

Περιγραφή του
θαλάσσιου
περιβάλλοντος

Επιφάνεια της
θάλασσας

Εισαγωγή στην Ακουστική Ωκεανογραφία

Κύματα Επιφανείας (Βαρύτητας και Επιφανειακής τάσης)



Κύματα επιφανειακής τάσης (capillary waves)

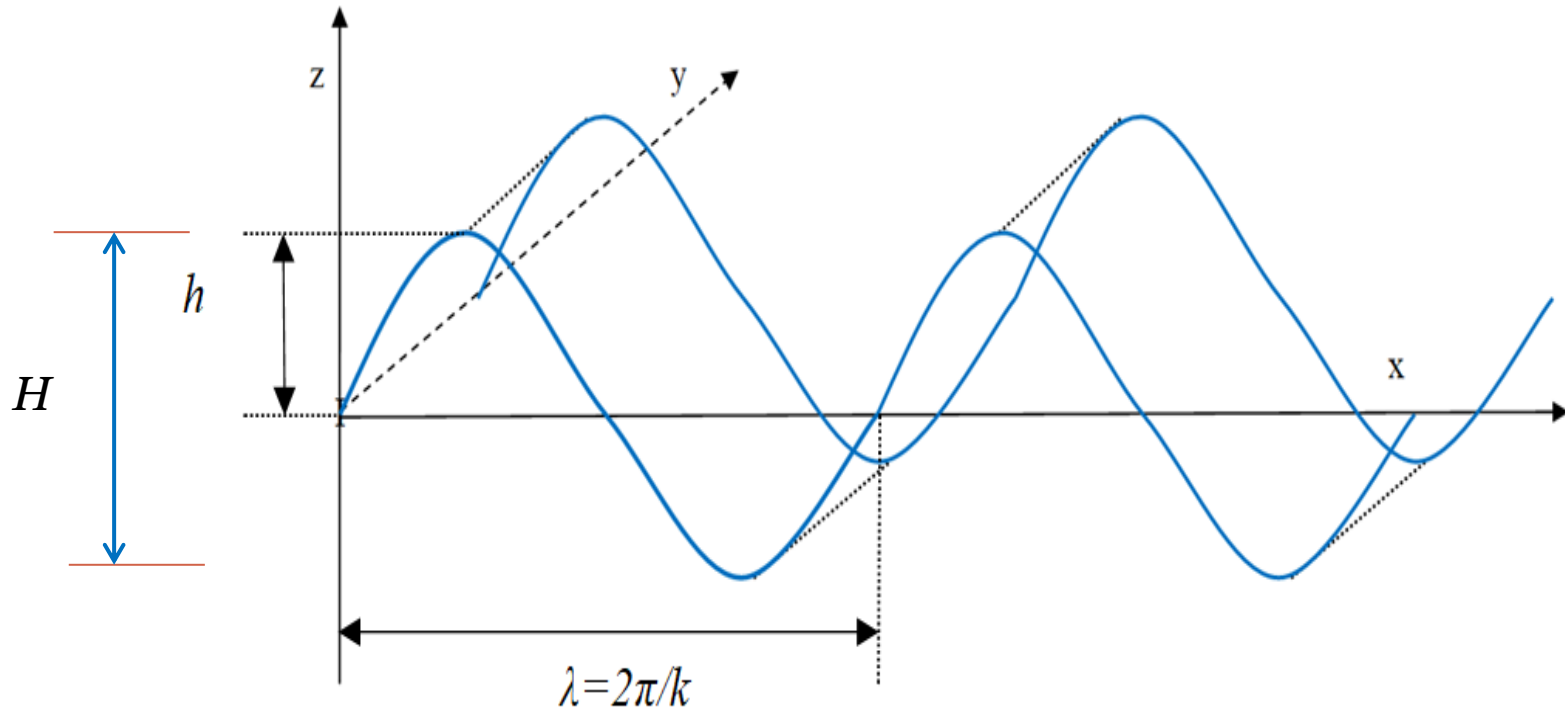
Οφείλονται σε επιφανειακή τάση στο σύνορο νερού-αέρα, και έχουν μήκος κύματος που συνήθως δεν υπερβαίνει τα 2 εκατοστά



Ανεμογενή Κύματα

Είναι κύματα βαρύτητας (gravity waves) και είναι αυτά που παρατηρεί κανείς περισσότερο. Σχετίζονται με την βαρύτητα που είναι η αιτία που τα διατηρεί μετά την δημιουργία τους, η οποία βέβαια οφείλεται στην επενέργεια του ανέμου.

