

# Αλιευτική Ωκεανογραφία



## Μάθημα 11



Μάρθα Κουτσίδα

**Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών**  
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών Πανεπιστημίου Πατρών

# Μέτρηση Πρωτογενούς Παραγωγικότητας (ΠΠ)

Η Πρωτογενής Παραγωγικότητα σε μία περιοχή πρέπει να είναι γνωστή προκειμένου να είναι δυνατή η εκτίμηση της δυνητικής ενέργειας των ειδών ψαριών στην κορυφή μιας Τροφικής Αλυσίδας.

Αναπτύχθηκαν σχετικά απλές τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν στο πεδίο.

**Μεικτή Πρωτογενής Παραγωγικότητα:** Άνθρακας που δεσμεύεται κατά τη φωτοσύνθεση ανά επιφάνεια στη μονάδα χρόνου.

**Καθαρή Πρωτογενής Παραγωγικότητα:** Άνθρακας που δεσμεύεται κατά τη φωτοσύνθεση, χωρίς να περιλαμβάνει την ποσότητα άνθρακα που δεσμεύεται στην αναπνοή.

Σε υψηλότερα τροφικά επίπεδα η καθαρή διαθεσιμότητα άνθρακα είναι χαμηλότερη γιατί μέρος χάνεται λόγω της αναπνοής.

## 1. Τεχνική Οξυγόνου

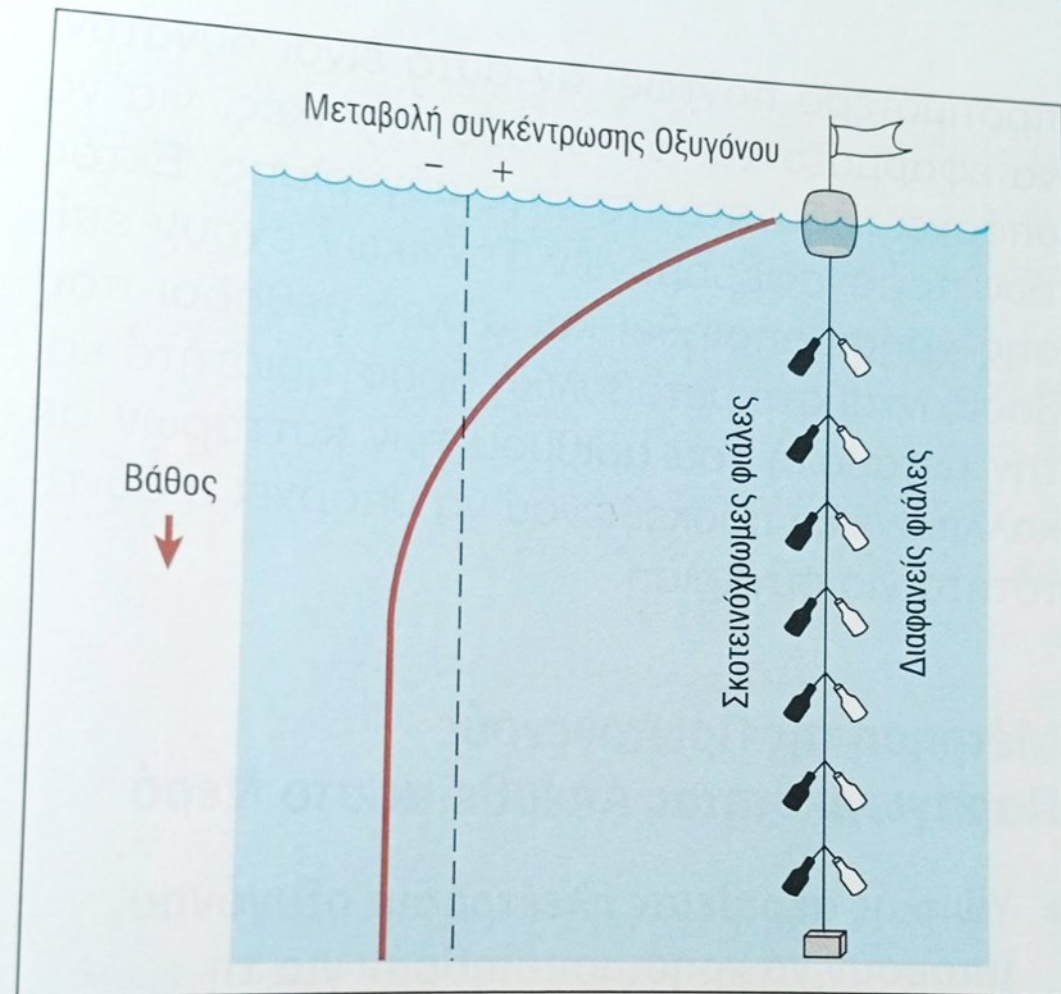
Η τεχνική οξυγόνου βασίζεται στο γεγονός ότι το οξυγόνο απελευθερώνεται ανάλογα με τον ρυθμό φωτοσύνθεσης.

