

ΤΕΥΧΟΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΩΝ

“ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ”

Απόσπασμα από το εισαγωγικό κεφάλαιο
της Διπλωματικής Εργασίας

Γιαννακίδης Αλέξανδρος (2004) – “Σχεδίαση και μοντελοποίηση μιας βενθικής ακάτου (benthic lander) για τη μελέτη του φαινομένου της επαναιώρησης και μεταφοράς ιζημάτων στον πυθμένα της θάλασσας”, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

1.1 ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Η γνώση της θάλασσας και της ναυτικής τέχνης ήταν γνωστή σε διάφορους αρχαίους λαούς όπως τους Φοίνικες και τους Μινωίτες. Μπορεί κανείς να βρει πλήθος πληροφοριών σε συγγράμματα και σε χάρτες των αρχαίων Ελλήνων, των Αιγυπτίων, των Καρχηδονίων, των Ρωμαίων και των Βυζαντινών. Εν τούτοις, οι πληροφορίες βασίζονταν περισσότερο και κυρίως στην παρατήρηση των ωκεανογραφικών δεδομένων και φαινομένων, όχι όμως και στην αναλυτική εργασία, την σύνθεση των πληροφοριών και την επιστημονική επαλήθευση. Οι θαλασσοπόροι μετά το μεσαίωνα, παράλληλα με τις εξερευνήσεις σε άλλες ηπείρους, έδωσαν σημαντικές ωκεανογραφικές πληροφορίες για τα θαλάσσια ρεύματα και τα συστήματα ανέμων που επικρατούν σε κάθε γεωγραφική ζώνη. Τα στοιχεία αυτά καταγράφονταν με ακρίβεια γιατί ήταν απαραίτητα για την επανάληψη των ταξιδιών τους.

Η πρώτη συστηματική προσπάθεια, που έθεσε τις βάσεις της σύγχρονης ωκεανογραφίας έγινε πολύ αργότερα, τον 19^ο αιώνα. Είναι η αποστολή του Αγγλικού πλοίου Challenger, η οποία είχε αποκλειστικό αντικείμενο τη μελέτη των ωκεανών. Το πλοίο εξοπλίστηκε με δειγματολήπτες και άλλο εξοπλισμό σχεδιασμένο ειδικά για την περίπτωση και επί 3.5 χρόνια (1872-1876) διέπλευσε όλους τους ωκεανούς της γης και συνέλεξε από

παντού δείγματα νερού, ιζημάτων πυθμένα και ζώντων οργανισμών. Οι αναλύσεις των στοιχείων κράτησαν πολλά χρόνια και ολοκληρώθηκαν το 1895 με την έκδοση 50 τόμων, γνωστών σαν Challenger Report.

Σε αντίθεση λοιπόν με τις πολύ παλιές έρευνες, οι σημερινές ωκεανογραφικές μελέτες γίνονται συστηματικά και προγραμματισμένα από ειδικούς φορείς, ερευνητικά κέντρα και ιδρύματα και συνήθως με τη συνεργασία πολλών χωρών, η δε ανταλλαγή των επιστημονικών σκέψεων και των τεχνολογικών επιτευγμάτων είναι ευρύτατη. Γίνεται κατανοητό, ότι η επιτυχία των ερευνών στην ωκεανογραφία, όπως και σε κάθε άλλη επιστήμη, εξαρτάται κυρίως από το κατάλληλα εξειδικευμένο επιστημονικό και τεχνικό δυναμικό, την τεχνολογική εξέλιξη και το ύψος των επενδύμενων χρημάτων.

1.2 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

Οι συλλογές των ποικίλων ωκεανογραφικών στοιχείων και πληροφοριών (γεωλογικών, φυσικών, χημικών, βιολογικών) από το νερό, το βυθό και κάτω από τον πυθμένα πραγματοποιούνται σήμερα από τον παρατηρητή ή με ιδιαίτερους τηλεχειρισμούς.

Η σύγχρονη ωκεανογραφική τεχνολογία παρέχει στους ειδικούς επιστήμονες και τεχνικούς στα διάφορα κέντρα ερευνών και στις βιομηχανίες, συσκευές ακουστικών μετρήσεων, μαγνητομετρήσεων, αυτόματων καταγραφικών οργάνων μέτρησης της θερμοκρασίας, της αλατότητας, της πίεσης, του βάθους κ.ά.

Επίσης χρησιμοποιούνται συσκευές μέτρησης των κυμάτων, των ρευμάτων και των παλιρροιών καθώς επίσης φωτογραφικών μηχανών και video. Τέλος, υπάρχουν πλούσια σύγχρονα υλικά καταδύσεων, βαθυσκάφη, υποβρύχια οχήματα, πλοία με κατευθυνόμενες αρπαγές, ρομπότ και διαφόρων κατηγορίες πλατφόρμες και υποθαλάσσιοι άκατοι.

Τελευταία, το ωκεανογραφικό σκάφος «Αιγαίον» του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε που αποτελεί μεγάλης σημασίας επιστημονικό εργαλείο για την υλοποίηση των προσπαθειών που καταβάλλονται από τους ειδικούς φορείς της ελληνικής Ωκεανογραφίας, συμβάλλει στη λεπτομερέστερη έρευνα του θαλάσσιου ελληνικού χώρου από γεωλογική, γεωφυσική, ιζηματολογική, χημική, βιολογική και γενικά ωκεανογραφική άποψη.

Φαίνεται λοιπόν από τα παραπάνω, ότι η ωκεανογραφία είναι μια πολύ πλατιά επιστήμη που περιλαμβάνει όλες τις γνώσεις και τα φαινόμενα που σχετίζονται άμεσα με το θαλάσσιο και ωκεάνιο περιβάλλον.

Είναι επομένως αναγκαίο να στεγάζονται κάτω από τη λέξη ωκεανογραφία, όλα όσα ασχολούνται με την ερμηνεία των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα μέσα στο νερό των ωκεανών, στην επιφάνεια του πυθμένα και στα βαθύτερα γεωλογικά στρώματα, που τελικά μελετώνται και σπουδάζονται από τη φυσική, τη χημεία, τη γεωλογία, τη βιολογία και πολλές άλλες επιστήμες.

Θεωρείται λοιπόν απαραίτητο να χωριστεί η Ωκεανογραφία σε ορισμένο αριθμό ειδικοτήτων, που με απλά λόγια μπορούν να ταξινομηθούν σε πέντε μεγάλες κατηγορίες, μέσα στις οποίες αναπτύσσονται πολλές άλλες σημαντικές και απαραίτητες υποδιαιρέσεις, όπως :

1. **Η Γεωλογική Ωκεανογραφία.** Για να γίνει κατανοητή η αποστολή της Γεωλογίας στη θεραπεία πολλών Ωκεανογραφικών προβλημάτων, υποδιαιρέθηκε σε τρία μέρη: Τη Γεωλογία, την Ιζηματολογία και τη Γεωφυσική. Όλα τα μέρη είναι προεκτάσεις των αντίστοιχων επίγειων επιστημών, χρησιμοποιούν δε συχνά τις ίδιες μεθόδους που αναγκαστικά όμως προσαρμόζονται σε θαλάσσια περιβάλλοντα, τα οποία και ερευνούν. Ο Γεωλόγος ασχολείται με το στερεό υπόβαθρο και τις ακτές, ενώ ο Ιζηματολόγος με την έρευνα των χαλαρών ή συμπαγών ιζημάτων που επιστρώνουν τους πυθμένες των θαλασσών και οριοθετούν τις χέρσους από τις θάλασσες. Ο Γεωφυσικός χρησιμοποιεί μεθόδους έρευνας που στηρίζονται κυρίως στη Σεισμολογία, όπως π.χ. οι λιθοσεισμικές τομογραφίες, προκειμένου να καταγραφεί το πάχος, η φύση και η τεκτονική διάταξη και συμπεριφορά των πετρωμάτων και των ιζημάτων που σχηματίζουν το βυθό των θαλασσών.
2. **Η Φυσική Ωκεανογραφία.** Χρησιμοποιεί φυσικές μεθόδους και προσπαθεί να επιλύσει ένα ορισμένο αριθμό προβλημάτων που αφορούν στις φυσικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού, στις κινήσεις των υγρών μορίων – κύματα, ρεύματα, παλίρροιες, από τα οποία αποτελείται και τέλος τις αμοιβαίες επιδράσεις μεταξύ της θάλασσας και της ατμόσφαιρας αφενός και της θάλασσας με το βυθό αφετέρου.
3. **Η Βιολογική Ωκεανογραφία.** Η επιστήμη αυτή καλύπτει ολόκληρο το χώρο που μελετά τη ζωή μέσα στις θάλασσες. Οι Βιολόγοι επομένως μελετούν τα θαλάσσια ζώα (ιχθείς, μαλάκια κ.ά.), το πλαγκτόν ζωικής και φυτικής προέλευσης και την πανίδα και χλωρίδα που ζει στο βυθό. Μια πολύ ενδιαφέρουσα, ιδιαίτερα σήμερα, υποδιαίρεση της Βιολογικής Ωκεανογραφίας είναι η Οικολογία που ερευνά την επίδραση του περιβάλλοντος επάνω στους οργανισμούς ή και αντίστροφα.
4. **Η Χημική Ωκεανογραφία.** Ασχολείται με τις χημικές ιδιότητες του θαλάσσιου νερού, τον εντοπισμό και την αξιοποίηση χημικών στοιχείων που υπάρχουν μέσα σ' αυτό και τέλος ελέγχει το βαθμό της χημικής ρύπανσης που σήμερα αποτελεί πραγματική μάστιγα των ανοικτών και ιδιαίτερα των κλειστών θαλασσών.
5. **Η Εφαρμοσμένη Ωκεανογραφία.** Αναφερόμαστε στο σπουδαιότερο ίσως κλάδο της Ωκεανογραφίας, γιατί εδώ υλοποιούνται οι θεωρητικές και πρακτικές γνώσεις που παρέχονται από τους τέσσερις παραπάνω κλάδους. Τα αντικείμενα της έρευνας της είναι: η αλιεία, η διευθέτηση των ακτών (προστασία ακτών, κατασκευή λιμένων), η μόλυνση του θαλάσσιου νερού, η φθορά και η προφύλαξη των διάφορων υλικών, η εκμετάλλευση της θαλάσσιας ενέργειας (παλίρροιες, θερμική ενέργεια) και τέλος η εκμετάλλευση του πλούτου του θαλάσσιου νερού και του

