



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Παραλιακή μορφολογία

*Αντώνης Βελεγράκης
Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας*



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



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 Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑ 2
Παραλιακή μορφολογία**

Α.Φ. Βελεγράκης

2 Παραλιακή μορφολογία

2.1 Μορφολογία παραλίας

2.1.1 Το γενικό προφίλ

2.1.2 Το σύστημα του Wright και Short (1983)

2.2 Δυναμική παραλίας

Το προφίλ (διατομή) της παράλιας

Το γενικευμένο προφίλ γραμμικών κλαστικών ακτών αποτελείται από τμήματα (ζώνες) που ελέγχονται από την τοπική υδροδυναμική (και αεροδυναμική) και το είδος των ιζημάτων

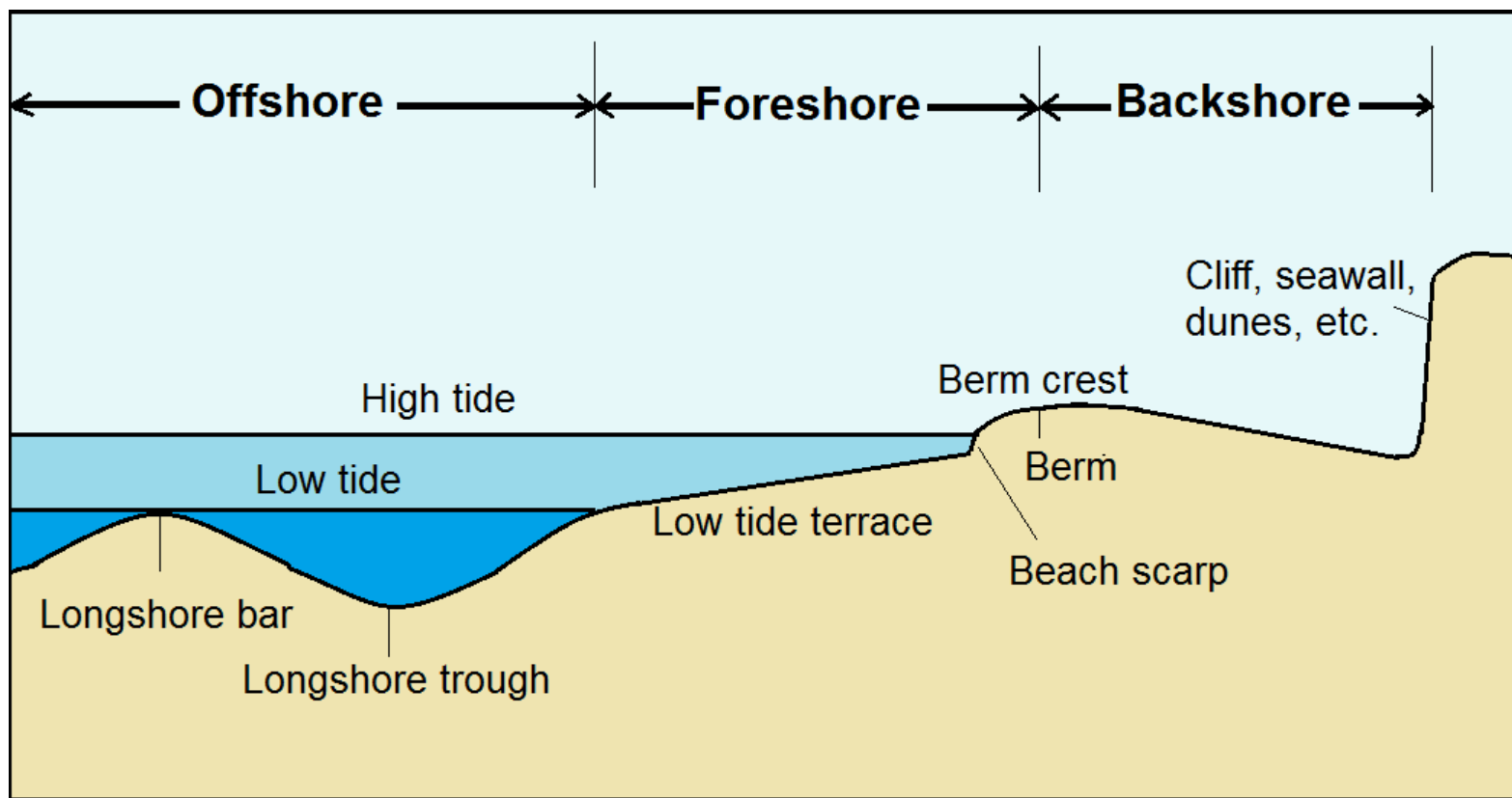
Η παραλία αποτελείται τόσο από χερσαία όσο και υποθαλάσσια τμήματα

Τα κύρια χαρακτηριστικά της υποθαλάσσιας παραλίας είναι (α) ο επιμήκης ιζηματογενής ύφαλος (longshore bar) και (β) η επιμήκης κοιλότητα ροής (longshore trough). Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μπορούν να υπάρχουν περισσότεροι από ένας ύφαλοι και κοιλότητες

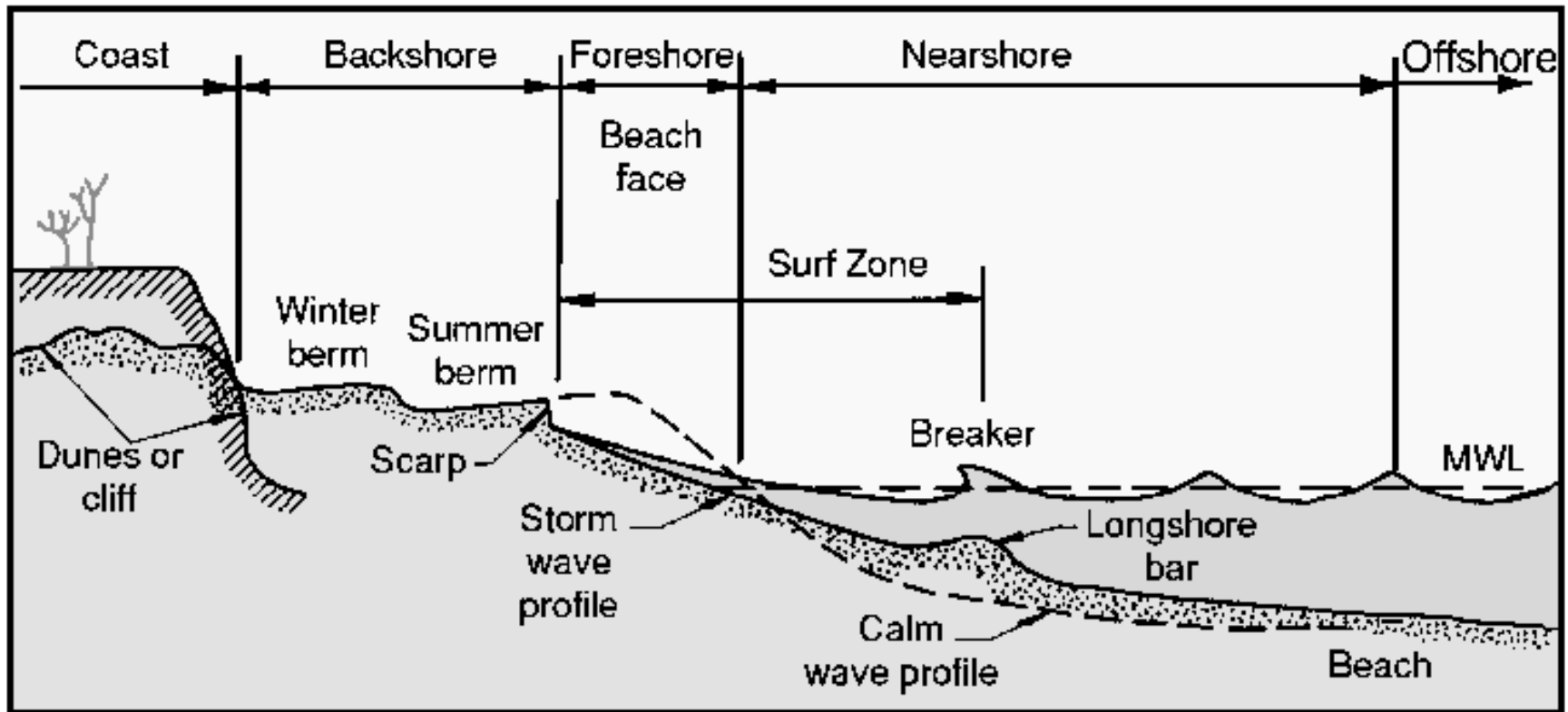
Τα κύρια χαρακτηριστικά της χερσαίας παραλίας είναι (α) το ιζηματογενές ύβωμα (berm) με η χωρίς 'κρημνό' (berm scarp) και (β) η 'εσωτερική παραλία' (backshore) που ελέγχεται ελάχιστα από την παράκτια υδροδυναμική (αλλά μπορεί να ελέγχεται από την παράκτια αεροδυναμική-παρουσία θινών (dunes)).



