



Παράκτια Ωκεανογραφία

Διάλεξη 7^η: Θραύση και αναρρίχηση κυματισμών

Θεοφάνης Β. Καραμπάς
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



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 των κυματισμών



http://en.wikipedia.org/wiki/Breaking_wave#/media/File:PortoCovoJan07-4.jpg

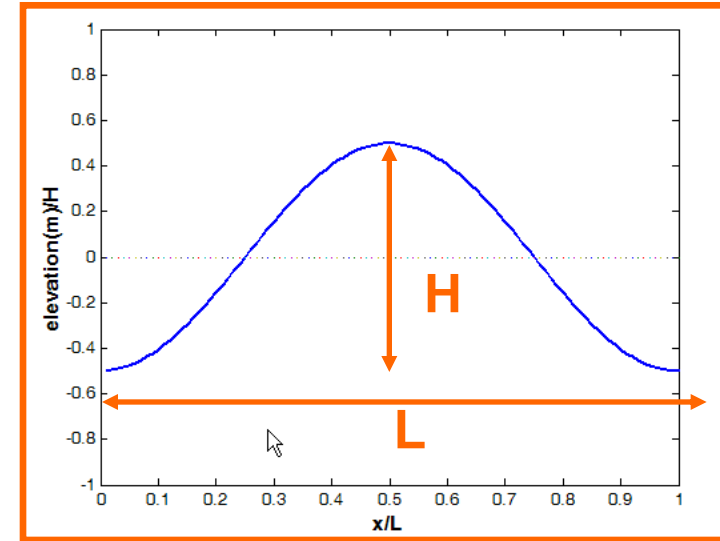
Στην παράκτια περιοχή

η θραύση των κυματισμών συναρτάται με το φαινόμενο της ρήξης
αύξηση του ύψους του κύματος λόγω μείωσης του βάθους της θάλασσας
εμφάνιση υδροδυναμικής αστάθειας,
η κορυφή του διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από την κοιλία του



ΘΡΑΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

- Θραύση στην ανοιχτή θάλασσα (βαθιά νερά)



<https://www.boundless.com/physics/textbooks/boundless-physics-textbook/waves-and-vibrations-15/waves-125/energy-transportation-442-6222/images/water-wave/>

Η θραύση οφείλεται στην αύξηση της καμπυλότητας H/L πέρα από ένα επιτρεπόμενο όριο (εμφάνιση υδροδυναμικής αστάθειας).

$$\left[\frac{H}{L} \right]_{\max} = \frac{1}{7} \tanh\left(\frac{2\pi}{L} d\right) \rightarrow \frac{H_0}{L_0} < \frac{1}{7}$$



ΘΡΑΥΣΗ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

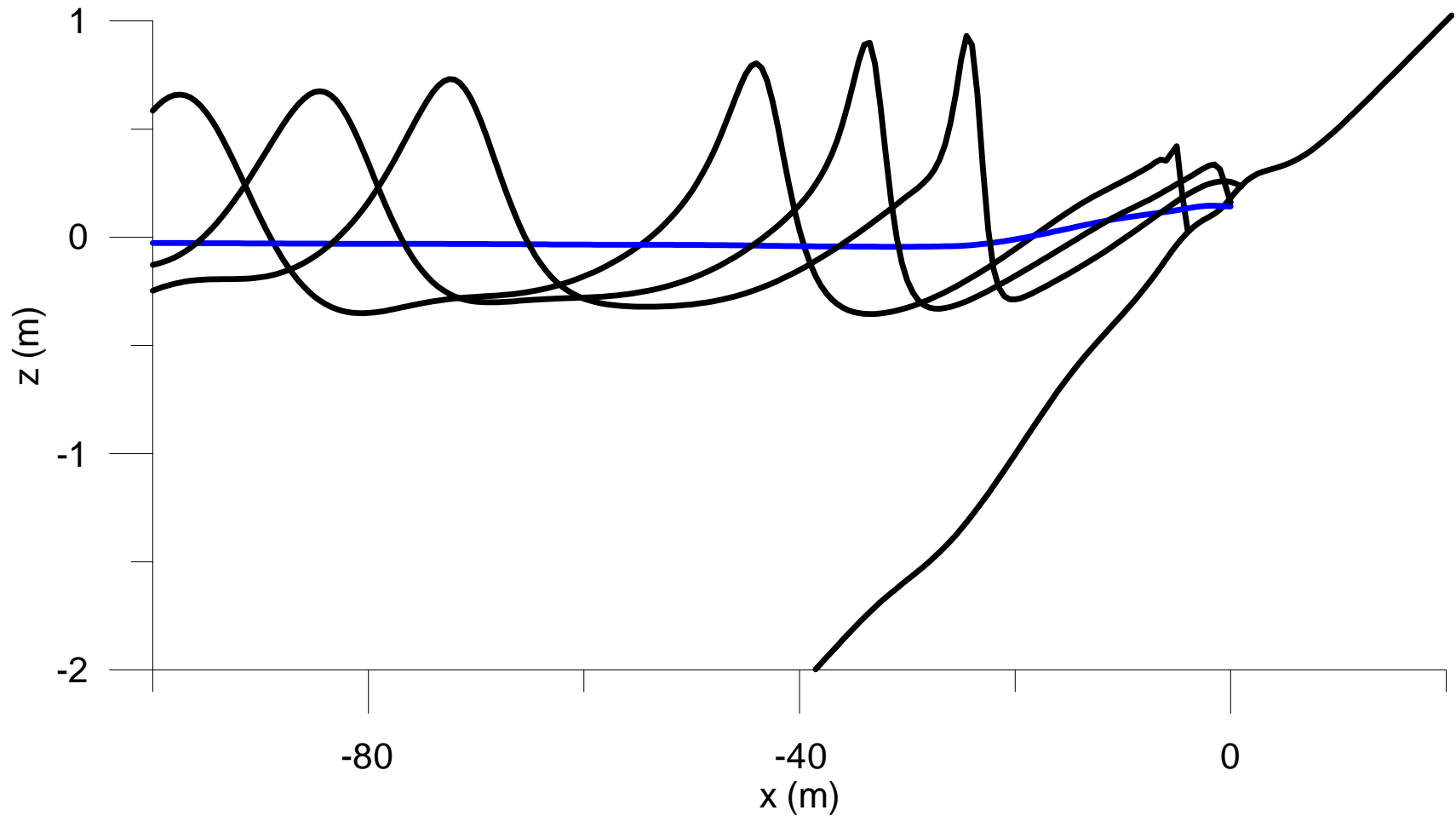
- Στην παράκτια περιοχή (ρηχά νερά)



