



Ακτομηχανική και λιμενικά έργα

Διάλεξη 8^η. Θραύση κυματισμών, παράκτια
ρεύματα, ανάκλαση- αναρρίχηση ακτών

Θεοφάνης Καραμπάς
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.



Θραύση Κυματισμών (Wave Breaking)

Εύρεση d_b και H_b

Σχ. 3.16: H_b/H_0' ως συνάρτηση H_0'/gT^2

Από Θεωρία Μοναχικού

Κύματος

$$\frac{H_b}{d_b} = 0.78 \quad (\text{Εξ. 3.13})$$

Επίδραση του Φαινομένου της Διάθλασης

Συνήθως

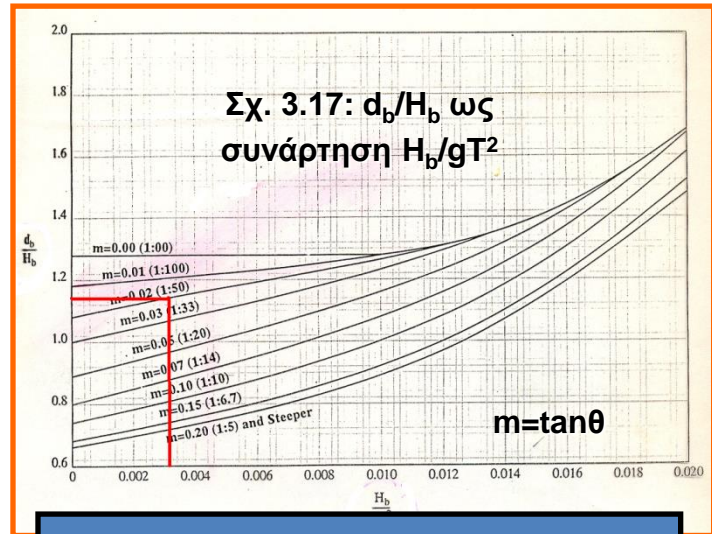
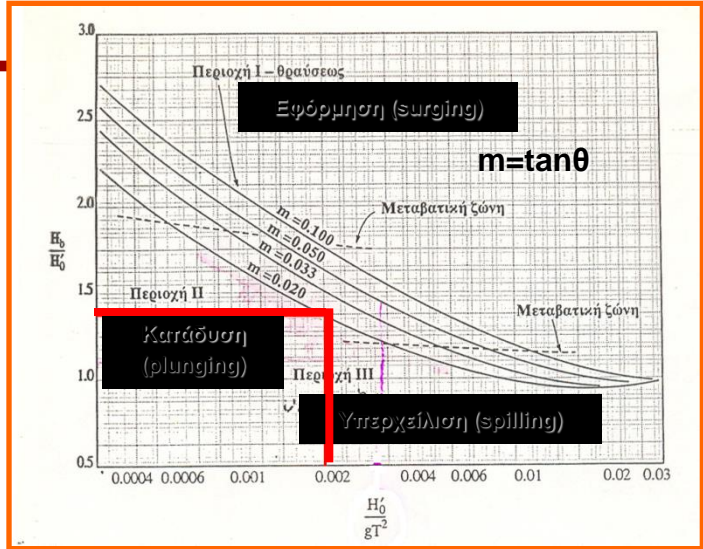
$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3.3 \left(\frac{H_0'}{L_0} \right)^{1/3}} \quad (\text{Εξ. 3.14})$$

όπου:

$$H_0' = H_0 \cdot k_R$$

με k_R υπολογισμένο στο βάθος d_b

Επίδραση Κλίσεως Πυθμένα στη Διαμόρφωση του H_b και d_b



Χρήση διαγραμμάτων Goda



Σχήμ. 3.16~3.17



ΘΡΑΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Εκτίμηση του ύψους θραύσης H_b και του βάθους θραύσης d_b

Από θεωρία μοναχικού κύματος:

$$\frac{H_b}{d_b} = 0.78$$

Λαμβάνοντας υπόψη την διάθλαση:

$$\frac{H_b}{H'_o} = \frac{1}{3.3 \left(\frac{H'_o}{L_o} \right)^{1/3}} \quad \text{όπου} \quad H'_o = H_o \cdot k_r$$

Λαμβάνοντας υπόψη και την κλίση του θαλάσσιου πυθμένα:



ΘΡΑΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Διαγράμματα Goda

1. Προεκτίμηση του βάθους θραύσης $d_b^{(1)}$. Συνήθως από σχέση $d_b = H_o / 0.78$
2. Υπολογισμός της διάθλασης του κύματος έως αυτό το βάθος d_b και εκτίμηση του $H_o' = H_o K_r$
3. Από το διάγραμμα (ΣΧ. 3.16) με βάση την τιμή του H_o' / gT^2 υπολογισμός του $H_b / H_o' \rightarrow$ υπολογισμός του H_b
4. Από το διάγραμμα (ΣΧ. 3.17) με βάση την τιμή του H_b' / gT^2 υπολογισμός του $d_b / H_b \rightarrow$ υπολογισμός $d_b^{(2)}$
5. Έλεγχος της νέας τιμής $d_b^{(2)}$ και σύγκριση με την αρχική εκτίμηση $d_b^{(1)}$
6. Επανάληψη της διαδικασίας για μία ακόμη φορά αν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο d_b



ΘΡΑΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Παράδειγμα (1)

ΒΡΕΙΤΕ: Το ύψος θραύσης και το βάθος θραύσης των κυμάτων σε παραλία που έχει κλίση πυθμένα $1/50$, όταν το ύψος των κυμάτων στα βαθιά νερά είναι $H_0 = 2$ m και η περίοδός τους $T = 10$ sec.

Παρατήρηση: ο κυματισμός διαδίδεται κάθετα στις ισοβαθείς

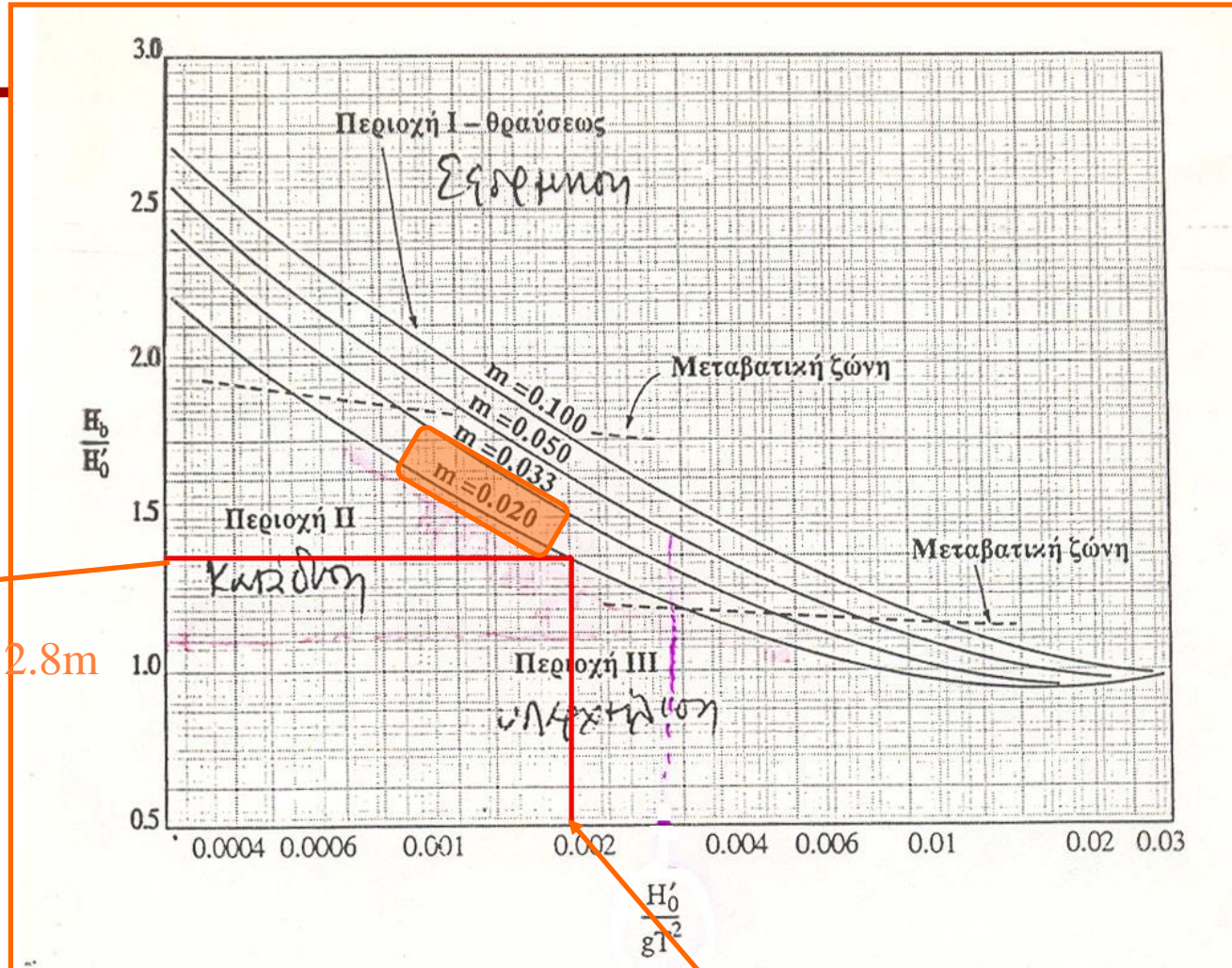
Ο συντελεστής διάθλασης K_r , σε όλο το πεδίο, είναι ίσος με 1 (κάθετα στις ισοβαθείς). Άρα $H_0' = H_0 K_r = 1.00 \times 2.0 = 2.00$ m