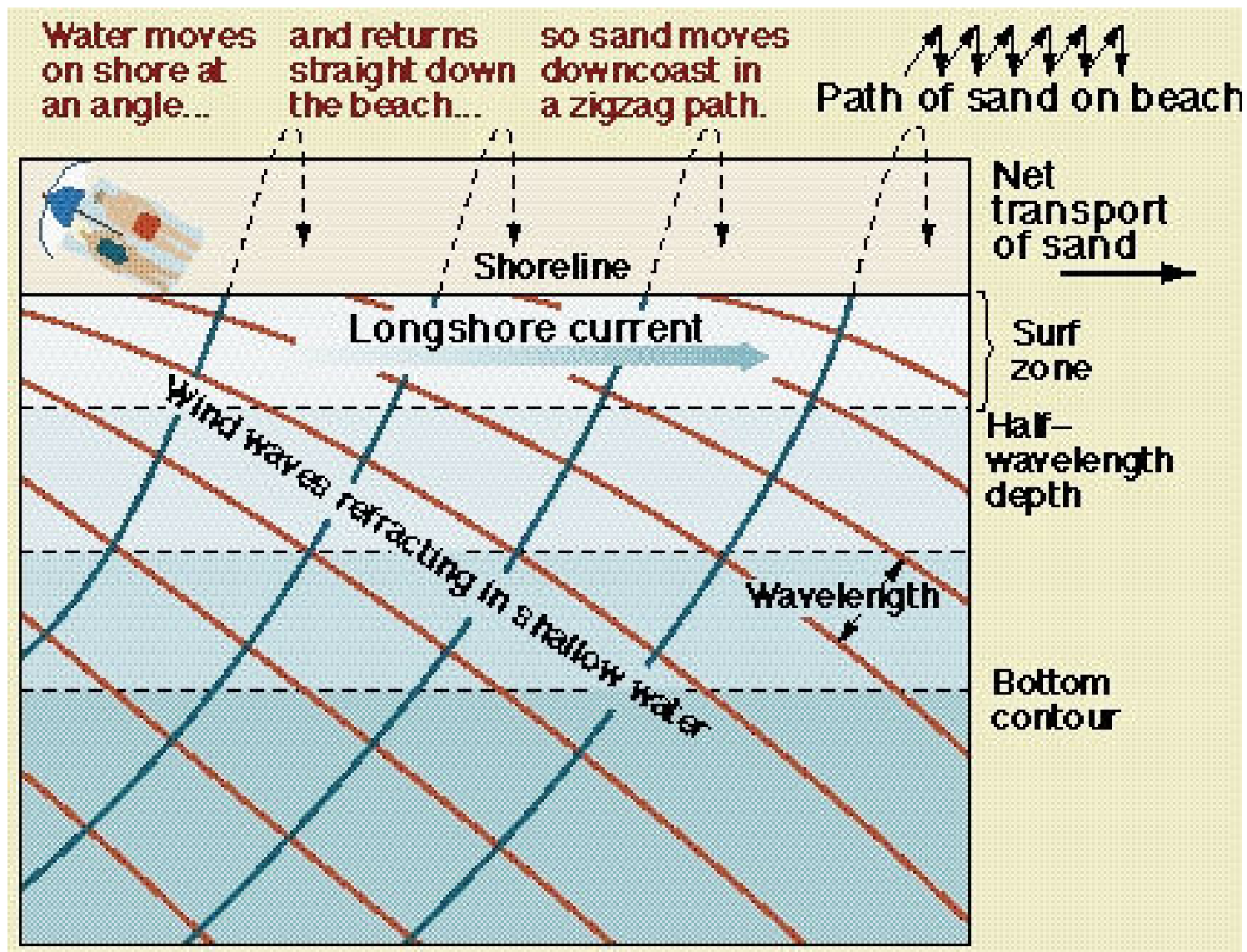
Σχήμα 2.1 Γραμμική κλαστική παραλία από τις Α. USA.
(Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