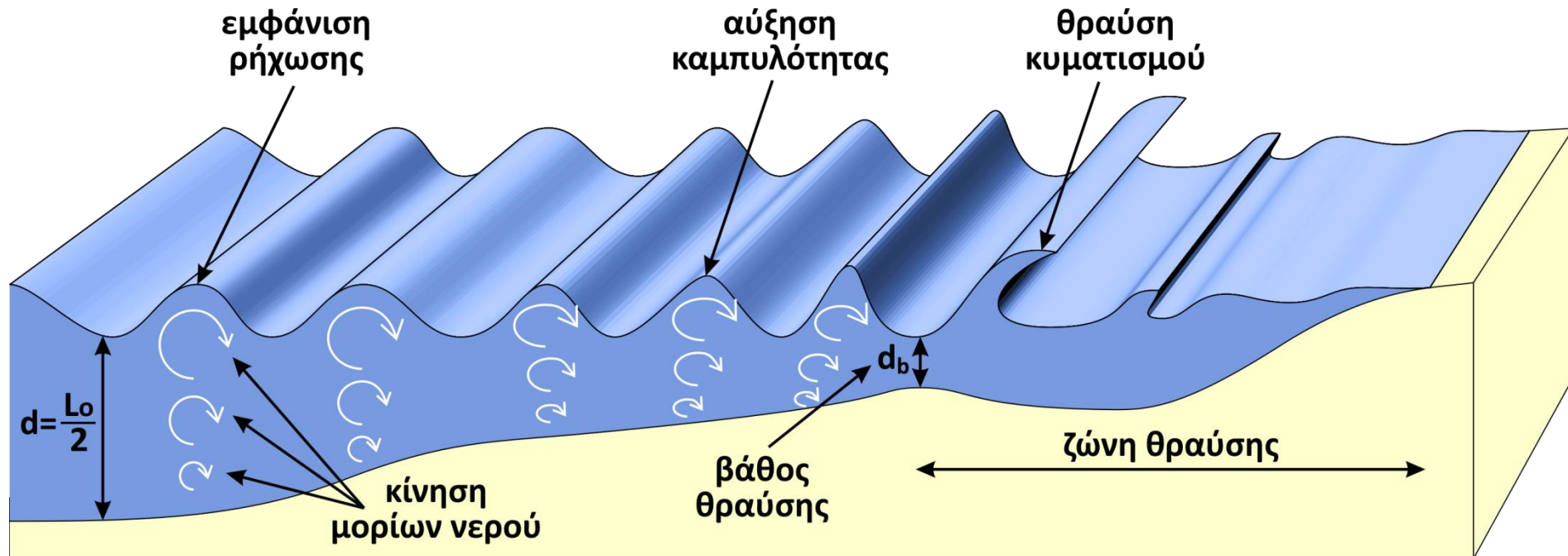
Στην παράκτια περιοχή η θραύση των κυματισμών συναρτάται με το φαινόμενο της ρήξης (αύξηση του ύψους του κύματος λόγω μείωσης του βάθους της θάλασσας) → εμφάνιση υδροδυναμικής αστάθειας, η κορυφή του διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από την κοιλία του



Εξέλιξη θραυόμενου κυματισμού (αριθμητική προσομοίωση)



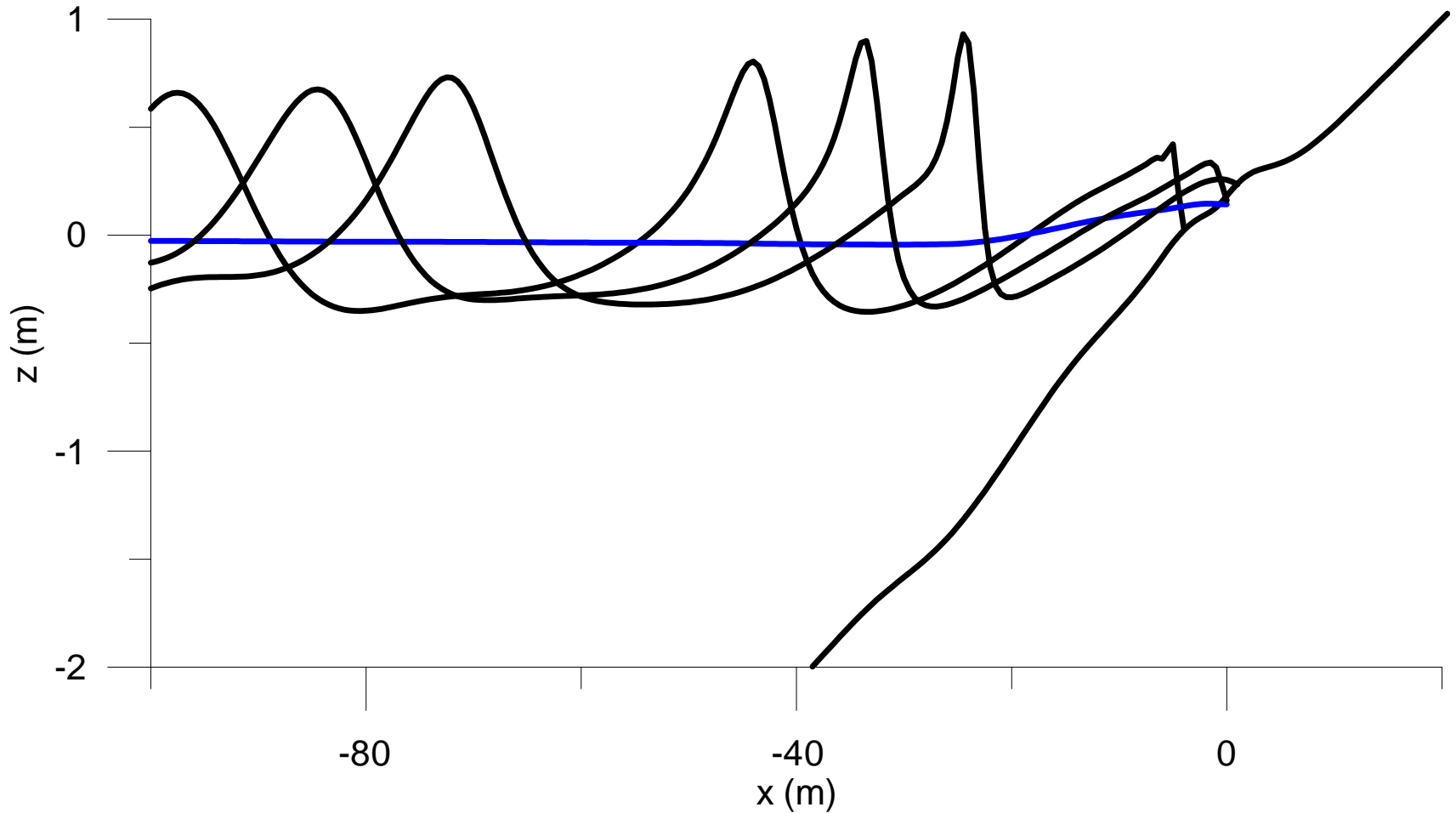
Θραύση των κυματισμών στην παράκτια ζώνη



Η γραμμή κατά μήκος της οποίας εμφανίζεται το φαινόμενο της θραύσης είναι η γραμμή θραύσης του συγκεκριμένου κυματισμού. Στη θέση αυτή, όπου το βάθος της θάλασσας είναι d_b , βάθος θραύσης, ο κυματισμός έχει ύψος H_b , ύψος θραύσης. Η ζώνη μεταξύ της γραμμής θραύσης και της ακτογραμμής αποτελεί τη ζώνη θραύσης των κυματισμών μικρότερου ύψους, όπου επίσης μεταδίδονται και οι κυματισμοί που αναγεννώνται μετά την αρχική θραύση.



