
ΠΜΣ: ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ & ΜΠΛΕ ΑΝΘΡΑΚΑΣ
(BLUE CARBON)

ΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ

ΣΑΚΚΑ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΑΘΗΝΑ 2026

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



Πηγή: Puro.earth (2022)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΜΠΛΕ ΑΝΘΡΑΚΑΣ

- ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ

- ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΟΥ CO_2 ,

ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ & ΜΠΛΕ ΑΝΘΡΑΚΑΣ

- Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ & Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΑΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΟΥ

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

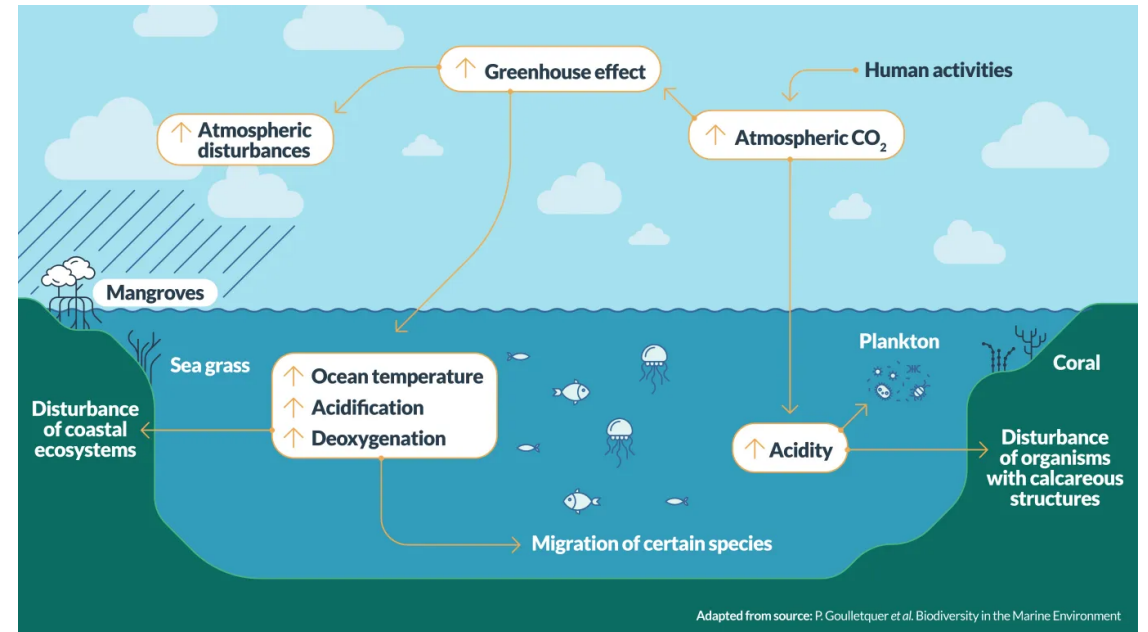
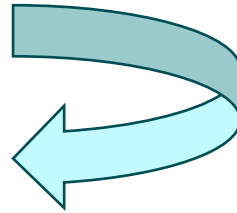
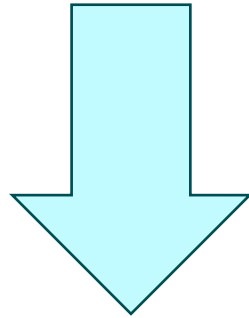
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αύξηση εκπομπών CO₂

- Αποψίλωση δασών
- Καύση ορυκτών καυσίμων
- Ανθρώπινες δραστηριότητες

Διαταραχή του κύκλου του άνθρακα



Πηγή: Copernicus Marine Service

**ΑΝΑΓΚΗ ΕΥΡΕΣΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΑΠ'Ο ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ
ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΑ ΧΡΟΝΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ**

Μικροφύκη

Φύκη που ο θαλλός είναι ορατός μόνο με μικροσκόπιο

Μεγάλη ποικιλομορφία

Ζουν μεμονωμένα ή σε αποικίες

Παρέχουν υψηλή παραγωγικότητα (>50% της συνολικής παραγωγής)

Βάση των θαλάσσιων τροφικών πλεγμάτων

Συμμετοχή στους βιογεωχημικούς κύκλους

Επίδραση στο παγκόσμιο κλίμα

Μπλε Άνθρακας

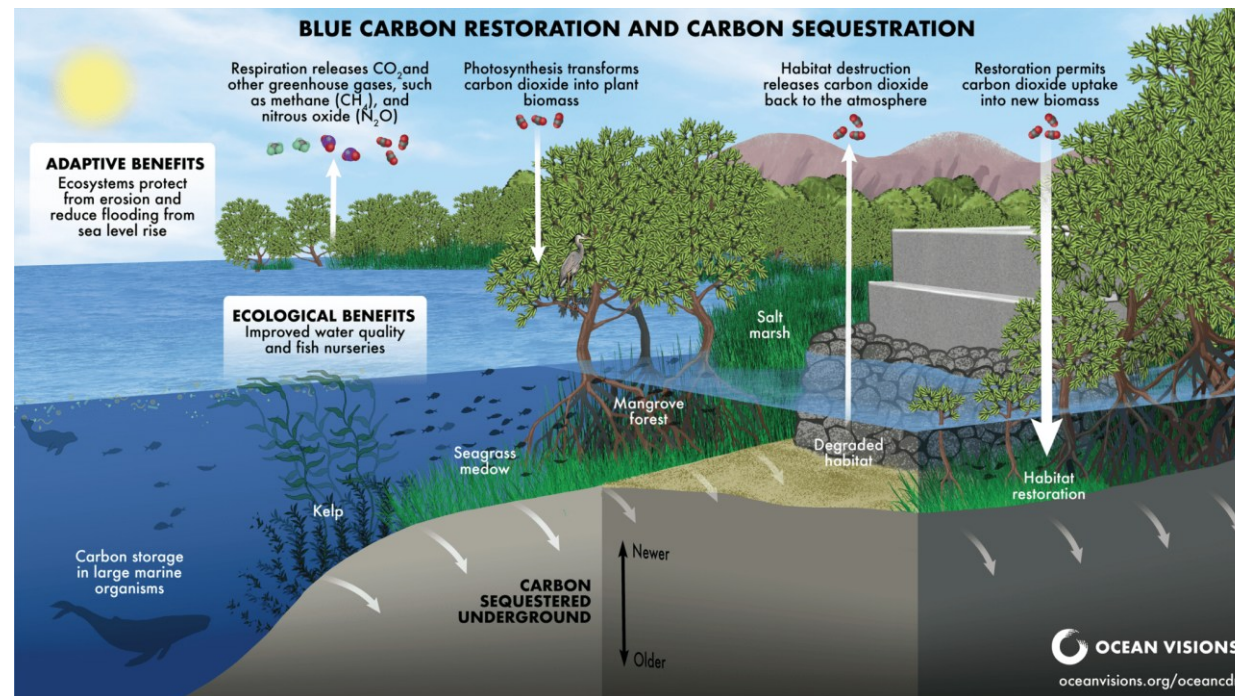
Η δέσμευση & αποθήκευση άνθρακα από την ατμόσφαιρα στη θάλασσα

- Βιομάζα
- Ιζήματα

Ωκεανός η «δεξαμενή»
άνθρακα του πλανήτη

Σημαντικότερα οικοσυστήματα :

