1.95E-2	0.00E+0	6.86E-2	7.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	3.00E-2	0.00E+0	1.40E-1	8.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	3.84E-2	0.00E+0	2.25E-1	9.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	4.32E-2	0.00E+0	3.00E-1	10.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	4.47E-2	0.00E+0	3.49E-1	11.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	4.41E-2	0.00E+0	3.72E-1	12.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	4.23E-2	0.00E+0	3.75E-1	13.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	3.98E-2	0.00E+0	3.63E-1	14.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	3.70E-2	0.00E+0	3.45E-1	15.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	3.42E-2	0.00E+0	3.23E-1	16.000	1
15.432	180	2.70E+1	0.00E+0	1.56E+1	3.15E-2	0.00E+0	3.00E-1	17.000	1

GLOBAL MOTION RAO

(about CG)

in Surge - Heave - Pitch

Speed [m/s]	Heading [deg]	Period [sec]	M1 [m/m]	<M1 [deg]	M3 [m/m]	<M3 [deg]	M5 [deg/m]	<M5 [deg]
15.432	180	15.000	1.627E-01	101	1.356E+00	-1	1.563E+00	-129
15.432	180	13.000	1.033E-01	119	1.838E+00	-17	2.110E+00	-159
15.432	180	12.000	1.144E-01	125	1.883E+00	-43	1.915E+00	177
15.432	180	11.000	8.946E-02	113	1.341E+00	-75	1.394E+00	160
15.432	180	10.000	4.499E-02	118	6.343E-01	-102	9.621E-01	146
15.432	180	9.000	2.247E-02	147	1.461E-01	-115	4.877E-01	127
15.432	180	8.000	7.449E-03	-164	4.989E-02	5	9.251E-02	104
15.432	180	7.000	6.223E-03	-58	3.816E-02	10	7.523E-02	-77
15.432	180	6.000	1.752E-03	55	5.444E-03	161	1.605E-02	-101
15.432	180	5.000	7.553E-04	-112	1.840E-03	-21	4.340E-03	70

**KRISO Container Ship
(KCS)**

SMP Input

1 INPUT CARDS												
COLUMN												
CARD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	KCS - NTUA -	27.03.18										
2	2	1	2	1	0	1	0					
3	METER	1025.8200	9.80670	.00000119								
4	230.0000	32.2000	10.8000	53363.24	24.0000	12.0000	0.0000					
5	0.6000	0.0000	14.3240	0.2500	0.4000	0.2500						
6	25	0										
7	-0.6087	3	0									
8	-0.6087	0.000	0.010	0.000								
9	-0.6087	5.098	6.000	6.002								
10	-0.4609	10	0									
11	-0.4609	0.000	0.726	1.233	1.585	1.819	1.927	1.826	1.449	0.788	0.000	
12	-0.4609	2.611	2.996	3.657	4.416	5.219	6.048	6.876	7.618	8.116	8.288	
13	0.0513	10	0									
14	0.0513	0.000	0.787	1.360	1.856	2.207	2.363	2.259	1.843	1.056	0.000	
15	0.0513	0.451	1.286	2.307	3.367	4.482	5.640	6.803	7.892	8.747	9.358	
16	0.5635	10	0									
17	0.5635	0.000	0.757	1.392	1.930	2.323	2.473	2.264	1.638	0.896	0.695	
18	0.5635	0.000	1.015	2.176	3.384	4.647	5.956	7.258	8.417	9.506	10.800	
19	1.0748	10	0									
20	1.0748	0.000	0.841	1.505	2.072	2.504	2.726	2.573	2.158	1.922	2.040	
21	1.0748	0.000	0.929	2.046	3.216	4.441	5.719	7.004	8.235	9.508	10.800	
22	2.0991	10	0									
23	2.0991	0.000	1.278	2.270	3.084	3.653	4.026	4.262	4.472	4.835	5.443	
24	2.0991	0.000	0.516	1.528	2.687	3.983	5.351	6.749	8.151	9.520	10.800	
25	3.1226	10	0									
26	3.1226	0.000	1.667	3.216	4.533	5.562	6.337	7.007	7.691	8.457	9.313	
27	3.1226	0.000	0.215	0.873	1.919	3.253	4.751	6.299	7.842	9.346	10.800	
28	4.1470	10	0									
29	4.1470	0.000	1.987	3.937	5.758	7.319	8.578	9.640	10.622	11.613	12.599	
30	4.1470	0.000	0.029	0.399	1.184	2.406	3.942	5.622	7.350	9.074	10.800	
31	5.1704	10	0									
32	5.1704	0.000	2.241	4.478	6.662	8.653	10.308	11.700	12.891	13.897	14.744	

33	5.1704	0.000	0.000	0.090	0.571	1.582	3.086	4.840	6.737	8.738	10.800
34	6.1948	10	0								
35	6.1948	0.000	2.432	4.864	7.286	9.604	11.611	13.234	14.448	15.308	15.845
36	6.1948	0.000	0.000	0.000	0.183	0.892	2.250	4.054	6.158	8.430	10.800
37	7.2183	10	0								
38	7.2183	0.000	2.577	5.154	7.730	10.274	12.562	14.311	15.432	15.961	16.100
39	7.2183	0.000	0.000	0.000	0.006	0.371	1.523	3.400	5.711	8.229	10.800
40	8.2426	10	0								
41	8.2426	0.000	2.703	5.405	8.108	10.808	13.355	15.194	16.000	16.100	16.100
42	8.2426	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.897	2.836	5.399	8.097	10.800
43	9.2661	10	0								
44	9.2661	0.000	2.789	5.578	8.368	11.157	13.878	15.735	16.100	16.100	16.100
45	9.2661	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.492	2.477	5.222	8.011	10.800
46	10.0000	10	0								
47	10.0000	0.000	2.821	5.642	8.462	11.283	14.058	15.898	16.100	16.100	16.100
48	10.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.329	2.361	5.158	7.979	10.800
49	10.8017	10	0								
50	10.8017	0.000	2.821	5.641	8.462	11.282	14.056	15.897	16.100	16.100	16.100
51	10.8017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.328	2.362	5.159	7.979	10.800
52	11.8261	10	0								
53	11.8261	0.000	2.794	5.588	8.383	11.177	13.895	15.771	16.100	16.100	16.100
54	11.8261	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.485	2.461	5.212	8.006	10.800
55	12.8500	10	0								
56	12.8500	0.000	2.711	5.422	8.133	10.842	13.394	15.277	16.097	16.100	16.100
57	12.8500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.923	2.821	5.378	8.089	10.800
58	13.8739	10	0								
59	13.8739	0.000	2.591	5.182	7.773	10.285	12.625	14.591	15.835	16.100	16.100
60	13.8739	0.000	0.000	0.000	0.019	0.618	1.717	3.392	5.646	8.209	10.800
61	14.8978	10	0								
62	14.8978	0.000	2.449	4.898	7.289	9.525	11.590	13.499	15.178	16.060	16.100
63	14.8978	0.000	0.000	0.005	0.487	1.479	2.794	4.325	6.103	8.353	10.800
64	15.9217	10	0								
65	15.9217	0.000	2.327	4.621	6.672	8.477	10.274	12.221	14.190	15.769	16.100
66	15.9217	0.000	0.000	0.303	1.387	2.854	4.333	5.605	6.846	8.524	10.800
67	16.9457	10	0								
68	16.9457	0.000	2.254	4.182	5.546	6.921	8.723	10.749	12.855	14.895	16.066
69	16.9457	0.000	0.092	1.214	3.012	4.803	6.158	7.156	7.978	8.944	10.800
70	17.9696	10	0								
71	17.9696	0.000	2.101	3.004	3.362	4.656	6.744	8.981	11.225	13.452	15.379
72	17.9696	0.000	0.737	2.812	5.086	6.948	7.904	8.465	8.994	9.592	10.800

```

73 18.9935 10 0
74 18.9935 0.000 1.382 1.014 0.488 1.549 3.811 6.142 8.471 10.791 13.080
75 18.9935 0.403 2.060 4.356 6.637 8.581 9.196 9.523 9.866 10.262 10.800
76 19.5055 10 0
77 19.5055 0.000 0.743 0.002 0.006 0.607 2.475 4.362 6.246 8.127 10.002
78 19.5055 3.267 4.630 6.270 8.165 9.613 9.909 10.084 10.289 10.525 10.800
79 20.0174 10 0
80 20.0174 0.000 0.454 0.898 1.341 1.785 2.229 2.672 3.116 3.560 4.030
81 20.0174 0.480 10.515 10.550 10.584 10.620 10.655 10.691 10.727 10.763 10.800
82 0 (Bilgekeel)
83 0
84 1 (Rudders)
85 19.7826 20.8579 0.0000 10.0000 10.0000
86 19.8261 20.2609 0.0000 0.1000 0.1000
87 0
88 0 0 0
89 3 0
90 1 POINT 1 FP 0.0000 0.0000 0.0000
91 2 POINT 2 MS 10.0000 0.0000 0.0000
92 3 POINT 3 BRIDGE 15.0783 0.0000 45.0000
93 0
94 4 1.00 RMS VALUES
95 1.0000
96 2.0000
97 3.0000
98 4.0000
99 STOP

```

SMP Output (LONGCRESTED)

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

PITCH ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
24	7	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	0.01	0.13	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02
	9	0.05	0.05	0.06	0.08	0.11	0.11	0.01	0.15	0.11	0.07	0.05	0.04	0.04
	11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.13	0.01	0.14	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08
	13	0.18	0.18	0.18	0.19	0.17	0.12	0.01	0.12	0.13	0.12	0.11	0.11	0.11
	15	0.20	0.20	0.20	0.19	0.17	0.11	0.01	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12
	17	0.20	0.20	0.20	0.18	0.15	0.10	0.01	0.09	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13
	19	0.20	0.19	0.19	0.17	0.14	0.08	0.01	0.08	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13
	21	0.18	0.18	0.17	0.15	0.12	0.07	0.01	0.07	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 1 FP XFP = 0.00 YCL = 0.00 ZBL = 0.00

VERTICAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
24	7	0.39	0.40	0.39	0.58	0.86	1.40	1.06	1.37	0.21	0.05	0.08	0.11	0.12
	9	0.93	0.99	1.18	1.56	2.03	2.20	1.21	1.38	0.38	0.12	0.07	0.08	0.08
	11	1.98	2.05	2.23	2.50	2.65	2.29	1.11	1.19	0.44	0.19	0.11	0.09	0.08
	13	2.59	2.63	2.70	2.77	2.64	2.04	0.95	0.98	0.43	0.23	0.14	0.11	0.10
	15	2.70	2.71	2.70	2.63	2.37	1.74	0.81	0.81	0.40	0.23	0.16	0.12	0.11
	17	2.55	2.53	2.48	2.35	2.05	1.46	0.68	0.67	0.36	0.23	0.16	0.13	0.12
	19	2.29	2.27	2.20	2.05	1.75	1.23	0.58	0.57	0.32	0.21	0.16	0.13	0.12
	21	2.03	2.01	1.93	1.77	1.50	1.04	0.50	0.48	0.29	0.20	0.15	0.13	0.12

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 2 MS

XFP = 10.00 YCL = 0.00 ZBL = 0.00

VERTICAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
24	7	0.10	0.11	0.14	0.16	0.25	0.60	1.01	0.43	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02
	9	0.29	0.31	0.37	0.53	0.81	1.19	1.23	0.49	0.10	0.03	0.02	0.01	0.01
	11	0.65	0.68	0.78	0.94	1.17	1.34	1.15	0.48	0.14	0.06	0.03	0.02	0.02
	13	0.90	0.92	0.99	1.10	1.22	1.25	0.99	0.44	0.17	0.08	0.05	0.03	0.03
	15	0.97	0.98	1.03	1.08	1.13	1.09	0.84	0.40	0.18	0.10	0.06	0.05	0.04
	17	0.94	0.95	0.97	0.99	1.00	0.94	0.72	0.36	0.18	0.10	0.07	0.05	0.05
	19	0.86	0.87	0.88	0.89	0.88	0.81	0.61	0.32	0.17	0.11	0.08	0.06	0.06
	21	0.78	0.78	0.79	0.78	0.76	0.70	0.53	0.29	0.16	0.11	0.08	0.07	0.06

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD 0	15	30	45	60	75	STBD BEAM 90	105	120	135	150	165	FOLLOW 180
24	7	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.08	0.45	5.54	1.12	0.29	0.00
	9	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.03	0.09	0.34	4.99	1.85	0.38	0.00
	11	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.02	0.09	0.26	3.79	1.76	0.41	0.00
	13	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.05	0.02	0.09	0.22	2.86	1.46	0.40	0.00
	15	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.05	0.02	0.09	0.20	2.20	1.19	0.39	0.00
	17	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.04	0.02	0.09	0.18	1.74	0.98	0.37	0.00
	19	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.09	0.18	1.41	0.84	0.37	0.00
	21	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.04	0.09	0.19	1.17	0.76	0.37	0.00

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 3 BRIDGE XFP = 15.08 YCL = 0.00 ZBL = 45.00

LATERAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	HEAD 0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES											
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	FOLLOW 180
24	7	0.00	0.11	0.22	0.31	0.33	0.60	0.50	0.49	0.31	1.06	0.16	0.06	0.00
	9	0.00	0.10	0.21	0.32	0.48	0.70	0.55	0.56	0.36	0.97	0.28	0.06	0.00
	11	0.00	0.11	0.23	0.37	0.54	0.68	0.54	0.55	0.38	0.76	0.29	0.08	0.00
	13	0.00	0.12	0.24	0.39	0.53	0.61	0.51	0.51	0.38	0.60	0.27	0.10	0.00
	15	0.00	0.12	0.24	0.37	0.49	0.55	0.46	0.46	0.36	0.49	0.24	0.11	0.00
	17	0.00	0.12	0.23	0.35	0.44	0.48	0.42	0.41	0.33	0.41	0.22	0.11	0.00
	19	0.00	0.11	0.22	0.32	0.40	0.43	0.38	0.37	0.30	0.36	0.21	0.11	0.00
	21	0.00	0.10	0.20	0.29	0.36	0.38	0.34	0.33	0.28	0.31	0.20	0.10	0.00

SMP Output (SHORTCRESTED)

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS
ROLL ANGLE
(DEG)
RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES													
		HEAD	STBD BEAM												
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
	21	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
24	7	0.01	0.01	0.02	0.05	0.59	1.14	1.62	1.99	2.23	2.31	2.33	2.33	2.34	
	9	0.02	0.02	0.03	0.05	0.53	1.04	1.49	1.85	2.08	2.18	2.21	2.24	2.24	
	11	0.02	0.02	0.03	0.04	0.41	0.80	1.16	1.44	1.63	1.72	1.76	1.78	1.79	
	13	0.03	0.03	0.03	0.04	0.31	0.61	0.88	1.10	1.25	1.32	1.36	1.39	1.40	
	15	0.03	0.03	0.03	0.04	0.24	0.47	0.69	0.86	0.98	1.04	1.07	1.09	1.10	
	17	0.03	0.03	0.03	0.04	0.19	0.38	0.55	0.69	0.78	0.83	0.86	0.88	0.89	
	19	0.03	0.03	0.03	0.04	0.16	0.31	0.45	0.57	0.65	0.69	0.72	0.74	0.74	
	21	0.03	0.03	0.03	0.04	0.14	0.26	0.38	0.48	0.55	0.60	0.62	0.64	0.65	

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 2.00 METERS
ROLL ANGLE
(DEG)
RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES													
		HEAD	STBD BEAM												
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	
24	7	0.03	0.03	0.04	0.11	1.19	2.29	3.25	3.99	4.47	4.64	4.67	4.68	4.69	
	9	0.04	0.04	0.05	0.10	1.06	2.08	2.98	3.70	4.16	4.37	4.44	4.48	4.50	
	11	0.04	0.05	0.06	0.09	0.81	1.60	2.31	2.88	3.26	3.44	3.52	3.57	3.59	
	13	0.05	0.05	0.06	0.09	0.62	1.22	1.76	2.20	2.50	2.65	2.72	2.77	2.79	
	15	0.06	0.06	0.07	0.09	0.48	0.94	1.37	1.72	1.95	2.07	2.14	2.18	2.20	
	17	0.06	0.06	0.07	0.09	0.38	0.75	1.10	1.37	1.56	1.67	1.72	1.76	1.78	
	19	0.06	0.06	0.07	0.08	0.32	0.62	0.90	1.13	1.29	1.38	1.44	1.47	1.49	
	21	0.06	0.06	0.07	0.09	0.27	0.52	0.77	0.97	1.11	1.19	1.24	1.28	1.29	

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 3.00 METERS
ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD 0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	FOLLOW 180
24	7	0.04	0.04	0.06	0.16	1.78	3.43	4.88	5.97	6.66	6.91	6.94	6.96	6.97
	9	0.05	0.06	0.08	0.14	1.60	3.12	4.49	5.55	6.22	6.52	6.61	6.68	6.71
	11	0.07	0.07	0.09	0.13	1.22	2.40	3.47	4.33	4.89	5.16	5.28	5.36	5.39
	13	0.08	0.08	0.09	0.13	0.92	1.82	2.65	3.31	3.75	3.98	4.09	4.17	4.20
	15	0.08	0.09	0.10	0.13	0.72	1.42	2.06	2.58	2.93	3.11	3.21	3.28	3.30
	17	0.09	0.09	0.10	0.13	0.58	1.13	1.64	2.06	2.34	2.50	2.58	2.64	2.67
	19	0.09	0.09	0.10	0.13	0.48	0.93	1.35	1.70	1.94	2.07	2.15	2.21	2.23
	21	0.09	0.09	0.10	0.13	0.41	0.79	1.15	1.45	1.66	1.79	1.87	1.92	1.94

KCS - NTUA - 27.03.18

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 4.00 METERS
ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD 0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	FOLLOW 180
24	9	0.07	0.08	0.10	0.19	2.13	4.17	5.97	7.33	8.19	8.57	8.70	8.79	8.82
	11	0.09	0.09	0.12	0.18	1.62	3.20	4.64	5.76	6.49	6.83	6.99	7.10	7.14
	13	0.10	0.11	0.13	0.18	1.23	2.43	3.53	4.42	5.01	5.30	5.45	5.55	5.59
	15	0.11	0.12	0.13	0.17	0.96	1.89	2.75	3.44	3.91	4.15	4.28	4.38	4.41
	17	0.11	0.12	0.13	0.17	0.77	1.51	2.19	2.75	3.13	3.33	3.45	3.53	3.56
	19	0.11	0.12	0.13	0.17	0.64	1.24	1.80	2.26	2.58	2.77	2.87	2.95	2.97
	21	0.11	0.12	0.13	0.17	0.55	1.05	1.53	1.93	2.21	2.38	2.49	2.56	2.59

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS
POINT 3 BRIDGE XFP = 15.08 YCL = 0.00 ZBL = 45.00

LATERAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
24	7	0.22	0.24	0.29	0.34	0.40	0.46	0.51	0.54	0.54	0.52	0.49	0.46	0.46
	9	0.25	0.28	0.34	0.40	0.47	0.52	0.56	0.57	0.56	0.53	0.48	0.45	0.44
	11	0.27	0.30	0.36	0.42	0.47	0.51	0.54	0.53	0.51	0.47	0.42	0.39	0.37
	13	0.28	0.30	0.35	0.40	0.45	0.48	0.49	0.48	0.46	0.41	0.36	0.33	0.31
	15	0.26	0.28	0.32	0.37	0.41	0.44	0.44	0.43	0.40	0.36	0.32	0.28	0.27
	17	0.24	0.26	0.30	0.34	0.37	0.39	0.40	0.39	0.36	0.32	0.28	0.25	0.24
	19	0.22	0.24	0.27	0.30	0.33	0.35	0.36	0.35	0.32	0.29	0.25	0.22	0.21
	21	0.20	0.21	0.24	0.27	0.30	0.32	0.32	0.31	0.29	0.26	0.23	0.20	0.20

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 2.00 METERS
POINT 3 BRIDGE XFP = 15.08 YCL = 0.00 ZBL = 45.00

LATERAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
24	7	0.44	0.48	0.58	0.69	0.81	0.93	1.03	1.08	1.09	1.05	0.98	0.93	0.91
	9	0.50	0.56	0.68	0.81	0.93	1.04	1.12	1.15	1.12	1.06	0.97	0.91	0.89
	11	0.54	0.60	0.71	0.84	0.94	1.03	1.07	1.07	1.02	0.94	0.84	0.77	0.75
	13	0.55	0.59	0.69	0.80	0.90	0.96	0.99	0.97	0.91	0.82	0.73	0.66	0.63
	15	0.53	0.56	0.65	0.74	0.82	0.87	0.89	0.87	0.81	0.72	0.64	0.57	0.54
	17	0.49	0.52	0.59	0.68	0.74	0.79	0.80	0.77	0.72	0.64	0.56	0.50	0.48
	19	0.44	0.47	0.54	0.61	0.67	0.71	0.71	0.69	0.64	0.57	0.50	0.45	0.43
	21	0.40	0.43	0.48	0.55	0.60	0.63	0.64	0.62	0.58	0.52	0.46	0.41	0.39

