

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ωκεανογραφία ή **ωκεανολογία** είναι ο κλάδος της επιστήμης της Γης που μελετά τον ωκεανό καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα θεμάτων όπως είναι οι φυσικές ιδιότητες (θερμοκρασία, αλατότητα, πυκνότητα, διάδοση του ήχου, ηλιακή ακτινοβολία), τα ρεύματα, τα κύματα και τις παλίρροιες, τον ευστατισμό, τις ροές των διαφόρων χημικών ουσιών τους θαλάσσιους οργανισμούς και γενικά τη δυναμική του θαλάσσιου οικοσυστήματος, όπως επίσης και την γεωλογία και ιζηματολογία του πυθμένα των ωκεανών (δυναμική γεωφυσικών ρευστών, κινήσεις τεκτονικών πλακών) και των ακτών (παράκτιες γεωμορφές).

Η **εφαρμοσμένη ωκεανογραφία** είναι ο κλάδος της ωκεανογραφίας, η οποία αξιοποιώντας τα αποτελέσματα της ωκεανογραφικής έρευνας έχει ως σκοπό την ανακάλυψη ή αναβάθμιση τρόπων και μέσων για τη βελτίωση της ανθρώπινης ζωής μέσω της αειφόρας εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων (αλιεία, μεταλλεύματα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) αλλά και της προστασίας του θαλάσσιου οικοσυστήματος (ρύπανση, η δέσμευση του άνθρακα, οξίνιση των ωκεανών λόγω κλιματικής αλλαγής). Υπό το πρίσμα αυτό, η εφαρμοσμένη ωκεανογραφία μπορεί να βοηθήσει σε πολλά προβλήματα που σχετίζονται με τις παράκτιες κοινωνίες, στη διαχείριση των ακτών, στο σχεδιασμό και στην ασφάλεια των επί της ακτής και των απομακρυσμένων τεχνικών εγκαταστάσεων (π.χ. βιομηχανικές μονάδες, ναυτικές εγκαταστάσεις, λιμάνια, πλατφόρμες πετρελαίου), στην ασφαλή ναυσιπλοΐα. Ειδικότερα, η **εφαρμοσμένη και περιβαλλοντική ωκεανογραφία** ασχολείται με θέματα διατηρησιμότητας και προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος συμπεριλαμβανομένων του θαλάσσιου πυθμένα, των παράκτιων γεωμορφών και των οικοσυστημάτων.

Για να παραμείνει παραγωγικό το σύστημα των παράκτιων πόρων, συμπεριλαμβανομένων και των οικοσυστημικών υπηρεσιών, η διαχείρισή τους απαιτεί μια ολιστική και ολοκληρωμένη προσέγγιση. Η **Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης** έχει ως σκοπό την ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης για την αντιμετώπιση του ζητήματος των συγκρούσεων στη χρήση πόρων και τον έλεγχο των επιπτώσεων της ανθρώπινης παρέμβασης στο παράκτιο περιβάλλον. Έτσι, ως παράκτια ζώνη θεωρείται η ζώνη που συμπεριλαμβάνει τις λεκάνες απορροής (μέρος των παράκτιων ενδοχωρών και τις παράκτιες πεδινές εκτάσεις (χερσαίος τομέας) έως τα παράκτια ύδατα και τα βαθιά νερά (υγρός τομέας). Είναι βασικό για τη διαχείριση της παράκτιας ζώνης, να αναγνωριστούν (ποιοτικά και ποσοτικά) οι δραστηριότητες της χέρσου που επηρεάζουν την περιβαλλοντική κατάσταση της θάλασσας, καθώς τα παράκτια οικοσυστήματα επηρεάζονται ακόμη και από απομακρυσμένες, εντός της ενδοχώρας δραστηριότητες (απορρίψεις ποταμών, αποψίλωση δασών). Από την άλλη πλευρά, η θάλασσα επηρεάζει έντονα την εξέλιξη των ακτών και ειδικότερα των παράκτιων γεωμορφών Ολοκαινικής ηλικίας (π.χ. δέλτα, παραλίες, νησιωτικά φράγματα) και προφανώς τις παλιρροιακές περιοχές. Για παράδειγμα, η παράκτια ζώνη υπόκειται σε πιέσεις που απορρέουν από τη θαλάσσια ρύπανση (π.χ. πλυσίματα δεξαμενόπλοιων) ή καταστροφές από ακραίες θαλάσσιες καταιγίδες (διάβρωση ακτών, παράκτιες πλημμύρες με ή χωρίς καταστροφή ιδιοκτησιών και υποδομών).

