



Ακτομηχανική και λιμενικά έργα

Διάλεξη 14^η. Υδροδυναμικές Φορτίσεις
Παράκτιων Τεχνικών Έργων

Εύα Λουκογεωργάκη
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ακτομηχανική και Λιμενικά Έργα

7^ο Εξάμηνο

Κεφάλαιο 9: Υδροδυναμικές Φορτίσεις Παράκτιων Τεχνικών Έργων



Περιεχόμενα Κεφαλαίου

Στόχος: Ποσοτική εκτίμηση των περιβαλλοντικών φορτίων επάνω στα έργα: υδροστατικές φορτίσεις (ακίνητο νερό, όχι κύμα), υδροδυναμικές φορτίσεις (λόγω κύματος), φορτίσεις λόγω ρεύματος

Χαρακτηριστικό στο θαλάσσιο περιβάλλον: Υδραυλική η *συνύπαρξη ρεύματος* (u) και *κύματος* ($\partial u/\partial t$) \Rightarrow Συνύπαρξη μόνιμων και μεταβαλλόμενων ροών

- Φορτίσεις *Κυλινδρικών Σωμάτων* (πάσσαλοι και αγωγοί)
- Φορτίσεις *Ογκωδών Σωμάτων*
- Φορτίσεις *Κατακόρυφων Μετώπων*
- *Ευστάθεια Πρανών* (έργα με κεκλιμένα πρανή)



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (1)

- *Βυθισμένο σώμα σε κινούμενο ρευστό ταχύτητας U.*
 - ⇒ *Αναδιαμόρφωση* του *πεδίου ταχυτήτων* κοντά στο σώμα με δημιουργία οριακών στιβάδων και ζωνών αποκόλλησης και στροβιλισμών.
 - ⇒ *Δράση συνισταμένης* ορθών τάσεων (*πιέσεων*) και διατμητικών τάσεων (*τριβών*) με υπερέχουσα είτε την πρώτη (σώμα με μεγάλη τοπική επιφάνεια) είτε τη δεύτερη (σώμα με υδροδυναμικό σχήμα αλλά σημαντική παράπλευρή επιφάνεια).
- *Βυθισμένο σώμα* σε περιοχή που δρουν οι κυματισμοί έχει χαρακτηριστική διάσταση D εγκάρσια στη διεύθυνση διάδοσης που ικανοποιεί την ανισότητα:

$D < 0.2L$

 - ⇒ *Το σώμα ΔΕΝ επιδρά* στη διαμόρφωση του κυματικού πεδίου (ΟΧΙ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ) ⇒ Εφαρμογή *Εξίσωσης Morison* (Συνολική Δύναμη = Συρτική Δύναμη + Δύναμη Αδράνειας).
- *Εάν ΔΕΝ ισχύει* η παραπάνω ανισότητα, δηλαδή, τα D και L της ίδιας τάξης ⇒ *το σώμα επιδρά* στη διαμόρφωση του κυματικού πεδίου (ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ) ⇒ 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).



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (2)

- Σε περιπτώσεις κυλινδρικών σωμάτων (πάσσαλοι, βάθρα γεφυρών ή κρηπιδότοιχων, αγωγοί) **ΙΣΧΥΕΙ** η Εξίσωση Morison.

Εξίσωση Morison

Συνολική δύναμη

=

Δύναμη Σύρσης

+

Δύναμη Αδράνειας



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (2)

- Σε περιπτώσεις κυλινδρικών σωμάτων (πάσσαλοι, βάθρα γεφυρών ή κρηπιδοτοιχων, αγωγοί) **ΙΣΧΥΕΙ η Εξίσωση Morison**

Εξίσωση Morison

$$\text{Συνολική δύναμη} = \text{Δύναμη Σύρσης} + \text{Δύναμη Αδράνειας}$$

- a) **Δύναμη Σύρσεως** F_D (drag force) (δύναμη λόγω κύματος ή/και λόγω ρεύματος)

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A U |U|$$

όπου:

A = μετωπική ή παράπλευρη επιφάνεια

C_D = συντελεστής σύρσης

ρ = πυκνότητα ρευστού

D = χαρακτηριστική διάσταση σώματος (π.χ. διάμετρος κυλίνδρου)



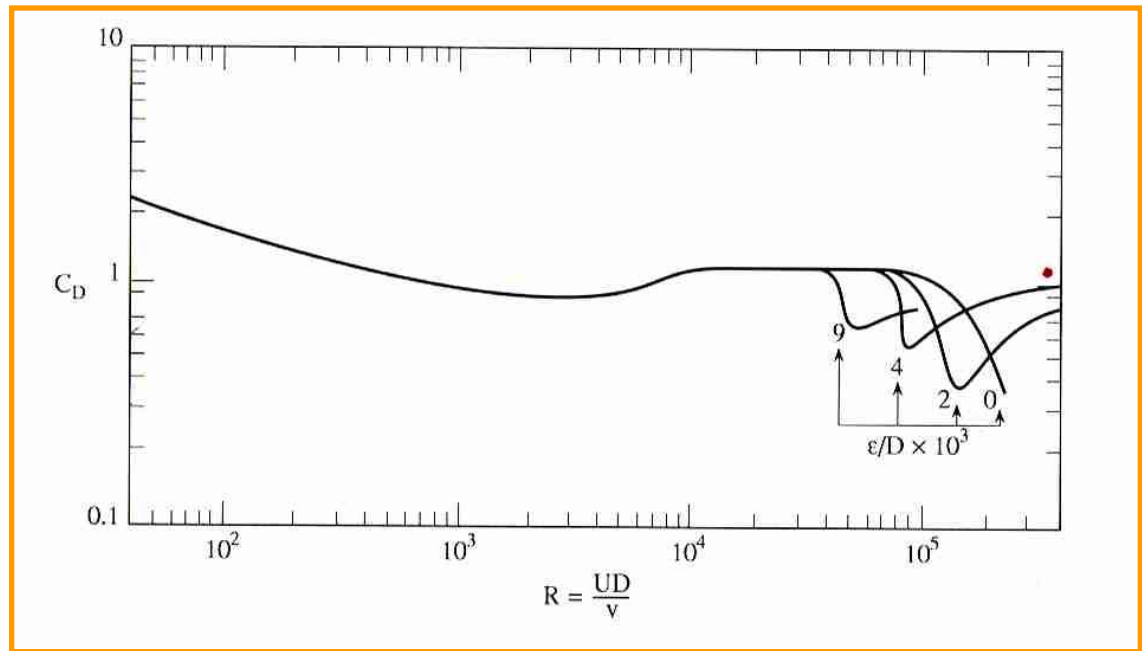
Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (3)

- **Συντελεστής Σύρσεως c_D** εξαρτάται από:
 - (α) μορφή σώματος (γενική περίπτωση)
 - (β) αριθμό Reynolds $Re=UD/v$
 - (γ) σχετική τραχύτητα (k_s/D)

Μεταβολή C_D ως συνάρτηση Re για διαφορετικές τραχύτητες και για κυλινδρικά σώματα (Σχήμα 9.2)

