

2<sup>nd</sup> Energy Tech Forum, Αθήνα 25/11/2017

# Υβριδική Πλατφόρμα Συμπαγωγής Αιολικής/Κυματικής Ενέργειας σε Μεγάλα Βάθη Νερού

Δρ.-Μηχ. Ιωάννης Κ. Χατζηγεωργίου

Καθηγητής ΕΜΠ

Σχολή Ναυπηγών και Μηχανολόγων Μηχανικών



# Blue Energy and Ocean Energy

## Τεχνολογίες Εκμετάλλευσης Θαλάσσιας Ενέργειας

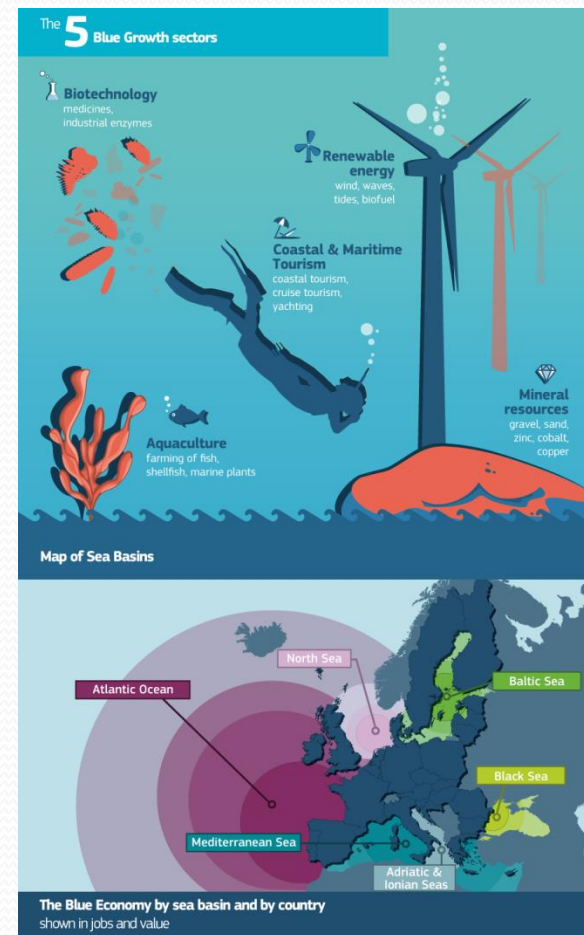
- Άνεμος
- Παλίρροιες
- Κυματισμοί
- Διαφορές στη θερμοκρασία
- Διαφορές στην αλατότητα

Στη χώρα μας οι πηγές ενέργειας που είναι διαθέσιμες στη χώρα σε αφθονία:

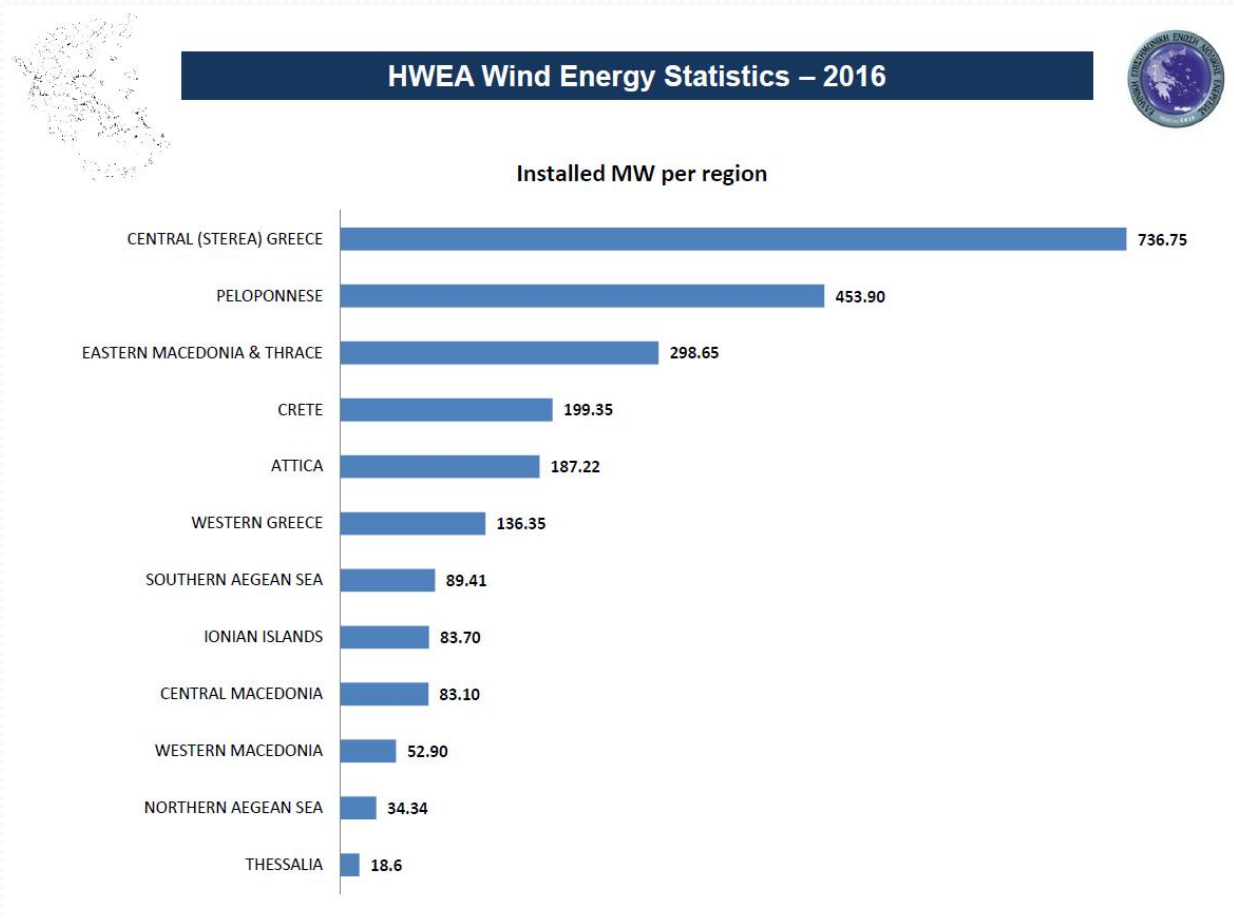
- Άνεμος
- Κυματισμοί

Άνεμος → Ανεμογεννήτριες που κατασκευάζονται πάνω σε πλωτές ή σταθερές εξέδρες

Κυματισμοί → διάφορα είδη μετασχηματισμών κυματικής ενέργειας.



# Ανεμογεννήτριες στη ξηρά στην Ελλάδα

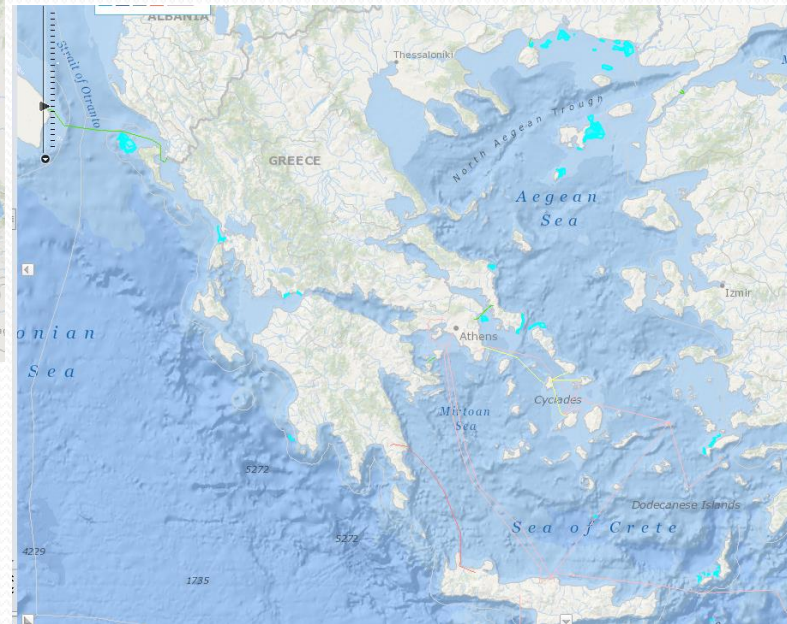
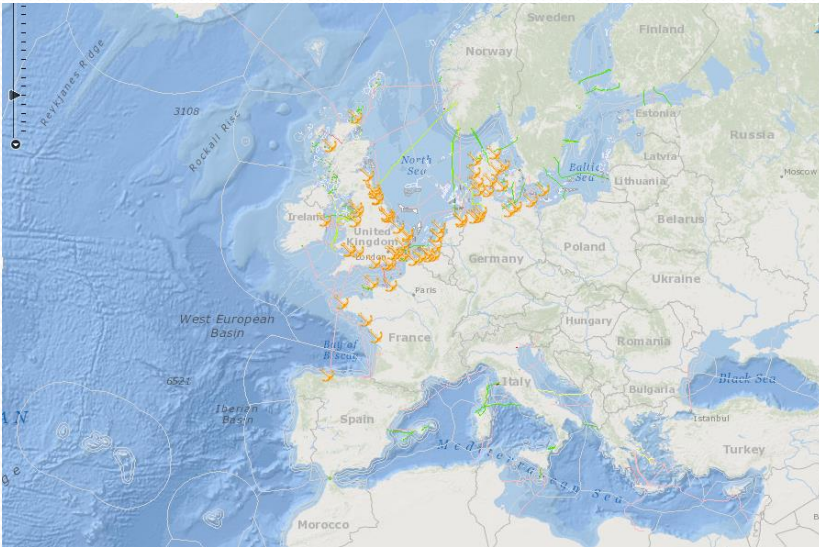