- ❖ Μαγκρόβια δάση,
- ❖ παράκτια έλη &
- ❖ θαλάσσια λιβάδια όπως η Ποσειδωνία

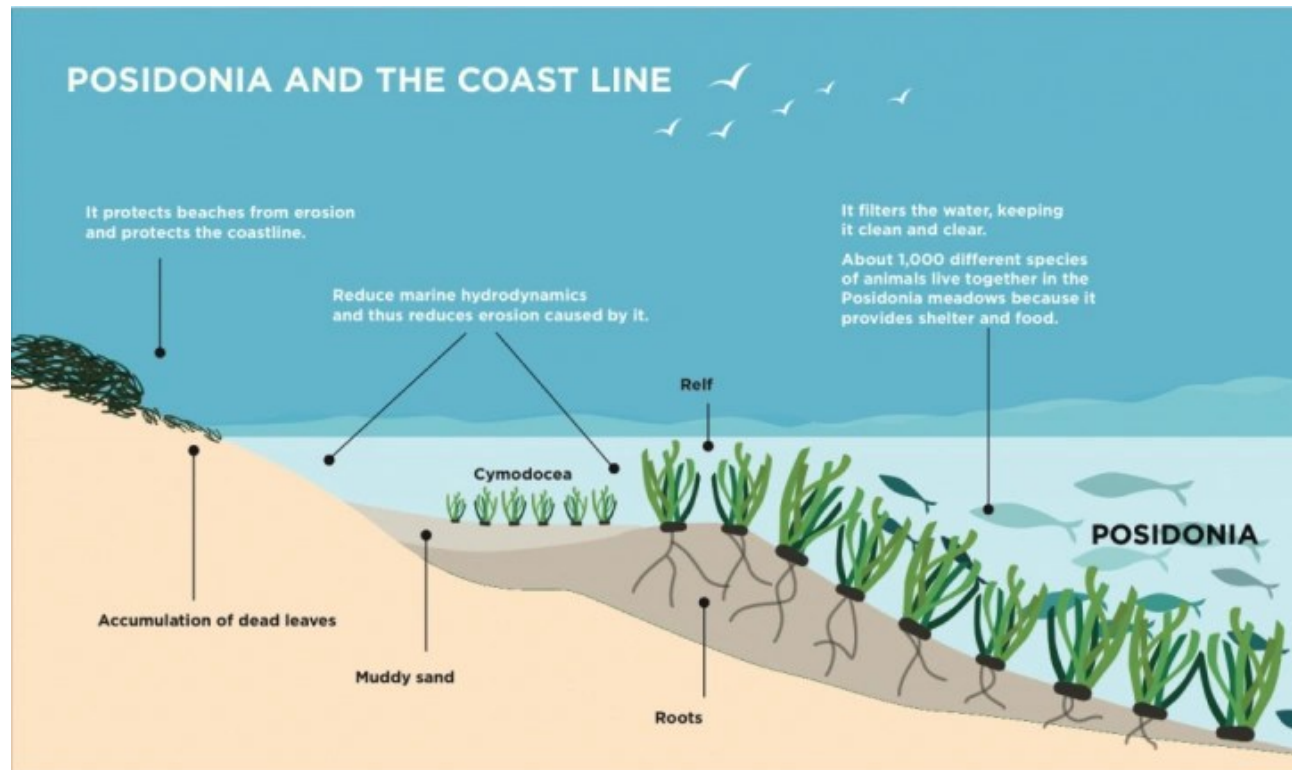


Πηγή: Ocean Visions

Μπλε Άνθρακας



Πηγή : BirdLife International, 2024



Πηγή: Oceanogami

Extra | Πρακτική Εφαρμογή:

Ενσωμάτωση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων στην παγκόσμια αγορά άνθρακα μέσω *Carbon Offsets*. Οι ρυπαντές χρηματοδοτούν την προστασία της φύσης με αντάλλαγμα φορολογικές ελαφρύνσεις, ενισχύοντας την οικονομία των τοπικών κοινωνιών (NOAA).

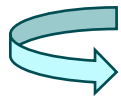
Μικροφύκη & Μπλε Άνθρακας

Η απομάκρυνση και η δέσμευση του άνθρακα γίνεται με τρεις μηχανισμούς:

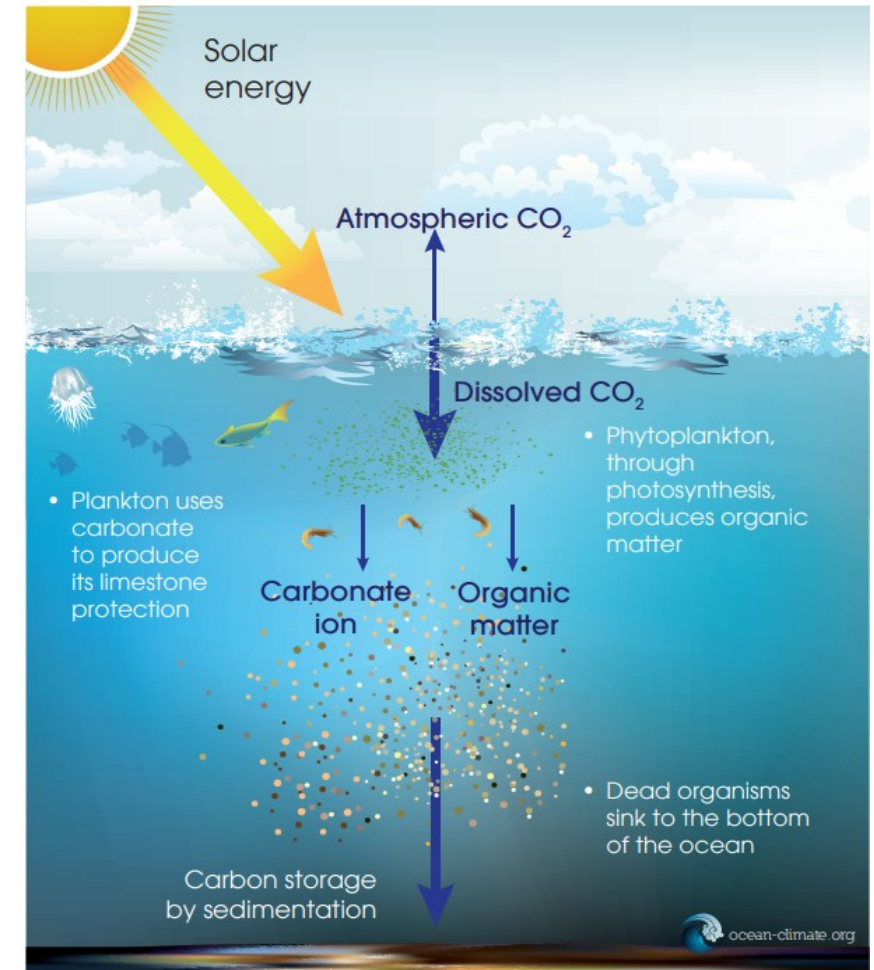
1. τη φυσική αντλία άνθρακα (solubility carbon pump),
2. τη βιολογική (biological carbon pump) και
3. τη μικροβιακή (microbial carbon pump)

Κυρίαρχο στη βιολογική δέσμευση είναι το φυτοπλαγκτόν

Δέσμευση περίπου 50 γιγατόνων CO_2 / χρόνο



Αντιπροσωπεύει σχεδόν το μισό
της συνολικής ποσότητας
άνθρακα που δεσμεύεται στον πλανήτη