## 2. Τεχνική Ραδιενεργού Άνθρακα

Η τεχνική ραδιενεργού άνθρακα χρησιμοποιεί το ισότοπο C-14 ως ιχνηλάτη της πρόσληψης ιόντων κατά τη φωτοσύνθεση.

Παρέχει μια καλή εκτίμηση της Σωματιδιακής Οργανικής Ύλης που παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση. Έχει καλύτερη εφαρμογή σε νερά χαμηλής παραγωγικότητας λόγω των πολύ μικρών μεταβολών της συγκέντρωσης του οξυγόνου στη φωτοσύνθεση.

Το προτιμότερο είναι να εφαρμόζονται και οι δύο τεχνικές για σύγκριση.



**ΕΙΚΟΝΑ 12.3** Μέτρηση της φωτοσύνθεσης με διαφανείς και σκοτεινόχρωμες φιάλες. Διαφανείς και σκοτεινόχρωμες φιάλες αιωρούνται σε σειρά, σε διάφορα βάθη. Η μεταβολή του Οξυγόνου στη διάφανη φιάλη εξασφαλίζει δεδομένα φωτοσύνθεσης και αναπνοής, ενώ η μεταβολή στη σκοτεινόχρωμη φιάλη εξασφαλίζει δεδομένα μόνο για την αναπνοή.

## Μέτρηση ΠΠ Απευθείας στο Νερό

Υψηλής ακρίβειας ηλεκτρόδια καταγραφής οξυγόνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της ΠΠ από την απευθείας στο νερό μέτρηση της αλλαγής οξυγόνου.

- Τοποθέτηση ηλεκτροδίου στο νερό, και όχι φιαλών.
- Οι αλλαγές στο οξυγόνο παρακολουθούνται με μια συσκευή εγγραφής.

**Την ημέρα:**

**Μεταβολή Οξυγόνου = ΠΠ – (αναπνοή + διάχυση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα)**

**Τη νύχτα (δεν υπάρχει φωτοσύνθεση):**

**Μείωση Οξυγόνου = Ολική αναπνοή στην στήλη του νερού + απώλεια λόγω διάχυσης οξυγόνου στην ατμόσφαιρα**

**Πλεονέκτημα: Μέτρηση των διαδικασιών απευθείας στο περιβάλλον.**

## Οπτικά δεδομένα από τη στήλη του νερού

Δεδομένα που συλλέγονται από επιστημονικά όργανα σε ωκεάνια αγκυροβόλια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της μεταβλητότητας της Πρωτογενούς Παραγωγικότητας (ΠΠ)

**Ζητούμενο:** Καταγραφή των μεταβολών που συμβαίνουν κατά την διάρκεια του χρόνου



Ανάπτυξη **αυτόνομων επιστημονικών οργάνων** που μπορούν να τοποθετηθούν σε αγκυροβόλια ανοικτής θάλασσας και καταγράφουν

- Οπτικές ιδιότητες του θαλασσινού νερού
- Φυσικές ιδιότητες

Π.χ. ταχύτητα ρεύματος, θερμοκρασία, αλατότητα

- Τα δεδομένα που συλλέγονται **μεταδίδονται σε δορυφόρο**
- Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται σε **μαθηματικά μοντέλα** για να εκτιμηθεί η ΠΠ

## **Δορυφορικά δεδομένα και μοντέλα ΠΠ**

Οι δορυφορικοί οπτικοί σαρωτές μπορούν κατά προσέγγιση να εκτιμήσουν τους πληθυσμούς (αποθέματα) του φυτοπλαγκτού που στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν με δεδομένα της επιφάνειας του ωκεανού και μοντέλα ΠΠ ώστε να εκτιμηθούν οι μεταβολές της ΠΠ