# Γιατί Θαλάσσιες Ανεμογεννήτριες?

- Η τεχνολογία υπάρχει εδώ και πολλές δεκαετίες αλλά υπάρχει τεράστια αύξηση στην εφαρμογή μόνο τα τελευταία 10 χρόνια
- Οι ταχύτητες του ανέμου
  - είναι πολύ μεγαλύτερες στα ανοικτά σε σχέση με την ξηρά. Στην χώρα μας είναι τυπικά 3 φορές μεγαλύτερες.
  - στα ανοικτά έχουν μικρότερες διακυμάνσεις και δεν έχουν μεγάλες αλλαγές στην κατεύθυνση.
  - στα ανοικτά συνήθως αυξάνουν κατά τη διάρκεια του απογεύματος, τότε που η ζήτηση είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τη νύχτα που αυξάνουν οι ταχύτητες στη ξηρά.
- Δημιουργούν λιγότερη όχληση

# Θαλάσσια αιολικά πάρκα

## Offshore Wind Farms



# Βόρεια Θάλασσα

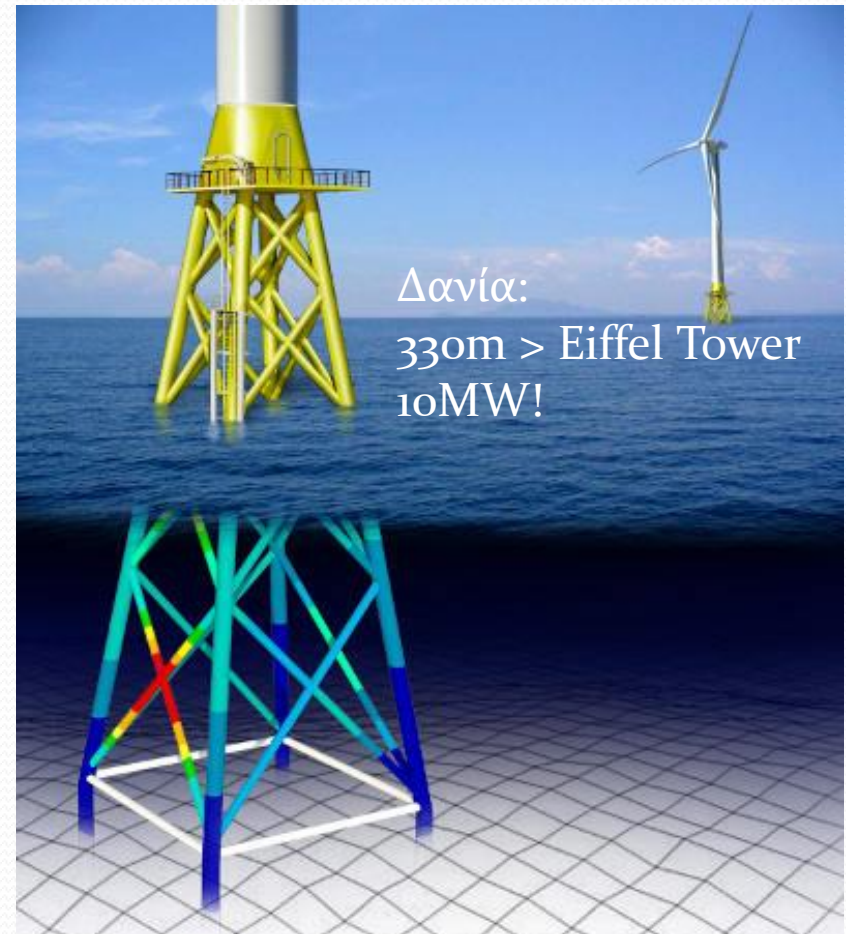
ωφελείται από μικρά βάθη (~10m) → Monopiles



**London Array Project**

175 wind turbines  
1GW of electricity

# Σε μεγαλύτερα βάθη (>20m)



# Συμπερασματικά

- Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε
  - το πλεονέκτημα των ισχυρών ανέμων σε όλη τη διάρκεια του έτους στο Αιγαίο πέλαγος και να σχεδιαστούν αιολικά πάρκα
  - με την φθηνή και εύκολη στην συντήρησή της λύση της κατασκευής ανεμογεννητριών πάνω σε βάρθρα τύπου jacket

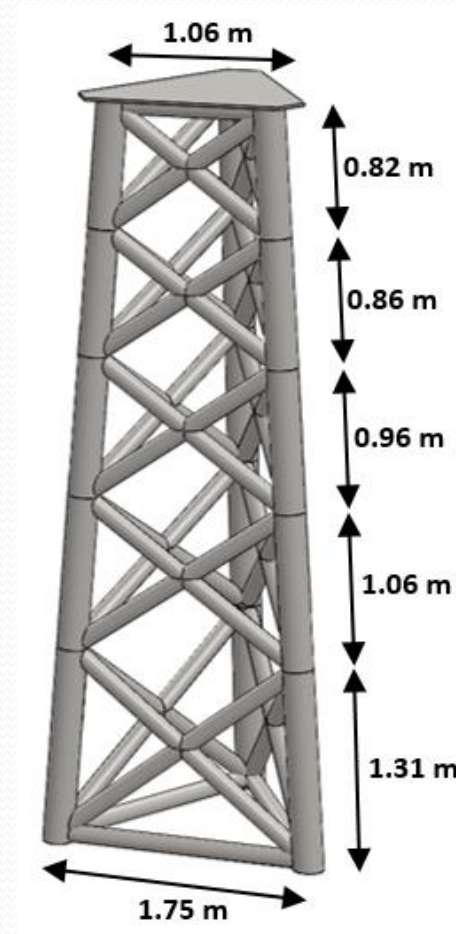


# Numerical and Experimental Investigation of Wave Loading on a Three-Legged Jacket Support Structure of Offshore Wind Turbines

Αριθμητική και Πειραματική Διερεύνηση Κυματικής  
Φόρτισης σε Τρίποδη Πλατφόρμα που Θεμελιώνει  
Υπεράκτιες Ανεμογεννήτριες

# Γιατί τρίποδη πλατφόρμα;

- Οι συνήθεις jacket είναι τετράποδες
- Τρίποδες υπερέχουν
  - Δομική Ακεραιότητα
  - Συνολική Απαιτούμενη Μάζα
  - Μικρότερο συνολικό κόστος κατασκευής



