



# Τελευταίες εξελίξεις στη Θαλάσσια Τεχνολογία στο ΕΜΠ

Υπό

Σ.Α. Μαυράκου (\*) και Ι.Κ. Χατζηγεωργίου(\*\*)

Εργαστήριο Πλωτών Κατασκευών και Συστημάτων Αγκύρωσης  
Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

(\*) Καθηγητής Ε.Μ.Π., (\*\*) Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.



# Θαλάσσια Τεχνολογία

- Ανάπτυξη τεχνολογίας πλωτών και σταθερών θαλάσσιων κατασκευών για την εξόρυξη και παραγωγή πετρελαίου και ορυκτών από θαλάσσιο περιβάλλον
- Ανάπτυξη τεχνολογίας για την εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας
- Ανάπτυξη τεχνολογίας για την μέτρηση, παρακολούθηση και πρόβλεψη του θαλάσσιου κυματικού δυναμικού με βάση ωκεανογραφικά και μετεωρολογικά δεδομένα για μεγάλα χρονικά διαστήματα και εκτεταμένες θαλάσσιες περιοχές.
- Ανάπτυξη υποβρύχιων αυτόνομων σκαφών για την παρακολούθηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, καθώς και την επιθεώρηση και επισκευή θαλάσσιων εγκαταστάσεων.
- Ανάπτυξη τεχνολογίας για εξειδικευμένες θαλάσσιες κατασκευές (ιχθυοκαλλιέργειες ανοικτής θάλασσας, πλωτοί κυματοθραύστες, πλωτές εγκαταστάσεις αναψυχής και τουρισμού).



# Εκπαιδευτικές Δραστηριότητες στο ΕΜΠ

- Διατμηματικό – Διαπανεπιστημιακό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών σε «Ναυτική και Θαλάσσια Τεχνολογία και Επιστήμη»
- Συντονίζουσα Σχολή: Ναυπηγών Μηχ/γων Μηχ/κων ΕΜΠ
- Συμμετέχουσες Σχολές ΕΜΠ:
  - Μηχανολόγων Μηχανικών
  - Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ
  - Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών
  - Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών
- Συμμετέχον Τμήμα ΕΚΠΑ:
  - Τμήμα Φυσικής
- Συμμετέχον Ερευνητικό Κέντρο: Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών

Έναρξη Προγράμματος: 1998



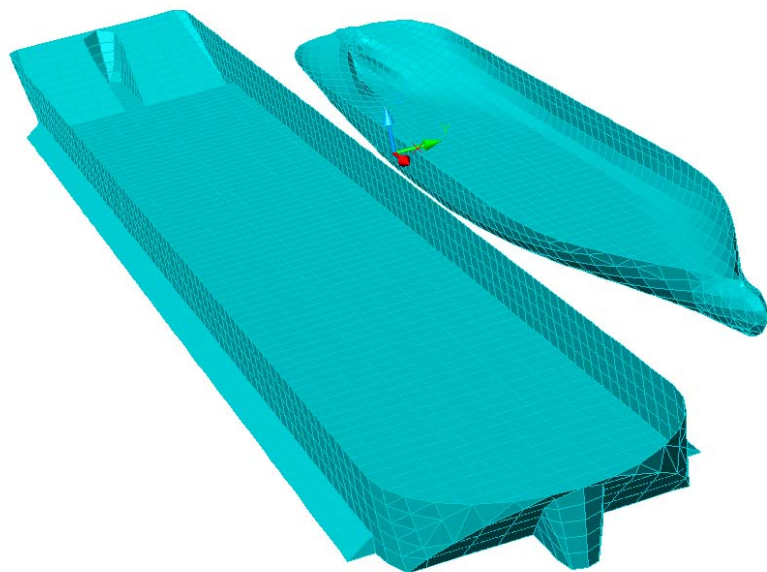
## Ερευνητικές Δραστηριότητες

- Γραμμική και μη – γραμμική υδροδυναμική ανάλυση πλωτών αγκυρωμένων και σταθερών θαλάσσιων κατασκευών
- Ανάλυση και βέλτιστη σχεδίαση συστημάτων αγκύρωσης
- Γραμμική και μη – γραμμική δυναμική ανάλυση εύκαμπτων, λεπτόγραμμων κατασκευών (marine risers)
- Ανάλυση και εκτίμηση της απόδοσης μετατροπών κυματικής ενέργειας
- Εφαρμογές πλωτών κατασκευών (ιχθυοκαλλιέργειες ανοικτής θάλασσας, πλωτοί κυματοθραύστες, πλωτές εγκαταστάσεις αναψυχής και τουρισμού)



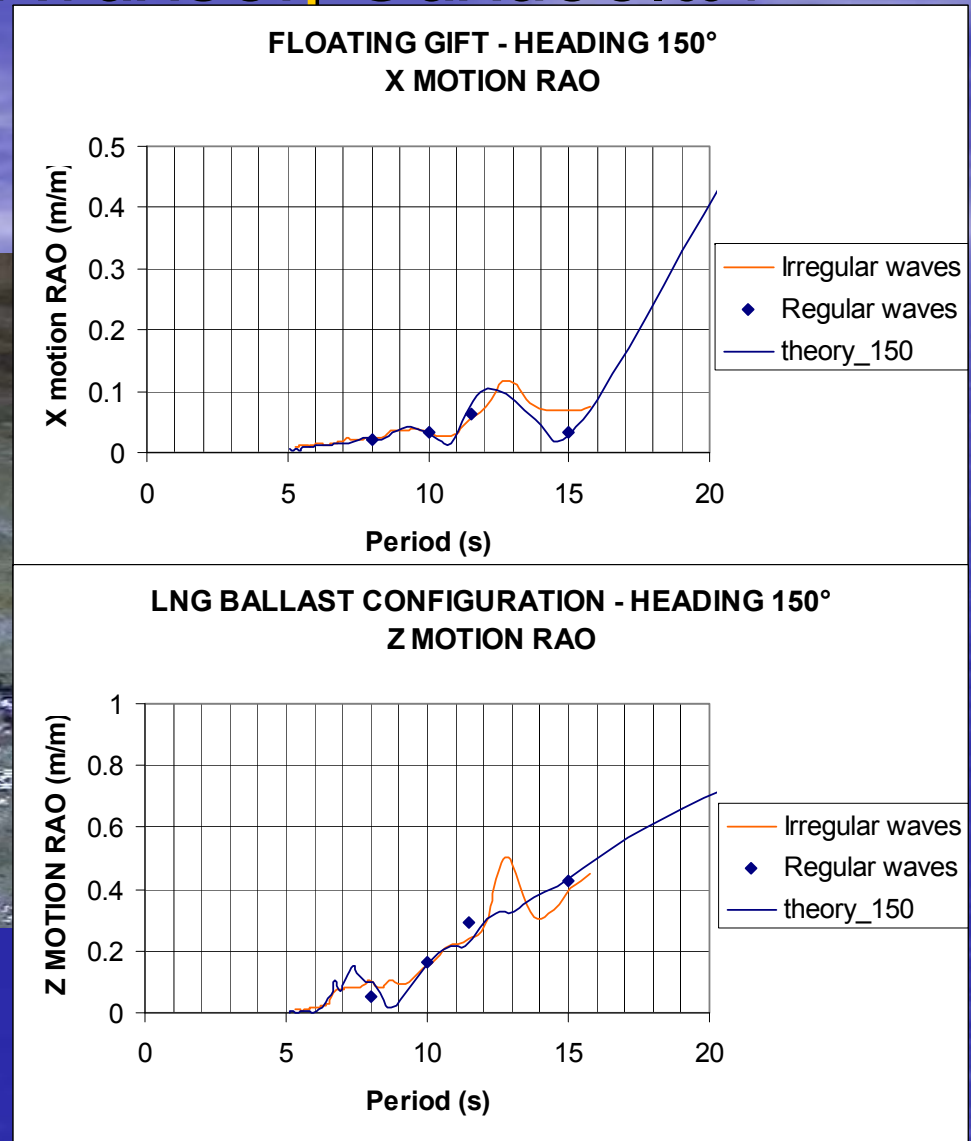
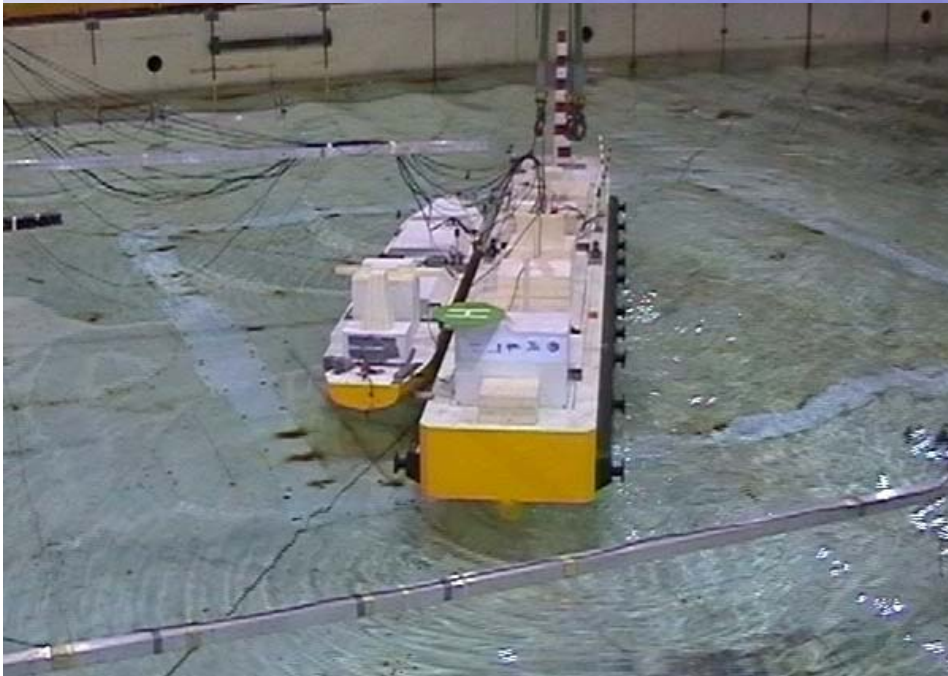
# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

- Υδροδυναμική Ανάλυση Πλωτού Σταθμού Υγροποιημένου Φυσικού Αερίου (GIFT: Gas Import Floating Terminal)