Το περιεχόμενο του συγγράμματος έχει ως σκοπό να δώσει στον αναγνώστη/ φοιτητή: (α) μια πλήρη (κατά το δυνατόν) εικόνα εφαρμογών που άπτονται της επιστήμης της Ωκεανογραφίας, (β) να του παράσχει την κατάλληλη μεθοδολογία τόσο για την ποιοτική, όσο και για την ποσοτική προσέγγιση των επιμέρους διεργασιών και εφαρμογών και (γ) να τον εισάγει στην διαχείριση του παράκτιου θαλάσσιου περιβάλλοντος, στο πλαίσιο της προστασίας και της βιώσιμης ανάπτυξής του.

Η ύλη του συγγράμματος αφορά την εφαρμοσμένη έρευνα στην παράκτια ζώνη, η οποία περιλαμβάνει τα γνωστικά αντικείμενα της **υδροδυναμικής, δυναμικής ιζηματολογίας και μορφοδυναμικής** σχετικά με την εξέλιξη των ακτών και ειδικότερα των παραλιών (αιγιαλών). Στο πλαίσιο αυτό διερευνώνται τα αίτια που προκαλούν **διάβρωση των ακτών**, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που οφείλονται στην **κλιματική αλλαγή** ή μεταβλητότητα, όπως είναι η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, οι θαλάσσιες καταιγίδες και αναφέρονται οι τεχνητές λύσεις αντιμετώπισης του προβλήματος. Όσον αφορά το θαλάσσιο περιβάλλον γίνεται αναφορά στους **θαλάσσιους φυσικούς πόρους** με έμφαση στις **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**, στη **θαλάσσια ρύπανση**, ενώ στο πλαίσιο των εφαρμογών παρατίθενται οι **τηλεπισκοπικές μέθοδοι** για την παρακολούθηση των **θαλάσσιου περιβάλλοντος**, καθώς και οι **ωκεανογραφικοί παράμετροι (κύματα, ρεύματα, παλίρροια)** που αφορούν την **Ναυσιπλοΐα**. Εισάγονται, επίσης, οι αρχές (το Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο) και επιλεγμένα εργαλεία για την **Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης**. Τέλος, γίνεται αναφορά στο **Διεθνές Δίκαιο της Θάλασσας**.

Το βιβλίο απευθύνεται στους γεω-επιστήμονες, προπτυχιακού και μεταπτυχιακού επιπέδου αλλά και στους ακτομηχανικούς ευελπιστώντας να συνεισφέρει στην επιτυχή διαχείριση και προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Η δομή του βιβλίου, όπως αυτή εκφράζεται από τη σύνθεση των επιμέρους κεφαλαίων του, έχει διαμορφωθεί έτσι ώστε να εξυπηρετεί πρωτίστως τα προπτυχιακά προγράμματα σπουδών των Τμημάτων Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος και Διαχείρισης Λιμένων και Ναυτιλίας, όπως επίσης και το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών Ωκεανογραφίας & Διαχείρισης του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος που συνδιοργανώνεται από το Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς θέλουν εκφράσουν τις ευχαριστίες τους στους συνεργάτες τους που μέσα από την ωκεανογραφική έρευνα συνέβαλαν ώστε να διαμορφωθούν οι συνθήκες για τη συγγραφή του συγγράμματος αυτού. Ιδιαίτερη συμβολή στη διαμόρφωση του περιεχομένου ορισμένων κεφαλαίων είχαν ο κος Μιλτιάδης Τρουμπούνης, η Δρ. Αθηνά Τσάπανου, η κα Θεοδώρα Παραμάνη, η Δρ. Βασιλική Παρασκευοπούλου, ο Καθηγητής Πάνος Δρακόπουλος και η Επίκουρη Καθηγήτρια Μαρία Χατζάκη. Επίσης, οι συγγραφείς ευχαριστούν τον Δρ. Γ. Γκιώνη για την παραχώρηση της φωτογραφίας εξωφύλλου.