# Πειραματική Διάταξη

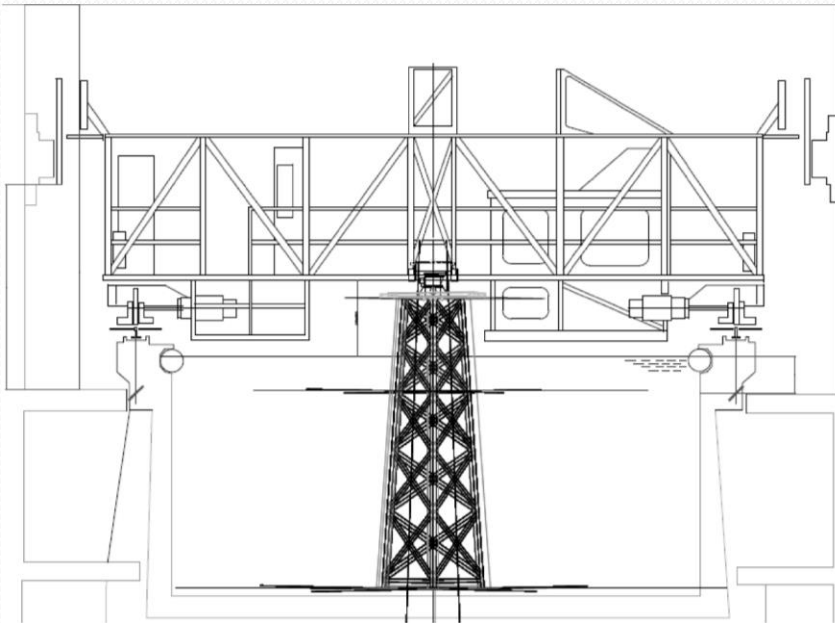
## Γεωμετρικές Ιδιότητες

Μάζα 1200 kg

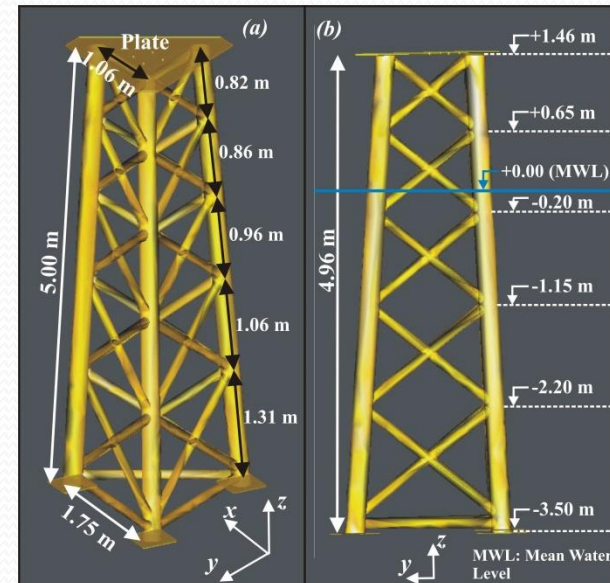
$d/t$  leg 210/5