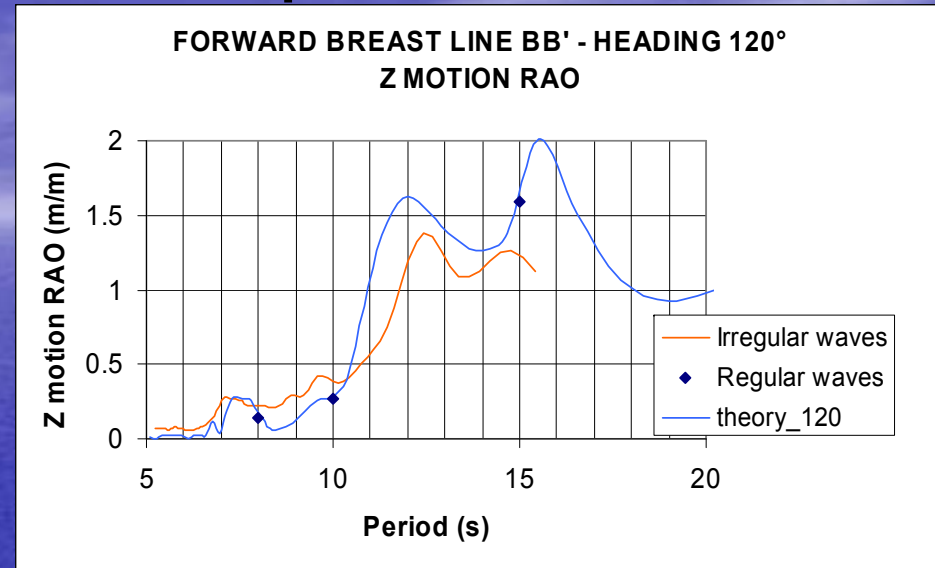
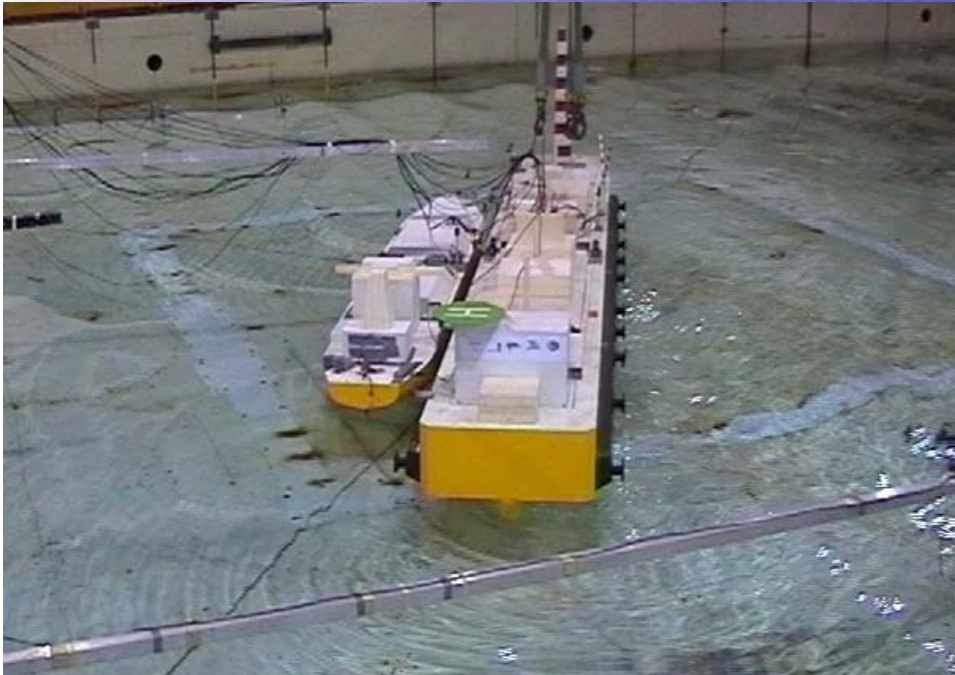


# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών





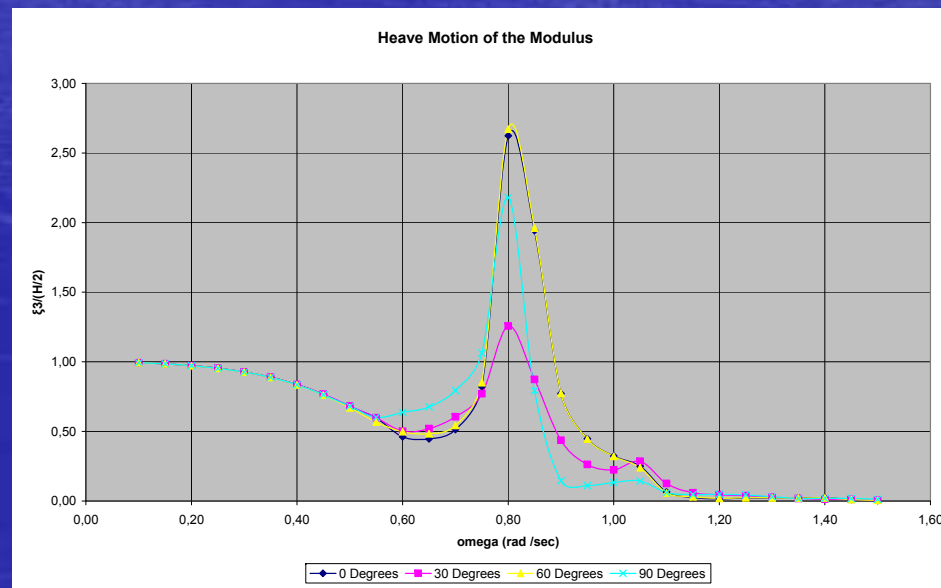
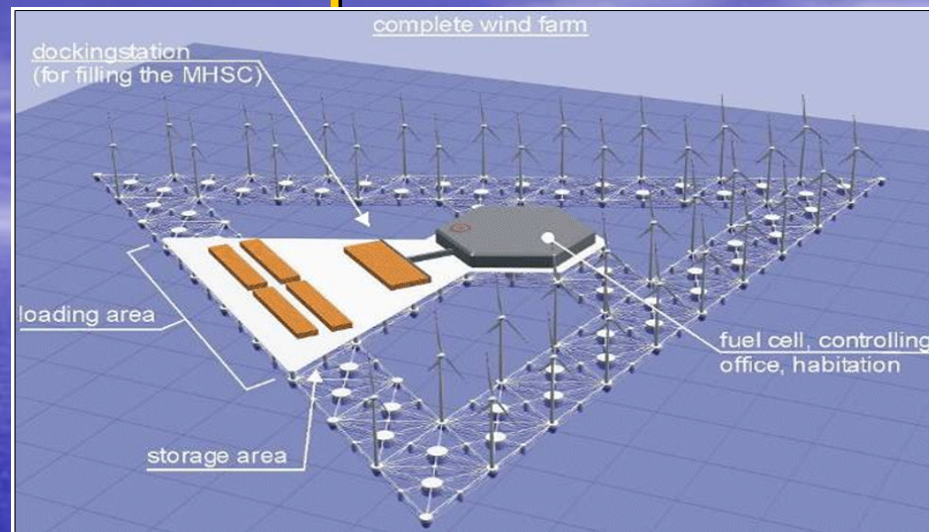
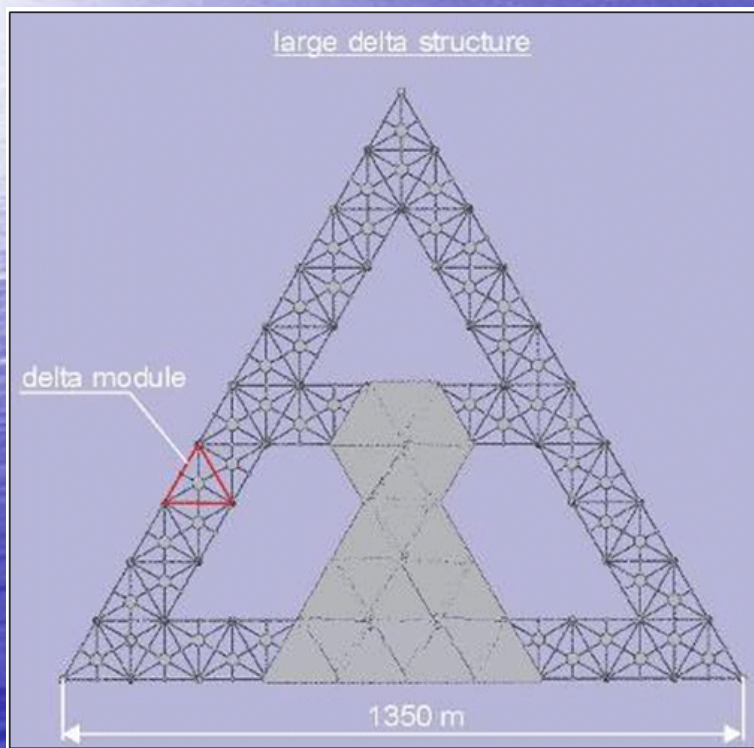
# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών





# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

Υδροδυναμική ανάλυση πλωτού θαλάσσιου αιολικού πάρκου

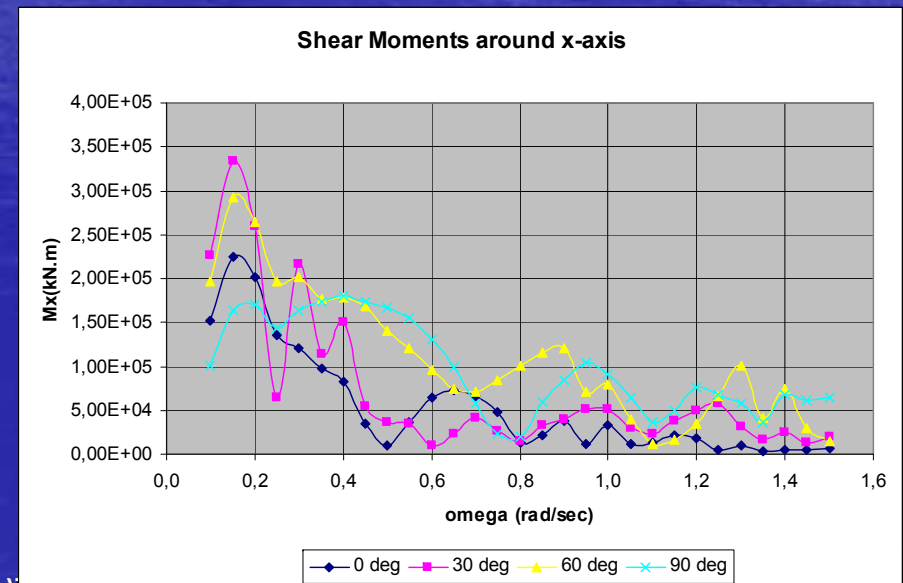
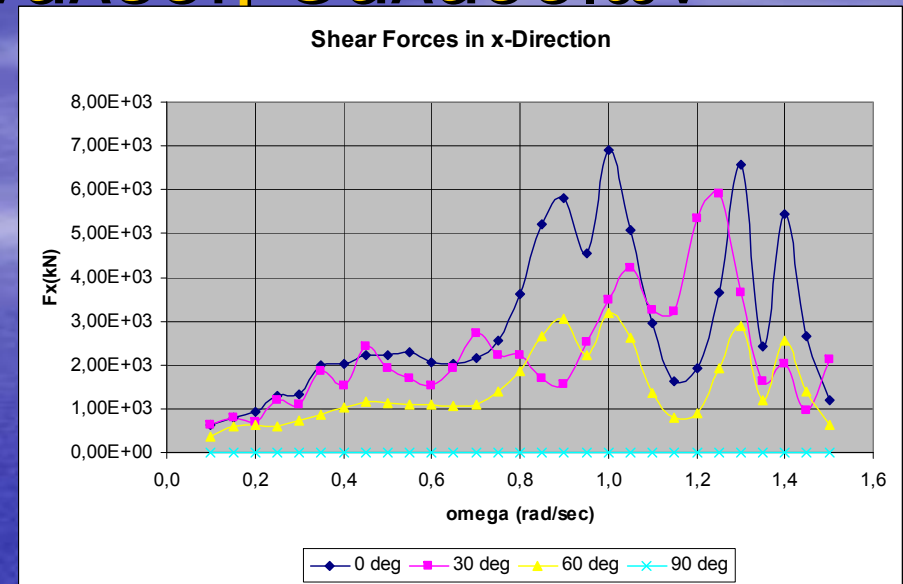
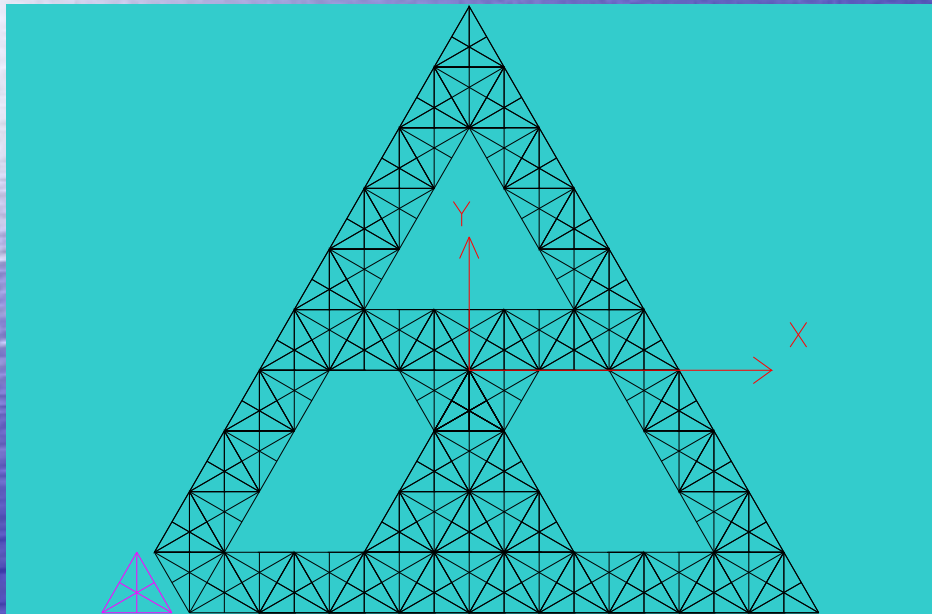






# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

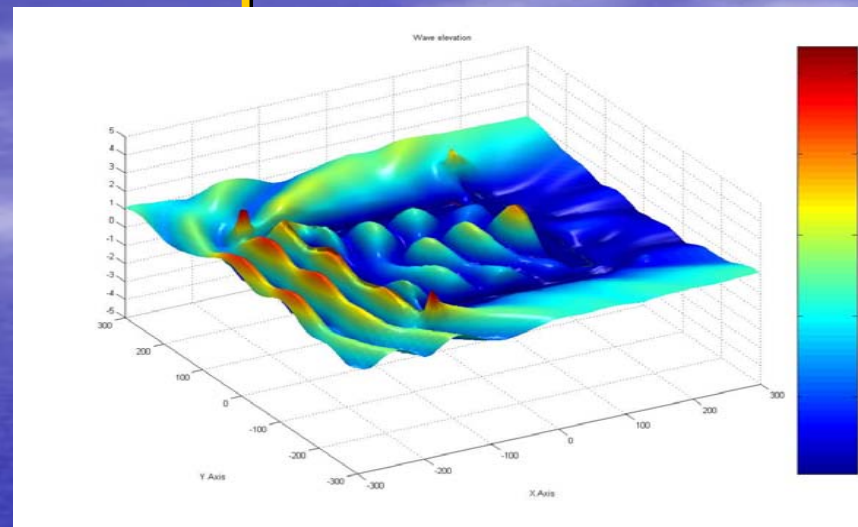
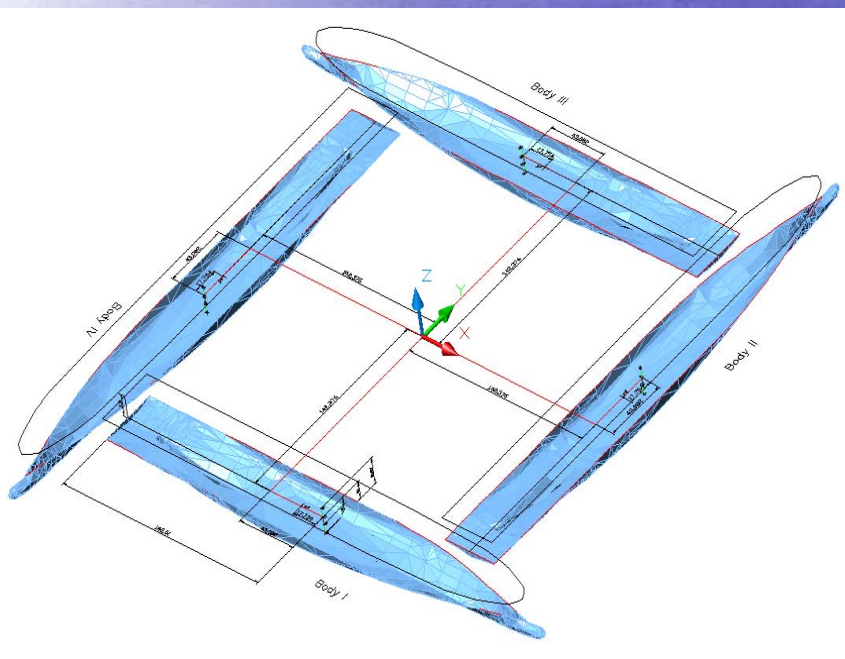
Υδροδυναμική ανάλυση πλωτού θαλάσσιου αιολικού πάρκου





# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

Ανάλυση συγκροτήματος τεσσάρων κρουαζιερόπλοιων

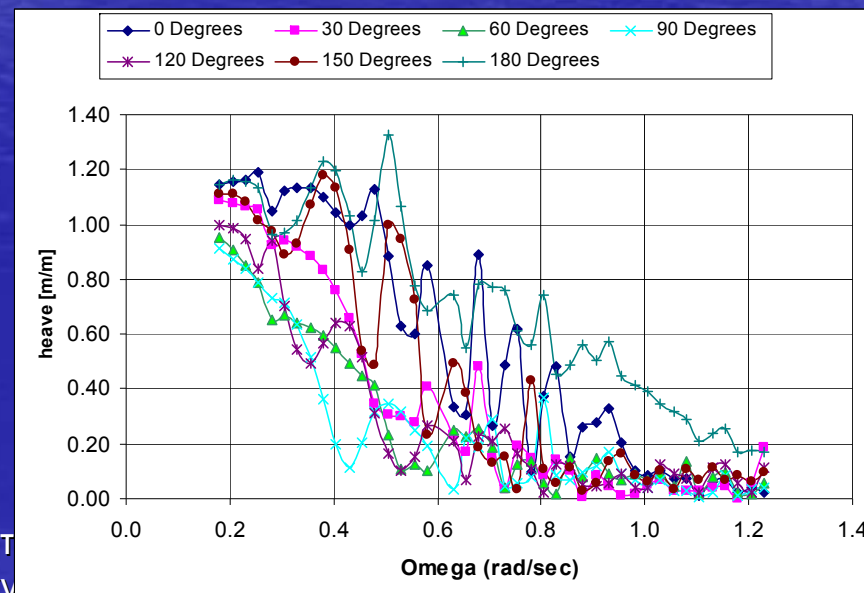


Ανύψωση της θάλασσας γύρω και μέσα από τα πλοία (πάνω) και καθ' ύψος κινήσεις στο πρώτο πλοίο (κάτω)

