



Πολυτεχνείο Κρήτης
Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΜΠ535 – Παράκτια Μηχανική

Ταξινόμηση - Μορφολογία ακτών

Ταξινόμηση ακτών

Ακτή

- Όριο ξηράς & θάλασσας

Το όριο μπορεί να μεταβάλλεται συνεχώς

- Παλιρροιακά περιβάλλοντα ή
- Έντονη υδροδυναμική ενέργεια

Τύποι ταξινομήσεων

Περιγραφικές

- Σύσταση ιζημάτων
- Μορφολογία
- Υδροδυναμικές δυνάμεις

Γενετικές

- Τρόπος γένεσης ακτών

Περιγραφική Ταξινόμηση Ακτών

Βάσει σύστασης, μορφολογίας, άλλων χαρακτηριστικών

Περιγραφική Ταξινόμηση [1]

Βάσει της σύστασης των ιζημάτων

- Ακτές από πηλούς και αργίλους, $< 0.063\text{mm}$ (mud coasts)
- Αμμώδεις ακτές, $0.063\text{-}2\text{mm}$ (sand coasts)
- Χαλικώδεις ακτές, $2\text{-}64\text{mm}$ (gravel/shingle coasts)
- Βραχώδεις ακτές, $> 64\text{mm}$ (rock/cliff coasts)

Σύσταση ιζημάτων	% Ακτών Παγκοσμίως
Άργιλος / Ιλύς	5-10%
Άμμος	10-15%
Χαλίκια / Βράχοι	75-85%

Περιγραφική Ταξινόμηση [2]