Οι συγγραφείς ευχαριστούν ιδιαίτερα τις οικογένειες τους, για την κατανόησή τους στο διάστημα της συγγραφής του βιβλίου αυτού.

ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 01

Πρόλογος: Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το υδροδυναμικό καθεστώς κοντά στην ακτή, όπως αυτό διαμορφώνεται από τα θαλάσσια κύματα ανεμογενούς προέλευσης. Ο σκοπός του κεφαλαίου είναι (α) η παρουσίαση των κυματικών χαρακτηριστικών και η στατιστική ανάλυση κυματικών χρονοσειρών, (β) η πρόγνωση του κυματισμού με βάση το ανεμολογικό καθεστώς, (γ) η συνοπτική παράθεση των διαφορετικών θεωριών που περιγράφουν την ταλάντωση της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας λόγω της διάδοσης του κυματισμού σε συνθήκες βαθιών νερών, (δ) η παράθεση των εξισώσεων που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή της υδροδυναμικής κατάστασης σε συνθήκες διάδοσης των κυμάτων σε ενδιάμεσα και ρηχά νερά, κατά τη θραύση τους αλλά και στη ζώνη από τη θραύση μέχρι και τον αιγιαλό. Το Κεφάλαιο δεν φιλοδοξεί να αντικαταστήσει την πολυπληθή βιβλιογραφία περί της ακτομηχανικής, αλλά να εισάγει τον γεωεπιστήμονα στη μελέτη της παράκτιας υδροδυναμικής, παρέχοντάς του τις μαθηματικές σχέσεις που θα τον βοηθήσουν, αφενός να συνεργαστεί με τους ακτομηχανικούς και αφετέρου να προσεγγίσει την επίλυση κάποιων βασικών παράκτιων προβλημάτων.

1. ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ

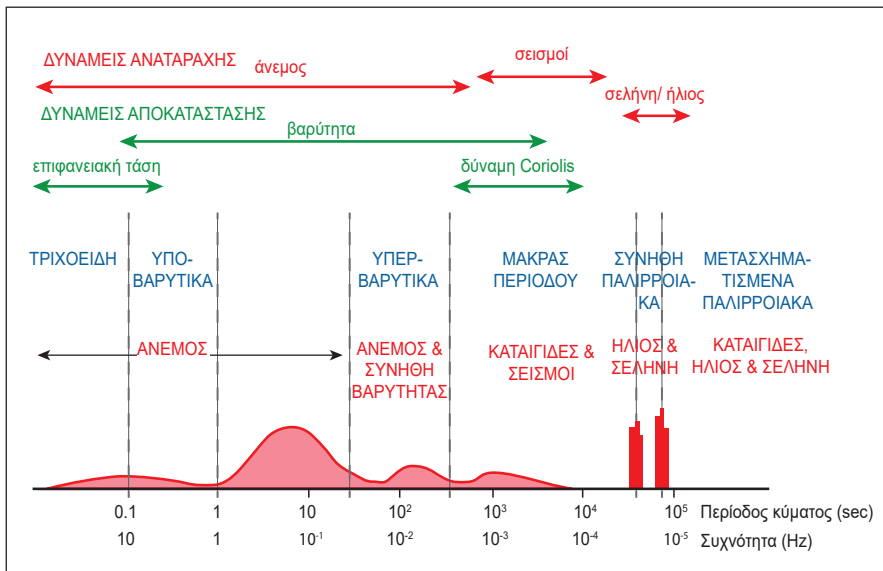
Με τον όρο παράκτια υδροδυναμική εννοούμε τις υδροδυναμικές συνθήκες που επικρατούν κοντά στην ακτή και αφορούν το εσωτερικό τμήμα της ηπειρωτικής υφαλοκρηπίδας, όπου οι υδροδυναμικές συνθήκες καθορίζονται κυρίως από τα προσερχόμενα κύματα και την παλίρροια. Στην Ελλάδα, η οποία ουσιαστικά δεν έχει αστρονομική παλίρροια (μικρότερη από 20 cm), τα θαλάσσια κύματα έχουν τον πρωτεύοντα ρόλο, είτε μέσω των διεργασιών διάδοσης τους σε ολόενα και ρηχότερα νερά καθώς πλησιάζουν στην ακτή, είτε μέσω των παραλιακών ρευμάτων που δημιουργούνται ως αποτέλεσμα της θραύσης τους. Ιδιαίτερη σημασία έχει η παράκτια υδροδυναμική στην περίπτωση όπου η ακτή είναι αιγιαλός (παραλία), καθώς, εξαιτίας της σύστασης του από ασύνδετα υλικά (άμμο και χαλίκια) αλληλοεπιδρά με το υδροδυναμικό καθεστώς. Με τον τρόπο αυτό διαμορφώνεται τελικά και το μορφοδυναμικό καθεστώς με βάση το οποίο δημι-