$$\frac{H_0'}{gT^2} = \frac{2}{9.81 \times 10^2} = 0.002$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: (δεν χρειάζεται να κάνουμε προεκτίμηση του βάθους θραύσης εφόσον δεν υπάρχει διάθλαση)



Χρήση διαγράμματος ΣΧ. 3.16



$$\frac{H_b}{H'_0} = 1.4 \rightarrow H_b = 1.4 \times 2.0 = 2.8m$$

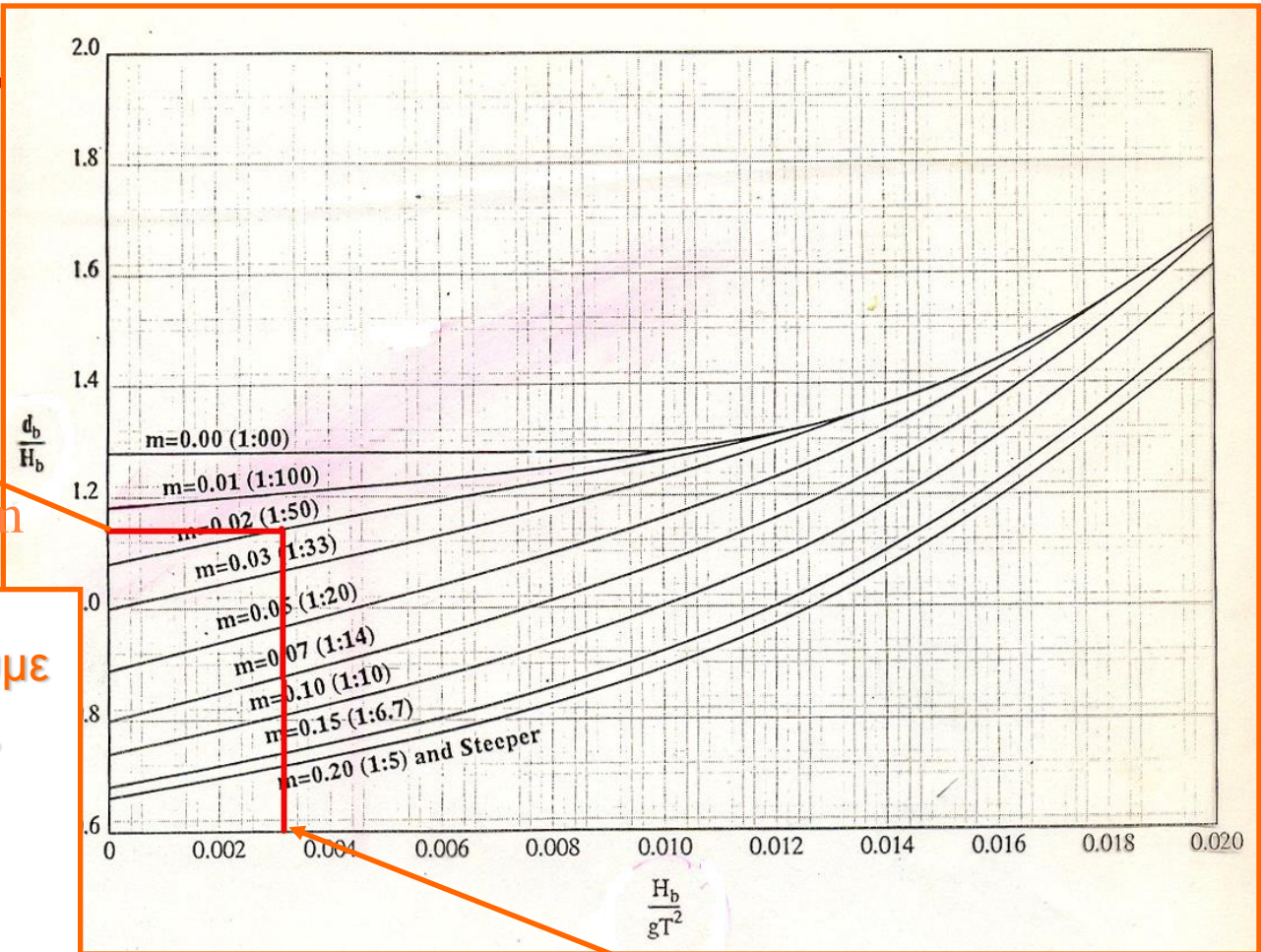
$$\frac{H'_0}{gT^2} = \frac{2}{9.81 \times 10^2} = 0.002$$