Shape	Drag Coefficient
Sphere	0.47
Half-sphere	0.42
Cone	0.50
Cube	1.05
Angled Cube	0.80
Long Cylinder	0.82
Short Cylinder	1.15
Streamlined Body	0.04
Streamlined Half-body	0.09

Measured Drag Coefficients



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (4)

b) Δύναμη Αδράνειας F_i (inertia force) (δύναμη λόγω επιταχυνόμενης κίνησης $\Rightarrow \partial U/\partial t \neq 0 \Rightarrow$ δύναμη λόγω κύματος)

$$F_i = \iint_S P dS + k\rho\Omega \frac{dU}{dt} = (1+k)\rho\Omega \frac{dU}{dt} \Rightarrow$$

Συνιστώσα λόγω βαθμίδων πίεσης κατά την έκταση του σώματος απαραίτητων για την επιτάχυνση του ρευστού

Συνιστώσα λόγω επιτάχυνσης του ρευστού στην γειτονιά του σώματος (ανάλογη της μάζας του σώματος)

όπου:

Ω = όγκος του σώματος

ρ = πυκνότητα ρευστού

$k = 0.5$ για σφαίρα, $k = 1$ για κύλινδρο, $k = 1.2$ για τετραγωνική διατομή

Τελικά:

$$F_i = C_M \rho \Omega \frac{dU}{dt}$$

όπου:

C_M = συντελεστής αδράνειας



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (5)

Επομένως, η εξίσωση Morison έχει την ακόλουθη μορφή:

$$F = F_D + F_i = \frac{1}{2} C_D \rho A U |U| + C_M \rho \Omega \frac{dU}{dt}$$



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (6)

Εξίσωση Morison για στοιχειώδες τμήμα dz κατακόρυφου κυλινδρικού πασσάλου (στοιχειώδης δύναμη dF)

$$dF = \frac{1}{2} C_D \rho D u |u| dz + C_M \pi \frac{D^2}{4} \rho \frac{\partial u}{\partial t} dz$$

Τα u και $\partial u / \partial t$ δίνονται από μια θεωρία κυματισμών. Σύμφωνα με τη γραμμική θεωρία πρώτης τάξεως είναι:

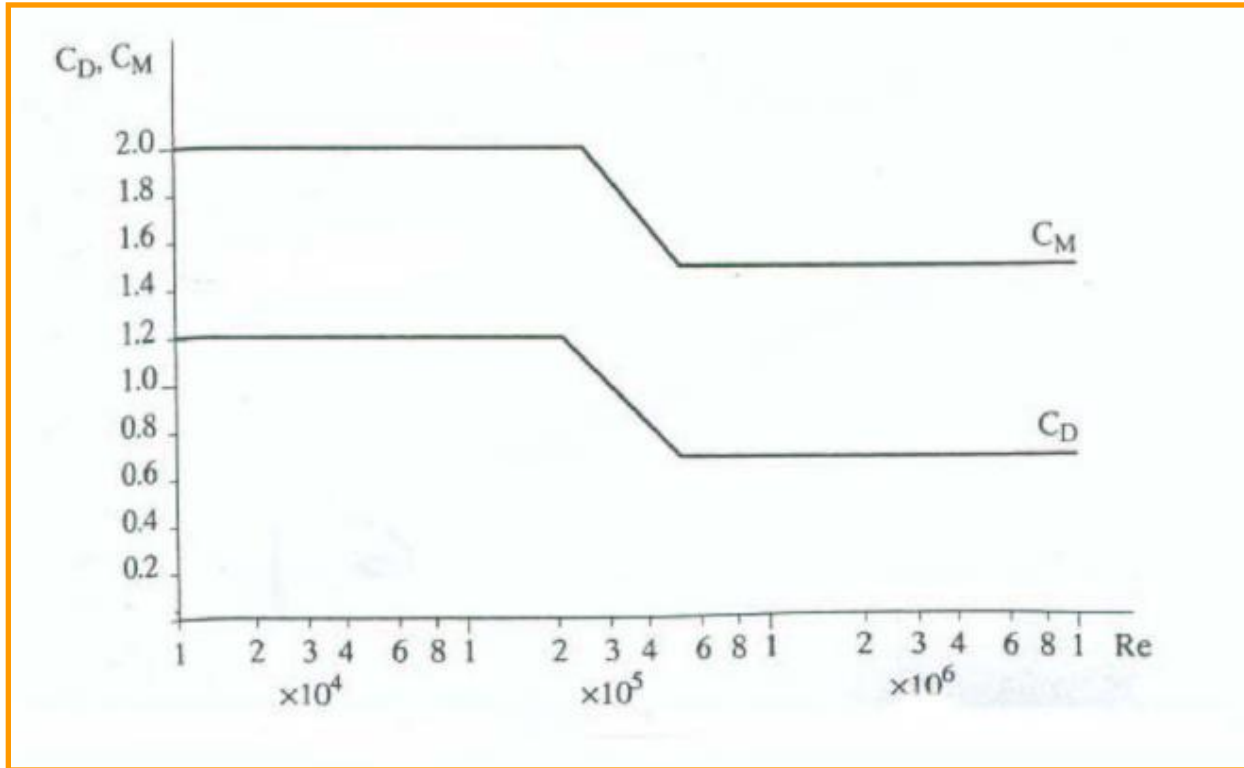
$$u = \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cdot \cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \omega \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cdot \sin(kx - \omega t)$$

- Οι τιμές των C_D , C_M εξαρτώνται από την τιμή του χαρακτηριστικού αριθμού *Reynolds* $Re = u_{\max} D / \nu$ (U_{\max} , η μέγιστη ταχύτητα στην ελεύθερη επιφάνεια)
- Εάν έχω και ρεύμα η ταχύτητα λόγω ρεύματος προστίθεται στην ταχύτητα λόγω κύματος



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (7)



Μεταβολή C_D , C_M με τον αριθμό Reynolds για κυλινδρικούς πασσάλους (Σχήμα 9.7)



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (8)

Εξίσωση Morison για στοιχειώδες τμήμα dz κατακόρυφου κυλινδρικού πασσάλου (στοιχειώδης δύναμη dF)

$$dF = \frac{1}{2} C_D \rho D u |u| dz + C_M \pi \frac{D^2}{4} \rho \frac{\partial u}{\partial t} dz$$

Τα u και $\partial u / \partial t$ δίνονται από μια θεωρία κυματισμών. Σύμφωνα με τη γραμμική θεωρία πρώτης τάξεως είναι:

$$u = \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cdot \cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \omega \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cdot \sin(kx - \omega t)$$



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (8)

Εξίσωση Morison για στοιχειώδες τμήμα dz κατακόρυφου κυλινδρικού πασσάλου (στοιχειώδης δύναμη dF)

$$dF = \frac{1}{2} C_D \rho D u |u| dz + C_M \pi \frac{D^2}{4} \rho \frac{\partial u}{\partial t} dz$$

Τα u και $\partial u/\partial t$ δίνονται από μια θεωρία κυματισμών. Σύμφωνα με τη γραμμική θεωρία πρώτης τάξεως είναι:

