



# Ακτομηχανική και λιμενικά έργα

Διάλεξη 5<sup>η</sup>. Διαμόρφωση Κυματισμών στον  
Παράκτιο Χώρο- Περίθλαση κυματισμών

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.



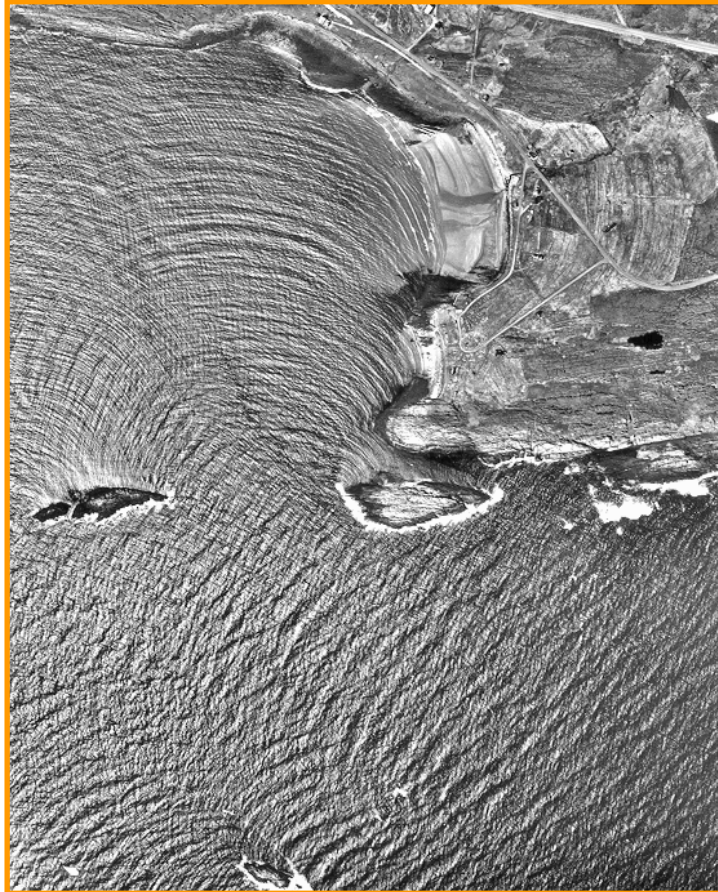
# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (1)

- **Περίθλαση**: Η διαδικασία που συνεπάγεται διάδοση κυματισμών στη “σκιά” στερεών ορίων, όπως τα ακρομόλια ενός κυματοθραύστη, με μειούμενο ύψος και αλλαγή κατεύθυνσης

- Με την περίθλαση είναι δυνατή η είσοδος κυματικής διαταραχής στο εσωτερικό των λιμενολεκανών



# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (2)



<http://www.compadre.org/Informal/images/features/waterdiffraction%20large%201-11-07.jpg>

[http://texascoastgeology.com/misc/tomboloTAMUCC\\_3\\_4\\_07asm.jpg](http://texascoastgeology.com/misc/tomboloTAMUCC_3_4_07asm.jpg)

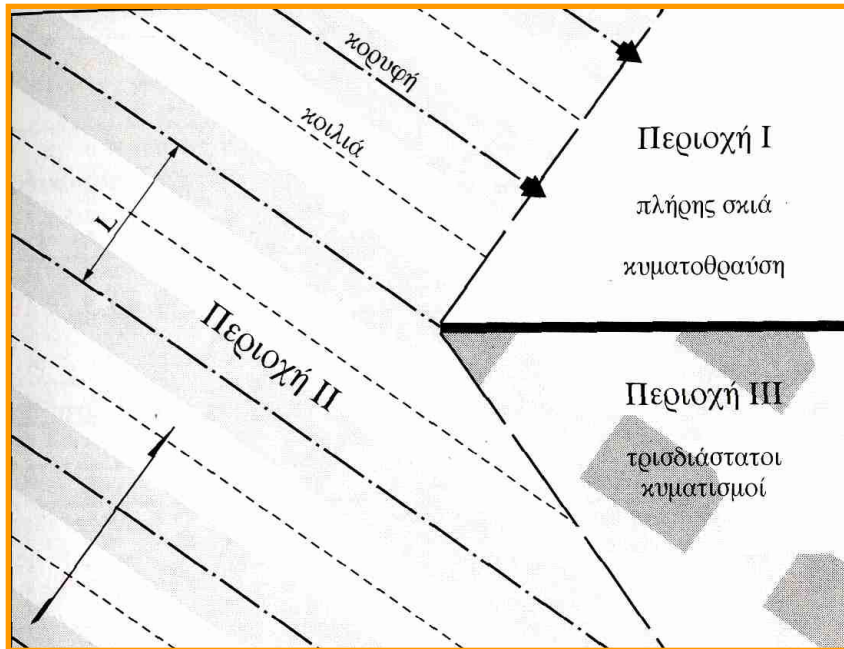
[http://www.cityoforangebeach.com/pages/know\\_your\\_beach/ripcurrents/near\\_shore\\_formation/print.htm](http://www.cityoforangebeach.com/pages/know_your_beach/ripcurrents/near_shore_formation/print.htm)