Χρήση διαγράμματος ΣΧ. 3.17

$$\frac{d_b}{H_b} = 1.15$$

$$\rightarrow d_b = 2.8 \times 1.15 = 3.22\text{m}$$



Μπορούμε να υπολογίσουμε την παράμετρο θραύσης ξ

$$\xi = \frac{\tan\theta}{\sqrt{\frac{H_o}{L_o}}} \Rightarrow \xi = 0.17$$

Θραύση μορφής υπερχειλίσης

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{2.8}{9.81 \times 10^2} = 0.0028$$

ΘΡΑΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Παράδειγμα (2)

ΒΡΕΙΤΕ: Το ύψος θραύσης και το βάθος θραύσης των κυμάτων σε παραλία που έχει κλίση πυθμένα **1/100** όταν το ύψος των κυμάτων στα βαθιά νερά είναι **$H_o = 2.5 \text{ m}$** η περίοδός τους **$T = 10 \text{ sec}$** και η γωνία διάδοσης **$\varphi_o = 60^\circ$**

1. Προεκτίμηση του βάθους θραύσης $d_b^{(1)}$.

Από σχέση $d_b = H_o / 0.78$. Άρα $d_b^{(1)} = 3.21 \text{ m}$

2. Υπολογισμός του συντελεστή διάθλασης K_r στο βάθος αυτό.

$$\varphi_A = \arcsin \left(\frac{L_A}{L_o} \cdot \sin \varphi_o \right)$$

όπου

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \varphi_o}{\cos \varphi_A}}$$

και

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh(kd)$$

Υπολογίζονται τελικά:

$$L_o = 156.13 \text{ m}, L_A = 54.80 \text{ m},$$

και

$$H'_o = 0.724 \cdot 2.5 = 1.81 \text{ m}$$

$$\varphi_A = 17.7^\circ, K_r = 0.724$$



3. Από το διάγραμμα (ΣΧ. 3.16) με βάση την τιμή του H'_o/gT^2 υπολογισμός του $H_b/H'_o \rightarrow$ υπολογισμός του H_b

$$\left. \begin{array}{l} \frac{H'_o}{gT^2} = 0.0018 \\ m = 0.01 \end{array} \right\} \frac{H_b}{H'_o} = 1.4 \Rightarrow H_b = 2.53m$$

4. Από το διάγραμμα (ΣΧ. 3.17) με βάση την τιμή του H'_b/gT^2 υπολογισμός του $d_b/H_b \rightarrow$ υπολογισμός $d_b^{(2)}$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{H'_b}{gT^2} = 0.0026 \\ m = 0.01 \end{array} \right\} \frac{d_b}{H_b} = 1.2 \Rightarrow d_b^{(2)} = 3.04m$$

5. Παρατηρούμε ότι $d_b^{(2)} = 3.04m$ και $d_b^{(1)} = 3.21m$. Διαφορά 5%. Αποδεκτή. Ωστόσο αν κάνουμε ξανά τη διαδικασία με νέο $d_b^{(1)} = 3.04m$

Υπολογίζονται τελικά:

$$L_A = 53.50m, \varphi_A = 17.26^\circ, K_r = 0.724,$$

$$H'_o = 1.81m, H_b = 2.53m, d_b = 3.04m$$

Μπορούμε να υπολογίσουμε την παράμετρο θραύσης ξ

$$\xi = \frac{\tan\theta}{\sqrt{\frac{H_o}{L_o}}} \Rightarrow \xi = 0.08$$

Θραύση μορφής υπερχείλισης



ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑ ΣΤΗ ΖΩΝΗ ΘΡΑΥΣΗΣ

Η ζώνη μεταξύ της γραμμής θραύσης και της ακτογραμμής αποτελεί τη ζώνη θραύσης των κυματισμών μικρότερου ύψους. Στη ζώνη αυτή γίνεται η αναδιοργάνωση των κυματισμών μετά την αρχική θραύση. Το ύψος κύματος στη ζώνη αυτή (μετά τη θραύση) εξαρτάται από το τοπικό βάθος νερού και την παράμετρο θραύσης ξ .