Βάσει τυπικών μορφολογικών χαρακτηριστικών

Δελταϊκές ακτές

Κοραλλιογενείς ακτές

Κρημνώδεις ακτές

Ακτές φραγματικών νησιών

Ακτές όπου κυριαρχούν αμμοθίνες

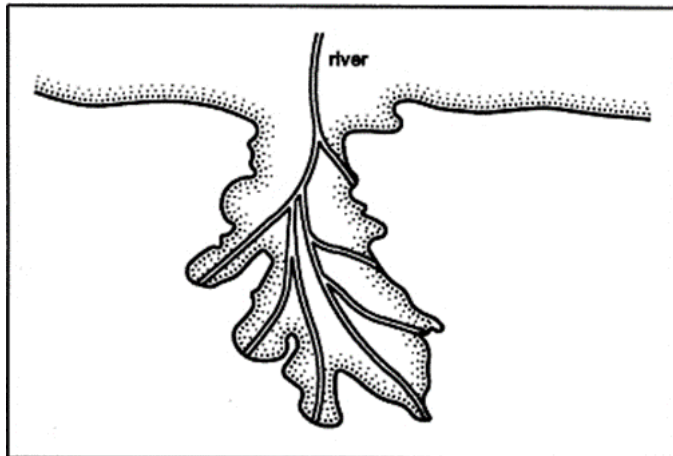
Δελταϊκή ακτή Νείλου



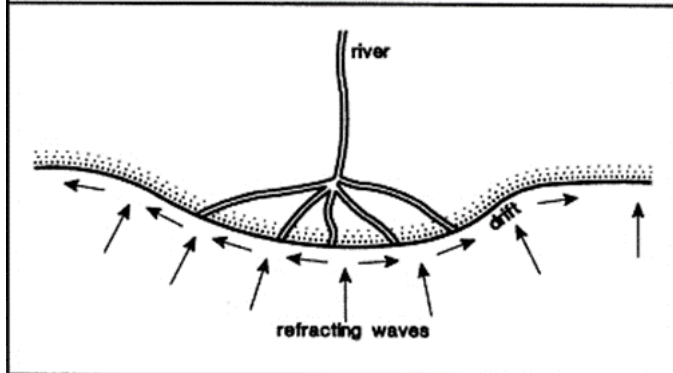
Δελταϊκή ακτή Μισισιπή



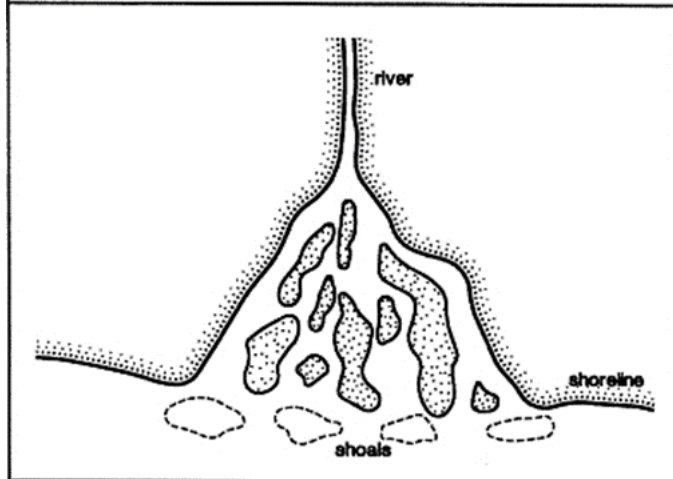
Τύποι Δελταϊκών Ακτών



Κυριαρχεί το Ποτάμι



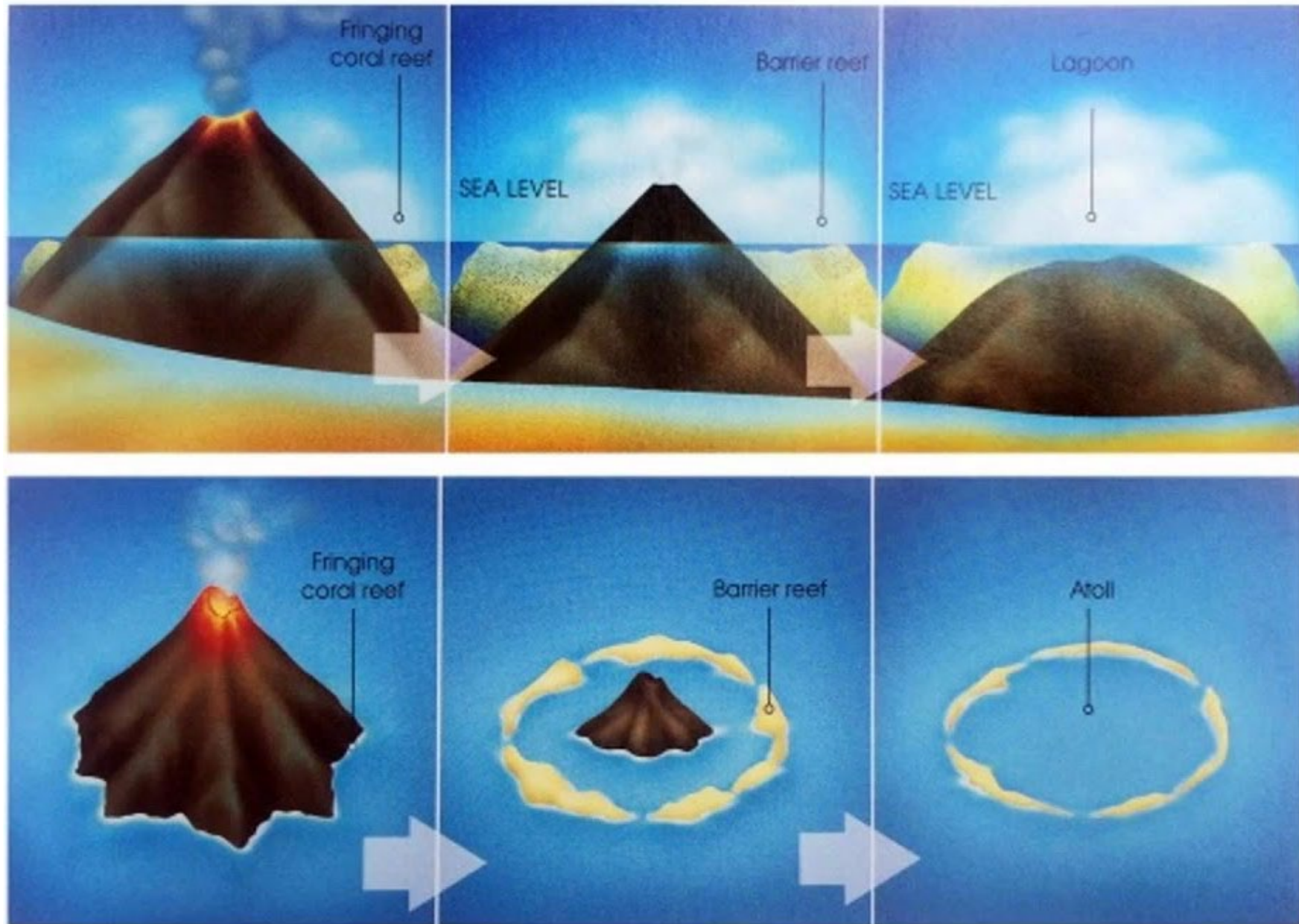
Κυριαρχούν τα Κύματα



Κυριαρχεί η Πλημμύρα

Van Rijn, 1999

Σχηματισμός κοραλλιονενών ακτών



Περιγραφική Ταξινόμηση [2] Βάσει τυπικών μορφολογικών χαρακτηριστικών

Διαφορετικές μορφολογίες κοραλλιογενών ακτών



Περιγραφική Ταξινόμηση [2] Βάσει τυπικών μορφολογικών χαρακτηριστικών

Διαφορετικές μορφολογίες κοραλλιογενών ακτών



Κρημνώδεις Βραχώδεις Ακτές



Κρημνώδεις ακτές χαλαρών ιζημάτων

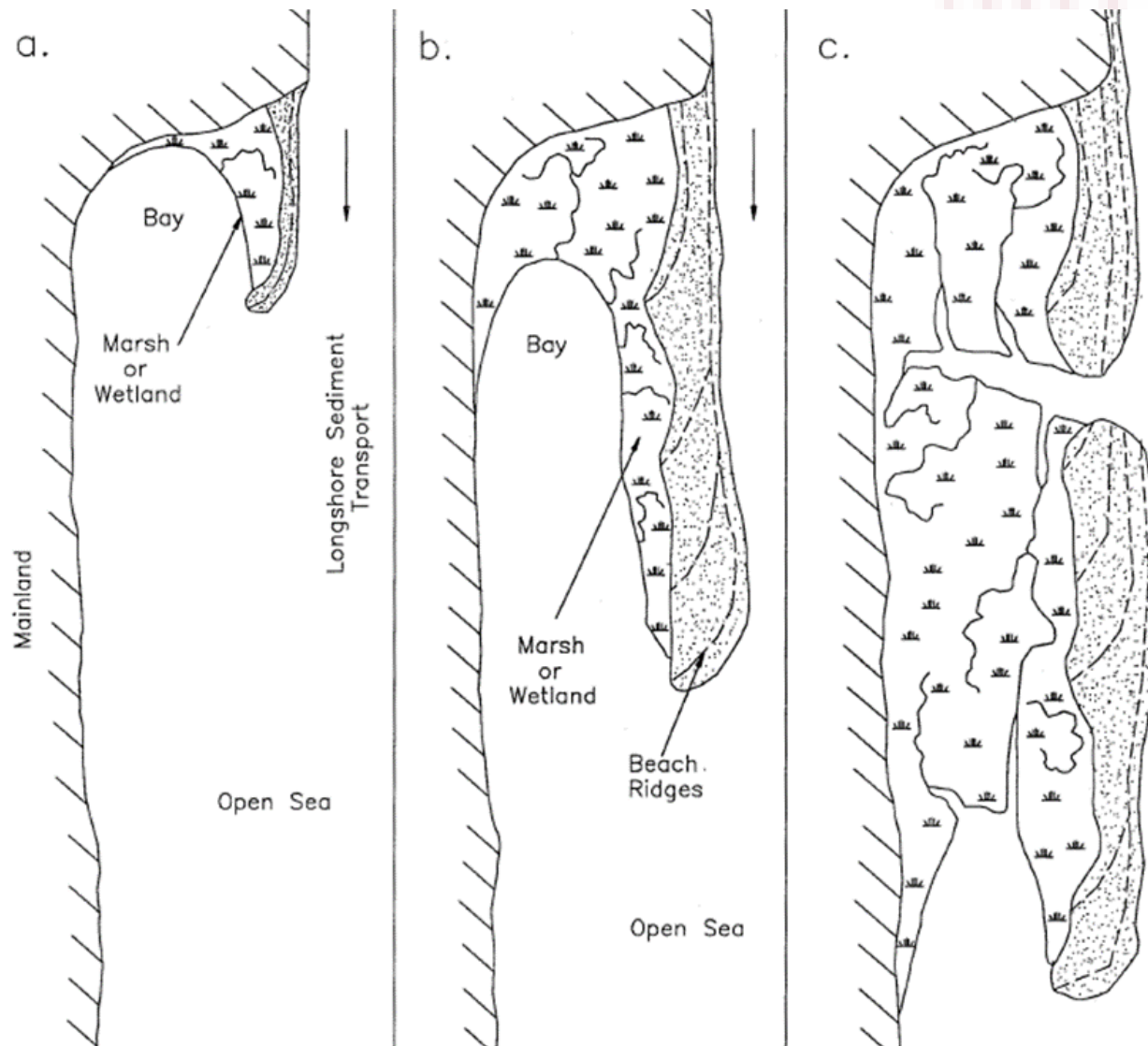


CEM, 2002

Ακτές φραγματικών νησιών

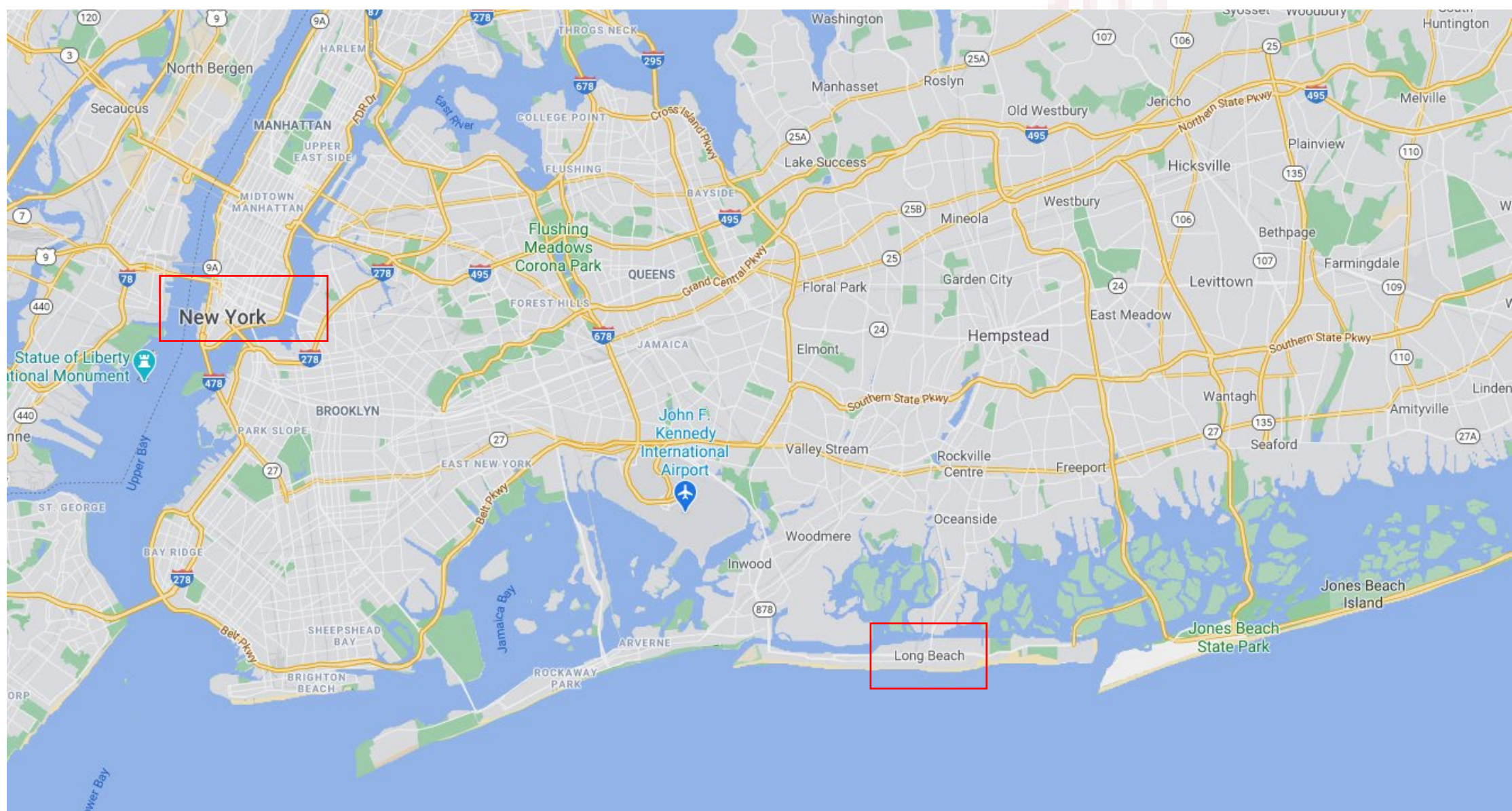


Διαμόρφωση ακτών φραγματικών νησιών



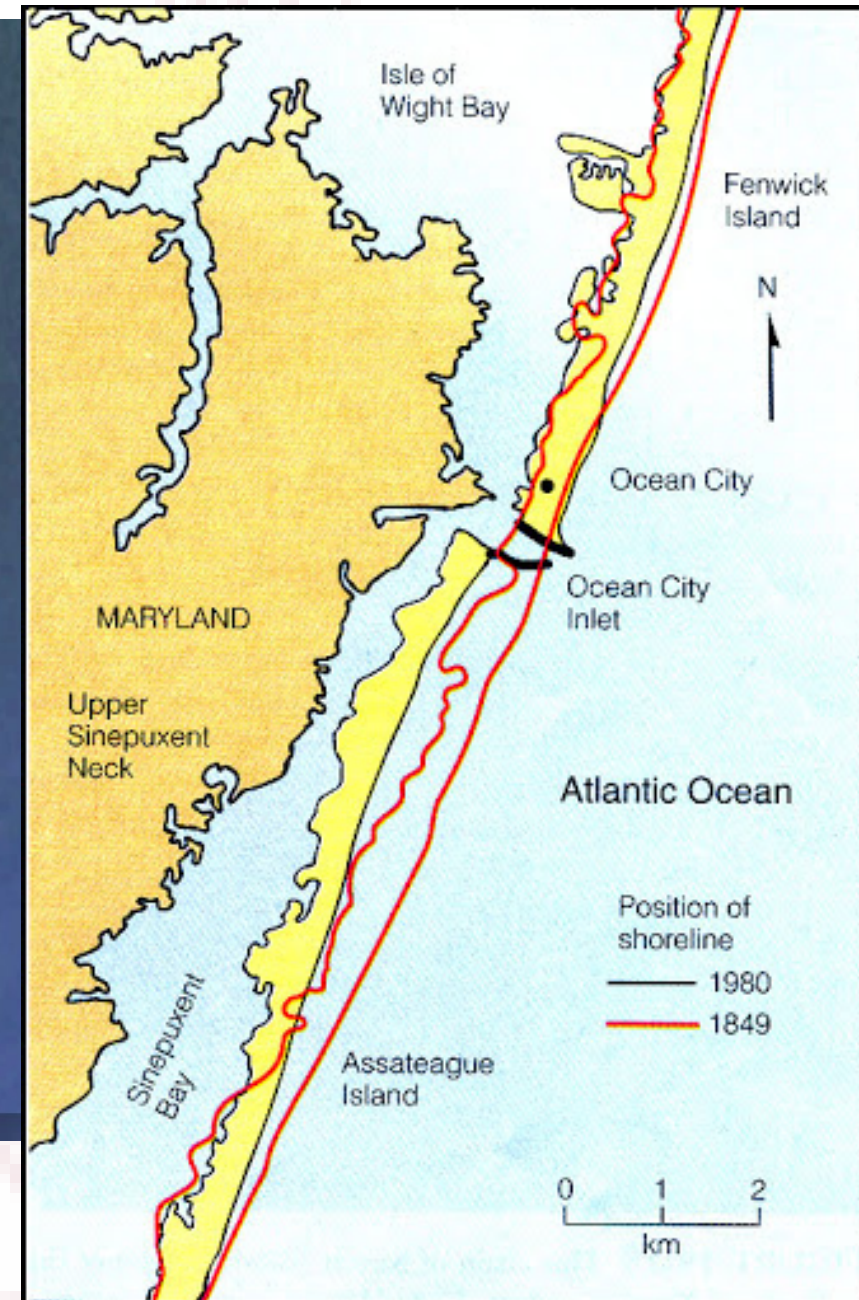
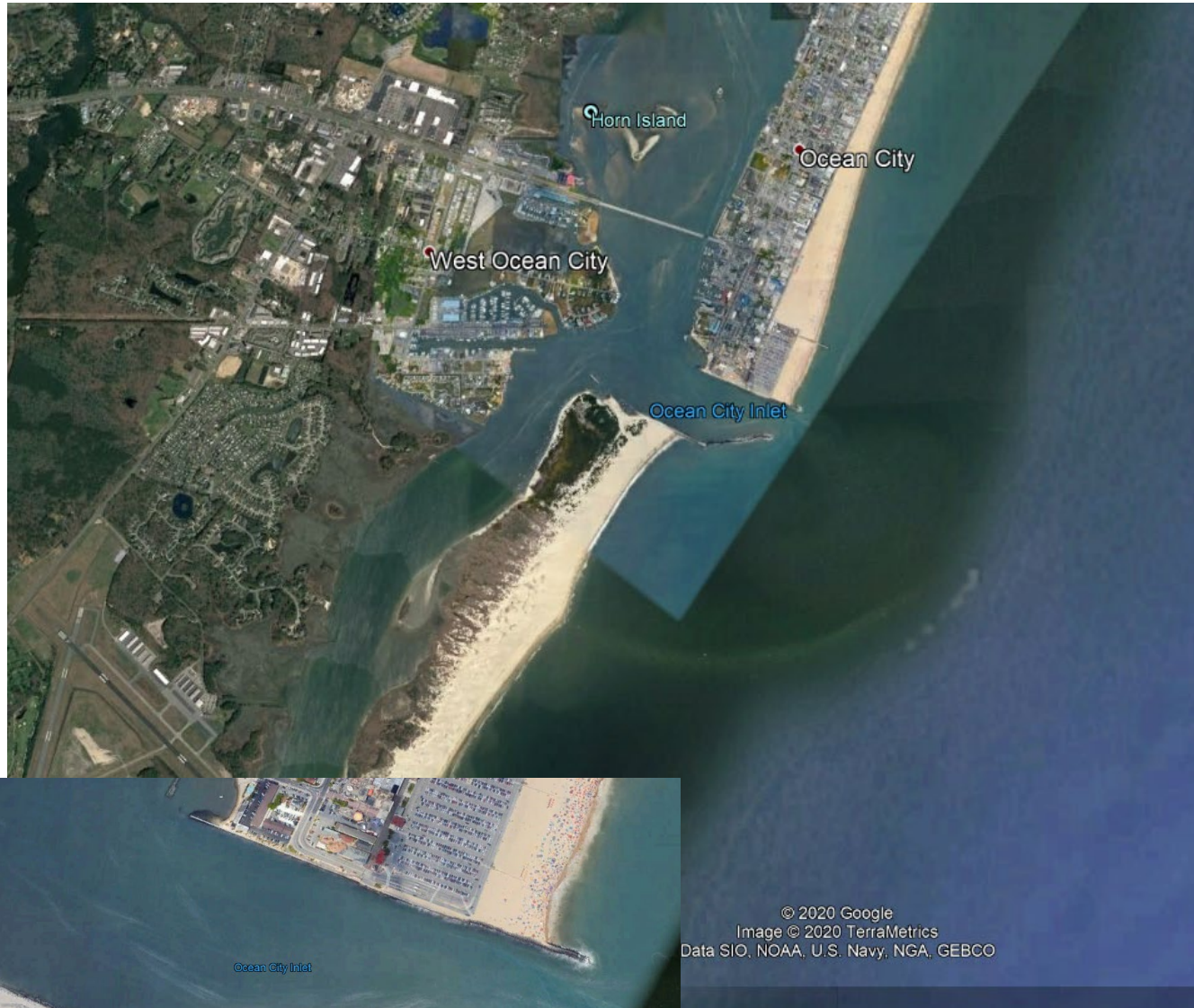
CEM, 2002

Φραγματικά νησιά



CEM, 2002

Φραγματικά νησιά



Ακτή διαμορφώμενη από αμμοθίνες



CEM, 2002

Περιγραφική Ταξινόμηση [3]

Ταξινόμηση βάσει δυνάμεων
μετακίνησης ιζήματος

Παροχής ιζήματος από ποτάμια

Κυματικής δραστηριότητας (H)

Παλιρροιακών φαινομένων (Tidal
range)

Παραποτάμιες ακτές

- Διαμορφώνεται από ύδατα & ιζήματα από ποτάμια

Ακτές που διαμορφώνονται από Κυματική Δραστηριότητα

- $(0.5 < TR/H < 1)$ ($TR = tidal\ range$)
- Κύριο ίζημα άμμος
- Μεταφέρεται λόγω κυματικής δραστηριότητας
- Εύρος παλίρροιας $< 2m$

Ακτές που διαμορφώνονται από Παλιρροιακή Δραστηριότητα

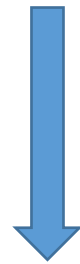
- $(TR/H > 3)$
- Ιζήματα μεταφέρονται μέσω ισχυρών παλιρροιακών ρευμάτων, το παλιρροιακό εύρος είναι μεγαλύτερο των 2m

από Συνδυασμό Κυματικής & Παλιρροιακής Δραστηριότητας

- $(1 < TR/H < 3)$

Μειονέκτημα περιγραφικών ταξινομήσεων

Βασικό μειονέκτημα των περιγραφικών ταξινομήσεων είναι η έλλειψη σαφούς αναφοράς στον τρόπο γένεσης της ακτής.



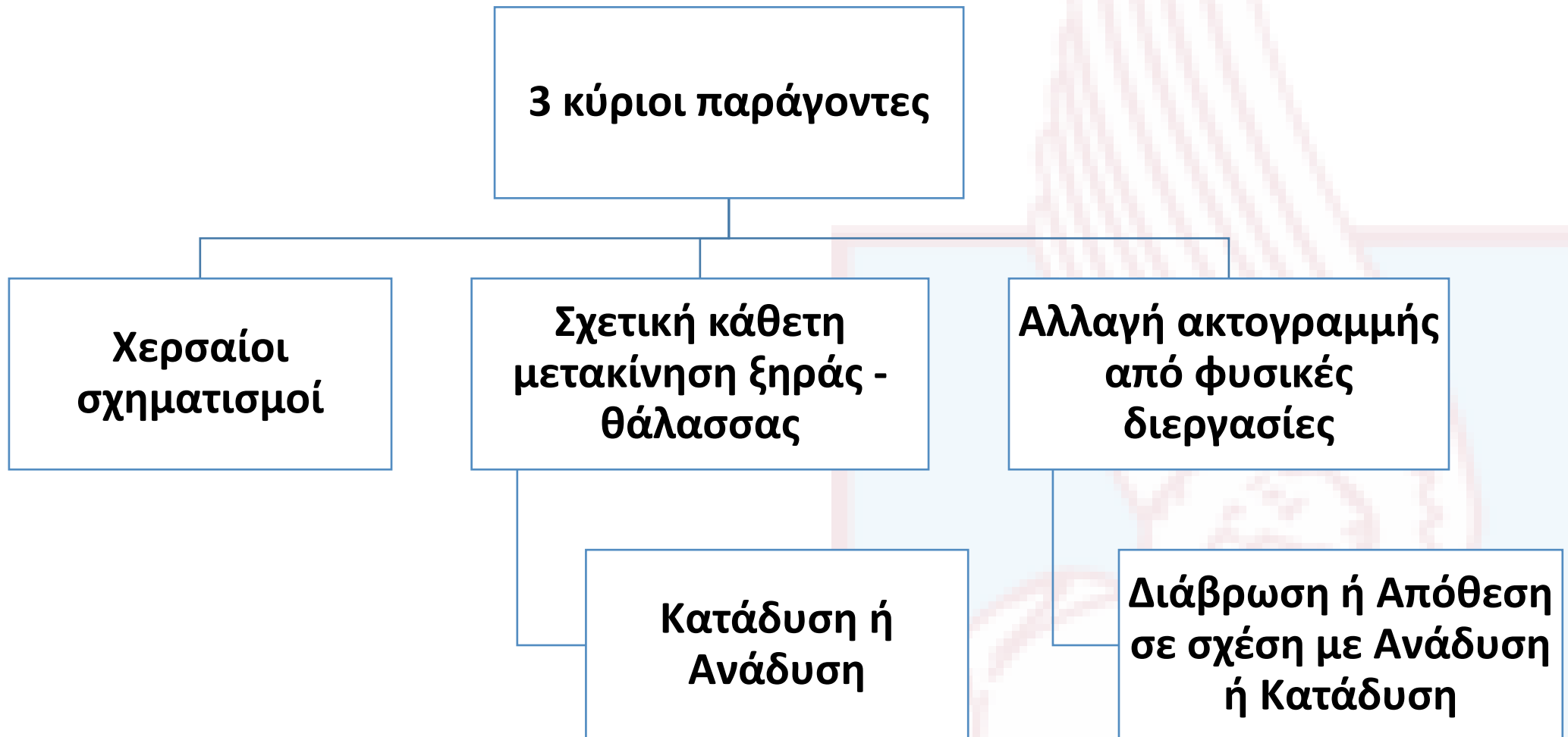
δεν ισχύει για τις κοραλλιογενείς ακτές

Γενετική ταξινόμηση

Βάσει τρόπου γένεσης των ακτών



Γενετική ταξινόμηση



Γενετική ταξινόμηση κατά Johnson (1919, 1925)

Βυθιζόμενες (submerging coasts)

- Ανύψωση στάθμης ή Βύθιση ξηράς
- Ανώμαλες ακτογραμμές

Αναδυόμενες (emerging coasts)

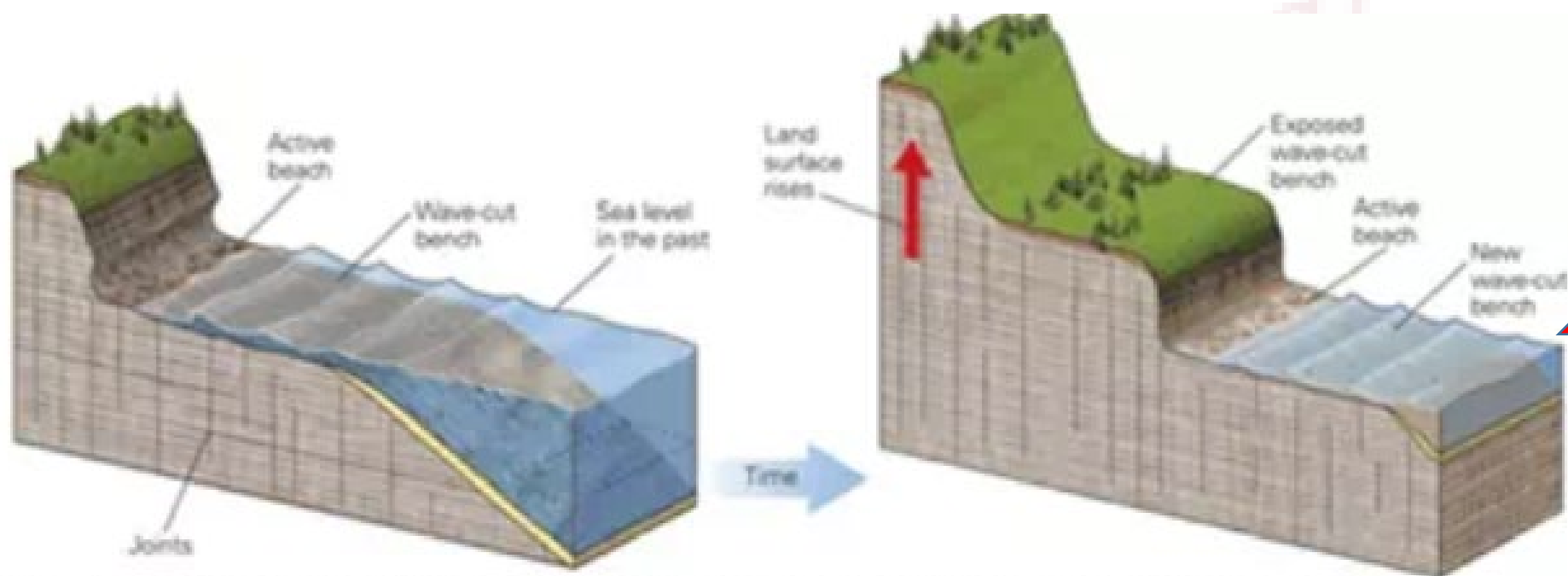
- Ανύψωση της ξηράς ή Ταπείνωση στάθμης θάλασσας
- Ευθείες χαμηλού αναγλύφου με παρουσία αναβαθμίδων