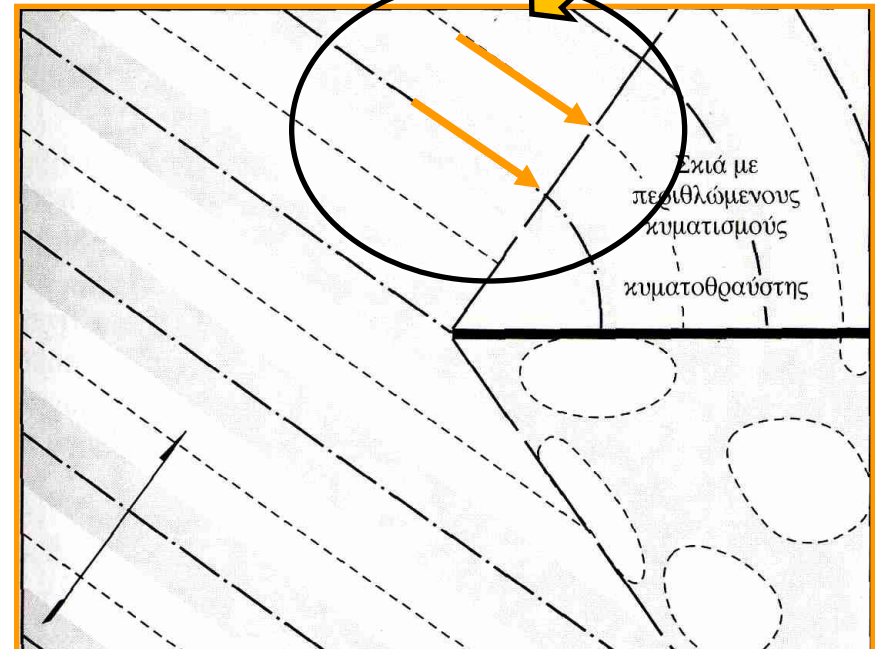
# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (3)

Σχήμα 3.6

Διάδοση με συνεχή μείωση της κυματικής ισχύος πλευρικά κατά μήκος κυματοκορυφής



Σχήμα 3.6α: ΌΧΙ Περίθλαση

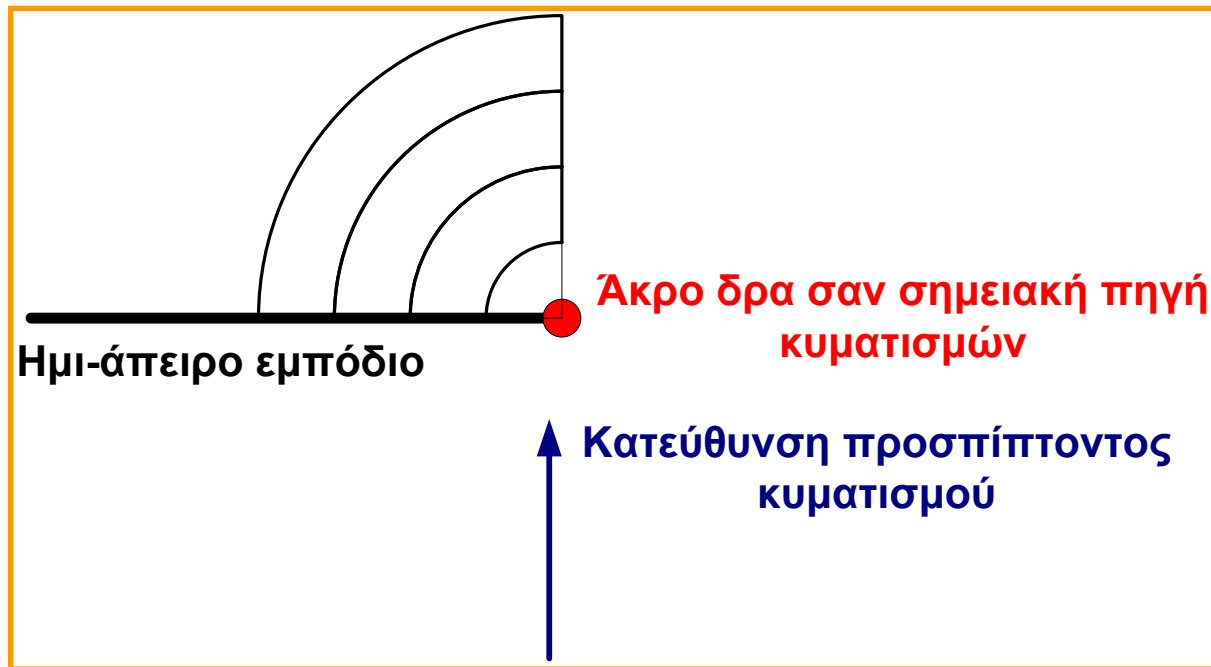


Σχήμα 3.6β: Επίδραση Περίθλασης



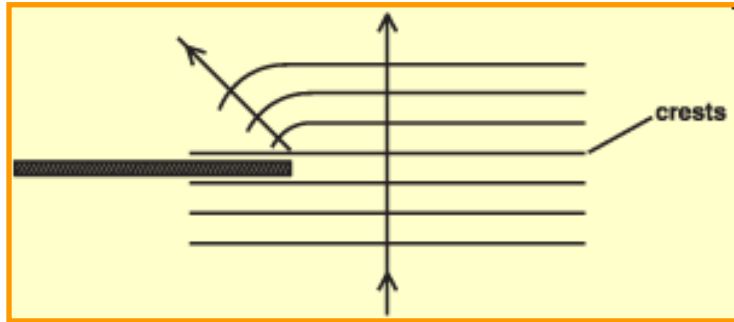
# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (4)