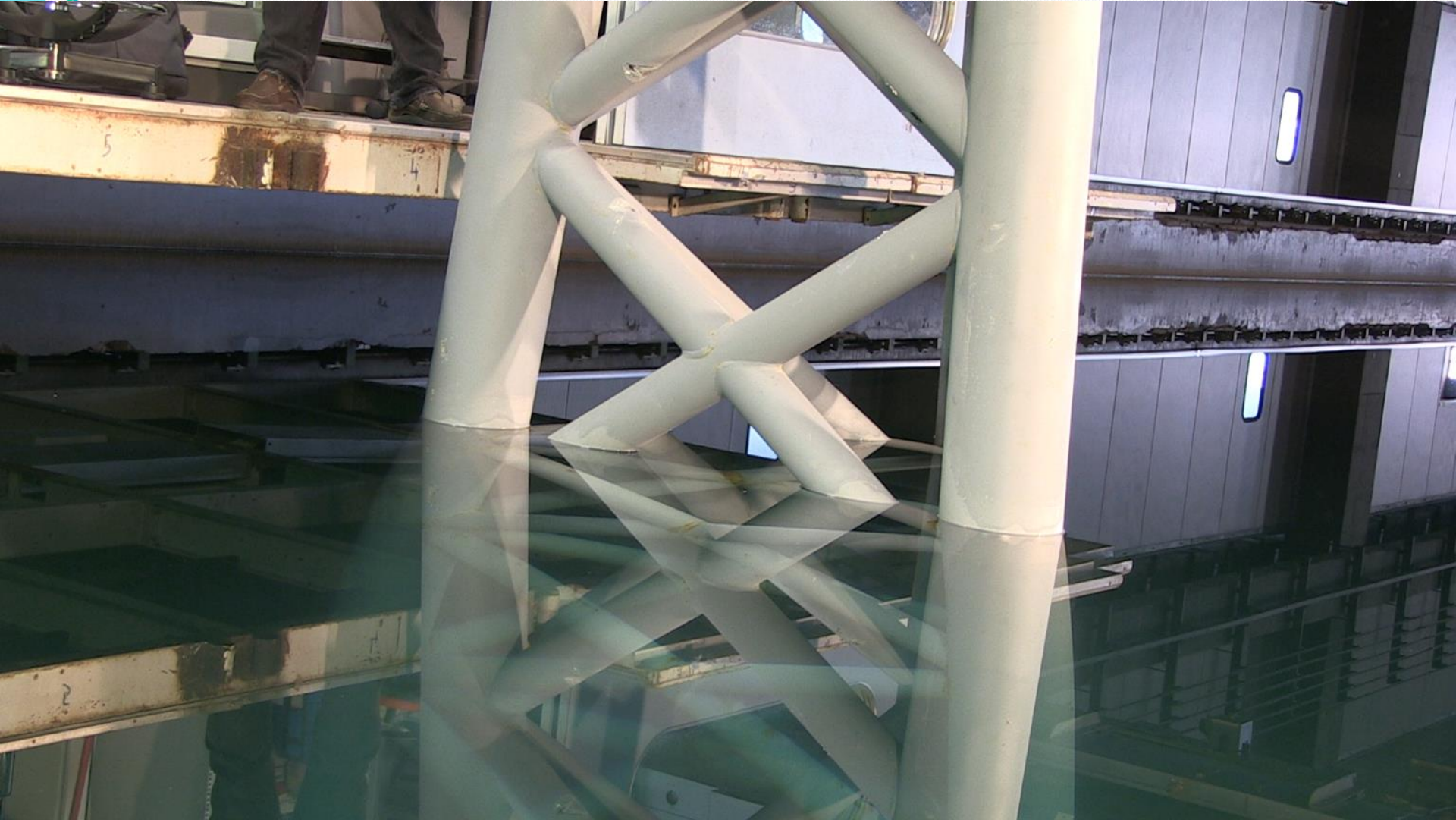
$d/t$  bracings 120/5

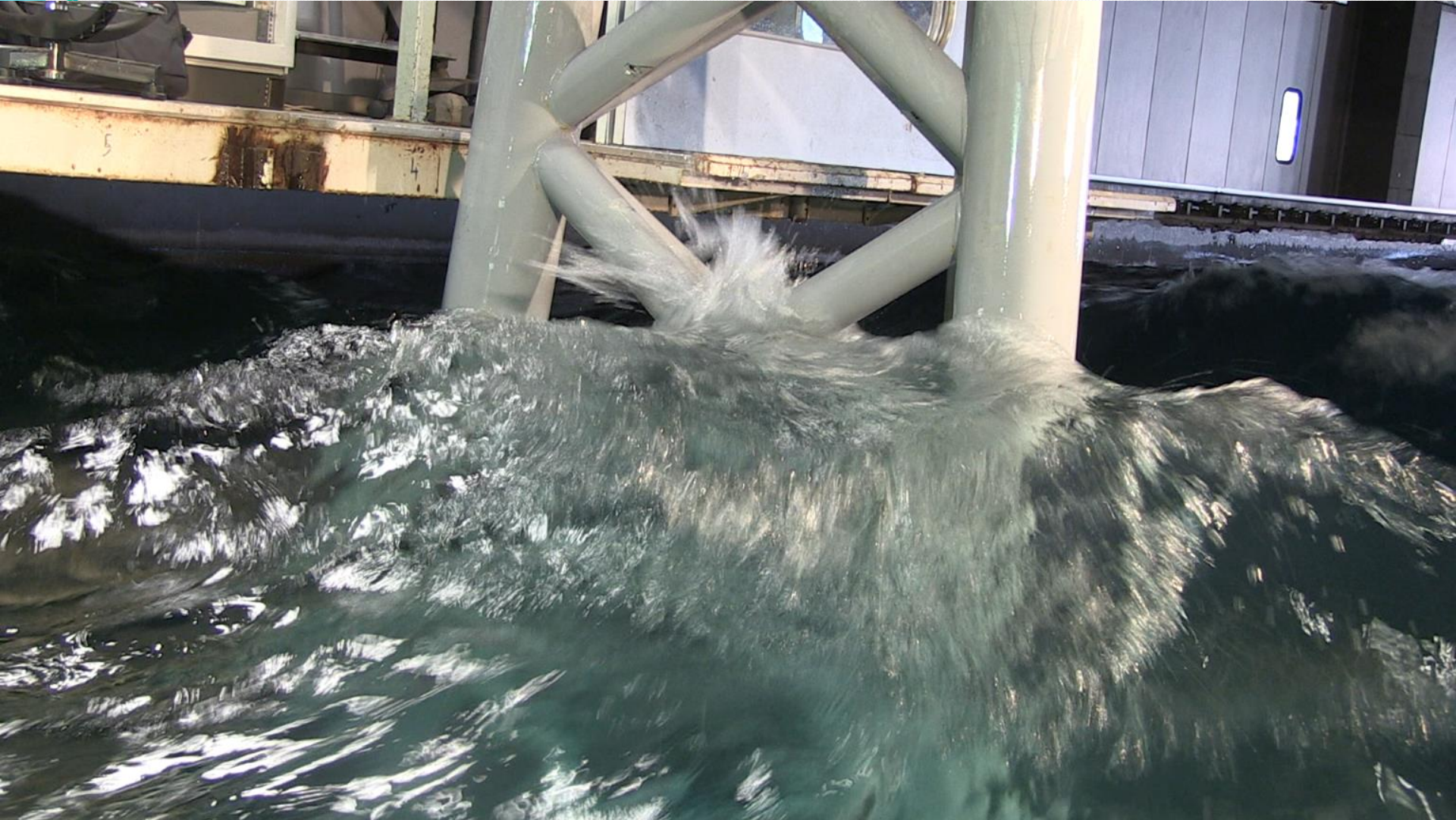
Ύψος 5 m

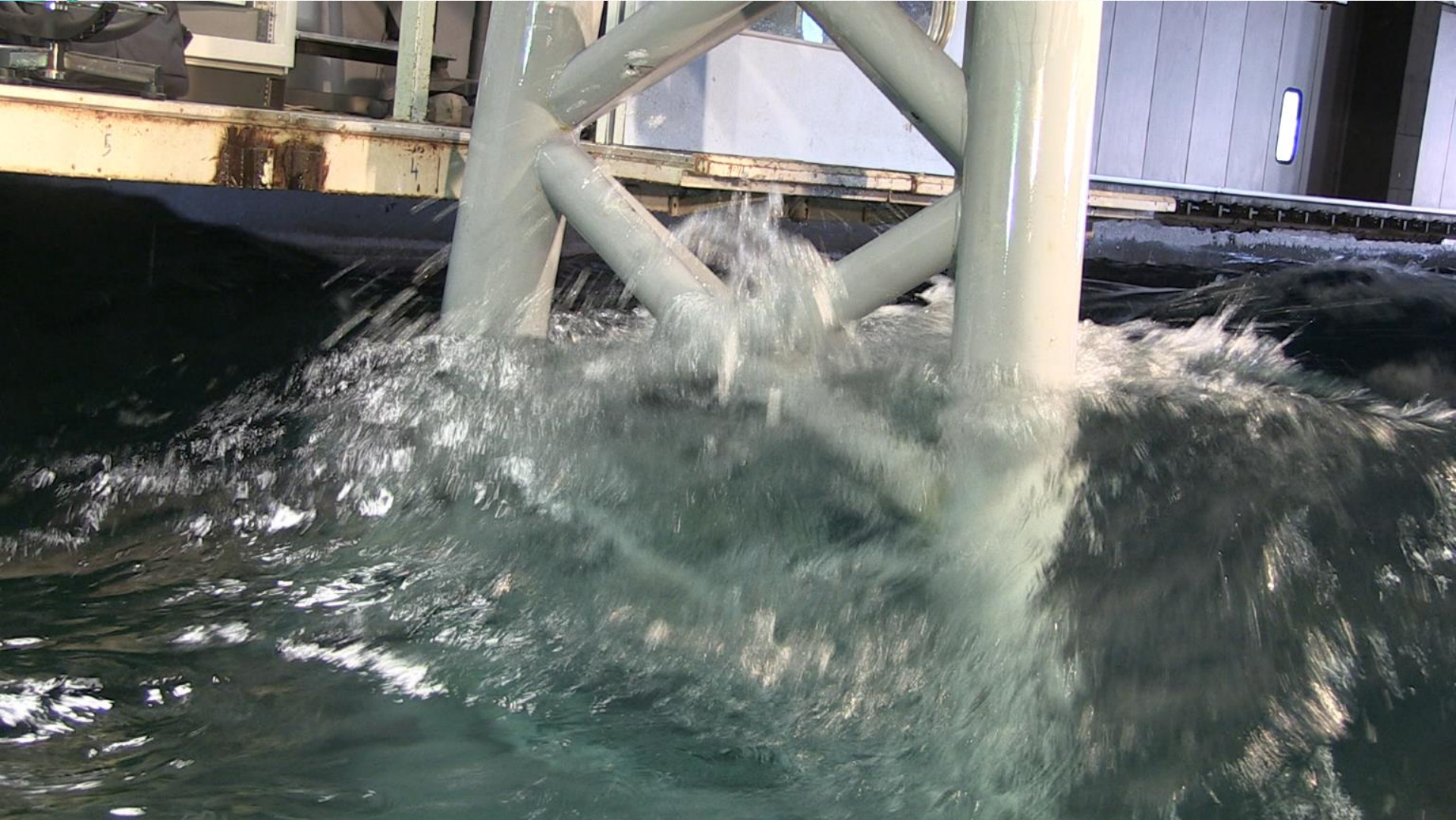


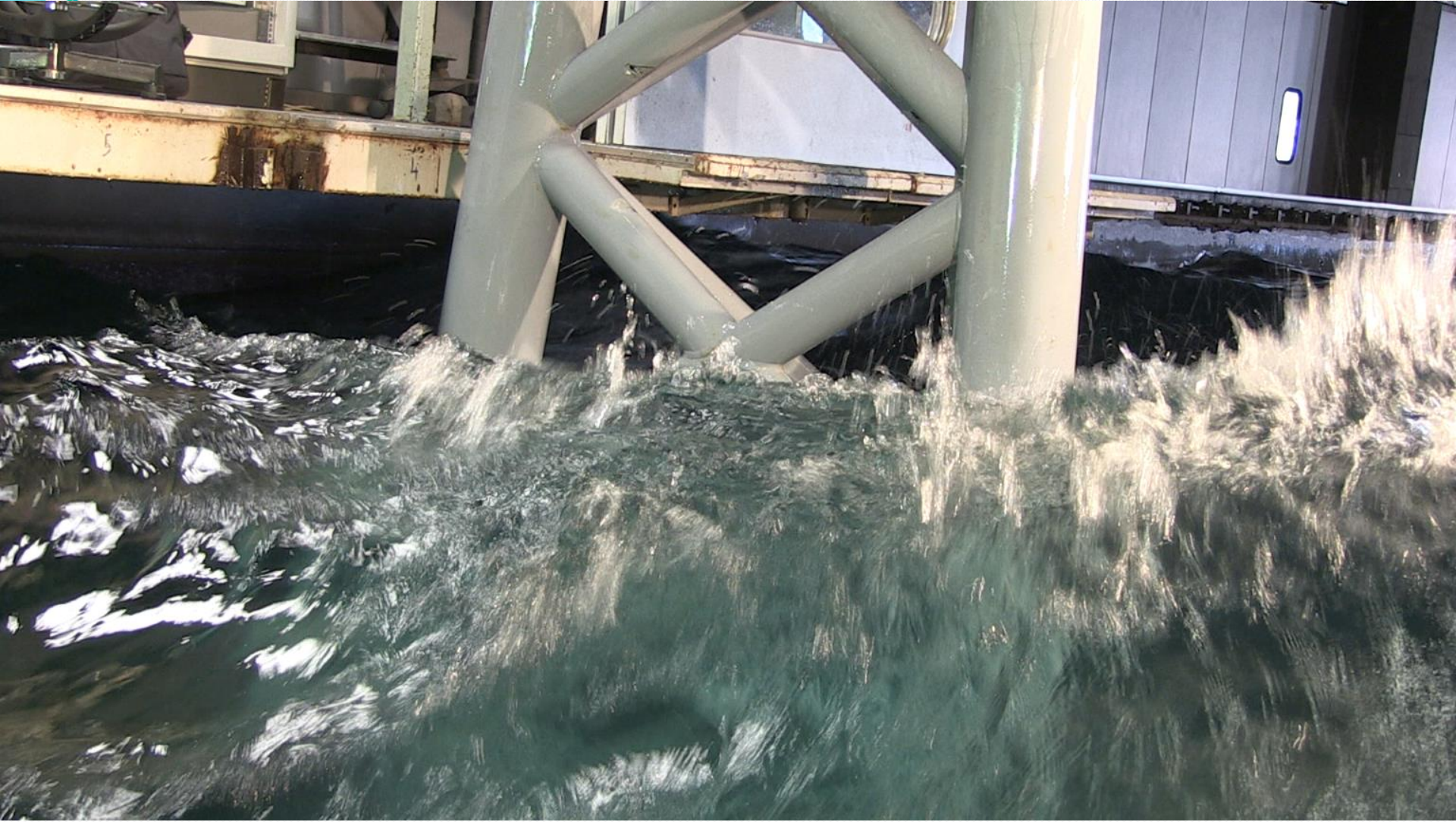