Σταθερές ακτογραμμές (neutral coasts)

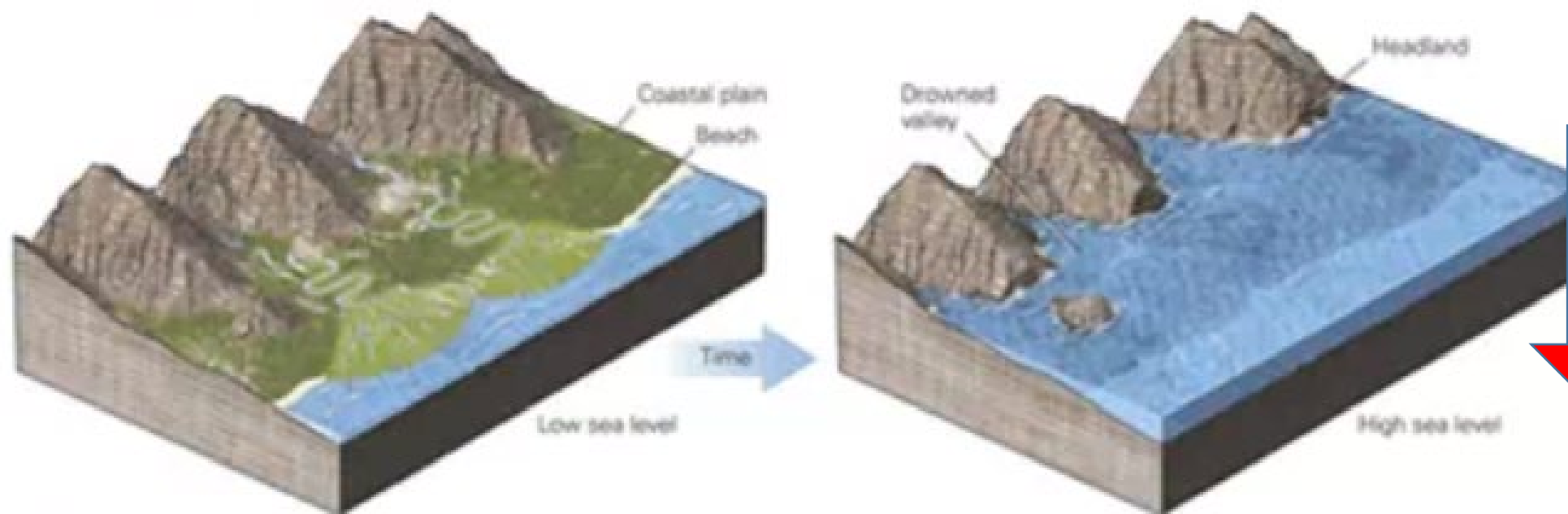
- Δελταϊκές, Ηφαιστειακές, Κοραλλιογενείς

Σύνθετες ακτογραμμές (compound coasts)

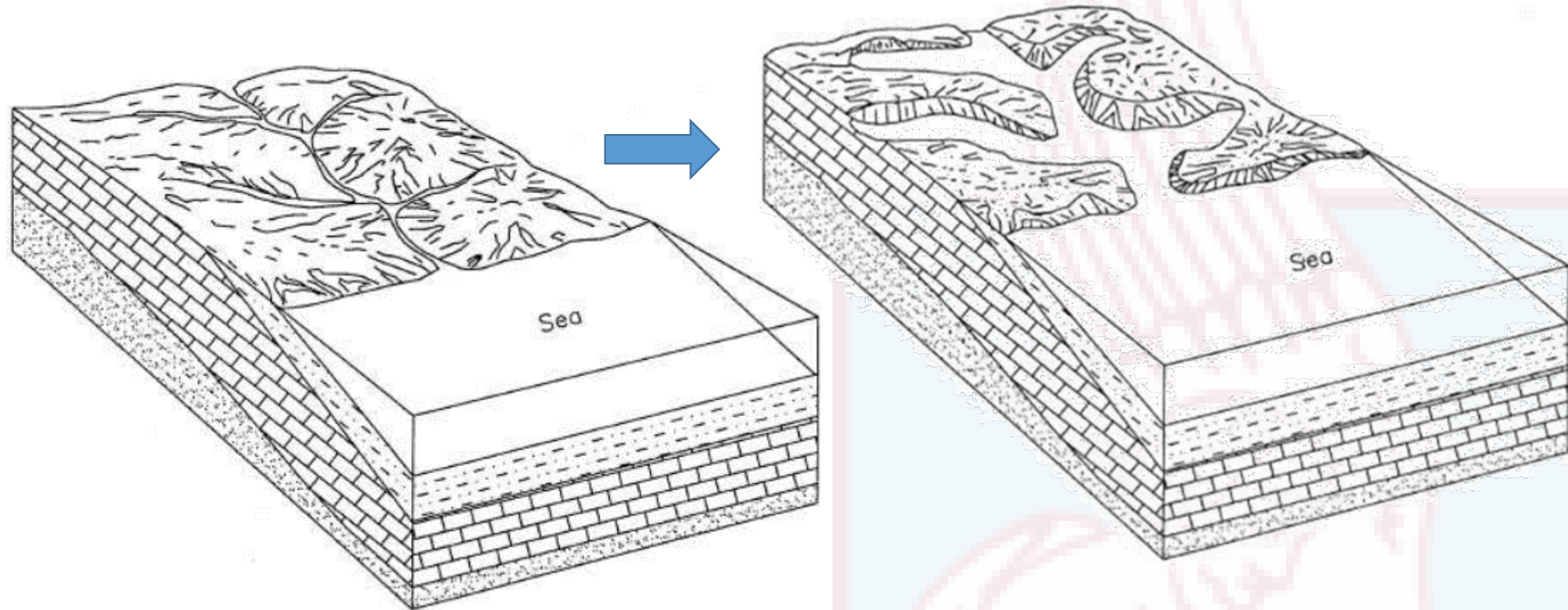
- Συνδυασμός προηγούμενων κατηγοριών



(a) Emergent coasts: Wave erosion produces a wave-cut bench along an emergent coast. As the land rises, the bench becomes a terrace, and a new wave-cut bench forms.



Βύθιση ακτής λόγω καθίζησης ή ανόδου στάθμης



CEM, 2002

Ταξινόμηση κατά Johnson (1919, 1925)

Προβλήματα αυτής της ταξινόμησης

Οι περισσότερες ακτές
στην κατηγορία
Βυθιζόμενων ακτών

Πολλές ακτές στη
Σύνθετη κατηγορία

Εκτός αν
ανάδυση ξηράς >
ανύψωσης στάθμης

Ταξινόμηση κατά Valentin (1952)

Ακτές Προέλασης
(advanced coasts)

Ξηρά → Θάλασσα

Προέλαση ξηράς προς
τη θάλασσα

Είτε λόγω ανάδυσης
(ταπείνωση στάθμης)

Είτε λόγω προσχωτικών
διεργασιών

Ακτές Υποχώρησης
(retreated coasts)

Θάλασσα → Ξηρά

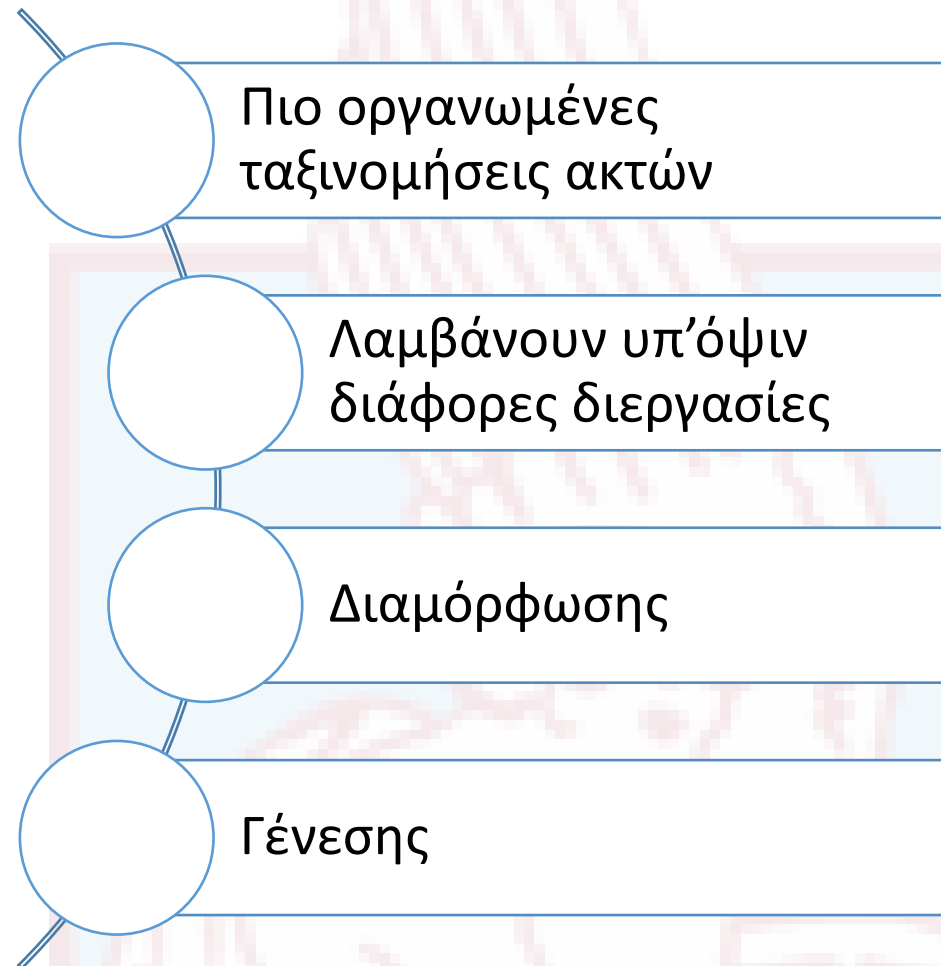
Υποχώρηση ξηράς προς
την ενδοχώρα

Είτε λόγω βύθισης
(ανύψωση της στάθμης)

Είτε λόγω διαβρωτικών
διεργασιών

Σύγχρονες Ταξινομήσεις

- **Fairbridge R.W. (2004):** *“Coastal classification has been made needlessly complicated in the past by failure to concentrate on directly observable attributes and by the need to constrain deductive reasoning to the known framework of established geologic and palaeoclimatic history.”*
- **Finkl C.W. (2004)**



Ταξινόμηση κατά **Fairbridge R.W. (2004)**

- Υλικών
 - Χαλαρών
 - Ελαφρώς ενοποιημένων
 - Εύκολα διαβρώσιμων
 - Σκληρών υλικών π.χ. βράχοι
- Φυσικό τοπίο
 - Κλίμα
 - Μήκος αναπτύγματος
 - Βαθυμετρία
 - παρουσία παλιρροιακών φαινομένων
- Διαβρωτικοί παράγοντες
 - Φυσικοί
 - Χημικοί
- Ιστορικές αλλαγές σε διάφορες κλίμακες χρόνου

Βιβλιογραφία

- Bird E., 2008, Coastal Geomorpholgy (2nd edition), John Wiley & Sons, Ltd
- Davis R.A. & Miles O.A., 1984, What is a wave dominated coast?, Marine Geology, 60, pp.313-329
- Elba L. Rodríguez and Robert G. Dean, 2009, A Sediment Budget Analysis and Management Strategy for Fort Pierce Inlet, Florida, Journal of Coastal Research, 254, pp.870-883
- Fairbridge R.W., 2004. Classification of coasts. Journal of Coastal Research, 20(1), pp.155–165.
- Finkl C.W., 2004. Coastal classification: Systematic approaches to consider in the development of a comprehensive system. Journal of Coastal Research, 20(1), pp.166–213.
- Rosati J.D., 2005, Concepts in sediment budgets. Journal of Coastal Research, 21(2), pp.307–322
- U.S.A.C.E., 2002, Coastal Engineering Manual
- Van Rijn L., 1999, Principles of Coastal Morphology, Aqua Publications
- Woodroffe C.D., 2008, Reef-island topography and the vulnerability of atolls to sea-level rise, Global and Planetary Change, 62, pp.77–96
- Wright L.D. & Short A.D., 1984, Morphodynamic variability of surf zones and beaches- A synthesis, Marine Geology, 56, pp.93-118



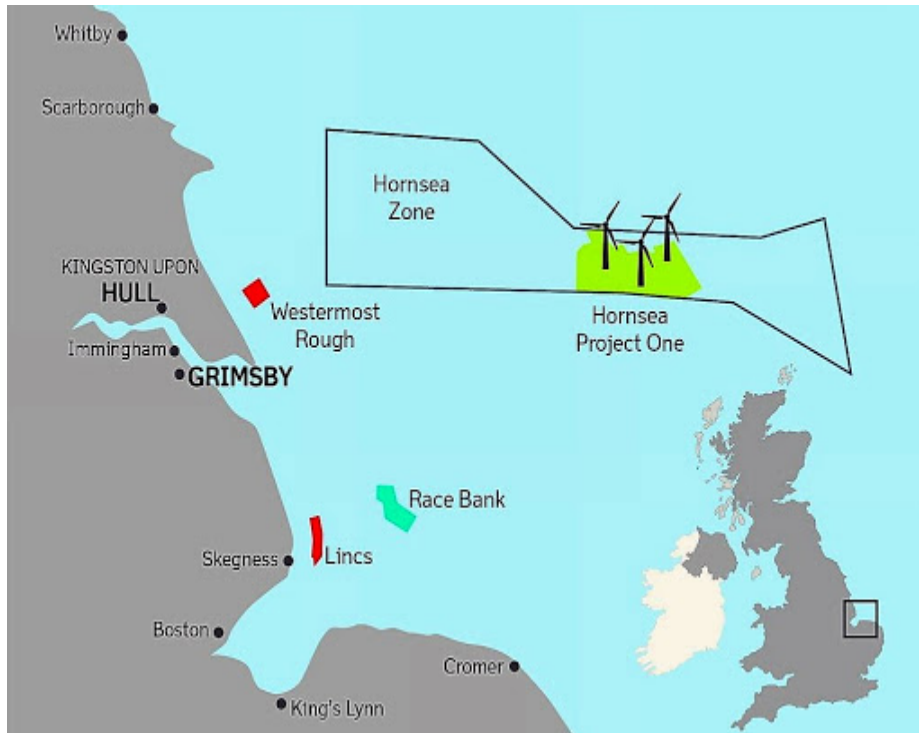
Πολυτεχνείο Κρήτης
Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος

ΜΠ535 – Παράκτια Μηχανική

Στοιχεία υδροστατικής και υδροδυναμικής
σε υπεράκτιες κατασκευές

Υπεράκτια αιολικά

- Η ανάγκη για φτηνή - ανανεώσιμη ενέργεια έχει οδηγήσει σε κατασκευή υπεράκτιων αιολικών πάρκων.



Συγκριτικά, το μεγαλύτερο υδροηλεκτρικό συγκρότημα στην Ελλάδα (6 φράγματα μαζί στο ρου του Αχελώου) έχουν 925MW.