**Κυκλική διαμόρφωση κυματοκορυφών στην σκιά της κατασκευής σαν να αποτελούσε η ΑΚΡΗ της κατασκευής ΣΗΜΕΙΑΚΗ πηγή κυματισμών**



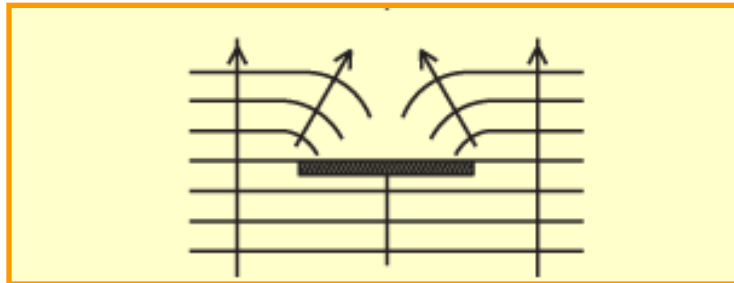
# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (5)

Με παραδοχή σταθερού βάθους στο χώρο της περίθλασης διακρίνονται οι ακόλουθες **πρακτικές περιπτώσεις**:

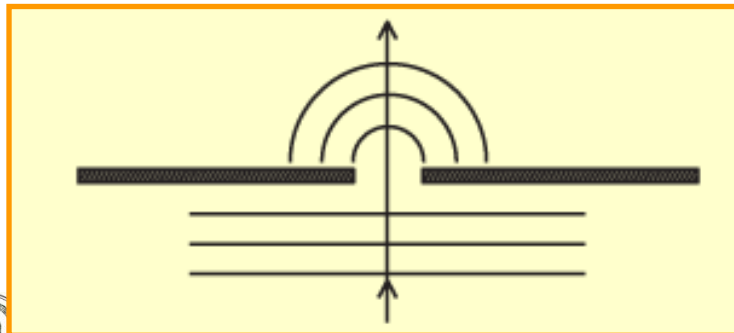


<http://www.coastalpractice.net/glossary/diffraction.htm>

Περίθλαση από ένα άκρο  
ημι-άπειρου εμποδίου



Περίθλαση από τα άκρα  
πεπερασμένου εμποδίου



Περίθλαση από άκρα δύο ημι-  
άπειρων εμποδίων (π.χ. είσοδος  
λιμενολεκάνης)





# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (6)

## Περίθλαση από ένα άκρο ημι-άπειρου εμποδίου

Το κυματικό πεδίο (το κύμα σε κάποιο σημείο) στη «σκιά» του εμποδίου εξαρτάται από:

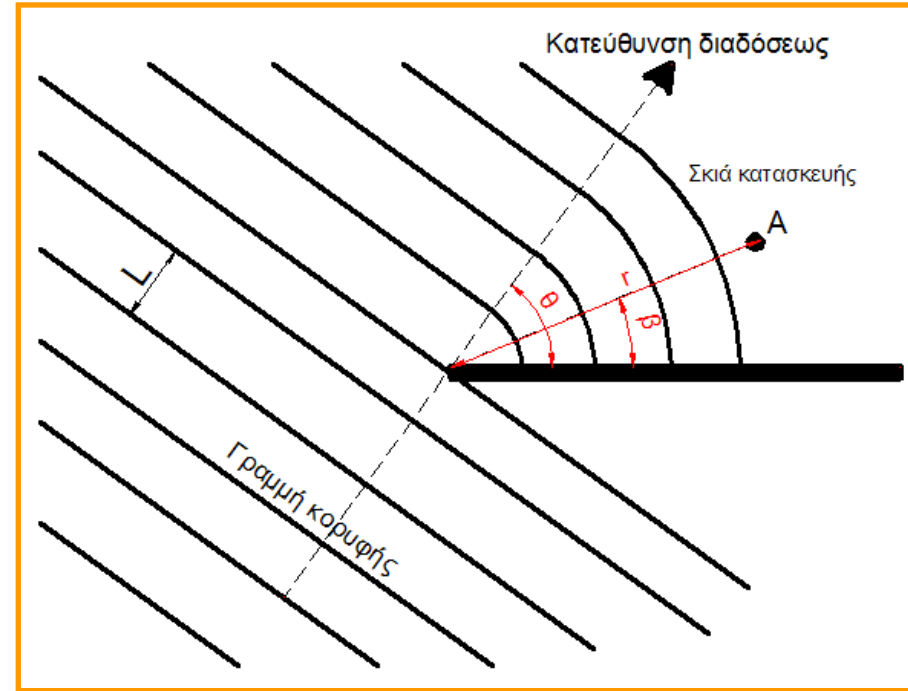
(i) **το ύψος του προσπίπτοντος κυματισμού ( $H_i$ )** (ύψος στο βάθος του εμποδίου)