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 4.00 METERS

POINT 3 BRIDGE XFP = 15.08 YCL = 0.00 ZBL = 45.00

LATERAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	HEAD 0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES											
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	FOLLOW 180
24	9	1.00	1.11	1.36	1.62	1.86	2.08	2.23	2.28	2.23	2.09	1.91	1.79	1.74
	11	1.09	1.19	1.42	1.67	1.89	2.06	2.15	2.14	2.04	1.87	1.68	1.53	1.48
	13	1.10	1.19	1.39	1.61	1.79	1.92	1.97	1.94	1.82	1.64	1.45	1.31	1.26
	15	1.05	1.13	1.30	1.49	1.65	1.75	1.78	1.73	1.62	1.45	1.27	1.14	1.09
	17	0.97	1.04	1.19	1.35	1.49	1.57	1.59	1.55	1.44	1.29	1.13	1.00	0.96
	19	0.89	0.94	1.07	1.22	1.34	1.41	1.43	1.38	1.28	1.15	1.01	0.90	0.86
	21	0.80	0.85	0.97	1.09	1.20	1.27	1.28	1.24	1.16	1.04	0.91	0.82	0.78

SPP-86 Input

```

1
KCS
25 25 5 1 3 1 10 6 0 -1 0 0 0 0 1 0
1 0
10 1 0
0.0000 0.0000
2 9 2
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 2
2 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9
9 9 9 9 9 9 9 9 9
2 5 6 6 6 10 10 10 10 10 10 10 10 10
10 10 10 10 10 10 10
0.0000 0.0050 0.0100
-5.7020 -4.8000 -4.7980
0.0000 0.9280 1.4840 1.8190 1.9190 1.6150 0.8110 0.0250
0.0250 0.0250
-8.1890 -7.5900 -6.6360 -5.5810 -4.4820 -3.4270 -2.6940 -2.2170
-1.1080 0.0000
0.0000 0.8700 1.5040 2.0200 2.3200 2.3230 1.9400 1.0940
0.0600 0.0600
-10.3490 -9.3770 -8.2070 -6.9820 -5.6880 -4.3610 -3.0930 -2.0830
-1.3310 0.0000
0.0000 0.7570 1.3920 1.9300 2.3230 2.4730 2.2640 1.6380
0.8960 0.6950
-10.8000 -9.7850 -8.6240 -7.4160 -6.1530 -4.8440 -3.5420 -2.3830
-1.2940 0.0000
0.0000 0.8410 1.5050 2.0720 2.5040 2.7260 2.5730 2.1580
1.9220 2.0400
-10.8000 -9.8710 -8.7540 -7.5840 -6.3590 -5.0810 -3.7960 -2.5650
-1.2920 0.0000
0.0000 1.2780 2.2700 3.0840 3.6530 4.0260 4.2620 4.4720
4.8350 5.4430
-10.8000 -10.2840 -9.2720 -8.1130 -6.8170 -5.4490 -4.0510 -2.6490
-1.2800 0.0000
0.0000 1.6670 3.2160 4.5330 5.5620 6.3370 7.0070 7.6910
8.4570 9.3130
-10.8000 -10.5850 -9.9270 -8.8810 -7.5470 -6.0490 -4.5010 -2.9580

```

-1.4540	0.0000						
0.0000	1.9870	3.9370	5.7580	7.3190	8.5780	9.6400	10.6220
11.6130	12.5990						
-10.8000	-10.7710	-10.4010	-9.6160	-8.3940	-6.8580	-5.1780	-3.4500
-1.7260	0.0000						
0.0000	2.2410	4.4780	6.6620	8.6530	10.3080	11.7000	12.8910
13.8970	14.7440						
-10.8000	-10.8000	-10.7100	-10.2290	-9.2180	-7.7140	-5.9600	-4.0630
-2.0620	0.0000						
0.0000	2.4320	4.8640	7.2860	9.6040	11.6110	13.2340	14.4480
15.3080	15.8450						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.6170	-9.9080	-8.5500	-6.7460	-4.6420
-2.3700	0.0000						
0.0000	2.5770	5.1540	7.7300	10.2740	12.5620	14.3110	15.4320
15.9610	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.7940	-10.4290	-9.2770	-7.4000	-5.0890
-2.5710	0.0000						
0.0000	2.7030	5.4050	8.1080	10.8080	13.3550	15.1940	16.0000
16.1000	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.7300	-9.9030	-7.9640	-5.4010
-2.7030	0.0000						
0.0000	2.7890	5.5780	8.3680	11.1570	13.8780	15.7350	16.1000
16.1000	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.3080	-8.3230	-5.5780
-2.7890	0.0000						
0.0000	2.8210	5.6420	8.4620	11.2830	14.0580	15.8980	16.1000
16.1000	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.4710	-8.4390	-5.6420
-2.8210	0.0000						
0.0000	2.8210	5.6410	8.4620	11.2820	14.0560	15.8970	16.1000
16.1000	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.4720	-8.4380	-5.6410
-2.8210	0.0000						
0.0000	2.7940	5.5880	8.3830	11.1770	13.8950	15.7710	16.1000
16.1000	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.3150	-8.3390	-5.5880
-2.7940	0.0000						
0.0000	2.7110	5.4220	8.1330	10.8420	13.3940	15.2770	16.0970
16.1000	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.7430	-9.8770	-7.9790	-5.4220

-2.7110	0.0000						
0.0000	2.5910	5.1820	7.7730	10.2850	12.6250	14.5910	15.8350
16.1000	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.8000	-10.7810	-10.1820	-9.0830	-7.4080	-5.1540
-2.5910	0.0000						
0.0000	2.4490	4.8980	7.2890	9.5250	11.5900	13.4990	15.1780
16.0600	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.7950	-10.3130	-9.3210	-8.0060	-6.4750	-4.6970
-2.4470	0.0000						
0.0000	2.3270	4.6210	6.6720	8.4770	10.2740	12.2210	14.1900
15.7690	16.1000						
-10.8000	-10.8000	-10.4970	-9.4130	-7.9460	-6.4670	-5.1950	-3.9540
-2.2760	0.0000						
0.0000	2.2540	4.1820	5.5460	6.9210	8.7230	10.7490	12.8550
14.8950	16.0660						
-10.8000	-10.7080	-9.5860	-7.7880	-5.9970	-4.6420	-3.6440	-2.8220
-1.8560	0.0000						
0.0000	2.1010	3.0040	3.3620	4.6560	6.7440	8.9810	11.2250
13.4520	15.3790						
-10.8000	-10.0630	-7.9880	-5.7140	-3.8520	-2.8960	-2.3350	-1.8060
-1.2080	0.0000						
0.0000	1.3820	1.0140	0.4880	1.5490	3.8110	6.1420	8.4710
10.7910	13.0800						
-10.3970	-8.7400	-6.4440	-4.1630	-2.2190	-1.6040	-1.2770	-0.9340
-0.5380	0.0000						
0.0000	0.7430	0.0020	0.0060	0.6070	2.4750	4.3620	6.2460
8.1270	10.0020						
-7.5330	-6.1700	-4.5300	-2.6350	-1.1870	-0.8910	-0.7160	-0.5110
-0.2750	0.0000						
0.0000	0.4540	0.8980	1.3410	1.7850	2.2290	2.6720	3.1160
3.5600	4.0300						
-0.3200	-0.2850	-0.2500	-0.2160	-0.1800	-0.1450	-0.1090	-0.0730
-0.0370	0.0000						
2	8	0	0	1	0		
0.6300	237.2000	32.2000	10.8000	9.8067	-3.4040	3.5240	0.5873
57.5000	12.8800	57.5000	0.0000	104.6100	1.99000	0.0000188	0.000
1	-3.4040	1.0000	0.0000				
122.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
114.4100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

108.5200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
102.6400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90.8600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
79.0900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
67.3100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
55.5400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
43.7600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
31.9900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20.2100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8.4400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-9.2200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-21.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-32.7750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-44.5500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-56.3250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-68.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-79.8750	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-91.6500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-103.4250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-109.3130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-115.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-58.4000	0.0000	34.2000					
0.0000	0.0000	0.0000					
115.0000	0.0000	0.0000					
12.3460							
0.0000	45.0000	90.0000	135.0000	180.0000			
10.0000	5.0000	4.0000	3.0000	2.5000	2.2500	2.0000	1.9000
1.8000	1.7000	1.6000	1.5000	1.4000	1.3000	1.2000	1.1000
1.0000	0.9000	0.8000	0.7000	0.6000	0.5000	0.4000	0.3500
0.3000							
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.8971	0.7850	0.6978	0.6280	0.5709	0.5233	0.4831	0.4486

SPP-86 Output

SHIP SPEED = 12.346 m/sec HEADING ANGLE = 45.000 DEG.

					-- ABS.VERT.ACCEL.-- -- REL.VERT.MOTIONS -- -- REL.VERT.VELOC. -- --ALA--										
TP	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1
7.00	1.000	0.071	0.024	0.000	*	0.003	0.003	0.006	0.231	0.322	0.210	0.035	0.052	0.070	0.000
8.00	1.000	0.050	0.041	0.000	*	0.003	0.002	0.007	0.231	0.279	0.263	0.042	0.050	0.070	0.000
9.00	1.000	0.044	0.060	0.000	*	0.004	0.003	0.010	0.222	0.252	0.309	0.045	0.051	0.080	0.000
10.01	1.000	0.053	0.078	0.000	*	0.006	0.004	0.014	0.207	0.231	0.338	0.045	0.051	0.088	0.000
11.01	1.000	0.069	0.092	0.000	*	0.007	0.005	0.016	0.189	0.211	0.350	0.043	0.050	0.093	0.000
12.01	1.000	0.087	0.101	0.000	*	0.009	0.006	0.018	0.172	0.194	0.349	0.040	0.047	0.093	0.000
13.01	1.000	0.105	0.107	0.000	*	0.010	0.008	0.020	0.155	0.177	0.338	0.037	0.044	0.091	0.000
14.01	1.000	0.121	0.111	0.000	*	0.010	0.008	0.020	0.138	0.161	0.321	0.034	0.041	0.087	0.000
15.01	1.000	0.135	0.112	0.000	*	0.011	0.009	0.020	0.123	0.146	0.301	0.031	0.038	0.082	0.000
16.01	1.000	0.148	0.111	0.000	*	0.011	0.010	0.020	0.108	0.132	0.280	0.028	0.035	0.076	0.000
17.01	1.000	0.159	0.109	0.000	*	0.011	0.010	0.020	0.095	0.119	0.259	0.025	0.032	0.071	0.000
18.01	1.000	0.169	0.107	0.000	*	0.012	0.010	0.019	0.083	0.106	0.239	0.022	0.029	0.065	0.000
19.01	1.000	0.177	0.104	0.000	*	0.012	0.010	0.019	0.073	0.095	0.220	0.020	0.026	0.060	0.000
20.01	1.000	0.185	0.100	0.000	*	0.011	0.010	0.018	0.064	0.085	0.202	0.017	0.023	0.055	0.000
21.01	1.000	0.191	0.097	0.000	*	0.011	0.010	0.017	0.056	0.076	0.184	0.015	0.020	0.050	0.000

SHIP SPEED = 12.346 m/sec HEADING ANGLE = 135.000 DEG.

