



N.K.U.A. - Department of Science

Psachna, Euboea - Euripus Campus

Φυσική Περιβάλλοντος :

“κεφ 11: Το Νερό στη Γη και ο παγκόσμιος Ωκεανός”

Καθ. Μιχάλης Γρ Βραχόπουλος

Dr. Dimitra Papadaki | Senior Researcher

Energy and Environmental Research Laboratory





Νερό

- H_2O σημαντικότερη ένωση για την διατήρηση της ζωής
- 70% ανθρώπινου σώματος
- Άριστος διαλύτης, δημιουργεί ιοντικούς δεσμούς, σημαντικό στην μεταφορά θρεπτικών στοιχείων και την υποβοήθηση των βιολογικών λειτουργιών σε ένα υδάτινο περιβάλλον.
- Μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα, σταθεροποιεί την θερμοκρασία των οργανισμών

Νερό

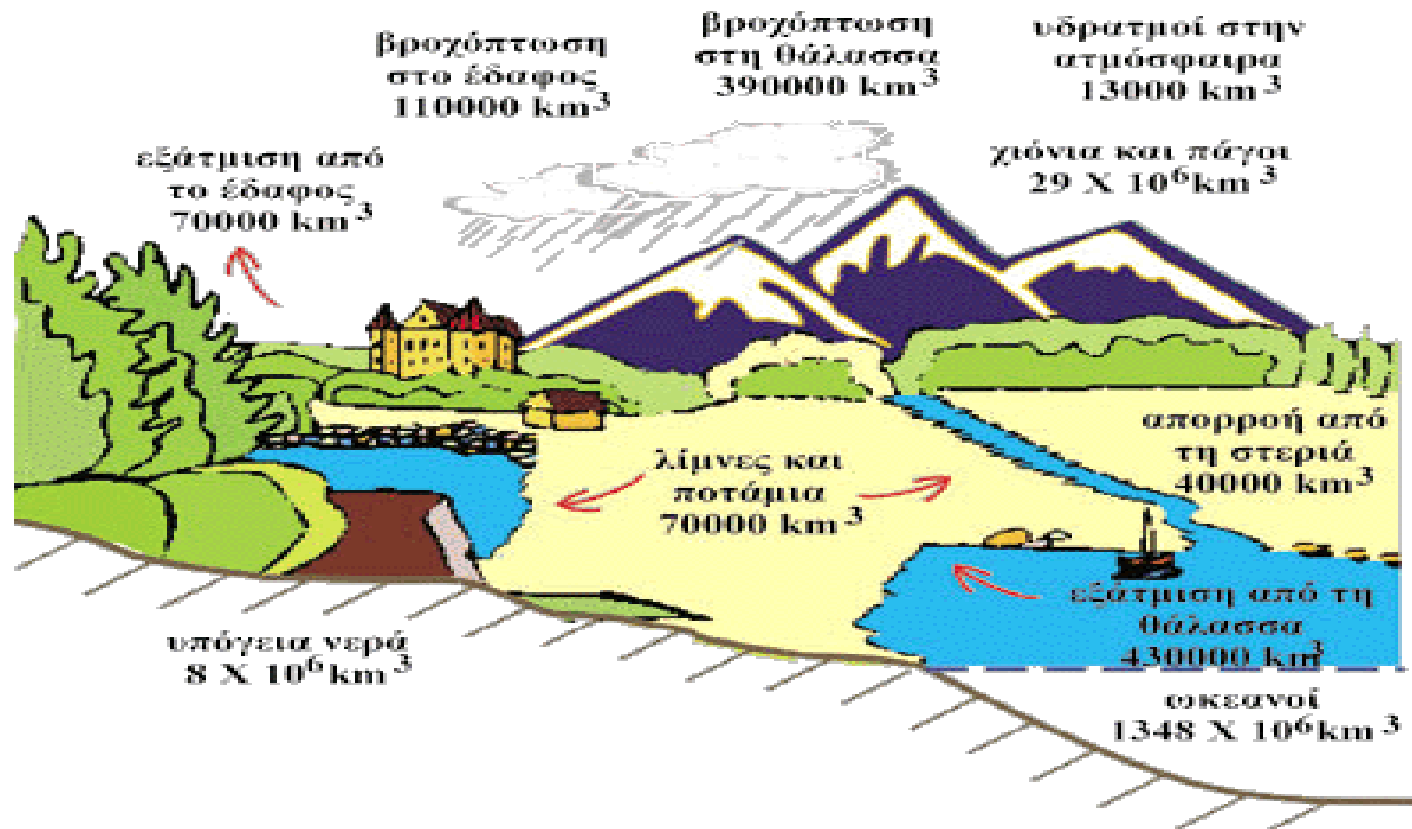
- Οι μεγαλύτερες ποσότητες του νερού βρίσκονται στο έδαφος με την μορφή ωκεανών καλύπτοντας το 71% της επιφάνειας της γης και περιέχουν το 97.2% του νερού.
- Εκτός από ωκεανούς, λίμνες και ποταμούς σημαντικές ποσότητες νερού περιέχουν και **οι υδροβιότοποι**, νερό αβαθές με φυτά που έχουν ρίζες στον πυθμένα.
- Οι εκβολές των ποταμών.
- Λιμνοθάλασσες.
- Το πόσιμο προέρχεται από επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα.

Ο κύκλος του νερού

- Οι θάλασσες διαμορφώνουν σημαντικά τον υδρολογικό κύκλο καθώς δέχονται, συγκριτικά με τις εδαφικές επιφάνειες, μεγαλύτερο όγκο ατμοσφαιρικών **κατακρημνισμάτων**, ενώ παράγουν, μέσω **εξάτμισης** τους περισσότερους υδρατμούς.
- Το νερό που μεταφέρεται στην επιφάνεια της Γης με τη βροχή εκτιμάται σε 110.000km^3 , περίπου, από τα οποία τα 40.000km^3 απορρέουν προς τη θάλασσα και τα 70.000km^3 επιστρέφουν στην ατμόσφαιρα.

Κατανομή νερού ... κίνηση

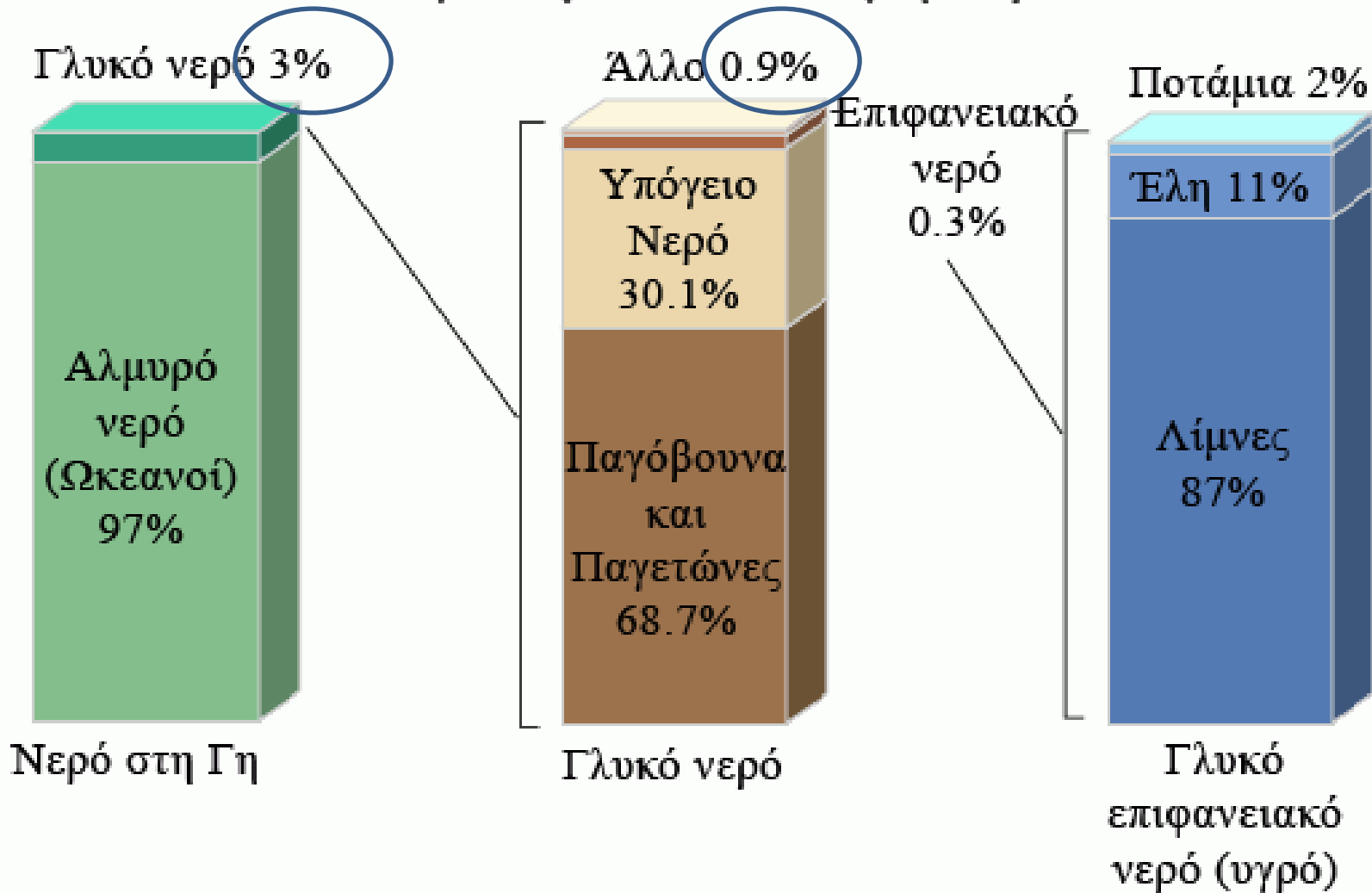
Στη στεριά ο όγκος των βροχοπτώσεων υπερέχει της εξατμισοδιαπνοής, ενώ στις θάλασσες η μεταφορά νερού στην ατμόσφαιρα μέσω εξάτμισης είναι μεγαλύτερη από την είσοδο νερού μέσω βροχοπτώσεων.



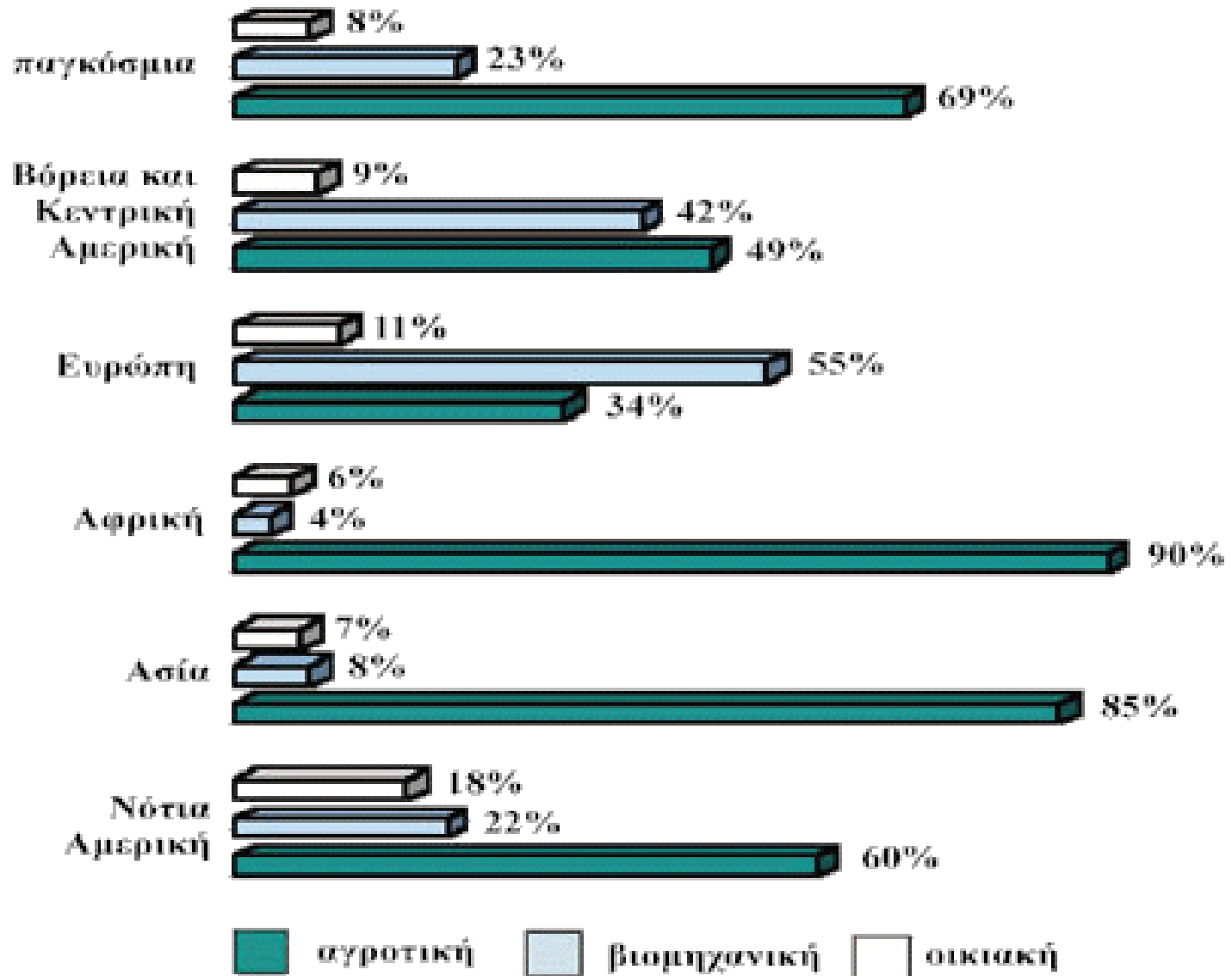
Η κατανομή του νερού στη βιόσφαιρα είναι άνιση.