Διακριτοποίηση για την υδροδυναμική ανάλυση

3-4/12/2007

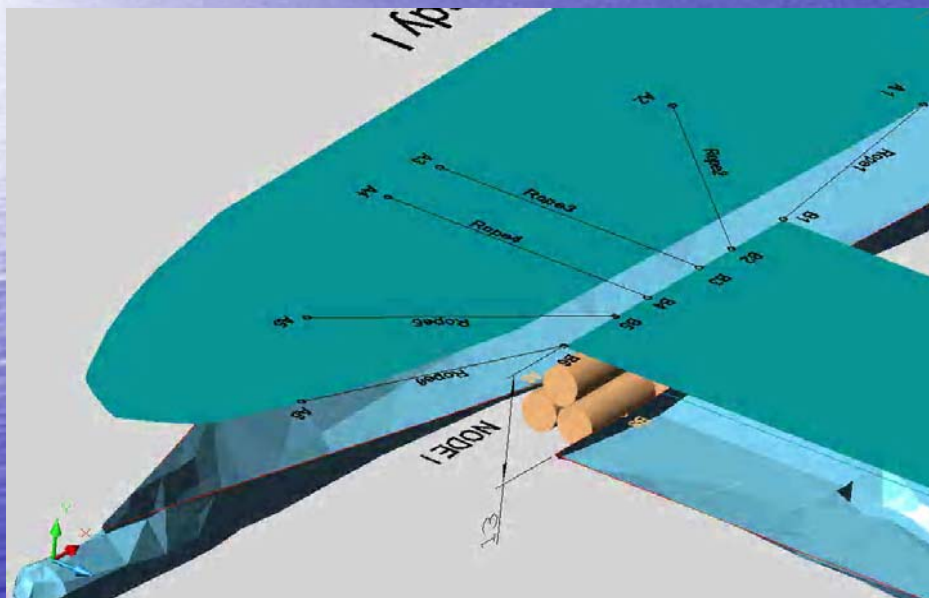
Το Ε.Μ.Π. στη Πρωτ  
Έρευνας και Τεχν



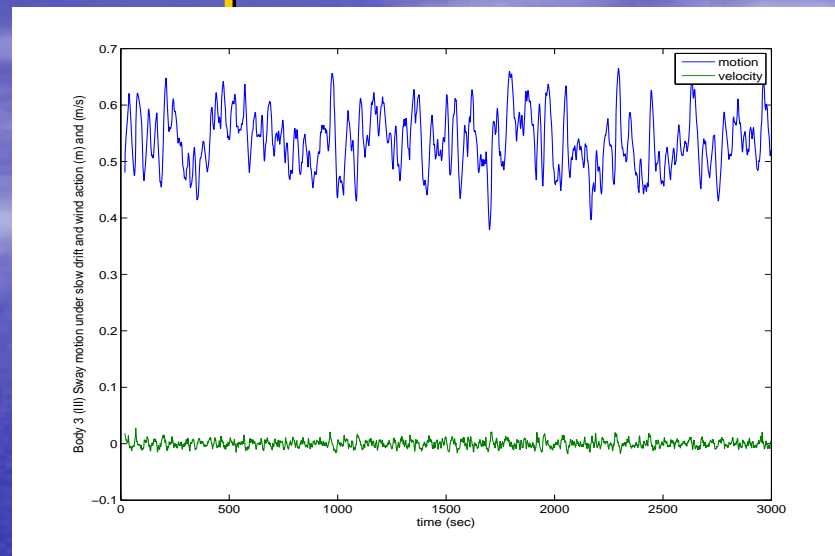


# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

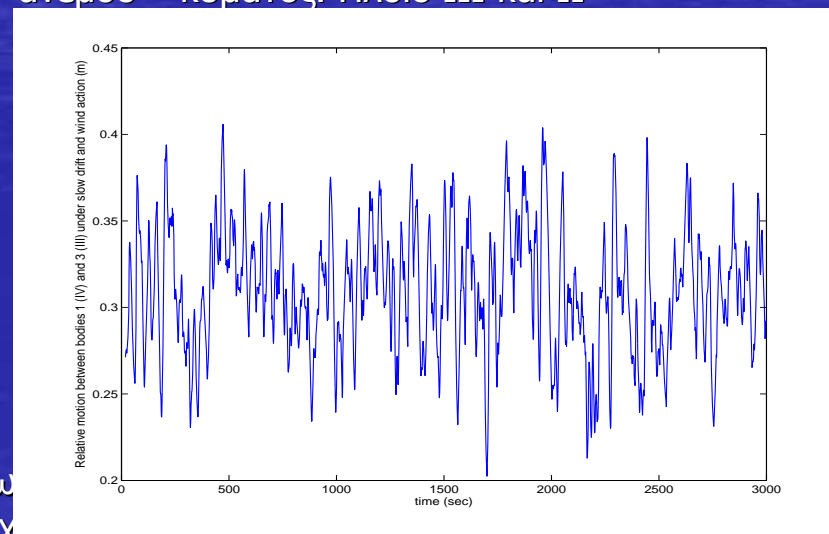
Ανάλυση αργά μεταβαλλόμενων κινήσεων συγκροτήματος τεσσάρων συνδεδεμένων κρουαζιερόπλοιων



Τρόπος συγκράτησης παρακείμενων κρουαζιερόπλοιων



Απόλυτες (πάνω) και σχετικές (κάτω) εγκάρσιες κινήσεις και ταχύτητες για συνδυασμένη δράση ανέμου – κύματος. Πλοίο III και II



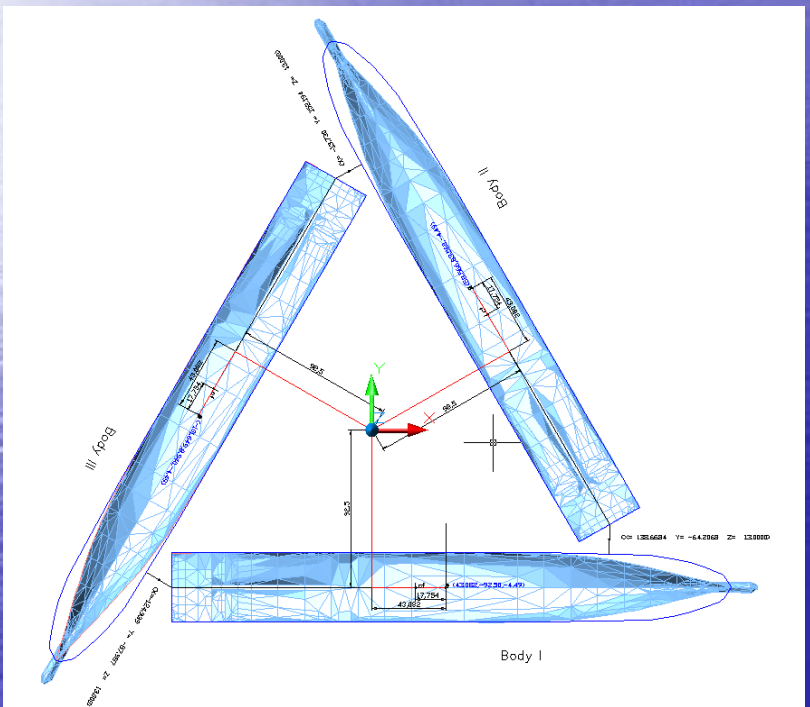
Το Ε.Μ.Π. στη Πρωτεύουσα  
Έρευνας και Τεχνολογίας

3-4/12/2007

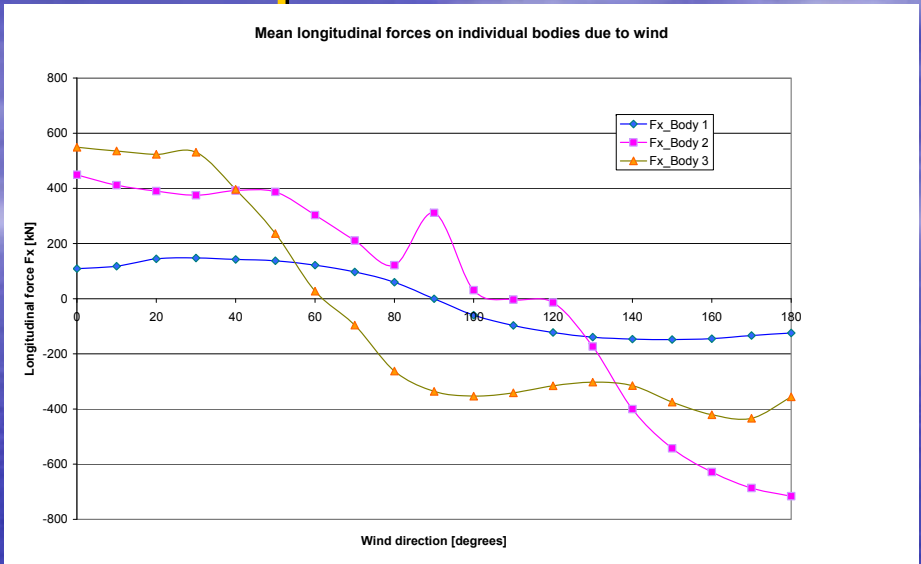


# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

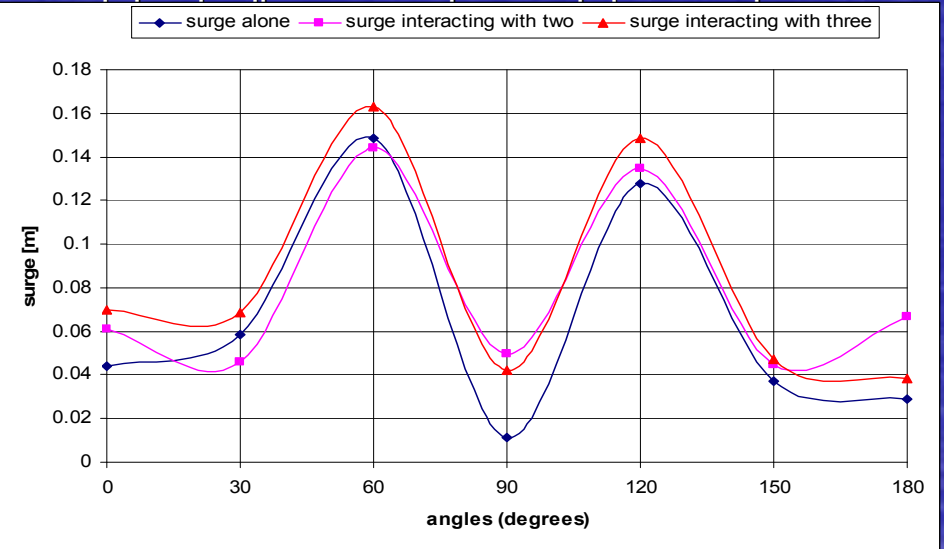
Ανάλυση συγκροτήματος τριών κρουαζιερόπλοιων