## **Δορυφορικά δεδομένα: Παρακολούθηση της ΠΠ σε μεγάλες γεωγραφικές κλίμακες**

### **Πιο σημαντικές παράμετροι:**

- **Βιομάζα Φυτοπλαγκτού στην επιφάνεια**

Εκτιμάται από την ένταση της ακτινοβολίας, και βασίζεται σε ένα μοντέλο που συσχετίζει την ακτινοβολία με την χλωροφύλλη στα επιφανειακά νερά

- **Βάθος Εύφωτης ζώνης**

Η σχέση διείσδυσης του φωτός στην στήλη του νερού ποικίλει με την τοποθεσία και επηρεάζει την φωτοσύνθεση



## Πιο σημαντικές παράμετροι:

- **Φωτοσυνθετική αποδοτικότητα**

Αντιστοιχεί στον άνθρακα που δεσμεύεται / mg χλωροφύλλης. Μπορεί να διαφοροποιείται π.χ. ανάλογα με τα είδη φυτοπλαγκτού, τη θερμοκρασία

- **Διάρκεια ημέρας**

Αλλάζει με την εποχή & το γεωγραφικό πλάτος

- **Ακτινοβολία**

Αλλάζει με την εποχή, το γεωγραφικό πλάτος & τις καιρικές συνθήκες

## Γεωγραφική Κατανομή της Πρωτογενούς Παραγωγικότητας ΠΠ



Γεωγραφική διακύμανση του βάθους της Εύφωτης ζώνης, της συγκέντρωσης των θρεπτικών και της Πρωτογενούς Παραγωγικότητας σε μια διατομή από τις ακτές Georgia των ΗΠΑ

## Χωρική Διαφοροποίηση της ΠΠ

Περιοχές ανάβλυσσης στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα και τον ανοιχτό ωκεανό είναι από τις πιο παραγωγικές, λόγω των ανεμών που μετακινούν τα επιφανειακά νερά μακριά από την ακτή και φέρνουν νερό πλούσιο σε θρεπτικά από μεγαλύτερο βάθος.