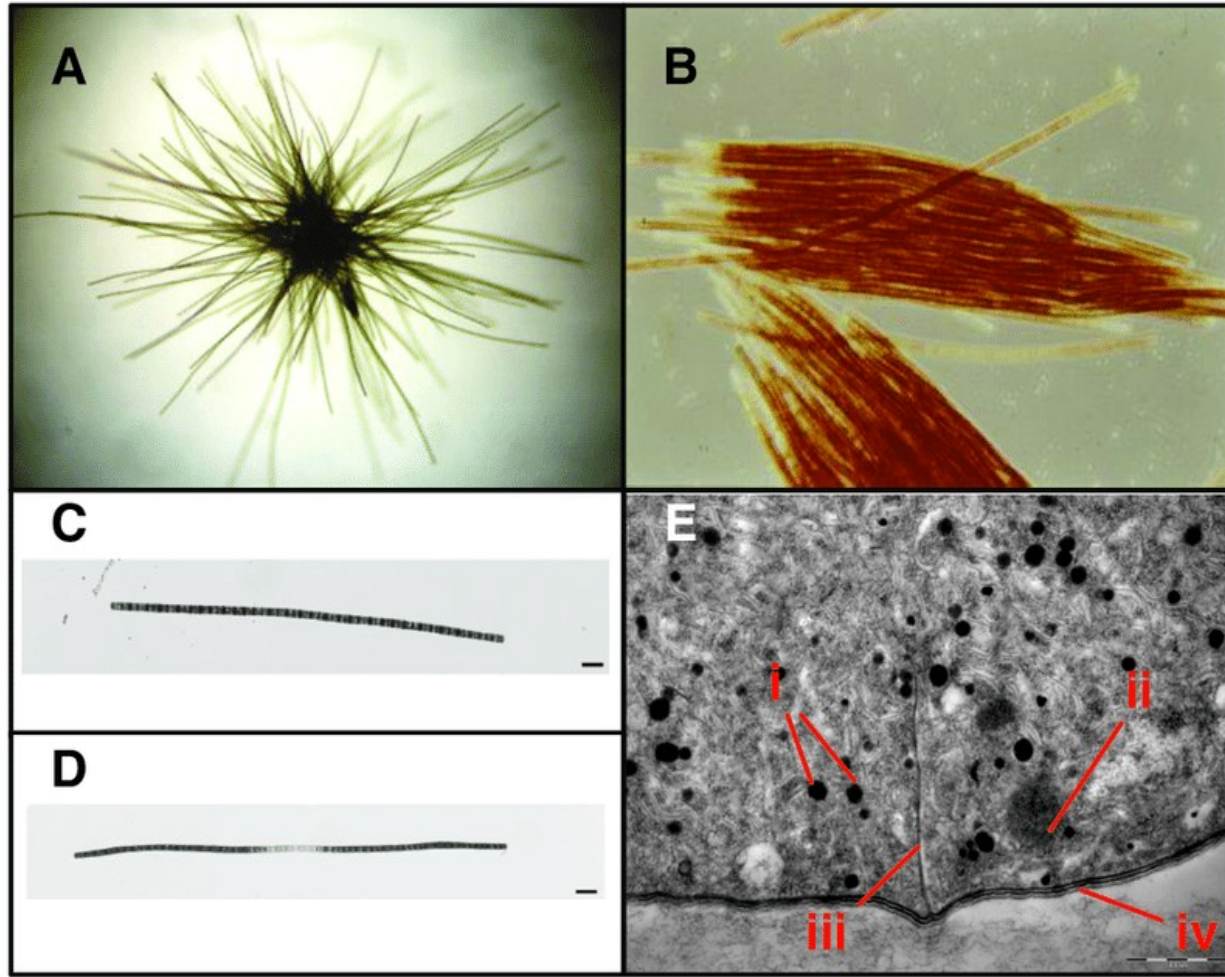


Βιολογική αντλία άνθρακα

Πηγή: Ocean & Climate Platform, 2016

Οι κυριότερες ομάδες μικροφυκών

ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ



Το Κυανοβακτήριο *Trichodesmium*

A & B: Σχηματίζει μεγάλες αποικίες σε μορφή σφαίρας A – ruff ή B – tuft

C, D: Τα κυανοβακτήρια αποτελούνται από μεμονωμένα νηματία. Στην εικόνα D, η ανοιχτόχρωμη περιοχή στη μέση του νηματίου δείχνει τα diazocytes, δηλαδή εξειδικευμένα κύτταρα τα οποία είναι υπεύθυνα για τη δέσμευση του αζώτου και συνεπώς άνθρακα.

E: Απεικόνιση του εσωτερικού του κυανοβακτηρίου. Διακρίνονται τα σημεία που είναι υπεύθυνα για τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα και την αποθήκευση της ενέργειας.

Οι κυριότερες ομάδες μικροφυκών

ΔΙΑΤΟΜΑ



Μικροσκοπική εικόνα (LM) διαφόρων ειδών διατόμων

Πηγή: Science Photo Library

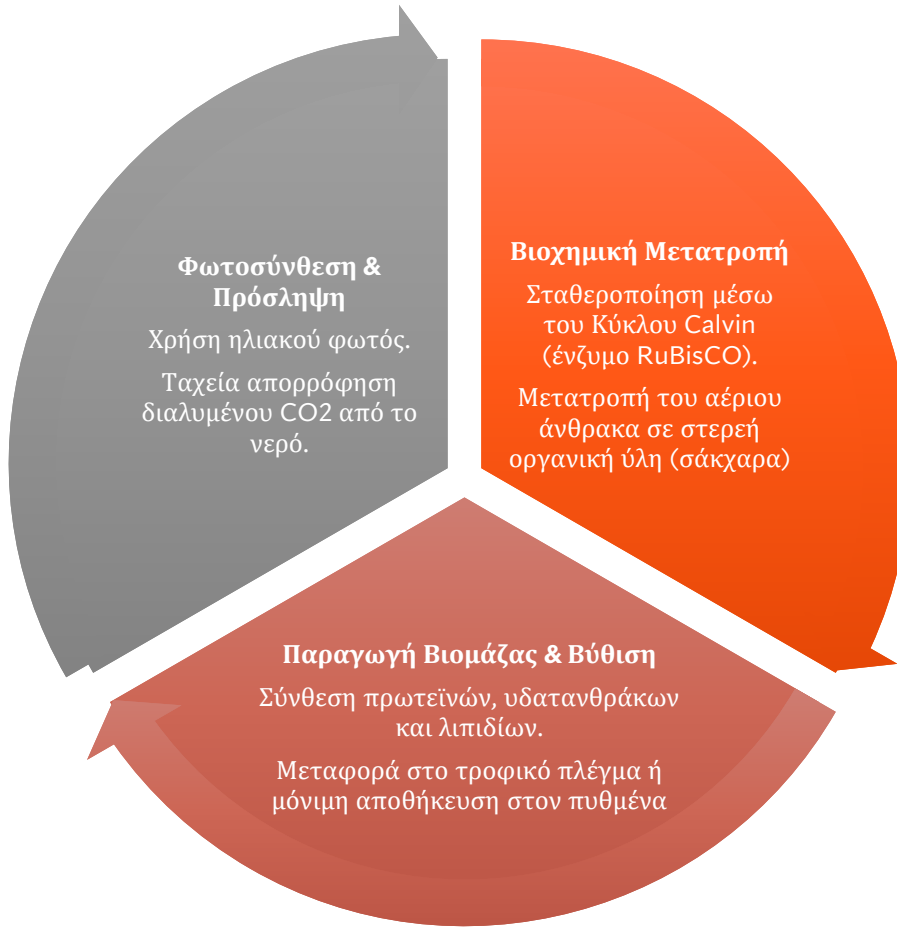
ΚΟΚΚΟΛΙΘΟΦΟΡΑ



Πηγή: Science Photo Library

Μικροφύκη & Μπλε Άνθρακας

Τα στάδια με τα οποία τα
μικροφύκη συμβάλλουν στη
δημιουργία του Μπλε
Άνθρακα



Ποσότητα & εξαγωγή άνθρακα

Καθαρή Παραγωγή (NCP)

Ορισμός: Η διαφορά μεταξύ της Πρωτογενούς Παραγωγής (φυτοπλαγκτόν) και της Αναπνοής ή Κατανάλωσης της οργανικής ύλης (ετερότροφοι οργανισμοί) στην εύρωτη ζώνη.

✓ Καθορίζει το τελικό δυναμικό φορτίο άνθρακα που είναι διαθέσιμο για να εξαχθεί στα βαθύτερα στρώματα του ωκεανού.

Σωματιδιακός Οργανικός Άνθρακας (POC)

Η εξαγωγή γίνεται κυρίως με τη μορφή POC (νεκρά κύτταρα, συσσωματώματα, περιττώματα ζωοπλαγκτού).