βυθού, όπως είναι τα διάφορα άλατα, τα υποθαλάσσια πετρέλαια, ο ορυκτός γενικά πλούτος και άλλα.

Λόγω της αλόγιστης ανθρωπογενούς παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον και τις φυσικές διεργασίες, ειδικά στη θάλασσα και τους ωκεανούς, η Ωκεανογραφία αποτελεί πλέον μια από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιστήμες. Μελέτες που αφορούν όλο το φάσμα των θαλάσσιου περιβάλλοντος μπορούν να αποδώσουν σημαντικά αποτελέσματα στη προστασία της φύσης και κυρίως να επαναπροσδιορίσουν την ανθρώπινη παρέμβαση σε αυτή.

2

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΩΚΕΑΝΩΝ

2.1 ΩΚΕΑΝΟΙ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΕΣ

Σύμφωνα με τη Διεθνή Υδρογραφική Υπηρεσία (International Hydrography Bureau, 1953) υπάρχουν μόνο τρεις ωκεανοί : Ο Ατλαντικός, ο Ειρηνικός και ο Ινδικός, ο καθένας από τους οποίους συμπεριλαμβάνει περιθωριακές ή εσωτερικές (μεσόγειες) θάλασσες. Οι μεσόγειες θάλασσες περιβάλλονται στο μεγαλύτερο μέρος τους από ξηρά και επικοινωνούν από ένα μικρό τμήμα τους με κάποιον ωκεανό. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό η Αρκτική και η Καραϊβική Θάλασσα αποτελούν και οι δύο μεσόγειες θάλασσες. Οι περιθωριακές θάλασσες ορίζονται μόνο από κάποια εσοχή στην ακτογραμμή του ωκεανού.

Οι ωκεανοί και οι γειτονικές τους θάλασσες καλύπτουν το 70.8% της επιφάνειας της Γης. Το μέγεθός τους ποικίλει αρκετά. Ο Ειρηνικός Ωκεανός είναι ο μεγαλύτερος και η επιφάνεια του είναι όσο η επιφάνεια των άλλων δύο ωκεανών μαζί (Πίνακας 1).

Επιφάνεια των Ωκεανών της Γης

Ειρηνικός	$181.34 \cdot 10^6 \text{ Km}^2$
Ατλαντικός	$106.57 \cdot 10^6 \text{ Km}^2$
Ινδικός	$74.12 \cdot 10^6 \text{ Km}^2$

Πίνακας 1 Επιφάνειες των τριών ωκεανών

2.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το θαλασσινό νερό είναι ένα σύνθετο διάλυμα αποτελούμενο από διαλυμένα άλατα, χημικά στοιχεία και ορυκτά.

Σχεδόν όλα τα γνωστά σταθερά στοιχεία εμπεριέχονται στο θαλάσσιο νερό σε σχετικά μικρές αναλογίες και συγκεντρώσεις. Είναι γνωστό, ότι το νερό είναι μια ένωση υδρογόνου και οξυγόνου, τα δύο δε αυτά χημικά στοιχεία είναι και τα πλέον άφθονα, ενώ σε μικρότερες ποσότητες απαντώνται τα στοιχεία χλώριο, νάτριο, μαγνήσιο, ασβέστιο, κάλιο, οξειδία του καλίου, υδρογονάνθρακες και θειικές ρίζες.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα του θαλάσσιου νερού είναι ότι, ενώ η συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων μεταβάλλεται από περιοχή

σε περιοχή, οι αναλογίες των πλέον διαδεδομένων στοιχείων παραμένουν σχεδόν σταθερές. Το γεγονός αυτό μπορεί να εκληφθεί σαν απόδειξη, ότι δηλαδή κατά τη διάρκεια του χρόνου το νερό των ωκεανών έχει αναδευθεί πολύ καλά. Τα θαλάσσια ρεύματα προκαλούν ανάμειξη των μαζών του νερού σε όλη την επιφάνεια της γης που καλύπτεται από τους ωκεανούς. Είδη από την πρώτη συστηματική ανάλυση δειγμάτων νερού από διάφορες περιοχές της γης, με το πρώτο συστηματικό ωκεανογραφικό ταξίδι του πλοίου Challenger (Κεφάλαιο 1) έγινε φανερό ότι υπήρχε εκπληκτική ομοιότητα στη σύσταση του θαλασσινού νερού. Έτσι ο William Dittmar, αναλύοντας τα δείγματα αυτά, διετύπωσε τον *κανόνα των σταθερών αναλογιών*, ο οποίος δεν άλλαξε μέχρι σήμερα.

2.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗ

Υπάρχουν δύο υδροστατικές παράμετροι με ιδιαίτερη ωκεανογραφική σημασία: η πυκνότητα (ρ) και η πίεση (P) του νερού, που συνδέονται μεταξύ τους με την υδροστατική εξίσωση:

$$P = \rho \cdot g \cdot z$$

όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας και z το βάθος του ωκεανού και της θάλασσας.

Μια μέση τιμή της πυκνότητας του θαλάσσιου νερού είναι, $1.025 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$, ενώ όταν αυξάνεται το βάθος του νερού κατά 1m η πίεση του αυξάνεται κατά 10^4 Pa ($1 \text{ Pa} = \text{N/m}^2$).