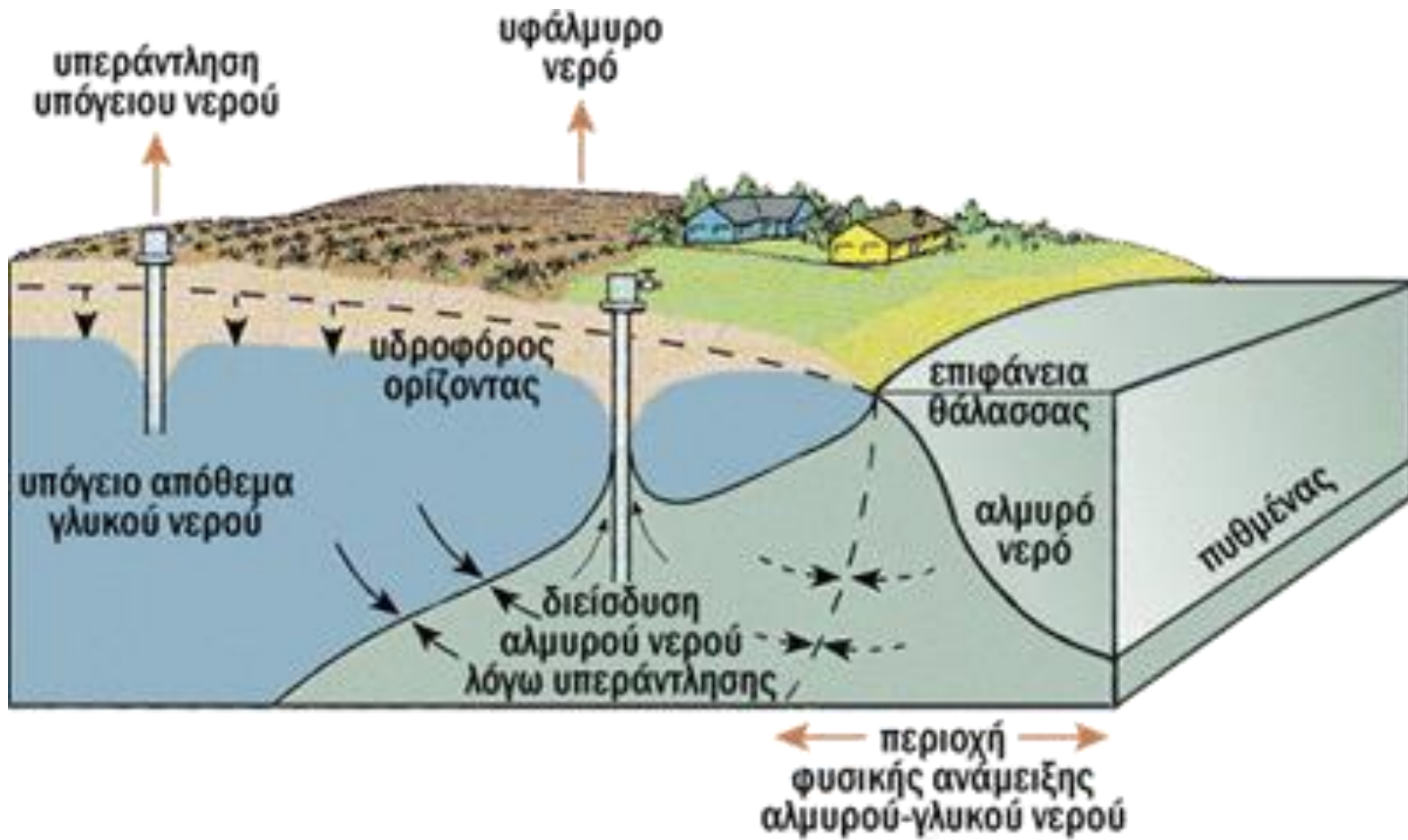
- Το 95% περίπου του νερού της Γης είναι χημικά δεσμευμένο στα πετρώματα, δε συμμετέχει στον υδρολογικό κύκλο και δεν είναι αξιοποιήσιμο από τον άνθρωπο.
- Από το υπόλοιπο νερό του πλανήτη, το
 - 97% περίπου είναι αλμυρό (νερό ωκεανών και θαλασσών),
 - το 2,37% περίπου αποτελεί τους πολικούς πάγους και παγετώνες,
 - το 0,6% περίπου περιλαμβάνει τα υπόγεια νερά μεγάλου βάθους και μόνο.
 - το 0,03% περιλαμβάνει τα επιφανειακά νερά (ποτάμια, λίμνες, υδρατμοί της ατμόσφαιρας, υγρασία του εδάφους, υπόγεια υδάτινα αποθέματα σε μικρό σχετικά βάθος από την επιφάνεια της γης).

Παγκόσμια κατανομή νερού



Χρήση νερού ...





Η υπεράντληση παράκτιων υδροφορέων οδηγεί στην υφαλμύρωση των νερών τους λόγω διείσδυσης θαλασσινού νερού

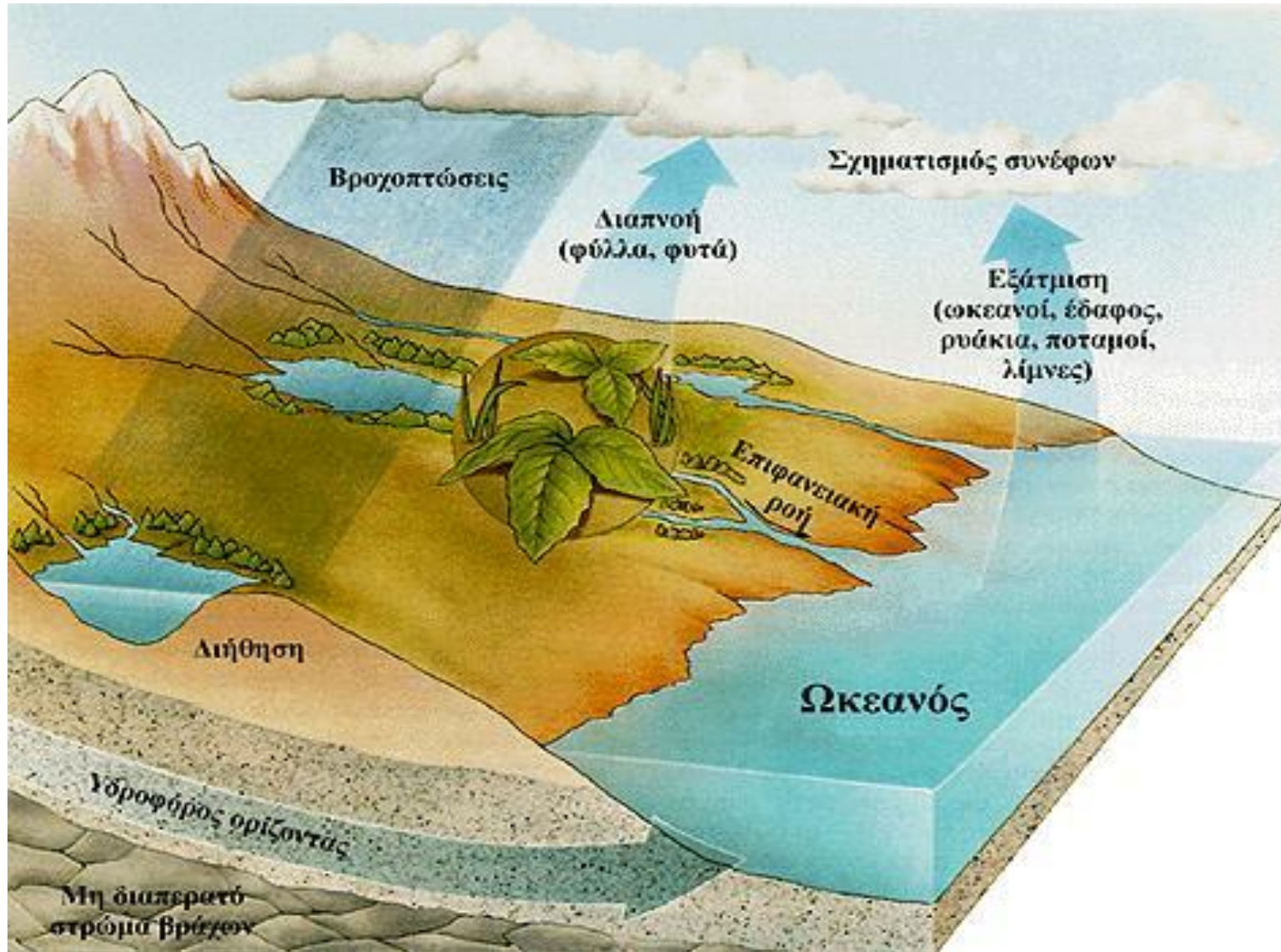
Υδρολογικός Κύκλος

- με τον όρο “υδρολογικός κύκλος” εννοείται η γενική κίνηση της υδάτινης μάζας σ’ όλες της τις φάσεις και από όλους τους δυνατούς δρόμους.

Σημαντικά τμήματα του υδρολογικού κύκλου θεωρούνται: η **εξατμισοδιαπνοή, η βροχή και η αποθήκευση νερού** στην επιφάνεια του εδάφους και μέσα σ’ αυτό (λίμνες, κοιτάσματα νερού) καθώς και η οριζόντια μεταφορά του νερού από ή προς μία περιοχή (ποτάμια).

- *Το νερό ανακυκλώνεται από τους ωκεανούς στην ατμόσφαιρα στο έδαφος και πάλι πίσω στους ωκεανούς. Παρόλο που μερικά τμήματα του νερού δεν είναι διαθέσιμα για χιλιάδες χρόνια.*

Πορεία νερού ...



Υδρολογικός Κύκλος

Το συνολικό φαινόμενο της κυκλοφορίας και κατανομής του νερού στην ατμόσφαιρα και τη γη μπορεί να εκφρασθεί από τη σχέση:

$$P = R + E + I$$

Όπου:

P = τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (precipitation)

R = η επιφανειακή απορροή (runoff)

E = η πραγματική εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration)

I = η κατείσδυση (infiltration).

Υδρολογικός Κύκλος

Τα παραπάνω μεγέθη μπορούν να εκφραστούν σε

- ύψος νερού (mm)
- ή σε όγκο νερού (m^3)
- ή σε ποσοστό επί τοις εκατό (%)

Το νερό στην ατμόσφαιρα βρίσκεται με τη μορφή υδρατμών και αφού υποστεί συμπύκνωση πέφτει στην επιφάνεια της γης σε υγρή (βροχή) ή στερεή μορφή (χαλάζι, χιόνι).

Με τον όρο **ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα** περιλαμβάνονται όλες οι μορφές με τις οποίες το νερό φθάνει στη γη (βροχή, χιόνι, χαλάζι κ.λπ.).

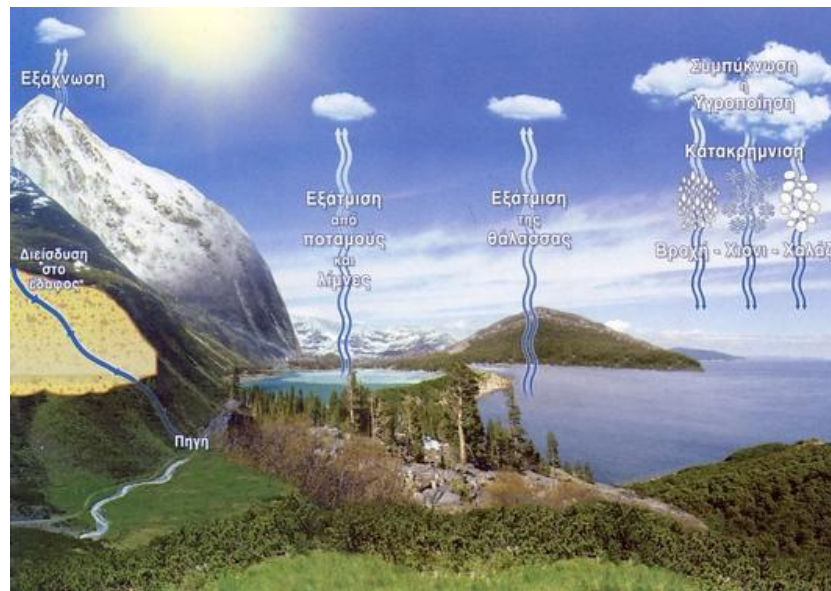
Όσον αφορά τη χιονόπτωση, όταν δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία (πυκνότητα χιονιού), θεωρείται ότι **10 mm ύψος χιονιού** ισοδυναμούν με **1 mm ύψος βροχής** (αναλογία 10:1).

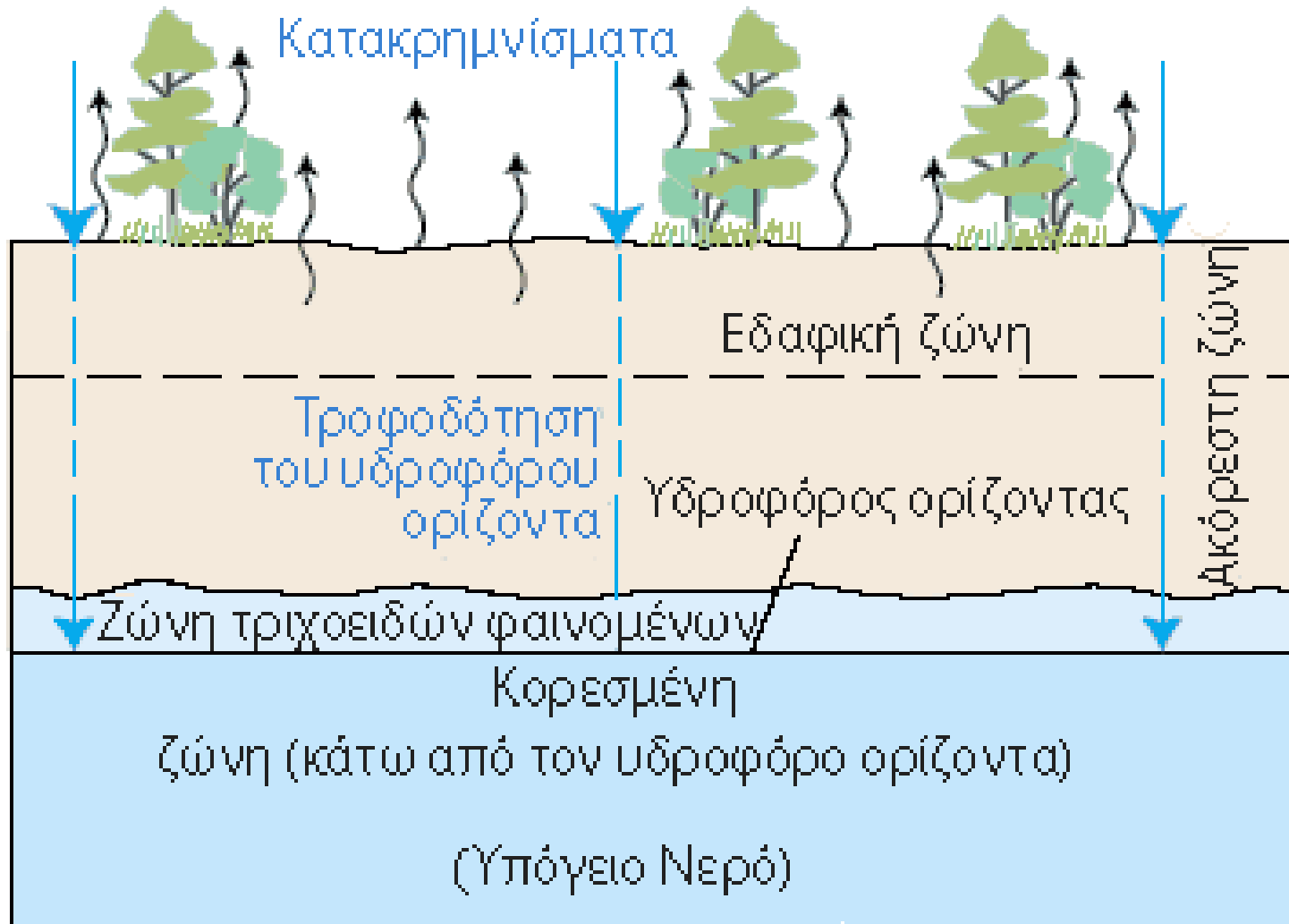
Εξατμισοδιαπνοή

- Η εξατμισοδιαπνοή αντιπροσωπεύει τις ποσότητες του νερού, που επανέρχονται στην ατμόσφαιρα με τη συνδυασμένη δράση της εξάτμισης και της διαπνοής.
- **Εξάτμιση** είναι η διαδικασία μεταφοράς, με τη μορφή υδρατμών, του νερού από την επιφάνεια της γης στην ατμόσφαιρα.
- Με τον όρο **διαπνοή** εννοούνται οι διαδικασίες εκείνες με τις οποίες το νερό μεταβαίνει από την υγρή στην αέρια φάση διαμέσου του σώματος των φυτών.
- Η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως: θερμοκρασία εδάφους-αέρα, υγρασία εδάφους-αέρα, κτλ.
- Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή σε πολλές ημίξηρες λεκάνες της Ελλάδας ανέρχεται σε 70-85% του ετήσιου ύψους βροχόπτωσης, ενώ στις ορεινές περιοχές φθάνει έως 55%.