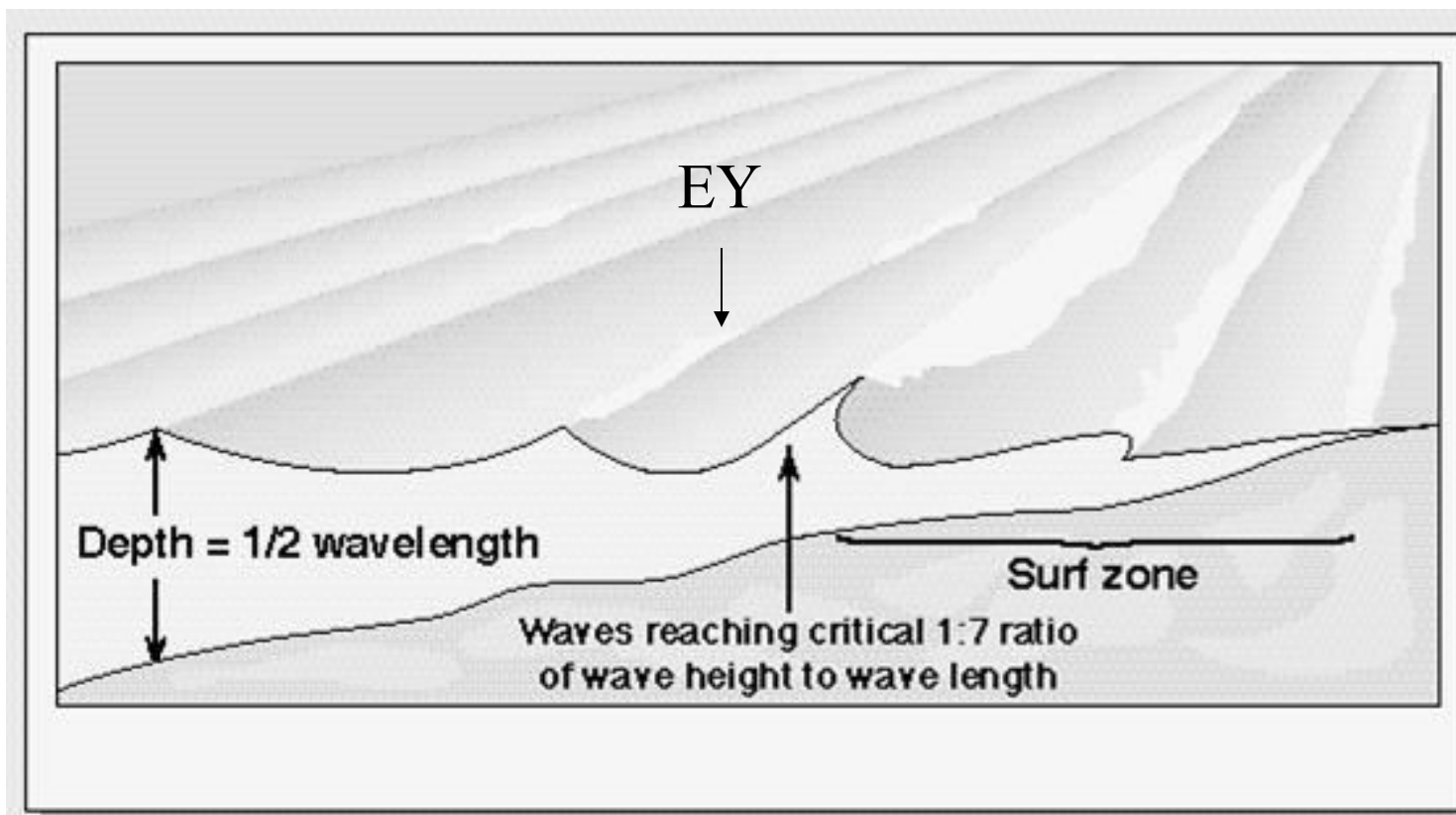
Σχήμα 2.2 Το γενικό προφίλ παραλίας



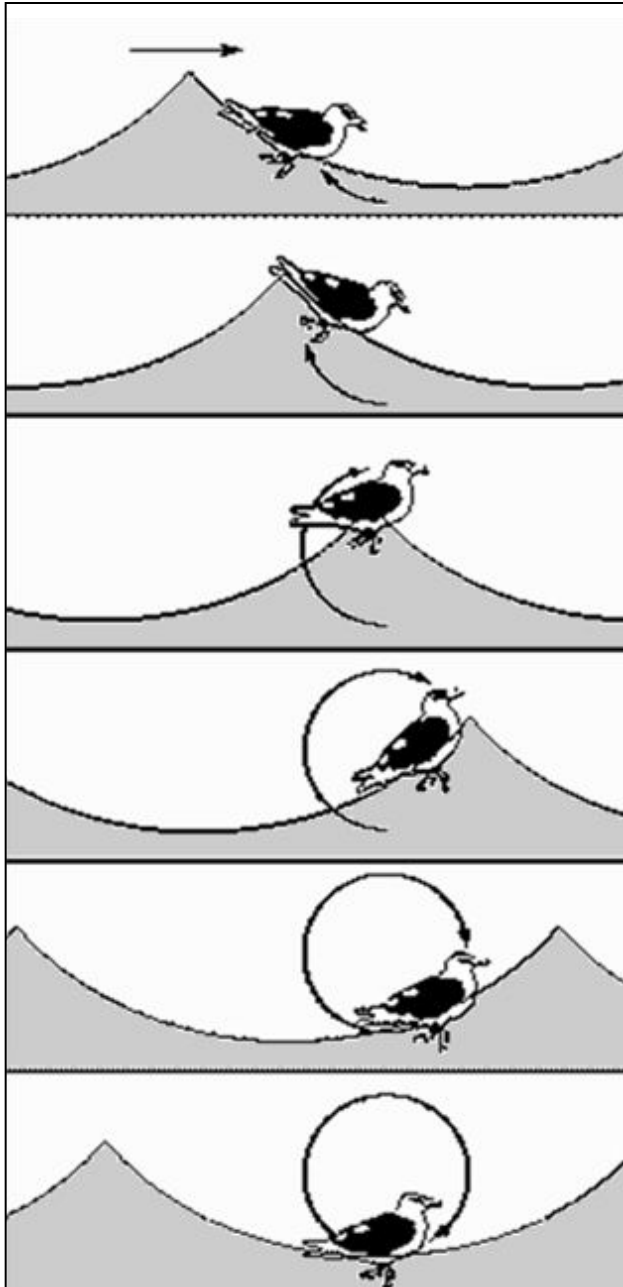
Σχήμα 2.3 Η παράκτια ζώνη: κυματικές ζώνες, παλιρροιακή επιρροή και παραλιακό προφίλ (Τροποποιημένο από Firoozfar et al. 2004).



Σχήμα 2.4 Οι κυματικές ζώνες, τα ρεύματα παράλληλα στην ακτή και η μεταφορά στην ζώνη διαβροχής ((Τροποποιημένο από SEPM, 1996).).



Σχήμα 2.5 Οι επιμήκεις ύφαλοι (EY) σχηματίζονται στο σημείο που σπάζουν τα κύματα. Τα κύματα σπάζουν σύμφωνα με τον ακόλουθο τρόπο (α) Το κύμα αρχίζει να νοιώθει τον πυθμένα όταν το βάθος γίνεται μικρότερο από $\frac{1}{2}$ του μήκους κύματος (wavelength), (β) οι κορυφές γίνονται πιο απότομες, (γ) η τριβή του πυθμένα 'φρενάρει' το κύμα και το μήκος κύματος ελαττώνεται αλλά η περίοδος (period) παραμένει η ίδια (δ) η σχέση του ύψους / μήκους πλησιάζει στην κριτική τιμή $\frac{1}{7}$ και (ε) το κύμα σπάζει όταν η σχέση ύψους / βάθους γίνεται 0.8.



Σχήμα 2.6 Τα κύματα στην ανοικτή θάλασσα (βάθη μεγαλύτερο από $\frac{1}{2}$ του μήκους κύματος-wavelength), δεν μεταφέρουν μάζα, αλλά μόνο ενέργεια. (Τροποποιημένο από SEPМ, 1996).