Εξέλιξη θραυόμενου κυματισμού (αριθμητική προσομοίωση)



Παράδειγμα

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 $H_0 = 2 \text{ m}$ και η περίοδός τους $T = 10 \text{ sec}$.

Παρατήρηση: ο κυματισμός διαδίδεται κάθετα στις ισοβαθείς.

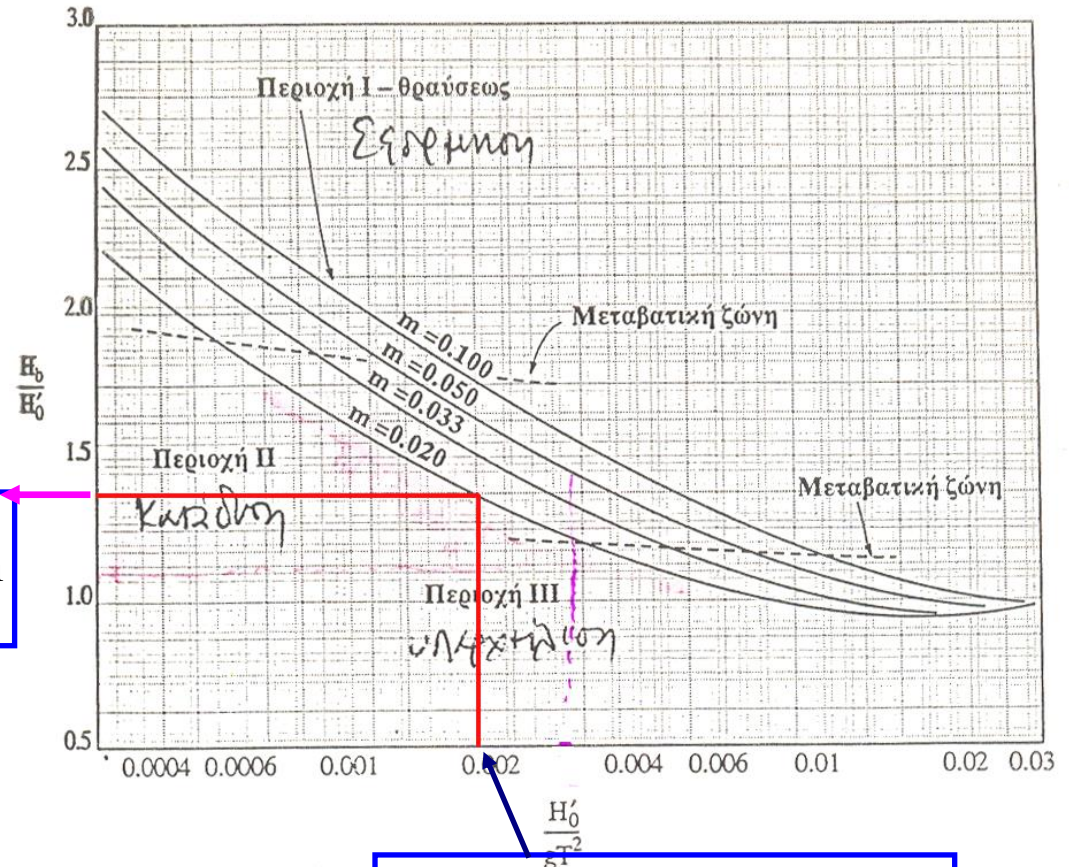
ο συντελεστής διάθλασης K_R , σε όλο το πεδίο, είναι ίσος με 1.00

Άρα $H_0' = K_R H_0 = 1.00 \times 2.0 = 2.00 \text{ m}$.

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



Χρήση διαγράμματος Σχ. 3.16



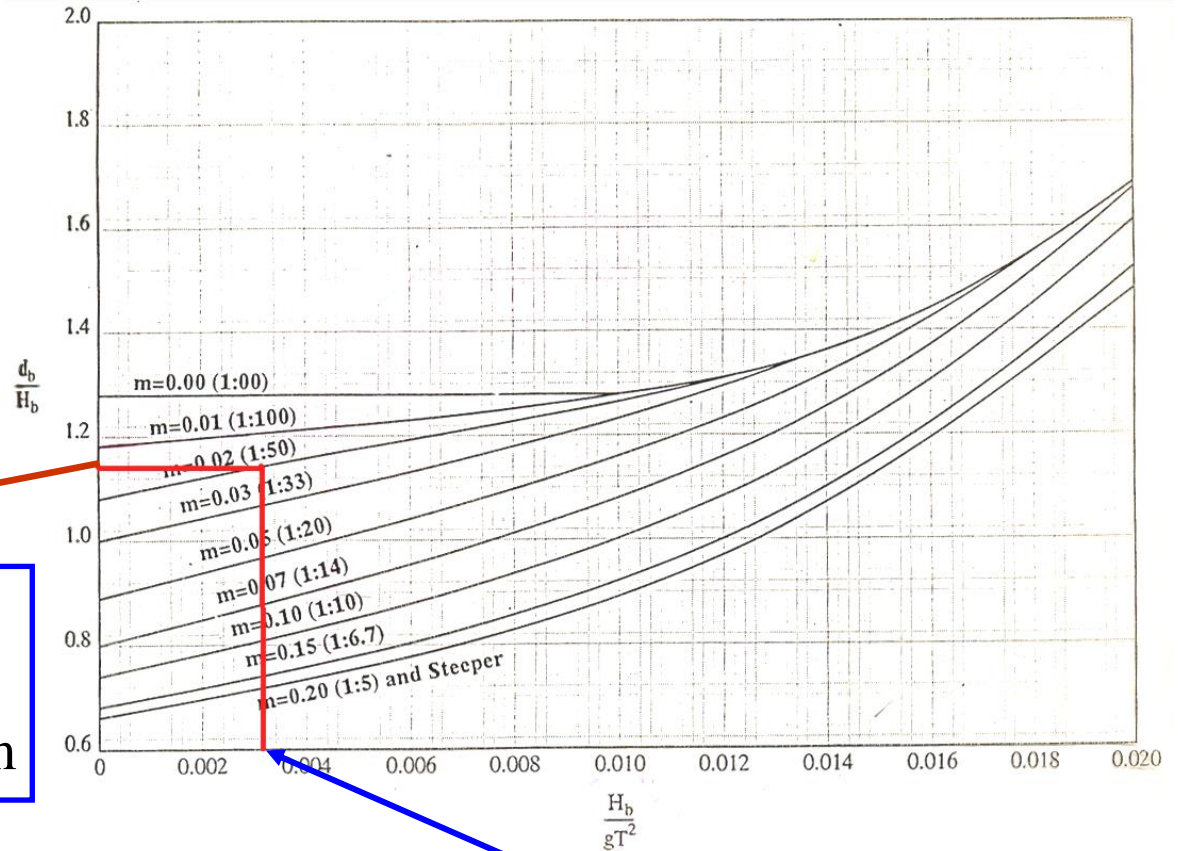
$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,4 \rightarrow H_b = 1,4 \times 2,0 = 2,8m$$

Κουτίτας Χ., 1996. «Εισαγωγή στην Παράκτια Τεχνική και τα Λιμενικά Έργα», Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

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



Χρήση διαγράμματος Σχ. 3.17



$$\frac{d_b}{H_b} = 1,15$$
$$\rightarrow d_b = 2,8 \times 1,15 = 3,22\text{m}$$

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{2,8}{9.81 \times 10^2} = 0.0028$$

Κουτίτας Χ., 1996. «Εισαγωγή στην Παράκτια Τεχνική και τα Λιμενικά Έργα», Εκδόσεις ΖΗΤΗ.