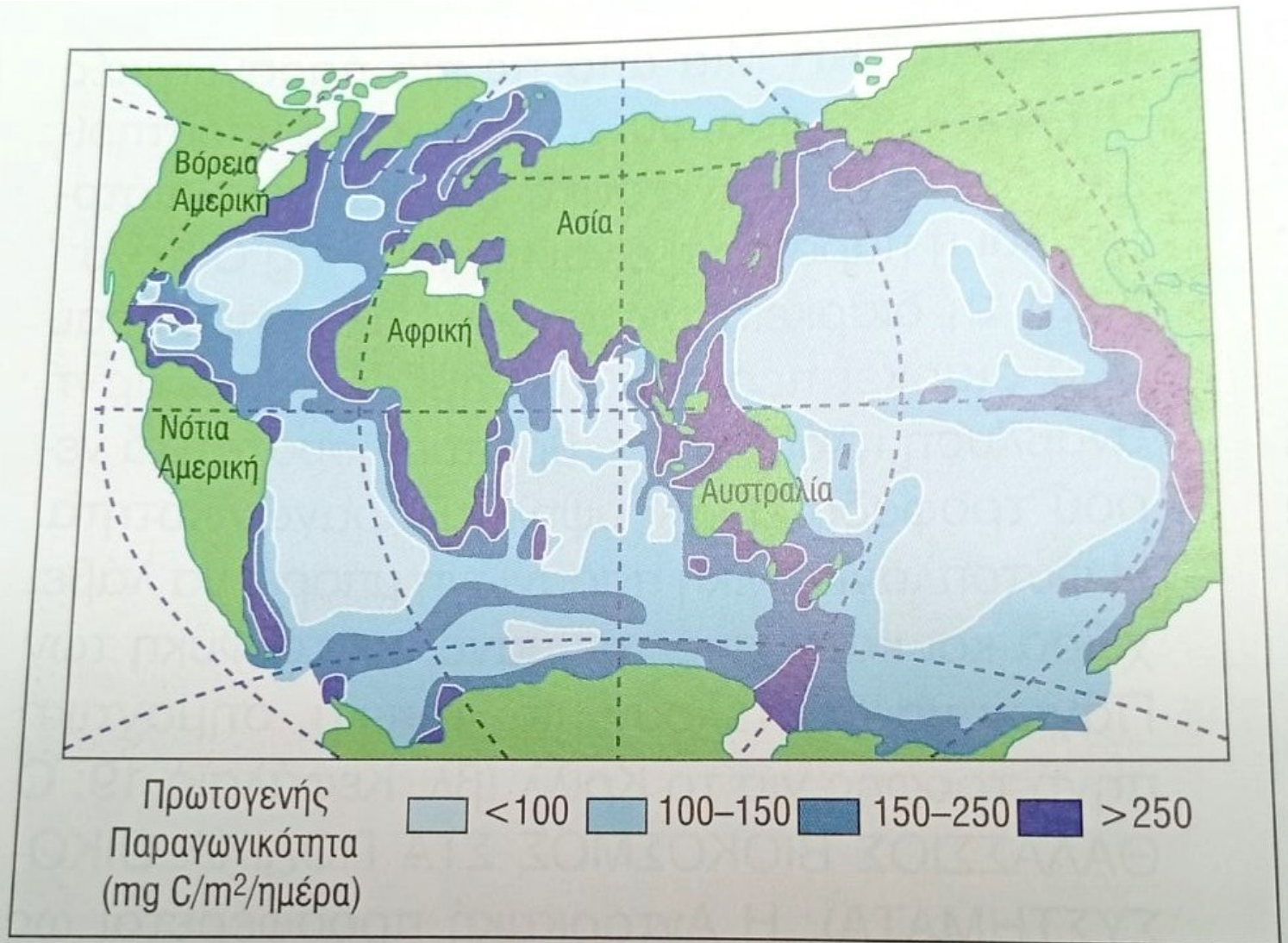
## Παραγωγικότητα ανά Περιοχή

Οι κεντρικές περιοχές των Ωκεανών είναι φτωχές σε θρεπτικά σε σχετικά άγονες για την ΠΠ



## Ατλαντικός Ωκεανός

- Βόρειος & Νότιος: δύο μεγάλα συστήματα δομών επιφανειακής κυκλοφορίας
- Ανατολικά ρεύματα παράγουν σύστημα ανάβλυσης στο Νότιο Ατλαντικό.
- Κεντρικά: Μεγάλη κυκλωνική δομή
- Βόρεια: Αντικυκλωνική δομή – θάλασσα Σαργασών, πολύ μικρή Πρωτογενής Παραγωγικότητα.



