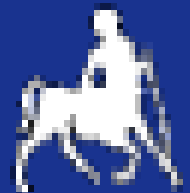


ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗ & ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Σειρά V-3:

ΠΛΩΤΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Δρ. Βασιλική Κατσαρδή



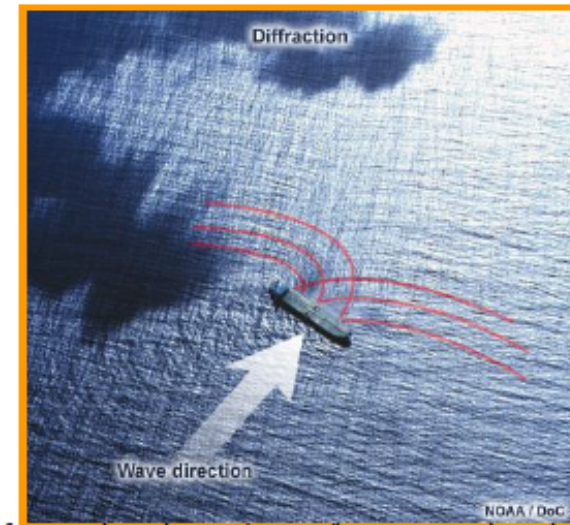
«ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ,
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ,
Ακτομηχανική και λιμενικά έργα »
Εύα Λουκογεωργάκη

Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Γενικά (1)

- Όταν για ένα βυθισμένο σώμα:
 - (α) Η χαρακτηριστική διάσταση του σώματος D ίδιας τάξης με το μήκος κύματος L ($O[D]=O[L]$) \Rightarrow περίθλαση σημαντική
 - (β) Το ύψος κύματος H μικρότερο του D ($O[H/D]<0.1$) \Rightarrow μη ανάπτυξη οριακής στοιβάδας γύρω από την παράπλευρη επιφάνεια του σώματος (δύναμη σύρσης αμελητέα)

Ο υπολογισμός των υδροδυναμικών φορτίσεων $\Delta E N$ πραγματοποιείται με την εξίσωση *Morison*.

Στην περίπτωση αυτή το σώμα επιδρά στη διαμόρφωση του κυματικού πεδίου (ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ) \Rightarrow Εφαρμογή Θεωρίας Περίθλασης (υπολογισμός συνισταμένης δύναμης λόγω πιέσεων στην επιφάνεια του σώματος μετά τον υπολογισμό του αναδιαμορφωμένου κυματικού πεδίου γύρω από το σώμα λόγω περίθλασης).



http://www.cityoforangebeach.com/pages/know_your_beach/ripcurrents/near_shore_formation/print.htm

Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Γενικά (2)

- *Περιγραφή πεδίου ροής:* Συνάρτηση Δυναμικού $\Phi(x,y,z,t)$ (παραδοχή αστρόβιλης ροής).
- Η *συνάρτηση δυναμικού Φ* για την περίπτωση εύρεσης υδροδυναμικής φόρτισης (θεώρησης ακίνητου σώματος) ισοδυναμεί με τη συνάρτηση δυναμικού λόγω περίθλασης (Φ_D) και αποτελείται από *δύο συνιστώσες* (γραμμικοί κυματισμοί, γραμμικοποίηση του προβλήματος).

$$\Phi \equiv \Phi_D = \Phi_i + \Phi_s$$

- Φ_i : *Συνάρτηση δυναμικού προσπίπτοντων κυματισμών* (γνωστή από θεωρία προωθούμενων κυματισμών σε δύο ή τρεις διαστάσεις), π.χ.