Σχήμα 2.7 Κρημνός ιζηματογενούς (αμμώδους) υβώματος (Berm scarp) στην S. California στην αρχή του φθινοπώρου. Ο κρημνός είναι ένδειξη διάβρωσης, η οποία συμβαίνει λόγω των μεγάλων κυμάτων της περιόδου που διαβρώνουν το ύβωμα που σχηματίστηκε την άνοιξη και το καλοκαίρι από τα μικρά κύματα. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 2.8 Αμμώδεις θίνες (sand dunes) βλάστηση στην εσωτερική παραλία του Christchurch, New Zealand. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 2.9. Αμμώδης θίνα (barchan type dune) χωρίς βλάστηση στην εσωτερική παραλία του Mustang Island, Texas (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 2.10 Προέλαση αμμώδους θίνας. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



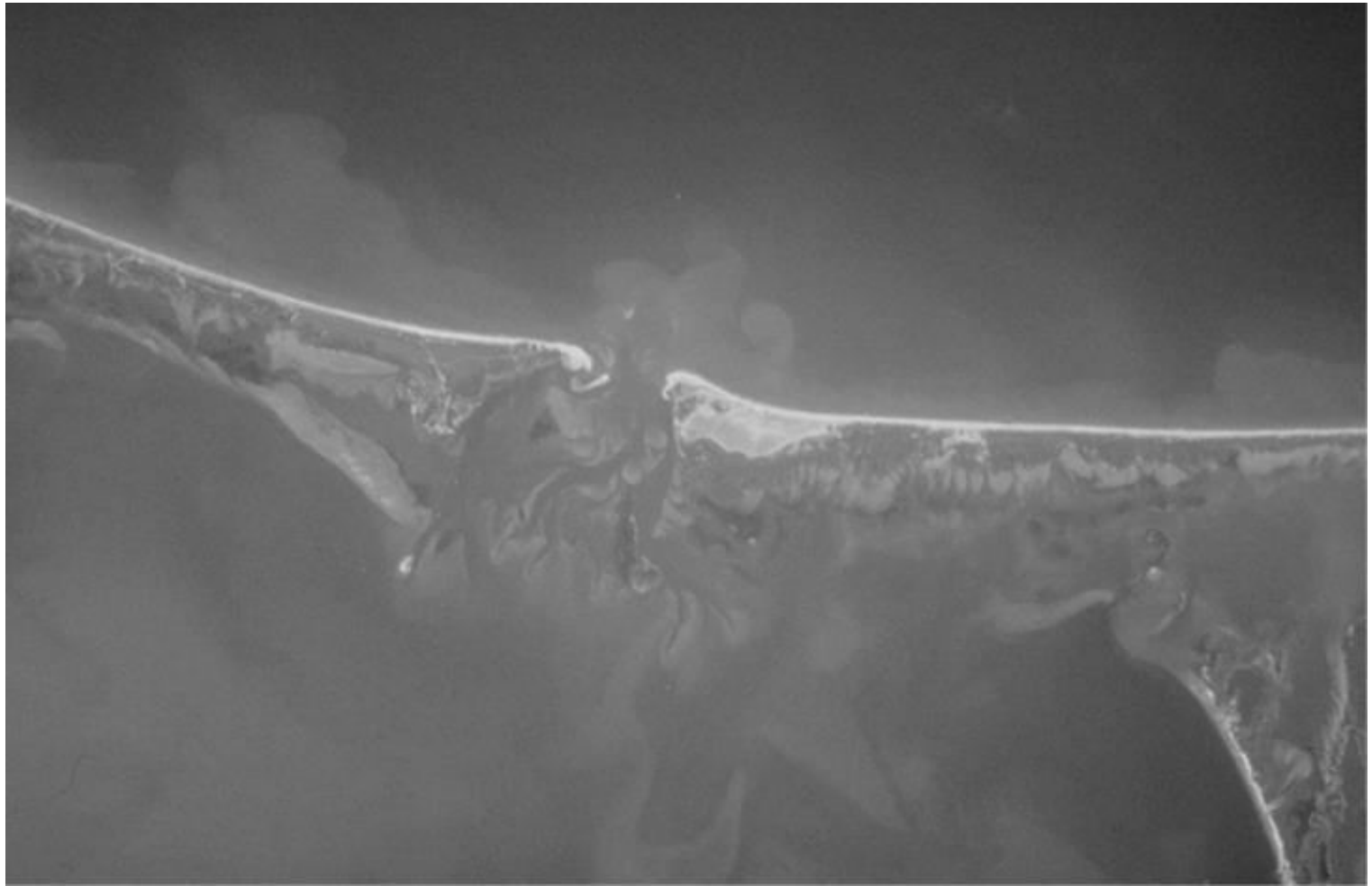
Σχήμα 2.11 Αμμώδεις θίνες με βλάστηση. Πίσω από παραλία. Σημειώστε ότι τέτοιου είδους θίνες βγάζουν ίζημα από το ιζηματογενές ισοζύγιο της παραλίας. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 2.12 Διάβρωση θίνας



Σχήμα 2.13 Καμπυλωτό αμμώδες βέλος με σειρές θινών. Προσέξτε τα περιβάλλοντα πίσω από το φράγμα (backbarrier environments) που έχουν διαφορετικά ιζήματα. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 2.14 Μορφολογία εισόδου δικτύου φραγματογενών ιζηματογενών (αμμωδών) νήσων. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).

2.1.2 Το σύστημα του Wright και Short (1983)

Στην πράξη οι παράλιες δεν έχουν πάντοτε το γενικευμένο προφίλ (του σχήματος 2.2), αλλά μπορεί να έχουν αρκετά διαφορετικές διατομές.

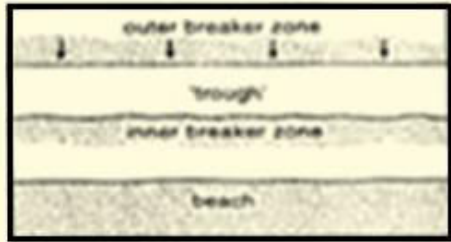
Οι Wright και Short (1983) δημιούργησαν ένα σύστημα ταξινόμησης που βασίζεται στην (α) την κλίση της παράλιας β και στις συνθήκες κυματισμού.

Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, οι παράλιες ταξινομούνται ως (dissipative), ενδιάμεσες (intermediate) και ανακλαστικές (reflective). Σύμφωνα με αυτό το σύστημα το γενικευμένο προφίλ του σχήματος 2.2 είναι ενδιάμεση παραλία.

Οι (dissipative) έχουν $\epsilon\phi\beta \approx 0.01$, οι ανακλαστικές $\epsilon\phi\beta \approx 0.1-0.2$ και οι ενδιάμεσες τιμές $0.01 < \epsilon\phi\beta < 0.1$.