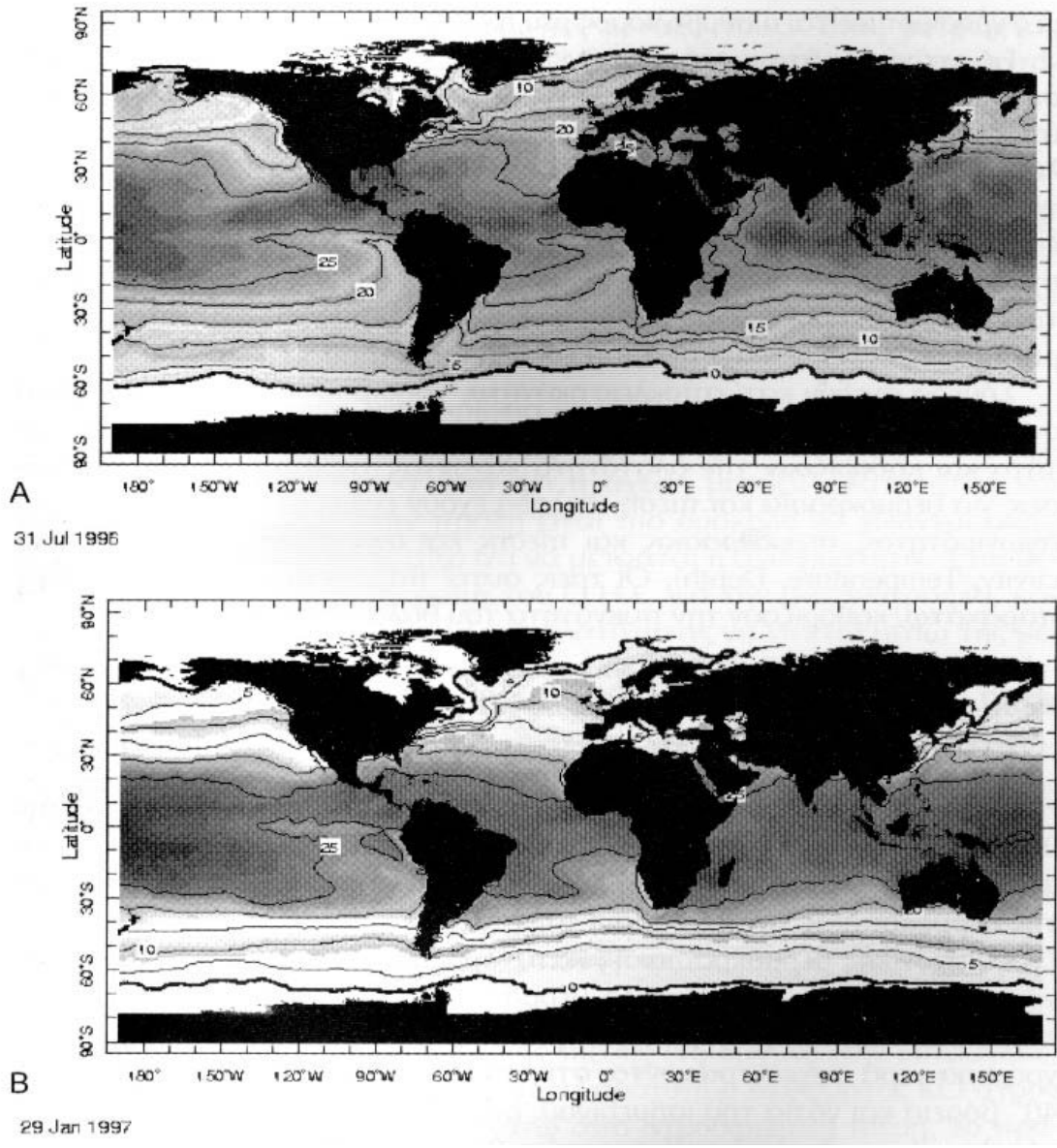
Στην πράξη όμως χρησιμοποιούμε το 1/10 του bar ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$), δηλαδή το decibar που δείχνει τη μεταβολή της πίεσης, της προκαλούμενης από την αύξηση του βάθους, του νερού κατά 1m.

Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία και την αλατότητα που είναι σχετικά πιο εύκολο να μετρηθούν με ακρίβεια, απ' ό,τι η άμεση μέτρηση της πυκνότητας. Για το λόγο αυτό, αυτές οι παράμετροι της θεωρούνται απαραίτητες και πρέπει πάντοτε να μετρώνται σ' οποιαδήποτε ωκεανογραφική έρευνα και μελέτη, αφού μαζί με την έμμεσα υπολογιζόμενη πυκνότητα μας δίνουν πληροφορίες για τη σταθερότητα και τη μετακίνηση των θαλάσσιων μαζών.

2.4 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ηλιακή ακτινοβολία, η εξάτμιση και η βροχή, επιδρούν στην κατανομή της θερμοκρασίας και της αλατότητας στην επιφάνεια των ωκεανών. Μεταβολές στη θερμοκρασία και την αλατότητα, οδηγούν σε μεταβολές στην πυκνότητα του νερού στην επιφάνεια. Με τη σειρά τους, αυτές οδηγούν σε κατακόρυφη μετακίνηση του νερού και επίδραση στη βαθιά ωκεάνια κυκλοφορία. Τα επιφανειακά νερά μετά τη βύθιση τους στα βαθύτερα στρώματα των ωκεανών, κρατούν χαρακτηριστικές σχέσεις μεταξύ θερμοκρασίας και αλατότητας. Οι σχέσεις αυτές βοηθούν τους

ωκεανογράφους να προσδιορίσουν τη γεωγραφική προέλευση αυτών των νερών. Επιπλέον, οριζόντιες μεταβολές στην πυκνότητα, οδηγούν σε διαφορά πίεσης μεταξύ περιοχών, η οποία είναι η κινητήρια δύναμη των θαλάσσιων ρευμάτων. Έτσι, η γνώση της κατανομής της θερμοκρασίας, της αλατότητας και της πυκνότητας των νερών των ωκεανών, είναι σημαντική για την κατανόηση της δυναμικής τους (εικ.4).

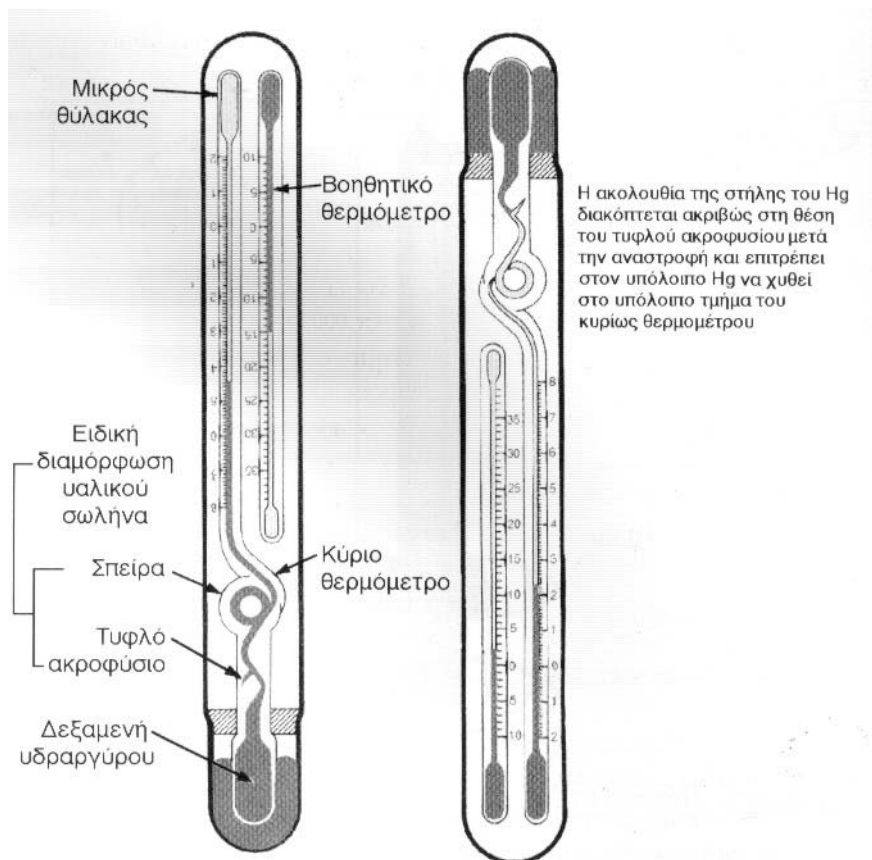


Εικ.4 Κατανομή θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Θάλασσας (A. Καλοκαίρι, B. Χειμώνας)

Αλατότητα εννοούμε το συνολικό βάρος των στερεών υλικών σε gr που περιέχονται σε ένα Kg θαλάσσιου νερού, όταν όλος ο άνθρακας έχει μετατραπεί σε οξείδια, το βρώμιο και το ιώδιο έχουν αντικατασταθεί από το χλώριο και ολόκληρη η οργανική ύλη έχει τελείως οξειδωθεί. Η μέση τιμή της

αλατότητας του θαλάσσιου νερού είναι 34.72 gr σε 1 Kg νερού και συνήθως παρίσταται με $S=34.72^0/_{00}$.

Η θερμοκρασία λόγω της ευκολίας στη μέτρηση της με τη χρήση διάφορων ειδικών θερμομέτρων, είναι η πρώτη ωκεανογραφική παράμετρος που μελετήθηκε λεπτομερειακά. Ειδικά στην Ωκεανογραφία χρησιμοποιούνται τα αντιστρεφόμενα θερμομέτρα (εικ.5), τα οποία συνήθως είναι προσαρτημένα επάνω στις δειγματοληπτικές φιάλες νερού που κατά τη συλλογή του δείγματος προκαλούν αναστροφή του θερμομέτρου, με αποτέλεσμα ο υδράργυρος αυτού αφού αφήσει το ίχνος του στον τριχοειδή σωλήνα του θερμομέτρου, συγκεντρώνεται στο κάτω μέρος του χωρίς να επηρεάσει πλέον την αρχική ένδειξη της θερμοκρασίας στο βάθος της αναστροφής με ακρίβεια 0.01 του βαθμού.