Ανεμογενή κύματα



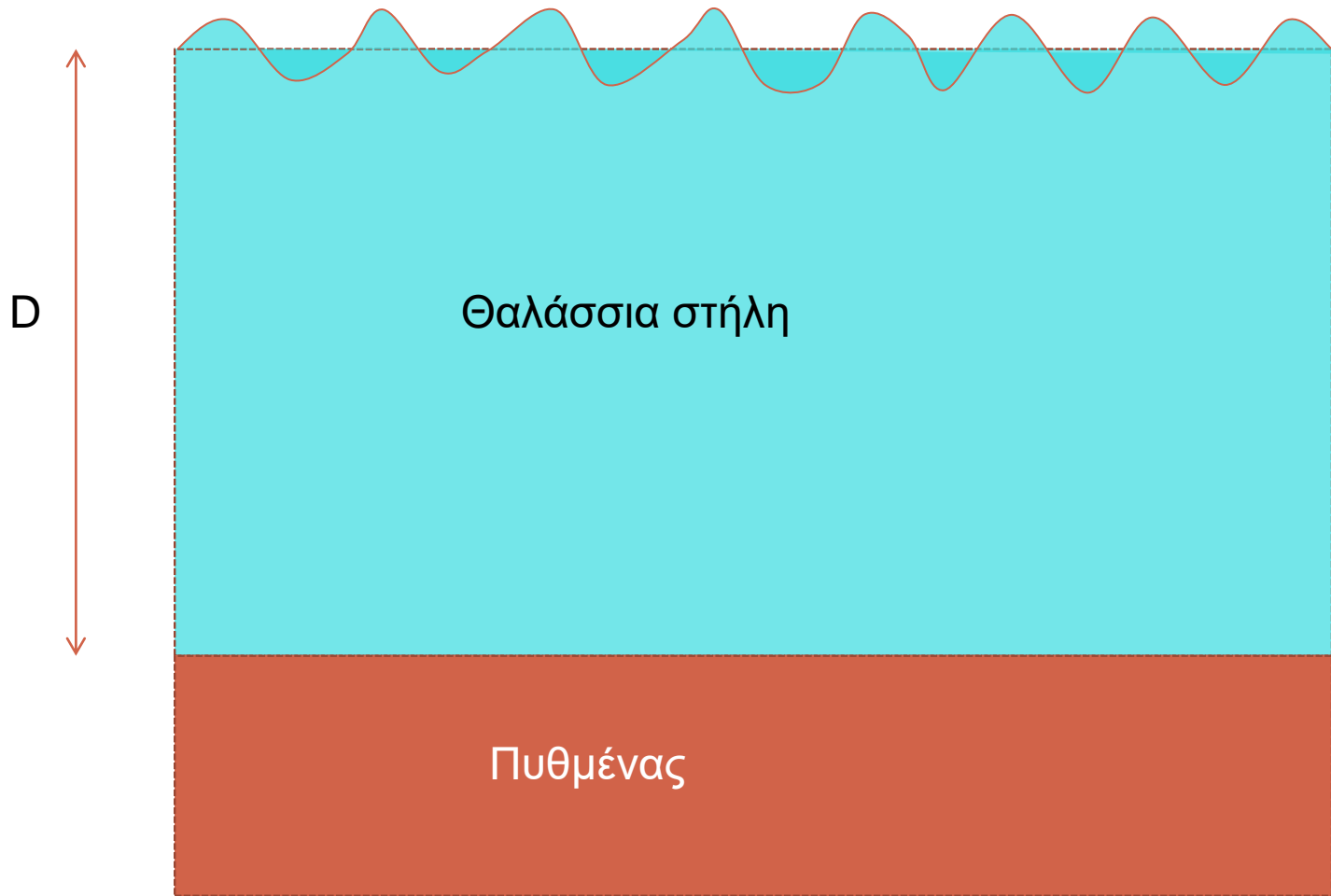
Αριθμός κύματος $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