Υπεράκτια αιολικά

naftemporiki.gr N•studio N•εκπαίδευση N•conference

Premium services - Newsroom Video Πρωτοσέλιδα Real Time | Χ.Α. My Βαρόμετρο Κίνηση Καιρός Σεισμοί Ca

Οικονομία & Αγορές Πολιτική Κοινωνία Κόσμος Αθλητικά Απόψεις Πολιτισμός Περι

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ε.Ε.: Αύξηση κατά 25 φορές της απόδοσης υπεράκτιων αιολικών πάρκων έως το 2050

Πέμπτη, 19 Νοεμβρίου 2020 23:02



EPA/PATRICK PLEUL

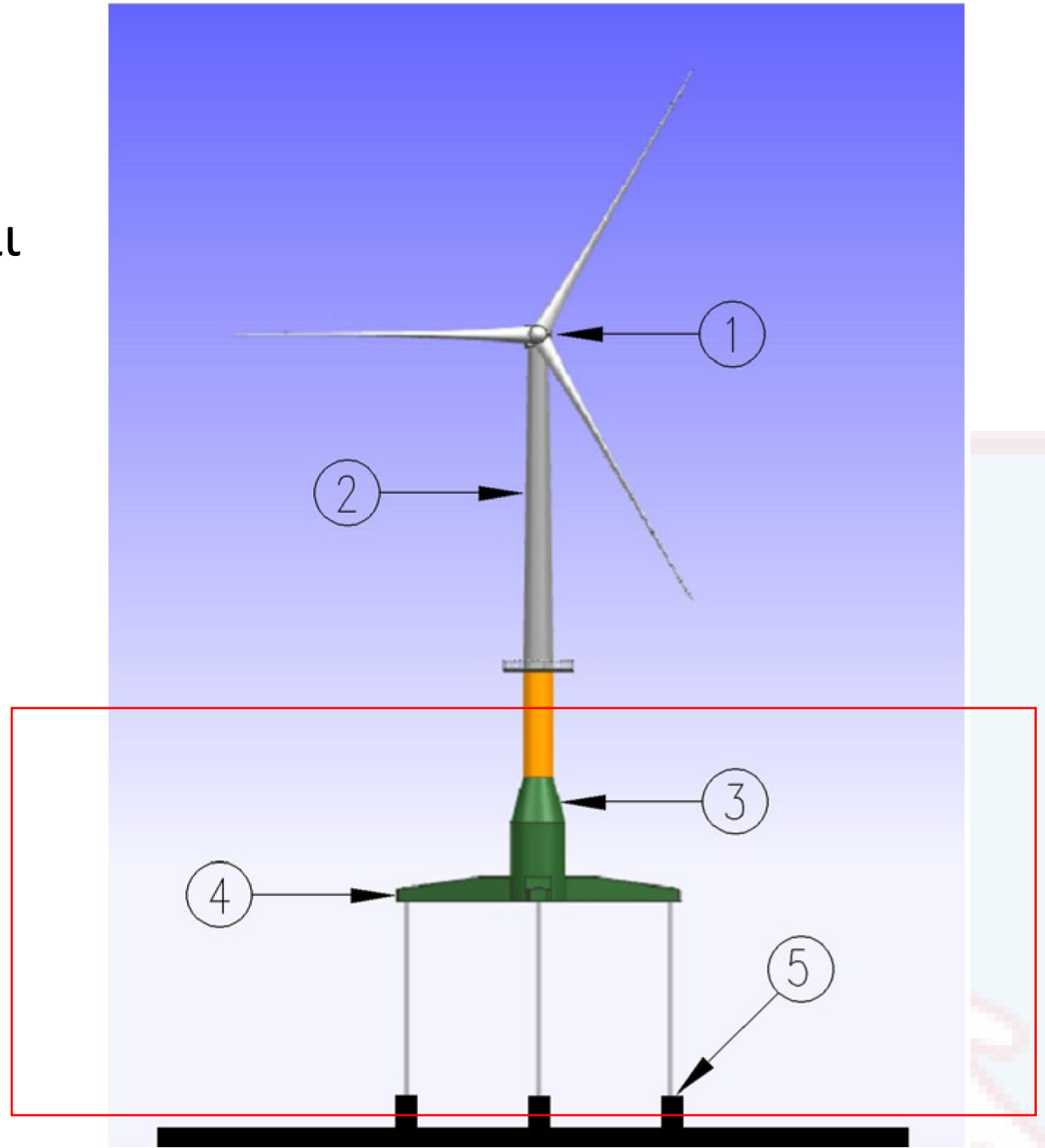
Υπεράκτια αιολικά

- Η ιδέα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας δεν είναι νέα...:



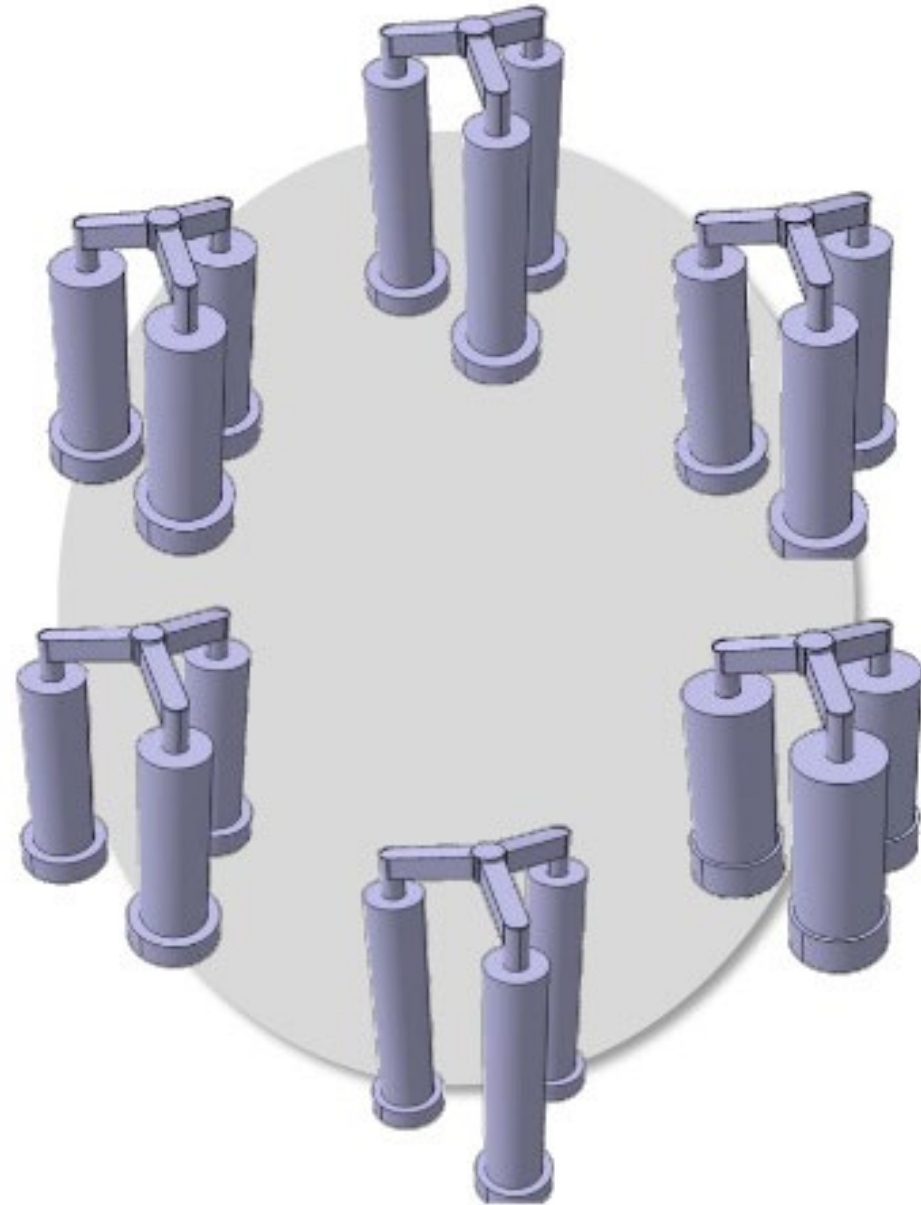
Υπεράκτια αιολικά

Σε όχι πολύ βαθιά νερά, οι ανεμογεννήτριες εδράζονται πάνω σε σταθερές βάσεις που ο τύπος τους ποικίλει από το βάθος έδρασης.



Υπεράκτια αιολικά

Έδραση αιολικών
σε ρηχά νερά

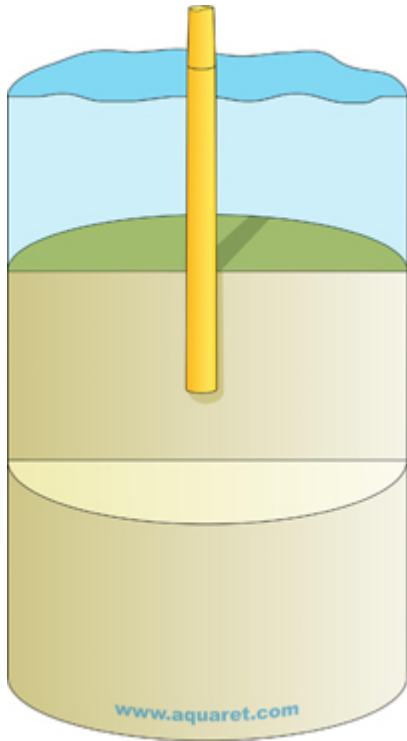


Υπεράκτια αιολικά

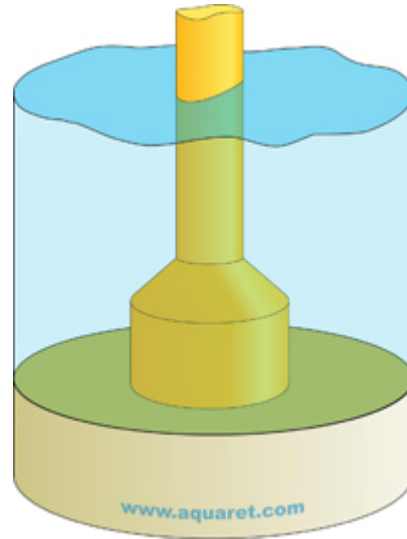
Έδραση αιολικών σε ρηχά νερά



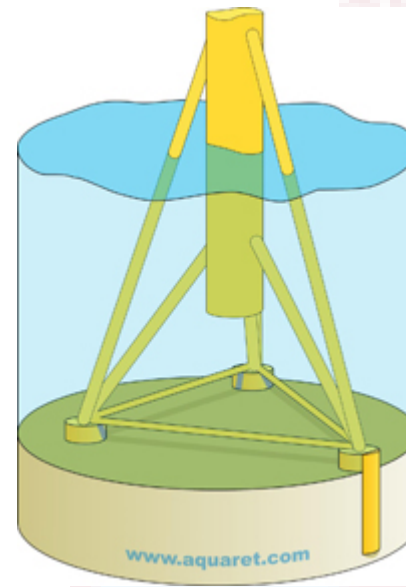
Υπεράκτια αιολικά



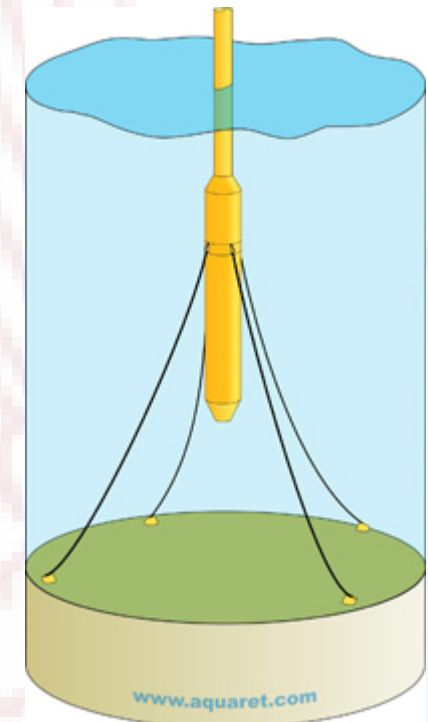
Κατασκευή έδρασης
μονού πυλώνα



Κατασκευές που
βασίζονται στη
βαρύτητα



Κατασκευή έδρασης
σε πολλούς πυλώνες



Πλωτή κατασκευή
έδρασης

Υπεράκτια αιολικά



01 MONOPILE

Depth

Less than 15 metres.

Structure

Thick steel cylinder, buried down to a depth of 30 metres to support the tower.

Ground

Sandy-clayey.



02 GRAVITY

Depth

Less than or equal to 30 metres.

Structure

Concrete or steel platform with an approximate diameter of 15 metres.

Ground

Requires the previous preparation of the terrain.



03 JACKET

Depth

Over 30 metres.

Structure

Structure with 3 or 4 anchoring points. Reaches a length of almost 60 metres.

Ground

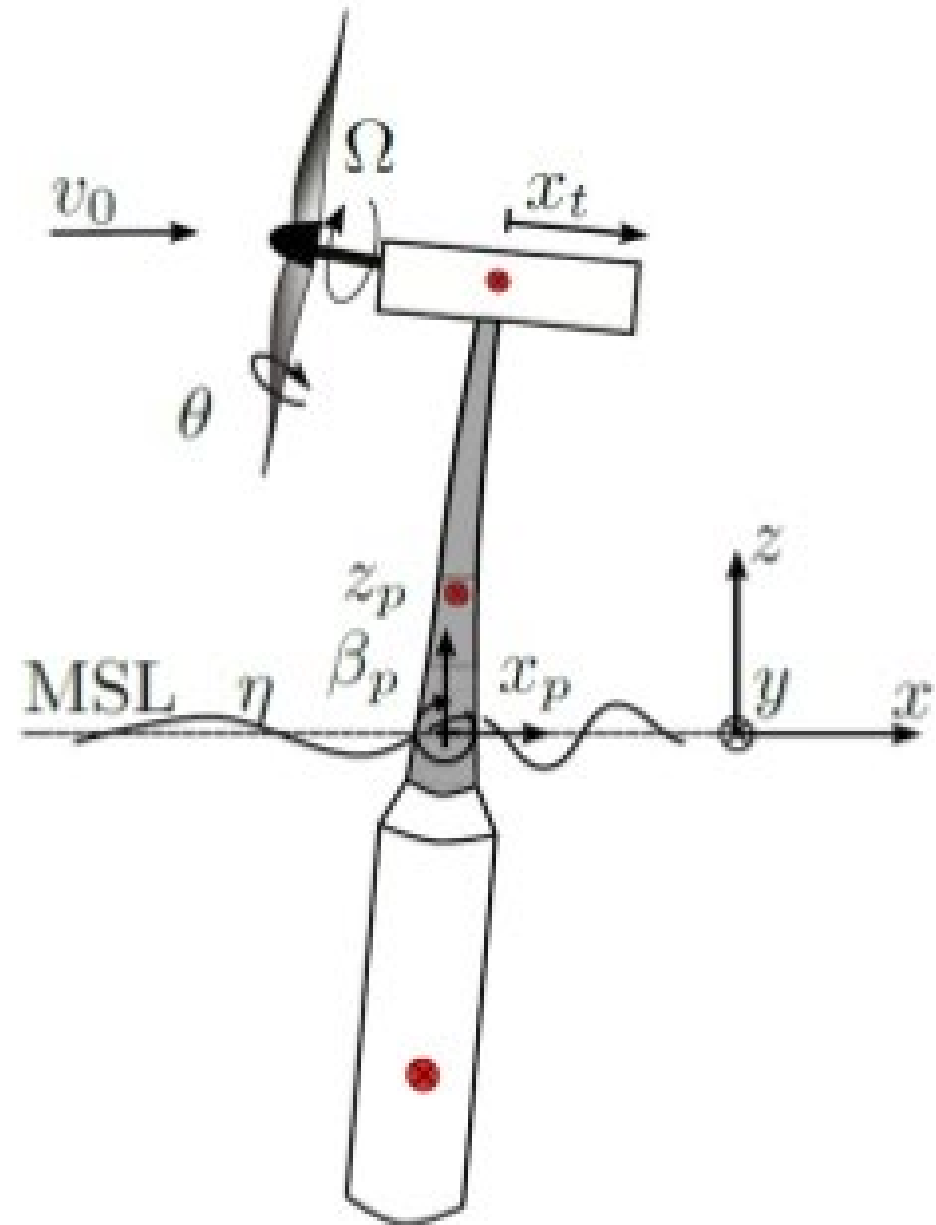
Different types of soils (non-rocky).