- **ΕΞΑΤΜΙΣΗ** Εξάτμιση είναι η διεργασία μέσω της οποίας το νερό γίνεται από υγρό αέριο, ή αλλιώς υδρατμός, και αποτελεί το βασικό τρόπο με τον οποίο το νερό από υγρό ξαναμπαίνει στην ατμόσφαιρα και μαζί στον υδρολογικό κύκλο.
- **ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ** Η συμπύκνωση είναι η διεργασία της μετατροπής του νερού από την αέρια στην υγρή μορφή. Η συμπύκνωση είναι σημαντική για τον κύκλο του νερού, διότι επιτρέπει τον σχηματισμό των σύννεφων. Τα σύννεφα, παράγουν κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι, χαλάζι) τα οποία είναι και ο βασικός τρόπος με τον οποίο το νερό ξαναγυρίζει στην επιφάνεια της Γης.

Η συμπύκνωση είναι το αντίθετο της εξάτμισης. Η συμπύκνωση, είναι επίσης υπεύθυνη για την ομίχλη, για το θάμπωμα των τζαμιών κατά τη διάρκεια μιας κρύας μέρας, για το νερό που στάζει από το εξωτερικό ενός ποτηριού με κρύο νερό κ.ά.





Παγκόσμιος ωκεανός

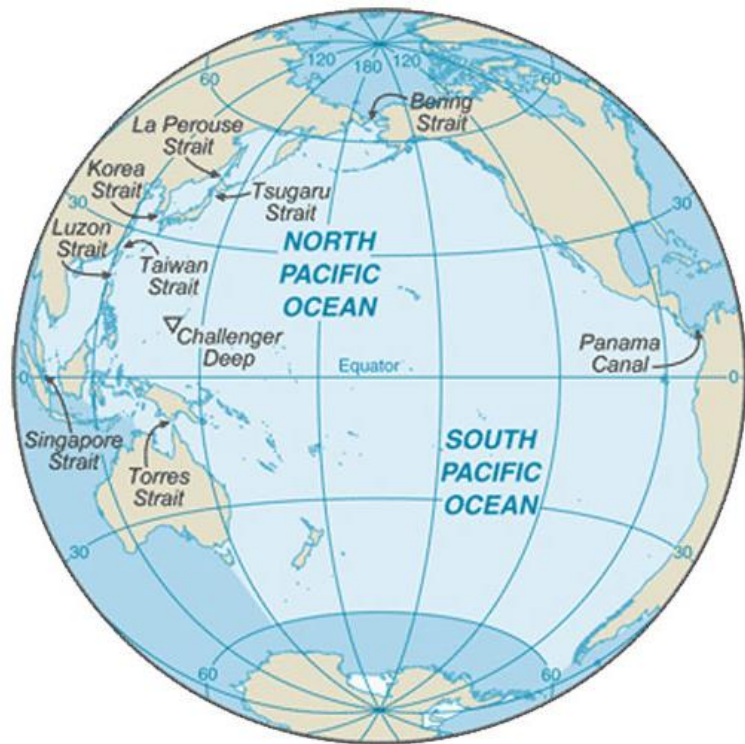
Ο Παγκόσμιος Ωκεανός είναι το διασυνδεδεμένο σύστημα των ωκεάνιων υδάτων της Γης και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της υδρόσφαιρας, καλύπτοντας 361.132.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα (km²), το 70.8% της επιφάνειας της Γης, με συνολικό όγκο 1.332.000.000 κυβικών χιλιομέτρων (km³)

Παγκόσμιος ωκεανός

Ο **Ειρηνικός Ωκεανός**, ο μεγαλύτερος από τους ωκεανούς, εκτείνεται βόρεια του Νότιου Ωκεανού μέχρι τον Αρκτικό Ωκεανό. Εκτείνεται μεταξύ της Αυστραλίας, της Ασίας και της Αμερικής. Ο Ειρηνικός Ωκεανός συναντά τον Ατλαντικό Ωκεανό νότια της Νότιας Αμερικής στο Ακρωτήριο Χορν.

The Pacific Ocean

- Home to Earth's deepest point.
- Home to Ring of Fire.
- Home to Great Pacific Garbage Patch.
- World's deepest ocean.
- World's largest ocean.
- Holds 50% of world's ocean water.



Παγκόσμιος ωκεανός

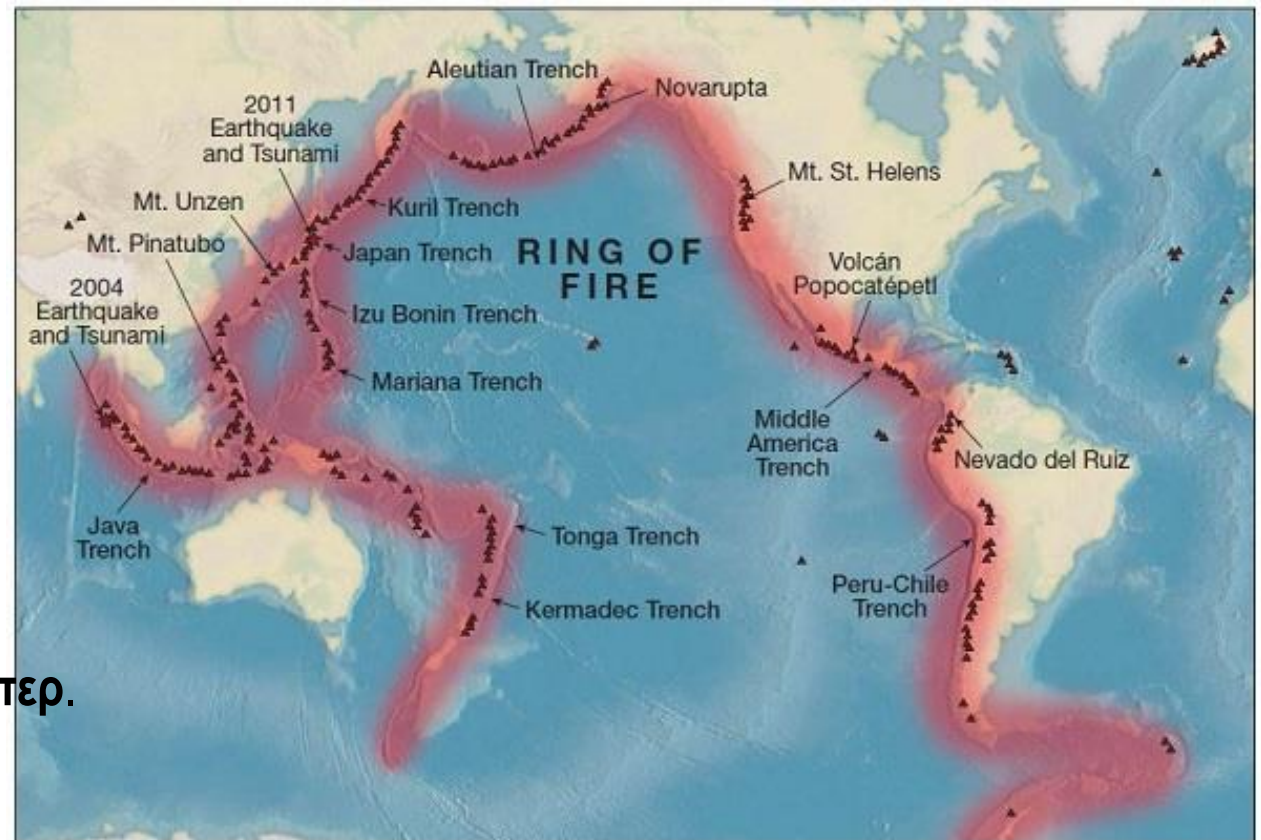
- Ο **Ατλαντικός Ωκεανός**, ο δεύτερος μεγαλύτερος, εκτείνεται από τον Νότιο Ωκεανό μεταξύ της Αμερικής, της Αφρικής και της Ευρώπης, φτάνοντας μέχρι τον Αρκτικό Ωκεανό. Ο Ατλαντικός Ωκεανός συναντά τον Ινδικό Ωκεανό νότια της Αφρικής στο ακρωτήριο Αγκούλχας.
- **Ινδικός Ωκεανός**, ο τρίτος μεγαλύτερος, εκτείνεται προς τα βόρεια από τον Νότιο Ωκεανό μέχρι Ινδία, την Αραβική Χερσόνησο και τη Νοτιοανατολική Ασία και μεταξύ της Αφρικής στη Δύση και της Αυστραλίας στην Ανατολή. Ο Ινδικός Ωκεανός ενώνεται τον Ειρηνικό Ωκεανό στα ανατολικά, κοντά στην Αυστραλία.

Παγκόσμιος ωκεανός

- Ο **Αρκτικός Ωκεανός** είναι ο μικρότερος από τους πέντε. Ενώνεται με τον Ατλαντικό Ωκεανό κοντά στη Γροιλανδία και την Ισλανδία και ενώνεται με τον Ειρηνικό Ωκεανό στο Βερίγγειο πορθμό. Περικλείει τον Βόρειο Πόλο, ξεκινώντας από τη Βόρεια Αμερική στο δυτικό ημισφαίριο και φτάνοντας μέχρι την Σκανδιναβία και τη Σιβηρία στο ανατολικό ημισφαίριο. Ο Αρκτικός Ωκεανός καλύπτεται εν μέρει από θαλάσσιο πάγο, ο οποίος ποικίλλει ανάλογα με την εποχή.
- Ο **Νότιος Ωκεανός** είναι ένας προτεινόμενος ωκεανός που περιβάλλει την Ανταρκτική. Ο Νότιος Ωκεανός καλύπτεται εν μέρει από θαλάσσιο πάγο, ο οποίος ποικίλλει ανάλογα με την εποχή. Ο Νότιος Ωκεανός είναι ο δεύτερος μικρότερος από τους πέντε επονομαζόμενους ωκεανούς.

Οι τεκτονικές πλάκες, η μεταπαγετωνική ανάκαμψη και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας αλλάζουν συνεχώς την ακτογραμμή και τη δομή του παγκόσμιου ωκεανού.

Ο Δακτύλιος της Φωτιάς είναι μια περιοχή γύρω από τον Ειρηνικό Ωκεανό, όπου βρίσκεται το 70% των ηφαιστείων και το 90% των σεισμών. **Υπάρχουν 450 ήρεμα ή ενεργά ηφαίστεια κατά μήκος του δακτυλίου της φωτιάς.** Οι δύο μεγαλύτεροι σεισμοί που καταγράφηκαν ποτέ συνέβησαν στον δακτύλιο της φωτιάς το 1960 και το 1964.



**Χιλή, 1960, 9,5 Ρίχτερ.
Ινδονησία, το 2004. 9,1 Ρίχτερ.
Ιαπωνία, 2011, 9 Ρίχτερ**



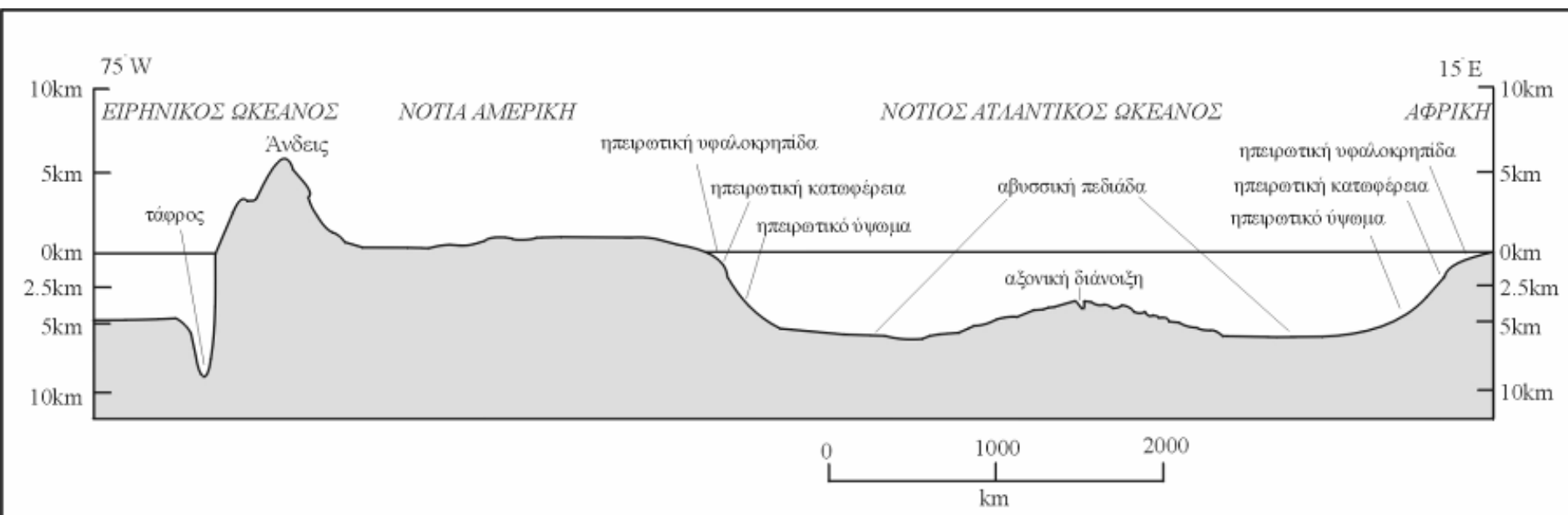
- Ειρηνικός είναι όσος ο Ατλαντικός και Ινδικός μαζί , αποτελεί το 46 %
- Ατλαντικός το 23%
- Ινδικός 20%
- Ανταρκτικός & Αρκτικός 11%

Μέσο βάθος είναι 4.000 χλμ

Μεγαλύτερο βάθος έχει παρατηρηθεί στον δυτικό Ειρηνικό ωκεανό στα νησιωτικά συγκροτήματα των Μαριανών (11χλμ).