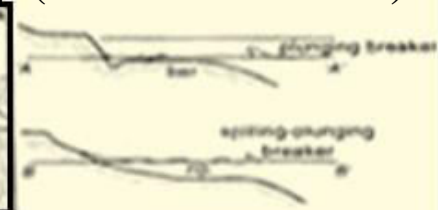
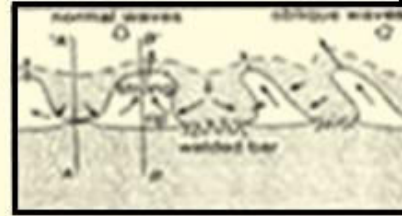
Τα κύματα σπάζουν με διαφορετικό τρόπο στις διαφορετικού είδους παράλιες: (1) dissipative-spilling, (2) intermediate-plunging and (3) reflective-plunging/surging

Dissipative



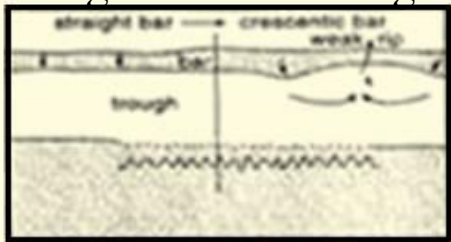
Intermediate

Transverse bar and rip (normal or skewed)



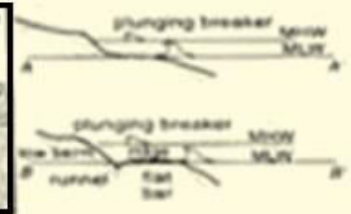
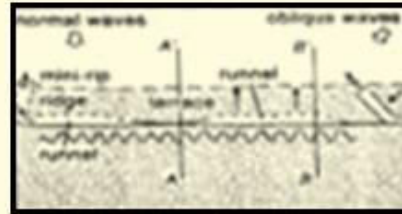
Intermediate

Longshore bar -trough



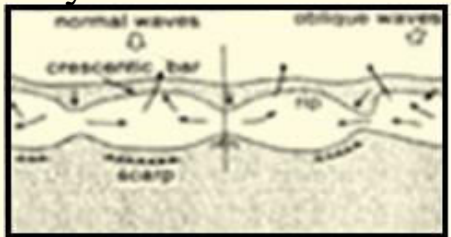
Intermediate

????????????????????

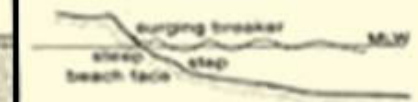
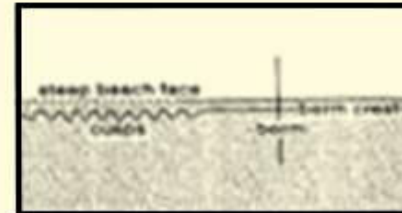


Intermediate

Rhythmic bar and beach (normal or skewed)



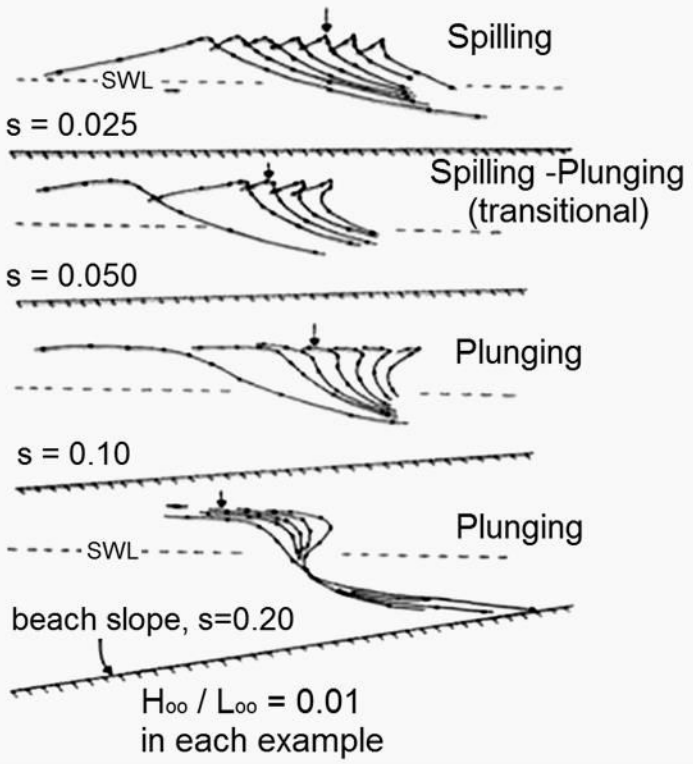
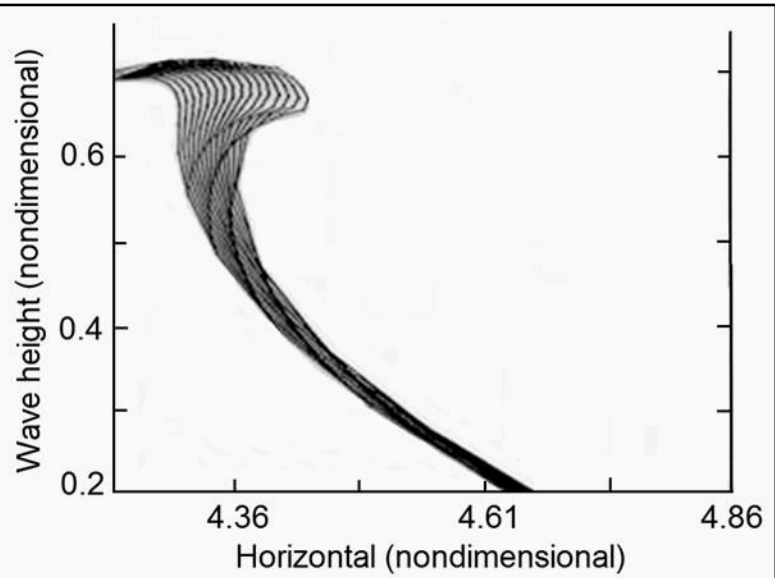
Reflective



Σχήμα 2.15 Το σύστημα των Wright και Short (1983). (Τροποποιημένο από Wright and Short (1983))



Σχημα 2.16 Spilling κύμα. Κλίση της παραλίας $\epsilon\phi \beta \approx 0.01$. Plunging κύμα. Κλίση της παραλίας $0.01 < \epsilon\phi \beta < 0.1$. Surging κύμα. Κλίση της παραλίας $\epsilon\phi \beta \approx 0.1-0.2$. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 2.17 Τύποι κυμάτων και διεργασία θραύσης κύματος. (Τροποποιημένο από Komar, 1998)

2.2 Δυναμική παράλιας

Οι παραλίες δεν παραμένουν σταθερές ούτε στον χώρο αλλά ούτε και στον χρόνο

Διαφορετικά τμήματα της ίδιας παραλίας μπορεί να χαρακτηρίζονται από διαφορετικά προφίλ. Αυτό αναμένεται, αφού τα κυματικά χαρακτηριστικά (ύψος και γωνία πρόσπτωσης) μπορεί να αλλάζουν σημαντικά κατά μήκος μιας παράλιας

Υπάρχουν σημαντικές αλλαγές της παραλίας στον χρόνο σε διαφορετικές κλίμακες



Σχήμα 2.18 Παραλία στην N. Carolina USA. Τα κύματα σπάζουν πάνω στους επιμήκεις αμμώδεις ύφαλους, η απόσταση των οποίων από την ακτή δεν είναι σταθερή κατά μήκος της παραλίας. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).