Υπεράκτια αιολικά



Υπεράκτια αιολικά

Στις πλωτές
κατασκευές η
επίδραση των
δυνάμεων είναι πιο
περίπλοκη

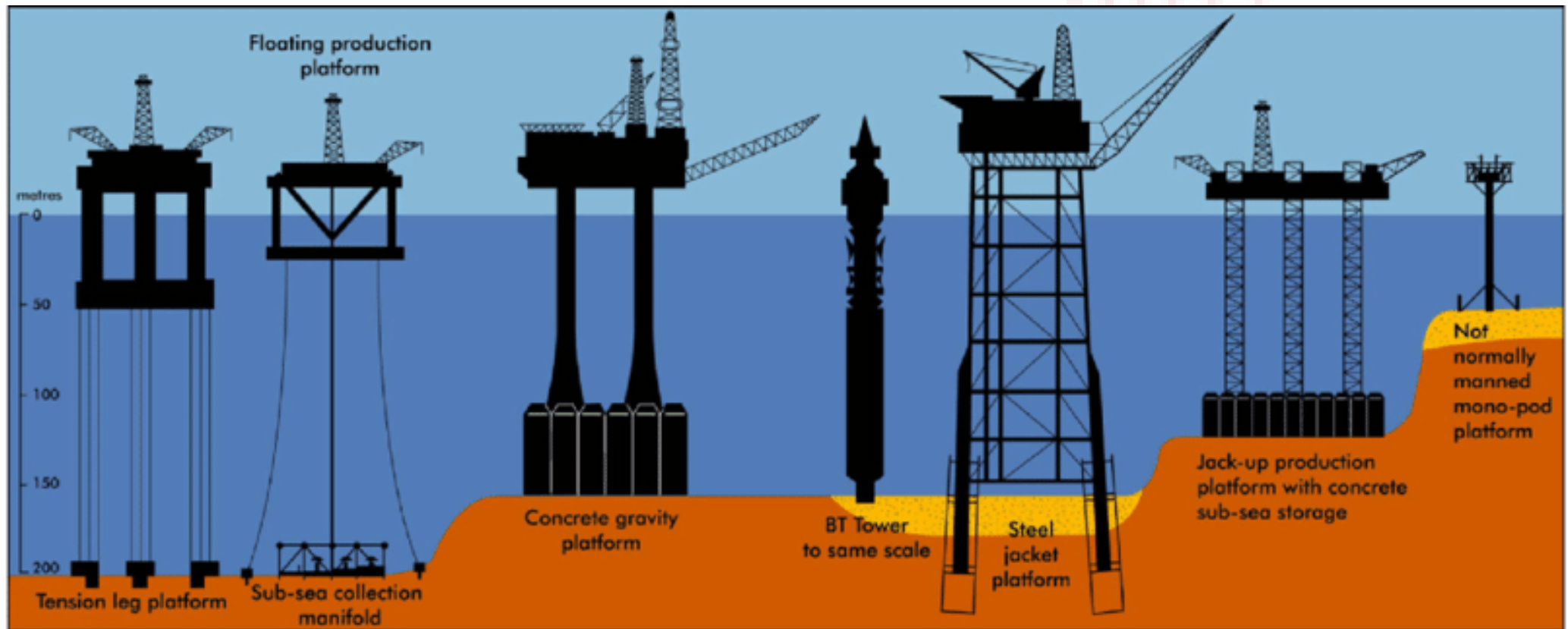


Υπεράκτια αιολικά

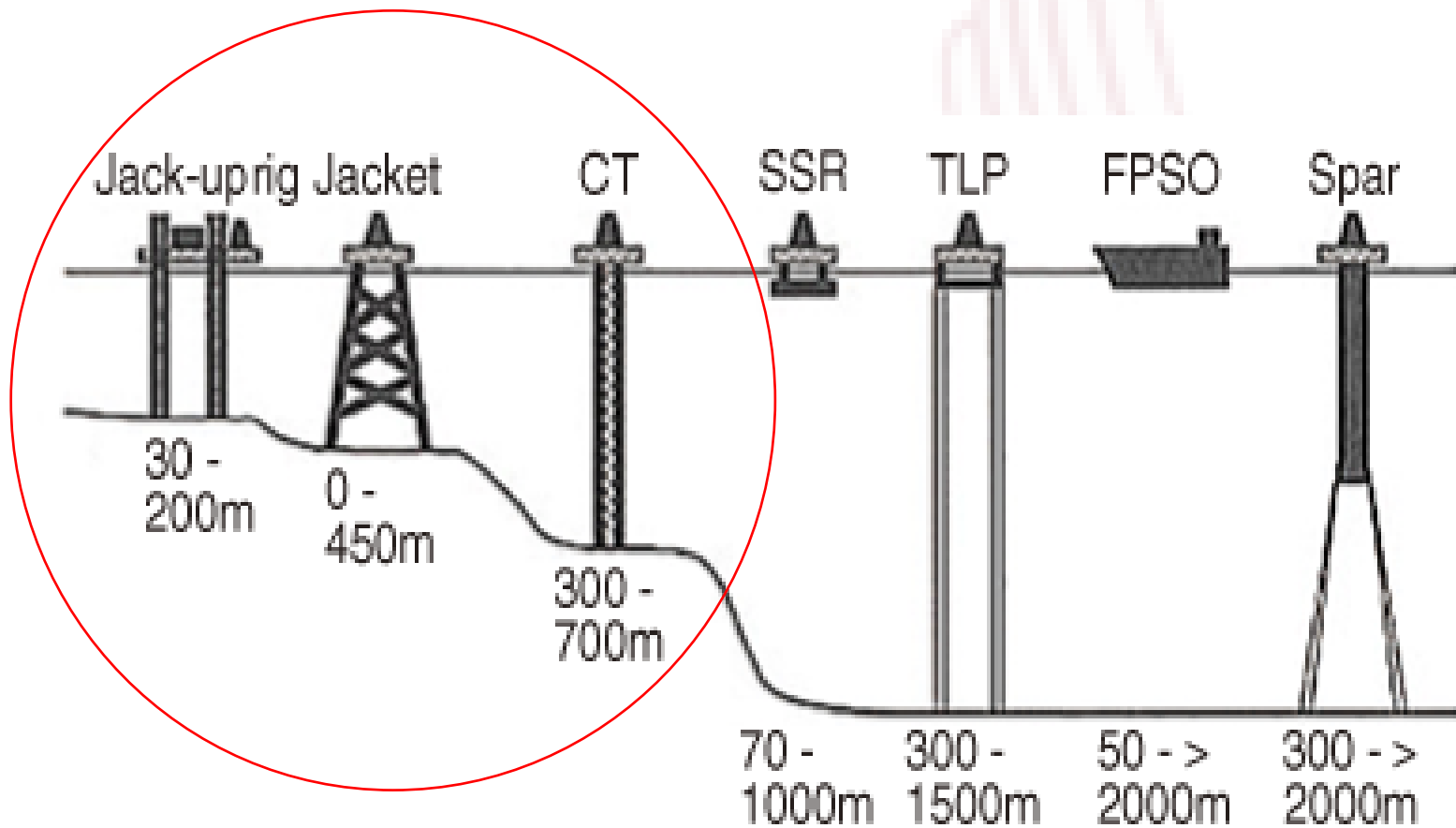
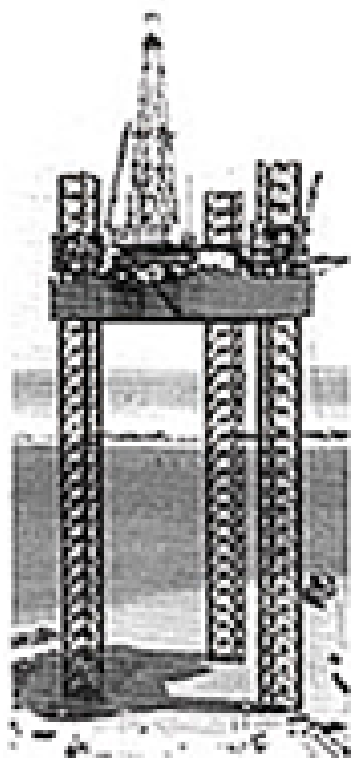
Κατασκευή
ομοιώματος υπό
κλίμακα



Άλλες υπεράκτιες κατασκευές



Άλλες υπεράκτιες κατασκευές



Δυνάμεις που επιδρούν σε κατασκευές στη θάλασσα



Δυνάμεις που επιδρούν σε κατασκευές στη θάλασσα

- Άνωση
 - Ευστάθεια
- Κύματα
- Ρεύματα
- Άνεμος



Άνωση – νόμοι της άνωσης

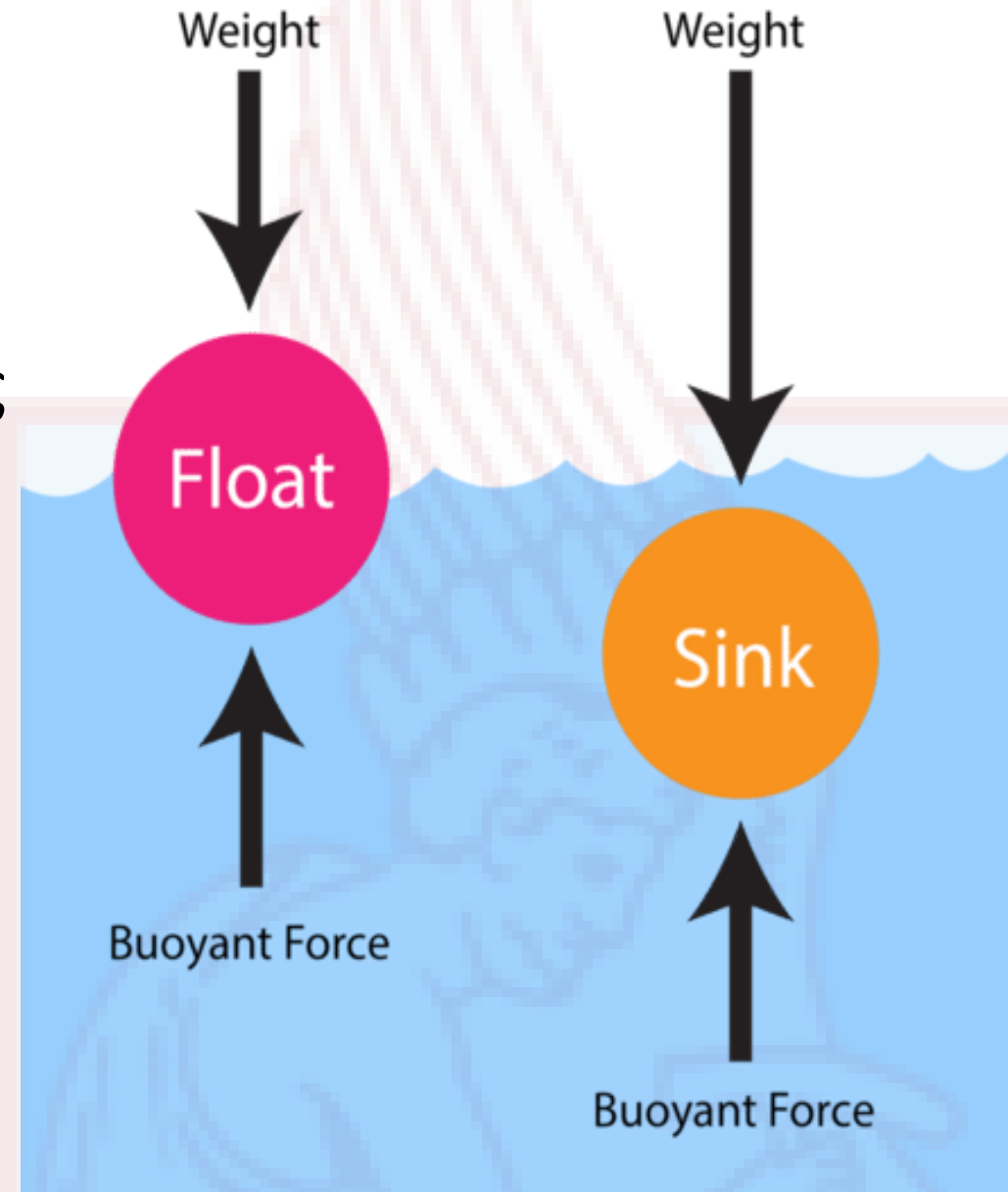
Σε ένα επιπλέον (η βυθισμένο) αντικείμενο ασκείται άνωση.

Ένα επιπλέον αντικείμενο εκτοπίζει ένα όγκο υγρού του οποίου το βάρος ισούται με το βάρος του αντικειμένου (ισορροπία άνωσης – βάρους).

Η δύναμη της άνωσης ισούται με το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού:

$$F = \gamma_{\text{νερού}} * \text{όγκος της σφαίρας}$$

$$F = \rho_{\text{νερού}} * g * \frac{4}{3} * \pi r^3$$



Σε οποιοδήποτε επιπλέον αντικείμενο

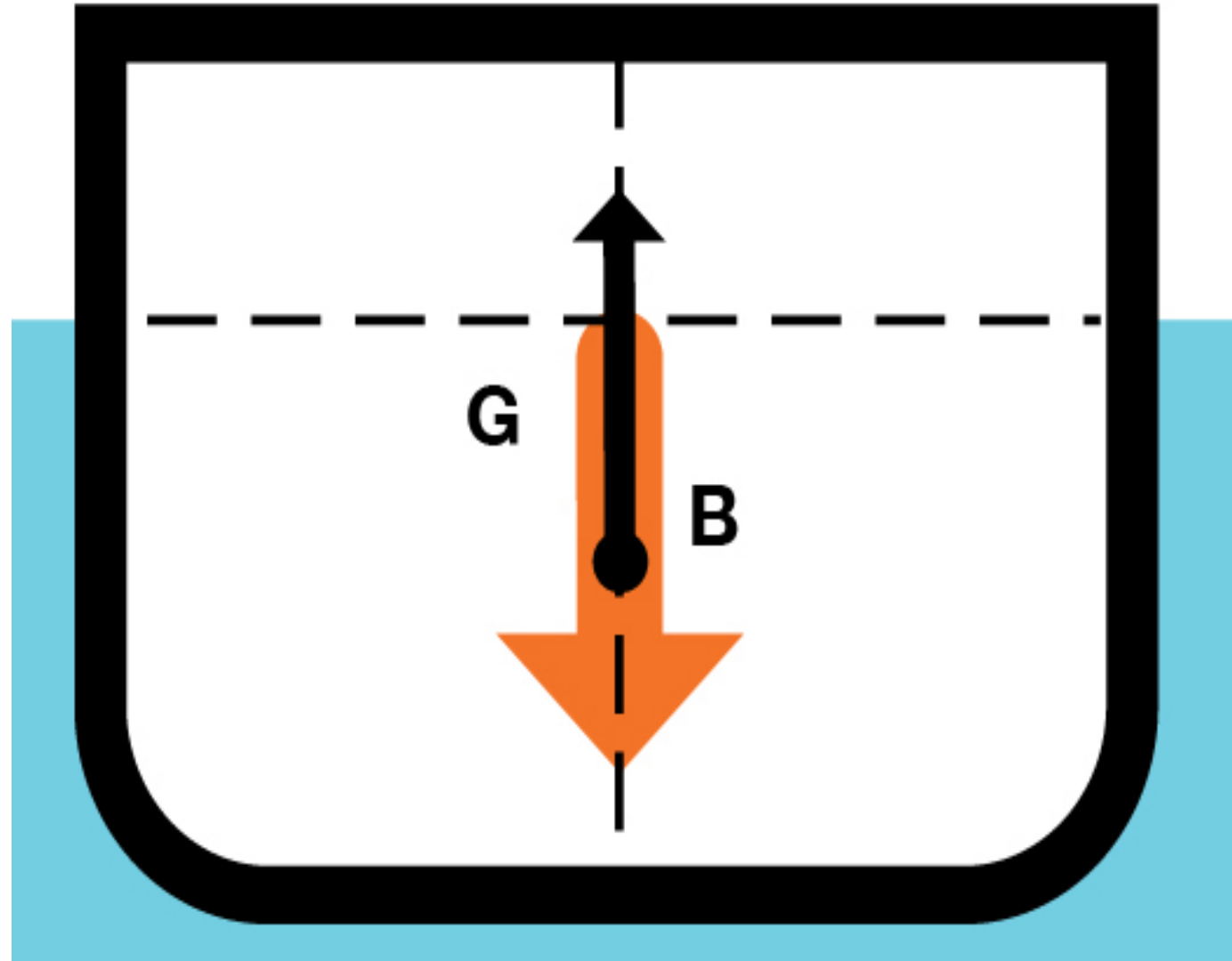
Δρουν τουλάχιστον
δύο δυνάμεις:

A) Άνωση

B) Βαρύτητα

Σημαντική παράμετρος:

Το σημείο που ασκούνται
οι δυνάμεις αυτές.