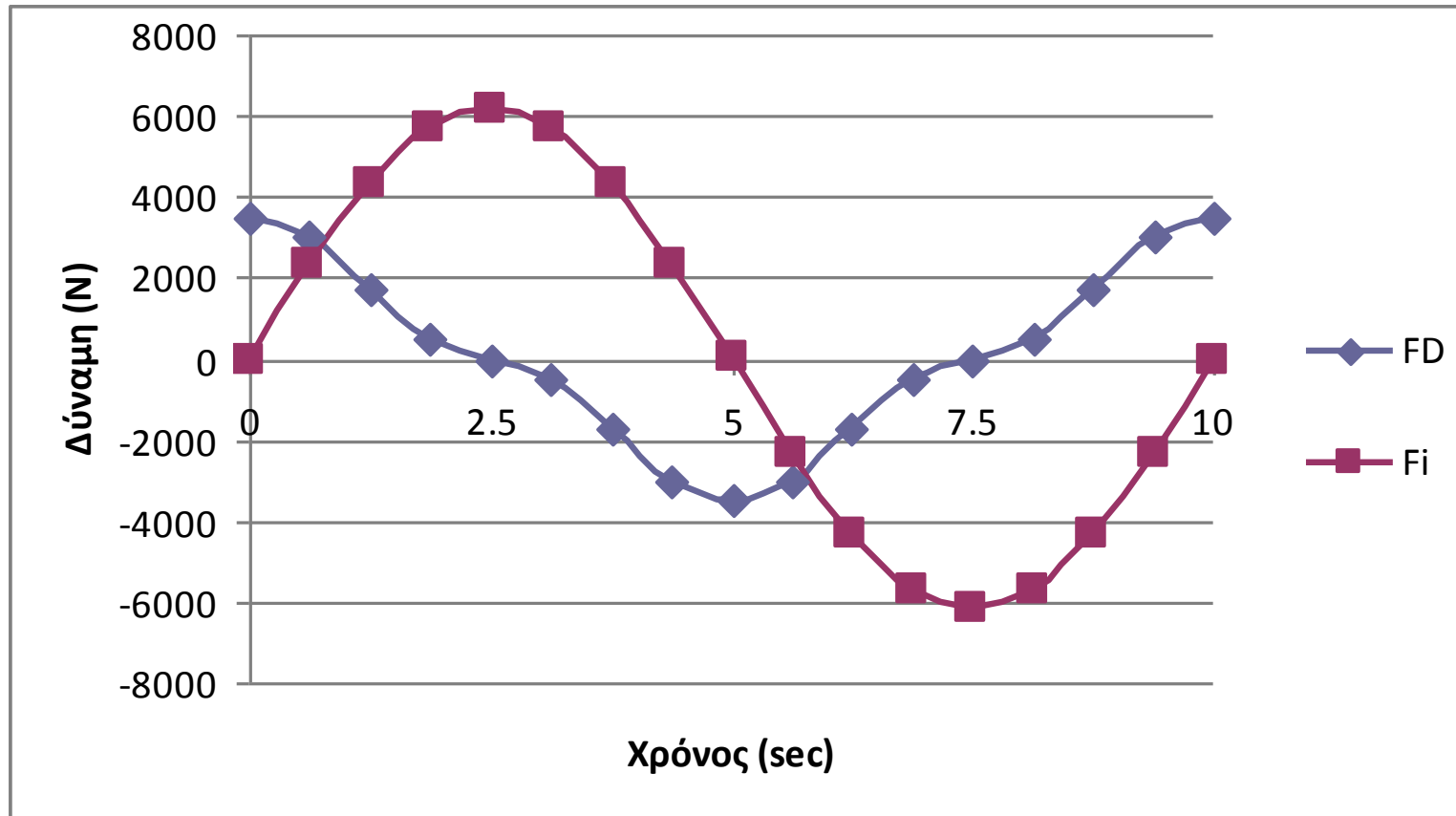
$$u = \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cos(kx - \omega t)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \omega \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \sin(kx - \omega t)$$

(α) Το $|u|$ μεταβάλλεται στο χρόνο ανάλογα με το $\cos() \cdot |\cos()|$ ενώ το $\partial u/\partial t$ ανάλογα με το $\sin \omega t \Rightarrow$ οι δυνάμεις F_i και F_D για τον ίδιο πάσσαλο διαφορά φάσης $\pi/2 \Rightarrow$ ΔΕΝ εμφανίζονται την ίδια χρονική στιγμή τα μέγιστα των δυνάμεων \Rightarrow Απαιτείται άθροιση F_i και F_D στο χρόνο μίας περιόδου \Rightarrow Συντηρητική η επαλληλία $F_{\max} = F_{D\max} + F_{i\max}$



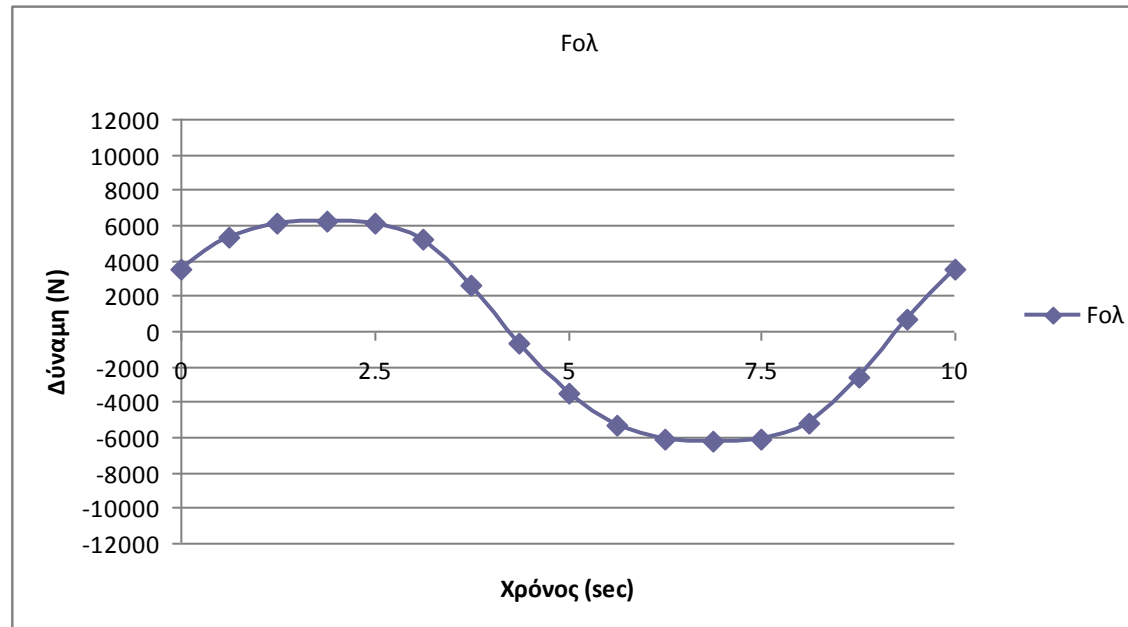
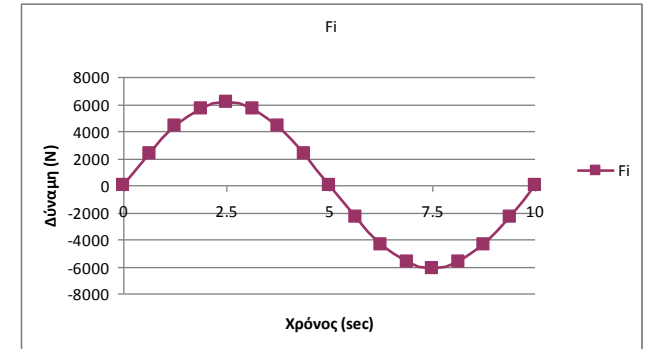
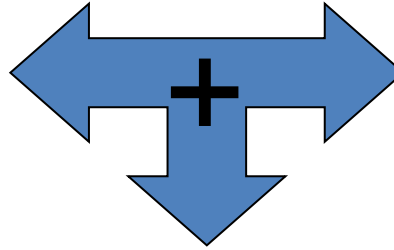
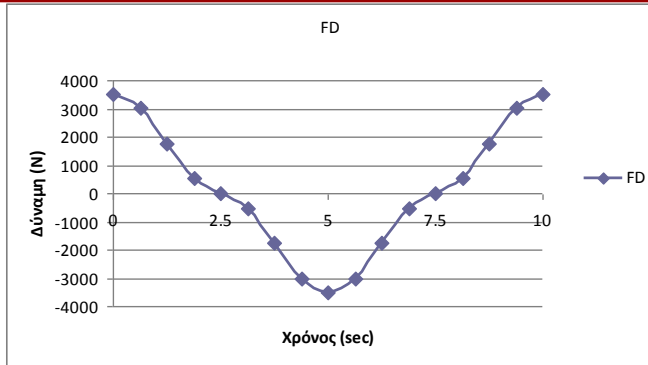
Διάγραμμα Μεταβολής με το Χρόνο F_D , F_i