**ΕΙΚΟΝΑ 12.6** Κατανομή της Πρωτογενούς Παραγωγικότητας στους Ωκεανούς. (Από Koblentz-Mishke κ.α., 1970).



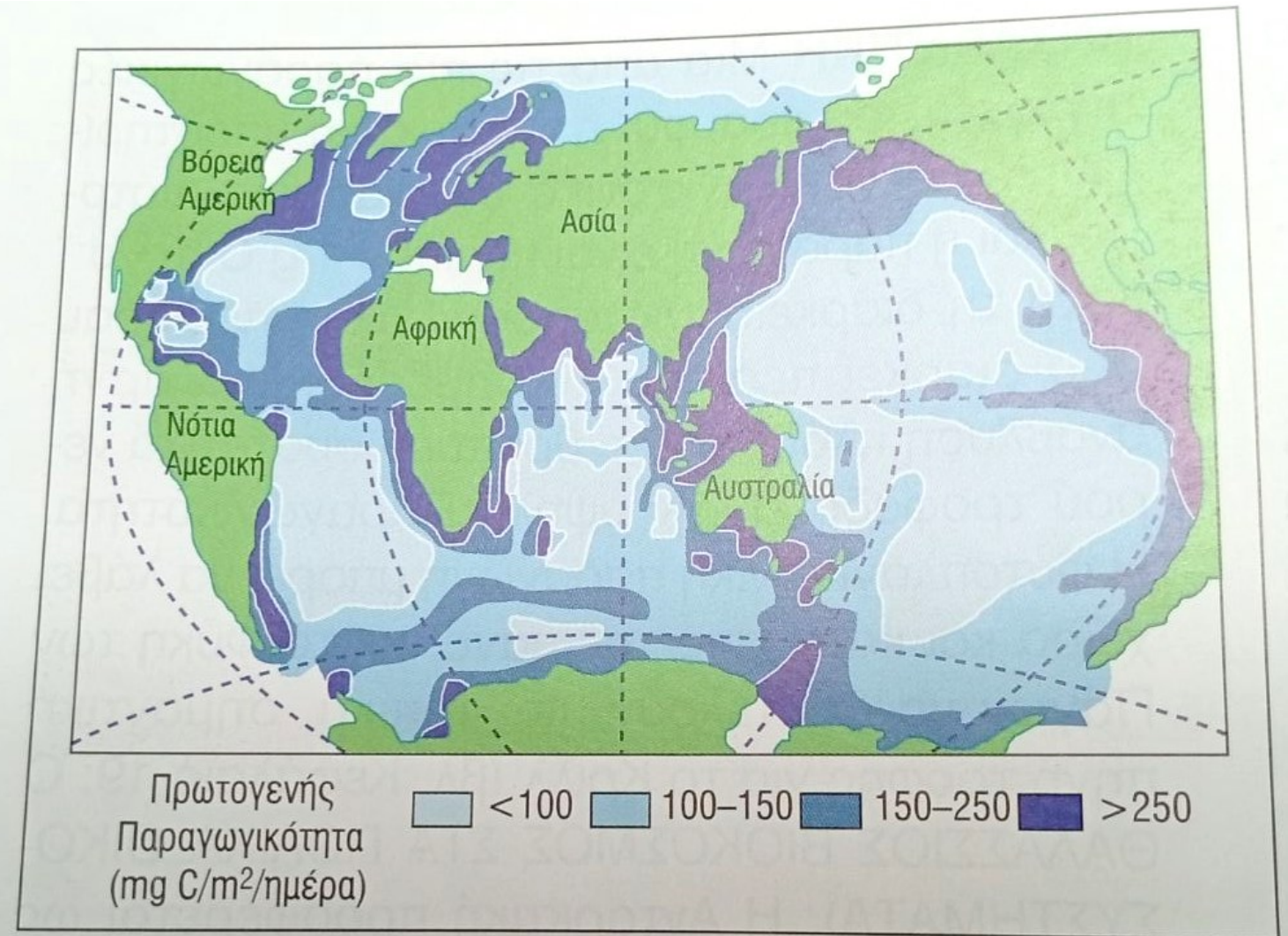
## Ειρηνικός Ωκεανός

Χωρίζεται σε Βόρειο & Νότιο Ειρηνικό  
Έχει χαμηλή παραγωγικότητα στα  
κέντρα των μεγάλων δομών  
κυκλοφορίας και υψηλότερη παραγωγή  
στα νερά των Υφαλοκρηπίδων.

### Βόρειο Τμήμα

Την άνοιξη δεν παρατηρείται έκρηξη της  
βιομάζας του φυτοπλαγκτού αν και η ΠΠ  
αυξάνει. Εκτιμάται ότι σε αυτό το μέρος  
του Ειρηνικού η βόσκηση από το  
Ζωοπλαγκτό αποτρέπει την  
συσσώρευση φυτοπλαγκτονικής  
βιομάζας, ενώ σε αυτό συμβάλλει  
επίσης και ο περιορισμός του σιδήρου.