Οι ήπειροι αποτελούν τα όρια των ωκεανών.

Τμήματα Ωκεάνιου πυθμένα



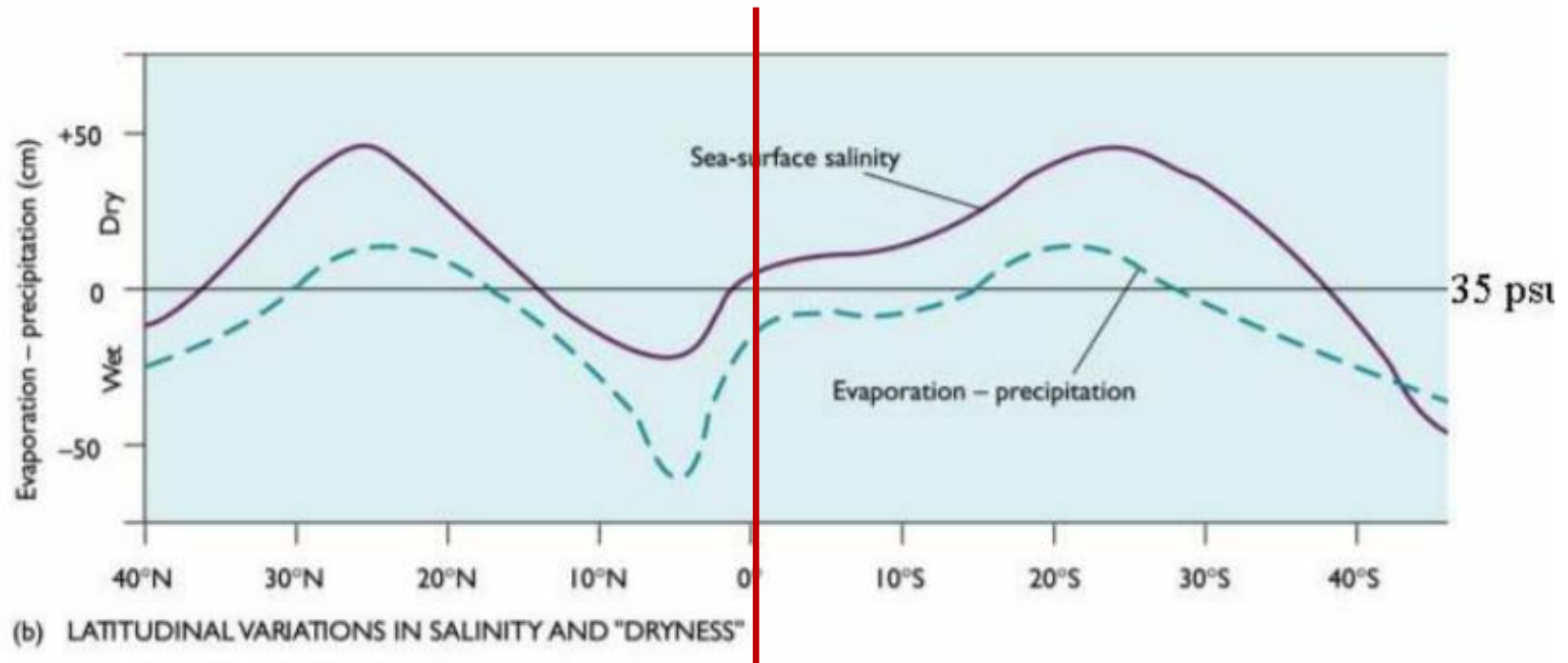
Μέση σύσταση θαλασσινού νερού

Seawater composition (by mass) (salinity = 3.5%)

Element ↕	Percent	↕	Element ↕	Percent ↕
Oxygen	85.84		Sulfur	0.091
Hydrogen	10.82		Calcium	0.04
Chloride	1.94		Potassium	0.04
Sodium	1.08		Bromine	0.0067
Magnesium	0.1292		Carbon	0.0028
Vanadium	$1.5 \times 10^{-11} - 3.3 \times 10^{-11}$			

Αλατότητα, κατανομή επί μεσημβρινού

Latitudinal variation in salinity



Κατανομή μέσης ετήσιας επιφανειακής αλατότητας κατά μήκος ενός μεσημβρινού, σε σύγκριση με τη διαφορά εξάτμισης και βροχόπτωσης

κυμαίνεται από 33-37%, με μέσο όρο το 34%.

Κατανομή Αλατότητας

- Η κατανομή της αλατότητας των επιφανειακών υδάτων δείχνει ότι υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ της αλατότητας και του γεωγραφικού πλάτους. **Χαμηλές τιμές αλατότητας βρίσκονται στις πολικές περιοχές και στον Ισημερινό, ενώ υψηλές τιμές βρίσκονται στις υποτροπικές ζώνες.**
- Η ζωνώδης γεωγραφική κατανομή της αλατότητας συνδέεται κατά κύριο λόγο με τη βροχόπτωση (precipitation) και την εξάτμιση (evaporation).

Κατανομή Αλατότητας

- Οι μέγιστες τιμές αλατότητας βρίσκονται στα γεωγραφικά πλάτη όπου η ετήσια εξάτμιση είναι μεγαλύτερη από την ετήσια βροχόπτωση.

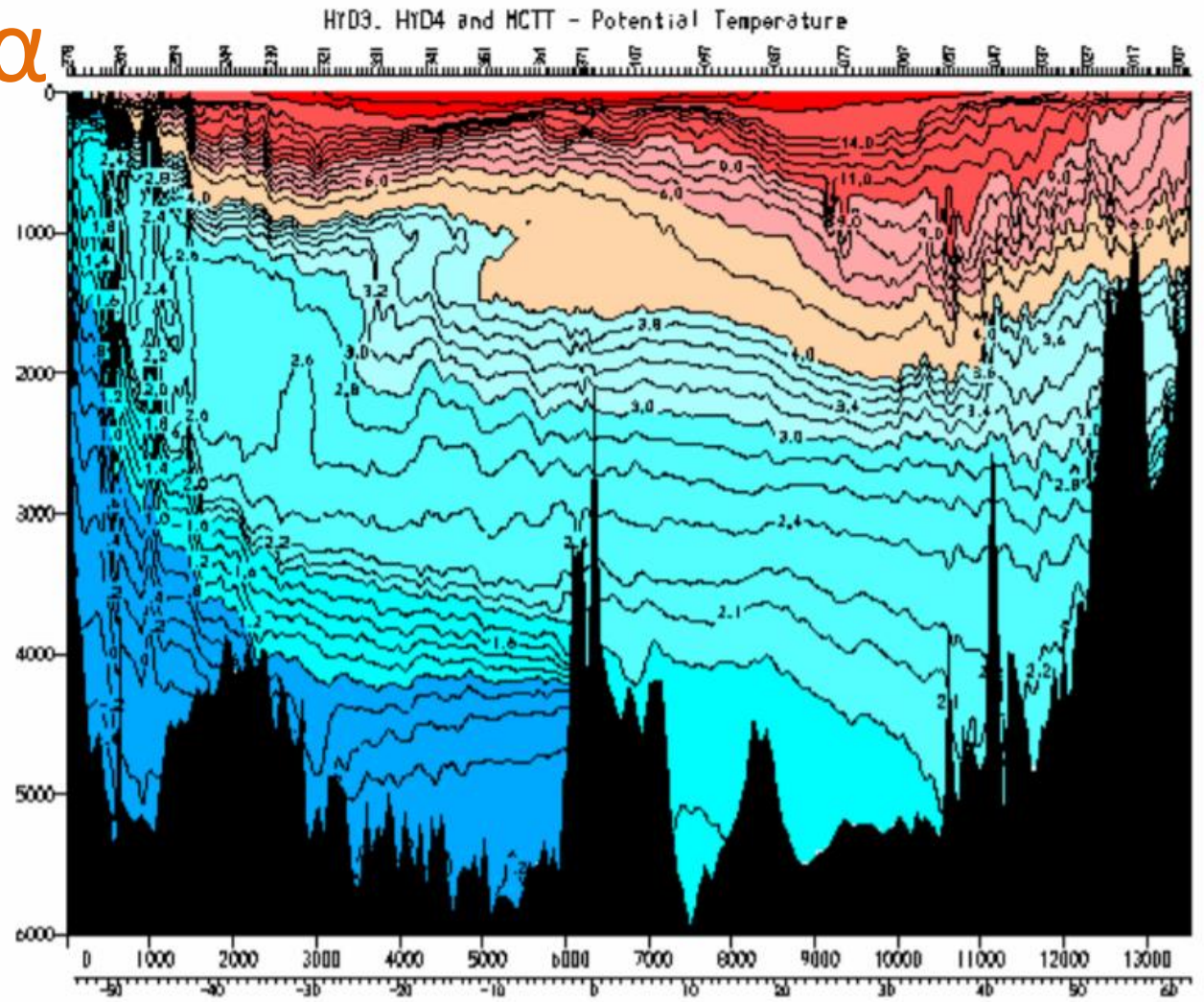
Πίνακας Παράγοντες που αυξάνουν ή ελαττώνουν την αλατότητα των ωκεανών.

Αύξηση αλατότητας	Μείωση αλατότητας
Εξάτμιση	Βροχόπτωση
Σχηματισμός πάγου	Λιώσιμο πάγου
Επιφανειακή κυκλοφορία (advection of more saline water)	Επιφανειακή κυκλοφορία (advection of less saline water)
Μείξη με πιο αλμυρά νερά	Μείξη με λιγότερο αλμυρά νερά
Διάλυση αλατούχων αποθέσεων	Έκχυση γλυκών υδάτων από ποταμούς και παγετώνες.



Κατανομή ιόντων στο θαλασσινό νερό

Θερμοκρασία



Διαμήκης τομή κατανομής θερμοκρασίας κατά μήκος ενός μεσημβρινού στον Ατλαντικό Ωκεανό.

Θερμοκρασία

- το νερό των ωκεανών στο χώρο παρουσιάζει οριζόντια στρωμάτωση με το βάθος
- ενώ επιφανειακά παρουσιάζει ζώνωση από τον Ισημερινό προς τους Πόλους.

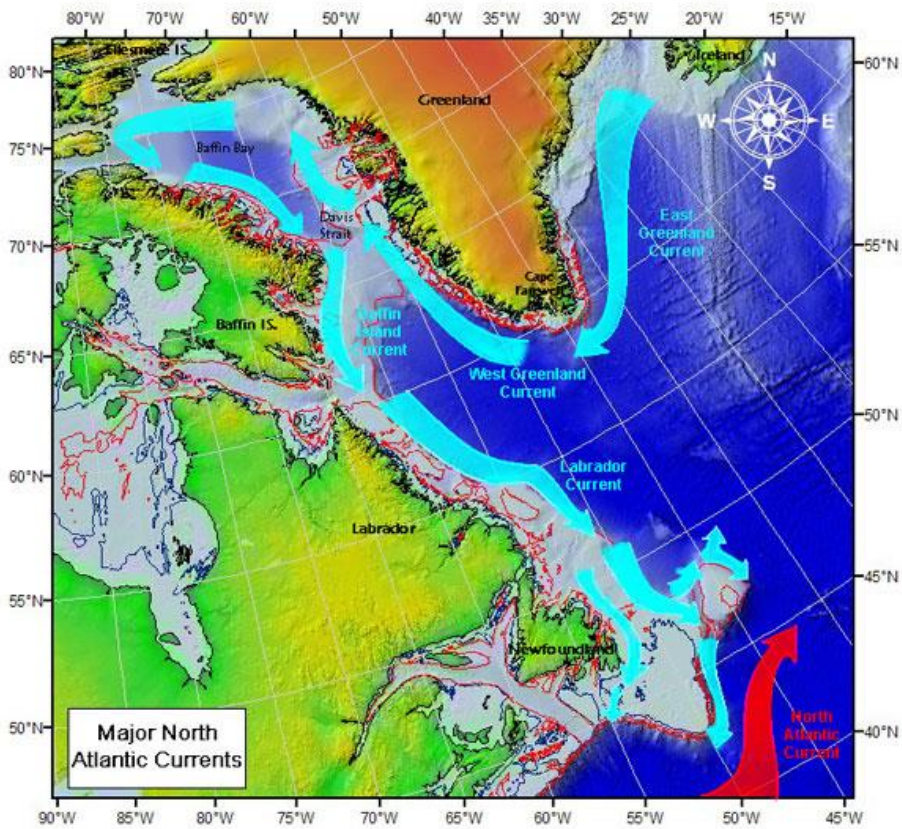
Ισοζύγιο Θερμότητας (Heat Budget) η θερμοκρασία των ωκεανών μεταβάλλεται στο χώρο και στο χρόνο. Οι μεταβολές αυτές προκύπτουν σαν αποτέλεσμα της μεταφοράς θερμότητας μέσω ρευμάτων, απορρόφηση ηλιακής ενέργειας ή απώλεια θερμότητας λόγω εξάτμισης, κλπ. **Το μέγεθος και ο χαρακτήρας των θερμοκρασιακών μεταβολών εξαρτάται από το καθαρό ρυθμό θερμικής ροής,** δηλαδή από τη διαφορά του ποσού της εισερχόμενης (incoming) και απερχόμενης (outgoing) ακτινοβολίας, και οι υπολογισμοί που αναφέρονται στους ρυθμούς θερμικής ροής ονομάζονται **θερμικά ισοζύγια** (heat budgets).

Θερμοκρασία

- Η θερμοκρασία από 28° C στον Ισημερινό μειώνεται στους 18° C στις τροπικές περιοχές και γίνεται -2° C στους πόλους.
- **Οι ισόθερμες καμπύλες στους ωκεανούς αναπτύσσονται γενικά παράλληλα με το γεωγραφικό πλάτος.**
- Μεγάλες παρεκκλίσεις από τη παραλληλία εμφανίζονται κοντά στις ακτές των ηπείρων. Οι παρεκκλίσεις αυτές οφείλονται στην ύπαρξη **ρευμάτων** (currents) και **αναβλύσεων** (upwelling).