Διαφορά φάσης $\pi/2$



Διάγραμμα Μεταβολής $F_{o\lambda}$



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (8)

Εξίσωση Morison για στοιχειώδες τμήμα dz κατακόρυφου κυλινδρικού πασσάλου (στοιχειώδης δύναμη dF)

$$dF = \frac{1}{2} C_D \rho D u |u| dz + C_M \pi \frac{D^2}{4} \rho \frac{\partial u}{\partial t} dz$$

Τα u και $\partial u / \partial t$ δίνονται από μια θεωρία κυματισμών. Σύμφωνα με τη γραμμική θεωρία πρώτης τάξεως είναι:

$$u = \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cdot \cos(kx - \omega t)$$

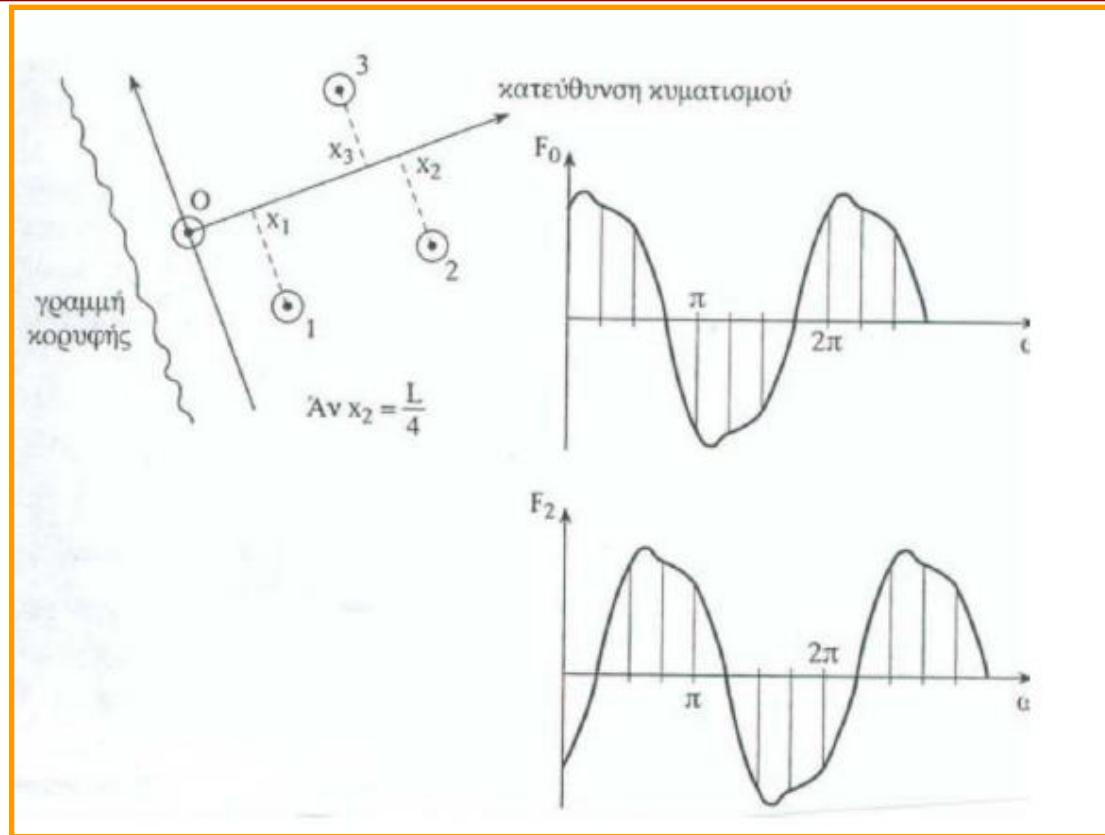
$$\frac{\partial u}{\partial t} = \omega \frac{\pi H}{T} \cdot \frac{\cosh(k(d+z))}{\sinh(kd)} \cdot \sin(kx - \omega t)$$

(α) Το $|u|$ μεταβάλλεται στο χρόνο ανάλογα με το $\cos() \cdot |\cos()|$ ενώ το $\partial u / \partial t$ ανάλογα με το $\sin \omega t \Rightarrow$ οι δυνάμεις F_i και F_D για τον ίδιο πάσσαλο διαφορά φάσης $\pi/2 \Rightarrow$ ΔΕΝ εμφανίζονται την ίδια χρονική στιγμή τα μέγιστα των δυνάμεων \Rightarrow Απαιτείται άθροιση F_i και F_D στο χρόνο μίας περιόδου \Rightarrow Συντηρητική η επαλληλία $F_{\max} = F_{D\max} + F_{i\max}$

(β) Για ένα σύστημα πασσάλων υπάρχει διαφορά φάσης της F_D ή της F_i μεταξύ των πασσάλων λόγω διαφορετικής θέσης των πασσάλων



Σύστημα Πασσάλων



Φόρτιση συστήματος πασσάλων (Σχήμα 9.9)



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (9)

Εξίσωση Morison για στοιχειώδες τμήμα dz κατακόρυφου κυλινδρικού πασσάλου (στοιχειώδης δύναμη dF)

$$dF = \frac{1}{2} C_D \rho D u |u| dz + C_M \pi \frac{D^2}{4} \rho \frac{\partial u}{\partial t} dz$$