					-- ABS.VERT.ACCEL.-- -- REL.VERT.MOTIONS -- -- REL.VERT.VELOC. -- --ALA--										
TP	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1
7.00	1.000	0.025	0.023	0.000	172.	0.047	0.053	0.063	0.248	0.231	0.320	0.554	0.546	0.624	0.000
8.00	1.000	0.038	0.049	0.000	674.	0.050	0.044	0.102	0.252	0.232	0.319	0.468	0.457	0.518	0.000
9.00	1.000	0.070	0.087	0.000	1228.	0.069	0.055	0.160	0.252	0.232	0.380	0.402	0.389	0.477	0.000
10.01	1.000	0.111	0.125	0.000	1745.	0.090	0.072	0.213	0.245	0.229	0.461	0.348	0.333	0.476	0.000
11.01	1.000	0.145	0.154	0.000	2074.	0.104	0.087	0.247	0.231	0.219	0.523	0.301	0.287	0.482	0.000
12.01	1.000	0.172	0.173	0.000	2171.	0.111	0.095	0.265	0.213	0.204	0.554	0.260	0.247	0.478	0.000
13.01	1.000	0.191	0.183	0.000	2091.	0.114	0.099	0.268	0.194	0.186	0.559	0.225	0.212	0.462	0.000
14.01	1.000	0.205	0.187	0.000	1903.	0.112	0.099	0.261	0.174	0.168	0.546	0.194	0.183	0.437	0.000
15.01	1.000	0.215	0.186	0.000	1682.	0.108	0.096	0.250	0.156	0.150	0.523	0.167	0.157	0.410	0.000
16.01	1.000	0.222	0.182	0.000	1459.	0.103	0.093	0.237	0.139	0.134	0.495	0.144	0.135	0.380	0.000
17.01	1.000	0.226	0.176	0.000	1236.	0.098	0.088	0.221	0.124	0.120	0.462	0.124	0.116	0.349	0.000
18.01	1.000	0.230	0.170	0.000	1048.	0.092	0.083	0.206	0.110	0.106	0.430	0.106	0.100	0.321	0.000
19.01	1.000	0.233	0.163	0.000	886.	0.087	0.079	0.192	0.097	0.095	0.400	0.091	0.087	0.295	0.000
20.01	1.000	0.235	0.155	0.000	746.	0.081	0.074	0.178	0.085	0.084	0.370	0.077	0.075	0.271	0.000
21.01	1.000	0.237	0.148	0.000	624.	0.076	0.070	0.165	0.074	0.074	0.343	0.065	0.064	0.248	0.000

SHIP SPEED = 12.346 m/sec

HEADING ANGLE = 180.000 DEG.

						-- ABS.VERT.ACCEL.-- -- REL.VERT.MOTIONS -- -- REL.VERT.VELOC. -- --ALA--									
TP	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRESS	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1
7.00	1.000	0.006	0.009	0.000	43.	0.020	0.010	0.074	0.289	0.230	0.222	0.750	0.660	0.614	0.000
8.00	1.000	0.013	0.021	0.000	389.	0.028	0.017	0.070	0.271	0.234	0.235	0.604	0.548	0.524	0.000
9.00	1.000	0.034	0.049	0.000	805.	0.043	0.029	0.101	0.264	0.234	0.277	0.501	0.462	0.467	0.000
10.01	1.000	0.061	0.085	0.000	1327.	0.060	0.044	0.151	0.258	0.231	0.355	0.425	0.394	0.447	0.000
11.01	1.000	0.094	0.122	0.000	1863.	0.076	0.060	0.199	0.248	0.224	0.446	0.365	0.339	0.456	0.000
12.01	1.000	0.124	0.151	0.000	2245.	0.087	0.073	0.233	0.233	0.213	0.519	0.315	0.292	0.470	0.000
13.01	1.000	0.147	0.172	0.000	2411.	0.093	0.080	0.252	0.216	0.198	0.564	0.273	0.253	0.474	0.000
14.01	1.000	0.166	0.186	0.000	2408.	0.095	0.085	0.259	0.197	0.182	0.585	0.237	0.219	0.469	0.000
15.01	1.000	0.180	0.193	0.000	2280.	0.095	0.086	0.258	0.179	0.165	0.586	0.207	0.189	0.454	0.000
16.01	1.000	0.191	0.196	0.000	2069.	0.093	0.084	0.250	0.162	0.149	0.572	0.180	0.163	0.431	0.000
17.01	1.000	0.199	0.195	0.000	1856.	0.090	0.082	0.240	0.146	0.135	0.552	0.157	0.141	0.408	0.000
18.01	1.000	0.206	0.192	0.000	1629.	0.087	0.079	0.228	0.131	0.121	0.526	0.137	0.122	0.382	0.000
19.01	1.000	0.212	0.187	0.000	1416.	0.082	0.076	0.215	0.117	0.108	0.498	0.119	0.106	0.357	0.000
20.01	1.000	0.216	0.181	0.000	1222.	0.078	0.072	0.201	0.105	0.097	0.469	0.103	0.092	0.332	0.000
21.01	1.000	0.220	0.175	0.000	1054.	0.074	0.069	0.189	0.093	0.087	0.440	0.089	0.080	0.308	0.000

**JAPAN Bulk Carrier
(JBC)**

SMP Input

1 INPUT CARDS												
COLUMN												
CARD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	JBC - NTUA -	02.04.18										
2	2	1	2	1	0	1	0					
3	METER	1025.8200	9.80670	0.00000	119							
4	280.0000	45.0000	16.5000	182829.15	14.5000	7.2500	0.0000					
5	5.3000	0.0000	13.2900	0.2500	0.4000	0.2500						
6	25	0										
7	-0.4257	0	0									
8	-0.4257	0.000	0.010	0.000								
9	-0.4257	7.613	7.615	7.617								
10	-0.2920	10	0									
11	-0.2920	0.000	0.826	1.304	1.561	1.652	1.638	1.534	1.294	0.829	0.000	
12	-0.2920	2.594	3.349	4.395	5.518	6.667	7.820	8.968	10.094	11.146	11.899	
13	-0.1491	10	0									
14	-0.1491	0.000	1.381	2.343	2.883	3.050	2.984	2.711	2.160	1.278	0.000	
15	-0.1491	1.274	2.084	3.389	4.919	6.536	8.161	9.765	11.293	12.657	13.615	
16	0.0000	10	0									
17	0.0000	0.000	2.003	3.560	4.421	4.615	4.393	3.796	2.823	1.471	0.000	
18	0.0000	0.535	1.323	2.810	4.786	6.941	9.095	11.177	13.111	14.801	16.377	
19	0.2857	10	0									
20	0.2857	0.000	2.377	4.635	6.442	7.464	7.693	7.450	6.985	6.545	6.532	
21	0.2857	0.040	0.263	1.004	2.540	4.681	7.052	9.426	11.770	14.117	16.500	
22	0.5714	10	0									
23	0.5714	0.000	2.710	5.408	7.937	9.761	10.561	10.595	10.374	10.228	10.418	
24	0.5714	0.000	0.001	0.224	1.147	3.114	5.686	8.392	11.094	13.799	16.500	
25	1.1429	10	0									
26	1.1429	0.000	3.270	6.541	9.809	12.926	14.885	15.546	15.625	15.607	15.714	
27	1.1429	0.000	0.000	0.000	0.053	0.952	3.503	6.693	9.962	13.232	16.500	
28	1.7143	10	0									
29	1.7143	0.000	3.681	7.361	11.041	14.713	17.777	18.899	19.025	19.012	19.027	
30	1.7143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.162	1.998	5.462	9.139	12.820	16.500	
31	2.2857	10	0									
32	2.2857	0.000	3.944	7.889	11.833	15.777	19.479	20.882	20.987	20.983	20.986	