Εικ.5 Αντιστρεφόμενο θερμομέτρο και τρόπος λειτουργίας του

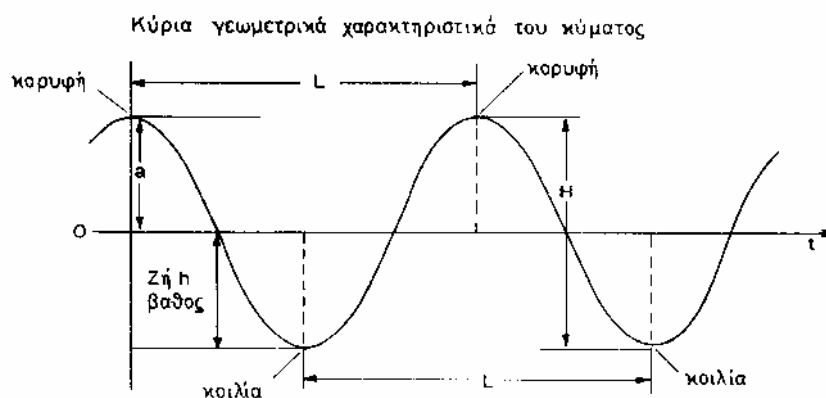
2.5 ΚΥΜΑΤΑ

2.5.1 Γενικά

Η επιφάνεια της θάλασσας φαίνεται να βρίσκεται συνέχεια σε κίνηση με διαρκείς αναταράξεις. Η πιο προφανής αιτία είναι τα ανεμογενή κύματα που διαδίδονται από άκρο σε άκρο σε έναν ωκεανό ώσπου να εκτονωθεί η

ενέργεια τους με τη θραύση τους σε κάποια ακτή. Τα ελαστικά κύματα με την ευρεία έννοια της φυσικής είναι μεταφορά ενέργειας με περιοδική κίνηση των μορίων της ύλης. Ο άνεμος, οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης, η αλληλεπίδραση μεταξύ δυνάμεων που προκύπτουν από την περιστροφή της γης (Coriolis) με άλλες δυνάμεις, μεταφέρουν την ενέργεια προξενώντας περιοδικές κινήσεις των μορίων του νερού.

Επομένως τα κύματα είναι περιοδικές μηχανικές ταλαντώσεις των μορίων του νερού, στην επιφάνεια ή στο βάθος, οποιασδήποτε περιόδου, με τις οποίες γίνεται μεταφορά ενέργειας. Τα κύρια γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κυμάτων φαίνονται στο σχήμα 1. Το φάσμα τους περιλαμβάνει περιόδους μικρότερες από 1 sec, όπως οι ρυτιδώσεις που προξενεί ο ασθενής άνεμος στην ήρεμη επιφάνεια της θάλασσας, ως 3-4 μήνες σε μερικά πλανητικά κύματα που τα αποτελέσματα τους γίνονται αισθητά κυρίως σαν περιοδικές μεταβολές στην ροή και την διεύθυνση των θαλάσσιων ρευμάτων.



Σχ.1 Ονοματολογία ενός απλού ημιτονοειδούς κύματος, όπου το ύψος του κύματος (H) ορίζεται σαν το διπλάσιο του πλάτους (a). Ακόμη L ή λ είναι το μήκος κύματος, T η περίοδος του κύματος που ορίζεται σαν ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου δύο διαδοχικές κορυφές του κύματος να περάσουν από ένα σταθερό σημείο.

Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό οι παλίρροιες θεωρούνται και αυτές κύματα, οι γενεσιουργές δυνάμεις των οποίων βρίσκονται εκτός της γης και έχουν αστρονομικά αίτια. Τα πιο σημαντικά από την άποψη των επιπτώσεων στον άνθρωπο είναι τα ανεμογενή κύματα στην επιφάνεια της θάλασσας. Σχετικά σπάνια, αλλά επίσης σημαντικά από άποψη επιπτώσεων, είναι τα κύματα Tsunami, που προξενούνται από τους υποθαλάσσιους σεισμούς και εξετάζονται από τη σεισμολογία [1].

Η κυματική έκφραση μέσα σ' ένα υγρό μέσο χαρακτηρίζεται από το γεγονός, ότι η ενέργεια διαδίδεται από το ένα σημείο στο άλλο, ενώ το διαταραγμένο κύμα κινείται μέσα στο θαλάσσιο νερό που αποτελεί το μέσο διάδοσης, χωρίς αυτό στο σύνολο του να υφίσταται μόνιμη μεταβολή [2].

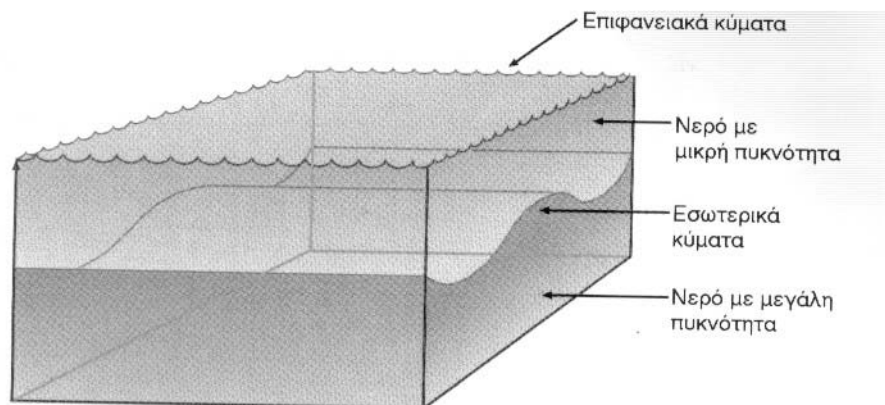
Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή και την ταξινόμηση των κυμάτων της θάλασσας θα αναφερθούμε περιληπτικά στα είδη των κυμάτων που διαδίδονται μέσα στην ύλη. Έχουμε δύο μεγάλες κατηγορίες κυμάτων:

- Τα κύματα που διαδίδονται μέσα στη μάζα της ύλης και χωρίζονται σε επιμήκη και εγκάρσια και
- Τα κύματα που διαδίδονται στο όριο δύο μέσων διαφορετικής πυκνότητας και ονομάζονται τροχιακά (orbital waves).

Τα επιμήκη κύματα χαρακτηρίζονται από την ταλάντωση των μορίων της ύλης κατά μήκος της διεύθυνσης διάδοσης τους π.χ. όπως τα ηχητικά κύματα, δημιουργώντας περιοδικά μεταβαλλόμενες ζώνες συμπίεσης και αραιώσης. Τα κύματα αυτά διαδίδονται σε όλα τα μέσα, στερεά υγρά και αέρια.

Τα εγκάρσια κύματα χαρακτηρίζονται από ταλαντώσεις κάθετες στη διεύθυνση διάδοσης της κύμανσης, όπως για παράδειγμα οι αναταράξεις σε ένα σχοινί δεμένο στο ένα άκρο το οποίο κρατάμε τεντωμένο από το άλλο άκρο και το ταλαντώνουμε. Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται μόνο στα στερεά σώματα γιατί προϋποθέτουν μεγάλη συνεκτικότητα μεταξύ των μορίων της ύλης. Επομένως τα κύματα αυτά δε διαδίδονται στη θάλασσα.

Τα τροχιακά κύματα αναπτύσσονται στο όριο μεταξύ δύο μέσων διαφορετικής πυκνότητας όπως η θάλασσα και ο αέρας αλλά και μέσα στη θάλασσα μεταξύ επιφανειακού και βαθύτερου νερού στο όριο του θερμοκλινοῦς (σχ. 2). Εμείς θα ασχοληθούμε με τα κύματα στην επιφάνεια της θάλασσας τα οποία έχουν και τη μεγαλύτερη σημασία για τις παράκτιες διεργασίες, τη διάβρωση, τη μεταφορά και την απόθεση υλικών στον παράκτιο χώρο.



Σχ.2 *Επιφανειακά και εσωτερικά κύματα*

Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες προκειμένου να ταξινομηθούν τα ποικίλα είδη των επιφανειακών κυμάτων με βάση τα διάφορα χαρακτηριστικά τους. Μια τέτοια ταξινόμηση στηρίζεται στη σχέση που υφίσταται μεταξύ της συχνότητας ($f = \frac{1}{T}$) και της ενέργειας του κυματισμού.

Τα κυριότερα είδη επιφανειακών κυμάτων ταξινομούνται ως εξής:

- α. τα προοδευτικά κύματα
- β. τα στάσιμα
- γ. τα ελεύθερα
- δ. τα αναγκαστικά ή βίαια
- ε. τα κύματα των βαθιών νερών και
- στ. τα κύματα των ρηχών νερών.

Στα προοδευτικά κύματα, κάθε σωματίδιο της θαλάσσιας μάζας μέσα στην οποία διαδίδεται ένας τέτοιος κυματισμός, υπόκειται στην ίδια σε μέγεθος μετατόπιση, αλλά σε διαφορετικό χρόνο καθώς το κύμα περνάει απ' αυτό.

Αντίθετα, στα στάσιμα κύματα η μετατόπιση των σωματιδίων μέσα σ' ένα μήκος κύματος είναι διαφορετική σε μέγεθος, με τη διαφορά ότι όλα τα σημεία φτάνουν μαζί στο μέγιστο της μετατόπισης τους.