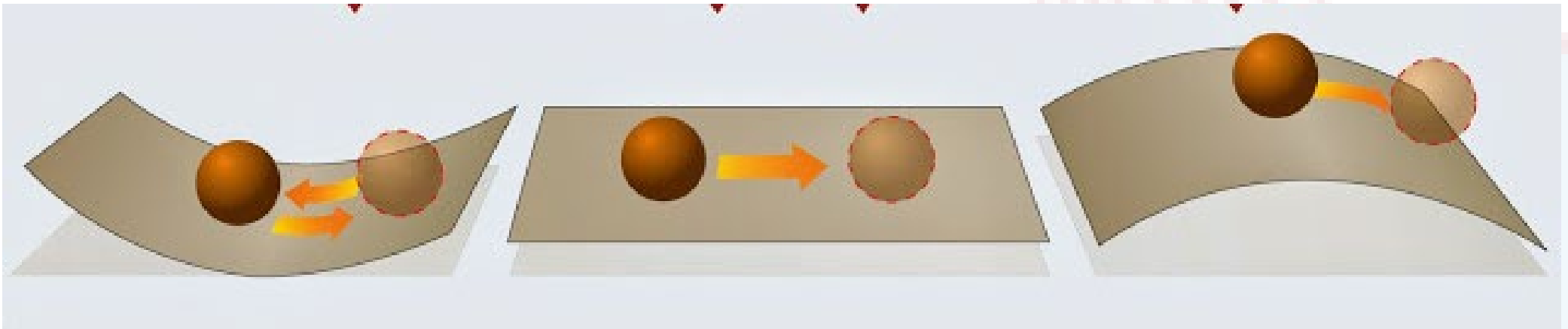


Τύποι ισορροπίας

Ευσταθής
ισορροπία

Αδιάφορη
ισορροπία

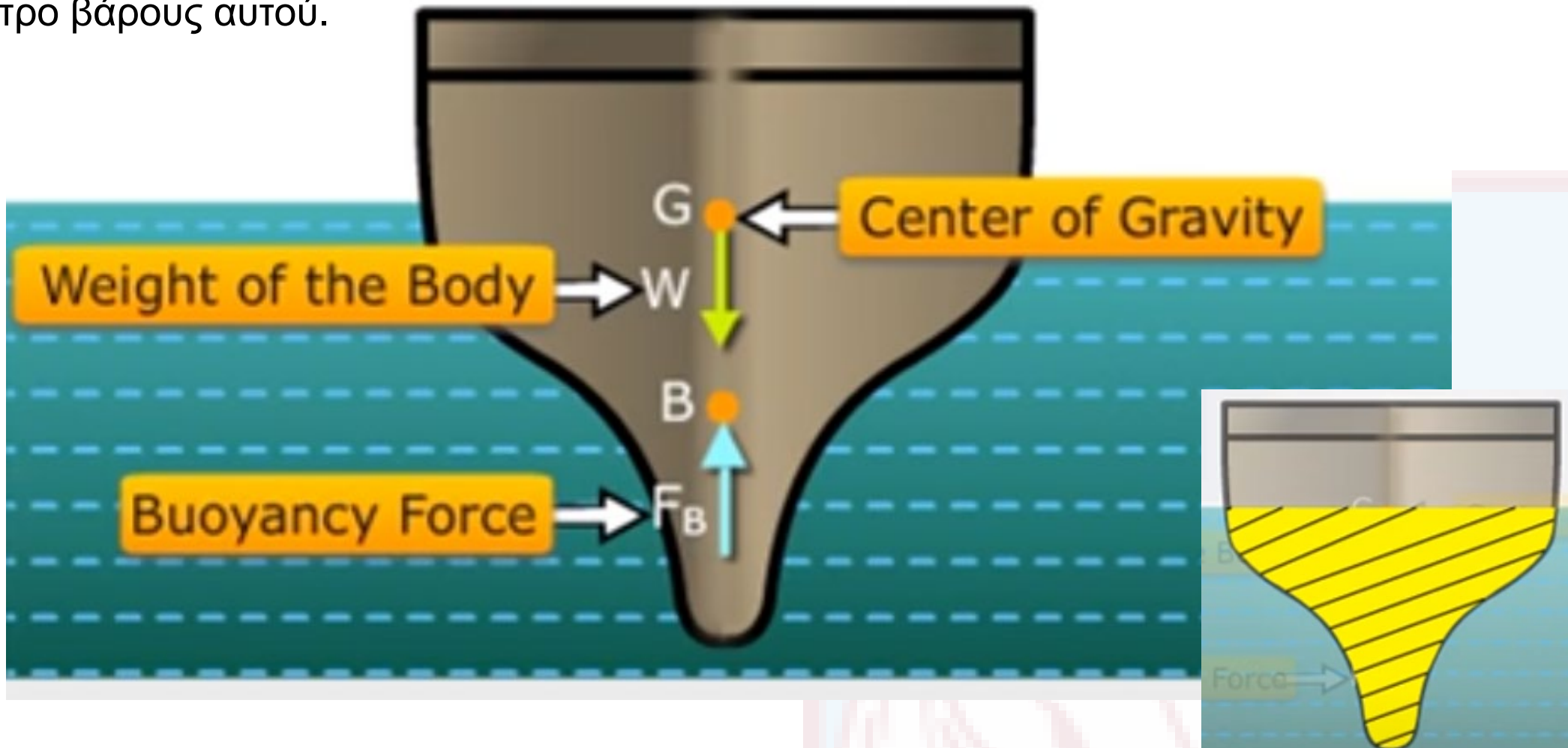
Ασταθής
ισορροπία



Δράση δυνάμεων

Η δύναμή του βάρους ισούται με το βάρος της κατασκευής, και ασκείται στο κέντρο βάρους της κατασκευής.

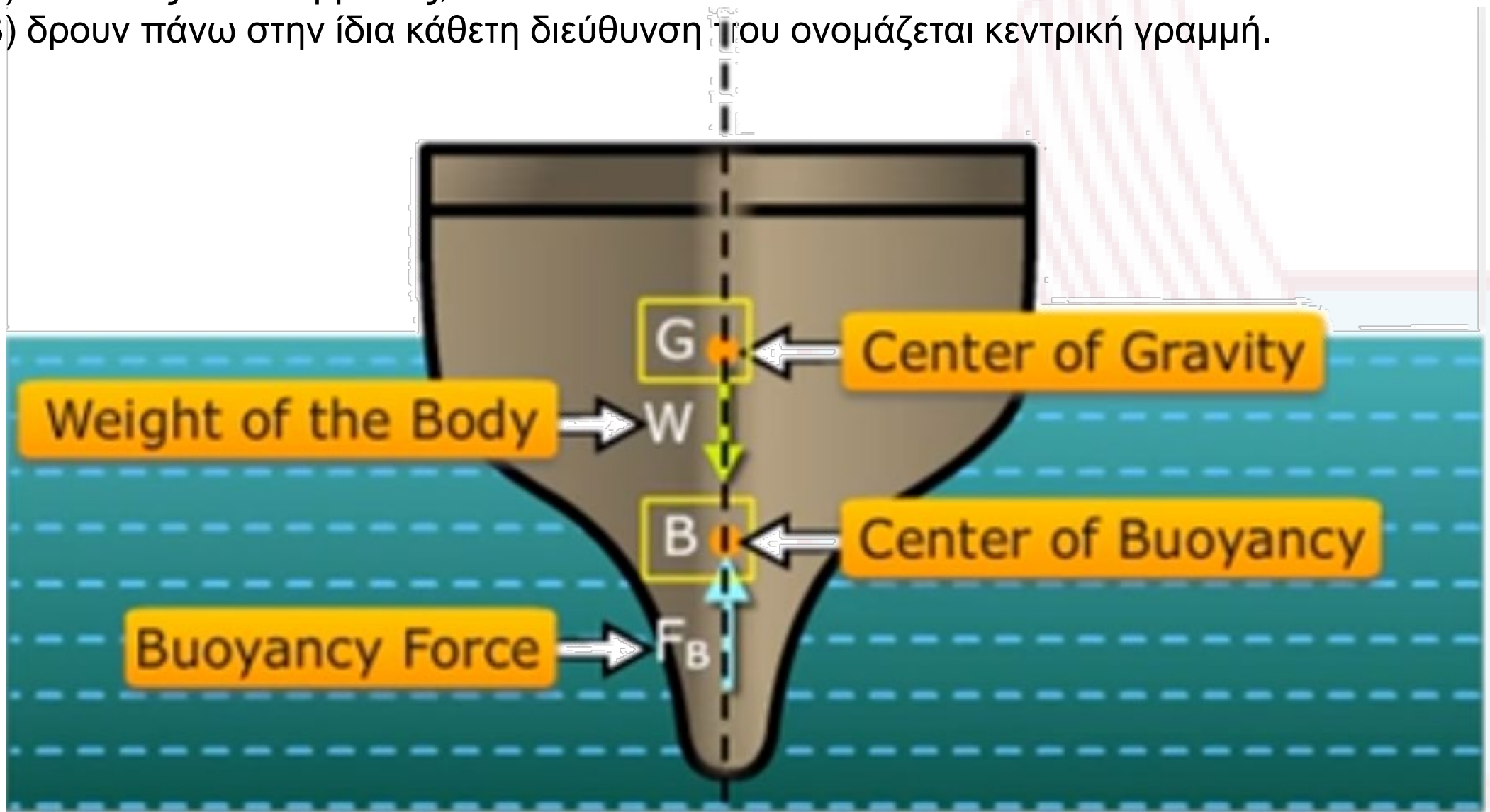
Η δύναμη της άνωσης ισούται με το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού και ασκείται στο κέντρο βάρους αυτού.



Δράση δυνάμεων

Όταν η κατασκευή βρίσκεται σε ισορροπία, οι δύο δυνάμεις:

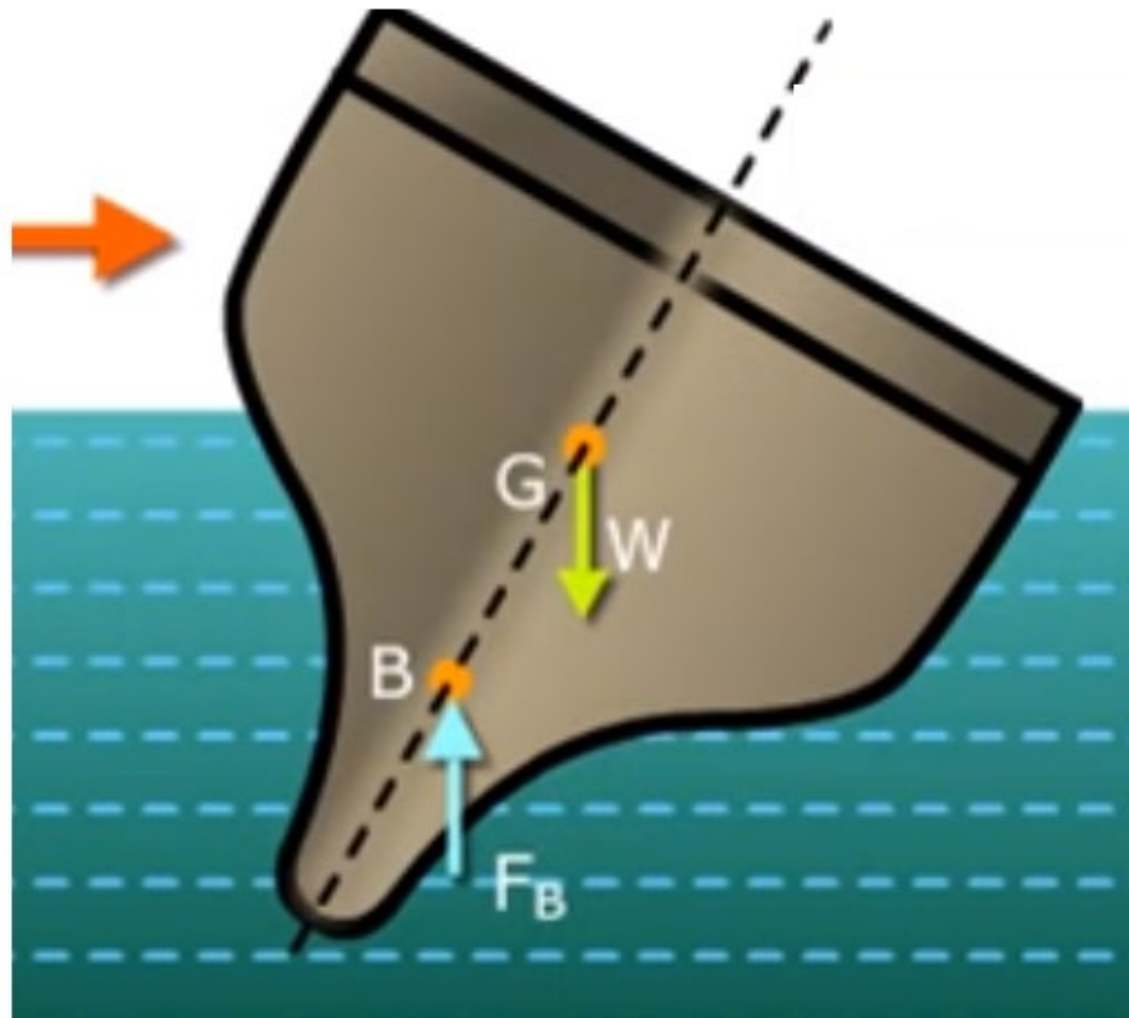
- α) είναι ίσες και αντίρροπες,
- β) δρουν πάνω στην ίδια κάθετη διεύθυνση που ονομάζεται κεντρική γραμμή.