33	2.2857	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.077	4.670	8.611	12.556	16.500
34	3.1305	10	0									
35	3.1305	0.000	4.162	8.325	12.488	16.650	20.754	22.223	22.252	22.253	22.253	
36	3.1305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.374	4.013	8.175	12.338	16.500	
37	3.9753	10	0									
38	3.9753	0.000	4.248	8.495	12.743	16.990	21.230	22.500	22.500	22.500	22.500	
39	3.9753	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.079	3.757	8.005	12.252	16.500	
40	10.0000	10	0									
41	10.0000	0.000	4.247	8.495	12.742	16.990	21.230	22.500	22.500	22.500	22.500	
42	10.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.080	3.757	8.005	12.252	16.500	
43	13.7027	10	0									
44	13.7027	0.000	4.247	8.495	12.742	16.990	21.230	22.500	22.500	22.500	22.500	
45	13.7027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.080	3.758	8.005	12.252	16.500	
46	14.5714	10	0									
47	14.5714	0.000	4.159	8.318	12.476	16.635	20.724	22.409	22.500	22.500	22.500	
48	14.5714	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.405	4.027	8.182	12.341	16.500	
49	15.4286	10	0									
50	15.4286	0.000	3.959	7.918	11.877	15.835	19.462	21.490	22.302	22.492	22.500	
51	15.4286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	1.367	4.722	8.588	12.541	16.500	
52	16.1429	10	0									
53	16.1429	0.000	3.742	7.484	11.226	14.922	17.957	20.045	21.378	22.129	22.448	
54	16.1429	0.000	0.000	0.000	0.000	0.403	2.529	5.619	9.110	12.773	16.500	
55	16.8571	10	0									
56	16.8571	0.000	3.498	6.997	10.490	13.641	16.021	18.067	19.850	21.254	22.067	
57	16.8571	0.000	0.000	0.000	0.095	1.504	4.058	6.895	9.902	13.104	16.500	
58	17.4286	10	0									
59	17.4286	0.000	3.306	6.612	9.806	12.177	13.991	16.163	18.331	20.180	21.438	
60	17.4286	0.000	0.000	0.000	0.709	2.971	5.734	8.223	10.716	13.454	16.500	
61	18.0000	10	0									
62	18.0000	0.000	3.132	6.230	8.627	9.868	11.530	13.935	16.379	18.579	20.274	
63	18.0000	0.000	0.000	0.297	2.216	5.081	7.694	9.698	11.656	13.880	16.500	
64	18.5714	10	0									
65	18.5714	0.000	2.973	5.357	6.079	6.473	8.555	11.061	13.604	16.057	18.191	
66	18.5714	0.000	0.071	1.730	4.581	7.495	9.590	11.198	12.749	14.435	16.500	
67	19.1429	10	0									
68	19.1429	0.000	2.189	2.770	1.982	2.495	4.801	7.340	9.885	12.402	14.804	
69	19.1429	0.000	1.594	4.315	7.019	9.704	11.288	12.521	13.744	15.022	16.500	
70	19.4286	10	0									
71	19.4286	0.000	1.162	0.567	0.114	0.928	3.281	5.664	8.044	10.407	12.713	
72	19.4286	1.704	3.880	6.344	8.865	11.239	12.292	13.289	14.296	15.339	16.500	

```

73 19.7143 10 0
74 19.7143 0.000 1.180 2.336 3.486 4.634 5.781 6.927 8.069 9.206 10.332
75 19.7143 12.665 12.989 13.396 13.820 14.248 14.678 15.113 15.560 16.016 16.500
76 20.0000 10 0
77 20.0000 0.000 0.863 1.708 2.552 3.396 4.239 5.081 5.922 6.762 7.600
78 20.0000 13.938 14.151 14.436 14.725 15.014 15.304 15.599 15.896 16.195 16.500
79 20.3571 10 0
80 20.3571 0.000 0.406 0.805 1.197 1.585 1.972 2.358 2.744 3.130 3.516
81 20.3571 15.479 15.513 15.600 15.714 15.839 15.969 16.101 16.234 16.367 16.500
82 0 (Bilgekeel)
83 0
84 1 (Rudders)
85 19.8114 20.3071 0.0000 12.6000 12.6000
86 19.8643 20.3071 0.0000 0.1000 0.1000
87 0
88 0 0 0
89 3 0
90 1 POINT 1 FP 0.0000 0.0000 0.0000
91 2 POINT 2 MS 10.0000 0.0000 0.0000
92 3 POINT 3 BRIDGE 17.5259 0.0000 42.7500
93 0
94 4 1.00 RMS VALUES
95 1.0000
96 2.0000
97 3.0000
98 4.0000
99 STOP

```

SMP Output (LONGCRESTED)

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

PITCH ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	HEAD 0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES											FOLLOW 180
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	
15	7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.07	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01
	9	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03	0.12	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02
	11	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.07	0.04	0.13	0.10	0.07	0.05	0.04	0.04
	13	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.07	0.03	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
	15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.07	0.03	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08
	17	0.14	0.14	0.14	0.13	0.11	0.07	0.02	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
	19	0.15	0.14	0.14	0.13	0.11	0.06	0.02	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	21	0.14	0.14	0.13	0.12	0.10	0.05	0.02	0.07	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 1 FP XFP = 0.00 YCL = 0.00 ZBL = 0.00

VERTICAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
15	7	0.08	0.08	0.08	0.08	0.12	0.24	0.13	0.79	0.34	0.14	0.05	0.03	0.03
	9	0.20	0.21	0.24	0.32	0.47	0.54	0.45	1.30	0.55	0.20	0.09	0.06	0.05
	11	0.56	0.59	0.66	0.78	0.88	0.78	0.68	1.36	0.65	0.28	0.15	0.11	0.10
	13	0.94	0.97	1.03	1.09	1.08	0.87	0.74	1.22	0.64	0.33	0.21	0.16	0.15
	15	1.14	1.15	1.18	1.18	1.10	0.84	0.70	1.04	0.59	0.34	0.24	0.19	0.18
	17	1.17	1.18	1.18	1.15	1.03	0.77	0.63	0.88	0.52	0.33	0.25	0.21	0.20
	19	1.12	1.12	1.10	1.06	0.93	0.69	0.56	0.74	0.46	0.31	0.24	0.21	0.20
	21	1.03	1.03	1.00	0.95	0.82	0.61	0.49	0.63	0.41	0.28	0.23	0.20	0.19

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 2 MS

XFP = 10.00 YCL = 0.00 ZBL = 0.00

VERTICAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
15	7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.10	0.24	0.17	0.15	0.03	0.02	0.01	0.01
	9	0.08	0.08	0.10	0.14	0.24	0.43	0.53	0.36	0.17	0.05	0.03	0.02	0.02
	11	0.21	0.22	0.27	0.37	0.53	0.71	0.72	0.47	0.20	0.07	0.04	0.03	0.02
	13	0.36	0.38	0.44	0.54	0.68	0.80	0.75	0.48	0.22	0.09	0.06	0.04	0.04
	15	0.44	0.46	0.51	0.60	0.71	0.78	0.70	0.46	0.22	0.11	0.07	0.06	0.05
	17	0.46	0.47	0.52	0.59	0.67	0.71	0.63	0.41	0.22	0.13	0.09	0.07	0.07
	19	0.45	0.46	0.49	0.55	0.61	0.63	0.55	0.37	0.21	0.13	0.10	0.08	0.08
	21	0.42	0.43	0.46	0.50	0.55	0.56	0.49	0.33	0.20	0.13	0.10	0.09	0.08

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

ROLL ANGLE
(DEG)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD 0	15	30	45	60	75	STBD BEAM		90	105	120	135	150
15	7	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.08	0.93	0.05	0.00
	9	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.07	0.09	0.17	0.20	1.81	0.08	0.00
	11	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.10	0.26	0.47	0.68	0.34	1.84	0.09	0.00
	13	0.00	0.02	0.03	0.23	0.18	0.32	0.76	1.05	1.05	0.39	1.56	0.08	0.00
	15	0.00	0.07	0.10	0.69	0.39	0.60	1.16	1.37	1.13	0.38	1.26	0.07	0.00
	17	0.00	0.13	0.17	1.11	0.55	0.79	1.30	1.43	1.06	0.34	1.02	0.06	0.00
	19	0.00	0.17	0.22	1.32	0.61	0.84	1.29	1.34	0.95	0.30	0.84	0.05	0.00
	21	0.00	0.19	0.24	1.37	0.61	0.82	1.19	1.21	0.83	0.27	0.70	0.05	0.00

LONGCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS

POINT 3 BRIDGE XFP = 17.53 YCL = 0.00 ZBL = 42.75

LATERAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	HEAD 0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES										FOLLOW 180	
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150		165
15	7	0.00	0.05	0.10	0.15	0.19	0.47	0.45	0.37	0.15	0.12	0.65	0.02	0.00
	9	0.00	0.06	0.13	0.22	0.39	0.66	0.57	0.53	0.32	0.22	1.26	0.04	0.00
	11	0.00	0.08	0.18	0.31	0.51	0.71	0.65	0.69	0.64	0.32	1.28	0.06	0.00
	13	0.00	0.10	0.22	0.41	0.57	0.73	0.87	0.94	0.86	0.33	1.08	0.07	0.00
	15	0.00	0.12	0.25	0.64	0.63	0.77	1.07	1.08	0.88	0.31	0.88	0.07	0.00
	17	0.00	0.14	0.27	0.90	0.67	0.78	1.12	1.06	0.81	0.27	0.72	0.07	0.00
	19	0.00	0.15	0.27	1.03	0.66	0.75	1.07	0.97	0.71	0.24	0.59	0.06	0.00
	21	0.00	0.15	0.26	1.06	0.62	0.69	0.98	0.87	0.62	0.21	0.49	0.06	0.00

SMP Output (SHORTCRESTED)

SHORTCRESTED
 SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 1.00 METERS
 ROLL ANGLE
 (DEG)
 RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
15	7	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.10	0.19	0.27	0.33	0.38	0.43	0.46	0.47
	9	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.21	0.38	0.53	0.65	0.74	0.83	0.89	0.91
	11	0.02	0.04	0.08	0.15	0.22	0.35	0.50	0.64	0.75	0.83	0.89	0.94	0.95
	13	0.12	0.15	0.24	0.36	0.49	0.62	0.74	0.83	0.87	0.89	0.88	0.87	0.86
	15	0.32	0.36	0.46	0.60	0.73	0.85	0.93	0.97	0.97	0.92	0.86	0.79	0.76
	17	0.50	0.54	0.63	0.76	0.88	0.97	1.02	1.02	0.97	0.89	0.79	0.69	0.65
	19	0.60	0.63	0.71	0.82	0.92	0.98	1.01	0.98	0.91	0.82	0.71	0.60	0.55
	21	0.62	0.64	0.71	0.81	0.89	0.94	0.94	0.90	0.83	0.73	0.62	0.52	0.47

SHORTCRESTED
 SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 2.00 METERS
 ROLL ANGLE
 (DEG)
 RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
15	7	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.20	0.38	0.54	0.66	0.76	0.85	0.91	0.93
	9	0.02	0.02	0.04	0.07	0.11	0.41	0.76	1.06	1.30	1.49	1.67	1.78	1.82
	11	0.04	0.07	0.16	0.29	0.44	0.69	1.01	1.29	1.50	1.66	1.79	1.88	1.91
	13	0.23	0.30	0.48	0.73	0.98	1.23	1.47	1.65	1.75	1.78	1.78	1.75	1.73
	15	0.65	0.71	0.91	1.19	1.47	1.70	1.87	1.95	1.94	1.85	1.72	1.58	1.52
	17	1.01	1.07	1.26	1.52	1.76	1.94	2.03	2.04	1.95	1.79	1.59	1.39	1.30
	19	1.20	1.26	1.42	1.64	1.85	1.97	2.01	1.96	1.83	1.64	1.42	1.21	1.11
	21	1.24	1.29	1.43	1.63	1.79	1.88	1.89	1.81	1.66	1.47	1.25	1.04	0.95