Η διάκριση μεταξύ αναγκαστικού ή βίαιου και ελεύθερου κύματος αφορά κυρίως στον τρόπο δημιουργίας του κυματισμού. Έτσι, ένα ελεύθερο κύμα προκύπτει από μια στιγμιαία παροχή ενέργειας, που αν παύσει να παρέχεται, τότε ο κυματισμός προοδευτικά εξασθενίζει. Το πιο χαρακτηριστικό και παραστατικό παράδειγμα αναγκαστικού κύματος είναι η δημιουργία ενός και πολλών κυμάτων από τη ρίψη μιας πέτρας μέσα σε απόλυτα ήρεμη θαλάσσια ή λιμναία επιφάνεια και η γένεση των ομόκεντρων κύκλων.

Τέλος τα κύματα διακρίνονται σε βαθιών και ρηχών νερών, με βάση τη σχέση μεταξύ του μήκους κύματος τους (λ) και του βάθους (h) της θάλασσας. Σύμφωνα με τον Komar (1972) έχουμε τρεις κατηγορίες διάδοσης των κυμάτων.

α. Διάδοση σε ρηχά νερά ($h/\lambda < 0,05$)

β. Διάδοση σε ενδιάμεσο βάθος νερού ($0,05 < h/\lambda < 0,5$) και

γ. Διάδοση σε βαθιά νερά ($h/\lambda > 0,5$) [2].

2.5.2 Μελέτη της κίνησης των σωματιδίων του θαλάσσιου νερού

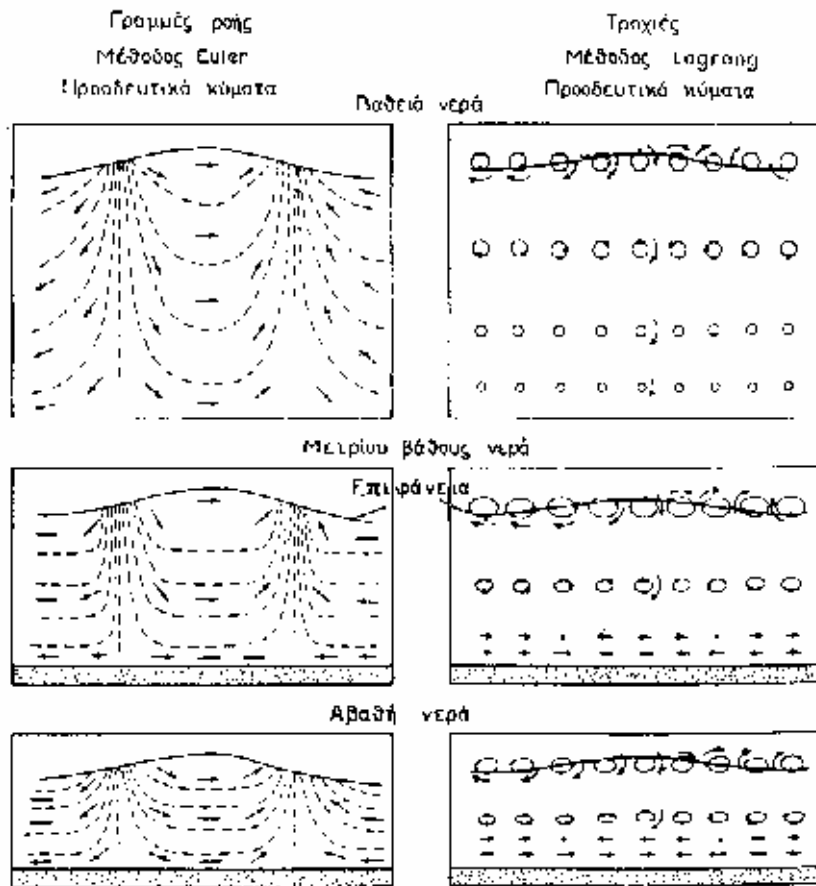
Κατά το χρόνο διάδοσης ενός κύματος μέσα στον υδάτινο χώρο, τα σωματίδια του νερού που συμμετέχουν στην κίνηση του, κινούνται επάνω-κάτω και εμπρός-πίσω πραγματοποιώντας δύο κινήσεις που μπορούν να περιγραφούν σαν απλές αρμονικές κινήσεις από φυσικής πλευράς.

Στη βιβλιογραφία συναντώνται δύο τρόποι με τους οποίους περιγράφεται η κίνηση των σωματιδίων του νερού.

Η πρώτη είναι η μέθοδος Euler στην οποία καταγράφονται οι ταχύτητες των σωματιδίων του νερού με βάση τις οποίες παράγονται οι γραμμές ροής που δείχνουν την ταχύτητα και τη διεύθυνση σε κάθε σημείο του ρευστού.

Η μέθοδος του Lagrange βασίζεται στην καταγραφή της μετατόπισης των ανεξάρτητων σωματιδίων του ρευστού, με τρόπο ώστε να καταγράφονται οι τροχιές τους, απ' όπου βγαίνουν συμπεράσματα για τη διεύθυνση και την ταχύτητα της διάδοσης του κύματος (σχ.3).

Επιφάνεια κύματος



Σχ.3 Επιφάνειες προοδευτικών κυμάτων όπου διακρίνονται οι γραμμές ροής και οι τροχιές των σωματιδίων του νερού κατά Euler και Lagrang

Ακόμη η κίνηση των σωματιδίων εξαρτάται και από το βάθος της θάλασσας. Στην περίπτωση των βαθιών νερών, κάθε ανεξάρτητο σωματίδιο νερού διαγράφει κύκλους των οποίων η ακτίνα μειώνεται με το βάθος, στην επιφάνεια δε η ακτίνα (r) είναι ίση με το πλάτος του κύματος (a), ενώ η ταχύτητα (u) του σωματιδίου ισούται με την περιφέρεια του κύκλου, διαιρούμενης με την περίοδο του κύματος.

Όμως τόσο η ακτίνα (r), όσο και η ταχύτητα (u) του σωματιδίου είναι παράμετροι που μεταβάλλονται πολύ γρήγορα σε σχέση με το βάθος της θάλασσας.

Επίσης η διαφορά πίεσης λίγο βαθύτερα από την επιφάνεια, είναι ίση με την αλλαγή της υδροστατικής πίεσης που προκαλείται από το πέρασμα του κύματος.

Στα αβαθή νερά η κατάσταση είναι περισσότερο πολύπλοκη. Τα σωματίδια του νερού διαγράφουν ελλειπτικές τροχιές (ελλείψεις), η ακτίνα δε της έλλειψης κατά το μικρότερο άξονά της είναι ίση με το πλάτος του κύματος στην επιφάνεια, ενώ μειώνεται γραμμικά με το βάθος μέχρι τον πυθμένα όπου η κίνηση είναι μόνο οριζόντια. Η τιμή της ακτίνας της έλλειψης κατά το

μεγάλο άξονά (οριζόντιο), είναι συνάρτηση του βάθους του νερού, του μήκους και του πλάτους του κύματος [2].

2.6 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

2.6.1 Ωκεάνια κυκλοφορία

Η επιφάνεια των ωκεανών βρίσκεται συνέχεια κάτω από την επίδραση των ατμοσφαιρικών συνθηκών, δηλαδή της τριβής που ασκεί ο άνεμος στην επιφάνεια, και παρασύρει τις θαλάσσιες μάζες, και της ηλιακής ενέργειας, της εξάτμισης και των κατακρημνισμάτων που μεταβάλλουν τοπικά την πυκνότητα του θαλασσινού νερού. Η συσσώρευση θαλάσσιων μαζών σε μια περιοχή (π.χ. παρασυρόμενες από τον άνεμο) και η διαφοροποίηση της πυκνότητας οδηγούν σε οριζόντιες διαφορές πίεσης στο εσωτερικό, με αποτέλεσμα τη ροή μαζών για την αποκατάσταση αυτής της ισορροπίας [1].

Η δημιουργία των θαλάσσιων ρευμάτων οφείλεται σε διάφορους παράγοντες μεταξύ των οποίων πρωτεύουσα θέση κατέχουν :

1. Ο άνεμος. Πρόκειται για σημαντικό παράγοντα γιατί εκτός του ότι μετέχει ενεργά στη γένεση των κυμάτων, παρασύρει ταυτόχρονα κατά τη διεύθυνση της πνοής του και τις επιφανειακές μάζες νερού.

Επομένως από τη δράση των κυμάτων δημιουργούνται ρεύματα, όπως στην περίπτωση των παράκτιων ρευμάτων που έχουν συμμετοχή στην παράκτια διάβρωση και απόθεση των ιζημάτων.

2. Η παλίρροια. Συνιστά μια άλλη αιτία δημιουργίας των ρευμάτων που μπορεί βέβαια να είναι μικρής σημασίας για τις ανοικτές θαλάσσιες λεκάνες, αλλά όταν λαμβάνει χώρα σε κλειστές λεκάνες με ιδιαίτερα χαρακτηριστική μορφολογία (Στενά Ευρίπου, Μάγχης), τότε είναι δυνατό να προκαλέσει πολύ ισχυρά ρεύματα κατά τις φάσεις της αμπώτιδας και της πλημμυρίδας.