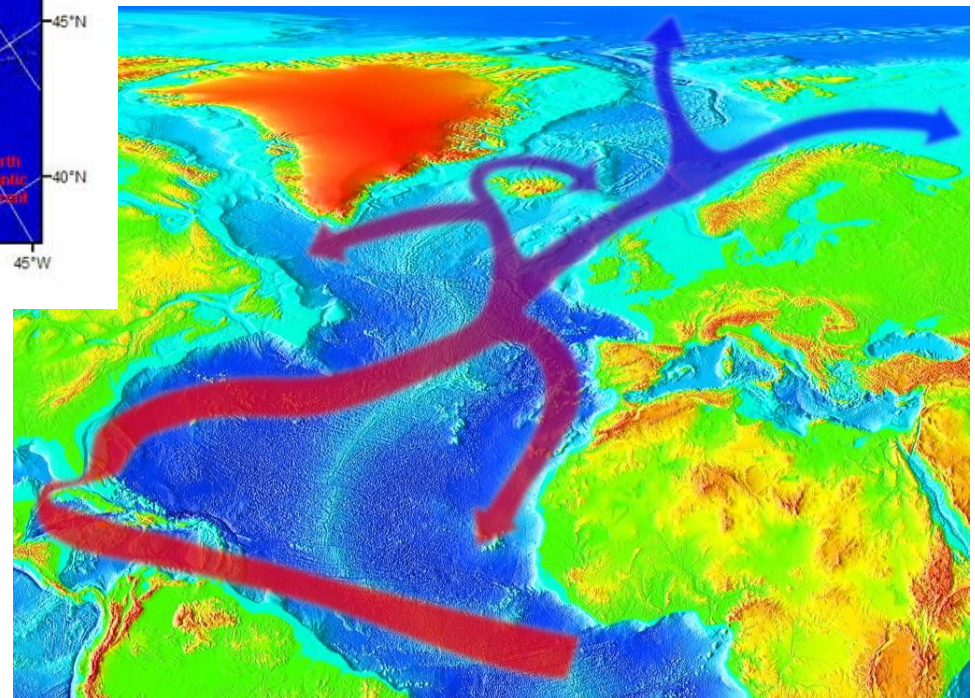
Οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά μήκος των ανατολικών ακτών του Καναδά και οι υψηλές τιμές κατά μήκος των ακτών της Γαλλίας-Αγγλίας οφείλονται στα ρεύματα **Labrador Current** και **Gulf Stream**.

Οι χαμηλές θερμοκρασίες στις ακτές της Αγκόλας οφείλονται σε αναβλύσεις βαθιών υδάτων.



Labrador Current

Gulf Stream.



Θερμοκρασία

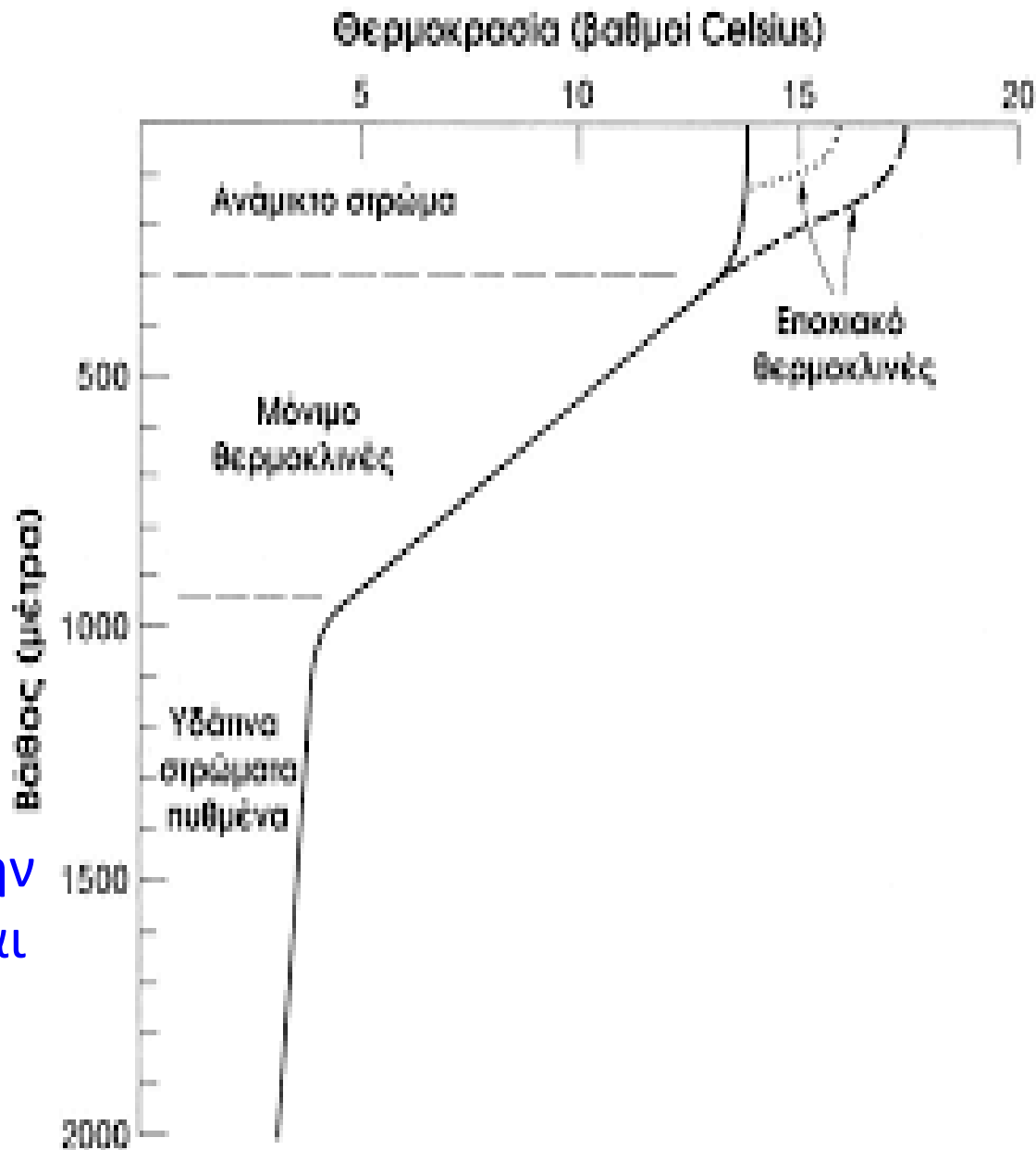
- Η μέση ωκεάνια θερμοκρασία είναι $3,8^{\circ}\text{C}$ και ακόμη και στον Ισημερινό η μέση ωκεάνια θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους $4,9^{\circ}\text{C}$.
- Η υδάτινη στήλη στους ωκεανούς διακρίνεται σε τρία στρώματα:
 - α) **το επιφανειακό ή καλά αναμειγμένο** (well-mixed layer), εκτείνεται από την επιφάνεια μέχρι τα 200 μετρα βάθος και διακρίνεται από σχετικά ομοιόμορφη θερμοκρασία σε όλο το πάχος του. Το στρώμα αυτό αναπτύσσεται κυρίως στον Ισημερινό και σε τροπικές περιοχές
 - β) **το στρώμα του μόνιμου θερμοκλινούς** (permanent thermocline layer), εκτείνεται από τα 200-1500 μ. και χαρακτηρίζεται από απότομη πτώση της θερμοκρασίας με το βάθος κατά **$8-15^{\circ}\text{C}$** . Το θερμοκλινές είναι έντονο (μεγάλη θερμοβαθμίδα) στα χαμηλά και μέσα πλάτη.
 - γ) **το πυθμιαίο στρώμα (bottom layer)** εκτείνεται από τα 1000 μ. ως το πυθμένα και χαρακτηρίζεται από χαμηλή θερμοκρασία η οποία παραμένει σχεδόν αμετάβλητη σε όλο το πάχος του.

Θερμοκρασία

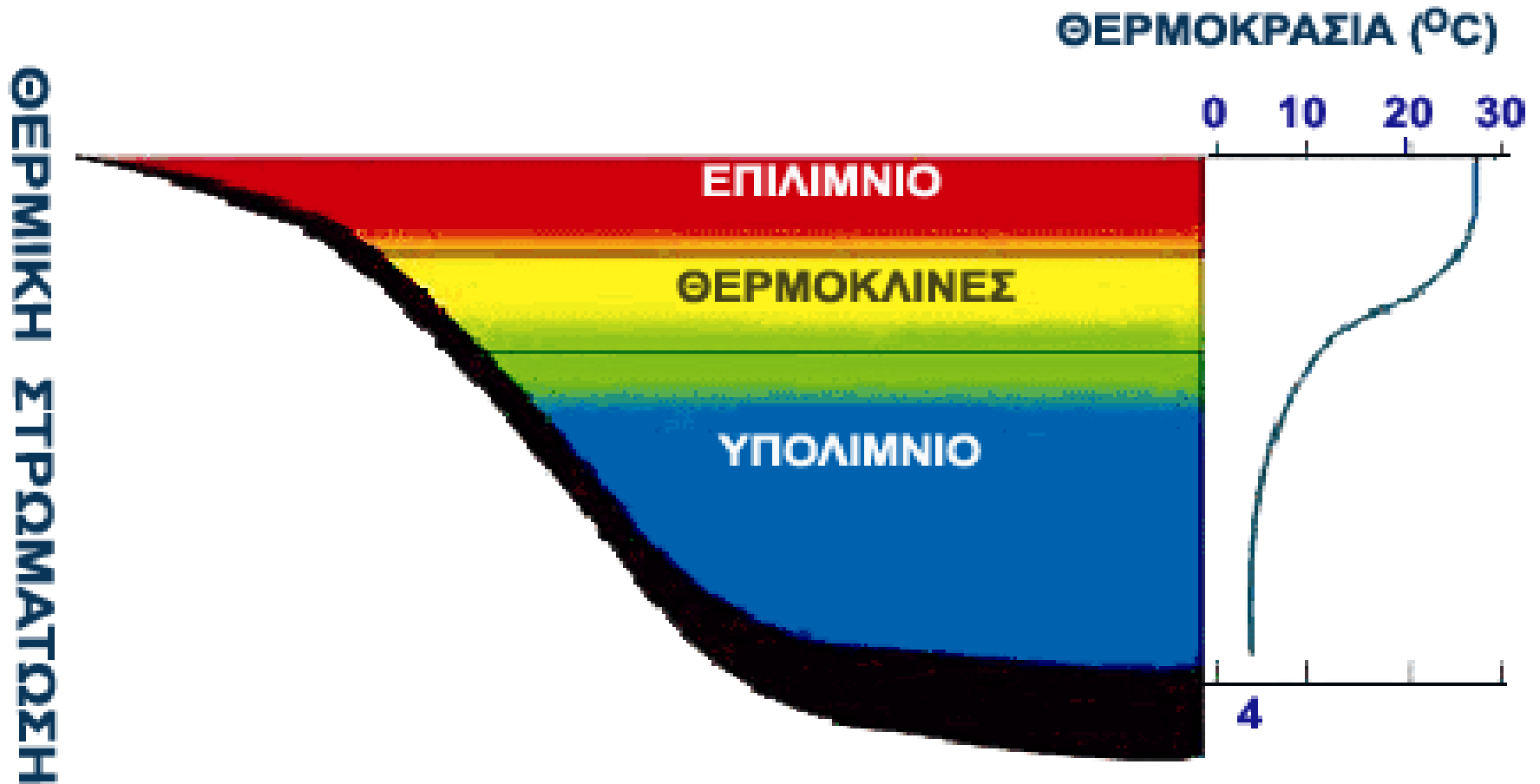
- Στα μικρά γεωγραφικά πλάτη, η θερμοκρασιακή δομή του στρώματος αυτού είναι σχεδόν αμετάβλητη,
- στα μέσα όμως γεωγραφικά πλάτη η θερμοκρασιακή δομή μεταβάλλεται εποχιακά λόγω των σημαντικών εποχιακών μεταβολών της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας.
- Το χειμώνα, ο έντονος κυματισμός προκαλεί πλήρη μείξη σε όλο το πάχος του επιφανειακού στρώματος, οπότε η θερμοκρασία είναι χαμηλή και ομοιόμορφη.
- Το θέρος, η ένταση των κυματισμών είναι μικρή, με αποτέλεσμα η τυρβώδης μείξη να είναι ελάχιστη, οπότε η θερμοκρασία αυξάνει έντονα στην επιφάνεια λόγω συσσώρευσης θερμότητας και δημιουργείται το εποχιακό θερμοκλινές (seasonal thermocline).