Συχνότητα $f = 1/T$

Φασική ταχύτητα $c = \frac{\lambda}{T} = \frac{2\pi}{kT} = \frac{2\pi f}{k}$

Κυκλική συχνότητα $\omega = 2\pi f$

$$k = \frac{\omega}{c}$$



$$\omega = \sqrt{gk \tanh(kD)}$$

$$kD \rightarrow \infty \quad \tanh(kD) \rightarrow 1$$

$$kD \rightarrow 0 \quad \tanh(kD) \rightarrow kD$$

Βαθειά θάλασσα $\frac{D}{\lambda} > 0,5$

Ρηχή θάλασσα $kD \ll 1$

Βαθιά θάλασσα

$$\omega = \sqrt{gk \tanh(kD)} \longrightarrow \omega = \sqrt{gk} \quad k = \omega / c$$

$$c = \sqrt{\frac{g}{k}}$$

όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας = 9.8 m/s^2

Η φασική ταχύτητα εξαρτάται από το μήκος κύματος

Βαθιά θάλασσα

Στην περίπτωση που θεωρηθεί και η επιφανειακή τάση στον κυματισμό τότε η φασική ταχύτητα δίδεται από την σχέση

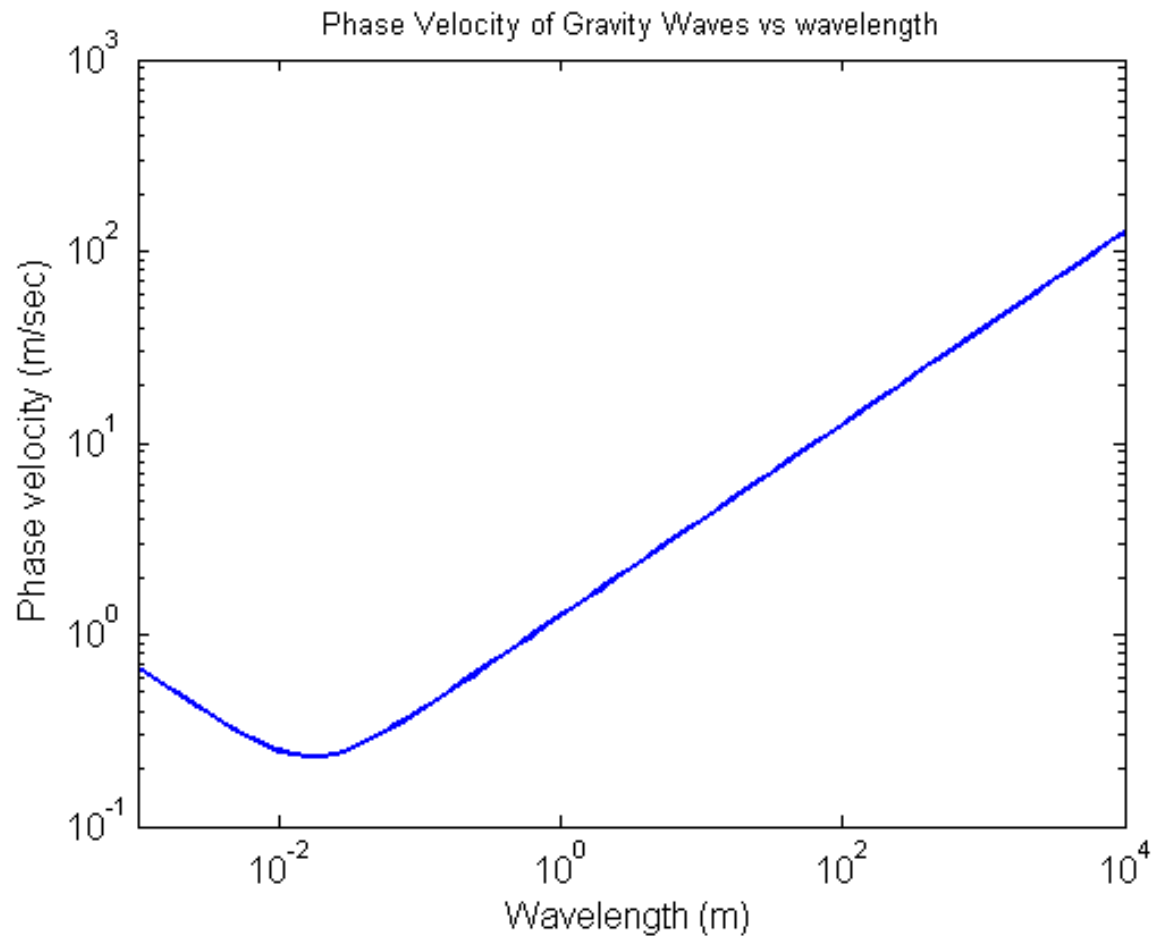
$$c = \sqrt{\frac{g}{k} + \frac{\sigma k}{\rho}}$$

όπου

σ είναι η επιφανειακή τάση (τυπική τιμή $7.4 \times 10^{-2} \text{ N/m}$)

και

ρ είναι η πυκνότητα του νερού (kg/m^3).