(ii) **το μήκος κύματος του προσπίπτοντος κυματισμού ( $L$ )**

(iii) **τη γωνία που σχηματίζει η διεύθυνση διάδοσης του προσπίπτοντος κυματισμού (στο βάθος που βρίσκεται το εμπόδιο) με το εμπόδιο ( $\theta$ )**

(iv) **την απόσταση (ευθεία / ακτίνα) μεταξύ του άκρου του εμποδίου και του σημείου που θέλουμε να βρούμε το ύψος κύματος λόγω περίθλασης ( $r$ ) και**

(v) **τη γωνία που σχηματίζει με το εμπόδιο η προαναφερθείσα ευθεία ( $\beta$ )**



**Σχήμα 3.7: Βασικοί συμβολισμοί για την περίθλαση από άκρο ημι-άπειρου εμποδίου**



# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (6)

## Περίθλαση από ένα άκρο ημι-άπειρου εμποδίου

Το κυματικό πεδίο (το κύμα σε κάποιο σημείο) στη «σκιά» του εμποδίου εξαρτάται από:

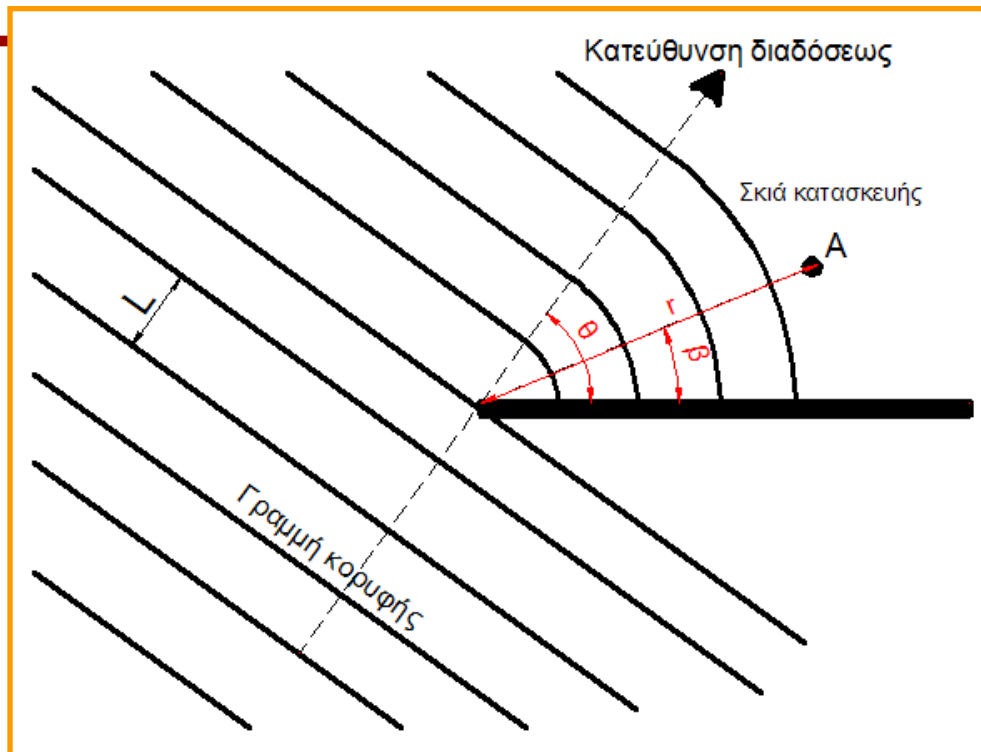
~~(i) το ύψος του προσπίπτοντος κυματισμού ( $H_i$ ) (ύψος στο βάθος του εμποδίου)~~

(ii) το μήκος κύματος του προσπίπτοντος κυματισμού ( $L$ )

(iii) τη γωνία που σχηματίζει η διεύθυνση διάδοσης του προσπίπτοντος κυματισμού (στο βάθος που βρίσκεται το εμπόδιο) με το εμπόδιο ( $\theta$ )

(iv) την απόσταση (ευθεία / ακτίνα) μεταξύ του άκρου του εμποδίου και του σημείου που θέλουμε να βρούμε το ύψος κύματος λόγω περίθλασης ( $r$ ) και

(v) τη γωνία που σχηματίζει με το εμπόδιο η προαναφερθείσα ευθεία ( $\beta$ )



Σχήμα 3.7: Βασικοί συμβολισμοί για την περίθλαση από άκρο ημι-άπειρου εμποδίου

$$H_A = k_D H_i$$

(Εξ. 3.10)

$$k_D = k_D(\theta, \beta, \frac{r}{L})$$

όπου

Συντελεστής  
περίθλασης



# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (8)

## Περίθλαση από τα άκρα πεπερασμένου εμποδίου

- Παράδειγμα πεπερασμένου εμποδίου: Κυματοθραύστης παράλληλος προς την ακτή
- Διακρίνουμε **2 περιπτώσεις υπολογισμού:**