- 50- 200μ στρώμα ανάμειξης ωκεανού
- 200- 1000μ μεγάλη θερμοβαθμίδα, η θερμοκρασία μειώνεται γρήγορα
- Κάτω από 1000μ σταθερή θερμοκρασία

Το βάθος που η θερμοβαθμίδα εμφανίζει την μέγιστη τιμή της ονομάζεται **θερμοκλινές (ζωνη θερμοκλινούς)**

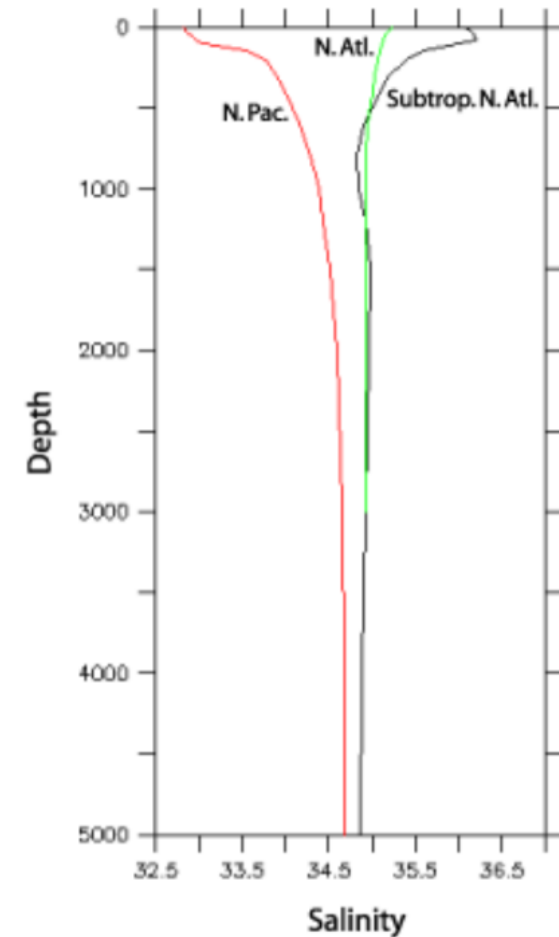
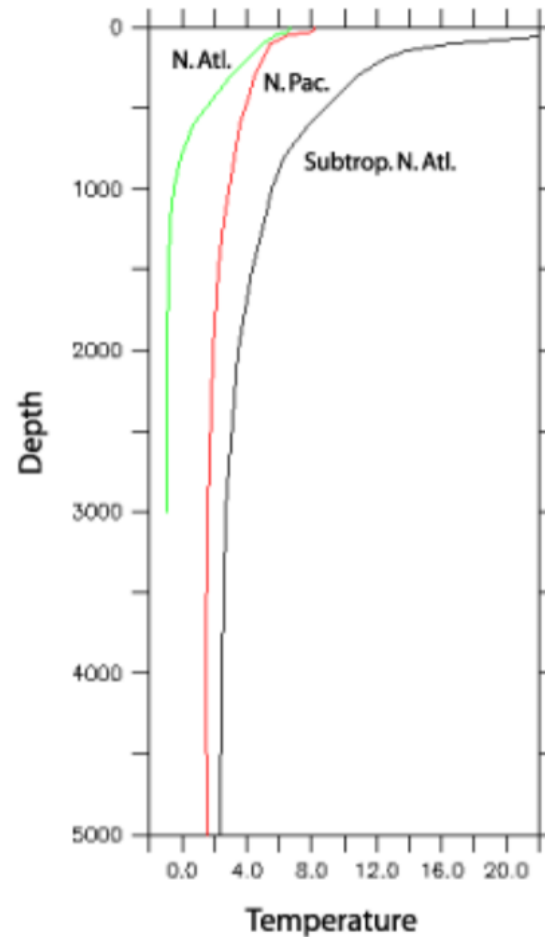


Θερμοκλινές στις λίμνες



Θερμοκλινές

Εκτός από το εποχιακό θερμοκλινές, στα μέσα γεωγραφικά πλάτη απαντάται και το ημερήσιο θερμοκλινές (diurnal thermocline), το οποίο είναι ιδιαίτερα έντονο την άνοιξη, το θέρος και το φθινόπωρο.

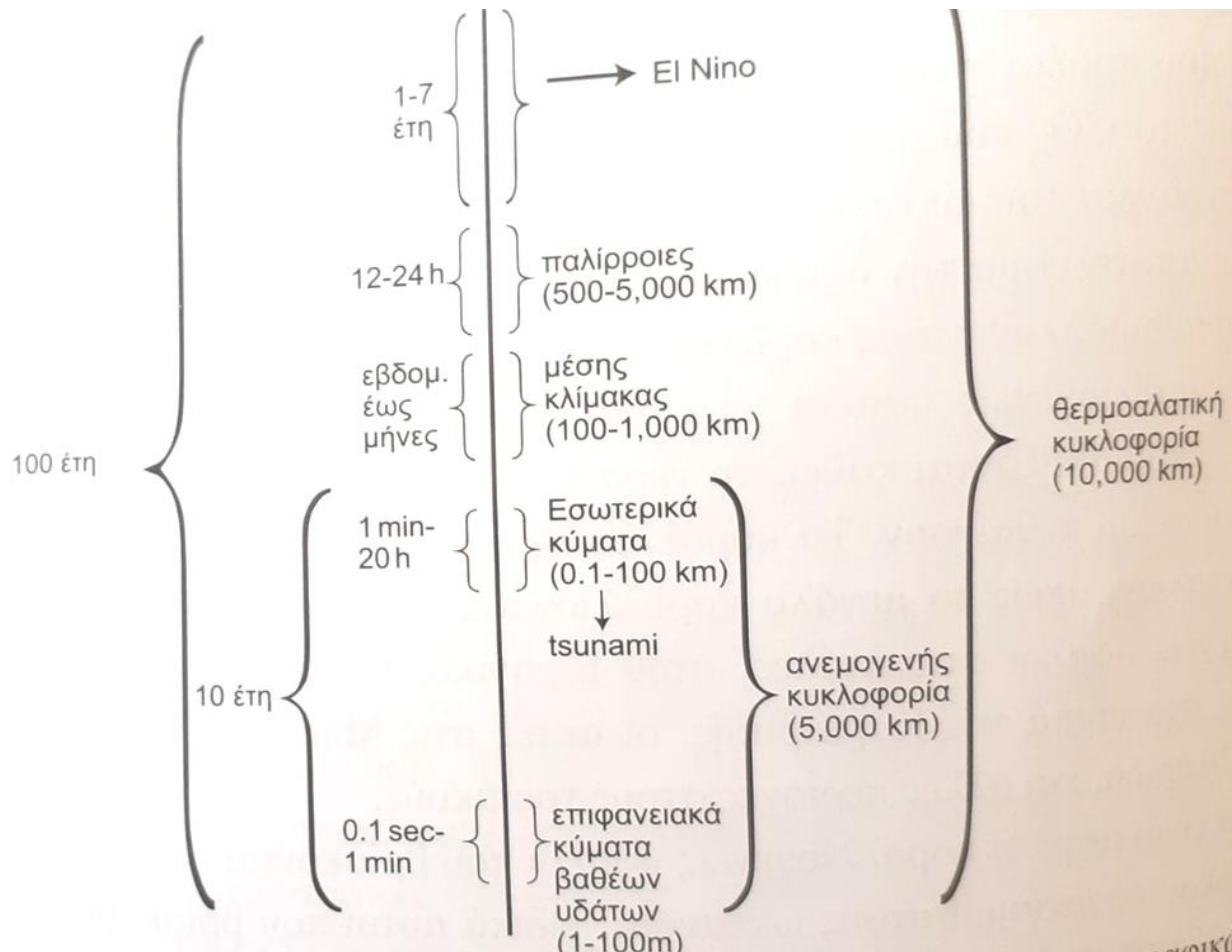


Διοξείδιο του Άνθρακα

- Ο Νότιος Ωκεανός παραμένει μια τεράστια αποθήκη διοξειδίου του άνθρακα στον πλανήτη.
- Οι ωκεανοί απορροφούν μεγάλο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα ενεργώντας ως φρένο στις κλιματικές αλλαγές.
- Η ανάλυση των στοιχείων της πιο πρόσφατης έρευνας έδειξε ότι ο Νότιος Ωκεανός έχει διατηρήσει την ικανότητά του να απορροφά την περίσσεια του διοξειδίου του άνθρακα παρά τις αλλαγές στα ρεύματά του και στις ταχύτητες των ανέμων.
- **Το διοξείδιο του άνθρακα απορροφάται από την παραγμένη επιφάνεια του Νοτίου Ωκεανού και στη συνέχεια μεταφέρεται σε μεγάλα βάθη. Επίσης απορροφάται από δισεκατομμύρια φυτοπλανγκτόν και άλλους οργανισμούς που κατακάθονται στο βυθό όταν πεθαίνουν.**

Η κίνηση στα νερά

Χωρικές και χρονικές κλίμακες φυσικών ωκεανογραφικών φαινομένων



Ei Nino: Νότια Αμερική, σχηματιζόταν μια περιοχή θερμού ύδατος. (Επειδή εμφανιζόταν την εποχή των Χριστουγέννων οι ψαράδες το ονόμασαν Ei Nino, από το θείο βρέφος). Στη συνέχεια η μάζα αυτή του θερμού νερού εξατμιζόταν, προκαλώντας καταρακτώδεις βροχές στις συνήθως ξηρές βορειοδυτικές ακτές του Περού.

Το φαινόμενο Ελ Νίνιο προκαλεί σημαντικές κλιματικές ανωμαλίες σε όλο τον πλανήτη. Κατά τη διάρκειά του, παρατηρείται ανωμαλία στην κίνηση των ατμοσφαιρικών και ωκεάνιων ρευμάτων στον Τροπικό Ειρηνικό Ωκεανό, που επηρεάζει το κλίμα σε όλη τη Γη.

Τα αποτελέσματα είναι εμφανή παντού: η Κεντρική Ευρώπη, τα νησιά του Κεντρικού Τροπικού Ειρηνικού, η Χιλή, η Αργεντινή, η Βραζιλία, η Ουρουγουάη και η Νότια Κίνα πλημμύρισαν. Η Ινδονησία, η Βόρεια Κίνα, η Αυστραλία, η Ταϊλάνδη, η Κεντρική Αφρική αλλά και τμήματα της Νότιας Αμερικής αντιμετωπίζουν έντονα προβλήματα ξηρασίας.

Στη διάρκεια του αντίστοιχου φαινομένου από το 1991 ως το 1994 σημειώθηκε ρεκόρ τυφώνων στον Ατλαντικό, την Καραϊβική και τον Κόλπο του Μεξικού.

NORMAL YEAR



EL NIÑO YEAR



Source: Loonis Snydes depiction based on source data from National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Aeronautics and Space Administration (NASA) and various media ref

Γεωγραφικές συντεταγμένες



Δυνάμεις

- **Βαρύτητα**, το βάρος του νερού ασκεί πίεση. Οι μεταβολές στη βαρύτητα που οφείλονται στην κίνηση του Ήλιου και της σελήνης σε σχέση με τη Γη, δημιουργούν **παλίρροιες**, παλιρροϊκά ρεύματα και ανάμειξη στο εσωτερικό της θάλασσας.
- Η άνωση, οι οριζόντιες βαροβαθμίδες οφείλονται στο διαφορετικό βάρος και συνεπώς στην πίεση νερού σε διάφορα τμήματα του ωκεανού.

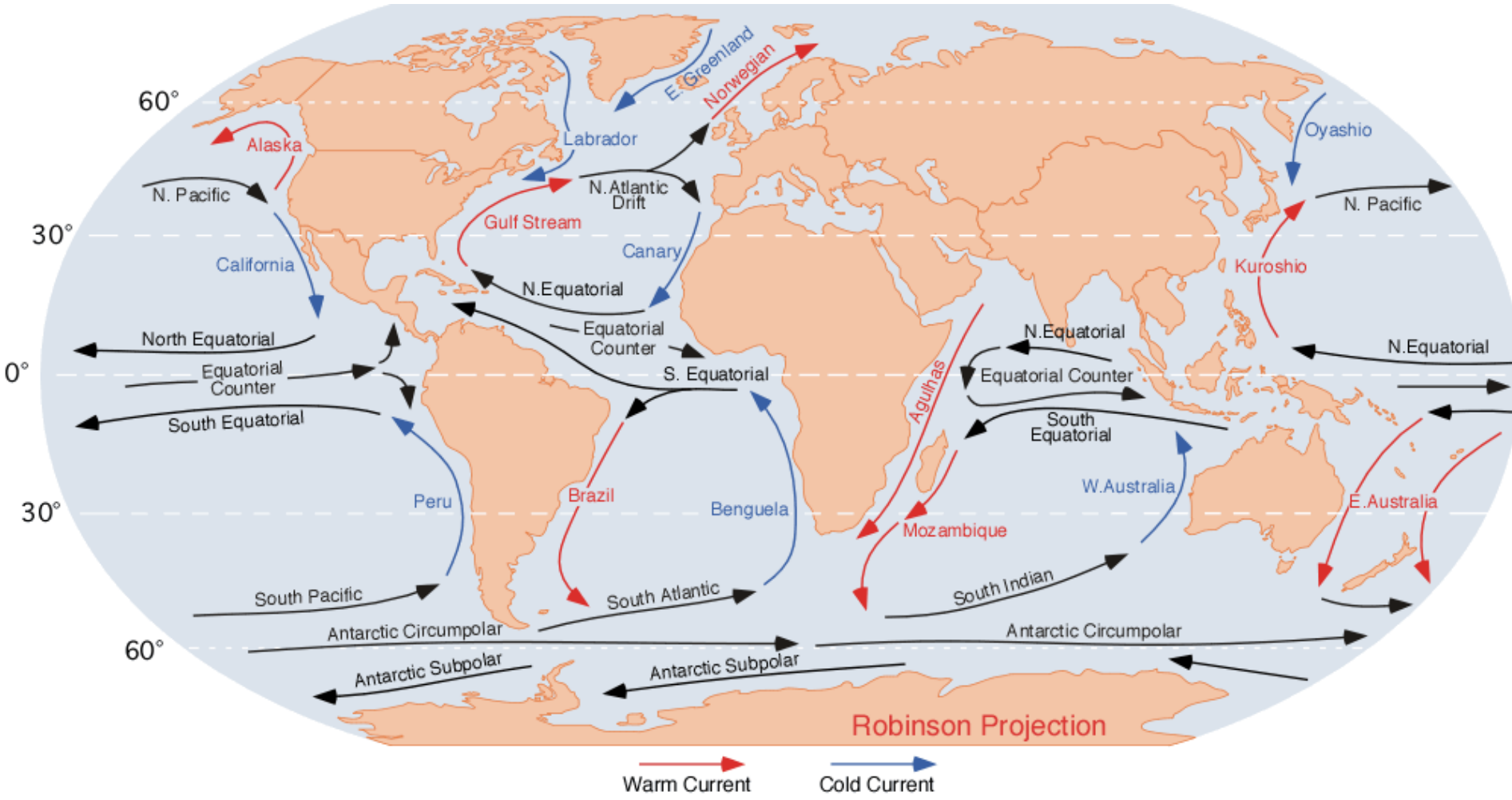
Δυνάμεις

- **Δύναμη τριβής**, ο άνεμος που πνέει κατά μήκος της επιφάνειας της θάλασσας, μεταφέρει οριζόντια ορμή και δημιουργεί **ρεύματα**.
- Οι δυνάμεις που οφείλονται σε περιστρεφόμενα συστήματα συντεταγμένων, όπως η δύναμη **Coriolis**, η οποία μηδενίζεται στον ισημερινό
- Άλλες είναι η πίεση ατμοσφαιρικού ρευστού και η σεισμική δύναμη (τσουνάμι)