Διακριτοποίηση για την υδροδυναμική ανάλυση



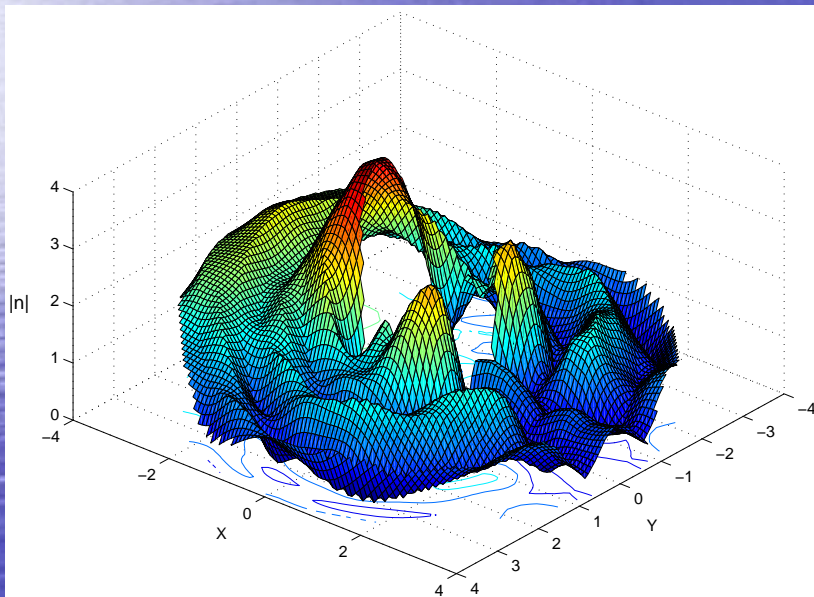
Διαμήκεις δυνάμεις λόγω ανέμου (πάνω) και σύγκριση σημαντικών τιμών διαμήκων κινήσεων



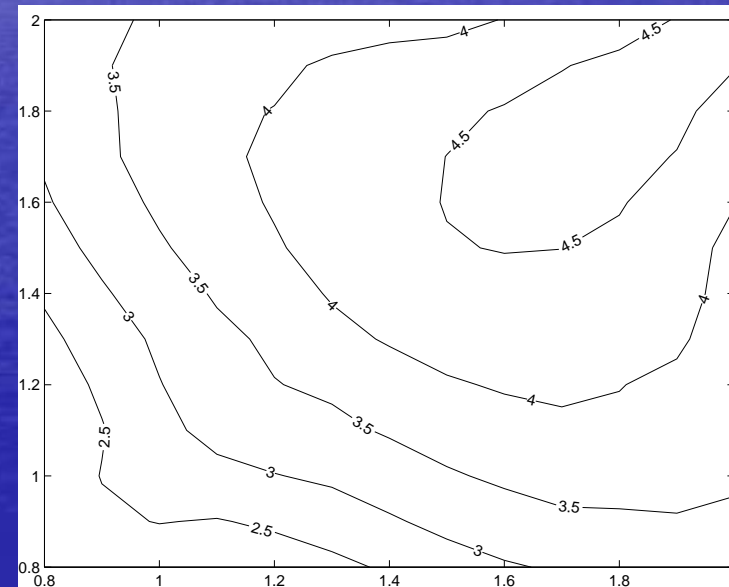


# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

- Δεύτερης τάξης υδροδυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ κατακόρυφου κυλίνδρου και επιφανειακού προοδευτικού κυματισμού



Ανύψωση του κυματισμού γύρω από  
Κατακόρυφο κύλινδρο

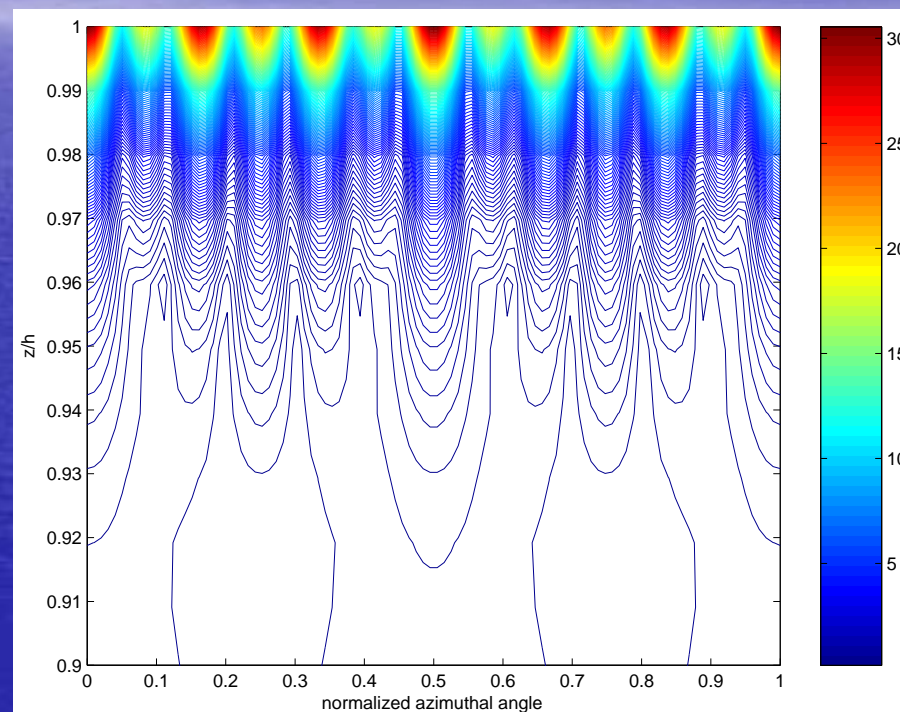
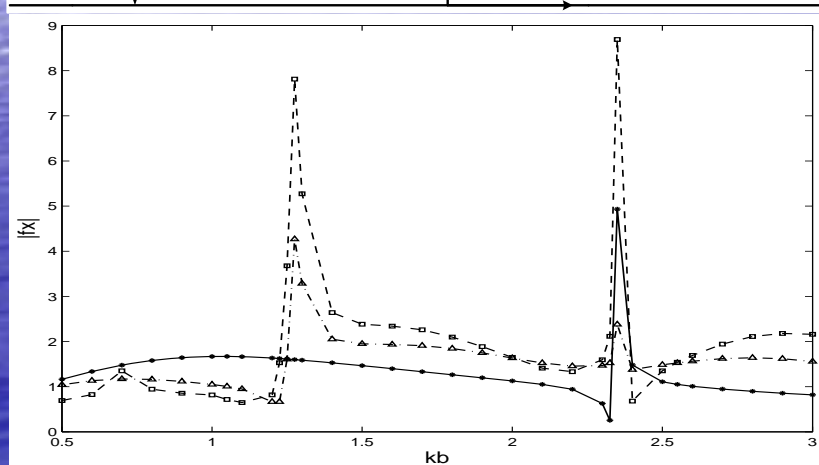
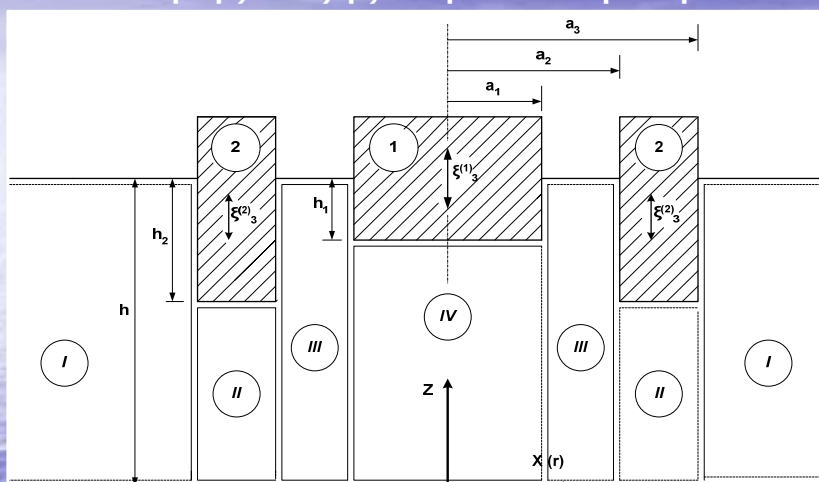


Δεύτερης τάξης φορτίσεις σε  
δichρωματικό κυματισμό



# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

- Δεύτερης τάξης υδροδυναμική ανάλυση συστήματος ανάκτησης κυματικής ενέργειας



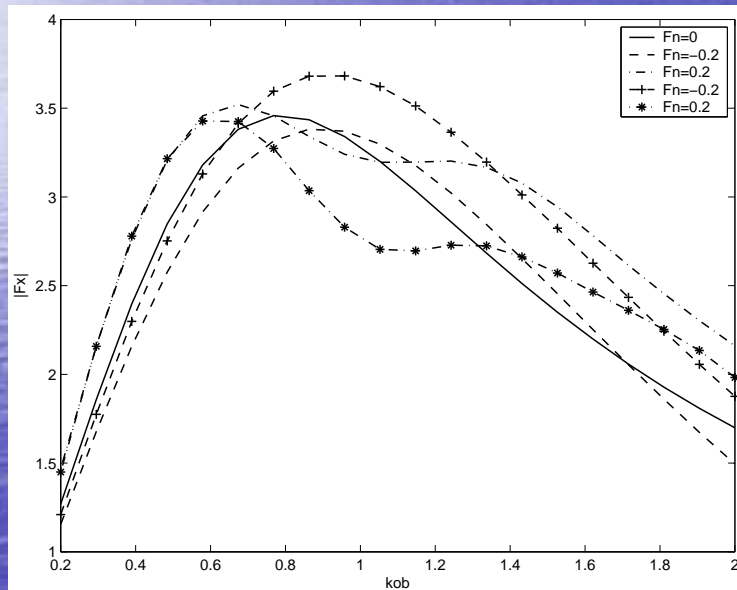
Οριζόντιες δυνάμεις (αριστερά) και κατανομή της πίεσης (πάνω)