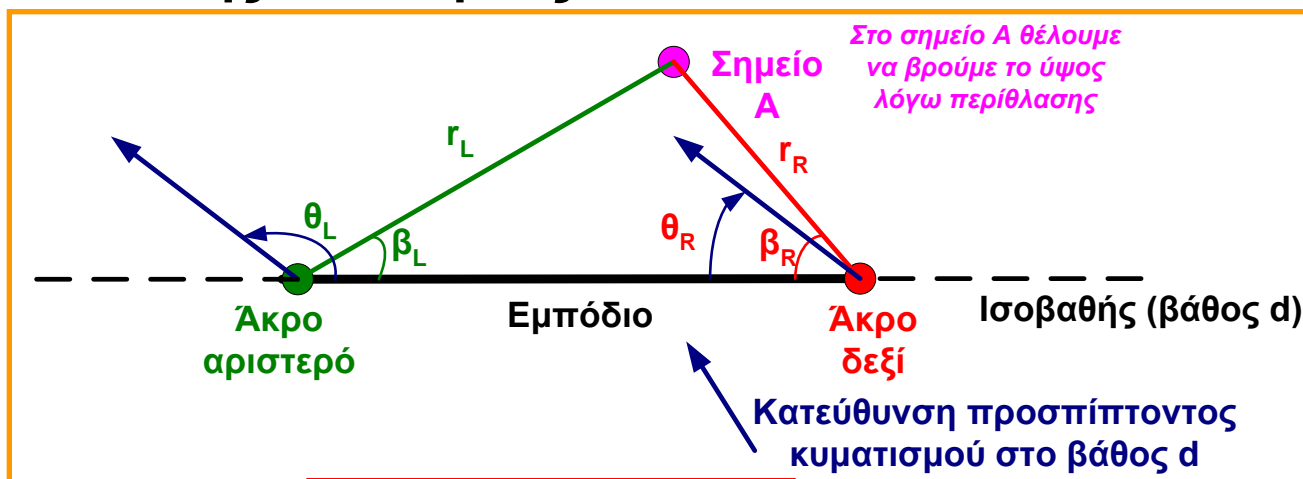
# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (8)

## Περίθλαση από τα άκρα πεπερασμένου εμπόδιου

- Παράδειγμα πεπερασμένου εμπόδιου: Κυματοθραύστης παράλληλος προς την ακτή

- Διακρίνουμε **2 περιπτώσεις υπολογισμού**:

1. Η **απόσταση (κάθετη) του σημείου πίσω από το εμπόδιο μεγαλύτερη από  $2L$**   $\Rightarrow$  **Ανεξάρτητος υπολογισμός**  $k_{DL}$  και  $k_{DR}$  για τα δύο άκρα (αριστερό και δεξί αντίστοιχα) από Wiegell και εφαρμογή απλής επαλληλίας:



$$k_{DL} = k_{DL}(\theta_L, \beta_L, \frac{r_L}{L})$$
$$k_{DR} = k_{DR}(\theta_R, \beta_R, \frac{r_R}{L})$$

από

Πίνακα  
Wiegell

$$H_A = k_{DL} H_i + k_{DR} H_i$$

Το εμπόδιο στην ίδια ισοβαθή  
( $H_i$  το ίδιο και στα δύο άκρα)

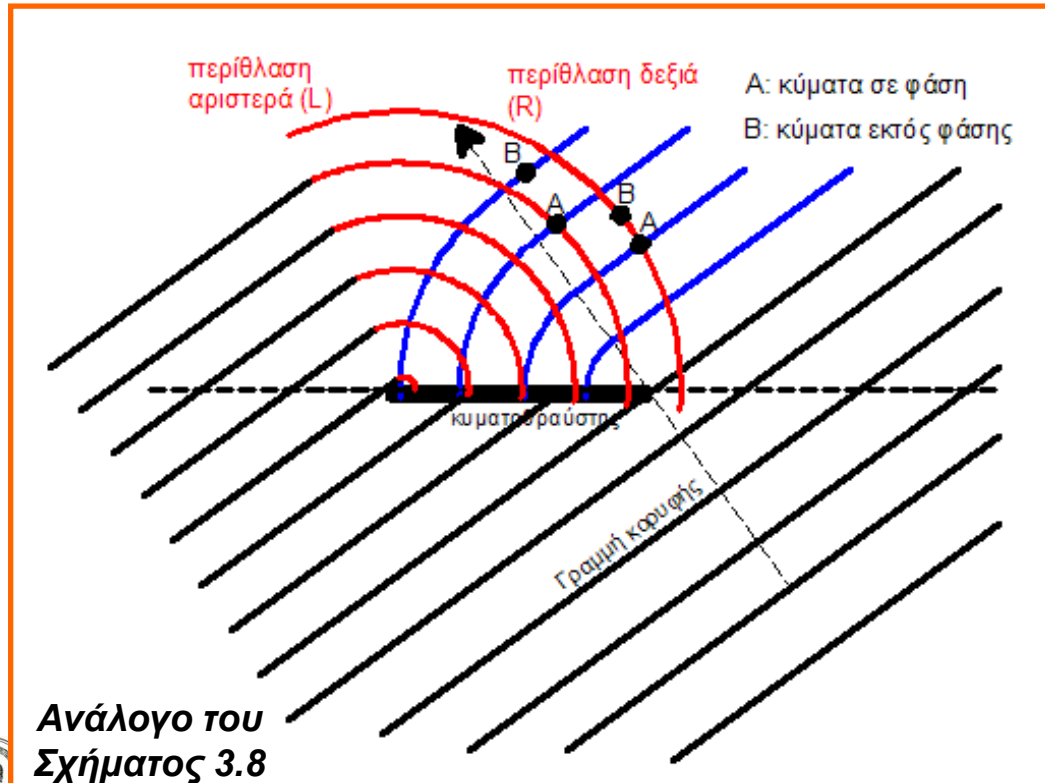


# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (9)