Ολοκλήρωση ως προς το βάθος z της εξίσωσης με όρια τον πυθμένα και την ελεύθερη επιφάνεια \Rightarrow Υπολογισμός συνιστωσών F_D και F_i επάνω στον κύλινδρο και λήψη ροπών ως προς τη στάθμη του πυθμένα (μεγέθη M_D και M_i)



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (10)

Αντί αναλυτικών υπολογισμών διευκολύνει η χρήση των ακόλουθων ολοκληρωμένων με το βάθος σχέσεων:

$$F_i = C_M \rho g \pi \frac{D^2}{4} H \cdot K_i$$

$$F_D = C_D \frac{1}{2} \rho g D H^2 \cdot K_D$$

$$M_i = C_M \rho g \pi \frac{D^2}{4} H \cdot K_i d \cdot S_i = F_i \cdot d \cdot S_i$$

$$M_D = F_D \cdot d \cdot S_D$$

όπου οι συντελεστές C_D , C_M δίνονται συναρτήσει του Re ($C_D = 1.2 \div 0.7$, $C_M = 2.0 \div 1.4$ από διάγραμμα Σχ. 9.7)

Εφαρμογή συντελεστών ασφαλείας στα μεγέθη αυτά: 1.5 (μικρή πιθανότητα κύματος) και 2 (μεγάλη πιθανότητα)



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (11)

Οι συντελεστές K_i , K_D , S_i και S_D υπολογίζονται από τις παρακάτω αναλυτικές σχέσεις:

$$K_i = \left(\frac{1}{2} \tanh(kd) \right) \sin(kx - \omega t) = K_{im} \sin(kx - \omega t)$$

$$K_D = \left(\frac{1}{4} \frac{C_{tg}}{C} \right) \cos(kx - \omega t) |\cos(kx - \omega t)| = K_{Dm} \cos(kx - \omega t) |\cos(kx - \omega t)|$$

$$S_i = 1 + \frac{1 - \cosh(kd)}{(kd) \sinh(kd)} \equiv S_{im}$$

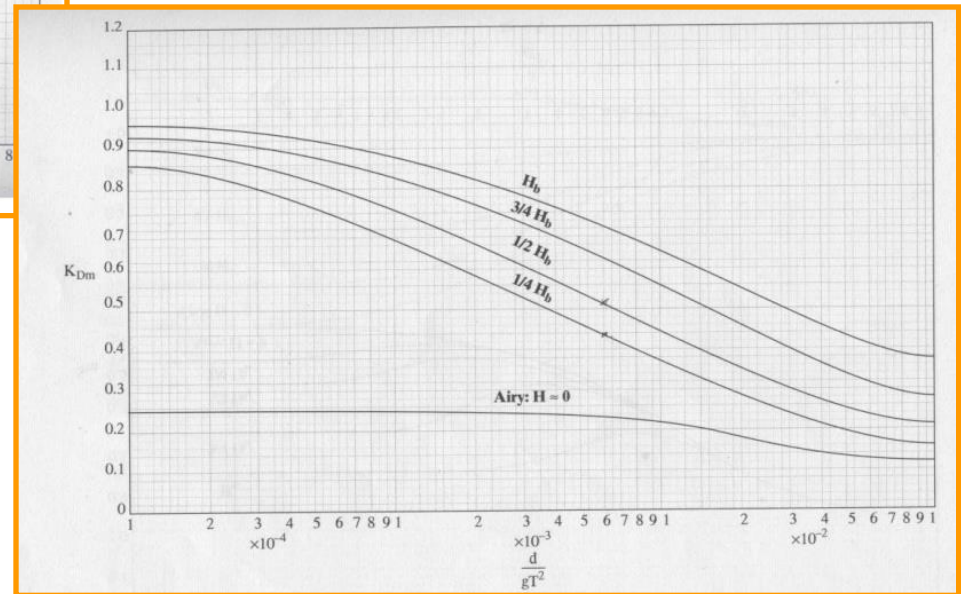
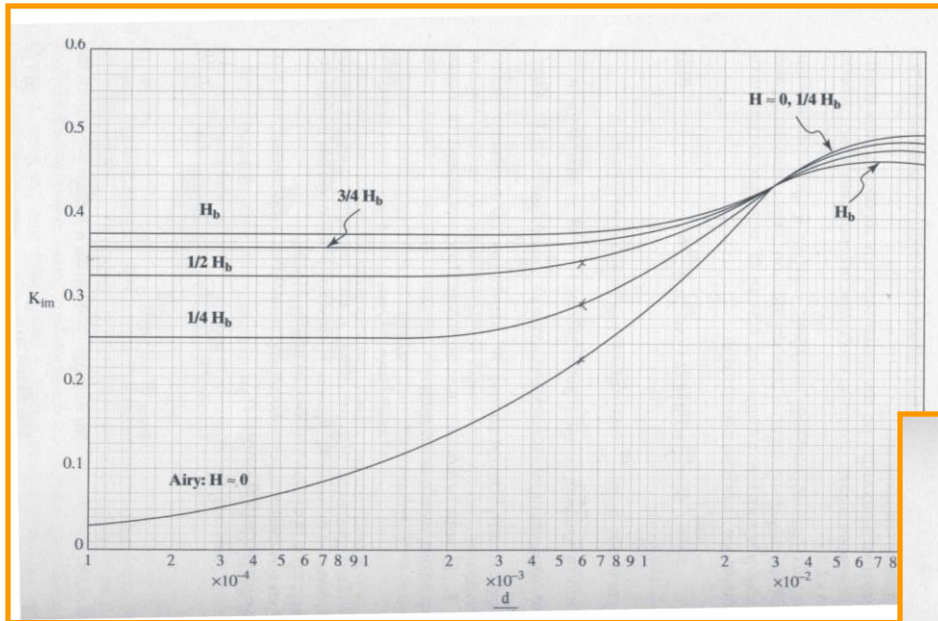
$$S_D = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{C_{tg}}{C} \left(\frac{1}{2} + \frac{1 - \cosh(2kd)}{(2kd) \sinh(2kd)} \right) \equiv S_{Dm}$$

Στις παραπάνω σχέσεις: $C_g = nC$ (group velocity) και C η φασική ταχύτητα

Αντί των αναλυτικών σχέσεων μπορεί να γίνει εφαρμογή των διαγραμμάτων των Σχημάτων 9.3~9.6 για τον υπολογισμό των μέγιστων τιμών των παραπάνω μεγεθών (K_{im} , K_{Dm} , S_{im} και S_{Dm})