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 3.00 METERS
ROLL ANGLE
(DEG)
RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
15	7	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.30	0.58	0.81	0.99	1.15	1.28	1.37	1.40
	9	0.02	0.04	0.06	0.11	0.17	0.62	1.14	1.60	1.95	2.25	2.52	2.69	2.75
	11	0.06	0.11	0.24	0.44	0.66	1.04	1.52	1.94	2.26	2.50	2.71	2.84	2.88
	13	0.35	0.45	0.72	1.09	1.47	1.85	2.21	2.49	2.63	2.68	2.68	2.64	2.61
	15	0.97	1.07	1.37	1.79	2.20	2.55	2.81	2.93	2.92	2.78	2.58	2.38	2.28
	17	1.52	1.62	1.89	2.28	2.64	2.91	3.06	3.06	2.93	2.69	2.39	2.09	1.96
	19	1.80	1.89	2.14	2.47	2.78	2.97	3.03	2.95	2.75	2.46	2.13	1.81	1.67
	21	1.87	1.94	2.16	2.45	2.70	2.83	2.84	2.72	2.49	2.20	1.88	1.57	1.42

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 4.00 METERS
ROLL ANGLE
(DEG)
RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES												
		HEAD	STBD BEAM											FOLLOW
		0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
15	9	0.03	0.05	0.08	0.14	0.22	0.82	1.53	2.14	2.62	3.02	3.38	3.62	3.70
	11	0.09	0.15	0.32	0.59	0.89	1.39	2.02	2.59	3.02	3.36	3.64	3.82	3.88
	13	0.47	0.60	0.96	1.46	1.96	2.47	2.96	3.32	3.52	3.59	3.59	3.54	3.51
	15	1.29	1.43	1.83	2.39	2.94	3.40	3.75	3.92	3.90	3.72	3.46	3.18	3.06
	17	2.03	2.16	2.53	3.05	3.53	3.89	4.08	4.09	3.91	3.59	3.19	2.80	2.62
	19	2.41	2.53	2.86	3.31	3.71	3.97	4.05	3.94	3.67	3.29	2.85	2.42	2.23
	21	2.50	2.60	2.88	3.27	3.60	3.78	3.79	3.63	3.33	2.94	2.51	2.09	1.90

SHORTCRESTED
SIGNIFICANT WAVE HEIGHT = 3.00 METERS

POINT 3 BRIDGE

XFP = 17.53 YCL = 0.00 ZBL = 42.75

LATERAL ACCELERATION
(G)
(ACC. X 100)

RMS VALUES VALUE / ENCOUNTERED MODAL PERIOD (TOE)

V	T0	HEAD 0	SHIP HEADING ANGLE IN DEGREES											
			STBD BEAM											
			15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	FOLLOW 180
15	7	0.36	0.44	0.59	0.74	0.86	0.96	1.03	1.07	1.06	1.04	1.02	1.02	1.01
	9	0.56	0.66	0.87	1.07	1.24	1.39	1.56	1.70	1.78	1.83	1.89	1.94	1.96
	11	0.73	0.83	1.05	1.30	1.51	1.70	1.88	2.01	2.06	2.07	2.07	2.07	2.07
	13	0.86	0.97	1.23	1.54	1.83	2.06	2.23	2.31	2.29	2.19	2.06	1.94	1.89
	15	1.11	1.22	1.49	1.83	2.14	2.36	2.49	2.50	2.40	2.20	1.97	1.75	1.65
	17	1.38	1.47	1.72	2.03	2.30	2.48	2.55	2.49	2.32	2.08	1.79	1.53	1.42
	19	1.51	1.59	1.80	2.07	2.30	2.42	2.44	2.34	2.14	1.88	1.59	1.32	1.21
	21	1.51	1.58	1.76	1.98	2.17	2.26	2.24	2.12	1.91	1.66	1.39	1.14	1.03

SPP-86 Input

1															
JBC															
28	25	5	1	3	1	10	6	0	-1	0	0	0	0	1	0
1	0														
30	1	0													
0.0000		0.0000													
2	29	2													
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
2	11	12	14	17	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
0.0000		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010	
0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010	
0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010	
0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010	
-8.8684		-8.5626		-8.2568		-7.9510		-7.6452		-7.3394		-7.0336		-6.7278	
-6.4220		-6.1162		-5.8103		-5.5045		-5.1987		-4.8929		-4.5871		-4.2813	
-3.9755		-3.6697		-3.3639		-3.0581		-2.7523		-2.4465		-2.1407		-1.8349	
-1.5290		-1.2232		-0.9174		-0.6116		-0.3058		0.0000					
0.0000		0.4380		0.7609		1.0183		1.2241		1.3840		1.5016		1.5817	
1.6302		1.6534		1.6564		1.6422		1.6111		1.5605		1.4856		1.3798	
1.2343		1.0405		0.7902		0.4721		0.0475		0.0010		0.0010		0.0010	
0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010	
-13.9060		-13.6547		-13.2525		-12.8050		-12.3315		-11.8405		-11.3376		-10.8274	
-10.3132		-9.7972		-9.2806		-8.7643		-8.2487		-7.7346		-7.2236		-6.7181	
-6.2226		-5.7440		-5.2926		-4.8866		-4.6056		-4.1325		-3.6160		-3.0994	
-2.5828		-2.0663		-1.5497		-1.0331		-0.5166		0.0000					
0.0000		0.5662		1.0669		1.5116		1.8998		2.2311		2.5043		2.7180	
2.8731		2.9743		3.0308		3.0520		3.0439		3.0087		2.9466		2.8558	
2.7327		2.5718		2.3679		2.1181		1.8222		1.4808		1.0921		0.6505	
0.1353		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010		0.0010	
-15.2264		-15.0301		-14.6923		-14.2833		-13.8202		-13.3147		-12.7757		-12.2103	
-11.6261		-11.0302		-10.4283		-9.8240		-9.2195		-8.6159		-8.0145		-7.4167	
-6.8248		-6.2421		-5.6730		-5.1226		-4.5954		-4.0967		-3.6338		-3.2215	
-2.9105		-2.4187		-1.8140		-1.2093		-0.6047		0.0000					
0.0000		0.6585		1.2863		1.8857		2.4461		2.9535		3.3985		3.7772	

4.0848	4.3169	4.4753	4.5691	4.6115	4.6124	4.5760	4.5032
4.3941	4.2488	4.0667	3.8473	3.5911	3.2984	2.9698	2.6051
2.2026	1.7614	1.2847	0.7883	0.3210	0.0100		
-15.9650	-15.8163	-15.5628	-15.2483	-14.8688	-14.4209	-13.9110	-13.3500
-12.7471	-12.1113	-11.4532	-10.7826	-10.1069	-9.4297	-8.7535	-8.0802
-7.4119	-6.7505	-6.0983	-5.4577	-4.8309	-4.2202	-3.6282	-3.0577
-2.5131	-1.9995	-1.5187	-1.0579	-0.5685	0.0000		
0.0000	0.7406	1.4793	2.2144	2.9426	3.6575	4.3441	4.9887
5.5878	6.1247	6.5886	6.9729	7.2716	7.4840	7.6174	7.6840
7.6952	7.6615	7.5910	7.4898	7.3644	7.2226	7.0711	6.9159
6.7638	6.6278	6.5259	6.4690	6.4706	6.5324		
-16.4599	-16.4242	-16.3604	-16.2639	-16.1250	-15.9293	-15.6511	-15.2853
-14.8493	-14.3387	-13.7609	-13.1274	-12.4493	-11.7393	-11.0103	-10.2720
-9.5307	-8.7901	-8.0520	-7.3175	-6.5868	-5.8590	-5.1331	-4.4081
-3.6824	-2.9535	-2.2191	-1.4800	-0.7387	0.0000		
0.0000	0.8411	1.6823	2.5234	3.3644	4.2039	5.0394	5.8661
6.6757	7.4524	8.1687	8.8109	9.3586	9.8052	10.1495	10.3943
10.5486	10.6250	10.6398	10.6112	10.5555	10.4857	10.4128	10.3439
10.2848	10.2429	10.2277	10.2468	10.3102	10.4179		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4999	-16.4841	-16.4331	-16.3367	-16.1829
-15.9560	-15.6348	-15.1950	-14.6532	-14.0159	-13.3040	-12.5372	-11.7330
-10.9065	-10.0691	-9.2282	-8.3876	-7.5483	-6.7101	-5.8721	-5.0338
-4.1947	-3.3546	-2.5137	-1.6728	-0.8342	0.0000		
0.0000	1.0149	2.0299	3.0448	4.0597	5.0746	6.0896	7.1045
8.1194	9.1342	10.1458	11.1451	12.1146	13.0213	13.7846	14.3869
14.8425	15.1684	15.3858	15.5175	15.5867	15.6170	15.6260	15.6219
15.6121	15.6057	15.6089	15.6251	15.6582	15.7137		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.4903	-16.4116	-16.2368	-15.9397	-15.4874	-14.8223	-14.0073
-13.1015	-12.1410	-11.1501	-10.1439	-9.1315	-8.1170	-7.1022	-6.0873
-5.0724	-4.0575	-3.0425	-2.0278	-1.0134	0.0000		
0.0000	1.1422	2.2845	3.4267	4.5689	5.7111	6.8534	7.9956
9.1378	10.2800	11.4223	12.5645	13.7059	14.8372	15.9319	16.9246
17.7038	18.2700	18.6387	18.8531	18.9622	19.0077	19.0229	19.0243
19.0198	19.0146	19.0116	19.0120	19.0162	19.0269		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4662	-16.3137	-15.9934	-15.4361
-14.6062	-13.6166	-12.5369	-11.4156	-10.2789	-9.1376	-7.9955	-6.8533
-5.7111	-4.5688	-3.4266	-2.2844	-1.1422	0.0000		
0.0000	1.2241	2.4482	3.6723	4.8964	6.1205	7.3446	8.5687