Κλίμακα: 1/18

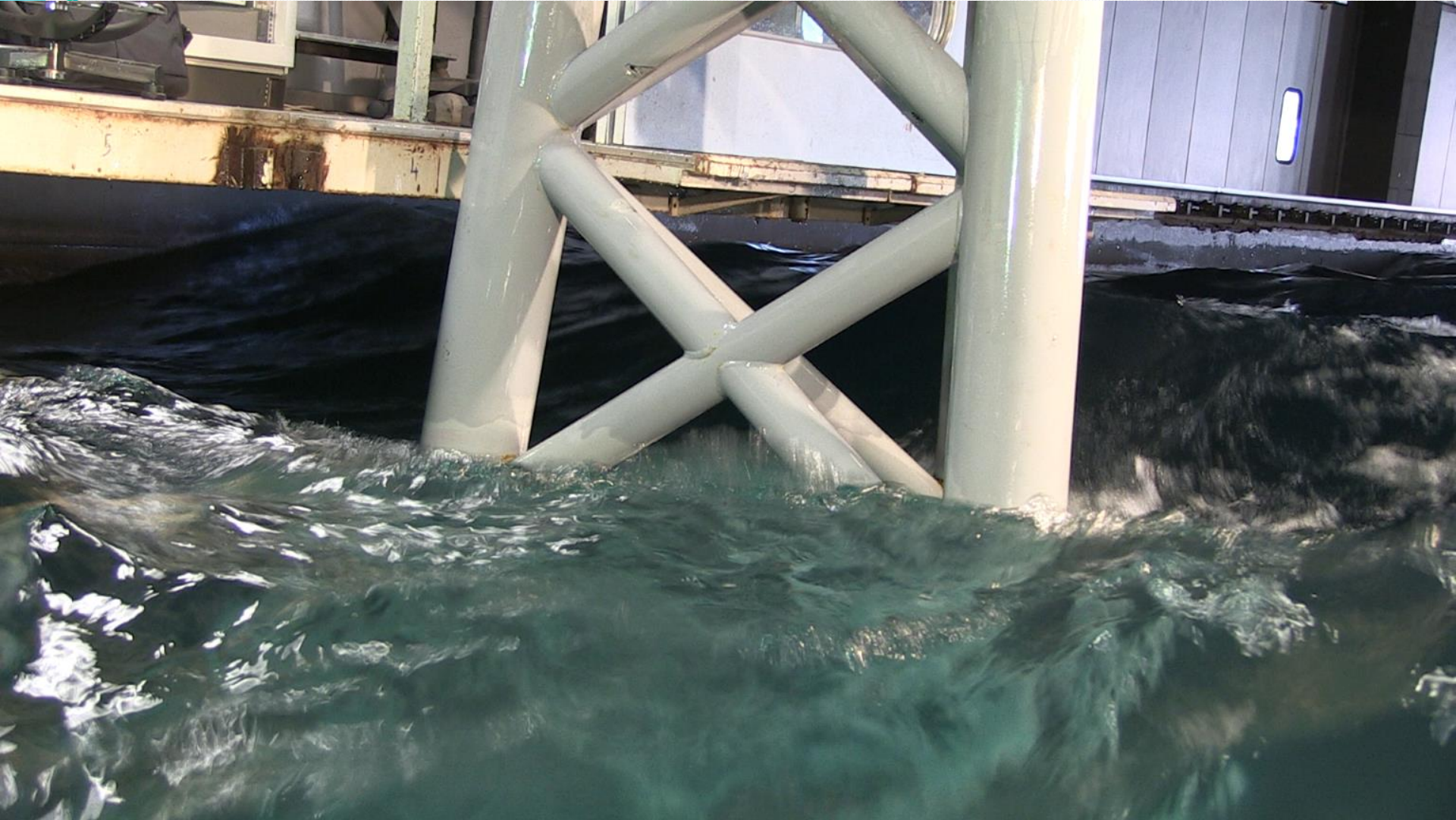








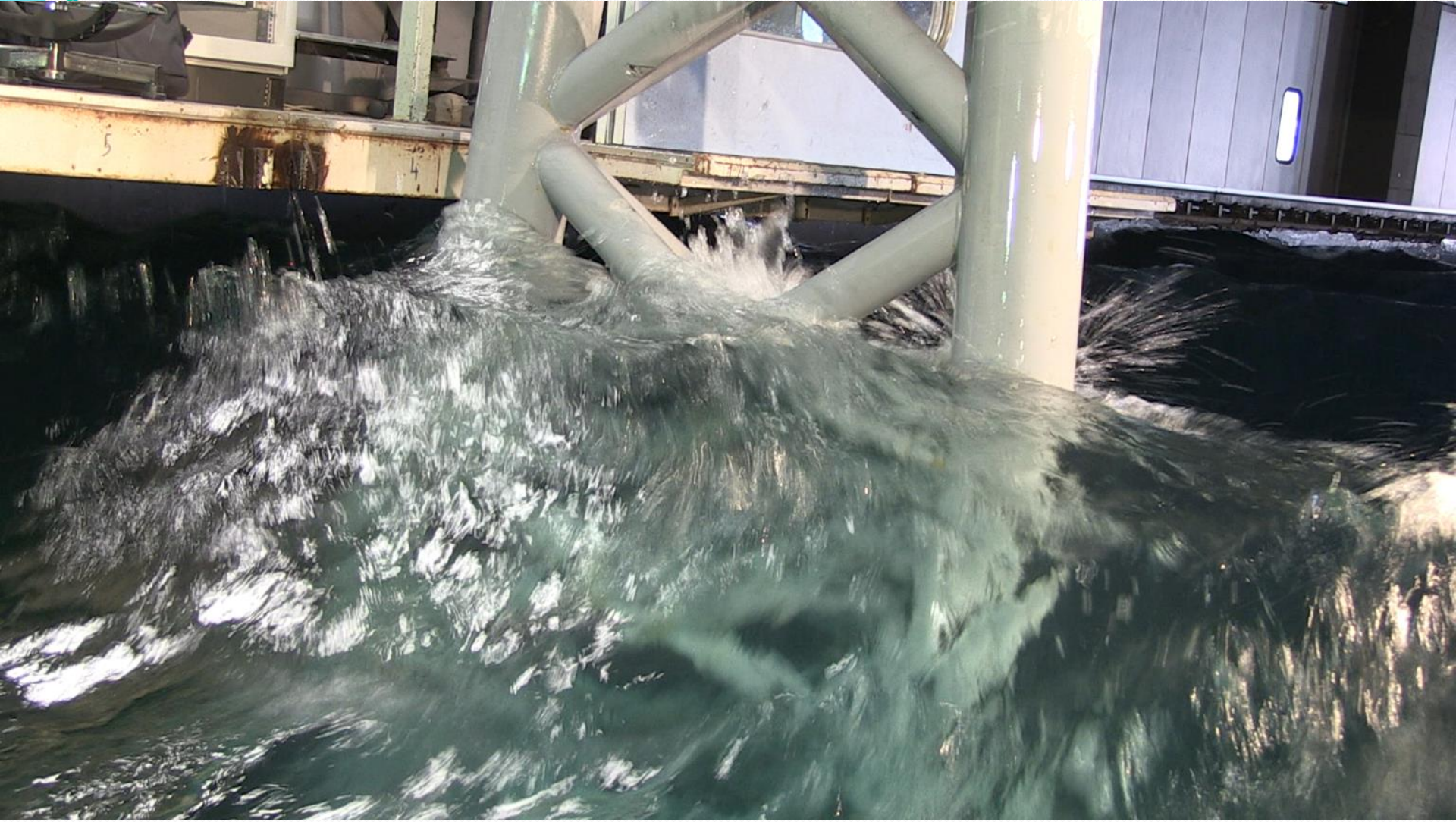


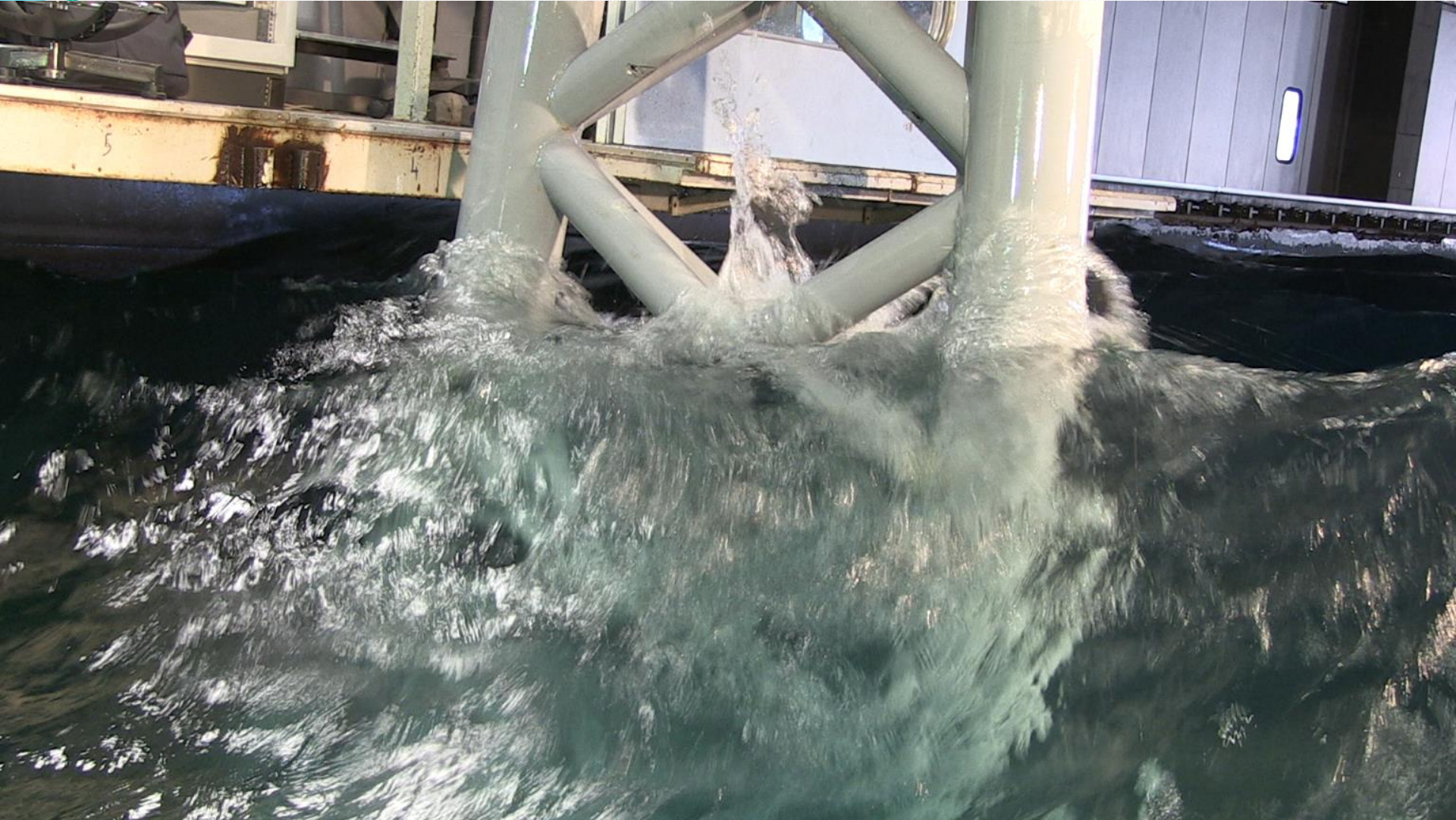