ουργούνται και εξελίσσονται οι παράκτιες γεωμορφές, όπως είναι οι αιγιαλοί, τα παραλιακά φράγματα (beach barriers), τα φραγματικά νησιά (barrier islands), τα tombolo κ.α.

1.1. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ

Τα κύματα για τον Ελληνικό χώρο και γενικά για τις παράκτιες περιοχές με μικρό παλιρροιακό εύρος είναι ο πιο σημαντικός υδροδυναμικός παράγοντας. Τα κύματα ανοικτής θαλάσσης, διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες: (α) στα ανεμογενή κύματα (wind waves), δηλαδή σε εκείνα που δημιουργούνται από τον τοπικό άνεμο και (β) στα κύματα αποθαλασσιάς ή ρεστίας (swell), δηλαδή εκείνα που έχουν παραχθεί από αιολικά πεδία μακριά από τις παράκτιες περιοχές ενδιαφέροντος και στις οποίες καταφθάνουν αφού έχουν διανύσει πολύ μεγάλες αποστάσεις (WMO 1998). Τα ανεμογενή κύματα διαφοροποιούνται από τα κύματα αποθαλασσιάς χρησιμοποιώντας ως κριτήριο την τοπική ταχύτητα του ανέμου. Έτσι, τα ανεμογενή κύματα διαδίδονται με ταχύτητα ίση και μικρότερη από την τοπική ταχύτητα του ανέμου, ενώ τα κύματα αποθαλασσιάς με ταχύτητα μεγαλύτερη από την τοπική ταχύτητα ανέμου, και συχνά η διεύθυνση διάδοσής τους μπορεί να μη συμπίπτει με τη διεύθυνση πνοής του τοπικού ανέμου. Τα ανεμογενή κύματα είναι συνήθως σχετικά απότομα (μεγάλου ύψους/ μικρού μήκους), γενικά ακανόνιστα και ποικίλλων διευθύνσεων, σε αντίθεση με τα κύματα αποθαλασσιάς, τα οποία έχοντας διανύσει πολύ μεγάλες αποστάσεις είναι πιο ομαλά (μικρότερου ύψους αλλά σαφώς μεγαλύτερου μήκους), περισσότερο κανονικοποιημένα και συνήθως μονοκατευθυντικά.