**Είναι πιο παραγωγικός από τον  
Ατλαντικό**



**ΕΙΚΟΝΑ 12.6** Κατανομή της Πρωτογενούς Παραγωγικότητας στους Ωκεανούς. (Από Koblentz-Mishke κ.α., 1970).



## Ινδικός Ωκεανός

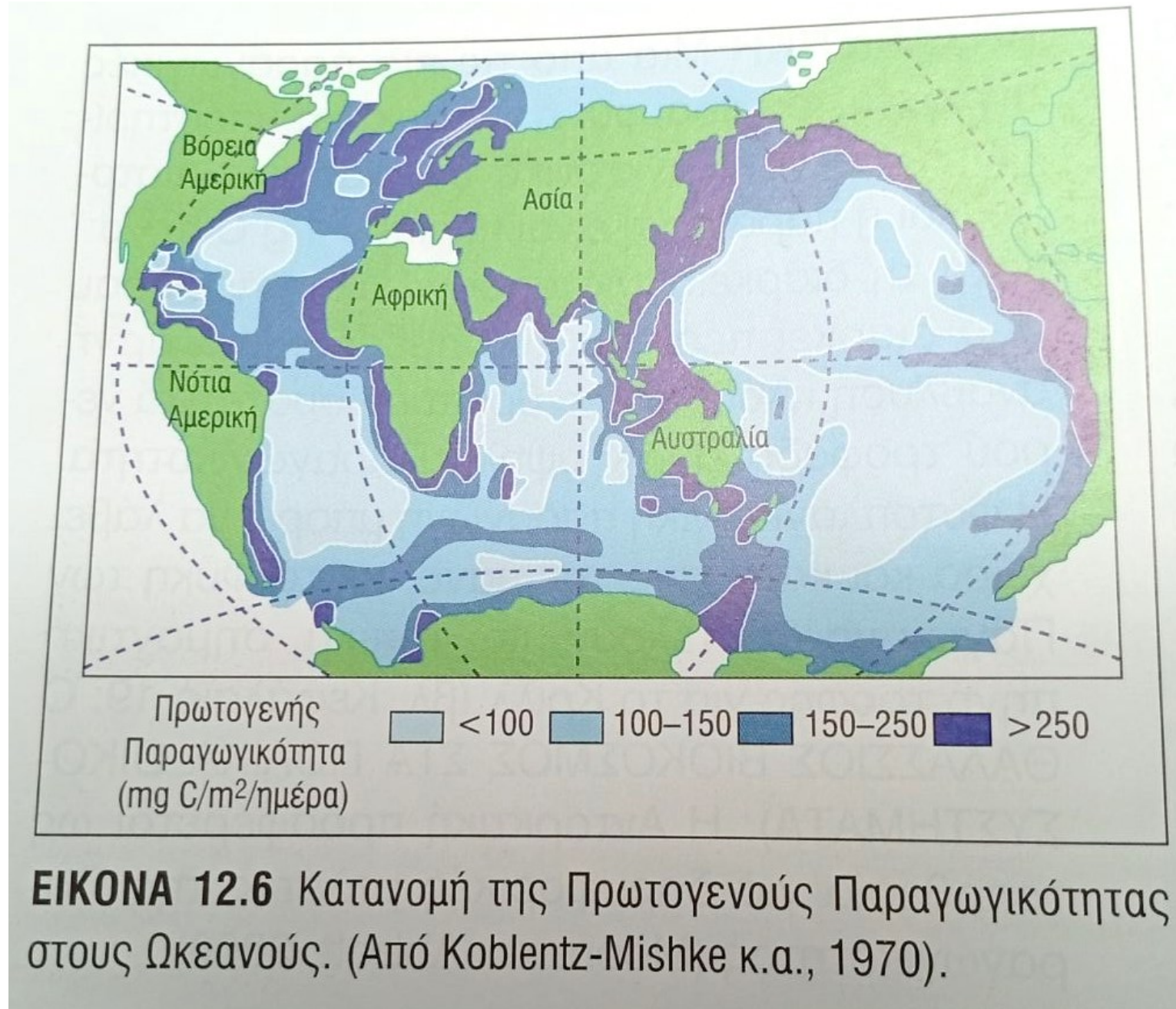
Στα ανοικτά νερά ο ρυθμός της ΠΠ είναι αρκετά χαμηλός, όμοια με τον Νότιο Ατλαντικό.

Βόρεια του Ισημερινού, πολύ υψηλοί ρυθμοί ΠΠ εντοπίζονται στις ακτές της Σομαλίας & της Ινδίας, αλλά και στην Αραβική Θάλασσα.

Οι ρυθμοί ΠΠ ποικίλλουν με την εναλλαγή περιόδων ανάβλυσης και περιόδων εισροής επιφανειακών υδάτων με ανεπαρκή θρεπτικά.

### Περίοδοι Ανάβλυσης

Ανάπτυξη στρωμάτων ελάχιστου Οξυγόνου με πάχος εκατοντάδων μέτρων.



## **Ανταρκτική**

Είναι από τις πιο παραγωγικές περιοχές του κόσμου διότι υποστηρίζει πυκνή πλαγκτονική χλωρίδα από διάτομα.

Μια αργή ανάβλυση πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά νερού τροφοδοτεί την υψηλή παραγωγικότητα.

## **Αρκτικός Ωκεανός**

Η ΠΠ είναι υψηλή το καλοκαίρι.

Περιορισμένα στοιχεία για όλο το έτος επειδή η παραγωγική περίοδος είναι σύντομη (φως για 6 μήνες) & υπάρχει παγοκάλυψη που αναχαιτίζει το φως

Τα θρεπτικά είναι σε υψηλά επίπεδα και η τήξη των πάγων το καλοκαίρι συμβάλει σημαντικά στην ΠΠ

Η υπερθέρμανση του πλανήτη αυξάνει σταθερά την διάρκεια της εποχής ανάπτυξης του πλαγκτου.