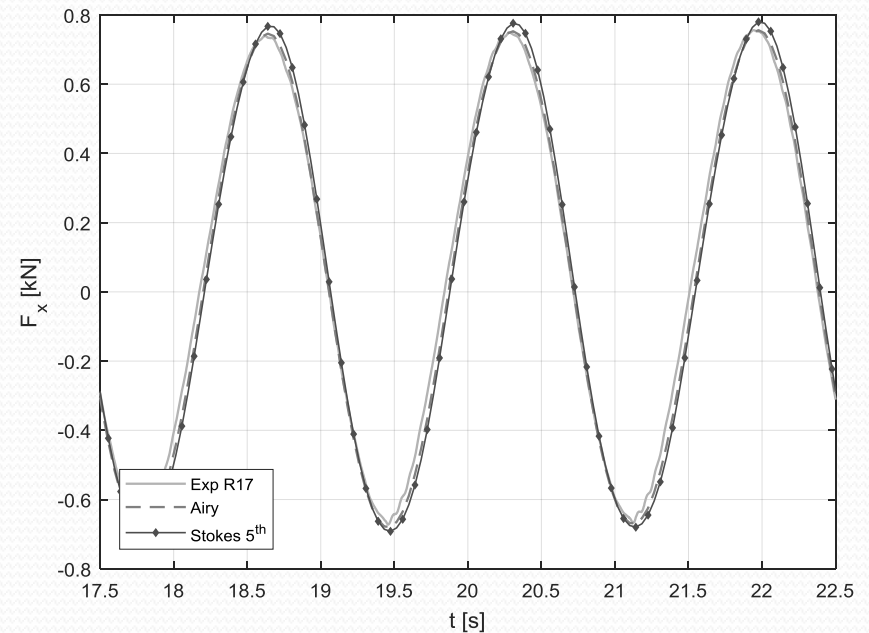
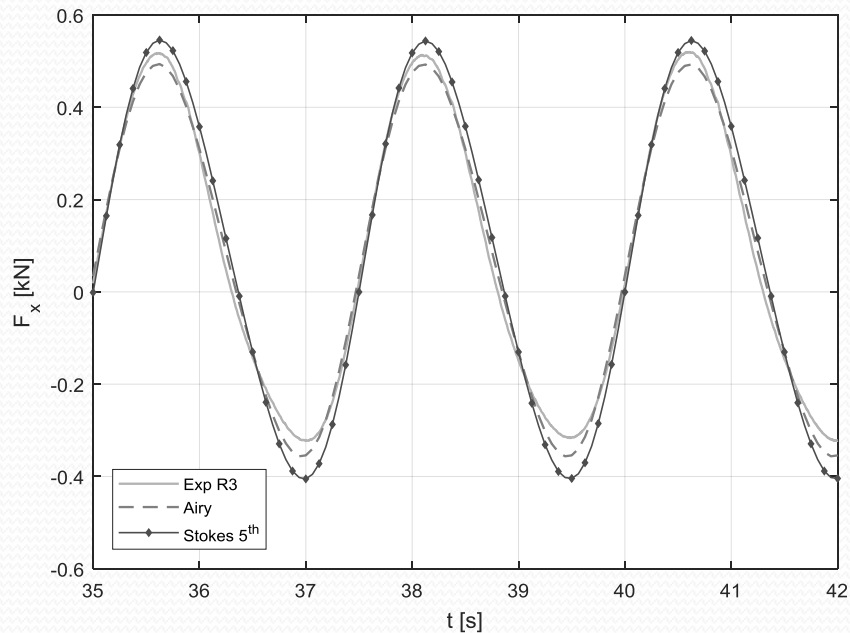




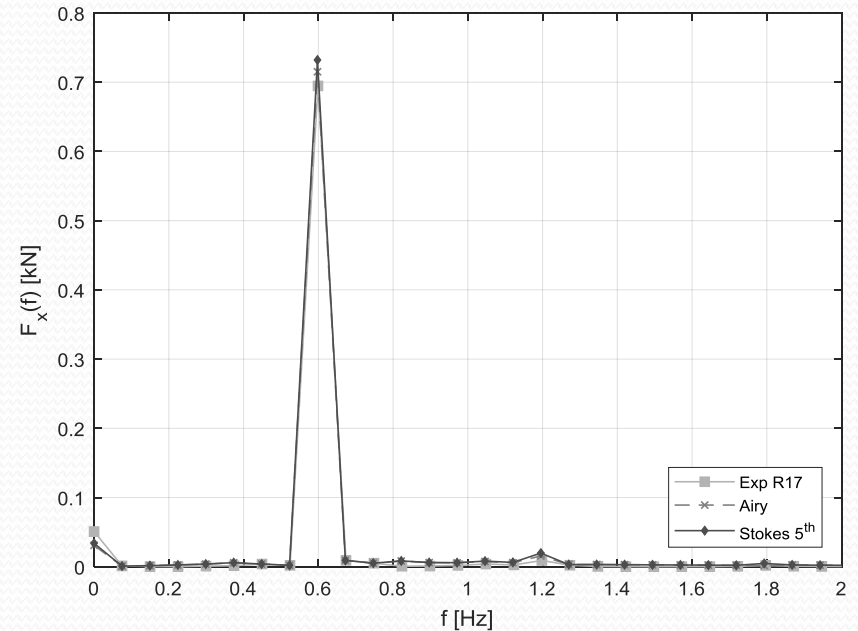
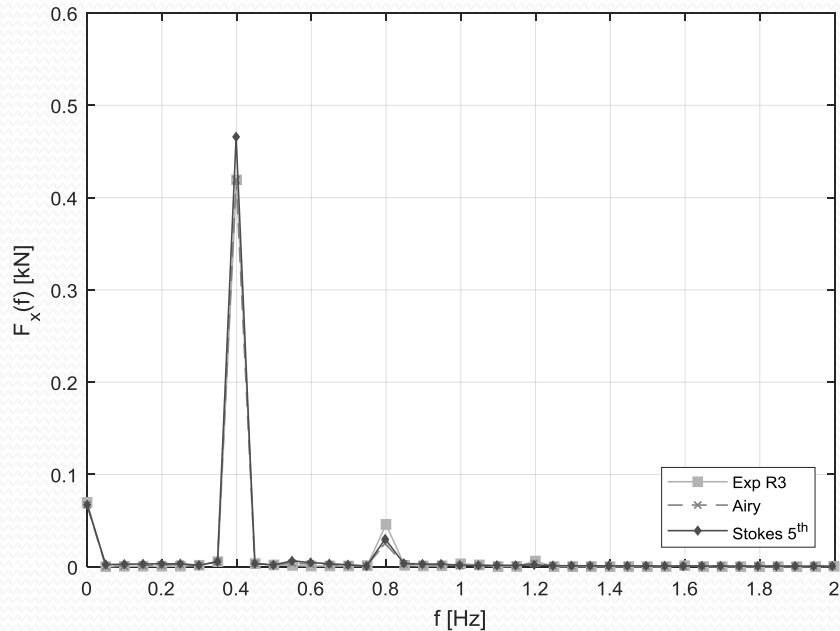