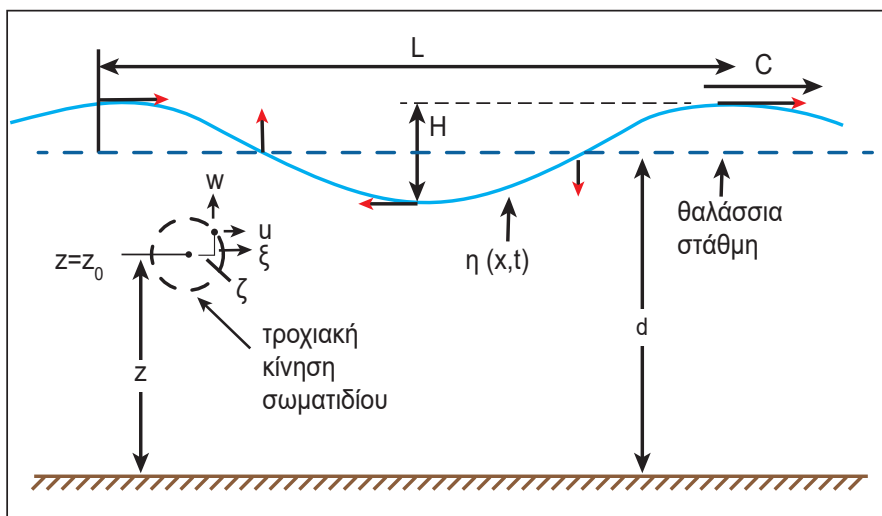
Στο σχήμα 1.1. δίνονται γραφικά τα διάφορα είδη επιφανειακών κυμάτων (συμπεριλαμβανομένων και των ανεμογενών) με βάση τη φασματική τους συχνότητα και την ενέργεια τους, καθώς και οι κύριες δυνάμεις διαταραχής (disturbing forces) που τα προκαλούν, δηλαδή η έλξη ηλίου και σελήνης, σύστημα καταιγίδων, σεισμοί, κατολισθήσεις άνεμος και οι δυνάμεις επαναφοράς / αποκατάστασης (restoring forces), δηλαδή η δύναμη Coriolis, η βαρυτική έλξη και η επιφανειακή τάση.



Σχήμα 1.1. Είδη επιφανειακών κυμάτων με βάση την περίοδο (ή τη συχνότητα) εμφάνισής τους, μαζί τις κύριες δυνάμεις που τα διαμορφώνουν (τροποποιημένο από Kinsman 1965)

1.1.1. Βασικά χαρακτηριστικά της διάδοσης των κυμάτων

Τα χαρακτηριστικά των ανεμογενών κυμάτων είναι η περίοδος T (time period), το ύψος H (height), το μήκος L (length) και η ταχύτητα C (celerity) τα οποία αναπτύσσονται σε σχέση με το τοπικό αιολικό πεδίο και την γεωγραφική απόσταση ανάπτυξής τους (fetch). Στο σχήμα 1.2 που ακολουθεί δίνεται σχηματικά η στιγμιαία απομάκρυνση (ανύψωση ή ταπείνωση) της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας (η) λόγω της διάδοσης των κυμάτων, μαζί με τα βασικά χαρακτηριστικά της τροχιακής κίνησης των σωματιδίων του νερού.



Σχήμα 1.2. Γραφική απεικόνιση των βασικών κυματικών χαρακτηριστικών και της τροχιακής κίνησης των σωματιδίων του νερού (κόκκινα βέλη).

Τα βασικά χαρακτηριστικά της διάδοσης των κυμάτων που σχηματικά δίνονται στο σχήμα 1.2 είναι:

- (η):** η στιγμιαία απομάκρυνση της στάθμης της θάλασσας από την κατάσταση ηρεμίας
- (H):** το ύψος του κύματος, δηλαδή η συνολική μέγιστη απομάκρυνση από την κατάσταση ηρεμίας (κατακόρυφη απόσταση μεταξύ κορυφής και κοιλιές)
- (a):** το πλάτος της μετατόπισης (amplitude), το οποίο στην περίπτωση μιας ιδανικής ημιτονοειδούς κυματομορφής ισούται με $H/2$
- (L):** το μήκος του κύματος, δηλαδή η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κορυφών ή κοιλιών
- (T):** η περίοδος του κύματος, δηλαδή ο χρόνος που μεσολαβεί για να περάσουν δυο διαδοχικές κορυφές (ή κοιλιές) του κύματος από κάποιο σταθερό σημείο (στην περίπτωση μιας χρονοσειράς ο χρόνος μεταξύ δυο διαδοχικών κορυφών). Η συχνότητα του κύματος (f) είναι η αντίστροφη ποσότητα της περιόδου ($f = 1/T$).
- (C):** η φασική ταχύτητα (η ταχύτητα μιας συνιστώσας της κυματομορφής) ενός μονοκατευθυντικού κύματος
- (k):** ο αριθμός κύματος ($k=2\pi/L$) (1.1)
- (σ):** η κυκλική συχνότητα του κύματος ($\sigma = 2\pi/T$) (1.2)
- (ξ):** η οριζόντια απόσταση της τροχιακής κίνησης των σωματιδίων του νερού

ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΑΚΤΩΝ - ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

03

Πρόλογος: Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται οι φυσικοί παράγοντες και οι συνηθέστερες ανθρώπινες παρεμβάσεις που διέπουν τη διάβρωση των ακτών, μετά από μια συνοπτική παρουσίαση των διαφόρων τύπων ακτών. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στους μηχανισμούς διάβρωσης των παραλιακών ζωνών και των παράκτιων κρημνών. Ακολουθεί η παράθεση των κυριότερων ακτομηχανικών μεθόδων για την αντιμετώπιση της διάβρωσης των διαφορετικών ειδών ακτών, οι οποίες διακρίνονται σε «σκληρές» και «ήπιες», δηλαδή φιλικότερες στο περιβάλλον.

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διάβρωση των ακτών, όπως άλλωστε και γενικά του χερσαίου αναγλύφου, είναι μια απόλυτα φυσική διεργασία, αποτέλεσμα της οποίας είναι η οπισθοχώρηση της ακτογραμμής με παράλληλη απώλεια παράκτιας γης. Όμως σε πολλές περιπτώσεις, η οπισθοχώρηση μιας ακτής συχνά έχει άμεση σχέση με προέλαση τμήματος παρακείμενης ακτογραμμής, όταν σε αυτό μεταφερθούν από τα παραλιακά ρεύματα τα προϊόντα της διάβρωσης.

Η αστικοποίηση των ακτών, κυρίως μετά το ήμισυ του περασμένου αιώνα, μετέτρεψε τη διάβρωση των ακτών από μια φυσική διεργασία σε πρόβλημα και μάλιστα με αυξανόμενη ένταση. Έτσι, σε πολλές παράκτιες περιοχές τα προβλήματα διάβρωσης προκαλούνται, ή εντείνονται, από την ανθρώπινη παρέμβαση (παράκτιες υποδομές, αλλαγή χρήσεων γης), όπως στην περίπτωση τεχνητών έργων (π.χ. παράκτιοι τοίχοι, λιμάνια, βραχίονες) που αποσταθεροποιούν τις παρακείμενες αυτών φυσικές ακτές. Η ανθρώπινη παρέμβαση μπορεί ακόμη να αφορά και τη χερσαία τροφοδοσία της ακτής με ίζημα, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα την οπισθοχώρηση δελταϊκών ακτογραμμών μετά την εγκατάσταση φράγματος/των στο υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού (Poulos & Collins 2002, Syvitski et al. 2009, Besset et al. 2017).