3. Οι διαφορές της υδροστατικής πίεσης. Και αυτές επίσης δημιουργούν θαλάσσια ρεύματα, λόγω της παρουσίας διαφορετικών τιμών πυκνοτήτων, που προκαλούν τη μετακίνηση της πυκνότερης μάζας προς την περιοχή της αραιότερης.

4. Η περιστροφή της γης. Ο παράγοντας αυτός επηρεάζει την πορεία και την εξέλιξη των θαλάσσιων ρευμάτων, όπως άλλωστε αυτός εκφράζεται από τις δυνάμεις Coriolis.

Είναι επομένως δυνατό κατά τη μετακίνηση των θαλάσσιων μαζών να συμμετέχουν ενεργά περισσότεροι του ενός από τους προαναφερθέντες παράγοντες ή να έχουμε ακόμη την παρουσία και άλλων δευτερεύουσας σημασίας παραμέτρων.

2.6.2 Η ένταση του ανέμου

Όταν ο άνεμος φυσάει επάνω από την επιφάνεια της θάλασσας προκαλεί κύματα και επιφανειακά ρεύματα. Με ποιους μηχανισμούς η ορμή του ανέμου μεταφέρεται στη θαλάσσια επιφάνεια δεν είναι απόλυτα γνωστό,

αλλά μια ποσοτική έκφραση της έντασης του ανέμου δίδεται από την ημιεμπειρική σχέση :

$$\tau = \rho_a \cdot C_D \cdot W^2.$$

Όπου ρ_a : είναι η πυκνότητα του αέρα ($1,3 \text{ Kg/m}^3$)

τ : εκφράζει την ένταση του ανέμου

C_D : είναι ο συντελεστής τριβής που εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και

W : είναι η ταχύτητα του ανέμου που μετράται συνήθως σε ύψος 10m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Προσεγγίζοντας γενικά το θέμα μπορούμε να πούμε, ότι η ένταση του ανέμου (τ) αυξάνει ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητας του ανέμου ($\tau \approx 0,02W^2$).

Τα μεγάλα επιφανειακά ωκεάνια ρεύματα, οφείλουν κυρίως τη δημιουργία τους στους επικρατούντες κατά περιοχή επιφανειακούς ανέμους, ενώ το βάθος τους σπάνια ξεπερνάει τα 50-100m.

Στο σχήμα 4 φαίνεται χαρακτηριστικά η άμεση σχέση που υφίσταται μεταξύ των ανέμων, των ρευμάτων και των μεγάλων περιστροφικών κινήσεων.

2.6.3 Παράκτια ρεύματα

Πρόκειται για ρεύματα που δημιουργούνται κατά την προσέγγιση των κυμάτων στην ακτή, μετακινώντας ταυτόχρονα ιζήματα από και προς την ακτή, ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες που κάθε φορά επικρατούν (ύψος, πλάτος, διεύθυνση κυματισμού).

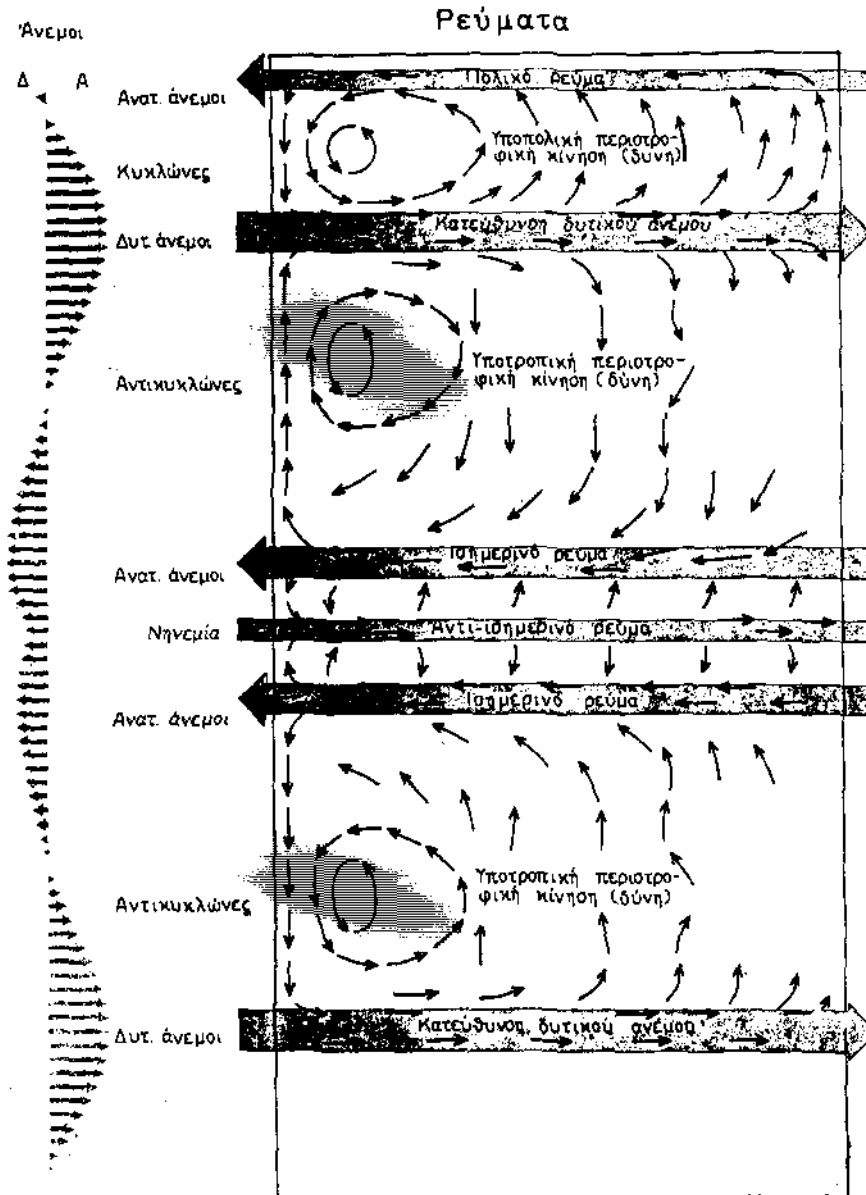
Κοντά στην ακτή ξεχωρίζουμε δύο κύριους τύπους ρευμάτων:

α. Τα ρεύματα επαναφοράς (rip currents) που γενικά μετακινούν τα ιζήματα από την ακτή προς την ανοικτή θάλασσα και

β. Τα παράλληλα προς την ακτή ρεύματα (longshore currents) που μετακινούν ιζήματα κατά μήκος της ακτής.

Η μεταφορά μάζας νερού προς την ακτή από τη δράση των κυμάτων, αντισταθμίζεται από μια αντίστροφη κίνηση του νερού με κατεύθυνση προς την εσωτερική θάλασσα.

Τα ομαλά κύματα μέσου ύψους προκαλούν μετακίνηση της άμμου προς την ακτή επάνω από τον πυθμένα της θάλασσας, ενώ η προς την ανοικτή θάλασσα κίνηση, παρασύρει τα ιζήματα σε αιώρηση και μάλιστα σε μέσα βάθη.



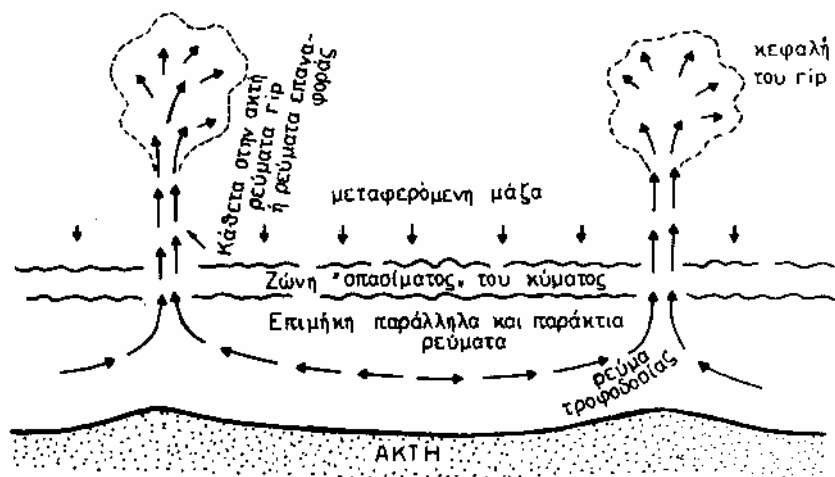
Σχ.4 Γραμμική παρουσίαση της κυκλοφορίας ενός ιδεατού ωκεανού, που παρουσιάζει σχήμα παραλληλόγραμμου και επηρεάζεται μόνο από τη δράση του οριζόντια πνέοντος ανέμου.