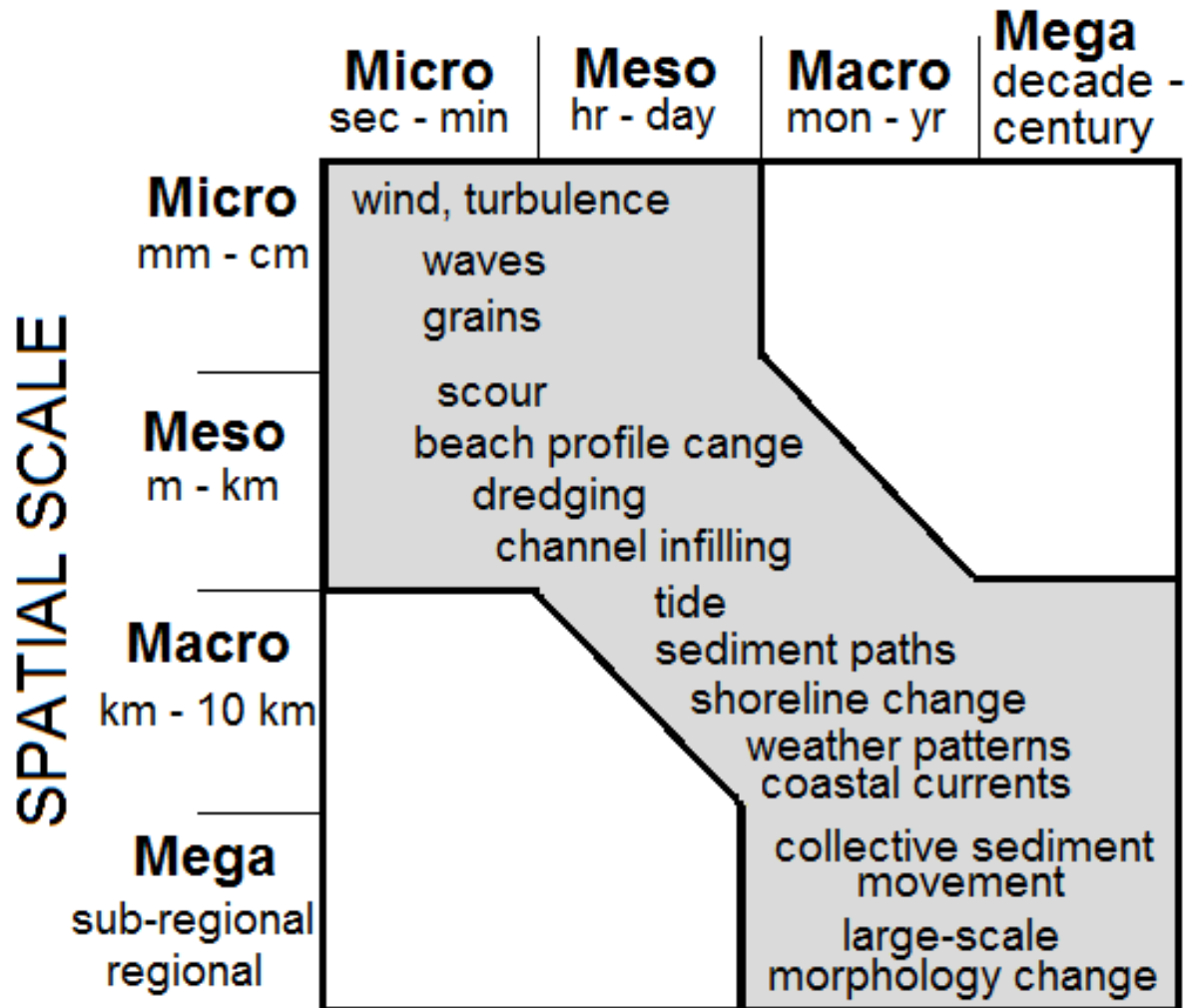


Σχήμα 2.19 Παραλία Point Macquarie, Australia. Surfers πάνω σε spilling κύμα το 'σπάζει' μόνο στο κέντρο της φωτογραφίας δείχνοντας ότι η υποθαλάσσια παραλία έχει διαφορετικό προφίλ κατά μήκος της παραλίας. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).

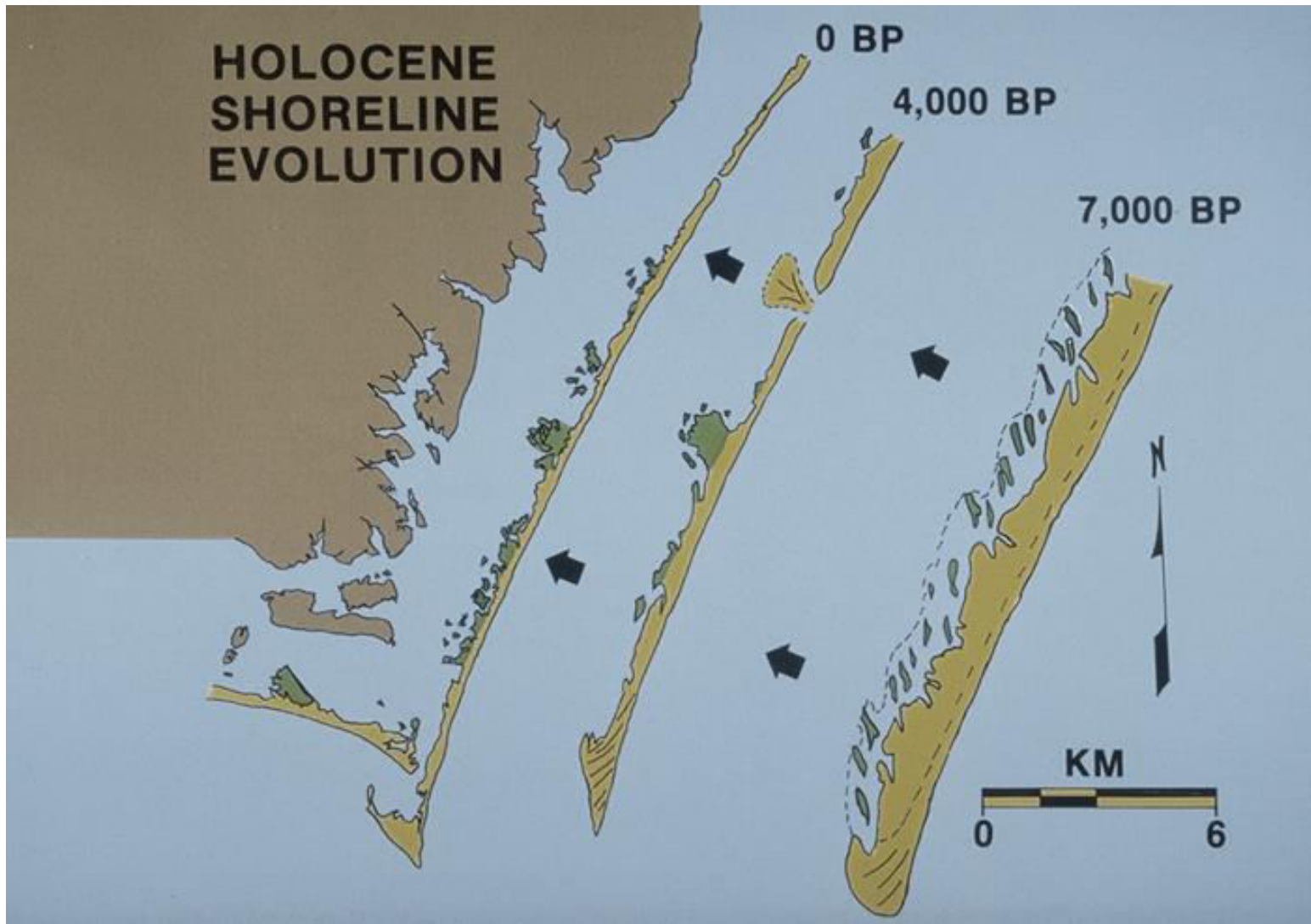


Σχήμα 2.20 La Jolla, California (Scripps Institution of Oceanography). Surfers σε spilling κύμα που 'σπάζει' σε διαφορετικά σημεία δείχνοντας ότι η υποθαλάσσια παραλία έχει διαφορετικό προφίλ κατά μήκος της παραλίας. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).