Τύποι κυμάτων

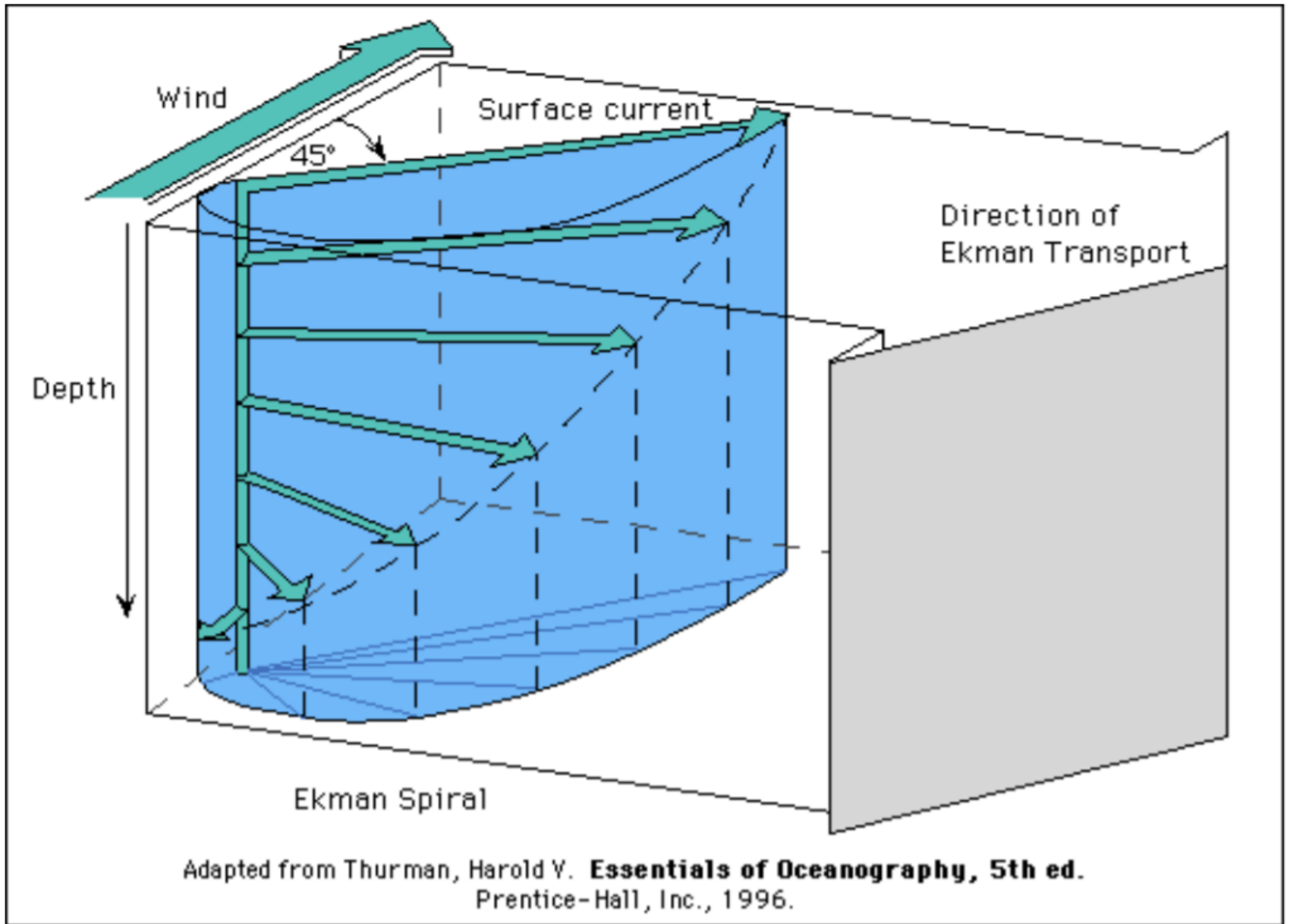
- Επιφανειακά κύματα
- Εσωτερικά κύματα
- Τσουνάμι
- Πλανητικά κύματα
- Παλίρροιες
- Γωνιακά

Ωκεάνια Ρεύματα



Επίδραση ανέμου

- Η σημασία της επίδρασης του ανέμου αυξάνει στις παράκτιες λεκάνες λόγω του περιορισμένου βάθους της υδάτινης στήλης των λεκανών αυτών. Έτσι, η επίδραση του ανέμου επηρεάζει σχεδόν ολόκληρη την υδάτινη στήλη και όχι μόνο το επιφανειακό στρώμα (στρώμα Ekman) που επηρεάζεται στη περίπτωση του ανοικτού ωκεανού.
- Ωστόσο, το παραγόμενο ανεμογενές ρεύμα (wind-induced current) έχει ένταση υψηλότερη στην επιφάνεια της θάλασσας η οποία βαίνει σταδιακά μειούμενη με το βάθος.
- Σύμφωνα με παρατηρήσεις πεδίου, η ένταση του ανεμογενούς ρεύματος είναι περίπου το 3% της έντασης του ανέμου που το δημιουργεί, η δε διεύθυνσή του εκτρέπεται κατά 45° δεξιόστροφα από τη διεύθυνση του ανέμου



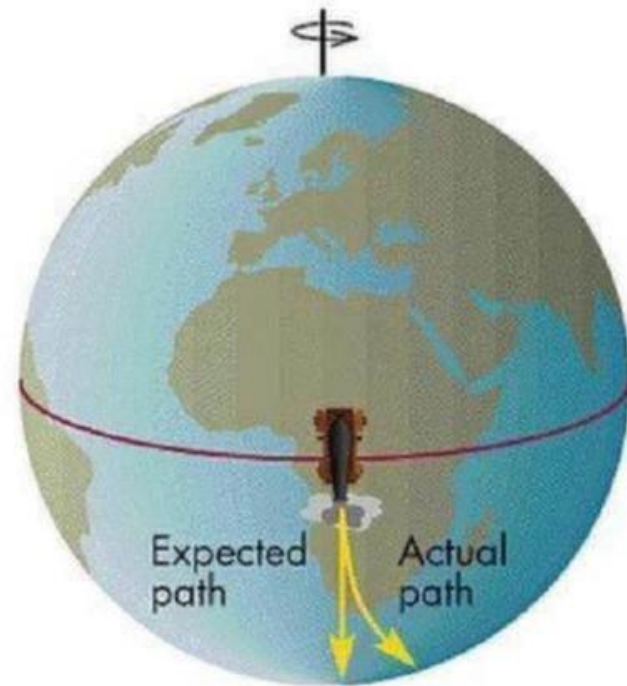
Γεωστροφικά ρεύματα

- Η ισορροπία που προκύπτει μεταξύ της οριζόντιας βαθμίδας πίεσης και της δύναμης Coriolis είναι η γενεσιουργός αιτία των γεωστροφικών ρευμάτων και ονομάζεται **γεωστροφική ισορροπία**.
- Η διαφορά πίεσης μπορεί να προκληθεί από αίτια όπως η επίδραση του ανέμου, η μετεωρολογική παλίρροια, οι μεγάλες εκροές ποταμών και γενικά όλοι οι παράγοντες που μπορούν να δημιουργήσουν μεταβολές στάθμης της επιφάνειας της θάλασσας ή/και μεταβολές της κατανομής της πυκνότητας στο θαλάσσιο χώρο.
- Τα γεωστροφικά ρεύματα είναι ρεύματα μεγάλης κλίμακας και εμφανίζονται μεταξύ περιοχών με αποστάσεις μερικών δεκάδων χιλιομέτρων
- Το γεωστροφικό ρεύμα έχει διαφορετική κατεύθυνση στο Βόρειο Ημισφαίριο και διαφορετική στο Νότιο Ημισφαίριο σε σχέση με τη διεύθυνση της μεταβολής της πίεσης.