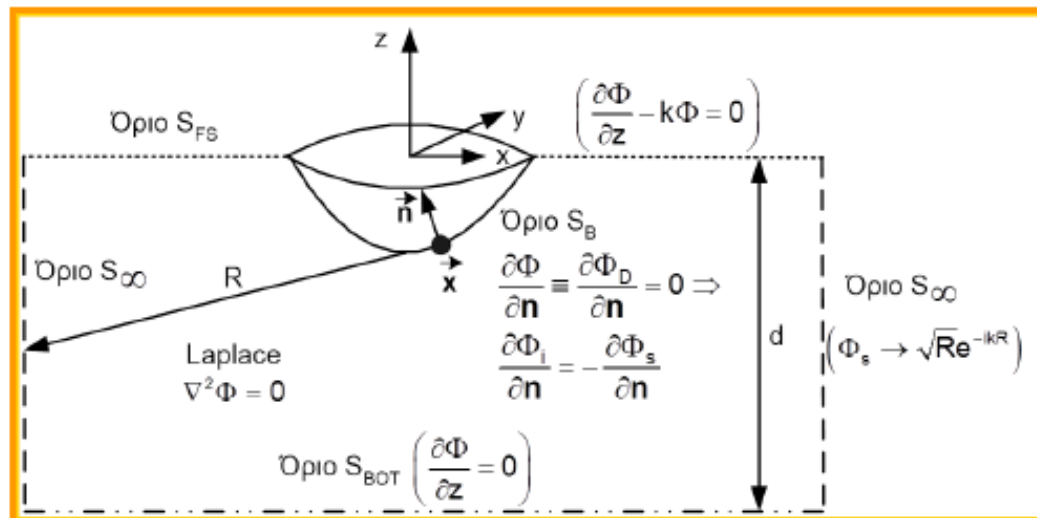
$$\Phi_i = \frac{igA}{\omega} \frac{\cosh[k(z+d)]}{\cosh(kd)} e^{-ikx \cos\beta -iky \sin\beta}$$

- Φ_s : *Συνάρτηση δυναμικού των κυματισμών που 'εκπέμπονται' από το σώμα λόγω διασκορπισμού* (πρέπει να υπολογιστεί).



Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Γενικά (3)

- **Μαθηματική διατύπωση:** Διαμόρφωση ενός Προβλήματος Συνοριακών Τιμών (Boundary Value Problem), το οποίο αποτελείται από διαφορικές εξισώσεις και συγκεκριμένες οριακές συνθήκες (ελεύθερη επιφάνεια, πυθμένας, σώμα, συνθήκη ακτινοβολίας) που περιγράφουν πλήρως τα διάφορα όρια αυτού.
- **Μαθηματική Επίλυση:** Μέθοδος Συνοριακών Ολοκληρωτικών Εξισώσεων



- **Πλήρης Δυναμική Ανάλυση Πλωτού Ογκώδους Σώματος** ⇔ συμπερίληψη **ΚΙΝΗΣΗΣ** σώματος ⇔ συμπερίληψη συναρτήσεων δυναμικού που εκφράζουν τους ακτινοβολούμενους λόγω της κίνησης του σώματος κυματισμούς.

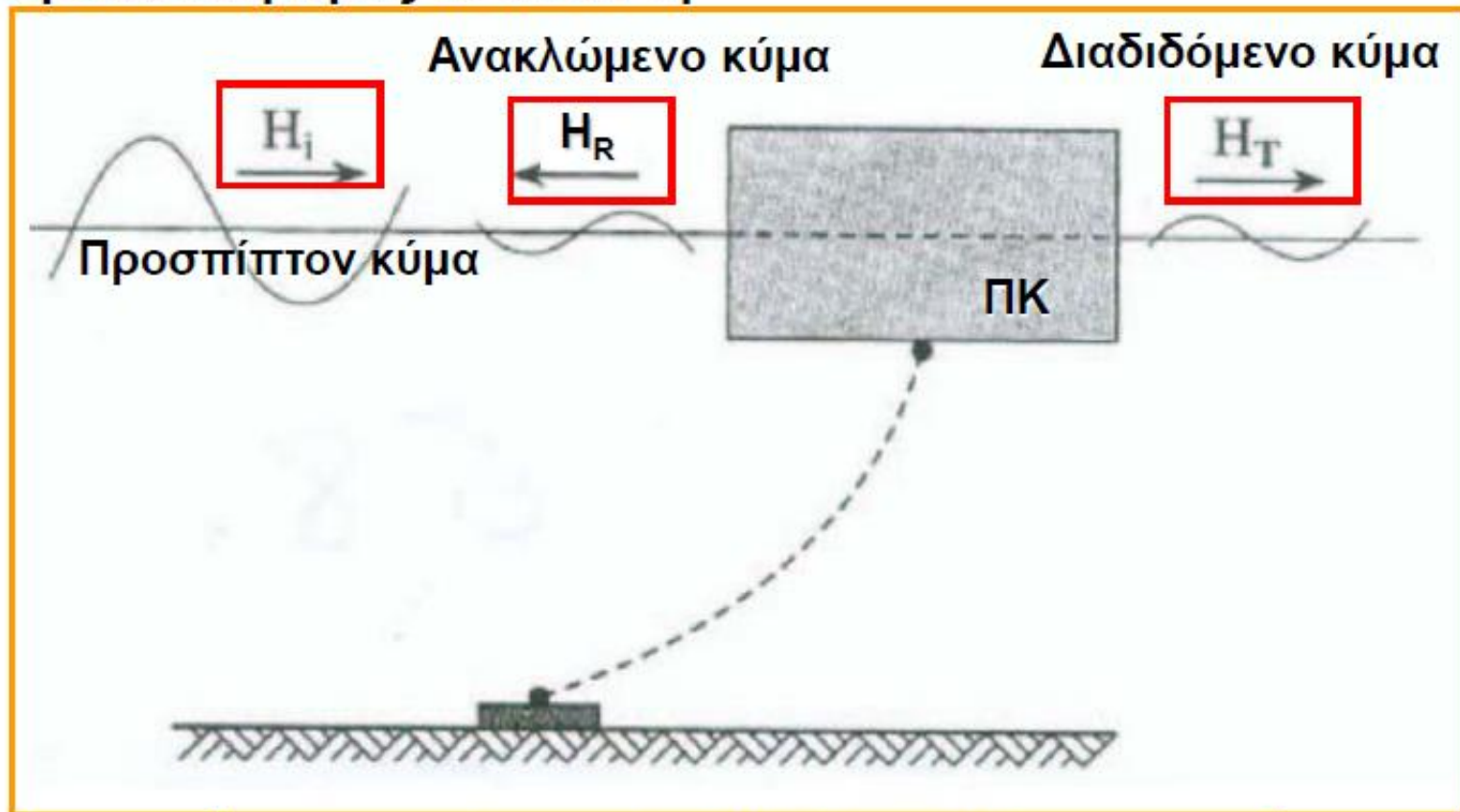
Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Πλωτοί Κυματοθραύστες (1)