Το ελάχιστο παρατηρείται σε μήκος κύματος 1,73 cm και είναι της τάξης των 0,23 m/sec

Ρηχή θάλασσα

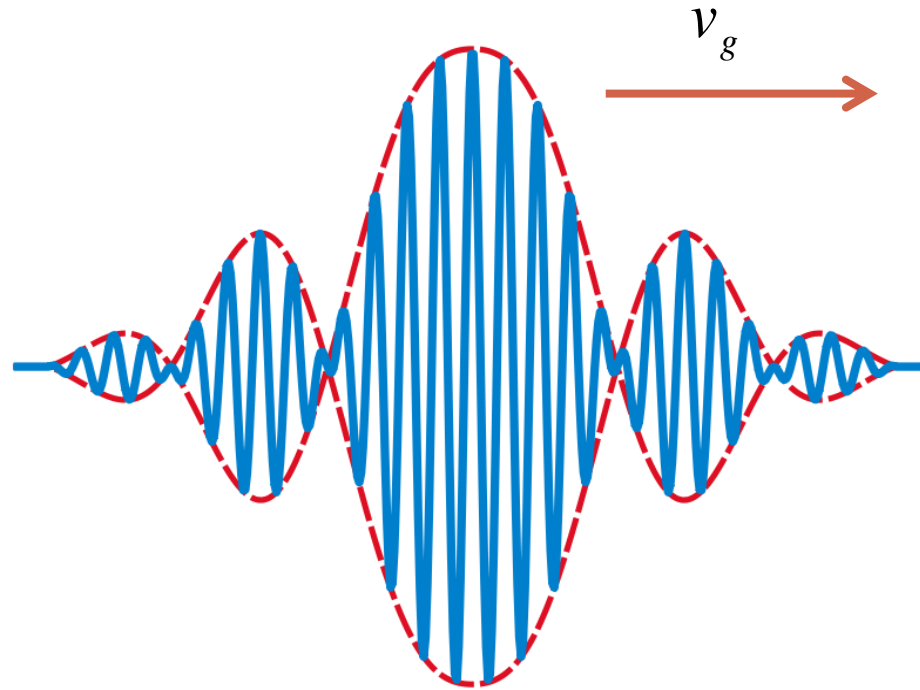
$$\omega = \sqrt{gk \tanh(kD)} \longrightarrow \omega = \sqrt{gk^2 D} \quad k = \omega / c$$

$$c = \sqrt{gD}$$

όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας = 9.8 m/s^2

Φασική ταχύτητα ανεξάρτητη από το μήκος κύματος

Ταχύτητα ομάδας



Σύνθετος κυματισμός

Ταχύτητα ομάδας

Η ταχύτητα διάδοσης ενός σύνθετου κυματισμού,
καθορίζεται από την
ταχύτητα ομάδας (*group velocity*)
που δίδεται από την σχέση :

$$v_g = \left. \frac{d\omega}{dk} \right|_{k=k_0}$$

Ταχύτητα ομάδας

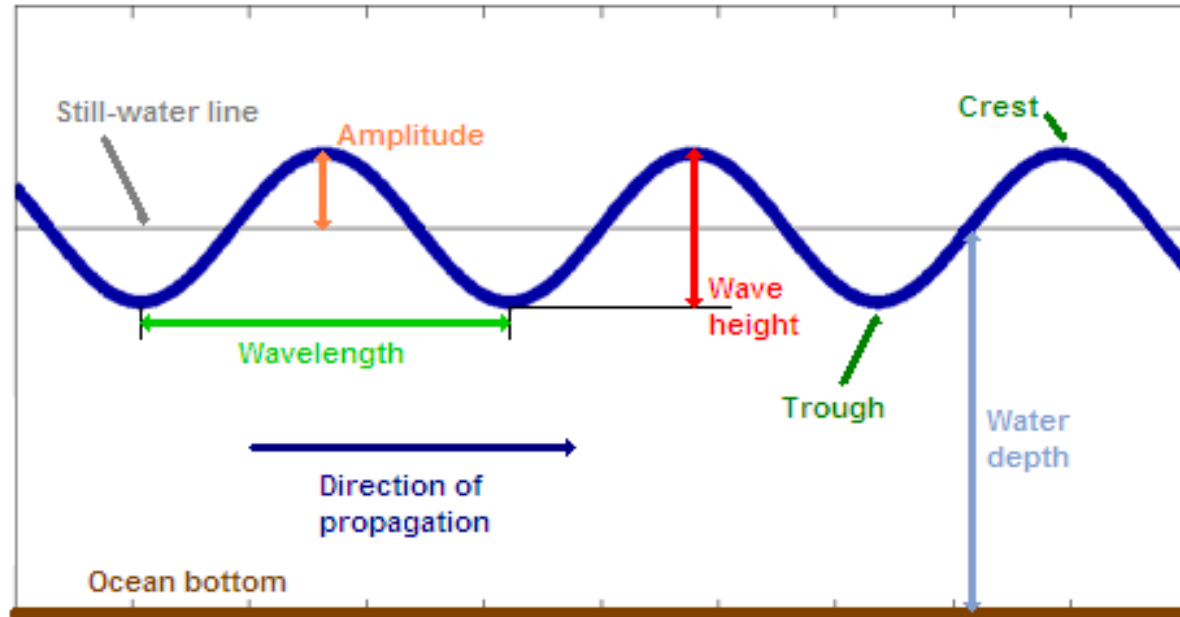
Η ταχύτητα διάδοσης ενός σύνθετου κυματισμού,
καθορίζεται από την
ταχύτητα ομάδας (*group velocity*)
που δίδεται από την σχέση :