Το αποτέλεσμα αυτών των ενεργειών είναι η μεταφορά και η απόθεση του ιζήματος στην ακτή. Τα μεγάλα και βίαια κύματα προκαλούν μεταφορά ιζημάτων του πυθμένα μακριά από την ακτή, την οποία και διαβρώνουν.

Τα κύρια συστήματα ρευμάτων είναι τέσσερα, έχουν δε σαν αιτία δημιουργίας τους τη δράση των κυμάτων στην παράκτια ζώνη και μπορούν να διαχωριστούν σε:

1. **Κλειστό σύστημα κυκλοφορίας** που συνίσταται από rip και longshore ρεύματα και
2. **Παράκτια ρεύματα** που προέρχονται από την υπό γωνία προσέγγιση των κυμάτων στην ακτή.

Η κλειστή κυκλοφορία δίδεται στο σχήμα 5.



Σχ.5 Παράκτια κυκλοφορία κλειστού τύπου αποτελούμενη από longshore παράκτια ρεύματα, γιρ ρεύματα και μια ήρεμη και αργή μεταφορά ιζημάτων προς την κυματοαγωγή

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της κλειστής αυτής κυκλοφορίας είναι τα ρεύματα επαναφοράς που είναι ισχυρά, μικρού πλάτους και έχουν την αρχή τους στη ζώνη «σπασίματος» του κύματος και κατεύθυνση προς την ανοικτή θάλασσα.

Τα ρεύματα που τροφοδοτούνται από τα παράκτια ρεύματα, όπως φαίνεται στο σχήμα 5, των οποίων η ταχύτητα από μηδέν που είναι μεταξύ δύο διαδοχικών ρευμάτων επαναφοράς, φτάνει ένα μέγιστο λίγο πριν πάρει κατεύθυνση προς την ανοικτή θάλασσα, στην περιοχή δηλαδή της αφετηρίας ενός ρεύματος επαναφοράς.

Για να έχουμε μεταφορά θαλάσσιας μάζας μακριά από την ακτή μέσα από το σύστημα των ρευμάτων επαναφοράς, θα πρέπει να υπάρχει μια ήρεμη κίνηση της θάλασσας προς την ακτή, μέσω μιας ζώνης «σπασίματος» του κυματισμού και των ρευμάτων επαναφοράς.

Μεταξύ λοιπόν δύο διαδοχικών ρευμάτων επαναφοράς έχουμε μια συσσώρευση θαλάσσιας μάζας που οδηγεί σε μια ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, ενώ στην αφετηρία ενός ρεύματος επαναφοράς, όπου υπάρχει απώλεια θαλάσσιου νερού, δημιουργείται μια πτώση της στάθμης της θάλασσας. Έτσι προκαλείται η δημιουργία ενός παράλληλου παράκτιου ρεύματος (longshore current) με κατεύθυνση από το χώρο συσσώρευσης προς το χώρο απώλειας του θαλάσσιου νερού.

Το είδος αυτό της κυκλοφορίας που έχει σαν αποτέλεσμα τη μεταφορά προς το ανοικτό πέλαγο παράκτιων θαλάσσιων μαζών, συμβάλλει στη μείωση της μόλυνσης της παράκτιας περιοχής με παράλληλη αντικατάσταση του νερού από αντίστοιχες καθαρές μάζες νερού της ανοικτής πλέον θάλασσας. Το γεγονός τούτο έχει μεγάλη σημασία για την τουριστική ανάπτυξη ενός παράκτιου χώρου.

3. Ρεύματα απόκλισης που μελετήθηκαν από το Νορβηγό ωκεανογράφο

Ekman και διάφοροι θεωρητικοί και πρακτικοί υπολογισμοί απέδειξαν, τόσο την επιστημονική και πρακτική σημασία όσο την ύπαρξη και την κατανομή τους.

Εάν ο άνεμος πνέει για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα προς μια σταθερή διεύθυνση, συμπαρασύρει μόρια του επιφανειακού στρώματος και η κίνηση επεκτείνεται προοδευτικά προς τον πυθμένα.

4. Ρεύματα κλίσης που είναι συνέπεια των προηγούμενων ρευμάτων απόκλισης. Πραγματικά μόλις ένα τέτοιο ρεύμα προκαλέσει μια συγκέντρωση νερού προς την ακτή, τα συσσωρευθέντα νερά έχουν την τάση να κυλήσουν αντίθετα, λόγω της δημιουργηθείσας κλίσης [2].

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν και πολλές άλλες φυσικές αιτίες που δημιουργούν με τη σειρά τους διαφόρων ειδών ρεύματα όπως, τα παλιρροϊκά ρεύματα, τα ρεύματα δημιουργούμενα από δυνάμεις που οφείλονται στις διαφορές πιέσεων, τα ρεύματα που δημιουργούνται λόγω διαφοράς της πυκνότητας του θαλάσσιου νερού, ρεύματα που οφείλονται στις βαροτροπικές και βαροκλινείς συνθήκες, ρεύματα δημιουργούμενα από τις δυνάμεις Coriolis, επίσης υπάρχουν τα γεωστροφικά ρεύματα και τα ρεύματα Upwelling και Downwelling. Επιδιώκοντας να δώσουμε μια γενική εικόνα των θαλάσσιων ρευμάτων δε θα επιχειρήσουμε να επεκταθούμε περαιτέρω και θα περιοριστούμε στις παραπάνω αναφορές.

2.7 ΠΑΛΙΡΡΟΙΕΣ

Ως παλίρροια ορίζουμε τις διαδοχικές εναλλασσόμενες ανόδους και καθόδους του επιπέδου της θάλασσας σε σχέση με την ξηρά, που δημιουργούνται από τη βαρυτική έλξη που ασκούν η σελήνη και ο ήλιος στη γη. Σε πολύ μικρότερο βαθμό παλίρροιες συμβαίνουν σε πολύ μεγάλες λίμνες, στην ατμόσφαιρα αλλά και στο στερεό φλοιό της γης από τις ίδιες βαρυτικές δυνάμεις. Επιπρόσθετοι μη αστρονομικοί παράγοντες, όπως η μορφολογία των αβαθών παράκτιων περιοχών, το τοπικό βάθος του νερού στην ωκεάνια λεκάνη, καθώς και άλλες υδρογραφικές και μετεωρολογικές επιδράσεις, παίζουν σημαντικό ρόλο στο εύρος και στο χρόνο άφιξης άλλα και το ύψος της παλίρροιας σε μια περιοχή. Σε περιοχές με μικρό παλιρροϊκό εύρος όπως η Ελλάδα, οι μετεωρολογικοί παράγοντες μπορεί να έχουν διπλάσια ή τριπλάσια επίδραση από ότι η αστρονομική παλίρροια. Ένας άνεμος κάθετος στην ακτή, ένα βαρομετρικό υψηλό ή χαμηλό μπορεί να κάνουν τη στάθμη της θάλασσας στις περιοχές του Αιγαίου και του Ιονίου να μεταβληθεί περισσότερο από ένα μέτρο ενώ η αστρονομική παλίρροια δεν υπερβαίνει τα 30 cm.

Η παλίρροια γίνεται αντιληπτή στον άνθρωπο, σε μια παράκτια περιοχή, σαν διαδοχική επικάλυψη και αποκάλυψη της παράκτιας ζώνης από τη θάλασσα που ονομάζονται πλημμυρίδα και αμπώτιδα αντίστοιχα. Στις ελληνικές θάλασσες δεν γίνεται ιδιαίτερα αντιληπτή, γιατί το εύρος της κάθετης διακύμανσης της θαλάσσιας στάθμης δεν ξεπερνά τα 30 cm. Σε περιοχές όμως που το εύρος είναι αρκετά μέτρα, σημαντικές εκτάσεις του θαλάσσιου πυθμένα καλύπτονται και αποκαλύπτονται από το νερό σε κάθε παλιρροϊκό κύκλο. Τέτοιες περιοχές είναι οι ανατολικές ακτές της Αγγλίας στη

Βόρειο Θάλασσα με εύρος 7 m, μερικές ακτές της βόρειας Γαλλίας, με αποκορύφωμα τον κόλπο Φάντι στον Καναδά όπου το παλιρροιακό εύρος φτάνει τα 15 m.