Μέσα στη ζώνη θραύσης

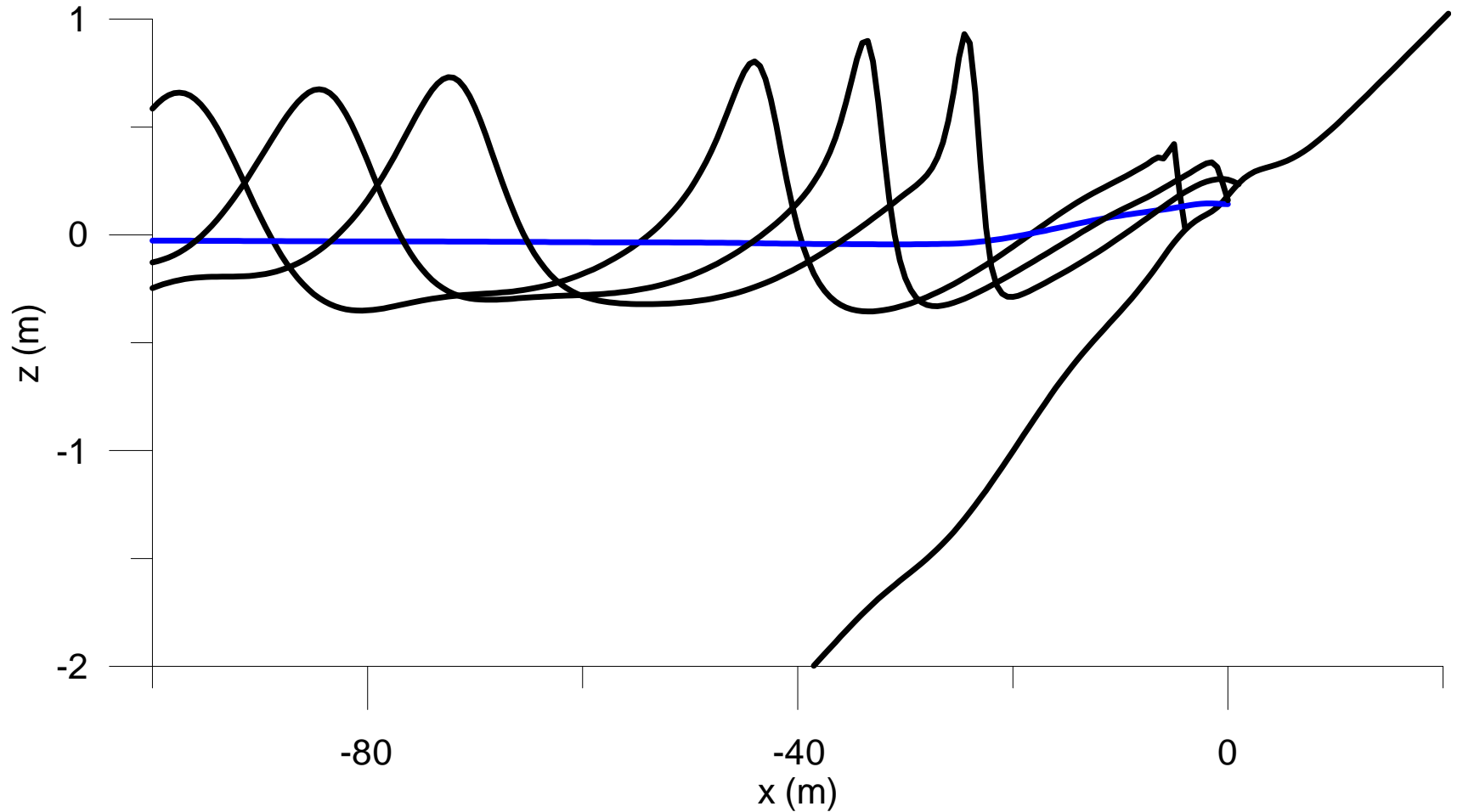
$$H = \gamma d \quad \text{όπου} \quad \gamma = \xi^{0.17} + 0.08$$

και

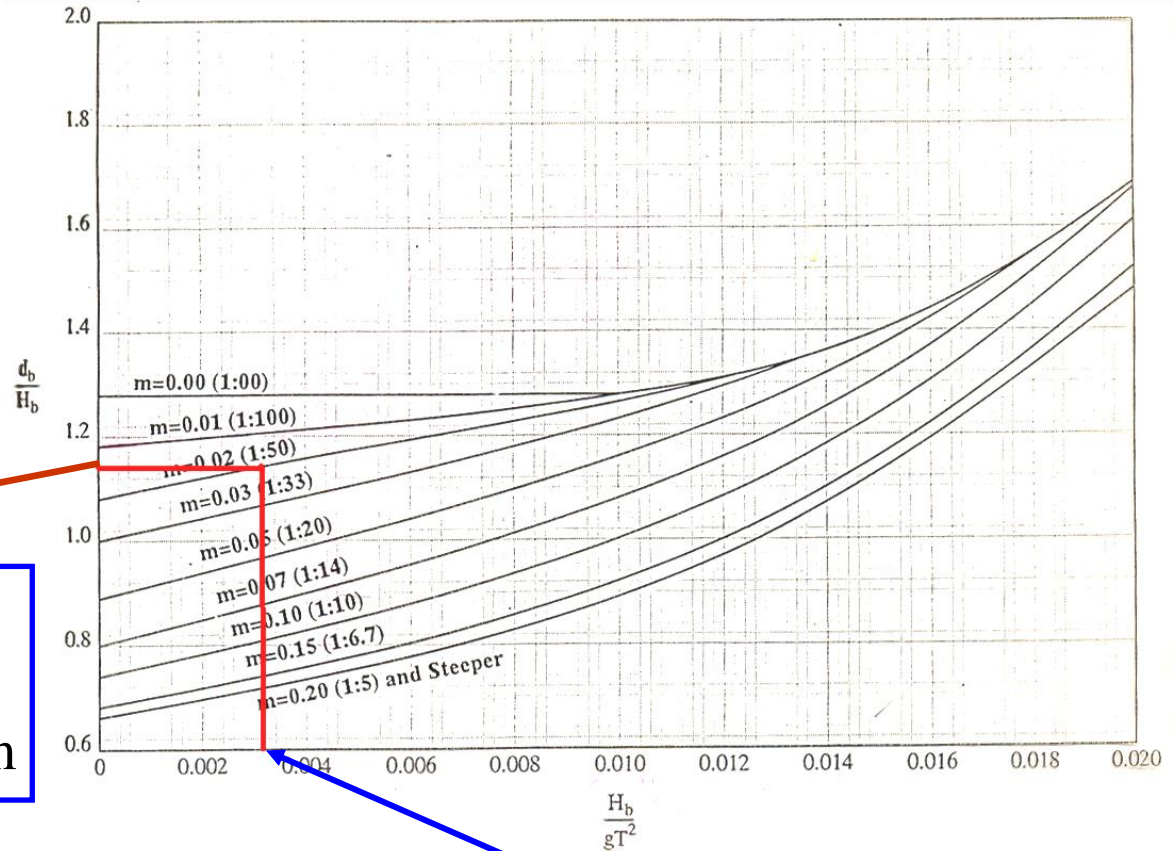
$$\xi = \tan\theta \left(\frac{H_o}{L_o} \right)^{-\frac{1}{2}}$$