Σε βαθειά θάλασσα

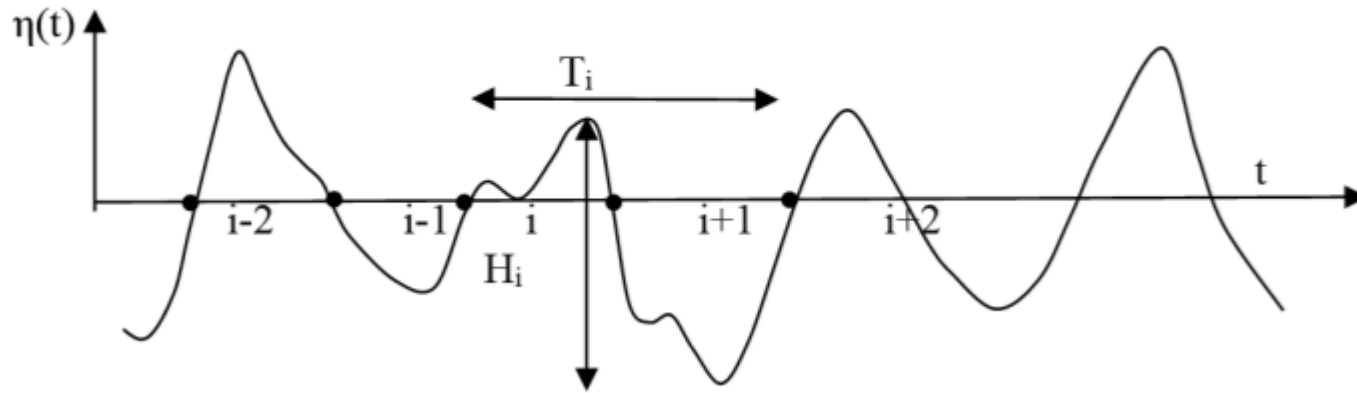
$$v_g = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g}{k_0}} = \frac{1}{2} c_0$$