9.7928	11.0169	12.2410	13.4651	14.6892	15.9133	17.1334	18.3178
19.3767	20.1403	20.6086	20.8383	20.9377	20.9747	20.9855	20.9875
20.9862	20.9840	20.9823	20.9818	20.9832	20.9865		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4999	-16.4151	-16.1158
-15.5127	-14.5648	-13.4372	-12.2360	-11.0162	-9.7927	-8.5687	-7.3446
-6.1205	-4.8964	-3.6723	-2.4482	-1.2241	0.0000		
0.0000	1.2918	2.5836	3.8754	5.1672	6.4590	7.7508	9.0427
10.3345	11.6263	12.9181	14.2099	15.5017	16.7935	18.0853	19.3769
20.6251	21.6286	22.0855	22.2079	22.2394	22.2485	22.2516	22.2527
22.2529	22.2527	22.2526	22.2526	22.2529	22.2528		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4921
-16.1891	-15.3967	-14.2027	-12.9176	-11.6262	-10.3345	-9.0427	-7.7508
-6.4590	-5.1672	-3.8754	-2.5836	-1.2918	0.0000		
0.0000	1.3182	2.6364	3.9546	5.2728	6.5910	7.9092	9.2274
10.5456	11.8638	13.1820	14.5002	15.8184	17.1366	18.4549	19.7731
21.0882	22.1640	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000
22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.4579	-15.7480	-14.5002	-13.1820	-11.8638	-10.5456	-9.2274	-7.9092
-6.5910	-5.2728	-3.9546	-2.6364	-1.3182	0.0000		
0.0000	1.3182	2.6364	3.9546	5.2728	6.5910	7.9092	9.2274
10.5456	11.8638	13.1820	14.5002	15.8184	17.1366	18.4548	19.7730
21.0881	22.1639	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000
22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.4578	-15.7479	-14.5002	-13.1820	-11.8638	-10.5456	-9.2274	-7.9092
-6.5910	-5.2728	-3.9546	-2.6364	-1.3182	0.0000		
0.0000	1.3182	2.6364	3.9546	5.2728	6.5910	7.9092	9.2274
10.5456	11.8637	13.1819	14.5001	15.8183	17.1365	18.4547	19.7729
21.0880	22.1638	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000
22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.4578	-15.7478	-14.5001	-13.1819	-11.8637	-10.5456	-9.2274	-7.9092
-6.5910	-5.2728	-3.9546	-2.6364	-1.3182	0.0000		
0.0000	1.3182	2.6364	3.9546	5.2728	6.5910	7.9091	9.2273

10.5455	11.8637	13.1819	14.5001	15.8183	17.1365	18.4547	19.7729
21.0880	22.1637	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000
22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.4577	-15.7478	-14.5001	-13.1819	-11.8637	-10.5455	-9.2273	-7.9091
-6.5910	-5.2728	-3.9546	-2.6364	-1.3182	0.0000		
0.0000	1.3182	2.6364	3.9546	5.2728	6.5909	7.9091	9.2273
10.5455	11.8637	13.1819	14.5001	15.8183	17.1364	18.4546	19.7728
21.0879	22.1637	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000
22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.4577	-15.7477	-14.5001	-13.1819	-11.8637	-10.5455	-9.2273	-7.9091
-6.5909	-5.2728	-3.9546	-2.6364	-1.3182	0.0000		
0.0000	1.3182	2.6364	3.9546	5.2728	6.5909	7.9091	9.2273
10.5455	11.8637	13.1819	14.5001	15.8182	17.1364	18.4546	19.7728
21.0879	22.1637	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000
22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.4577	-15.7477	-14.5001	-13.1819	-11.8637	-10.5455	-9.2273	-7.9091
-6.5909	-5.2728	-3.9546	-2.6364	-1.3182	-0.0000		
0.0000	1.2907	2.5813	3.8720	5.1626	6.4532	7.7439	9.0345
10.3252	11.6159	12.9065	14.1972	15.4878	16.7785	18.0691	19.3596
20.5981	21.5725	22.0976	22.3572	22.4731	22.5000	22.5000	22.5000
22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4928
-16.1630	-15.3347	-14.1636	-12.9005	-11.6154	-10.3252	-9.0345	-7.7439
-6.4532	-5.1626	-3.8720	-2.5813	-1.2907	0.0000		
0.0000	1.2286	2.4572	3.6858	4.9145	6.1431	7.3717	8.6003
9.8289	11.0575	12.2861	13.5147	14.7434	15.9719	17.1861	18.3367
19.3596	20.1858	20.8432	21.3494	21.7332	22.0191	22.2213	22.3523
22.4305	22.4741	22.4951	22.5000	22.5000	22.5000		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4954	-16.3225	-15.8987
-15.2236	-14.3175	-13.2812	-12.1625	-10.9958	-9.8012	-8.5896	-7.3681
-6.1421	-4.9143	-3.6858	-2.4572	-1.2286	0.0000		
0.0000	1.1613	2.3226	3.4840	4.6453	5.8066	6.9679	8.1293

9.2906	10.4519	11.6132	12.7745	13.9275	15.0434	16.0866	17.0214
17.8682	18.6217	19.2861	19.8682	20.3746	20.8149	21.1928	21.5133
21.7801	21.9943	22.1625	22.2908	22.3858	22.4485		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4968	-16.3685	-16.0520	-15.5453	-14.8585
-14.0645	-13.1816	-12.2295	-11.2250	-10.1801	-9.1057	-8.0077	-6.8916
-5.7615	-4.6202	-3.4712	-2.3170	-1.1596	0.0000		
0.0000	1.0857	2.1713	3.2570	4.3427	5.4284	6.5140	7.5997
8.6854	9.7707	10.8456	11.8873	12.8646	13.7328	14.5276	15.2615
15.9472	16.6036	17.2415	17.8642	18.4638	19.0331	19.5684	20.0679
20.5311	20.9559	21.3327	21.6453	21.8858	22.0666		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000
-16.5000	-16.4848	-16.3388	-16.0368	-15.5675	-14.9180	-14.1788	-13.3792
-12.5375	-11.6728	-10.7943	-9.9050	-9.0000	-8.0756	-7.1312	-6.1673
-5.1855	-4.1864	-3.1684	-2.1289	-1.0704	0.0000		
0.0000	1.0260	2.0519	3.0779	4.1039	5.1299	6.1558	7.1816
8.1981	9.1822	10.1029	10.9096	11.6117	12.2445	12.8179	13.3601
13.9243	14.5514	15.2289	15.9284	16.6294	17.3166	17.9778	18.6060
19.2019	19.7666	20.2925	20.7575	21.1389	21.4381		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4898
-16.3579	-16.0716	-15.6222	-14.9917	-14.2442	-13.4370	-12.5864	-11.7154
-10.8587	-10.0470	-9.2767	-8.5262	-7.7770	-7.0153	-6.2309	-5.4198
-4.5846	-3.7281	-2.8474	-1.9332	-0.9811	0.0000		
0.0000	0.9720	1.9440	2.9161	3.8881	4.8598	5.8175	6.7290
7.5556	8.2468	8.7963	9.2384	9.5971	9.9024	10.2775	10.8064
11.4534	12.1660	12.9132	13.6779	14.4483	15.2148	15.9685	16.7013
17.4061	18.0788	18.7183	19.3138	19.8374	20.2738		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4876	-16.3297	-15.9963
-15.4885	-14.8081	-14.0075	-13.1423	-12.2392	-11.3164	-10.4208	-9.6068
-8.8823	-8.2215	-7.5999	-6.9998	-6.4071	-5.8094	-5.1956	-4.5571
-3.8878	-3.1864	-2.4544	-1.6865	-0.8681	-0.0000		
0.0000	0.9243	1.8485	2.7711	3.6561	4.4511	5.1161	5.6031
5.8968	6.0457	6.0785	6.0713	6.1804	6.5233	7.0753	7.7439
8.4717	9.2320	10.0102	10.7976	11.5888	12.3800	13.1681	13.9501
14.7227	15.4811	16.2188	16.9265	17.5907	18.1914		
-16.5000	-16.5000	-16.5000	-16.4651	-16.2083	-15.7411	-15.1026	-14.3198
-13.4451	-12.5336	-11.6104	-10.6863	-9.7702	-8.9155	-8.1764	-7.5391
-6.9698	-6.4444	-5.9458	-5.4618	-4.9839	-4.5063	-4.0234	-3.5307
-3.0234	-2.4952	-1.9385	-1.3442	-0.7019	0.0000		
0.0000	0.8357	1.5386	2.0877	2.4781	2.7059	2.7874	2.6956

2.4489	2.1488	1.9253	1.9036	2.1150	2.5547	3.1931	3.9371
4.7137	5.4990	6.2873	7.0769	7.8670	8.6572	9.4469	10.2350
11.0200	11.8000	12.5733	13.3380	14.0863	14.8042		
-16.5000	-16.2704	-15.7524	-15.0720	-14.2896	-13.4447	-12.5734	-11.7038
-10.8637	-10.0405	-9.1945	-8.3212	-7.4737	-6.7196	-6.1232	-5.6615
-5.2559	-4.8674	-4.4849	-4.1051	-3.7264	-3.3480	-2.9684	-2.5855
-2.1962	-1.7972	-1.3851	-0.9576	-0.5020	0.0000		
-0.0000	0.5893	0.9281	1.1336	1.1923	1.0337	0.7173	0.4022
0.2093	0.1207	0.1287	0.2402	0.4900	0.9999	1.7137	2.4568
3.1989	3.9392	4.6787	5.4181	6.1571	6.8958	7.6339	8.3713
9.1071	9.8399	10.5685	11.2952	12.0124	12.7131		
-14.7960	-14.2951	-13.5704	-12.7963	-11.9986	-11.2154	-10.4793	-9.7426
-8.9654	-8.1690	-7.3678	-6.5745	-5.8148	-5.2079	-4.8462	-4.5451
-4.2419	-3.9339	-3.6244	-3.3143	-3.0036	-2.6920	-2.3791	-2.0644
-1.7459	-1.4208	-1.0862	-0.7477	-0.3893	0.0000		
0.0000	0.3723	0.7374	1.0994	1.4596	1.8186	2.1767	2.5341
2.8912	3.2480	3.6046	3.9609	4.3172	4.6735	5.0297	5.3859
5.7419	6.0978	6.4535	6.8088	7.1638	7.5182	7.8720	8.2257
8.5791	8.9320	9.2841	9.6352	9.9846	10.3318		
-3.8348	-3.7604	-3.6540	-3.5374	-3.4151	-3.2894	-3.1612	-3.0314
-2.9004	-2.7686	-2.6362	-2.5034	-2.3703	-2.2371	-2.1038	-1.9703
-1.8365	-1.7023	-1.5676	-1.4320	-1.2954	-1.1574	-1.0179	-0.8780
-0.7373	-0.5954	-0.4517	-0.3054	-0.1553	0.0000		
0.0000	0.2735	0.5406	0.8048	1.0677	1.3300	1.5920	1.8539
2.1158	2.3776	2.6395	2.9013	3.1631	3.4249	3.6866	3.9484
4.2100	4.4716	4.7327	4.9938	5.2548	5.5159	5.7769	6.0378
6.2987	6.5594	6.8200	7.0804	7.3405	7.6002		
-2.5618	-2.5229	-2.4508	-2.3683	-2.2816	-2.1932	-2.1041	-2.0146
-1.9248	-1.8351	-1.7454	-1.6556	-1.5657	-1.4759	-1.3860	-1.2959
-1.2057	-1.1151	-1.0234	-0.9314	-0.8394	-0.7474	-0.6553	-0.5630
-0.4705	-0.3776	-0.2843	-0.1905	-0.0958	0.0000		
0.0000	0.1266	0.2528	0.3784	0.5032	0.6271	0.7502	0.8727
0.9946	1.1160	1.2370	1.3577	1.4782	1.5984	1.7186	1.8386
1.9586	2.0784	2.1983	2.3180	2.4378	2.5576	2.6773	2.7971
2.9168	3.0366	3.1563	3.2761	3.3958	3.5156		
-1.0215	-1.0180	-1.0078	-0.9915	-0.9698	-0.9436	-0.9140	-0.8816
-0.8472	-0.8111	-0.7737	-0.7353	-0.6962	-0.6565	-0.6164	-0.5760
-0.5354	-0.4945	-0.4535	-0.4123	-0.3711	-0.3298	-0.2886	-0.2473
-0.2061	-0.1648	-0.1236	-0.0824	-0.0412	0.0000		
2	8	0	0	0	0	0	0