Το Ε.Μ.Π. στη Πρωτοπορία της Έρευνας και Τεχνολογίας

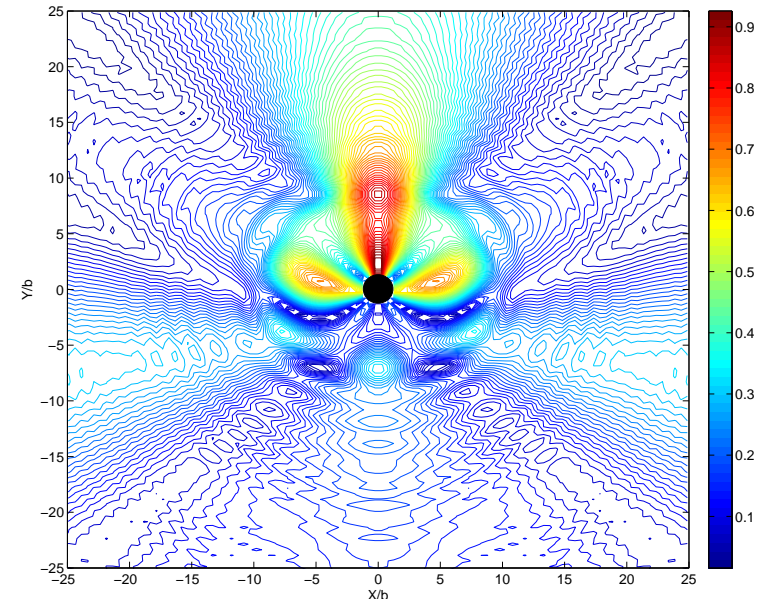


# Υδροδυναμική Ανάλυση Θαλάσσιων Κατασκευών

- Υδροδυναμική αλληλεπίδραση κατακόρυφου κυλίνδρου με κυματισμούς και ρεύμα για μέτριες ταχύτητες ρεύματος



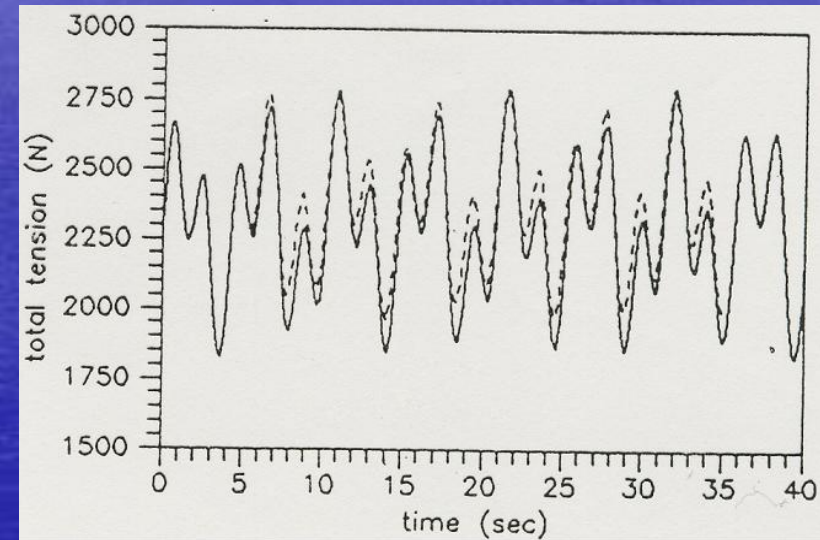
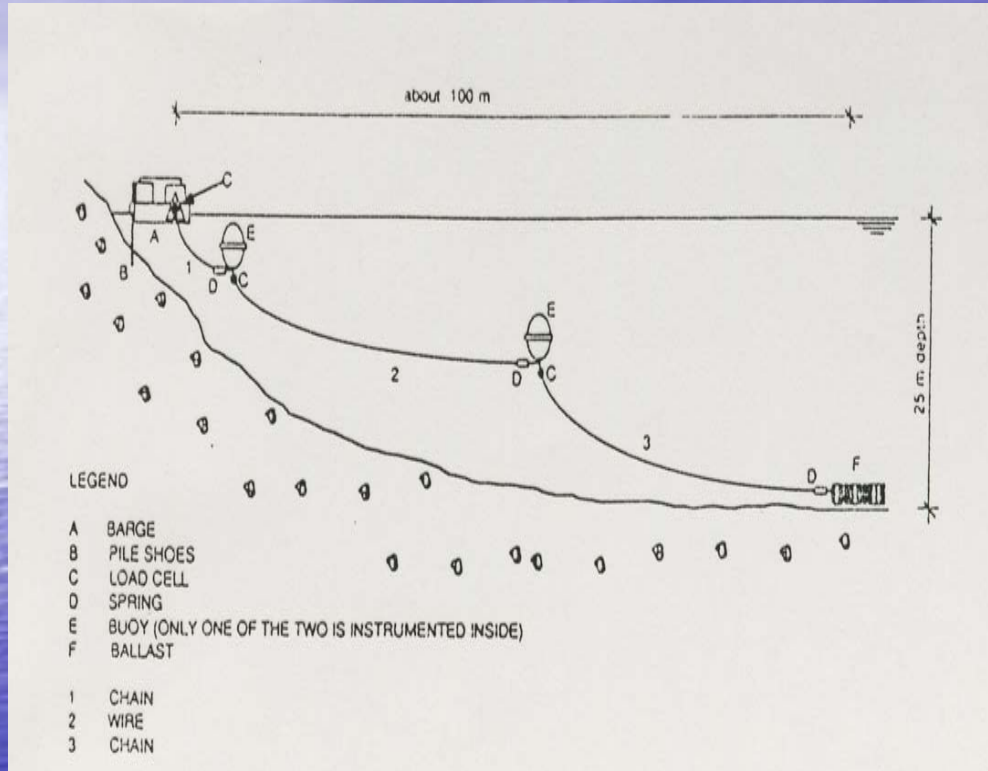
Οριζόντια δύναμη



ΙσοΨείς της ανύψωσης



# Ανάλυση και βέλτιστη σχεδίαση συστημάτων αγκύρωσης



Πειραματική διάταξη υπό μεγάλη κλίμακα

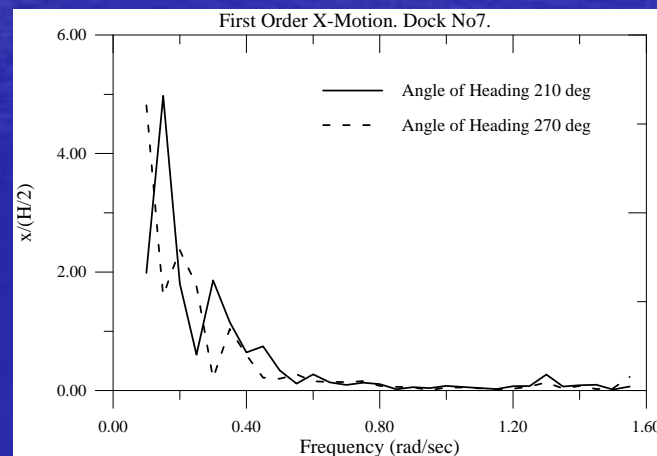
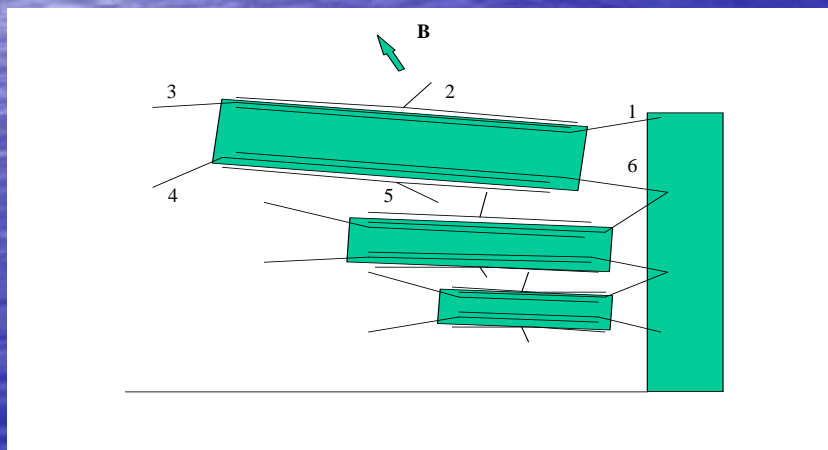
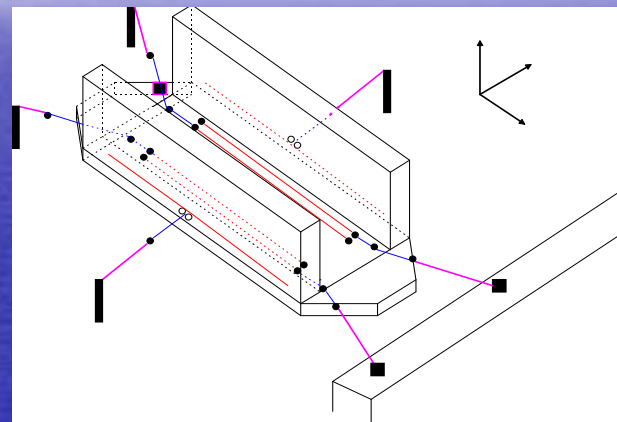
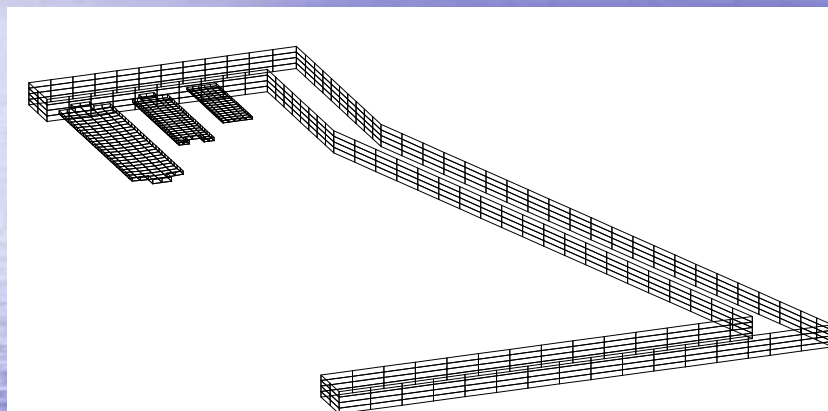
Δύναμη στη κορυφή της γραμμής