TIME SCALE



Σχήμα 2.21 Χωρο-χρονική κλίμακα παραλιακών αλλαγών.



Σχήμα 2.22 Εξέλιξη παραλίας με τον χρόνο. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).



Σχήμα 2.23 Μεταβολή παραλίας. Ο φάρος βρισκόταν στη ακτή (400 m) κατά την διάρκεια του Β΄ Παγκόσμιου Πόλεμου. Morris Island, S. Carolina, USA. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).

1993-2006 2006-2008

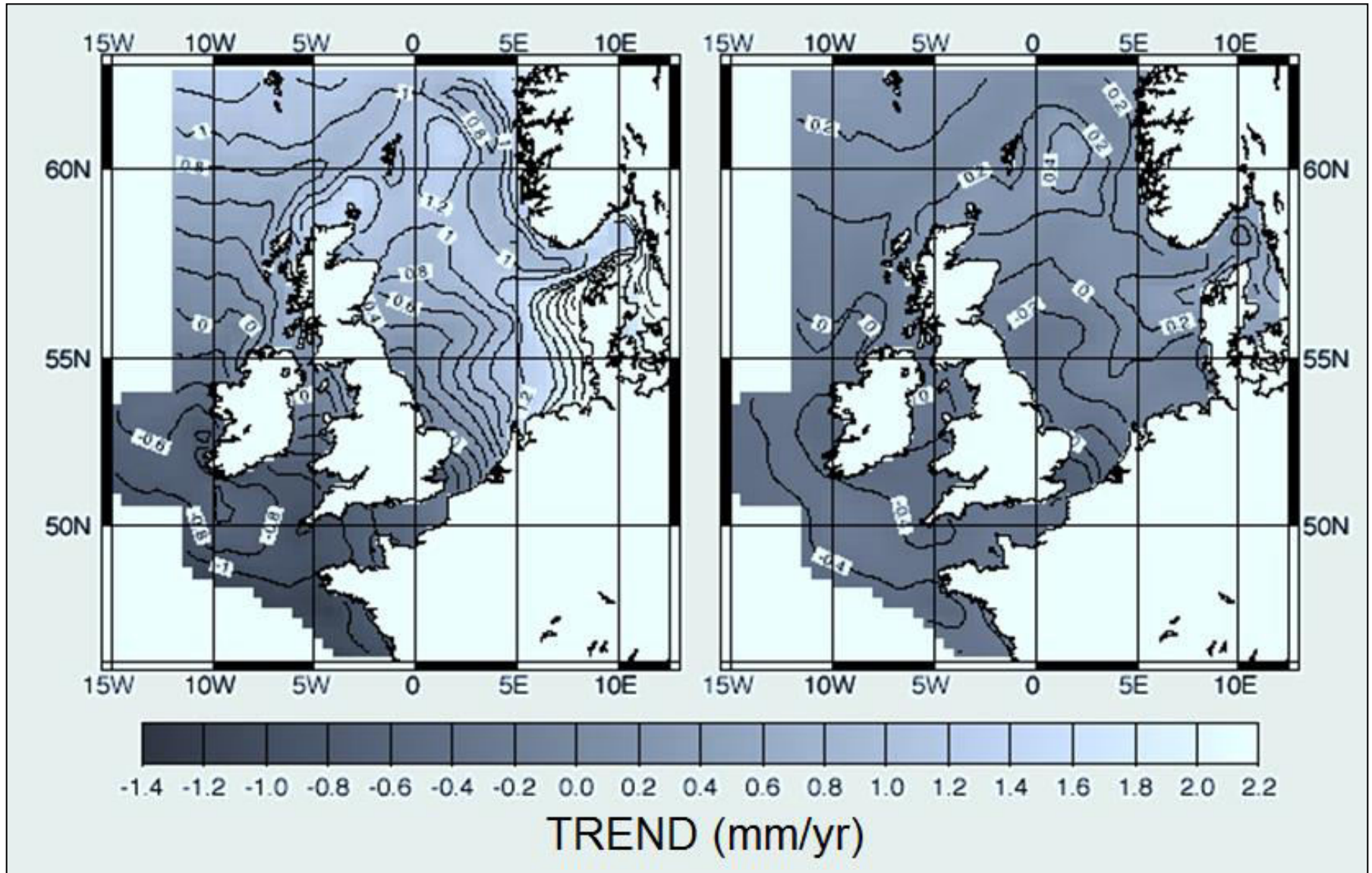


Σχήμα 2.24 Μεταβολή παραλίας (Negril, Jamaica) (UNEP, 2010).
<http://postconflict.unep.ch/publications/RiVAMP.pdf>

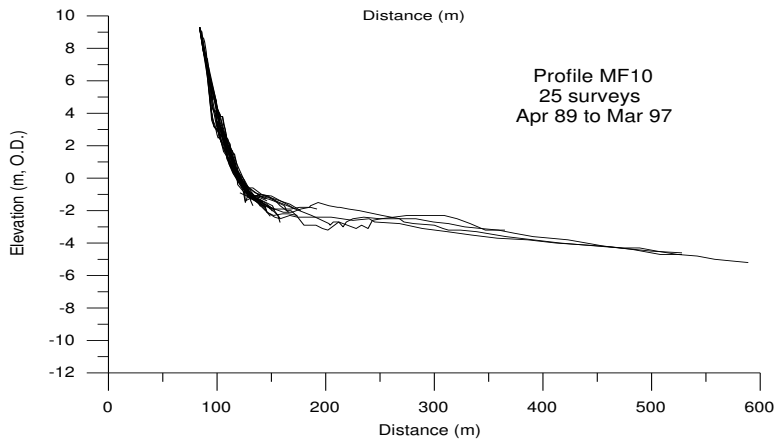
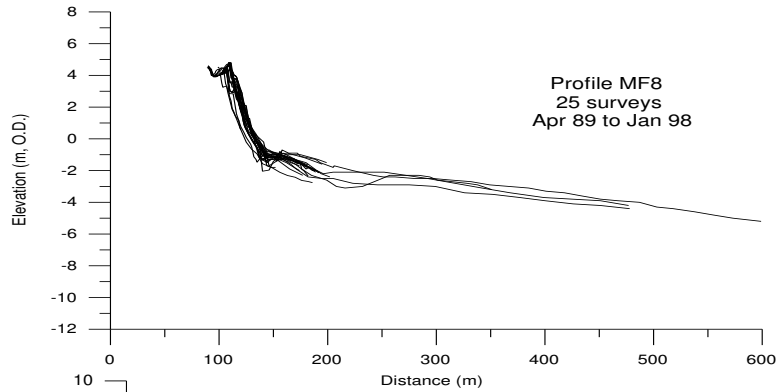
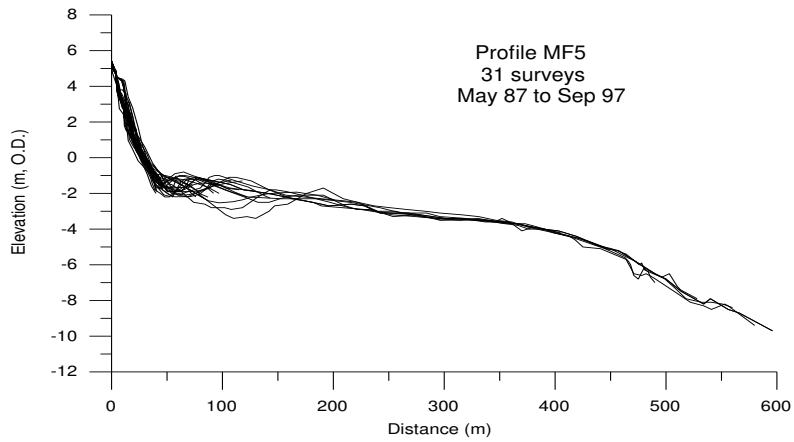