0.8256	290.9600	45.0000	16.5000	9.8067	7.1330	-3.2100	5.3000
70.0000	18.0000	70.0000	0.0000	104.6100	1.99000	0.0000188	19556.100
1	-7.1330	1.0000	0.0000				
145.9600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
144.0880	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
142.0880	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
136.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
132.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
124.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
116.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
108.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
96.1731	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
84.3462	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
56.2308	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28.1154	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-25.9188	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-51.8375	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-64.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-76.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-86.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-96.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-104.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-112.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-120.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-128.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-132.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-136.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-140.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-145.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-105.6100	0.0000	26.2500					
0.0000	0.0000	0.0000					
140.0000	0.0000	0.0000					
7.4588							
0.0000	45.0000	90.0000	135.0000	180.0000			
10.0000	5.0000	4.0000	3.0000	2.5000	2.2500	2.0000	1.9000
1.8000	1.7000	1.6000	1.5000	1.4000	1.3000	1.2000	1.1000
1.0000	0.9000	0.8000	0.7000	0.6000	0.5000	0.4000	0.3500
0.3000							

1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.8971	0.7850	0.6978	0.6280	0.5709	0.5233	0.4831	0.4486

SPP-86 Output

SHIP SPEED = 7.459 m/sec HEADING ANGLE = 45.000 DEG.

Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	-- ABS.VERT.ACCEL.-- -- REL.VERT.MOTIONS -- -- REL.VERT.VELOC. -- --ALA--									
						POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1			
7.00	1.000	0.166	0.019	0.000	*	0.015	0.035	0.010	0.474	0.377	0.235	0.219	0.157	0.119	0.000
8.00	1.000	0.118	0.028	0.000	*	0.014	0.025	0.013	0.363	0.313	0.257	0.167	0.134	0.122	0.000
9.00	1.000	0.086	0.039	0.000	*	0.014	0.018	0.017	0.286	0.280	0.283	0.131	0.121	0.128	0.000
10.01	1.000	0.067	0.053	0.000	*	0.016	0.013	0.021	0.233	0.260	0.305	0.105	0.111	0.131	0.000
11.01	1.000	0.061	0.066	0.000	*	0.018	0.011	0.025	0.194	0.244	0.318	0.086	0.103	0.132	0.000
12.01	1.000	0.067	0.077	0.000	*	0.020	0.010	0.028	0.165	0.228	0.321	0.072	0.095	0.129	0.000
13.01	1.000	0.080	0.086	0.000	*	0.021	0.010	0.030	0.143	0.212	0.315	0.061	0.087	0.124	0.000
14.01	1.000	0.095	0.092	0.000	*	0.022	0.010	0.031	0.125	0.196	0.304	0.052	0.080	0.117	0.000
15.01	1.000	0.111	0.095	0.000	*	0.022	0.011	0.031	0.110	0.181	0.289	0.045	0.073	0.110	0.000
16.01	1.000	0.125	0.097	0.000	*	0.022	0.012	0.031	0.098	0.166	0.273	0.040	0.066	0.103	0.000
17.01	1.000	0.138	0.097	0.000	*	0.022	0.012	0.030	0.088	0.152	0.255	0.035	0.059	0.095	0.000
18.01	1.000	0.150	0.097	0.000	*	0.021	0.012	0.029	0.079	0.139	0.236	0.031	0.053	0.086	0.000
19.01	1.000	0.160	0.095	0.000	*	0.021	0.013	0.028	0.071	0.126	0.219	0.027	0.048	0.079	0.000
20.01	1.000	0.169	0.093	0.000	*	0.020	0.013	0.027	0.063	0.114	0.203	0.024	0.042	0.073	0.000
21.01	1.000	0.178	0.091	0.000	*	0.019	0.013	0.026	0.056	0.102	0.188	0.021	0.037	0.067	0.000

SHIP SPEED = 7.459 m/sec HEADING ANGLE = 135.000 DEG.

Tp	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	-- ABS.VERT.ACCEL.-- -- REL.VERT.MOTIONS -- -- REL.VERT.VELOC. -- --ALA--									
						POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1			
7.00	1.000	0.004	0.021	0.000	90.	0.057	0.006	0.064	0.352	0.225	0.423	0.539	0.406	0.607	0.000
8.00	1.000	0.011	0.020	0.000	715.	0.044	0.007	0.047	0.306	0.230	0.348	0.435	0.353	0.476	0.000
9.00	1.000	0.031	0.034	0.000	1121.	0.045	0.013	0.047	0.282	0.236	0.319	0.361	0.311	0.390	0.000
10.01	1.000	0.063	0.057	0.000	1529.	0.059	0.024	0.061	0.266	0.243	0.335	0.307	0.277	0.341	0.000
11.01	1.000	0.099	0.081	0.000	1925.	0.076	0.034	0.080	0.253	0.246	0.373	0.265	0.248	0.318	0.000
12.01	1.000	0.132	0.101	0.000	2241.	0.088	0.044	0.096	0.240	0.242	0.412	0.231	0.223	0.309	0.000
13.01	1.000	0.158	0.116	0.000	2392.	0.095	0.050	0.107	0.226	0.232	0.435	0.203	0.200	0.301	0.000
14.01	1.000	0.179	0.125	0.000	2374.	0.097	0.053	0.113	0.210	0.217	0.443	0.178	0.178	0.290	0.000
15.01	1.000	0.194	0.130	0.000	2250.	0.096	0.055	0.114	0.195	0.201	0.439	0.157	0.159	0.276	0.000
16.01	1.000	0.205	0.132	0.000	2065.	0.094	0.055	0.113	0.179	0.185	0.426	0.139	0.141	0.261	0.000
17.01	1.000	0.213	0.132	0.000	1843.	0.090	0.054	0.109	0.165	0.168	0.407	0.123	0.125	0.244	0.000
18.01	1.000	0.219	0.130	0.000	1630.	0.086	0.052	0.105	0.151	0.153	0.387	0.109	0.110	0.227	0.000
19.01	1.000	0.224	0.127	0.000	1424.	0.081	0.050	0.100	0.138	0.139	0.364	0.096	0.098	0.211	0.000
20.01	1.000	0.228	0.123	0.000	1232.	0.077	0.048	0.094	0.125	0.126	0.341	0.085	0.087	0.195	0.000
21.01	1.000	0.231	0.118	0.000	1065.	0.072	0.046	0.089	0.114	0.114	0.319	0.074	0.077	0.180	0.000

SHIP SPEED = 7.459 m/sec

HEADING ANGLE = 180.000 DEG.

						-- ABS.VERT.ACCEL.--			-- REL.VERT.MOTIONS --			-- REL.VERT.VELOC. --			--ALA--
TP	H(1/3)	HEAVE	PITCH	ROLL	ADDRES	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1	POINT2	POINT3	POINT1
7.00	1.000	0.003	0.027	0.000	358.	0.084	0.009	0.094	0.351	0.287	0.441	0.596	0.545	0.702	0.000
8.00	1.000	0.007	0.020	0.000	361.	0.060	0.008	0.066	0.305	0.265	0.355	0.482	0.448	0.545	0.000
9.00	1.000	0.014	0.021	0.000	489.	0.047	0.009	0.050	0.285	0.253	0.309	0.404	0.377	0.438	0.000
10.01	1.000	0.030	0.036	0.000	752.	0.046	0.013	0.047	0.274	0.246	0.300	0.346	0.323	0.367	0.000
11.01	1.000	0.051	0.058	0.000	1159.	0.054	0.019	0.060	0.264	0.242	0.328	0.302	0.281	0.328	0.000
12.01	1.000	0.076	0.081	0.000	1623.	0.064	0.026	0.078	0.250	0.236	0.375	0.264	0.247	0.311	0.000
13.01	1.000	0.098	0.100	0.000	2013.	0.072	0.032	0.093	0.234	0.228	0.420	0.232	0.219	0.305	0.000
14.01	1.000	0.119	0.116	0.000	2267.	0.077	0.036	0.103	0.218	0.215	0.454	0.205	0.194	0.302	0.000
15.01	1.000	0.135	0.128	0.000	2356.	0.079	0.039	0.109	0.202	0.201	0.471	0.181	0.172	0.296	0.000
16.01	1.000	0.149	0.135	0.000	2322.	0.079	0.040	0.111	0.185	0.186	0.474	0.159	0.153	0.287	0.000
17.01	1.000	0.161	0.139	0.000	2207.	0.078	0.041	0.111	0.170	0.171	0.469	0.141	0.136	0.275	0.000
18.01	1.000	0.171	0.141	0.000	2038.	0.076	0.040	0.109	0.156	0.157	0.455	0.125	0.120	0.261	0.000
19.01	1.000	0.180	0.140	0.000	1854.	0.073	0.040	0.105	0.143	0.144	0.438	0.110	0.107	0.246	0.000
20.01	1.000	0.187	0.139	0.000	1658.	0.070	0.039	0.101	0.131	0.131	0.418	0.098	0.094	0.231	0.000
21.01	1.000	0.194	0.136	0.000	1475.	0.066	0.038	0.096	0.120	0.119	0.397	0.086	0.084	0.217	0.000