2.8 ΟΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΙΡΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΩΚΕΑΝΟΥ

2.8.1 Δομή του βυθού

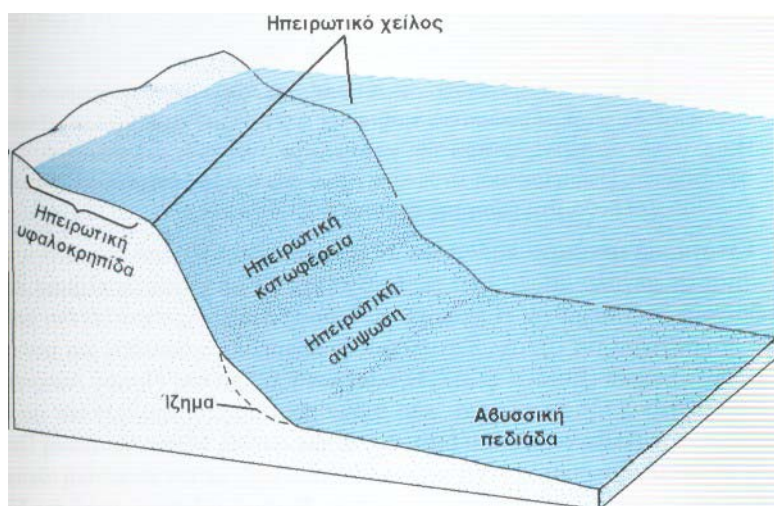
Η δομή του βυθού των ωκεανών κυριαρχείται από τις δραστηριότητες των τεκτονικών πλακών. Επειδή η τεκτονική των πλακών είναι μια παγκόσμια διεργασία, τα κύρια χαρακτηριστικά του θαλάσσιου βυθού είναι παρόμοια από περιοχή σε περιοχή. Ο βυθός διαιρείται σε δύο κύριες περιοχές : τα ηπειρωτικά κράσπεδα, τα οποία αντιστοιχούν στα όρια των ηπείρων και στις βαθιές ωκεάνιες λεκάνες.

2.8.2 Ηπειρωτικά κράσπεδα

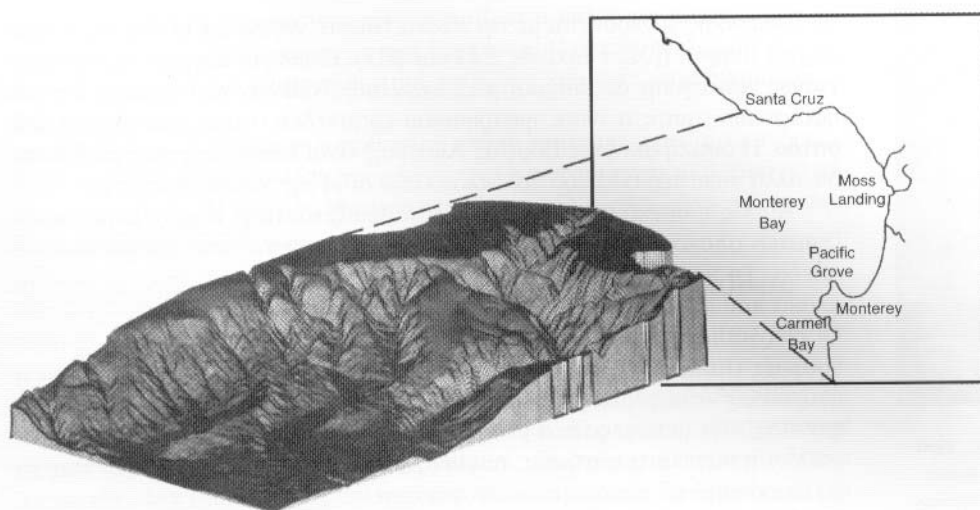
Τα ηπειρωτικά κράσπεδα είναι τα σύνορα μεταξύ του ηπειρωτικού και του ωκεάνιου φλοιού. Τα περισσότερα ιζήματα από τις ηπείρους καθιζάνουν στο βυθό αμέσως μόλις φτάσουν στη θάλασσα και συσσωρεύονται πάνω στα ηπειρωτικά κράσπεδα. Το πάχος τους μπορεί να φθάσει τα 10 km. Τα ηπειρωτικά κράσπεδα, γενικά, αποτελούνται από μια αβαθή, ελαφρά επικλινή ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, μια πιο απότομη κλίσης ηπειρωτική κατωφέρεια, που είναι μετά την υφαλοκρηπίδα προς την πλευρά της θάλασσας και μία ακόμη ελαφρά επικλινή περιοχή, την ηπειρωτική ανύψωση, στη βάση της ηπειρωτικής κατωφέρειας (εικ. 6).

2.8.3 Η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα (Continental Shelf)

Το πιο αβαθές τμήμα του ηπειρωτικού κράσπεδου είναι η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα. Αν και αποτελούν μόλις το 8% της συνολικής επιφάνειας του ωκεανού, οι ηπειρωτικές υφαλοκρηπίδες είναι τα πιο πλούσια, από βιολογική άποψη, τμήματα του ωκεανού, με το μέγιστο σφρίγος και την αποδοτικότερη αλιεία. Η υφαλοκρηπίδα αποτελείται από ηπειρωτικό φλοιό και στην πραγματικότητα, είναι ακριβώς μέρος της ηπείρου, το οποίο προς το παρόν συμβαίνει να βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Στο παρελθόν, κατά τη διάρκεια της περιόδου όπου το επίπεδο της θάλασσας ήταν χαμηλό, οι ηπειρωτικές υφαλοκρηπίδες ήταν σε ανάδυση. Εκείνη την εποχή, ποτάμια και παγετώνες έρεαν κατά μήκος των ηπειρωτικών υφαλοκρηπίδων και δημιουργούσαν, εξαιτίας της διάβρωσης που προκαλούσαν, βαθιές χαράδρες. Όταν το επίπεδο της θάλασσας ανυψώθηκε, αυτές οι χαράδρες βυθίστηκαν στο νερό και έγιναν υποβρύχιες χαράδρες (εικ.7).



Εικ.6 Ένα «τυπικό» ηπειρωτικό κράσπεδο αποτελείται από μία ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα, μια ηπειρωτική, μια ηπειρωτική κατωφέρεια και μία ηπειρωτική ανύψωση. Από τη μεριά της θάλασσας, μετά την ηπειρωτική ανύψωση, βρίσκεται ο θαλάσσιος βυθός, ή η αβυσσική πεδιάδα. Αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά ποικίλλουν αξιοσημείωτα από περιοχή σε περιοχή.



Εικ. 7 Η υποθαλάσσια χαράδρα Monterey, ξεκινάει από απόσταση κάτι λιγότερο από 1 km ανοιχτά του Moss Landing στον κόλπο του Monterey, στην Καλιφόρνια, και πέφτει με μεγάλη κλίση προς την ανοιχτή θάλασσα σε μήκος περίπου 175 km

Η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα επεκτείνεται προς τη μεριά της θάλασσας με μια ελαφριά κλίση, που στις περισσότερες περιοχές είναι πάρα πολύ διαβαθμισμένη ώστε να αναγνωριστεί εύκολα. Η υφαλοκρηπίδα ποικίλλει σε πλάτος, από κάτι λιγότερο από 1 km, στις ακτές του Ειρηνικού της Νότιας Αμερικής και σε άλλες περιοχές, μέχρι και περισσότερο από 750 km, όπως στις ακτές της Αρκτικής στη Σιβηρία. Η ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα τελειώνει στο ηπειρωτικό χείλος, όπου η κλίση γίνεται απότομα πιο μεγάλη. Το ηπειρωτικό

χείλος βρίσκεται συνήθως σε βάθη από 120 m μέχρι 200 m αλλά μπορεί να βρίσκεται και πιο βαθιά, μέχρι και 400 m.

2.8.4 Ηπειρωτική κατωφέρεια και ηπειρωτική ανύψωση

Η ηπειρωτική κατωφέρεια είναι το πλησιέστερο τμήμα του πραγματικού κράσπεδου. Αρχίζει με το ηπειρωτικό χείλος και κατηφορίζει προς τη βαθιά ωκεάνια λεκάνη. Οι υποβρύχιες χαράδρες, αρχίζουν από την ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα και διασχίζουν κατά μήκος την ηπειρωτική κατωφέρεια, μέχρι τη βάση της στα 3000-5000 m. Μέσα από αυτές τις χαράδρες, τα ιζήματα μεταφέρονται από την ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα στις βαθιές ωκεάνιες λεκάνες.

Τα ιζήματα που μετακινούνται προς τα κάτω, μέσα στις υποβρύχιες χαράδρες, συσσωρεύονται στη βάση των χαραδρών, σχηματίζοντας ένα στρώμα απόθεσης που ονομάζεται βαθυθαλάσσια βεντάλια και μοιάζει πολύ με τα δέλτα των ποταμών. Γειτονικές βαθυθαλάσσιες βεντάλιες μπορούν να συγχωνευθούν και να σχηματίσουν έτσι την ηπειρωτική ανύψωση. Η ανύψωση αποτελείται από ένα παχύ στρώμα ιζήματος στοιβαγμένο στο βυθό. Τα ιζήματα μπορεί επίσης να μεταφέρονται κατά μήκος της βάσης της κατωφέρειας από ρεύματα και να επεκτείνεται έτσι η ηπειρωτική ανύψωση πέρα από τις βαθυθαλάσσιες βεντάλιες [4] .