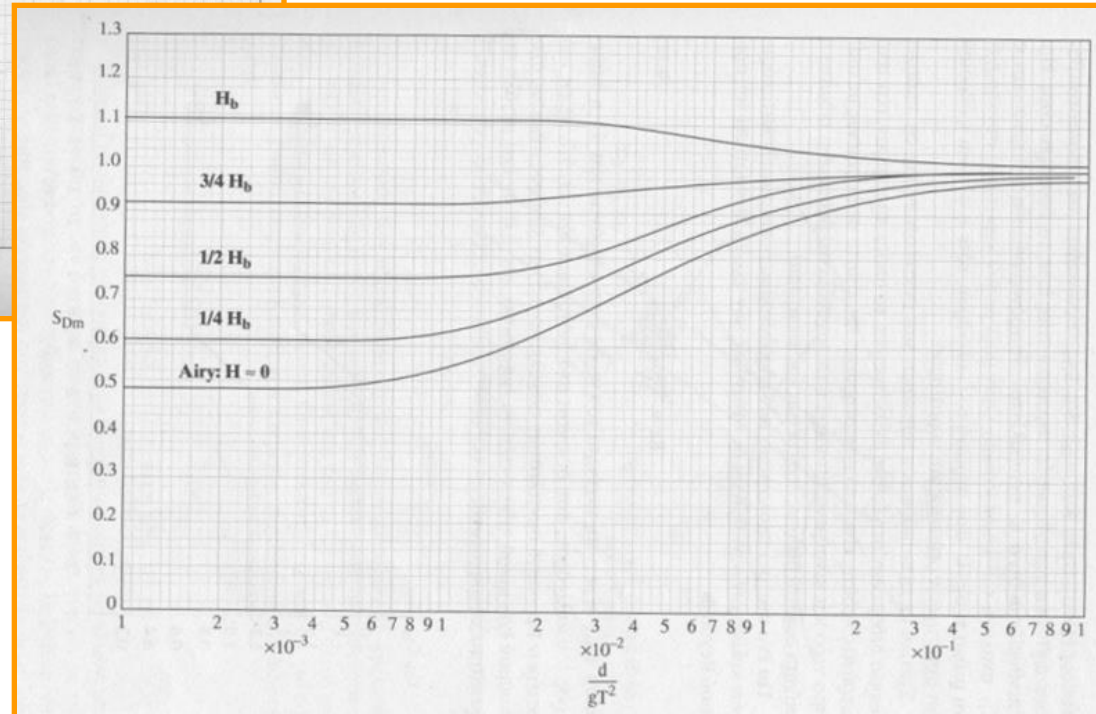
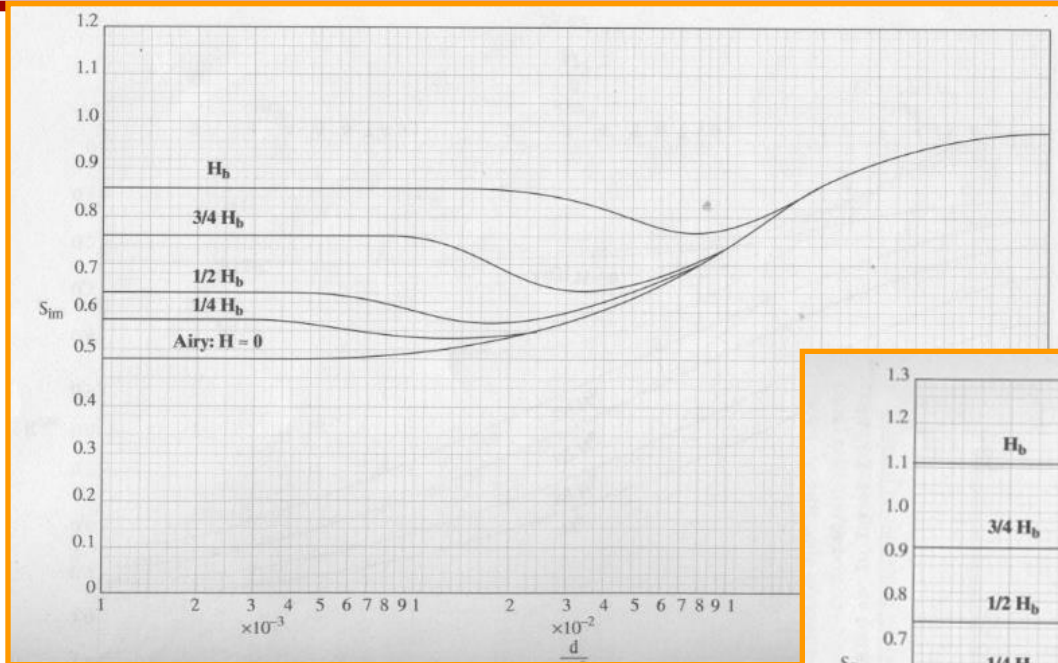
Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (12)



**Διαγράμματα για K_{im}
και K_{Dm} (Σχήματα
9.3~9.4)**



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (13)

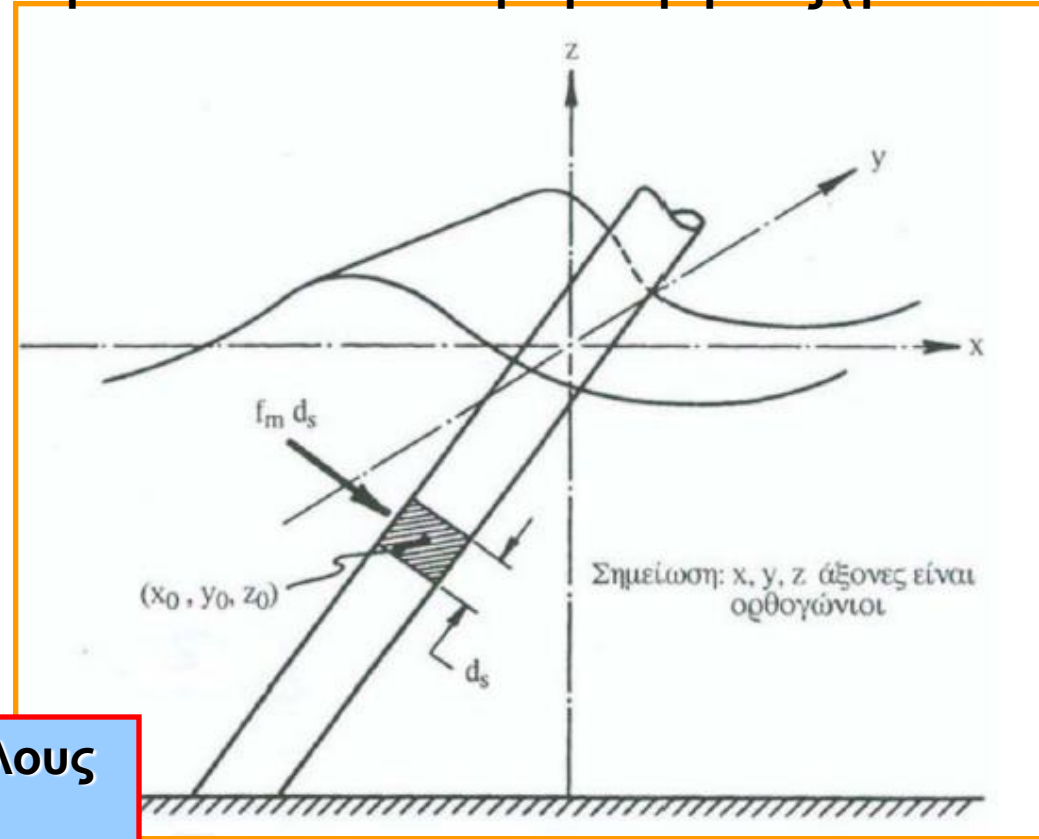


Διαγράμματα για S_{im} και S_{Dm} (Σχήματα 9.5~9.6)



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (14)