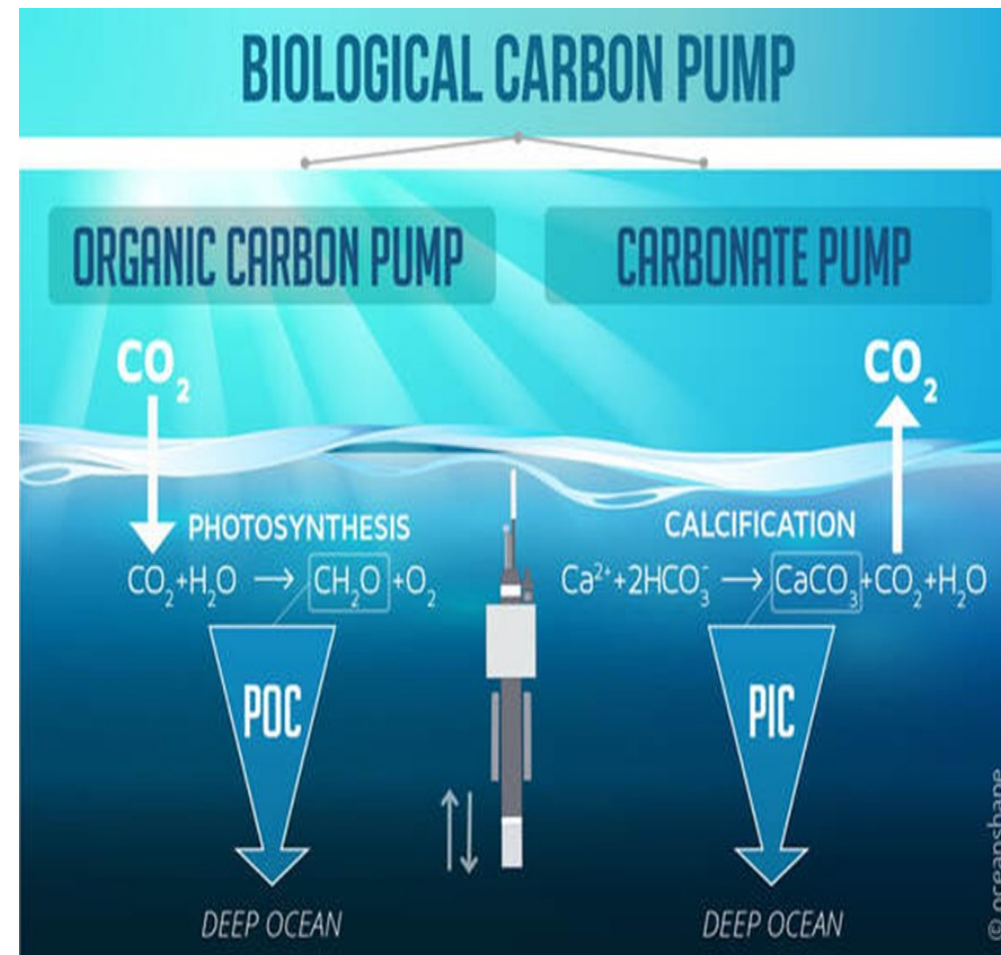
✓ Αποικοδόμηση κατά τη βύθιση: Το POC διασπάται συνεχώς από βακτήρια και ένα μέρος του μετατρέπεται σε Διαλυμένο Οργανικό Άνθρακα (DOC).

Σωματιδιακός Ανόργανος Άνθρακας (PIC)

Ο ανόργανος άνθρακας είναι ο εναλλακτικός τρόπος εξαγωγής άνθρακα και αποτελείται κυρίως από στερεά σωματίδια (δηλαδή το ανθρακικό ασβέστιο από τα κελύφη οργανισμών όπως τα κοκκολιθοφόρα)

Τελικό αποτέλεσμα

Η ποσότητα του άνθρακα μειώνεται δραματικά με το βάθος. Μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό φτάνει στα βαθιά νερά και στα θαλάσσια ιζήματα.



Πηγή: Joint Exploration of the Twilight Zone Ocean Network, n.d

Αποδοτικότητα & Περιορισμοί της Βιολογικής Αντλίας Οργανικού Άνθρακα

Αποδοτικότητα Εξαγωγής (Export Efficiency)

Ορισμός: Το ποσοστό του άνθρακα που καταφέρει να φτάσει στα μεγάλα βάθη πριν αποικοδομηθεί.

Από τι επηρεάζεται:

- **Χαρακτηριστικά σωματιδίων:** Μέγεθος, πυκνότητα, ταχύτητα βύθισης (η γρήγορη βύθιση ευνοεί την αποθήκευση).
 - ❖ ως μεμονωμένα νεκρά κύτταρα (πολύ αργή βύθιση, άρα αποικοδομούνται εύκολα) ή ως «θαλάσσιο χιόνι» (μεγάλα, συμπαγή και πυκνά σωματίδια που βυθίζονται γρηγορότερα προτού προλάβουν τα βακτήρια να τα διασπάσουν)
- **Περιβαλλοντικοί παράγοντες:** Θερμοκρασία, θρεπτικά συστατικά, ωκεάνια ρεύματα, ανάμιξη υδάτων.
 - ❖ Στα ζεστά νερά, τα βακτήρια αυξάνουν τη δραστηριότητα τους και αποικοδομούν τον οργανικό άνθρακα στην επιφάνεια με ταχείς ρυθμούς. Αντίθετα, η ανάμιξη υδάτων και τα θρεπτικά συστατικά καθορίζουν αν θα έχουμε πλούσια άνθιση φυτοπλαγκτού (άρα άφθονο POC για βύθιση)

Το φυτοπλαγκτόν παράγει 50 γιγατόνους του οργανικού άνθρακα ετησίως στην επιφάνεια.

Χαμηλή Αποτελεσματικότητα: Μόλις το 1% αυτού του άνθρακα καταλήγει τελικά στα θαλάσσια ιζήματα!

Αιτία: Το υπόλοιπο 99% αποικοδομείται και επαναχρησιμοποιείται κατά την αργή κάθοδό του στη στήλη του νερού.

Βιολογία: Σύνθεση των πλαγκτονικών κοινοτήτων

- ❖ Αν η κοινότητα κυριαρχείται από μεγάλα διάτομα, παράγεται βαρύς οργανικός άνθρακας που βυθίζεται γρήγορα. Αν λόγω υπερθέρμανσης η κοινότητα αλλάξει και κυριαρχήσουν μικροσκοπικά κυανοβακτήρια, ο οργανικός άνθρακας γίνεται τόσο ελαφρύς που ανακυκλώνεται πλήρως στην επιφάνεια και δεν βυθίζεται.

Παράγοντες που Επηρεάζουν τη Βύθιση του CaCO_3

Χημικοί Παράγοντες:

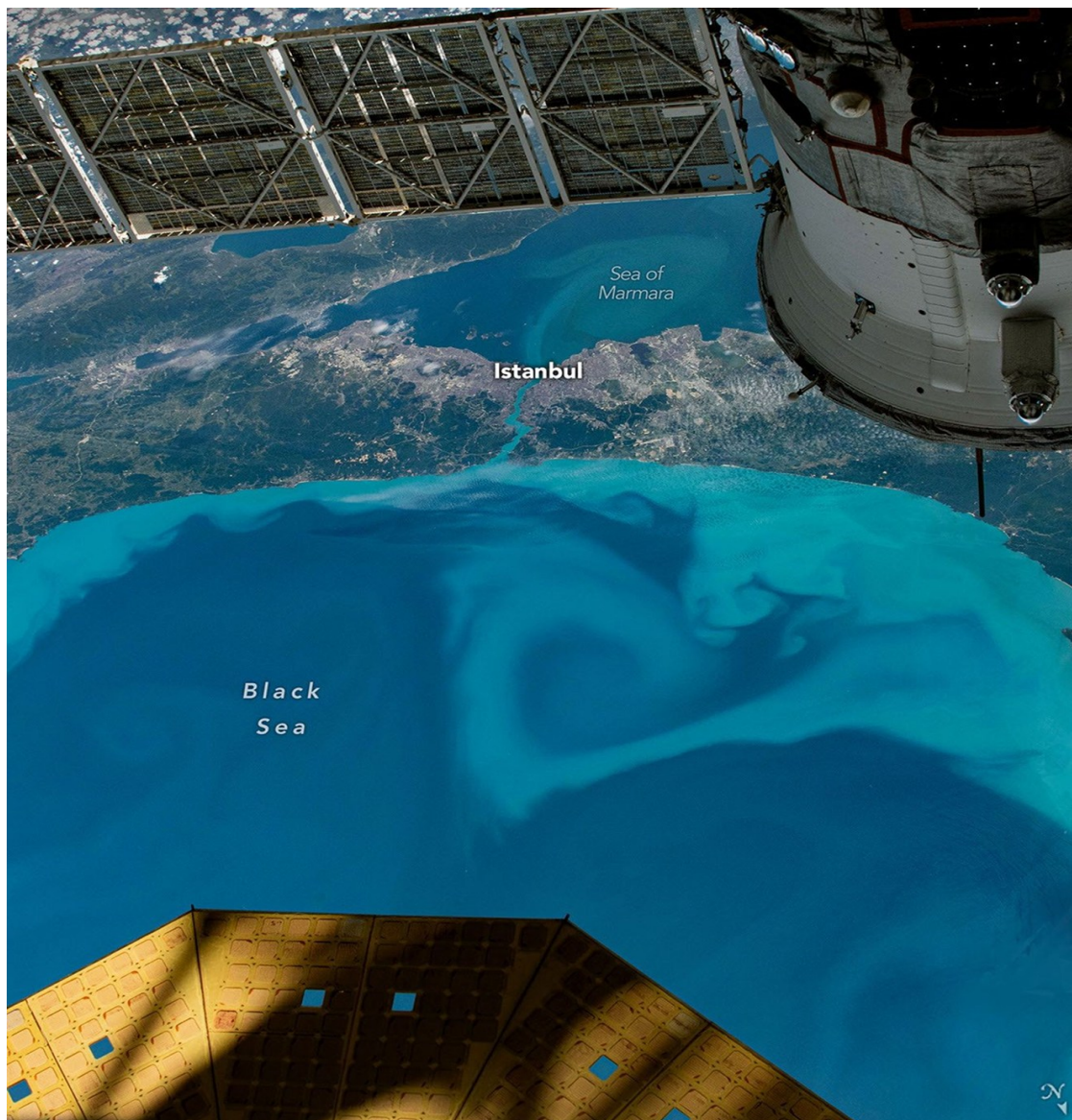
- Η οξίνιση αυξάνει τη διαλυτότητα του ανθρακικού ασβεστίου
- Στα μεγάλα βάθη παρατηρείται αύξηση της διάλυσης λόγω του χαμηλού βαθμού κορεσμού

Φυσικοί Παράγοντες:

- Στα μεγάλα βάθη υπάρχει υψηλή πίεση και συνεπώς αυξάνεται η διάλυση
- Θερμοκρασία: Μεγαλύτερη ευκολία διάλυσης CaCO_3 σε θάλασσες με πιο κρύα νερά

Πολικές θάλασσες πιο ευάλωτες





Άνθιση κοκκολιθοφόρων όπως αποτυπώθηκε από το νέο δορυφόρο της NASA στις 22 Ιουνίου 2026 στη Μαύρη Θάλασσα

Πηγή: NASA Earth Observatory (2026)

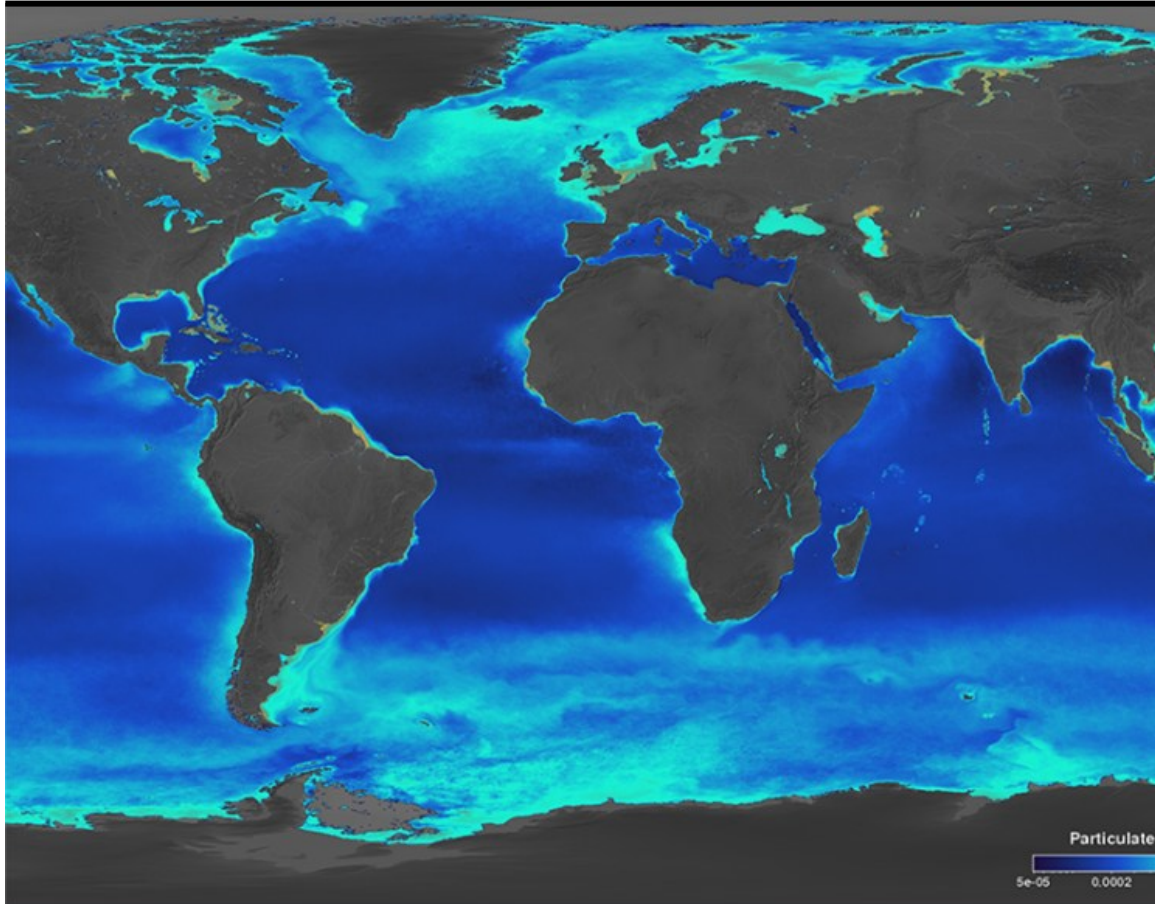
Λευκοί Βράχοι του Ντόβερ

- Μακροπρόθεσμη αποθήκη άνθρακα
- Σχηματισμός από κοκκολιθοφόρα φύκη
- Δημιουργήθηκαν πριν από περίπου 100 εκατομμύρια χρόνια, κατά την Κρητιδική Περίοδο.