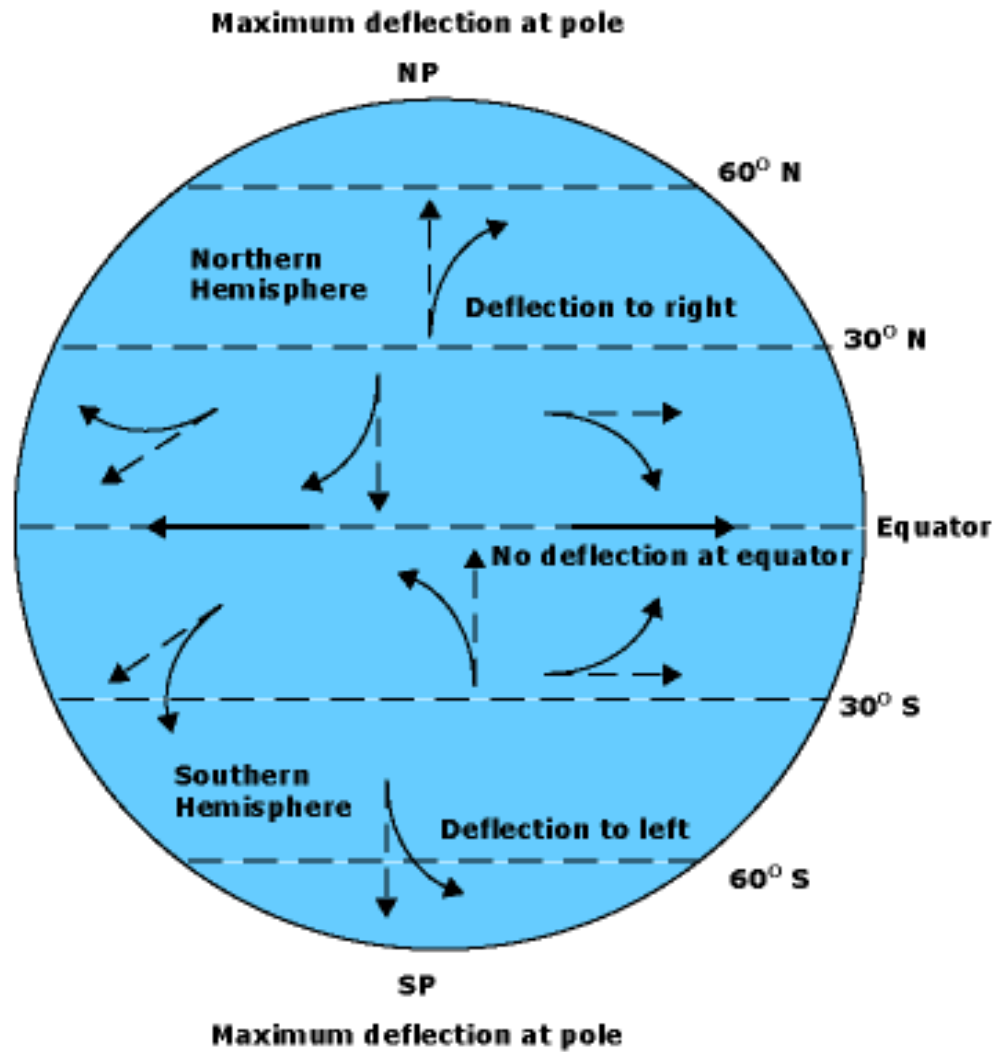
Δύναμη Coriolis

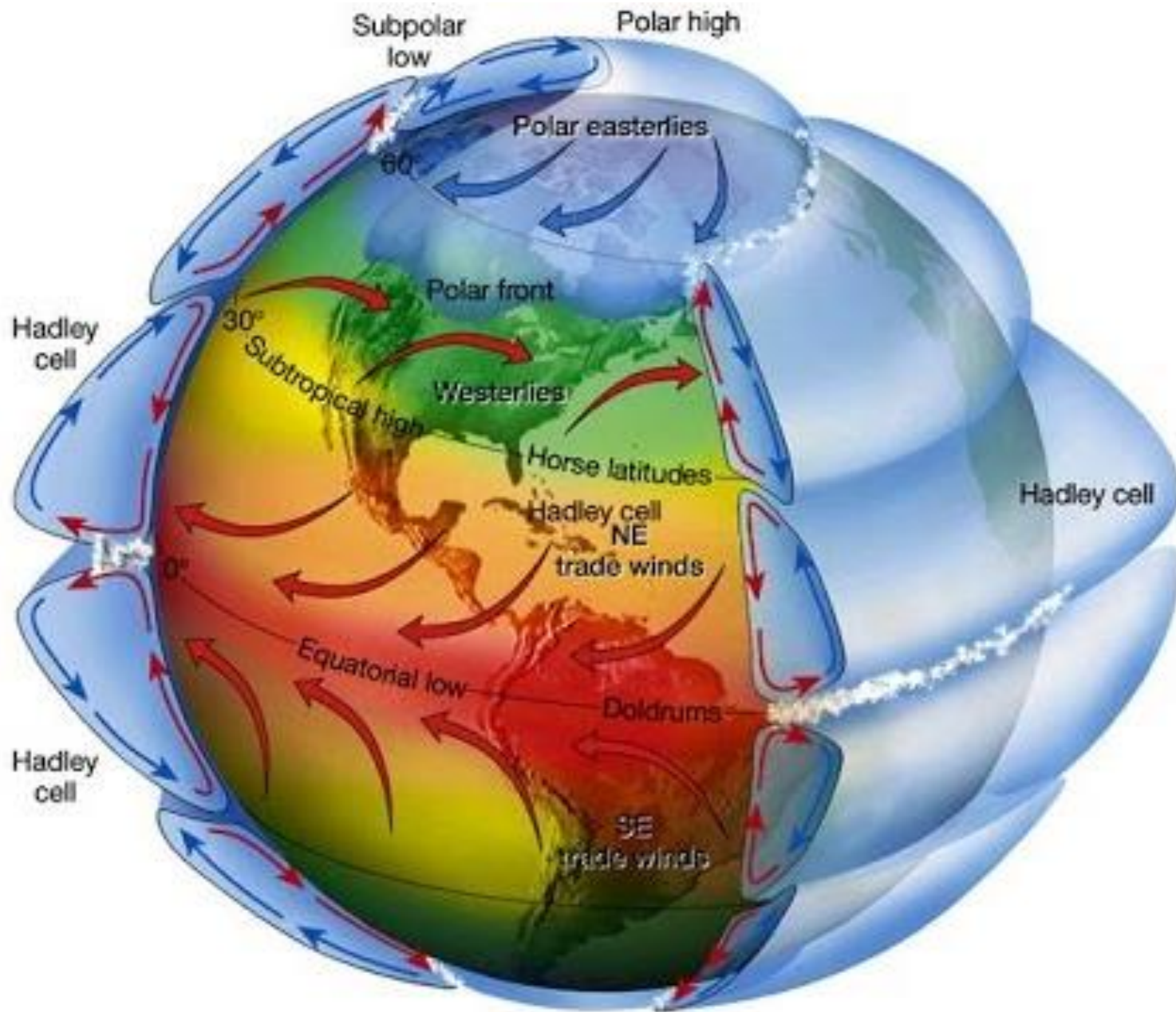


A Projectile fired northward



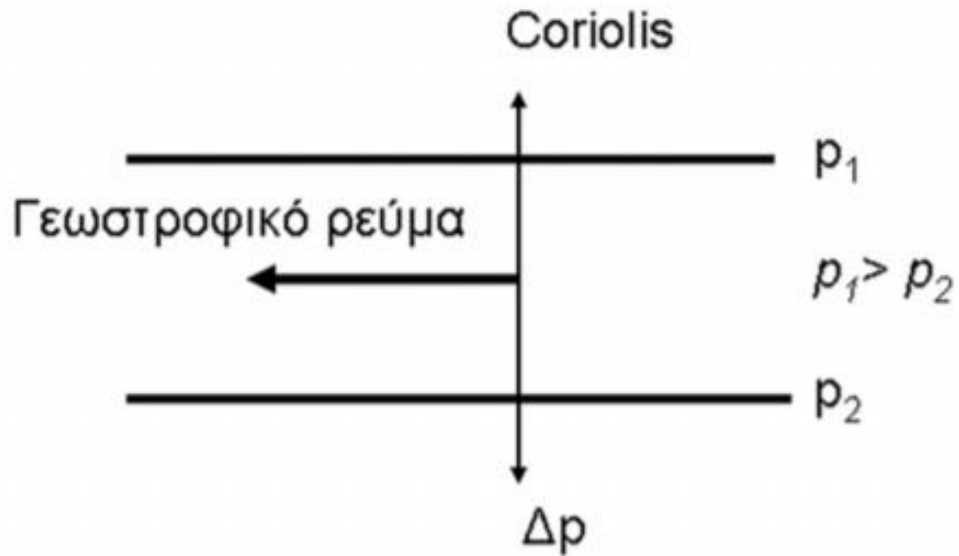
B Projectile fired southward



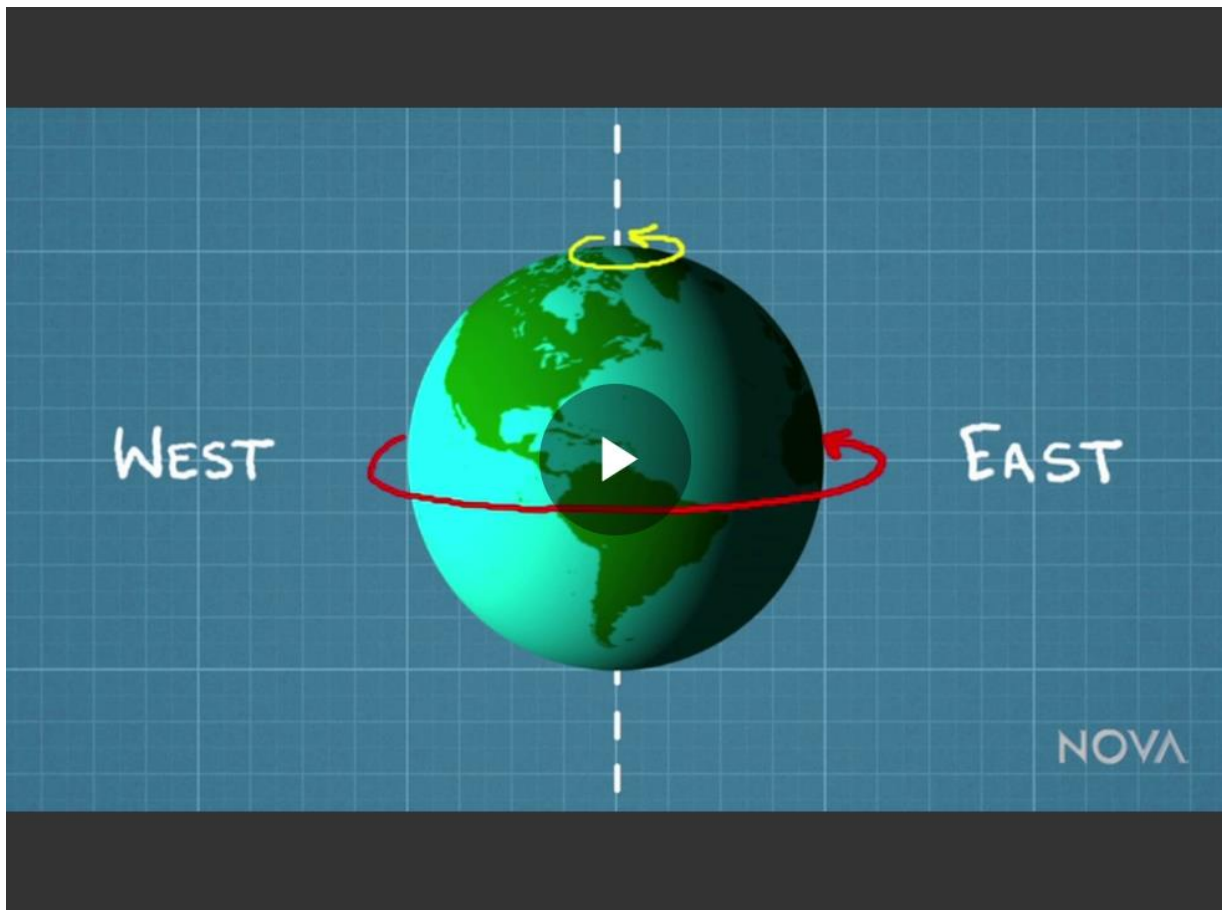


- Το θαλασσινό νερό έχει την τάση να κινηθεί από περιοχή υψηλής πίεσης (ή υψηλής στάθμης) προς περιοχή χαμηλής πίεσης (ή χαμηλού υψομέτρου). Η δύναμη που προκαλεί αυτή την κίνηση ονομάζεται δύναμη μεταβολής πίεσης (pressure gradient force).

- Σε μία γεωστροφική ροή το νερό αντί να κινείται από την υψηλή πίεση προς τη χαμηλή πίεση, κινείται παράλληλα με τις γραμμές ίσης πίεσης, οι οποίες ονομάζονται ισοβαρείς. **Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της κίνησης της Γης, η οποία προκαλεί τη δύναμη Coriolis.** Η δύναμη αυτή, έχει την τάση να στρέφει το κινούμενο νερό προς τα δεξιά στο Β. Ημισφαίριο και προς τα αριστερά στο Ν. Ημισφαίριο, με αποτέλεσμα να προκύπτει τελικά μία γεωστροφική ισορροπία ανάμεσα στις δύο ασκούμενες δυνάμεις
- **Η κατεύθυνση του γεωστροφικού ρεύματος είναι αντίθετη στα δύο ημισφαίρια λόγω της αντίθετης επίδρασης της δύναμης Coriolis στην κίνηση του θαλασσινού νερού**



Σχηματική απεικόνιση της κατεύθυνσης του γεωστροφικού ρεύματος ανάμεσα σε 2 περιοχές με διαφορετικές πιέσεις p_1 και p_2 στο Β. Ημισφαίριο, όπου $p_1 > p_2$.



- <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/coriolis-effect/?fbclid=IwAR17mZ1CK9jyKT7Mh5gxOit6qq3tFr7poVzZBZgFBGba p6r2PzVXlflzcVs>

Βαθέα ύδατα

- Η ψύξη των επιφανειακών στρωμάτων λόγω μετεωρολογικών συνθηκών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πυκνότητας της θαλάσσιας μάζας και τη δημιουργία πυκνότερων (δηλ. βαρύτερων) νερών, τα οποία έχουν την τάση να μετακινηθούν προς τα μεγαλύτερα βάθη, αντικαθιστώντας τις προϋπάρχουσες ελαφρύτερες μάζες νερού, που την προηγούμενη περίοδο καταλάμβαναν τα βαθύτερα στρώματα της θαλάσσιας στήλης.
- Η βασική αιτία μετακίνησης των πυκνότερων νερών προς μεγαλύτερα βάθη είναι η αποκατάσταση της ευστάθειας της υδάτινης στήλης, η οποία υφίσταται με την ύπαρξη βαρύτερων νερών (μεγαλύτερης πυκνότητας) στη βάση της και ελαφρύτερων νερών (μικρότερης πυκνότητας) προς την κορυφή της.

Βαθέα ύδατα

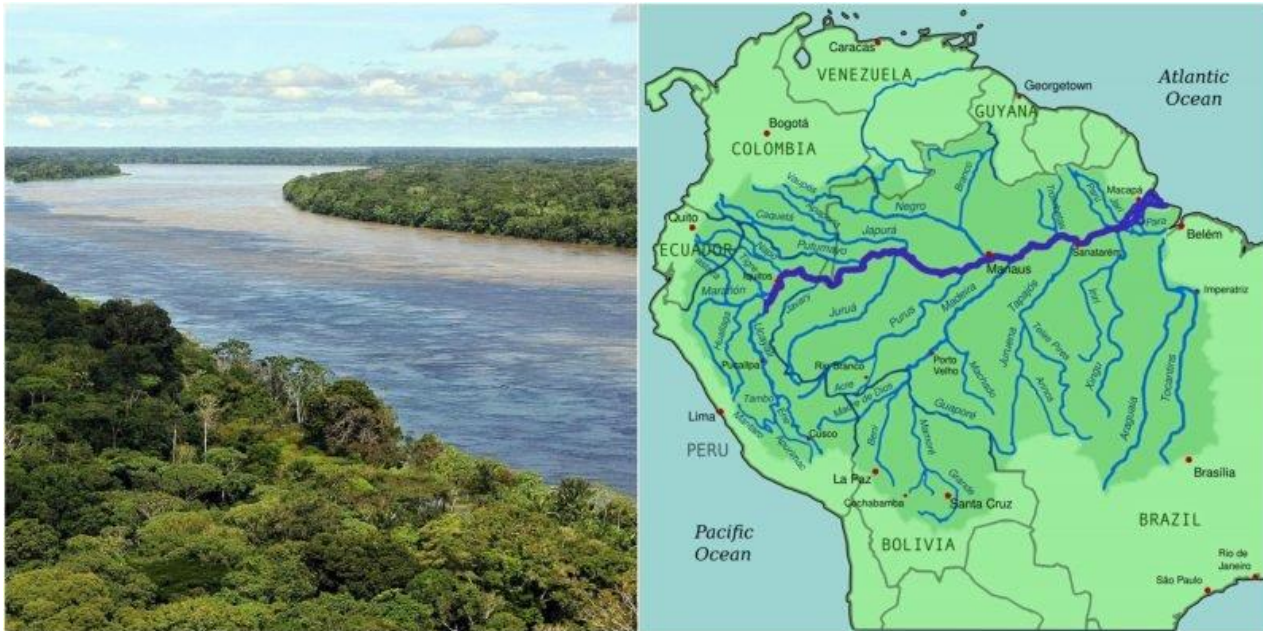
- Η πυκνότητα των επιφανειακών νερών μπορεί επίσης να αυξηθεί με τη δράση της εξάτμισης, η οποία αφαιρεί μόρια νερού από την επιφάνεια, αυξάνει την αλατότητα και δημιουργεί με αυτόν τον τρόπο βαρύτερα νερά.
- Ο συνδυασμός της θερμοκρασίας- αλατότητας, ο οποίος καθορίζει την πυκνότητα της θαλάσσιας μάζας, είναι η βασική συνθήκη δημιουργίας βαθύτερων πυκνών νερών.
- Η δράση των ανέμων, η ατμοσφαιρική θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία είναι οι βασικοί ατμοσφαιρικοί παράγοντες για τη δημιουργία πυκνότερων νερών στα επιφανειακά στρώματα.
- Επίσης, οι παράπλευρες εισροές νερών με διαφορετικά φυσικά χαρακτηριστικά είναι καθοριστικές στη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για τη δημιουργία πυκνότερων νερών.

Ποταμός

- Ο ποταμός είναι το υδάτινο ρεύμα που χαρακτηρίζεται από μια σχετική συνέχεια και σταθερότητα τροφοδοσίας και με τομή κοίτης γενικά αρκετά ομαλή. Συνήθως αντιδιαστέλλεται από τον χείμαρρο, που έχει πιο ανώμαλους και απότομους αντίστοιχους χαρακτήρες

Το σημείο στο οποίο γεννιέται ένας ποταμός ονομάζεται πηγή.

Ο μεγαλύτερος ποταμός του κόσμου είναι ο Αμαζόνιος.



Λίμνη

- Ως λίμνη νοείται ο υδροβιότοπος που αποτελείται από μάζες νερού γλυκού ή αλμυρού, αλλά και γενικότερα μάζες υγρού (πχ. μεθάνιο), συγκεντρωμένες σε κοιλότητες της επιφάνειας της γης, φαινομενικά στάσιμες και χωρίς άμεση επικοινωνία με τη θάλασσα.
- Τα βάθη των λιμνών είναι σχετικά μικρά σε σχέση με των Ωκεανών και των Θαλασσών.

	Name	Countries with shoreline	Area	Length	Maximum depth	Water volume
1	Caspian Sea ^[n 1]	 Kazakhstan  Russia  Turkmenistan  Azerbaijan  Iran	371,000 km ² (143,000 sq mi)	1,199 km (745 mi)	1,025 m (3,363 ft)	78,200 km ³ (18,800 cu mi)
2	Superior	 Canada  United States	82,100 km ² (31,700 sq mi) ^[9]	616 km (383 mi) ^[9]	406.3 m (1,333 ft) ^[9]	12,100 km ³ (2,900 cu mi) ^[9]
3	Victoria	 Uganda  Kenya  Tanzania	68,870 km ² (26,590 sq mi)	322 km (200 mi)	84 m (276 ft)	2,750 km ³ (660 cu mi)
4	Huron ^[n 2]	 Canada  United States	59,600 km ² (23,000 sq mi) ^[9]	332 km (206 mi) ^[9]	229 m (751 ft) ^[9]	3,540 km ³ (850 cu mi) ^[9]
5	Michigan ^[n 2]	 United States	58,000 km ² (22,000 sq mi) ^[9]	494 km (307 mi) ^[9]	281 m (922 ft) ^[9]	4,900 km ³ (1,200 cu mi) ^[9]

Παλίρροιες

- Φυσικό φαινόμενο της περιοδικής ανόδου και καθόδου της στάθμης του νερού μίας μεγάλης λίμνης και κυρίως των θαλασσών.
- Η άνοδος της στάθμης ονομάζεται πλημμυρίδα (flood tide), ενώ η κάθοδος ονομάζεται άμπωτη (ebb ή low tide).
- Από κοινού, πλημμυρίδα και άμπωτης αποτελούν το φαινόμενο **της παλίρροιας**.
- Το φαινόμενο αυτό που επαναλαμβάνεται δύο φορές το 24ώρο (ακριβέστερα 24 ώρες 50' και 30") οφείλεται στη βαρυτική έλξη της Σελήνης αλλά και του Ήλιου πάνω στη Γη, καθώς και στην περιστροφή των ουρανίων σωμάτων αυτών.

TIDES

Low tide

High tide



High tide



Moon

Low tide

Thanks for your attention!

Prof. Mic.Gr.Vrachopoulos

Τέλος κεφαλαίου



HELLENIC REPUBLIC
**National and Kapodistrian
University of Athens**
— EST. 1837 —

Τέλος κεφαλαίου



Dr. Dimitra Papadaki | Senior Researcher

Tel: +30 210 727 6841

dpapadaki@phys.uoa.gr



National and Kapodistrian
University of Athens
National and Kapodistrian University of Athens