Κεκλιμένοι Πάσσαλοι: Η εγκάρσια στο μοναδιαίο μήκος κεκλιμένου πασσάλου δύναμη ίση προς αυτή του μοναδιαίου κατακόρυφου μήκους (για βαθιά νερά)



**Δυνάμεις σε κεκλιμένους πασσάλους
(Σχήμα 9.8)**



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (15)

Μη κυκλικό πάσσαλοι (ορθογωνική διατομή): το $\pi D^2/4$ των κυκλικών πασσάλων αντικαθίσταται στην εξίσωση Morison με τον όγκο ανά μέτρο μήκους πασσάλου, και η διάμετρος D με την ανά μέτρο μήκους επιφάνεια εγκάρσια στη ροή

	Κυκλικοί	Ορθογωνικοί
C_D	0.7-1.2	1.8-2.7
C_M	1.4-2.0	3.0-4.5

Μέση τιμή

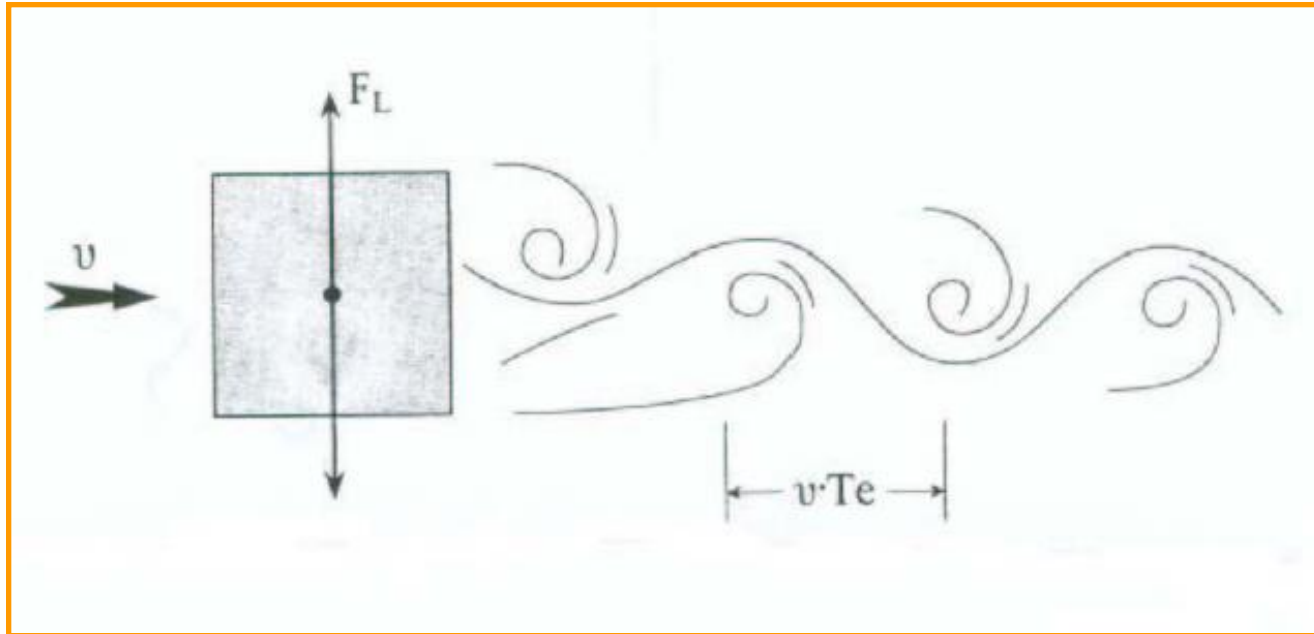
$$C_D = 2$$

$$C_M = 3.5$$



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (16)

- **Εγκάρσια δυναμικά φορτία** (και από κύμα αλλά κυρίως από ρεύμα) από την εναλλάξ αποκόλληση στροβιλισμών (Karman Vortices) στα κατάντη ενός βυθισμένου πασσάλου



**Εναλλάξ Αποκόλληση Στροβιλισμών
πίσω από Πάσσαλο (Karman vortices)
(Σχήμα 9.10)**



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (17)

Περιοδική φόρτιση, με περίοδο που σχετίζεται με τον αριθμό Strouhal της ροής:

$$S = 0.2 \div 0.4 = \frac{D}{T_e \cdot u}$$

D: η διάσταση του σώματος

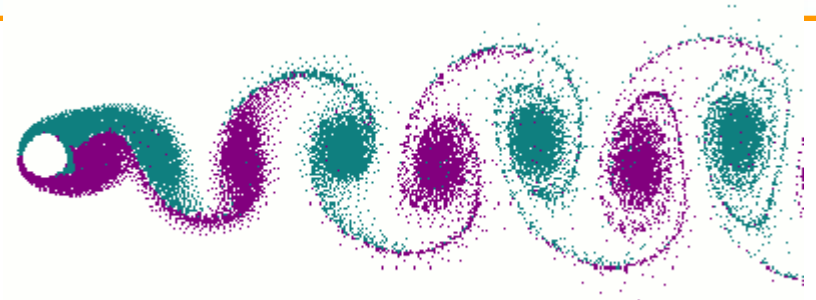
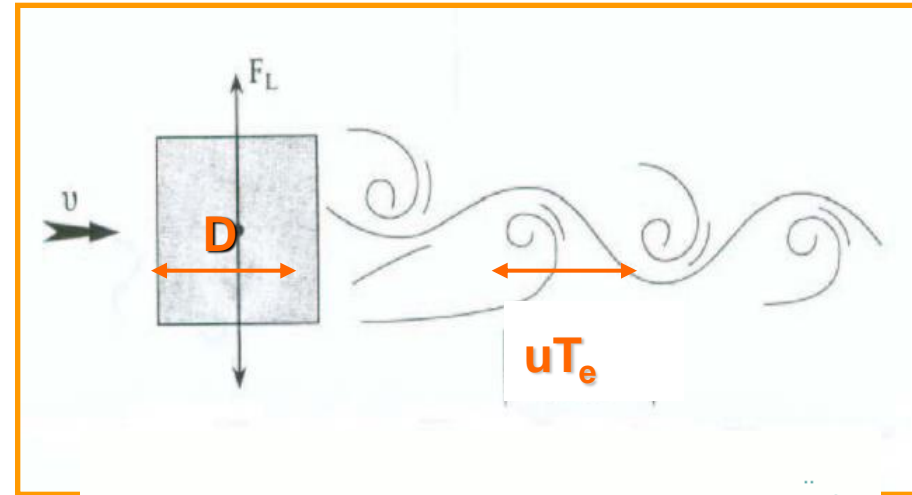
T_e : η περίοδος αποκολλήσεως των στροβιλισμών

u: u_{max} του κύματος

Κίνδυνος για αντοχή: Εάν T_e κοντά στις πρώτες ιδιοπεριόδους των πασσάλων (κίνδυνος συντονισμού)

Εγκάρσια δύναμη:

$$F_L = C_L \frac{\rho g}{2} D \cdot H^2 \cdot K_{Dm} \cdot \cos(2(kx - \omega t))$$