Εξέλιξη θραυόμενου κυματισμού (αριθμητική προσομοίωση)



Χρήση διαγράμματος Σχ. 3.17



$$\frac{d_b}{H_b} = 1,15$$
$$\rightarrow d_b = 2,8 \times 1,15 = 3,22\text{m}$$

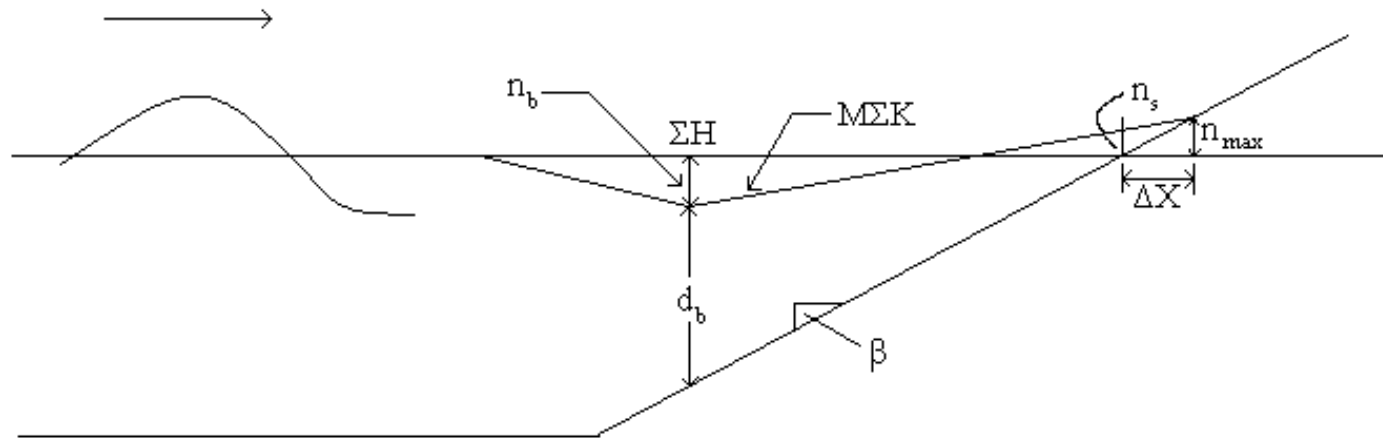
$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{2,8}{9.81 \times 10^2} = 0.0028$$

Κουτίτας Χ., 1996. «Εισαγωγή στην Παράκτια Τεχνική και τα Λιμενικά Έργα», Εκδόσεις ΖΗΤΗ.



Κυματογενής ανύψωση στάθμης (1/2)

Λόγω επίδρασης του θαλάσσιου πυθμένα επί των κυματισμών, η μέση στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας (ΜΣΚ, μέση στάθμη κυματισμών) δεν ταυτίζεται πλέον με την στάθμη ηρεμίας (ΣΗ).

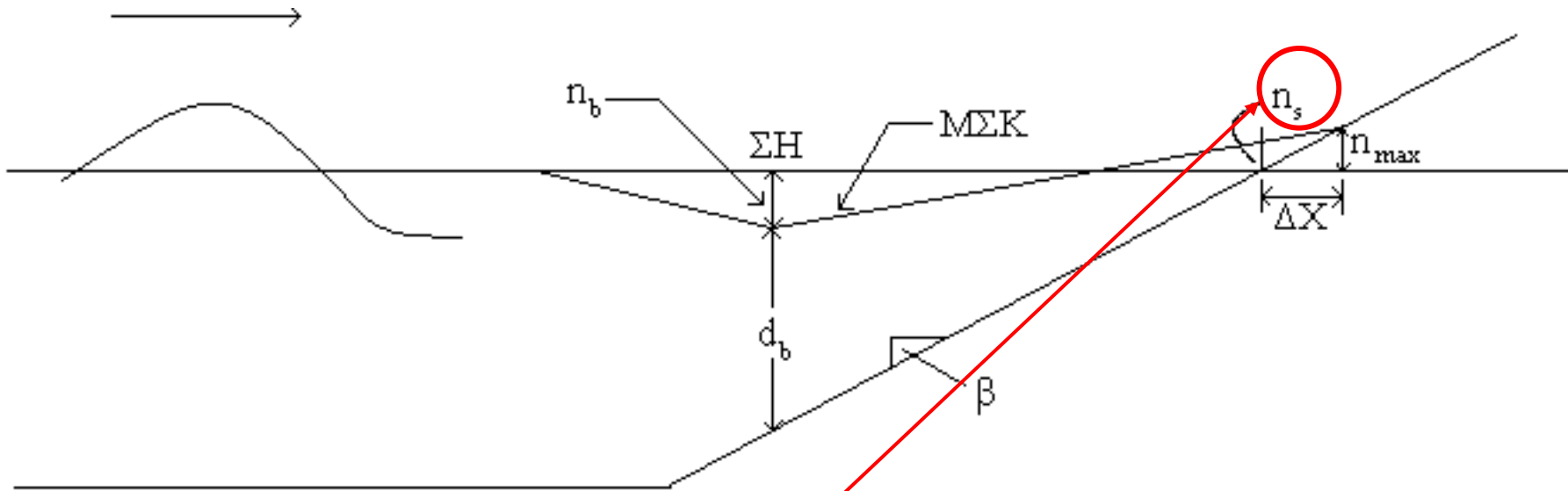


Η πτώση της ΜΣΚ (setdown) από την ΣΗ, έως τη γραμμή θραύσης

$$\eta = -\frac{1}{8} \frac{H^2 \frac{2\pi}{L}}{\sinh\left(\frac{4\pi}{L}d\right)}$$