Η εκδήλωση αλλά και η ένταση της διάβρωσης των ακτών διαφέρουν ανάλογα με τη γεωμορφολογία και την παράκτια υδροδυναμική. Σημαντικό ρόλο παίζει το είδος της παράκτιας γεωμορφής (π.χ. αιγιαλός, νησιωτικό φράγμα, κρημνός μικρής ή μεγάλης κλίσης), η βαθυμετρία - καθώς τα ρηγά νερά ευνοούν τη μείωση της

προσερχόμενης κυματικής ενέργειας - όπως και η γενικότερη (περιοχική) παράκτια μορφολογία - δηλαδή εάν πρόκειται για έναν κλειστό κόλπο (π.χ. Αμβρακικός, Κόλπος Καλλονής) ή για μια ανοικτή ακτή εκτεθειμένη σε υψηλή κυματική ενέργεια (π.χ. Κυπαρισσιακός Κόλπος). Επίσης, σε σεισμοτεκτονικές περιοχές, όπως ο Ελληνικός χώρος, ιδιαίτερη σημασία έχει ο τοπικός τεκτονισμός ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ισοστασία, με χαρακτηριστική την περίπτωση της Σκανδιναβικής χερσονήσου, όπου ο ρυθμός ανύψωσης της χέρσου στη διάρκεια του Ολοκαίνου είναι της τάξης του 1-2,5 cm/year (Berglund 2004).

Η μελέτη της διάβρωσης των ακτών αρχίζει από την αναγνώριση του είδους των ακτών. Αν και υπάρχουν πολλές ταξινομήσεις των ακτών (βλέπε Finkl 2004), στον Πίνακα 3.1 δίνεται μια επιγραμματική παρουσίαση των πλέον συχνά αναφερόμενων ταξινομήσεων στη διεθνή βιβλιογραφία. Αυτές είναι (α) του Johnson (1919), στην οποία το βασικό ρόλο παίζει η μεταβολή της σχετικής ως προς τη χέρσο στάθμης της θάλασσας (relative sea level), (β) η πλέον διαδομένη ταξινόμηση του Shepard (1973), όπου οι ακτές διακρίνονται σε δυο κύριες κατηγορίες, δηλαδή σε αυτές που δημιουργήθηκαν πρωτογενώς και σε αυτές που διαμορφώθηκαν δευτερογενώς, (γ) των Davis & Hayes (1984), η οποία βασίζεται στην επικράτηση κατά τη διαμόρφωση των ακτών είτε των διεργασιών απόθεσης είτε των διεργασιών της διάβρωσης και (δ) η πλέον πρόσφατη ταξινόμηση κατά EUROSION, που εφαρμόστηκε στην περίπτωση των ακτών της Ευρώπης, περιλαμβάνοντας και την ελληνική ακτογραμμή.

Πίνακας 3.1. *Είδη ακτών σύμφωνα με τις ταξινομήσεις των EUROSION (2004), Davis & Hayes (1984), Shepard (1976) και Johnson (1919).*

EUROSION (2004)

1 Βραχώδεις ακτές (rock coasts and/or cliffs made of hard rock)

(α) με ή χωρίς κρημνούς από σκληρό πέτρωμα (χαμηλού ρυθμού διάβρωσης)

(β) με βραχώδη πλατφόρμα (επιπεδωμένη από τα κύματα βραχώδη επιφάνεια).

2. Παράκτιοι κρημνοί κροκαλοπαγών και “μαλακών” πετρωμάτων (cliffs consisting of conglomerates and/or soft-rock)

(α) από κροκαλοπαγή ή/και μαλακά (ευδιάβρωτα) πετρώματα (π.χ. γύψοι, αιολιανίτες) που στο σύνολο τους υπόκεινται σε χαμηλό ρυθμό διάβρωσης και που συνήθως φιλοξενούν (κατά τύπους) μικρού μήκους (< 200 m) παραλίες

3. Παραλιακές ζώνες (beach zones)

(α) μικρού μήκους παραλίες (200-1000 m) που διαχωρίζονται από βραχώδη ακρωτήρια μικρού μήκους (< 200 m)

(β) εκτεταμένες παραλίες (>1 km), συχνά με περιοχές με χονδρόκοκκο υλικό (π.χ. κόκκους και βότσαλα)

(γ) εκτεταμένες (>1 km) αμμώδεις παραλίες

(δ) ακτογραμμές (παράκτιοι σχηματισμοί) από μεικτό μη συνεκτικοποιημένο υλικό (παραλιακοί φραγμοί, γλωσσοειδείς σχηματισμοί, tombolo) συμπεριλαμβανομένων και των τεχνητά εμπλουτισμένων παραλιών

4. Πηλώδεις ακτές (muddy coasts) που αντιπροσωπεύουν περιοχές συγκέντρωσης λεπτόκοκκου υλικού (ιλύος και αργίλου) που συναντώνται κυρίως σε δελταϊκά (εκβολικά) περιβάλλοντα.