# Υδρομηχανική Ανάλυση Αγκυρωμένων Πλωτών Κατασκευών

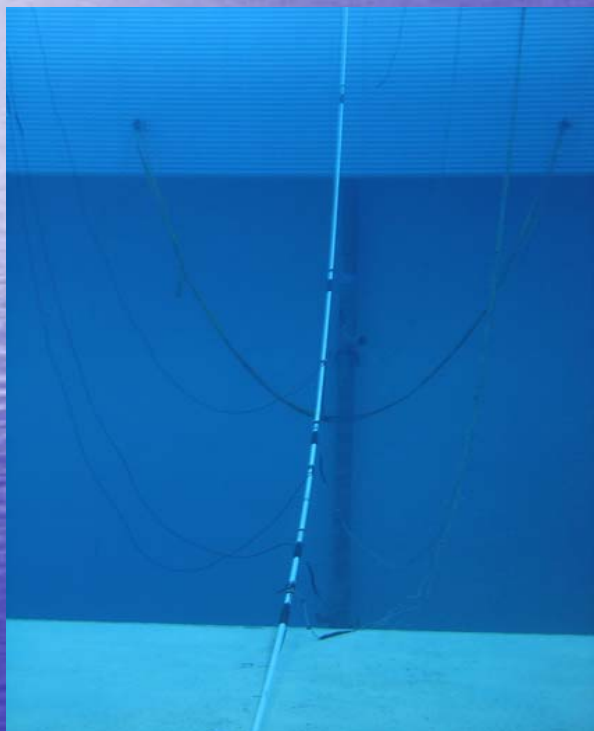
Σχεδίαση συστήματος αγκύρωσης για τρεις πλωτές δεξαμενές του Π.Ν. στη Κρήτη



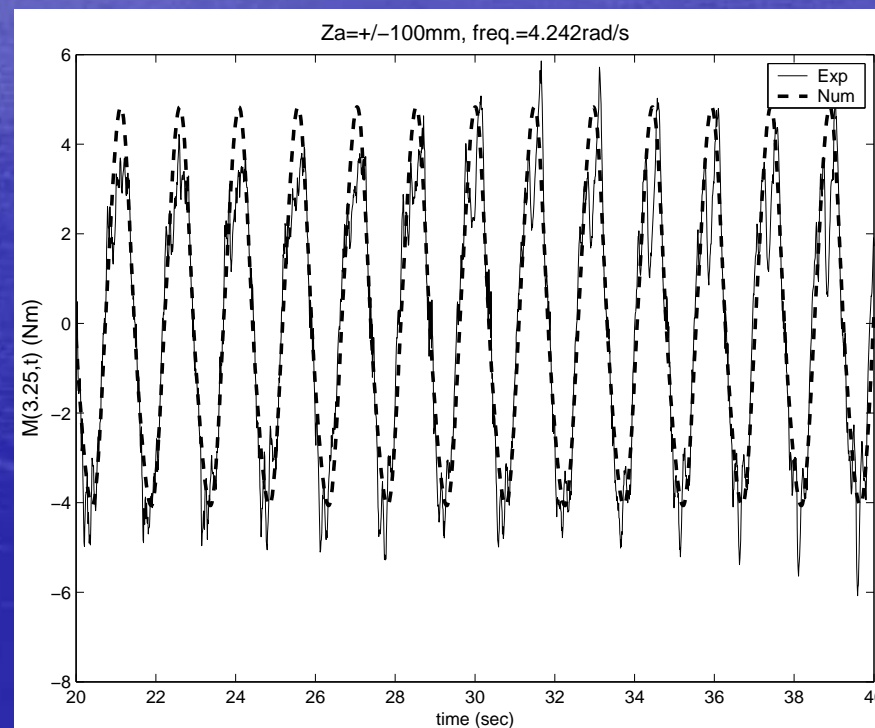


# Ανάλυση εύκαμπτων λεπτόγραμμων θαλάσσιων κατασκευών (marine risers)

- Πειραματικός και αριθμητικός προσδιορισμός της δυναμικής συμπεριφοράς riser



Πειραματική διάταξη

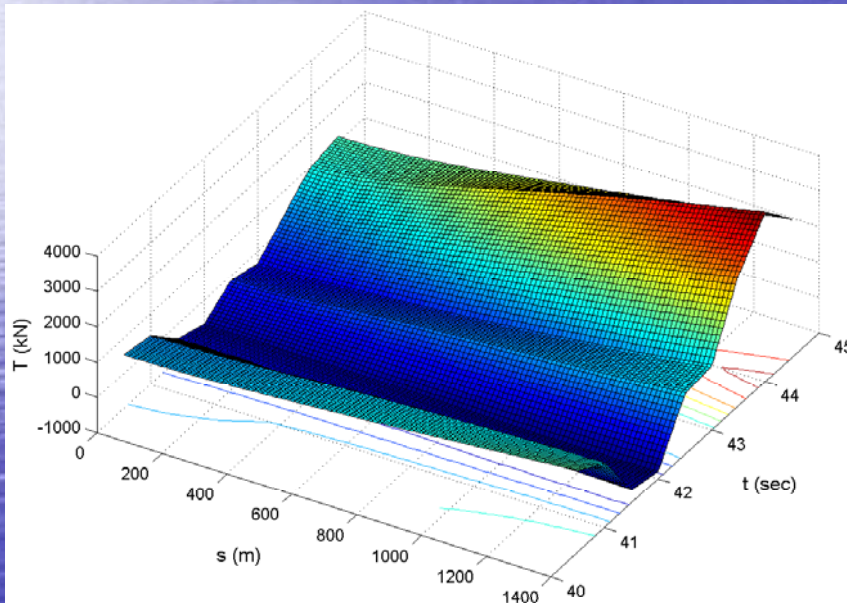


Υπολογισθείσα και μετρηθείσα Καμπτική Ροπή

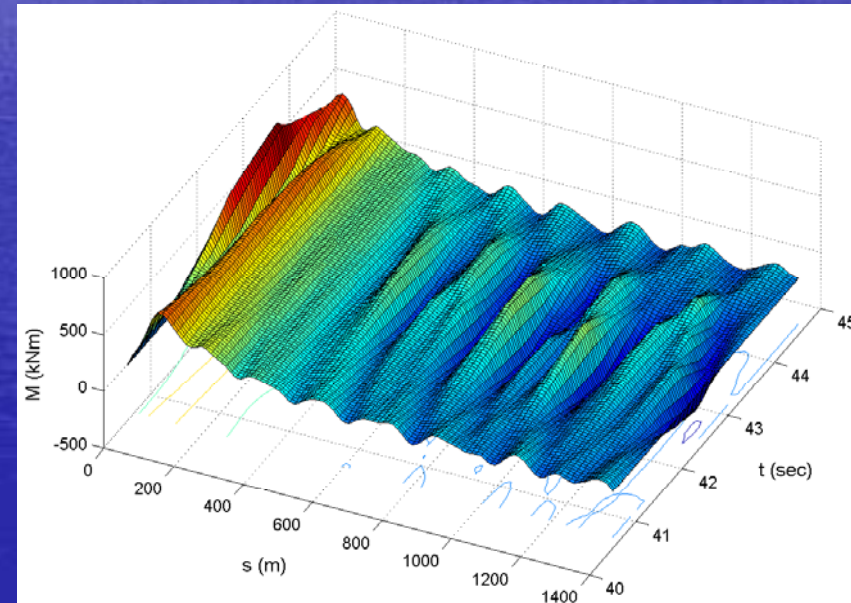


# Ανάλυση εύκαμπτων λεπτόγραμμων θαλάσσιων κατασκευών (marine risers)

- Ανάπτυξη υπολογιστικών κωδίκων για τη γραμμική και μη – γραμμική δυναμική ανάλυση marine risers