Δράση δυνάμεων

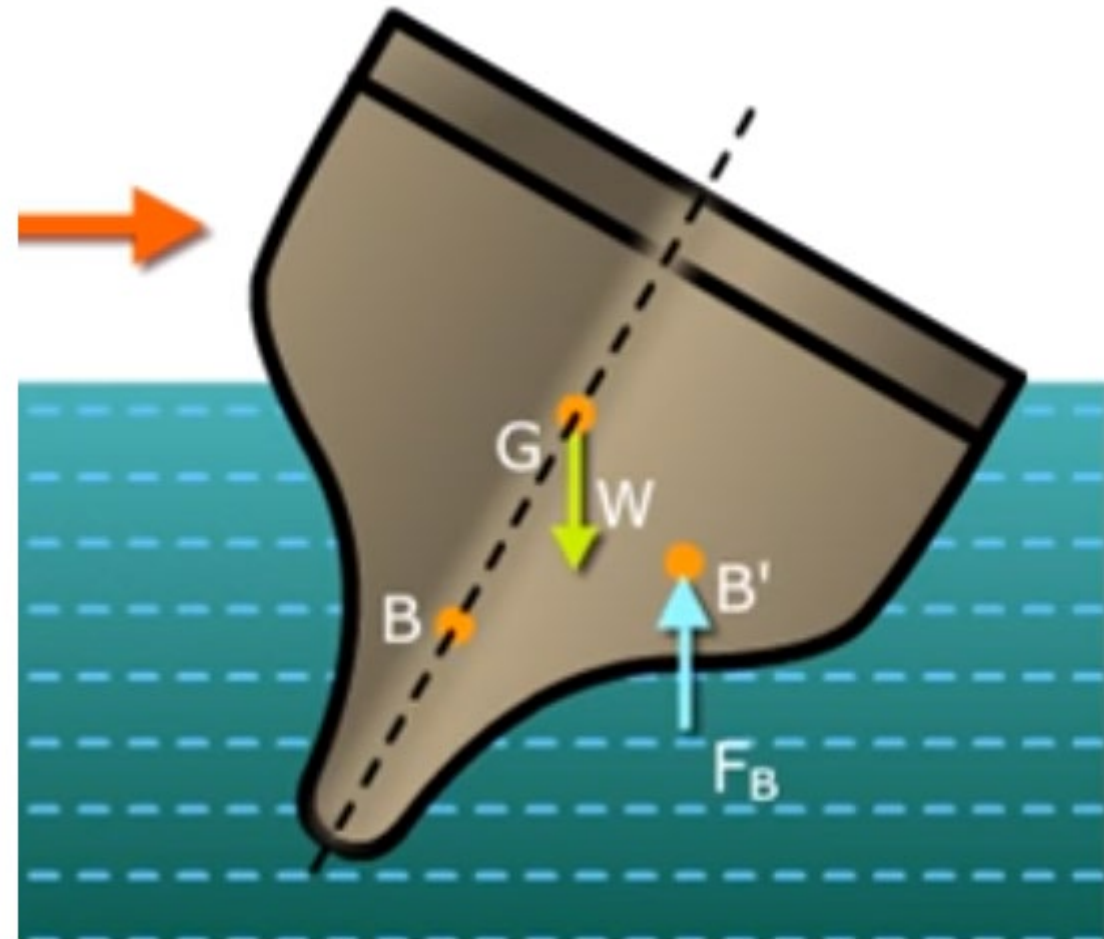
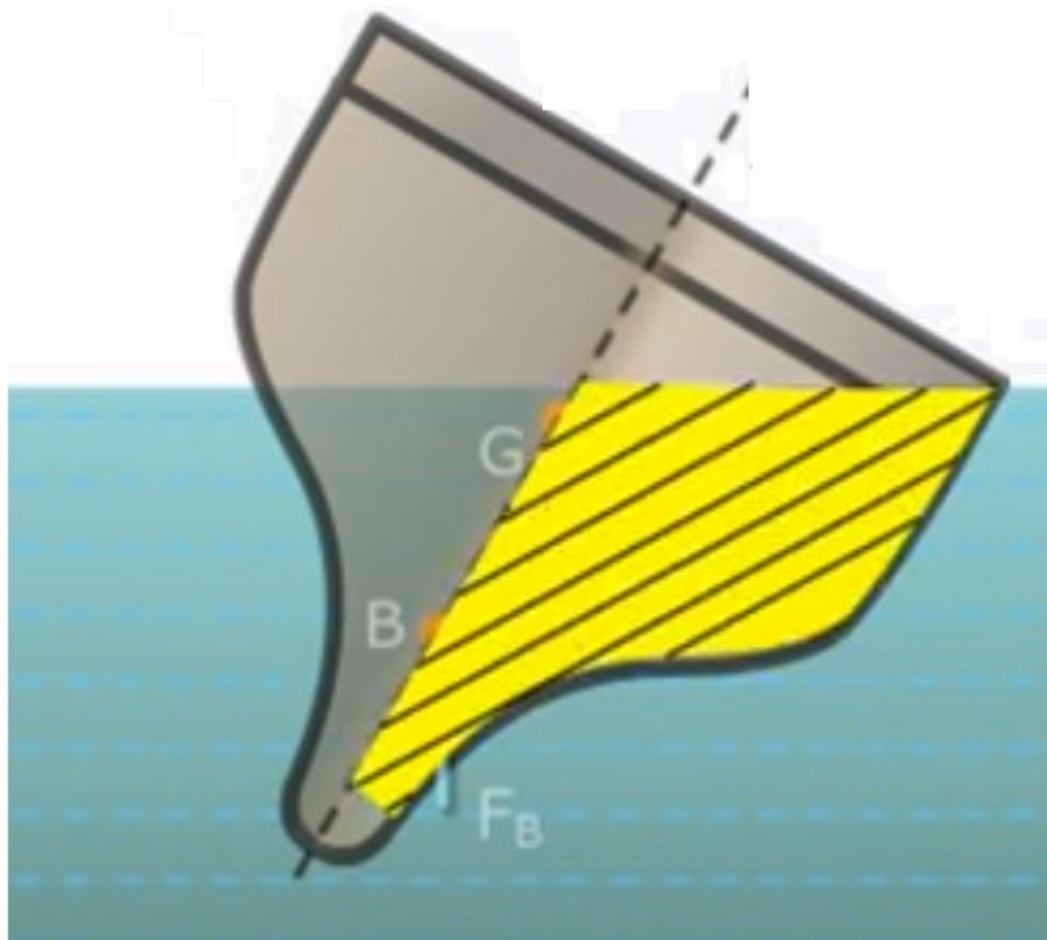
Όταν μία πλευρική δύναμη δώσει κλίση στην κατασκευή, τότε

α) η δύναμη του βάρους θα συνεχίσει να ασκείται στο ίδιο σημείο αλλά με κατεύθυνση εκτός της κεντρικής γραμμής ώστε να παραμείνει κάθετη



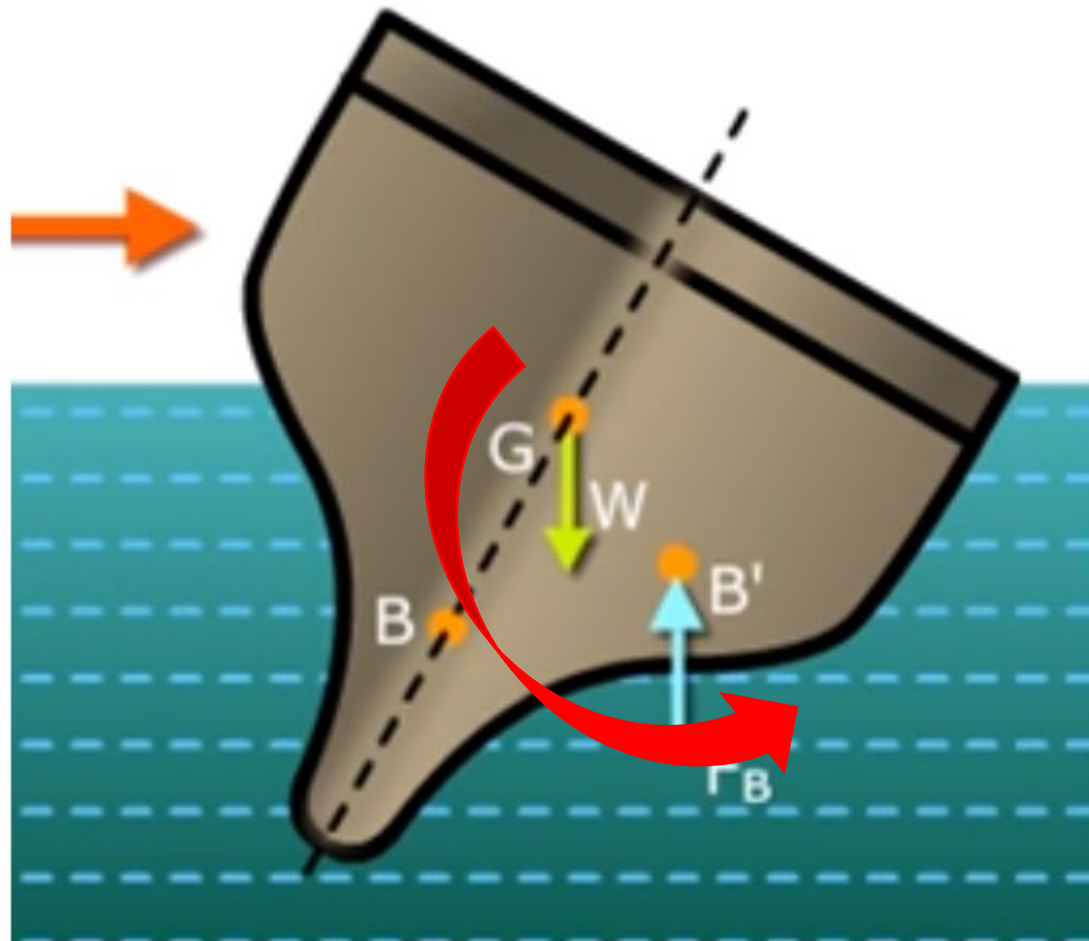
Δράση δυνάμεων

Όταν μία πλευρική δύναμη δώσει κλίση στην κατασκευή, τότε
β) το κέντρο βάρους του εκτοπιζόμενου υγρού αλλάζει, άρα αλλάζει και το σημείο που ασκείται η άνωση:



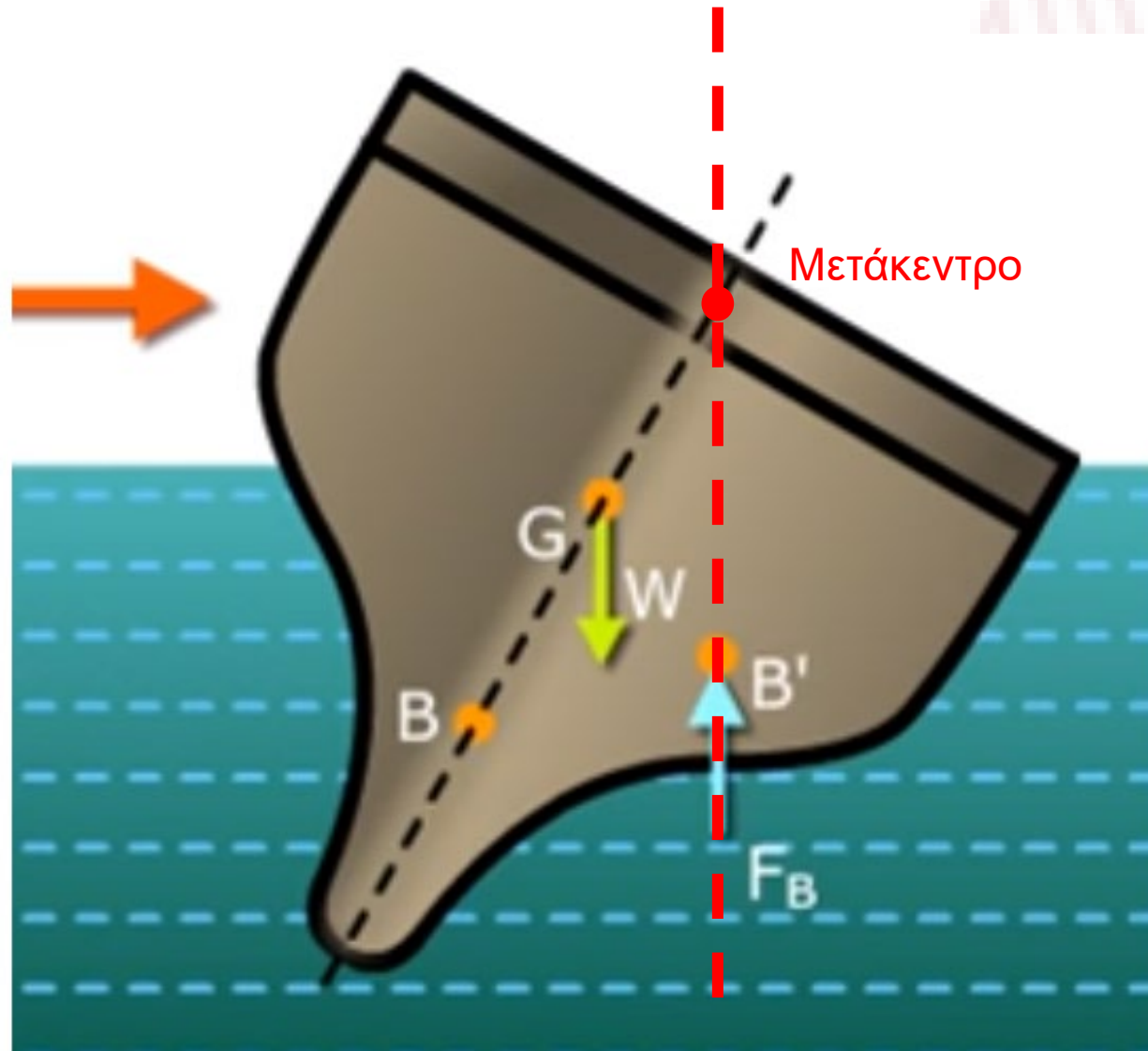
Δράση δυνάμεων

Έτσι δημιουργείται μια ροπή που τείνει να επαναφέρει τη κατασκευή στο σημείο ισορροπίας:

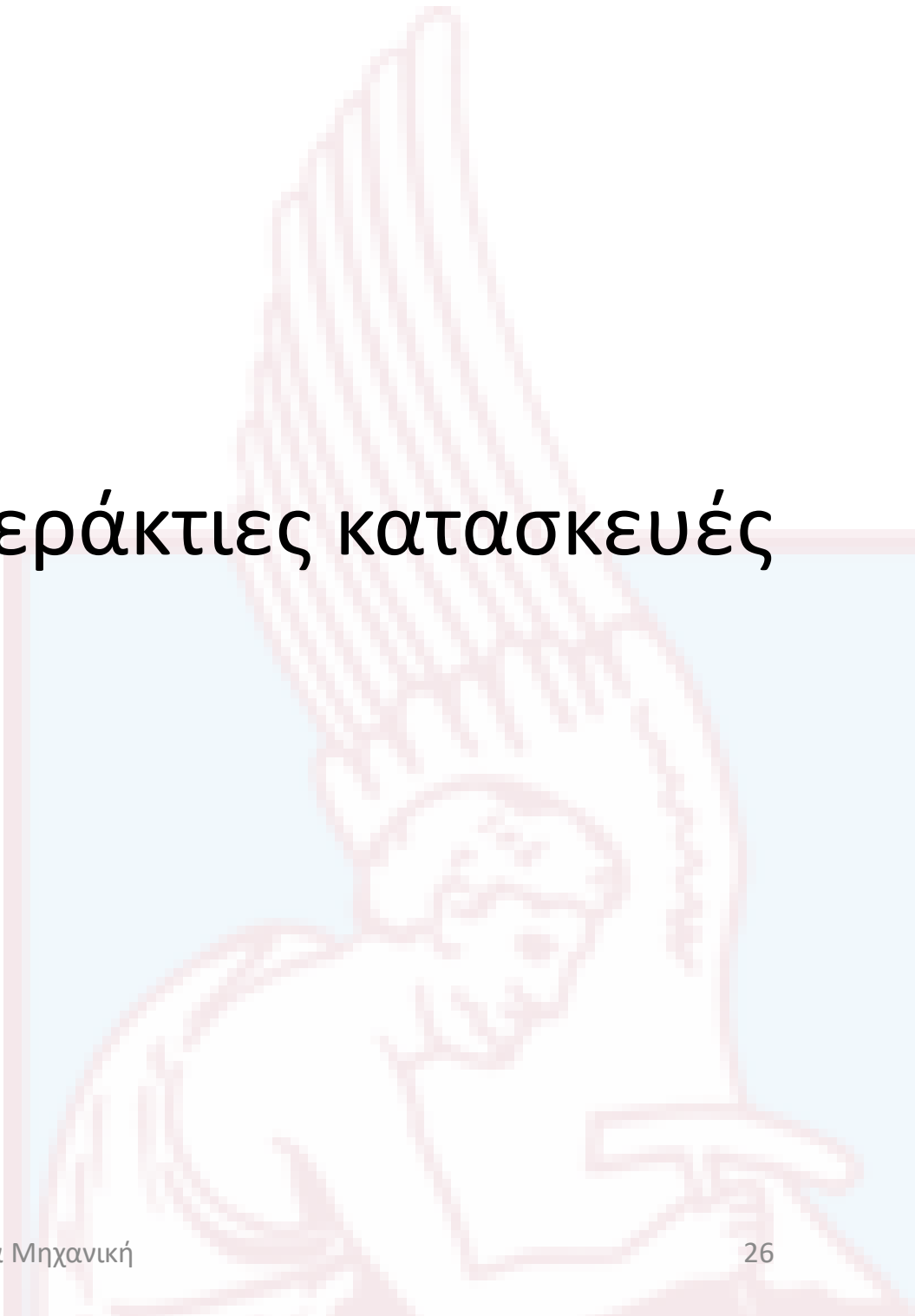


Δράση δυνάμεων

Το σημείο τομής της κεντρικής γραμμής με τη κατεύθυνση της άνωσης λέγεται Μετάκεντρο



Επίδραση κυμάτων σε υπεράκτιες κατασκευές



Επίδραση κυμάτων σε υπεράκτιες κατασκευές

Στο θαλάσσιο περιβάλλον, οι δυνάμεις που ασκούνται σε μια κατασκευή ποικίλουν, και ως προς τη γέννησή τους, αλλά και ως προς τη φύση τους.