Σχήμα 2.25 Παράδειγμα διάβρωσης παραλίας . Οι λεπτόκοκκες αποθέσεις της λιμνοθάλασσας βρίσκονται τώρα μπροστά την παραλία. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).

Trend of tide +surge model sea level (a); trend of tide +surge model sea level with NAO regression removed (b). The model covers the period 1955-2000.

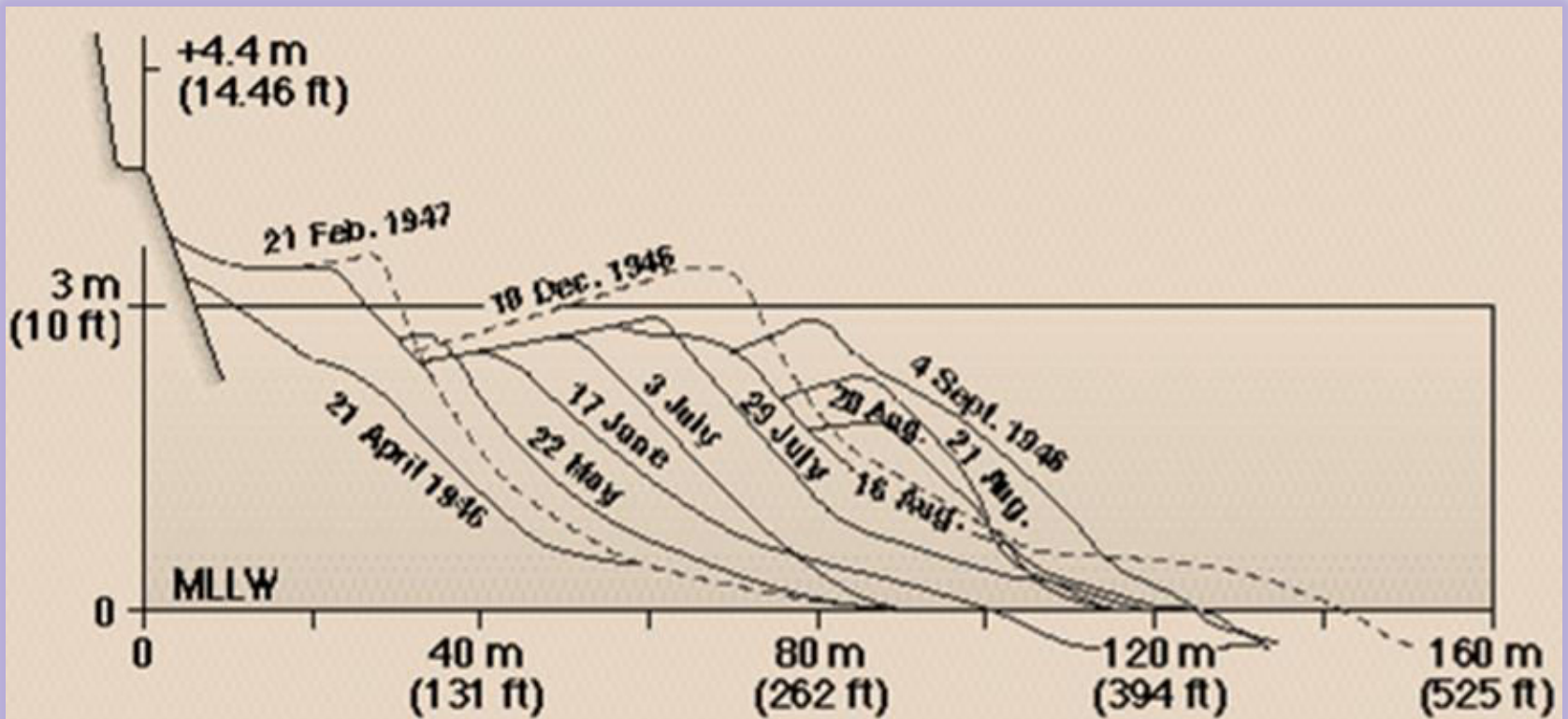


Σχήμα 2.26 Άνοδος στάθμης της θάλασσας στην Β. Ευρώπη. ((Τροποποιημένο από Tsimplis et al. 2003).



Σχήμα 2.27 Δυναμική παραλίας στην Ν. Αγγλία

SEASONAL BEACH PROFILE CHANGES CARMEL, CALIFORNIA, USA



Σχήμα 2.28 Εποχιακές αλλαγές στο προφίλ της παραλίας Carmel. Το ύψωμα (berm) προωθείται 60 μ το καλοκαίρι (όταν τα κύματα είναι μικρά) και εξαφανίζεται τον χειμώνα. (Τροποποιημένο από SEPM, 1996).

Η παραλιακή μεταβλητότητα

Οι κύριες (συστηματικές) αλλαγές στη παράλια μορφολογία οφείλονται στην μεταβλητότητα της προσπίπτουσας κυματικής ενέργειας, η οποία χαρακτηρίζεται από κυκλικότητα (ημερήσια, εποχική, δι-ετήσια (interannual)), πολυετή ή/ και ξαφνική (random).

Οι αλλαγές μπορεί να είναι πολύ σημαντικές. Οι πλέον συνήθεις είναι κατά τον:

Χειμώνα (υψηλή $E=1/8\rho gH^2$)

Διάβρωση berm, απόθεση στο υποθαλάσσιο τμήμα και δημιουργία υφάλων (bars) και κοιλάδων (troughs)

Καλοκαίρι (χαμηλή $E=1/8\rho gH^2$)

Δημιουργία berm, διάβρωση στο υποθαλάσσιο τμήμα και καταστροφή των υφάλων (bars) και κοιλάδων (troughs)