Πηγή: National Trust

«Μεγάλη Ζώνη Κιμωλίας» (Great Calcite Belt)



- ❖ Μια ζώνη στον Νότιο Ωκεανό όπου κάθε καλοκαίρι ανθίζουν δισεκατομμύρια κοκκολιθοφόροι
- ❖ Καλύπτει το 16% των παγκόσμιων ωκεανών
- ❖ Οι ασβεστολιθικοί σκελετοί τους αντανακλούν το φως, αλλάζοντας το χρώμα της θάλασσας σε γαλακτερό-τιρκουάζ
- ❖ Λειτουργεί ως μια τεράστια φυσική «μηχανή» αποθήκευσης άνθρακα
- ❖ Κίνδυνος: Η κλιματική αλλαγή και η οξίνιση των ωκεανών απειλούν τη δημιουργία των κελυφών τους

Πηγή: NASA Scientific Visualization Studio, 2014

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Οι 4 Άξονες Διατάραξης των Ωκεανών:

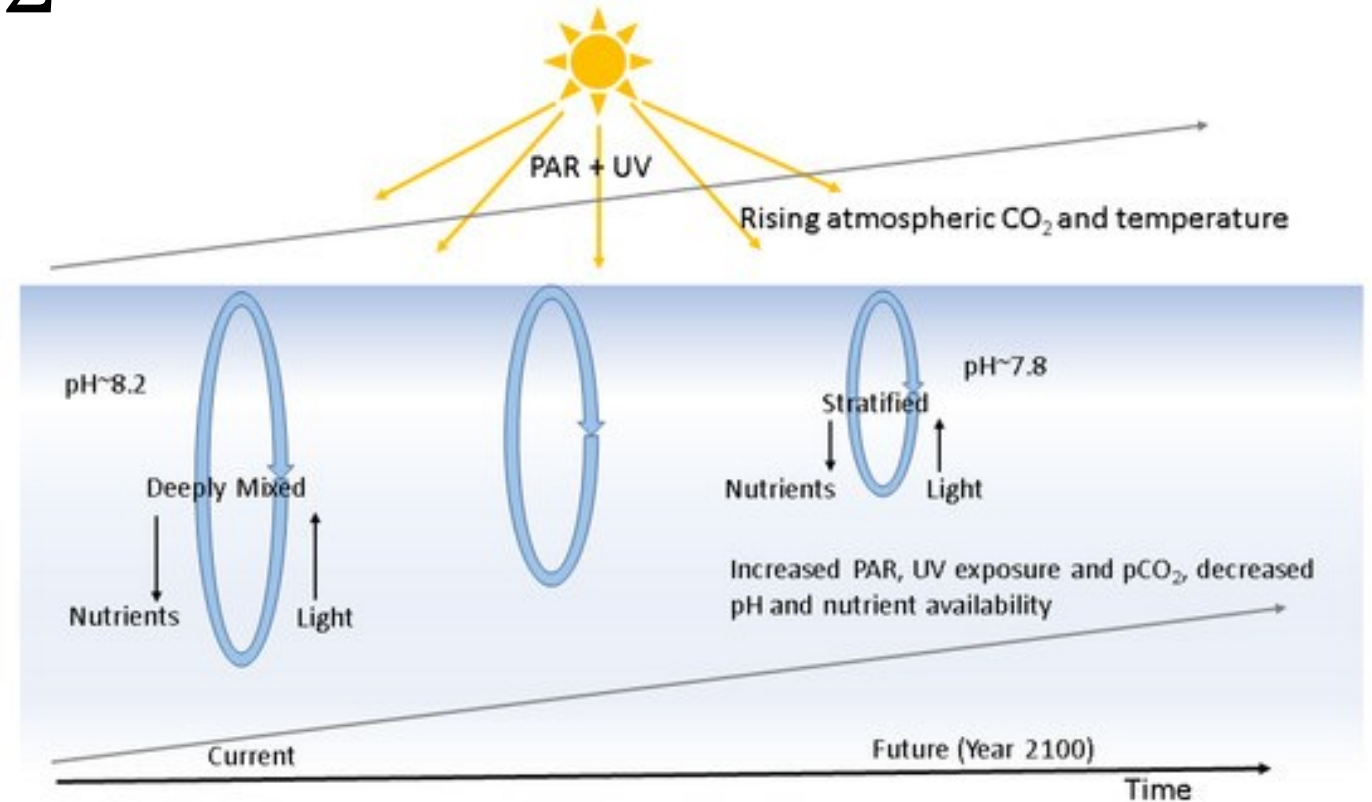
- Θερμική Στρωμάτωση & Έλλειψη Θρεπτικών

Τα ζεστά επιφανειακά νερά εμποδίζουν τη μεταφορά θρεπτικών συστατικών από το βυθό προς την επιφάνεια. Μειώνεται η φωτοσύνθεση του φυτοπλαγκτού.

- Αλλαγή στα Είδη

Τα μεγάλα, βαριά διάτομα που βυθίζονται γρήγορα, αντικαθίστανται από μικρότερα κύτταρα που ανακυκλώνονται στην επιφάνεια.

Αποτέλεσμα: Ο άνθρακας επιστρέφει στην ατμόσφαιρα.



Πηγή: Basu & Mackey (2018)

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

➤ Οξίνιση των Ωκεανών

Η αυξημένη απορρόφηση ανθρωπογενούς CO₂ μειώνει το pH του θαλασσινού νερού.

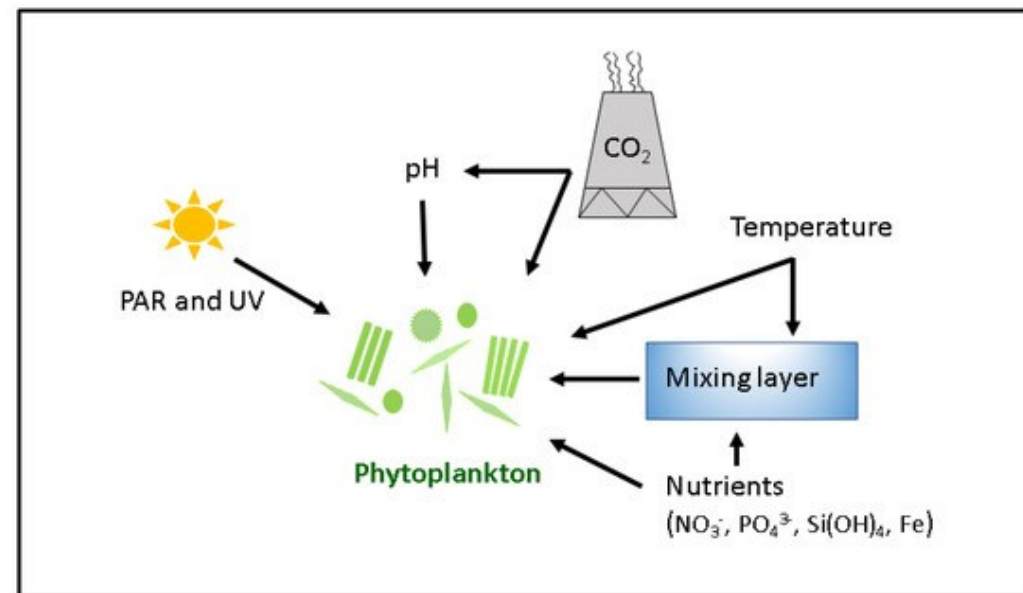
Οι Επιδράσεις της Οξίνισης στο Φυτοπλαγκτόν:

- Μείωση μεγέθους κυττάρων: Ευνοείται τα άτομα φυτοπλαγκτού με το μικρότερο μέγεθος, το οποίο λόγω χαμηλής ταχύτητας βύθισης δεν αποθηκεύει άνθρακα.
- Μεταβολή στη Στοιχειομετρία (C:N): Αλλάζει η «ποιότητα» της οργανικής ύλης και ο ρυθμός αποικοδόμησής της από τα βακτήρια. Αυξημένος λόγος C:N λόγω αύξησης πρόσληψης CO₂.
- Καταπόνηση Οργανισμών: Οι κοκκολιθοφόροι όπως η *Emiliania italics* αδυνατούν να φτιάξουν κελύφη. Χάνεται το «φαινόμενο του έρματος» (ballast effect) και επιβραδύνεται η βύθιση.