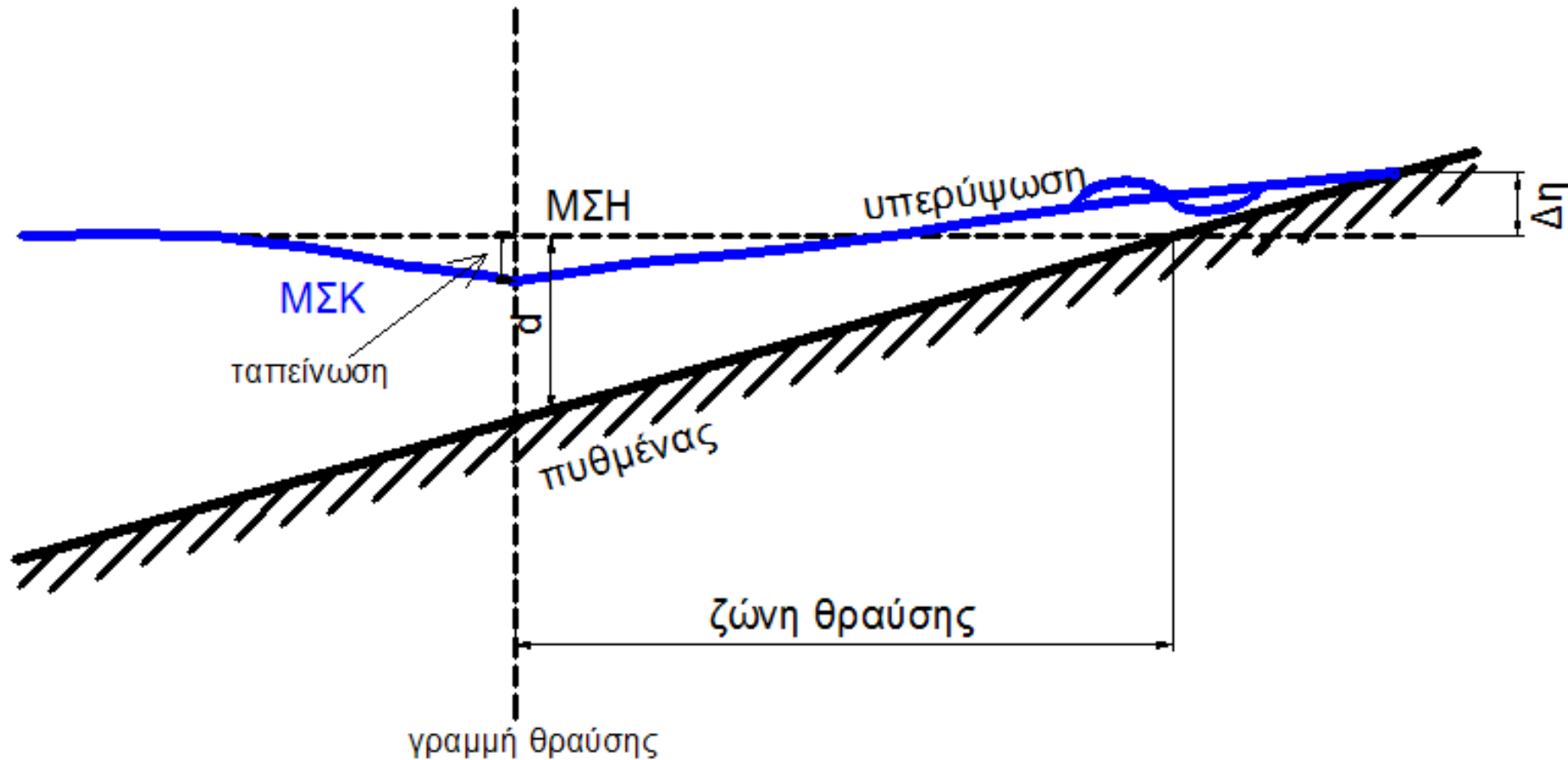
Κυματογενής ανύψωση στάθμης (2/2)



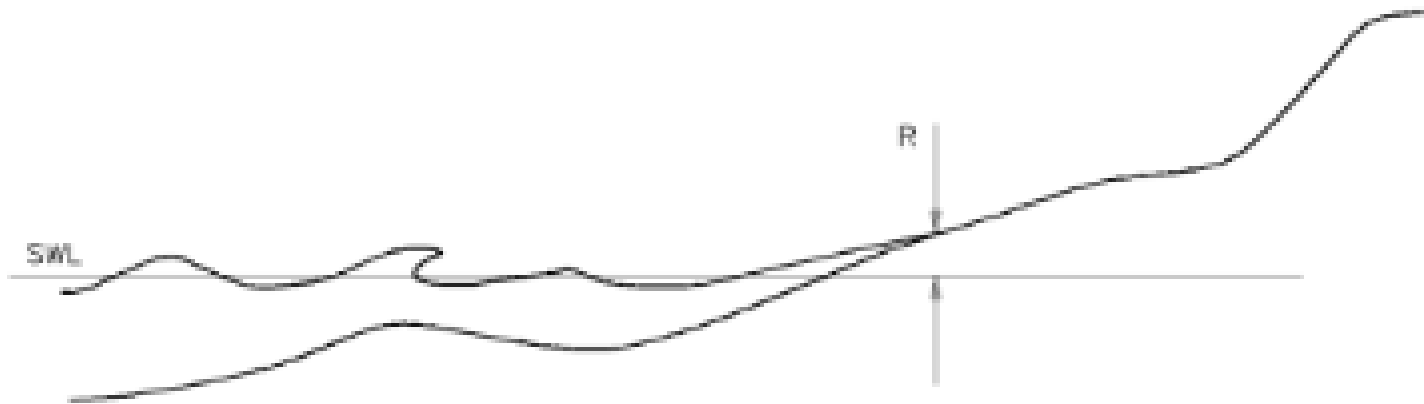
Με την παραδοχή ότι η στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας, μεταβάλλεται γραμμικά από την γραμμή θραύσης έως την ακτή, η υπερύψωση (setup) στην ακτογραμμή είναι:

$$\eta_s = \eta_b + \left[\frac{1}{1 + \frac{8}{3\gamma_b^2}} \right] d_b$$

Μέσα στη ζώνη θραύσης Μεταβολή μέσης στάθμης κύματος



Αναρρίχηση των κυματισμών



(1) Για θραυόμενους μονοχρωματικούς κυματισμούς:

$$R = H_o \xi$$

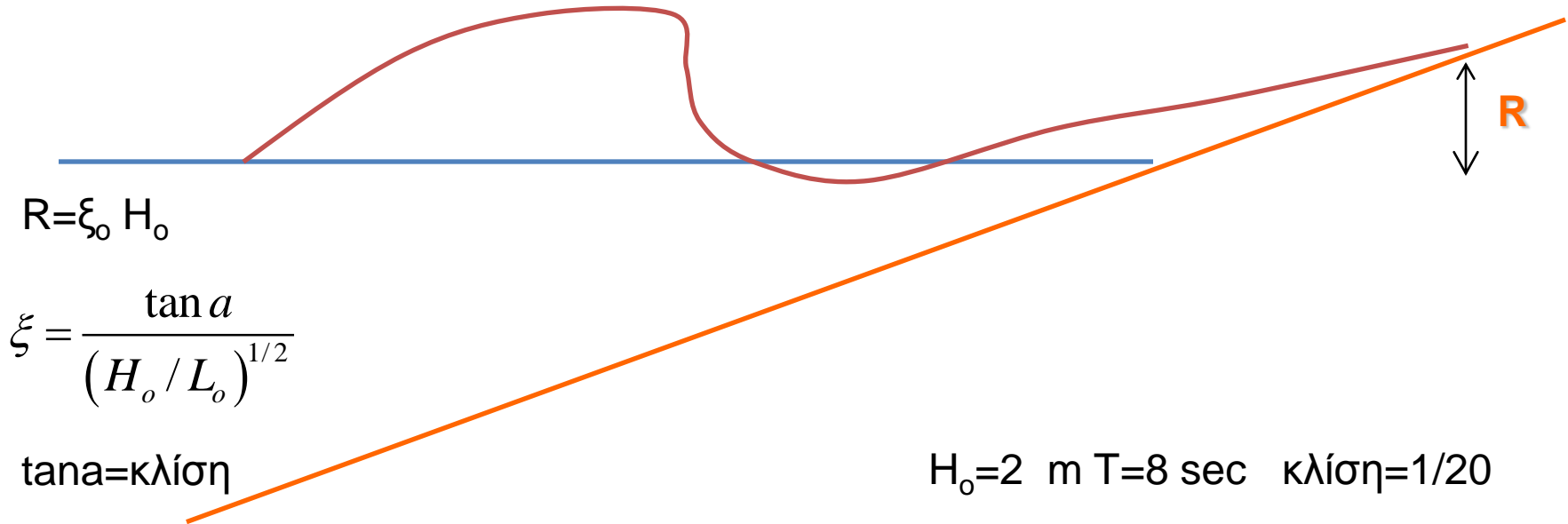
(2) Για μη θραυόμενους μονοχρωματικούς κυματισμούς :