# Αποτελέσματα για R3 και R17

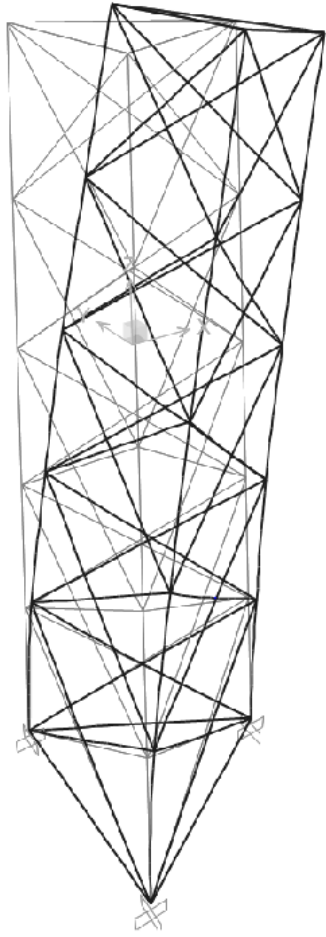


# Αποτελέσματα για R3 και R17

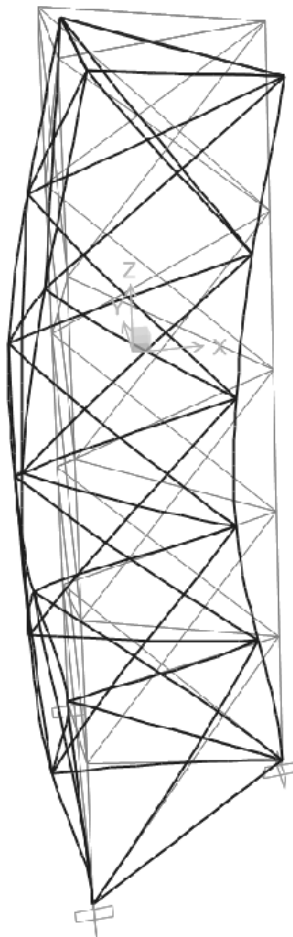




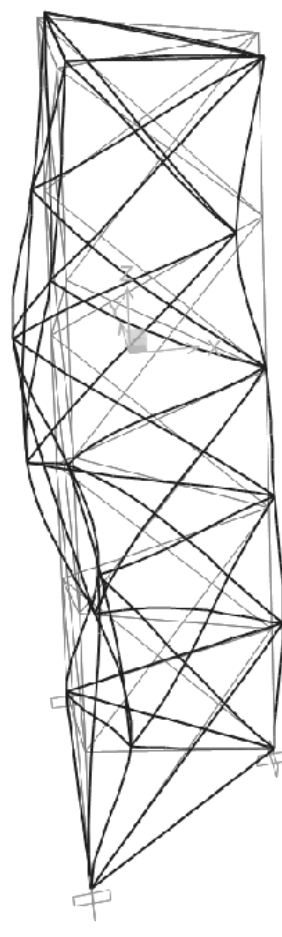
# Πραγματική Κατασκευή



Mode 1:  $T=0.706$  sec



Mode 2:  $T=0.151$  sec



Mode 3:  $T=0.085$  sec

## Mass Participation Rate (%)

Mode 1	72.3%
Mode 2	15%
Mode 3	1.89%

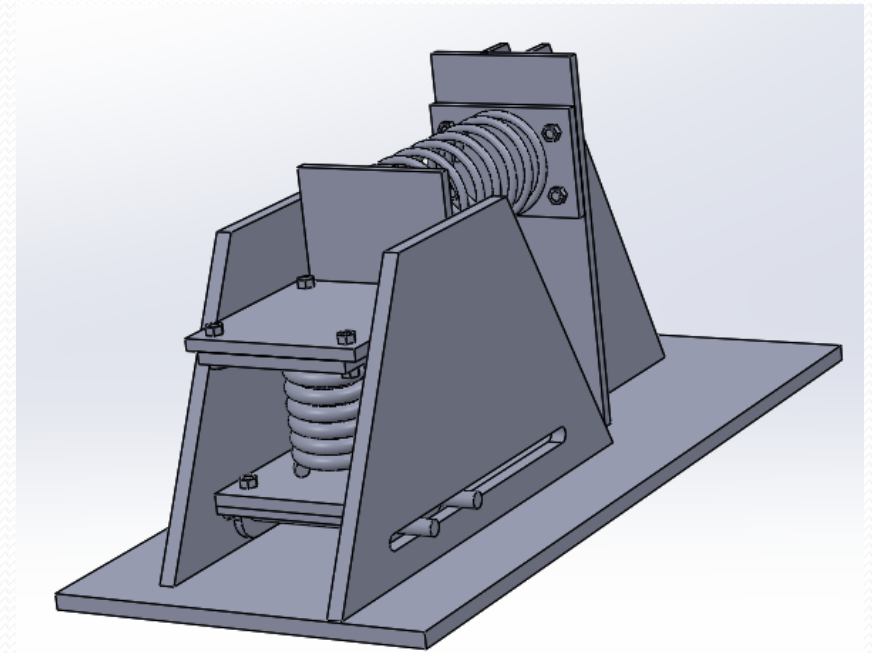
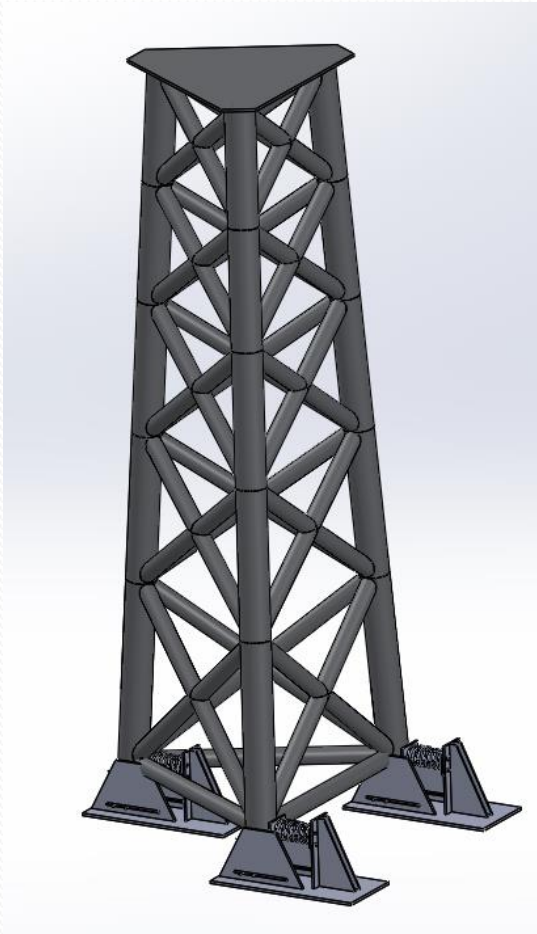
## Mode Period (s)

Mode 1	0.706
Mode 2	0.151
Mode 3	0.085

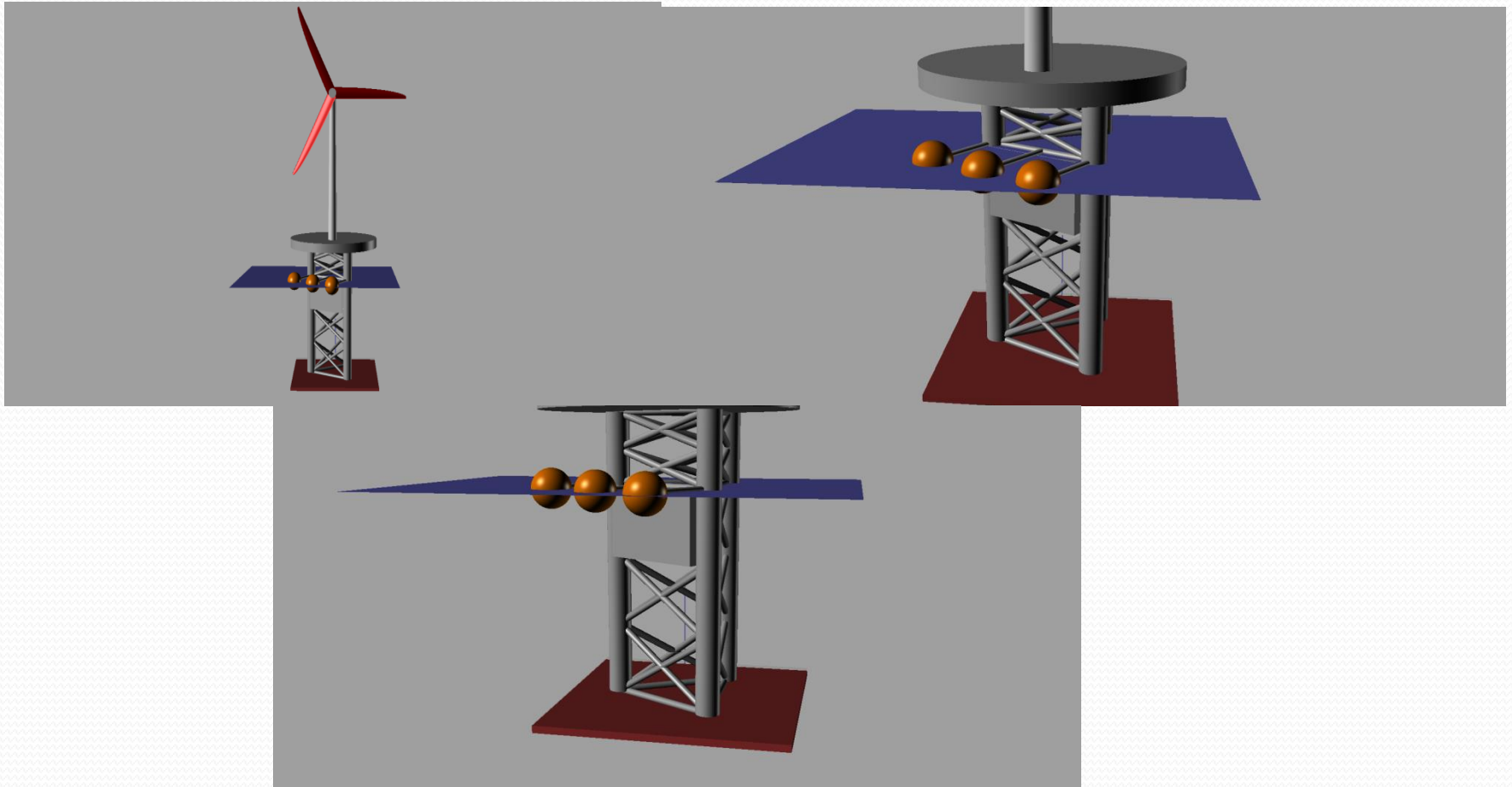
# Επόμενα βήματα

1. Σύγκριση Αριθμητικού Μοντέλου με φασματικούς εστιασμένους κυματισμούς (focused waves)
2. Πειραματική προσομοίωση αλληλεπίδρασης κατασκευής και θεμελίωσης και η επίδρασή της στα εντατικά μεγέθη της κατασκευής