Κύματα διασποράς

Στατιστική ανάλυση κυματισμών



Στατιστική ανάλυση κυματισμών



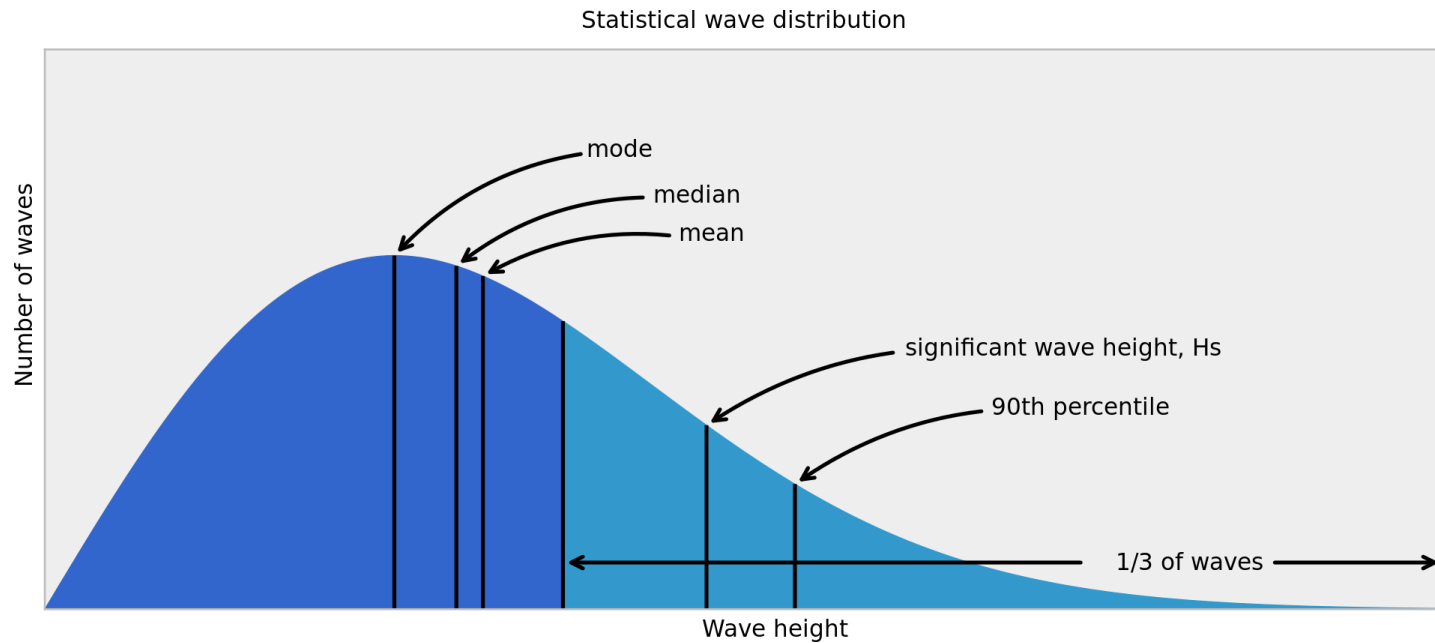
Χρονοσειρά καταγεγραμμένων κυματισμών

Το ύψος κύματος ακολουθεί κατανομή Rayleigh

$$P(H_i) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{H_i}{H_{rms}}\right)^2\right]$$