$$R = H_o (2\pi)^{1/2} \left(\frac{\pi}{2\theta} \right)^{1/4}$$



Αναρρίχηση κυματισμού R ΒΡΑΧΕΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Κυματισμός



$$H_0 = 2 \text{ m } T = 8 \text{ sec } \text{ κλίση} = 1/20$$

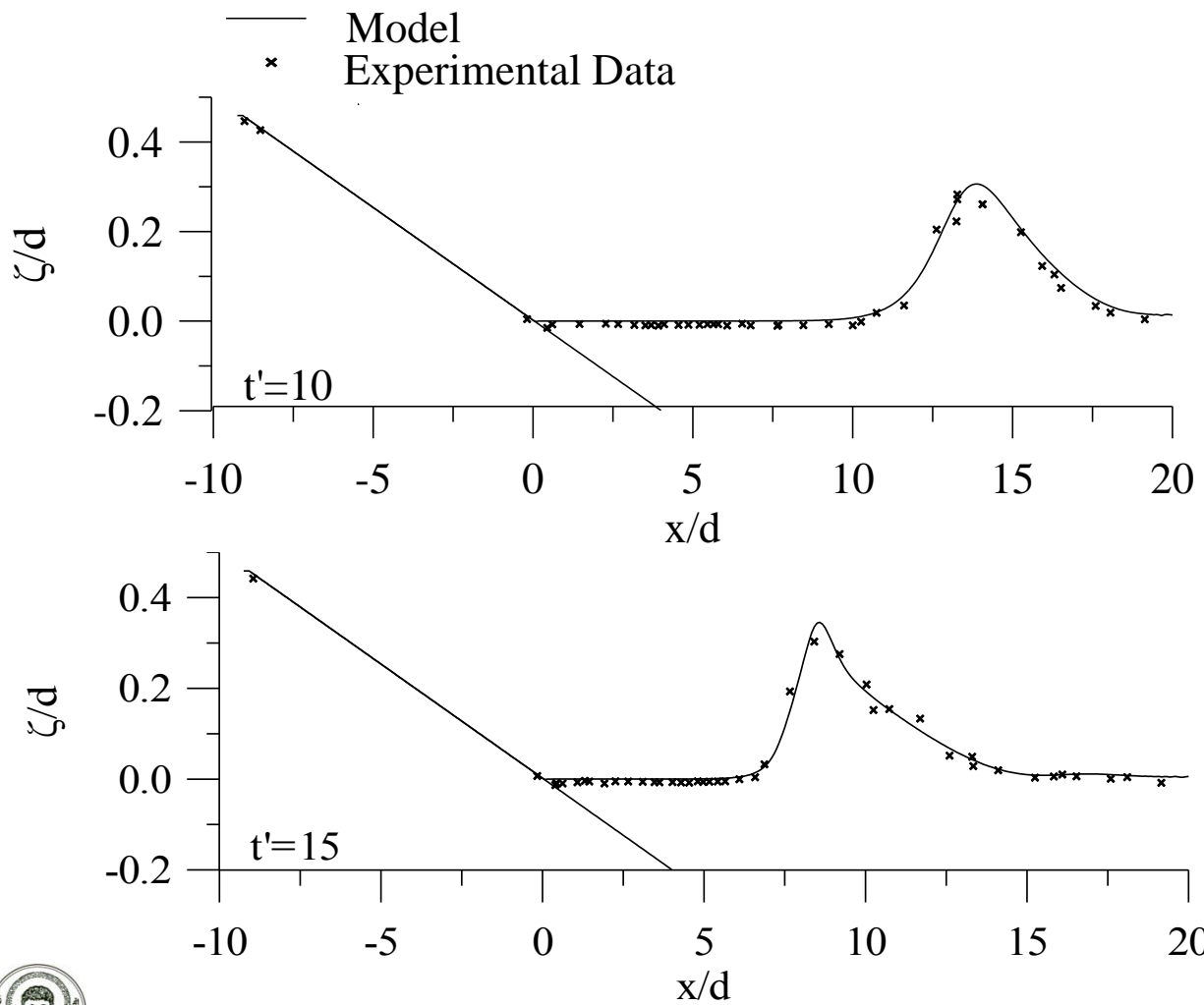
$$L_0 = 9.81 T^2 / (2\pi) = 100 \text{ m } \rightarrow$$

$$\xi_0 = \tan a / (H_0 / L_0)^{1/2} = 0.35 \rightarrow$$

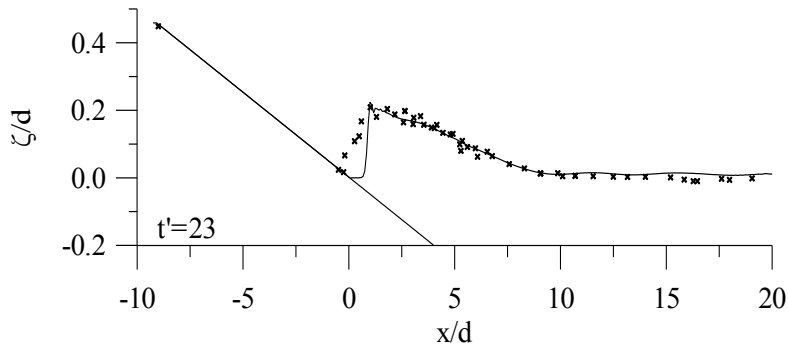
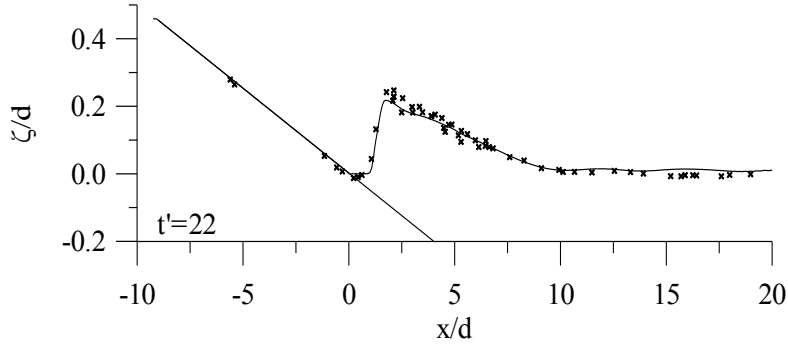
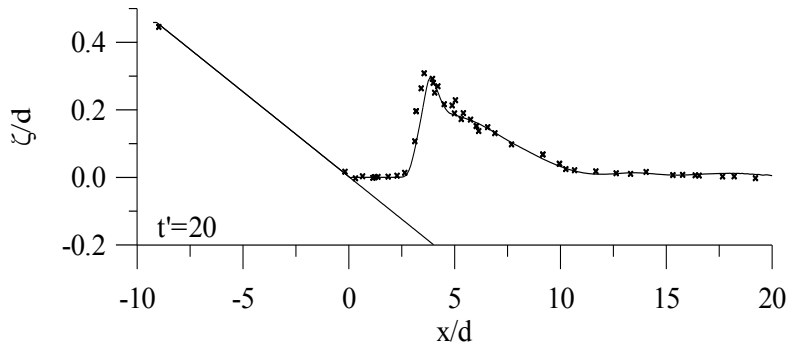
$$R = 0.35 \cdot 2 = 0.7 \text{ m}$$