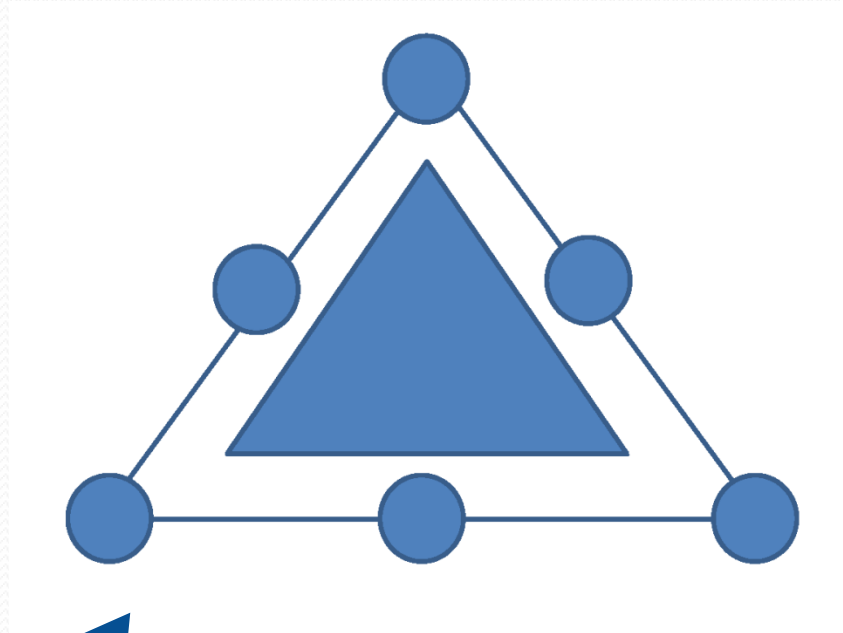
# Προσομοίωση θεμελίωσης με ελατήρια



# Μοντέλο Υβριδικής Πλατφόρμας

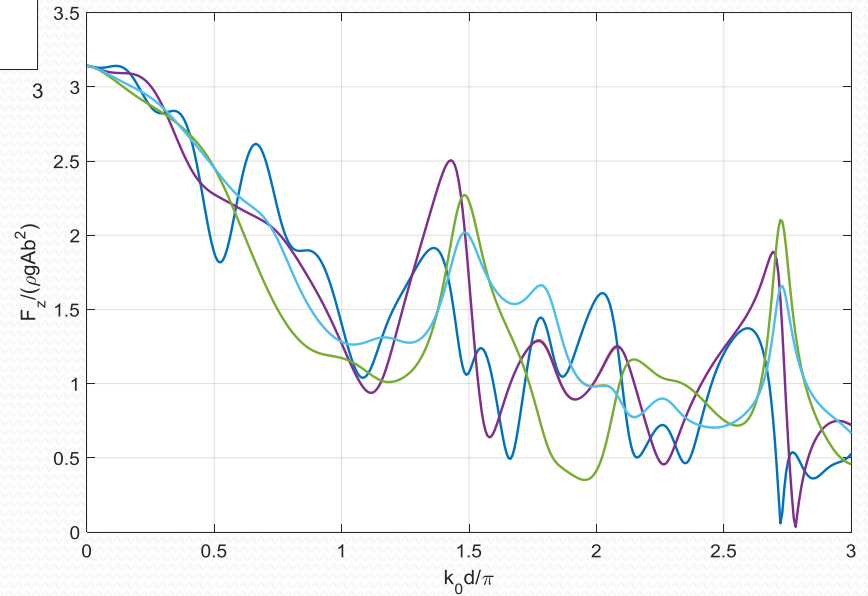
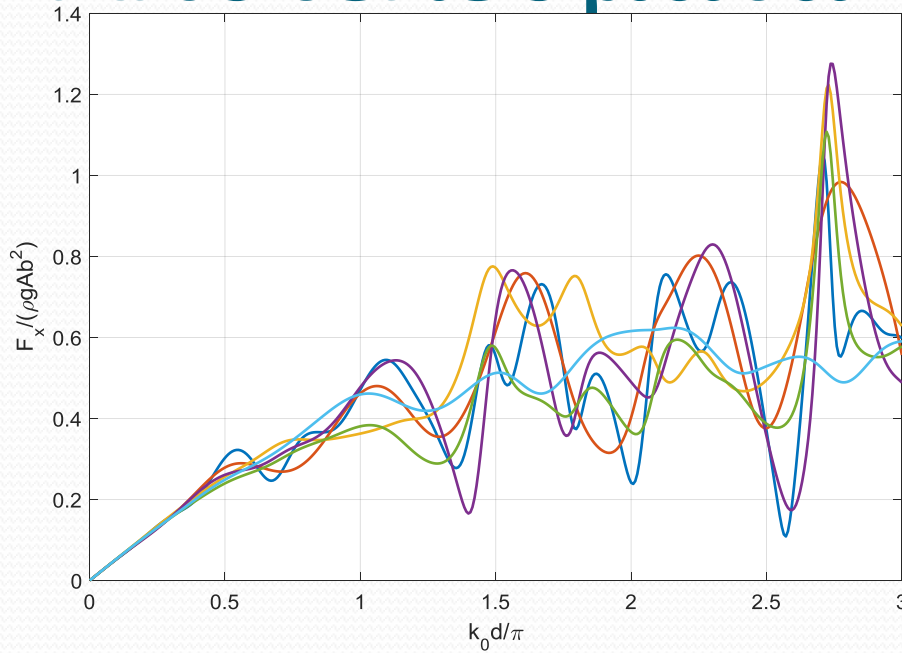


# Προκαταρκτικοί υπολογισμοί με πλωτούς κυλίνδρους



Διεύθυνση κυματισμών

# Αποτελέσματα



# Συμπερασματικά

- Το αριθμητικό μοντέλο προσομοιώνει ικανοποιητικά τις πειραματικές μετρήσεις όσον αφορά στους κανονικούς κυματισμούς
- Η περιγραφή των κανονικών κυματισμών των μετρήσεων με μη γραμμικές λύσεις κρίνεται απαραίτητη
- Η εξέταση της επάρκειας του μοντέλου σε μη κανονικούς κυματισμούς είναι απαραίτητο βήμα γιατί προσομοιάζει ρεαλιστικές περιβαλλοντικές συνθήκες
- Ο τρόπος αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής μπορεί να επηρεάσει πολύ τα εντατικά μεγέθη της κατασκευής.

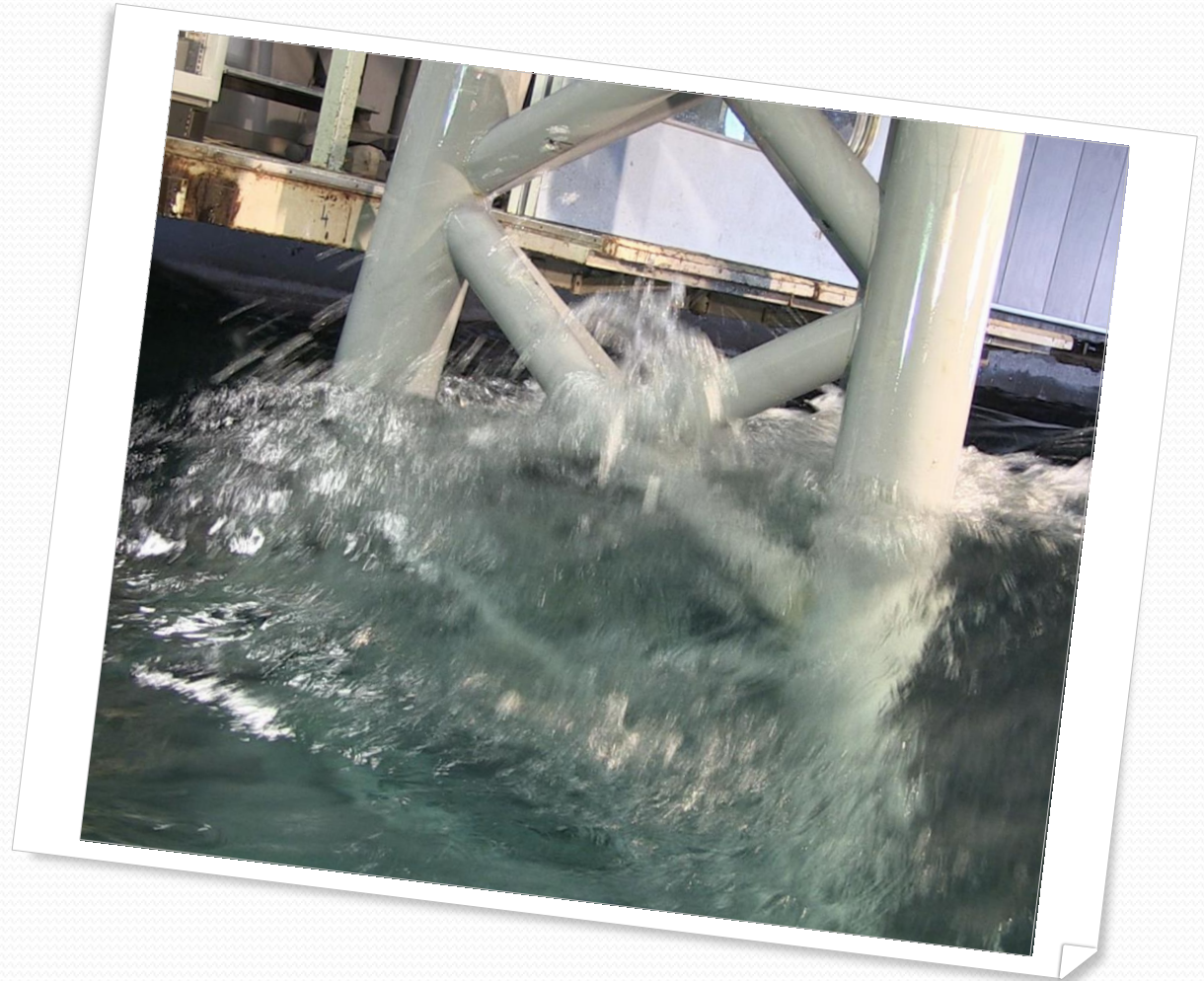
## Συνέργειες



[www.naval.ntua.gr](http://www.naval.ntua.gr)



[www.civ.uth.gr](http://www.civ.uth.gr)



Σας ευχαριστώ!!!