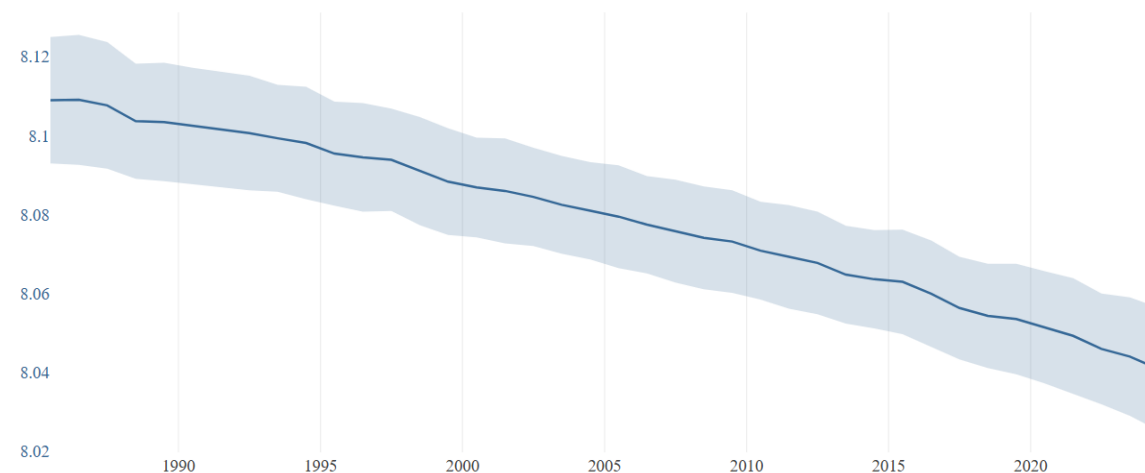
➤ Φαινόμενα Ανάδρασης (Feedback Loop):

Λιγότερο φυτοπλαγκτόν → Λιγότερη απορρόφηση CO₂
Ταχύτερη υπερθέρμανση του πλανήτη

Η μακροχρόνια τάση μείωσης του pH
Πηγή: Copernicus Marine Service, 2024



Πηγή: Basu & Mackey (2018)



Μικροφύκη ως Βιοεργοστάσια

Από το Εργαστήριο στη Βιομηχανία (2025): Ελεγχόμενη καλλιέργεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης.

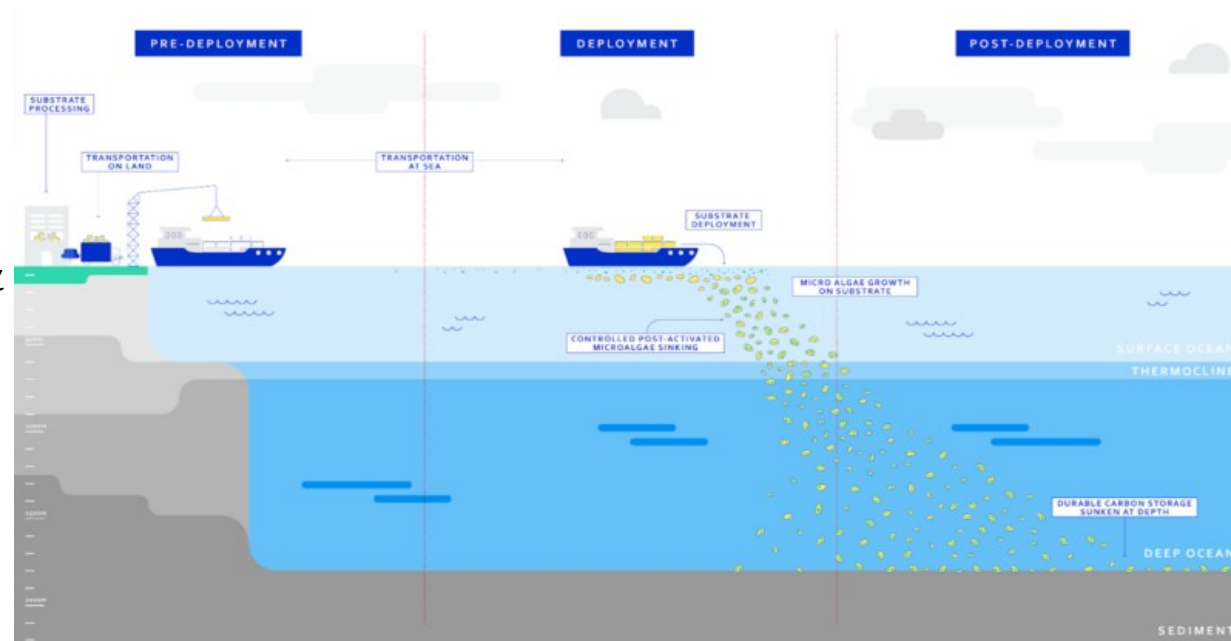
Δύο Πυλώνες Αξιοποίησης:

- Κορυφαία Απόδοση Δέσμευσης: CO₂ με ρυθμούς υψηλότερους από τα φυτά της στεριάς.
- Παραγωγή Βιοενέργειας: Μετατροπή των λιπιδίων τους σε πράσινα βιοκαύσιμα (π.χ. βιοντίζελ).

Καινοτόμος Προσέγγιση MCFS

(*Microalgae Carbon Fixation and Sinking*):

Ενίσχυση της φυσικής Βιολογικής Αντλίας με πλωτά υποστρώματα που ευνοούν την ανάπτυξη τοπικών πληθυσμών φυτοπλαγκτού και την ελεγχόμενη βύθιση στον βαθύ ωκεανό υπό κατάλληλες ωκεανολογικές συνθήκες (>200 χρόνια αποθήκευση).



Πηγή : Puro.earth, 2025

Συμπεράσματα

❖ Οι Αόρατοι Ρυθμιστές του Κλίματος:

Παρά το μικροσκοπικό τους μέγεθος, τα μικροφύκη (διάτομα, κοκκολιθοφόρα, κυανοβακτήρια) αποτελούν την πρώτη γραμμή άμυνας του πλανήτη, ευθύνονται για περίπου το 50% της παγκόσμιας πρωτογενούς παραγωγής και της φωτοσυνθετικής δέσμευσης CO₂.

❖ Η Βιολογική Αντλία ως Ασπίδα:

Μέσω της φωτοσύνθεσης και της βύθισης του οργανικού (POC) και του ανόργανου άνθρακα (ανθρακικό ασβέστιο - CaCO₃), οι ωκεανοί απομονώνουν μόνιμα τεράστιες ποσότητες ατμοσφαιρικού CO₂ στον πυθμένα, επιβραδύνοντας την υπερθέρμανση του πλανήτη.

❖ Η Απειλή της Κλιματικής Κρίσης:

Η άνοδος της θερμοκρασίας των υδάτων και η οξίνιση των ωκεανών διαταράσσουν τις πλαγκτονικές κοινότητες και απειλούν την αποδοτικότητα της αντλίας (το ποσοστό του τελικού 1% του άνθρακα που θάβεται στα ιζήματα μειώνεται).

❖ Η Ανάγκη για Δράση:

Η προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων αποτελεί πλέον το κυρίαρχο εργαλείο για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης.