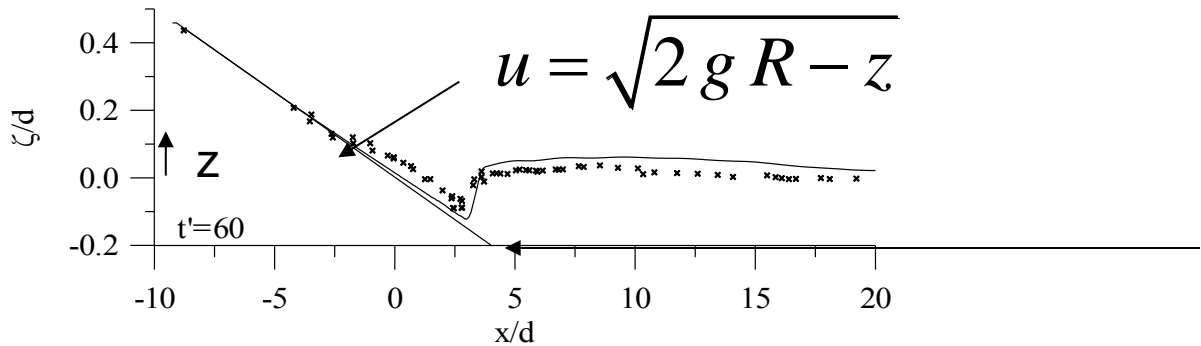
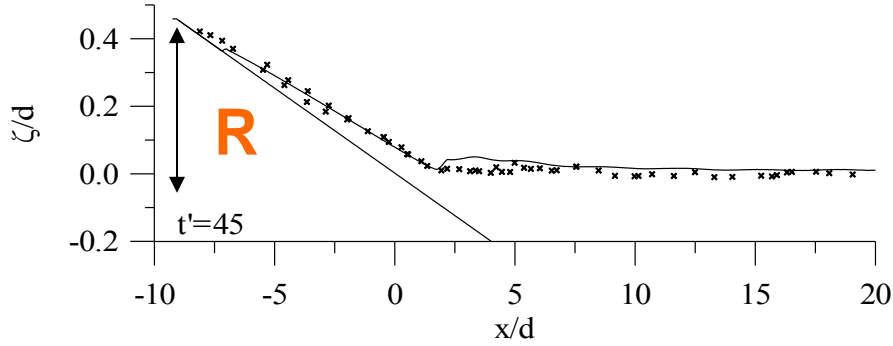
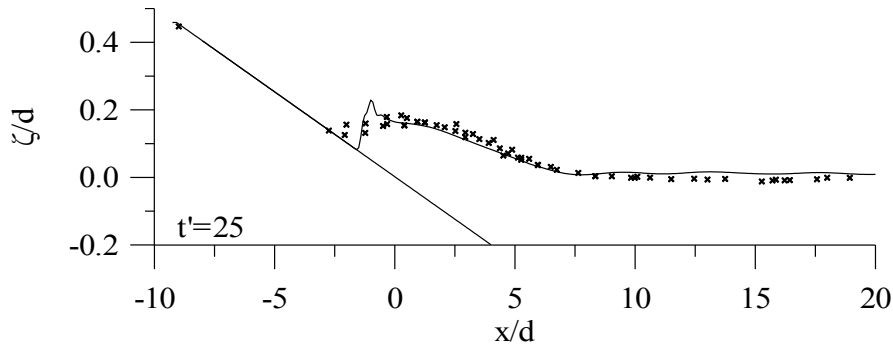
Αναρρίχηση ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ κυματισμών (1/3)



Αναρρίχηση ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ κυματισμών (2/3)



Αναρρίχηση ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ κυματισμών (3/3)



Ταχύτητα καθόδου

$$u = \sqrt{2gR}$$



Κριτήριο Θραύσης ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ κυματισμών

$$\frac{H}{d} > 0.8183(\cot \beta)^{-10/9} \quad (1)$$

H=ύψος κύματος d=βάθος $\tan\beta$ =κλίση ($\cot\beta=1/\tan\beta$)

Μικρές τιμές H/d ΟΧΙ θραύση

Αναρρίχηση κυματισμού R

$$\frac{R}{d} = 2.831(\cot \beta)^{1/2} \left(\frac{H}{d} \right)^{5/4}$$

Μη-θραυόμενος κυματισμός -
δεν ισχύει η (1)

$$\frac{R}{d} = 1.109 \left(\frac{H}{d} \right)^{0.582}$$

Θραυόμενος κυματισμός -
ισχύει η (1)



ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΟΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΣ

$$H = 2 \text{ m} \quad d = 50 \text{ m} , \text{ κλίση} = 1/20$$

Αναρρίχηση $R = ?$ Ταχύτητα καθόδου $u = ?$

Έλεγχος εάν ισχύει η σχέση $\frac{H}{d} > 0.8183(\cot \beta)^{-10/9}$

$$\frac{H}{d} = 2/50 = 0.04$$

$$0.8183(\cot \beta)^{-10/9} = 0.8183(20)^{-10/9} = 0.029$$

$$0.04 > 0.029$$

Ισχύει άρα

Θραυόμενος κυματισμός

$$\frac{R}{d} = 1.109 \left(\frac{H}{d} \right)^{0.582}$$



Αναρρίχηση κυματισμού R

$$\frac{R}{d} = 1.109 \left(\frac{H}{d} \right)^{0.582} = 1.109 \left(\frac{2}{50} \right)^{0.582} = 0.17$$

$$R = 0.17 \cdot 50 = 8.5m$$

Ταχύτητα καθόδου

$$u = \sqrt{2 g R} = \sqrt{2 g 8.5} = 12.9 \text{ m/s}$$



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεοφάνης Β. Καραμπάς.
«Παράκτια Ωκεανογραφία. Θραύση και αναρρίχηση κυματισμών». Έκδοση: 1.0.
Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS318/>



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.