$$H_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N}}$$

Στατιστική ανάλυση κυματισμών

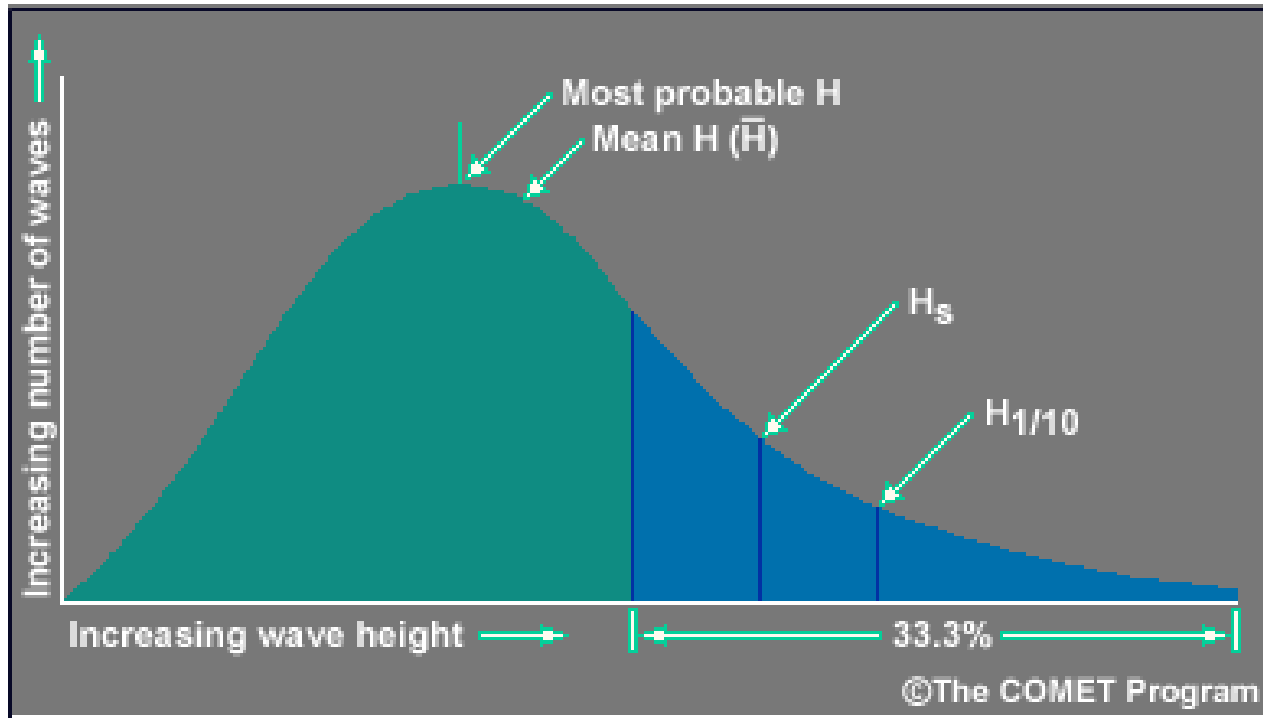


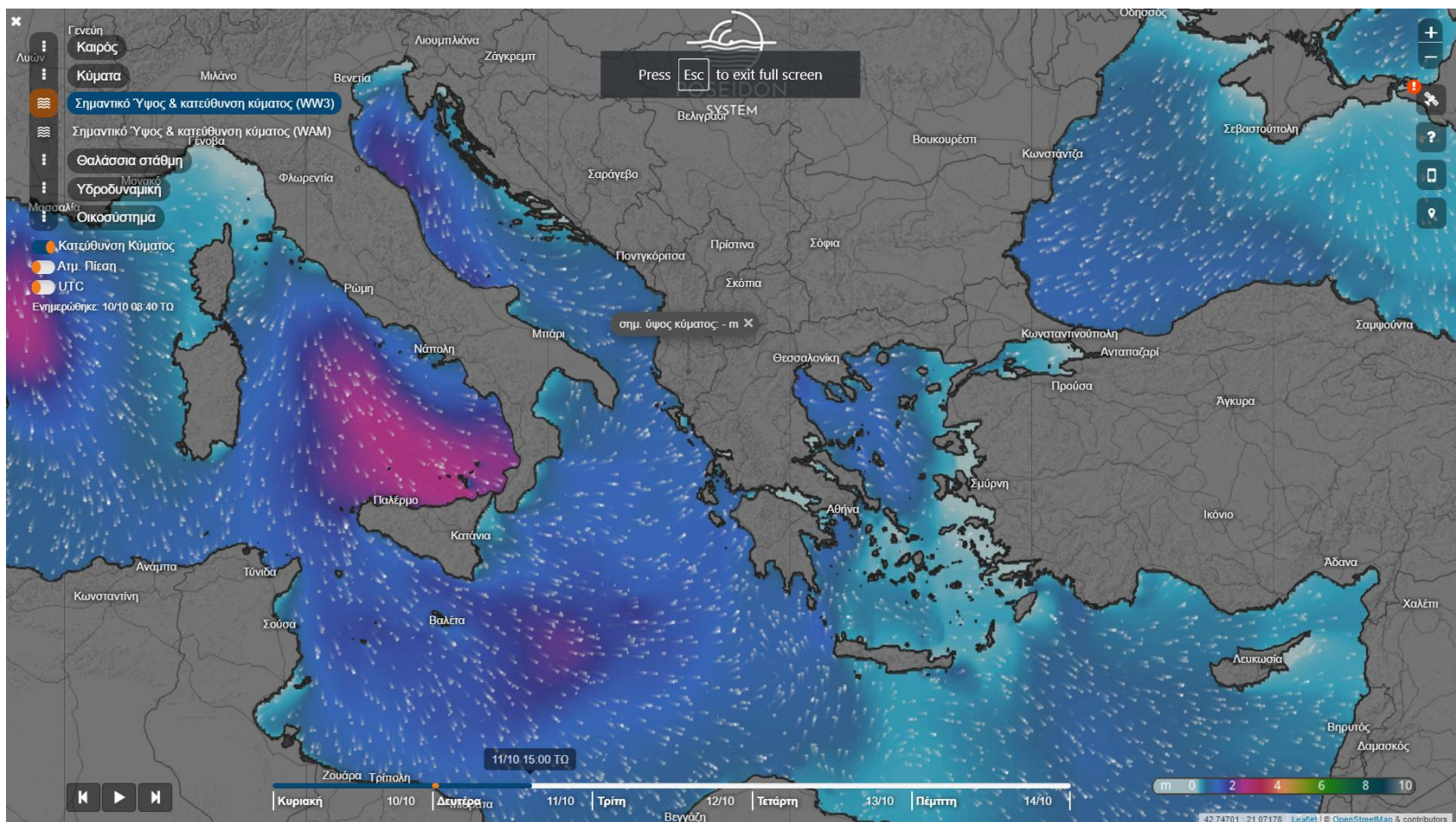
$$H_s = \sqrt{2} H_{rms}$$

Σημαντικό ύψος κύματος