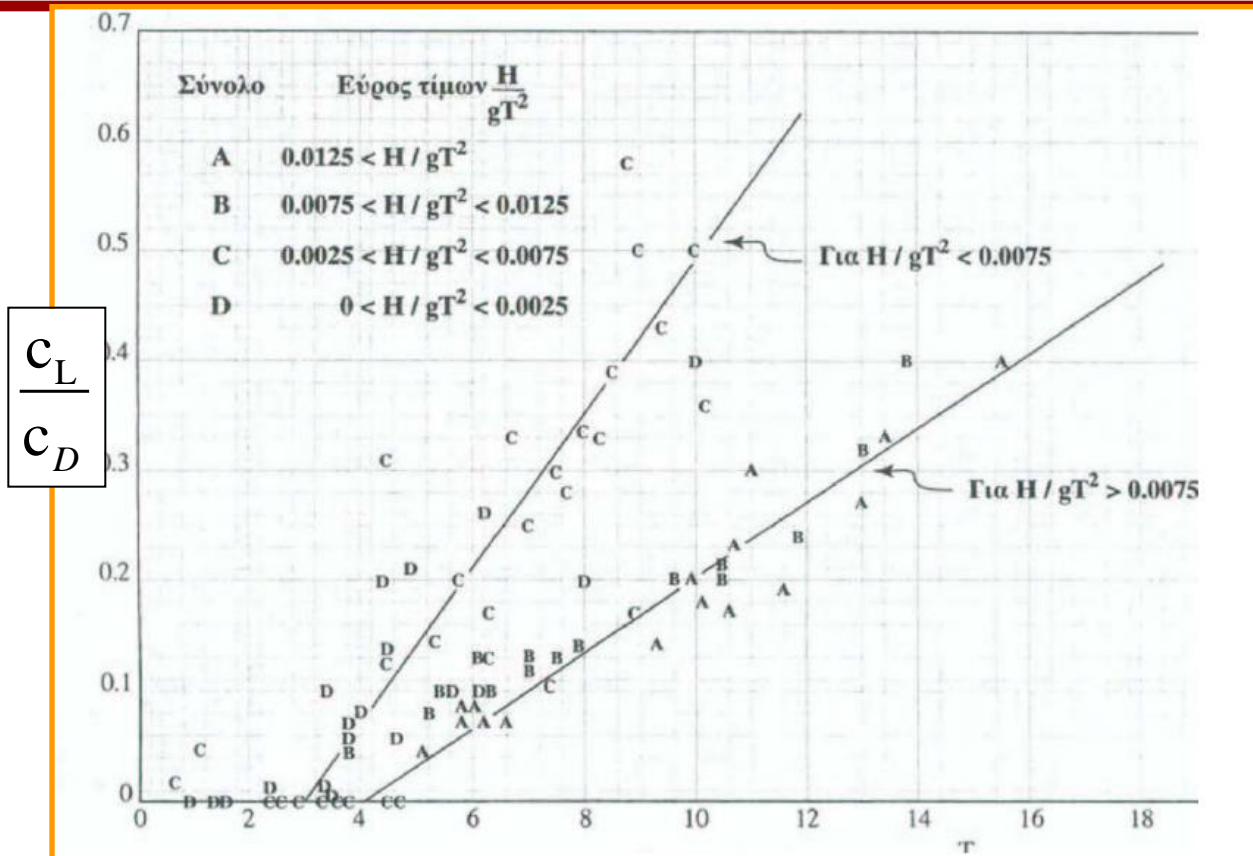


$$KC = \frac{u_{max} \cdot T}{D}$$

όπου συντελεστής C_L εξαρτάται από τον αριθμό Keulegan-Carpenter KC



Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (18)



$$\frac{C_L}{C_D}$$

$$KC = \frac{\overline{u_{max}} \cdot T}{D}$$

Τιμές του λόγου C_L/C_D συναρτήσει του αριθμού Keulegan-Carpenter (Σχήμα 9.11)

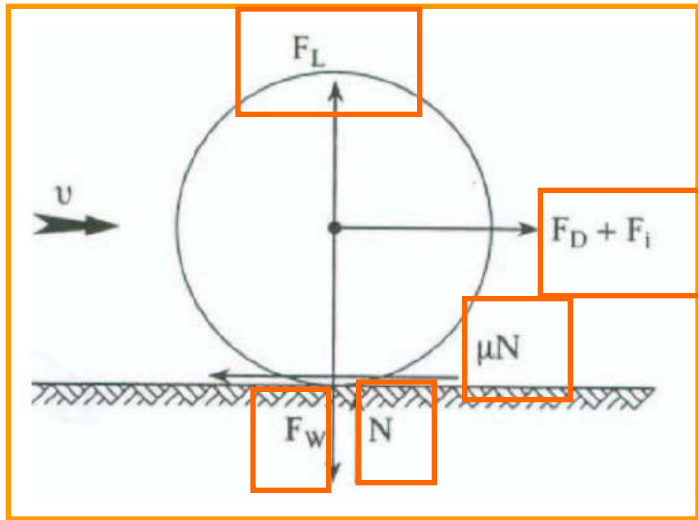


Φορτίσεις Πασσάλων και Αγωγών (19)

Φορτίσεις υποβρυχίων αγωγών και καλωδίων στο βυθό

⇒ Η φόρτιση υπολογίζεται ανά m μήκους αγωγού

⇒ Η ταχύτητα του ρεύματος και του κύματος λαμβάνεται κοντά στον πυθμένα (σε απόσταση $D/2$ από αυτόν)



Φορτία σε Υποβρύχιο Αγωγό
(Σχήμα 9.12)

- Δύναμη Σύρσης + Δύναμη Αδράνειας

$$F = \frac{1}{2} C_D \rho D u |u| + C_M \rho \frac{\pi D^2}{4} \frac{\partial u}{\partial t}$$

- Δυναμική Άνωση

$$F_L = \frac{C_L}{2} \rho D |u| u$$

Συντηρητικές τιμές: $C_D=2$, $C_M=2.5$, $C_L=3$

- Βάρος Αγωγού (βυθισμένο)
- Αντίδραση Στήριξης
- Δύναμη Τριβής

Ερμάτιση αγωγών (ακόμη και θαμμένων στο βυθό) για την αποφυγή μετακίνησής τους από το ρεύμα και/ή την άνωση

Ανά διαστήματα έρματα, συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- **Διαφάνεια 4**

1. <http://www.walconmarine.com/floating-breakwaters.asp>
2. <http://blackpheasant.blogspot.gr/2011/05/civil-engineering-sub-disciplines-water.html>
3. <http://subseaworldnews.com/2012/06/14/uk-foundocean-wins-foundation-grouting-contract-for-gwynt-y-mor-offshore-wind-farm/>
4. <http://www.theguardian.com/news/gallery/2012/aug/23/1>



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Λουκογεωργάκη Εύα.
«Ακτομηχανική και λιμενικά έργα. Υδροδυναμικές Φορτίσεις Παράκτιων
Τεχνικών Έργων». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση: <https://opencourses.auth.gr/courses/OCRS425/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Μαυρίδου Σοφία>
Θεσσαλονίκη, <Χειμερινό Εξάμηνο 2013-2014>



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