- **Πλωτοί Κυματοθραύστες (ΠΚ):** Ογκώδεις κατασκευές που δεν είναι θεμελιωμένες στον πυθμένα (πλωτές) αλλά αγκυροβολούνται στον πυθμένα (ανάλογα με τον τρόπο αγκυροβόλησής τους έχουν δυνατότητα ταλάντωσης σε έναν ή περισσότερους βαθμούς ελευθερίας).
- **Σκοπός:** Μείωση της προσπίπτουσας κυματικής ενέργειας μέσω παρεμβολής τους στο ανώτερο τμήμα της στήλης νερού (τμήμα που περιέχεται το μεγαλύτερο μέρος της κυματικής ενέργειας).



Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Πλωτοί Κυματοθραύστες (2)

- **Παρεμβολή ΠΚ:** Μερική ανάκληση προσπίπτοντος κυματισμού και μερική διάδοση προς τα κατόντη



Λειτουργία ΠΚ (Σχήμα 9.13)

Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Πλωτοί Κυματοθραύστες (3)

- Αποτελεσματικότητα ΠΚ: Συντελεστής διάδοσης και Συντελεστής ανάκλασης.

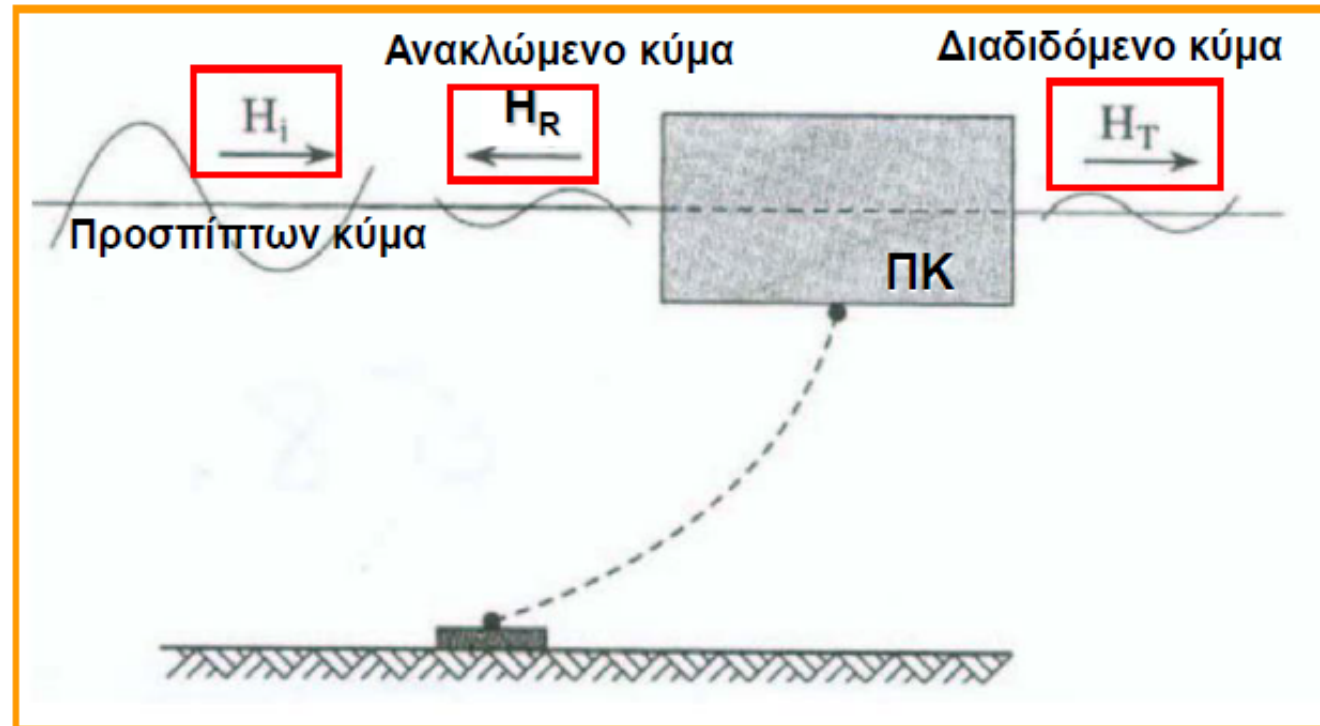
Συντελεστής διάδοσης

$$C_T = \frac{H_T}{H_i}$$

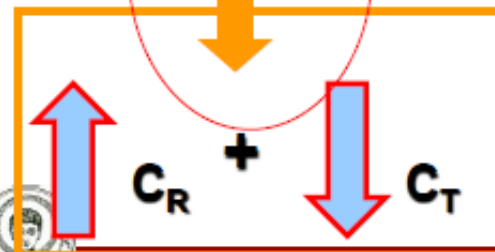
Συντελεστής ανάκλασης

$$C_R = \frac{H_R}{H_i}$$

$$H_i^2 \geq H_R^2 + H_T^2 \Rightarrow C_R^2 + C_T^2 \leq 1$$



Λειτουργία ΠΚ (Σχήμα 9.13)

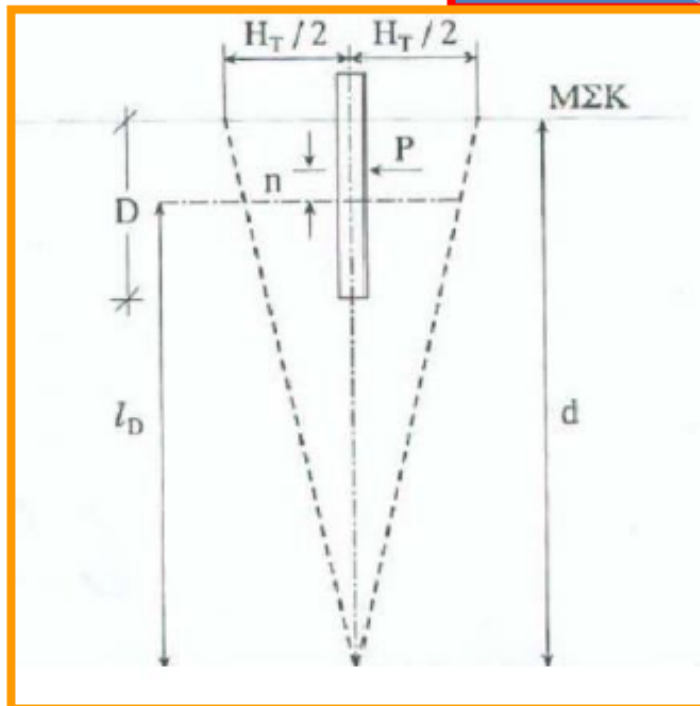


Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Πλωτοί Κυματοθραύστες (4)