Ολική τάση κατά μήκος του riser σε μία περίοδο

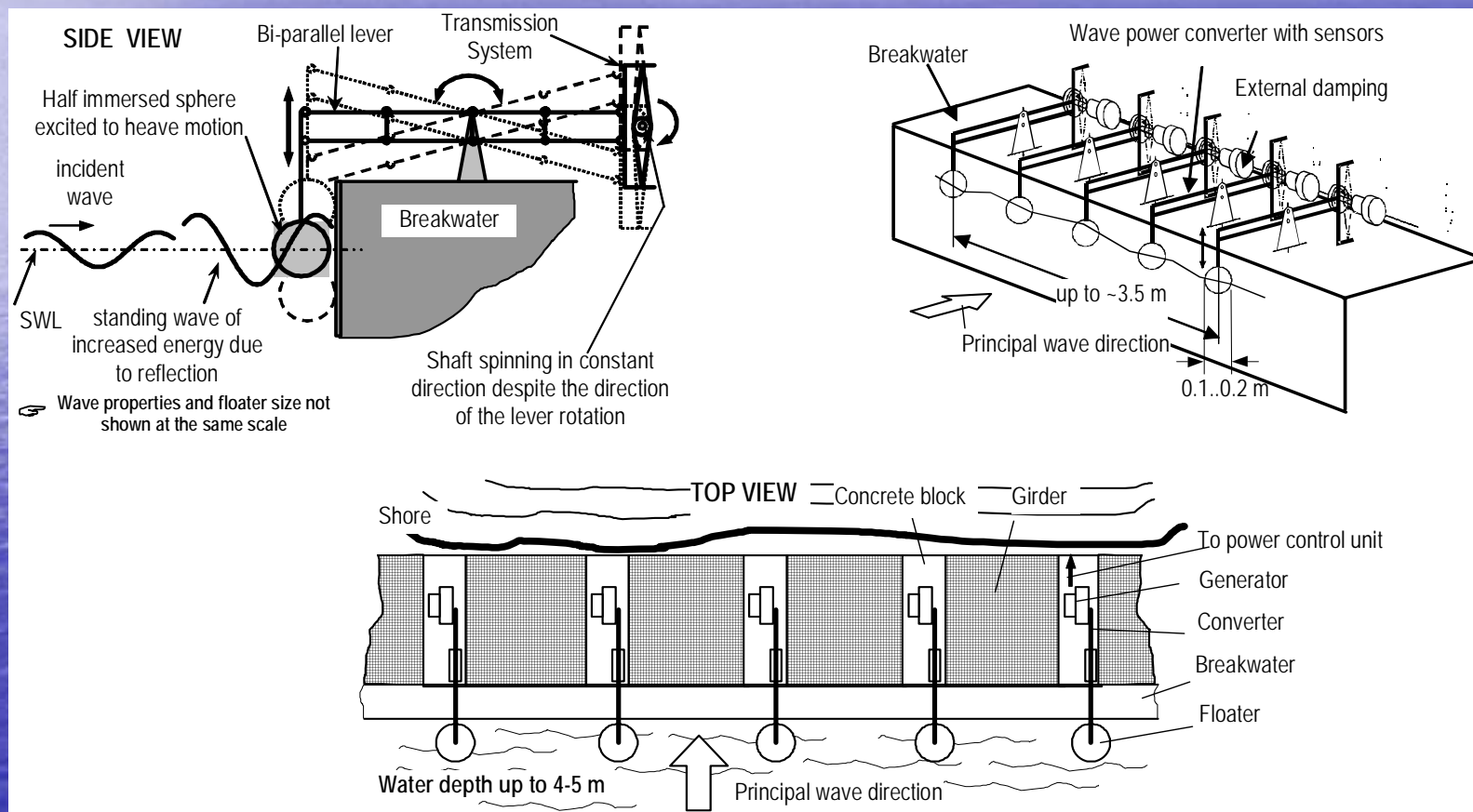


Καμπτική ροπή κατά μήκος του riser σε μία περίοδο



# Ανάλυση και εκτίμηση της απόδοσης μετατροπέων κυματικής ενέργειας

- Πειραματικός σταθμός παραγωγής ενέργειας από τα κύματα





# Ανάλυση και εκτίμηση της απόδοσης μετατροπέων κυματικής ενέργειας

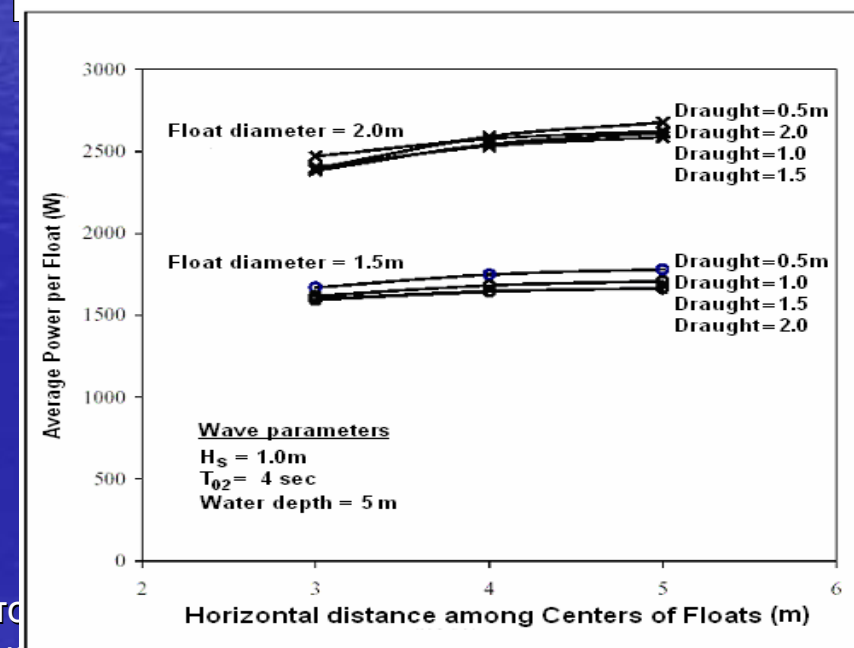
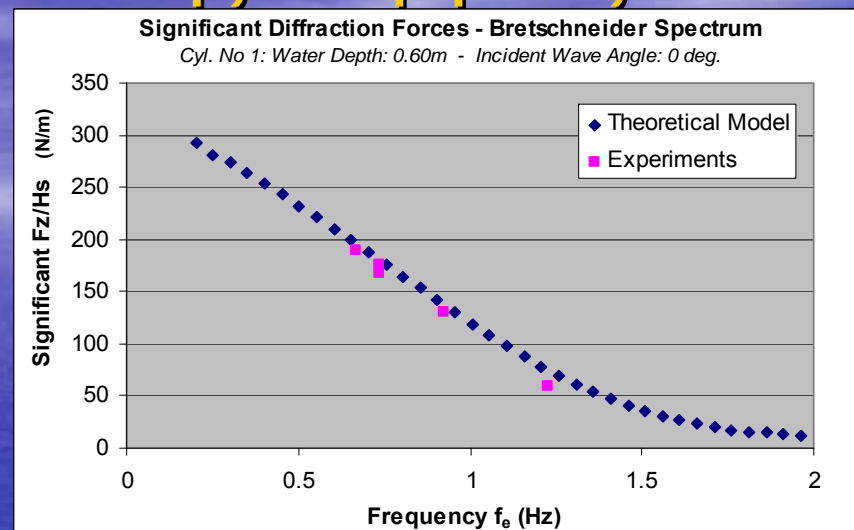
- Πειραματικός σταθμός παραγωγής ενέργειας από τα κύματα



Πειραματική διάταξη  
(Εργαστήριο Λιμενικών ΕΜΠ)

3-4/12/2007

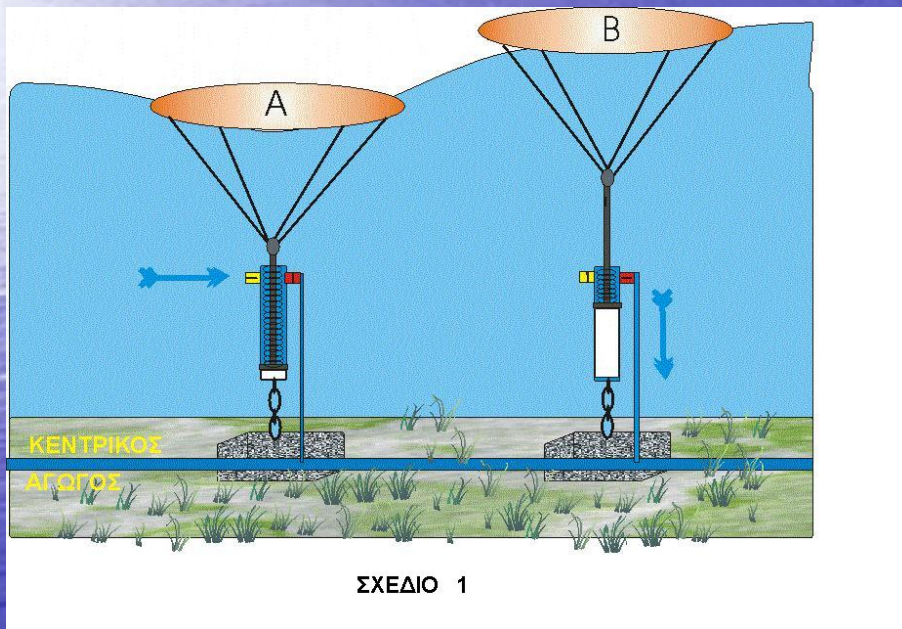
Το Ε.Μ.Π. στη Πρωτεύουσα  
Έρευνας και Τεχνολογίας



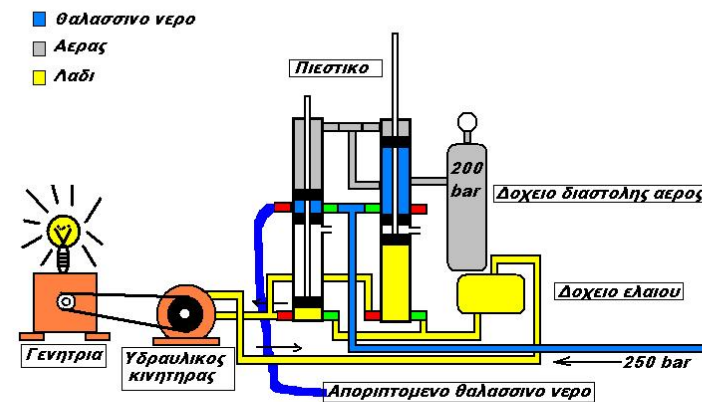


# Ανάλυση και εκτίμηση της απόδοσης μετατροπών κυματικής ενέργειας

- Υπό προέκταση αγκυρωμένος μετατροπέας κυματικής ενέργειας



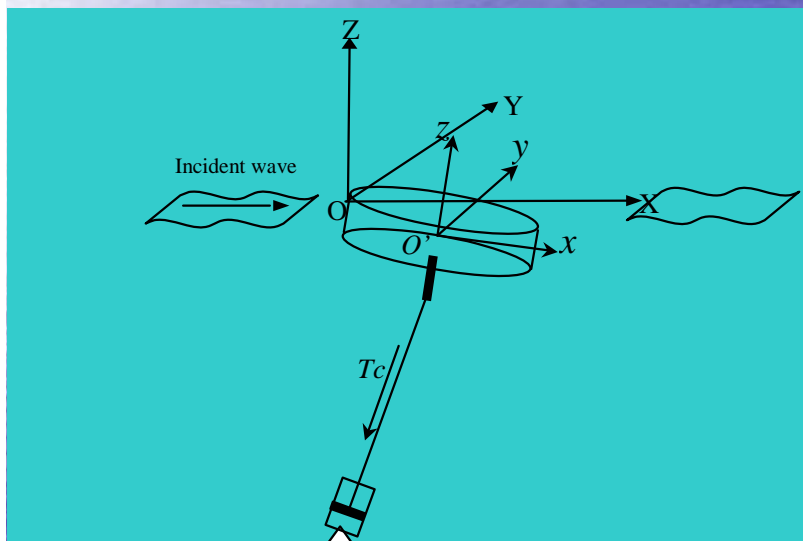
ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΞΗΡΑΣ)





# Ανάλυση και εκτίμηση της απόδοσης μετατροπέων κυματικής ενέργειας

- Υπό προέγταση αγκυρωμένος μετατροπέας κυματικής ενέργειας. Αριθμητική προσομοίωση της συμπεριφοράς και εκτίμηση της απόδοσής του



**Table 1. Vertically moving floater, Linear PTO system**  
Produced primary power [kW] – (efficiency %)

2 <sup>nd</sup> order forced not included	2 <sup>nd</sup> order forced included	Increase [%]
10,6 (24%)	11,6 (26%)	9,4

**Table 2. Freely moving floater, hydraulic PTO system**  
Produced hydraulic power [kW] – (efficiency %)

2 <sup>nd</sup> order forced not included	2 <sup>nd</sup> order forced included	Increase [%]
5,8 (13%)	6,4 (14%)	10,3

$$[m_s] \ddot{\xi}(t) + [K] \xi(t) = \vec{F}_H(t) + \vec{F}_c(t) + B_0 \vec{k} - m g \vec{k}$$

$$F_{H,k}(t) = - \sum_{j=1}^5 \left\{ \bar{a}_{kj} \cdot \ddot{\xi}_j(t) + \int_{-\infty}^t R_{kj}(t-\tau) \cdot \dot{\xi}_j(\tau) d\tau \right\} + F_{D,k}(t) + F_{w,k}(t)$$

Floater Radius 3m, draught 1,5m, water depth 5m. Incident monochromatic wave : Height 1m, Period 8 sec

Το Ε.Μ.Π. στη Πρωτοπορία της Έρευνας και Τεχνολογίας