## Περίθλαση από τα άκρα πεπερασμένου εμπόδιου

2. Η απόσταση (κάθετη) του σημείου πίσω από το εμπόδιο μικρότερη από  $2L \Rightarrow$  Υπολογισμός  $k_D$  από την ακόλουθη Εξ.:

όπου  $\varphi$  η διαφορά φάσης των περιθλώμενων κυματισμών που συναντώνται στο σημείο A

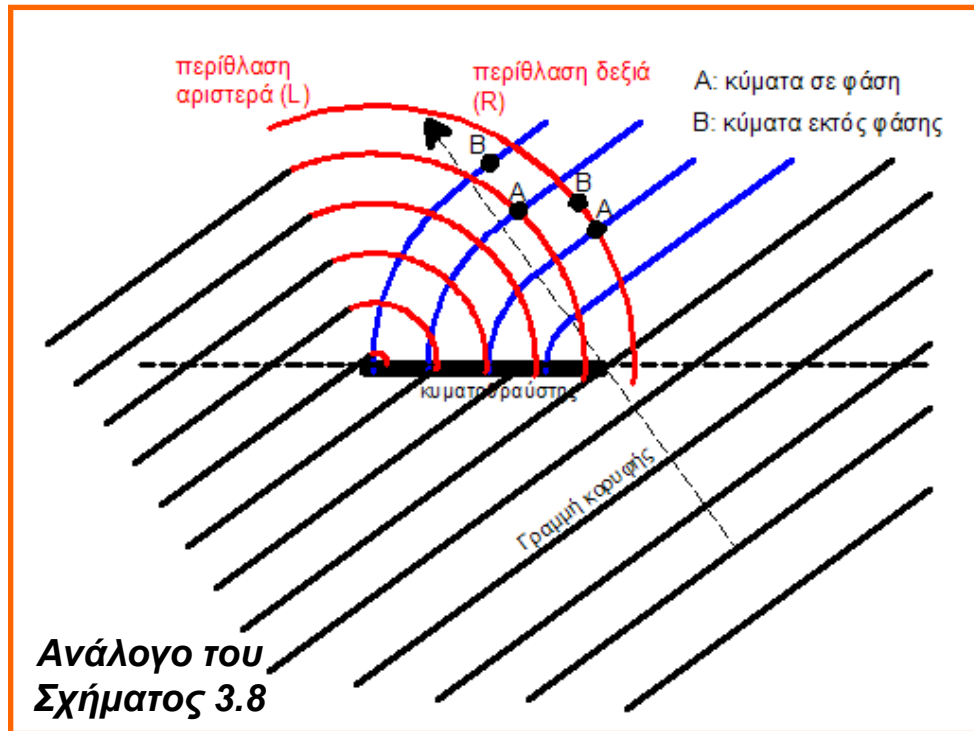


# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (9)

## Περίθλαση από τα άκρα πεπερασμένου εμπόδιου

2. Η απόσταση (κάθετη) του σημείου πίσω από το εμπόδιο μικρότερη από  $2L \Rightarrow$  Υπολογισμός  $k_D$  από την ακόλουθη Εξ.:

όπου  $\varphi$  η διαφορά φάσης των περιθλόμενων κυματισμών που συναντώνται στο σημείο A



- **Διαφορά φάσης  $0^\circ$ :** συνάντηση δύο κορυφών  $\Rightarrow$  τα περιθλόμενα από τα δύο άκρα κύματα **βρίσκονται σε φάση** ( $k_D = k_{DR} + k_{DL}$ )

- **Διαφορά φάσης  $180^\circ$ :** συνάντηση κορυφής και κοιλιάς  $\Rightarrow$  τα περιθλόμενα από τα δύο άκρα κύματα **βρίσκονται εκτός φάσεως** ( $k_D = k_{DR} - k_{DL}$ )

Τελικά:

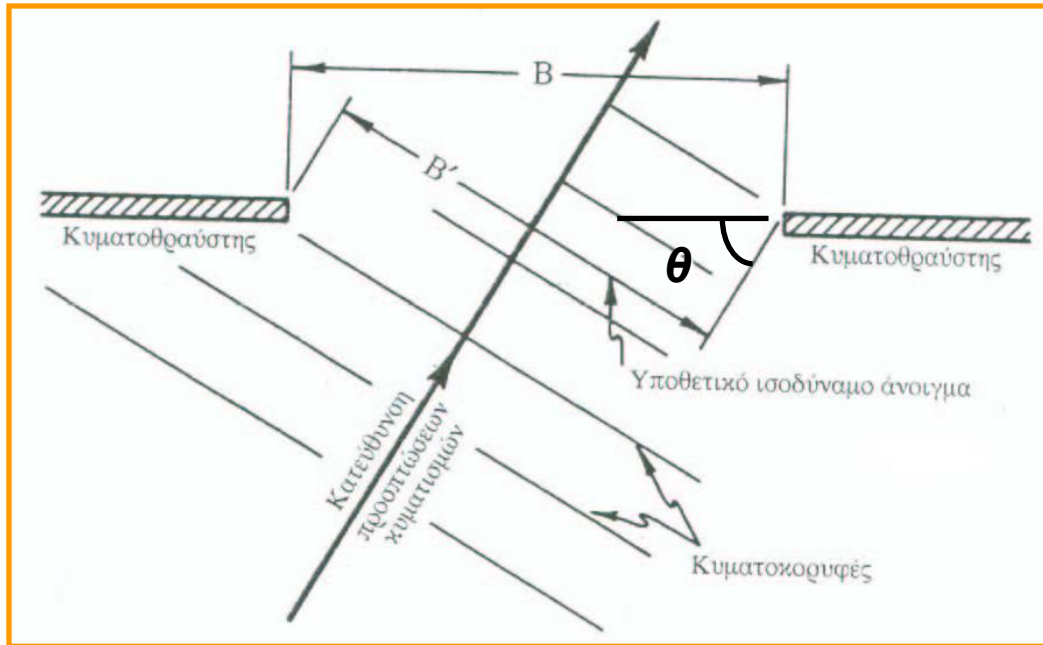
$$H_A = k_D H_i$$

# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (10)

Περίθλαση από άκρα δύο ημι-άπειρων εμποδίων (π.χ. είσοδος λιμενολεκάνης)

- **Περίθλαση από άκρα δύο ημι-άπειρων εμποδίων** με απόσταση μεταξύ των άκρων (άνοιγμα)  $B$  (π.χ. πλάτος εισόδου λιμενολεκάνης ίσο με  $B$ )
- Από την γωνία πρόσπτωσης  $\theta$  (στο βάθος των δύο εμποδίων) καθορίζεται το ισοδύναμο άνοιγμα (πλάτος εισόδου)  $B'$  (προβολή του  $B$  στην κατεύθυνση πρόσπτωσης):

$$B' = B \cdot \sin(\theta)$$



**Σχήμα 3.13:**  
**Ισοδύναμο άνοιγμα**  
**(πλάτος εισόδου) σε**  
**λοξή πρόσπτωση**



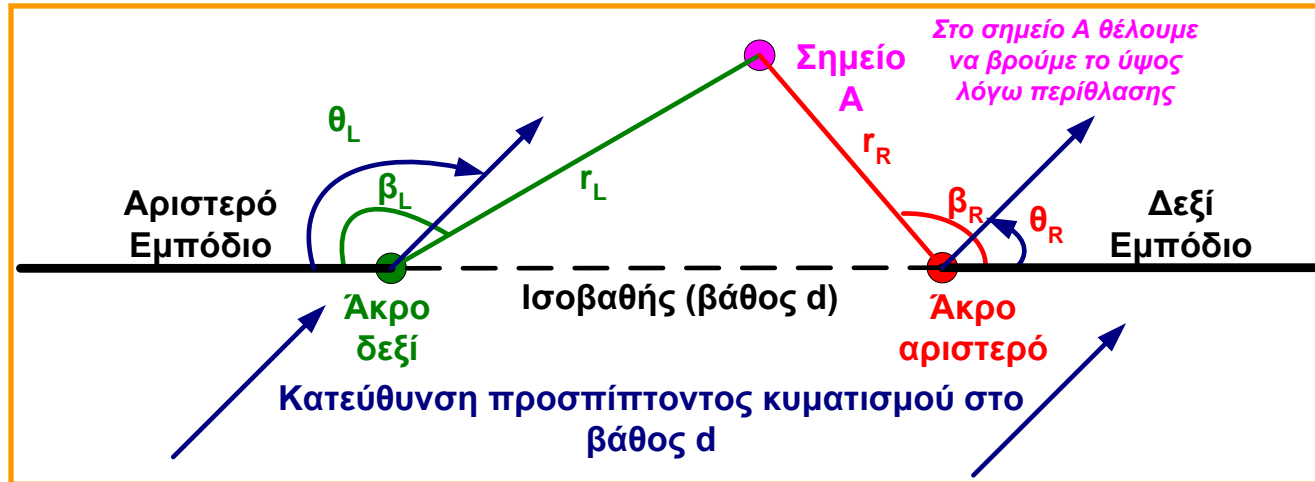


# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (11)

Περίθλαση από άκρα δύο ημι-άπειρων εμποδίων (π.χ. είσοδος λιμενολεκάνης)

• Διακρίνουμε 2 περιπτώσεις υπολογισμού:

1. Το άνοιγμα  $B'$  (ή  $B$  στην περίπτωση κάθετα προσπίπτοντων κυματισμών)  $> 5L \Rightarrow$  **Ανεξάρτητος υπολογισμός**  $k_{DL}$  και  $k_{DR}$  για τα δύο άκρα των δύο εμποδίων (αριστερό άκρο δεξί εμπόδιου και δεξί άκρο αριστερού εμπόδιου αντίστοιχα) από Wiegell και εφαρμογή απλής επαλληλίας:



$$k_{DL} = k_{DL}(\theta_L, \beta_L, \frac{r_L}{L})$$

$$k_{DR} = k_{DR}(\theta_R, \beta_R, \frac{r_R}{L})$$

από

Πίνακα Wiegell

$$H_A = k_{DL} H_i + k_{DR} H_i$$

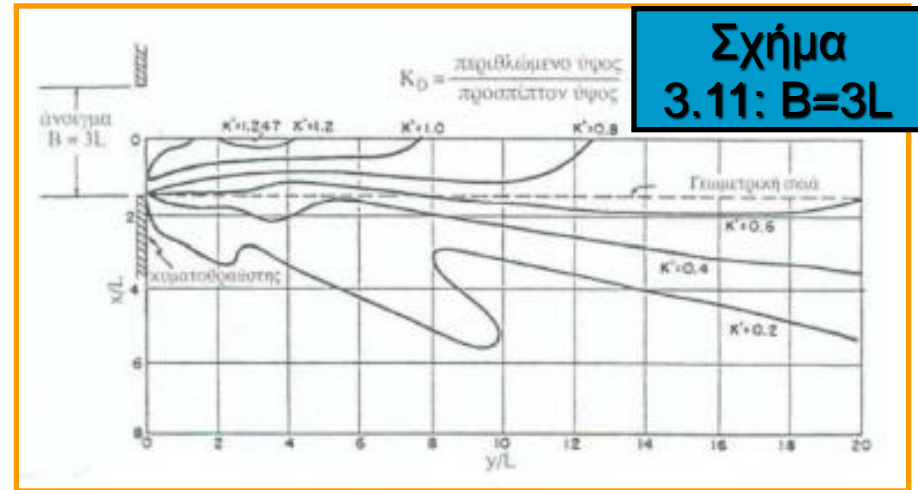
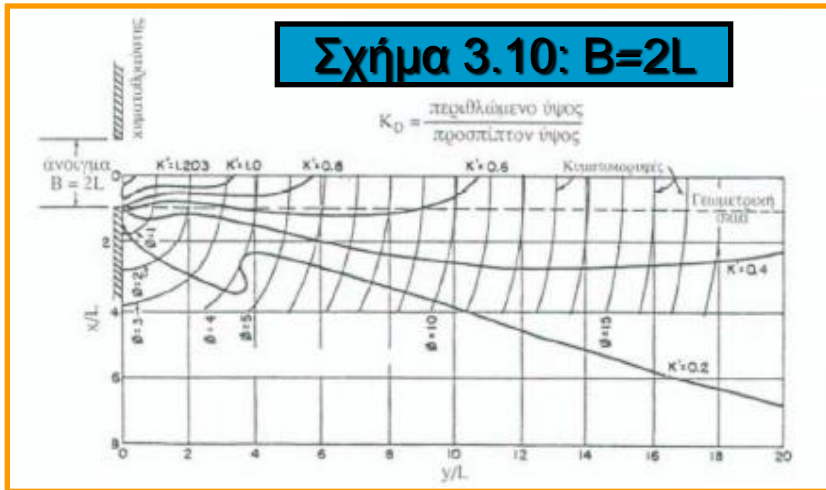
Το εμπόδια στην ίδια ισοβαθή ( $H_i$  το ίδιο και στα δύο άκρα)



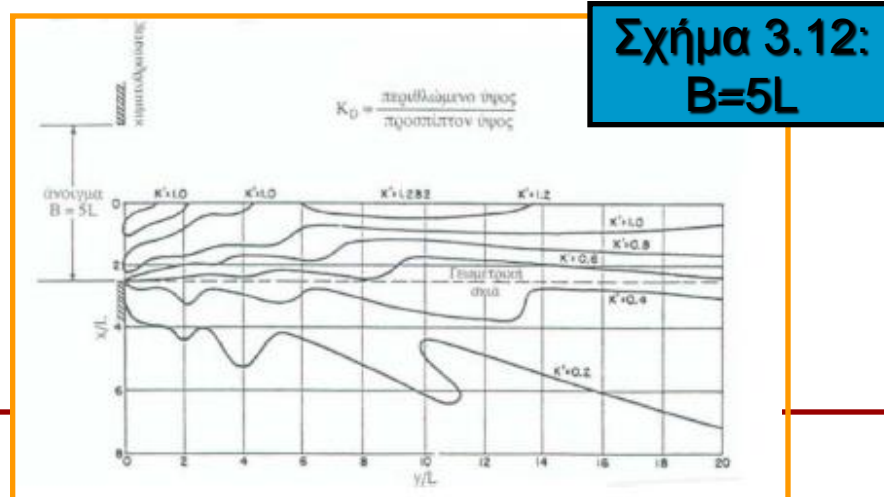
# Περίθλαση Κυματισμών (Diffraction) (11)

Περίθλαση από άκρα δύο ημι-άπειρων εμποδίων (π.χ. είσοδος λιμενολεκάνης)

2. Το άνοιγμα  $B'$  (ή  $B$  στην περίπτωση κάθετα προσπίπτοντων κυματισμών)  $\leq 5L \Rightarrow$  Εφαρμογή νομογραφημάτων (Σχήματα 3.9~3.12) για εύρεση  $k_D$



Από τη σχετική τιμή πλάτους  $B'/L$  ή  $B/L$  (κάθετη πρόσπτωση κυματισμών) ανατρέχουμε στο αντίστοιχο νομογράφημα που δίνει τον  $k_D$  ανάλογα με τα θέση  $x/L$ ,  $y/L$  του σημείου A



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Λουκογεωργάκη Εύα.  
«Ακτομηχανική και λιμενικά έργα. Διαμόρφωση Κυματισμών στον Παράκτιο Χώρο-Περίθλαση κυματισμών». 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.