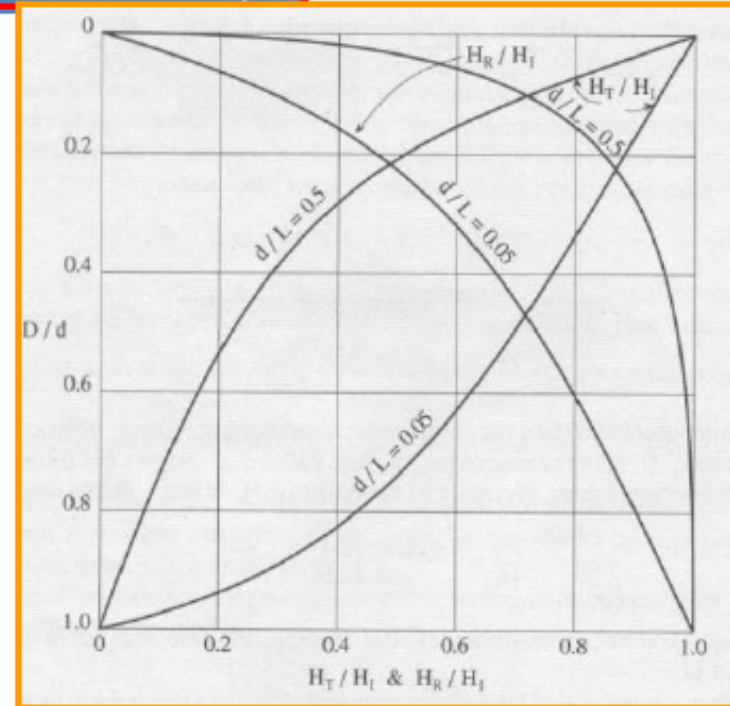
- Θεωρητική Ανάλυση Επιδράσεως Κατακόρυφης Πλάκας:

$$C_T = \frac{H_T}{H_i} = \left(\frac{\sinh [4\pi(d-D)/L]}{\sinh(4\pi d/L)} \right)^{1/2}$$

Αναλυτική
εξίσωση



Κατακόρυφη πλάκα (Σχήμα 9.14α)



Μεταβολή C_T και C_R (Σχήμα 9.14β)



Φορτίσεις Ογκωδών Σωμάτων: Πλωτοί Κυματοθραύστες (5)

- Για ΠΚ με δυνατότητα *κατακόρυφης ταλαντώσεως*, η *αποτελεσματικότητα* εξαρτάται και από την *ιδιοπερίοδο* της κατασκευής:

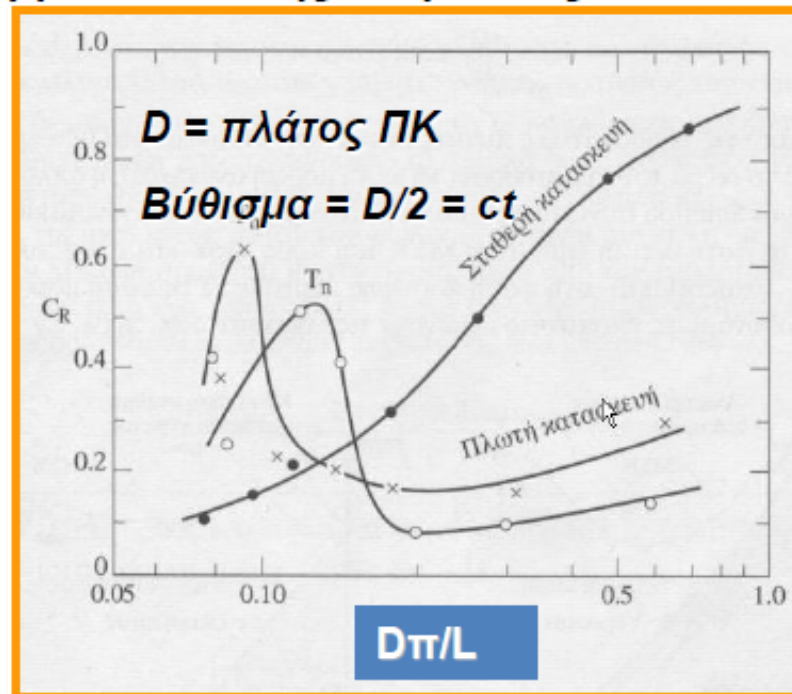
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{A\rho g}}$$

Αυτού του είδους ΠΚ εμπειρικά έχει αποδειχθεί ότι είναι *αποτελεσματικοί* όταν:

(α) η κατά την κατεύθυνση διάστασή τους (έστω **B**) είναι *παραπλήσια* ή *πολλαπλάσιο του μήκους κύματος* (για βραχείς ως προς το **B** κυματισμούς) ή/και

(β) *περίοδος κύματος* είναι *παραπλήσια* με *ιδιοπερίοδο του ΠΚ* (συντονισμός κατακόρυφης κίνησης \Rightarrow ακτινοβολούμενα κύματα με φάση αντίθετη από τη φάση του κύματος \Rightarrow αύξηση ποσοστού ανάκλασης).

όπου: M = μάζα του σώματος και A = εμβαδόν ίσαλης επιφάνειας



Μεταβολή C_R για σταθερό και αγκυροβολημένο ΠΚ (Σχήμα 9.15)