Βιβλιογραφία

Alam, M. A., Islam, M. S., Rahman, M. M., & Chowdhury, M. A. K. (2025). Microalgae: Green engines for achieving carbon sequestration, circular economy, and environmental sustainability—A review based on last ten years of research. *Bioengineering*, 12(9), 909. <https://doi.org/10.3390/bioengineering12090909>

American Geophysical Union. (2016). Giant algal bloom sheds light on formation of White Cliffs of Dover. AGU Newsroom. <https://news.agu.org/press-release/giant-algal-bloom-sheds-light-on-formation-of-white-cliffs-of-dover/>

Armstrong, R. A., Lee, C., Hedges, J. I., Honjo, S., & Wakeham, S. G. (2001). A new, mechanistic model for organic carbon fluxes in the deep ocean based on the association of flux with the ballast fractions. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 49(1-3), 219–236. [https://doi.org/10.1016/S0967-0645\(01\)00101-1](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(01)00101-1)

Basu, S., & Mackey, K. R. M. (2018). Phytoplankton as key mediators of the biological carbon pump: Their responses to a changing climate. *Sustainability*, 10(3), Article 869. <https://doi.org/10.3390/su10030869>

BirdLife International. (2024, July 25). Why mangroves are making waves: A deep dive. <https://www.birdlife.org/news/2024/07/25/why-mangroves-are-making-waves-a-deep-dive/>

Birnbaum, C., Waryszak, P., Trevathan-Tackett, S. M., Bowen, J. L., Connolly, R. M., Duarte, C. M., & Macreadie, P. I. (2025). Global review of blue carbon ecosystem microbial communities. *Environmental Microbiology*, 27(8), e70168. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.70168>

Boyd, P. W., & Trull, T. W. (2007). Understanding the export of biogenic particles in oceanic waters: Is there consensus? *Progress in Oceanography*, 72(4), 276–312. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.10.007>

Boyd, P. W., Claustre, H., Levy, M., Siegel, D. A., & Weber, T. (2019). Quantifying the carbon export and sequestration pathways of the ocean's biological carbon pump. *Global Biogeochemical Cycles*, 33(10), 1133–1161. <https://doi.org/10.1029/2021GB007083>

Buesseler, K. O., & Boyd, P. W. (2009). Shedding light on the ocean's biological carbon pump. *Oceanography*, 22(4), 120–132. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2009.100>

Copernicus Marine Service. (n.d.). Why is the Ocean important? [Infographic]. <https://marine.copernicus.eu/el/explainers/why-ocean-important/biodiversity-tank>

Βιβλιογραφία

CORDIS. (2021). A marine heatwave resilience assessment of European rhodolith beds (RHODOCAR). European Commission. <https://cordis.europa.eu/project/id/844703>

Ducklow, H. W., Steinberg, D. K., & Buesseler, K. O. (2001). Upper ocean carbon export and the biological pump. *Oceanography*, 14(4), 50–58. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2001.06>

Feely, R. A., Sabine, C. L., Lee, K., Berelson, W., Kleypas, J., Fabry, V. J., & Millero, F. J. (2004). Impact of anthropogenic CO_2 on the CaCO_3 system in the oceans. *Science*, 305(5682), 362–366. <https://doi.org/10.1126/science.1097329>

Kato, A. / Hiroshima University. (2023). Pebble-like rhodoliths collected from a depth of 38 m in the waters off Tanegashima Island, Japan [Photograph]. *ECO Magazine (Environment Coastal & Offshore)*. <https://www.ecomagazine.com>

Klaas, C., & Archer, D. E. (2002). Association of sinking organic matter with various ballast materials in the deep ocean. *Global Biogeochemical Cycles*, 16(4), 63–1–63–11. <https://doi.org/10.1029/2001GB001765>

Laws, E. A., Falkowski, P. G., Smith, W. O., Ducklow, H., & McCarthy, J. J. (2000). Temperature effects on export production in the open ocean. *Global Biogeochemical Cycles*, 14(4), 1231–1246. <https://doi.org/10.1029/1999GB001229>

Marsay, C. M., Sanders, R. J., Henson, S. A., Asper, V. L., Boorman, B., Lampitt, R. S., Martin, A. P., Mayor, D. J., Moore, C. M., Thomalla, S. J., Turnewitsch, R., & Zubkov, M. V. (2015). Attenuation of sinking particulate organic carbon flux through the mesopelagic ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(4), 1089–1094. <https://doi.org/10.1073/pnas.1415311112>

Mohanta, A., Banerjee, B., Mishra, S., & Das, J. (2026). The future of blue carbon under climate change: A systematic synthesis and scenario-based assessment of global coastal carbon stocks. *Regional Studies in Marine Science*, 98, Article 105081. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2026.105081>

NASA Earth Observatory. (2026, June 25). A turquoise tint for the Black Sea. NASA Science. <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/a-turquoise-tint-for-the-black-sea/>

NASA Scientific Visualization Studio. (2014, June 2). Bright Waters of the Southern Ocean (Visualization ID: 30512). NASA Goddard Space Flight Center. <https://svs.gsfc.nasa.gov/30512>

Βιβλιογραφία

National Oceanic and Atmospheric Administration. (n.d.). What is Blue Carbon? National Ocean Service. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/bluecarbon.html>

National Snow and Ice Data Center. (2024). Survival mode: The adaptability of phytoplankton in a changing Arctic Ocean. <https://nsidc.org/news-analyses/news-stories/survival-mode-adaptability-phytoplankton-changing-arctic-ocean>

National Trust. (n.d.). History of the White Cliffs of Dover. Ανακτήθηκε 2 Ιουλίου 2026, από <https://www.nationaltrust.org.uk/visit/kent/the-white-cliffs-of-dover/history-of-the-white-cliffs-of-dover>

Ocean Visions. (n.d.). Blue carbon restoration and carbon sequestration. Ocean Visions CDR Roadmaps. <https://oceanvisions.org/oceancdr>

Oceanogami. (n.d.). Posidonia oceanica: Dive into the depths of underwater forest and environmental resilience. <https://oceanogami.com/posidonia-oceanica/>

Omokaro, G. O., Nafula, Z. S., Iloabuchi, N. E., Chikukula, A. A., Osayogie, O. G., & Nnoli, E. C. (2025). Microalgae as biofactories for sustainable applications: Advancing carbon sequestration, bioenergy, and environmental remediation. Sustainable Chemistry for Climate Action, 7, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.scca.2025.100098>

Prasad, R., Gupta, S. K., Shabnam, N., Oliveira, C. Y. B., Nema, A. K., Ansari, F. A., & Bux, F. (2021). Role of Microalgae in Global CO₂ Sequestration: Physiological Mechanism, Recent Development, Challenges, and Future Prospective. Sustainability, 13(23), Article 13061. <https://doi.org/10.3390/su132313061>

Puro.earth. (2022). Microalgae carbon fixation and sinking. <https://puro.earth/methodologies/microalgae-carbon-fixation-and-sinking/>

Sargent, E. C., Sandh, G., Paerl, H. W., & Bergman, B. (2013). Trichodesmium morphologies, trichomes and ultrastructure [Microscopy images]. In E. C. Sargent, The role of the marine cyanobacterium Trichodesmium in biogeochemical cycles (Doctoral dissertation). University of Southampton. Modified with elements from Sandh, G., et al. (2011).

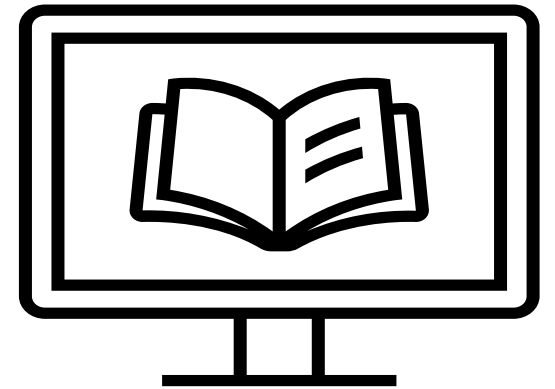
Science Photo Library. (n.d.). LM of mixed diatoms. <https://www.sciencephoto.com/media/15785/view/lm-of-mixed-diatoms>

Βιβλιογραφία

Seaside Sustainability. (2023, June 21). Groundbreaking study confirms algae can capture carbon 50x faster than trees, offering a powerful climate solution.

<https://www.seasidesustainability.org/post/groundbreaking-study-confirms-algae-can-capture-carbon-50x-faster-than-trees-offering-a-powerful-cl>

Thoré, E. S. J., Muylaert, K., Bertram, M. G., & Brodin, T. (2023). Microalgae. Current Biology, 33(3), R91–R95. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.12.032>



Σας ευχαριστώ πολύ
για το χρόνο σας
Ερωτήσεις;