Davis & Hayes (1984)

Ακτές απόθεσης (depositional coasts)

- Εκτεταμένες αμμώδεις παραλίες
- Ποτάμιες δελταϊκές με υπερτροφοδοσία ιζήματος

Ακτές διάβρωσης (erosional coasts)

- Ακτές ακανόνιστης μορφολογίας, περιορισμένες παραλίες και διαβρούμενα ακρωτήρια

Shepard (1973)

Πρωτογενείς ακτές (primary coasts)

- α) Ακτές λόγω διάβρωσης
- β) Ακτές χερσαίας απόθεσης
- γ) Ακτές αιολικής απόθεσης
- δ) Τεκτονικές ακτές
- ε) Παγετώδεις ακτές
- στ) Ηφαιστειακές ακτές
- ζ) Ακτές από κατολισθήσεις

Δευτερογενείς ακτές (secondary coasts)

- α) Ακτές διάβρωσης κυμάτων
- β) Ακτές θαλάσσιας απόθεσης
- γ) Κοραλλιογενείς ακτές
- δ) Ακτές ενδοπαλιρροιακής ζώνης με παρουσία Mangrove and Marsh Grass

Jonhson (1919)

Βυθιζόμενες ακτές (submergenet coasts)

Αύξηση της θαλάσσιας στάθμης (π.χ. estuaries σχηματισμένα σε βυθισμένες εκβολές ποταμών

Αναδυόμενες ακτές (emergent coasts)

Σχετική πτώση της θαλάσσιας στάθμης, λόγω τεκτονισμού ή ισοστασίας.

Στο Σχήμα 3.1 δίνονται αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες από τα είδη ακτών της Ελλάδος, σύμφωνα με τη πλέον πρόσφατη ταξινόμηση του EUROSION (2004).

1(α) Βραχώδεις ακτή



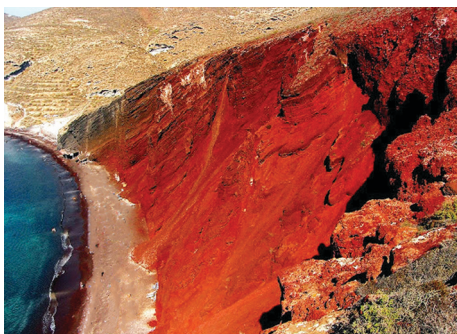
Μύκονος (Χώρα)

1(β) Βραχώδης ακτή με πλατφόρμα



ΒΑ ακτή Κέρκυρας

2 Παράκτιος κρημνός από ευδιάβρωτα (ασθενή) πετρώματα



(α) Σαντορίνη (Κόκκινη Παραλία)



(β) Ζάκυνθος (Καράβι)

3(α) Παραλιακές ζώνες μικρού μήκους παραλίες



Σκιάθος (Καναπίτσα)

3(β) Παραλιακές ζώνες με εκτεταμένες παραλίες (>1 km), συχνά με περιοχές με χονδρόκοκκο



Σαντορίνη (Καμάρι)

3(γ) Παραλιακές ζώνες με εκτεταμένες (>1 km) και αμμώδεις παραλίες



Κεντρικός Κυπαρισσιακός

3(δ) Παραλιακές ζώνες σε παράκτιους σχηματισμούς από μεικτό μη συνεκτικοποιημένο υλικό (π.χ. tobolo)



Κύθος (tombolo)