Το θαλάσσιο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα εχθρικό για οποιαδήποτε κατασκευή λειτουργεί σε αυτό και επάγει πολλές και απρόβλεπτες δράσεις.

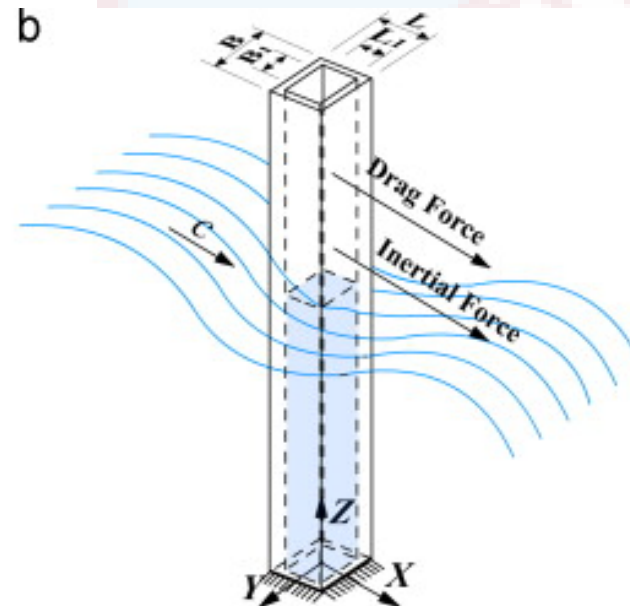
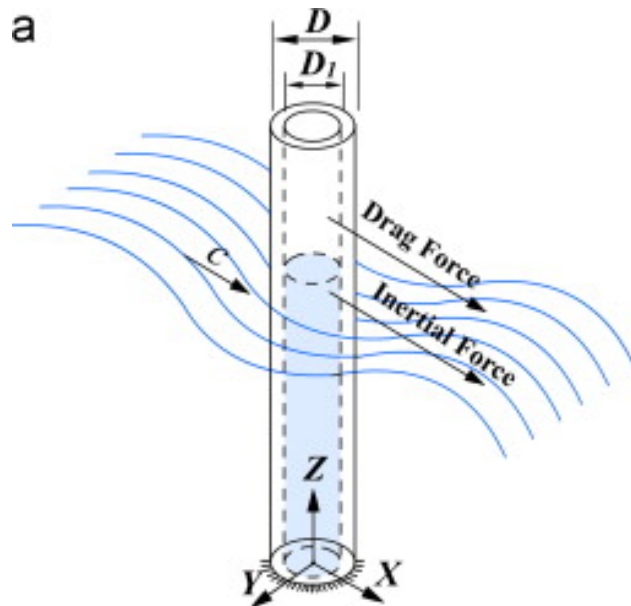
Δυνάμεις που ασκούνται:

- Βάρος
- Άνωση
- Κυματισμοί
- Άνεμος
- Σεισμογενείς δυνάμεις

Επίδραση κυμάτων σε υπεράκτιες κατασκευές

Οι κυματισμοί ασκούν δυνάμεις πάνω στις κατασκευές που συνήθως συνοψίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Δυνάμεις αντίστασης λόγω της τριβής καθώς το κύμα περνά από το τη κατασκευή
 - Δυνάμεις αδράνειας λόγω της πρόσθετης μάζας που φορτίζει τη κατασκευή
- > Επίσης δυνάμεις ασκούνται από τα θαλάσσια ρεύματα.



Εξίσωση Morison

Σε υπεράκτιες εγκαταστάσεις και κατασκευές με «υδροδυναμικώς λεπτά» κατασκευαστικά στοιχεία (πάσσαλοι, υποστυλώματα εξεδρών, σχοινιά, δικτυώματα), τα φορτία μπορούν να υπολογιστούν από την εξίσωση Morison.

Η εξίσωση συνοψίζει τις δυνάμεις αδράνειας και δυνάμεις αντίστασης που αναπτύσσονται πάνω σε λεπτές κατασκευές.

Πεδίο εφαρμογής της εξίσωσης

Ως «λεπτή» κατασκευή ορίζεται κατασκευή με «χαρακτηριστικό μήκος» (πλάτος) μικρότερο από το 20% του μήκους κύματος.

Κατασκευές με μεγαλύτερο χαρακτηριστικό μήκος δημιουργούν περίθλαση των κυματισμών που συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στη φόρτιση της κατασκευής και δεν μπορεί να προσεγγιστεί με την εξίσωση.

Ως χαρακτηριστικό μήκος μπορεί να θεωρηθεί η διάμετρος ενός σωλήνα που δέχεται τις δυνάμεις του κύματος.

Η εξίσωση ισχύει για περιπτώσεις μη θραυσμένων κυματισμών.

Εξίσωση Morison

Η εξίσωση παίρνει τη μορφή:

$$F = \frac{1}{2} \rho C_d D v |v| + \rho C_m \frac{\pi D^2}{4} \dot{v}$$

Όρος αντίστασης

Όρος αδράνειας

Όπου

F = η στιγμιαία συνολική δύναμη [σε N],

ρ = πυκνότητα του νερού,

D = εξωτερική διάμετρος του κυλίνδρου,

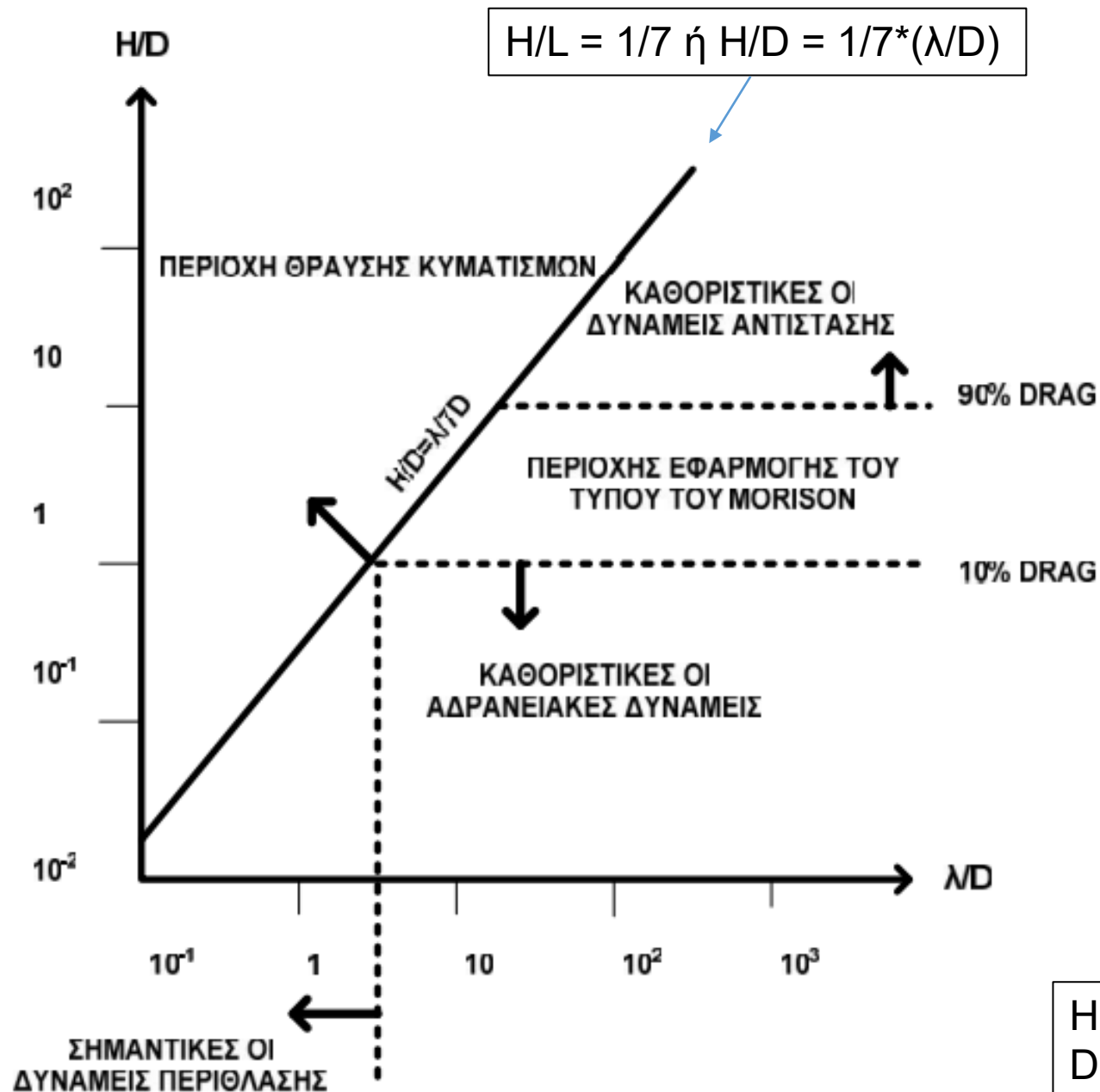
V = η στιγμιαία ταχύτητα των σωματιδίων του ρευστού,

$\dot{V}$ = η στιγμιαία επιτάχυνση των σωματιδίων του ρευστού,

C_m , C_d = αδρανειακός συντελεστής και συντελεστής αντίστασης.

Οι συντελεστές C_m και C_d προσδιορίζονται μέσω πειραματικών μετρήσεων.

Πεδίο εφαρμογής της εξίσωσης



$$\frac{dF}{dz} \approx \frac{1}{2} \rho C_d D u |u|$$

$$\frac{dF}{dz} \approx \rho C_m \frac{\pi D^2}{4} \dot{u}$$

H = ύψος κύματος
 D = διάμετρος κατασκευής

Δυνάμεις που ασκούνται από ρεύματα

Αντίστοιχα:

$$F = 0.5 \rho C_D A_p V_C |V_C|$$

Όπου

F = η στιγμιαία συνολική δύναμη [σε N],

ρ = πυκνότητα του νερού,

A_p = επιφάνεια που ασκείται η δύναμη,

V_C = ταχύτητα σταθερού θαλασσίου ρεύματος,

C_d = συντελεστής αντίστασης.

Ο συντελεστής C_d προσδιορίζεται μέσω πειραματικών μετρήσεων.

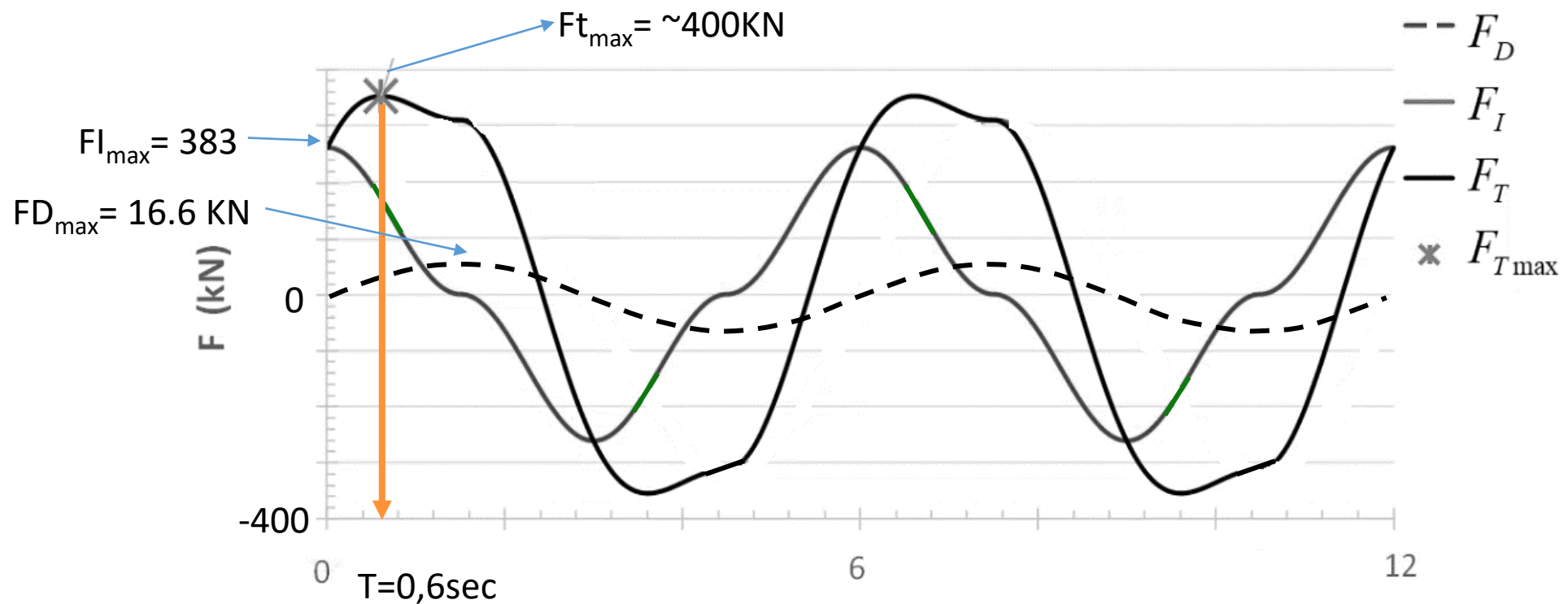
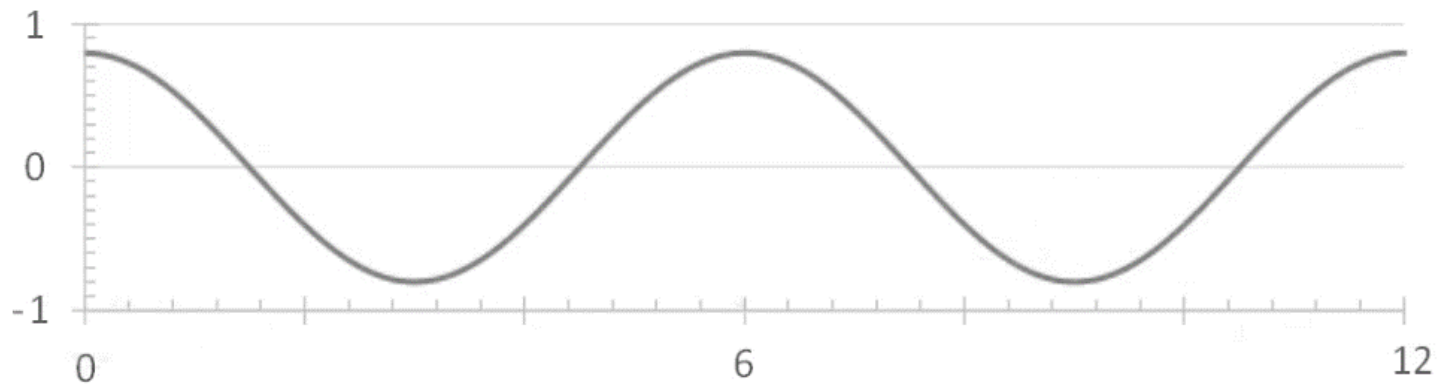
Fin!



Βιβλιογραφία

- Χατζηγεωργίου, Ι. 2015. Διανεμημένες Δυνάμεις - Υδροδυναμικές Φορτίσεις. [Κεφάλαιο Συγγράμματος]. Στο Χατζηγεωργίου, Ι. 2015. Δυναμική των αγωγών μεταφοράς ρευστών. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 3. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/506>
- Dragonfly Education
- <https://www.iberdrola.com/sustainability/offshore-wind-turbines-foundations>

Άσκηση 20



Άσκηση 20