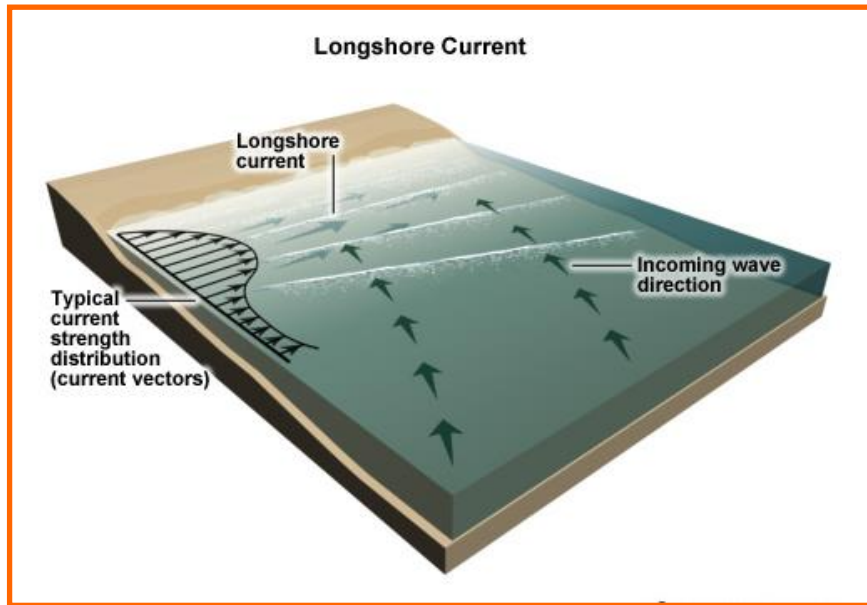
$$H = \gamma d$$

$$\text{όπου } \gamma = \xi^{0.17} + 0.08$$

$$\xi = \frac{\tan\theta}{\sqrt{\frac{H_o}{L_o}}}$$



Παράκτιο ρεύμα παράλληλο στην ακτή (longshore current) μέσα στη ζώνη θραύσης από λοξά θραυόμενους κυματισμούς. Η εγκάρσια προς την ακτή ορμή του κυματισμού απορροφάται από την θραύση ενώ η περίσσεια ορμής παράλληλα προς την ακτή διαμορφώνει το παράκτιο ρεύμα



Ρεύμα παράλληλο στην ακτή (longshore current)



Ανάκλαση και Αναρρίχηση στις Ακτές: Ανάκλαση

- Η **διαμόρφωση των ακτών** με την μορφή **κεκλιμένων πρανών** ή **κατακόρυφων μετώπων** (φυσικών ή τεχνητών) έχει ως αποτέλεσμα την **ανάκλαση** ενός ποσοστού της προσπίπτουσας κυματικής ενέργειας (εάν η ενέργεια δεν απορροφηθεί πλήρως με θραύση ή άλλους μηχανισμούς απορρόφησης ενέργειας)

Πίνακας Συσχέτισης ξ με Ποσοστό Ανάκλασης

ξ	0.1	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Ποσοστό ανάκλασης	10^{-3}	10^{-2}	0.1	0.4	0.8	1.0

Στην περίπτωση της **πλήρους ανάκλασης** κυματισμού που προσπίπτει σε κατακόρυφο μέτωπο \Rightarrow ποσοστό ανάκλασης = 1 \Rightarrow η ελεύθερη επιφάνεια διαμορφώνεται σε **στάσιμο κύμα** που περιγράφεται από την **επαλληλία δύο κυματισμών αντίθετης φοράς**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Καραμπάς Θεοφάνης.
«Ακτομηχανική και λιμενικά έργα. Θραύση κυματισμών, παράκτια ρεύματα,
ανάκλαση- αναρρίχηση ακτών». 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.

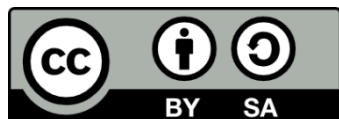
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





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.