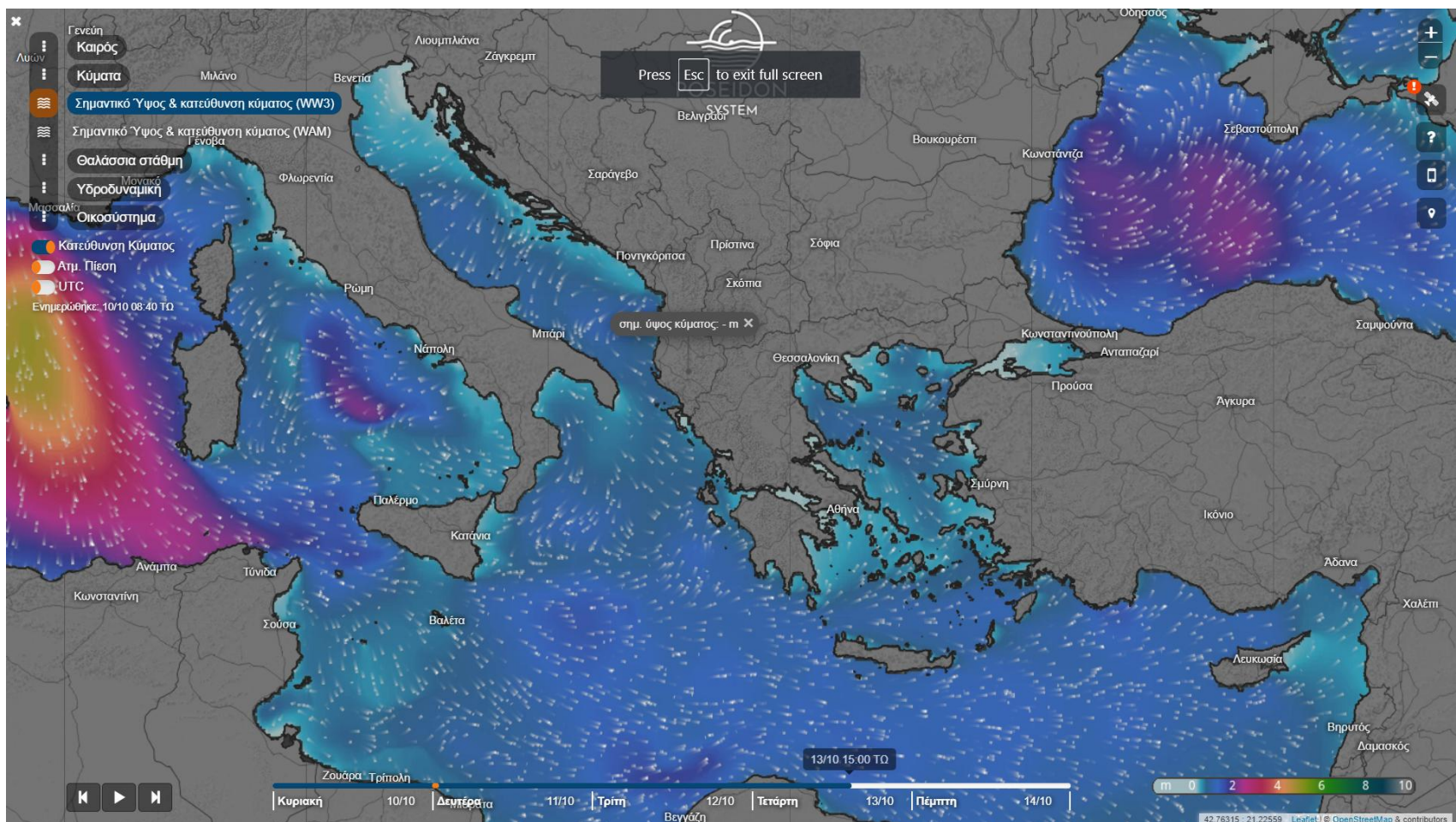
By NOAA - NOAA UCAR COMET

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20498122>





Σημαντικό ύψος κύματος Δευτέρα 11/10/2021 15:00



Σημαντικό ύψος κύματος Τετάρτη 13/10/2021 15:00